



GEWÄSSERSCHUTZ AKTUELL

Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen

Wolfgangsee, Fuschlsee
und Zeller See

Bewertungsmethodik
Ergebnisse

Land Salzburg • Reihe Gewässerschutz • Band 23 • 2016



Land Salzburg

Für unser Land!

www.salzburg.gv.at/gewaesserschutz

TITELFOTO

Fuschlsee (Foto: Mario LINDLBAUER)

ZITIERVORSCHLAG

PALL K., MAYERHOFER V., HIPPELI S. (2016):

Makrophytenvegetation der großen Salzburger Seen. Wolfgangsee, Fuschlsee und Zeller See – Bewertungsmethodik und Ergebnisse. – Land Salzburg, Reihe Gewässerschutz, 23: 1–275.

IMPRESSUM

Medieninhaber: Land Salzburg

Herausgeber: Abteilung 7: Wasser – Gewässerschutz, vertreten durch Dr. Andreas Unterweger

Redaktion und Korrektorat: Dr. Andreas Unterweger, Mag. Martin Priewasser, Mario Lindlbauer, MSc

Gestaltung und Satz: Grafik Land Salzburg

Druck: Hausdruckerei Land Salzburg

Alle: Postfach 527, 5010 Salzburg

E-Mail: gewaesserschutz@salzburg.gv.at

Für den Inhalt verantwortlich: Die Autoren der Beiträge

Bilder: Amt der Salzburger Landesregierung, Gewässerschutz, bzw. beim Bild genannte Autoren

ISBN-13: 978-3-901934-41-4

REIHE GEWÄSSERSCHUTZ

BAND · 23

**Makrophytenkartierung
der großen Salzburger Seen**

Wolfgangsee, Fuschlsee und Zeller See

Bewertungsmethodik und Ergebnisse

Land Salzburg, 2016

Vorwort



Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen

Die großen Salzburger Seen sind nicht nur ein Sinnbild für die regionale Schönheit von Salzburg, sondern stellen auch einen wichtigen Lebensraum für viele Lebewesen dar. Ohne Wasser gibt es kein Leben, nicht für Pflanzen, nicht für Tiere und schon gar nicht für den Menschen.

Der deutsche Gewässerforscher August Thienemann beschreibt einen See mit folgenden Worten: „Ein See ist uns nicht nur die blinkende Wasserfläche, die die Landschaft belebt, nicht nur die Wassermasse, die einen wertvollen Speicher für alle Wasserversorgung darstellt; ein See ist nicht nur die wassergefüllte Eintiefung im Gelände. Zum Begriff des Sees gehört auch alles Lebendige, das ihn erfüllt und an ihn gebunden ist, von den kleinsten pflanzlichen und tierischen Lebewesen, die im freien Wasser schweben, von den Schilfwäldern, die ihn umsäumen, den unterseeischen Wiesen, die seine Hänge im Uferwasser überziehen, und allem Getier, das in diesem lebt, bis zum Fisch, der die organischen Erzeugnisse in nahrhaftes Fleisch umsetzt, das vom Menschen genutzte Endprodukt des großen Kreislaufes der Stoffe im See.“

Auf den folgenden Seiten wird ausführlich über die Pflanzengesellschaften über und unter der Wasseroberfläche (Makrophyten) und deren Bedeutung für das Ökosystem berichtet. Neben ihrer Funktion als Nahrungsgrundlage und Lebensraum für viele Arten der Gewässerfauna spielen sie als Bindeglied zwischen Sediment und freiem Wasserkörper eine wichtige Rolle bei der Speicherung und Mobilisierung von Nährstoffen im See. Des Weiteren eignen sie sich sehr gut als Indikatoren, die insbesondere Beeinträchtigungen durch lokale Nährstoffeinträge, Uferverbauungen, die Schifffahrt und den Badebetrieb dokumentieren.

Entsprechend der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist für alle Gewässer Österreichs bis zum Jahr 2015 zumindest der „gute Gewässerzustand“ herbeizuführen. Die Makrophyten (Wasserpflanzen) stellen dabei ein wichtiges Qualitätselement zur Beurteilung der ökologischen Qualität der Seen dar. Die Vorgaben der WRRL sind im Wasserrechtsgesetz, den Qualitätszielverordnungen sowie der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung in nationalem Recht verankert.

Der vorliegende Band der „Reihe Gewässerschutz“ fasst die Ergebnisse der Makrophytenuntersuchungen des Wolfgang-, Fuschl- und Zellersees zusammen (die Makrophytenkartierung des Wallersees sowie der Trumer Seen sind in Band 22 zu finden) und dient als Basis für Schutz- und Restaurierungsmaßnahmen.

Astrid Rössler

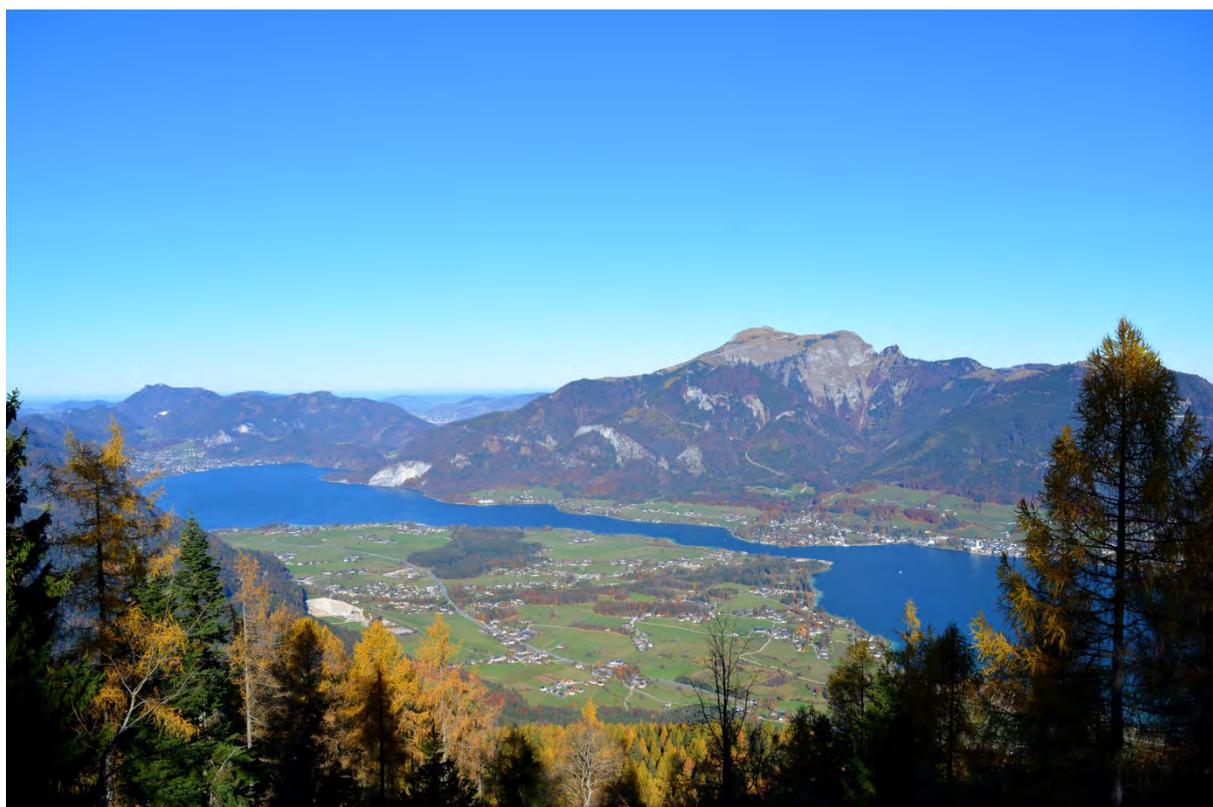
Dr. Astrid Rössler
Landeshauptmann Stv.ⁱⁿ

Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen

Wolfgangsee, Fuschlsee und Zeller See

Bewertungsmethodik und Ergebnisse

Karin PALL, Stefan MAYERHOFER, Veronika MAYERHOFER, Susanne HIPPELI, Sascha PALL



Wolfgangsee (Foto: Mario LINDLBAUER)

Im Auftrag des Landes Salzburg, Gewässerschutz

INHALT

1	EINLEITUNG	9
2	METHODEN	9
2.1	FELDDARBEIT	10
2.1.1	Echosondierung	10
2.1.2	Makrophytenkartierung	10
2.2	AUSWERTUNG	13
2.2.1	Kartographische Darstellung, Bilanzierungen	13
2.2.2	Ermittlung der Mengenverhältnisse	13
2.2.3	Berechnung der Vegetationsdichte	13
3	ERGEBNISSE	14
3.1	WOLFGANGSEE	14
3.1.1	ALLGEMEINE CHARAKTERISTIKA	14
3.1.2	ARTENSPEKTRUM	22
3.1.3	DOMINANZVERHÄLTNISSE (RPM)	24
3.1.4	ABSOLUTE PFLANZENMENGE (APM)	25
3.1.5	VERBREITUNG DER EINZELNEN ARTEN	27
3.1.5.1	Untergetauchte Vegetation	27
3.1.5.2	Schwimblattvegetation	86
3.1.5.3	Röhrichtvegetation	92
3.1.6	VEGETATIONS-AUSSTATTUNG DER EINZELNEN TRANSEKTE	100
3.1.6.1	Artenanzahl	100
3.1.6.2	Vegetationsdichte	102
3.1.6.3	Vegetationsgrenze	104
3.1.6.4	Vegetationszonierung	106
3.1.6.5	Makrophytenindex	108
3.1.7	BEWERTUNG NACH ÖNORM	110
3.1.7.1	Gesamtbewertung	110
3.1.7.2	Bewertung der einzelnen Transekte	111
3.1.8	ZUSAMMENFASSUNG	118
3.2	FUSCHLSEE	121
3.2.1	ALLGEMEINE CHARAKTERISTIKA	122
3.2.2	ARTENSPEKTRUM	125
3.2.3	MENGENMÄßIGE ZUSAMMENSETZUNG DER VEGETATION (RPM)	126
3.2.4	VERBREITUNG DER EINZELNEN ARTEN	129
3.2.4.1	Untergetauchte Vegetation	129

3.2.4.2	Schwimblattvegetation.....	151
3.2.4.3	Röhrichtvegetation	152
3.2.5	VEGETATIONS AUSSTATTUNG DER EINZELNEN TRANSEKTE	155
3.2.6	VERGLEICH MIT ZURÜCKLIEGENDEN UNTERSUCHUNGEN	158
3.2.7	VEGETATIONSZONIERUNG	159
3.2.8	BEWERTUNG.....	161
3.2.9	ZUSAMMENFASSUNG.....	163
3.3	ZELLER SEE.....	165
3.3.1	ALLGEMEINE CHARAKTERISTIKA	166
3.3.2	ARTENSPEKTRUM.....	168
3.3.3	MENGENMÄßIGE ZUSAMMENSETZUNG DER VEGETATION.....	169
3.3.4	VERBREITUNG DER EINZELNEN ARTEN	171
3.3.4.1	Untergetauchte Vegetation.....	171
3.3.4.3	Röhrichtvegetation	186
3.3.5	VEGETATIONS AUSSTATTUNG DER EINZELNEN TRANSEKTE	188
3.3.6	BEWERTUNG.....	191
3.3.7	ZUSAMMENFASSUNG.....	193
4	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	194
5	LITERATUR.....	196
6	ANHANG.....	199
7	KARTEN.....	200
7.1	WOLFGANGSEE (Kartierungszeitraum : August 2013).....	201
7.2	FUSCHLSEE (Kartierungszeitraum : Oktober 2003).....	237
3.3	ZELLER SEE (Kartierungszeitraum : August 2002).....	255

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 (BMLFUW, 2010). Die Vegetationserhebung erfolgt durch eine Kombination von Echosondierung und Betauchung (JÄGER et al., 2002, 2004). Hierfür wird zunächst eine dGPS-gestützte Echosondierung der aquatischen Vegetation vorgenommen (DUMFARTH & PALL, 2004), auf

2 METHODEN

Prinzipiell kann eine Beurteilung umso sicherer erfolgen, je besser die zugrunde liegende Datenbasis ist. Optimale Voraussetzungen sind hinsichtlich der Makrophytenvegetation dann gegeben, wenn die Ergebnisse einer flächendeckenden Kartierung zur Bearbeitung herangezogen werden können. Zeit- und Personalaufwand (und damit natürlich die Kosten) sind für derartige Untersuchungen allerdings recht hoch, so dass eine Anwendung der entsprechenden Methoden für flächendeckende Kartierungen (PALL, 1996, 1999) für die Belange der WRRL nicht gerechtfertigt erscheint.

Ergebnisse von Vegetationsaufnahmen entlang von Transekten (PALL, 1996) sind in ihrer Aussagekraft gegenüber einer flächendeckenden Kartierung immer reduziert, umso mehr, je geringer die untersuchte Anzahl an Transekten pro See ist (PALL, 1999). Man kann dieses Problem teilweise lösen, indem eine sehr hohe Dichte von Transekten gewählt wird. In jedem Fall bleibt aber die Ungewissheit, auf welche Fläche im Gewässer die Kartierungsergebnisse übertragen werden dürfen. Dieser Schritt ist jedoch, um über die Makrophytenvegetation einen See „bewerten“ zu können, unbedingt erforderlich.

Vor diesem Hintergrund wurde in Zusammenarbeit mit Dr. Paul Jäger (Salzburger Landesregierung) und Mag. Erich Dumfarth (Firma

deren Basis sodann die zur Bewertung nach WRRL erforderliche detaillierte Makrophytenkartierung mittels Betauchung erfolgen kann. Die Erhebung des Artbestands und der Abundanzen der Makrophyten erfolgt gemäß PALL (1999) bzw. PALL & JÄGER (2001). Auswertung und Bewertung erfolgen nach PALL & MOSER (2009). Eine detaillierte Beschreibung der zur Erhebung des Qualitätselements Makrophyten anzuwendenden Methoden ist der aktuellen Arbeitsanleitung des Bundesministeriums zu entnehmen (BMLFUW, 2009 bzw. PALL & MAYERHOFER, 2009).

Die Bewertung der Seen erfolgt gemäß den Vorgaben der WRRL typspezifisch. Für Österreich wurden auf Basis der Makrophytenvegetation 10 verschiedene Seentypen definiert (PALL et al., 2005). Als Maß für die Bewertung wird die Abweichung des vorgefundenen Zustandes vom Referenzzustand herangezogen.

Ziel der Untersuchung war letztlich die WRRL-konforme Bewertung der Seen anhand des Qualitätselements Makrophyten. Die Ergebnisse sind im Band detailliert beschrieben und im Kartenteil dargestellt.

ICRA, Salzburg) eine neue, speziell auf die Erfordernisse der WRRL zugeschnittene, Methode der Makrophytenkartierung in großen Seen entwickelt (JÄGER et al., 2002, 2004). Durch die Kombination von Transektkartierungen mittels Betauchung mit einer Echosonar-Vermessung der Makrophytenbestände gelangt man letztlich wieder zu einer flächendeckenden Aussage, die als Basis zur gesamthaften Beurteilung des Gewässers nach WRRL herangezogen werden kann.

Die Vegetationskartierung selbst basiert auf den heute in Mitteleuropa allgemein anerkannten Methoden nach KOHLER (1978) und MELZER et al. (1986) und wurde auf die Erfordernisse der WRRL speziell zugeschnitten. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik der Tauchkartierung wird in PALL (2010) wiedergegeben. Eine genaue Beschreibung der Aufnahmemethode mittels Echosonde ist JÄGER et al. (2002, 2004) zu entnehmen.

Die Auswerteverfahren folgen den Vorschlägen der ÖNORM M6231, stehende Gewässer. Alle Methoden sind in der Arbeitsanleitung des Bundesministeriums zusammengestellt (BMLFUW, 2009 bzw. PALL & MAYERHOFER, 2009), weshalb auf eine ausführliche Beschreibung an dieser Stelle verzichtet werden soll. Die wesentlichen Schritte sind im Folgenden kurz zusammengefasst.

2.1 Feldarbeit

2.1.1 Echosondierung

Die Echosondierung erfolgte im Vorfeld der Tauchkartierung. Die Arbeiten wurden von der Firma ICRA, Salzburg durchgeführt. Im ersten Schritt wurde durch Luftbildinterpretation und Neuvermessung im Gelände eine Korrektur der Uferlinie vorgenommen. Im Anschluss daran erfolgte eine Einmessung von Röhricht- und Schwimmblattbeständen mittels dGPS und Boot. Letztlich wurde mittels Echosonde die flächenmäßige und die vertikale Ausdehnung der untergetauchten Pflanzenbestände erfasst. Hierzu wurde der bewachsene Bereich der Uferhalde in engen mäanderartigen Schlaufen mit Boot und Echosonde abgefahren, wodurch eine dichte Folge von Echogrammen hergestellt werden konnte.

Die Echogramme wurden von der Systema analysiert und ausgewertet. Unter Einbeziehung von Ergebnissen aus zurückliegenden Untersuchungen sowie aus Voruntersuchungen konnten hierbei von der Bewuchsstruktur her einheitliche Bereiche gegeneinander abgegrenzt werden. Die Ergebnisse wurden zum einen zur Auswahl der zu betauchenden Transekte herangezogen. Zum anderen bildeten sie die Basis für flächenmäßige Bilanzierungen nach Abschluss der Vegetationsaufnahme.

2.1.2 Makrophytenkartierung

Für die Vegetationsaufnahme bedienten wir uns der Methode der Tauchkartierung. Das Litoral der Seen wurde hierbei an ausgewählten Transekten bearbeitet. Zur Erhöhung der Datendichte wurden darüber hinaus in diesen Seen weitere Transekte

festgelegt. Insgesamt wurden 48 Transekte im Wolfgangsee und 25 Transekte am Fuschlsee bearbeitet. Am Zeller See wurden insgesamt 16 auf Basis der Echosondierung festgelegte Transekte kartiert. Die Lage der untersuchten Transekte ist den Abbildungen 1 (Wolfgangsee), 2 (Fuschlsee) und 3 (Zeller See), zu entnehmen.

Entlang dieser Transekte wurden vom Gewässerufer (langjähriges Mittelwasser) bis zur unteren Grenze der Vegetation ein jeweils ca. 25 m breiter Streifen bearbeitet. Wie bei der flächendeckenden Kartierung (PALL, 1999) wurden homogene Bereiche in Richtung Tiefe abgegrenzt. Innerhalb dieser Bereiche wurde das Artenspektrum bestimmt, das mengenmäßige Vorkommen der einzelnen Arten bewertet, die artspezifischen Bewuchshöhen gemessen und die Sedimentqualität aufgenommen. Ergänzend hierzu wurden Angaben zur Beschaffenheit, zum Bewuchs und zur Nutzung des Gewässerufers notiert.

Das Untersuchungsteam bestand aus zwei Gruppen mit jeweils zwei Tauchern. Die Kartierung konzentrierte sich auf submerse Arten, Schwimmblattarten und Röhrichtpflanzen, wobei Characeen, aquatische Moose, Farne und Höhere Pflanzen Berücksichtigung fanden.

Die Bewertung der Pflanzenmengen erfolgte anhand einer fünfstufigen Skala (KOHLER, 1978). Die einzelnen Stufen bedeuten hierbei: 1 = sehr selten, 2 = selten, 3 = verbreitet, 4 = häufig und 5 = massenhaft. Die Ziffern 1-5 werden als Mengenindizes bezeichnet und sind Schätzwerte.

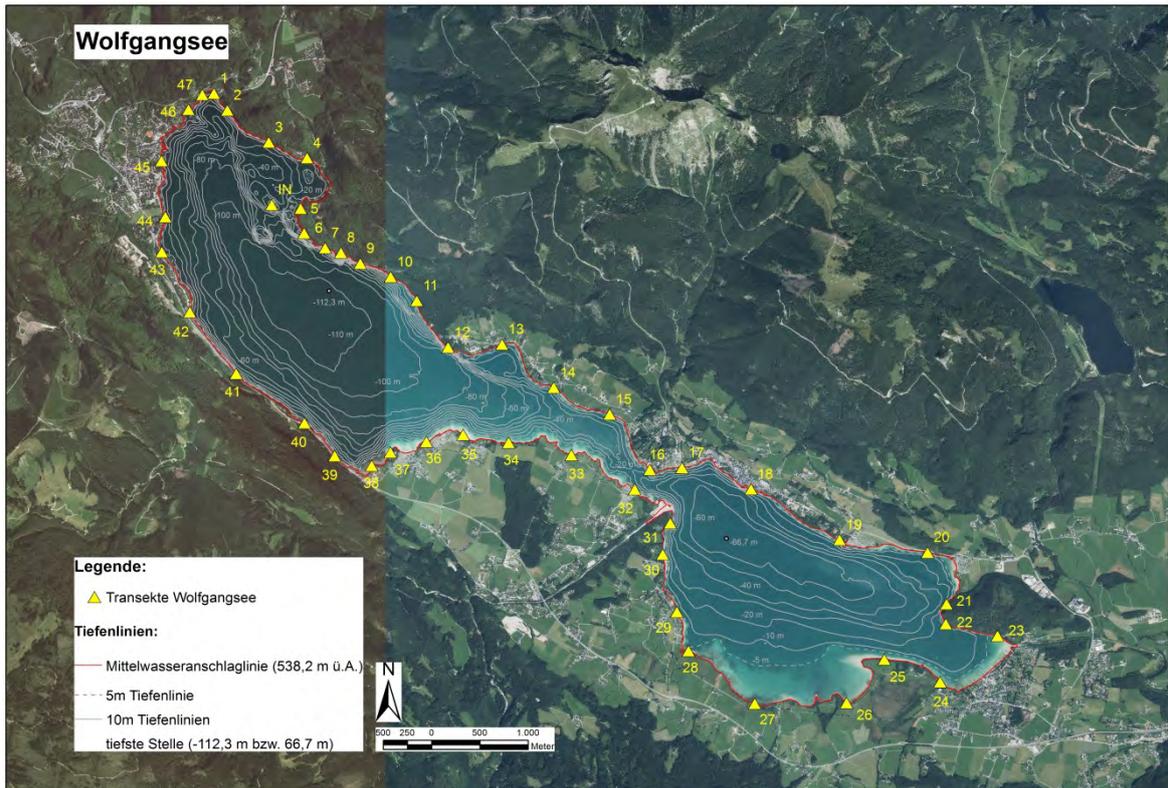


Abb. 1: Lage der kartierten Transekte im Wolfgangsee

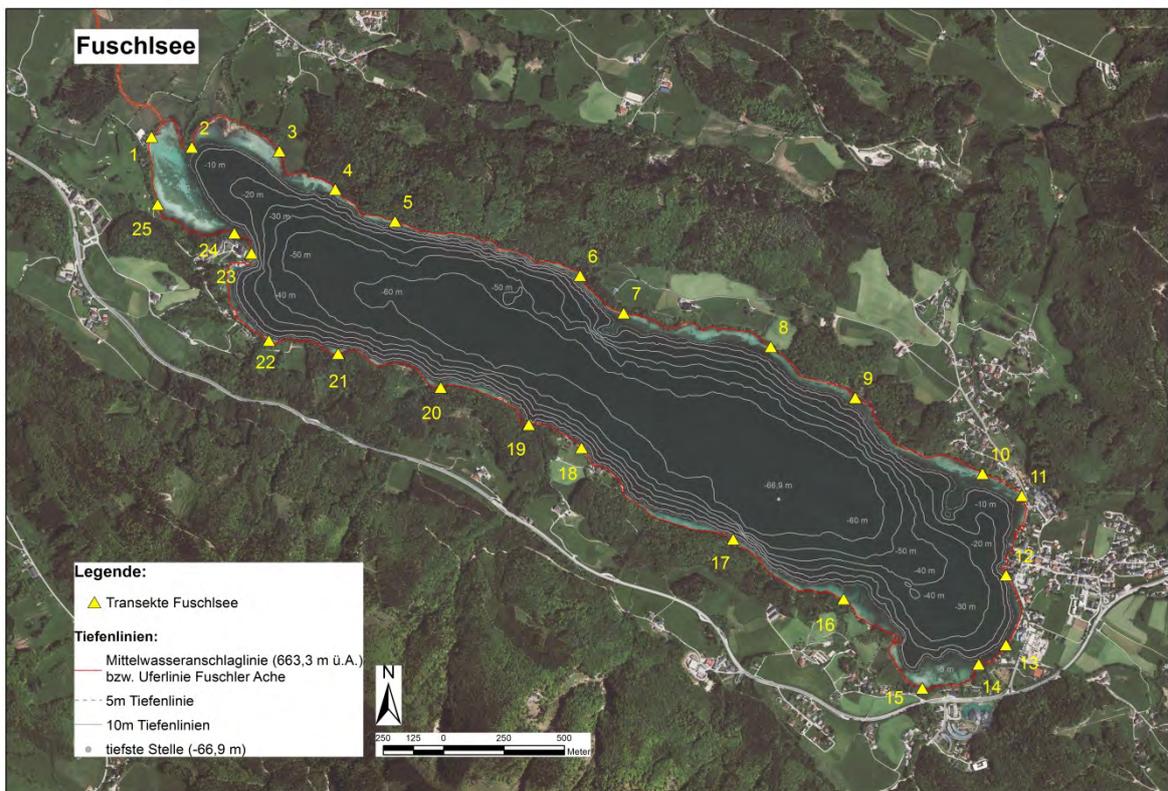


Abb. 2: Lage der kartierten Transekte im Fuschlsee

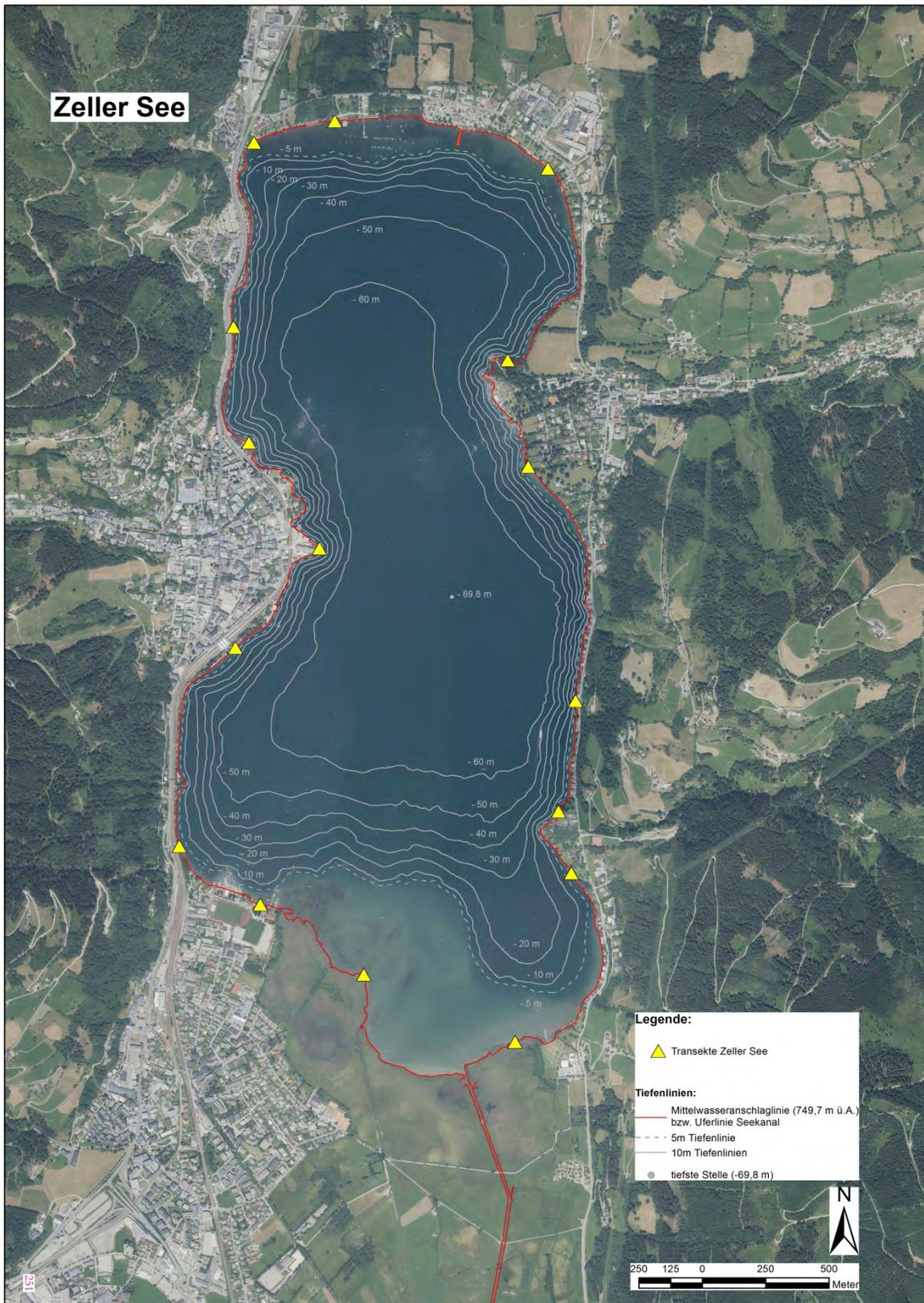


Abb. 3: Lage der kartierten Transekte im Zeller See

2.2 Auswertung

Die Kartierungsergebnisse wurden mit den in der ÖNORM M6231 vorgegebenen, standardisierten Methoden ausgewertet (vgl. z.B. JANAUER et al., 1993, KOHLER & JANAUER, 1995, PALL & JANAUER, 1995).

Die Bewertung der aquatischen Vegetationsverhältnisse (siehe eigener Bewertungsband) erfolgte nach PALL & MAYERHOFER (2009) bzw. entsprechend dem Leitfaden für die Erhebung der biologischen Qualitätselemente des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft:

B3 – 01d Makrophyten – Arbeitsanweisung Seen (BMFLUW, 2009):

<http://wasser.lebensministerium.at/article/articleview/52972/1/5659>.

2.2.1 Kartographische Darstellung, Bilanzierungen

Basis für die kartographischen Darstellungen und die flächenmäßigen Bilanzierungen sind die Ergebnisse der Echosondierung. Die Bearbeitungen und flächenmäßigen Bilanzierungen wurden mit der Software ArcView GIS durchgeführt.

2.2.2 Ermittlung der Dominanzverhältnisse

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

2.2.3 Berechnung der Vegetationsdichte

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

3 ERGEBNISSE

3.1 DER WOLFGANGSEE

3.1.1 Allgemeine Charakteristika

Der Wolfgangsee ist mit einer Gesamtfläche von 12,8 km² der viertgrößte See des Salzkammergutes. Das langgestreckte, in der Mitte eingeschnürte Seebecken liegt am Fuße des Südabhangs des Schafberges in einer Längstalfortsetzung des Ischler Beckens. Es weist eine Länge von 10,2 km und eine maximale Breite von 1,9 km auf. Die größte Tiefe liegt bei 114 m, die mittlere Tiefe beträgt 52 m. Die längsovale Seewanne wurde durch einen Seitenzweig des Traungletschers ausgeschürft und anschließend von einer Moräne abgedämmt. Der Seespiegel lag im frühen Spätglazial auf etwa 600 m ü. A.. Um 18.500 v. Chr. trat eine Absenkung auf 544 m ü. A. auf. Das heutige Niveau liegt bei 538 m ü. A. (SEEFELDNER, 1961).

In seiner Längsachse besitzt der Wolfgangsee zwei ähnlich große Becken, im Nordwesten das St. Gilgener Becken mit einer maximalen Tiefe von 114 m und im Südosten das St. Wolfganger Becken (oder auch als Strobler Becken bezeichnet) mit einer maximalen Tiefe von 70 m. Die Teilung der beiden Becken ist auf den Geschiebeeintrag durch den Zinkenbach und den Ditlbach zurückzuführen. Die beiden Schwemmkegel bilden eine Einschnürung, an welcher der See nur mehr eine Breite von 250 m und eine Tiefe von 20 m hat (SEEFELDNER, 1961).

Das St. Gilgener Becken ist bis auf die Fürberger Bucht am Nordostende durch sehr steil abfallende Ufer charakterisiert. Auch das Nordufer des St. Wolfganger Beckens weist Steilabfälle auf, während sich am Süd- und am Ostufer breite, seichte Buchten mit Schilfbeständen und anschließenden Moorgürteln befinden (GASSNER et al., 2006).

Der Wolfgangsee durchmischt sich zweimal im Jahr vollständig. Die Frühjahrszirkulation beginnt je nach Witterung im März bis April. Die herbstliche Zirkulation beginnt meist Anfang Dezember. Die Winterstagnation ist nicht sonderlich stark ausgeprägt und hält in der Regel nur zwei bis drei Wochen an. Das St. Wolfganger Becken weist meist etwas höhere Temperaturen auf als das St. Gilgener Becken (GASSNER et al., 2006).

Der Hauptzufluss des Sees ist der Zinkenbach, der auch für die Bildung des weitaus größten Teils des Schwemmkegels verantwortlich ist. Weitere Zuflüsse sind der Gunzenbach, der Mühlbach und der Kohlbach, die im Siedlungsgebiet von St. Gilgen in den See münden, der Kesselbach, der bei Brunnwinkl zufließt, der Ditlbach in St. Wolfgang und der Moosbach, der im Westen des Blinklingmooses am Südennde des Sees einmündet. Entwässert wird der Wolfgangsee durch die Ischl am Südostende des Sees über die Traun in die Donau.

Die theoretische Wassererneuerungszeit beträgt 3,9 Jahre (GASSNER et al., 2006).

Das Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 124,8 km². Ein kleiner Teil wird landwirtschaftlich genutzt, der Rest besteht aus Siedlungsgebieten. Größere Ortschaften am See sind neben St. Gilgen und St. Wolfgang, Strobl, Schwarzenbach, Abersee und Gschwand. Die Bevölkerung lebt überwiegend vom Fremdenverkehr. Der Wolfgangsee erfreut sich großer Beliebtheit als Bade- und Tauchgewässer. Es gibt verteilt über das gesamte Seeufer eine ganze Reihe öffentlicher und privater Badeplätze, Segelschulen sowie einige Wasserskischulen. Außerdem verkehren auf dem Wolfgangsee von April bis Oktober Linien- und Ausflugschiffe. Mehr als 15 Campingplätze verteilen sich um den See. Die meisten befinden sich auf dem Zinkenbacher Schwemmkegel, vor allem in Gschwand.

Die Abwasserentsorgung erfolgt über einen Ringkanal, wobei die Abwässer in die Kläranlage Bad Ischl des Reinhaltverbandes Wolfgangsee-Bad Ischl fließen (SAMPL et al., 1989).

Der Wolfgangsee zeichnet sich durch eine starke, überwiegend anthropogen verursachte, Wellendynamik aus. Neben der Linien- und der Ausflugschiffahrt herrscht vor allem in den Sommermonaten ein intensiver Freizeit-Motorbootverkehr. Durch die steilen, felsigen Ufer wird der Wellenschlag reflektiert und die Wellendynamik zusätzlich verstärkt.



Abb. 4: Lage des Wolfgangsees

Trophieentwicklung

Der Wolfgangsee wird seit den 1980er Jahren durch den Gewässerschutz des Landes Salzburg limnologisch beobachtet und überwacht. Die Ergebnisse dieser Überwachung wurden vom Land für die vorliegende Studie zur Verfügung gestellt. Zur Beschreibung der trophischen Entwicklung des Wolfgangsees wurden darüber hinaus auch Ergebnisse des Bundesamts für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde (BAW-IGF) berücksichtigt, welches bereits seit 1968 regelmäßig limnochemische Untersuchungen an den größeren Seen des oberösterreichischen und steirischen Salzkammergutes, und damit auch am Wolfgangsee, durchführt (vgl. GASSNER et al., 2002, 2006). Weitere Informationen wurden den Heften 6 und 6a der Schriftenreihe „Wasserwirtschaft“ des Bundesministeriums für Land und Forstwirtschaft (SAMPL et al., 1982, 1989) entnommen.

Die landschaftliche Schönheit des Wolfgangsees hat – verbunden mit einem umfangreichen Tourismusangebot – seit Mitte der 1950er Jahre zu einem steilen Anstieg des Fremdenverkehrs geführt. Der ansteigende Fremdenverkehr und die zunehmende Siedlungstätigkeit führten ab diesem

Zeitpunkt zu einer allmählichen Eutrophierung des Gewässers. Die Gesamtposphorkonzentrationen im Epilimnion hatten sich gegenüber früheren Messungen bis Ende der 1970er Jahre in etwa verdreifacht, über Grund waren sie noch stärker gestiegen. Die durchschnittliche Sichttiefe, die 1959 noch bei 6,8 m lag, sank bis auf 3,6 m im Jahr 1973. Gleichzeitig stieg der Mittelwert der Algenbiomasse von 220 mg/m³ auf 880 mg/m³ an. Im August 1974 trat dann eine auffällig rotbraune Algenblüte durch die Massenvermehrung von *Uroglena sp.* auf.

Die drei am Wolfgangsee gelegenen Gemeinden lösten das Abwasserproblem zunächst jede für sich. In St. Gilgen wurde 1972/73 eine mechanisch-biologische Kläranlage gebaut, deren Ausleitung zuerst oberflächlich in das St. Gilgener Becken geführt wurde. Nach der Algenblüte 1974 verlegte man eine Rohrleitung in den See, so dass die Abwässer dann in einer Tiefe von ca. 6 m mündeten. Die beiden Kläranlagen in St. Wolfgang und Strobl, die zur gleichen Zeit errichtet wurden, entwässerten damals links- und rechtsufrig in die Ischl (JAGSCH, 1982). Trotz dieser Maßnahmen stieg die Gesamtposphorkonzentration seit 1966 von 5,1 µg/l kontinuierlich an und betrug 1976

11 µg/l, 1978 13 µg/l und 1979 bereits 21 µg/l (SAMPL et al., 1982).

Zwischen 1981 und 1987 wurden die Verbandssammler des von den Gemeinden St. Wolfgang, St. Gilgen, Strobl und Bad Ischl gegründeten Reinhaltverbandes Wolfgangsee-Bad Ischl fertig gestellt. 1988 nahm eine zentrale Kläranlage in Bad Ischl den Betrieb auf. Die

geklärten Abwässer wurden fortan gesamtheitlich in die Ischl entwässert. Durch die Sanierungsmaßnahmen gingen die Nährstoffeinträge in den achtziger Jahren deutlich zurück. Entsprechend verbesserten sich die Werte für Gesamtphosphor, Sichttiefe und Chlorophyll a, die den Wolfgangsee heute wieder als oligotrophes Gewässer charakterisieren.

Gesamtphosphor

Seit den 1980er Jahren ist eine stetige Abnahme der mittleren Gesamtphosphorkonzentrationen in beiden Becken des Wolfgangsees zu beobachten (Abb. 5 und Abb. 6). Im Zeitraum 1980 bis Mitte der 1990er Jahre sanken sie von ca. 7-8 µg/l auf 4-5 µg/l ab. Mitte der 1990er Jahre bis 2005 wurden volumsgewichtete Mittelwerte zwischen 3,5 und 5,5 µg/l ermittelt. 2006 bewegten sich die mittleren Totalphosphorkonzentrationen im

St. Gilgener Becken zwischen 4,0 und 5,4 µg/l, im St. Wolfganger Becken zwischen 3,3 und 6,9 µg/l. 2016 schwankten die Totalphosphorkonzentrationen im St. Gilgener Becken zwischen 2,9 und 4,2 µg/l, im St. Wolfganger Becken zwischen 3,5 und 4,4 µg/l.

Bezüglich seiner TP-Konzentrationen ist der Wolfgangsee als ultraoligotroph zu bezeichnen.

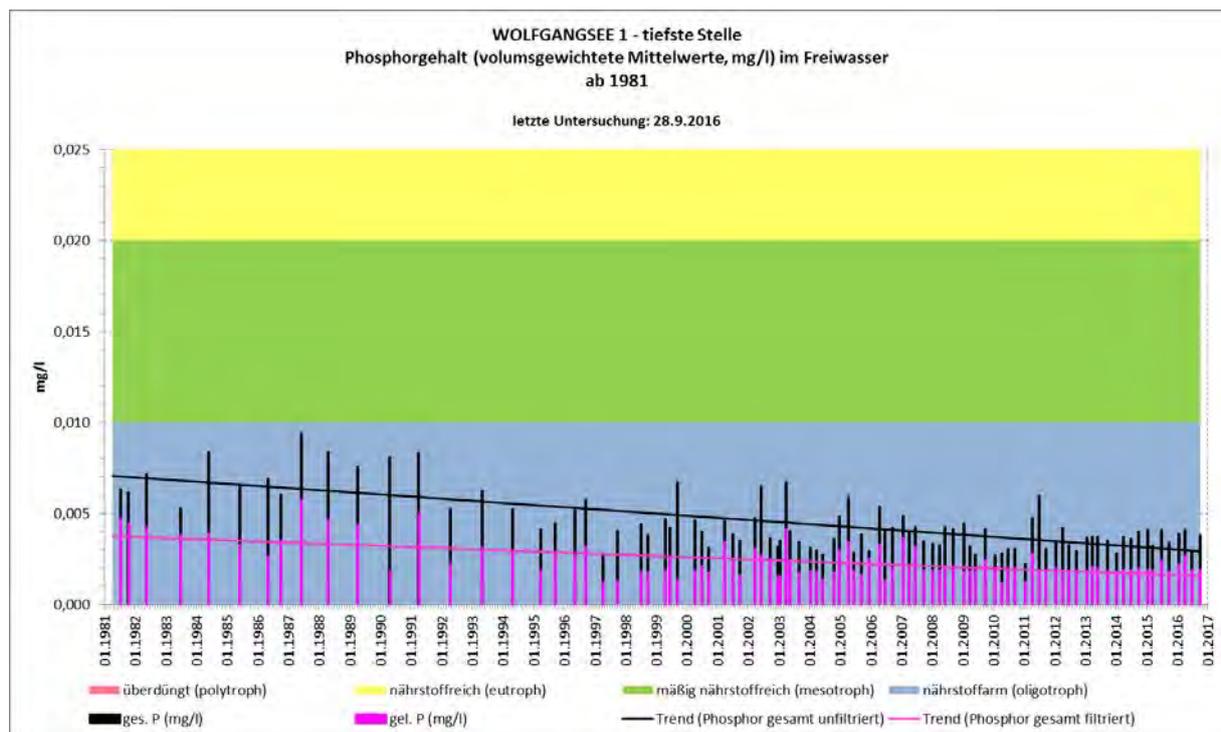


Abb. 5: Gesamtphosphorkonzentrationen im St. Gilgener Becken (Quelle: Land Salzburg, 2016).

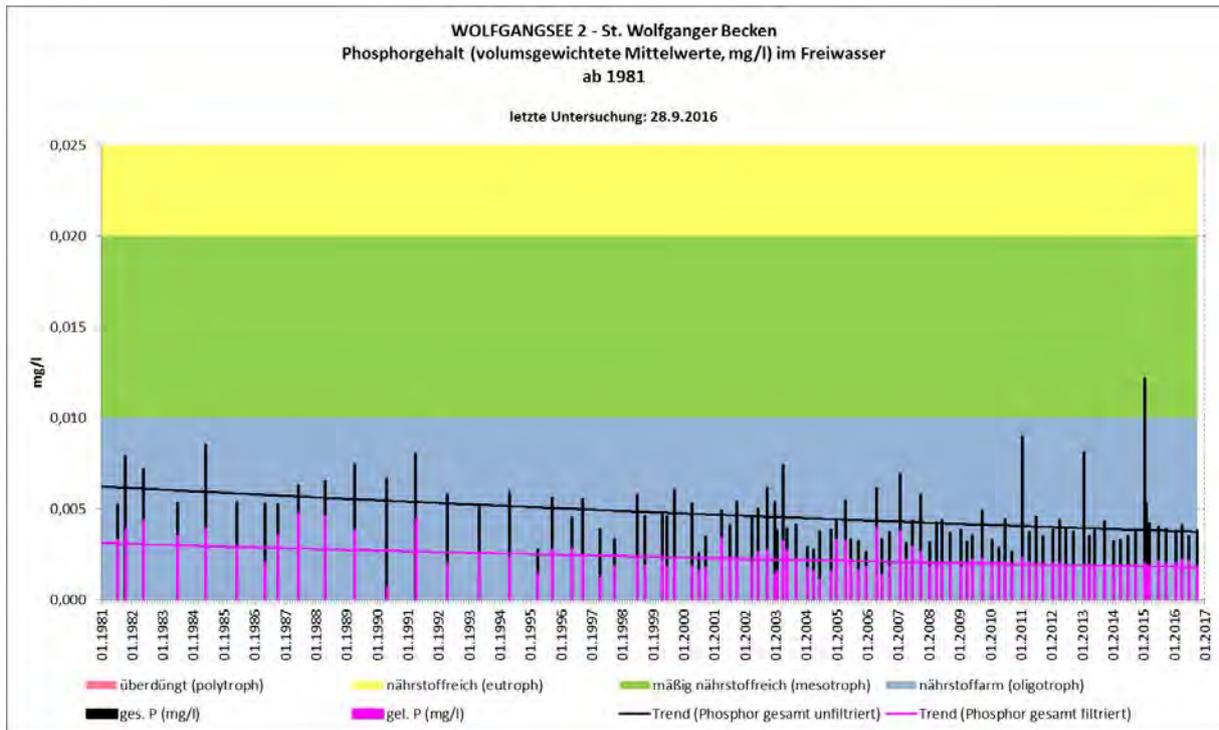


Abb. 6: Gesamtposphorkonzentrationen im St. Wolfganger Becken (Quelle: Land Salzburg, 2016).

Chlorophyll a

Seit Beginn der Messungen (St. Gilgen 1981, St. Wolfgang 1987) sind die Chlorophyll a-Konzentrationen gesunken. Bis Anfang der 1990er Jahre wurden in beiden Seebecken zumeist Konzentrationen (Jahresmittelwerte) von mehr als 2,0 mg/m³ beobachtet. Von 1992 bis 2005 lagen die Konzentrationen im Mittel um 1,4 mg/m³ im St. Gilgener Becken (Abb. 7) und um 1,2 mg/m³

im St. Wolfganger Becken (Abb. 8). Im anschließenden Zeitraum bis 2016 haben sich die Chlorophyll a-Konzentrationen weiter verringert. Im Zeitraum 2008 bis 2016 betrug die Chlorophyll a-Konzentration im St. Gilgener Becken im Mittel 1,12 mg/m³ und im St. Wolfganger Becken 1,05 mg/m³.

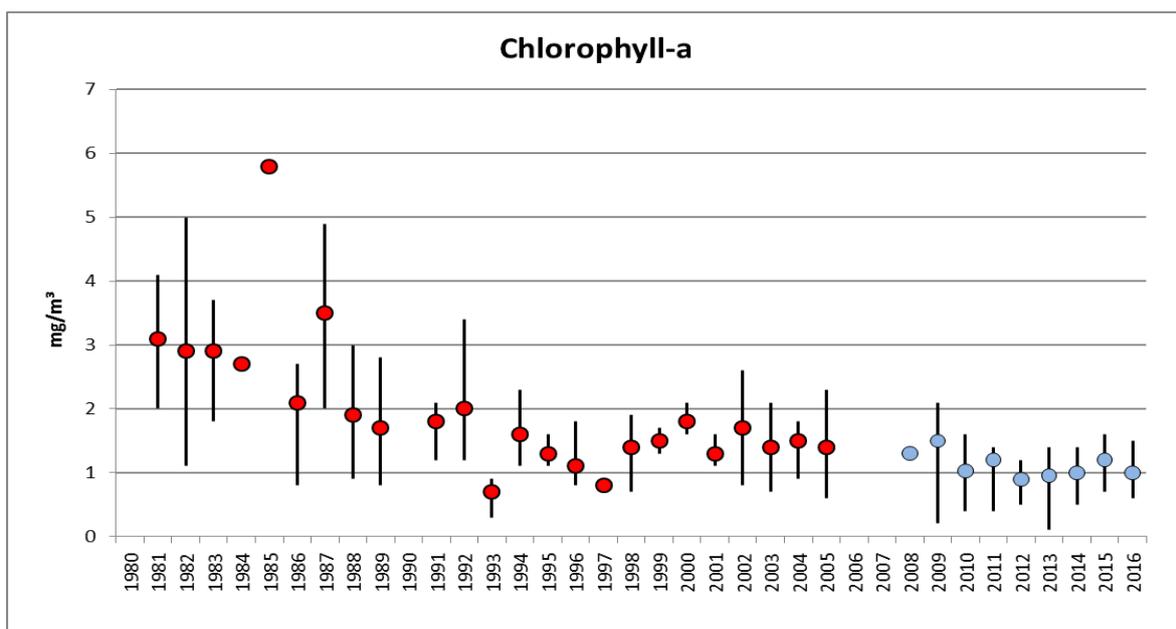


Abb. 7: Chlorophyll a-Konzentrationen im St. Gilgener Becken (MW, Min und Max). Rot: Quelle GASSNER et al. (2006), Blau: Quelle Land Salzburg, 2016.

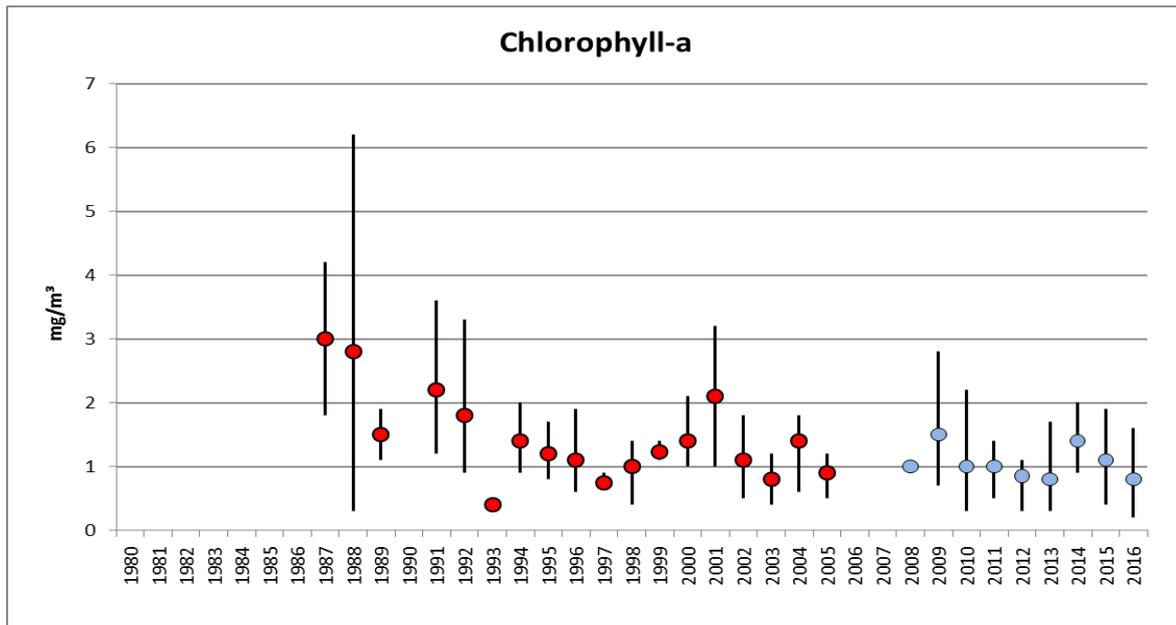


Abb. 8: Chlorophyll a-Konzentrationen im St. Wolfganger Becken (MW; Min und Max).
Rot: Quelle GASSNER et al. (2006), **Blau:** Quelle Land Salzburg, 2016.

Sichttiefe

Auch die Sichttiefen verbesserten sich seit den achtziger Jahren kontinuierlich (Abb. 9 und Abb. 10). Die Sichttiefen sind dabei im St. Wolfganger Becken durch Schwebstoffe, die der Zinkenbach mitbringt, generell geringer als im St. Gilgener Becken. Die 10-Jahres-Mittelwerte zeigen in beiden Seebecken eine steigende Tendenz. So lag das 10-Jahres-Mittel der Sichttiefe in den Jahren 1976 – 1985 bei 6,3 m (St. Gilgener Becken) bzw.

bei 5,2 m (St. Wolfganger Becken), in den Jahren 1986 – 1995 bei 8,6 m (St. Gilgener Becken) bzw. bei 5,9 m (St. Wolfganger Becken) und in den Jahren 1996 – 2005 bei 9,8 m (St. Gilgener Becken) bzw. bei 6,5 m (St. Wolfganger Becken) (GASSNER et al., 2006). 2006 bis 2016 schwankten die Jahresmittelwerte des St. Gilgener Beckens zwischen 7,9 m und 12,1 m, des St. Wolfganger Becken zwischen 4,6 m und 7,0 m (Tab. 1).

Tab. 1: Jahresmittelwerte der Sichttiefen, berechnet aus den Daten der Abb. 9 und Abb. 10

Zeitraum	Jahresmittelwerte St. Gilgener Becken	Jahresmittelwerte St. Wolfganger Becken
2006	10,5 m	5,1 m
2007	8,8 m	6,7 m
2008	9,1 m	5,4 m
2009	8,8 m	6,9 m
2010	12,1 m	6,0 m
2011	8,0 m	5,7 m
2012	8,8 m	4,6 m
2013	8,4 m	6,3 m
2014	8,0 m	5,1 m
2015	7,9 m	6,8 m
2016	8,2 m	7,0 m

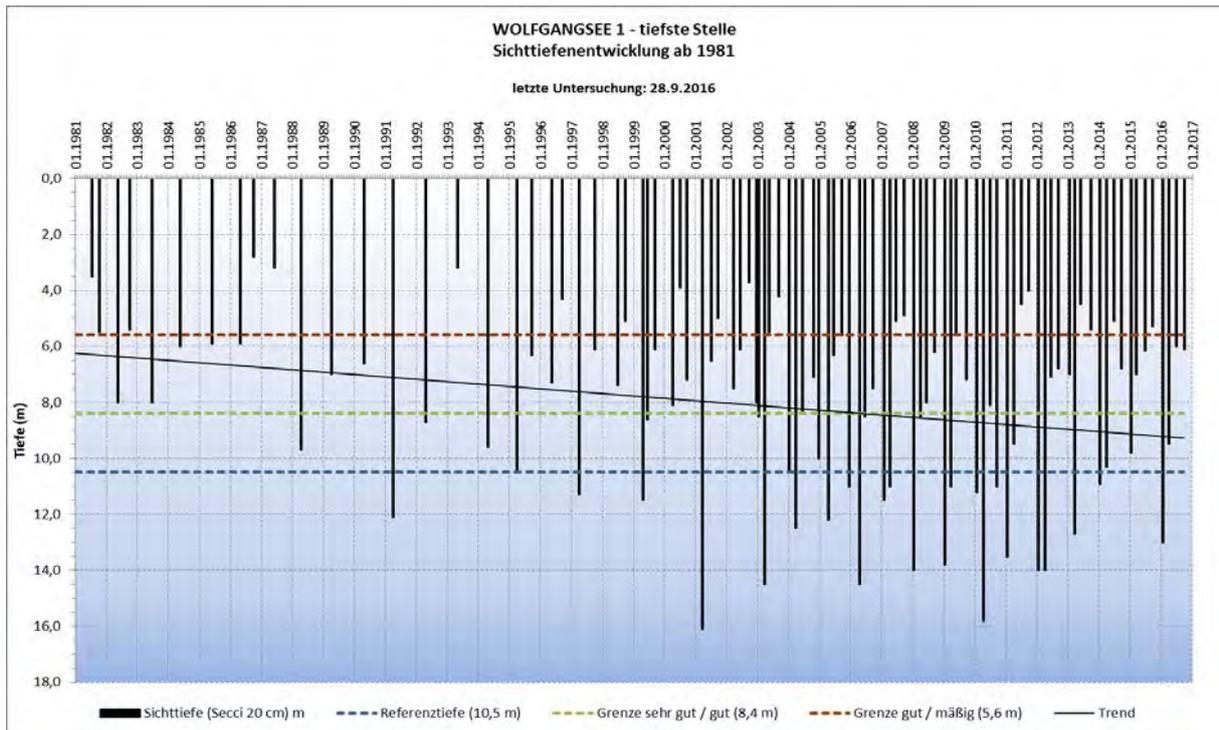


Abb. 9: Sichttiefenentwicklung im St. Gilgener Becken (Quelle: Land Salzburg, 2016).

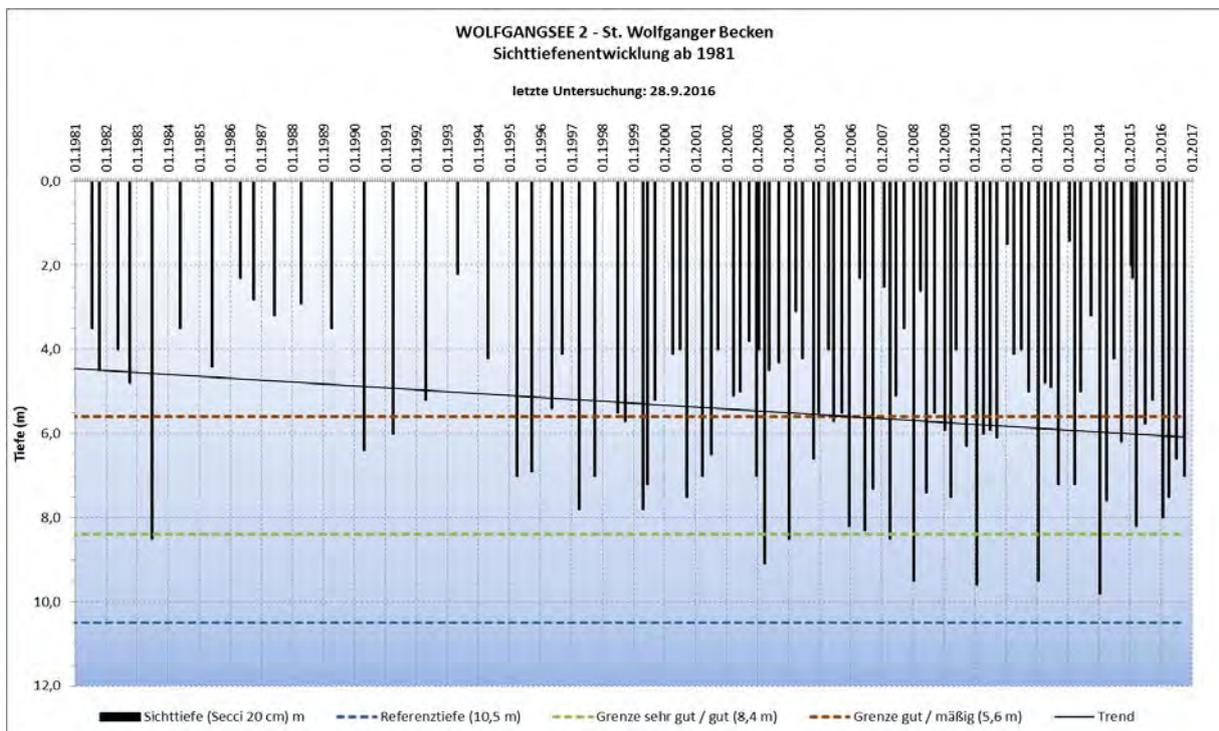


Abb. 10: Sichttiefenentwicklung im St. Wolfganger Becken (Quelle: Land Salzburg, 2016).

Ammonium und Nitrat

Die Nitratkonzentrationen verzeichnen seit Beginn der Aufzeichnungen (1981) sowohl im St. Gilgener als auch im St. Wolfganger Becken einen ansteigenden Trend. Während die Nitrat-Stickstoff-Konzentrationen in den 1980er Jahren um 0,5 mg/l schwankten, lagen sie in den letzten 10 Jahren um 0,6 mg/l. Die höchsten Werte

wurden in beiden Becken im Jahr 2007 mit ca. 0,8 mg/l ermittelt (Abb. 11 und Abb. 12).

Seit Beginn der 1990er Jahre bis heute betrug die Ammonium-Stickstoff-Konzentration im St. Gilgener Becken durchschnittlich 7,6 mg/l und im St. Wolfganger Becken durchschnittlich 8,5 mg/l.

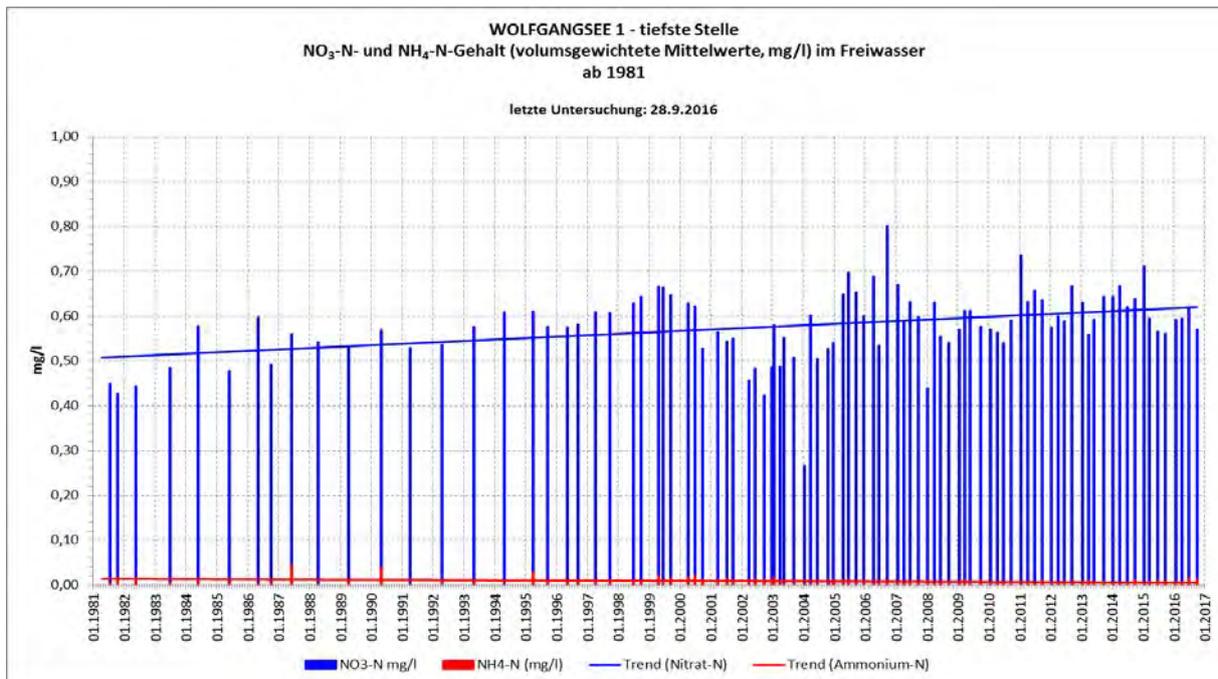


Abb. 11: Ammonium- und Nitratkonzentrationen im St. Gilgener Becken (Quelle: Land Salzburg, 2016).

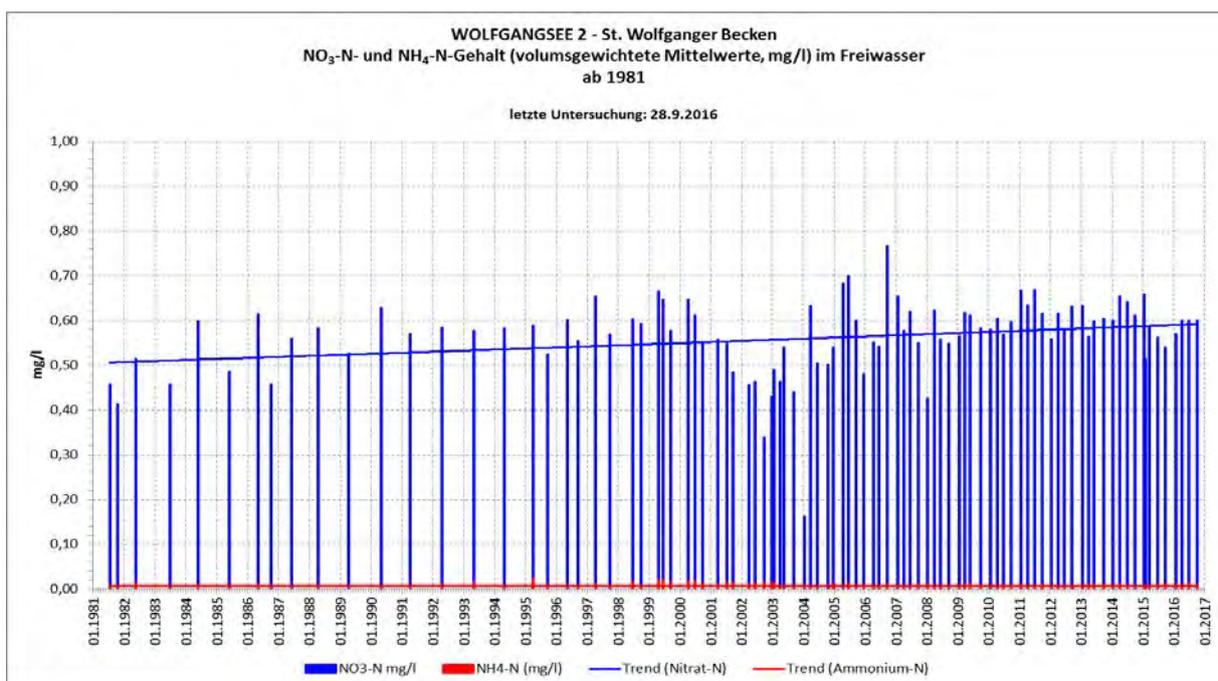


Abb. 12: Ammonium- und Nitratkonzentrationen im St. Wolfganger Becken (Quelle: Land Salzburg, 2016).

Wasserstandsdynamik

Neben den trophischen Gegebenheiten und der Wassertransparenz hat auch die Wasserstandsdynamik einen erheblichen Einfluss auf die Makrophytenvegetation eines Sees. Vom Wolfgangsee gibt es Wasserstandsaufzeichnungen seit Anfang des vorigen Jahrhunderts. In der folgenden Abbildung (Abb. 13) ist der durchschnittliche Jahresgang des Wasserstands im Zeitraum 1902 bis 1913, also mit hoher Wahrscheinlichkeit der Zustand ohne anthropogene Eingriffe in die natürliche Wasserstandsdynamik, dem aktuellen (Zeitraum 1976 bis 2000) gegenüber gestellt.

Im Jahresgang des Wasserstandes wies der Wolfgangsee zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein deutliches Frühjahrsmaximum im April/Mai/Juni und ein Minimum im Oktober/November/

Dezember auf (Abb. 13). Im deutlich geglätteten Pegelverlauf der Jahre 1976 bis 2000 ist diese Saisonalität nicht mehr erkennbar.

Nach einer Auswertung von WOLFRAM (2004) betrug die gesamte Spannweite der Wasserstände war im Zeitraum 1976–2000 mit 1,34 m nicht viel weniger als 1902–1913 (1,77 m). Die mittlere Jahresamplitude (MHW–MNW) ging jedoch von 1,08 auf 0,65 m zurück. Die Differenz des maximalen und minimalen Monatsmittels betrug 1976–2000 sogar nur mehr 7 cm gegenüber 40 cm vor 100 Jahren. In neuerer Zeit gibt es Bemühungen, den Wasserstandverlauf des Wolfgangsees wieder dem ursprünglichen Zustand anzunähern (Landesregierung Salzburg, pers. Mitt.).

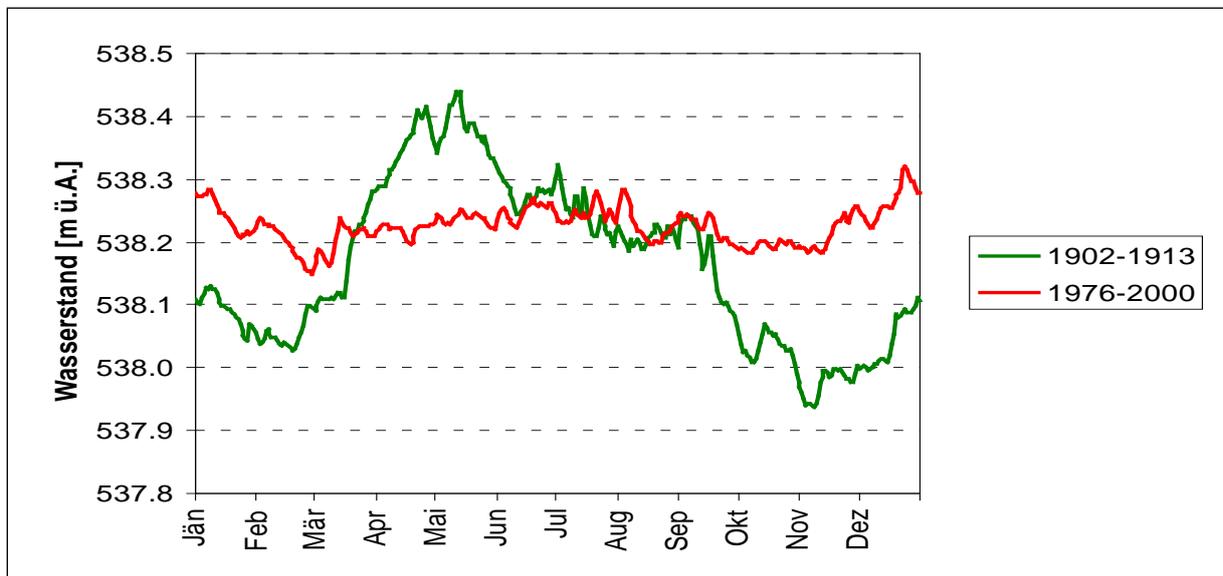


Abb. 13: Durchschnittlicher Jahresgang des Wasserstands [m ü. A.] im Wolfgangsee (Pegel St. Gilgen) in den Zeiträumen 1902–1913 und 1976–2000 (aus WOLFRAM, 2004).

Im Ergebnisteil werden die verschiedenen Charakteristika der Makrophytenvegetation des Wolfgangsees im Jahr 2013, jeweils vergleichend mit den entsprechenden Ergebnissen aus dem Jahr 2006, erläutert. Neben der Entwicklung des Artenspektrums, der Dominanzverhältnisse und der vorhandenen Pflanzenmengen werden insbesondere auch Veränderungen im 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 und mit den Gegebenheiten der zurückliegenden Makrophytenkartierung aus dem Jahr 2006 (PALL & HIPPEL, 2006) verglichen.

Die flächige Ausbreitung der charakteristischen Vegetationstypen ist für den gesamten See im beiliegenden Kartenband dargestellt.

3.1.2 Artenspektrum

Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung konnten im Wallersee insgesamt 25 Makrophytenarten nachgewiesen werden (Tab. 2). 18 davon zählen zu den untergetauchten Pflanzen.

Von diesen sind fünf Vertreter der Characeen und 13 Vertreter der Höheren Pflanzen. Eine weitere Art gehört zu den Schwimmblattpflanzen und sechs zur Röhrichtvegetation.

Tab. 2: Veränderungen im Artenspektrum 2006 und 2013.

Artengruppe	Artenanzahl 2006	Artenanzahl 2013	Veränderungen
Characeen (<i>Charophyta</i>)	10	11	+1
Moose (<i>Bryophyta</i>)	1	9	+8
Höhere submerse Pflanzen (<i>Spermatophyta</i>)	14	12	+3 / -5
Schwimmblattarten	2	1	-1
Röhrichtarten	2	3	+1
GESAMT	29	36	+7

Insgesamt wurden 2013 um sieben Arten mehr als 2006 nachgewiesen. Zu größeren Veränderungen der Artenanzahl kam es hauptsächlich bei den Moosen. Hier kamen sieben Arten – allerdings durchwegs in Form von Einzelfunden – hinzu. Mit *Chara intermedia* kam eine Characeenart hinzu. *Najas marina*, *Potamogeton x cooperi* und *Utricularia australis* waren neu im Artenspektrum der untergetauchten Höheren Pflanzen (Spermatophyta), während aus dieser Gruppe *Elodea nuttallii*, *Potamogeton x angustifolius*, *P. crispus*, *P. x nitens* und *P. x salicifolius* nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Bei den Schwimmblattarten verschwand *Nymphaea alba* aus

dem Artenspektrum, bei den Röhrichtarten kam *Juncus articulatus* hinzu.

In Tab. 3 sind alle im Wolfgangsee bisher nachgewiesenen Makrophytenarten aufgelistet, wobei die Vorkommen in den Untersuchungsjahren 2006 und 2013 jeweils getrennt ausgewiesen sind. Zusätzlich zu den wissenschaftlichen Artnamen werden die deutschen Bezeichnungen aufgeführt. Der Tabelle sind weiters die Einstufungen der einzelnen Makrophytenarten des Wolfgangsees in den Roten Listen (NIKL FELD, 1999) sowie die in den Graphiken verwendeten Kürzel zu entnehmen.

Tab. 3: Arteninventar des Wolfgangsees. Spalte 1: wissenschaftliche Artnamen; Spalte 2: deutsche Bezeichnungen; Spalte 3: x = Vorkommen im Jahr 2013; Spalte 4: x = Vorkommen im Jahr 2006; Spalte 5: Einordnung in den Roten Listen gemäß NIKLFELD (1999) (1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, 3r! = regional stärker gefährdet, r = regional gefährdet, * = Vertreter der Charophyta und daher generell als gefährdet einzustufen); Spalte 6: in den Grafiken verwendete Abkürzungen.

MAKROPHYTENARTEN*)	Deutsche Artnamen	2013	2006	RL	Kürzel
Untergetauchte Vegetation					
Charophyta					
<i>Chara aspera</i>	Rauhe Armleuchteralge	x	x	*	Cha asp
<i>Chara contraria</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge	x	x	*	Cha con
<i>Chara contraria var. hispidula</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge	x	x	*	Cha cvh
<i>Chara delicatula</i>	Feine Armleuchteralge	x	x	*	Cha del
<i>Chara globularis</i>	Zerbrechliche Armleuchteralge	x	x	*	Cha glo
<i>Chara hispida</i>	Steifhaarige Armleuchteralge	x	x	*	Cha his
<i>Chara intermedia</i>	Kurzstachelige Armleuchteralge	x		*	Cha int
<i>Chara tomentosa</i>	Hornblättrige Armleuchteralge	x	x	*	Cha tom
<i>Nitella opaca</i>	Dunkle Glanzleuchteralge	x	x	*	Nit opa
<i>Tolypella canadensis</i>	Kanadische Baumleuchteralge.	x	x	*	Tol can
<i>Tolypella glomerata</i>	Kleine Baumleuchteralge	x	x	*	Tol glo
Bryophyta					
<i>Brachythecium rutabulum</i>	Rauhes Kurzbüchsenmoos	x			Bra rut
<i>Calliergonella cuspidata</i>	Spießmoos	x			Cae cus
<i>Campylium stellatum</i>	Stern-Goldschlafmoos	x			Cap ste
<i>Ctenidium molluscum</i>	Weiches Kamm-Moos	x			Cte mol
<i>Drepanocladus sendtneri</i>	Dickwandiges Sichelmoos	x		1	Dre sen
<i>Fissidens adiantoides</i>	Haarfarnähnliches Spaltzahnmoos	x			Fis adi
<i>Fontinalis antipyretica</i>	Gemeines Brunnenmoos	x	x		Fon ant
<i>Plagiomnium undulatum</i>	Gewelltblättriges Kriechsternmoos	x			Pla und
<i>Rhizomnium punctatum</i>	Punktirtes Wurzelsternmoos	x			Rhi pun
Spermatophyta					
<i>Elodea canadensis</i>	Kanada-Wasserpest	x	x		Elo can
<i>Elodea nuttallii</i>	Nuttall-Wasserpest		x		Elo nut
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähren-Tausendblatt	x	x		Myr spi
<i>Najas marina</i>	Groß-Nixenkraut	x			Naj mar
<i>Potamogeton × angustifolius</i>	Schmalblatt-Laichkraut		x		Pot ang
<i>Potamogeton × cooperi</i>	n.b.	x			Pot coo
<i>Potamogeton crispus</i>	Kraus-Laichkraut		x		Pot cri
<i>Potamogeton filiformis</i>	Faden-Laichkraut	x	x	2	Pot fil
<i>Potamogeton lucens</i>	Glanz-Laichkraut	x	x	3	Pot luc
<i>Potamogeton × nitens</i>	Schimmer-Laichkraut		x		Pot nit
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut	x	x		Pot pec
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachs-Laichkraut	x	x	3	Pot per
<i>Potamogeton pusillus</i>	Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut	x	x	3	Pot pus
<i>Potamogeton × salicifolius</i>	Weidenblättriges Laichkraut		x		Pot sal
<i>Ranunculus circinatus</i>	Spreiz-Wasserhahnenfuß	x	x	3	Ran cir

Tab. 3: Artenliste, Fortsetzung.

Spermatophyta					
<i>Utricularia australis</i>	Groß-Wasserschlauch	x		3r!	Utr aus
<i>Zannichellia palustris</i>	Sumpf-Teichfaden	x	x	r	Zan pal
Schwimblattarten (<i>Spermatophyta</i>)					
<i>Nuphar lutea</i>	Groß-Teichrose	x	x	3	Nup lut
<i>Nymphaea alba</i>	Groß-Seerose		x	3	Nym alb
Röhrichtarten (<i>Spermatophyta</i>)					
<i>Juncus articulatus</i>	Glieder-Simse	x			Jun art
<i>Phragmites australis</i>	Europa-Schilf	x	x		Phr aus
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Grün-Teichbinse	x	x		Sch lac

*) Taxonomie und Nomenklatur der *Charophyta* nach KRAUSE (1997), der *Bryophyta* nach FRAHM & FREY (2004) und der *Spermatophyta* nach FISCHER et al. (2008).

21 Spezies, also ca. 60 % der vorkommenden Arten, haben einen Eintrag in den Roten Listen Österreichs. Neben den als generell gefährdet geltenden Characeen (11 Arten) ist der Wolfgangsee Standort von acht weiteren Rote-Liste-Arten: *Drepanocladus sendtneri* (Dickwandiges Sichelmoos), das als vom Aussterben bedroht gilt, *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), das als stark gefährdet gilt, *Utricularia australis* (Groß-Wasserschlauch), der als regional stärker gefährdet

gilt, *Potamogeton lucens* (Glanz-Laichkraut), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachs-Laichkraut), *Potamogeton pusillus* (Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut), *Ranunculus circinatus* (Spreiz-Wasserhahnenfuß), *Nuphar lutea* (Groß-Teichrose) und *Nymphaea alba* (Groß-Seerose), die als gefährdet gelten, sowie *Zannichellia palustris* (Teichfaden), der als regional gefährdet eingestuft ist.

3.1.3 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 den Wolfgangsee sind als charakteristische Vegetationseinheit allen voran Characeenwiesen zu erwarten. Dem Gewässertyp entsprechend wären weiters, allerdings nur in geringen Mengen, submerse Höhere Pflanzen zu erwarten. Schwimblattbestände sind aufgrund der Größe und der Morphologie des Seebeckens nur in sehr geringen Mengenanteilen zu erwarten. Auch bei der Ausdehnung der Röhrichtvegetation spielt die

Gewässermorphologie eine zentrale Rolle und mit Beständen ist daher vorwiegend entlang flacherer Uferbereiche zu rechnen.

Abb. 14 zeigt die Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen 2013 im Vergleich mit 2006. Demnach konnten vor allem Characeen ihre Dominanz ausbauen. Während diese Artengruppe 2006 nur knapp mehr als die Hälfte der insgesamt vorhandenen Pflanzenmenge stellte, waren es 2013 bereits deutlich mehr als zwei Drittel. Die Mengenanteile aller übrigen Pflanzengruppen haben hingegen seit 2006 abgenommen, dies besonders stark bei den untergetauchten Höheren Pflanzen und den Moosen. Insgesamt deutet dies hinsichtlich der Verteilung der Artengruppen auf eine Annäherung an die typspezifischen Gegebenheiten hin.

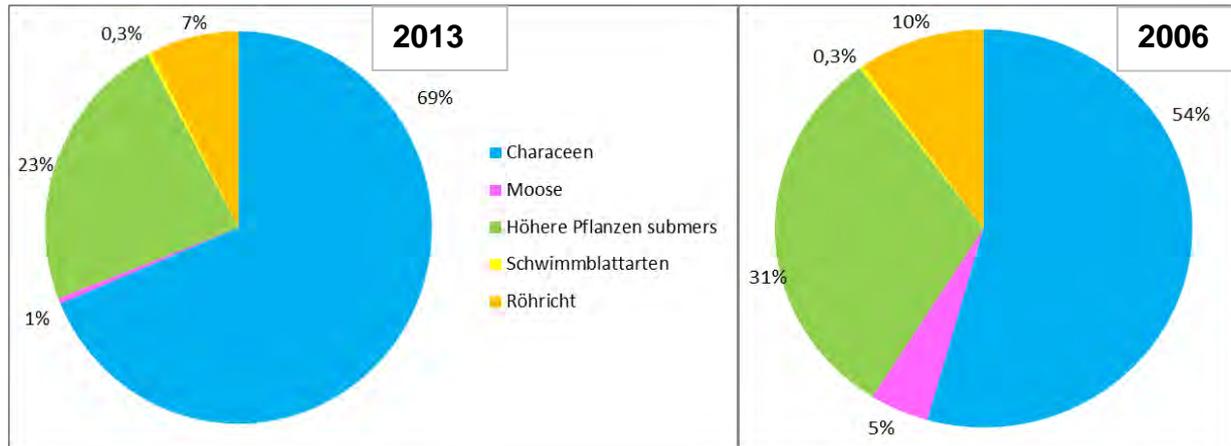


Abb. 14: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Wolfgangsee 2013 im Vergleich mit 2006.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist es allerdings ganz wesentlich, sich vor Augen zu halten, dass hier relative Mengenanteile betrachtet werden. Veränderungen des Mengenanteils einzelner Artengruppen liefern Aufschluss über

Änderungen der Dominanzverhältnisse, können aber nicht mit einer tatsächlichen Abnahme oder Zunahme der insgesamt im Gewässer vorhandenen Mengen der betreffenden Artengruppen im Gewässer gleichgesetzt werden.

3.1.4 Absolute Pflanzenmengen (APM)

Auskunft über die tatsächlich im Gewässer vorhandenen Pflanzenmengen einzelner Arten oder Artengruppen erhält man über die Betrachtung der Absoluten Pflanzenmenge (APM). Um die beiden vorliegenden Kartierungen hinsichtlich der Absoluten Pflanzenmengen vergleichen zu können, wurden jeweils die längengewichteten Mittelwerte aus allen Transekten als „mittlere Absolute Pflanzenmenge“ (mAPM) berechnet. Das Ergebnis für die verschiedenen Pflanzengruppen ist Tab. 4 zu entnehmen.

Um die Interpretation der in der Tabelle enthaltenen Zahlenwerte zu erleichtern, sei folgende Verdeutlichung vorangestellt: Bei der gegebenen mittleren Vegetationsgrenze im Wolfgangsee von ca. 8 m ist für eine einzelne Art

ein mAPM-Wert von 1.000 das theoretische Maximum (maximale Pflanzenmenge x mittlere Tiefenausbreitung = max PM x mittlere TA = 125 x 8 = 1.000). Dies wird für die einzelnen Arten quasi nie erreicht, da deren Vorkommen jeweils auf einen bestimmten Tiefenbereich innerhalb eines Transekts beschränkt sind. Für die einzelnen Pflanzengruppen hingegen, kann dieser Wert bei sehr dichten und über den gesamten Tiefenbereich reichenden Beständen (kumulative Werte der Einzelarten) erreicht werden. Betreffend die „Gesamtvegetation“ wird dieser Wert bei dichter Vegetation üblicherweise sogar überschritten, da die einzelnen Pflanzengruppen ihre Bestände stockwerkartig übereinander ausbilden können (z.B. Characeenwiesen, Laichkrautarten und Schwimmblattbestände).

Tab. 4: Vergleich der mittleren Absoluten Pflanzenmengen (mAPM) der verschiedenen Pflanzengruppen und gesamt in den Jahren 2006 und 2013 (sehr kleine und unstete Vorkommen in Klammern).

Pflanzengruppe	mAPM		Veränderungen in %
	2006	2013	
Characeen	178	235	+ 32
(Wassermoose)	(15)	(2)	(- 86)
Höhere submerse Pflanzen	102	79	- 22
(Schwimmblattpflanzen)	(1)	(1)	(+/- 0)
Röhricht	32	25	- 21
Gesamtvegetation	328	342	+ 4

Am Wolfgangsee fällt auf, dass selbst der mAPM-Wert der Gesamtvegetation mit 342 (2013) nicht einmal annähernd an das theoretische Maximum (1.000) einer Einzelart herankommt. Die Vegetationsdichte im See ist damit, obwohl sie gegenüber 2006 zugenommen hat (+4 %), weiterhin sehr gering.

Eine deutliche Zunahme (+32 %) gab es bei den als typspezifisches Inventar zu betrachtenden Characeen. Eine deutliche Abnahme war bei den Moosen zu verzeichnen. Dies darf allerdings vor dem Hintergrund der Tatsache, dass Moose in diesem Seentyp generell sehr selten sind und nur unstatig auftreten, nicht überbewertet werden. Weitere Abnahmen gab es bei den untergetauchten Höheren Pflanzen und der Röhrichtvegetation. Während ersteres als Annäherung an den typspezifischen Zustand zu interpretieren und damit positiv zu sehen ist, ist der Rückgang der Röhrichtbestände negativ zu werten. Dieser steht möglicherweise im Zusammenhang mit den hohen mechanischen Belastungen durch den intensiven Motorbootverkehr. Bei den ohnehin nur marginal

ausgeprägten Schwimmblattbeständen kam es zu keinen Veränderungen.

Abb. 15 zeigt die mittleren Absoluten Pflanzenmengen der im Wolfgangsee vorkommenden Makrophytenarten in den Jahren 2006 und 2013. Bei den Referenzarten (in Abb. 13 blau markiert) gab es demnach überwiegend Zunahmen (*Chara contraria* var. *hispidula*, *Chara hispida* und *Chara intermedia*), bei zwei Arten (*Chara aspera* und *Nitella opaca*) allerdings auch, z.T. sogar starke, Abnahmen der Pflanzenmengen. Bei den typspezifischen Arten (grün markiert) überwogen Zunahmen der Pflanzenmenge (*Chara contraria*, *Chara delicatula*, *Chara tomentosa* und *Potamogeton filiformis*) gegenüber leichten Abnahmen (*Chara globularis* und *Potamogeton pusillus*). Mehrheitlich Zunahmen der Pflanzenmengen gab es allerdings auch bei den Belastungs- und Störzeigern (*Elodea canadensis*, *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus* und *Zannichellia palustris*; rot markiert). In der Gruppe der indifferenten Arten (grau) waren wiederum überwiegend Abnahmen der Pflanzenmengen zu verzeichnen.

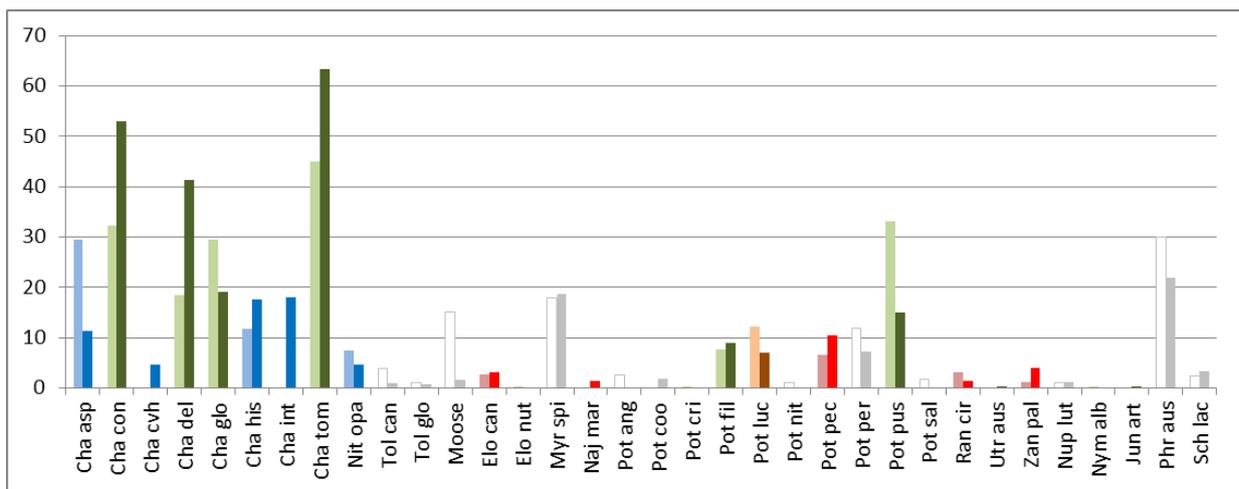


Abb. 15: Mittlere Absolute Pflanzenmenge (mAPM) der im Wolfgangsee vorkommenden Arten in den Jahren 2006 (jeweils erste Säule) und 2013 (jeweils zweite Säule). Blau: Referenzarten, grün: typspezifische Arten, dunkelrot: Belastungszeiger, rot: Störzeiger, grau: indifferente Arten. Cha asp bis Tol glo: Characeen, Moose: alle Moosarten zusammengefasst, Elo can bis Zan pal: untergetauchte Höhere Pflanzen, Nup lut bis Nym alb: Schwimmblattpflanzen, Jun art bis Sch lac: Röhrichtarten (Kürzel siehe Tab. 3).

3.1.5 Verbreitung der einzelnen Arten

Auf den folgenden Datenblättern sind für jede einzelne Art jeweils die wichtigsten Informationen zur Verbreitung am Wolfgangsee in den Jahren 2006 und 2013 zusammengestellt. Auf der linken Tafel ist jeweils das mengenmäßige Vorkommen der betreffenden Art in den einzelnen Untersuchungstransekten kartographisch dargestellt. Weiters sind den Tafeln Informationen über die Tiefenverbreitung der Art zu entnehmen. Auf dem jeweils rechts daneben befindlichen factsheet findet sich eine allgemeine Artbeschreibung mit Foto. Darunter ist angegeben, in welcher typspezifischen Zone die Art üblicherweise angesiedelt ist. Für die Seen der nördlichen Kalkvoralpen <600m ü.A., zu denen auch der Wolfgangsee gehört, sind dabei die Zonen „Characeen des Flachwassers“, Characeen des mittleren Tiefenbereichs“ und „Characeen bzw. Nitellarasen der Tiefe“ definiert. Weiters ist vermerkt, ob es sich um eine „Referenzart“ (= Art, die unter Referenzbedingungen unbedingt zu erwarten ist), eine „typspezifische Art“ (Art, die

dem Gewässertyp angehört und auch unter Referenzbedingungen auftreten kann), einen „Belastungszeiger“ (meist Arten, die moderate Belastungen [meist Nährstoffbelastung] anzeigen) oder einen „Störzeiger“ (Arten, die starke Belastungen und damit eine deutliche Abweichung vom Referenzzustand anzeigen) handelt.

Im nächsten Block sind graphisch dargestellt, jeweils für 2006 und für 2013, die mittlere Absolute Pflanzenmenge der Art (mAPM = Absolute Pflanzenmenge, in der die Art im Mittel in den einzelnen Transekten auftritt), die Frequenz (% der Transekte, in denen die Art nachgewiesen werden konnte) und die Charakteristik der Tiefenverbreitung (Tiefenbereich, in dem 80% der Pflanzenvorkommen dieser Art gefunden wurden sowie Tiefenverbreitungsschwerpunkt). Letztlich erfolgt eine verbale Beschreibung der Ergebnisse. Eine umfassende kartographische Darstellung der Vegetationsverhältnisse im Gesamtsee ist dem beiliegenden Kartenteil (PALL et al., 2013a) zu entnehmen.

3.1.5.1 Untergetauchte Vegetation

Charophyta (Armleuchteralgen)

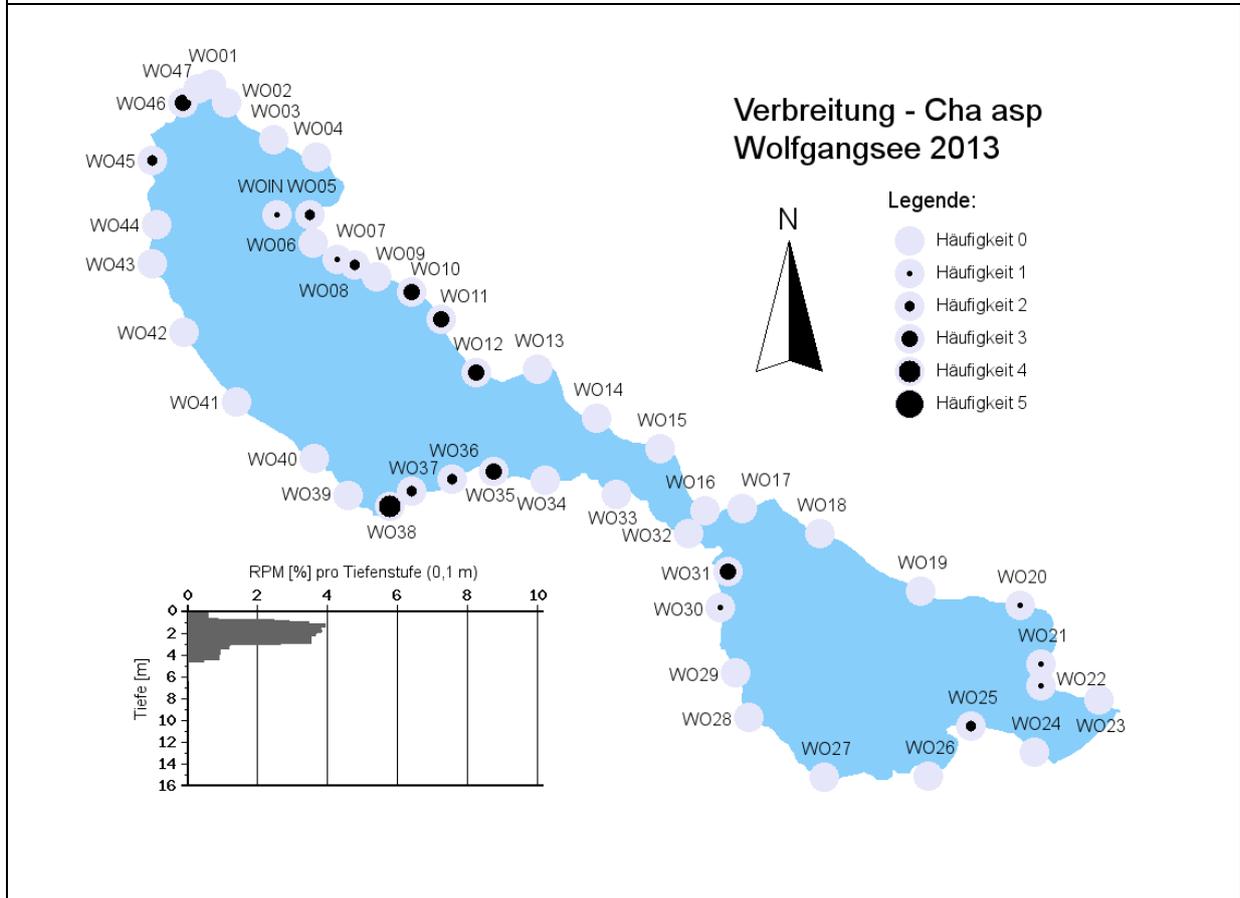
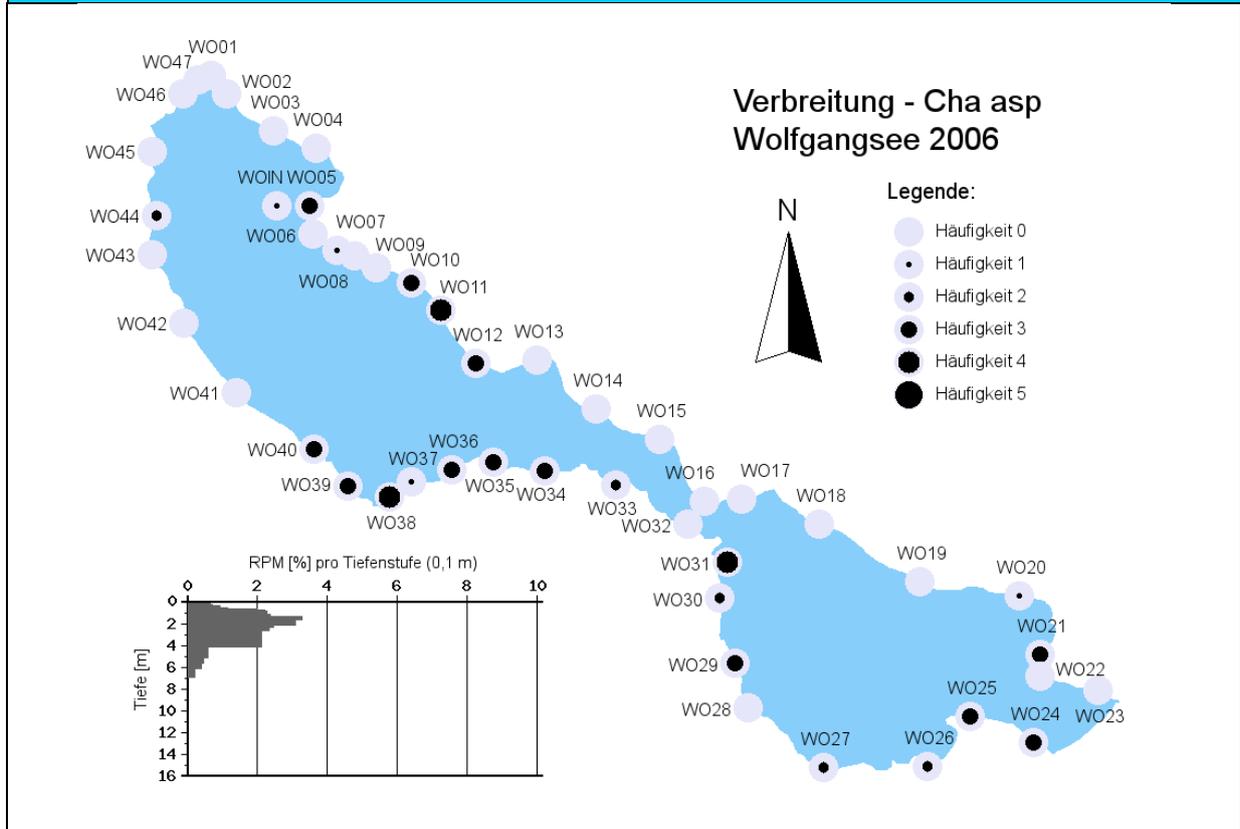
Characeen sind am Wolfgangsee prominent vertreten. Bei den meisten der vorkommenden Spezies handelt es sich um Referenzarten oder zumindest um typspezifische Arten. Characeen sind im Allgemeinen auf oligotrophe bis mesotrophe Standorte beschränkt, nur wenige Arten dringen bis in den eutrophen Bereich vor. Lange Zeit wurde angenommen, dass Characeen aus physiologischen Gründen bei Total-Phosphorkonzentrationen 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 -anomalien 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 unterseischer 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 (Raue Armelechteralge)

VERBREITUNG



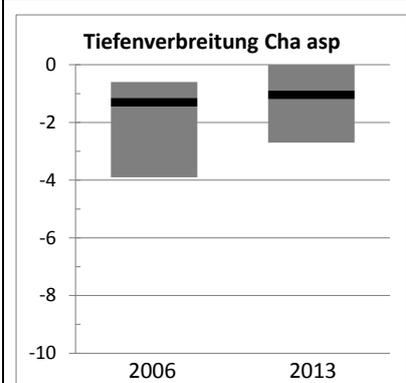
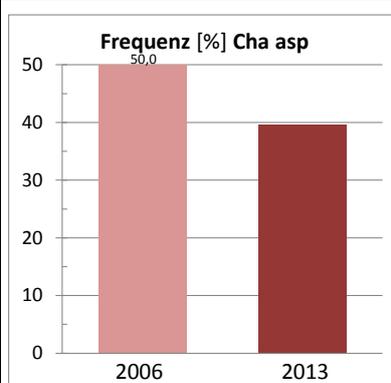
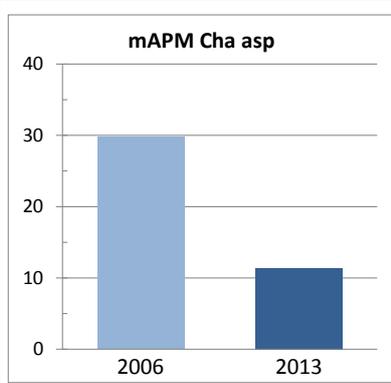


Allgemeine Artbeschreibung:

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, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

Zone: Characeen des Flachwassers

REFERENZART



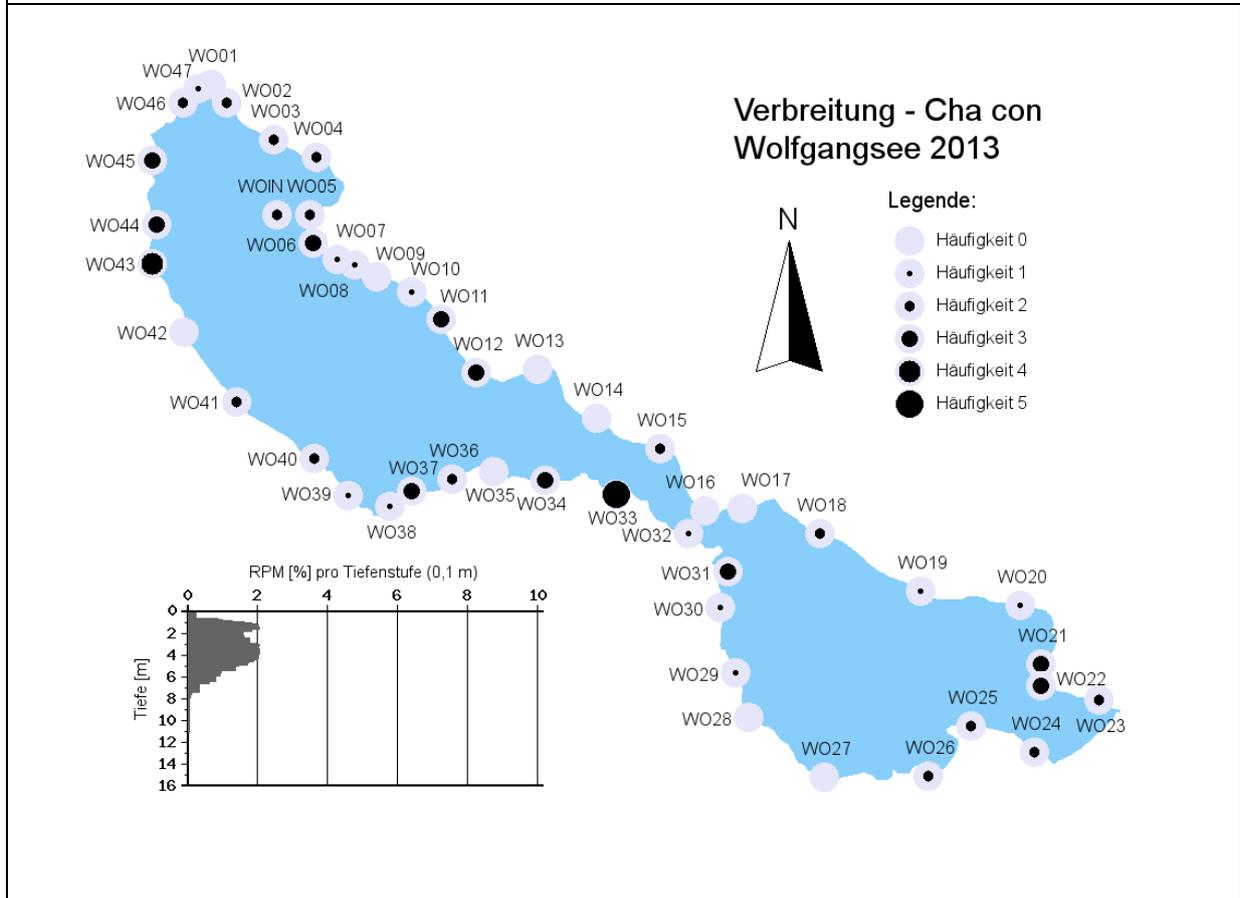
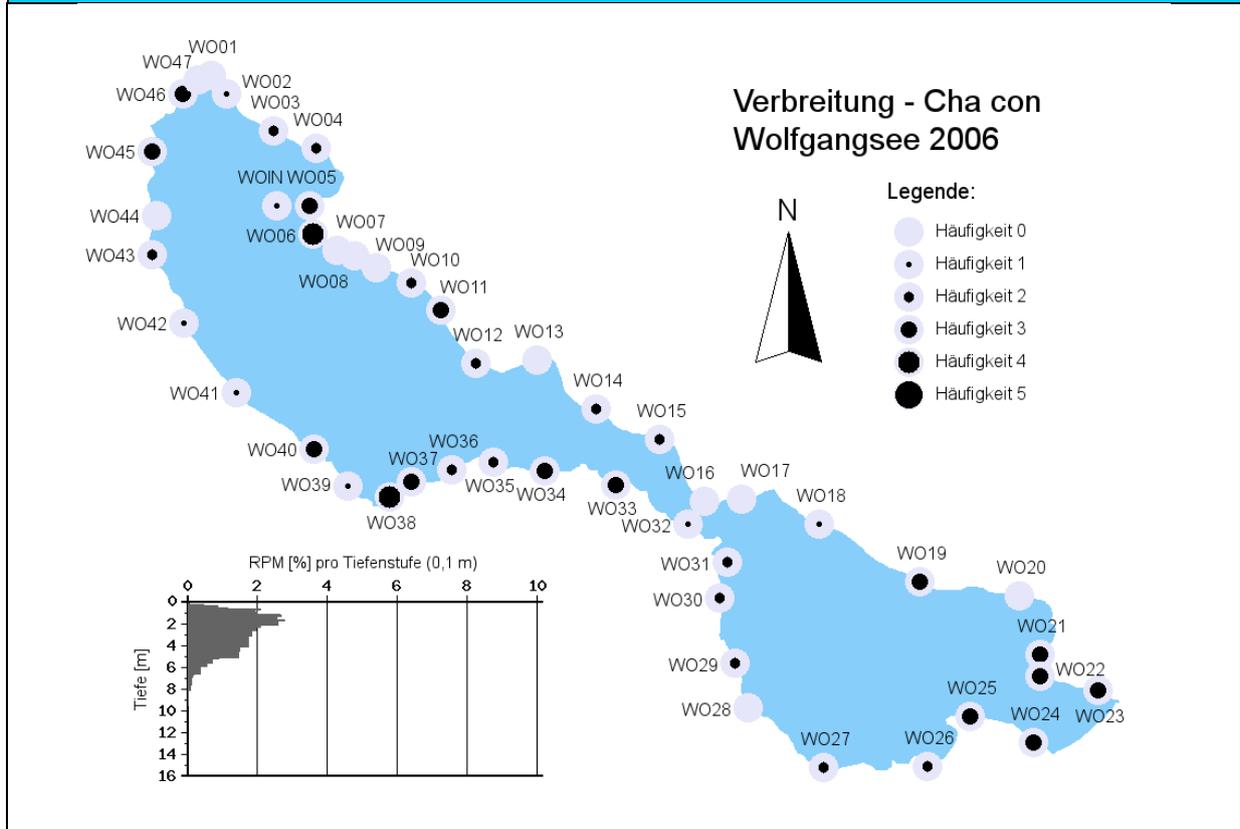
Bei der Referenzart *Chara aspera* ist von 2006 auf 2013 ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Die mittlere Absolute Pflanzenmenge nahm sehr stark ab und auch bei der Frequenz ist ein Rückgang ersichtlich. Die Tiefenausbreitung der Art hat sich weiter in seichtere Gewässerbereiche verschoben, wobei der Tiefenverbreitungsschwerpunkt aber mit ca. 1 m weitgehend konstant blieb.

Wie aus den Verbreitungskarten ersichtlich ist, resultiert der Rückgang sowohl aus einer Aufgabe von Standorten als auch aus einer Reduktion der Häufigkeiten innerhalb der Standorte.

Chara aspera ist eine ausgeprägte Flachwasserart. Der Lebensraum der Art wird aller Wahrscheinlichkeit nach durch die am Wolfgangsee starke mechanische Belastung besonders der Flachwasserzone durch Badebetrieb und Wellenschlag (Motorboote und Schifffahrt) generell beeinträchtigt. Der Rückzug aus den Transekten im südlichen St. Wolfgangsee Becken liefert darüber hinaus Hinweise auf eine Zunahme der Nährstoffbelastung (Landwirtschaft) in diesem Bereich.

Chara contraria (Gegensätzliche Armeleuchteralge)

VERBREITUNG



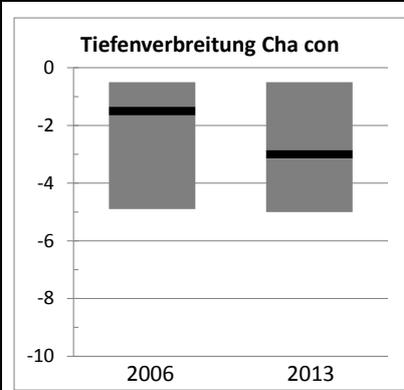
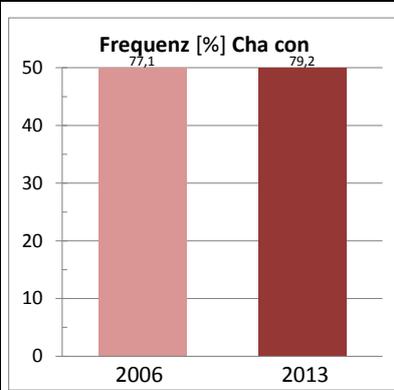
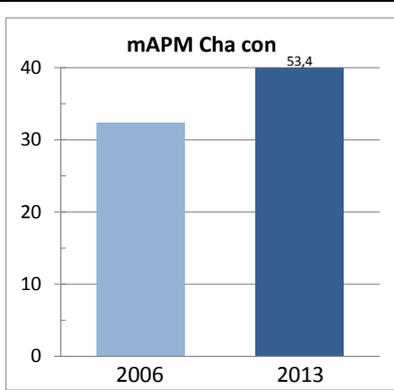


Allgemeine Artbeschreibung:

Chara contraria ist die zweithäufigste Characeenart des Wolfgangsees. Sie reagiert, wie Characeen im Allgemeinen, empfindlich gegenüber Nährstoffbelastungen, weist aber innerhalb dieser Gruppe eine vergleichsweise hohe Toleranz auf (MELZER et al., 1986, HARLACHER & PALL, 1994).

Zone: Characeen d. mittleren Tiefenbereichs

TYPESPEZIFISCHE ART

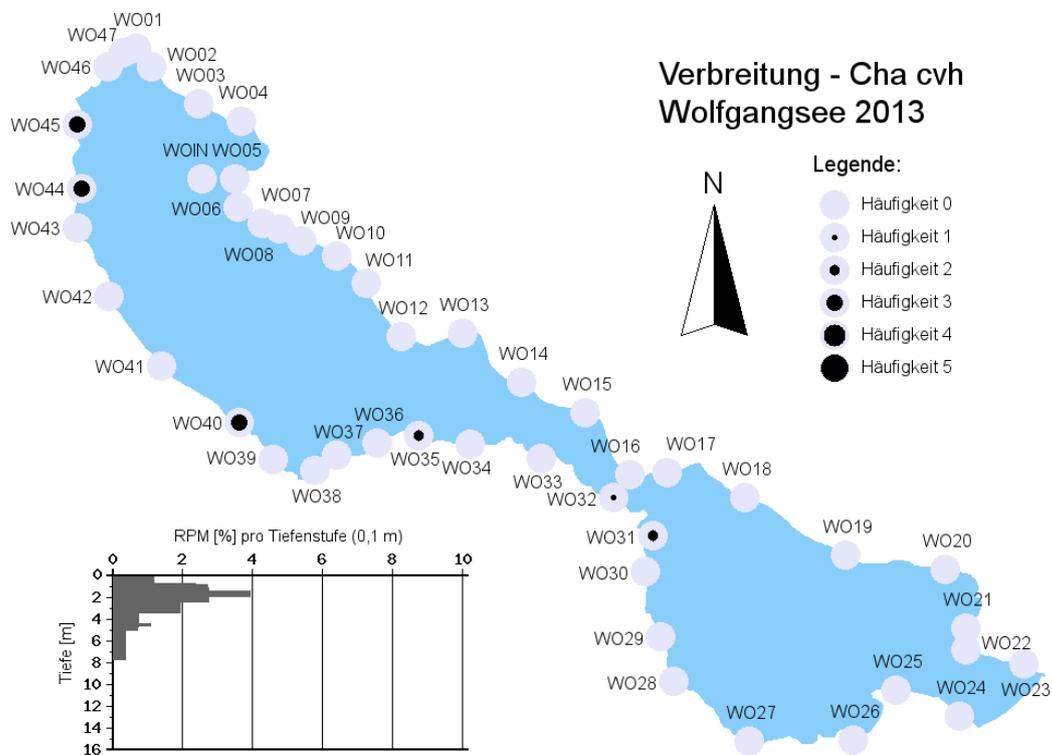


Während die Frequenz von *Chara contraria* von 2006 bis 2013 annähernd gleich geblieben ist (77 bzw. 79 %), konnte die Art ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge deutlich vergrößern (von 33 auf 53). Weiters ist auch ersichtlich, dass sich trotz gleichbleibender Tiefenausbreitung der Tiefenverbreitungsschwerpunkt von 1,7 m in die Tiefe von 3 m verlagert hat.

Aus den Verbreitungskarten geht hervor, dass der Zuwachs von *Chara contraria* weniger auf einer Ausdehnung des Verbreitungsgebietes beruht, sondern vielmehr auf der starken Zunahme der Populationsdichten an einigen Wuchsorten. *Chara contraria* war 2013 die zweithäufigste Art der Makrophytenvegetation des Wolfgangsees.

Chara contraria ist eine typische Characeenart des mittleren Tiefenbereichs und kam im Wolfgangsee bevorzugt zwischen 0,5 und 5 m Tiefe vor.

2006: nicht vorhanden



***Chara contraria* var. *hispidula*
(Gegensätzliche Armelechteralge)**

FACTSHEET

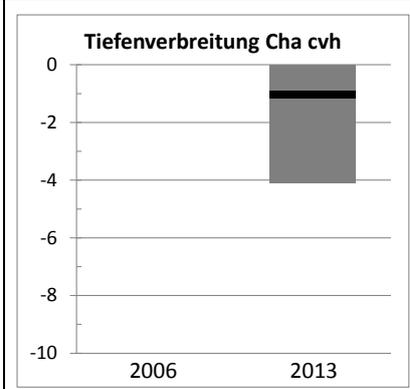
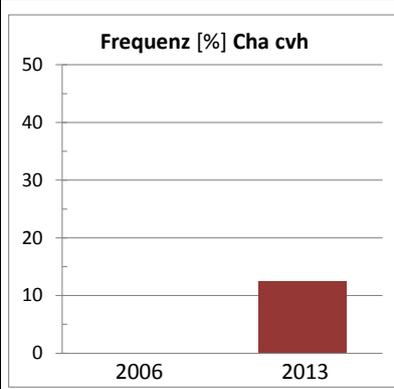
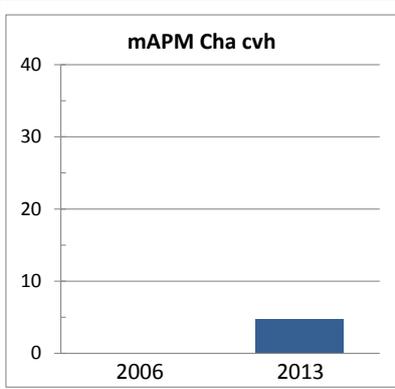


Allgemeine Artbeschreibung:

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* gegenüber Nährstoffbelastungen deutlich empfindlicher reagiert.

Zone: Characeen d. mittleren Tiefenbereichs

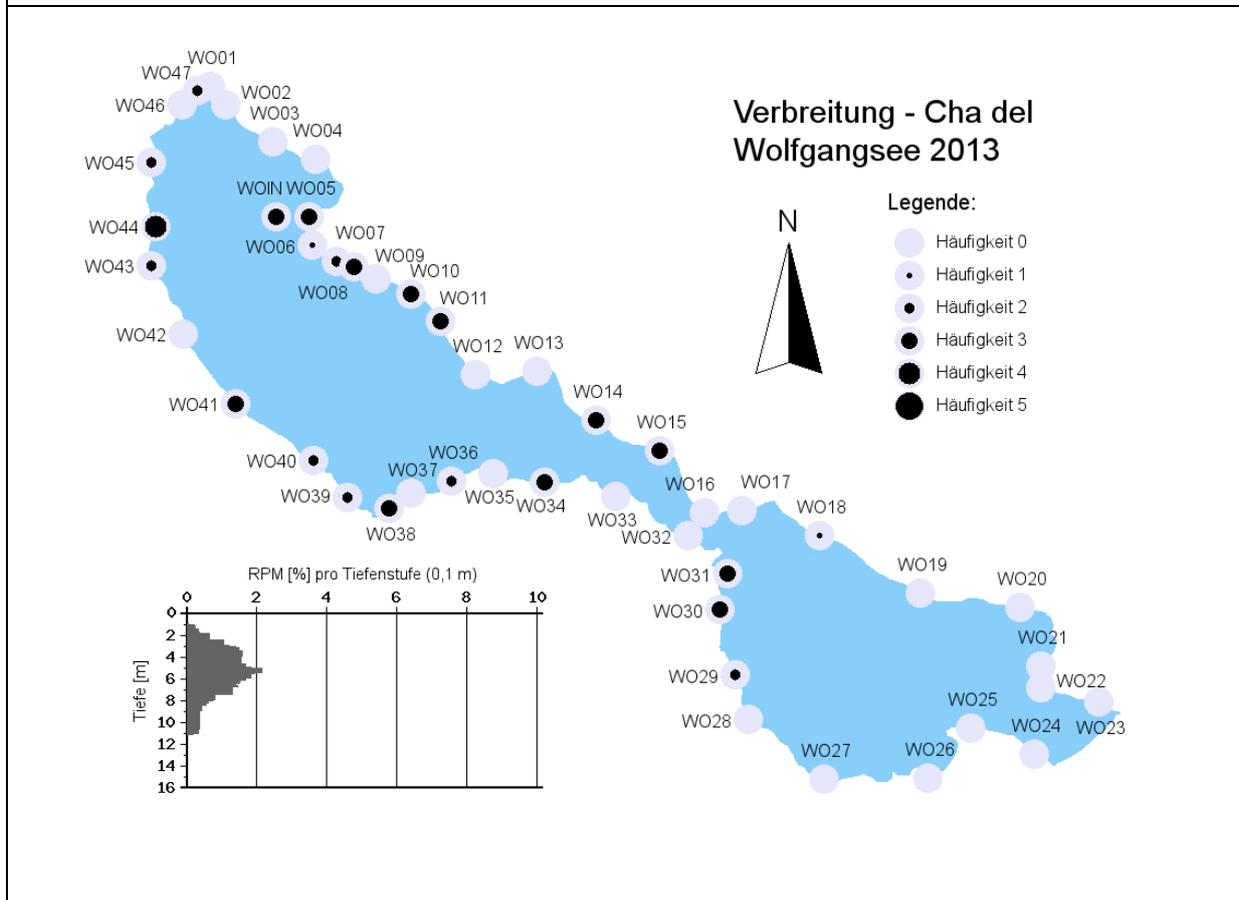
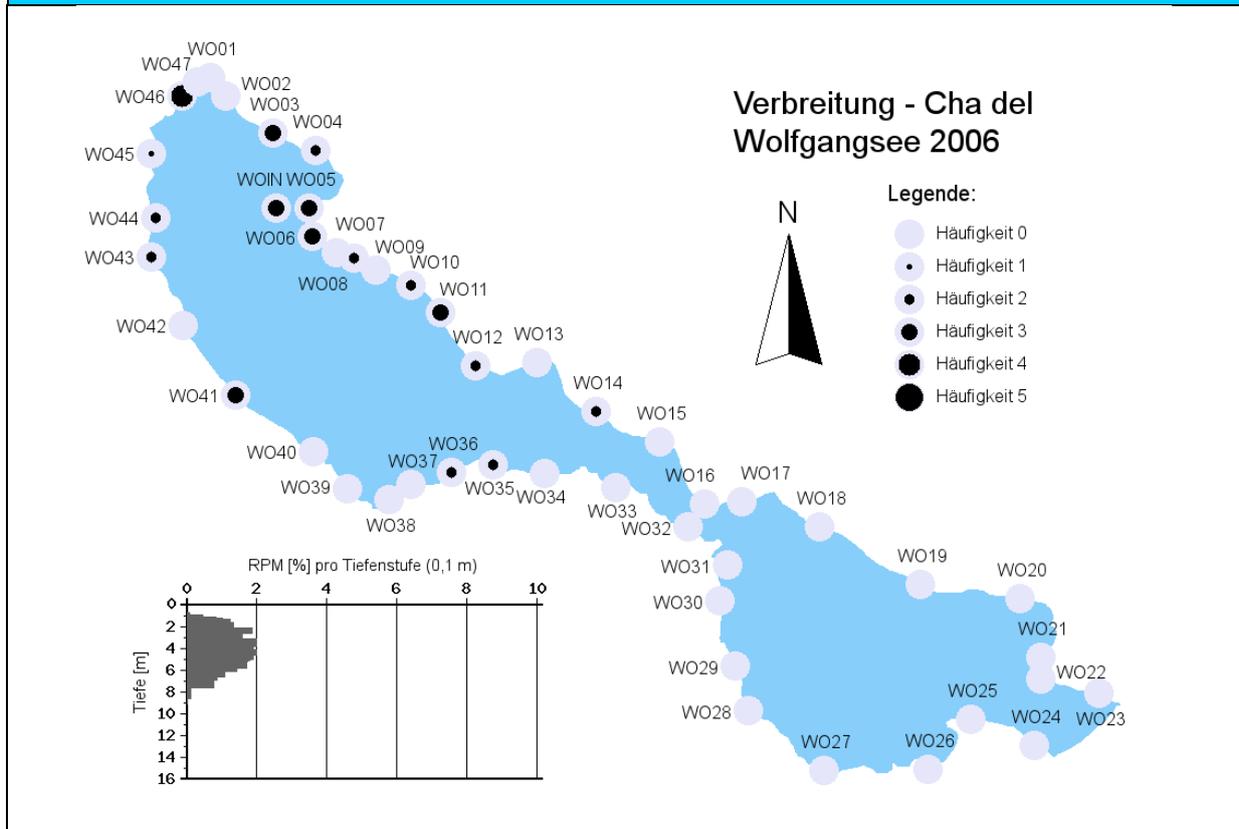
REFERENZART



Chara contraria var. *hispidula* gehörte 2006 noch nicht zum Arteninventar des Wolfgangsees. 2013 konnte die Subspezies der Art *Chara contraria* in 6 Transekten nachgewiesen werden. Allerdings waren sowohl die mittlere Absolute Pflanzenmenge, als auch die Frequenz nur sehr gering. Die auffällig bestachelte Armelechteralge kam im Wolfgangsee bevorzugt zwischen 0 und 4 m Wassertiefe vor, wobei der Tiefenverbreitungsschwerpunkt bei 1 m lag.

Chara delicatula (Feine Armelechteralge)

VERBREITUNG



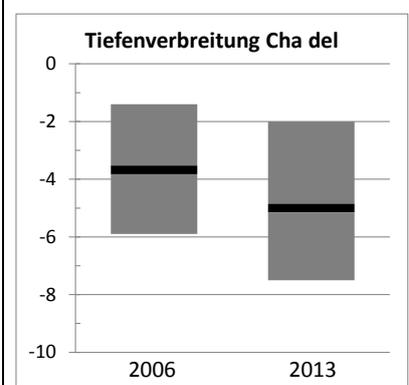
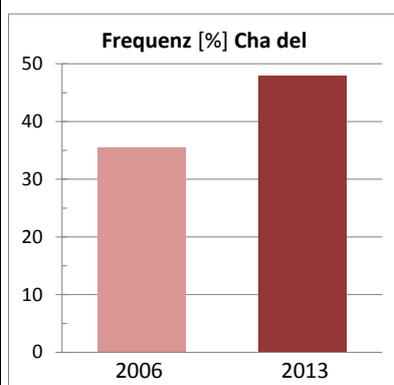
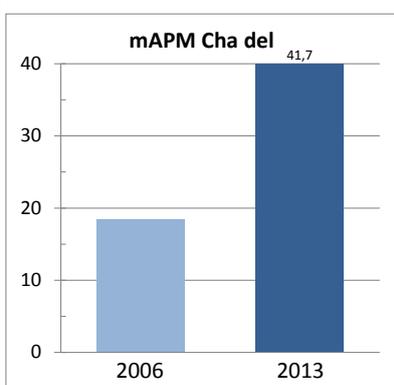


Allgemeine Artbeschreibung:

Chara delicatula bevorzugt üblicherweise Weichwasserstandorte, kommt aber auch in kalkhaltigen Gewässern vor.

