



GEWÄSSERSCHUTZ AKTUELL

# Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen

Land Salzburg • Reihe Gewässerschutz • Band 22 • 2015

Wallersee, Mattsee,  
Obertrumer See und  
Grabensee

Bewertungsmethodik  
Ergebnisse



*Land Salzburg*

*Für unser Land!*

[www.salzburg.gv.at/gewaesserschutz](http://www.salzburg.gv.at/gewaesserschutz)

#### TITELFOTO

Ufervegetation Wallersee (Foto: Peter WENGER)

#### ZITIERVORSCHLAG

PALL, K., MOSER, V., HIPPELI, S. (2015):

Makrophytenvegetation der großen Salzburger Seen. Wallersee, Mattsee, Obertrumer See und Grabensee - Bewertungsmethodik und Ergebnisse. – Land Salzburg, Reihe Gewässerschutz, 22: 1–288.

#### 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](mailto: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: 978-3-901934-40-7

REIHE GEWÄSSERSCHUTZ

BAND · 22

# **Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen**

**Wallersee, Mattsee, Obertrumer See und Grabensee**

Bewertungsmethodik und Ergebnisse

Land Salzburg, 2015

## 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 Wallersees sowie der Trumer Seen zusammen (die Makrophytenkartierung des Wolfgang-, Fuschl- und Zellersees sind in Band 23 zu finden) und dient als Basis für Schutz- und Restaurierungsmaßnahmen.



Dr. Astrid Rössler  
Landeshauptmann Stv.<sup>in</sup>



# Makrophytenkartierung der großen Salzburger Seen

Wallersee, Mattsee, Obertrumer See und Grabensee

## Bewertungsmethodik und Ergebnisse

Karin PALL, Veronika MAYERHOFER, Susanne HIPPELI



Makrophytenvegetation am Wallersee im Bereich der Seekirchner Bucht und Fischach (Foto: P. WENGER)

# INHALT

1	EINLEITUNG .....	9
2	METHODEN .....	9
2.1	FELDDARBEIT .....	10
2.1.1	Echosondierung .....	10
2.1.2	Makrophytenkartierung .....	10
2.2	AUSWERTUNG .....	14
2.2.1	Kartographische Darstellung, Bilanzierungen .....	14
2.2.2	Ermittlung der Mengenverhältnisse .....	14
2.2.3	Berechnung der Vegetationsdichte .....	14
3	ERGEBNISSE .....	15
3.1	WALLERSEE .....	15
3.1.1	ALLGEMEINE CHARAKTERISTIK .....	21
3.1.2	ARTENSPEKTRUM .....	21
3.1.3	MENGENMÄßIGE ZUSAMMENSETZUNG DER VEGETATION .....	23
3.1.3.1	Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten .....	23
3.1.3.2	Dominanzverhältnisse zwischen den einzelnen Arten .....	23
3.1.3.3	Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten .....	24
3.1.4	VERBREITUNG DER ARTEN .....	26
3.1.4.1	Untergetauchte Vegetation .....	26
3.1.4.2	Schwimblattvegetation .....	45
3.1.4.3	Röhrichtvegetation .....	46
3.1.5	VEGETATIONS-AUSSTATTUNG DER TRANSEKTE .....	50
3.1.5.1	Artenanzahl in den einzelnen Transekten .....	50
3.1.5.2	Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten .....	51
3.1.5.3	Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten .....	52
3.1.6	VERGLEICH MIT ZURÜCKLIEGENDEN UNTERSUCHUNGEN .....	53
3.1.7	VEGETATIONSZONIERUNG .....	54
3.1.8	BEWERTUNG NACH ÖNORM .....	55
3.1.9	ZUSAMMENFASSUNG .....	66
3.2	DIE TRUMER SEEN .....	68
3.2.1	ALLGEMEINE CHARAKTERISTIK .....	77
3.2.2	ARTENSPEKTRUM .....	77
3.2.3	MENGENMÄßIGE ZUSAMMENSETZUNG DER VEGETATION .....	79
3.2.3.1	Mattsee .....	79
3.2.3.2	Obertrumer See .....	82
3.2.3.3	Grabensee .....	85

3.2.4	VERBREITUNG DER ARTEN .....	88
3.2.4.1	Mattsee .....	88
3.2.4.2	Obertrumer See.....	112
3.2.4.3	Grabensee .....	131
3.2.5	VEGETATIONSAUSSTATTUNG DER TRANSEKTE .....	143
3.2.5.1	Mattsee.....	143
3.2.5.2	Obertrumer See.....	146
3.2.5.3	Grabensee .....	149
3.2.6	VERGLEICH MIT ZURÜCKLIEGENDEN UNTERSUCHUNGEN .....	152
3.2.6.1	Artenspektrum .....	152
3.2.6.2	Entwicklung der verschiedenen Vegetationseinheiten .....	152
3.2.7	VEGETATIONSZONIERUNG .....	159
3.2.7.1	Mattsee .....	159
3.2.7.2	Obertrumer See.....	159
3.2.7.3	Grabensee .....	160
3.2.8	BEWERTUNG NACH ÖNORM .....	161
3.2.9	ZUSAMMENFASSUNG.....	182
3.3	AUSRINNE TRUMERSEEN (AAG – MATTIG).....	184
3.3.1	ALLGEMEINE CHARAKTERISTIK .....	184
3.3.2	ARTENSPEKTRUM.....	185
3.3.3	DOMINANZVERHÄLTNISSE .....	186
3.3.4	MAKROPHYTENVEGETATION DER EINZELNEN KARTIERUNGSABSCHNITTE.....	188
3.3.5	BEWERTUNG NACH WASSERRAHMENRICHTLINIE.....	196
3.3.6	ZUSAMMENFASSUNG.....	198
4	GLOSSAR UND ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	199
5	LITERATUR.....	201
6	ANHANG.....	204
7	KARTEN .....	206
7.1	WALLERSEE (Kartierungszeitraum: August 2009).....	207
7.2	MATTSEE (Kartierungszeitraum: August 2007).....	231
7.3	OBERTRUMER SEE (Kartierungszeitraum: August 2007) .....	251
7.4	GRABENSEE (Kartierungszeitraum: August 2007).....	277



# 1 EINLEITUNG

Die Ende 2000 in Kraft getretene Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG Europäische Kommission) fordert eine umfassende biologische Bewertung der Gewässer, die sich an den naturraumtypischen Lebensgemeinschaften als Referenz orientiert. Auf Grundlage der systematischen Erfassung verschiedener Organismengruppen, zu denen auch die aquatischen Makrophyten zählen, muss eine fünfstufige ökologische Klassifizierung der Gewässer im Hinblick auf Degradation durch anthropogene Einflüsse erfolgen. Die Durchführung der Untersuchungen nach WRRL ist für Österreich in der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, Bundesgesetzblatt vom Dezember 2006) geregelt.

In Österreich wurden für die Makrophytenuntersuchungen in Seen gemäß WRRL spezielle Methoden entwickelt. Die Felddaten wurden durch eine Kombination von Echosondierung und Betauchung (JÄGER et al., 2002, 2004). Hierfür wurde zunächst eine dGPS-gestützte Echosondierung der aquatischen Vegetation vorgenommen (Komponente 1: Echosondierung nach DUMFARTH [2003], DUMFARTH & PALL [2004]), auf deren Basis sodann die zur Bewertung nach WRRL erforderliche detaillierte Makrophytenkartierung mittels Betauchung erfolgen kann (Komponente 2: Erhebung des Artbestands und der Abundanzen gemäß PALL [1996, 1999], PALL & JÄGER [2001]). Auswertung und Bewertung (Komponente 3) erfolgen nach

## 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

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 Einstufung der Seen erfolgt gemäß den Vorgaben der WRRL typspezifisch. Für Österreich wurden auf Basis der Makrophytenvegetation 10 verschiedene Seentypen definiert (PALL et al., 2005). Der Wallersee gehört nach dieser Typisierung neben den Trumer Seen und dem Irrsee zu den „Seen des bayerisch-österreichischen Alpenvorlands“. Als Maß für die Bewertung wird die Abweichung des vorgefundenen Zustandes vom Referenzzustand herangezogen. Aufgrund der Entwicklungsgeschichte der Seen und der aktuellen trophischen Gegebenheiten kam in der o.a. Seengruppe am ehesten der Mattsee als Referenzgewässer in Frage. Im Rahmen der Kartierung der Trumer Seen 2007 konnten dann tatsächlich an einigen Abschnitten des Mattsees Referenzbedingungen vorgefunden werden (PALL, 2009a). Der Referenzzustand für den o.a. Seentyp wurde daher anhand der Vegetationsverhältnisse an diesen Stellen sowie Angaben aus der Literatur definiert (PALL, 2009b).

Ziel der Untersuchung war letztlich die WRRL-konforme Einstufung des Wallersees und der drei Trumer Seen anhand des Qualitätselements Makrophyten. Die Ergebnisse sind im Band detailliert beschrieben und im Kartenband dargestellt.

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 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 zu einer flächendeckenden Aussage, die als Basis für eine gesamthafte 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 mäandertartigen 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. Dabei wurden all jene Transekte erneut untersucht, die bereits im Jahr 1996 im Auftrag des Gewässerschutzes Salzburg kartiert und eingemessen worden waren (14 am Obertrumer See und 7 am Grabensee).

Zur Erhöhung der Datendichte wurden darüber hinaus in diesen Seen weitere Transekte festgelegt, deren Auswahl sich nach den Ergebnissen der im Vorfeld durchgeführten Echosondierung sowie

den Ergebnissen der im Jahr 1996 durchgeführten flächendeckenden Kartierung (PALL & JÄGER, 2001) richtete. Insgesamt wurden 34 Transekte im Wallersee und 24 Transekte am Mattsee bearbeitet. Am Obertrumer See wurden insgesamt 30 und am Grabensee 10 auf Basis der Echosondierung festgelegte Transekte kartiert. Die Lage der untersuchten Transekte ist den Abbildungen 1 (Wallersee), 2 (Mattsee), 3 (Obertrumer See), 4 (Grabensee) und 5 (Ausrinne Trumerseen) 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 umfasste submerse Arten, Schwimmblattarten und Röhrichtpflanzen, wobei Characeen, aquatische Moose, Farne und Höhere Pflanzen Berücksichtigung fanden.

Die Einstufung der Pflanzenmengen erfolgte anhand einer fünfstufigen Skala (KÖHLER, 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.

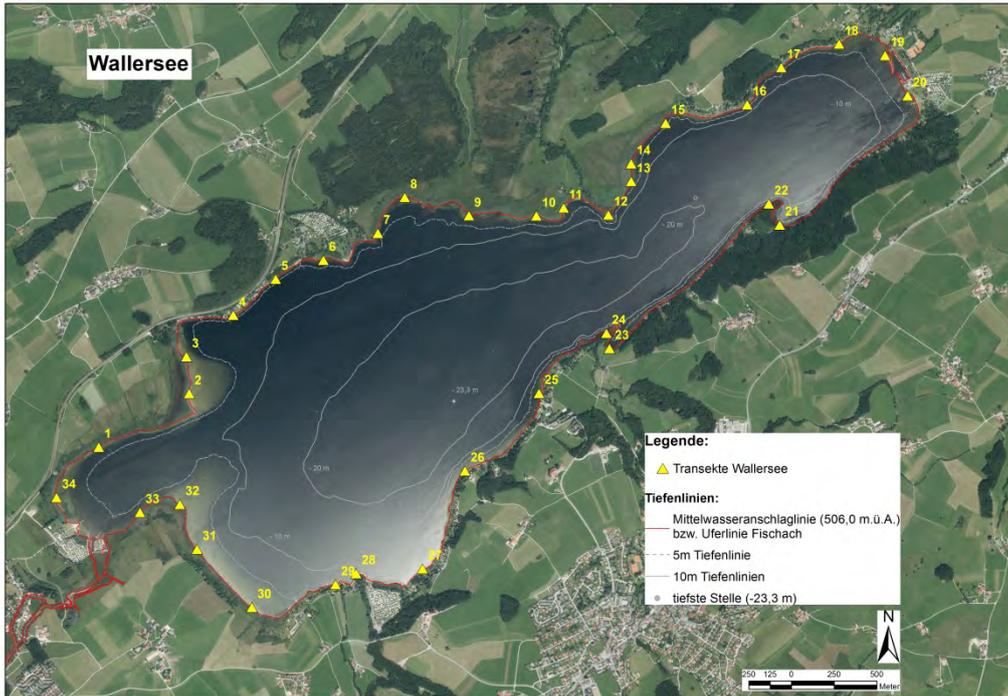


Abb. 1: Lage der kartierten Transekte im Wallersee.

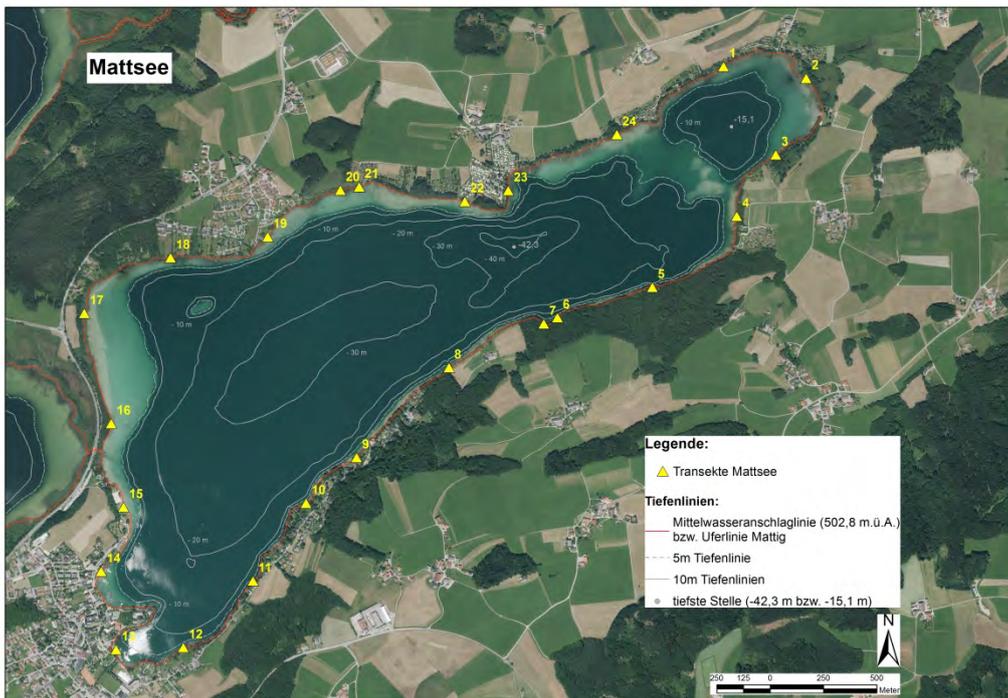


Abb. 2: Lage der kartierten Transekte im Mattsee.

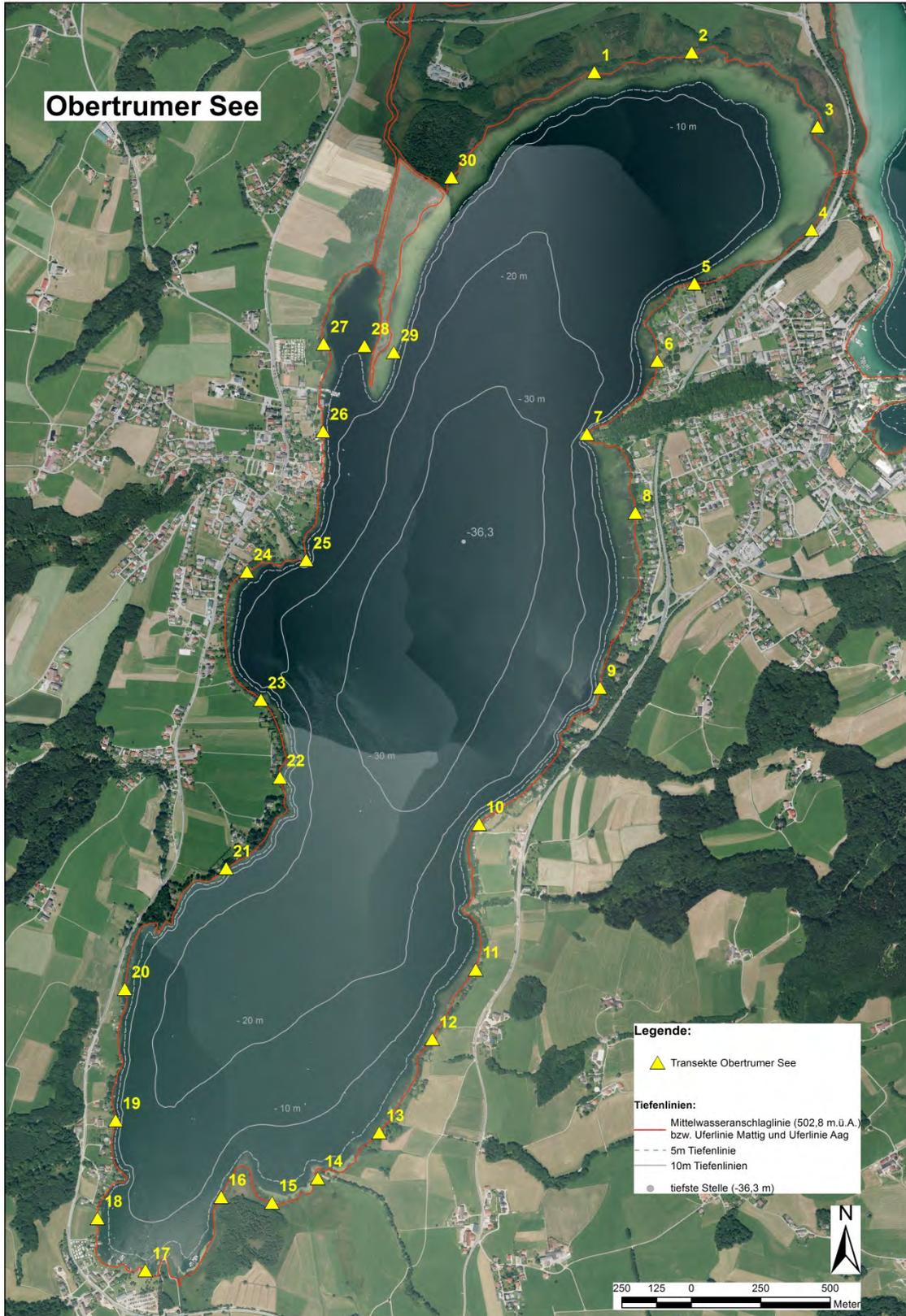


Abb. 3: Lage der kartierten Transekte im Obertrumer See.

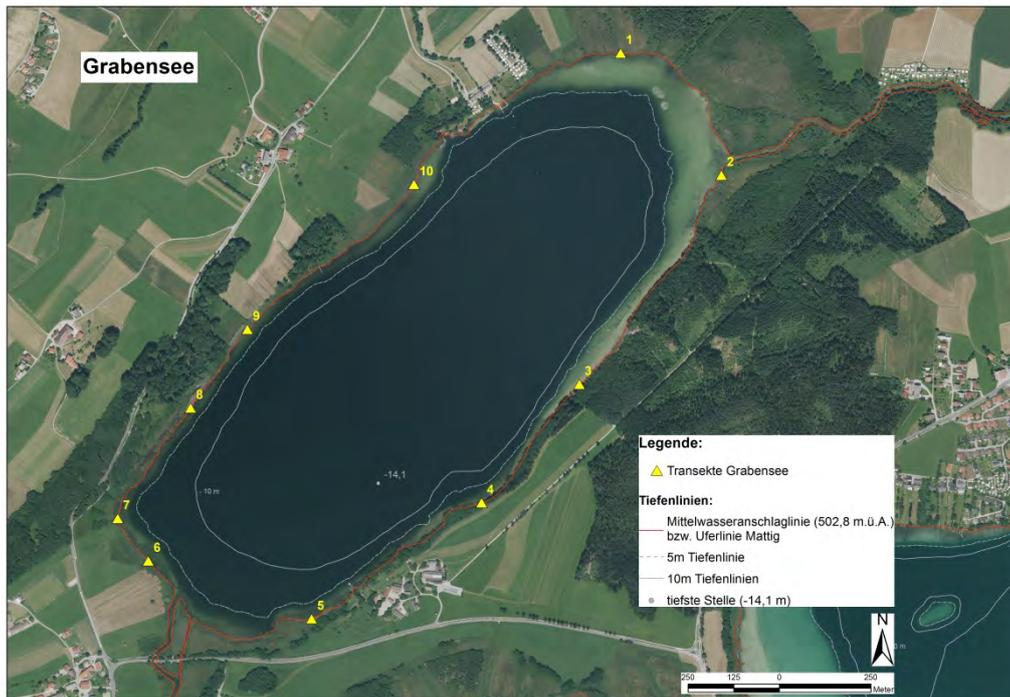


Abb. 4: Lage der kartierten Transekte im Grabensee.

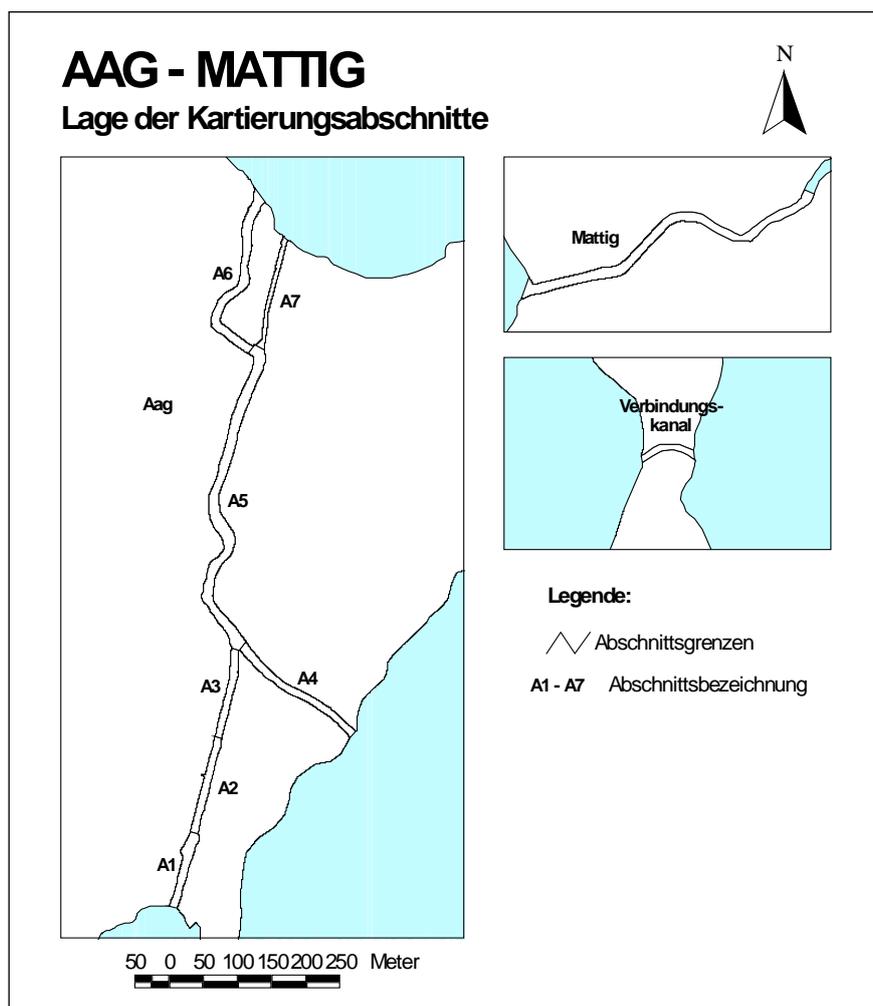


Abb. 5: Lage der einzelnen Kartierungsabschnitte von Aag und Mattig

## 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 Einstufung der aquatischen Vegetationsverhältnisse 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/iew/52972/1/5659>.

### 2.2.1 Kartographische Darstellungen, Bilanzierung

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, 2009) berechnet.

### 3 ERGEBNISSE

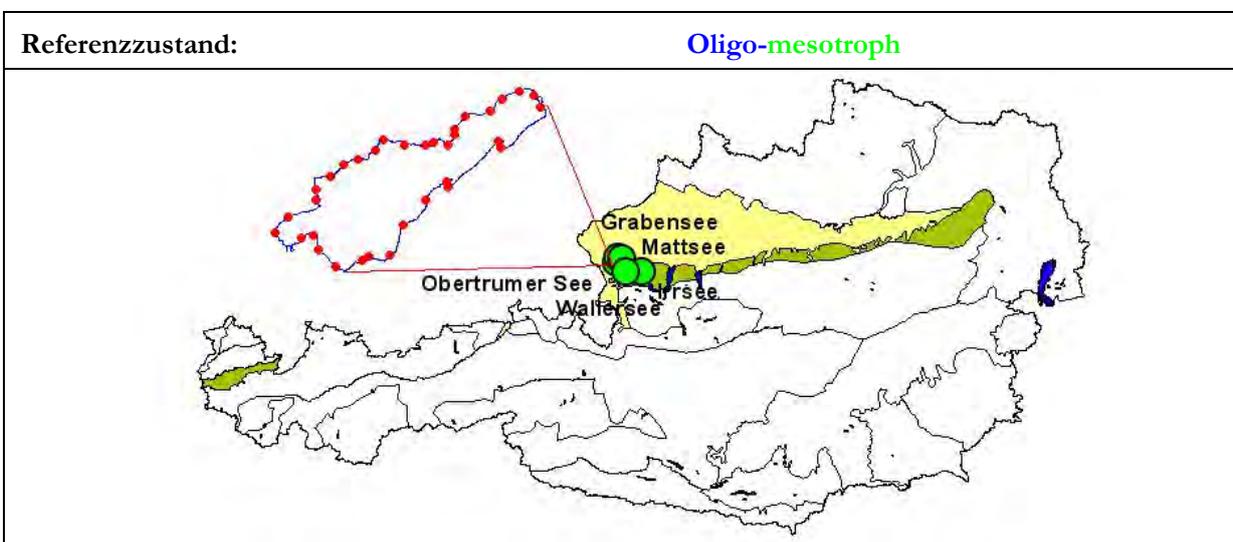
#### 3.1 DER WALLERSEE

##### 3.1.1 Allgemeine Charakteristik

	<b>Seetyp:</b>	Seen des Bayerisch-Österreichischen Alpenvorlands
	<b>Ökoregion:</b>	Zentrales Mittelgebirge
	<b>Bioregion:</b>	Bayerisch – Österreichisches Alpenvorland
	<b>Seehöhe:</b>	505 m ü. A.
	<b>Fläche:</b>	610 ha
	<b>Uferlänge:</b>	16,2 km
	<b>Maximale Tiefe:</b>	23 m
	<b>Mittlere Tiefe:</b>	13 m
	<b>Einzugsgebiet:</b>	110 km <sup>2</sup>
	<b>Retentionszeit:</b>	0,8 Jahre

<b>Untersuchungszeitraum:</b>	August 2009
<b>Kartierungsmethode:</b>	JÄGER et al. 2004
<b>Anzahl der untersuchten Transekte:</b>	34
<b>Trophischer Zustand (2009):</b>	mesotroph
<b>Mittlere Sichttiefe (JM 2004–2009):</b>	3,8 m
<b>Mittelwert des Gesamtphosphors (JM 2004–2009):</b>	14,9 µg/l

Makrophytenvegetation:	Artenanzahl	davon Rote Liste
<b>Gesamtarteninventar:</b>	<b>25</b>	<b>13</b>
➤ Röhricht:	6	1
➤ Schwimmblattvegetation:	1	1
➤ Untergetauchte Vegetation:	18	11
- Höhere Pflanzen:	13	6
- Moose:	-	-
- Characeen:	5	5



## Lage und Entstehung

Der Wallersee liegt in einem von den Endmoränen des Würmgletschers umgrenzten Zweigbecken des Salzachgletschers im Salzburger Alpenvorland. Der Untergrund besteht vor allem aus Helvetikum und Flysch, ist also von kalkreicher Beschaffenheit. Im Spätglazial vor 18.500 Jahren floss der See bei einer Spiegellage von 550 m ü. A. über die Straßwalchener / Mattighofener Furche nach Norden ab. Durch etappenweises Absinken auf 520 m bis vor etwa 17.500 Jahren erfolgte der Abfluss durch das Einschneiden der Fischach bis auf den Flyschsockel südwärts in das Salzburger Becken. Die heutige Spiegellage von 506 m ü.A. ist unter anderem das Ergebnis künstlicher Absenkungen zur Gewinnung landwirtschaftlicher Flächen (SEEFELDNER, 1961).

Der Wallersee ist mit einer Gesamtfläche von 6,10 km<sup>2</sup> der größte der Salzburger Vorlandseen. Er ist 5,7 Kilometer lang und zwei Kilometer breit. Die größte Tiefe liegt bei 24 m und befindet sich zwischen Wallersee-Zell und dem Strandbad Henndorf. Der einzige Abfluss des Sees, die Fischach, entspringt in der Seekirchner Bucht. Die bedeutendsten Zuflüsse sind der Schön- oder Mühlbach bei Zell, der Eis- oder Altbach, der Wallerbach, der am Pragerfischer-Spitz mündet, der Henndorfer Bach, der von Henndorf kommt und zwischen Seebrunn und Enzing mündet, und der Fenninger Bach oder Schlachterbach im Süden des Sees (Abb. 6).

An der südöstlichen Seeseite sind von Mitterfenning bis Neumarkt weite Teile des Ufers mit Bade- und Wochenendhäusern verbaut. Frei

sind lediglich die Marieninsel mit ihrer Bucht und der Mündungsbereich des Fenniger Baches. Verbaut sind weiterhin die Uferabschnitte zwischen Fischtaging und der Mündung des Fenniger Baches im Süden des Sees, zwischen Bayerham und Zell sowie zwischen dem Wenger Moor und Neumarkt auf der Nordwestseite des Sees. Große Strandbäder befinden sich in Seekirchen, Zell, Neumarkt und Henndorf.

Zwischen Henndorf und Neumarkt erstreckt sich eine bewaldete Anhöhe, die zwischen der Marieninsel und Neumarkt steil zum See abfällt und als Seeleiten bezeichnet wird. Größere Schilfbestände gibt es vor allem entlang der Moore, in Fischtaging, nördlich des Seekirchner Strandbades bis Bayerham und von Zell bis Neumarkt.

In den 60er und 70er Jahren wurde der Wallersee aufgrund fehlender Kanalisation der Umlandgemeinden stark belastet. Darüber hinaus gelangten hohe Phosphat- und Stickstofffrachten durch unsachgemäßes Düngen in den See (JÄGER, 1986a). Durch die weitgehend zentrale Reinigung der häuslichen und gewerblichen Abwässer des Einzugsgebietes über die Kläranlagen Wallersee Nord und Süd sowie die durch die Düngeverordnung 1990 eingeschränkte Ausbringung von Düngestoffen konnte eine nachhaltige Verbesserung des ökologischen Zustandes des Wallersees erzielt werden. Die Seespiegelanhebung im Dezember 1999 um bis zu 50 cm führte zur Stabilisierung der Schilfbestände und schuf Überschwemmungsflächen, die z.B. der Hecht zum Ablachen benötigt (JÄGER & SCHABER, 2001).

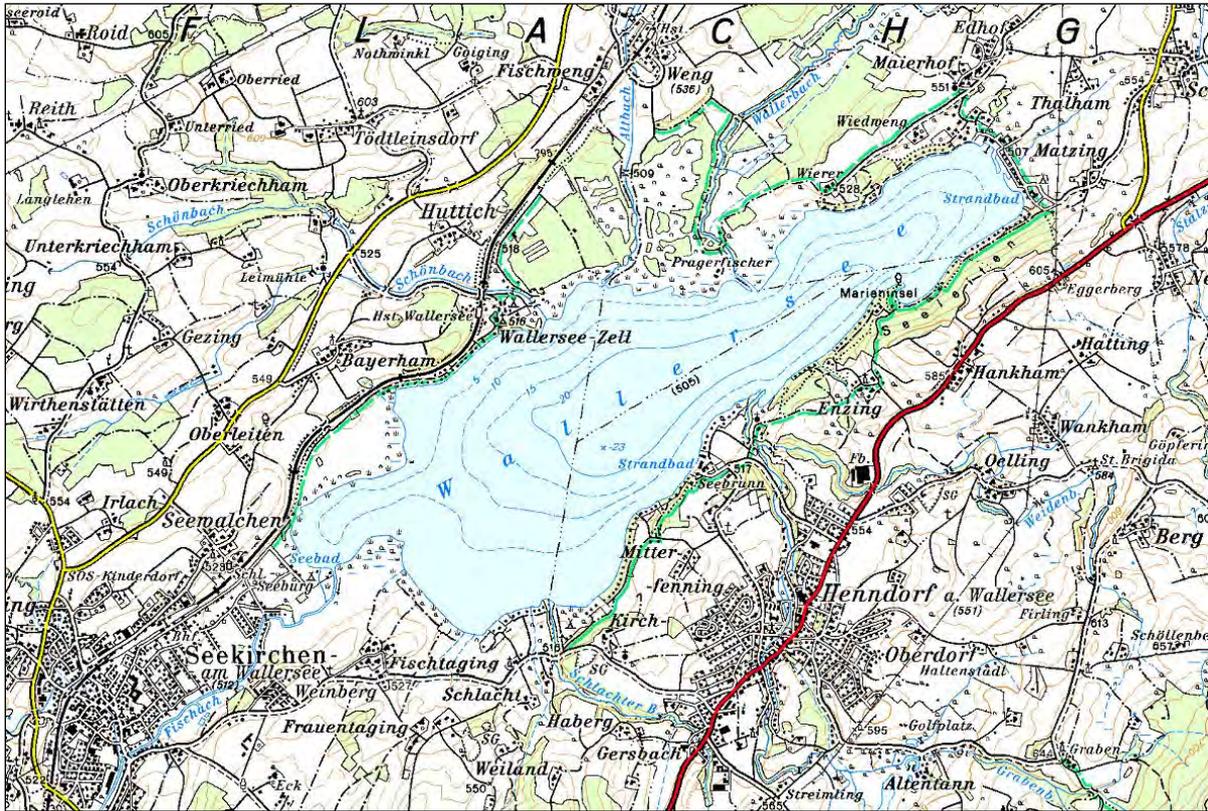


Abb. 6: Lage des Wallersees.

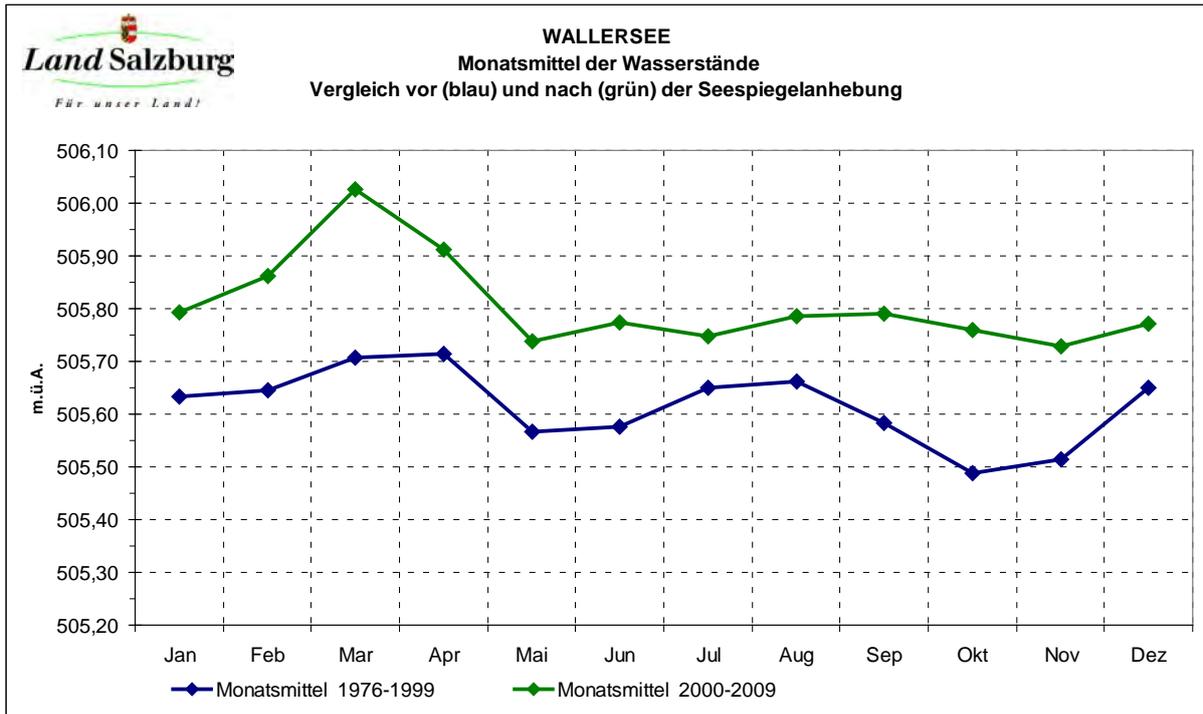
## Änderungen der Wasserspiegellage

Die Wasserspiegellage des Wallersees wurde in der Vergangenheit mehrmals manipuliert. Bereits 1883 wurde der See erstmals künstlich um zwei Meter abgesenkt. Dadurch wurden ausgedehnte Randgebiete trockengelegt. Durch die geringe Seetiefe und die flachen Ufer entstand ein breiter Schilfgürtel. Im Westen und Norden entwickelten sich ausgedehnte Verlandungsmoore, die bis zu fünf Meter mächtig sind.

Durch Baggerungen im Seeausfluss, die dem Hochwasserschutz dienlich sein sollten, wurde der Wasserspiegel des Wallersees Ende der 1950er Jahre noch einmal um etwa einen halben Meter abgesenkt. Dies brachte zwar für die landwirtschaftliche Nutzung und für die Bautätigkeit Vorteile, dem See wurden jedoch durch die Ausschwemmung der umliegenden Moorflächen und die stärkere Nutzung der trockener gewordenen Flächen in höherem Maße Nährstoffe zugeführt. Diese letzte Seespiegelabsenkung verstärkte somit zum einen die Eutrophierung des Gewässers, zum anderen führte sie aber auch zu einem massiven Schilfrückgang, indem sich die

Wellenenergie nun im Rhizombereich der Schilfbestände entlud und dort starke Schäden verursachte.

Ende 1999 wurde der Seespiegel wieder um bis zu 50 cm angehoben (Abb. 7). Als Begleitmaßnahmen des Projekts „Hochwasserschutz Seekirchen und Seespiegelanhebung Wallersee“ wurden mit der „Grünen Linie“ und der „Gelben Linie“ Pufferstreifen zwischen den landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen und dem See eingerichtet. Zur weiteren Reduktion des Nährstoffeintrags wurde ein Auffanggrabensystem in den Flachuferbereichen von Fischtaging und Bayerham eingerichtet. Letztlich wurden die Mündungsbereiche einiger Zubringerbäche renaturiert. Die positiven Auswirkungen dieses, unter maßgeblicher konzeptioneller Beteiligung des Gewässerschutzes Salzburg durchgeführten, Projekts auf die Wasserqualität sowie die Flora und Fauna des Sees sind durch zahlreiche Untersuchungen belegt (JERSABEK, 1996; HEBERLING, 2000; JÄGER et al., 2001; LAUTH, 2010).



**Abb. 7:** Jahresgang des Mittelwasserspiegels [m ü. A.] im Wallersee von 1976 bis 1999 und 2000 bis 2009. (Daten: Hydrographischer Dienst Land Salzburg).

## Trophieentwicklung

Durch übermäßigen Nährstoffeintrag aus ungereinigten häuslichen und gewerblichen Abwässern sowie diffuse Einträge aus der Umgebung erfolgte von Mitte bis Ende der 1950er Jahre an eine rasche Eutrophierung des Wallersees. Die Eutrophierung äußerte sich nicht wie in den Trumer Seen in einer massiven Entwicklung von Blaualgen, sondern im übermäßigen Auftreten von kleinen und großen Panzerflagellaten, besonders von *Ceratium hirundinella*, und Kieselalgen. Durch die Sauerstoffzehrung beim Abbau dieser riesigen Algenbiomassen reichte in den schlechtesten

Zeiten der Lebensraum für Fische auch im Wallersee nur mehr bis in 4 m Tiefe (SCHULTZ 1971, JÄGER 1974, JAGSCH 1975, DANECKER 1980).

Seit 1980 wird der Wallersee zumindest an 4 Terminen pro Jahr durch den Gewässerschutz des Landes Salzburg limnologisch beobachtet und überwacht. In diesem Zeitraum konnte die positive Auswirkung der im Einzugsgebiet der Seen getroffenen Sanierungsmaßnahmen auf die Entwicklung der Trophie der Seen dokumentiert werden.

## Phosphor

In den 1980er Jahren betrug die volumsgewichtete Gesamtposphorkonzentration im Wallersee zwischen 13 und 72  $\mu\text{g/l}$  bzw. im Mittel 27  $\mu\text{g/l}$  und befand sich somit deutlich im eutrophen Zustand.

Seit 1994 liegt der Jahresmittelwert stabil im mesotrophen Bereich. Die Konzentrationen bewegen sich zwischen 12 und 19  $\mu\text{g/l}$  im gewichteten Jahresmittel (Abb. 8).

Der Phosphoreintrag in den Wallersee konnte durch gezielte Sanierungs- und Reduktionsmaßnahmen von 7,8 Tonnen 1981/1982 (JÄGER, 1986b) um 26% auf 5,8 Tonnen im Jahr 1998/99 vermindert werden.

Gegenwärtig beträgt die volumsgewichtete Gesamtposphorkonzentration (JM des Gesamtsees 2014) im Freiwasser des Wallersees 14,7  $\mu\text{g/l}$ .

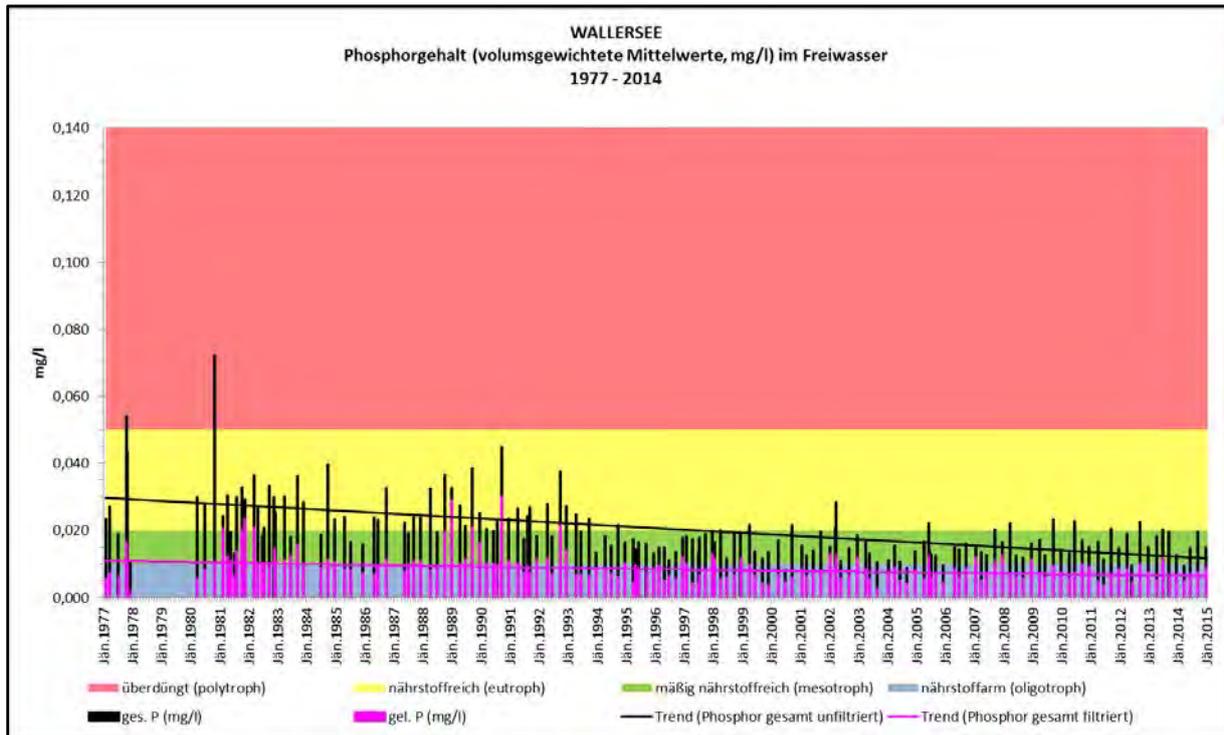


Abb. 8: Mittlerer Gesamtposphorgehalt im Wallersee.

## Sichttiefe

Im Wallersee betrug der Mittelwert der Sichttiefe in den 1980er Jahren rund 2,9 m. Durch den Rückgang der Trophie und Stabilisierung des weitgehend mesotrophen Zustandes ist eine stetige Zunahme der Sichttiefe auf gemittelte 3,3 m im

Jahr 2010 zu beobachten. Die Schwankungsbreite reicht von zirka 1,1 bis 8 m. Die aktuellen Sichttiefen sind in der Abbildung 9 dargestellt.

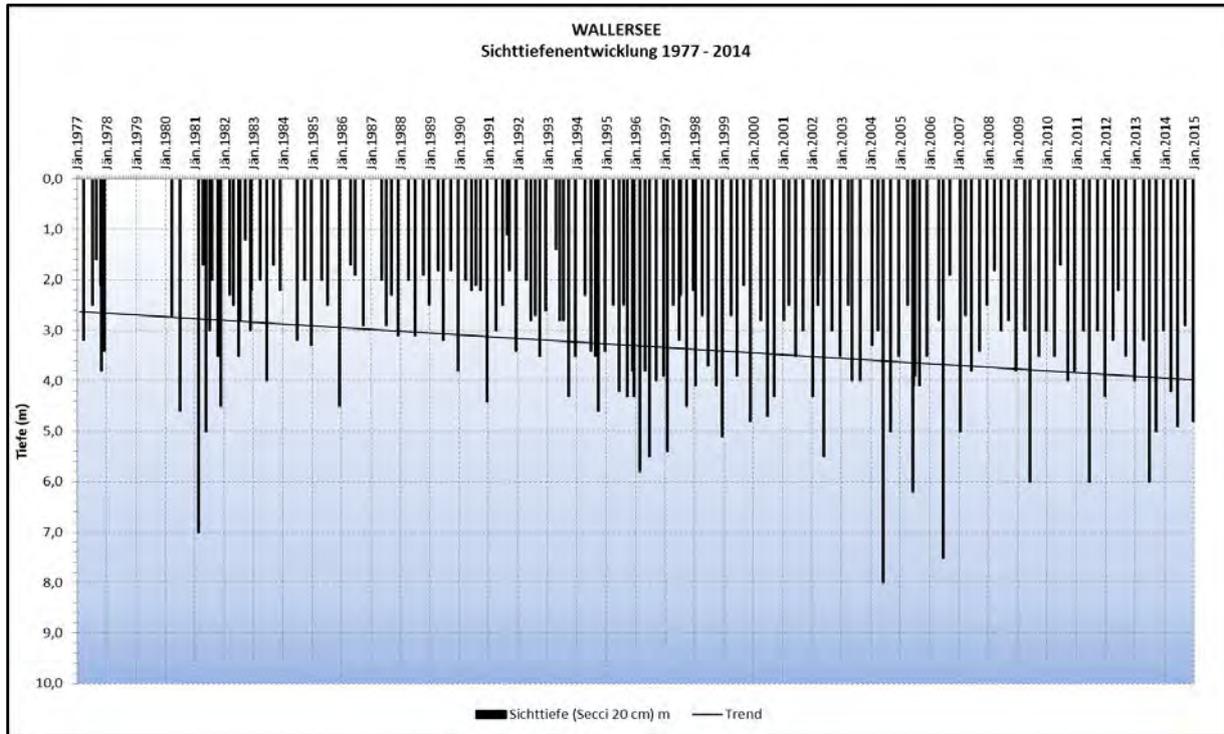


Abb. 9: Sichttiefe im Wallersee.

### 3.1.2 Artenspektrum

Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung konnten im Wallersee insgesamt 25 Makrophytenarten nachgewiesen werden (Tab. 1). 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. 1: Arteninventar des Wallersees.** 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, 4 = potentiell gefährdet, - r = regional gefährdet, \* = Vertreter der Characeae und daher generell als gefährdet einzustufen), Kürzel: in den Grafiken verwendete Abkürzungen.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel
<b>Untergetauchte Vegetation</b>			
<b>Charophyta</b>			
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN EX KÜTZING	Gegensätzliche Armleuchteralge	*	Cha con
<i>Chara delicatula</i> AGARDH	Feine Armleuchteralge	*	Cha del
<i>Chara globularis</i> THUILLIER	Zerbrechliche Armleuchteralge	*	Cha glo
<i>Chara intermedia</i> A. BRAUN	Mittlere Armleuchteralge	*	Cha int
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESSVAUX IN LOISELEUR-DESLONGCHAMPS) J. GROVES	Stern-Armluchteralge	*	Nit obt
<b>Spermatophyta</b>			
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) ROEMER et SCHULTES	Nadel-Sumpfbirse	2	Ele aci
<i>Elodea canadensis</i> MICHX.	Kanadische Wasserpest		Elo can
<i>Elodea nuttallii</i> (PLANCHON) ST. JOHN	Nuttall-Wasserpest		Elo nut
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt	- r	Myr spi
<i>Najas intermedia</i> WOLFGANG EX GORSKI IN EICHWALD	Mittleres Nixenkraut		Naj int
<i>Najas marina</i> L.	Großes Nixenkraut		Naj mar
<i>Potamogeton x cooperi</i> (FRYER) FRYER	Cooper's Laichkraut		Pot coo
<i>Potamogeton filiformis</i> PERS.	Faden-Laichkraut	2	Pot fil
<i>Potamogeton x lintonii</i> FRYER.	Lintonii-Laichkraut		Pot lin
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Kamm-Laichkraut		Pot pec
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Durchwachsenes Laichkraut	3	Pot per
<i>Potamogeton pusillus</i> L. SEC. DANDY ET TAYLOR	Zwerg-Laichkraut	3	Pot pus
<i>Ranunculus circinatus</i> SIBTHORP	Spreizender Wasserhahnenfuß	3	Ran cir
<b>Schwimmblattarten</b>			
<i>Nuphar lutea</i> (L.) SIBTH. ET SM.	Gelbe Teichrose	3	Nup lut

Tab. 1: Artenliste, Fortsetzung.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel
<b>Röhrichtarten</b>			
<i>Carex elata</i> . ALLIONI	Bult-Segge		Car ela
<i>Juncus articulatus</i>	Glieder-Simse		Jun art
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Blutweiderich		Lyt sal
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Rohr-Glanzgras		Pha aru
<i>Phragmites australis</i> (CAV.) STEUD.	Schilf		Phr aus
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	Grüne Teichbinse	- r	Sch lac

13 Spezies, also etwa die Hälfte der vorkommenden Arten, haben einen Eintrag in den Roten Listen Österreichs:

Neben den als generell gefährdet geltenden Characeen ist der Wallersee Standort von acht weiteren Rote-Liste-Arten: *Eleocharis acicularis* (Nadel-Sumpfbirse) und *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), die als stark gefährdet gelten;

*Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut), *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß) und *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose), die als gefährdet gelten, sowie *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) und *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse), die als regional gefährdet eingestuft sind.

### 3.1.3 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.

#### 3.1.3.1 Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten

Für den Wallersee sind als charakteristische Vegetationseinheiten Röhricht, Schwimmblattzone, Bestände von submersen Höheren Pflanzen (die hochwüchsigen unter ihnen bilden den Laich-

krautgürtel) und Characeenwiesen zu nennen. Die Anteile der einzelnen Pflanzengruppen an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation im Wallersee sind der Abbildung 10 zu entnehmen.

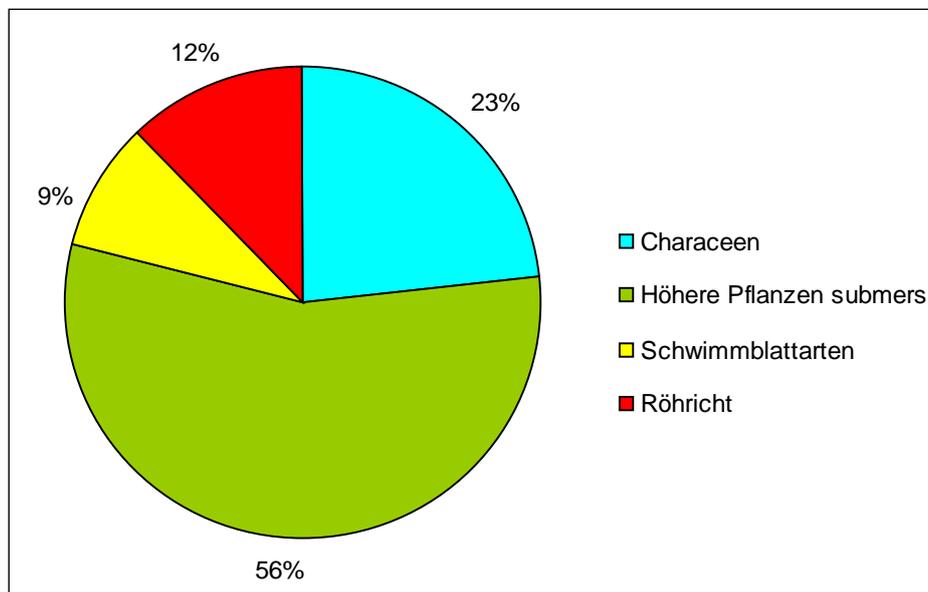


Abb. 10: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Wallersee.

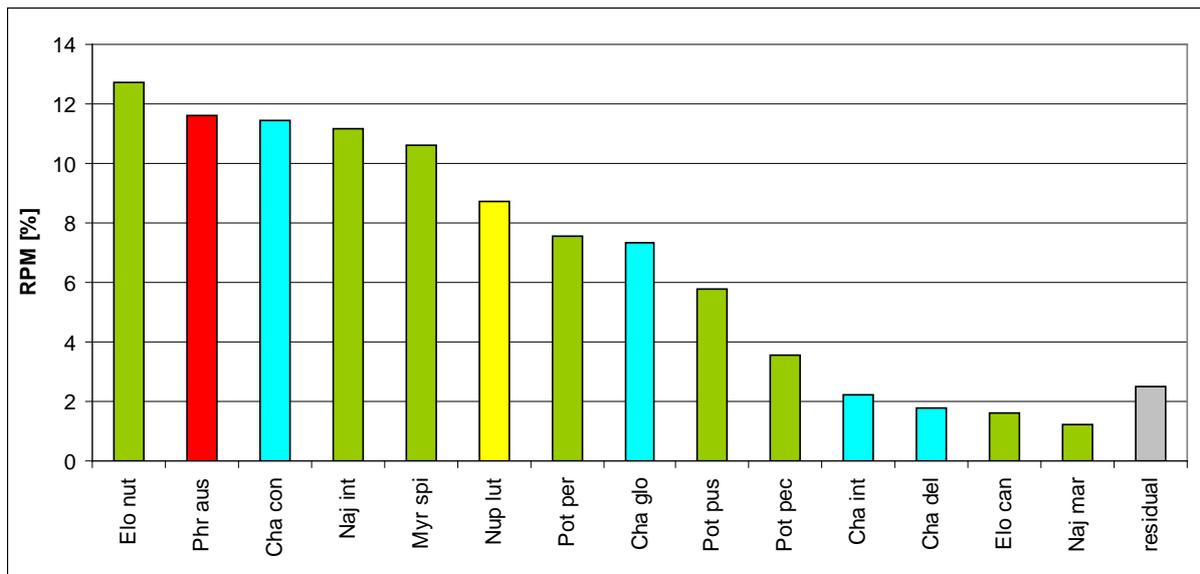
Höhere submerse Pflanzen stellen mit einem RPM-Wert von 56% die dominierende Artengruppe im Wallersee dar. Einen bedeutenden Mengenanteil haben mit 23% jedoch auch die

Characeen. Die Röhrichtvegetation ist mit 12%, Schwimmblattpflanzen sind mit 9% an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt.

#### 3.1.3.2 Dominanzverhältnisse zwischen den einzelnen Arten

Fünf der 25 Makrophytenarten des Wallersees erreichen Mengenanteile von je etwas über 10% und tragen damit knapp 60% zur Gesamtvegetation bei. Es handelt sich dabei um *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest), *Phragmites australis* (Schilf), *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge), *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) und *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt). Die einzige Schwimmblattart *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) folgt mit 9% auf

Platz 6 der Mengenrangskala. *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut) und *Chara globularis* (Zerbrechliche Armleuchteralge) erreichen knapp 8%, *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) knapp 6%. Alle anderen Arten liegen deutlich unter 5%, wobei die Arten *Chara delicatula* (Feine Armleuchteralge), *Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest) und *Najas marina* (Großes Nixkraut) nicht einmal je 2% zur Gesamtpflanzenmenge beitragen (Abb. 11).



**Abb. 11:** Dominanzverhältnisse zwischen den Makrophytenarten des Wallersees. **grün:** submerse Höhere Pflanzen, **rot:** Röhrichtarten, **blau:** Characeen, **gelb:** Schwimmblattarten.

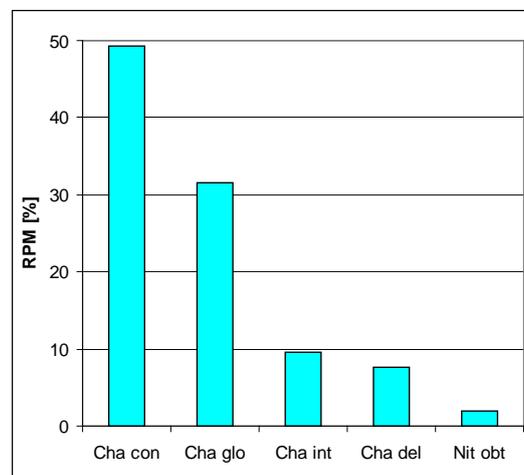
Elf der insgesamt 25 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1% und sind in der Rubrik „residual“ zusammengefasst. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Wallersees gehören *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armluchteralge), die untergetauchten Pflanzen *Eleocharis acicularis* (Nadel-Sumpfbirse), *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß), *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), *Potamogeton x cooperi* (Cooper's-Laichkraut),

*Potamogeton x lintonii* (Lintonii-Laichkraut) sowie fünf der sechs vorkommenden Röhrichtarten: *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse), *Carex elata* (Bult-Segge), *Juncus articulatus* (Glieder-Simse), *Lythrum salicaria* (Blutweiderich) und *Phalaris arundinacea* (Rohr-Glanzgras). Damit zählen auch 5 der insgesamt 13 Rote Liste Arten zu den seltenen Spezies im Wallersee.

### 3.1.3.3 Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten

Unter den fünf am Wallersee vorkommenden Characeenarten dominiert *Chara contraria* (Gegensätzliche Armluchteralge) mit knapp 50% Mengenanteil deutlich diese Pflanzengruppe. *Chara globularis* (Zerbrechliche Armluchteralge) ist mit gut 30% vertreten, *Chara intermedia* (Mittlere

Armluchteralge) und *Chara delicatula* (Feine Armluchteralge) besitzen Mengenanteile von 10 bzw. 8%. *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armluchteralge) bleibt mit einem Anteil von ca. 2% mengenmäßig unbedeutend (Abb. 12).



**Abb. 12:** Dominanzverhältnisse innerhalb der Characeenvegetation.

Die Gruppe der Höheren submersen Pflanzen stellt mit 13 Spezies die artenreichste am Wallersee dar. Drei Spezies, nämlich *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest), *Najas intermedia* (Mittleres Nixkraut) und *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) dominieren mit 23%, 20%, 18% Mengenanteil. *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut) folgt auf Platz vier mit 14%; *Potamogeton pusillus*

(Zwerg-Laichkraut) erreicht noch 10%; *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) erreicht noch 6%. Alle anderen Arten tragen deutlich unter 5% zur Gesamtmenge der Höheren submersen Pflanzen bei (Abb. 13).

*Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) repräsentiert die einzige Art der Schwimmblattvegetation am Wallersee.

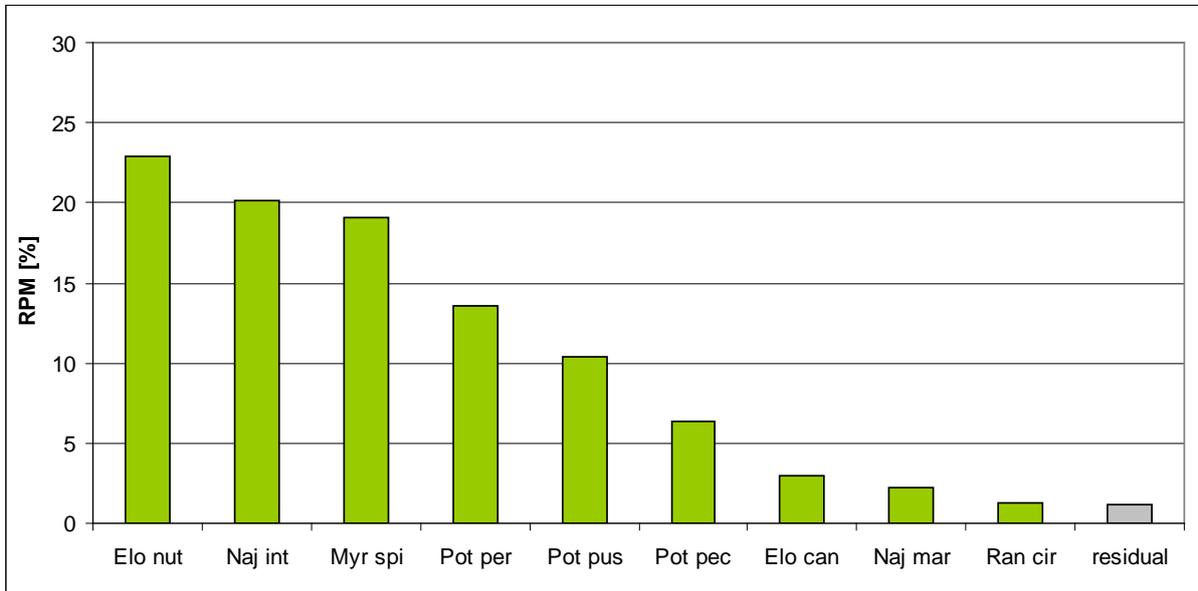
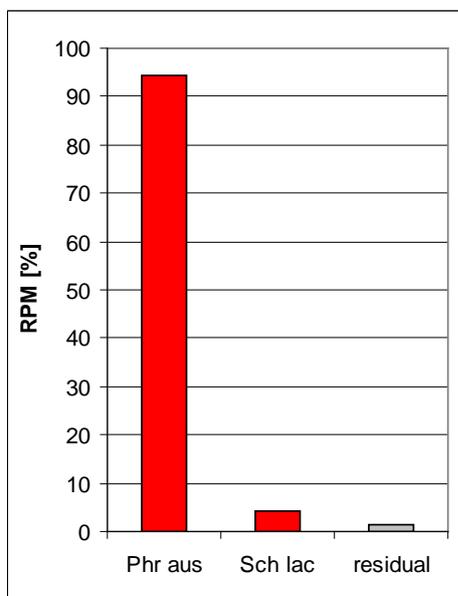


Abb. 13: Dominanzverhältnisse innerhalb der submersen Höheren Pflanzen.



Die Röhrichtvegetation wird von *Phragmites australis* (Schilf, RPM 95%) beherrscht. Die mengenmäßig zweitbedeutendste Röhrichtart, *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse), besitzt nur mehr einen RPM-Wert von 4% (Abb. 14). Die Mengenanteile der übrigen drei Arten sind unbedeutend und in der Kategorie „residual“ zusammengefasst.

Abb. 14: Dominanzverhältnisse innerhalb der Röhrichtvegetation.

### 3.1.4 Verbreitung der einzelnen Arten

#### 3.1.4.1 *Untergetauchte Vegetation*

##### **Charophyta (Armleuchteralgen)**

Characeen stellen am Wallersee 30% der Gesamtmenge der untergetauchten Vegetation. Characeen sind im Allgemeinen auf oligotrophe bis mesotrophe Standorte beschränkt, nur wenige Arten dringen bis in den eutrophen Bereich vor.

Lange Zeit wurde angenommen, dass Characeen aus physiologischen Gründen bei Total-Phosphor (TP)-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 Konzentrationen von 1.000 µg TP/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.

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

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

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

Mit Ausnahme der Transekte in der nördlichen Seekirchner Bucht (43 und 1), im Bereich von Bayerham (4), im Zuflussbereich des Wallerbaches (12) und bei Wierer (16) konnte die Art entlang des gesamten Nordostufers aufgefunden werden (Abb. 15). Hierbei trat sie insbesondere zwischen Wiedweng und Matzing flächendeckend auf. Im Bereich Pragerfischer (10, 11), westlich der

Schönbachmündung (6) und südlich von Bayerham (2) war die Art häufig, in den übrigen Transekten traf man diese Armleuchteralge eher seltener an. Am Südostufer des Wallersees fehlte *Chara contraria* in den Transekten 21-24, also zwischen der Marieninsel und Seebrunn. Auch im Mündungsbereich des Fenninger Baches (28, 29) konnte die Art nicht nachgewiesen werden. In den übrigen Transekten des Südostufers war die Art verbreitet bis häufig.

*Chara contraria* drang im Wallersee bis zu einer Tiefe von 3,7 m vor. Der bevorzugte Tiefenbereich lag im Flachwasser zwischen 0,3 und 2 m.

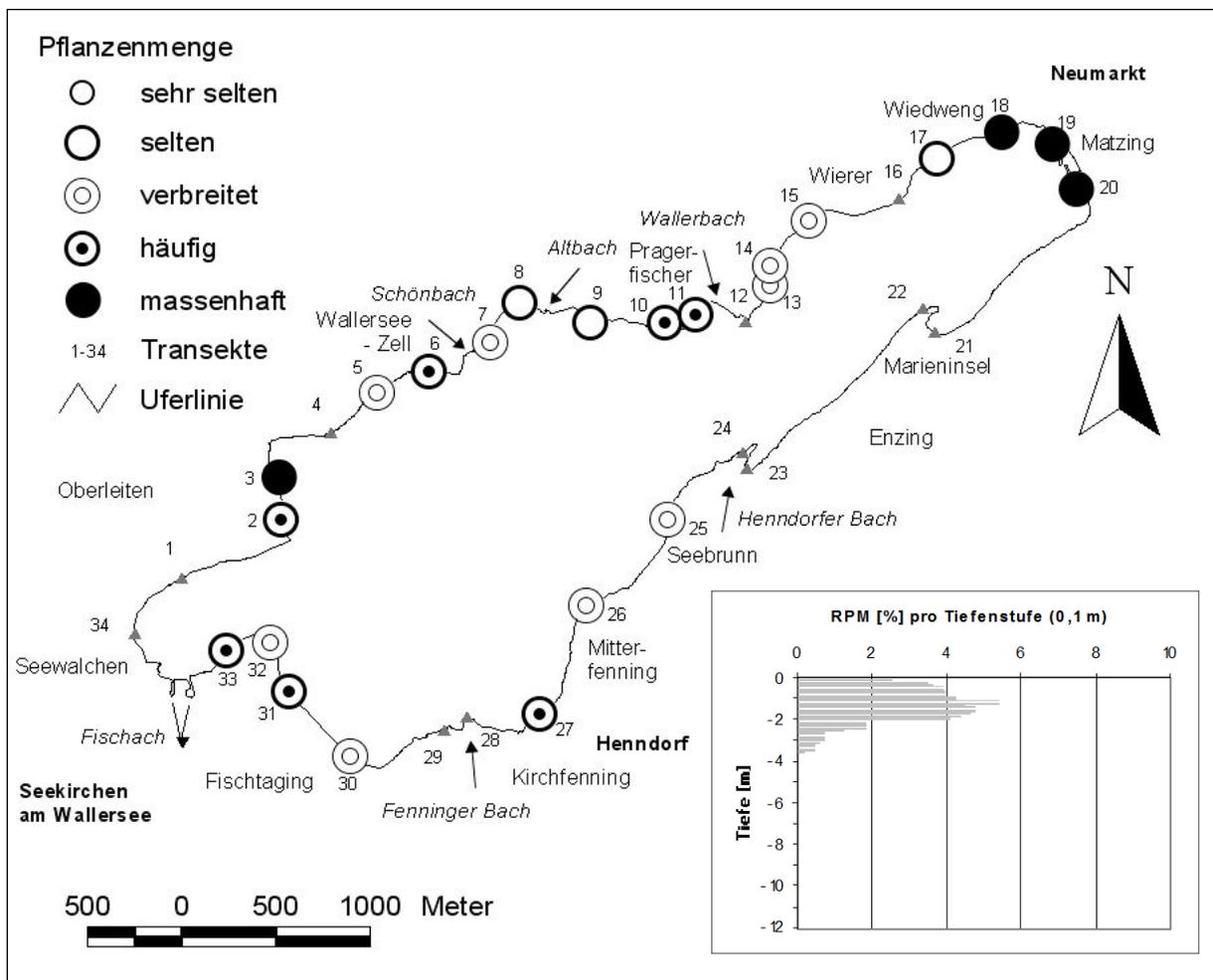


Abb. 15: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara contraria* im Wallersee.

***Chara delicatula* (Feine Armleuchteralge)**

*Chara delicatula* bevorzugt üblicherweise Weichwasserstandorte, kommt aber auch in kalkhaltigen Gewässern vor. *Chara delicatula* konnte im Wallersee nur an einer einzigen Stelle nachgewiesen werden. Im Transekt 25 bei Seebrunn traten flächendeckende Bestände auf, die

sich vor allem in einer Tiefe von 2 bis 3,5 m befanden (Abb. 16). Im flacheren Wasser standen nur vereinzelte Exemplare. Diese Zonierung kann auf den Badebetrieb des Seebrunner Standbades zurückgeführt werden, in dessen Bereich Transekt 25 gelegen ist.

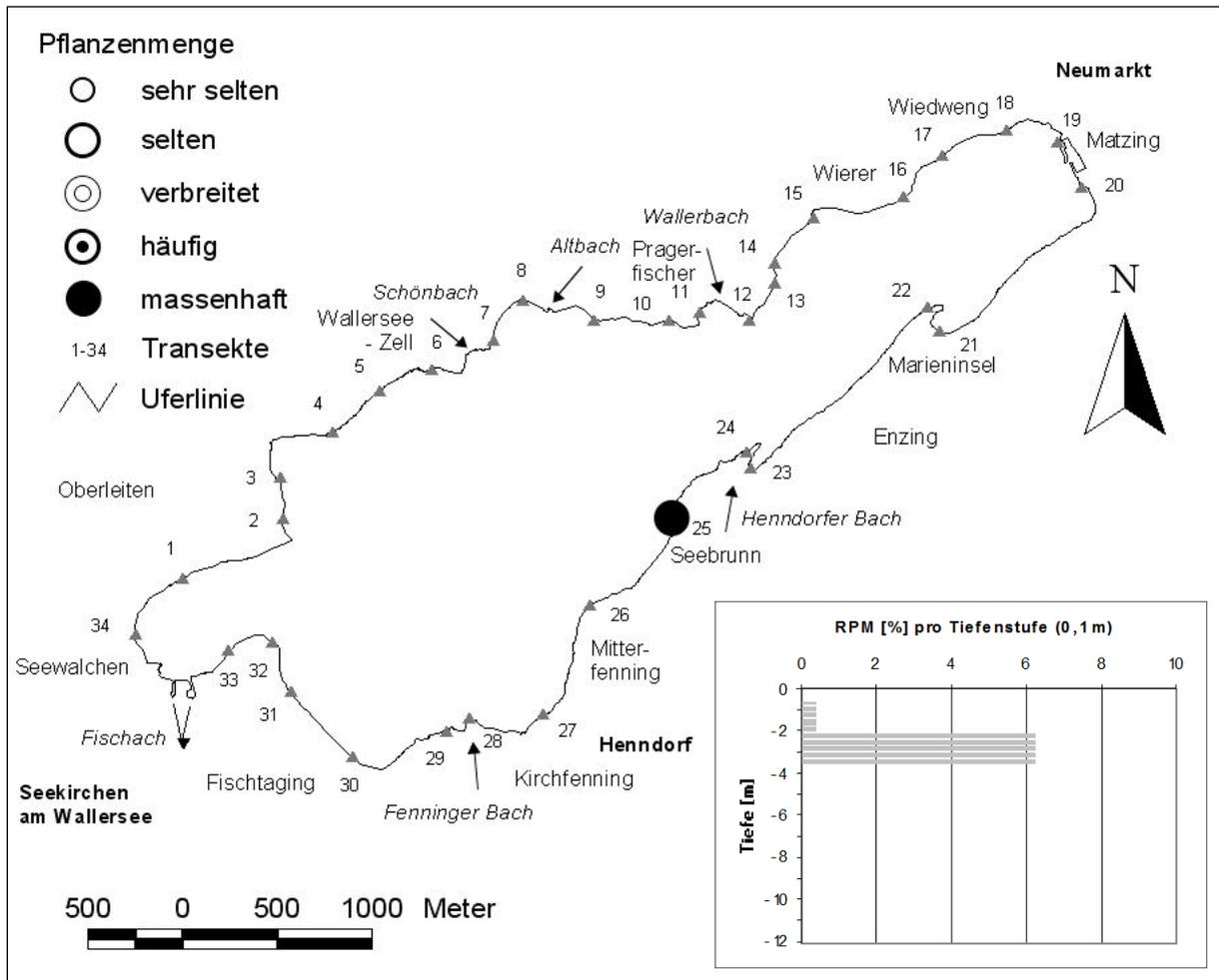


Abb. 16: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara delicatula* im Wallersee.

### *Chara globularis* (Zerbrechliche Armleuchteralge)

*Chara globularis* ist zwar nach *Chara contraria* die zweithäufigste Characeenart im Wallersee, fehlt aber in weiten Bereichen. Mit Ausnahme des Transektes 2 konnte die Art am gesamten Südwestufer (Transekte 28-34 und 1-12) nicht nachgewiesen werden. Auch im Bereich der Marieninsel (21, 22) und der Einmündung des Henndorfer Baches (23, 24) fehlte *Chara globularis* (Abb. 17). Als günstige Standorte mit großen Häufigkeiten erwiesen sich die Transekte 25-27 sowie die Transekte 19 und 20 am Nordostende des Sees. In den anschließenden Transekten 18-13 nahm die Präsenz dieser Armleuchteralge kontinuierlich ab. In Transekt 12 war sie nicht mehr nachweisbar.

Im Rahmen zurückliegender Seenkartierungen zeigte sich, dass die Art eine vergleichsweise weite ökologische Amplitude aufweist und an die Wasserqualität geringere Ansprüche stellt als

andere Vertreter der Armleuchteralgen (vgl. z.B. MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996). Die Art findet daher auch im mesotrophen Wallersee geeignete Wachstumsbedingungen vor. An eher nährstoffbelasteten Standorten wie den Mündungsbereichen der Zuflüsse oder der Seekirchner Bucht mit ihrem intensiv genutzten Seebad war *Chara globularis* jedoch nicht zu finden.

*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; PALL, 1996). Dies ist auch im Wallersee der Fall. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt hier zwischen 2 und 4 m (Abb. 17). Aufgrund der geringen Sichttiefe von im Mittel 4,3 m hat die Art keine Möglichkeit, in noch größere Tiefen des Sees vorzudringen.

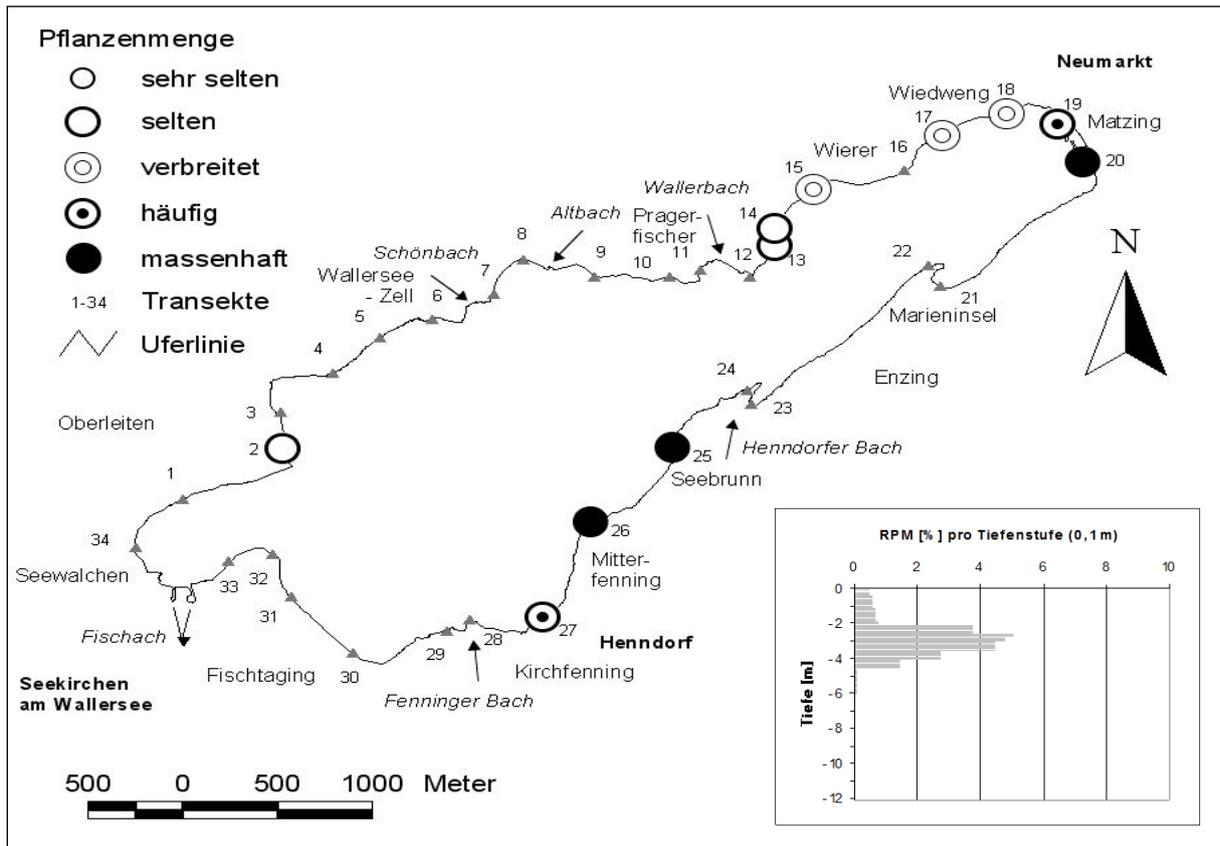


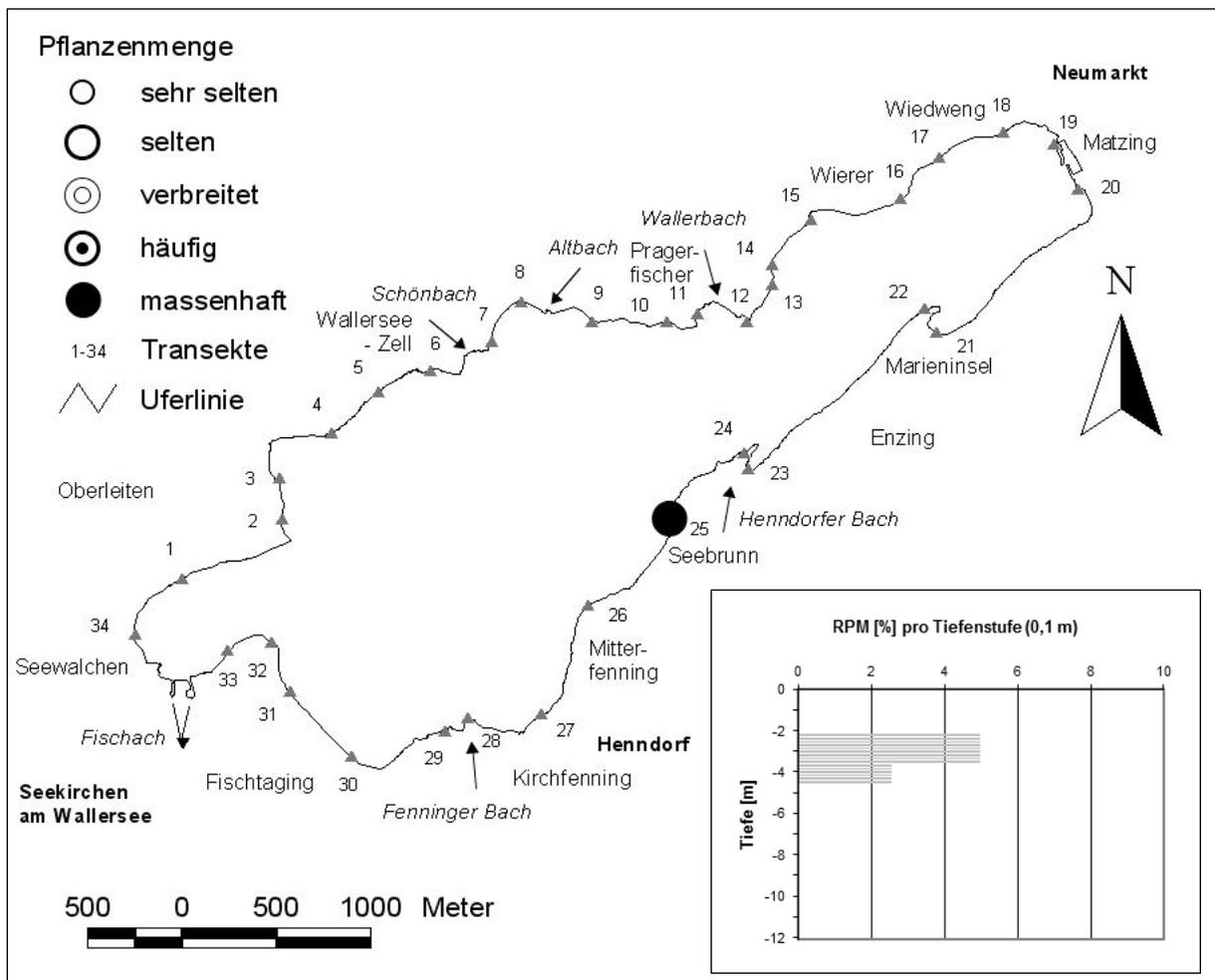
Abb. 17: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara globularis* im Wallersee.

***Chara intermedia* (Mittlere-Armleuchteralge)**

*Chara intermedia* ist wie *Chara delicatula* (Seite 28) nur in Transekt 25 zu finden, dort aber in großer Häufigkeit. (massenhaftes Vorkommen, Abb. 18). Wie *Chara delicatula* bevorzugt *Chara intermedia* eine Wassertiefe von 2 bis 4 m, ist aber im Flachwasserbereich im Gegensatz zu *Chara delicatula* gar nicht anzutreffen.

*Chara intermedia* gilt als nährstoffempfindliche Armleuchteralge (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). Lediglich im Weißensee repräsentiert diese Armleuchteralge die dominierende Makrophytenart (PALL et al., 2004). KRAUSE (1997) schreibt hierzu: „Schwache Eutrophierung, z.B. an Badeplätzen, fördert sie (*Chara intermedia*) zu Reinbeständen auf kalk- und nährstoffreicher Gytta“. Transekt 25 scheint mit dem Seebrunner Strandbad dieser Beschreibung zu entsprechen.



**Abb. 18:** Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara intermedia* im Wallersee.



## Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Höhere submerse Pflanzen stellen am Wallersee etwas mehr als die Hälfte der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation und sind damit die dominierende Pflanzengruppe im See. Mengemäßig bedeutend treten hierbei vor allem Arten

in Erscheinung, die oligo-mesotrophe bis mesotrophe Verhältnisse indizieren.

Belastungszeiger sind insgesamt nur selten und treten im See jeweils nur räumlich eng begrenzt auf.

## *Eleocharis acicularis* (Sumpf-Nadelbinse)

*Eleocharis acicularis* ist eine in Österreich seltene und daher stark gefährdete Art (NIKL FELD, 1999). Auch am Wallersee konnte die Sumpf-Nadelbinse nur in Transekt 11 am Pragerfischer westlich der Wallerbachmündung nachgewiesen werden. Hier

grenzt das Wenger Moor an den Wallersee an, das eines der größten naturnahen Mooregebiete im Salzburger Flachgau ist. An diesem Standort ist die stark gefährdete Art im Flachwasser bis zu einer Tiefe von 1,2 m verbreitet anzutreffen (Abb. 20).

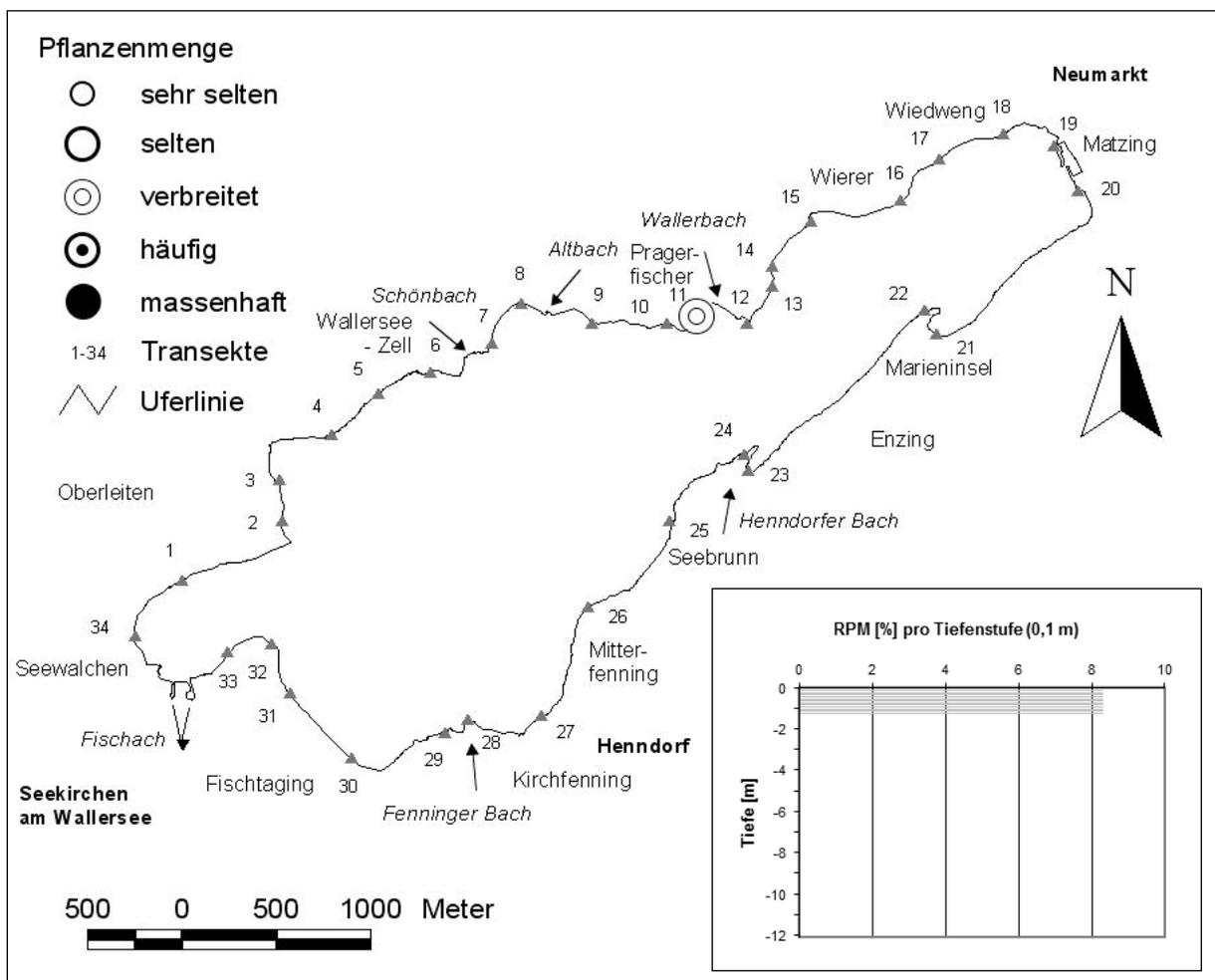


Abb. 20: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Eleocharis acicularis* im Wallersee.

***Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest)**

Die Kanadische Wasserpest gilt als Indikator für eutrophe Bedingungen (FOREST, 1977). Diese Klassifizierung wird durch Untersuchungen von KOHLER und SCHIELE (1985) an Fließgewässern sowie durch die Verbreitungsmuster an bayerischen Stillgewässern (MELZER et al., 1986, 1987, 1988) bestätigt.

Im Wallersee gehört *Elodea canadensis* zu den selteneren Arten. Sie konnte bezeichnender Weise in den Bereichen aller (nährstoffbringender) Zuflüsse des Wallersees gefunden werden, so in Transekt 7 (Zufluss des Schönbaches), in Transekt 8 (Zufluss des Altbaches), in Transekt 12 (Zufluss

des Wallerbaches), in Transekt 24 (Zufluss des Henndorfer Baches) und in Transekt 28 (Zufluss des Fenninger Baches). An diesen Standorten gilt *Elodea canadensis* als verbreitet (Abb. 21). Ein weiteres nennenswertes Vorkommen befindet sich in Transekt 4, dessen Bereich durch einen Einleiter und Müllansammlungen charakterisiert war. Einzelpflanzen konnten in den Transekten 1 und 32 (Seekirchner Bucht) nachgewiesen werden. Die Tiefenausbreitung reichte vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 3,5 m, wobei die Zone zwischen 2 und 3 m bevorzugt war.

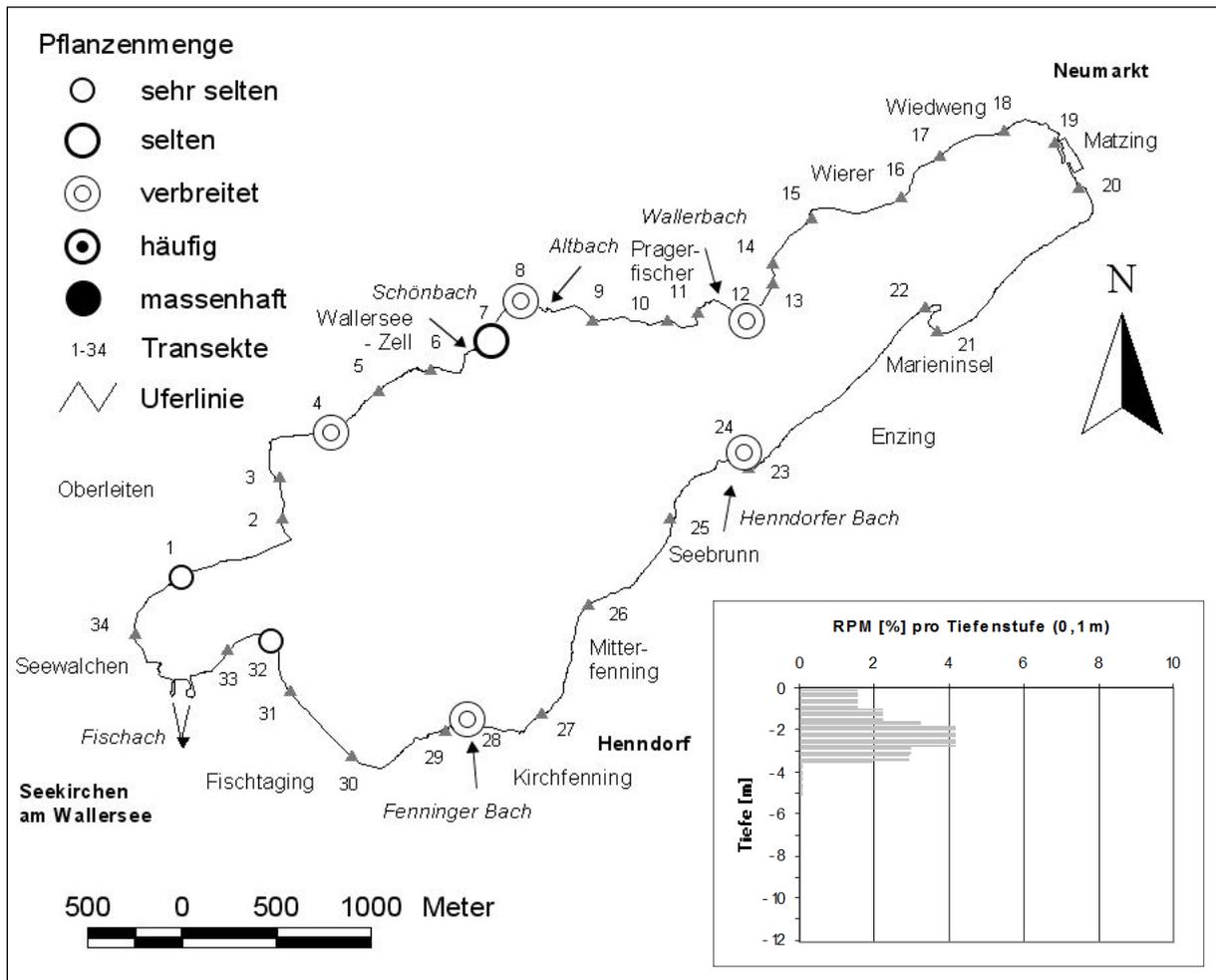


Abb. 21: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Elodea canadensis* im Wallersee.

### *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 die Art 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, 1999; PALL, 1998) sowie in zahlreichen österreichischen Seen (PALL et al., 2005) nachgewiesen. 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 et al., 2005).

Am Wallersee ist *Elodea nuttallii* nicht nur die dominante Art innerhalb der submersen Höheren Pflanzen, sie ist auch insgesamt die häufigste Art. Mit Ausnahme des Südwestendes (Transekte 30-33) ist die Nuttall-Wasserpest rund um den See vertreten, teilweise in massenhaften Vorkommen, wie in den Transekten 4-6 (Abb. 22). Wo die Sichttiefe es erlaubt, dringt die Pflanze bis 6 m Tiefe vor, ihr Hauptverbreitungsbereich liegt im Wallersee aber zwischen 2 und 4 m. Auch im Flachwasser ist sie anzutreffen.

*Elodea nuttallii* ist als Neophyt in der Lage, den gesamten derzeit von Makrophyten im Wallersee bewachsenen Tiefenbereich zu besiedeln – und das unabhängig von der Nährstoffsituation. Nach dem Auftreten der Art in Österreich konnten sich die Wasserpest-Bestände in der Reoligotrophierungsphase des Wallersees offensichtlich rascher etablieren als die heimischen Wasserpflanzenarten und sind daher zur Dominanz gelangt.

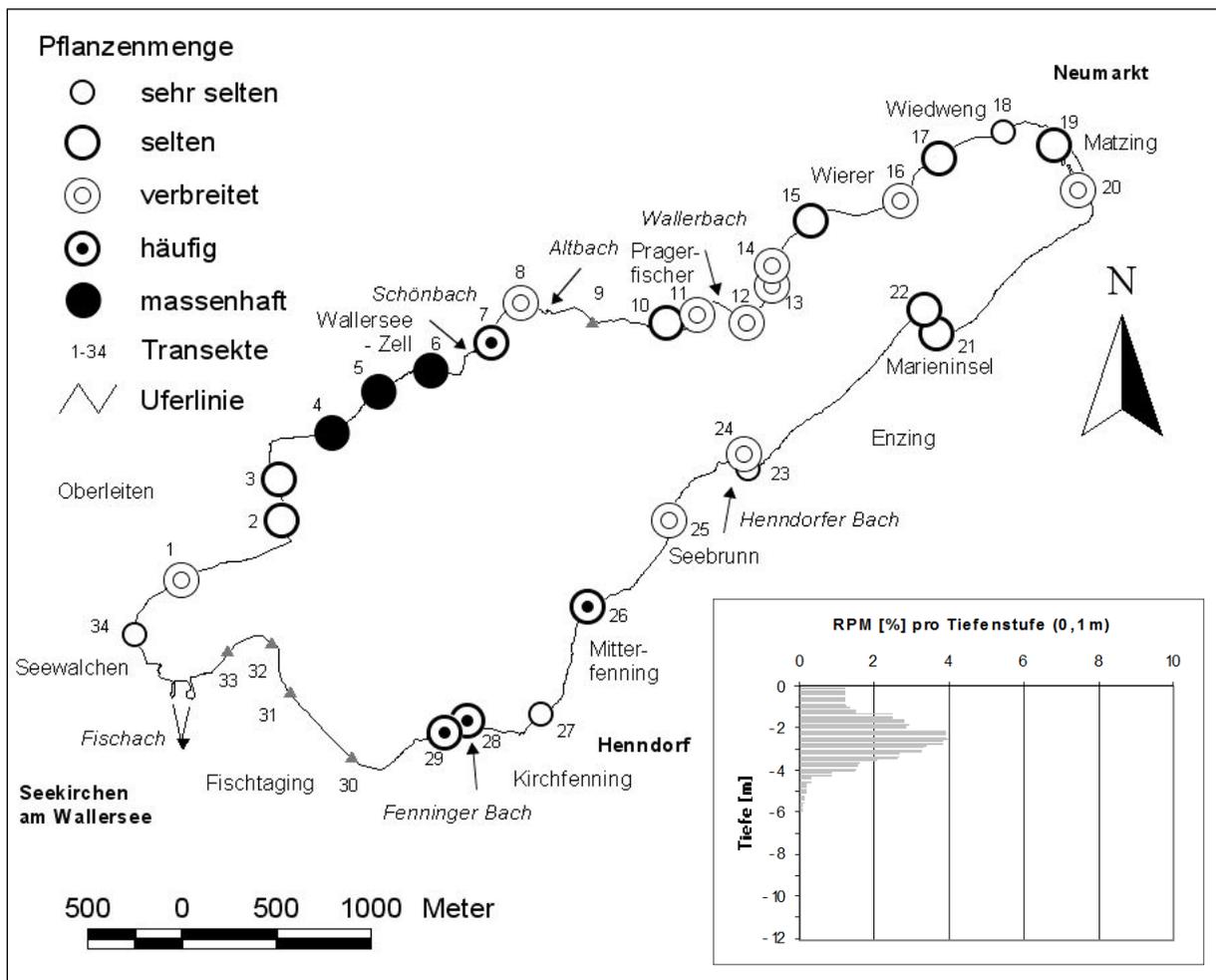


Abb. 22: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Elodea nuttallii* im Wallersee.

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

Das Ähren-Tausendblatt ist der dritthäufigste Vertreter der submersen Höheren Pflanzen im Wallersee. Mit Ausnahme der Transekte 30-34, 1 (Seekirchner Bucht) und 9 (östlich der Altbachmündung) konnte die Art an allen Untersuchungsstellen gefunden werden (Abb. 23). Auffällig ist die Häufigkeitsverteilung im See, denn am Nordweststrand kommt *Myriophyllum spicatum* in deutlich größeren Mengen vor als am Südufer, wo ihr Auftreten zumeist nur mit „selten“ bewertet wurde. *Myriophyllum spicatum* besiedelt im

Wallersee den Tiefenbereich zwischen 0 und 4,2 m mit Schwerpunkt zwischen 1 und 3 m Wassertiefe. In dieser Tiefenzone erreichen die Pflanzen auch die größten Wuchshöhen und sind mit an der Bildung des sog. Laichkrautgürtels beteiligt. Bezüglich ihrer Nährstoffansprüche ist die Art trotz ihrer relativ weiten ökologischen Amplitude als mesotroph einzustufen (MELZER et al., 1986).

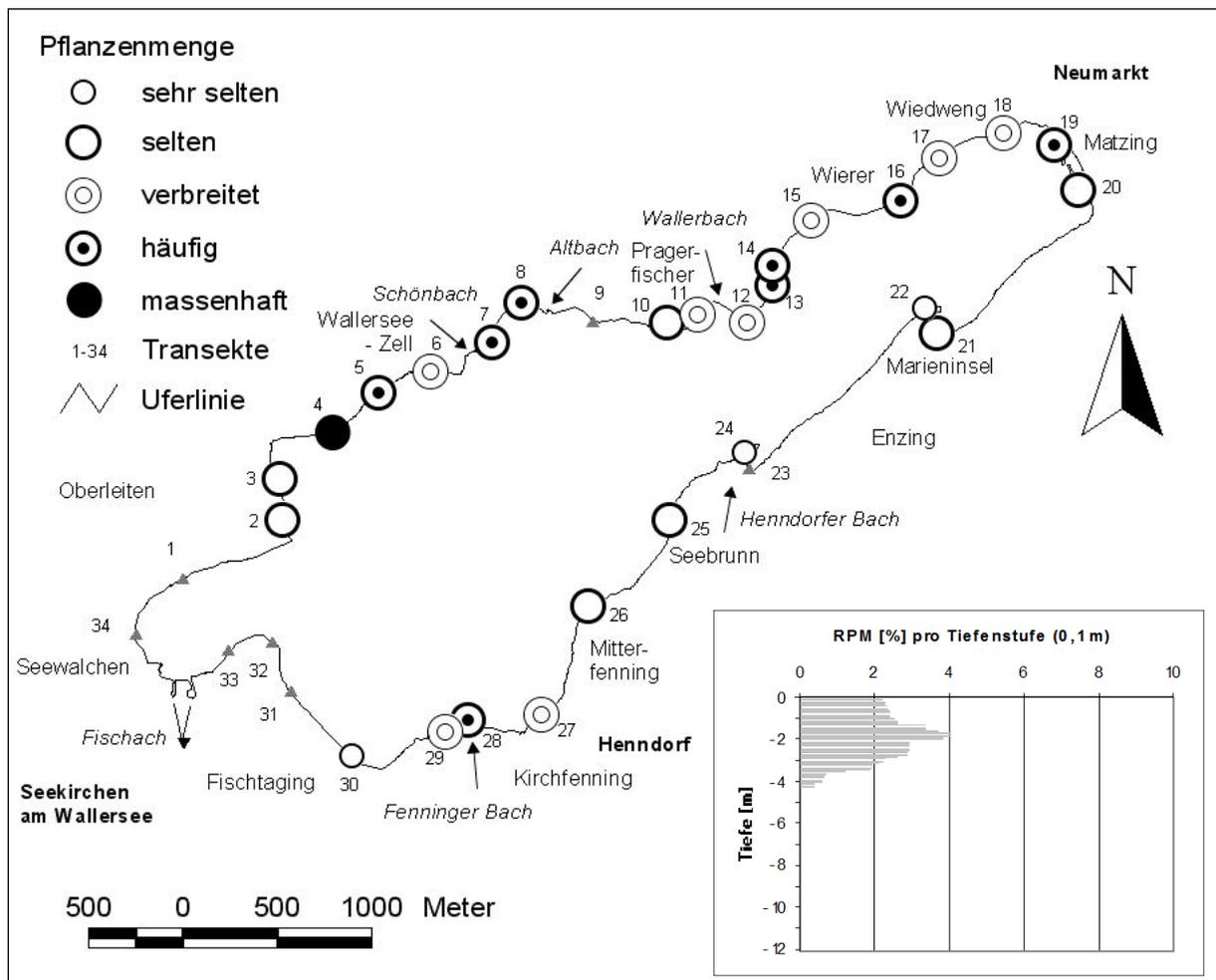


Abb. 23: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Myriophyllum spicatum* im Wallersee.

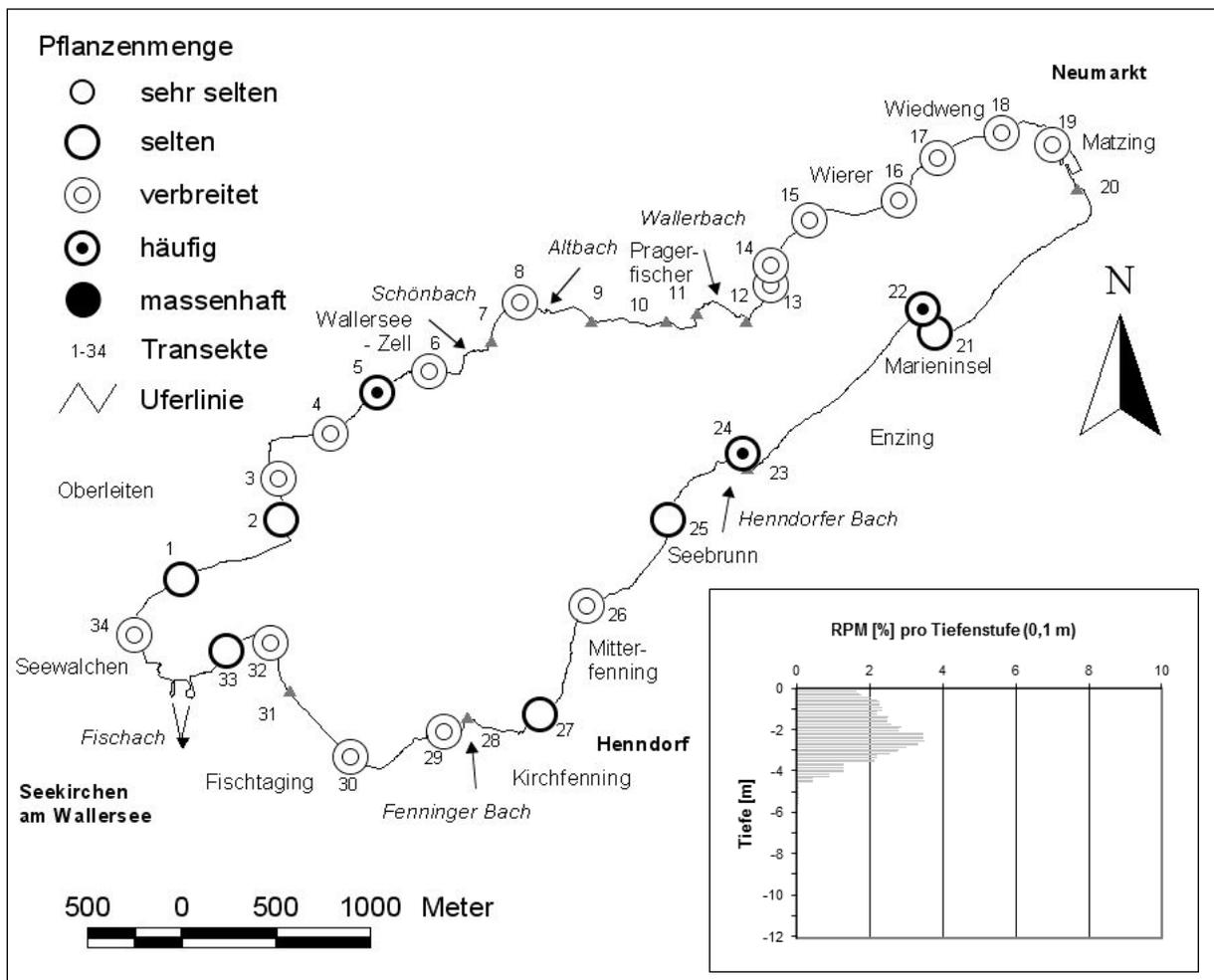
***Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut)**

*Najas intermedia* gehört zum typischen Inventar nährstoffärmerer, kalkmesotropher Binnenseen und ist insbesondere in Characeen-reichen Klarwasserseen häufig anzutreffen (CASPER & KRAUSCH, 1980; DOLL, 1992). Die Art ist etwas wärmeliebend (DOLL & PANKOW, 1989) und findet daher in den Seen des Alpenvorlands gute Wachstumsbedingungen vor.

Im Wallersee ist *Najas intermedia* die zweithäufigste Art innerhalb der submersen Höheren Pflanzen und beteiligt sich dort mit 20% an der Pflanzenmenge. Sie wurde mit Ausnahme des Einflussbereiches des Wenger Moores (Transekte

9-12) entlang der gesamten Uferlinie gefunden (Ausnahmen: Transekte 7, 20, 23, 28 und 31). In den meisten Transekten wurden die Vorkommen des Mittleren Nixkrauts mit „verbreitet“ bewertet. Seltener Vorkommen befinden sich in der Seekirchner Bucht und entlang des Südufers (Abb. 24).

Das Mittlere Nixenkraut besiedelt im Wallersee den Tiefenbereich zwischen 0 und 4,5 m. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt zwischen 2 und 3 m Tiefe.



**Abb. 24:** Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Najas intermedia* im Wallersee.

***Najas marina* (Großes Nixenkraut)**

Im Gegensatz zu *Najas intermedia* konnte *Najas marina* im Wallersee nur in einigen wenigen Abschnitten mit geringen Häufigkeiten gefunden werden. Dies sind die Transekte 34, 1, 2 und 4 sowie die Transekte 13-16. Alle Fundorte liegen am Nordwestufer des Sees (Abb. 25).

Die Tiefenausbreitung reicht von 1 m bis 6 m. Der Schwerpunkt liegt zwischen 2 und 3 m. Im Gegensatz zum Mittleren Nixenkraut kann vom Vorkommen des Großen Nixenkrauts immer auf lokal erhöhte Nährstoffkonzentrationen geschlossen werden.

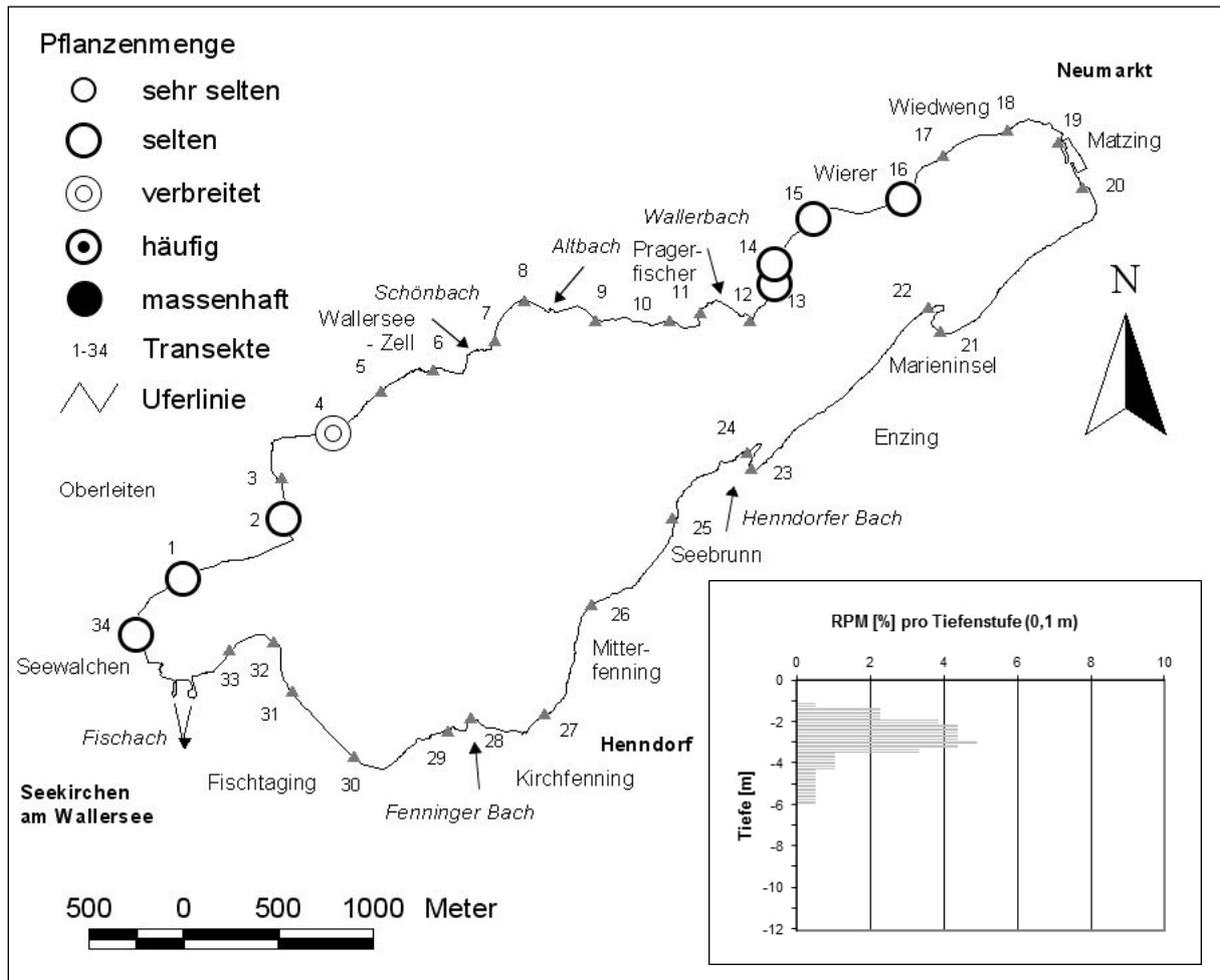


Abb. 25: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Najas marina* im Wallersee.

**Potamogeton filiformis (Faden-Laichkraut)**

*Potamogeton filiformis* ist eine oligotraphente Laichkrautart (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.

Im Wallersee gehört die Art zu den seltensten Pflanzen und wurde nur an zwei Stellen gefunden:

Transekt 30 und Transekt 32 am Südwestende des Sees, südlich der Seekirchner Bucht. An beiden Wuchsorten kommt *Potamogeton filiformis* „verbreitet“ vor (Abb. 26). Als typische Flachwasserpflanze ist die Art im Bereich zwischen 0 und 2 m mit Schwerpunkt bei 1,0 bis 1,6 m zu finden.

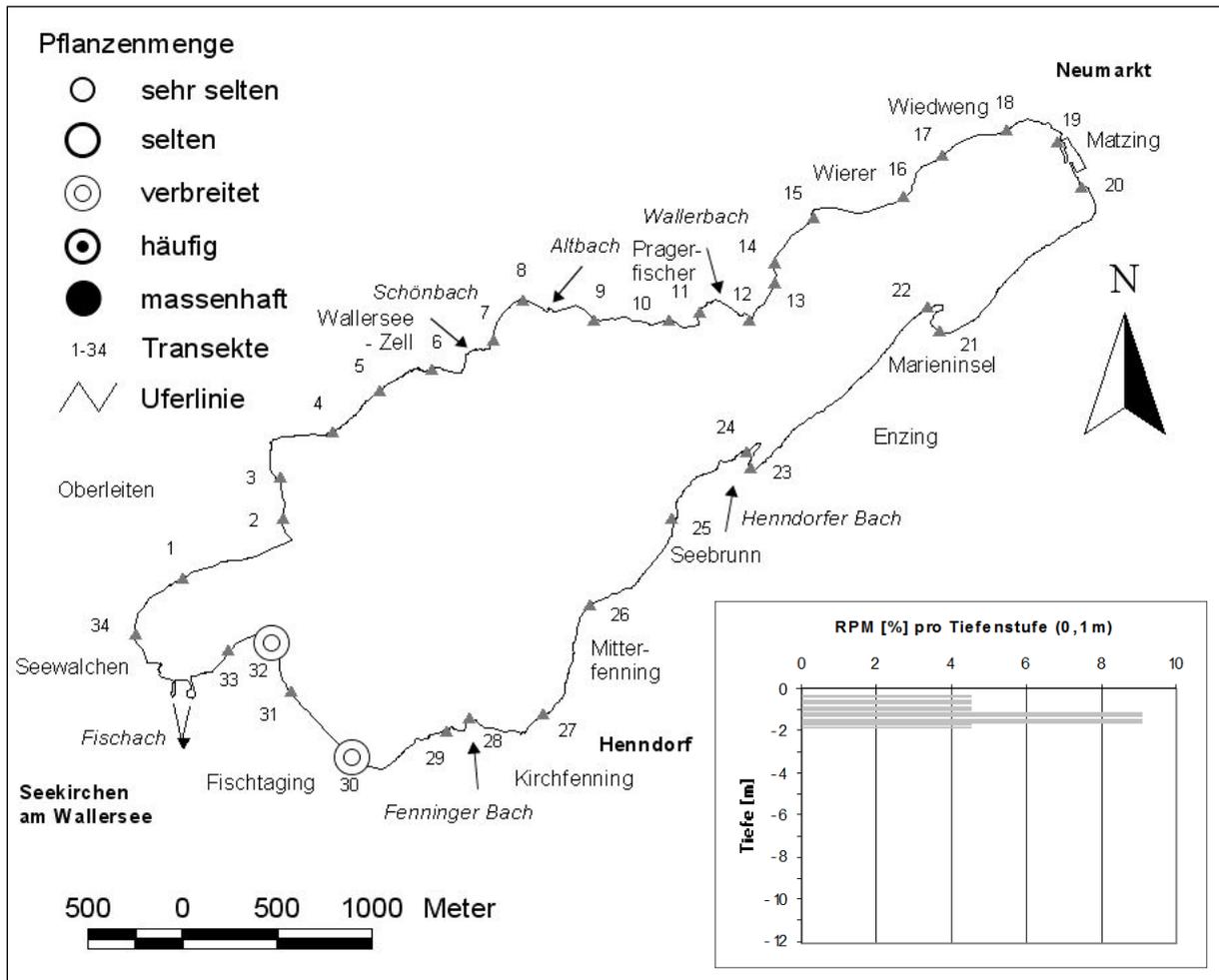


Abb. 26: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton filiformis* im Wallersee.

**Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)**

*Potamogeton pectinatus* besitzt eine weite ökologische Amplitude. Die 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 Wallersee wurde *Potamogeton pectinatus* in der Seekirchner Bucht (Transekte 33, 34 und 1), im Zuflussbereich des Henndorfer Baches (Transekt 24), an der Marieninsel (Transekt 21), im

Zuflussbereich des Wallerbaches (Transekt 12) und in den östlich anschließenden Transekten 13-16 gefunden (Abb. 27). Weitere Wuchsorte sind Transekt 9 im Zuflussbereich des Altbaches und Transekt 3 nördlich der Seekirchner Bucht. Die Häufigkeiten variieren zwischen „selten“ und „häufig“, wobei die größten Vorkommen in den Transekten 12 und 33 liegen. Die Pflanze dringt bis zu einer Wassertiefe von 4 m vor, ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt aber im Flachwasser von 0,2 bis 1,8 m.

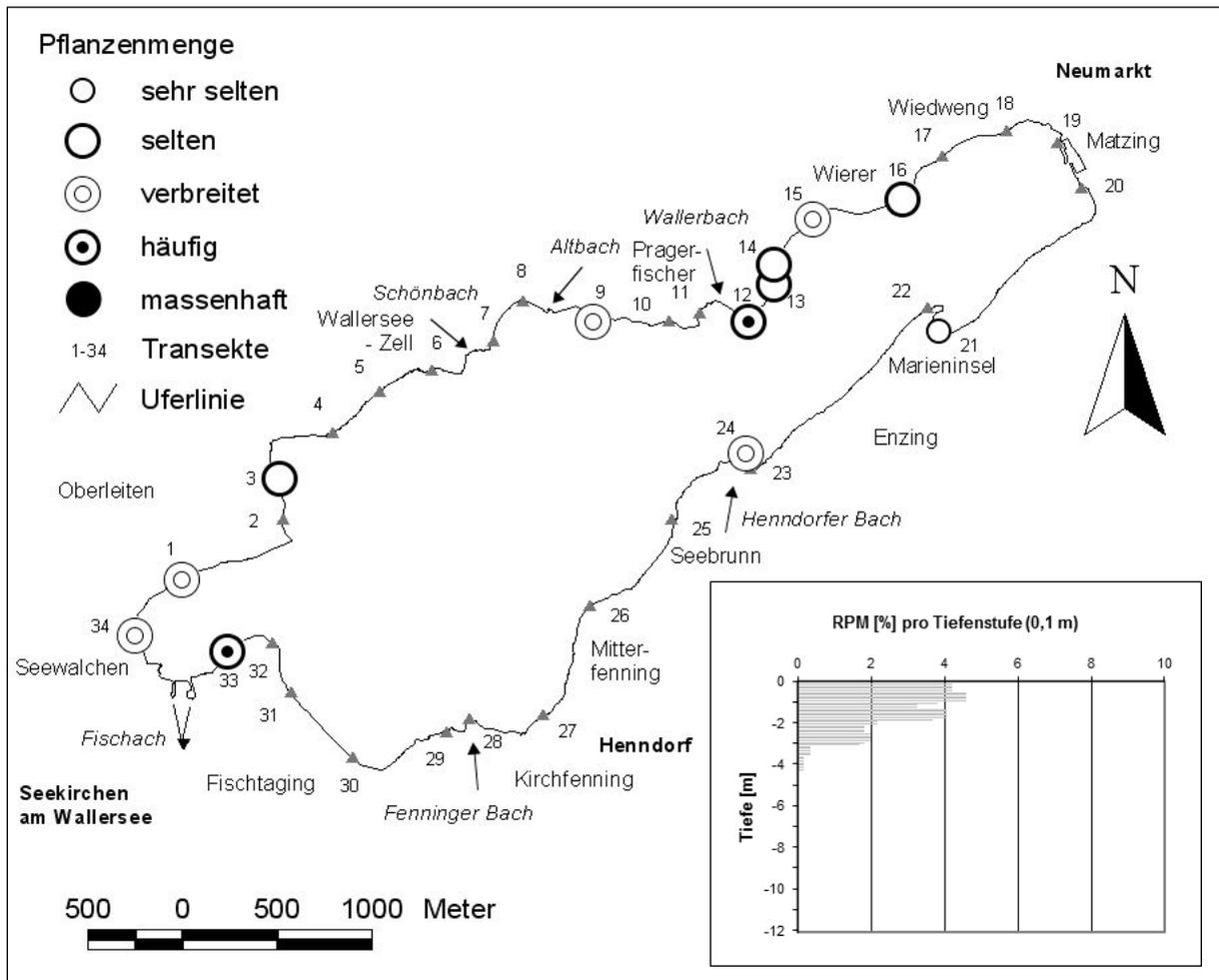


Abb. 27: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton pectinatus* im Wallersee.



### *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut)

*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.

Im Wallersee liegt der Verbreitungsschwerpunkt am Nordwestufer. Ausgehend von der Seekirchner Bucht ist das Zwerglaichkraut bis zum Transekt 14 in jedem Untersuchungsabschnitt vorhanden (Abb. 29). Die Art tritt „verbreitet“ bis „häufig“

auf. Lediglich in den Transekten 9 und 10, also im Bereich des angrenzenden Wenger Moores, findet man das Laichkraut nur selten. In den Abschnitten 15-21 fehlt die Art, ebenso in den Transekten 26-29, 31 und 34. Mit Ausnahme des Zuflussbereiches des Henndorfer Baches, wo die Art „verbreitet“ auftritt, ist sie am Südostufer des Sees nur selten anzutreffen. *Potamogeton pusillus* wächst vom Flachwasser bis in 4 m Tiefe. Bevorzugt wird der Bereich zwischen 0,1 und 2 m.

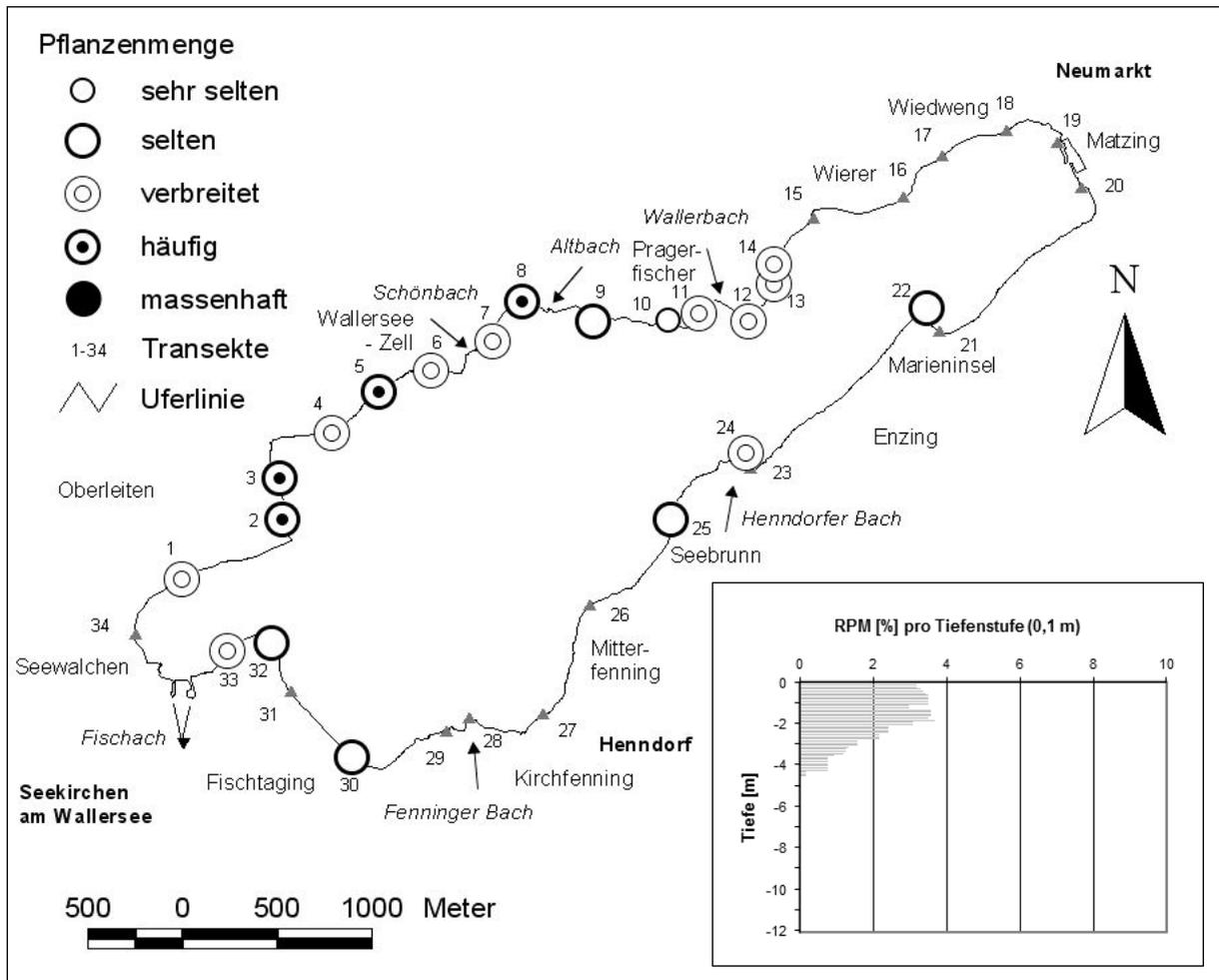


Abb. 29: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton pusillus* im Wallersee.

