

# MAKROPHYTENKARTIERUNG

## MONDSEE

### B e r i c h t

Untersuchung im Auftrag der  
Landesregierung Oberösterreich  
Gewässerschutz

#### **Projektleitung und -organisation**

Mag. Karin Pall

#### **Verfasser**

Mag. Karin Pall

DI Veronika Moser

Dr. Susanne Hippeli

#### **Mitarbeiter**

Stefan Mayerhofer

Mag. René Till

**Kartierungszeitraum:** August 2002

**Erstellungsdatum:** Oktober 2003



#### **Grundlagen:**

Echosondierung: Fa. ICRA, Salzburg

Orthofotos & Kartengrundlagen:

Landesregierung Oberösterreich

Systema Bio- und Management Consulting GmbH.

Bensasteig 8, 1140 Wien

Tel.: 0043 - 1 - 419 90 90 Fax: DW 19

www.systema.at / e-mail: office@systema.at



## INHALT

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DER MONDSEE</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>METHODEN</b> .....	<b>4</b>
3.1	FELDARBEIT.....	5
3.1.1	<i>Echosondierung</i> .....	5
3.1.2	<i>Makrophytenkartierung</i> .....	5
3.2	AUSWERTUNG.....	6
3.2.1	<i>Kartographische Darstellung, Bilanzierungen</i> .....	6
3.2.2	<i>Ermittlung der Mengenverhältnisse</i> .....	6
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>7</b>
4.1	ARTENSPEKTRUM.....	7
4.2	MENGENMÄßIGE ZUSAMMENSETZUNG DER VEGETATION.....	9
4.2.1	<i>Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten</i> .....	9
4.2.2	<i>Dominanzverhältnisse innerhalb der verschiedenen Vegetationseinheiten</i> .....	10
4.3	VERBREITUNG DER EINZELNEN ARTEN IM MONDSEE.....	12
4.3.1	<i>Untergetauchte Vegetation</i> .....	12
4.3.2	<i>Schwimblattvegetation</i> .....	35
4.3.3	<i>Röhrichtvegetation</i> .....	38
4.4	VEGETATIONS AUSSTATTUNG DER EINZELNEN TRANSEKTE.....	41
4.4.1	<i>Vegetationsgrenze</i> .....	41
4.4.2	<i>Artenanzahl</i> .....	42
4.4.3	<i>Vegetationsdichte</i> .....	43
<b>5</b>	<b>VERGLEICH MIT ZURÜCKLIEGENDEN UNTERSUCHUNGEN</b> .....	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>VEGETATIONSZONIERUNG</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>LITERATUR</b> .....	<b>51</b>
	<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>56</b>

## **1 EINLEITUNG**

Ziel der Untersuchung war es, die Datenbasis für die Beurteilung der Makrophytenvegetation des Mondsees nach Wasserrahmenrichtlinie bereitzustellen. Vorgenommen wurde eine Bestandsaufnahme der aquatischen Vegetationsverhältnisse. Hierbei kam eine neue, speziell auf die Erfordernisse der WRRL abgestimmte Erhebungsmethode zum Einsatz. Diese kombiniert eine Vermessung der Makrophytenbestände mittels dGPS und Echosonde mit gezielten Betauchungen entlang von Transekten.

Mit dem vorliegenden Bericht werden erstmals die aquatischen Vegetationsverhältnisse im Mondsee umfassend charakterisiert. Das Verbreitungsbild der einzelnen Arten wird kartographisch dargestellt und beschrieben. Weiters werden die für den Mondsee charakteristischen Vegetationseinheiten ausgewiesen und bilanziert. Innerhalb der verschiedenen Vegetationseinheiten werden die Dominanzverhältnisse der einzelnen Arten ermittelt.

## 2 DER MONDSEE

Der Mondsee liegt im Süden Oberösterreichs und ist der mittlere einer Kette von größeren Seen im Flussgebiet Ager-Traun. Den Südrand des See bilden die Steilabfälle der nördlichen Kalkalpen, im Norden grenzt der See an die Höhenrücken der Flyschzone. Die drei bedeutendsten Zuflüsse sind die Fuschler Ache (Ausrinn des Fuschlsees), die Zeller Ache (Ausrinn des Zellersees = Irrsees) und die Wangauer Ache. Die Lage des Mondsees ist in Abb. 1 dargestellt.

Der See liegt auf 481 m Seehöhe, seine Oberfläche beträgt 14,21 km<sup>2</sup> und das Einzugsgebiet weist eine Fläche von 247 km<sup>2</sup> auf. Die Seewanne lässt sich in das nördliche Oberbecken mit maximal 48 m Tiefe und das südliche Unterbecken mit einer Maximaltiefe von 68,3 m gliedern. Das Wasservolumen des Sees beträgt 510 Mio m<sup>3</sup>. Der Mondsee wird mit dem Attersee, dem Fuschlsee, dem Hallstättersee, dem Traunsee und dem Wolfgangsee zum Typ der großen, tiefen Salzkammergutseen gerechnet (WOLFRAM, 2003).

Während der Mondsee in den 30er Jahren noch als oligotroph bezeichnet werden konnte, erfuhr er – wohl hauptsächlich bedingt durch den rapiden Anstieg des Fremdenverkehrs – Ende der 60er einen massiven Eutrophierungsschub und geriet in den eutrophen Zustand. Seit den 70er Jahren wurden daher umfangreiche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Heute kann der See aus limnologischer Sicht erneut als oligotroph eingestuft werden.



Abb. 1: Lage des Mondsees.

### 3 METHODEN

Prinzipiell kann eine Beurteilung um so 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 (PALL, 1999 a) für die Belange der WRRL nicht gerechtfertigt erscheint.

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

Vor diesem Hintergrund wurde in Zusammenarbeit von Dr. Paul Jäger (Salzburger Landesregierung), Mag. Karin Pall (SYSTEMA, Wien) und Mag. Erich Dumfarth (ICRA, Salzburg) eine neue, speziell auf die Erfordernisse der WRRL zugeschnittene Methode der Makrophytenkartierung in großen Seen entwickelt (JÄGER et al., 2002). Durch die Kombination von Transektkartierungen (Betauchung) mit einer Echosonar-Vermessung der Makrophytenbestände gelangt man letztlich wieder zu einer flächendeckenden Aussage, die als Basis zur gesamthaften Beurteilung des Gewässers nach WRRL herangezogen werden kann.

Auf eine genaue Beschreibung der Aufnahmemethode soll hier verzichtet werden, sie ist in JÄGER et al. (2002) ausführlich dargestellt. 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 wird in PALL (2004, in prep.) wiedergegeben.

## **3.1 Feldarbeit**

### **3.1.1 ECHOSONDIERUNG**

Die Echosondierung erfolgte Anfang August 2002. Die Arbeiten wurden von der Firma ICRA, Salzburg durchgeführt (DUMFARTH, 2002). Im ersten Schritt wurde durch Luftbildinterpretation und Neuvermessung im Gelände eine Korrektur der Uferlinie vorgenommen. Im Anschluss daran erfolgte eine Einmessung von Röhricht- und Schwimmblattbeständen mittels dGPS und Boot. Letztlich wurde mittels Echosonde die flächenmäßige und die vertikale Ausdehnung der untergetauchten Pflanzenbestände erfasst. Hierzu wurde der bewachsene Bereich der Uferhalde in engen mäanderartigen Schlaufen mit Boot und Echosonde abgefahren, woraus eine dichte Folge von Echogrammen resultiert.

Die Echogramme wurden von der Systema analysiert und ausgewertet. Unter Einbeziehung von Ergebnissen aus Voruntersuchungen (PALL et al., 2001) konnten hierbei von der Bewuchsstruktur her einheitliche Bereiche gegeneinander abgegrenzt werden. Auf dieser Basis wurden sodann die für die Erfassung des Artenspektrums und anderer relevanter Parameter zu betauchenden Transekte festgelegt.

### **3.1.2 MAKROPHYTENKARTIERUNG**

Die Taucharbeiten wurden im August 2002 durchgeführt. Das Untersuchungsteam bestand aus zwei Gruppen mit jeweils zwei Tauchern. Die Kartierung konzentrierte sich auf submerse Arten, Schwimmblattpflanzen und die Röhrichtvegetation, wobei Characeen, aquatische Moose sowie Höhere Pflanzen Berücksichtigung fanden.

Das mengenmäßige Vorkommen jeder einzelnen Art wurde nach einer fünfstufigen Skala (KÖHLER, 1978) bewertet. Die einzelnen Stufen bedeuten hierbei: 1 = sehr selten, 2 = selten, 3 = verbreitet, 4 = häufig und 5 = massenhaft. Weiters wurden die artspezifischen Bewuchshöhen gemessen sowie Angaben zur Sedimentqualität, Uferneigung, Beschattung etc. notiert.

Die Vegetationsaufnahme erfolgte entlang von jeweils ca. 20 m breiten Transekten (PALL, 2004). Die Lage der untersuchten Transekte wurde mit GPS eingemessen und ist Abb. 2 zu entnehmen.

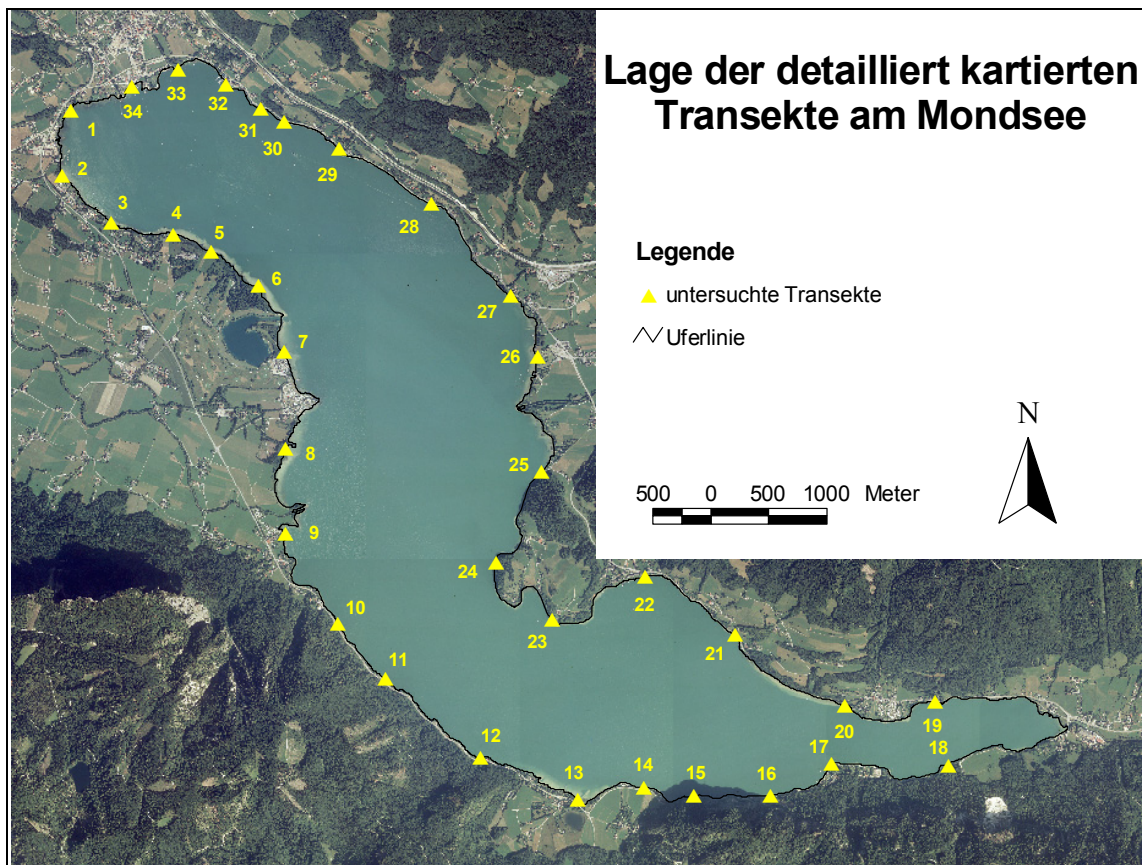


Abb. 2: Lage der einzelnen Transekte im Mondsee.

## 3.2 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).

### 3.2.1 KARTOGRAPHISCHE DARSTELLUNG, BILANZIERUNGEN

Die kartographische Darstellung der Untersuchungsergebnisse und die flächenmäßigen Bilanzierungen erfolgten mit Hilfe der Software ArcView GIS.

### 3.2.2 ERMITTLUNG DER MENGENVERHÄLTNISSE

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 et al., 1996).

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Artenspektrum

Im Mondsee konnten im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung insgesamt 28 Makrophytenarten nachgewiesen werden (Tab. 1). Jeweils 2 davon zählen zu den Röhrichtarten und den Schwimmblattpflanzen, die übrigen 24 Arten wachsen submers (untergetaucht). Vorgefunden wurden 7 Vertreter der Armleuchteralgen (Charophyta), 3 Wassermoosarten (Bryophyta) und 18 Vertreter der Höheren Pflanzen (Spermatophyta).

Neben den 7 Armleuchteralgenarten, die generell als gefährdet einzustufen sind, konnten mit *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Ranunculus circinatus* und *Utricularia australis* 6 weitere gemäß NIKLFELD (1999) in Österreich gefährdete Arten nachgewiesen werden. Als stark gefährdete Arten gelten *Eleocharis acicularis* und *Potamogeton mucronatus*.

Als Neophyt („alien-species“) ist *Elodae nuttallii* zu nennen.



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

MAKROPHYTENARTEN	Deutsche Artnamen	RL	Kürzel
<b>Untergetauchte Arten</b>			
<b>Charophyta</b>			
<i>Chara aspera</i> DETHARDING ex WILLDENOW	Rauhe Armleuchteralge	*	Cha asp
<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 tomentosa</i> L.	Geweih-Armluchteralge	*	Cha tom
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) AGARDH	Dunkle Glanzleuchteralge	*	Nit opa
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESVAUX IN LOISELEUR) J. GROVES	Stern-Armluchteralge	*	Nit obt
<b>Bryophyta</b>			
<i>Brachythecium rivulare</i> B.S.G.	Bach-Kurzbüchsenmoos		Bra riv
<i>Fontinalis antipyretica</i> L.	Gemeines Brunnenmoos		Fon ant
<i>Hygrohypnum luridum</i> (HEDW.) JENN.	Bräunliches Wasserschlafmoos		Hyg lur
<b>Spermatophyta</b>			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Rauhes Hornblatt		Cer dem
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) ROEMER et SCHULTES	Nadel-Sumpfbirse	2	Ele aci
<i>Elodea nuttallii</i> (PLANCHON) ST. JOHN	Nuttall-Wasserpest		Elo nut
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Ähren-Tausendblatt		Myr spi
<i>Najas intermedia</i> WOLFANG ex GÓRSKI in EICHWALD	Mittleres Nixenkraut		Naj int
<i>Najas marina</i> L.	Großes-Nixenkraut		Naj mar
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Krauses Laichkraut		Pot cri
<i>Potamogeton mucronatus</i> SCHRADER ex SONDER	Stachelspitziges Laichkraut	2	Pot muc
<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
<i>Utricularia australis</i> R. BROWN	Großer Wasserschlauch	3	Utr aus
<i>Zannichellia palustris</i> L.	Teichfaden		Zan pal
<b>Schwimtblattarten</b>			
<i>Nuphar lutea</i> (L.) J.E. SMITH in SIBTHORP et J.E. SMITH	Gelbe Teichrose	3	Nup lut
<i>Nymphaea alba</i> L.	Große Seerose	3	Nym alb
<b>Röhrichtarten</b>			
<i>Phragmites australis</i> (CAVANILLES) TRINIUS ex STREUDEL	Schilf		Phr aus
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	Grüne Teichbinse		Sch lac

## 4.2 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.

### 4.2.1 MENGENANTEILE DER VERSCHIEDENEN VEGETATIONSEINHEITEN

Abbildung 3 zeigt die Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten im Mondsee. Demnach dominieren bei weitem die untergetauchten Höheren Pflanzen (RPM ca. 72 %). Auch die Characeen haben mit einem RPM-Wert von ca. 20 % noch einen bedeutenden Anteil an der Gesamtpflanzenmenge. Die Röhrichtvegetation ist mit lediglich 6 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt: Die Schwimmblattvegetation und die aquatischen Moose spielen mit einem RPM-Wert von jeweils ca. 1 % hingegen mengenmäßig kaum eine Rolle.

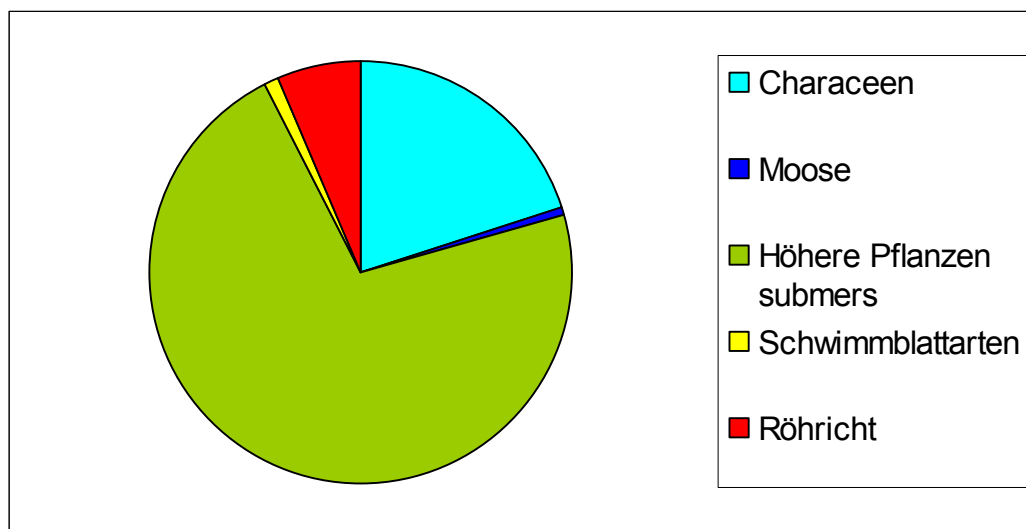


Abb. 3: Mengenanteile der verschiedenen Vegetationseinheiten.

#### 4.2.2 DOMINANZVERHÄLTNISSE INNERHALB DER VERSCHIEDENEN VEGETATIONSEINHEITEN

##### Submerse Vegetation

Die mit Abstand häufigste Wasserpflanzenart am Mondsee ist *Potamogeton pusillus* (Abb. 4). Das Zwerg-Laichkraut trägt mehr als 30 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von *Elodea nuttallii* mit einem Anteil von 14 % und *Potamogeton pectinatus* mit 11 %igem Anteil an der Gesamtpflanzenmenge. Auf Position 4 befindet sich die Armleuchteralgenart *Nitellopsis obtusa*, gefolgt von *Myriophyllum spicatum*. Alle anderen Arten sind mit weniger als 5 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Acht von insgesamt 24 Arten erreichen nicht einmal einen RPM-Wert von 1 % und sind in der Rubrik „residual“ zusammengefasst. Zu dieser Gruppe der im Mondsee seltenen Arten gehören alle aquatischen Moose, *Potamogeton crispus*, *Ceratophyllum demersum*, *Najas intermedia*, *Chara aspera* und *Nitella opaca*.

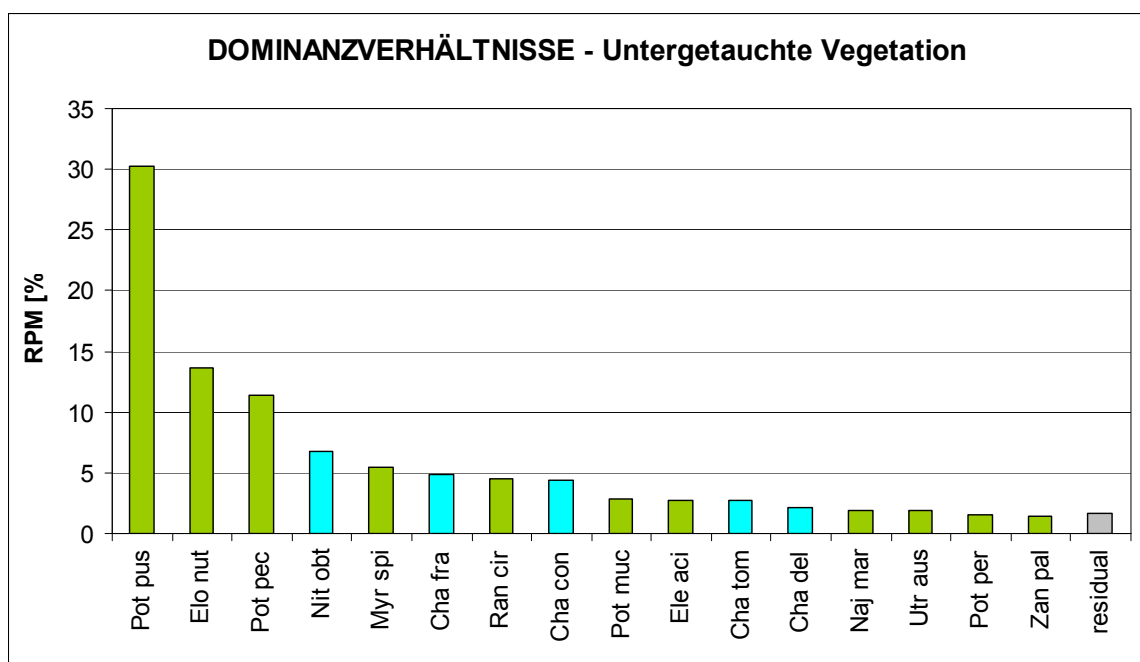


Abb. 4: Dominanzverhältnisse innerhalb der untergetauchten Vegetation.

##### Schwimblattarten

Am Mondsee kommen *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* als Vertreter der Schwimblattvegetation vor (Abb. 5). Beide Arten sind nur selten anzutreffen. Die Gelbe Teichrose wurde in 10 von 34 Transekten, zweimal davon „verbreitet“ vorgefunden. Die Große Seerose wuchs dagegen lediglich in 2 Transekten und war immer nur in Einzelexemplaren vorhanden. Dies schlägt sich im Dominanzverhältnis der beiden Arten nieder, in dem *Nymphaea alba* deutlich unterlegen ist.

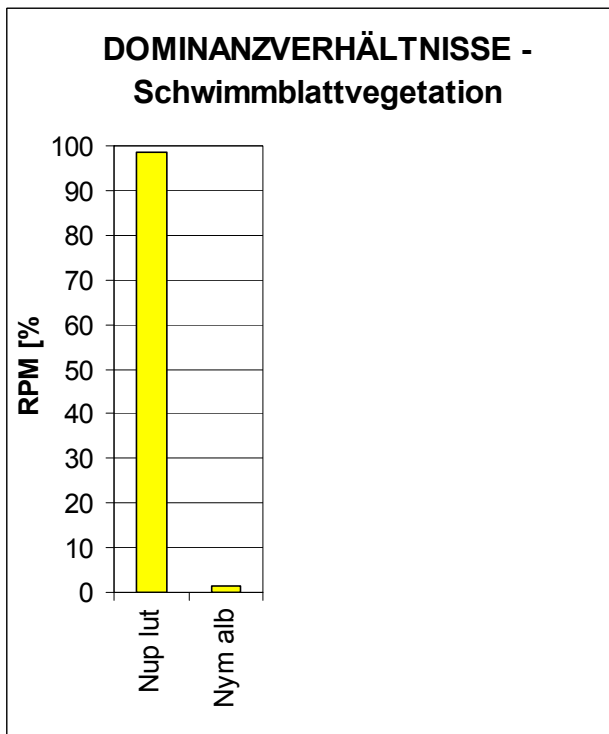


Abb. 5: Dominanzverhältnisse innerhalb der Schwimblattvegetation.