Zone : Characeen des Flachwassers
Characeen d. mittleren Tiefenbereichs

TYPESPEZIFISCHE ART



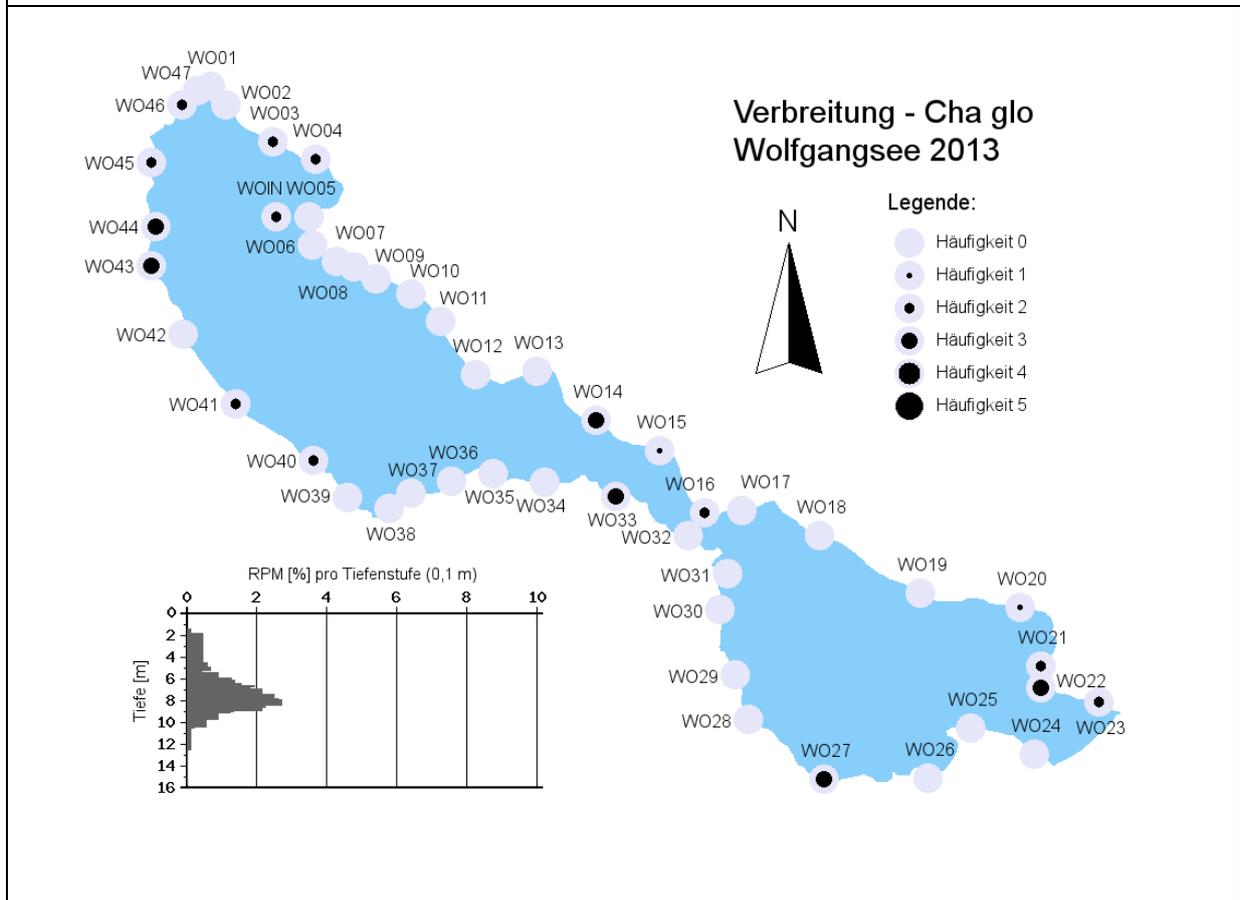
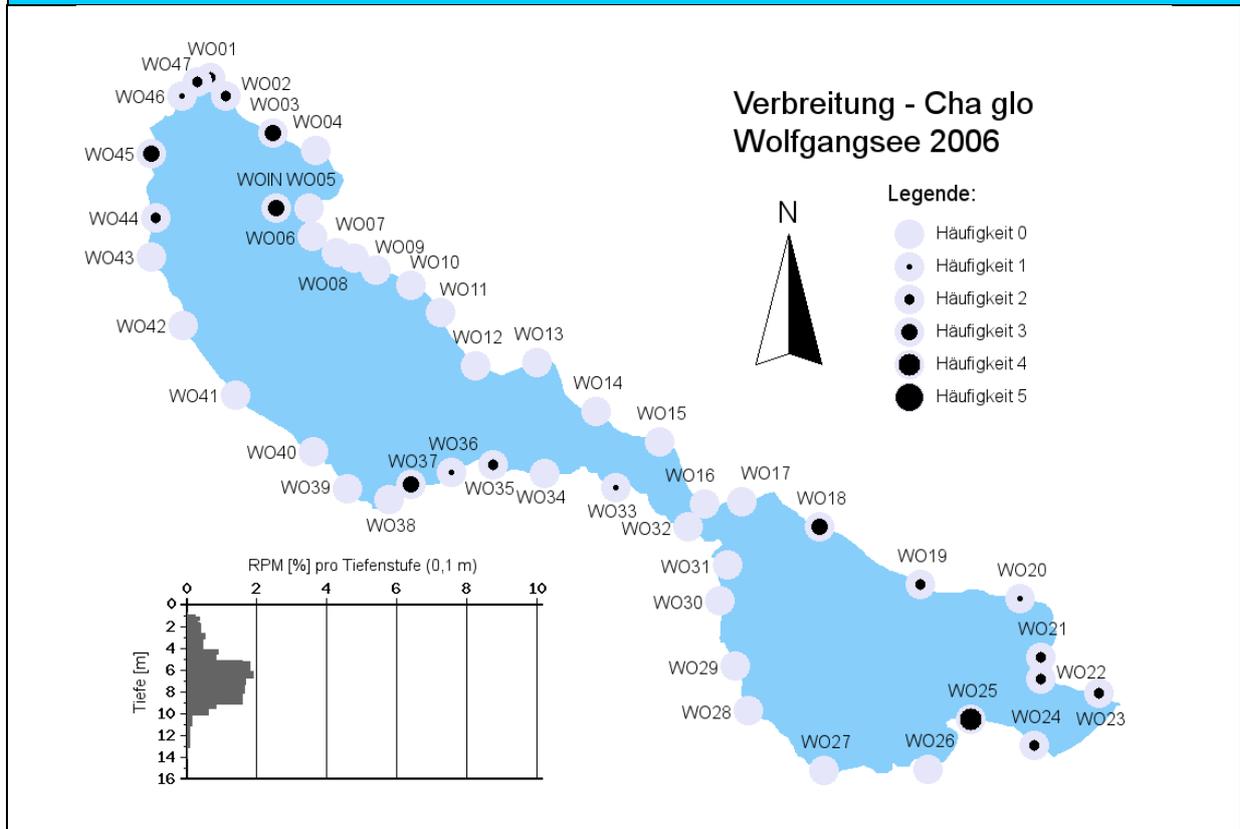
Die mittlere Absolute Pflanzenmenge von *Chara delicatula* nahm im Zeitraum 2006 bis 2013 deutlich zu und hat sich mehr als verdoppelt. Weiters hat die Art in diesem Zeitraum die Anzahl ihrer Standorte vergrößert. Außerdem haben sich sowohl die Tiefenverbreitung allgemein, als auch der Tiefenverbreitungsschwerpunkt etwas in die Tiefe verlagert.

Die Verbreitungskarten zeigen, dass für den Zuwachs neben einer Zunahme der Häufigkeiten in den meisten Transekten vor allem auch eine Ausweitung des Verbreitungsgebietes verantwortlich ist. Während sich 2006 die Vorkommen von *Chara delicatula* ausschließlich auf das St. Gilgener Becken beschränkten, fand sich die Art 2013 bereits im nordwestlichen Teil des St. Wolfgang Beckens. Im St. Gilgener Becken traten im Vergleich zu 2006 Verschiebungen der Wuchsorte auf. Zwischen Brunnwinkl und Fürberg verschwand die Art bis auf marginale Reste ganz im Norden des Sees. Dafür wurde sie im Bereich des Schwemmkegels und an der Westseite des St. Gilgener Beckens in mehr Transekten und in stärkeren Populationsdichten angetroffen.

Chara delicatula war 2013 die dritthäufigste Art der Makrophytenvegetation des Wolfgangsees. Sie wuchs bevorzugt in einer Tiefe zwischen 2 und 7,5 m.

Chara globularis (Zerbrechliche Armleuchteralge)

VERBREITUNG



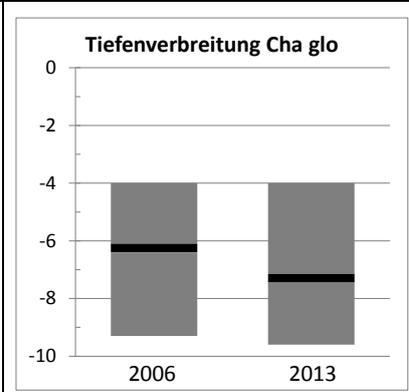
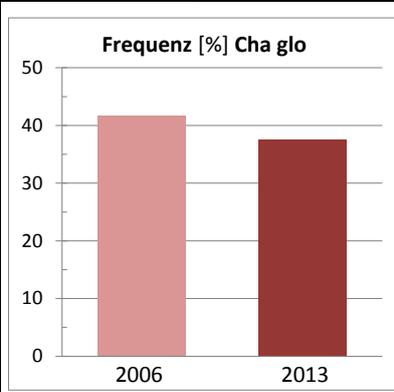
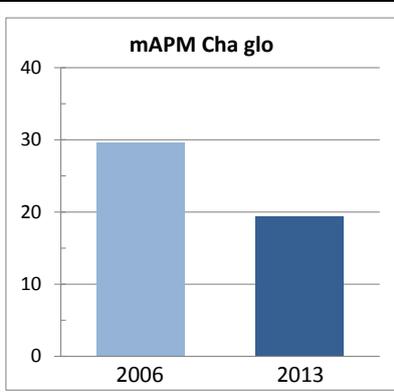


Allgemeine Artbeschreibung:

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, 1988; PALL, 1996). Sie ist eine typische Tiefenwasserart und bildet häufig die untere Grenze der Vegetation.

Zone: Characeenwiesen der Tiefe

TYPESPEZIFISCHE ART



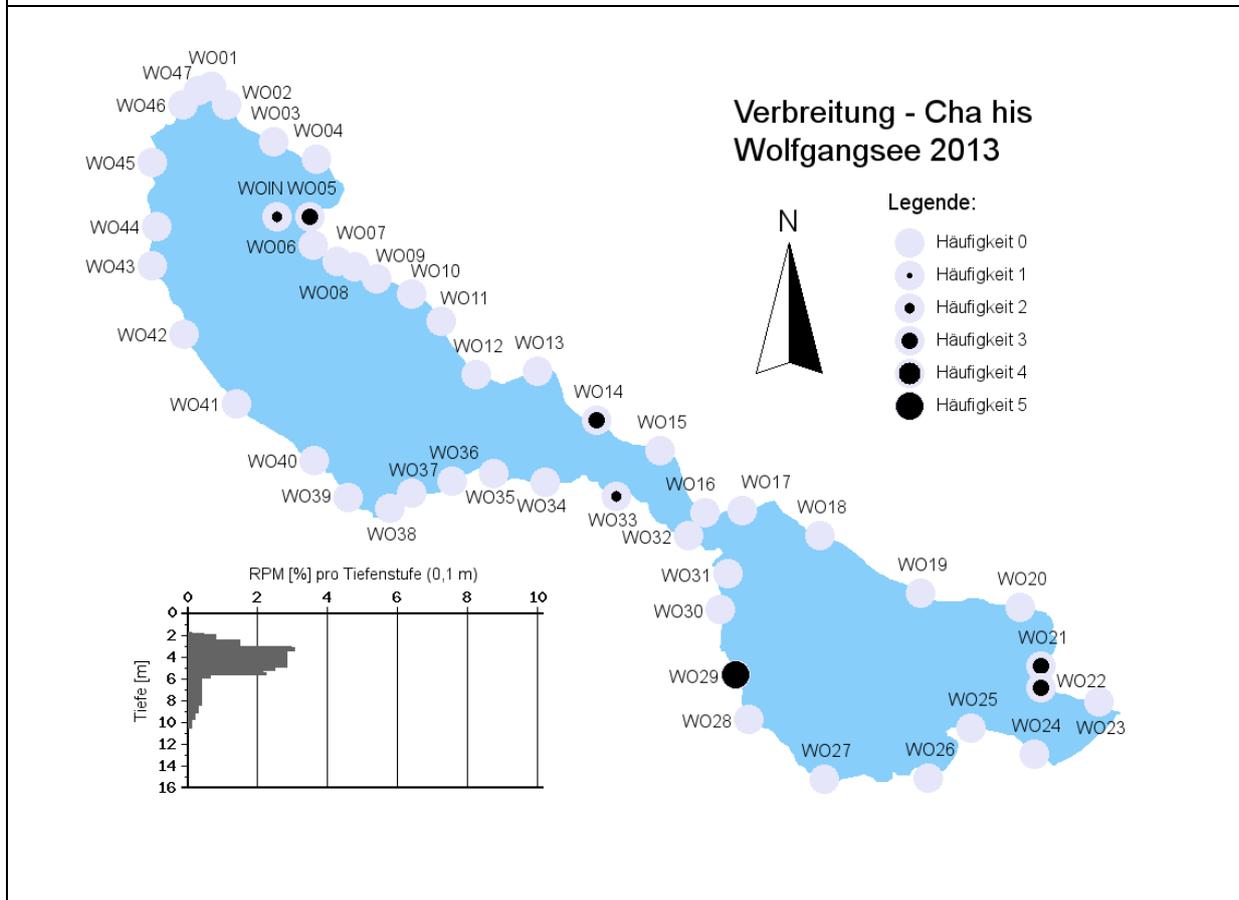
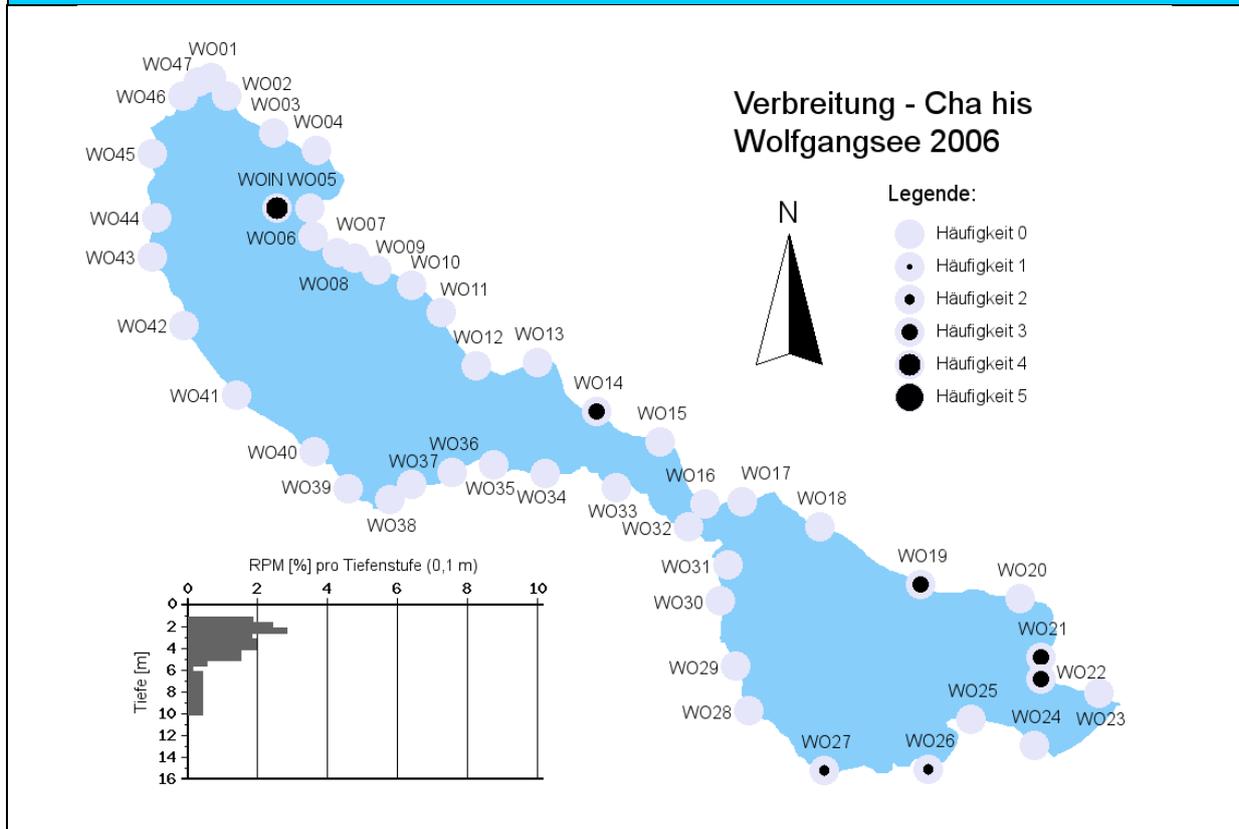
Chara globularis gehört zu den Characeen, deren Bestände im Wolfgangsee rückläufig sind. Trotzdem war sie 2013 die vierthäufigste Art der Makrophytenvegetation des Wolfgangsees. Die mittlere Absolute Pflanzenmenge nahm von 2006 bis 2013 ab. Die Frequenz der Art ist leicht gesunken. Der Tiefenverbreitungsschwerpunkt hat sich, trotz nahezu gleichbleibender Tiefenausbreitung, um ca. 1 m in tiefere Bereiche verschoben.

Der Rückgang der Zerbrechlichen Armleuchteralge beruht in erster Linie auf Standortverlusten im St. Wolfganger Becken. Während die Art 2006 hier noch an 8 Untersuchungsstellen dokumentiert wurde, konnte *Chara globularis* 2013 nur noch in 5 Transekten gefunden werden.

Chara globularis ist eine typische Tiefenwasserart und kam im Wolfgangsee bevorzugt zwischen 4 und 9,5 m Tiefe vor.

Chara hispida (Steifhaarige Armlauchteralge)

VERBREITUNG



Chara hispida (Steifhaarige Armluchteralge)

FACTSHEET

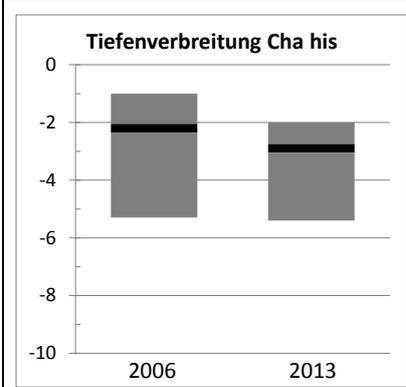
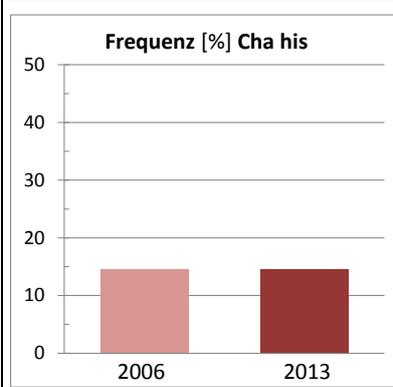
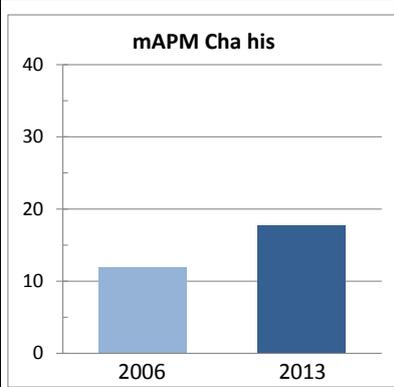


Allgemeine Artbeschreibung:

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).

Zone: Characeen d. mittleren Tiefenbereichs

REFERENZART

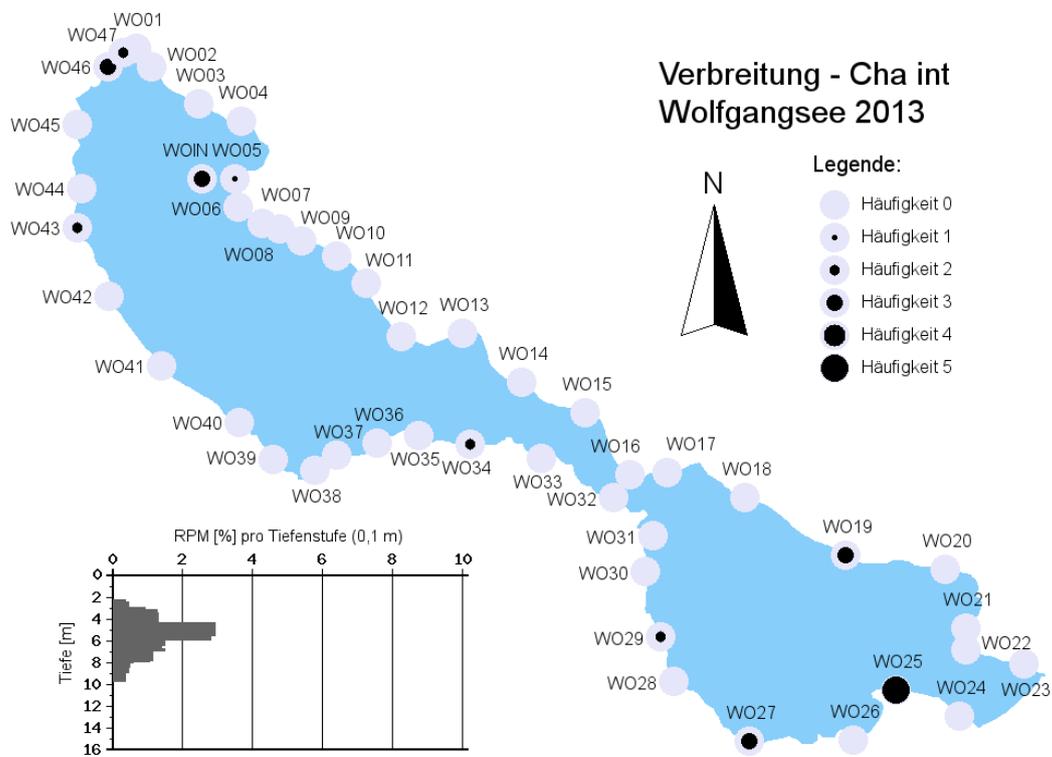


Die Steifhaarige Armluchteralge konnte am Wolfgangsee 2006 und 2013 jeweils nur in 7 Transekten dokumentiert werden, wodurch die Frequenz gleich blieb. Die Wuchsorte blieben dabei weitgehend konstant. Weiters ist ersichtlich, dass die mittlere Absolute Pflanzenmenge etwas zugenommen hat. Die Verbreitung der Art hat sich leicht in die Tiefe verlagert.

Die Vorkommen auf der unterseeischen Insel im St. Wolfgang Becken konnten sich offensichtlich auf den benachbarten Abschnitt WO05 ausdehnen, im Übergangsbereich der beiden Seebecken wies 2013 nicht mehr nur das Nordufer (WO14), sondern auch das Südufer (WO33) einen Bewuchs mit *Chara hispida* auf. Im St. Wolfgang Becken konnten die Bestände der Art in den Transekten WO21 und WO22 unverändert vorgefunden werden. Außerdem konnte sich in Transekt WO29 ein Massenbestand neu etablieren.

Chara hispida ist eine Art des mittleren Tiefenbereichs und kam im Wolfgangsee bevorzugt zwischen 2 und 5,5 m Wassertiefe vor.

2006: nicht vorhanden



Chara intermedia (Kurzstachelige Armleuchteralge)

FACTSHEET

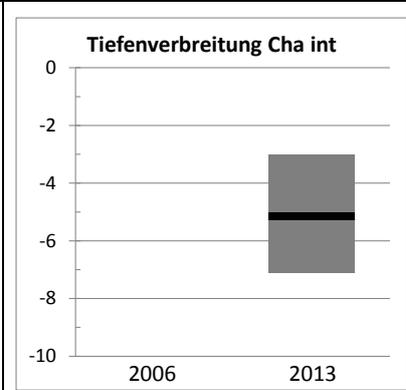
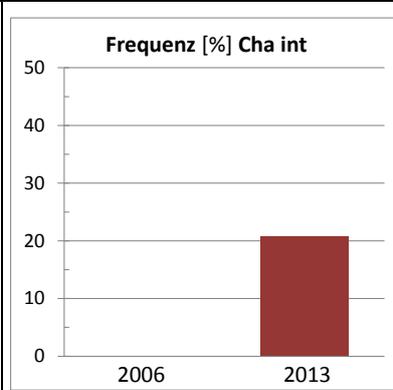
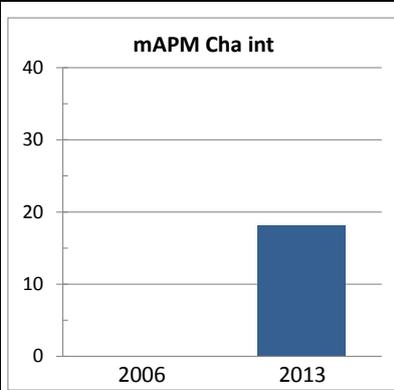


Allgemeine Artbeschreibung:

Chara intermedia gilt als nährstoffempfindliche Armleuchteralgenart (MELZER et al., 1986). Die Mittlere Armleuchteralge gehört zwar zum typischen Inventar der großen österreichischen Seen, erreicht aber meist nur geringe Häufigkeiten (PALL et al., 2005).

Zone: Characeenwiesen der Tiefe

REFERENZART



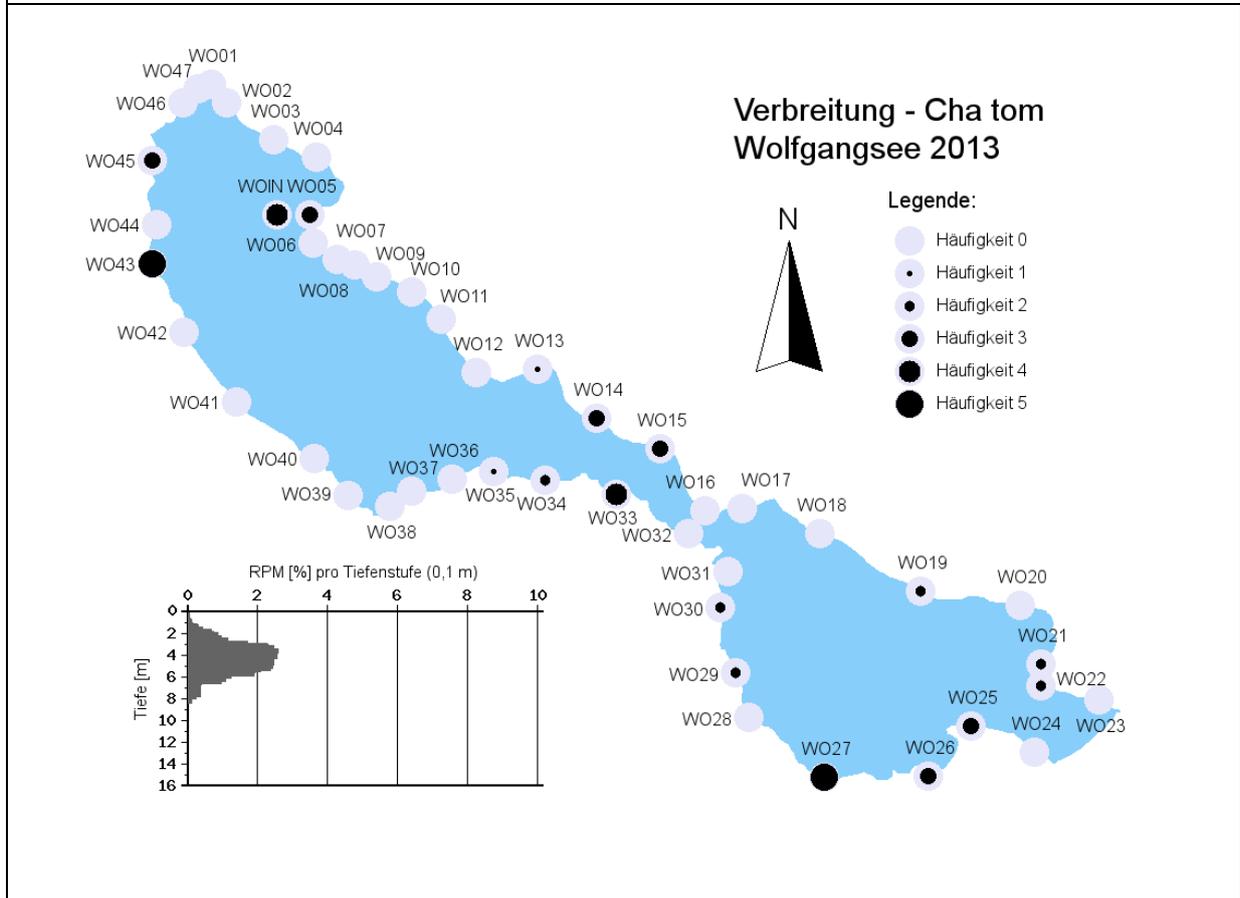
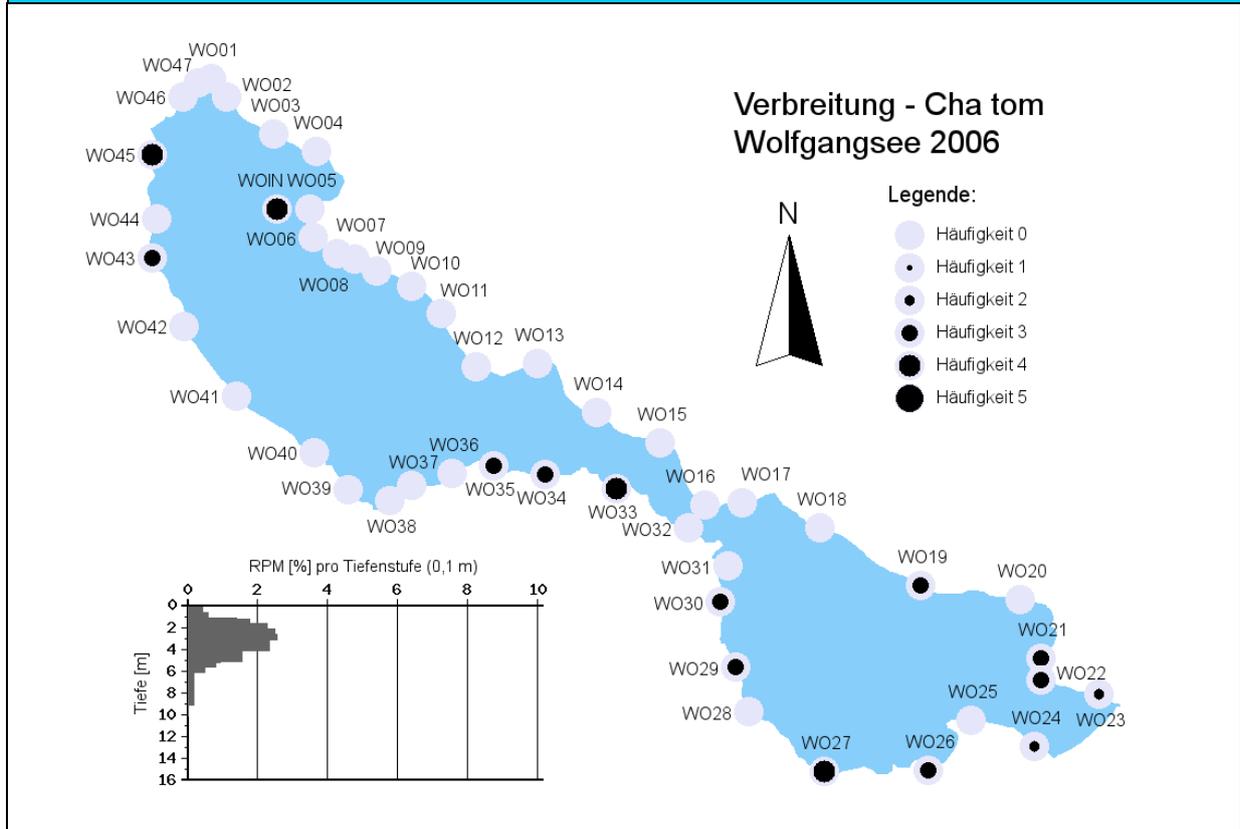
Chara intermedia war 2013 neu im Arteninventar des Wolfgangsees. Die Referenzart konnte in 10 der 48 Transekte nachgewiesen werden. Im Gegensatz zur ebenfalls neuen *Chara contraria* var. *hispidula* waren die mittlere Absolute Pflanzenmenge sowie die Frequenz aber weitaus größer. Die Tiefenverbreitung der Art konzentrierte sich auf einen Bereich von 3 bis 7 m, wobei der Schwerpunkt in ca. 5 m Tiefe lag.

Fünf Vorkommen der Kurzstacheligen Armleuchteralge befanden sich im St. Gilgener Becken, eines im Übergangsbereich der beiden Seebecken und vier im St. Wolfgangger Becken. Die Häufigkeiten der Wasserpflanze schwankten an ihren Wuchsorten zwischen „selten“ und „massenhaft“.

Chara intermedia stellt im Wolfgangsee einen Vertreter der Characeenwiesen der Tiefe dar.

Chara tomentosa (Hornblättrige Armlauchteralge)

VERBREITUNG



Chara tomentosa (Hornblättrige Armleuchteralge)

FACTSHEET

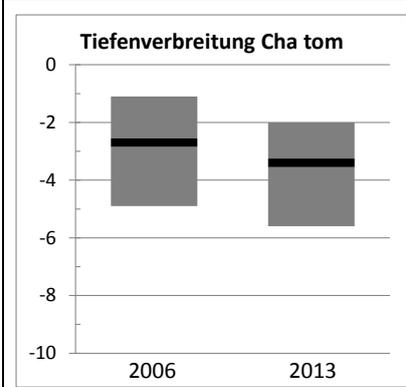
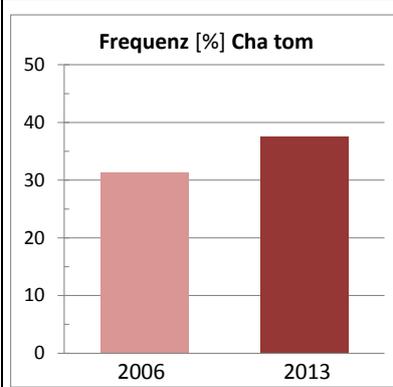
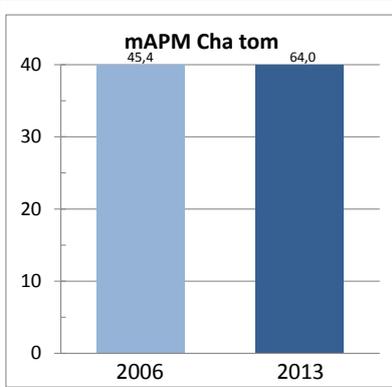


Allgemeine Artbeschreibung:

Chara tomentosa ist eine große, kräftige Art, die üblicherweise den mittleren Tiefenbereich in oligo- bis mesotrophen Seen besiedelt.

Zone: Characeen d. mittleren Tiefenbereichs

TYPESPEZIFISCHE ART



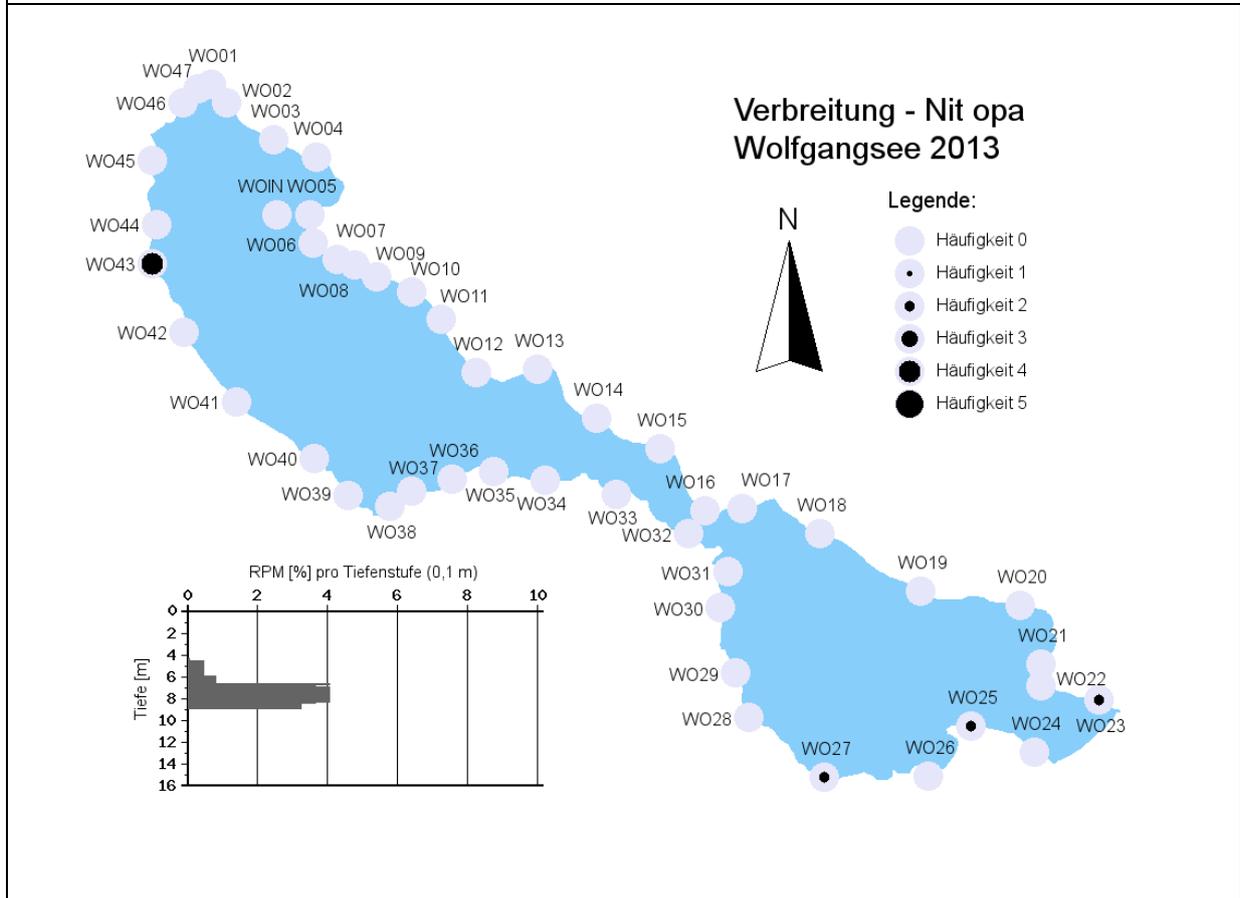
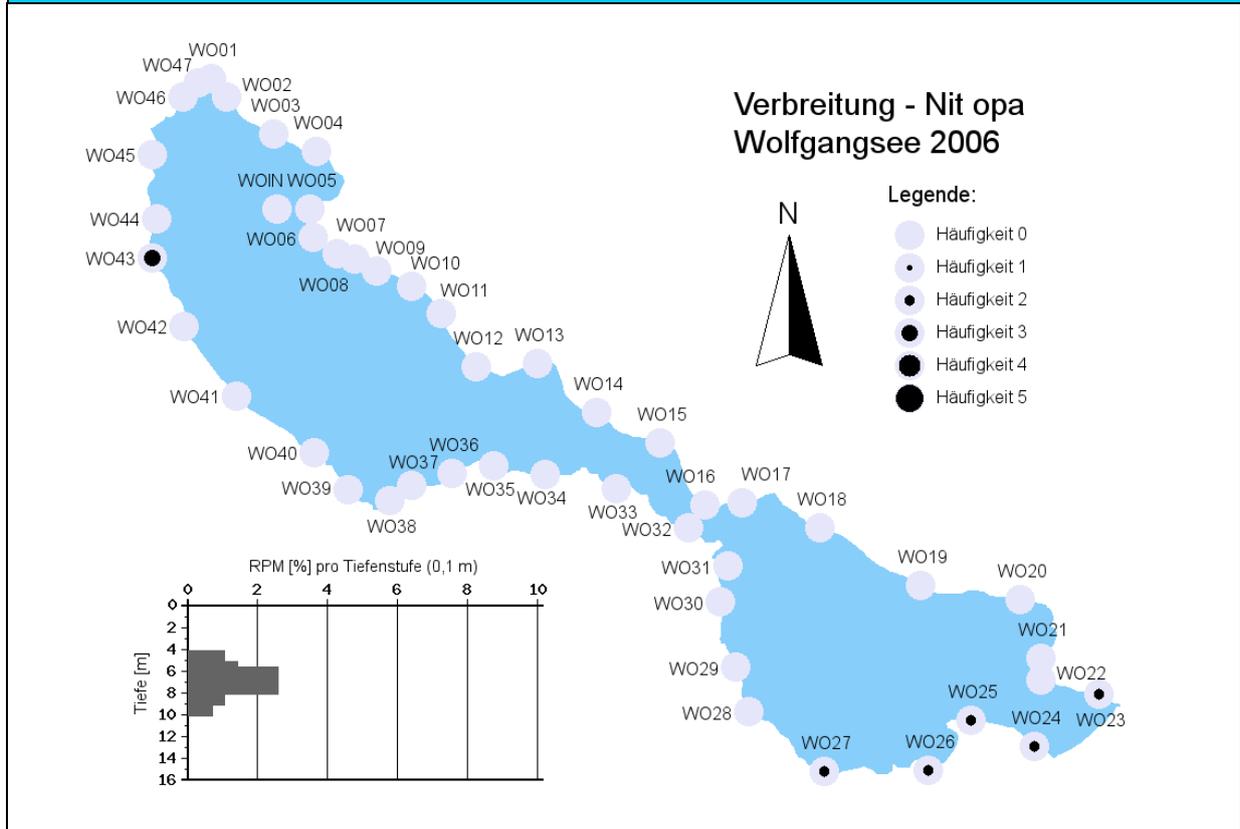
Chara tomentosa konnte im Zeitraum von 2006 bis 2013 sowohl ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge (von 45 auf 64), als auch ihre Frequenz vergrößern. Weiters ist zu beobachten, dass sich die Tiefenausbreitung der Art in diesem Zeitraum um ca. 1 m in die Tiefe verlagert hat.

Die Hornblättrige Armleuchteralge war in beiden Untersuchungsjahren die mengenmäßig bedeutendste Art des Wolfgangsees. Im Gegensatz zu den meisten anderen Characeenarten erreichte sie an ihren Wuchsorten, die von 2006 bis 2013 weitestgehend gleich blieben, überwiegend große Häufigkeiten. Sie bildete dort meist dichte, großflächig zusammenhängende Characeenwiesen. Im St. Wolfgangger Becken konnte die Hornblättrige Armleuchteralge in 8 der 15 Transekte nachgewiesen werden.

Die rückläufigen Populationsdichten an einigen Standorten konnte *Chara tomentosa* mit Massenvorkommen und großen Pflanzenmengen an anderen Wuchsorten kompensieren.

Nitella opaca (Dunkle Glanzleuchteralge)

VERBREITUNG



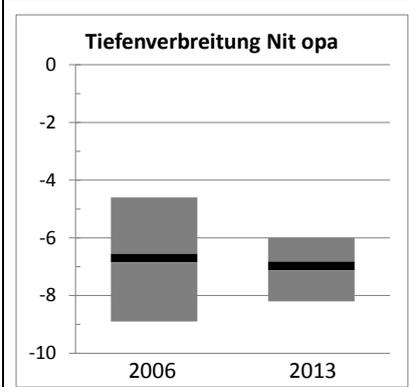
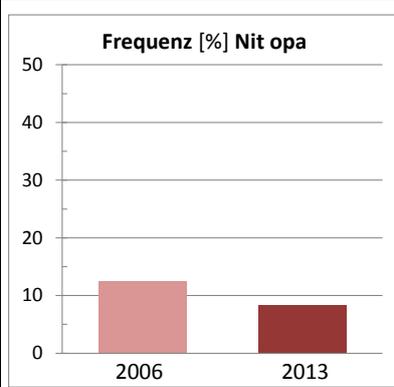
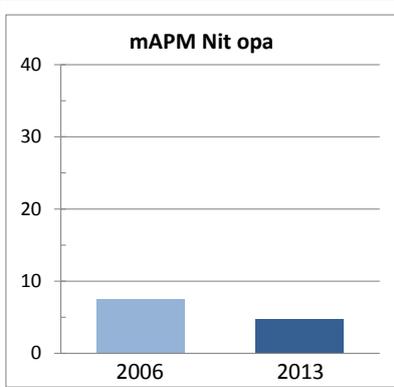


Allgemeine Artbeschreibung:

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).

Zone: Characeenwiesen der Tiefe

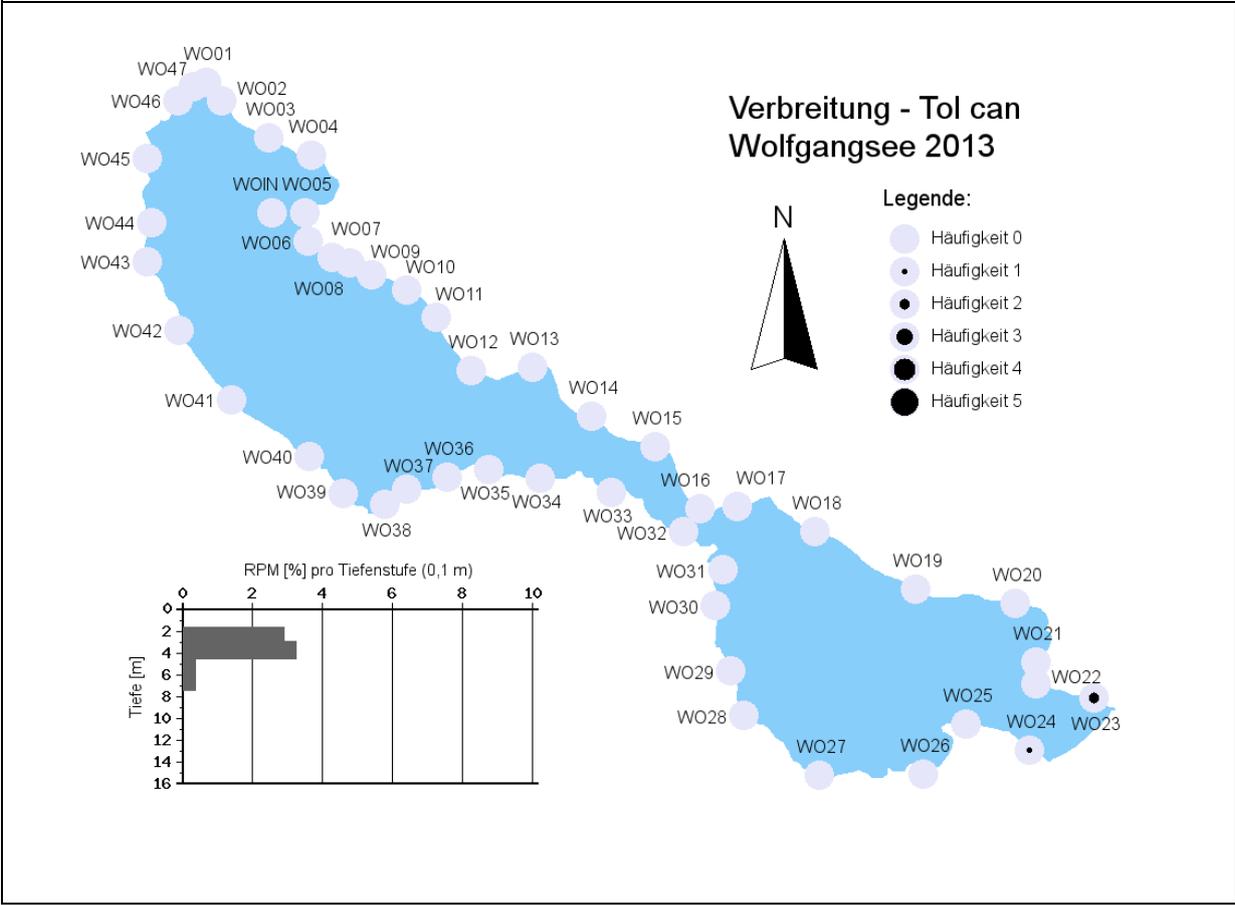
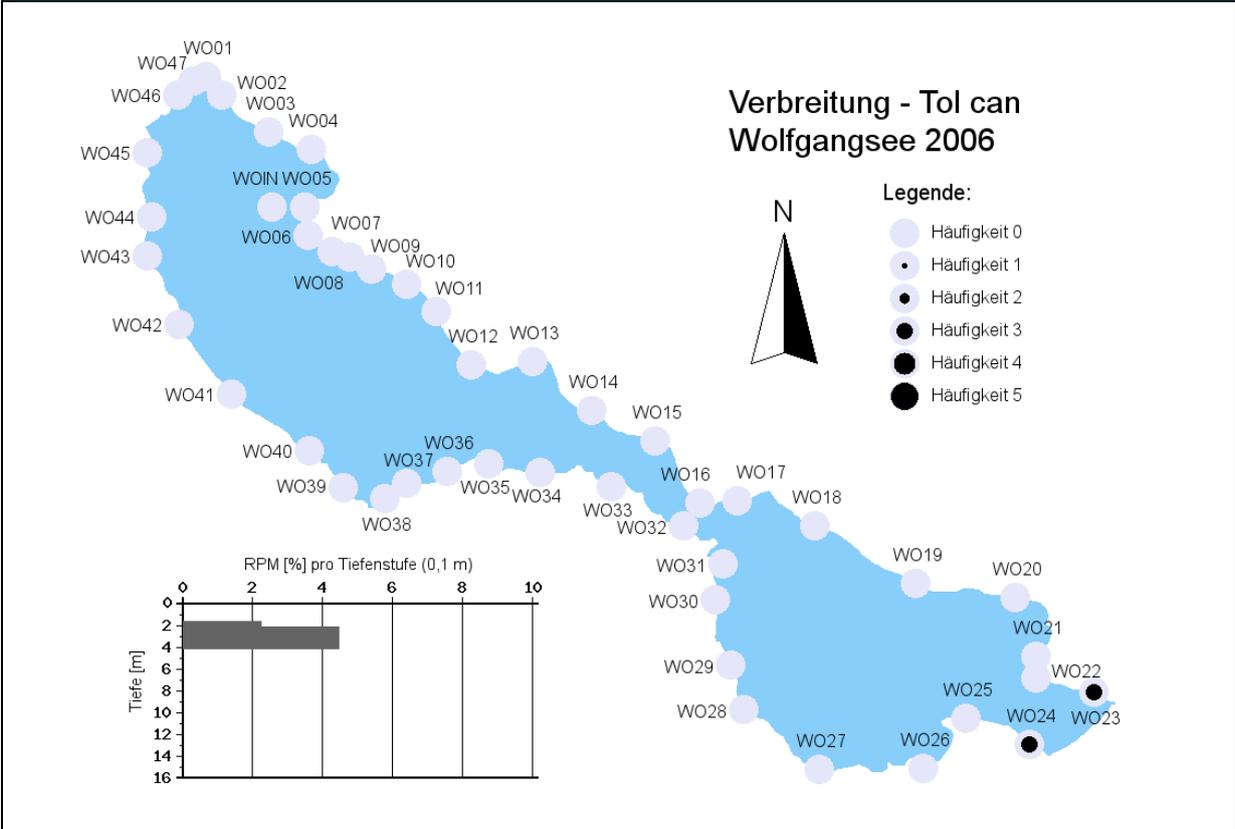
REFERENZART



Im Zeitraum von 2006 bis 2013 ist festzustellen, dass sowohl die mittlere Absolute Pflanzenmenge, als auch die Frequenz von *Nitella opaca* rückläufig waren. Weiters konzentrierte sich 2013 die Tiefenausbreitung der Art im Vergleich zu 2006 nur noch auf einen halb so großen Bereich von 6 bis 8 m Tiefe. Der Tiefenverbreitungsschwerpunkt blieb dabei mit ca. 9 m weitestgehend gleich.

Die Dunkle Glanzleuchteralge kann sich am Wolfgangsee derzeit anscheinend nicht etablieren. Die rückläufige Entwicklung beruht auf Verlusten von Wuchsorten. Im Süden des St. Wolfgangger Beckens konnte die Art nur mehr an drei der ehemals fünf Kartierungsstellen nachgewiesen werden. Im St. Gilgener Becken kam und kommt die Art nur in Transekt WO43 (am südlichen Ortseingang von St. Gilgen) vor. Während die Art 2013 hier mit großer Häufigkeit auftrat, fanden sich im St. Wolfgangger Becken in den Transekten WO23, WO25 und WO27 jeweils nur wenige Exemplare.

Tolypella canadensis (Kanadische Baumleuchteralge) VERBREITUNG



Tolypella canadensis (Kanadische Baumleuchteralge)

FACTSHEET

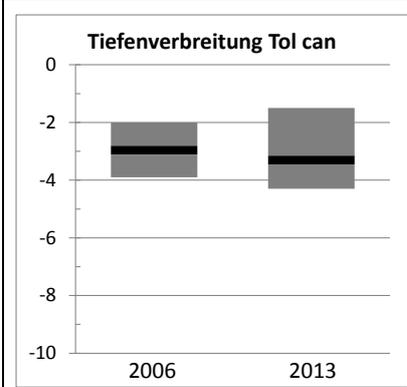
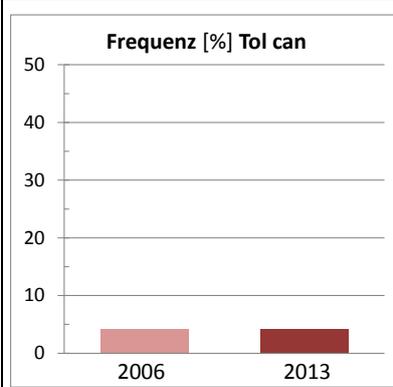
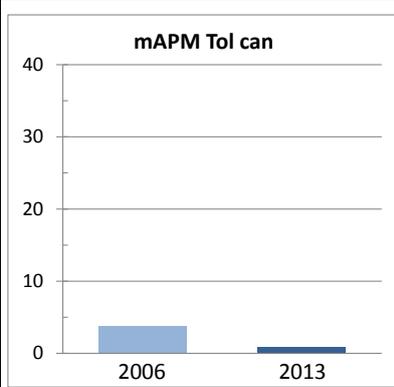


Allgemeine Artbeschreibung:

Tolypella canadensis ist aus oligotrophen skandinavischen Seen bekannt (KRAUSE, 1997). Hierbei kommt sie vorzugsweise in der Umgebung der Seeabflüsse vor, wobei auch starke Strömung toleriert wird.

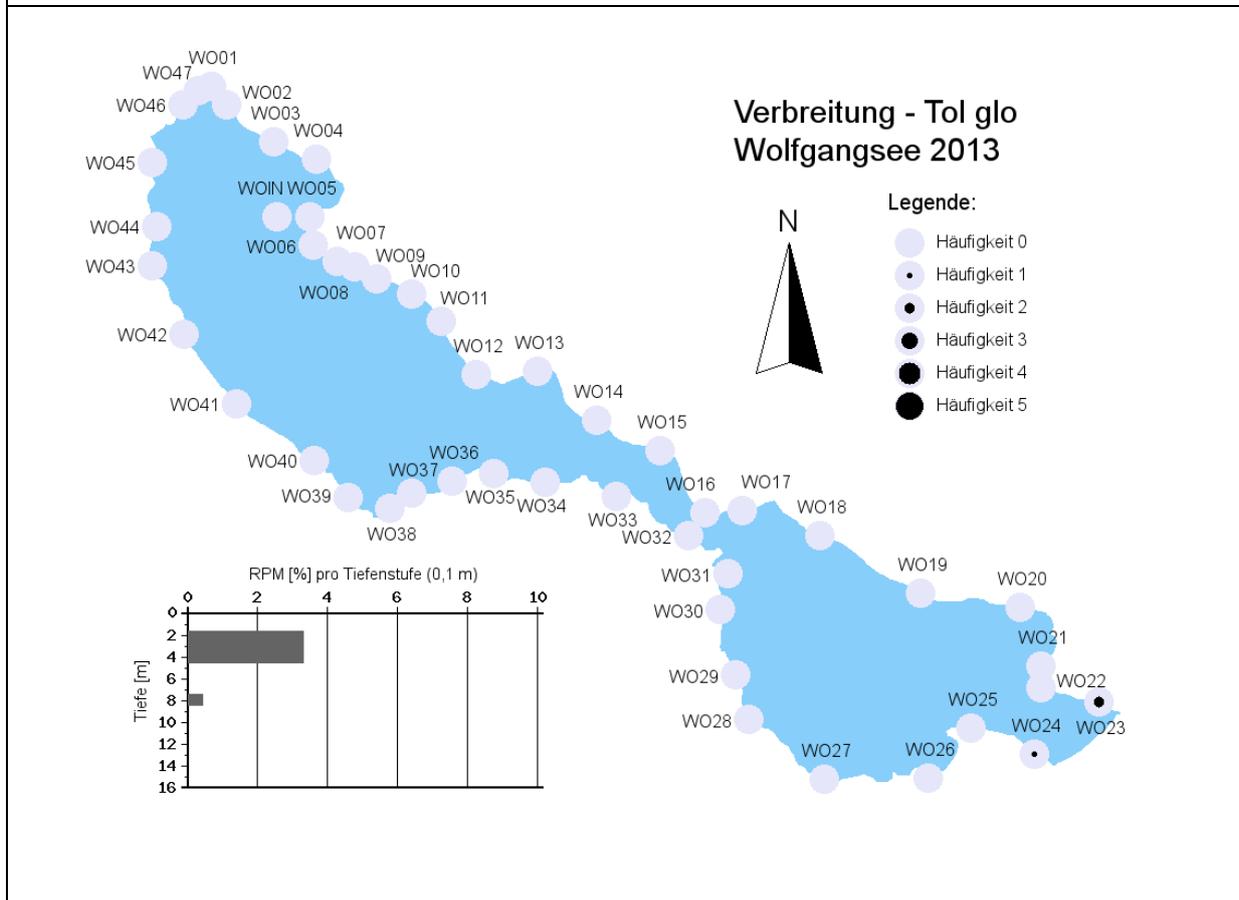
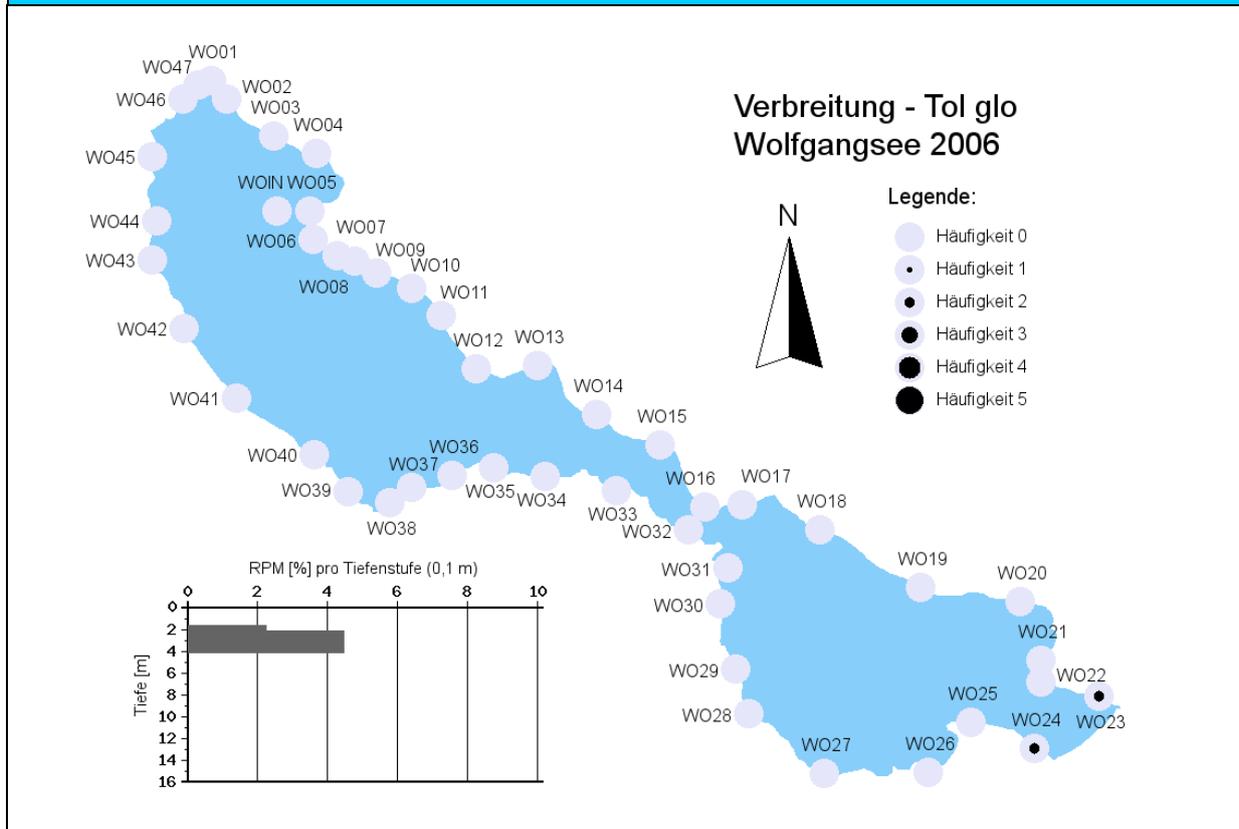
Zone: Characeen d. mittleren Tiefenbereichs

INDIFFERENT



Tolypella canadensis gehört zu den seltensten Arten der Makrophytenvegetation am Wolfgangsee. Trotz gleichbleibender Anzahl der Transekte, in denen die Art vorgefunden wurde, und damit verbundener gleichbleibender Frequenz, nahm ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge um mehr als zwei Drittel ab. Allerdings vergrößerte sich der Tiefenbereich, in dem *Tolypella canadensis* verbreitet war.

Innerhalb der Gruppe der Characeen ist die Art mit nur 0,4% an deren Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Die Wasserpflanze besiedelte wie schon 2006 auch 2013 nur die Transekte WO23 und WO24, westlich und östlich von Strobl. 2006 galt sie an beiden Kartierungsstellen als verbreitet, 2013 verschwand *Tolypella canadensis* bis auf wenige Exemplare in Transekt WO23 und einen Einzelfund in Transekt WO24.



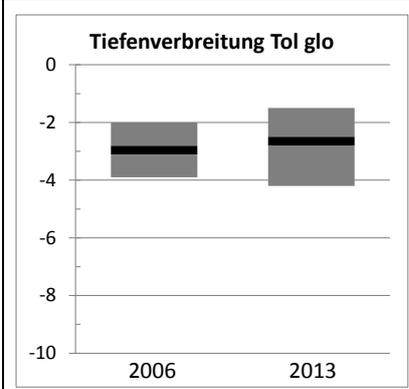
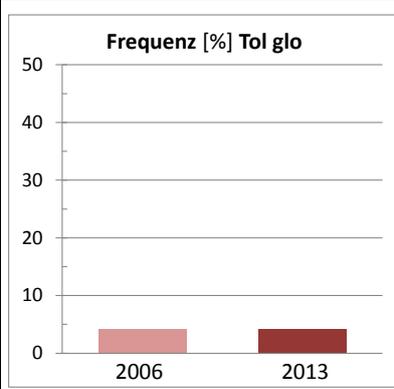
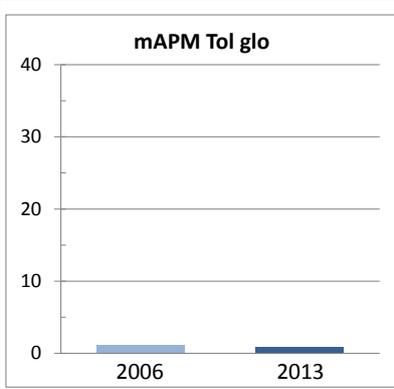


Allgemeine Artbeschreibung:

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

Zone: Characeenwiesen der Tiefe

TYPESPEZIFISCHE ART



Tolypella glomerata hat ihre Tiefenausbreitung während der beiden Untersuchungszeitpunkte leicht vergrößern können. Ihre Frequenz ist gleich geblieben und ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge sank ca. um ein Drittel.

2013 sind sowohl Wuchsorte als auch Häufigkeit und Tiefenverbreitung von *Tolypella glomerata* praktisch identisch mit *Tolypella canadensis*. So fand sich die Art im Untersuchungsjahr 2013, wie auch schon 2006, ebenfalls nur in den Transekten östlich und westlich von Strobl. Die beiden Funde beschränken sich auf vereinzelte bis seltene Vorkommen.

In einem Transekt wies die Art dabei mit ihrem Vorkommen in einer Tiefe von 7 bis 8 m sogar ihre eigentlich typische Verbreitung als Abschluss der Makrophytenvegetation in die Tiefe auf.

Bryophyta (Moose)

Im Wolfgangsee wurden 9 Wassermoosearten nachgewiesen, die alle zu den seltensten Pflanzen des Sees zählen. Insgesamt beteiligen sich die Wassermoose mit nur 0,7 % an der Gesamtpflanzenmenge. Aquatische Moose finden sich allerdings generell in stehenden Gewässern nur selten. Dies liegt daran, dass für die meisten Moosarten freies 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.

Eine erhöhte CO₂-Verfügbarkeit ist in Seen lediglich im Bereich einmündender Fließgewässer oder an Grundwasserzutritten gegeben. So wurden auch am Wolfgangsee Moose bevorzugt im Einflussbereich von Zuflüssen vorgefunden.

In der Tabelle 10 sind die Fundorte, die Häufigkeiten und die Tiefenausbreitungen der einzelnen Moosarten aufgelistet. Auf graphische Darstellungen wurde verzichtet.

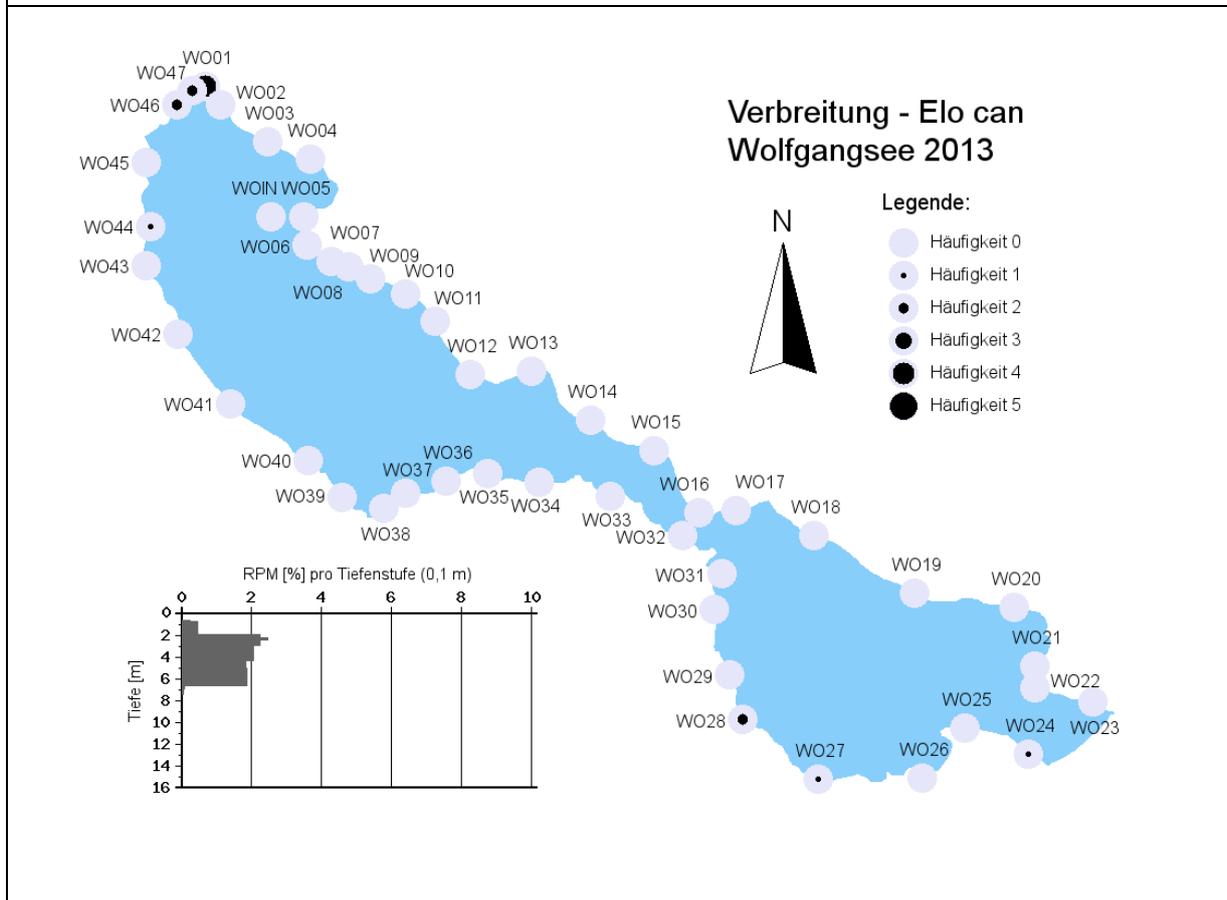
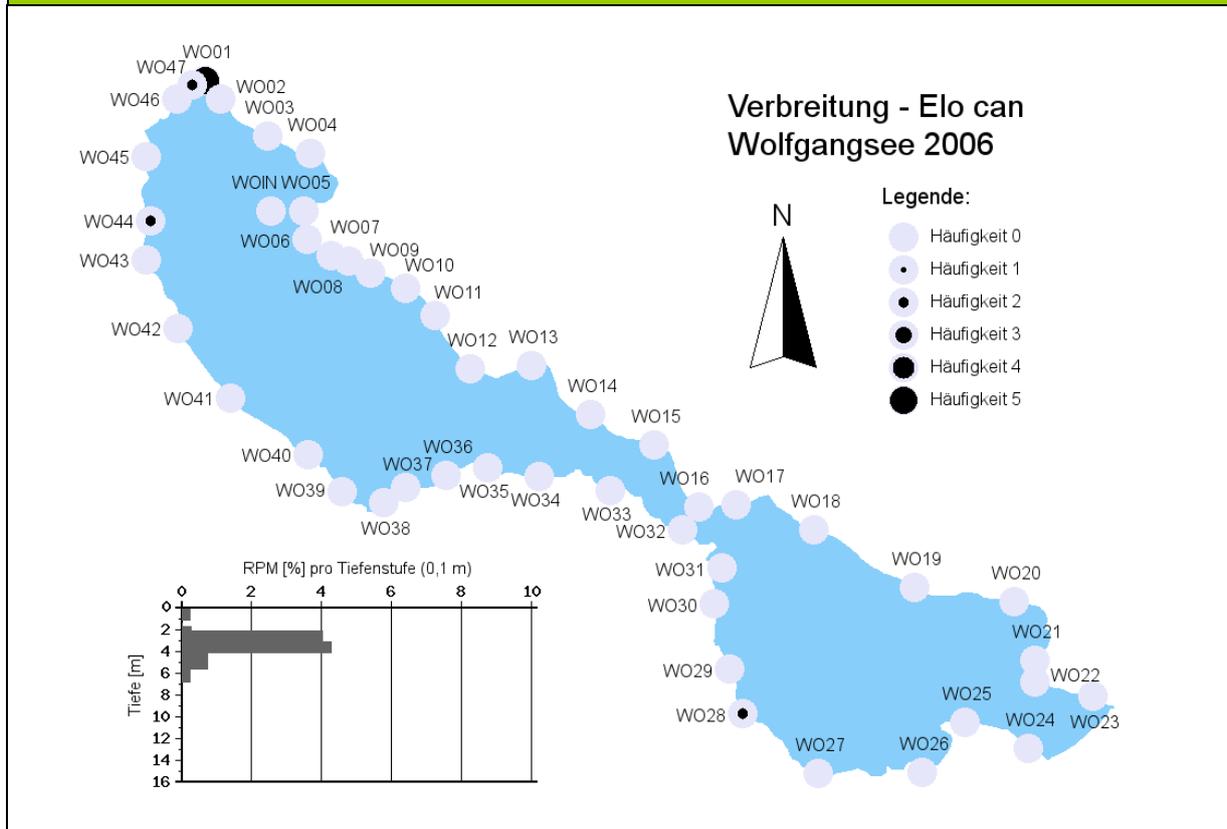
Tab. 1: Vorkommen aquatischer Moose im Wolfgangsee.

Art	Transekt	Tiefe	Häufigkeit
<i>Brachythecium rutabulum</i>	WO40	3,3 – 6,3m	1
	WO40	6,3 – 10,3m	1
<i>Calliergonella cuspidata</i>	WO01	1,8 – 6,5m	2
	WO37	2,3 – 7,3m	1
	WO43	1,0 – 2,8m	1
<i>Campylium stellatum</i>	WO39	2,3 – 5,3m	1
<i>Ctenidium molluscum</i>	WO26	0,9 – 1,3m	1
	WO26	1,6 – 2,3m	1
	WO39	2,3 – 5,3m	1
<i>Drepanocladus sendtneri</i>	WO26	0,9 – 1,3m	1
<i>Fissidens adianthoides</i>	WO26	0,9 – 1,3m	1
<i>Fontinalis antipyretica</i>	WO04	5,5 – 10,3m	2
	WO24	7,3 – 8,3m	1
	WO28	1,1 – 2,1m	1
	WO28	2,1 – 4,2m	2
<i>Plagiomnium undulatum</i>	WO26	1,6 – 2,3m	1
<i>Rhizomnium punctatum</i>	WO40	3,3 – 6,3m	1
	WO40	6,3 – 10,3m	1

Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Höhere submerse Pflanzen stellen am Wolfgangsee etwa ein Viertel der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation. Mengenmäßig bedeutend treten hierbei vor allem Arten in Erscheinung, die oligo- bis mesotrophe Verhältnisse indizieren. Neben

typspezifischen sind hier auch einige als „indifferent“ zu bezeichnende Arten vertreten. Belastungs- und Störzeiger sind zwar artenreich vorhanden, treten aber im See jeweils nur räumlich eng begrenzt auf.



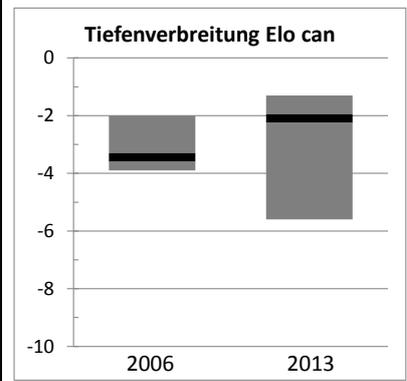
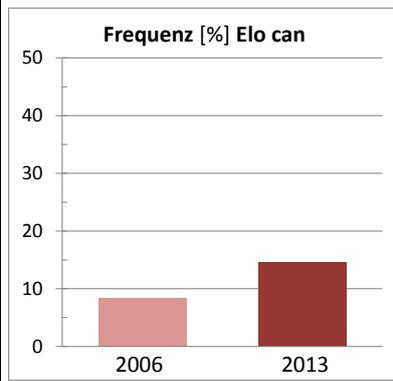
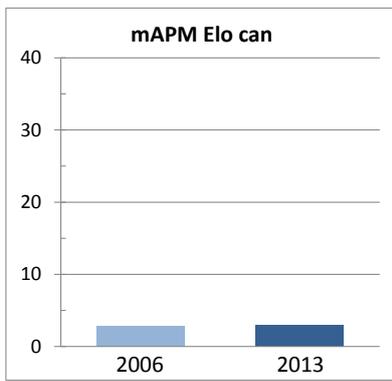


Allgemeine Artbeschreibung:

Elodea canadensis ist ein Neophyt und gilt zudem als Indikator für hoch eutrophe Bedingungen (FOREST, 1977). Diese Klassifizierung wird durch Untersuchungen von KOHLER & SCHIELE (1985) an Fließgewässern sowie durch die Verbreitungsmuster an bayerischen Stillgewässern (MELZER et al., 1986, 1987, 1988) bestätigt.

Zone: Flachwasser bis mittlerer Tiefenbereich

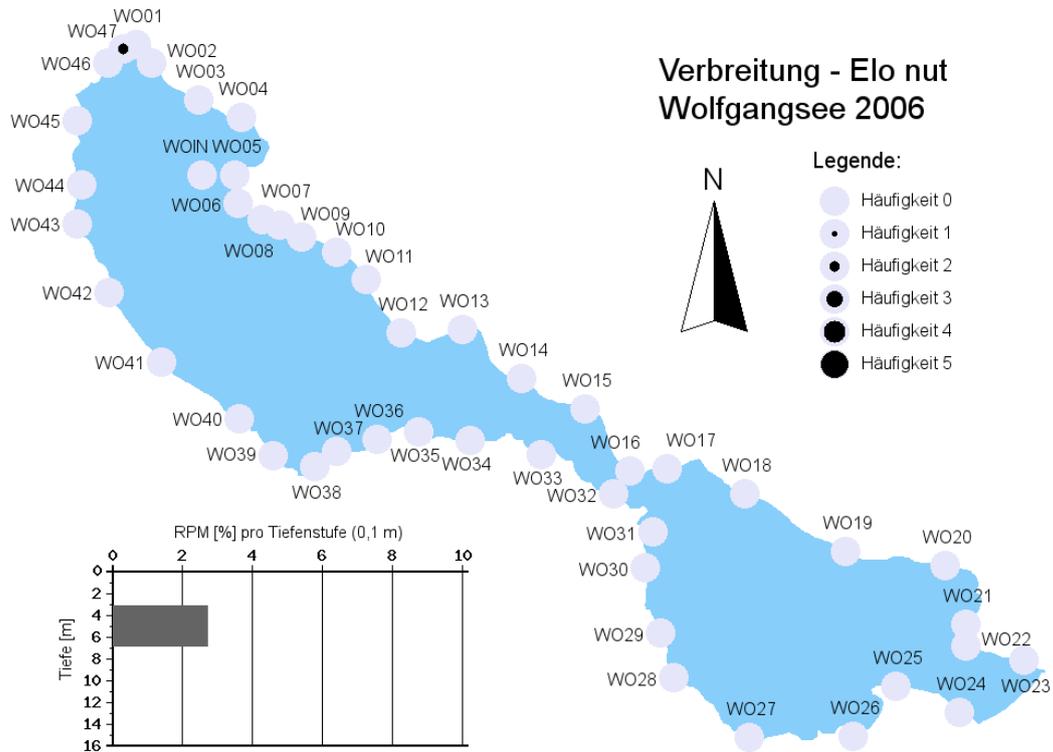
STÖRZEIGER



Die Kanada-Wasserpest blieb auch 2013 eine eher seltene Wasserpflanze im Wolfgangsee. Während sich die Frequenz der Art in etwa verdoppelt hat, ist die mittlere Absolute Pflanzenmenge gleich geblieben. *Elodea canadensis* konnte sich bzgl. ihrer Tiefenausbreitung sowohl in seichtere, als auch in tiefere Gewässerbereiche vorschieben und verlagerte dabei ihren Tiefenverbreitungsschwerpunkt von 3,5 m auf ca. 2 m Tiefe.

Der bedeutendste Standort war 2013 wie 2006 Transekt WO01 im Bereich der Kesselbachmündung in der Brunnwinkler Bucht. Hier entwickelte die Pflanze durch vermeintliche Nährstoff-Einträge über den Kesselbach ein Massenvorkommen. 2006 wurde die Art auch im südwestlich anschließenden Transekt WO47 vorgefunden, 2013 dehnten sich die Bestände dann noch weiter bis in Transekt WO46 aus. Am zweiten Standort der Art im St. Gilgener Becken, im Transekt W44 an der Gunzenbachmündung gingen demgegenüber die Bestände von 2006 auf 2013 zurück.

2006 wurden die einzigen Vorkommen im St. Wolfgangsee Becken in Transekt WO28 vor einem einmündenden Entwässerungsgraben festgestellt. 2013 kamen zwei weitere Fundorte in den Transekten WO24 und WO27 vor Badeplätzen bzw. einmündenden Gräben hinzu.



2013: nicht vorhanden

Elodea nuttallii (Nuttall-Wasserpest)

FACTSHEET

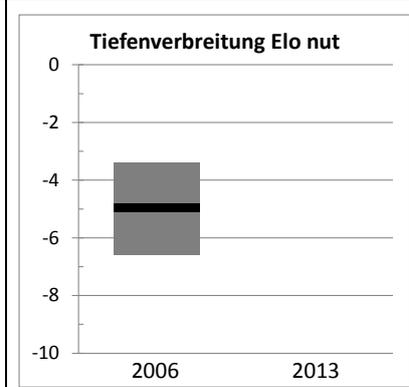
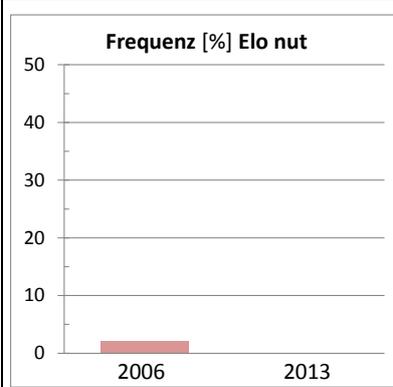
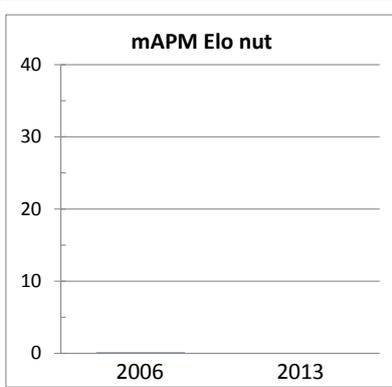


Allgemeine Artbeschreibung:

Auch *Elodea nuttallii* zählt zu den Neophyten in der heimischen Unterwasserflora. Über die ökologischen Ansprüche der Art ist wenig bekannt. Nach eigenen Erfahrungen vermag sie das gesamte Spektrum von ultra-oligotrophen bis zu eutrophen Standorten zu besiedeln (PALL & JANAUER, 1999; PALL et al., 2005).

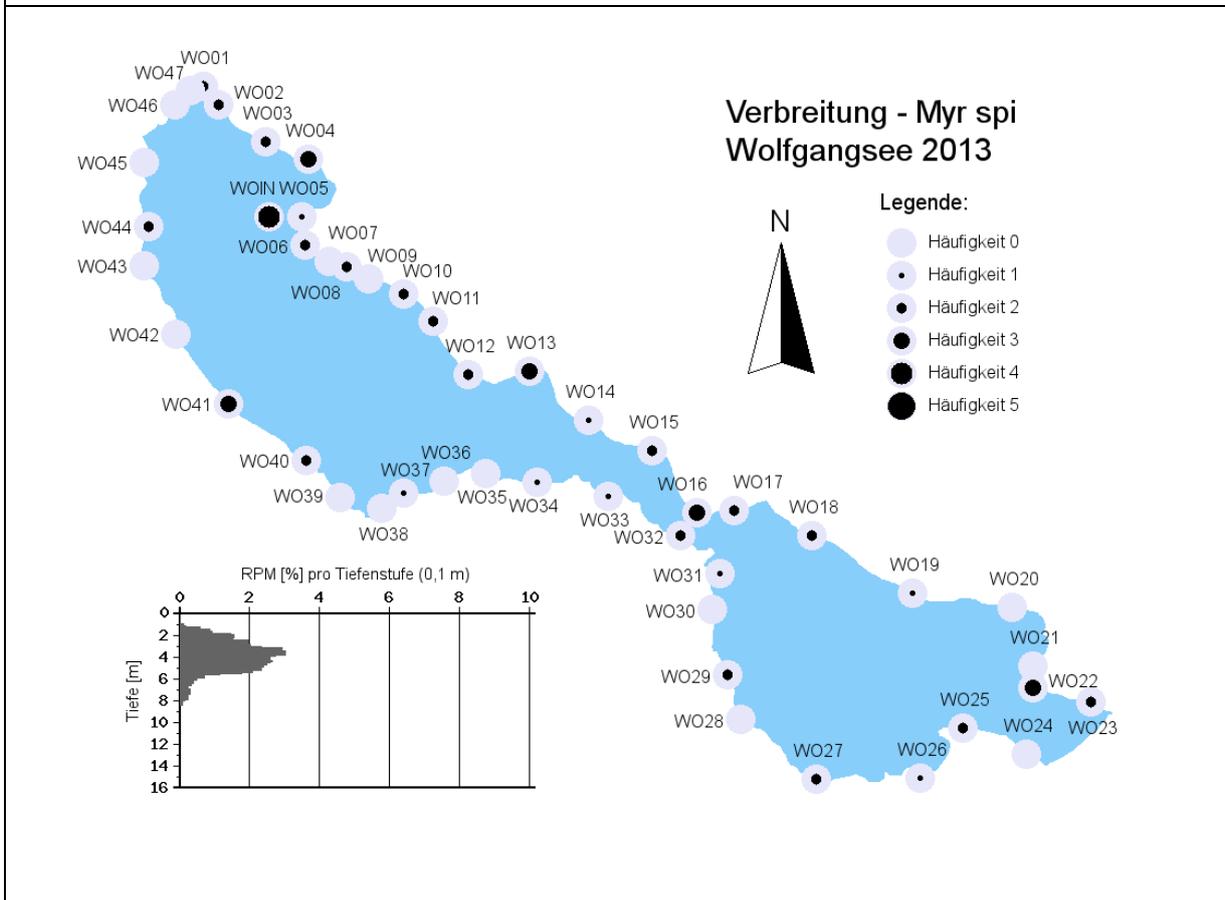
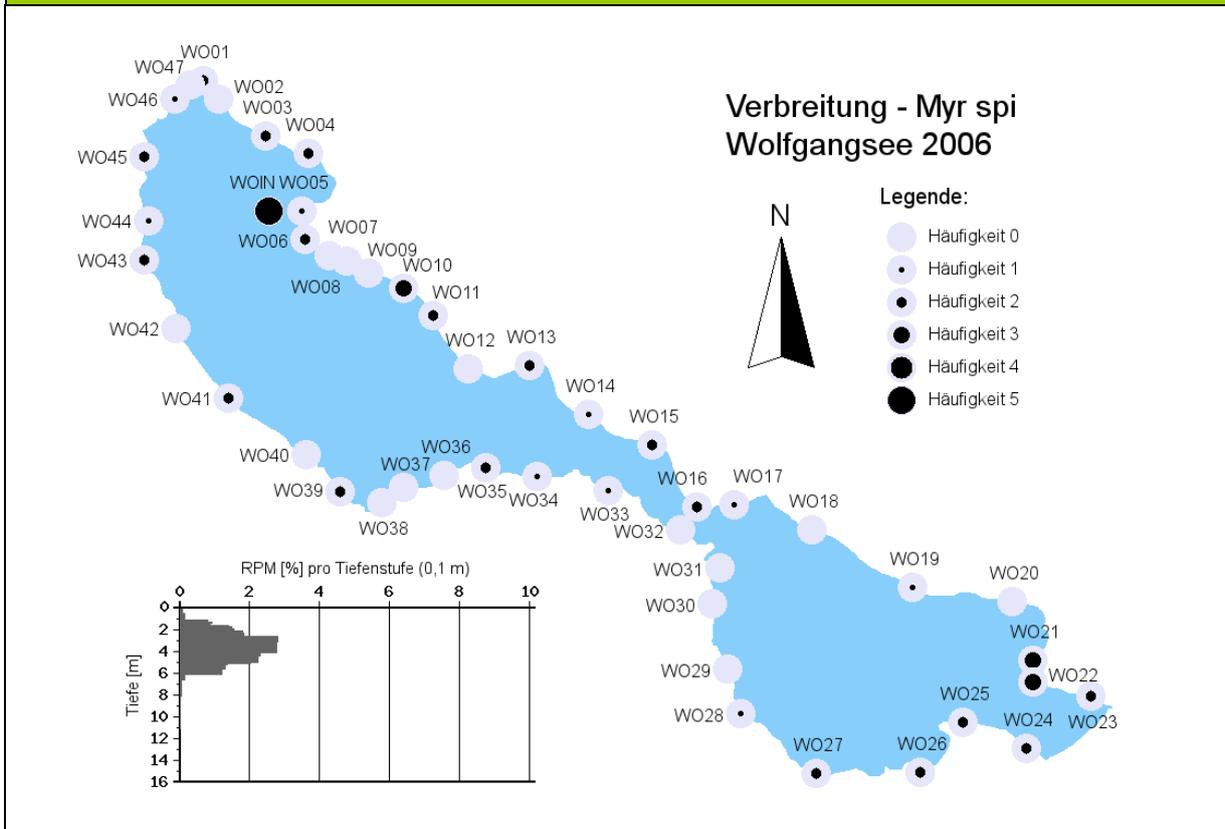
Zone: Flachwasser bis mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENT



Elodea nuttallii wurde 2006 nur in einem einzigen Transekt mit geringer Häufigkeit vorgefunden. Bei dieser Untersuchung beschränkte sich die Tiefenverbreitung der Nuttall-Wasserpest auf einen Bereich von ca. 3,5 bis 6,5 m Tiefe. 2013 konnte diese Art im Wolfgangsee nicht mehr nachgewiesen werden.

In vielen österreichischen Seen ist die eingeschleppte Art *Elodea nuttallii* im Begriff sich deutlich auszubreiten und verdrängt somit die heimische Unterwasservegetation. Besonders unter diesem Gesichtspunkt kann das Verschwinden der Art im Wolfgangsee als positiv betrachtet werden.



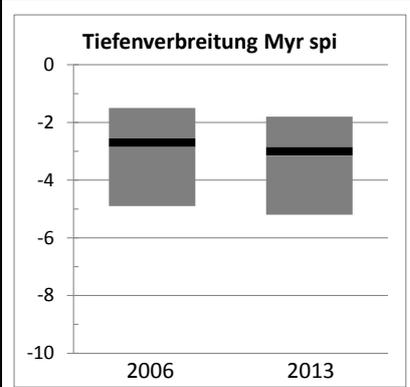
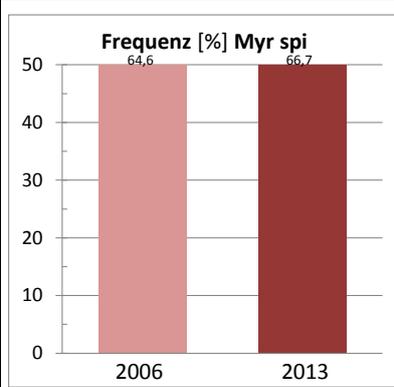
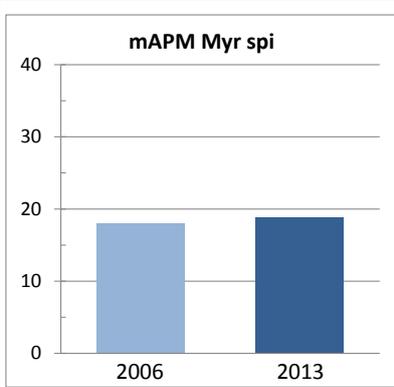


Allgemeine Artbeschreibung:

Myriophyllum spicatum ist eine der häufigsten Wasserpflanzen in österreichischen Gewässern. Bezüglich ihrer Nährstoffansprüche ist die Art trotz ihrer relativ weiten ökologischen Amplitude als mesotroph einzustufen (MELZER et al, 1986).

Zone: Mittlerer Tiefenbereich

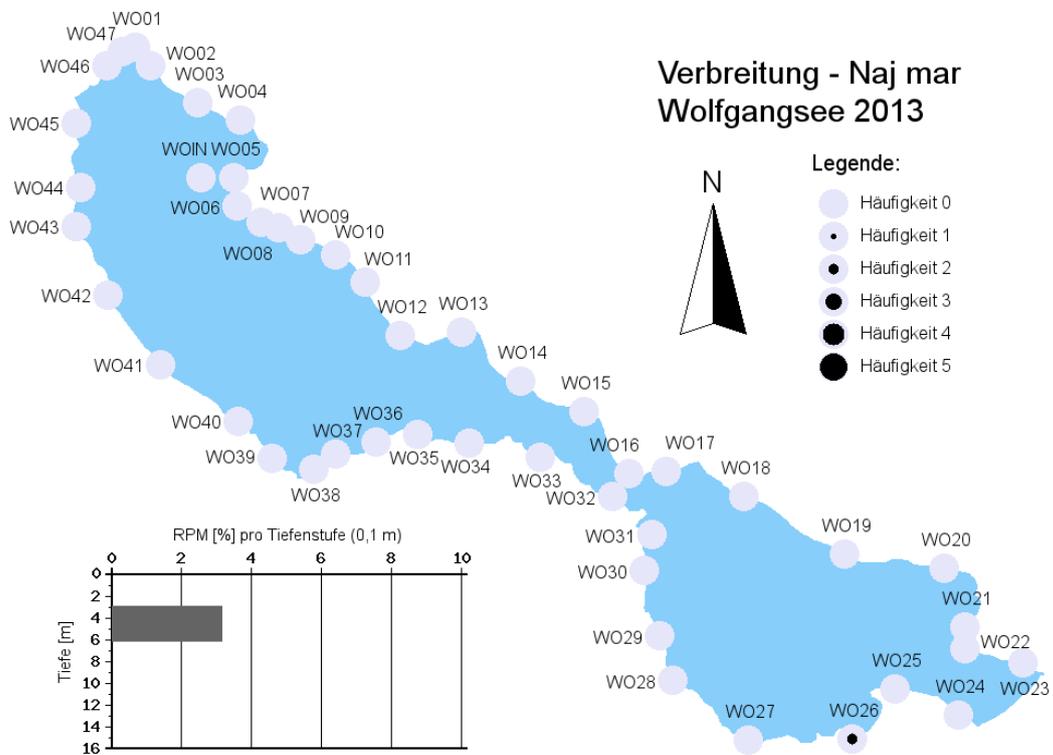
INDIFFERENT



Das Ähren-Tausendblatt war 2013 die häufigste Art aus der Gruppe der Höheren submersen Pflanzen und die fünfthäufigste Art der Makrophytenvegetation des Wolfgangsees. Sowohl die mittlere Absolute Pflanzenmenge als auch die Frequenz der Wasserpflanzen sind im Zeitraum zwischen 2006 und 2013 quasi gleich geblieben. Auch die Tiefenausbreitung der Art hat sich in diesem Zeitraum nur sehr geringfügig in einen tieferen Bereich verlagert. Das Vorkommen des Ähren-Tausendblatts erstreckte sich 2013 von 1,8 bis 5,2 m Tiefe, wobei der Tiefenverbreitungsschwerpunkt um 0,3 m tiefer als 2006 bei 3,0 m lag.

Myriophyllum spicatum gehört zu den Arten, die am Wolfgangsee weit verbreitet sind. Die jeweiligen Häufigkeiten blieben dabei jedoch überwiegend nur gering. Die dichtesten Bestände fanden sich 2006 und 2013 im Bereich der unterseeischen Insel (WOIN), wo *Myriophyllum spicatum* einen ansehnlichen „Laichkrautgürtel“ ausbildet.

2006: nicht vorhanden



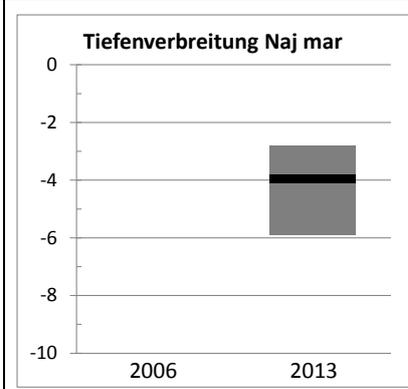
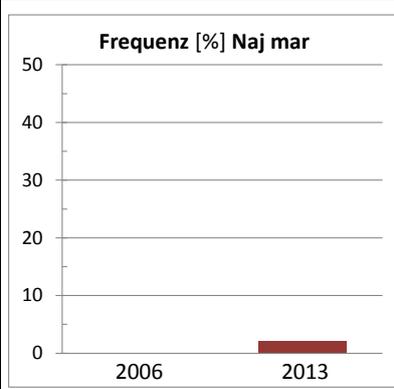
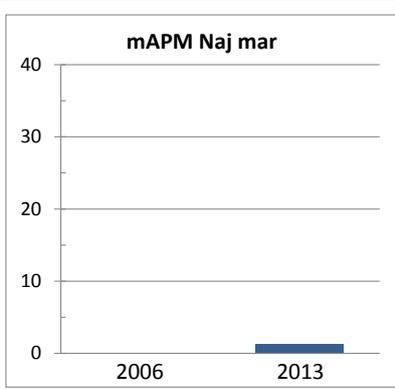


Allgemeine Artbeschreibung:

Najas marina ist eine euträphente Art. Aus dem Vorkommen kann daher immer auf das Vorliegen von lokal erhöhten Nährstoffkonzentrationen geschlossen werden. Weiters gilt die Art als wärmeliebend. Ihre Zunahme im gemäßigten Mitteleuropa wird daher im Zusammenhang mit dem Klimawandel diskutiert.

Zone: Mittlerer Tiefenbereich

STÖRZEIGER



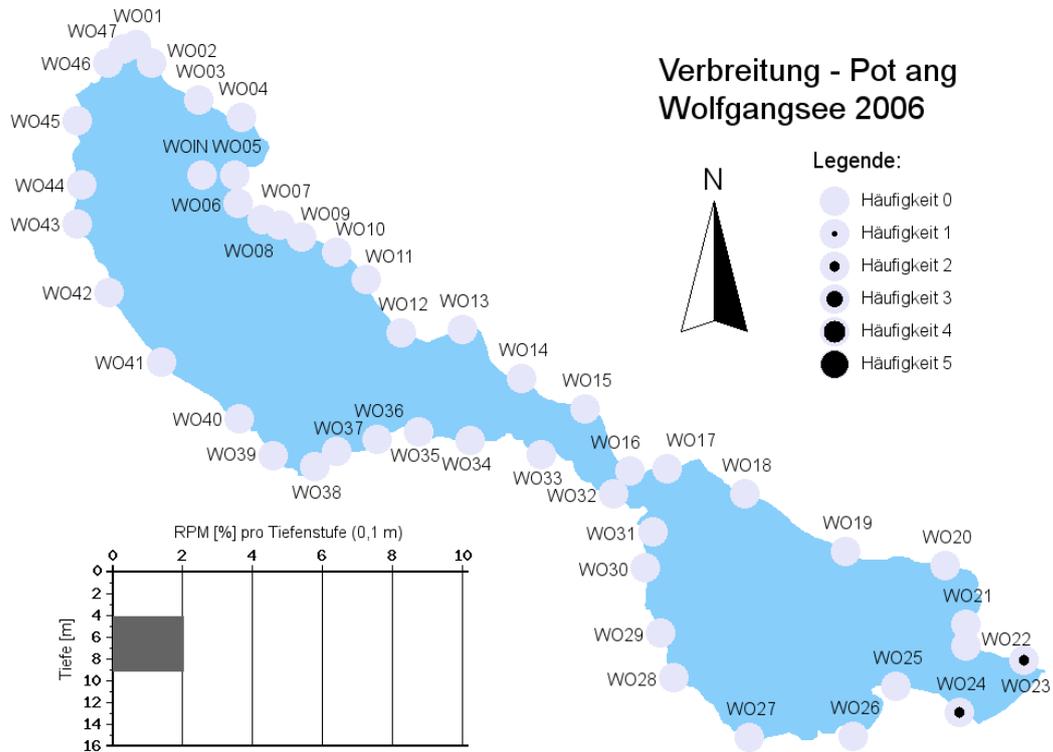
Das Groß-Nixkraut war 2013 neu im Arteninventar des Wolfgangsees. In Transekt WO26 im Süden des St. Wolfgang Beckens wurde ein kleines Vorkommen in einer Tiefe von ca. 4 m entdeckt.

Da *Najas marina* nur an einer Untersuchungsstelle mit einer Häufigkeit von 2 („einzelne Pflanzenbestände“) vorgefunden wurde, sind sowohl die Frequenz als auch die mittlere Absolute Pflanzenmenge nur sehr gering. Die Tiefenverbreitung der Art wurde in einem Bereich von 3 bis 6 m Tiefe dokumentiert. Diese Verbreitung entspricht auch dem aus der Literatur bekannten bevorzugten Lebensraum der Art im Mittleren Tiefenbereich.

Das Vorkommen dieser euträphenten Art am Südufer des St. Wolfgang Beckens (WO26) weist auf eine lokale Nährstoffbelastung hin. Mögliche Ursachen für den erhöhten Nährstoffgehalt liegen vor allem im Mündungsbereich eines Entwässerungsgrabens. Darüber hinaus könnte auch die Nutzung dieser Stelle als Wildbadeplatz einen zusätzlichen Nährstoffeintrag bewirken.

Potamogeton x angustifolius (Schmalblatt-Laichkraut)

VERBREITUNG



2013: nicht vorhanden

Potamogeton x angustifolius (Schmalblatt-Laichkraut)

FACTSHEET

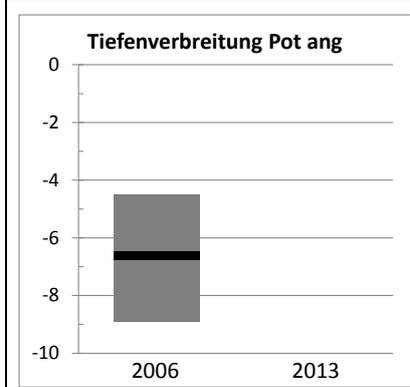
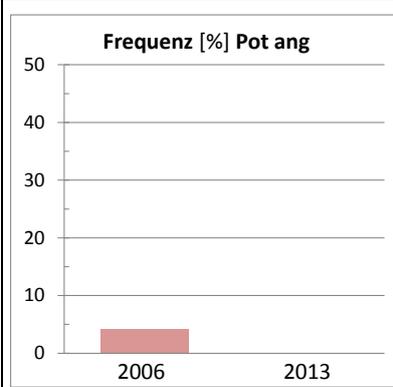
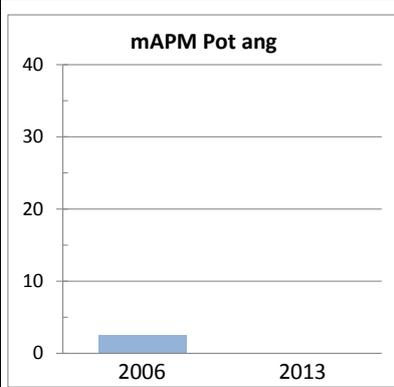
Kein Bild verfügbar

Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton x angustifolius ist ein artfester, fertiler Hybrid aus *Potamogeton gramineus* und *Potamogeton lucens*. Das Schmalblatt-Laichkraut kommt gemäß CASPER & KRAUSCH (1980) vorwiegend in kalkreichen, mäßig eutrophen Gewässern vor.

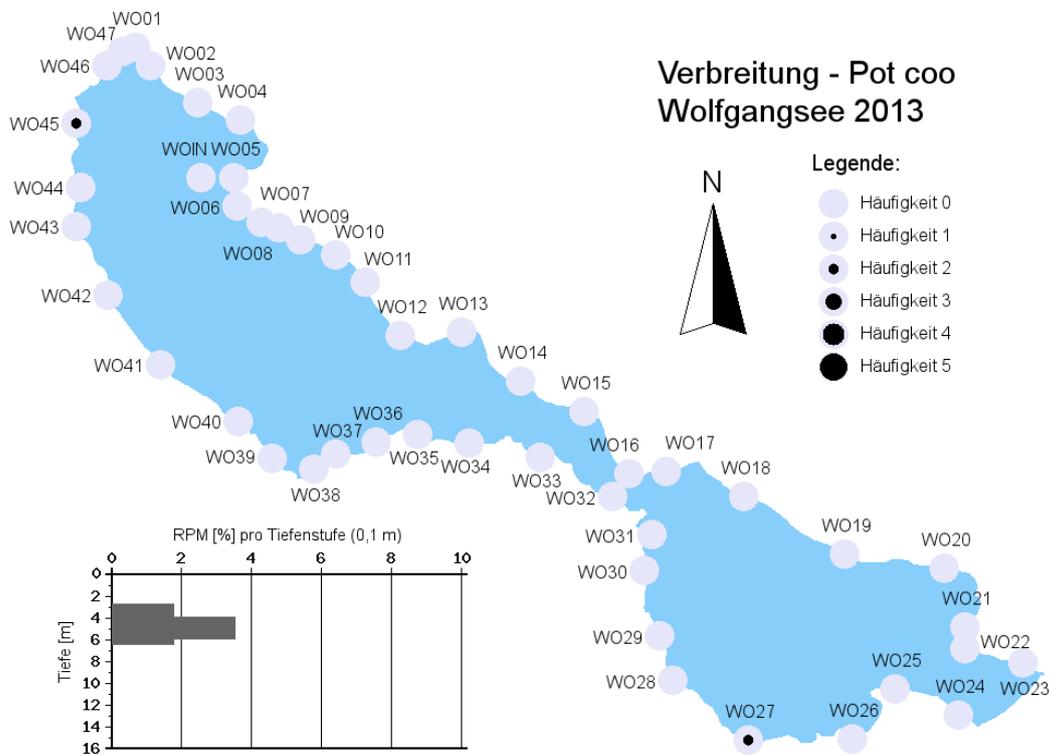
Zone: Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENT



Potamogeton x angustifolius konnte 2013 nicht mehr im Wolfgangsee nachgewiesen werden. 2006 gab es vom Hybrid zwischen *Potamogeton gramineus* und *Potamogeton lucens* zwei kleinere Populationen in den Transekten WO23 und WO24, östlich und westlich von Strobl, weshalb sowohl die mittlere Absolute Pflanzenmenge als auch die Frequenz sehr gering ausfielen. Die Tiefenausbreitung der Art war 2006 in einem Bereich von ca. 4,5 bis fast 9 m Tiefe dokumentiert, wobei der Tiefenverbreitungsschwerpunkt bei 6,6 m lag.

2006: nicht vorhanden



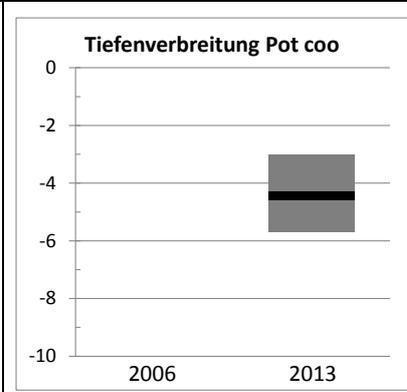
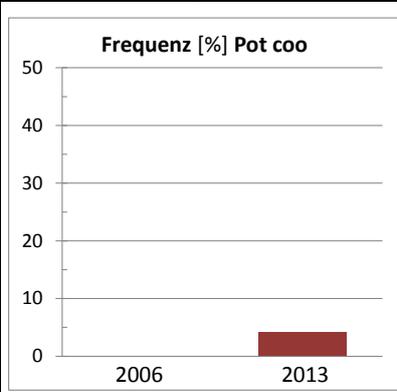
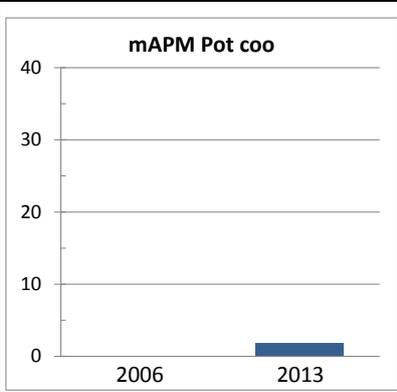


Allgemeine Artbeschreibung:

Bei *Potamogeton x cooperi* handelt es sich um ein Hybrid aus *Potamogeton crispus* und *Potamogeton perfoliatus*. Die Art wird erst in neuerer Zeit häufiger in Österreich beobachtet (PALL et al., 2005). Über ökologische Ansprüche ist nichts Näheres bekannt.

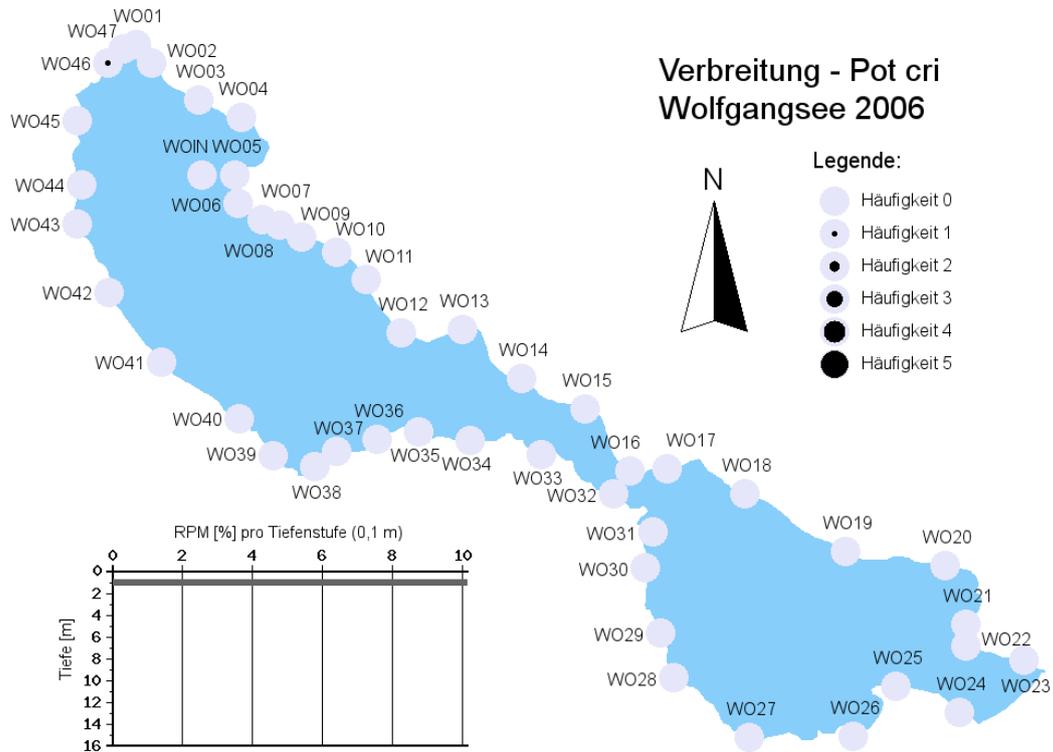
Zone: Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENT



Potamogeton x cooperi gehörte 2013 zu den neuen Arten der Makrophytenvegetation des Wolfgangsees. Der Hybrid aus *Potamogeton crispus* und *Potamogeton perfoliatus* wurde mit zwei kleinen Vorkommen dokumentiert. Eines lag in Transekt WO27 im Süden des St. Wolfgang Beckens, das andere befand sich in Transekt WO45 im Nordwesten des St. Gilgener Beckens. Die Tiefenausbreitung der Pflanze umspannte den Bereich zwischen 3 und 6 m, mit einem Schwerpunkt in 4,4 m Tiefe.

Von den beiden Elternarten des Hybriden war 2013 im Gegensatz zu 2006 nur noch *Potamogeton perfoliatus* mit unterschiedlichen Häufigkeiten, über den gesamten See verteilt, immer wieder vorzufinden. *Potamogeton crispus* wurde hingegen zuletzt im Untersuchungsjahr 2006 im Nordteil des Sees dokumentiert.



2013: nicht vorhanden

Potamogeton crispus (Kraus-Laichkraut)

FACTSHEET

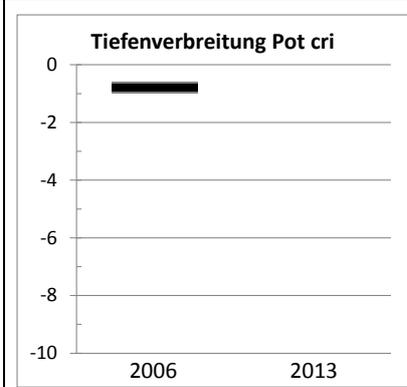
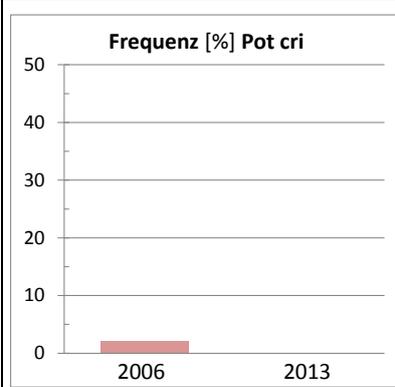
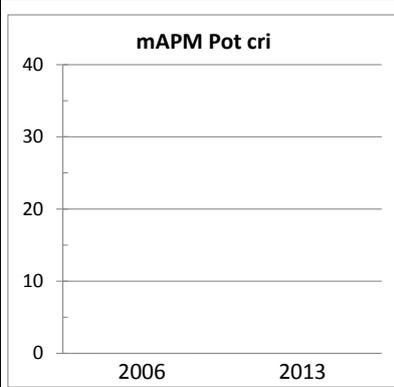


Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton crispus zählt zu den Makrophyten mit sehr hohen Nährstoffansprüchen (HESS et al., 1967; HUTCHINSON, 1975; HELLQUIST, 1980) und gilt daher als zuverlässige Indikatorpflanze für belastete Gewässerabschnitte (KÖHLER et al., 1974; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

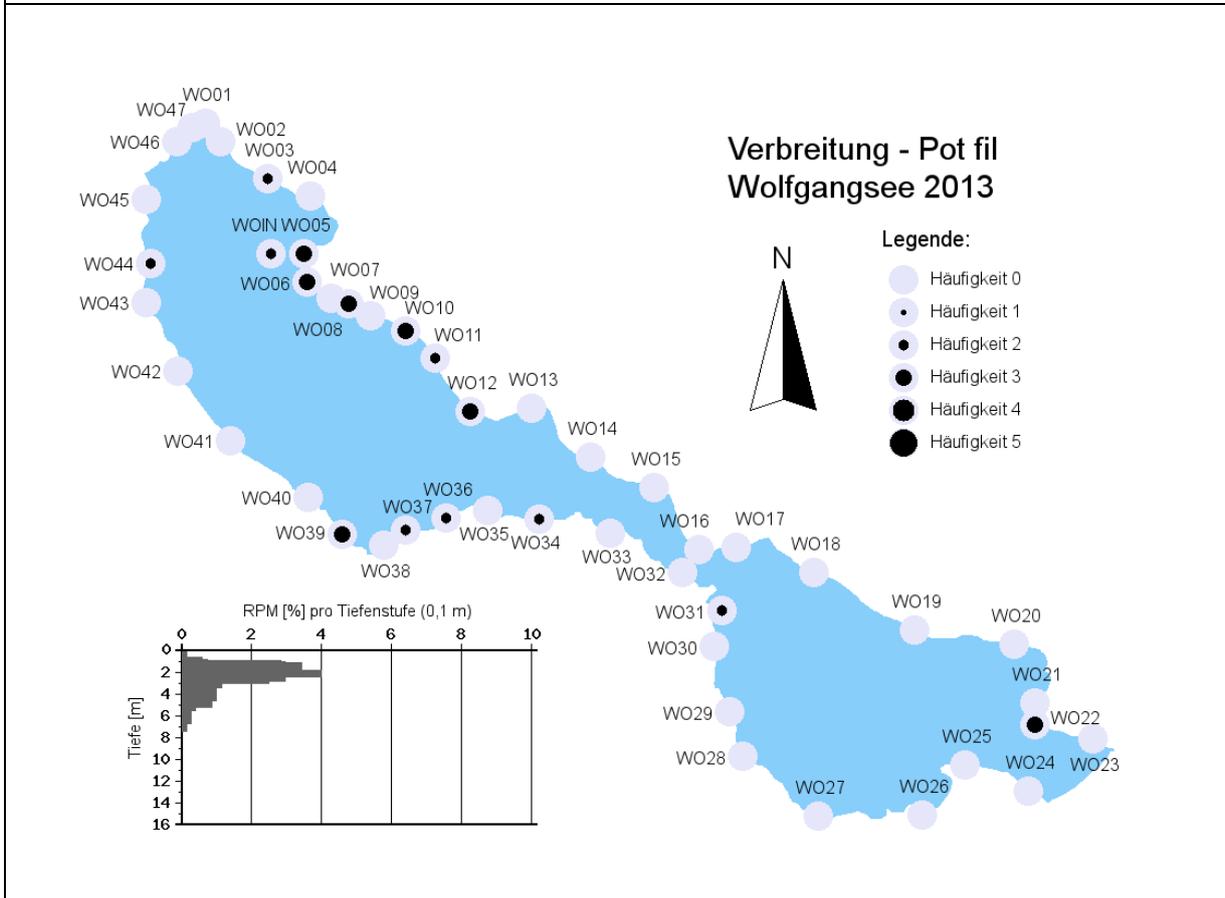
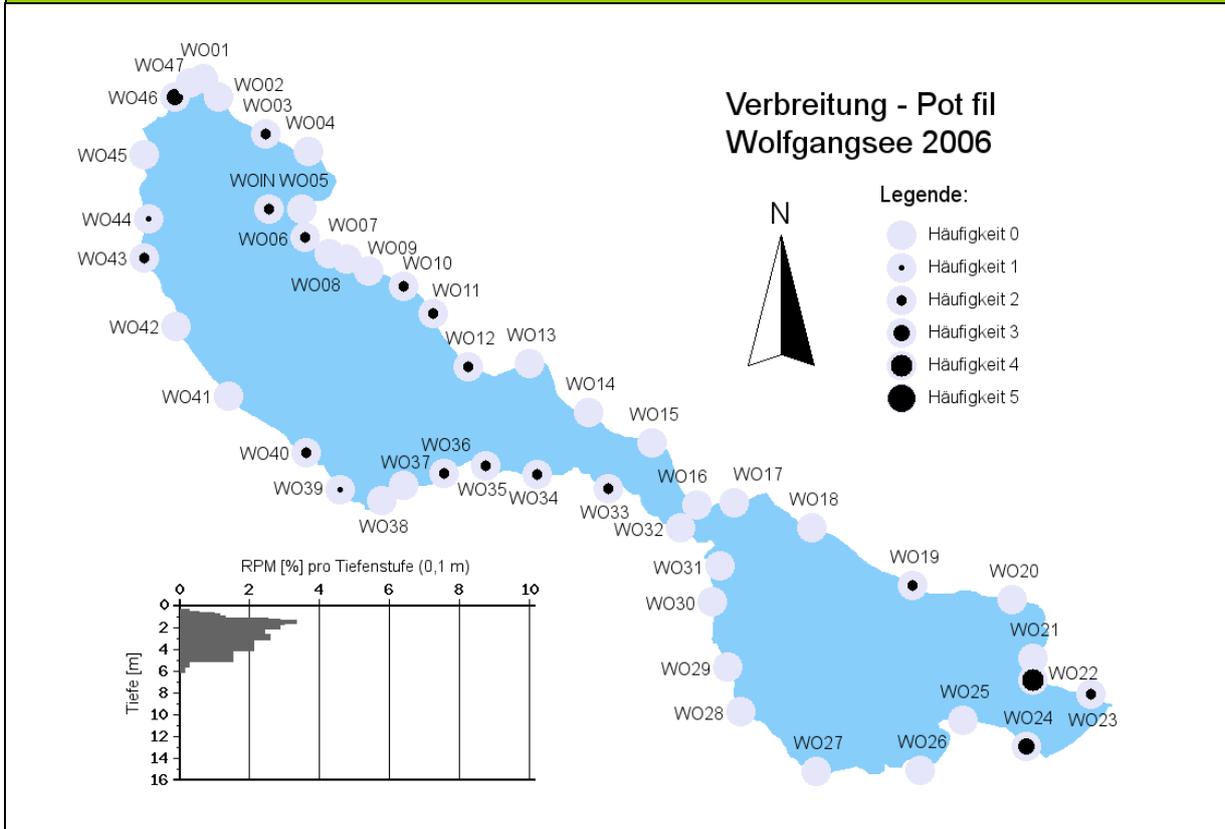
Zone: Mittlerer Tiefenbereich

STÖRZEIGER



Potamogeton crispus konnte 2013 nicht mehr im Wolfgangsee nachgewiesen werden. 2006 gab es ein sehr kleines Vorkommen mit der Häufigkeit 1 im Transekt WO46 im Norden des St. Gilgener Beckens. Aufgrund dieses Einzelfundes resultiert auch die sehr scharf abgegrenzte Tiefenverbreitung dieser Wasserpflanzenart in 0,8 m Tiefe. Normalerweise besiedelt das Kraus-Laichkraut jedoch bevorzugt den Mittleren Tiefenbereich, in dem auch typischerweise der Laichkrautgürtel angesiedelt ist.

Das Vorkommen von *Potamogeton crispus* im Untersuchungsjahr 2006 wies aufgrund der hohen Nährstoffansprüche der Pflanze auf eine trophische Belastung im entsprechenden Abschnitt hin (möglicherweise Auswirkung des Kesselbachs).



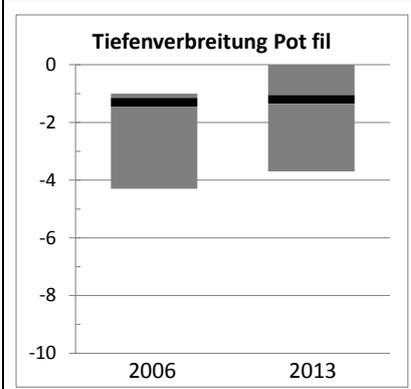
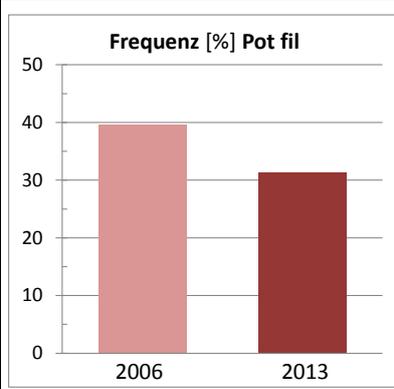
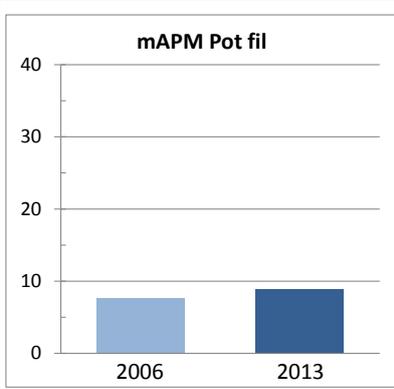


Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton filiformis ist eine der wenigen oligotraphenten Laichkrautarten (KRAUSE, 1969; HUTCHINSON, 1975; CASPER & KRAUSCH, 1980; PALL & HARLACHER, 1992). In den Roten Listen für Österreich (NIKL FELD, 1999) wird sie als „stark gefährdet“ geführt.

Zone: Flachwasser

TYPESPEZIFISCHE ART



Die Frequenz von *Potamogeton filiformis* ist zwischen den beiden Untersuchungsterminen 2006 und 2013 um ca. ein Viertel gesunken. Im selben Zeitraum hat die Art ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge allerdings leicht vergrößert. Hierbei konnte sich die Art bei annähernd gleichem Tiefenverbreitungsschwerpunkt weiter in seichtere Gewässerbereiche ausbreiten.

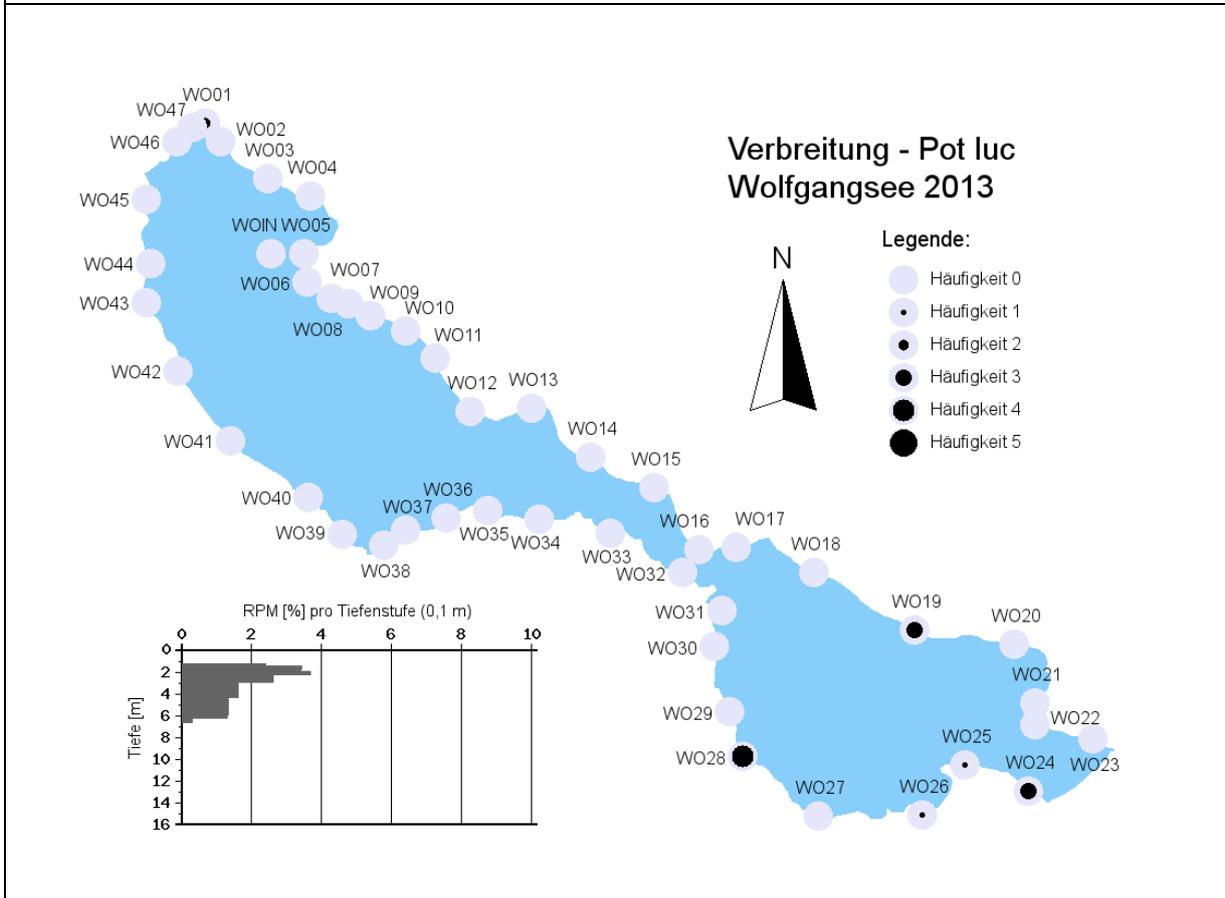
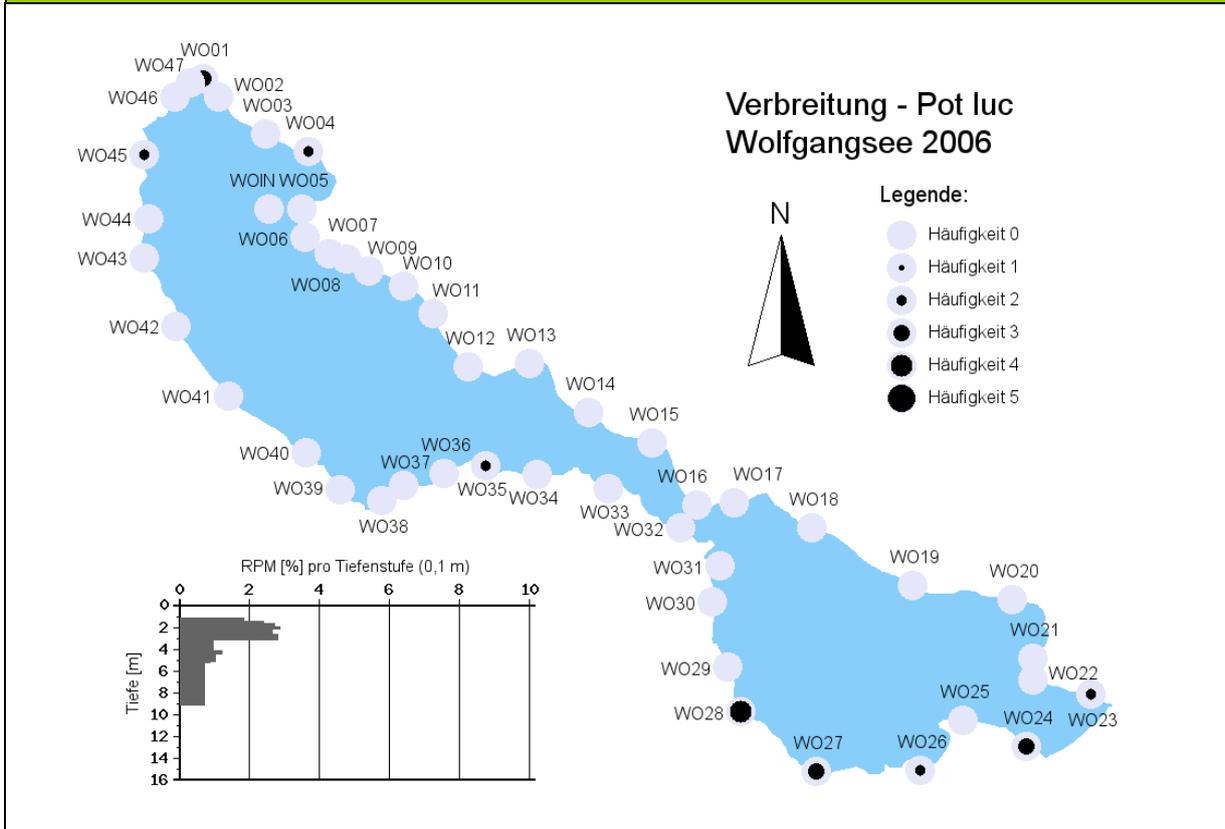
Wie aus den Verbreitungskarten ersichtlich ist, kommt *Potamogeton filiformis* hauptsächlich im St. Gilgener Becken vor. Die Art war hier 2006 wie 2013 schwerpunktmäßig entlang des Schwemmkegels des Zinkenbachs sowie im Nordufer vorzufinden.