***Potamogeton x cooperi* (Cooper's Laichkraut)**

Bei *Potamogeton x cooperi* handelt es sich um eine Hybridform von *Potamogeton crispus* und *Potamogeton perfoliatus*. Die Art wird erst in neuerer Zeit häufiger in Österreich beobachtet. Im Wallersee konnte die Art nur an einer Stelle mit wenigen Exemplaren in

einer Tiefe von etwa 1 m nachgewiesen werden. Dies war das Transekt 12, im Zuflussbereich des Wallerbaches (Abb. 30). *Potamogeton x cooperi* ist eine der seltensten Arten des Wallersees.

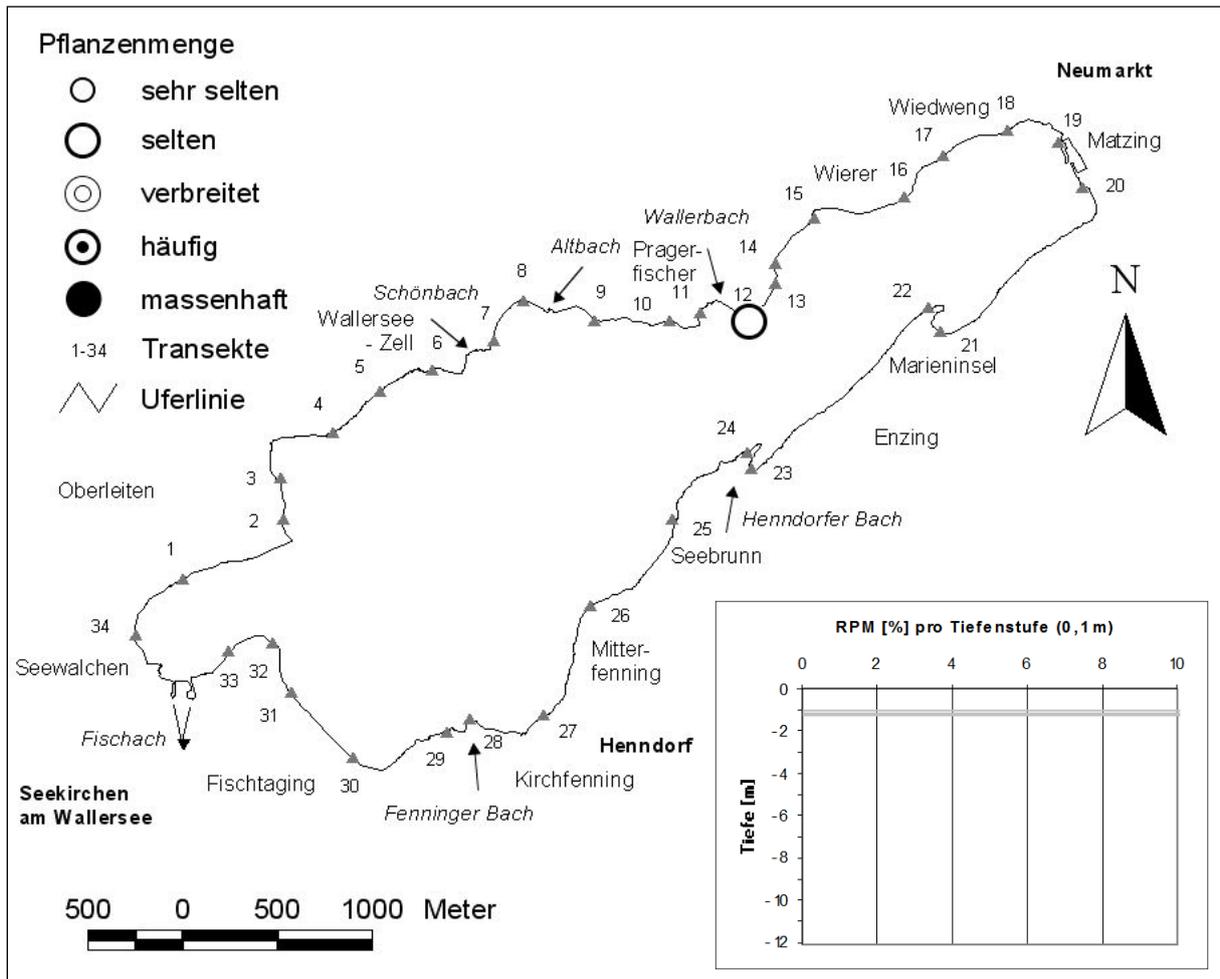


Abb. 30: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton x cooperi* im Wallersee.

**Potamogeton x lintonii (Lintonii-Laichkraut)**

Das Lintonii-Laichkraut findet sich im Zuflussbereich von Bächen (Transekt 8 - Altbach, Transekt 24 - Henndorfer Bach). Einzelpflanzen wuchsen in Transekt 8 zwischen 2 und 3 m Wassertiefe. In Transekt 24 kam die Art etwas häufiger und im tieferen Wasser (zwischen 4 und 6 m) vor. Ihre Dichte wurde aber dennoch nur mit „selten“ bewertet (Abb. 31).

*Potamogeton x lintonii* ist ein Hybrid aus *Potamogeton crispus* und *Potamogeton mucronatus*. Beide Elternarten

sind im Wallersee nicht vertreten, aber das als Bastard sterile Lintonii-Laichkraut kann sich sehr erfolgreich durch Turionen vermehren, sodass die Anwesenheit der Elternarten nicht zwingend erforderlich ist. Laut PRESTON (1995) handelt es sich um eine Flachwasser-Pflanze, die in England häufig in Kanälen, aber auch in Seen, Flüssen und Strömen zu finden ist. Im Wallersee wurde *Potamogeton x lintonii* in vergleichsweise großer Wassertiefe gefunden (3,5 bis 5,8 m) gefunden.

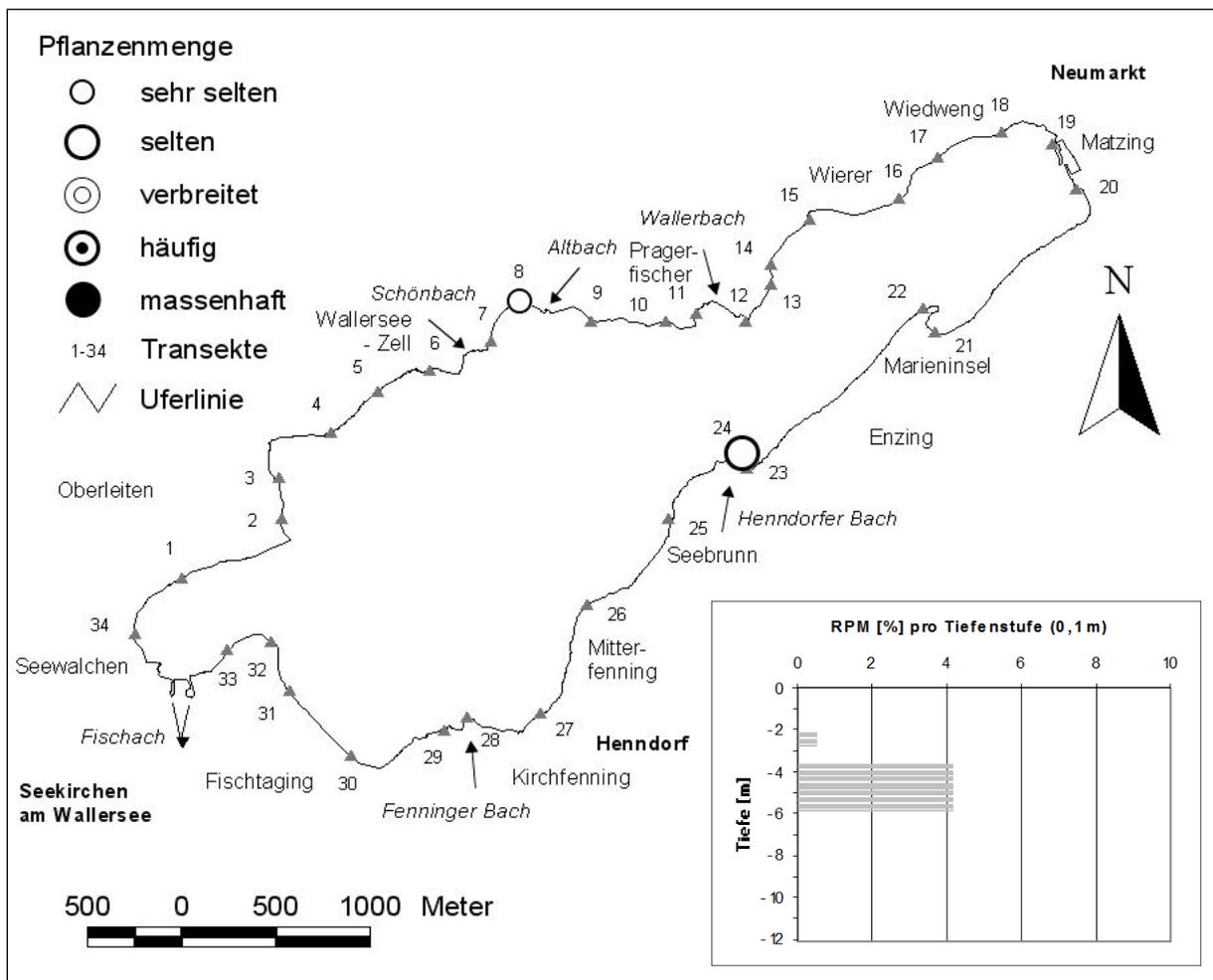


Abb. 31: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton x lintonii* im Wallersee.

### *Ranunculus circinatus* (Spreizender Hahnenfuß)

Bereits frühe Untersuchungen stellen den Spreizenden Hahnenfuß in die Reihe der charakteristischen Hartwasserpflanzen, deren Verbreitung sich auf Gewässer mit pH-Werten zwischen 7 und 9 beschränkt (IVERSEN, 1929). Daneben wird die Verbreitung der Art durch ein hohes Nährstoffangebot gefördert (MELZER et al, 1986, 1988). In nährstoffärmeren Seen gilt *Ranunculus circinatus* daher als zuverlässige Zeigerpflanze für lokale Nährstoffbelastungen. Im Wallersee wurde *Ranunculus circinatus* nur an drei Stellen nachgewiesen (Abb. 32). An allen dreien

kann von lokalen Nährstoffbelastungen ausgegangen werden. Es handelt sich um Transekt 8 im Zuflussbereich des Altbaches, in dem *Ranunculus circinatus* massenhaft gefunden werden konnte, um Transekt 19, bei Matzing, im Bereich des Strandbades, und um Transekt 23, im Mündungsbereich des Henndorfer Baches. Der Spreizende Hahnenfuß bevorzugt im Wallersee den Tiefenbereich zwischen 2 und 3 m, wurde aber auch im flacheren Wasser und bis zu einer Tiefe von 3,8 m gefunden.

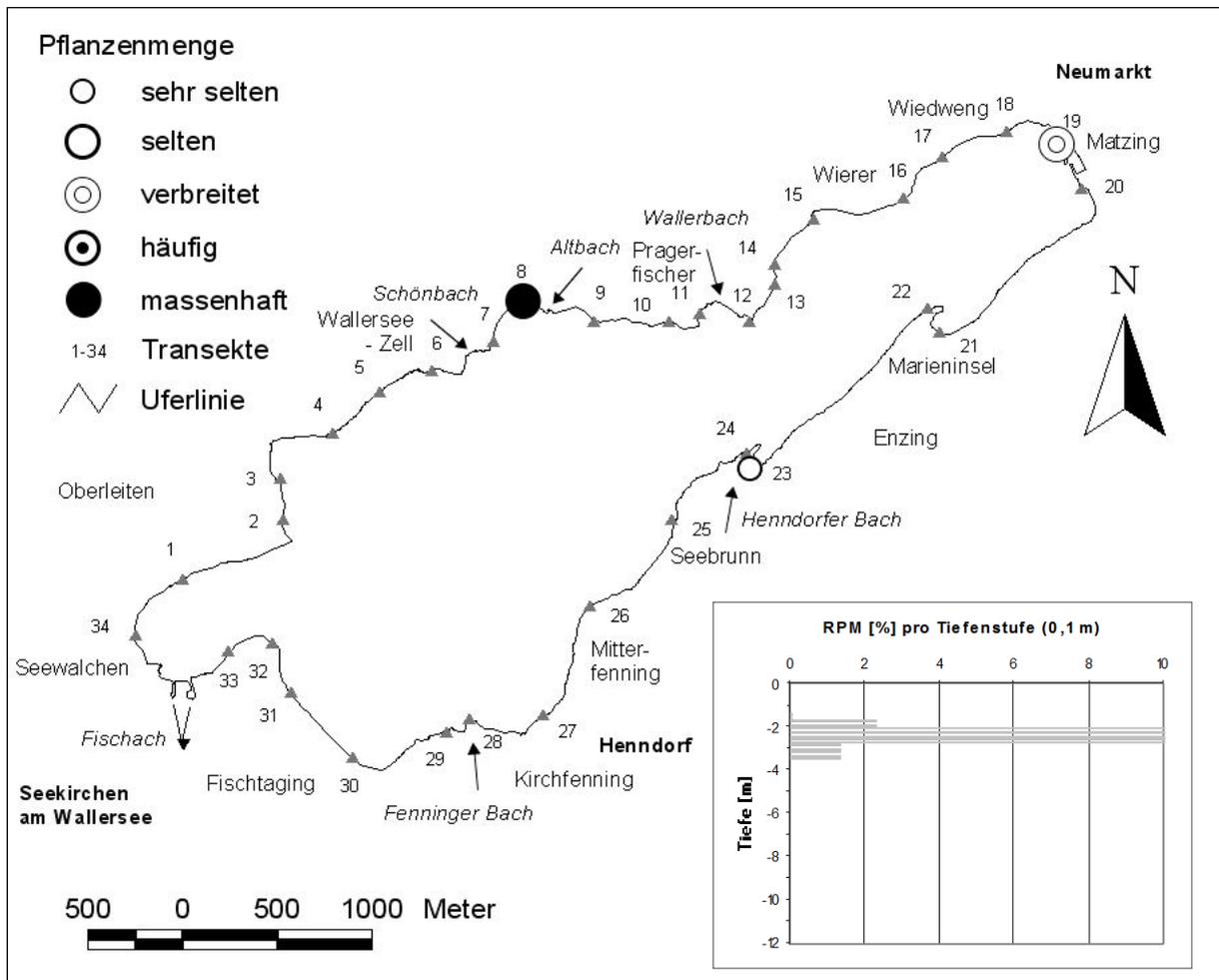


Abb. 32: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Ranunculus circinatus* im Wallersee.

### 3.1.4.2 Schwimmblattvegetation

#### *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose)

Die Lage der Schwimmblatt-Bestände im Wallersee wurde vom Boot aus mittels dGPS eingemessen. Für diesen Vegetationstypus liegt deshalb eine die gesamte Uferlinie des Sees betreffende Aufnahme vor (Abb. 33 und Kartenteil). Die mittels dGPS eingemessenen Bestände sind in Abb. 33 als graue Bereiche ausgewiesen. Mit gelben Punkten sind die Einzelnachweise in den Untersuchungstransekten markiert. Am Wallersee kommt nur eine einzige Schwimmblattart vor: *Nuphar lutea*, die Gelbe

Teichrose. Vor allem in der nördlichen Seekirchner Bucht und zwischen den Transekten 7-15 treten große Nupharfelder auf. Sie sind durchwegs dichten Schilfbeständen vorgelagert. In Transekt 13 war *Nuphar lutea* auch in Arealen des hier lückigen Wasserschilfes zu finden. Am Südufer treten nur im Bereich der Marieninsel und im Zuflussbereich des Henndorfer Baches (Transekt 23) sowie bei Fischtaging zwischen Transekt 30 und 31 Schwimmblattbestände auf.

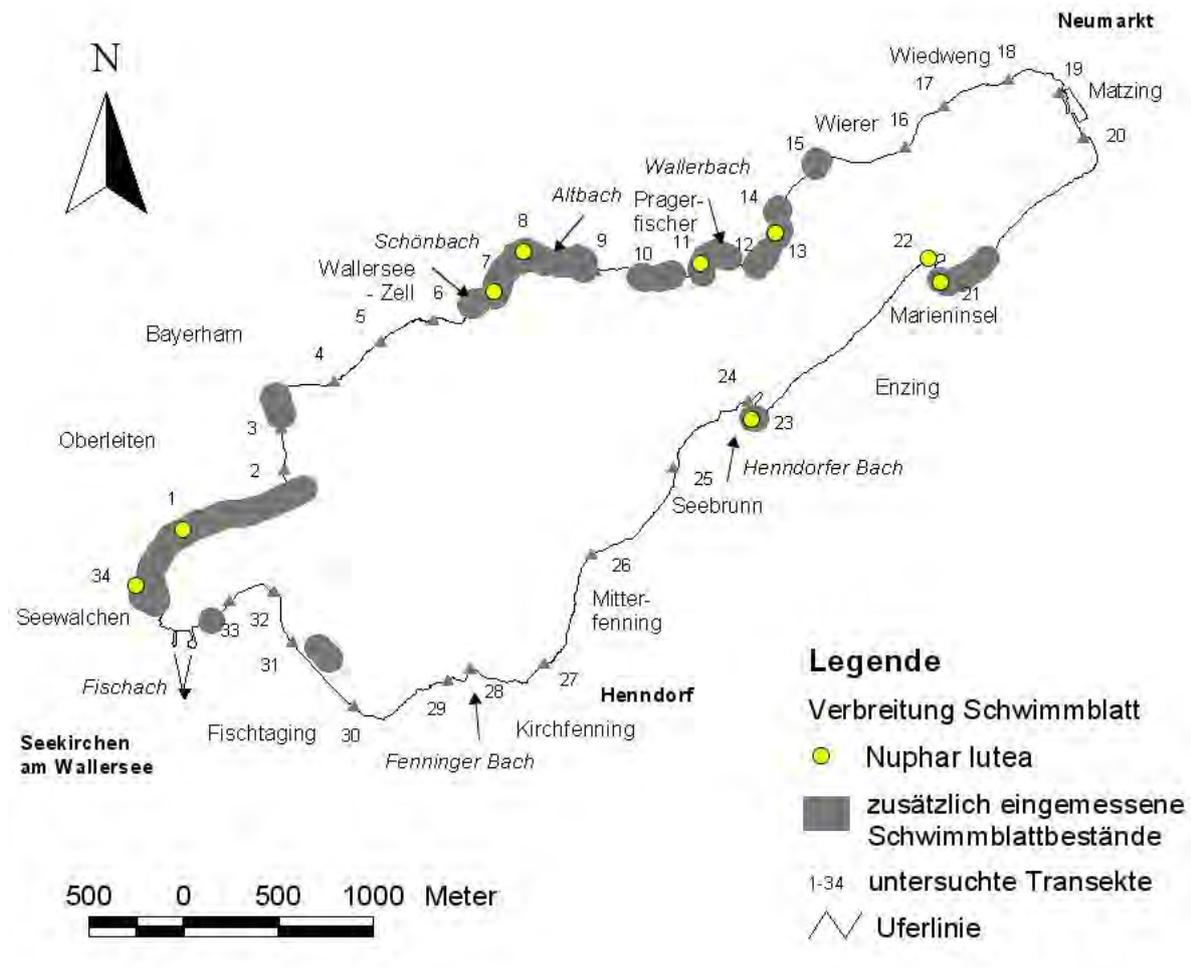


Abb. 33: Verbreitung von *Nuphar lutea* im Wallersee.

### 3.1.4.3 Röhrichtvegetation

Als Röhricht bezeichnet man die Vegetationseinheit in der Übergangszone zwischen Gewässer und Land. Unter günstigen Bedingungen bildet diese, in Mitteleuropa meist vom 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 schützenswerten Bestandteil im Ökosystem See dar (vgl. auch MORET, 1979; BURNAND, 1980; MOSS, 1983; ISELI & IMHOF, 1987; KRUMSCHEID-PLANKERT, 1990).

Zustand und Struktur der Schilfbestände am Wallersee wurden erstmals 1993 umfassend

dokumentiert (WIESNER, 1995). Es folgten weitere Untersuchungen Ende der 1990er Jahre durch HEBERLING (2000) sowie in den Jahren 2006 und 2007 (JÄGER & HEBERLING, in prep.). Die o.a. Untersuchungen wurden jeweils an ausgewählten Transekten vorgenommen. Die flächenmäßige Ausbreitung der Röhrichtbestände am Wallersee wurde in den Jahren 2001, 2006 und 2007 erhoben (DUMFARTH & SCHWAP, 2008).

Für das vorliegende Projekt wurden bezüglich der flächenmäßigen Ausdehnung der Röhrichtbestände die Aufnahmen von DUMFARTH & SCHWAP aus den Jahren 2006 und 2007 als Grundlage herangezogen. Im Zuge dieser Vermessung ist jedoch nicht nach Arten differenziert worden, sondern es wurden im Wesentlichen die Schilf- (*Phragmites australis*) und Binsen- (*Schoenoplectus lacustris*) Vorkommen angesprochen und diese lediglich in „dichte“ und „schütterere“ Bestände unterschieden. Eine genaue Bestimmung der Artenzusammensetzung des Röhrichts erfolgte erst im Rahmen der von uns 2009 durchgeführten Transektkartierung. Neben den beiden o.a. Arten konnten noch *Carex elata* (Bult-Segge), *Juncus articulatus* (Glieder-Simse), *Lythrum salicaria* (Blutweiderich) und *Phalaris arundinacea* (Rohr-Glanzgras) nachgewiesen werden.

#### *Phragmites australis* (Schilf)

Dichte Schilfbestände säumen die Seekirchner Bucht und ziehen sich bis Bayerham (Abb. 34). Die Halme sind ca. 3 m hoch und stehen bis 1 m im Wasser. Vor allem in den Bereichen der Transekte 2 und 3 befinden sich unter Wasser, dem Schilf seeseitig vorgelagert, ausgedehnte Stoppelfelder, die anzeigen, dass hier der Schilfgürtel einmal weitaus mächtiger war.

Zwischen Bayerham und Wallersee-Zell (Transekte 4 und 5) fehlt Schilf durch Uferverbauungen vor Bade- und Wochenendhäusern.

Von Zell (Transekt 6) bis Wierer (Transekt 16) zieht sich entlang des Wenger Moores ein dichter 2,5 – 3 m hoher Schilfgürtel, der bis 1 m Wassertiefe in den See vordringt. Im Bereich des Transekts 9, westlich der Altbachmündung, erreicht der Schilfgürtel (Wasserschilf) eine Breite von mehr als 50 m. Im anschließenden Transekt 10 sind unter Wasser wieder ausgedehnte Stoppelfelder zu beobachten, die auf die ursprüngliche Größe des Schilfbestandes schließen lassen. Lücken im Schilfbestand treten in diesem Bereich nur dort auf, wo Büsche direkt bis an das Ufer reichen. Ab Transekt 16 bis Transekt 20 bei Matzing fehlt Schilf weitgehend. Im Bereich der Transekte 16 bis 18 verläuft die Gewässerhalde

zwar flach, jedoch ist das Substrat grob steinig und damit sind die Bedingungen für ein Aufkommen von Schilf ungünstig. Teilweise reicht auch Gebüsch bis unmittelbar an den Gewässerrand. Der Nutzungsdruck ist hier durch zahlreiche Wochenend- und Badehäuser sowie den unmittelbar am Gewässerrand verlaufenden Uferweg hoch. Im Bereich der Transekte 19 und 20 ist das Ufer teilweise sogar als betonierete Rampe ausgestaltet. Dahinter befinden sich Liegewiesen des Strandbades.

Zwischen den Transekten 20 und 23 erstreckt sich die Seeleiten, eine bewaldete Anhöhe, die zwischen Matzing und Enzing steil zum See abfällt. Der Wald reicht bis an den See heran. Hier fehlt das Schilf wohl aus natürlichen Gründen. Allerdings finden sich hier kleinräumig auch künstliche Uferverbauungen, die ein Aufkommen von Schilf vereiteln. Nur im Bereich der Marieninsel und ihrer Bucht (Transekte 21 und 22) treten kleinere, schütterere Schilfbestände mit Wuchshöhen zwischen 1 und 1,5 m auf.

Anschließend bis Mitterfenning wird der Uferverlauf wieder flacher. Allerdings findet sich hier eine Vielzahl von Wochenendhäusern und das Ufer ist teilweise verbaut. Im Bereich des

Seebrunner Strandbades ist der Seerand betoniert. Dennoch finden sich in diesem Uferabschnitt immer wieder kleinere Schilfbestände. Rund um die Mündung des Henndorfer Baches (Transekte 23 und 24) erstrecken sich lockere bis dichte, 2-3 m hohe Schilfareale, die aber nur bis 0,3 m im Wasser stehen.

Ab Mitterfenning (Transekt 26) zieht sich ein erst schütterer, dann immer dichter werdender

Schilfgürtel bis zur Seekirchner Bucht, der an nur wenigen Stellen unterbrochen ist, z. B. an der Mündung des Fenninger Baches. Zwischen Henndorf und Fischtaging (Transekte 27-30) sind die Bestände 1,8 m hoch und stehen bis 0,3 m im Wasser. Anschließend erreichen die Halme 2,5 – 3 m Höhe und das Schilf dringt bis 1 m Wassertiefe in den See vor.

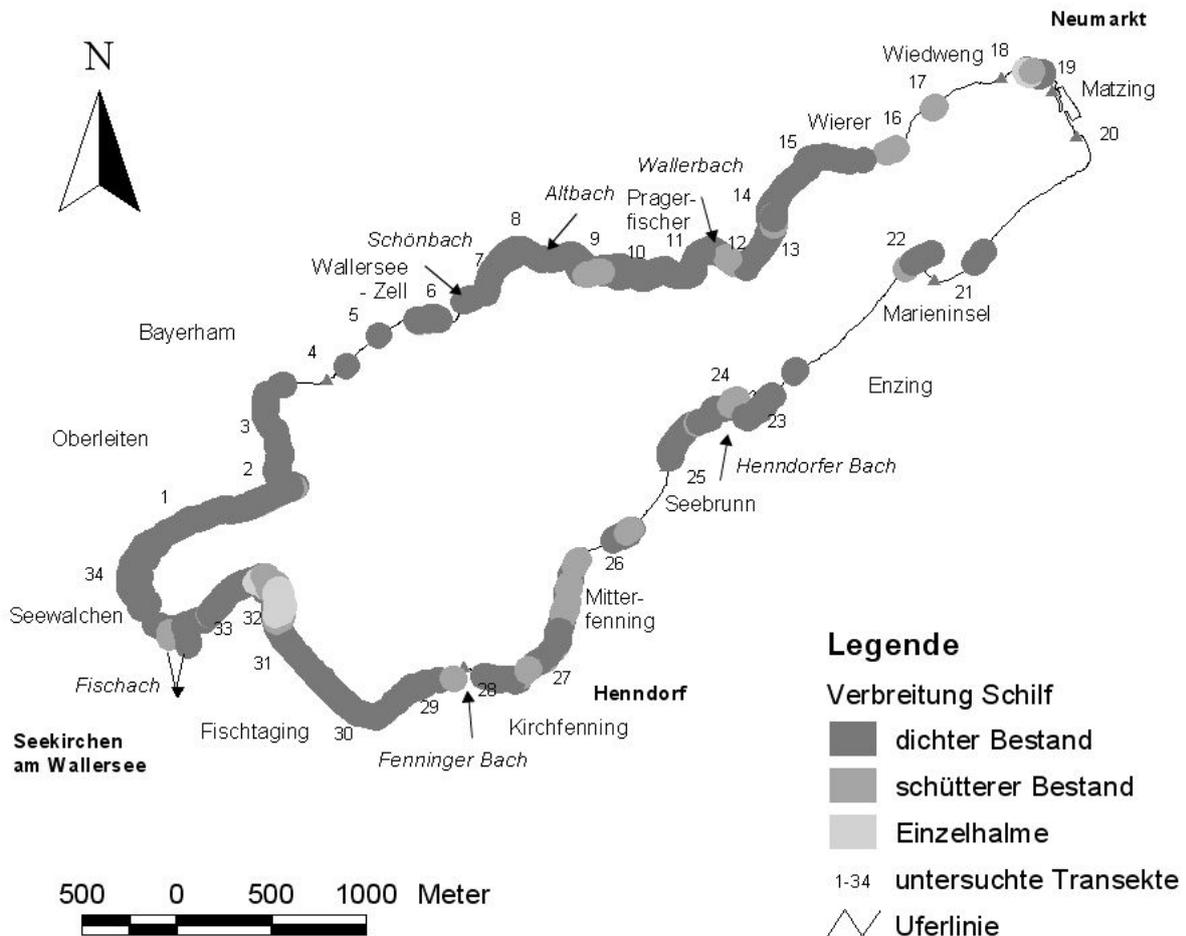


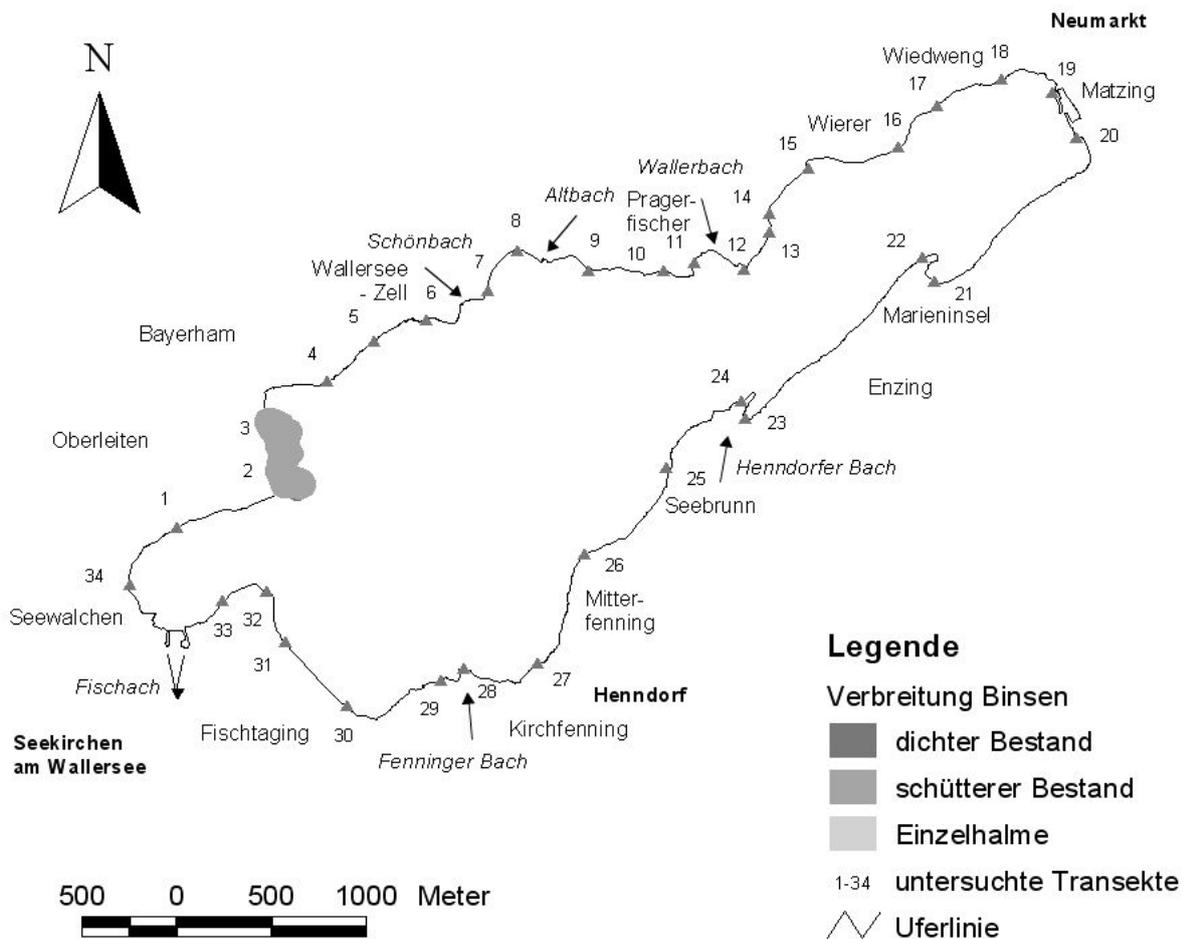
Abb. 34: Verbreitung von *Phragmites australis* im Wallersee.

***Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse)**

Die weichen, biegsamen Halme der Grünen Teichbinse sind unempfindlicher gegen Wind und Wellenschlag als jene des Schilfs 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, sich über den Wasserspiegel erhebenden) Wuchsform auch eine rein submerse (untergetauchte) Wuchsform mit schlaffen, bandförmigen Blättern ausbilden.

Binsenvorkommen finden sich daher meist dem Schilfgürtel seeseitig vorgelagert.

Am Wallersee gibt es nur ein relativ kleines Areal mit Teichbinsen im Bereich der Transekte 2 und 3 (Abb. 35). Die Pflanzen sind 1,5 m hoch und stehen im Bereich des Transektes 2 als lockere Bestände dem Schilf vorgelagert bis 2 m im Wasser, im Bereich des Transektes 3 stehen sie ebenfalls dem Schilf vorgelagert mit dichteren Beständen bis 1,2 m im Wasser.



**Abb. 35:** Verbreitung von *Schoenoplectus lacustris* im Wallersee.

## Vorkommen fädiger Grünalgen

Bei den im Rahmen des vorliegenden Projekts durchgeführten Betauchungen fiel in allen untersuchten Transekten eine starke Veralgung des Gewässergrundes auf. Es wurden daher auf Veranlassung von Dr. Peter Schaber, Gewässerschutz Land Salzburg, an verschiedenen Stellen des Sees vom Boot aus mit einem Greifer Proben entnommen. Eine Bestimmung von Dr. Peter

Pfister, ARGE Limnologie, ergab, dass es sich bei allen Proben mit größter Wahrscheinlichkeit um dieselbe Art, nämlich um einen Vertreter der Grünalgengattung *Spyrogyra* (Gruppe *Zygnemales*) handelt. Aufgrund fehlender Jochbildungen konnte jedoch keine genaue Artbestimmung vorgenommen werden. Die Verbreitung der Grünalgen im See ist in Abb. 36 dargestellt.

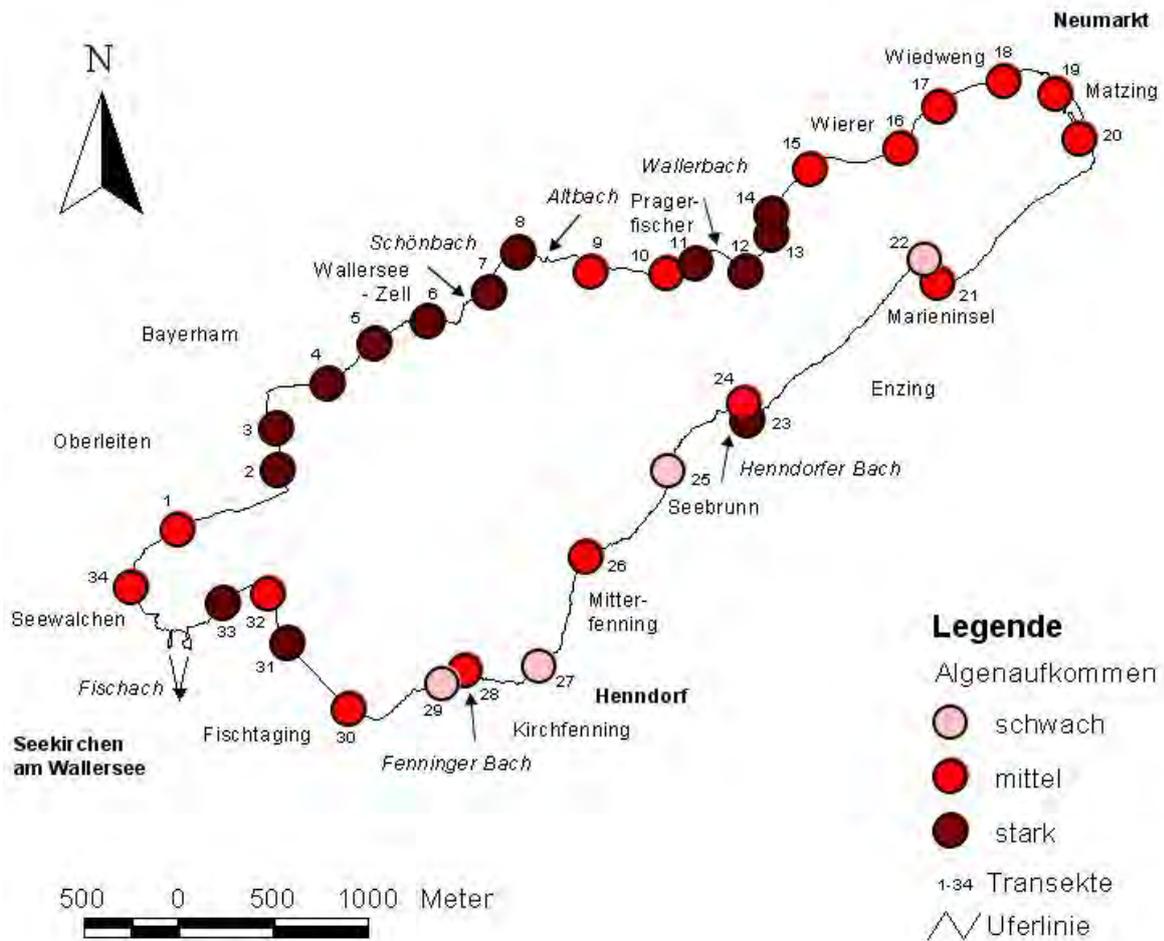


Abb. 36: Vorkommen von fädigen Grünalgen im Wallersee.

### 3.1.5 Vegetationsausstattung der Transekte

#### 3.1.5.1 Artenanzahl in den einzelnen Transekten

Die Artenanzahlen (submerse Vegetation und Schwimmblattpflanzen) in den einzelnen Transekten schwanken erheblich. Während in Transekt 23 nur zwei Arten (*Nuphar lutea* und *Ranunculus circinatus*) nachgewiesen werden konnten, wuchsen in den Transekten 8 und 13

jeweils 10 und in den Transekten 14 und 25 je 9 Arten (Abb. 37).

Im Mittel kommen im Wallersee 6,2 Arten pro Transekt vor. Das Nordwestufer ist hierbei deutlich artenreicher als das Südostufer.

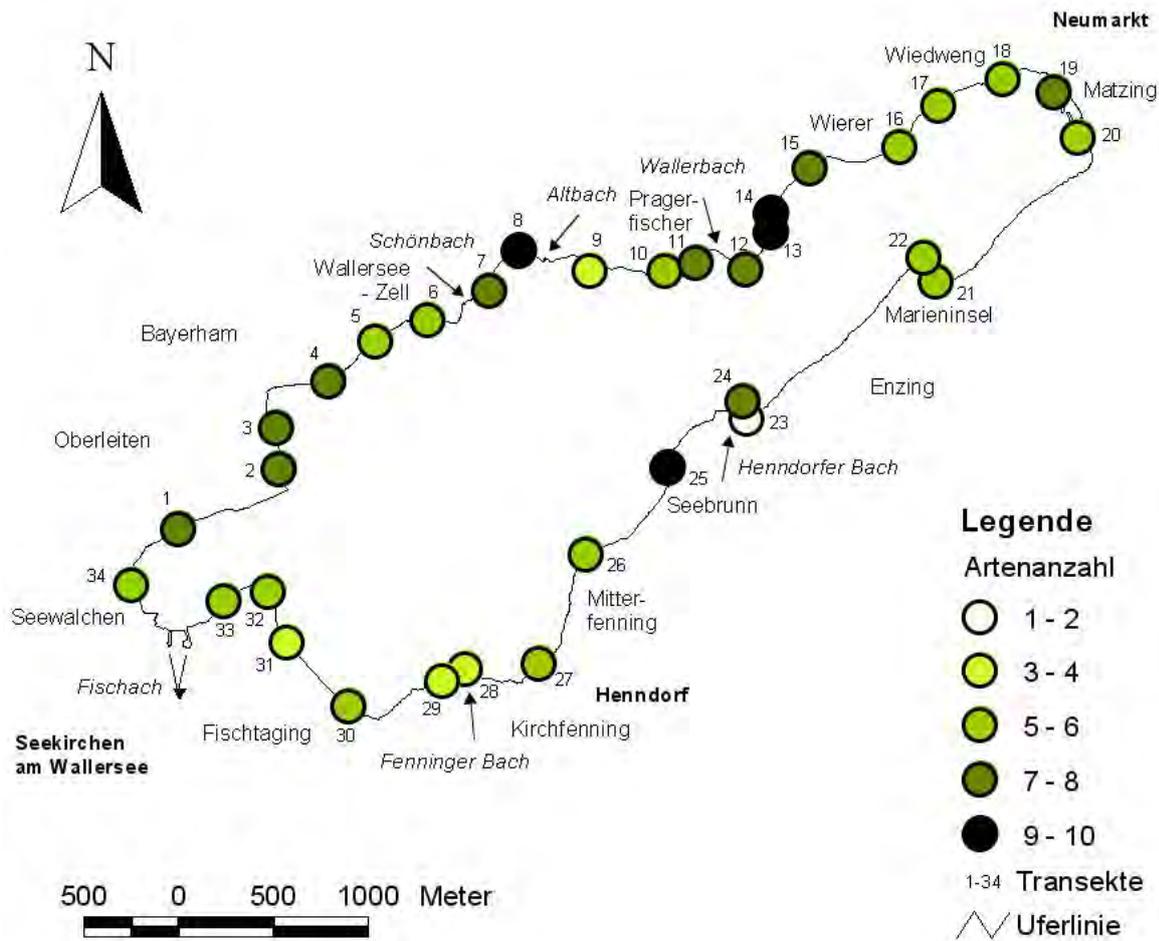


Abb. 37: Artenanzahl in den einzelnen Transekten des Wallersees.

### 3.1.5.2 Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten

Die Vegetationsdichten am Wallersee schwanken weniger stark als die Artenanzahlen. Die beiden Extreme „Einzelpflanzen“ bzw. „sehr dichte Pflanzenbestände“ werden nirgendwo erreicht. Im Mittel fand man „mäßig dichte“ und „dichte Pflanzenbestände“ (CMI=4,1). Transekt 9, westlich der Altbachmündung, weist die geringste

Vegetationsdichte auf. Hier konnten nur 3 Arten (*Potamogeton pusillus*, *Potamogeton pectinatus* und *Chara contraria*) mit wenigen Exemplaren gefunden werden: Bewertung „einzelne Pflanzenbestände“. Ansonsten schwanken die Vegetationsdichten um den Mittelwert (Abb. 38).

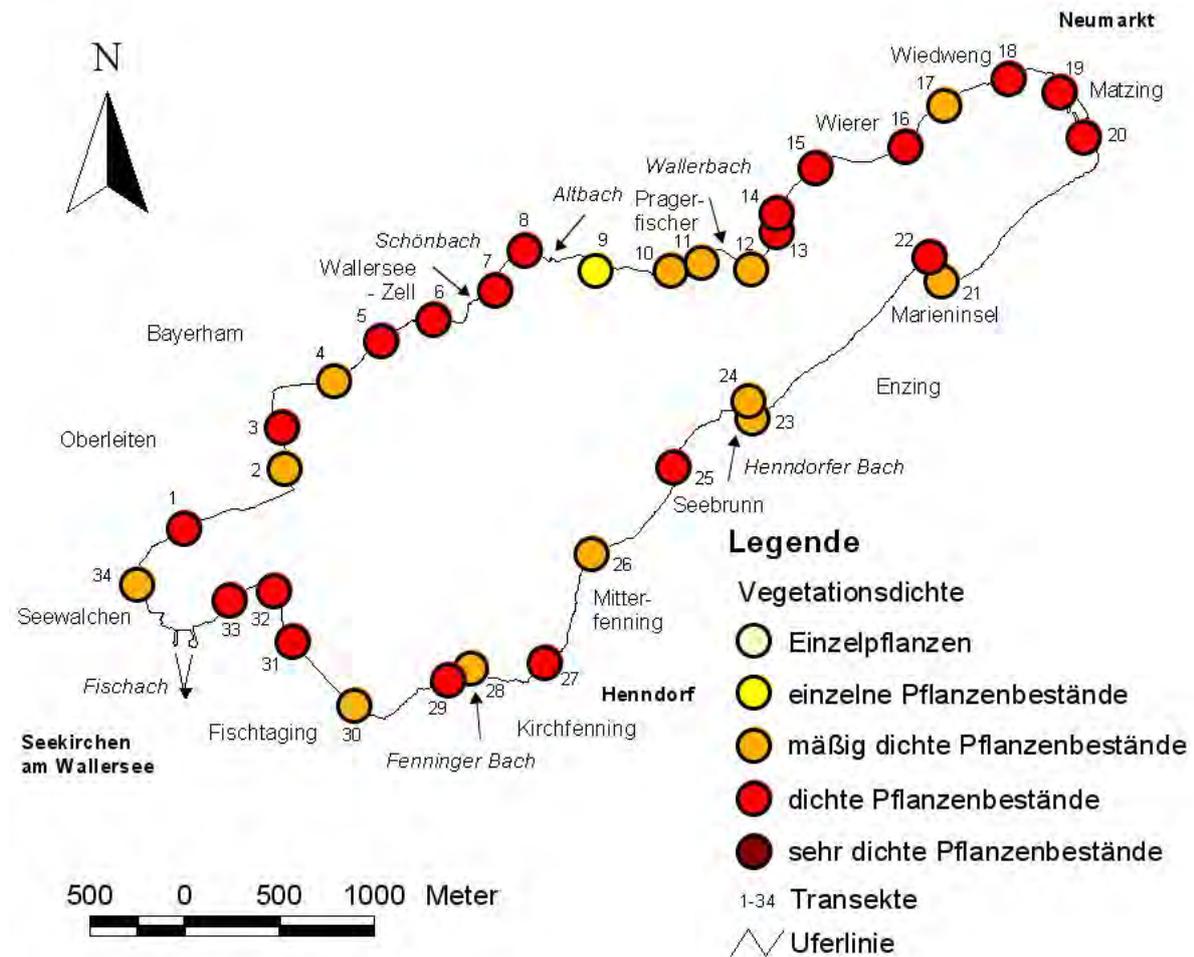


Abb. 38: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Wallersees.

### 3.1.5.3 Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten

Im Mittel liegt die Vegetationsgrenze im Wallersee bei nur 3,8 m, was auf die geringe Sichttiefe in der näheren Vergangenheit zurückzuführen ist. Nur in 6 von 34 Transekten finden sich Vegetationsgrenzen unter 5 m. In lediglich 2 Abschnitten wurden noch Pflanzen in 6 bzw. 6,1 m Tiefe

festgestellt (Transekte 6 und 28). Überwiegend bewegt sich die Vegetationsgrenze zwischen 3 und 4 m. In sieben Transekten erreicht die Tiefenausbreitung der submersen Vegetation nicht einmal 3 m. Die Mehrzahl dieser Transekte befindet sich am Südwestende des Sees (Abb. 39).

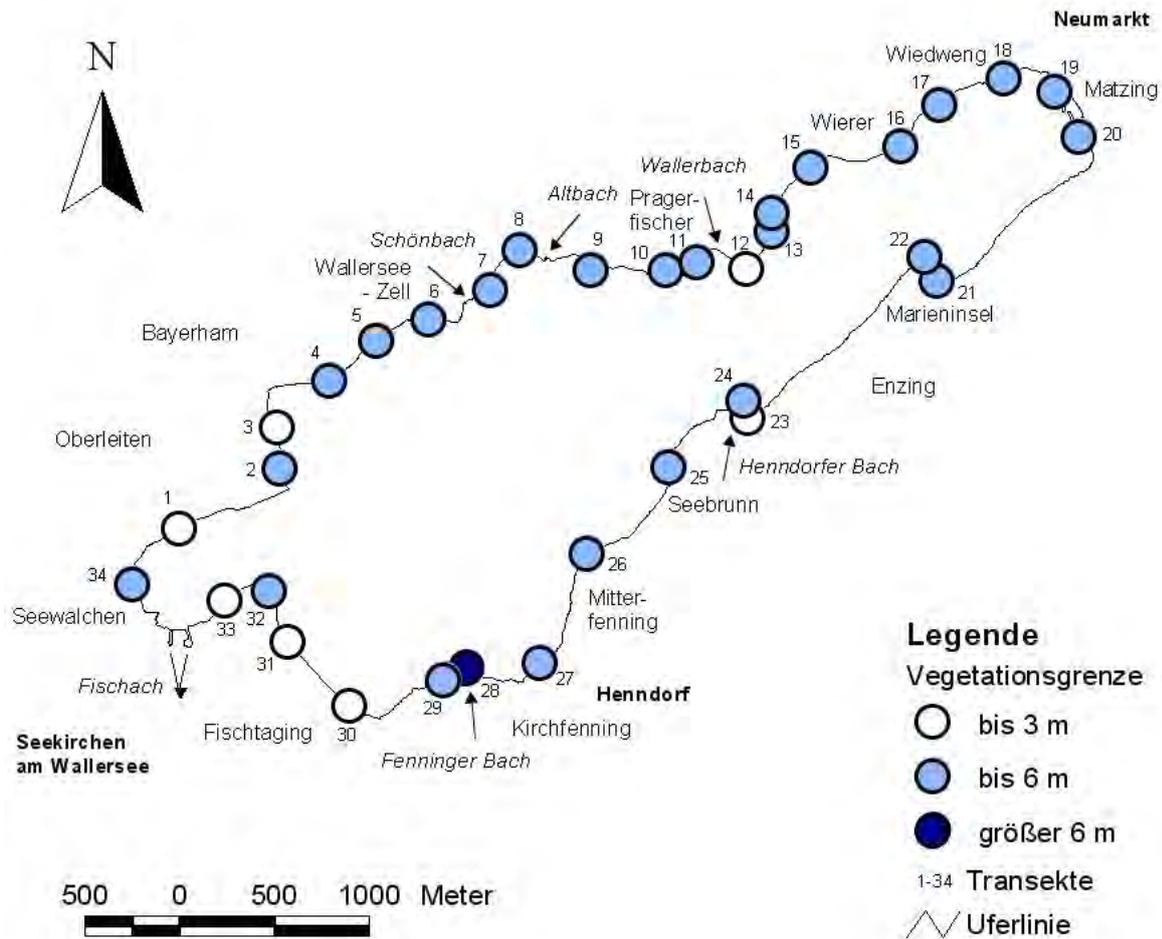


Abb. 39: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Wallersees.

### 3.1.6 Vergleich mit zurückliegenden Untersuchungen

#### Untergetauchte Vegetation

Die vorliegende Untersuchung repräsentiert die erste detaillierte Aufnahme der submersen Vegetation im Wallersee. Als Vergleichsdaten aus früherer Zeit stehen nur die Ergebnisse einer von PALL im Juli 1995 stichprobenartigen Betauchung zur Verfügung (PALL, 1995). Es wurden damals drei Transekte, eines am Nordwestufer bei Wallersee-Zell, eines am Südostufer bei Marieninsel und eines am Südufer, westlich der Mündung des Fenninger Baches beprobt. Hierbei konnten folgende Arten gefunden werden:

*Chara contraria*,  
*Myriophyllum spicatum*,  
*Najas intermedia*,  
*Potamogeton pectinatus*,  
*Potamogeton perfoliatus*,  
*Potamogeton pusillus*,  
*Ranunculus circinatus*.

Alle aufgeführten Arten wurden auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen. Die Vegetationsdichte war aber zum damaligen Zeitpunkt geringer als heute. Die Vegetationsgrenze schwankte in den genannten Transekten zwischen 4 und 6 m und liegt damit ähnlich wie jetzt. Bereits damals wurde in allen Transekten im gesamten Tiefenbereich eine relativ starke Veralgung (fädige Grünalgen) festgestellt, was sich bis heute offensichtlich nicht verändert hat.

Die untergetauchte Vegetation nimmt heute eine Fläche von 139.567 m<sup>2</sup> ein. Dies entspricht ca. 10,5% der Seefläche. Vergleichsdaten aus früherer Zeit liegen nicht vor.

#### Schwimblattpflanzen

Zur flächenmäßigen Ausbreitung von Schwimblattbeständen im Wallersee liegen Vergleichswerte aus dem Jahr 2001 vor. Eine Gegenüberstellung mit den Verhältnissen heute zeigt, dass die Ausbreitung der Schwimblattvegetation von 2001 (40.011 m<sup>2</sup>) bis zum Jahr 2007 (39.691 m<sup>2</sup>) nahezu unverändert blieb (Abnahme 0,80%, DUMFARTH & SCHWAP, 2008).

#### Röhricht

Im Auftrag des Gewässerschutzes des Landes Salzburg wurde auch eine Flächenbewertung der Schilf- und Binsenbestände in den Jahren 2001 und 2007 am Wallersee vorgenommen (DUMFARTH & SCHWAP, 2008).

Demnach betrug die Flächenausdehnung der Röhrichtbestände im Jahr 2001 115.453 m<sup>2</sup>. Im Jahr 2007 schrumpfte die Fläche auf 110.558 m<sup>2</sup>. Dies entspricht einer Abnahme von 4,24%. Die

Röhrichtbestände setzten sich 2001 zu 85,2% aus Schilf und zu 14,2% aus Binsen zusammen. Im Jahr 2007 lag der Anteil des Schilfs bei 86,8% und jener der Binsen bei 13,2%.

#### Schilf

Im Jahr 2001 entfielen 56.498 m<sup>2</sup> auf dichte Schilfbestände, 41.869 m<sup>2</sup> auf lockere Schilfbestände. Im Jahr 2007 wurden deutliche Verschiebungen innerhalb der Schilfklassen festgestellt. So nahm der dichte Schilfbestand auf 76.529 m<sup>2</sup> zu. Das entspricht einem Flächenzuwachs um 35%. Gleichzeitig gingen die lockeren Schilfbestände einschließlich der Einzelhalme auf 19.429 m<sup>2</sup> zurück, was einer Abnahme von 53,6% entspricht.

2001 setzte sich das Schilf zu 57,4% aus dichten und zu 42,6% aus lockeren Beständen zusammen. 2007 verbesserte sich dieses Verhältnis erheblich zu Gunsten der dichten Bestände. Diese hatten nun einen Anteil von 74,6%, während die lockeren Bestände auf 25,4% zurückgingen. Trotz dieser positiven Entwicklung nahm die Flächenausdehnung der gesamten Schilfbestände von 98.367 m<sup>2</sup> im Jahr 2001 auf 95.958 m<sup>2</sup> oder um 2,45% im Jahr 2007 leicht ab.

Zustand und Struktur des Schilfgürtels wurden erstmals 1993 umfassend untersucht (WIESNER, 1995). Entlang ausgewählter Transekte erfolgte eine Erhebung der wesentlichen Bonitätskriterien für den Schilfbestand (Halmlängen, -klassen, -dichten, Basaldurchmesser etc.). Entsprechende Untersuchungen wurden später (2000 und 2006/2007) von HEBERLING durchgeführt. Diesen Untersuchungen zufolge hat sich die Vitalität der Schilfbestände seit der Seespiegelanhebung Ende der 1990er Jahre wieder deutlich verbessert (HEBERLING, pers. Mitt.; JÄGER & HEBERLING, in prep.).

#### Binsen

Die Flächenausdehnung der Binsen betrug 2001 17.086 m<sup>2</sup>. Davon entfielen 2.212 m<sup>2</sup> auf dichte Binsenbestände und 14.874 m<sup>2</sup> auf lockere Binsenbestände. Bei den Binsen musste 2007 ein erheblicher Verlust der dichten Bestände festgestellt werden. Die Fläche ging um 72,7% auf 603 m<sup>2</sup> zurück. Auch die lockeren Binsenbestände nahmen ab. Die Ausbreitung reduzierte sich um 874 m<sup>2</sup> oder 5,9%. Schon 2001 war der Anteil der dichten Bestände am Gesamtbinsenbestand mit 12,9% gering. 2007 verschlechterte sich dieser Wert auf 4,1%. Insgesamt nahmen die Binsenbestände von 17.086 m<sup>2</sup> in 2001 auf 14.603 m<sup>2</sup> oder um 14,5% in 2007 ab.

### 3.1.7 Vegetationszonierung

Die Zonierung der aquatischen Vegetation ist im nachfolgenden Kartenteil (siehe Seite 206) dargestellt. Die verschiedenen Vegetationstypen sind dort im Maßstab 1:2.000 flächig ausgewiesen. Insgesamt nimmt der Makrophytengürtel im Wallersee ca. 13% der Seefläche ein. 1,6% entfallen auf das Schilf, 0,2% auf Binsen, 0,7% auf die Schwimmblattpflanzen und 10,5% auf die untergetauchte Vegetation.

Das Ufer des Wallersees besitzt nur streckenweise einen Röhrichtgürtel, der deutlich von Schilf dominiert wird. Binsen kommen nur im Bereich der Transekte 2 und 3, südlich von Bayerham, in überwiegend schütterem, dem Schilf vorgelagerten Beständen vor.

Geschlossene, zumeist dichte Schilfbestände ziehen sich ausgehend vom Seebad in der Seekirchner Bucht bis hinauf nach Bayerham. Während das Wasserschilf in der westlichen Seekirchner Bucht stellenweise eine Breite von bis zu 50 m einnimmt, dringt es im anschließenden nördlichen Teil der Bucht und bis nach Bayerham kaum mehr als 5 m in das Wasser vor. Uferverbauungen vor Bade- und Wochenendhäusern haben eine Röhrichtvegetation zwischen Bayerham und der Schönbachmündung fast vollständig verdrängt. Erst im Bereich des angrenzenden Wenger Moores beginnen wieder dichte, geschlossene Schilfbestände, die sich bis Wierer erstrecken (Transekt 15) und nur durch die Einmündungen des Alt- und des Wallerbaches unterbrochen werden. Zwischen den Transekten 9 und 10 besitzt das Wasserschilf eine Breite von 20-30 m, ansonsten säumt es als schmales Band das Ufer.

Ab Wierer, über Matzing und Marieninsel bis zur Mündung des Henndorfer Baches, also praktisch im gesamten Nordostbereich des Sees, fehlt ein Röhrichtgürtel überwiegend. Einzelne kleinere Bestände befinden sich z.B. an der Marieninsel und ihrer Bucht. Im Mündungsbereich des Henndorfer Baches beginnt ein lückiger Schilfbestand, der insbesondere auf der Höhe von Seebrunn und im Bereich von Fischtaging stellenweise auch ganz verschwindet. In der langgestreckten Fischtaginger Bucht, anschließend an das moorige Gelände, beginnen wieder dichte, geschlossene Schilfbestände, die sich bis zum Seeausfluss ziehen. Die einzige Schwimmblattart des Wallersees ist *Nuphar lutea*, die Gelbe Teichrose. Sie bildet flächige, dem Schilf vorgelagerte Vorkommen und bevorzugt wind- und wellengeschützte Standorte. Am Wallersee findet sich *Nuphar lutea* fast ausschließlich entlang des Nordwestufers in Bereichen, die einen geschlossenen Schilfbestand aufweisen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die Gelbe Teichrose am gesamten Südufer, der Neumarkter Bucht sowie am Nordufer zwischen

Wierer und Neumarkter Bucht und zwischen Bayerham und Wenger Moor fehlt, beziehungsweise nur marginale Vorkommen aufweist. Große Bestände wachsen in der Seekirchner Bucht und im Bereich des Wenger Moores. In den Breichen mit locker ausgedehntem Wasserschilf verliert sich die scharfe Zonierung zwischen Röhricht- und Schwimmblattgürtel, so dass *Nuphar lutea* nicht nur dem Schilf vorgelagert, sondern auch mitten im Schilf wächst.

Die Bestände der untergetauchten Vegetation erstrecken sich im Wallersee zumeist nur bis in eine Tiefe von 3-4 m. Selten werden 5 m und mehr (max. 6,1 m) erreicht. Aufgrund der geringen Vegetationsgrenzen verwischen sich die klassischen Zonen „Characeen des Flachwassers“, „Characeen des mittleren Tiefbereichs mit Arten des Laichkrautgürtels“ und „Characeen der Tiefe“, so dass häufig schon im Flachwasser typische Arten des mittleren Tiefbereichs anzutreffen sind.

In der Seekirchner Bucht schließen an die Schilf- und Nuphar-Bestände hochwüchsige Arten an und bilden einen zumeist schütterem Laichkrautgürtel bis zur Vegetationsgrenze aus. Südlich von Bayerham im Bereich der Transekte 2 und 3 befindet sich ein ausgedehnter, stellenweise 90 m breiter Flachwasserbereich, der bereits anschließend an die Röhrichtvegetation von dichten Characeenbeständen des mittleren Tiefbereiches besiedelt ist. Dieses Areal ist in geringen Mengen von niederwüchsigen Höheren Pflanzen durchsetzt, die die Characeen im tieferen Wasser ablösen und die Vegetationsgrenze bilden.

Ausgehend von Bayerham entlang des gesamten nördlichen Seeufers bis zur Neumarkter Bucht dominieren niederwüchsigen Höhere Pflanzen, die vom Flachwasser bis zur Vegetationsgrenze wachsen. Im Flachwasser sind sie häufig vergesellschaftet mit typischen Vertretern des Laichkrautgürtels. In den Mündungsbereichen des Schön- und des Wallerbaches sowie im Bereich des Transektes 14, südlich von Wierer, und vom westlichen Wierer Siedlungsende bis zur Neumarkter Bucht werden die niederwüchsigen Höheren Pflanzen wieder durch Characeen ersetzt. Dominante Characeenbestände finden sich ausgehend von Bayerham zwischen Zell und Schönbachmündung (typische Flachwasserarten) und bei Pragerfischer (typische Arten des mittleren Tiefbereiches).

In der Neumarkter Bucht verändern sich die Vegetationsverhältnisse drastisch. Hier dominieren Characeen, die vom Flachwasser bis zur Vegetationsgrenze reichen. Nur im nördlichen Flügel der Bucht bilden niederwüchsige Höhere Pflanzen die unterste Vegetationseinheit. In der Neumarkter Bucht hat sich eine klassische Zonierung innerhalb der Characeenbestände

herausgebildet: typische Arten des Flachwassers werden zur Tiefe hin abgelöst von typischen Arten des mittleren Tiefenbereiches und abschließend von typischen Arten der Tiefe. Der Characeenbestand der gesamten Neumarkter Bucht ist durchsetzt von Arten des Laichkrautgürtels.

Im Bereich der Seeleiten verschwinden die Characeen schlagartig und werden im Flachwasser durch schütterer, im tieferen Wasser bis zur Vegetationsgrenze durch dichtere Laichkrautbestände ersetzt, die mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen durchwachsen sind. Dieses Bild ändert sich ab der Marieninsel. Bis zur Mündung des Henndorfer Baches dominieren nun die niederwüchsigen Höheren Pflanzen, die im Flachwasser in dichten und anschließend bis zur Vegetationsgrenze in schütterten Beständen wachsen. Auch Pflanzen des Laichkrautgürtels sind hier immer wieder zu finden.

Westlich der Mündung des Henndorfer Baches treten wieder schlagartig dichte, dominante Characeenbestände mit klassischer Tiefenzonierung auf. Diese sind mit hoch- und niederwüchsigen Höheren Pflanzen vergesellschaftet. Rechts und links der Schlachter Bach-Mündung fehlen Characeen vollständig und werden durch niederwüchsige Höhere Pflanzen ersetzt, die

dadurch zum dominierenden Vegetationstyp werden.

In der langgestreckten Fischtaginger Bucht treten wieder Characeen der mittleren Tiefe auf und bilden anschließend an das Schilf dichte, ausgedehnte Unterwasserwiesen, die teilweise von niederwüchsigen Höheren Pflanzen durchsetzt sind. In der südlichen Hälfte der Fischtaginger Bucht schließt an die Characeenbestände bis zur Vegetationsgrenze ein lockerer Laichkrautgürtel an, der mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen vergesellschaftet ist. In der nördlichen Hälfte der Bucht fehlen die niederwüchsigen Höheren Pflanzen. Sie werden durch Characeen verdrängt. Dadurch bilden sich im Flachwasser Characeenreinbestände. Auch der sich in der Tiefe anschließende Laichkrautgürtel ist bis zur Vegetationsgrenze mit Characeen durchsetzt.

Im Übergangsbereich zwischen Fischtaginger und Seekirchner Bucht findet sich ein bis zu 120 m breiter Flachwasserbereich. Hier grenzen an das Wasserschilf bis zur Vegetationsgrenze ausgedehnte Characeenbestände an, die aber nicht dominieren. Zur Dominanz gelangen hier im flacheren Wasser niederwüchsige Höhere Pflanzen und in der Tiefe Arten des Laichkrautgürtels.

### 3.1.8 Bewertungsergebnisse Wallersee

In diesem Kapitel wird die Bewertung des Wallersees anhand der Makrophytenvegetation im Jahr 2009 dargestellt und erläutert. In einem Datenblatt sind zunächst einige allgemeine Angaben zum See sowie zu dessen Makrophytenvegetation aufgelistet. Eine Kartendarstellung gibt Auskunft über die Lage der untersuchten Transekte. Als weitere Information folgt die Charakterisierung der bewertungsrelevanten Kenndaten der Makrophytenvegetation des Wallersees im Bezug zu den Referenzbedingungen. Alle beschriebenen Kenndaten werden in Form von Metrics bei der Bewertung berücksichtigt. Zur Veranschaulichung der Bewertung werden zwei Grafiken präsentiert. Die erste zeigt in Form eines Balkendiagramms die Bewertungsergebnisse (als EQR-Werte) für die einzelnen Metrics, jeweils berechnet für den gesamten See (EQR Einzelmetrics). Aus ihr können Informationen über die vorherrschenden Belastungen und gegebenenfalls Vorliegen und Stand von Eutrophierungs- oder Reoligotrophierungs-

prozessen abgelesen werden. Die zweite Grafik gibt in Form eines Tortendiagramms die prozentualen Anteile der verschiedenen Zustandsklassen (EQR gesamt) an der Gesamtuferlänge des Sees wieder.

Die Bewertungsergebnisse für die verschiedenen Uferabschnitte sind weiters kartographisch dargestellt. Dies soll vor allem der Lokalisation von Uferabschnitten mit Handlungsbedarf dienen. Eine kartographische Darstellung der Bewertungsergebnisse auch aller Einzelmetrics kann als Hilfestellung zur Abklärung von Belastungsursachen herangezogen werden.

Das Bewertungsergebnis für den gesamten See, als Zustandsklasse und EQR-Wert, bildet den Abschluss des Kapitels und gibt Aufschluss darüber, ob das Qualitätsziel für den See erreicht wurde oder nicht.

Eine Auflistung aller EQR-Werte (Einzelmetrics und Gesamtbewertung) für die einzelnen Transekte findet sich im Anhang.

## Kenndaten der submersen Makrophytenvegetation

### Vegetationsdichte

Im Wallersee wurden überwiegend „mäßig dichte“ bis „dichte Pflanzenbestände“ vorgefunden (Abb. 40). Im nach den Abschnittslängen gewichteten Mittel errechnet sich für die

Vegetationsdichte ein CMI-Wert von 4,05. Der Referenzwert für diesen Seentyp liegt bei einem CMI-Wert von 4,41.

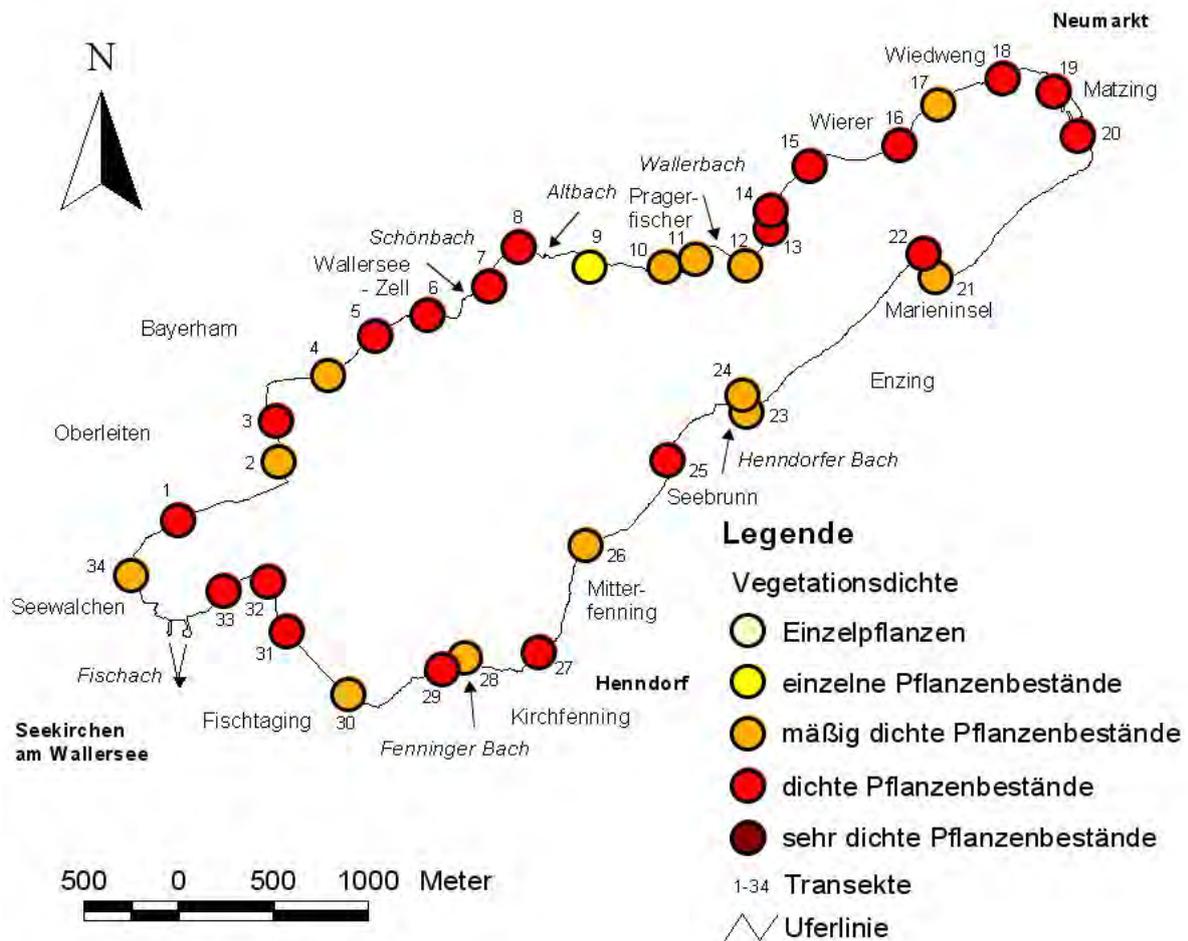


Abb. 40: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Wallersees.

## Vegetationsgrenze

Im nach den Abschnittslängen gewichteten Mittel liegt die Vegetationsgrenze im Wallersee bei 4 m. Nur in 7 von 34 Transekten finden sich Vegetationsgrenzen unter 5 m, nur in einem

Transekt wurden noch Pflanzen in mehr als 6 m Tiefe festgestellt. Der Referenzwert für diesen Seentyp liegt bei 9 m.

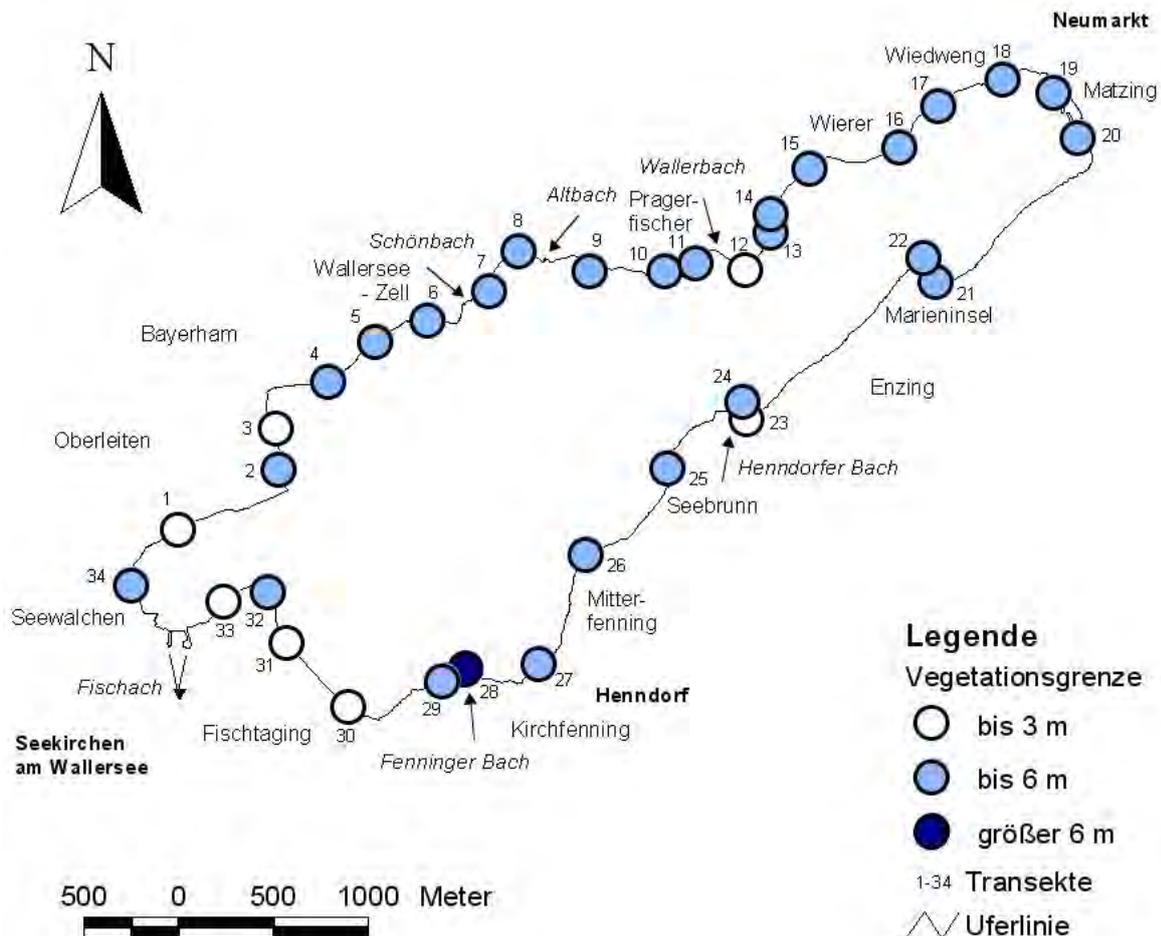


Abb. 41: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Wallersees.

## Vegetationszonierung

Im Wallersee sollten als typspezifische Vegetationszonen in Abfolge von der langjährigen Mittelwasserlinie in Richtung Tiefe folgende Vegetationseinheiten vorhanden sein:

- Characeenvegetation des Flachwassers,
- Characeenvegetation des mittleren Tiefenbereichs mit Arten des Laichkrautgürtels,
- Characeenvegetation der Tiefe und/oder Nitella-Wiesen.

Diese klassische Zonierung ist am Wallersee jedoch nur in einigen wenigen Bereichen anzutreffen, wie zum Beispiel am Ostufer in Abschnitt 25 (Abb. 42). Meist sind in den entsprechenden Zonen überwiegend andere, nicht dem Seentyp zugehörige Arten vorzufinden oder die Zonen fehlen ganz (vgl. Kartenteil).



**Abb. 42:** Vegetationszonen in Abschnitt 25 des Wallersees. **hellblau:** Characeenvegetation des Flachwassers, **rot:** Characeenvegetation der mittleren Tiefe mit Arten des Laichkrautgürtels, **dunkelblau:** Characeenvegetation der Tiefe (genauere Erklärungen s. Legende Kartenteil).

## Trophie-Indikation

Als Maß zur Beschreibung der von der submersen Makrophytenvegetation indizierten Trophie wird der Makrophytenindex (MELZER et al., 1986, 1988) verwendet. Abb. 43 zeigt die für die einzelnen Transekte des Wallersees errechneten Werte des Makrophytenindex. Der Makrophytenindex in den

einzelnen Transekten beschreibt den Grad der Nährstoffbelastung im entsprechenden Uferbereich. Der Mittlere Makrophytenindex (gewichtet nach Abschnittslängen) für den Wallersee beträgt 2,94, der Referenzwert für diesen Seentyp 2,00.

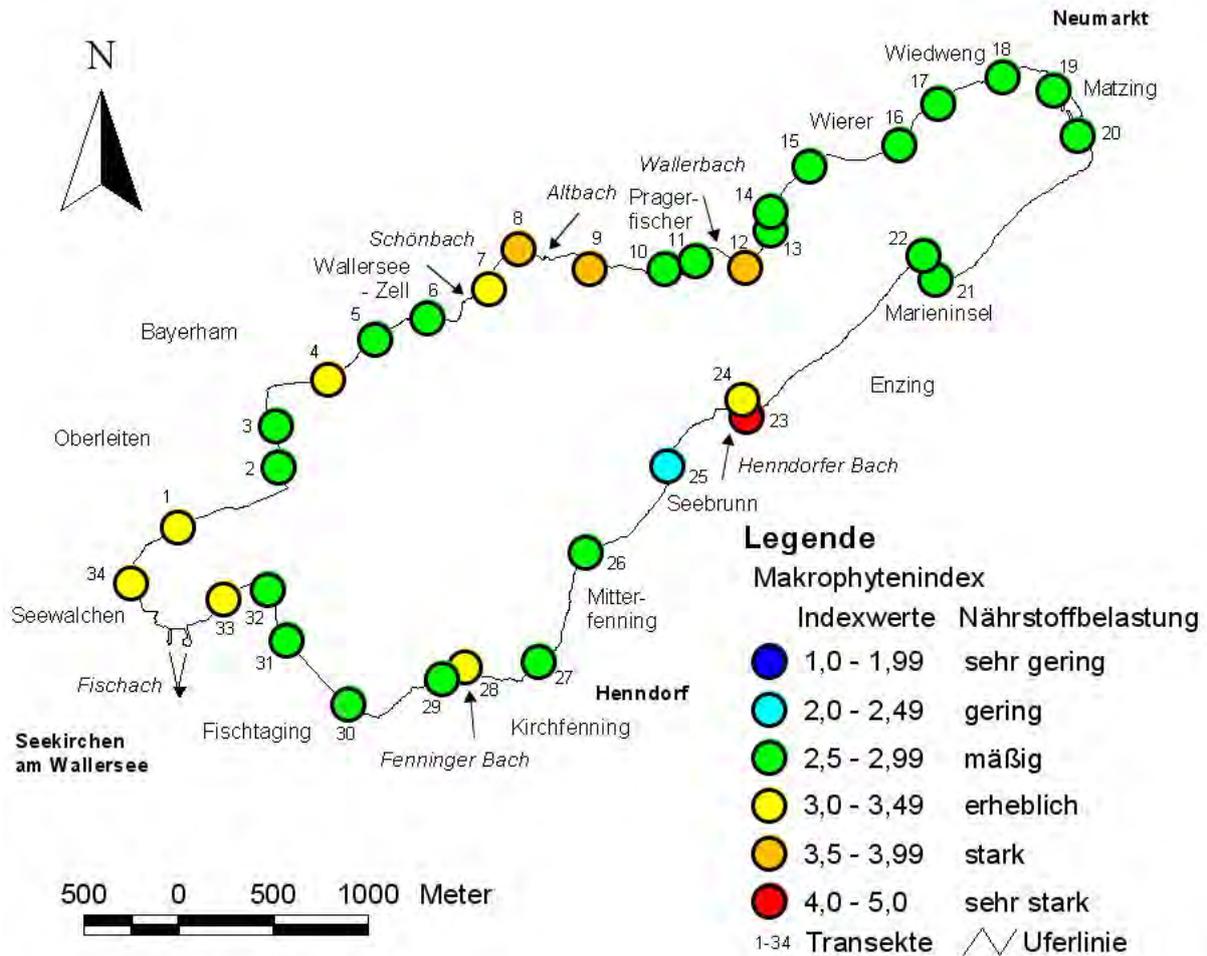


Abb. 43: Makrophytenindex in den einzelnen Transekten des Wallersees.

## Artenspektrum

Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung wurden im Wallersee insgesamt 19 submerse Makrophytenarten (incl. Schwimmblatt-

pflanzen) nachgewiesen. 12 davon können als typspezifische Referenzarten bezeichnet werden (Tab. 2).

**Tab. 2: Arteninventar des Wallersees (nur submerse Arten und Schwimmblattpflanzen).** 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, - r = regional gefährdet, \* = Vertreter der Characeae und daher generell als gefährdet einzustufen), REF: x = im betreffenden Seentyp als Referenzart zu bezeichnen.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	REF
<b>Untergetauchte Vegetation</b>			
<b>Charophyta</b>			
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN EX KÜTZING	Gegensätzliche Armleuchteralge	*	x
<i>Chara delicatula</i> AGARDH	Feine Armleuchteralge	*	x
<i>Chara globularis</i> THUILLIER	Zerbrechliche Armleuchteralge	*	x
<i>Chara intermedia</i> A. BRAUN	Mittlere Armleuchteralge	*	x
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESVAUX IN LOISELEUR-DESLONGCHAMPS) J. GROVES	Stern-Armluchteralge	*	x
<b>Spermatophyta</b>			
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) ROEMER et SCHULTES	Nadel-Sumpfbirse	2	x
<i>Elodea canadensis</i> MICHX.	Kanadische Wasserpest		
<i>Elodea nuttallii</i> (PLANCHON) ST. JOHN	Nuttall-Wasserpest		
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt	- r	x
<i>Najas intermedia</i> WOLFGANG EX GORSKI IN EICHWALD	Mittleres Nixenkraut		x
<i>Najas marina</i> L.	Großes Nixenkraut		
<i>Potamogeton x cooperi</i> (FRYER) FRYER	Cooper's Laichkraut		
<i>Potamogeton filiformis</i> PERS.	Faden-Laichkraut	2	x
<i>Potamogeton x lintonii</i> FRYER.	Lintonii-Laichkraut		
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Kamm-Laichkraut		
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Durchwachsenes Laichkraut	3	x
<i>Potamogeton pusillus</i> L. SEC. DANDY ET TAYLOR	Zwerg-Laichkraut	3	x
<i>Ranunculus circinatus</i> SIBTHORP	Spreizender Wasserhahnenfuß	3	
<b>Schwimmblattarten</b>			
<i>Nuphar lutea</i> (L.) SIBTH. ET SM.	Gelbe Teichrose	3	x

## Bewertungsergebnis AIM – Modul 1

Jeder der zuvor genannten Aspekte der Makrophytenvegetation wird in Form eines eigenständigen Metrics in der Gesamtbewertung berücksichtigt. Die genauen Berechnungswege sind dem Leitfaden des BMLFUW zu entnehmen.

Die Bewertungsergebnisse für die einzelnen Metrics (jeweils berechnet für die gesamte Uferlänge des Wallersees) sind in Abbildung 44

dargestellt. Demnach resultiert für das Einzelmetric „Vegetationsdichte“ ein „sehr guter Zustand“. Für die Metrics „Vegetationsgrenze“ und „Trophie-Indikation“ ergibt sich ein „guter Zustand“. Hinsichtlich „Zonierung“ und „Artenzusammensetzung“ zeigen die entsprechenden Metrics lediglich einen „mäßigen Zustand“ an.

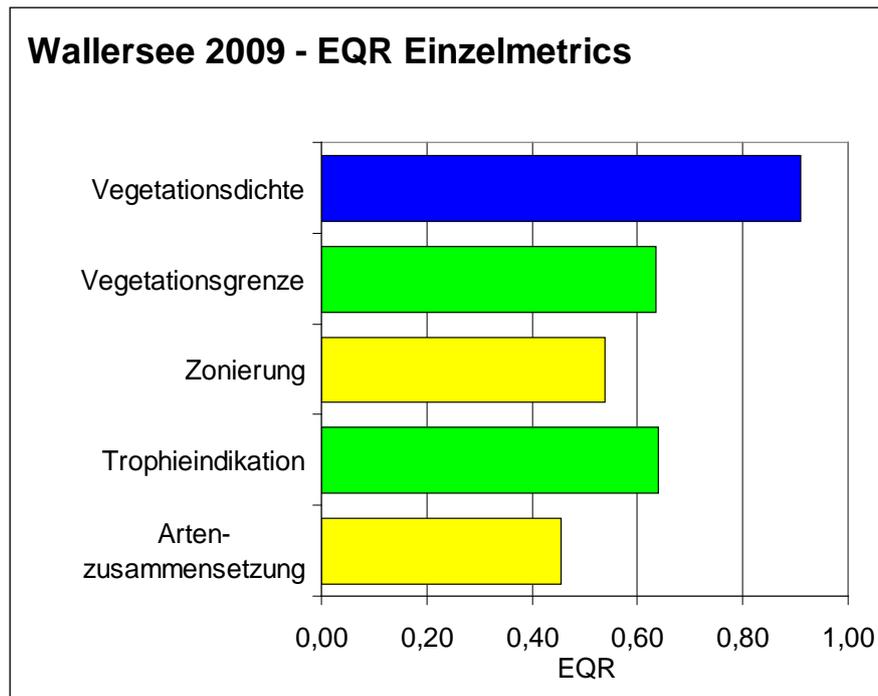


Abb. 44: Wallersee 2009, EQR-Werte der Einzelmetrics

Aus der Abfolge der Einzelwerte der Metrics kann gefolgert werden, dass sich der Wallersee noch in der Phase der Reoligotrophierung befindet. Verbessert sich nach einer Eutrophierungsphase der trophische Zustand im See wieder, passt sich zuerst die Vegetationsdichte an die wieder besseren Bedingungen an. Die Bewertung mit dem entsprechenden Metric ergibt für den Wallersee bereits wieder ein „sehr gut“. Etwas länger dauert es, bis die Makrophytenvegetation wieder in eine, den verbesserten Sichtbedingungen entsprechende, Tiefe vordringen kann. Diesbezüglich sind die Verhältnisse am Wallersee aber bereits mit „gut“ zu bewerten.

Für die Wiederherstellung der typspezifischen Vegetationszonierung wird ein vergleichsweise noch größerer Zeitraum benötigt. Auch die Anpassung des Artenspektrums an die wieder nährstoffärmeren Bedingungen ist ein relativ langsamer Prozess. Dies liegt vor allem daran, dass Makrophyten ihre Nährstoffe nicht nur aus dem

Freiwasser beziehen, sondern z.T. auch die im Sediment deponierten Nährstoffvorräte nutzen können. Es kommt daher im Zuge einer Reoligotrophierung zumeist dazu, dass die Makrophytenvegetation ein höheres Trophieniveau indiziert, als jenes, welches auf Basis von Nährstoff- oder Planktonanalysen für das Freiwasser ermittelt wird.

Üblicherweise verbessert sich der Wert des Metrics „Vegetationszonierung“ im Zuge von Reoligotrophierungen schneller als der Wert für das Metric „Trophie-Indikation“. Dies ist im Wallersee nicht der Fall. Hier resultiert bezüglich der Vegetationszonierung eine schlechtere Bewertung als bezüglich der über die Makrophyten indizierten Trophie. Eine mögliche Ursache können die in der Vergangenheit erfolgten Änderungen der Seespiegellage darstellen. Solche Vorgänge beeinträchtigen generell die natürliche Vegetationszonierung im See.

Am längsten dauert es, bis sich in Folge einer Reoligotrophierung wieder das ursprüngliche, typspezifische Arteninventar im See etablieren kann. Hier sind am Wallersee noch deutliche Defizite gegeben. Die Bewertung mit dem entsprechenden Metric ergibt derzeit nur ein „mäßig“.

Die Bewertungsergebnisse für die einzelnen Transekte, welche sich aus der gleichgewichteten Mittelung der Ergebnisse der Einzelmetrics des jeweiligen Transekts ergeben, umspannen am

Wallersee den Bereich von „sehr gut“ bis „unbefriedigend“. Überträgt man nun die Bewertungsergebnisse für die einzelnen Transekte jeweils auf jene Uferstrecken, für die die betreffenden Transekte als repräsentativ zu betrachten sind, zeigt sich, dass insgesamt mit „gut“ bewertete Uferabschnitte überwiegen (58% der Uferlänge). Für 31% der Uferlänge des Wallersees ergibt sich ein „mäßiger“, für 9% ein „sehr guter“ und für 2% ein „unbefriedigender Zustand“ (Abb. 45).

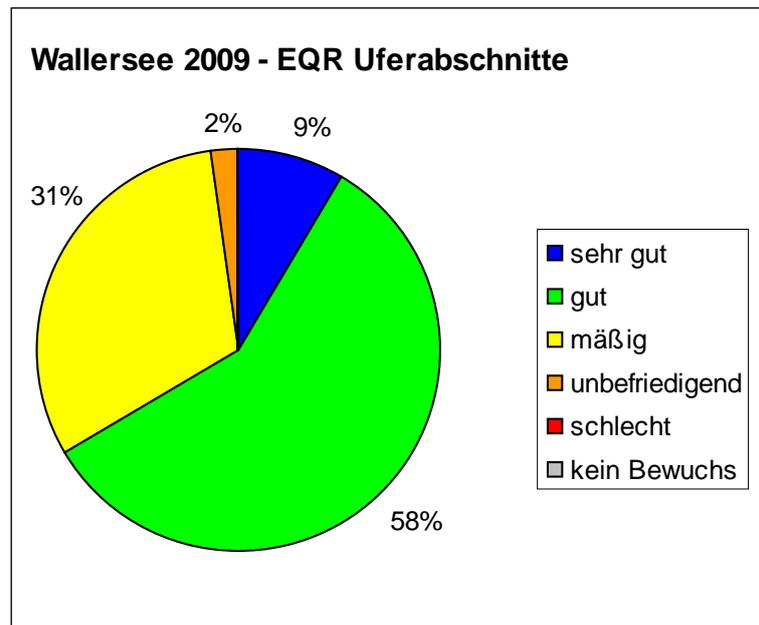


Abb. 45: Wallersee 2009, prozentuale Anteile der Zustandsklassen an der Uferlänge.

Wie der folgenden Kartendarstellung (Abb. 46) zu entnehmen ist, finden sich die einzigen beiden mit „sehr gut“ bewerteten Uferabschnitte etwa in der Mitte des Südwestufers auf Höhe der Ortschaft Henndorf. Etwas nördlich davon, bei Enzing,

findet sich der einzige mit „unbefriedigend“ bewertete Abschnitt des Wallersees. Die übrigen Uferbereiche des Sees wurden überwiegend mit „gut“, teilweise aber auch mit „mäßig“ bewertet.

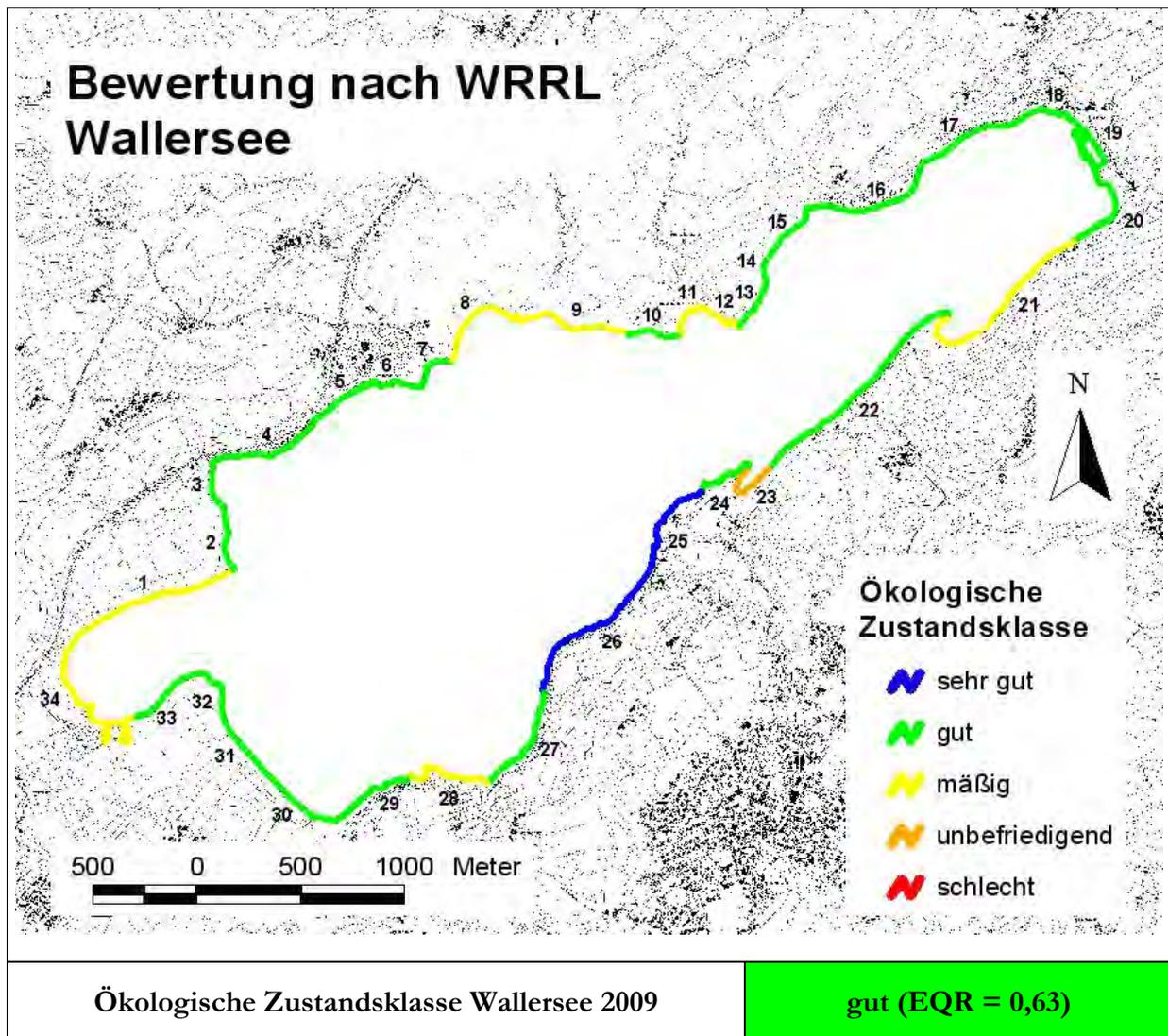


Abb. 46: Wallersee 2009, Ökologische Zustandsklasse der verschiedenen Uferabschnitte nach dem Qualitätselement Makrophyten, Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation.

Zur genaueren Abklärung der Belastungsursachen in den einzelnen Uferabschnitten kann eine Analyse der Ergebnisse der Einzelmetrics herangezogen werden.

Ursache für den nur mäßigen Zustand in der nördlichen Hälfte der Seekirchner Bucht (Abschnitte 1 und 34) dürfte eine erhöhte Nährstoffbelastung über mehrere kleine, von Norden durch das Schilf einmündende Gräben sein (vgl. Abb. 43, „Trophie-Indikation“).

Ebenfalls eine erhöhte Nährstoffbelastung liegt in den Abschnitten 8 und 9 vor. In Abschnitt 9 mündet der Altbach ein. Die erhöhte Nährstoffbelastung in Abschnitt 8 resultiert eventuell auf der großräumigen Auswirkung des Altbachs oder wird durch einen kleinen Zubringer in unmittelbarer Nähe des untersuchten Transekts bewirkt.

Eine Ursache für die nur mäßige Bewertung des Abschnitts 11 kann auf Basis dieser Untersuchung nicht angegeben werden. Jedenfalls liegt offensichtlich kein trophisches Problem vor (vgl. Abb. 43, „Trophie-Indikation“). Anders in Abschnitt 12. Hier mündet der Wallerbach ein und trägt zu einer lokalen Erhöhung der Nährstoffbelastung bei.

Ebenfalls unklar bleibt die Ursache für die nur mäßige Bewertung des Abschnitts 21. In Abschnitt 23, der mit „unbefriedigend“ klassifiziert wurde, ist hingegen wieder eindeutig ein trophisches Problem für das schlechte Bewertungsergebnis verantwortlich. Es liegt hier ganz offensichtlich eine massive Nährstoffbelastung vor. Diese erfolgt aller Wahrscheinlichkeit nach über den Henndorfer Bach. Möglicherweise kommt es aber auch – oder

zusätzlich – zu Düngereinschwemmungen aus den am Seeufer befindlichen Wirtschaftswiesen.

Nährstoffbelastung ist auch in Abschnitt 28 die Ursache für das Bewertungsergebnis „mäßig“. Diese dürfte über den Fenninger Bach erfolgen.

Abbildung 47 zeigt die kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics. Bezüglich der Vegetationsdichte kann nahezu dem gesamten Wallersee ein „sehr guter“ Zustand attestiert werden.

Die Bewertung nach dem Metric „Vegetationsgrenze“ fällt sehr unterschiedlich aus. Mit „sehr gut“ bewertete Abschnitte finden sich vor allem am Südostufer. Im übrigen Uferbereich wechseln „gut“ und „mäßig“ bewertete Abschnitte. Hinsichtlich ihrer Vegetationszonierung sind vor allem drei Bereiche im Wallersee hervorzuheben. In den Uferabschnitten 19 und 20 (Ostufener) sowie 25 und 26 (Südostufer) ist die typspezifische Vegetationsabfolge geradezu mustergültig ausgebildet. Ganz anders präsentiert sich die Seekirchner Bucht (Abschnitt 34), in der eine typspezifische Zonierung fehlt.

Die Orte starker trophischer Belastung können mit Hilfe des Metrics „Trophie-Indikation“ lokalisiert werden. Demnach spielen am Wallersee hauptsächlich einmündende Bäche und Gräben eine Rolle. Schönbach, Altbach, Wallerbach,

Henndorfer Bach und Fenninger Bach führen offensichtlich zu einer lokalen Nährstoffbelastung in den Uferbereichen ihrer Einmündung (Abschnitte 7, 9, 12, 23+24, 28). Auch der Uferabschnitt 8 dürfte entweder noch großräumig vom Altbach beeinflusst sein oder die Nährstoffbelastung erfolgt hier – ausschließlich oder zusätzlich – über einen kleinen, von Norden einmündenden Graben.

Kleinere, durch das Schilf einmündende Gräben dürften auch in der Seekirchner Bucht (Abschnitte 1 und 34) die hinsichtlich der Trophie nur „mäßige“ Bewertung verursachen. Der Abschnitt 4 ist generell anthropogen deutlich beeinträchtigt. Hier finden sich zahlreiche Häuser direkt am Ufer. Im massiven Uferverbau wurden einige Rohreinmündungen, im Flachwasser auch Müllansammlungen gefunden.

Die Artenzusammensetzung der Makrophytenvegetation im Wallersee konnte überwiegend nur mit „mäßig“ oder „unbefriedigend“ bewertet werden. Vor allem im Ost- und Südteil des Sees finden sich aber hinsichtlich der Artenausstattung auch „gute“ Uferbereiche.

Insgesamt ergibt sich für den Wallersee nach der Makrophytenvegetation im Untersuchungsjahr 2009 ein „guter“ ökologischer Zustand (EQR: 0,63). Das Qualitätsziel wird damit erreicht.

<b>Ökologische Zustandsklasse</b> <b>Wallersee 2009</b>	<b>gut (EQR = 0,63)</b>
--	-------------------------

# Bewertungsergebnisse Einzelmetrics, Wallersee 2009

Bewertung Wallersee

Ergebnisse der Einzelmetrics

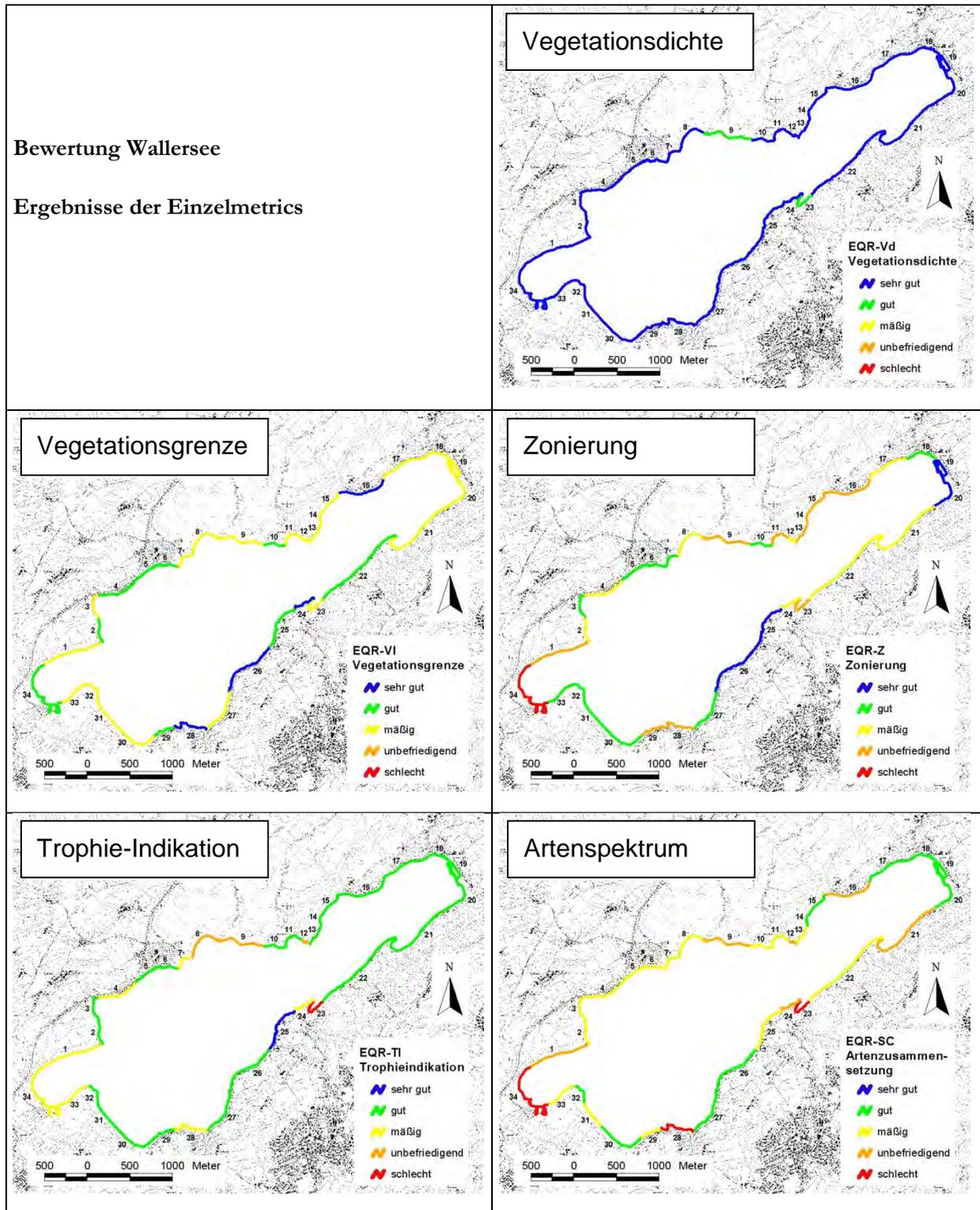


Abb. 47: Wallersee 2009, kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics.

## Bewertung

Gemäß dem Bewertungsverfahren nach Wasserrahmenrichtlinie, Qualitätselement Makrophyten (Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation) ergibt sich für den Wallersee ein „guter“ ökologischer Zustand.

Die Vegetationsdichte entspricht zwar nicht ganz den Referenzbedingungen, kann aber dennoch mit „sehr gut“ bewertet werden. Bezüglich des von Makrophyten besiedelten Tiefenbereichs (Lage der Vegetationsgrenze) resultiert ein „gut“.

Die Bewertung der Vegetationszonierung fällt hingegen nur „mäßig“ aus. Über weite Uferstrecken ist die typspezifische Zonierung nur ansatzweise oder gar nicht ausgebildet. Bei den meisten Seen sind hierfür Uferverbauungen oder anthropogene Erhöhung des Wellenaufkommens durch die Schifffahrt verantwortlich. Dies ist aber am Wallersee nicht der Fall. Möglicherweise können die festgestellten Defizite im Zusammenhang mit den in der Vergangenheit erfolgten Seespiegelschwankungen gesehen werden.

Die Makrophytenvegetation zeigt an, dass das Trophieniveau des Wallersees in der Vergangenheit

höher war. Die Vegetationsverhältnisse haben sich diesbezüglich aber bereits so weit erholt, dass die Bewertung mit dem entsprechenden Metric ein „gut“ ergab.

Stärkere Defizite sind noch bezüglich des Artenspektrums gegeben. Die Abweichung der aktuellen Artenzusammensetzung vom erwarteten Referenzartenspektrum ist relativ groß und war daher nur mit „mäßig“ zu bewerten.

Insgesamt wurden 58% der Uferlinie des Wallersees mit „gut“ bewertet. Für 9% der Uferlinie ergab sich nach der Makrophytenvegetation sogar ein „sehr guter“ Zustand. 31% der Uferstrecke wurden mit „mäßig“ und lediglich 2% mit „unbefriedigend“ bewertet.

Der kartographischen Darstellung des Bewertungsergebnisses kann entnommen werden, dass es zu lokalen Beeinträchtigungen der Makrophytenvegetation in erster Linie im Einflussbereich von einmündenden Bächen oder Gräben kommt. Die Darstellung der Einzelmetrics zeigt, dass in den beeinträchtigten Bereichen zumeist ein trophisches Problem vorliegt.

### 3.1.9 Zusammenfassung

Im August 2009 wurde eine Erhebung der Makrophytenvegetation des Wallersees 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 lediglich Transektkartierung, eine flächendeckende Aussage ermöglicht.

Die Echosondierung im Wallersee erfolgte in den Jahren 2006 und 2007, die Betauchung wurde 2009 vorgenommen.

Im Wallersee konnten im Rahmen dieser Kartierung insgesamt 25 Makrophytenarten nachgewiesen werden. Die untergetauchte Vegetation ist mit 18 Spezies beteiligt. 13 Arten davon entfallen auf Höhere submerse Pflanzen (Spermatophyta), fünf Arten gehören zu den Charophyta (Armluchteralgen). Der Schwimmblattvegetation gehört nur eine Art, dem Röhricht gehören sechs Arten an.

Neben den als generell gefährdet geltenden Characeen ist der Wallersee Standort von acht

weiteren Rote-Liste-Arten: *Eleocharis acicularis* (Nadel-Sumpfbirse) und *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), die als stark gefährdet gelten, *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut), *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß) und *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose), die als gefährdet gelten, sowie *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) und *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse), die als regional gefährdet eingestuft sind.

Im Wallersee dominieren die submersen Höheren Pflanzen. Sie sind mit 56% an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Characeen tragen 23% und Schwimmblattpflanzen 9% zur aquatischen Vegetation bei. Der Mengenanteil der Röhrichtvegetation liegt bei 12%.

Fünf der 25 Makrophyten-Arten des Wallersees erreichen Mengenanteile von etwas über 10% und tragen damit knapp 60% zu der Gesamtvegetation bei. Diese dominierenden Arten sind *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest), *Phragmites australis* (Schilf), *Chara contraria* (Gegensätzliche Armluchteralge), *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) und *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt). Die einzige Schwimmblattart *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) folgt mit 9% auf Platz 6 der Mengenskala. *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut) und *Chara globularis* (Zerbrechliche Armluchteralge) erreichen knapp 8%, *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) knapp 6%. Die

Mengenanteile aller anderen Arten liegen deutlich unter 5%, wobei die Arten *Chara delicatula* (Feine Armleuchteralge), *Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest) und *Najas marina* (Großes Nixkraut) nicht einmal je 2% zur Gesamtpflanzenmenge beitragen.

Elf der insgesamt 25 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1%. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Wallerseees gehören die Armleuchteralgenart *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge), die untergetauchten Pflanzen *Eleocharis acicularis* (Nadel-Sumpfbirse), *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß), *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), *Potamogeton x cooperi* (Cooper's-Laichkraut), *Potamogeton x lintonii* (Lintonii-Laichkraut) sowie fünf der sechs Röhrichtarten. Damit zählen auch 5 der insgesamt 13 Rote Liste Arten zu den seltenen Spezies im Wallersee.

Vorkommen und Tiefenverbreitung aller im Wallersee vorkommenden Arten sind graphisch dargestellt und werden vor dem Hintergrund der jeweiligen ökologischen Ansprüche detailliert beschrieben. Die am weitesten im See verbreiteten Arten sind *Elodea nuttallii* und *Potamogeton perfoliatus*. Sie kommen in 29 der 34 untersuchten Transekte vor. In jeweils nur einem Transekt konnten die Armleuchteralgenarten *Chara delicatula*, *Chara intermedia* und *Nitellopsis obtusa* sowie *Eleocharis acicularis* und *Potamogeton x cooperi* nachgewiesen werden. Auffällig war das starke Aufkommen fädiger Grünalgen (wohl hauptsächlich *Spirogyra sp.*), die in jedem Transekt in nicht unerheblichen Mengen vorgefunden wurden.

Das Ufer des Wallerseees besitzt nur streckenweise einen Röhrichtgürtel, der deutlich von Schilf dominiert wird. Binsen kommen nur südlich von Bayerham in überwiegend schütterem, dem Schilf vorgelagerten Beständen vor. Die einzige Schwimmblattart des Wallerseees ist *Nuphar lutea*, die Gelbe Teichrose. Größere Bestände finden sich vor allem in der Seekirchner Bucht und im Bereich des Wenger Moores.

Die Bestände der untergetauchten Vegetation erstrecken sich im Wallersee zumeist nur bis in eine Tiefe von 3-4 m. Selten werden 5 m und mehr (max. 6,1 m) erreicht. Aufgrund der geringen Vegetationsgrenzen verwischen sich die klassischen Zonen „Characeen des Flachwassers“, „Characeen der mittleren Tiefe und Arten des Laichkrautgürtels“ und „Characeen der Tiefe“, sodass häufig schon im Flachwasser typische Arten des mittleren Tiefbereichs anzutreffen sind.

Im Mittel kommen im Wallersee 6,2 Arten (submerse Vegetation) pro Transekt vor. Das Nordwestufer ist hierbei deutlich artenreicher als das Südostufer. Die untergetauchte Vegetation bildet dabei „mäßig dichte“ oder „dichte Pflanzenbestände“ aus (CMI im Mittel 3,6). Lediglich in Transekt 9, westlich der Altbachmündung, wurde eine geringere

Vegetationsdichte registriert (CMI = 2). Die Vegetationsgrenze liegt im Mittel bei nur 3,8 m, was auf die geringe Sichttiefe in der näheren Vergangenheit zurückzuführen ist. Am weitesten dringen die Pflanzen in Transekt 28 in die Tiefe vor (6,1 m, *Elodea nuttallii*).

Die vorliegende Untersuchung repräsentiert die erste detaillierte Aufnahme der submersen Vegetation im Wallersee. Als Vergleichsdaten aus früherer Zeit stehen nur die Ergebnisse einer von PALL im Juli 1995 stichprobenartigen Betauchung zur Verfügung. Alle damals vorgefundenen Arten wurden auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen. Die Vegetationsgrenze lag in einer ähnlichen Tiefe wie heute, die Vegetationsdichte dürfte jedoch deutlich zugenommen haben. Bereits 1995 wurde an allen Untersuchungsstellen im gesamten Tiefenbereich eine relativ starke Veralgung (fädige Grünalgen) festgestellt, was sich bis heute offensichtlich nicht verändert hat.

Zur flächenmäßigen Ausbreitung von Schwimmblattbeständen im Wallersee liegen Vergleichswerte aus dem Jahr 2001 vor. Eine Gegenüberstellung mit den Verhältnissen heute zeigt, dass die Ausbreitung der Schwimmblattvegetation von 2001 bis zum Jahr 2007 nahezu unverändert blieb.

Im Auftrag des Gewässerschutzes des Landes Salzburg wurde auch eine Flächenauswertung der Röhrichtbestände in den Jahren 2001 und 2007 am Wallersee vorgenommen (DUMFARTH & SCHWAP, 2008). Binsen hatten 2001 14,2% Anteil an der Gesamtfläche des Röhrichts. Bis 2007 schrumpfte die mit Binsen bewachsene Fläche um 14,5%. Zudem verringerten sich in diesem Zeitraum die Bestandesdichten erheblich.

Auch die Flächenausdehnung der Schilfbestände nahm im o.a. Zeitraum geringfügig (um 2,45%) ab. Dafür veränderte sich aber die Relation von dichten zu schütterem Schilfbeständen ganz deutlich zu Gunsten der dichten Bestände. Hieraus kann abgeleitet werden, dass sich die Lebensbedingungen für das Schilf im Wallersee verbessert haben.

Zustand und Struktur des Schilfgürtels sind erstmals 1993 umfassend untersucht worden (WIESNER, 1995). Entsprechende Untersuchungen wurden später (2000 und 2006/2007) von HEBERLING durchgeführt. Auch diese Untersuchungen belegen, dass sich die Vitalität der Schilfbestände seit der Seespiegelanhebung Ende der 1990er Jahre deutlich verbessert hat (HEBERLING, pers. Mitt.; JÄGER & HEBERLING, in prep.).

## 3.2 DIE TRUMER SEEN

### 3.2.1 Allgemeine Charakteristik

#### MATTSEE – Grundlagen

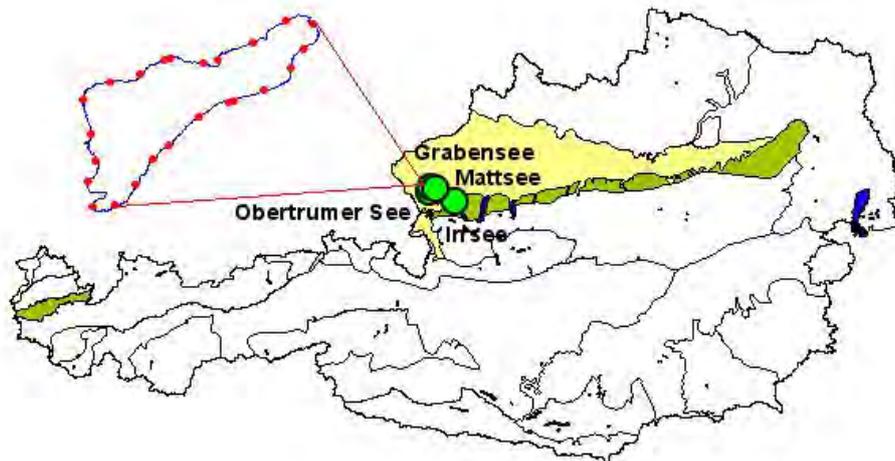


<b>Seetyp:</b>	Seen Des Bayrisch-Österreichischen Alpenvorlandes Zentrales Mittelgebirge
<b>Ökoregion:</b>	Bayer.-Österr. Alpenvorland
<b>Bioregion:</b>	502,8 m ü. A.
<b>Seehöhe:</b>	357,9 ha
<b>Fläche:</b>	11,2 km
<b>Uferlänge:</b>	42,3 m
<b>Maximale Tiefe:</b>	17,2 m
<b>Mittlere Tiefe:</b>	11,2 km <sup>2</sup> (inkl. See)
<b>Einzugsgebiet:</b>	4,7 Jahre

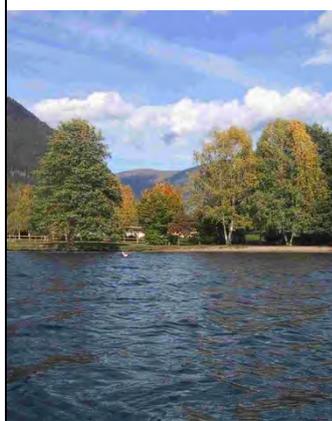
<b>Untersuchungszeitraum:</b>	<b>2007</b>
<b>Kartierungsmethode:</b>	JÄGER et al. 2004
<b>Anzahl der untersuchten Transekte:</b>	24
<b>Trophischer Zustand zum Zeitpunkt der Untersuchung:</b>	oligo-mesotroph
<b>Mittlere Sichttiefe im Untersuchungsjahr:</b>	5,2 m Jahresmittel
<b>Mittelwert des Gesamtphosphors im Untersuchungsjahr (Mattsee 1):</b>	8,2 µg/l

Makrophytenvegetation:	Artenanzahl	davon Rote Liste
<b>Gesamtarteninventar:</b>	<b>24</b>	<b>18</b>
➤ Röhricht:	3	2
➤ Schwimmblattvegetation:	2	2
➤ Untergetauchte Vegetation:	19	14
- Höhere Pflanzen:	12	7
- Moose:	-	-
- Characeen:	7	7

**Referenzzustand:** **Oligo-mesotroph**



## OBERTRUMER SEE – Grundlagen

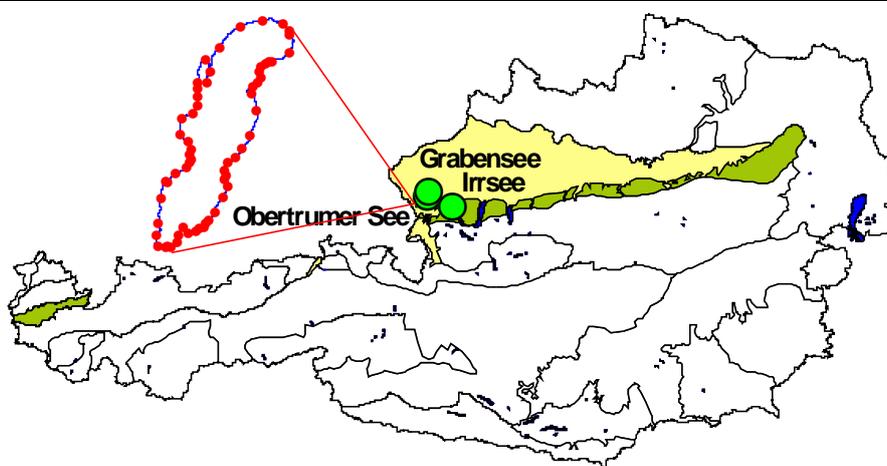


<b>Seetyp:</b>	Seen Des Bayrisch-Österreichischen Alpenvorlandes Zentrales Mittelgebirge
<b>Ökoregion:</b>	Bayer.-Österr. Alpenvorland
<b>Bioregion:</b>	502,8 m ü. A.
<b>Seehöhe:</b>	473,8 ha
<b>Fläche:</b>	12,6 km
<b>Uferlänge:</b>	36,3 m
<b>Maximale Tiefe:</b>	17,4 m
<b>Mittlere Tiefe:</b>	57,6 km <sup>2</sup> (inkl. See)
<b>Einzugsgebiet:</b>	1,7 Jahre
<b>Retentionszeit:</b>	

<b>Untersuchungszeitraum:</b>	<b>1996</b>	<b>2007</b>
<b>Kartierungsmethode:</b>	PALL 1999	JÄGER et al. 2004
<b>Anzahl der untersuchten Transekte:</b>	61	30
<b>Trophischer Zustand:</b>	mesotroph	mesotroph
<b>Mittlere Sichttiefe:</b>	3,5 m	3,7 m Jahresmittel
<b>Mittelwert des Gesamtphosphors:</b>	15,2 µg/l	11,4 µg/l

<b>Makrophytenvegetation:</b>	<b>Artenzahlen 1996</b>	<b>Artenzahlen 2007</b>
<b>Gesamtarteninventar:</b>	<b>31 (19)*Rote Liste</b>	<b>22 (15)</b>
➤ Röhricht:	10 (3)	5 (4)
➤ Schwimmblattvegetation:	2 (2)	2 (2)
➤ Untergetauchte Vegetation:	19 (7)	15 (9)
- Höhere Pflanzen:	12 (2)	11 (5)
- Moose:	-	-
- Characeen:	5 (5)	4 (4)

**Referenzzustand:** Oligo-mesotroph



## GRABENSEE – Grundlagen

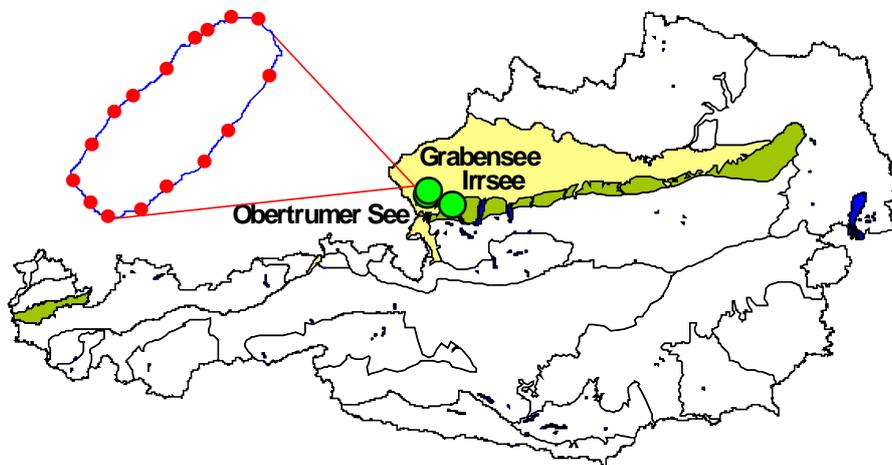


<b>Seetyp:</b>	Seen des Bayrisch-Österreichischen Alpenvorlandes Zentrales Mittelgebirge
<b>Ökoregion:</b>	Bayer-Österr. Alpenvorland
<b>Bioregion:</b>	502,8 m ü. A.
<b>Seehöhe:</b>	130,1 ha
<b>Fläche:</b>	4,7 km
<b>Uferlänge:</b>	14,1 m
<b>Maximale Tiefe:</b>	9,3 m
<b>Mittlere Tiefe:</b>	65,0 km <sup>2</sup> (inkl. See)
<b>Einzugsgebiet:</b>	0,2 Jahre
<b>Retentionszeit:</b>	

<b>Untersuchungszeitraum:</b>	<b>1996</b>	<b>2007</b>
<b>Kartierungsmethode:</b>	PALL 1999	JÄGER et al. 2004
<b>Anzahl der untersuchten Transekte:</b>	16	10
<b>Trophischer Zustand:</b>	eutroph	mesotroph
<b>Mittlere Sichttiefe:</b>	2,8 m	3,1 m Jahresmittel
<b>Mittelwert des Gesamtphosphors:</b>	20,2 µg/l	19,7 µg/l

<b>Makrophytenvegetation:</b>	<b>Artenzahlen 1996</b>	<b>Artenzahlen 2007</b>
<b>Gesamtarteninventar:</b>	<b>24 (9)*Rote Liste</b>	<b>17 (11)</b>
➤ Röhricht:	8 (1)	5 (3)
➤ Schwimmblattvegetation:	2 (2)	2 (2)
➤ Untergetauchte Vegetation:	14 (6)	10 (6)
- Höhere Pflanzen:	10 (2)	8 (4)
- Moose:	-	-
- Characeen:	4 (4)	2 (2)

**Referenzzustand:** Oligo-mesotroph



## Lage und Entstehung

Die Trumer Seen sind die verbliebenen Teilseen des Urmattsees. Dieser entstand nach Abschmelzen des Mattseegletschers, wobei der Wasserspiegel mit 525 m ü. A. etwa 25 m höher lag als heute. Nach Stillstandslagen bei 510 m bis etwa 10.000 v. h. führte der Durchbruch der Mattig durch die Endmoräne nördlich des Grabensees zur Absenkung des Wasserspiegels auf die jetzige Höhenlage von 503 m ü. A. Die Entwässerung erfolgte im Gegensatz etwa zum Wallersee immer nach Norden (IBETSBERGER et al., in press; SEEFELDNER, 1961). Die Gesamtfläche der Seen

beträgt 9,7 km<sup>2</sup>, wobei 4,8 km<sup>2</sup> auf den 36,3 m tiefen Obertrumersee, 3,6 km<sup>2</sup> auf den 42,3 m tiefen Mattsee und 1,3 km<sup>2</sup> auf den 13 m tiefen Grabensee entfallen.

