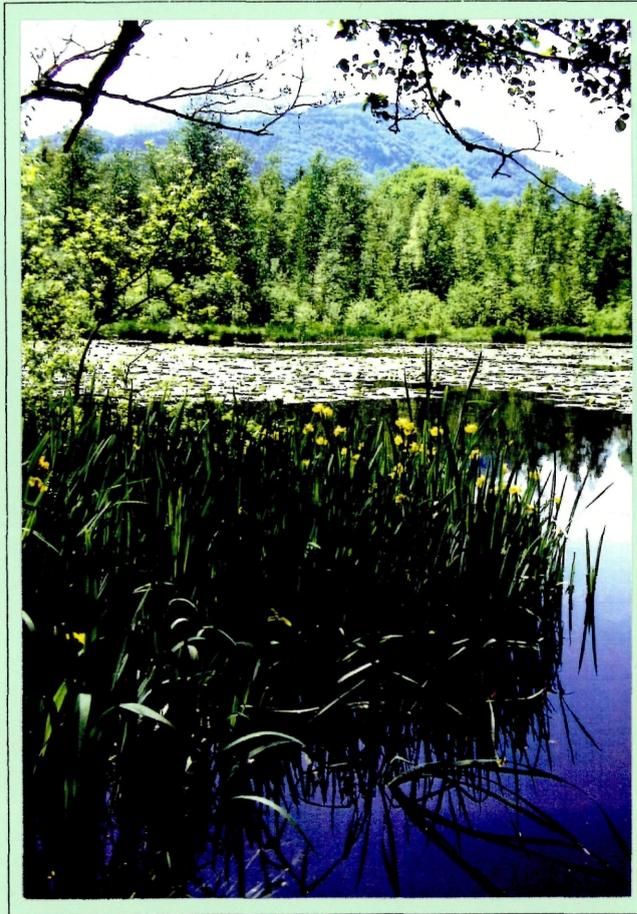


Projektgruppe **Krottensee** - Endbericht in drei Teilen



**Teil I: Der Krottensee in Gmunden (OÖ) - Vegetation, Flora & Naturschutz  
unter Berücksichtigung der Limnologie  
und Vegetationsgeschichte**

Gottfried ROITHINGER, Gundula HUBER, Franz MAIER & Robert KRISAI

**Teil II: Limnologische Charakterisierung des Naturdenkmals  
„Krottensee bei Gmunden“**

Christian D. JERSABEK & Robert SCHABETSBERGER

**Teil III: Die Vegetationsgeschichte des Krottensees**  
Eva KONRAD

## **Einleitung**

Der Krottensee in Gmunden genießt als Ort der Naherholung und Naturbeobachtung große allgemeine Aufmerksamkeit. In den letzten Jahren sei eine zunehmende „Verlandung“ eingetreten; dagegen müßten Maßnahmen ergriffen werden, meinen Freunde des Krottensees. Dieser steht seit 1980 als Naturdenkmal unter Schutz, womit Eingriffe nicht ohne weiteres möglich sind. Um zu einer fachlich fundierten Lösung des resultierenden Interessenskonfliktes zu gelangen, gaben die Stadtgemeinde Gmunden und das Amt der OÖ Landesregierung im Oktober 1993 die vorliegende Untersuchung in Auftrag. Dabei wurden, zur Beurteilung der künftigen Entwicklung des Krottensees, die aktuelle Vegetation, die Vegetationsgeschichte und die limnologische Charakteristik des Naturdenkmals durch die interdisziplinäre „Projektgruppe **Krottensee**“ an der Universität Salzburg bearbeitet sowie Literatur- und Luftbildvergleiche durchgeführt. Diese Studie liegt nunmehr in drei Teilen vor:

*Teil I:* ROITHINGER, G., HUBER, G., MAIER F. & R. KRISAI (1995): **Der Krottensee in Gmunden (OÖ) - Vegetation, Flora und Naturschutz unter Berücksichtigung der Limnologie und Vegetationsgeschichte.**

*Teil II:* JERSABEK, CH. D. & R. SCHABETSBERGER (1994): **Limnologische Charakterisierung des Naturdenkmals „Krottensee bei Gmunden“.**

*Teil III:* KONRAD, E. (1994): **Die Vegetationsgeschichte des Krottensees.**

Die Zusammenschau der Einzelprojekt-Ergebnisse und die Erstellung des resultierenden Maßnahmenkataloges erfolgt in Teil I.

Herrn Ing. Heinz-Peter TÜRK (Abteilung Überörtliche Raumordnung, Amt d. OÖ LR) sorgte durch die koordinativen Vorarbeiten für das Zustandekommen der vorliegenden Untersuchung. Herr Franz HÖGLINGER (Lenzing) stellte uns umgehend unveröffentlichte Untersuchungsdaten vom Krottensee sowie mehrerer Herbar-Belege zur Verfügung. Herr Dr. PRÄHAUSER vom Vermessungsamt Gmunden gab uns ausführliche und fundierte Auskunft über den Franziscäischen Kataster. Dr. Gottfried SCHINDLBAUER und Mitarbeiter (Naturschutzabteilung der OÖ LR) ließen uns freundlicherweise rasch und unbürokratisch notwendige Unterlagen zukommen. Ing. JAKOWIAK (Abteilung Raumordnung-Raumordnungskataster, OÖ LR) bemühte sich zuvorkommend, uns vorhandene Luftbilder und Katasterpläne zur Verfügung zu stellen. Unsere Freilandarbeiten wurde von Anrainern und Freunden des Krottensees mit großem Interesse begleitet; wertvolle Beobachtungen konnten so mitberücksichtigt werden.

Die „Projektgruppe Krottensee“ bedankt sich herzlich für all diese Bemühungen.

**INHALTSVERZEICHNIS**

1. ZUR LAGE, GRÖÖE UND MORPHOLOGIE .....	3
2. DIE AKTUELLE VEGETATION	
2.1.  Der „Insel-Moorwald“ .....	3
2.1.1.  Der Moorbirken-Wald .....	5
2.1.2.  Der Rotkiefern-Moorbirkenwald.....	6
2.1.3.  Die pflanzensoziologische Zuordnung .....	8
Moorbirken-Bruchwald	
( <i>Vaccinio uliginosi - Betuletum pubescentis</i> ) .....	8
Der Moorrand-Rotföhren- u. Fichtenwald	
( <i>Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris</i> ) .....	10
2.2.  Der Torfmoos-Teppich mit Rundblättrigem Sonnentau .....	11
2.3.  Das Sumpf-Seggen - Achweiden-Gebüsch .....	11
2.4.  Der Schnabelseggen-Rohrkolben-Sumpf .....	13
2.5.  Zur Vegetation der freien Wasserflächen .....	14
2.6.  Die Gehölz-Gesellschaften der Aufschüttungen.....	17
2.7.  Die Waldgesellschaften um den Krottensee.....	19
3. DER KROTTENSEE IM LUFTBILD	
3.1.  Das Jahr 1953: Die gewachsene Kulturlandschaft.....	21
3.2.  Das Jahr 1969: Die Zerstörung der ursprünglichen Landschaft .....	23
4. DIE VEGETATIONSENTWICKLUNG AM KROTTENSEE	
5.1.  Rückblick.....	24
5.2.  Ausblick.....	26
5. ABTRÄGLICHE EINGRIFFE DER GEGENWART .....	27
6. DER MAÖNAHMENKATALOG.....	28
7. ZUR FLORA AM KROTTENSEE .....	29
8. LITERATURVERZEICHNIS & QUELLENANGABEN .....	33

*Anhang:*

Artenliste der Moose & Gefäßpflanzen .....	37
Pflanzensoziologische Tabellen .....	42
Karte der aktuellen Vegetation.....	

## 1. ZUR LAGE, GRÖÖE UND MORPHOLOGIE

Der Krottensee<sup>1</sup>, ein Toteisloch innerhalb der Würmendoräne des Traunseegletschers, liegt im Gemeindegebiet von Gmunden (Oberösterreich) auf 430 m Seehöhe und mißt ca. 3,5 ha. Etwa 0,7 ha davon werden von offenen Wasserflächen eingenommen. Den größten Anteil bedeckt ein bewaldeter Schwingrasen, der von einem 1 bis 5 m schmalen, grabenartigen und teilweise verlandeten Stillgewässer umschlossen und somit mehr oder weniger zur „Insel“ wird. Der See besitzt keine oberflächlichen Zubringer oder Abflüsse (vgl. auch KRISAI & SCHMIDT 1983). Mit Bescheid der Oberösterreichischen Landesregierung vom 18. 12. 1980 (Agrar - 450090-1327 und N-450003-8162-I/Rei-1986) erfolgte die Erklärung zum Naturdenkmal.

Bedeutung und Schützwürdigkeit eines Toteiskessels seien nach RINGLER (1979) folgendermaßen zusammengefaßt:

- Toteissümpfe und -moore sind weitgehend unerforschte Ökosysteme
- Toteislöcher stabilisieren den Wasserhaushalt und
- sind - wie vergleichbare Feuchtbiopte - Lebensstätten von besonderer Eigenart und Knotenpunkte biologischer Strukturen
- Toteisformen prägen die Oberflächengestalt und liefern Aufschlüsse zur Erdgeschichte

Der Landschaftsteil Krottensee läßt drei wesentliche Lebensraum-Typen unterscheiden: Den „Insel“-Schwingrasen mit „Moorwald“, die freien Wasserflächen und ihre Verlandungssümpfe sowie den angrenzenden Laubwald samt den anthropogen bedingten Gebüschbeständen.

## 2. DIE AKTUELLE VEGETATION

### 2.1. Der „Insel-Moorwald“

(Tabelle I)

Der Schwingrasen der „Insel“ wird von einer 0,5 m mächtigen Torfdecke gebildet und von einem lockeren<sup>2</sup> Moor-Waldbestand bestockt. Rotkiefer und Moorbirke dominieren dieses Gehölz, das - wohl wegen mangelnder Rentabilität, die durch das Fehlen von Starkholz und schlechte Zugänglichkeit bedingt wird, aber auch aufgrund der Unterschutzstellung -

<sup>1</sup> Der Name des Sees leitet sich offensichtlich von „Krot“ (= Kröte), hat also mit Grotte (Höhle) nichts zu tun und ist demnach mit einem „t“ zu schreiben (KRISAI & SCHMIDT 1983). Doch bereits im Franziscäischen Kataster (1823) ist ein „Krottenseer“ verzeichnet. In den vorliegenden Teilstudien fanden schließlich beide Schreibweisen Verwendung.

<sup>2</sup> Das Kronendach weist deutliche Lücken auf, jedoch ohne daß in diesen eine weitere Krone Platz finden könnte.

keiner forstlichen Bewirtschaftung unterlag. Lediglich sehr vereinzelt Baumscheiben weisen auf geringfügige Einzelbaumentnahmen hin. Das herangereifte Totholz ist somit weitgehend im Bestand verblieben und vereinzelt bis mäßig häufig, stehend und liegend anzutreffen und von diversen Kryptogamen (Pilze, Moose und Flechten) besiedelt.

Zwei Baumarten dominieren und charakterisieren den Bestand: die Moorbirke (*Betula pubescens*) und die Rot-Kiefer (*Pinus sylvestris*). Lediglich die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) tritt als einzige Nebenbaumart mit großer Stetigkeit hinzu. Die Fichte (*Picea abies*) fällt nur kleinflächig durch größere Häufigkeit auf. In der Strauchschicht ist, neben der Jugend des Baumbestandes, einzig der Faulbaum (*Frangula alnus*) mit großer Stetigkeit und relevanten Deckungswerten anzutreffen. Buche (*Fagus sylvatica*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) finden sich ebenfalls mit hoher Stetigkeit, aber nur sehr sporadischen Deckungswerten im Bestand.

Die Deckung der artenarmen Krautschicht schwankt zwischen 3 und 60%, wobei die hohen Werte einzig und alleine durch das massive Auftreten von Pfeifengras (*Molinia caerulea*) bedingt werden. Neben *Molinia caerulea* sind lediglich der Dorn-Wurmfarn (*Dryopteris carthusiana*) und *Frangula alnus*-Keimlinge hochstete Elemente der artenarmen Krautschicht.

Der Charakter des Lebensraumes „Schwingrasen-Moorwald“ wird - neben den Baumgehölzen - vor allem durch das üppig-dichte Auftreten von etwa 20 Moos-Spezies geprägt: ein weicher, weitgehend geschlossener, aus grünen, gelben und roten Bulten zusammengesetzter Teppich überzieht nahezu den gesamten schwimmenden Torfkörper. *Sphagnum fimbriatum*, *Polytrichum formosum* und *Sphagnum teres* sind praktisch am gesamten Schwingrasen zu finden, wobei *Sphagnum teres* mit Abstand den größten Anteil am „Moos-Teppich“ bildet. Lediglich unter dem dichten Gebüsch von Lorbeerrose (*Kalmia angustifolia*) und *Rhododendron*-Arten fehlt die Mooschicht.

Von eindrucksvoller Vielfalt ist die Pilzflora des Moorwaldes: Zwischen Mai 1993 und Oktober 1994 wies DÄMON (1994) insgesamt 250 Pilzarten nach. Darunter finden sich außerordentliche Raritäten, etwa die Verwechselte Erdzunge (*Geoglossum simile*), von der in Österreich bisher noch kein Fundort bekannt war. Eine weitere Art ist überhaupt neu für die Pilzkunde, womit dem Krottensee-Moorwald der besondere Stellenwert einer Typuslokalität zukommt! Zahlreiche Torfmoos-bewohnende (=sphagnicole) Arten „weisen den Schwingrasen am Krottensee als einzigartiges Refugium für eine akut bedrohte Pilzgruppe aus“ DÄMON (1994). DÄMON (l.c.) reiht den Krottensee-Moorwald schließlich in die pilzartenreichsten Biotope des Alpenvorlandes ein und weist auf die bedeutende Rolle dieser Organismen im Ökosystem, etwa bei der Ernährung der bestandesbildenden Baumarten oder der Zersetzung toter Biomasse, hin. Die „unvergleichliche Artenfülle“ saprophytischer Pilze auf Holzsubstrat bringt eine erstaunliche Formenvielfalt hervor und

indiziert eine anhaltend hohe Luftfeuchtigkeit - ein wesentliches standortsökologisches Merkmal intakter Feuchtbiopte. „Atypische Pilze oder gar Störungszeiger, wie trockenheitsliebende Bodenbewohner oder Nadelstreubewohner“ (DÄMON l.c.) fehlen derzeit vollkommen. Würden dem Moorwald die umgestürzten Baumstämme und anderes Totholz entnommen werden, „wäre vielen holzbewohnenden Pilzen ihre Lebensgrundlage - im Sinne des Wortes - entzogen“ (DÄMON 1994).