Insgesamt war die oligotraphente Art am Wolfgangsee vorwiegend an Stellen mit nur geringer oder keiner Nährstoffbelastung anzutreffen.

Potamogeton filiformis stellt unter den Spermatophyten am Wolfgangsee die gemäß den Roten Listen Österreichs am stärksten gefährdete Pflanze dar.

Potamogeton lucens (Glanz-Laichkraut)

VERBREITUNG



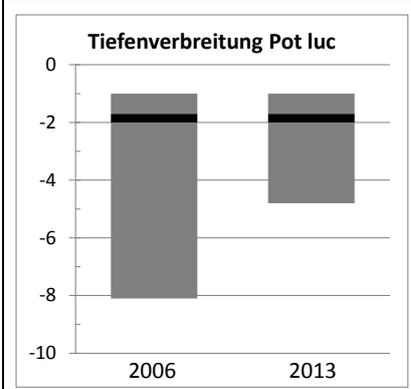
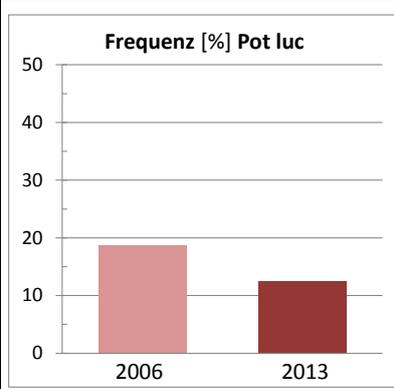
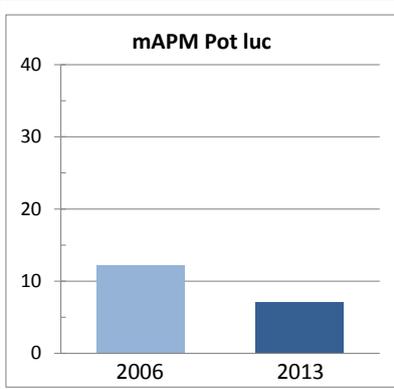


Allgemeine Artbeschreibung:

Über die Standortansprüche der Art wird in der Literatur wenig berichtet. Hervorgehoben wird meist die Vorliebe für eher nährstoffreiche Gewässer (vgl. z.B. HESS et al., 1967; LACHAVANNE & WATTENHOFER, 1975; MELZER et al., 1986). Die Art kommt nach eigenen Erfahrungen aber auch unter mesotrophen Bedingungen vor.

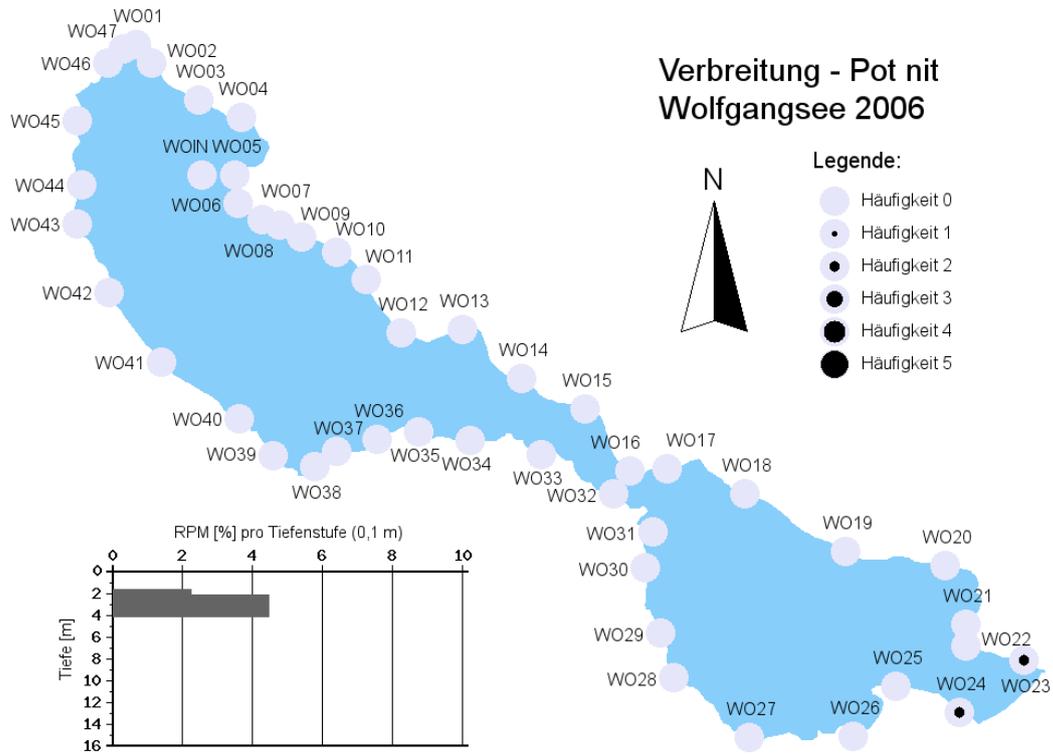
Zone: Mittlerer Tiefenbereich

BELASTUNGSZEIGER



Die Bestände des Glanz-Laichkrauts sind stark rückläufig. Der Anteil an der Gesamtpflanzenmenge hat sich von 2006 bis 2013 nahezu halbiert. Damit einher geht ein Verlust der mittleren Absoluten Pflanzenmenge von fast 50 %. Diese Entwicklung beruht im Wesentlichen auf Einbußen des Lebensraums, was in der Reduktion der Frequenz von *Potamogeton lucens* ersichtlich ist. Weiters ist festzustellen, dass sich 2013 die Tiefenausbreitung der Art trotz gleichgebliebenem Tiefenverbreitungsschwerpunkt nur noch auf die obere Hälfte der Ausbreitung von 2006 beschränkt.

Wie in den Verbreitungskarten ersichtlich, beschränkte sich die Art 2013, bis auf ein Vorkommen im Transekt W001, nur auf St. Wolfganger Becken, während 2006 auch im St. Gilgener Becken mehrere Vorkommen zu verzeichnen waren.



2013: nicht vorhanden

Potamogeton x nitens (Schimmer-Laichkraut)

FACTSHEET

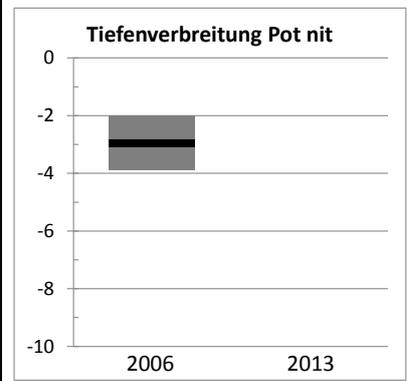
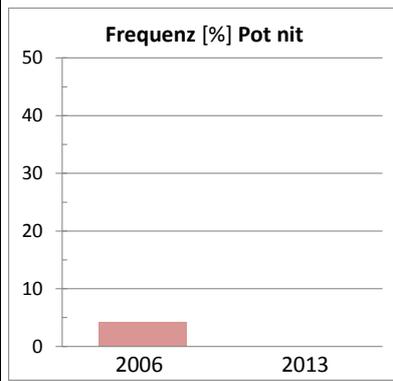
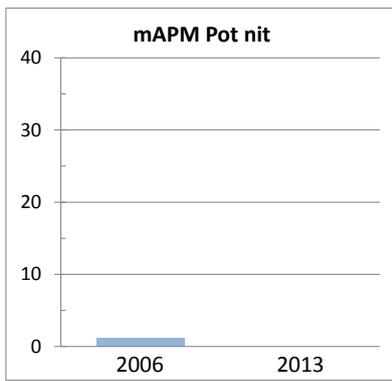
Kein Bild verfügbar

Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton x nitens ist ein Hybrid aus *Potamogeton gramineus* und *Potamogeton 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, 1995).

Zone: Mittlerer Tiefenbereich

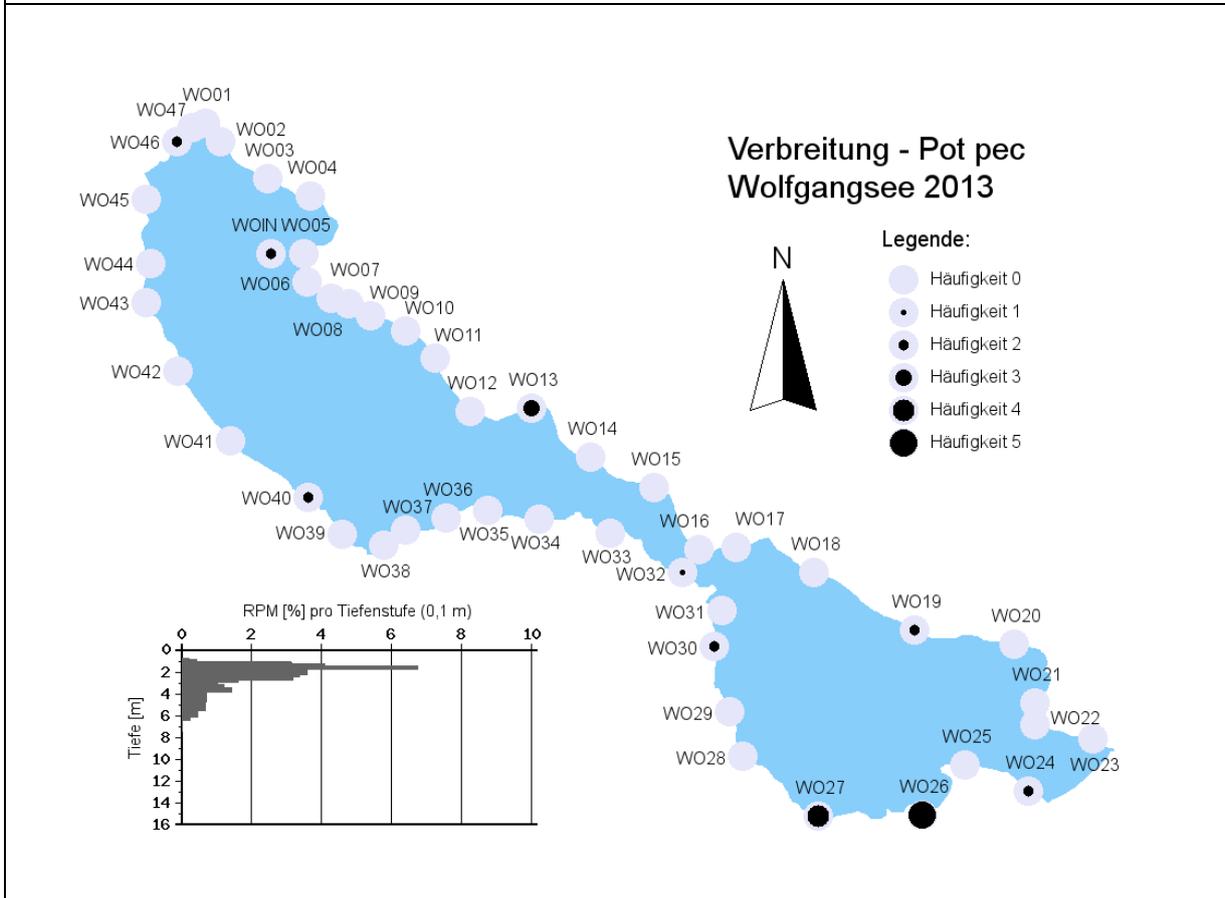
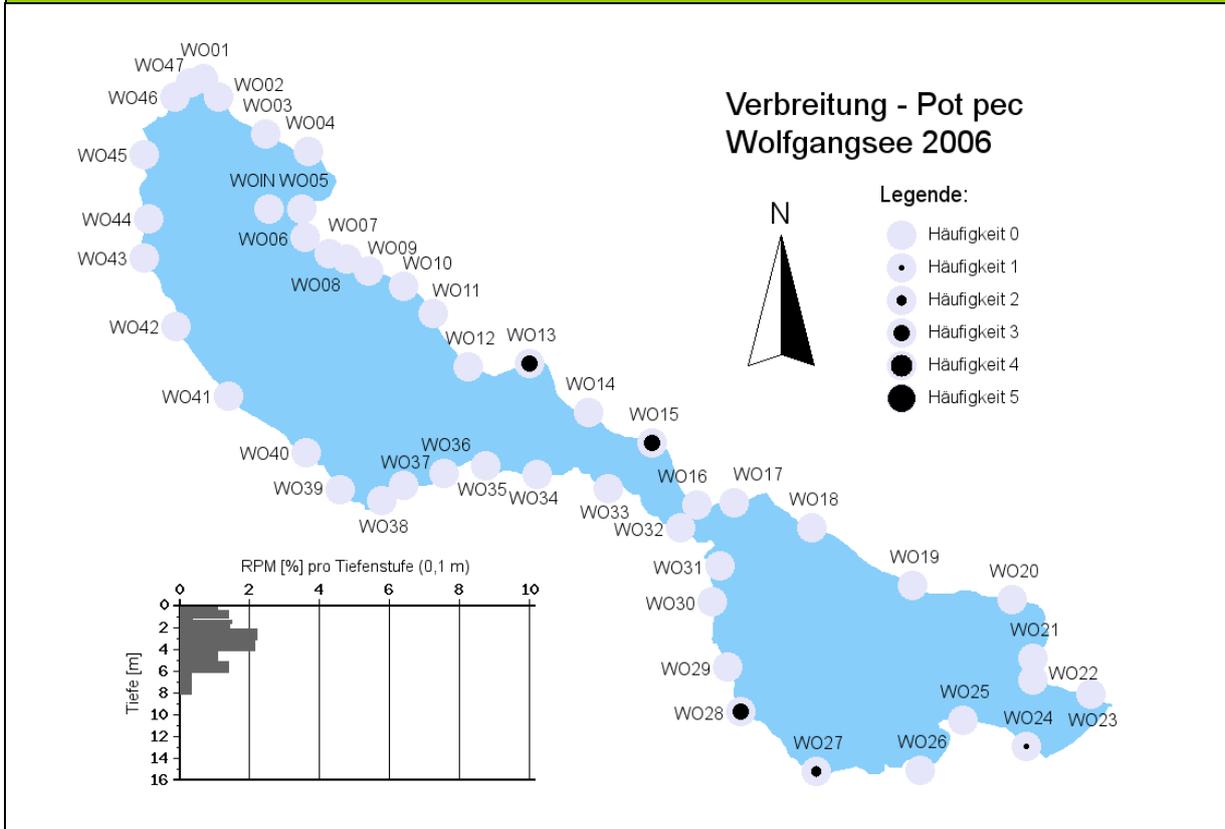
INDIFFERENT



Das Schimmer-Laichkraut konnte, wie auch *Potamogeton x angustifolius* und *Potamogeton crispus*, 2013 nicht mehr im Wolfgangsee bestätigt werden. 2006 wuchs der Hybrid aus *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton gramineus* nur in den Transekten WO23 und WO24, also östlich und westlich von Strobl. Die Art galt damals schon als selten. Die Tiefenverbreitung von *Potamogeton x nitens* konzentrierte sich 2006 auf einen Bereich von 2 bis 4 m mit Schwerpunkt bei 3 m Tiefe.

Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)

VERBREITUNG



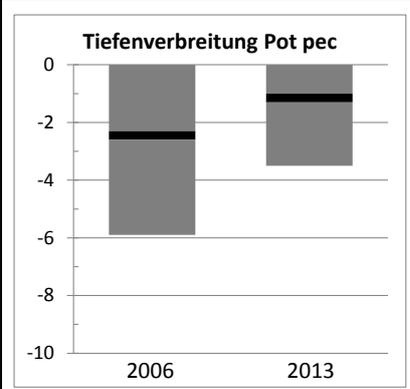
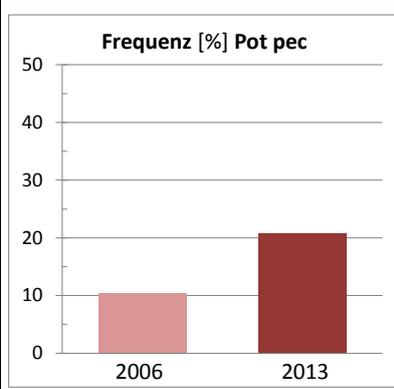
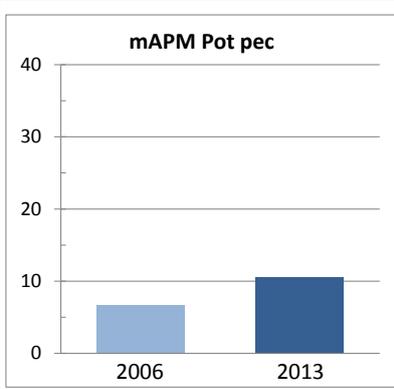


Allgemeine Artbeschreibung:

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 und gilt als Störzeiger.

Zone: Flachwasser bis mittlerer Tiefenbereich

STÖRZEIGER



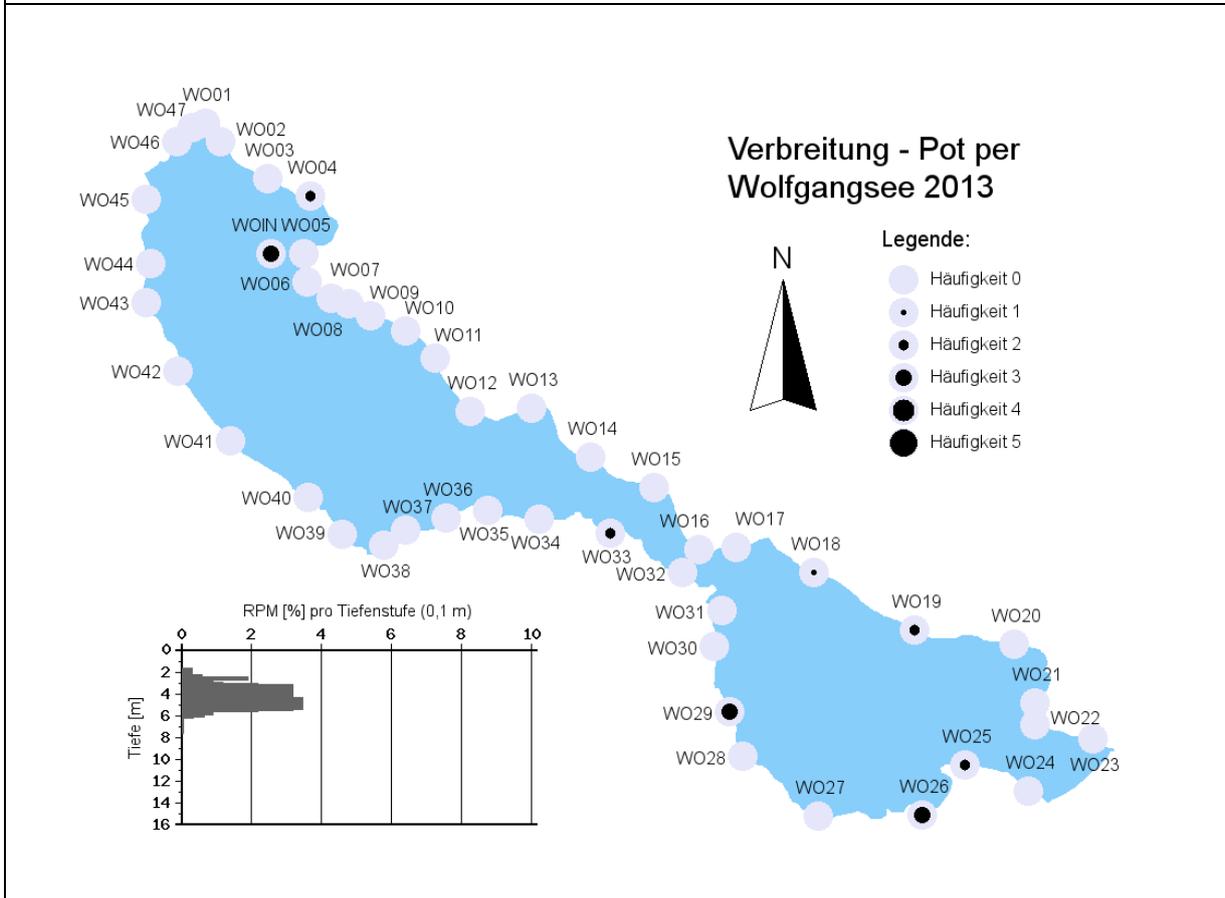
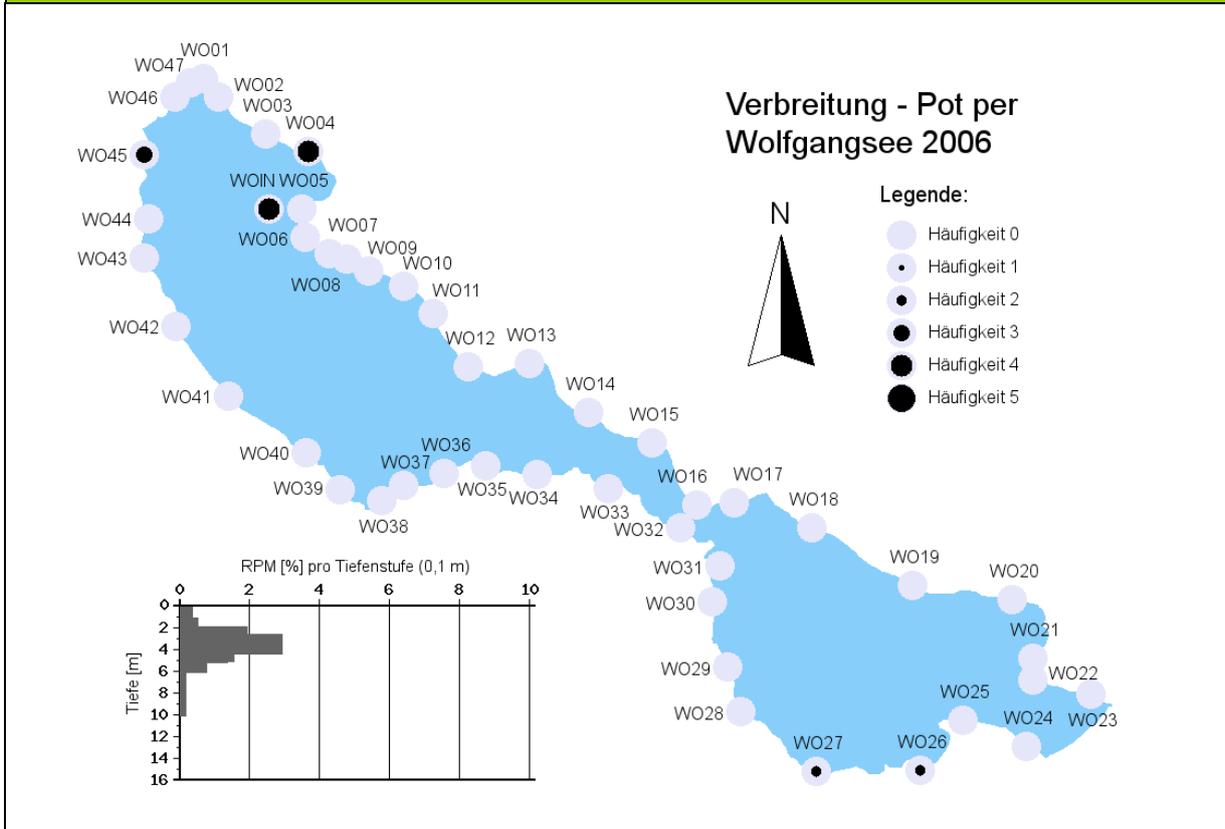
Potamogeton pectinatus konnte im Zeitraum von 2006 bis 2013 sowohl die Frequenz als auch die mittlere Absolute Pflanzenmenge mehr als verdoppeln. Hiermit wurde *Potamogeton pectinatus* innerhalb der Spermatophyta zur dritthäufigsten Art.

Aus den Untersuchungen geht weiters hervor, dass sich das Kamm-Laichkraut in seichtere Gewässerbereiche zurückgezogen hat. Die Tiefenverbreitung beschränkte sich 2013 auf einen Bereich von der Wasseroberfläche bis ca. 3,5 m Tiefe. Der Schwerpunkt der Verbreitung lag hierbei bei ca. 1 m Tiefe.

Das eutraphente Kamm-Laichkraut wird im oligotrophen Wolfgangsee hauptsächlich an Stellen mit punktueller Nährstoffbelastung angetroffen. Zu nennen sind erstens das Transekt WO13, welches im Bereich einer Aquakultur liegt. Zweitens vier Transekte (24, 26, 27 und 30) im Süden des St. Wolfgangener Beckens, die durch landwirtschaftliche Nutzung im Hinterland und Drainagegräben bis direkt zum Seeufer beeinflusst werden und drittens, das Transekt WO46, im Einflussbereich des ebenfalls nährstoffbelasteten Kesselbaches im Norden des St Gilgener Beckens.

Potamogeton perfoliatus (Durchwachs-Laichkraut)

VERBREITUNG



Potamogeton perfoliatus (Durchwachs-Laichkraut)

FACTSHEET

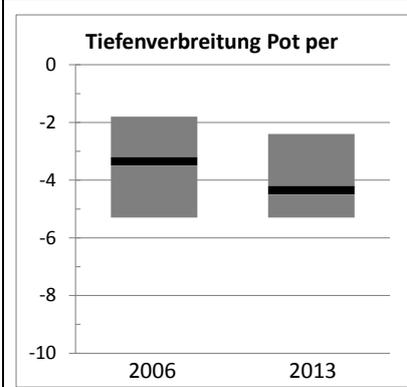
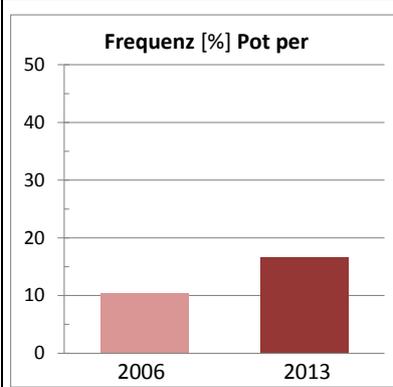
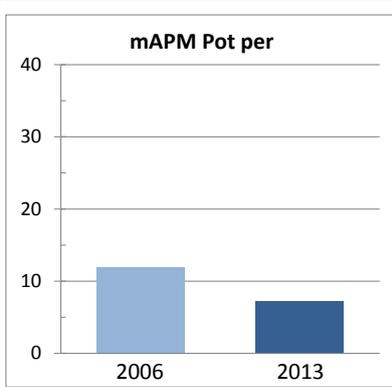


Allgemeine Artbeschreibung:

Bezüglich seiner Nährstoffansprüche ist *Potamogeton perfoliatus* im mesotraphenten Bereich anzusiedeln. Die Art ist in den Roten Listen für Österreich (NIKLFELD, 1999) als „gefährdet“ eingestuft.

Zone: Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENT

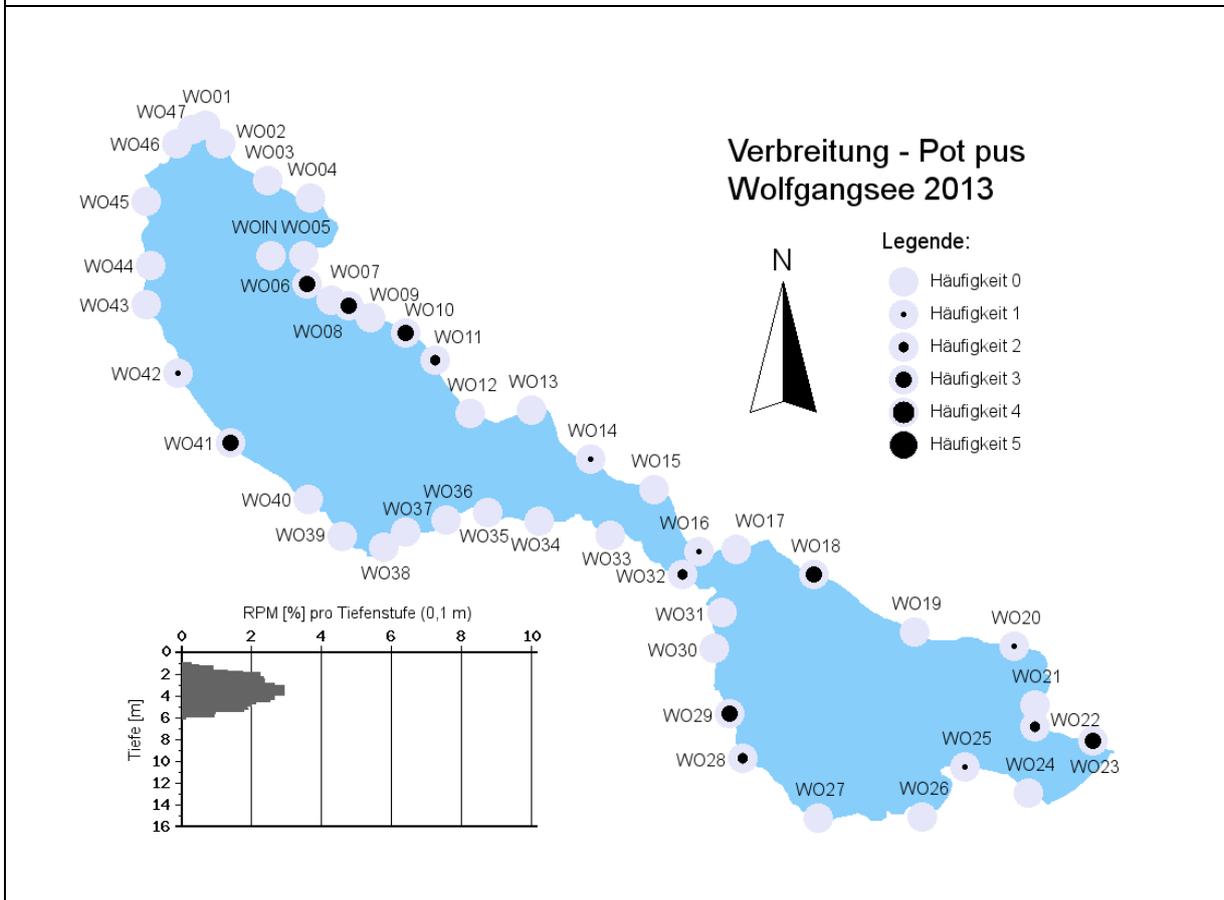
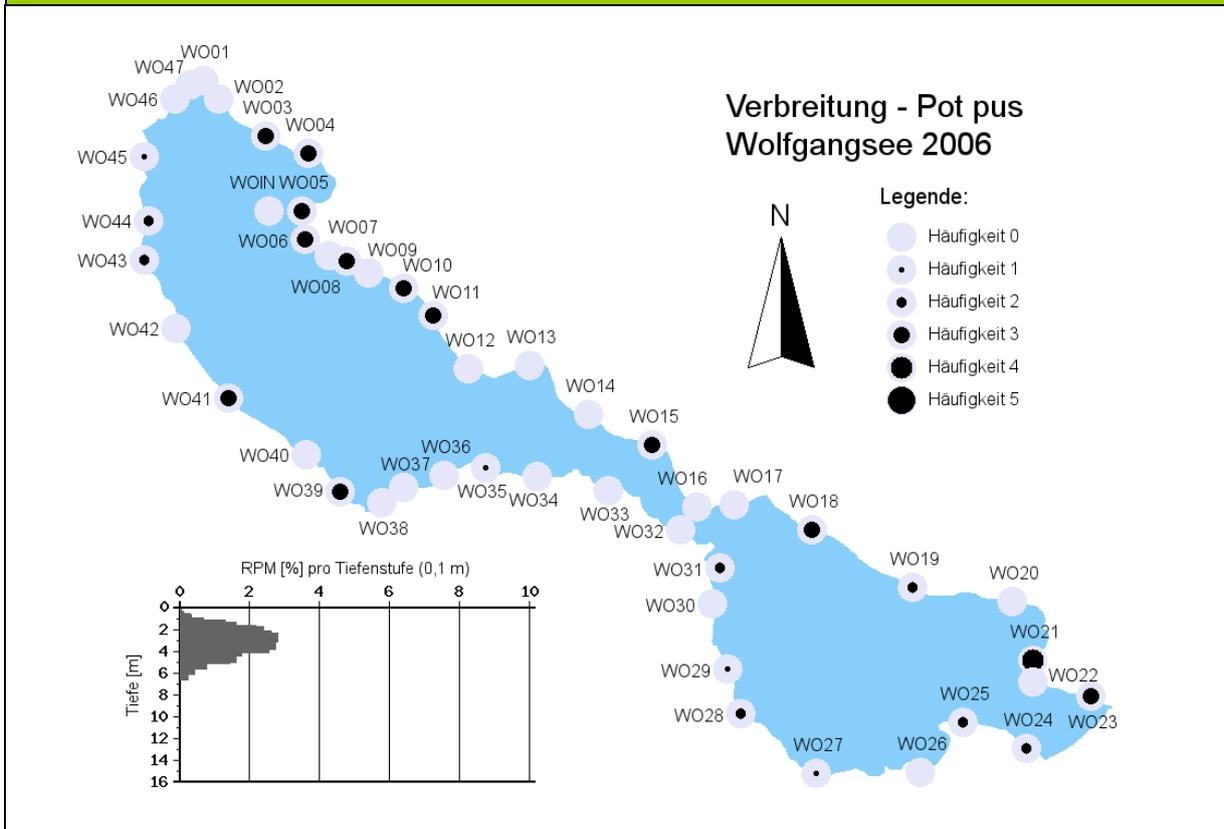


Bei *Potamogeton perfoliatus* wurde zwischen 2006 und 2013 einerseits eine Abnahme der mittleren Absoluten Pflanzenmenge beobachtet. Andererseits nahm die Frequenz der Art im See zu. Während die Tiefenausbreitung annähernd gleichgeblieben ist, sank der Tiefenverbreitungsschwerpunkt auf eine Tiefe von ca. 4,5 m.

Wie aus den Verbreitungskarten ersichtlich, befanden sich 2006 die drei bedeutendsten Wuchsorte von *Potamogeton perfoliatus* im Norden des St. Gilgener Beckens. Zwischen 2006 und 2013 konnte sich die Art v.a. im St. Wolfgangsee verstärkt ausbreiten. Man fand die Art dort 2013 nicht mehr nur in zwei, sondern an 5 Kartierungsstellen. Weiters war zu beobachten, dass sich die Häufigkeit des Durchwachs-Laichkrautes im nord-westlichen Teil des Wolfgangsees reduziert und im süd-östlichen Bereich vergrößert hat.

Potamogeton pusillus (Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut)

VERBREITUNG



Potamogeton pusillus (Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut) FACTSHEET

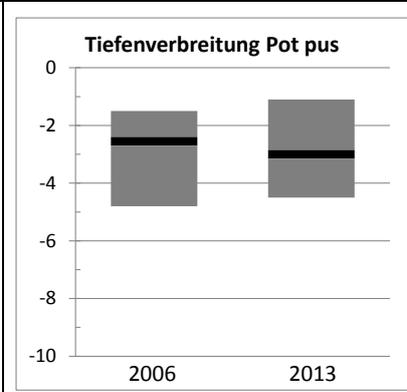
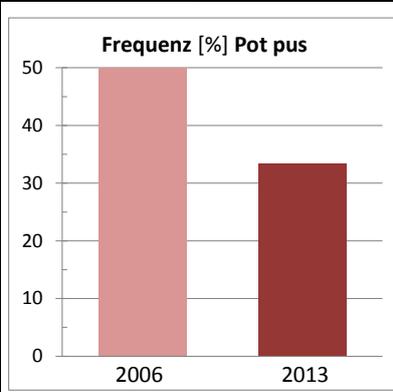
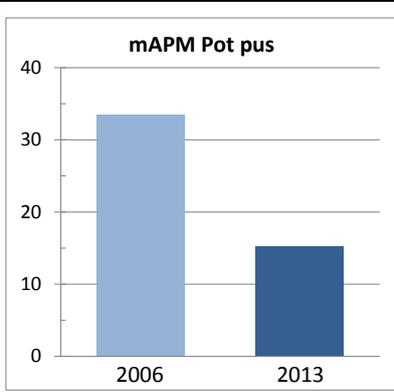


Allgemeine Artbeschreibung:

Die ebenfalls als „gefährdet“ eingestufte Art *Potamogeton pusillus* kommt sowohl in nährstoffarmen wie auch in mäßig nährstoffreichen bis nährstoffreichen Gewässern vor. Aussagen zum Belastungsgrad bestimmter Uferbereiche lassen sich daher aus dem Verbreitungsbild der Art nicht ableiten.

Zone: Flachwasser bis mittlerer Tiefenbereich

TYPESPEZIFISCHE ART



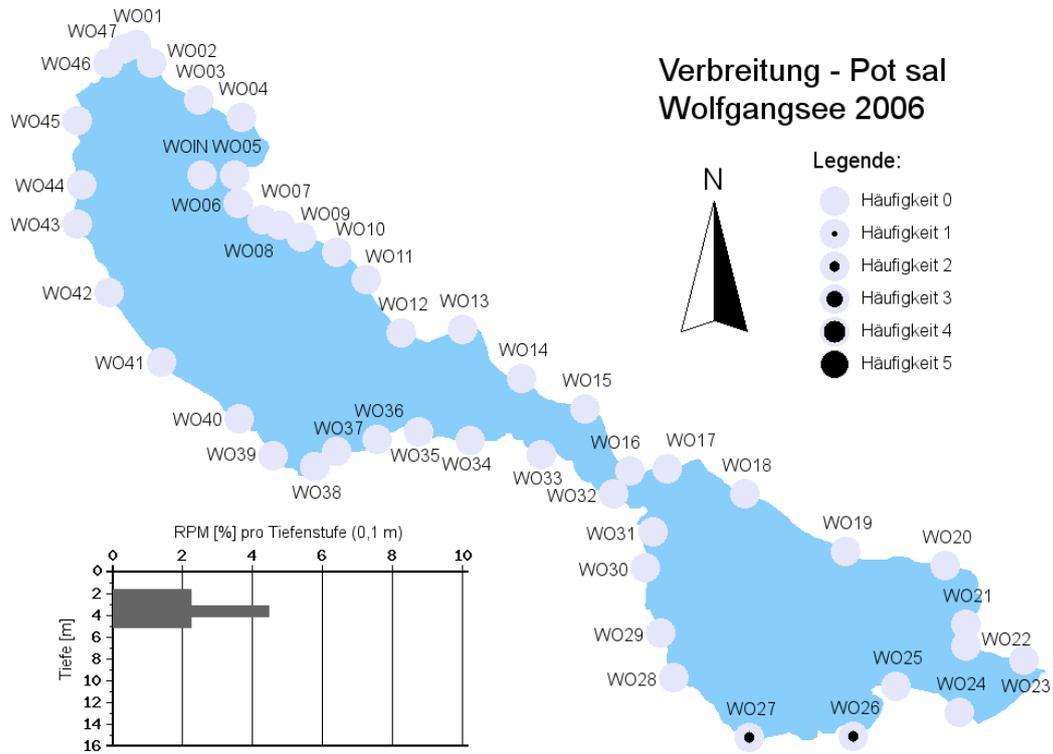
Potamogeton pusillus verlor 2013 gegenüber 2006 nicht nur nahezu die Hälfte an der mittleren Absoluten Pflanzenmenge, sondern auch an Lebensraum. So sank die Frequenz um ein Drittel. Innerhalb der Spermatophyta ist das Gewöhnliche Zwerg-Laichkraut nur mehr mit 19,1 % an deren Pflanzenmenge beteiligt. 2006 waren es noch über 30 %.

Potamogeton pusillus bevorzugte 2013 im Wolfgangsee den Bereich zwischen 1,5 und 4,5 m Tiefe. Während der Bereich der Tiefenausbreitung dabei gegenüber 2006 leicht in seichtere Gewässerbereiche rückte, verschob sich der Tiefenverbreitungsschwerpunkt geringfügig ins Tiefere.

Auch anhand der Verbreitungskarten ist ersichtlich, dass die Art im Zeitraum von 2006 bis 2013 stark an Lebensraum und Pflanzenmenge eingebüßt hat. Speziell im Abschnitt zwischen Lueg am mittleren Westufer und Ochsenkreuz am Ostufer des St. Gilgener Beckens gingen die Vorkommen des Gewöhnlich Zwerg-Laichkrauts vollständig verloren.

**Potamogeton x salicifolius
(Weidenblättriges Laichkraut)**

VERBREITUNG



2013: nicht vorhanden

**Potamogeton x salicifolius
(Weidenblättriges Laichkraut)**

FACTSHEET

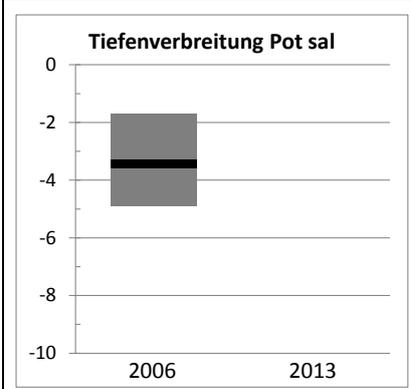
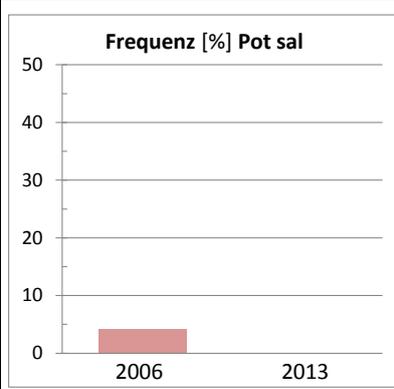
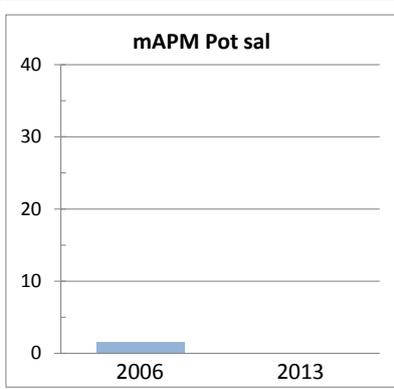
Kein Bild verfügbar

Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton x salicifolius ist ein Bastard aus *Potamogeton lucens* und *Potamogeton perfoliatus*. Über ökologische Ansprüche der Art ist nichts bekannt.

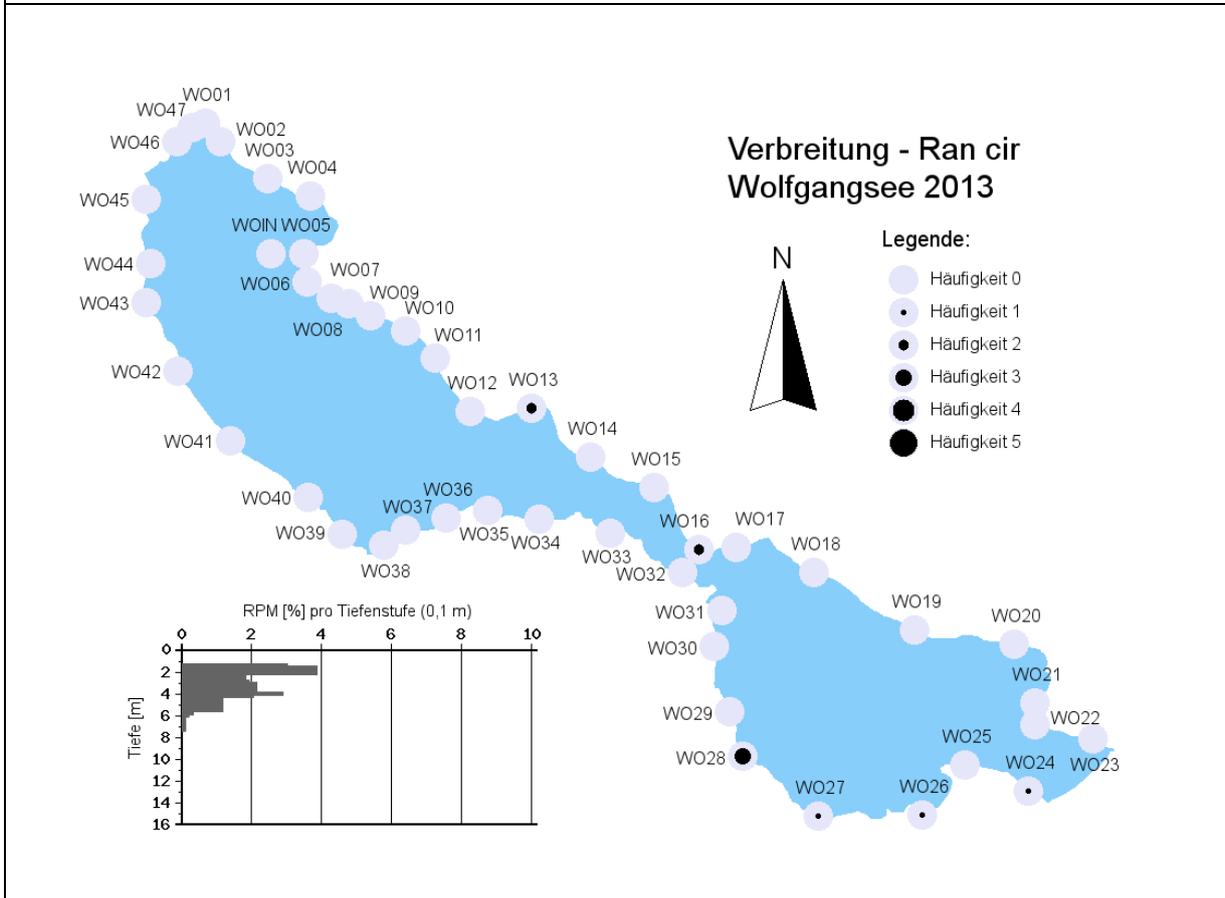
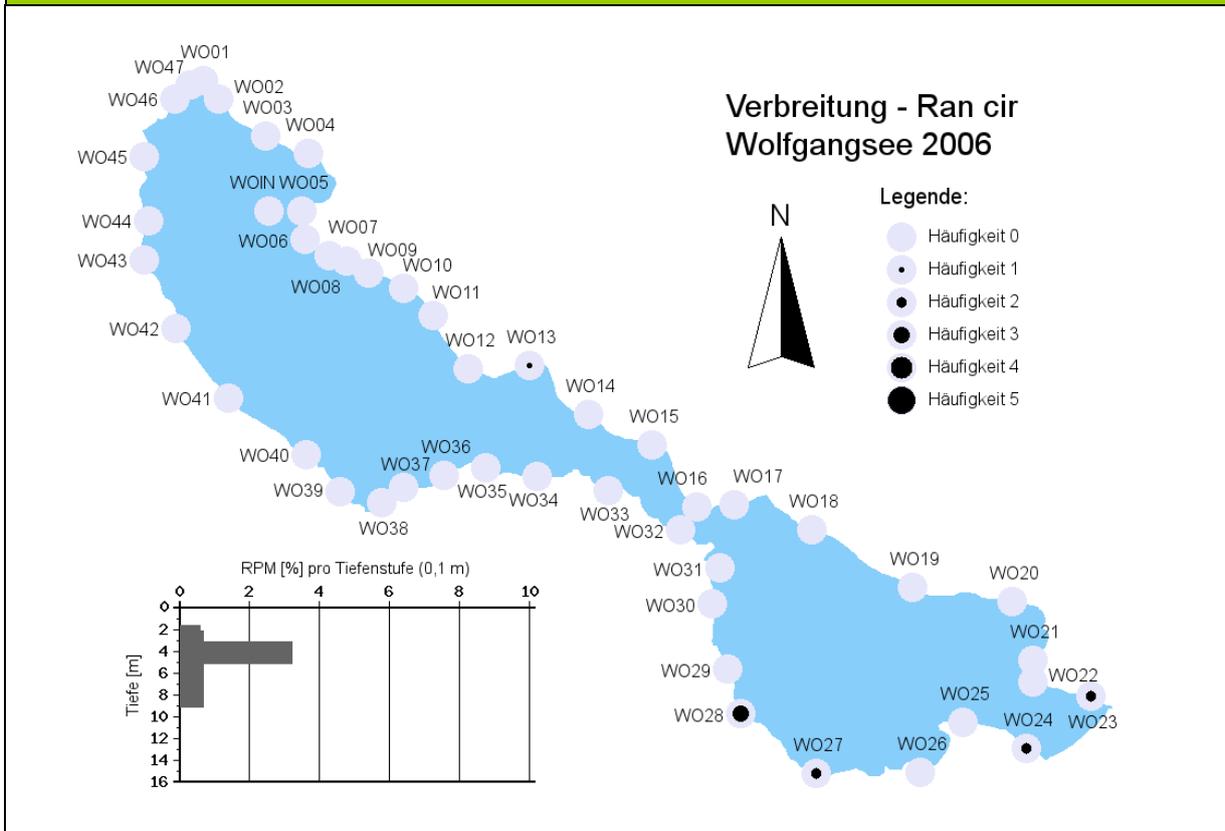
Zone: Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENT



Ein Vorkommen des Weidenblättrigen Laichkrautes konnte 2013 nicht mehr im Wolfgangsee dokumentiert werden. 2006 wuchs der Hybrid aus *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton lucens* nur in den Transekten WO26 und WO27, also im Süden des St. Wolfgangger Beckens, östlich und westlich der Moosbachmündung. Die Art galt damals schon als selten. Auch die beiden Elternarten konnten 2006 in den entsprechenden Transekten aufgefunden werden.

Die Tiefenverbreitung von *Potamogeton x salicifolius* beschränkte sich auf einen Bereich von knapp über 2 bis fast 5 m Tiefe. Der Tiefenverbreitungsschwerpunkt lag bei 3,5 m Tiefe.



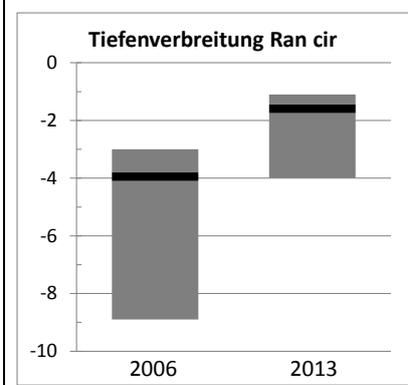
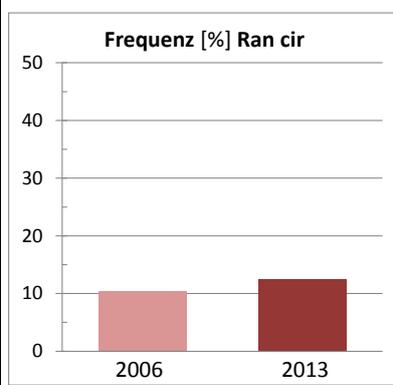
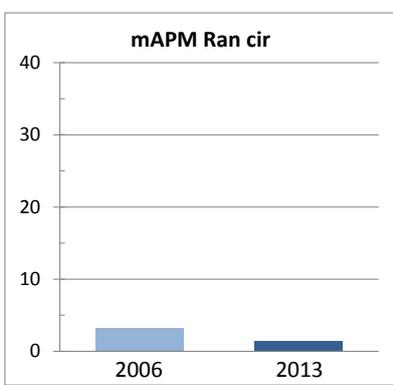


Allgemeine Artbeschreibung:

Die Verbreitung von *Ranunculus circinatus* wird durch ein hohes Nährstoffangebot gefördert (MELZER et al, 1986, 1988). In nährstoffärmeren Seen gilt die Art daher als zuverlässige Zeigerpflanze für lokale Nährstoffbelastungen.

Zone: Flachwasser bis mittlerer Tiefenbereich

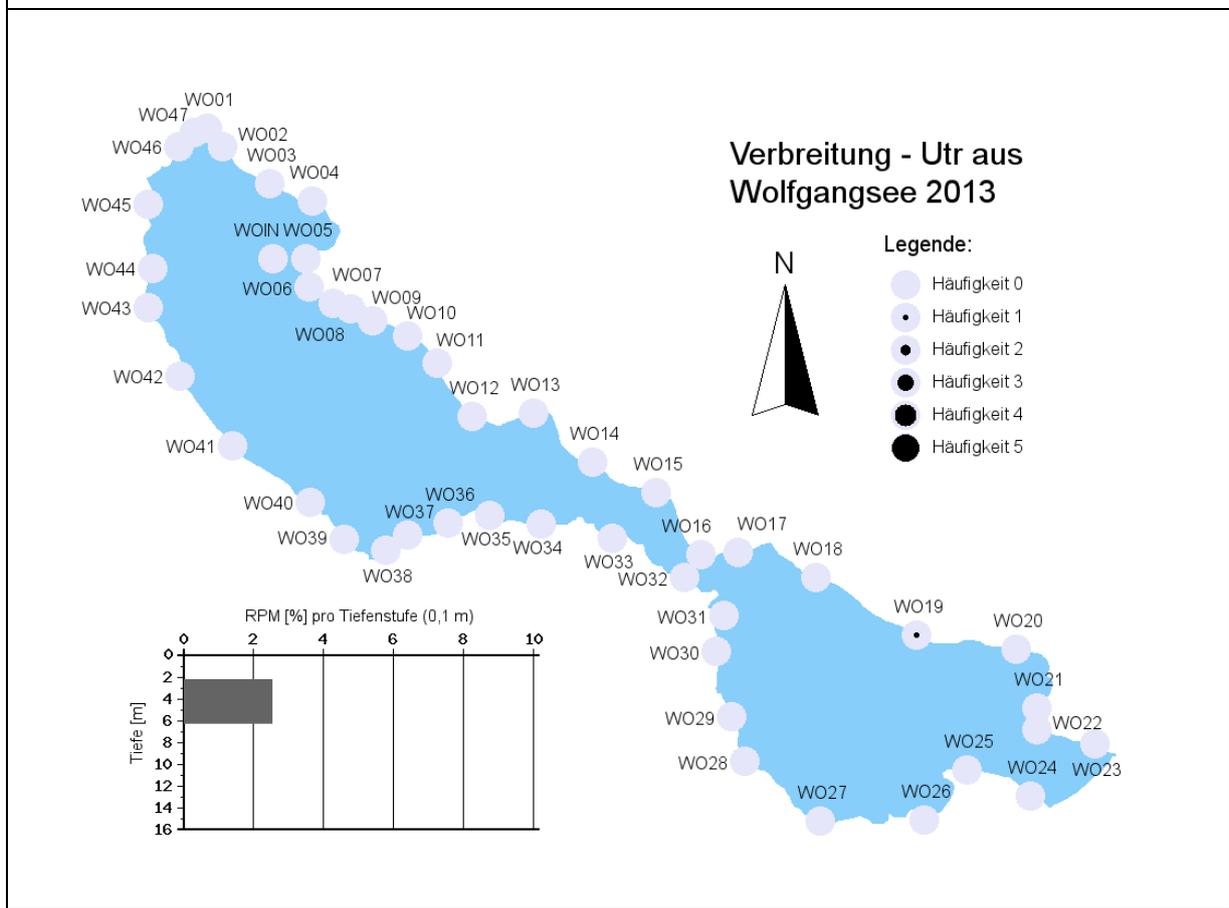
STÖRZEIGER



Der Spreiz-Wasserhahnenfuß gehört zu den seltensten Arten des Wolfgangsees. Die Nährstoffliebende Art ist mit weniger als 1% an der Gesamtpflanzenmenge der Makrophytenvegetation beteiligt. Gegenüber 2006 büßte *Ranunculus circinatus* die Hälfte seiner Pflanzenmenge ein, wobei allerdings die Frequenz der Art leicht gestiegen ist. Weiters war zu beobachten, dass das Pflanzenvorkommen der Art in seichtere Gewässerbereiche ausgewichen ist. War *Ranunculus circinatus* 2006 erst ab 3 m bis hinab auf 9 m Tiefe anzutreffen, fand man die Wasserpflanze 2013 nur noch in einem Bereich von 1 bis 4 m Tiefe.

In beiden Untersuchungsjahren fanden sich Vorkommen von *Ranunculus circinatus* fast ausschließlich im St. Wolfgangger Becken und hier vor allem entlang des durch Landwirtschaft stark beeinflussten Südufers (Einmündung von Entwässerungsgräben). Der einzige Wuchsort im St. Gilgener Becken lag in beiden Untersuchungsjahren im Bereich der Aquakultur (Transekt WO13) und belegt den starken Nährstoffeintrag an dieser Stelle.

2006: nicht vorhanden



Utricularia australis (Groß-Wasserschlauch)

FACTSHEET

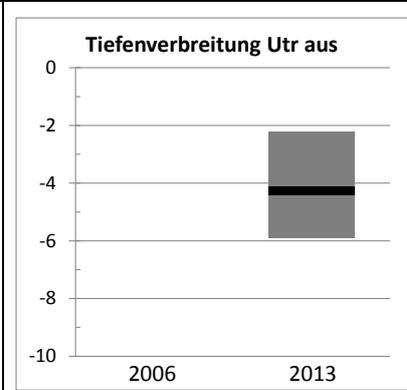
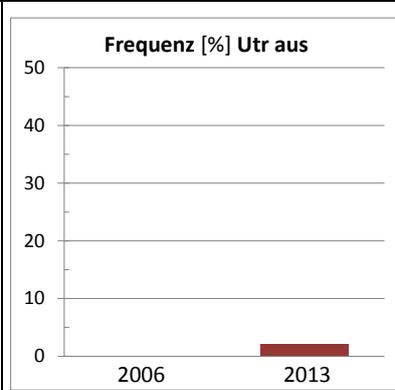
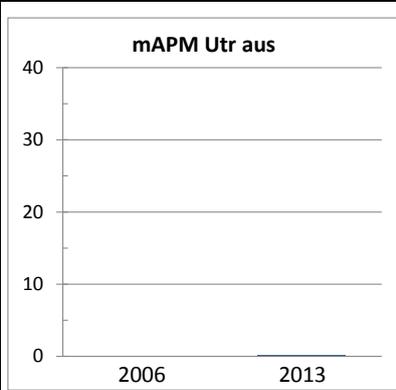


Allgemeine Artbeschreibung:

Utricularia australis zählt zu den sehr wenigen „fleischfressenden“ Wasserpflanzenarten. Die von der Pflanze ausgebildeten Fangblasen funktionieren nach dem Saugfallenprinzip. Die wurzellose Art zählt zu den Wasserschwebern. Einen gewissen Halt findet sie dadurch, dass sie sich lose an anderen Pflanzen einhakt.

Zone: Mittlerer Tiefenbereich

TYPESPEZIFISCHE ART

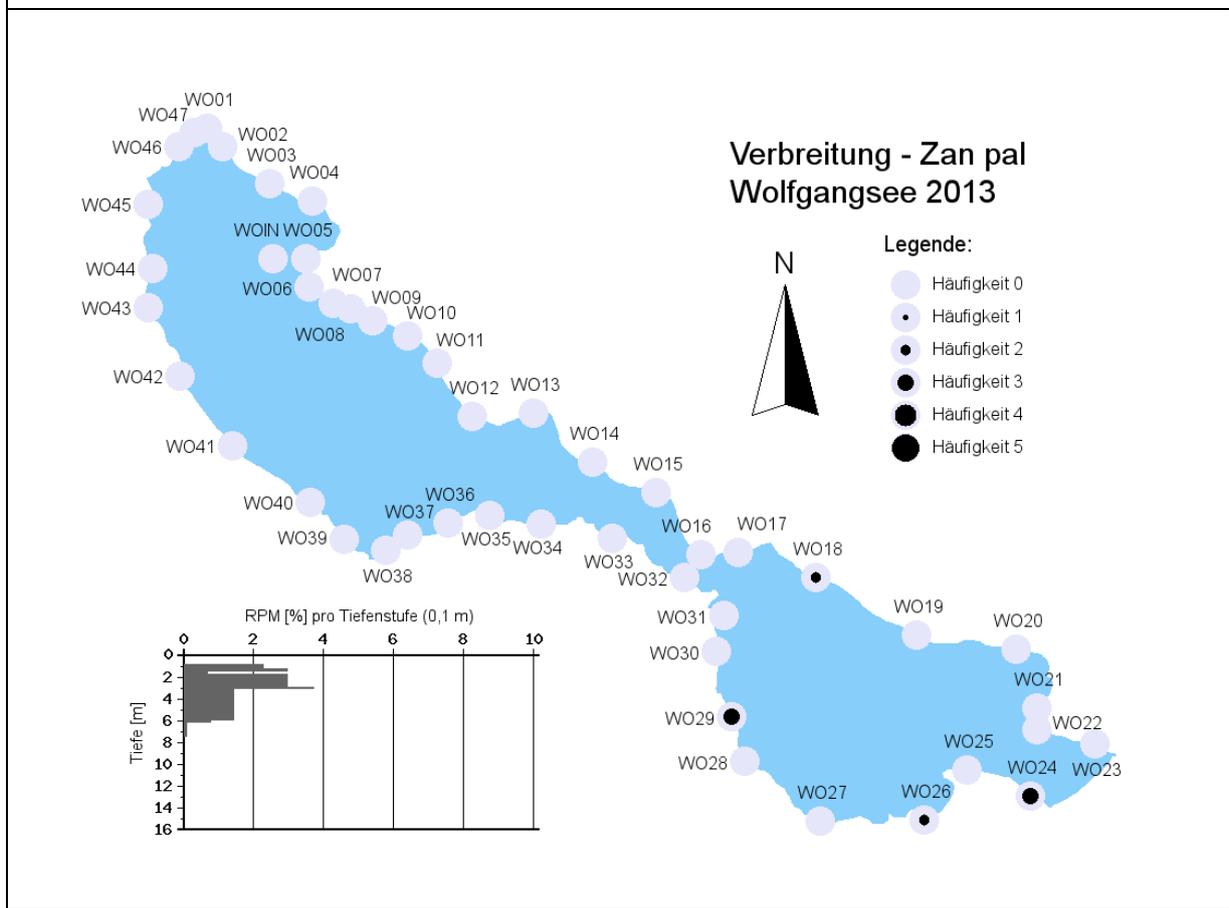
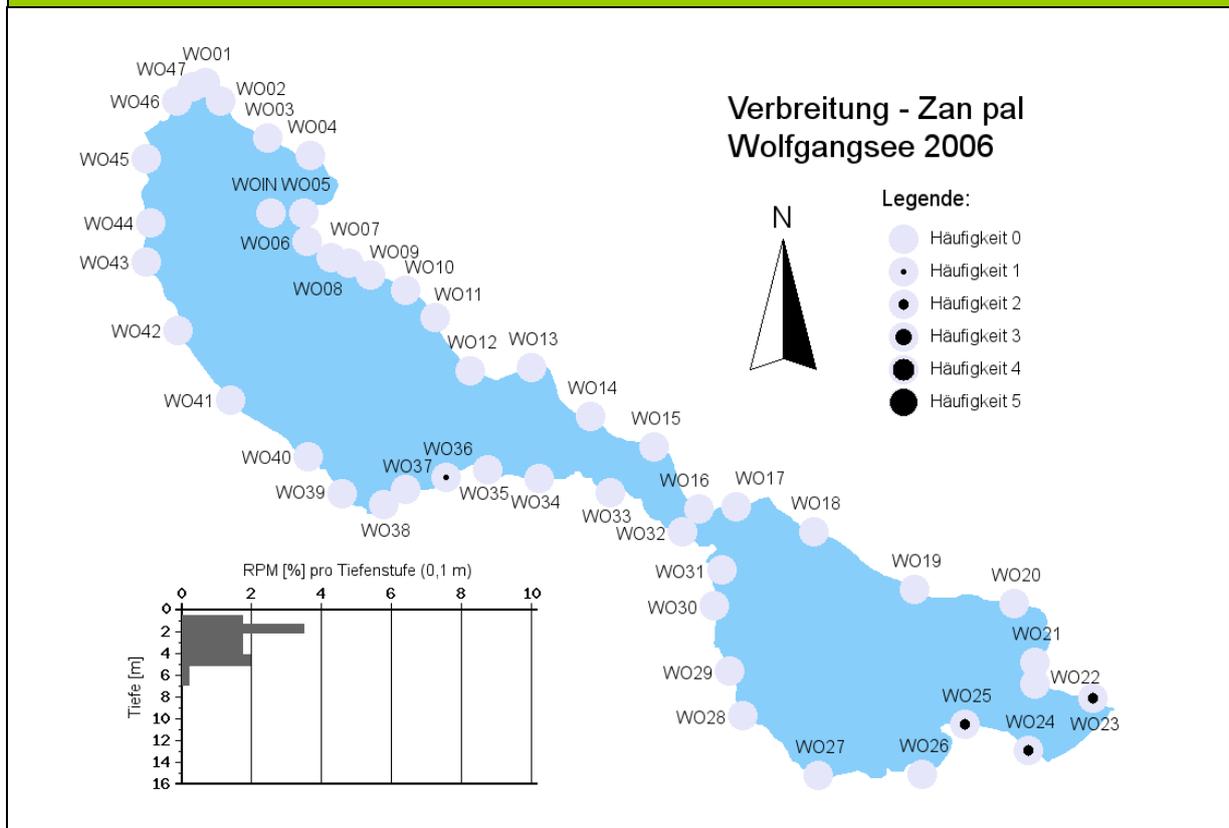


Utricularia australis ist neu im Arteninventar des Wolfgangsees. Die Pflanze konnte allerdings nur in Transekt WO19 in geringer Häufigkeit dokumentiert werden. Hier fand der Wasserschweber im mittleren Tiefenbereich in den Beständen von Laichkräutern und Characeen ausreichend Halt.

Gemäß der minimalen Ausbreitung der Art im Wolfgangsee waren ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge sowie ihre Frequenz entsprechend niedrig. *Utricularia australis* wurde im Wolfgangsee im Tiefenbereich zwischen ca. 2 und 6 m mit Schwerpunkt bei ca. 4 m beobachtet.

Zannichellia palustris (Sumpf-Teichfaden)

VERBREITUNG



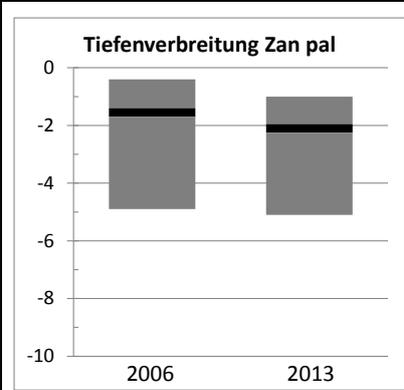
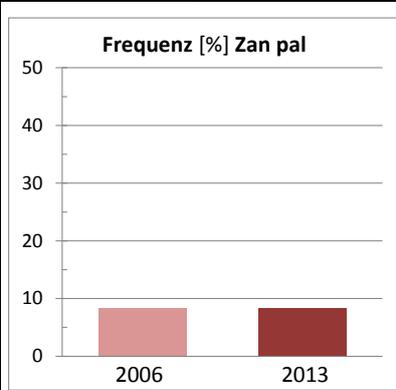
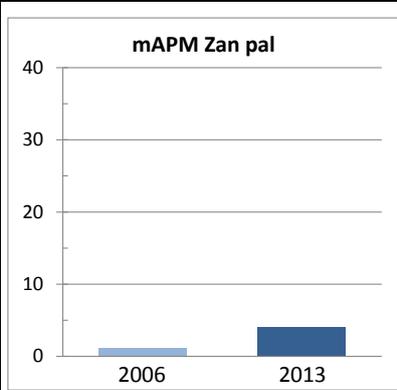


Allgemeine Artbeschreibung:

Zannichellia palustris wird als sehr guter Indikator einer starken Nährstoffbelastung eingestuft (LANG 1973). Typische Standorte sind extrem nährstoffreiche Flachwasserzonen.

Zone: Flachwasser bis mittlerer Tiefenbereich

STÖRZEIGER



Bei *Zannichellia palustris* wurde eine Zunahme der mittleren Absoluten Pflanzenmenge bei gleichbleibender Frequenz beobachtet. Die Tiefenausbreitung der Art verschob sich geringfügig in tiefere Gewässerbereiche.

Bereits 2006 lag der Verbreitungsschwerpunkt des Sumpf-Teichfadens im St. Wolfgangger Becken. Zu diesem Zeitpunkt wurden in den einzelnen Transekten allerdings durchwegs nur geringe Häufigkeiten festgestellt. Bis 2013 nahmen die Pflanzenmengen der Art dann besonders in den Transekten am Südufer des Beckens deutlich zu. Dies ist ein weiterer Hinweis auf einen Anstieg der Nährstoffbelastung aus dem landwirtschaftlich genutzten Hinterland in diesem Bereich. Gerade hier wird das Ufer durch dahinterliegende landwirtschaftliche Nutzung und einmündende Entwässerungsgräben geprägt.

3.1.5.2 Schwimmblattvegetation

Insgesamt sind die Schwimmblattbestände im Wolfgangsee nur sehr spärlich ausgeprägt. Dies ist bei der Größe, der Lage und der Morphologie des Sees allerdings auch nicht wesentlich anders zu erwarten. Schwimmblattpflanzen sind generell empfindlich gegenüber Wind und Wellenschlag und finden daher in großen Seen nur schwer geeigneten Lebensraum. Im Wolfgangsee können sich schon natürlicherweise aufgrund seiner Ausrichtung von Nordwest nach Südost bereits bei vergleichsweise geringen Windstärken höhere Wellen aufbauen. Besonders dramatisch wirken sich in punkto Wellendynamik aber vor allem der in den Sommermonaten betriebene intensive Freizeit-Motorbootverkehr und die Linien- und Ausflugsschiffahrt aus. Die überwiegend steilen und felsigen bzw. verbauten Ufer des Sees sorgen zudem durch Reflexion zu einer weiteren Verstärkung des Wellenaufkommens.

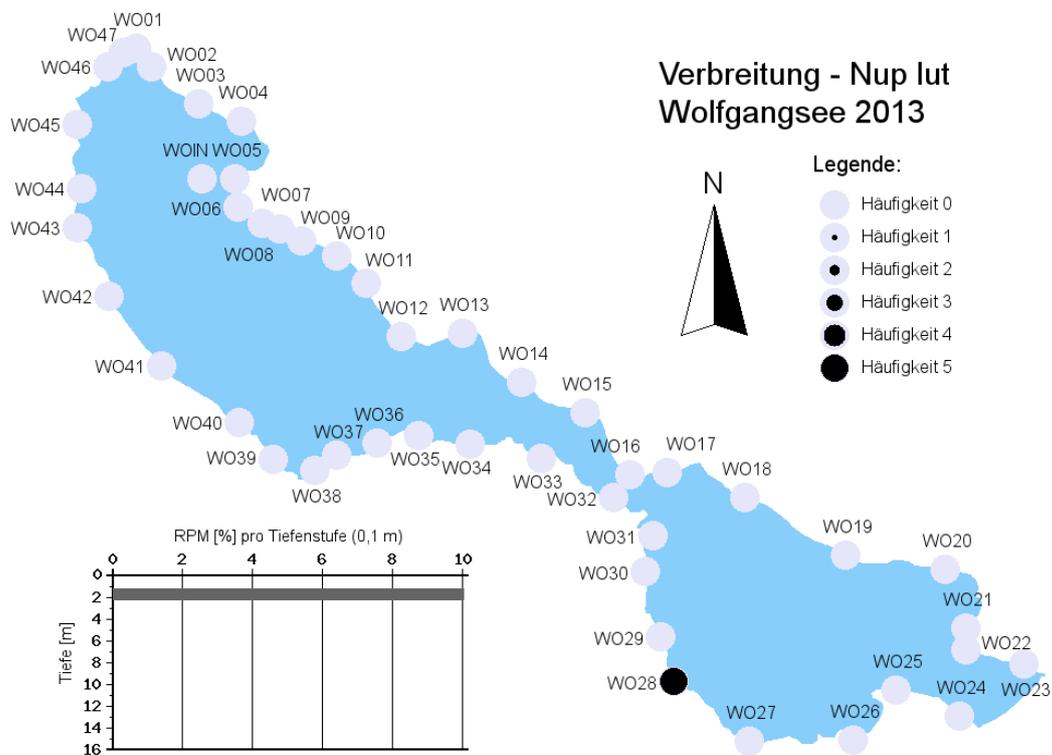
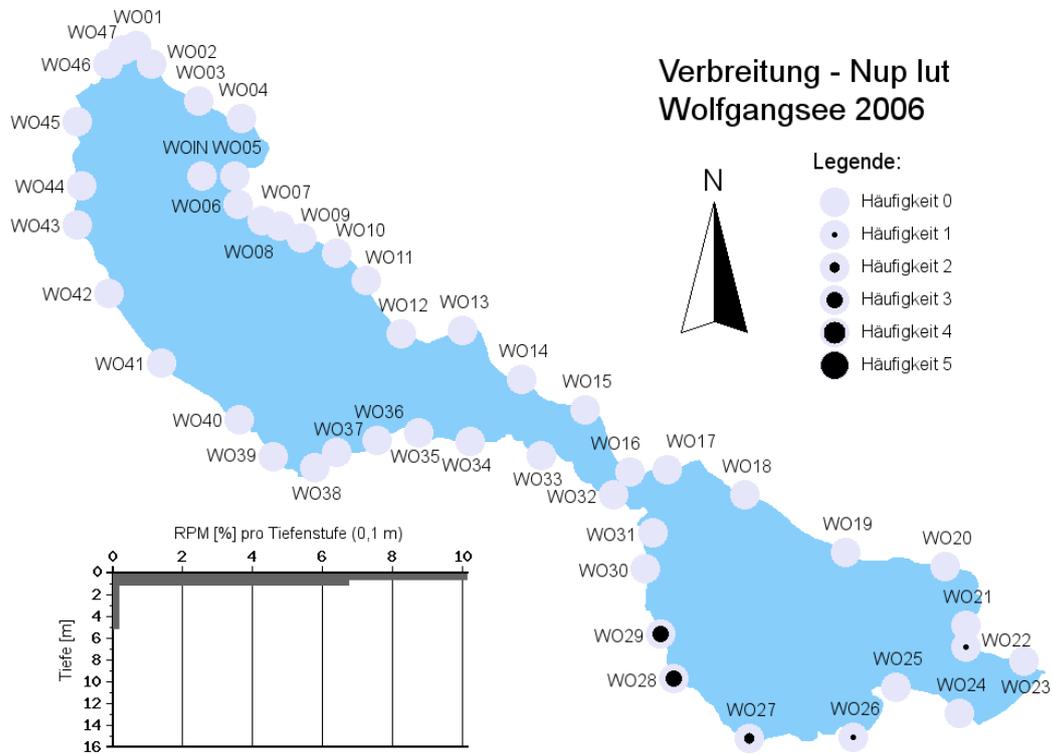
2006 kamen zwei Schwimmblattarten vor. Die

beiden Rote-Liste-Arten *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* trugen lediglich 0,29 % zur Gesamtpflanzenmenge der aquatischen Vegetation bei und gehörten damit zu den seltensten Pflanzen des Wolfgangsees. *Nymphaea alba* konnte allerdings bereits damals nur an einer einzigen Stelle und zudem nur als Einzelfund dokumentiert werden: in Transekt 1 im Bereich der Kesselbachmündung in der Brunnwinkler Bucht. 2013 war die Art dort nicht mehr vorzufinden.

Nuphar lutea war somit 2013 der einzige Vertreter der Schwimmblattpflanzen im Wolfgangsee. Im Gegensatz zu *Nymphaea alba* kann *Nuphar lutea* auch Unterwasserblätter ausbilden. Unter ungünstigen Bedingungen unterbleibt die Entwicklung echter Schwimmblätter und die Vorkommen bleiben rein submers. Die Pflanze ist daher gegenüber mechanischen Belastungen z.B. durch Wind und Wellen weitaus unempfindlicher.

Nuphar lutea (Groß-Teichrose)

VERBREITUNG



Nuphar lutea (Groß-Teichrose)

FACTSHEET

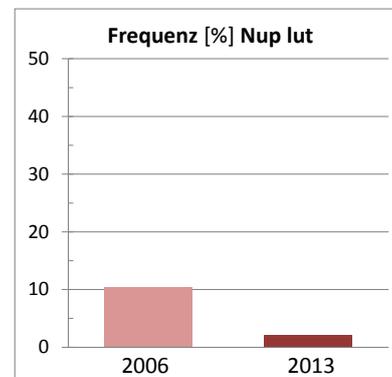
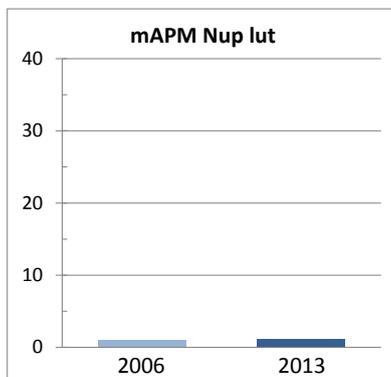


Allgemeine Artbeschreibung:

Nuphar lutea kommt in stehenden bis leicht fließenden Gewässern vor und benötigt weiches, tiefgründiges Sediment. Nährstoffreiche Standorte werden bevorzugt.

Zone: Schwimmblattzone

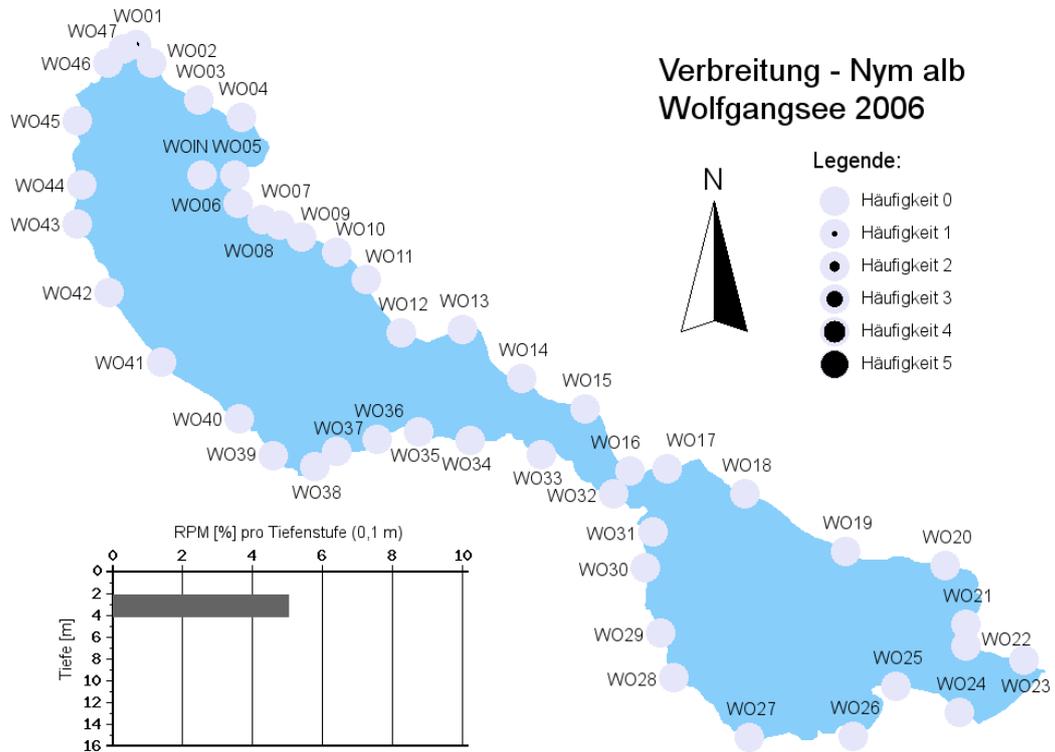
INDIFFERENT



Während die mittlere Absolute Pflanzenmenge im Zeitraum von 2006 bis 2013 annähernd gleich blieb, sank die Frequenz um vier Fünftel ab.

Wie aus den Verbreitungskarten ersichtlich ist, konnte *Nuphar lutea* im Jahr 2006 im St. Wolfgangger Becken im Bereich der Transekte WO26 bis WO29, sowie als Einzelfund in Transekt WO22 nachgewiesen werden. Vorkommen, in denen neben den salatähnlichen Unterwasserblättern auch Schwimmblätter ausgebildet wurden, beschränkten sich dabei auf den Bereich zwischen den Transekten WO27 und WO28. Hier waren in seichten, relativ unberührten Buchten, dem Schilf vorgelagerte, zum Teil inselartige, aber auch großflächigere Teichrosen-Felder anzutreffen.

2013 konnten, trotz gründlicher Nachsuche, nur mehr im Bereich von Transekt WO28 Vorkommen der Groß-Teichrose dokumentiert werden.



2013: nicht vorhanden

Nymphaea alba (Groß-Seerose)

FACTSHEET

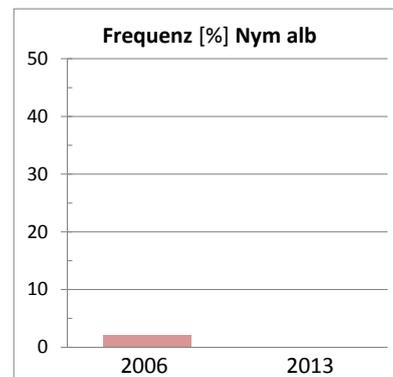
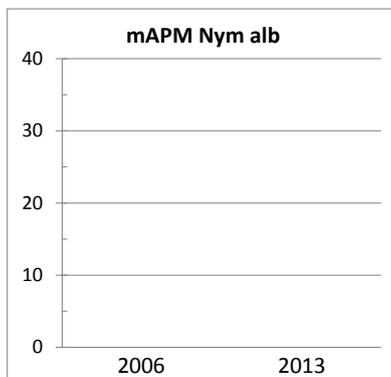


Allgemeine Artbeschreibung:

Nymphaea alba kann im Gegensatz zu *Nuphar lutea* keine Unterwasserblätter ausbilden und ist daher gegenüber Einwirkungen von Wind und Wellen weitaus empfindlicher.

Zone: Schwimmblattzone

INDIFFERENT



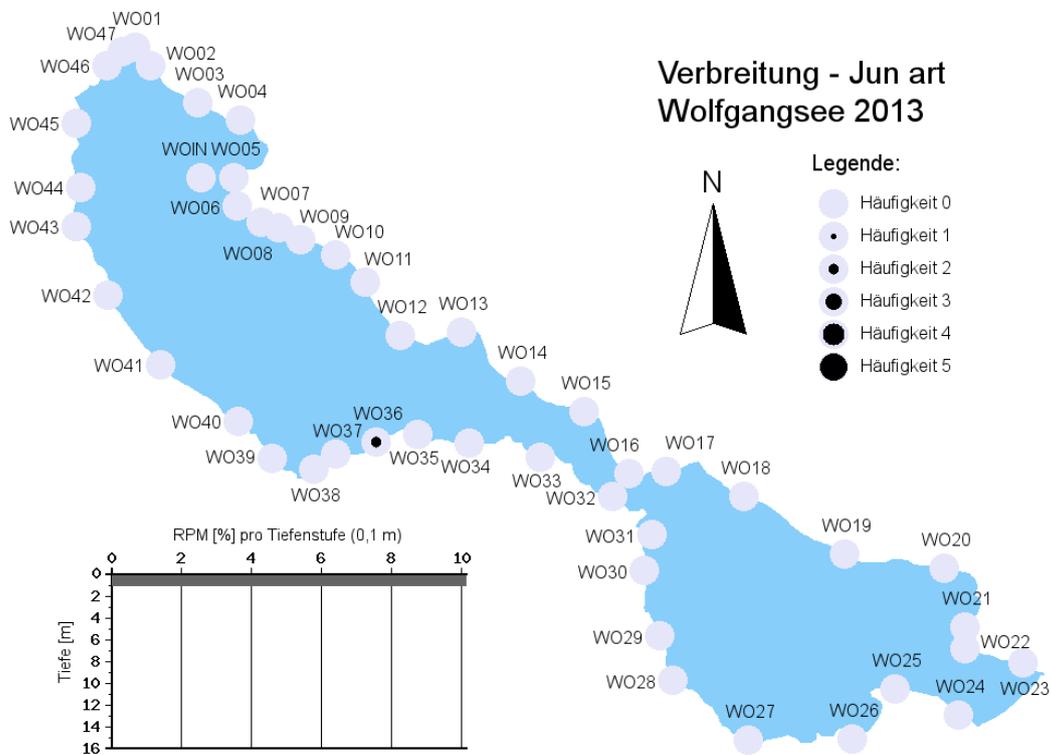
2006 fanden sich Einzelvorkommen von *Nymphaea alba* im Mündungsbereich des Kesselbaches (Transekt WO01). Die Schwimmblätter und Blüten der Art erreichten hierbei aus einer Tiefe von bis zu 4 m die Wasseroberfläche. Diese Bestände konnten 2013 nicht mehr bestätigt werden. Insgesamt stellt der Wolfgangsee mit seiner Gewässermorphologie und seiner natürlichen Wind- und Wellendynamik keinen optimalen Standort für das Vorkommen der Groß-Seerose dar. Verstärkt wird dieser Effekt durch den starken Schiffsverkehr in Kombination mit steilen und verbauten Ufern.

3.1.5.3 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 filtriert es als Sedimentationsfalle Feststoffe und nimmt einen großen Anteil der mitgeführten Nährstoffe auf (KSENOFONTOVA, 1989; DYCJOVA, 1990; KRAMBECK, 1990). Weiterhin werden im Wurzelraum Schwermetalle ausgefällt sowie Öle und Kolloide gebunden (SCHÄFER, 1984). Das Röhricht stellt somit einen sehr wichtigen und schätzenswerten Bestandteil im Ökosystem See dar (vgl. auch MORET, 1979; BURNAND, 1980; MOSS, 1983; ISELI & IMHOF, 1987; KRUMSCHEID-PLANKERT, 1990).

2006: nicht vorhanden



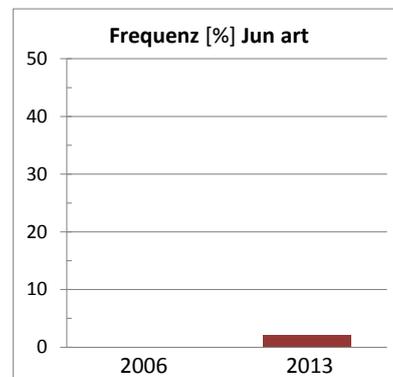
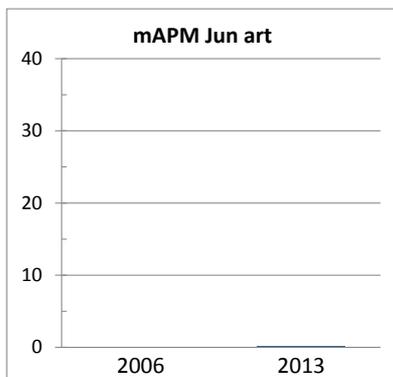


Allgemeine Artbeschreibung:

Juncus articulatus kommt an mehr oder weniger offenen Uferändern, besonders als Pionier an Störstellen vor (CASPER & KRAUSCH, 1980).

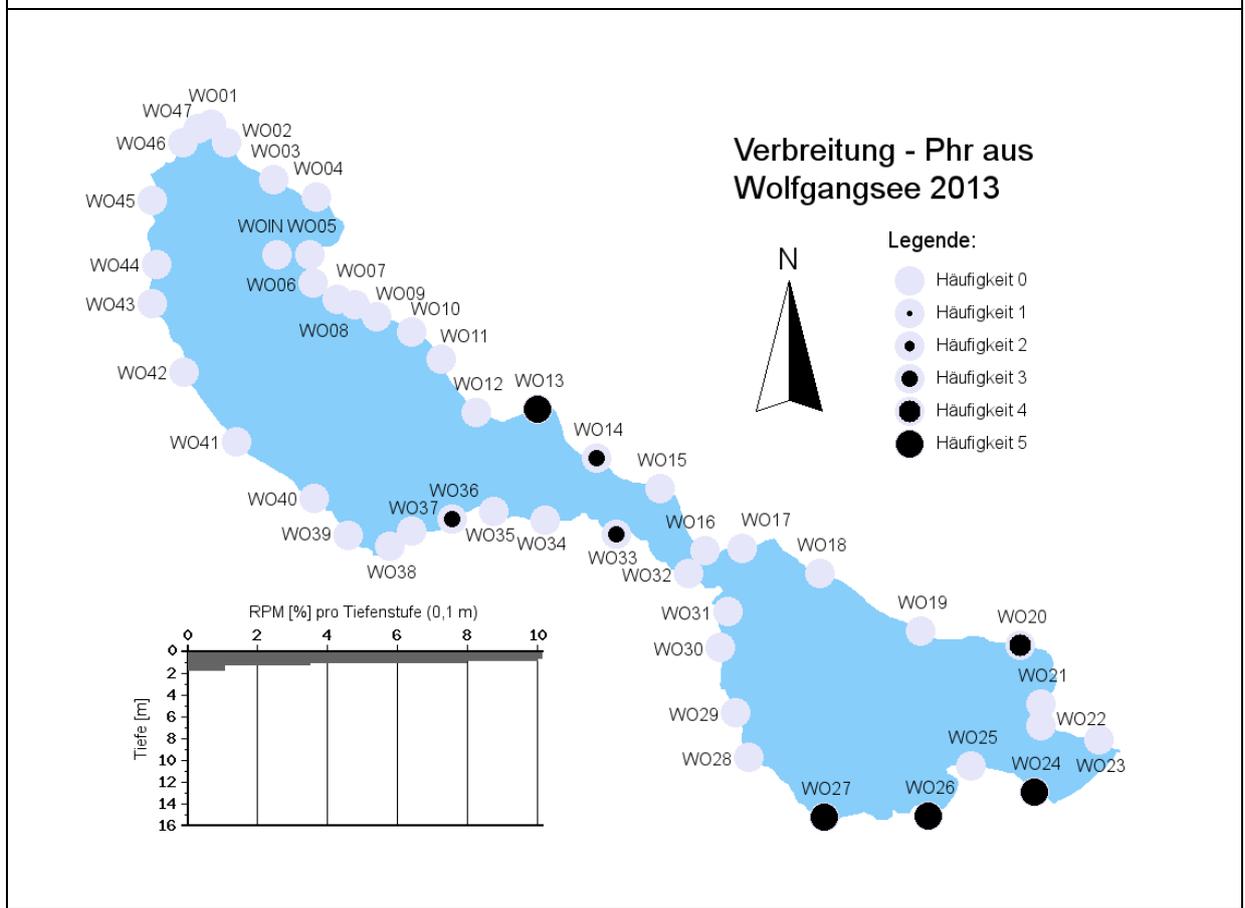
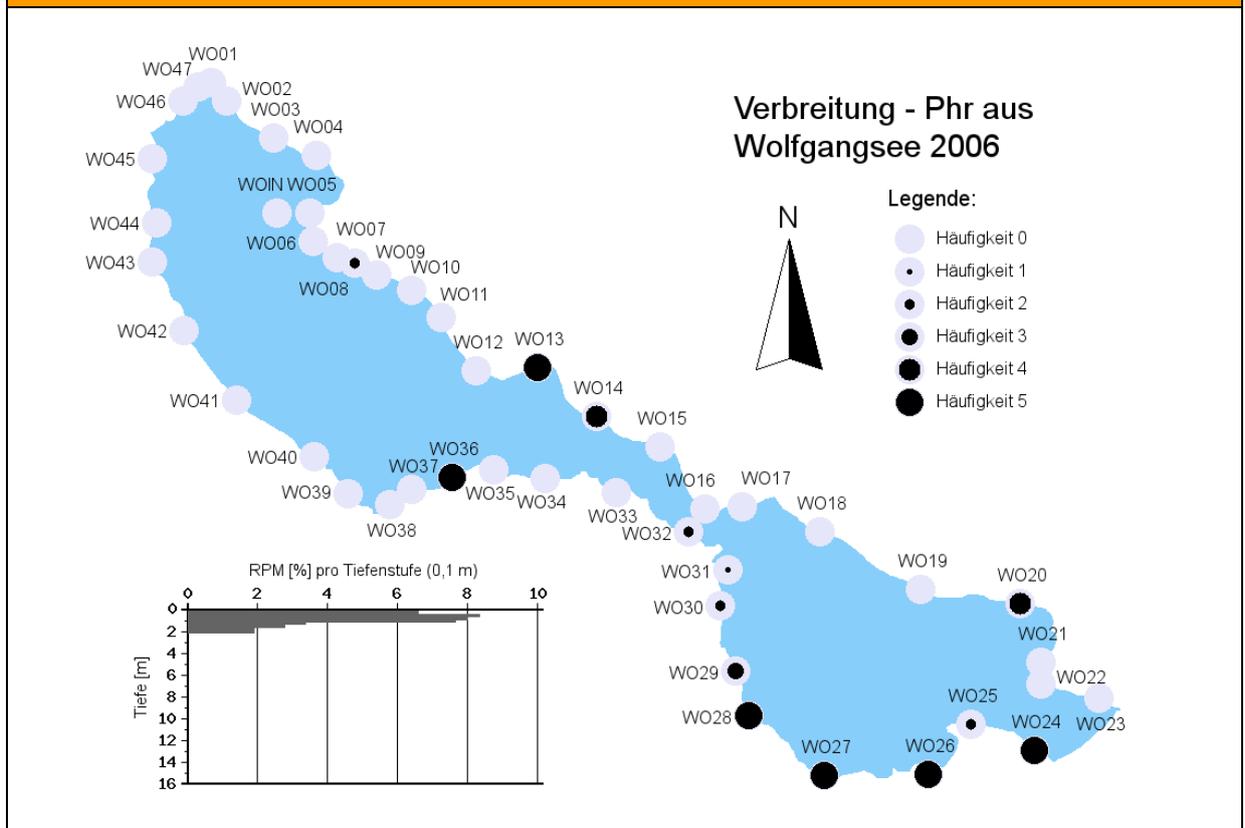
Zone: Röhrichtzone

INDIFFERENT



Die Art wurde erstmals 2013, und zwar im Transekt WO36 am Nordufer des Schwemmkegels des Zinkenbachs, nachgewiesen. In diesem Abschnitt ist ein mäßig dichter Röhrichtbestand über eine Breite von ca. 10 m ausgebildet. Die Vorkommen der Glieder-Simse fanden sich hier im Übergangsbereich zwischen dem Schilf und der dahinterliegenden Wiese mit einzelnen Gehölzen.

Juncus articulatus stellt unter den Röhrichtarten am Wolfgangsee die seltenste Art dar.



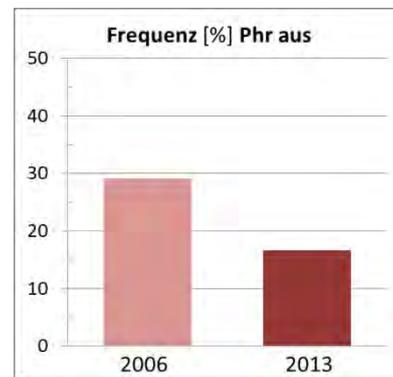
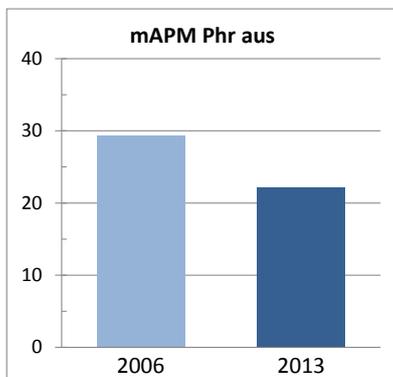


Allgemeine Artbeschreibung:

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 1,5 m tief ins Wasser vordringen. Die Wüchsigkeit ist eng mit der Nährstoffsituation des Gewässers verknüpft.

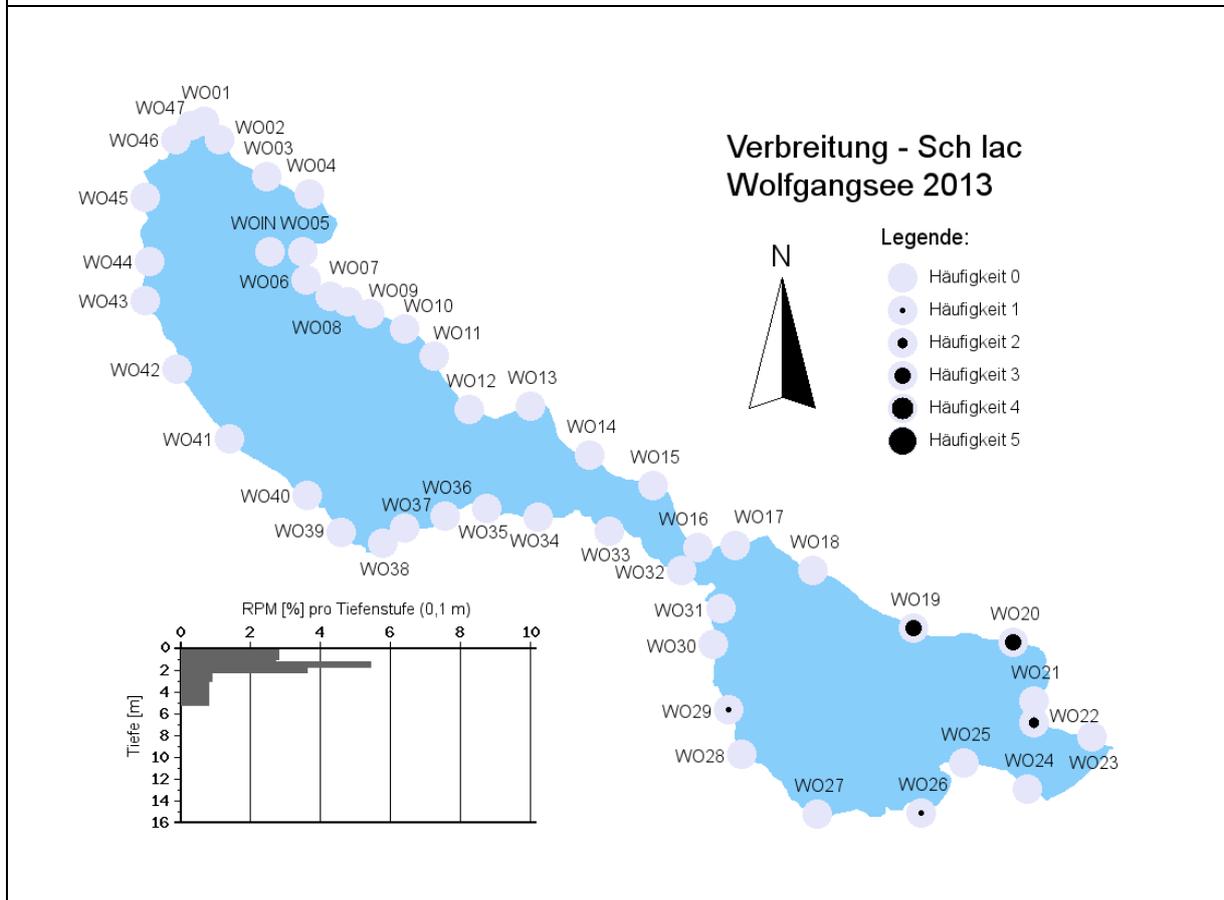
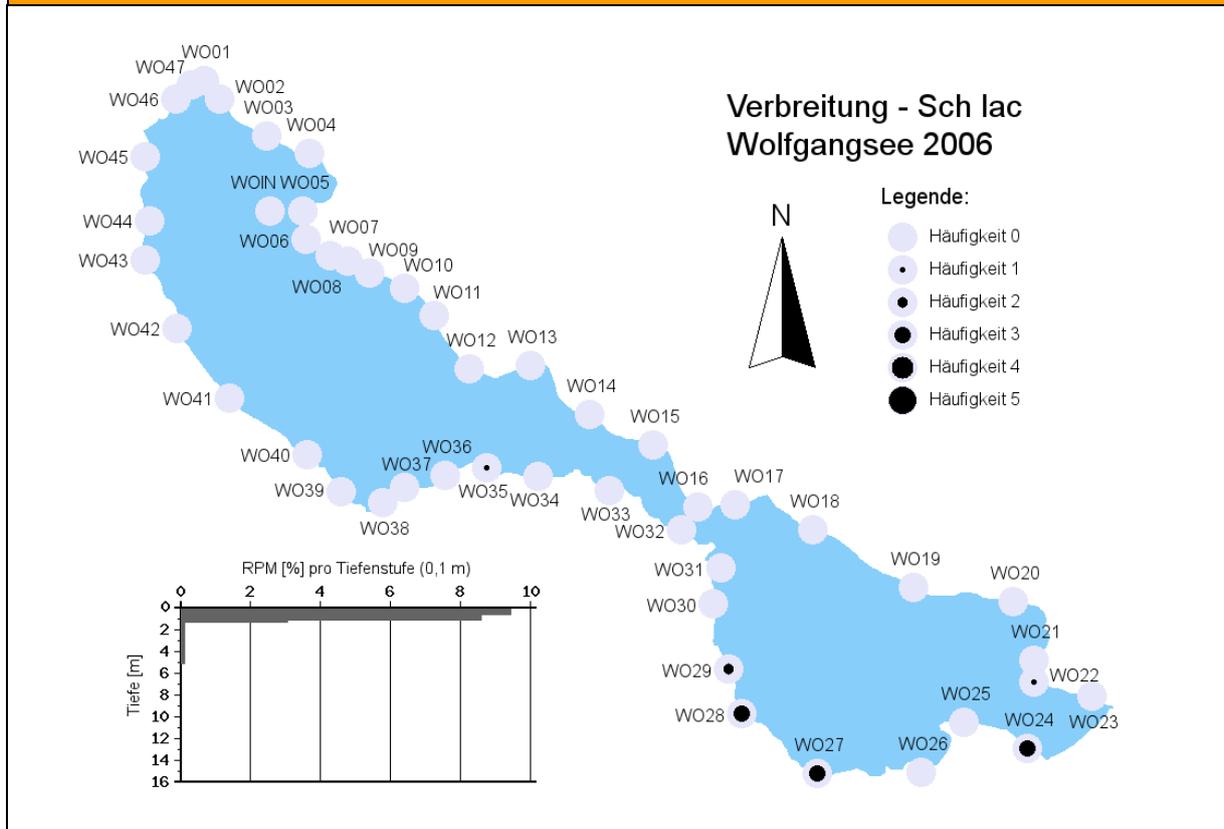
Zone: Röhrichtzone

INDIFFERENT



Phragmites australis hat im Zeitraum von 2006 bis 2013 rund ein Viertel seiner mittleren Absoluten Pflanzenmenge eingebüßt. Weiters war auch die Frequenz rückläufig.

Das St. Gilgener Becken bietet aufgrund überwiegend steil abfallender Uferböschungen und des felsigen Substrats kaum einen natürlichen Lebensraum für Röhricht. Hier fanden sich lediglich im Bereich des Zinkenbacher- und des Ditlbacher Schwemmkegels einige Schilfvorkommen. Die besten Bedingungen für Röhrichtpflanzen bietet das Südufer des St. Wolfgangener Beckens. Hier finden sich seichte Buchten mit schlammigem Substrat. Das Schilf bildete hier in beiden Untersuchungsjahren in Ufernähe dichte, relativ geschlossene Bestände, die eine Höhe von 1,8 bis 2,5 m erreichten und bis zu einem Meter tief im Wasser standen. Seeseitig lockerten die Bestände auf und verloren sich in Einzelhalmen. Die Bestände waren allerdings auch hier von 2006 auf 2013 deutlich rückläufig. Hierbei dürfte insbesondere die starke Wellenbelastung durch den intensiven Bootsverkehr eine Rolle spielen.



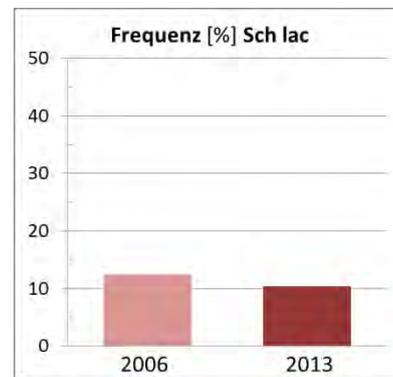
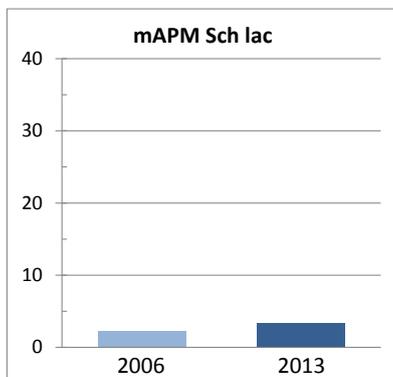


Allgemeine Artbeschreibung:

Schoenoplectus lacustris kann neben einer emersen (aufrechten, sich über den Wasserspiegel erhebenden) Wuchsform auch eine rein submersive (untergetauchte) Wuchsform mit schlaffen, bandförmigen Blättern ausbilden (s. Bild). Binsenvorkommen finden sich daher meist dem Schilfgürtel seeseitig vorgelagert.

Zone: Röhrichtzone

INDIFFERENT



Die Grün-Teichbinse hat im Zeitraum von 2006 bis 2013 ihre mittlere Absolute Pflanzenmenge leicht ausgebaut, ihre Frequenz sank jedoch leicht ab.

Am Wolfgangsee gab es bereits 2006 nennenswerte Vorkommen von *Schoenoplectus lacustris* im St. Wolfgangger Becken. Während 2006 hauptsächlich emerse Vorkommen der Art am Südufer vorgefunden wurden, konnten 2013, vermutlich aufgrund der starken mechanischen Belastung durch Wellenschlag, nur mehr submersive Vorkommen registriert werden. Diese fanden sich vorwiegend am Nordufer dieses Seebeckens.

Die submers ausgebildeten Bestände von *Schoenoplectus lacustris* reichten 2013 bis in eine Tiefe von 4,3 m, wobei der Tiefenverbreitungsschwerpunkt in ca. 1,3 m Tiefe lag.

Die Grün-Teichbinse stellt nach *Phragmites australis* sowohl hinsichtlich ihrer Pflanzenmenge als auch hinsichtlich ihrer Frequenz die zweithäufigste Röhrichtart am Wolfgangsee dar.

3.1.6 Vegetationsausstattung der einzelnen Transekte

3.1.6.1 Artenanzahl

Im Wolfgangsee wurden im Jahr 2006 im Mittel 5,2, im Jahr 2013 5,5 submerse Arten pro Transekt vorgefunden.

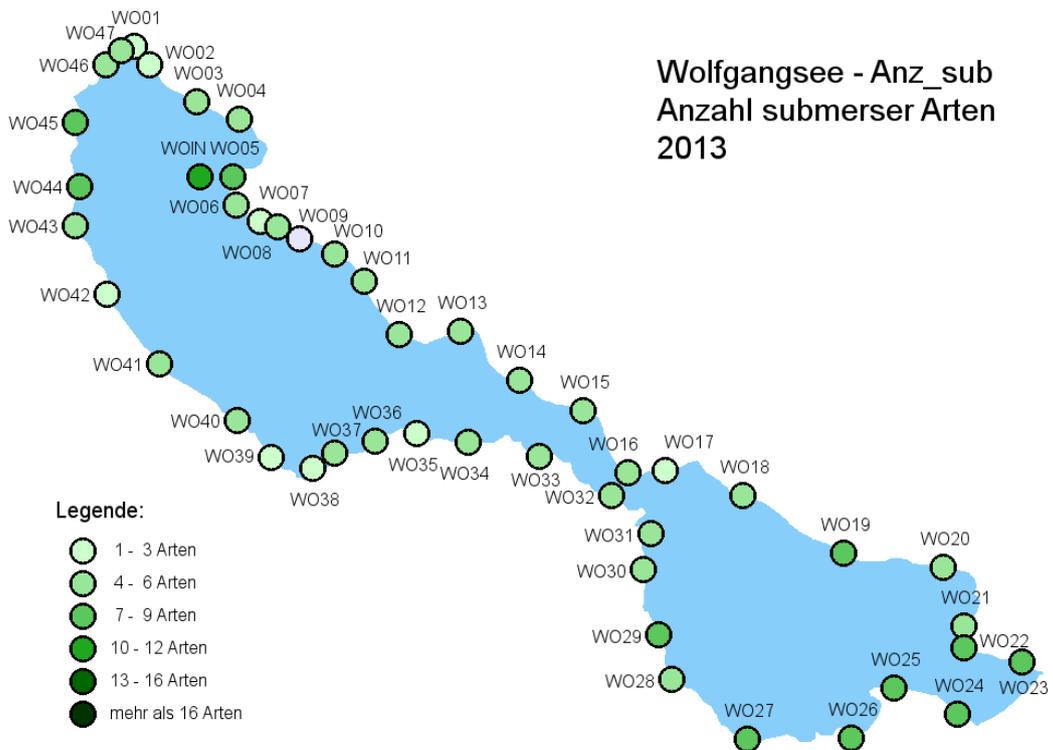
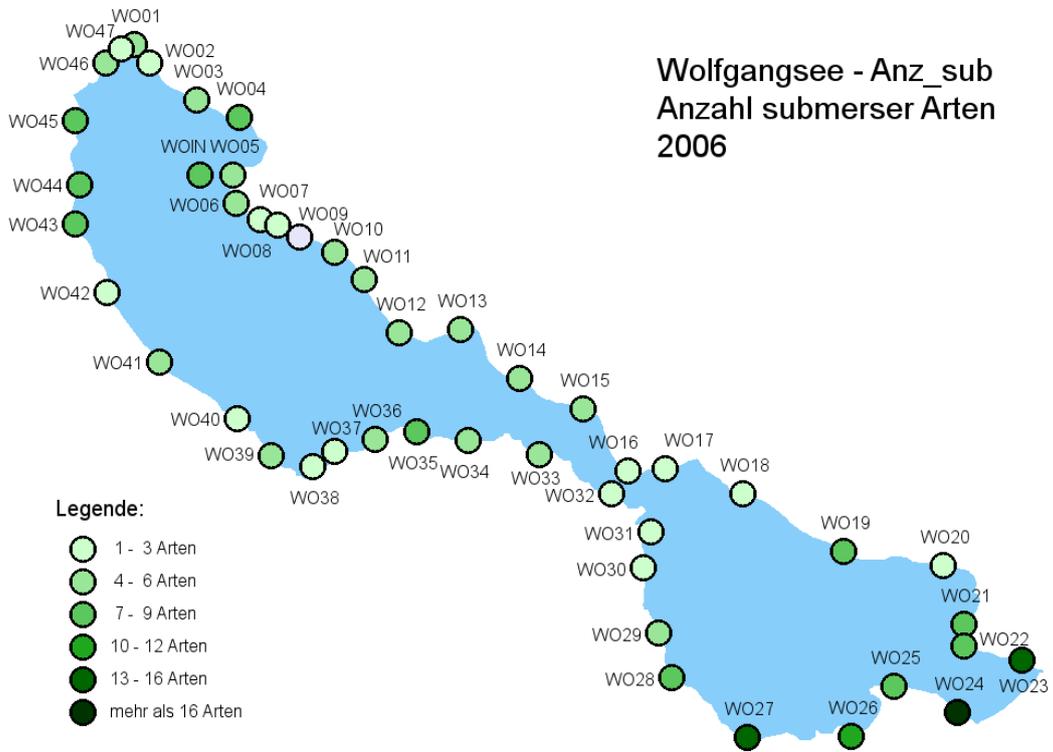
Obwohl die mittlere Artenanzahl pro Transekt damit zugenommen hat, haben sich artenreiche Transekte reduziert. 2006 wurden in insgesamt 14 Transekten mehr als 6 Arten, in 3 Transekten mehr als 9 Arten und in 2 Transekten mehr als 12 Arten vorgefunden. Die maximale Artenanzahl betrug 17

(Transekt WO24).

2013 lagen die entsprechenden Werte bei 13 Transekten mit mehr als 6 Arten und 2 Transekten mit mehr als 9 Arten. Die maximale Artenanzahl betrug 11 (Transekt WOIN).

Artenreiche Transekte waren 2006 vorzugsweise im St. Wolfgangger Becken anzutreffen. Dies war 2013 nicht mehr der Fall.

ARTENANZAHL



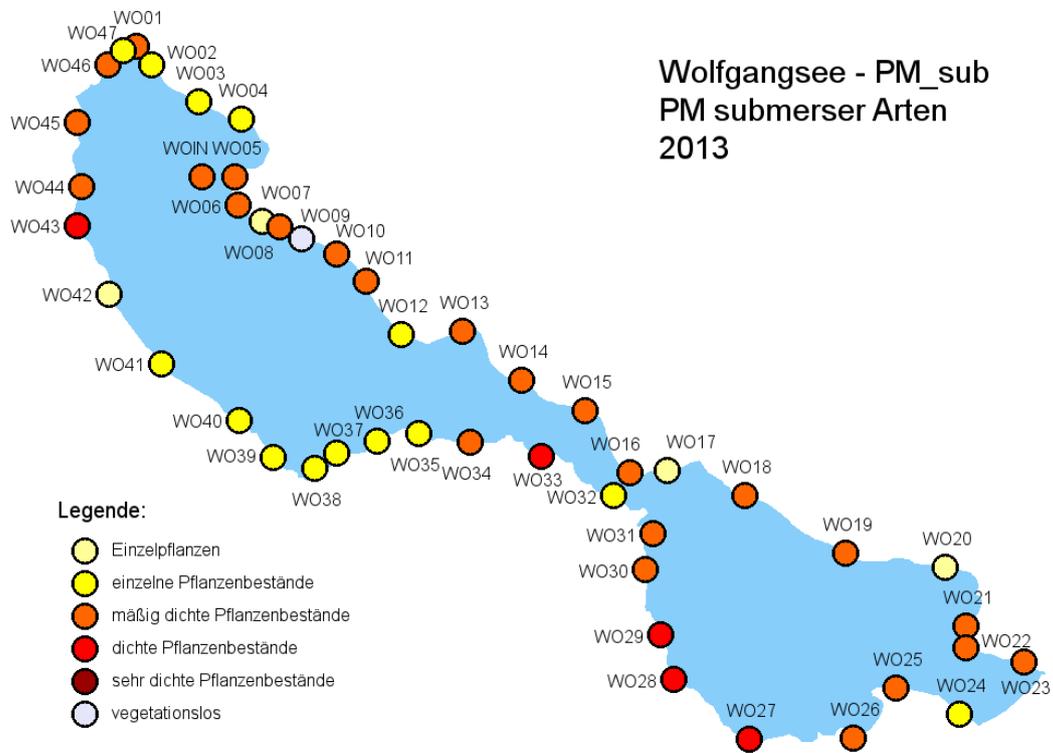
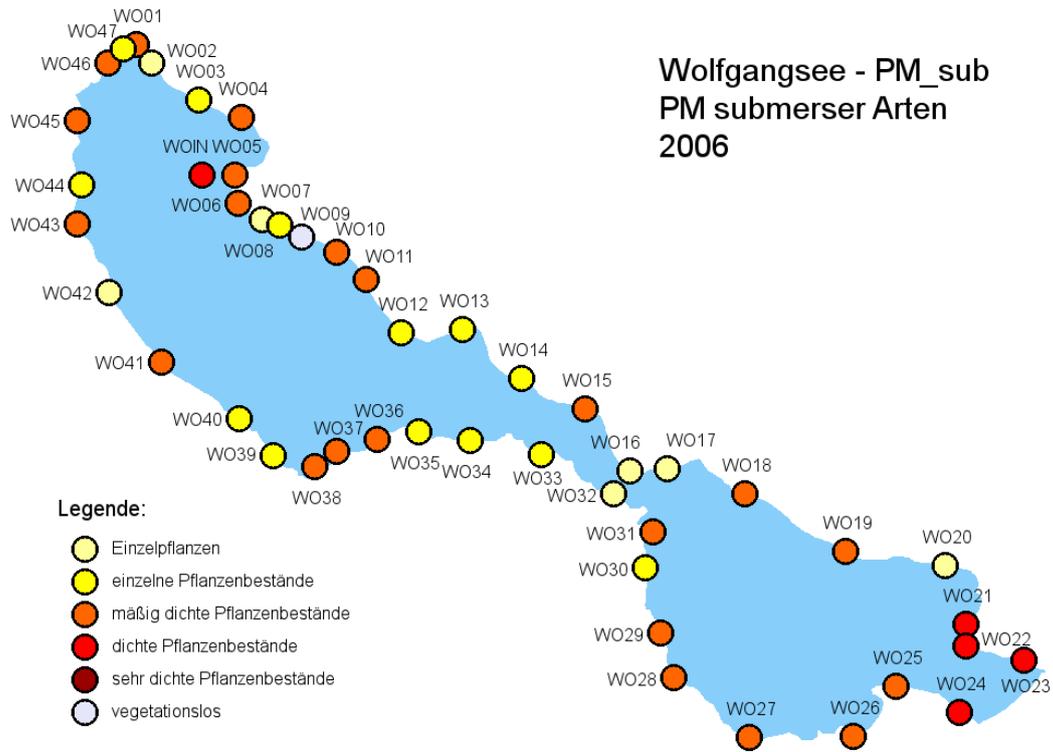
3.1.6.2 Vegetationsdichte

Die Dichte der submersen Vegetation im Wolfgangsee ist generell gering. Sie hat von 2006 (CMI: 3,2) auf 2013 (CMI: 3,3) nur geringfügig zugenommen, womit nach wie vor im Mittel nur „mäßig dichte Pflanzenbestände“ vorgefunden werden können. Während im Jahr 2006 im St. Wolfgangsee Becken durchwegs dichtere Pflanzenbestände als im St. Gilgener Becken vorgefunden werden konnten, kam es 2013 zu

einer Egalisierung der Mengenverhältnisse in beiden Becken.

Der Referenzwert für die Seen der nördlichen Kalkvoralpen <600 m ü.A., zu denen auch der Wolfgangsee zählt, liegt bei einem CMI-Wert von 5,0. Dieser Wert wurde am Wolfgangsee 2006 in keinem und 2013 nur in einem Transekt (WO43) erreicht.

VEGETATIONSDICHTE

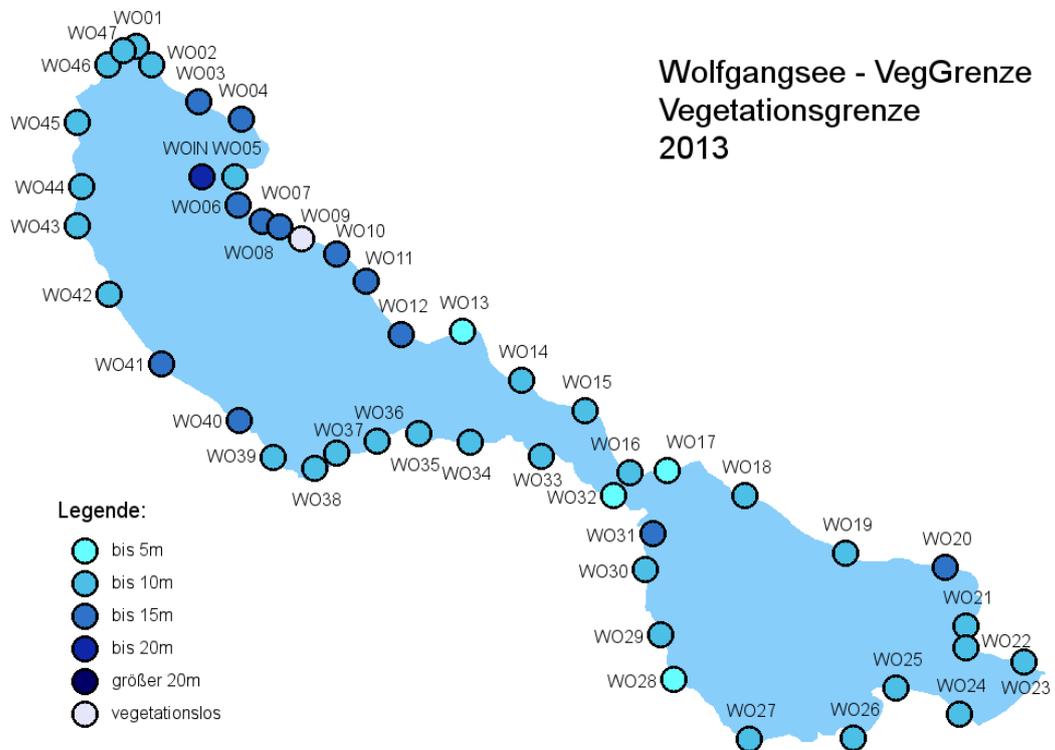
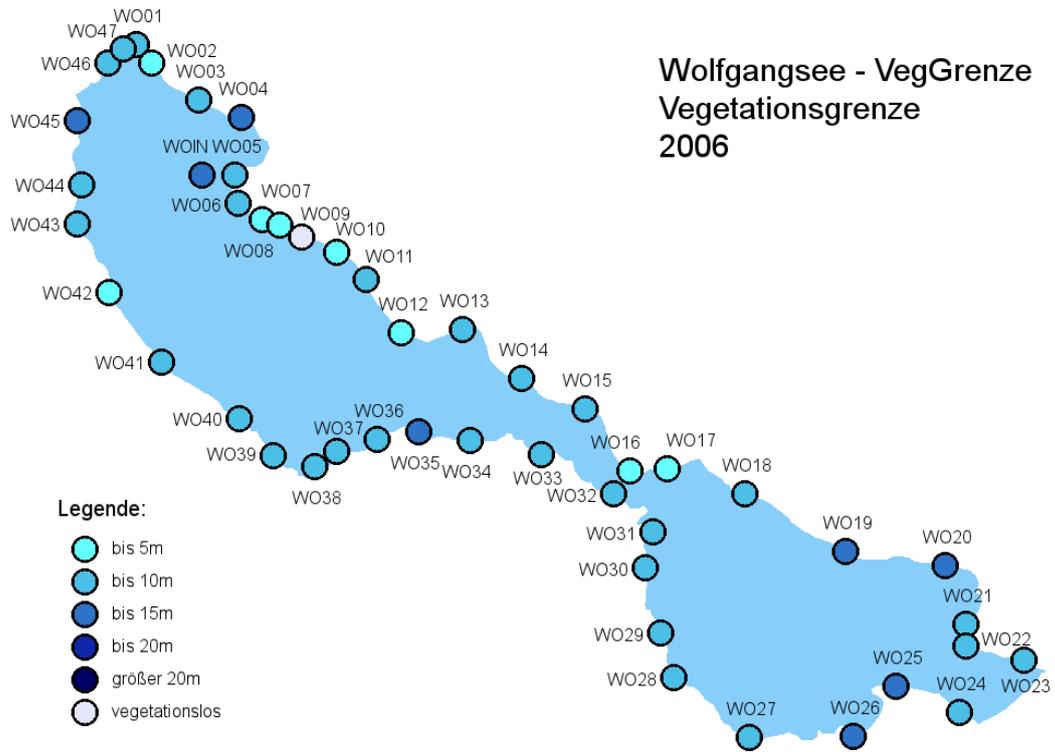


3.1.6.3 Vegetationsgrenze

2006 lag die Vegetationsgrenze am Wolfgangsee im Mittel bei 7,6 m. Bis 2013 konnte die submerse Vegetation offensichtlich weiter in die Tiefe vordringen und der entsprechende Wert verbesserte sich auf 8,2 m. Dennoch entsprechen auch die Gegebenheiten im Jahr 2013 in keinster Weise den Referenzbedingungen für diesen Seentyp.