### Röhricht

Ein Röhrichtgürtel fehlt am Mondsee über weite Uferbereiche. Nur in einigen Bereichen, vor allem am Nordwestufer des Sees, wachsen Schilfbestände. Vereinzelt wird *Phragmites australis* von *Schoenoplectus lacustris* begleitet. Die Grüne Teichbinse gilt als „sehr selten“ bis „selten“ und spielt im Vergleich zu *Phragmites australis* mengenmäßig eine untergeordnete Rolle (Abb. 6).

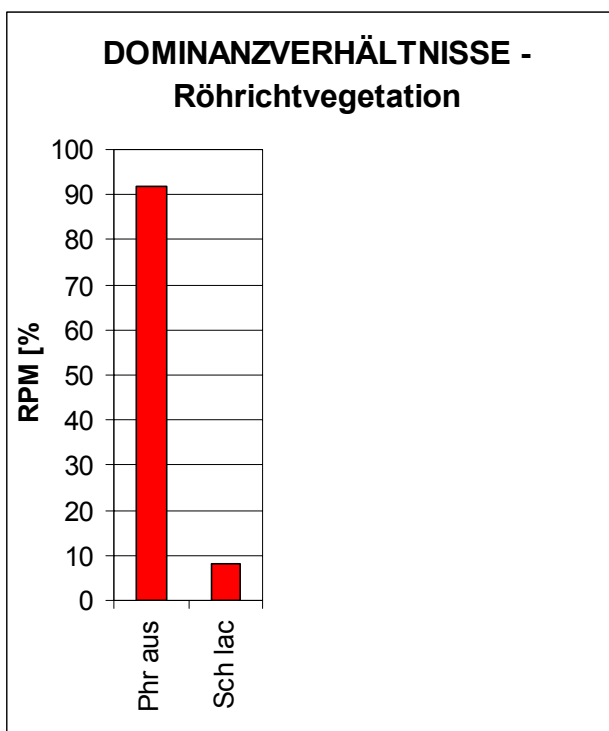


Abb. 6: Dominanzverhältnisse innerhalb der Röhrichtvegetation.

## 4.3 Verbreitung der einzelnen Arten im Mondsee

### 4.3.1 UNTERGETAUCHTE VEGETATION

Unter Wasser finden sich bis in eine Tiefe von im Mittel ca. 6,5 m (max. 8,5 m) schütterere bis dichte Pflanzenbestände. Neben 7 Vertretern der Armleuchteralgen (Characeae) konnten 3 aquatische Moose sowie 14 Vertreter der Höheren Pflanzen nachgewiesen werden.

#### Charophyta (ArMLEUCHTERALGEN)

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 der selben 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).

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

Während Characeen im benachbarten ultraoligotrophen Attersee dichte unterseeische Wiesen ausbilden und die bei weitem dominierende Vegetationseinheit darstellen, haben Armleuchteralgen im Mondsee nur eine vergleichsweise geringe Bedeutung. Die Artenanzahl fällt mit 7 Spezies wohl relativ hoch aus, die mengenmäßige Bedeutung der Characeen ist allerdings mit einem RPM-Wert von 20 % (s.o.) gering. Bei den vorgefundenen Pflanzen handelt es sich überwiegend um „sehr seltene“ bis „seltene“ Vorkommen, dichtere bzw. zusammenhängende Pflanzenbestände werden mit wenigen Ausnahmen nicht ausgebildet.

### *Chara aspera* (Rauhe Armelechteralge)

Die Rauhe Armelechteralge stellt sehr hohe Ansprüche an die Wasserqualität. Im ultraoligotrophen Attersee ist sie die dominierende Armelechteralgenart. Das Verschwinden von *Chara aspera* bei Eutrophierung von Gewässern oder auch nur punktuell erhöhten Nährstoffkonzentrationen ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt (vgl. z. B. LANG, 1981; MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996). Das fast völlige Fehlen der Art im Mondsee kann daher mit großer Sicherheit auf die in der Vergangenheit erfolgten Eutrophierungsvorgänge im Mondsee zurückgeführt werden. Im Rahmen der aktuellen Untersuchung konnte *Chara aspera* nur in drei Transekten (21, 22 und 23) am Nordufer des Südlichen Seebeckens nachgewiesen werden (Abb. 7).

*Chara aspera* ist eine typische Flachwasserart. Am Mondsee liegt die Hauptverbreitung der Art zwischen 1,5 und 2,0 m Wassertiefe, einzelne Vorkommen finden sich jedoch auch bis in eine Wassertiefe von 3,5 m.

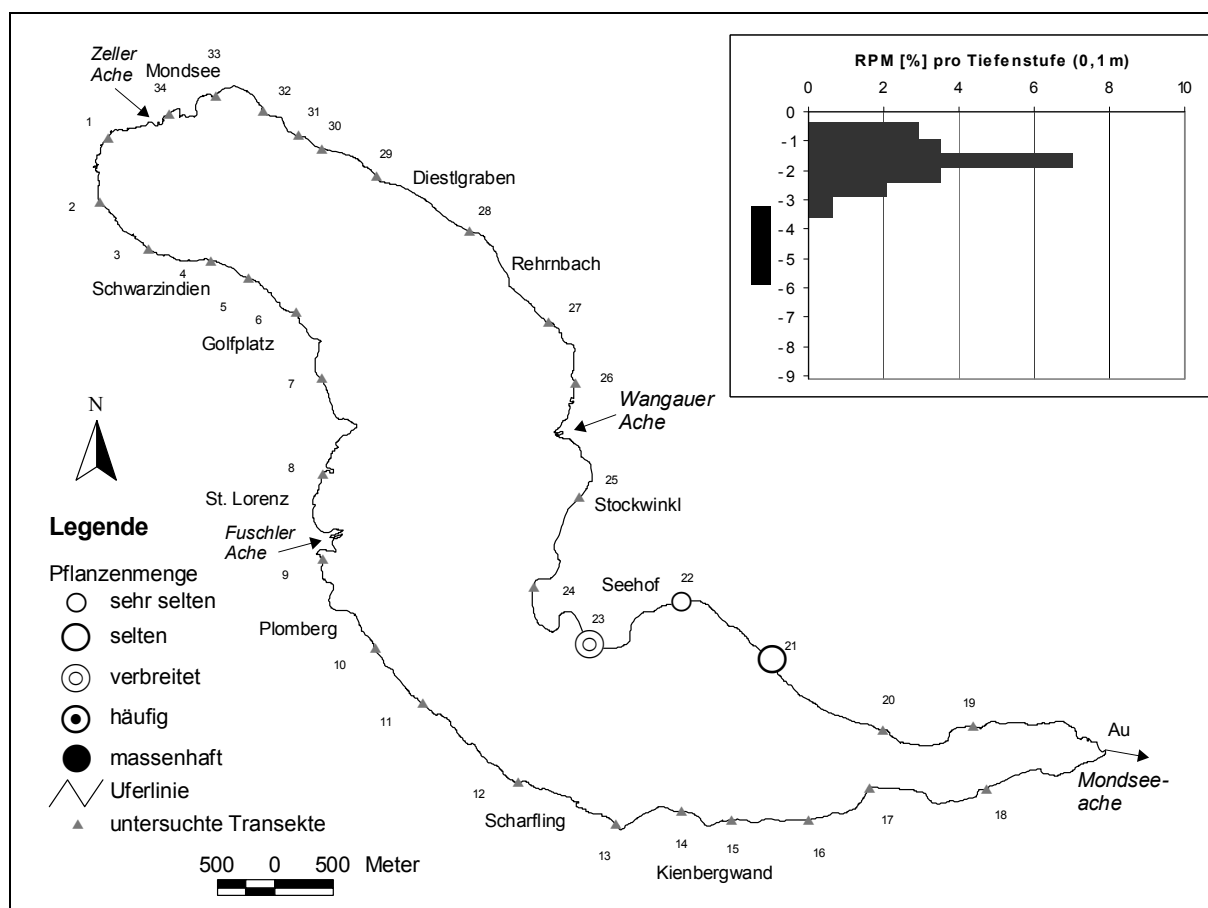
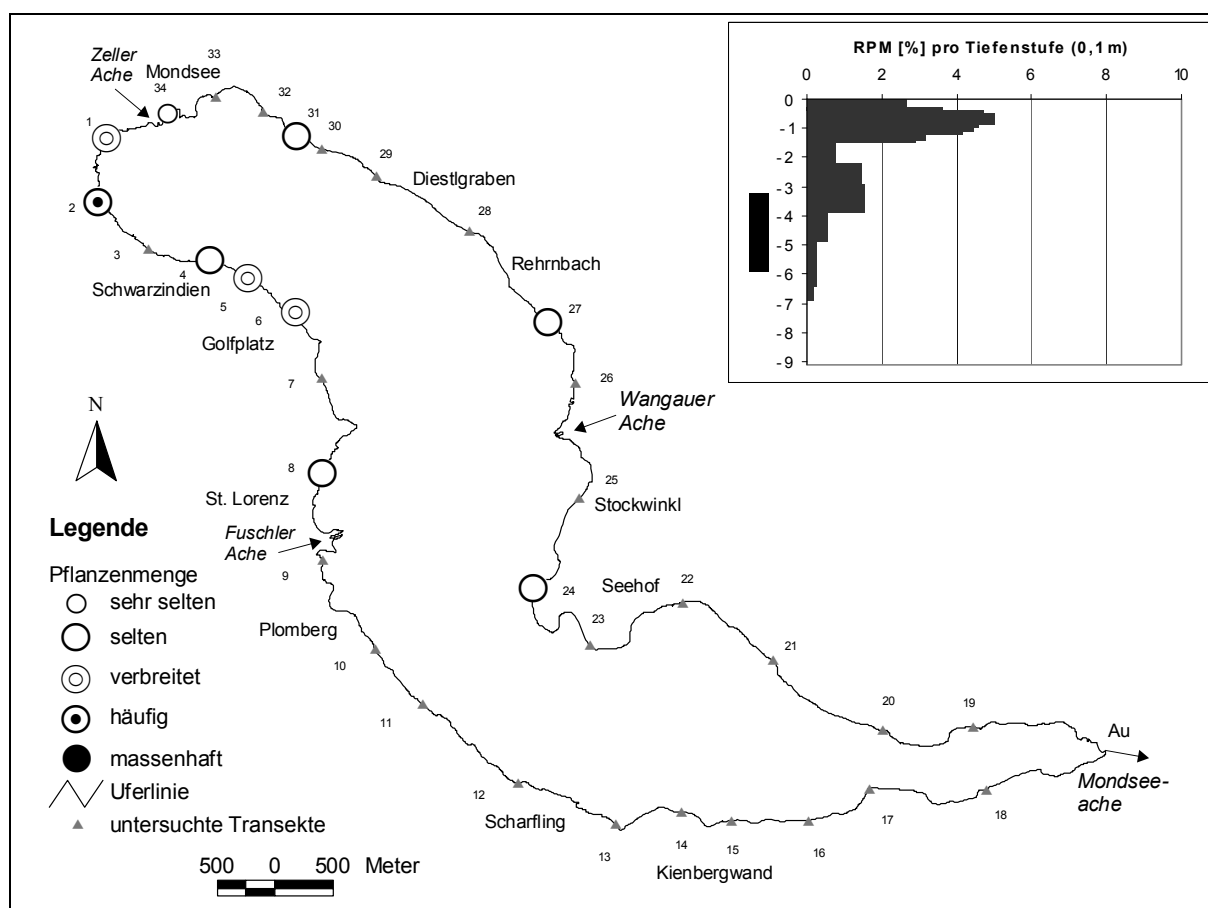


Abb. 7: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara aspera* im Mondsee.

### *Chara contraria* (Gegensätzliche Armelechteralge)

Die derbere, bräunlich gefärbte Gegensätzliche Armelechteralge zählt zu den etwas häufigeren Characeen-Arten des Mondsees (Abb. 8). Auf Nährstoffbelastungen reagiert *Chara contraria* weitaus weniger empfindlich als die meisten anderen Characeen-Arten und findet daher in einigen Bereichen des Mondsees offensichtlich geeignete Lebensbedingungen vor. Die Art wurde ausschließlich im nördlichen Seebecken nachgewiesen, wobei der Verbreitungsschwerpunkt entlang des Westufers etwa zwischen der Einmündung der Zeller Ache und dem Golfplatz bei Schwarzindien liegt.

Bezüglich ihrer Tiefenausbreitung schließen sich die Bestände von *Chara contraria* üblicherweise unterhalb von *Chara aspera* an. Am Mondsee liegt der Verbreitungsschwerpunkt der Art allerdings eher im Flachwasserbereich.



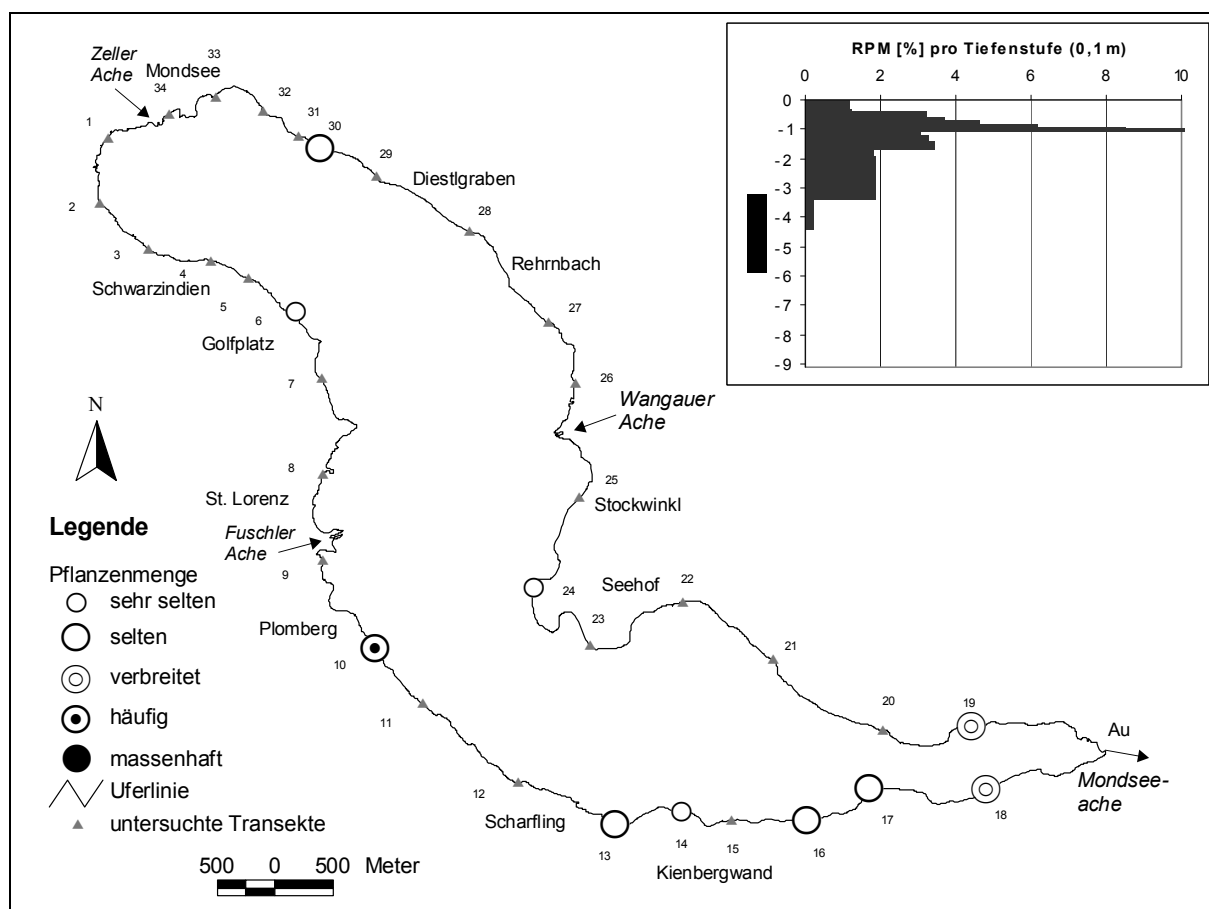
**Abb. 8: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara contraria* im Mondsee.**

### *Chara delicatula* (Feine Armelechteralge)

Auch *Chara delicatula* ist im Mondsee nur selten anzutreffen (Abb. 9). Die Feine Armelechteralge bevorzugt üblicherweise Weichwasserstandorte. Demnach wäre zu erwarten, dass sich die Art bevorzugt am vom Flysch begrenzten Nordostufer des Sees finden würde. Offensichtlich überlagert die Trophie hier jedoch die geologischen Gegebenheiten. In der Sensitivität gegenüber Nährstoffbelastungen liegt *Chara delicatula* etwa zwischen *Chara aspera* und *Chara contraria* (vgl. PALL, 1999b).

Die Art hat vor allem im südlichen Seebecken ihre Standorte. Das bedeutendste Vorkommen wurde in Transekt 10, südlich von Plomberg gefunden. „Verbreitet“ konnte die Art weiterhin in der Nähe des Seeausflusses, der Mondseeache (Transekte 18 und 19) angetroffen werden.

Hinsichtlich ihrer Tiefenverbreitung verhält sich *Chara delicatula* im Mondsee ähnlich wie *Chara aspera*. Dies entspricht den Verhältnissen in anderen Voralpenseen (vgl. z.B. MELZER et al., 1986, 1988, PALL & HARLACHER, 1992.)

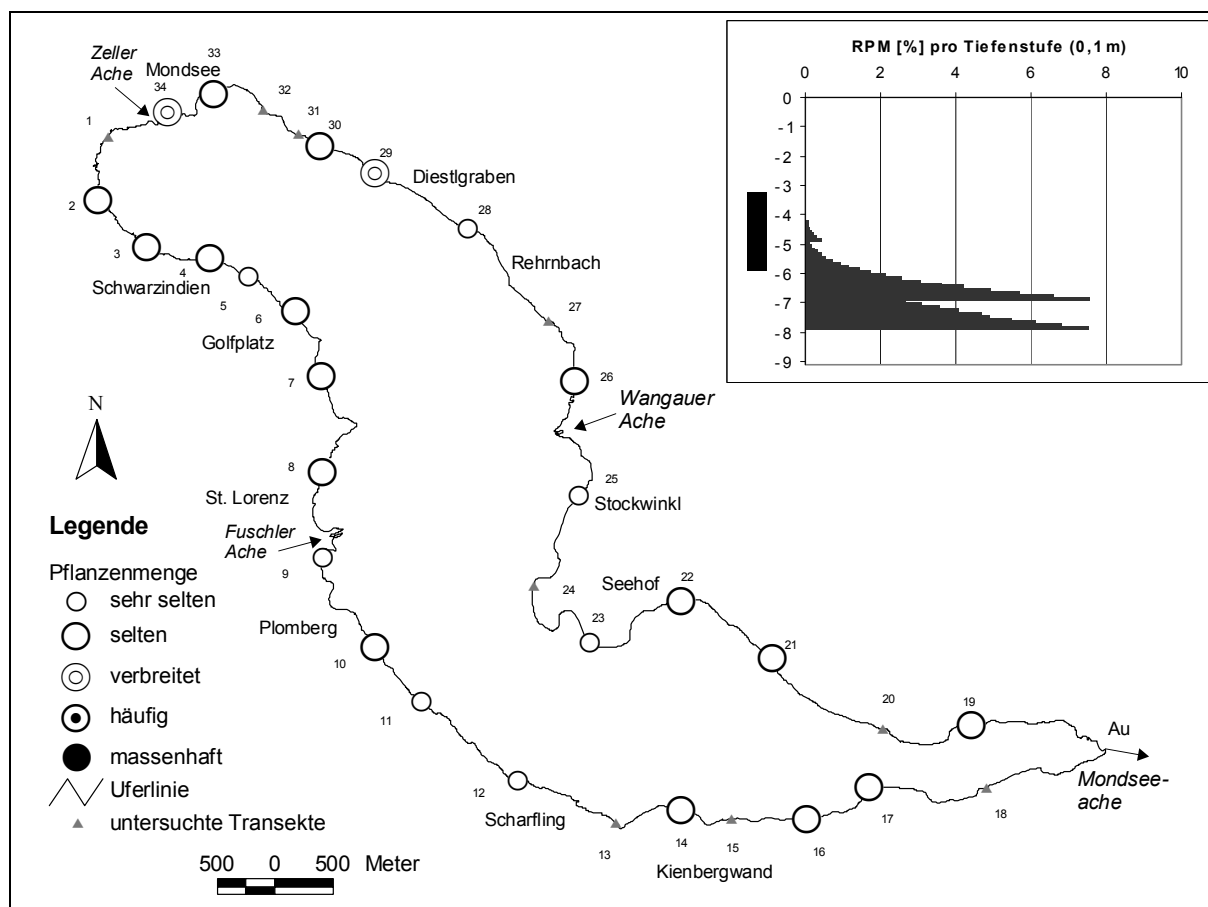


**Abb. 9:** Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara delicatula* im Mondsee.



### *Chara globularis* (Zerbrechliche Armluchteralge)

Die Zerbrechliche Armluchteralge ist die häufigste Characeen-Art im Mondsee (Abb. 10). Die Größe kann zwischen 5 und 30 cm betragen. Im Mondsee wird eine mittlere Wuchshöhe von lediglich 13 cm erreicht. Im Rahmen zurückliegender Seenkartierungen zeigte sich, dass *Chara globularis* eine weite ökologische Amplitude aufweist und an die Wasserqualität geringere Ansprüche stellt als andere Vertreter der Armluchteralgen (vgl. z.B. MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996). Auch am Mondsee kann auf Basis der Transektkartierung kein Zusammenhang des Verbreitungsmusters der Art mit bestimmten Belastungseinflüssen festgestellt werden. So wurde *Chara globularis* in 25 von 34 Transekten rund um den See nachgewiesen.



**Abb. 10: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara globularis* im Mondsee.**

*Chara globularis* zählt in den Seen des bayerischen und österreichischen Alpenvorlandes zu den typischen Tiefenwasserarten und bildet dort häufig die untere Grenze der Vegetation (MELZER et al., 1986, 1988; MELZER & HÜNERFELD, 1990; PALL, 1996). Ein entsprechendes Verhalten zeigt *Chara globularis* auch am Mondsee. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt zwischen 6 und 8 m Wassertiefe.

### *Chara tomentosa* (Geweih-Armluchteralge)

*Chara tomentosa* konnte am Mondsee nur im Nordbecken nachgewiesen werden (Abb. 11). Größere Häufigkeiten erreicht die Art im Bereich des Zuflusses der Zeller Ache (Transekte 34, 1, 2). Ein weiterer Fundort liegt südlich des Golfplatzes (Transekt 7). Die Geweih-Armluchteralge kommt im Tiefenbereich zwischen 0 und 5,9 m Wassertiefe vor, wobei das Verbreitungsmaximum bei etwa 2 m Tiefe liegt. Dies stimmt mit den Erfahrungen an bayerischen Voralpensee überein, wo die Art zumeist Flachwasserstandorte mit weichen, tiefgründigen Kalkschlammablagerungen beseidelt (MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992). Für die Gewässer im Norden der DDR wird allerdings die Bevorzugung größerer Wassertiefen (2,8 bis 5 m) beschrieben (KRAUSCH, 1964; DOLL, 1989).

Mit einer mittleren Pflanzenhöhe von 23 cm ist sie im Mondsee die großwüchsigste Armluchteralgenart. Ähnliche Wuchshöhen wurden auch in anderen Gewässern beobachtet (MELZER et al., 1986, 1988; PALL & HARLACHER, 1992).