Bemerkenswerterweise findet DÄMON (l.c.) nur einen einzigen Vertreter jener Mykorrhizapilze, die ausschließlich bei Kiefern wachsen und verweist dabei auf einen in ganz Mitteleuropa beobachteten Rückgang kiefernbegleitender Pilze, welcher mit der toxischen Wirkung von Luftschadstoffen in Zusammenhang gebracht wird.

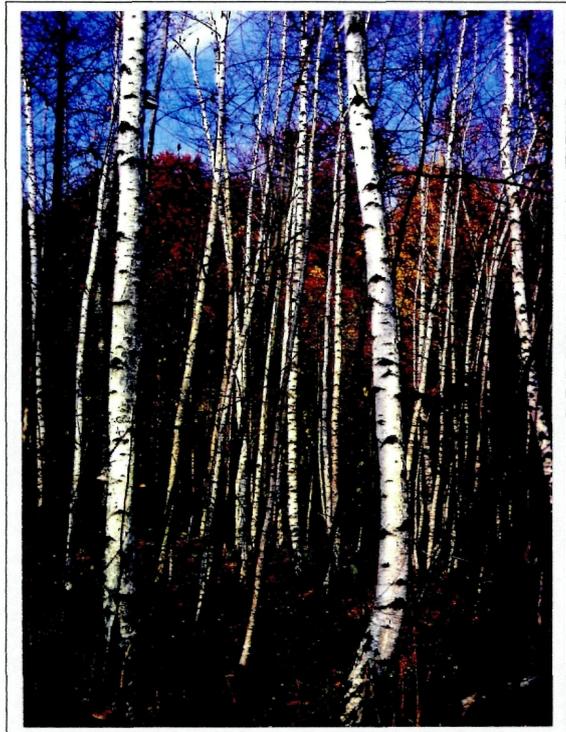
**Anhand des Baumbestandes lassen sich zwei Vegetationseinheiten unterscheiden:**

- der Moorbirken- Wald
- der Rotkiefern - Moorbirkenwald

### 2.1.1 Der Moorbirken-Wald

(Tabelle I)

Der „Moorbirken-Wald“ nimmt die größte Fläche am Schwinggrasen ein. *Betula pubescens* (Moorbirke) ist in der ersten (15 bis 25 m hohen) Baumschicht eindeutig die bestandesbildende Baumart. Der Moorbirke tritt die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) stets, aber mit deutlich geringeren Deckungswerten hinzu. In der zweiten Baumschicht (5-15 m) weisen Moorbirke und Schwarzerle meist vergleichbare Deckungsanteile auf. In der Strauchschicht ist es dann - relativ zur 1. Baumschicht - umgekehrt: *Alnus glutinosa* erreicht hier stets wesentlich höhere Werte (1-2) als *Betula*



*pubescens* (+). Die 1. Baumschicht deckt zu etwa 40 % im Mittel; die Beschattung der 2. Baumschicht schwankt zwischen 10 und 30%; die Strauchschicht bedeckt etwa je ¼ der

Aufnahmeflächen. In der ansonsten gering deckenden, artenarmen Krautschicht erreicht das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) stellenweise hohe Deckungswerte (4). Gegen den Schwingrasen-Rand tritt das Pfeifengras zurück, während der Seggenbestand zunimmt. Die Bodenoberfläche ist durch Bulte und vereinzelte Schlenken leicht kuppig.

Die Rotkiefer (*Pinus sylvestris*) fehlt in der Peripherie des Moorbirken-Waldes. Etwa Richtung „Insel-Zentrum“ tritt *Pinus sylvestris* in der 2. Baumschicht und in der Strauchschicht vereinzelt auf, in der höheren Baumschicht fehlt sie auch hier.

Nässezeiger wie *Lysimachia vulgaris* (Gewöhnlicher Gilbweiderich), *Carex rostrata* (Schnabel-Segge) und *Carex elata* (Bulten-Segge) differenzieren die Krautschicht des Moorbirken-Waldes von jener des Rotkiefern-Waldes. Diesen Nässezeigern treten in der Aufnahme Nr. 18 *Menyanthes trifoliata* (Fieberklee) und *Scirpus sylvaticus* (Waldsimse) kleinfächig und zahlreich hinzu. Der Fieberklee ist eine typische Art kalkarmer, saurer Flachmoore, Schwingrasen und Hochmoorschlenken. Die bezüglich Nährstoffversorgung anspruchsvollere Waldsimse zeigt im allgemeinen den Nährstoffeintrag in Flachmoore und andere, ursprünglich nährstoffarme Standorte an (vgl. auch PILS 1994).

Aufnahme 19 beschreibt eine Fichten-reiche Ausbildung, die eine kleine Teilfläche des ansonsten Fichten-armen Birken-Moorwaldes einnimmt. Die Fichte (*Picea abies*) ist in beiden Baumschichten zahlreich (aber nicht über 5% deckend) und in der Strauchschicht deutlich deckend (2) vertreten.

Die 1. Baumschicht wird neben dem Auftreten der Fichte durch das zahlreiche Vorkommen der Schwarzerle gekennzeichnet. Einzelne Stiel-Eichen (*Quercus robur*) und Rot-Buchen (*Fagus sylvatica*) erreichen nur in dieser Ausbildung die 2. Baumschicht. Mit dem besseren Gedeihen dieser Holzgewächse geht ein Fehlen der Nässezeiger *Carex rostrata*, *Lysimachia vulgaris* und *Carex elata* einher.

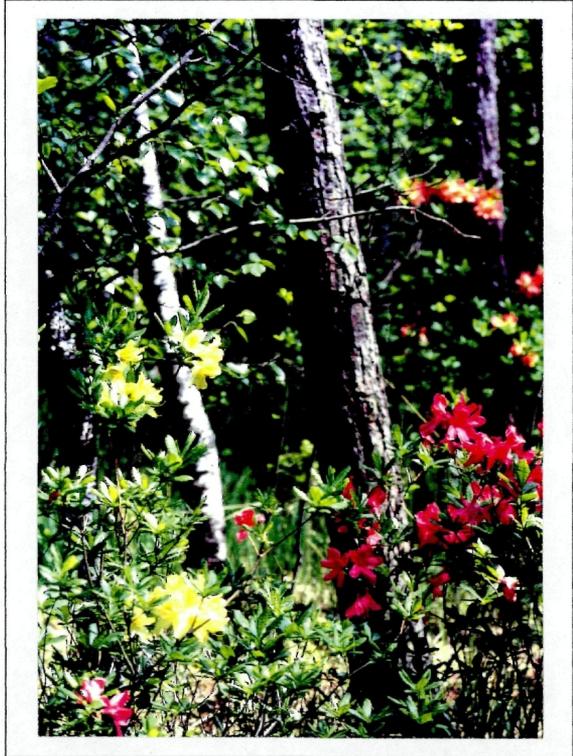
### 2.1.2 Der Rotkiefern - Moorbirkenwald

(Tabelle I)

Der eben beschriebene Moorbirken-Wald umschließt einen Rotkiefern-reichen Bestand: den Rotkiefern-Moorbirkenwald. *Pinus sylvestris* dominiert mehr oder weniger deutlich über *Betula pubescens*. Die Strauchschicht ist wesentlich dichter - sie beschattet zu 70 bis 80 % den Waldboden - und einzigartig: Die Lorbeerrose (*Kalmia angustifolia*) und mehrere *Rhododendron*-Arten charakterisieren den Gehölzbestand und verleihen ihm ein exotisches Aussehen. Wenn die mächtigen und bis zu 5 m hohen *Rhododendron*-Büsche ihre weiße, gelbe, rosarote und hellviolette Blütenpracht entfalten, wähnt man sich in den Wäldern Nordamerikas oder Irlands. Die Lorbeerrose, ein aus Nordamerika stammender Zierstrauch, nach MORTON (1965) seit 1736 in Europa kultiviert, wird in der „Exkursionsflora von Österreich“ (ADLER et al. 1994) als „sehr selten“ und einzig und allein für Oberösterreich als „lokal verwildert“, womit wahrscheinlich der Krottensee-

Bestand gemeint ist, angeführt. Die ebenfalls verwilderten *Rhododendron*-Arten werden in der zitierten Exkursionsflora, vermutlich weil bisher keine Spezifikation erfolgt ist, nicht angeführt. Der ausgedehnte *Kalmia*-Bestand und das exotische Rhododendron-Gebüsch, das sich harmonisch in den Rotkiefern-Moorwald einfügt, stellen österreichweit eine floristisch-ökologische Einzigartigkeit dar.

Die 1. Baumschicht des Rotkiefern-Moorwaldes deckt zu 50-60% und ist damit deutlich dichter als jene des Moorbirken-Waldes (40%). Wegen der dichten Strauchschicht erreicht die Krautschicht nicht mehr als 5% Deckung. Auch die Mooschicht, die sich als geschlossener Teppich über den gesamten angrenzenden Schwinggrasen zieht, fehlt unter der dichten Strauchschicht und tritt nur kleinflächig dort auf, wo *Rhododendron sp.* und Lorbeerrose fehlen, also im Übergangsbereich zum strauch- und kiefernarmen Moorbirken-Bruchwald. Die Beschattung und eine dichte, mehrere Zentimeter mächtige Blatt-Steuer-Auflage verdrängen Moose und Pfeifengras und verhindert deren neuerliches Aufkommen. Eine Bulte-Schlenken-Struktur, wie sie im umgebenden Birken-Bruchwald deutlich erkennbar ist, fehlt im trockeneren Rotkiefern-Moorbirkenwald.



Die Fichte findet sich vereinzelt in beiden Baumschichten, während die Schwarzerle zurücktritt. Die Baumverjüngung bildet sich, aufgrund des erwähnten, dichten Strauch-Bestandes, nur sehr sporadisch aus. Die gering deckende, artenarme Krautschicht wird von *Molinia caerulea* dominiert, die kleinflächig-dicht auftritt und offensichtlich von der bis 1 m hohen Lorbeerrose verdrängt wird.

### 2.1.3 Die pflanzensoziologische Zuordnung

Der beschriebene „Insel-Moorwald“ mit seinen beiden unterscheidbaren Einheiten „Moorbirken-Wald“ und „Rotkiefern-Moorbirkenwald“ ist nach WALLNÖFER (1993) in den „Verband der Birkenbruchwälder und Torfmoos-Nadelwälder“ (*Betulion pubescentis* Lohmeyer et R. Tx. In R. Tx. ex Oberd. 1957) zu stellen. WALLNÖFER (l.c.) gibt die Moorbirke (*Betula pubescens*) als einzige Kennart sowie zahlreiche Trennarten an. Von diesen Trennarten treten *Sphagnum magellanicum* (Torfmoos), *Carex echinata* (Igel-Segge) und *Vaccinium oxycossos* (Gewöhnliche Moor-Preiselbeere) mit mittlerer bzw. geringer Stetigkeit in den vorliegenden Ausbildungen auf.

Der Verband der Birkenbruchwälder und Torfmoos-Nadelwälder umfaßt mesotrophe bis ausgesprochen oligotrophe Dauergesellschaften auf nassen, sehr sauren Böden. Er stockt an Hochmoorrändern - aber außerhalb des ombrotrophen Bereiches -, sowie auf Nieder- und Übergangsmooren (MAYER 1959, ZUKRIGEL 1973). Die relativ einförmigen, floristisch wenig gegliederten Bestände unterscheiden sich innerhalb der Klasse der *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 durch zahlreiche Hochmoorarten und Nässezeiger. *Sphagnum*-Arten erreichen oft hohe Deckungswerte (vgl. WALLNÖFER l.c.). Die Wälder dieses Verbandes stehen in Kontakt zu Mineralbodenwasser (WALLNÖFER l.c.), sind in Mitteleuropa - relativ zu Nordeuropa - selten und überdies häufig durch menschliche Eingriffe gestört oder vernichtet worden.

Innerhalb des Verbandes der Birkenbruchwälder und Torfmoos-Nadelwälder (*Betulion pubescentis*) werden drei Assoziationen unterschieden:

- **Moorbirken-Bruchwald**  
(*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Libbert 1932)
- **Der Moorrand-Rotföhren- u. Fichtenwald**  
(*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* Kleist 1929)
- **Torfmoos-Fichtenwald**  
(*Sphagno girgensohnii-Piceetum* Kuoch 1954)

#### **Moorbirken-Bruchwald**

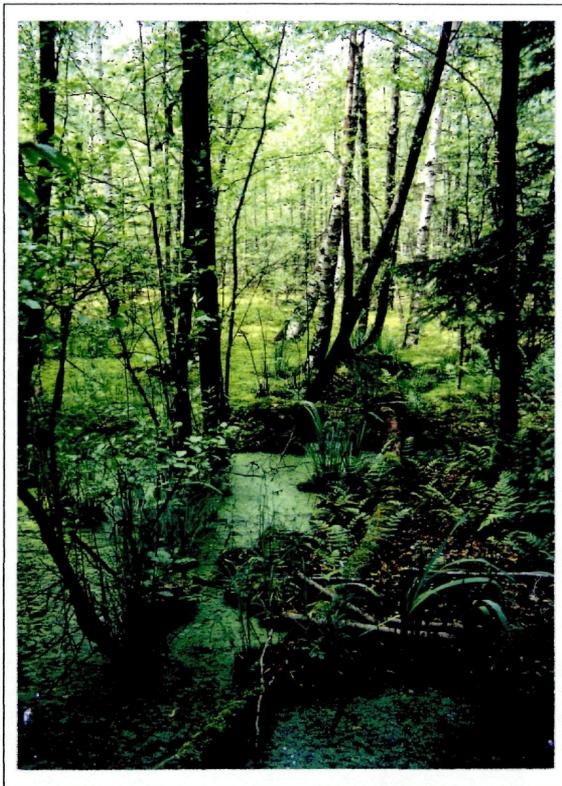
(*Vaccinio uliginosi - Betuletum pubescentis* Libbert 1932)

WALLNÖFER (1993) gibt für den **Moorbirken-Bruchwald** (*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Libbert 1932) *Betula pubescens* als einzige, dominante und transgressive<sup>3</sup> Kennart, acht Trennarten sowie zahlreiche konstante Begleiter an.

<sup>3</sup> Eine Verbandskenntart, die in einer bestimmten Assoziation häufiger auftritt, wird als transgressive Kennart dieser Assoziation bezeichnet.