Der Referenzwert für die Vegetationsgrenze liegt für die Seen der nördlichen Kalkvoralpen <600 m ü.A. bei 17,0 m. Dieser Wert wird am Wolfgangsee in keinem Transekt erreicht. In beiden Untersuchungsjahren wurde die maximale Vegetationsgrenze im Bereich der unterseeischen Insel registriert. 2006 lag die Vegetationsgrenze hier bei 14,0 m im Jahr 2013 bei 15,6 m.

VEGETATIONSGRENZE

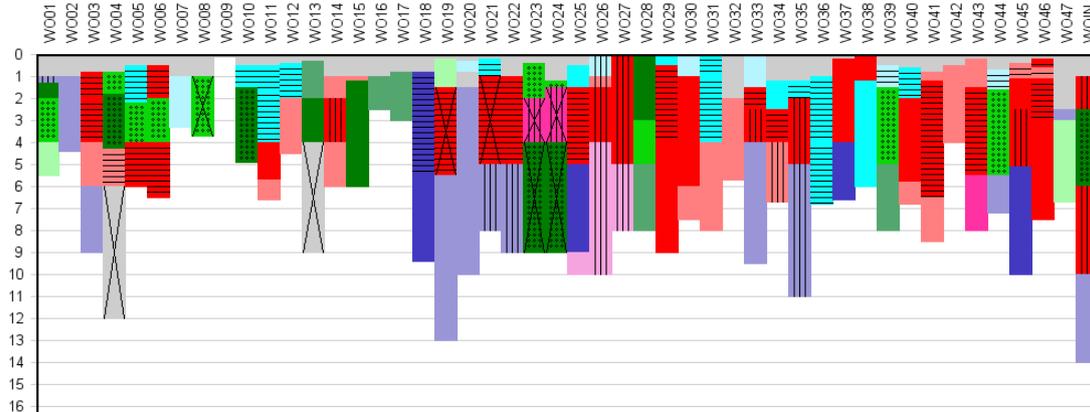


3.1.6.4 Vegetationszonierung

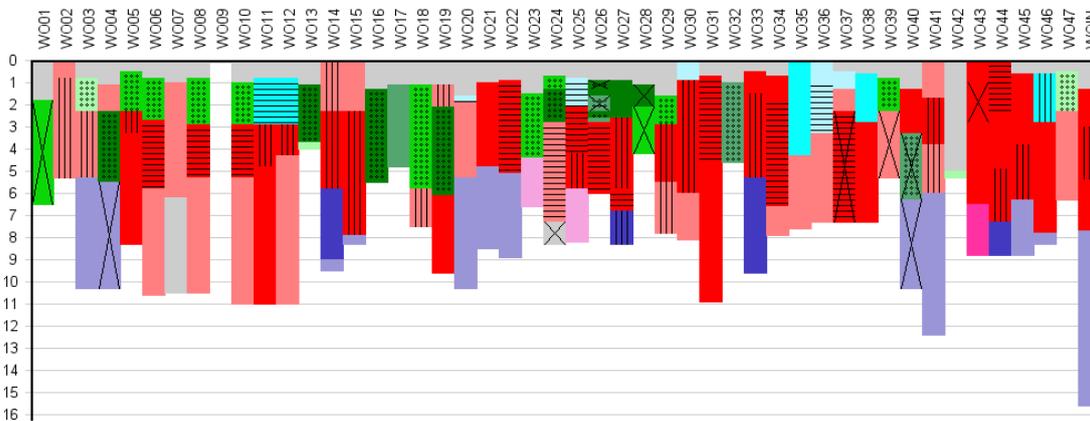
In den Seen der nördlichen Kalkvoralpen <600 m ü.A. finden sich charakteristischerweise, von der Mittelwasserlinie ausgehend in Richtung Tiefe, zunächst ausgedehnte Characeenrasen des Flachwassers. Diese können von niederwüchsigen Höheren Pflanzen durchsetzt sein. Vegetationsfrei ist in der Regel nur eine schmale Zone bis in etwa 0,5 m Wassertiefe, in der das natürliche Wellenaufkommen keinen Pflanzenbewuchs zulässt. Auf die Flachwassercharaceen folgen die Characeen des mittleren Tiefenbereichs, die ebenfalls dichte Bestände ausbilden. Auch sie sind gelegentlich von niederwüchsigen Höheren Pflanzen durchsetzt. Stärkere Vorkommen von hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels in dieser Zone zeugen von erhöhter Nährstoffbelastung. Nach untern schließen sich die Characeenwiesen der Tiefe an, die ebenfalls hohe Dichten erreichen. Üblicherweise kommen hier keine Höheren Pflanzen mehr vor. Die Characeenwiesen der Tiefe reichen meist selbst bis zur Vegetationsgrenze. Häufig sind allerdings auch noch Nitellafluren vorgelagert. Diese können gelegentlich die Characeenwiesen der Tiefe auch ganz ersetzen. In allen Tiefenzonen können darüber hinaus auch aquatische Moose

vorkommen, die allerdings nicht zum typspezifischen Inventar dieses Seentyps gehören. Wie den Grafiken auf der folgenden Seite entnommen werden kann, ist die typspezifische Vegetationszonierung am Wolfgangsee nur in Einzelfällen ausgebildet. 2006 waren dies die Transekte WO21, WO25, WO26, WO33 und WO36, im Jahr 2013 WO20, WO25 und WO46. In den meisten Fällen fehlt bereits die Flachwasservegetation. Der vegetationsfreie Bereich reicht bis in 1 m, häufig sogar bis in 2 m Wassertiefe. Hier folgen dann in Richtung Tiefe bereits die Characeen des mittleren Tiefenbereichs oder, bei nährstoffreicheren Verhältnissen, auch von niederwüchsigen Höheren Pflanzen dominierte Bereiche (z.B. Fürberger Bucht). Stärkere Nährstoffbelastungen (z.B. im Bereich der Transekte WO13, WO16 bis WO18, WO24, WO26 bis WO28 und WO32) sind durch Vorkommen dichter Laichkrautbestände in dieser Tiefenzone charakterisiert. In sehr vielen Transekten fehlen am Wolfgangsee jedoch auch die Characeen der Tiefe und/oder die Nitellarasen. Die Situation hat sich diesbezüglich von 2006 auf 2013 nur unwesentlich verändert.

VEGETATIONSZONIERUNG



2006



2013

- | dicht | schütter | |
|-------|----------|---------------------------------------------|
| | | Characeen des Flachwassers |
| | | Höhere Pflanzen niederwüchsig |
| | | Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) |
| | | Characeen des mittleren Tiefenbereiches |
| | | Characeenwiesen der Tiefe |
| | | Nitellafloren |

Zusätzliche Schraffuren:

- mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen
- mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels
- mit Characeen
- kein Makrophytenbewuchs
- Moose

3.1.6.5 Makrophytenindex

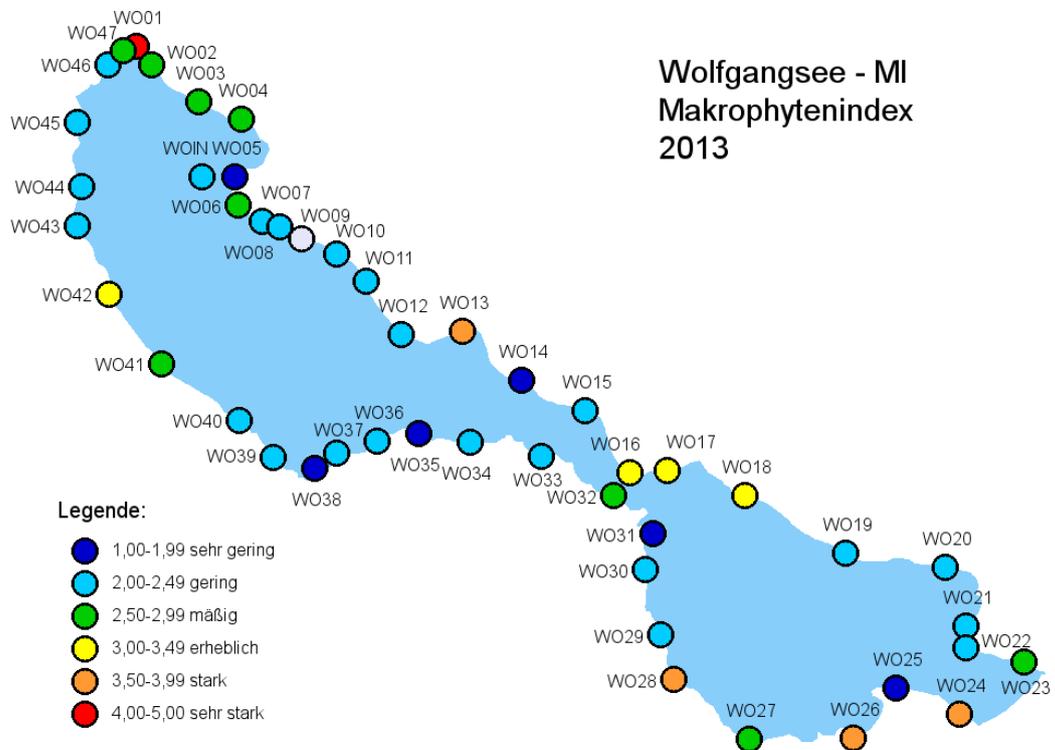
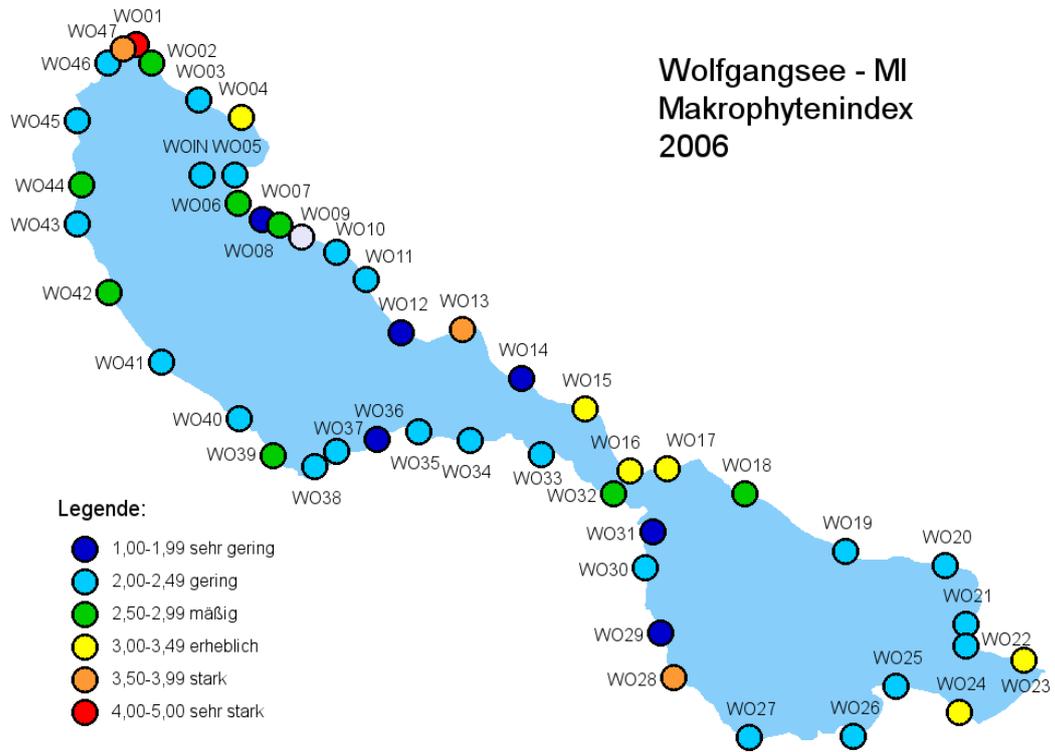
Der Makrophytenindex ist ein Maß für die Nährstoffbelastung im Uferbereich von Seen. Die Skala reicht hierbei von 1 = „sehr gering“ bis 5 = „sehr stark“. Am Wolfgangsee ist, wie nicht anders zu erwarten, in den meisten Transekten nur eine „sehr geringe“ bis „geringe“ Nährstoffbelastung gegeben. Allerdings sind auch einige „erheblich“ bis „sehr stark“ belastete Transekte offensichtlich. Bereits 2006 fiel in dieser Hinsicht Transekt WO01 auf. Hier, an der Mündung des Kesselbachs, gelangen offensichtlich nicht unerhebliche Nährstoffmengen in den See. 2006 war hiervon auch noch das sich in westlicher Richtung anschließende Transekt WO47 betroffen. Dies war 2013 nicht mehr der Fall. Möglicherweise beruht dies auf einer Verringerung der Nährstofffracht des Kesselbachs. Möglicherweise spielt hier aber auch die Verlegung des Mündungsbereichs eine nicht unerhebliche Rolle (pers. Mitt. Anrainer). Hierdurch wurde erreicht, dass das Kesselbachwasser nicht in Richtung Westen, entlang des Ufers, sondern in Richtung Süden, gleich in tiefere Gewässerzonen, einströmt. Als „stark belastet“ erwies sich sowohl 2006 als auch 2013 Transekt WO13 bei Falkenstein. Hier

findet sich eine Aquakultur im relativ flachen Wasser. Außerdem mündet ein Bach, der zuvor eine Fischhälteranlage durchfließt.

Ebenfalls in beiden Untersuchungsjahren wurde im Bereich von Transekt WO28, bei Zirler, eine starke Belastung festgestellt. Hier mündet ein größerer Drainagegraben aus landwirtschaftlich genutztem Gebiet. Die Nährstoffbelastung durch landwirtschaftliche Nutzung hat sich im Süden des St. Wolfgang Beckens von 2006 bis 2013 offensichtlich generell deutlich verstärkt. Die meisten Transekte in diesem Bereich wurden mit dem Makrophytenindex im Untersuchungsjahr 2013 schlechter bewertet als noch 2006. Neben Transekt WO28 wiesen 2013 noch zwei weitere Transekte (WO24 und WO26) sogar eine starke Nährstoffbelastung auf.

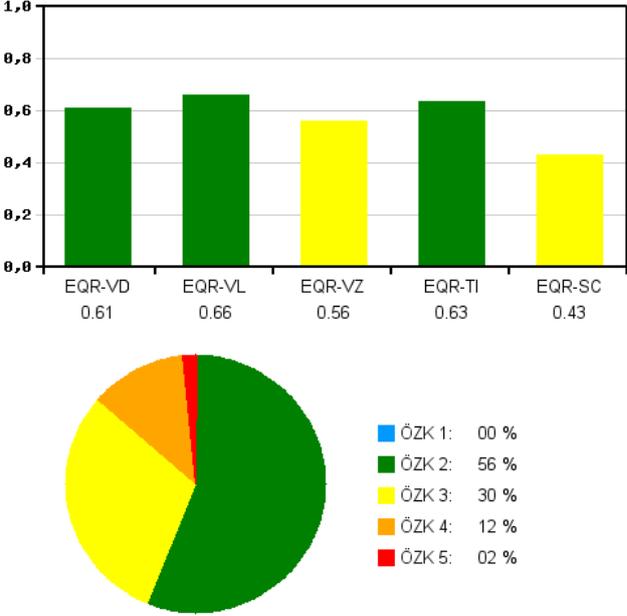
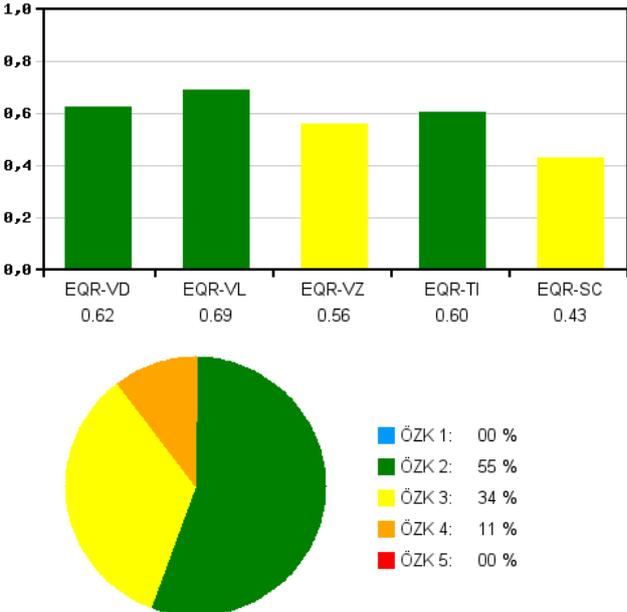
Als erheblich belastete Transekte kamen 2013 WO18 (Schiffsstation St. Wolfgang) und WO42 (Schiffsstation Hotel Lueg) hinzu. In den Bereichen der Transekte WO04 (Fürberg), WO15 (Ried) und WO23 (Strobl Nord) hat die Nährstoffbelastung hingegen offensichtlich abgenommen.

MAKROPHYTENINDEX



3.1.7 Bewertung nach ÖNORM

3.1.7.1 Gesamtbewertung

2006:	EQR: 0,58, ÖZK: 3 mäßig
 <p>2006:</p> <p>EQR: 0,58, ÖZK: 3 mäßig</p> <p>Gesamtbewertung 2006: MÄßIG</p> <p>Einzelmetrics:</p> <p>Vegetationsdichte (VD): gut Vegetationsgrenze (VL): gut Vegetationszonierung (VZ) :mäßig Trophieindikation (TI): gut Artenzusammensetzung (SC): mäßig</p> <p>Uferabschnitte:</p> <p>Gut: 56% der Uferlänge Mäßig: 30% der Uferlänge Unbefriedigend: 12% der Uferlänge Schlecht: 2% der Uferlänge</p>	
2013:	EQR: 0,58, ÖZK: 3 mäßig
 <p>2013:</p> <p>EQR: 0,58, ÖZK: 3 mäßig</p> <p>Gesamtbewertung 2013: MÄßIG</p> <p>Einzelmetrics:</p> <p>Vegetationsdichte (VD): gut Vegetationsgrenze (VL): gut Vegetationszonierung (VZ) :mäßig Trophieindikation (TI): gut Artenzusammensetzung (SC): mäßig</p> <p>Uferabschnitte:</p> <p>Gut: 55% der Uferlänge Mäßig: 34% der Uferlänge Unbefriedigend: 11% der Uferlänge Schlecht: 0% der Uferlänge</p>	

Der Wolfgangsee ist im Jahr 2013, wie schon 2006, auf Basis des Qualitätselements Makrophyten nur mit „mäßig“ zu bewerten. Die Ergebnisse der einzelnen Metrics lassen 2013 gegenüber der Voruntersuchung nur wenig Veränderung erkennen. Bei den Metrics „Vegetationsdichte“ und „Vegetationsgrenze“ sind leichte Verbesserungen erkennbar, wohingegen beim Metric „Trophieindikation“ eine Verschlechterung auffällt. Die Ergebnisse für die Metrics „Vegetationszonierung“ und „Artenzusammensetzung“ blieben unverändert.

Hinsichtlich seiner Makrophytenvegetation liegen die Hauptprobleme des Wolfgangsees weiterhin in der Ausprägung der Vegetationszonierung und der Artenzusammensetzung (s. Metrics „Vegetationszonierung“ und „Artenzusammensetzung“). Beide Faktoren werden, wie im Bewertungsbericht von 2006 ausgeführt, maßgeblich durch das starke, anthropogen verursachte Wellenaufkommen beeinflusst. Indem streckenweise ganze Vegetationszonen fehlen oder nur äußerst spärlich besiedelt sind, bleibt auch die Vegetationsdichte insgesamt hinter den Erwartungen zurück (s. Metric „Vegetationsdichte“). Möglicherweise liegt auch eine Ursache für die vergleichsweise hohe Lage der Vegetationsgrenze (s. Metric „Vegetationsgrenze“) im starken Wellenaufkommen (vgl. Bewertungsbericht 2006).

Besonders an steilen Ufern kommt es durch Reflexionen zu einer Verstärkung der

3.1.7.2 Bewertung der einzelnen Transekte

Auf Basis des Qualitätselements Makrophyten kann dem Wolfgangsee in keinem einzigen Transekt bzw. Uferabschnitt ein „sehr guter ökologischer Zustand“ attestiert werden. Mit „gut“ wurde sowohl 2006 als auch 2013 etwa die Hälfte der Transekte bewertet. 2006 konzentrierten sich mit „gut“ bewertete Transekte hauptsächlich im St. Wolfgangsee Becken, 2013 war die Mehrheit „guter“ Transekte im St. Gilgener Becken zu finden.

Im St. Gilgener Becken kam es vor allem am Nordufer, von Fürberg bis St. Wolfgang, zu Verbesserungen des ökologischen Zustands. Eine Ausnahme bildet lediglich Transekt WO13 bei Falkenstein. Hier liegt unverändert ein „unbefriedigender Zustand“ vor. Die Ursache ist starke Nährstoffbelastung (vgl. Grafiken EQR-TT), welche zum einen aus einer im relativ seichten Wasser gelegenen Aquakultur und, zum anderen, aus einem einmündenden Bach, welcher zuvor eine Fischhälteranlage durchfließt, resultiert. Weitere nach wie vor nur mit „unbefriedigend“ bewertete Uferabschnitte im St. Gilgener Becken liegen an der Schiffsstation Lueg (WO42) sowie im Bereich der Kesselbachmündung (WO01, WO02 und WO47). Maßgeblich verantwortlich für den „unbefriedigenden Zustand“ ist auch dort jeweils

Wellendynamik. Steile Ufer sind am Wolfgangsee zum Teil natürlich (v.a. die Felswände am nördlichen Ufer des St. Gilgener Beckens). Über weite Bereiche sind es jedoch auch künstliche Uferverbauten, die sich in dieser Hinsicht negativ auswirken.

Überraschend ist das schlechte Abschneiden des Metrics „Trophieindikation“ im Jahr 2013. Es ist zwar ganz offensichtlich bei einigen punktuellen Belastungsquellen eine Verbesserung eingetreten (z.B. Kesselbach und Gunzenbach), dafür nahm aber vor allem am Südufer des St. Wolfgangsee Beckens die Nährstoffbelastung deutlich zu. Verantwortlich dürften hier vor allem einmündende Drainagegräben sowie diffuse Einträge aus der Landwirtschaft sein. Besonders auch von einer im See gelegenen Fischhälteranlage bei Falkenstein geht eine überaus starke Nährstoffbelastung aus. Weitere Belastungen erfolgen offensichtlich im Ortsbereich von Sankt Wolfgang.

Insgesamt hat der Anteil der mit „unbefriedigend“ und „schlecht“ bewerteten Uferabschnitte von 14 % im Jahr 2006 auf 11 % im Jahr 2013 abgenommen. Im Gegenzug stieg allerdings der Anteil der mit „mäßig“ bewerteten Uferabschnitte von 30 % auf 34 % an. Der Anteil der mit „gut“ bewerteten Uferabschnitte blieb mit 55 % nahezu gleich wie 2006.

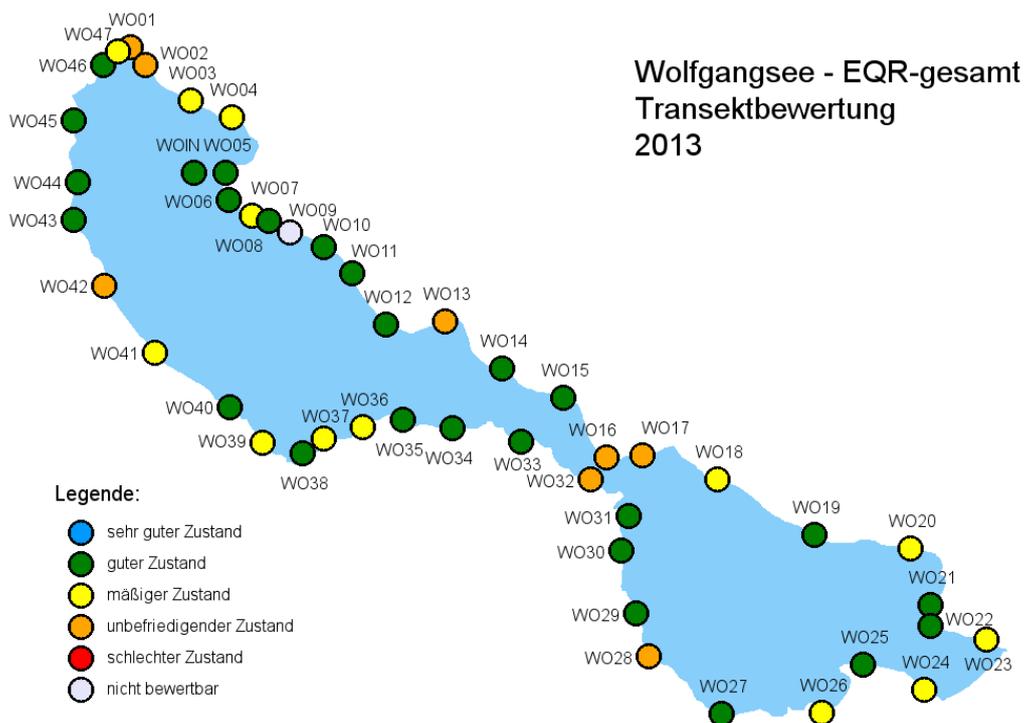
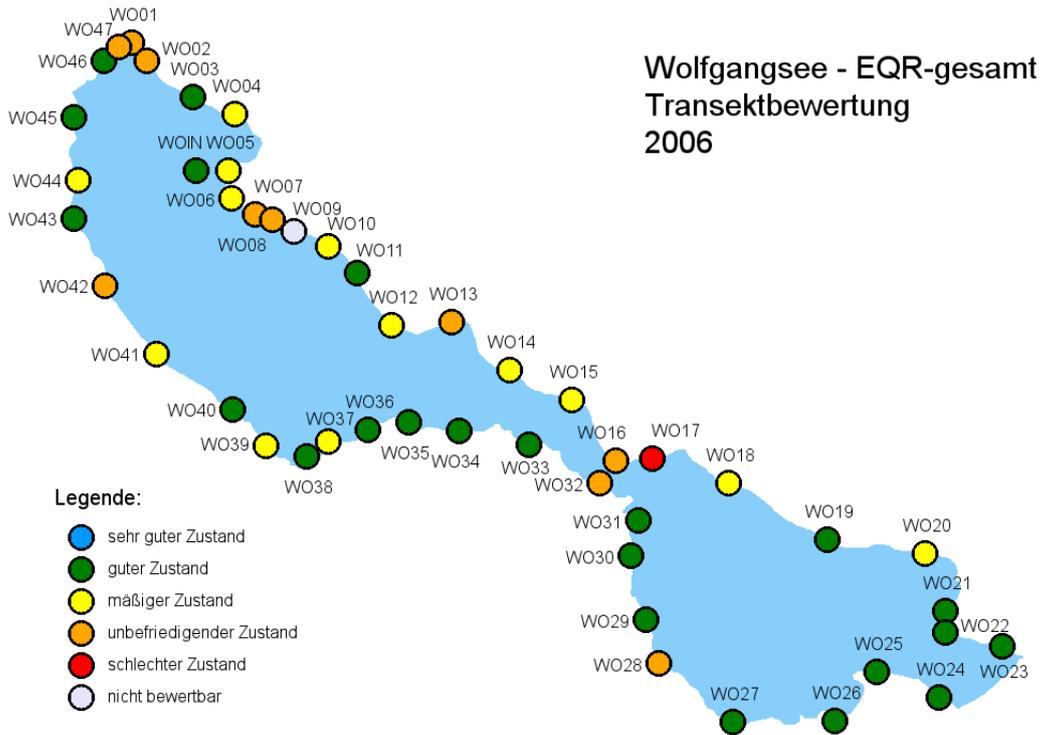
Nährstoffbelastung (vgl. Grafiken EQR-TT). Für den „mäßigen Zustand“ der am Nordufer des Schwemmkegels des Kesselbachs und am Westufer des St. Gilgener Beckens gelegenen Transekte sind hingegen überwiegend Uferverbauten verantwortlich (vgl. Grafiken EQR-Z). Diese wirken sich insbesondere im Zusammenspiel mit dem starken, anthropogen bedingten Wellenaufkommen negativ auf die aquatische Vegetation aus.

Dieselben Gründe dürften für den nur „mäßigen“ bis „unbefriedigenden Zustand“ im Ortsbereich von St. Wolfgang, Schwarzenbach und Strobl Nord (WO16-WO18, WO20, WO23) im St. Wolfgangsee Becken verantwortlich sein (vgl. Grafiken EQR-Z). Am Südufer des St. Wolfgangsee Beckens sind es hingegen wiederum hauptsächlich Nährstoffbelastungen, die für die Verfehlung des „guten Zustands“ in mehreren Transekten verantwortlich zeichnen (vgl. Grafiken EQR-TT). Hier münden zahlreiche Drainagegräben aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in den See. Die diesbezügliche Situation hat sich in diesem Seebereich gegenüber den Verhältnissen im Jahr 2006 deutlich verschlechtert.

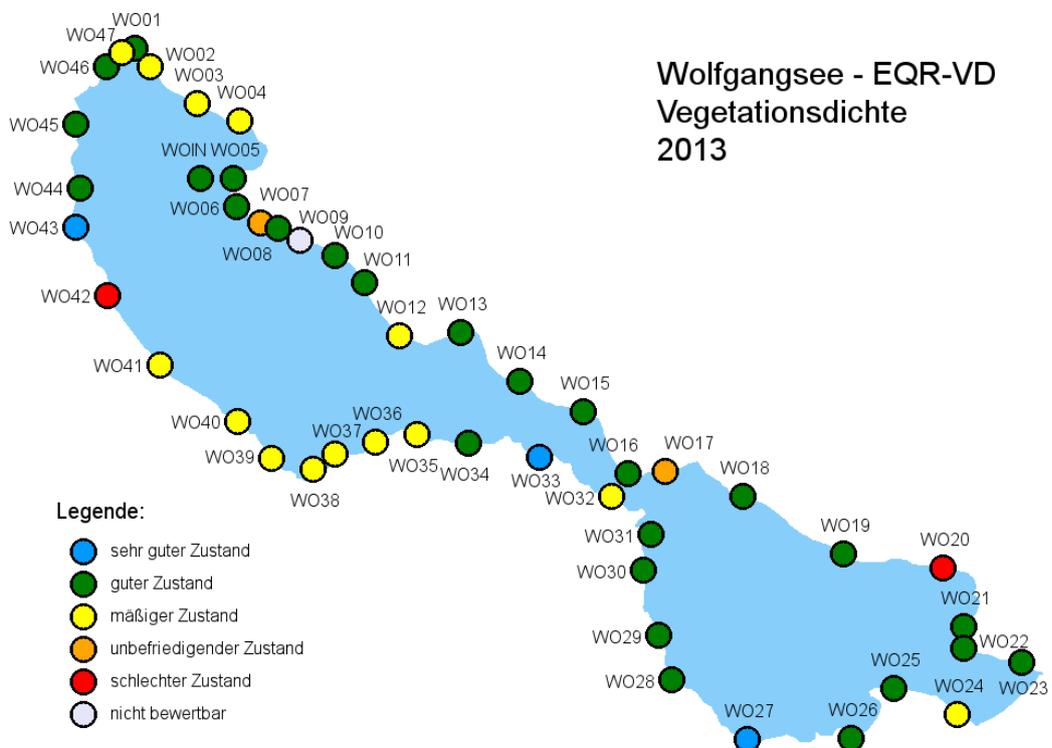
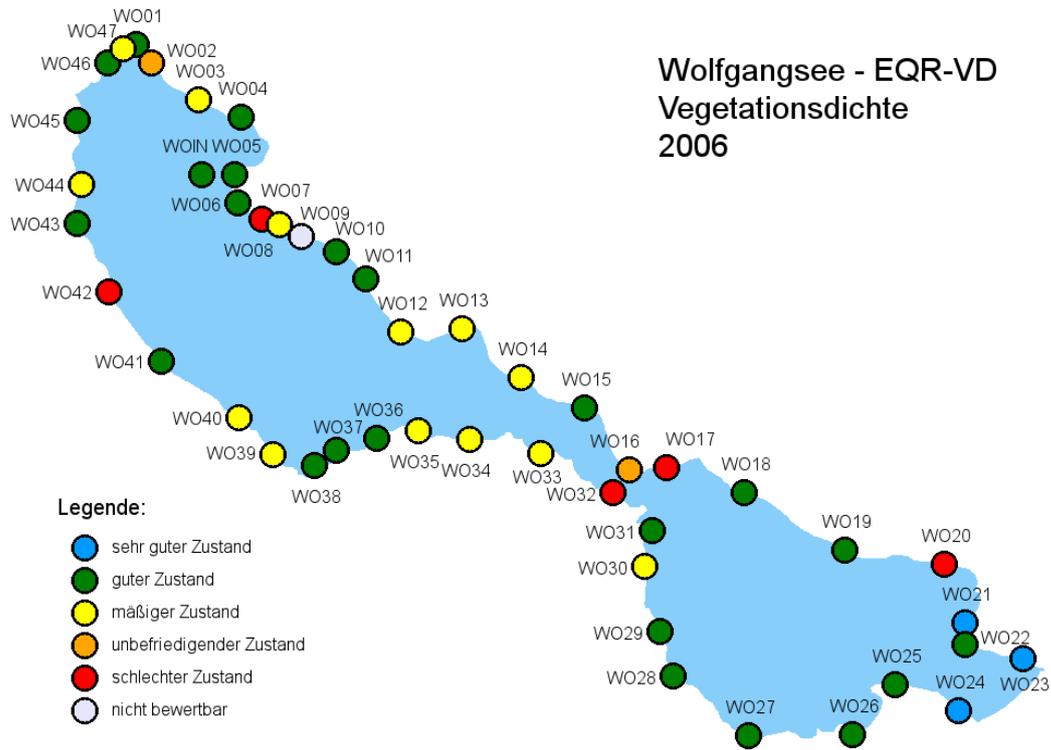
Detaillierte Ausführungen zu den in den einzelnen Uferabschnitten vorliegenden Belastungen und Vorschläge für entsprechende Verbesserungsmaßnahmen sind dem „Maßnahmenkatalog Wolfgangsee“ (PALL et al., 2013b) zu entnehmen. Auf den folgenden Seiten sind die Bewertungs-

ergebnisse für die einzelnen Uferabschnitte kartographisch dargestellt, zum einen für die Gesamtbewertung (alle Metrics = EQR-Gesamt) und zum anderen für alle Einzelmetrics (EQR-VD, EQR-VL, EQR-VZ, EQR-TI und EQR-SC).

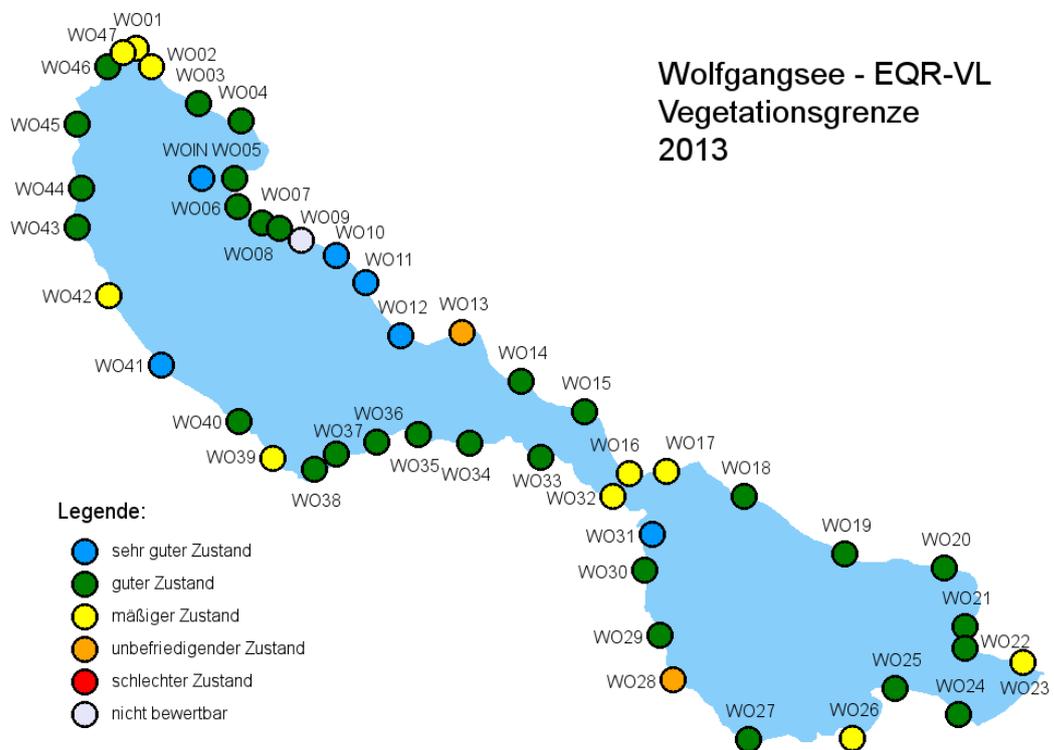
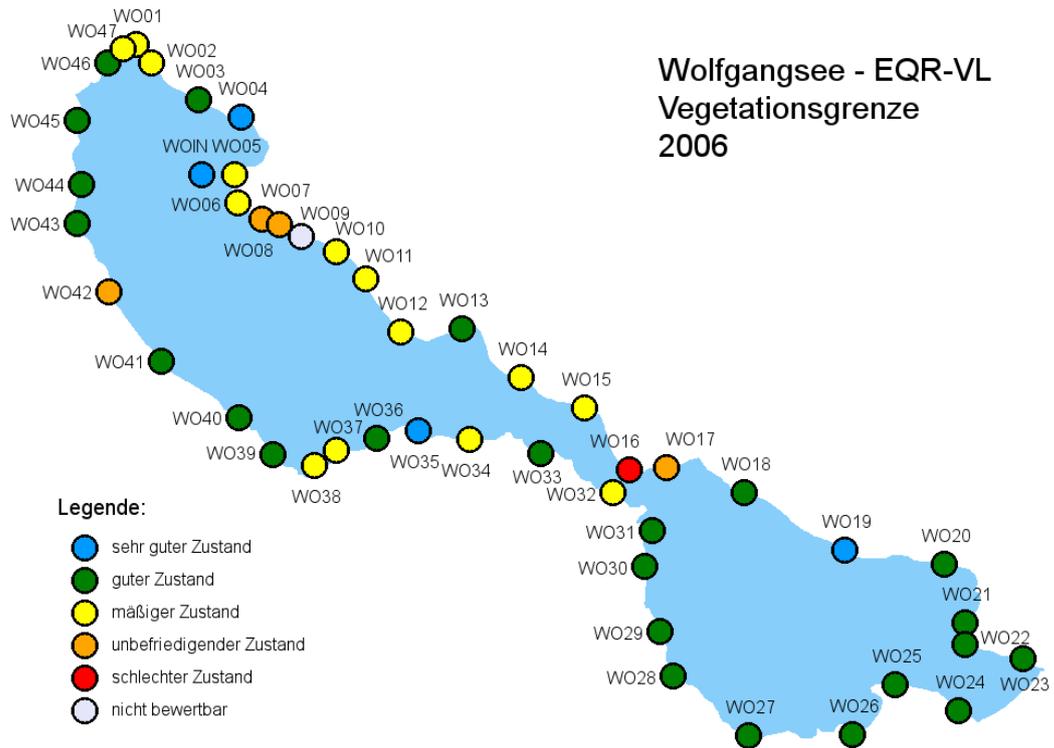
EQR-Gesamt (Ökologische Zustandsklasse)



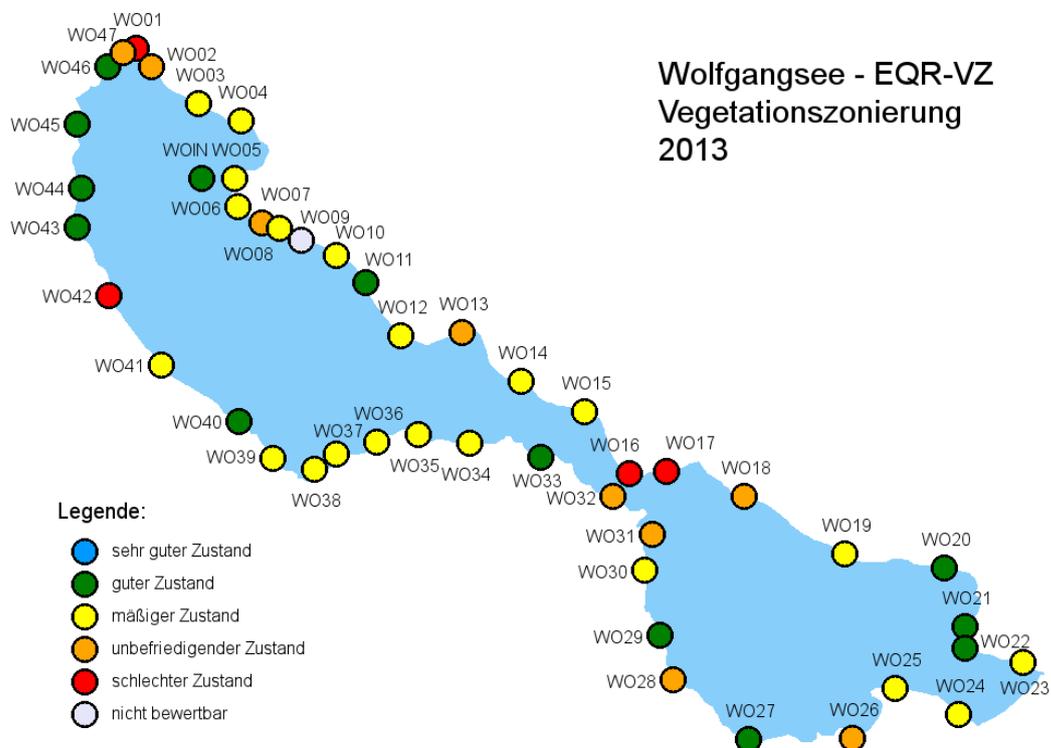
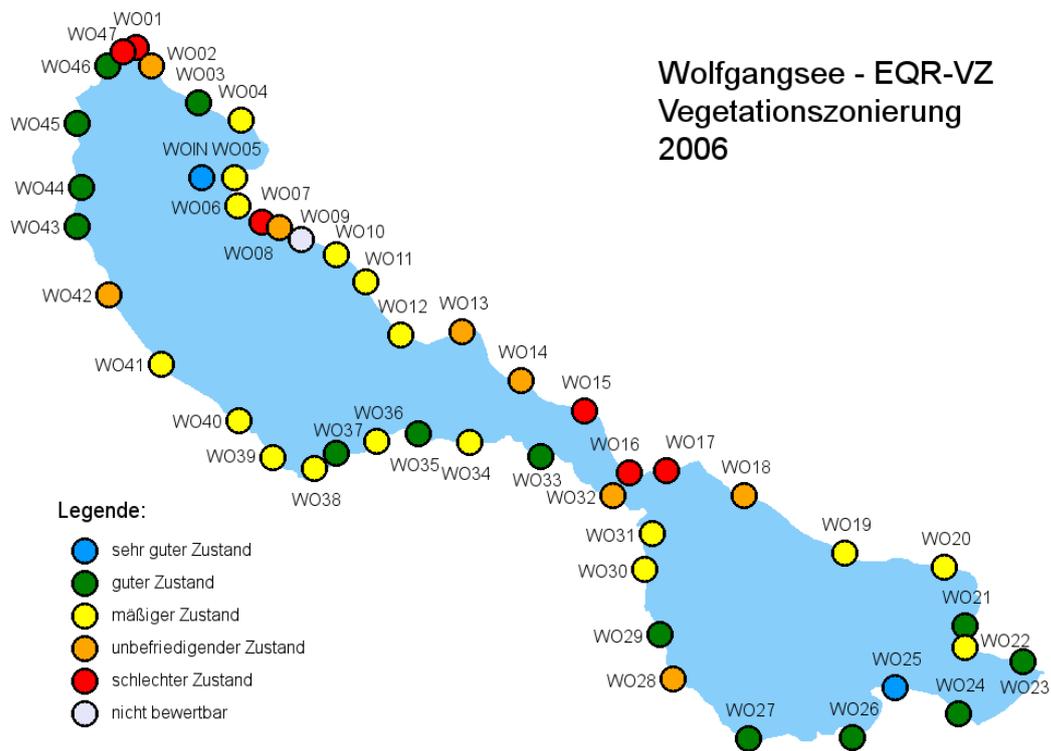
EQR-VD (Ökologischer Zustand hinsichtlich Vegetationsdichte)



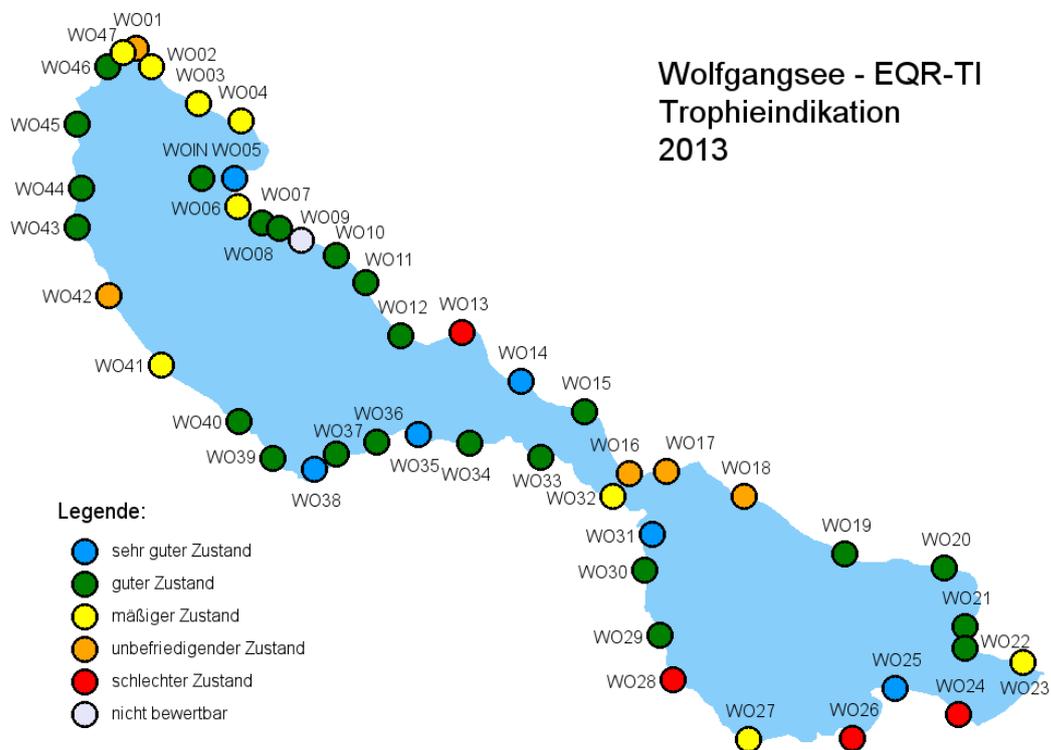
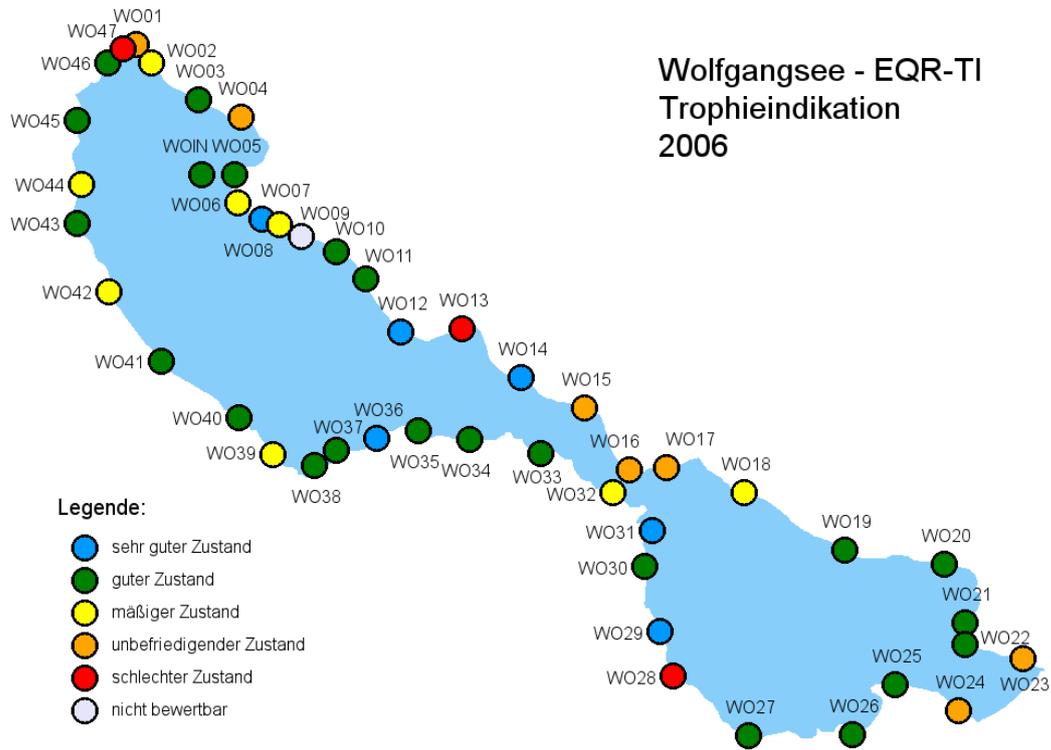
EQR-VL (Ökologischer Zustand hinsichtlich Vegetationsgrenze)



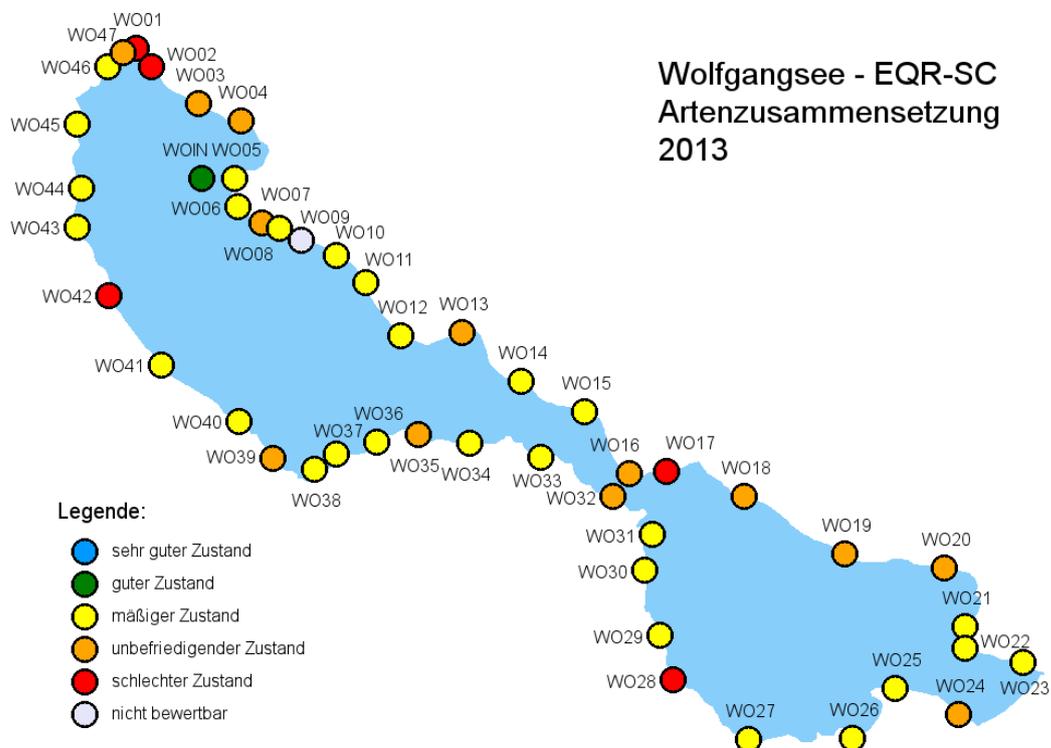
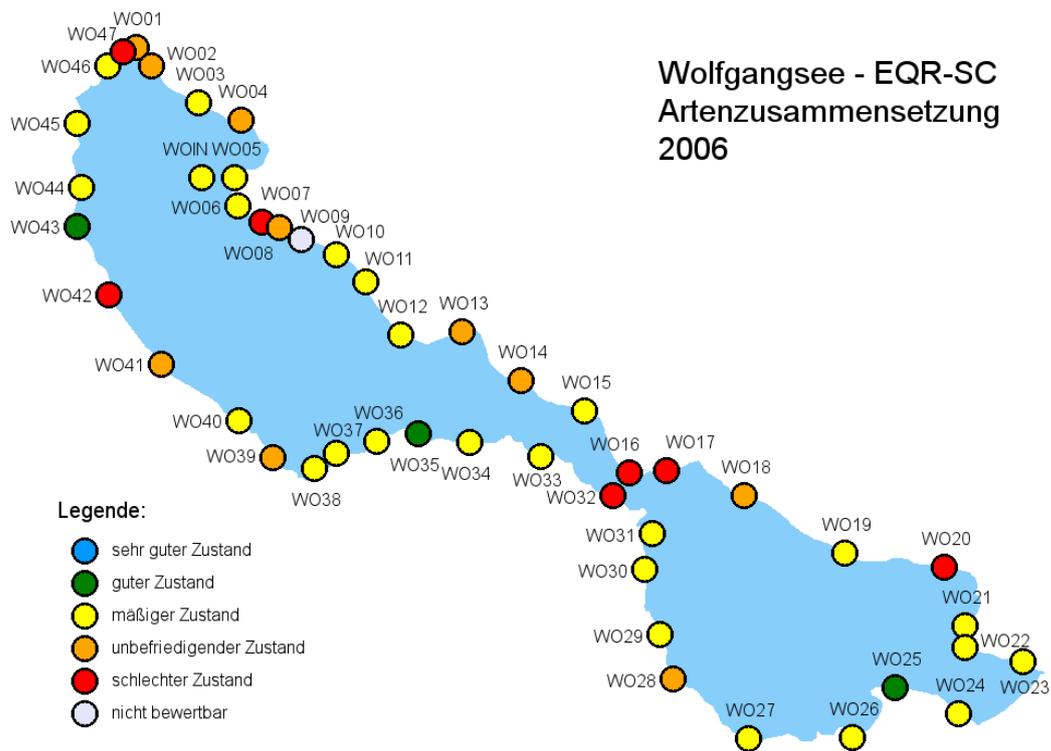
EQR-VZ (Ökologischer Zustand hinsichtlich Vegetationszonierung)



EQR-TI (Ökologischer Zustand hinsichtlich Nährstoffbelastungen)



EQR-SC (Ökologischer Zustand hinsichtlich Artenzusammensetzung)



3.1.8 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 Zustandes heranzuziehenden „Qualitätskomponenten“ die Makrophytenvegetation ist.

In Österreich wurden für WRRL-bezogene Makrophytenuntersuchungen in Seen spezielle Methoden entwickelt (BMLFUW, 2010). 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).

Eine erste Makrophytenkartierung und Bewertung des Wolfgangsees nach diesen Methoden erfolgte im Jahr 2006. Als Bewertungsergebnis resultierte allerdings nur ein „mäßiger ökologischer Zustand“ (PALL, 2011). Als Hauptursachen für die Verfehlung des „guten Zustands“ wurde vor allem das starke, hauptsächlich anthropogen bedingte, Wellenaufkommen durch die Schifffahrt und den Motorbootbetrieb angeführt. Als weitere Belastungsquellen, die zu einer Beeinträchtigung der Makrophytenvegetation am Wolfgangsee führen, wurden Badebetrieb, streckenweise auch Uferverbauungen und lokale Nährstoffbelastungen genannt.

Im August 2013 fand eine Neuaufnahme der aquatischen Vegetationsverhältnisse statt, wobei für eine optimale Vergleichbarkeit exakt dieselben 48 Transekte wie 2006 betaucht wurden. Hierbei sollte zum einen der aktuelle ökologische Zustand nach WRRL ermittelt werden. Zum anderen sollten – vor allem punktuelle – Belastungsquellen dingfest gemacht werden und Möglichkeiten zur Beseitigung oder Reduktion der Belastungen sowie ev. mögliche Ausgleichsmaßnahmen aufgezeigt werden.

Im Rahmen durchgeführten Makrophytenkartierung konnten im Wolfgangsee im Jahr 2013 insgesamt 36 Makrophytenarten nachgewiesen werden. 32 davon zählen zu den untergetauchten Pflanzen. Von diesen sind 11 Vertreter der Characeen und 12 Vertreter der Höheren Pflanzen. Hinzu kommen neun Arten der Gruppe der Wassermoose. Eine weitere Art gehört zur Schwimmblatt- und drei weitere zur Röhrichtvegetation. Insgesamt wurden 2013 um sieben Arten mehr als 2006 nachgewiesen, wobei es den größten Artenzuwachs in der Gruppe der Wassermoose gab.

21 Spezies, also ca. 60 % der vorkommenden Arten, haben einen Eintrag in den Roten Listen Österreichs (NIKL FELD, 1999). Neben den als generell gefährdet geltenden Characeen (11 Arten) ist der Wolfgangsee Standort von acht weiteren Rote-Liste-Arten: *Drepanocladus sendtneri* (Dickwandiges Sichelmoos), das als vom Aussterben bedroht gilt, *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), das als stark gefährdet gilt, *Utricularia australis* (Groß-Wasserschlauch), der als regional stärker gefährdet gilt, *Potamogeton lucens* (Glanz-Laichkraut), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachs-Laichkraut), *Potamogeton pusillus* (Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut), *Ranunculus circinatus* (Spreiz-Wasserhahnenfuß), *Nuphar lutea* (Groß-Teichrose) und *Nymphaea alba* (Groß-Seerose), die als gefährdet gelten, sowie *Zannichellia palustris* (Teichfaden), der als regional gefährdet eingestuft ist.

Die als typspezifisches Inventar zu erwartenden Characeen stellen aktuell 69 % der Gesamtpflanzenmenge. Ihr Mengenanteil hat gegenüber 2006 (54 %) deutlich zugenommen.

Demgegenüber haben die Mengenanteile von Höheren submersen Pflanzen und Moosen jeweils gegenüber 2006 abgenommen (Spermatophyta: von 31 auf 23 %; Bryophyta: von 5 auf 1 %). Auch der Mengenanteil der Röhrichtvegetation hat sich verringert (von 10 % 2006 auf 7 % 2013). Der Mengenanteil der Schwimmblattvegetation ist nach wie vor unbedeutend (0,3 %), was aber aufgrund der Größe und der Morphologie des Sees auch nicht anders zu erwarten ist.

Die insgesamt im See vorhandene Pflanzenmenge (Gesamtpflanzenmenge) ist dennoch nur gering. Sie hat von 2006 auf 2013 nur wenig zugenommen und bleibt daher nach wie vor weit hinter den Erwartungen (für diesen Seentyp) zurück. Die mengenmäßig bedeutendsten Arten mit im Mittel zumindest „verbreitetem“ Vorkommen ($mAPM \geq 27$) sind aktuell die Armleuchteralgenarten *Chara contraria*, *Chara delicatula*, und *Chara tomentosa* sowie die Laichkrautart *Potamogeton pusillus*.

Die weiteste Verbreitung im See erreichen aktuell *Chara contraria* und *Myriophyllum spicatum*, die jeweils in mehr als der Hälfte der Untersuchungstransekte vorkommen. Zumindest in etwa einem Drittel der Untersuchungstransekte konnten *Chara aspera*, *Chara delicatula*, *Chara globularis*, *Chara tomentosa* und *Potamogeton pusillus* vorgefunden werden.

Vorkommen, Pflanzenmengen und Tiefenverbreitung aller im Wolfgangsee vorkommenden Arten in den Jahren 2006 und 2013 sind im vorliegenden Bericht graphisch dargestellt und werden vor dem Hintergrund der jeweiligen ökologischen Ansprüche detailliert beschrieben und diskutiert. Eine detaillierte kartographische

Darstellung der Vegetationsverhältnisse findet sich im beiliegenden Kartenband (PALL et al., 2013a).

Im Mittel wurden im Wolfgangsee Jahr 2006 5,2, im Jahr 2013 5,5 submerse Arten pro Transekt vorgefunden. Obwohl die mittlere Artenanzahl pro Transekt damit zugenommen hat, haben sich artenreiche Transekte reduziert. 2006 wurden in insgesamt 14 Transekten mehr als 6 Arten, in 3 Transekten mehr als 9 Arten und in 2 Transekten mehr als 12 Arten vorgefunden. Die maximale Artenanzahl betrug 17 (Transekt WO24). 2013 lagen die entsprechenden Werte bei 13 Transekten mit mehr als 6 Arten und 2 Transekten mit mehr als 9 Arten. Die maximale Artenanzahl betrug 11 (Transekt WOIN).

Die Dichte der submersen Vegetation im Wolfgangsee ist generell gering und entspricht nicht den Erwartungen für diesen Seentyp (CMI: 5,0). Sie hat von 2006 (CMI: 3,2) auf 2013 (CMI: 3,3) nur geringfügig zugenommen, womit nach wie vor im Mittel nur „mäßig dichte Pflanzenbestände“ vorgefunden werden können.

2006 lag die Vegetationsgrenze am Wolfgangsee im Mittel bei 7,6 m. Bis 2013 konnte die submerse Vegetation offensichtlich weiter in die Tiefe vordringen und der entsprechende Wert verbesserte sich auf 8,2 m. Dennoch entsprechen auch die Gegebenheiten im Jahr 2013 in keinsten Weise den Referenzbedingungen für diesen Seentyp (17 m).

Insbesondere auch die Abfolge der Vegetationszonen entspricht im Wolfgangsee nicht der klassischen Tiefenzonierung dieses Seentyps. Die typspezifische Vegetationszonierung (auf einen bis in ca. 0,5 m Tiefe vegetationsfreien Bereich folgen in Richtung Tiefe die Characeen des Flachwassers, die Characeenvegetation des mittleren Tiefenbereichs und letztlich die Characeenwiesen der Tiefe und/oder Nitellafluren) ist nur in Einzelfällen ausgebildet. In den meisten Fällen fehlt bereits die Flachwasservegetation. Der vegetationsfreie Bereich reicht bis in 1 m, häufig sogar bis in 2 m Wassertiefe. Hier folgen dann in Richtung Tiefe bereits die Characeen des mittleren Tiefenbereichs oder, bei nährstoffreicheren Verhältnissen, auch von niederwüchsigen Höheren Pflanzen dominierte Bereiche (z.B. Fürberger Bucht). Stärkere Nährstoffbelastungen sind durch Vorkommen dichter Laichkrautbestände in dieser Tiefenzone charakterisiert. In sehr vielen Transekten fehlen am Wolfgangsee jedoch auch die Characeen der Tiefe und/oder die Nitellafluren. Die Situation hat sich diesbezüglich von 2006 auf 2013 nur unwesentlich verändert.

Für alle Transekte wurde der Makrophytenindex nach MELZER et al. (1986, 1988) als Maß für die Nährstoffbelastung berechnet. Am Wolfgangsee ist demnach, wie nicht anders zu erwarten, in den meisten Transekten nur eine „sehr geringe“ bis „geringe“ Nährstoffbelastung gegeben. Allerdings

sind auch einige „erheblich“ bis „sehr stark“ belastete Transekte offensichtlich.

Bereits 2006 fiel in dieser Hinsicht das Transekt an der Mündung des Kesselbachs (WO01) auf. Hier gelangen offensichtlich nicht unerhebliche Nährstoffmengen in den See. 2006 war hiervon auch noch das sich in westlicher Richtung anschließende Transekt (WO47) betroffen. Dies war 2013 nicht mehr der Fall. Möglicherweise beruht dies auf einer Verringerung der Nährstofffracht des Kesselbachs. Möglicherweise spielt hier aber auch die Verlegung des Mündungsbereichs eine nicht unerhebliche Rolle (pers. Mitt. Anrainer). Hierdurch wurde erreicht, dass das Kesselbachwasser nicht in Richtung Westen, entlang des Ufers, sondern in Richtung Süden, gleich in tiefere Gewässerzonen, einströmt.

Als „stark belastet“ erwies sich sowohl 2006 als auch 2013 das Transekt bei Falkenstein (WO13). Hier findet sich eine Aquakultur im relativ flachen Wasser. Außerdem mündet ein Bach, der zuvor eine Fischhälteranlage durchfließt. Ebenfalls in beiden Untersuchungsjahren wurde im Transekt bei Zirlar (WO28) eine starke Belastung festgestellt. Hier mündet ein größerer Drainagegraben aus landwirtschaftlich genutztem Gebiet. Die Nährstoffbelastung durch landwirtschaftliche Nutzung hat sich im Süden des St. Wolfgang Beckens von 2006 bis 2013 offensichtlich generell deutlich verstärkt. Die meisten Transekte in diesem Bereich wurden mit dem Makrophytenindex im Untersuchungsjahr 2013 schlechter bewertet als noch 2006. Neben dem Transekt bei Zirlar wiesen 2013 noch zwei weitere Transekte (WO24 und WO26) sogar eine starke Nährstoffbelastung auf. Als erheblich belastete Transekte kamen 2013 die Transekte an der Schiffsstation St. Wolfgang (WO18) und Hotel Lueg (WO42) hinzu. In den Bereichen der Transekte bei Fürberg (WO04), Ried (WO15) und Strobl Nord (WO23) hat die Nährstoffbelastung hingegen offensichtlich abgenommen.

Der Wolfgangsee ist im Jahr 2013, wie schon 2006, auf Basis des Qualitätselements Makrophyten nur mit „mäßig“ zu bewerten. Insgesamt hat der Anteil der mit „unbefriedigend“ und „schlecht“ bewerteten Uferabschnitte von 14 % im Jahr 2006 auf 11 % im Jahr 2013 abgenommen. Im Gegenzug stieg allerdings der Anteil der mit „mäßig“ bewerteten Uferabschnitte von 30 % auf 34 % an. Der Anteil der mit „gut“ bewerteten Uferabschnitte blieb mit 55 % nahezu gleich wie 2006.

Die Ergebnisse der einzelnen Metrics lassen 2013 gegenüber der Voruntersuchung nur wenig Veränderung erkennen. Bei den Metrics „Vegetationsdichte“ und „Vegetationsgrenze“ sind leichte Verbesserungen erkennbar, wohingegen beim Metric „Trophie-indikation“ eine Verschlechterung auffällt. Die Ergebnisse für die

Metrics „Vegetationszonierung“ und „Artenzusammensetzung“ blieben unverändert. Hinsichtlich seiner Makrophytenvegetation liegen die Hauptprobleme des Wolfgangsees weiterhin in der Ausprägung der Vegetationszonierung und der Artenzusammensetzung. Beide Faktoren werden, wie im Bewertungsbericht von 2006 (PALL, 2011) ausgeführt, maßgeblich durch das starke, anthropogen verursachte Wellenaufkommen beeinflusst. Über weite Bereiche sorgen hier künstliche Uferverbauten noch zu einer Verschärfung der Situation. Indem streckenweise ganze Vegetationszonen fehlen oder nur äußerst spärlich besiedelt sind, bleibt auch die Vegetationsdichte insgesamt hinter den Erwartungen zurück. Möglicherweise liegt auch eine Ursache für die vergleichsweise hohe Lage der Vegetationsgrenze im starken Wellenaufkommen (vgl. PALL, 2011). Überraschend ist das schlechte Abschneiden des Metrics „Trophieindikation“ im Jahr 2013. Es ist zwar ganz offensichtlich bei einigen punktuellen Belastungsquellen eine Verbesserung eingetreten

(z.B. Kesselbach und Gunzenbach), dafür nahm aber vor allem am Südufer des St. Wolfgang Beckens die Nährstoffbelastung deutlich zu. Verantwortlich dürften hier vor allem einmündende Drainagegräben sowie diffuse Einträge aus der Landwirtschaft sein. Besonders auch von einer im See gelegenen Fischhälteranlage bei Falkenstein geht eine überaus starke Nährstoffbelastung aus. Weitere Belastungen erfolgen offensichtlich im Ortsbereich von Sankt Wolfgang.

Sowohl die Ergebnisse der Gesamtbewertung wie auch die Ergebnisse aller Einzelmetrics wurden kartographisch dargestellt. Hierdurch konnten verschiedene Belastungsquellen aufgezeigt und konkreten Seeuferbereichen zugewiesen werden. Detaillierte Ausführungen zu den in den einzelnen Uferabschnitten vorliegenden Belastungen und Vorschläge für entsprechende Verbesserungsmaßnahmen sind dem „Maßnahmenkatalog Wolfgangsee“ (PALL et al., 2013b) zu entnehmen.

3.2 DER FUSCHLSEE

FUSCHLSEE

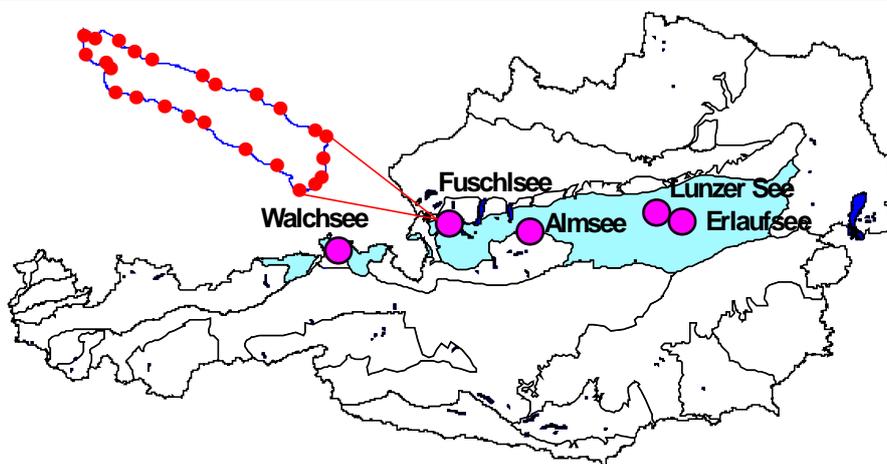


Seetyp:	Seen der Nördlichen Kalkvoralpen > 600m
Ökoregion:	Alpen
Bioregion:	Kalkvoralpen
Seehöhe:	662,4 m.ü.A
Fläche:	263,8 ha
Uferlänge:	10,7 km
Maximale Tiefe:	66,9 m
Mittlere Tiefe:	37,1 m
Einzugsgebiet:	29,45 km ² (inkl. See)
Retentionszeit:	2,6 Jahre

Untersuchungszeitraum:	Oktober 2003
Kartierungsmethode:	JÄGER et al. 2002
Anzahl der untersuchten Transekte:	25
Trophischer Zustand zum Zeitpunkt der Untersuchung:	oligotroph
Mittlere sommerliche Sichttiefe im Untersuchungsjahr:	7,5 m
Gesamtphosphor im Untersuchungsjahr:	5,2 µg/l

Makrophytenvegetation:	Artenanzahl	davon Rote Liste
Gesamtarteninventar:	22	15
➤ Röhricht:	2	-
➤ Schwimmblattvegetation:	2	2
➤ Untergetauchte Vegetation:	18	13
- Höhere Pflanzen:	8	4
- Moose:	1	-
- Characcen:	9	9

Referenzzustand: **Oligotroph**



3.2.1 Lage und allgemeine Charakteristik

Der östlich von Salzburg gelegene Fuschlsee zählt mit einer Fläche von 2,64 km² zu den kleineren Salzkammergutseen. Er stellt den Beginn der Seenkette Fuschlsee-Mondsee-Attersee dar und gehört zum Einzugsgebiet der Traun. Sein in Hauptdolomit eingesenktes, knapp 70 m tiefes Seebecken entstand durch Ausschürfung und Aufschüttung von Moränen beim Zusammentreffen eines westlichen Zweiges des Traungletschers mit einem östlichen Arm des Salzachgletschers. Im Spätglazial lag der Seespiegel beim Rückgang des Gletschers mit 713 m um etwa 50 m höher als heute. Durch Verfüllung aus dem geschiebereichen Eibenseebach am südöstlichen Ende erfolgte in der Nacheiszeit eine Verkleinerung des Sees.

Der heute 663 m hoch gelegene Fuschlsee (MW: 663,3 m ü. A. [Amt der Sbg. Landesregierung, pers. Mitt.]) wird von einer Nord-Süd orientierten Bodenschwelle ungefähr in der Mitte in zwei Becken unterteilt: Das Ostbecken erreicht eine maximale Tiefe von 67,3 m. An seinem Ostrand münden die beiden Hauptzuflüsse Eibenseebach und Ellmaubach. Das Westbecken ist flacher und wird von dem auf einem steilen Felsvorsprung gelegenen Schloss Fuschl überragt. Hier befindet sich der Seeabfluss, die Fuschler Ache, die ein an das Westufer angrenzendes typisches Verlandungsmoor durchquert. Dieses unter Naturschutz stehende Gebiet weist eine Vegetation mit allen Übergängen von Wasser- und Schwimmblattpflanzen über Schilfgesellschaften, zu Ried-, Seggen- und Pfeifengraswiesen auf.

Etwas östlich zur Fuschler Ache gelegen mündet der Müllnerbach in den See, der durch einen Moränenrücken, den Feldberg, vom Nordufer des Sees getrennt wird. Im Einzugsbereich des Müllnerbaches konzentriert sich die mit etwa 20 % am ca. 30 km² großen Einzugsgebiet des Sees beteiligte landwirtschaftlich genutzte Fläche. Am Ostufer des Sees befindet sich der Fremdenverkehrsort Fuschl am See. Die langgestreckten Süd- und Nordufer sind bewaldet. Die Lage des Fuschlsees ist Abb. 16 zu entnehmen. Am Fuschlsee wurden – auch historisch – keine Manipulationen an der Seespiegellage vorgenommen. Am Seeausfluss, der Fuschler Ache, findet sich eine Seeklause mit Schleusenregelung, das hydrologische Regime des Sees wird hierdurch jedoch nicht merklich beeinflusst. (Amt der Salzburger Landesregierung, pers. Mitt.). Die natürlichen jährlichen Wasserstandsschwankungen sind mit etwa 50 cm relativ gering.

Winde treten bevorzugt aus westlicher (Westwind) und südlicher Richtung (Südföhn) auf. Die Windstärken betragen hierbei im Mittel etwa 4 Beaufort (20 – 30 km/h) was zu einer mittleren Wellenhöhe von etwa 40 cm führt (Amt der Salzburger Landesregierung pers. Mitt.).

Starkwindereignisse dürften somit vor allem auf die Flachwasserzone und den Wasser-Land-Übergangsbereich der nordöstlichen Uferabschnitte einen deutlichen Einfluss haben. Eine Beeinflussung des Wellenklimas durch Personenschiffahrt ist am Fuschlsee hingegen nicht gegeben.

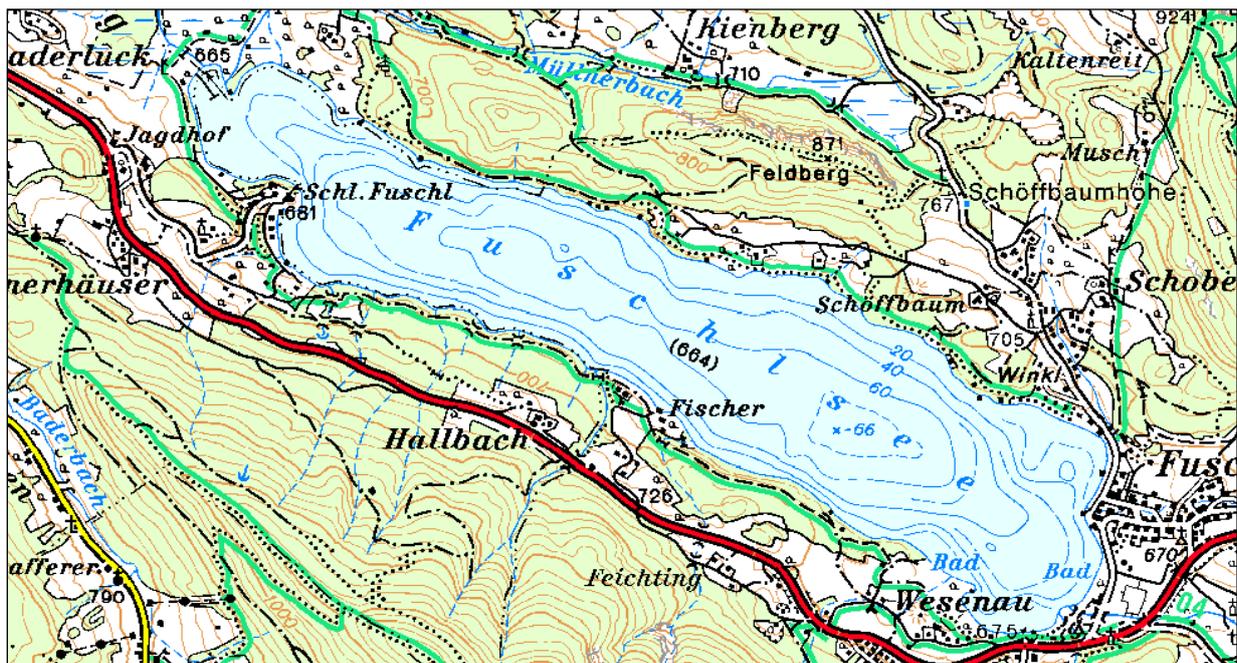


Abb. 16: Lage des Fuschlsees

Bis Mitte der sechziger Jahre war der Fuschlsee ein kristallklarer, oligotropher Voralpensee mit Sichttiefen bis zu 20 m, einer Sauerstoffsättigung bis zum Grund über das ganze Jahr und so geringen Nährstoffgehalten, dass eine fischereiliche Nutzung als unwirtschaftlich galt. Dies geht aus Untersuchungen von KOPEZKY (1949), FREY (1951) und KUHN (1954) hervor. Noch 1955 konnte der ultraoligotrophe Charakter des Sees von RUTTNER (1956) bestätigt werden.

Mitte der sechziger Jahre traten erstmals eutrophierungsanzeigende Algenarten auf. 1971 kam es dann zu massiven Entwicklungen von *Planktothrix rubescens* und parallel dazu zu einer erheblichen Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Hypolimnion am Ende der Sommerstagnation (KOPEZKY, 1971). 1978 wurde schließlich im Jahresmittel ein Gesamtphosphorgehalt von 50 µg/l und ein Gesamtstickstoffgehalt von 600 µg/l gemessen (SAMPL et al., 1982).

Bakteriologische Untersuchungen wiesen auf direkten Abwassereintrag in den See hin. Hauptbelastungszonen waren zu dieser Zeit das Ostende des Sees bei der Ortschaft Fuschl am See und das Westende im Bereich des Schlosshotels Fuschl sowie im Bereich der Einmündung des Müllnerbachs. Schuld an dieser Entwicklung trug einerseits die rasante Zunahme des

Fremdenverkehrs insbesondere in der Gemeinde Fuschl, andererseits die Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung des Umlandes (SAMPL et al., 1982).

Um der Belastung des Fuschlsees entgegen zu wirken, gründete man 1973 den Reinhaltverband Fuschl-Thalgau. Im Jahr 1975 wurde mit den Sanierungsmaßnahmen begonnen, die den Bau einer biologischen Kläranlage mit dritter Reinigungsstufe sowie den dazugehörigen Pumpwerken und Hauptsammlern vorsahen. Diese Kläranlage ging 1976 in Betrieb. In den Folgejahren fand ein Ausbau der Kanalisation statt, der 1980 abgeschlossen wurde.

Die Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Sees bewirkten eine rasche Verringerung der Nährstoffgehalte. Während 1978 das Jahresmittel des Gesamtphosphors noch über 50 µg/l lag (HASLAUER & HAIDER, 1982), wurden zwischen 1981 und 1991 durch den Gewässerschutz des Amtes der Salzburger Landesregierung mittlere Gesamtphosphorgehalte zwischen 7 und 14 µg/l gemessen. Im Zeitraum von 1992 bis 2016 liegt der Gesamtphosphorgehalt mit Konzentrationen zwischen 4 und 10 µg/l – bei weiter abnehmender Tendenz – stabil im oligotrophen Bereich (Abb. 17).

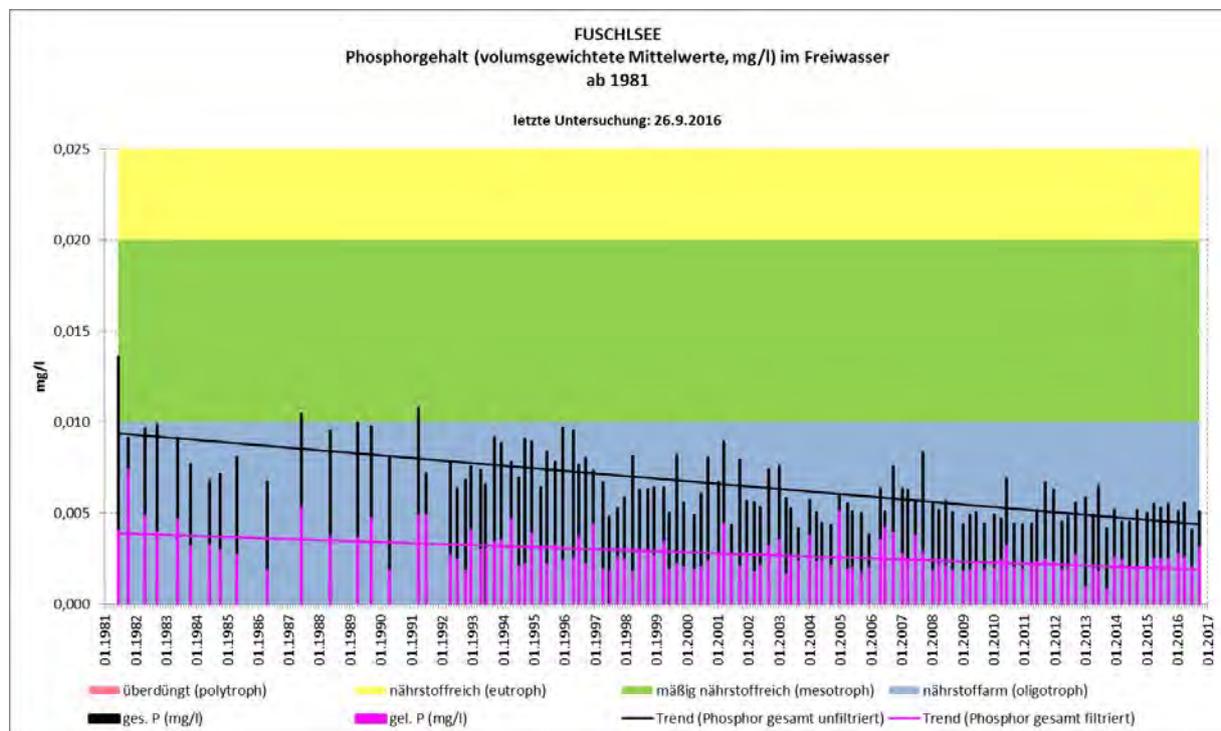


Abb. 17: Entwicklung des Phosphorgehalts im Fuschlsee 1981 bis 2016.

Die Sichttiefe (Abb. 18) variiert entsprechend der saisonalen Abhängigkeit. Im Beobachtungszeitraum 1981 – 2016 wurden minimal 2,0 m (September 2013) gemessen, das Maximum

erreichte 13 m (Dezember 2004). Das Jahresmittel aus jeweils 4 Beobachtungen liegt gegenwärtig konstant bei etwa 6,7 m.

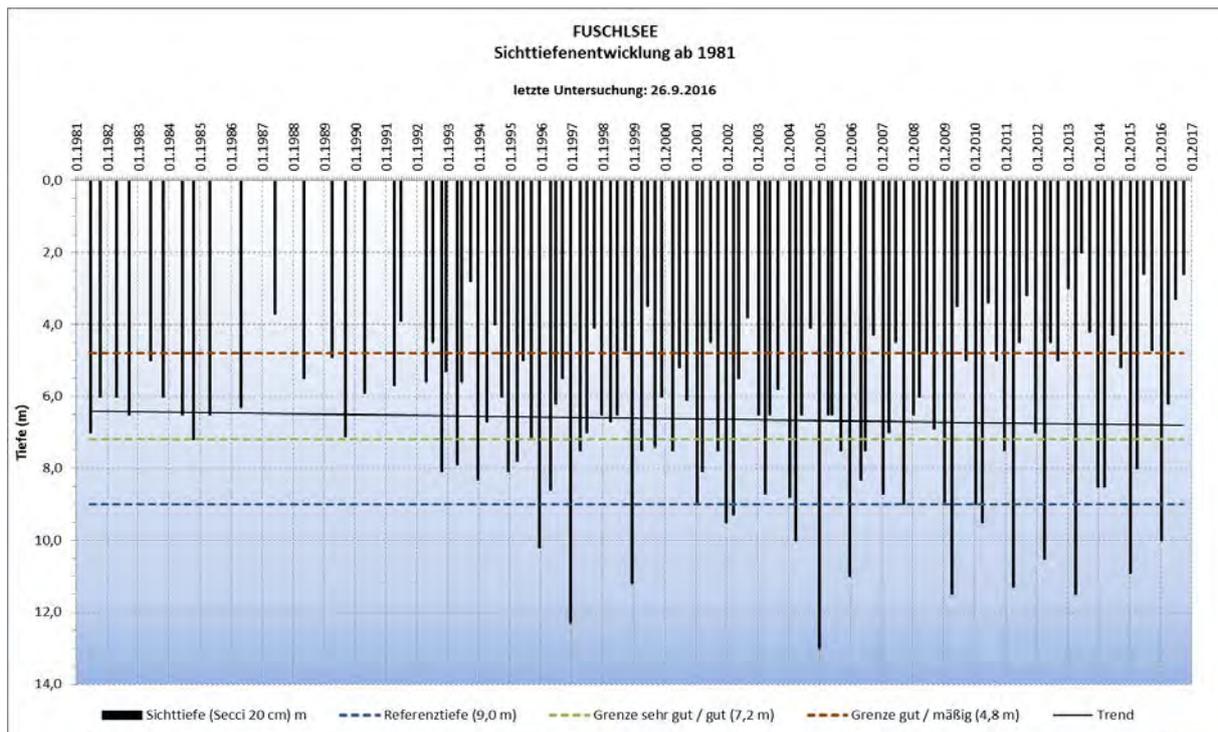


Abb. 18: Entwicklung der Sichttiefen im Fuschlsee 1981 bis 2005.

Die Phytoplanktonbiomasse, deren Großteil der Algen durch den Phosphor limitiert ist, ist meist gering. Durch die niedrigen Konzentrationen an gelöstem Gesamtposphor ist ein Wachstum nur noch wenigen Spezialisten möglich. Der Mittelwert der Biomasse ist niedrig und liegt bei $0,6 \text{ g/m}^3$, mit Extremen bei $0,19 \text{ g/m}^3$ und maximal $2,25 \text{ g/m}^3$. Die durchschnittliche Algenbiomasse im Beobachtungszeitraum 1981 bis 2004 wird gleichauf von *Planktothrix rubescens* und Kieselalgen mit jeweils etwa 38 % der Biomasse dominiert. Die während der Eutrophierungsphase absolut dominante *Planktothrix rubescens* ist im oligotrophen

See noch immer eine der vorherrschenden Algenarten. In Einzelproben wurden Dominanzen bis zu 98 % der Algenbiomasse und im geringmächtigen Aufenthaltshorizont unterhalb der Temperatursprungschicht Absolutwerte bis zu 5 g/m^3 erreicht. Aufrahmende Algenblüten wurden bislang nicht mehr beobachtet und sind auch nicht mehr zu erwarten. Eine wesentliche Änderung der taxonomischen Zusammensetzung des Algenplanktons, das im Übrigen einem oligotrophen See entspricht, konnte seit 1981 nicht mehr festgestellt werden (JÄGER et al., 2001).

3.2.2 Artenspektrum

Im Fuschlsee konnten im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung insgesamt 22

Makrophytenarten nachgewiesen werden (Tab.).

Tab. 5: Arteninventar des Fuschlsees. Spalte 1: wissenschaftliche Artnamen, Spalte 2 deutsche Bezeichnungen, Spalte 3: Einordnung in den Roten Listen gemäß NIKLFELD (1999) (1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, * = Vertreter der Characeae und daher generell als gefährdet einzustufen), Kürzel: in den Grafiken verwendete Abkürzungen.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel
Untergetauchte Vegetation			
Charophyta			
<i>Chara aspera</i> DETHARDING ex WILLDENOW	Rauhe Armleuchteralge	*	Cha asp
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	Gegensätzliche Arml.-alge	*	Cha con
<i>Chara delicatula</i> AGARDH	Feine Armleuchteralge	*	Cha del
<i>Chara filiformis</i>	Fadenförmige Arml.-alge	*	Cha fil
<i>Chara globularis</i> THUILLIER	Zerbrechliche Arml.-alge	*	Cha glo
<i>Chara hispida</i> L.	Steifhaarige Arml.-alge	*	Cha his
<i>Chara tomentosa</i> L.	Geweih-Armluchteralge	*	Cha tom
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) AGARDH	Dunkle Glanzleuchteralge	*	Nit opa
<i>Tolypella glomerata</i>	Knäuel-Armluchteralge	*	Tol glo
Bryophyta			
<i>Fontinalis antipyretica</i> L.	Gemeines Brunnenmoos		Fon ant
Spermatophyta			
<i>Elodea nuttallii</i> (PLANCHON) ST. JOHN	Nuttall-Wasserpest		Elo nut
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt		Myr spi
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Krauses Laichkraut		Pot cri
<i>Potamogeton filiformis</i> PERSOON	Faden-Laichkraut	2	Pot fil
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Kamm-Laichkraut		Pot pec
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Durchwachsendes Laichkraut	3	Pot per
<i>Potamogeton pusillus</i> L. sec. DANDY et TAYLOR	Zwerg-Laichkraut	3	Pot pus
<i>Utricularia australis</i> R. BROWN	Großer Wasserschlauch	3	Utr aus
Schwimtblattarten			
<i>Nuphar lutea</i> (L.) SM.	Gelbe Teichrose	3	Nup lut
<i>Nymphaea alba</i> L.	Große Seerose	3	Nym alb
Röhrichtarten			
<i>Phragmites australis</i> (CAVANILLES) TRINIUS ex STREUDEL	Schilf		Phr aus
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	Grüne Teichbinse		Sch lac

Die untergetauchte Vegetation ist mit 18 Spezies beteiligt, davon gehören 9 Arten zu den Charophyta (Armluchteralgen), eine zu den Wassermoosen (Bryophyta) und 8 Arten zu den Höheren Pflanzen (Spermatophyta). Die Schwimtblattvegetation wird von *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose) vertreten. Der Röhrichtvegetation gehören nur 2 Arten, *Phragmites australis*

(Schilf) und *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse), an. Der Fuschlsee ist neben den als generell gefährdet geltenden Characeen Standort von sechs weiteren Rote-Liste-Arten: *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), *P. perfoliatus* (Durchwachsendes Laichkraut), *P. pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch) sowie *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba*.

3.2.3 Mengenmäßige Zusammensetzung der Vegetation

Zur Beschreibung der mengenmäßigen Zusammensetzung der Vegetation wird die Relative Pflanzenmenge (RPM; PALL & JANAUER, 1995) herangezogen. Die RPM ermöglicht es, die Mengenverhältnisse von verschiedenen Vegetationseinheiten oder auch der einzelnen

Arten anzugeben. Der RPM-Wert einer Artengruppe bzw. einer Art repräsentiert den prozentualen Anteil der Pflanzenmenge dieser Artengruppe bzw. Art an der Gesamtpflanzenmenge.

3.2.3.1 Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten

Im Fuschlsee sind als charakteristische Vegetationseinheiten das Röhricht, Schwimmblattzone, Laichkrautgürtel (Bestände von submersen Höheren Pflanzen), Characeen-Wiesen sowie von Moosen dominierte Bereiche zu nennen. Die Anteile der einzelnen Pflanzengruppen an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation sind Abb. 19 zu entnehmen. Am Fuschlsee dominieren

mit weitem Abstand die Characeen. Sie sind mit 84 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Höhere submerse Pflanzen tragen 12 % und Röhrichtarten 3 % zur aquatischen Vegetation bei. Moose spielen ebenso wie die Schwimmblattarten mit jeweils weniger als 1 % Mengenanteil nur eine untergeordnete Rolle.

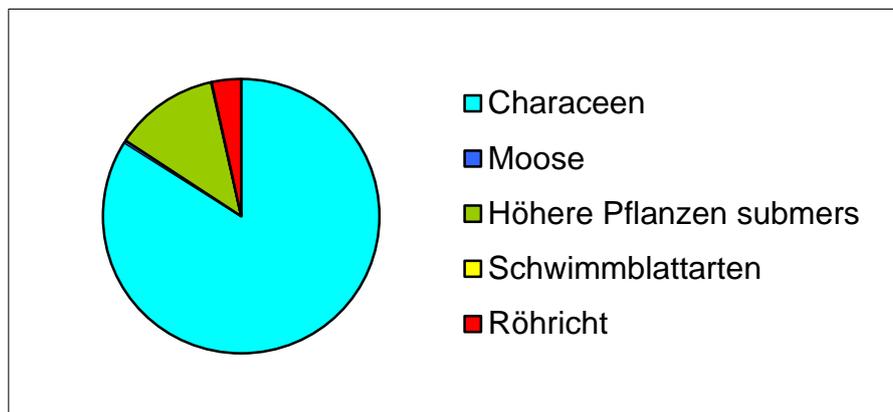


Abb. 19: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen.

3.2.3.2 Dominanzverhältnisse innerhalb der Makrophytenvegetation

Die häufigste Wasserpflanze am Fuschlsee ist *Chara hispida* (Steifhaarige Armleuchteralge) (Abb. 20). Die Art trägt 37 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, dicht gefolgt von *Chara aspera* (Rauhe Armleuchteralge) mit einem Anteil von 33 %. Diese beiden Arten allein stellen schon 70 % der Gesamtpflanzenmenge. Auf Position 3 befindet sich *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt), das mit nur 5 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt ist. Alle anderen Arten fallen unter die 5 %-Marke. Zwölf von insgesamt 22 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1 % und sind in der Rubrik „residual“ zusammengefasst. Zu dieser

Gruppe der seltenen Arten des Fuschlsees gehören die Röhrichtpflanze *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse), die beiden Schwimmblattarten *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose), das Gemeine Brunnenmoos *Fontinalis antipyretica*, vier der fünf Laichkrautarten (*Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus* und *P. crispus*) sowie *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch) als Vertreter der submersen Höheren Pflanzen und *Chara contraria*, *Chara filiformis*, sowie *Tolypella glomerata* aus der Gruppe der Armleuchteralgen.

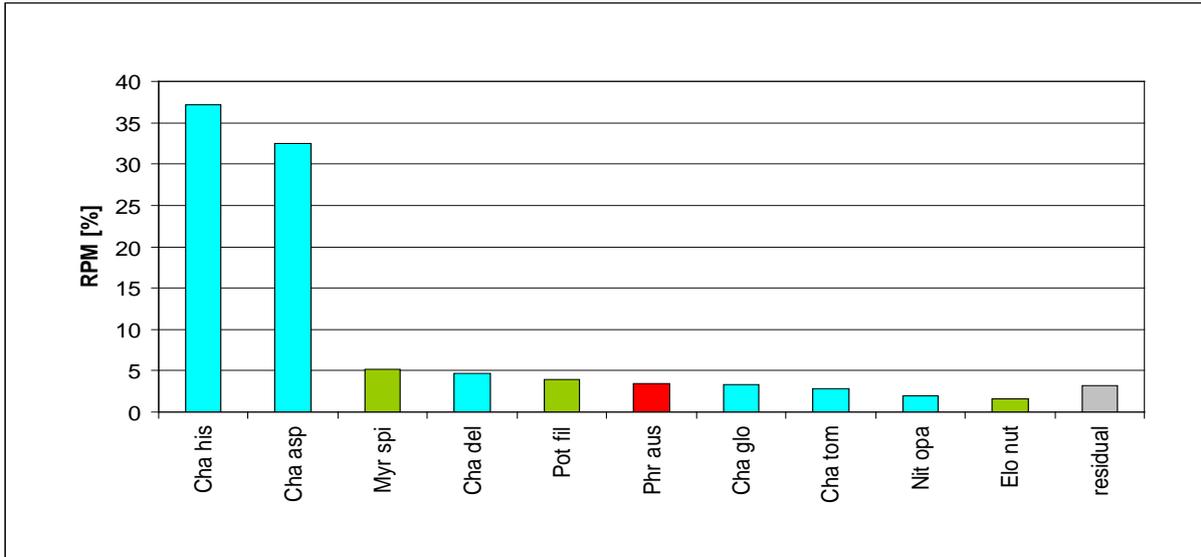


Abb. 20: Dominanzverhältnisse zwischen den Makrophyten-Arten des Fuschelsees. **blau:** Charophyta, **rot:** Röhricht, **grün:** submerse Höhere Pflanzen.

3.2.3.3 Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten

Characeenvegetation

Die dominierenden Characeenarten sind *Chara hispida* (44 %) und *Chara aspera* (39 %), die beiden häufigsten Wasserpflanzenarten des Fuschlsees. In weitem Abstand folgt *Chara delicatula* mit einem Anteil von nur mehr 5 % an der Gesamt-

pflanzenmenge der Charophyta. *Chara globularis*, *Chara tomentosa* und *Nitella opaca* weisen Beiträge von 4 %, 3 % bzw. 2 % auf. *Chara contraria*, *Chara filiformis* und *Tolypella glomerata* fallen mit je 0,6 % unter die Rubrik „residual“ (Abb. 21).

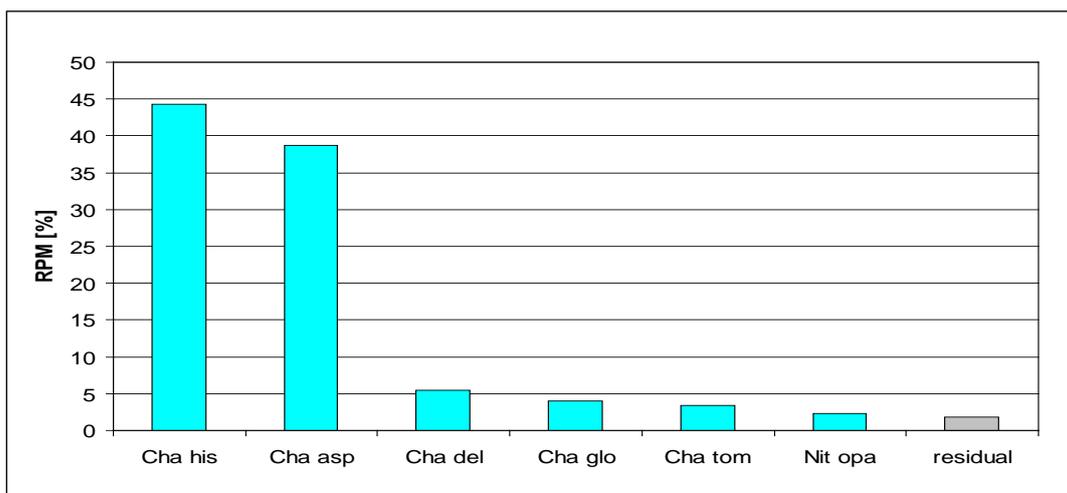


Abb. 21: Dominanzverhältnisse innerhalb der Charophyta.

Untergetauchte Höhere Pflanzen

Innerhalb der submersen Spermatophyta ist *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) mit einem Anteil von 43 % an der Gesamtpflanzenmenge die dominierende Art, gefolgt von *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), das 33 % beiträgt, und *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest) mit 13%-igem Anteil. Diese drei Arten stellen schon knapp 90 % der Gesamtpflanzenmenge der

Spermatophyta. *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut) leistet noch einen Beitrag von 7 %, alle anderen Arten liegen deutlich unter 5 %. *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch) und *Potamogeton crispus* (Krauses Laichkraut) erreichen nicht die 1 %-Hürde (Abb. 22).

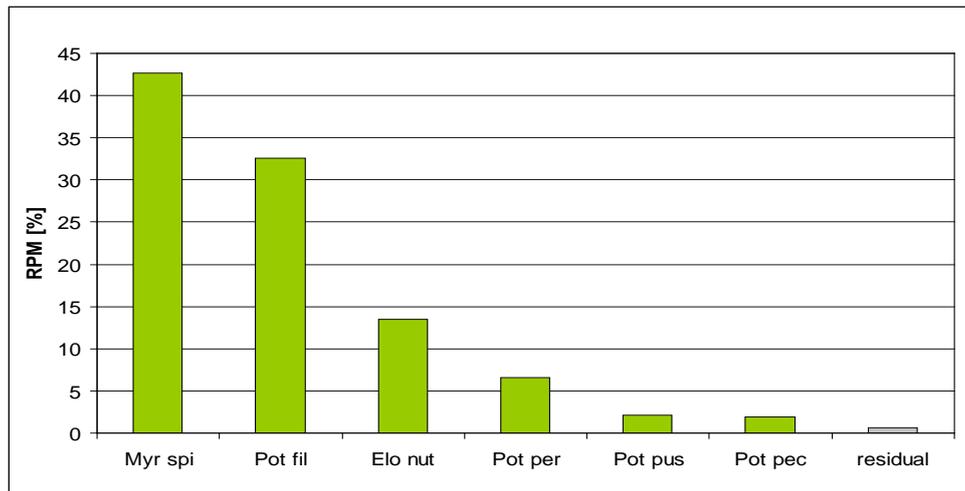


Abb. 22: Dominanzverhältnisse innerhalb der Spermatophyta.

Schwimblattarten

Wie schon erwähnt wird die Schwimblattvegetation von zwei Arten repräsentiert, von *Nuphar lutea*, der Gelben Teichrose, und *Nymphaea alba*, der Großen Seerose. Mit einem Anteil von nur 0,06 % an der Gesamtpflanzenmenge gehören sie zu den seltensten Makrophyten des Fuschlsees.

Es konnten jeweils nur Einzel Exemplare vorgefunden werden. Auf eine Berechnung der Mengenanteile der beiden Arten an der Gesamtheit der Schwimblattvegetation wurde daher verzichtet.

Röhricht

Der Anteil von lediglich etwa 3 % an der Gesamtpflanzenmenge weist schon darauf hin, dass die Röhrichtbestände am Fuschlsee nicht besonders üppig ausfallen. Nur in den Verlandungszonen am Westrand des Sees haben sich großflächige Schilfrohr-Vorkommen etabliert. Nennenswerte Röhrichtvorkommen finden sich sonst nur noch unterhalb der Feldbergkuppe etwa in der Mitte des Nordufers sowie am Südostende des Sees auf Höhe von Wesenau. 93% Anteil an der Gesamtpflanzenmenge der Röhrichtarten entfallen auf *Phragmites australis* (Schilf), der Rest auf *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse, Abb. 23).

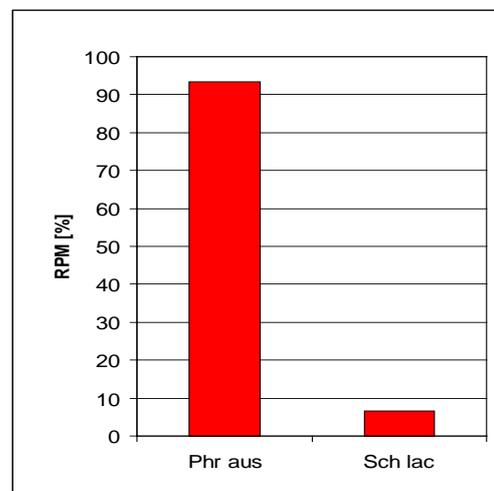


Abb. 23: Dominanzverhältnisse innerhalb der Röhrichtvegetation

3.2.4 Verbreitung der einzelnen Arten im Fuschlsee

3.2.4.1 Untertgetauchte Vegetation

Charophyta (Armleuchteralgen)

Am Fuschlsee sind Characeenwiesen mit einer Beteiligung von 84 % an der Gesamtpflanzenmenge der bei weitem dominierende Vegetationstypus. Die Artenanzahl fällt mit 9 Spezies relativ hoch aus.

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-Phosphorkonzentrationen über 20 µg/l nicht mehr vorkommen können. Diese Annahme gründete auf Untersuchungen von FORSBERG (1964, 1965a, 1965b), der bei einigen Characeen-Arten bei Konzentrationen über diesem Wert Wachstumshemmungen und -anomalien festgestellt hatte. Nach neueren Studien (BLINDOW, 1988) tritt allerdings selbst bei einer Konzentrationen 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.

Chara aspera (Stern-Armleuchteralge)

Chara aspera, die zweithäufigste Makrophytenart des Fuschlsees, 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, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

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.

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).

Am Fuschlsee herrschen aufgrund der oligotrophen Verhältnisse sehr gute Bedingungen für ein üppiges Characeenwachstum.

Im Fuschlsee fehlt *Chara aspera* nur in den Transekten 12, 13 und 14, also am Ostende des Sees, das durch die Zuflüsse von Ellmau- und Mühlbach sowie durch Bade- und Campingaktivitäten möglicherweise einer partiell erhöhten Nährstoffsituation ausgesetzt ist, und in Transekt 24 (Abb. 24).

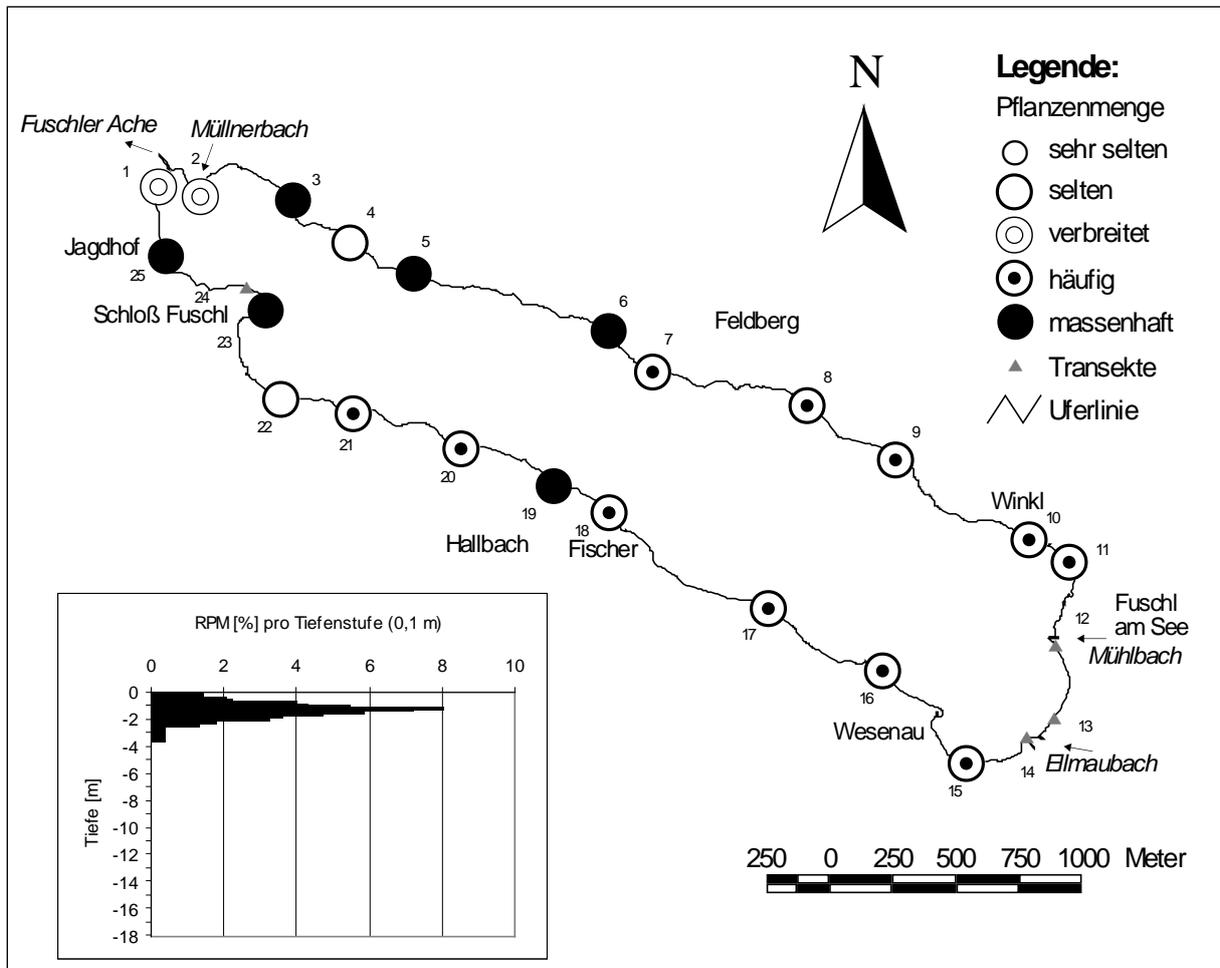


Abb. 24: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara aspera* im Fuschlsee.

In den übrigen Transekten des östlichen Teils des Sees kommt *Chara aspera* durchwegs „häufig“ vor. Im Flachwasser von 0,5 bis 2,5 m Tiefe bildet die typischerweise kleinwüchsige Armelechteralge dichte, bis 15 cm hohe Bestände, die neben hier nur selten vorkommenden Höheren Pflanzen (Spermatophyta) von vereinzelt Vertretern anderer Characeen-Arten bereichert werden. Hier unterscheidet sich das Nord- vom Südufer. Während im Norden ausnahmslos kleinwüchsige Exemplare von *Chara hispida* und selten noch zusätzlich solche von *Chara contraria* oder *Chara delicatula* anzutreffen sind, findet sich im Süden ausnahmslos *Chara tomentosa*.

Im westlichen Becken des Sees bildet *Chara aspera* dichte bis sehr dichte, 10 bis 20 cm hohe Bestände im ausgesprochenen Flachwasser. Die Armelechteralge wird in diesem Seebereich unterhalb von 1,5 m nicht mehr angetroffen, mit einer Ausnahme: in Transekt 2 steigt die Art mit wenigen Exemplaren bis 7,6 m tief in den See hinab. Begleitarten sind neben *Potamogeton filiformis*, *Chara hispida*, *Chara tomentosa*, *Chara delicatula* oder *Chara contraria*, wobei eine klare Unterscheidung von Nord- und Südufer nicht mehr gegeben ist.

In vier Transekten des westlichen Seebeckens kommt *Chara aspera* nur „selten“ bzw. „verbreitet“ vor (Transekten 1, 2, 4 und 22). Ursache ist das in diesen Bereichen im Flachwasser fehlende sandig-kiesige Sediment. Stattdessen findet sich ein tief schlammiger Untergrund, der von *Chara aspera* gemieden wird. An allen anderen Wuchsorten von *Chara aspera* ist im Flachwasser ein sandig-kiesiges Sediment vorhanden, das erst in größeren Tiefen von einer schlammigen Auflage abgelöst wird.

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Chara aspera* liegt am Fuschlsee zwischen 0 und ca. 2,5 m Wassertiefe. Die Stern-Armelechteralge erweist sich hiermit als ausgesprochene Flachwasserart, was auch durch eine Vielzahl anderer Untersuchungen bestätigt wird (MELZER et al. 1986, 1988; MELZER & HÜNERFELD, 1990; PALL & HARLACHER 1992). Lediglich am Attersee dringt *Chara aspera* noch weiter in die Tiefe vor. Der Verbreitungsschwerpunkt der Art liegt hier zwischen 2 und 4 m, was vermutlich mit den besseren Sichttiefen in Zusammenhang steht (PALL, 1996).

***Chara contraria* (Gegensätzliche Armelechteralge)**

Die derbere, bräunlich gefärbte Art *Chara contraria* zählt zu den seltensten Characeen-Arten des Fuschlsees (RPM-Wert 0,5 %). Die Gegensätzliche Armelechteralge kommt nur in 7 der 25 Transekte vor und gilt an ihren Wuchsorten als „sehr selten“ bis „selten“ (Abb. 25). Am Nordufer des Sees ist die Art lediglich in zwei Transekten (6 und 7) im Flachwasser als Begleitart von *Chara aspera* anzutreffen. In den Transekten 14 und 15 am Südostende des Sees steigt sie etwas tiefer in den

See hinab und ist bis 3,5 bzw. 4,5 m mit einzelnen 10 bis 20 cm großen Exemplaren zu finden. Am Südufer auf Höhe Fischer (Transekt 18) besiedelt *Chara contraria* wieder nur das Flachwasser, während sie in den Transekten 20 und 21 nur in der Tiefenzone zwischen 5,5 und 9 m vorkommt. Hinsichtlich der Tiefenausbreitung zeigt *Chara contraria* am Fuschlsee keine deutliche Bevorzugung eines bestimmten Tiefenbereichs.

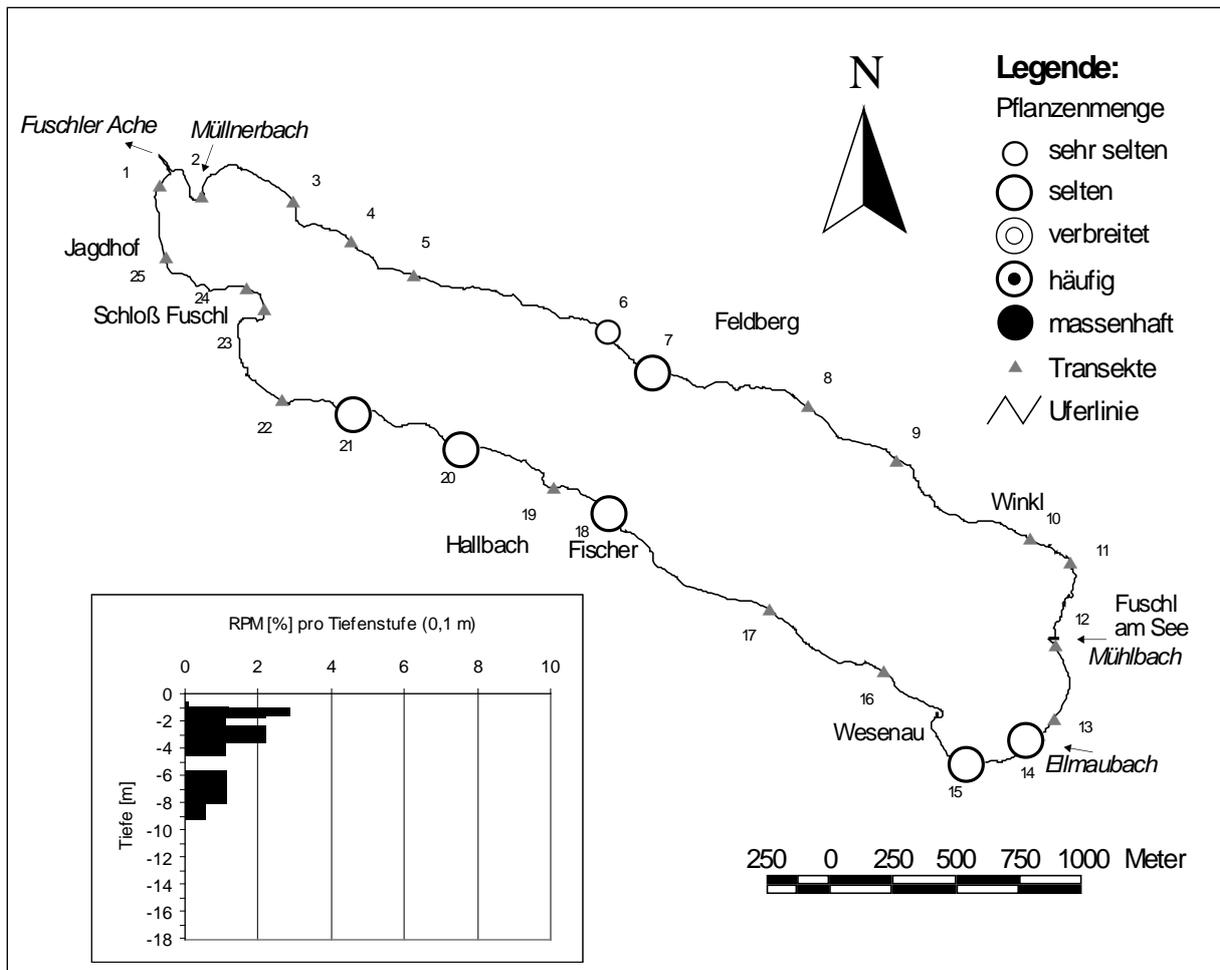


Abb. 25: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara contraria* im Fuschlsee.

Chara delicatula (Feine Armleuchteralge)

Nach *Chara hispida* und *Chara aspera* ist *Chara delicatula* die dritthäufigste Characeenart und die vierthäufigste Wasserpflanze des Fuschlsees. Während *Chara hispida* und *Chara aspera* jeweils über 30 % zur Gesamtpflanzenmenge aller Makrophyten beitragen, weist *Chara delicatula* nur noch einen Anteil von 4,6% auf.

Verbreitungsschwerpunkte von *Chara delicatula* sind das östliche Südufer (Transekte 15-17), wo die Art als „häufig“ gilt, und das Südwestende des Sees, wo

sich drei Standorte mit „verbreitetem“ Vorkommen (Transekte 1 und 2 sowie 24) befinden. An ihren übrigen Wuchsorten, die sich auf das östliche Becken des Sees konzentrieren, tritt *Chara delicatula* nur noch „sehr selten“ bis „selten“ auf (Abb. 26).

Chara delicatula kommt im Fuschlsee zwischen 0 und 11 m Wassertiefe vor, wobei der Tiefenbereich zwischen 3 und 8 m bevorzugt wird.

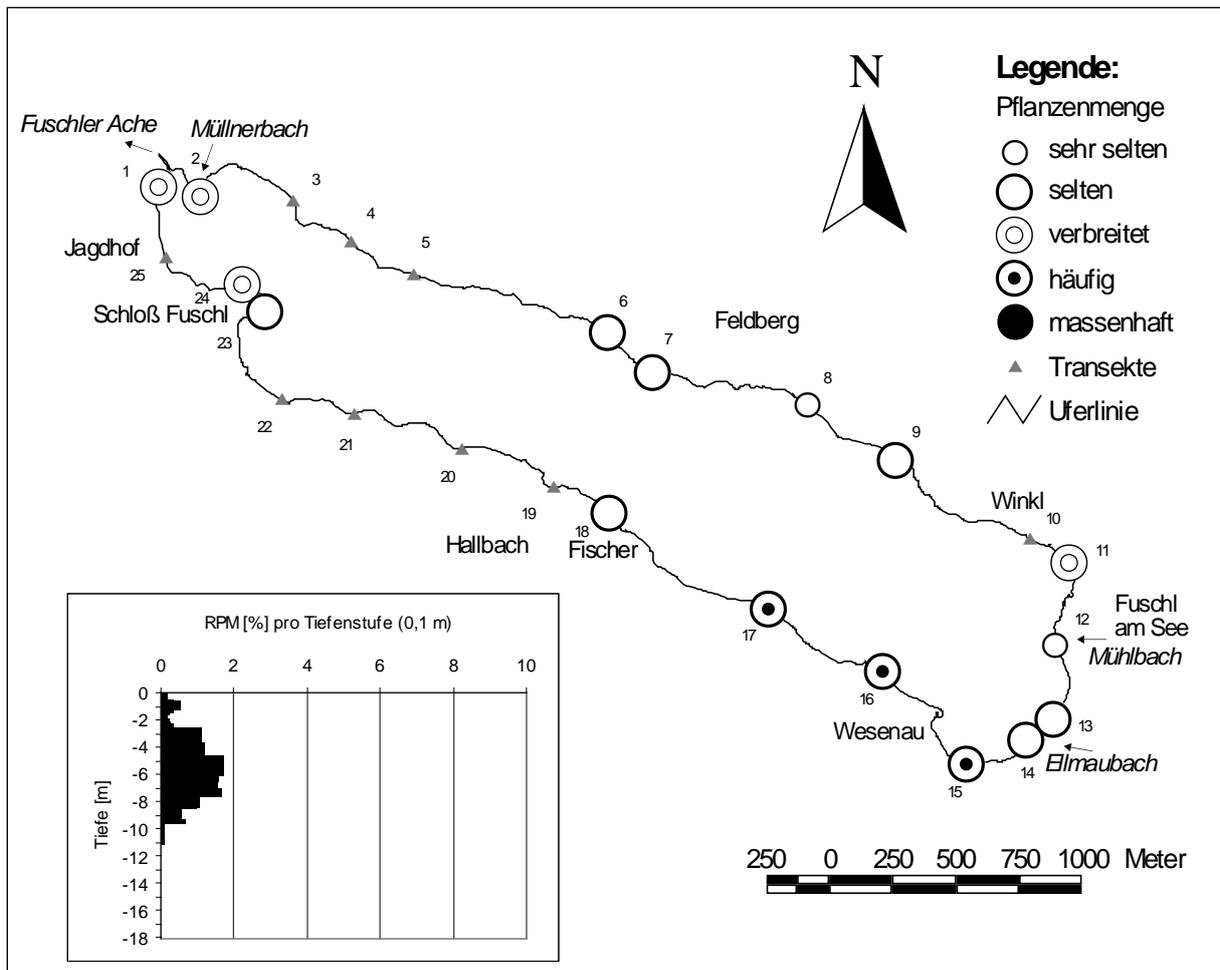


Abb. 26: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara delicatula* im Fuschlsee.

Chara filiformis (Fadenförmige Armeleuchteralge)

Die seltenste Armeleuchteralgenart des Fuschlsees ist *Chara filiformis*, die mit einem Anteil von 0,5 % an der Gesamtpflanzenmenge trotzdem in der Rangliste der Häufigkeit aller Makrophyten auf Platz 14 (von 22) steht. *Chara filiformis* zählt nach WOOD (1962) zu einem osteuropäischen Formenkreis und ist in Österreich bislang nicht nachgewiesen worden.

Chara filiformis konnte in nur drei Transekten vorgefunden werden, in Transekt 1 in der Nähe des Seeabflusses, in Transekt 5, wo sich ihr Hauptstandort befindet, und in Transekt 16 bei

Wesenau (Abb. 27). Im erstgenannten Transekt wächst *Chara filiformis* nur im Flachwasser von 0,5 bis 1,5 m Tiefe mit einer maximalen Wuchshöhe von 20 cm. In Transekt 5 kommt *Chara filiformis* im Flachwasser bis 1,3 m Tiefe vor und dann noch einmal in der Tiefenzone zwischen 6,9 und 13,5 m. In der Tiefe wurde das Vorkommen der Art, die hier Thalluslängen von 15 bis 20 cm erreicht, mit „verbreitet“ bewertet. Im Transekt 16 werden Einzelexemplare zwischen 2,5 und 7,5 m Wassertiefe angetroffen, die 30 cm messen.

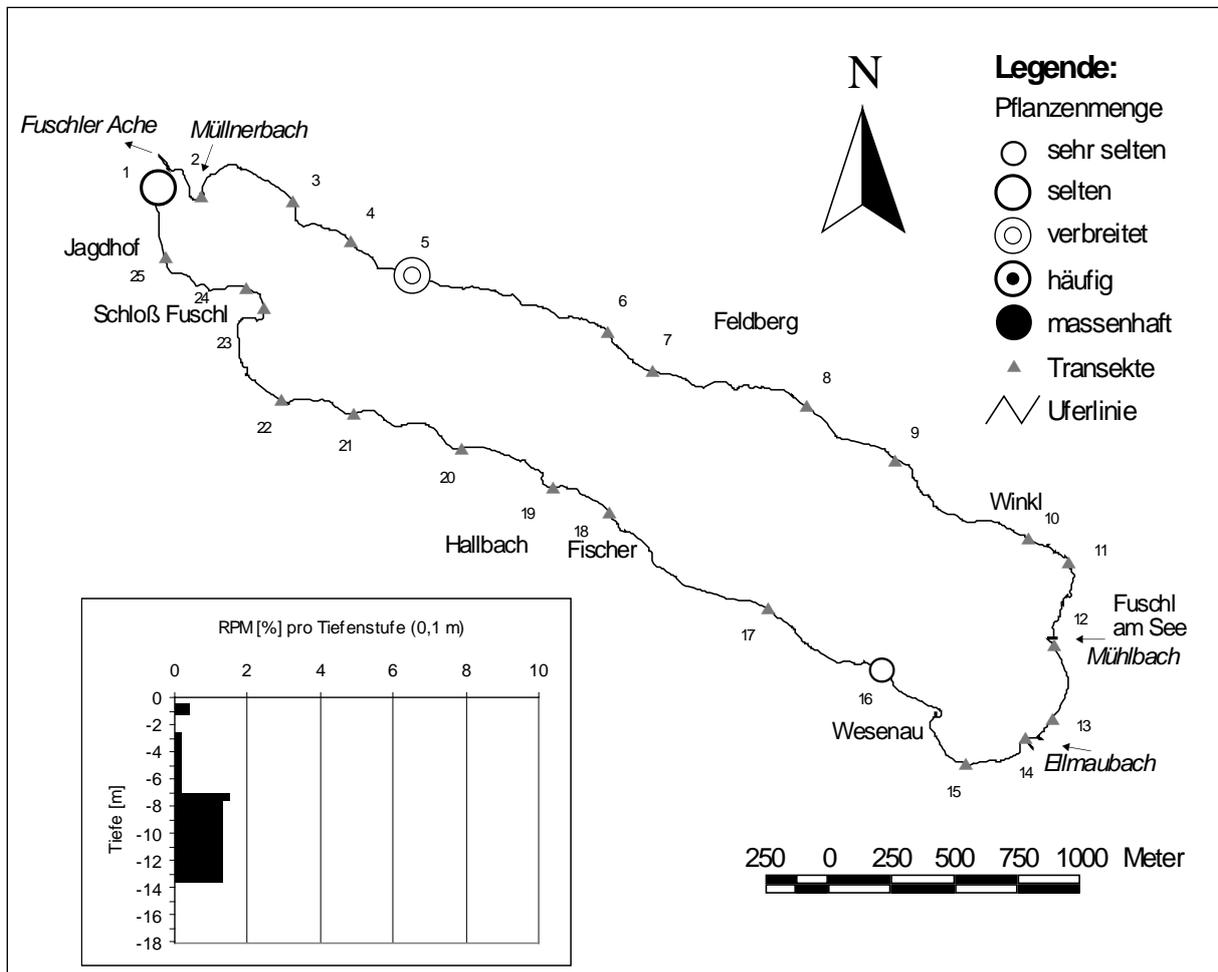


Abb. 27: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara filiformis* im Fuschlsee.