Die Trumer Seen stellen eine Seenkette dar, deren erstes Glied der Mattsee ist (Abb. 48). Die Entwässerung des Mattsees, der selbst nur unbedeutende Zubringer besitzt, erfolgt in den Obertrumer See, dessen Hauptzufluss die Mattig ist. Als Aag gelangt das Wasser vom Obertrumer See dann in den Grabensee, der keine weiteren bedeutenden Zuflüsse erhält.



Abb. 48: Lage der untersuchten Seen.

Der durch den Abfluss des Obertrumer Sees, die Aag, gespeiste Grabensee ist das Sedimentationsbecken für dessen Wasserinhaltsstoffe. Das warme Wasser aus dem Obertrumer See gleitet über den kühlen Tiefenwasserkörper des Grabensees direkt in den Abfluss. Auf diesem Weg sedimentiert ein Großteil des Algenplanktons in die kalte Tiefenschicht. Wegen seiner geringen Größe und Tiefe hat der Grabensee im Hypolimnion einen nur beschränkten Sauerstoffvorrat zum Abbau der

eingetragenen und autochthon gebildeten Wasserinhaltsstoffe. Gegen Ende der Sommerstagnation erfolgt daher regelmäßig eine vollständige Zehrung des gelösten und in weiterer Folge auch des im Nitrat und Sulfat gebundenen Sauerstoffs mit der typischen spätsommerlichen Anreicherung des Phosphors und des Ammoniumstickstoffs sowie der Bildung von Schwefelwasserstoff.

## Trophieentwicklung

Mitte des vorigen Jahrhunderts waren auch an den Trumer Seen Eutrophierungserscheinungen feststellbar. Während der Mattsee hiervon vergleichsweise gering betroffen war, erfolgte am Obertrumer See durch übermäßigen Nährstoff eintrag aus ungereinigten häuslichen und gewerblichen Abwässern sowie durch diffuse Einträge aus der Umgebung eine rasante Eutrophierung. Diese erreichte mit aufschwimmenden Algenwatten der Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*) Ende der 1960er Jahre ihren Höhepunkt (FINDENEGG, 1973). Durch die Sauerstoffzehrung beim Abbau dieser riesigen Algenbiomassen reichte in den schlechtesten Zeiten der Lebensraum für Fische nur mehr bis in 5 m Tiefe (SCHULTZ, 1971; JAGSCH, 1975; DANECKER, 1980). Am stärksten von der Eutrophierung betroffen war der

Grabensee, der aufgrund seiner geringen Tiefe für diese Vorgänge besonders anfällig war. Hier spielten allerdings nicht so sehr die Belastungen aus dem Umland eine Rolle, sondern vielmehr die in großen Mengen eindriftenden Algen aus dem Obertrumer See, die in ihm sedimentierten. Durch die dabei auftretenden starken Zehrungsvorgänge kam es hier zu besonders kritischen Sauerstoff-situationen.

Seit 1980 werden die Trumer Seen zumindest an 4 Terminen pro Jahr durch den Gewässerschutz des Amtes der Salzburger Landesregierung limnologisch beobachtet und überwacht. In diesem Zeitraum konnte die Auswirkung der im Einzugsgebiet der Seen getroffenen Sanierungsmaßnahmen auf die Entwicklung der Trophie der Seen dokumentiert werden.

## Phosphor

Der Mattsee war von den drei Seen wegen der geringen Zuflüsse aus seinem kleinen Einzugsgebiet am wenigsten der Eutrophierung ausgesetzt. In den 1980er Jahren betragen die gewichteten Gesamtphosphorkonzentrationen zwischen rund 13 und 21 µg/l im Jahresmittel und lagen damit im

mesotrophen Bereich (Abb. 49). Durch die Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet verringerten sich die Konzentrationen auf gegenwärtig 8,4 µg/l (volumsgew. JM des Gesamtsees 2014).

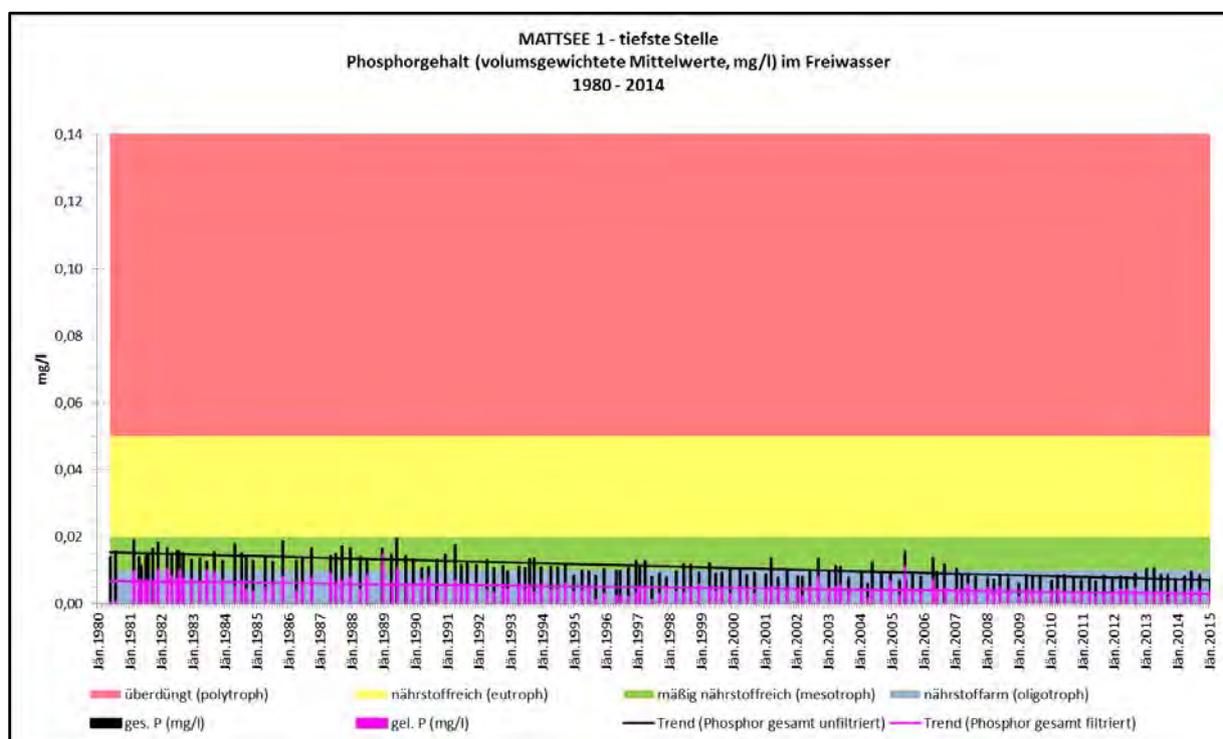


Abb. 49: Mittlerer Gesamtphosphorgehalt im Mattsee 1.

In den 1980er Jahren betrug das volumsgewichtete Jahresmittel der Gesamtphosphorkonzentration im Obertrumer See zwischen 28 und 94 µg/l und befand sich somit im eu- bzw. polytrophen Zustand.

Seit 1991 liegt der Jahresmittelwert stabil im mesotrophen Bereich. Die ermittelten Gesamtphosphorkonzentrationen lagen fast durchwegs unter 20 µg/l (Abb. 50).

Der Phosphoreintrag in den Obertrumer See konnte durch die gezielten Sanierungsmaßnahmen von mehr als 3,6 Tonnen der Periode 1981/1982 (JÄGER 1986b) um 58% auf 1,5 Tonnen im Jahr 2000/2001 vermindert werden.

Gegenwärtig beträgt die Gesamtphosphorkonzentration (volumsgew. JM des Gesamtsees 2014) im Freiwasser des Obertrumer Sees 14 µg/l.

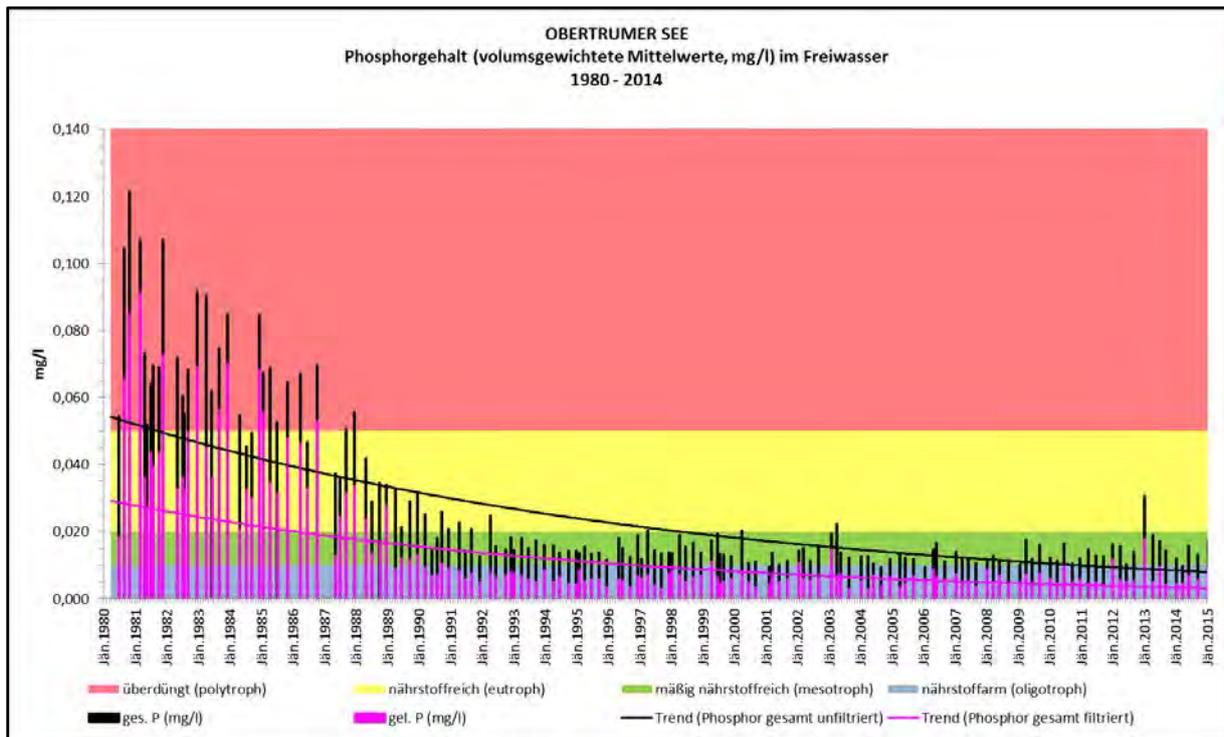


Abb. 50: Mittlerer Gesamtphosphorgehalt im Obertrumer See.

Im September 1980 betrug die gemessene Gesamtphosphorkonzentration im Freiwasser des Grabensees noch über 180 µg/l. In den 80er Jahren lag die volumsgewichtete Gesamtphosphorkonzentration zwischen 48 und 136 µg/l im Jahresmittel.

Wegen der morphologischen und hydrologischen Eigenheiten des Sees erfolgte die Abnahme des

wachstumslimitierenden Nährstoffs Phosphor etwas verzögert. Abbildung 51 dokumentiert die kontinuierliche Verringerung des Gesamtphosphors im Freiwasser des Grabensees.

Die volumsgewichtete Gesamtphosphorkonzentration liegt am Grabensee aktuell (JM 2014) bei 18,4 µg/l.

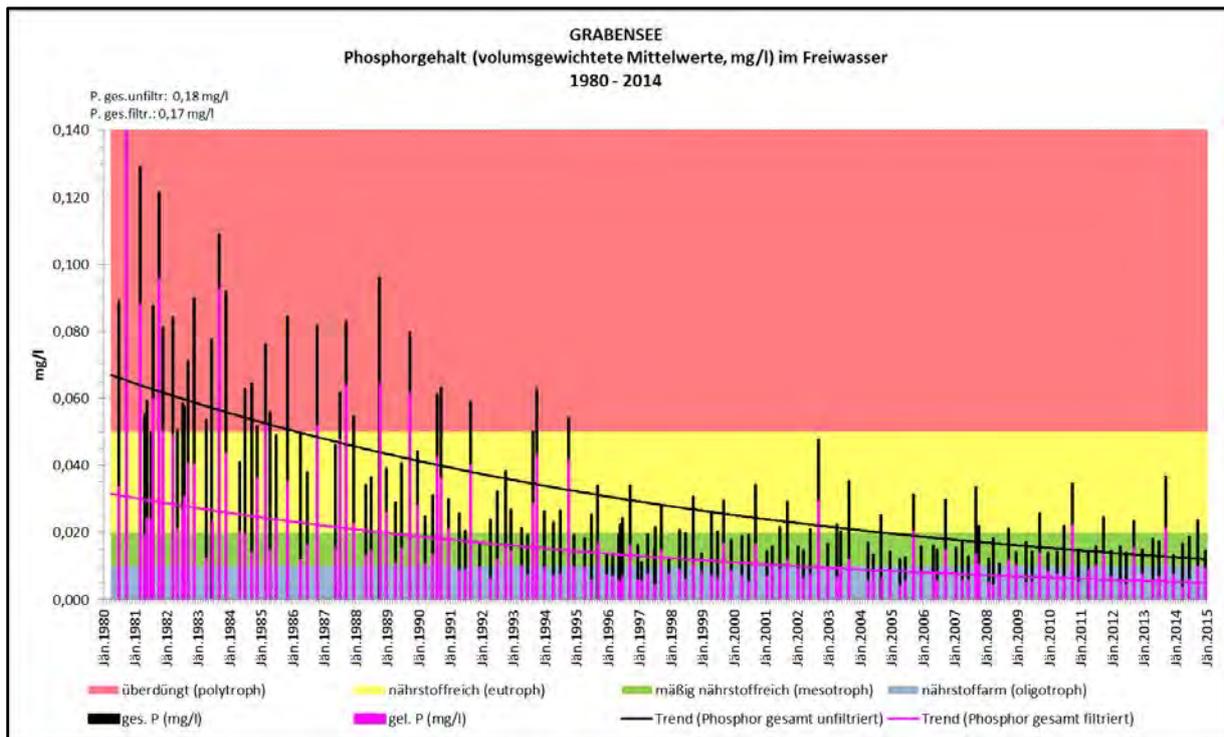


Abb. 51: Mittlerer Gesamtphosphorgehalt im Grabensee.

### Sichttiefe

Im Mattsee betrug der Mittelwert der Sichttiefe in den 1980er Jahren rund 3,7 m. Durch den Rückgang der Trophie ist bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt eine stetige Zunahme der Sichttiefe auf

gemittelte 5 m im Jahr 2008 zu verzeichnen. Die Schwankungsbreite reicht von etwa 2 bis 8 m (Abb. 52). Im Jahr 2014 betrug die Sichttiefe (JM) 5,6 m.

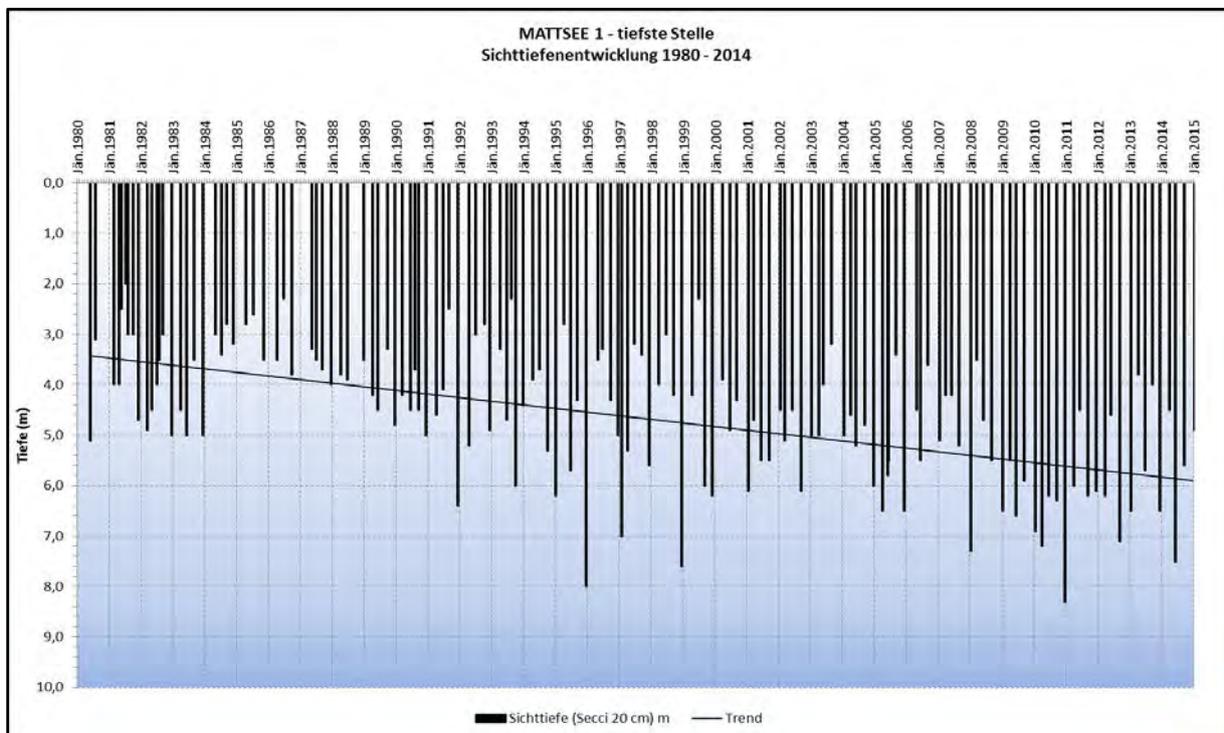


Abb. 52: Sichttiefe im Mattsee.

Die durchschnittliche Sichttiefe im Freiwasser des Obertrumer Sees von 1,5 m (JM) im Jahr 1981 nahm auf 4,4 m (JM) im Jahr 2008 zu (Abb. 53). Im Grabensee erhöhte sich die Transparenz im

selben Zeitraum von rund 1,7 m auf gemittelte 3,7 m im Jahr 2008 (Abb. 54). Die aktuellen Sichttiefen sind in den Abbildungen 52 bis 54 dargestellt.

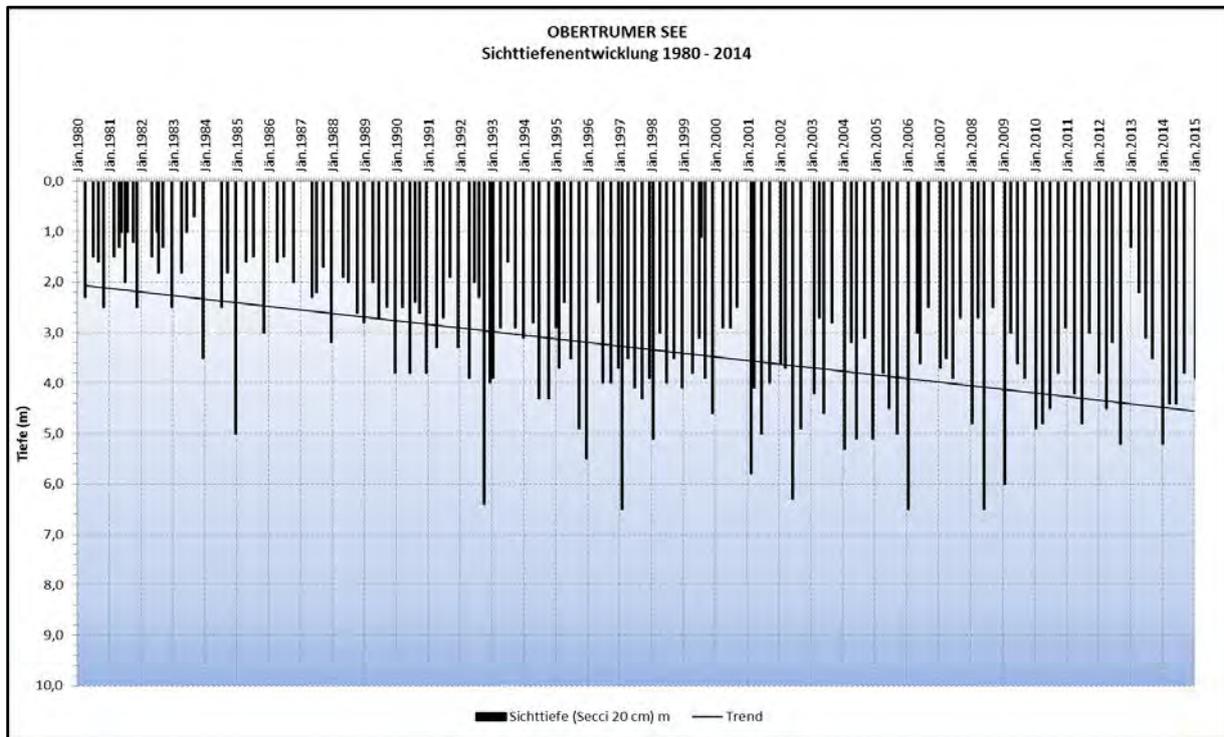


Abb. 53: Sichttiefe im Obertrumer See.

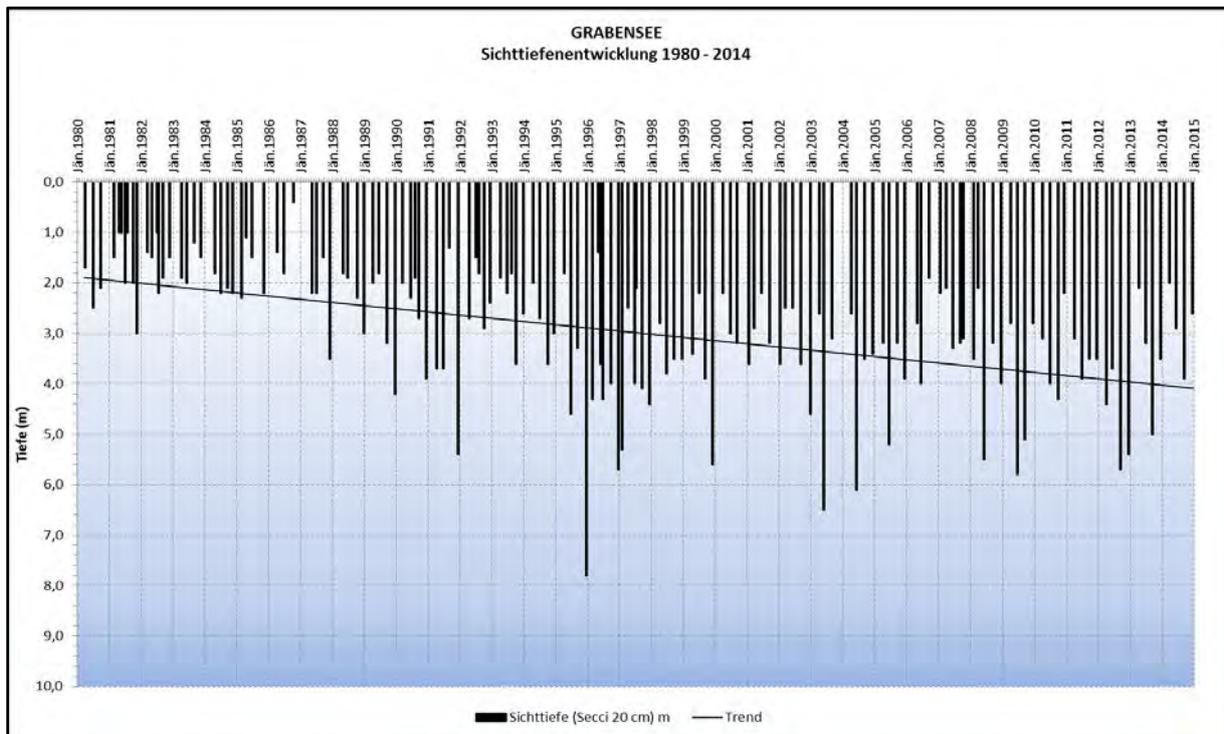


Abb. 54: Sichttiefe im Grabensee.

Die Ergebnisse der Untersuchung beschreiben Lage, Ausdehnung, Struktur und Bonität der emersen Vegetation und der Schwimmblattpflanzen sowie die Ausbreitung der submersen Makrophytenvegetation.

Röhricht und Binsen charakterisieren im Wesentlichen den Lebensraum des Eulitorals, während die Schwimmblattpflanzen und die submersen Wasserpflanzen das Sublitoral besiedeln. Veränderungen der Uferzonen und der Wasserspiegellagen beeinflussen ganz erheblich vor

allem die Lebensräume des Röhrichts und der Schwimmblattzone, welche vor allem für die Fischzönose eines Sees als Strukturgeber von größter Bedeutung sind. Für Veränderungen im Nährstoffhaushalt eines Sees sind hingegen die untergetauchten Wasserpflanzen hochsensible Indikatoren. Über Ausbreitung und Zusammensetzung der submersen Vegetation können selbst kleinräumige Nährstoffbelastungen sehr gut lokalisiert werden.

### 3.2.2 Artenspektrum

Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung konnten in den untersuchten Seen insgesamt 31 Makrophytenarten nachgewiesen werden

(Tab. 3). Der Mattsee ist mit 24 Spezies am artenreichsten, gefolgt vom Obertrumer See mit 22 und dem Grabensee mit 17 Arten.

**Tab. 3: Arteninventar der Trumer Seen.** 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); Spalte 4: Kürzel = in den Grafiken verwendete Abkürzungen; Spalte 5: MA = Vorkommen im Mattsee; Spalte 6: OB = Vorkommen im Obertrumer See; Spalte 7: GR = Vorkommen im Grabensee.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel	MA	OB	GR
<b>Untergetauchte Vegetation</b>						
<b>Charophyta</b>						
<i>Chara aspera</i> DETHARDING ex WILLDENOW	Raue Armleuchteralge	*	Cha asp	x	x	
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	Gegensätzliche Arml.-alge	*	Cha con	x	x	x
<i>Chara delicatula</i> AGARDH	Feine Armleuchteralge	*	Cha del	x		
<i>Chara globularis</i> THUILLIER	Zerbrechliche Arml.-alge	*	Cha glo	x	x	
<i>Chara tomentosa</i> L.	Geweih-Armleuchteralge	*	Cha tom	x		
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) AGARDH	Dunkle Glanzleuchteralge	*	Nit opa	x		
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DSEVAUX in LOISELEUR-DELONGCHAMPS) J. GROVES	Stern-Armleuchteralge	*	Nit obt	x	x	x
<b>Spermatophyta</b>						
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Raues Hornblatt	r	Cer dem	x		
<i>Elodea canadensis</i> MICHAUX fil.	Kanadische Wasserpest		Elo can	x		
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt		Myr spi	x	x	
<i>Najas intermedia</i> WOLFGANG ex GORSKI in EICHWALD	Mittleres Nixenkraut		Naj int	x	x	x
<i>Najas marina</i> L.	Großes Nixenkraut		Naj mar		x	
<i>Najas minor</i> ALLIONI	Kleines Nixenkraut	2r!	Naj min			x
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Krauses Laichkraut		Pot cri		x	x
<i>Potamogeton filiformis</i> PERSOON	Faden-Laichkraut	2	Pot fil	x	x	x
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	Gras-Laichkraut	2	Pot gra	x		
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Kamm-Laichkraut		Pot pec	x	x	x
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Durchwachsendes Laichkraut	3	Pot per	x	x	x
<i>Potamogeton pusillus</i> L. sec. DANDY et TAYLOR	Zwerg-Laichkraut	3	Pot pus	x	x	x
<i>Potamogeton x cooperi</i> (FRYER) FRYER	Cooper's Laichkraut		Pot coo	x	x	x
<i>Ranunculus circinatus</i> SIBTHORP	Spreizender Wasserhahnenfuß	3	Ran cir	x	x	
<i>Zannichellia palustris</i> L.	Teichfaden	r	Zan pal	x	x	

Tab. 3: Artenliste, Fortsetzung.

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel	MA	OB	GR
<b>Schwimblattarten</b>						
<i>Nuphar lutea</i> (L.) J.E. SMITH in SIBTHORP et J.E. SMITH	Gelbe Teichrose	3	Nup lut	x	x	x
<i>Nymphaea alba</i> L.	Große Seerose	3	Nym alb	x	x	x
<b>Röhrichtarten</b>						
<i>Acorus calamus</i> L.	Kalmus	3r!	Aco cal	x	x	
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Knollenbinse	3r!	Bol mar			x
<i>Carex elata</i>	Bult-Segge		Car ela			x
<i>Cladium mariscus</i> (L.) POHL	Schneideried	3r!	Cla mar		x	x
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	Strauß-Gilbweiderich	2	Lys thy		x	
<i>Phragmites australis</i> (CAVANILLES) TRINIUS ex STREUDEL	Schilf		Phr aus	x	x	x
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	Grüne Teichbinse	r	Sch lac	x	x	x

Die aquatische Vegetation der Trumer Seen setzt sich aus 7 Vertretern der Charophyta (Armleuchteralgen) und 24 Vertretern der Spermatophyta (Höhere Pflanzen) zusammen. Wassermoose (Bryophyta) und -farne (Pteridophyta) konnten keine vorgefunden werden. Die untergetauchte Vegetation ist mit 22 Spezies beteiligt, innerhalb der Schwimblattvegetation sind lediglich zwei Arten vertreten und der Röhrichtvegetation gehören 7 Arten an.

Die Seen sind Standort von insgesamt 22 Rote-Liste-Arten. Hierzu zählen neben den als „generell gefährdet“ geltenden Characeen die „stark gefährdeten“ Arten *Lysimachia thyrsoiflora* (Strauß-

Gilbweiderich), *Najas minor* (Kleines Nixenkraut), *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut) und *P. gramineus* (Gras-Laichkraut), die als „gefährdet“ geführten Arten *Acorus calamus* (Kalmus), *Bolboschoenus maritimus* (Knollensimse), *Cladium mariscus* (Schneideried), *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose), *Nymphaea alba* (Große Seerose), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsendes Laichkraut), *P. pusillus* (Zwerg-Laichkraut) und *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß).

Als „regional gefährdet“ gelten weiters *Ceratophyllum demersum* (Rauhes Hornblatt), *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) und *Zannichellia palustris* (Teichfaden).

### 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 Vege-

tationseinheiten 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 MATTSEE

##### Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten

Für die Trumer Seen sind als charakteristische Vegetationseinheiten Röhricht, Schwimmblattzone, Bestände von submersen Höheren Pflanzen (die hochwüchsigen unter ihnen bilden den Laichkraut-

gürtel) und Characeenwiesen zu nennen. Die Anteile der einzelnen Pflanzengruppen an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation im Mattsee sind Abb. 55 zu entnehmen.

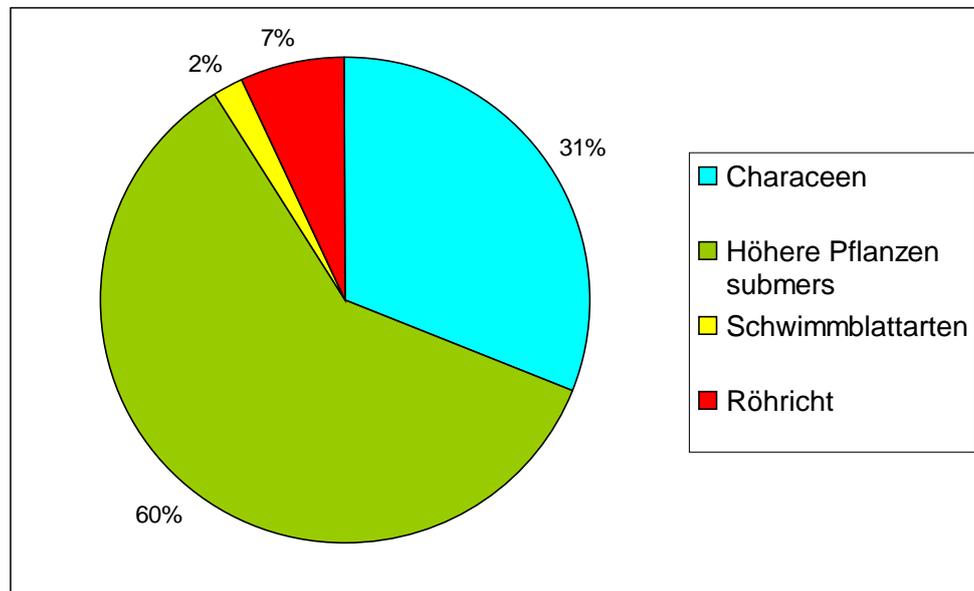


Abb. 55: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Mattsee.

Im Mattsee dominieren mit einem RPM-Wert von 60% die Höheren submersen Pflanzen. Einen bedeutenden Mengenanteil haben mit 31% jedoch auch die Characeen. Die Röhrichtvegetation ist mit

lediglich 7% an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Schwimmblattpflanzen spielen mit einem RPM-Wert von 2% mengenmäßig kaum eine Rolle.

##### Dominanzverhältnisse zwischen den einzelnen Makrophytenarten

*Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) stellt ca. 1/3 der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation und ist damit die häufigste Makrophytenart im Mattsee (Abb. 56). Bereits auf Platz zwei der Mengenskala folgt mit einem RPM-Wert von 9% eine Characeenart, *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge). *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) und *Potamogeton perfoliatus*

(Durchwachsenes Laichkraut) haben beide einen Mengenanteil von ca. 7%. Nur geringfügig niedriger liegen die Mengenanteile von *Phragmites australis* (Schilf) und *Chara aspera* (Raue Armleuchteralge). *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) hat noch einen Mengenanteil von ca. 6%. Die RPM-Werte aller übrigen Arten liegen unter 5%.

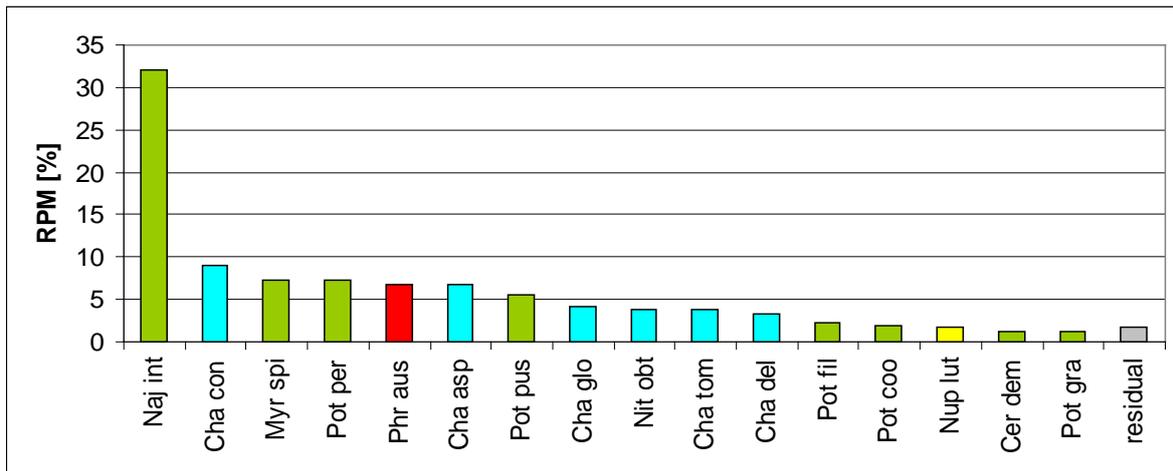


Abb. 56: Dominanzverhältnisse zwischen den Makrophyten-Arten des Mattsees, **grün**: submerser Höhere Pflanzen, **rot**: Röhrichtarten, **blau**: Characeen, **gelb**: Schwimmblattarten.

Sieben der insgesamt 23 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1% und sind in der Rubrik „residual“ zusammengefasst. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Mattsees gehören die Armleuchteralgenart *Nitella opaca* (Dunkle Glanzleuchteralge), die untergetauchten Pflanzen *Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest),

*Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß), *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) und *Zannichellia palustris* (Teichfaden), die Schwimmblattart *Nymphaea alba* (Große Seerose) sowie die Röhrichtart *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse).

### Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten

Die dominierende Characeen-Art im Mattsee ist *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge, RPM 29%), gefolgt von *Chara aspera* (Raue Armleuchteralge, RPM 22%) und *Chara globularis* (Zerbrechliche Armleuchteralge, RPM: 14%). *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge) und *Chara tomentosa* (Geweih-Armlauchteralge) erreichen RPM-Werte um 12%. Einen Mengenanteil von ca. 10% erreicht noch *Chara delicatula*. *Nitella opaca* (Dunkle Glanzleuchteralge) bleibt mit einem RPM-Wert von 1% mengenmäßig unbedeutend (Abb. 57).

Unter den Höheren submersen Pflanzen ist eine sehr deutliche Dominanz von *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut, RPM 54%) gegeben. Erst

mit weitem Abstand folgen *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt) und *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut, RPM ca. 12%). Von den übrigen Arten erreicht nur noch *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) einen Mengenanteil über 5% (Abb. 58).

*Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) dominiert mit einem RPM-Wert von 83% die Schwimmblattvegetation (Abb. 59). Die Röhrichtvegetation wird deutlich von *Phragmites australis* (Schilf, RPM 86%) dominiert. Die mengenmäßig zweitbedeutendste Röhrichtart ist mit einem RPM-Wert von nur mehr 3% *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) (Abb. 60).

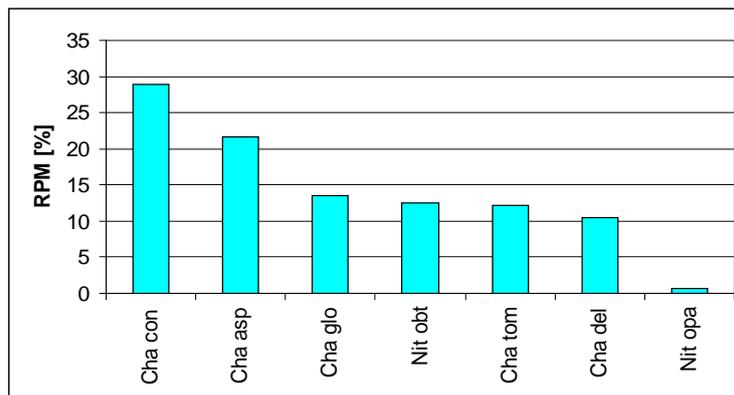


Abb. 57: Dominanzverhältnisse innerhalb der Characeenvegetation, Mattsee.

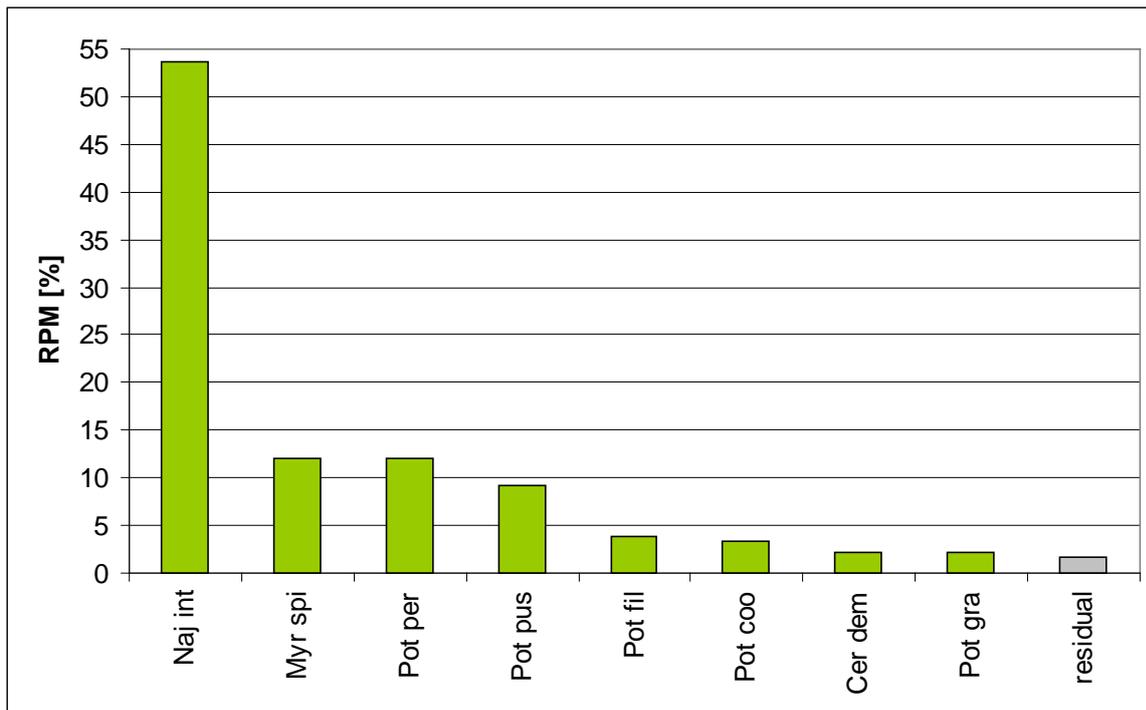


Abb. 58: Dominanzverhältnisse innerhalb der submersen Höheren Pflanzen, Mattsee.

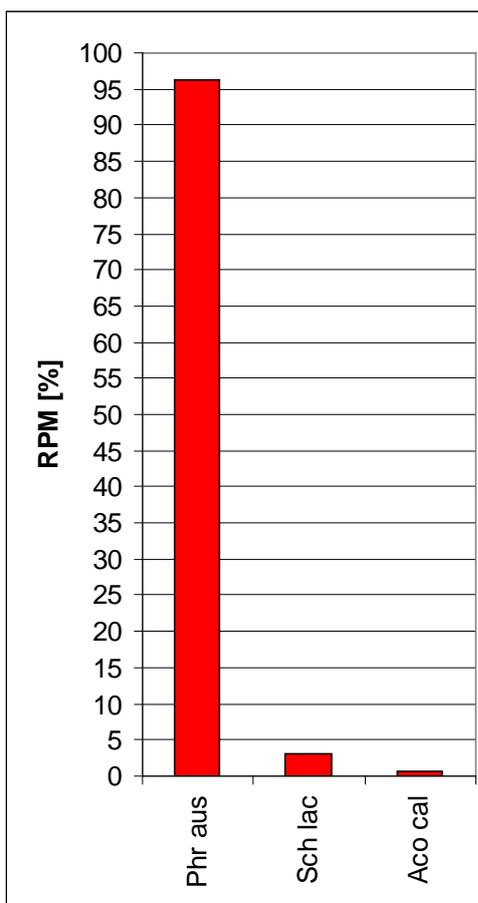
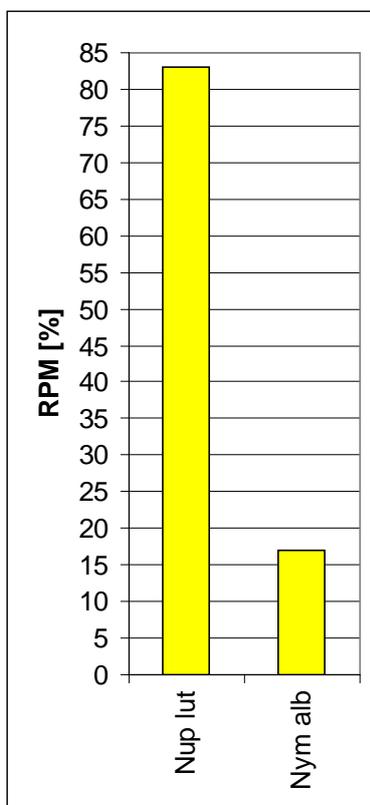


Abb. 59 und 60: Dominanzverhältnisse innerhalb der Schwimmblatt- bzw. Röhrichtvegetation im Mattsee.

### 3.2.3.2 OBERTRUMER SEE

#### Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten

Die Mengenanteile der für die Trumer Seen typischen Vegetationseinheiten Röhricht, Schwimmblattzone, Bestände von submersen Höheren Pflanzen (Laichkrautgürtel) und Characeenwiesen am Obertrumer See sind Abb. 61 zu entnehmen. Im Vergleich zum Mattsee fallen vor allem die weitaus größere mengenmäßige Bedeutung des Röhrichts (RPM: 33%) sowie der

deutlich geringere Mengenanteil der Characeenvegetation (RPM: 9%) auf. Der Mengenanteil der Höheren submersen Pflanzen liegt mit 53% ähnlich wie am Mattsee. Schwimmblattpflanzen haben mit einem RPM-Wert von 5% am Obertrumer See eine etwas größere Bedeutung als am Mattsee.

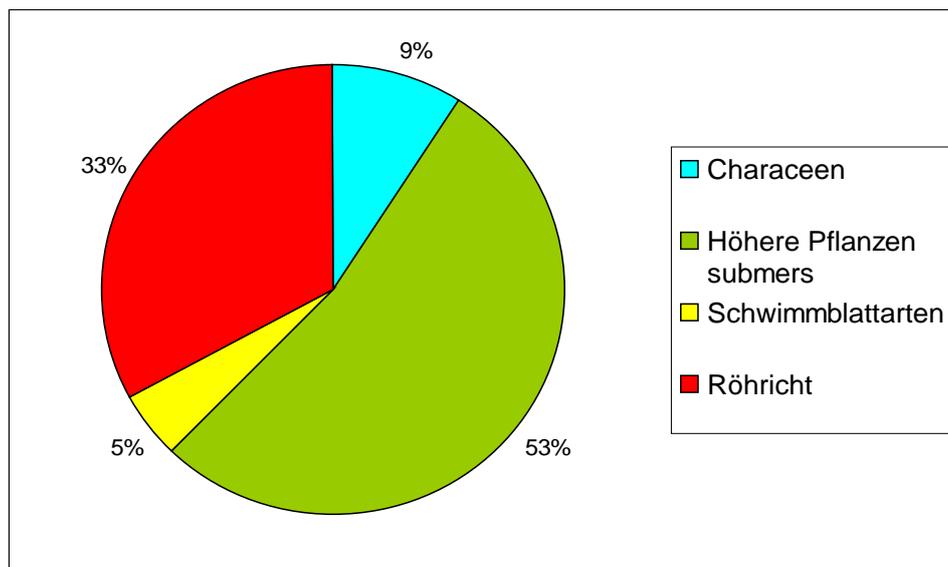
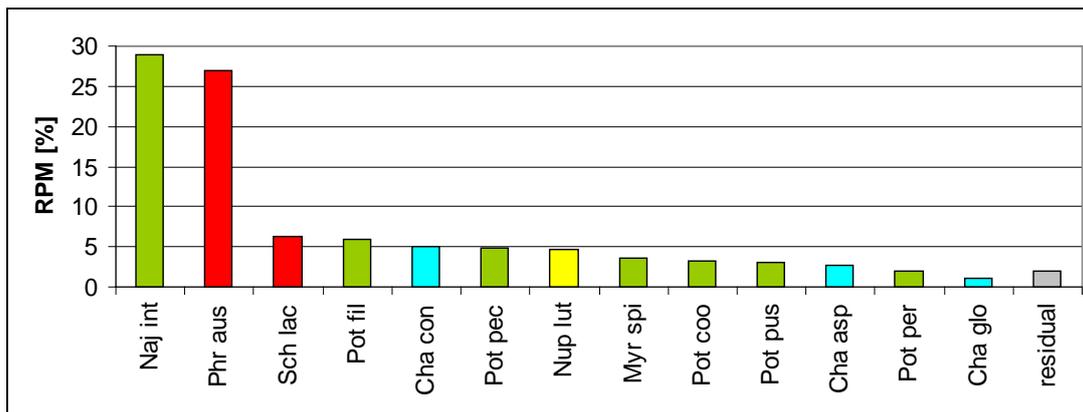


Abb. 61: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Obertrumer See.

#### Dominanzverhältnisse zwischen den einzelnen Makrophytenarten

Die häufigste Wasserpflanze am Obertrumer See ist *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) (Abb. 62). Die Art trägt 29% zur Gesamtpflanzenmenge bei, dicht gefolgt von *Phragmites australis* (Schilf) mit einem Anteil von 27%. Diese beiden Arten allein stellen damit bereits mehr als die Hälfte der Gesamtpflanzenmenge. Auf Position 3 befindet

sich mit *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) eine weitere Röhrichtart. Einen Anteil von etwa 5% an der Gesamtpflanzenmenge haben weiters noch *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut) und mit *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge) auch ein Vertreter der Armleuchteralgen. Alle anderen Arten fallen unter die 5%-Marke.



**Abb. 62:** Dominanzverhältnisse zwischen den Makrophyten-Arten des Obertrumer Sees, **grün:** submerse Höhere Pflanzen, **rot:** Röhrichtarten, **blau:** Characeen, **gelb:** Schwimmblattarten.

Neun der insgesamt 22 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1% und sind in der Rubrik „residual“ zusammengefasst. Zu dieser Gruppe der seltenen Arten des Obertrumer Sees gehören die Armleuchteralgenart *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge), die untergetauchten Pflanzen *Najas marina* (Großes Nixenkraut), *Potamogeton*

*crispus* (Krauses Laichkraut), *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß) und *Zannichellia palustris* (Teichfaden), die Schwimmblattart *Nymphaea alba* (Große Seerose) sowie die Röhrichtarten *Acorus calamus* (Kalmus), *Cladium mariscus* (Schneiderried) und *Lysimachia thyrsiflora* (Strauß-Gilbweiderich).

#### Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten

Die dominierende Characeen-Art ist *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge, RPM 55%), gefolgt von *Chara aspera* (Rauhe Armleuchteralge, RPM 30%). *Chara globularis* (Zerbrechliche Armleuchteralge) erreicht nur mehr einen RPM-Wert von 11%, *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge) von 4% (Abb. 64).

Die Höheren submersen Pflanzen werden wie auch am Mattsee deutlich von *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut, RPM 55%) dominiert. Erst mit weitem Abstand folgen die beiden Laichkrautarten *Potamogeton filiformis* und *P. pectinatus* (Faden- und Kamm-Laichkraut, RPM jeweils ca. 10%). Von den übrigen Arten erreichen nur noch *Myriophyllum*

*spicatum* (Ähren-Tausendblatt), *Potamogeton x cooperi* (Cooper's Laichkraut) und *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) Mengenanteile über 5% (Abb. 63).

Bei den Schwimmblattpflanzen tritt nahezu ausschließlich *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose, RPM 98%) in Erscheinung (Abb. 65). Die Röhrichtvegetation wird deutlich von *Phragmites australis* (Schilf, RPM 80%) dominiert. Auch *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) leistet mit 19% einen wesentlichen Beitrag zur Gesamtpflanzenmenge. Die übrigen vorkommenden Röhrichtarten fallen mengenmäßig kaum ins Gewicht (Abb. 66).

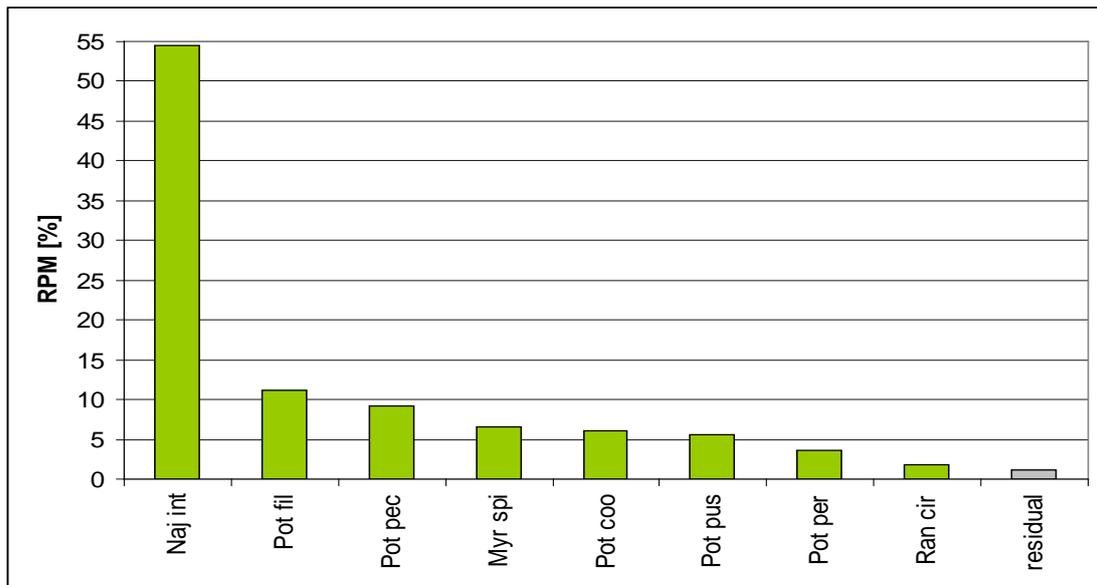


Abb. 63: Dominanzverhältnisse innerhalb der submersen Höheren Pflanzen, Obertrumer See.

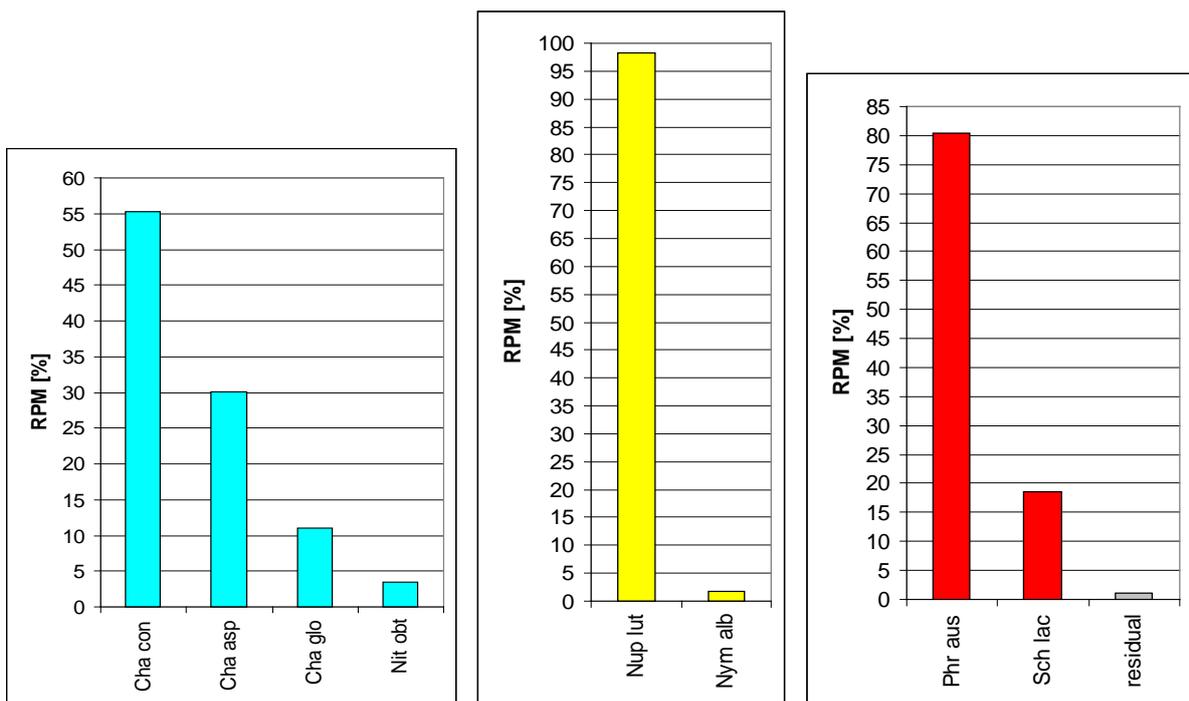


Abb. 64, 65 und 66: Dominanzverhältnisse innerhalb der Characeenvegetation und innerhalb der Schwimmblatt- bzw. Röhrichtvegetation im Obertrumer See.

### 3.2.3.3 GRABENSEE

#### Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten

Auch am Grabensee sollten als charakteristische Vegetationseinheiten ein Röhrichtgürtel, eine Schwimmblattzone, submers Höhere Pflanzen (Laichkrautgürtel) und Characeenwiesen

vorhanden sein. Die Anteile der einzelnen Pflanzengruppen an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation sind der Abb. 67 zu entnehmen.

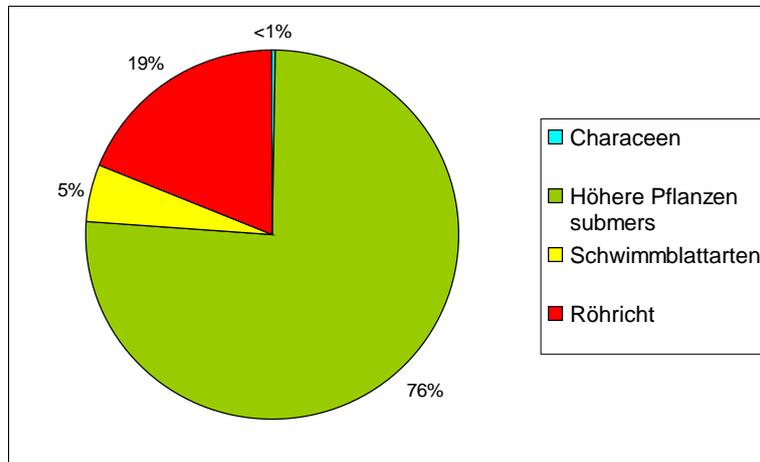


Abb. 67: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Grabensee.

Die überaus dominierende Pflanzengruppe am Grabensee sind die submersen Höheren Pflanzen. Sie stellen insgesamt ca.  $\frac{3}{4}$  der Gesamtpflanzenmenge. Characeen treten mit einem RPM-Wert

von knapp 1% mengenmäßig hingegen kaum in Erscheinung. Der Mengenanteil der Schwimmblattpflanzen beträgt ca. 5%, jener der Röhrichtvegetation 19%.

#### Dominanzverhältnisse zwischen den einzelnen Makrophytenarten

Auch am Grabensee ist *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) die häufigste Wasserpflanze. (Abb. 68). Die Art stellt hier sogar 45% der Gesamtpflanzenmenge. Die zweithäufigste Art ist *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut,

RPM 21%), gefolgt von *Phragmites australis* (Schilf) mit einem Anteil von 14% und *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) mit einem Anteil von 5% an der Gesamtpflanzenmenge. Alle anderen Arten fallen unter die 5%-Marke.

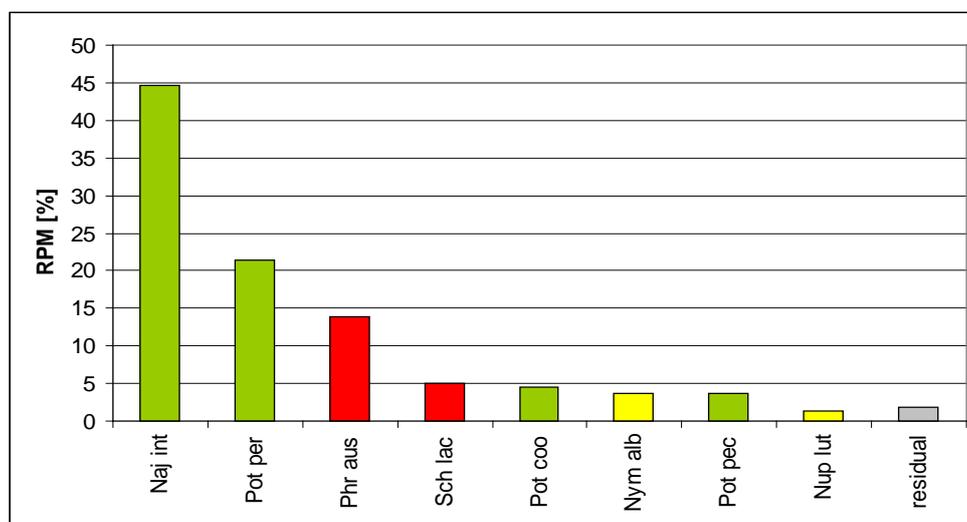


Abb. 68: Dominanzverhältnisse zwischen den Makrophyten-Arten des Grabensees, grün: submerser Höhere Pflanzen, rot: Röhrichtarten, blau: Characeen, gelb: Schwimmblattarten.

Neun der insgesamt 17 Arten erreichen nicht die Schwelle von 1% und sind in der Rubrik „residual“ zusammengefasst. Zu den seltenen Arten des Grabensees gehören die Armleuchteralgenarten *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge) und *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge), die

Laichkrautarten *Potamogeton crispus*, *P. filiformis* und *P. pusillus* (Krauses Laichkraut, Faden- und Zwerg-Laichkraut), *Najas minor* (Kleines Nixenkraut) sowie die Röhrichtarten *Bolboschoenus maritimus* (Knollenbinse), *Carex elata* (Bult-Segge) und *Cladium mariscus* (Schneidried).

### Dominanzverhältnisse innerhalb der Vegetationseinheiten

Von den zwei vorkommenden Armleuchteralgenarten ist *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge, RPM 58%) mengenmäßig etwas bedeutender als *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge, RPM 42%) (Abb. 69).

Unter den Höheren submersen Pflanzen dominiert wie im Mattsee und im Obertrumer See *Najas*

*intermedia* (Mittleres Nixenkraut, RPM 59%). Die zweithäufigste Art ist *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut, RPM 28%). Mengenanteile von ca. 5% erreichen weiters die Laichkrautarten *Potamogeton x cooperi* (Cooper's Laichkraut) und *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) (Abb. 70).

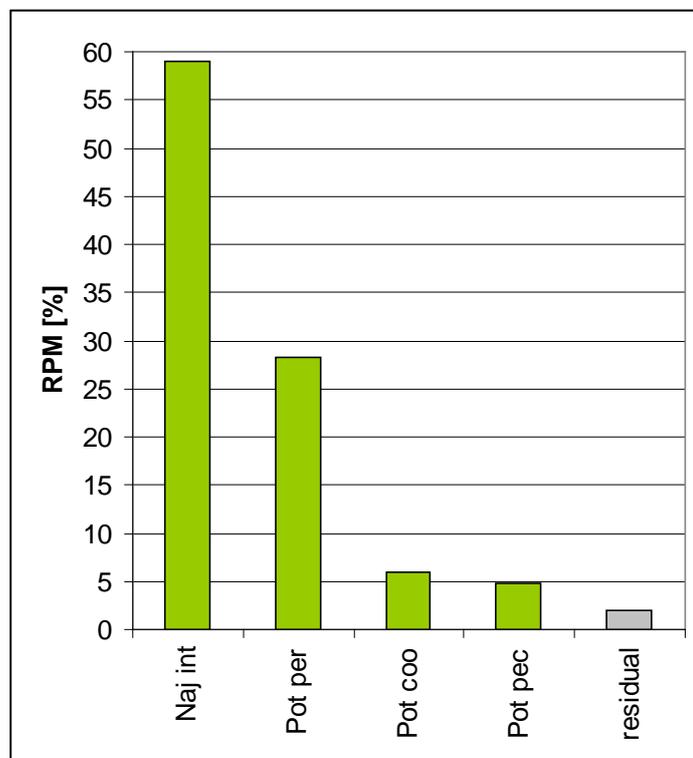
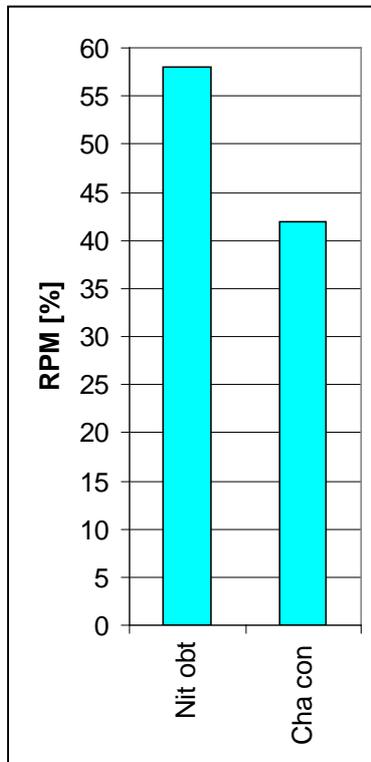


Abb. 69 und 70: Dominanzverhältnisse innerhalb der Characeenvegetation bzw. innerhalb der submersen Höheren Pflanzen, Grabensee.

Anders als im Mattsee und im Obertrumer See ist im Grabensee mit einem RPM-Wert von 74% *Nymphaea alba* die dominierende Schwimmblatt-pflanze. Die Große Seerose findet im kleineren Grabensee wohl hauptsächlich aufgrund des geringeren Wellenaufkommens geeignete Lebensbedingungen vor als in den anderen beiden Seen. *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) steuert im Grabensee lediglich 26% zur Gesamtpflanzenmenge der Schwimmblatt-vegetation bei (Abb. 71).

Ähnlich wie in den anderen beiden Seen ist *Phragmites australis* (Schilf) auch im Grabensee die dominierende Art der Röhrichtvegetation. Ihr Mengenanteil beträgt hier allerdings lediglich 73%. 26% der Röhrichtvegetation werden im Grabensee von *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) gestellt, die Mengenanteile von *Bolboschoenus maritimus* (Knollenbinse), *Carex elata* (Bult-Segge) und *Cladium mariscus* (Schneide-Ried) liegen unter 1% (Abb. 72).

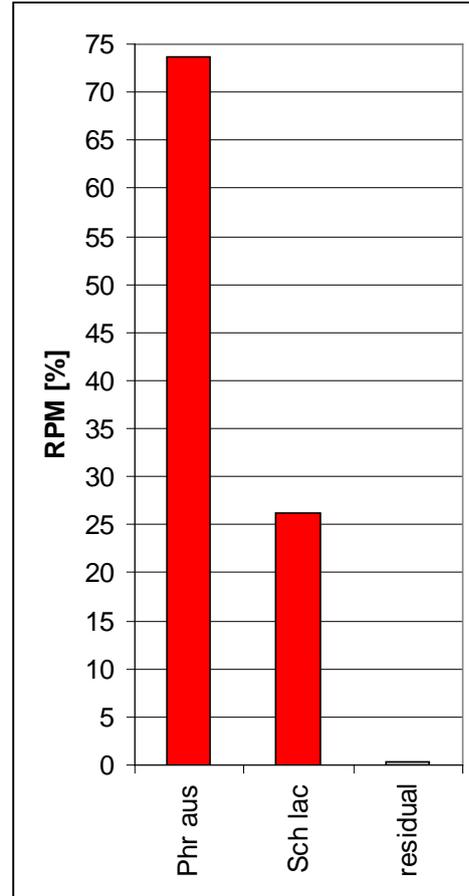
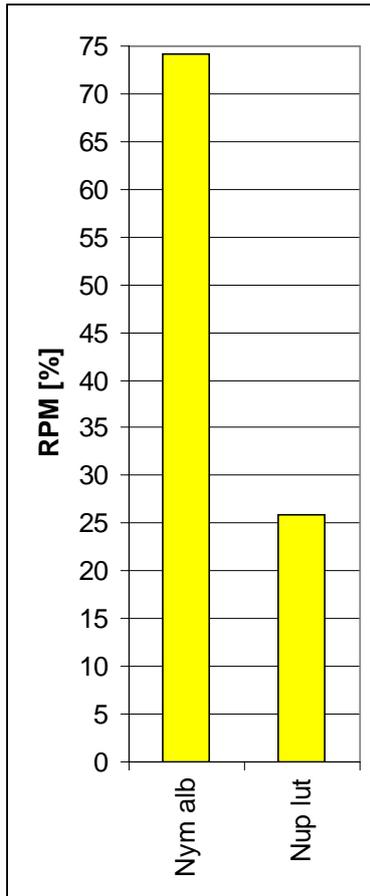


Abb. 71 und 72: Dominanzverhältnisse innerhalb der Schwimmblatt- bzw. Röhrichtvegetation im Grabensee.

## 3.2.4 Verbreitung der Arten

### 3.2.4.1 MATTSEE

#### Untergetauchte Vegetation

##### Charophyta (Armleuchteralgen)

Characeen stellen am Mattsee etwa ein Drittel der Gesamtmenge der untergetauchten Vegetation. Dabei ist die Pflanzengruppe mit sieben Spezies relativ artenreich vertreten. Characeen sind im Allgemeinen auf oligotrophe bis mesotrophe Standorte beschränkt, nur wenige Arten dringen bis in den eutrophen Bereich vor. Im Mattsee finden sie daher gute Lebensbedingungen 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 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.

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

**Chara aspera (Raue Armleuchteralge)**

*Chara aspera* zählt zu den sehr nährstoffempfindlichen Characeenarten. Sie konnte nahezu in jedem untersuchten Transekt gefunden werden (Abb. 73), was den nährstoffarmen Charakter des Mattsees belegt. Sie fehlt lediglich im Ortsbereich von Mattsee (Transekte 12 bis 15), in Transekt 17, bei Aug und Stein (Transekte 19 und 23) sowie am Südostufer des Niedertrumer Beckens (Transekt 3). Im Ortsbereich von Mattsee ist in der Weyerbucht ein massiver Nährstoffeintrag auch

am Verbreitungsbild anderer Arten deutlich ersichtlich. Bei Aug und Stein finden sich jeweils Campingplätze im Hinterland, der Bereich von Transekt 3 im Niedertrumer Becken wird zum Baden genutzt. Möglicherweise bedingen diese Faktoren lokale Nährstoffeinträge.

*Chara aspera* ist eine typische Flachwasserart. Im Mattsee dringt sie bis in eine Tiefe von 3 m vor, wobei der Tiefenbereich zwischen 1,1 und 2 m bevorzugt wird.

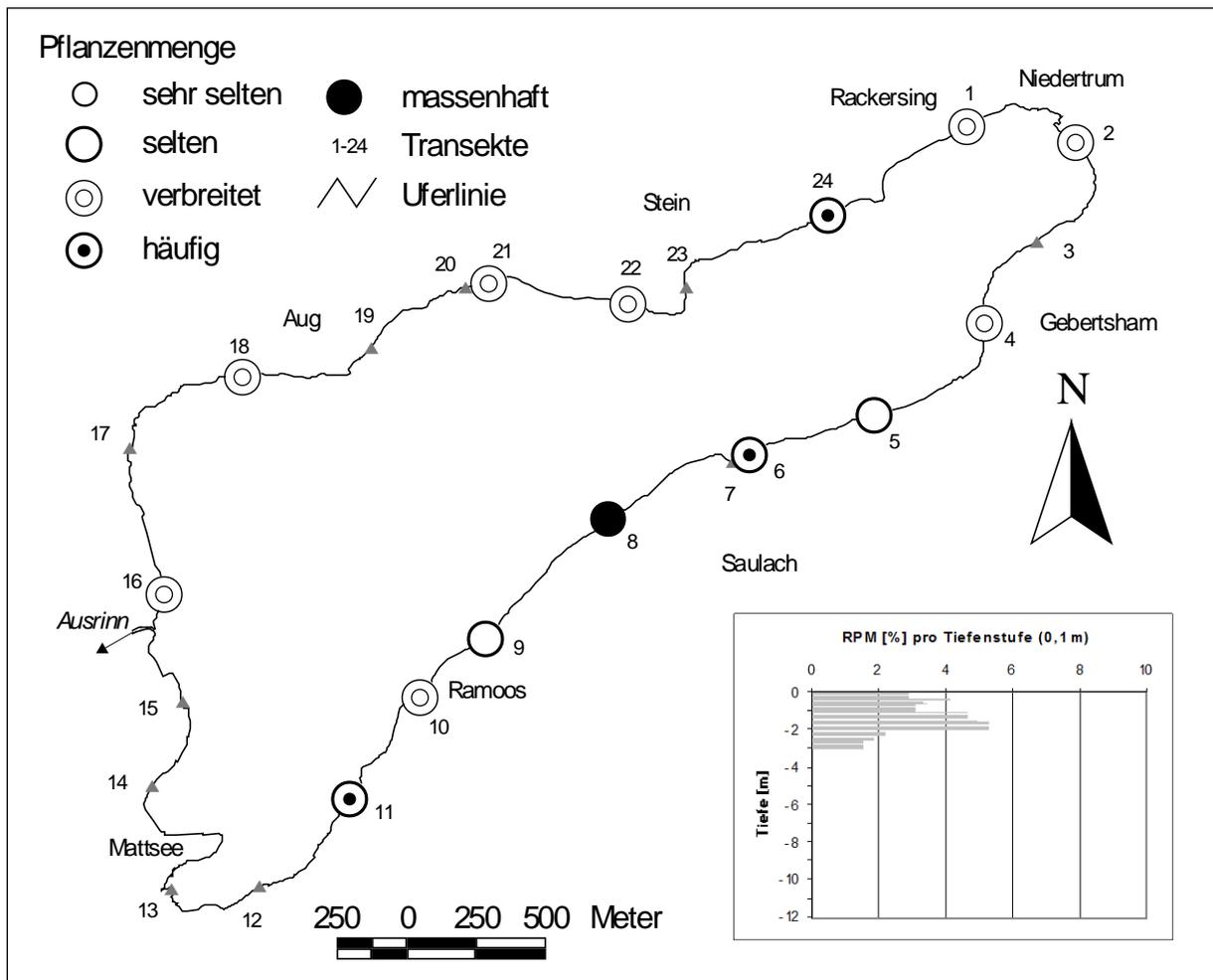


Abb. 73: Verbreitung von *Chara aspera* im Mattsee.

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

Etwas weniger nährstoffempfindlich als *Chara aspera* ist *Chara contraria*. Dies ist die häufigste Characeenart des Mattsees. Mit Ausnahme der Transekte in der Weyerbucht (12 und 13), im Bereich des Bades bei Mattsee (15) und bei Aug (19) konnte die Art entlang des gesamten Seeufers

aufgefunden werden (Abb. 74). Hierbei erreicht sie durchwegs größere Häufigkeiten als die empfindlichere *Chara aspera*.

*Chara contraria* dringt im Mattsee bis zu einer Tiefe von 8,5 m vor. Der bevorzugte Tiefenbereich liegt zwischen 1,1 und 5 m.

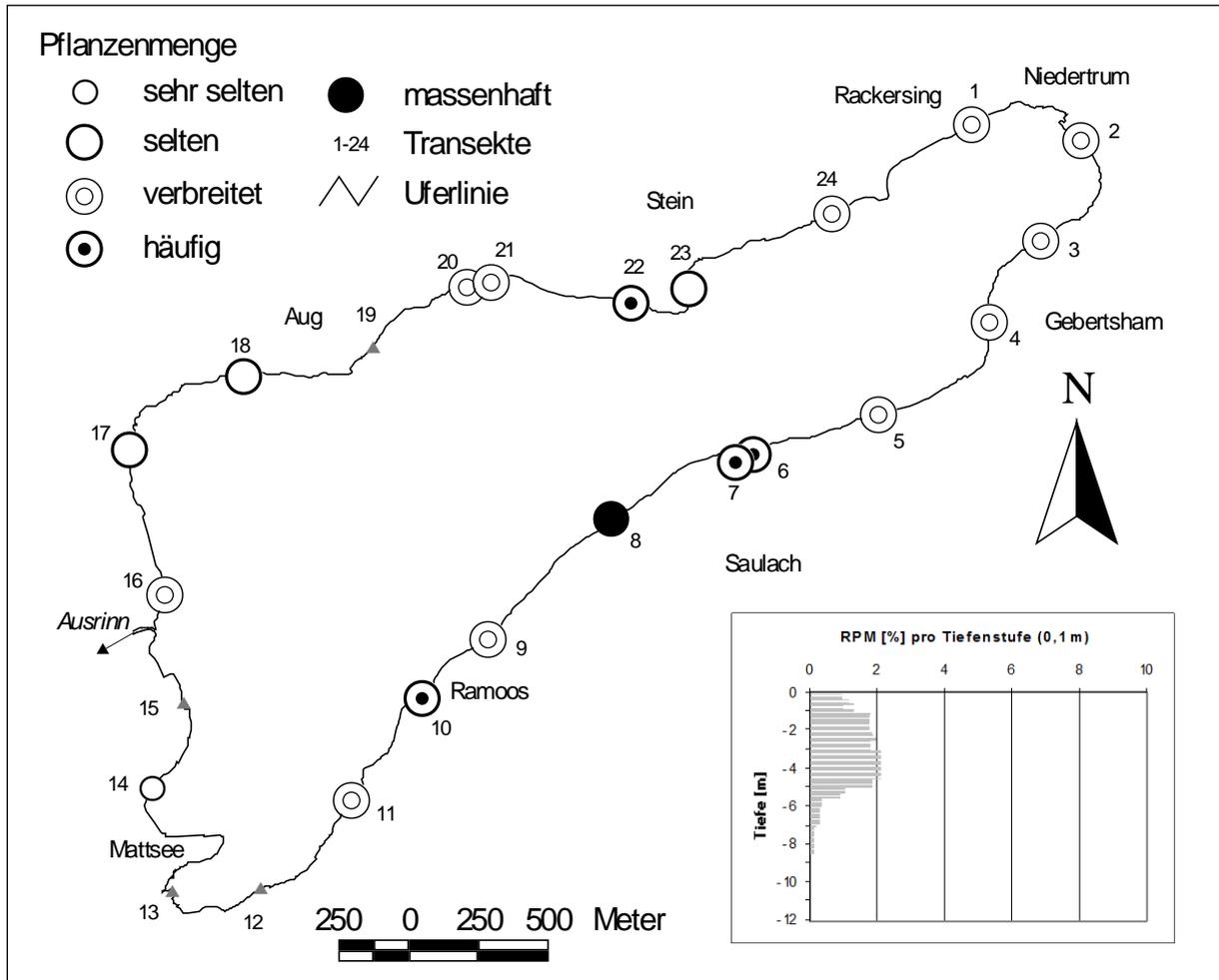


Abb. 74: Verbreitung von *Chara contraria* im Mattsee.

***Chara delicatula* (Feine Armleuchteralge)**

*Chara delicatula* bevorzugt üblicherweise Weichwasserstandorte, kommt aber auch in kalkhaltigen Gewässern vor. Gegenüber Nährstoffbelastungen verhält sich die Art entsprechend den übrigen Armleuchteralgenarten und liegt in der Sensitivität etwa zwischen *Chara aspera* und *Chara contraria*. *Chara delicatula* wurde im Mattsee vor

allem entlang des Südostufers vorgefunden. Hier kommt sie überwiegend „verbreitet“ vor (Abb. 75). Der Verbreitungsschwerpunkt von *Chara delicatula* liegt wie jener von *Chara contraria* im mittleren Tiefenbereich. Bevorzugt wird die Tiefenzone zwischen 2 und 5 m.

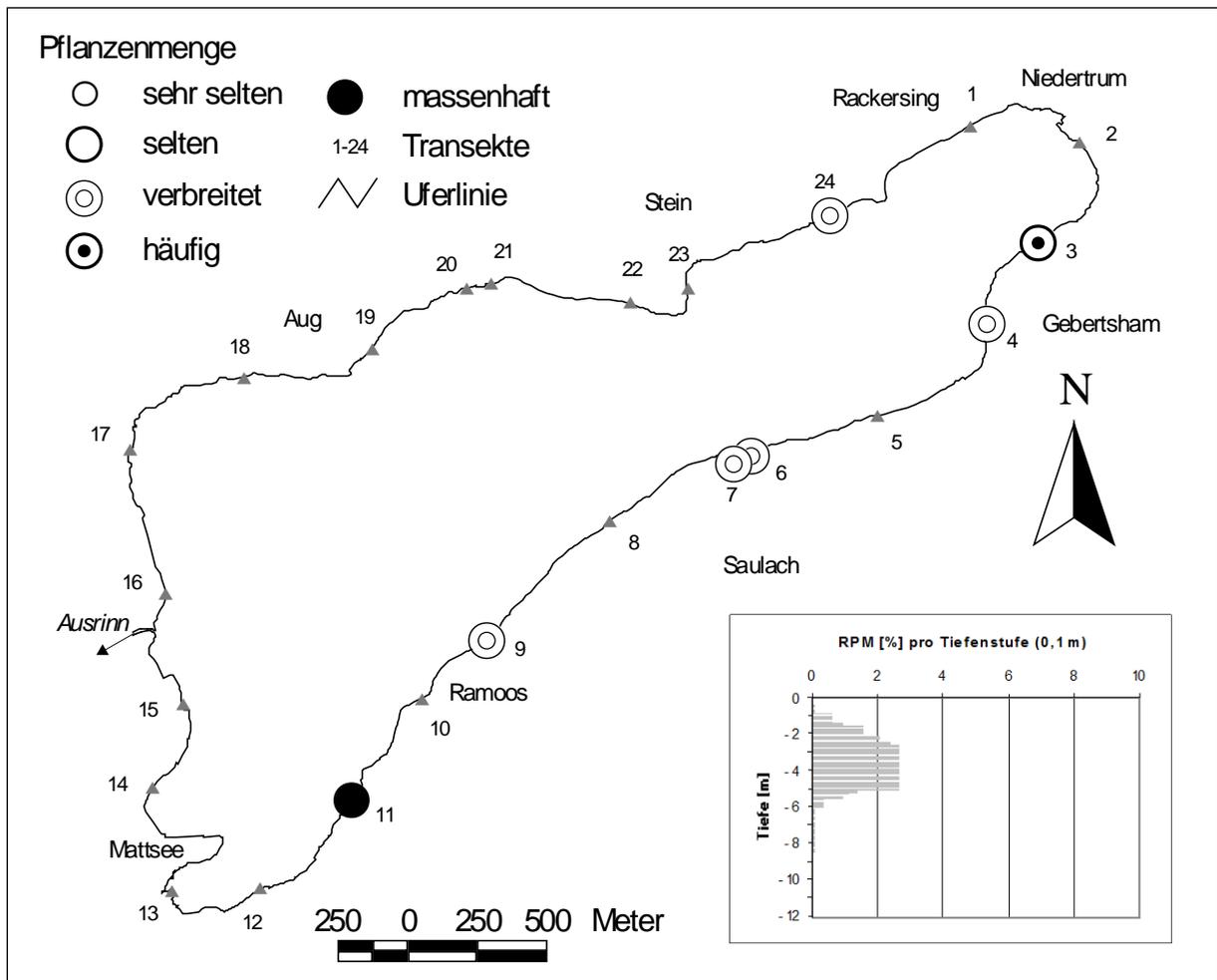


Abb. 75: Verbreitung von *Chara delicatula* im Mattsee.

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

*Chara globularis* ist die dritthäufigste Characeenart im Mattsee. Im Rahmen zurückliegender Seenkartierungen zeigte sich, dass die Art eine vergleichsweise weite ökologische Amplitude aufweist und an die Wasserqualität geringere Ansprüche stellt als andere Vertreter der Armleuchteralgen (vgl. z.B. MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996). Dies bestätigt das Verbreitungsbild der Art am Mattsee. So zählen auch die vermeintlich nährstoffbelasteten Transekte 12 am östlichen

Ende der Weyerbucht und 19 bei Aug zu den Standorten von *Chara globularis* (Abb. 76).

*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; PALL, 1996). Ein entsprechendes Verhalten zeigt *Chara globularis* auch am Mattsee. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt zwischen 3,1 und 7 m Wassertiefe. Einzelvorkommen der Art wurden bis in eine Tiefe von 11,6 m registriert.

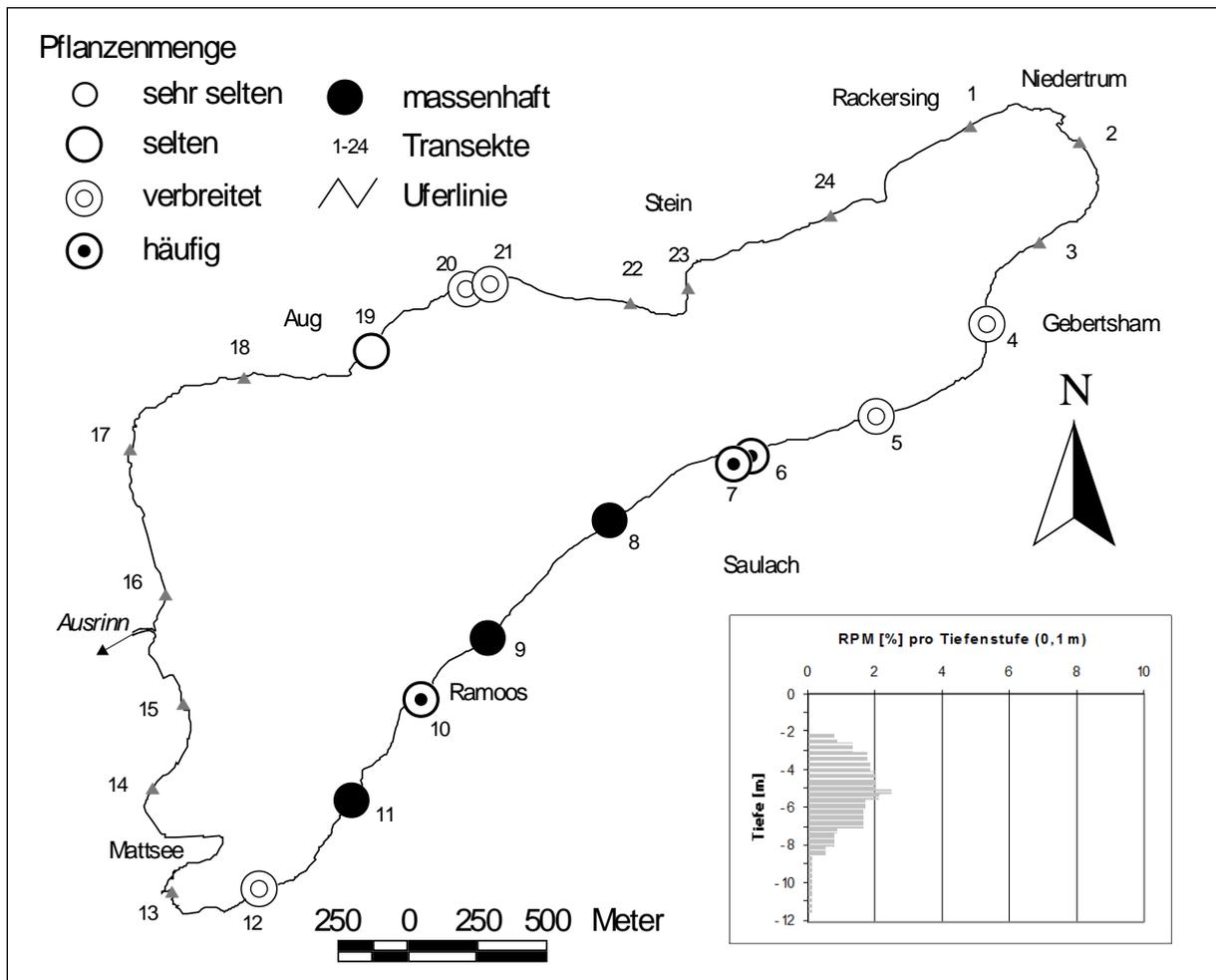


Abb. 76: Verbreitung von *Chara globularis* im Mattsee.

***Chara tomentosa* (Geweih-Armelechteralge)**

*Chara tomentosa* kann anhand ihres robusten Habitus, der bräunlichroten Farbe, der gebündelten Stacheln und der oft angeschwollenen Endzelle der Quirläste vergleichsweise leicht angesprochen werden.

Die Characeenart gedeiht nach KRAUSE (1981) überwiegend in eurythermen, nicht unbedingt oligotrophen Seen. Als Untergrund wird hierbei weiches, mit Kalkschlamm angereichertes Substrat bevorzugt. (STROEDE, 1933; MELZER, 1976). Am

Mattsee konnte *Chara tomentosa* nur in einem einzigen Transekt (16) nördlich des Seeausrinsns auf einem für Standorte der Art typischen Substrat gefunden werden (Abb. 77).

Hinsichtlich der Tiefenausbreitung wird an bayerischen Seen der Bereich zwischen 1 und 3 m Wassertiefe bevorzugt (MELZER et al., 1986, 1988). Dies entspricht im Wesentlichen auch den Gegebenheiten am Mattsee.

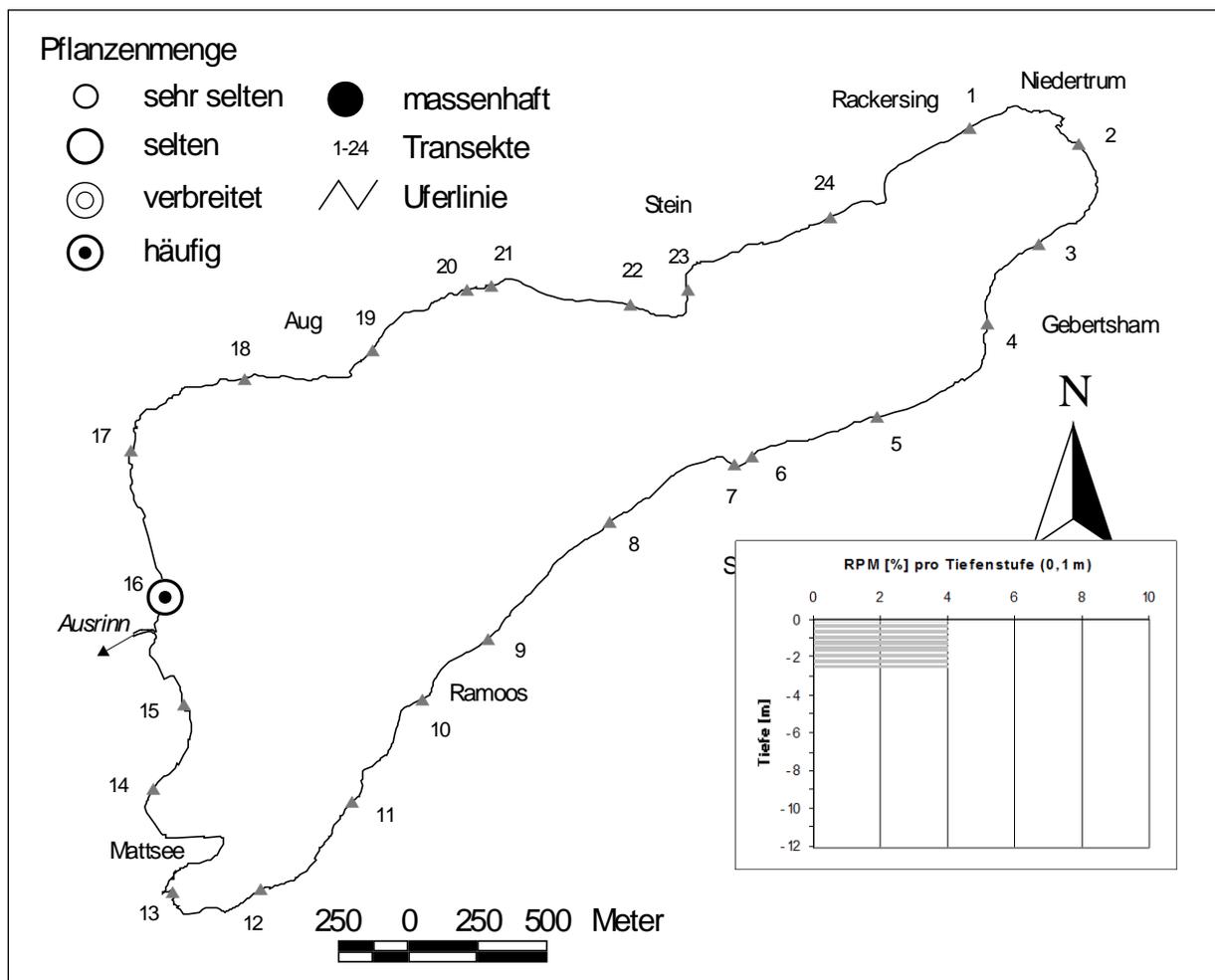


Abb. 77: Verbreitung von *Chara tomentosa* im Mattsee.

***Nitella opaca* (Dunkle Glanzleuchteralge)**

*Nitella opaca* zählt zu den typischen Tiefenwasserarten, die zum Wachstum nur geringe Lichtintensitäten benötigen (CORILLION, 1957). In oligotrophen Seen mit hoher Wassertransparenz wie z.B. dem schwedischen Vättern-See und dem Vrana-See auf der Insel Cres wurde die Art bis in

Wassertiefen von 40 m nachgewiesen (STALBERG, 1939; GOLUBIC, 1963).

Meist bildet *Nitella opaca* die untere Begrenzung der Vegetation, was auch an den Standorten am Mattsee der Fall ist. Die Art wächst hier zwischen etwa 4,8 und 8,5 m Wassertiefe (Abb. 78).

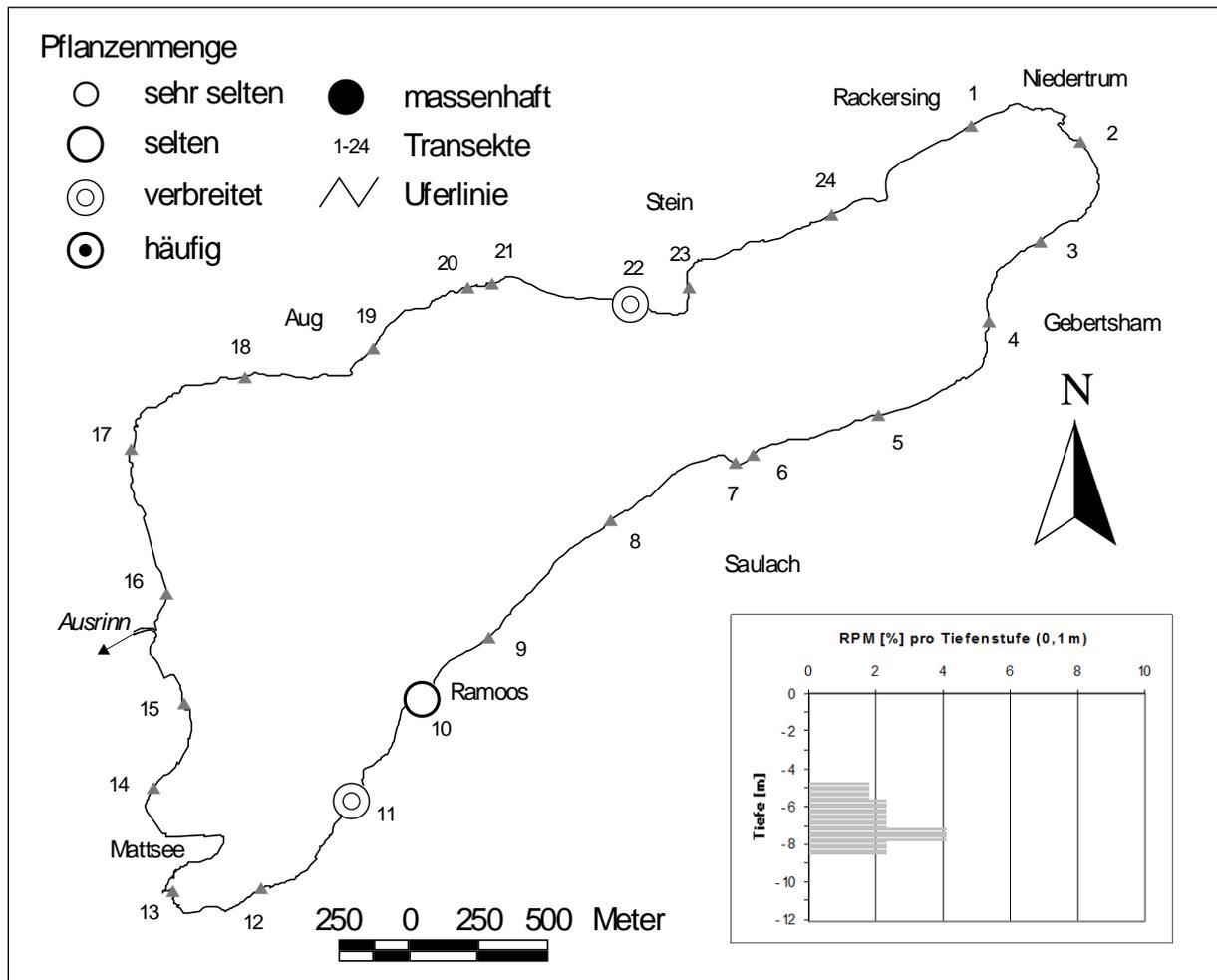


Abb. 78: Verbreitung von *Nitella opaca* im Mattsee.

### *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge)

*Nitellopsis obtusa* ist laut KRAUSE (1997) ein typischer Bewohner  $\beta$ -mesosaprobier Klarwasserseen. Sie erträgt moderate Eutrophierung offensichtlich besser als die meisten übrigen Characeenarten. Im Mattsee ist die Stern-Armlauchteralge weit verbreitet, wobei durchwegs ansehnliche Häufigkeiten erreicht werden (Abb. 79). *Nitellopsis obtusa* fehlt lediglich in der

Weyererbucht, im Bereich des Mattseer Bades, und in den Transekten 22 bis 24 sowie 1 am Nordufer des Sees.

*Nitellopsis obtusa* bevorzugt wie auch in anderen Seen den mittleren Tiefenbereich (2,2 bis 5,2 m) als Wuchsort. Im Mattsee konnte die Art darüber hinaus aber auch noch bis in Tiefen von 8,5 m in größeren Häufigkeiten vorgefunden werden.

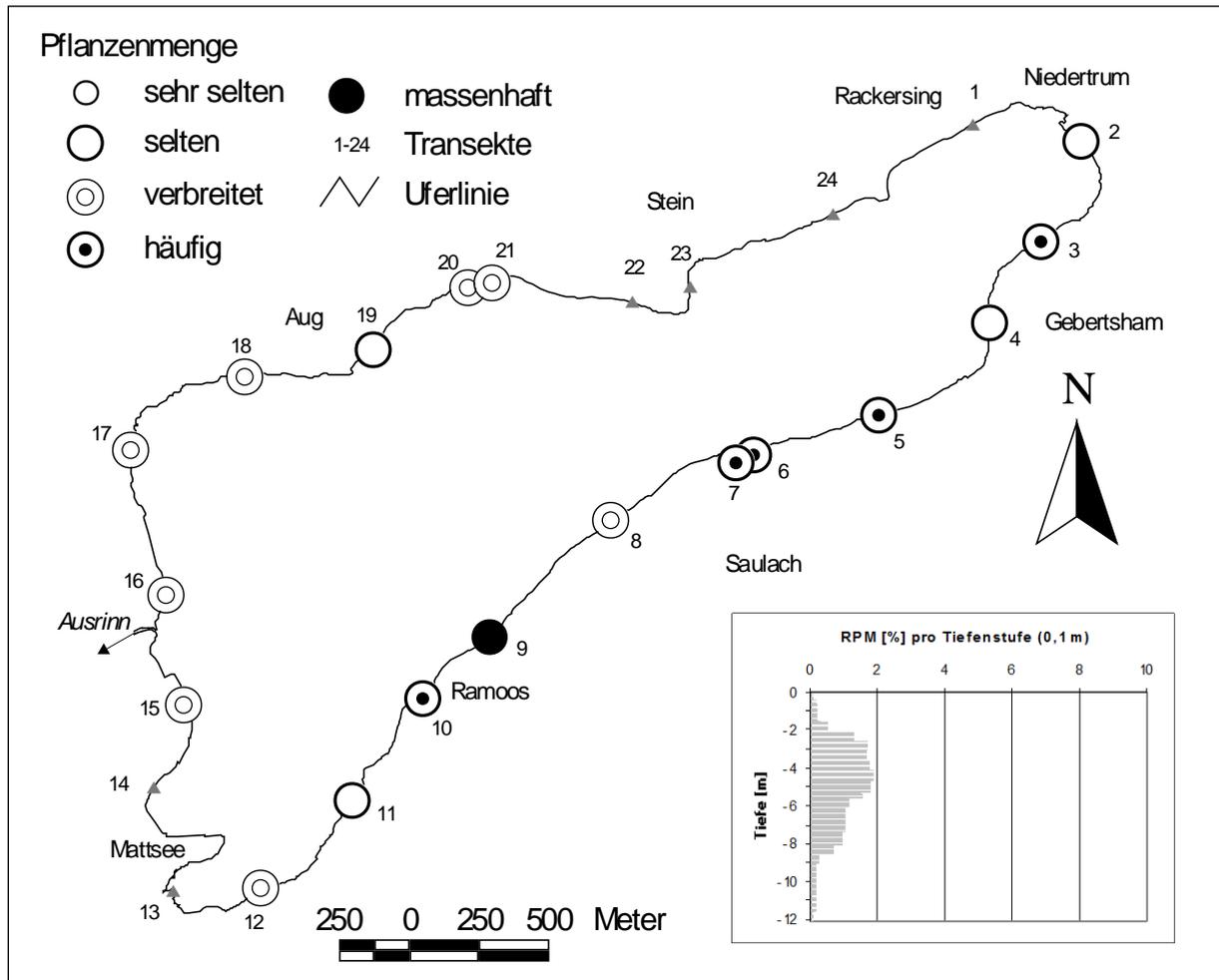


Abb. 79: Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* im Mattsee.

## Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Höhere submerse Pflanzen stellen am Mattsee etwas mehr als die Hälfte der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation und sind damit die dominierende Pflanzengruppe im See. Mengemäßig bedeutend treten hierbei vor allem Arten

### *Ceratophyllum demersum* (Raes Hornkraut)

Das Raue Hornblatt ist einer dieser Belastungszeiger. Die Vorliebe der Art für eutrophe bis hocheutrophe Bedingungen ist in der Literatur vielfach beschrieben (vgl. z.B. MELZER et al., 1986, 1988; PALL & JANAUER, 1999). Vorkommen der Art lassen somit jeweils auf eine erhöhte Nährstoffbelastung des Standortes zurückschließen. So ist am Mattsee ganz offensichtlich die Weyerbucht – vor allem im Bereich von Transekt 13 – einer massiven Nährstoffbelastung ausgesetzt. Hier kommt nicht nur *Ceratophyllum demersum* massenhaft vor. Auch das Auftreten anderer Nährstoffzeiger, die sehr „hohe“ Lage der Vegetationsgrenze (lediglich 4,5 m) sowie eine massive Veralgung belegen hier das Vorliegen einer Nährstoffbelastung. Offensichtlich wirkt sich diese, wie dem

in Erscheinung, die oligo-mesotrophe bzw. oligotrophe bis mesotrophe Verhältnisse indizieren. Belastungszeiger sind insgesamt nur selten und treten im See jeweils nur räumlich eng begrenzt auf.

Verbreitungsbild von *Ceratophyllum demersum* entnommen werden kann, auch noch in den angrenzenden Uferabschnitten aus (Abb. 80).

In nennenswerter Häufigkeit konnte *Ceratophyllum demersum* weiters bei Stein (Transekt 23) gefunden werden. Auch hier ist von einem lokalen Nährstoffeintrag auszugehen. Aus den Einzelfunden in den Transekten 5 bis 7 sowie 16 und 17 können hingegen keine Hinweise auf Belastungen abgeleitet werden.

*Ceratophyllum demersum* kommt am Mattsee in den o.a. weitestgehend unbelasteten Abschnitten ausschließlich in größerer Wassertiefe (ca. 5 bis 9 m) vor. In den belasteten Bereichen dringt die Art hingegen bis ins Flachwasser vor. Hieraus resultiert die „zweigipfelige“ Form des Tiefenverbreitungsdiagramms (Abb. 80).

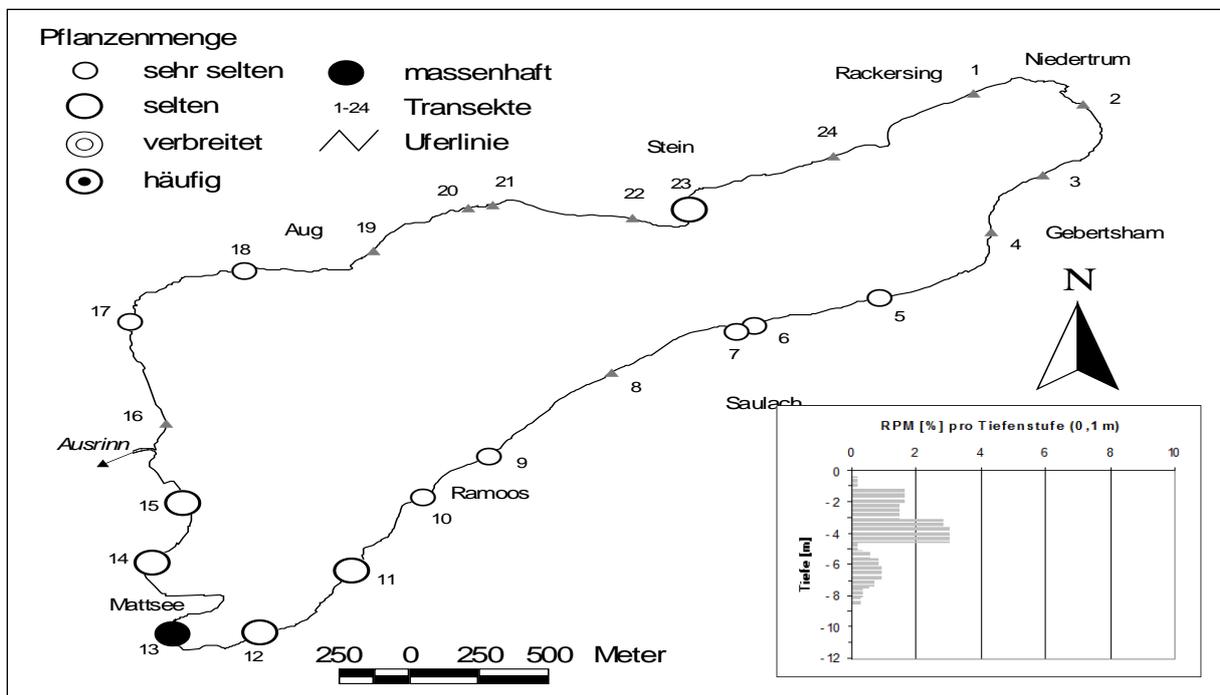


Abb. 80: Verbreitung von *Ceratophyllum demersum* im Mattsee.

***Elodea canadensis* (Kanadische Wasserpest)**

Auch die Kanadische Wasserpest gilt als Indikator für eutrophe Bedingungen (FOREST, 1977). Diese Klassifizierung wird durch Untersuchungen von KOHLER und SCHIELE (1985) an Fließgewässern sowie die Verbreitungsmuster an bayerischen Stillgewässern (MELZER et al., 1986, 1987, 1988) bestätigt.

Im Mattsee gehört *Elodea canadensis* zu den seltensten Arten. Sie konnte lediglich in 5

Transekten, jeweils in Form von Einzelexemplaren gefunden werden (Abb. 81). Diese mengenmäßig geringen Vorkommen lassen keine Rückschlüsse auf ev. vorliegende Nährstoffbelastungen zu.

*Elodea canadensis* tritt im Mattsee bevorzugt zwischen 2,2 und 5,5 m Wassertiefe auf.

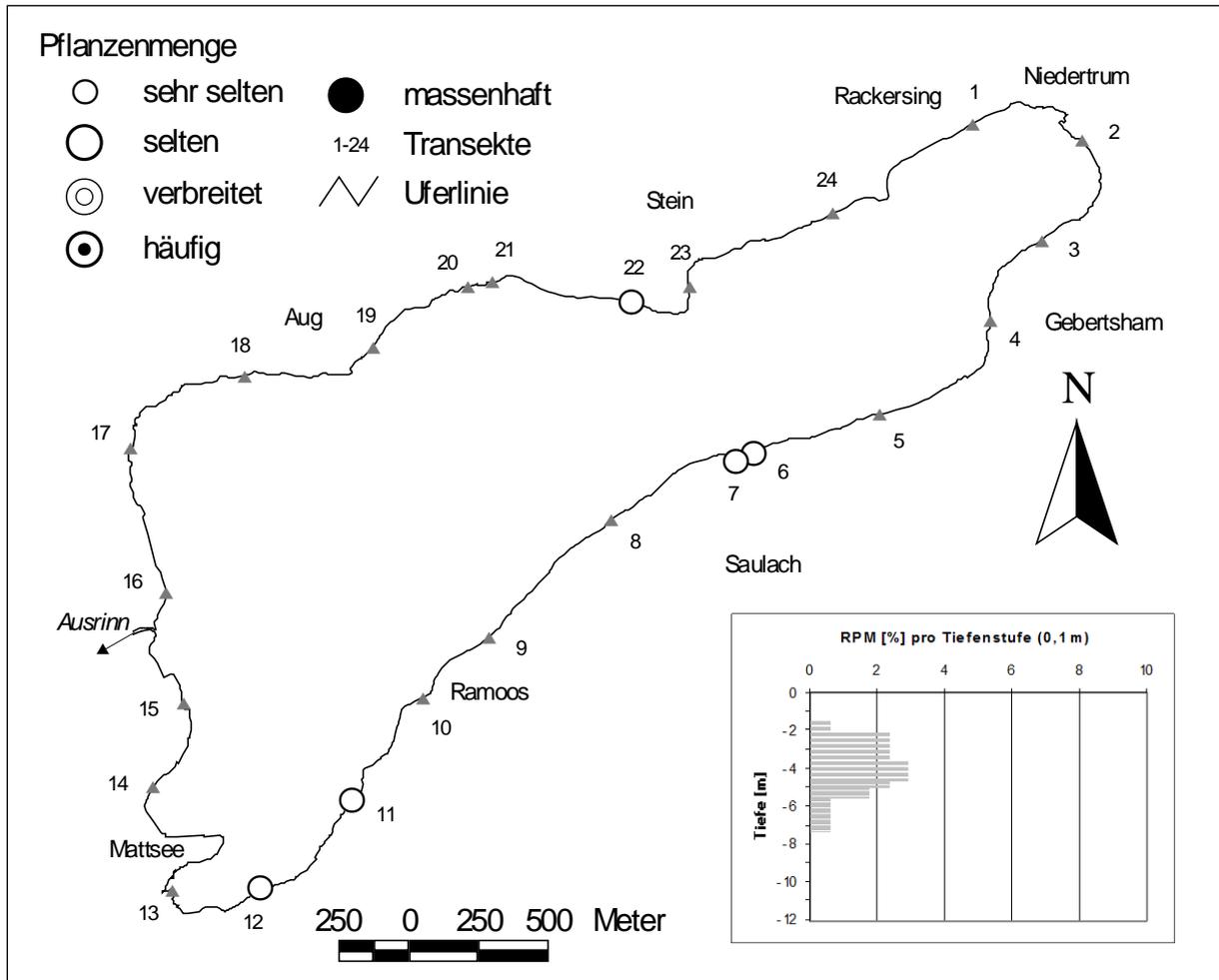
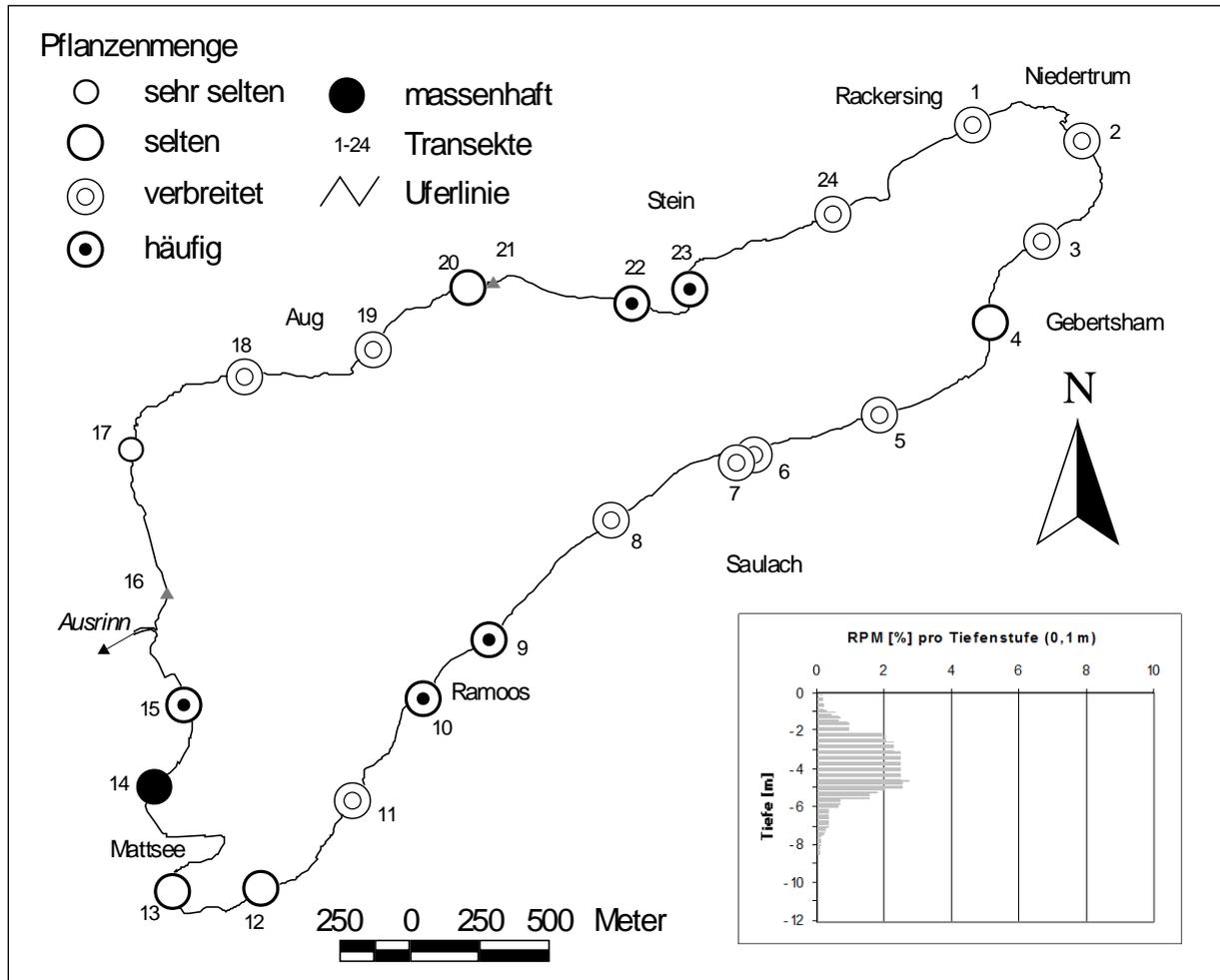


Abb. 81: Verbreitung von *Elodea canadensis* im Mattsee.

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

Das Ähren-Tausendblatt ist der zweithäufigste Vertreter der submersen Höheren Pflanzen im Mattsee. Mit Ausnahme der Transekte 16 und 17 am Westufer konnte es an allen Untersuchungsstellen, meist in mittleren Häufigkeiten, gefunden werden (Abb. 82). Bezüglich ihrer Nährstoffansprüche ist die Art trotz ihrer relativ weiten ökologischen Amplitude als mesotraphent einzustufen (MELZER et al, 1986).

*Myriophyllum spicatum* besiedelt im Mattsee den Tiefenbereich zwischen 0 und 8,5 m mit Schwerpunkt zwischen 2,1 und 5 m Wassertiefe. In dieser Tiefenzone erreichen die Pflanzen auch die größten Wuchshöhen und sind mit an der Bildung des sog. Laichkrautgürtels beteiligt.



***Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut)**

*Najas intermedia* ist die mit Abstand häufigste Wasserpflanzenart im Mattsee. In den meisten Transekten wurden die Vorkommen mit „häufig“ oder „massenhaft“ bewertet. Lediglich in einigen Transekten am Südostufer tritt die Art in etwas geringeren Häufigkeiten auf (Abb. 83). *Najas intermedia* gehört zum typischen Inventar nährstoffärmerer, kalkmesotropher Binnenseen und ist insbesondere in Characeen-reichen Klarwasserseen häufig anzutreffen (CASPER & KRAUSCH, 1980; DOLL, 1992). Die Art ist etwas

wärmeliebend (DOLL & PANKOW, 1989) und findet daher in den Seen des Alpenvorlands gute Wachstumsbedingungen vor.

Das Mittlere Nixenkraut besiedelt im Mattsee den Tiefenbereich zwischen 0 und 9 m. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt zwischen 2,1 und 4,5 m Tiefe. In diesem Tiefenbereich erreichen die Pflanzen Wuchshöhen von bis zu 1 m und sind im Mattsee wesentlicher Bestandteil des Laichkrautgürtels. Oberhalb und unterhalb dieser Tiefenzone bleiben die Pflanzen deutlich kleinwüchsiger.

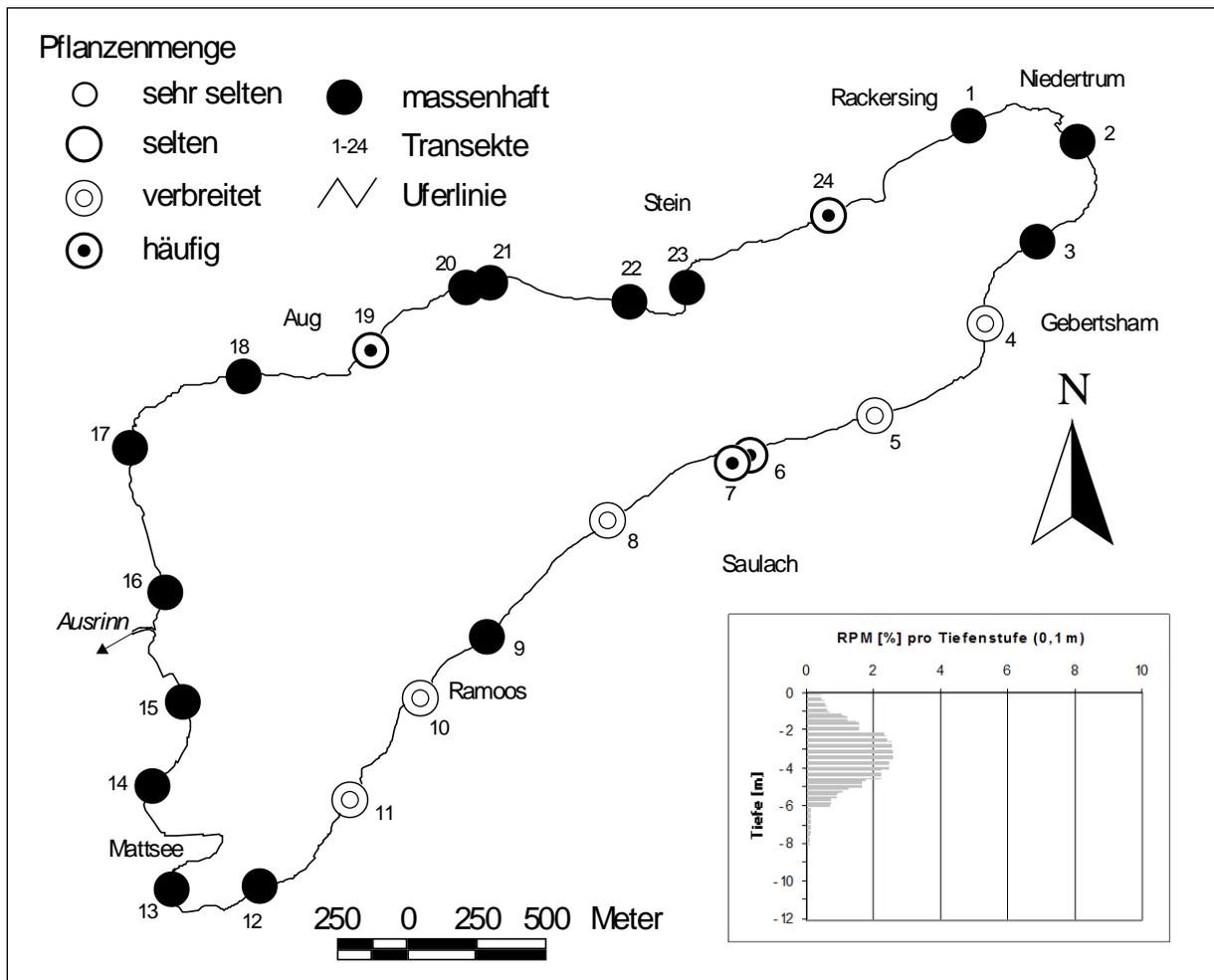


Abb. 83: Verbreitung von *Najas intermedia* im Mattsee.

**Potamogeton filiformis (Faden-Laichkraut)**

*Potamogeton filiformis* ist eine oligotraphente Laichkrautart (KRAUSE, 1969; HUTCHINSON, 1975; CASPER & KRAUSCH, 1980; PALL & HARLACHER, 1992). In den Roten Listen für Österreich (NIKLFIELD, 1999) wird sie als „stark gefährdet“ geführt. Das Faden-Laichkraut kommt im Mattsee am Nordwestufer (Transekte 16 bis 21) in mittlerer

Häufigkeit vor (Abb. 84). Es besiedelt hier gemeinsam mit Characeen die flachen, sandig-schlammigen Uferbänke zwischen den zur Seemitte hin aufgelockerten Schilfbeständen. Am Mattsee besiedelt die typische Flachwasserpflanze den Tiefenbereich von 0 bis 2,5 m Tiefe mit Schwerpunkt zwischen 0,9 und 2 m.

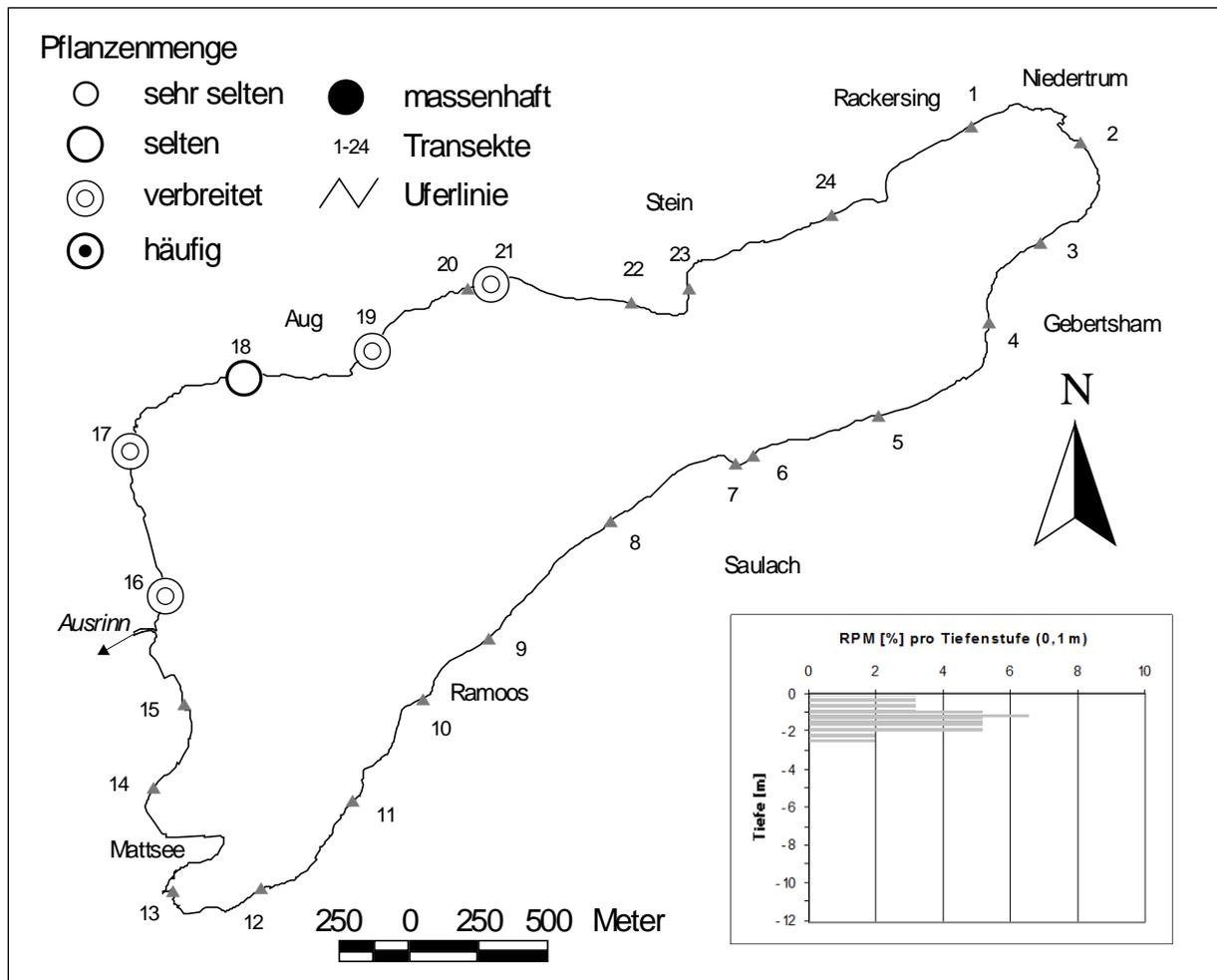


Abb. 84: Verbreitung von *Potamogeton filiformis* im Mattsee.

**Potamogeton gramineus (Gras-Laichkraut)**

Auch das Gras-Laichkraut wird in den Roten Listen für Österreich (NIKL FELD, 1999) als „stark gefährdet“ geführt. Nach eigenen Erfahrungen ist die Art in Österreichs Seen weitaus seltener anzutreffen als das ebenfalls als „stark gefährdet“ eingestufte Faden-Laichkraut. *Potamogeton gramineus* bevorzugt als Wuchsorte klare, unverschmutzte mesotrophe Gewässer (ADLER et al., 1994). Am

Mattsee wurde *Potamogeton gramineus* „selten“ bis „verbreitet“ in insgesamt sechs, überwiegend am Nordufer gelegenen, Transekten gefunden (Abb. 85).