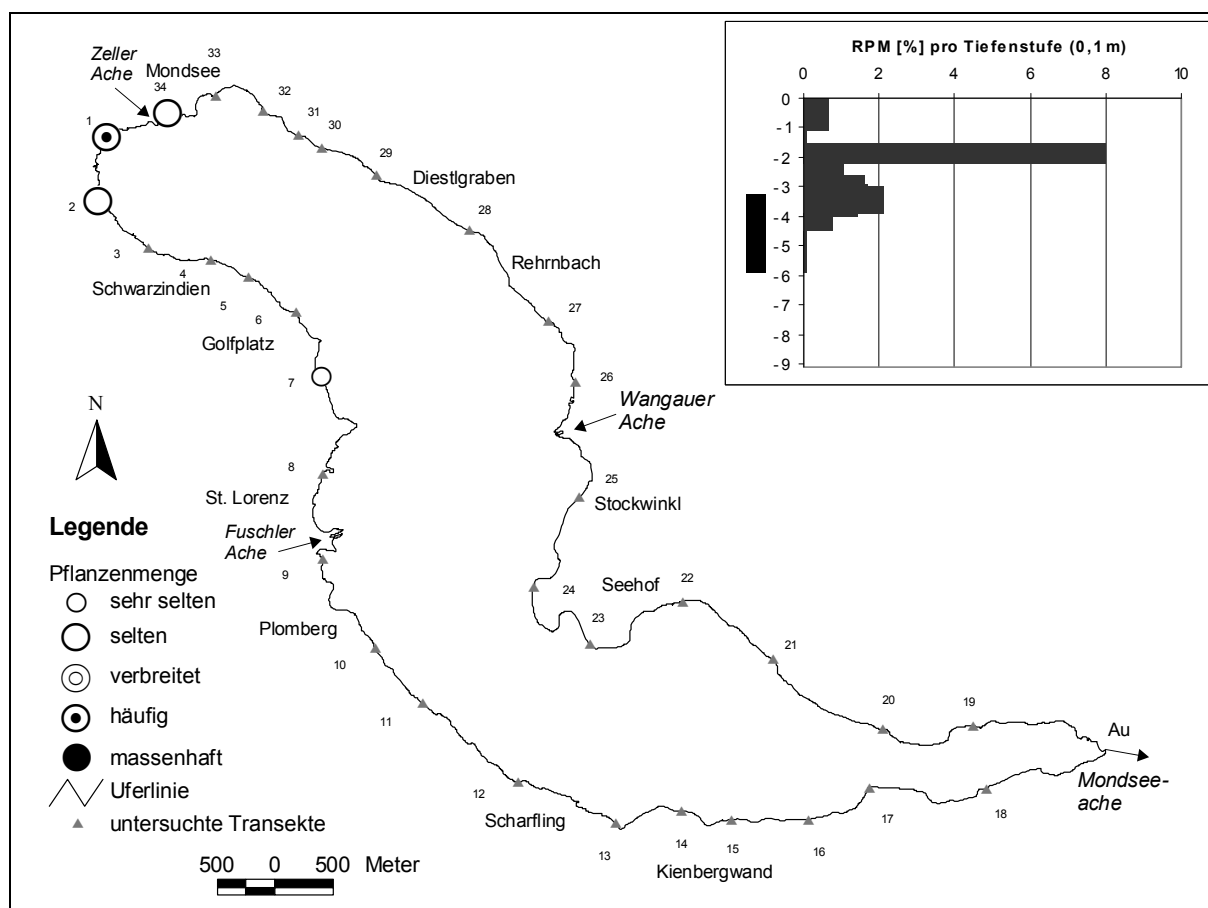
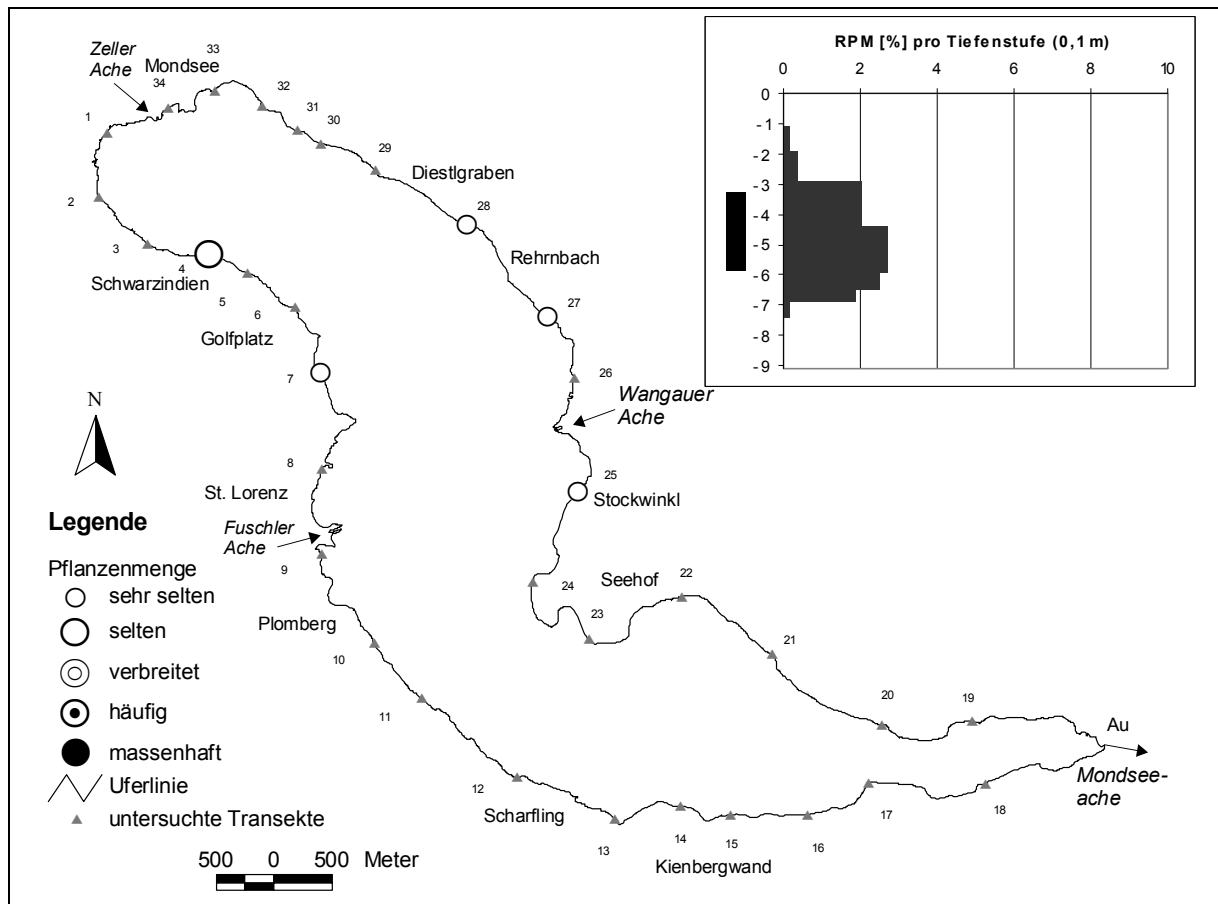


Abb. 11: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Chara tomentosa* im Mondsee.

**Nitella opaca (Dunkle Glanzleuchteralge)**

*Nitella opaca* gehört im Mondsee zu den selteneren Arten. Vorkommen finden sich nur im nördlichen Seebecken, hier am Westufer zwischen Schwarzindien und dem Golfplatz sowie am Ostufer im Bereich zwischen Diestlgraben und Stockwinkl (Abb. 12).



**Abb. 12: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Nitella opaca* im Mondsee.**

Die Dunkle Glanzleuchteralge 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. *Nitella opaca* bildet häufig die untere Begrenzung der Vegetation. Das ist an den Orten ihres Vorkommens auch im Mondsee der Fall, wo die Art bevorzugt zwischen etwa 3 und 6 m Wassertiefe gedeiht.

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

*Nitellopsis obtusa* wurde im Mondsee lediglich in 5 von 34 Transekten nachgewiesen (Abb. 13). Aufgrund des dort z.T. massenhaften Vorkommens ist die Stern-Armeleuchteralge mit einem RPM-Wert von ca. 7 % bezüglich der insgesamt vorhandenen Pflanzenmenge dennoch die vierthäufigste Art im Mondsee. Die dichtesten Vorkommen finden sich im Bereich des Naturschutzgebietes zwischen Stockwinkl und Seehof (Transekt 24). Hier bildet *Nitellopsis obtusa* zwischen 2 und 6 m Wassertiefe flächendeckende Bestände, wobei Wuchshöhen von bis zu 40 cm erreicht werden. In geringerer Häufigkeit und Wuchshöhe reichen die Pflanzen noch bis in eine Wassertiefe von 7 m.

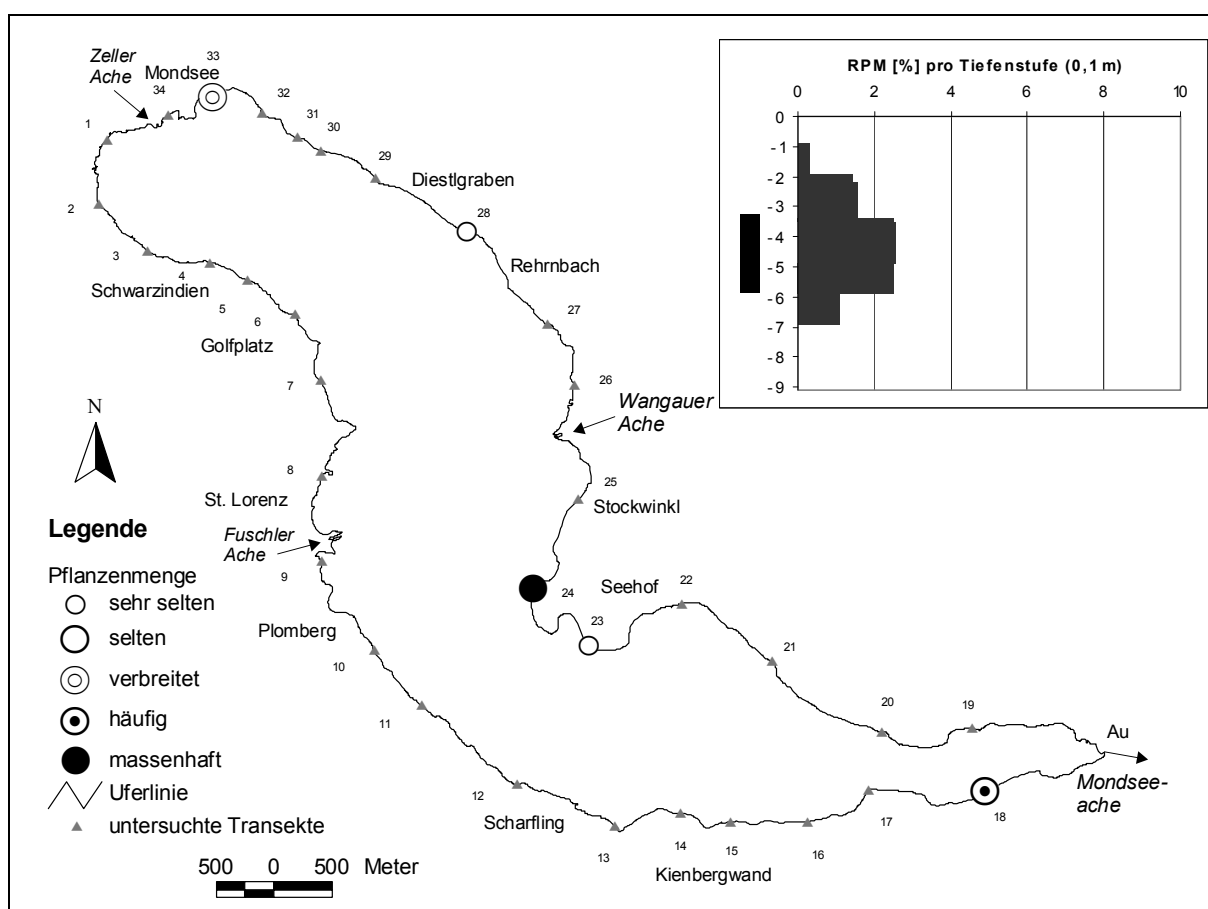


Abb. 13 Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Nitellopsis obtusa* im Mondsee.

Ebenfalls dichte Vorkommen wurden am östlichen Seeende (Transekt 18) sowie im Bereich der Ortschaft Mondsee (Transekt 33) vorgefunden. Weitere Fundorte liegen zwischen Diestlgraben und Rehrnbach (Transekt 28) sowie westlich von Seehof (Transekt 23).

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.

Die Hauptverbreitung der Art liegt am Mondsee zwischen 2 und 7 m Tiefe.

## BRYOPHYTA

Aquatische Moose haben in Stillgewässern üblicherweise eine nur geringe Bedeutung. Dies liegt daran, dass fast alle Moosarten im Gegensatz zu den meisten Wasserpflanzen kein Bicarbonat assimilieren können und daher auf das Vorhandensein von freiem CO<sub>2</sub> im Wasserkörper angewiesen sind. CO<sub>2</sub> wird hauptsächlich über die Atmosphäre eingetragen und ist daher vor allem in rasch fließendem Wasser vorhanden. In den bayerischen und österreichischen Hartwasserseen, in denen Kohlenstoff infolge vergleichsweise hoher pH-Werte in erster Linie als Bikarbonat vorliegt, indizieren die Moosvorkommen häufig den Zutritt von Grundwasser. Besonders an solchen Stellen ist eine ausreichende Versorgung mit freiem Kohlendioxid gewährleistet.

Am Mondsee sind das Bach-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium rivulare*), das Gemeine Brunnenmoos (*Fontinalis antipyretica*) sowie das Bräunliche Wasserschlafmoos (*Hygrohypnum luridum*) zu finden. Aufgrund der geringen Verbreitung wurde auf eine graphische Darstellung verzichtet. Die Vorkommen der einzelnen Arten sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

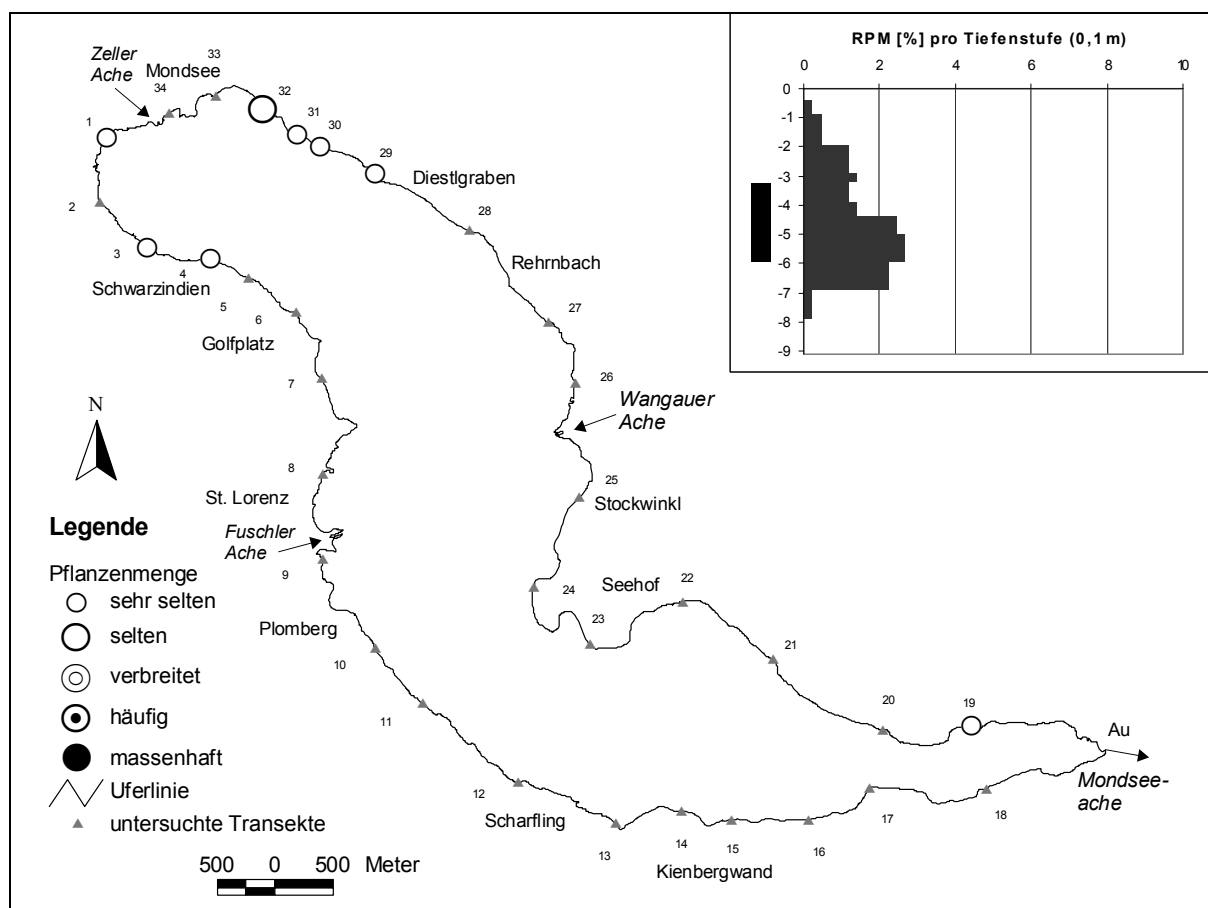
**Tab. 2: Verbreitung von aquatischen Moosen im Mondsee.**

Art	Transekt	Tiefenbereich	Häufigkeit	Wuchshöhe
<i>Brachythecium rivulare</i>	12	0,0 – 0,5 m	1	5 cm
	18	1,0 – 2,3 m	1	10 cm
<i>Fontinalis antipyretica</i>	9	0,0 – 1,0 m	3	15 cm
	10	0,5 – 4,0 m	1	20 cm
	30	0,0 – 3,5 m	2	10 cm
<i>Hygrohypnum luridum</i>	13	2,5 – 3,5 m	1	5 cm

## Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

### *Ceratophyllum demersum* (Rauhes Hornblatt)

*Ceratophyllum demersum* gehört zu den seltenen Arten des Mondsees (Abb. 14). Die Vorliebe der Art für eutrophe bis hoch-eutrophe Bedingungen ist in der Literatur vielfach beschrieben (vgl. z.B. MELZER et al., 1986, 1988; PALL & JANAUER, 1999). Vor diesem Hintergrund kann auch aus dem Verbreitungsmuster dieser Art die höhere Nährstoffbelastung des nördlichen Seebeckens abgeleitet werden. Zwischen Schwarzindien und Diestlgraben konnte die Art in nahezu allen Transekten nachgewiesen werden. Die größte Häufigkeit („selten“) wird dabei in Transekt 32 erreicht (Einfluss des Bades). An allen anderen Standorten gilt die Art als „sehr selten“. In Transekt 32 besitzen die Pflanzen mit 90 cm auch die größte Wuchshöhe. Sonst werden lediglich Wuchshöhen zwischen 10 und 20 cm erreicht. Der einzige Fund im südlichen Seebecken liegt östlich der Schiffstation Marienau (Transekt 19).



**Abb. 14: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Ceratophyllum demersum* im Mondsee.**

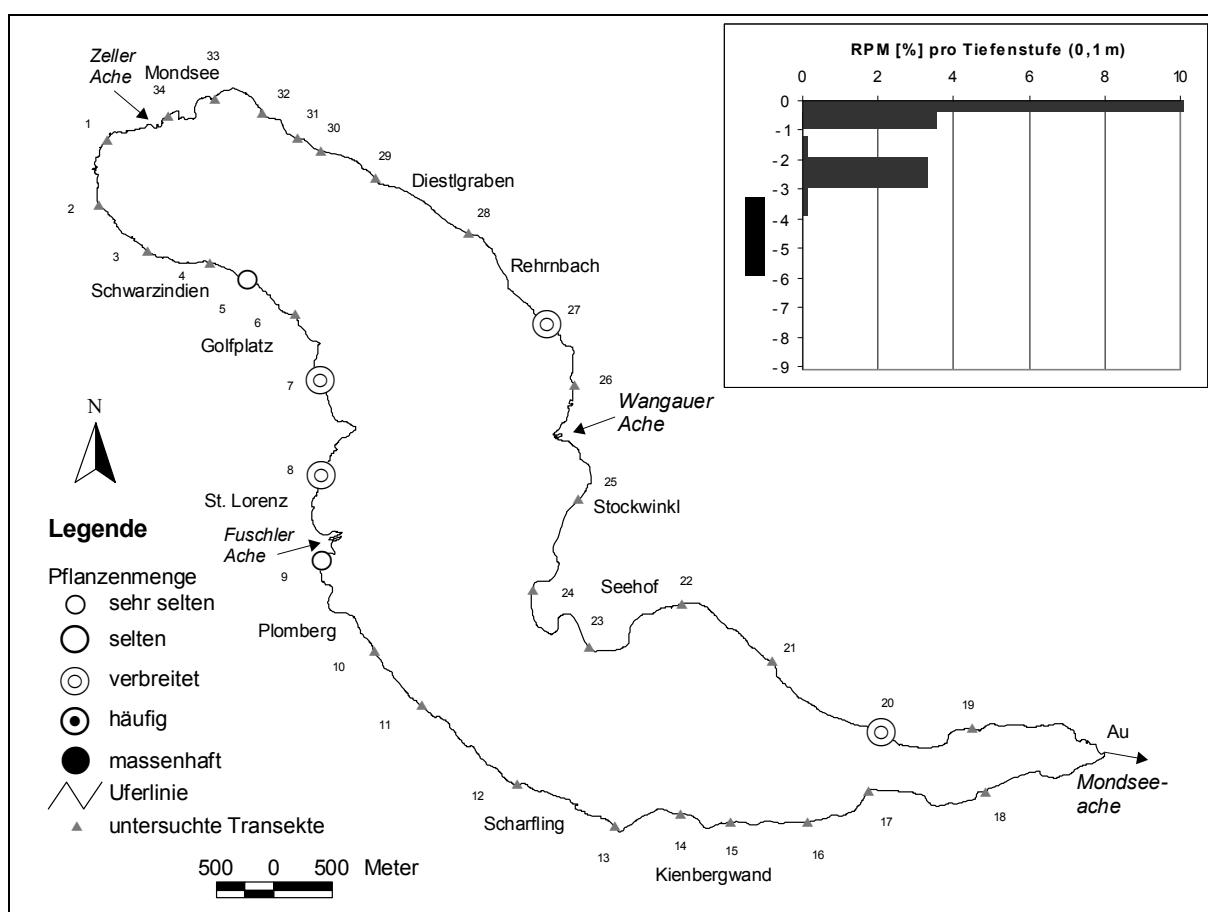
*Ceratophyllum demersum* kommt im Mondsee zwischen 0,4 und 7,9 m Wassertiefe vor. Die Hauptverbreitung findet sich zwischen 4,4 und 6,9 m Tiefe.

***Eleocharis acicularis* (Nadelbinse)**

*Eleocharis acicularis* ist eine in Österreich stark gefährdete Art (NIKL FELD, 1999). Dennoch war sie im Mondsee in 6 von 34 Transekten nachzuweisen (Abb. 15). Die Hauptverbreitung liegt am Westufer des nördlichen Seebeckens zwischen Schwarzindien und Plomberg. Ein einziger Standort befindet sich im Südbecken im Transekt 20, ein weiterer Standort ist in Transekt 27 unterhalb von Rehrnbach gelegen. Die Vorkommen in den beiden letztgenannten Transekten beschränken sich auf den Flachwasserbereich bis 0,5 m Tiefe. Die Art kommt hier „verbreitet“ vor.

Am Westufer steigt die Pflanze tiefer in den See hinab. Bei Schwarzindien (Transekt 5) wurde sie noch in 4 m Tiefe, allerdings nur in Einzelexemplaren, angetroffen. Im Transekt 7 wächst *Eleocharis acicularis* zwischen 2 und 3 m Wassertiefe, während in den nachfolgenden Transekten 8 und 9 Tiefen bis 1 m bevorzugt werden.

*Eleocharis acicularis* markiert in Seen häufig Bereiche von Grundwasserzutritten.