Die Moorbirke dominiert auch den Moorbirkenwald am Krottensee; an Trennarten nach WALLNÖFER (l.c.) treten hier *Alnus glutinosa*, *Carex rostrata* und *Lysimachia vulgaris*, an konstanten und dominanten<sup>4</sup> Begleitern *Pinus sylvestris* (subdominant<sup>5</sup>), *Picea abies*, *Frangula alnus*, *Molinia caerulea*, *Dryopteris carthusiana*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum angustifolium* und *Sphagnum magellanicum* auf. Der Moorbirkenwald des Schwinggrasens ist somit zum *Vaccionio uliginosi- Betuletum pubescentis* Libbert 1932

**(Moorbirken-Bruchwald)** zu stellen. BUSHART (1989) stellt fest, daß in der pflanzensoziologischen Literatur bezüglich Birkenbruchwälder lediglich über „die alleinige Vorherrschaft von *Betula pubescens* s.l. in der Baumschicht und das weitgehende Fehlen anspruchsvoller Kräuter infolge eines ungünstigen Basen- und Nährstoffgehaltes“ Einigkeit herrscht. Der Wasserhaushalt ist stark an die Niederschlagsverhältnisse gebunden, was im Spätsommer meistens zu einer deutlichen Austrocknung führt (BUSHART l.c.). Dies konnte, wie noch näher dargelegt wird, auch am Krottensee beobachtet werden.



Der **Moorbirken-Bruch** ist eine mesotrophe Waldgesellschaft

der Hochmoorränder und Übergangsmoore, die über semiterrestrischen Torfböden mit einer durchschnittlichen Torfmächtigkeit von ca. 0,8 bis 1 m stockt. Häufig handelt es sich dabei um entwässerte Flächen (KLÖTZLI 1975, ELLENBERG 1986, GIES 1972, EHMER-KÜNKELE 1982). Nach KRISAI (1961) bedingen die unterschiedlichen Nährstoff- und Feuchtigkeitsverhältnisse sehr variable Birken-Bruch-Ausbildungen. NEUHÄUSL (1972) beschreibt die Baumschicht als locker, von Moorbirke dominiert und mit beigemischter Rotkiefer. STÖCKER (1967) gibt für das Alpenvorland das sehr ste

<sup>4</sup> Arten mit hoher Stetigkeit (über 60%) und Deckungswerten, die regelmäßig über 2b oder 3 reichen. Es kann sich dabei gleichzeitig um Kenn- oder Trennarten handeln.

<sup>5</sup> Im Vergleich zu den Dominanten weisen diese geringere Stetigkeit und höhere Deckungswerte in weniger als 50% der Aufnahmen auf.

hinzutreten der Fichte an. KLÖTZLI (1975) beschreibt die Domianz von *Frangula alnus* in der Strauchschicht. Der Faulbaum ist auch am Krottensee ein sehr stetes und zuweilen beherrschendes Element der Strauchschicht. NEUHÄUSEL (1972) weist auf die Seltenheit der Hochmoorarten hin, während etwa das reichliche Auftreten von mesotraphenten Torfmoosen und Moosen charakteristisch ist.

Nach BUSHART (1989) weist dominant auftretendes Pfeifengras (*Molinia caerulea*) auf einen unregelmäßigen Wasserhaushalt oder auf eine Störung dessen durch Entwässerungsmaßnahmen hin. In den Aufnahmen 18 und 19 beherrscht das Pfeifengras (4) die Krautschicht des Birkenbruches. Da Schwingrasen auf Gewässeroberflächen schwimmen und so den Veränderungen des Wasserstandes folgen, herrscht aber im Krottensee-Birkenbruch eher ein ausgeglichener Wasserhaushalt vor. Das bestandesbildende Auftreten von Pfeifengras am Schwingrasen gaben bereits HEHENWARTER (1962) und MORTON (1965) an. *Molinia caerulea* war somit wahrscheinlich bereits vor den Eingriffen der 60er-Jahre stark vertreten.

Eine Ausbildung des Moorbirken-Bruchwaldes (Aufnahme 19) differenziert sich durch das deutliche Hinzutreten der Fichte (*Picea abies*) in Baum- und Strauchschicht. Weiters fällt das verstärkte Vorkommen von *Rhytidadelphus triquetrus* (Runzelbruder-Moos) auf.

Die Fichte ist ein dominanter Begleiter von und das Runzelbruder-Moos eine Trennart des **Torfmoos-Fichtenwaldes** (*Sphagno girgensohnii-Piceetum* Kuoch 1954) (WALLNÖFER 1993). Somit dürfte die vorliegende fichtenreiche Moorbirken-Bruchwald-Ausbildung auf eine Beziehung zum **Torfmoos-Fichtenwald** hinweisen.

### **Der Moorrand-Rotföhren- und Fichtenwald**

(*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* Kleist 1929)

umfaßt *Pinus sylvestris*- und *Betula pubescens*- reiche Bestände auf meist sekundären Moorstandorten (alte Torfstichregeneration), an Hochmoor-Rändern sowie auf sauren Niedermooren (STEINER 1992). Als dominante und konstante Begleiter werden unter anderem - wie für den Moorbirken-Bruchwald - *Pinus sylvestris* (dominant), *Picea abies* (subdominant), *Frangula alnus*, *Molinia caerulea* und *Sphagnum magellanicum* (subdominant); als Trennarten typische Hochmoorarten wie *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia* und *Vaccinium oxycoccos* angeführt (WALLNÖFER 1993).

Die Rotkiefer beherrscht - mit der Moorbirke - den Bestand am Krottensee. Diesem gesellen sich die oben zitierten Begleiter stets hinzu. Von den angeführten Trennarten ist lediglich *Vaccinium oxycoccos* sporadisch vertreten.

In der „dichten Krautschicht“ ist der Anteil der Oxycocco-Sphagnetee-Arten (*Eriophorum vaginatum*, *Sphagnum magellanicum*, *S. nemorum*, *Vaccinium oxycoccos*) zumindest ebenso hoch wie jener der Vaccinio-Piceetea-Arten“ (*Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idea*, *Leucobryum glaucum*) (KLÖTZLI 1975). Am Krottensee ist dieser Anteil zumindest ebenso klein: *Vaccinium oxycoccos* und *Sphagnum magellanicum* stehen *V. myrtillus* und *Leucobryum glaucum* gegenüber. Von einer „dichten Krautschicht“ kann jedoch keine Rede sein, denn ein geschlossenes Kalmia-Rhododendron-Gebüsch reduziert diese auf 5% Gesamtdeckung. Auch die ansonsten vorherrschenden Moose fehlen hier weitgehend. Trotzdem kann der Rotkiefern-Moorbirkenwald am Krottensee zwanglos zum **Moorrand-Rotföhren- und Fichtenwald** (*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* Kleist 1929) gestellt werden.

LANG (1990) beschreibt einen „Waldkiefern-Moorwald“ auf oligo- bis mesotrophem Seggen-Moostorf aus dem westlichen Bodenseegebiet, der dem Krottensee-Bestand teilweise ähnlich erscheint: Die Baumschicht ist lückig, höchstens 12 - 14 m hoch und von *Pinus sylvestris* vollkommen beherrscht. *Betula pubescens* tritt als zweite Baumart mit weit geringerer Häufigkeit hinzu. Die Strauchschicht überschreitet 20% Deckung nicht, wird vor allem von *Rhamnus frangula* und *Picea abies* sowie dem Jungwuchs der Baumschicht gebildet. In der Krautschicht dominiert das Pfeifengras. Zwergsträucher sind kaum vertreten. Die Mooschicht bildet einen geschlossenen, dichten Teppich (*Polytrichum strictum*, *Sphagnum palustre*).

## 2.2. Torfmoos-Teppich mit Rundblättrigem Sonnentau

(Tabelle II)

Am West-Rand der „Insel“, zwischen dem Moorbirken-Bruchwald und dem Schnabelseggen-Aschweiden-Verlandungsgebüsch, liegt ein kleiner, artenarmer und unbestockter, wenig strukturierter Moosteppich. *Sphagnum angustifolium* deckt hier etwa 95 % der Bodenoberfläche, *Carex rostrata*-Horste sind zahlreich eingestreut; die Strauchschicht beschränkt sich auf einen sehr sporadischen, nur bis 30 cm hohen Rotkiefern-, Moorbirken- und Buchen-Jungwuchs. Neben der alleinigen Dominanz von *Sphagnum angustifolium* (5) ist das häufige Auftreten von *Drosera rotundifolia* (2) bemerkenswert.

## 2.3. Das Sumpf-Seggen - Achweiden-Gebüsch

(Tabelle III)

Diese Gebüsch-Großseggen-Gesellschaft wird von *Salix cinerea* (Achweide) und *Carex acutiformis* (Sumpf-Segge) aufgebaut. Beide Arten sind höchstet und beherrschen mit

Deckungswerten zwischen 25 und 100 % die artenarme, wenig strukturierte Strauch- bzw. Krautschicht. Das Sumpf-Seggen - Achweiden-Gebüsch siedelt auf sumpfig-nassen Standorten mit (beobachteten) oberflächlichen Wasserständen bis 0,5 m. Mit zunehmender Nähe zur freien Wasseroberfläche treten ausgesprochene Nässezeiger (*Carex rostrata*, *Potentilla palustris*, *Lythrum salicaria*) zahlreich und schließlich bedeutend deckend hinzu (Aufnahme 22). Bei höheren See-Wasserständen sind die Bestände geflutet. Dann schwimmen zwischen den Großseggen-Horsten und den verzweigten Weiden-Stämmchen *Utricularia vulgaris* agg. und kleinflächige Wasserlinsen-Decken (*Lemna trisulca*, *L. minor*; Aufnahme 11). Das Auftreten der üppigen Großseggen-Beständen indiziert eutrophe Standortseigenschaften.

Aus den mächtigen Schlammablagerungen des Verlandungssumpfes werden etwa bei Betritt faulig riechende Wässer an die Oberfläche gepreßt. Von der Toteisloch-Uferböschung dringen Arten der angrenzenden Waldgesellschaften (*Acer pseudoplatanus*, *Circea lutetiana*, *Geum urbanum*) ein, während die Elemente der Sumpf- und Naßstandorte ausfallen (Aufnahme 10).

Das Sumpf-Seggen - Achweiden-Gebüsch ist am Krottensee jene Vegetationseinheit, die auf Standorten mit der am weitesten fortgeschrittenen Verlandung siedelt. „Landwärts“ grenzen der Birken-Bruchwald oder die ruderalisierten Böschungen einer Aufschüttung. Der Grenzverlauf zwischen Schwingrasen und Verlandungsgesellschaft ist deutlich und markant. „Seewärts“ hingegen verzahnt sich das Sumpf-Seggen - Achweiden-Gebüsch mit einer Schnabelseggen-Rohrkolben-Gesellschaft.

BALATOVA-TULACKOVA et al. (1993) beschreiben eine **Sumpfschilf-Gesellschaft** (*Caricetum acutiformis* Egger 1933) mit der Sumpfschilf (*Carex acutiformis*) als dominante Kennart und dem Gewöhnlichen Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) als konstanten Begleiter. Die Sumpfschilf beherrscht auch die vorliegenden Krottensee-Bestände und wird stets vom Gewöhnlichen Blutweiderich begleitet.

„Das *Caricetum acutiformis* ist eine Verlandungsgesellschaft, die stau- oder sickernasse Standorte in der litoralen Gewässerzone von Seen, Teichen, Altwässern u. a. besiedelt“. Es stellt hohe Ansprüche bezüglich Nährstoff- und besonders hinsichtlich des Calcium-Gehaltes im Substrat. Die Wasserbedeckung reicht während der Hydrophase nicht über 0,5 m und ist nur von kurzer Dauer (BALATOVA-TULACKOVA et al. l.c.).

Im Juni und Juli 1994 war der Sumpfboden der *Carex acutiformis* - *Salix cinerea*-Gesellschaft mit Wasser (0,3 - 0,5 m) bedeckt, im September 94 jedoch trocken gefallen.

MORTON veröffentlichte bereits 1965 eine *Carex acutiformis*-dominierte Aufnahme aus der Krottensee-Verlandungszone zwischen offenem See und „Inselwald“, die von BALATOVA-TULACKOVA et al. (l.c.) ebenfalls zur **Sumpfschilf-Gesellschaft** (*Caricetum acutiformis*) gestellt wurden. Die Achweide hingegen fehlt überraschenderweise in der Aufnahme MORTONS.

*Salix cinerea* bildet vor allem in der ufernahen Zone ein dichtes Weidengebüsch (A 10) und ist hier (noch) mit kleineren *Carex acutiformis* - Sumpfflächen durchsetzt. Mit der

Entfernung zum Festland kehren sich die Formationsverhältnisse um: der dichte Aschweidenbestand löst sich in einzelne Strauchgruppen auf, die nun von dichten Sumpf-Seggen-Beständen umgeben werden.

Das **Aschweiden-Gebüsch** (*Salicetum cinereae Zolyomi 1931*) mit der Aschweide (*Salix cinerea*) als dominante Kennart ist eine meist an offene Wasserflächen grenzende, von Strauchweiden bestimmte Sumpfgesellschaft, die als Mantel zwischen Schwarzerlen-Beständen und Großseggenfluren vorkommen kann, wobei eher meso- bis oligotrophe, fast ganzjährig überflutete Standorte bevorzugt werden (GEIßELBRECHT-TAFERNER & WALLNÖFER 1993). Aschweidenbestände mit einem hohen Anteil an Röhrich- und Sumpffarten, die eigentlich als „Gebüsch im Schilf“ zu betrachten sind, werden von GRABHERR & MUCINA (1989) angegeben.

„Die Sträucher bilden ein dichtverwobenes Gestrüpp, in das einzudringen erhebliche Mühe macht. Das Innere ist düster und feucht“, der Boden teilweise nackt, sehr feucht und weich, so daß man tief einsinkt (KRISAI 1975). Dies beschreibt die Standorts- und Formationseigenschaften, welche zur Gänze nachvollzogen werden konnten, auf das trefflichste.

Aufgrund dieser engen natürlichen Verzahnung, die ein soziologisches Auftrennen wenig sinnvoll erscheinen läßt, wird der vorliegende Krottensee-Bestand zum **Sumpf-Seggen - Aschweiden-Gebüsch** (*Caricetum acutiformis-Salicetum cinereae*-Gebüsch) zusammengefaßt.

#### 2.4. Der Schnabel-Seggen - Rohrkolben-Sumpf

(Tabelle IV)

Dem eben beschriebenen Sumpfschilf-Aschweiden-Gebüsch folgt seewärts eine weitere, von der Schnabel-Segge (*Carex rostrata*) und dem Breitblatt-Rohrkolben (*Typha latifolia*) aufgebaute, Verlandungsgesellschaft. Auch hier stocken im ufernahen Bereich wiederum Aschweide-Gruppen, die aber Richtung freier Wasserfläche meist mehr und mehr zurücktreten. Mächtige *Carex elata*-Bulte (Bulten-Segge) sind mosaikartig eingefügt; *Lythrum salicaria* (Gewöhnlicher Blutweiderich) tritt als weiteres höchstes Element hinzu. Der Standort: Ein im Frühling und Frühsommer zumindest 30 cm unter Wasser stehender, schwingender Schlamm Boden.