Die Tiefenverbreitung des Gras-Laichkrauts reicht am Mattsee von 0,7 bis 7,8 m. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt zwischen 2,3 und 4 m Wassertiefe.

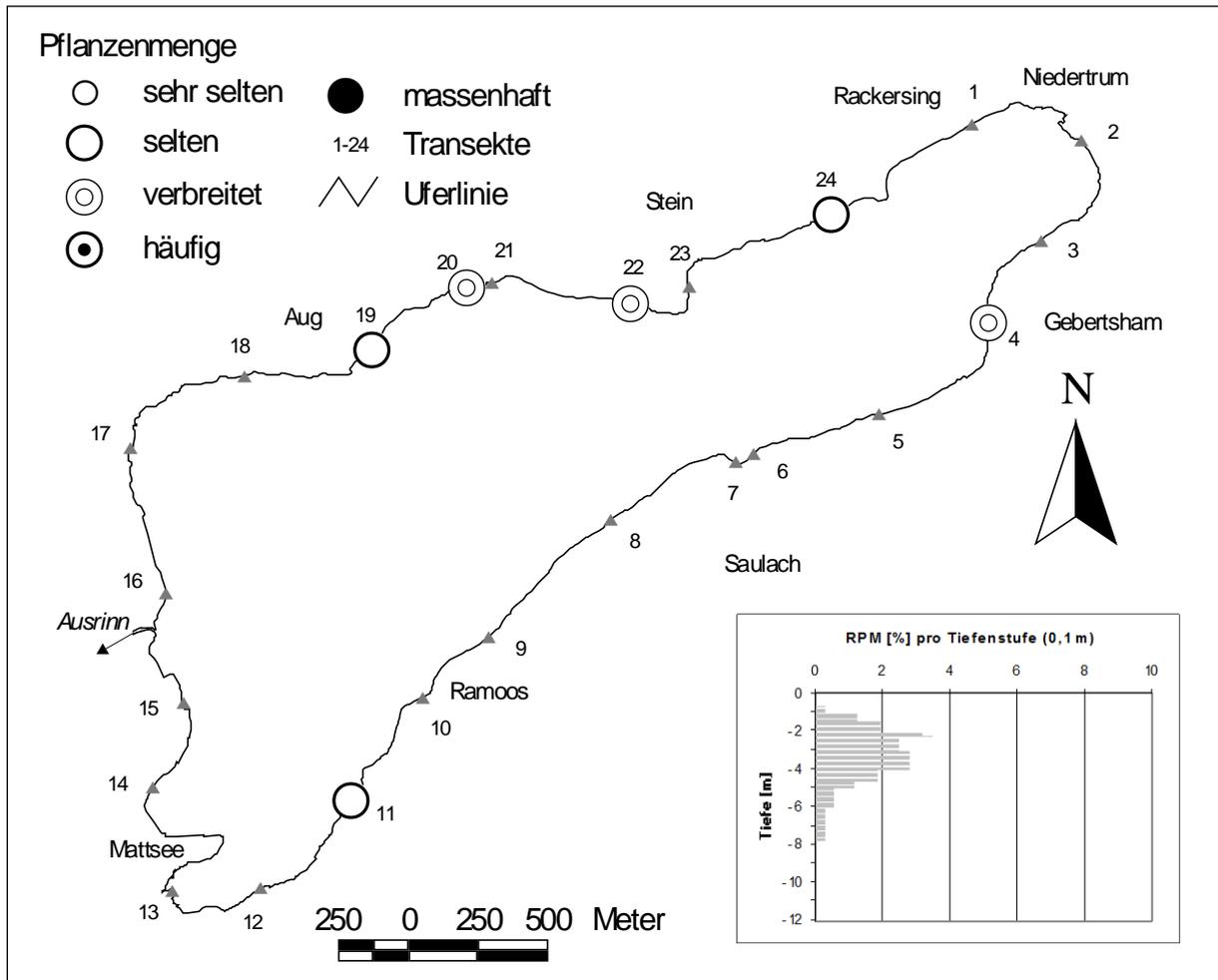


Abb. 85: Verbreitung von *Potamogeton gramineus* im Mattsee.

**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 Mattsee wurde *Potamogeton pectinatus* nur an drei Standorten gefunden. Dies waren die Transekte 20 bei Haag, 23 bei Stein und das Transekt 1 bei

Rackersing (Abb. 86). Über die möglichen Ursachen des erhöhten Nährstoffangebotes kann hier nur spekuliert werden. Möglicherweise erfolgen im Bereich von Transekt 20 Einträge aus den angrenzenden, landwirtschaftlich genutzten Flächen. Bei Stein findet sich ein Campingplatz im Hinterland. Im Fall von Transekt 1 konnte keine Belastungsquelle ausgemacht werden.

*Potamogeton pectinatus* tritt im Mattsee bevorzugt zwischen 0 und 1 m Wassertiefe auf.

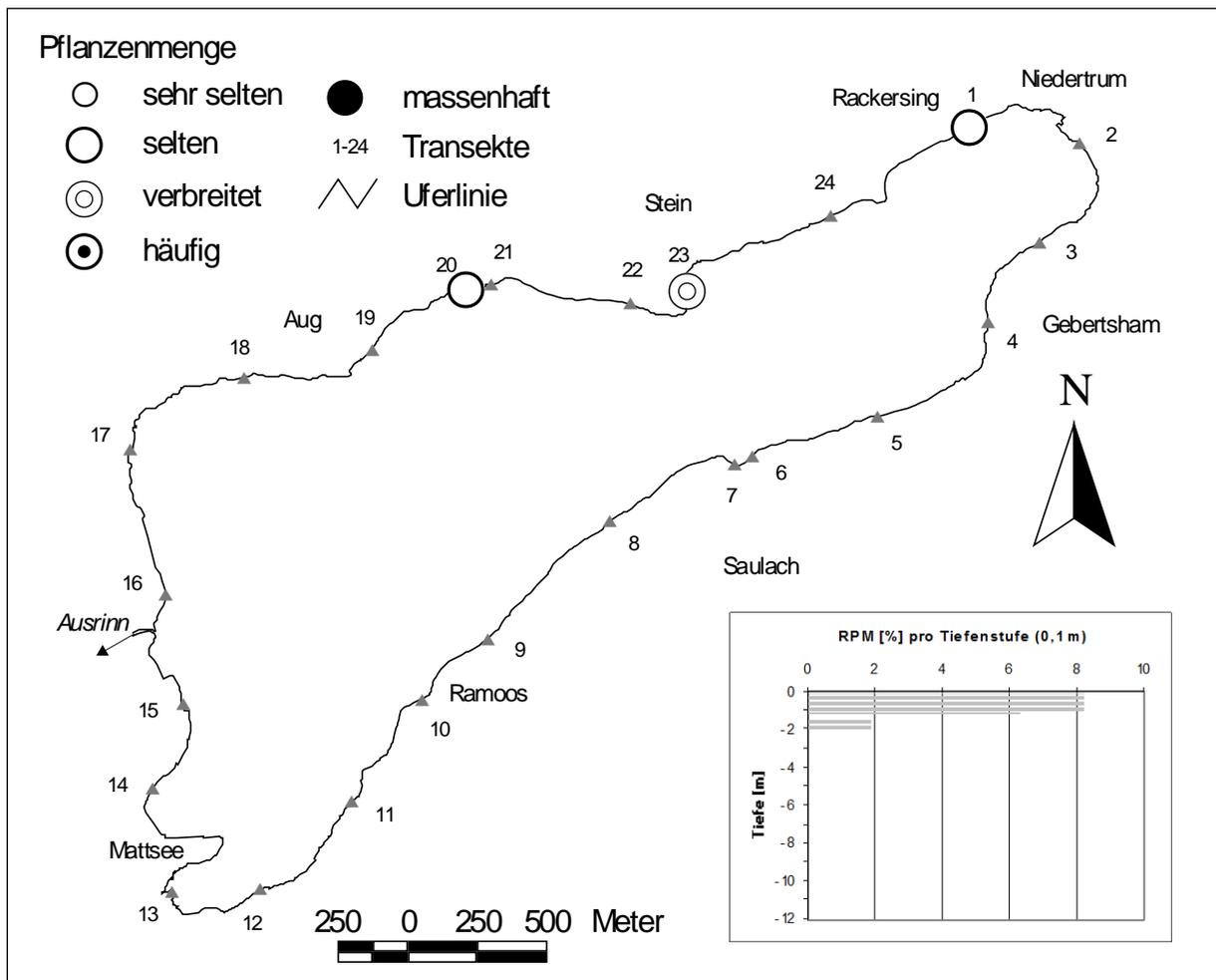


Abb. 86: Verbreitung von *Potamogeton pectinatus* im Mattsee.

**Potamogeton perfoliatus (Durchwachsenes Laichkraut)**

Bezüglich seiner Nährstoffansprüche ist das Durchwachsene Laichkraut im mesotraphenten Bereich anzusiedeln. Dementsprechend findet die Laichkrautart im Mattsee gute Wachstumsbedingungen vor. Sie ist fast entlang des gesamten Gewässerufers immer wieder anzutreffen (Abb. 87).

Als wesentlicher Bestandteil des Laichkrautgürtels ist *Potamogeton perfoliatus* bevorzugt im Tiefenbereich zwischen 1,7 und 4,5 m anzutreffen. Vertreter der Art konnten aber auch im Flachwasser sowie bis in eine Tiefe von 6 m gefunden werden.

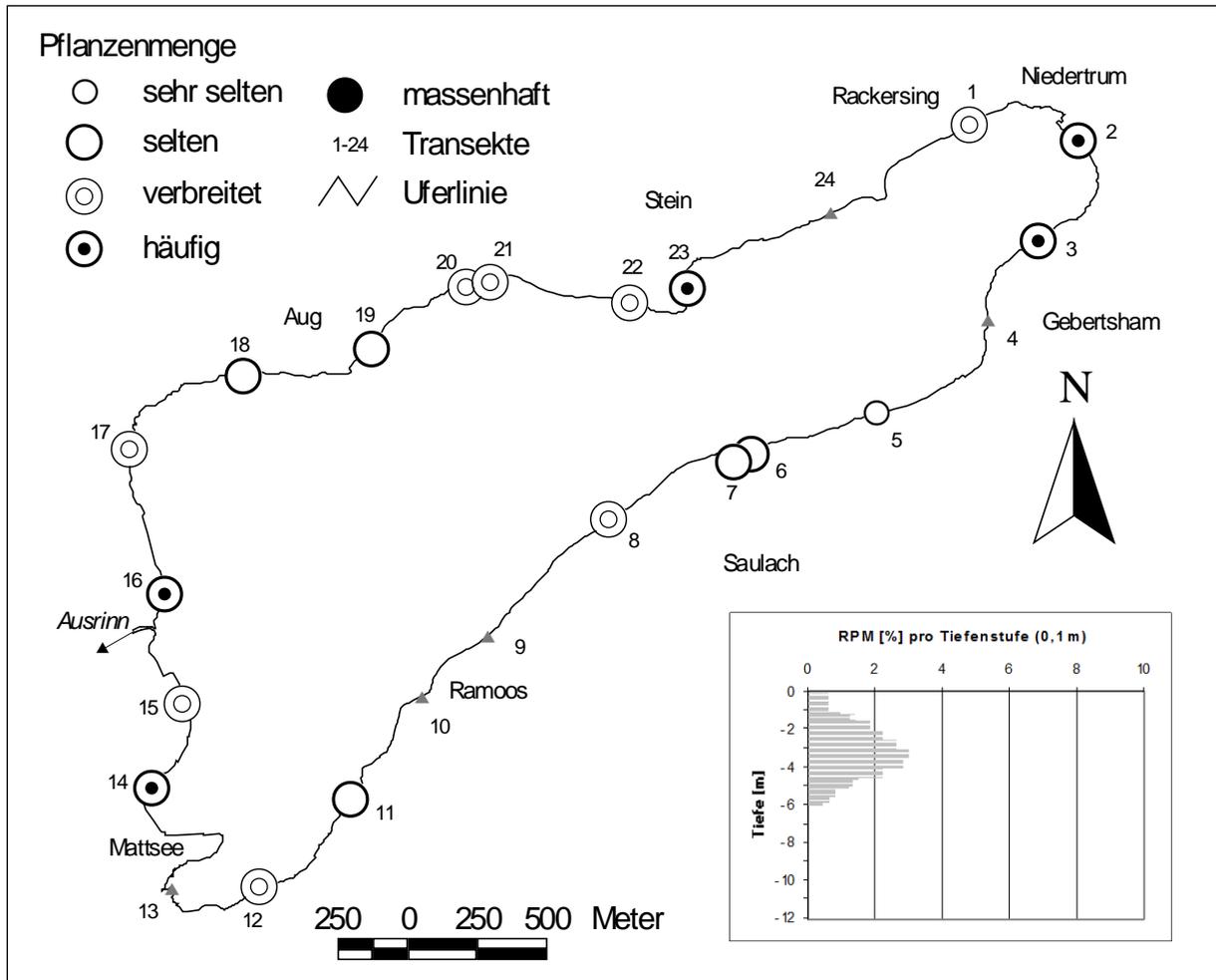


Abb. 87: Verbreitung von *Potamogeton perfoliatus* im Mattsee.

**Potamogeton pusillus (Zwerg-Laichkraut)**

Ähnlich weit verbreitet wie das Durchwachsene Laichkraut ist im Mattsee auch das Zwerg-Laichkraut. Es konnte in fast allen untersuchten Transekten in mittleren Häufigkeiten gefunden werden (Abb. 88). *Potamogeton pusillus* kommt bevorzugt in mäßig nährstoffreichen bis nährstoffreichen Gewässern vor. Aussagen zum

Belastungsgrad bestimmter Uferbereiche lassen sich aufgrund der relativ weiten ökologischen Amplitude der Art aber nicht ableiten. Die dichtesten Vorkommen bildet die Art im Mattsee im Bereich zwischen 1,1 und 5 m Wassertiefe.

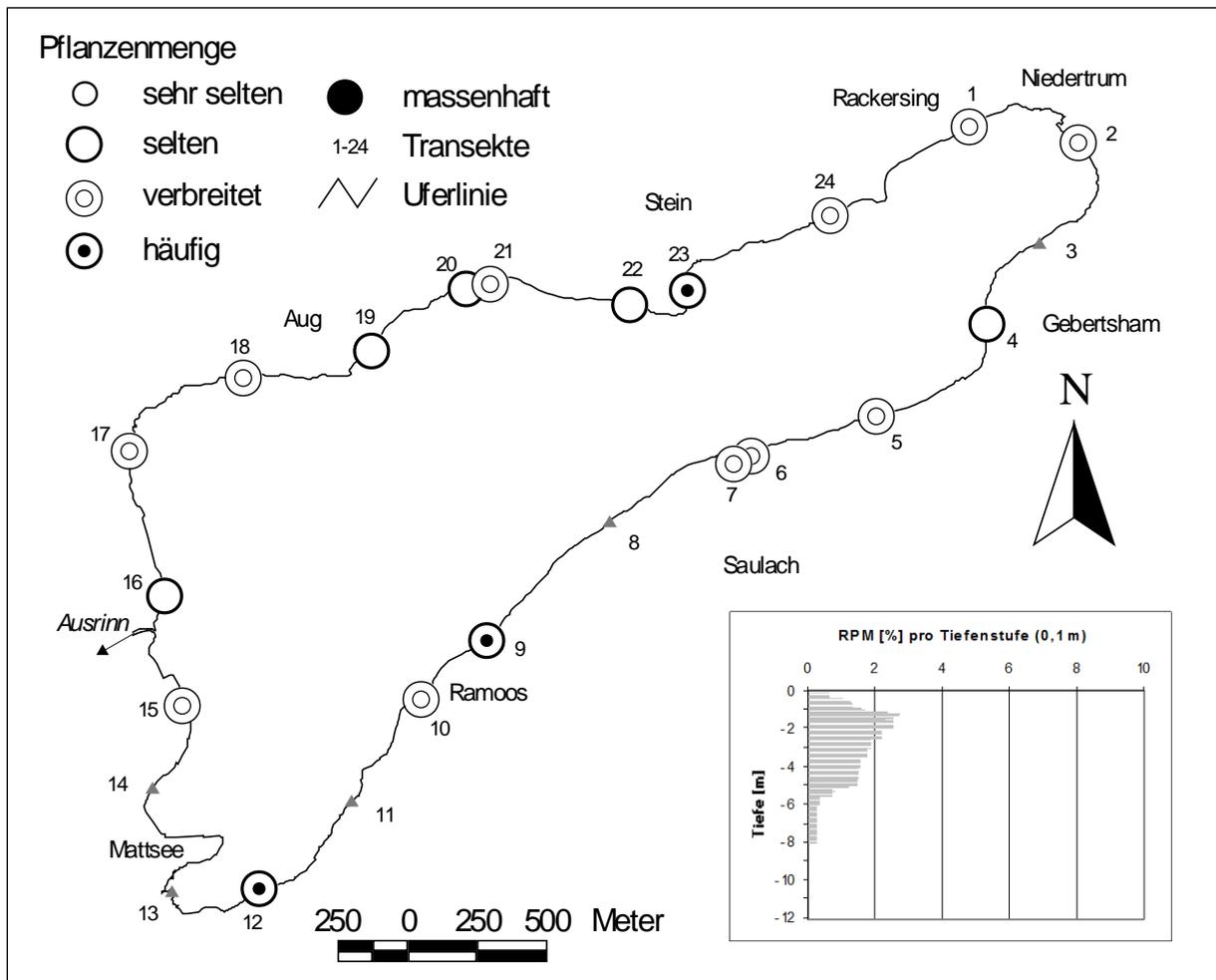


Abb. 88: Verbreitung von *Potamogeton pusillus* im Mattsee.

***Potamogeton x cooperi* (Cooper's-Laichkraut)**

Bei *Potamogeton x cooperi* handelt es sich um eine Hybridform von *Potamogeton crispus* und *Potamogeton perfoliatus*. Die Art wird erst in neuerer Zeit häufiger in Österreich beobachtet. Im Mattsee wurde *Potamogeton x cooperi* interessanterweise nur am Nord-

und am Westufer gefunden (Abb. 89). Der Schwerpunkt der Tiefenverbreitung von *Potamogeton x cooperi* im Mattsee liegt zwischen 2,6 und 4 m.

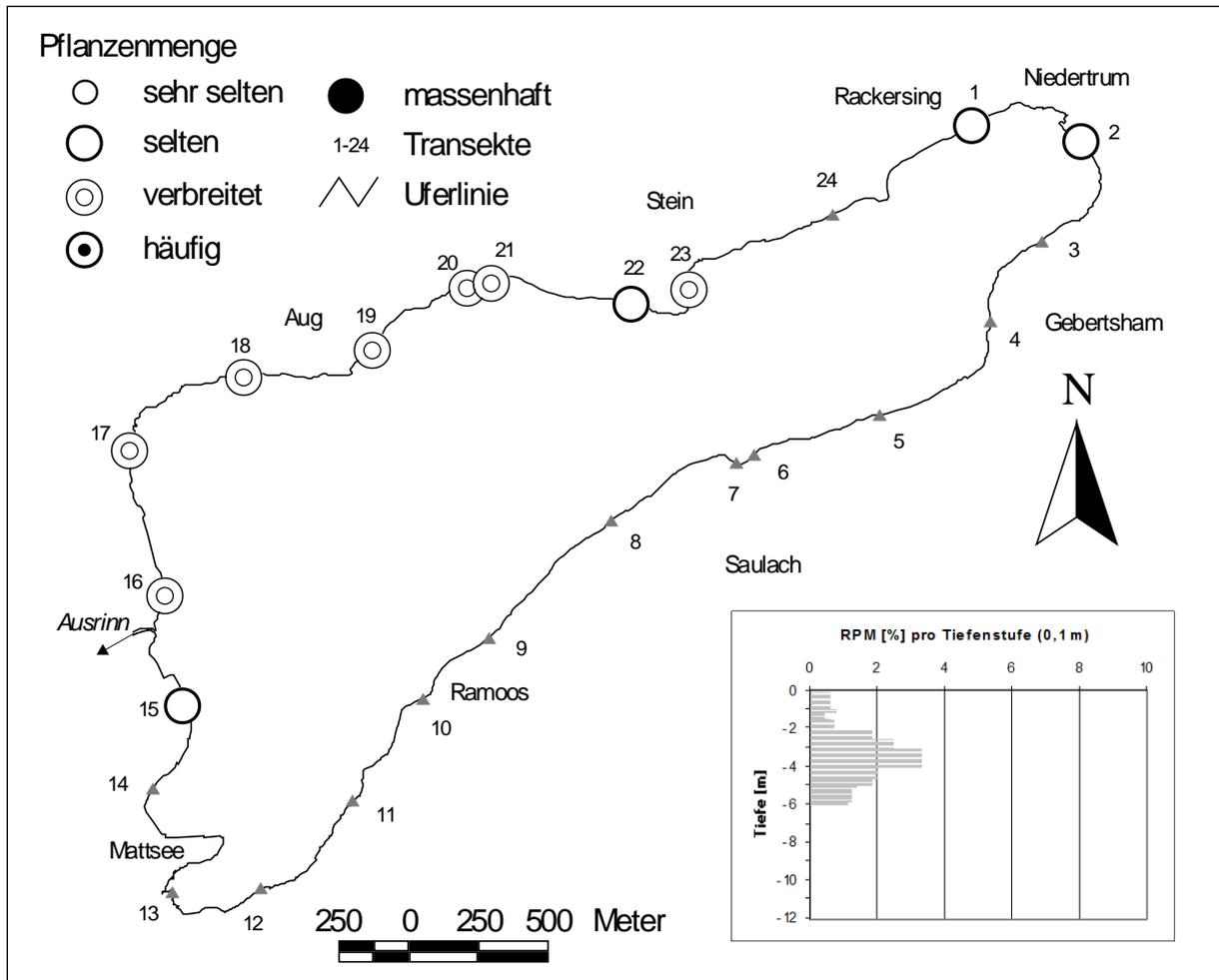


Abb. 89: Verbreitung von *Potamogeton x cooperi* im Mattsee.

***Ranunculus circinatus* (Spreizender Hahnenfuß)**

Bereits frühe Untersuchungen stellen den Spreizenden Hahnenfuß in die Reihe der charakteristischen Hartwasserpflanzen, deren Verbreitung sich auf Gewässer mit pH-Werten zwischen 7 und 9 beschränkt (IVERSEN, 1929). Daneben wird die Verbreitung der Art durch ein hohes Nährstoffangebot gefördert (MELZER et al, 1986, 1988). In nährstoffärmeren Seen gehört *Ranunculus circinatus* daher zu den zuverlässigsten

Zeigerpflanzen für lokale Nährstoffbelastungen. Im Mattsee wurde *Ranunculus circinatus* im Bereich der Ortschaft Mattsee, hier vor allem in der Weyerbucht, sowie in den Transekten 20 und 22 vorgefunden (Abb. 90).

Der Spreizende Hahnenfuß kommt am Mattsee zwischen 0 und 7,3 m Wassertiefe vor und zeigt dabei keine Vorliebe für einen bestimmten Tiefenbereich.

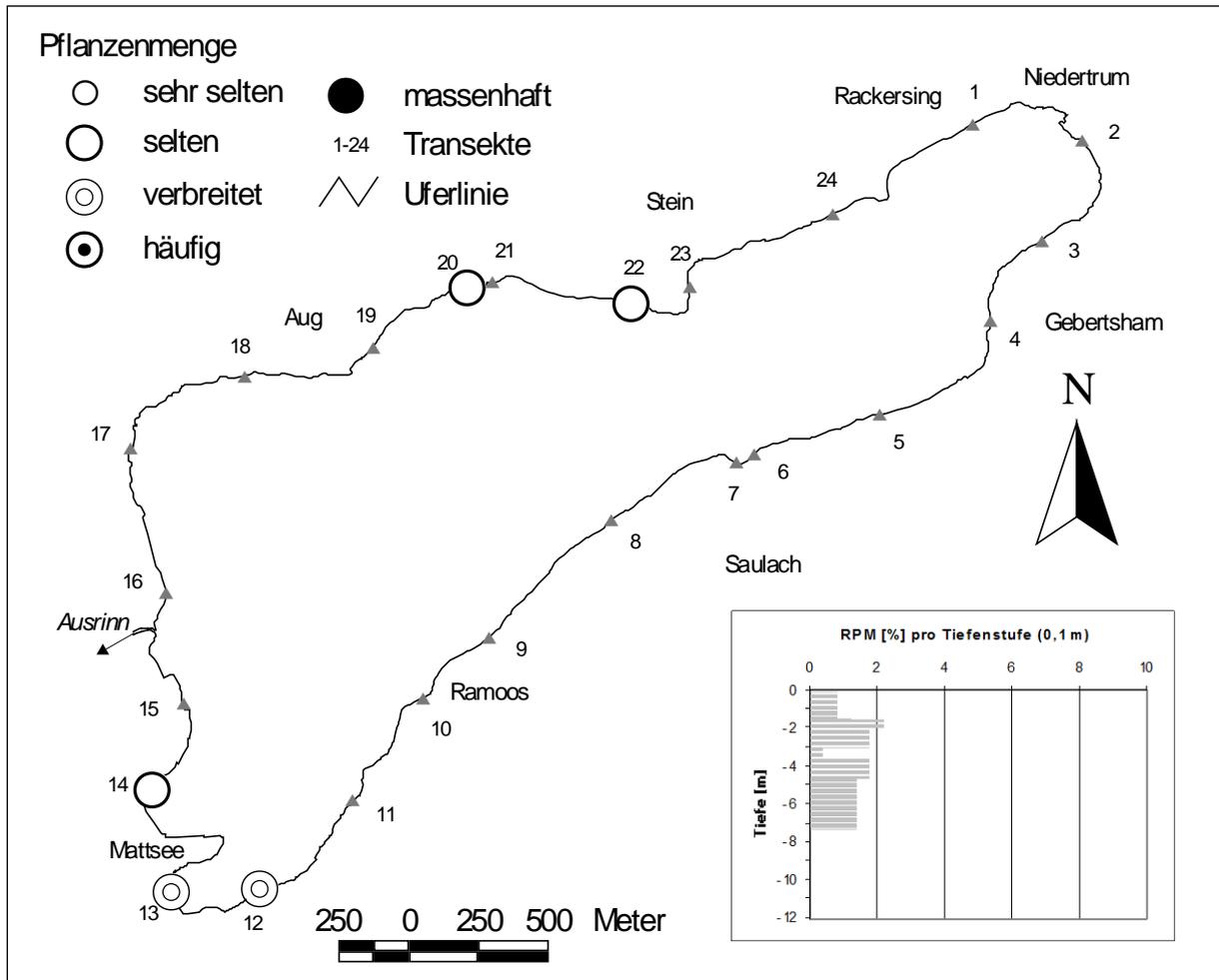


Abb. 90: Verbreitung von *Ranunculus circinatus* im Mattsee.

***Zannichellia palustris* (Teichfaden)**

*Zannichellia palustris* ist die seltenste Wasserpflanzenart im Mattsee. Sie wurde nur an einer

Stelle am Nordufer (Transekt 24) im Flachwasser gefunden (Abb. 91).

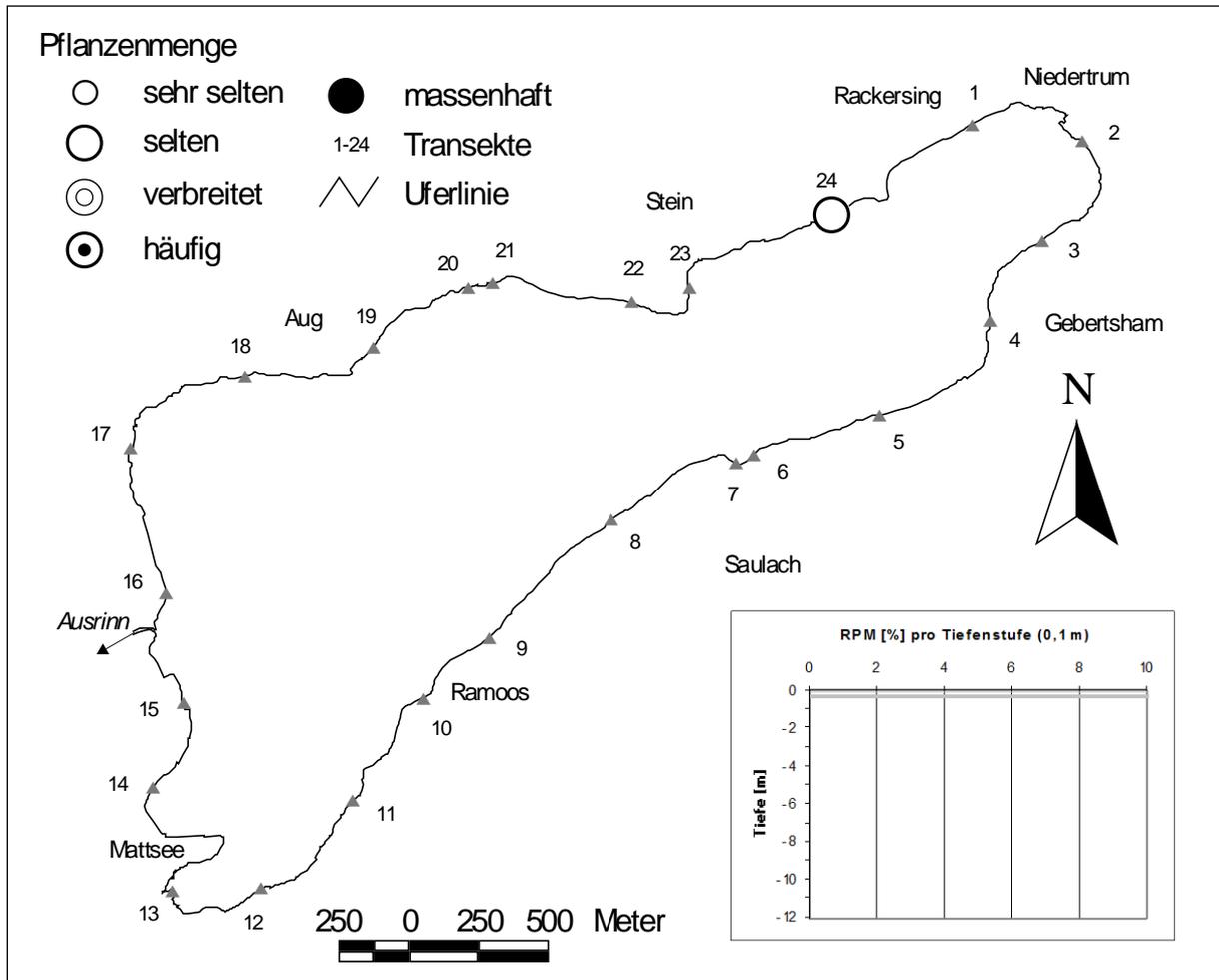


Abb. 91: Verbreitung von *Zannichellia palustris* im Mattsee.

## Schwimmbblattvegetation

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

Am Mattsee kommen zwei Schwimmbblattarten vor, nämlich *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba*. Die Lage der Schwimmbblatt-Bestände wurde mittels dGPS und Boot eingemessen. Für diesen Vegetationstypus liegt deshalb eine die gesamte Uferlinie des Sees betreffende Aufnahme vor (Abb. 92 und Kartenteil).

Die Schwimmbblattvegetation tritt am Mattsee mengenmäßig insgesamt nur gering in Erscheinung. Besiedelt werden vorwiegend ruhige Buchten oder geschützte Bereiche vor größeren Schilffeldern am Nordwestufer. Etwas häufiger als die Gelbe Teichrose ist die Große Seerose anzutreffen (Abb. 92).

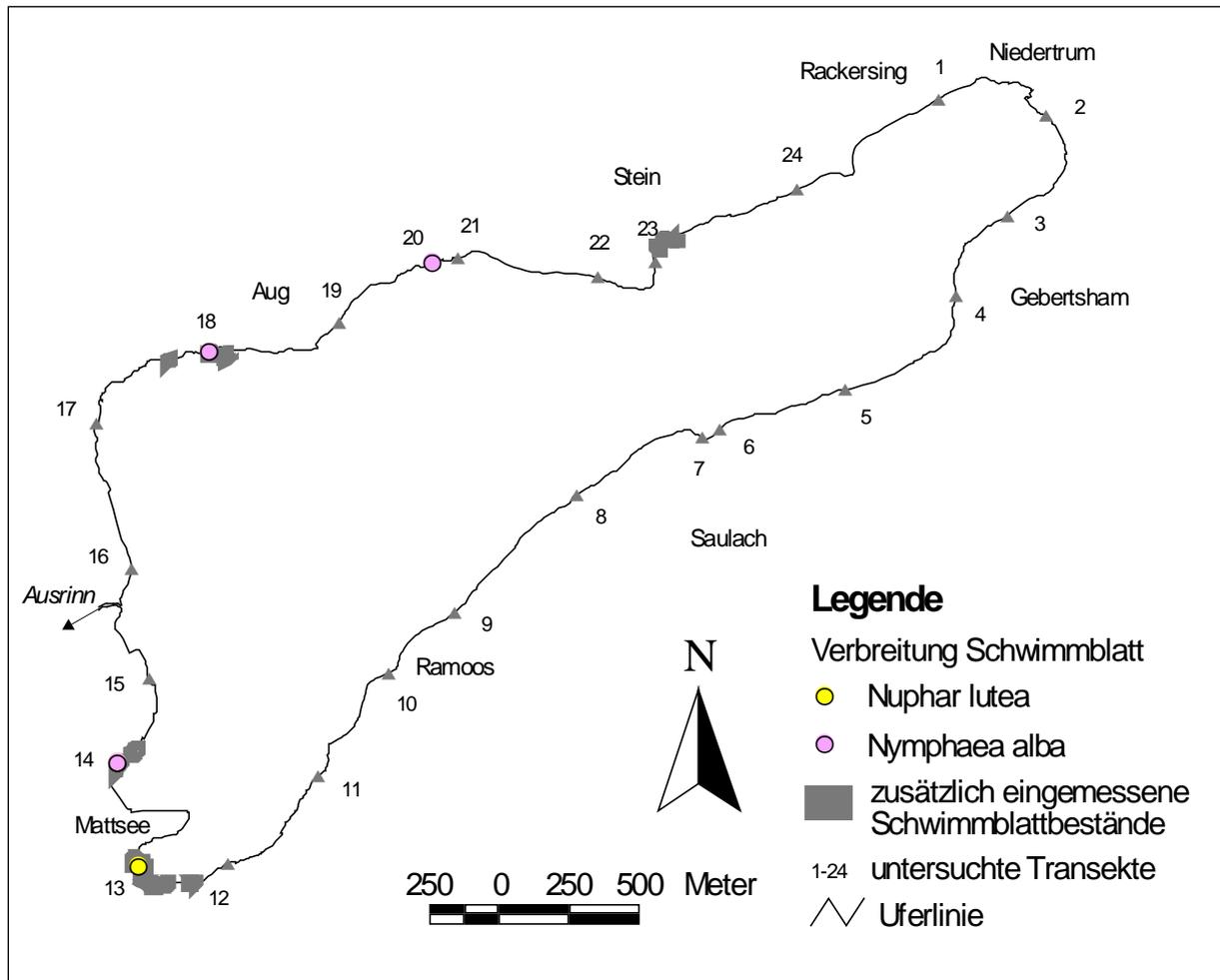


Abb. 92: Verbreitung von Schwimmblattpflanzen im Mattsee.

## 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; DYCZYJOVA, 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).

In den Jahren 1996 bis 2005 wurde im Rahmen der ökologischen Untersuchung der Uferzonen der Trumer Seen auch eine detaillierte Erhebung des Röhrichtbestandes vorgenommen (HEBERLING & JÄGER, 2005). Zweck dieser Untersuchung war die

Erfassung und Klassifizierung der Uferbereiche sowie die Feststellung und Beurteilung allfälliger Abweichungen von der natürlichen Uferbeschaffenheit. Der Untersuchungsbereich reichte landseitig von der Anschlaglinie des 10-jährigen Hochwassers (HQ10) bis zur seeseitigen Ausbreitungsgrenze des Röhrichtgürtels. Entlang ausgewählter Transekte erfolgte eine Erhebung der wesentlichen Bonitätskriterien für den Schilfbestand (Halmlängen, -klassen, -dichten, Basaldurchmesser etc.). Die Ergebnisse der Untersuchung sowie eine Bewertung der Befunde sind in HEBERLING & JÄGER (2005) ausführlich dargestellt.

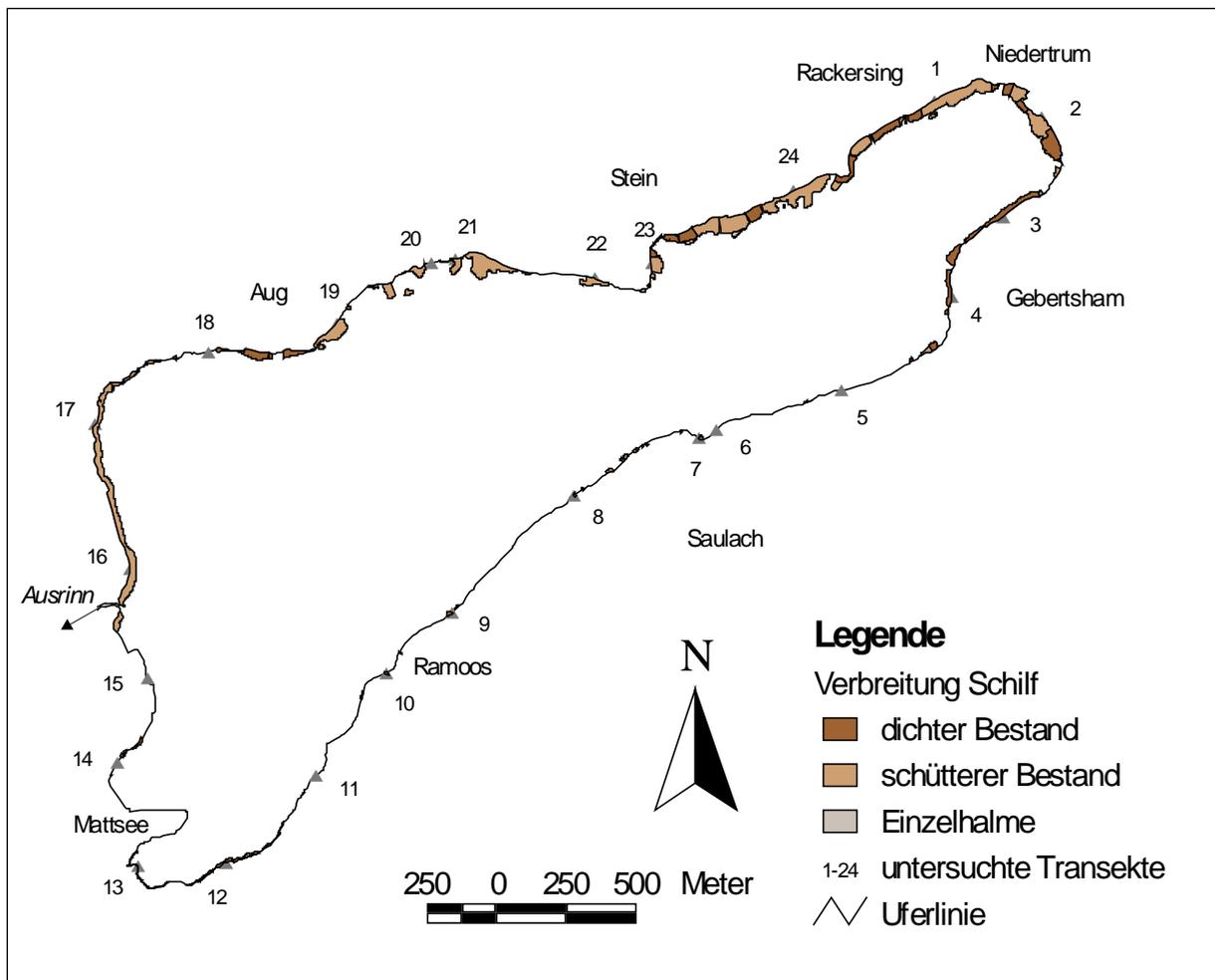
Im Rahmen des vorliegenden Projektes erfolgte an den Trumer Seen eine exakte Einmessung der Röhrichtbestände mittels dGPS und Boot im Zuge der Echosondierung. Für das Röhricht liegt deshalb eine die gesamte Uferlinie des Mattsees betreffende Aufnahme vor. Im Zuge der Vermessung wurde jedoch nicht nach Arten differenziert, sondern es wurden im Wesentlichen die Schilf- (*Phragmites australis*) und Binsen- (*Schoenoplectus lacustris*) Vorkommen angesprochen (Abb. 93, 94 und Kartenteil).

Eine genaue Bestimmung der Artenzusammensetzung des Röhrichts erfolgte dann im Rahmen der Transektkartierung. Neben den beiden o.a. Arten konnte hierbei allerdings nur noch *Acorus calamus* (Kalmus) nachgewiesen werden (Transekt 13, ohne Verbreitungskarte).

***Phragmites australis* (Schilf)**

Schilfvorkommen finden sich am Mattsee vorwiegend entlang der nördlichen Hälfte des Westufers, am Nordwest- und am Nordostufer. Hier sind die Gegebenheiten zur Entwicklung eines Schilfgürtels zum einen aufgrund der Beckenmorphologie mit überwiegend flach verlaufendem Gewässerufer und ausgedehnten Flachwasserzonen gut geeignet. Zum anderen liegen diese Uferabschnitte auf der der Hauptwindrichtung zugewandten Seite des Sees, weshalb hier die mechanischen Belastungen durch

die natürliche Wellenenergie am geringsten sind. In den genannten Uferzonen reichen die Schilfbestände oft weit in den See hinein (siehe Kartenteil), bleiben aber überwiegend schütter. Entlang des Südostufers sind die Bedingungen für die Ausbildung eines Röhrichtgürtels generell schlechter. Die fast durchwegs steilen Gewässerufer sind durch die bei Windereignissen von Nordwesten her anrollenden Wellen einer starken mechanischen Belastung ausgesetzt. Hier konnten sich nur wenige, kleinere Schilfbestände etablieren.



**Abb. 93:** Verbreitung von *Phragmites australis* im Mattsee.

### *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse)

Die weichen, biegsamen Halme der Grünen Teichbinse sind unempfindlicher gegen Wind und Wellenschlag als jene des Schilfs 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, sich über den Wasserspiegel erhebenden) Wuchsform auch eine rein submerse

(untergetauchte) Wuchsform mit schlaffen, bandförmigen Blättern ausbilden.

Binsenvorkommen finden sich daher meist dem Schilfgürtel seeseitig vorgelagert. Am Mattsee ist dies nur teilweise der Fall. Meist haben sich die Binsen hier innerhalb der lückigen Schilfbestände angesiedelt. Wie auch beim Schilf finden sich die bedeutendsten Vorkommen am Nordwestufer des Sees (Abb. 94).

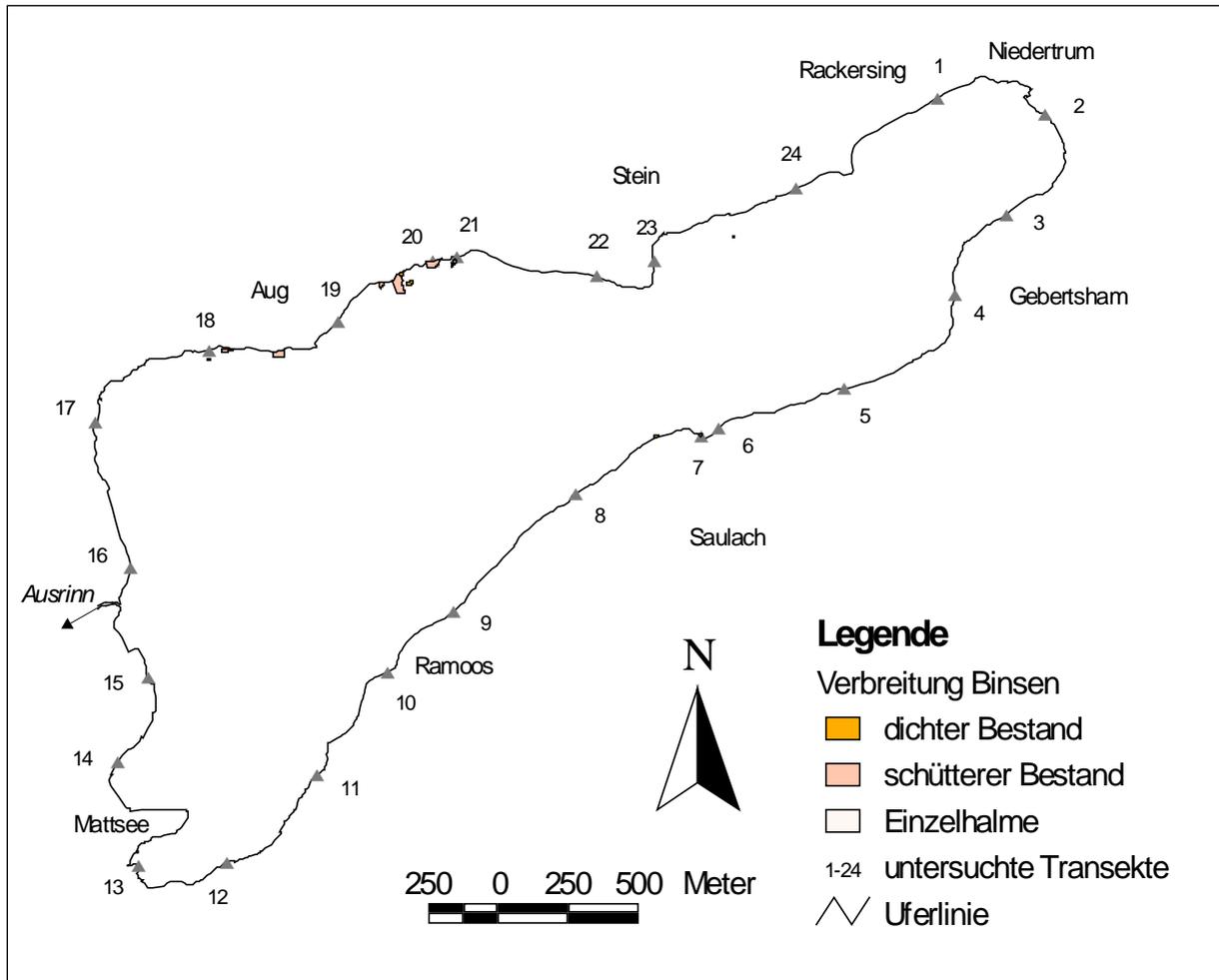


Abb. 94: Verbreitung von *Schoenoplectus lacustris* im Mattsee.

### 3.2.4.2 OBERTRUMER SEE

#### Untergetauchte Vegetation

##### Charophyta (Armleuchteralgen)

Characeen stellen am Obertrumer See nur etwa 15% der untergetauchten Vegetation. Auch die Artenzahl fällt mit 4 relativ gering aus. Characeen sind wie bereits erwähnt, ganz überwiegend auf oligotrophe bis mesotrophe Standorte beschränkt. Gemäß dem aktuellen trophischen Zustand des Obertrumer Sees, der bereits dem angenommenen, oligo- bis

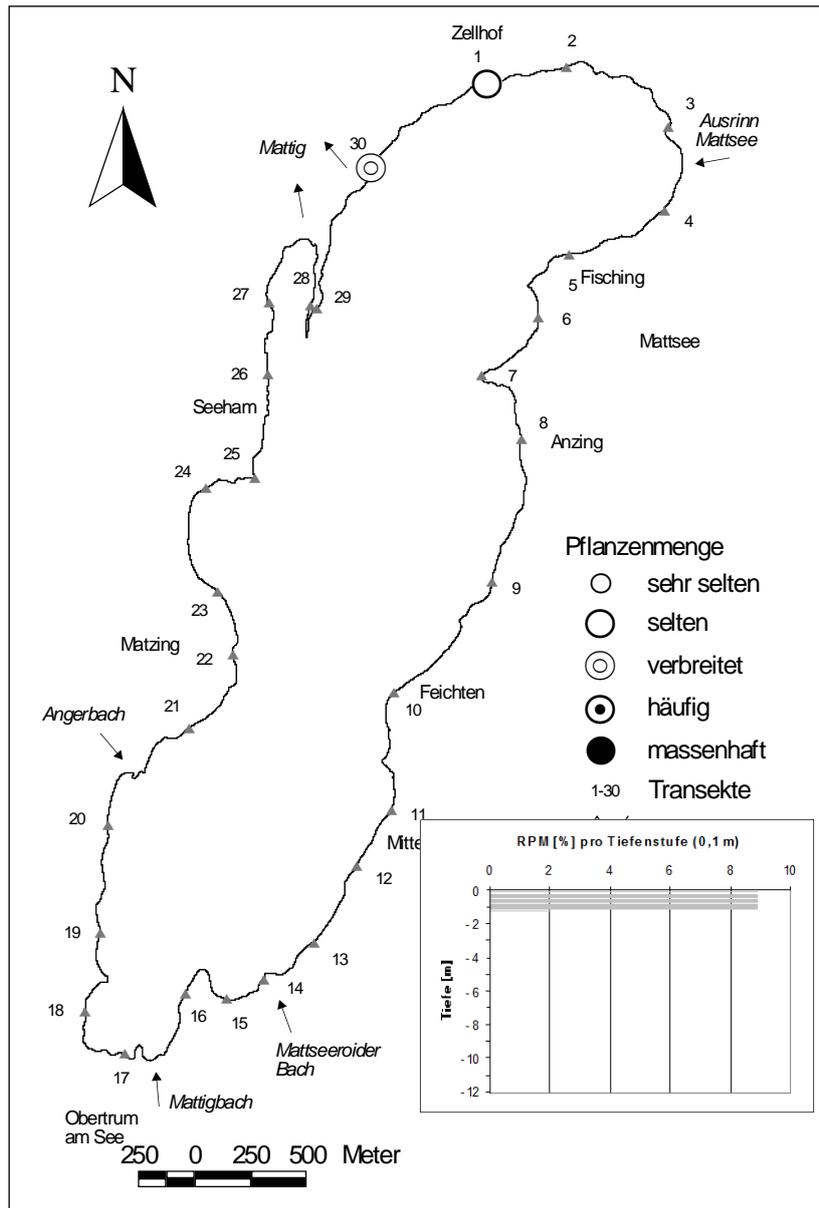
mesotrophen, Grundzustand für die Seen des Alpenvorlands entspricht, wären hier sowohl bezüglich der Pflanzenmenge wie auch bezüglich der Artenzahl höhere Werte zu erwarten. Dies zeigt deutlich die verzögerte Reaktion der Makrophytenvegetation auf Reoligotrophierungsprozesse.

***Chara aspera* (Stern-Armluchteralge)**

*Chara aspera*, die zweithäufigste Characeenart des Obertrumer Sees, 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).

*Chara aspera* kommt nur in den Transekten 1 und 30, also am Nordwestende des Sees vor (Abb. 95). Es handelt sich um einen sehr naturnahen Bereich des Sees. Hier schließt sich an ausgedehnte Schilfflächen ein weitestgehend natürliches Verlandungsufer an.

Als typische Flachwasserart bevorzugt *Chara aspera* den Tiefenbereich zwischen 0 und 1,2 m.



**Abb. 95:** Verbreitung von *Chara aspera* im Obertrumer See.

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

Die derbere, gegenüber Nährstoffbelastungen im Vergleich mit *Chara aspera* etwas unempfindlichere, *Chara contraria* ist die häufigste Characeenart des Obertrumer Sees. Die Gegensätzliche Armleuchteralge kommt in 9 der 30 untersuchten Transekte vor und wurde an ihren Wuchsorten mit „selten“ bis „verbreitet“ bewertet (Abb. 96). Auffälligerweise besiedelt die Art mit nur einer

Ausnahme (Mündungsbereich des Mattseeroider Bachs) nur das Westufer des Sees.

*Chara contraria* kommt im Obertrumersee zwischen 0 und 6,4 m vor. Die „Lücke“ in der Tiefenverbreitung zwischen 1,2 und 2,3 m resultiert aus der, vor allem am Nordwestufer des Sees ausgeprägten, unbesiedelbaren Abbruchkante des Schilfhorizonts.

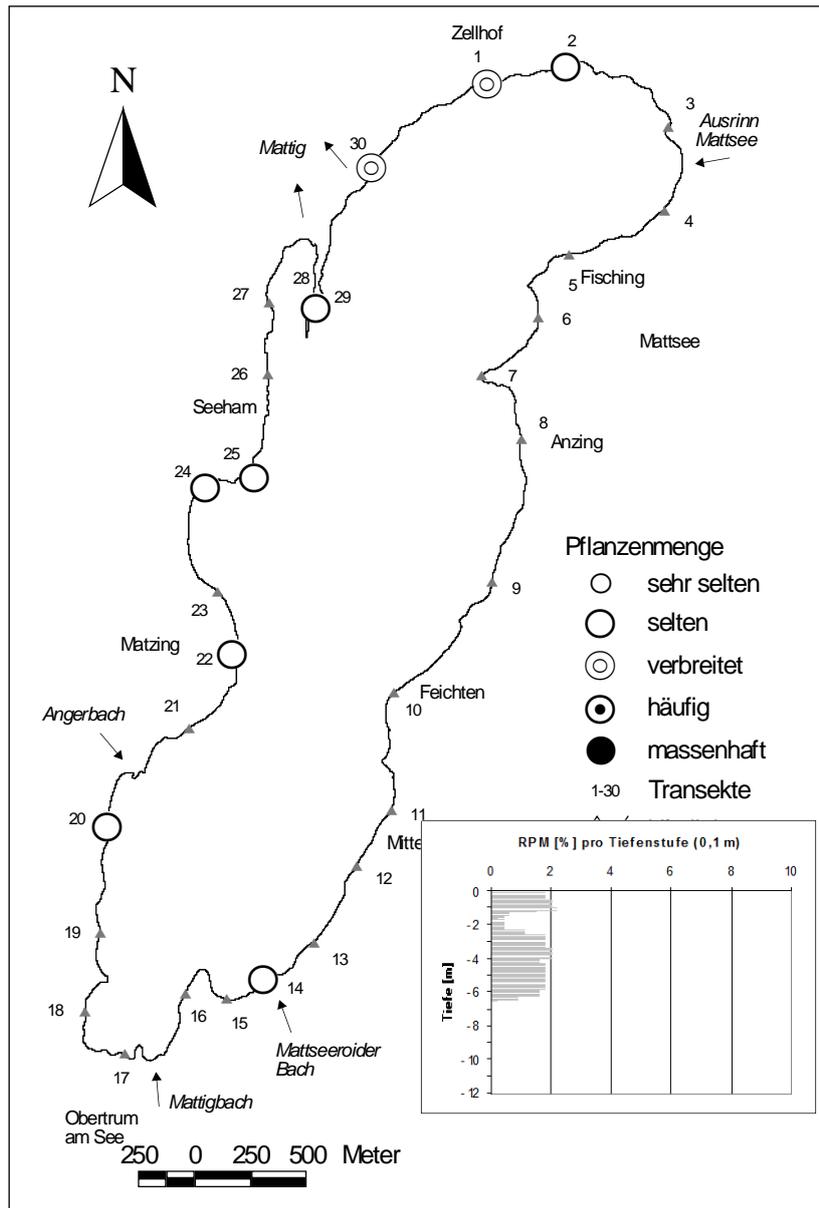
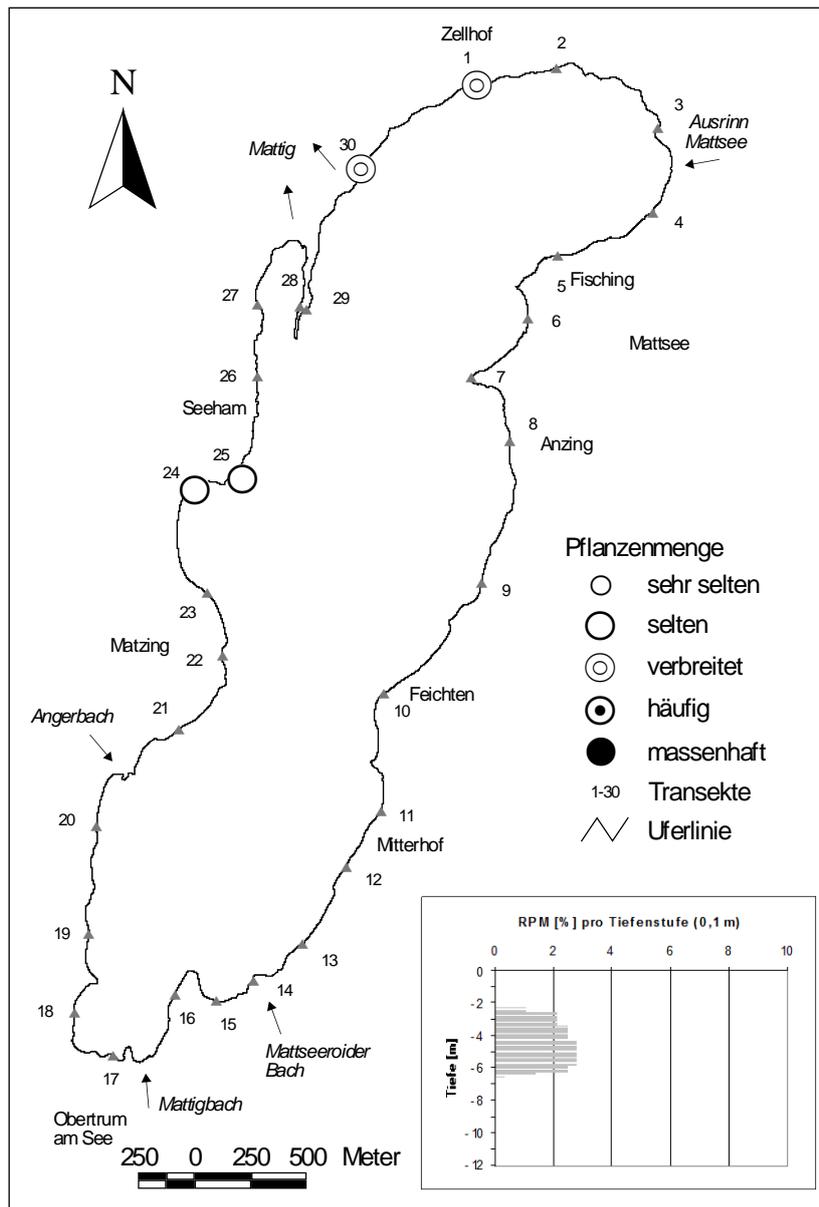


Abb. 96: Verbreitung von *Chara contraria* im Obertrumer See.

***Chara globularis* (Zerbrechliche Armeleuchteralge)**

*Chara globularis* ist die dritthäufigste Characeenart des Obertrumer Sees. Sie kommt gemeinsam mit *Chara aspera* am relativ naturnahen Nordwestufer des Sees in den Abschnitten 1 und 30 vor. Darüber hinaus konnte sie am Westufer, südlich von Seeham (Abschnitte 24 und 25), gefunden werden. (Abb. 97).

*Chara globularis* ist eine typische Tiefenwasserart und bildet häufig die untere Grenze der Vegetation (MELZER et al., 1986, 1988; MELZER & HÜNERFELD, 1990; PALL, 1996). Im Obertrumer See wurde die Art bevorzugt zwischen 4 und 6,5 m Tiefe gefunden.



**Abb. 97:** Verbreitung von *Chara globularis* im Obertrumer See.

***Nitellopsis obtusa* (Stern-Armlauchteralge)**

*Nitellopsis obtusa* ist die seltenste Armlauchteralgenart des Obertrumer Sees. Sie konnte in insgesamt 5 Transekten am Nord- und Westufer des Sees in geringen Häufigkeiten nachgewiesen werden (Abb. 98). 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. Interessanterweise befinden sich die Vorkommen am Westufer im Flachwasser, während die Art am Nordostufer nur in der Tiefe vorgefunden werden konnte.

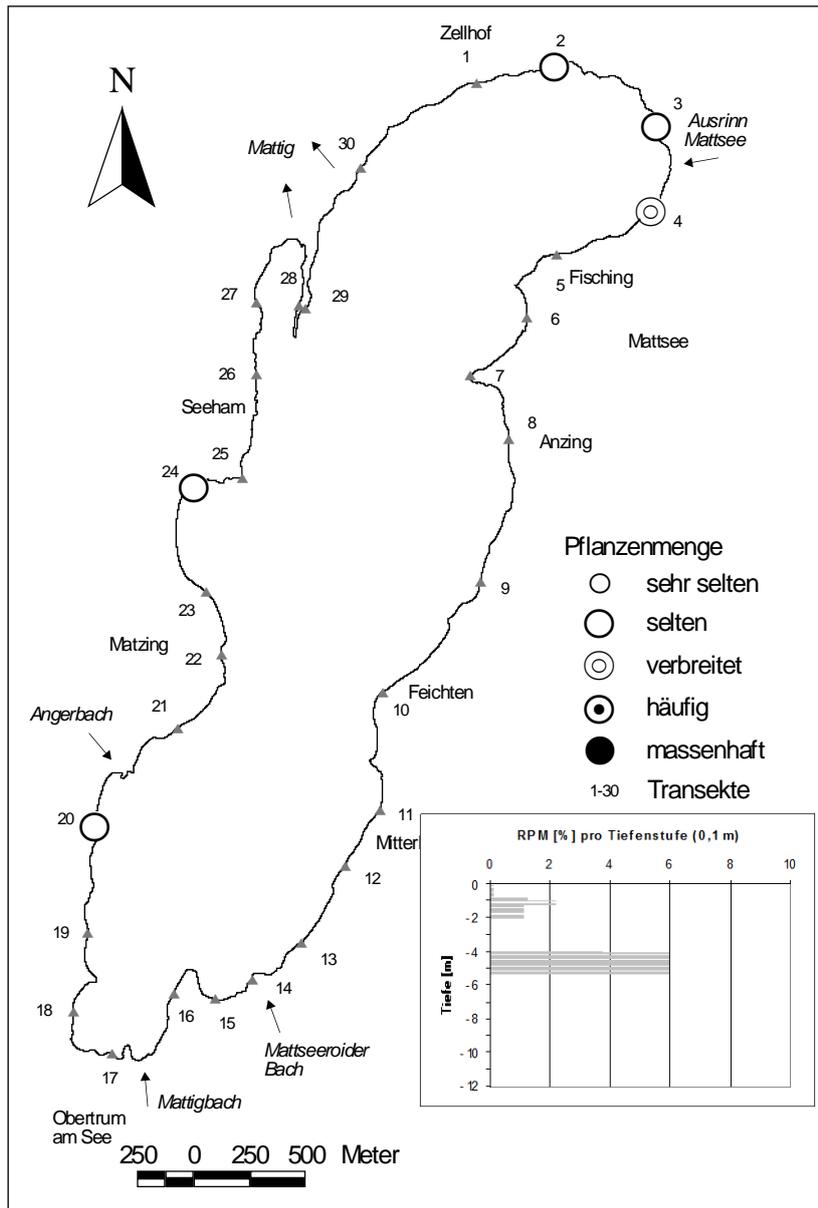


Abb. 98: Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* im Obertrumer See.

## Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Auch am Obertrumer See stellen die Höheren submersen Pflanzen etwas mehr als die Hälfte der Gesamtpflanzenmenge. Betrachtet man nur die submersen Vegetation, dominieren sie mit einem Mengenanteil von 66% deutlich über die Characeenvegetation. Die dominierende Art, *Najas*

### *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. Die Art hat eine relativ weite ökologische Amplitude und ist als mesotraphent einzustufen (MELZER et al, 1986).

*intermedia* (Mittleres Nixenkraut) ist im oligo-mesotraphenten Bereich anzusiedeln. Die übrigen, mengenmäßig bedeutenden Arten decken das volle Spektrum von oligotraphenten bis hin zu eutraphenten Spezies ab.

*Myriophyllum spicatum* ist am Obertrumer See nicht allzu häufig. Die Art wurde in 11 Transekten vorgefunden. Die größten Häufigkeiten erreichte sie dabei in den Transekten 9, 10 und 14 am Ostufer des Sees sowie in Transekt 26 bei Seeham am Westufer. Im nördlichen Seeteil konnte *Myriophyllum spicatum* nicht angetroffen werden (Abb. 99).

*Myriophyllum spicatum* bevorzugt im Obertrumer See den Tiefenbereich zwischen 1,2 und 3 m Wassertiefe.

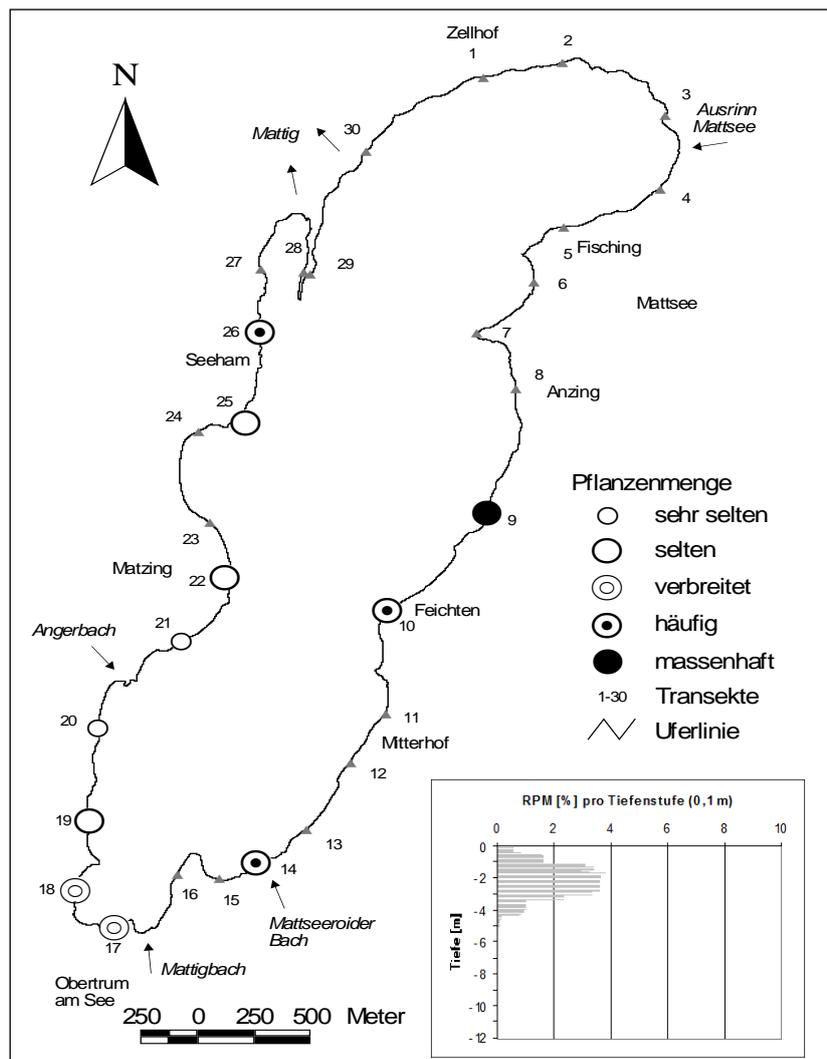


Abb. 99: Verbreitung von *Myriophyllum spicatum* im Obertrumer See.

***Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut)**

*Najas intermedia* ist die häufigste Wasserpflanzenart des Obertrumer Sees. Das Mittlere Nixkraut ist relativ wärmeliebend und etwas nährstofftolerant. Es ist als typisches Inventar der Bayerisch-Österreichischen Seen des Voralpenlandes zu betrachten. *Najas intermedia* wurde in jedem der untersuchten Transekte vorgefunden (Abb. 100).

Die größten Häufigkeiten erreichte die Art dabei am Nord- und Ostufer des Sees. *Najas intermedia* konnte im Obertrumer See im gesamten von Pflanzen bewachsenen Tiefenbereich gefunden werden. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt zwischen 1,7 und 3,3 m.

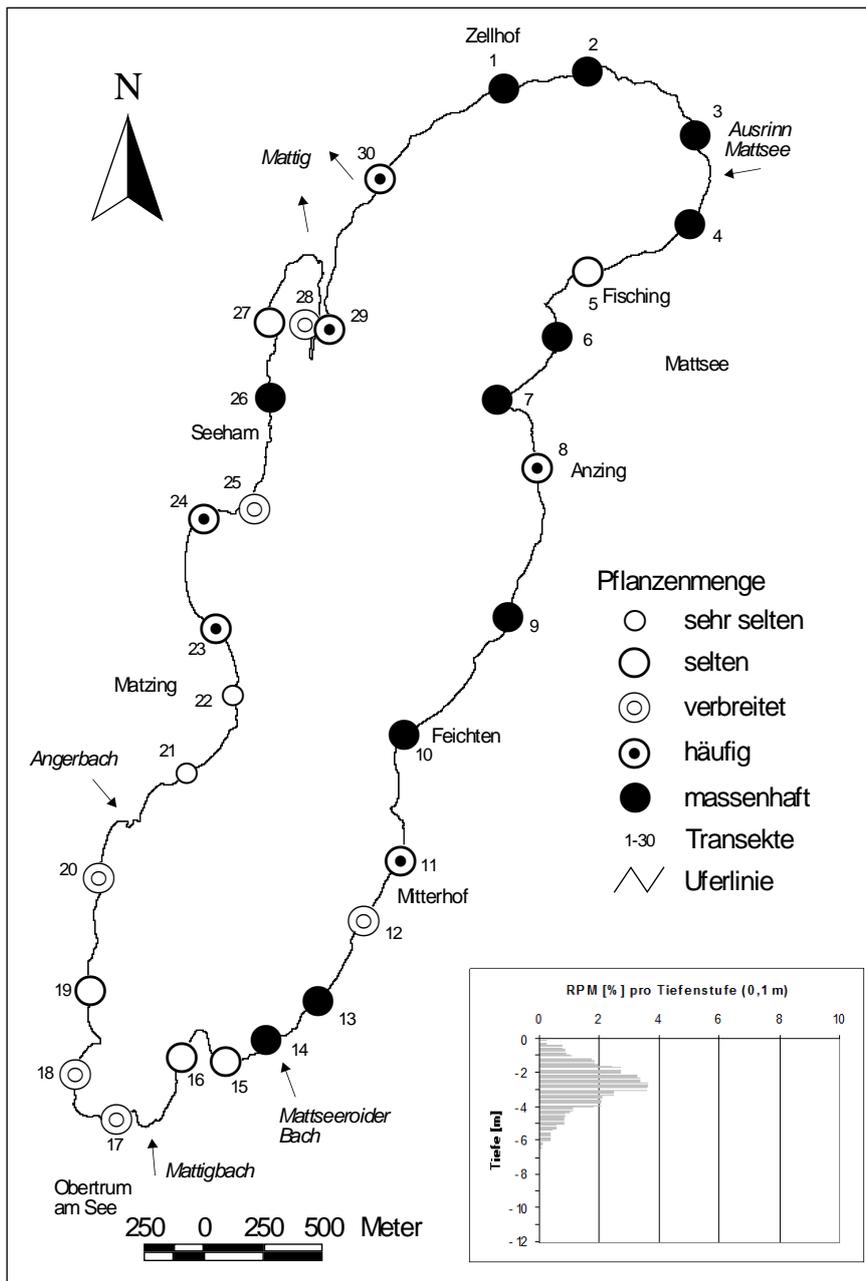


Abb. 100: Verbreitung von *Najas intermedia* im Obertrumer See.

### *Najas marina* (Großes Nixkraut)

Im Gegensatz zu *Najas intermedia* tritt *Najas marina* in den Trumer Seen eher selten auf. Das Große Nixkraut konnte am Obertrumer See nur in den Transekten 13 und 15 im Südosten des Sees sowie in der Seehamer Bucht nachgewiesen werden (Abb. 101). Im Gegensatz zum Mittleren Nixkraut kann vom Vorkommen des Großen

Nixenkrauts immer auf erhöhte Nährstoffkonzentrationen geschlossen werden.

Das Große Nixenkraut wurde im Obertrumersee zwischen 0,4 und 3,5 m Wassertiefe gefunden. Es bevorzugt den Tiefenbereich zwischen 1,6 und 3 m.

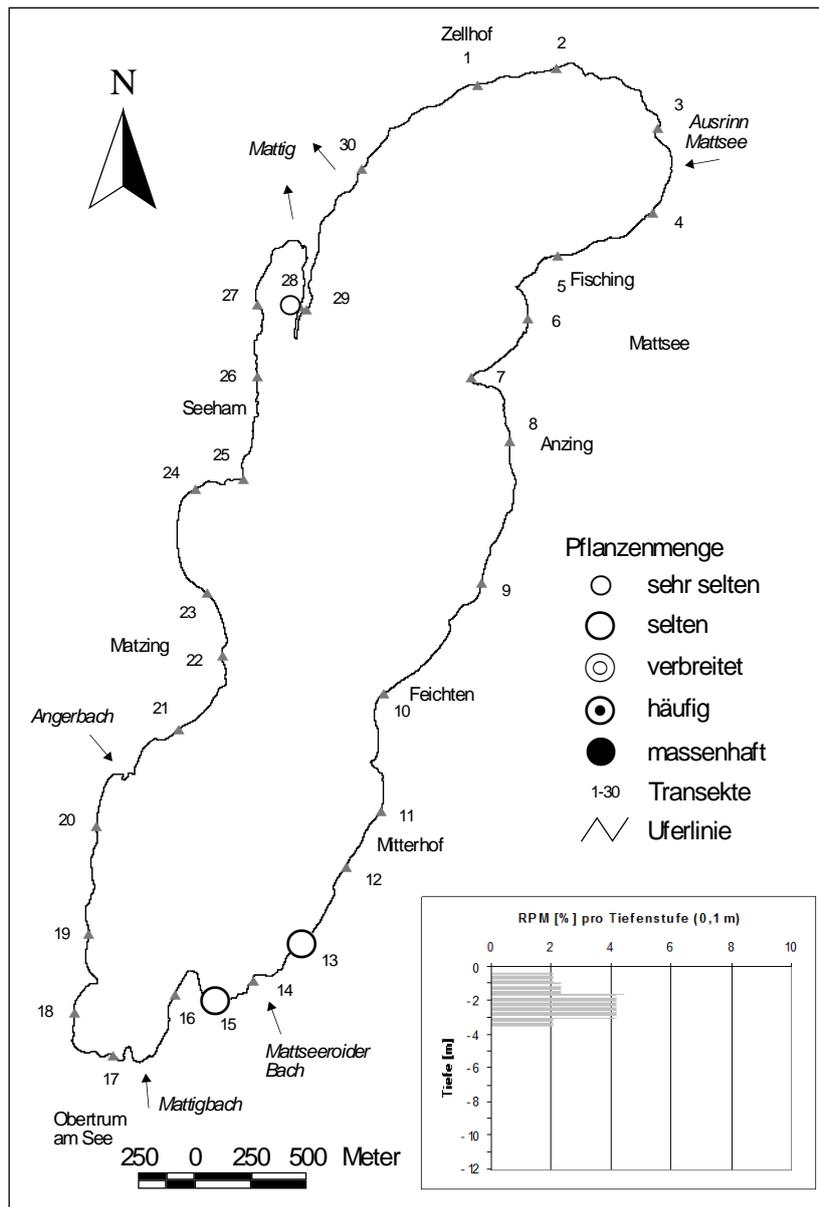
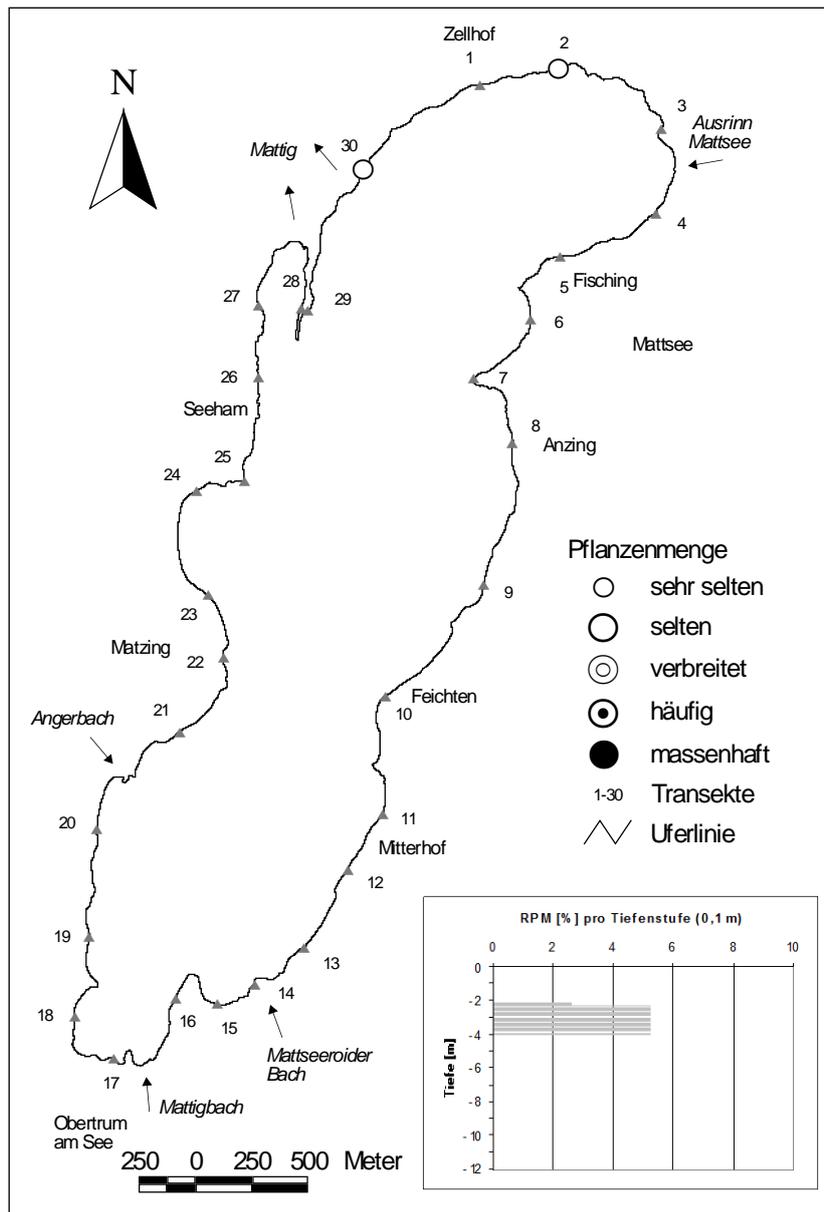


Abb. 101: Verbreitung von *Najas marina* im Obertrumer See.

**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 in größeren Vorkommen als zuverlässige Indikatorpflanze für belastete Gewässerabschnitte (KÖHLER et al., 1974; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

Am Obertrumer See war das Krause Laichkraut nur in zwei Transekten, 2 und 30, jeweils zwischen 2 und 4 m Wassertiefe, mit Häufigkeitsstufe 1 („sehr selten“) anzutreffen (Abb. 102). Die beiden Standorte befinden sich im naturnahen Bereich am Nordwestufer. Belastungsquellen konnten hier keine ausgemacht werden.

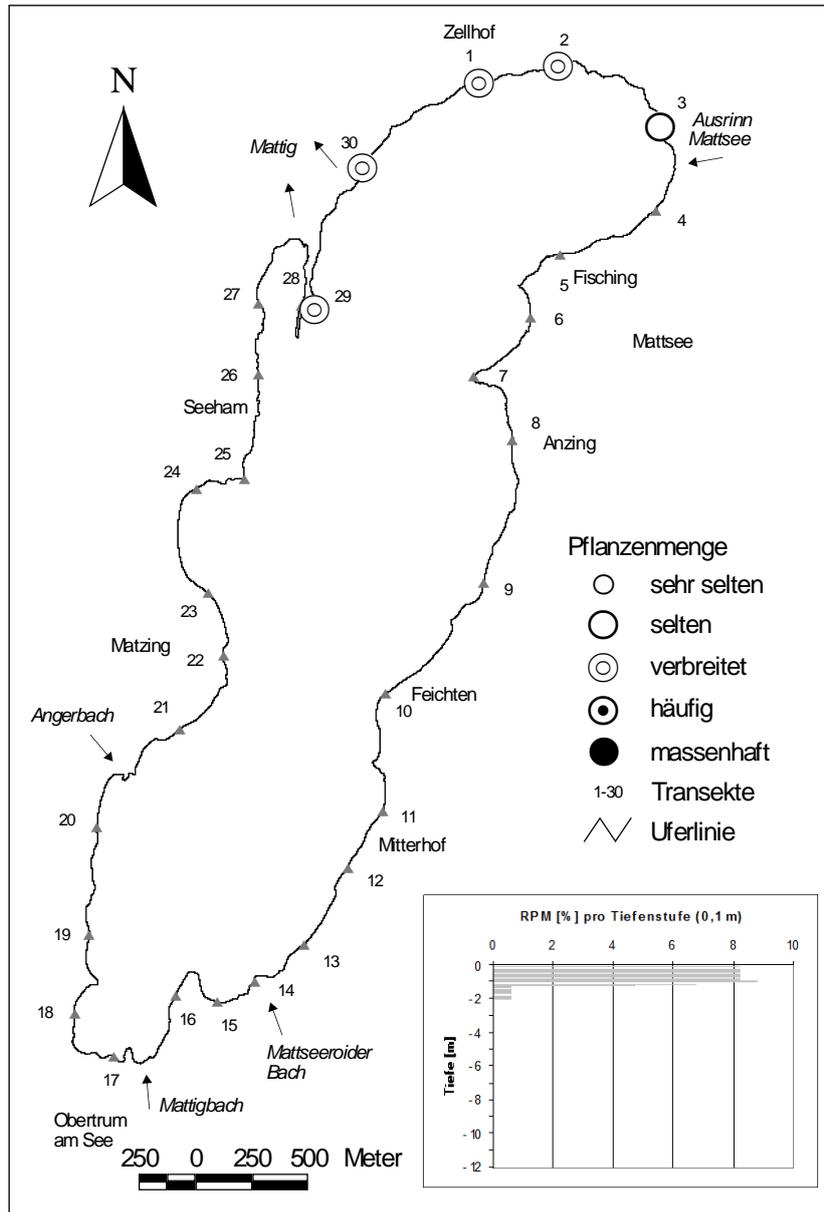


**Abb. 102:** Verbreitung von *Potamogeton crispus* im Obertrumer See.

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

Das Faden-Laichkraut ist nach *Najas intermedia* der zweithäufigste Vertreter der Spermatophyta im Obertrumer See. *Potamogeton filiformis* ist eine oligotraphente Flachwasserart. Typischerweise besiedelt das Faden-Laichkraut gemeinsam mit *Chara aspera* den Flachwasserbereich oligotropher

Stillgewässer. Dies ist auch am Obertrumer See der Fall. *Potamogeton filiformis* kommt nur am relativ unberührten Nordwestufer des Sees, gemeinsam mit *Chara aspera* oder anderen Characeenarten zwischen 0 und 1,2 m Tiefe vor (Abb. 103).



**Abb. 103:** Verbreitung von *Potamogeton filiformis* im Obertrumer See.

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

Das Kamm-Laichkraut gilt als Nährstoffzeiger und ist bevorzugt an eutrophierten Standorten zu finden. Im Obertrumer See wurde das Kamm-Laichkraut in 4 Transekten am Ostufer gefunden (Abb. 104). Die größten Häufigkeiten erreicht es dabei nördlich von Fischeing (Transekt 4) und bei

Anzing (Transekt 8). Im Bereich dieser beiden Transekten ist demnach von lokalen Nährstoffbelastungen auszugehen.

*Potamogeton pectinatus* tritt im Obertrumer See bevorzugt im Tiefenbereich zwischen 1,1 und 3 m auf.

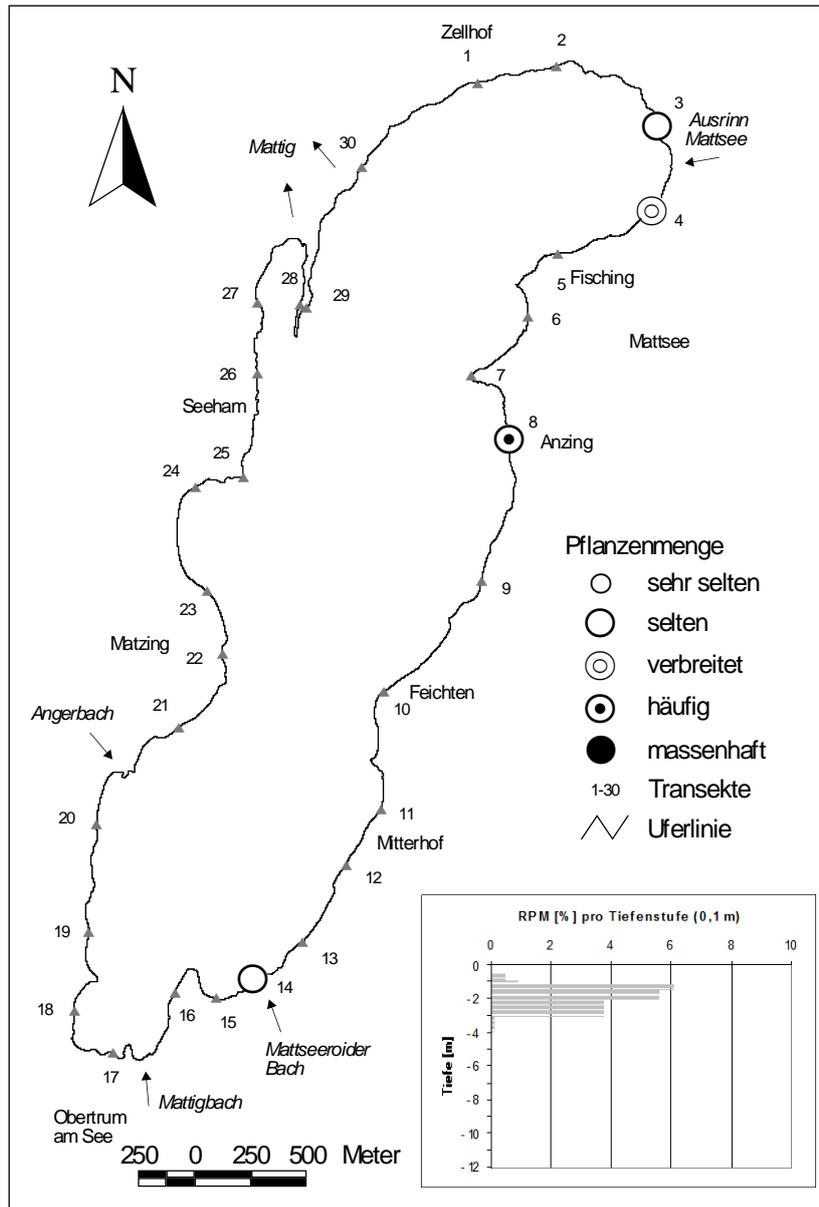
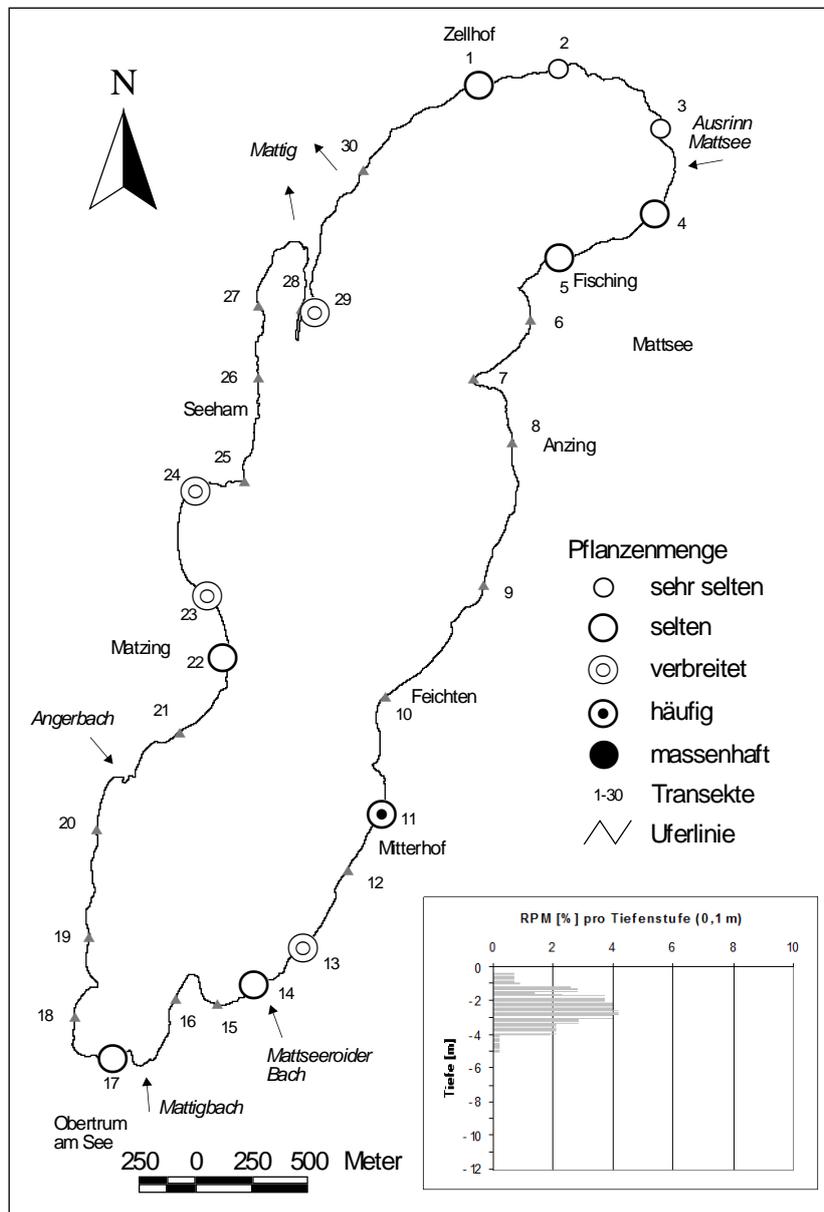


Abb. 104: Verbreitung von *Potamogeton pectinatus* im Obertrumer See.

**Potamogeton perfoliatus (Durchwachsenes Laichkraut)**

*Potamogeton perfoliatus* kommt im Obertrumer See verbreitet vor, erreicht allerdings nie größere Häufigkeiten (Abb. 105). Bezüglich seiner Nährstoffansprüche ist das Durchwachsene Laichkraut im mesotraphenten Bereich anzusiedeln. In den

Seen des Alpenvorlandes sind diese hochwüchsigen Pflanzen typischer Bestandteil des sog. Laichkrautgürtels. So liegt der Tiefenverbreitungsschwerpunkt der Art im Obertrumer See zwischen 1,3 und 3,3 m Wassertiefe.



**Abb. 105:** Verbreitung von *Potamogeton perfoliatus* im Obertrumer See.

**Potamogeton pusillus (Zwerg-Laichkraut)**

Bezüglich seiner Nährstoffansprüche hat das Zwerg-Laichkraut eine relativ weite ökologische Amplitude. Es bevorzugt als Wuchsort wohl mäßig nährstoffreiche bis nährstoffreiche Gewässer, kommt aber ebenso in oligotrophen Gewässern, dann aber mit nur sehr geringen Wuchshöhen, vor.

Im Obertrumer See ist *Potamogeton pusillus* nicht allzu häufig und zumeist im flachen Wasser anzutreffen (Abb. 106). Die Wuchshöhen der Art bleiben durchwegs gering, was den eher nährstoffarmen Charakter des Sees unterstreicht.

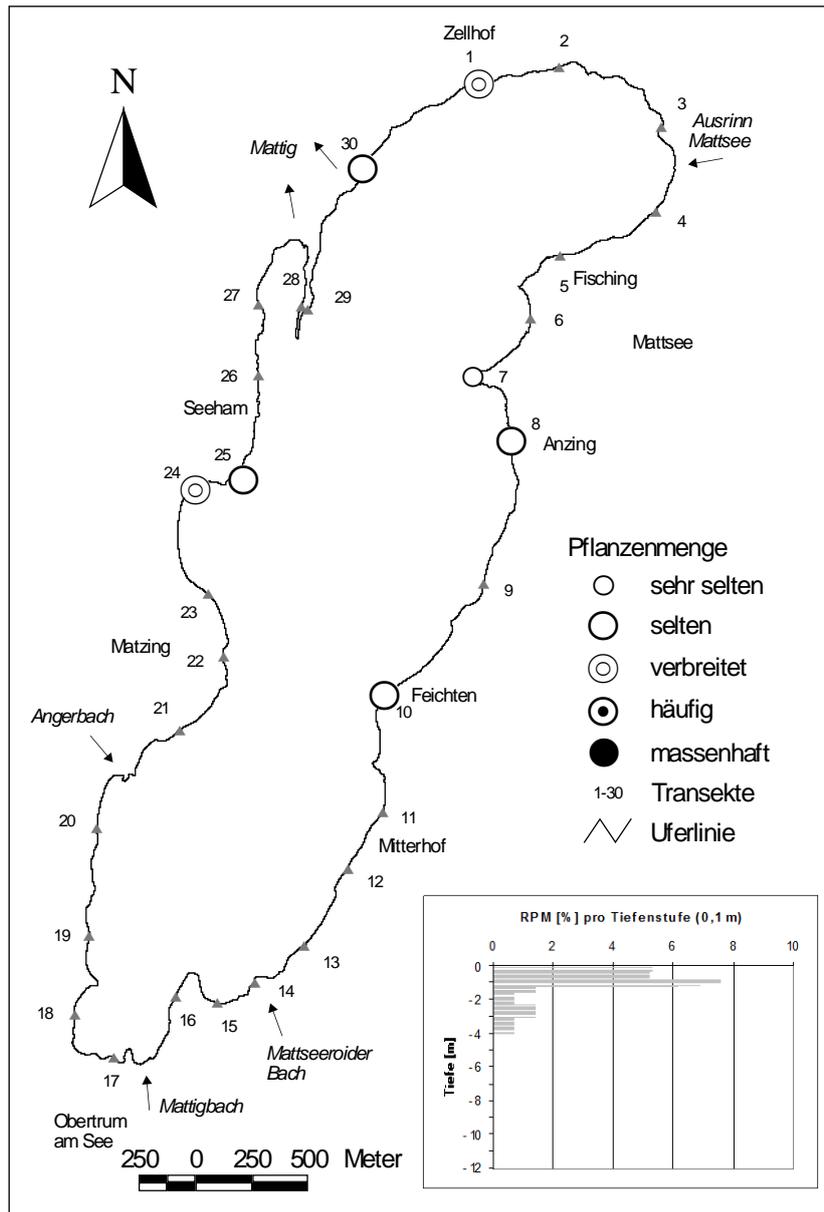


Abb. 106: Verbreitung von *Potamogeton pusillus* im Obertrumer See.

***Potamogeton x cooperi* (Cooper's Laichkraut)**

*Potamogeton x cooperi* ist ein Hybrid aus *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton crispus*. Als Hybrid trägt *Potamogeton x cooperi* Merkmale beider „Elternarten“. So ist z.B. der Blattgrund wie bei *Potamogeton perfoliatus* stengelumfassend, die Blätter selbst sind jedoch ähnlich langgestreckt wie bei *Potamogeton crispus* und der Blattrand zeigt eine feine

Zähnelung. Vorkommen von *Potamogeton x cooperi* werden erst seit einigen Jahren in Österreich beobachtet. Über ökologische Ansprüche dieses Hybrids im Alpen- und Voralpenraum ist bislang wenig bekannt. Im Obertrumer See zeigt *Potamogeton x cooperi* (Abb. 107) ein ähnliches Verbreitungsbild wie *Potamogeton perfoliatus*.

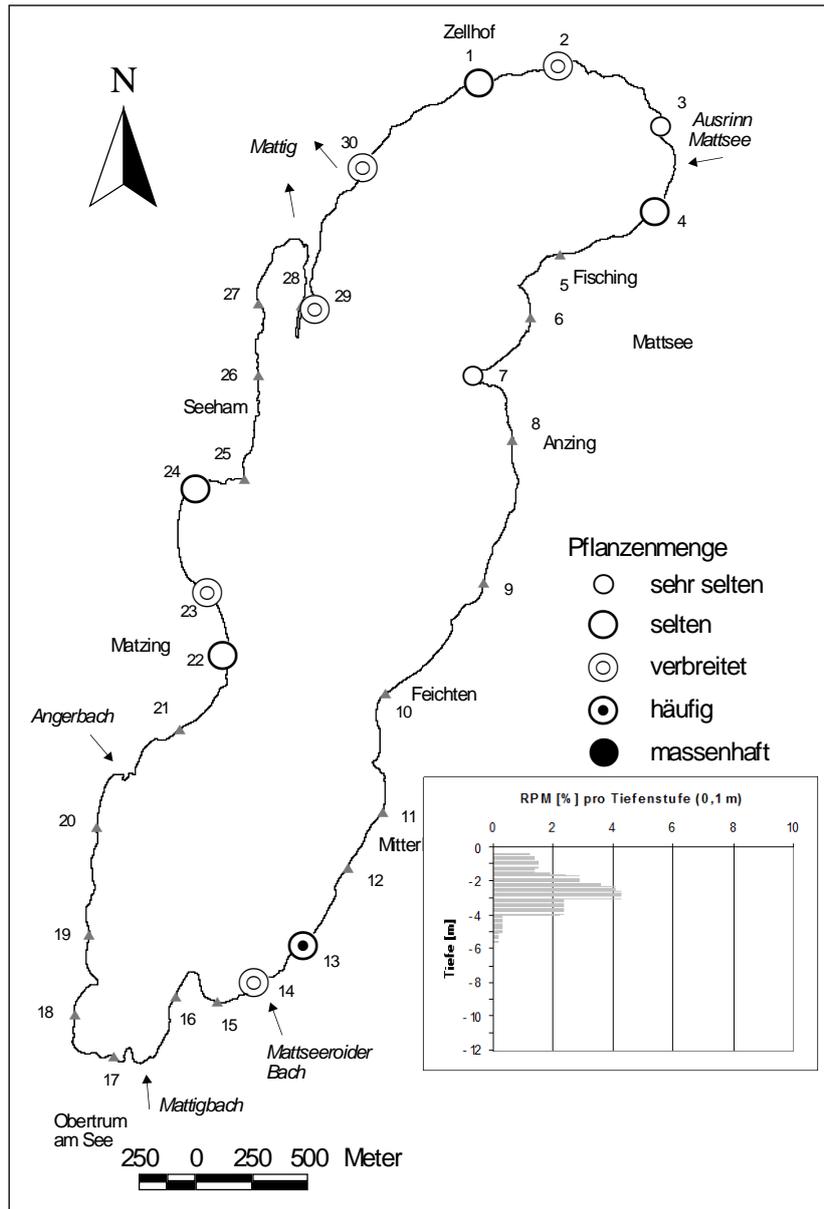


Abb. 107: Verbreitung von *Potamogeton x cooperi* im Obertrumer See.

***Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß)**

Der Spreizende Wasserhahnenfuß wird durch Nährstoffeintrag gefördert. Er besiedelt kalkreiche Gewässer mit schlammigem, oft organisch angereichertem Sediment (MELZER et al., 1988). Aus dem Verbreitungsbild der Art (Abb. 108) wird

das höhere Nährstoffangebot im Südteil des Obertrumer Sees besonders deutlich.

*Ranunculus circinatus* konnte im Obertrumer See vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 4,6 m gefunden werden.

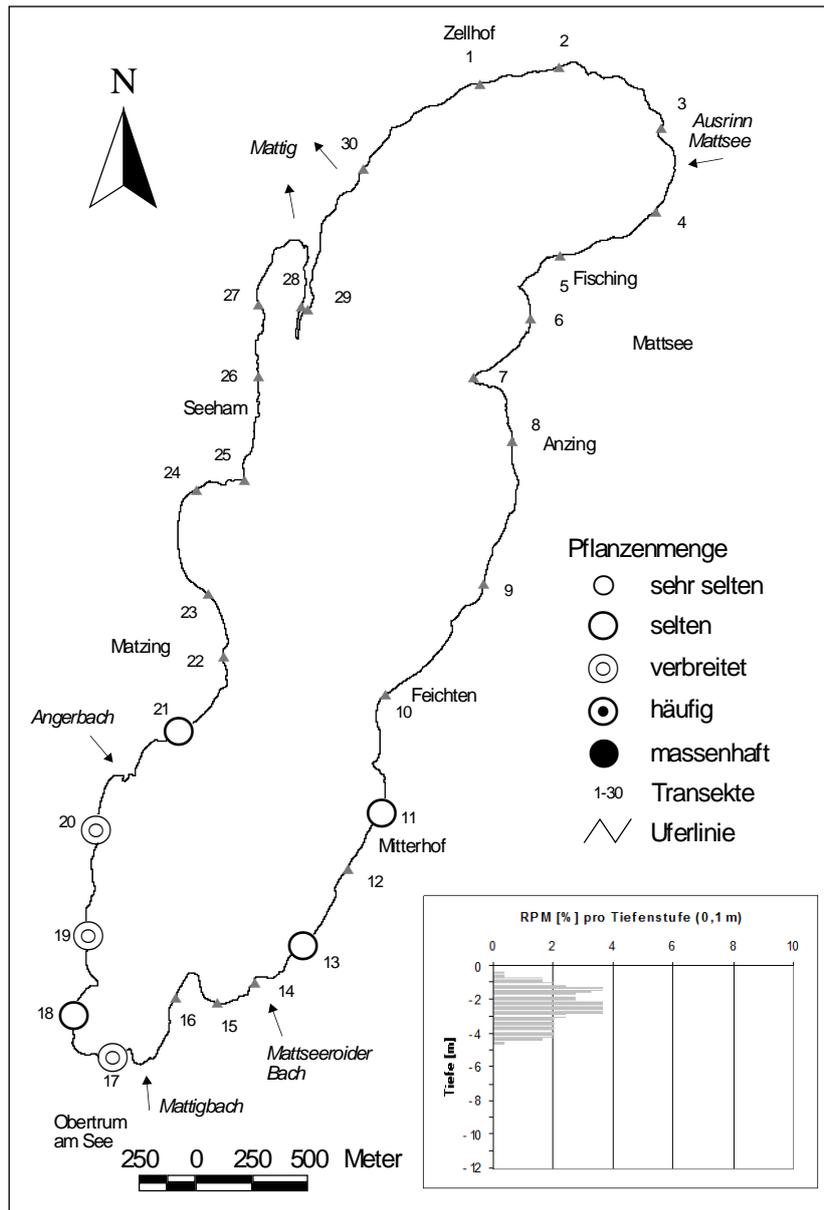


Abb. 108: Verbreitung von *Ranunculus circinatus* im Obertrumer See.

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

Der Sumpf-Teichfaden wird als sehr guter Indikator einer starken Nährstoffbelastung eingestuft (LANG 1973). Typische Standorte sind extrem nährstoffreiche Flachwasserzonen.

*Zannichellia palustris* kommt am Obertrumer See nur in einem Transekt (26) im Bereich des Seebades Seeham vor. (Abb. 109).

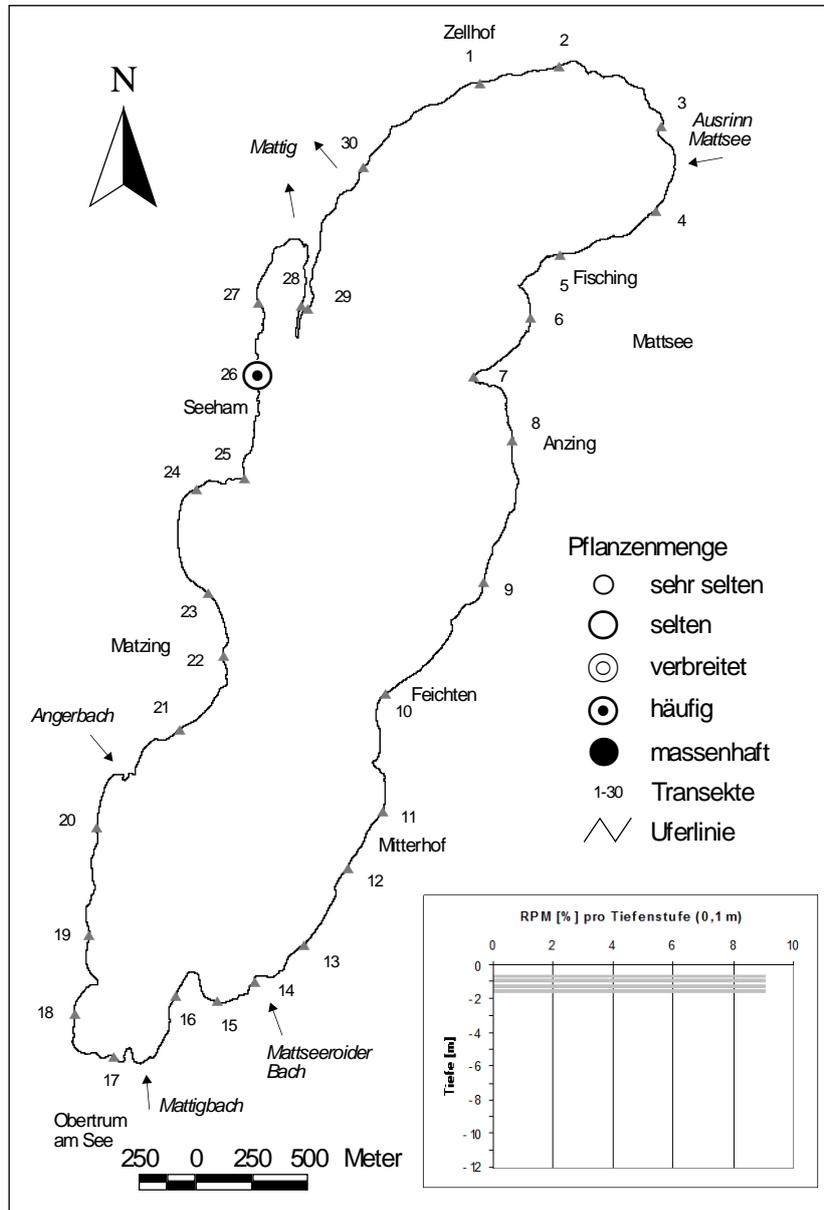


Abb. 109: Verbreitung von *Zannichellia palustris* im Obertrumer See.



## Röhrichtvegetation des Obertrumer Sees

### *Phragmites australis* (Schilf)

*Phragmites australis* ist, insgesamt betrachtet, die mengenmäßig zweitbedeutendste Makrophytenart im Obertrumer See. Entlang weiter Bereiche des Seeufers zieht sich ein mehr oder weniger dichter Schilfgürtel. Besonders ausgedehnt ist dieser in der nördlichen Seehälfte. Die dichtesten Bestände

finden sich dabei am weniger wind- und wellen exponierten Nord- und Westufer (Abb. 111). Eine detaillierte Darstellung der Verbreitung von *Phragmites australis* im Obertrumer See ist dem Kartenteil zu entnehmen.

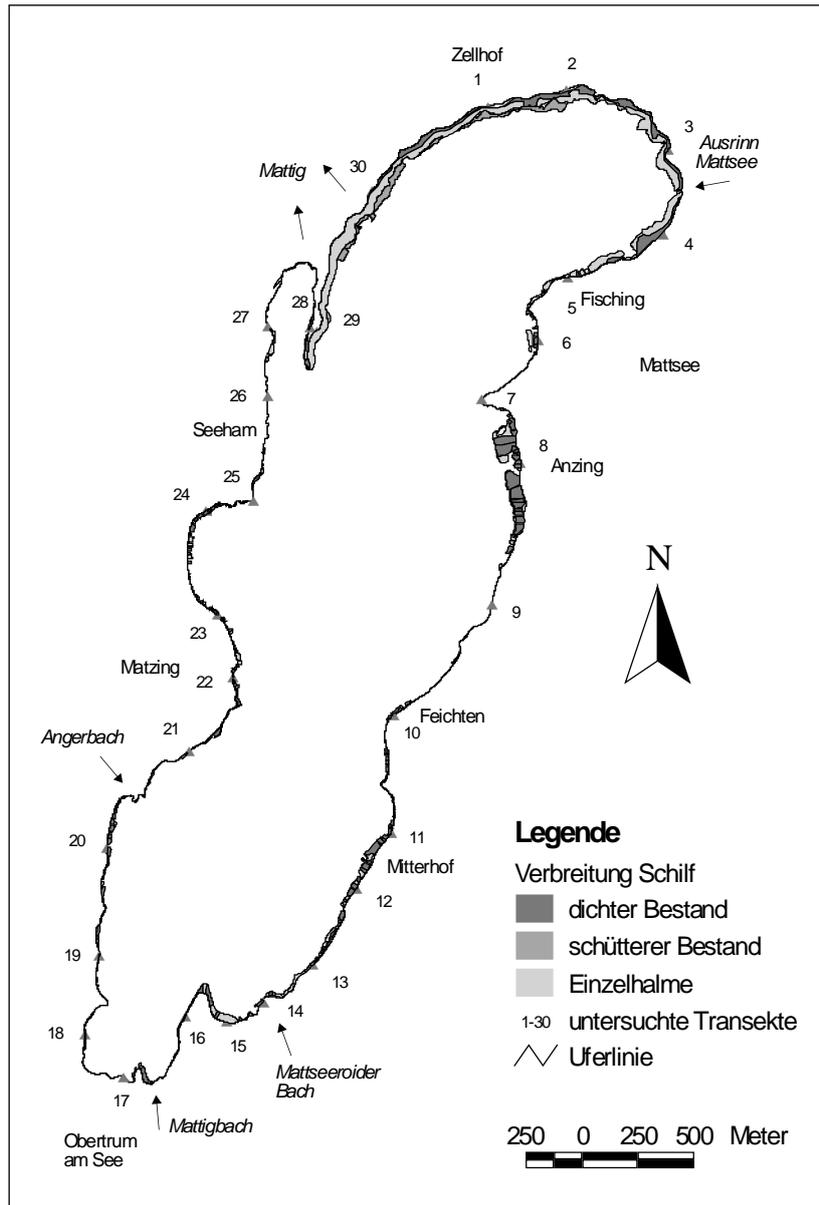
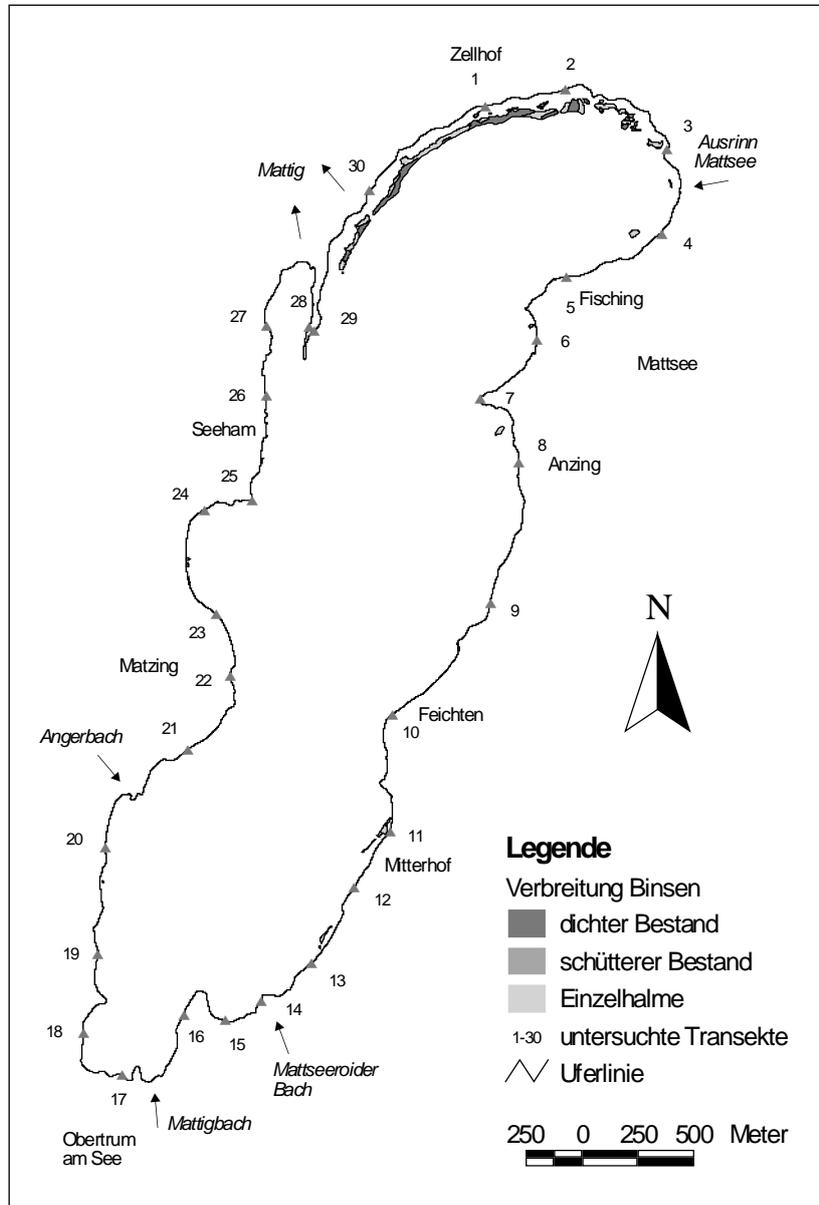


Abb. 111: Verbreitung von *Phragmites australis* im Obertrumer See.

***Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse)**

Binsenbestände konzentrieren sich mit ganz wenigen Ausnahmen auf das Nordwestufer des Obertrumer Sees (Abb. 112). Hier findet sich

*Schoenoplectus lacustris* in zumeist dichten Beständen, charakteristischerweise dem Schilf seeseitig vorgelagert.



**Abb. 112:** Verbreitung von *Schoenoplectus lacustris* im Obertrumer See.

### 3.2.4.3 GRABENSEE

#### Untergetauchte Vegetation des Grabensees

##### Charophyta (Armlauchteralgen)

Die Characeenvegetation ist am Grabensee kaum von Bedeutung. Characeen sind mit nur zwei Arten vertreten und stellen weniger als 1% der untergetauchten Vegetation. Da Vorkommen von Armlauchteralgen im Allgemeinen auf oligotrophe

bis mesotrophe Standorte beschränkt sind, belegt ihre geringe Verbreitung im Grabensee das, im Vergleich mit den anderen beiden Seen, höhere Trophieniveau.

##### *Chara contraria* (Gegensätzliche Armlauchteralge)

Die Gegensätzliche Armlauchteralge konnte am Grabensee nur in Transekt 2, südlich des

Seeabflusses, zwischen 1 und 2 m Wassertiefe gefunden werden (Abb. 113).

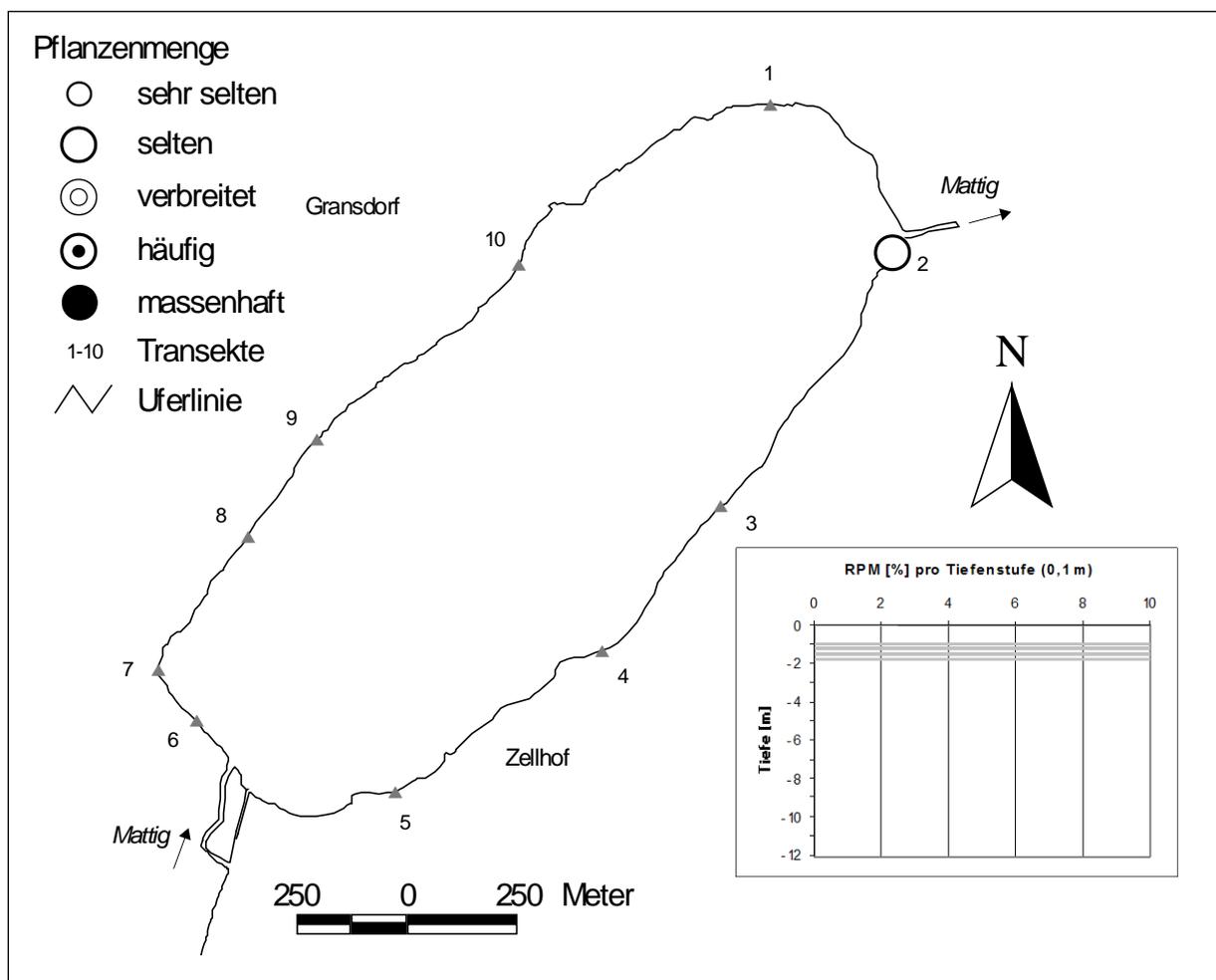
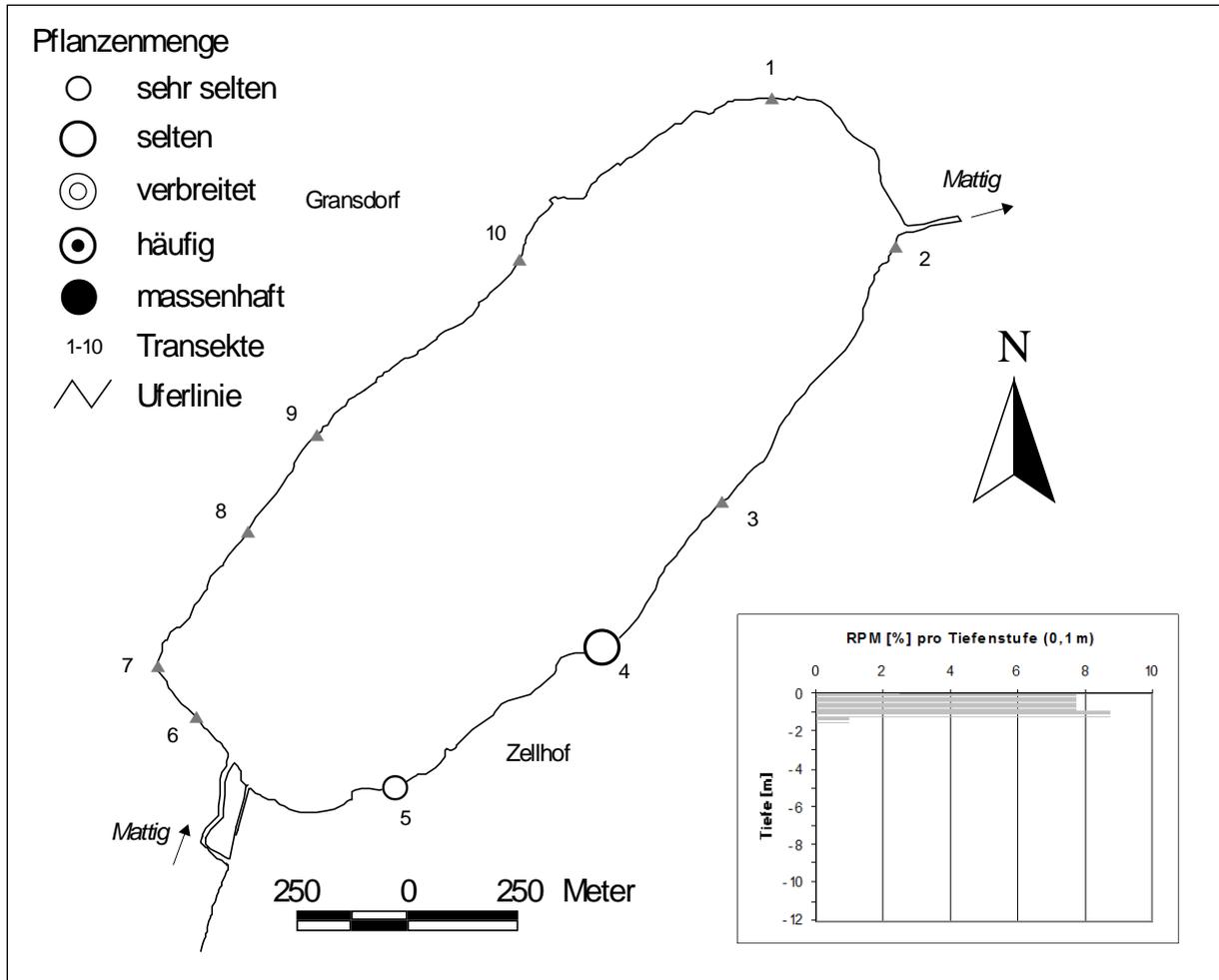


Abb. 113: Verbreitung von *Chara contraria* im Grabensee.

***Nitellopsis obtusa* (Stern-Armluchteralge)**

Etwas häufiger als *Chara contraria* tritt *Nitellopsis obtusa* am Grabensee auf. Die Stern-Armluchteralge konnte im Flachwasserbereich der

Transekte 4 und 5 am Südostufer des Sees nachgewiesen werden (Abb. 114).



**Abb. 114:** Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* im Grabensee.

### Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Höhere submerse Pflanzen sind mit einem Mengenanteil von 76% die bedeutendste Pflanzengruppe am Grabensee. Sie stellen mehr als 99% der Pflanzenmenge der untergetauchten

Vegetation. Bedeutende Pflanzenmengen erreichen hierbei vor allem oligo-meso- und mesotraphente Arten.

### *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut)

Wie in den anderen beiden Seen ist auch am Grabensee das Mittlere Nixenkraut die dominierende Art der Unterwasservegetation. Der typische Bewohner nährstoffärmerer, kalk-mesotropher Seen konnte in jedem Transekt

gefunden werden. Die Vorkommen wurden durchwegs mit „häufig“ bis „massenhaft“ bewertet und haben ihren Tiefenverbreitungsschwerpunkt zwischen 2 und 3,5 m (Abb. 115).