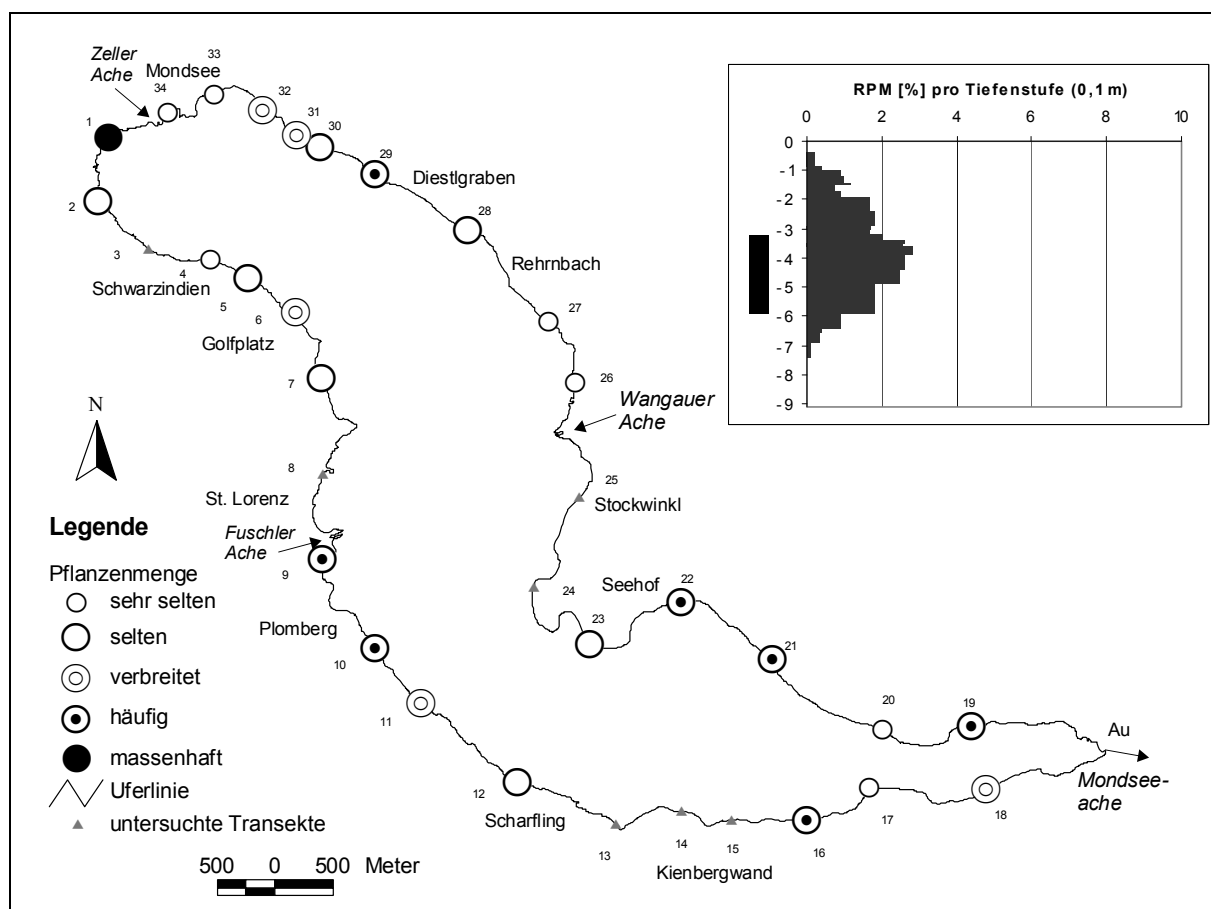


**Abb. 15: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Eleocharis acicularis* im Mondsee.**

***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 Aquarienpflanze 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, PALL, 1998, 2003) sowie in zahlreichen österreichischen Seen (PALL & MOSER, 2004, in prep.) nachgewiesen.

*Elodea nuttallii* ist äußerst schwierig zu bestimmen und kann nur über Merkmale der Blüte (ist nahezu nie vorhanden), chemische Tests oder Chromosomenanalysen sicher determiniert werden. An dieser Stelle sei Frau Dr. Elisabeth Gross, Universität Konstanz, BRD, für die chemische Überprüfung der Pflanzenproben aus dem Mondsee herzlich gedankt!



**Abb. 16: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Elodea nuttallii* im Mondsee.**



*Elodea nuttallii* ist mit einem RPM-Wert von ca. 14 % nach *Potamogeton pusillus* die zweithäufigste Art im Mondsee (Abb. 16). In Transekt 1, in der Nordwestecke des Sees, tritt *Elodea nuttallii* massenhaft auf, bevorzugt in einer Tiefe von 1 bis 1,5 m. Unter 1,5 m Wassertiefe nimmt die Häufigkeit von *Elodea nuttallii* drastisch ab und nur Einzelpflanzen steigen bis auf knapp 4 m in den See hinunter.

Über die Nährstoffansprüche von *Elodea nuttallii* ist im Gegensatz zu *Elodea canadensis*, die als hoch-eutraphent bezeichnet werden kann, nur wenig bekannt. Vorkommen der Art in der österreichischen Donau sowie deren Häfen belegen jedoch zumindest, dass *Elodea nuttallii* gegenüber erhöhten Nährstoffkonzentrationen unempfindlich reagiert (PALL & JANAUER, 1995; PALL, 1998). Auch im Transekt 1 des Mondsees kann dieses Verhalten bestätigt werden. Die Nuttall-Wasserpest tritt hier vergesellschaftet mit *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton mucronatus*, *Ranunculus circinatus* und *Zannichellia palustris*, also einem durchaus eutraphenten Arteninventar, auf. Ebenfalls in größeren Mengen und in Gesellschaft eutraphenter Arten findet sich *Elodea nuttallii* in den Transekten 6 (Golfplatz), 10 und 16 (Verkehrsflächen, Grabenmündungen) sowie 31 und 32 (Bootshäuser, Verkehrsflächen Bad).

Im Gegensatz zur Kanadischen Wasserpest vermag *Elodea nuttallii* jedoch offensichtlich auch unter oligotrophen Bedingungen gut zu gedeihen. Dies bestätigen Funde der Art im Fuschlsee (S), Haldensee (T), Lunzersee (NÖ). So ist auch im Mondsee nicht an allen Standorten von *Elodea nuttallii* von lokalen Belastungen auszugehen. Ganz im Gegenteil wächst hier *Elodea nuttallii* oft auch gemeinsam mit oligotraphenten Arten, wie dies z. B. in den Transekten 18, 19, 22, 23 und 29 der Fall ist.

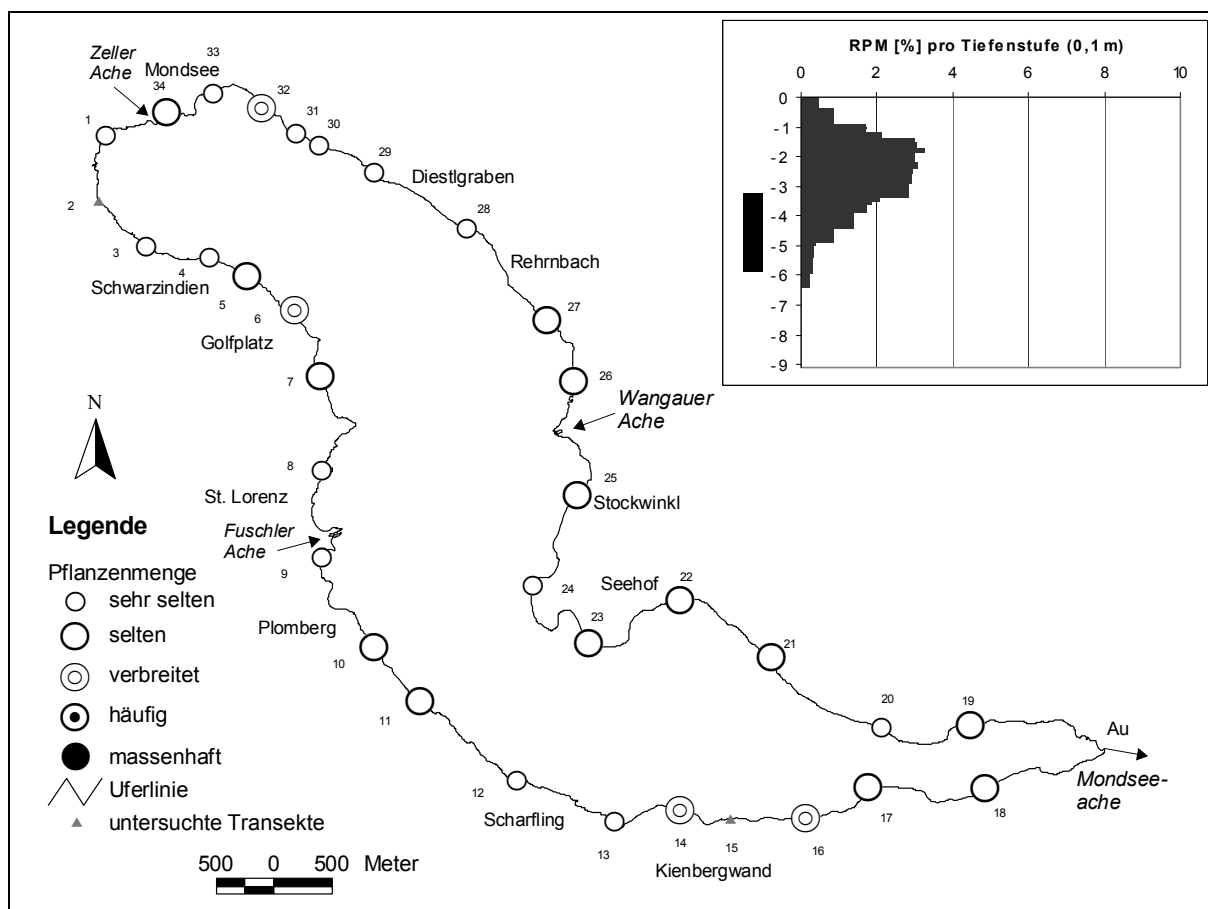
Die Tiefenverbreitung der Nuttall-Wasserpest liegt im Mondsee zwischen 0,5 und 7,5 m mit Schwerpunkt von 3,5 bis 5 m. Als Wuchshöhen werden meist 15 bis 50 cm (max 80 cm) erreicht.

*Elodea nuttallii* ist also als Neophyt in der Lage, den gesamten derzeit von Makrophyten im Mondsee bewachsenen Tiefenbereich zu besiedeln – und das unabhängig von der Nährstoffsituation. Offensichtlich konnten sich die Wasserpest-Bestände nach Auftreten der Art in Österreich in der Reoligotrophierungsphase des Mondsees rascher etablieren, als die heimischen Wasserpflanzenarten. Möglicherweise erschweren die Bestände der Art hier nun mancherorts vor allem das Aufkommen von Characeen.

***Myriophyllum spicatum* (Ähriges Tausendblatt)**

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

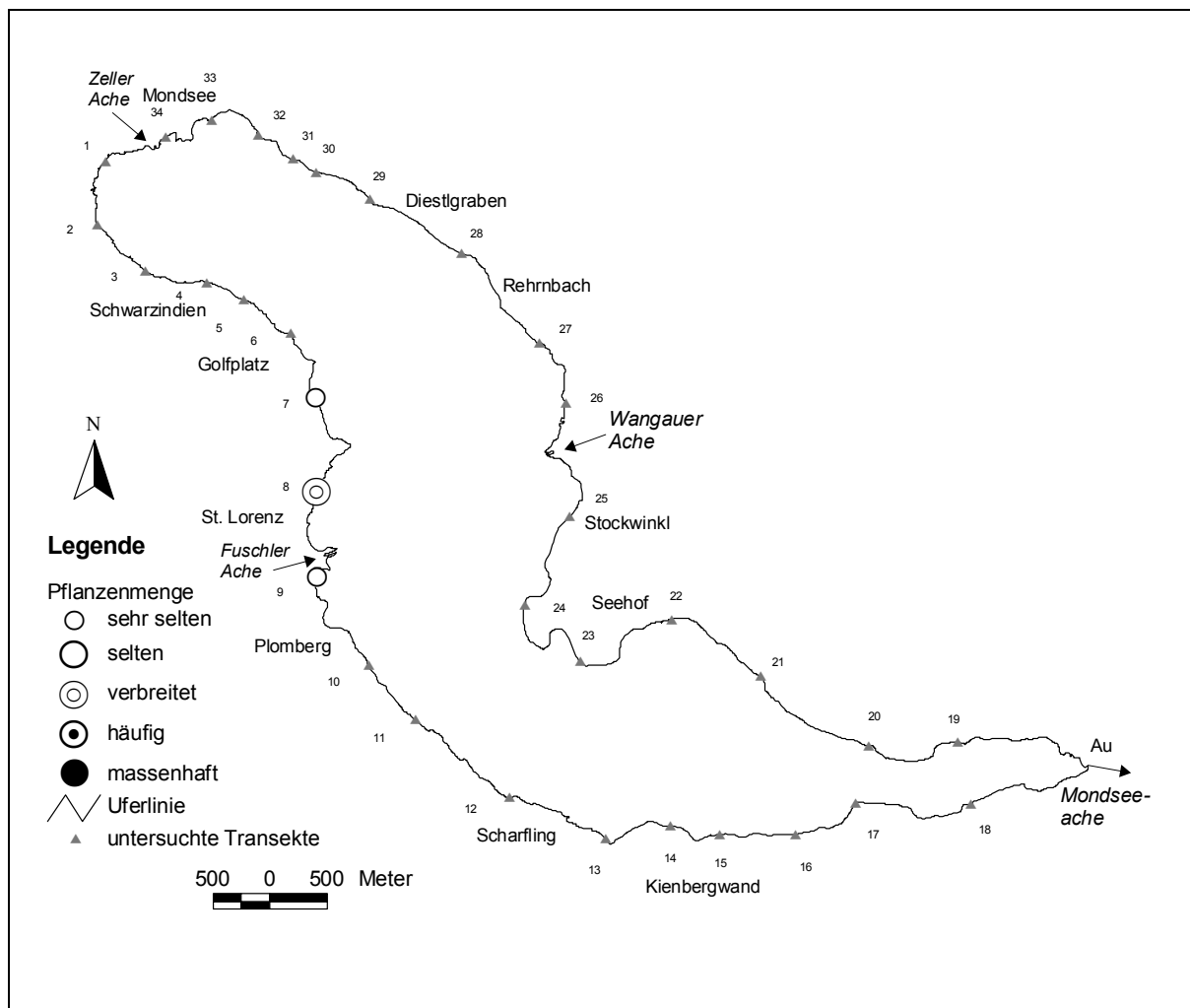
*Myriophyllum spicatum* ist am Mondsee weit verbreitet, an den jeweiligen Standorten aber überwiegend „selten“ bis „sehr selten“ (Abb. 17). In der Mengenrangskala aller im Mondsee vorkommenden untergetauchten Arten steht die Art daher mit einem RPM-Wert von lediglich ca. 6 % an fünfter Stelle. *Myriophyllum spicatum* gedeiht in Wassertiefen von 0 bis 6,5 m (Schwerpunkt 1,5 bis 3,5 m). Wuchshöhen über 1 m, maximal 2 m, sind selten und nur in den Transekten 16 und 32 in einer Wassertiefe zwischen 2 und 4,5 m anzutreffen.



**Abb. 17: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Myriophyllum spicatum* im Mondsee.**

### *Najas intermedia* (Mittleres Nixenkraut) und *Najas marina* (Großes Nixenkraut)

*Najas intermedia* gehört zu den seltensten Wasserpflanzenarten im Mondsee. Das Mittlere Nixenkraut gedeiht mit einzelnen Individuen nur in Transekt 7 im Bereich des Golfplatzes (Abb. 18) in einer Wassertiefe von 2 bis 3 m (Tiefenverbreitung nicht gezeigt).



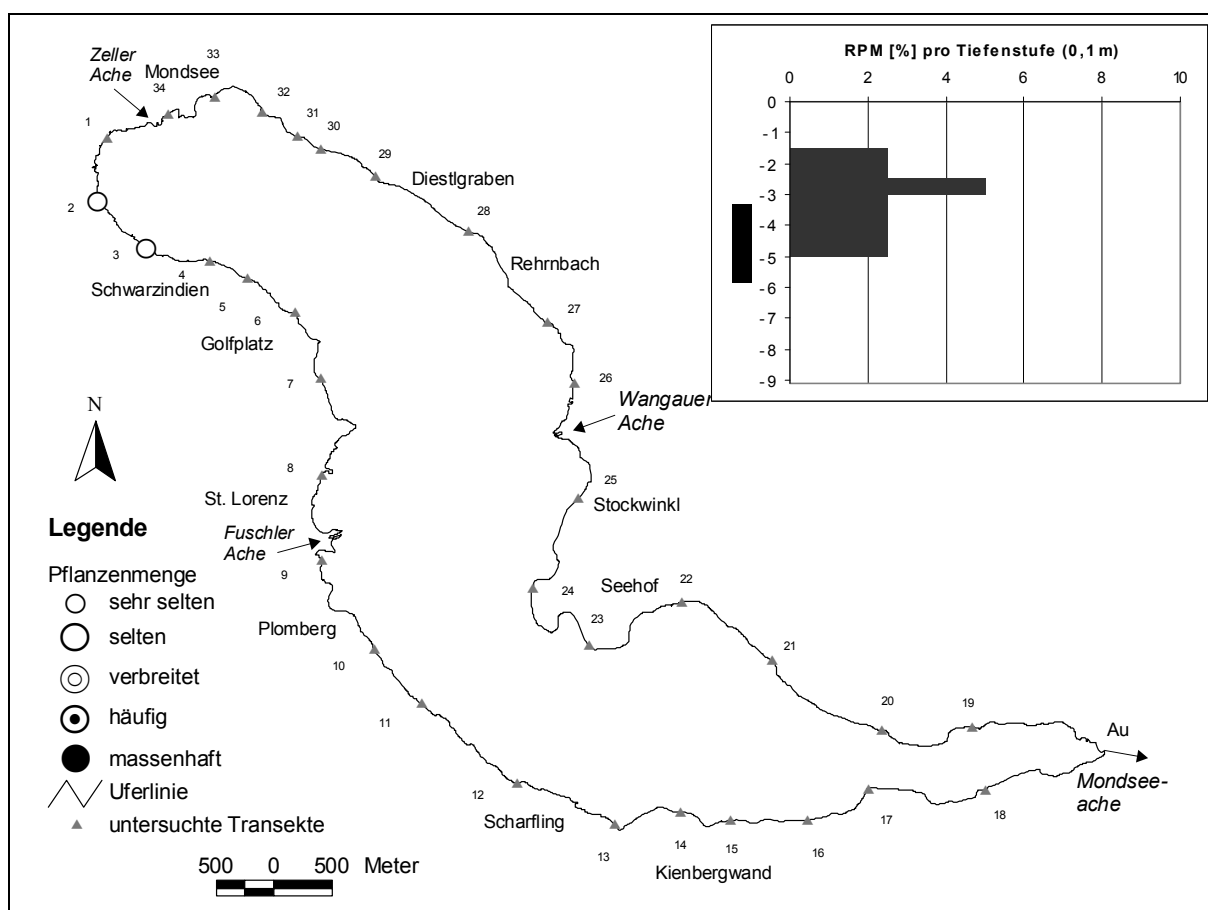
**Abb. 18:** Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Najas intermedia* und *N. marina* im Mondsee.

Etwas häufiger kommt das Große Nixenkraut im Mondsee vor. Es konnte in den beiden südlich anschließenden Transekten 8 und 9 vom Flachwasserbereich bis in eine Wassertiefe von 4 m nachgewiesen werden (Tiefenverbreitung nicht gezeigt). Beide Nixenkraut-Arten verfügen über eine weite ökologische Amplitude, sind allerdings als wärmeliebend zu bezeichnen (LANG, 1973).

**Potamogeton crispus (Krauses Laichkraut)**

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

Am Mondsee ist das Krause Laichkraut nur in zwei Transekten, 2 und 3, mit Häufigkeitsstufe 1 („sehr selten“) anzutreffen (Abb. 19). Die beiden Standorte befinden sich zwischen Höribachhof und Schwarzindien am Nordwestende des nördlichen Seebeckens. Das Krause Laichkraut kommt im Mondsee im Tiefenbereich zwischen 1,5 und 5 m vor.



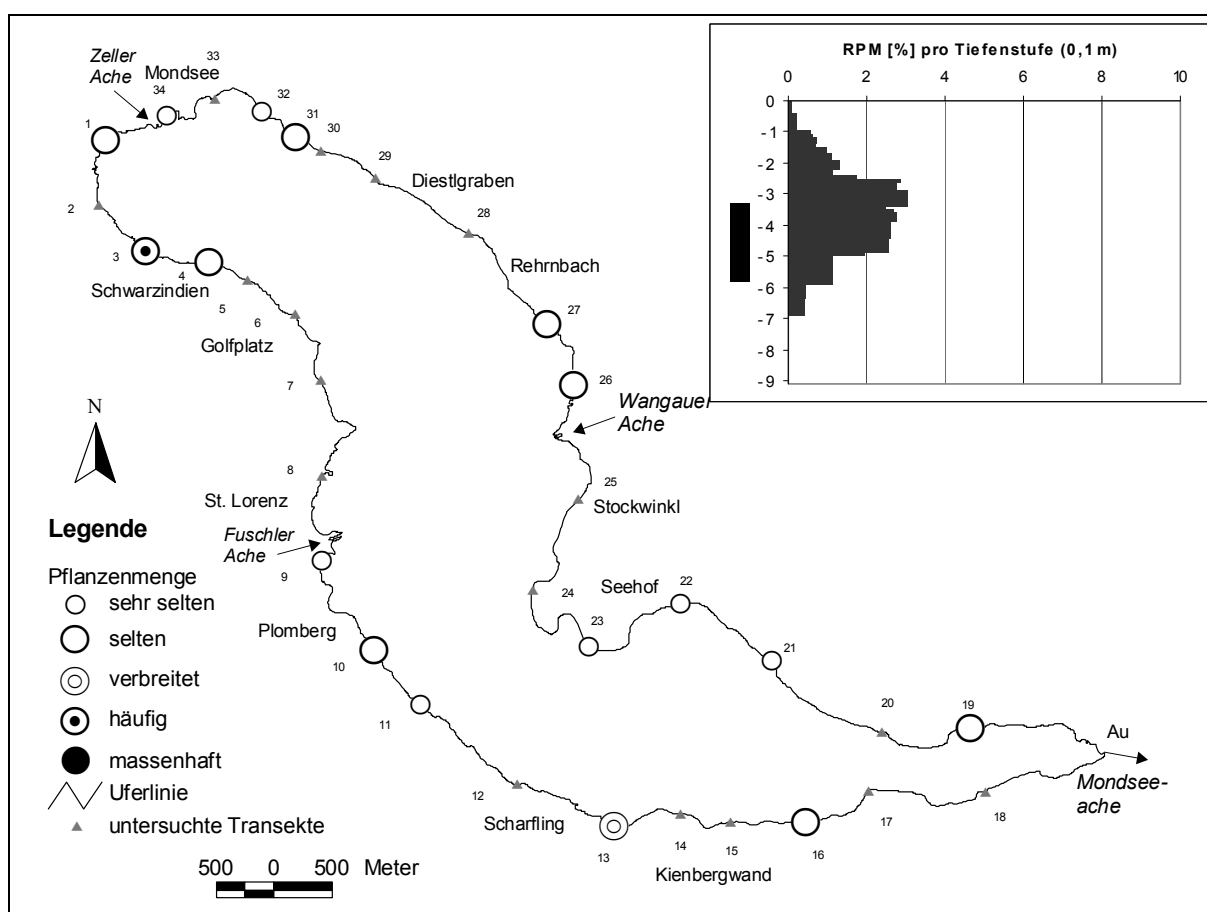
**Abb. 19: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton crispus* im Mondsee.**

### *Potamogeton mucronatus* (Stachelspitziges Laichkraut)

Auch das Stachelspitzige Laichkraut hat sich bei Kartierungen am Chiemsee und im sog. Fünfseenland in Bayern (Starnberger-, Ammer-, Wörth-, Pilsen- und Weißlinger See) als zuverlässiger Belastungszeiger erwiesen (MELZER et al. 1986, 1988).