So war etwa die Aufnahme fläche 20 Anfang September 1994 ohne Wasserbedeckung und der schwingende Schlamm Boden von zahlreichen *Typha*-Keimlingen besiedelt. Zwischen diesen lag zahlreich trocken gefallen die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*). Zum Birkenbruch-Wald der „Insel“ hin schließt sich ein etwa 5 m breiter Sumpfschilf-dominierter Saum an, der sich schließlich mit *Salix cinerea*-Gebüsch verzahnt. Auch zum nördlichen und östlichen Ufer hin wird der Aschweiden-Bestand dichter; Moorbirke und

Schwarzerle kommen vereinzelt auf. Das Zentrum des Schnabelseggen-Rohrkolbenbestandes ist aber praktisch gehölzfrei.

Die Fläche Nummer 15 wurde Anfang Juli 1994 vegetationskundlich erfaßt und Anfang September kontrolliert: der fröhsommerliche Wasserstand von 20 cm über Niveau war im Spätsommer auf Null gesunken, der schwingende Schlamm-Boden lag frei und konnte so trockenen Fußes begangen werden.

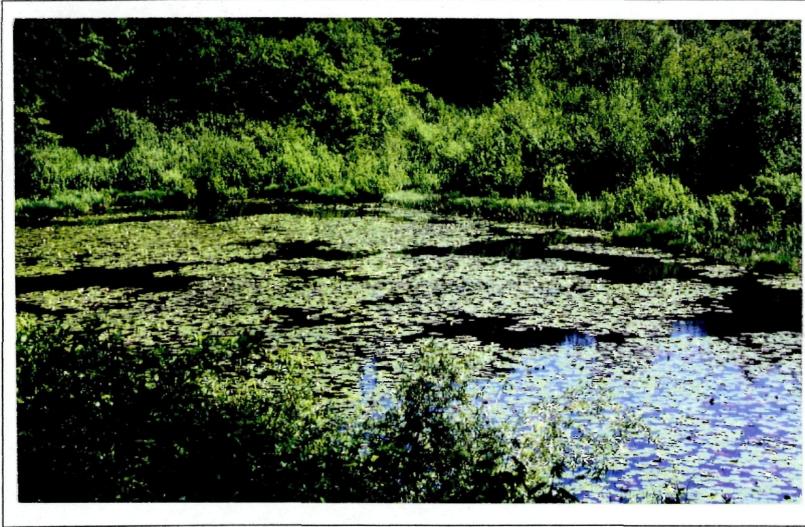
Standort (sumpfig, nährstoffreich) und Formation (Großseggen-Rohrkolben-dominiert) lassen die vorliegende Gesellschaft im Verband der Großseggenriede (Magnocaricion) vermuten. Dorthin stellt sie auch PHILIPPI (1974), der ein **Schnabelseggen-Ried** (*Caricetum rostratae* Rübel 1912) als „natürliche Verlandungsgesellschaft im flachen Wasser über mineralischem wie torfigem, meist kalkarmem, basenreichem bis basenarmem Untergrund“ beschreibt, wobei Bestände nährstoffreicherer Standorte *Typha latifolia* oder *Lythrum salicaria* enthalten.

STEINER (1992) stellt eine **Schnabelseggen-Gesellschaft** (*Caricetum rostratae* Osvald 1923 em. Dierßen 1982) in den Verband der Schwingrasen- und Übergangsmoorgesellschaften (*Caricion lasiocarpae* Vanden Berghen in Lebrun et al. 1949), führt *Carex rostrata* als den konstanten und dominanten Begleiter sowie Laggs als mögliche Standorte von artenarmen Schnabelseggen-Beständen an. *Carex rostrata* bevorzugt, bei weiter ökologischer Amplitude bezüglich Nährstoffgehalt und Säure-Basen-Stufen, nasse und mäßig saure Standorte. „Die Toleranz gegenüber nährstoffreicheren Bedingungen ermöglicht *Carex rostrata* auch ein Vorkommen an eutrophierten Standorten und damit ein Eindringen in Magnocaricion-Bestände“ (STEINER l.c.). Dies ist am Krottensee offensichtlich der Fall.

## 2.5. Zur Vegetation der freien Wasserflächen

Dem Schwingrasen sind südlich, östlich und nord-westlich größere freie Wasserflächen vorgelagert, welche durch ein schmales, ringförmig um die „Insel“ laufendes Randgewässer zumindest zeitweise in Verbindung stehen. Das grabenartige, etwa 1 bis 5 m breite Randgewässer ist teilweise stark verlandet und bildet in den Großseggen-Aschweiden-Beständen vereinzelt Verzweigungen sowie kleinere, tümpelartige Gewässerabschnitte. Die Sohle des Randgewässers wird im Osten von schwarzem Schlamm, im Süden von grau-braunem, torfigem Schlamm gebildet.

Die große, nord-westlich gelegene Wasserfläche wird von einer dichten, etwa 2/3 der Stillgewässeroberfläche einnehmenden, weiß blühenden **Seerosen-Schwimblatt-Gesellschaft** (*Nymphaeetum albo-luteae* Nowinsky 1928) bedeckt. Sie ist für stehende und langsam fließende, nährstoffarme bis nährstoffreiche Gewässer mit schlammreichem Substrat charakteristisch (SCHRATT 1993).



Sowohl MORTON (1965) als auch KRISAI & SCHMIDT (1983) beschreiben reichlich wuchernde Seerosenbestände von einer „färbig blühenden“ und „sehr zahlreich angepflanzten“ Art. 1994 konnten nur weiß blühende Varietäten angetroffen werden. Auch HÖGLINGER (mündlich) gibt an, in den letzten Jahren lediglich die weiß blühende Große Seerose (*Nymphaea alba*) beobachtet zu haben. *Nymphaea alba* umfaßt aber auch Kultursorten mit rosa Blüten, die nicht selten ausgepflanzt werden (ADLER et al. 1994).

Im ufernahen Flachwasser finden sich frei schwebende, dichte Wasserschlauch-Watten, deren Individuen zur Artengruppe Gewöhnlicher Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris* agg.) zählen. Eine sichere Unterscheidung innerhalb der Artengruppe, also zwischen *Utricularia vulgaris* und *U. australis* (= *U. neglecta*), ist nur im blühenden Zustand möglich. Bei den zahlreichen Begehungen konnten jedoch weder blühende noch fruchtende Exemplare angetroffen werden. Auch HÖGLINGER (1994) hat innerhalb eines mehrjährigen Beobachtungszeitraumes keine Blütenbildung beobachtet. KRISAI & SCHMIDT (1983) beschreiben ein reichliches Vorkommen von *Utricularia vulgaris*. Auf jeden Fall zählt die vorliegende Wasserschweber-Gesellschaft zum **Verband der Wasserschlauch-Gewächse (*Utricularion vulgaris* Passage 1964)**, der von *Utricularia vulgaris* und *U. australis* gleichermaßen charakterisiert wird (SCHRATT 1993).

An den wurzellosen, fein zerteilten Wasserschlauch-Blättern sitzen kleine, grüne Blasen, die aus Blattzipfeln hervorgingen und als Tierfallen fungieren. Jede Blase ist mit einer Öffnung samt ventilartiger Klappe versehen. Auf diesem „Klappenventil“ sitzen lange, hebelartig wirkende Borsten, die bei Berührung, etwa durch einen Wasserfloh, zum Öffnen der Klappe und Einsaugen des Tieres führen (v. DENFFER 1983).

Der Verband der Wasserschlauch-Gesellschaften umfaßt zwei Assoziationen. *Lemna minor* und *L. trisulca* sind in beiden konstante Begleiter, wobei die **Gesellschaft des Gewöhnlichen Wasserschlauches** (*Lemno-Utricularietum vulgaris* Soo 1947) von *Utricularia vulgaris*, die **Gesellschaft des Südlichen Wasserschlauches** (*Utricularietum neglectae* T. Müller et Görs 1960) naheliegenderweise von *Utricularia australis* (= *U. neglecta*) dominiert wird. Beide Assoziationen besiedeln nach SCHRATT (1993) oligo- bis mesotrophe Gewässer. Für das *Utricularietum neglectae* gibt MÜLLER (1977) flache, verhältnismäßig nährstoffarme, schwach bis mäßig saure Gewässer wie Moortümpel oder Torfgräben über dyartigem Torfschlamm an, während etwa SCHRATT (1988) das *Lemno-Utricularietum* aus großen Altwässern der Donau-Auen beschreibt, wo es halbschattige Standorte vor der Röhrichtzone einnimmt und einen Durchdringungskomplex mit dem *Nyphaeetum albo-lutaea* bildet.

Der Krottensee stellt ein stark eutrophes Gewässer dar (vgl. Limnologie und Faunistik des Krottensees, S. 13), womit die vorliegende Wasserschlauch-Gesellschaft keinesfalls oligo- bis mesotrophe Standorte besiedelt.



Die **Gesellschaft der Kleinen Wasserlinse** (*Lemnetum minoris* Oberd. ex T. Müller et Görs 1960) und die **Gesellschaft der Untergetauchten Wasserlinse** (*Lemnetum trisulcae* Knapp et Stoffers 1962) wurden ebenfalls, aber nur sehr kleinflächig, angetroffen.

Das *Lemnetum minoris* wird durch die Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*) und das *Lemnetum trisulcae* von der Untergetauchten Wasserlinse (*Lemna trisulca*) beherrscht. Zum *Lemnetum trisulcae* gesellen sich, als konstante Begleiter, *Lemna minor* und *Spirodela polyrhiza*. Während *Lemna trisulca*-Bestände als Indikatoren für relativ

nährstoffarme, unverschmutzte Gewässer mit nicht zu hohem Hydrogencarbonat-Gehalt gelten, ist die ökologische Amplitude bezüglich Nährstoffgehalt von *Lemna minor* wesentlich größer. Bei zunehmendem Nährstoffangebot beginnt eine wachsende *Lemna minor*-Decke die darunter schwebende Untergetauchte Wasserlinse durch Entzug des Lichtgenusses zu verdrängen. Das Lemnetum minoris ist eine der häufigsten Wasserschweber-Gesellschaften, während das Lemnetum trisulcae zu den gefährdeten Pflanzengesellschaften Österreichs zählt (SCHRATT 1993). Überraschenderweise wird jedoch der eutrophe Krottensee nicht von einer dichten *Lemna minor*-Gesellschaft bedeckt. MORTON (1965) gibt für die große Wasserfläche ein dichte *Lemna trisulca*-Decke an.

Ähnlich dem Lemnetum trisulcae siedelt nach SCHRATT (1993) *Riccia fluitans* in oligo- bis mesotrophen Gewässern. *Riccia fluitans* charakterisiert und dominiert die **Sternlebermoos-Gesellschaft** (*Riccietum fluitantis* Slavnic 1956), welche gerne im Schatten von Schilfröhrichten siedelt und ebenfalls zu den gefährdeten Pflanzengesellschaften Österreichs zählt (SCHRATT 1993).

## 2.6. Die Gehölz-Gesellschaften der Aufschüttungen

(Tabelle VI)

Entlang der Uferlinie des Naturdenkmals „Krottensee“ wurden in den letzten Jahrzehnten ausgedehnte Aufschüttungen zur Errichtung von Siedlungs- und Gewerbeflächen vorgenommen. Lediglich die Buchenwald-bestockten Flächen blieben verschont. Diese umfangreichen und dauerhaften Geländeänderungen führten zu erheblich abträglichen Veränderungen des Landschaftscharakters, des Landschaftsbildes und der ökologischen Standortverhältnisse. Dies gilt für den gesamte Landschaftsteil, wird aber am Beispiel der aktuellen „Ufervegetation“ des Krottensees besonders deutlich.

Die vorliegenden Aufnahmen (Aufnahme 1, 2, 3 & 12) beschreiben Gebüsch- und Vorwaldgesellschaften auf geschütteten ebenen Flächen und steilen Böschungen, deren Fuß teilweise bis in die freie Wasserfläche reicht. Die Gehölze werden von Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Salweide (*Salix caprea*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Aschweide (*Salix cinerea*) sowie Purpurweide (*Salix purpurea*) dominiert. Die wenigen mächtigen Silberweiden (*Salix alba*) mit Brusthöhendurchmessern von über einem Meter stocken auf dem Urgelände und überragen - als ehrwürdige Zeugen einer natürlich gewachsenen und zerstörten Landschaft - das junge Gehölz der Schüttflächen.

Auf der geschütteten, noch unverbauten Restfläche am Südwest-Ufer stockt ein krautreiches **Purpurweiden-Eschen-Gebüsch** mit räumdigem Salweiden-Baumbestand (Aufnahme 12), das an das *Salicetum capreae* Schreiner 1955 erinnert. MUCINA (1993) gibt hierfür *Salix caprea* (Salweide) als einzige Kennart sowie *Populus tremula*, *Betula*

*pendula* und *Urtica dioica* als weitere diagnostische Arten an. Standorte des Salweiden-Gebüsches sind nährstoffarme, skelettreiche Rohböden, etwa in Kies- oder Schottergruben (MUCINA 1993).

Die Struktur und Artenzusammensetzung eines dichten **Hollunder-Waldreben-Gebüsches** am westlichen Ufer (Aufnahme 9) geben die vollständige Ruderalisierung dieses Standortes wieder: Wo noch vor etwa 20 Jahren eine ökologisch wertvolle Verlandungsgesellschaft siedelte, steht heute eine steile Schüttböschung, welche bis in die freie Wasserfläche reicht. Die Großseggen-Rohkolben-Aschweiden-Bestände wurden vollständig begraben. Heute erfolgt hier ein harter, ungepufferter Übergang vom verbuschten Ruderalstandort zum offenen See.

Schwarz-Hollunder-Gebüsch sind häufig bei Gehöften (vor allem nahe der Miststätten und Stallungen), wüsten Plätzen und Ruinen anzutreffen und zeigen meist gestörte und stickstoffreiche Bereiche an. Über dem *Sambucus nigra*-Gebüsch liegt ein dichter Waldreben-Schleier.

*Clematis vitalba* (Gewöhnliche Waldrebe) bildet etwa an gut wasser- und nährstoffversorgten Straßen- und Bahnböschungen artenarme, dichte Ranken (REISINER 1988).