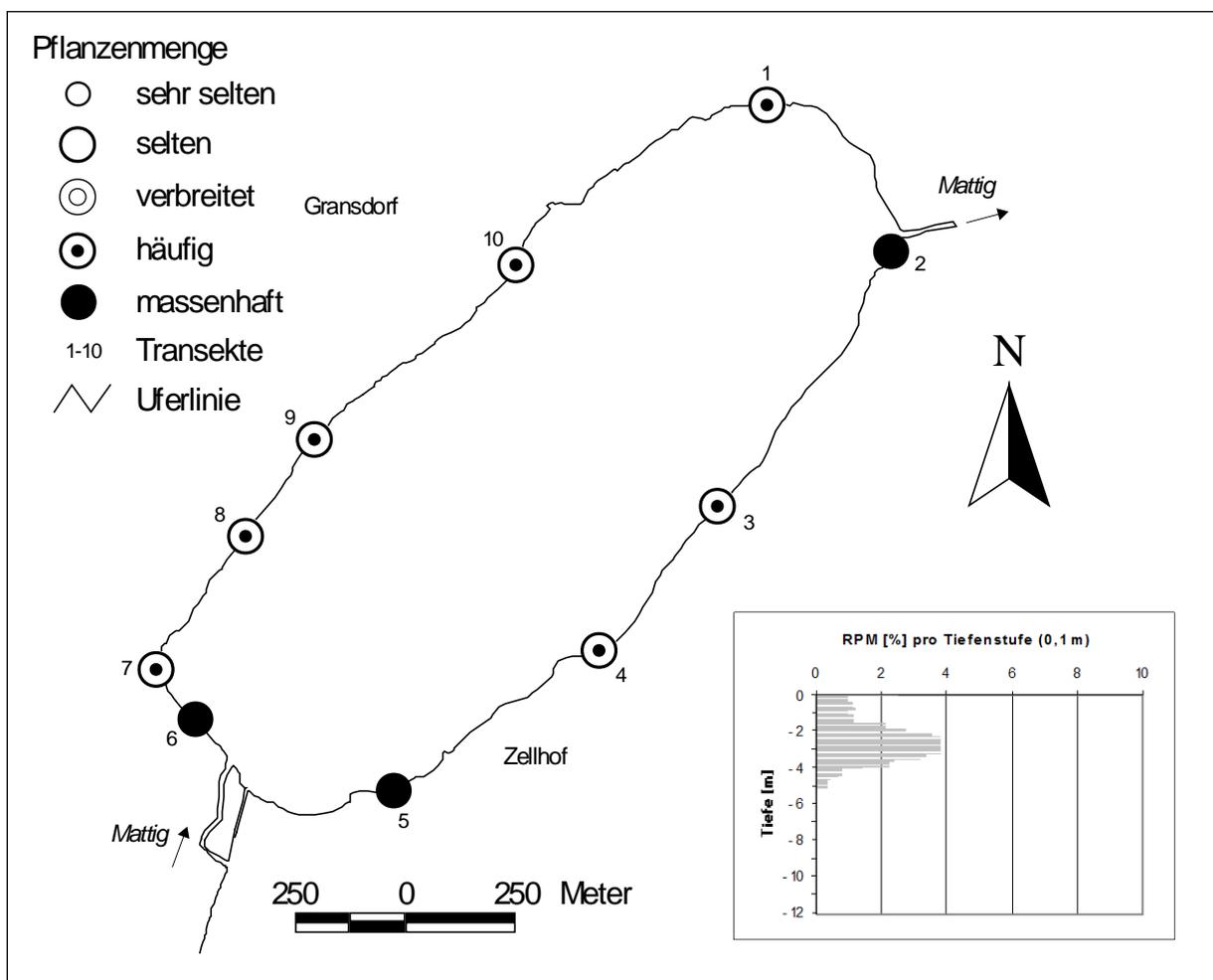


Abb. 115: Verbreitung von *Najas intermedia* im Grabensee.

***Najas minor* (Kleines Nixenkraut)**

Das Kleine Nixenkraut konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ausschließlich im Grabensee nachgewiesen werden. Die Art gilt als „stark gefährdet“ in Österreich (NIKLFIELD, 1999). Sie bevorzugt als Wuchsort (meso-) bis eutrophe Gewässer und tritt hier besonders in seichten, geschützten und sich sommerlich stark

erwärmenden Bereichen auf CASPER & KRAUSCH, 1980).

Der einzige Fundort am Grabensee liegt am Südostufer. Hier konnte *Najas minor* zwischen 1,3 und 2 m Wassertiefe auf dem hier sandig-schlammigen Seegrund gefunden werden (Abb. 116).

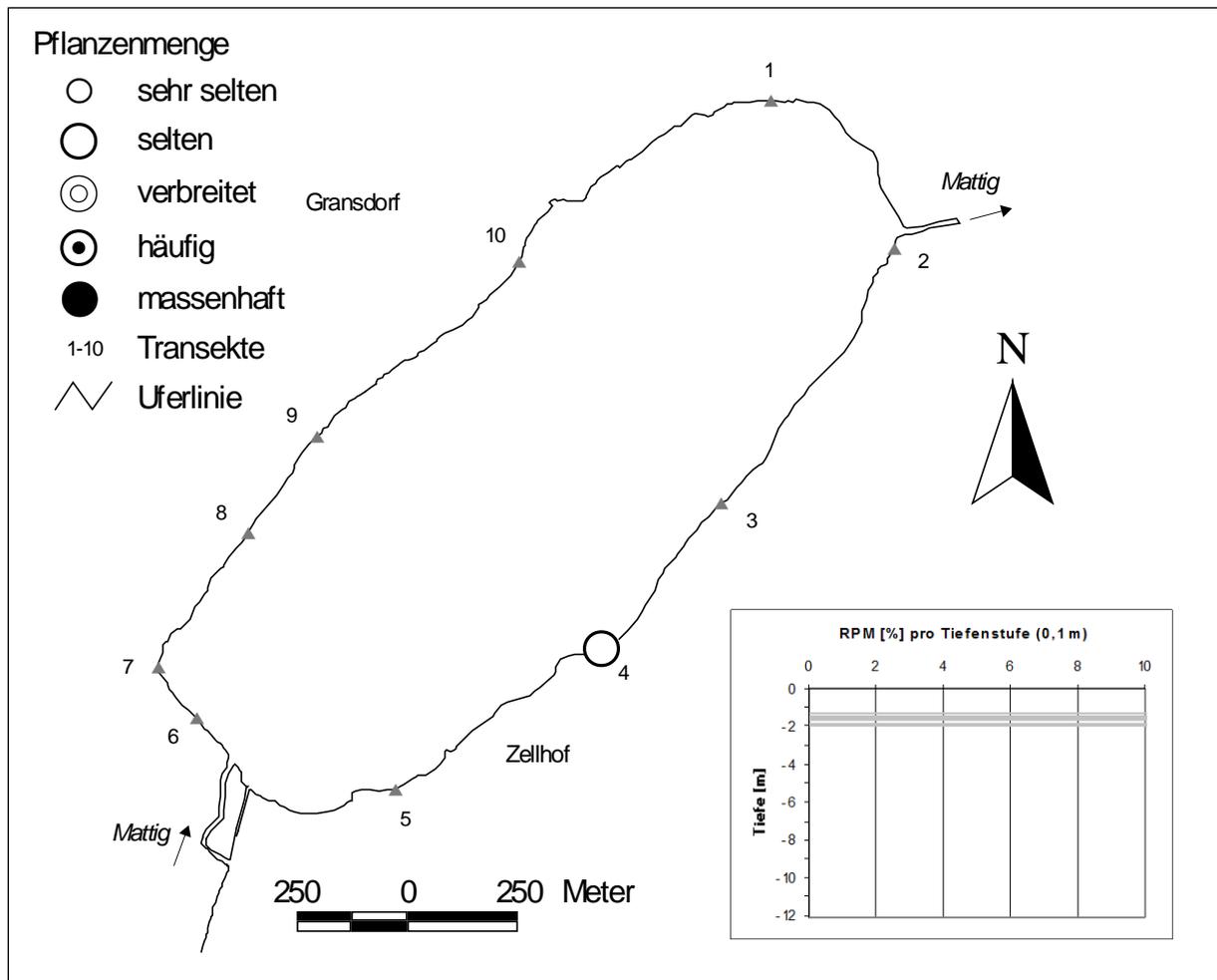


Abb. 116: Verbreitung von *Najas minor* im Grabensee.

**Potamogeton crispus (Krauses Laichkraut)**

*Potamogeton crispus* gilt in nährstoffärmeren Seen als zuverlässige Indikatorpflanze für lokale Nährstoffeinträge. Die Art wurde am Grabensee in zwei Transekten gefunden. Während sie in Transekt 1

den äußersten Flachwasserbereich besiedelt, wächst sie in Transekt 7 zwischen 3,5 und 4 m Wassertiefe (Abb. 117). Hinweise auf mögliche Belastungsquellen gab es in beiden Fällen keine.

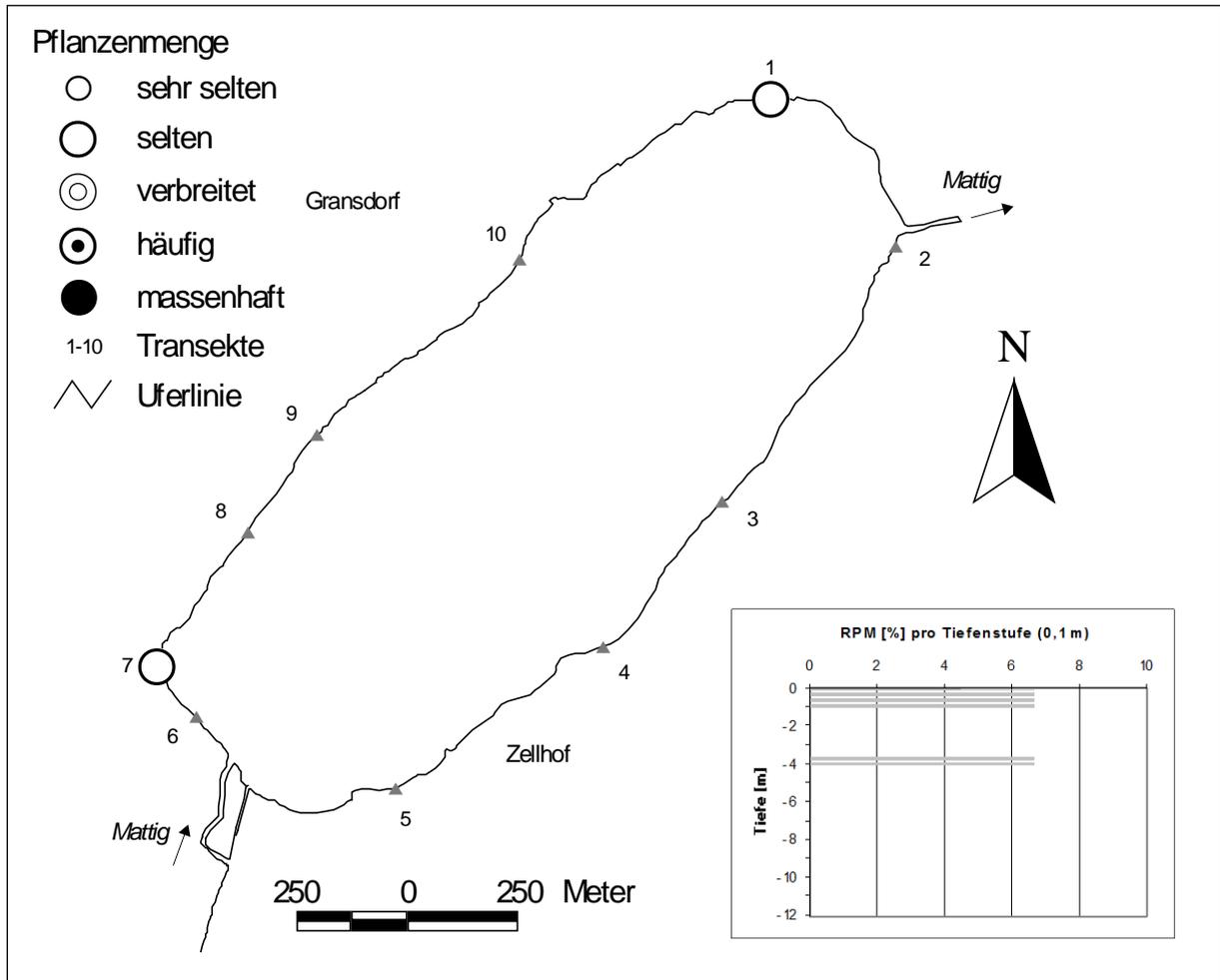


Abb. 117: Verbreitung von *Potamogeton crispus* im Grabensee.

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

Im Gegensatz zu *Potamogeton crispus* zählt *Potamogeton filiformis* zu den oligotraphenten Laichkrautarten. Das Faden-Laichkraut kommt daher oft zwischen Characeen im Flachwas-

serbereich nährstoffärmerer Seen vor. So wurde *Potamogeton filiformis* auch im Grabensee in Transekt 2, gemeinsam mit *Chara contraria*, im flachen Wasser vorgefunden (Abb. 118).

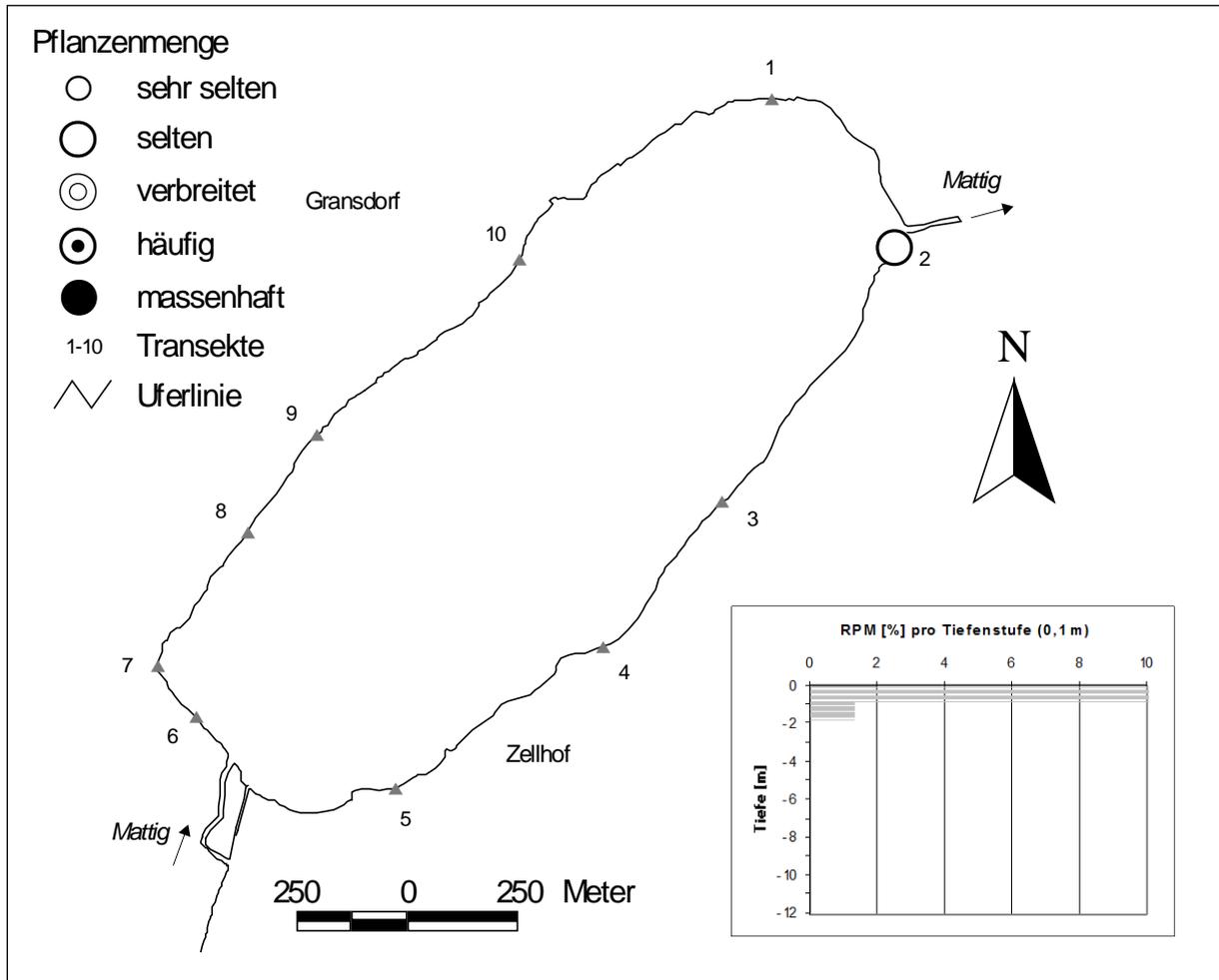


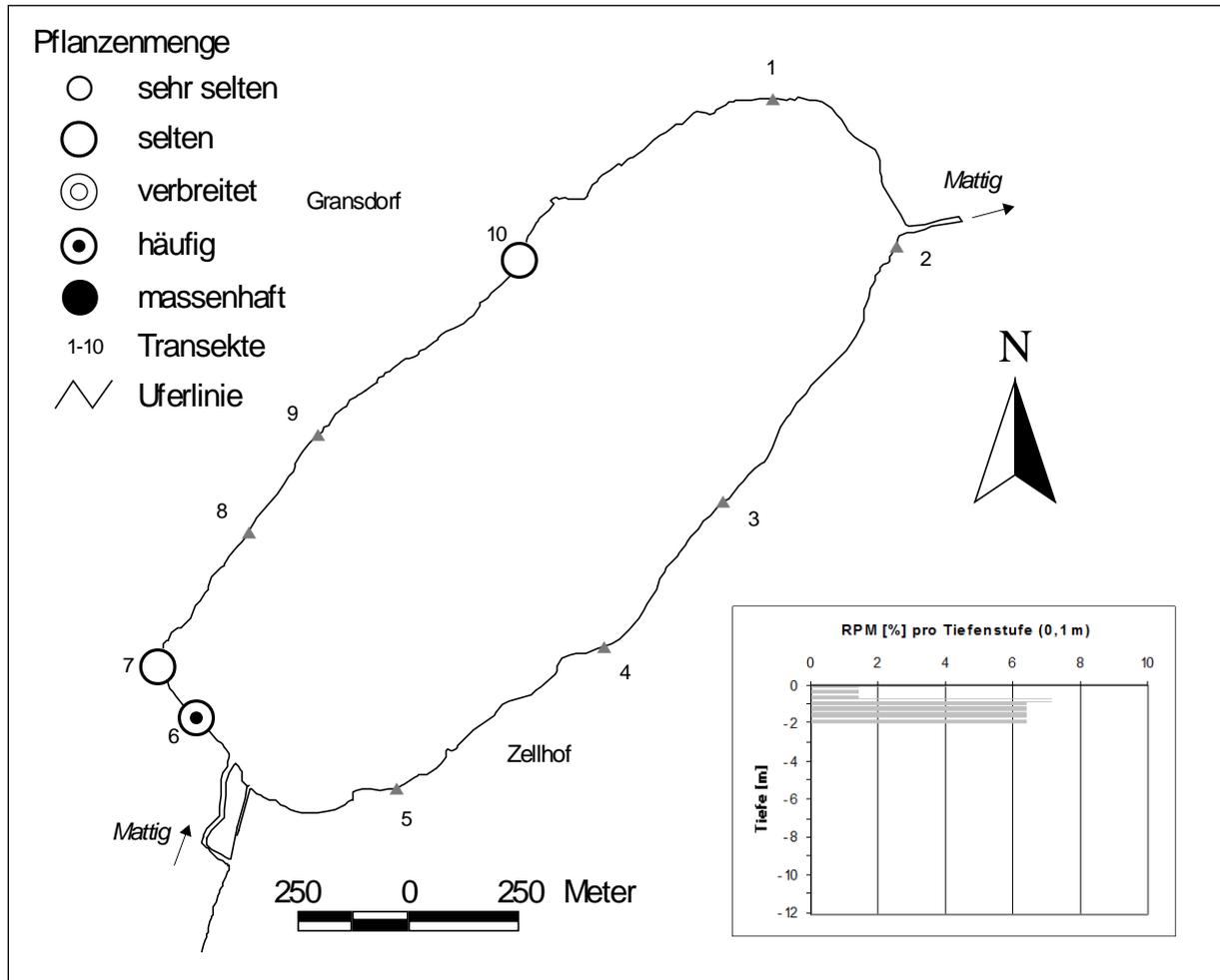
Abb. 118: Verbreitung von *Potamogeton filiformis* im Grabensee.

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

Das Kamm-Laichkraut zählt wiederum, wie auch das Krause Laichkraut, zu den Nährstoffzeigern. Standorte der Art am Grabensee sind die Transekte 6, 7 und 10. Die größte Häufigkeit wird

dabei in Transekt 6, nördlich der Einmündung der Mattig erreicht (Abb. 119).

*Potamogeton pectinatus* bevorzugt im Grabensee den Tiefenbereich zwischen 0,7 und 2 m Wassertiefe.



**Abb. 119:** Verbreitung von *Potamogeton pectinatus* im Grabensee.

***Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut)**

Die hochwüchsige Laichkrautart *Potamogeton perfoliatus* ist im Grabensee ein wesentlicher Bestandteil des Laichkrautgürtels. Mit Hauptverbreitung im Tiefenbereich zwischen 1,9 und 3,5 m Wassertiefe konnte sie in jedem unters-

uchten Transekt nachgewiesen werden (Abb. 120). Die Vorkommen der mesotraphenten Art sind am Nordwestufer dabei etwas dichter als jene am Südostufer.

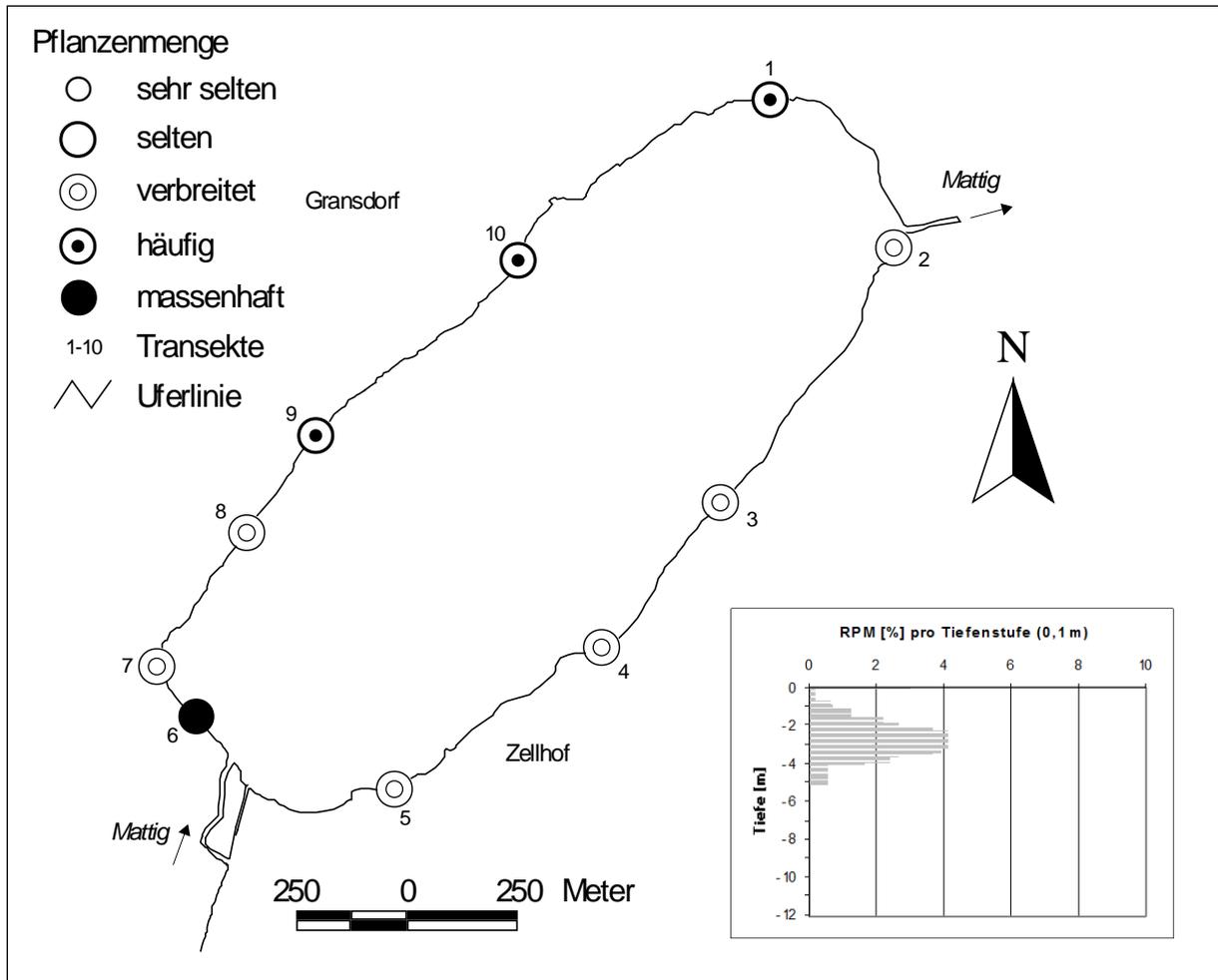


Abb. 120: Verbreitung von *Potamogeton perfoliatus* im Grabensee.

***Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut)**

Weitaus seltener als das Durchwachsene Laichkraut wurde das Zwerg-Laichkraut im Grabensee angetroffen. Es konnte nur in zwei Transekten (7 und 10) am Nordwestufer des Sees in geringen

Pflanzenmengen gefunden werden (Abb. 121). Die bezüglich der Nährstoffverhältnisse ihres Standorts relativ indifferente Art besiedelt im Grabensee überwiegend den Flachwasserbereich.

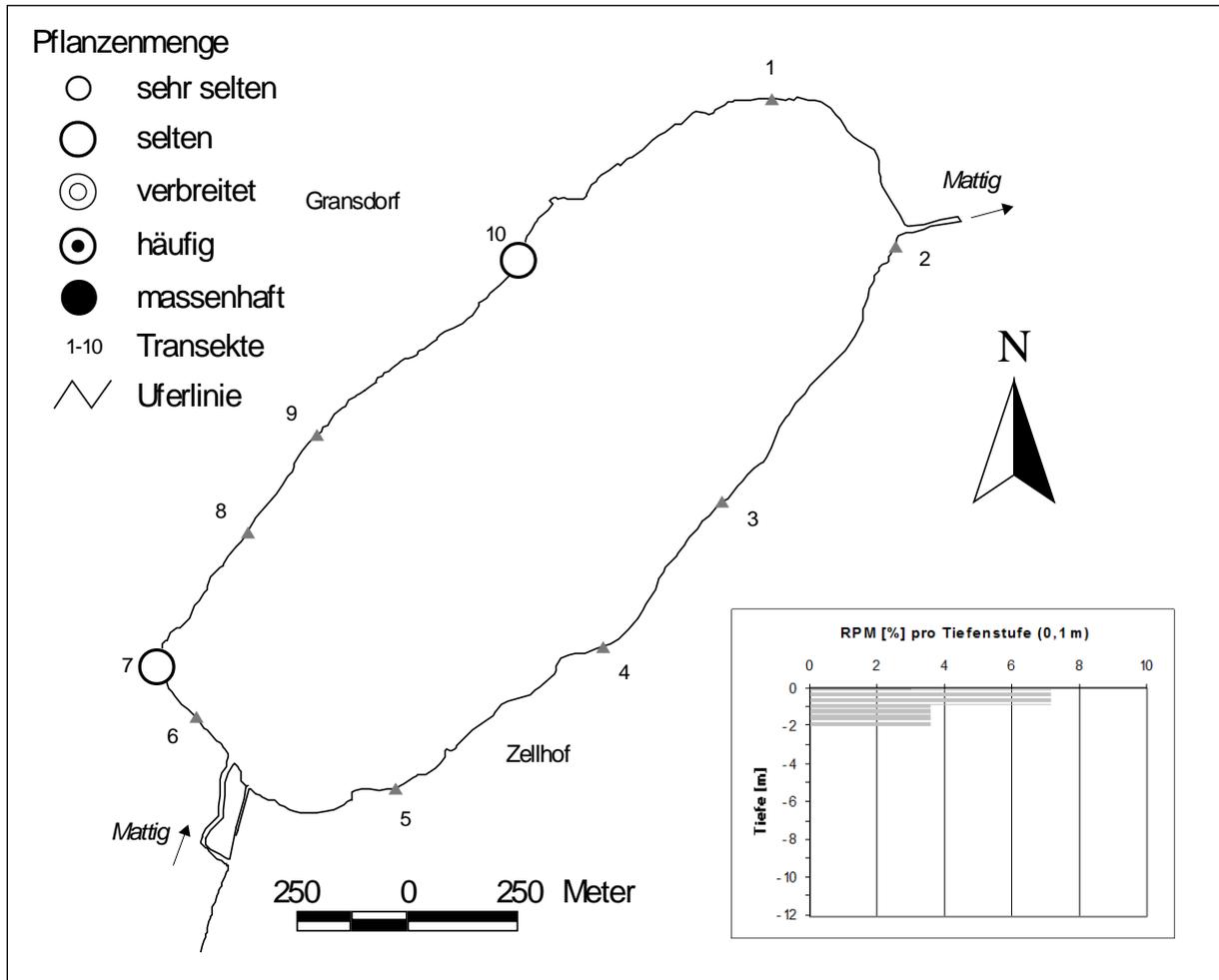


Abb. 121: Verbreitung von *Potamogeton pusillus* im Grabensee.

## Schwimmbblattvegetation des Grabensees

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

Schwimmbblattbestände sind am Grabensee ein ganz wesentlicher Bestandteil der aquatischen Vegetation. Aufgrund der geringen Größe und der Lage quer zur Hauptwindrichtung kommt es am Grabensee bei Starkwindereignissen zu einer weitaus geringeren mechanischen Belastung durch das Wellenaufkommen als an den beiden anderen

Seen. Dennoch finden sich auch hier die Schwimmbblattbestände bevorzugt am windgeschützten West- und Nordwestufer (Abb. 122). Die empfindlichere Große Seerose ist dabei im Unterschied zu den anderen beiden Seen weitaus häufiger vertreten als die Gelbe Teichrose.

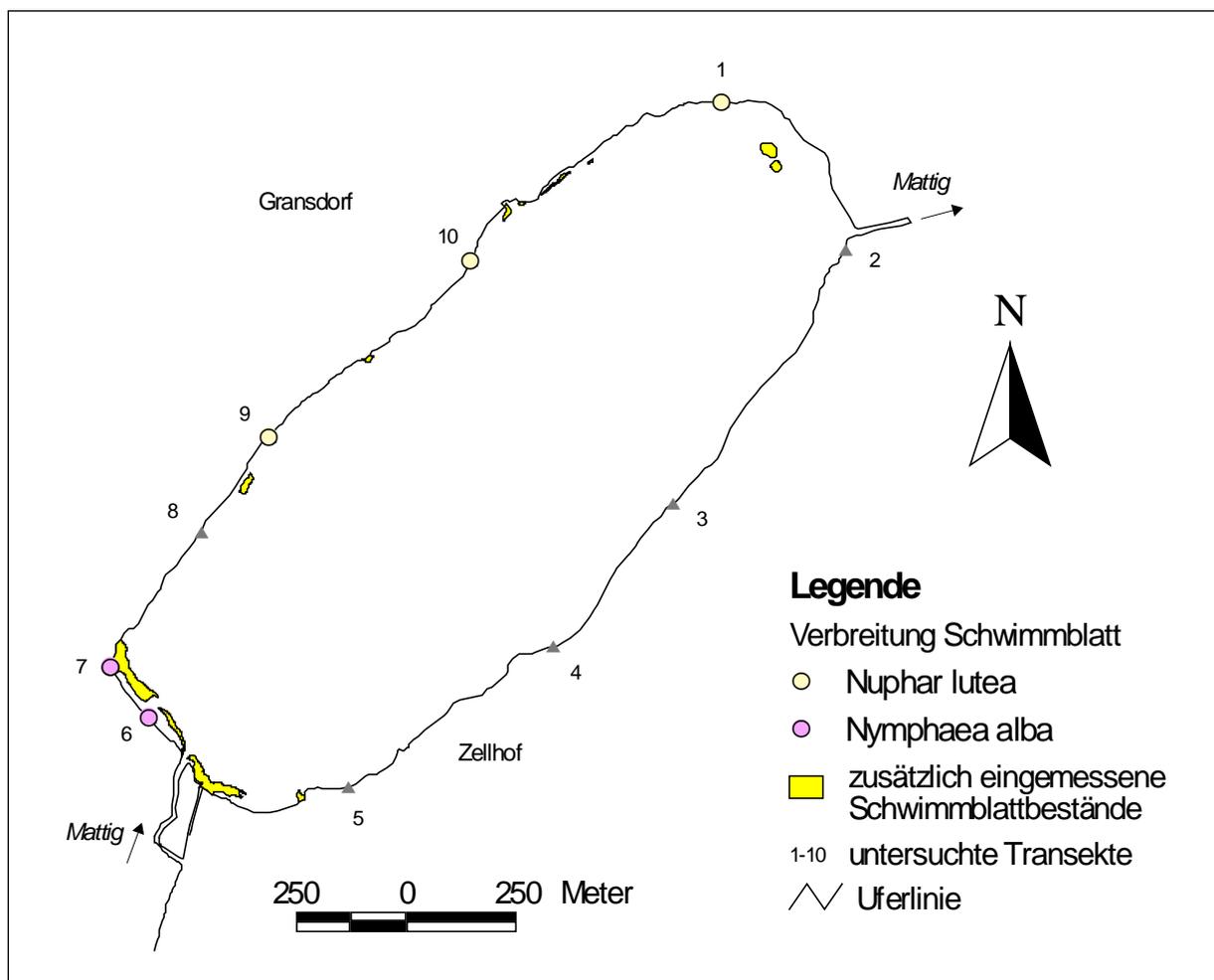


Abb. 122: Verbreitung von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* im Grabensee.

## Röhrichtvegetation des Grabensees

Der Anteil des Röhrichts an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation ist am Grabensee wohl höher als am Mattsee, jedoch bedeutend geringer als am Obertrumer See. Aufgrund der geringen Größe des Sees, der flach auslaufenden Ufer und

der Lage quer zu Hauptwindrichtung, die die mechanische Belastung durch das Wellenaufkommen vergleichsweise niedrig hält, sollten am Grabensee eigentlich die Bedingungen für die Röhrichtvegetation am besten sein.

### *Phragmites australis* (Schilf)

Im Unterschied zu den anderen beiden Seen kann man am Grabensee allerdings tatsächlich von einem „Röhrichtgürtel“ sprechen, insofern die Schilfvorkommen nahezu lückenlos das gesamte

Gewässerrufer umschließen. Die Bestandesdichten bleiben allerdings meist nur gering und die Schilfhalm dringen nicht allzu weit in den See vor (Abb. 123).

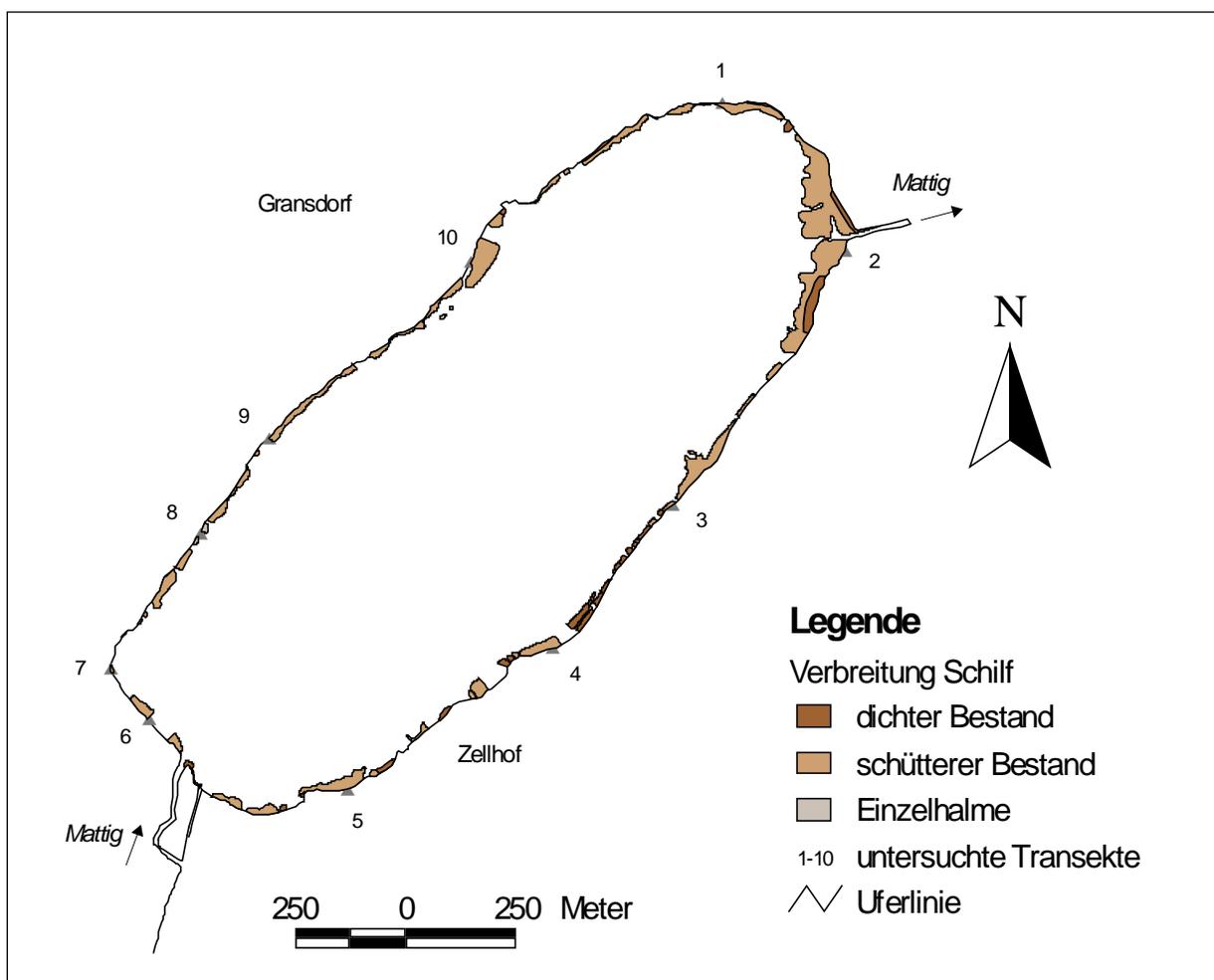
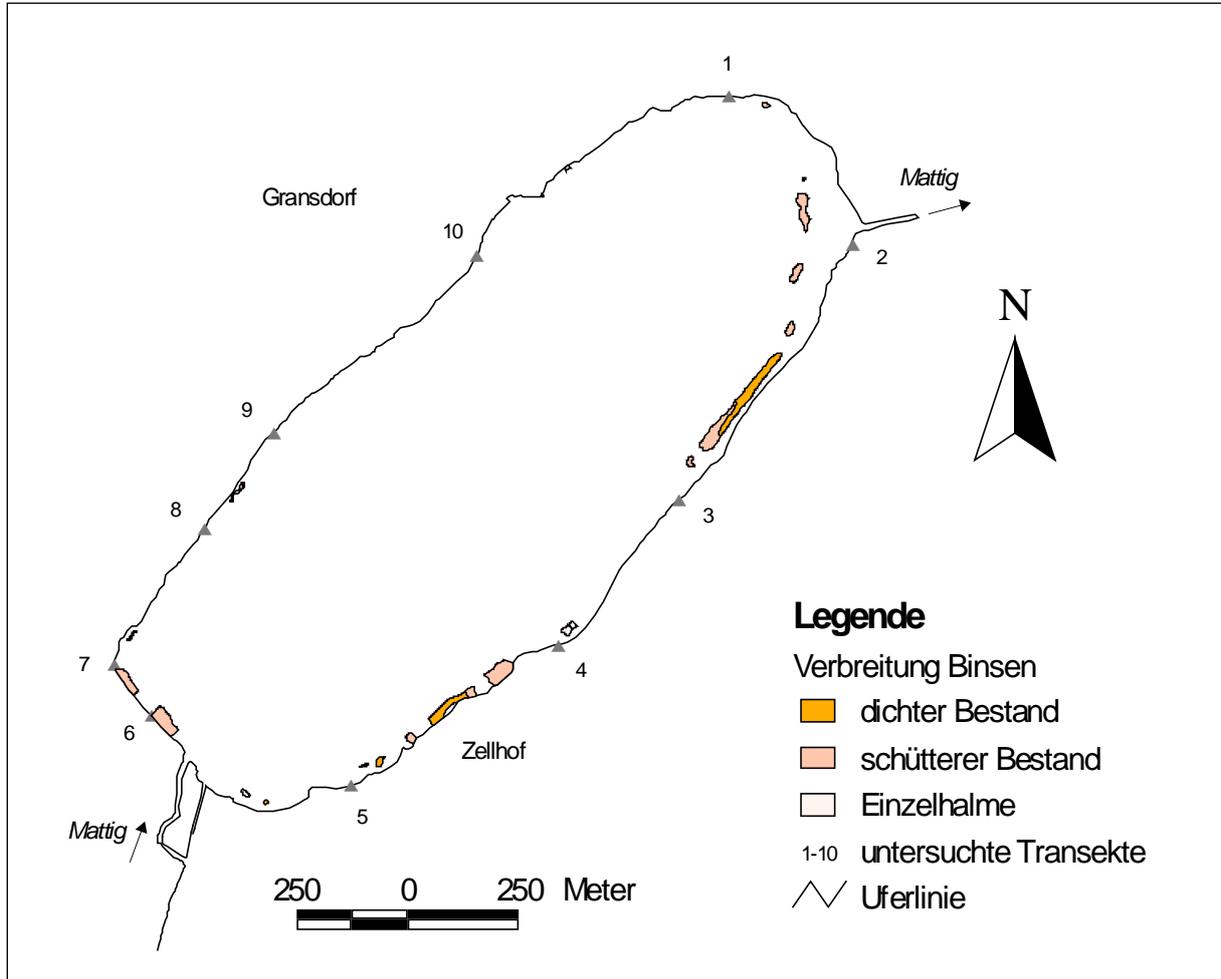


Abb. 123: Verbreitung von *Phragmites australis* im Grabensee.

***Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse)**

Im Vergleich mit den anderen beiden Seen hat *Schoenoplectus lacustris* am Grabensee den größten Anteil an der Röhrichtvegetation. Die Binsen-

bestände konzentrieren sich auf das West- und Südostufer des Sees, wo sie dem Schilf seeseitig vorgelagert in Erscheinung treten (Abb. 124).



**Abb. 124:** Verbreitung von *Schoenoplectus lacustris* im Grabensee.

### 3.2.5 Vegetationsausstattung der Transekte

#### 3.2.5.1 MATTSEE

##### Artenanzahl in den einzelnen Transekten

Am Mattsee kommen im Mittel 8,9 Arten (submerse Vegetation und Schwimmblattpflanzen) pro Transekt vor. Damit liegt die mittlere Artenanzahl mehr als doppelt so hoch wie in den anderen beiden untersuchten Seen. Die höchsten Artenzahlen werden in den Transekten 6, 11, 18,

20 und 22 erreicht. Hier konnten jeweils mehr als 10 Arten gefunden werden. Die geringsten Artenzahlen kennzeichnen die Transekte 3 und 13. Hier wurden lediglich 5 bzw. 6 Arten vorgefunden (Abb. 125).

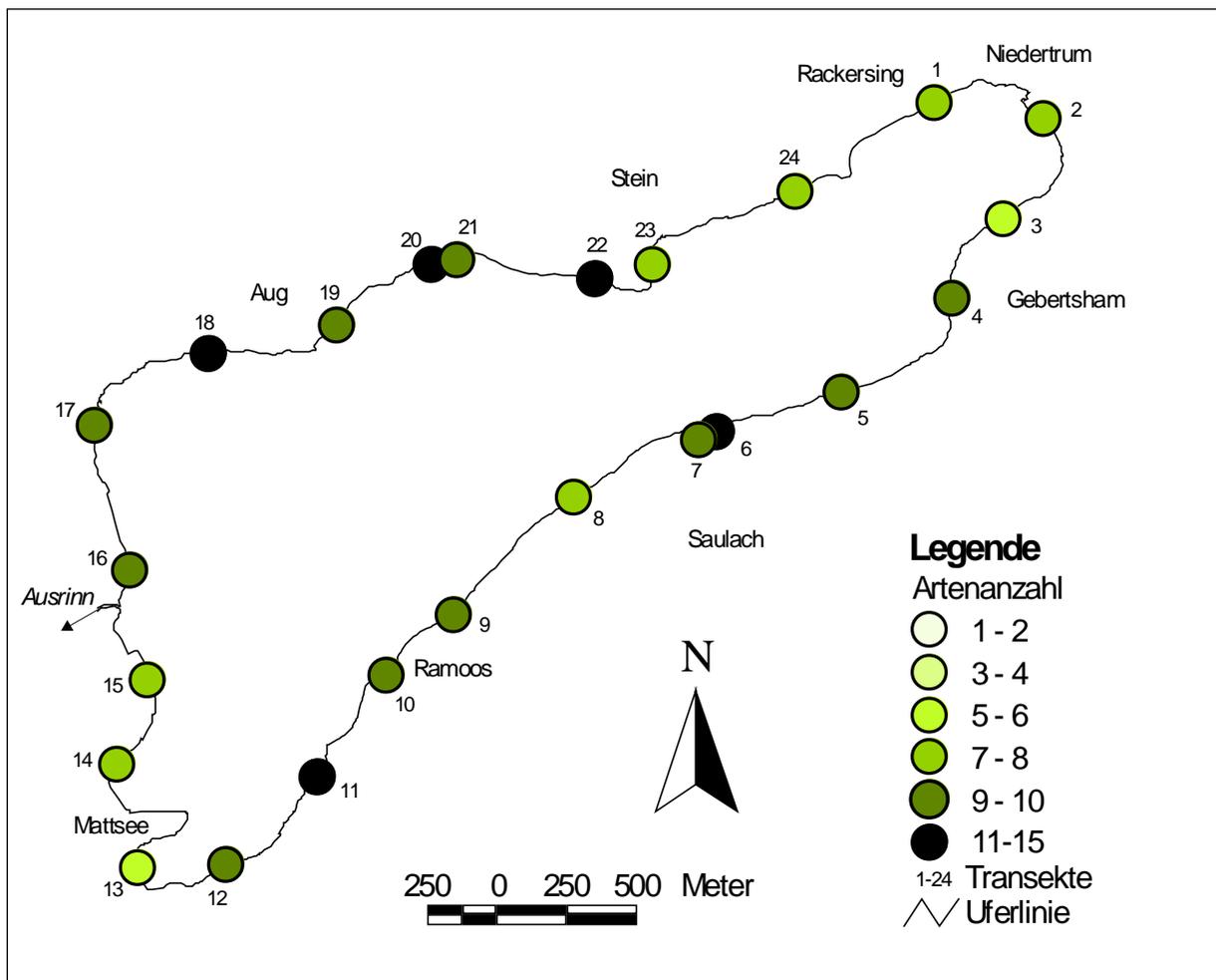


Abb. 125: Artenanzahl in den einzelnen Transekten des Mattsees.

## Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten

Auch die Vegetationsdichte ist am Mattsee höher als an den anderen beiden Seen. Im Mittel wurden „dichte“ bis „sehr dichte Pflanzenbestände“ vorgefunden (CMI=4,5). „Sehr dichte Pflanzenbestände“ finden sich im Niedertrumer

Becken, am Südostufer von Saulach bis Mattsee, sowie westlich von Aug und bei Stein. Die geringste Vegetationsdichte wurde mit nur „mäßig dichten Pflanzenbeständen“ östlich von Aug registriert (Abb. 126).

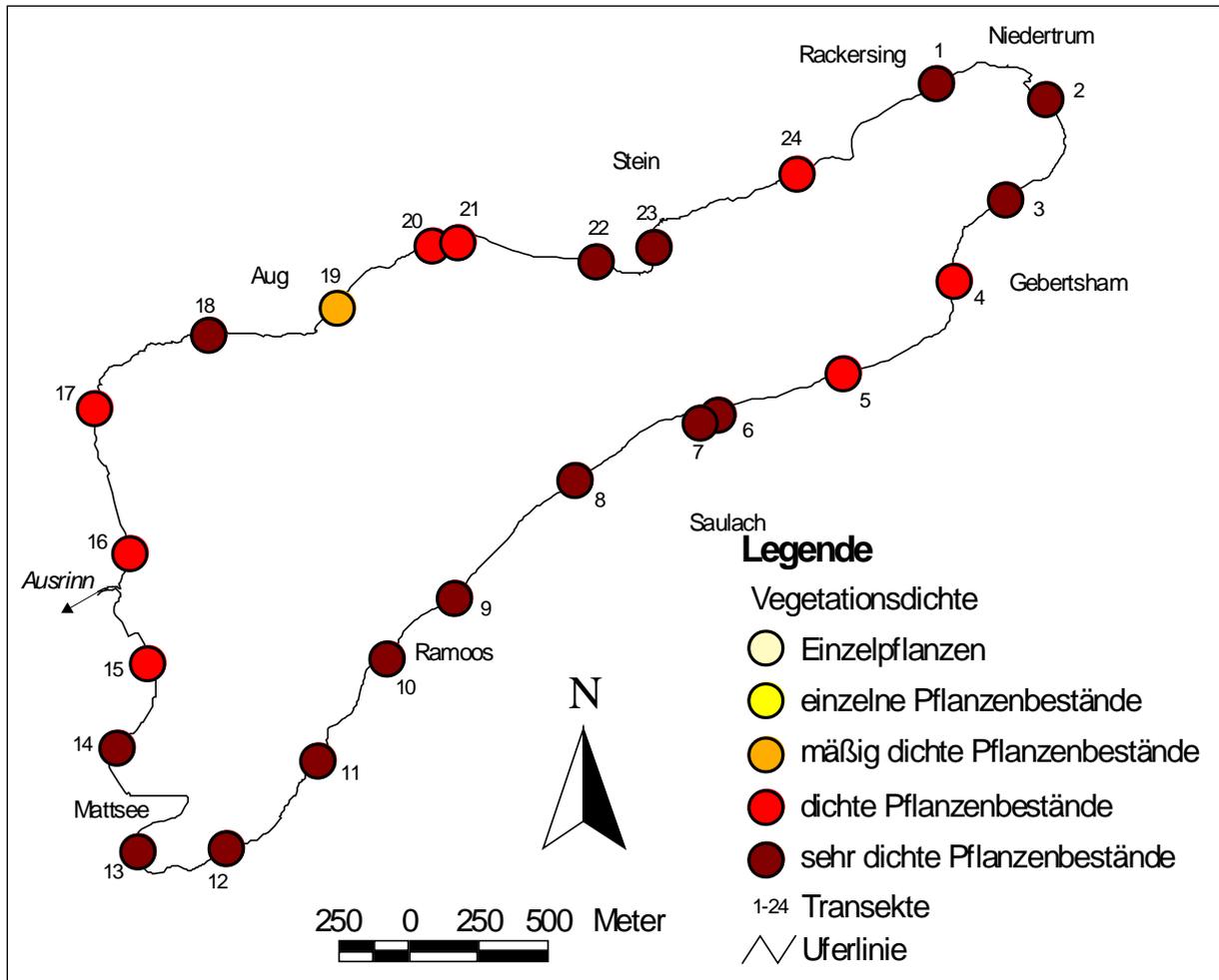


Abb. 126: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Mattsees.

## Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten

Die Vegetationsgrenze liegt am Mattsee im Mittel bei 7,9 m. Damit reicht die submersive Vegetation fast doppelt soweit in die Tiefe wie am Obertrumer See und am Grabensee. Am weitesten steigen die

Pflanzen in den Transekten 5 und 8 am Südostufer in den See hinab. Hier endet der Pflanzenbewuchs erst in 12 bzw. 11,5 m Wassertiefe (Abb. 127).

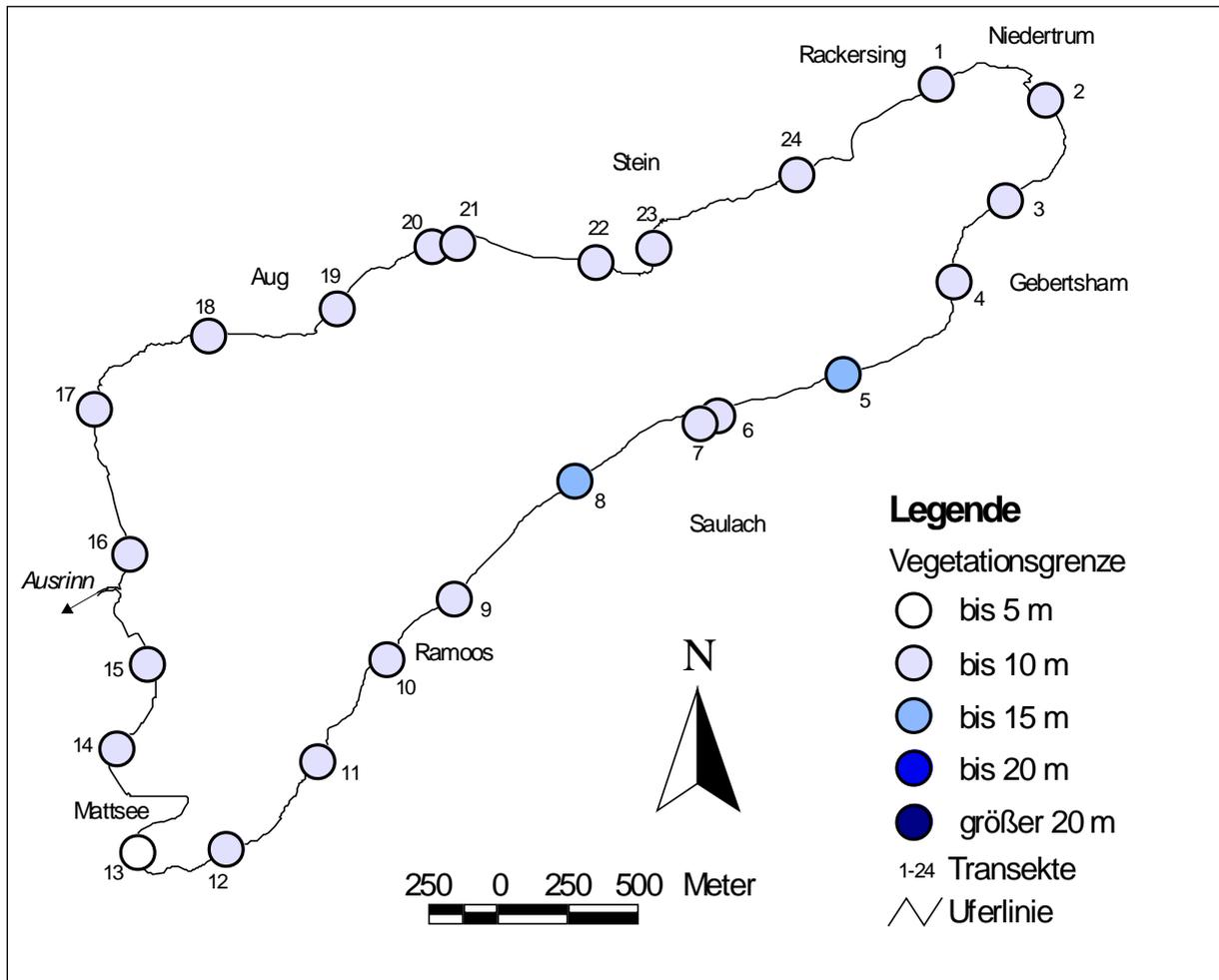


Abb. 127: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Mattsees.

### 3.2.5.2 OBERTRUMER SEE

#### Artenanzahl in den einzelnen Transekten

Am Obertrumer See kommen im Mittel 4,1 Arten (submerse Vegetation und Schwimmblattpflanzen) pro Transekt vor. Die maximale Artenanzahl wird

mit 8 in den Transekten 1, 24 und 30 erreicht. Minimal wurde nur eine Art vorgefunden (Transekte 6, 12 und 16; Abb. 128).

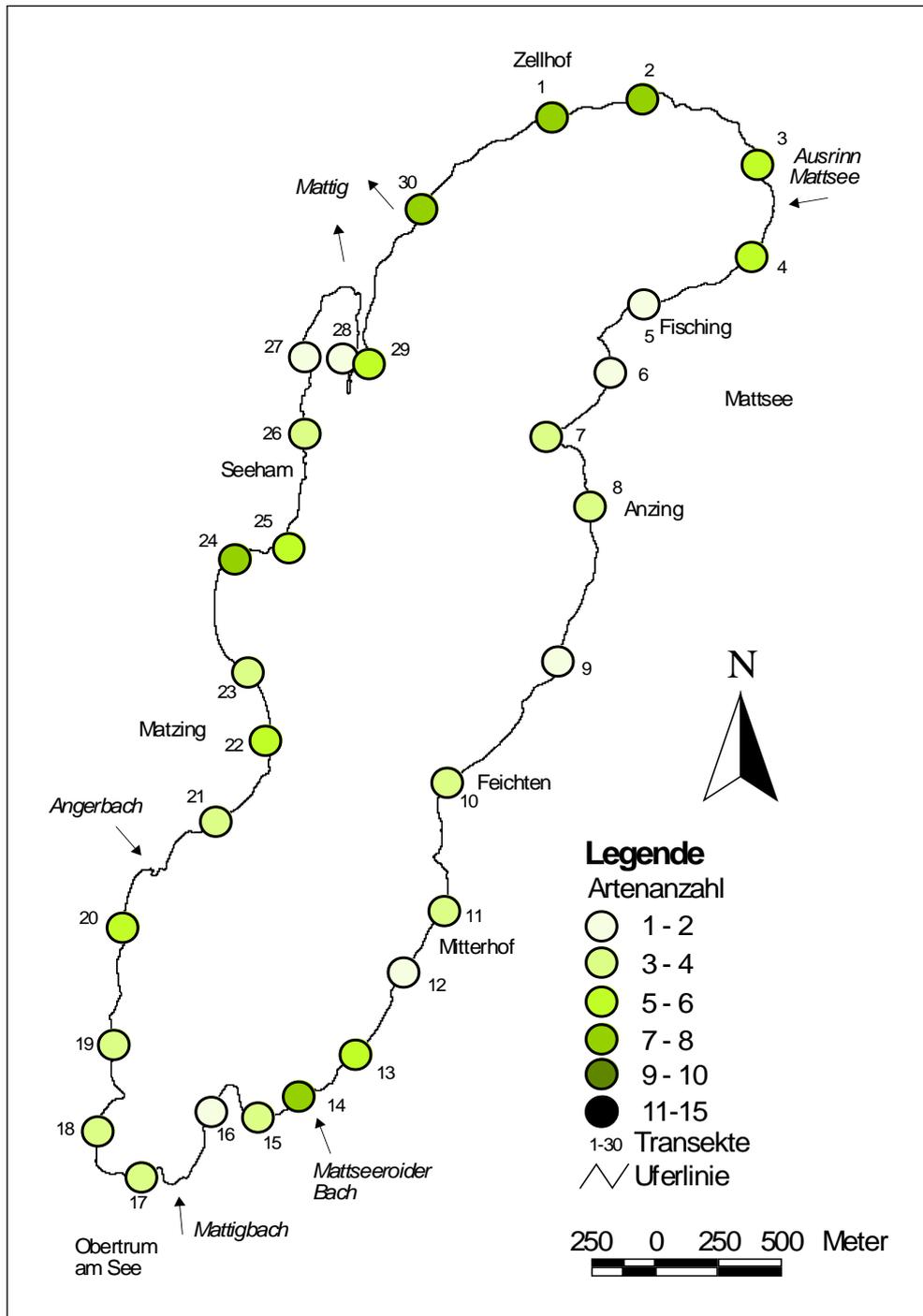


Abb. 128: Artenanzahl in den einzelnen Transekten des Obertrumer Sees.

## Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten

Im Mittel wurden am Obertrumer See „dichte Pflanzenbestände“ (submerse Vegetation und Schwimmblattpflanzen, CMI = 3,8) vorgefunden.

Die Vegetationsdichte ist dabei in der nördlichen Seehälfte etwas höher als in der südlichen (CMI = 4,2 bzw. 3,4; Abb. 129).

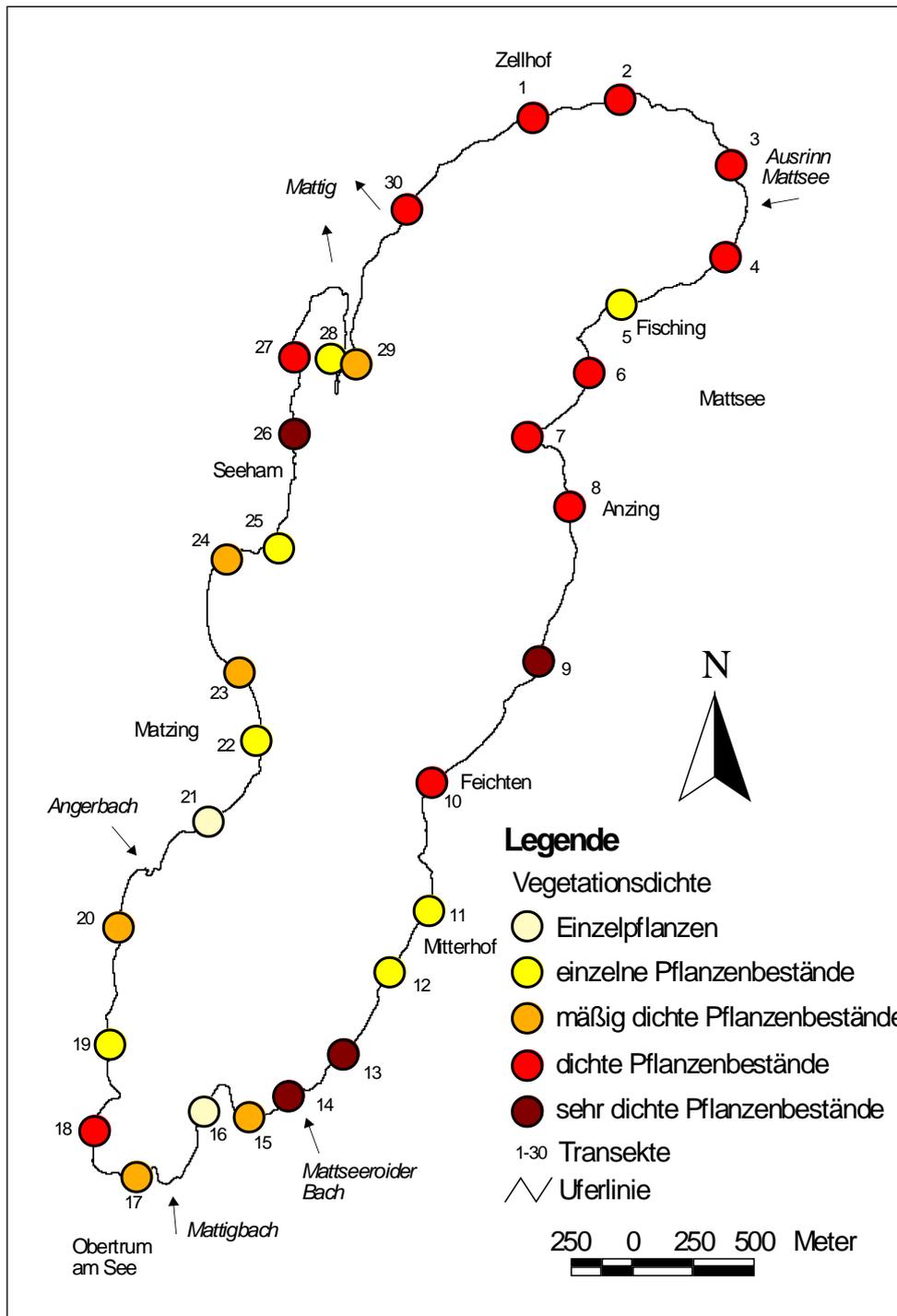


Abb. 129: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Obertrumer Sees.

## Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten

Die Vegetationsgrenze liegt am Obertrumer See im Mittel bei 4,8 m. Während in der nördlichen Seehälfte außer in der Seehamer Bucht im Mittel

5,7 m erreicht werden, sind es in der südlichen Seehälfte nur 4,3 m (Abb. 130).

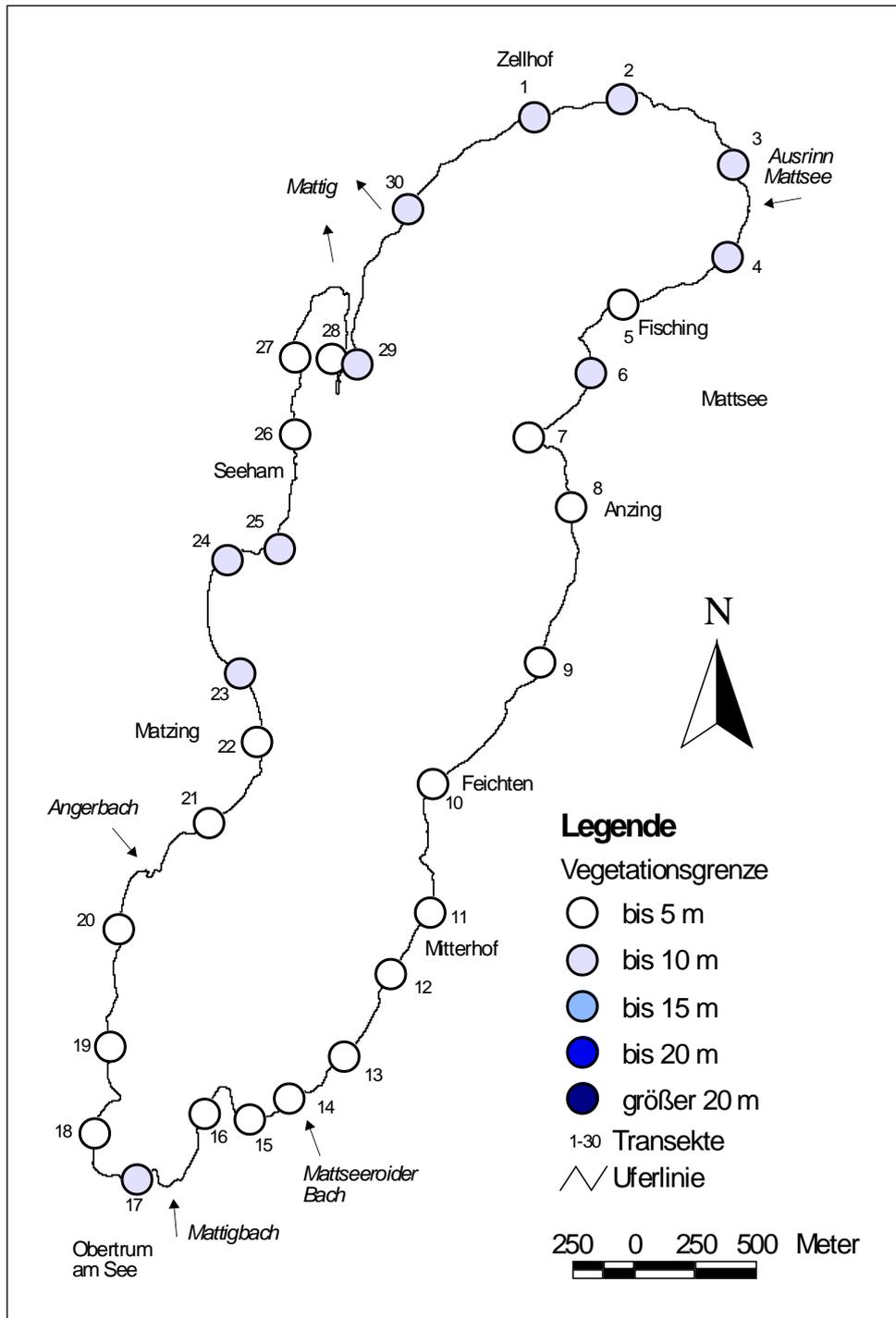


Abb. 130: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Obertrumer Sees.

### 3.2.5.3 GRABENSEE

#### Artenanzahl in den einzelnen Transekten

Am Grabensee kommen im Mittel 4,2 Arten (submerse Vegetation und Schwimmblattpflanzen) pro Transekt vor. Dies ist weniger als halb so viel wie am Mattsee aber geringfügig mehr als am Obertrumer See. In Transekt 7 am Nordwestende

des Sees wurden mit sieben die meisten Arten gefunden. Mit jeweils nur zwei Arten sind die Transekte 3 und 8 die artenärmsten des Grabensees (Abb. 131).

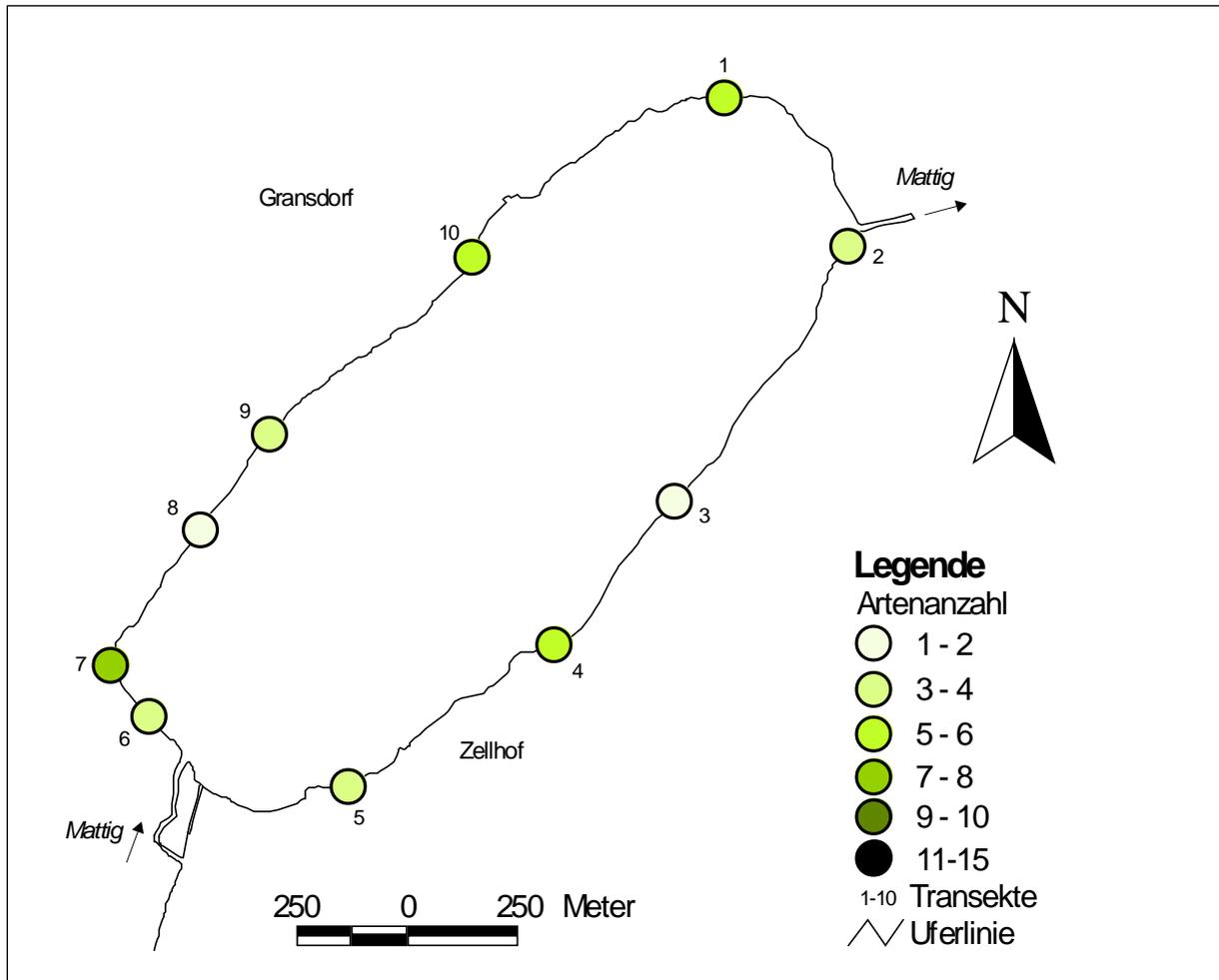


Abb. 131: Artenanzahl in den einzelnen Transekten des Grabensees.

## Vegetationsdichte (CMI) in den einzelnen Transekten

Auch am Grabensee finden sich im Mittel „dichte Pflanzenbestände“ (submerser Vegetation und Schwimmblattpflanzen). Im Mittel ist die Vegetationsdichte dennoch etwas höher als am

Obertrumer See (CMI = 4,2). Transekt 6 ist durch „sehr dichte Pflanzenbestände“ charakterisiert. Die Transekte 3, 4 und 8 zeigen nur einen „mäßig dichten“ Pflanzenbewuchs (Abb. 132).

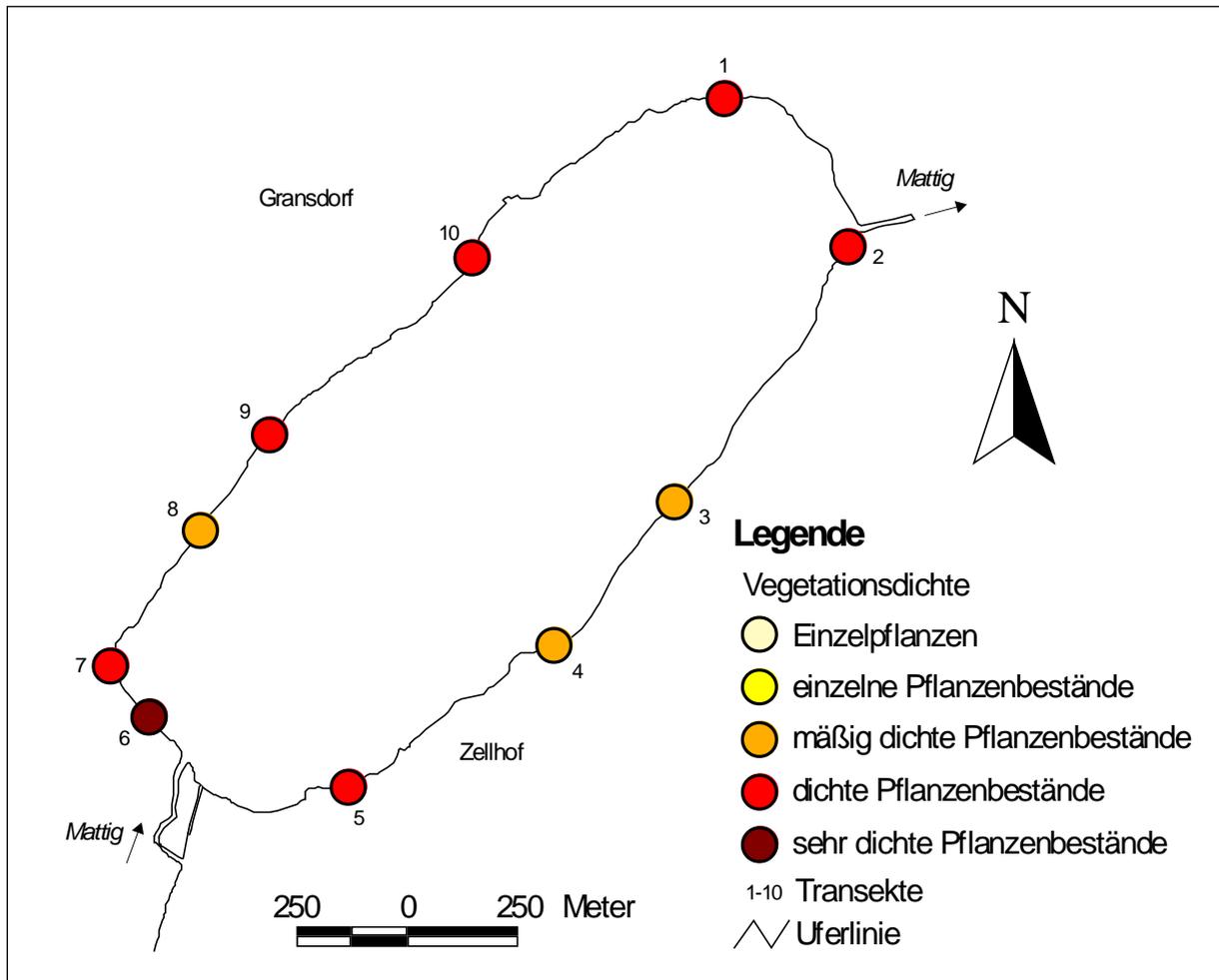


Abb. 132: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Grabensees.

### Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten

Am Grabensee reicht die Vegetation mit im Mittel 4,5 m am wenigsten weit in die Tiefe. Mehr als 5 m

werden nur in den Transekten 1 und 10 am Nordufer des Sees erreicht (Abb. 133).

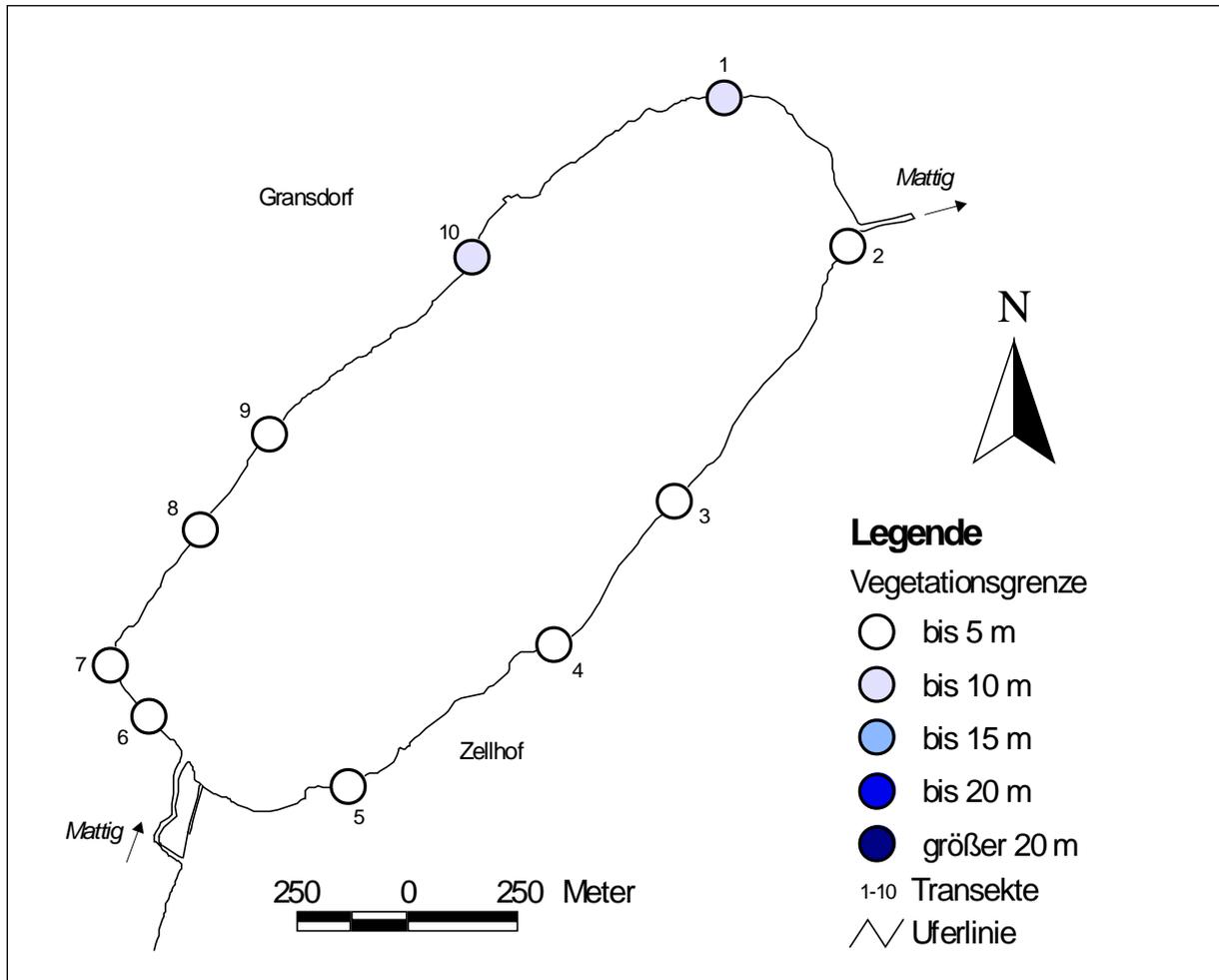


Abb. 133: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Grabensees.

### 3.2.6 Vergleich mit zurückliegenden Untersuchungen

Die Makrophytenvegetation des Obertrumer Sees und des Grabensees ist bereits im Jahr 1996 detailliert erhoben worden. Die Kartierung erfolgte damals flächendeckend nach der Methode von MELZER et al. (1986), modifiziert nach PALL & JÄGER (2001). Im Obertrumer See wurden hierbei 61, im Grabensee 16 Kartierungsabschnitte festgelegt und untersucht.

Eine erste Einmessung der Röhricht- und Schwimmblattbestände mittels dGPS erfolgte am Obertrumer See und am Grabensee 2002, am Mattsee 2003.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der verschiedenen Erhebungen vergleichend dargestellt und die entsprechenden Entwicklungen innerhalb der Makrophytenvegetation erläutert.

#### 3.2.6.1 Artenspektrum

Im Rahmen der Gesamtkartierung im Jahr 1996 wurden im Obertrumer See insgesamt 31, im Grabensee 24 Arten nachgewiesen. Dies sind um ca. 30% mehr als bei der aktuellen Erhebung. Erklärbar ist dies durch die unterschiedlichen Kartierungsmethoden. Während im Jahr 1996 eine

flächendeckende Untersuchung vorgenommen wurde, sind die Vegetationserhebungen 2007 lediglich entlang ausgewählter Transekte erfolgt. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Verteilung der Artenzahlen auf die verschiedenen Pflanzengruppen.

Tab. 4: Artenzahlen im Obertrumer See und im Grabensee 1996 im Vergleich mit 2007.

See	Obertrumer See		Grabensee	
	1996	2007	1996	2007
Röhrichtvegetation	10	5	8	5
Schwimmblattpflanzen	2	2	2	2
Untergetauchte Vegetation, Charophyta	5	4	4	2
Untergetauchte Vegetation, Bryophyta	2	0	0	0
Untergetauchte Vegetation, Spermatophyta	12	11	10	8
<b>Gesamtartenanzahl</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>17</b>

Große Unterschiede sind demnach vor allem im Falle der Röhrichtvegetation erkennbar. Die zwei vorhandenen Schwimmblattarten wurden in allen Untersuchungsjahren gefunden, Moose (Bryophyta) hingegen nur 1996. Die Anzahl der gefundenen Characeen und der Höheren submersen Pflanzen ist 2007 etwas geringer als 1996.

Gegenüber den früheren Untersuchungen nicht mehr gefunden wurden erwartungsgemäß vor

allem solche Arten, die in den beiden Seen schon 1996 nur sehr selten anzutreffen waren. Dies ist sicherlich aus botanischer Sicht bedauerlich.

Vor dem Hintergrund des eigentlichen Untersuchungsziels, eine Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie vorzunehmen, ist jedoch zu betonen, dass alle mengenmäßig bedeutenderen und damit das Vegetationsbild prägenden Arten erfasst werden konnten.

#### 3.2.6.2 Entwicklung der verschiedenen Vegetationseinheiten

Im Folgenden ist die Entwicklung der Makrophytenvegetation in den Trumer Seen von 1996 bis 2007, getrennt für die verschiedenen

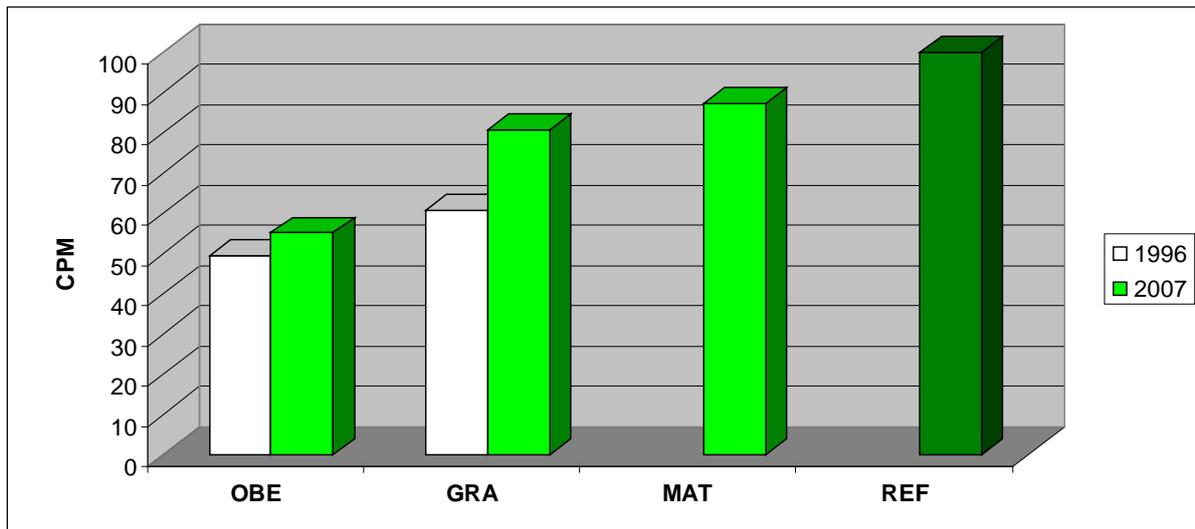
Vegetationseinheiten „untergetauchte Vegetation“, „Schwimmblattpflanzen“ und „Röhrichtvegetation“, dargestellt.

## Untergetauchte Vegetation

### Vegetationsdichte

Abb. 134 zeigt die Vegetationsdichte (submerse Vegetation) in den Trumer Seen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten sowie die Vegetationsdichte im Referenzzustand. Letztere

wurde für diesen Seentyp aus den Gegebenheiten in den Referenztransekten des Mattsees ermittelt (siehe PALL & MAYERHOFER, 2009).



**Abb. 134:** Entwicklung der Vegetationsdichte – untergetauchte Vegetation, angegeben als kumulative Pflanzenmenge (CPM, Pall, 2009).

Bereits 1996 war die Vegetationsdichte im Obertrumer See geringer als im Grabensee. In beiden Seen hat sie bis 2007 zugenommen, dies im Grabensee weitaus deutlicher als im Obertrumer See. Gegenwärtig beträgt die Kumulative Pflanzen-

menge (CPM; PALL, 2009) im Obertrumer See etwa die Hälfte, im Grabensee etwa drei Viertel und am Mattsee etwa 85% des Wertes unter Referenzbedingungen.

### Vegetationsgrenze

Die Tiefenverbreitung der Makrophytenvegetation in einem See ist abhängig vom am Gewässergrund verfügbaren Licht. Die Lage der Vegetationsgrenze ist daher eng mit den trophischen Gegebenheiten im See verknüpft. Das Absinken der Vegetationsgrenze und damit die Vergrößerung des von Makrophyten bewachsenen Tiefenbereichs im Obertrumer See und im Grabensee ist daher ein besonders eindrucksvoller Beleg für die Wirksamkeit der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen. Sowohl im Obertrumer See wie auch

im Grabensee konnte die submerse Vegetation von 1996 bis 2007 um mehr als einen Meter weiter in die Tiefe vordringen (Abb. 135).

Die Vegetationsgrenze liegt derzeit im Obertrumer See im Mittel bei 4,7 m, im Grabensee bei 4,5 m. Die größte Tiefenausbreitung erreicht die Makrophytenvegetation im Mattsee. Der Wasserpflanzenbewuchs reicht hier im Mittel bis in eine Tiefe von 7,9 m. Nur wenig tiefer, bei etwa 9,0 m, liegt die Vegetationsgrenze unter Referenzbedingungen.

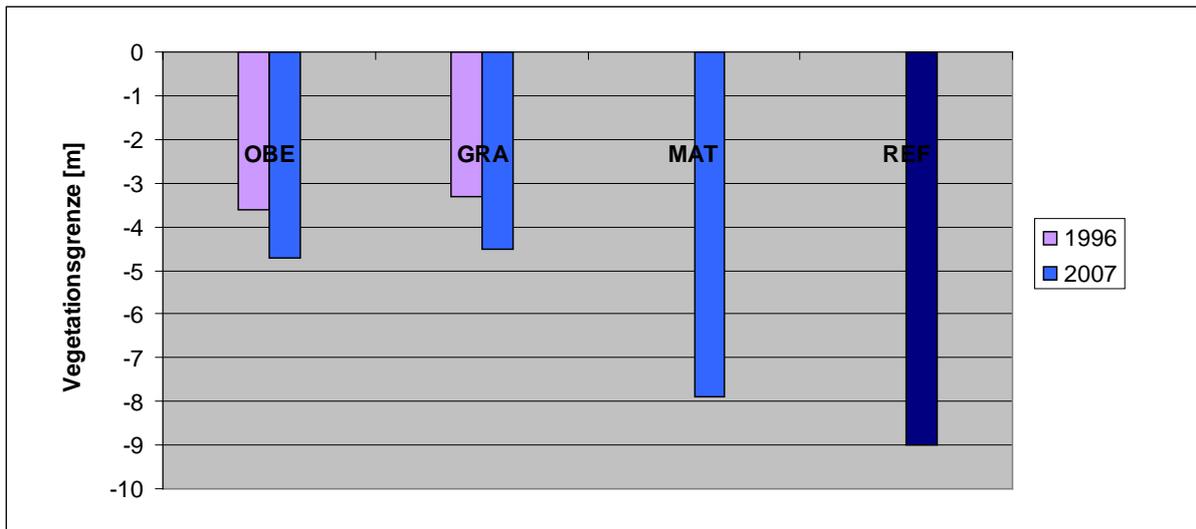


Abb. 135: Entwicklung der Vegetationsgrenze, untergetauchte Vegetation.

### Makrophytenindex

Auch die Entwicklung des Makrophytenindex (MI, MELZER et al., 1986) im Obertrumer See und im Grabensee belegt den Reoligotrophierungsprozess (Abb. 136). 1996 indizierte die Makrophytenvegetation in beiden Seen eine „erhebliche“ Nährstoffbelastung (MI = 3,05 bzw. 3,19, entsprechend etwa meso-eutrophen Verhältnissen [MELZER, 1988]). 2007 war die Nährstoffbelastung nach dem Makrophytenindex nur mehr als „mäßig“ zu bezeichnen. Der Makrophytenindex verbesserte sich dabei interessanterweise im Grabensee weitaus deutlicher als im Obertrumer See. Die nun erreichten Werte von 2,75 und 2,69

entsprechen in etwa mesotrophen Verhältnissen (MELZER, 1988).

Vor dem Hintergrund der Trophieentwicklung der beiden Seen verdeutlicht die Entwicklung des Makrophytenindex die verzögerte Reaktion der Makrophytenvegetation auf Reoligotrophierungsprozesse. Während im Freiwasser von Obertrumer See und Grabensee bereits oligo-mesotrophe Verhältnisse erreicht sind, indizieren die Makrophyten noch einen mesotrophen Zustand. Auch im Mattsee sind offensichtlich noch die Nachwehen eines – wenn auch nur geringfügig – höheren Trophiegrades in der Vergangenheit in der Makrophytenvegetation spürbar.

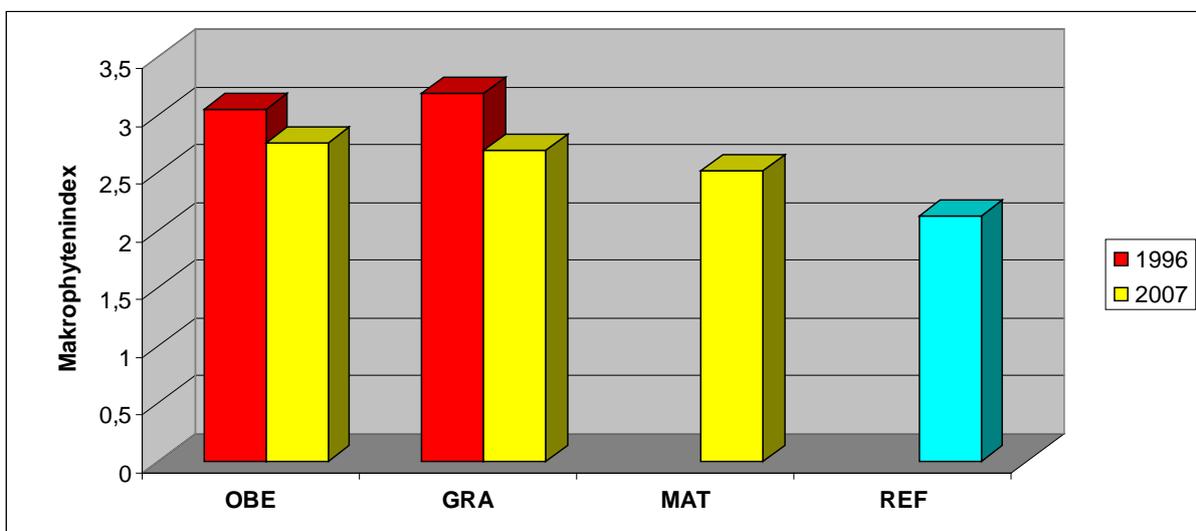


Abb. 136: Entwicklung des Makrophytenindex.

## Flächige Ausdehnung

Abbildung 137 zeigt die flächenmäßige Ausbreitung der untergetauchten Makrophytenvegetation in den verschiedenen Untersuchungsjahren bezogen auf die jeweils potentiell besiedelbare Fläche. Als potentiell besiedelbare Fläche

wurde die Fläche des Gewässergrundes von der langjährigen Mittelwasserlinie bis zur Vegetationsgrenze unter Referenzbedingungen angenommen. Diese wurde aus den Gegebenheiten an den Referenzstellen im Mattsee abgeleitet.

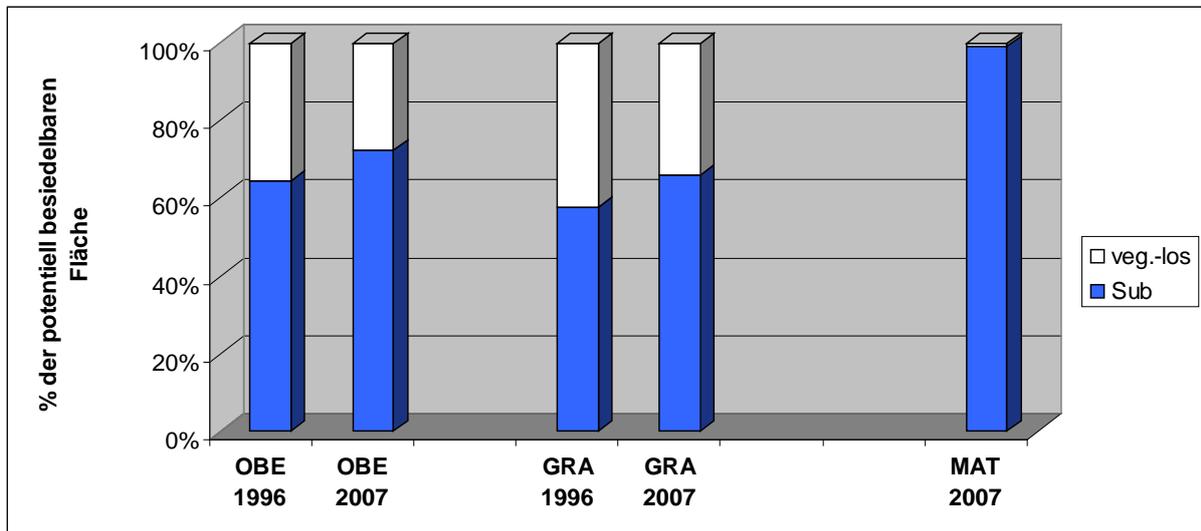


Abb. 137: Ausbreitung untergetauchte Vegetation in Relation zur potentiell besiedelbaren Fläche.

Mit dem Absinken der Vegetationsgrenze in größere Wassertiefen hat sich auch die mit untergetauchten Makrophyten besiedelte Fläche im Obertrumer See und im Grabensee vergrößert. Aktuell weisen im Obertrumer See ca. 72% und im Grabensee 66% der potentiell besiedelbaren Fläche einen Bewuchs

mit submersen Makrophyten auf.

Im Mattsee sind 99% der besiedelbaren Fläche von Makrophyten eingenommen, das heißt, dass bezüglich der flächenmäßigen Ausbreitung der Makrophytenvegetation quasi Referenzbedingungen gegeben sind.

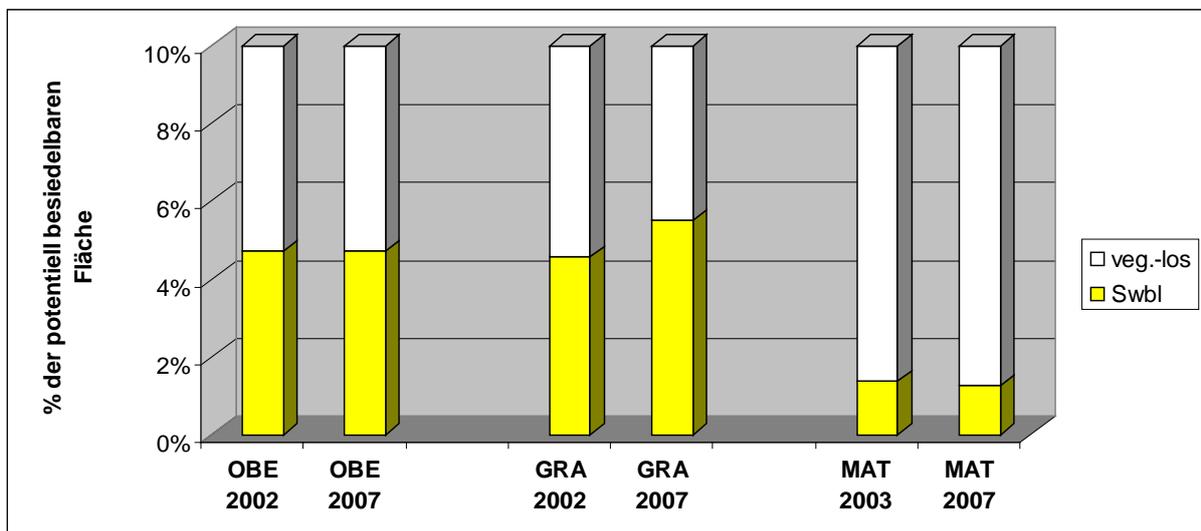
## Schwimblattvegetation

Vorkommen und Verbreitung von Schwimblattpflanzen sind von einer Vielzahl von natürlichen Faktoren, wie z.B. Seegröße, Lage des Sees zur Hauptwindrichtung, Uferausprägung, Sedimentbeschaffenheit etc. abhängig. Die Ausprägung der Schwimblattvegetation ist daher mehr als jene der anderen Vegetationseinheiten (untergetauchte Vegetation und Röhricht) als seespezifisch zu betrachten.

Als potentieller Siedlungsraum für Schwimblattpflanzen kann der Tiefenbereich zwischen 2,0 m und 3,0 m Wassertiefe angenommen werden. Aus den o.a. Gründen darf hier aber, im Gegensatz z.B. zur untergetauchten Vegetation, nicht jener Anteil der potentiell besiedelbaren Fläche, der tatsächlich einen Bewuchs mit Schwimblattpflanzen

aufweist, als Kriterium für eine Bonitätsbewertung herangezogen werden. Die einheitliche Bezugsbasis der „potentiell besiedelbaren Fläche“ soll hier lediglich einen Vergleich der verschiedenen Seen und der Gegebenheiten zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten ermöglichen.

Aus Abbildung 138 ist ersichtlich, dass im Grabensee der größte Anteil der potentiell besiedelbaren Fläche tatsächlich auch einen Bewuchs mit Schwimblattpflanzen aufweist. Die Schwimblattvegetation hat sich zudem von 2002 auf 2007 im See ausbreiten können. Etwas weniger bedeutend ist die Schwimblattvegetation im Obertrumer See, im Mattsee tritt sie kaum in Erscheinung.



**Abb. 138:** Ausbreitung Schwimblattvegetation in Relation zur potentiell besiedelbaren Fläche.

## Röhrichtvegetation

### Schilf

Abbildung 139 zeigt die flächenmäßige Ausbreitung der Schilfbestände in den verschiedenen Untersuchungsjahren bezogen auf die jeweils potentiell besiedelbare Fläche. Als potentiell besiedelbare Fläche wurde für den Schilfgürtel der Bereich zwischen der langjährigen Mittelwasserlinie und 1,5 m Wassertiefe, der natürlichen Tiefenausbreitungsgrenze des Schilfs in diesem Seentyp, angenommen. Hierbei wurde berücksichtigt, dass in einigen Bereichen aufgrund natürlicher Gegebenheiten des Untergrundes kein Schilfaufkommen möglich ist.

Aus Abbildung 139 wird deutlich, dass im Obertrumer See sowohl hinsichtlich der flächenmäßigen Ausbreitung wie auch hinsichtlich der Dichte der Schilfbestände die vergleichsweise besten Verhältnisse gegeben sind (vgl. auch

HEBERLING & JÄGER, 2005). Die Schilfbestände am Grabensee nehmen nicht nur einen geringeren Anteil der potentiell besiedelbaren Fläche ein, sondern sind auch weniger dicht ausgebildet. In beiden Seen konnten sich die Schilfbestände von 2002 bis 2007 leicht ausdehnen. Am Obertrumer See hat zusätzlich die Dichte in diesem Zeitraum deutlich zugenommen. Aktuell werden am Obertrumer See ca. 53% und am Grabensee ca. 50% der potentiell besiedelbaren Fläche von Schilfbeständen eingenommen.

Den geringsten Schilfbestand weist der Mattsee auf. Die Bestandesdichten haben sich zwar auch hier von 2003 bis 2007 erhöht, die von Schilf bewachsene Fläche blieb aber in etwa konstant. Sie beträgt derzeit ca. 35% der potentiell besiedelbaren Fläche.

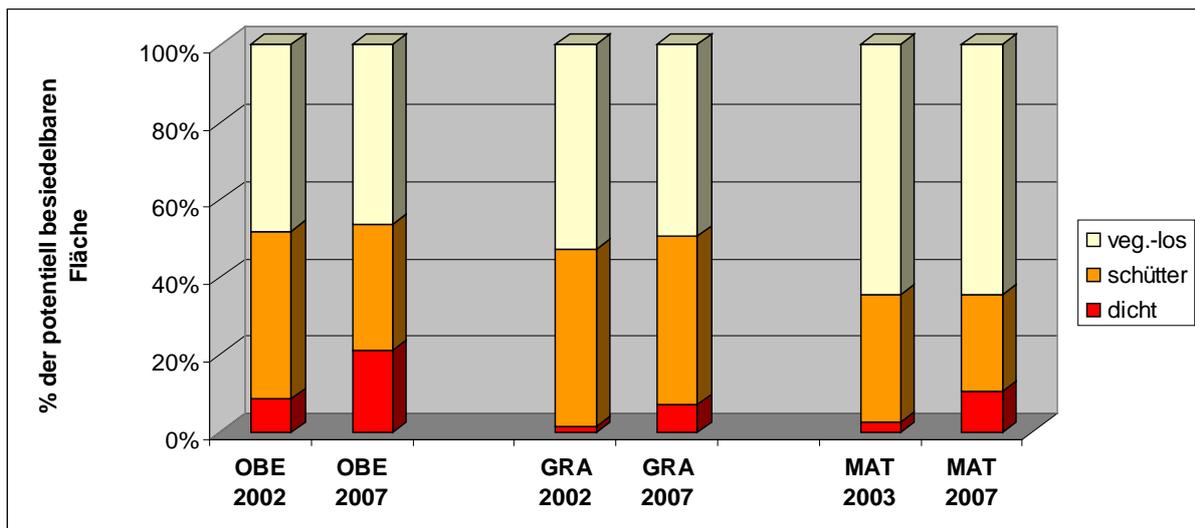


Abb. 139: Ausbreitung Schilfvegetation in Relation zur potentiell besiedelbaren Fläche.

## Binsen

Als potentieller Siedlungsraum für Binsen wurde der Bereich von Vorderkante der Schilfbestände bis zu einer Wassertiefe von 2,0 m angenommen. Den größten Anteil an der potentiell besiedelbaren Fläche nehmen die Binsen mit ca. 20% im Obertrumer See ein. Im Grabensee liegt dieser Wert bei ca. 17%. In beiden Seen haben sowohl die

Ausdehnung wie auch die Bestandesdichten von 2002 auf 2007 abgenommen (Abb. 140).

Im Mattsee finden sich Binsen auf lediglich ca. 2% der potentiell besiedelbaren Fläche. Hier sind von 2003 auf 2007 keine wesentlichen Veränderungen eingetreten.

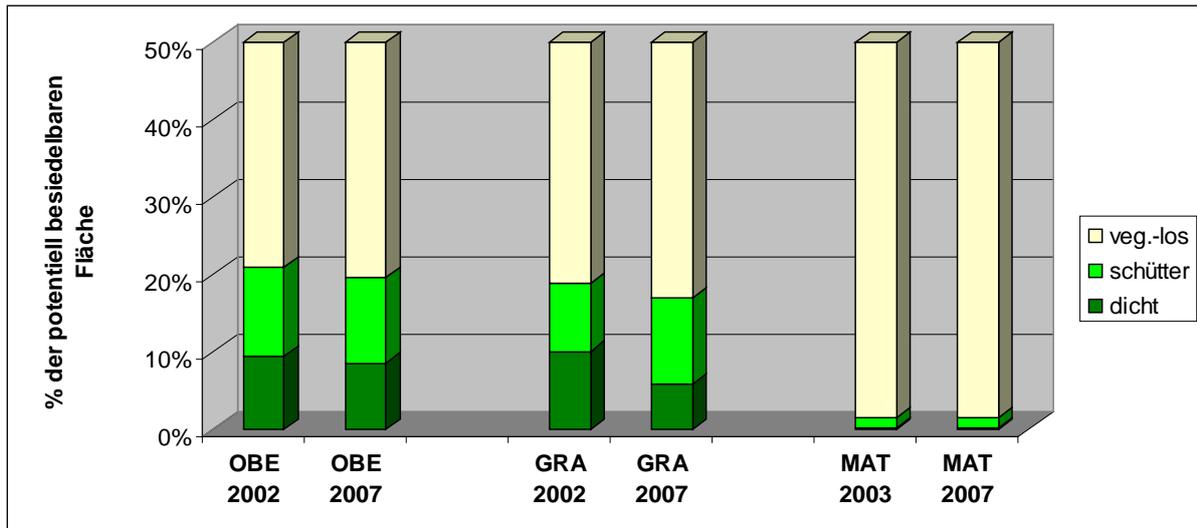


Abb. 140: Ausbreitung Binsenvegetation in Relation zur potentiell besiedelbaren Fläche.

### 3.2.7 Vegetationszonierung

Die Zonierung der aquatischen Vegetation ist in den beiliegenden Karten dargestellt. Die verschie-

denen Vegetationstypen sind dort im Maßstab 1:2.000 flächig ausgewiesen.

#### 3.2.7.1 MATTSEE

Am Mattsee ist kein Röhrichtgürtel im eigentlichen Sinne ausgebildet. Streckenweise geschlossene, aber überwiegend schütterere Bestände ziehen sich vom Seeausrinn am Westufer entlang des Nordufers bis in das Niedertrumer Becken hinein. Das Röhricht wird am Mattsee deutlich vom Schilf dominiert. Binsen kommen nur vereinzelt vor. Ihre Bestände finden sich am Mattsee nicht, wie üblich, dem Schilf seeseitig vorgelagert, sondern sie durchsetzen die lockeren Schilfvorkommen.

Schwimblattpflanzen haben am Mattsee kaum Bedeutung. Die einzigen nennenswerten Vorkommen finden sich in der Weyerbucht und in der Umgebung des Seeausrins.

Die untergetauchte Vegetation reicht in der Niedertrumer Bucht bis in eine Tiefe von 5,5 bis 5,8 m. Die typspezifische Characeenvegetation des Flachwassers findet sich nur in Abschnitt 2 und ansatzweise in Abschnitt 3. In den übrigen Bereichen ist sie durch dichte Rasen niederwüchsiger Höherer Pflanzen ersetzt. Im mittleren Tiefenbereich sind zwar durchwegs Characeen vorhanden, werden aber mengenmäßig wiederum von niederwüchsigen Höheren Pflanzen dominiert. Die Characeenvegetation der Tiefe fehlt. An ihrer Stelle finden sich ebenfalls niederwüchsige Höhere Pflanzen. Die vorliegenden Vegetationsverhältnisse sind Ausdruck des gegenüber dem übrigen Mattsee leicht erhöhten Trophiegrades des Niedertrumer Beckens.

Am Südostufer reicht die Vegetation Richtung Westen deutlich weiter in die Tiefe hinab, auch gewinnen Characeen immer mehr an Bedeutung. Bis zum Eingang der Weyerbucht ist hier die typspezifische Vegetationszonierung mit Characeenwiesen des Flachwassers, Characeen des mittleren Tiefenbereichs und ausgedehnten Characeenrasen der Tiefe besonders gut ausgebildet. In Abschnitt 11 schließt sich unterhalb der Characeenvegetation der Tiefe sogar noch eine

von *Nitella*-Arten dominierte Zone an. Die Characeen des Flachwassers und zum Teil auch jene der Tiefe sind in geringen Mengen von niederwüchsigen Höheren Pflanzen durchsetzt. Im mittleren Tiefenbereich finden sich Laichkrautarten zwischen den dichten Characeenbeständen.

Mit weiterer Annäherung an die Weyerbucht ändern sich die Vegetationsverhältnisse drastisch. Die Vegetationsgrenze steigt stetig, bis auf nur mehr 4,5 m in der Weyerbucht, an. Höhere Pflanzen, allen voran die typischen Vertreter des Laichkrautgürtels, gewinnen immer mehr an Bedeutung. In Abschnitt 12 findet sich erstmals ein dichter Laichkrautgürtel, die Weyerbucht selbst wird dann vollständig von hochwüchsigen, dichten Laichkrautbeständen eingenommen. Dieses üppige Pflanzenwachstum lässt, vor allem auch aufgrund der Artenzusammensetzung, auf maßgebliche Nährstoffeinträge in diesem Bereich schließen.

In der Mattseer Bucht treten erstmals wieder Characeen auf. Ihre Bestandesdichten bleiben jedoch auch im weiteren Uferverlauf bis zum Seeabfluss nur untergeordnet. Es dominieren hier niederwüchsige Höhere Pflanzen sowie hochwüchsige Arten des Laichkrautgürtels.

Hochwüchsige Arten bleiben auch im weiteren Uferverlauf bis Aug im mittleren Tiefenbereich dominant und bilden hier einen typischen Laichkrautgürtel, der allerdings von Characeen durchsetzt ist. Oberhalb und unterhalb schließen sich zumeist wieder dichte Characeenrasen an.

Östlich von Aug gewinnt dann die niederwüchsige Vegetation wieder mehr an Bedeutung. Sie ersetzt die hochwüchsigen Pflanzen des Laichkrautgürtels und zum Teil auch die Characeenvegetation. Dies ist besonders bei Aug und bei Stein der Fall. Zwischen Aug und Stein sowie östlich von Stein bis zum Niedertrumer Becken finden sich wiederum ausgedehnte Characeenbestände.

#### 3.2.7.2 OBERTRUMER SEE

Am Obertrumer See zieht sich entlang weiter Bereiche des Seeufers ein mehr oder weniger dichter Schilfgürtel. Besonders ausgedehnt ist dieser in der nördlichen Seehälfte. Die dichtesten Bestände finden sich dabei am weniger wind- und wellen exponierten Nord- und Westufer. Seeseitig vorgelagert gedeihen hier auch großflächige Binsenvorkommen. Entlang der übrigen Uferstrecken kommen Binsen lediglich in Form

kleinerer, räumlich zumeist eng begrenzter, Bestände vor.

Schwimblattpflanzen finden sich am Obertrumer See bevorzugt in wind- und wellengeschützten Buchten, so vor allem in der Seehamer Bucht, in den Buchten im Mündungsbereich der Mattig und des Rotschernbachs bei Obertrum sowie in der Bucht südlich von Seeham.

Die typspezifischen Characeenwiesen sind am Obertrumer See vorwiegend in der nördlichen Seehälfte zu finden. Vor allem zwischen der Seehamer Bucht und dem Zufluss aus dem Mattsee finden sich ausgedehnte Characeenwiesen des Flachwassers inmitten der Schilf- und Binsenbestände (daher teilweise im Kartenteil nicht als Signatur ersichtlich). Diese reichen für gewöhnlich bis an die seeseitige Abbruchkante des Schilfgürtels. Hier fällt der Seeboden von ca. 1 m auf über 2 m Wassertiefe senkrecht ab. Unterhalb der Abbruchkante findet sich ein schütterer, von Characeen des mittleren Tiefenbereichs durchsetzter Laichkrautgürtel, an den sich Characeenwiesen der Tiefe anschließen. Die Vegetation reicht hier in mehr als 6 m Wassertiefe.

Die dichten Characeenwiesen der Tiefe ziehen sich noch ca. bis Fisching. Im weiteren Verlauf des Seeufers Richtung Süden wird die Makrophytenvegetation dann überwiegend von niederwüchsigen Höheren Pflanzen gestellt. Diese bedecken den Seeboden bis in eine Tiefe von nur knapp mehr als 4 m. Teilweise sind die Bestände im Tiefenbereich zwischen etwa 1,3 und 3,0 m von einem Laichkrautgürtel unterbrochen. Besonders dichte Laichkrautbestände finden sich vor der Mündung des Rotschernbachs.

Sehr geringe Vegetationsdichten und Vorkommen lediglich niederwüchsiger Höherer Pflanzen kennzeichnen die Umgebung des Bades in Obertrum. Westlich anschließend findet sich bis etwa Bambach nochmals ein dichter Laichkraut-

gürtel. Im weiteren Verlauf Richtung Norden dominieren bis etwa Matzing wiederum niederwüchsige Höhere Pflanzen. Am Westufer fällt die Uferhalde hier überwiegend relativ steil ab, so dass für die Makrophytenvegetation nur ein schmaler Siedlungsraum bleibt. Die etwas breiteren Flachwasserzonen in der Umgebung von Seeleiten und von Matzing werden von Characeen des Flachwassers besiedelt.

Nördlich von Matzing wird die von Makrophyten besiedelbare Uferhalde wieder breiter. Im Flachwasser wachsen niederwüchsige Höhere Pflanzen oder auch Characeen. Zwischen etwa 1,5 und 3 bis 4 m Wassertiefe findet sich ein dichter Laichkrautgürtel, an den sich seeseitig erneut niederwüchsige Höhere Pflanzen oder Characeenwiesen anschließen. Die Vegetation reicht etwa 4 bis 5 m in die Tiefe.

Gänzlich anders präsentiert sich die Makrophytenvegetation in der Seehamer Bucht. Hier dominieren Schwimmblattpflanzen das Vegetationsbild. Ihre dichten Bestände reichen, besonders am Westufer, weit in den See hinein. Die Pflanzen erreichen noch aus mehr als 2 m Tiefe die Wasseroberfläche. Unter dem dichten Schwimmblattdach finden sich vereinzelt niederwüchsige Höhere Pflanzen. Ihre Bestände enden allerdings ebenfalls bereits knapp unterhalb von 2 m Wassertiefe. Lediglich am Ostufer der Seehamer Bucht findet sich den Schwimmblattbeständen vorgelagert noch ein Laichkrautgürtel, der bis in eine Wassertiefe von 3,9 m vordringt.

### 3.2.7.3 GRABENSEE

Den Grabensee kennzeichnet ein mehr oder weniger geschlossener Röhrichtgürtel. Die Bestandesdichten bleiben allerdings meist nur gering und die Schilfhalme dringen nicht allzu weit in den See vor. Am West- und am Südostufer des Sees finden sich, dem Schilf seeseitig vorgelagert, ausgedehnte Binsenbestände.

Am Grabensee tritt auch die Schwimmblattvegetation deutlich in Erscheinung. Größere Bestände finden sich vor allem am windgeschützten West- und Nordwestufer.

Die untergetauchte Vegetation wird nahezu ausschließlich von Höheren Pflanzen repräsentiert. Characeen gelangen nur in dem der Ortschaft Zellhof vorgelagerten Uferabschnitt zur Dominanz. Während entlang des West- und des Nordwestufers ausschließlich niederwüchsige Höhere Pflanzen bestandsbildend in Erscheinung treten, zieht sich entlang des Ost- und des Südostufers ein dichter Laichkrautgürtel. Die submerse Vegetation endet zumeist bereits in einer Tiefe von knapp mehr als 4 m.

### 3.2.8 Bewertungsergebnisse Trumer Seen

In diesem Kapitel sind die Bewertungsergebnisse für die Trumer Seen im Jahr 2007 dargestellt. Die Makrophytenvegetation des Obertrumer Sees und des Grabensees wurde schon 1996 erstmals detailliert erhoben (PALL & JÄGER, 2001). Basierend auf diesen Ergebnissen wurde bereits eine vorläufige Bewertung der beiden Seen vorgenommen (PALL & MOSER, 2006). Im Zuge der Kartierung des Mattsees konnten nun anhand real vorgefundener Referenzstellen die Referenzbedingungen für den Seentyp adjustiert werden. Hierdurch haben sich auch die Bewertungsergebnisse für das Jahr 1996 geringfügig verändert. Diese neu berechneten Bewertungen werden im vorliegenden Bericht jeweils den Ergebnissen aus dem Jahr 2007 gegenübergestellt.

Im Folgenden sind zunächst einige allgemeine Angaben zu den Seen sowie zu deren Makrophytenvegetation in einem Datenblatt aufgelistet. Zur Verdeutlichung des Bewertungsergebnisses werden jeweils zwei Grafiken dargestellt. Die erste zeigt in Form eines Balkendiagramms die Bewertungsergebnisse (als EQR) für die einzelnen Metrics, jeweils berechnet für den gesamten See. Aus ihr können

Informationen über die vorherrschenden Belastungen und gegebenenfalls Vorliegen und Stand von Eutrophierungs- oder Reoligotrophierungsprozessen abgelesen werden. Die zweite gibt in Form eines Tortendiagramms die prozentualen Anteile der verschiedenen Zustandsklassen an der Gesamtuferlänge des Sees wieder.

Die Bewertungsergebnisse für die verschiedenen Uferabschnitte sind darüber hinaus auch kartographisch dargestellt. Dies soll vor allem der Lokalisation von Uferabschnitten mit Handlungsbedarf dienen. Das Bewertungsergebnis für den gesamten See, als Zustandsklasse und EQR-Wert, findet sich unterhalb dieser Kartendarstellung und gibt Aufschluss darüber, ob das Qualitätsziel für den jeweiligen See erreicht wurde oder nicht.

Die kartographische Darstellung der Bewertungsergebnisse der Einzelmetrics soll als Hilfestellung zur Abklärung von Belastungsursachen dienen. Letztlich werden in einer weiteren Karte die Bewertungsergebnisse nach AIM-Module 1 der Uferklassifikation nach ÖNORM gegenübergestellt.

## MATTSEE – Bewertung 2007

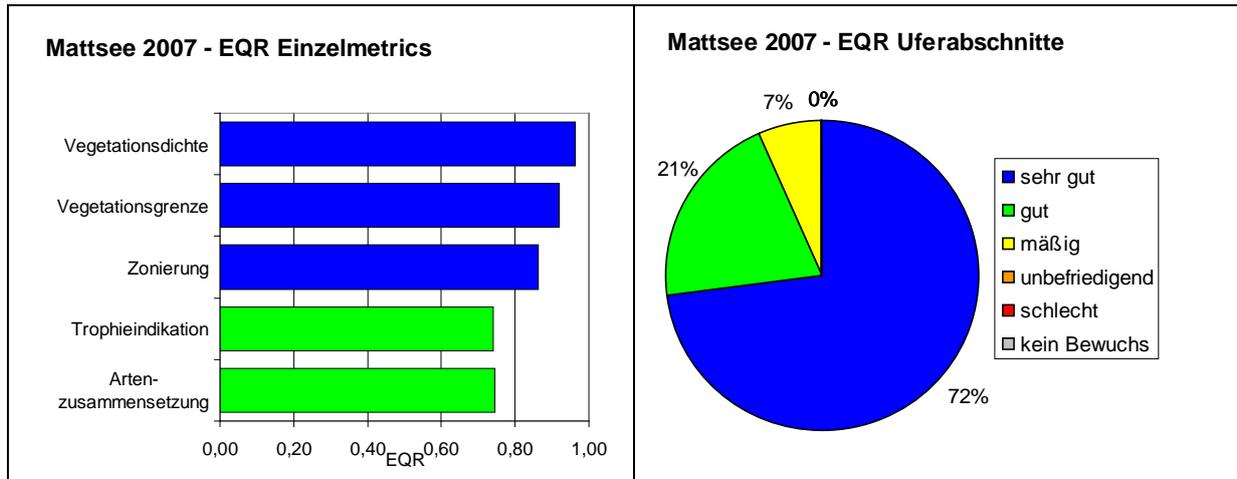


Abb. 141: Mattsee 2007, EQR-Werte der Einzelmetrics.

Abb. 142: Mattsee 2007, prozentuale Anteile der Zustandsklassen an der Uferlänge.

Für den Mattsee ergibt sich nach der Makrophytenvegetation zum Untersuchungszeitpunkt ein „sehr guter Zustand“. Einige Uferabschnitte des Sees haben Referenzcharakter. Die dortigen Vegetationsverhältnisse wurden zur Definition der Referenzbedingungen für den Seentyp „Seen des Bayerisch-Österreichischen Alpenvorlands“ (PALL et al., 2005) herangezogen. Die Einzelmetrics „Vegetationsdichte“, „Vegetationsgrenze“ und „Zonierung“ indizieren „sehr gute“ Verhältnisse. Die Metrics „Makrophytenindex“ und „Artenzusammensetzung“ liegen im Wertebereich für „gut“ (Abb. 141).

Insgesamt ergibt sich für 72% der Uferlänge ein „sehr guter“ Zustand, 21% der Uferlänge befinden sich gemäß der Makrophytenvegetation im „guten“ Zustand. Lediglich für 7% der Uferlänge errechnet sich ein „mäßiger“ Zustand (Abb. 142).

Wie der folgenden Kartendarstellung (Abb. 143) zu entnehmen ist, liegt der einzige mit „mäßig“

bewertete Uferabschnitt des Mattsees in der Weyerbucht. Bei Betrachtung der Ergebnisse der Einzelmetrics (Abb. 144) wird deutlich, dass hier eine erhebliche Nährstoffbelastung erfolgt. Diese Nährstoffbelastung beeinflusst auch noch den nordöstlich anschließenden Uferabschnitt maßgeblich. Leicht erhöhte Nährstoffbelastung indizieren die Makrophyten darüber hinaus bei Aug und bei Stein. Hier finden sich jeweils Campingplätze am Ufer. Im Niedertrumer Becken ist das Nährstoffniveau offensichtlich generell etwas höher.

Die „nur“ „gute“ Bewertung des Uferabschnitts bei Mattsee resultiert in erster Linie aus einer Störung der Vegetationszonierung durch die über weite Bereiche künstliche Ufergestaltung. Am Südostufer der Niedertrumer Bucht ist die Vegetationszonierung ev. durch den Badebetrieb beeinflusst (Abb. 144).



Abb. 143: Mattsee 2007, Ökologische Zustandsklasse der verschiedenen Uferabschnitte nach dem Qualitätselement Makrophyten, Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation.

# Bewertungsergebnisse Einzelmetrics, Mattsee 2007

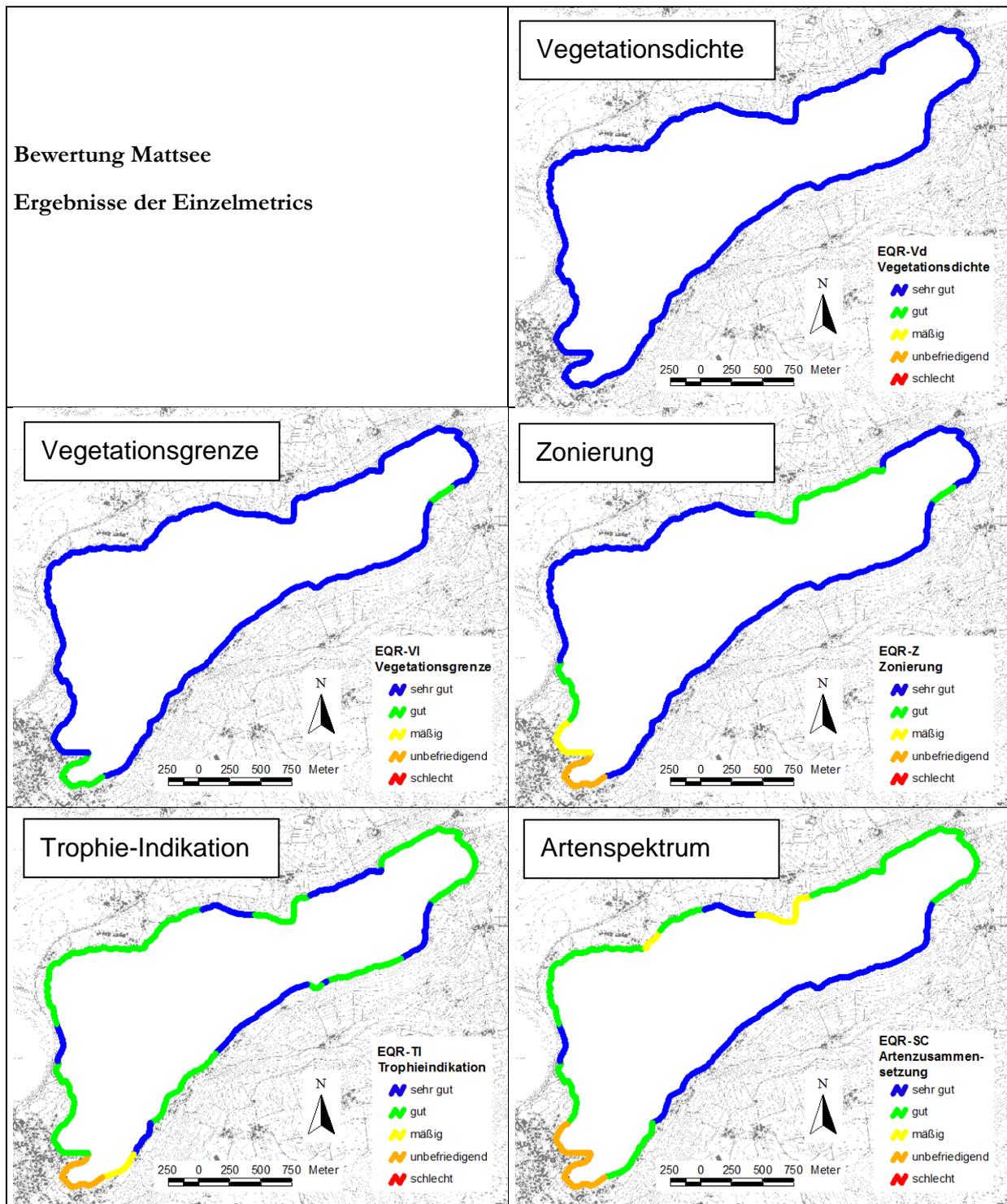


Abb. 144: Mattsee 2007, kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics.