***Chara globularis* (Zerbrechliche Armleuchteralge)**

Chara globularis ist mit einem Anteil von 3 % an der Gesamtpflanzenmenge die siebthäufigste Wasserpflanzen- und die vierthäufigste Characeenart des Fuschlsees. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt am Westende und am westlichen Südufer des Sees bis einschließlich Transekt 18. Am Nordufer fehlt die Art bis auf die Transekte 3 und 4 völlig, am Ostufer wurden ihre Vorkommen in Transekt 13 als „verbreitet“, in den Transekten 12 und 15 nur noch als „sehr selten“ bewertet. In Transekt 14 kommt sie nicht vor (Abb. 28).

Chara globularis zählt in den Seen des bayerischen und österreichischen Alpenvorlandes zu den typischen Tiefenwasserarten und bildet dort häufig die untere Grenze der Vegetation (MELZER et al., 1986, 1988; MELZER & HÜNERFELD, 1990; PALL, 1996). Ein entsprechendes Verhalten konnte auch für den Fuschlsee festgestellt werden. Der als Wuchsort bevorzugte Tiefenbereich liegt zwischen 8 und 14 m.

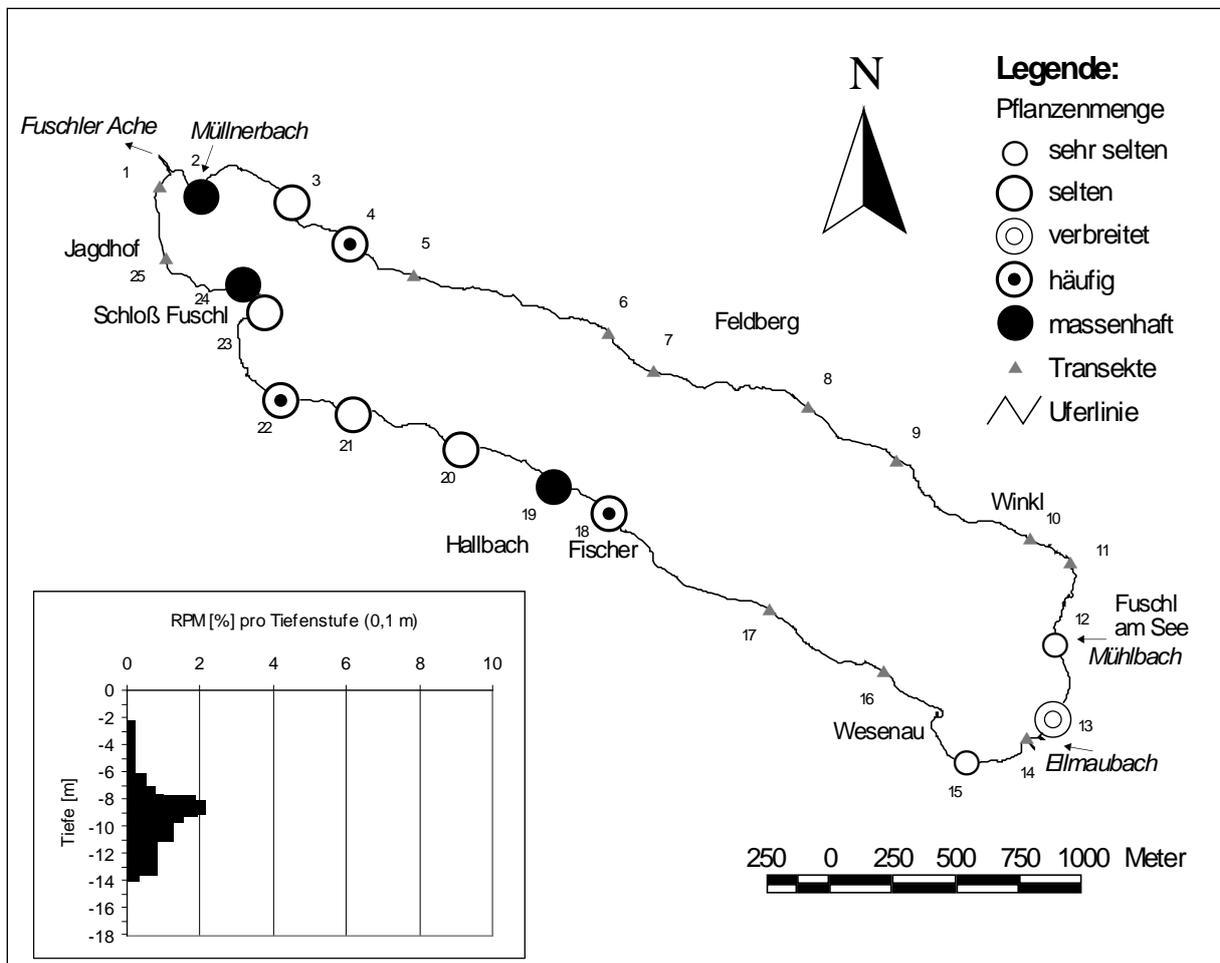


Abb. 28: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara globularis* im Fuschlsee.

Chara hispida (Steifhaarige Armleuchteralge)

Im Fuschlsee schließt charakteristischerweise seeseitig an die *Chara aspera*-Rasen des Flachwassers ein mehrere Meter breiter, 30 bis 50 cm hoher Bestand von *Chara hispida* an. Diese Armleuchteralgenart ist die häufigste Wasserpflanzenart des Fuschlseees, sie trägt allein 37% zur Gesamtpflanzenmenge bei.

In 15 von 25 Transekten wurde *Chara hispida* mit der höchsten Häufigkeitsstufe 5 („massenhaft“)

bewertet (Abb. 29). Insbesondere entlang des gesamten Nordufers (Transekte 3 bis 10) ist die Art zwischen 1,5 und 7 m Tiefe in einem klassischen Einartbestand zu finden. Vereinzelt mischen sich *Chara tomentosa* (Transekte 4, 5 und 6) oder *Chara delicatula* (Transekte 7 und 8) darunter. Auch *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) und *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest) überragen vereinzelt den dichten Characeen-Teppich.

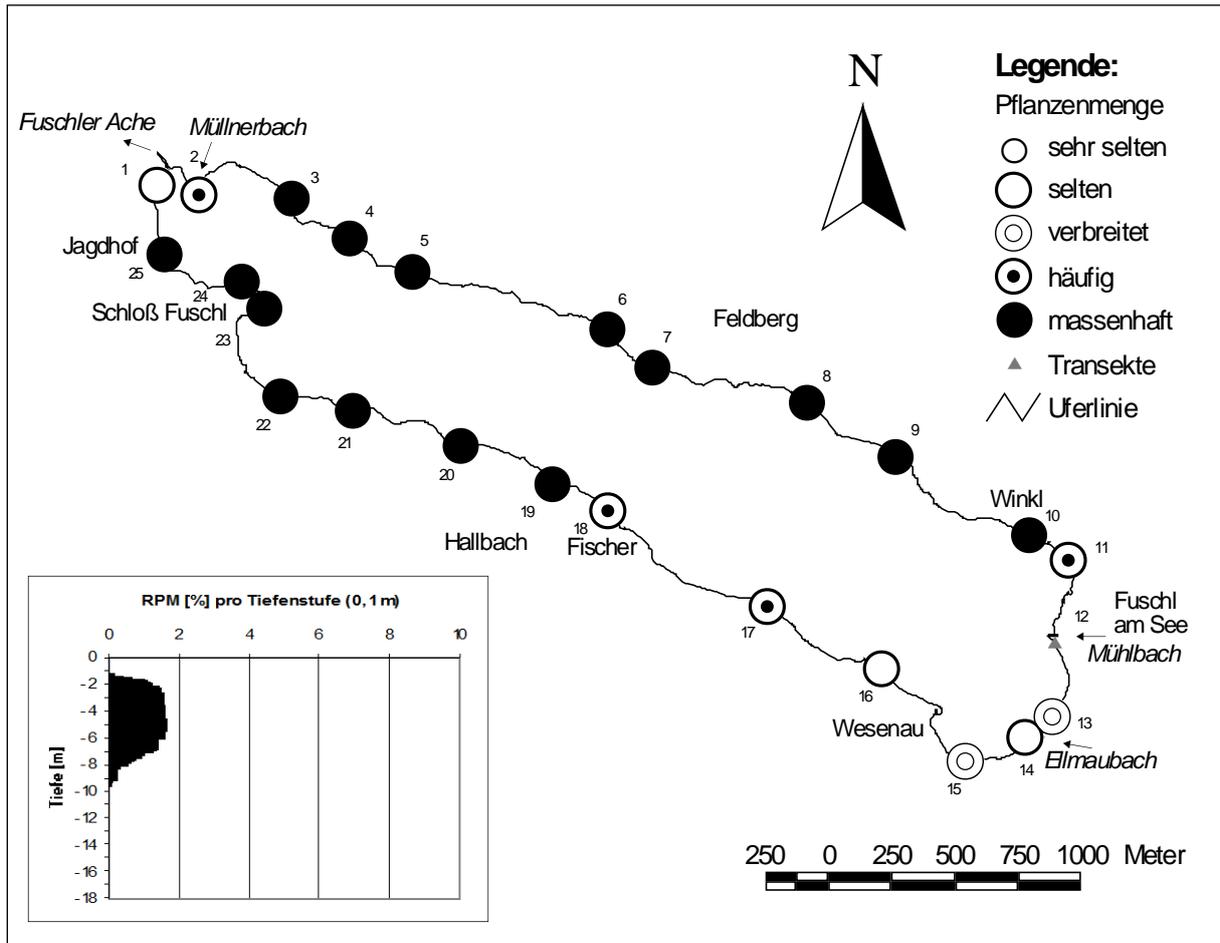


Abb. 29: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara hispida* im Fuschlsee.

Entlang des kurzen Ostufers tritt *Chara hispida* entweder gar nicht oder höchstens „verbreitet“ auf. Im Zuflussbereich des Mühlbaches (Transekt 12) fehlt die Art. Dieses Transekt ist überhaupt durch seinen spärlichen Bewuchs gekennzeichnet. Die hier vorkommenden Arten erreichen höchstens Häufigkeitsstufe 2 und werden nicht größer als 20 cm. Die geringen Vegetationsdichten der Armleuchteralgen auch im in Richtung Süden anschließenden Uferbereich (Transekte 13 und 14) sind mit großer Sicherheit auf lokal erhöhte Nährstoffeinträge zurückzuführen. Dies beweist

auch der im Fuschlsee nur hier ausgeprägte Laichkrautgürtel euträphenter Arten.

In den Transekten 15 und 16 dominieren dann schon wieder ausgeprägte Characeenwiesen das Vegetationsbild. An die dichten *Chara aspera*-Rasen des Flachwassers schließen Mischbestände von *Chara hispida*, *Chara delicatula* und *Chara contraria* (Transekt 15) bzw. *Chara filiformis* (Transekt 16) an, die in Tiefen von 9,5 bzw. 7,5 m bis zur Vegetationsgrenze von *Nitella opaca* bzw. *Tolypella glomerata* abgelöst werden.

In den übrigen Transekten des ausgedehnten Südufers hat sich wie auf der Nordseite ein dichter, 50 cm hoher Einartbestand von *Chara hispida* etabliert, der sich hier zwischen 1,5 und 8 m Wassertiefe erstreckt. Vereinzelt mischen sich *Chara delicatula* (Transekte 17 und 18), *Chara globularis* (Transekt 19) oder *Chara contraria* (Transekte 20-22) unter den *Chara hispida*-Bestand. Als Begleitarten treten vereinzelt außerdem *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest), *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) und *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut) auf.

***Chara tomentosa* (Gewei-Armleuchteralge)**

Mit einem Beitrag von knapp 3% zur Gesamtpflanzenmenge ist *Chara tomentosa* die achthäufigste Wasserpflanzenart des Fuschlsees und innerhalb der Charophyta die fünf häufigste Characeen-Art. *Chara tomentosa* kann anhand ihres vergleichsweise robusten Habitus, der rotbräunlichen Farbe, der gebündelten Stacheln und der oft angeschwollenen Endzelle der Quirläste auch im Gelände leicht angesprochen werden.

Chara tomentosa ist eine Art des mittleren Tiefenbereichs (ca. 2 bis 8 m Wassertiefe).

Aufgrund des dort im Fuschlsee quasi flächendeckenden Vorkommens von *Chara hispida* findet die Gewei-Armleuchteralge hier jedoch kaum Siedlungsraum. Die Art kann jedoch, wenn dort tiefgründiges, schlammiges Substrat vorhanden ist, auch die Flachwasserzone oligotropher Stillgewässer besiedeln. So liegt ihr Verbreitungsschwerpunkt am Fuschlsee in der Tiefenzone zwischen 0,5 und 2 m, welche sie sich mit *Chara aspera* teilt.

Hinsichtlich Verbreitung und Häufigkeit spielt *Chara tomentosa* im Fuschlsee im Vergleich zu *Chara aspera* allerdings eher eine untergeordnete Rolle. Aufgrund des im Flachwasser fast am gesamten See vorherrschenden sandig-kiesigen Sediments genießt *Chara aspera* hier einen Standortvorteil. Überall dort, wo *Chara aspera* mangels sandig-kiesigem Substrat gar nicht oder nicht flächendeckend vorkommt, kann sich *Chara tomentosa* entfalten. Dies ist in Transekt 24 und Transekt 13 der Fall, wo *Chara aspera* fehlt, und in Transekt 2, wo die Rauhe Armleuchteralge in nur lockeren Beständen wächst. Eine Ausnahme bildet

Unterhalb von 8 m Wassertiefe kommt *Chara hispida* in den Transekten 17-19 nur noch selten vor. An ihrer Stelle erscheinen *Chara delicatula* (Transekt 17) bzw. *Chara globularis* (Transekte 18 und 19). In den Transekten 20 bis 25 wird *Chara hispida* übergangslos von typischen Tiefenwasser-Characeen wie *Nitella opaca*, *Chara globularis* oder auch *Tolypella glomerata* abgelöst.

Als Wuchsort bevorzugt *Chara hispida* im Fuschlsee den Tiefenbereich zwischen 2 und 8 m.

Transekt 5, weil hier *Chara tomentosa* trotz dichter *Chara aspera*-Rasen „verbreitet“ vorkommt. Bei Betrachtung der Bodenverhältnisse zeigt sich, dass hier überwiegend Seekreide vorhanden ist. Offensichtlich können mit solchen Untergrundbeschaffenheiten beide Arten leben.

Der Verbreitungsschwerpunkt von *Chara tomentosa* liegt am Westende des Sees im Bereich der Transekte 22 bis 25 und den anschließenden Transekten 1 bis 5. Daneben kommt *Chara tomentosa* bevorzugt am Südostufer bis einschließlich Transekt 13 vor. Ab Transekt 6, also ab etwa der Mitte des Nordufers, bis zum Zuflussbereiches des Mühlbaches (Transekt 12), der schon am Ostufer gelegen ist, fehlt die Art (Abb. 30). Möglicherweise ist hier ein Zusammenhang mit der Wind- bzw. Wellenexposition gegeben. Auch dürfte in diesem Uferabschnitt stellenweise die anthropogene Nutzung durch den Erholungsbetrieb stärker als in anderen Seebereichen sein.

Wie bereits erwähnt, beschränkt sich *Chara tomentosa* im Fuschlsee in der Regel auf das Flachwasser und ist Begleitart der dominierenden *Chara aspera*. In den Transekten 1, 2 und 4 am Westende des Sees sowie in den Transekten 13 und 14 am Ostrand steigt die Armleuchteralge weiter in den See hinab und ist noch in Tiefen von 6 bis 7 m, in Transekt 1 sogar noch bis 13,5 m zu finden. *Chara tomentosa* erreicht Wuchshöhen zwischen 10 und 35 cm, wobei die Thalluslänge mit zunehmender Wassertiefe ansteigt.

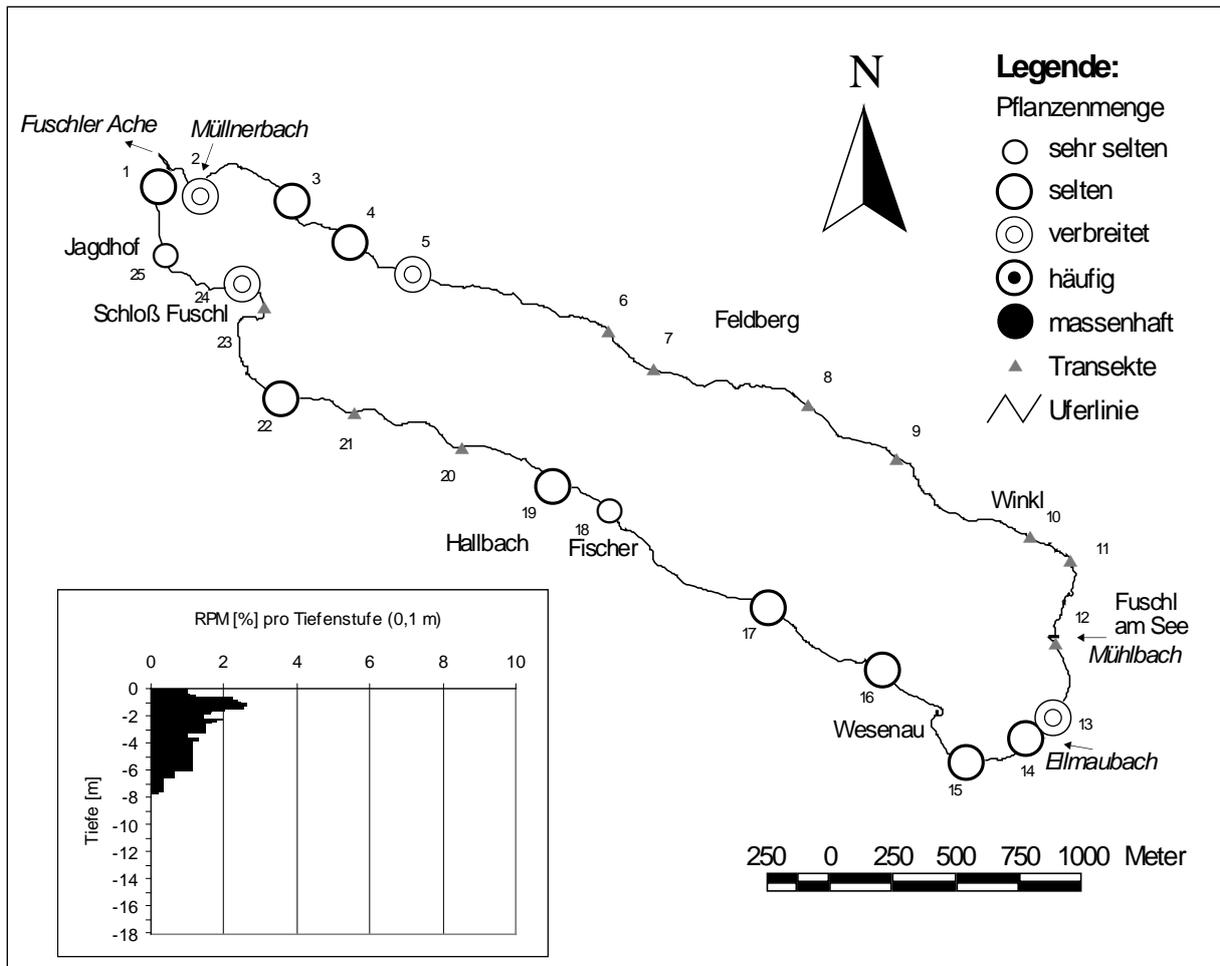


Abb. 30: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara tomentosa* im Fuschlsee.

Nitella opaca (Dunkle Glanzleuchteralge)

Nitella opaca zählt zu den typischen Tiefenwasserarten, die zum Wachstum nur geringe Lichtintensitäten benötigen. Mit einem Anteil von 2% an der Gesamtpflanzenmenge nimmt die Wasserpflanze hinter *Chara tomentosa* Platz 9 in der Häufigkeitsliste aller am Fuschlsee vorkommenden Arten ein.

Nitella opaca zeigt ein ähnliches Verbreitungsbild wie *Chara globularis*, mit welcher sie zusammen häufig die Vegetationsgrenze bildet, wird aber insgesamt seltener als diese angetroffen (Abb. 31). Nur in Transekt 18 gilt *Nitella opaca* als „häufig“. Hier wächst die Art, mit *Chara globularis* in einem dichten, 30 cm hohen Mischbestand in der Tiefenzone zwischen 7 und 9 m. Darunter dringen nur noch kleinwüchsige Einzelpflanzen von *Nitella opaca* bis zur Vegetationsgrenze in 13 m Tiefe vor. In den Transekten 4, 13, 21 und 25 kommt *Nitella opaca* „verbreitet“ vor. In jedem dieser Gewässerabschnitte besiedelt die Art in lockeren Beständen die unterste Tiefenzone, in den

Transekten 25 und 5 gemeinsam mit *Tolypella glomerata*, in den Transekten 13 und 21 in Gesellschaft von *Chara globularis* und *Chara hispida*. *Nitella opaca* bildet dabei immer den unteren Abschluss der Vegetation. An allen übrigen Wuchsorten wird *Nitella opaca* nur noch „selten“ gefunden, aber ebenfalls immer an der Vegetationsgrenze.

Die Thalluslängen der Art variieren von Transekt zu Transekt. Die größten Pflanzen wachsen in Transekt 13 mit 80 cm, gefolgt von Transekt 20 mit 50 cm und Transekt 25 mit 40 cm. Ansonsten bleibt *Nitella opaca* mit Thalluslängen zwischen 10 und 20 cm im Fuschlsee eher kleinwüchsig.

Auch das Tiefenprofil im Fuschlsee (Abb. 31) weist *Nitella opaca* als Tiefenwasserpflanze aus. Der bevorzugte Tiefenbereich liegt zwischen 8 und 16 m, also noch etwas tiefer als bei *Chara globularis*.

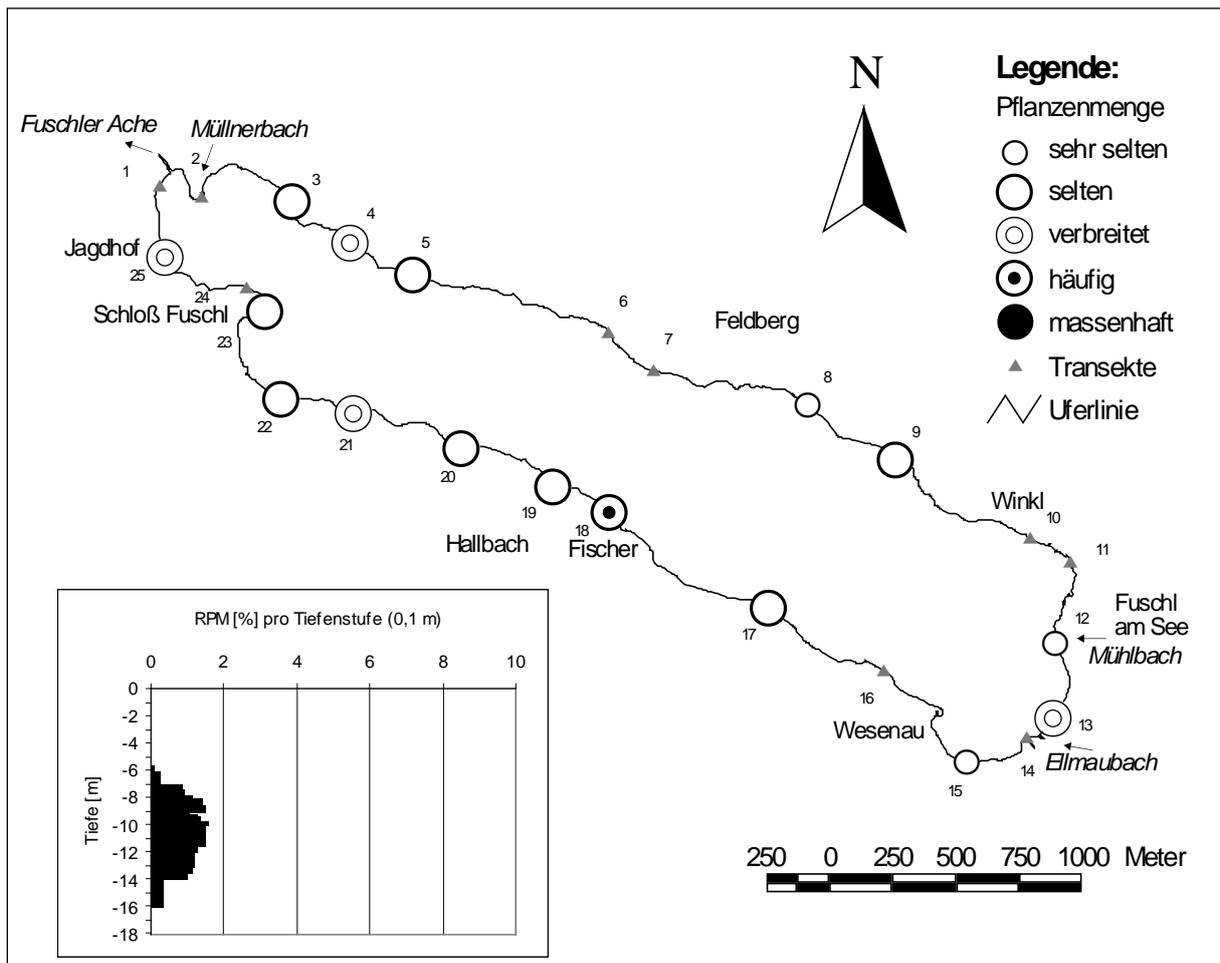


Abb. 31: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Nitella opaca* im Fuschlsee.

Tolypella glomerata (Knäuel-Armlauchteralge)

Auch *Tolypella glomerata* verhält sich am Fuschlsee als ausgesprochene Tiefenwasserart (bevorzugte Wassertiefe 8 bis 14 m). Dies steht in Einklang mit Ergebnissen aus Seen des Alpenvorlands (MELZER et al., 1986; PALL, 1996). Die Art kann jedoch offensichtlich auch als typischer Besiedler des Flachwassers auftreten (KRAUSE, 1997). Ihr geringer RPM-Wert von 0,5% weist sie als eine der selteneren Pflanzen des Fuschlsees aus.

Tolypella glomerata wurde nur in drei Transekten gefunden, ihr Vorkommen in Transekt 25 aber immerhin mit „häufig“, in Transekt 4 mit „verbreitet“ bewertet. Im Transekt 16 gilt sie als

„selten“ (Abb. 32). An ihren Standorten ist *Tolypella glomerata* ausschließlich an der Vegetationsgrenze anzutreffen. In Transekt 25 bildet sie gemeinsam mit *Nitella opaca* einen 3 m breiten, dichten, etwa 40 cm hohen Bestand, in Transekt 4 wächst sie zwischen 9,6 und 13,5 m in einem lockeren 20 cm hohen Verband ebenfalls mit *Nitella opaca* und in Transekt 16 siedelt sie allein mit wenigen, wiederum nur etwa 20 cm messenden Pflanzen im untersten Tiefenabschnitt von 7,5 bis 12,5 m.

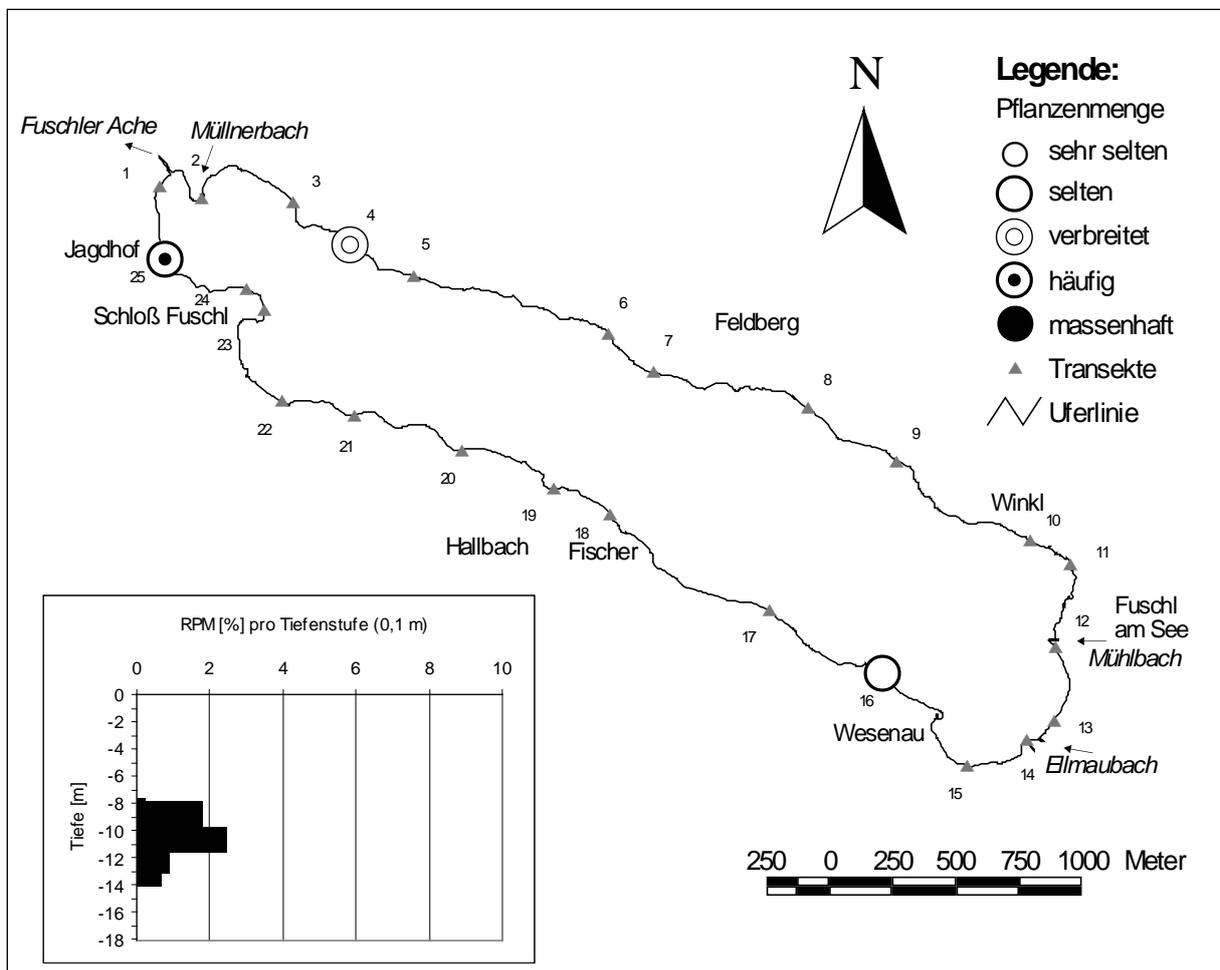


Abb. 32: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Tolypella glomerata* im Fuschlsee.

Bryophyta (Moose)

Fontinalis antipyretica (Gemeines Brunnenmoos)

Die Gruppe der Bryophyten ist im Fuschlsee mit nur einer Art vertreten, dem Gemeinen Brunnenmoos (*Fontinalis antipyretica*). Generell finden sich in stehenden Gewässern aquatische Moose nur selten, weil der Gehalt an freiem CO₂ für die Bedürfnisse dieser Pflanzen zu gering ist. Eine erhöhte CO₂-Verfügbarkeit ist in Seen lediglich an Grundwasserzutritten oder im Bereich einmündender Fließgewässer gegeben. So wurde *Fontinalis antipyretica* auch am Fuschlsee nur in solchen Zonen, genauer gesagt in den Zufluss-

bereichen des Mühlbaches (Transekt 12), des Ellmaubaches (Transekt 14) und des Müllnerbaches (Transekt 2) angetroffen (Abb. 33). Die Art ist im Fuschlsee nur selten und erreicht Wuchshöhen von ca. 10 cm. Am Ostrand des Sees kommt sie vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 17 m vor. Am Westende im Bereich der Verlandungszone ist das Gemeine Brunnenmoos ab 1,5 m zu finden, steigt hier aber nur bis auf 7,6 m in den See hinab.

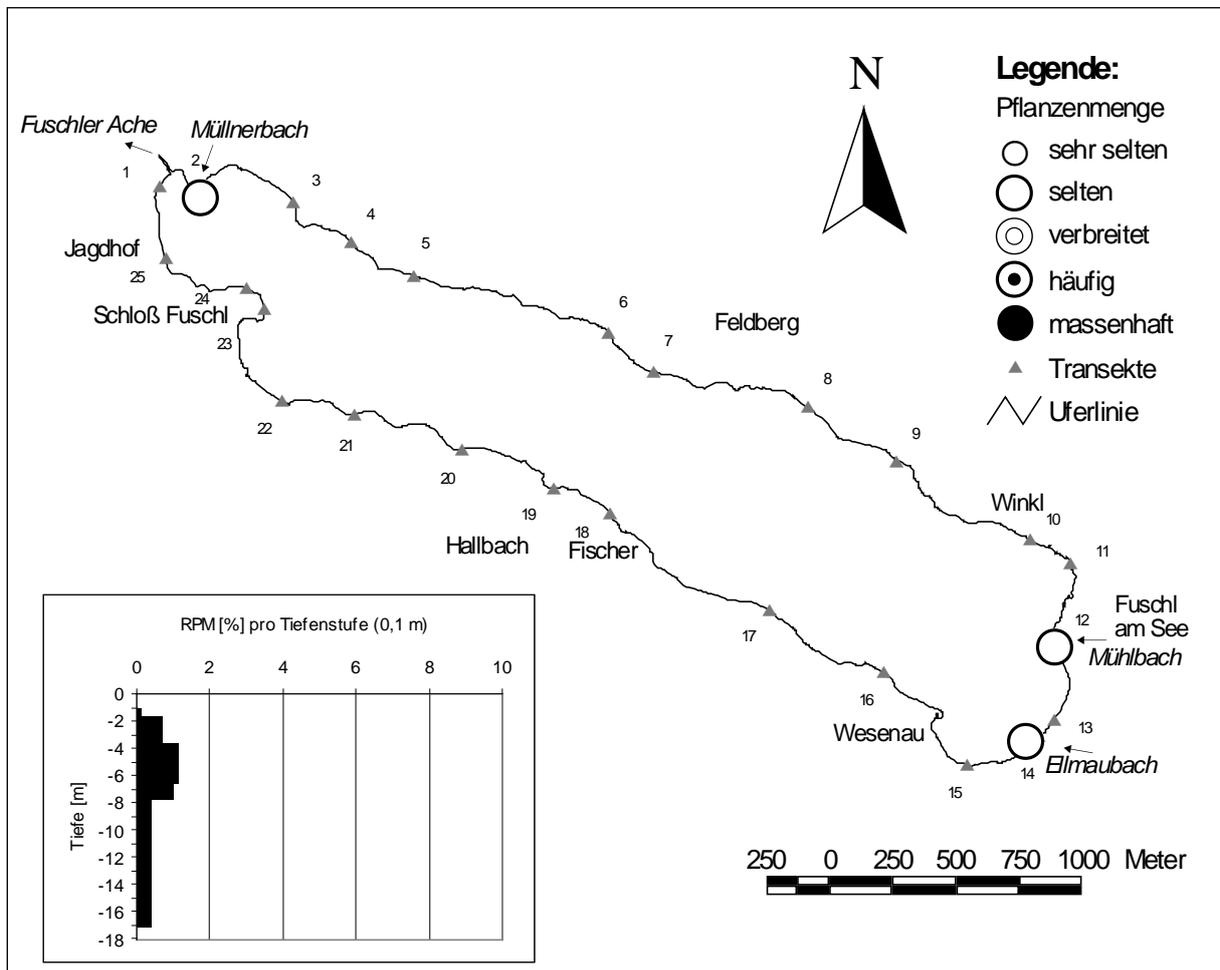


Abb. 33: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Fontinalis antipyretica* im Fuschlsee.

Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Höhere Pflanzen spielen am Fuschlsee, wie für ein oligotrophes Gewässer dieses Typus auch nicht anders zu erwarten, nur eine sehr untergeordnete Rolle (Anteil an der Gesamtpflanzenmenge 12 %). So ist auch ein "Laichkrautgürtel", wie er bereits für etwas nährstoffreichere Gewässer (mesotroph) typisch ist, nicht ausgebildet.

Es dominieren vielmehr vom Flachwasser bis zur Vegetationsgrenze Characeen, die flächendeckende, typische Einart-, teilweise auch Mischbestände bilden. Diese Characeenwiesen werden in der Regel von vereinzelt Vertretern der Spermatophyta überragt, wobei über weite

Strecken von den insgesamt im Fuschlsee vorkommenden 8 Arten nur *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton filiformis* und/oder *Elodea nuttallii* anzutreffen sind.

Eine Ausnahme bildet das kurze Ostufer des Sees, das durch die Zuflüsse von Ellmau- und Mühlbach sowie durch Bade- und Campingaktivitäten einer erhöhten mechanischen Belastung und einer partiell erhöhten Nährstoffsituation ausgesetzt ist. Nur hier können sich Höhere submerse Pflanzen in größerer Dichte und Artenanzahl etablieren. In diesem Bereich ist zumindest ansatzweise ein Laichkrautgürtel ausgebildet.

Elodea nuttallii (Nuttall-Wasserpest)

Die Nuttall-Wasserpest zählt zu den Neophyten der mitteleuropäischen Unterwasserflora. Sie stammt ursprünglich aus den gemäßigten Breiten Nordamerikas, wo sie in kalkreichen Seen, Teichen und langsam strömenden Flüssen wächst (COOK & URMI-KÖNIG, 1985). Nach Europa wurde *Elodea nuttallii* vermutlich als Aquariumpflanze eingeschleppt. Über Belgien und die Niederlande erreichte sie in den 70er Jahren Westdeutschland (EHRENDORFER, 1973, WOLFF, 1980). In den 80er Jahren wurde sie erstmals in bayerischen Seen (Chiemsee und Ammersee) vorgefunden (MELZER et al. 1986, 1988). ADLER et al. (1994) beschreibt noch 1994 das Vorkommen der Art in Österreich als nicht gesichert. Sie wurde seither jedoch vermehrt in der Donau und ihren Nebengewässern (PALL & JANAUER, 1995; PALL, 1998) sowie in zahlreichen österreichischen Seen (PALL & MOSER, 2005) nachgewiesen.

Elodea nuttallii ist äußerst schwierig zu bestimmen und kann nur über Merkmale der Blüte (ist nahezu nie vorhanden) oder über Chromosomen- oder chemische Analysen sicher determiniert werden. An dieser Stelle sei Frau Dr. Elisabeth Gross, Universität Konstanz BRD, für die Überprüfung

der Pflanzenproben aus dem Fuschlsee mittels chemischer Tests herzlich gedankt!

Elodea nuttallii ist nach *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton filiformis* der dritthäufigste Vertreter der Spermatophyta des Fuschlsees. Mit einer Beteiligung von nur 1,6 % an der Gesamtpflanzenmenge aller im Fuschlsee vorkommenden Wasserpflanzen nimmt die Nuttall-Wasserpest jedoch lediglich Rang 10 in der Häufigkeitsliste aller Arten ein.

Über die ökologischen Ansprüche von *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; PALL & MOSER, 2005).

Am Fuschlsee kommt *Elodea nuttallii* entlang des Großteils des Gewässerufers –wenngleich zumeist nur in geringen Häufigkeiten – immer wieder vor (Abb. 34). Die Pflanzen werden etwa 30 bis 60 cm lang. Der Flachwasserbereich bis etwa 1,2 m Wassertiefe wird gemieden. Die Verbreitung der Art endet zumeist in 6 m Wassertiefe, die Pflanzen wurden jedoch im Fuschlsee auch bis 9 m Wassertiefe nachgewiesen.

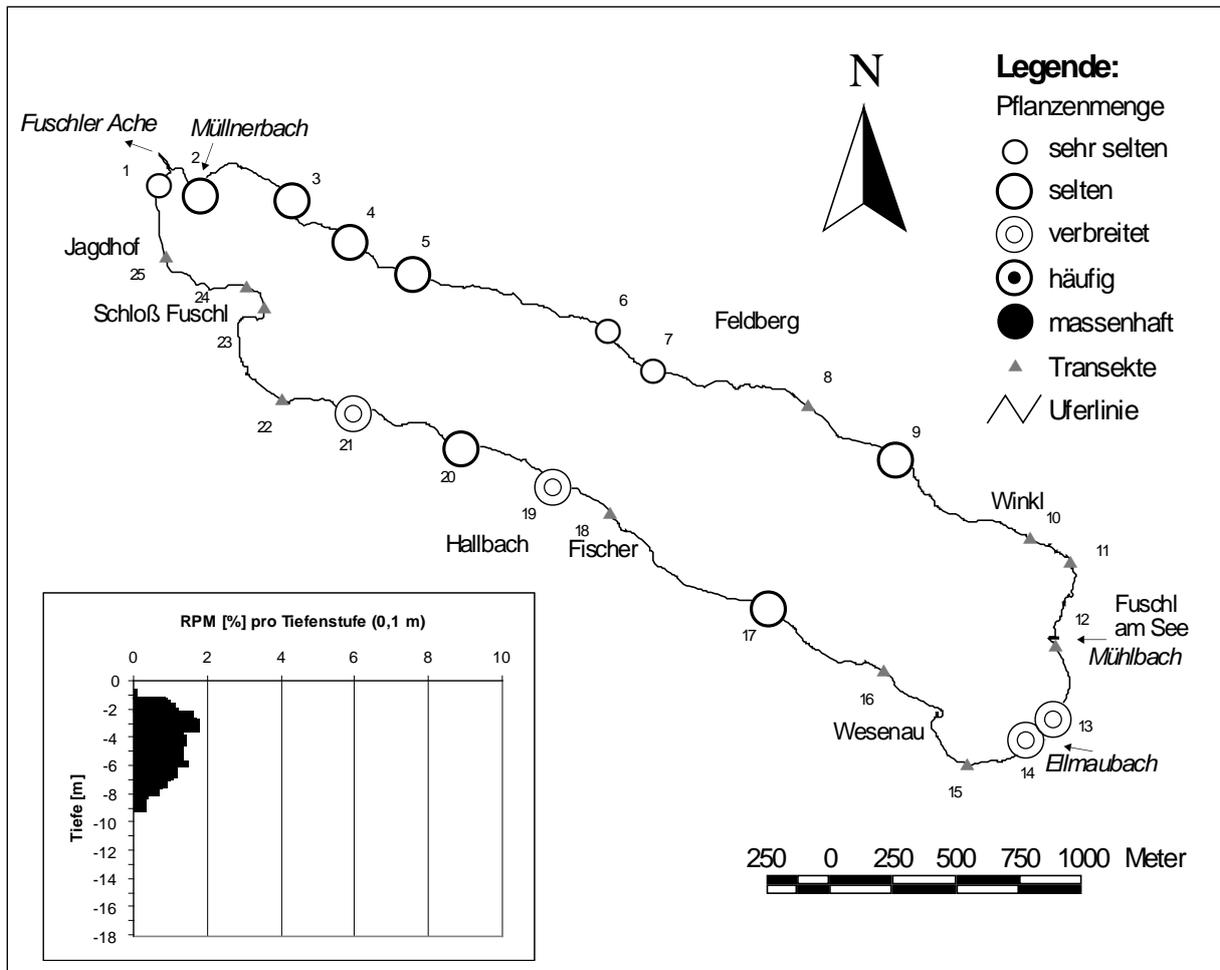


Abb. 34: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Elodea nuttallii* im Fuschlsee.

Myriophyllum spicatum (Ähren-Tausendblatt)

Das Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) 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 mesotroph einzustufen (MELZER et al, 1986). *Myriophyllum spicatum* ist mit einem RPM-Wert von etwa 43% wohl der häufigste Vertreter der Höheren Pflanzen im Fuschlsee, für ein üppiges Wachstum der Pflanze sind die Nährstoffkonzentrationen aber

offensichtlich zu gering (Anteil an der Gesamtmenge aller vorkommenden Arten lediglich 5,2%).

Dennoch wurde das Ähren-Tausendblatt mit Ausnahme der Transekte 1 und 4 in allen untersuchten Gewässerbereichen angetroffen, die Vorkommen wurden meist aber nur mit „sehr selten“ oder „selten“ bewertet. Dichte Bestände bildet es nur an zwei Standorten, im Zuflussbereich des Ellmaubaches (Transekt 13) und südlich von Schloss Fuschl in Transekt 22 (Abb. 35).

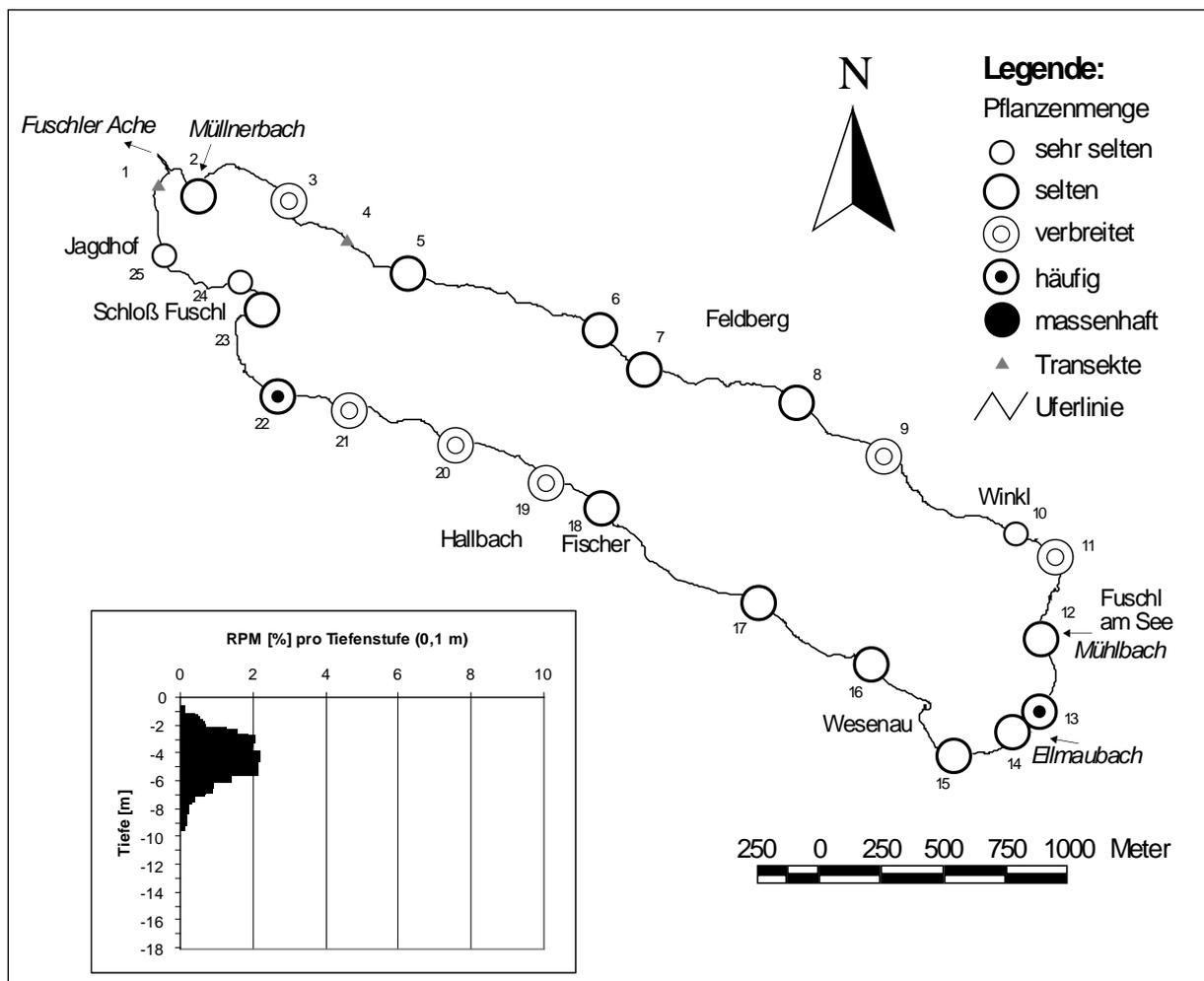


Abb. 35: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Myriophyllum spicatum* im Fuschlsee.

Transekt 13 liegt im Bereich des Fuschler Bades. Bis in eine Tiefe von 2 m fehlt hier jede Unterwasservegetation aufgrund des Badebetriebs. Zwischen 2 und 6 m stößt man auf 30 cm hohe, lockere Mischbestände diverser Characeenarten, die von hochwüchsigen Spermatophyten wie *Elodea nuttallii*, *Potamogeton pectinatus* und der hier dominierenden Art *Myriophyllum spicatum* durchwachsen sind. *Myriophyllum spicatum* entwickelt

hier Sprosslängen von 150 cm. Unterhalb von 6 m nimmt die Häufigkeit und auch die Wuchshöhe rasch ab, einzelne niederwüchsige Exemplare des Ähren-Tausendblatts kommen bis in eine Tiefe von etwas mehr als 10 m vor.

In Transekt 22 liegt die Ausbreitungsgrenze von *Myriophyllum spicatum* schon bei 5,5 m Wassertiefe. Zwischen 2,2 und 5,5 m gelingt es dem Ähren-Tausendblatt die zwischen 1,2 und 8 m

dominierende und flächendeckend siedelnde *Chara hispida* zu überwachsen und selbst bestandsbildend zu werden.

In den östlich an Transekt 22 anschließenden drei Transekten 21, 20 und 19 wurden die Vorkommen von *Myriophyllum spicatum* mit „verbreitet“ bewertet. Mit Wuchshöhen zwischen 80 und 100 cm bevorzugt die Art hier den Tiefenbereich zwischen 2,5 und 8 m. Begleitarten sind *Elodea nuttallii* und *Potamogeton perfoliatus*; dominierende Art bleibt jedoch *Chara hispida*, die in einem breiten Streifen zwischen 1 und 8 m Wassertiefe dichte, bis 50 cm hohe Bestände entwickelt.

In den übrigen Transekten ist *Myriophyllum spicatum* ebenfalls bevorzugt in einer Wassertiefe von 2 bis 8 m mit Sprosslängen zwischen 70 und 100 cm zu finden. Nur am östlichen Nordufer in den Gewässerbereichen der Transekte 8 bis 11 kommt das Ähren-Tausendblatt auch im Flachwasser mit Wuchshöhen zwischen 15 und 40 cm vor.

Insgesamt betrachtet liegt der Verbreitungsschwerpunkt der Art im Fuschlsee zwischen 2 und 6 m Wassertiefe.

Potamogeton crispus (Krauses Laichkraut)

Potamogeton crispus zählt zu den Makrophyten mit sehr hohen Nährstoffansprüchen (HESS et al., 1967; HUTCHINSON, 1975; HELLQUIST, 1980) und gilt daher als zuverlässige Indikatorpflanze für belastete Gewässerabschnitte (KÖHLER et al., 1974; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996). Es verwundert deshalb nicht, dass das Krause Laichkraut im Fuschlsee die seltenste Wasserpflanze überhaupt ist und nur an einer einzigen

Stelle in kümmerlichen Einzel-exemplaren gefunden wurde. Im schon mehrfach erwähnten Transekt 14, das durch den Badebetrieb und möglicherweise auch durch den Zubringer Ellmaubach eine punktuell höhere Nährstoffsituation aufweist als der übrige See, kommt *Potamogeton crispus* mit nur 20 cm Sprosslänge in einer Tiefe von 3,5 bis 6,6 m vor (Abb. 36).

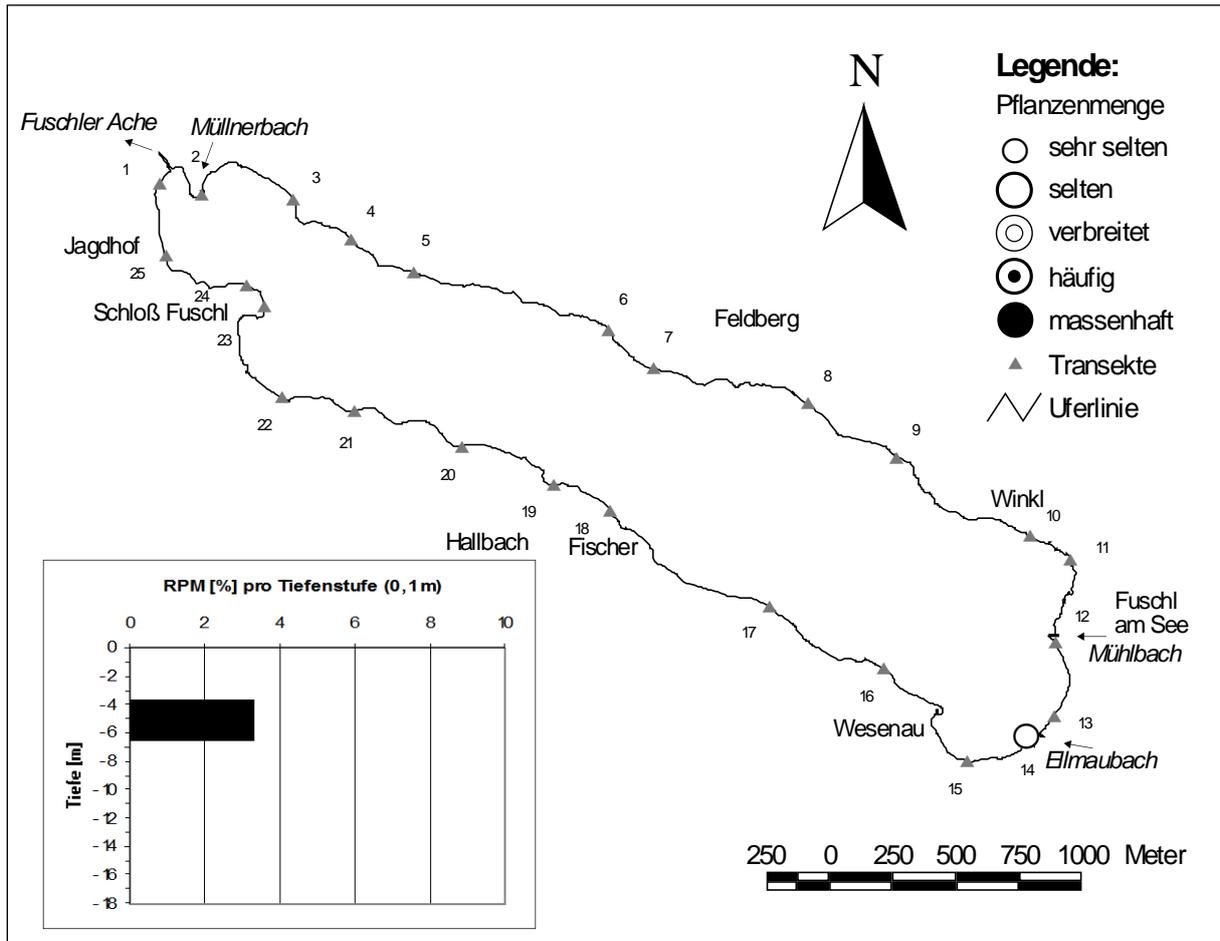


Abb. 36: Vorkommen von *Potamogeton crispus* im Fuschlsee.

Potamogeton filiformis (Faden-Laichkraut)

Das Faden-Laichkraut ist nach *Myriophyllum spicatum* der zweithäufigste Vertreter der Spermatophyta im Fuschlsee. Die Art bleibt mit nur knapp 4% Beteiligung an der Gesamtpflanzenmenge jedoch insgesamt selten. *Potamogeton filiformis* ist eine oligotraphente Flachwasserart. Typischerweise besiedelt das Faden-Laichkraut gemeinsam mit *Chara aspera* den Flachwasserbereich oligotropher Stillgewässer. Am Fuschlsee trifft dies insbesondere für die Gewässerbereiche der Transekte 18 bis 25 und Transekt 1 am Süd- und Westufer des westlichen

Gewässerbeckens zu. Hier wachsen 20 bis 30 cm große Exemplare zwischen 0,3 und 2,5 m Wassertiefe zwischen den Polstern der Rauen Armeleuchteralge. Am lang gestreckten Nordufer findet sich *Potamogeton filiformis* nicht nur im Flachwasser, sondern steigt bis in Tiefen von 6, 7 teilweise auch 8 m in den See hinab und erreicht Sprosslängen von bis zu 40 cm, in Transekt 16 sogar von 70 cm (Abb. 37).

Potamogeton filiformis kommt am Fuschlsee zwischen 0 und 8 m vor, bevorzugt aber den Bereich von 0,5 bis 1,5 m Wassertiefe.

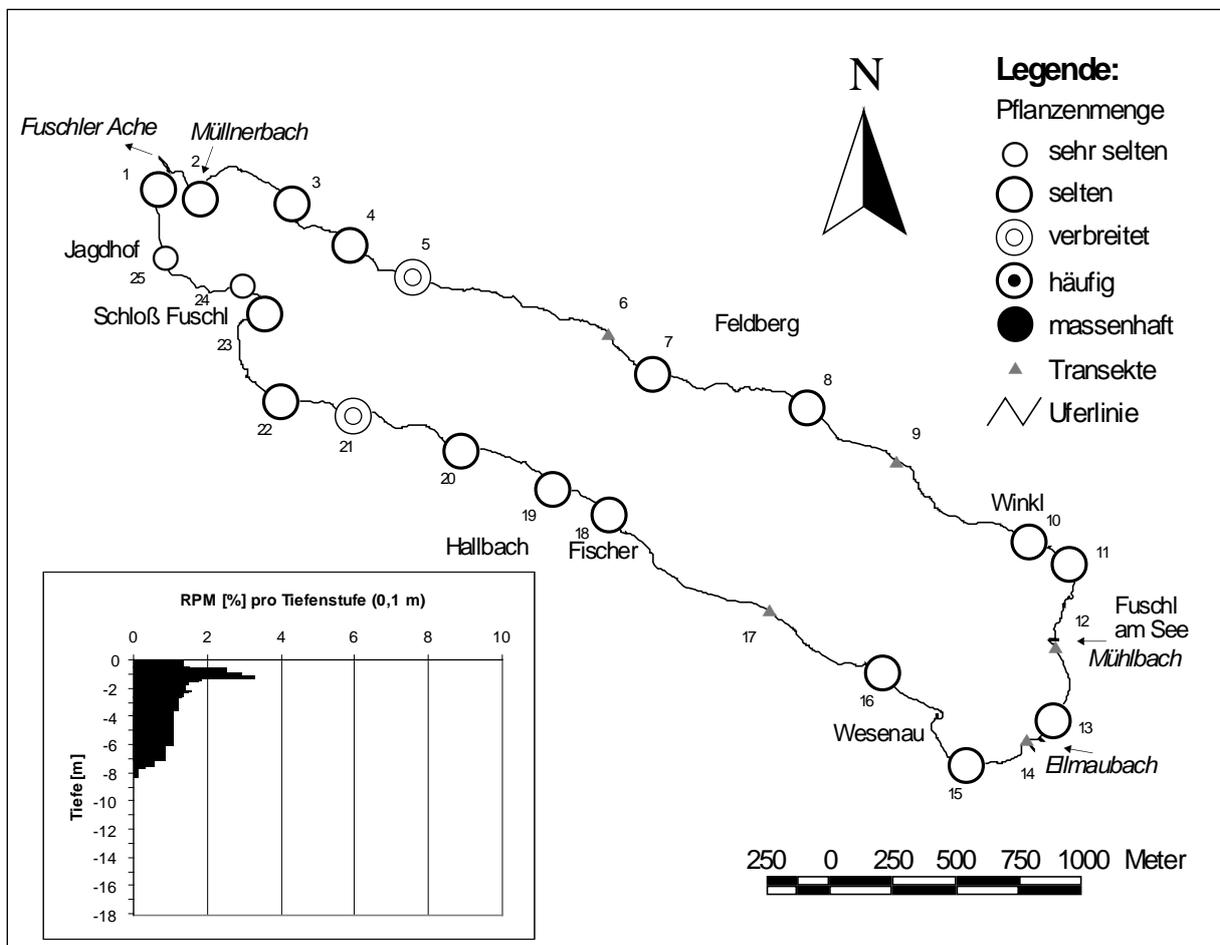


Abb. 37: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton filiformis* im Fuschlsee.

Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)

Potamogeton pectinatus besitzt eine weite ökologische Amplitude. Eine herausragende Eigenschaft der Art ist jedoch, dass sie sich hervorragend an Nährstoffbelastungen adaptieren kann (A. KRAUSE 1972, W. KRAUSE 1971). Das Kamm-Laichkraut ist daher bevorzugt an eutrophierten Standorten zu finden und gilt als Nährstoffzeiger.

Im Fuschlsee ist das Kamm-Laichkraut erwartungsgemäß sehr selten (RPM-Wert von 0,23 %) und in lediglich 3 der 25 Transekte anzutreffen (Abb. 38). Diese befinden sich am Westufer des Sees und sind gekennzeichnet durch

die Zuflüsse des Mühl- und Ellmaubaches sowie des Bades von Fuschl (Transekte 12 bis 14). In diesen Bereichen ist, wie auch durch die Verbreitungsmuster anderer Arten belegt, von einer lokal erhöhten Nährstoffbelastung auszugehen.

Während in den Transekten 12 und 14 *Potamogeton pectinatus* nur bis 3,5 m Wassertiefe anzutreffen ist und Sprosslängen von lediglich 20 bzw. 50 cm nicht überschreitet, steigt es in Transekt 13 bis 6 m tief in den See hinab und erreicht Wuchshöhen von 100 cm.

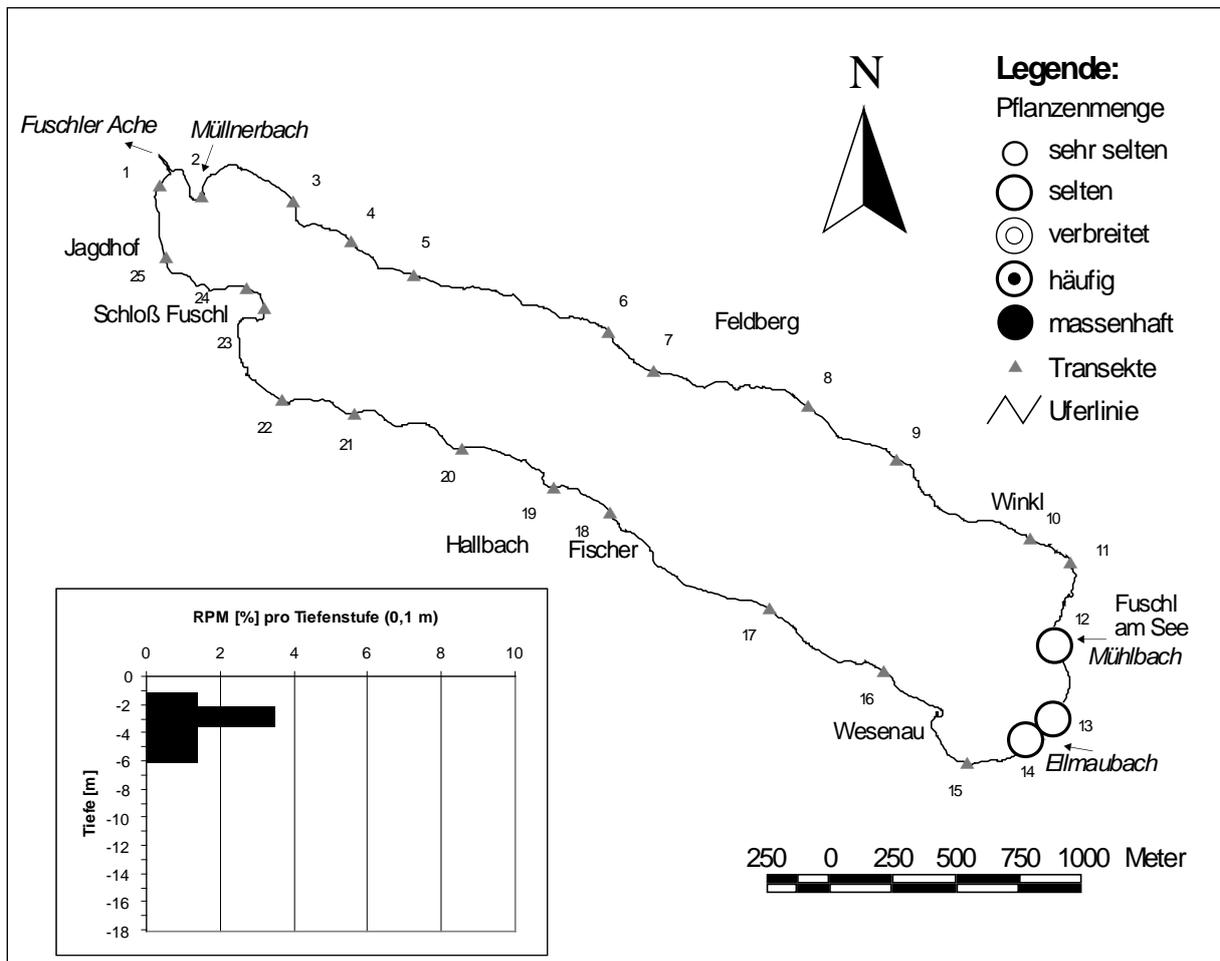


Abb. 38: Vorkommen und Tiefenausbreitung von *Potamogeton pectinatus* im Fuschlsee.

Potamogeton perfoliatus (Durchwachsenes Laichkraut)

Potamogeton perfoliatus gehört zu den sehr seltenen Arten des Fuschlsees (Beitrag zur Gesamtpflanzenmenge weniger als 1%). Innerhalb der Spermatophyta folgt das Durchwachsene Laichkraut nach *Elodea nuttallii* auf Rang vier.

Potamogeton perfoliatus wurde in 9 von 25 Transekten, jeweils nur „sehr selten“ oder „selten“ gefunden (Abb. 39). Bezüglich seiner Nährstoffansprüche ist das Durchwachsene Laichkraut im mesotraphenten Bereich anzusiedeln. Dies findet seinen Niederschlag auch in der Verbreitung der Art im Fuschlsee, wo Standorte mit erhöhtem

Nährstoffangebot bevorzugt werden: Im Westteil des Sees kommt *Potamogeton perfoliatus* nur im Zuflussbereich des Müllnerbaches (Transekt 2) vor. Auch die Zuflussbereiche der anderen beiden größeren Bäche am Ostende des Sees sind Standorte des Durchwachsenen Laichkrauts. Im Bereich der Transekte 6 und 15 ist ebenfalls von Nährstoffeinträgen in den See auszugehen. Im Fuschlsee erreicht *Potamogeton perfoliatus* Wuchshöhen von 60 bis 150 cm und bevorzugt eine Wassertiefe zwischen 1 und 7 m.

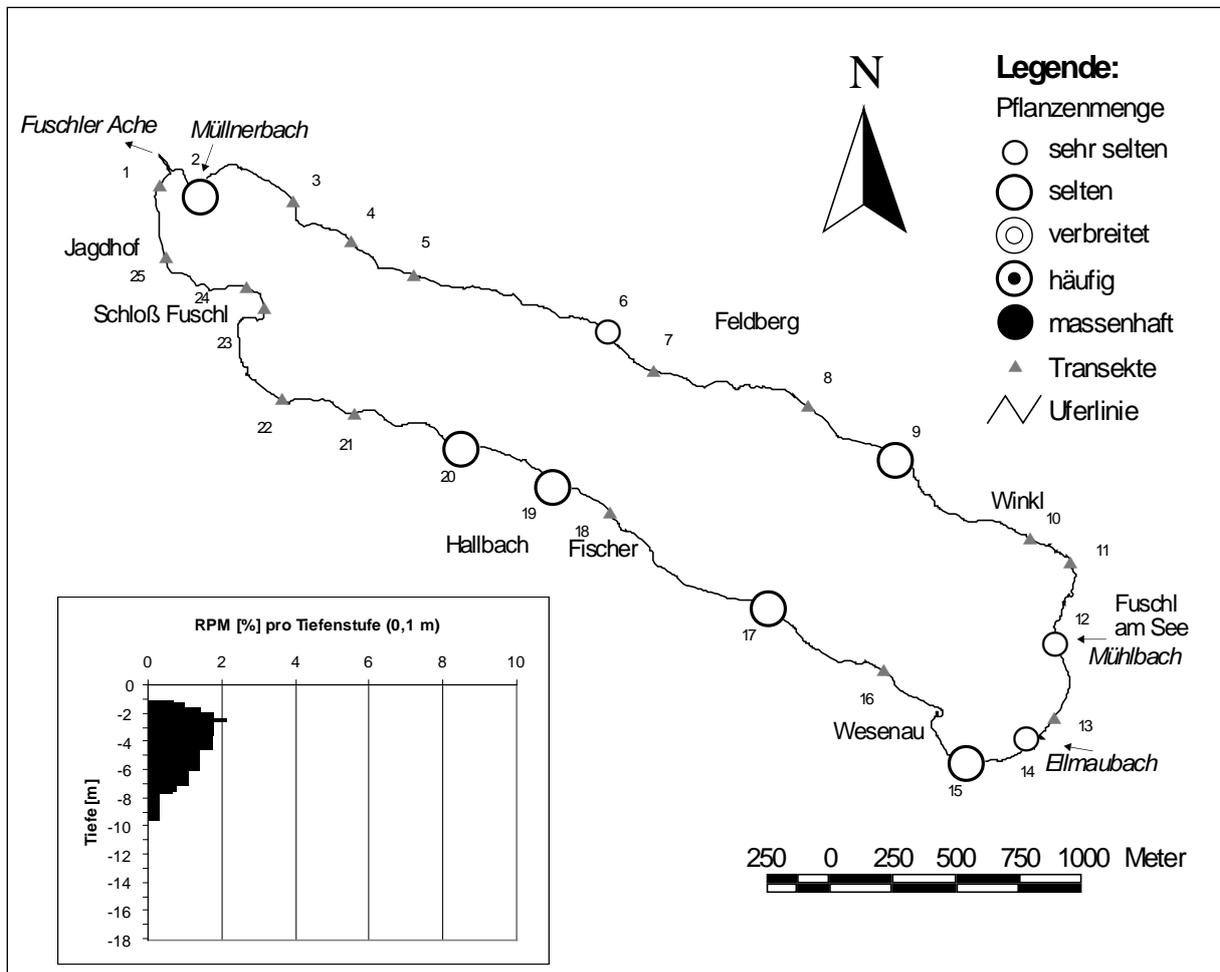


Abb. 39: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton perfoliatus* im Fuschlsee.

Potamogeton pusillus (Zwerg-Laichkraut)

Potamogeton pusillus favorisiert als Wuchsort mäßig nährstoffreiche bis nährstoffreiche Gewässer. Es erstaunt daher nicht, dass das Verbreitungsbild der Art im Fuschlsee jenem von *Potamogeton perfoliatus* ähnelt. Aufgrund des niedrigen Nährstoffangebotes findet man das Zwerg-Laichkraut nur in 7 von 25 Transekten (Abb. 40), darunter alle Zuflussbereiche der Bäche (Transekte 2, 12 und 14) sowie in Transekt 13 (Strandbad Fuschl), Transekt 6 etwa in der Mitte des Nordufers, Transekt 18, das auf Höhe von Fischer etwa in der

Mitte des Südufers liegt und durch Badebetrieb gekennzeichnet ist, sowie Transekt 24 auf Höhe von Schloss Fuschl.

Mit einer Beteiligung von 0,26 % an der Gesamtpflanzenmenge gehört das Zwerg-Laichkraut zu den fünf seltensten Wasserpflanzenarten des Fuschlsees. Es wächst vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 7,5 m, bevorzugt aber die Tiefenzone zwischen 2,5 und 6 m. Die Pflanzen bleiben im Fuschlsee recht kleinwüchsig und werden in der Regel nicht größer als 15 cm.

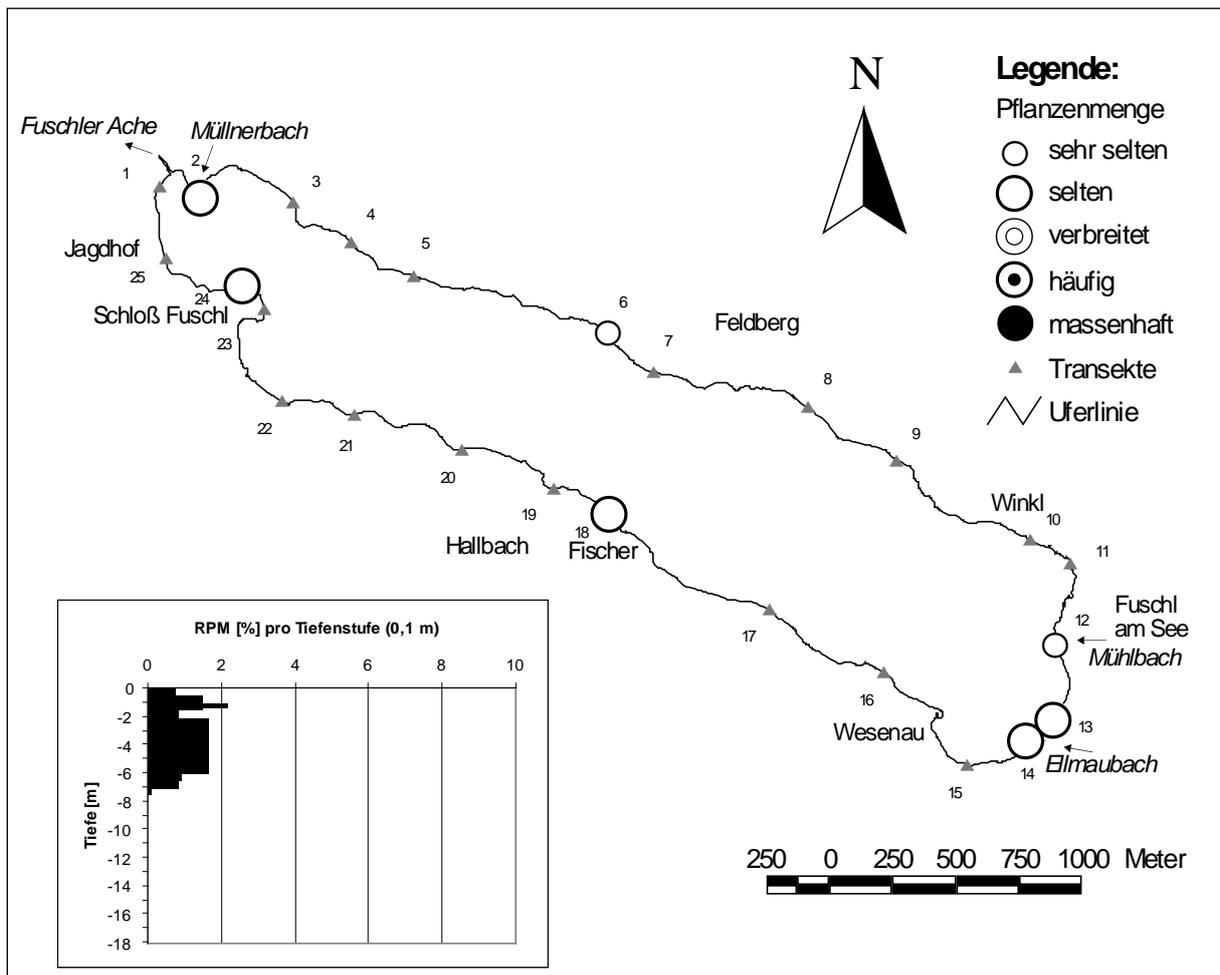


Abb. 40: Vorkommen und Tiefenausbreitung von *Potamogeton pusillus* im Fuschlsee.

***Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch)**

Utricularia australis, der Große Wasserschlauch, zählt zu den seltensten Wasserpflanzen des Fuschlsees. Die Rote-Liste-Art konnte nur in Transekt 17 zwischen Wesenau und Fischer nachgewiesen werden. Von geringer Größe

(Sprosslänge maximal 20 cm) wurden einzelne Exemplare in der Tiefenzone zwischen 1,8 und 7 m gefunden. Auf eine graphische Darstellung wurde verzichtet.

3.2.4.2 Schwimmblattvegetation

Nuphar lutea (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose)

Am Fuschlsee kommen zwei Schwimmblattarten vor, nämlich *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba*. Die Lage der Schwimmblatt-Bestände wurde mittels dGPS und Boot eingemessen. Für diesen Vegetationstypus liegt deshalb eine die gesamte Uferlinie des Sees betreffende Aufnahme vor (Abb. 41 und Kartenteil).

Erwartungsgemäß weisen Schwimmblattpflanzen am Fuschlsee nur eine sehr geringe Verbreitung auf (Anteil an der Gesamtpflanzenmenge weniger als 1%). Zum einen kommen Schwimmblattpflanzen

bevorzugt unter nährstoffreicheren Bedingungen vor. Zum anderen sind sowohl Teich- wie auch Seerosen äußerst empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen, wie sie bei Wind und Wellengang in größeren Stillgewässern entstehen. Standorte sind daher zumeist kleinere windgeschützte Buchten. Am Fuschlsee finden Schwimmblattpflanzen geeignete Bedingungen am Westufer des Sees, im Mündungsbereich des Müllnerbachs sowie am östlichen Ende des Sees in der Bucht bei Wesenau.

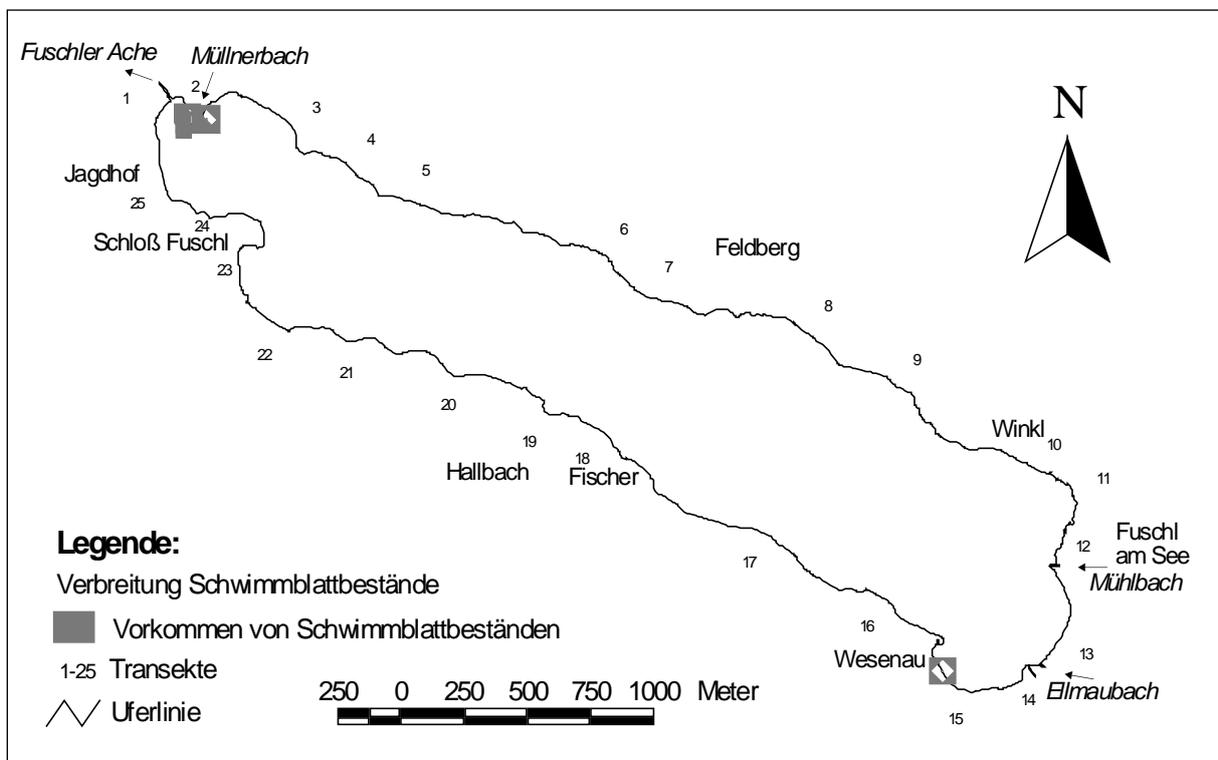


Abb. 41: Verbreitung von Schwimmblattpflanzen im Fuschlsee.

3.2.4.3 Röhrichtvegetation

Als Röhricht bezeichnet man die Vegetationseinheit in der Übergangszone zwischen Gewässer und Land. Unter günstigen Bedingungen bildet diese, in Mitteleuropa meist vom Gemeinen Schilfrohr (*Phragmites australis*) dominierte Pflanzengesellschaft einen geschlossenen Gürtel um den See. Ein intakter Röhrichtgürtel erfüllt vielfältige biotische und abiotische Funktionen und stellt einen sehr wichtigen und schützenswerten Bestandteil im Ökosystem See dar (vgl. auch MORET, 1979; BURNAND, 1980; MOSS, 1983; ISELI & IMHOF, 1987; KRUMSCHEID-PLANKERT, 1990).

Im Rahmen der Echosondierung erfolgte am Fuschlsee eine exakte Einmessung der Röhrichtbestände mittels dGPS und Boot. Für das Röhricht liegt deshalb eine die gesamte Uferlinie des Sees betreffende Aufnahme vor, wobei innerhalb der Vegetationseinheit nicht nach Arten

Phragmites australis (Schilf)

Der Fuschlsee wird zu den großen tiefen Seen der nördlichen Kalkalpen gezählt (WOLFRAM, 2004). Er befindet sich bereits auf 663,3 m ü. A., weshalb nicht mehr ganz so üppig ausgeprägte Schilfbestände wie z.B. bei den Vorlandseen in tieferen Lagen zu erwarten sind. Dennoch ist die Ausbildung eines Röhrichtgürtels als absolut Gewässertypkonform zu betrachten. Größere anthropogen verursachte Veränderungen der Wasserspiegellage und auch größere Wasserstandsschwankungen sind am Fuschlsee nicht gegeben (Amt der Salzburger Landesregierung, pers. Mitt.). Ebenfalls gibt es hier keine durch Motorbootbetrieb künstlich verursachte mechanische Belastungen im Wasser-Land-Übergangsbereich durch Wellenenergie. Die Verbreitung der Röhrichtbestände entlang der Gewässerrufer dürfte somit im Wesentlichen durch die natürlichen Gegebenheiten am See bedingt sein (Abb. 42).

Die steil einfallenden Uferhalden der langgestreckten Nord- und Südflanken des Sees bieten kaum Lebensraum für Röhrichtpflanzen. Schilfvorkommen erreichen ihre größte Ausbreitung naturgemäß in flachauslaufenden

differenziert, sondern im Wesentlichen die Schilf- (*Phragmites australis*) und Binsen- (*Schoenoplectus lacustris*) Vorkommen angesprochen wurden (Abb. 42, 43 und Kartenteil).

Im Rahmen der Transektkartierung erfolgte in den untersuchten Bereichen eine genaue Bestimmung der Artenzusammensetzung des Röhrichts, die allerdings für den Fuschlsee ergab, dass keine anderen als die genannten Röhrichtpflanzen anzutreffen waren. Generell stellen Schilfröhrichte äußerst artenarme Gesellschaften dar. Die Durchsetzungsfähigkeit von *Phragmites australis* unter den Wasserpflanzen kann mit derjenigen der Rotbuche unter den Landpflanzen verglichen werden (ELLENBERG, 1996). Die starke Beschattung in dichten Schilfbeständen lässt Begleitarten nur in geringer Zahl auftreten.

Uferbereichen. Solche finden sich am Fuschlsee vorwiegend am West- und Ostufer. Ausgedehnte Flachwasserbereiche finden sich weiters in den Uferabschnitten zwischen den Transekten 7 und 8, in der Umgebung der Transekte 9, 10 und 11 sowie zwischen den Transekten 15 und 16.

In den genannten Uferbereichen sind fast ausnahmslos dichte Schilfvorkommen ausgebildet. Lediglich am Ostufer fehlt ein Schilfbestand. Hierfür ist sicherlich zum einen die starke anthropogene Nutzung dieses Uferabschnitts (Ortsbereich von Fuschl und Strandbad) verantwortlich. Andererseits kann wegen der in diesem Bereich besonders hohen mechanischen Belastung durch die natürliche Wellenenergie auch unter natürlichen Bedingungen kaum mit größeren Röhrichtbeständen gerechnet werden.

Die größten Wuchshöhen des Schilfs werden mit 3,5 m im Bereich der Verlandungszonen am Weststrand des Sees erreicht. Die *Phragmites*-Bestände stehen hier bis 0,8 m tief im Wasser. Die übrigen Bestände beschränken sich auf die unmittelbare Ufernähe (bis ca. 0,3 m Wassertiefe) und erreichen Wuchshöhen von nur knapp 2 m.

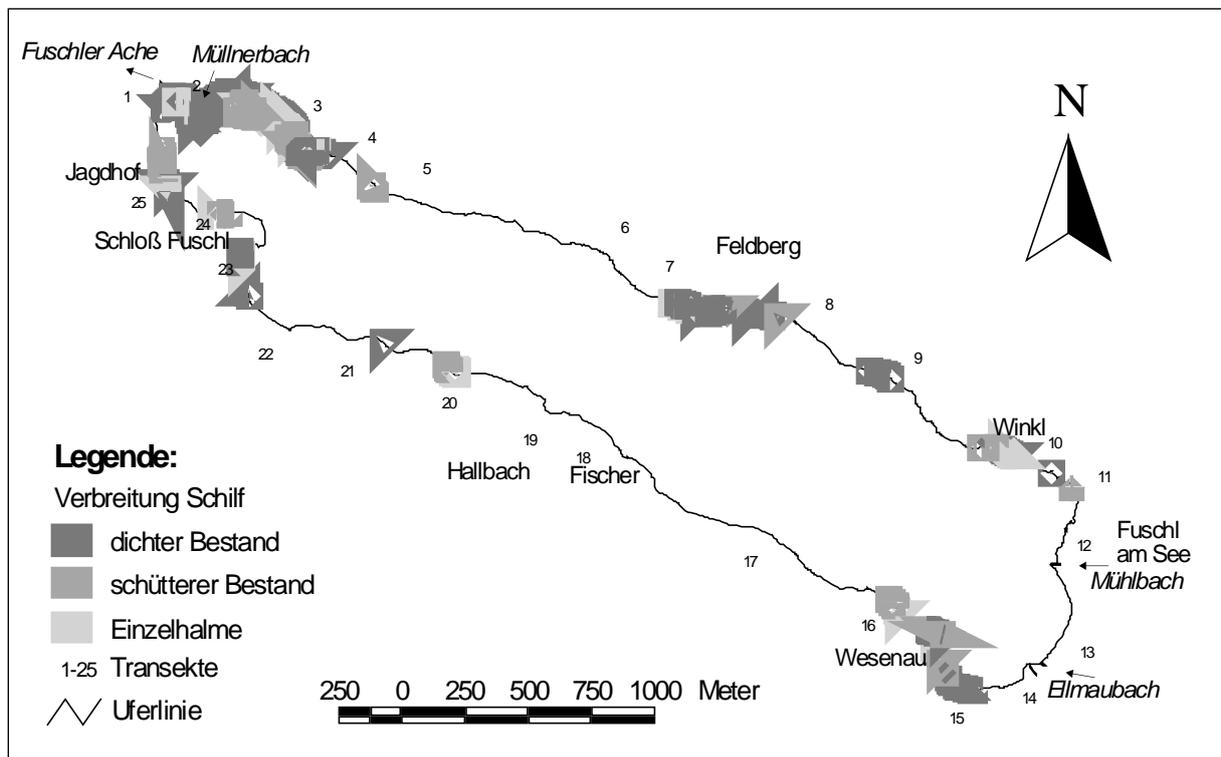


Abb. 42: Vorkommen von Schilf am Fuschlsee.

Schoenoplectus lacustris (Grüne Teichbinse)

Den Schilfvorkommen sind nur an wenigen Uferabschnitten Binsen-Bestände seeseitig vorgelagert (Abb. 43). Zu nennen sind die an den Rändern des Verlandungsgebietes gelegenen Gewässerbereiche am Westufer des Sees (Transekte 25 und 3), der sich unterhalb des Feldberges erstreckende Uferabschnitt in der Mitte des Nordufers (Transekte 6 bis 8) und das Südufer zwischen den Transekten 17 und 22.

Die weichen, biegsamen Halme der Teichbinse sind unempfindlicher gegen Wind und Wellenschlag als jene des Schilfrohrs und können

daher weiter in den See vordringen. Die Besiedlung größerer Gewässertiefen wird den Binsen jedoch noch durch eine weitere Eigenschaft ermöglicht: Die Pflanzen können neben einer emersen (aufrechten, über sich über den Wasserspiegel erhebenden) Wuchsform auch eine rein submerse (untergetauchte) Wuchsform mit schlaffen, bandförmigen Blättern ausbilden. *Schoenoplectus lacustris* steigt im Fuschlsee zwischen 0,5 und maximal 1 m tief ins Wasser hinab und erreicht Halmlängen zwischen 0,5 und 2,2 m.

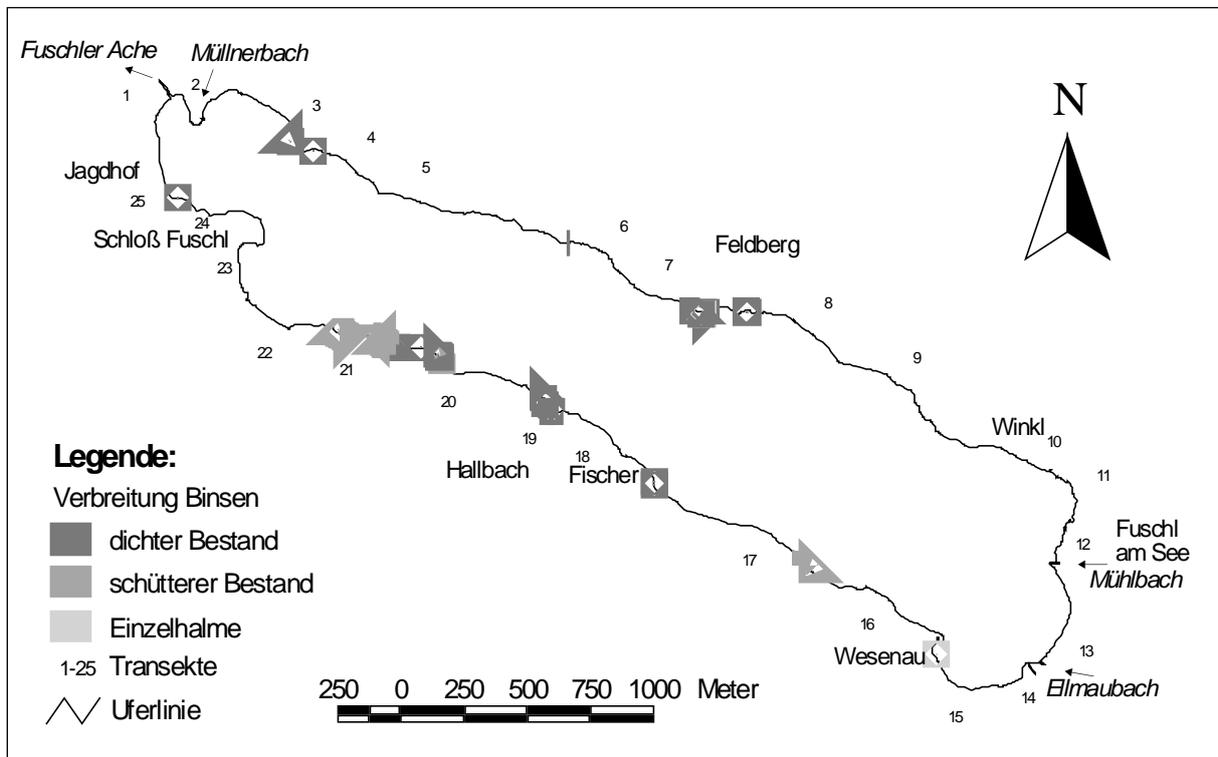


Abb. 43: Binsenbestände am Fuschlsee.

3.2.5 Vegetationsausstattung der einzelnen Transekte

3.2.5.1 Vegetationsgrenzen in den einzelnen Transekten (submersive Vegetation)

Am kurzen Ostufer des Sees (Transekte 12, 13 und 14) wurde mit 16 bzw. 17 m die größte Tiefenausbreitung der aquatischen Vegetation vorgefunden. Das langgestreckte Südufer weist durchgehend Vegetationsgrenzen zwischen 12 und

15 m auf (Ausnahme Transekt 20: 16,5 m), während am Nordufer im westliche Teil des Sees 13,5 m, im östliche Teil nur 9 bis 10 m erreicht werden (Abb. 44).

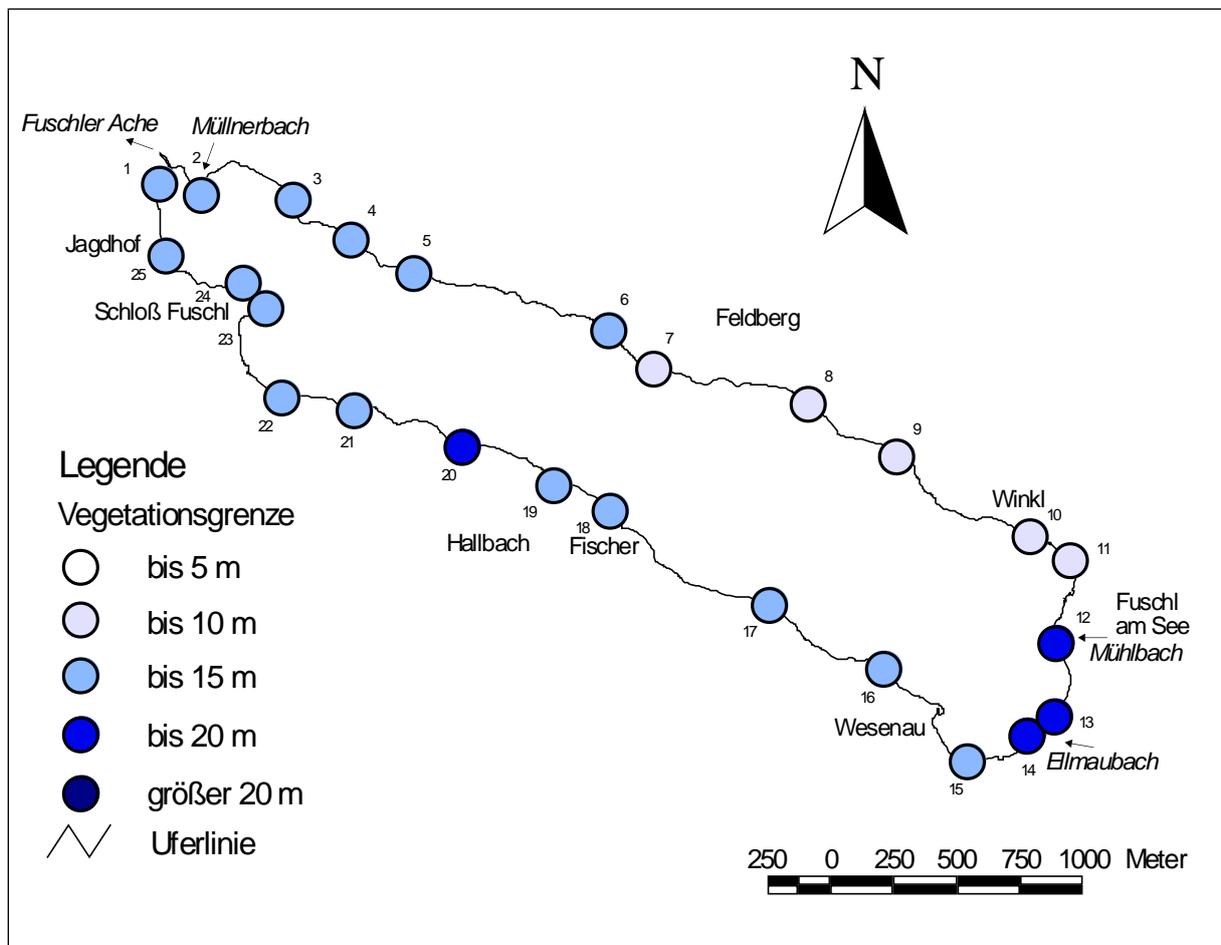


Abb. 44: Vegetationsgrenzen in den einzelnen Transekten des Fuschlsees.

3.2.5.2 Artenanzahl in den einzelnen Transekten

Die in den einzelnen Transekten des Fuschlsees vorgefundene Artenanzahl variiert zwischen 4 und 12; durchschnittlich errechnen sich 8,4 Arten pro Transekt (Abb. 45).

Die höchsten Artenzahlen finden sich im Transekt 2 mit 12 Arten, gefolgt von 11 Arten in den

Transekten 14, 15 und 18. Zehn Arten kommen in den Transekten 13, 19 und 20 vor. 7 bis 8 Arten wurden in den Transekten 1, 3 bis 7, 9, 12, 16, und 21 bis 25 gefunden. Die Transekte 8 und 11 beherbergen lediglich 6 Arten. Die geringste Artenanzahl wurde mit 4 in Transekt 10 festgestellt.

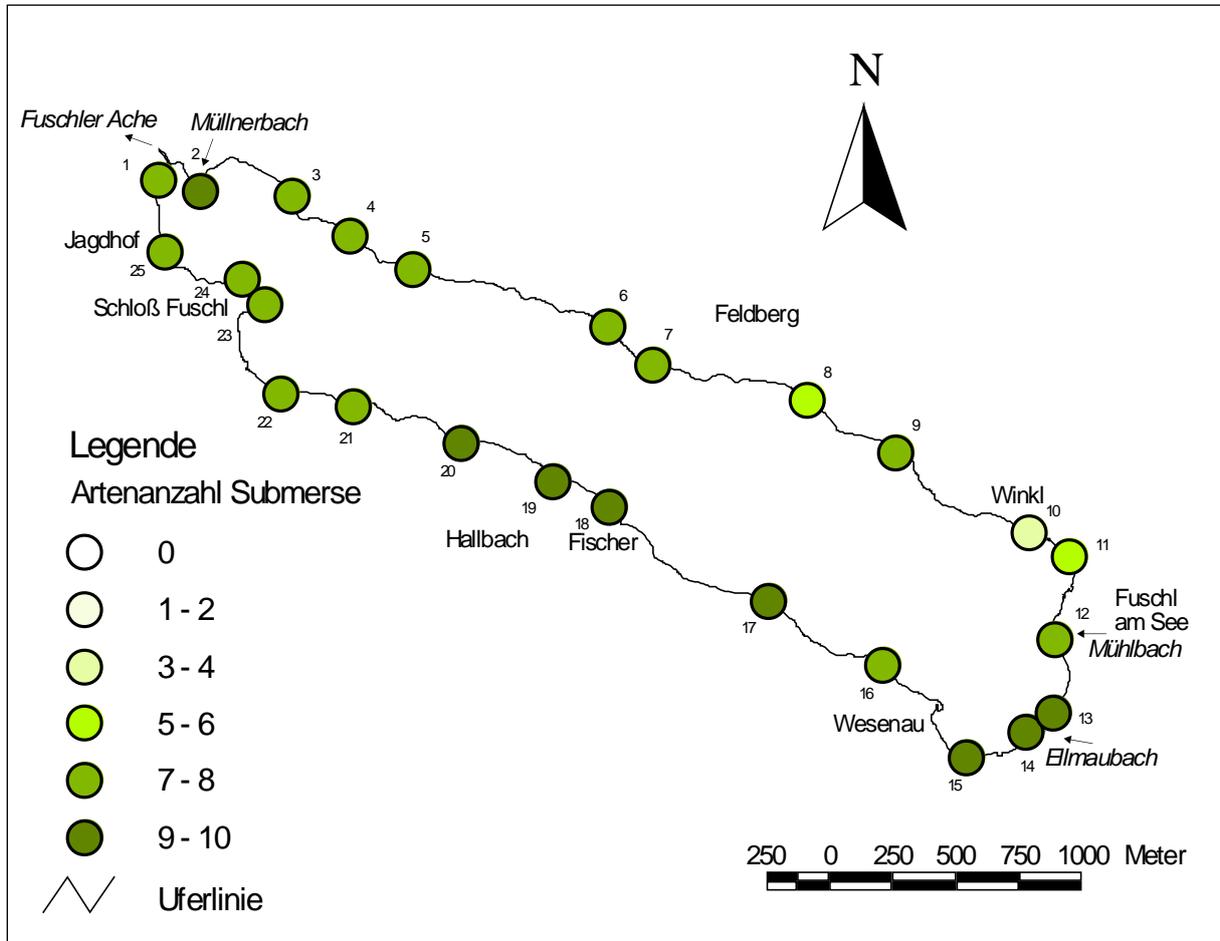


Abb. 45: Artenzahlen in den einzelnen Transekten des Fuschlsees.

3.2.5.3 Vegetationsdichte

Am Fuschlsee finden sich entlang des gesamten Uferverlaufs überwiegend dichte Pflanzenbestände (Abb. 46). Die höchsten Vegetationsdichten („sehr dichte Pflanzenbestände“) wurden am Fuschlsee in den Transekten 2 (Einmündung Müllnerbach) und 19 (bei Hallbach) vorgefunden. Nur „mäßig dichte

Pflanzenbestände“ finden sich im Bereich des Strandbades Fuschl und lediglich „einzelne Pflanzenbestände“ wurden im Mündungsbereich des Mühlbachs sowie im Bereich des Seeausrinns festgestellt.

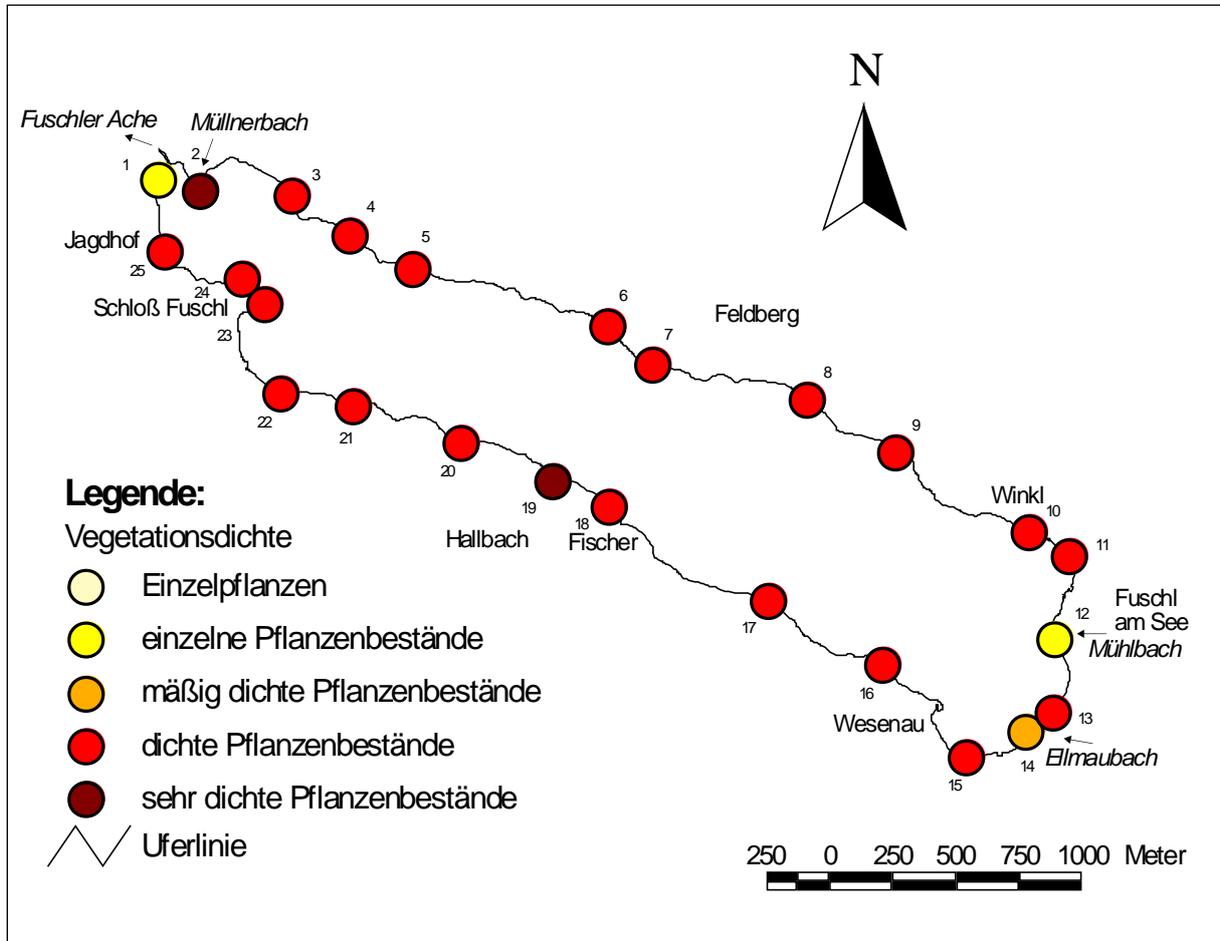


Abb. 46: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Fuschlsees.

3.2.6 Vergleich mit zurückliegenden Untersuchungen

Frühere Angaben zum Pflanzeninventar des Fuschlsees finden sich lediglich bei VAN CAMPEN & EDLINGER (1982) sowie THALER (1982). Im Rahmen dieser Arbeiten erfolgte eine vegetationskundliche Bestandsaufnahme österreichischer Gewässer, die vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft angeregt und gefördert wurde. Ziel der Untersuchungen war es, einen oberflächlichen Überblick über die Verbreitung und Vergesellschaftung der Makrophyten (incl. Characeen) zu erhalten.

Gearbeitet wurde mittels Tauchkartierung, die Mengenschätzung erfolgte in verschiedenen Tiefenzonen (nicht näher erläutert) nach BRAUN-BLANQUET (1964). Allerdings wurde nur bis 10 m Wassertiefe beprobt, „da in größerer Tiefe nur noch reine Characeen-Bestände vorherrschen“. Es wurden im Sommer 1980 insgesamt 6 Probestellen untersucht: eine am Südufer des Ostbeckens, sowie drei am Süd-, eine am West- und eine am Nordufer des Westbeckens. Eine weitere Probe stammt aus der Fuschler Ache.

Für den Fuschlsee werden in VAN CAMPEN & EDLINGER (1982) folgende Arten in abnehmender Frequenz genannt:

- *Potamogeton pusillus*, *Elodea canadensis*, *Chara* sp.,
- *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia palustris*,
- *Schoenoplectus lacustris*,
- *Groenlandia densa*, *Fontinalis antipyretica*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton alpinus*, *Phragmites australis*.

THALER (1982) hat eine Bestimmung der gefundenen Characeen-Arten vorgenommen. Folgende species sind – leider ohne Angaben zur Häufigkeit – aufgelistet:

- *Chara aspera*, *Chara globularis*, *Chara hispida*, *Chara tomentosa* sowie *Nitella opaca*.

In VAN CAMPEN & EDLINGER (1982) wird eine pflanzensoziologische Auswertung vorgenommen und darauf hingewiesen, dass die angetroffenen Pflanzengesellschaften eher eutrophe Standorte bevorzugen. In der Tat dominierten damals eutraphente und mesotraphente Arten wie *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus* und *Zannichellia palustris* das Vegetationsbild. Characeen spielten offensichtlich nur eine untergeordnete Rolle – wengleich diese Aussage eine gewisse Unschärfe birgt, da nur bis 10 m Wassertiefe kartiert wurde. Leider geben die Autoren keine Angabe zur Lage der Vegetationsgrenze, aus der sich weitere Folgerungen zur Ausprägung der damaligen Vegetation schließen lassen könnten.

Mit Ausnahme von *Elodea canadensis*, *Groenlandia densa*, *Potamogeton alpinus*, *Potamogeton pectinatus* und *Zannichellia palustris* wurden alle genannten Arten auch in der gegenständlichen Untersuchung vorgefunden. Bei *Elodea canadensis*, *Potamogeton pectinatus* und *Zannichellia palustris* handelt es sich um ausgesprochene Eutrophierungszeiger. Sie sind sicherlich im Zuge der Reoligotrophierung wieder aus dem Gewässer verschwunden. *Groenlandia densa* ist eine Fließwasserart. Es ist anzunehmen, dass sie aus der Untersuchungsstelle in der Fuschler Ache stammt (nicht näher angegeben). Dort konnte die Art auch im Rahmen einer in den Jahren 2000 und 2001 österreichweiten Fließgewässerkartierung nachgewiesen werden (PALL & MOSER, 2003). Bei *Potamogeton alpinus* ist letztlich anzunehmen, dass die Laichkrautart auch heute noch zum Artenspektrum des Sees gehört, aber aufgrund ihres seltenen Vorkommen im Rahmen der Transektkartierung nicht erfasst wurde.

Wie eingangs beschrieben, waren am Fuschlsee in den 60er und 70er Jahren deutliche Eutrophierungsvorgänge feststellbar. 1976 ging die erste Kläranlage des eigens gegründeten Reinhaltverbandes Fuschl-Thalgau in Betrieb. Der Ausbau der Kanalisation wurde 1980 abgeschlossen. Das heißt, dass davon auszugehen ist, dass die von VAN CAMPEN & EDLINGER (1982) sowie THALER (1982) im Jahr 1980 dokumentierten Vegetationsverhältnisse in etwa den Höchstzustand der Eutrophierungsphase am Fuschlsee widerspiegeln.

Interessant dabei ist, dass im Gegensatz zu vielen anderen Seen in Österreich die Characeen nie vollständig aus dem Gewässer verschwunden sind. Selbst ausgesprochen oligotraphente Arten, wie *Chara aspera* und *Chara hispida* waren – wengleich nur in geringen Mengen – offensichtlich auch noch am Höhepunkt der Eutrophierungsphase des Fuschlsees im Gewässer vorhanden. Auch lag die Vegetationsgrenze damals immer noch in mehr als 10 m Wassertiefe (leider keine genaue Angabe). Die heute im Gewässer anzutreffende Vegetation könnte daher mit hoher Wahrscheinlichkeit weitestgehend dem „Referenzzustand“ entsprechen. Die 1980 nachgewiesenen eutraphenten Arten sind aus dem Gewässer verschwunden, mesotraphente Arten wie *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus* und *P. pusillus* haben gegenüber den früheren Untersuchungen in ihrer Pflanzenmenge sehr stark abgenommen und die damals nur mehr vereinzelt vorgefundenen Characeen-Arten stellen heute wieder den Hauptanteil der aquatischen Vegetation.

3.2.7 Vegetationszonierung

Vegetationsprofile

Die Vegetation der 25 am Fuschlsee untersuchten Transekte reicht im Mittel bis in eine Tiefe von 12,7 m. Die äußerste, ufernahe Vegetationszone bildet das Schilf. Seine Bestände beginnen oft schon oberhalb der Mittelwasserlinie (Landschilf) und reichen maximal bis in eine Wassertiefe von 1,5 m. Größere Dichten werden hierbei allerdings nur im Tiefenbereich zwischen 0 (663,3 m ü. A.) und 0,25 m erreicht. Die Untergrenze entspricht in etwa dem NW (663,1 m ü. A.). Unterhalb schließen sich im Fuschlsee meist noch schütterere Schilfbestände an. Diese reichen im Mittel bis in eine Wassertiefe von 0,85 m, was dem NNW (662,4 m ü. A.) entspricht.

Nennenswerte Binsenbestände, die dem Schilf üblicherweise seeseitig vorgelagert sind, fehlen am Fuschlsee. Lediglich in einem Transekt (Transekt 19) wurde zwischen 0 und 1 m Wassertiefe ein dichter Binsenbestand festgestellt.

Schwimmblattbestände konnten nur in Transekt 2 vorgefunden werden. Die Pflanzen wurzeln hier im Tiefenbereich zwischen 0,3 und 1,1 m und

erreichen mit ihren Schwimmblättern die Wasseroberfläche.

Die untergetauchte Vegetation besteht, wie bereits ausführlich dargestellt, überwiegend aus Characeen. Diese lassen sich in die Characeen des Flachwassers (Wassertiefe im Mittel zwischen 0,5 und 1,8 m), die Characeen des mittleren Tiefenbereichs (Wassertiefe im Mittel zwischen 1,7 und 8,3 m), die Characeen der Tiefe (Wassertiefe im Mittel zwischen 7,6 und 11,4 m) sowie die Nitellarasen der Tiefe (Wassertiefe im Mittel zwischen 8,3 und 13,0 m) unterteilen.

Höheren Pflanzen kommt im Fuschlsee nur eine geringe Bedeutung zu. Niederwüchsige Höhere Pflanzen wurden bestandsbildend nur in einem Transekt (Transekt 14) vorgefunden. Sie besiedeln hier den Tiefenbereich zwischen 1,0 und 3,5 m. Ein Laichkrautgürtel wird nur in zwei Transekten, den anschließenden Transekten 12 und 13 ausgebildet. Er befindet sich zwischen 2,1 und 4,8 m Wassertiefe.

Kartenteil

Am Fuschlsee ist kein Röhrichtgürtel im eigentlichen Sinne ausgebildet. Entlang weiter Uferbereiche fehlen Röhrichtvorkommen gänzlich. Nur am Nordufer des westlichsten Seebereichs sind größere zusammenhängende Bestände ausgebildet, die dort bis ca. 1 m tief ins Wasser reichen. Hier finden sich auch die einzigen größeren Schwimmblattbestände des Fuschlsees. Diese Gegebenheiten können als dem Gewässertyp entsprechend angesehen werden. Die Ausbreitung von Röhricht- und Schwimmblattpflanzen am Fuschlsee wurde bereits in den Kapiteln 3.2.4.2 und 3.2.4.3 beschrieben. Im Folgenden soll daher lediglich auf die untergetauchte Vegetation genauer eingegangen werden.

Die submerse Vegetation des Fuschlsees spiegelt nach bisherigem Kenntnisstand nahezu entlang des gesamten Uferverlaufs in perfekter Weise die typspezifische Ausprägung des anthropogen nicht oder nur sehr gering beeinflussten Zustands wider. Characeen (Armlauchalgen) repräsentieren bei den untergetauchten Arten mit einem Mengenanteil von fast 90 % die bei weitem dominierende Vegetationseinheit. Die Pflanzengruppe bildet über die gesamte bewachsene Litoralfläche hinweg bis in eine Tiefe von im Mittel etwa 15 m dichte unterseeische Wiesen. Dabei folgen auf typische Flachwasserarten, wie z.B. *Chara aspera* oder *Chara tomentosa*, Characeen des

mittleren Tiefenbereichs (z.B. *Chara hispida*, *Chara tomentosa*), welche wiederum in der Tiefe von Tiefenwasser-Characeen (*Chara globularis*) oder Nitella-Fluren (*Nitella opaca* oder *Tolypella glomerata*) abgelöst werden.

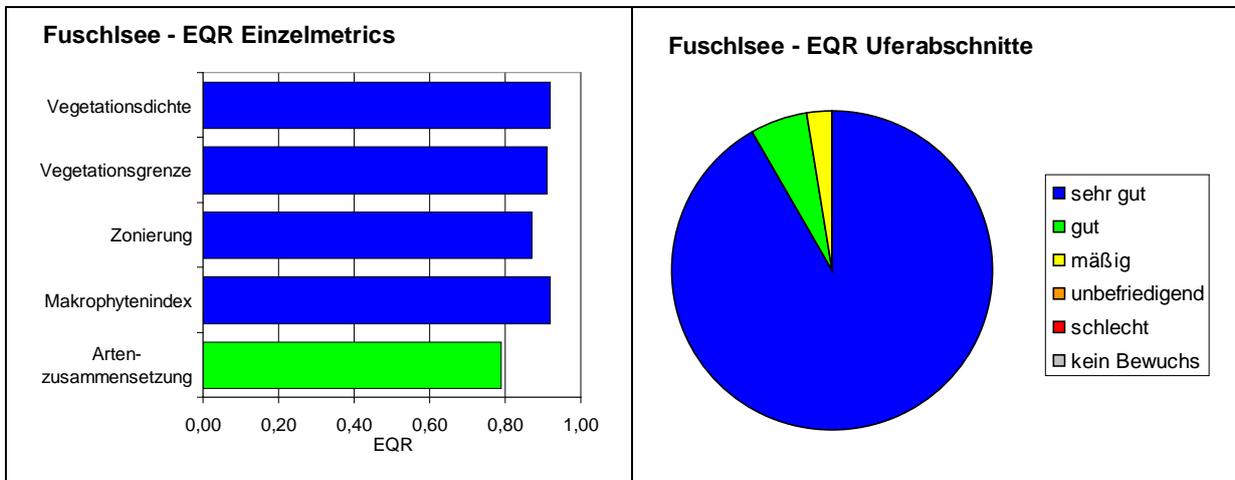
Höhere Pflanzen treten nur vereinzelt auf. Im Flachwasserbereich finden sich zwischen den Characeenbüscheln einzelne Exemplare des oligotraphenten (an oligotrophe Bedingungen angepassten) Faden-Laichkrauts (*Potamogeton filiformis*). Die Characeen des mittleren Tiefenbereichs werden gelegentlich von Einzelexemplaren typischer Vertreter eines Laichkrautgürtels nährstoffreicherer Gewässer, wie dem Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) oder dem Durchwachsenen Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus*) überragt. Eutraphente Arten (Nährstoffzeiger), wie z.B. das Krause- oder das Kamm-Laichkraut (*Potamogeton crispus* bzw. *Potamogeton pectinatus*) finden sich im Fuschlsee überhaupt nur in drei Abschnitten (12, 13 und 14) im Ortsbereich von Fuschl. Hier findet sich auch der einzige Bereich im See, in dem Höhere Pflanzen zur Dominanz gelangen. So ist in den Abschnitten 12 und 13 eine deutliche Veränderung in der Vegetation feststellbar: In der Tiefenzone zwischen 2 und 6 m ist hier ein Laichkrautgürtel – allerdings durchsetzt von Characeen – ausgebildet.

Geringfügige Veränderungen in der Vegetationszonierung sind in den Abschnitten 6, 7, 8 (Brunn bis Am Feld) feststellbar. Der Flachwasserbereich bleibt vegetationslos und die Characeen-Wiesen der Tiefe oder auch *Nitella*-Fluren fehlen, wodurch sich die Vegetationsgrenze nach oben verschiebt. Am Ufer finden sich hier Bootshäuser, Hütten und Badebereiche. Dieselben Veränderungen innerhalb der Makrophytenvegetation (vegetationsfreie Flachwasserzone und fehlende Tiefenwasser-Characeen oder *Nitella*-Fluren und nach oben verlagerte Vegetationsgrenze) sind auch in den Abschnitten 10 und 11 (Winkl, Fuschl) sowie 15

(Brunn, Wesenau) erkennbar. Auch hier ist von anthropogenen Einflüssen auf das Gewässer auszugehen. Entlang des Ufers findet sich jeweils Siedlungsgebiet mit Verkehrswegen, Wohnbauflächen, Gärten, Bootshäusern sowie in das Wasser ragenden Boots- und Badestegen. Wie bereits einleitend erwähnt sind diese Veränderungen jedoch nur kleinräumig und daher für den Gesamtsee lediglich als geringfügig zu werten. Sie sind jedoch ein gutes Beispiel dafür, wie sensibel die Makrophytenvegetation auf anthropogene Einflüsse reagiert und belegen die ausgezeichnete Indikatorwirkung dieser „Qualitätskomponente“.

3.2.8 Bewertung

FUSCHLSEE – Bewertung



Für den Fuschlsee ergibt sich das beste Ergebnis von allen untersuchten Seen. Die submerse Vegetation spiegelt nach dem bisherigen Kenntnisstand nahezu entlang des gesamten Uferverlaufs in perfekter Weise die typspezifische Ausprägung des anthropogen nicht oder nur sehr gering beeinflussten Zustands wider. Möglicherweise kann man hier bezüglich der Makrophytenvegetation sogar von einem „Referenzsee“ sprechen.

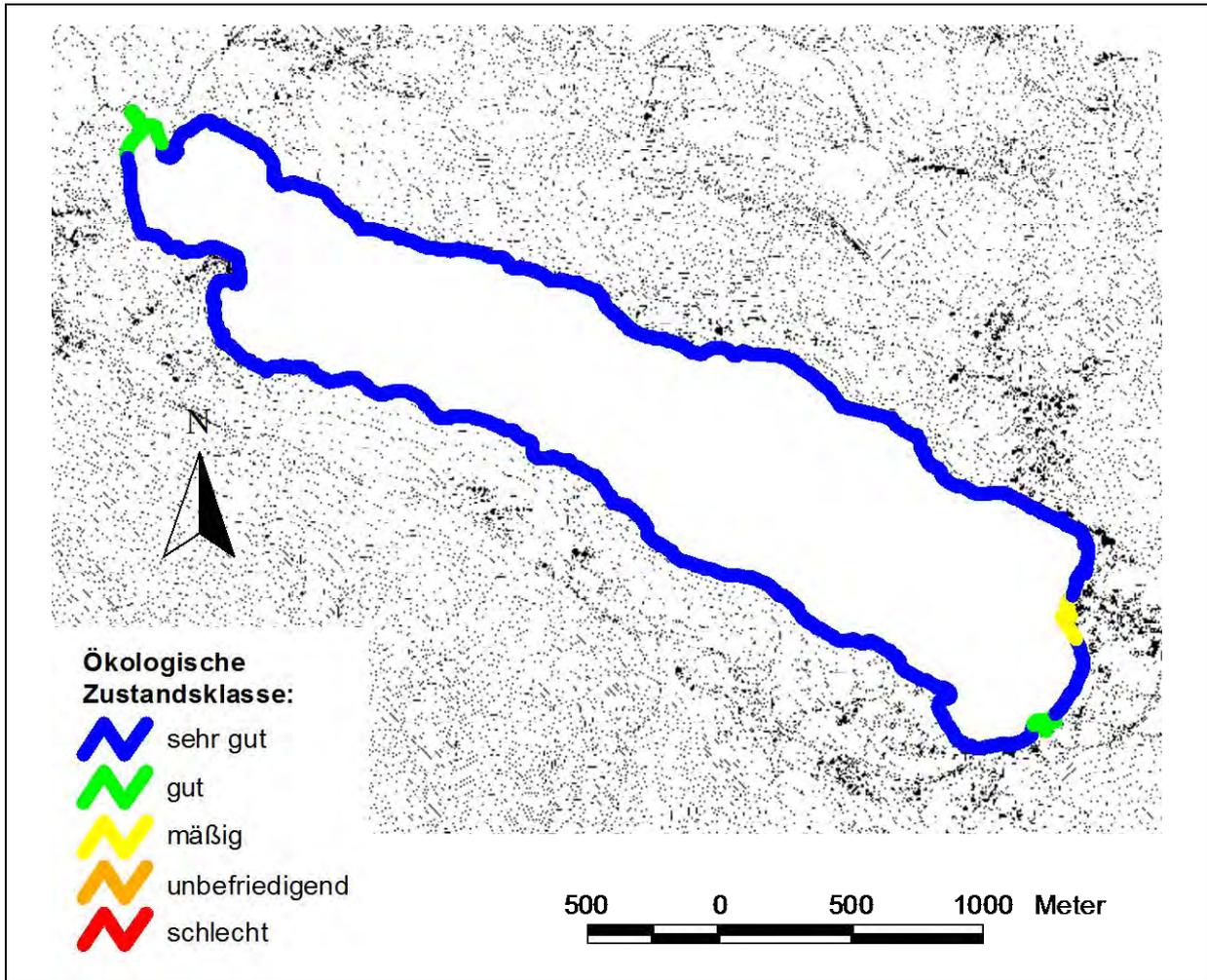
Mit Ausnahme der „Artenzusammensetzung“ liefern alle Einzelmetrics das Ergebnis „sehr gut“.

Entlang von 92 % der Uferlänge herrscht ein „sehr guter Zustand“ vor. Ein „guter Zustand“ ergab sich für 6 % der Uferlänge. Nur auf 2 % der Uferlänge indizieren die Makrophyten einen „mäßigen Zustand“.

Anhand der Kartendarstellung kann die Lage der beeinträchtigten Uferabschnitte ausgemacht werden. Geringe Beeinträchtigungen, die letztlich zu einem „guten Zustand“ führen, finden sich an

zwei Stellen: Zum einen ist dies ein Uferabschnitt am Nordwestende des Sees. Hier verläuft die Ausleitung des Ringkanals. Defizite finden sich hier bezüglich „Dichte“, „Zonierung“ und „Artenzusammensetzung“ – möglicherweise sind dies noch spürbare Auswirkungen der Bauarbeiten zur Errichtung der Kanalleitung. Der zweite Bereich, in dem die Makrophytenvegetation „nur“ den „guten Zustand“ indiziert, ist das Freibad der Ortschaft Fuschl. Hier sind durch die anthropogene Nutzung Vegetationszonierung und Artenzusammensetzung verändert.

Ein „mäßiger Zustand“ ergibt sich auf Basis der Makrophytenvegetation am Fuschlsee nur für einen einzigen Uferabschnitt. Dieser befindet sich im Ortsbereich von Fuschl in der Umgebung der Einmündung des Mühlbaches. Hier ist sowohl von einer Nährstoffbelastung über den einmündenden Bach wie auch von Beeinträchtigungen durch die Uferverbauung im Ortsbereich auszugehen.



Ökologische Zustandsklasse Fuschlsee:

SEHR GUT

3.2.9 Zusammenfassung

Anfang Oktober 2003 wurde eine Erhebung der Makrophytenvegetation des Fuschlsees durchgeführt. Die Kartierung erfolgte nach einer neuen, speziell auf die Erfordernisse der Wasserrahmenrichtlinie zugeschnittenen Kartierungsmethode. Diese kombiniert eine dGPS gekoppelte Echosondierung mit einer gezielten Betauchung ausgewählter Transekte.