Im Mondsee ist *Potamogeton mucronatus* relativ weit verbreitet, konnte aber zumeist nur in Form von Einzelexemplaren („sehr selten“) oder „selten“ gefunden werden (Abb. 20). Die dichtesten Bestände befinden sich in Transekt 3, nördlich von Schwarzindien. Hier wurde das Vorkommen der Art als „häufig“ bewertet. Ein zweiter bedeutender Standort ist bei Scharfling im Bereich der Schiffstation und des Zuflusses des Kienbaches gelegen (Transekt 13).

*Potamogeton mucronatus* gedeiht im Mondsee vom Flachwasserbereich bis in eine Tiefe von knapp 7 m. Der Verbreitungsschwerpunkt der Art liegt zwischen 2,5 und 5 m Wassertiefe.

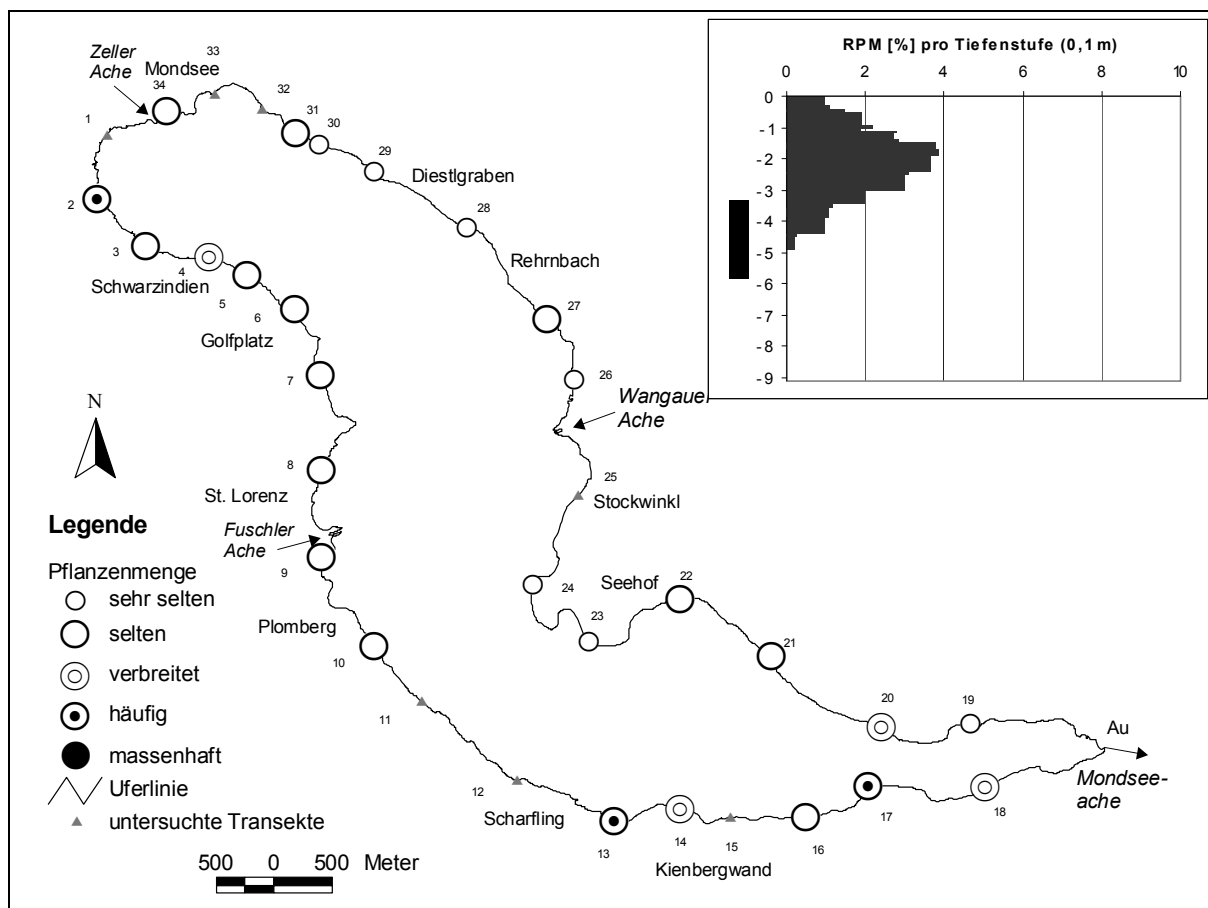


**Abb. 20: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton mucronatus* im Mondsee.**

**Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)**

*Potamogeton pectinatus* ist mit einem RPM-Wert von 11 % die dritthäufigste Wasserpflanzenart im Mondsee. Das Kamm-Laichkraut besitzt eine weite ökologische Amplitude. Es kann sich hervorragend an Nährstoffbelastungen adaptieren (A. KRAUSE 1972; W. KRAUSE, 1971), ist aber auch an oligotrophen Standorten zu finden (OLSEN, 1950; MELZER 1976).

Am Mondsee fehlt das Kamm-Laichkraut nur in wenigen Transekten (Abb. 21). Die größten Häufigkeiten werden dabei in den Transekten 2 (nördliches Seebecken) sowie 13 und 17 im südlichen Seebecken erreicht. Verbreitet wurde die Art noch bei Schwarzindien (Transekt 4) sowie an Stellen im südlichen Seebecken vorgefunden (Transekte 14, 18 und 20). An allen anderen Standorten wurden die Vorkommen von *Potamogeton pectinatus* lediglich mit „selten“ oder „sehr selten“ bewertet.



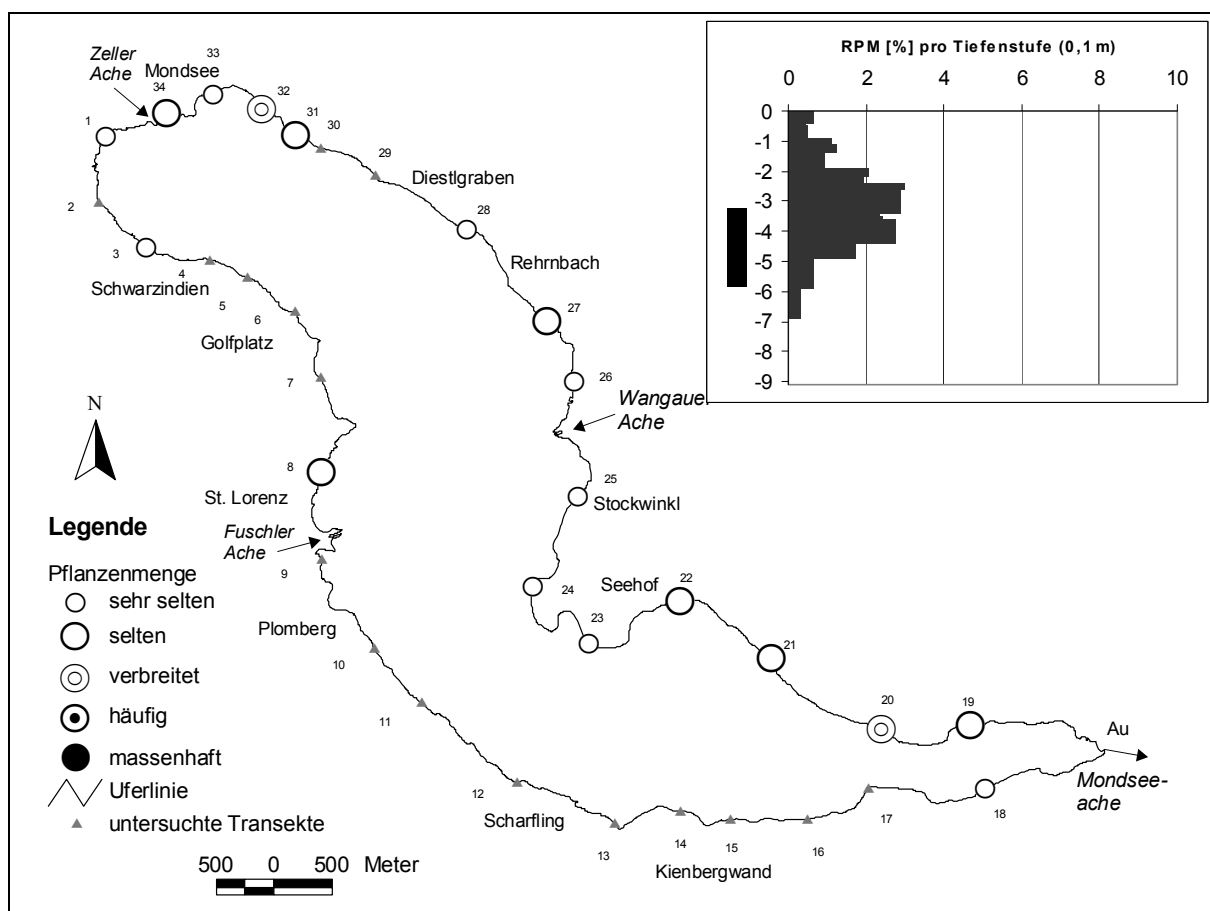
**Abb. 21: Vorkommen und Tiefenausbreitung von *Potamogeton pectinatus* im Mondsee.**

Das Kamm-Laichkraut gedeiht im Mondsee vom Flachwasser bis in eine Tiefe von ca. 5 m. Bevorzugt wird eine Wassertiefe zwischen 1 und 3,5 m. Die Pflanzen bleiben im Mondsee eher kleinwüchsig und erreichen nur selten Wuchshöhen von mehr als 50 cm.

**Potamogeton perfoliatus (Durchwachsenes Laichkraut)**

Das Durchwachsene Laichkraut gehört zu den selteneren Wasserpflanzen des Mondsees und ist fast ausschließlich an dessen Ostufer zu finden. Nur drei, weit auseinander gelegene Standorte (Transekte 3, 8 und 18) finden sich am Westufer. Am häufigsten kommt *Potamogeton perfoliatus* in Transekt 20, bei Brunnfeld und in Transekt 32, bei Königsbad vor.

Bis in eine Tiefe von 7 m ist *Potamogeton perfoliatus* in jeder Tiefenstufe zu finden. Bevorzugt wird aber ein Bereich zwischen 1 und 5 m. Eine ähnliche Tiefenverbreitung der Art ist auch für den Bodensee (LANG, 1967), den Genfer See (LACHAVANNE, 1977) und die bayerischen Voralpenseen beschrieben (MELZER et al., 1986, 1988).

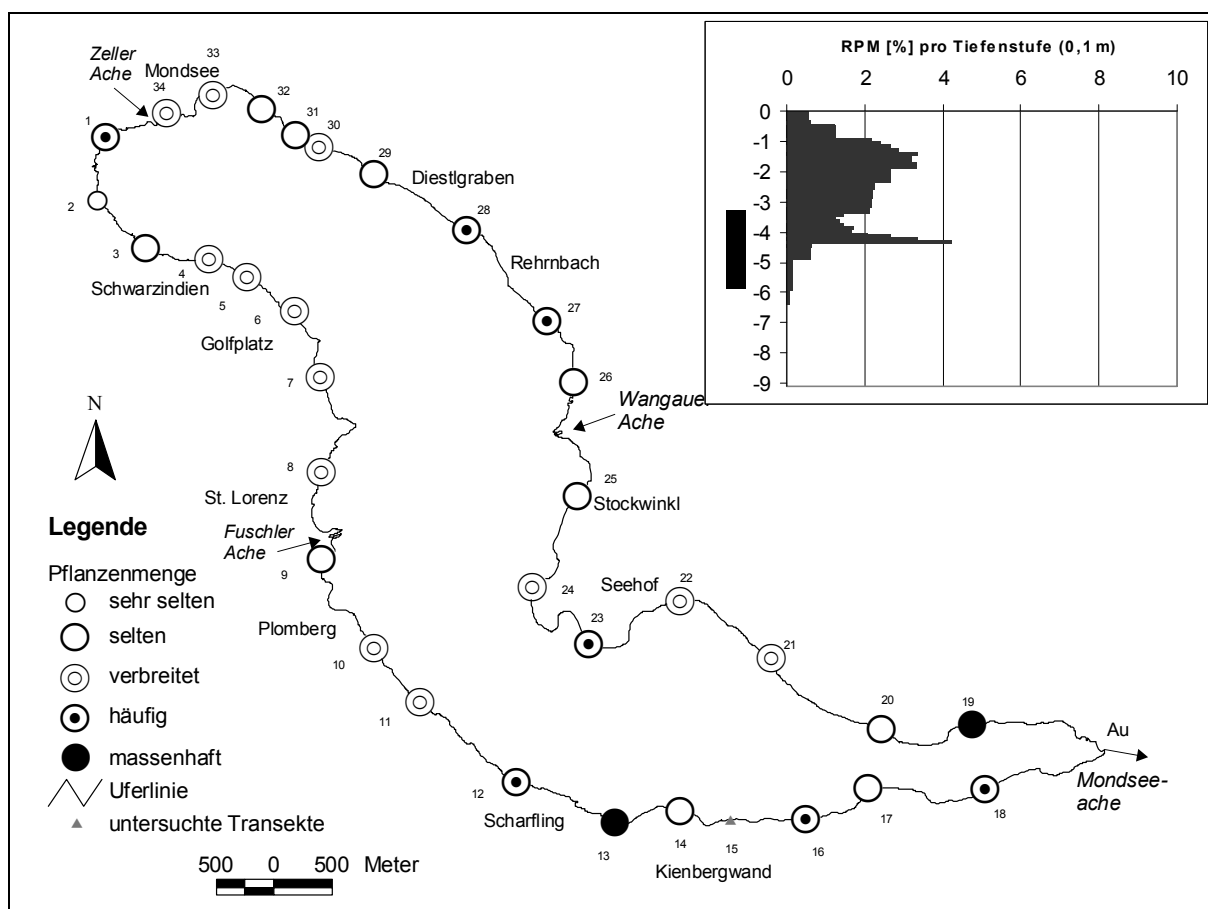


**Abb. 22: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton perfoliatus* im Mondsee.**

**Potamogeton pusillus (Zwerg-Laichkraut)**

Das Zwerg-Laichkraut ist die mit Abstand häufigste Makrophytenart des Mondsees. Es trägt mit einem Anteil von ca. 31 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von *Elodea nutallii* (14%) und *Potamogeton pectinatus* (11%). Mit Ausnahme des ohnehin pflanzenleeren Abschnitts 15 (Kienbergwand) ist *Potamogeton pusillus* in allen Transekten zu finden (Abb. 23). *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.

Hauptstandorte mit Massenentwicklungen der Laichkrautart sind die Transekte 13 (bei Scharfling, Kienbachmündung) und 19 (bei Marienau). Weitere Standorte mit dichten Beständen (Häufigkeitsstufe 4) liegen am Südufer des südlichen Seebeckens in den Transekten 12, 16 und 18 sowie am Nordufer in den Transekten 23, 27, 28 und 1. In der Tiefenzonierung bevorzugt *Potamogeton pusillus* eine Wassertiefe von 1 bis 3,5 m. Die Wasserpflanze ist aber vom Flachwasser bis in über 6 m Tiefe überall zu finden. Wuchshöhen von mehr als 40 cm (max. 70 ) cm werden dabei nur selten erreicht.



**Abb. 23: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Potamogeton pusillus* im Mondsee.**

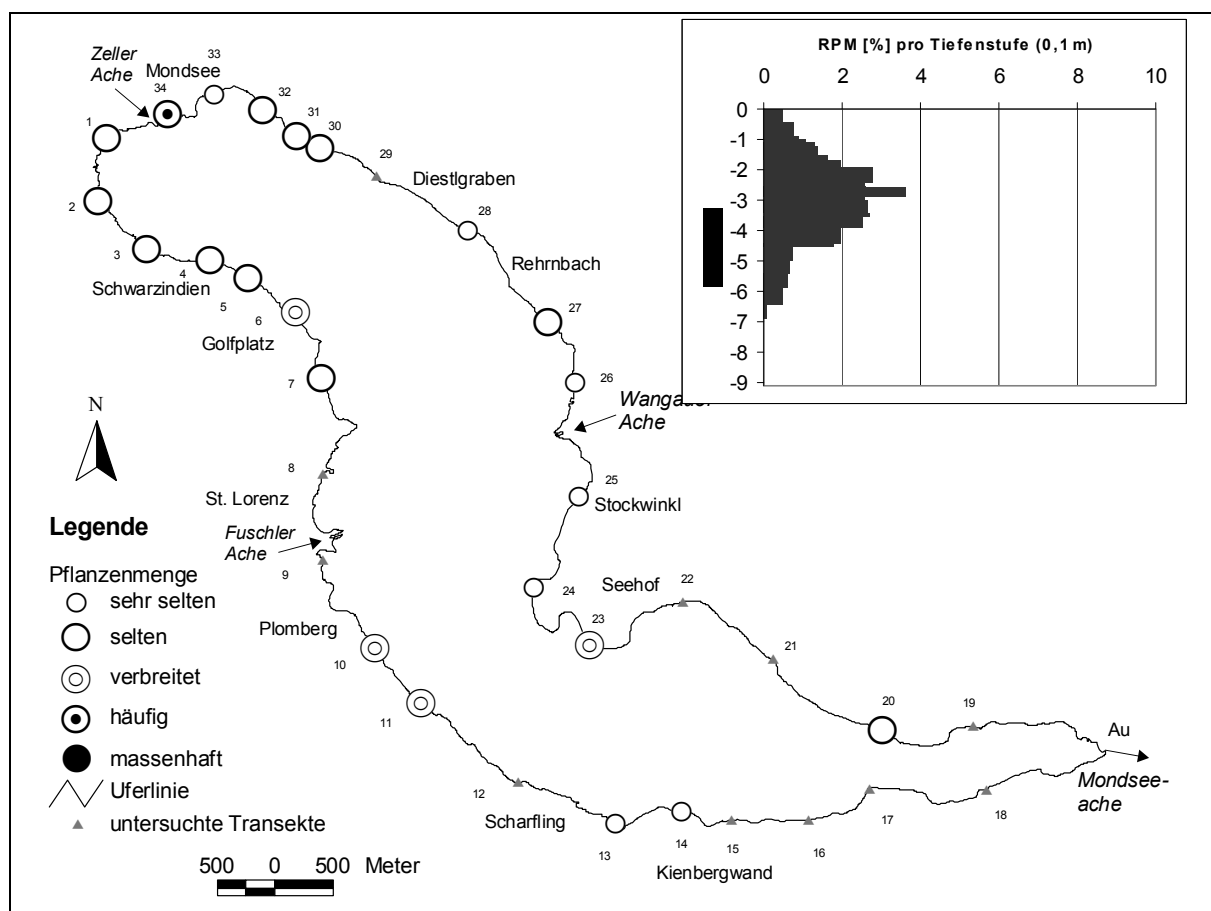


### **Ranunculus circinatus (Spreizender Hahnenfuß)**

Der Spreizende Hahnenfuß wird durch Nährstoffeintrag gefördert. Er besiedelt kalkreiche Gewässer mit schlammigem, oft organisch angereichertem Sediment (MELZER et al., 1988).

Die meisten Fundorte von *Ranunculus circinatus* befinden sich im nördlichen Seebecken des Mondsees (Abb. 24). Außer in den Transekten 8 und 29 ist die Art hier überall, allerdings meist in geringer Dichte, zu finden. Nur in den Transekten 34 (Seebad von Mondsee) und 6 (Golfplatz) können größere Vorkommen der Art im Oberbecken verzeichnet werden. Im südlichen Seebecken fehlt der Spreizende Hahnenfuß über weite Strecken, im Übergangsbereich der beiden Seeteile kommt er jedoch in den Transekten 10, 11, und 23 „verbreitet“ vor.

*Ranunculus circinatus* siedelt vom Flachwasser bis in eine Tiefe von 7 m mit Schwerpunkt im Bereich zwischen 2 und 4 m. Die Art wird im Mondsee maximal 80 cm lang (Transekte 23 und 32). Wuchshöhen über 50 cm sind aber eher die Ausnahme. In der Regel bewegen sich die Wuchshöhen zwischen 20 und 40 cm.



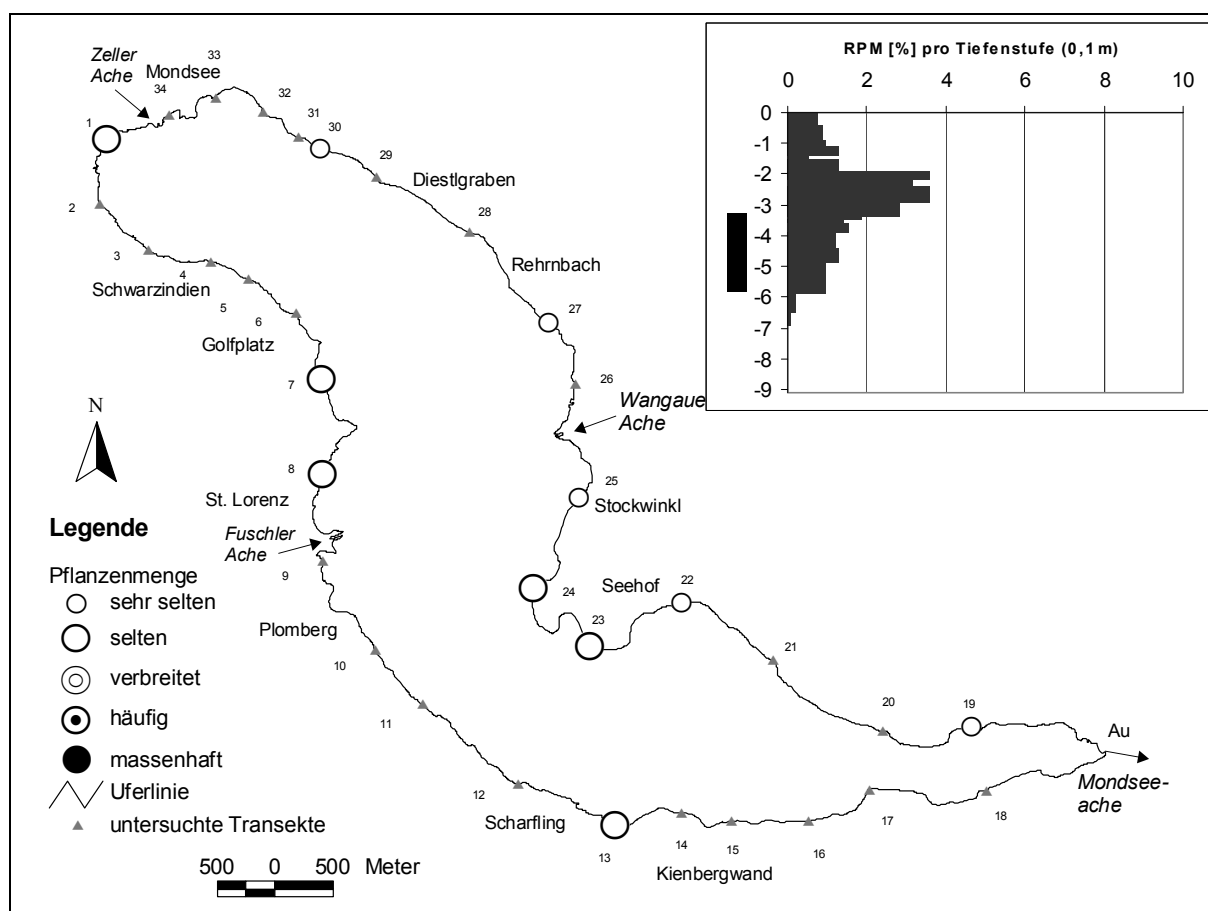
**Abb. 24: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Ranunculus circinatus* im Mondsee.**

### *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch)

Die zu den Wasserschwebern zählende Art bildet weder Wurzeln noch Schlammsprosse aus. Sie verhakt sich vielmehr lose an anderen Pflanzen und findet dadurch einen gewissen Halt. Sie besitzt eine hohe Nährstoffverträglichkeit (CASPER und KRAUSCH, 1981) und ist deshalb häufig vergesellschaftet mit Laichkraut- und Elodea-Arten sowie mit *Ranunculus circinatus*.