Ökologische Zustandsklasse nach WRRL (AIM – Modul 1) und Uferklassifikation nach ÖNORM, Mattsee 2007

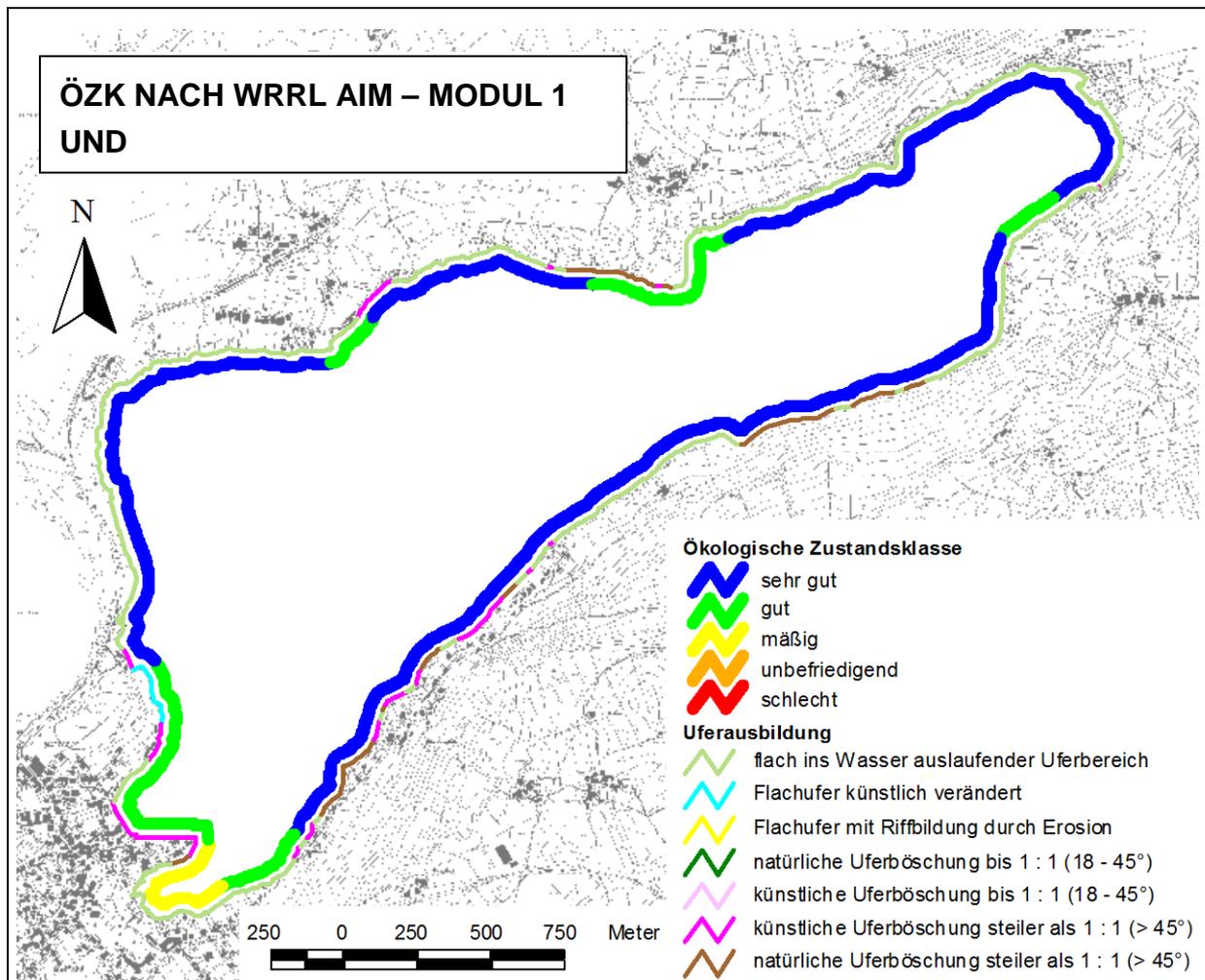
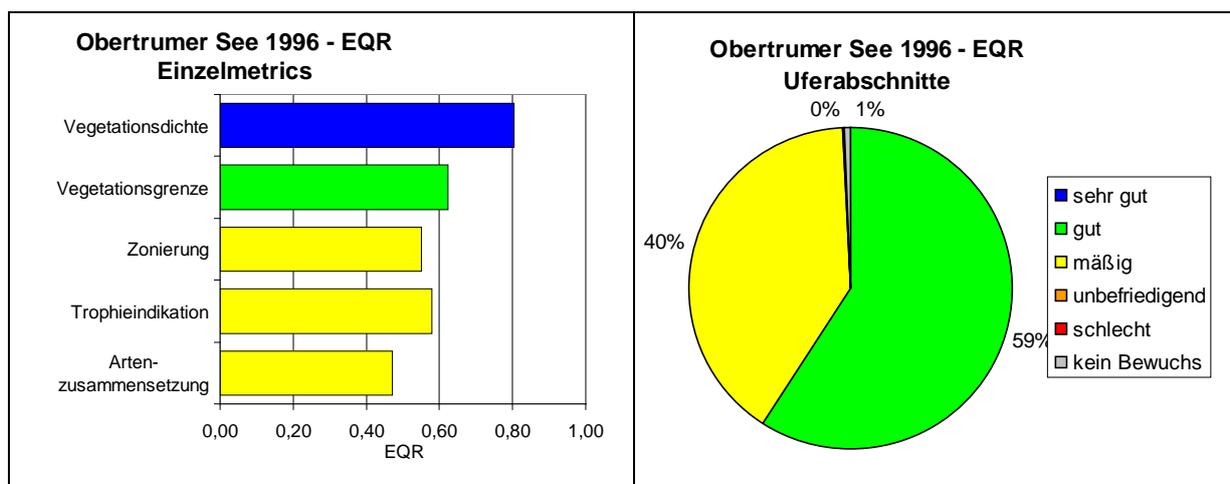


Abb. 145: Mattsee 2007, Ökologische Zustandsklasse nach WRRL und Uferklassifikation nach ÖNORM.

Abb. 145 zeigt eine Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse nach AIM – Modul 1 und der Uferklassifikation gemäß ÖNORM (DUMFARTH & JÄGER, 2007). Über weite Uferstrecken des Mattsees liegt eine natürliche Uferbeschaffenheit vor. In diesen Bereichen ergibt sich auch nach AIM- Modul 1 ein sehr guter oder ein guter Zustand. Lediglich in der Weyerbucht indizieren die Makrophyten trotz unbeeinflusstem Gewässerufer Handlungsbedarf. Hier ist, wie bereits zuvor erläutert, von einer erheblichen Nährstoffbelastung auszugehen.

Aus Abb. 145 wird allerdings auch ersichtlich, dass die untergetauchte Makrophytenvegetation (incl. Schwimmblattpflanzen) nicht immer Beeinträchtigungen des Gewässerufers widerspiegelt. Am Mattsee finden sich einige künstliche veränderte Uferabschnitte, die nach AIM-Modul 1 sogar mit „sehr gut“ bewertet werden. Dies unterstreicht die dringende Notwendigkeit der Fertigstellung und Einbeziehung auch der Module 2 (Hydrologie und Hydrodynamik) und 3 (Uferstruktur) des Bewertungssystems für eine gesamthafte Bewertung der Seeufer.

## OBERTRUMER SEE – Bewertung 1996



**Abb. 146:** Obertrumer See 1996, EQR-Werte der Einzelmetrics.

**Abb. 147:** Obertrumer See 1996, prozentuale Anteile der Zustandsklassen an der Uferlänge.

Der Obertrumer See war im Jahr 1996 nach dem Qualitätselement Makrophytenvegetation mit „gut“ zu bewerten.

Im Zuge der Reoligotrophierung hatte sich die Vegetationsdichte bereits wieder erholt und die Vegetationsgrenze konnte sich wieder in eine größere Wassertiefe vorschieben. Die Ergebnisse der Einzelmetrics „Vegetationsdichte“ und „Vegetationsgrenze“ lagen 1996 bereits im Wertebereich „sehr gut“ bzw. „gut“ (Abb. 146).

Bezüglich der Vegetationszonierung, der trophischen Situation im Litoralbereich sowie der Ähnlichkeit des aktuellen Arteninventars zum Referenzartenspektrum waren allerdings noch deutliche Defizite vorhanden. Die Einzelmetrics „Zonierung“, „Makrophytenindex“ und „Artenzusammensetzung“ zeigten daher nur einen „mäßigen Zustand“ an.

Aus den Ergebnissen der Einzelmetrics kann abgelesen werden, dass sich der Obertrumer See 1996 im Prozess der Reoligotrophierung befand. Diese schreitet naturgemäß im Freiwasser schneller voran als in den Sedimenten des Litoralbereichs. Zum Untersuchungszeitpunkt war allerdings selbst im Freiwasser der Reoligotrophierungsprozess noch nicht abgeschlossen. Der Obertrumer See war mesotroph, als Referenzzustand wird oligomesotroph angenommen.

Für fast alle Uferabschnitte liegen die Bewertungsergebnisse im Grenzbereich „gut – mäßig“. Rein rechnerisch ergeben sich daher z.T.

Werte über wie auch unter dem Grenzwert von 0,8, was zur Bewertung „gut“ oder eben nur „mäßig“ führt. Letztlich wurde 59% der Uferlänge des Obertrumer Sees mit „gut“ und 40% mit „mäßig“ bewertet (Abb. 147). Für das verbleibende 1% der Uferlänge errechnete sich ein „unbefriedigender Zustand“.

Der Kartendarstellung (Abb. 148) kann die Lage der unterschiedlich bewerteten Uferabschnitte entnommen werden. Die mit „gut“ oder mit „mäßig“ bewerteten Uferabschnitte liegen fast alle nur knapp oberhalb bzw. unterhalb der Grenze „gut – mäßig“. Dies spiegelt, wie oben bereits erwähnt, den Gesamtzustand des Sees hinsichtlich der trophischen Situation wider. In den mit „mäßig“ bewerteten Uferabschnitten ist daher nicht unbedingt in jedem Fall von lokalen Belastungen auszugehen. Es wird daher an dieser Stelle nicht auf jeden einzelnen „mäßigen“ Uferabschnitt näher eingegangen. Insgesamt kann jedoch festgehalten werden, dass die Nordhälfte des Sees in der Bewertung etwas besser als die Südhälfte abschneidet.

Im Falle des mit „unbefriedigend“ bewerteten Abschnitts (bei Fischen) indizieren die Metrics „Dichte“, „Zonierung“, „Trophie-Indikation“ und „Artenzusammensetzung“ schlechte Werte (Abb. 9), was auf lokale Nährstoffeinträge und/oder Uferverbau hinweist. Hier wäre die Situation nochmals mit dem Modul „Uferstruktur“ abzuklären.

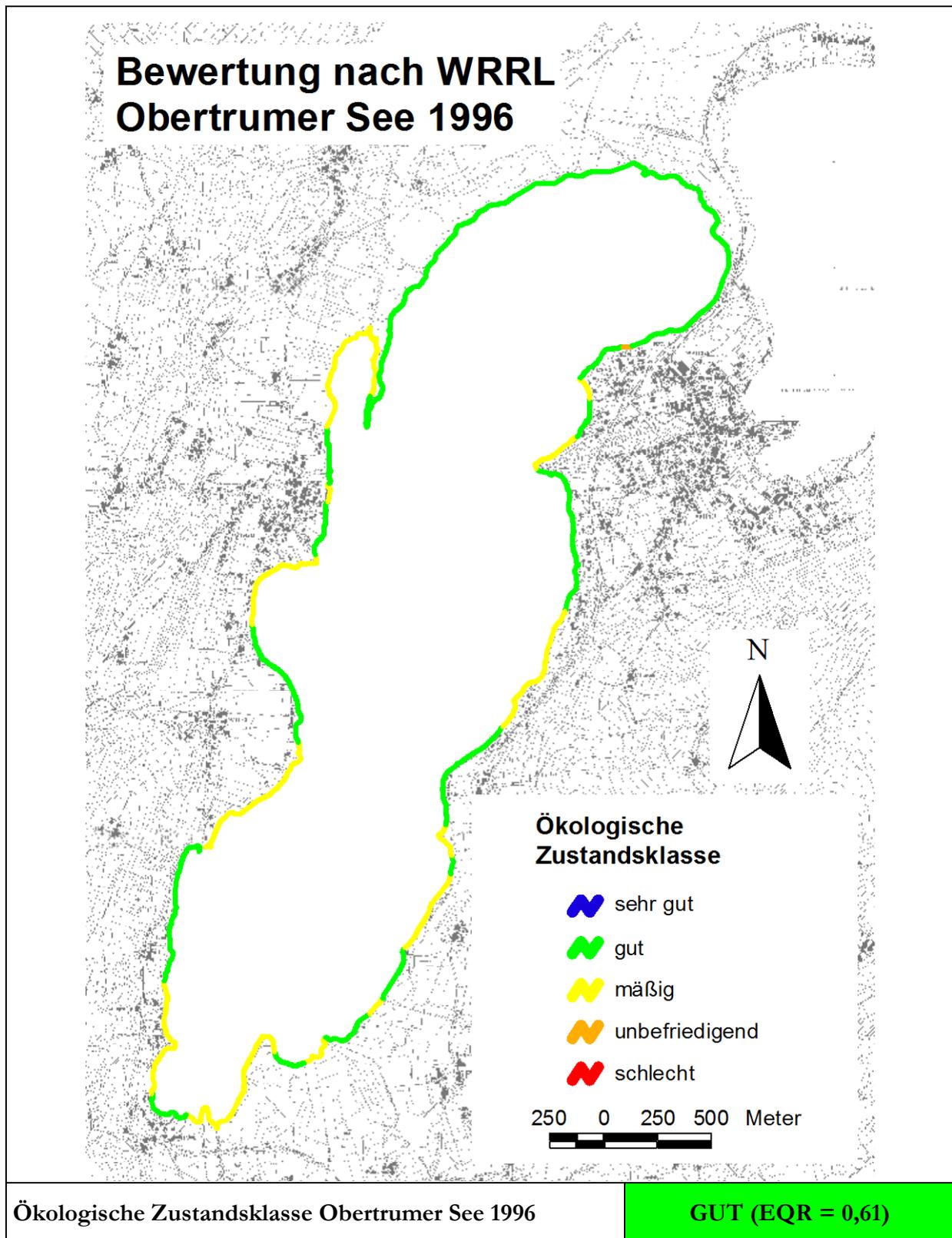


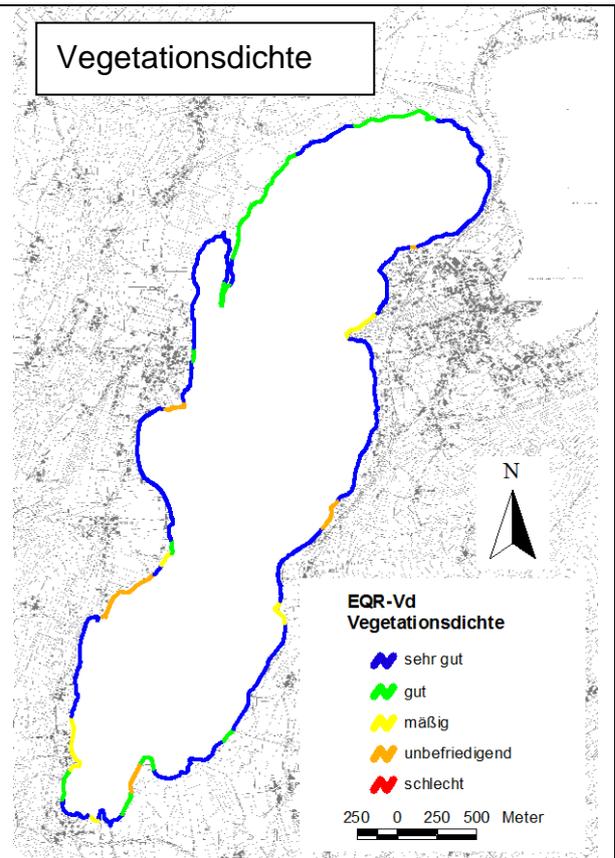
Abb. 148: Obertrumer See 1996, Ökologische Zustandsklasse der verschiedenen Uferabschnitte nach dem Qualitätselement Makrophyten, Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation.

# Bewertungsergebnisse Einzelmetrics, Obertrumer See 1996

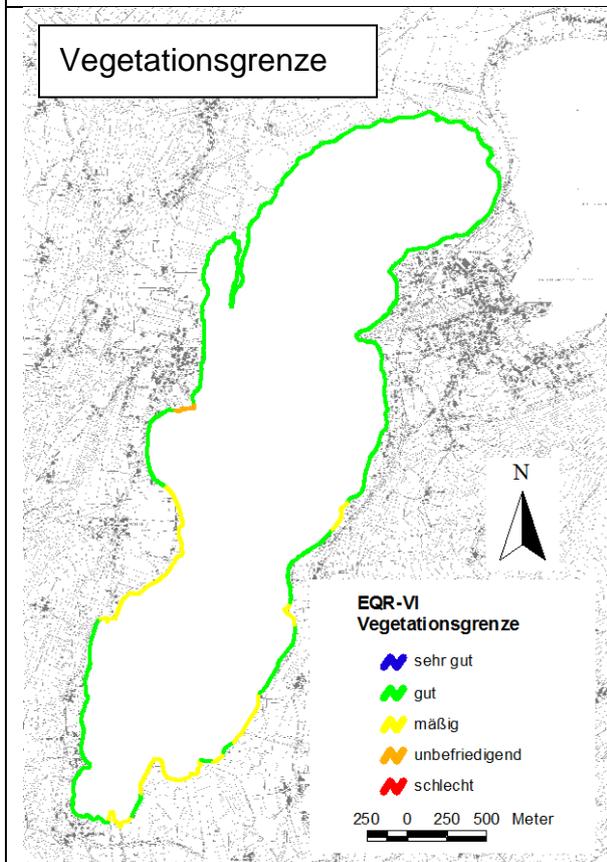
Bewertung Obertrumer See 1996

Ergebnisse der Einzelmetrics

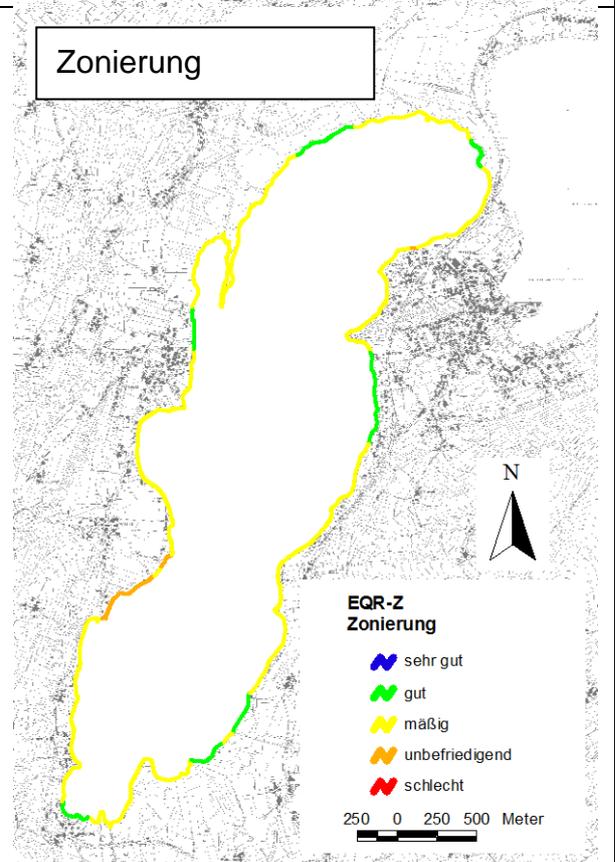
Vegetationsdichte



Vegetationsgrenze



Zonierung



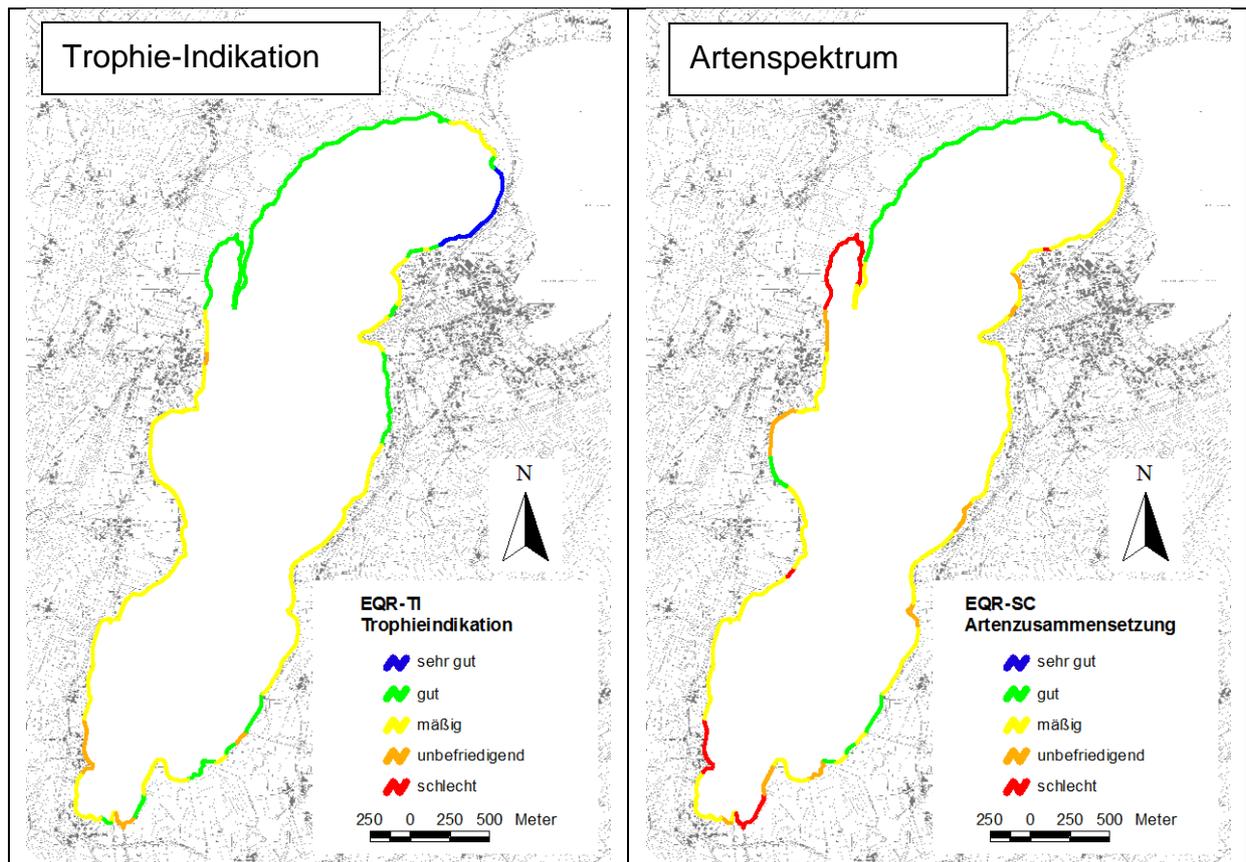
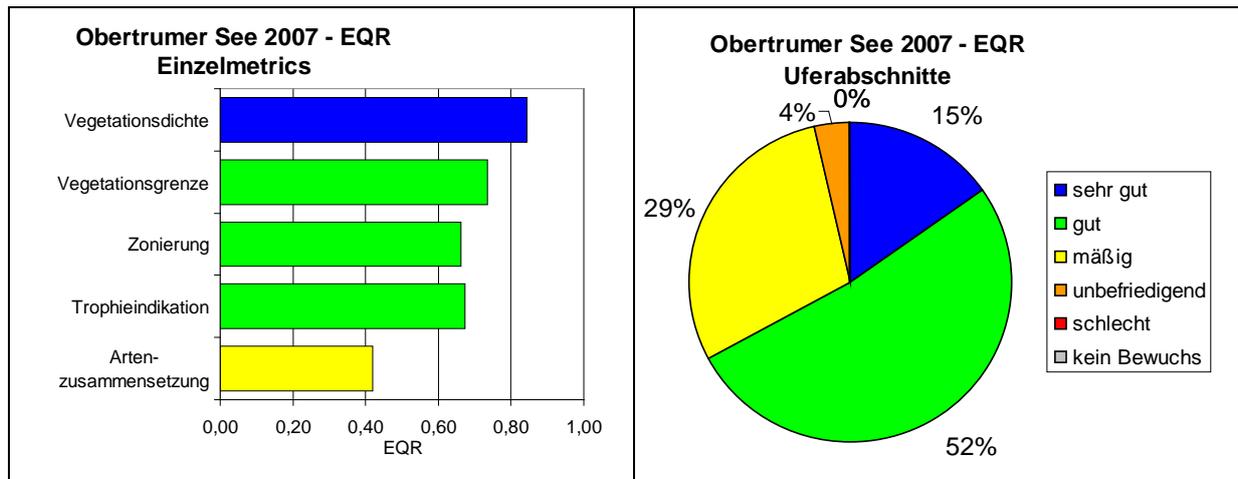


Abb. 149: Obertrumer See 1996, kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics.

## OBERTRUMER SEE – Bewertung 2007



**Abb. 150:** Obertrumer See 2007, EQR-Werte der Einzelmetrics.

**Abb. 151:** Obertrumer See 2007, prozentuale Anteile der Zustandsklassen an der Uferlänge.

Der Obertrumer See ist nach dem Qualitätselement Makrophytenvegetation wie schon 1996 auch im Jahr 2007 mit „gut“ zu bewerten.

Wie an den Ergebnissen der Einzelmetrics abgelesen werden kann, ist die Reoligotrophierung seit 1996 weiter fortgeschritten (Abb. 150). Wie 1996 errechnet sich auch 2007 für das Metric „Vegetationsdichte“ ein „sehr gut“. 1996 lag lediglich noch das Ergebnis des Metrics „Vegetationsgrenze“ im Wertebereich für „gut“, nach den übrigen Metrics waren die Gegebenheiten mit „mäßig“ zu bewerten. 2007 zeigen bereits auch die Metrics „Zonierung“ und „Trophie-Indikation“ einen „guten“ Zustand an. Lediglich bezüglich der konkreten Artenzusammensetzung sind noch deutliche Defizite gegeben. Die Bewertung mit dem entsprechenden Metric ergibt nach wie vor nur einen „mäßigen Zustand“.

Während der Reoligotrophierungsprozess im Freiwasser des Obertrumer Sees bereits nahezu abgeschlossen ist, indiziert die Makrophytenvegetation noch ein etwas höheres trophisches Niveau. Dies liegt daran, dass Reoligotrophierungsprozesse im Pelagial naturgemäß schneller voranschreiten als im Benthos und Makrophyten Nährstoffe nicht nur aus dem Wasser sondern auch aus den Sedimenten des Litorals aufnehmen können.

2007 wurden im Obertrumer See erstmals einige Uferabschnitte mit „sehr gut“ bewertet. Ihr Anteil an der Gesamtuferlänge beträgt 15%. Der Anteil „guter“ Uferabschnitte beträgt 52%. Während 1996 noch 40% des Gewässerufers einen nur „mäßigen Zustand zeigte“, waren dies 2007 nur

mehr 29%. Gegenüber 1996 etwas erhöht hat sich allerdings der Anteil von Uferabschnitten im „unbefriedigenden“ Zustand. Er beträgt aktuell 4% (Abb. 151).

Der Kartendarstellung (Abb. 152) kann die Lage der unterschiedlich bewerteten Uferabschnitte entnommen werden. Generell schneidet die Nordhälfte des Sees in der Bewertung besser ab als die Südhälfte. Alle mit „sehr gut“ bewerteten Uferabschnitte finden sich am Nordwestufer des Sees. Hier findet sich im Hinterland ein ausgedehntes Verlandungsmoor. Mit „mäßig“ bewertet wurden in der Nordhälfte des Sees lediglich die Seehamer Bucht sowie der Uferbereich bei Fischeing. Gemäß den Ergebnissen der Einzelmetrics (Abb. 153) ist im Uferbereich bei Fischeing vor allem die Vegetationszonierung gestört. Dies dürfte auf die dort großteils künstliche Uferböschung zurückzuführen sein. In der Seehamer Bucht ist vor allem eine sehr stark abweichende Artenzusammensetzung gegeben. Diese resultiert möglicherweise aus der besonderen Situation des Seeabflusses. Auch das Trophieniveau in der Seehamer Bucht ist leicht erhöht. Ob dies ebenfalls in Zusammenhang mit der Lage der Bucht vor dem Seeabfluss steht oder ob von lokalen Nährstoffeinträgen auszugehen ist, kann hier nicht entschieden werden.

In der Südhälfte des Sees finden sich mit „mäßig“ bewertete Abschnitte bei Mitterhof, vor Obertrum, bei Bambach und in der Umgebung von Matzing. Überwiegend verantwortlich dürften hierfür Nährstoffeinträge sein. Besonders offensichtlich ist dies im Mündungsbereich des Angerbachs bei Matzing, vor Bambach, sowie bei Obertrum. Im letztgenannten Fall spielt zusätzlich der Uferverbau eine Rolle.

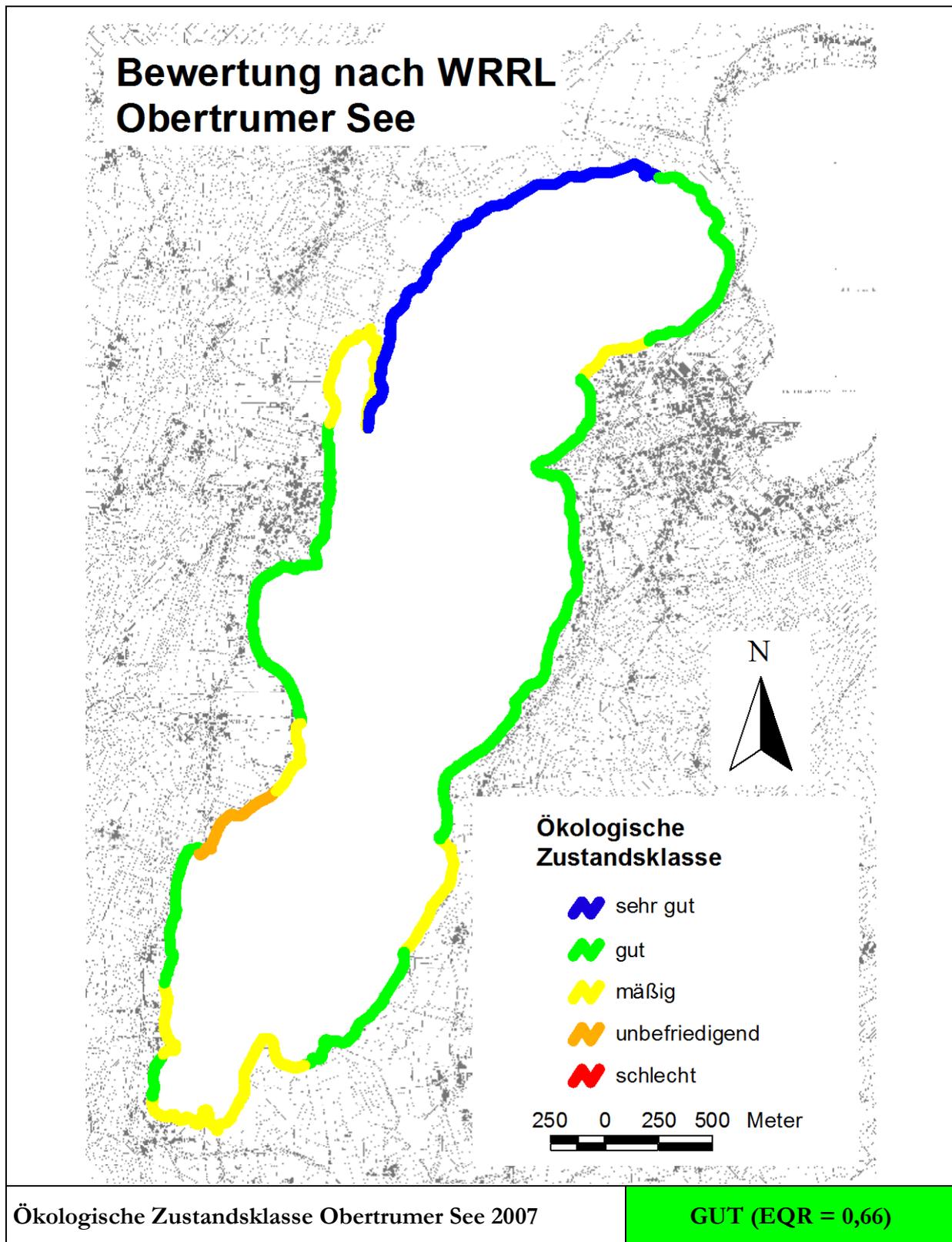


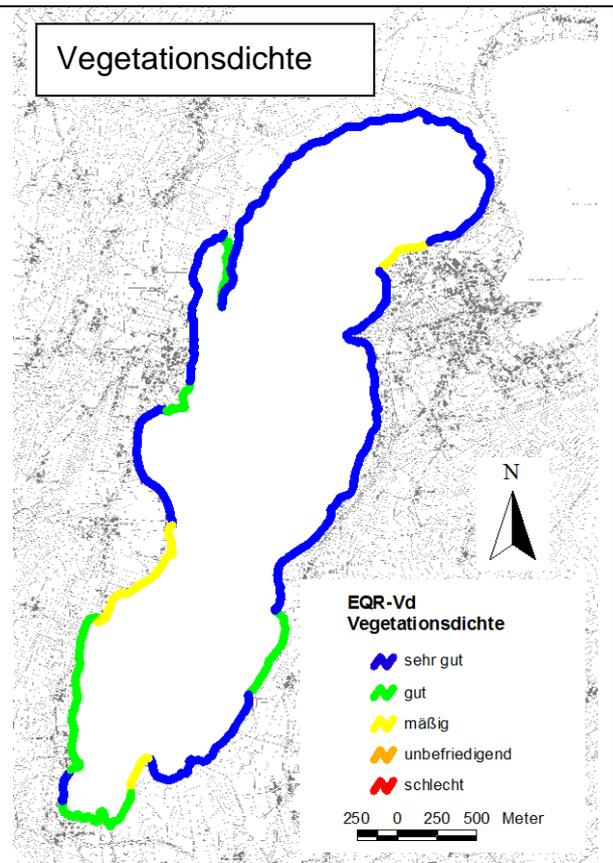
Abb. 152: Obertrumer See 2007, Ökologische Zustandsklasse der verschiedenen Uferabschnitte nach dem Qualitätselement Makrophyten, Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation.

Bewertungsergebnisse Einzelmetrics, Obertrumer See 2007

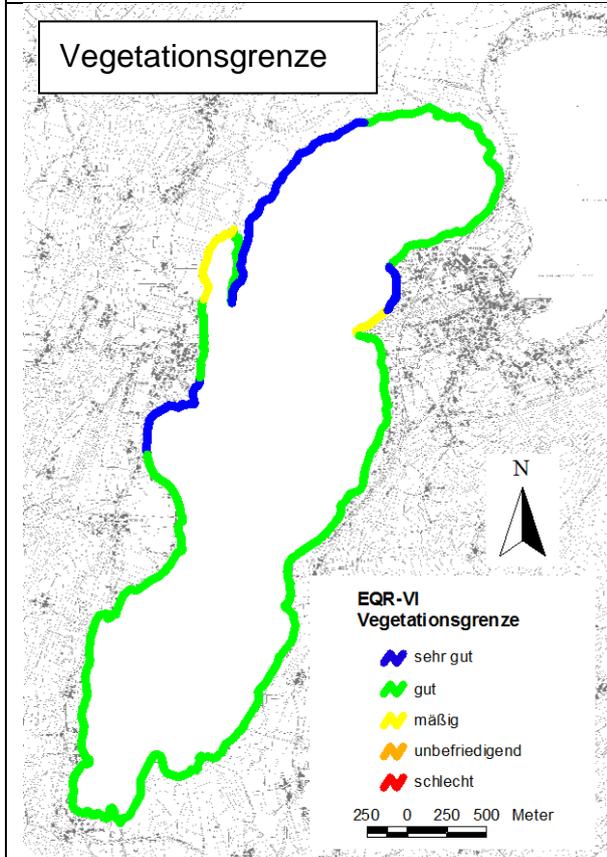
Bewertung Obertrumer See 2007

Ergebnisse der Einzelmetrics

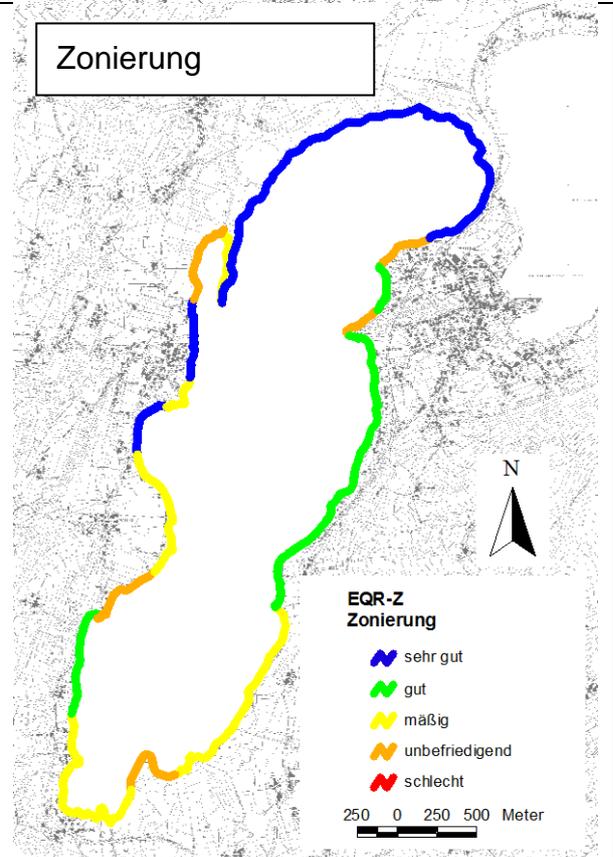
Vegetationsdichte



Vegetationsgrenze



Zonierung



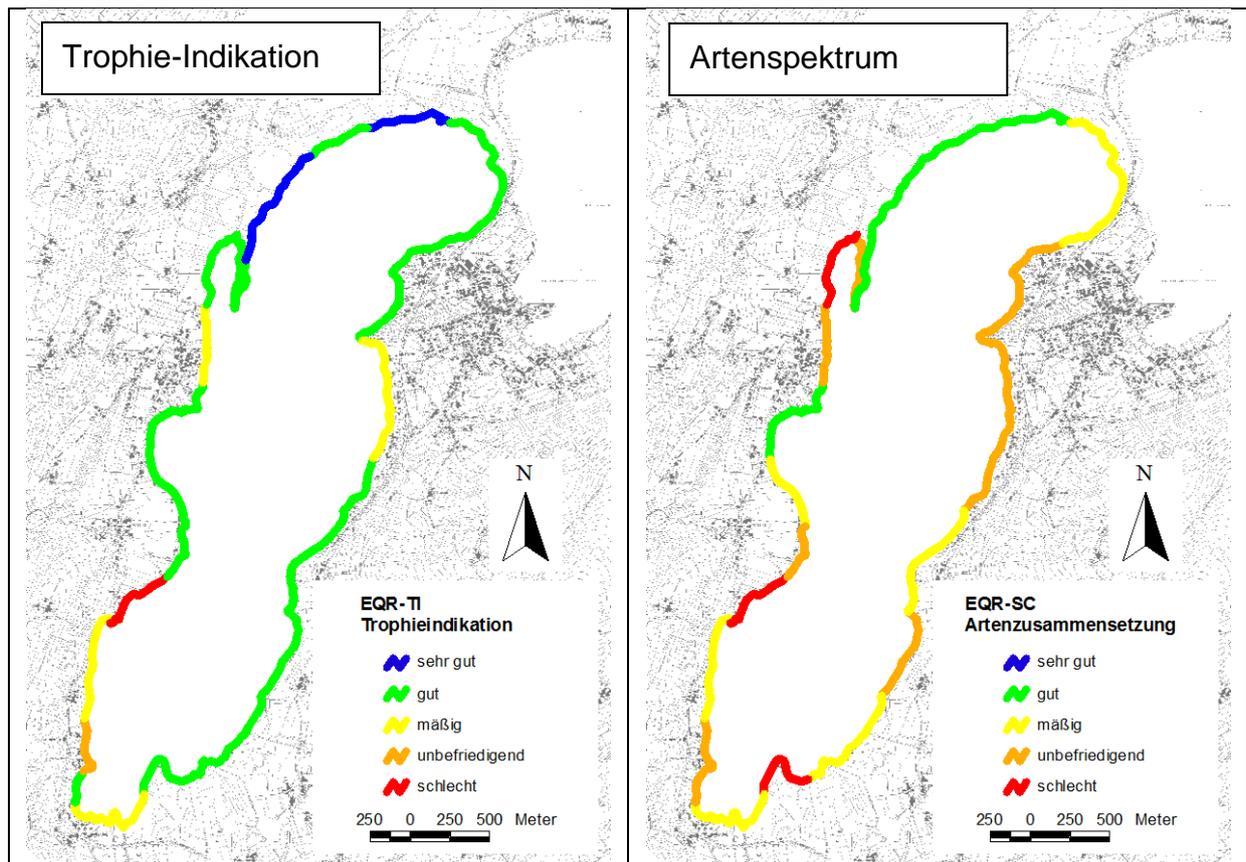


Abb. 153: Obertrumer See 2007, kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics.

Eine Zusammenschau mit den Ergebnissen der Uferklassifikation nach ÖNORM zeigt für den Obertrumer See, dass alle nach AIM-Modul 1 mit „sehr gut“ bewerteten Uferabschnitte keine künstlichen Veränderungen aufweisen. Dies ist auch bei der Mehrheit der mit „gut“ bewerteten Abschnitte der Fall.

Das Bewertungsergebnis „mäßig“ oder „unbefriedigend“ nach AIM-Modul 1 ist offen-

sichtlich teilweise auf künstliche Veränderungen des Seeufers zurückzuführen, wie dies am Südende des Sees und südlich von Matzing der Fall ist. Teilweise liegen jedoch auch andere Ursachen vor, wie z. B. in der Seehamer Bucht, bei Mitterhof oder im Mündungsbereich des Mattseeroider Bachs.

Ökologische Zustandsklasse nach WRRL (AIM – Modul 1) und Uferklassifikation nach ÖNORM, Obertrumer See 2007

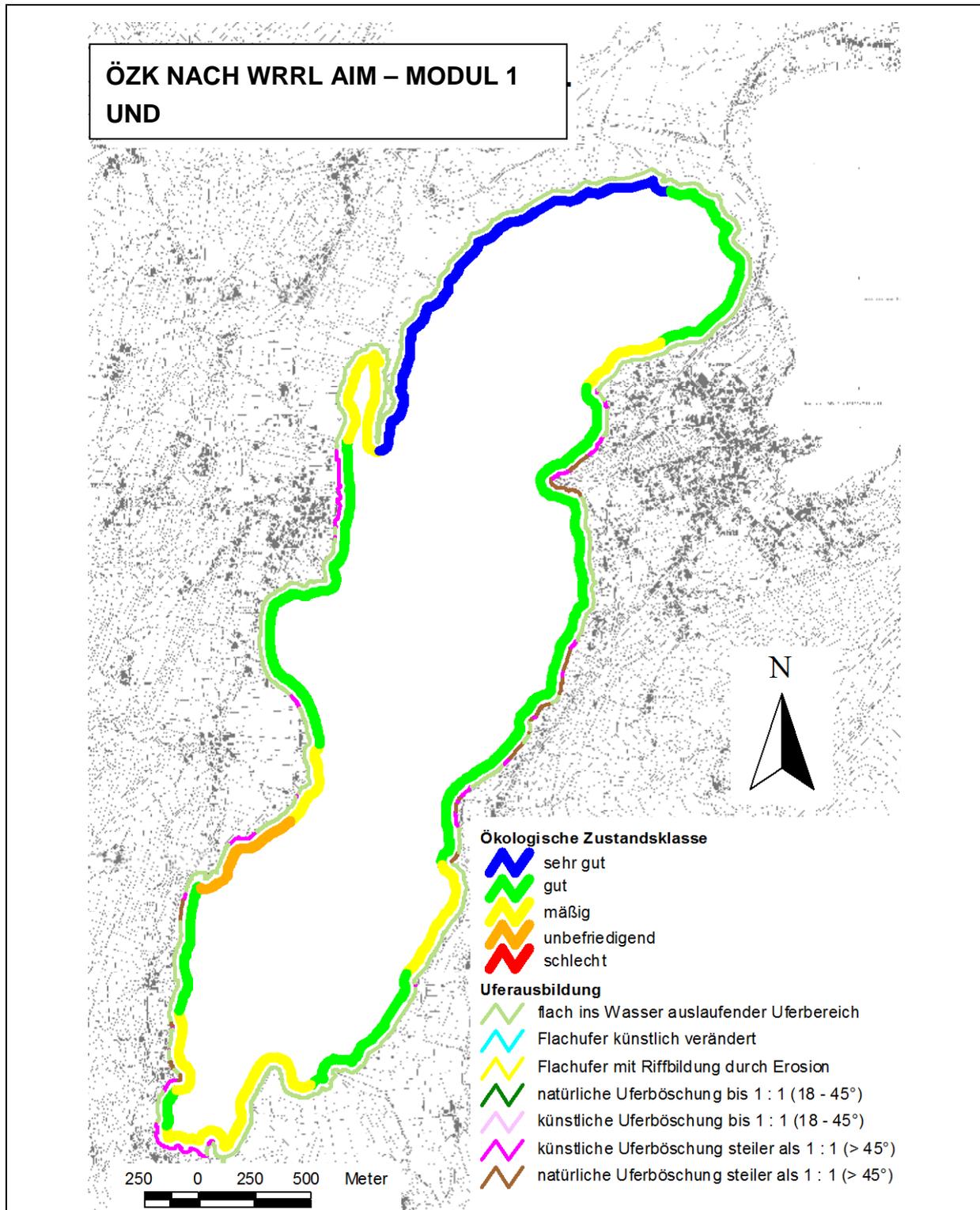
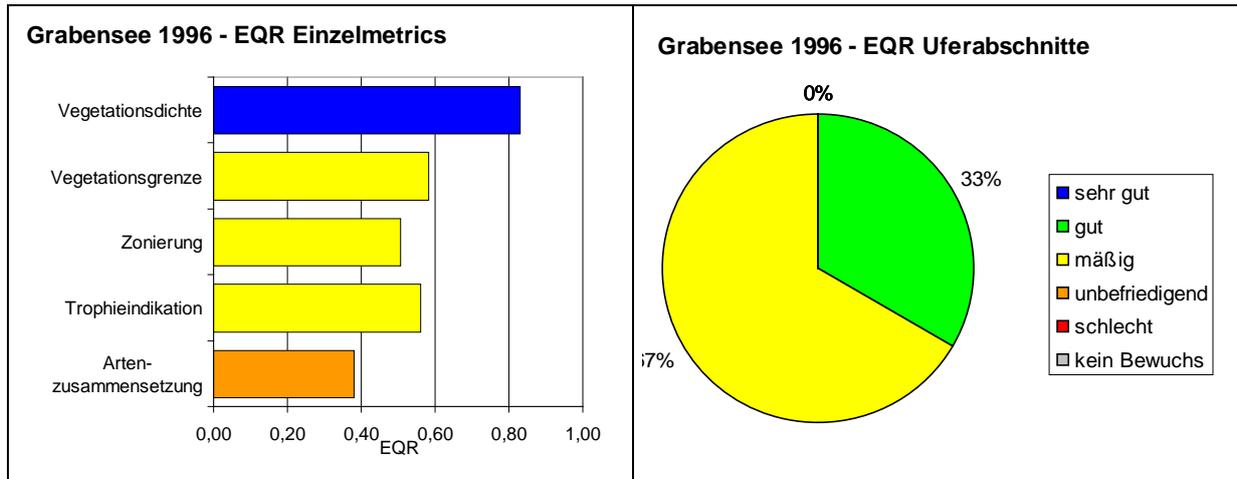


Abb. 154: Obertrumer See 2007, Ökologische Zustandsklasse nach WRRL und Uferklassifikation nach ÖNORM.

## GRABENSEE – Bewertung 1996



**Abb. 155:** Grabensee 1996, EQR-Werte der Einzelmetrics.

**Abb. 156:** Grabensee 1996, prozentuale Anteile der Zustandsklassen an der Uferlänge.

Für den Grabensee ergab sich nach der Makrophytenkartierung 1996 nur ein „mäßiger Zustand“.

1996 entsprach einzig die Vegetationsdichte in etwa den natürlichen Gegebenheiten. Für das entsprechende Metric errechnete sich sogar ein „sehr guter“ Zustand. Die Einzelmetrics „Vegetationsgrenze“, „Zonierung“ und „Trophie-Indikation“ lagen im „mäßigen“ Bereich. Die „Artenzusammensetzung“ wurde „unbefriedigend“ bewertet (Abb. 155). Auch für den Grabensee ist der Reoligotrophierungsprozess hier klar ablesbar. In diesem Zusammenhang fällt der relativ hohe Wert des Einzelmetrics „Trophie-Indikation“ etwas aus der Reihe (wie übrigens auch beim Obertrumer See). Dies mag ein Hinweis darauf sein, dass der angenommene Referenzzustand möglicherweise tatsächlich noch etwas in Richtung

oligotroph zu korrigieren ist, wie dies im Rahmen der Interkalibrierung von anderen Mitgliedsstaaten der EU vermehrt gefordert wird.

Insgesamt ergibt sich für 67% der Uferlänge ein „mäßiger“ und für 33% ein „guter Zustand“ (Abb. 156).

Wie beim Obertrumer See liegen auch beim Grabensee die Bewertungsergebnisse für die Einzelnen Uferabschnitte meist nur knapp ober- bzw. unterhalb der Grenze „gut-mäßig“. Auch hier ist dies Ausdruck des Gesamtzustandes des Sees hinsichtlich der Trophie. Diese ist insgesamt im Grabensee eben etwas höher als im Obertrumer See. Von lokal deutlich erhöhten Nährstoffeinträgen im Bereich der mit „mäßig“ bewerteten Uferabschnitte (vgl. Kartendarstellung, Abb. 157) ist jedenfalls nicht auszugehen (vgl. auch Darstellung der Einzelmetrics (Abb. 158).

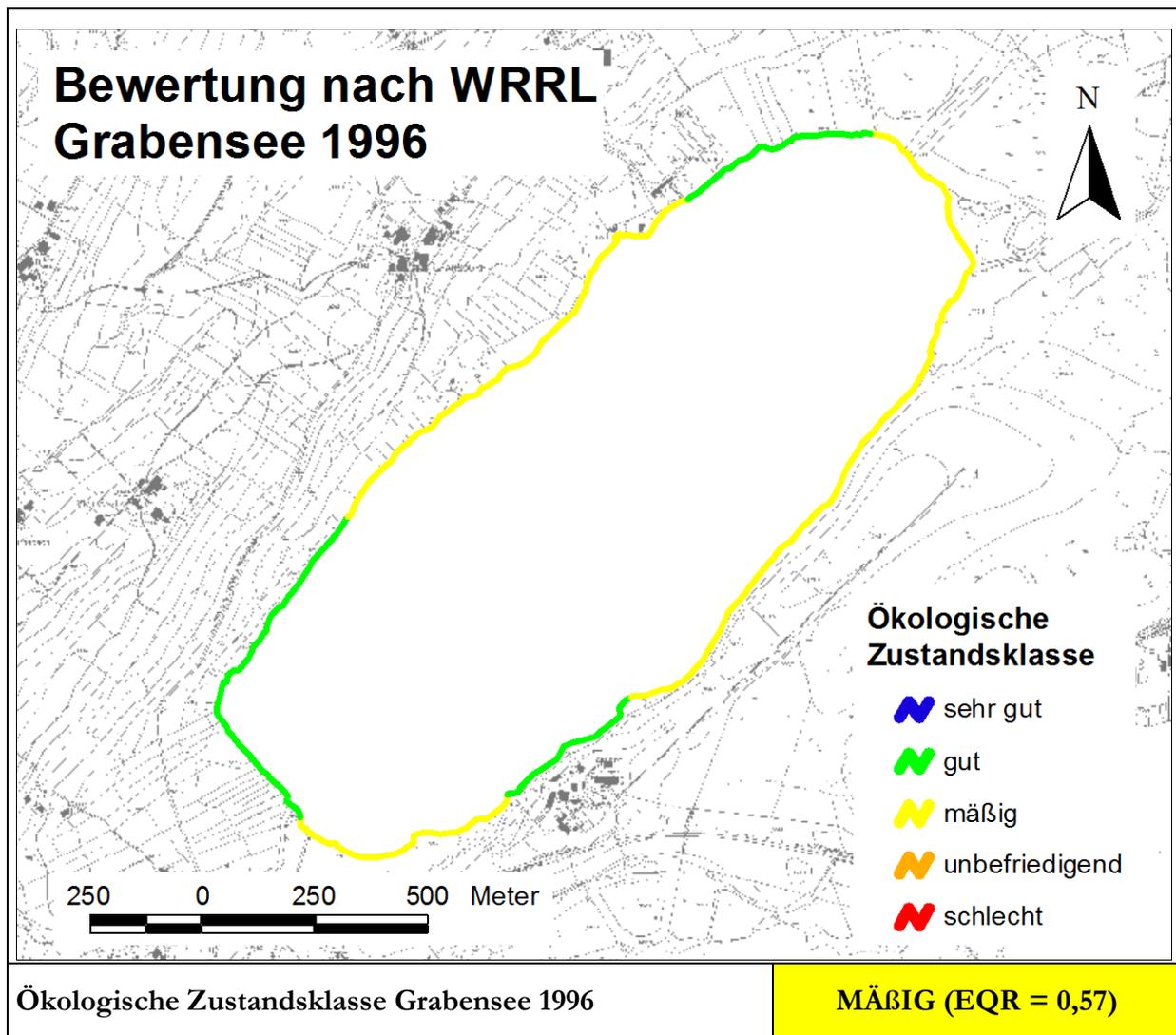


Abb. 157: Grabensee 1996, Ökologische Zustandsklasse der verschiedenen Uferabschnitte nach dem Qualitätselement Makrophyten, Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation.

## Bewertungsergebnisse Einzelmetrics, Grabensee 1996

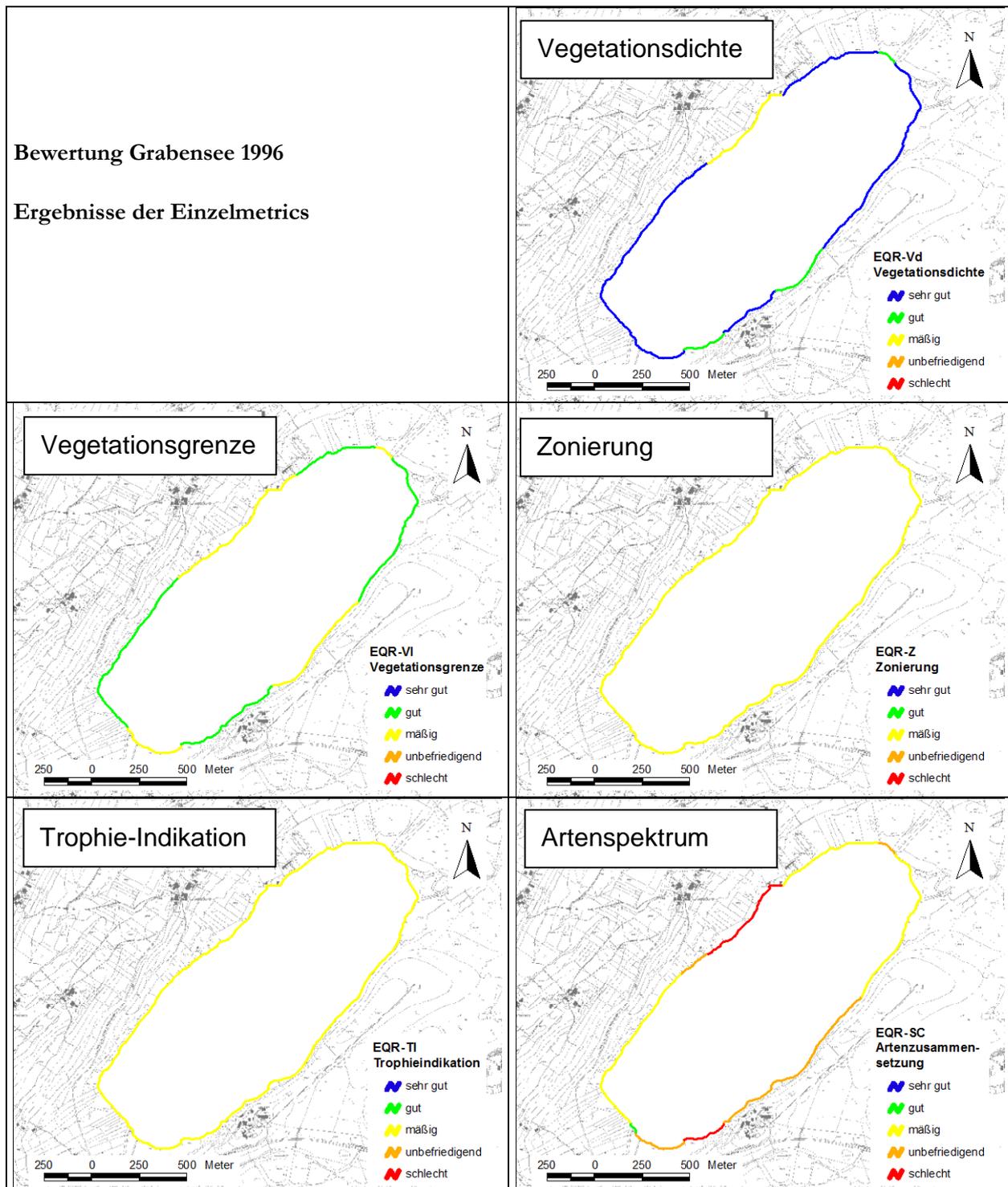
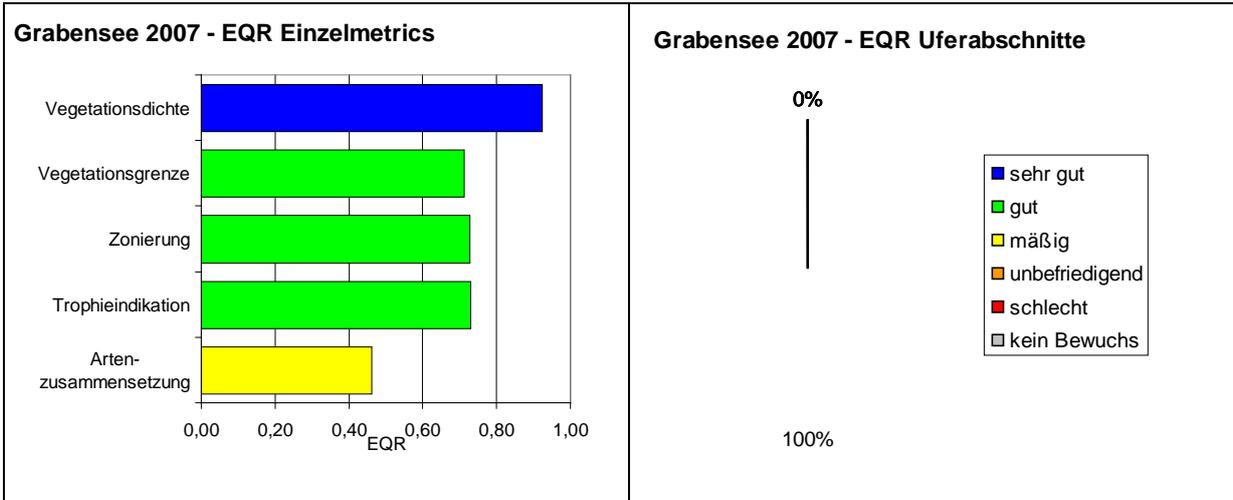


Abb. 158: Grabensee 1996, kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics.

## GRABENSEE – Bewertung 2007



**Abb. 159:** Grabensee 2007, EQR-Werte der Einzelmetrics.

**Abb. 160:** Grabensee 2007, prozentuale Anteile der Zustandsklassen an der Uferlänge.

Für den Grabensee ergibt sich nach der Makrophytenvegetation zum Untersuchungszeitpunkt (2007) ein „guter“ Zustand. Im Jahr 1996 war der See noch mit „mäßig“ zu bewerten.

Die Ergebnisse aller Einzelmetrics haben sich gegenüber 1996 verbessert– dies sogar deutlicher als im Falle des Obertrumer Sees. Das Metric „Vegetationsdichte“ indiziert bereits „sehr gute“ Verhältnisse, die Ergebnisse für die Metrics „Vegetationsgrenze“, „Zonierung“ und „Trophie-Indikation“ liegen im Wertebereich für „gut“. Lediglich bezüglich der Artenzusammensetzung sind noch deutliche Defizite gegeben (Abb. 159).

2007 ist der gesamte Uferbereich des Grabensees nach der Qualitätskomponente Makrophyten mit „gut“ zu bewerten (Abb. 160 und 161). 1996 ergab sich noch für 67% der Uferlänge nur ein „mäßiger“ Zustand.

2007 zeigt auch das Einzelmetric „Trophie-Indikation“ entlang der gesamten Uferlinie einen „guten“ Zustand an. Demnach ist davon auszugehen, dass keine größeren lokalen Nährstoffbelastungen stattfinden. Auch hält sich offensichtlich der diffuse Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft am Grabensee in Grenzen (Abb. 162).

Das Metric „Vegetationszonierung“ indiziert lediglich in einem kleinen Bereich am Nordwestufer sowie am Südufer des Grabensees einen „mäßigen“ Zustand. Am Südufer ist die Vegetationszonierung höchstwahrscheinlich durch den Zufluss aus dem Obertrumer See verändert. Die Veränderung der Vegetationszonierung am Nordwestufer resultiert möglicherweise aus der Einmündung des Flurnsbaches.

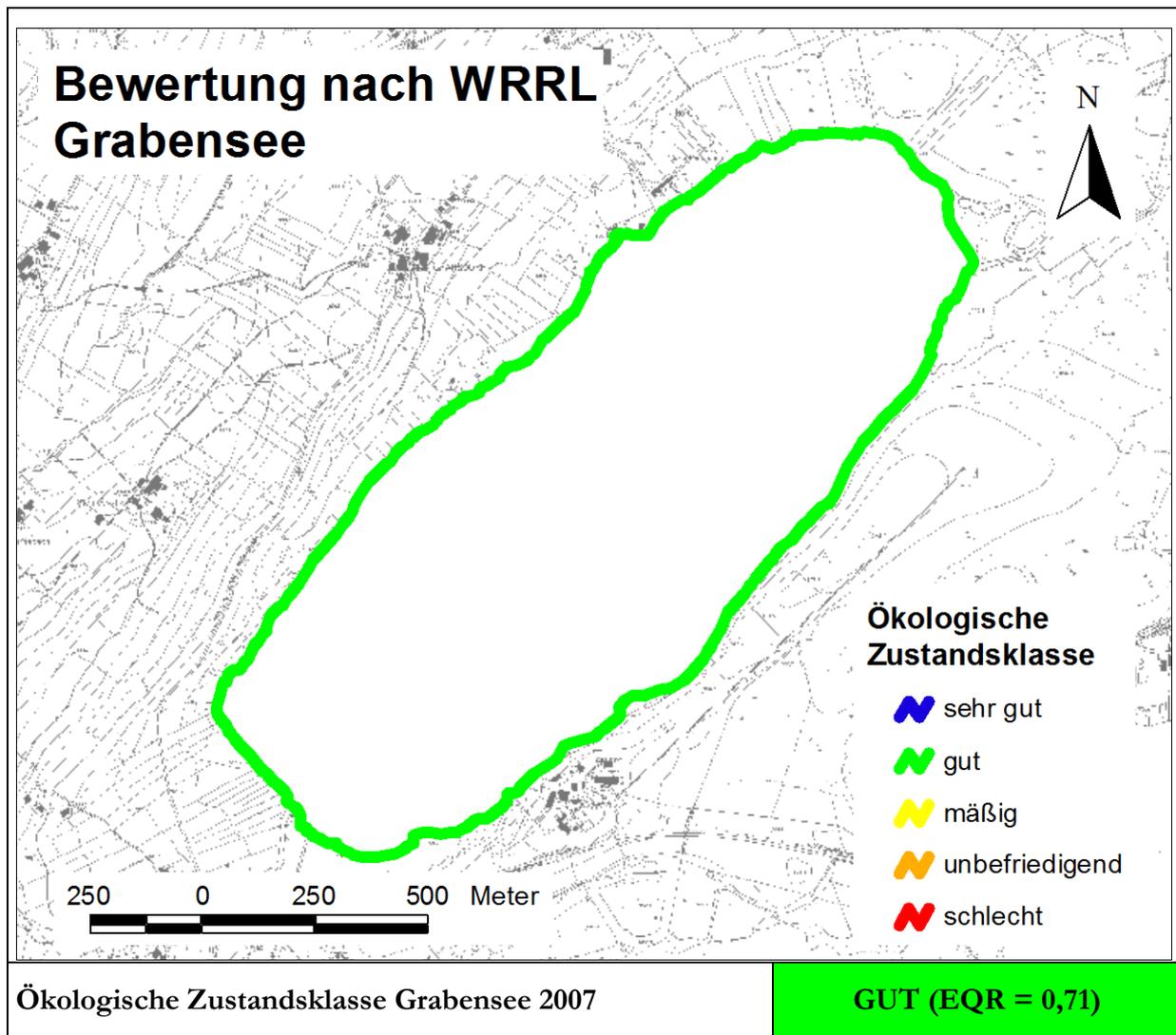


Abb. 161: Grabensee 2007, Ökologische Zustandsklasse der verschiedenen Uferabschnitte nach dem Qualitätselement Makrophyten, Modul 1 – Trophie und allgemeine Degradation.

## Bewertungsergebnisse Einzelmetrics, Grabensee 2007

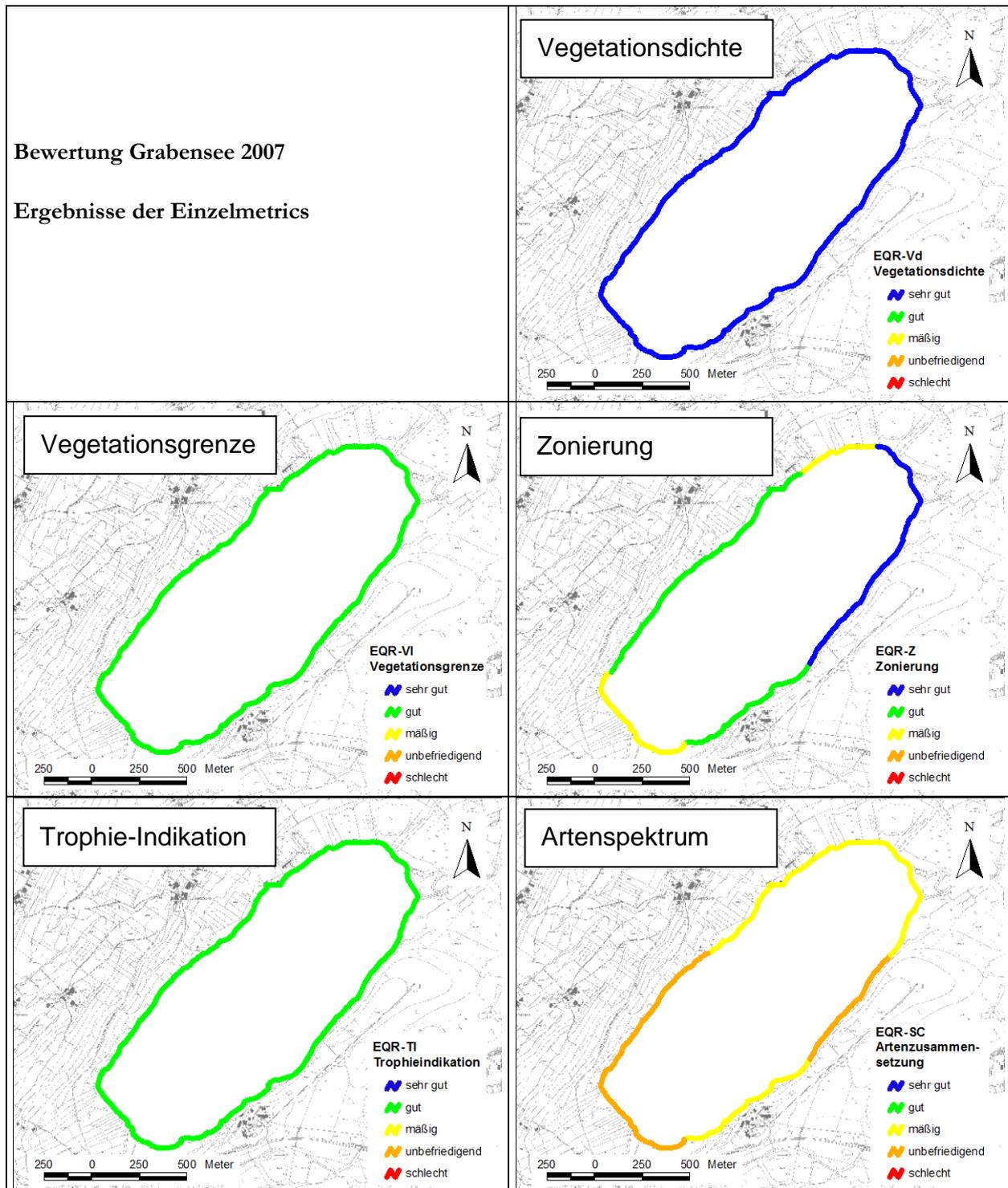


Abb. 162: Grabensee 2007, kartographische Darstellung der Ergebnisse der Einzelmetrics.

Ökologische Zustandsklasse nach WRRL (AIM – Modul 1) und Uferklassifikation nach ÖNORM, Grabensee 2007

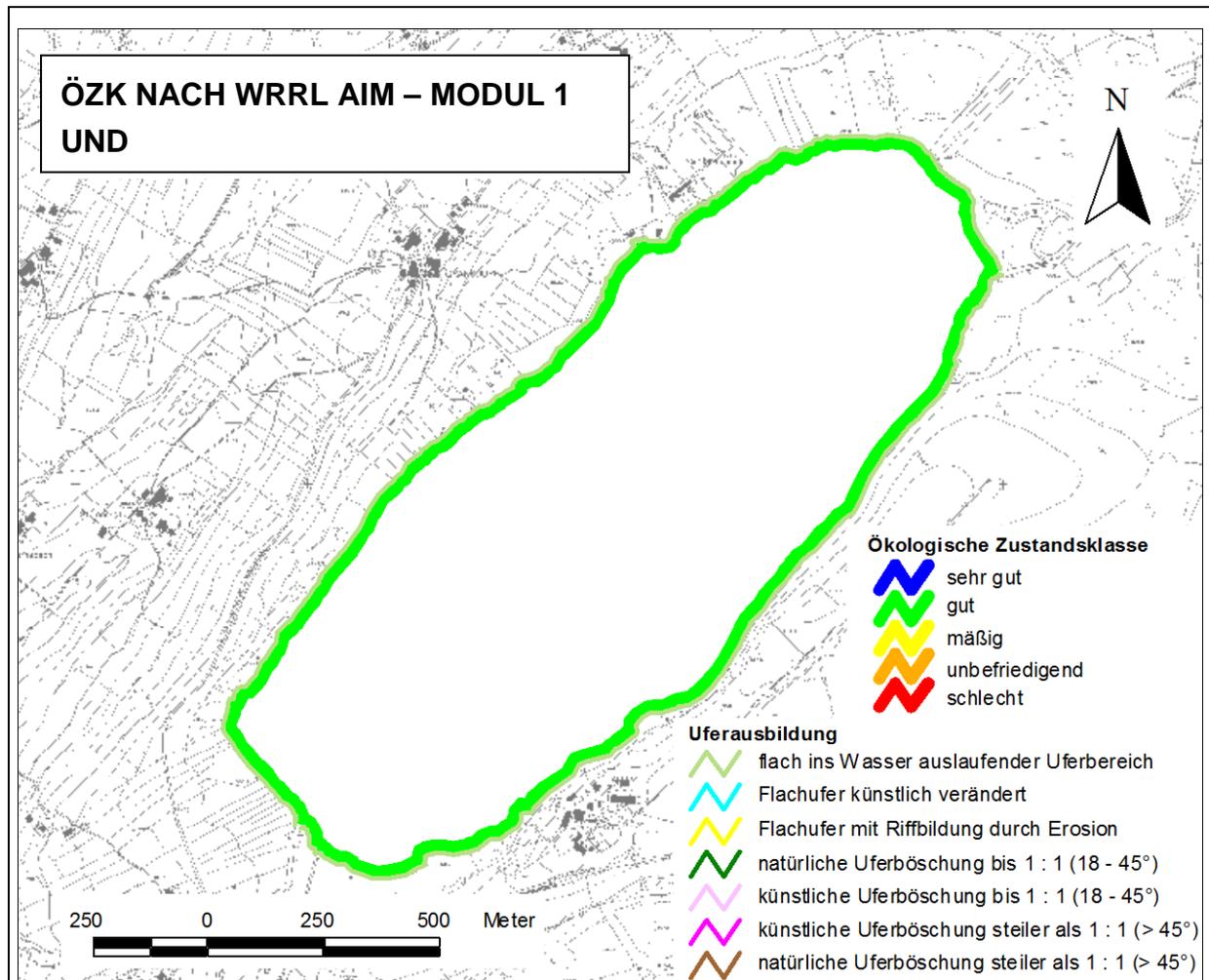


Abb. 163: Grabensee 2007, Ökologische Zustandsklasse nach WRRL und Uferklassifikation nach ÖNORM.

Die Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse von AIM – Modul 1 mit den Resultaten der Uferklassifikation nach ÖNORM zeigt am Grabensee eine perfekte Übereinstimmung. Das

gesamte Gewässerufer ist im natürlichen Zustand erhalten. AIM-Modul 1 liefert entlang des gesamten Gewässerufers das Bewertungsergebnis „gut“.

### 3.2.9 Zusammenfassung

Im August 2007 wurde eine Erhebung der Makrophytenvegetation der Trumer Seen 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 lediglich Transektkartierung, eine flächendeckende Aussage ermöglicht.

Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung konnten in den untersuchten Seen insgesamt 31 Makrophytenarten, darunter 22 Rote-Liste-Arten, nachgewiesen werden. Die untergetauchte Vegetation ist mit 22 Spezies beteiligt, innerhalb der Schwimmblattvegetation sind lediglich zwei Arten vertreten und der Röhrichtvegetation gehören 7 Arten an. Die aquatische Vegetation setzt sich aus 7 Vertretern der Charophyta (Armleuchteralgen) und 24 Vertretern der Spermatophyta (Höhere Pflanzen) zusammen. Wassermoose (Bryophyta) und -farne (Pteridophyta) konnten keine vorgefunden werden. Der Mattsee ist mit 24 Spezies am artenreichsten, gefolgt vom Obertrumer See mit 22 und dem Grabensee mit 17 Arten.

Die dominierende Makrophytenart ist in allen drei Seen das Mittlere Nixenkraut (*Najas intermedia*). Unter den Characeen ist die Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*) mengenmäßig am bedeutendsten. Die Schwimmblattvegetation wird im Mattsee und im Obertrumer See von der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*), im Grabensee von der Großen Seerose (*Nymphaea alba*) dominiert. Die wichtigste Röhrichtart ist das Schilf (*Phragmites australis*). Lediglich am Grabensee erlangt noch die Grüne Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*) größere Bedeutung.

Für die Trumer Seen sind als charakteristische Vegetationseinheiten Röhricht, Schwimmblattzone, Bestände von submersen Höheren Pflanzen (die hochwüchsigen unter ihnen bilden den Laichkrautgürtel) und Characeenwiesen zu nennen. In allen drei Seen dominieren die Höheren submersen Pflanzen. Den größten Mengenanteil erreichen sie dabei im Grabensee. Die auf oligo- bis oligo-mesotrophe Verhältnisse angewiesene Characeen sind hier hingegen kaum von Bedeutung. Sie haben ihre maximale Ausbreitung im Mattsee. Die Schwimmblattvegetation erreicht wiederum im Grabensee den größten Mengenanteil

an der Gesamtvegetation, der bedeutendste Röhrichtstandort ist der Obertrumer See.

Am Mattsee finden sich Schilfvorkommen vorwiegend entlang der nördlichen Hälfte des Westufers, am Nordwest- und am Nordostufer. Hier sind die Gegebenheiten zur Entwicklung eines Schilfgürtels zum Einen aufgrund der Beckenmorphologie mit überwiegend flach verlaufendem Gewässerufer und ausgedehnten Flachwasserzonen gut geeignet, zum Anderen liegen diese Uferabschnitte auf der der Hauptwindrichtung zugewandten Seite des Sees, weshalb hier die mechanischen Belastungen durch die natürliche Wellenenergie am geringsten sind. In den genannten Uferzonen reichen die Schilfbestände oft weit in den See hinein, bleiben aber überwiegend schütter.

Die Schwimmblattvegetation tritt am Mattsee mengenmäßig nur gering in Erscheinung. Besiedelt werden vorwiegend ruhige Buchten oder geschützte Bereiche vor größeren Schilffeldern am Nordwestufer.

Die untergetauchte Vegetation reicht im Mattsee im Mittel bis 7,9 m in die Tiefe. Die Vegetationsdichte ist überwiegend hoch bis sehr hoch. Vor allem entlang des Südostufers ist die typspezifische Vegetationszonierung mit Characeenrasen des Flachwassers, einem lockeren, mit Characeen des mittleren Tiefenbereichs durchsetzten Laichkrautgürtel, und sich unterhalb anschließenden Characeenwiesen der Tiefe sehr gut ausgebildet. Aus dem Verbreitungsbild der einzelnen Arten wird das etwas höhere Trophieniveau des Niedertrumer Beckens offensichtlich. Auch liefert es Hinweise auf eine erhebliche Nährstoffbelastung der Weyerbucht.

Am Obertrumer See zieht sich entlang weiter Bereiche des Seeufers ein mehr oder weniger dichter Schilfgürtel. Besonders ausgedehnt ist dieser in der nördlichen Seehälfte. Die dichtesten Bestände finden sich dabei am weniger wind- und wellen exponierten Nord- und Westufer. Hier finden sich auch dichte Binsenbeständen, charakteristischerweise dem Schilf seeseitig vorgelagert.

Schwimmblattbestände sind am Obertrumer See immer wieder anzutreffen, erreichen aber aufgrund der beträchtlichen Seegröße keine allzu große Verbreitung. Ihre Standorte beschränken sich auf ruhige, vor Wind und Wellenschlag geschützte Buchten.

Die Vegetationsgrenze der untergetauchten Pflanzen liegt am Obertrumer See im Mittel bei 4,8 m. Während in der nördlichen Seehälfte außer in der Seehamer Bucht im Mittel 5,7 m erreicht werden, sind es in der südlichen Seehälfte nur 4,3 m. Dies, wie auch das Verbreitungsbild der einzelnen Arten belegt die etwas höhere

Nährstoffbelastung in der Südhälfte des Obertrumer Sees. Die Vegetationsdichte ist etwas geringer als im Mattsee. Die untergetauchten Makrophyten bilden überwiegend mäßig dichte Pflanzenbestände aus. Die typspezifische Vegetationszonierung ist nur in einigen Abschnitten am Nordwestufer des Sees deutlich ausgeprägt.

Der Anteil des Röhrichts an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation ist am Grabensee zwar höher als am Mattsee, jedoch bedeutend geringer als am Obertrumer See. Aufgrund der geringen Größe des Sees, der flach auslaufenden Ufer und der Lage quer zu Hauptwindrichtung, die die mechanische Belastung durch das Wellenaufkommen vergleichsweise niedrig hält, sollten am Grabensee eigentlich die Bedingungen für die Röhrichtvegetation am besten sein. Im Unterschied zu den anderen beiden Seen kann man am Grabensee allerdings tatsächlich von einem „Röhrichtgürtel“ sprechen, insofern die Schilfvorkommen nahezu lückenlos das gesamte Gewässer umschließen. Die Bestandesdichten bleiben allerdings meist nur gering und die Schilfhalme dringen nicht allzu weit in den See vor. Schwimmblattbestände sind am Grabensee ein ganz wesentlicher Bestandteil der aquatischen Vegetation. Aufgrund der geringen Größe und der Lage quer zur Hauptwindrichtung kommt es am Grabensee bei Starkwindereignissen zu einer weitaus geringeren mechanischen Belastung durch

das Wellenaufkommen als an den beiden anderen Seen. Dennoch finden sich auch hier die Schwimmblattbestände bevorzugt am windgeschützten West- und Nordwestufer.

Am Grabensee reicht die untergetauchte Vegetation mit im Mittel 4,5 m am wenigsten weit in die Tiefe. Die Pflanzenbestände sind überwiegend dicht, die typspezifische Vegetationszonierung mit Characeenwiesen im Flachwasser, einem mit Characeen durchsetzten Laichkrautgürtel und Characeenrasen der Tiefe ist jedoch nur ansatzweise ausgebildet. Meist dominieren Bestände niederwüchsige Höhere Pflanzen, die am Süd und Südostufer in mittlerer Tiefe von einem dichten Laichkrautgürtel unterbrochen werden.

Im Vergleich mit den Ergebnissen einer Makrophytenkartierung im Obertrumer See und im Grabensee aus dem Jahr 1996 hat die Vegetationsdichte in beiden Seen zugenommen. Die Lage der Vegetationsgrenze hat sich nach unten verschoben, womit die untergetauchte Vegetation nun wieder weiter in die Tiefe vordringt. Letztlich errechnet sich nach dem Makrophytenindex für 2007 eine deutlich geringere Nährstoffbelastung als für 1996. Diese Entwicklungen belegen eindrucksvoll den Reoligotrophierungsprozess in beiden Seen und damit den Erfolg der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen.

### 3.3 AUSRINNE TRUMER SEEN (AAG – MATTIG)

#### 3.3.1 Allgemeine Charakteristik der untersuchten Gewässer

Bei den untersuchten Fließgewässerstrecken handelt es sich allesamt um Seeausrinne. Der „Verbindungskanal“ entwässert den Mattsee und mündet in den Obertrumer See, die Aag entwässert den Obertrumer See und mündet in den Grabensee, die Mattig entwässert den Grabensee und mündet in den Inn.

Der Verbindungskanal zwischen dem Mattsee und dem Obertrumer See sowie die Aag weisen ein nur sehr geringes Gefälle auf. Damit sind auch die Fließgeschwindigkeiten sehr gering (zum Untersuchungszeitpunkt maximal 0,1 m/s). Etwas größer ist das Gefälle am Seeausrinn des Grabensees. Die Fließgeschwindigkeit betrug hier zum Untersuchungszeitpunkt ca. 0,2 bis 0,3 m/s.

Der Verbindungskanal zwischen dem Mattsee und dem Obertrumer See ist ca. 7 m breit und 1 m tief. Das Substrat besteht aus sandigem Kalkschlamm. Die Ufer sind naturbelassen und von Röhricht und Auwald gesäumt. Mit Ausnahme des Bereichs unter der Straßenbrücke tritt keine Beschattung auf. Neben der Straßenbrücke ist als anthropogene Beeinflussung lediglich der Bootsverkehr (Ruder- und Elektroboote) zwischen den beiden Seen zu nennen.

Die Gewässerbreite der Aag liegt meist zwischen 5 und 6 m. Eine geringere Breite weist lediglich der in den Grabensee mündende Seitenarm (A7) auf. Die größten Gewässerbreiten werden mit bis zu 8 m im Abschnitt A5, nach dem Zusammenfluss der beiden aus dem Obertrumer See stammenden Seitenarme erreicht. Die Gewässertiefe beträgt überwiegend ca. 1 m. Geringere Tiefen (0,1 bis 0,5 m) finden sich im östlichen Zubringer aus dem Obertrumer See (A4) sowie im östlichen Seitenarm

vor dem Grabensee (A7). Maximale Tiefen (bis knapp 2 m) werden im Abschnitt A5 erreicht. Das Substrat ist überwiegend schlammig, teilweise mit merklichen Sandbeimengungen.

Die Ufer sind durchwegs naturbelassen. Als Ufervegetation findet sich Röhricht, Gebüsch und Auwald. Dichtere Bestände bildet der Auwald lediglich in den Abschnitten A4 und A7, wodurch die betreffenden Gewässerabschnitte merklich beschattet sind. Die Aag wird beidufsig von breiten Pufferstreifen gesäumt. Eine Beeinflussung durch die angrenzende landwirtschaftliche Nutzung war lediglich in den Abschnitten A3 und A5 merklich. Ein Befahren der Aag mit Booten ist nicht gestattet.

Der Ausrinn des Grabensees, die Mattig, ist im untersuchten Bereich ca. 10 m breit und 0,6 m tief. Das Substrat ist kiesig-sandig, in unmittelbarer Seenähe auch schlammig. Die Ufer sind unverbaut und mit Röhricht und Auwald bestanden. Die Beschattung ist gering. Das Umland ist unbeeinflusst.

Die untersuchten Ausrinne entwässern oligo-mesotrophe (Mattsee) bzw. mesotrophe (Obertrumer See und Grabensee) Seen und weisen daher nur geringe Nährstoffkonzentrationen auf. Diese sind charakteristischerweise im Winter höher als in den Sommermonaten, in denen praktisch nur die epilimnisch gereinigten Wasserschichten transportiert werden. So war auch eine planktonbedingte, leichte, Wassertrübung lediglich in den ersten beiden, direkt an den Obertrumer See anschließenden, Abschnitten des westlichen Armes der Aag (A1 und A2) festzustellen.

### 3.3.2 Artenspektrum

In der folgenden Tabelle (Tab. 5) sind alle in den untersuchten Seeausrinnen vorgefundenen Makrophytenarten aufgelistet.

**Tab. 5: Arteninventar der untersuchten Seeausrinne.** 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, r = regional gefährdet, \* = Vertreter der Characeae und daher generell als gefährdet eingestuft), Spalte 4: Kürzel: in den Grafiken verwendete Abkürzungen, Spalten 5 bis 7: x = Vorkommen im Verbindungskanal (V), in der Aag (A) bzw. in der Mattig (M).

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel	V	A	M
<b>Untergetauchte Vegetation</b>						
<b>Charophyta</b>						
<i>Chara aspera</i> DETHARDING ex WILLDENOW	Raue Armleuchteralge	*	Cha asp		x	x
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	Gegensätzliche Armleuchteralge	*	Cha con	x	x	x
<i>Chara delicatula</i> AGARDH	Feine Armleuchteralge	*	Cha del		x	
<i>Chara globularis</i> THUILLIER	Zerbrechliche Armleuchteralge	*	Cha glo		x	
<b>Spermatophyta</b>						
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt		Myr spi	x		
<i>Najas intermedia</i> WOLFGANG ex GORSKI in EICHWALD	Mittleres Nixenkraut		Naj int	x	x	x
<i>Najas marina</i> L.	Großes Nixenkraut		Naj mar		x	
<i>Potamogeton filiformis</i> PERSOON	Faden-Laichkraut	2	Pot fil		x	x
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	Kamm-Laichkraut		Pot pec		x	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Durchwachsendes Laichkraut	3	Pot per	x	x	
<i>Potamogeton pusillus</i> L. sec. DANDY et TAYLOR	Zwerg-Laichkraut	3	Pot pus		x	
<i>Potamogeton x cooperi</i> (FRYER) FRYER	Cooper's Laichkraut		Pot coo	x		
<b>Schwimmblattarten</b>						
<i>Nuphar lutea</i> (L.) J.E. SMITH in SIBTHORP et J.E. SMITH	Gelbe Teichrose	3	Nup lut		x	x
<b>Gewässerrandvegetation</b>						
<i>Caltha palustris</i> L.	Sumpfdotterblume		Cat pal		x	
<i>Carex elata</i> ALL.	Bult-Segge		Car ela		x	x
<i>Carex sp.</i> L.	Segge		Car sp.		x	x
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Wasser-Schwertlilie		Iri pse		x	
<i>Lycopus europaeus</i> L.	Gewöhnlicher Wolfsfuß		Lyc eur		x	
<i>Lytbrum salicaria</i> L.	Blutweiderich		Lyt sal		x	x
<i>Mentha aquatica</i> L.	Wasser-Minze		Men aqu		x	
<i>Phragmites australis</i> (CAV) STEUD.	Schilf		Phr aus	x	x	x
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	Grüne Teichbinse	r	Sch lac		x	
<i>Veronica beccabunga</i> L.	Bachbunge		Ver bec		x	

Insgesamt konnten in den untersuchten Seeausrinnen 23 Makrophytenarten nachgewiesen werden. Vier davon gehören zu den Characeen, der Rest zu den Höheren Pflanzen, davon 8 untergetauchte Arten, eine Schwimmblattpflanze und 10 Vertreter der Gewässerrandvegetation (Röhrichtarten und amphibische Arten). Der artenreichste der untersuchten Seeausrinne ist

mit 21 Arten die Aag. In der Mattig konnten 9, im Verbindungskanal zwischen dem Mattsee und dem Obertrumer See lediglich 6 Arten gefunden werden. Hierbei sind allerdings die geringen Längen der Untersuchungsstrecken (500 m bzw. 80 m) zu berücksichtigen. Die Aag ist damit hinsichtlich ihrer Makrophytenvegetation als artenreich zu be-

zeichnen. Noch deutlich artenreicher ist z.B. der Abfluss des Wallersees, die Fischach. Hier konnten zum Vergleich 49 Makrophytenarten nachgewiesen werden (PALL, 2008). Während in der Fischach jedoch die Stillwasservegetation durch typische Fließwasserarten bereichert wird, fehlen solche aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten in der Aag.

Fast die Hälfte der vorkommenden Arten (9) wird in den Roten-Listen für Österreich (NIKLFELD,

1999) geführt. Hierzu zählen alle Characeen, die generell als „gefährdet“ zu betrachten sind. Als „gefährdet“ gelten weiters die Laichkrautarten *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut) und *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) sowie die Gelbe Teichrose (*Nuphar lutea*). In Österreich „stark gefährdet“ ist das Faden-Laichkraut (*Potamogeton filiformis*). Als lediglich regional gefährdet gilt *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse).

### 3.3.3 Dominanzverhältnisse

#### Wasservegetation

Innerhalb der Wasservegetation ist *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) die dominierende Art. Sie stellt fast die Hälfte (44%) der Gesamtmenge der im Wasser vorhandenen Makrophytenvegetation (Abb. 164). Das Mittlere Nixenkraut ist eine Stillwasserpflanze und gehört zum typischen Inventar nährstoffärmerer, kalkmesotropher Binnenseen (CASPER & KRAUSCH, 1980; DOLL, 1992). Die Art ist etwas wärmeliebend (DOLL & PANKOW, 1989)

und findet daher in den Seen des Alpenvorlands gute Wachstumsbedingungen vor. So ist *Najas intermedia* auch in den Trumer Seen weit verbreitet und gelangt dort in allen Seen zur Dominanz (PALL, 2009). Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten bieten dieser Art jedoch offensichtlich auch die jeweiligen Seeabflüsse geeigneten Lebensraum.

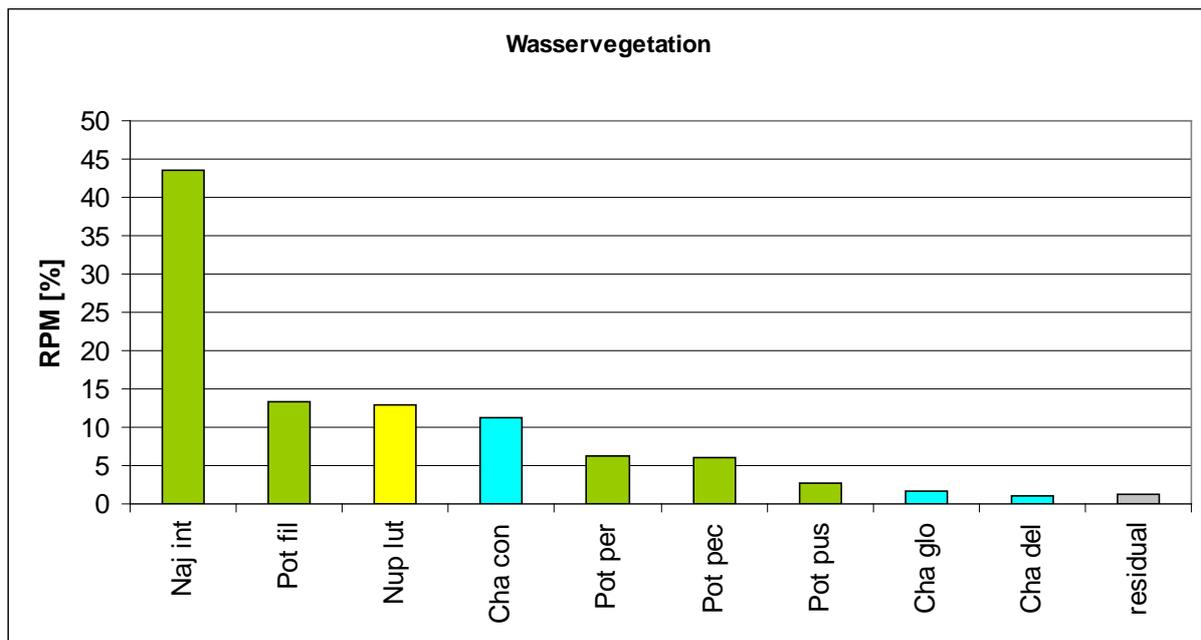


Abb. 164: Dominanzverhältnisse innerhalb der Wasservegetation (hellgrün: untergetauchte Arten, Spermatophyta; blau: untergetauchte Arten, Charophyta; gelb: Schwimmblattarten).

Mit RPM-Werten zwischen 10 und 15% folgen in der Mengenrangskala *Potamogeton filiformis* (Faden-Laichkraut), die Schwimmblattpflanze *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) sowie die Armleuchteralgenart *Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge). Alle drei Arten sind ebenfalls typische Stillwasserpflanzen, die aber auch in Bächen mit langsam fließendem, klarem Wasser vorgefunden werden können.

*Nuphar lutea* bevorzugt eher eutrophe Verhältnisse, weist aber hinsichtlich der Nährstoffsituation ihrer Wohngewässer eine weite Amplitude auf. Sie konnte mit Ausnahme des Mattseeabflusses in allen untersuchten Fließgewässerabschnitten vorgefunden werden. *Potamogeton filiformis* und *Chara contraria* sind hingegen Zeigerpflanzen für oligo- bis oligo-mesotrophe Verhältnisse. *Potamogeton filiformis* wurde nur jeweils direkt am

Seeabfluss gefunden. So in Abschnitt M, dem Abfluss des Grabensees, wie auch in Abschnitt A4, der unmittelbar an das im „sehr guten ökologischen Zustand“ befindliche Nordwestufer des Obertrumer Sees anschließt.

Beide Fließgewässerabschnitte sind auch Standorte von *Chara contraria*. Diese gelangt offensichtlich über den Abschnitt A4 in die Aag und besiedelte von dort aus auch die Abschnitte A5 und A6. Darüber hinaus wurde *Chara contraria* weiters im Verbindungskanal zwischen Mattsee und Obertrumer See registriert. Nicht nachzuweisen war *Chara contraria* hingegen in den etwas nährstoffreicheren Aag-Abschnitten A1 bis A3, die die Seehamer Bucht entwässern.

Anteile von mehr als 5% an der Gesamtpflanzenmenge haben noch die beiden Laichkrautarten *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut) und *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut). *Potamogeton pectinatus* ist eine gute Zeigerpflanze für

erhöhte Nährstoffkonzentrationen. Ihr Hauptvorkommen hat die Art in Abschnitt A5 und indiziert dort lokale Nährstoffbelastungen. Diese erfolgen aller Wahrscheinlichkeit nach über die im Westen befindlichen Wirtschaftswiesen. Vereinzelt Vorkommen des Kamm-Laichkrautes fanden sich auch noch in Abschnitt A6.

Eine weitere Laichkrautart, *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), sowie die beiden Armleuchteralgenarten *Chara globularis* (Zerbrechliche Armleuchteralge) und *Chara delicatula* (Feine Armleuchteralge) liegen mit ihren RPM-Werten bereits unter 5%. Zu den seltensten Arten in den untersuchten Gewässern zählen *Chara aspera* (Rauhe Armleuchteralge), *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt), *Najas marina* (Großes Nixenkraut) sowie *Potamogeton x cooperi* (Cooper's Laichkraut). Sie sind in der Rubrik residual zusammengefasst (Abb. 164).

### Gewässerrandvegetation

Innerhalb der Gewässerrandvegetation dominiert das Schilf (*Phragmites australis*, RPM: 55%). Ihm folgen in der Rangmengenskala mit RPM-Werten um 10% die Bult-Segge (*Carex elata*), der Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) sowie weitere, zum Untersuchungszeitpunkt nicht näher determinierbare Seggen-Arten (*Carex sp.*). Nennenswerte Anteile an der Gesamtpflanzenmenge der Gewässerrandvegetation haben weiters noch die Wasser-Minze (*Mentha aquatica*), die Bachbunze (*Veronica beccabunga*), die Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) und die Grüne Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*). Die Mengenanteile des Gewöhnlichen Wolfsfußes (*Lycopus europaeus*) und der

Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) liegen unter 1% und sind als residual zusammengefasst (Abb. 165). Unter den genannten Arten sind die meisten typische Besiedler von Seeufnern oder Verlandungsmooren. Vor allem Schilf und Binsen sind die prägenden Pflanzen an anthropogen unbeeinflussten Flachufnern von Seen unserer Breiten, die Bult-Segge ist häufig prägender Bestandteil der Großseggenrieder in Verlandungsmooren. Die übrigen Arten können an beiden Standorten auftreten. Höhere Fließgeschwindigkeiten vertragen als typische Fließgewässerarten lediglich die Wasser-Minze und die Bachbunze.

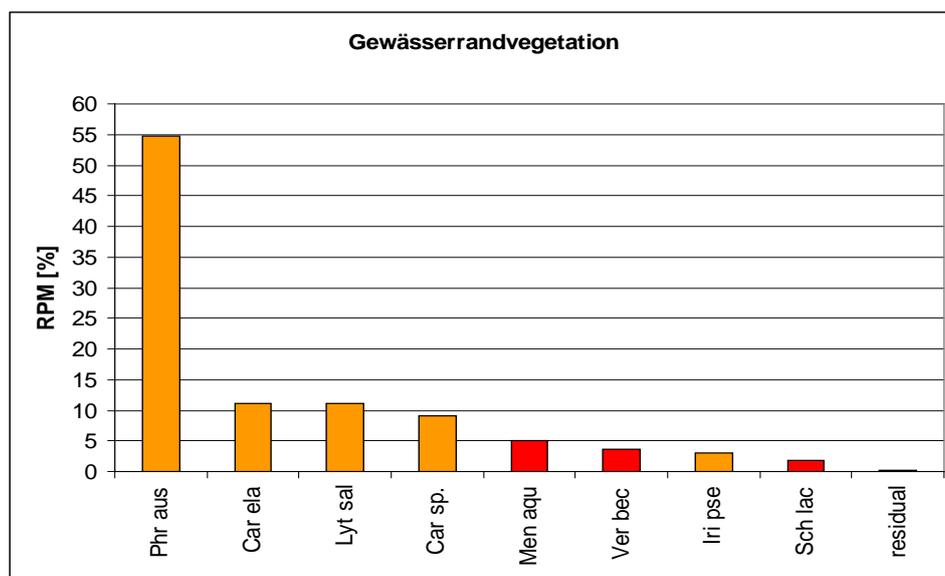


Abb. 165: Dominanzverhältnisse innerhalb der Gewässerrandvegetation (orange: Helophyten; rot: Amphiphyten).

### 3.3.4 Makrophytenvegetation der einzelnen Kartierungsabschnitte

#### Gesamtartenanzahl

In den untersuchten Seeausrinnen konnten im Mittel 9 Arten pro Kartierungsabschnitt gefunden werden. Am artenreichsten präsentierten sich dabei die Abschnitte A4 bis A6 der Aag mit jeweils 11

Arten. In der Mattig wurden 9 Arten festgestellt. Am artenärmsten waren mit 6 Arten der Verbindungskanal sowie mit 5 Arten der Abschnitt A1.

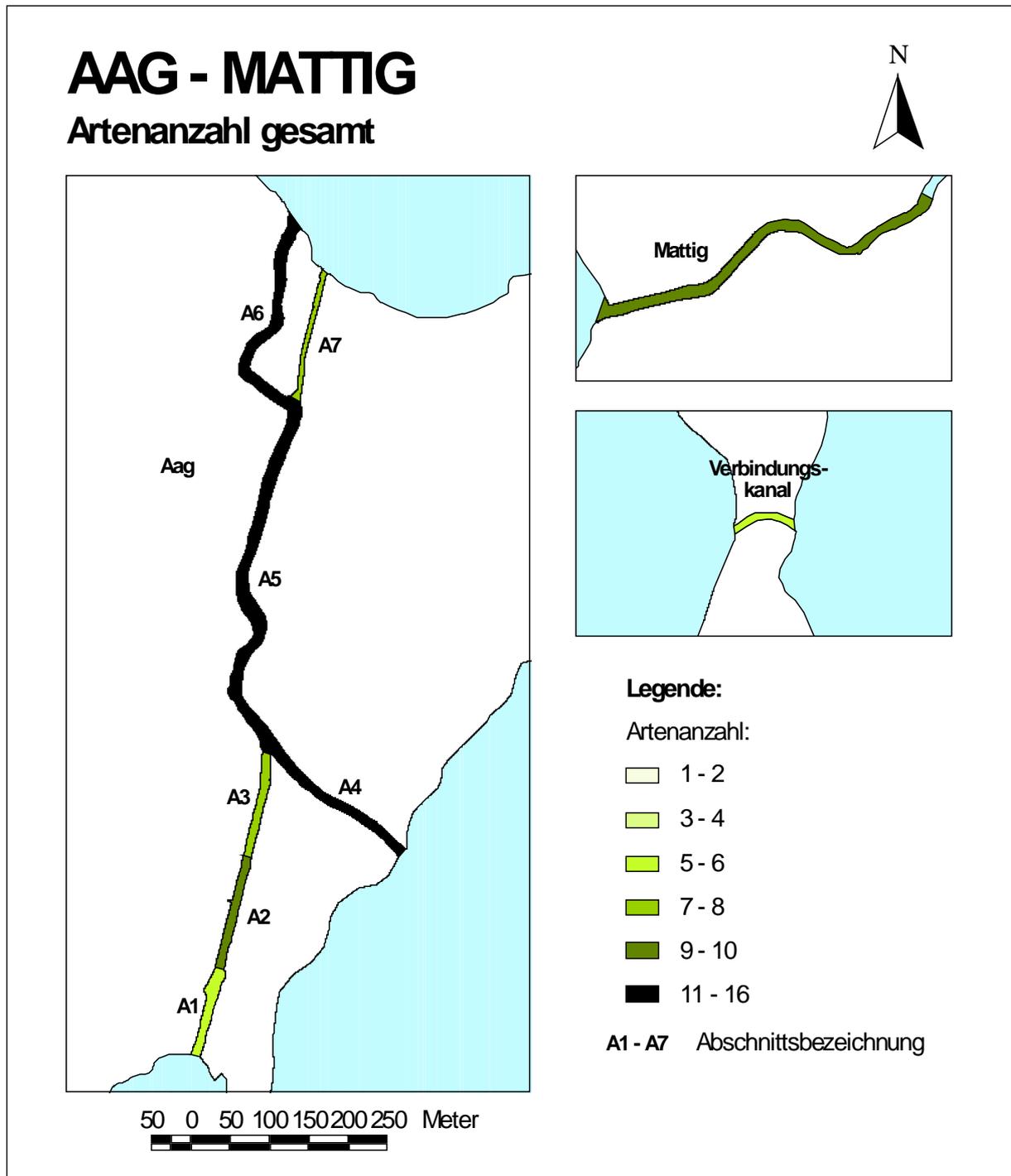


Abb. 166: Gesamtartenanzahl in den einzelnen Kartierungsabschnitten der untersuchten Seeausrinne.

## Anzahl Rote-Liste-Arten

Die höchste Anzahl an Rote-Liste-Arten (6 bzw. 5) wurde in den Abschnitten A5 und A6 der Aag nachgewiesen. Jeweils 4 Rote-Liste-Arten kommen im Abschnitt A4 sowie in der Mattig vor. Im

Verbindungskanal wurden zwei, in allen übrigen Abschnitten mit jeweils *Nuphar lutea* lediglich eine Rote-Liste-Art vorgefunden (Abb. 167).

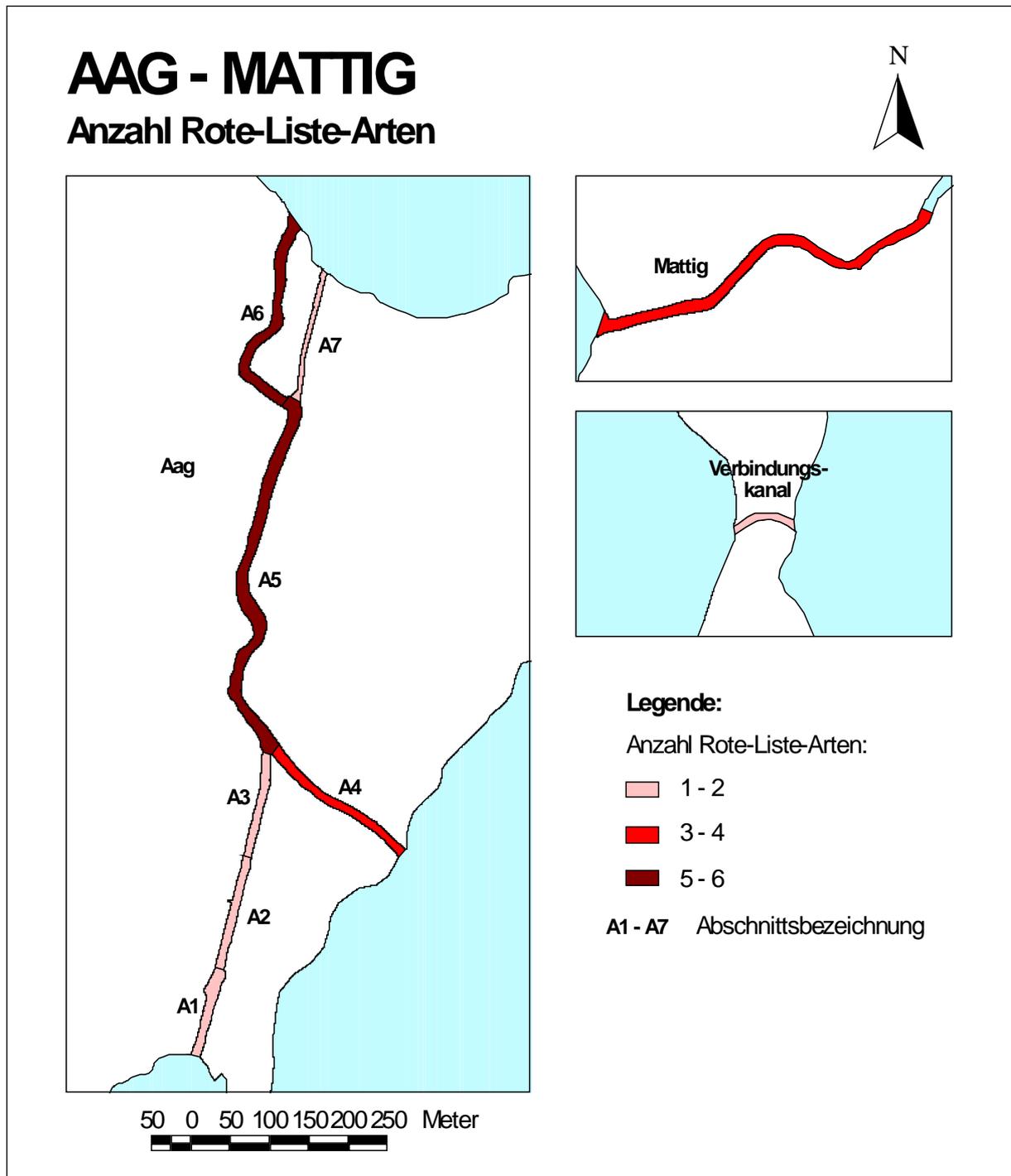


Abb. 167: Anzahl an Rote-Liste-Arten in den einzelnen Kartierungsabschnitten.

## Artenzahl Wasservegetation

Die artenreichsten Wasserpflanzenbestände finden sich mit 7 Arten in den Abschnitten A5 und A6 der Aag. Jeweils 5 Vertreter der „echten Wasserpflanzen“ wurden im Abschnitt A4 sowie in der

Mattig und im Verbindungskanal gefunden. Maximal 3 Hydrophytenarten beherbergen die Abschnitte A1 bis A3 und A7 (Abb. 168).

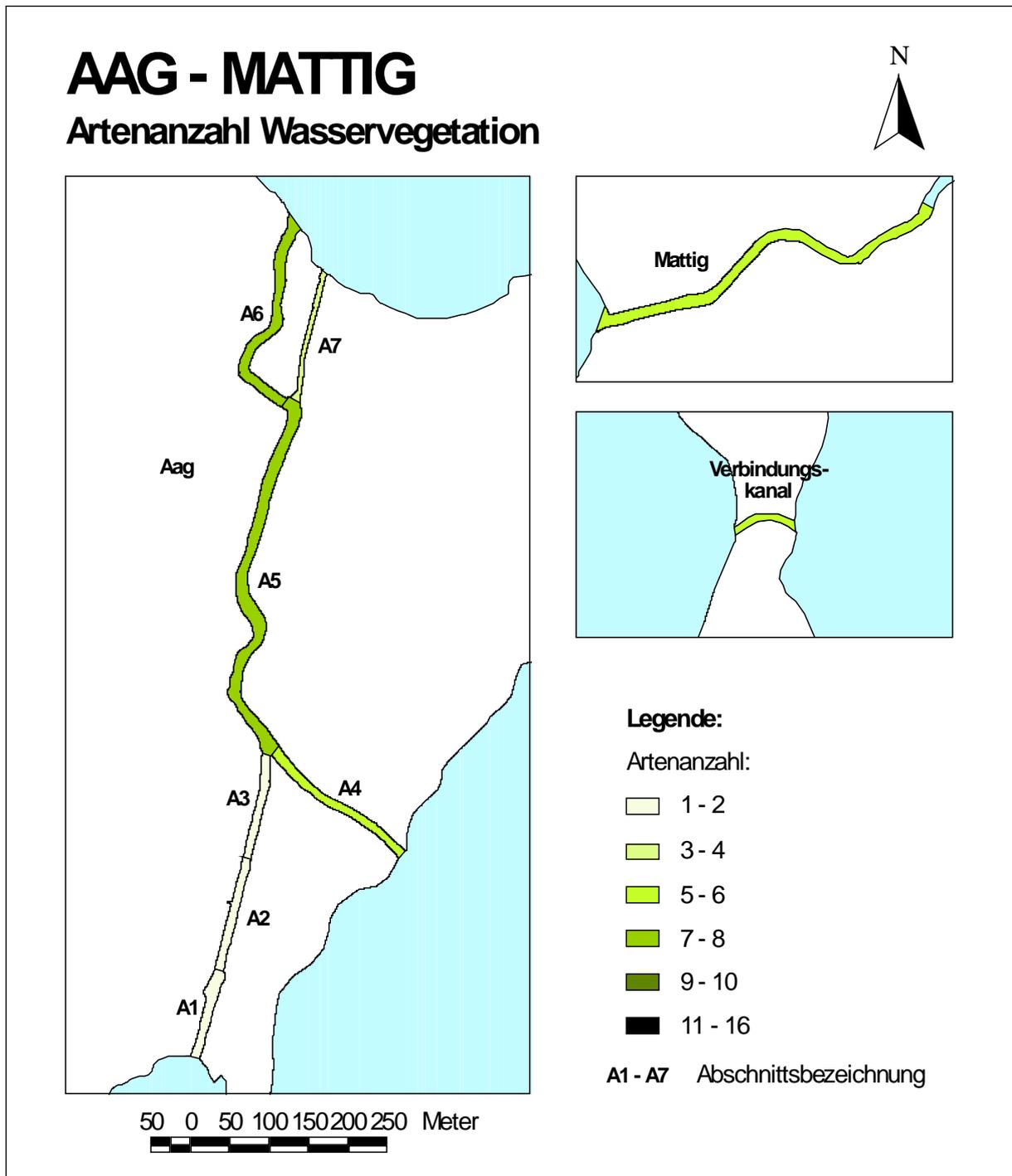


Abb. 168: Anzahl an Hydrophyten in den einzelnen Kartierungsabschnitten.

## Artenzahl Gewässerrandvegetation

Im Mittel ähnlich hoch wie bei der Wasservegetation ist die pro Abschnitt vorgefundene Artenzahl der Gewässerrandvegetation. Das Maximum wird hier mit 7 Arten im Abschnitt A2 erreicht. In den Abschnitten A3, A4 und A7

kommen 5 bis 6 Vertreter der Helo- oder Amphiphyten vor. Der artenärmste Bereich ist mit nur einer Art, *Phragmites australis*, der Verbindungskanal (Abb. 169).

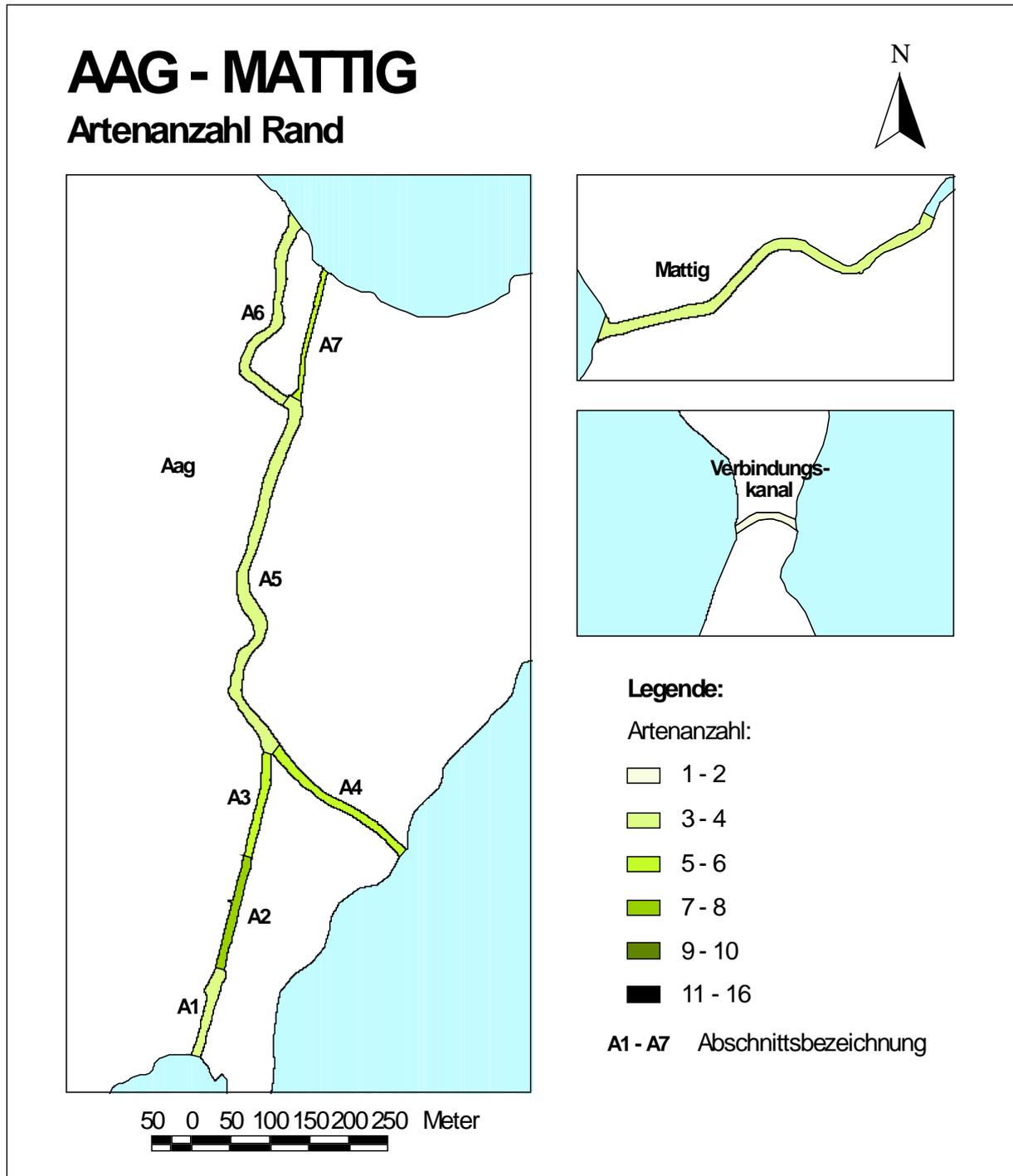


Abb. 169: Anzahl an Amphi- und Helophyten in den einzelnen Kartierungsabschnitten.

## Vegetationsdichte Wasservegetation

Die Wasservegetation bildet in den Abschnitten A3, A5 und A6 sehr dichte Bestände aus. Dichte Hydrophytenbestände finden sich noch im Abschnitt A4 sowie in der Mattig. In den übrigen

Kartierungsabschnitten wurden im Wasser lediglich einzelne bis mäßig dichte Pflanzenbestände vorgefunden (Abb. 170).

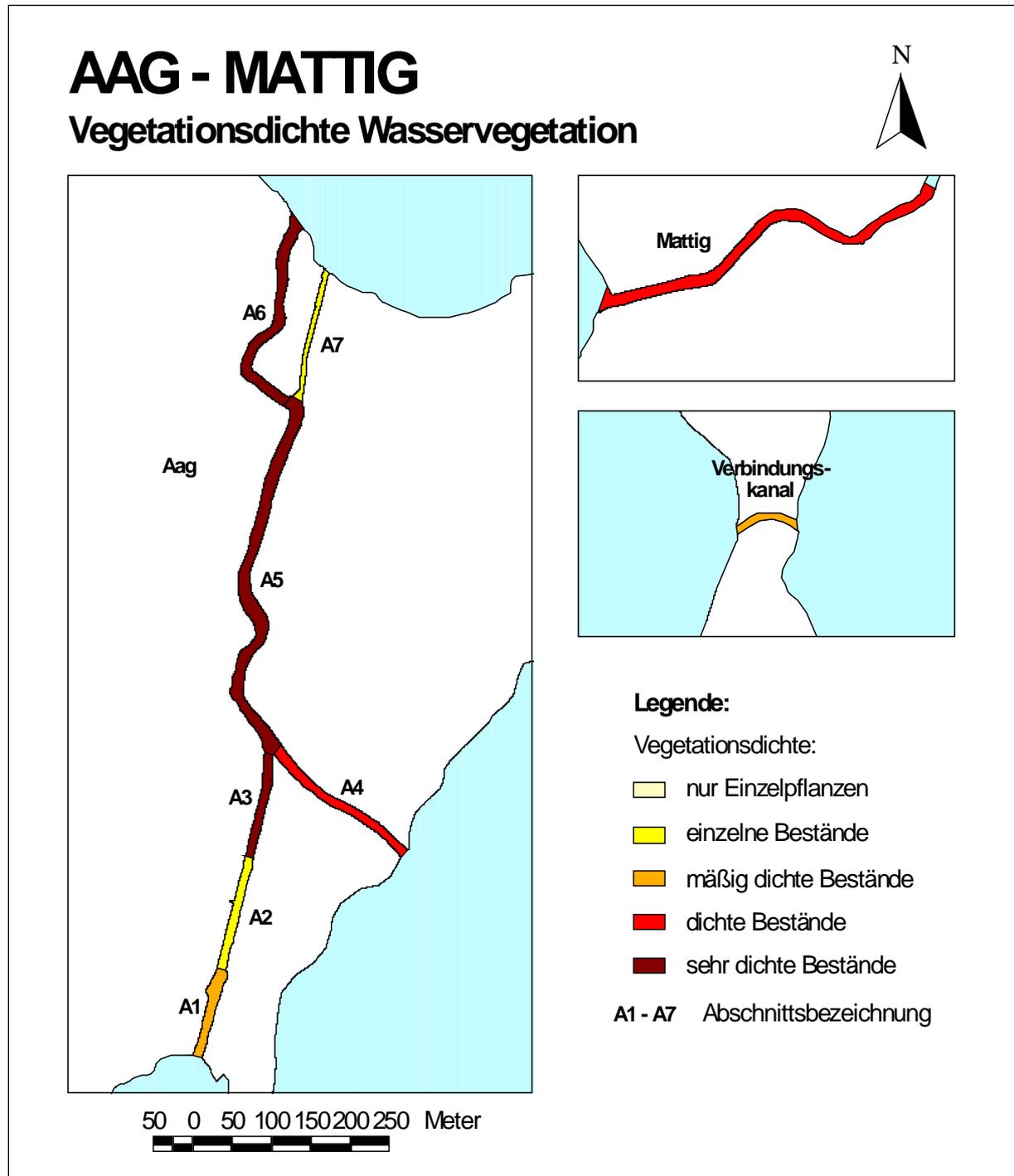


Abb. 170: Dichte der Hydrophytenbestände den einzelnen Kartierungsabschnitten.

### Vegetationsdichte Gewässerrandvegetation

Größere Dichten als die Wasservegetation erreicht im Untersuchungsgebiet die Gewässerrandvegetation. Die untersuchten Seeausrinne werden nahezu im gesamten Verlauf von dichten bis sehr dichten Röhrichtbeständen gesäumt. Die einzige

Ausnahme bildet der Abschnitt A7. Hier reicht dichter Auwald beiderseits bis unmittelbar ans Ufer heran. Insgesamt ist eine hervorragende Wasser-Land-Verzahnung gegeben (Abb. 171).

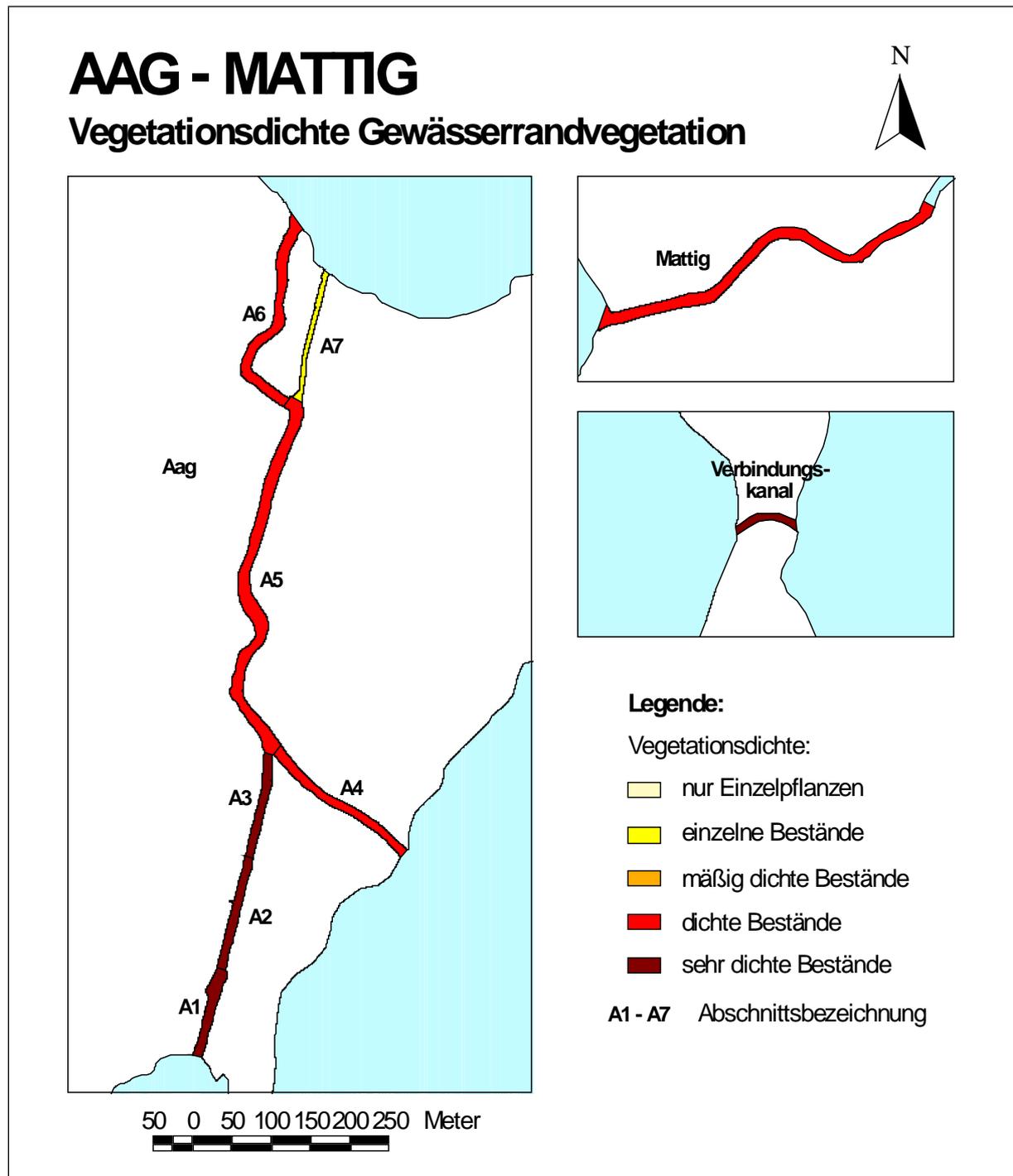


Abb. 171: Dichte der Amphi- und Helophytenbestände den einzelnen Kartierungsabschnitten.