An dieses „Schutthaufengebüsch“ schließt sich eine weitere, von Brennessel (*Urtica dioica*), Zaunwinde (*Calystegia sepium*), Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) und Brombeeren (*Rubus fruticosus* agg., *R. caesius*) aufgebaute Ruderalgesellschaft an, die durch das Auf-den-Stock-setzen des Hollundergebüsches und das wilde Deponieren von Grünabfällen (Rasenschnitt) gefördert wird.

Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und Aschweide (*Salix cinerea*) bauen das Gehölz am südlichen Beginn des Schotterweges auf (Aufnahme 1): Die Schwarzerle bildet eine etwa 10-12 m hohe und zu 40 % deckende Baumschicht, darunter siedelt eine ca. 6 m hohe, 60 % der Aufnahmefläche deckende Aschweiden-Strauchschicht. Ihr treten, als weitere Gehölzpflanzen, Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Purpurweide (*Salix purpurea*) sporadisch und mit geringer Deckung hinzu. Lediglich die Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.) findet sich mit etwas größerem Deckungswert. Dieses lichtdurchlässige **Schwarzerlen-Aschweiden-Gehölz** läßt die Ausbildung einer 90 % der Aufnahmefläche beschattenden Krautschicht zu. Diese ist mit 16 Arten mäßig artenreich und wird von der Berg-Goldnessel (*Lamium montanum*) beherrscht. Neben der Ausläufer-treibenden Goldnessel charakterisiert der purpurrot blühende, brennesselähnliche Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*) den Erlen-Weiden-Bestand als frisches Gehölz. Die Gemeine Brennessel (*Urtica dioica*) und das Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) weisen als stickstoffliebende Elemente auf nährstoffreiche Standortsverhältnisse hin. Stellenweise bildet *Alnus glutinosa* eine dichte Baumschicht; dann ist die Strauchschicht nur sehr sporadisch ausgebildet.

Aufnahme 3 belegt ein **Purpurweiden-Gebüsch**, das als dichter, heckenartiger Strauchbestand den Schotterweg begleitet, bevor dieser unter die Waldkrone untertaucht. *Salix purpurea* (Purpurweide) dominiert. Ihr vorgelagert ist ein Mantel mit *Cornus sanguinea* (Roter Hartriegel) und *Cornus sericea* (= *C. alba*, Weiß-Hartriegel). *Viburnum opulus* und *Fraxinus excelsior* treten dem Gebüsch etwas häufiger, *Acer pseudoplatanus*, *Rubus fruticosus* agg., aber auch *Salix cinerea* nur sehr vereinzelt hinzu. Das dichte, schwer zugängliche Gebüsch ist reich an Totholz; die Krautschicht ist inhomogen und nur abschnittsweise vorhanden: Die Aufschüttungsböschung ist krautlos, am Böschungsfuß deckt das Wald-Hexenkraut (*Circea lutetiana*) bedeutend.

Der Rote Hartriegel ist ein typisches und häufiges Element lichter, trockener Waldränder und sonniger Hecken. Er bildet gemeinsam mit dem aus Nordamerika stammenden, vermutlich verwilderten Zierstrauch Weiß-Hartriegel einen schmalen, waldmantelartigen Bestand. *Salix purpurea* wiederum besiedelt vor allem als Pionier Schotter- und Schuttfuren und weist hier deutlich auf die Standortsveränderungen durch Aufschüttungen hin.

## 2.7. Die Waldgesellschaften um den Krottensee (Tabelle V)

In Tabelle V werden die Waldgesellschaften, die am nördlichen Ufer des Krottensees stocken, zusammengefaßt. Der hanggelegene Hochwald unterhalb des Schlosses Cumberland wird von Rotbuchen (*Fagus sylvatica*) dominiert; Esche (*Fraxinus excelsior*), Ulme (*Ulmus glabra*) und Spitzahorn (*Acer platanoides*) sind stets am Bestandesaufbau beteiligt.



Im Bereich einer Schlagfläche (Aufnahme 7) bilden Buchen-, Eschen- und Ahornverjüngung sowie *Rubus fruticosus* agg. eine dichte Strauchschicht. Keine Baumentnahmen in jüngerer Zeit erfolgten im Bestand der Aufnahme 5: Anstelle einer dichten Naturverjüngung wird hier die Strauchschicht von einem kriechenden Efeu-Teppich (*Hedera helix*) beherrscht.

Am Fuße des Buchen-dominierten Schloßhanges, also am Krottensee-Ufer, tritt die Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) bestandesaufbauend hinzu. Diese Bestände werden von Esche (*Fraxinus excelsior*, Aufnahme 8) oder Spitzahorn (*Acer platanoides*; Aufnahme 6) dominiert, während die Buche in der Baumschicht fehlt. Die ufernahe Aufnahme 6 beschreibt die an Edellaubholzarten reichste Ausbildung: *Ulmus glabra* (Ulme), *Tilia platyphyllos* (Sommer-Linde), *Acer campestre* (Feld-Ahorn) und *Carpinus betulus* (Hainbuche) sind neben den beiden weiteren Ahorn-Arten im zweischichtigen Kronendach vertreten. Überdies beteiligt sich die Grau-Erle (*Alnus incana*) wesentlich am Aufbau der größeren Baumschicht, während Buchenverjüngung die sporadisch deckende Strauchschicht dominiert. Am nördlichen Ufer der großen, freien Wasseroberfläche schließt hangaufwärts ein frischerer Eschen-Ahorn-Wald mit zahlreichen Eiben in der Strauchschicht bzw. 2. Baumschicht an. Auch hier tritt die Rot - Buche deutlich zurück oder fehlt gänzlich.

Eine nordamerikanische Eschen-Art, *Fraxinus pennsylvanica* (Pennsylvanische Esche, Rot-E.), bildet mit *Alnus glutinosa* einen geschlossenen, sehr krautreichen Gehölz-Bestand, der im Nordosten an die Aschweiden-Sumpfschilf-Verlandungsgesellschaft des Sees anschließt. Die dichte Krautschicht wird von Nährstoffzeigern wie *Urtica dioica* (Große Brennnessel) und *Galium aparine* (Kletten-Labkraut) sowie von Feuchtezeigern wie *Deschampsia cespitosa* (Gewöhnliche Rasenschmiele), *Circaea lutetiana* (Wald-Hexenkraut) und *Carex brizoides* (Seegrass-Segge) gebildet. Ausgesprochene Nässezeiger wie Sumpf-Segge (*Carex acutiformis*) und Wasser-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) weisen auf den Übergang zum angrenzenden Verlandungssumpf hin. Die Pennsylvanische Esche besiedelt somit einen nährstoffreichen, frischen bis nassen Standort zwischen dem zonalen Buchen-Wald und dem Aschweiden-dominierten Verlandungsgebüsch.

Westlich an den *Fraxinus pennsylvanica*-Bestand schließt eine etwa 50 m<sup>2</sup> große, entlang des Fußweges verlaufende, brusthohe Staudenknöterich-Flur an, die aus den Kolonien zweier Neophyten besteht, deren Herkunft aus dem Artnamen hervorgeht: *Fallopia japonica* (*Reynoutria japonica*, Japanischer Staudenknöterich) und *F. sachalinensis* (*Reynoutria sachalinensis*, Sachalin-Staudenknöterich). Für *Fallopia japonica* wird in der Exkursionsflora von Österreich „sich weiter ausbreitend!“ (ADLER et al. 1993) vermerkt. *F. sachalinensis* ist nach ADLER et al. (l.c.) neu für Oberösterreich. Nach MUCINA (1993) breitet sich die früher als Zierpflanze beliebte *Fallopia japonica* heute rasch auf ruderalen Böschungen und Uferbänken sowie in feuchtem Ödland aus und kann hier übermannshohe, stark schattende Staudenbestände bilden, die MUCINA (l.c.) als Japan-Knöterich-Hochstaudenflur und damit als eigene Gesellschaft ausweist.

### 3. DER KROTTENSEE IM LUFTBILD

#### 3.1. Das Jahr 1953: Die gewachsene Kulturlandschaft

Das Krottensee-Ufer ist noch von sämtlichen großflächigen Aufschüttungen und Verbauungen verschont. Kleinparzellierte landwirtschaftliche Nutzflächen und ein parkartig strukturierter Laubwald umschließen das Toteisloch. Lediglich in die kleine, südliche Wasserfläche, die 1953 noch wesentlich größer erscheint, erfolgen erste, geringfügige Schüttungen bzw. Ablagerungen.

Die Schloß-Zufahrt im Westen wird von einer geschlossenen, landschaftsprägenden Allee begleitet; im Nordosten findet sich ein ausgedehnter Streuobstbestand, an den sich wiederum Wiesenflächen anschließen. Nur das Areal im Südosten, an der seeabgewandten Seite der Krottenseestraße, ist besiedelt. Das Schloß thront noch über einer von Wiesen und Wäldern geprägten Kulturlandschaft.

Der Waldbestand des Krottensees war zu dieser Zeit - also vor 40 Jahren - wesentlich kleiner und weniger dicht. Zwischen der großen freien Wasserfläche im Nordwesten und dem bestockten „Insel“-Areal im Osten lag ein breiter und gehölzfreier Schwingrasenabschnitt. Nach HEHENWARTER (1962) dürfte auf derartigen Flächen auch das Pfeifengras (*Molinia caerulea*) neben diversen Seggen bestandesbildend aufgetreten sein. Aber auch innerhalb der Busch- und Baum-bestockten Fläche fanden sich noch kleine und größere Lichtungen; im Osten schaltete sich überdies ein großer, gehölzfreier Abschnitt ein. Die Gehölz-Bestände waren teilweise niederwüchsig und strauchdominiert; ein geschlossener Baumbestand ist - soweit aus dem Luftbild ersichtlich - nur kleinflächig ausgebildet. HEHENWARTER (l.c.) gibt für die strauchförmigen Holzgewächse außerhalb des „Moorwaldes“ folgendes an: *Alnus glutinosa* und *Betula pubescens* verstreut bzw. vereinzelt; *Pinus sylvestris* und *Picea abies* als Krüppelholz sowie diverse *Salix*-Arten in Baum- und Strauchform vorhanden. Den anschließenden „richtigen Wald“ bauen *Pinus sylvestris*, *Picea abies* und *Alnus glutinosa* auf.

Im angrenzenden Verlandungssumpf sind im Luftbild nur sehr vereinzelt Sträucher erkennbar.

Anfang der 60er-Jahre besucht MORTON (1965) den Krottensee von der westlichen Schloßzufahrt aus, „die oberhalb der entsetzlichen Schutthalde dahinführt“ und stellt fest, daß die große (nordwestliche) Wasserfläche „schon recht klein geworden“ ist.

Auf die Schüttungen soll später näher eingegangen werden.

Angrenzend an diese Wasserfläche beschreibt MORTON (l.c.) Seggen- und dichte Rohrkolben-Bestände<sup>6</sup>, die auch heute noch anzutreffen sind. *Salix cinerea* wird von MORTON nicht erwähnt. Einer Aufnahme MORTONS aus der Uferzone, die von „*Carex*

<sup>6</sup> MORTON (1965) gibt *Typha Shuttleworthii* sowie angepflanzte *Nymphaea*-Arten an. 1994 wurden hingegen ausschließlich *Typha latifolia* und die weiß blühende *Nymphaea alba* vorgefunden.

*acutiformis* u. a.“ eindeutig beherrscht wird, ist *Betula alba* (= *B. pendula*, wahrscheinlich aber *B. pubescens*) als einziges Holzgewächs zu entnehmen.

Sehr anschaulich schildert MORTON (l.c.) den „Flachmoorwald“ auf schwingendem Boden mit Kiefern und Fichten, die „beim Anfassen leicht in beträchtliche Schwingungen versetzt“ werden können. Auch bei HEHENWARTER (1962) bringt jeder Schritt „den Boden zum Einsinken“ und „sogar starke Bäume ins Schwanken“, sodaß dieser daraufhin von einem geradezu modellhaft ausgebildeten Schwinggrasen schwärmt. Davon kann heute kaum mehr die Rede sein. Der Wald-Boden schwingt nur mehr leicht unter den Füßen und mächtige Baumindividuen können - trotz größerer Anstrengung - nicht mehr in Bewegung gesetzt werden.

Diesem Wald westlich vorgelagert fand MORTON (l.c.) „große Bestände von *Drosera rotundifolia*, die auf üppig schwellenden *Sphagnen* sitzen“. MORTON (l.c.) bearbeitete schließlich diese „mächtigen *Sphagnum*-Bulte“, die sich meist um das „Stämmchen einer Fichte oder Föhre“ anordnen und von *Calluna vulgaris*, *Vaccinium oxycoccos* oder roten Teppichen (!) des Sonnentaus (*Drosera rotundifolia*) begleitet werden<sup>7</sup>. Heute findet sich nur mehr ein kleiner Rest dieser dichten, ausgedehnten Sonnentau-Bestände (Siehe Aufnahme 21). Auch die *Sphagnen*-Bulte mit Hochmoor-Arten und Föhren-„Stämmchen“ sind kaum mehr anzutreffen: Föhre und Fichte, vor allem aber auch Moorbirke und Schwarzerle sind inzwischen zu einem geschlossenen Wald herangewachsen und dürften die lichtbedürftige Hochmoor-Vegetation mehr und mehr zurückgedrängt haben. *Drosera rotundifolia* ist im aktuellen „Moorwald“ nicht mehr zu finden; *Vaccinium oxycoccos* und *Calluna vulgaris* sind nur mehr sehr vereinzelt anzutreffen.

MORTON stellte bereits 1965 fest, daß *Kalmia angustifolia* die *Sphagnen*-Bulten „sehr häufig“ durchwächst, und, nachdem ihr die Standortverhältnisse im Moorwald offenbar sehr zusagen, große, geschlossene Bestände bildet. Das *Rhododendron*-Gebüsch findet MORTON (l.c.) unter dem „Kiefern-Fichten-Erlen-Walde“. Die heute so bedeutende Moorbirke wird jedoch nicht erwähnt. Heute liegt der *Rhododendron*-Bestand, durch Aufnahme 17 belegt, in einem von Moorbirke und Rotkiefer aufgebauten Wald, dem Fichte und Erle praktisch fehlen.