Im Mondsee ist *Utricularia australis* relativ selten (Abb. 25). Man findet die Rote-Liste-Art an Standorten, die sich durch das Vorkommen von anderen nährstoffliebenden Wasserpflanzen auszeichnen, so in den Transekten 1, 7, 8, 13, 27 und 30, aber auch an nährstoffärmeren Standorten wie den Transekten 19, 22 bis 25.

Während in den Transekten zwischen Stockwinkl und Seehof Exemplare mit Längen bis zu einem Meter vorkommen, sind an den anderen Fundorten eher kleinwüchsige Pflanzen mit Sprosslängen von durchschnittlich 20 cm anzutreffen. Die bevorzugte Wassertiefe im Mondsee liegt zwischen 3 und 3,5 m. Aber auch im Flachwasser, bzw. in Tiefen von knapp 7 m wurden der Große Wasserschlauch nachgewiesen.

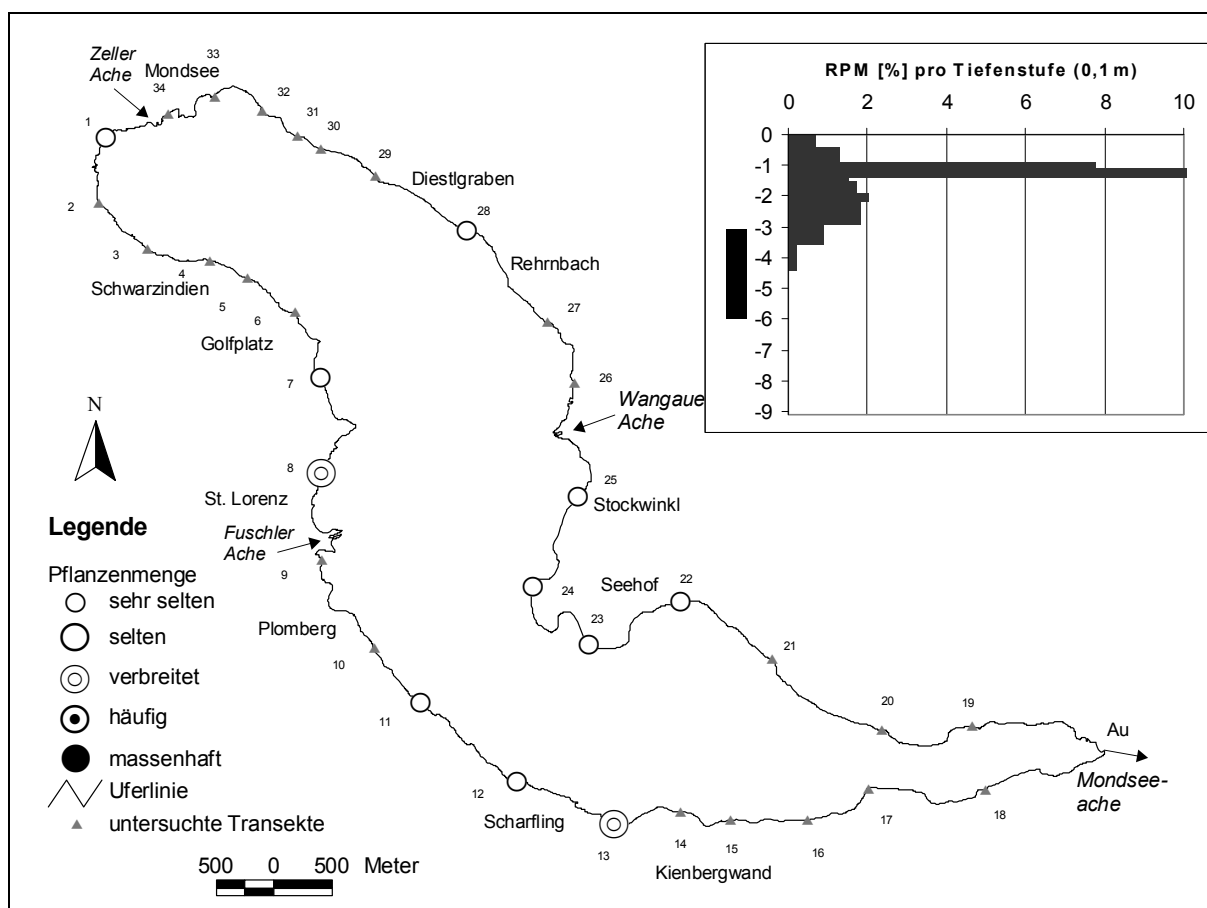


**Abb. 25: Vorkommen und Tiefenverbreitung von *Utricularia australis* im Mondsee.**

### *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* zählt zu den seltenen Arten am Mondsee (Abb. 26). Die Pflanze wurde nur in 11 von 34 Transekten nachgewiesen, wobei sie an 9 der 11 Standorte als „sehr selten“ bewertet wurde. Bedeutendere Vorkommen finden sich nur in Transekt 8 und 13. In diesen Bereichen dürfte von punktuellen Nährstoffbelastungen auszugehen sein.

*Zannichellia palustris* siedelt hier ausschließlich in einer Tiefe von 1 bis 1,5 m. An anderen Standorten dringt die Art tiefer in den See vor, so z.B. in Transekt 25, wo sie noch in einer Tiefe von 4,5 m anzutreffen war.



**Abb. 26: Vorkommen und Tiefenausbreitung von *Zannichellia* im Mondsee.**

### 4.3.2 SCHWIMMBLATTVEGETATION

Schwimmpflanzen weisen am Mondsee nur eine geringe Verbreitung auf. Die bedeutenderen, bis an die Wasseroberfläche reichenden Bestände wurden im Rahmen der Echosondierung (Fa. ICRA) mit dGPS eingemessen. Ihre Lage ist Abb. 27 zu entnehmen. Größere Vorkommen finden sich demnach in der Nordbucht des Mondsees, in den Mündungsbereichen der Fuschler und der Wangauer Ache sowie in der Bucht bei Pichl am See. Bei dieser Erhebung wurde nicht nach Arten differenziert.

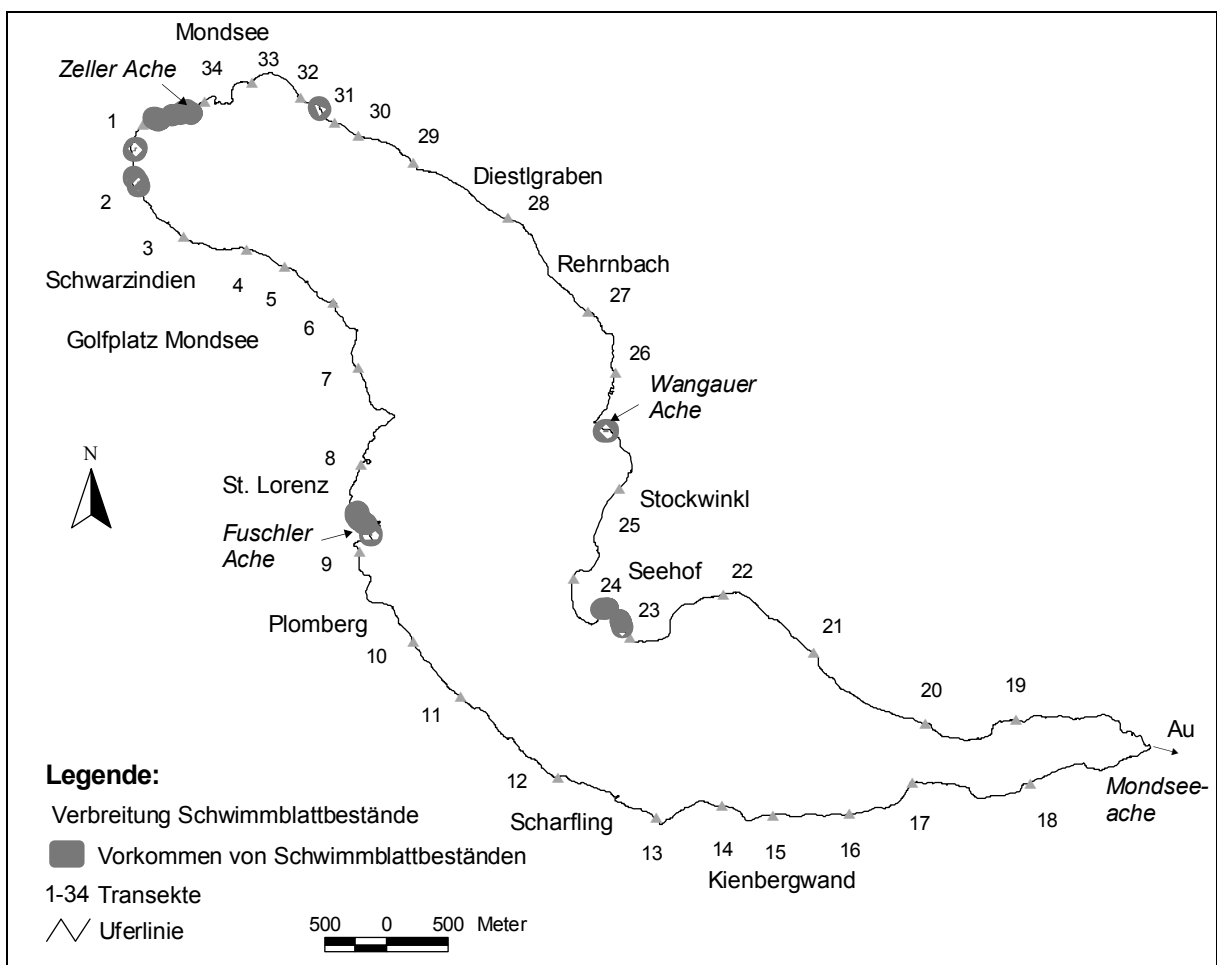
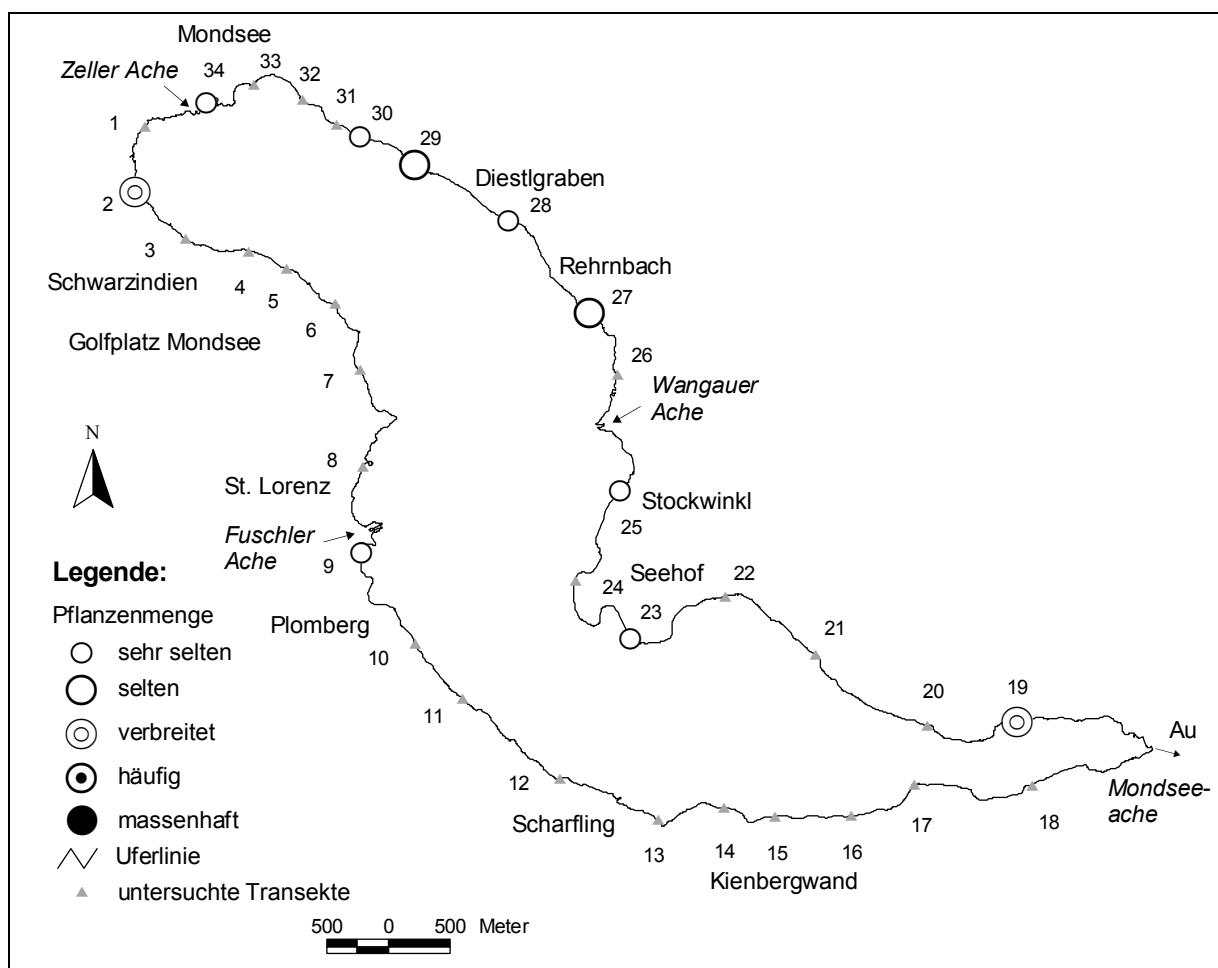


Abb. 27: Vorkommen von Schwimmblattbeständen im Mondsee.

Im Rahmen der Transektkartierung konnten *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose) nachgewiesen werden. Erfasst wurden bei der Betauchung auch kleinere Bestände und vor allem auch solche, die nicht bis zur Wasseroberfläche reichten. In den Abbildungen 28 und 29 sind daher auch weitere, in Abb. 27 nicht aufscheinende Vorkommen von Schwimmblattpflanzen verzeichnet.

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

Dichtere Bestände der Gelben Teichrose wurden im Rahmen der Tauchkartierung lediglich in der Westbucht des nördlichen Seebeckens (Transekt 2) sowie am östlichen Ende des Sees (Transekt 19) festgestellt (Abb. 28). Während die Pflanzen im ersten Fall lediglich bis ca. 1,5 m Wassertiefe vordrangen, erreichten die Schwimmblätter der Art im Bereich von Transekt 19 noch aus einer Tiefe von 3,5 m die Wasseroberfläche.

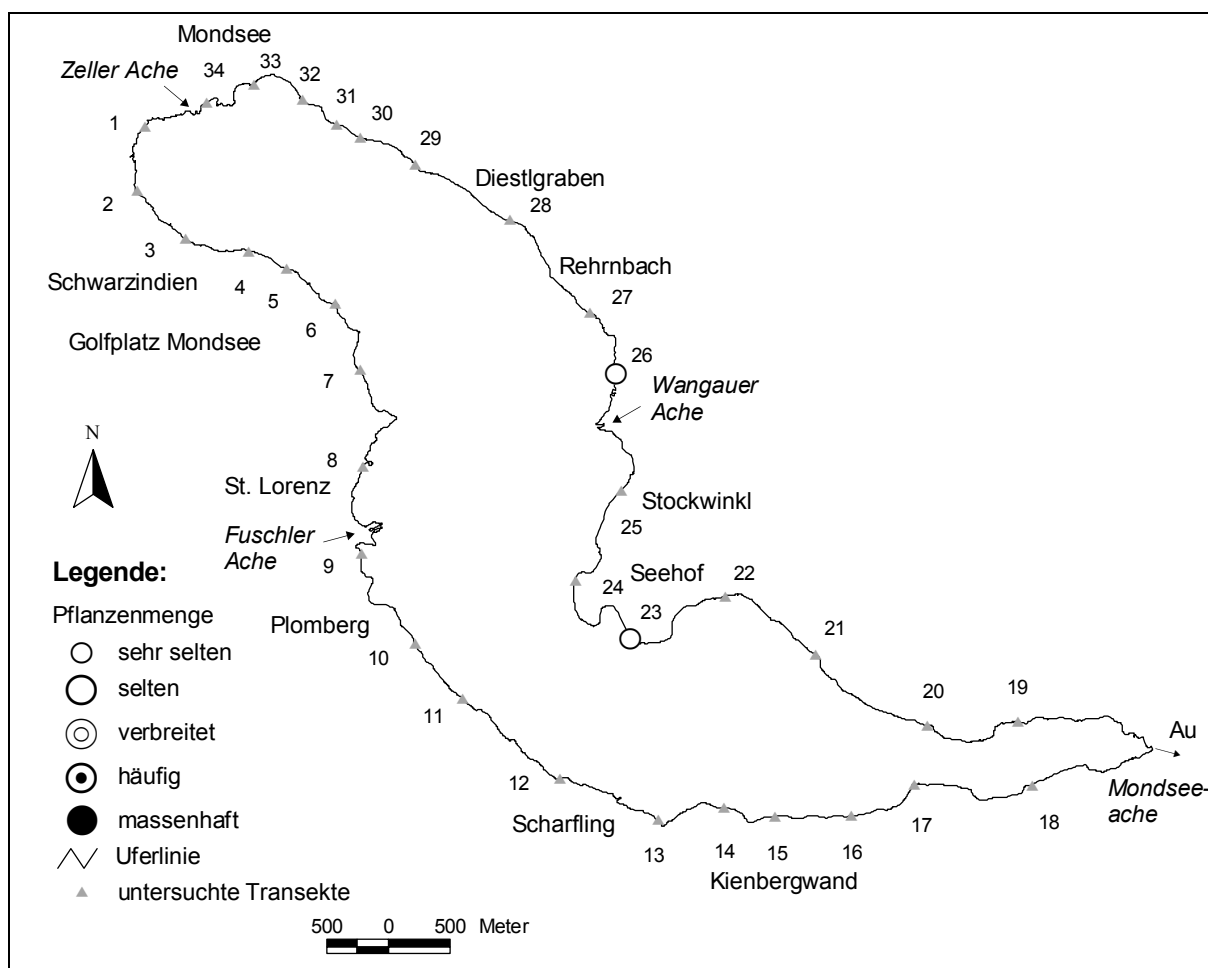


**Abb. 28: Vorkommen von *Nuphar lutea* im Mondsee.**

Am Ostufer des Nordbeckens konnte *Nuphar lutea* fast in allen Transekten angetroffen werden. Die Vorkommen blieben hier aber, wohl aufgrund der starken Wind- und Wellenexposition nahezu ausnahmslos rein submers.

### ***Nymphaea alba* (Große Seerose)**

Die Große Seerose war am Mondsee nur in 2 Transekten (26 und 23), jeweils in Form von Einzelexemplaren zu finden (Abb. 29). Im Gegensatz zu *Nuphar lutea* vermag *Nymphaea alba* keine Unterwasserblätter auszubilden und kann daher auch nicht rein submers vorkommen. Die Art ist daher weitaus empfindlicher gegen Wind und Wellenschlag als die Gelbe Teichrose. *Nymphaea alba* ist demzufolge bevorzugt in kleinen Gewässern anzutreffen. In größeren Seen, wie dem Mondsee, findet sie lediglich in geschützten Bereichen, wie z.B. kleineren Buchten, geeignete Lebensbedingungen vor.



**Abb. 29: Vorkommen von *Nymphaea alba* im Mondsee.**

### 4.3.3 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; DYCYSJOVA, 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).

Am Mondsee ist kein Röhrichtgürtel im eigentlichen Sinne ausgebildet. Entlang weiter Uferbereiche fehlen Röhrichtvorkommen gänzlich. Die vorhandenen Bestände erreichen nur selten größere Dichten und dringen auch nur wenig weit in den See vor. Im Rahmen der Transektkartierung konnten *Phragmites australis* (Schilf) und *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) nachgewiesen werden.

### *Phragmites australis* (Schilf)

Schilfvorkommen sind am Mondsee nicht sehr weit verbreitet (Abb. 30). Dies liegt zum Teil an der Morphologie des Sees. Vor allem das Südufer des südlichen Seebeckens wird von schroffen Felswänden gesäumt, die eine Ansiedlung von Schilf nicht ermöglichen. Entlang des Nordostufers des Nordbeckens ist hingegen vor allem der hohe Verbauungsgrad des Ufers für das Fehlen von Schilfbeständen verantwortlich. Dichtere Schilfbestände finden sich am Mondsee lediglich entlang der relativ naturnahen Uferbereiche am Westufer des Nordbeckens, im Bereich des Mündungskegels der Wangauer Ache und entlang des Nordufers im südlichen Seebecken.

Die Schilfhalm zeigen überwiegend nur Längen von 2,0 bis 2,5 m, selten werden mit 3,5 m auch größere Wuchshöhen erreicht. Das Schilf dringt im Mondsee meist nur bis zu einer Wassertiefe von etwa 0,5 m vor. Nur in Ausnahmefällen reichen die Bestände mehr als 1 m tief ins Wasser.