## Nährstoffbelastung

Makrophyten reagieren als autotrophe Organismen z.T. hochsensibel auf Veränderungen der trophischen Situation ihrer Wohngewässer. Als ortskonstante Organismen integrieren sie hierbei die Bedingungen über einen längeren Zeitraum. Dies macht sie zu hervorragenden Indikatororganismen zur Auffindung von Belastungsquellen.

Der von MELZER et al. (1986) entwickelte Makrophytenindex ist eine Methode, die unter Berücksichtigung der Nährstoffansprüche der einzelnen Arten die Nährstoffbelastung in definierten Untersuchungsabschnitten zahlenmäßig beschreibt. Die Methode ist für Seen entwickelt worden. Mit dem von SCHNEIDER (2000) beschriebenen TIM steht auch ein Makrophytenindex für Fließgewässer zur Verfügung. Wir haben beide Verfahren an Seeausrinnen getestet und uns aus mehreren Gründen dazu entschieden, für die untersuchten Fließgewässerabschnitte den Makrophytenindex nach MELZER et al (1986, 1988) zu verwenden.

Abb. 172 zeigt die Anwendung des Verfahrens an der Aag, der Mattig und am Abfluss des Mattsees („Verbindungskanal“). Die Nährstoffbelastung der

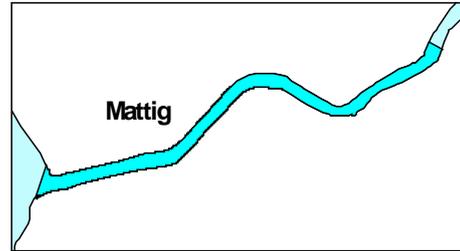
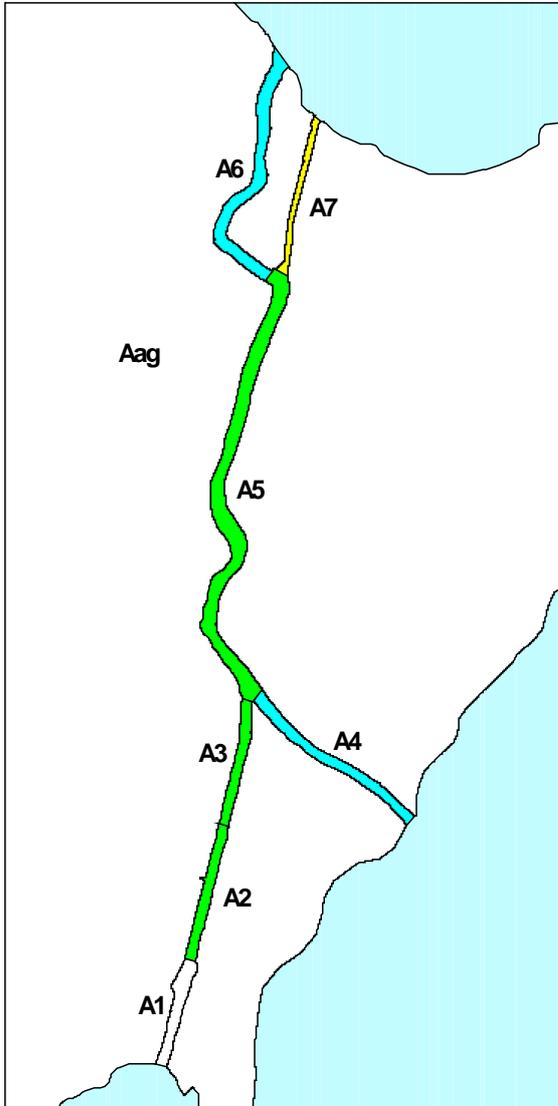
Gewässer ist demnach generell auf einem niedrigen Niveau. Die Abschnitte A4 und A6 der Aag sowie die Mattig, weisen nur eine „geringe Nährstoffbelastung“ auf. Dies entspricht nach MELZER (1988) in etwa oligo-mesotrophen Verhältnissen.

Der Verbindungskanal zwischen dem Mattsee und dem Obertrumer See verpasst diese Klassifikation nur knapp. Hier, wie auch in den Abschnitten A2, A3 und A5 der Aag, ergibt die Berechnung des Makrophytenindex eine „mäßige Nährstoffbelastung“ (entspricht in etwa mesotrophen Verhältnissen). Etwas höher ist der Wert des Makrophytenindex in Abschnitt A5.

Er fällt aber immer noch in die Klasse „mäßige Nährstoffbelastung“. Diese dürfte hier, wie bereits erwähnt, über die im Westen gelegenen Wirtschaftswiesen erfolgen. Lediglich im Abschnitt A7 der Aag ist gemäß dem Makrophytenindex eine „erhebliche Nährstoffbelastung“ (nach MELZER [1988] entsprechend meso-eutrophen Verhältnissen) gegeben. Der Abschnitt A1 ist mangels Vorkommen von Indikatorarten nach dem Makrophytenindex nicht bewertbar.

# AAG - MATTIG

## Makrophytenindex



### Legende:

#### Makrophytenindex

	Indexwerte	Nährstoffbelastung
	1,0 - 1,99	sehr gering
	2,0 - 2,49	gering
	2,5 - 2,99	mäßig
	3,0 - 3,49	erheblich
	3,5 - 3,99	stark
	4,0 - 5,0	sehr stark

A1 - A7 Abschnittsbezeichnung

50 0 50 100 150 200 250 Meter



Abb. 172: Mit Hilfe des Makrophytenindex ermittelte Nährstoffbelastung der einzelnen Kartierungsabschnitte.

### 3.3.5 Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie

Gemäß dem WRRL-Bewertungssystem, Qualitätselement Makrophyten, (BMLFUW bzw. PALL & MAYERHOFER, 2010) wird in den untersuchten Seeausrinnen das Qualitätsziel, erreicht. Der Großteil der Untersuchungsabschnitte befindet sich nach dem Qualitätselement Makrophyten im „guten ökologischen Zustand“. Im Abschnitt A4 der Aag sowie in der Mattig wird sogar der „sehr gute Zustand“ erreicht.

Die beiden mit „sehr gut“ bewerteten Abschnitte schließen sich jeweils unmittelbar an den See an und erhalten daher über den größten Teil des Jahres ausgesprochen nährstoffarmes Oberflächenwasser. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch ein weitestgehend unbeeinflusstes Umland aus, so dass auch von hier keine Nährstoffbelastungen zu erwarten sind. Die Strukturen im Uferbereich sind natürlich und es ist daher eine ausgezeichnete Wasser-Land-Verzahnung gegeben.

Die genannten Charakteristika treffen prinzipiell auch auf die Abschnitte A1 und A2 sowie auf den Ausrinn des Mattsees („Verbindungskanal“) zu. Dennoch ergibt die Bewertung nach WRRL für diese Gewässerstrecken „nur“ den „guten Zustand“. Die Abschnitte A1 und A2 entwässern

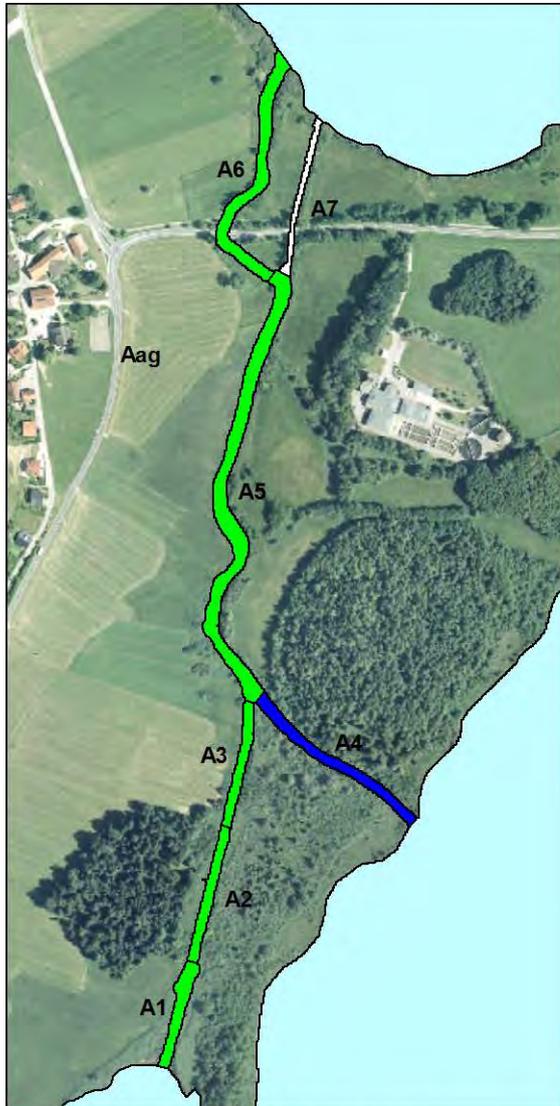
die Seehamer Bucht. In diesem Bereich des Obertrumer Sees ist nach WRRL lediglich ein „mäßiger Zustand“ gegeben (PALL, 2009). Hier dürfte ein leicht erhöhtes Nährstoffniveau vorliegen, welches auch noch die unmittelbar folgenden Abschnitte der Aag beeinflusst. An den „Verbindungskanal“ grenzt im Osten ein mit „sehr gut“ bewerteter Uferabschnitt des Mattsees, im Westen ein mit „gut“ bewerteter Abschnitt des Obertrumer Sees an. Mögliche Gründe für das Verfehlen des „sehr guten Zustandes“ im Verbindungskanal sind anthropogene Beeinflussungen durch den Bootsbetrieb zwischen den beiden Seen sowie durch die Straßenbrücke (Wasserableitung).

In den Abschnitten A3, A5 und A6 der Aag ist eine Beeinflussung durch die landwirtschaftliche Nutzung der westlich angrenzenden Wirtschaftswiesen merklich. Hier ist die Nährstoffbelastung teilweise leicht erhöht. Dies trifft besonders auf den Abschnitt A5 zu, für den sich aber immer noch ein „guter Zustand“ ergibt.

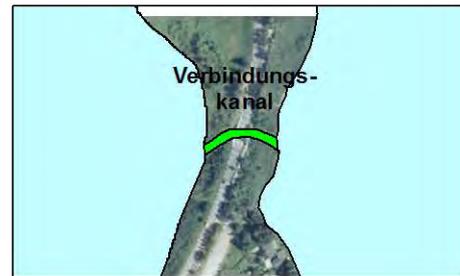
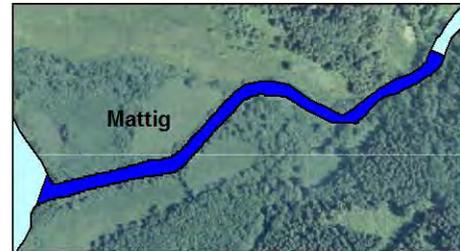
Abschnitt A7 der Aag war aufgrund eines zu geringen Vorkommens indikativer Arten nach WRRL nicht bewertbar.

# AAG - MATTIG

## Ökologische Zustandsklasse



50 0 50 100 150 200 250 Meter



### Legende:

#### Ökologische Zustandsklasse

- sehr gut
- gut
- mäßig
- unbefriedigend
- schlecht

**A1 - A7** Abschnittsbezeichnung

Abb. 173: Bewertung der untersuchten Seeausrinne nach Wasserrahmenrichtlinie.

### 3.3.6 Zusammenfassung

Bei den untersuchten Seeausrinnen handelt es sich um artenreiche Gewässer. Es wurden insgesamt 23 Makrophytenarten festgestellt. Im Mittel konnten 9 Arten pro Kartierungsabschnitt nachgewiesen werden. Bezüglich der Gesamtartenzahl präsentiert sich z.B. die Fischach mit 43 Spezies wesentlich artenreicher. Dies ist damit zu erklären, dass hier aufgrund des weiten Spektrums an Fließgeschwindigkeiten im Untersuchungsbereich das typische Stillwasserinventar mit ausgesprochenen Fließgewässerarten bereichert wird. Die mittlere Artenanzahl pro Kartierungsabschnitt liegt mit 8 ähnlich wie in den untersuchten Seeausrinnen.

Die untersuchten Gewässer sind auch aus naturschutzfachlicher Sicht interessant. Es konnten insgesamt 9 Rote-Liste-Arten (NIKL FELD, 1999) nachgewiesen werden.

Der Artenreichtum spiegelt die strukturelle Vielfalt im Untersuchungsgebiet wider. Im Wasser selbst ist durch unterschiedliche Gewässertiefen, Substrate und Beschattungsgrade eine hohe Habitatdiversität gegeben. Zudem sind die Gewässerufer weitestgehend naturbelassen und bieten auch einer artenreichen Gewässerrandvegetation Lebensraum.

Es dominieren typische Stillwasserarten. Im Wasser ist dies *Najas intermedia* (Mittleres

Nixenkraut), am Gewässerrand *Phragmites australis* (Schilf). Die Vegetationsdichte ist sowohl im Wasser wie auch am Gewässerrand überwiegend hoch bis sehr hoch.

Aus dem Arteninventar ist zu schließen, dass das Trophieniveau auf einem eher niedrigen Niveau liegt, was durch die Berechnung des Makrophytenindex nach MELZER et al. (1986,1988) belegt wurde. Der Indexwert liegt im Mittel bei 2,51, was nach MELZER (1988) in etwa der Grenze oligomesotroph / mesotroph entspricht. Lokal erhöhte Nährstoffbelastungen sind in den Abschnitten A5 (wohl über die westlich angrenzenden Wirtschaftswiesen) und A7 offensichtlich.

Die Bewertung nach WRRL ergibt, dass für alle untersuchten Gewässer das Qualitätsziel erreicht wird. Der Verbindungskanal zwischen dem Mattsee und dem Obertrumer See befindet sich gemäß dem Qualitätselement Makrophyten im „guten Zustand“. Dies trifft auch für den größten Teil der Aag zu. Für den östlichen, direkt an das Nordwestufer des Obertrumer Sees anschließenden, Arm der Aag ergibt sich nach dem WRRL-Verfahren (BMLFUW bzw. PALL & MAYERHOFER, 2010) sogar ein „sehr guter Zustand“. Ein solcher konnte auch für den untersuchten Abschnitt des Ausrins der Grabensees, die Mattig, attestiert werden.

## 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 Thalloyten 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.); 2009: Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil 3B – Makrophyten.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, April 2009, 64pp.
- BMFLUW, 2010: Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil A4 – Makrophyten, Version Dezember 2010.- BMLFUW (Hrsg.), <http://wisa.lebensministerium.at/>, Bereich „Beteiligung Öffentlichkeit NGP“.
- BURNAND, J.; 1980: Die Entwicklung des Röhrichts am Züricher Ufer des Zürichsees.- *Ber. Verb. Schutz Landschaftsbild Zürichsee* 53, 53-69.
- CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.-D.; 1980: Pteridophyta and Anthophyta 1.- In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23. Hrsg. v. Ettl, H., Gerloff, J. Heyming, H., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1-403.
- CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.-D.; 1981: Pteridophyta and Anthophyta 2.- In: Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 24. Hrsg. v. Ettl, H., Gerloff, J. Heyming, H., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 404-942.
- COOK, C.D.K. & URMI-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.
- DANECKER, E.; 1980: Untersuchungen des Obertrumer Sees (Salzburg) in den Jahren 1961 bis 1966.- *Österr. Fischerei* 33, 121-127.
- DITTRICH, A. & WESTRICH, B.; 1990: Erosionserscheinungen und Schilfrückgang in der Flachwasserzone des Bodensees.- In: Sukopp, H., Krauss, M. (Hrsg.): Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen. Ergebnisse des Workshops in Berlin (West) 13.-15.10.1988.- *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. – Schriftenreihe d. FB. Landschaftsentwicklung d. TU Berlin* 71, 86-93.
- DOLL, R. & PANKOW, H.; 1989: Die Verbreitung der Sippen der Gattung *Najas* L. in den Nordbezirken der DDR.- *Feddes Repertorium* 100, 7-8, 431-438.
- DOLL, R.; 1992: Die Vegetation des Krüslinsees bei Feldberg in Mecklenburg.- *Feddes Repertorium* 103, 7-8, 585-596.
- DUMFARTH, E. & PALL, K.; 2004: Mit Schall - Methoden zur Kartierung von Unterwasservegetation. In: *Der Vermessungsingenieur*, Heft 6/04.
- 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.; 2007: Echosondierung Trumer Seen 2002 bis 2007.- Untersuchung in Zusammenarbeit mit der Systema GmbH im Auftrag des Landes Salzburg, unveröff.
- DUMFARTH, E. & SCHWAP, A.; 2008: Obertrumer See, Grabensee, Wallersee – emerse und submerse Makrophytenbestände 2006/2007. Untersuchung im Auftrag des Gewässerschutzes des Landes Salzburg (Referat 13/04), unveröff.
- DYKYJOVA, D.; 1990: Ökologische Funktion und Bedürfnisse des Röhrichts.- In: Sukopp, H., Krauss, M. (Hrsg.): *Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen. Ergebnisse des Workshops in Berlin (West) 13.-15.10.1988.- Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. – Schriftenreihe d. FB. Landschaftsentwicklung d. TU Berlin* 71, 121-140.
- 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.
- FINDENEGG, I.; 1973: Vorkommen und biologisches Verhalten der Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. in den österreichischen Alpenseen.- *Carinthia II* 163/83, 317-330.
- 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.
- GOLUBIC, S.; 1963: Hydrostatischer Druck, Licht und submerse Vegetation im Vrana-See.- *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 48, 1-7.
- HARLACHER, R. & PALL, K.; 1994: Die Makrophytenvegetation des Kochelsees. *Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft*.
- HEBERLING, O. & JÄGER, P.; 2005: Ökologische Untersuchung der Uferzonen der Trumer Seen im Salzburger Alpenvorland.- *Land Salzburg (Hrsg.), Datensammlung Gewässerschutz, Thema Seen, Komponente 6, Zahl 6.1*, 245pp.
- 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.
- IBETSBERGER, H. HÄUPL, M. & JÄGER, P.; in press: Entwicklung des Salzburger Gewässernetzes ab dem Höhepunkt der letzten Eiszeit aus Sicht der Besiedelbarkeit durch einwandernde Fische.- *Reihe Gewässerschutz, Land Salzburg*.
- ISEL, C. & IMHOF, T.; 1987: Bieler See 1987: Schilfschutz, Erhaltung und Förderung der Naturufer.- *Schr.Reihe Ver. Bielersee-Schutz* 2, 151pp.

- IVERSEN, J.; 1929: Studien über die ph-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluss auf die Hydrophyten-Vegetation.- Bot. Tidskr. 40, 277-326.
- JÄGER, P.; 1974: Limnologische Untersuchungen im Wallersee mit besonderer Berücksichtigung der Ostracodenpopulation.- Diss. Univ. Graz, 95pp.
- 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.- Limnologia 34, 140 – 146.
- JÄGER, P., JERSABEK, C., KAIBLINGER, C. & SCHABER, P.; 2001: Phytoplankton und trophische Situation der Salzburger Seen in den Jahren 1996-2005.- Land Salzburg – Gewässerschutz, unveröff. Bericht, 77pp.
- JÄGER, P. & SCHABER, P.; 2001: Limnologischer Zustand der großen Salzburger Seen im Frühjahr 2001. Amt der Salzburger Landesregierung, Abteilung 13: Naturschutz, unveröff.
- JÄGER, P.; 1986a: Die Limnologie der Vorlandseen.- Stud. Forsch Salzburg 2, 343-384.
- JÄGER, P.; 1986b: Die Nährstoffbilanzen der Vorlandseen.- Stud. Forsch Salzburg 2, 477-488.
- JAGSCH, A.; 1975: Zustand des Wallersees und der Trumer Seen 1974.- Salzburger Fischerei 6, 2-5.
- JANAUER, G.A., ZOUFAL, R., CHRISTOPH-DIRRY, P. & ENGLMAIER, P.; 1993: Neue Aspekte der Charakterisierung und vergleichenden Beurteilung der Gewässervegetation.- Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Univ. Hohenheim 2, 59-70.
- JERSABEK, C.; 1996: Phytoplankton und trophische Situation der Salzburger Seen in den Jahren 1981-1995 – Wallersee, Obertrumer See, Grabensee, Mattsee, Fuschsee, Zeller See, Wolfgangsee.- Land Salzburg – Gewässerschutz, unveröff. Bericht, 98pp.
- 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.
- 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.; 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen.- Landschaft + Stadt 10/2, 73-85.
- KRAMBECK, C.; 1990: Water quality protection by retention agricultural nonpoint source pollutants in riparian buffer strips and other wetland types. A review.
- 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 Äschenregieon.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 37, 387-465.
- KRAUSE, W.; 1981: Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand.- Limnologia 13, 399-418.
- KRAUSE, W.; 1985: Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (DESVAUX) J. GROVES.- Carolina 42, 31-42.
- KRAUSE, W.; 1997: Charales.- In: Ettl, H. & Gärtner G. (Hrsg): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202pp.
- 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: Röhrlichtschutzmaßnahmen 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.
- 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.
- LAUTH, E.; 2010: Sukzessionsstudie der Uferzonen des Wallersees und des Wengermooses am Beispiel der Odonatenfauna.- Land Salzburg – Gewässerschutz, Manuskript.
- MELZER, A. & HÜNERFELD, G.; 1990: Die Makrophytenvegetation des Tegern-, Schlier- und Riegsees.- Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 2/90, 188pp.
- 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 Weßlinger 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.
- MELZER, A.; (1976): Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes Oberbayerischer Seen.- Diss. Bot. 34, Verl. J. Cramer, Vaduz, 195pp.
- MELZER, A.; 1988: Der Makrophytenindex – eine biologische Methode zur Ermittlung der Nährstoffbelastung von Seen.- Habilitationsschrift Technische Universität München.
- MORET, J.L.; 1979: Les Grassettes - 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.
- NIKLFIELD, H.; 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs.- Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (Wien) 10, 292pp.
- ÖNORM M6231; 2001: Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern.- Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.), Wien.
- PALL, K.; 1995: Stichprobenartige Erhebungen der Makrophytenvegetation an einigen Salzburger Seen.- unveröff.

- 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.; 1999: Die Makrophytenvegetation des Großen Vätersees.- Untersuchung im Auftrag des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin, unveröff. Bericht.
- PALL, K.; 2009a: Makrophytenkartierung Trumer Seen – Bericht.- WRRL-Untersuchung im Auftrag des Lebensministeriums und der Landesregierung Salzburg, unveröff. Bericht, 120pp.
- PALL, K.; 2009b: Makrophytenkartierung Trumer Seen – Bewertung nach WRRL.-Studie im Auftrag des Lebensministeriums und der Landesregierung Salzburg, unveröff. Bericht, 38pp.
- PALL, K.; 2010: Methods for establishing Macrophyte Vegetation Fingerprints of Lakes – a new Mapping Method and useful Tools for Data Evaluation and Interpretation.- Aquatic Botany, submitted.
- PALL, K. & HARLACHER, R.; 1992: Die Makrophytenvegetation des Kochelsees.- Untersuchung im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Weilheim, unveröff. Bericht, 111pp.
- PALL, K. & JÄGER, P.; 2001: Die aquatische Vegetation der Trumer Seen.- Reihe Gewässerschutz des Amtes der Salzburger Landesregierung 4, in Vorbereitung.
- 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. & MAYERHOFER, V.; 2009 Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil 3B – Makrophyten.- Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien, April 2009, 64pp.
- PALL, K. & MOSER, V.; 2009: Austrian Index Macrophytes (AIM – Module 1) for lakes – a Water Framework Directive (WFD) compliant assessment system for lakes using aquatic macrophytes.- Hydrobiologia, im Druck.
- PALL, K., MOSER, V., MAYERHOFER, S. & TILL, R.; 2001: Stichprobenartige Vegetationsuntersuchungen an einigen österreichischen Seen.- unveröff. Bericht.
- 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.
- PALL, K., MOSER, V. & HIPPELL, S.; 2004: Makrophytenkartierung Weißensee.- Untersuchung im Auftrag des Kärntner Instituts für Seenforschung, unveröff. Bericht Pall, K., Moser, V., Mayerhofer, S. & Till, R.; 2001: Stichprobenartige Vegetationsuntersuchungen an einigen österreichischen Seen.- unveröff. Bericht.
- PALL, K., RÁTH, B. & JANAUER, G. A.; 1996: Die Makrophyten in dynamischen und abgedämmten Gewässersystemen der Kleinen Schüttinsel (Donau Fluß-km 1848 bis 1806) in Ungarn. – Limnologica 26/1, 105-115.
- PENNAK, R.W.; 1973: Some evidence for aquatic macrophytes as repellents for a limnetic species of *Daphnia*.- Int. Revue Ges. Hydrobiol. 58, 569-576.
- PRESTON, C. D.; 1995: Pondweeds of Great Britain and Ireland.- Botanical Society of the British Isles (Ed.) BSBI Handbook 8, 352pp.
- PRIES, E.; 1985: Allgemeine Ursachen des Röhrichtrückganges.- Naturschutzarbeit in Mecklenburg 28, 69-74.
- SCHÄFER, R.; 1984: Schilfsterben.- Nature 5, 35-37.
- SCHNEIDER, S., 2000: Entwicklung eines Makrophytenindex zur Trophieindikation in Fließgewässern.- Dissertation an der TU München. Shaker-Verlag, 182pp.
- SCHULTZ, G.; 1971: Erste Ergebnisse von drei Jahren Seenuntersuchungen (1968 bis 1970) an einigen Salzkammernseen und Seen des Salzburger Flachgaaes.- Österr. Fischerei 24, 149-158.
- SEEFELDNER, E.; 1961: Salzburg und seine Landschaften – Eine geographische Landeskunde.- Berglandbuch Salzburg, 1961.
- STALBERG, N.; 1939: Lake Vättern, outlines of its natural history, especially its vegetation.- Act. Phytogeogr. Suec. 11, 1-52.
- STROEDE, W.; 1933: Über die Beziehungen der Characeen zu den chemischen Faktoren der Wohngewässer und des Schlamms.- Arch. Hydrobiol. 25, 192-229.
- 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.
- WIESNER, A.; 2005: Analyse und Klassifikation von Struktur und Zustand der Schilfbestände am Wallersee.- Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 170pp.
- WIUM-ANDERSEN, S., ANTHONI, U., CHRISTOPHERSEN, G. & HOUEN, G.; 1982: Alleopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales).- Oikos 39, 187-190.
- WOLFF, P.; 1980: Die Hydrilleae (Hydrocharitaceae) in Europa.- Göttinger Flor. Rundbriefe, 14, 33-56.

## 6 Anhang

### Flächenbilanzen

#### Wallersee

MAKROHYTENVEGETATION DES WALLERSEES, FLACHENBILANZEN	Fläche [m <sup>2</sup> ]		% des Makrophytengürtel
	Vegetationseinheit	gesamt	
Wasserschilf, dicht	76.525	9,9	
Wasserschilf, schütter	12.683	1,6	
Wasserschilf, Einzelhalme	6.746	0,9	
Binsen, dicht	603	0,1	
Binsen, schütter	14.000	1,8	
Schwimblattpflanzen	39.692	5,1	
Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen, dicht	334	0,0	
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter	82.886	10,7	
Characeen des mittleren Tiefenbereiches, dicht	21.581	2,8	
Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	86.908	11,3	
Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit Arten des Laichkrautgürtels, dicht	41.328	5,4	
Characeenwiesen der Tiefe mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter	7.097	0,9	
Characeenwiesen der Tiefe mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	3.294	0,4	
Characeenwiesen der Tiefe mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels, dicht	23.667	3,1	
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, schütter	33.999	4,4	
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels, schütter	33.110	4,3	
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit Characeen, dicht	35.993	4,7	
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit hochwüchsigen Arten des Laichkrautgürtels, dicht	11.187	1,5	
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel), schütter	52.698	6,8	
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schüt	25.832	3,3	
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) mit Characeen, dicht	63.279	8,2	
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	90.291	11,7	
ohne Bewuchs	7.424	1,0	
<b>Makrophytengürtel gesamt</b>	<b>771.158</b>	<b>100,0</b>	
<b>davon mit Bewuchs</b>	<b>763.734</b>	<b>99,0</b>	
Schilf	95.955	12,4	
Binsen	14.603	1,9	
Schwimblattvegetation	39.692	5,1	
Characeen, Reinbestände	21.915	2,8	
Characeen dominant	245.180	31,8	
Niederwüchsige Höhere Pflanzen, Reinbestände	33.999	4,4	
Niederwüchsige Höhere Pflanzen dominant	80.290	10,4	
Laichkrautgürtel, Reinbestände	52.698	6,8	
Laichkrautgürtel dominant	179.403	23,3	
Bewuchs dicht	494.682	64,1	
Bewuchs schütter	269.052	34,9	
<b>ohne Bewuchs</b>	<b>7.424</b>	<b>1,0</b>	

#### Mattsee

MAKROHYTENVEGETATION DES MATTSEES, FLACHENBILANZEN	Fläche [m <sup>2</sup> ]					% der Litoralfäche
	Vegetationseinheit	0,0-0,5m	0,5-1,0m	1,0-2,0m	2,0m-Veggr	
Wasserschilf, dicht	10.894	3.458	1.718	64	16.134	1,8
Wasserschilf, schütter	56.307	28.909	14.586	413	100.216	11,4
Wasserschilf, Einzelhalme	967	2.209	3.320	98	6.594	0,7
Binsen, dicht	113	155	152	33	454	0,1
Binsen, schütter	1.067	1.210	1.550	149	3.976	0,5
Binsen, Einzelhalme	0	0	0	0	0	0,0
Schwimblattzone, dicht	2.136	2.362	2.572	176	7.246	0,8
Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen, dicht	2.271	530			2.800	0,3
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	18.281	42.292	106.749	18.282	185.604	21,1
Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht			11.559	44.647	56.205	6,4
Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit Arten des Laichkrautgürtels, dicht				27.373	27.373	3,1
Characeenwiesen der Tiefe, dicht				20.740	20.740	2,4
Characeenwiesen der Tiefe, schütter				14.715	14.715	1,7
Characeenwiesen der Tiefe mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht				47.059	47.059	5,3
Characeenwiesen der Tiefe mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter				7.879	7.879	0,9
Nitellafloren, dicht				2.051	2.051	0,2
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, dicht	884	6.950	15.288	20.121	43.243	4,9
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, schütter	2.533	2.059	448	9.036	14.076	1,6
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit Characeen, dicht	4.625	13.523	54.598	131.547	204.292	23,2
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit Characeen, schütter			11.762	816	12.578	1,4
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel), dicht			3.210	12.603	15.813	1,8
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) mit Characeen, dicht	931	1.269	13.281	47.675	63.156	7,2
ohne Bewuchs	15.988	11.688			27.676	3,1
<b>Litoralfäche gesamt</b>					<b>879.880</b>	<b>100,0</b>
<b>davon mit Bewuchs</b>					<b>852.204</b>	<b>96,9</b>
Schilf					122.944	14,0
Binsen					4.430	0,5
Schwimblattvegetation					7.246	0,8
Characeen, Reinbestände					40.306	4,6
Characeen dominant					324.120	36,8
Niederwüchsige Höhere Pflanzen, Reinbestände					57.318	6,5
Niederwüchsige Höhere Pflanzen dominant					216.870	24,6
Laichkrautgürtel, Reinbestände					15.813	1,8
Laichkrautgürtel dominant					63.156	7,2
Bewuchs dicht					692.171	78,7
Bewuchs schütter					160.032	18,2
<b>ohne Bewuchs</b>					<b>27.676</b>	<b>3,1</b>

## Obertrumer See

Vegetationseinheit	Fläche [m²]					% der Litoralfäche
	0,0-0,5m	0,5-1,0m	1,0-2,0m	2,0m-Veggr	gesamt	
Wasserschilf, dicht	58.469	23.963	9.410	443	92.284	13,8
Wasserschilf, schütter	40.884	68.985	9.976	144	119.989	17,9
Wasserschilf, Einzelhalme	105	15.828	6.254	0	22.187	3,3
Binsen, dicht	282	5.358	15.567	954	22.161	3,3
Binsen, schütter	401	11.471	16.322	351	28.544	4,3
Binsen, Einzelhalme					0	0,0
Schwimblattzone, dicht	6.440	5.887	11.996	2.393	26.716	4,0
Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen, schütter	941	511			1.453	0,2
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht	215	1.093	1.170		2.478	0,4
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter		336	633		970	0,1
Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, dicht				12.019	12.019	1,8
Characeen des mittleren Tiefenbereiches mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter				6.856	6.856	1,0
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, dicht	3.967	10.174	86.980	36.944	138.064	20,6
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, schütter	7.693	12.378	10.492	57.021	87.584	13,1
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit Characeen, dicht		1.086	5.046	5.774	11.905	1,8
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel), dicht	190	435	10.904	30.038	41.567	6,2
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel), schütter			741	5.985	6.725	1,0
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel) mit Characeen, dicht ohne Bewuchs	97	362	1.286	17.497	19.242	2,9
ohne Bewuchs	10.631	10.898	6.592	1.317	29.437	4,4
<b>Litoralfäche gesamt</b>					<b>670.179</b>	<b>100,0</b>
<b>davon mit Bewuchs</b>					<b>640.743</b>	<b>95,6</b>
Schilf					234.460	35,0
Binsen					50.705	7,6
Schwimblattvegetation					26.716	4,0
Characeen, Reinbestände					1.453	0,2
Characeen dominant					22.322	3,3
Niederwüchsige Höhere Pflanzen, Reinbestände					225.648	33,7
Niederwüchsige Höhere Pflanzen dominant					11.905	1,8
Laichkrautgürtel, Reinbestände					48.292	7,2
Laichkrautgürtel dominant					19.242	2,9
Bewuchs dicht					366.436	54,7
Bewuchs schütter					274.306	40,9
<b>ohne Bewuchs</b>					<b>29.437</b>	<b>4,4</b>

## Grabensee

Vegetationseinheit	Fläche [m²]					% der Litoralfäche
	0,0-0,5m	0,5-1,0m	1,0-2,0m	2,0m-Veggr	gesamt	
Wasserschilf, dicht	4.876	2.894	1.592	474	9.837	4,1
Wasserschilf, schütter	16.378	19.304	24.950	939	61.571	25,6
Wasserschilf, Einzelhalme	123	122	258	3	506	0,2
Binsen, dicht	374	599	2.792	2.129	5.893	2,5
Binsen, schütter	1.743	1.938	4.659	2.769	11.109	4,6
Binsen, Einzelhalme	0	0	160	5	165	0,1
Schwimblattzone, dicht	795	1.315	6.876	2.120	11.107	4,6
Characeen des Flachwassers mit niederwüchsigen Höheren Pflanzen, schütter	845	816	202		1.862	0,8
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, dicht	2.753	5.065	38.839	37.005	83.662	34,8
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, schütter		344	23.695	8.594	32.633	13,6
Höhere Pflanzen, niederwüchsig, mit Characeen, schütter		242	940		1.182	0,5
Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel), dicht			3.268	15.828	19.097	7,9
ohne Bewuchs	1.333	417			1.751	0,7
<b>Litoralfäche gesamt</b>					<b>240.375</b>	<b>100,0</b>
<b>davon mit Bewuchs</b>					<b>238.624</b>	<b>99,3</b>
Schilf					71.914	29,9
Binsen					17.168	7,1
Schwimblattvegetation					11.107	4,6
Characeen dominant					1.862	0,8
Niederwüchsige Höhere Pflanzen, Reinbestände					116.294	48,4
Niederwüchsige Höhere Pflanzen dominant					1.182	0,5
Laichkrautgürtel, Reinbestände					19.097	7,9
Bewuchs dicht					129.595	53,9
Bewuchs schütter					109.030	45,4
<b>ohne Bewuchs</b>					<b>1.751</b>	<b>0,7</b>

## 7 KARTEN

1	<b>WALLERSEE</b> (Kartierungszeitraum: August 2009) .....	207
2	<b>MATTSEE</b> (Kartierungszeitraum: August 2007) .....	231
3	<b>OBERTRUMER SEE</b> (Kartierungszeitraum: August 2007) .....	251
4	<b>GRABENSEE</b> (Kartierungszeitraum: August 2007) .....	277

### **Grundlagen:**

Echosondierung: Fa. ICRA, Salzburg

Orthofotos & Kartengrundlagen: Salzburger Landesregierung

**WALLERSEE**

submerse und emerse Makrophytenvegetation (seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231 aufgenommen 2009

**Lage der detailliert kartierten Transekte**

Geländearbeit und Auswertung der Makrophytenvegetation durch die Fa. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 2009/2010

Orthofotos: Befliegung 1.7.2012

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

**Legende:**

 Transekte Wallersee

**Tiefenlinien:**

 Mittelwasseranschlaglinie (506,0 m.ü.A.) bzw. Uferlinie Fischach

 5m Tiefenlinie

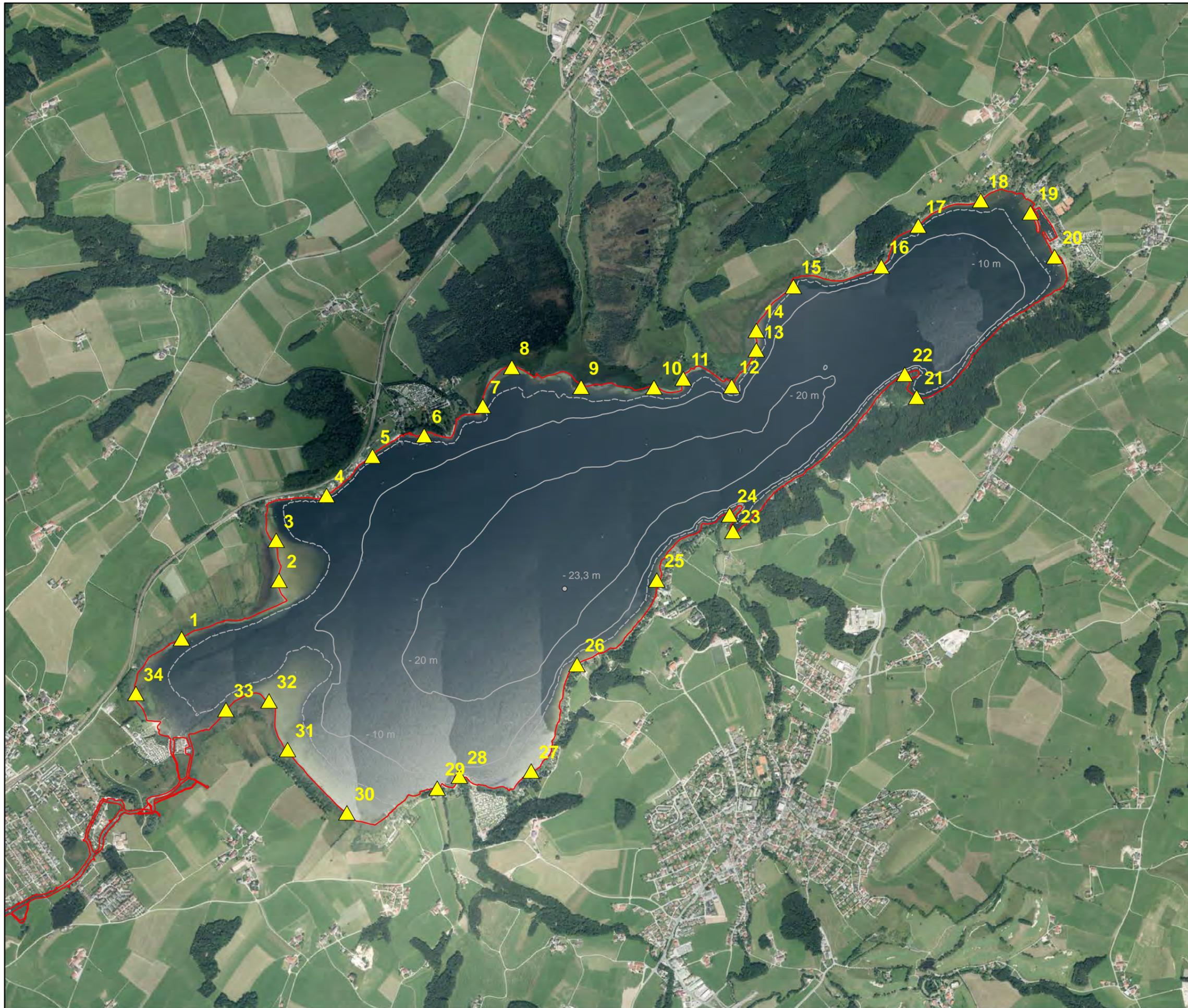
 10m Tiefenlinien

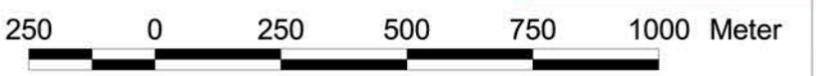
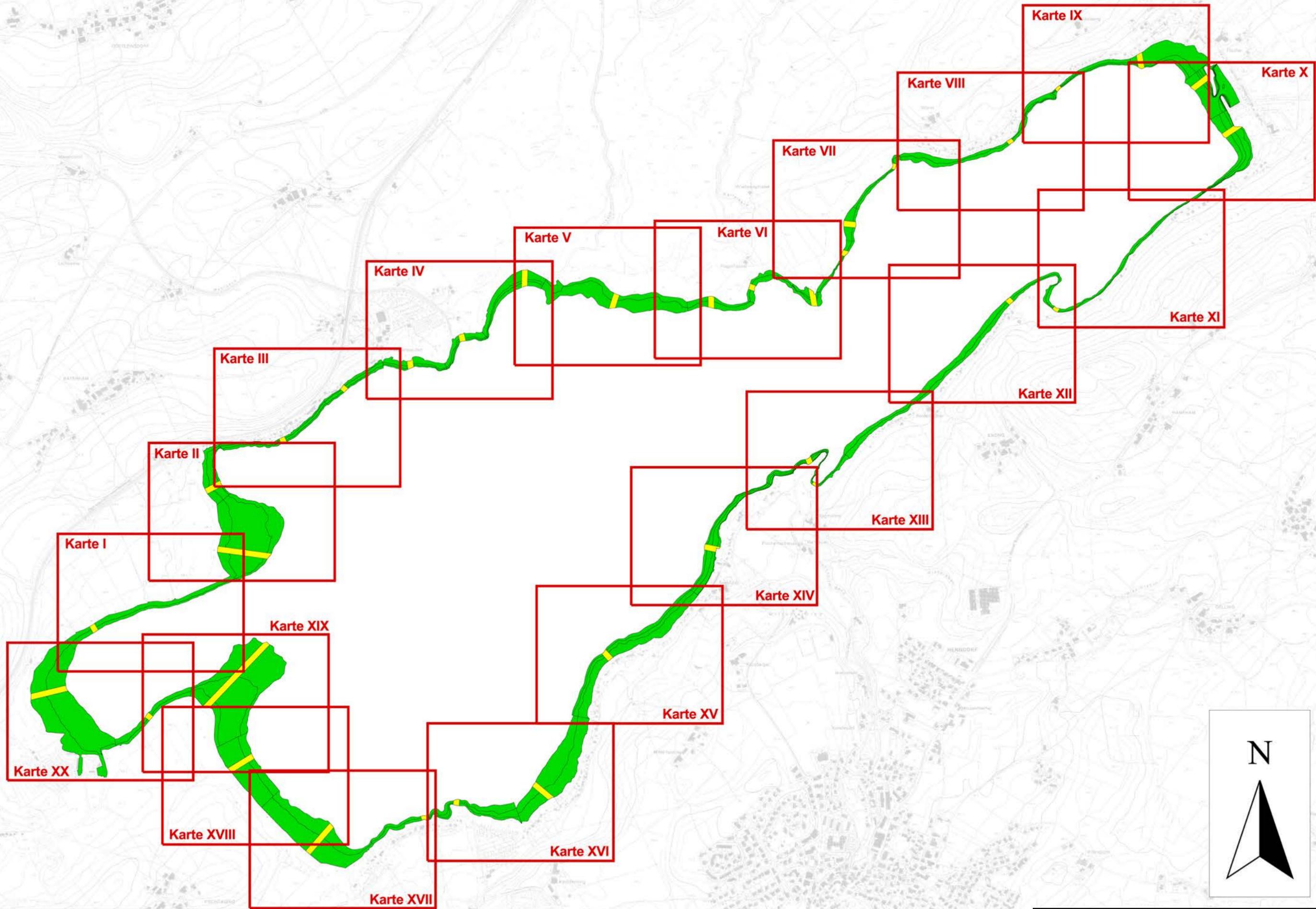
 tiefste Stelle (-23,3 m)



250 125 0 250 500  
 Meter

Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz  
 erstellt am: 17.4.2014





## LEGENDE:

### Vegetationstyp

dicht schütter

  Schilf

  Rohrkolben

  Binsen

  Schwimmblattpflanzen

  Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen

  Höhere Pflanzen, niederwüchsig

  Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel)

  Characeen des mittleren Tiefenbereiches

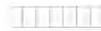
  Characeenwiesen der Tiefe

  Nitellafuren

 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 con\* *Chara contraria*  
Nit obt\* *Nitellopsis obtusa*

### Spermatophyta

Naj fle\* *Najas flexilis*  
Naj int *Najas intermedia*  
Naj min\* *Najas minor*  
Pot cri *Potamogeton crispus*  
Pot coo *Potamogeton x cooperi*  
Pot fil\* *Potamogeton filiformis*  
Pot pec *Potamogeton pectinatus*  
Pot per\* *Potamogeton perfoliatus*  
Pot pus\* *Potamogeton pusillus*

### Schwimblattarten

Nup lut\* *Nuphar lutea*  
Nym alb\* *Nymphaea alba*

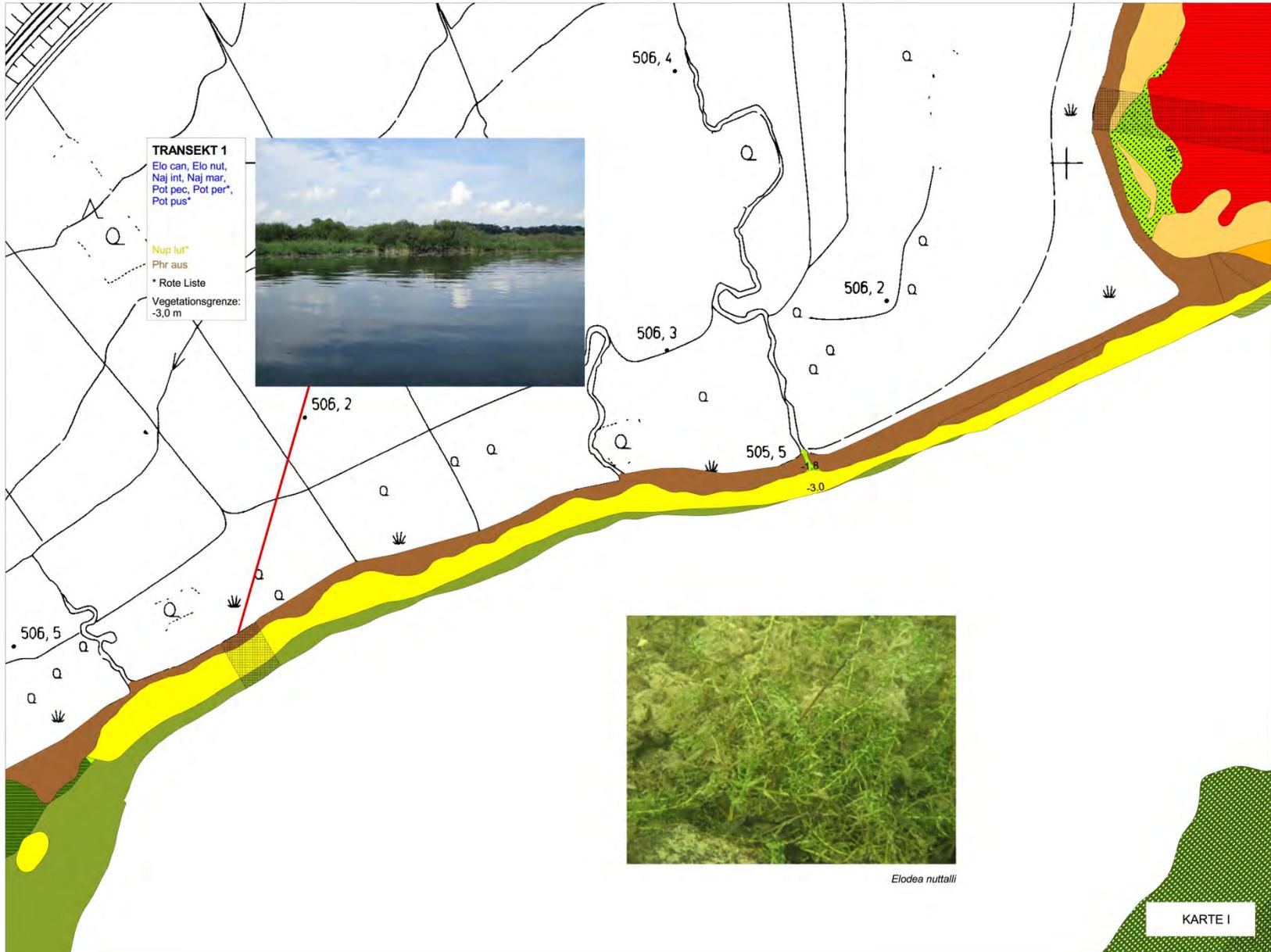
### Röhrichtarten

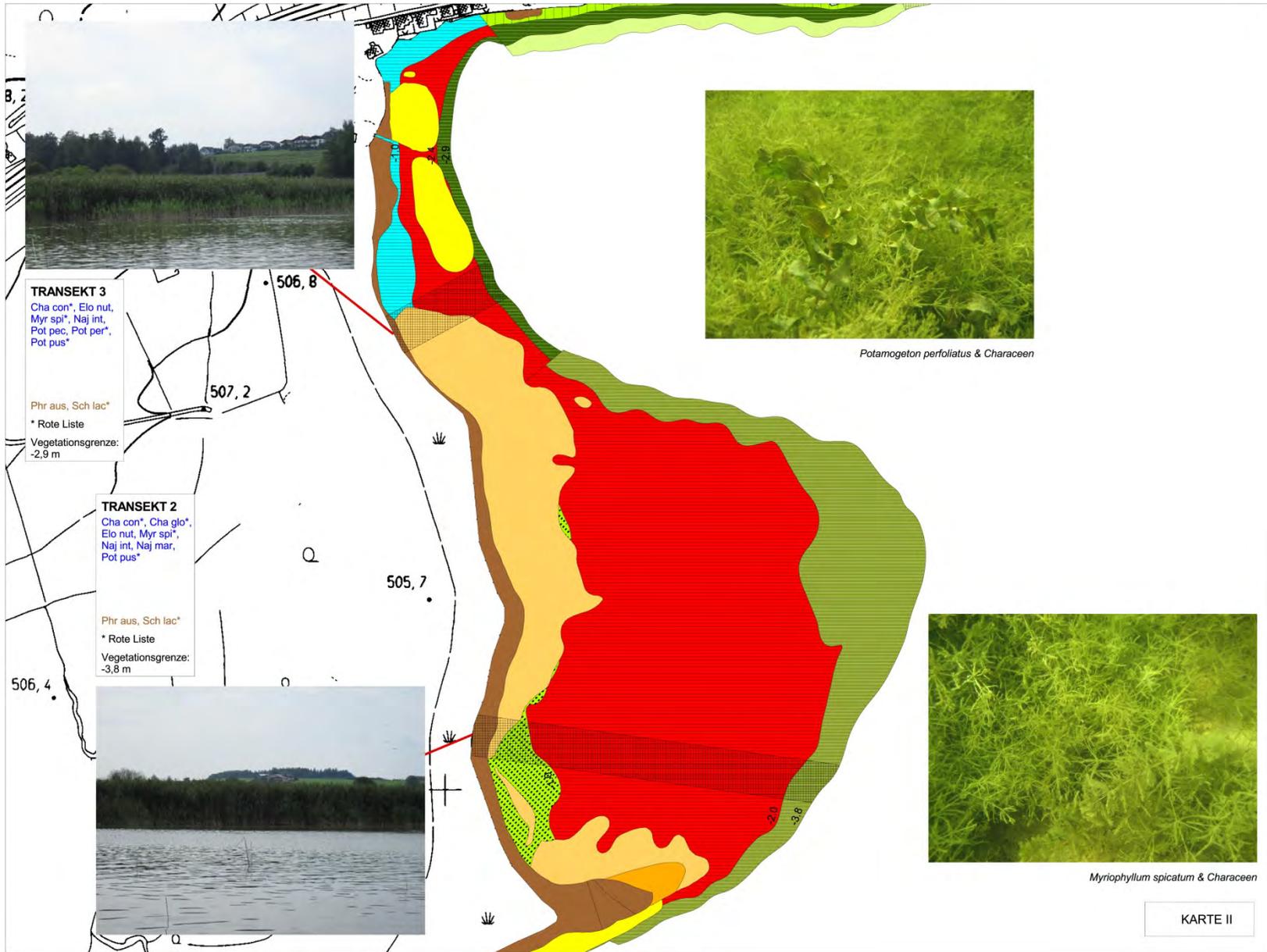
Bol mar\* *Bolboschoenus maritimus*  
Car ela *Carex elata*  
Cla mar\* *Cladium mariscus*  
Phr aus *Phragmites australis*  
Sch lac\* *Schoenoplectus lacustris*

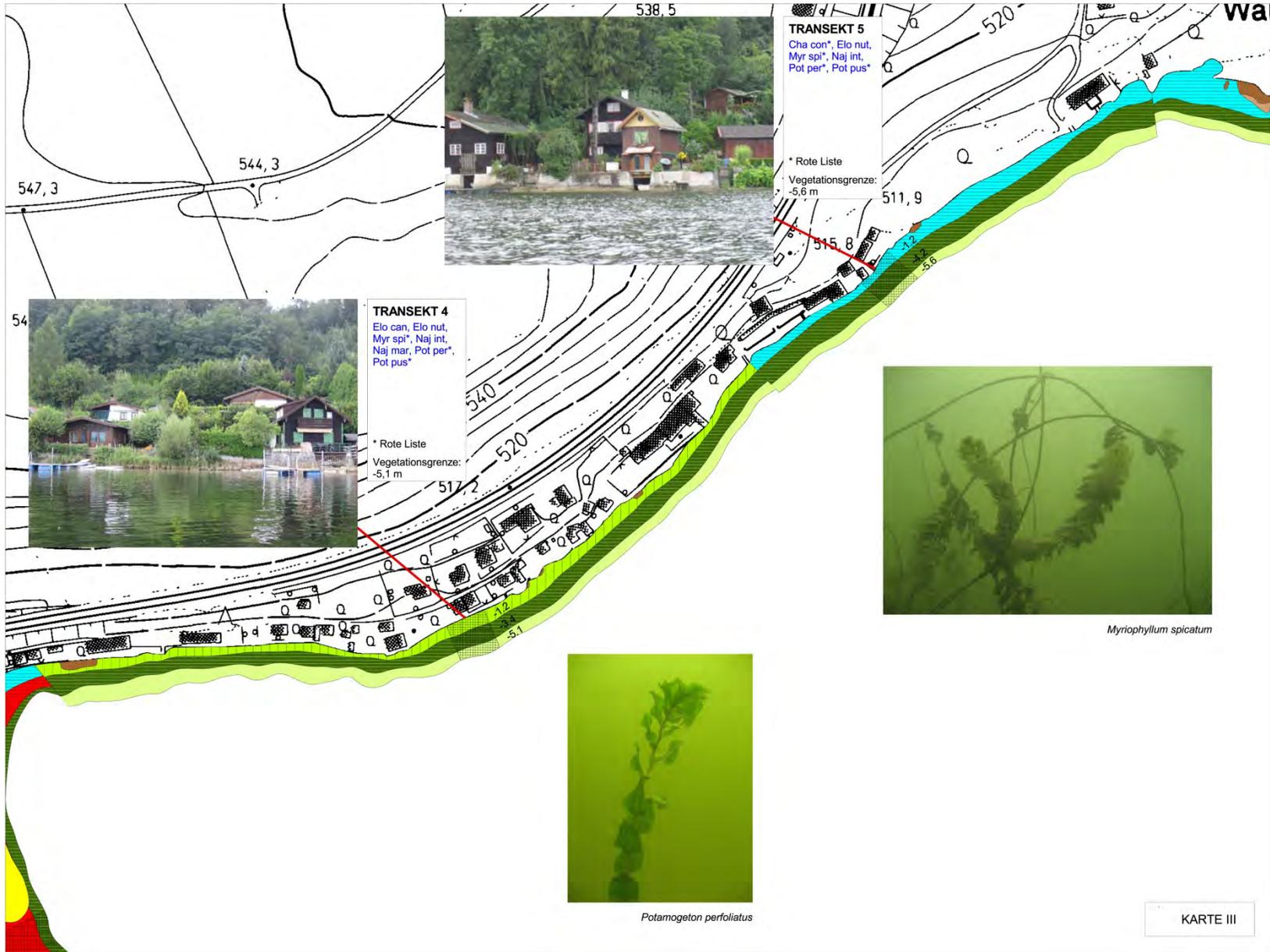
\* Arten der Roten Listen

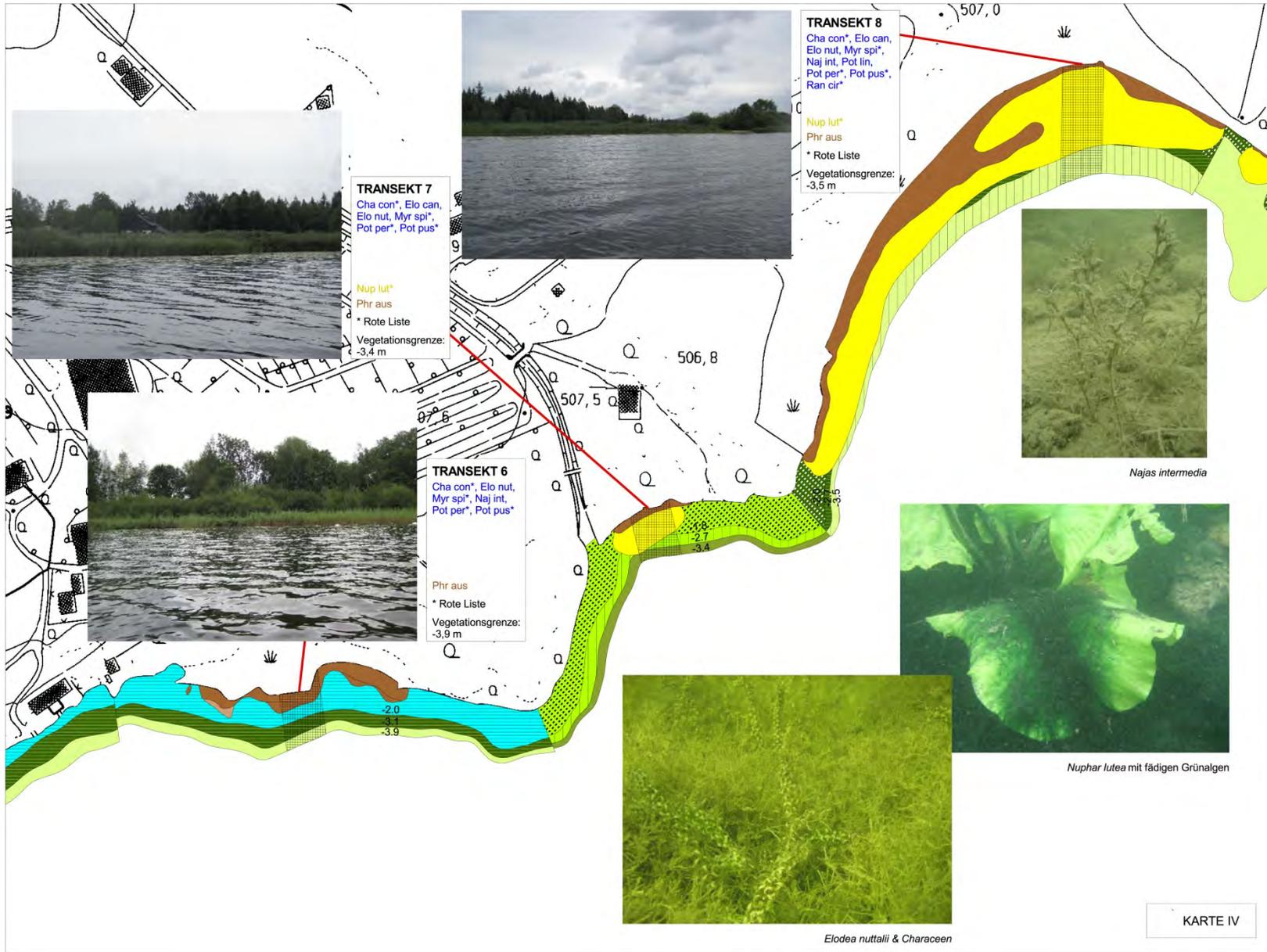
50 0 50 100 Meter



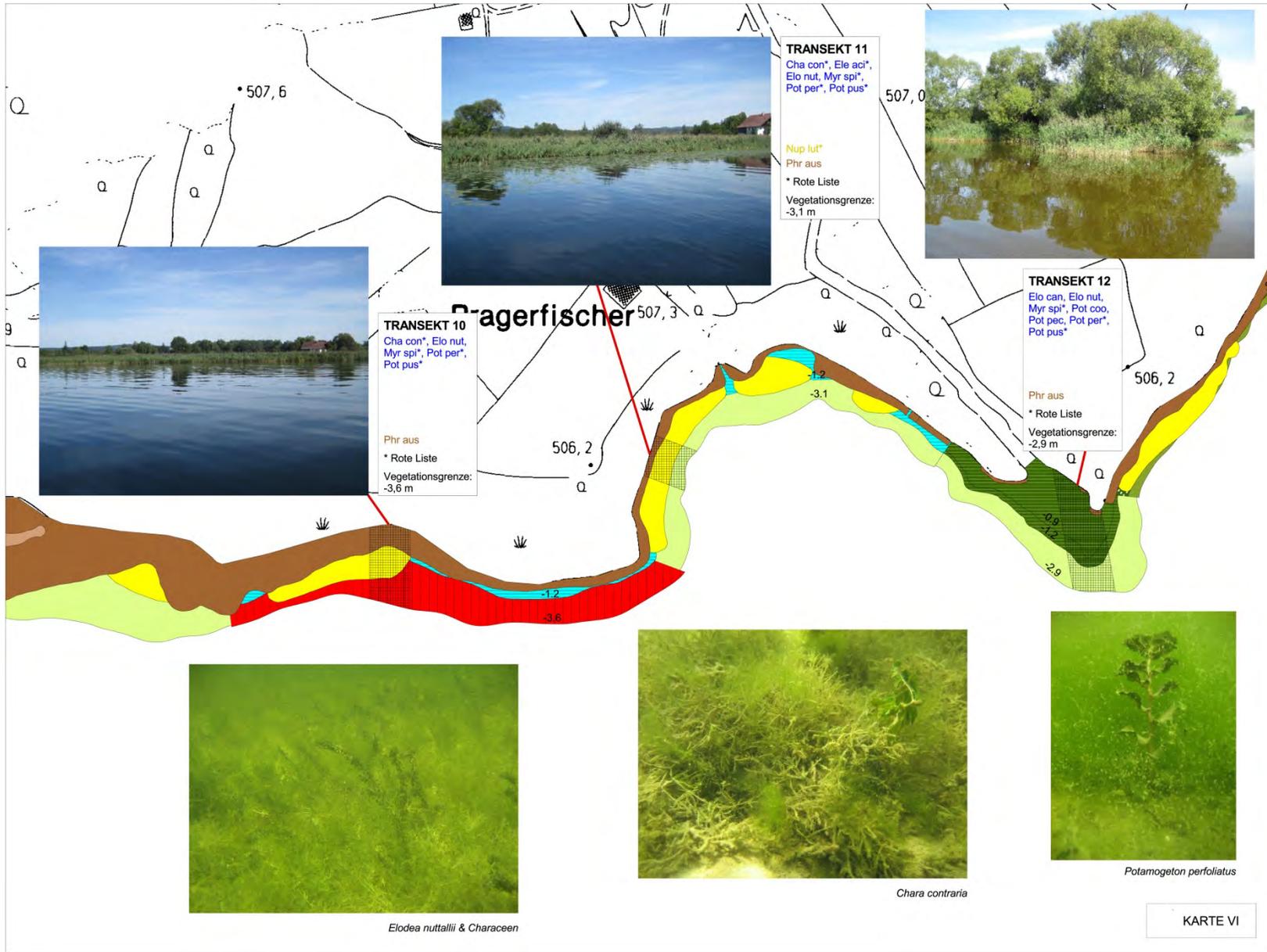


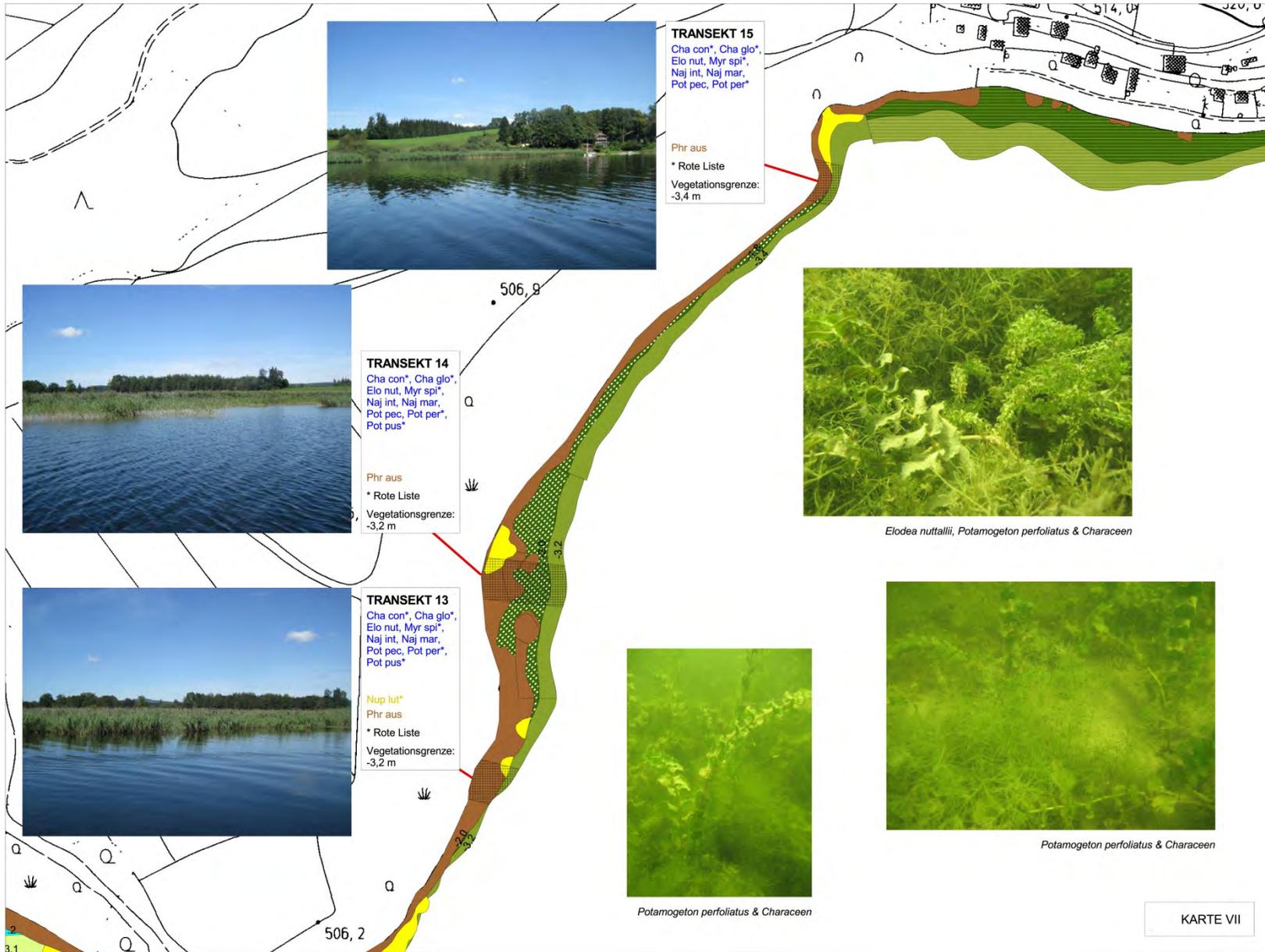


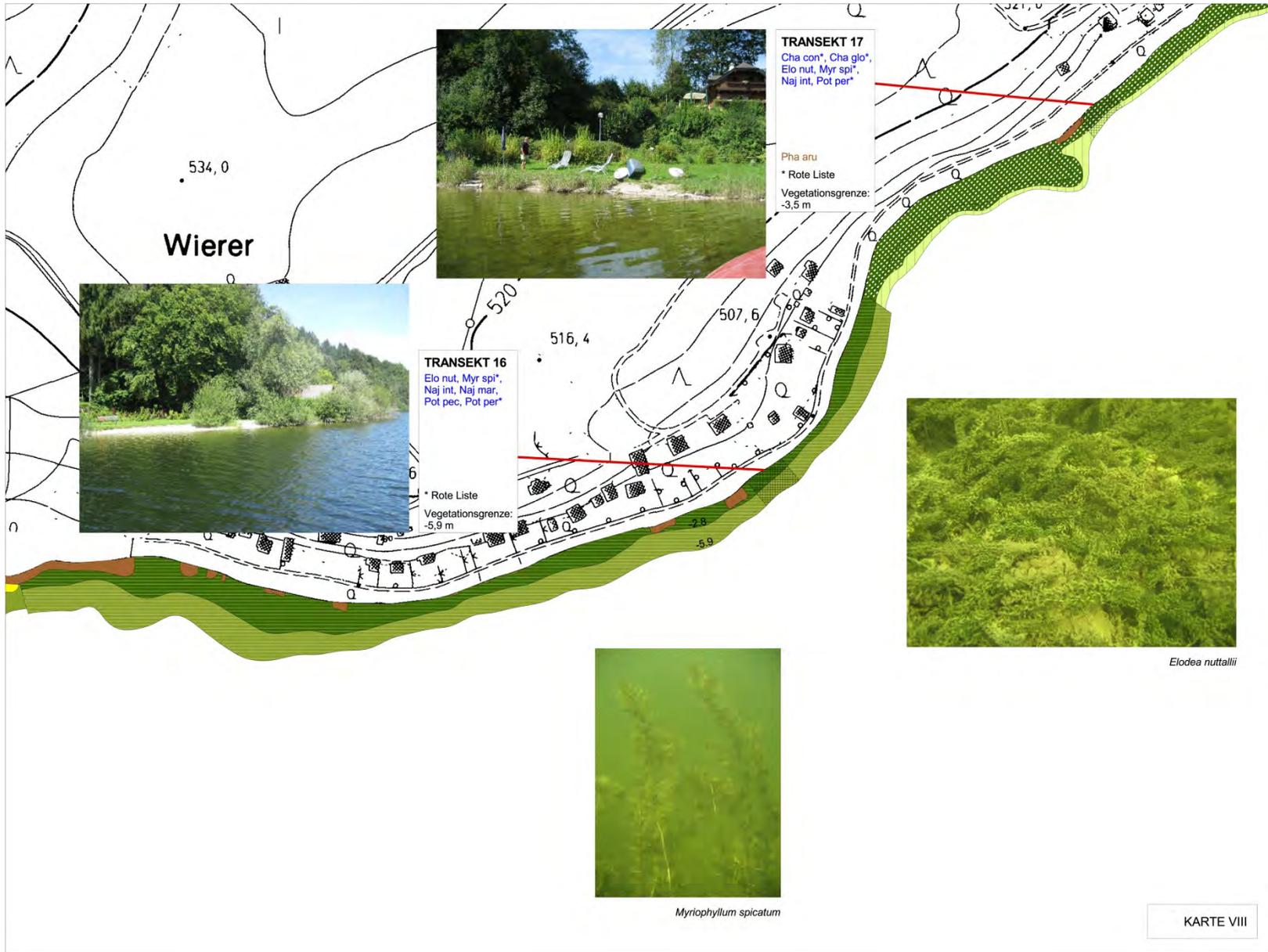


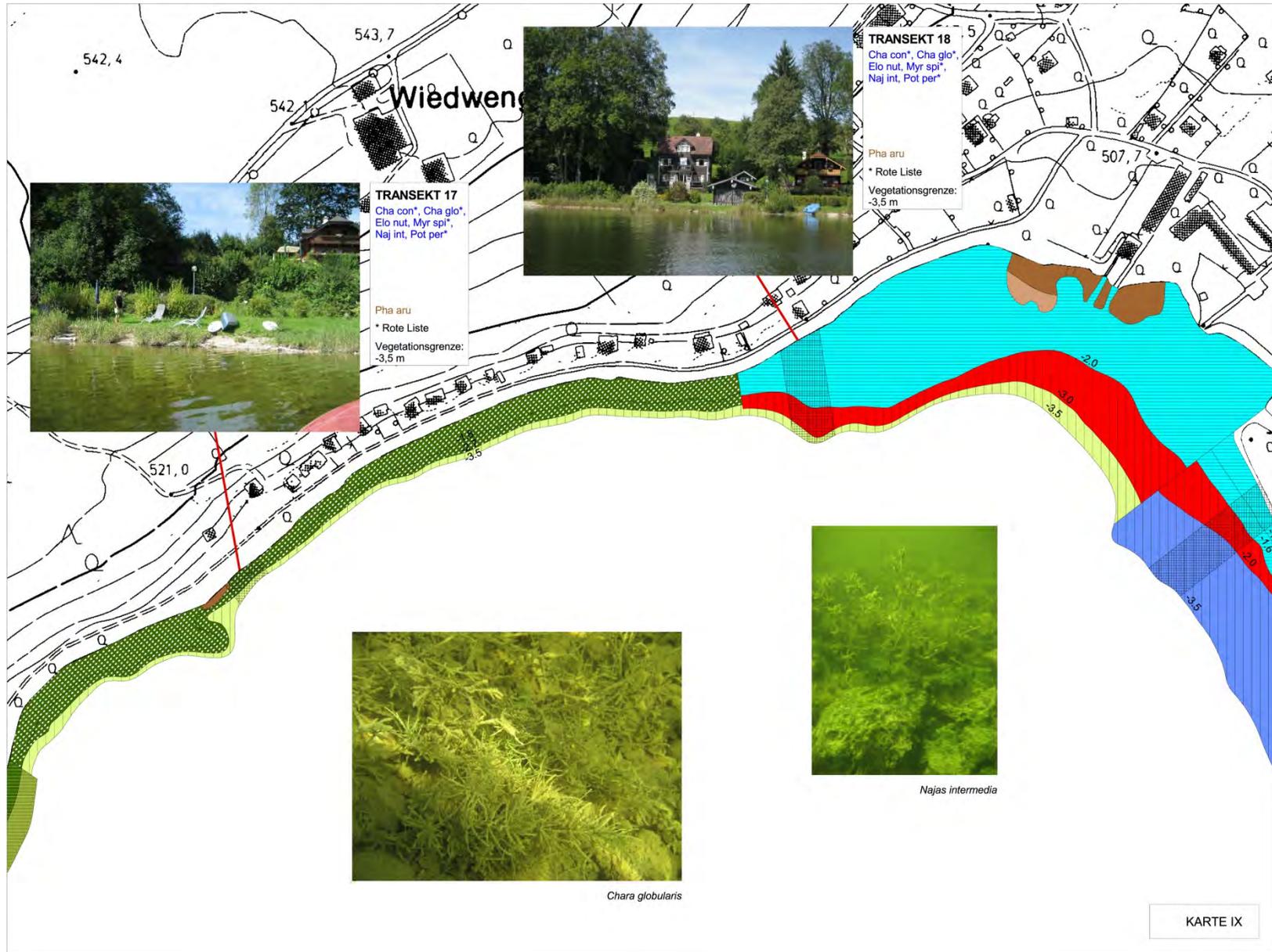


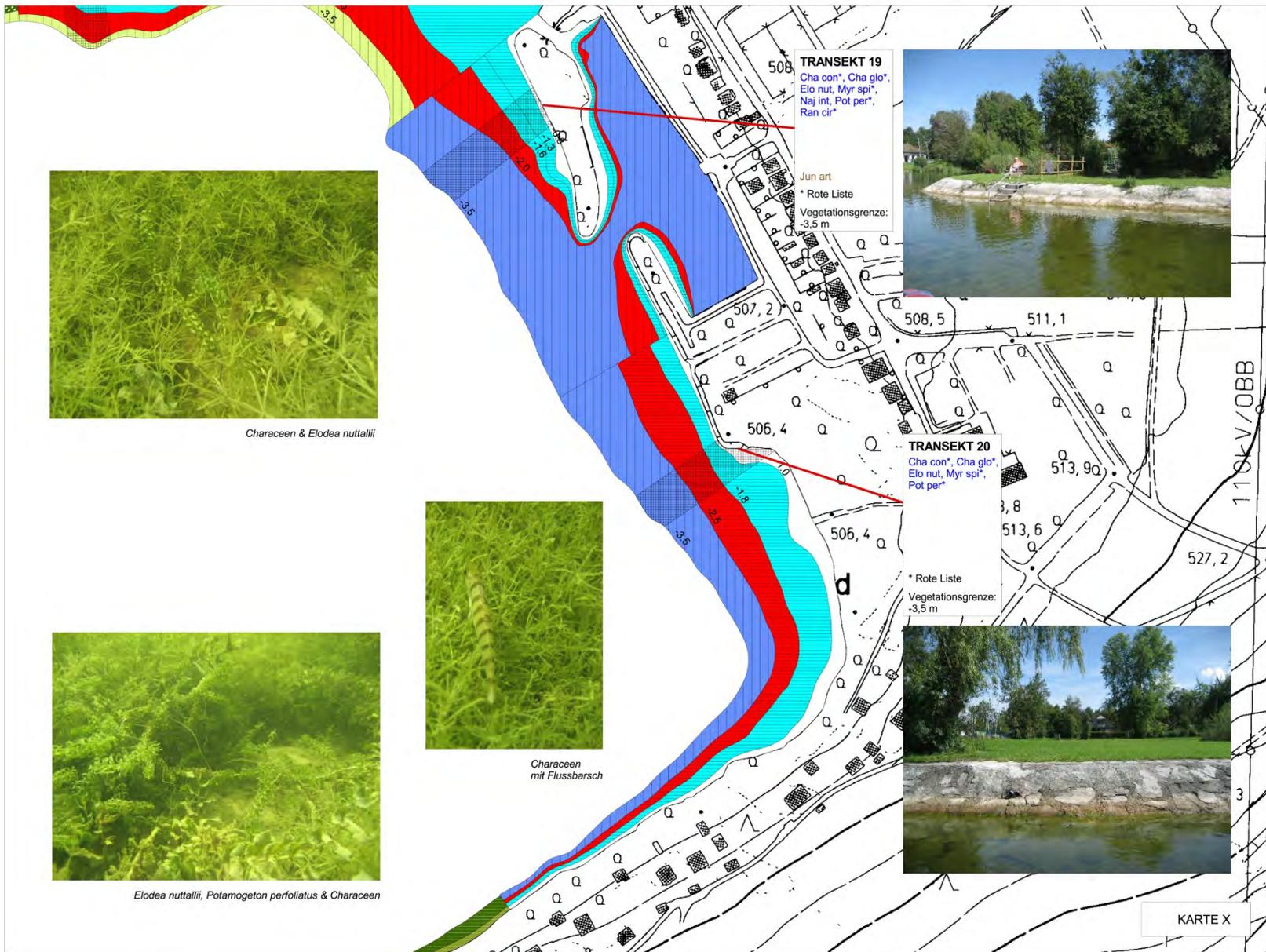












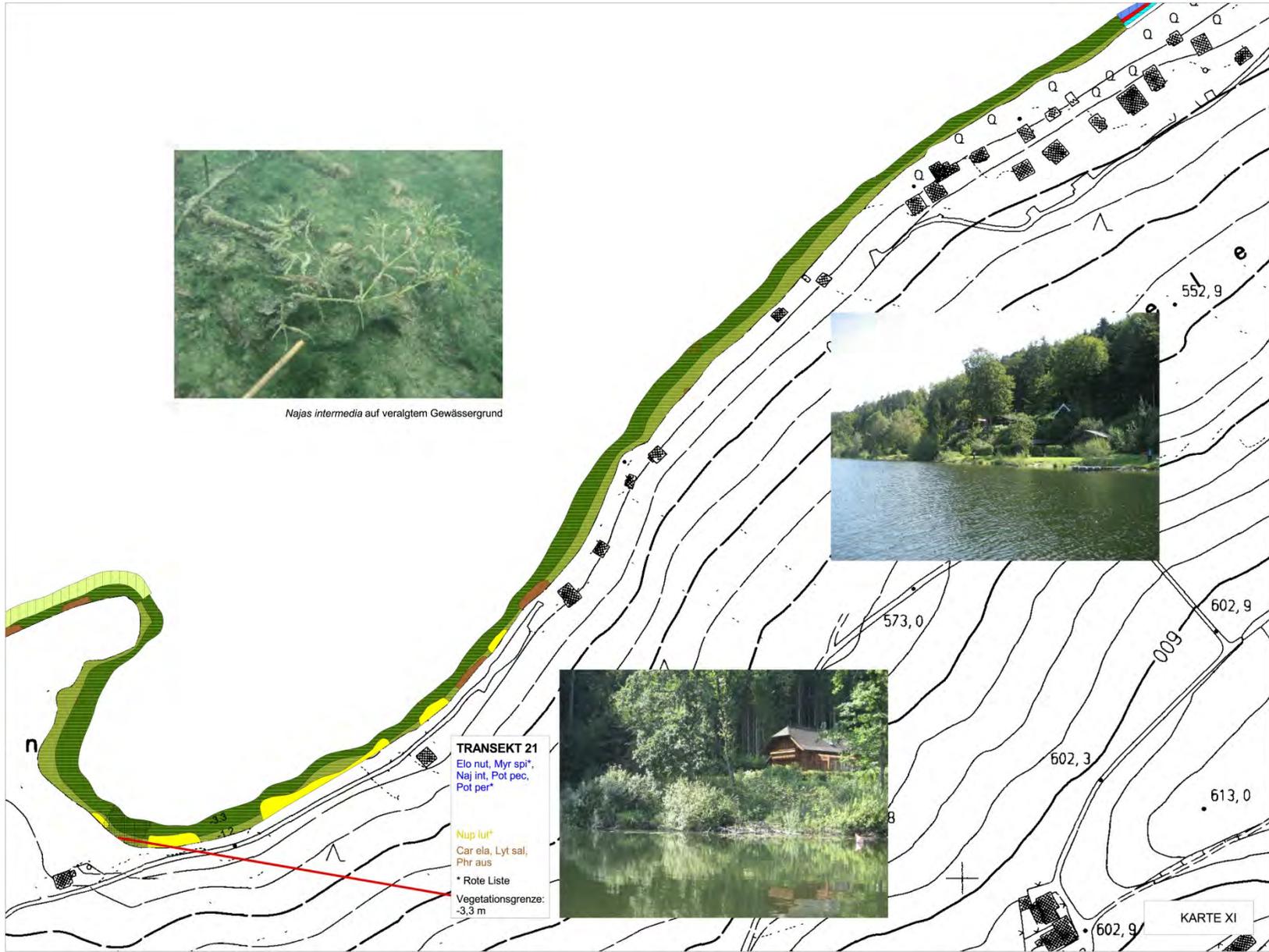
Characeen & Elodea nuttallii



Characeen mit Flussbarsch



Elodea nuttallii, Potamogeton perfoliatus & Characeen

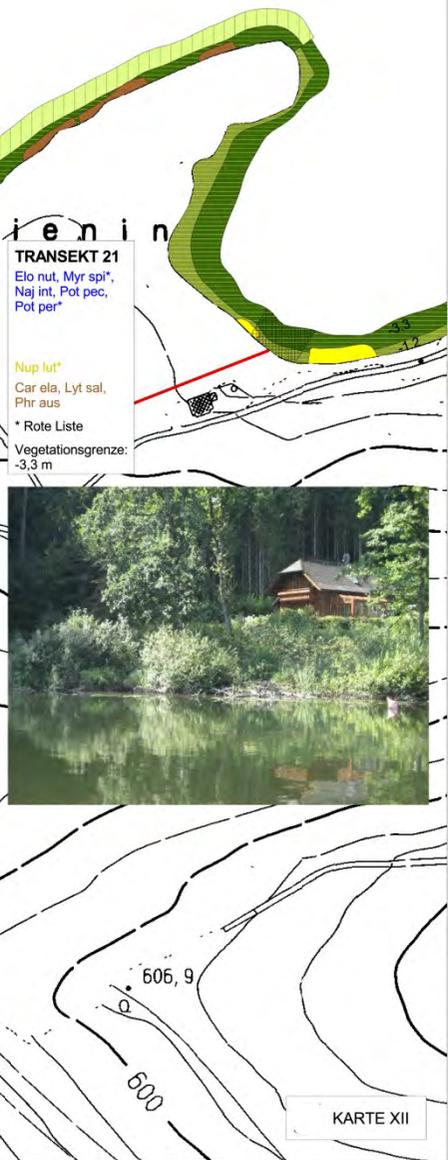




*Najas intermedia* auf veralgtem Gewässergrund



*Nuphar lutea* Unterwasserblätter



**TRANSEKT 21**

Elo nut, Myr spi\*,  
Naj int, Pot pec,  
Pot per\*

Nup lut\*  
Car ela, Lyt eal,  
Phr aus

\* Rote Liste

Vegetationsgrenze:  
-3,3 m

**TRANSEKT 22**

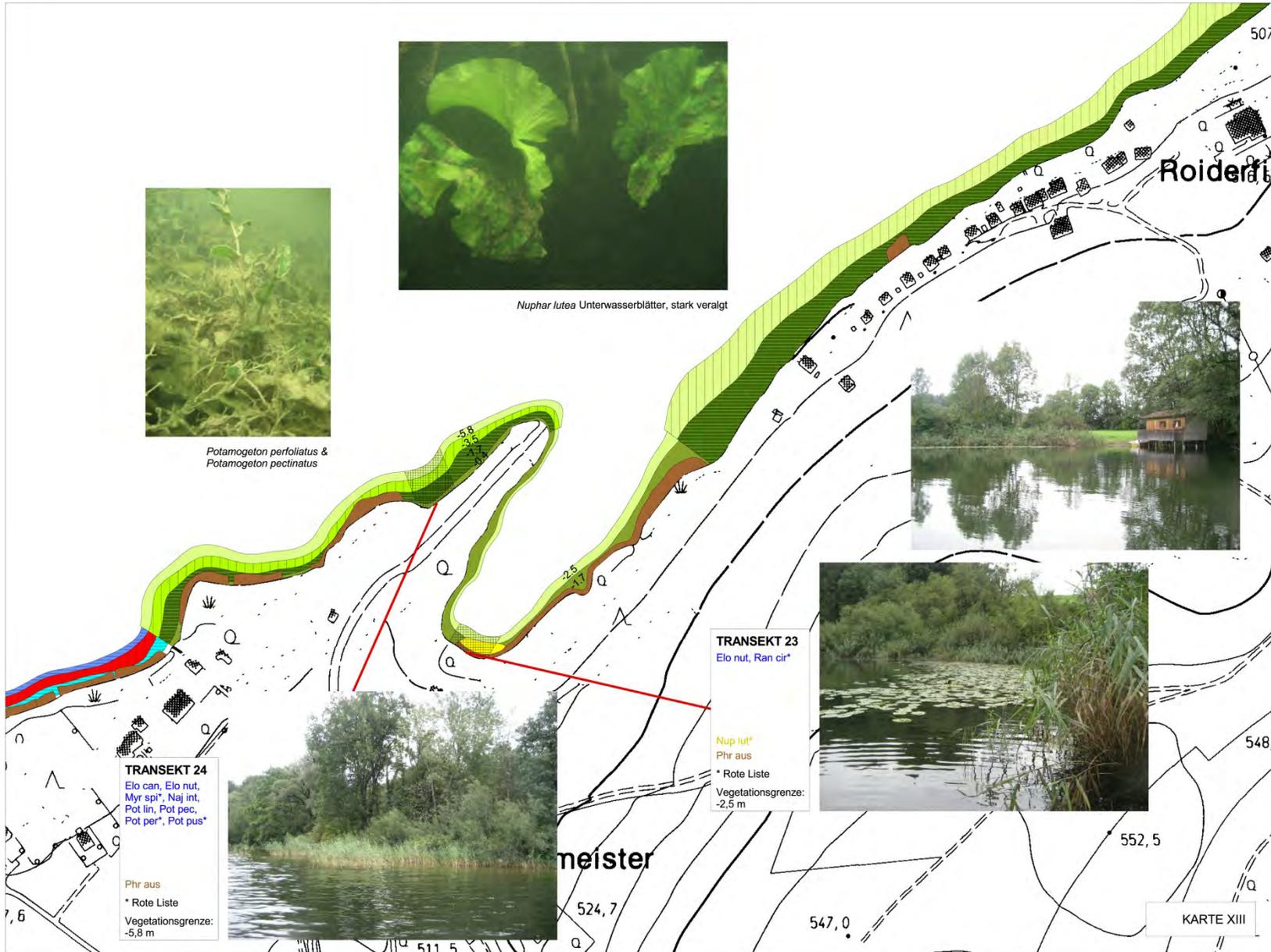
Elo nut, Myr spi\*,  
Naj int, Pot per\*,  
Pot pus\*

Nup lut\*  
Phr aus

\* Rote Liste

Vegetationsgrenze:  
-5,5 m

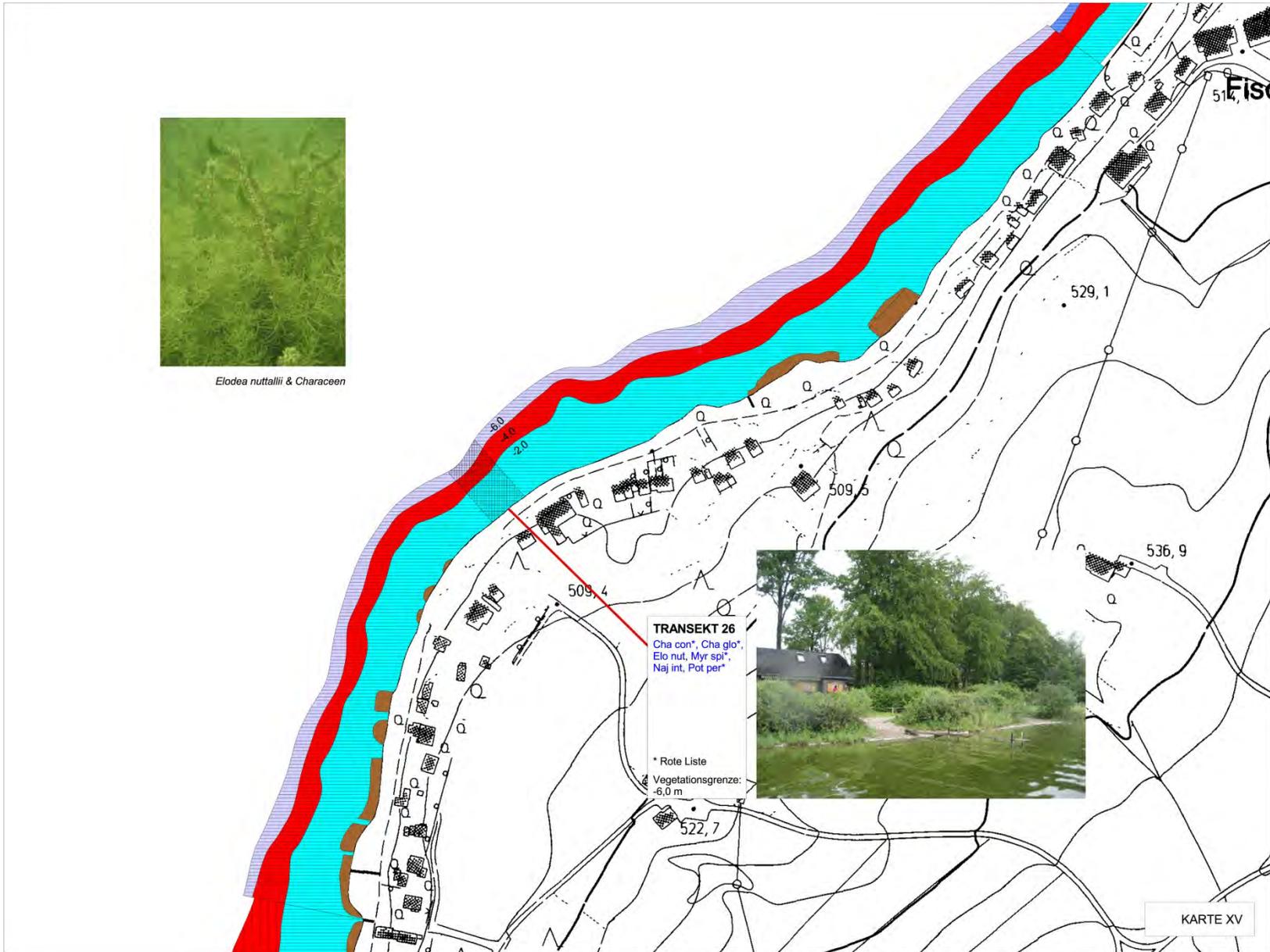
KARTE XII





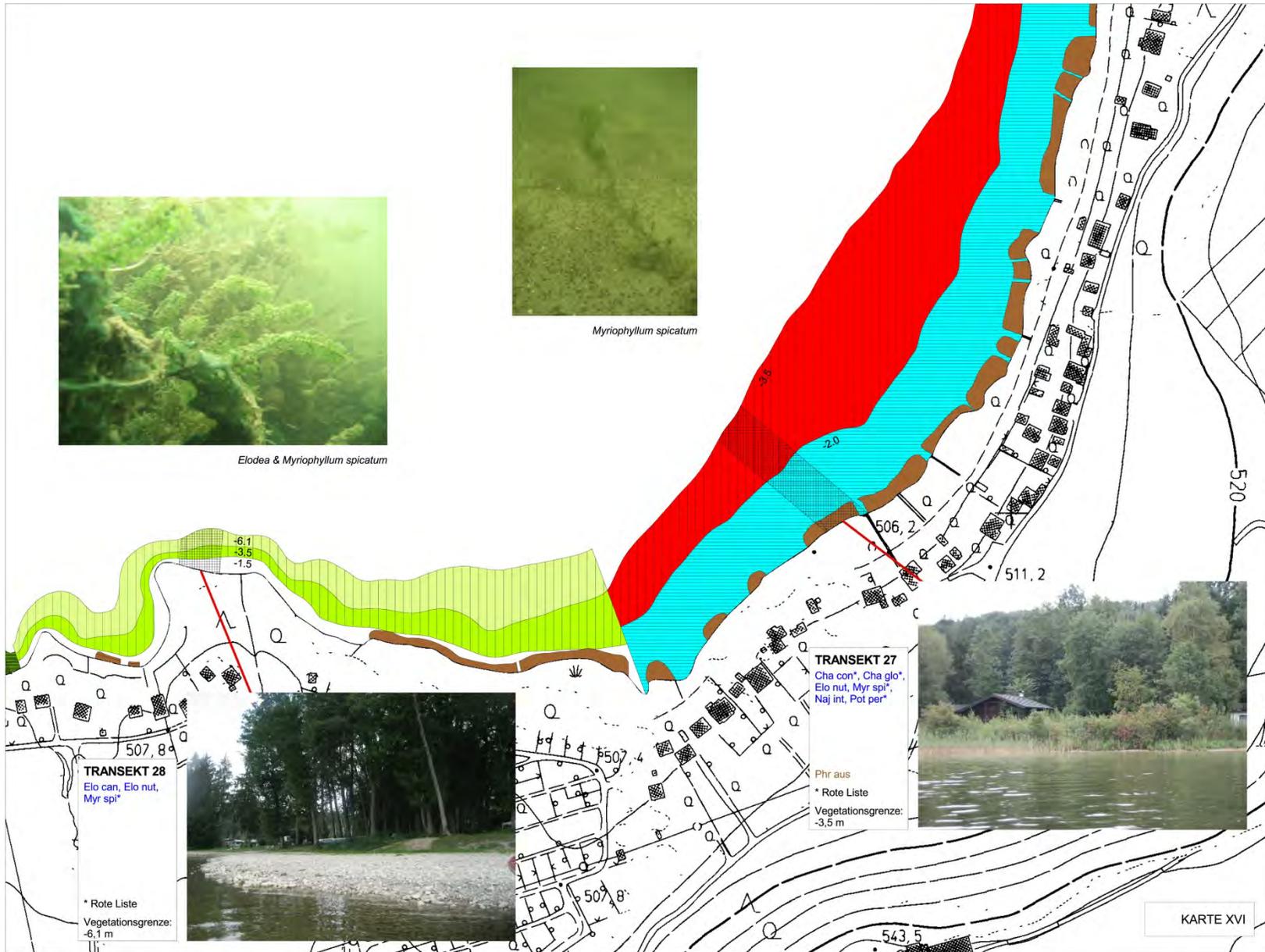
Potamogeton perfoliatus & Characeen

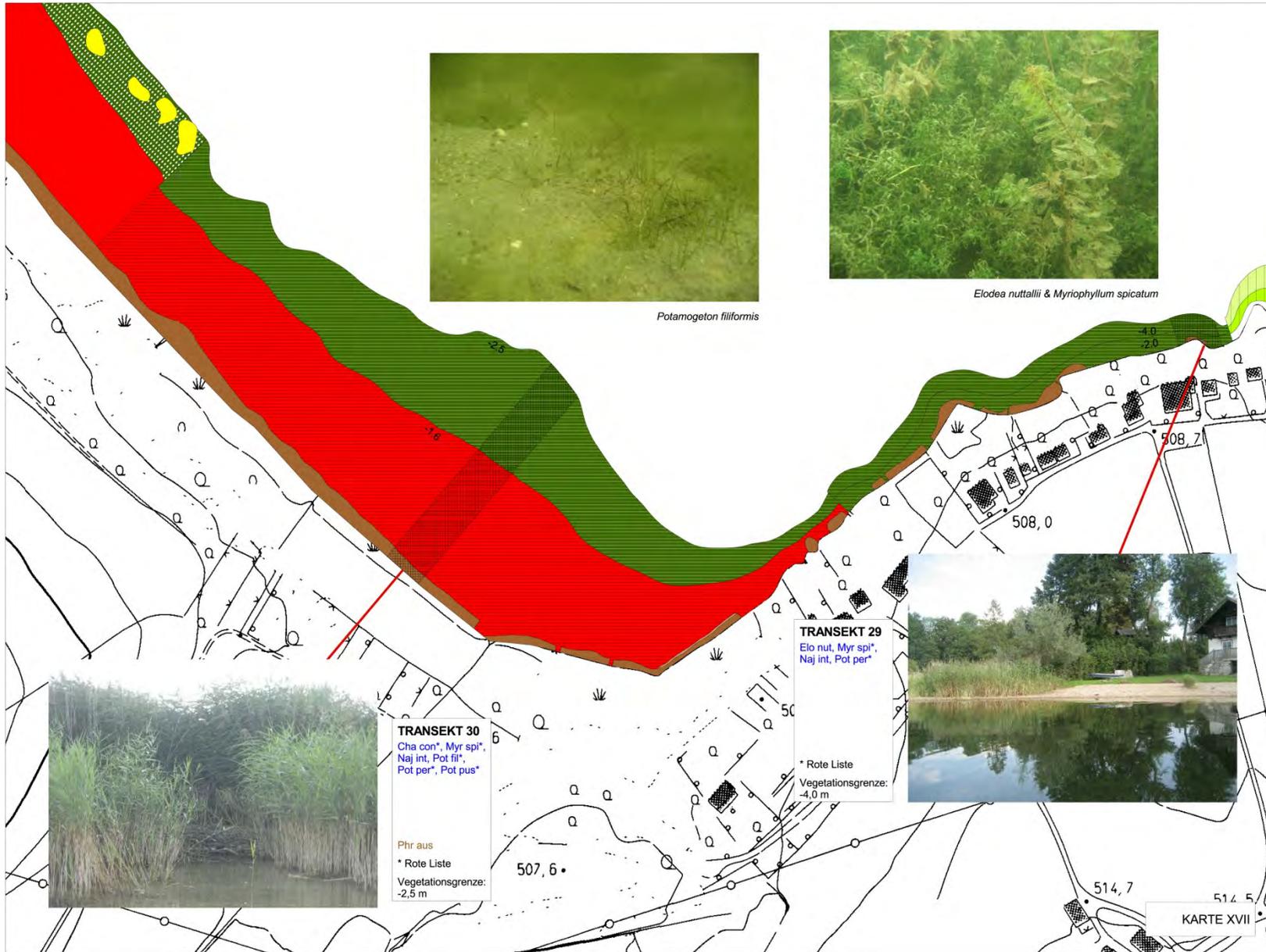


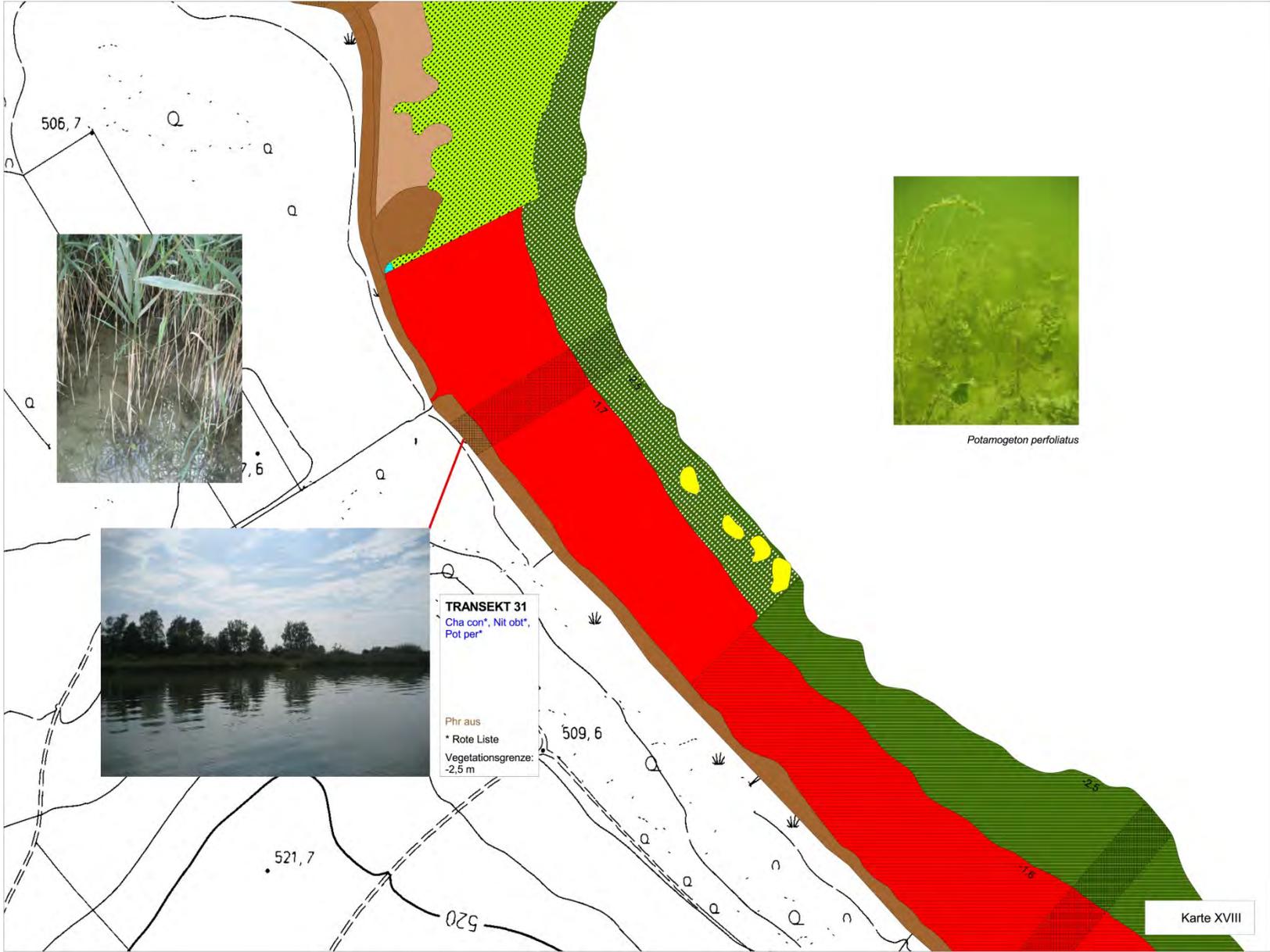


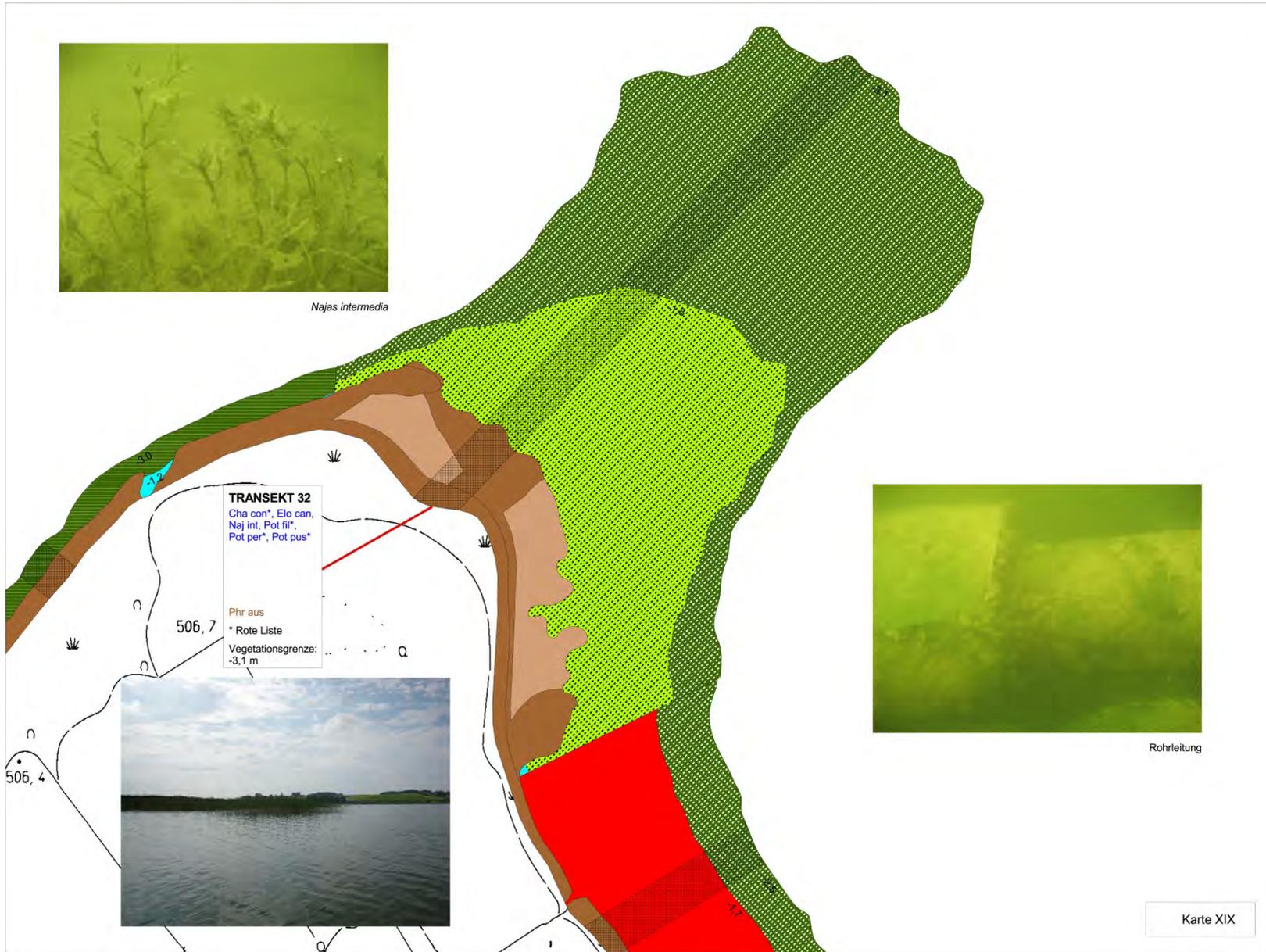
Elodea nuttallii & Characeen





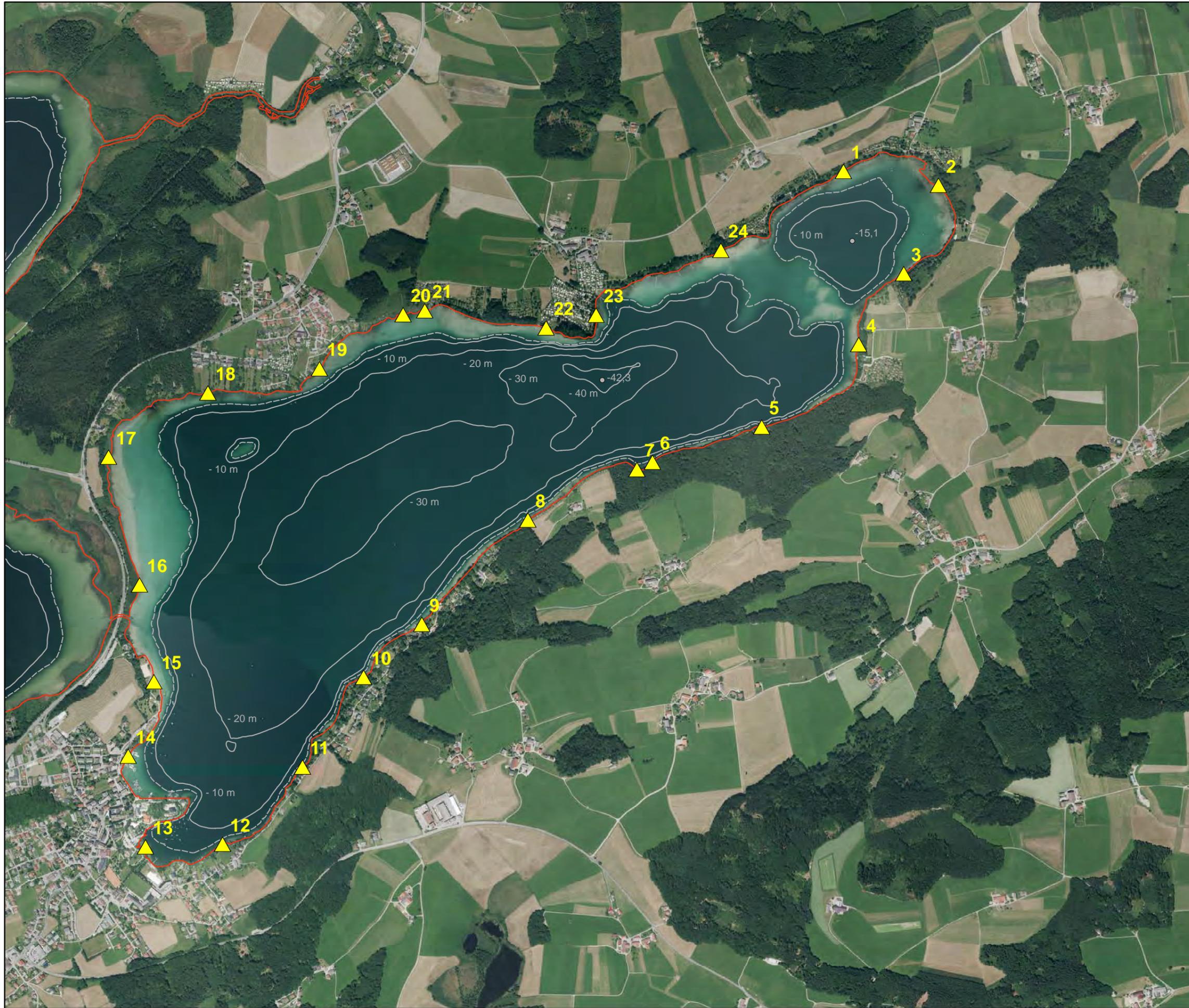












**MATTSEE**

submerse und emerse Makrophytenvegetation (seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231 aufgenommen 2007

**Lage der detailliert kartierten Transekte**

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

Orthofotos: Befliegung 18.6.2012

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

**Legende:**

 Transekte Mattsee

**Tiefenlinien:**

 Mittelwasseranschlaglinie (502,8 m.ü.A.) bzw. Uferlinie Mattig

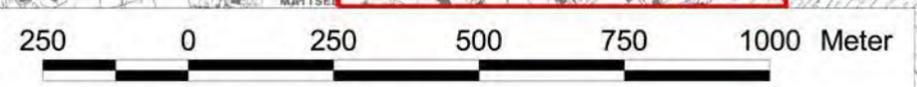
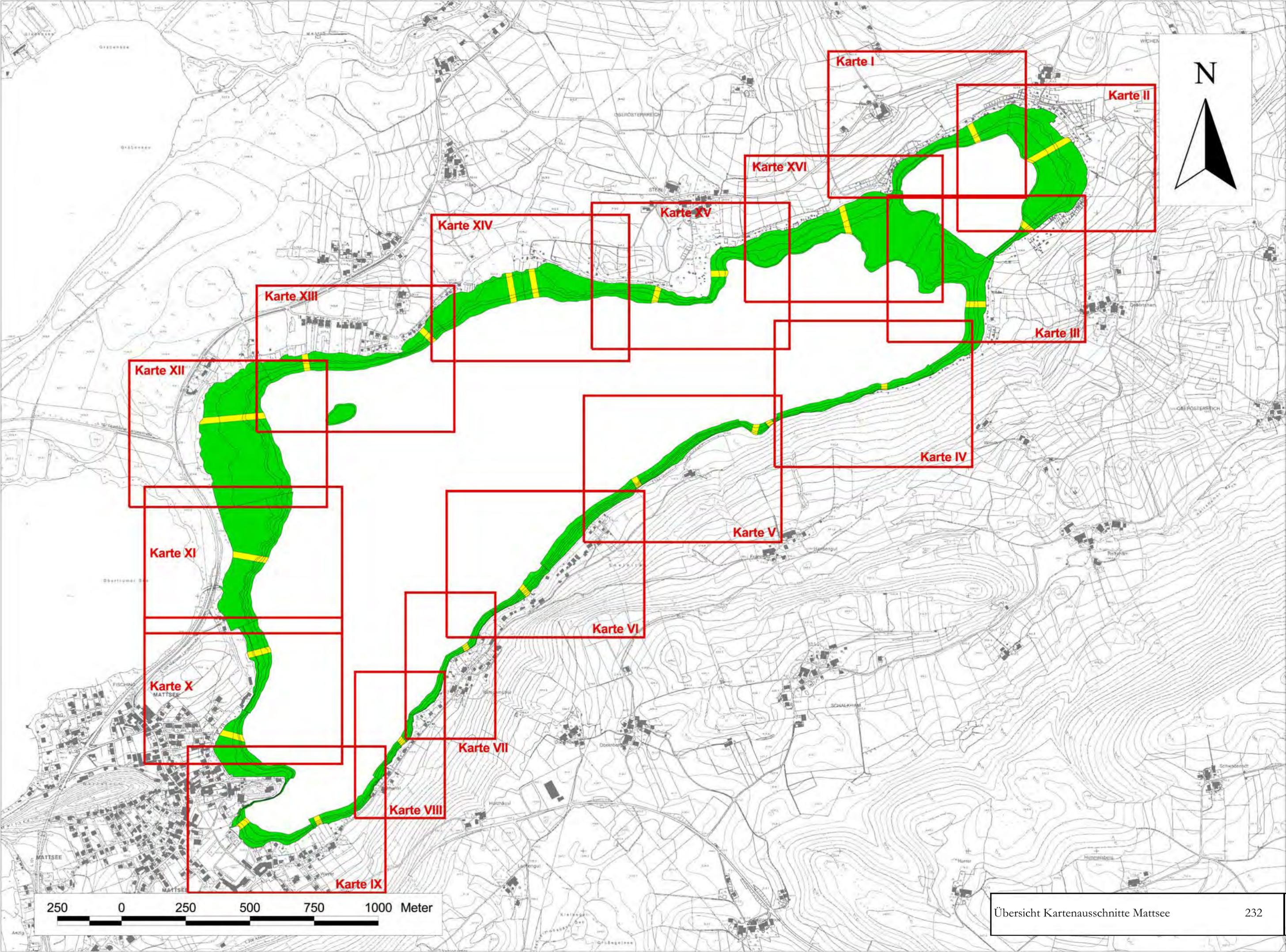
 5m Tiefenlinie

 10m Tiefenlinien

 tiefste Stelle (-42,3 m bzw. -15,1 m)



Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz  
erstellt am: 17.4.2014



## LEGENDE:

### Vegetationstyp

dicht schütter

  Schilf

  Rohrkolben

  Binsen

  Schwimmblattpflanzen

  Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen

  Höhere Pflanzen, niederwüchsig

  Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel)

  Characeen des mittleren Tiefenbereiches

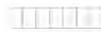
  Characeenwiesen der Tiefe

  Nitellafloren

 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 glo*	<i>Chara globularis</i>
Cha tom*	<i>Chara tomentosa</i>
Nit opa*	<i>Nitella opaca</i>
Nit obt*	<i>Nitellopsis obtusa</i>

### Spermatophyta

Cer dem*	<i>Ceratophyllum demersum</i>
Elo can	<i>Elodea canadensis</i>
Myr spi	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Naj int	<i>Najas intermedia</i>
Pot fil*	<i>Potamogeton filiformis</i>
Pot gra*	<i>Potamogeton gramineus</i>
Pot pec	<i>Potamogeton pectinatus</i>
Pot per*	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
Pot pus*	<i>Potamogeton pusillus</i>
Pot coo	<i>Potamogeton x cooperi</i>
Ran cir*	<i>Ranunculus circinatus</i>
Zan pal*	<i>Zannichellia palustris</i>

### Schwimmblattarten

Nup lut*	<i>Nuphar lutea</i>
Nym alb*	<i>Nymphaea alba</i>

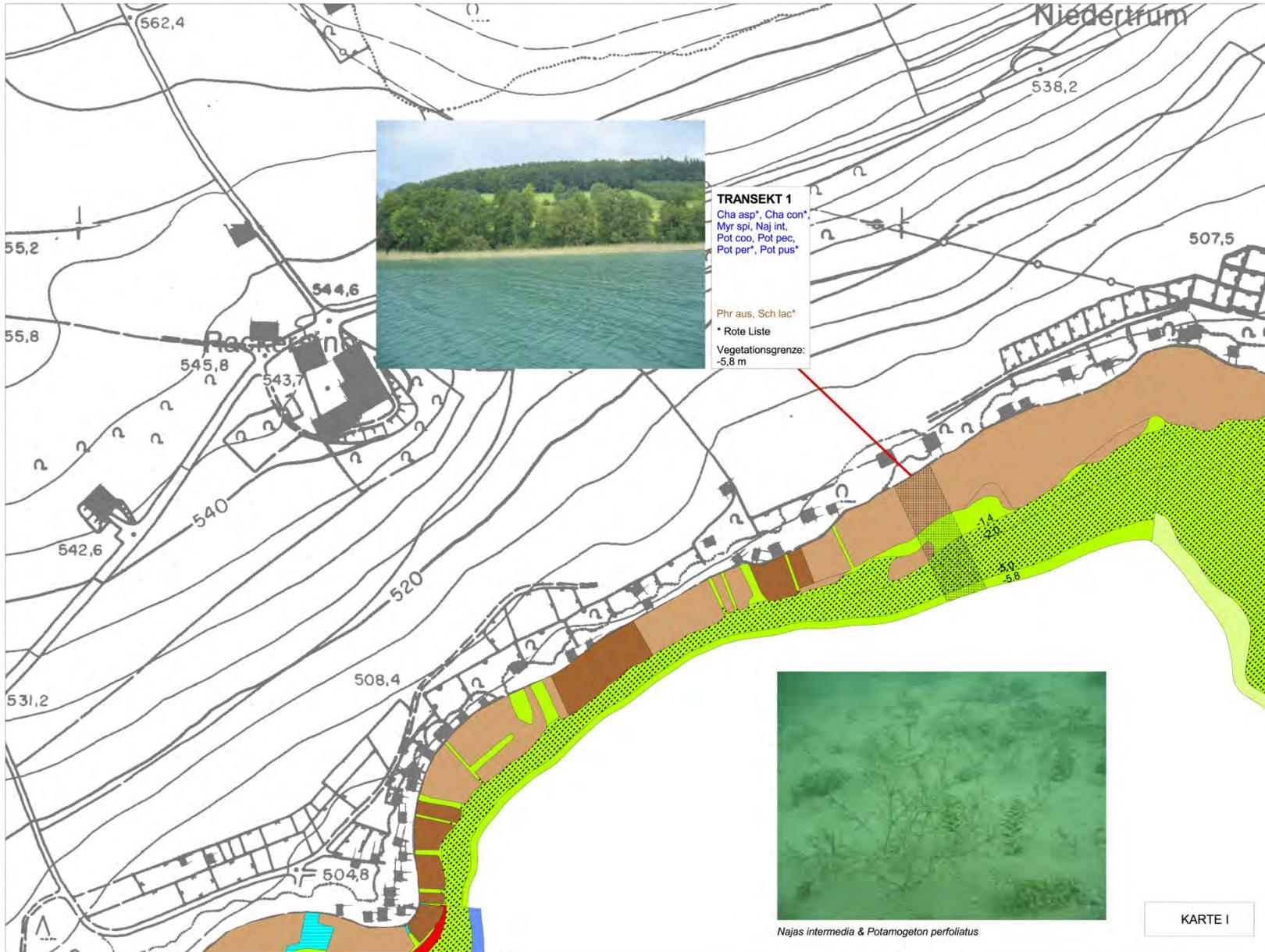
### Röhrichtarten

Aco cal	<i>Acorus calamus</i>
Phr aus	<i>Phragmites australis</i>
Sch lac*	<i>Schoenoplectus lacustris</i>

\* Arten der Roten Listen

50 0 50 100 Meter







**TRANSEKT 2**

Cha asp\*, Cha con\*,  
Nit obt\*, Myr spi,  
Naj int, Pot coo,  
Pot per\*, Pot pus\*