In MORTONS (l.c.) Moorwald-Aufnahme Nr. 4703 hingegen finden sich *Betula alba* (= *B. pendula*, vermutlich aber *B. pubescens*; 15 cm Stammdurchmesser), *Picea excelsa* (= *P. abies*, 150 cm hoch) und *Pinus sylvestris* (bis 10 m hoch) sowie eine 5 x 5 m große *Kalmia angustifolia*-Insel, bis 4 m hohe *Rhododendron*-Büsche und bis 3 x 3 m große *Polytrichum commune*-Bulte. Diese Aufnahme MORTONS vom November 1962 liegt im Bereich der vorliegenden Aufnahmen Nr. 16 und 17. Heute beträgt hier die Höhe der größeren Baumschicht etwa 20 m (1962: bis 10 m) und deckt zu 50%. Ausgedehnte

<sup>7</sup> In der Aufnahme Nr. 4733 belegt MORTON (l.c.) die 10 x 15 m große Hauptstelle des *Kalmia*-Vorkommens. Hier liegen mehrere *Sphagnen*-Bulten mit *Vaccinium oxycoccos*, *Calluna vulgaris* und vereinzelt, roten *Drosera rotundifolia*-Teppichen sowie eingestreuten *Equisetum palustre*- und *Rhamnus cathartica*- Individuen. Neben *Kalmia* überragen Fichten- und Kiefern-„Bäumchen“ diese Bultenwelt.

*Polytrichum formosum* und *P. commune*- Flächen sind auch heute anzutreffen; die Torfmoose fehlen hier - wie bereits 1962 - weitgehend.

HEHENWARTER erwähnt in seiner Studie aus dem Jahre 1962, daß er seit 1936 den Krottensee immer wieder besucht hat. In diesem Zeitraum dürften sich keine besonders auffälligen Änderungen der Vegetation, wie etwa eine dramatische Verbuschung des Schwingrasens, ereignet haben. Dies hätte einem aufmerksamen Beobachter wohl kaum entgehen können. Es darf also vermutet werden, daß die Vegetationsverhältnisse, die das Luftbild aus dem Jahre 1953 zeigt, zumindest auch in den beiden Jahrzehnten davor im Wesentlichen die gleichen waren.

### 3.2. Das Jahr 1969: Die Zerstörung der ursprünglichen Landschaft

Die Luftaufnahme aus dem Jahre 1953 zeigt uns eine relativ ursprüngliche Kulturlandschaft. 16 Jahre später prägen die umfangreichen Aufschüttungen und Ablagerungen, die den Krottensee regelrecht „in die Zange nehmen“, das Bild. Der landwirtschaftlich genutzte Grünraum zwischen der westlichen Schloß-Zufahrt und dem See wurde großflächig aufgeschüttet und als Bauland genutzt; auch die eindrucksvolle Allee ist diesem Eingriff größtenteils zum Opfer gefallen. Weitere Aufschüttungen erfolgten entlang der gesamten Nordwest-Seite der Krottenseegasse.

Im Verlandungssumpf des Jahres 1969 sind - im Gegensatz zu 1953 - mehr oder weniger dichte Strauchbestände, wobei es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um *Salix cinerea* handelt, erkennbar. Und der „Insel“ - Waldbestand hat an Höhe, Dichte und Fläche (vor allem Richtung Nordwesten zur großen Wasserfläche hin) zugenommen. Auch der gehölzfreie Bereich im Osten der „Insel“ wurde bis auf eine kleine Lichtung mit lockerem Gebüsch vom Wald eingenommen. Diese Wald-Entwicklung ist bereits in einem Luftbild von 1965 deutlich zu erkennen.

Das flächige Ausmaß der Aufschüttungen und die ungesetzlichen Müll-Ablagerungen wurden von schockierten Zeitgenossen mit folgenden Worten kommentiert: MORTON (1965) beklagt die „geradezu grauenhaften Schuttablagerungen“ und „entsetzlichen Schutthalde(n)“. Noch drastischer schildert HEHENWARTER (1962), was sich am Krottensee zur damaligen Zeit dem Betrachter darbot: Von fast allen Seiten dringen die Abfälle gegen das Seeufer vor; Die Park-Allee an der Schloß-Zufahrt ist zu einer „Schüttgalerie für Industrie und Haushalt“ geworden; Bauaushub, Baureste, Alteisen, der massenhafte Ausschuß einer Glühbirnen- und Keramik-Fabrik, Fahrzeugreifen sowie Abwässer wie Tonschlämme, Maler- und Streicherei-Brühen sowie Berge von Küchenabfällen aus der damaligen Lungenheilstalt schaffen Zustände, die einfach „jeder leidenschaftslosen Beschreibung spotten“.

**Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß von 1953 bis 1969**

- von allen bezüglich der Geländemorphologie her möglichen Uferabschnitten großflächige Aufschüttungen vorgenommen wurden und so Siedlungs- und Gewerbeflächen „gewonnen“ werden konnten;
- der Gehölzbestand am Schwingrasen deutlich an Fläche, Dichte und Höhe zugenommen hat, wobei
- sich vor allem der Moorbirken-Anteil erheblich vergrößert haben dürfte und damit
- Elemente der Feuchtwiesen (Pfeifengras, Seggen) und der Hochmoor-Vegetation mehr und mehr zurückgedrängt wurden;
- der Aschweiden-Bestand im Verlandungssumpf bedeutend an Fläche gewonnen hat.

**5. DIE VEGETATIONS-ENTWICKLUNG AM KROTTENSEE****5.1. Rückblick**

Aus dem oben stehenden Vergleich der Luftbilder von 1953 und 1969, den Angaben von MORTON (1965) und HEHENWARTER (1962) und aus der erhobenen aktuellen Vegetation ergeben sich folgende Schlüsse:

Das von MORTON (1965) und HEHENWARTER (1962) beschriebene dominante Auftreten von Pfeifengras (und diverser Seggen) und das großflächige Fehlen von Gehölzen weist generell auf eine regelmäßige herbstliche Streumahd hin. Die Mahd verhindert das natürliche Aufkommen von Holzgewächsen. Durch späte Mahdtermine wird *Molinia caerulea* (Pfeifengras) gefördert, da es im Herbst nach dem Blühen und Fruchten die Reservestoffe unterirdisch zu speichern vermag, während etwa Kräuter, die dazu nicht in der Lage sind, zurückgedrängt werden.

Auch heute noch ist das Pfeifengras unter der inzwischen herangewachsenen Waldkrone des Moorbirken-Bruchwaldes großflächig und sehr bedeutend deckend anzutreffen (Aufnahme 18 & 19).

Der Waldbestand wiederum zeigt seit 1953 eine im Luftbild deutlich erkennbare, beachtliche Zunahme an Ausdehnung, Größe und Dichte. Der aktuelle Moorbirken-Bruchwald weist eine relativ einheitliche Bestandesstruktur auf; gleichzeitig konnten weder eine forstliche Nutzung (etwa durch Baumscheiben) festgestellt noch größere Mengen an Totholz angetroffen werden, die auf eine länger währende Bestockung hinweisen würden.

Der Rotkiefern-Moorbirkenwald (Aufnahme 16 & 17) weist relativ zum Moorbirken-Bruchwald eine deutlich dichtere erste Baumschicht auf. In dieser finden sich zahlreiche, mächtige Rotkiefern (Brusthöhendurchmesser bis zu 0,4 m).

Auch die Fichten-reiche Ausbildung des Moorbirken-Bruchwaldes (Aufnahme 19) weist eine relativ dichte Krone und Fichten-Stämme mit 0,4 m BHD auf. Diese Bestände dürften somit wesentlich älter sein als der Großteil des Birken-Bruches. Für zweifelsfreie Altersbestimmungen wären Kernbohrungen an ausgewählten Baumindividuen notwendig. HEHENWARTER unterschied noch 1962 zwischen einem „richtigen Wald“, der von Rotkiefer, Fichte und Schwarzerle aufgebaut wird, und den strauchförmigen Holzgewächsen außerhalb, wozu die Moorbirke und diverse Weiden-Arten zählten. Da Rotkiefer und Fichte heute nur in den oben genannten Beständen (Aufnahme 16 & 17, 19) bestandesbildend auftreten, bezieht sich HEHENWARTERs (1962) „richtiger Wald“ offensichtlich auf diese, womit deren höheres Alter belegt wäre.

Das Wachstum der Gehölzpflanzen führte neben der oberirdischen Zunahme des Kronendaches natürlich auch zur Ausbildung eines dichteren Wurzelgeflechtes im Torf des Schwingrasens, das mit dem darunterliegenden Wasserkörper in Kontakt steht. Damit ging eine Verfestigung des ursprünglich beweglichen Schwingrasens einher. Noch zu HEHENWARTERs (1962) Zeiten brachte jeder Schritt „sogar starke Bäume ins Schwanken“. MORTON (1965) konnte noch Kiefern und Fichten „beim Anfassen leicht in beträchtliche Schwingungen versetzen“. All das ist heute nicht mehr der Fall.

Die Hypothese, daß sich der aktuelle Moorbirken-Wald auf ehemaligen Streuwiesen befindet, wird durch den Franziscäischer Kataster aus dem Jahre 1823 und dem ein halbes Jahrhundert später erstellten Reabolisierungsplan (1871) bestätigt:

Das Naturdenkmal „Krottensee“ umfaßt die Grundparzelle 229/1 und die GP 218/1 (Bescheid vom 18.12.1980).

Im Franziscäischer Kataster (1823) findet sich auf der gesamten GP 229 die Signatur für „Wiese“(hellgrün). Für die GP 218 wird die Signatur für „Sumpf“ (dunkelbraun) vermerkt. Gewässer sind überraschenderweise nicht verzeichnet, obwohl dies bei der Erstellung des Katasters im vorigen Jahrhundert durchaus üblich war. Dies dürfte aber auf seinerzeitige vermessungstechnische Schwierigkeiten zurückzuführen sein. Erst 1943 erfolgte eine neue Vermessung und damit eine Änderung der angegebenen Nutzungsarten; der Name „Krottensee“ wird vermerkt (PRÄHAUSER, Vermessungsamt Gmunden, mündlich). Im Franziscäischen Kataster wird lediglich ein „Krottenseer“, vermutlich der Hausname eines landwirtschaftlichen Anwesens, im Nordosten des heutigen Naturdenkmales, angeführt).

Die heute bewaldete GP 229 wurde also zumindest im 19. Jahrhundert als Streu-Wiese genutzt. Durch Einstellen der jährlichen (formationsprägenden) Streumahd begann sich die natürliche Vegetation sukzessive wieder einzustellen; die unter natürlichen Verhältnissen konkurrenzkräftigeren Gehölze konnten nach dem Ausbleiben der Mahd aufkommen und leiteten über ein Verbuschungsstadium die Wiederbewaldung ein, wobei vor allem die Moorbirke (*Betula pubescens*) die Streuwiesen-Flächen besiedelte.

Die GP 218 ist im Franziscäischen Kataster (1823) als „Sumpf“ vermerkt. Diese Grundparzelle (und damit die Sumpffläche) umfaßt vor mehr als 170 Jahren noch ein wesentlich größeres Areal, als dies heute der Fall ist.

Da in den älteren Luftbildern hier keine Aschweiden-Bestände erkennbar sind und in MORTONS (1965) Aufnahme aus der Sumpfseggen-Verlandungszone die Aschweide fehlt, wird auf ein (verstärktes) Aufkommen dieser Gehölzart erst in den letzten Jahrzehnten geschlossen. Als Ursache dafür könnte wiederum das Einstellen der Mahd der Großseggenfluren (bei gefrorenem Boden) sein. Wenn man davon ausgeht, daß die weniger wirtschaftliche Mahd von Großseggenbeständen nicht später eingestellt wurde als die Herbstmahd der „besseren“ Pfeifengras-Wiese, so überrascht es, daß die Verbuschung der Sumpfflächen so langsam voranschreitet: Während die ehemaligen Pfeifengraswiesen des Schwingrasens heute vollkommen bewaldet sind, sind die Großseggen-Bestände nur teilweise verbuscht.

Die Vegetationsentwicklung in unserem Jahrhundert läßt sich somit folgendermaßen Zusammenfassen: Durch Einstellen der Streumahd auf der ehemaligen Pfeifengraswiese des Schwingrasens (und u. U. auch im Großseggen-Sumpf) setzte die Verbuschung und Bewaldung, vor allem mit Moorbirke (und Aschweide), ein.

## 5.2. Ausblick:

Der Moorbirken-Wald ist als edaphisch bedingte Dauergesellschaft anzusehen, lokal kann aber die Entwicklung zu einem Hochwald mit *Betula pubescens*, *Pinus sylvestris* und *Picea abies* weiterführen (KRISAI 1961).

Durch Bestandesabfall (Laub, Altholz, Halme, ... ) des Moorwaldes sowie durch Nährstoffeinträge aus der Luft und der Umgebung kann es - langfristig - zu Änderungen der Standortverhältnisse, etwa durch Bildung einer Rohhumusauflage, durch Veränderungen der Nährstoff-Verhältnisse und abnehmende Bodenfeuchte (mit Entfernung zum Krottensee-Wasser durch Rohhumusauflage) kommen. Dann könnte etwa der Kiefern-Anteil zunehmen und die Lorbeerrose sowie das *Rhododendron*-Gebüsch an Ausdehnung gewinnen. Der Moorbirken-Bruch und der *Sphagnum*-Teppich würden zunehmend verdrängt werden.

Andererseits kann die jährliche Schneelast zu einem tieferen Eintauchen des Schwingrasens in das Krottensee-Wasser führen, was zu einer „Konservierung“ der aktuellen Standorts- und Vegetationsverhältnisse beitragen würde. Ein ähnlicher Effekt kann durch den Gewichtszuwachs des Moorwaldes erfolgen.

Mit dem Einstellen der weit verbreiteten, zonalen Buchen-Wald-Gesellschaft ist allerdings auch in ferner Zukunft nicht zu rechnen.

Die Verbuschung der Verlandungssümpfe mit Aschweiden dürfte weiter fortschreiten. Mit dem Einstellen einer - möglicherweise durchgeführten - Streumahd verbleibt nunmehr sämtliche Biomasse im Seggen-Sumpf, womit grundsätzlich eine beschleunigte Änderung der Standortsverhältnisse und damit ein rascheres Verbuschen einhergehen. Schließlich wird sich hier längerfristig ein Bruchwald mit Schwarzerle (*Alnus gultinosa*) einstellen.

Die Verlandung der Stillgewässer wird - als allgemeiner, natürlicher Vorgang - auf längere Sicht die freie Wasserfläche reduzieren. Wenngleich bisher im Luftbildvergleich keine auffälligen Flächenverringerungen erkennbar sind, so lassen doch die mächtigen Faulschlamm-Sedimente, die durch den äußerst eutrophen See abgesetzt wurden und werden (siehe begleitenden Projektbericht) ein Fortschreiten der Verlandung erwarten.

## 5. ABTRÄGLICHE EINGRIFFE DER GEGENWART

Heute finden sich kleinflächig, aber häufig, Ablagerungen von Grünabfällen wie Rasen- und Heckenschnitt am Krottensee-Ufer. Dies führt zu einer „beschleunigten Verlandung“ sowie zu erheblichen Eutrophierungen der randlichen, grabenartigen Stillgewässer-Abschnitte.