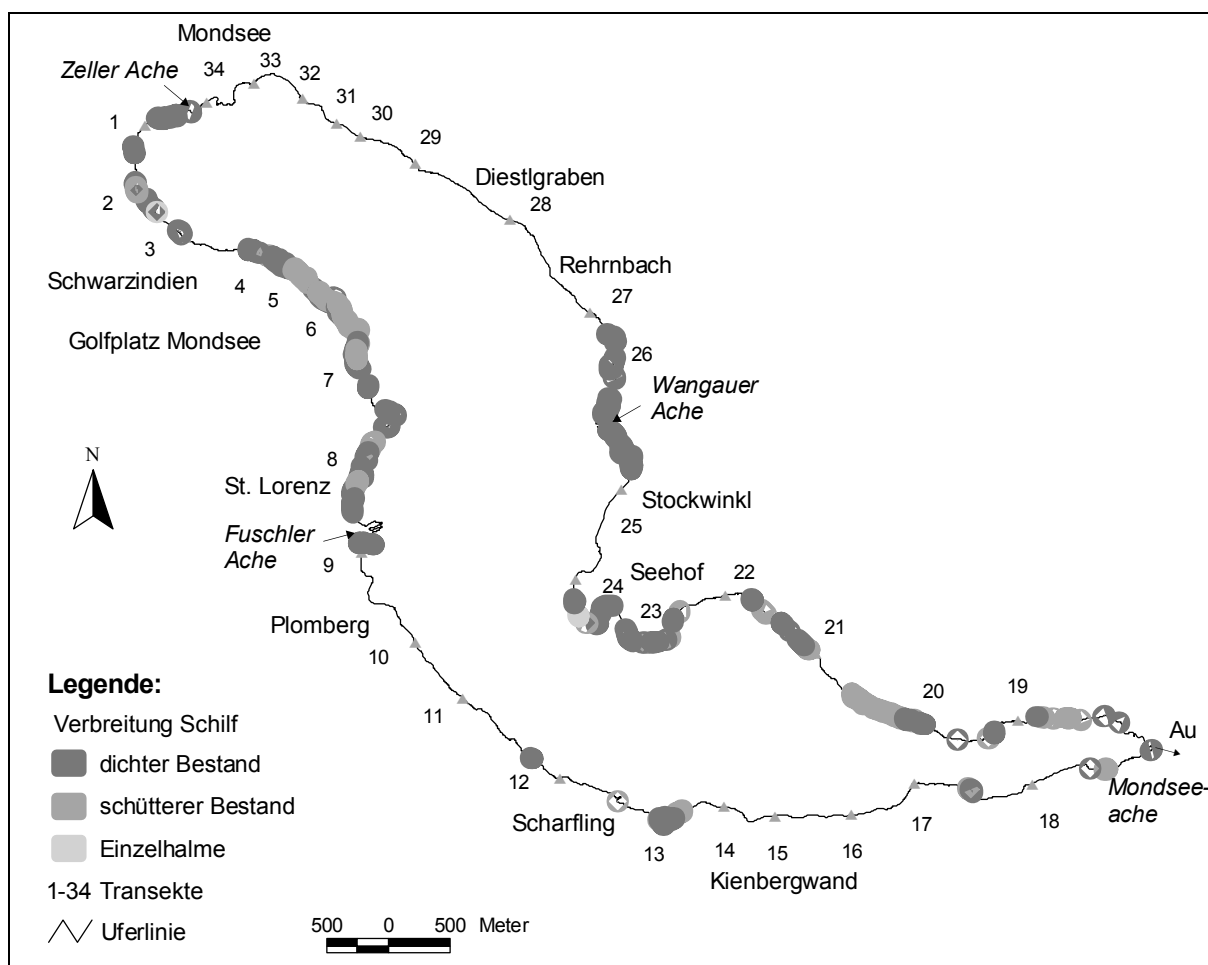


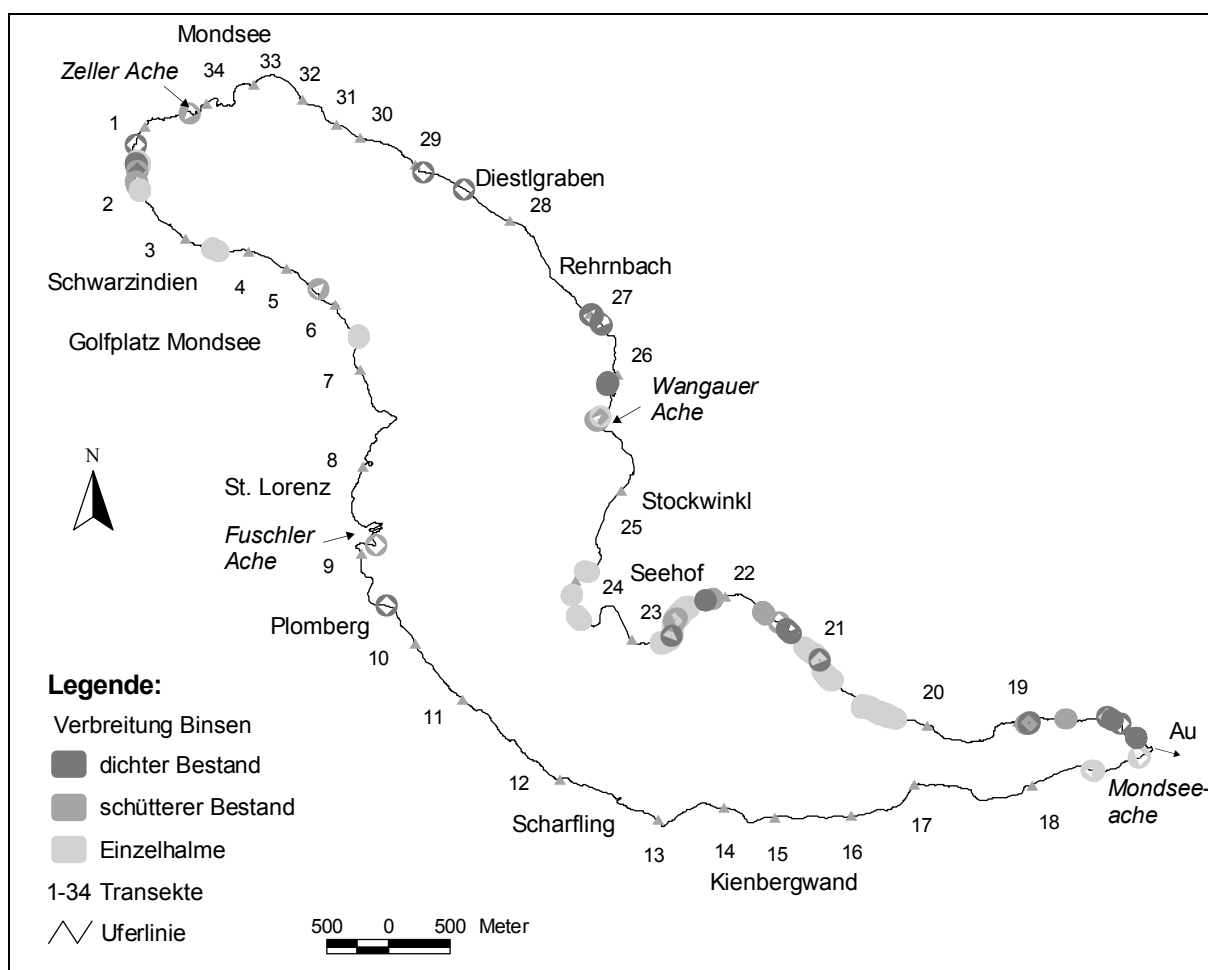
Abb. 30: Vorkommen von *Phragmites australis* im Mondsee.



### *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse)

Ein ähnliches Verbreitungsmuster zeigt auch die zweite im Mondsee vorgefundene Röhrichtart *Schoenoplectus lacustris* (Abb. 31). Die Bestandesdichten bleiben allerdings weitaus geringer als jene des Schilfs. Üblicherweise wachsen Binsenvorkommen seeseitig dem Schilf vorgelagert. Die weichen, biegsamen Halme der Pflanzen sind unempfindlicher gegen Wind und Wellenschlag als jene des Schilfrohrs und können daher weiter in den See vordringen. Die Besiedlung größerer Gewässertiefen wird den Binsen jedoch noch durch eine weitere Eigenschaft ermöglicht: Die Pflanzen können neben einer emersen (aufrechten, über sich über den Wasserspiegel erhebenden) Wuchsform auch eine rein submersen (untergetauchte) Wuchsform mit schlaffen, bandförmigen Blättern ausbilden.

*Schoenoplectus lacustris* wurde im Mondsee überwiegend in dieser rein submersen Form vorgefunden. Die Art besiedelt dabei meist den Tiefenbereich zwischen 1 und 2,5 m. Etwas tiefer (bis ca. 3,5 m) dringen die Pflanzen am Ostufer des nördlichen Seebeckens vor. In einem Transekt (Transekt 27, südlich von Rehrnbach) konnte *Schoenoplectus lacustris* sogar noch in einer Wassertiefe von 5 m nachgewiesen werden.

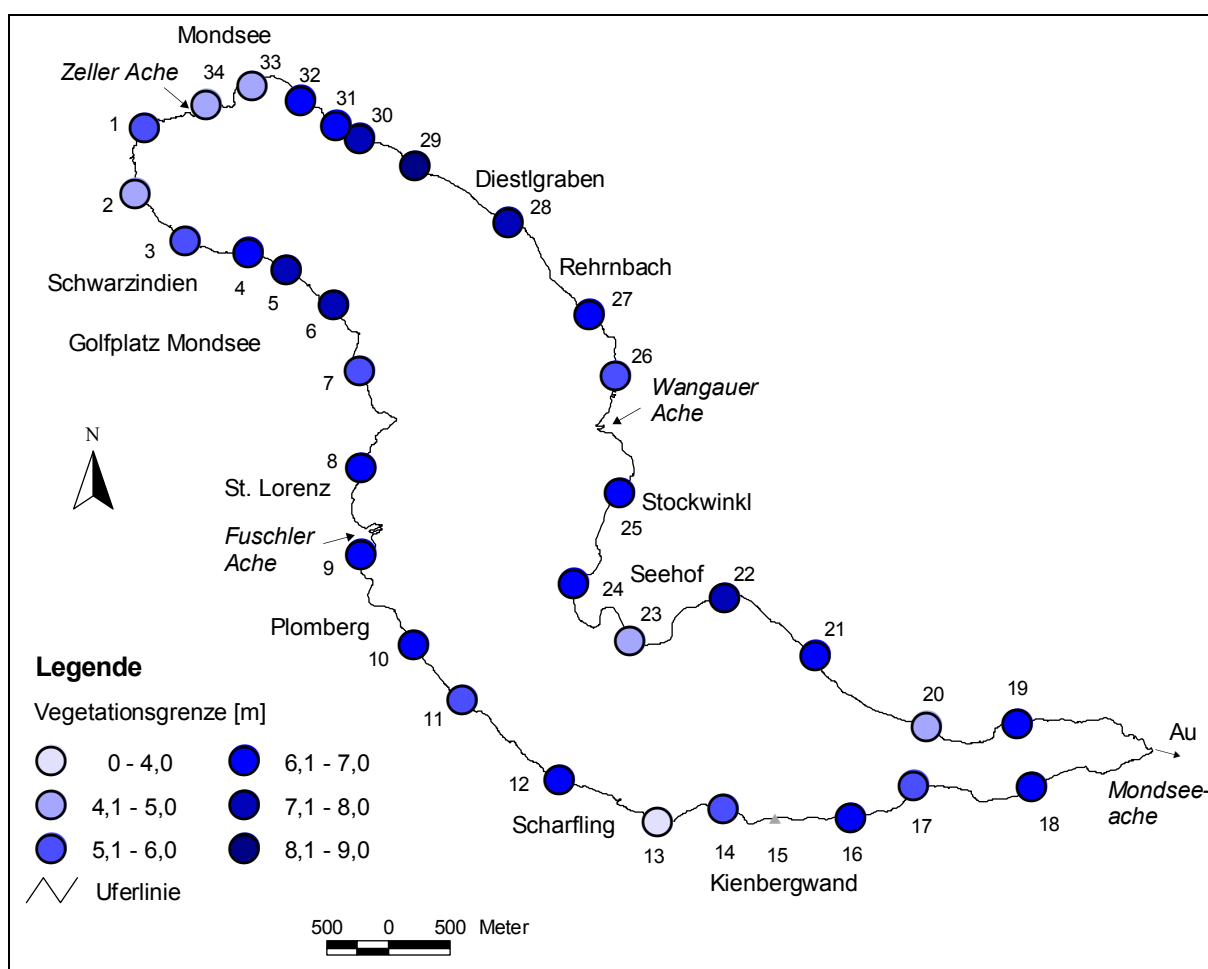


**Abb. 31: Vorkommen von *Schoenoplectus lacustris* im Mondsee.**

## 4.4 Vegetationsausstattung der einzelnen Transekte

### 4.4.1 VEGETATIONSGRENZE

Die untere Ausbreitungsgrenze der submersen Vegetation liegt im Mondsee zwischen 4 und 9 m (Abb. 32). Die größten Wassertiefen werden dabei mit 8 m und mehr in den Transekten 5 und 6 zwischen Schwarzindien und dem Golfplatz, in Transekt 22 bei Seehof und in den Transekten 28 bis 30 bei Diestlgraben erreicht. Hier wird die untere Begrenzung der Vegetation auch von den in Seen dieses Typs üblicherweise hier anzutreffenden Characeen-Arten *Chara globularis* und/oder *Nitella opaca* gebildet.



**Abb. 32: Vegetationsgrenze in den einzelnen Transekten des Mondsees.**

Zum Teil dringt auch der Neophyt *Elodea nuttallii* bis zur Vegetationsgrenze vor. Vor allem, wenn diese nur in geringerer Tiefe liegt, wurde die Nuttall-Wasserpest hier häufig als dominierende Art vorgefunden. Lediglich in Transekten, in denen auf Grund der Makrophytenvegetation auf eine deutlich erhöhte Nährstoffbelastung geschlossen werden kann, tritt auch *Elodea nuttallii* zurück und die Vegetationsgrenze wird von Nährstoffzeigern,

wie *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton mucronatus* oder *Ranunculus circinatus* gebildet. An solchen Stellen (vgl. z.B. Transekte 2, 13, 20, 33 und 34) endet die Tiefenausbreitung der aquatischen Vegetation meist schon oberhalb von 5 m Wassertiefe.

#### 4.4.2 ARTENANZAHL

Das artenreichste Inventar mit 15 Arten weist Transekt 23, im Gebiet der Halbinsel und im Übergangsbereich vom nördlichen zum südlichen Seebecken gelegen, auf (Abb. 33). Ebenfalls mehr als 12 Arten (14) wurden in Transekt 27 südlich von Rehrnbach gefunden.

Durchschnittlich werden 9,5 Arten pro Transekt am Mondsee gezählt. Abgesehen von Transekt 15 (Kienbergwand), das pflanzenleer ist, entpuppt sich Transekt 17 im Einflussbereich der Schiffstation Kreuzstein am Süden des Sees mit 6 Arten als artenärmstes Areal.

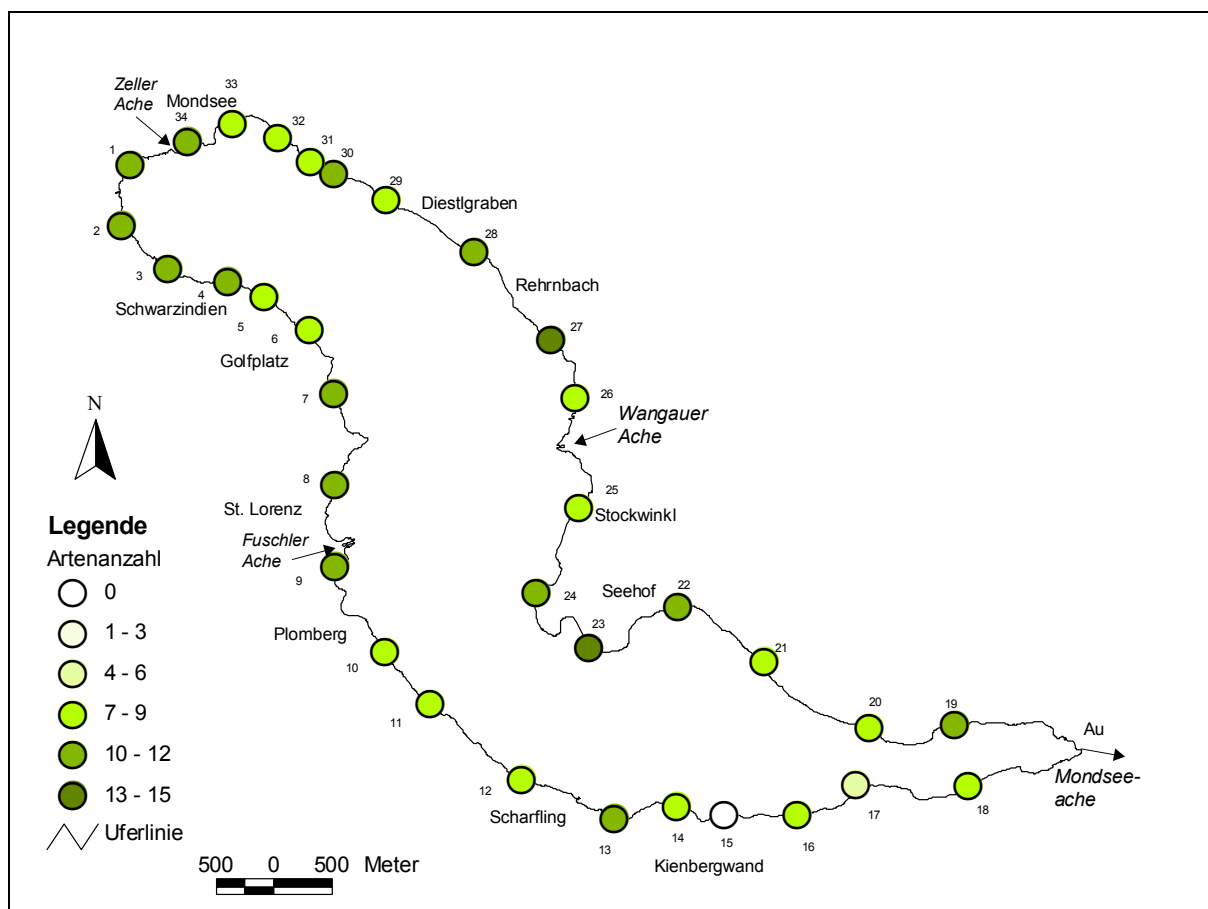
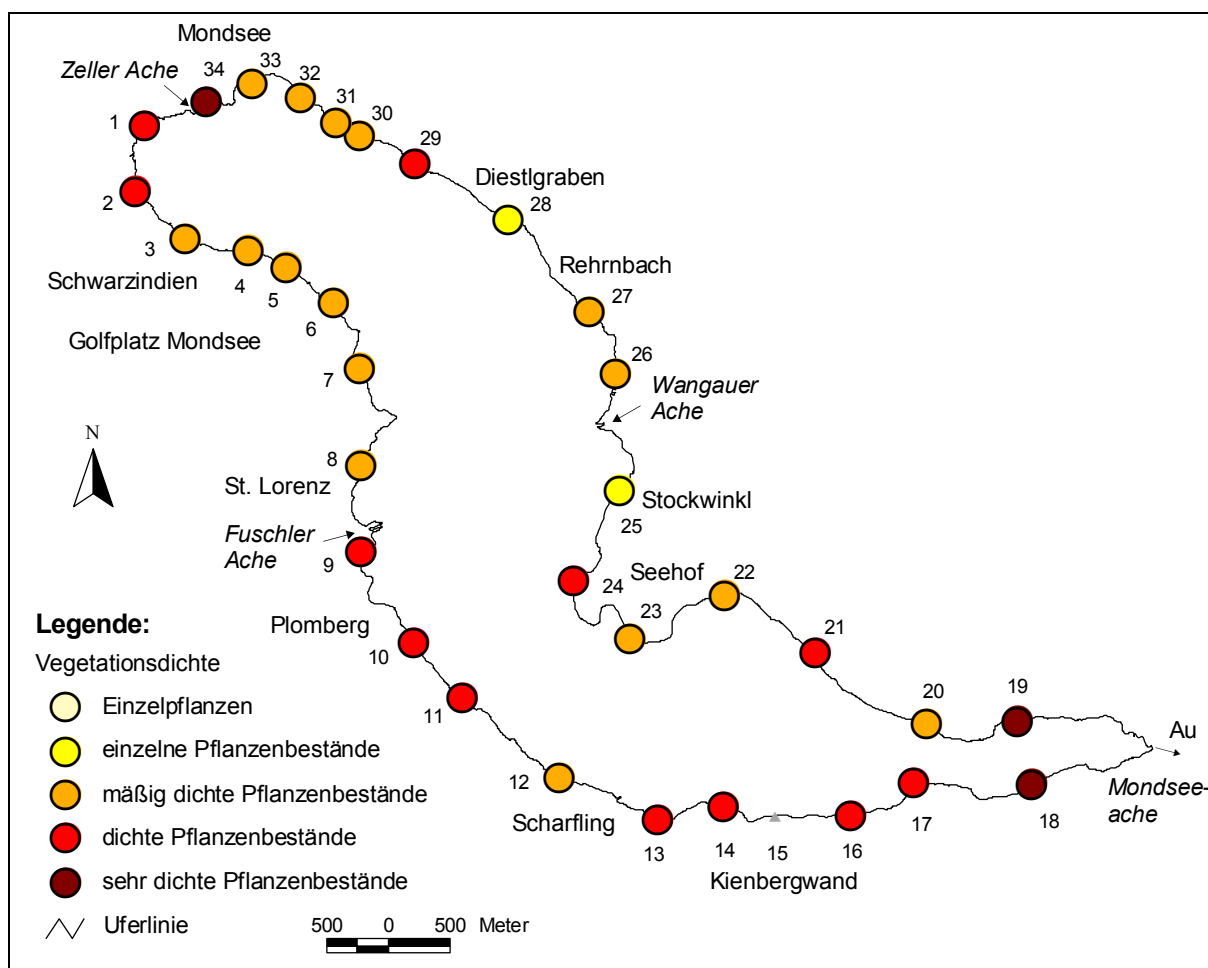


Abb. 33: Artenanzahl in den einzelnen Transekten im Mondsee.

#### 4.4.3 VEGETATIONSDICHTHE

Trotz der geringen Artenanzahl gehört Transekt 17 am Mondsee zu den Standorten mit vergleichsweise hoher Vegetationsdichte (Abb. 34). Neben Transekt 17 sind die Transekte 1 und 2 in der Mondseer Bucht, die Transekte 9, 10 und 11 südlich des Zuflusses der Fuschler Ache, die Transekte 13, 14 und 16 westlich und östlich der Kienbergwand und die Transekte 21, 24 und 29 Standorte dichter Pflanzenbestände. Noch üppigere Wasserpflanzenvorkommen wurden lediglich in den Transekten 18 und 19 sowie in Transekt 34 gefunden.

Lediglich vereinzelte Bestände submerser Makrophyten wachsen in den Transekten 25 bei Stockwinkel und 28 auf Höhe von „In der Leiten“. In allen anderen Transekten finden sich mäßig dichte Wasserpflanzenbestände. Auch im Mittel sind die Wasserpflanzenbestände am Mondsee nur als „mäßig dicht“ zu bezeichnen, wobei die Vegetationsdichte im Südbecken etwas höher als im nördlichen Seebecken ist.



**Abb. 34: Vegetationsdichte in den einzelnen Transekten des Mondsees**

## 5 VERGLEICH MIT ZURÜCKLIEGENDEN UNTERSUCHUNGEN

Im Juli 1982 erfolgte in Ergänzung der Arbeiten von VAN CAMPEN & EDLINGER (1980) eine Erhebung des Makrophytenbestandes in der Nordbucht des Mondsees und dem daran angrenzenden Gebiet bis Schwarzindien (MAIER, 1985). Im Bereich des Bootshauses des Limnologischen Instituts der Akademie der Wissenschaften auf Höhe von Gaisberg wurde ein 50 m x 50 m Untersuchungsquadrat eingemessen, in dem eine detaillierte Makrophytenaufnahme zum Teil vom Boot aus, zum Teil durch Tauchgänge bis in eine Tiefe von 5 m stattfand. Südlich dieses Quadrats in Richtung Schwarzindien erfolgte die Kartierung stichprobenartig, das Gebiet nördlich des Quadrats bis hin zum Seebad der Ortschaft Mondsee wurde intensiv untersucht. Die von MAIER gefundenen Makrophyten sind in Tabelle 3 aufgelistet und den Arteninventaren der Transekte aus der aktuellen Kartierung, die im Untersuchungsgebiet von MAIER liegen, gegenüber gestellt. Leider verzichtete MAIER auf Angaben zu Characeenvorkommen. Nach seinen Ausführungen wurde diese Makrophytengruppe nur lückenhaft erfasst, weil der Characeengürtel unter 5 m Wassertiefe reichte. Warum nicht tiefer getaucht wurde, bleibt offen. MAIER räumt außerdem Schwierigkeiten bei der exakten Artbestimmung, insbesondere der schmalblättrigen Potamogeton-Arten ein.

Zwei von MAIER nachgewiesene Laichkrautarten, *Potamogeton filiformis* und *Potamogeton lucens*, konnten in der aktuellen Kartierung nicht bestätigt werden. *Potamogeton lucens* war in der Untersuchung von VAN CAMPEN & EDLINGER (1980) ebenfalls nicht genannt. Alle übrigen von MAIER gefundenen Arten tauchen auch in den relevanten Arteninventaren der aktuellen Bestandsaufnahme auf. Zusätzlich konnten 2002 zwei Rote-Liste-Arten, *Nymphaea alba* und *Utricularia australis*, sowie *Ceratophyllum demersum* nachgewiesen werden.

Interessanter Weise findet sich heute in der Nordbucht des Mondsees an Stelle der früher dort wachsenden *Elodea canadensis* ausschließlich *Elodea nuttallii*. Aufgrund des frühen Kartierungszeitpunktes Anfang der 80er Jahre (*Elodea nuttallii* dürfte erst später nach Österreich eingewandert sein) ist nicht davon auszugehen, dass es sich bei MAIER (1985) um eine Verwechslung handelt. Das Verschwinden der hoch-eutraphenten Art *Elodea canadensis* könnte hingegen als Reaktion auf eine Verringerung der Nährstoffbelastungen an diesem Standort zurückzuführen sein.