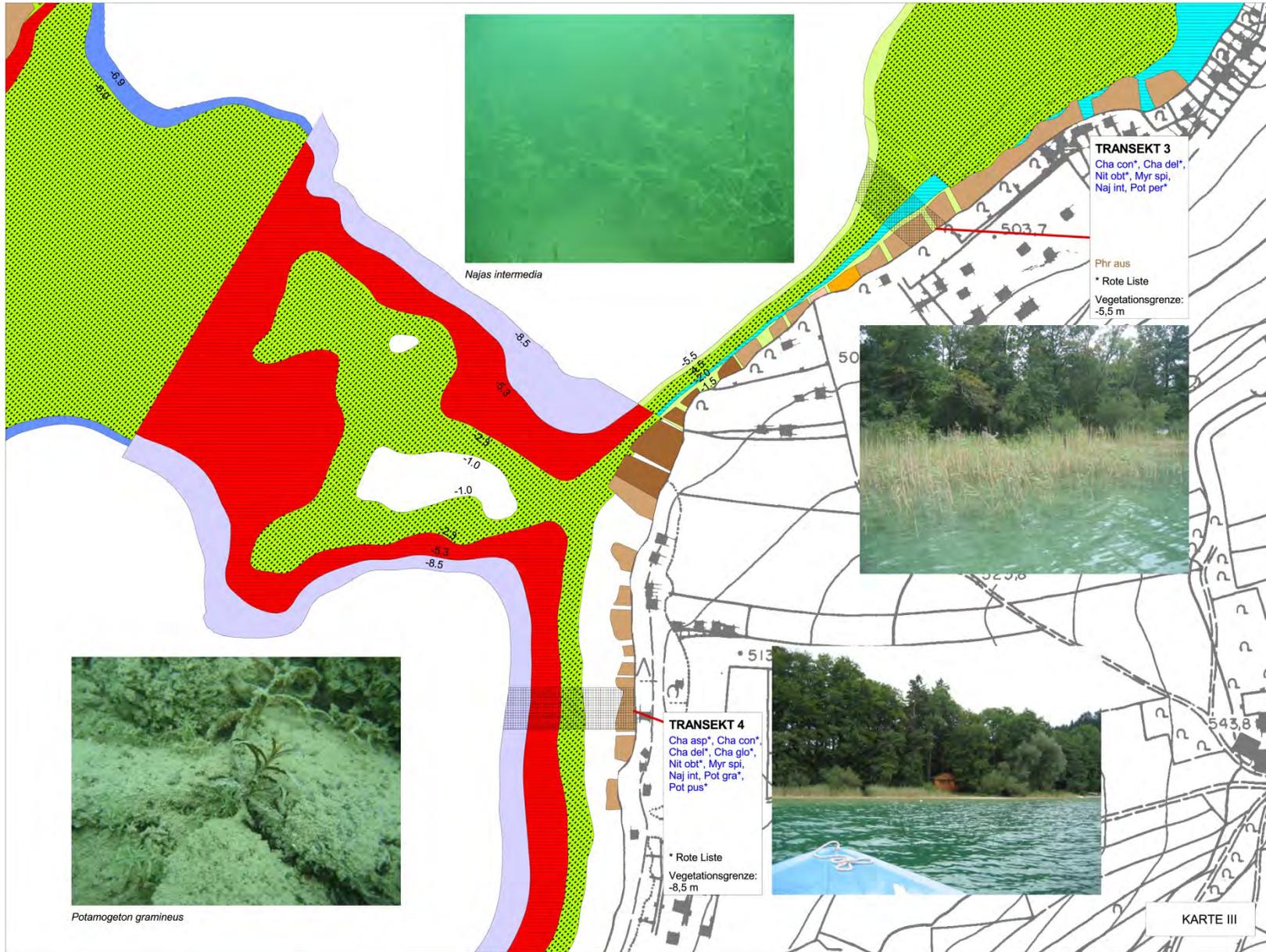
Phr aus, Sch lac\*

\* Rote Liste

Vegetationsgrenze:  
-5,8 m

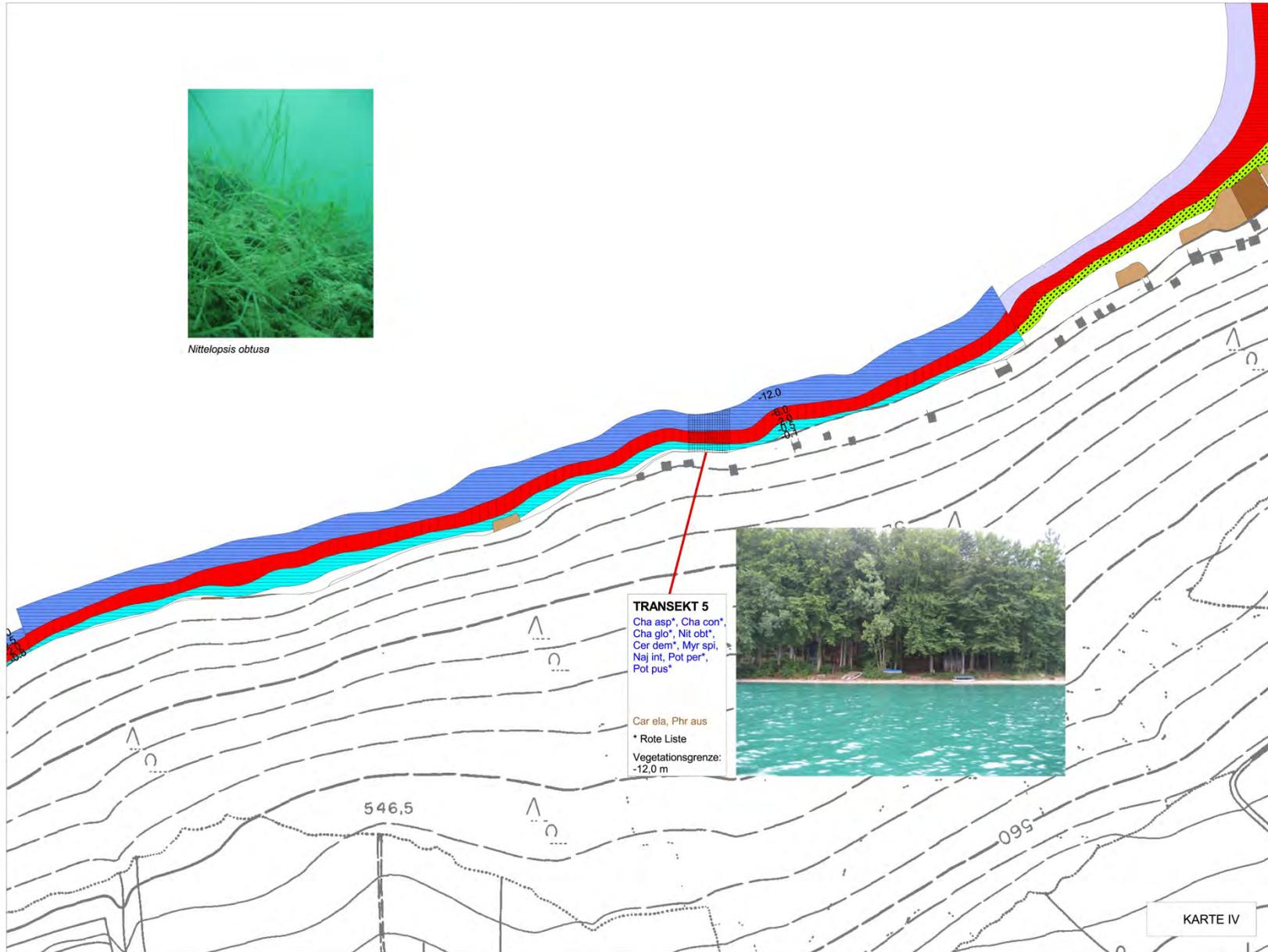
*Najas intermedia*

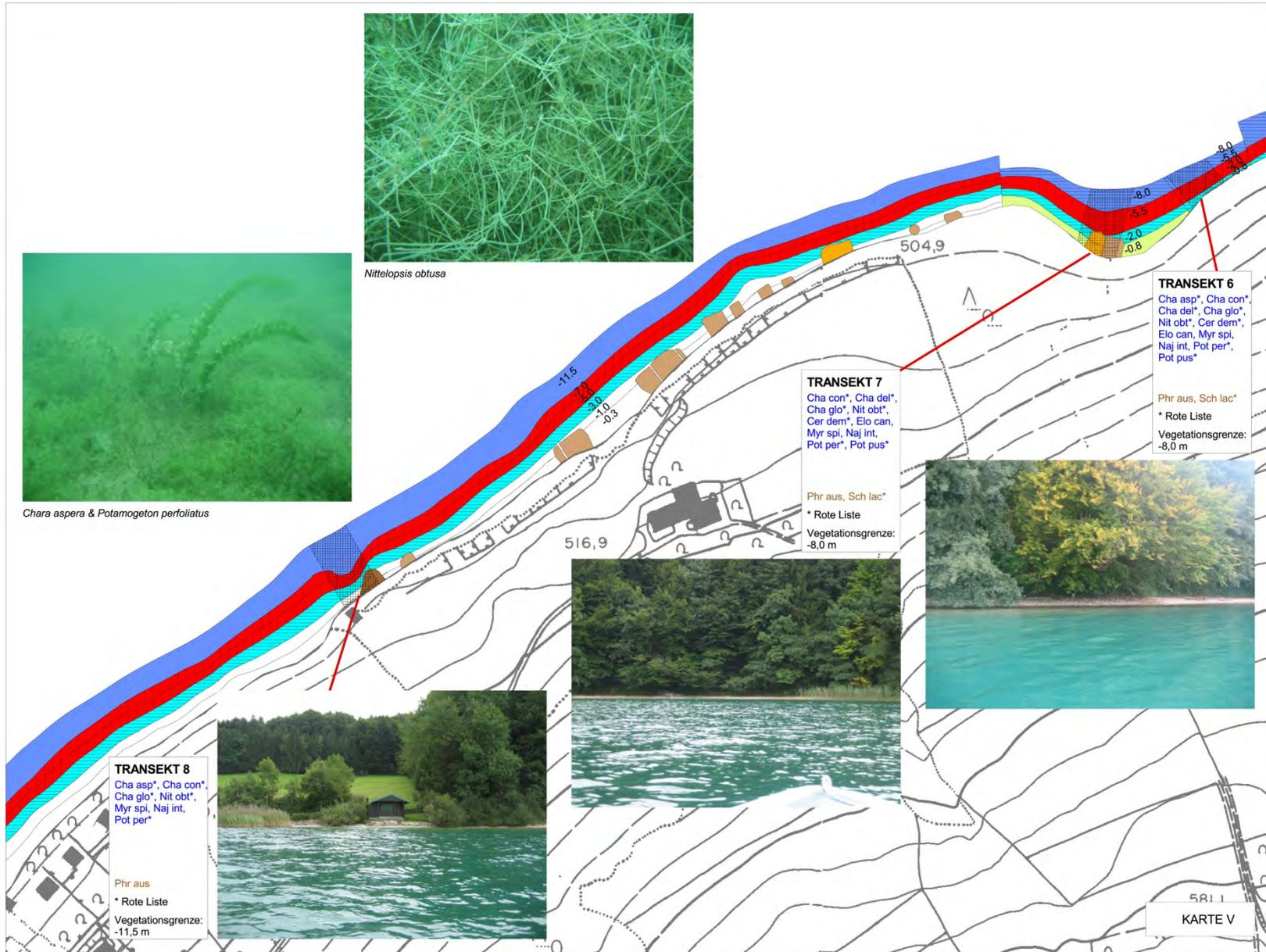
KARTE II





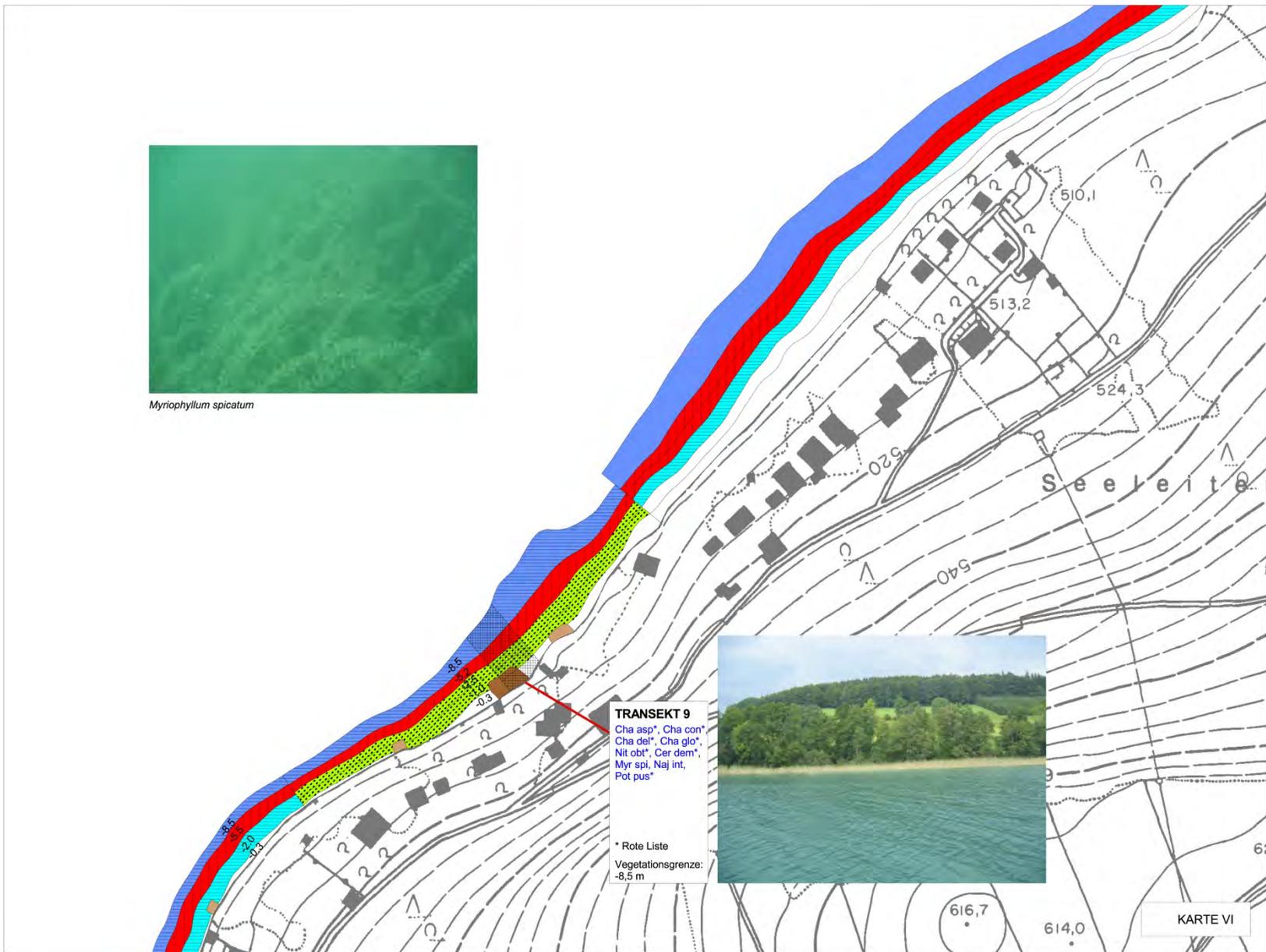
*Nittelopsis obtusa*







*Myriophyllum spicatum*



**TRANSEKT 9**

- Cha asp\*, Cha con\*
- Cha del\*, Cha glo\*
- Nit obt\*, Cer dem\*
- Myr spi, Naj int,
- Pot pus\*

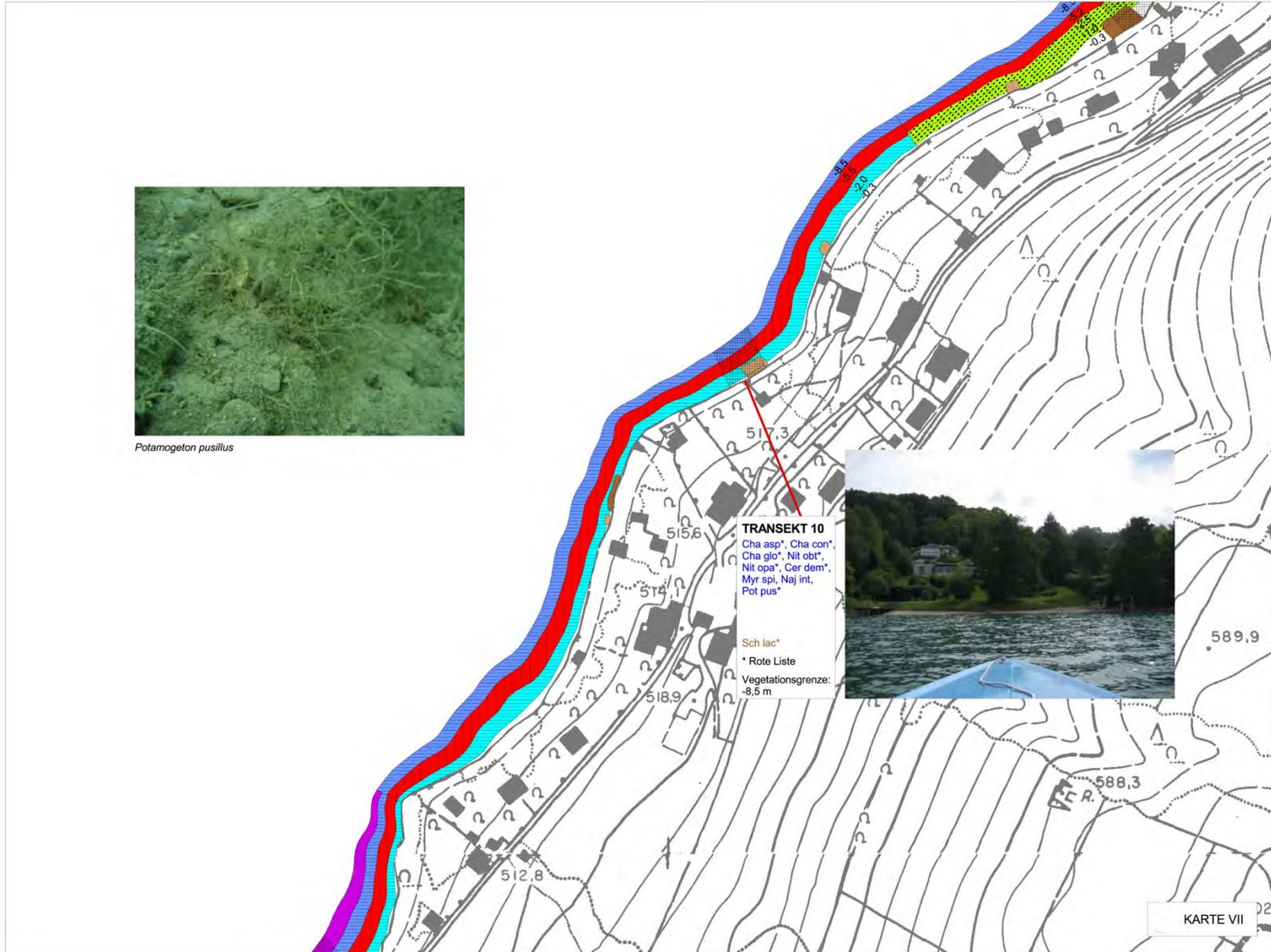
\* Rote Liste  
Vegetationsgrenze:  
-8,5 m



KARTE VI

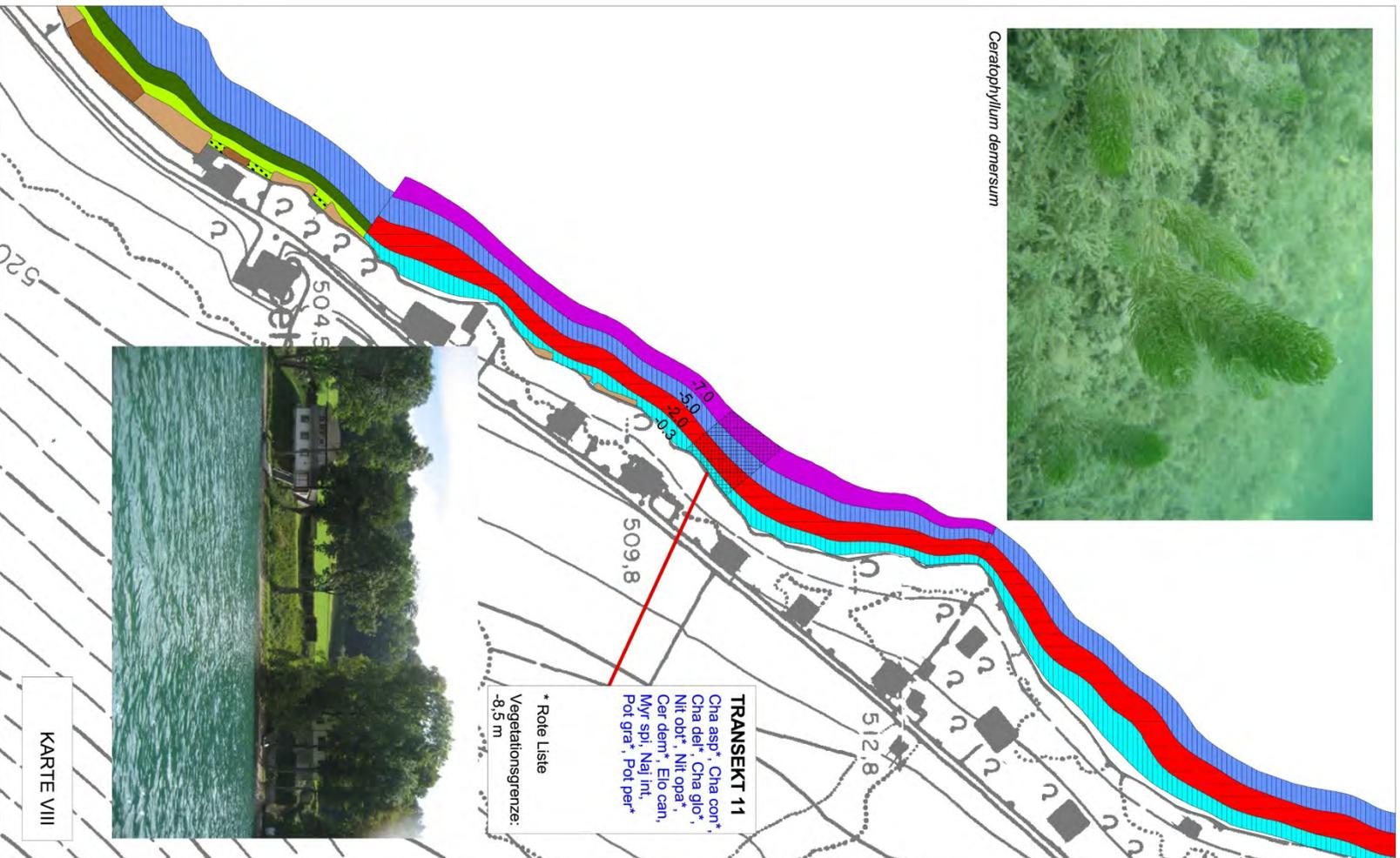


*Potamogeton pusillus*

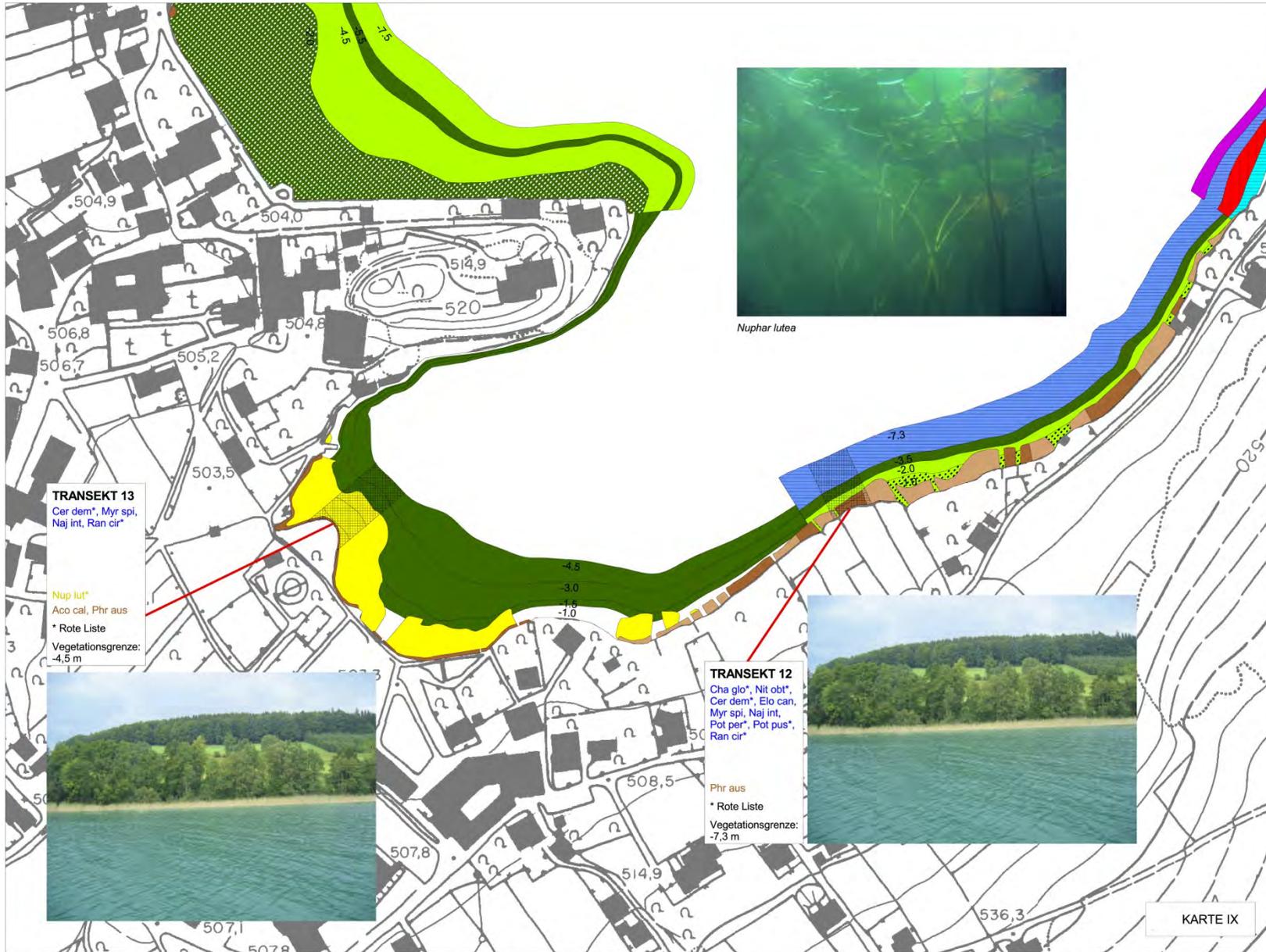


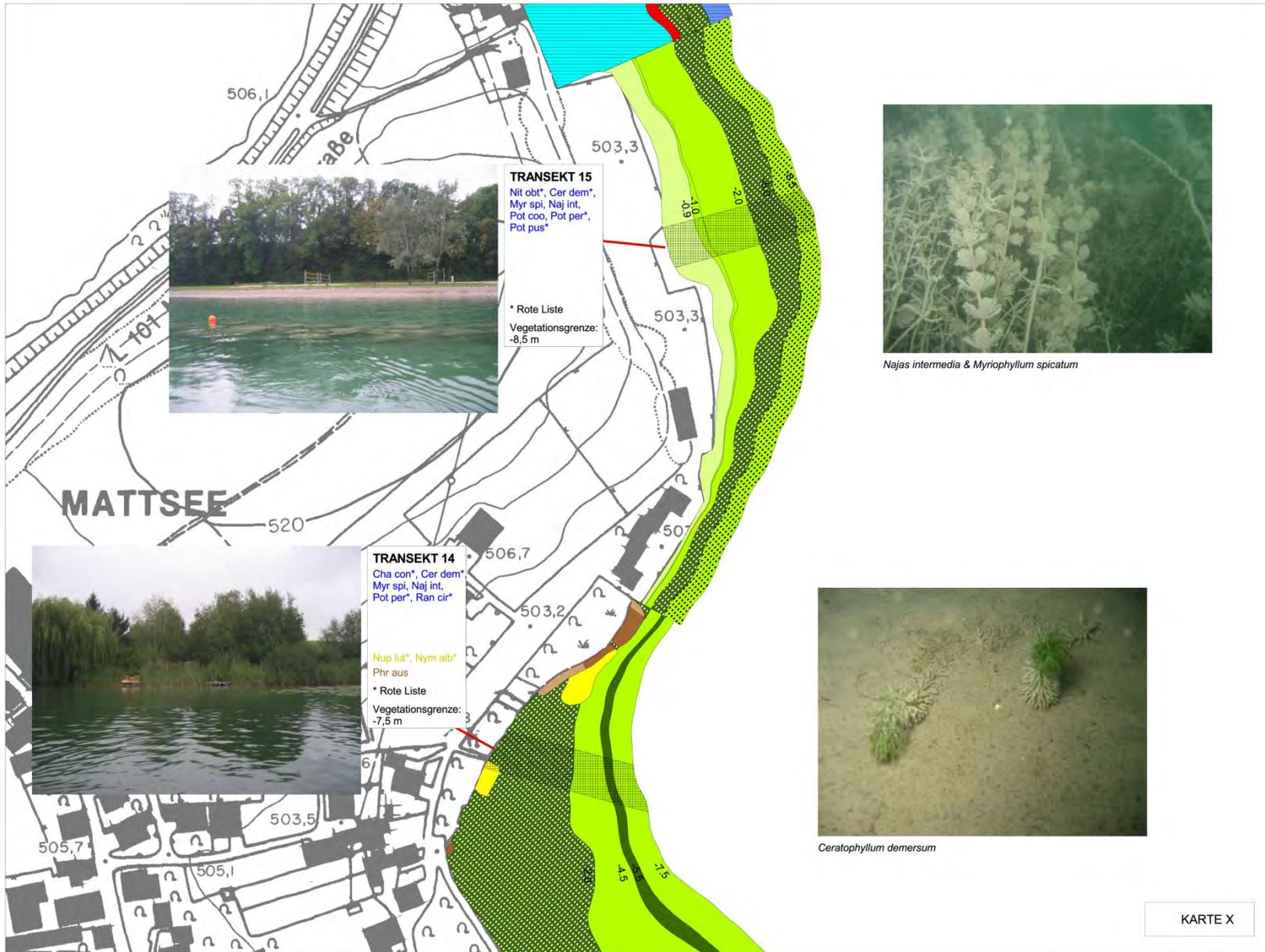


*Carex phyllum demersum*

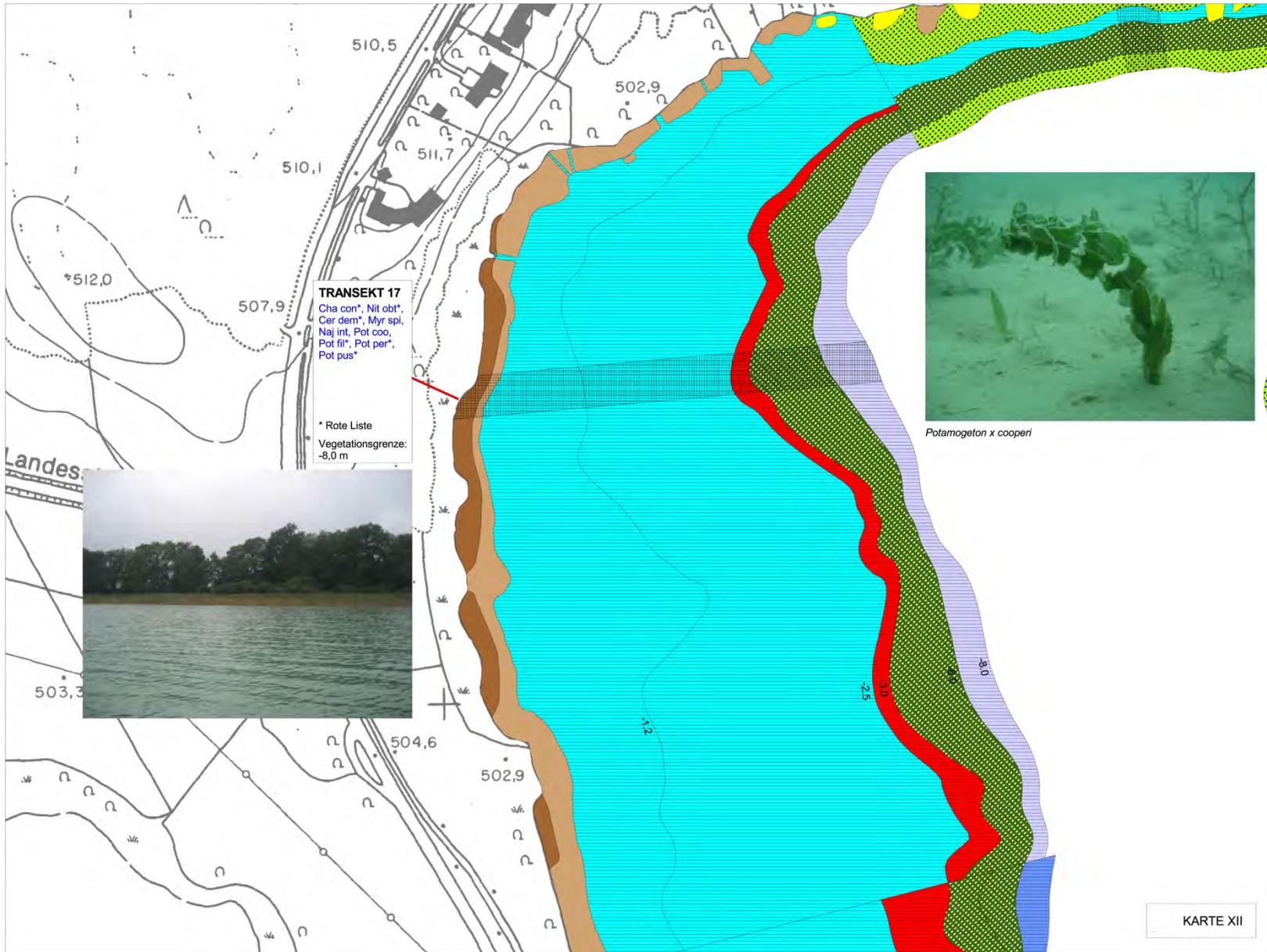


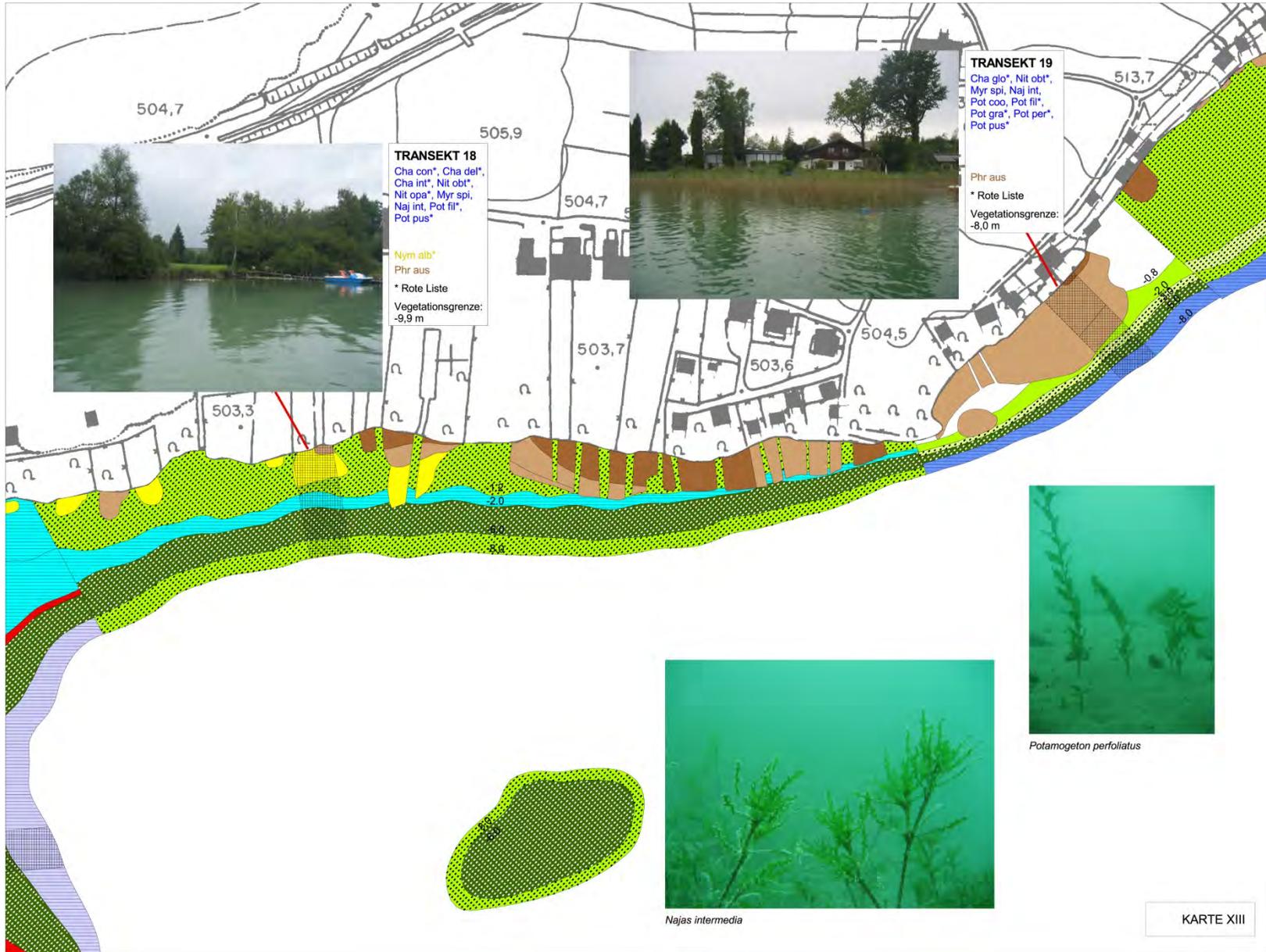
KARTE VIII











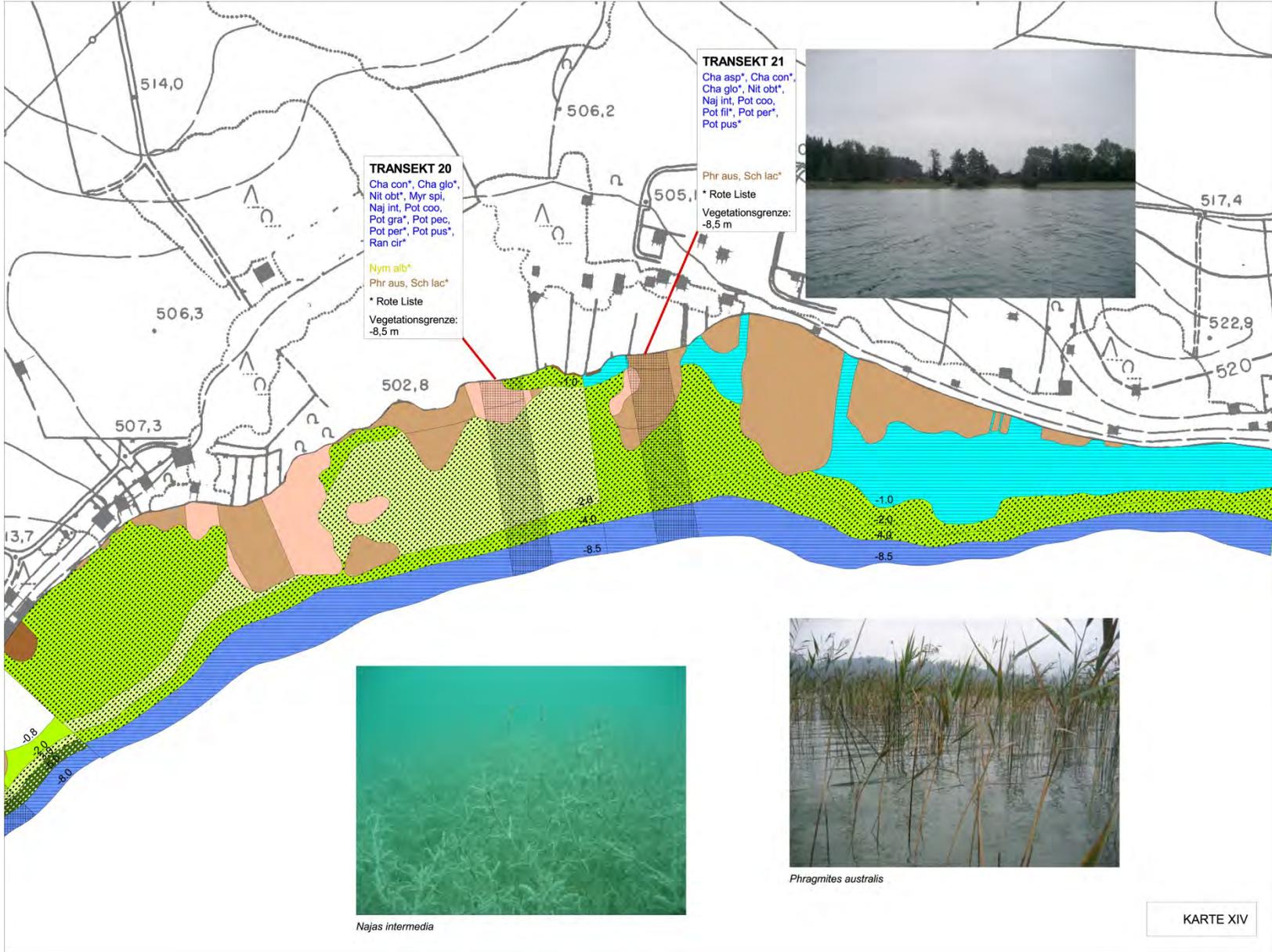
**TRANSEKT 18**  
 Cha con\*, Cha del\*,  
 Cha int\*, Nit obt\*,  
 Nit opa\*, Myr spi,  
 Naj int, Pot fil\*,  
 Pot pus\*  
 Nym alb\*  
 Phr aus  
 \* Rote Liste  
 Vegetationsgrenze:  
 -9,9 m

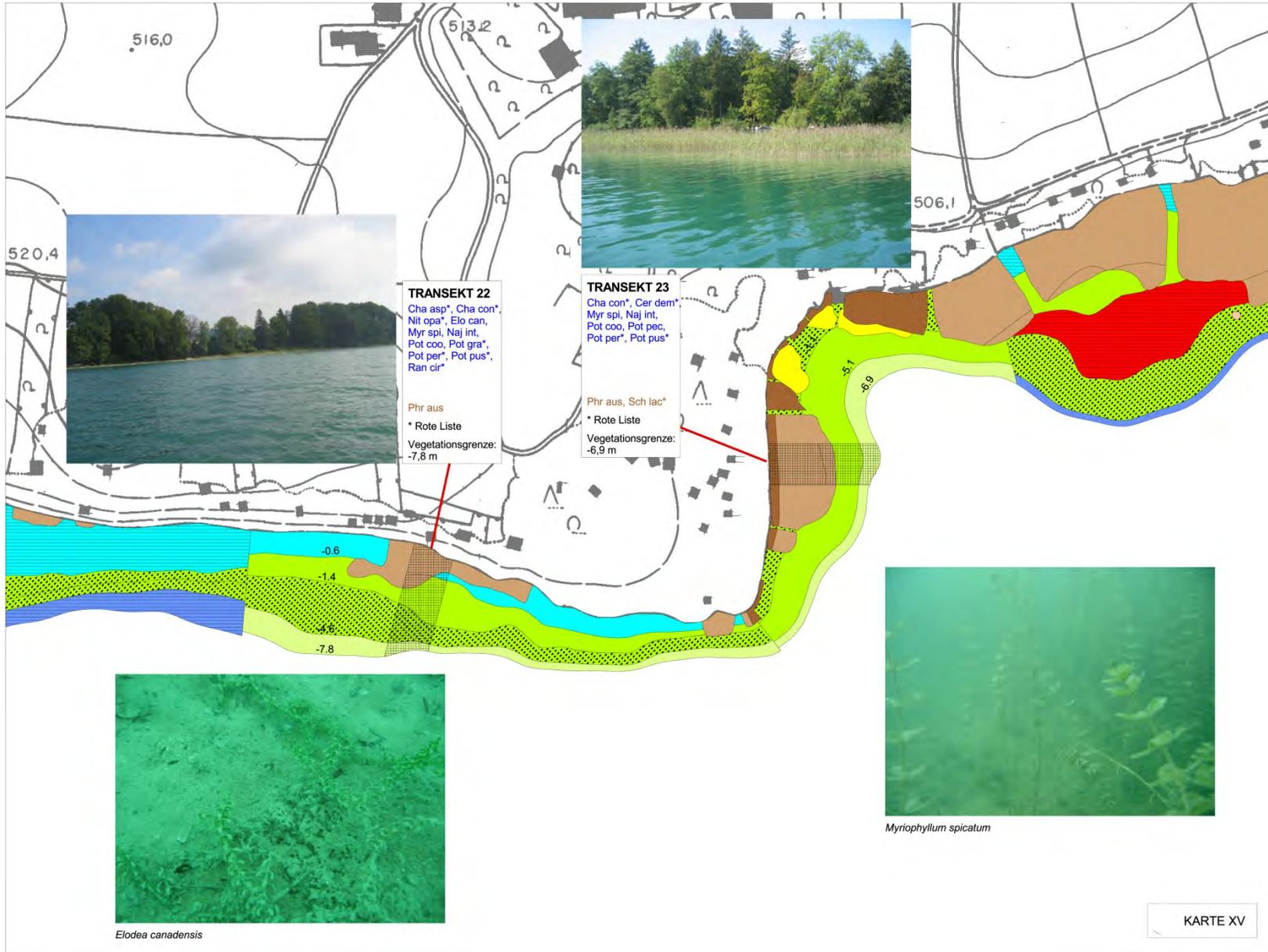
**TRANSEKT 19**  
 Cha glo\*, Nit obt\*,  
 Myr spi, Naj int,  
 Pot coo, Pot fil\*,  
 Pot gra\*, Pot per\*,  
 Pot pus\*  
 Phr aus  
 \* Rote Liste  
 Vegetationsgrenze:  
 -8,0 m

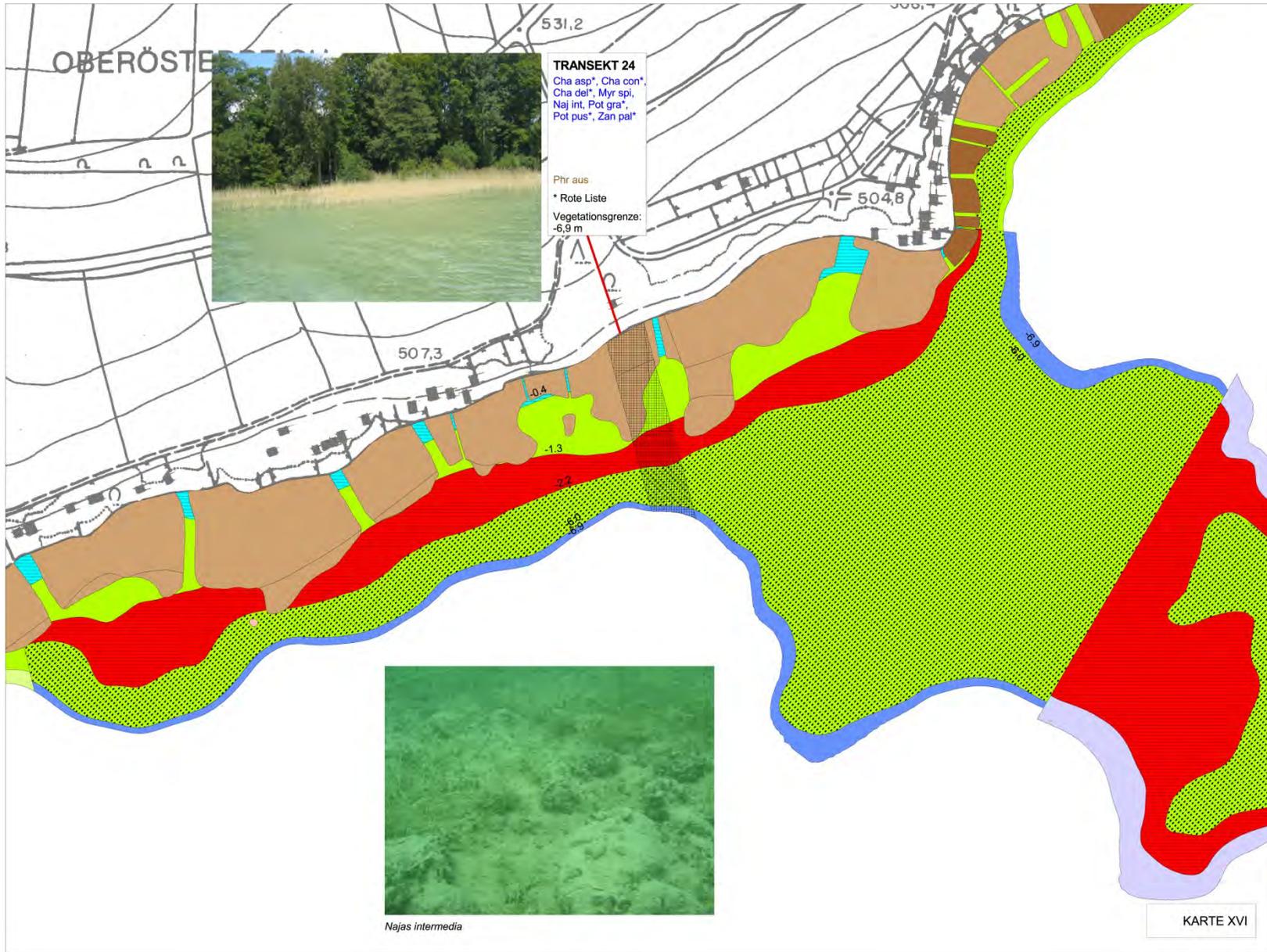
*Najas intermedia*

*Potamogeton perfoliatus*

KARTE XIII









## OBERTRUMER SEE

submerse und emerse Makrophytenvegetation  
(seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231  
aufgenommen 2007

### Lage der detailliert kartierten Transekte

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

Orthofotos: Befliegung 18.6. und 1.7.2012

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

### Legende:

 Transekte Obertrumer See

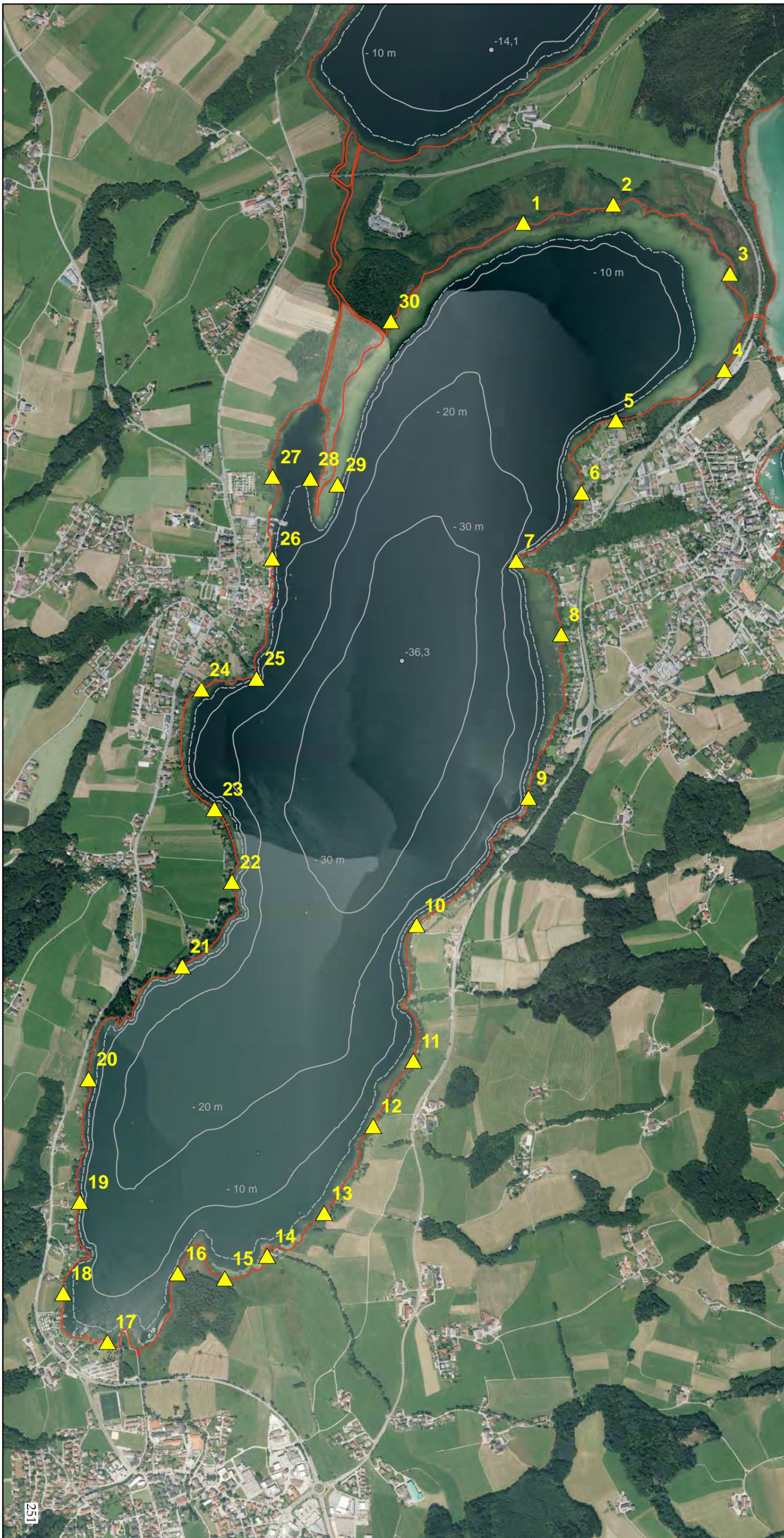
### Tiefenlinien:

 Mittelwasseranschlaglinie (502,8 m.ü.A.)  
bzw. Uferlinie Mattig und Uferlinie Aag

 5m Tiefenlinie

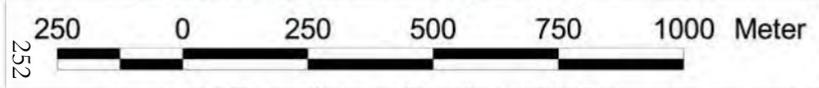
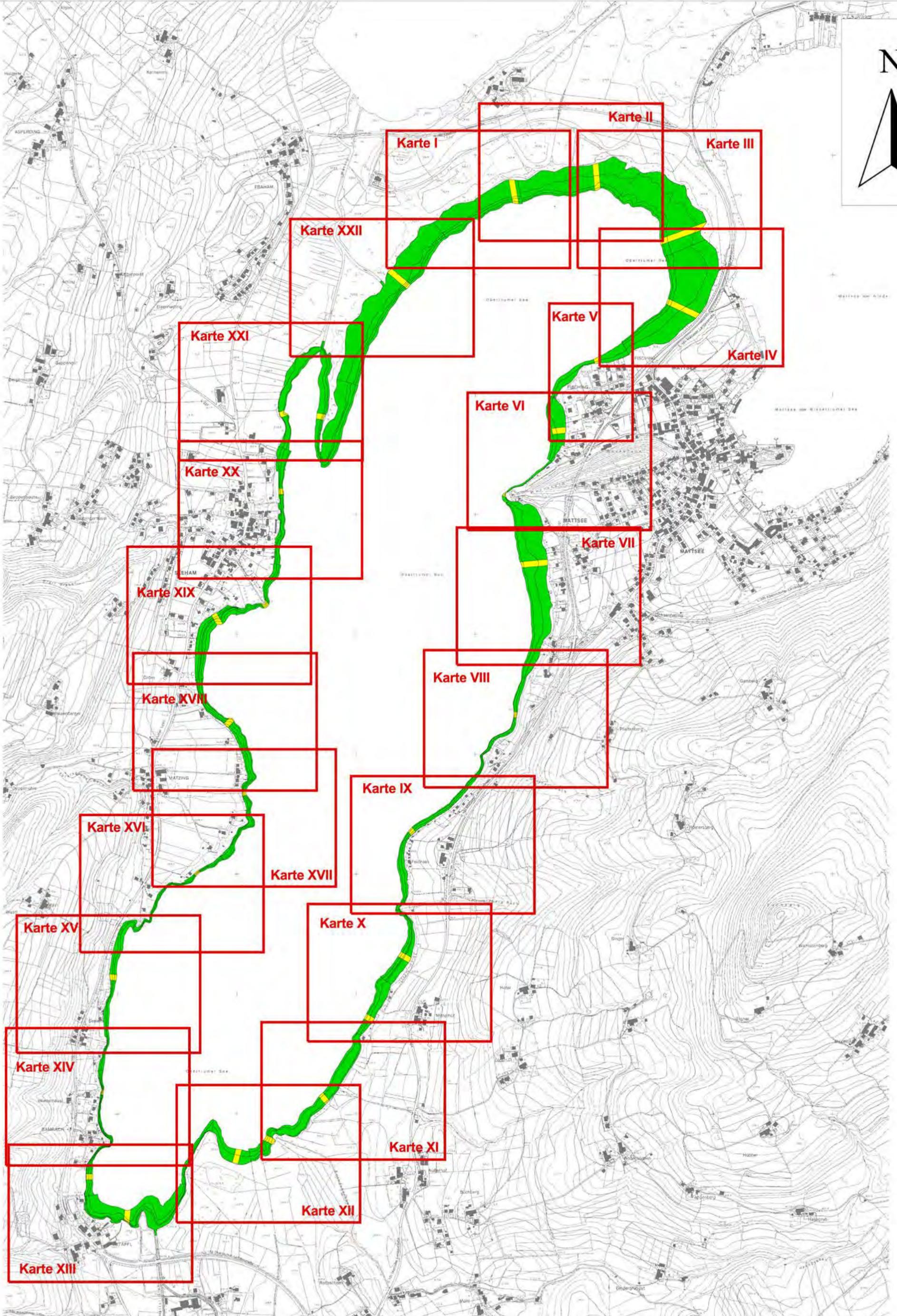
 10m Tiefenlinien

 tiefste Stelle (-36,3 m)



250 125 0 250 500  
Meter

Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz  
erstellt am: 17.4.2014



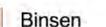
Übersicht Kartenausschnitte Obertrumer See

## LEGENDE:

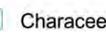
### Vegetationstyp

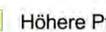
dicht schütter

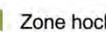
  Schilf, Rohrkolben

  Binsen

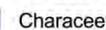
  Schwimmblattpflanzen

  Characeen des Flachwassers, Strandlingsflur, Zwergbinsen

  Höhere Pflanzen, niederwüchsig

  Zone hochwüchsiger Arten (Laichkrautgürtel)

  Characeen des mittleren Tiefenbereiches

  Characeenwiesen der Tiefe

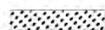
  Nitellafluren

 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 glo*	<i>Chara globularis</i>
Nit obt*	<i>Nitellopsis obtusa</i>

#### Spermatophyta

Myr spi	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Naj int	<i>Najas intermedia</i>
Naj mar	<i>Najas marina</i>
Pot coo	<i>Potamogeton x cooperi</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>
Ran cir*	<i>Ranunculus circinatus</i>
Zan pal*	<i>Zannichellia palustris</i>

#### Schwimmblattarten

Nup lut*	<i>Nuphar lutea</i>
Nym alb*	<i>Nymphaea alba</i>

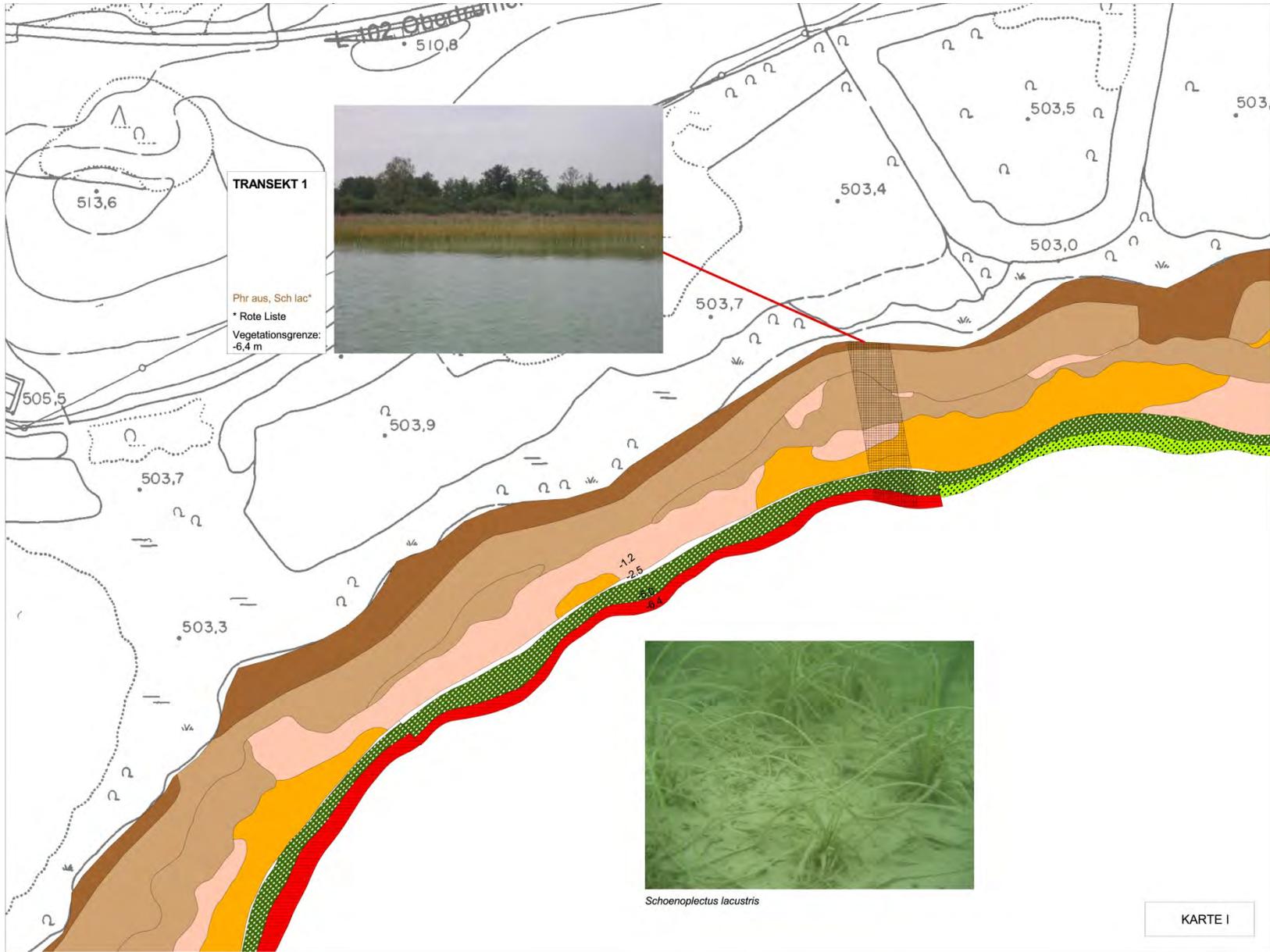
#### Röhrichtarten

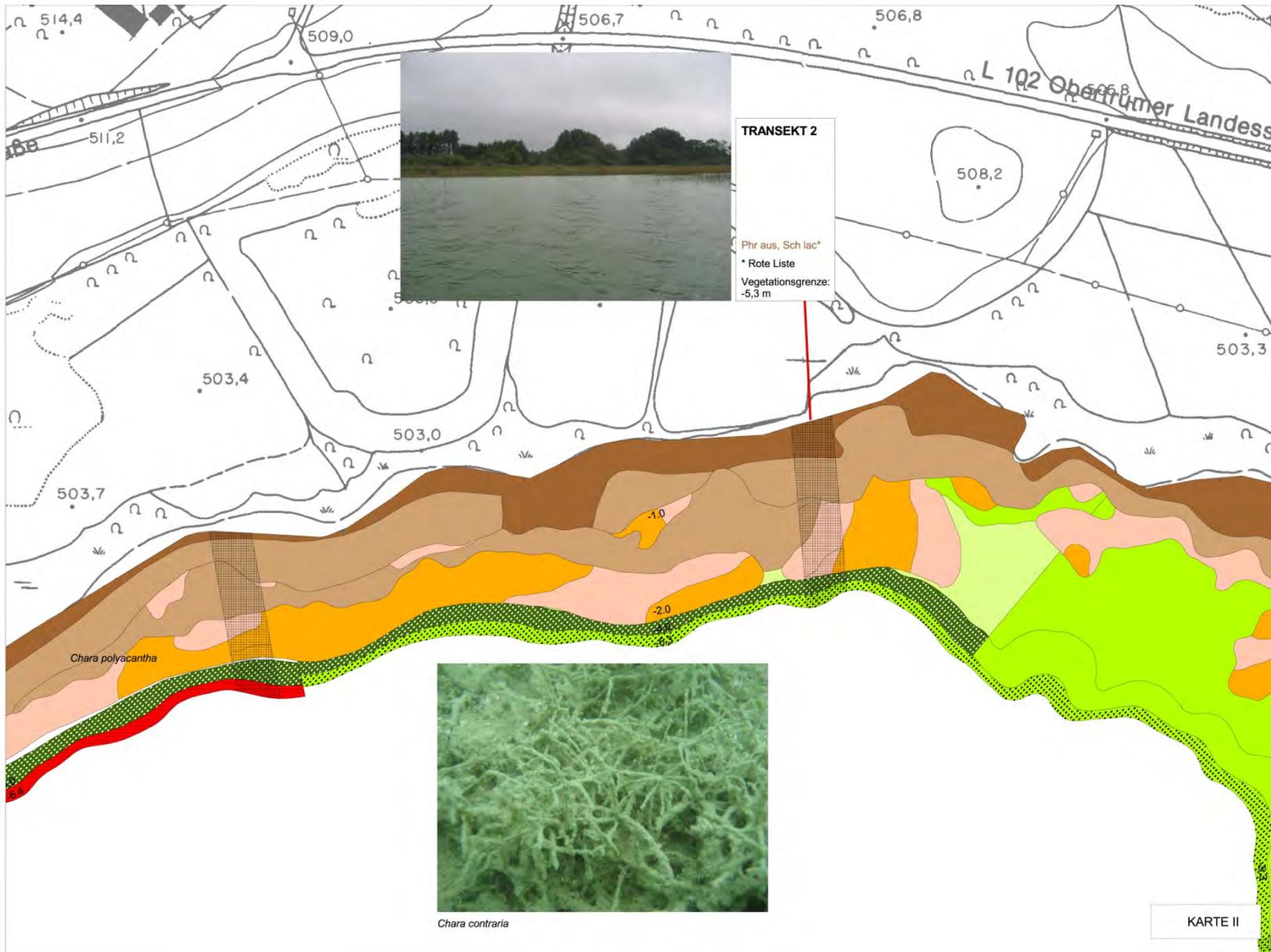
Aco cal*	<i>Acorus calamus</i>
Cla mar*	<i>Cladium mariscus</i>
Lys thy*	<i>Lysimachia thyrsiflora</i>
Phr aus	<i>Phragmites australis</i>
Sch lac*	<i>Schoenoplectus lacustris</i>

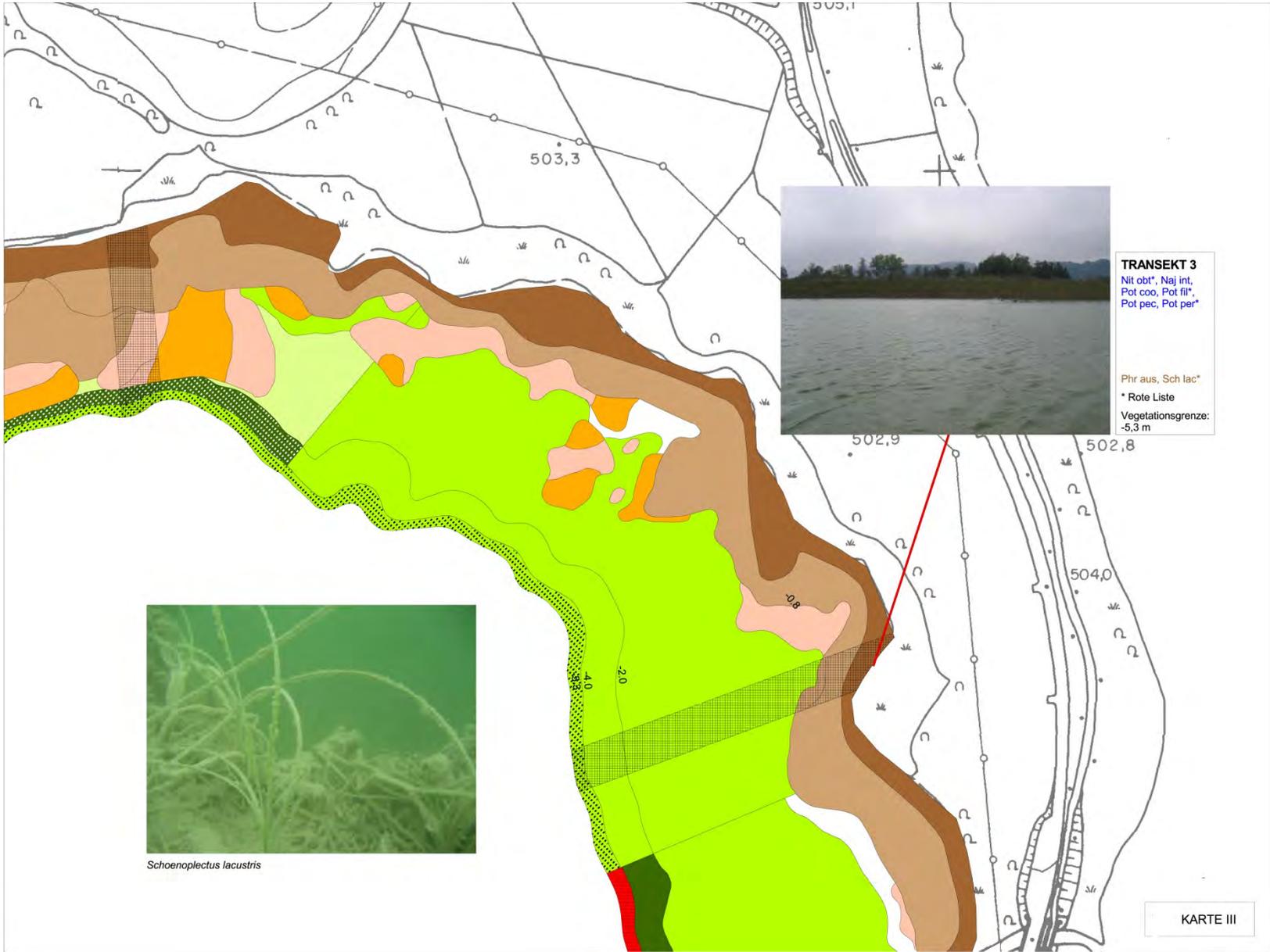
\* Arten der Roten Listen

50 0 50 100 Meter



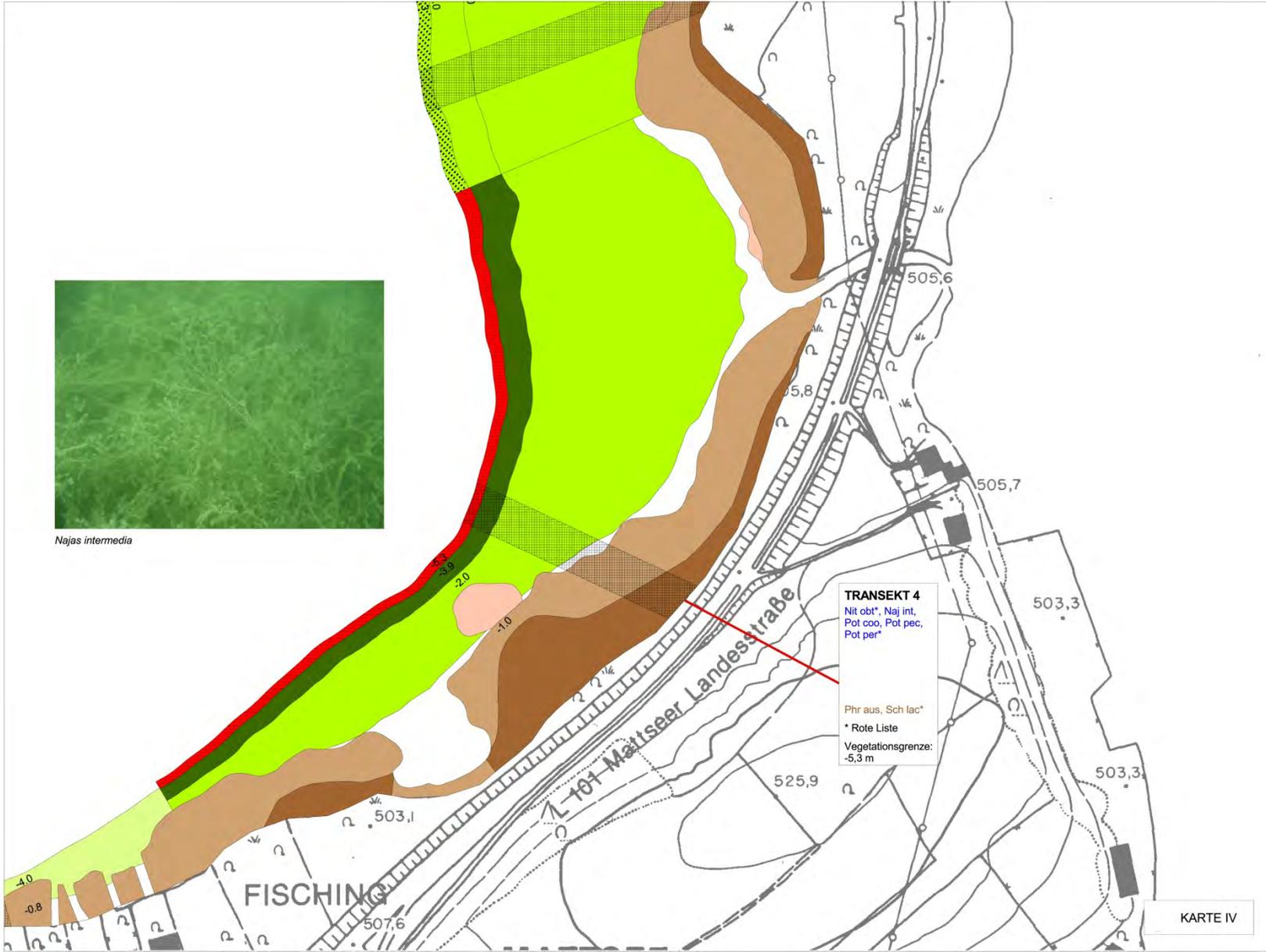






*Schoenoplectus lacustris*

KARTE III

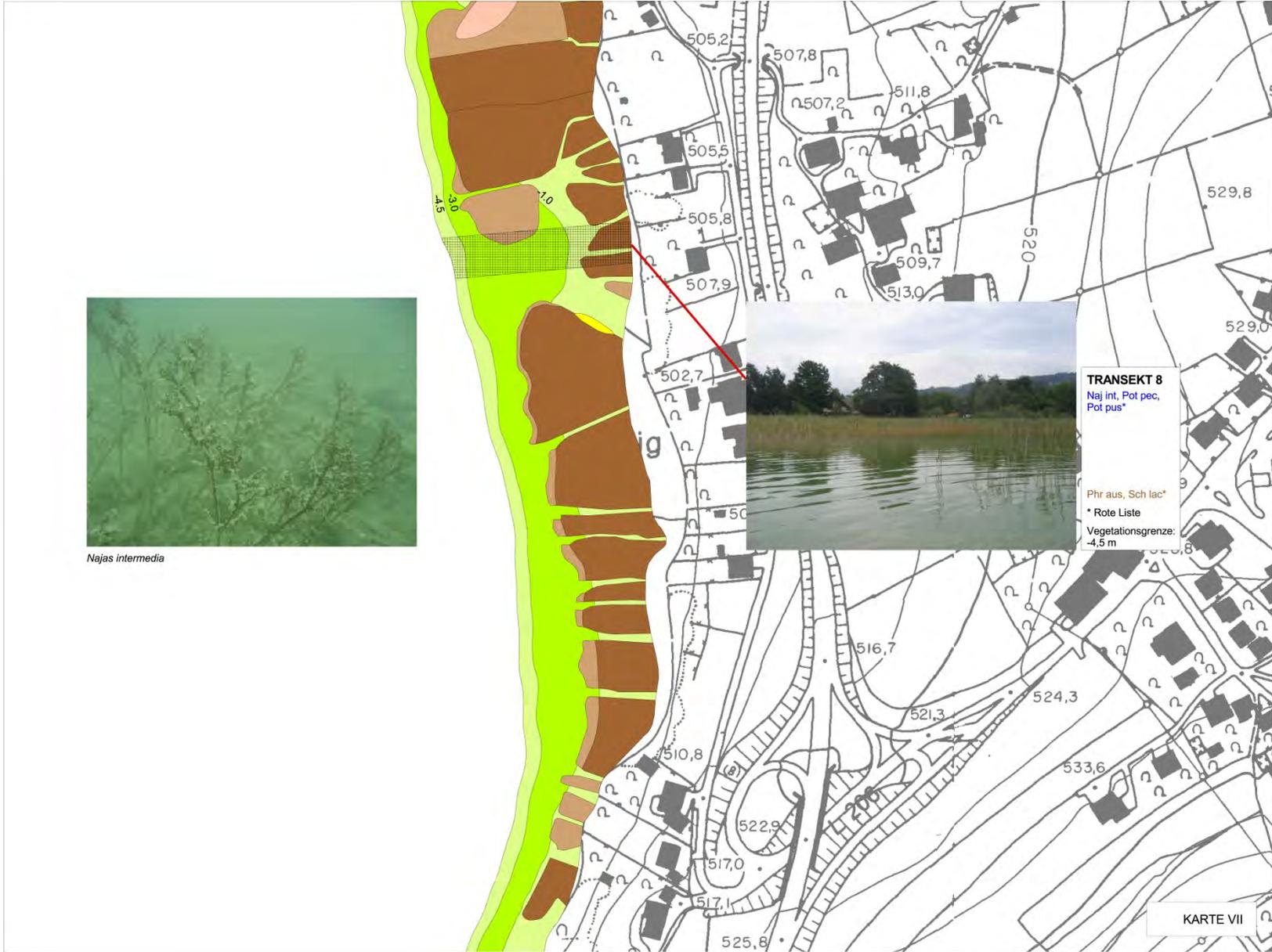




*Potamogeton perfoliatus*









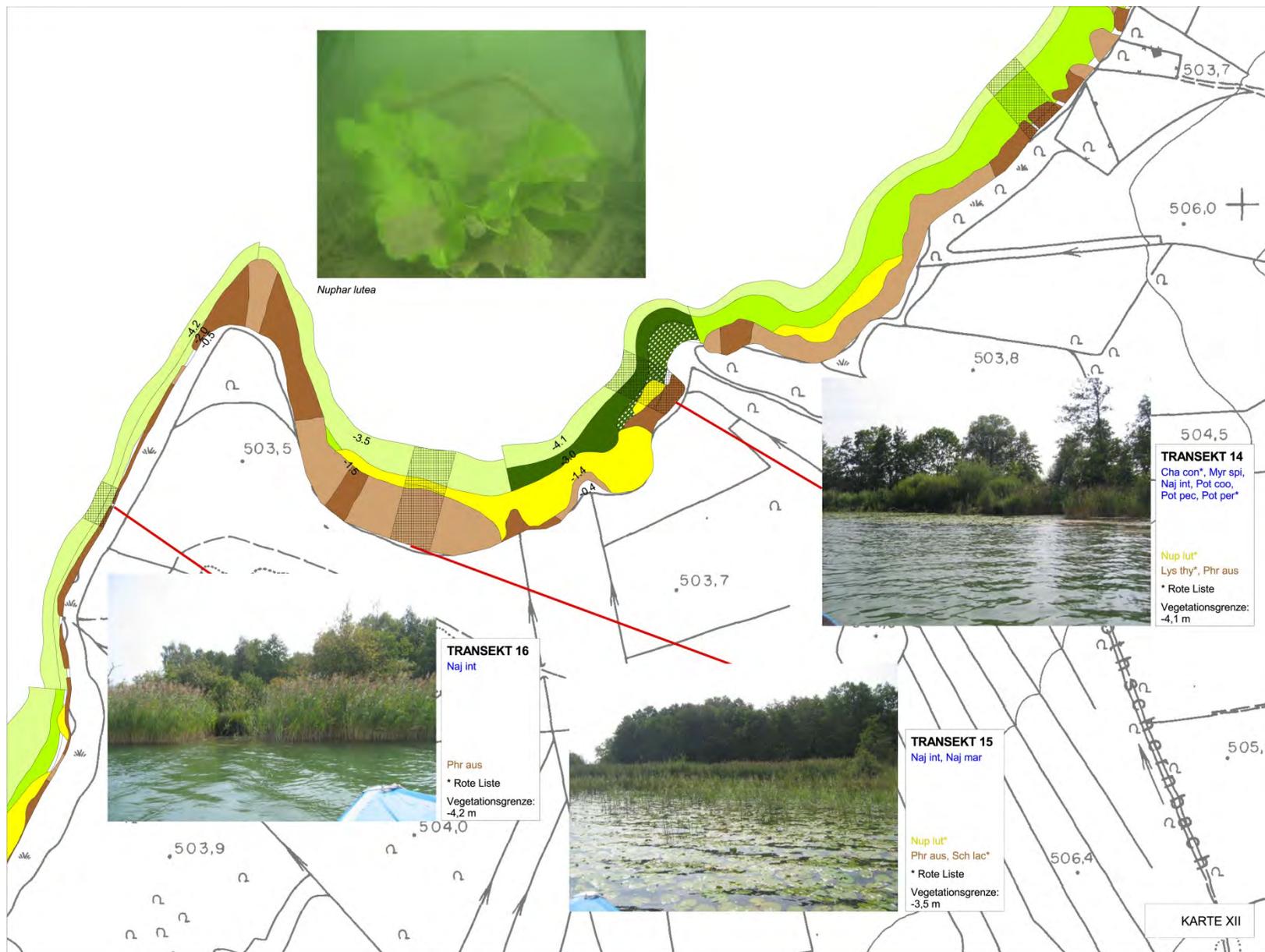
*Myriophyllum spicatum*

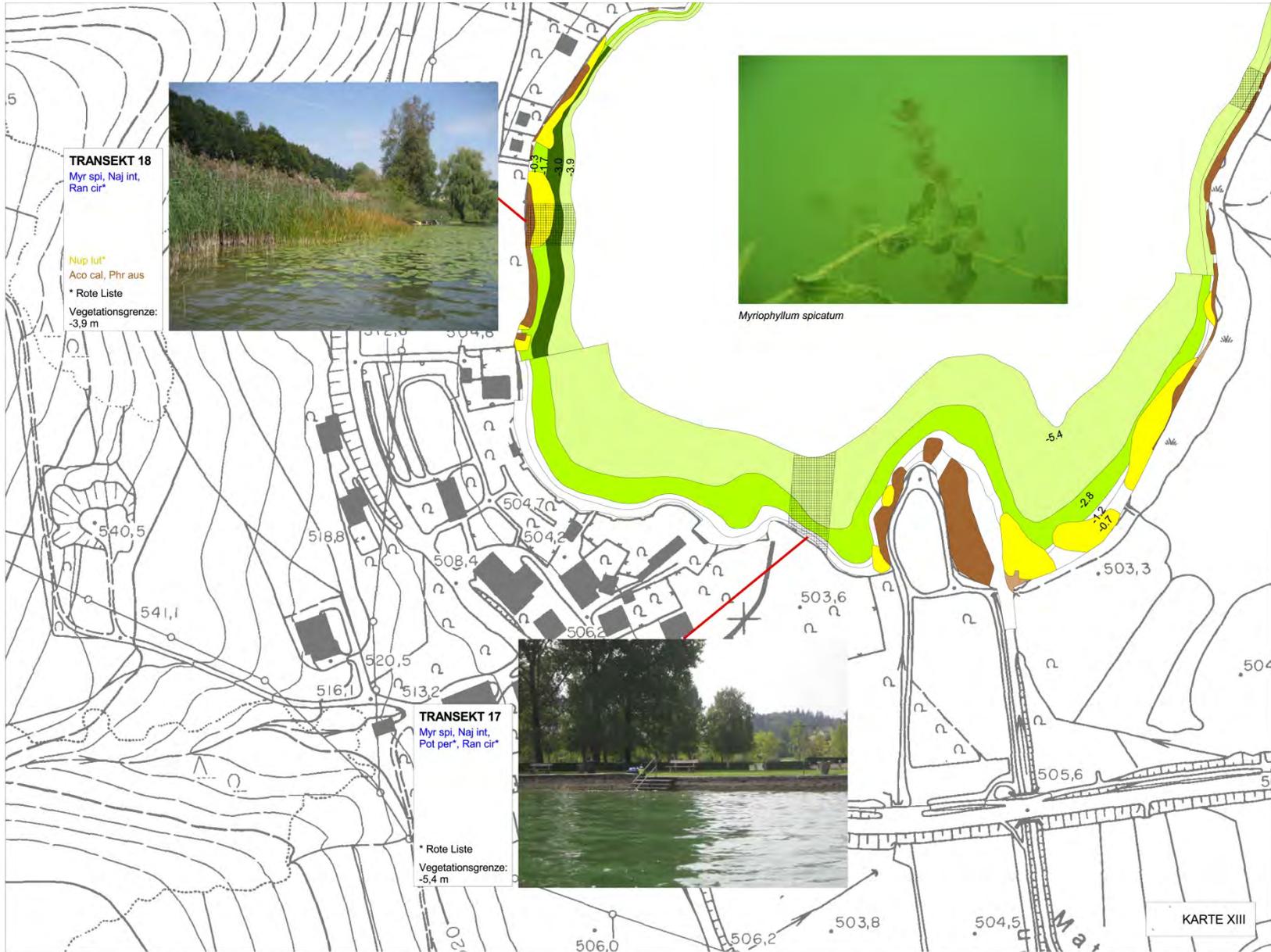


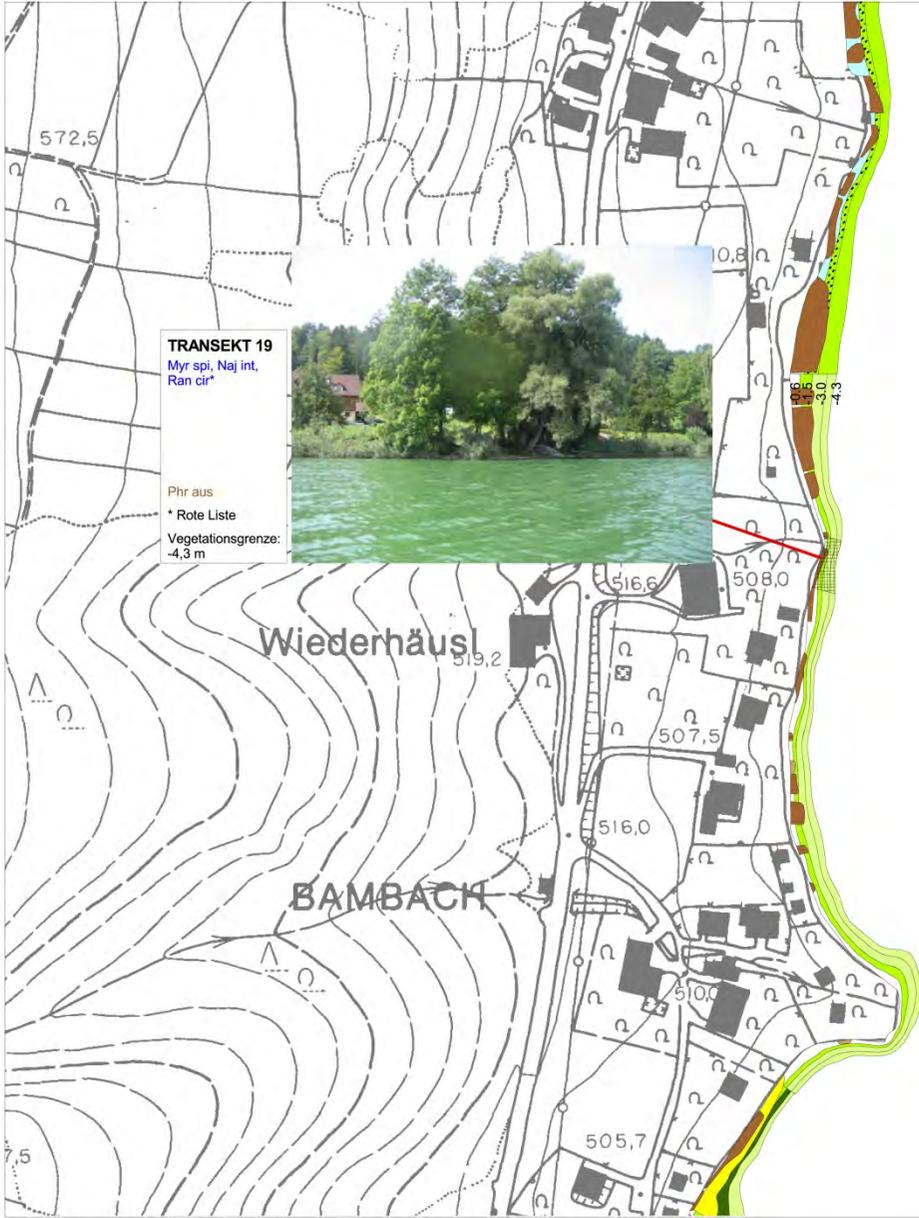












**TRANSEKT 19**  
 Myr spi, Naj int,  
 Ran cir\*

Phr aus

\* Rote Liste

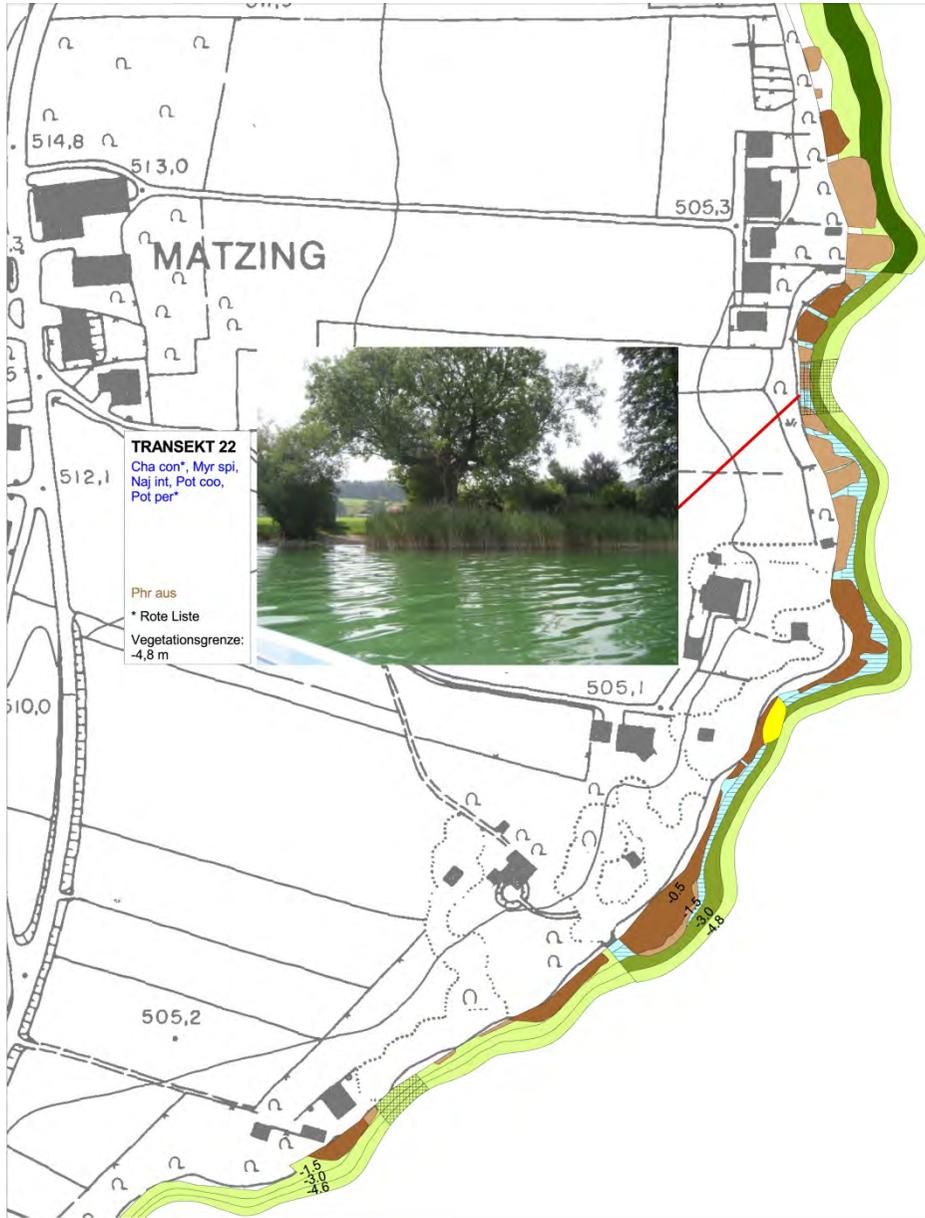
Vegetationsgrenze:  
 -4,3 m



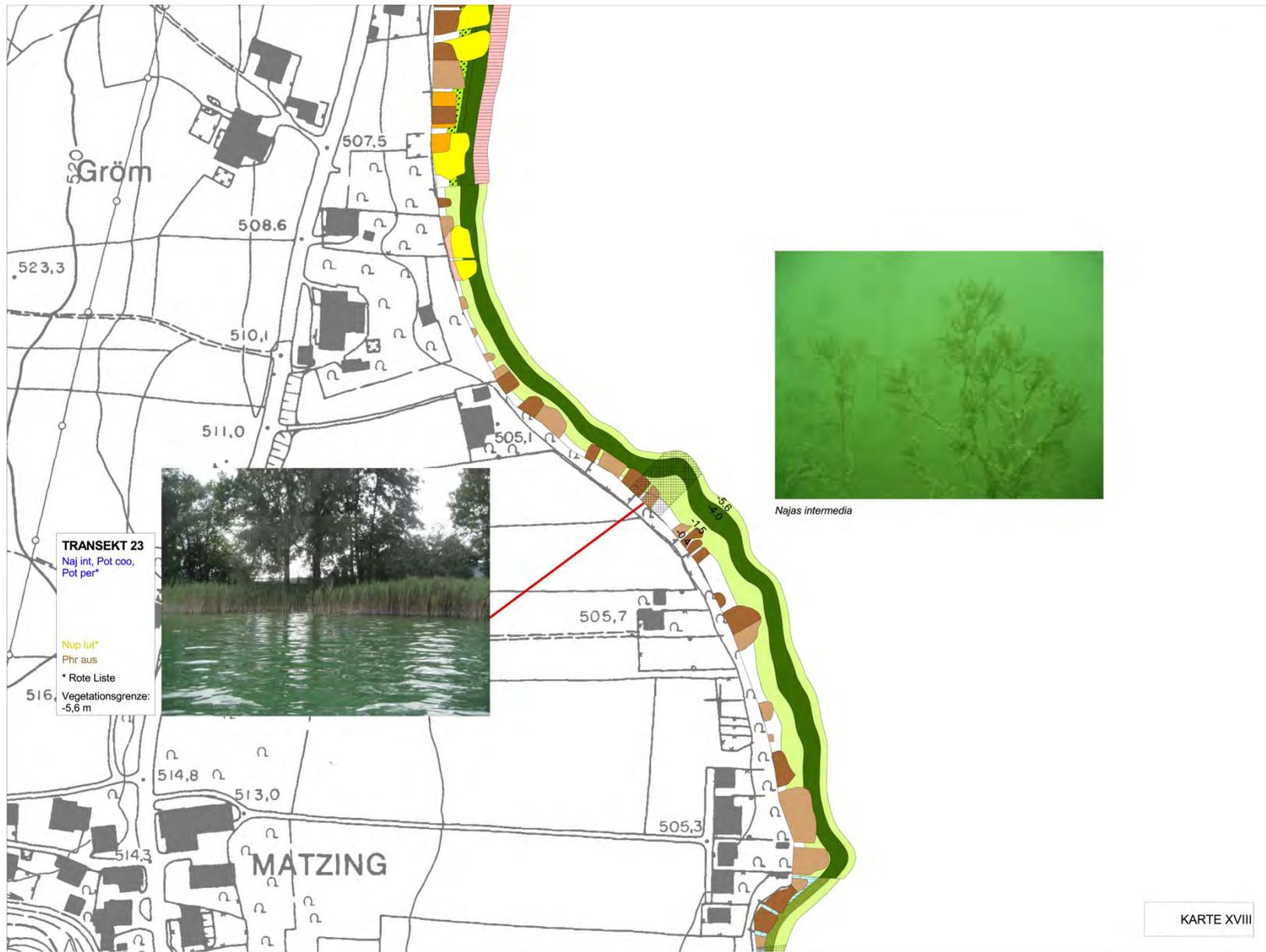
*Ranunculus circinatus*

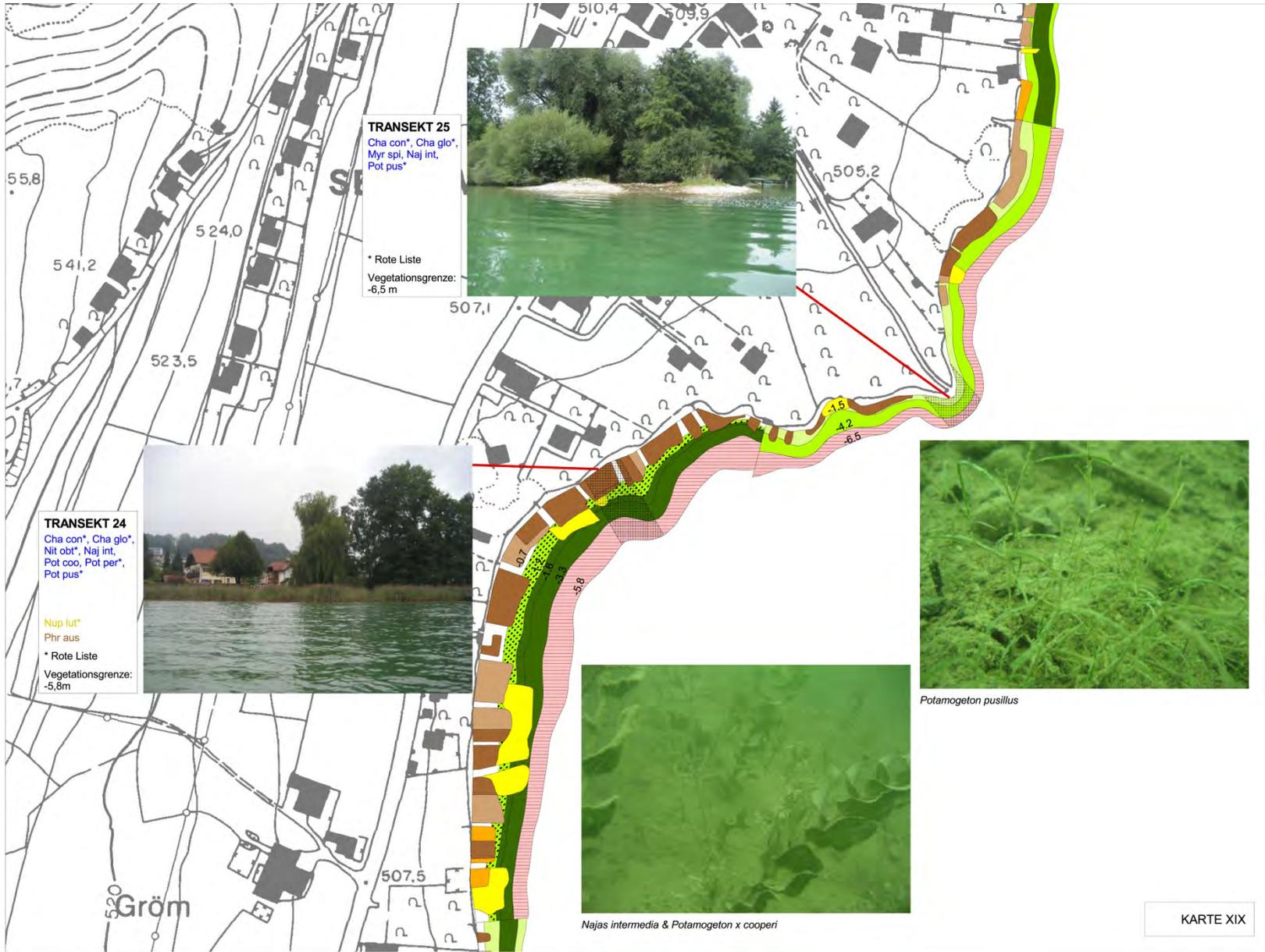






*Chara contraria*

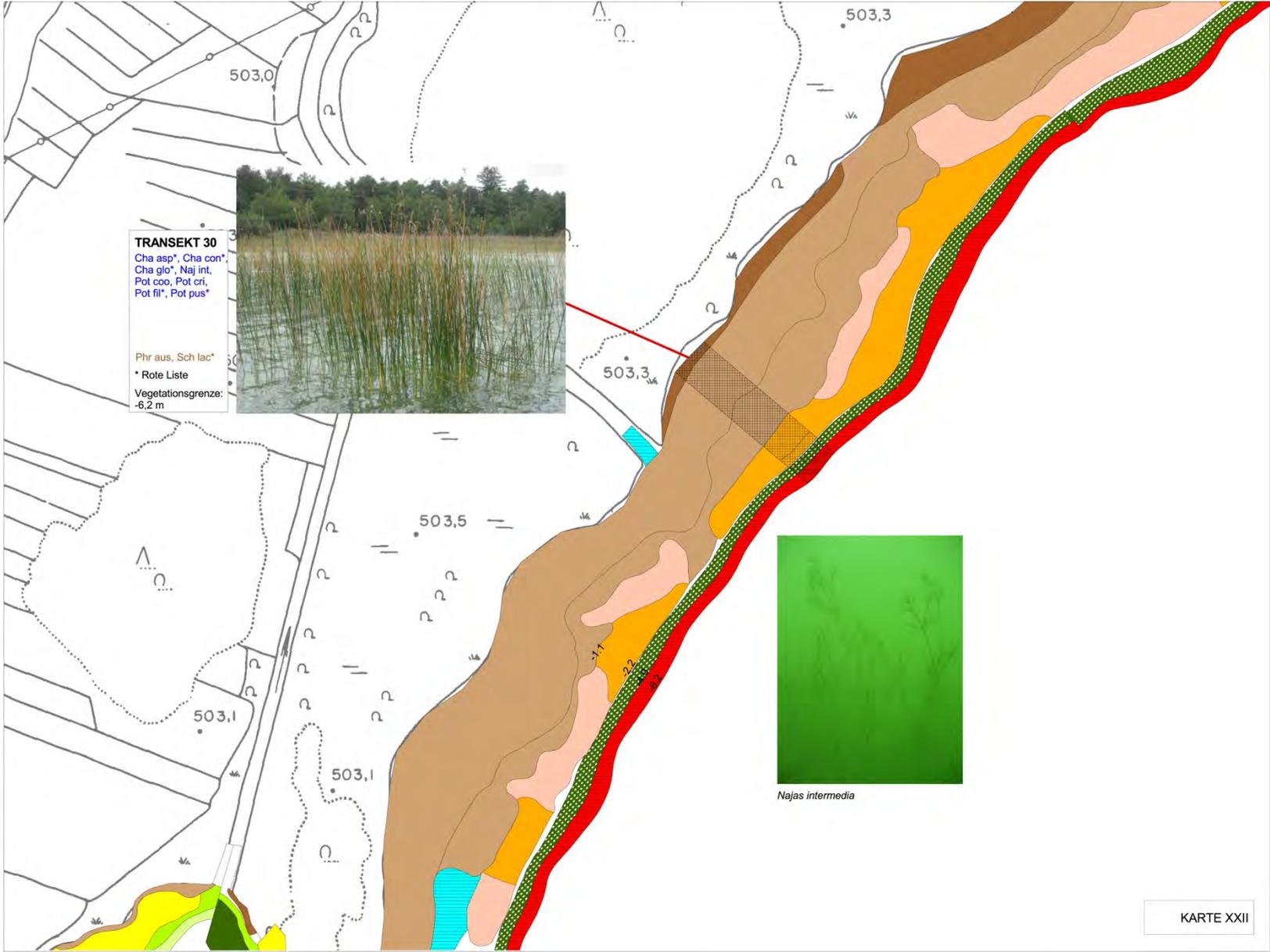






KARTE XX









**GRABENSEE**

submerse und emerse Makrophytenvegetation  
 (seeseitig ab MW) gemäß ÖNORM M 6231  
 aufgenommen 2007

**Lage der detailliert kartierten Transekte**

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

Orthofotos: Befliegung 18.6.2012

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

**Legende:**

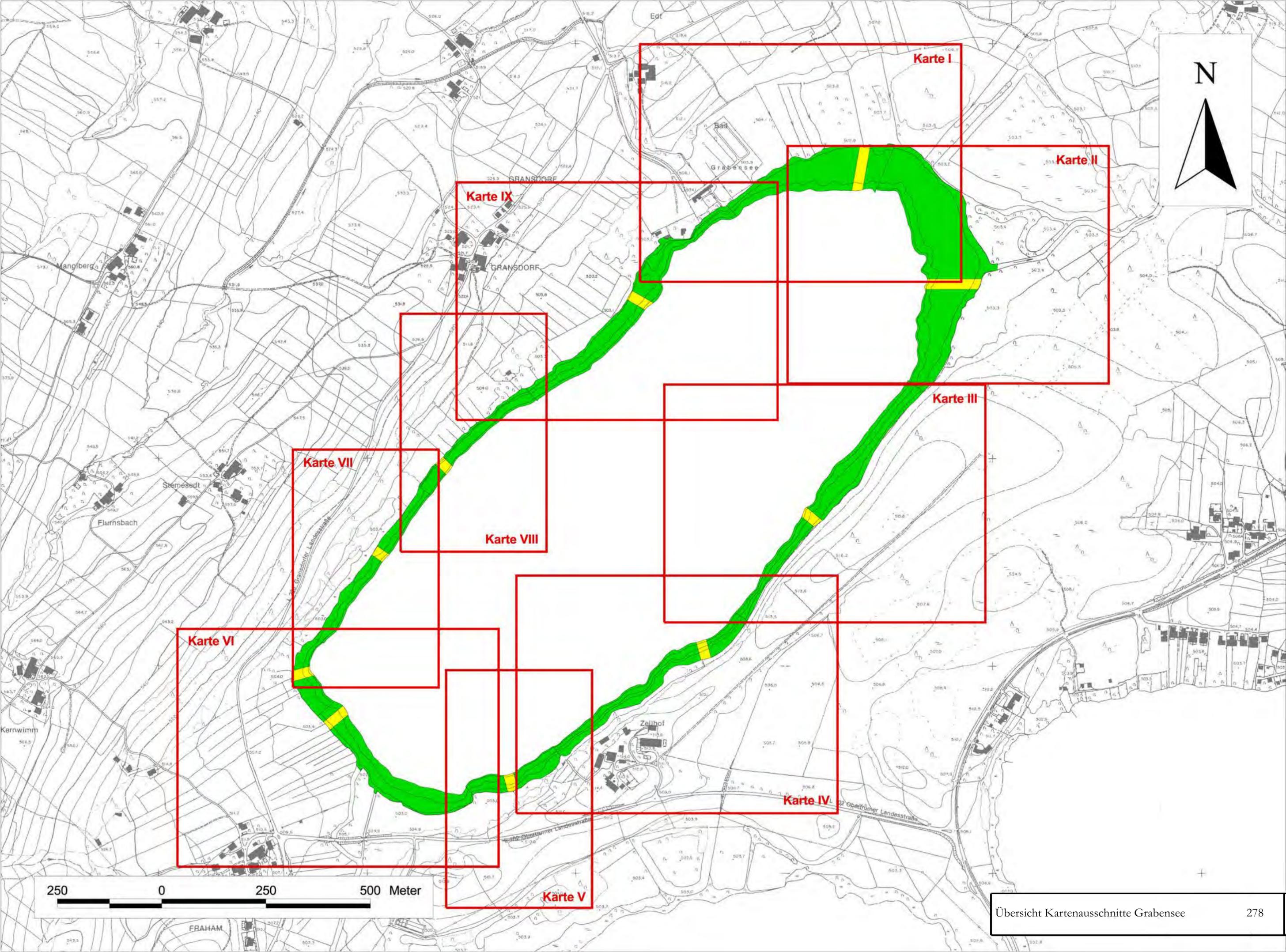
 Transekte Grabensee

**Tiefenlinien:**

-  Mittelwasseranschlaglinie (502,8 m.ü.A.)  
bzw. Uferlinie Mattig
-  5m Tiefenlinie
-  10m Tiefenlinien
-  tiefste Stelle (-14,1 m)



Grafik: Ing. Ingrid Schillinger, Gewässerschutz  
 erstellt am: 17.4.2014



Karte I

Karte II

Karte IX

Karte III

Karte VII

Karte VIII

Karte VI

Karte IV

Karte V

250 0 250 500 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

 Nitellafuren

 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 con\* *Chara contraria*  
Nit obt\* *Nitellopsis obtusa*

### Spermatophyta

Naj fle\* *Najas flexilis*  
Naj int *Najas intermedia*  
Naj min\* *Najas minor*  
Pot cri *Potamogeton crispus*  
Pot coo *Potamogeton x cooperi*  
Pot fil\* *Potamogeton filiformis*  
Pot pec *Potamogeton pectinatus*  
Pot per\* *Potamogeton perfoliatus*  
Pot pus\* *Potamogeton pusillus*

### Schwimmblattarten

Nup lut\* *Nuphar lutea*  
Nym alb\* *Nymphaea alba*

### Röhrichtarten

Bol mar\* *Bolboschoenus maritimus*  
Car ela *Carex elata*  
Cla mar\* *Cladium mariscus*  
Phr aus *Phragmites australis*  
Sch lac\* *Schoenoplectus lacustris*

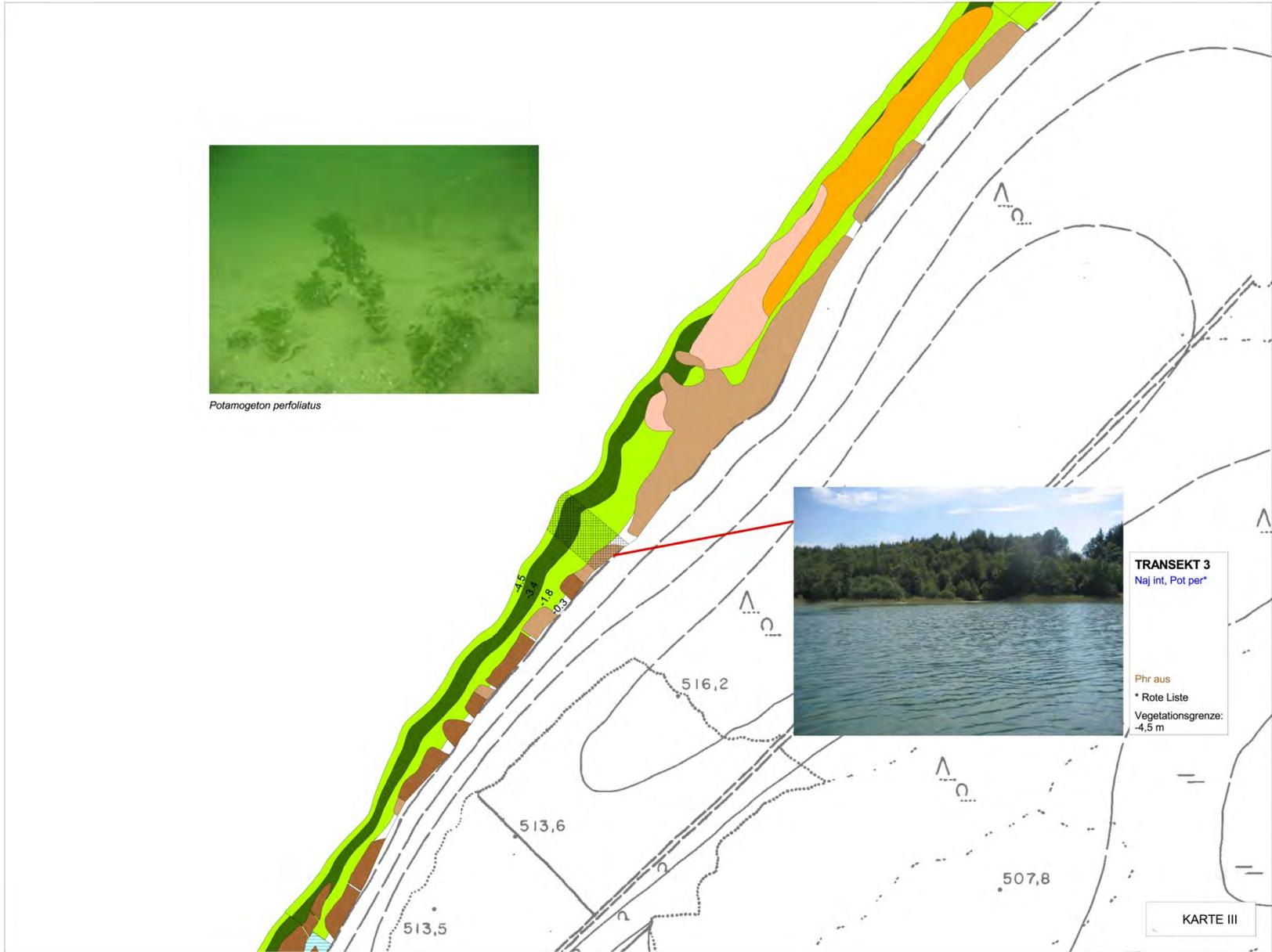
\* Arten der Roten Listen

50 0 50 100 Meter



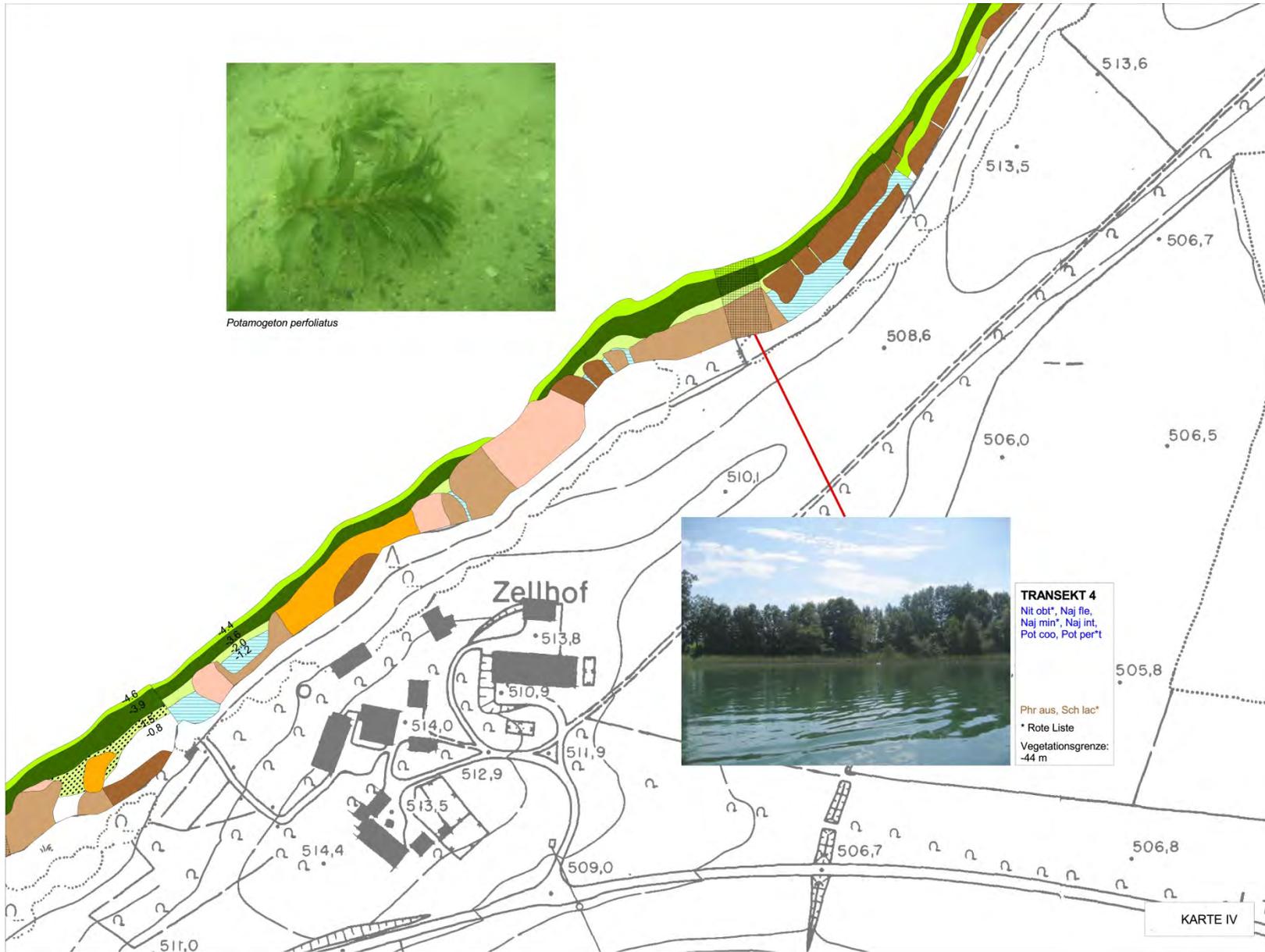








*Potamogeton perfoliatus*



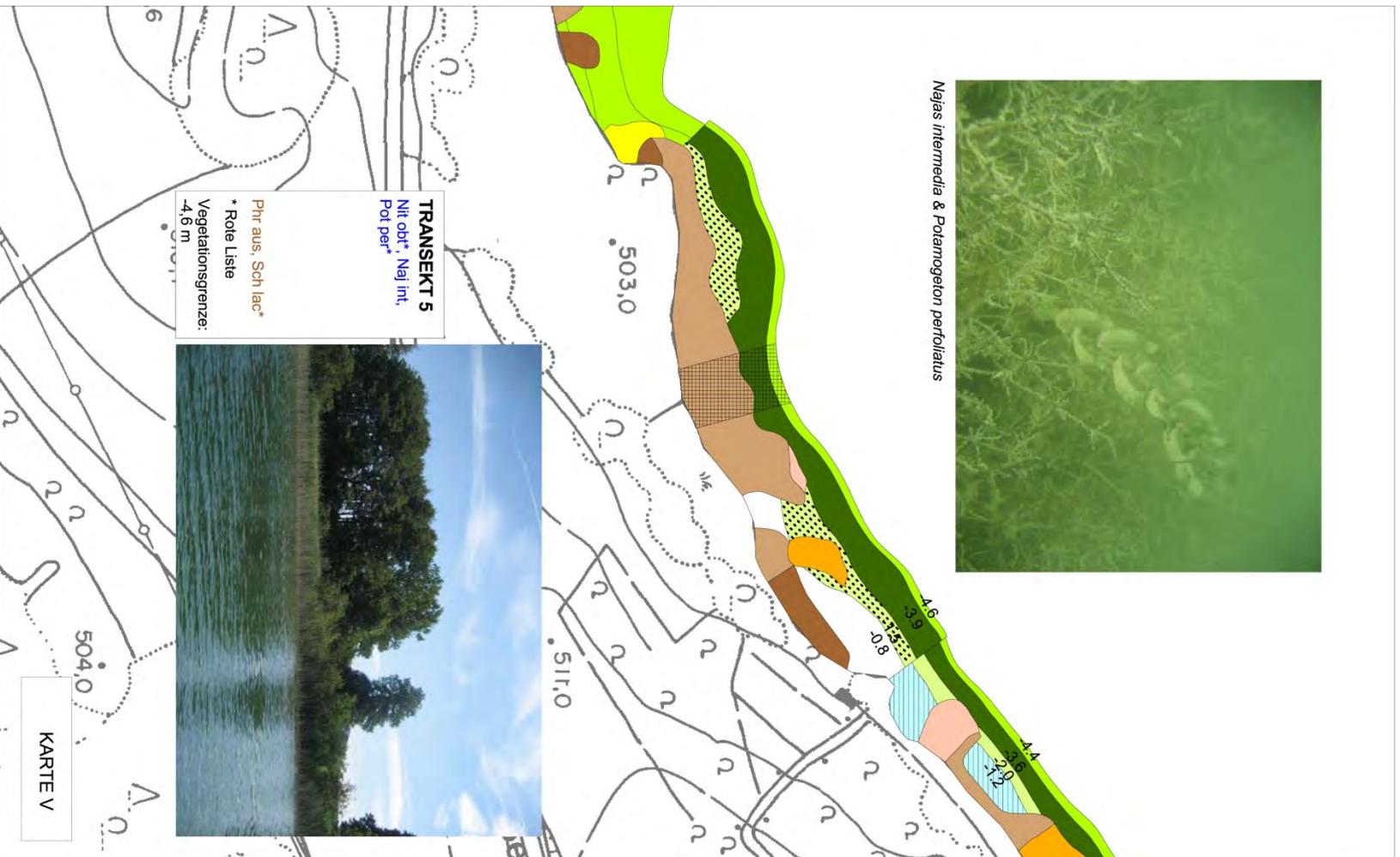
**TRANSEKT 4**  
 Nit obt\*, Naj fle.  
 Naj min\*, Naj int.  
 Pot coo, Pot per\*t

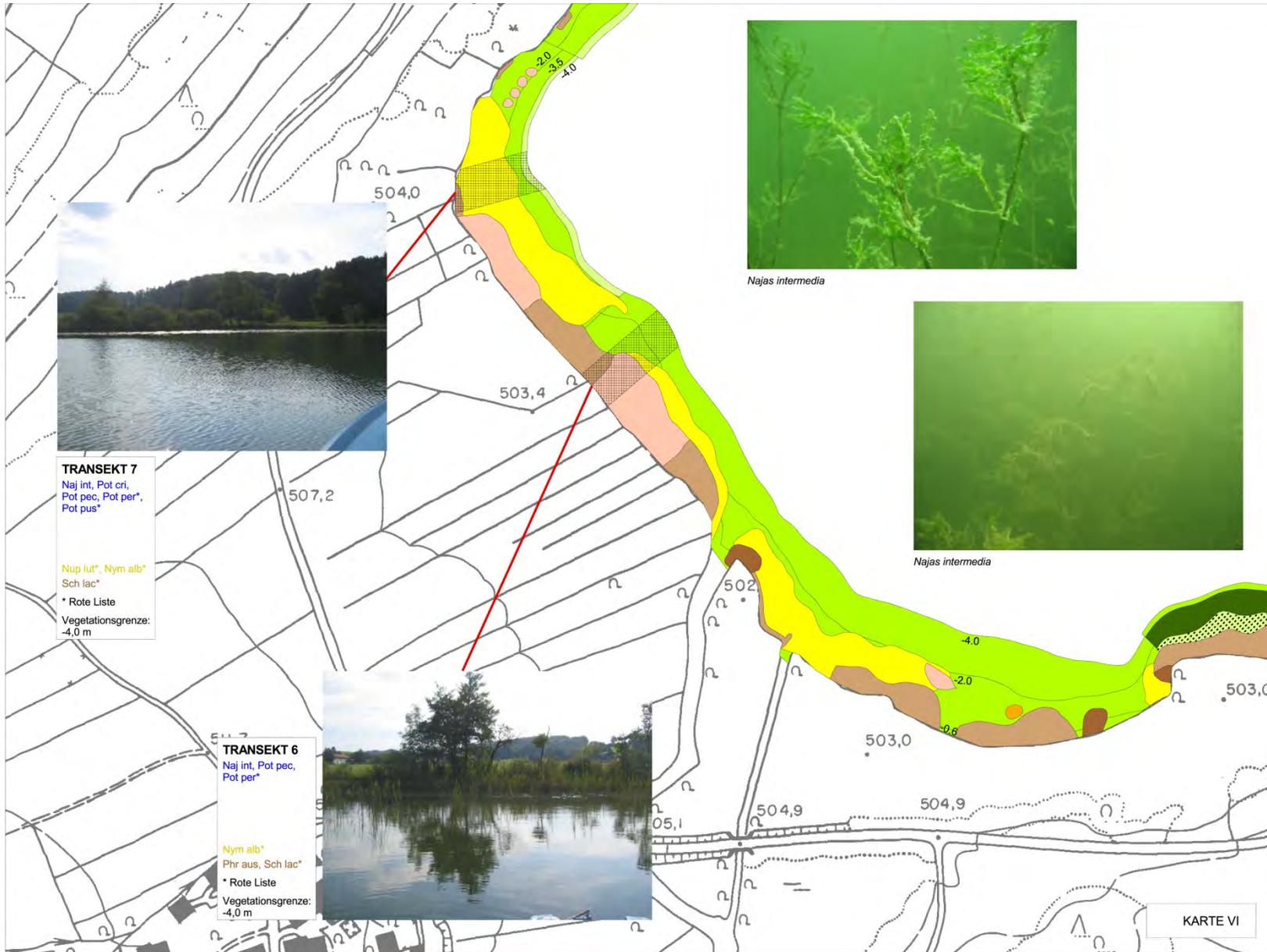
Phr aus, Sch lac\*  
 \* Rote Liste  
 Vegetationsgrenze:  
 -44 m

KARTE IV



*Najas intermedia* & *Potamogeton perfoliatus*











# Publikationen des Gewässerschutzes

## Reihe Gewässerschutz

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

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

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

E-Mail: [gewaesserschutz@salzburg.gv.at](mailto:gewaesserschutz@salzburg.gv.at), Homepage: [www.salzburg.gv.at/gewaesserschutz](http://www.salzburg.gv.at/gewaesserschutz)

GEWÄSSERSCHUTZ AKTUELL



*Land Salzburg*

*Für unser Land!*