Mit Hilfe der Echosondierung können auf Grund der Struktur der aquatischen Vegetation unterschiedliche Seebereiche ausgewiesen werden, in die sodann gezielt Transekte zur Erfassung des Artenspektrums sowie der artspezifischen Pflanzenmengen und Wuchshöhen gelegt werden. Hierdurch wird letztlich, trotz lediglicher Transektkartierung, eine flächendeckende Aussage ermöglicht.

Im Fuschlsee konnten insgesamt 22 Makrophytenarten nachgewiesen werden. Die untergetauchte Vegetation ist mit 18 Spezies beteiligt. 8 Arten davon entfallen auf Höhere submerse Pflanzen (Spermatophyta), 9 Arten gehören zu den Charophyta (Armelechteralgen) und eine zu den Bryophyta (Moosen). Der Schwimmblattvegetation und dem Röhricht gehören jeweils nur zwei Arten an. Der Fuschlsee ist neben den generell als gefährdet eingestuften Characeen Standort von sechs weiteren Rote-Liste-Arten: *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut), *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch), *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose).

Unter den typspezifischen Vegetationseinheiten dominieren am Fuschlsee mit weitem Abstand die Characeenwiesen. Characeen sind mit 84% an der Gesamtpflanzenmenge aller vorkommenden Arten beteiligt. Höhere submerse Pflanzen tragen 12% und Röhrichtarten 3% zur aquatischen Vegetation bei. Moose spielen ebenso wie die Schwimmblattarten mit einem Mengenanteil von jeweils weniger als 1% eine untergeordnete Rolle.

Die häufigste Wasserpflanze des Fuschlsees ist *Chara hispida* (Steifhaarige Armelechteralge). Die Armelechteralgenart trägt 37% zur Gesamtpflanzenmenge bei, dicht gefolgt von *Chara aspera* (Raue Armelechteralge) mit einem Anteil von 33%. Diese beiden Arten allein stellen schon knapp 70% der Gesamtpflanzenmenge. Auf Position 3 befindet sich *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt), das mit nur 5% an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt ist. Alle anderen Arten fallen unter die 5%-Marke.

Zwölf von insgesamt 22 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1%. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Fuschlsees gehören *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) aus der Gruppe der

Röhrichtpflanzen, beide Schwimmblattarten *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose), das Gemeine Brunnenmoos *Fontinalis antipyretica*, vier der fünf Laichkrautarten (*Potamogeton pectinatus* [Kamm-Laichkraut], *Potamogeton perfoliatus* [Durchwachsenes Laichkraut], *Potamogeton pusillus* [Zwerg-Laichkraut] und *Potamogeton crispus* [Krauses Laichkraut]) sowie *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch) als Vertreter der submersen Höheren Pflanzen und *Chara contraria* (Gegensätzliche Armelechteralge), *Chara filiformis* (Faden-Armelechteralge) sowie *Tolypella glomerata* (Knäuel-Armelechteralge) aus der Gruppe der Charophyta.

Am Fuschlsee herrschen aufgrund der oligotrophen Verhältnisse sehr gute Bedingungen für ein üppiges Characeen-Wachstum. Wie bereits erwähnt sind Armelechteralgen hier mit einer Beteiligung von 84% an der Gesamtpflanzenmenge die bei weitem dominierende Pflanzengruppe. Auch die Artenanzahl fällt mit 9 Spezies relativ hoch aus.

Characeen sind im Allgemeinen auf oligotrophe bis mesotrophe Standorte beschränkt, nur wenige Arten dringen bis in den eutrophen Bereich vor. Armelechteralgen halten sich in der Regel isoliert von Höheren Pflanzen und bilden zumeist flächendeckende Einartbestände. Kennzeichnend ist die Ausbildung dichter, unterseeischer Rasen, wie sie im Fuschlsee nahezu im gesamten Litoralbereich anzutreffen sind.

Die Gruppe der Bryophyten ist im Fuschlsee mit nur einer Art vertreten, dem Gemeinen Brunnenmoos (*Fontinalis antipyretica*). Generell finden sich in stehenden Gewässern aquatische Moose nur selten, weil der Gehalt an freiem CO₂ für die Bedürfnisse dieser Pflanzen zu gering ist. Eine erhöhte CO₂-Verfügbarkeit ist in Seen lediglich an Grundwasserzutritten oder im Bereich einmündender Fließgewässer gegeben. So wurde *Fontinalis antipyretica* auch am Fuschlsee nur in solchen Zonen angetroffen.

Höhere Pflanzen spielen am Fuschlsee, wie für ein oligotrophes Gewässer dieses Typus auch nicht anders zu erwarten, nur eine sehr untergeordnete Rolle (Anteil an der Gesamtpflanzenmenge 12%). So ist auch ein "Laichkrautgürtel", wie er bereits für etwas nährstoffreichere Gewässer (mesotroph) typisch ist, nicht ausgebildet. Es dominieren vielmehr vom Flachwasser bis zur Vegetationsgrenze Characeenwiesen, welche von vereinzelt, eher kümmerlich entwickelten Vertretern der Spermatophyta überragt werden.

Eine Ausnahme bildet das kurze Ostufer des Sees, das durch die Zuflüsse von Ellmau- und Mühlbach sowie durch Bade- und Campingaktivitäten einer erhöhten mechanischen Belastung und einer partiell erhöhten Nährstoffsituation ausgesetzt ist.

Nur hier können sich Höhere submerse Pflanzen in größerer Dichte und Artenzahl etablieren. In diesem Bereich ist zumindest ansatzweise ein Laichkrautgürtel ausgebildet.

Erwartungsgemäß weisen auch Schwimmblattpflanzen am Fuschlsee nur eine sehr geringe Verbreitung auf (Anteil an der Gesamtpflanzenmenge weniger als 1%). Zum einen kommen Schwimmblattpflanzen bevorzugt unter nährstoffreicheren Bedingungen vor. Zum anderen sind sowohl Teich- wie auch Seerosen äußerst empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen, wie sie bei Wind und Wellengang in größeren Stillgewässern entstehen. Am Fuschlsee finden Schwimmblattpflanzen geeignete Bedingungen am Westufer des Sees in der Umgebung der Mündung des Müllnerbachs sowie am östlichen Ende des Sees in der Bucht bei Wesenau vor.

Als Röhricht bezeichnet man die Vegetationseinheit in der Übergangszone zwischen Gewässer und Land. Unter günstigen Bedingungen bildet diese, in Mitteleuropa meist vom Gemeinen Schilfrohr (*Phragmites australis*) dominierte Pflanzengesellschaft einen geschlossenen Gürtel um den See. Ein intakter Röhrichtgürtel erfüllt vielfältige biotische und abiotische Funktionen und stellt einen sehr wichtigen und schützenswerten Bestandteil im Ökosystem See dar. Im Rahmen der Echosondierung erfolgte am Fuschlsee eine exakte Einmessung der Röhrichtbestände mittels dGPS und Boot. Die Artenzusammensetzung der Bestände wurde im Rahmen der Transektkartierung bestimmt.

Der Fuschlsee wird zu den großen tiefen Seen der nördlichen Kalkalpen gezählt (WOLFRAM, 2004). Er befindet sich bereits auf 663,3 m ü. A., weshalb nicht mehr ganz so üppig ausgeprägte Schilfbestände wie z.B. bei den Vorlandseen in tieferen Lagen zu erwarten sind. Dennoch ist die Ausbildung eines Röhrichtgürtels als absolut Gewässertypkonform zu betrachten. Größere anthropogen verursachte Veränderungen der Wasserspiegellage und auch größere Wasserstandsschwankungen sind am Fuschlsee nicht gegeben. Ebenfalls gibt es hier keine durch Motorbootbetrieb verursachte mechanische Belastungen im Wasser-Land-Übergangsbereich durch Wellenenergie. Die Verbreitung der Röhrichtbestände entlang der Gewässerufer dürfte somit im Wesentlichen durch die natürlichen Gegebenheiten am See bedingt sein.

Die steil einfallenden Uferhalden der langgestreckten Nord- und Südflanken des Fuschlsees bieten kaum Lebensraum für Röhrichtpflanzen. Schilfvorkommen erreichen ihre

größte Ausbreitung naturgemäß in flachauslaufenden Uferbereichen. Solche finden sich am Fuschlsee vorwiegend am West- und Ostufer. Während sich im Bereich der Verlandungszonen am Westrand des Sees ein dichter Schilfgürtel etabliert hat, fehlen Schilfvorkommen am Ostufer. Hierfür ist sicherlich zum einen die starke anthropogene Nutzung dieses Uferabschnitts (Ortsbereich von Fuschl und Strandbad) verantwortlich. Andererseits kann wegen der in diesem Bereich besonders hohen mechanischen Belastung durch die natürliche Wellenenergie auch unter natürlichen Bedingungen kaum mit größeren Röhrichtbeständen gerechnet werden.

Insgesamt betrachtet kann gesagt werden, dass die aquatische Vegetation des Fuschlsees nach bisherigem Kenntnisstand in nahezu perfekter Weise die typspezifische Ausprägung des anthropogen nicht oder nur sehr gering beeinflussten Zustands widerspiegelt. Dies betrifft das Artenspektrum, die Zusammensetzung und auch die Zonierung der Vegetation. Lediglich in räumlich relativ eng begrenzten Bereichen sind geringfügige Veränderungen feststellbar. Hier können über die Makrophytenvegetation lokale Belastungsquellen lokalisiert und angesprochen werden. Vielleicht können an der einen oder anderen Stelle auf Basis dieser Hinweise weitere Verbesserungen vorgenommen werden.

Veränderungen der typspezifischen Ausprägung der aquatischen Vegetation treten im Fuschlsee jedoch nur kleinräumig auf und sind daher für den Gesamtsee lediglich als geringfügig zu werten. Sie sind jedoch ein gutes Beispiel dafür, wie sensibel die Makrophytenvegetation auf anthropogene Einflüsse reagiert und belegen die ausgezeichnete Indikatoreigenschaft dieser „Qualitätskomponente“.

Nach ÖNORM M6231 ergibt sich für die untergetauchte Vegetation und die Schwimmblattpflanzen sowie mit Vorbehalt auch für die im Wasser befindlichen Schilfbestände des Fuschlsees ein sehr guter Zustand.

Mit den durchgeführten Untersuchungen sind sämtliche Erfordernisse für die Bewertung der Makrophytenvegetation des Fuschlsees nach Wasserrahmenrichtlinie erfüllt. Weiterführende Auswertungen erfolgen im Zuge des Projekts zur Erstellung eines Bewertungsschemas für alle österreichischen Seen <50ha im Auftrag des BMLFUW. Die Ergebnisse für den Fuschlsee werden nach Abschluss dieses Projektes nachgereicht.

3.3 DER ZELLER SEE

ZELLER SEE

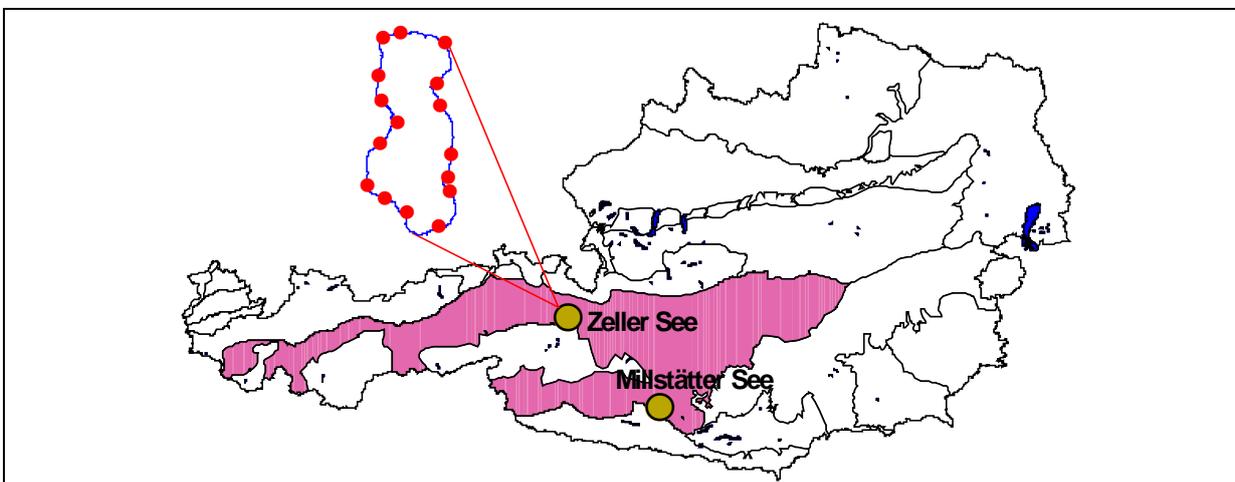


Seetyp:	Seen der unvergletscherten Zentralalpen
Ökoregion:	Alpen
Bioregion:	Unvergletscherte Zentralalpen
Seehöhe:	749,7 m.ü.A
Fläche:	455,0 ha
Uferlänge:	10,6 km
Maximale Tiefe:	69,8 m
Mittlere Tiefe:	39,7 m
Einzugsgebiet:	54,7 km ² (inkl. See)
Retentionszeit:	4,1 Jahre

Untersuchungszeitraum:	August 2002
Kartierungsmethode:	JÄGER et al. 2002
Anzahl der untersuchten Transekte:	16
Trophischer Zustand zum Zeitpunkt der Untersuchung:	oligotroph
Mittlere sommerliche Sichttiefe im Untersuchungsjahr:	6,0 m
Gesamtphosphor im Untersuchungsjahr:	6,0 µg/l

Makrophytenvegetation:	Artenanzahl	davon Rote Liste
Gesamtarteninventar:	17	8
➤ Röhricht:	4	-
➤ Schwimmblattvegetation:	-	-
➤ Untergetauchte Vegetation:	13	8
- Höhere Pflanzen:	7	2
- Moose:	-	-
- Characeen:	6	6

Referenzzustand: **Oligotroph**



3.3.1 Lage und allgemeine Charakteristik

Der Zeller See liegt in der Grauwackenzone der unvergletscherten Zentralalpen. Er bildet das Südende der „Zeller Furche“, die sich vom Steinernen Meer bis zum Salztal erstreckt. Während der Eiszeiten wurde die Zeller Furche weiter ausgetieft und die jetzt im Osten und Westen den See begrenzenden Hänge der Schieferberge glazial überformt. Sie fallen steil in den See ein, während das Nord- und das Südufer flach sind und den See durch fluviatilen Schotter abschließen.

Die Nord-Süd-orientierte Seewanne ist ca. 4 km lang, maximal 1,5 km breit und durch Schuttkegel der beiden Hauptzubringer, dem Schmittenbach im Westen und dem Thumersbach im Osten etwas eingeschnürt. Das Westufer ist streckenweise wegen der dort geführten Eisenbahntrasse verbaut. Das Südufer ist zum Großteil naturbelassenes Verlandungsgebiet, welches unter Naturschutz gestellt wurde. Das Ostufer ist durch private Uferschutzmaßnahmen reguliert und nicht frei zugänglich, ebenso Teile des Nordufers. (SLANINA, 1981).

Der See befindet sich auf einer Höhe von 749,7 m ü. A., besitzt eine Fläche von 4,55 km² und eine maximale Tiefe von 68,4 m. Das Einzugsgebiet umfasst 54,7 km² und ist damit ca. 11-mal so groß wie der See. Der Großteil des Einzugsgebietes ist bewaldet oder wird als Wiese genutzt. Nur ca. 10% sind Weideflächen, Ackerflächen sind praktisch nicht vorhanden. Die Hauptsiedlungsgebiete befinden sich entlang der Seeufer, während das übrige Einzugsgebiet vergleichsweise dünn besiedelt ist. Die topographische Lage des Sees ist in Abb. 47 wiedergegeben.

In der Beschreibung der limnologischen Entwicklung des Sees von SLANINA (1981) wird der Zeller See als ursprünglich typischer Coregonensee charakterisiert, der sich jedoch bis Mitte der 50er Jahre zu einem Cyprinidengewässer gewandelt hatte. Die Sichttiefe lag zu diesem Zeitpunkt bei durchschnittlich 2,7 m. Immer wieder traten massive Algenblüten (u.a. von *Planktothrix rubescens*) auf. Der Zeller See befand

sich damit in einem Zustand fortgeschrittener Eutrophierung. Die Ursache dieser Entwicklung lag in der Einleitung eines Großteils der im Einzugsgebiet anfallenden Abwässer in den See, die durch den raschen Anstieg des Fremdenverkehrs stark an Volumen zugenommen hatten.

Zur Sanierung des Sees wurde bereits 1954 mit dem Bau einer Ringkanalisation begonnen, das erste Klärwerk ging 1962 in Betrieb. Durch die rasante Weiterentwicklung des Erholungs- und Sportzentrums Zeller See musste die Überlastung des Klärwerks durch den Bau des Abfallbeseitigungszentrums „Zeller Becken“ 1976 aufgefangen werden. Die gereinigten Abwässer werden seither in die Salzach eingeleitet.

Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen verbesserten sich die Verhältnisse im Zeller See rasch. Zu Beginn der 80er Jahre konnten bereits wieder Sichttiefen von durchschnittlich 6 m gemessen werden, die Algenblüten verschwanden und der See galt mit einer Gesamtphosphorkonzentration von 11 µg/l wieder als mesotroph (SLANINA 1981). Bis heute hat der TP-Gehalt auf 2,6 µg/l im Jahresmittel abgenommen und im Jahr 2003 wurden Sichttiefen zwischen 7 und 11 m gemessen. Der Zellersee ist bereits wieder als oligotroph zu bezeichnen, befindet sich aber weiterhin in der Reoligotrophierungsphase. (Amt der Salzburger Landesregierung pers. Mitt.).

Am Zeller See treten Winde bevorzugt aus südlicher Richtung auf. Die Windstärke beträgt hierbei im Mittel ca. 3 – 4 Beaufort, was zu mittleren Wellenhöhen von 30 bis 40 cm führt. Auch durch die Personenschiffahrt ist am Zeller See eine Beeinflussung des Wellenklimas gegeben (Wellenhöhe der Heckwelle ca. 50 cm).

Am Zellersee befindet sich eine Seeklause mit Schleusenregelung. Die ursprünglich vergleichsweise großen Wasserstandsschwankungen von im Jahresmittel ca. 1 m sind hierdurch auf ca. 25 cm nivelliert worden. (Amt der Salzburger Landesregierung, pers. Mitt.).

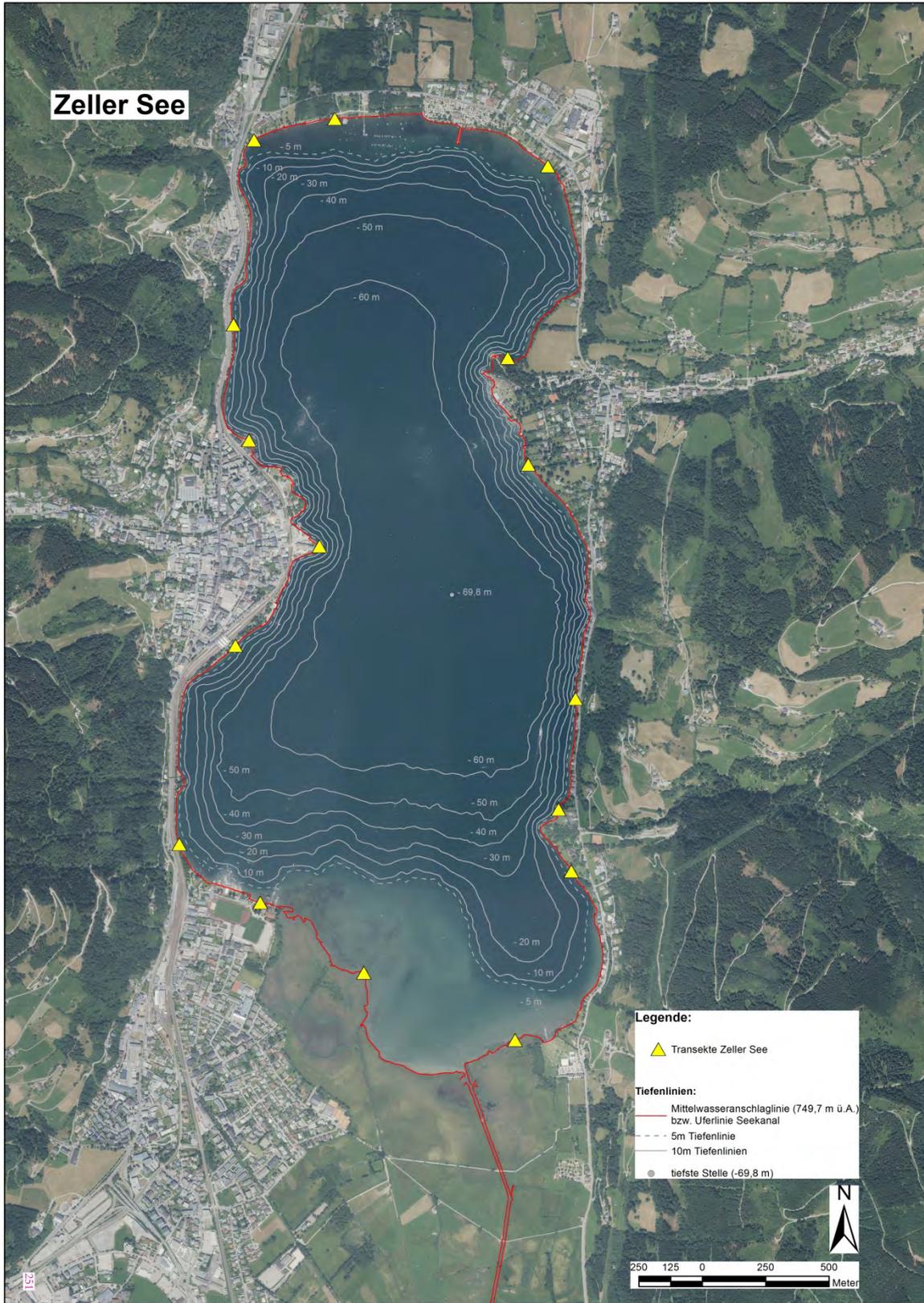


Abb. 47: Lage des Zeller Sees.

3.3.2 Artenspektrum

Im Zeller See konnten im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung insgesamt 18 Makrophytenarten nachgewiesen werden (Tab. 7).

Die submerse Vegetation ist mit 14 Spezies beteiligt, 6 davon gehören zu den Armleuchteralgen (Charophyta), 8 Arten entfallen auf die Gruppe der Höheren Pflanzen, aquatische Moose

(Bryophyta) wurden im Zellersee nicht nachgewiesen. Die Röhrichtvegetation weist mit vier Spezies eine relativ artenarme Ausprägung auf, Schwimmblattarten fehlen.

Der Zeller See ist neben den als „generell gefährdet“ geltenden Characeen Standort von vier weiteren Rote-Liste-Arten, nämlich *Eleocharis acicularis*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus* und *P. pusillus*.

Tab. 7: Arteninventar des Zeller Sees. Spalte 1: wissenschaftliche Artnamen, Spalte 2 deutsche Bezeichnungen, Spalte 3: Einordnung in den Roten Listen gemäß NIKLFELD (1999) (1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, * = Vertreter der Characeae und daher generell als gefährdet einzustufen), Kürzel: in den Grafiken verwendete Abkürzungen.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel
Untergetauchte Vegetation			
Charophyta			
<i>Chara aspera</i> DETHARDING ex WILLDENOW	Rauhe Armleuchteralge	*	Cha asp
<i>Chara delicatula</i> AGARDH	Feine Armleuchteralge	*	Cha del
<i>Chara globularis</i> THUILLIER	Zerbrechliche Armleuchteralge	*	Cha glo
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) AGARDH	Dunkle Glanzleuchteralge	*	Nit opa
<i>Nitella syncarpa</i> (THUILLIER) CHAVALLIER	Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge	*	Nit syn
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESVAUX in LOISELEUR) J. GROVES	Stern-Armluchteralge	*	Nit obt
Spermatophyta			
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) ROEMER et SCHULTES	Nadel-Sumpfbirse	2	Ele aci
<i>Elodea cf. nuttallii</i> (PLANCHON) ST. JOHN	Nuttall-Wasserpest		Elo nut
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt		Myr spi
<i>Potamogeton x cooperi</i> (FRYER) FRYER			Pot coo
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Krauses Laichkraut		Pot cri
<i>Potamogeton lucens</i> L.	Glanz-Laichkraut	3	Pot luc
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Durchwachsenes Laichkraut	3	Pot per
<i>Potamogeton pusillus</i> L. sec. DANDY et TAYLOR	Zwerg-Laichkraut	3	Pot pus
Röhrichtarten			
<i>Carex sp.</i> L.	Segge		Car sp.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Blut-Weiderich		Lyt sal
<i>Phragmites australis</i> (CAY.) TRINIUS ex STREUDEL	Schilf		Phr aus
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	Grüne Teichbinse		Sch lac

3.3.3 Mengenmäßige Zusammensetzung der Vegetation

Zur Beschreibung der mengenmäßigen Zusammensetzung der Vegetation wird die Relative Pflanzenmenge (RPM; Pall & JANAUER, 1995) herangezogen. Die RPM ermöglicht es, die Mengenverhältnisse von verschiedenen Vegetationseinheiten oder auch der einzelnen

Arten anzugeben. Der RPM-Wert einer Artengruppe bzw. einer Art repräsentiert den prozentualen Anteil der Pflanzenmenge dieser Artengruppe bzw. Art an der Gesamtpflanzenmenge.

3.3.3.1 Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten

Für den Zeller See sind als typspezifische Vegetationseinheiten das Röhricht, die submersen Höheren Pflanzen und die Characeen zu nennen.

Die Anteile dieser einzelnen Pflanzengruppen an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation sind der Abb. 48 zu entnehmen.

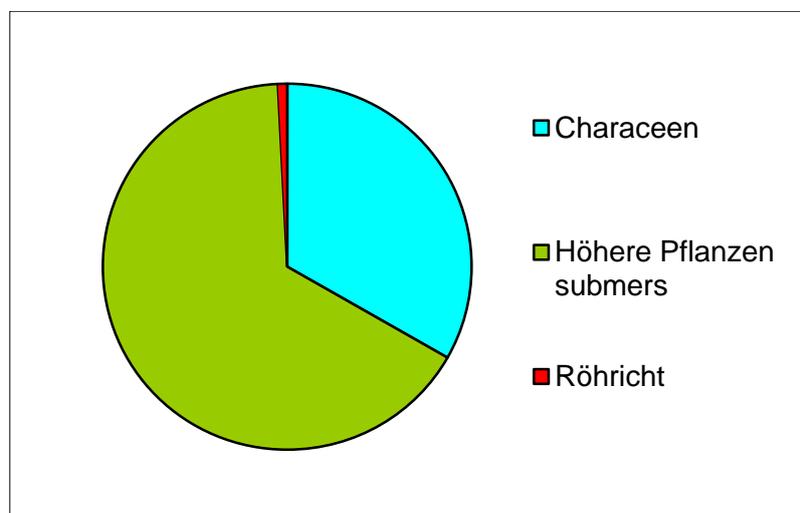


Abb. 48: Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten.

3.3.3.2 Dominanzverhältnisse innerhalb der Makrophytenvegetation

Die häufigste Wasserpflanzenart am Zeller See ist das Durchwachsene Laichkraut, *Potamogeton perfoliatus* (inkl. *Potamogeton x cooperi*, einem Hybriden aus *P. perfoliatus* und *P. crispus*). Das Laichkraut trägt 27 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von der Nuttall-Wasserpest (*Elodea cf. nuttallii*) mit einem Anteil von 20 % und der Rauhen Armleuchteralge (*Chara aspera*) mit 16%igem Anteil an der Gesamtpflanzenmenge (Abb. 49). Auf Position 4 befindet sich die Zerbrechliche

Armleuchteralge (*Chara globularis*), gefolgt vom Ähren-Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und der Nadel-Sumpfbirse (*Eleocharis acicularis*). Alle anderen Arten sind mit deutlich unter 5 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Fünf von insgesamt 18 Arten erreichen nicht einmal 1 % und sind in der Rubrik „res.“ (residual) zusammengefasst. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Zeller Sees gehören alle Röhrichtarten sowie das Krause Laichkraut (*Potamogeton crispus*).

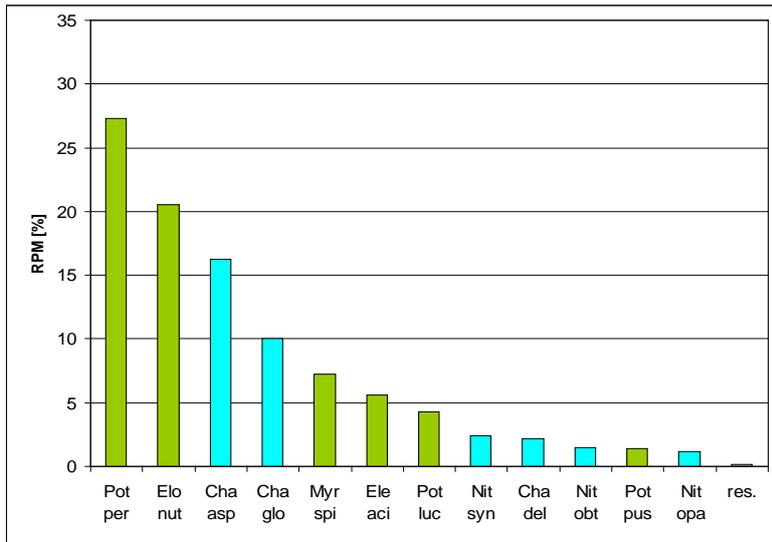


Abb. 49: Dominanzverhältnisse innerhalb der Makrophytenvegetation des Zeller Sees
Grün: submerser Höhere Pflanzen; **blau:** Characeen.

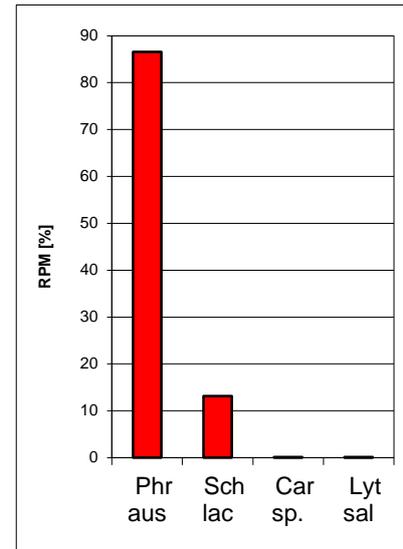


Abb. 50: Dominanzverhältnis innerhalb der Röhrichtvegetation.

3.3.3.3 Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten

Röhricht

Ein intakter Röhrichtgürtel ist nur in der Verlandungszone am Südufer des Sees ausgebildet. Das Schilf (*Phragmites australis*) ist die dominierende Art mit fast 90% Anteil an der Gesamtpflanzenmenge der Röhrichtarten. Die

Grüne Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*) erreicht 13%, Vertreter der Seggen (*Carex sp.*) und der Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*) sind mengenmäßig praktisch unbedeutend (Abb. 50).

Submerser Vegetation, Höhere Pflanzen (Spermatophyta)

Innerhalb der Spermatophyta dominieren das Durchwachsene Laichkraut (*Potamogeton perfoliatus* inkl. *Potamogeton x cooperi*) und die Nuttall-Wasserpest (*Elodea cf. nuttallii*), die zusammen 70 % der Gesamtpflanzenmenge dieser Makrophytengruppe stellen (Abb. 51). Sie sind auch die beiden häufigsten Arten aller am Zeller See vorkommenden Wasserpflanzenarten. Das Ähren-

Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) trägt noch gut 10% zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von der Nadel-Sumpfbinsen (*Eleocharis acicularis*, 8%) und dem Glanz-Laichkraut (*Potamogeton lucens*, 6%). Das Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus*) und das Krause Laichkraut (*Potamogeton crispus*) unterschreiten deutlich die 5%-Marke.

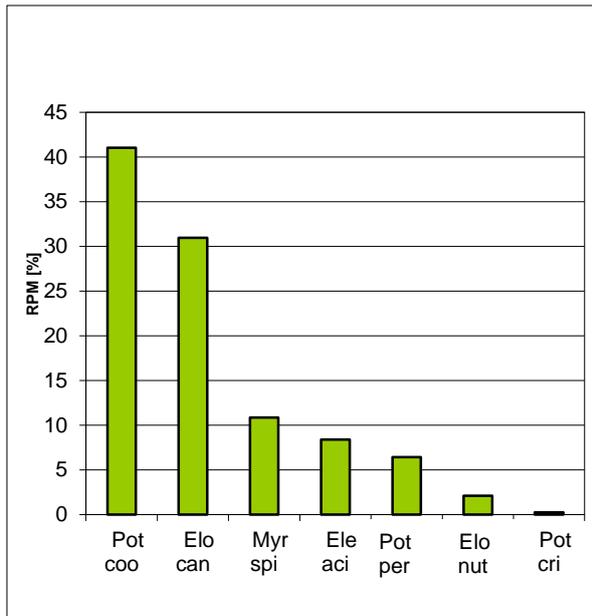


Abb. 51: Dominanzverhältnisse innerhalb der Spermatophyta.

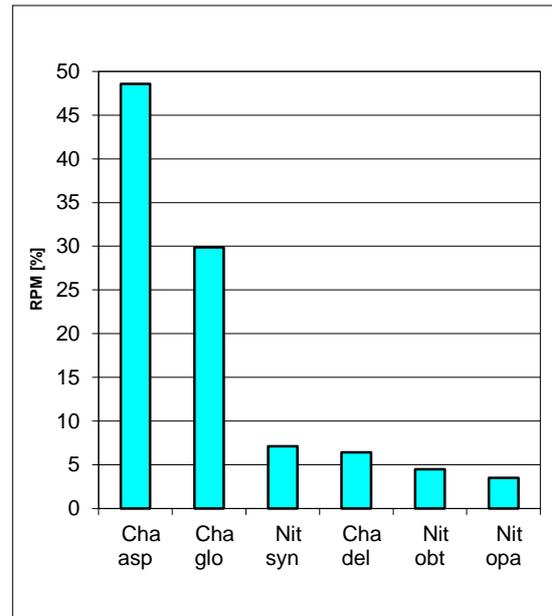


Abb. 52: Dominanzverhältnisse innerhalb der Characeen.

Submerse Vegetation, Armleuchteralgen (Charophyta)

Die dominierende Characeenart des Zeller Sees ist die Rauhe Armleuchteralge (*Chara aspera*). Sie stellt nahezu der Hälfte der Gesamtmenge der Characeenvegetation (RPM: 49%). Als zweit-

häufigste Characeenart folgt mit einem RPM-Wert von ca. 30% die Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*). Die Anteile aller anderen Arten bewegen sich um die 5% (Abb. 52).

3.3.4 Verbreitung der einzelnen Arten im Zeller See

3.3.4.1 Untergetauchte Vegetation

Unter Wasser finden sich bis in eine Tiefe von maximal 12 m in den Gewässerabschnitten mit flach abfallenden Ufern, d.h. am Nord- bzw. Südende des Sees, dichte bis sehr dichte Pflanzenbestände. Die Ost- und Westflanke des Seebeckens ist steil und mit nur schütterer bis

mäßig dichter Vegetation ausgestattet. Neben 6 Vertretern der Armleuchteralgen (Characeae) konnten 8 Vertreter der Höheren Pflanzen, darunter 5 Arten der Gattung *Potamogeton* (Laichkräuter) nachgewiesen werden.

Charophyta (Armluchteralgen)

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. 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). Armleuchteralgen 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 Characeen-Arten bei Konzentrationen über diesem Wert Wachstumshemmungen und -anomalien festgestellt hatte. Nach neueren 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. Am Zeller See beteiligen sich die Characeen mit 33 % an der Gesamtpflanzenmenge. Die Artenanzahl fällt mit 6 Spezies relativ hoch aus.

Chara aspera (Raue Armleuchteralge)

Chara aspera konnte im Zeller See nur in Transekt 13 auf Höhe von Schüttdorf nachgewiesen werden (Abb. 53). Das Vorkommen der Art wurde in der hier weit ausgedehnten Flachwasserzone mit „häufig“ bewertet. Obwohl eine ausgesprochene Flachwasserart findet man die Raue Armleuchteralge erst ab einer Wassertiefe von knapp einem Meter. Offenbar wird sie im seichteren Bereich durch die Nadel-Sumpfbirse (*Eleocharis acicularis*) verdrängt, die hier dichte Populationen ausbildet. Interessanterweise dringt *Chara aspera* jedoch bis in eine Tiefe von 3 m vor und durchsetzt damit in dichten Beständen auch den Laichkrautgürtel.

Die dichten Vorkommen der Rauhen Armleuchteralge belegen den naturnahen Charakter dieses Gewässerabschnitts im Zeller See. *Chara aspera* stellt sehr hohe Ansprüche an die Wasserqualität. Das Verschwinden von *Chara aspera* bei Eutrophierung von Gewässern oder auch nur punktuell erhöhten Nährstoffkonzentrationen ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt (vgl. z. B. LANG, 1981; MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

Chara aspera kommt im Zeller See zwischen 1 und 3 m Wassertiefe vor und bevorzugt hierbei den Tiefenbereich zwischen 1 und 2 m.

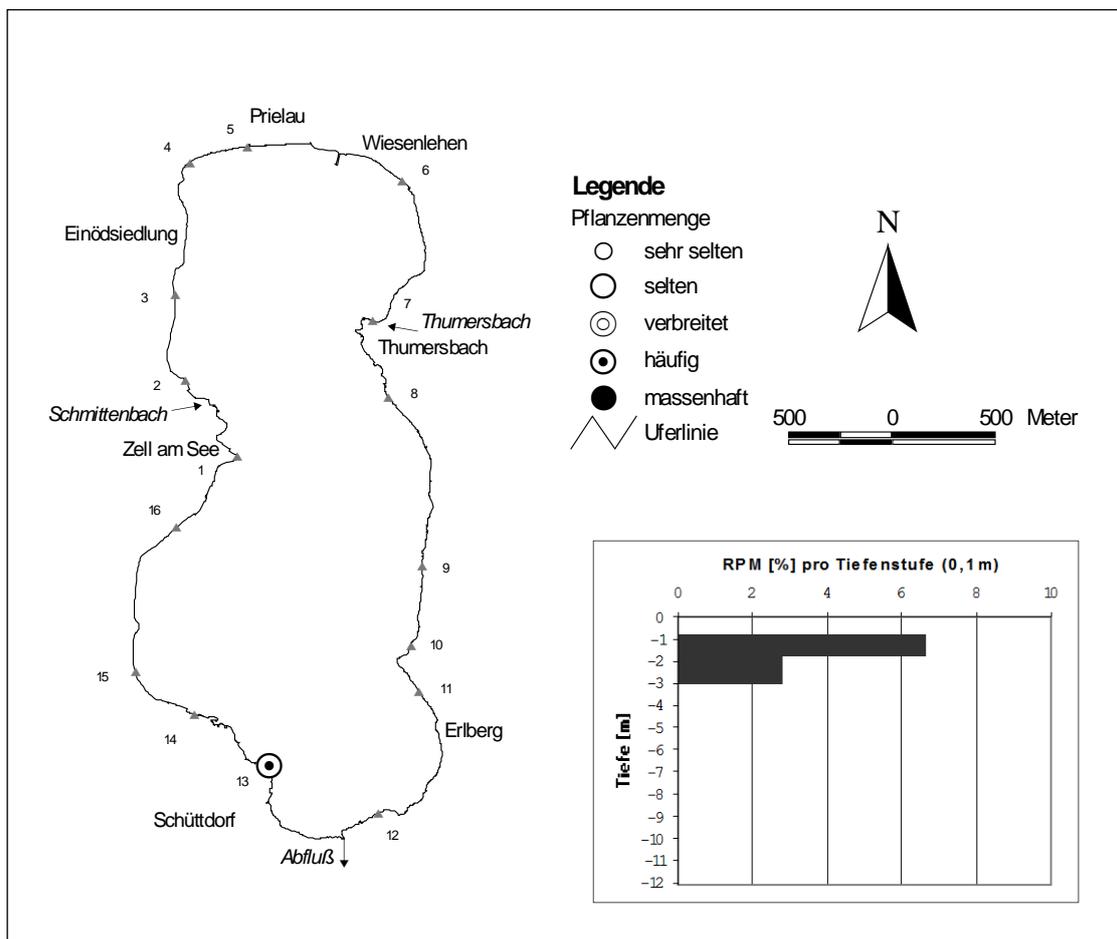


Abb. 53: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara aspera* im Zeller See.

Chara delicatula (Feine Armleuchteralge)

Chara delicatula ist in 10 der 16 Transekte des Zeller Sees anzutreffen und damit die am weitesten verbreitete Characenenart des Zeller Sees (Abb. 54). Hierbei werden allerdings zumeist nur geringe Häufigkeiten (Vorkommen „sehr selten oder „selten“) erreicht. Standorte mit größeren Populationsdichten (Häufigkeitsstufe 3, „verbreitet“) finden sich in Transekt 6 am Nordende des Sees auf Höhe Wiesenlehen, in den Transekten 9 und 10 am südlichen Ostufer sowie in Transekt 13.

Als Vertreter der Armleuchteralgen reagiert auch *Chara delicatula* empfindlich auf Nährstoffbelastungen, wobei die Art in der Sensitivität etwa

zwischen *Chara aspera* und *Chara contraria* liegt (vgl. PALL, 1999). So fehlt die Feine Armleuchteralge insbesondere in den stärker anthropogen beeinflussten und damit möglicherweise auch stärker nährstoffbelasteten Uferzonen des Sees, wie in den Ortsbereichen Schüttdorf und Zell Transekte 14 -16 und Transekt 1) sowie in der Umgebung der Mündung des Thumersbachs (Transekt 7).

Im Zeller See erweist sich die Feine Armleuchteralge mit Thalluslängen von 5 bis 15 cm als kleinwüchsig. Sie besiedelt den Tiefenbereich von 0 bis 10 m, wobei die Hauptvorkommen in 7 m Tiefe enden.

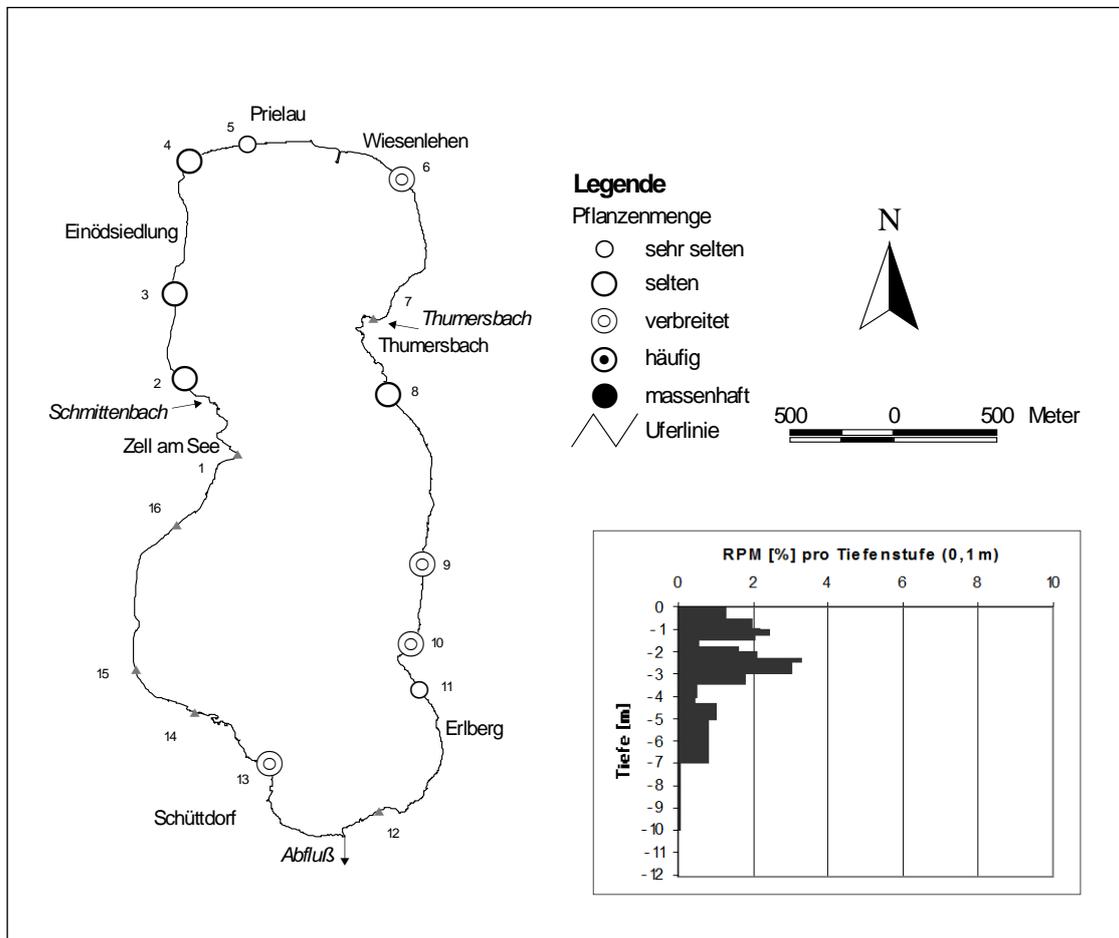


Abb. 54: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara delicatula* im Zeller See.

Chara globularis (Zerbrechliche Armleuchteralge)

Chara globularis ist die zweithäufigste Characeenart des Zeller Sees, sie ist in 6 der 16 Transekte anzutreffen (Abb. 55). Ganz im Gegensatz dazu, wie das ihr Name erwarten lassen würde, weist die Zerbrechliche Armleuchteralge eine sehr weite ökologische Amplitude auf (vgl. z.B. MELZER ET AL., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996). So kommt sie am Zeller See z.B. auch im Bereich der Ortschaft Zell (Transekte 1 und 16) vor.

Das Erscheinungsbild der kräftig grünen Pflanzen ist schlank und glatt. Die Größe kann zwischen 5 und 50 cm betragen. Im Zeller See wird die maximale Wuchshöhe (30 cm) auch an ihrem

bedeutendsten Standort im Transekt 6, am Nordende des Sees auf Höhe von Wiesenlehen erreicht.

Chara globularis zählt in den Seen des bayerischen und österreichischen Alpenvorlandes zu den typischen Tiefenwasserarten und bildet dort häufig die untere Grenze der Vegetation (Melzer et al., 1986, 1988; Melzer & Hünerfeld, 1990; Pall, 1996). Ein entsprechendes Verhalten konnte für den Zeller See nicht festgestellt werden. Hier kommt die Art zwischen 0 und 10 m Wassertiefe vor, wobei der Verbreitungsschwerpunkt allerdings im unteren Tiefenbereich liegt.

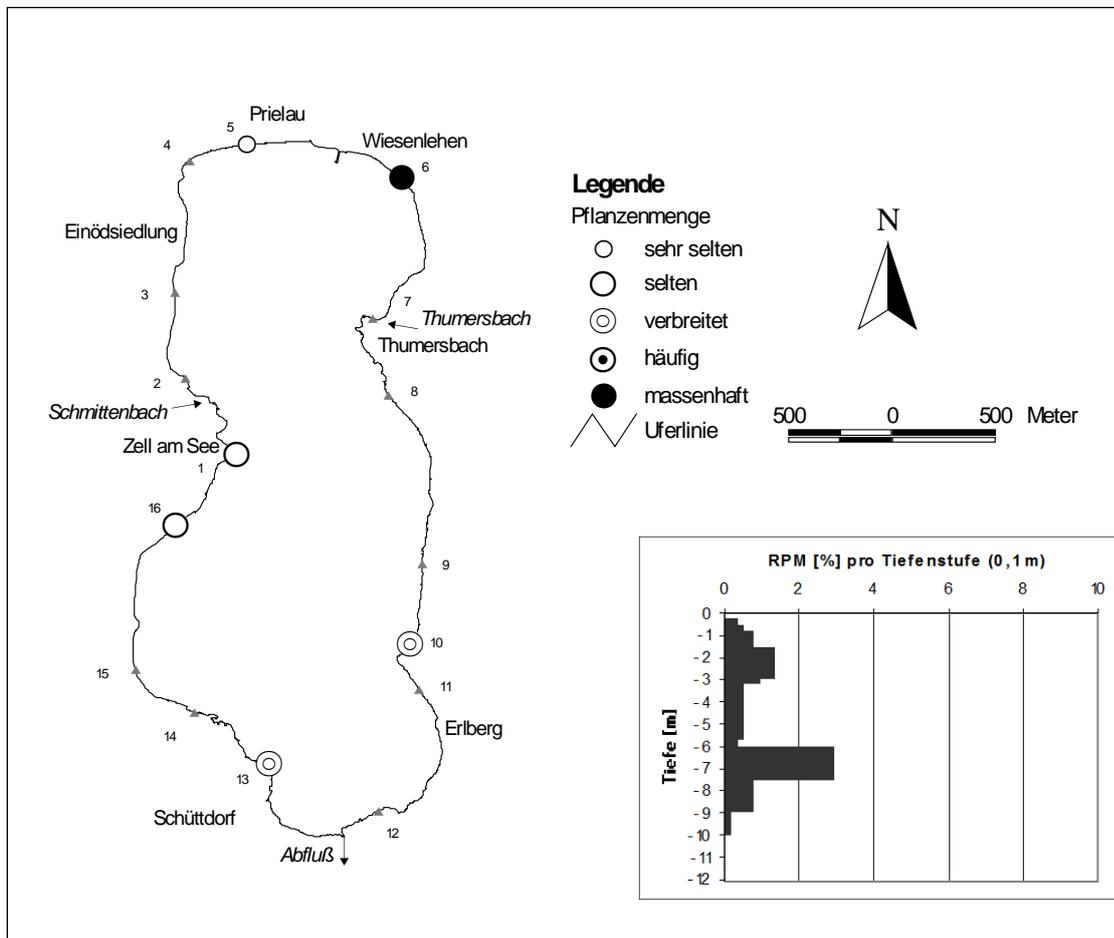


Abb. 55: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara globularis* im Zeller See.

Nitella opaca (Dunkle Glanzleuchteralge)

Nitella opaca konnte im Zeller See nur in vier Transekten nachgewiesen werden (Abb. 56). Die mengenmäßig bedeutenderen Wuchsorte liegen am Westufer des Sees (Transekte 2, 3 und 15). Die Vorkommen wurden hier mit „häufig“ bewertet.

Nitella opaca ist eine Art, die zum Wachstum nur geringe Lichtintensitäten benötigt (CORILLION, 1957). Sie tritt in Seen daher nur in größeren Wassertiefen auf und dringt häufig in dichten Einartbeständen („unterseeischen Wiesen“) bis zur unteren Grenze der Vegetation vor.

Im Zeller See war die Dunkle Glanzleuchteralge ab

einer Wassertiefe von etwa 3 m jeweils bis zur Vegetationsgrenze des betreffenden Transekts (in diesem Fall 8 bis 12 m) zu finden. In oligotrophen Seen mit sehr hoher Wassertransparenz wie z.B. dem schwedischen Vättern-See und dem Vrana-See auf der Insel Cres können Vorkommen von *Nitella opaca* bis in Wassertiefen von 40 m beobachtet werden (KRAUSE, 1997).

Die Dunkle Glanzleuchteralge bleibt mit Wuchshöhen von lediglich 10 bis 15 cm am Zeller See relativ kleinwüchsig.

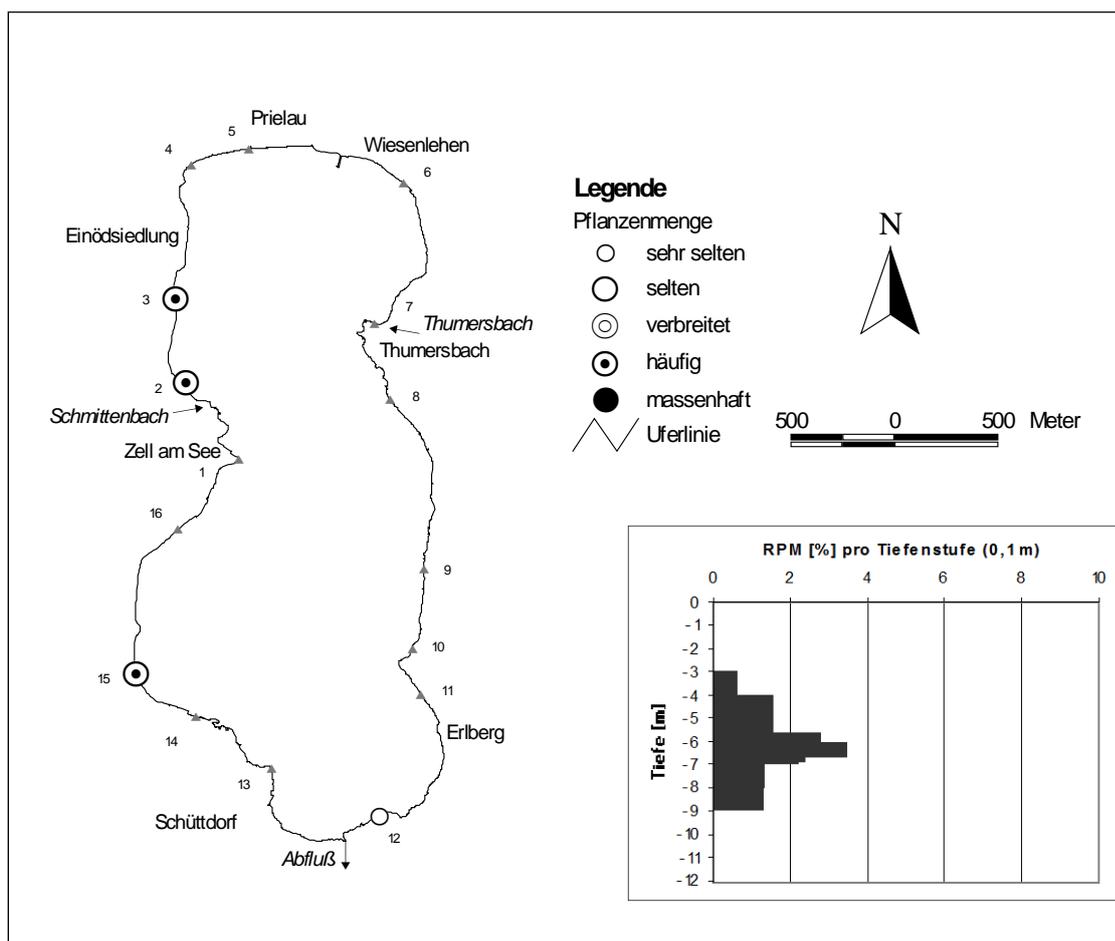


Abb. 56: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Nitella opaca* im Zeller See.

Nitella syncarpa (Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge)

Nitella syncarpa konnte im Zeller See ebenfalls nur in vier Transekten nachgewiesen werden. Diese liegen alle in der südlichen Hälfte des Sees (Abb. 57). Während die Art hier am Westufer (Transekt 15) nur „sehr selten“ angetroffen werden konnte, wurden ihre Vorkommen am Südufer (Transekt 13) mit „verbreitet“ und am Ostufer auf Höhe Erlhof (Transekten 10 und 11) sogar mit „häufig“ bewertet.

Nitella syncarpa bevorzugt als Wuchsort Weichwasserstandorte mit vergleichsweise niedrigen pH-

Werten. Dies mag ein Grund für das Vorkommen der Art im Zeller See (Lage in den Zentralalpen) sein.

Die Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge kann vom Flachwasserbereich bis in große Wassertiefen überall vorkommen (KRAUSE, 1997). Das Tiefenprofil von *Nitella syncarpa* im Zeller See kann somit als typisch für die Art betrachtet werden (Abb. 57).

Nitella syncarpa ist im Zeller See mit Sprosslängen zwischen 10 und 30 cm eher kleinwüchsig.

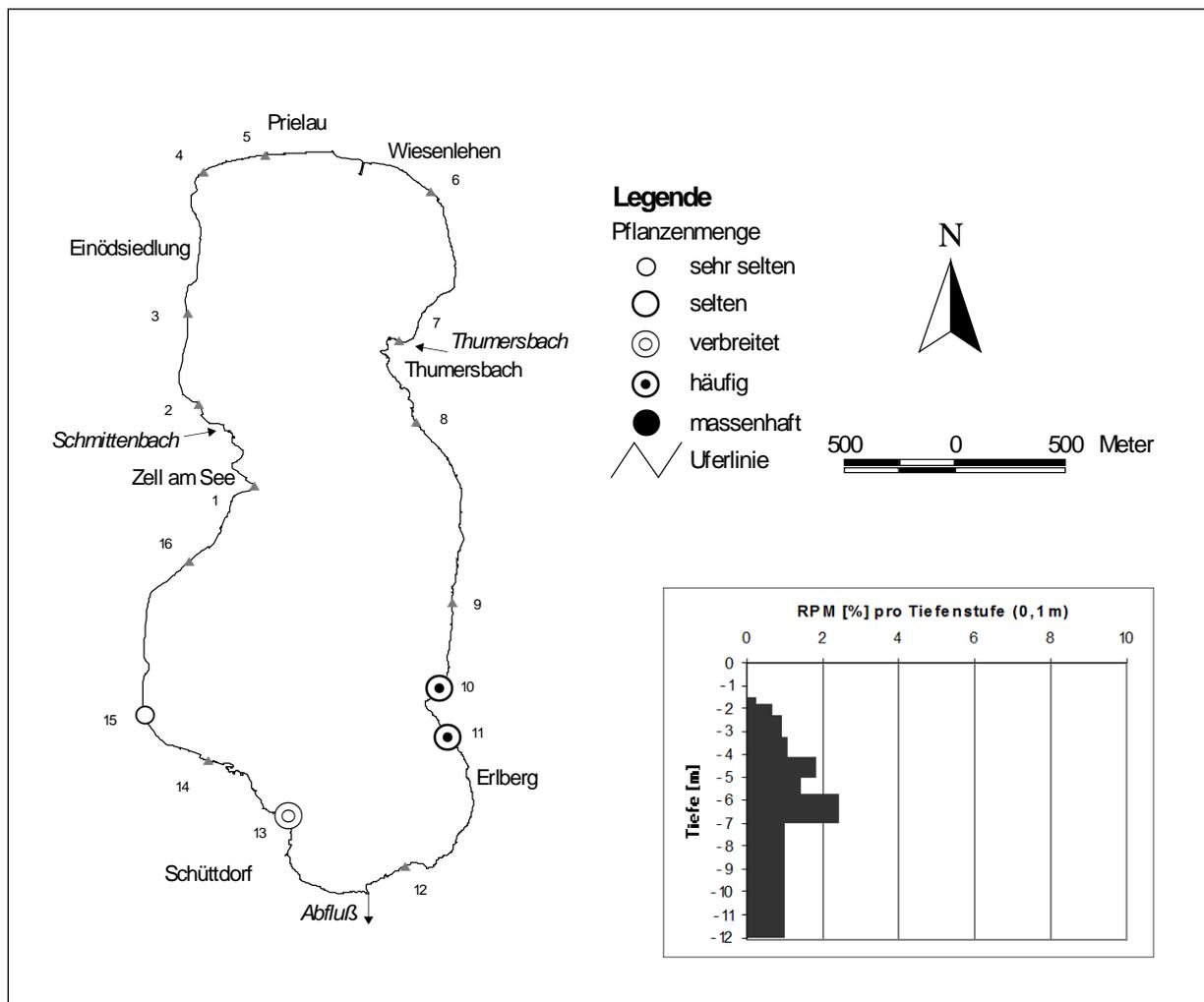


Abb. 57: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Nitella syncarpa* im Zeller See.

Nitellopsis obtusa (Stern-Armleuchteralge)

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen Vertretern der Characeen vermehrt sich *Nitellopsis obtusa* in unseren Breiten nur äußerst selten generativ (KRAUSE, 1985). Die Verbreitung der Art erfolgt über an den Rhizoiden angelegte, sternförmige Reservestoffbehälter, die den deutschen Namen "Sternarmleuchteralge" erklären. Gegenüber Eutrophierung ist *Nitellopsis obtusa* relativ unempfindlich. Als Substrat eignen sich vor allem Kalkschlamm sowie organogenes Material. *Nitellopsis obtusa* ist die seltenste Characeen-Art des

Zeller Sees mit lediglich 2 Fundorten in den Transekten 1, im Bereich der Schiffsstation von Zell am See und 12, im Bereich des Erlberger Bades gelegen (Abb. 58).

Die Sternarmleuchteralge erreicht im Zeller See Thalluslängen von 10 bis 15 cm, ist also eher kleinwüchsig. Die Hauptverbreitung der Art im Tiefenprofil liegt am Zeller See zwischen 7 und 9 m. Krausch (1964) und Doll (1989) geben für die Art einen Tiefenbereich von ca. 4 bis 10 m an.

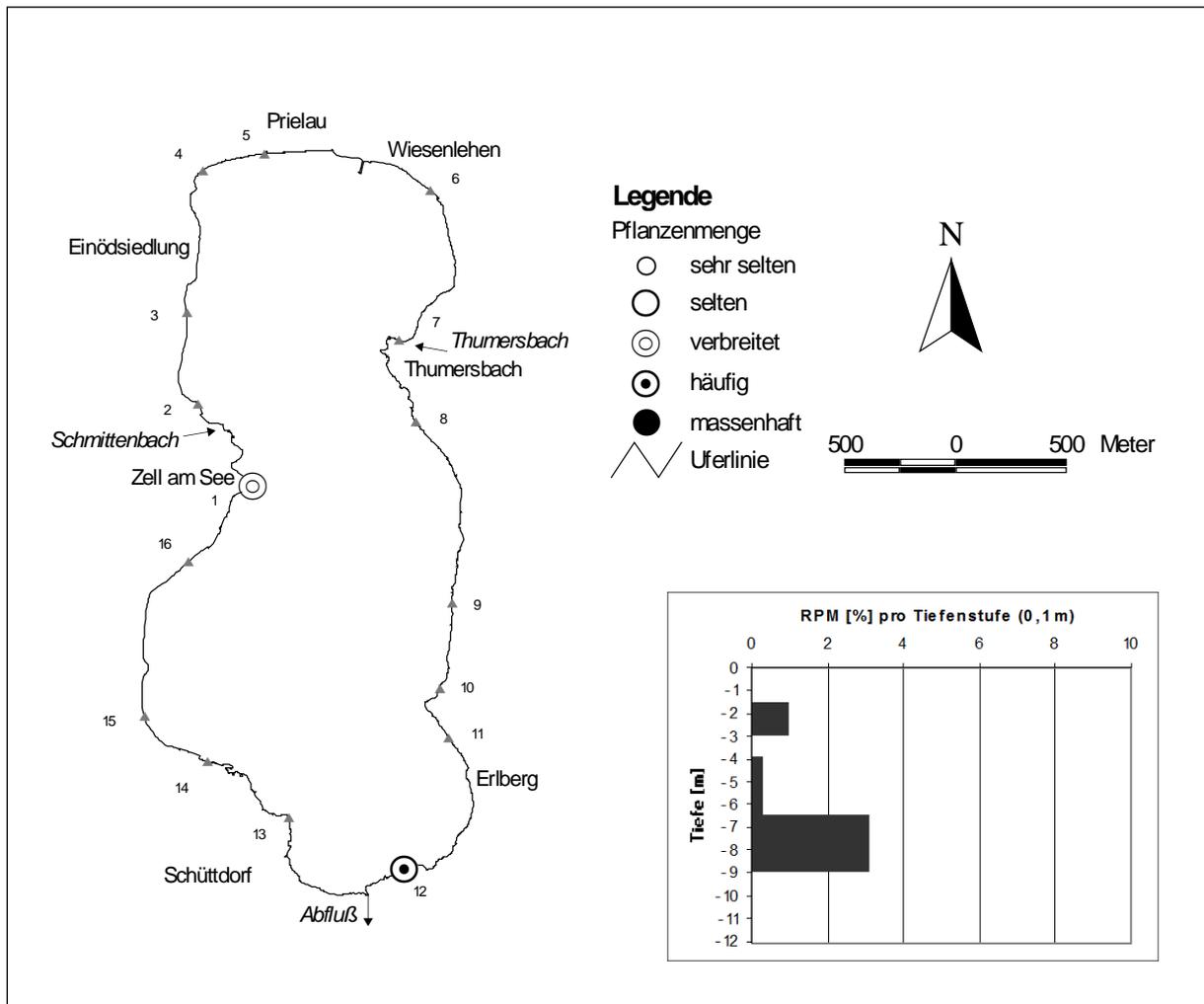


Abb. 58: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Nitellopsis obtusa* im Zeller See.

Spermatophyta

Eleocharis acicularis (Nadel-Sumpfbirse)

Eleocharis acicularis war nur in 3 von 16 Transekten nachzuweisen (Abb. 59). Zwei Standorte befinden sich in der Verlandungszone am Südende des Sees in den Transekten 12 und 13, ein weiterer Standort ist in Transekt 2, oberhalb des Zuflusses des Schmittenbaches im Gebiet des Bades von Zell am See gelegen.

Im Verlandungsbereich findet man *Eleocharis acicularis* im Flachwasser, dem Schilfrohr seeseitig vorgelagert. Die Vorkommen der Art wurden hier mit „selten“ bzw. „verbreitet“ bewertet. Die

typische Flachwasserart erreicht üblicherweise Wuchshöhe von nur 5 cm und bildet bei dichtem Vorkommen einen rasenartigen Bewuchs aus.

Im Transekt 2 finden sich aufgrund des Badebetriebs bis in eine Tiefe von 1 m keine Wasserpflanzen. Hier gedeiht die ebenfalls nur 5 cm große Nadel-Sumpfbirse in 1 bis 3 m Wassertiefe in lockeren Beständen zwischen *Elodea cf. nuttallii*, *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton perfoliatus*.

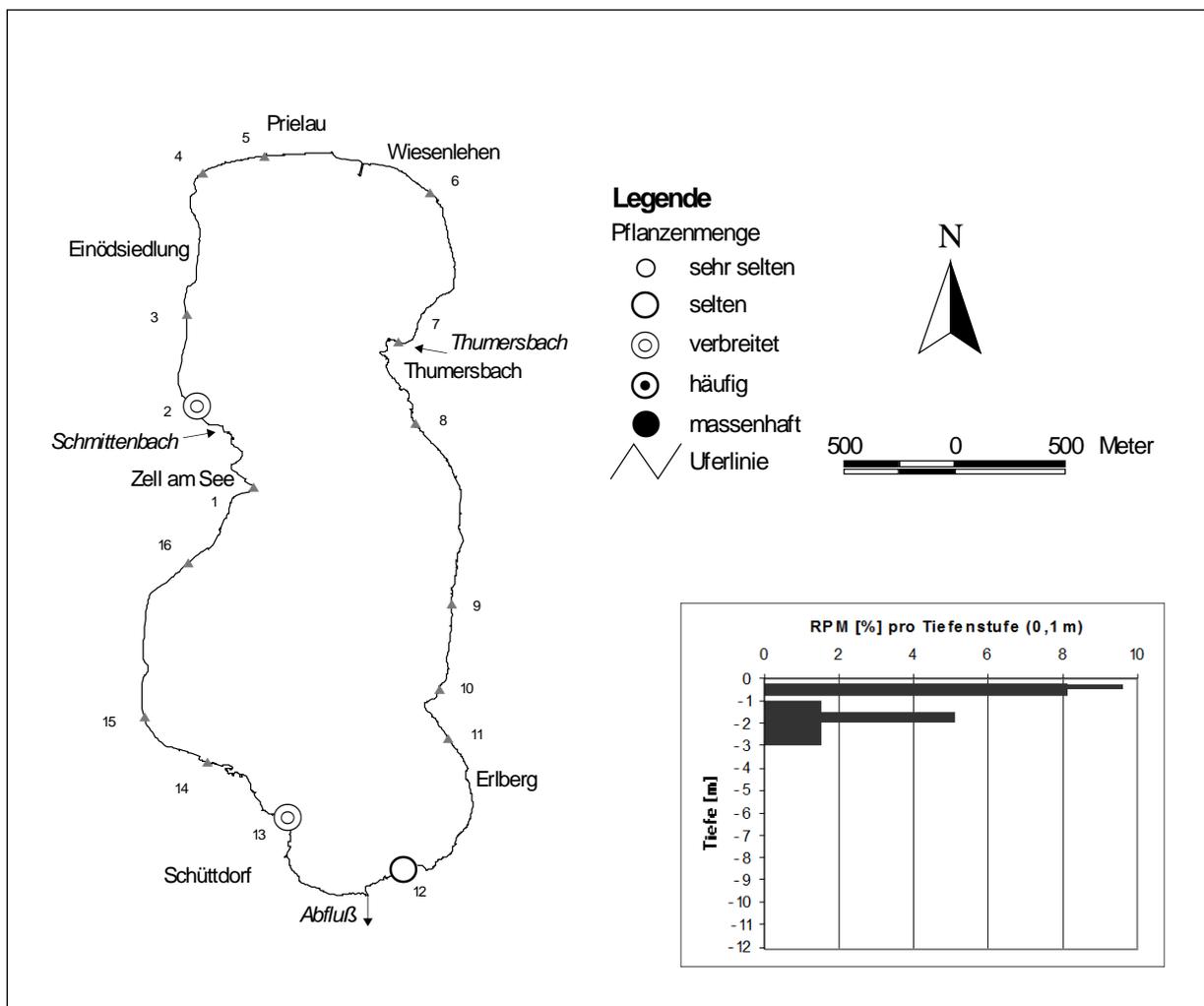


Abb. 59: Vorkommen von *Eleocharis acicularis* im Zeller See.

Elodea cf. nuttallii (Nuttall-Wasserpest)

Die Gattung *Elodea* (Wasserpest) ist mit ca. 20 Spezies ursprünglich in den USA und Kanada heimisch. In Mitteleuropa wurden bislang hauptsächlich 2 Arten, *Elodea canadensis* und *Elodea nuttallii* beobachtet. Die Kanadische Wasserpest wurde vermutlich als Schiffballast eingeschleppt und erstmals Anfang des 19. Jahrhunderts in Europa beobachtet. In der Zeit ihrer Einschleppung beeinträchtigte die Art dabei durch ihre Massententfaltungen zeitweise ernsthaft Fischerei und Schiffsverkehr. Bis heute hat sich allerdings offensichtlich wieder ein natürliches Gleichgewicht eingestellt.

Die Nuttall-Wasserpest gelangte erst weitaus später – vermutlich als Aquarienpflanze – nach Europa. Über Belgien und die Niederlande erreichte sie in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts Westdeutschland (EHRENDORFER, 1973; WOLFF, 1980). In den 80er Jahren wurde sie erstmals in bayerischen Seen vorgefunden (Melzer et al., 1986, 1988). ADLER (1994) beschreibt noch das Vorkommen von *Elodea nuttallii* in Österreich als nicht gesichert. Die Art wurde seither jedoch vermehrt in der Donau und ihren Nebengewässern (PALL & JANAUER, 1995; PALL, 1998, 2003) sowie in zahlreichen österreichischen Seen (Pall et al., in prep.) nachgewiesen.

Die beiden Wasserpestarten sind, da in unseren Breiten praktisch nie Blüten ausgebildet werden, weder makro- noch mikroskopisch absolut sicher zu unterscheiden. Eine zweifelsfreie Ansprache der vegetativen Pflanzenteile kann nur mit Hilfe von Chromosomenanalysen oder chemischer Tests vorgenommen werden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten solche Verfahren nicht angewandt werden. Dennoch ist mit sehr großer Sicherheit davon auszugehen, dass es sich bei der im Zeller See vorgefundenen Wasserpest um *Elodea nuttallii* handelt (daher Bezeichnung als *Elodea cf. nuttallii*).

Die Annahme gründet sich neben morphologischen Merkmalen vor allem auf das Vorkommen und Verbreitungsmuster der Art im See. Bei *Elodea canadensis* handelt es sich um eine hoch eutraphente (nährstoffliebende) Art, die

vorwiegend in nährstoffreichen Gewässern bzw. Gewässerabschnitten vorkommt (ELORANTA, 1970; HABER & KOHLER 1972; KOHLER et al., 1974). In meso- bis schwach eutrophen Seen besiedelt die Art ausschließlich stärker nährstoffbelastete Uferabschnitte (MELZER et al., 1986, 1988) und in oligotrophen Gewässern können Vorkommen der Kanadischen Wasserpest als sicheres Indiz für lokale Nährstoffeinträge gewertet werden (PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

Ganz im Gegensatz dazu zeigt *Elodea nuttallii* nach eigenen Beobachtungen keine Bindung an bestimmte Nährstoffsituationen. Die Nuttall-Wasserpest kann sich sowohl unter eutrophen (PALL, 1998) wie auch unter oligotrophen Bedingungen zu kräftigen Beständen entwickeln (PALL et al., in prep.).

Elodea cf. nuttallii ist die zweithäufigste Wasserpflanzenart des Zeller Sees (Abb. 60) und trägt 20 % zur Gesamtpflanzenmenge bei. Die Nuttall-Wasserpest fehlt nur in den Transekten 1 und 8, Verbreitungsschwerpunkte sind die Seebereiche mit flach einfallenden Ufern, also das Süd- und Nordende des Sees. Hier tritt *Elodea cf. nuttallii* massenhaft auf.

Elodea cf. nuttallii kann im Zeller See sowohl in Gesellschaft oligotrophenter wie auch eutraphenter Artengemeinschaften zwischen 0 und 7 m Wassertiefe angetroffen werden. Zumeist bildet die Nuttall-Wasserpest dabei dichte Einartbestände aus, wobei Wuchshöhen bis zu 50 cm erreicht werden.

Offensichtlich konnten sich die Wasserpest-Bestände nach Auftreten der Art in Österreich in der Reoligotrophierungsphase des Zeller Sees rascher etablieren als die heimischen Wasserpflanzenarten. Möglicherweise erschweren die Bestände der Art hier nun mancherorts vor allem das Aufkommen von Characeen. So werden die Characeenrasen der Tiefe oder auch des Flachwassers im Zeller See streckenweise durch *Elodea cf. nuttallii* ersetzt oder auch in andere Tiefenzonen abgedrängt.

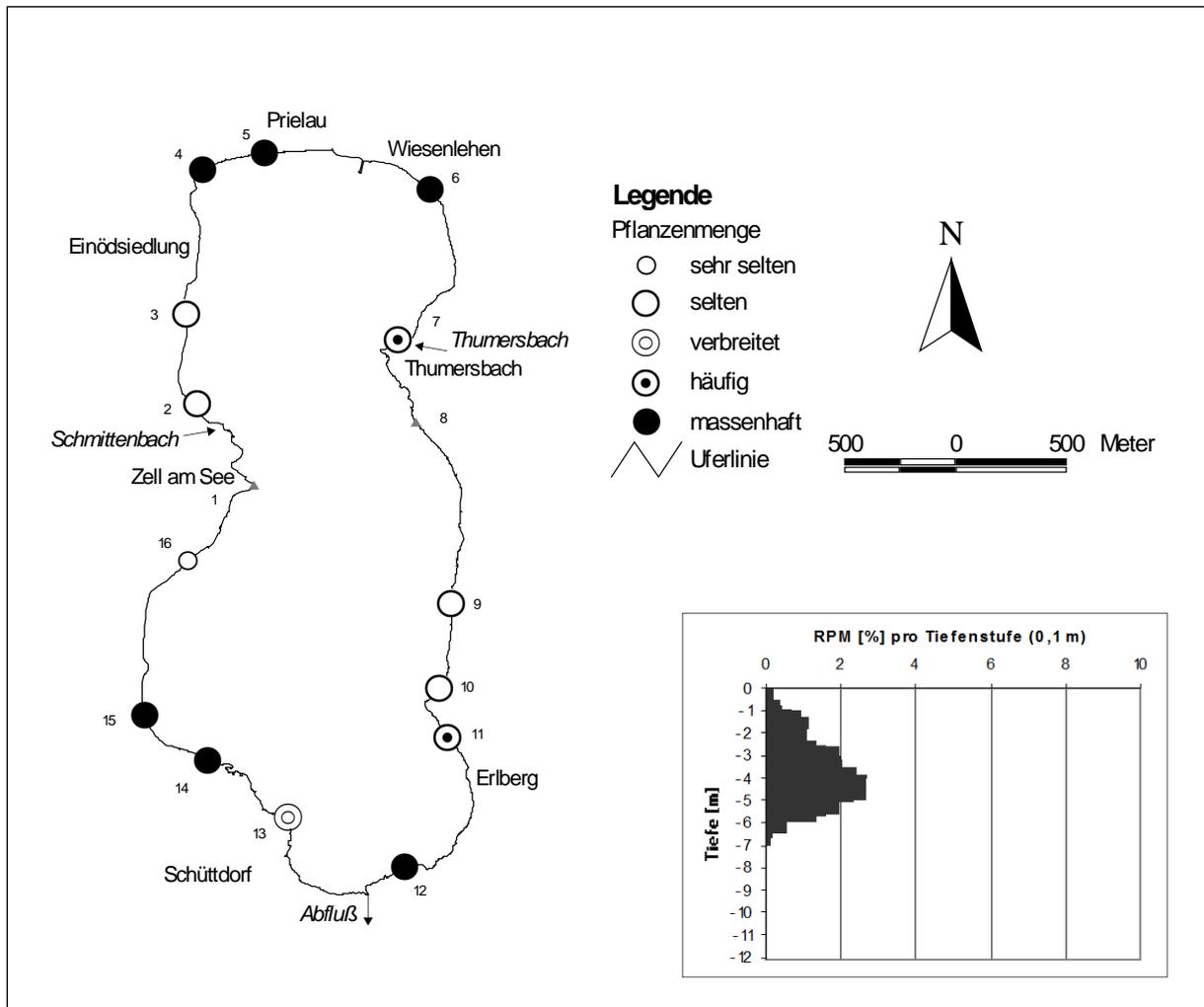


Abb. 60: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Elodea cf. nuttallii* im Zeller See.

Myriophyllum spicatum (Ähren-Tausendblatt)

Das Ähren-Tausendblatt gehört zu den häufigsten Wasserpflanzenarten Mitteleuropas und besiedelt stehende und langsam fließende Gewässer. Hier kann es unter geeigneten Bedingungen dichte Massenvorkommen bilden und dabei durch Beschattung (AIKEN et al., 1979) sowie allelopathisch wirkende phenolische Verbindungen (PENNAK, 1973; AGAMI & WAISEL, 1985) das Wachstum anderer Wasserpflanzen sehr effektiv unterdrücken. Massentwicklungen der aus dem eurasischen Raum stammenden Tausendblattart führten in Amerika zu ähnlichen Problemen wie

jene, die durch die Einschleppung der Kanadischen Wasserpest (*Elodea canadensis*) im 19. Jahrhundert in Europa entstanden.

Bezüglich ihrer Nährstoffansprüche ist die Art trotz ihrer relativ weiten ökologischen Amplitude als mesotroph einzustufen (MELZER et al, 1986).

Am Zeller See ist *Myriophyllum spicatum* zwar nur die fünfhäufigste Art aber dafür erreicht sie die größte Verbreitung. Mit Ausnahme des Transekts 8 ist das Ähren-Tausendblatt rund um den See zu finden (Abb. 61).

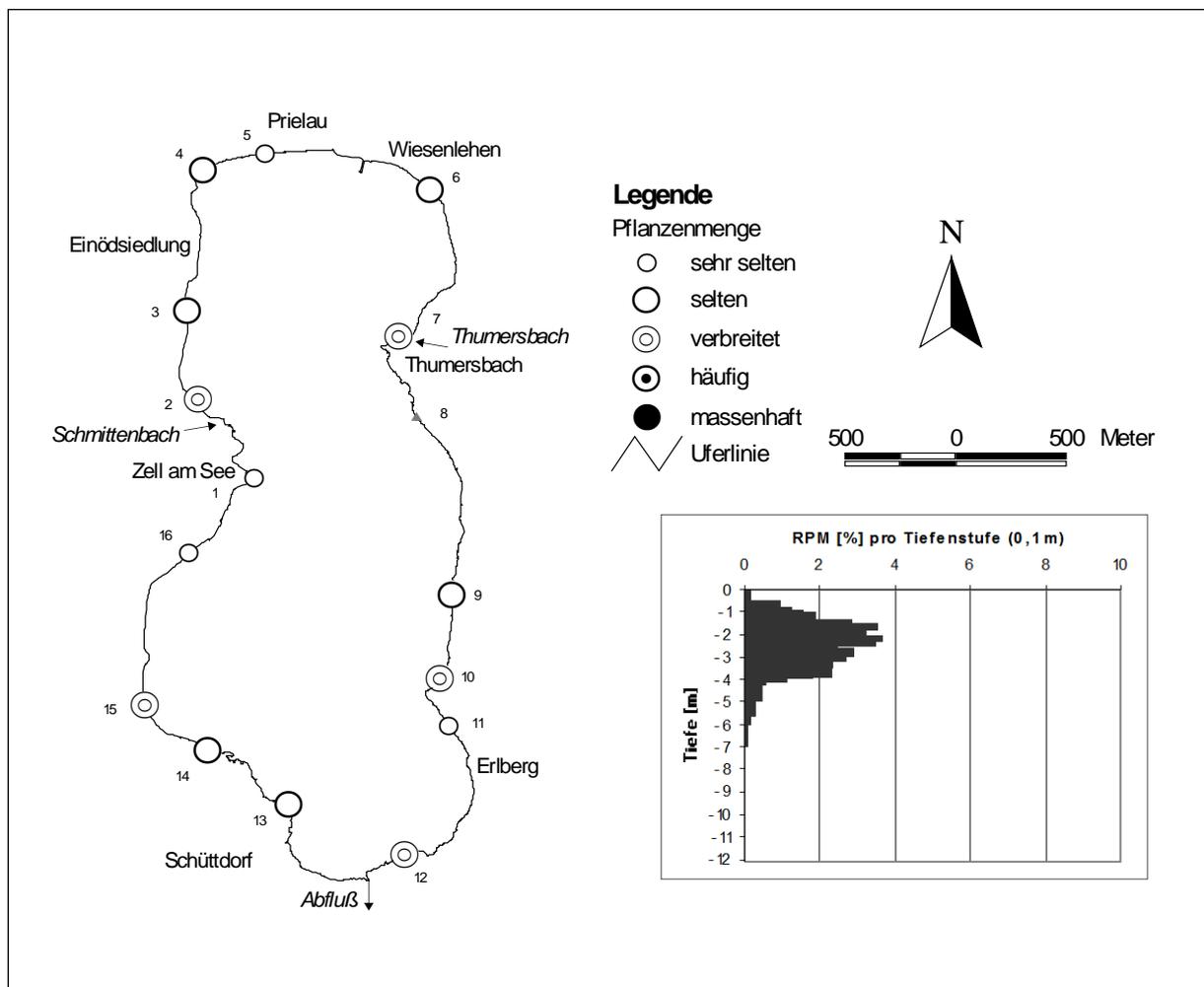


Abb. 61: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Myriophyllum spicatum* im Zeller See.

An fünf Standorten gilt die Art als „verbreitet“. Im nördlichen Seeteil sind dies die Transekte 2 und 7, beide in unmittelbarer Nähe von Zuflüssen (Schmittenbach und Thumersbach) gelegen. Im südlichen Seebecken sind die Transekte 10, 12 und 15 zu nennen. Die letzten beiden liegen im Einflussbereich des Erlberger bzw. Schüttdorfer Bades, Transekt 10 befindet sich in der Nähe eines Entwässerungsgrabens. An allen anderen Wuchs-

orten gilt *Myriophyllum spicatum* als „selten“ bis „sehr selten“. Dort, wo das Ähren-Tausendblatt häufiger vorkommt, ist es mit *Elodea cf. nuttallii* und Laichkrautarten vergesellschaftet. Seine größte Wuchshöhe erreicht es mit 1,7 m in Transekt 15, die durchschnittliche Sprosslänge beträgt 1 m.

Myriophyllum spicatum ist vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 7,5 m anzutreffen. Die Haupttiefenverbreitung liegt zwischen 1 und 4 m.

Potamogeton perfoliatus inkl. P. x cooperi (Durchwachsenes Laichkraut)

Unter den Wasserpflanzen sind besonders die Laichkräuter (Potamogetonaceae) dafür bekannt, dass sie gerne Hybridformen ausbilden. So auch *Potamogeton perfoliatus*, die mengenmäßig bedeutendste Makrophytenart des Zeller Sees (Beitrag zur Gesamtpflanzenmenge 27 %). Im Zeller See konnte besonders zahlreich *Potamogeton x cooperi*, die Hybridform mit dem Krausen Laichkraut (*Potamogeton crispus*) vorgefunden werden. Bezüglich ihrer ökologischen Ansprüche verhält sich die Art ähnlich wie *Potamogeton perfoliatus*. Da sie zudem im Zeller See immer in Mischbeständen mit dem Durchwachsenen Laichkraut vorkommt, werden *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton x cooperi* im Folgenden zusammengefasst als *Potamogeton perfoliatus* beschrieben.

Potamogeton perfoliatus kommt in kalkreichen wie auch kalkarmen Fließ- und Stillgewässern von der Ebene bis in die Alpen (ca. 2000 m) vor. Bezüglich seiner Nährstoffansprüche ist das Durchwachsene Laichkraut als mesotroph, jedoch mit relativ weiter Amplitude zu bezeichnen. In mesotrophen

Seen bildet die Art zumeist den Hauptbestandteil des sog. „Laichkrautgürtels“.

Potamogeton perfoliatus weist am Zeller See eine weite Verbreitung auf. Die Art fehlt lediglich im Transekt 1 und dem südlich direkt anschließenden Transekt 16 sowie in den Transekten 8 und 10 (Abb. 62). Die bedeutendsten Standorte befinden sich in den Transekten 12, 13 und 14, die alle in der Verlandungszone am Südufer des Sees liegen. Hier wurden die Vorkommen der Art mit „häufig“ bewertet.

Das Durchwachsene Laichkraut bevorzugt im Zeller See den Flachwasserbereich. Unterhalb einer Tiefe von 2,5 m nimmt seine Häufigkeit ab, größere Tiefen als 5 m meidet die Art.

Im Zeller See erreicht *Potamogeton perfoliatus* eine maximale Sprosslänge von 2,5 m (Transekt 12). Insbesondere in den ausgedehnten Flachwasserzonen am Nord- und Südufer des Sees siedeln im seichten Wasser jedoch kurzwüchsige Exemplare, die nur zwischen 10 und 30 cm groß werden.

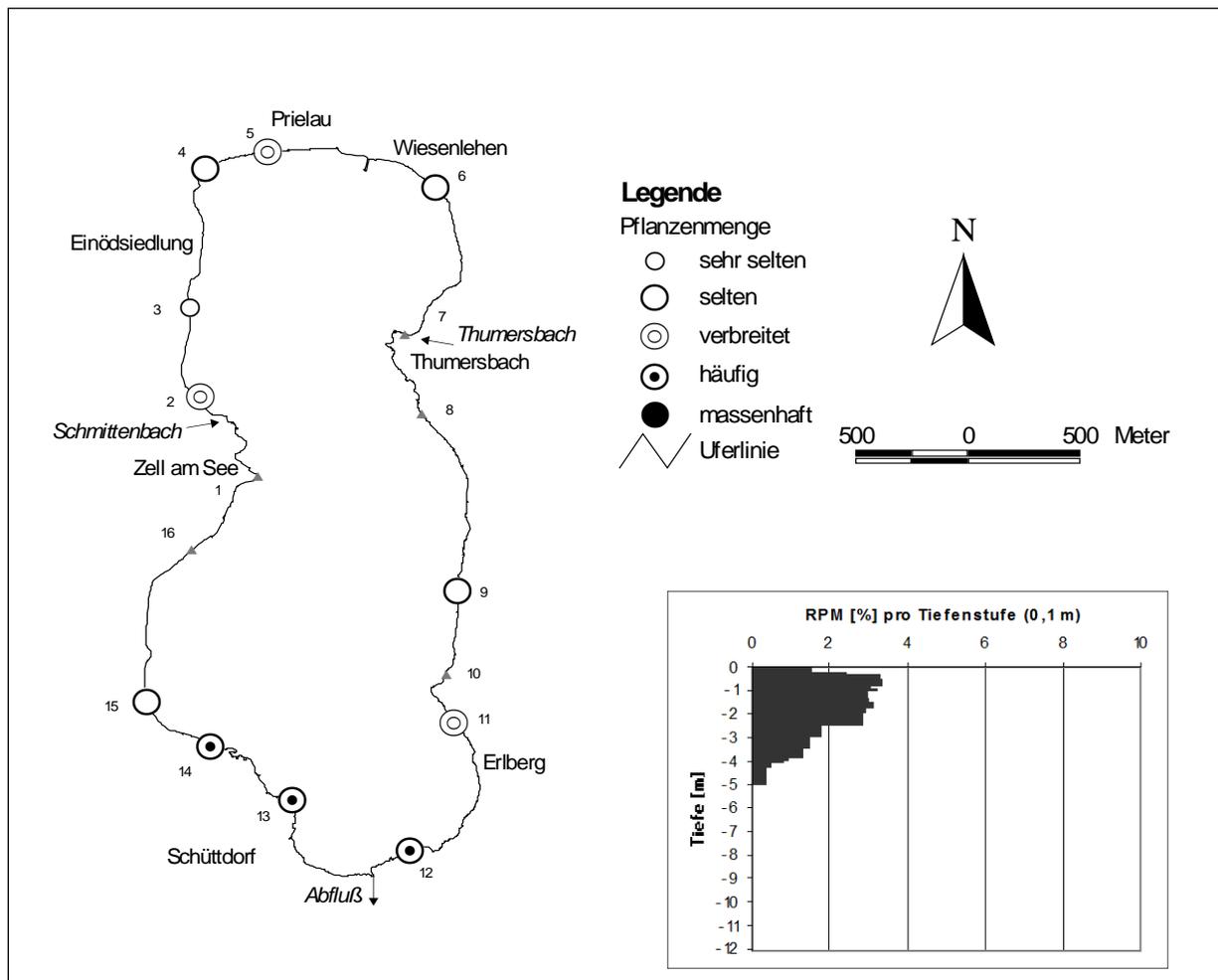


Abb. 62: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton perfoliatus* im Zeller See.

Potamogeton crispus (Krauses Laichkraut)

Potamogeton crispus zählt zu den Arten mit sehr hohen Nährstoffansprüchen (HESS et al., 1967; HUTCHINSON, 1975; HELLQUIST, 1980) und gilt daher als Indikatorpflanze für eher belastete Gewässerabschnitte (KOHLER et al., 1974; PALL & HARLACHER, 1992, PALL; 1996). Am Zeller See ist das Krause Laichkraut nur in vier Transekten, 4, 5, 11 und 15, und dort nur mit geringen Häufigkeiten („sehr selten“ bis „selten“) anzutreffen (Abb. 63).

An diesen Stellen ist somit möglicherweise von lokalen Belastungen auszugehen.

Potamogeton crispus ist die seltenste submerse Art des Zeller Sees. Sie ist vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 5 m anzutreffen, bevorzugt allerdings eine Wassertiefe zwischen 1 und 2,5 m.

Die größten Exemplare mit einer Sprosslänge von 1,5 m wuchsen in den Transekten 4 und 15, im Flachwasser wurden Längen zwischen 30 und 50 cm gemessen.

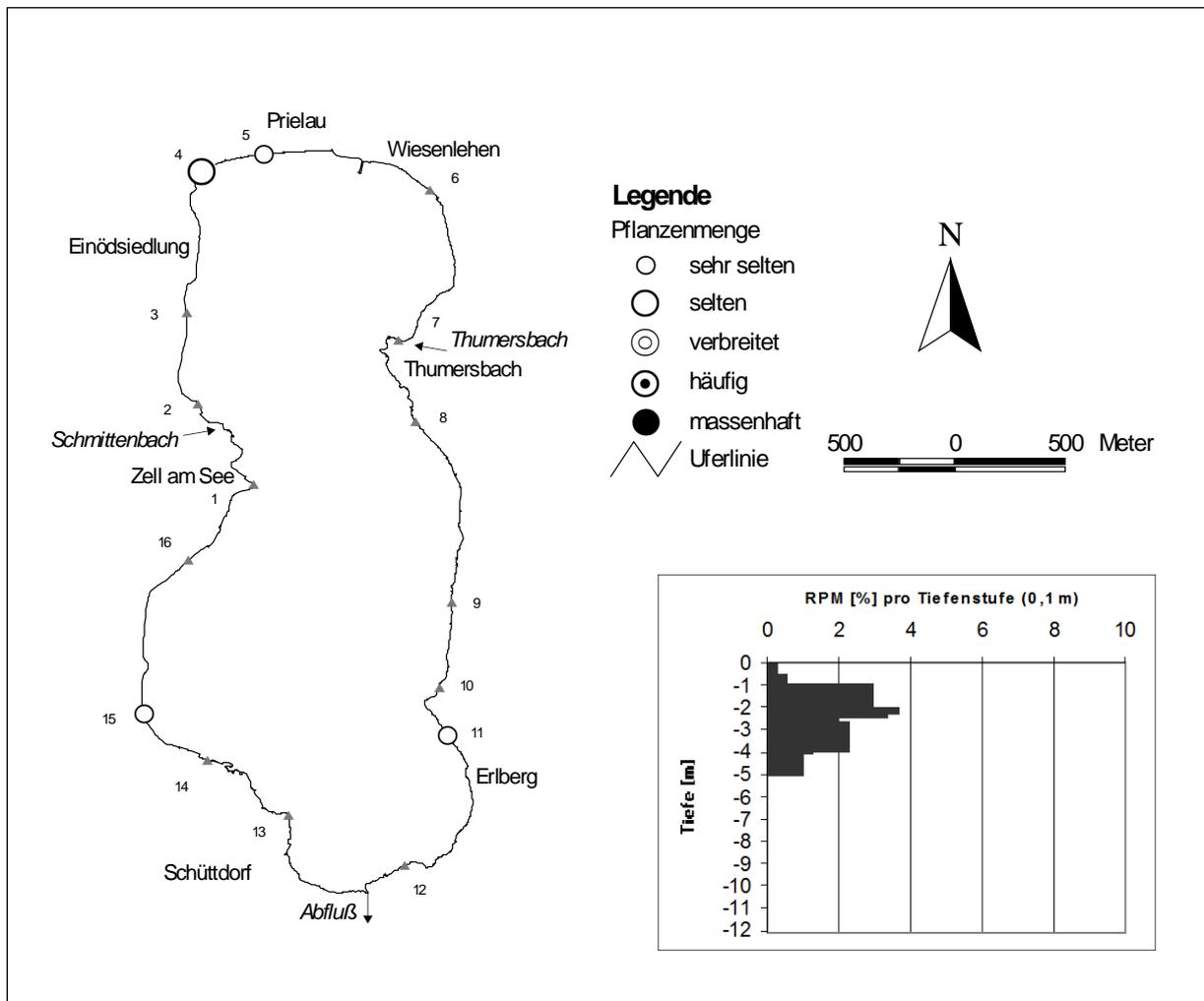


Abb. 63: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton crispus* im Zeller See.

Potamogeton lucens (Glanz-Laichkraut)

Die nach CASPER & KRAUSCH (1980) meso- bis eutraphente Art bevorzugt als Standorte nährstoffreiche Ufer mit sandig-schlammigem Sediment im Einflussbereich von Ortschaften, Häfen oder Bootsanlegestellen (LANG, 1973). *Potamogeton lucens* gilt als lichtbedürftig (WIEGLEB 1979), aber konkurrenzschwach. Die Art siedelt deshalb bevorzugt im Flachwasser (ab etwa 1 m Wassertiefe), wenn sie nicht durch mechanische Belastungen (Wellenschlag) oder durch andere Arten in größere Wassertiefen verdrängt wird. Im Zeller See wurde das Glanz-Laichkraut

hauptsächlich im nördlichen Seebecken gefunden (Abb. 64). Der bedeutendste Standort liegt in Transekt 4, wo es neben *Elodea cf. nuttallii* in einer Tiefe zwischen 1 und 2,5 m die dominierende Art ist. Ein weiterer bedeutender Standort ist Transekt 7, welches im Einflussbereich des Thumersbachs liegt.

Potamogeton perfoliatus erreicht im Zeller See Sprosslängen von bis zu 3 m und kommt zwischen 0,5 und 6 m Wassertiefe vor. Bevorzugt wird der Tiefenbereich zwischen 1 und 3 m.

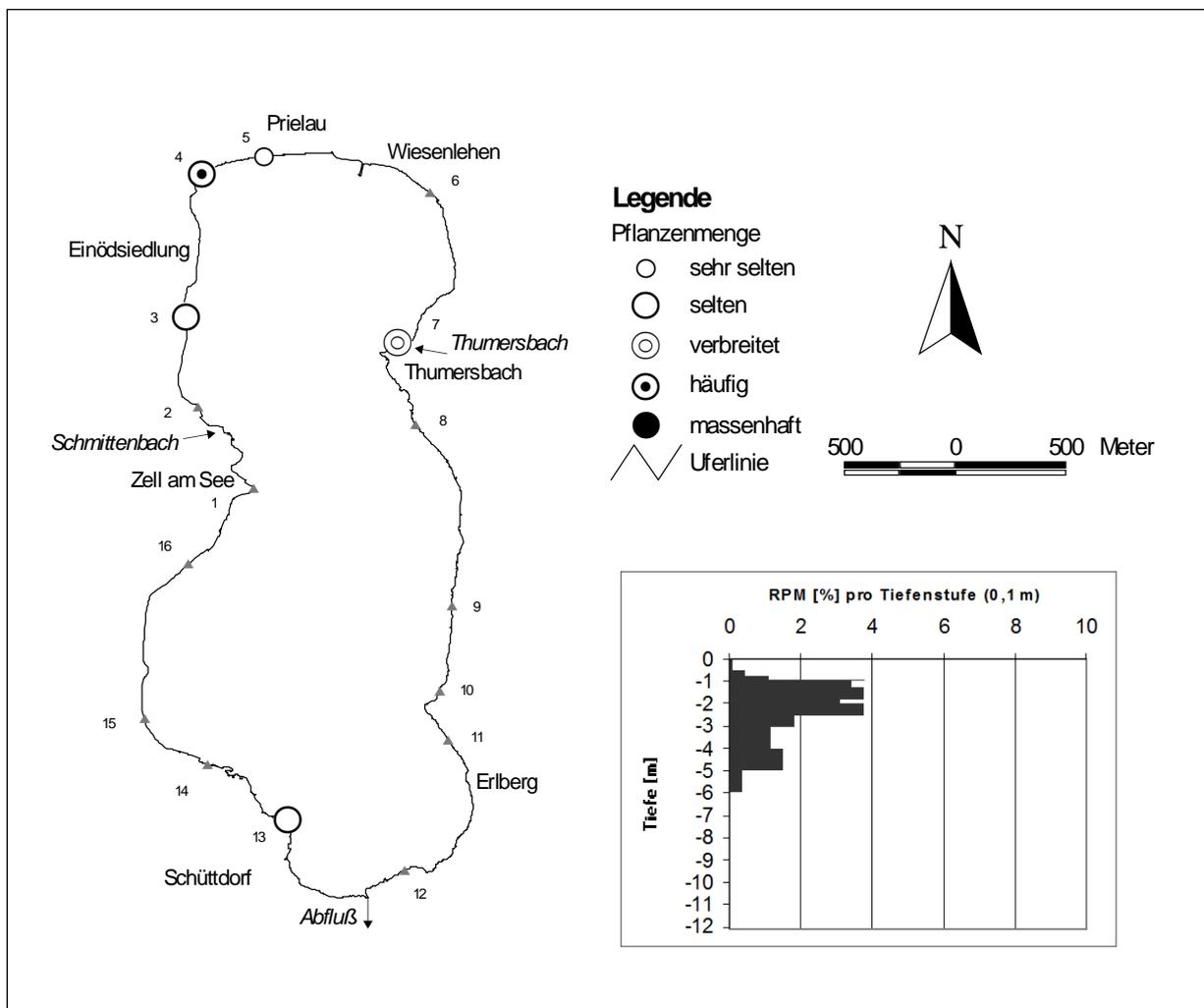


Abb. 64: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton lucens* im Zeller See.

Potamogeton pusillus (Zwerg-Laichkraut)

Das Zwerg-Laichkraut besitzt hinsichtlich seiner Nährstoffansprüche eine relativ weite Amplitude (KÖHLER et al., 1974; MELZER et al., 1988). Bevorzugt werden als Standorte wohl eher mäßig nährstoffreiche bis nährstoffreiche Gewässer (CASPER & KRAUSCH, 1980), *Potamogeton pusillus* ist jedoch auch in oligotrophen Seen immer wieder anzutreffen (PALL & HARLACHER 1992, PALL, 1996; PALL et al., in prep.). Am Zeller See zählt das Zwerg-Laichkraut zu den seltenen Arten. Es ist am

Nord- und am Süde des Sees, also in den Gewässerbereichen mit flach abfallenden Ufern, zu finden (Abb. 65).

Hauptstandorte, an denen die Vorkommen mit „verbreitet“ bewertet wurden, liegen in Transekt 4 im nördlichen und in Transekt 14 im südlichen Seebecken. *Potamogeton pusillus* dringt hier bis in eine Tiefe von 2,5 m vor und entwickelt Sprosslängen von 50 bis 100 cm.

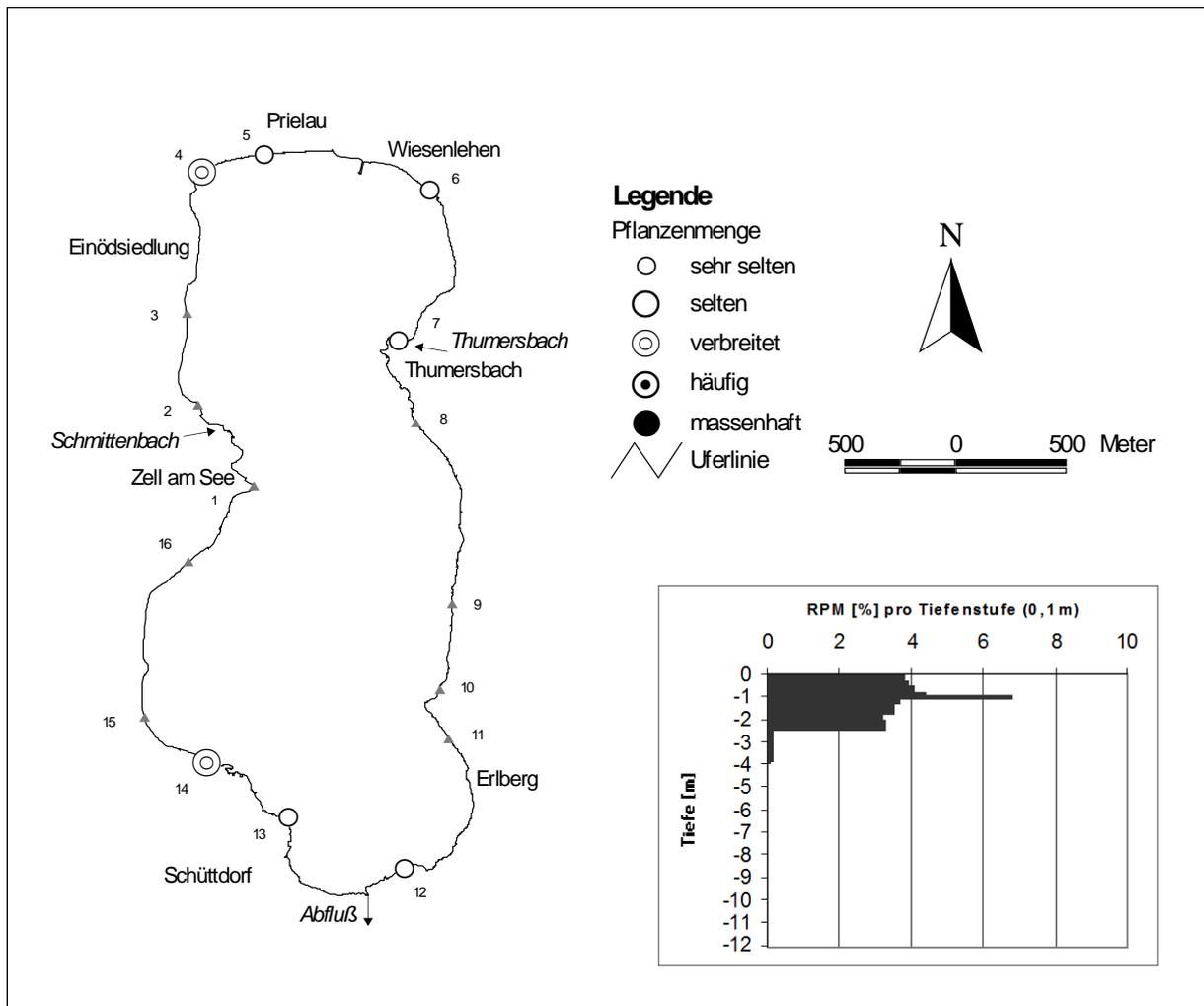


Abb. 65: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton pusillus* im Zeller See.

3.3.4.2 Röhrichtvegetation

Als Röhricht bezeichnet man die Vegetationseinheit in der Übergangszone zwischen Gewässer und Land. Unter günstigen Bedingungen bildet diese, in Mitteleuropa meist vom Gemeinen Schilfrohr (*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). Vor allem auch für viele Fischarten sind die ins Wasser reichenden Röhrichtbestände von großer Bedeutung.

Daneben schützt das Röhricht durch sein dichtes Rhizomnetz vor Ufererosion (BINZ, 1980; SUKOPP & MARKSTEIN, 1989; DITTRICH & WESTRICH, 1990). Aus zufließendem Oberflächenwasser filtriert es als Sedimentationsfalle Feststoffe und nimmt einen großen Anteil der mitgeführten Nährstoffe auf (KSENOFONTOVA, 1989; DYCJOVA, 1990; KRAMBECK, 1990). Weiterhin 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).

An zahlreichen Seen Mitteleuropas kam es in den 1970er und 1980er Jahren zu einem drastischen Rückgang der unterhalb der Mittelwasserlinie wurzenden Schilfbestände (Wasserschilf). Dieses sog. Schilfsterben war Jahrzehnte lang Gebiet intensiver Forschungen. Hierbei konnten eine Vielzahl unterschiedlicher Ursachen dingfest gemacht werden. Als Hauptgründe können die Eutrophierung und damit einhergehende Erscheinungen, wie z.B. Algenbildung, Schädlingsbefall durch Schwächung der Vitalität, erhöhte Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Belastungen durch Verminderung der Halmfestigkeit sowie besonders auch Eingriffe in die Hydrologie der Gewässer durch Veränderung der Wasserspiegellagen genannt werden. Eine umfassende Zusammenschau der kausalen Zusammenhänge des Phänomens Schilfsterben ist

in OSTENDORP (1989) wiedergegeben, weshalb hier auf eine genauere Beschreibung verzichtet werden soll.

Auch am Zeller See kann davon ausgegangen werden, dass das Schilf ursprünglich weiter verbreitet war und seine Bestände vor allem auch weiter ins Wasser hinein reichten. Dies belegen eindrucksvoll die stellenweise ausgedehnten unterseeischen „Stoppelfelder“ ehemaliger Schilfbestände.

Im Rahmen der Echosondierung erfolgte am Zeller See eine exakte Einmessung der Schilfbestände mittels dGPS und Boot. Für *Phragmites australis* liegt daher eine die gesamte Uferlinie des Sees umfassende Aufnahme vor. Demnach weist der Zeller See nur im Bereich der südlichen Verlandungszone etwa von Schüttdorf bis Erlberg einen typischen Schilfgürtel auf. Das Schilf bildet hier durchwegs „sehr dichte“ Bestände und erreicht Halmlängen von bis zu 4 m. Allerdings reichen die Bestände hier über weite Bereiche nicht ins Wasser, so dass sie in der kartographischen Darstellung (Abb. 66) z.B. zwischen Transekt 13 und dem Seeabfluss nicht aufscheinen. Weitere, kleinere Bestände finden sich am Nord- und Südende des Verlandungskegels, den der Thumersbach in den See vorgeschoben hat.

Im Rahmen der Transektkartierung wurden als weitere Röhrichtarten *Schoenoplectus lacustris*, *Carex* sp. und *Lythrum salicaria* nachgewiesen. Die drei Arten waren jeweils nur in einem Transekt vorhanden, so dass ihre Verbreitung gemeinsam mit jener des Schilfs dargestellt wird (Abb. 66). Die Grüne Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*) wurde in Transekt 11, nördlich von Erlberg gefunden. Eine nicht näher determinierbare Seggenart (*Carex* sp.) sowie der Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*) wurden in Transekt 13 bei Schüttdorf vorgefunden.

Mengenmäßig spielen die im Wasser stehenden Röhrichtbestände am Zeller See lediglich eine untergeordnete Rolle. Selbst das dominierende Schilfrohr ist lediglich mit 0,7 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt.

Phragmites australis (Schilf) und Begleitarten

Schilfrohrbestände kommen nur in den Transekten 11-13, die im Verlandungsteil des Sees am Süden liegen, und im Transekt 8, südlich der Schiffstation von Thumersbach am Westufer des Zeller Sees, vor (Abb. 66). *Phragmites australis* bildet am Süden des Sees einen breiten Röhrichtgürtel, der Wuchshöhen zwischen 3,0 und 3,5 m erreicht und bis zu einem halben Meter Wassertiefe in den See vordringt. Begleitarten sind lediglich *Carex sp.* und

Lythrum salicaria, die nur in Transekt 13, südlich des Bades von Schüttdorf zu Beginn der Verlandungszone in Einzelexemplaren (Häufigkeitsstufe 1, sehr selten) angetroffen wurden, sowie *Schoenoplectus lacustris*, welches in Transekt 11, auf Höhe von Erlhof, mit dem Schilfrohr vergesellschaftet ist. Die Grüne Teichbinse gilt hier als verbreitet und erreicht Halmlängen bis zu 2,5 m.

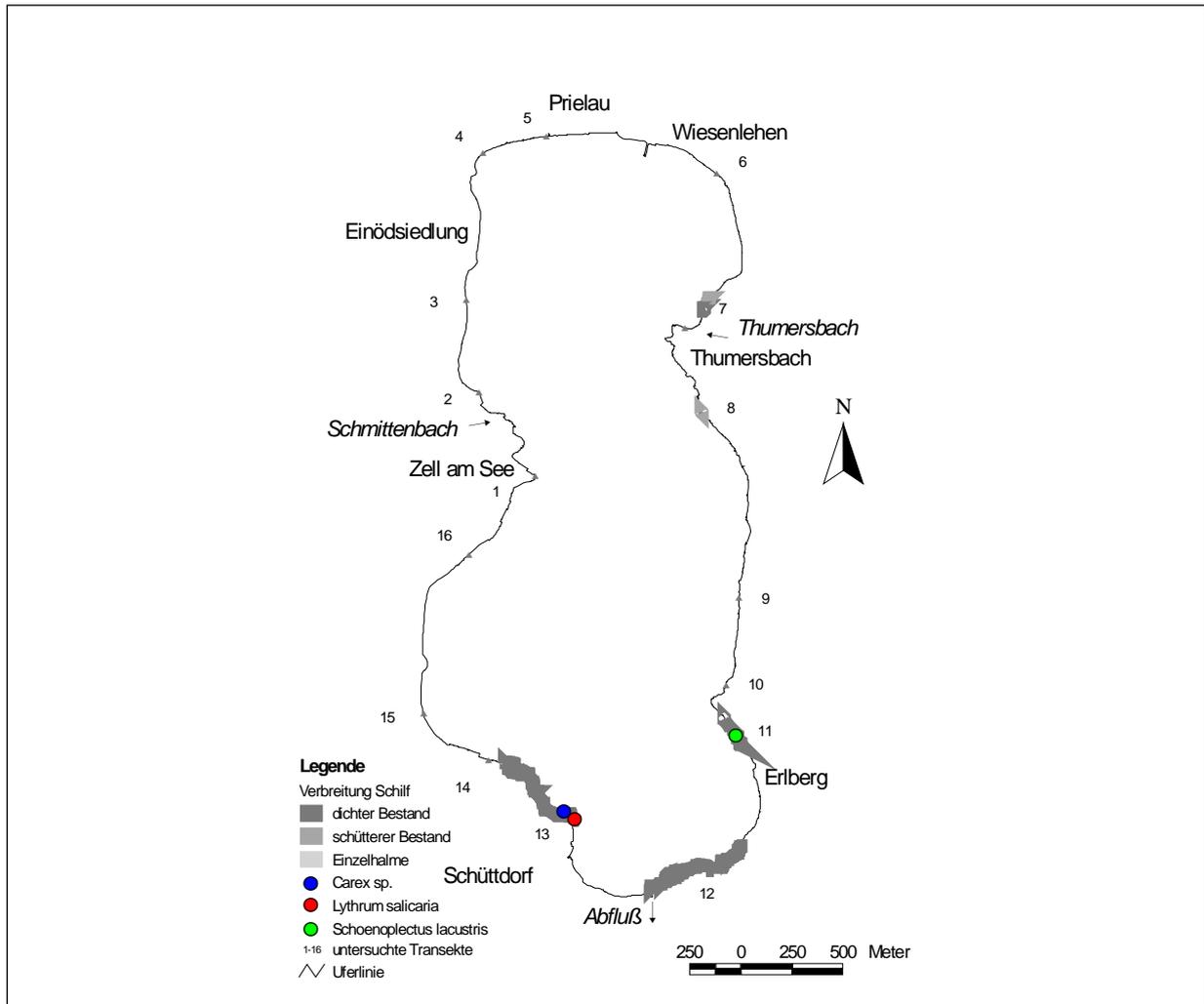


Abb. 66: Vorkommen der Röhrichtarten im Zeller See.

Schwarz: *Phragmites australis*; Grün: *Schoenoplectus lacustris*; Blau: *Carex sp.*; Rot: *Lythrum salicaria*.

3.3.5 Vegetationsausstattung der einzelnen Transekte

3.3.5.1 Vegetationsgrenzen der einzelnen Transekte (Submerse Vegetation)

Die untere Ausbreitungsgrenze der submersen Vegetation liegt im Zeller See zwischen 5 und 12 m (Abb. 67). Die größte Wassertiefe erreicht dabei in Transekt 10 bei Erlhof am Ostufer des südlichen Seebeckens *Nitella syncarpa*. In den Transekten 12 und 15 befindet sich die Vegetationsgrenze bei

11 m und wird durch *Nitella opaca* und *Nitellopsis obtusa* (nur Transekt 12) gebildet.

Die geringste Tiefenausbreitung der aquatischen Vegetation ist in Transekt 7 im Zuflussbereich des Thumersbaches mit 5 m gegeben.

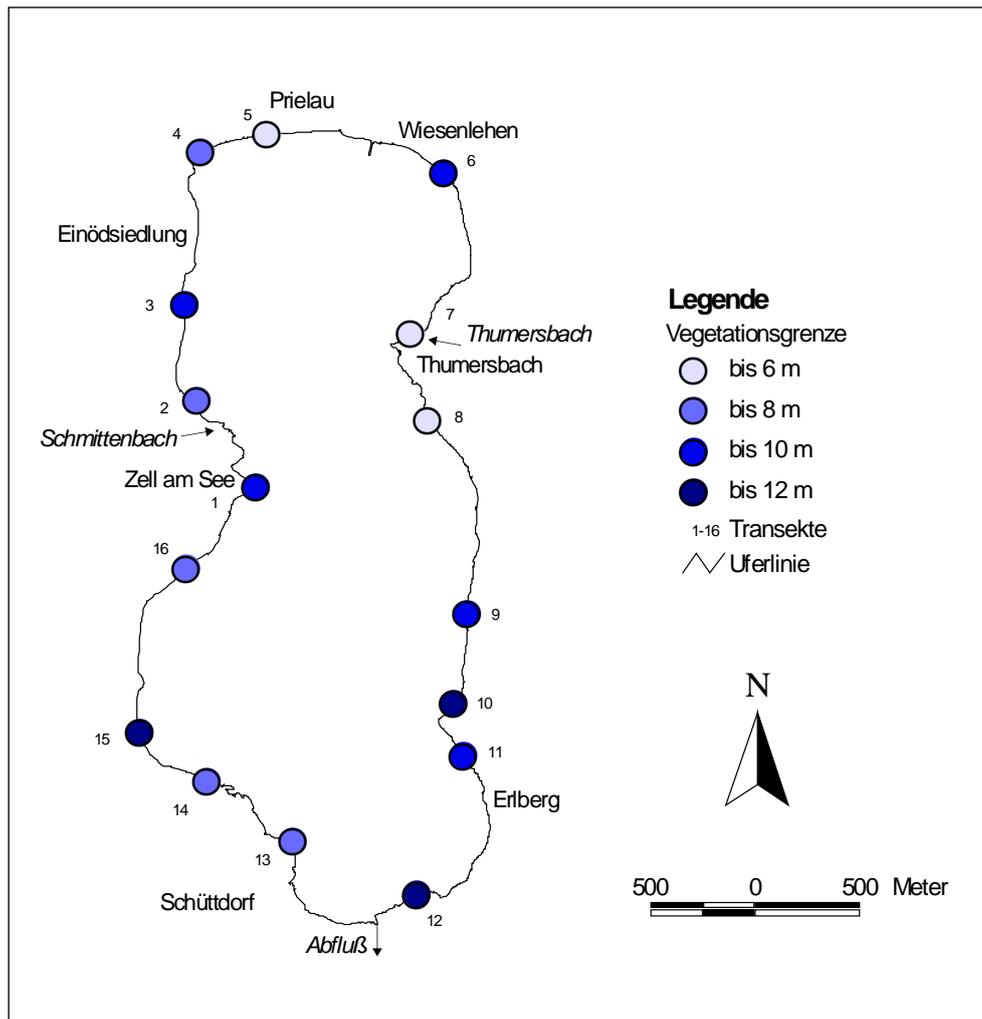


Abb. 67: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Zeller Sees.

3.3.5.2 Artenanzahl in den einzelnen Transekten (Submerse Vegetation)

Das mit Abstand artenreichste Inventar mit 12 Arten weist Transekt 13, in der Verlandungszone des südlichen Seebeckens gelegen, auf (Abb. 68). Hier finden sich zwei der vier Röhrichtarten (*Phragmites australis* und *Schoenoplectus lacustris*), vier der sechs Characeenarten (*Chara aspera*, *Chara delicatula*, *Chara globularis* und *Nitella syncarpa*) sowie sechs der sieben im Zeller See vorkommenden submersen Spermatophyten. Nur *Potamogeton crispus* fehlt von dieser Makrophytengruppe.

In den Transekten 5 und 11 werden noch 8 Makrophytenarten gefunden.

Die geringsten Artenanzahlen weisen das Transekt 8 mit nur zwei Arten, *Phragmites australis* und *Chara delicatula*, sowie die Transekte 1, 7 und 16 mit jeweils drei Arten auf. Diese Transekte sind mit Ausnahme von Transekt 7 auch nur in geringer Dichte bewachsen.

Durchschnittlich werden 5,5 Arten pro Transekt am Zeller See gezählt.

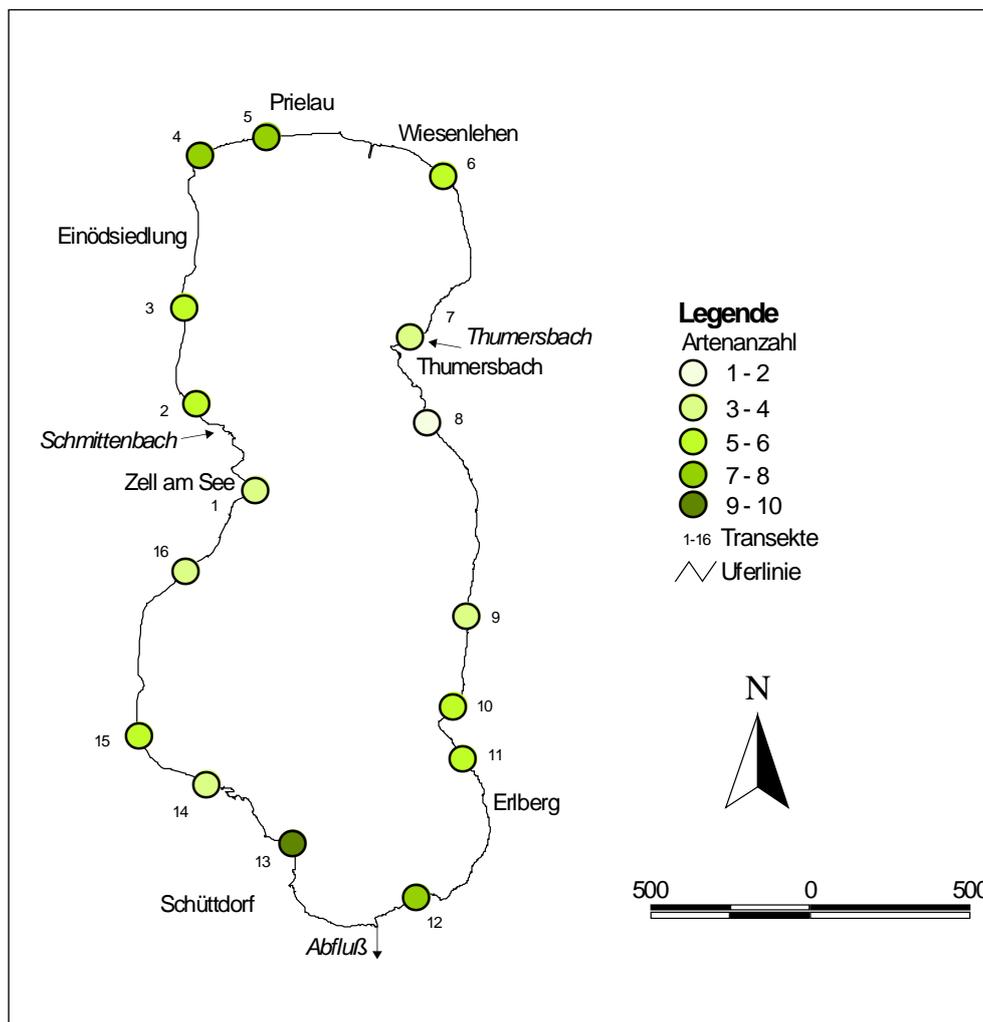


Abb. 68: Artenanzahl in den einzelnen Transekten im Zeller See.

3.3.5.3 Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten (Submerse Vegetation)

In den Gewässerabschnitten mit flach abfallenden Ufern, d.h. am Nord- bzw. Südufer des Sees, wachsen dichte bis sehr dichte Pflanzenbestände. Die Ost- und Westflanke des Seebeckens ist steil und mit schütterer bis mäßig dichter Vegetation ausgestattet (Abb. 69).

Die üppigste Wasserpflanzengesellschaft findet sich in Transekt 5 am Nordufer des Sees in Höhe Prielau. Vom Flachwasser bis zur Vegetationsgrenze, die sich bereits in 6 m Tiefe befindet, ist *Elodea cf. nuttallii* die dominierende Art mit Massenentwicklung. Lediglich *Potamogeton x cooperi* spielt als Begleitart mit Häufigkeitsstufe 3 eine Rolle, alle anderen Arten dieses Transekts sind nur vereinzelt vertreten.

Nur 4 von 16 Transekten weisen nennenswerte Populationen der Gattung *Chara* auf. Es handelt

sich zum einen um das Transekt 9, das insgesamt zwar nur die Bewertung „einzelne Pflanzenbestände“ erhält, aber die Makrophytenausstattung wird von *Chara delicatula* dominiert. In den Transekten 6, 10 und 13 finden sich dichte Pflanzenbestände. Zu dieser Einstufung tragen in Transekt 6 hauptsächlich *Chara delicatula*, *Chara globularis*, aber auch *Elodea cf. nuttallii* bei. In Transekt 10 sind neben *Chara globularis* *Nitella syncarpa* und *Myriophyllum spicatum* in größeren Mengen vorhanden, in Transekt 13 verteilt sich die Biomasse ziemlich gleichmäßig auf Characeen und submerse Höhere Pflanzen.

Die dichten Pflanzenbestände aller anderen Transekte mit dieser Bewertung werden fast ausschließlich von Spermatophyten gebildet.