Einen Hinweis auf diese These liefert auch die Gegenüberstellung der von MAIER (1985) vorgenommene Uferbeschreibung mit den heute vorzufindenden Gegebenheiten. Während in der Publikation von 1982 dichte Algenrasen auf Steinen und im Wasser schwimmend beschrieben werden und der untersuchte Uferbereich des Mondsees als stark eutroph bezeichnet wird, ist heute auf Basis der vorgefundenen Makrophytenarten und auch der weitaus geringeren Veralgung von einer deutlich verminderten Nährstoffbelastung auszugehen.

Tab. 3: Arteninventar des Mondsees in den Transekten 34 und 1 bis 4 sowie in der Nordbucht des Sees 1982 (Daten aus MAIER, 1985)

MAKROPHYTENARTEN	Nordbucht (Kartierung 1982)	Transekte (Kartierung 2002)				
		34	1	2	3	4
<b>Untergetauchte Arten</b>						
<b>Charophyta</b>						
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	<b>nicht dokumentiert</b>	x	x	x		x
<i>Chara globularis</i> THUILLIER		x		x	x	x
<i>Chara tomentosa</i> L.		x	x	x		
<i>Nitella opaca</i> (BRUZELIUS) AGARDH						x
<b>Spermatophyta</b>						
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.			x		x	x
<i>Elodea canadensis</i>	x					
<i>Elodea nuttallii</i> (PLANCHON) ST. JOHN		x	x	x		x
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	x	x			x	x
<i>Potamogeton crispus</i> L.	x			x	x	
<i>Potamogeton filiformis</i>	x					
<i>Potamogeton lucens</i>	x					
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	x	x	x		x	
<i>Potamogeton mucronatus</i>	x	x	x		x	x
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	x	x		x	x	x
<i>Potamogeton pusillus</i> L. sec. DANDY et TAYLOR	x	x	x	x	x	x
<i>Ranunculus circinatus</i> SIBTHORP	x	x	x	x	x	x
<i>Utricularia australis</i> R. BROWN			x			
<i>Zannichellia palustris</i> L.	x		x			
<b>Schwimblattarten</b>						
<i>Nuphar lutea</i> (L.) J.E. SMITH in SIBTHORP et J.E. SMITH	x			x		
<i>Nymphaea alba</i>		x				
<b>Röhrichtarten</b>						
<i>Phragmites australis</i> (CAVANILLES) TRINIUS ex STREUDEL	x			x	x	x
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALLA	x			x	x	

## 6 VEGETATIONSZONIERUNG

Die Zonierung der aquatischen Vegetation ist im beiliegenden Kartenband (M 1:2.000) dokumentiert.

Am Mondsee ist kein Röhrichtgürtel im eigentlichen Sinne ausgebildet. Entlang weiter Uferbereiche fehlen Röhrichtvorkommen gänzlich. Die vorhandenen Bestände erreichen nur selten größere Dichten und dringen auch nur wenig weit in den See vor. Auch die Schwimmblattpflanzen weisen am Mondsee nur eine geringe Verbreitung auf. Die Ausbreitung dieser beiden Vegetationseinheiten wurde bereits in den Kapiteln 4.3.2 und 4.3.3 beschrieben. Im folgenden soll daher lediglich auf die untergetauchte Vegetation genauer eingegangen werden.

Dem Gewässertyp entsprechend sollten im Mondsee im wesentlichen drei unterschiedliche Zonen innerhalb der submersen Vegetation ausgebildet sein. Anschließend an die Characeen des Flachwassers sollte in Richtung Tiefe eine Zone mit vermehrtem Auftreten mehr oder weniger hochwüchsiger Höherer Pflanzen, also andeutungsweise ein sog. Laichkrautgürtel folgen, der wiederum in noch größerer Tiefe von den ausgedehnten, bis zur Vegetationsgrenze reichenden Wiesen der Tiefenwasser-Characeen oder *Nitella*-Fluren abgelöst wird. Prinzipiell sollten Characeen über die gesamte bewachsene Litoralfläche hinweg die dominierende Vegetationseinheit bilden.

Abgesehen davon, dass Characeen mit einem Anteil von nur 20 % an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation bei weitem nicht die dominierende Pflanzengruppe darstellen, ist auch die o.a. Vegetationszonierung nur in wenigen Teilbereichen des Mondsees zu finden (s. Kartenband). Solche Abschnitte liegen z. B. zwischen Höribachhof und dem Golfplatz bei Schwarzindien (Transekte 2 bis 6), im Bereich des Naturschutzgebietes zwischen Stockwinkel und Seehof (Transekt 24) sowie beim Seeausrinn (Transekt 18). Zur Dominanz über alle Tiefenstufen hinweg gelangen Characeen dabei nur in der unmittelbaren Umgebung des Ausrinnns (Transekt „Ausrinn“).

Dominant sind in der submersen Vegetation des Mondsees zumeist niederwüchsige Höhere Pflanzen (Spermatophyta) anzutreffen, allen voran die Arten *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest) und *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut). Während das vermehrte Auftreten der beiden Laichkrautarten noch ein Relikt der in der Vergangenheit erheblich höheren Nährstoffbelastung des Gewässers sein dürfte, hat sich mit *Elodea nuttallii* ein Neophyt im Mondsee etablieren können.

In der Eutrophierungsphase des Mondsees waren mit großer Sicherheit die typspezifischen dichten und ausgedehnten Characeen-Wiesen nahezu vollständig aus dem Gewässer verschwunden. Auch die Dichte an Höheren Pflanzen dürfte unter diesen Bedingungen nicht allzu groß gewesen sein. Mit dem Prozess der Reoligotrophierung konnten sich dann, wie

anzunehmen ist, zunächst nährstoffliebende Vertreter der Höheren Pflanzen, wie *Ceratophyllum demersum* (Rauhes Hornblatt), die Laichkrautarten *Potamogeton crispus* (Krauses Laichkraut), *Potamogeton mucronatus* (Stachelspitziges Laichkraut) und *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) sowie *Ranunculus circinatus* und *Zannichellia palustris* (Teichfaden) ausbreiten. Mit den abnehmenden Nährstoffgehalten gelangte schließlich *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) zur Dominanz.

Aber auch eine andere Art, der Neophyt *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest), der erst Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre vom Westen her nach Österreich gelangte, konnte die ehemaligen Wuchsorte der Characeen offensichtlich äußerst rasch besiedeln. Dies ist eine der möglichen Ursachen, warum trotz des bereits weit fortgeschrittenen Reoligotrophierungsprozesses im Mondsee eine entsprechende Wiederbesiedlung mit Armelechteralgen bislang nur in sehr geringem Umfang erfolgen konnte. Weiters bleibt zu bedenken, dass die Makrophytenvegetation auf Veränderungen im Trophieniveau und hier vor allem auf Verminderungen des Nährstoffgehaltes immer verzögert reagiert.

Tatsache ist, dass die aktuelle Makrophytenvegetation im Mondsee nicht mit der aktuellen Trophiesituation im Einklang steht. Die typspezifische Vegetationszonierung ist demnach über weite Uferstrecken nur unvollständig ausgebildet. Hierbei werden einzelne Zonen von niederwüchsigen Höheren Pflanzenarten, wie insbesondere *Elodea nuttallii* oder eben *Potamogeton pusillus* dominiert oder ausschließlich gebildet. Die Zone der Flachwasser-Characeen sowie den „Laichkrautgürtel“ ersetzt diese Pflanzengruppe z.B. im Bereich zwischen Golfplatz und St. Lorenz (Transekte 7 und 8), nördlich und südlich der Halbinsel um den Gaisberg (Transekte 21, 22 und 25) sowie im Bereich der Ortschaft Hammermühle (Transekte 29 und 30). In diesen Bereichen sind als typspezifische Zone lediglich die Tiefenwasser-Characeen ausgebildet.

Von Plomberg bis zur Kienbergwand (Transekte 10 bis 16) ist hingegen nur die Zone der Flachwasser-Characeen typspezifisch ausgebildet. Die darunter liegenden Zonen werden wiederum von niederwüchsigen Höheren Pflanzen dominiert oder vollständig eingenommen. In allen Zonen dominant treten niederwüchsige Höhere Pflanzen vor allem entlang des Nordufers des westlichen Seebeckens (Stockwinkel bis Mondsee) auf und indizieren eine höhere Nährstoffbelastung in diesem Bereich.

Es ist davon auszugehen, dass sich die aquatische Vegetation des Mondsees in absehbarer Zeit an die geänderten trophischen Gegebenheiten anpassen und wieder vermehrt zur typspezifischen Ausprägung zurückkehren wird. Eine vollständige Rückkehr zum „Referenzzustand“ ist jedoch schon allein aufgrund der Einwanderung des Neophyten *Elodea nuttallii* nicht zu erwarten.



## 7 ZUSAMMENFASSUNG

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

Mit Hilfe der Echosondierung können auf Grund der Struktur der aquatischen Vegetation unterschiedliche Seebereiche ausgewiesen werden. In diese werden gezielt Transekte zur Erfassung des Artenspektrums sowie der artspezifischen Pflanzenmengen und Wuchshöhen gelegt. Die Ergebnisse aus den Transektkartierungen werden sodann auf die zuvor ausgewiesenen Seebereiche umgelegt. Hierdurch wird letztlich – trotz lediglich Transektkartierung – eine quasi flächendeckende Aussage ermöglicht.

Im Mondsee wurden insgesamt 28 Makrophytenarten nachgewiesen. Zwei davon zählen zu den Röhrichtarten, zwei zu den Schwimmblattpflanzen, die übrigen 24 Arten wachsen untergetaucht. Von diesen gehören sieben zu den Charophyta (Armleuchteralgen), drei zu den Bryophyta (Moose) und die übrigen Arten zu den Spermatophyta (Höhere Pflanzen).

Bemerkenswert ist das Vorkommen von insgesamt 15 Rote-Liste-Arten: neben den sieben generell als „gefährdet“ geltenden Vertretern der Characeae sind dies die untergetauchten Arten *Eleocharis acicularis* (Nadel-Sumpfbirse, „stark gefährdet“), *Potamogeton mucronatus* (Stachelspitziges Laichkraut, „stark gefährdet“), *Potamogeton perfoliatus* (Durchwachsenes Laichkraut), *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Ranunculus circinatus* (Spreizender Wasserhahnenfuß) und *Utricularia australis* (Großer Wasserschlauch) sowie die Schwimmblattpflanzen *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) und *Nymphaea alba* (Große Seerose) (letztere alle „gefährdet“).

Am Mondsee dominieren mengenmäßig mit weitem Abstand die submersen Höheren Pflanzen. Sie sind mit 72 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Characeen tragen 20 % zur aquatischen Vegetation bei – Moose (1 %), Schwimmblatt- (1 %) und Röhrichtarten (6 %) spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Die mit Abstand häufigste Wasserpflanzenart am Mondsee ist *Potamogeton pusillus*. Das Zwerg-Laichkraut trägt ca. 30 % zur Gesamtpflanzenmenge bei, gefolgt von *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest) mit einem Anteil von nur noch 14 % und *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) mit 11 %igem Anteil an der Gesamtpflanzenmenge. Auf Position 4 befindet sich die Armleuchteralgenart *Nitellopsis obtusa* (Stern-Armleuchteralge, 6 %), gefolgt von *Myriophyllum spicatum* (Ähren-Tausendblatt, 5 %). Alle anderen Arten sind mit weniger als 5 % an der Gesamtpflanzenmenge beteiligt. Die bedeutendsten Vertreter der Characeen im Mondsees sind die vergleichsweise nährstofftoleranten Arten *Nitellopsis*

*obtusa* (Stern-Armluchteralge, 6 % Anteil an der Gesamtpflanzenmenge) und *Chara globularis* (Zerbrechliche Armluchteralge, 4 %).

Bei den beiden Schwimmblattarten dominiert *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) deutlich mit ca. 98 %iger Beteiligung an der Gesamtpflanzenmenge gegenüber *Nymphaea alba* (Große Seerose)

Innerhalb der insgesamt nur schütterten Röhrichtbestände des Mondsees dominiert *Phragmites australis* (Schilf) mit einem Mengenanteil von über 90 %. Als zweite Röhrichtart ist *Schoenoplectus lacustris* (Grüne Teichbinse) zu nennen.

Die Verbreitung jeder einzelnen Art wurde graphisch dargestellt und beschrieben.

Die untere Ausbreitungsgrenze der submersen Vegetation liegt im Mondsee zwischen 4 und 9 m. Im Mittel wurden am Mondsee 9,5 Arten pro Transekt nachgewiesen (Maximum 15 Arten, Minimum 0 Arten). In der überwiegenden Anzahl der Transekte wurden „mäßig dichte“ bis „dichte“ Pflanzenbestände vorgefunden.

Ein Vergleich mit zurückliegenden Untersuchungen in den 80er Jahren (nur im Bereich Mondsee/Gaisberg) zeigt eine weitgehende Übereinstimmung des Artenspektrums. Die aufgetretenen Unterschiede können mit großer Sicherheit auf eine Verringerung der Nährstoffbelastung gegenüber den zum damaligen Untersuchungszeitpunkt vorliegenden Bedingungen zurückgeführt werden.

Die Zonierung der aquatischen Vegetation ist im beiliegenden Kartenband (M 1:2.000) dokumentiert. Den Aufnahmen zu Folge ist am Mondsee kein Röhrichtgürtel im eigentlichen Sinne ausgebildet. Entlang weiter Uferbereiche fehlen Röhrichtvorkommen gänzlich. Die vorhandenen Bestände erreichen nur selten größere Dichten und dringen auch nur wenig weit in den See vor. Auch die Schwimmblattpflanzen weisen am Mondsee nur eine geringe Verbreitung auf.

Bei der untergetauchten Vegetation sollten im Mondsee dem Gewässertyp entsprechend im wesentlichen drei unterschiedliche Zonen innerhalb der submersen Vegetation ausgebildet sein. Auf die Characeen des Flachwassers sollte in Richtung Tiefe eine Zone mit vermehrtem Auftreten mehr oder weniger hochwüchsiger Höherer Pflanzen, also andeutungsweise ein sog. Laichkrautgürtel folgen, der wiederum in noch größerer Tiefe von den ausgedehnten, bis zur Vegetationsgrenze reichenden Wiesen der Tiefenwasser-Characeen oder Nitella-Fluren abgelöst wird. Prinzipiell sollten Characeen über die gesamte bewachsene Litoralfäche hinweg die dominierende Vegetationseinheit sein.

Abgesehen davon, dass Characeen mit einem Anteil von nur 20 % an der Gesamtmenge der aquatischen Vegetation bei weitem nicht die dominierende Pflanzengruppe sind, ist auch die o.a. Vegetationszonierung nur in wenigen Teilbereichen des Mondsees zu finden. Dominant

in der submersen Vegetation des Mondsees sind zumeist niederwüchsige Höhere Pflanzen (Spermatophyta) anzutreffen, allen voran die Arten *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut), *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest) und *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut). Während das vermehrte Auftreten der beiden Laichkrautarten noch ein Relikt der in der Vergangenheit erheblich höheren Nährstoffbelastung des Gewässers sein dürfte, hat sich mit *Elodea nuttallii* ein Neophyt im Mondsee etablieren können.

Tatsache ist, dass die aktuelle Makrophytenvegetation im Mondsee nicht mit der aktuellen Trophiesituation im Einklang steht. Die typspezifische Vegetationszonierung ist demnach über weite Uferstrecken nur unvollständig ausgebildet. Hierbei werden einzelne Zonen von niederwüchsigen Höheren Pflanzenarten, wie insbesondere *Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest) oder eben *Potamogeton pusillus* (Zwerg-Laichkraut) dominiert oder ausschließlich gebildet.

Es ist davon auszugehen, dass sich die aquatische Vegetation des Mondsees in absehbarer Zeit an die geänderten trophischen Gegebenheiten anpassen und wieder vermehrt zur typspezifischen Ausprägung zurückkehren wird. Eine vollständige Rückkehr zum „Referenzzustand“ ist jedoch schon allein aufgrund der Einwanderung des Neophyten *Elodea nuttallii* nicht zu erwarten.

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

## 8 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.
- BURNAND, J.; 1980: Die Entwicklung des Röhrichts am Züricher Ufer des Zürichsees. - Jber. Verb. Schutz Landschaftsbild Zürichsee 53, 53-69.
- CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.-D.; 1981: Pteridophyta and Antophyta 2. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa - Hrsg. v. Ettl, H., Gerloff, J. Heyming, H., 24, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 942pp.
- COOK, C.D.K. & 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.
- 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.; 1989: Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer im Norden der DDR Teil I. Die Gesellschaften des offenen Wassers (Characeen-Gesellschaften). – *Feddes Repertorium* 100/5-6, 281-324.
- 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.
- 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.
- 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.
- ISELI, CHR. & IMHOF, TH.; 1987: Bieler See 1987: Schilfschutz, Erhaltung und Förderung der Naturufer. - Schr.Reihe Ver. Bielersee-Schutz 2, 151pp.
- JÄGER, P., PALL, K. & DUMFARTH, E.; 2002: Zur Methodik der Makrophytenkartierung in großen Seen.- Österreichs Fischerei 10, 230 – 238.
- JANAUER, G.A., ZOUFAL, R., CHRISTOPH -DIRRY, P. & ENGLMAIER, P.; 1993: Neue Aspekte der Charakterisierung und vergleichenden Beurteilung der Gewässervegetation.- Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim 2, 59-70.
- KOHLER, A.; 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. -Landschaft + Stadt 10/2, 73-85.
- KOHLER, A. & 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., BRINKMEIR, R. & VOLLRATH, H.; 1974: Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. - Ber. Bayer. Bot. Ges. 45, 5-36.
- KRAMBECK, C.; 1990: Water quality protection by retention agricultural nonpoint source pollutants in riparian buffer strips and other wetland types. A review.
- KRAUSE, A.; 1972: Einfluß der Eutrophierung und anderer menschlicher Einwirkungen auf die Makrophytenvegetation der Oberflächengewässer. Berichte über Landwirtschaft 50/1, 140-146.
- KRAUSE W.; 1971: Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinaue – Die Äschenregieon. Arch. Hydrobiol. Suppl. 37, 387-465.
- KRAUSE, W.; 1985: Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armeleuchteralge Nitellopsis obtusa (DESVAUX) J. GROVES. - Caroleinea 42, 31-42.
- KRAUSCH, H.-D.; 1964: Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. – Limnologica (Berlin) 2/2, 145-203.
- 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: Röhrichtschutzmaßnahmen am Bodensee - Obersee. - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Berlin.

- KSENOFONTOVA, T.; 1989: General changes in the Matsalu Bay reedbeds in this century and their present quality. - *Aquat. Bot.* 35, 111-120.
- LACHAVANNE, J.-B.; 1977: Contribution à l'étude des macrophytes de Léman.- Thèse no.1760, Univ. Genève.
- LANG, G.; 1967: Die Ufervegetation des westlichen Bodensees.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 32, 437-574.
- 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.
- MAIER, R.; 1985: Makrophyten und Eutrophierungsgrad einiger Salzkammergutseen, insbesondere des Mondsees. – *ÖKO-L* 7/3, 11-16.
- MELZER, A.; 1976: Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes Oberbayerischer Seen. - *Diss. Bot.* 34, Verl. J. Cramer, Vaduz, 195pp.
- MELZER, A. & HÜNERFELD, G.; 1990: Die Makrophytenvegetation des Tegern-, Schlier- und Riegsees. - *Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft* 2/90, 188pp.
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K. & VOGT, E.; 1988: Die Makrophytenvegetation des Ammer-, Wörth- und Pilsensees sowie des Weißlinger Sees. - *Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft* 1/88, 262pp.
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K., SIRCH, R. & VOGT, E.; 1986: Die Makrophytenvegetation des Chiemsees. - *Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft* 4/86, 210pp.
- MORET, J. L.; 1979: Les Grangettes - Objet naturel d'importance nationale. Les roselières lacustres. - *Ber. d. Univers. Lausanne*, 27pp.
- MOSS, B.; 1983: The Norfolk Broadlands: experiments in the restauration of a complex wetland. - *Biol. Rev.* 58, 521-561.
- NIKLFELD, H.; 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs.- Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (Wien) 10, 292pp.
- Ohlsen, S.; 1950: Aquatic plants and Hydrospheric Factors II. The hydrospheric Types. *Svensk Bot. Tidskrift* 44/2, 332-373.
- PALL, K.; 1996: Die Makrophytenvegetation des Attersees und ihre Bedeutung für die Beurteilung des Gewässerzustandes. – In: Oberösterreichischer Seeuferkataster, Pilotprojekt Attersee; Studie im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung sowie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft.
- PALL, K.; 1998: In Dokulil et al., 1998: Erstuntersuchen Hafenbecken Kuchelau.- Untersuchung im Auftrag der Stadt Wien, MA45, unveröff. Bericht.

- PALL, K.; 1999 a: Die Makrophytenvegetation des Großen Vätersees.- Untersuchung im Auftrag des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin, unveröff. Bericht.
- PALL, K.; 1999 b: Characeen. In: Rott, E. et al.: Indikationslisten für Aufwuchsalgen, Teil 2: Trophieindikation und Autökologische Anmerkungen. – Hrsg.: Österr. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster.
- PALL, K.; 2004: Zur Methodik der Makrophytenkartierung in Seen, in prep.
- PALL, K. & HARLACHER, R.; 1992: Die Makrophytenvegetation des Kochelsees. – Untersuchung im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim, unveröff. Bericht, 111pp.
- PALL, K. & JANAUER, G. A.; 1995: Die Makrophytenvegetation von Flußstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluß-km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 101, Large Rivers 9/2, 91-109.
- PALL, K. & JANAUER, G. A.; 1999: Makrophyteninventar der Donau.- Schriftenreihe der Forschung im Verbund 38, 116pp.
- PALL, K. & MOSER, V.; 2003: Die Makrophytenvegetation des Zellersees.- Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Salzburg, 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.
- PEÑUELAS, J.; 1985: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> as an exogenous carbon source for aquatic bryophytes Fontinalis antipyretica and Fissidens grandifrons. - J. Exp. Bot. 36/164, 441-448.
- PRIES, E.; 1985: Allgemeine Ursachen des Röhrichrückganges. - Naturschutzarbeit in Mecklenburg 28, 69-74.
- ROGERS, K. H. & BREEN, C. M.; 1983: An investigation of macrophyte, epiphyte and grazer interactions. In: Wetzel (Editor), Periphyton of Freshwater Ecosystems. - Junk, The Hague, 217-226.
- SCHÄFER, R.; 1984: Schilfsterben. - Nature 5, 35-37.
- SUKOPP, H. & MARKSTEIN, B.; 1989: Die Vegetation der Berliner Havel. Bestandsveränderungen 1962-1987. - Landschaftsentw. u. Umweltforsch., Schriftenr. d. FB Landschaftsentw. d. TU Berlin 64, 128pp.
- VAN CAMPEN, L. & EDLINGER, B.; 1980: Die Makrophytenvegetation des Atter-, Mond- und Fuschlsees.- Arb. Labor Weyregg 5, 156-163.

- 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.
- WOLFRAM, G.; 2003: Typologie österreichischer Seen, Zwischenbericht.- Studie im Auftrag des BMLFUW, unveröff. Bericht.



## **DANKSAGUNG**

Unser Dank gilt der Landesregierung Oberösterreich für die Ermöglichung der Untersuchung.

Wir bedanken uns weiters beim Institut für Limnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für die Bereitstellung eines Bootes und eines Unterwasserfahrzeugs (Aqua-Zepp) sowie für die freundliche Unterstützung während der Untersuchungen.

Letztlich möchten wir uns auch bei Frau Dr. Gross, Universität Konstanz, für die chemische Determinierung von Pflanzenproben der Gattung *Elodea* bedanken.