Einfache Stege, die aus zusammengetragenem Totholz des Moorwaldes bestehen, führen auf der Krottenseestraßen-Seite über das schmale randliche Gewässer und im Nordosten der „Insel“ durch das Aschweiden-Verlandungsgebüsch bis zur freien Wasserfläche. Ausgetretene Pfade lassen ein häufigeres Begehen des trittempfindlichen Moos-Teppiches erkennen.

Wo Siedlungsflächen an das Krottensee-Ufer heranreichen, ist nicht nur mit Grün-Abfällen, sondern auch mit Eingriffen in den Gehölzbestand zu rechnen. So wurde etwa am Südwest-Ufer, nahe einem neuen Einfamilienhaus, der Weiden-Bestand auf den Stock gesetzt.

Auf der Böschung unterhalb der Gewerbebetriebes (Getränke-Großhandel) liegt Biomüll und anderer Unrat (Baurestmassen, Glasbruch, Kunststoffgebinde, Blechdosen, u. dgl.). Am Ufer zur Krottenseegasse (unter dem *Salix alba*- Altbestand) ist gar eine frisch humusierte Aufschüttung (oder Müllablagerung) anzutreffen. Weiters wurden Gehölze entnommen, ein kleiner Holzsteg aufgestellt, Biomüll (Reisig, Rasenschnitt) abgelagert sowie eine primitive Toiletanlage errichtet. Ein Rohr weist auf mögliche Wassereinleitungen, ein Schlauch auf zumindest gelegentliche Wasserentnahmen hin. Durch das Füttern der Enten und Teichhühner erfolgt ein weiterer, unerwünschter Nährstoffeintrag.

Der geschotterte Fußweg durch den Buchenwald ist teilweise zu nahe an den See bzw. an dessen Verlandungssumpfflächen gelegt. Damit wurde auch hier ein Schotterdamm

geschüttet, der einen natürlichen Übergang der Gewässerverlandung in die Eschen-Ahorn-Waldgesellschaft unterbricht.

Parallel zu diesem „Seeufer-Weg“ führt überdies ein weiterer, nicht geschotterter Wald-Weg.

## 6. DER MAßNAHMENKATALOG

### **Verringerung der anthropogen bedingten Nährstoffeinträge:**

- Unverzögliches Einstellen der Ablagerungen von Grünabfällen wie Rasen- und Heckenschnitt. ✓
- Keine weiteren Aufschüttungen - wie kleinflächig auch immer! ✓
- Entfernung der „rustikalen“ Toiletanlage am Ufer zur Krottenseeegasse ✓
- Maßnahmen, um das Füttern von Enten und Teichhühnern zu verhindern/verringern *wie?*

### **Verhindern/Verringern der Trittbelastung am Torfmoos-Teppich:**

- Besucherlenkung durch Entfernen der „Stege“ (= Übergänge über das Insel-Randgewässer durch Totholz-Anhäufung) !

### **Verbesserung der Verzahnung offene Wasserflächen/Verlandungssumpf und Ufergehölz**

- Der teilweise zu nahe an den See gelegte, geschotterte Fußweg durch den Buchenwald unterbricht den natürlichen Übergang der Gewässerverlandung in die Eschen-Ahorn-Waldgesellschaft. Da überdies parallel zu diesem „Seeufer-Weg“ ein weiterer, nicht geschotterter Wald-Weg führt, womit sich ein unverhältnismäßig dichtes Wegenetz ergibt, wird vorgeschlagen, den „Seeufer-Weg“ auf jener Strecke rückzubauen, zu welcher parallel der „Wald-Weg“ verläuft. ✓ *wird Mittel- bislang*

### **Verbesserung der Pufferzone:**

- Neuvermessung und Überprüfung der aktuellen „Grundgrenzen“ ?
- Korrektur allfälliger „Landnahmen“ durch illegale Aufschüttungen von Anrainern ? *of vorhanden?*
- Grundsätzlich ist das Entfernen (auf den Stock setzen) ufernaher Gehölzbestände einzustellen ? *→ kleinräumig möglich*
- Säubern durch Müll (Kunststoff, Glas, Kunststoffgebinde ... ) verunreinigter Uferböschungen ✓

### **Zur Vegetationsentwicklung des Moorwaldes**

- keine Entnahme von Gehölzen (Einzelbäumen, Alt- oder Totholz) ✓
- die natürliche Sukzession zulassen *(u.V. ausgenommen Randbereiche mit Festlandkontakt)*
- Trittbelastung reduzieren (siehe oben) ✓

- Die Eutrophierung des Krottensees verringern (die Wurzeln des Moorwaldes durchdringen den 0,5 m mächtigen Schwingrasen-Torf und reichen in das Krottenseewasser; vermehrtes Nährstoffangebot im Seewasser führt zu rascheren Standortsveränderungen durch Zunahme der Bestandesabfälle)
- die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen wäre von hohem wissenschaftlich-praktischem Interesse (Vegetationsökologie; Naturschutz; Mykologie; Lichenologie)

#### **Zur Vegetationsentwicklung der Verlandungssümpfe**

- die natürliche Sukzession zulassen *wittelfrischig*
- Verhinderung von anthropogenem Nährstoffeintrag (siehe oben)
- die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen wäre von hohem wissenschaftlich-praktischem Interesse (Vegetationsökologie; Naturschutz; Zoologie)

#### **Zur Entwicklung der freien Wasserflächen**

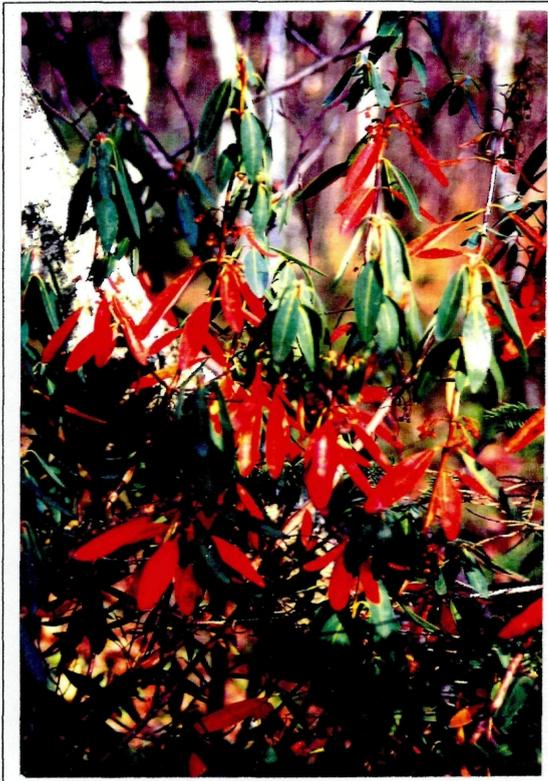
- Verzicht auf fischereiliche Besatzmaßnahmen, um weitere unnötige Fischsterben zu verhindern
- und um einer zu massiven Freisetzung von Nährstoffen aus dem Seesediment (Schlamm-wühlende Fische) vorzubeugen (siehe beiliegenden Projektbericht).
- Installation von Pegeln zur Registrierung des aktuellen Wasserstandes und ev. des Grundwasserspiegels zur Erkennung kurz- und längerfristiger hydrologischer Tendenzen (siehe beiliegenden Projektbericht, Teil II).
- Verzicht auf jegliche Eingriffe in diesen sensiblen aquatischen Lebensraum zumindest ohne Kenntnis längerfristiger hydrologischer Tendenzen (siehe beiliegenden Projektbericht).
- **Grundsätzlich sollte von kurzfristigen Manipulationen abgesehen werden** (siehe beiliegenden Projektbericht)!
- Stratigraphische Analysen des Sediments im tiefsten Beckenbereich könnten wichtige Informationen zu Sedimentationsgeschichte und trophischer Genese des Krottensees liefern und damit längerfristige Tendenzen der momentanen Entwicklung verdeutlichen (siehe beiliegenden Projektbericht, Teil II).

## **7. ZUR FLORA VOM KROTTENSEE**

Die für das Naturdenkmal Krottensee erstellte Florenliste (siehe Anhang) zählt 162 Gefäßpflanzen-Arten (ohne *Rhododendron sp.*) und 23 Moos-Spezies. Durch die enge Abfolge unterschiedlicher Biotop-Typen (oligotropher Schwingrasen, eutrophe Verlandungssümpfe, offene Wasserflächen, Ahorn-Eschen-Wald, ruderalisierte Weidengebüsche) wird, trotz einer geringen Flächengröße, eine überraschend hohe Diversität erreicht. Dabei konnte hier die artenreiche Organismengruppe der Pilze noch gar nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Neben einem Spektrum sehr verbreiteter Arten finden sich am Krottensee auch zahlreiche gefährdete und geschützte Pflanzen-Arten, wobei folgende nach der **Oberösterreichischen Pflanzenschutzverordnung 1982 (§ 1) vollkommen geschützt** sind:

<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Gewöhnlicher Froschlöffel
<i>Andromeda polifolia</i>	Rosmarinheide
<i>Cyclamen purpurascens</i>	Zyklame
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblatt-Sonnentau
<i>Evonymus europaea</i> ( <i>Euonymus</i> )	Gewöhnlicher Spindelstrauch
<i>Ilex aquifolium</i>	Stechpalme, Stechlaub
<i>Iris pseudacorus</i>	Wasser-Schwertlilie
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fieberschmerz, Bitterklee
<i>Nymphaea alba</i>	Große Seerose
<i>Taxus baccata</i>	Eibe
<i>Typha latifolia</i>	Breitblatt-Rohrkolben



Als weitere Besonderheiten sind die aus Nordamerika stammende ***Kalmia angustifolia*** (Schmalblatt-Lorbeerrose; siehe Abbildung) sowie *Fallopia sachalinensis*, ein Neubürger von Süd-Sachalin, zu erwähnen. In der „Exkursionsflora von Österreich“ (ADLER et al. 1994) wird *Kalmia* als „sehr selten“ und nur für Oberösterreich als „lokal verwildert“ angeführt. *Fallopia sachalinensis* ist nach ADLER et al. (l.c.) sogar neu für das Bundesland.

Nach der „**Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs**“ (NIKL FELD et al. 1986) gelten für die folgenden Arten die jeweils links vom Artnamen angeführten Gefährdungsstufen, die da wären:

	<b>0</b>	ausgerottet, erloschen, verschollen
	<b>1</b>	vom Aussterben bedroht
	<b>2</b>	stark gefährdet
	<b>3</b>	gefährdet
	<b>4</b>	potenziell gefährdet
	<b>r!</b>	regional stärker gefährdet, als allgemein durch die Zahl angeführt
<b>3</b>	<i>Andromeda polifolia</i>	Rosmarinheide
<b>3</b>	<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblatt-Sonnentau
<b>1</b>	<i>Dryopteris cristata</i>	Kamm-Wurmfarn, Kammfarn
<b>3r!</b>	<i>Lemna trisulca</i>	Untergetauchte Wasserlinse
<b>3</b>	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fiebertee, Bittertee
<b>3</b>	<i>Nymphaea alba</i>	Große Seerose
<b>3</b>	<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut
<b>3r!</b>	<i>Potentilla palustris</i>	Blutauge
<b>3r!</b>	<i>Thelypteris palustris</i>	Sumpffarn
<b>3</b>	<i>Utricularia vulgaris</i> agg.	Gewöhnlicher Wasserschlauch (Artengruppe)
<b>3</b>	<i>Vaccinium oxycoccos</i>	Gewöhnliche Moor-Preiselbeere
<b>2</b>	<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Torfmoos
<b>3</b>	<i>Sphagnum rubellum</i>	-“-
<b>3</b>	<i>Sphagnum squarrosum</i>	-“-
<b>2</b>	<i>Sphagnum subnites</i>	-“-
<b>3</b>	<i>Sphagnum subsecundum</i>	-“-
<b>3</b>	<i>Sphagnum teres</i>	-“-
<b>3</b>	<i>Sphagnum warnstorffii</i>	-“-

Somit unterliegen 11 der 162 aufgenommenen Gefäßpflanzen einem ganzjährigen, vollkommenen Schutz. Die „Rote Liste Österreichs“ weist ebenfalls für 11 - aber teilweise andere Gefäßpflanzen-Arten - eine Gefährdungskategorie zwischen 1 und 3 aus:

- **1 Spezies** ist bundesweit **vom Aussterben bedroht** und
- **10 Arten** sind in ihrer Existenz **gefährdet**, wobei hier für
- **3 Arten** *regional eine stärkere Gefährdung* besteht.

Damit sind knapp 7% der aufgenommenen Arten entweder in Oberösterreich vollkommen geschützt oder gelten für ganz Österreich als gefährdet, wobei 4 Arten sowohl landesweit vollkommen geschützt sind als auch auf der „Roten Liste Österreichs“ stehen.

In der Krottensee-Moosflora finden sich

- **2 stark gefährdete** sowie
- **5 gefährdete Arten**

Von 23 erhobenen Moos-Arten finden sich 8 auf der „Roten Liste“. Die Moos-Flora, etwa jene auf Totholz im Buchenwald, wurde jedoch nicht in jener Vollständigkeit erfaßt, wie dies für die Gefäßpflanzen erfolgt ist. Es kann jedoch festgestellt werden, daß der Torfmoos-Teppich des Schwinggrasens mit 7 gefährdeten Torfmoosen, die teilweise in großer Individuenzahl auftreten, eine österreichweit gefährdete bzw. stark gefährdete und damit in höchstem Maße schützenswerte Gesellschaft darstellt.

GASZNER (1893) überliefert uns in seinem Beitrag zur Kenntnis der Flora Oberösterreichs „**Das Pflanzen- & Thierleben der Umgebung Gmundes**“ folgende bemerkenswerte Arten für den Krottensee, die 1994 nicht vorgefunden wurden:

*Carex limosa*  
*Drosera longifolia*  
*Eriophorum vaginatum*  
*Ranunculus lingua*  
*Salix repens*  
*Scheuchzeria palustris*  
*Sparganium natans*  
*Veronica scutellata*

In „**Die Flora von Gmunden**“ (LOITLESBERGER et al. 1959) werden überdies aufgelistet:

*Butomus umbellatus*  
*Epilobium lamyi* (= *E. tetragonum* ssp. *lamyi*)  
*Euphorbia palustris*  
*Pyrola media*  
*Sagittaria sagittifolia*  
*Trichophorum alpinum*

Wobei ein ehemaliges Vorkommen von *Euphorbia palustris* und *Sagittaria sagittifolia* als sehr unwahrscheinlich gelten muß. Ähnlich verhält es sich mit *Typha Shuttleworthii*, eine Art, die nach MORTON (1965) die Rohrkolbenbestände am Krottensee aufgebaut haben soll. Heute findet sich in diesen ausschließlich *Typha latifolia*; der Silber-Rohrkolben (*Typha Shuttleworthii*) konnte nicht angetroffen werden.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS & QUELLENANGABEN

ADLER, W., OSWALD, K. & R. FISCHER (1994): Exkursionsflora von Österreich - Bestimmungsbuch für alle in Österreich wildwachsenden sowie die wichtigsten kultivierten Gefäßpflanzen (Farnpflanzen und Samenpflanzen) mit Angaben über ihre Ökologie und Verbreitung. - Wien: Verlag Eugen Ulmer, 1180 pp.