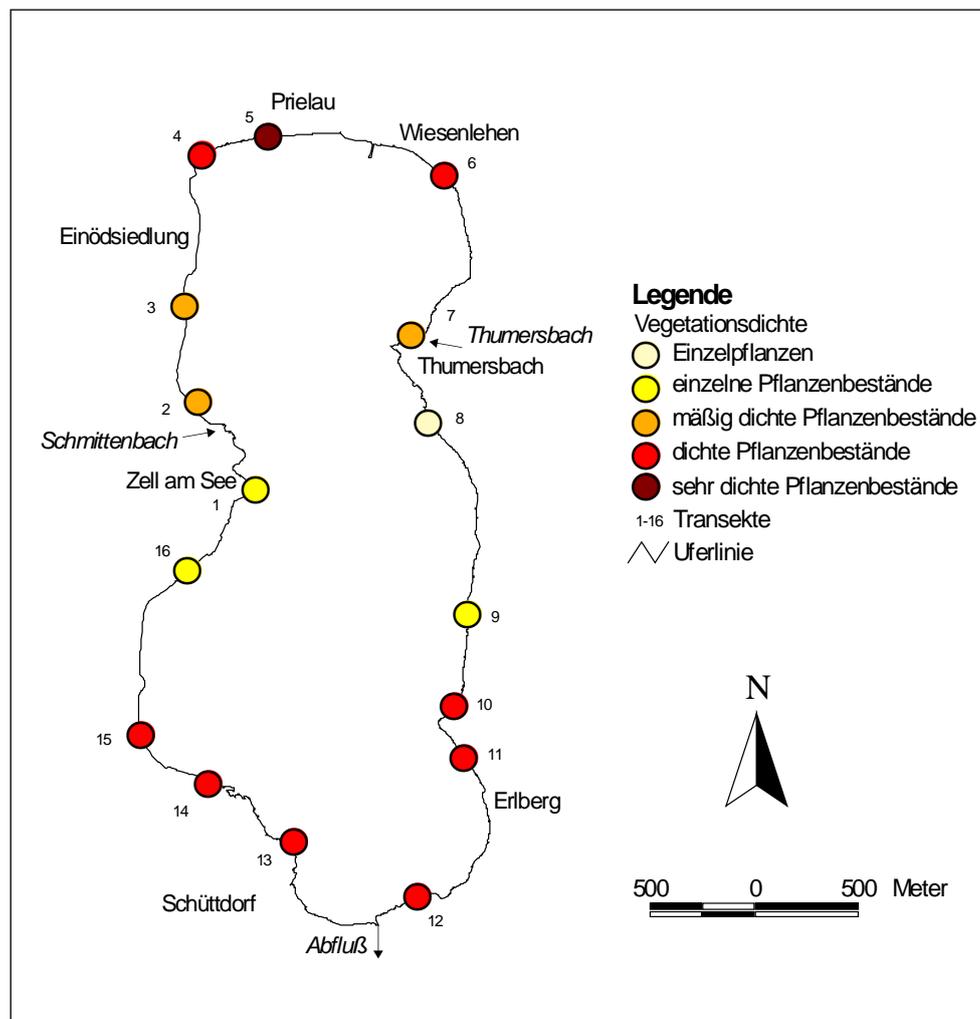
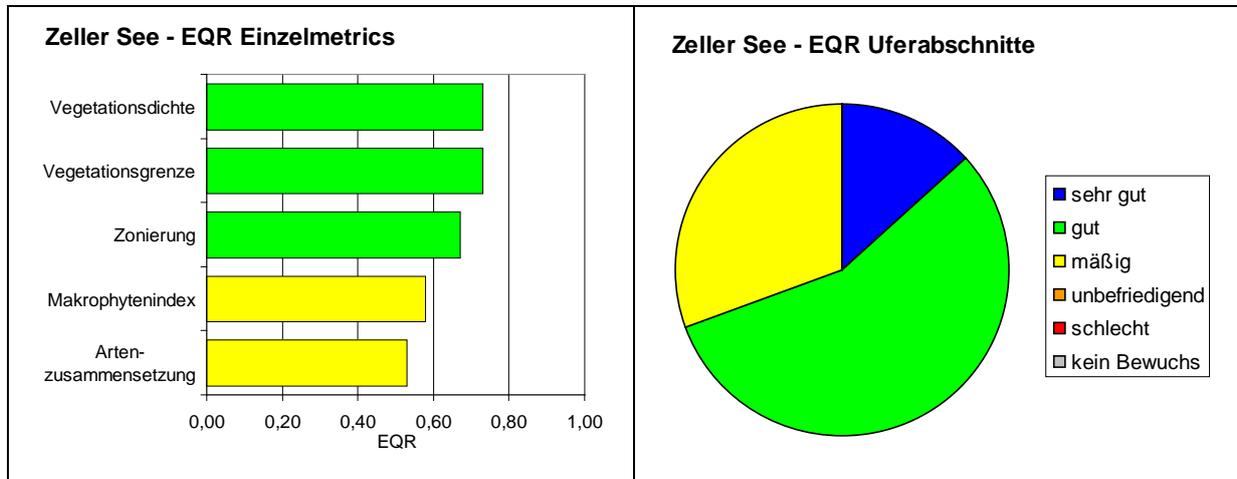


Abb. 69: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Zeller Sees.

3.3.6 Bewertung

ZELLER SEE – Bewertung



Der Zeller See befindet sich gemäß dem Modul „Trophie und allgemeine Degradation“ der Qualitätskomponente „Makrophytenvegetation“ im „guten Zustand“.

Für die einzelnen Metrics errechnen sich folgende Ergebnisse:

Die Metrics „Vegetationsdichte“, „Vegetationsgrenze“ und „Zonierung“ zeigen einen „guten Zustand“ an, die EQR-Werte der Metrics „Makrophytenindex“ und „Artenzusammensetzung“ liegen zwischen 0,4 und 0,6 und damit nur im „mäßigen“ Bereich.

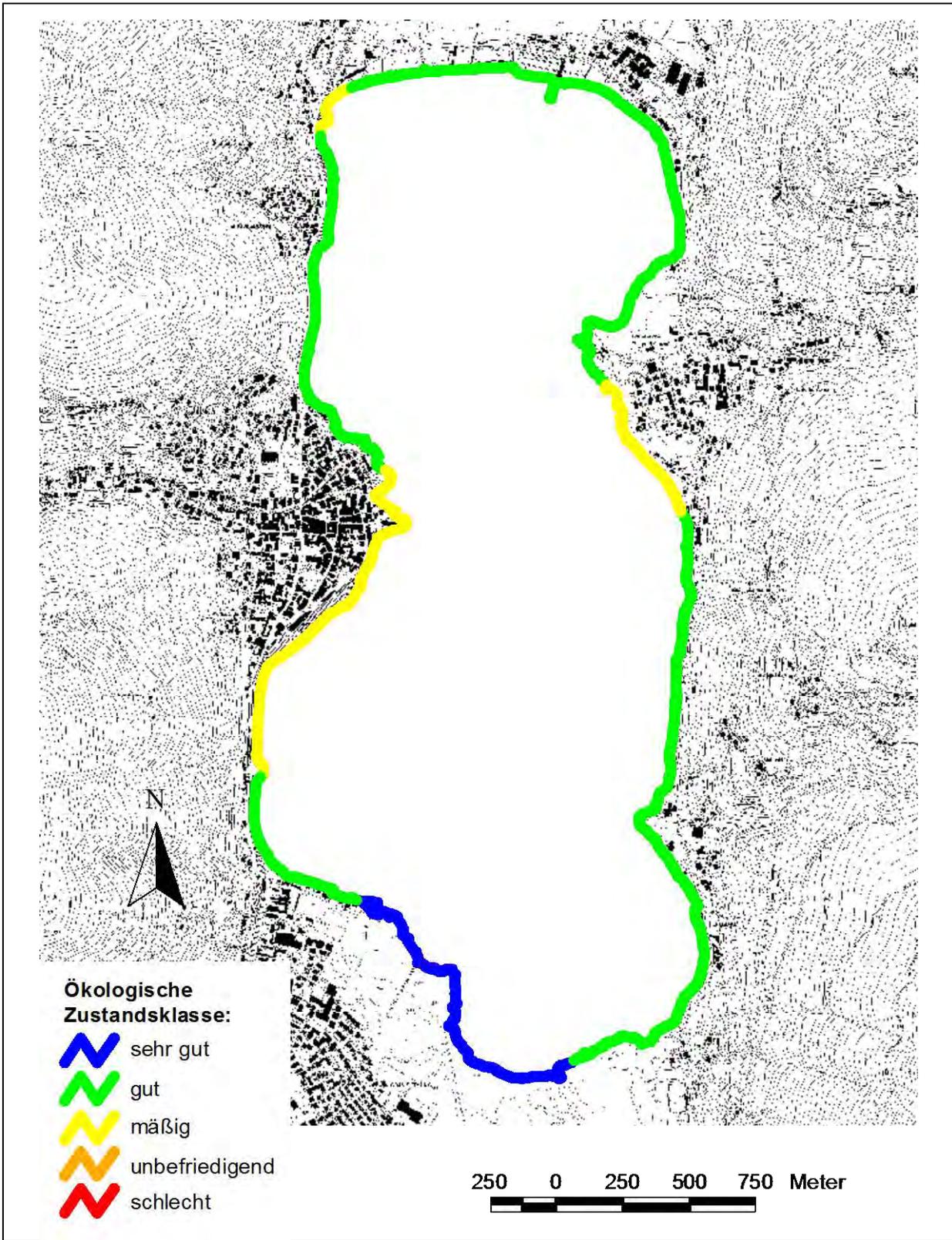
Über 13 % der Uferlänge des Zeller Sees indiziert die Makrophytenvegetation einen „sehr guten Zustand“. Für 56 % der Uferlänge ergibt sich ein „guter Zustand“, 31 % der Uferlänge weisen einen „mäßigen Zustand“ auf. „Unbefriedigende“ und „schlechte“ Uferabschnitte sind nicht vorhanden.

Der Kartendarstellung kann die Lage der unterschiedlich bewerteten Uferabschnitte entnommen werden. Nahezu entlang des gesamten

Südufers befindet sich im Hinterland ein ausgedehntes Verlandungsmoor. Der westliche Abschnitt ist frei von anthropogenen Nutzungen, die Makrophytenvegetation indiziert hier einen „sehr guten Zustand“. Im östlichen Teil findet sich ein öffentliches Bad. Die Makrophytenvegetation indiziert hier bereits nur mehr einen „guten Zustand“.

Im „mäßigen Zustand“ befinden sich die anthropogen stark genutzten Uferbereiche rund um Zell am See sowie um Thumersbach. Vor allem in Zell am See sind die Ufer überwiegend stark verbaut und Verkehrsflächen und Bebauung reichen meist bis an das Gewässer heran.

Auch in der Nordwestecke des Sees befindet sich ein Uferabschnitt nur im „mäßigen Zustand“. Hier zeigt das Einzelmetric „Makrophytenindex“ sogar einen „unbefriedigenden Zustand“ an. Die Ursache hierfür dürfte in einer deutlich erhöhten Nährstoffbelastung eines oder mehrerer der in diesem Bereich einmündenden Bäche liegen.



Ökologische Zustandsklasse Zeller See:	GUT
----------------------------------------	------------

3.3.7 Zusammenfassung

Im Sommer 2002 wurde eine Erhebung der Makrophytenvegetation des Zeller Sees durchgeführt. Die Kartierung erfolgte nach einer neuen, speziell auf die Erfordernisse der Wasserrahmenrichtlinie zugeschnittenen Kartierungsmethode. Diese kombiniert eine dGPS gekoppelte Echosondierung mit einer gezielten Betauchung ausgewählter Transekte.

Mit Hilfe der Echosondierung können auf Grund der Struktur der aquatischen Vegetation unterschiedliche Seebereiche ausgewiesen werden, in die sodann gezielt Transekte zur Erfassung des Artenspektrums sowie der artspezifischen Pflanzenmengen und Wuchshöhen gelegt werden. Hierdurch wird letztlich eine flächendeckende Aussage ermöglicht.

Im Zeller See wurden insgesamt 17 Makrophytenarten nachgewiesen. Vier davon zählen zu den Röhrichtarten, die übrigen 13 Arten wachsen submers. Erfreulich ist das Vorkommen von sechs Characeenarten, die generell als gefährdet gelten. Die restlichen Wasserpflanzen gehören zu den Spermatophyta. Schwimmblattarten und aquatische Moose fehlen. Besonders hervorzuheben sind auch die Nachweise von zwei weiteren Rote-Liste-Arten: *Eleocharis acicularis* und *Potamogeton pusillus*.

Am Zeller See dominieren mit weitem Abstand die submersen Höheren Pflanzen. Sie sind mit 66 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Characeen tragen 33 % zur aquatischen Vegetation bei, die Röhrichtarten spielen mit nur 1 % eine untergeordnete Rolle.

Die häufigste Wasserpflanze am Zeller See ist *Potamogeton × cooperi*. Das Laichkraut trägt 27 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von *Elodea canadensis* mit einem Anteil von 20 % und *Chara aspera* mit 16 %-igem Anteil an der Gesamtpflanzenmenge. Auf Position 4 in der Mengenrangskala befindet sich *Chara globularis*, gefolgt von *Myriophyllum spicatum* und *Eleocharis acicularis*. Alle anderen Arten sind mit deutlich unter 5 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Fünf von insgesamt 17 Arten tragen weniger als 1 % zur Gesamtpflanzenmenge bei. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Zeller Sees gehören alle Röhrichtarten sowie *Potamogeton crispus*.

Ein intakter Röhrichtgürtel ist nur in der Verlandungszone am Süden des Sees ausgebildet. *Phragmites australis* ist die dominierende Art mit fast 90 % Anteil an der Gesamtpflanzenmenge der Röhrichtarten. *Schoenoplectus lacustris* erreicht 13 %, *Carex sp.* und *Lythrum salicaria* sind mengenmäßig praktisch unbedeutend.

Innerhalb der submersen Höheren Pflanzen dominieren *Potamogeton × cooperi* und *Elodea canadensis*, die zusammen 70 % der Gesamtpflanzenmenge dieser Makrophytengruppe stellen. *Myriophyllum spicatum* trägt noch gut 10 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von *Eleocharis acicularis* (8 %) und *Potamogeton lucens* (6 %). *Potamogeton pusillus* und *Potamogeton crispus* unterschreiten deutlich die 5 %-Marke.

Die beiden dominierenden Characeenarten sind *Chara aspera* und *Chara globularis*. Letztere leistet mit 30 % Anteil an der Gesamtpflanzenmenge der Characeenvegetation allerdings einen deutlich geringeren Beitrag als *Chara aspera* (49 %). Alle anderen Arten beteiligen sich mit ca. 5 % an der Gesamtpflanzenmenge der Characeen.

Die Verbreitung jeder einzelnen Art wurde graphisch dargestellt und beschrieben und hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche interpretiert.

Die untere Ausbreitungsgrenze der submersen Vegetation liegt im Zeller See zwischen 5 und 12 m. Im Mittel wurden am Zeller See 5,5 Arten pro Transekt nachgewiesen (Maximum 12 Arten, Minimum 2 Arten). In den Gewässerabschnitten mit flach abfallenden Ufern, d.h. am Nord- bzw. Süden des Sees, wachsen dichte bis sehr dichte Pflanzenbestände. Die Ost- und Westflanke des Seebeckens ist steil und mit schütterer bis mäßig dichter Vegetation ausgestattet.

Mit den durchgeführten Untersuchungen sind sämtliche Erfordernisse für die Bewertung der Makrophytenvegetation des Zeller Sees nach Wasserrahmenrichtlinie erfüllt. Weiterführende Auswertungen erfolgen im Zuge des Projekts zur Erstellung eines Bewertungsschemas für alle österreichischen Seen <50ha im Auftrag des BMLFUW. Die Ergebnisse für den Zeller See werden nach Abschluss dieses Projektes nachgereicht.

4 GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abundanz: „Mengengrad“, in der Ökologie verwendet zur Wiedergabe der Dichte bzw. Häufigkeit von einzelnen Arten, bezogen auf eine bestimmte Flächen- oder Volumeneinheit. Zur Beschreibung der Abundanz wird für die Qualitätskomponente Makrophyten der → „Pflanzenmengenindex“ herangezogen.

Allelopathisches Abwehrvermögen: Zwischen- oder innerartliche (meist) hemmende Wirkung einer Pflanze auf Entwicklung, Wachstum, etc. einer anderen Pflanze.

Benthal: Bezeichnet den Lebensbereich am, auf und im Boden eines Gewässers.

Biomasse: Menge lebender Organismen in Masse- oder Volumeneinheit, meist bezogen auf eine Volumen- oder Flächeneinheit. Die Biomasse ist die Grundlage der Produktion.

Bioregion: Der Anspruch an eine Bioregion ist, dass sie von typischen Biozönosen (Lebensgemeinschaften) besiedelt wird, deren Zusammensetzung und funktionelle Struktur innerhalb einer Bioregion mehr Ähnlichkeit aufweist als zwischen den Bioregionen. MOOG et al. (2001) konnten auf Basis des Makrozoobenthos 15 Bioregionen in Österreich differenzieren.

DGPS: DGPS steht für „Differenzielles GPS“. Es dient der Verbesserung der durch GPS bestimmten Positionen. Dabei werden mehrere GPS-Empfänger zur Erhöhung der Genauigkeit verwendet. An einem stationären GPS Empfänger mit genau eingemessener Position, der Basisstation, werden das GPS Signal empfangen sowie die verzeichneten Messfehler zu Korrekturdaten umgerechnet und per Funk an andere GPS-Geräte, die sogenannten Rover, übermittelt. Mit Hilfe der Korrekturdaten der Basisstation kann ein Rover die von ihm gemessenen Positionen verbessern.

Epilimnion: Oberflächenschicht eines Sees während der Stagnation. Epilimnion ist ein Begriff aus der Thermik eines Sees.

EQR: „Ecological Quality Index“: Abweichung vom Referenzzustand.

Euphotische Zone: Oberflächenschicht eines Gewässers bis 1% der Helligkeit in der Tiefe (100%= Intensität direkt unter der Wasseroberfläche).

Eutroph: nährstoffreich, Gesamtphosphorgehalt als indirekter Trophieparameter lt ÖNORM M 6231 zwischen >20 µg/l und 60 µg/l.

Eutrophierung: Jede Zunahme der Primärproduktion in Gewässern durch natürliche oder künstliche Nährstoffzufuhr, aber auch durch andere Faktoren, z.B. Änderungen von Temperatur, Lichtklima, Fischbeständen oder durch bessere Nährstoffverfügbarkeit.

GPS: GPS steht für „Global Positioning System“. Es handelt sich dabei um ein satellitengestütztes Navigationssystem des US-Verteidigungsministeriums zur weltweiten Positionsbestimmung. Typische GPS-Empfänger für die zivile Nutzung bieten heute eine Genauigkeit von einigen Metern Abweichung zwischen der tatsächlichen und der per GPS bestimmten Position.

GZÜV: Gewässerzustandsüberwachungsverordnung

Hypolimnion: Tiefenwasserbereich eines Sees unterhalb der Sprungschicht. Hypolimnion ist ein Begriff der Thermik.

JM: Jahresmittel

Litoral: Uferbereich eines stehenden Gewässers, der vom Hochwasser-Überflutungsbereich bis zu jener Tiefe im See reicht, bei der die Lichtverhältnisse für das Wachstum pflanzlicher Organismen ausreichen.

Makrophyten: Die Definitionen des Begriffs „Makrophyten“ wird in der Literatur nicht ganz einheitlich gehandhabt. Im traditionellen Sinne versteht man darunter Wasserpflanzen mit gegliedertem Sprossaufbau, die in der Regel mit dem freien Auge bis zur Art bestimmbar sind und deren photosynthetisch aktive Teile dauernd oder zumindest für einige Monate im Jahr untergetaucht leben oder auf der Wasseroberfläche treiben (COOK et al., 1974; CASPER & KRAUSCH, 1980). Hierzu zählen Arten der Abteilungen Charophyta (Armeleuchteralgen), Bryophyta (Moose), Pteridophyta (Farne) und Spermatophyta (Samenpflanzen).

Makrophytentypologie: Typisierung der österreichischen Seen mit Hilfe der Makrophytenvegetation. Basierend auf den österreichischen Bioregionen nach MOOG et al. (2001) und den Ökoregionen nach ILLIES (1978) sowie der Höhenlage.

Mesotrophent: Arten oder Gesellschaften, die → mesotrophe Standorte besiedeln.

Mesotroph: mäßig nährstoffreich, Gesamtphosphorgehalt als indirekter Trophieparameter lt ÖNORM M 6231 zwischen >10 µg/l und 20 µg/l.

m ü. A.: Höhe über dem Meeresspiegel, bezogen auf 1875 und 1900 festgelegte mittlere Pegelstände der Adria am Molo Sartorio von Triest.

Neophyt: Pflanze, die sich ohne oder mit menschlicher Einflussnahme in einem Gebiet etabliert hat, in dem sie zuvor nicht heimisch war.

Ökoregion: Nach ökologisch-naturräumlichen Gesichtspunkten gefasste landschaftliche Großeinheit. Hier Ökoregionen nach ILLIES (1978).

Oligotrophent: Arten oder Gesellschaften, die → oligotrophe Standorte besiedeln.

Oligotroph: nährstoffarm, Gesamtphosphorgehalt als indirekter Trophieparameter weniger bis 10 µg/l.

Pflanzenmengenindex: Nach KOHLER (1978). Schätzwert (im Folgenden als PMI bezeichnet) für die Menge jeder einzelnen in einer Untersuchungsstrecke auftretenden Makrophytenart, unter Berücksichtigung ihrer flächenmäßigen Ausdehnung sowie der Bestandsdichte, relativ zu der für Pflanzenart und Standorttyp möglichen maximalen Ausprägung. Die *empirische Schätzung* der Pflanzenmenge erfolgt nach einer 5-stufigen Skala: 1 = sehr selten, vereinzelt / 2 = selten / 3 = verbreitet / 4 = häufig / 5 = sehr häufig, massenhaft.

Referenzstellen: Transekte, in denen und in deren Umgebung keine anthropogenen Beeinträchtigungen erkennbar sind und deren Vegetationsverhältnisse somit den natürlichen, anthropogen unbeeinflussten Zustand widerspiegeln.

Renaturierung: Maßnahmen für Rückführung des Gewässers in einen nach Struktur und Funktion naturnahen Zustand werden unter dem Begriff der „Renaturierung“ zusammengefasst.

Reoligotrophierung: Nährstoffabnahme nach vorheriger Eutrophierung.

Rhizom: Ausdauernde, meist unterirdisch wachsende Sprossachse. Rhizome dienen der Speicherung von Nährstoffen sowie der vegetativen Vermehrung.

Rover: Ein DGPS-Empfänger der einerseits die GPS-Signale, andererseits die Korrektursignale einer Basisstation empfängt und verarbeitet. Durch die von der Basisstation per Funk übermittelten Korrekturdaten erzielt der Rover eine wesentlich verbesserte Positionsbestimmung.

RTCM: SC-104 RTCM SC-104 steht für einen von der US-amerikanischen Organisation „Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM)“ etablierten Standard zur Übertragung von DGPS-Korrekturdaten.

RTK: RTK steht für „Real-Time-Kinematik“. Bei einem nach RTK arbeitendem DGPS-System wird die Position eines Rovers mit Hilfe der Korrekturdaten der Basisstation in Echtzeit bestimmt.

Seentyp: Bezieht sich in der vorliegenden Handlungsanweisung auf die Makrophytentypologie.

Thallus: Der Thallus ist der vielzellige Vegetationskörper bei Pflanzen, der nicht in Sprossachse, Wurzel und Blatt unterteilt ist. Solche niederen Pflanzen nennt man Thallophyten oder Lagerpflanzen. Dazu zählen die meisten Algen, Pilze (Fungi), Flechten (Lichenes) und Moose.

Tiefenstufe: Definierter Tiefenbereich eines Transektes, der sich nach der Zonierung der Makrophytenvegetation im See richtet.

Transekt: Untersuchungsstelle im See. Bandförmiger, 25 m breiter Bereich im rechten Winkel zur Uferlinie, der von der Wasseranschlagslinie (langjähriges Mittelwasser) bis zur unteren Grenze der Makrophytenvegetation reicht. Je nach Seegröße, Variabilität der Morphologie und Ausprägung der Makrophytenvegetation ist eine unterschiedliche Anzahl von Transekten pro See zu untersuchen.

Trophie: Intensität der photoautotrophen Produktion.

Vegetationsgrenze: Untere, in der Regel lichtlimitierte, Ausbreitungsgrenze der Makrophytenvegetation.

WRRL (Wasserrahmenrichtlinie): Die Wasserrahmenrichtlinie trat im Jahr 2000 in Kraft. Sie legt die Umweltziele für alle europäischen Oberflächengewässer und das Grundwasser fest. Ziele der Richtlinie sind der Schutz der Gewässer, die Vermeidung einer Verschlechterung sowie der Schutz und die Verbesserung des Zustands der direkt von den Gewässern abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt. Die WRRL wurde mit einer Novelle des Wasserrechtsgesetzes (WRG 1959) im Jahr 2003 in nationales Recht übernommen.

Wuchshöhe: Mittlere Wuchshöhe aller Pflanzen einer Art in einer Tiefenstufe.

Zonierung: Vegetationsabfolge der Makrophyten im Tiefenverlauf. Je nach Gewässertyp und Trophiegrad unterschiedliche Abfolge von Vegetationstypen.

5 LITERATUR

- ADLER, W., OSWALD, K. & FISCHER, R.; 1994: Exkursionsflora von Österreich.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien, 1180pp.
- AGAMI, M. & WAISEL, Y. (1985): Inter-relationships between *Najas marina* and three other species of aquatic macrophytes.- *Hydrobiologia* **126**, 169-173.
- AIKEN, S.G., NEWROTH, P.R. & WILE, I. (1979): The biology of Canadian weeds. 34. *Myriophyllum spicatum* L. - *Can. J. Plant. Sci.* **59**, 201-215.
- BINZ, H. R. (1980): Der Schilfrückgang - ein Ingenieurproblem? - *Jber. Verb. Schutz Landschaftsbild Zürichsee* **53**, 35-52.
- BLINDOW, I. (1988): Phosphorus toxicity in *Chara*. - *Aquat. Bot.* **32**: 393-395.
- BMLFUW (Hrsg.); 2006: Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil 3B - Makrophyten.- Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, Dezember 2006.
- BURNAND, J. (1980): Die Entwicklung des Röhrchits am Züricher Ufer des Zürichsees. - *Jber. Verb. Schutz Landschaftsbild Zürichsee* **53**, 53-69.
- CASPER, S. J. & KRAUSCH, H.-D. (1981): Pterido-phyta and Antophyta 2. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa - Hrsg. v. Ettl, H., Gerloff, J. Heyming, H., **24**, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 942pp.
- Cook, C.D.K. & URM-KÖNIG, K.; 1985: A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae).- *Aquat. Bot.* **21**, 111-156.
- CORILLION, 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 Umwelt-forschung*. - Schriftenreihe d. FB. Landschafts-entwicklung d. TU Berlin **71**, 86-93.
- DOLL, R. (1989): Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer im Norden der DDR Teil I. Die Gesellschaften des offenen Wassers (Characeen-Gesellschaften). - *Feddes Repertorium* **100/5-6**, 281-324.
- DUMFARTH, E. (2003): Vegetationskartierung mit Schall.- In: Strobl J., Blaschke, T. & Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XV*, Beiträge zum AGIT-Symposium 2003.
- DUMFARTH, E. (2004): Echosondierung Wolfgangsee 2003.- Untersuchung im Auftrag des Landes Salzburg, unveröff.
- DUMFARTH, E. & PALL, K. (2004): Mit Schall - Methoden zur Kartierung von Unterwasservegetation. In: *Der Vermessungsingenieur*, Heft 6/04.
- DYKJJOVA, D. (1990): Ökologische Funktion und Bedürfnisse des Röhrchits. 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. Landschafts-entwicklung d. TU Berlin **71**, 121-140.
- EHRENDORFER, F. (1973): *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas* - 2.Aufl., Stuttgart.
- 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.
- FOREST, H.S. (1977): Study of submersed aquatic vascular plants in northern glacial lakes, New York state, USA.- *Folia Geobot. Phytotax.* **12**, 329-341.
- FORSBERG, C. (1964): Phosphorus, a maximum factor in the growth of Characeae. - *Nature* **201**: 517-518.
- FORSBERG, C. (1965 a): Nutritional studies of *Chara* in axenic cultures. - *Physiologia Plantarum* **18**, 275-290.
- FORSBERG, C. (1965 b): Environmental conditions of swedish charophytes. - *Symb. Bot. Ups.* **18/4**, 1-67.
- GASSNER, H., JAGSCH, A., ZICK, D., BRUSCHEK, G. & FREY, I. (2002): Die Wassergüte ausgewählter Seen des oberösterreichischen und steirischen Salzkammergutes. *Schriftenreihe des BAW*, Band 15, Wien.
- GASSNER, H., JAGSCH, A., ZICK, D., BRUSCHEK, G., FREY, I. & MAYRHOFER, K. (2006): Die Wassergüte ausgewählter Seen des oberösterreichischen und steirischen Salzkammergutes. *Schriftenreihe des BAW*, Band 24, Wien.
- HELLQUIST, C. B. (1980): Correlation of alkalinity and the distribution of *Potamogeton* in New England. - *Rhodora* **82**, 331-344.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. & HIRZEL, R. (1967): *Flora der Schweiz I*. - Birkhäuser Verlag, Basel, 858pp.
- HUTCHINSON, G. E. (1975): *A treatise on limnology - Vol III, Limnological Botany*. - John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 660pp.
- ISEL, CHR. & IMHOF, TH. (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.
- JAGSCH, A. (1982): Hallstätter See und Wolfgangsee. *Limnologische Untersuchung Traunsee - Traun*, Bericht Nr. 7, Amt der OÖ. Landesregierung, Linz, 114pp.
- 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.
- 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.
- KOHLER, A. & JANAUER G.A. (1995): Zur Methodik der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern.- In Steinberg, C., Bernhardt, H. & Klapper, H. (Hrsg), *Handbuch Angewandte Limnologie*, Ecomed Verlag.

- KOHLER, A. & SCHIELE, S. (1985): Veränderungen von Flora und Vegetation in kalkreichen Fließgewässern der Friedberger Au (bei Augsburg) von 1972 bis 1982 unter veränderten Belastungsbedingungen.- Arch. Hydrobiol. 103/2, 137-199.
- KRAMBECK, C. (1990): Water quality protection by retention agricultural nonpoint source pollutants in riparian buffer strips and other wetland types. A review.
- KRAUSCH, H.-D. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. – Limnologica (Berlin) 2/2, 145-203.
- KRAUSE, A. (1972): Einfluss der Eutrophierung und anderer menschlicher Einwirkungen auf die Makrophytenvegetation der Oberflächengewässer.- Berichte über Landwirtschaft 50/1, 140-146.
- 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, W. (1997): Charales.- In: Ettl, H. & Gärtner G. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202pp.
- KRAUSE, W. (1985): Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armlauchteralge *Nitellopsis obtusa* (DESVAUX) J. GROVES. - Carolina 42, 31-42.
- 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): Röhrschutzmaßnahmen 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 végétal 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.
- LANGANGEN, A. & BLINDOW, I. (1995): Kransalgen *Tolypella canadensis* Sawa i Skandinavien.- Polarflokken 19/2, 131-137.
- MELZER, A. (1976): Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes Oberbayerischer Seen. - Diss. Bot. 34, Verl. J. Cramer, Vaduz, 195pp.
- MELZER, A. & HÜNERFELD, G. (1990): Die Makrophytenvegetation des Tegern-, Schlier- und Riegsees. - Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 2/90, 188pp.
- 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. & VOGT, E. (1987): Verbreitung und Ökologie makrophytischer Wasserpflanzen in fünfzig bayerischen Seen.- Berichte der ANL, Beiheft 6, 171pp.
- 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.
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K., SIRCH, R. & VOGT, E. (1986): Die Makrophytenvegetation des Chiemsees.- Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 4/86, 210pp.
- MORET, J. L. (1979): Les Grangettes - Objet naturel d'importance nationale. Les roselières lacustres. - Ber. d. Univers. Lausanne, 27pp.
- MOSS, B. (1983): The Norfolk Broadlands: experiments in the restoration of a complex wetland. - Biol. Rev. 58, 521-561.
- NIKLFELD, H.; 1986: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs.- Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (Wien) 5, 202pp.
- OSTENDORP, W.; 1989: "Die-back" of reeds in Europe - a critical review of literature.- Aquatic Botany 35, 5-26.
- 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.
- PALL, K. (1998): In Dokulil et al., 1998: Erstuntersuchen Hafengebiete Kuchelau.- Untersuchung im Auftrag der Stadt Wien, MA45, unveröff. Bericht.
- PALL, K. (1999): Characeen. In: Rott, E. et al.: Indikationslisten für Aufwuchsalgen, Teil 2: Trophieindikation und Autökologische Anmerkungen. – Hrsg.: Österr. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster.
- PALL, K. (1999): Die Makrophytenvegetation des Großen Vätersees.- Untersuchung im Auftrag des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin, unveröff. Bericht.
- PALL, K. (2004): Zur Methodik der Makrophyten-kartierung in Seen, in prep.
- PALL, K., MOSER, V., MAYERHOFER, S. & TILL, R.: 2001: Stichprobenartige Vegetationsuntersuchungen an einigen österreichischen Seen.- unveröff. Bericht.
- PALL, K. & HARLACHER, R. (1992): Die Makrophytenvegetation des Kochelsees. – Untersuchung im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes 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 2/2, 91-109.
- PALL, K. & JANAUER, G. A. (1999): Makrophyteninventar der Donau.- Schriftenreihe der Forschung im Verbund 38, 116pp.
- PALL, K. & Moser, V. (2006): Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil 3B – Makrophyten.- Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien, Dezember 2006.
- PALL, K. & JANAUER, G. A. (1999): Makrophyten. – In: 10 Jahre Gießgang Greifenstein, Schriftenreihe der Forschung im Verbund 47, 94-111.
- PALL, K., RÁTH, B. & JANAUER, G. A. (1995): 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.
- PRESTON, C.D. (1995): Pondweeds of Great Britain and Ireland.- Botanical Society of the British Isles (Ed.), BSBI Handbook No 8, 352pp.
- PRIES, E. (1985): Allgemeine Ursachen des Röhrichrückganges. - Naturschutzarbeit in Mecklenburg 28, 69-74.
- ROGERS, K. H. & BREEN, C. M. (1983): An investigation of macrophyte, epiphyte and grazer interactions. In: Wetzel (Editor), Periphyton of Freshwater Ecosystems. - Junk, The Hague, 217-226.
- ROTHMALER, W. (1995): Exkursionsflora von Deutschland, Band 4: Gefäßpflanzen, Kritischer Band.- Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 948pp.
- SAMPL, H., SCHULZ, L., GUSINE, R.-E. & TOMEK, H. (1982): Seenreinigung in Österreich.- Schriftenreihe „Wasserwirtschaft“ 6, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- SAMPL, H., SCHULZ, L., GUSINDE, R.-E. & TOMEK, H. (1989): Seenreinigung in Österreich. Fortschreibung 1981-1987.- Schriftenreihe „Wasserwirtschaft“ 6a, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- SCHÄFER, R. (1984): Schilfsterben. - Nature 5, 35-37.
- SEEFELDNER, E. (1961): Salzburg und seine Landschaften – Eine geographische Landeskunde.- Berglandbuch Salzburg, 1961.
- SLANINA, K. (1981): Zeller See, Ergebnisse der Basisuntersuchung 1979. – Wasserwirtschaftskataster, Teil I, BMLF, Wien.
- 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): Alleopatic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). - Oikos 39, 187-190.
- WIEGLEB, G. (1979): Der Zusammenhang zwischen Gewässergüte und Makrophytenvegetation in niedersächsischen Fließgewässern. – Landschaft + Stadt 11/1, 32-35.
- WOLFF, P. (1980): Die Hydrilleae (Hydrocharitaceae) in Europa.- Göttinger Flor. Rundbriefe, 14, 33-56.
- WOLFRAM, G. (2004): Hydromorphologische Referenzbedingungen von Seen in Österreich.- Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, unveröff. Bericht, 110pp.

6 ANHANG

Flächenbilanzen für emerse und submerse Makrophyten im Fuschlsee.

MAKROPHYTENVEGETATION DES FUSCHLSEES, FLÄCHENBILANZEN	Fläche [m ²]					gesamt	% der Litoralfäche
	0,0-0,5m	0,5-1,0m	1,0-2,0m	2,0-Veggr.	gesamt		
Vegetationseinheit							
Wasserschilf, dicht	22.225	2.586	316		13.912	6.241	2,5
Wasserschilf, schütter					6.241	1,1	
Wasserschilf, Einzelhalme					4.982	0,9	
Binsen, dicht	1.063	313	209	11	970	0,2	
Binsen, schütter					547	0,1	
Binsen, Einzelhalme					79	0,0	
Schwimmblattzone, dicht	163	135	6		304	0,1	
Characeen des Flachwassers, dicht		2.034	9.003		11.037	2,0	
Characeen des Flachwassers, schütter	5	2.097	7		2.108	0,4	
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	19.772	37.790	65.986	8.494	132.041	23,4	
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter	16.909	11.281	4.192		32.382	5,7	
Characeen des Flachwassers mit Arten des Laichkrautgürtels, dicht			10.433		10.433	1,9	
Characeen des mittleren Tiefenbereichs, dicht			3.566	10.535	14.101	2,5	
Characeen des mittleren Tiefenbereichs, schütter	160	348	1.658	15.993	18.158	3,2	
Characeen des mittleren Tiefenbereichs mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	2	1.080	6.850	25.165	33.097	5,9	
Characeen des mittleren Tiefenbereichs mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter	6.176	2.175	7.675	2.568	18.594	3,3	
Characeen des mittleren Tiefenbereichs mit Arten des Laichkrautgürtels, dicht			10.540	97.826	108.366	19,2	
Characeen der Tiefe, dicht				12.548	12.548	2,2	
Characeen der Tiefe, schütter				725	725	0,1	
Characeen der Tiefe mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht				639	639	0,1	
Nitella, dicht				10.035	10.035	1,8	
Nitella, schütter				33.295	33.295	5,9	
Nitella mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter				859	859	0,2	
Nitella mit Arten des Laichkrautgürtels, dicht				4.867	4.867	0,9	
Niederwüchsige Höhere Pflanzen, dicht			1.048		1.104	0,4	
Laichkrautgürtel mit Characeen, dicht				4.190	4.190	0,7	
Laichkrautgürtel mit Characeen, schütter				807	807	0,1	
ohne Bewuchs	39.677	34.078	2.489	9.639	85.883		15,2
Litoralfäche gesamt					563.351	100	
davon mit Bewuchs					477.468	84,8	
Schilf					25.134	4,5	
Binsen					1.596	0,3	
Schwimmblattvegetation					304	0,1	
Characeen, Reinbestände					102.007	18,1	
Characeen dominant					341.277	60,6	
Niederwüchsige Höhere Pflanzen, Reinbestände					2.152	0,4	
Laichkrautgürtel dominant					4.997	0,9	
Bewuchs dicht					358.693	63,7	
Bewuchs schütter					118.775	21,1	
ohne Bewuchs					85.883	15,2	

7 KARTEN

1	WOLFGANGSEE (Kartierungszeitraum: August 2013).....	201
2	FUSCHLSEE (Kartierungszeitraum: Oktober 2003)	237
3	ZELLER SEE (Kartierungszeitraum: August 2002)	255

Grundlagen:

Echosondierung: Fa. ICRA, Salzburg

Orthofotos & Kartengrundlagen: Salzburger Landesregierung

WOLFGANGSEE

submerse und emerse Makrophytenvegetation
(seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231
aufgenommen 2013

Lage der detailliert kartierten Transekte

Geländearbeit und Auswertung
der Makrophytenvegetation
durch die Fa. Systema Bio- und
Management Consulting GmbH, Wien, 2013

Orthofotos: Befliegung 20.5.2014, 22.7. und 1.8.2015

© SAGIS Copyrightvermerk für Weiterverwendung
<http://www.salzburg.gv.at/copyright>

Legende:

 Transekte Wolfgangsee

Tiefenlinien:

 Mittelwasseranschlaglinie (538,2 m ü.A.)

 5m Tiefenlinie

 10m Tiefenlinien

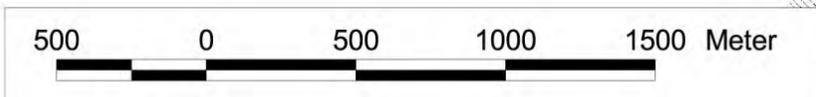
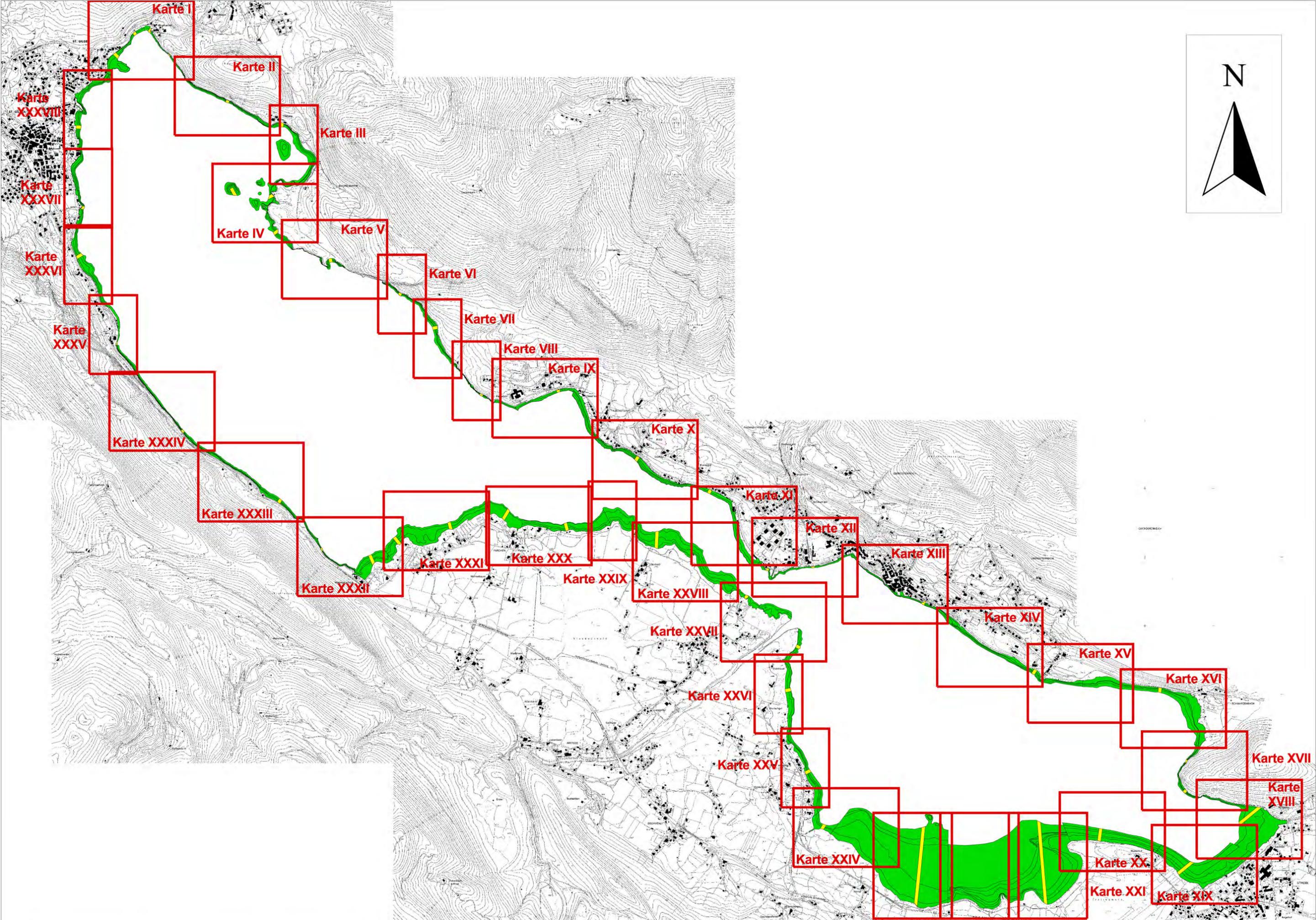
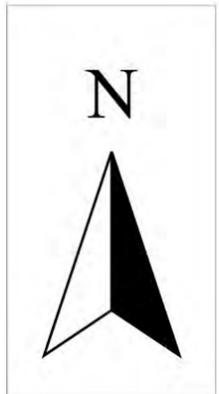
 tiefste Stelle (-112,3 m bzw.
-66,7 m)



500 250 0 500 1.000
Meter

Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz
erstellt am: 17.11.2016





LEGENDE:

Vegetationstyp

dicht	schütter	
		Schilf, Rohrkolben
		Binsen
		Schwimblattpflanzen
		Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen
		Höhere Pflanzen, niederwüchsig
		Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel)
		Characeen des mittleren Tiefenbereiches
		Characeenwiesen der Tiefe
		Nitellafluren
		kein Makrophytenbewuchs

zusätzliche Schraffuren:

	mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen
	mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels
	mit Characeen
	mit Moosen
	Uferlinie
	betauchte Transekte

50 0 50 100 Meter



MAKROPHYTENARTEN

Untergetauchte Vegetation

Charophyta

Cha asp*	<i>Chara aspera</i>
Cha con*	<i>Chara contraria</i>
Cha con var. his*	<i>Chara contraria</i> var. <i>hispidula</i>
Cha del*	<i>Chara delicatula</i>
Cha glo*	<i>Chara globularis</i>
Cha his*	<i>Chara hispida</i>
Cha int*	<i>Chara intermedia</i>
Cha tom*	<i>Chara tomentosa</i>
Nit opa*	<i>Nitella opaca</i>
Tol can*	<i>Tolypella canadensis</i>
Tol glo*	<i>Tolypella glomerata</i>

Bryophyta

Bra rut	<i>Brachythecium rutabulum</i>
Cae cus	<i>Calliergonella cuspidata</i>
Cap ste	<i>Campylium stellatum</i>
Cte mol	<i>Ctenidium molluscum</i>
Dre sen*	<i>Drepanocladus sendtneri</i>
Fis adi	<i>Fissidens adianthoides</i>
Fon ant	<i>Fontinalis antipyretica</i>
Pla und	<i>Plagiomnium undulatum</i>
Rhi pun	<i>Rhizomnium punctatum</i>

Spermatophyta

Elo can	<i>Elodea canadensis</i>
Myr spi	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Naj mar	<i>Najas marina</i>
Pot coo	<i>Potamogeton x cooperi</i>
Pot fil*	<i>Potamogeton filiformis</i>
Pot luc*	<i>Potamogeton lucens</i>
Pot pec	<i>Potamogeton pectinatus</i>
Pot per*	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Pot pus*	<i>Potamogeton pusillus</i>
Ran cir*	<i>Ranunculus circinatus</i>
Utr aus*	<i>Utricularia australis</i>
Zan pal*	<i>Zanichellia palustris</i>

Schwimblattpflanzen

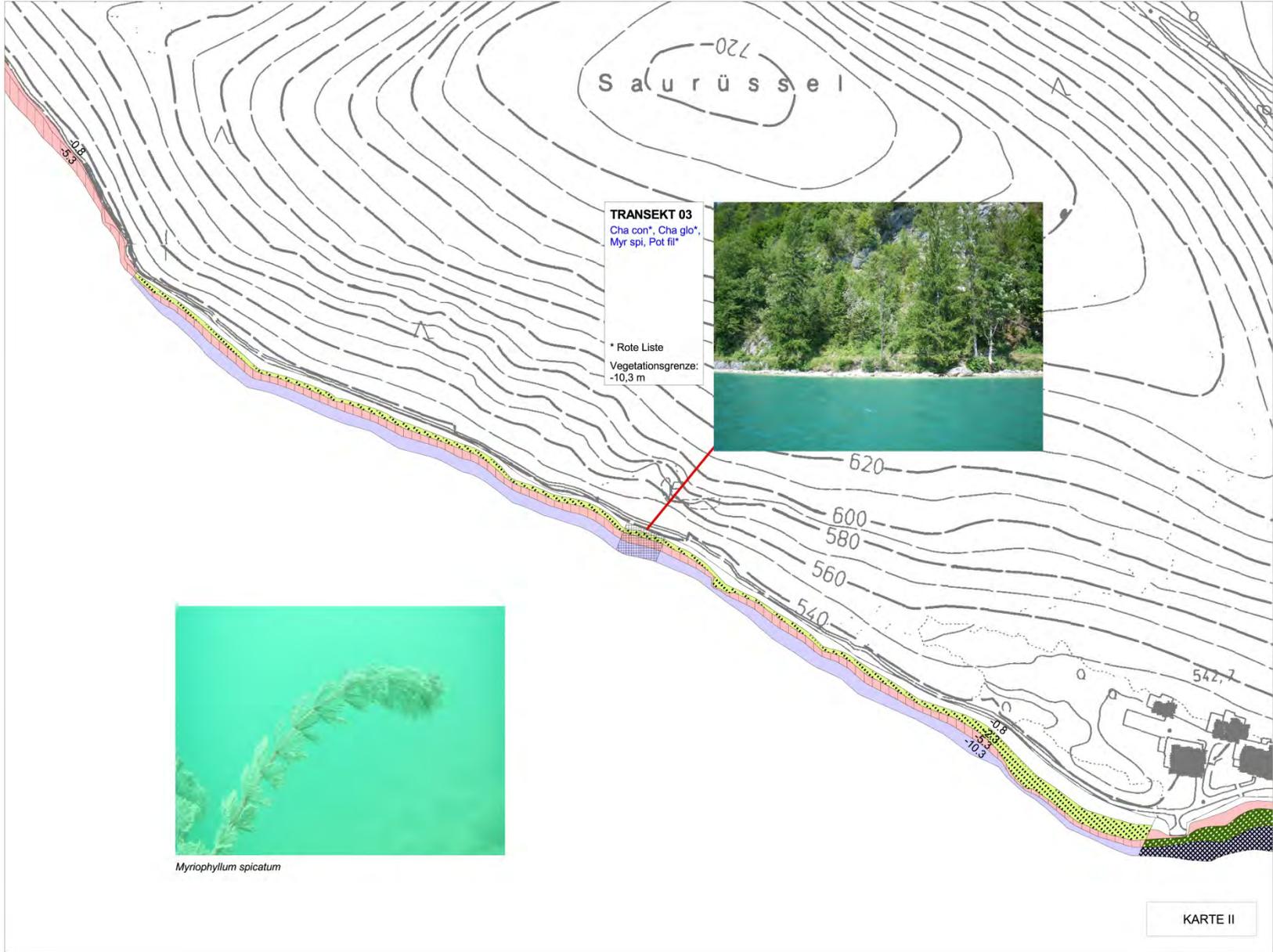
Nup lut*	<i>Nuphar lutea</i>
----------	---------------------

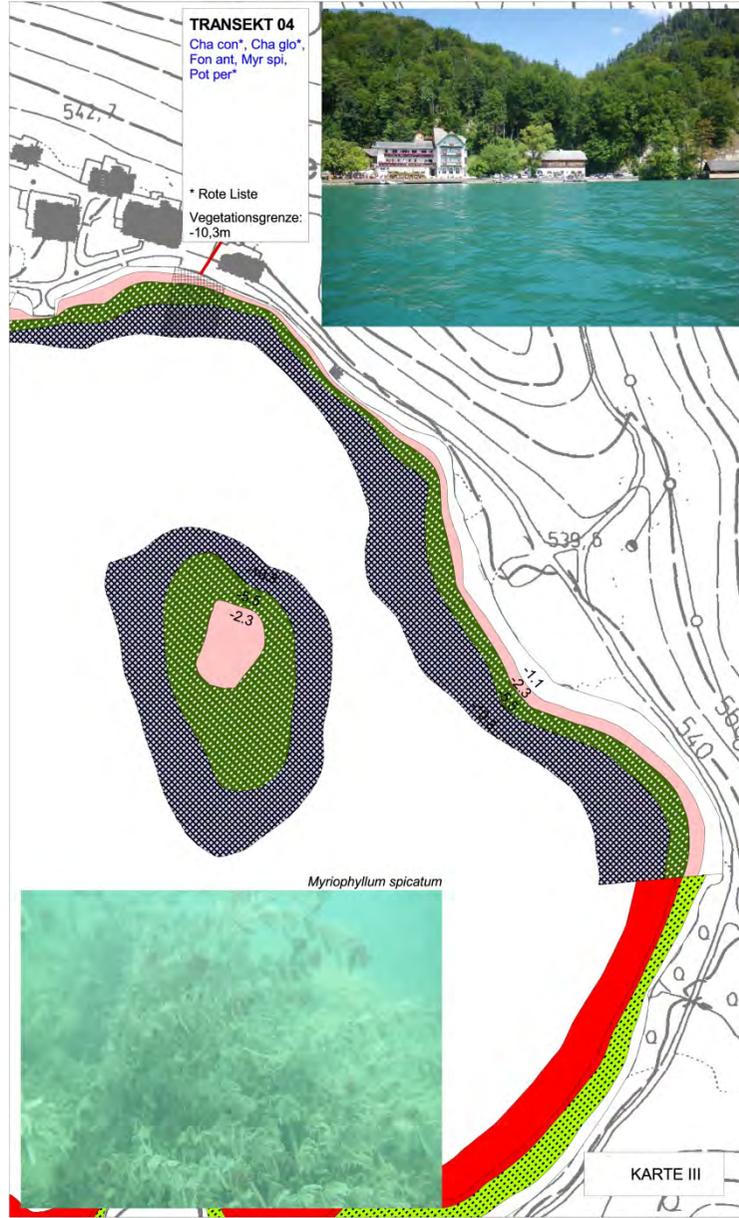
Röhricharten

Jun art	<i>Juncus articulatus</i>
Phr aus	<i>Phragmites australis</i>
Sch lac	<i>Schoenoplectus lacustris</i>

* Arten der Roten Listen





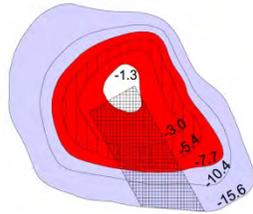


TRANSEKT IN

Cha asp*, Cha con*,
Cha del*, Cha glo*,
Cha his*, Cha int*,
Cha tom*, Myr spi,
Pot fil*, Pot pec,
Pot per*

* Rote Liste

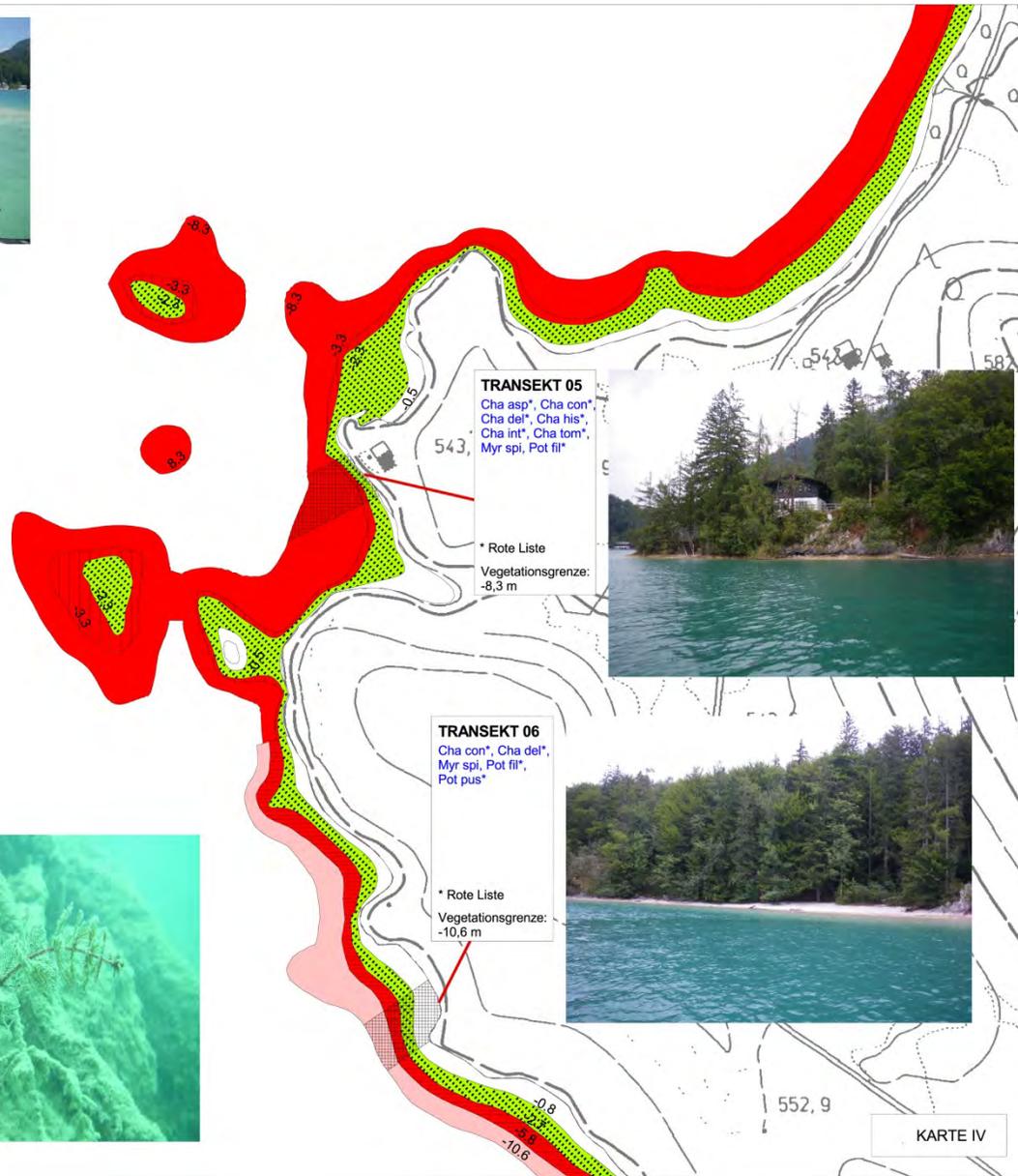
Vegetationsgrenze:
-15,6 m



Chara intermedia



Myriophyllum spicatum



TRANSEKT 05

Cha asp*, Cha con*,
Cha del*, Cha his*,
Cha int*, Cha tom*,
Myr spi, Pot fil*

* Rote Liste

Vegetationsgrenze:
-8,3 m



TRANSEKT 06

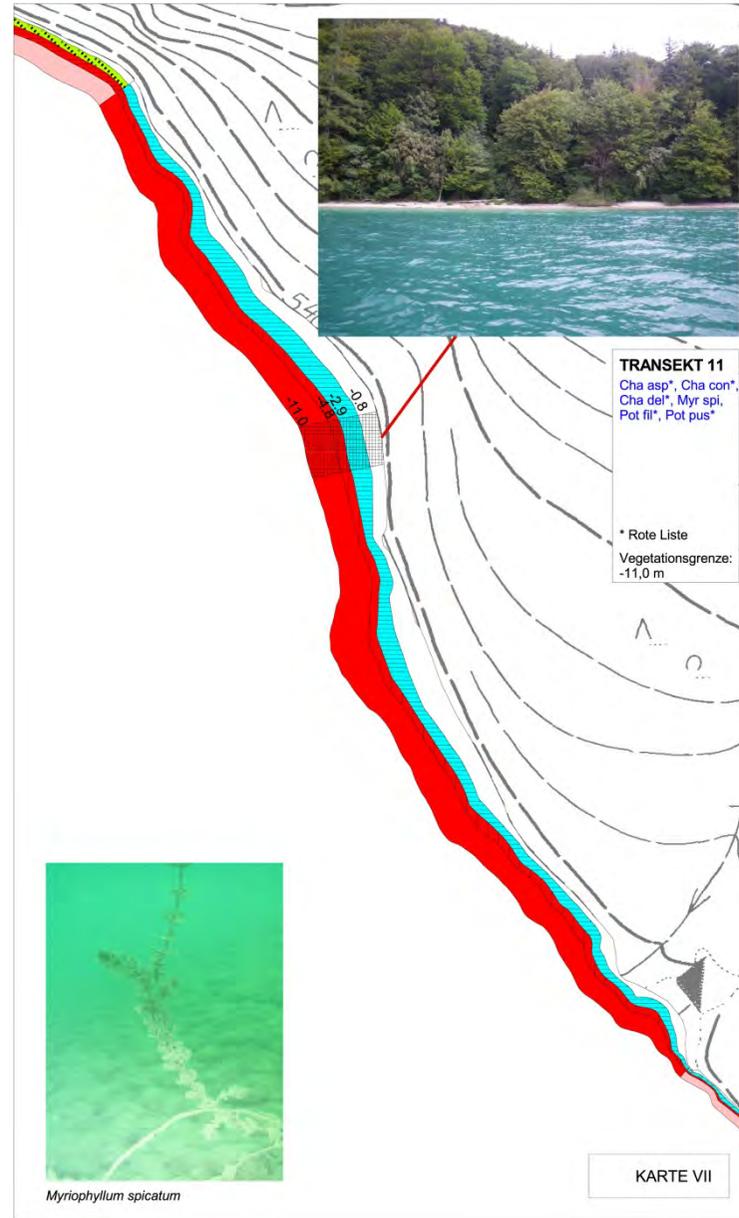
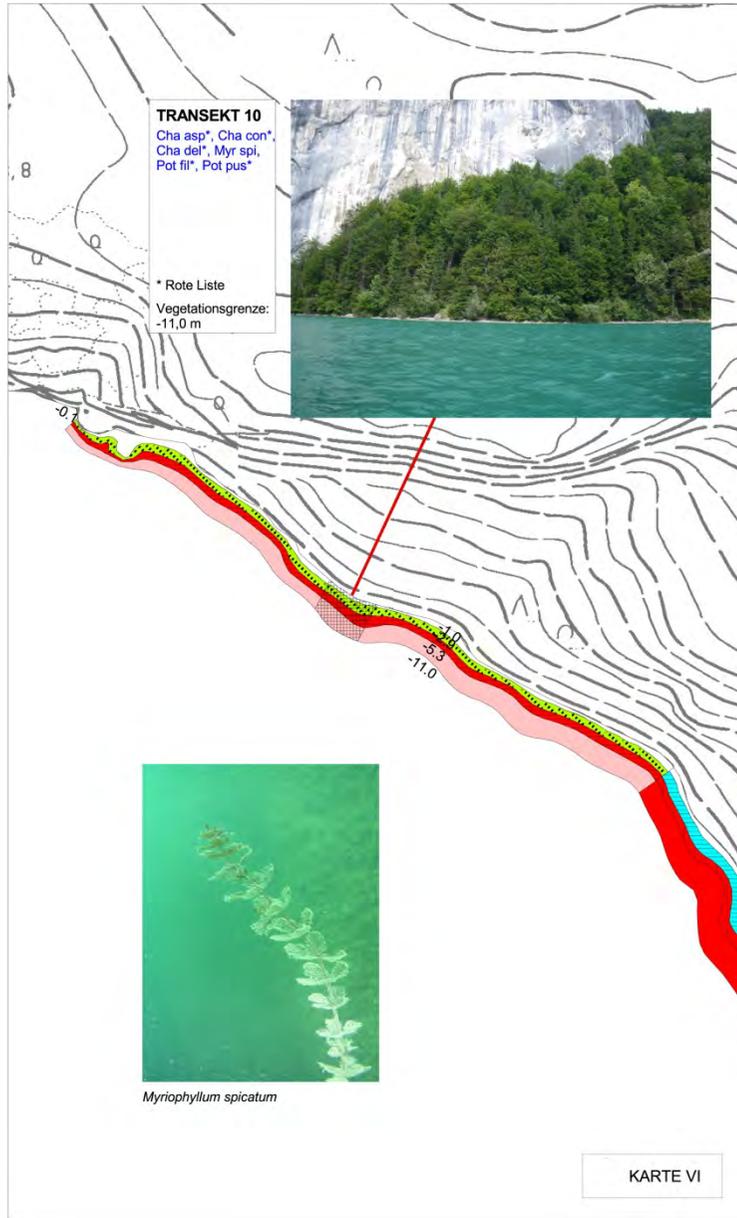
Cha con*, Cha del*,
Myr spi, Pot fil*,
Pot pus*

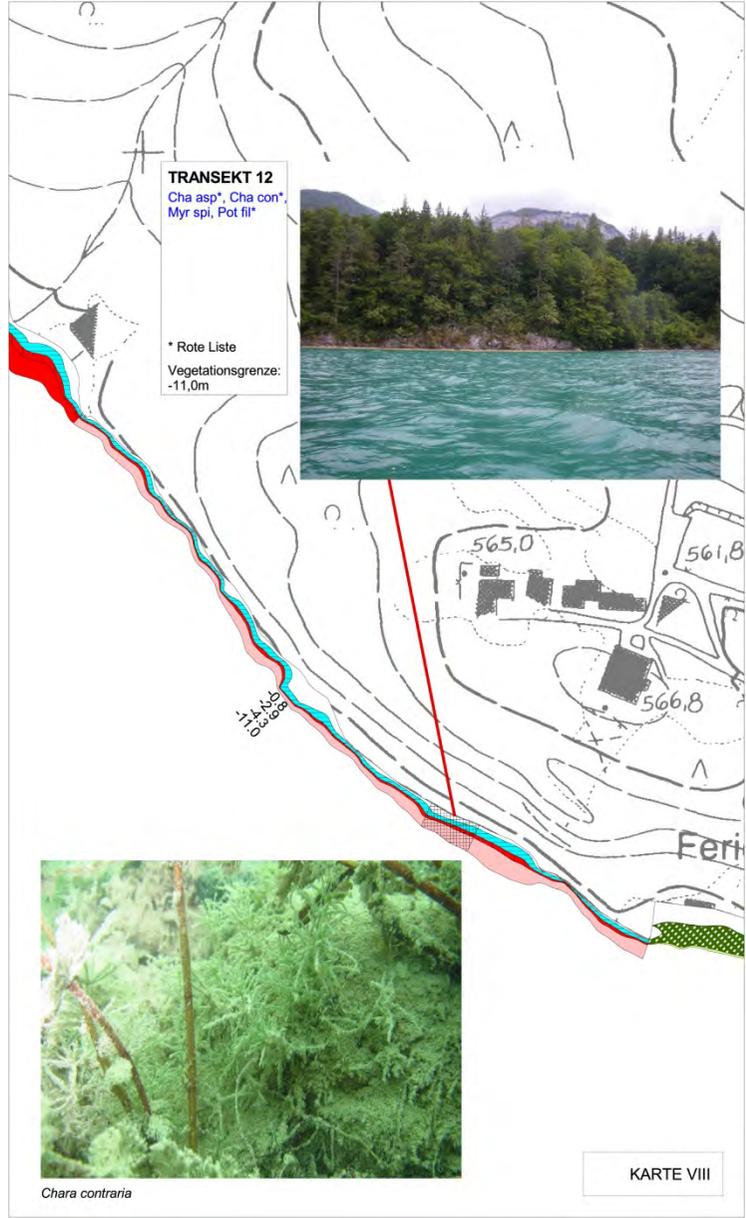
* Rote Liste

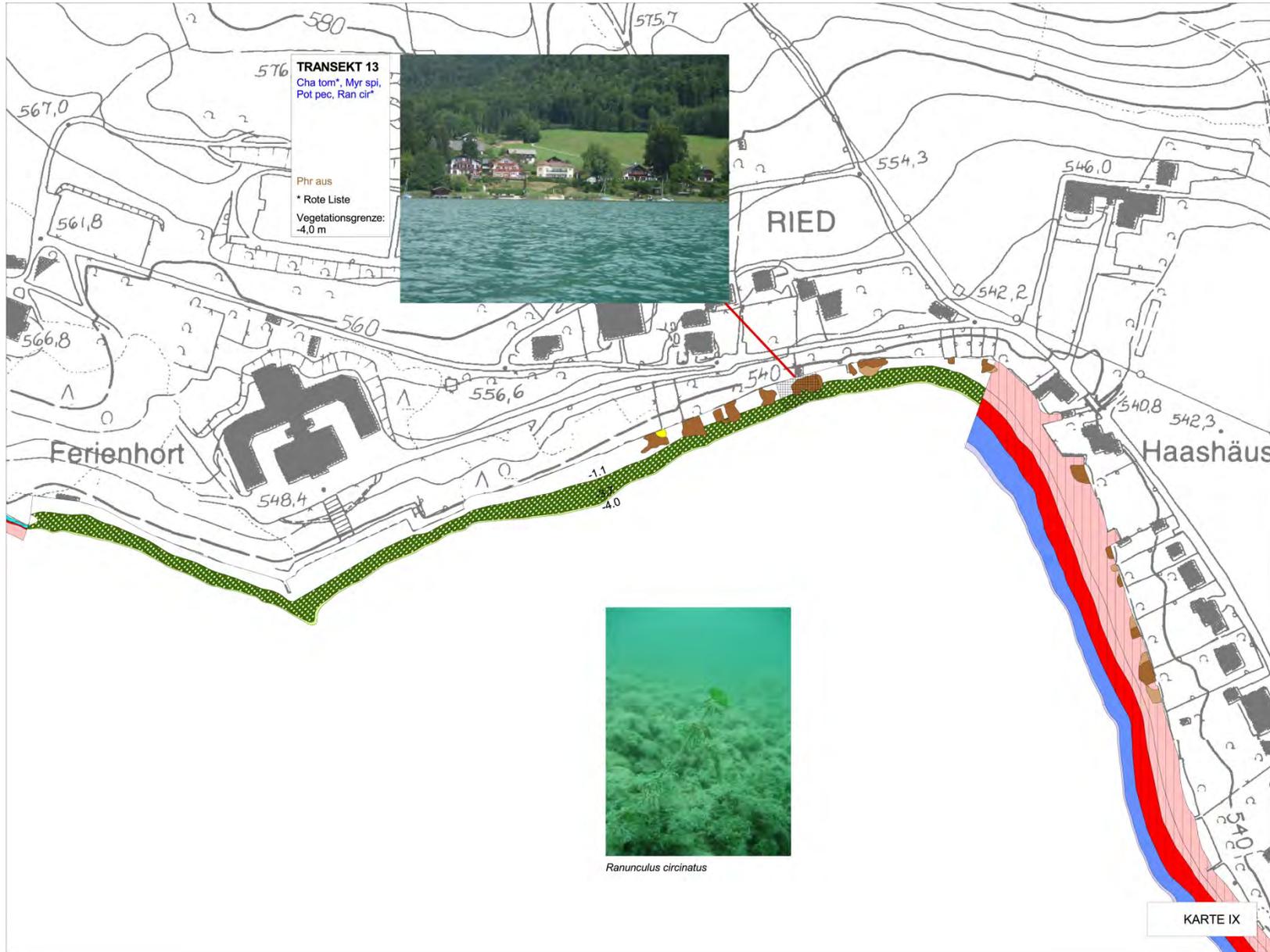
Vegetationsgrenze:
-10,6 m



KARTE IV

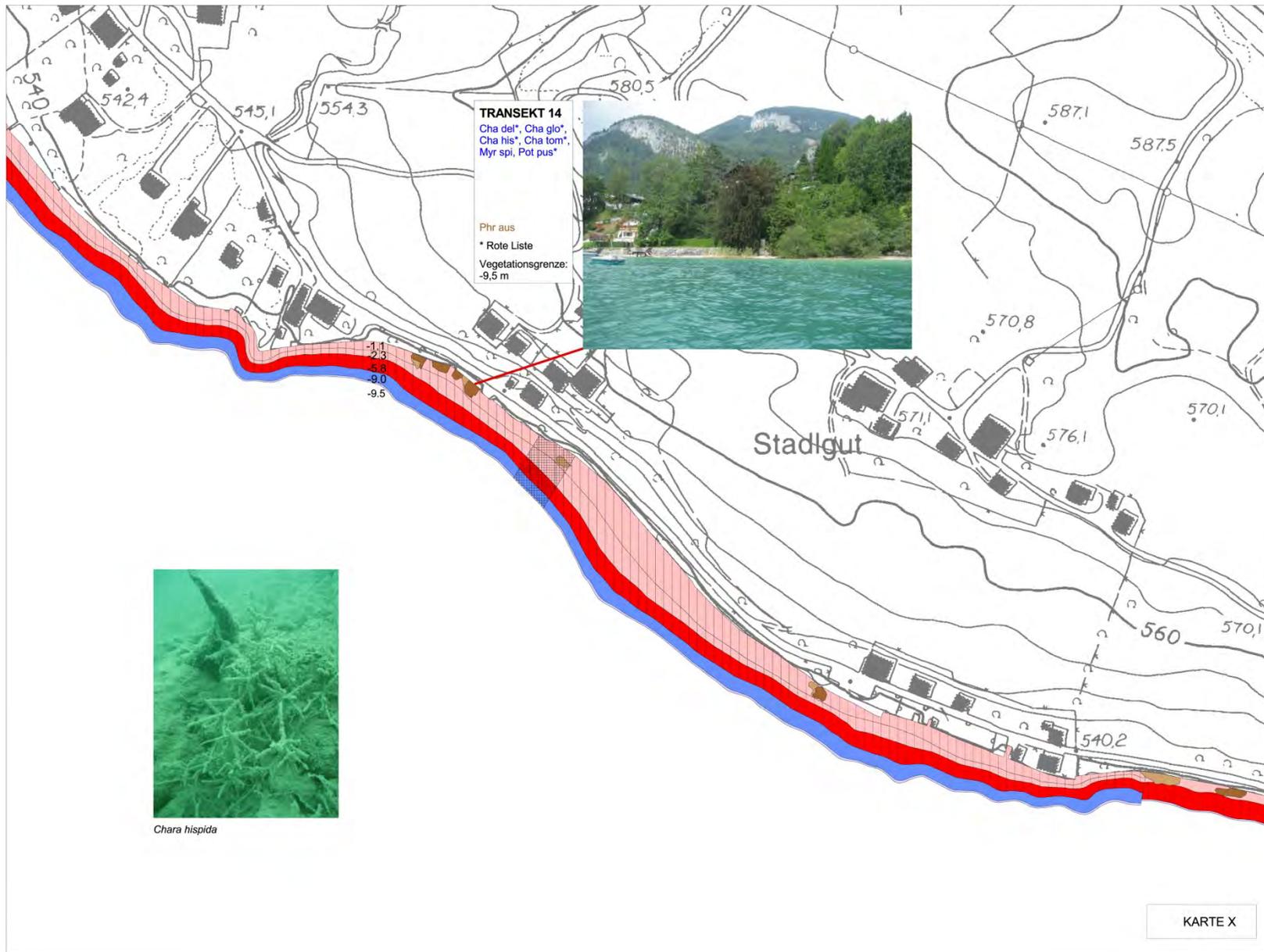




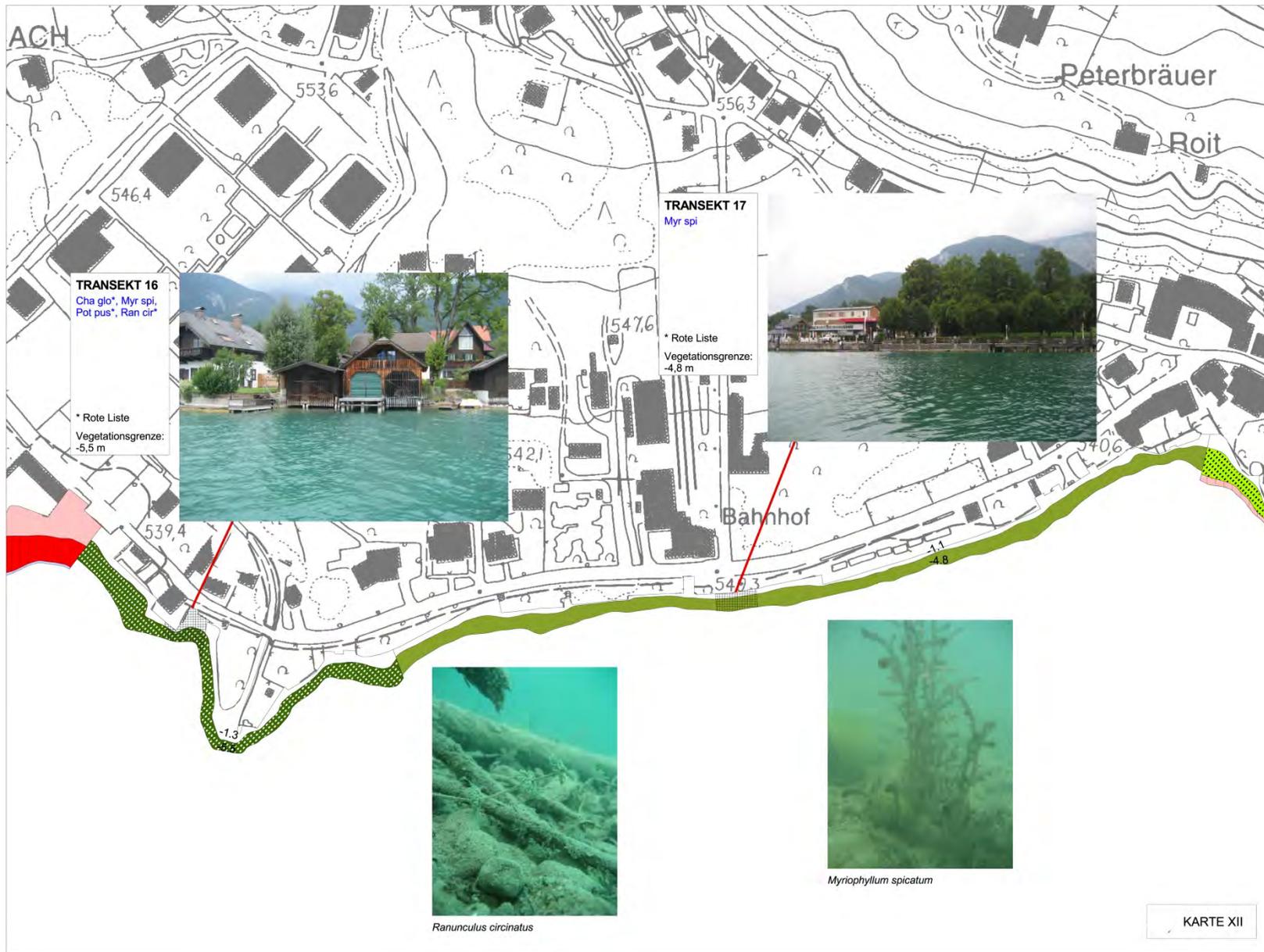


Ranunculus circinatus

KARTE IX





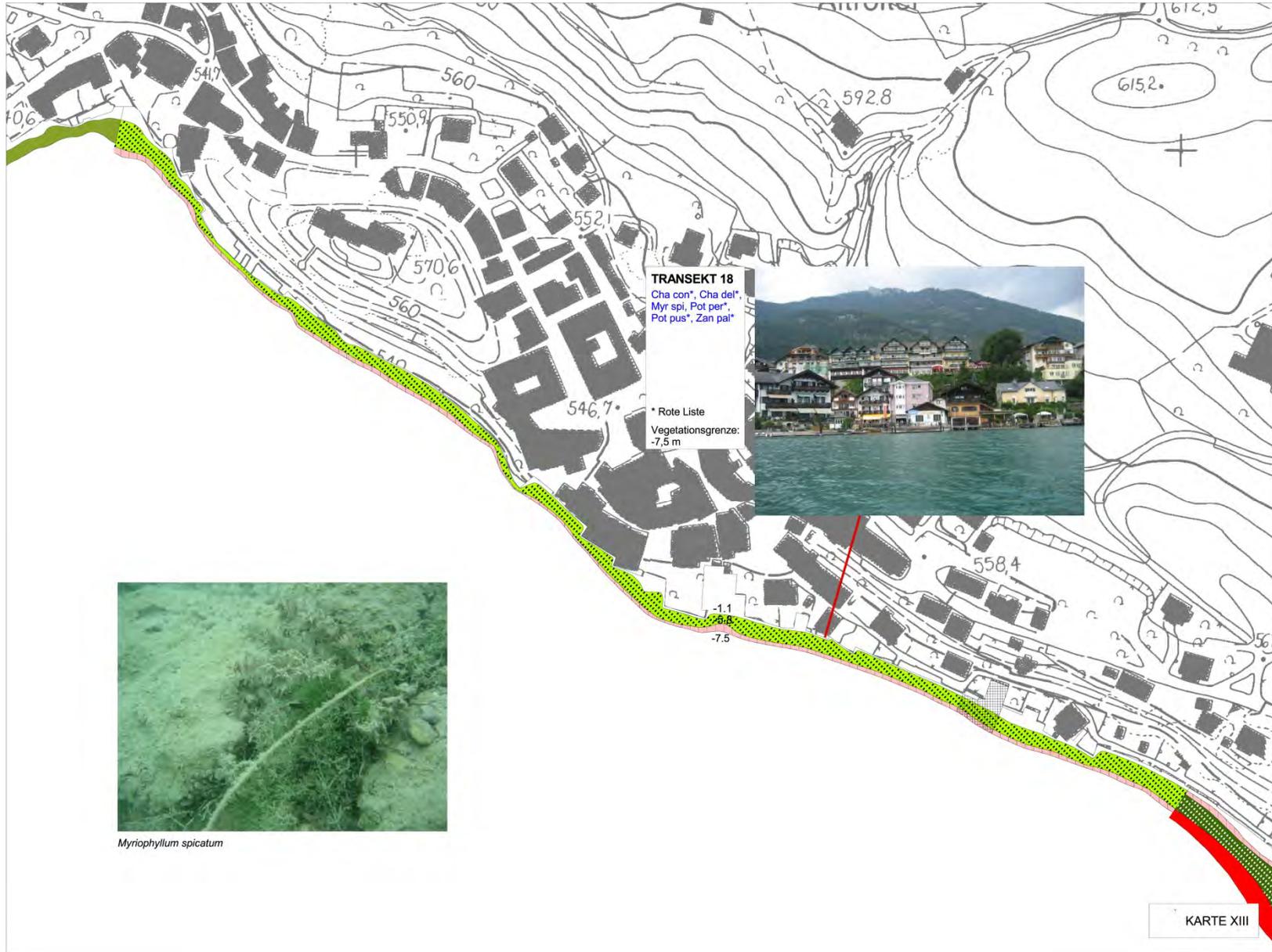


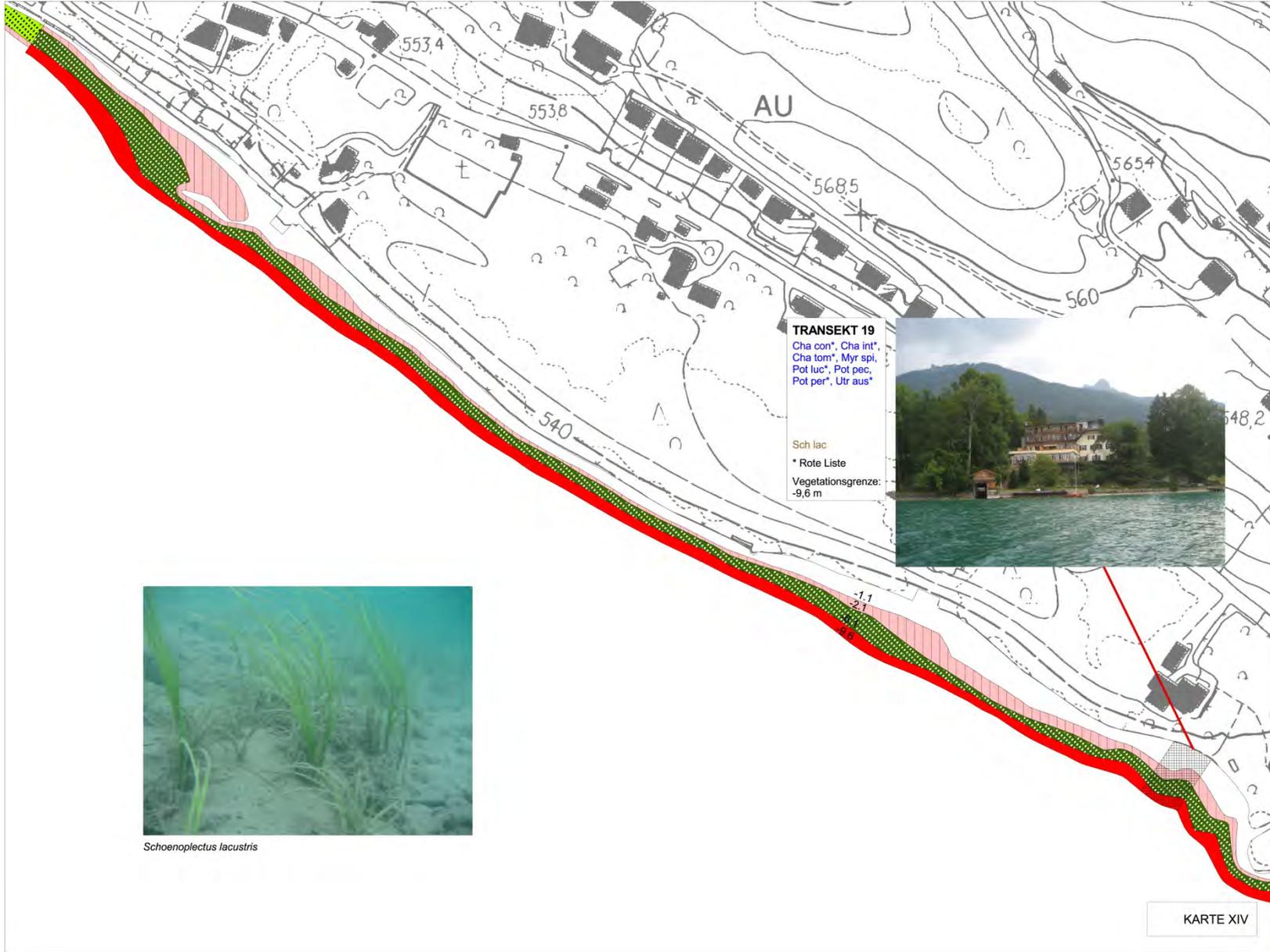
Ranunculus circinatus

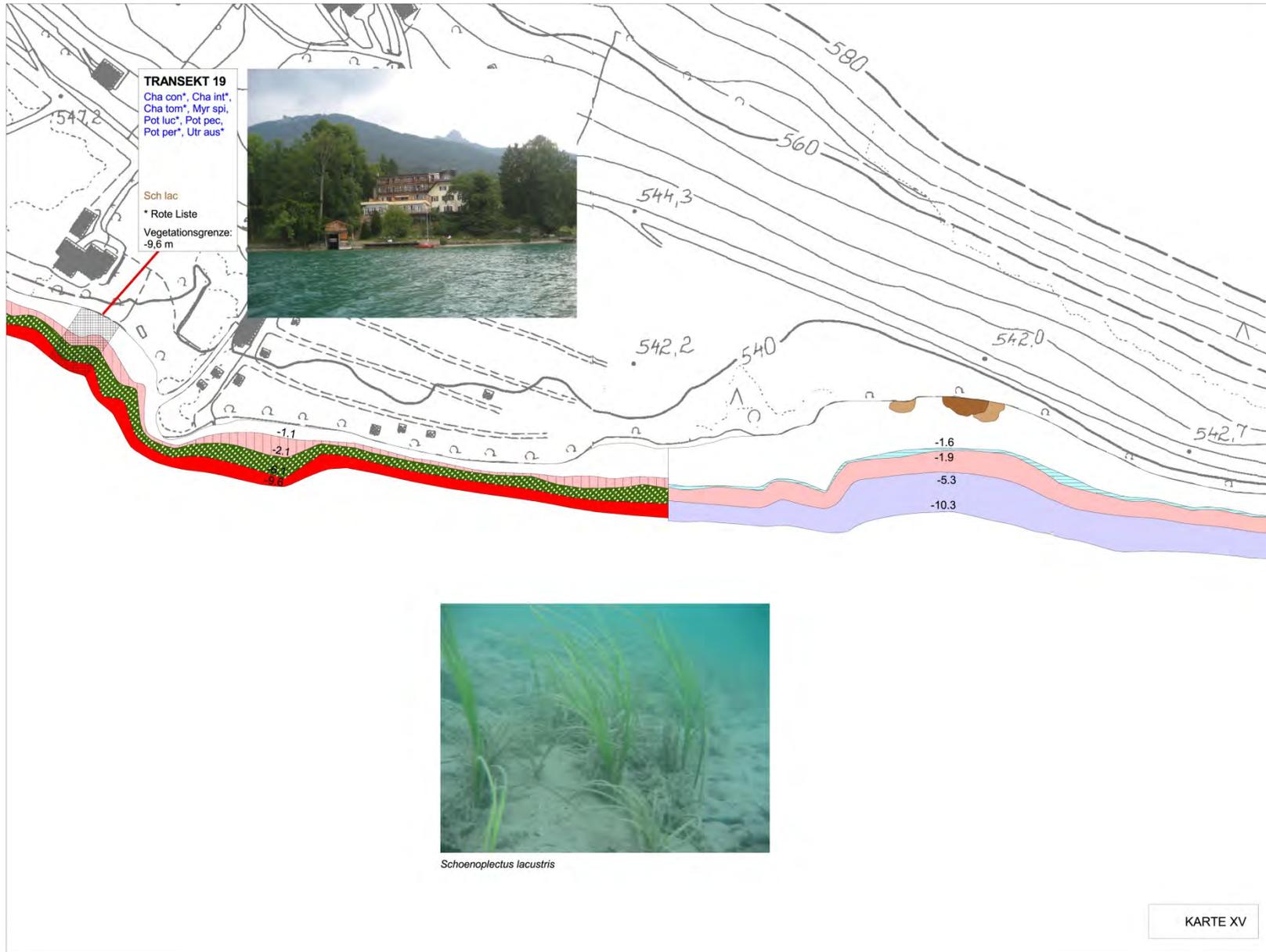


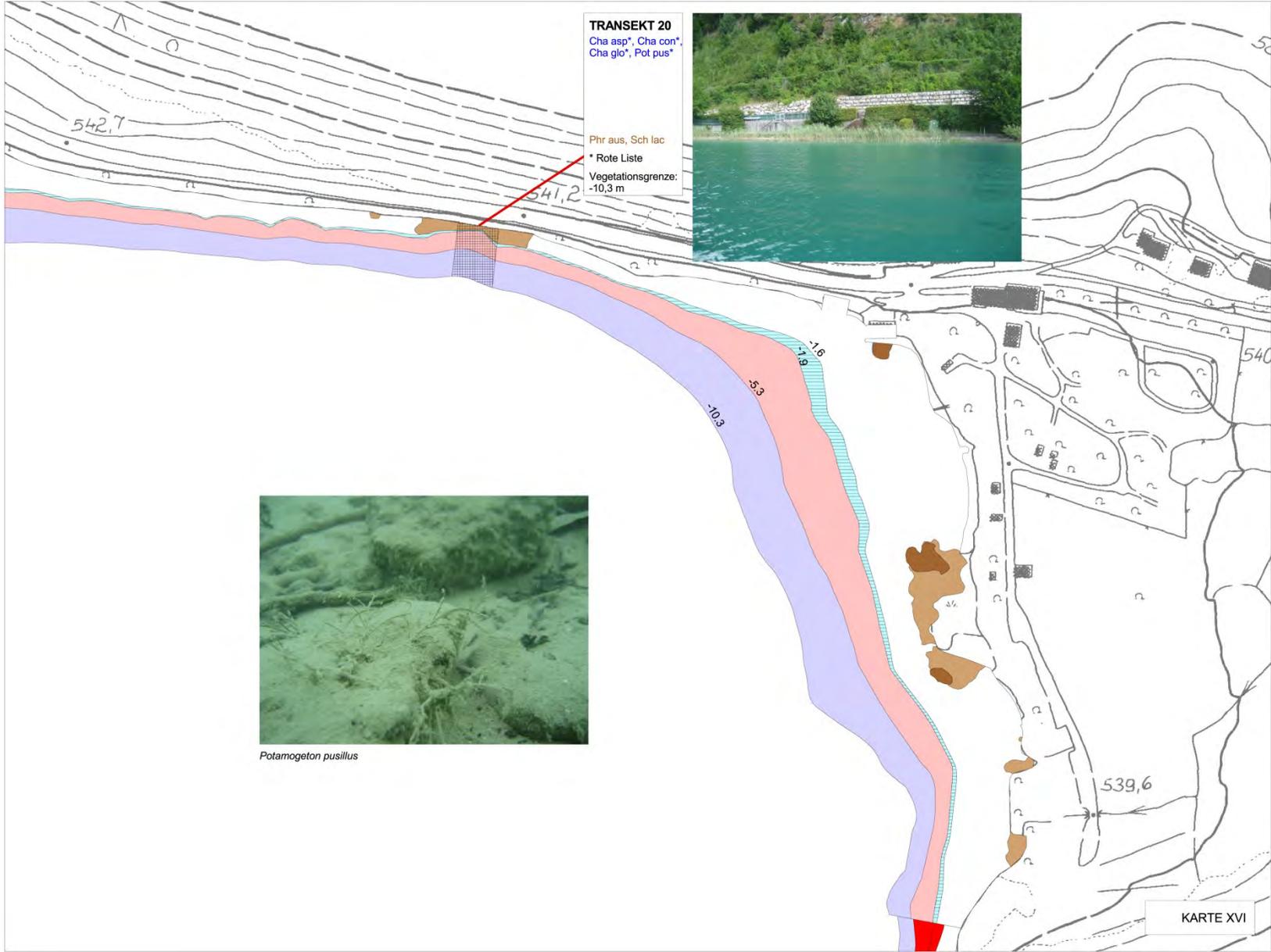
Myriophyllum spicatum

KARTE XII







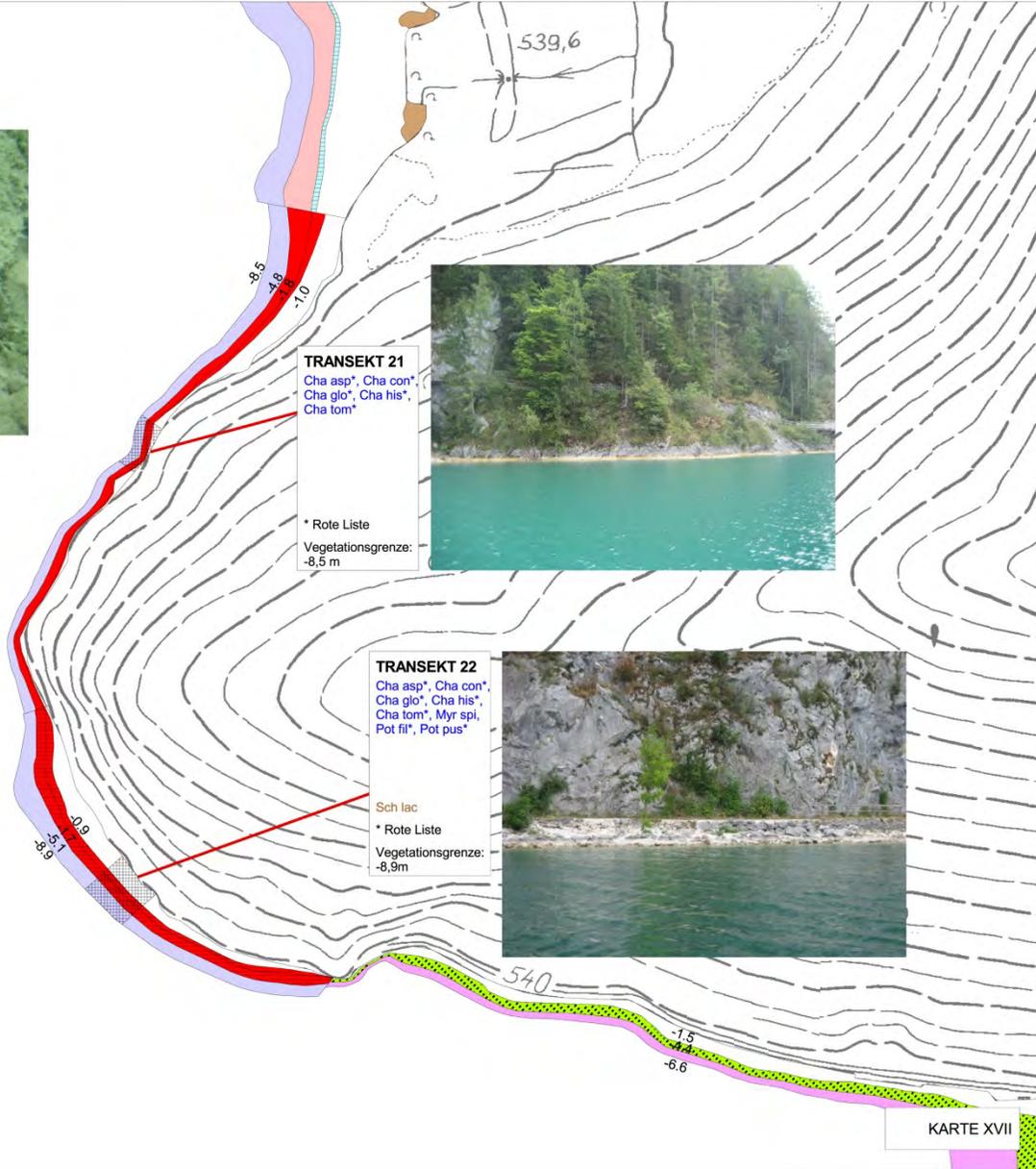




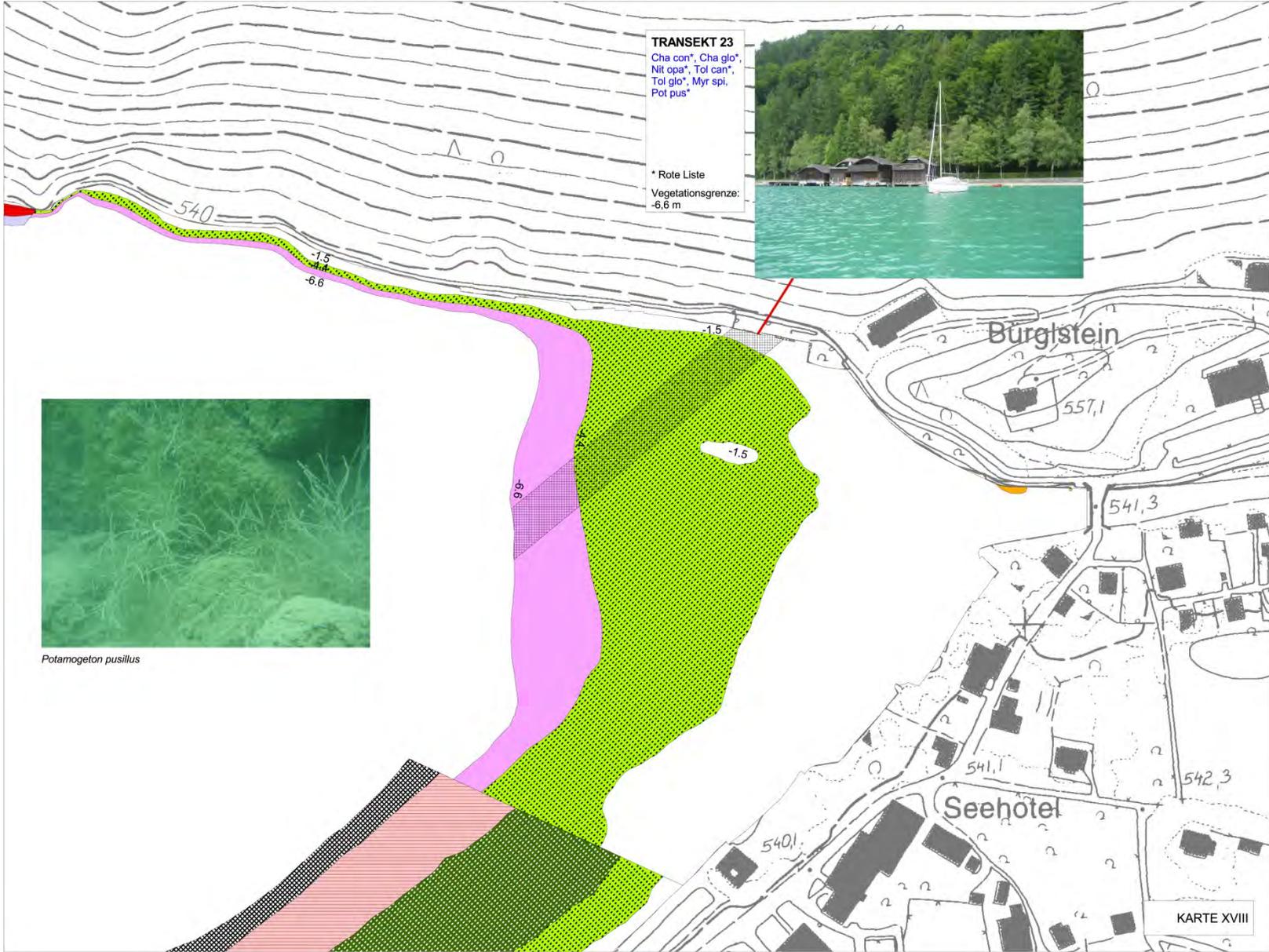
Chara aspera

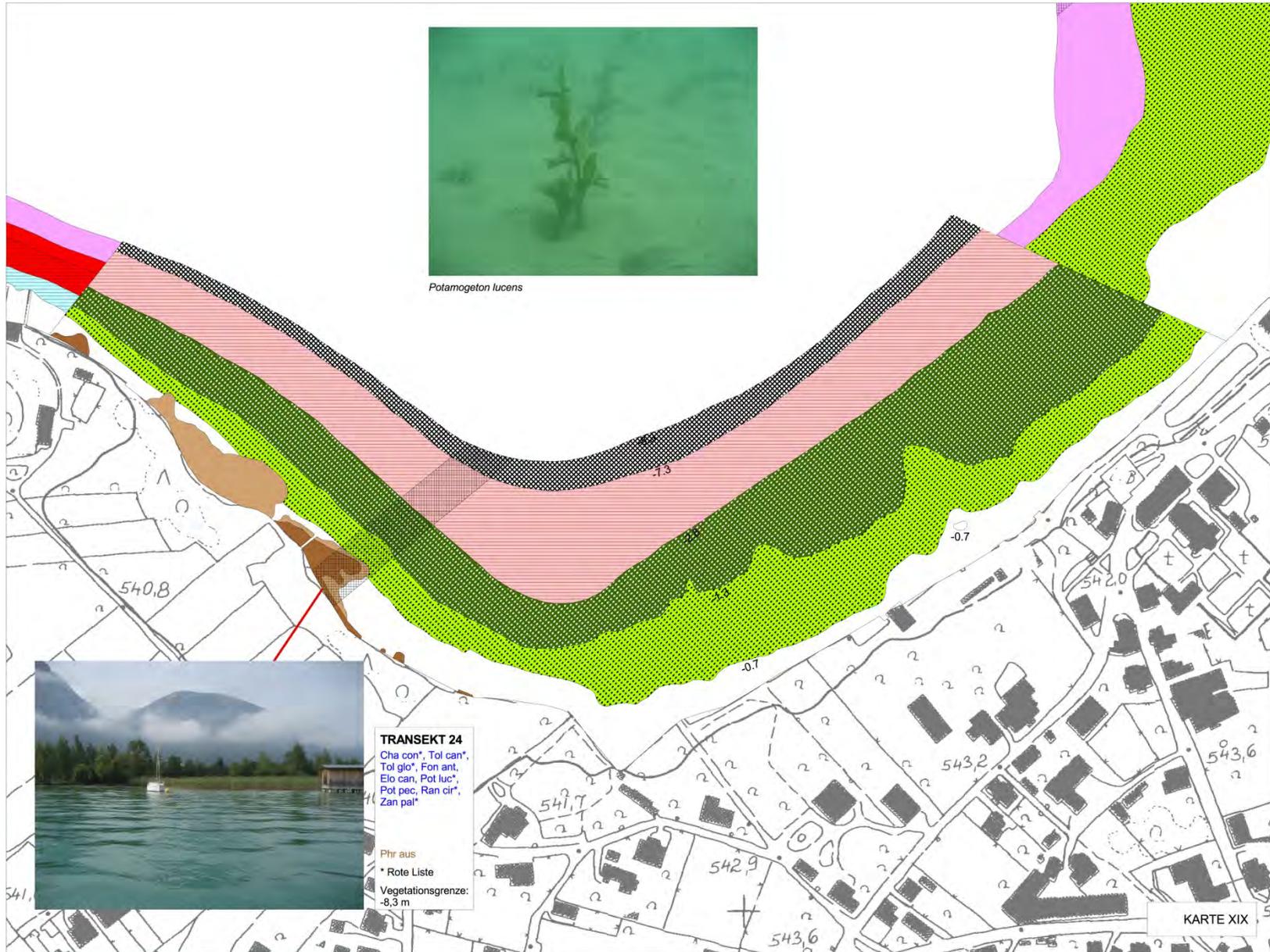


Chara contraria, Chara globularis



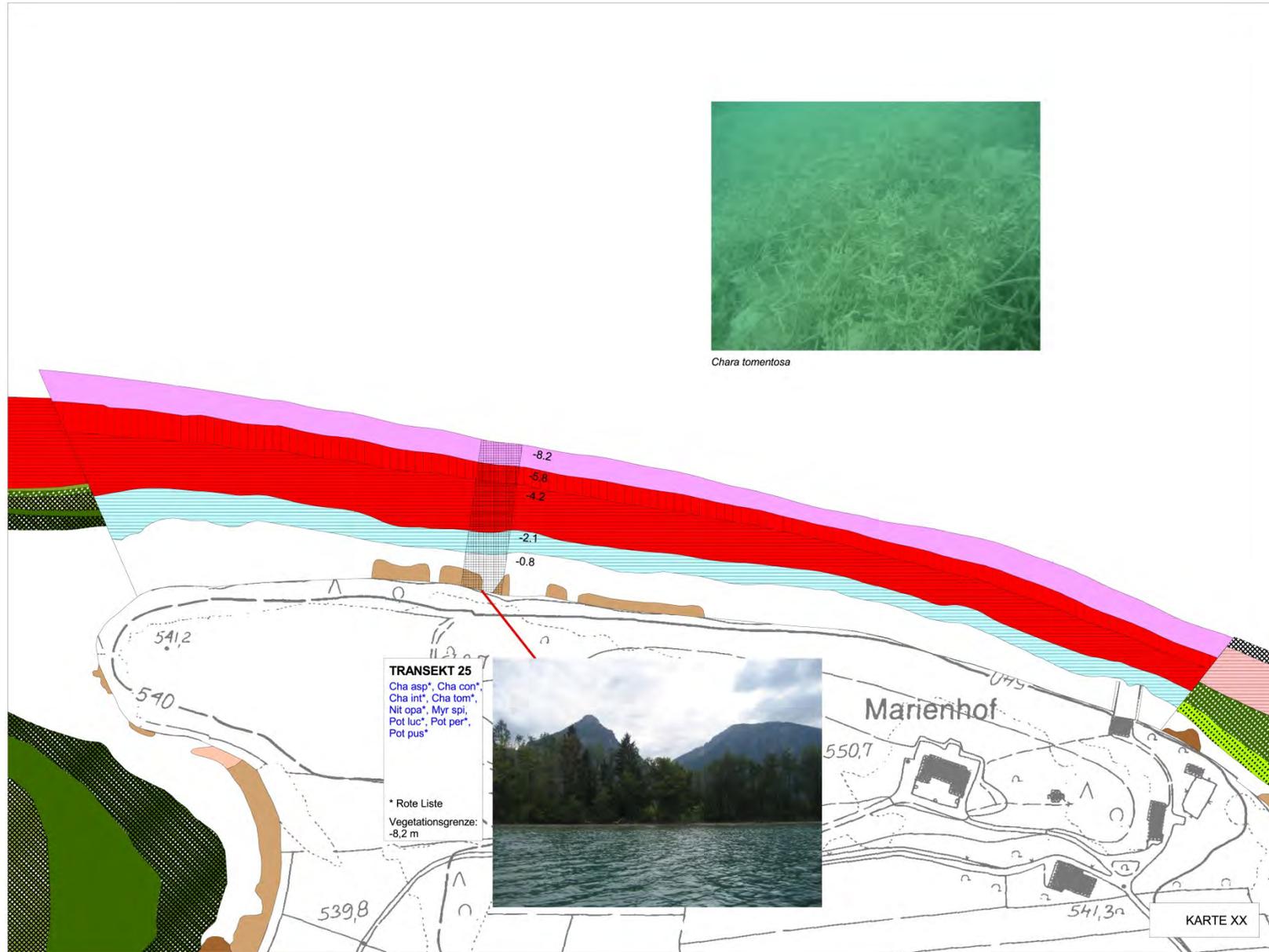
KARTE XVII

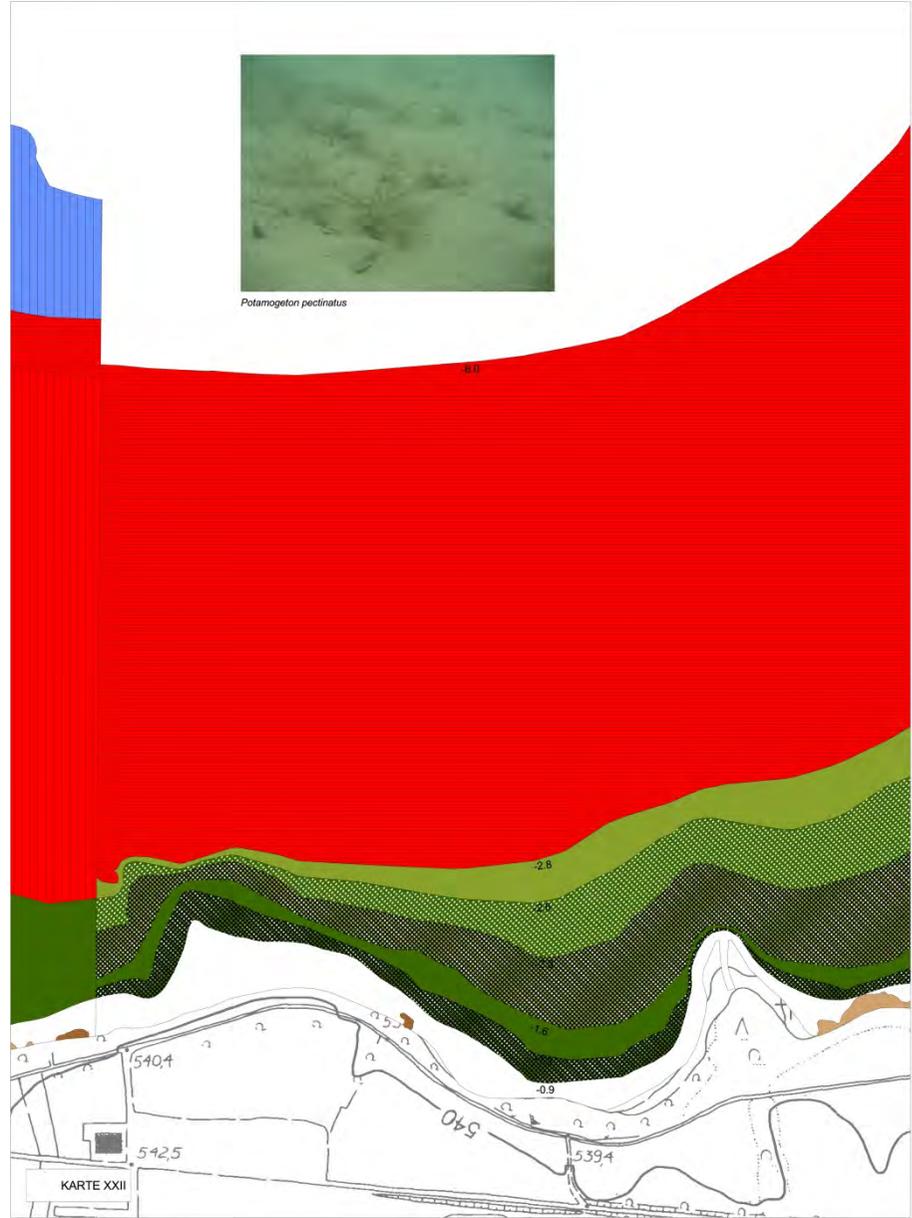


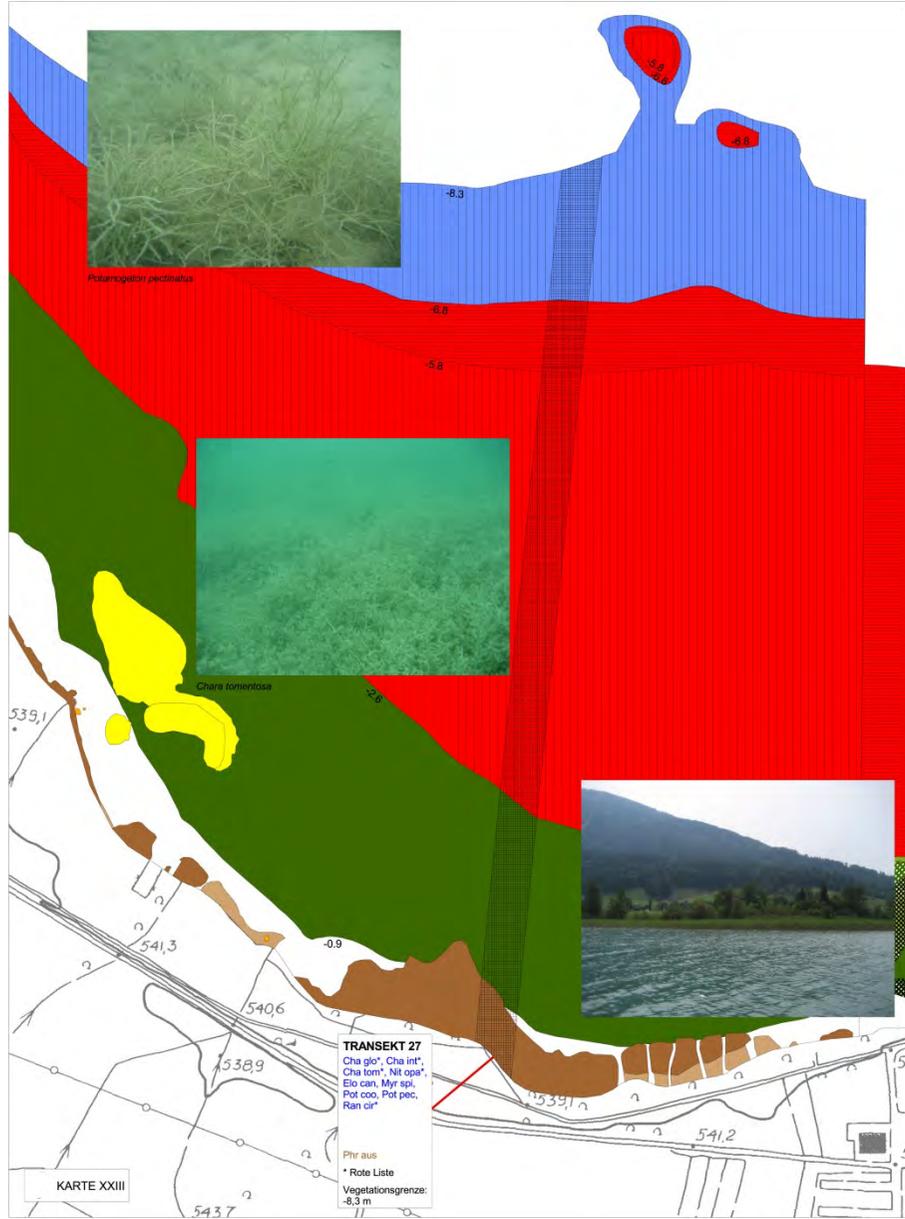


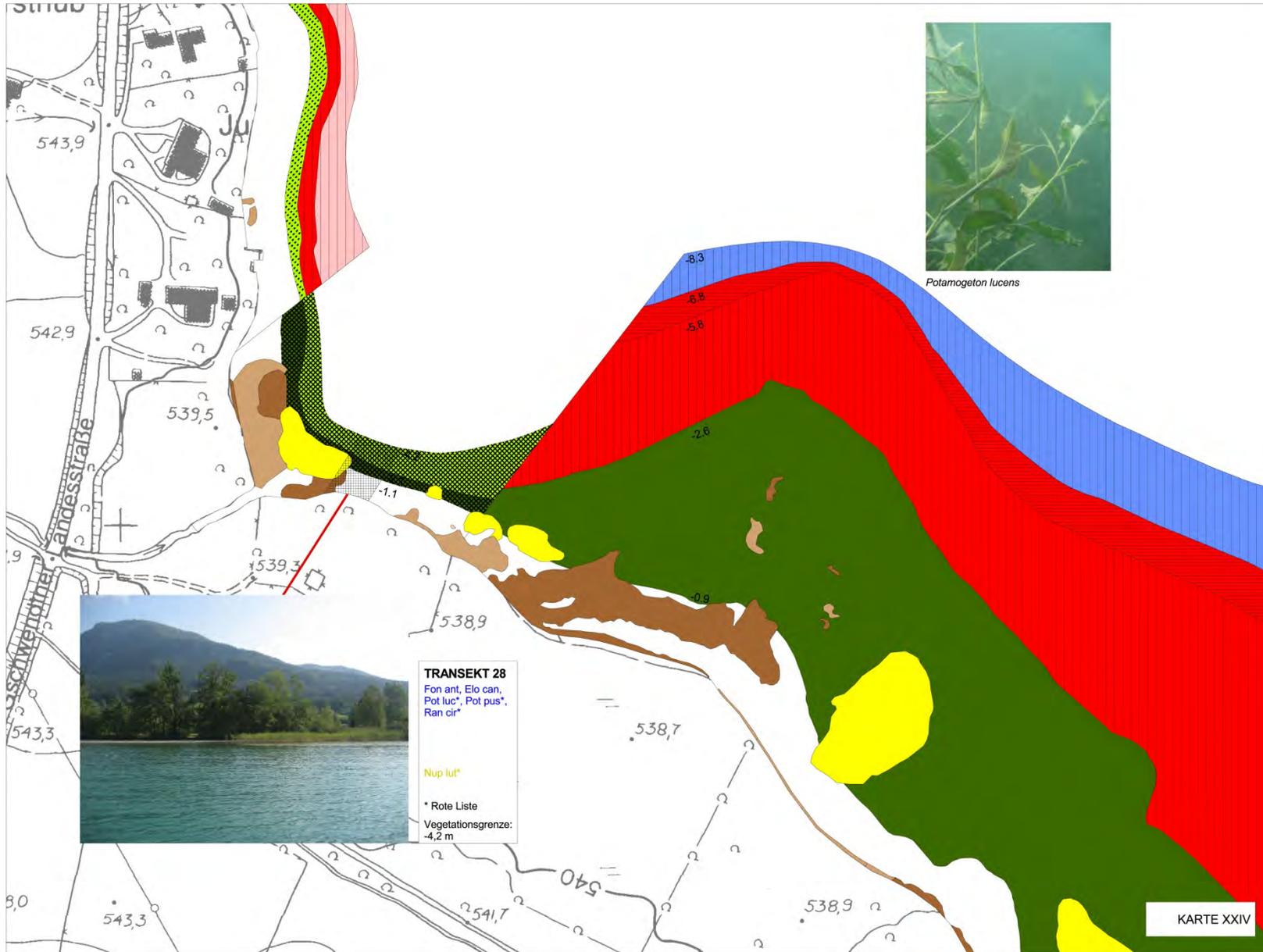


Chara tomentosa

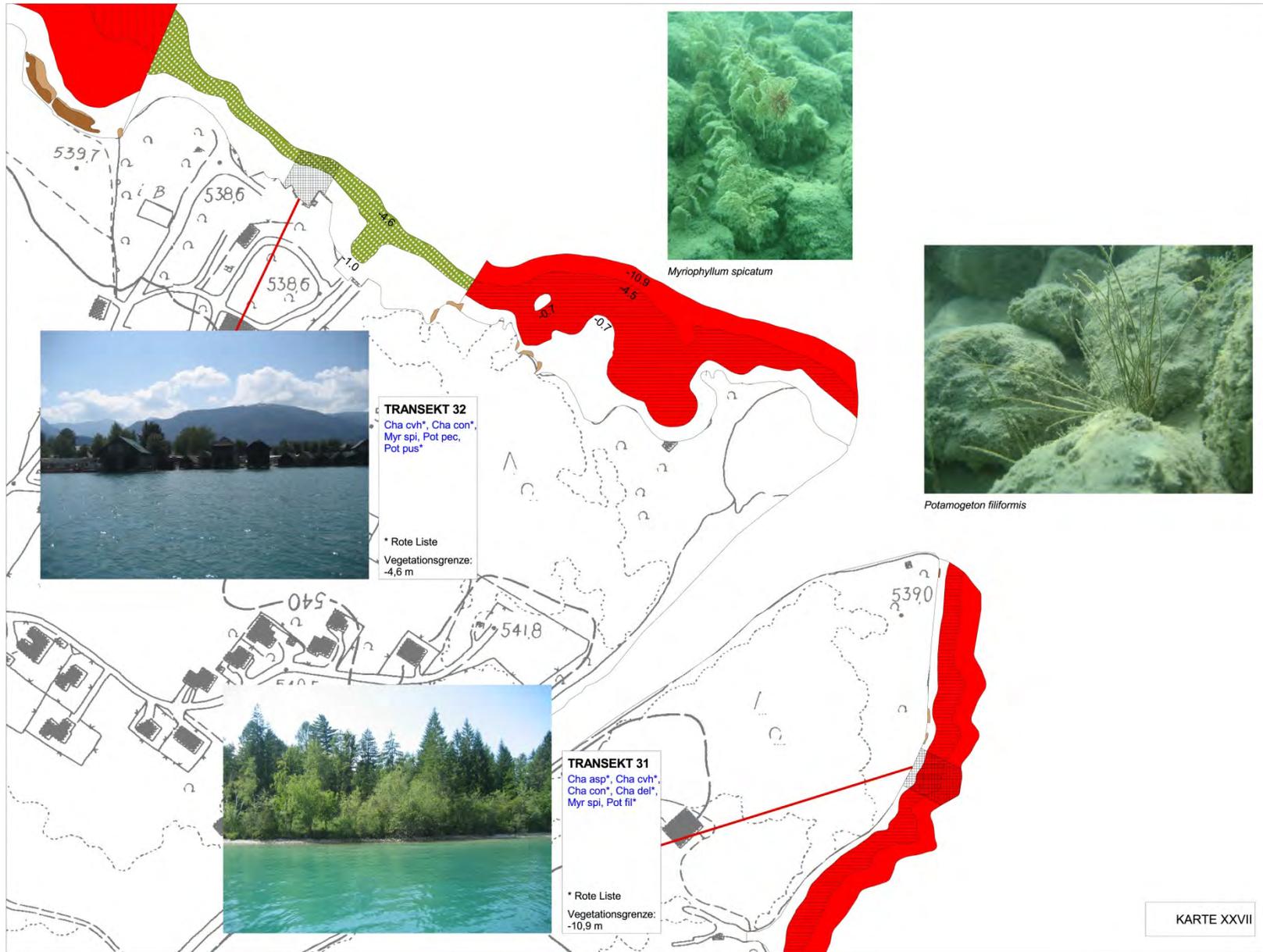


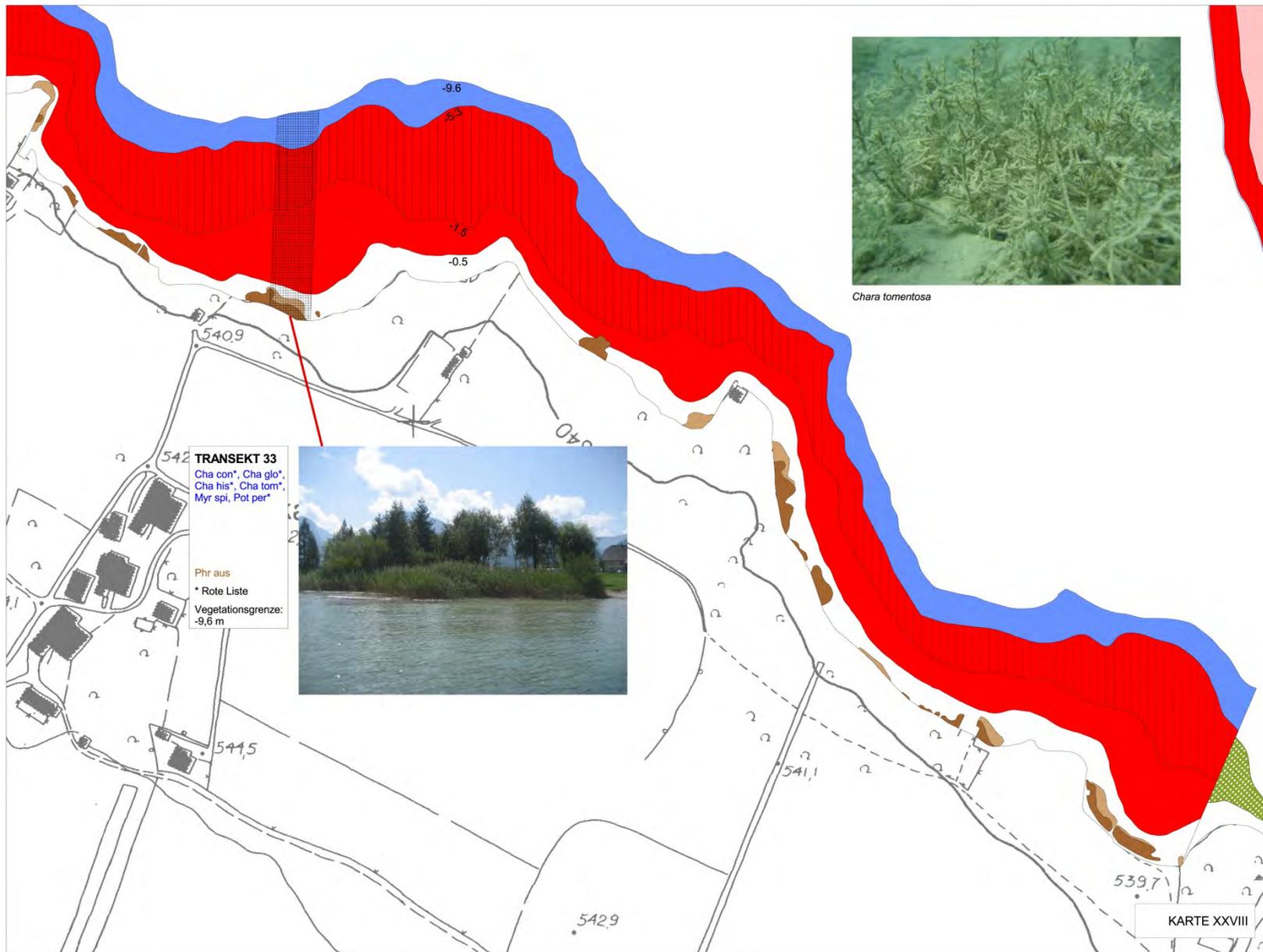






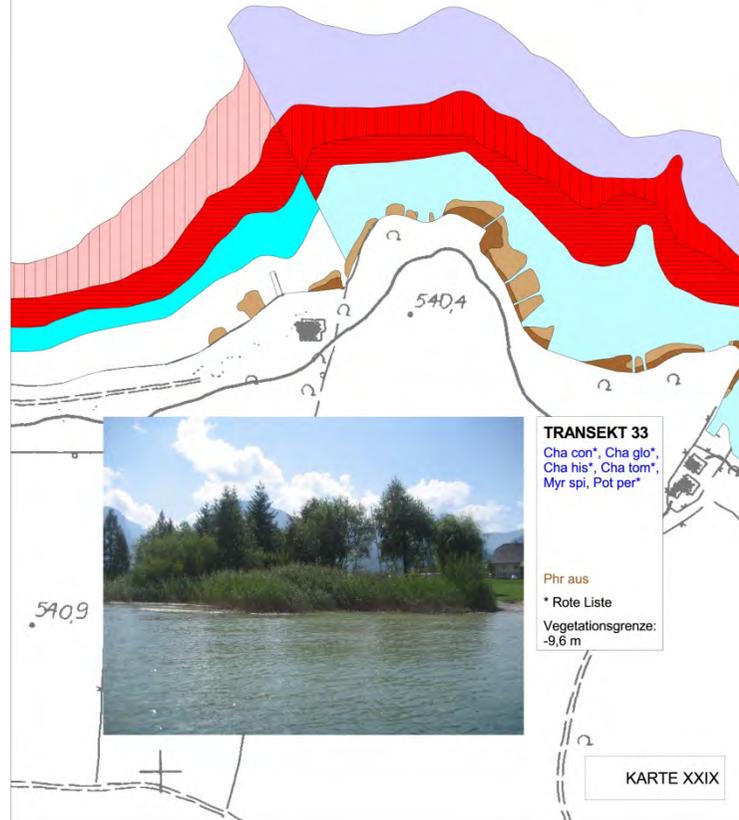


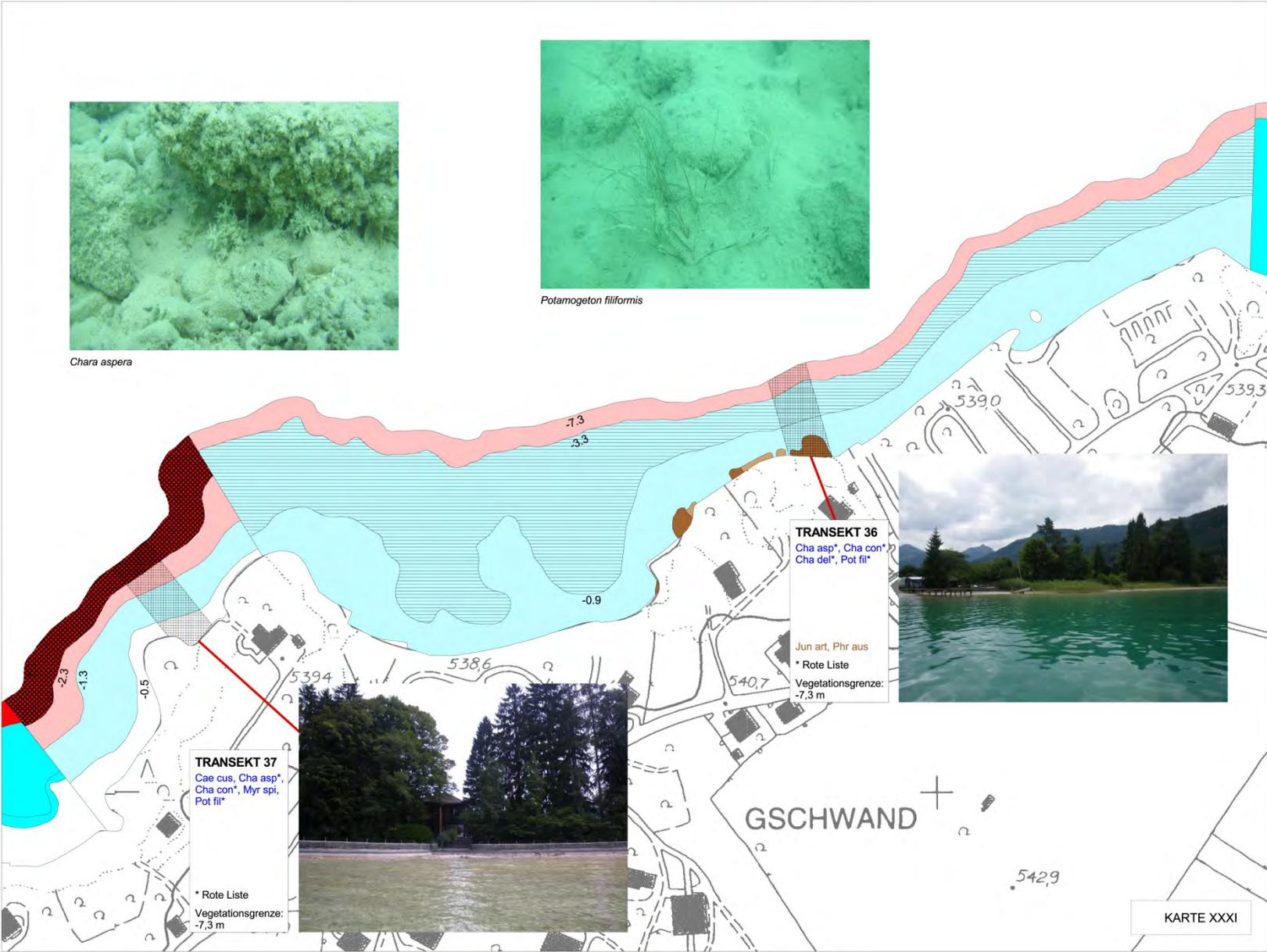


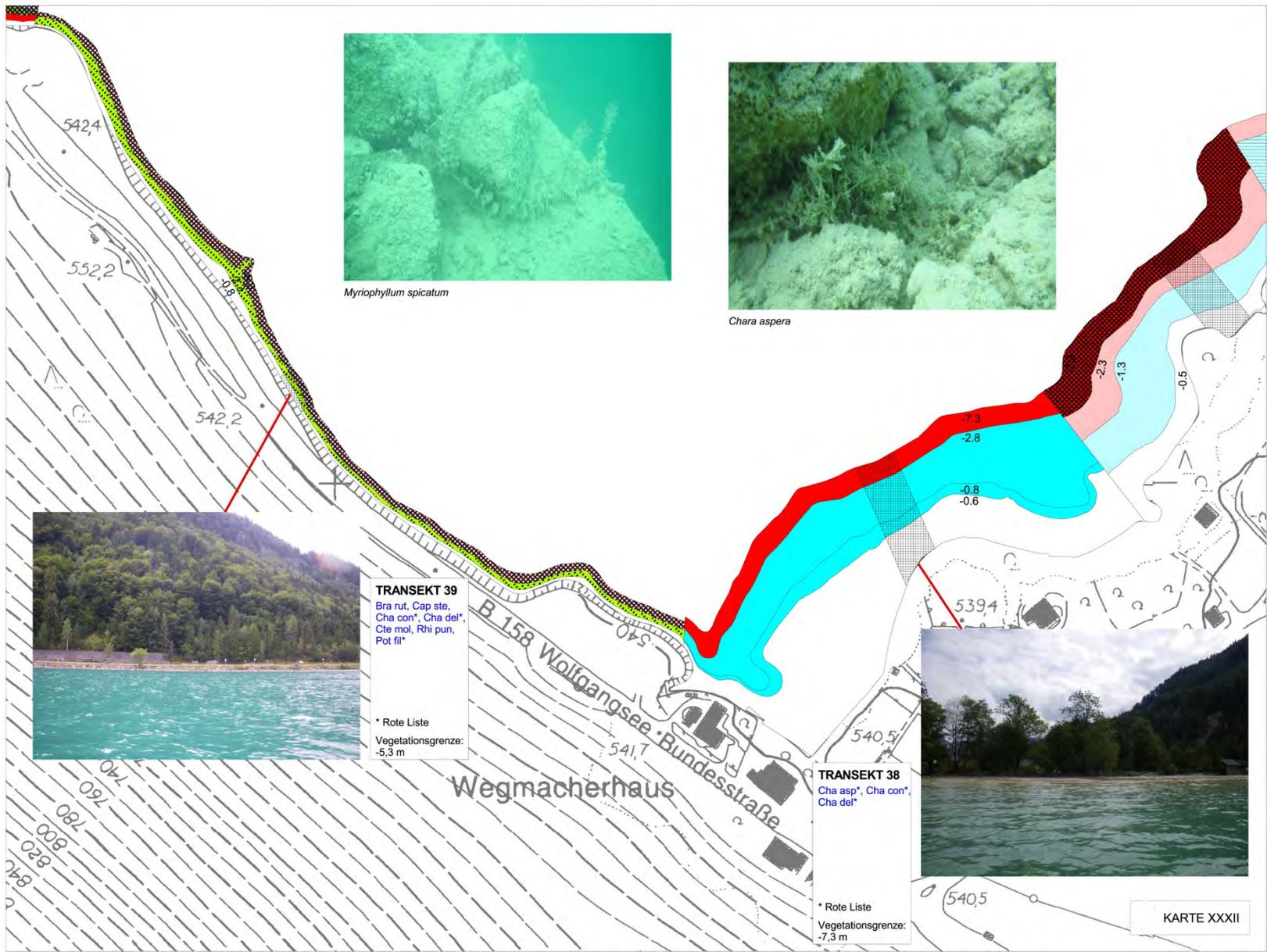


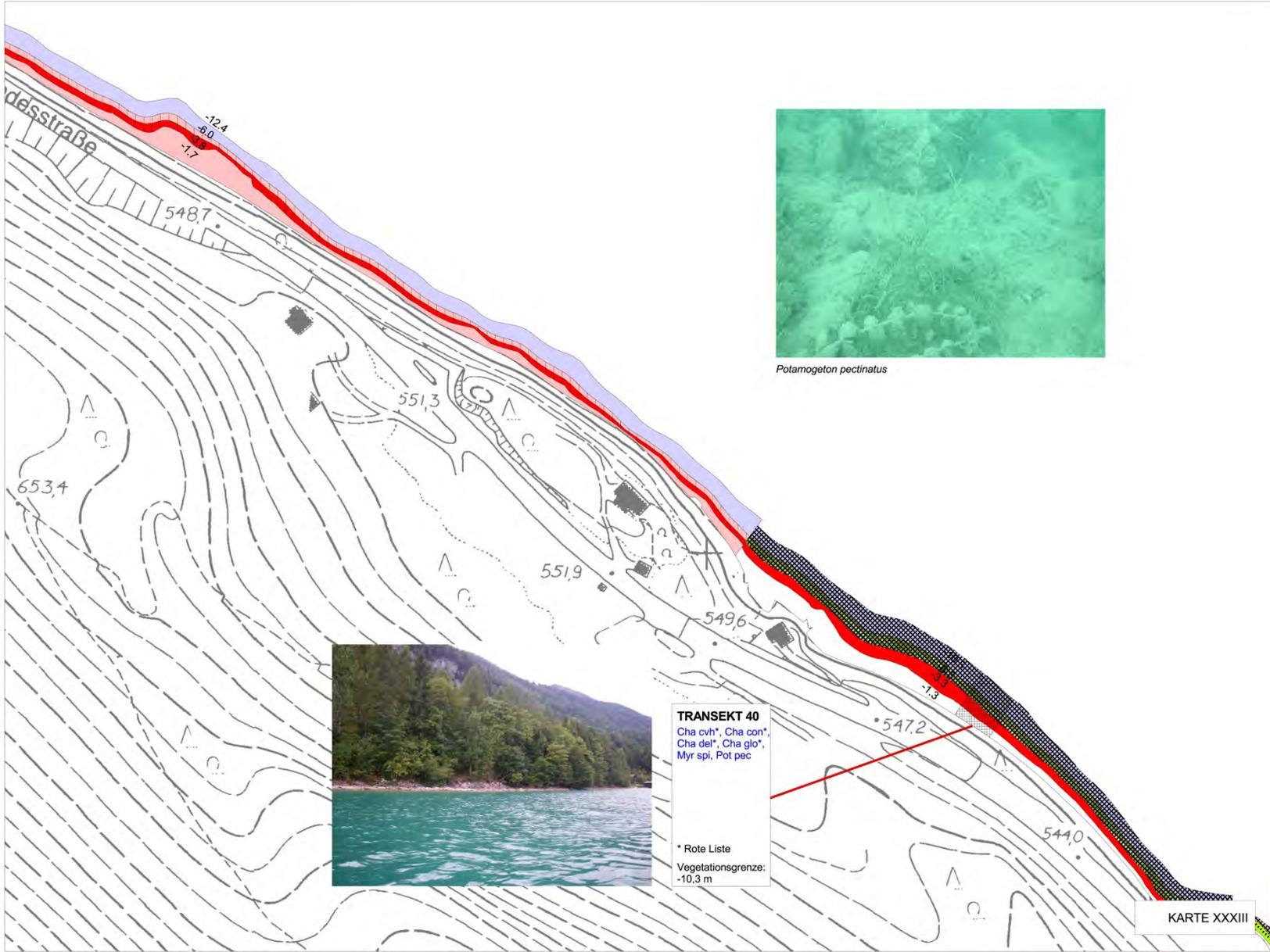


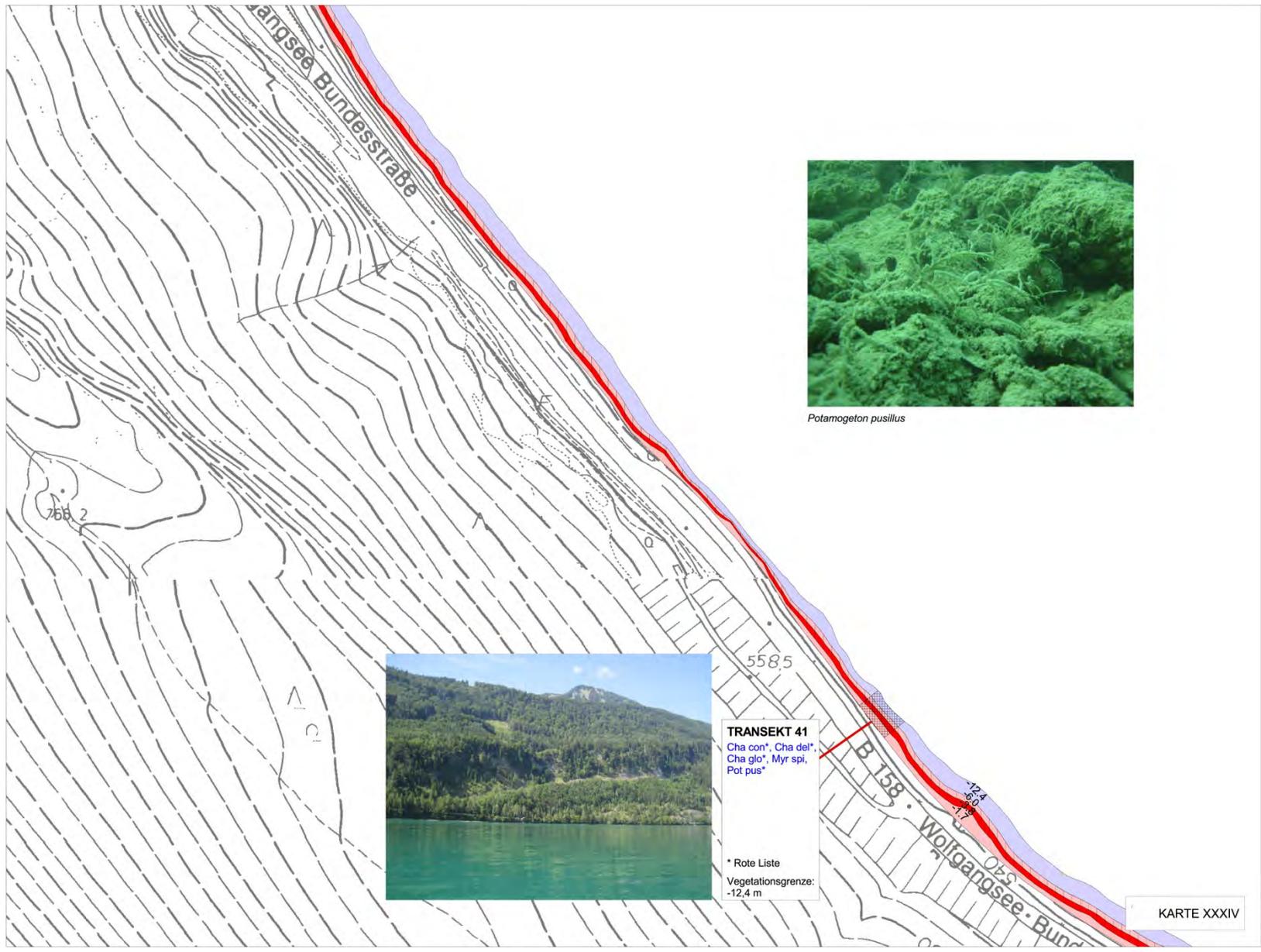
Chara tomentosa











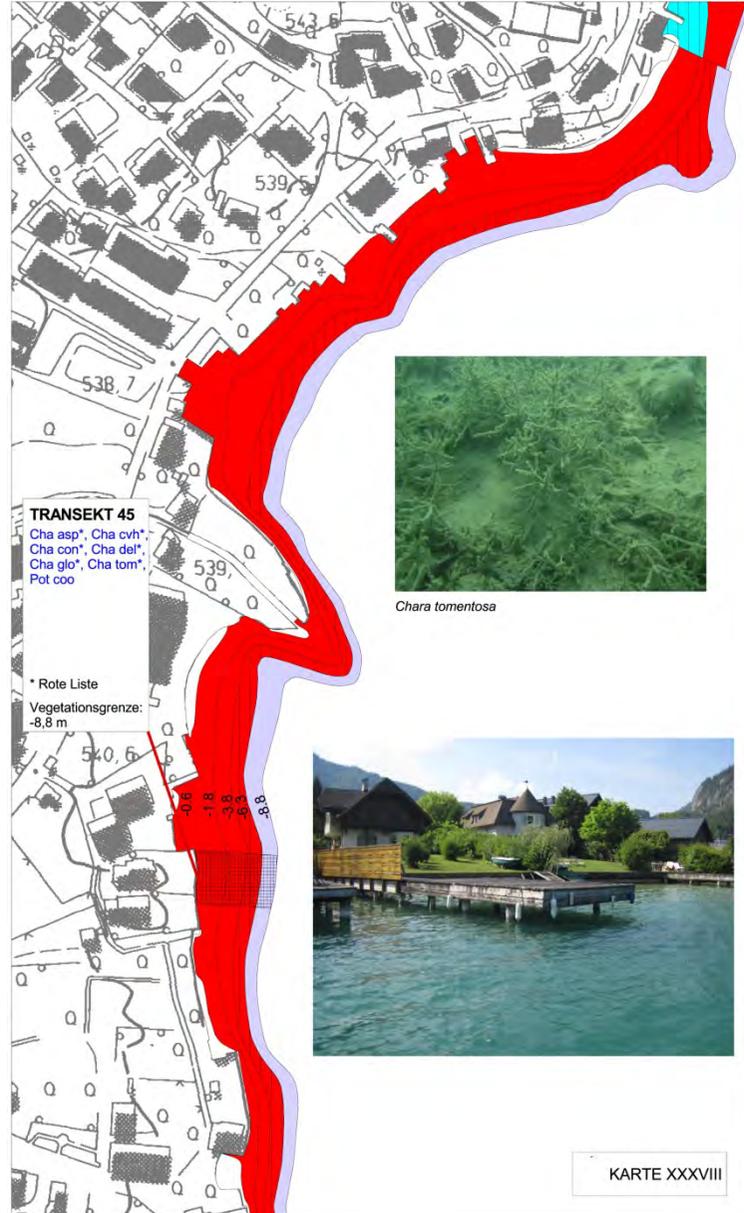
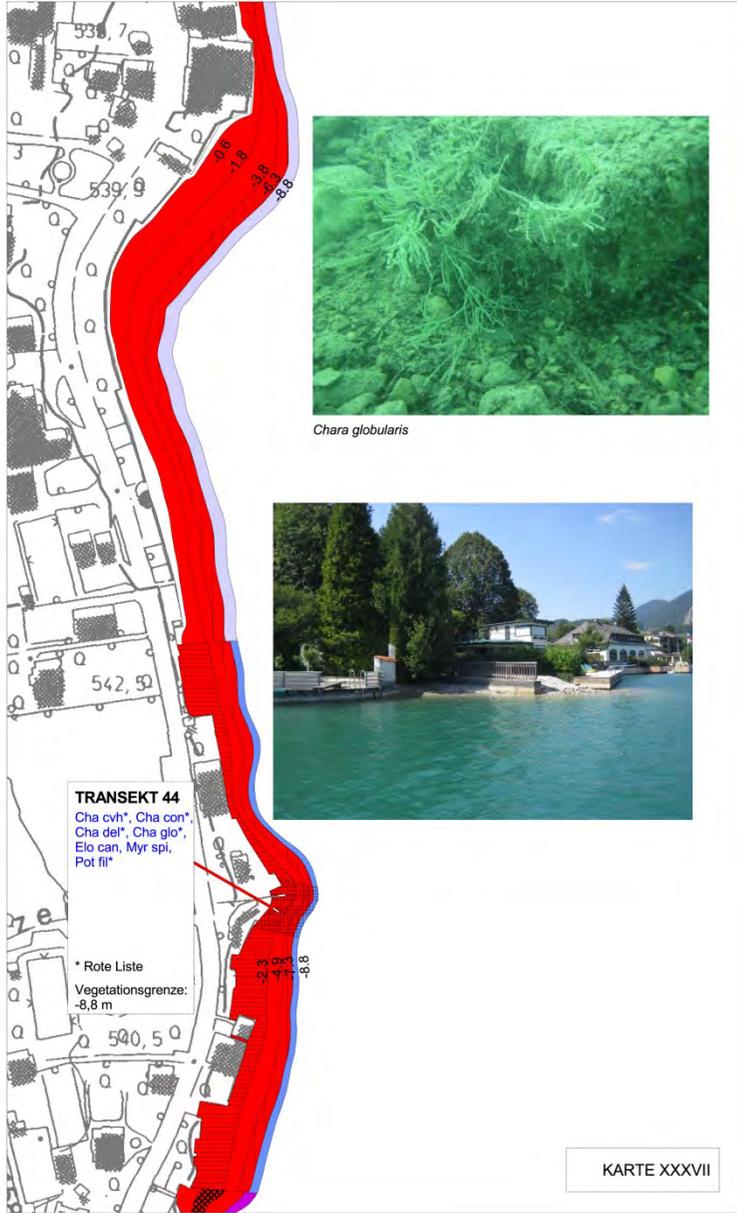
Potamogeton pusillus



TRANSEKT 41
 Cha con*, Cha del*,
 Cha glo*, Myr spi,
 Pot pus*

* Rote Liste
 Vegetationsgrenze:
 -12,4 m

KARTE XXXIV



FUSCHLSEE

submerse und emerse Makrophytenvegetation (seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231 aufgenommen 2003

Lage der detailliert kartierten Transekte

Geländearbeit und Auswertung der Makrophytenvegetation durch die Fa. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 2007

Orthofotos: Befliegung 20.5.2014

© SAGIS Copyrightvermerk für Weiterverwendung <http://www.salzburg.gv.at/copyright>

Legende:

 Transekte Fuschlsee

Tiefenlinien:

 Mittelwasseranschlaglinie (663,3 m ü.A.) bzw. Uferlinie Fuschler Ache

 5m Tiefenlinie

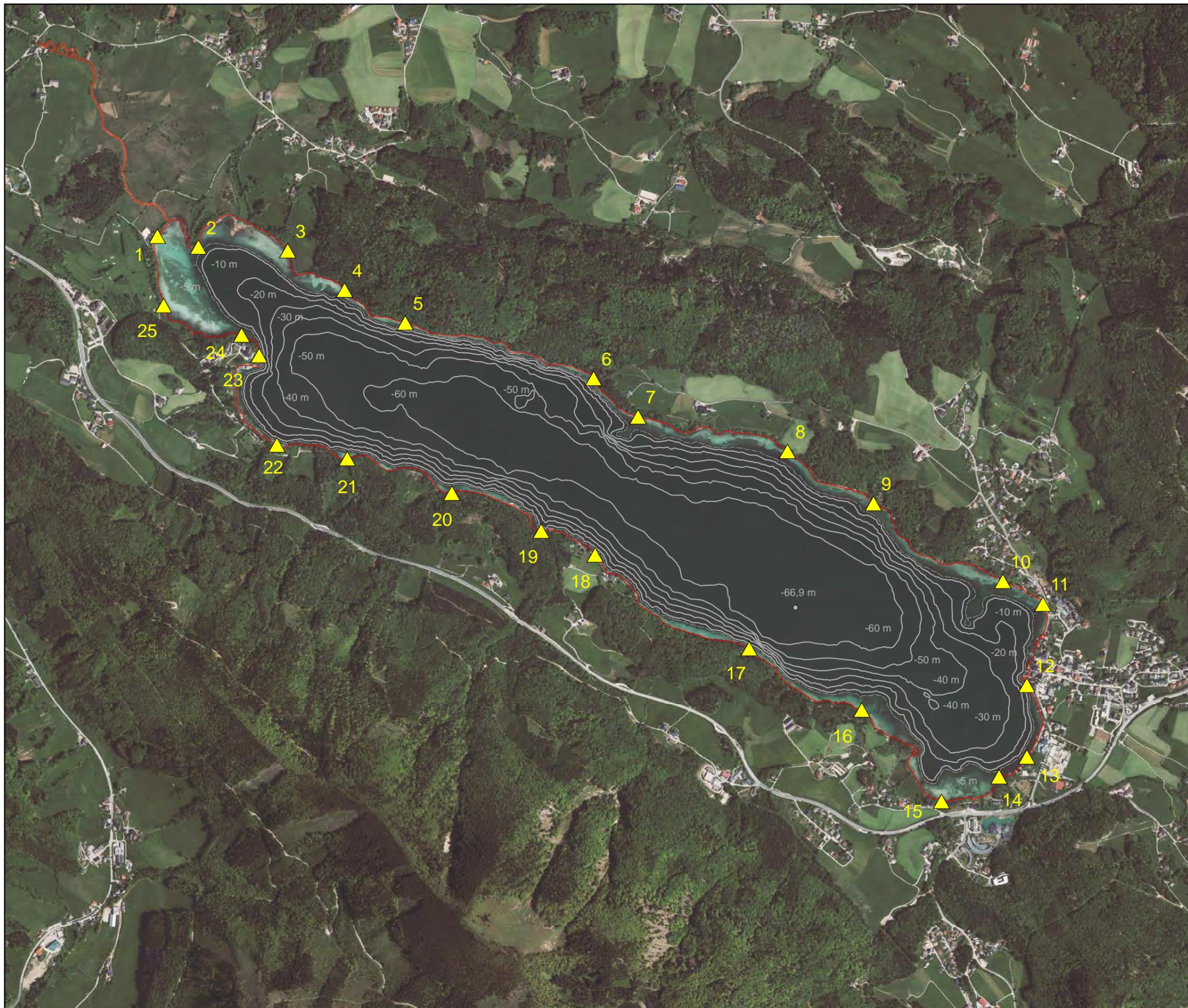
 10m Tiefenlinien

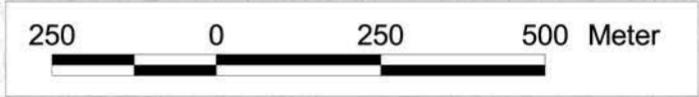
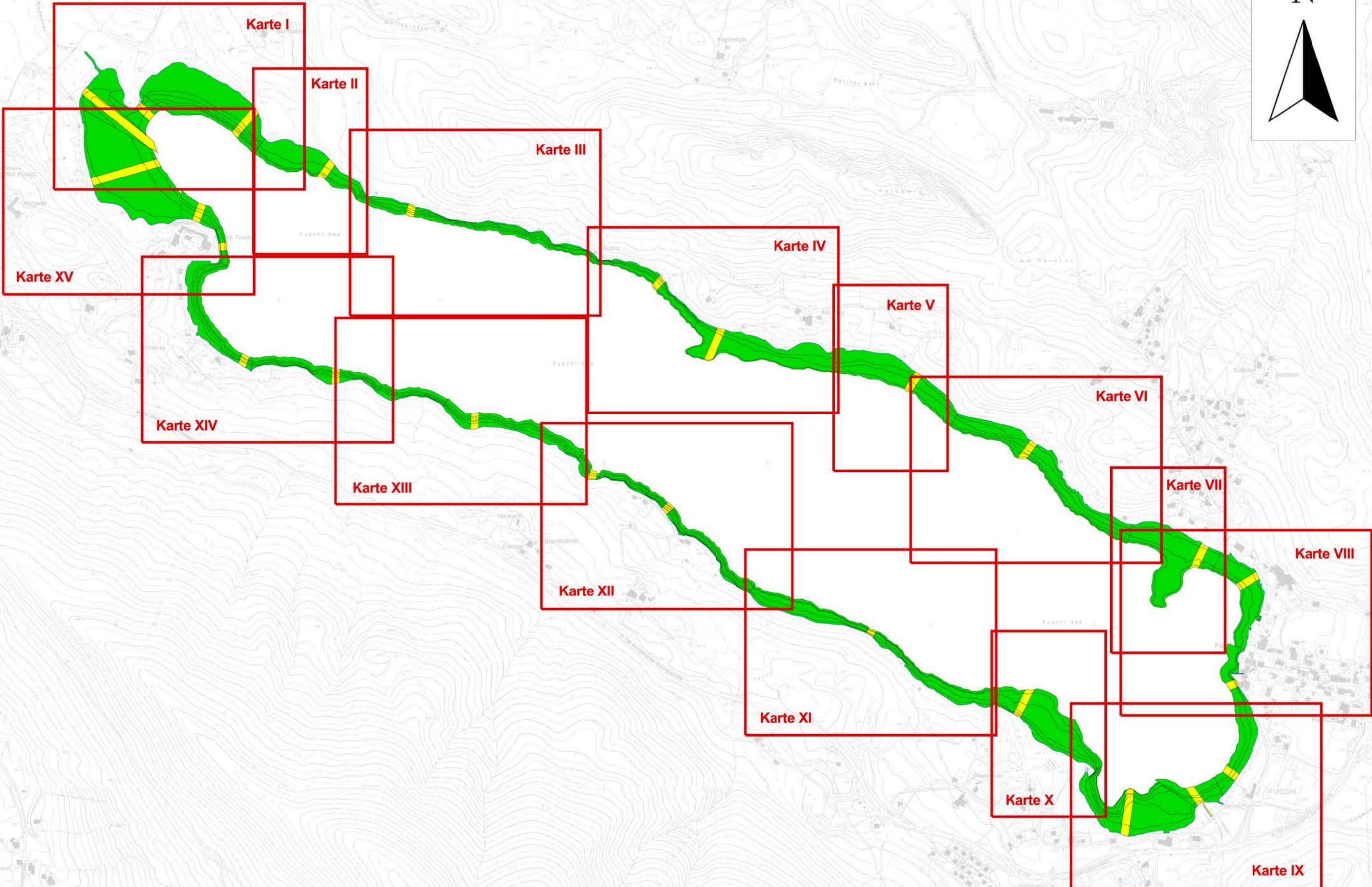
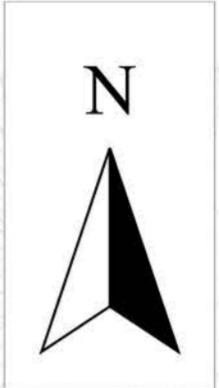
 tiefste Stelle (-66,9 m)



250 125 0 250 500
 Meter

Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz
 erstellt am: 17.11.2016

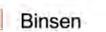
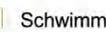
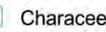
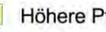
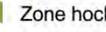
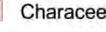
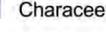
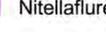
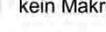




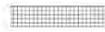
LEGENDE:

Vegetationstyp

dicht schütter

- | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|  |  | Schilf, Rohrkolben |
|  |  | Binsen |
|  |  | Schwimmblattpflanzen |
|  |  | Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen |
|  |  | Höhere Pflanzen, niederwüchsig |
|  |  | Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) |
|  |  | Characeen des mittleren Tiefenbereiches |
|  |  | Characeenwiesen der Tiefe |
|  |  | Nitellafluren |
|  |  | kein Makrophytenbewuchs |

zusätzliche Schraffuren:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen |
|  | mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels |
|  | mit Characeen |
|  | mit Moosen |
|  | Uferlinie |
|  | betauchte Transekte |

MAKROPHYTENARTEN

Untergetauchte Vegetation

Charophyta

Cha asp*	<i>Chara aspera</i>
Cha con*	<i>Chara contraria</i>
Cha del*	<i>Chara delicatula</i>
Cha fil*	<i>Chara filiformis</i>
Cha glo*	<i>Chara globularis</i>
Cha his*	<i>Chara hispida</i>
Cha tom*	<i>Chara tomentosa</i>
Nit opa*	<i>Nitella opaca</i>
Tol glo*	<i>Tolypella glomerata</i>

Bryophyta

Fon ant	<i>Fontinalis antipyretica</i>
---------	--------------------------------

Spermatophyta

Elo nut	<i>Elodea nuttallii</i>
Myr spi	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Pot cri	<i>Potamogeton crispus</i>
Pot fil*	<i>Potamogeton filiformis</i>
Pot pec	<i>Potamogeton pectinatus</i>
Pot per*	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Pot pus*	<i>Potamogeton pusillus</i>
Utr aus*	<i>Utricularia australis</i>

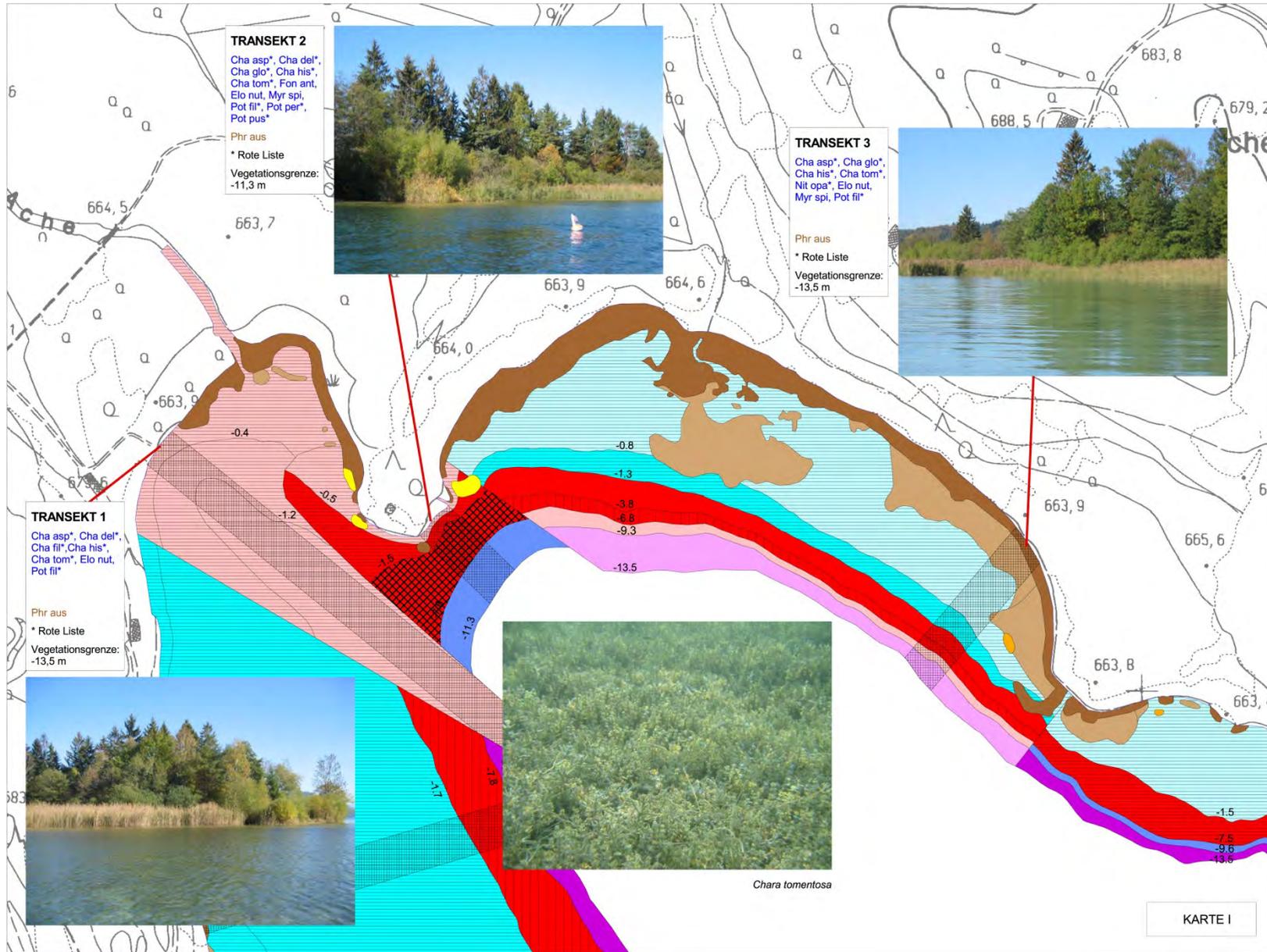
Röhricharten

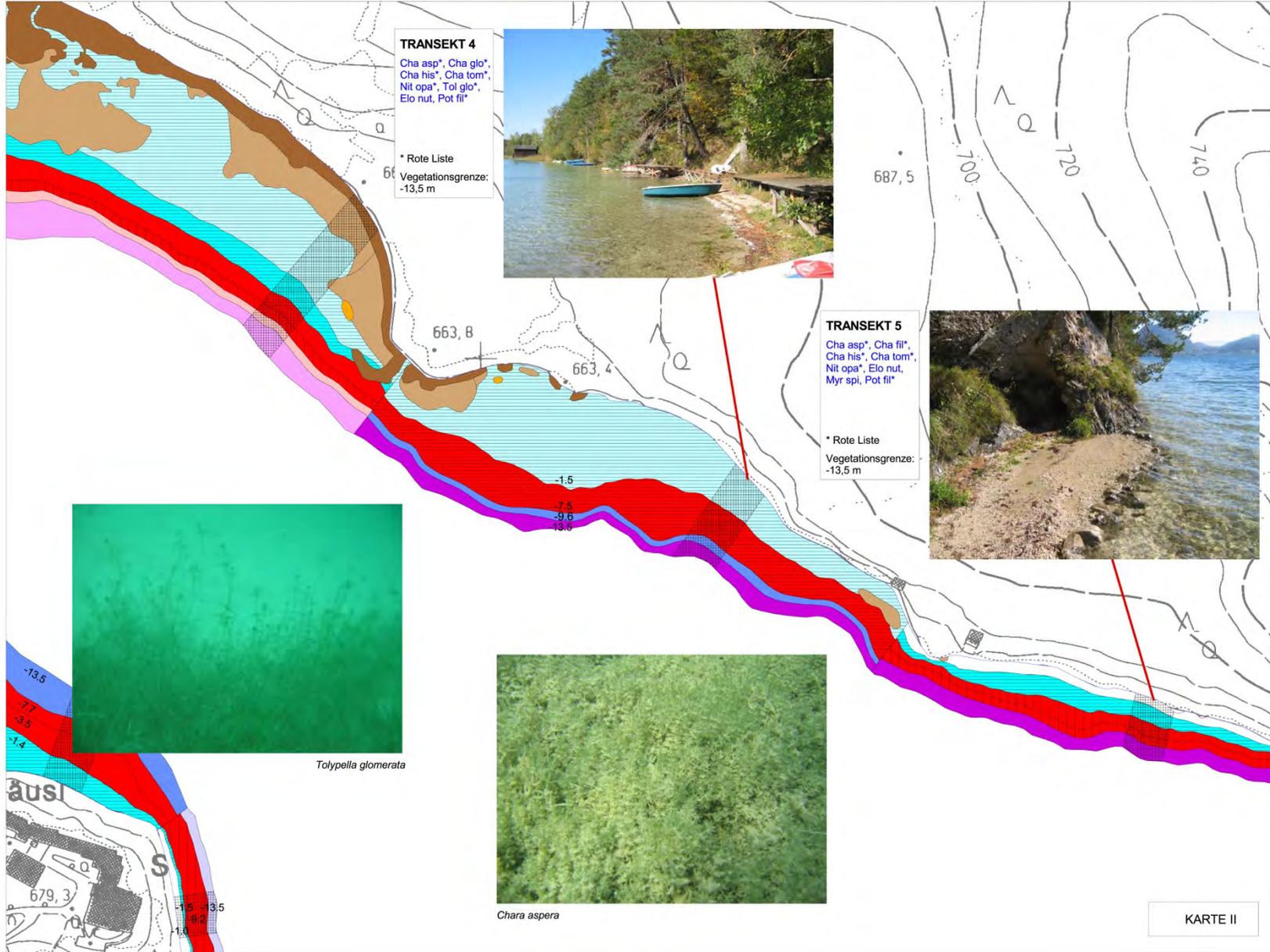
Phr aus	<i>Phragmites australis</i>
Sch lac	<i>Schoenoplectus lacustris</i>

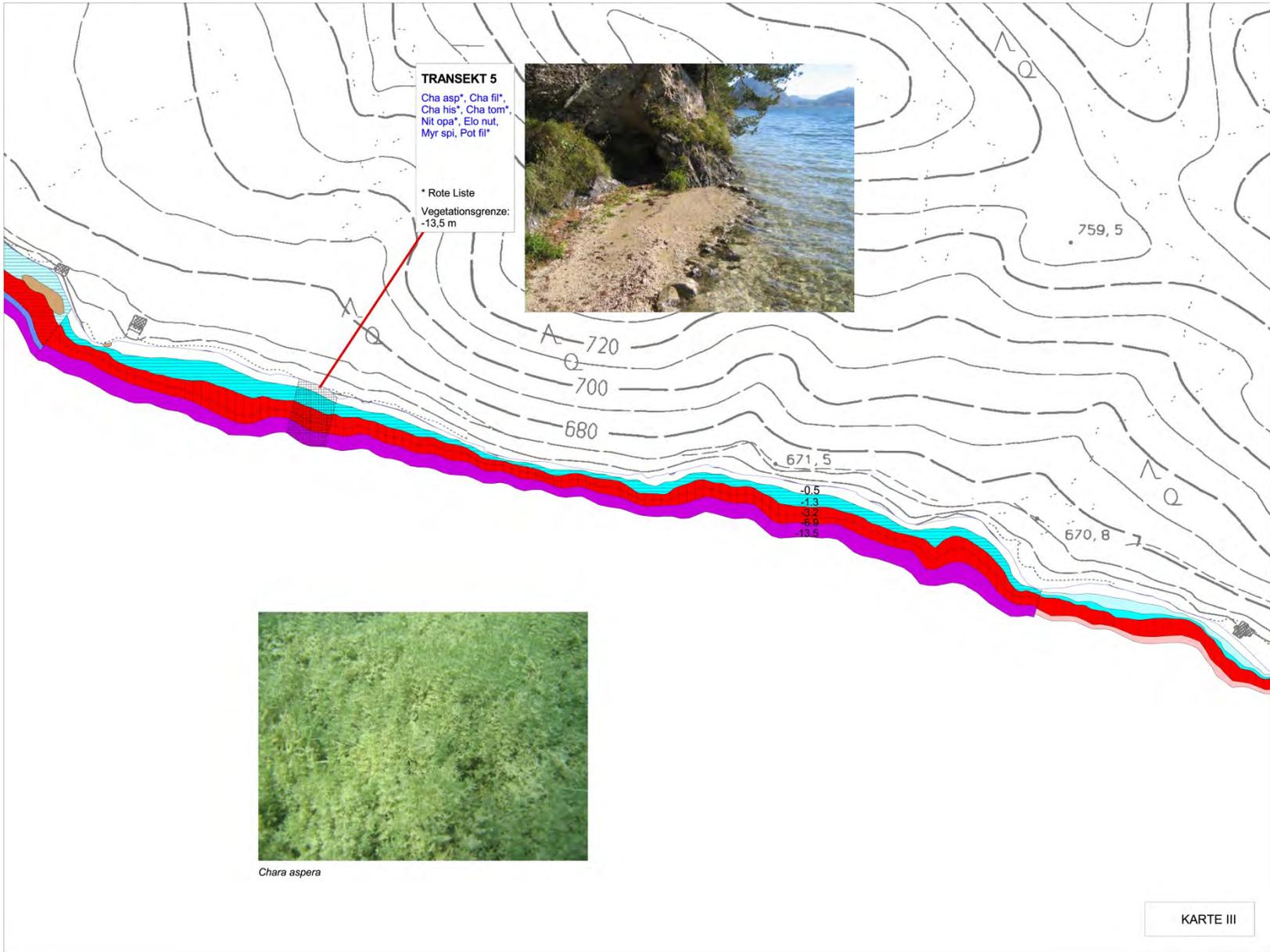
* Arten der Roten Listen

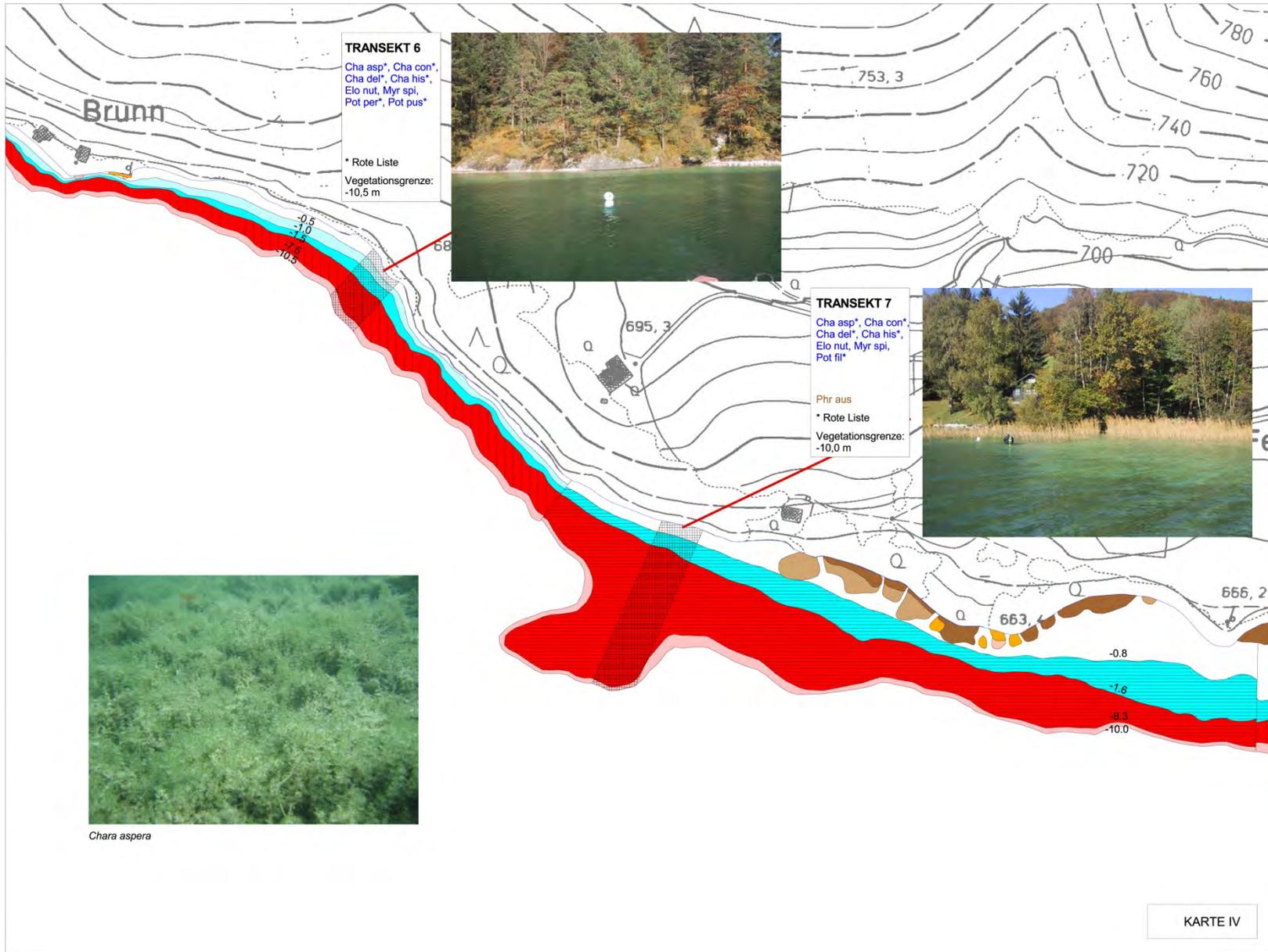
50 0 50 100 Meter



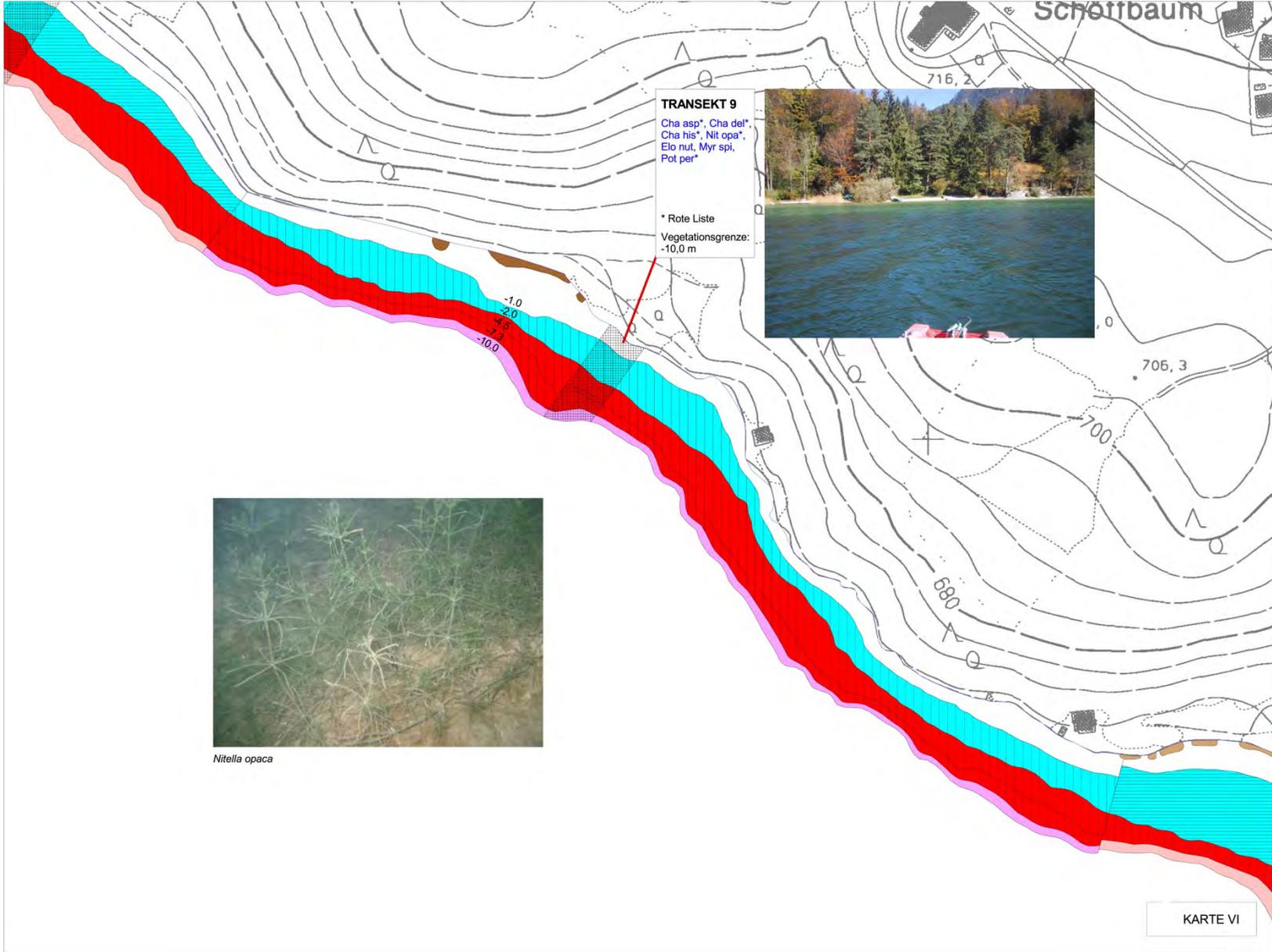


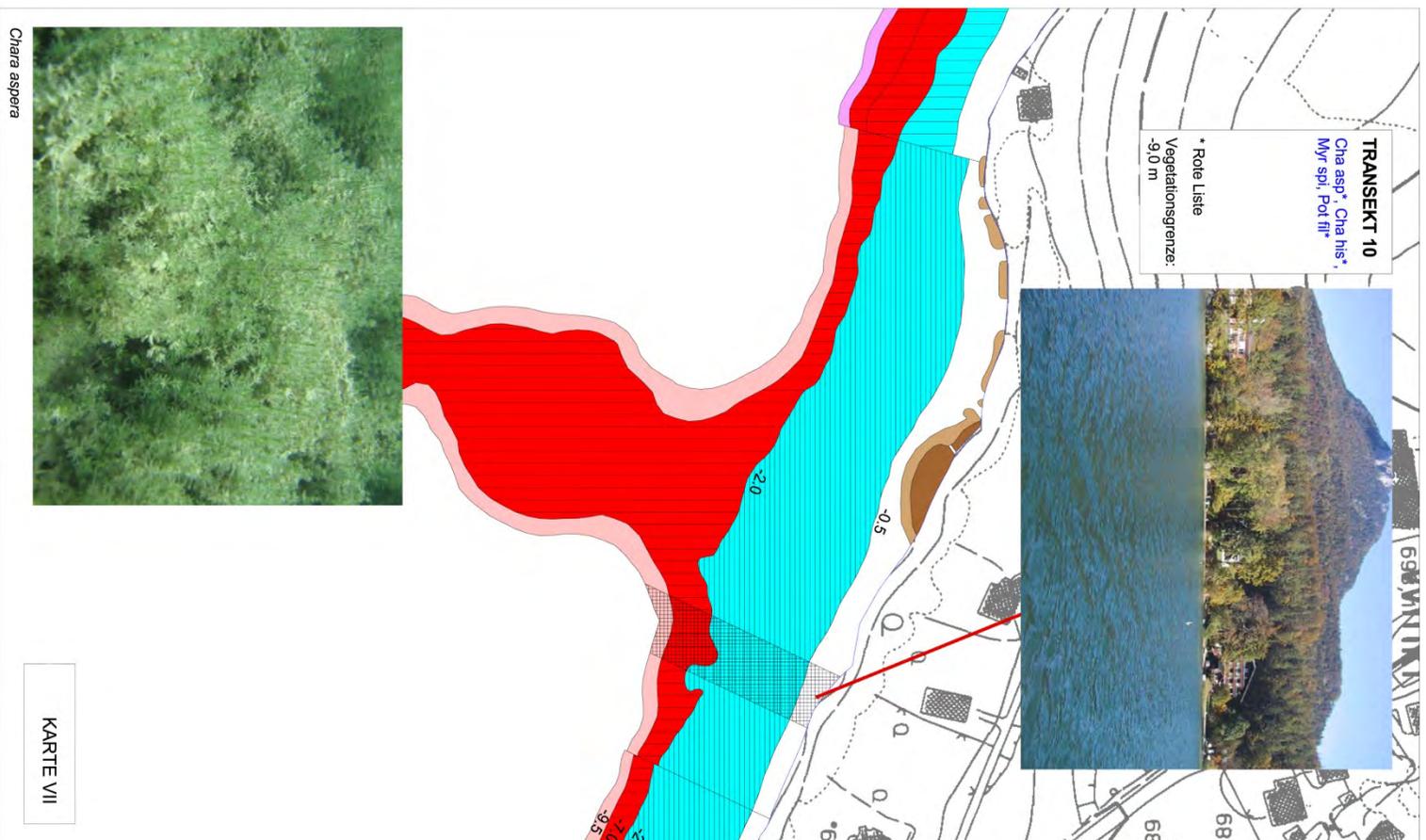


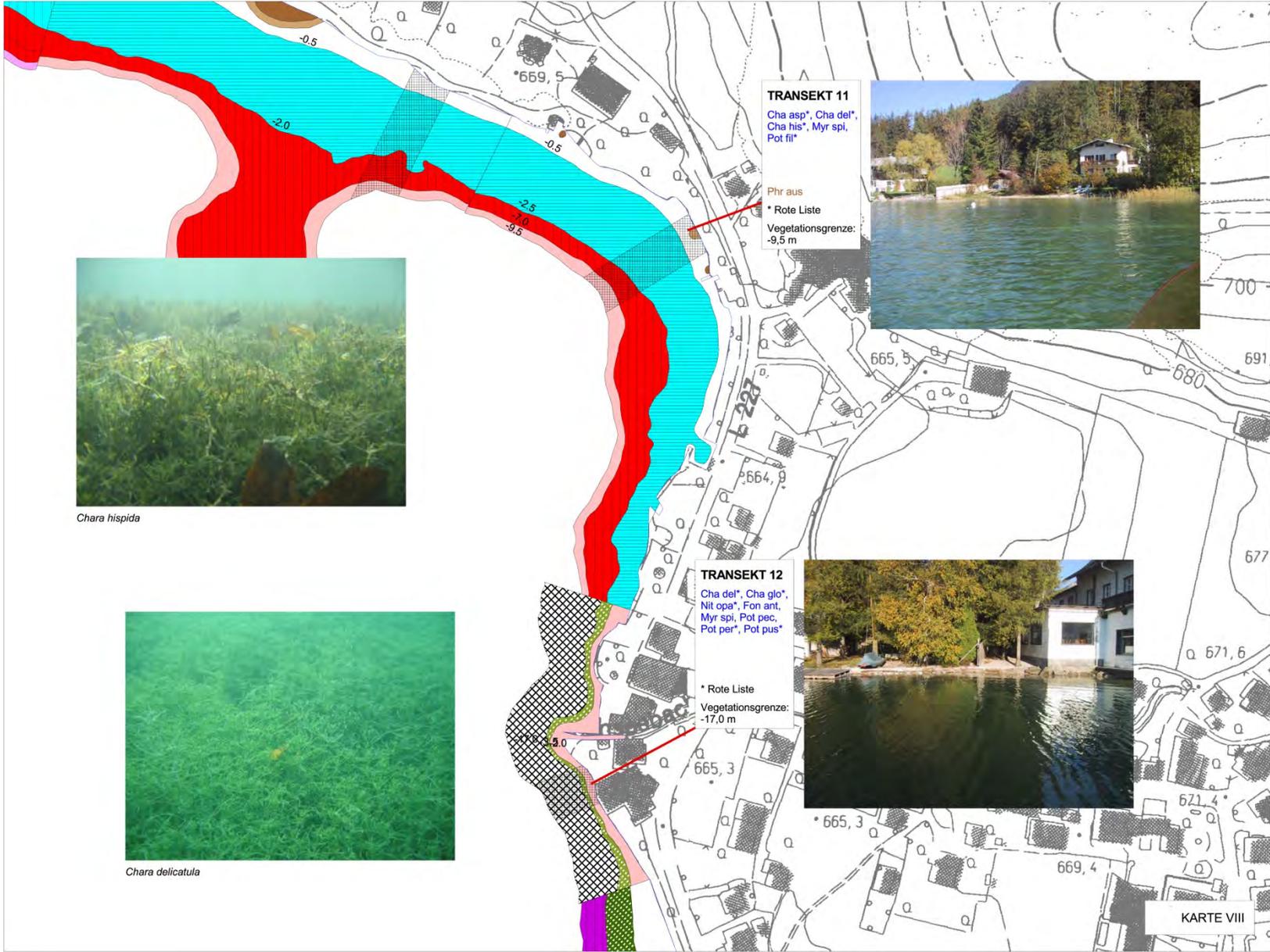


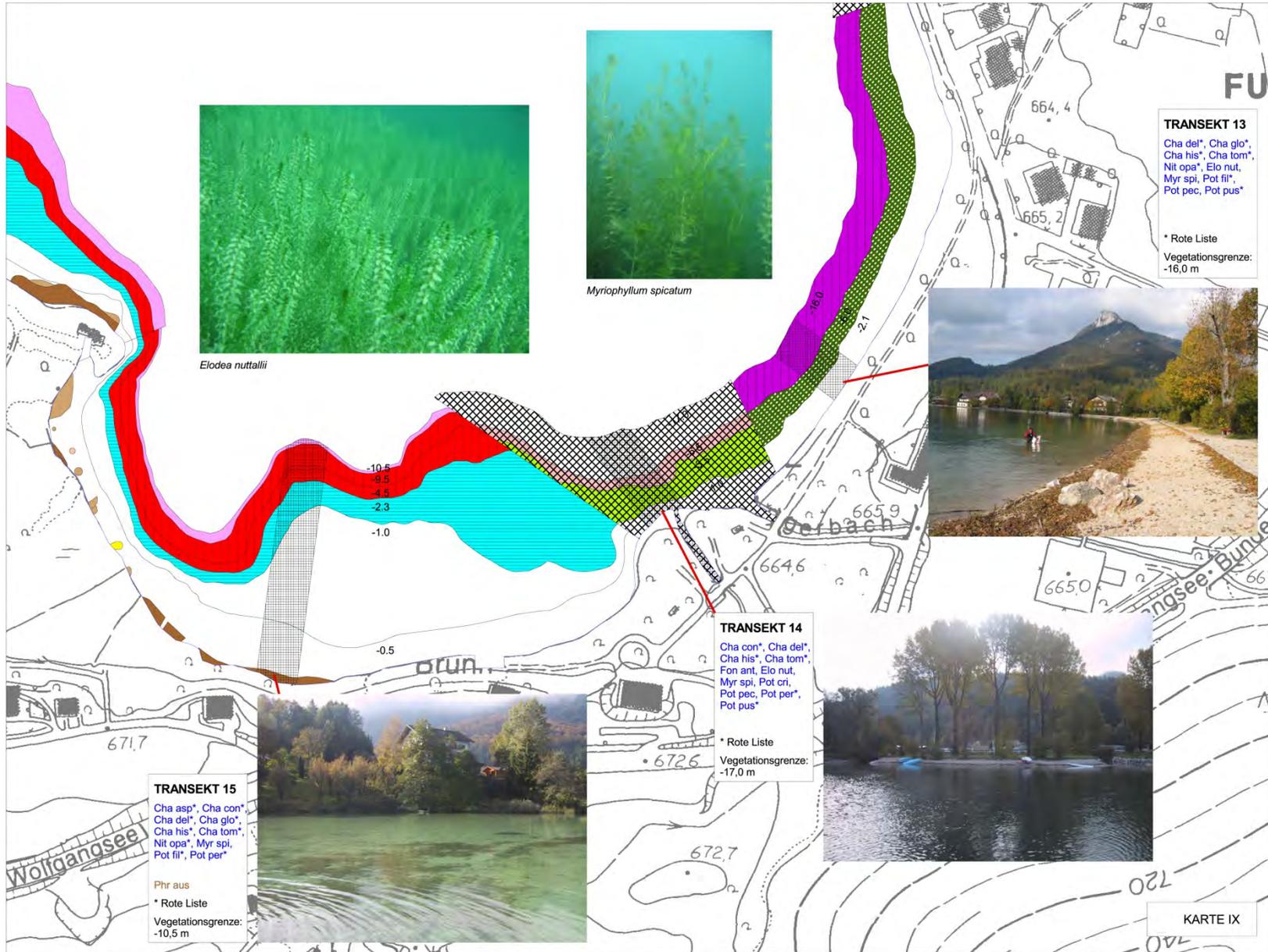






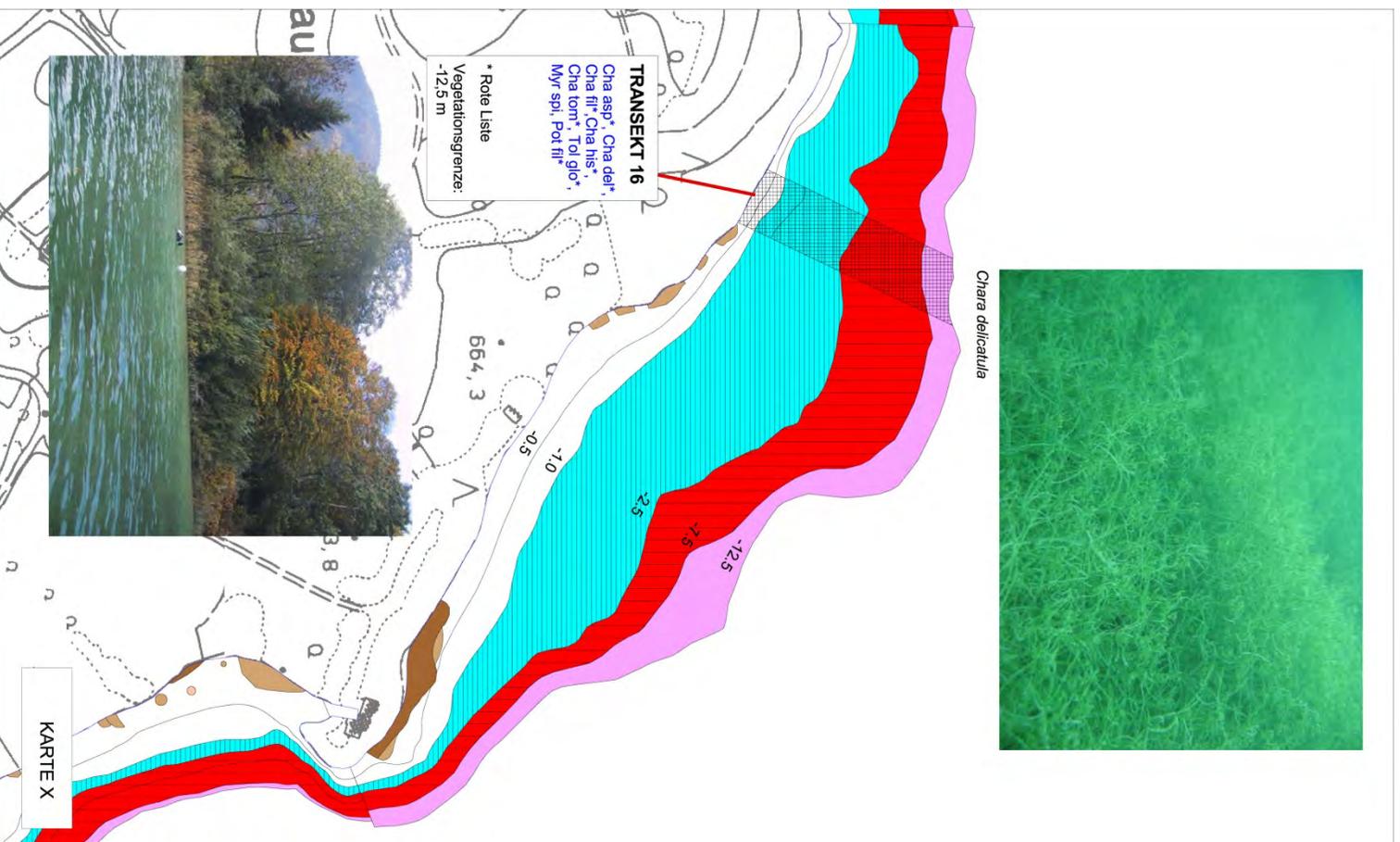


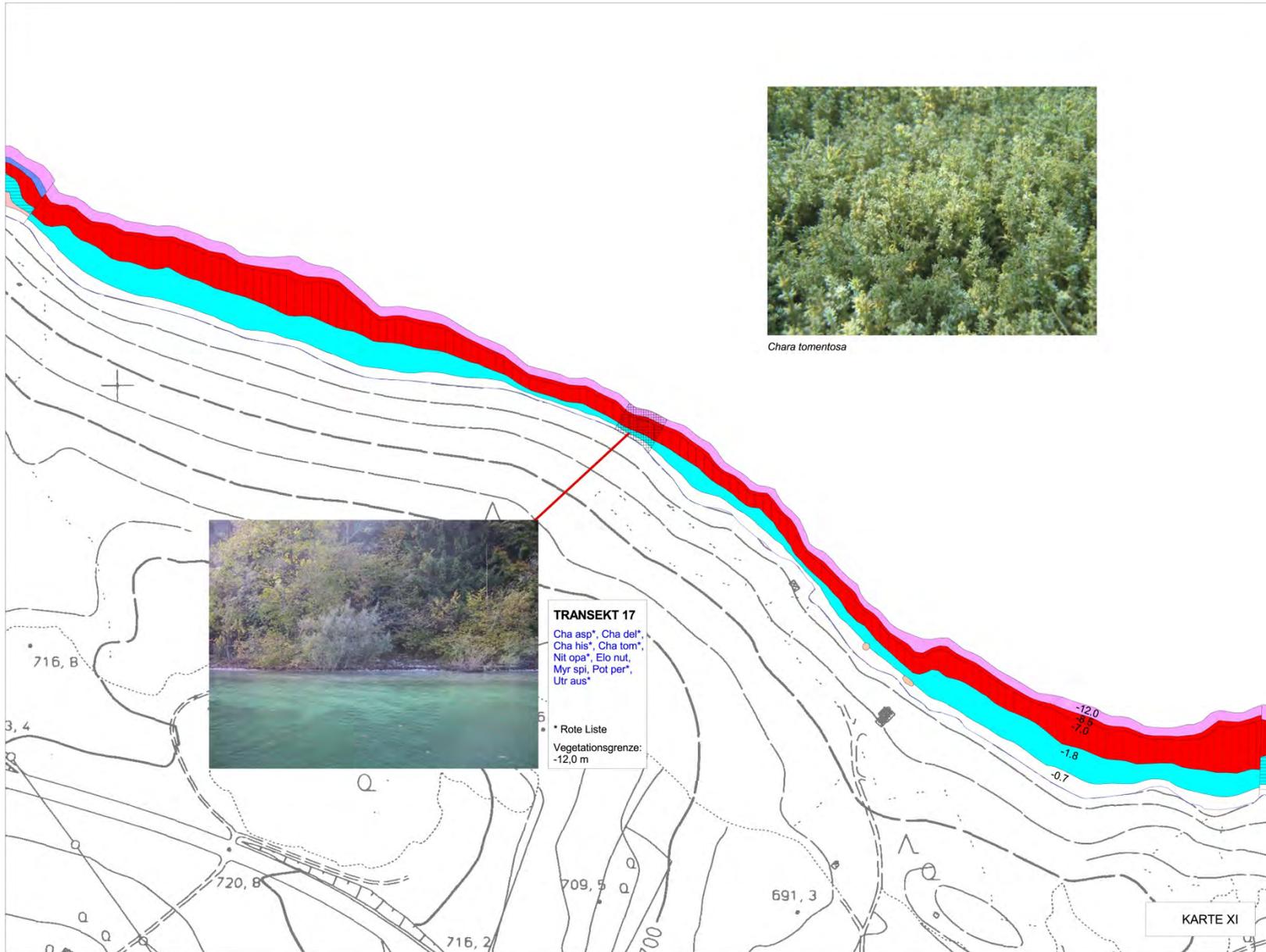


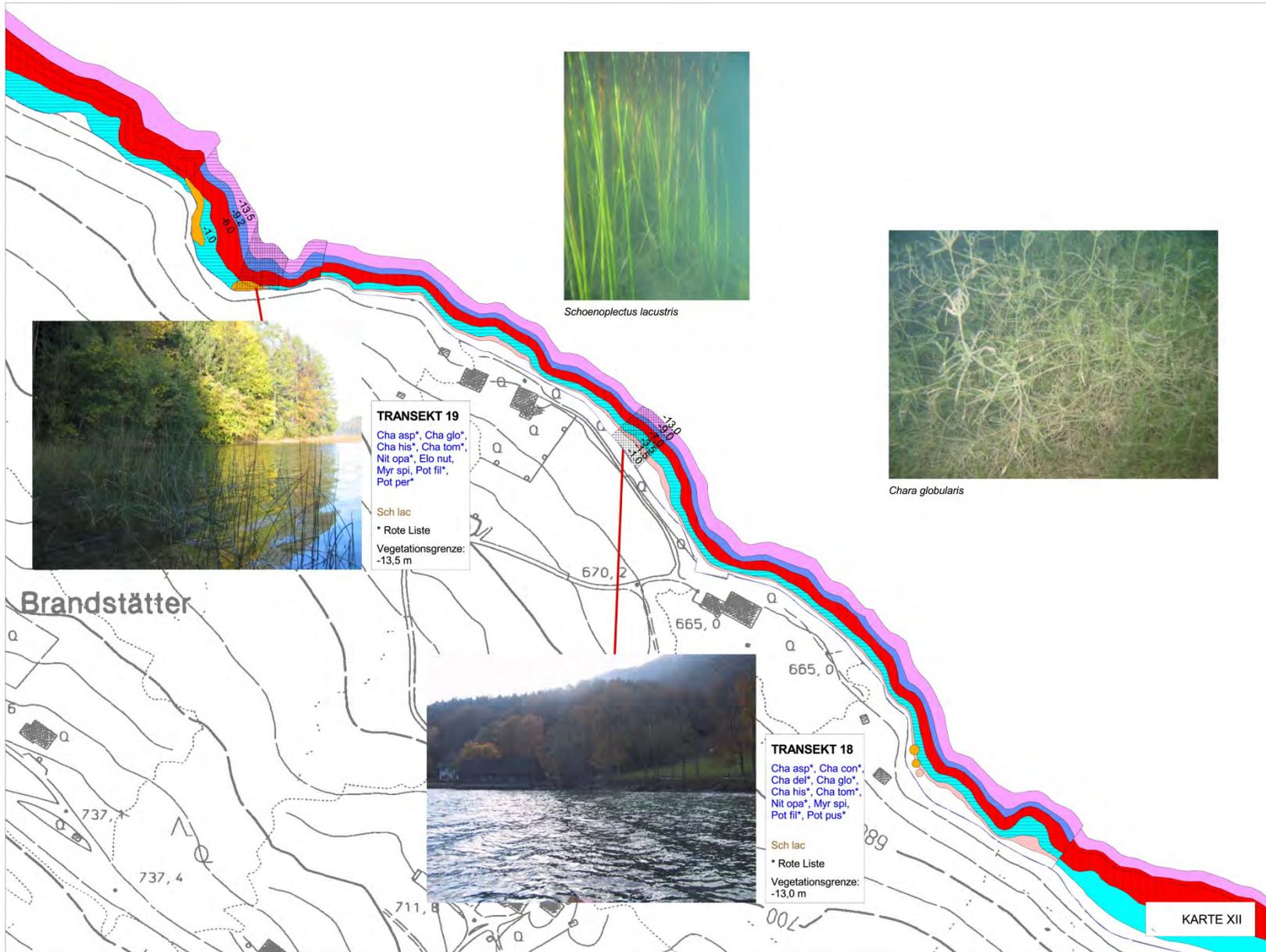


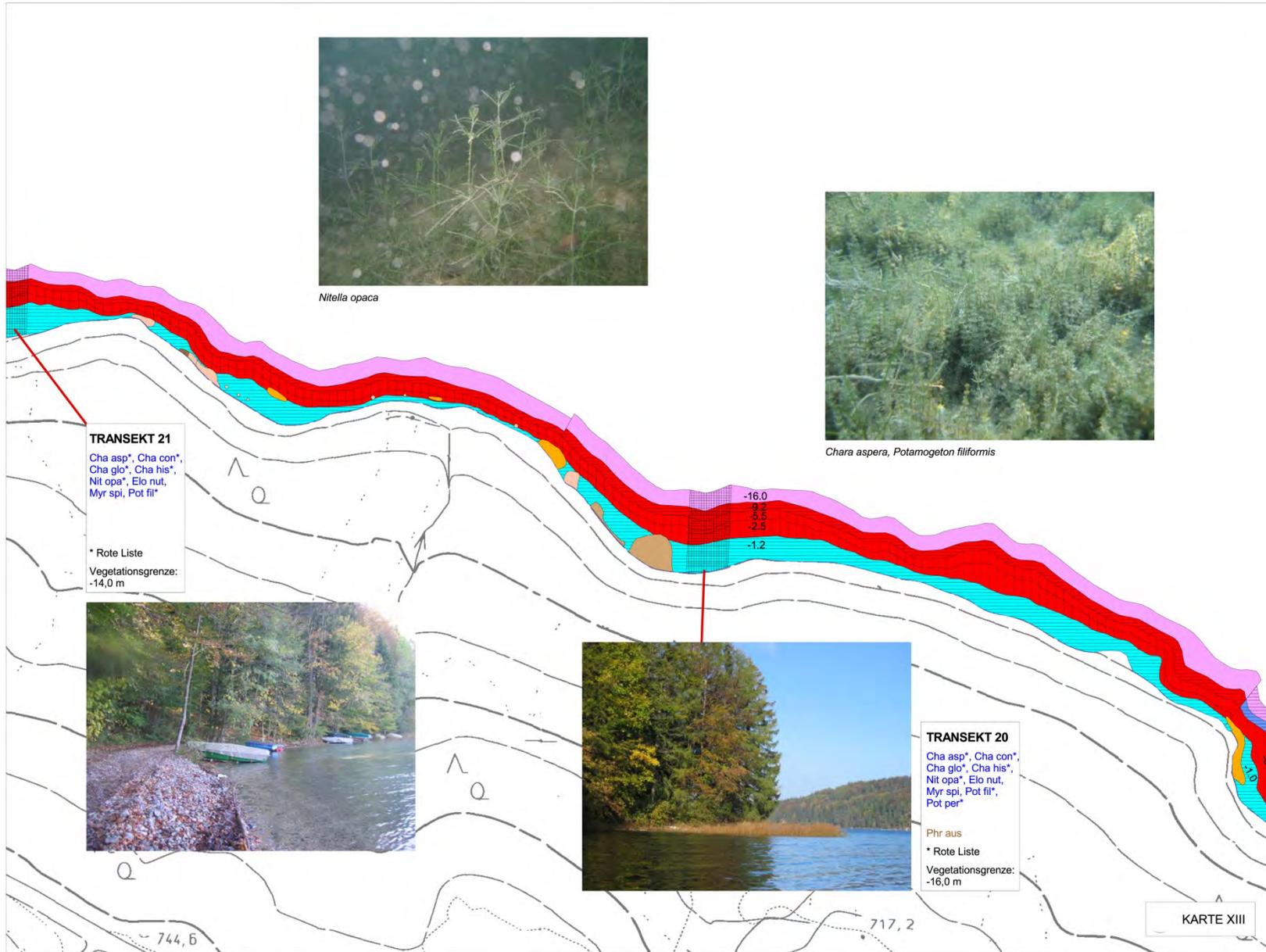


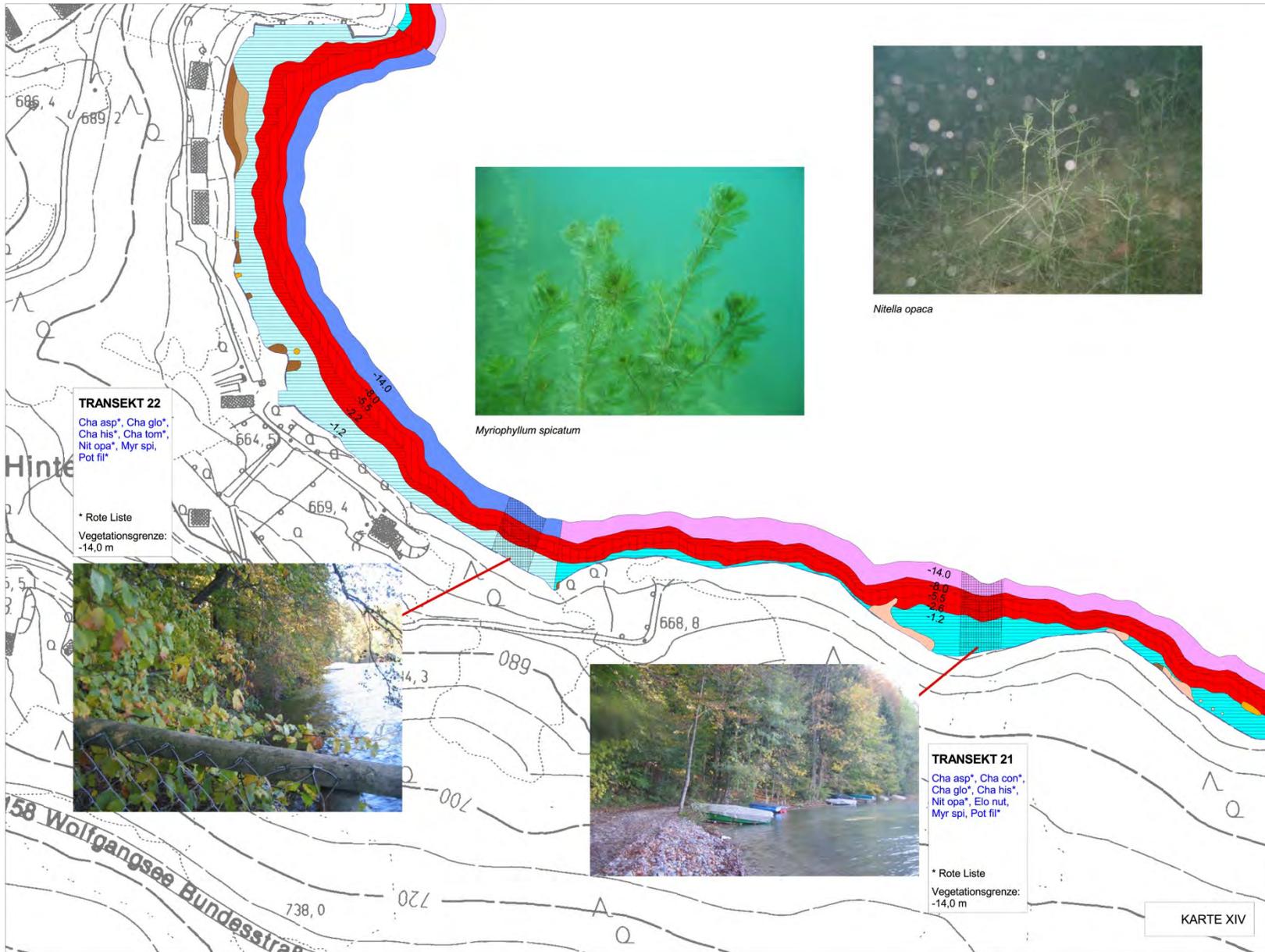
Chara delicatula







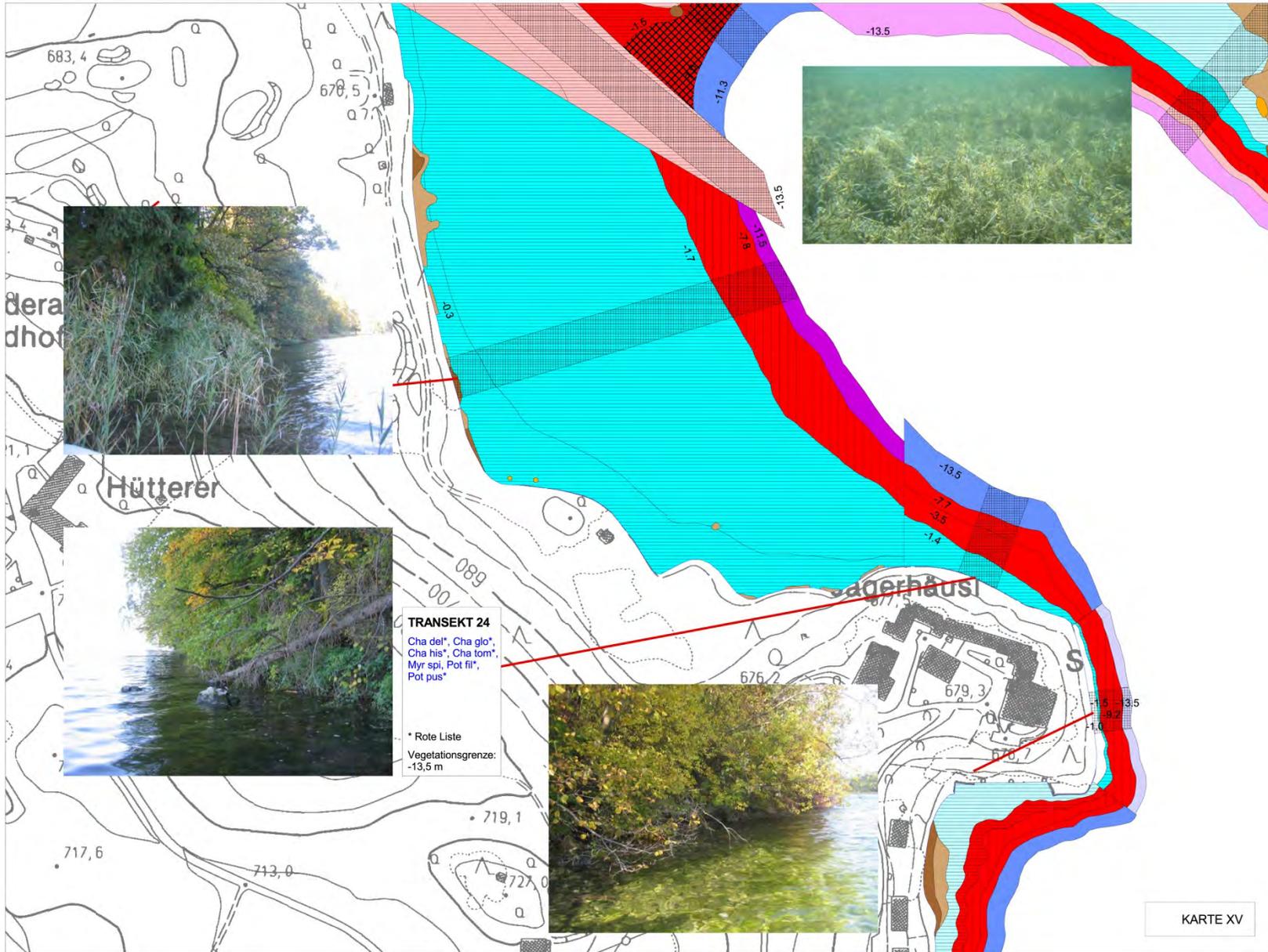




Myriophyllum spicatum



Nitella opaca



ZELLER SEE

submerse und emerse Makrophytenvegetation
(seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231
aufgenommen 2004

Lage der detailliert kartierten Transekte

Geländearbeit und Auswertung
der Makrophytenvegetation
durch die Fa. Systema Bio- und
Management Consulting GmbH, Wien, 2004

Orthofotos: Befliegung 5.7.2015

© SAGIS Copyrightvermerk für Weiterverwendung
<http://www.salzburg.gv.at/copyright>

Legende:

 Transekte Zeller See

Tiefenlinien:

 Mittelwasseranschlaglinie (749,7 m ü.A.)
bzw. Uferlinie Seekanal

 5m Tiefenlinie

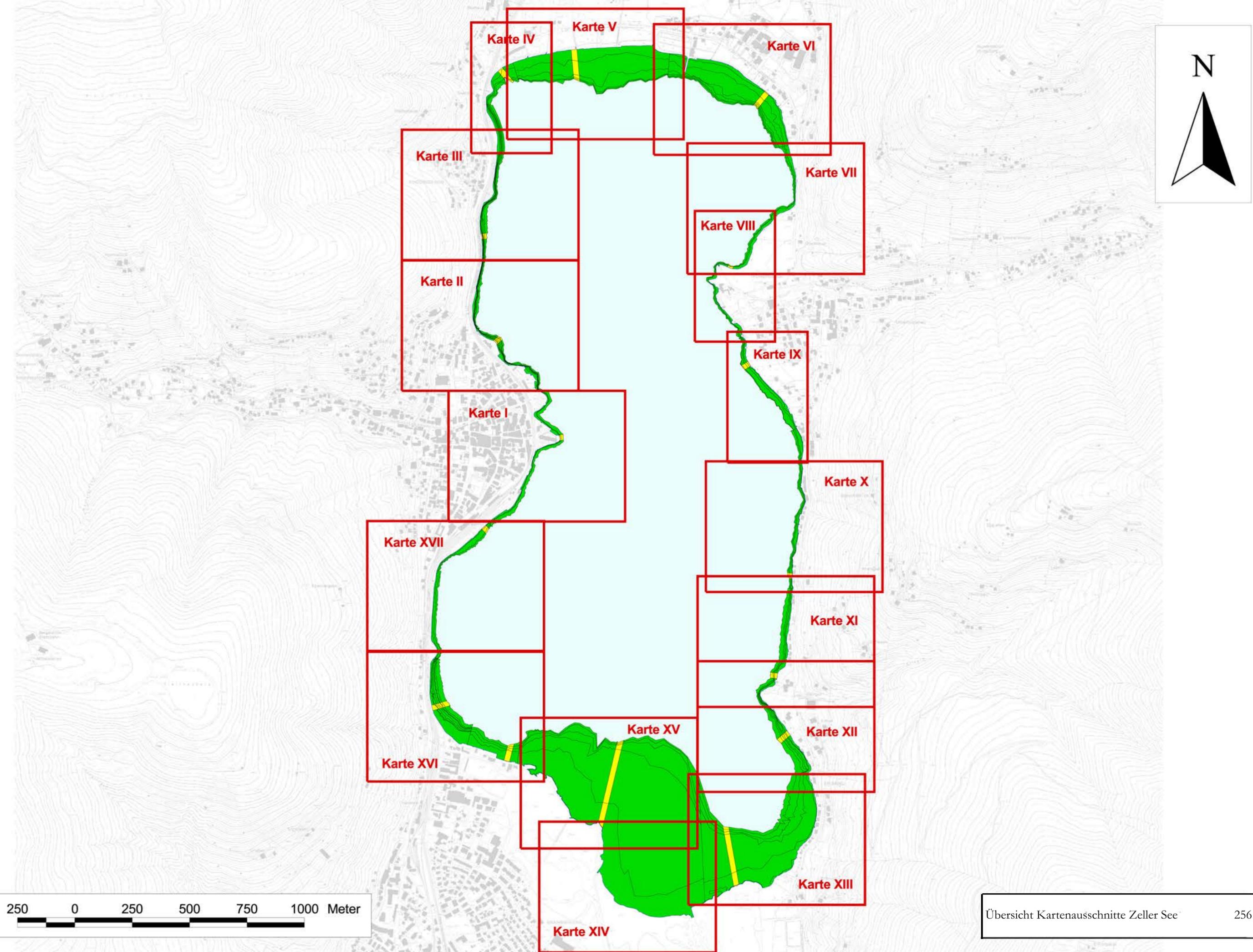
 10m Tiefenlinien

 tiefste Stelle (-69,8 m)



250 125 0 250 500
 Meter

Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz
erstellt am: 18.11.2016

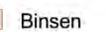
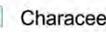
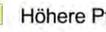
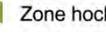
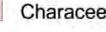
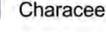
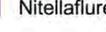
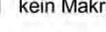


250 0 250 500 750 1000 Meter

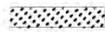
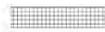
LEGENDE:

Vegetationstyp

dicht schütter

- | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|  |  | Schilf, Rohrkolben |
|  |  | Binsen |
|  |  | Schwimmblattpflanzen |
|  |  | Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen |
|  |  | Höhere Pflanzen, niederwüchsig |
|  |  | Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) |
|  |  | Characeen des mittleren Tiefenbereiches |
|  |  | Characeenwiesen der Tiefe |
|  |  | Nitellafluren |
|  |  | kein Makrophytenbewuchs |

zusätzliche Schraffuren:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  | mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen |
|  | mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels |
|  | mit Characeen |
|  | mit Moosen |
|  | Uferlinie |
|  | betauchte Transekte |

MAKROPHYTENARTEN

Untergetauchte Vegetation

Charophyta

Cha asp*	<i>Chara aspera</i>
Cha del*	<i>Chara delicatula</i>
Cha glo*	<i>Chara globularis</i>
Nit obt*	<i>Nitellopsis obtusa</i>
Nit opa*	<i>Nitella opaca</i>
Nit syn*	<i>Nitella syncarpa</i>

Spermatophyta

Ele aci*	<i>Eleocharis acicularis</i>
Elo nut	<i>Elodea nuttallii</i>
Myr spi	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Pot cri	<i>Potamogeton crispus</i>
Pot luc*	<i>Potamogeton lucens</i>
Pot coo	<i>Potamogeton x cooperi</i>
Pot per*	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Pot pus*	<i>Potamogeton pusillus</i>

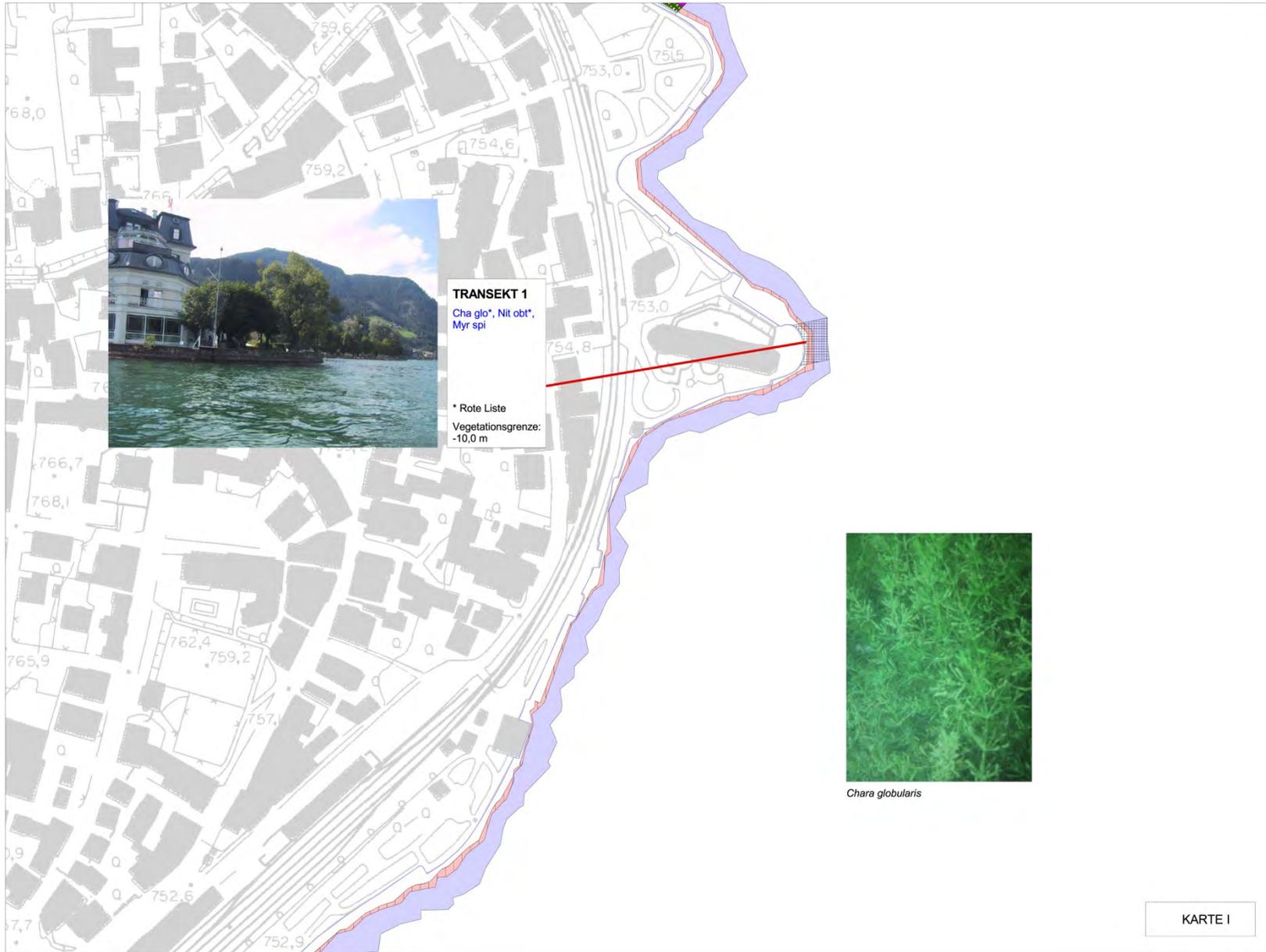
Röhrichtarten

Car sp.	<i>Carex sp.</i>
Lyt sal	<i>Lythrum salicaria</i>
Phr aus	<i>Phragmites australis</i>
Sch lac	<i>Schoenoplectus lacustris</i>

* Arten der Roten Listen

50 0 50 100 Meter











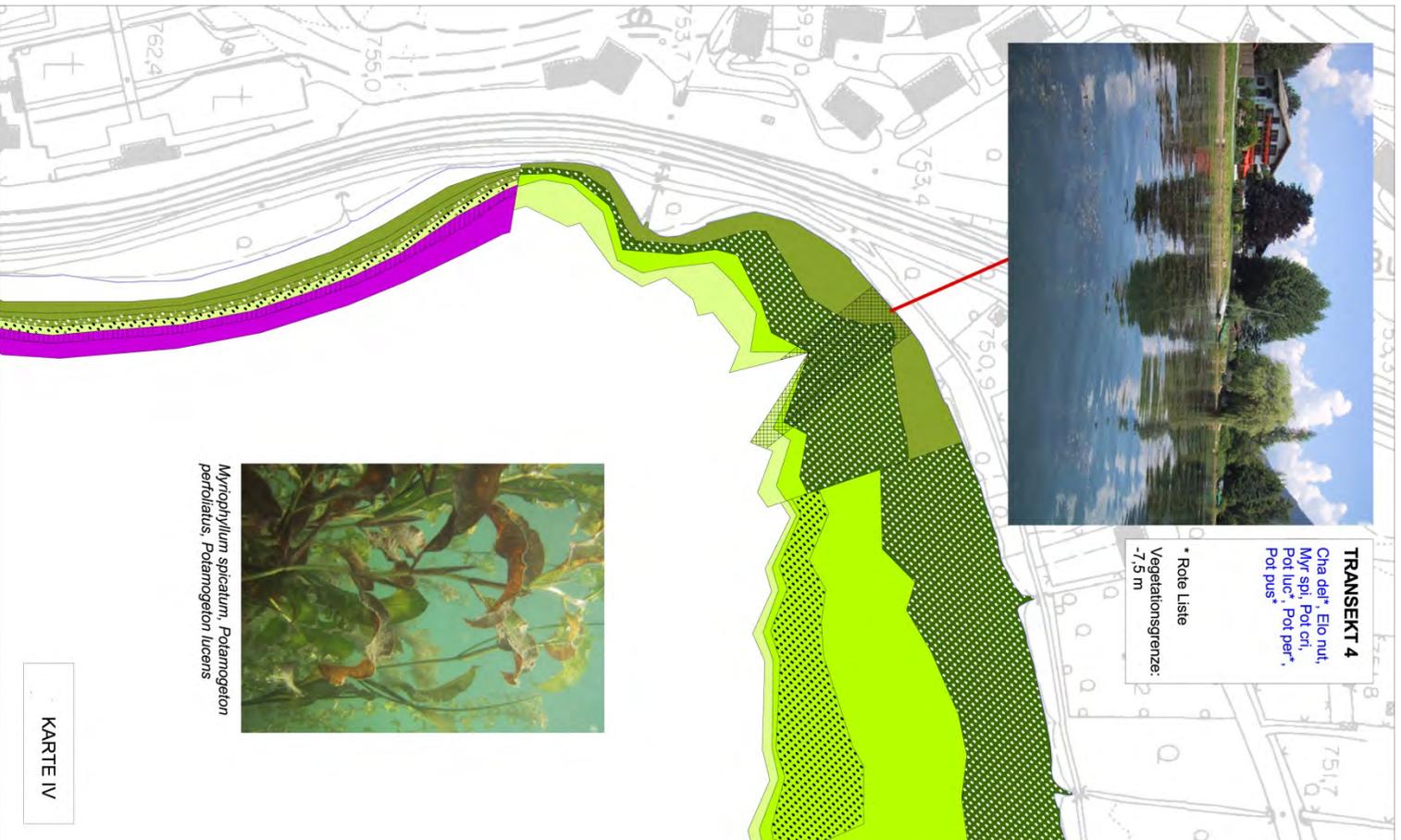


TRANSEKT 4

Cha del*, Eio rut,
Myr spt, Pot ori,
Pot luc*, Pot per*,
Pot pus*

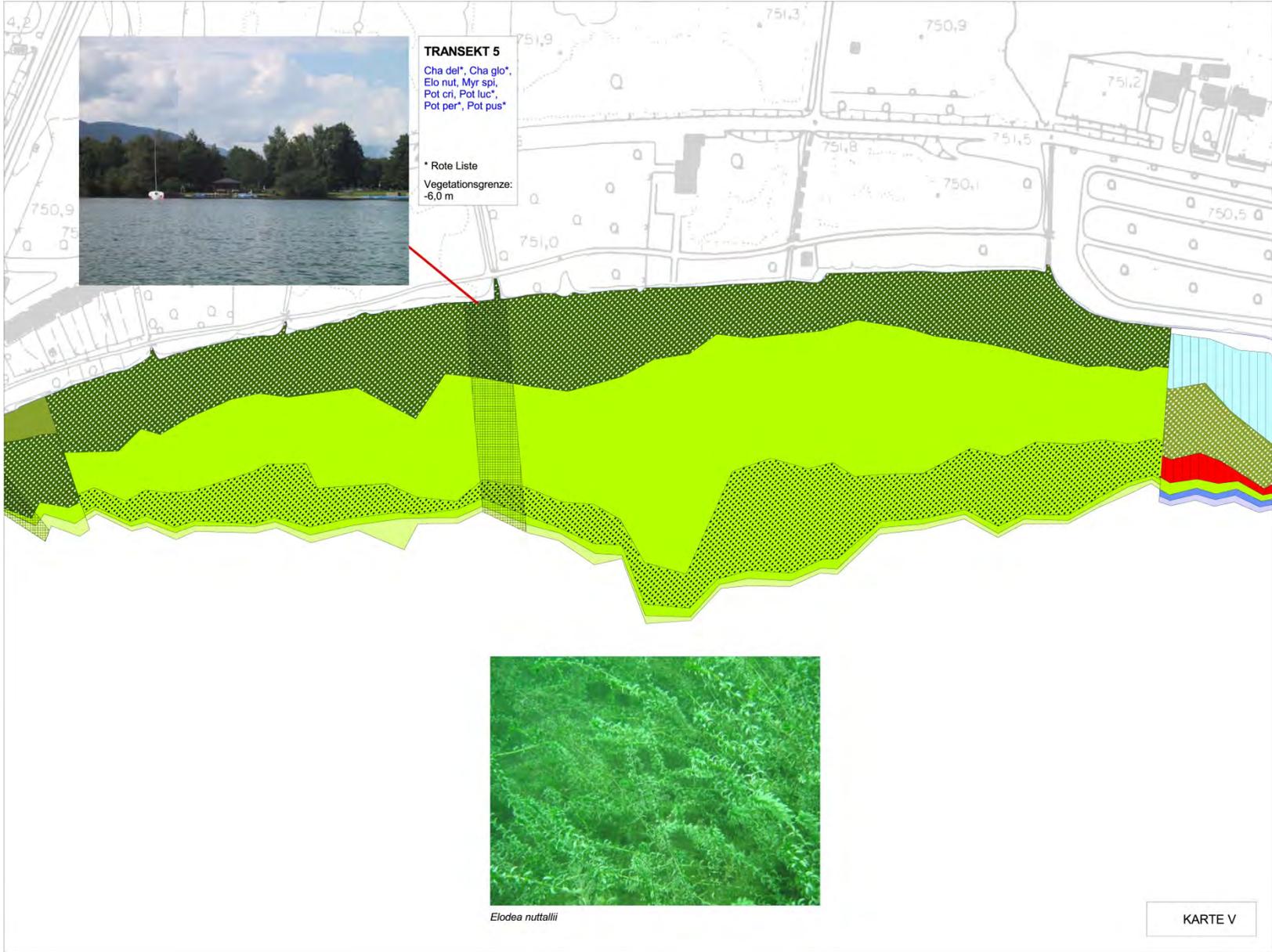
* Rote Liste

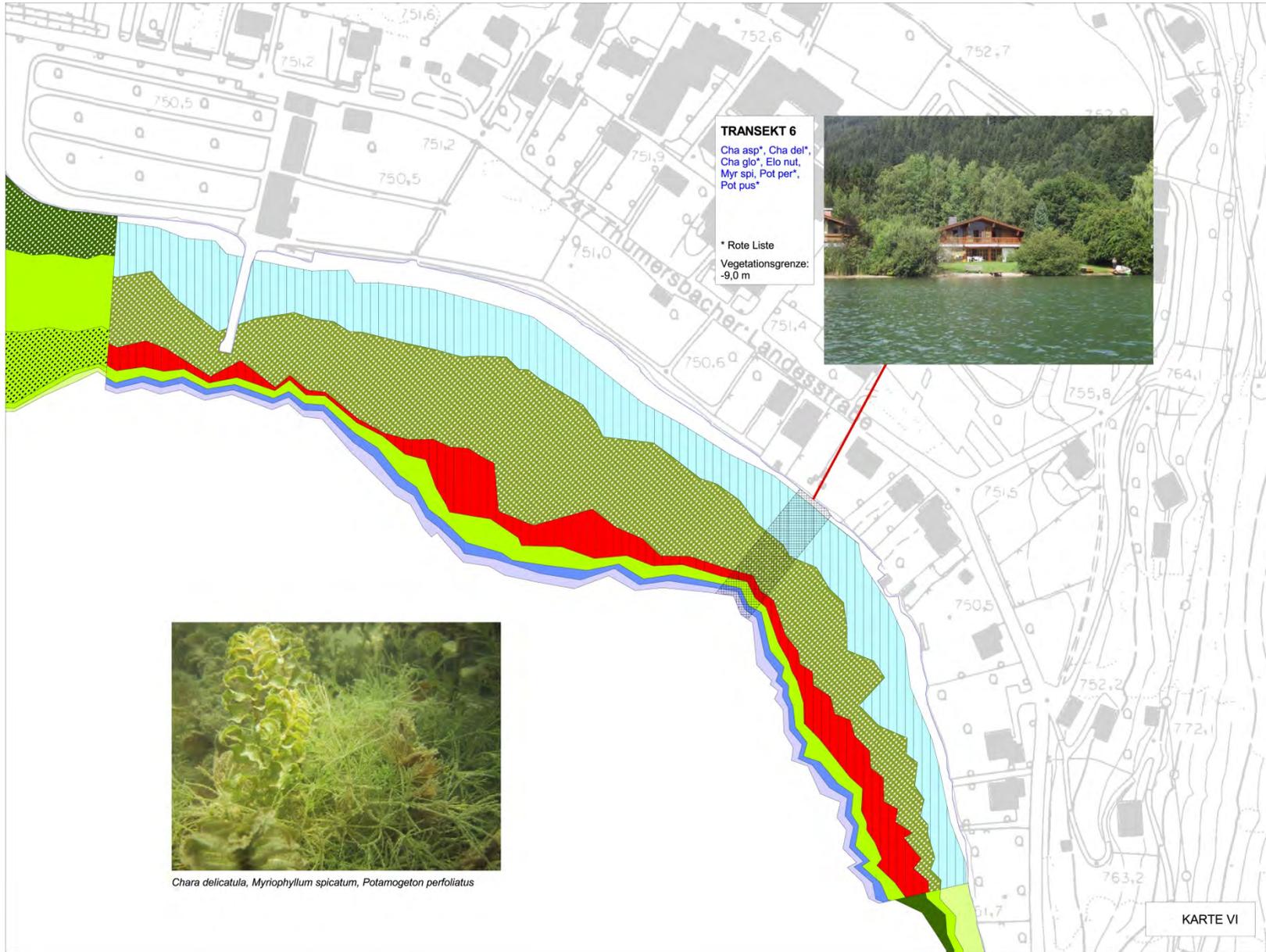
Vegetationsgrenze:
-7,5 m



Myriophyllum spicatum, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton lucens*

KARTE IV





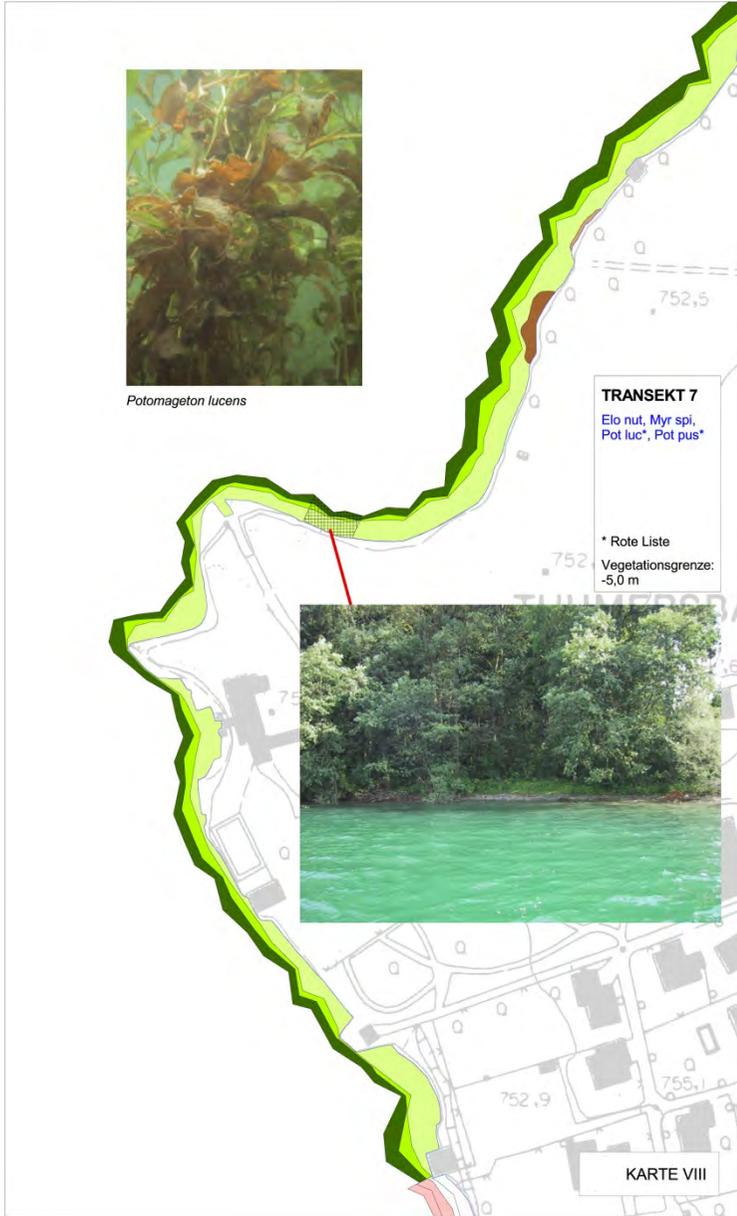
Chara delicatula, Myriophyllum spicatum, Potamogeton perfoliatus

KARTE VI



Potamogeton lucens







Chara delicatula, Myriophyllum spicatum, Potamogeton perfoliatus

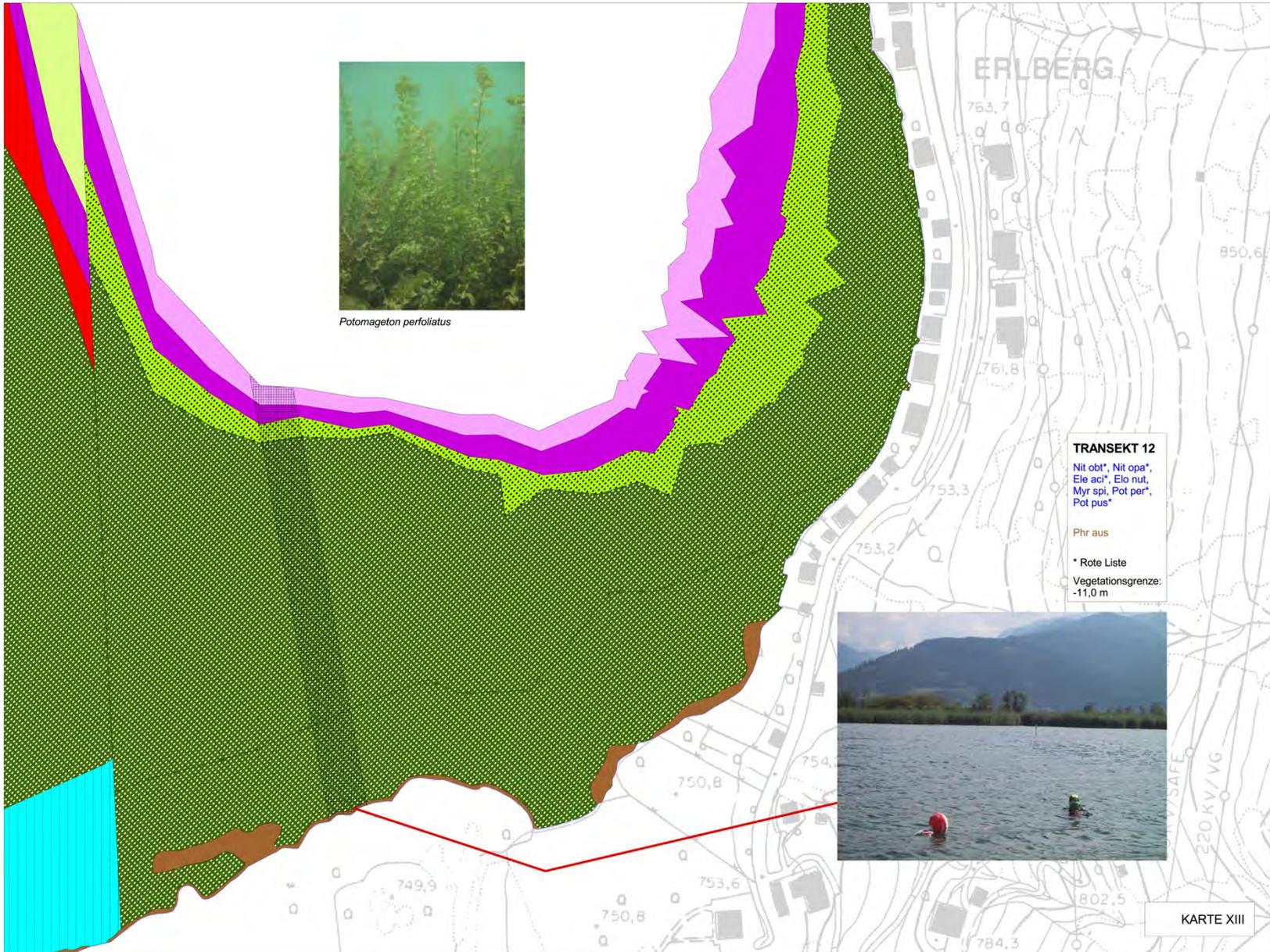




Chara globularis







TRANSEKT 12

Nit obt*, Nit opa*,
Ele aci*, Eleo nut,
Myr spi, Pot per*,
Pot pus*

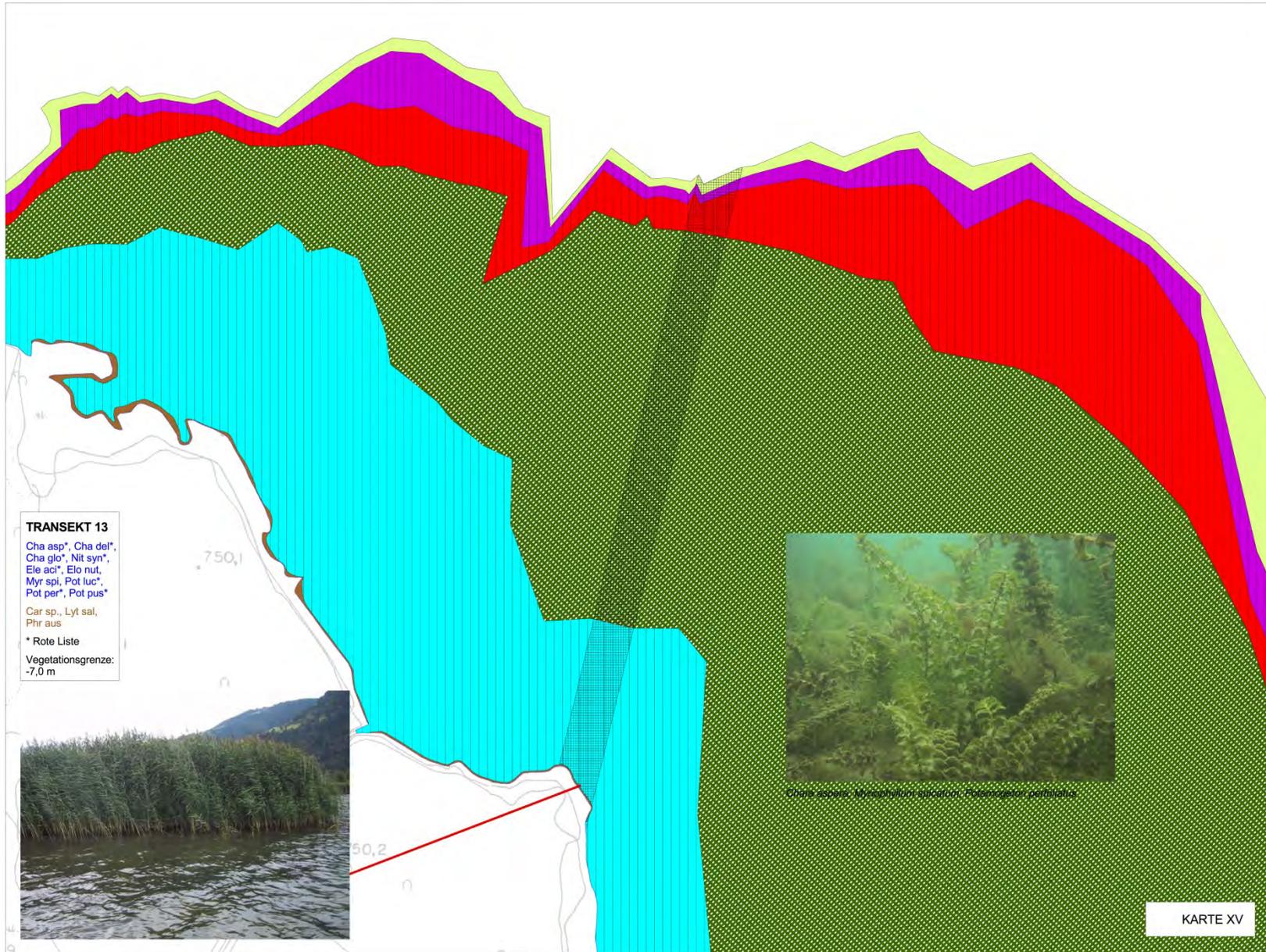
Phr aus

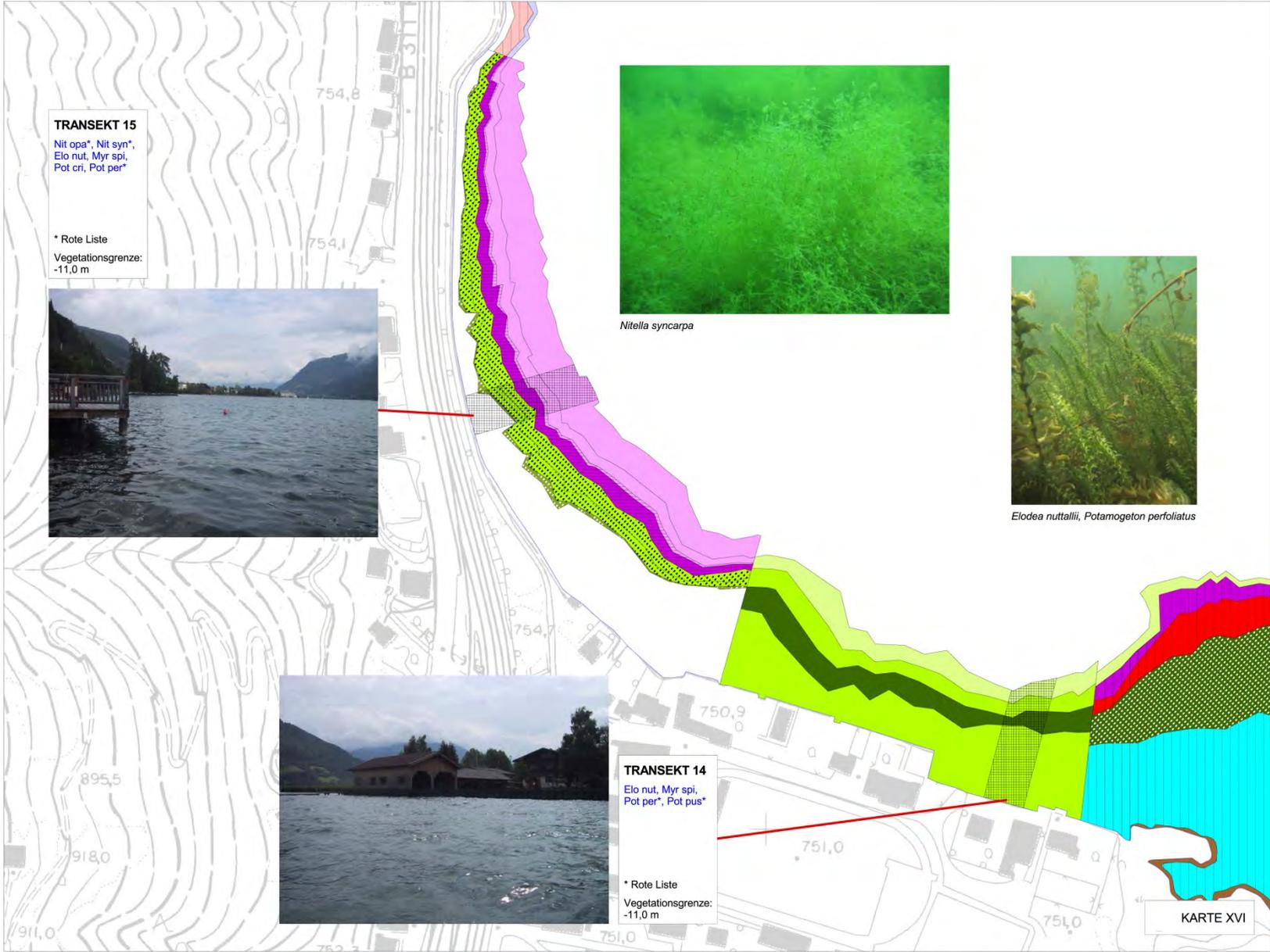
* Rote Liste

Vegetationsgrenze:
-11,0 m











Chara delicatula

Publikationen des Gewässerschutzes

Reihe Gewässerschutz

Band 1 (1999) 2. Auflage (2002)	Salzburger Fischpass-Fibel Erfahrungen zu Bau und Betrieb von Fischaufstiegshilfen im Land Salzburg
Band 2 (2000)	Die Salzburger Fließgewässer Biologische Gewässergüte und ökologische Funktionsfähigkeit 1995–2000
Band 3 (2010)	Parasiten in Salzburger Seen Beiträge zur Parasitologie von Schnecken, Fischen und Wasservögeln. Der Mensch als Fehlwirt
Band 4 (2013)	Das Phytoplankton der großen Salzburger Seen Entwicklung 1981–2005 – Trophiezustand
Band 5 (2002) 2. Auflage (2004)	Das Grundwasser in Salzburg Güte ausgewählter Brunnen und Quellen 1992–2001 – Fortschreibung bis 2003
Band 6 (2002)	Kommunale Abwasserreinigung in Salzburg Funktion und Reinigungsleistung der kommunalen Kläranlagen – Biologie der Belebtschlämme – Kosten.
Band 7 (2010)	Limnologie ausgewählter Salzburger Bergseen Limnologische Kenndaten – Fische - Archive der Klimaentwicklung
Band 8 (2000) 2. Auflage (2004)	Leitfaden für Gewässeraufsichtsorgane Stand 2007
Band 9 (2004)	Hydromorphologische Fließgewässeraufnahme von Salzburg 2003 Erhebung ökologisch signifikanter hydromorphologischer Belastungen im Sinne der WRRL
Band 11 (2005)	Reinigung von Straßenabwässern Wirksamkeit von Retentionsfilterbecken zur Reinigung von Straßenoberflächenwässern
Band 12 (2007)	Kommunale Abwasserreinigung in Salzburg II Funktion und Reinigungsleistung der kommunalen Kläranlagen Stand 2006 – Der Wirkungsgrad von Fettfängen
Band 13 (2008)	Dezentrale Abwasserreinigungsanlagen im Land Salzburg Funktion und Reinigungsleistung – Belebtschlamm und Aufwuchs
Band 14 (2010)	Nacheiszeitliche Entwicklung des Salzburger Gewässernetzes Wiederbesiedlung der Salzburger Gewässer mit Fischen nach der letzten Eiszeit
Band 15 (2012)	Der Salzburger Fliegen-Atlas Auswertung der Ergebnisse der Makrozoobenthosuntersuchungen für Fliegenfischer
Band 17 (2015)	Die großen Seen Salzburgs Wallersee, Mattsee, Obertrumer See und Grabensee – Beiträge zur limnologischen Entwicklung
Band 18 (2013)	Morphologisch-limnologische Bewertung der Ufer- und Flachwasserzonen der großen Salzburger Seen Bewertungsmethodik und Ergebnisse
Band 20 (2010) 2. Auflage (2014)	Leitfaden Erdwärmesonden (Tiefensonden) – Errichtung und Betrieb Unterlagen zur wasserrechtlichen Einreichung
Band 21 (2014)	Leitfaden Grundwasser-Wärmepumpen Unterlagen zur wasserrechtlichen Einreichung
Band 22 (2015)	Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen Wallersee, Mattsee, Obertrumer See und Grabensee – Bewertungsmethodik und Ergebnisse

Die Bände sind gegen einen Unkostenbeitrag beim Amt der Salzburger Landesregierung,
Referat Gewässerschutz, Postfach 527, 5010 Salzburg, zu beziehen.

E einige Bände sind unter <http://landversand.salzburg.gv.at> als Download verfügbar.

E-Mail: gewaesserschutz@salzburg.gv.at, Homepage: www.salzburg.gv.at/gewaesserschutz

GEWÄSSERSCHUTZ AKTUELL



Land Salzburg

Für unser Land!