BALATOVA-TULACKOVA, E., MUCINA, L., ELLMAUER T. & S. WALLNÖFER (1993): Phragmiti-Magnocaricetea. - In: GRABHERR G. & L. MUCINA (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürliche waldfreie Vegetation. Jena: Gustav Fischer Verlag, 79 - 130.

BUSHART, B. (1989): Schwarzerlen- und Moorbirkenwälder im westlichen Hunsrück. - Tüxenia, Göttingen, Bd. 9: 391-415.

DÄMON, W. (1994): Ein pilzkundlicher Blick in den Moorwald am Krottensee - unscheinbare Organismen weisen neue Wege für den Naturschutz! - ÖKO-L 16/4:19-28. Linz.

DENFFER, D. (1983): Erster Teil: Morphologie. - In: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begr. von E. STRASBURGER ..., 32. Aufl., 7-212. Jena: Verlag Gustav Fischer.

EHMER-KÜNKELE, U. (1982): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen im Schönramer Filz (Oberbayern). - Dissertation, Univ. Salzburg.

ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - 4. Aufl., Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 989 pp.

GIES, T. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. - Diss. Bot. Bd. 20, Vaduz: J. Cramer.

GASZNER, G. A. (1893): Das Pflanzen- & Thierleben der Umgebung Gmundens. Ein Beitrag zur Kenntnis der Flora und Fauna Oberösterreichs. - Commissions-Verlag bei E. Mänhardt.

GEIßELBRECHT-TAFERNER, L. & S., WALLNÖFER (1993): Alnetea glutinosae. - In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche: 26-43. Jena: Gustav Fischer Verlag.

GRABHERR, G. & L., MUCINA (1989): Übersicht der Wälder und Waldstandorte in Vorarlberg. - Zit. in: GEIßELBRECHT-TAFERNER, L. & S., WALLNÖFER (1993): *Alnetea glutinosae*. - In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche*: 26-43. Jena: Gustav Fischer Verlag.

HEHENWARTER, E. (1962): Der „Krottensee“ bei Gmunden - Eine biotechnische Studie. - Im Auftrag d. Stadtgemeinde Gmunden, unveröff. Typoskript.

JERSABEK, CH. D., & R. SCHABETSBERGER (1994): Limnologische Charakterisierung des Naturdenkmals „Krottensee bei Gmunden“. - Im Auftrag d. Amtes d. OÖ Landesreg., unveröff. Studie.

KLÖTZLI, F. (1975): In: MUCINA, L., GRABHERR, G., WALLNÖFER, S. (Hrsg.), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche*: 283-337. Jena: Gustav Fischer Verlag.

KONRAD, E. (1994): Die Vegetationsgeschichte des Krottensees. - Im Auftrag d. Amtes d. OÖ Landesreg., unveröff. Studie.

KRISAI, R. (1961): Das Filzmoos bei Tarsdorf in Oberösterreich. - *Phyton, Horn*, 9: 217-251.

KRISAI, R. (1975): Die Ufervegetation der Trumer Seen (Salzburg). - *Diss. Bot., Vaduz*: J. Cramer, Bd. 29: 197 pp.

KRISAI, R. & R. SCHMIDT (1983): *Die Moore Oberösterreichs*. - Hrsg. vom Amt d. OÖ. Landesreg. Linz.

LANG, G. (1990): *Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes*. - 2., ergänzte Aufl., Jena: Gustav Fischer Verlag.

LOITLESBERGER, K., RONNINGER, K. & K. H. RECHINGER (1959): *Die Flora von Gmunden*. - *Jahrb. d. O.Ö. Musealver.*, 104.

MAYER, H. (1959): In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.), *Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche*: 283-337. Jena: Gustav Fischer Verlag.

MORTON, F. (1965): Der Krottensee in Gmunden - Ein unbedingt zu schützendes Juwel pflanzlichen Lebens. - *Jahrbuch d. OÖ Musealvereines*, Bd. 110: 502-510. Linz.

- MÜLLER, T. (1977): Klasse: Potamogetonetea R. Tx. et Preising 42. - In: OBERDORFER, E. (Hrsg.), Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. 2. Aufl. 89 - 118. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- MUCINA, L. (1993): Epilobietea angustifolii. - In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & T. ELLMAUER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil I, Anthropogene Vegetation: 252 - 270. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- NEUHÄUSL, R. (1972): Subkontinentale Hochmoore und ihre Vegetation. Academia, Praha.
- NIKLFELD, H., KARRER, G., GUTERMANN, W. & L. SCHRATT (1986): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs. - Grüne Reihe des BM f. Gesundheit u. Umweltschutz, Bd. 5.
- PHILIPPI, G. (1974): Phragmitetea Tx. et Prsg. 42. - In: OBERDORFER, E. (Hrsg.), Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I: 119 - 165. 2. Aufl. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- PILS, G. (1994): Die Wiesen Oberösterreichs - Eine Naturgeschichte des oberösterreichischen Grünlandes unter besonderer Berücksichtigung von Naturschutzaspekten. - Linz: Forschungsinst. f. Umweltinformatik (Hrsg.), 355 pp.
- RINGLER, A. (1979): Toteiskessel, Kleinsümpfe und Flurtümpfel - auch in Südbayern stark bedroht. - Ber. ANL 3: 84-88.
- SCHRATT, L. (1993): Lemnetea. - In: GRABHERR, G. & L. MUCINA (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürliche waldfreie Vegetation. Jena: Gustav Fischer Verlag, 31 - 44.
- REISNER, H. (1988): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen der verkehrsbegleitenden Vegetation in den mittleren Ostalpen. - In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & T. ELLMAUER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil I, Anthropogene Vegetation: 252 - 270. Jena: Gustav Fischer Verlag.
- STEINER, G. (1992): Österreichischer Moorschutzkatalog. - 4. Aufl., Graz: Verlag Ulrich Moser. 509 pp.
- STÖCKER, G. (1967): In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche: 283-337. Gustav Fischer Verlag Jena.

WALLNÖFER, S. (1993): Vaccinio-Piceetea. - In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche: 283-337. Gustav Fischer Verlag Jena.

ZUKRIGL, K. (1973): In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil III, Wälder und Gebüsche: 283-337. Gustav Fischer Verlag Jena.

**Weitere Quellen:**

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 1080 Wien, Krotenthallergasse 3,  
Luftbilder:

1953: C 10780; C 10781; C 10782

1969: 2206/69, 2205/96

1972: 16/5014, 16/5015

1988: 1084

Landesgesetzblatt für Oberösterreich: 106. Verordnung der o. ö. Landesregierung vom 20. Dezember 1982 über den Schutz wildwachsender Pflanzen und freilebender Tiere.

Bescheid vom 18. Dez. 1980, Agrar-450003-8162-I/Ka-1980: Erklärung des Krottensees in Gmunden zum Naturdenkmal.

MORTON, F., (undatiert): Gutachten zum Krottensee als Naturschutzgebiet - Abschrift.

## ARTENLISTE

<i>Abies alba</i>	Tanne, Weißtanne
<i>Acer campestre</i>	Feld-Ahorn
<i>Acer platanoides</i>	Spitz-Ahorn
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Berg-Ahorn
<i>Acorus calamus</i>	Kalmus
<i>Aegopodium podagraria</i>	Geißfuß
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Weißer Roßkastanie, Europäische R.
<i>Agrostis capillaris</i>	Rot-Straußgras, Gewöhnliches St.
<i>Ajuga reptans</i>	Kriech-Günsel
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Gewöhnlicher Froschlöffel
<i>Alliaria petiolata</i>	Lauchkraut
<i>Alnus glutinosa</i>	Schwarz-Erle
<i>Alnus incana</i>	Grau-Erle
<i>Andromeda polifolia</i>	Rosmarinheide
<i>Anemone nemorosa</i>	Busch-Windröschen
<i>Armoracia rusticana</i>	Kren
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer
<i>Asarum europaeum</i>	Haselwurz
<i>Athyrium filix-femina</i>	Wald-Frauenfarn, Gewöhnlicher F.
<i>Betula pendula</i>	Weiß-Birke, Gewöhnliche B.
<i>Betula pubescens</i>	Moor-Birke
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Wald-Zwenke
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Land-Reitgras, Landschilf
<i>Calluna vulgaris</i>	Besenheide
<i>Calystegia sepium</i>	Echte Zauwinde
<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge
<i>Carex brizoides</i>	Seegras-Segge
<i>Carex echinata</i>	Igel-Segge
<i>Carex elata</i>	Bult(en)-Segge
<i>Carex hirta</i>	Behaarte Segge, Rauhaar-S.
<i>Carex pendula</i>	Hänge-Segge
<i>Carex rostrata</i>	Schnabel-Segge
<i>Carex sylvatica</i>	Wald-Segge
<i>Carpinus betulus</i>	Hainbuche
<i>Circaea lutetiana</i>	Wald-Hexenkraut, Großes-H.
<i>Cirsium arvense</i>	Acker-Kratzdistel, Ackerdistel
<i>Clematis vitalba</i>	Gewöhnliche Waldrebe
<i>Cornus sanguinea</i>	Rot-Hartriegel, Roter Hartriegel
<i>Cornus sericea</i> (C. alba)	Weiß-Hartriegel
<i>Corylus avellana</i>	Gewöhnliche Hasel
<i>Crataegus laevigata</i>	Zweikern-Weißdorn, Zweigriffel-W.
<i>Crataegus monogyna</i>	Einkern-Weißdorn, Eingriffel-W.
<i>Cyclamen purpurascens</i>	Zyklame
<i>Dactylis glomerata</i>	Wiesen-Knäuelgras
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Gewöhnliche Rasenschmiele
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rundblatt-Sonnentau
<i>Dryopteris carthusiana</i> (s.str.)	Dorn-Wurmfarn, Kleiner Dornfarn

<i>Dryopteris cristata</i>	Kamm-Wurmfarn, Kammfarn
<i>Dryopteris dilatata</i>	Dunkler Dornfarn, Großer D.
<i>Epilobium hirsutum</i>	Zottiges Weidenröschen
<i>Epilobium palustre</i>	Sumpf-Weidenröschen
<i>Equisetum arvense</i>	Acker-Schachtelhalm
<i>Equisetum fluviatile</i>	Teich-Schachtelhalm, Schlamm-Sch.
<i>Euphorbia dulcis subsp. dulcis</i>	Behaarfrüchtige Süß-Wolfsmilch
<i>Evonymus europaea (Euonymus)</i>	Gewöhnlicher Spindelstrauch
<i>Fagus sylvatica</i>	Rotbuche, Buche
<i>Fallopia japonica</i>	Japanischer Staudenknöterich
<i>Fallopia sachalinensis</i>	Sachalin-Staudenknöterich
<i>Festuca gigantea</i>	Riesen-Schwingel
<i>Festuca pratensis</i>	Wiesen-Schwingel
<i>Filipendula ulmaria</i>	Echtes Mädesüß
<i>Fragaria vesca</i>	Wald-Erdbeere
<i>Frangula alnus</i>	Faulbaum
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewöhnliche Esche
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Pennsylvanische Esche, Rot-E.
<i>Galeopsis pubescens</i>	Flaum-Hohlzahn
<i>Galeopsis speciosa</i>	Bunt-Hohlzahn
<i>Galium album s. str.</i>	Großes Wiesen-Labkraut
<i>Galium aparine</i>	Klett(en)-Labkraut
<i>Galium odoratum</i>	Waldmeister
<i>Galium palustre</i>	Sumpf-Labkraut
<i>Galium uliginosum</i>	Moor-Labkraut
<i>Geranium phaeum</i>	Brauner Storchschnabel
<i>Geranium pyrenaicum</i>	Pyrenäen-Storchschnabel
<i>Geranium robertianum</i>	Stink-Storchschnabel, Ruprechts-St.
<i>Geum urbanum</i>	Echte Nelkwurz, Stadt-N.
<i>Glechoma hederacea</i>	Echte Gundelrebe
<i>Hedera helix</i>	Efeu
<i>Helleborus viridis</i>	Grüne Nieswurz
<i>Ilex aquifolium</i>	Stechpalme, Stechlaub
<i>Impatiens parviflora</i>	Kleines Springkraut
<i>Iris pseudacorus</i>	Wasser-Schwertlilie
<i>Juglans regia</i>	Echte Walnuß
<i>Juncus effusus</i>	Flatter-Simse
<i>Kalmia angustifolia</i>	Schmalblatt-Lorbeerrose
<i>Lamiastrum montanum</i>	Berg-Goldnessel
<i>Lamium maculatum</i>	Gefleckte Taubnessel
<i>Larix decidua</i>	Europäische Lärche
<i>Lemna minor</i>	Kleine Wasserlinse
<i>Lemna trisulca</i>	Untergetauchte Wasserlinse
<i>Ligustrum vulgare</i>	Gewöhnlicher Liguster
<i>Lonicera xylosteum</i>	Gewöhnliche Heckenkirsche
<i>Lycopus europaeus</i>	Gewöhnlicher Wolfsfuß
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Rispen-Gilbweiderich, Gewöhnlicher G.
<i>Lythrum salicaria</i>	Gewöhnlicher Blutweiderich, Eigentlicher B.
<i>Melica nutans</i>	Nickendes Perlgras

<i>Menyanthes trifoliata</i>	Fieberklee, Bitterklee
<i>Mercurialis perennis</i>	Wald-Bingelkraut
<i>Milium effusum</i>	Waldhirse
<i>Molinia caerulea</i> ssp. <i>caerulea</i>	Blaues Pfeifengras
<i>Nymphaea alba</i>	Große Seerose
<i>Oxalis acetosella</i>	Wald-Sauerklee
<i>Oxalis stricta</i>	Aufrechter Sauerklee
<i>Paris quadrifolia</i>	Einbeere
<i>Parthenocissus inserta</i>	Gewöhnlicher „Wilder Wein“
<i>Physocarpus opulifolius</i>	Schneeball-Blasenspiere
<i>Phyteuma spicatum</i>	Ähren-Teufelskralle, Weiße T.
<i>Picea abies</i>	Fichte, Rot-Tanne
<i>Pinus strobus</i>	Strobe, Weymouths-Kiefer
<i>Pinus sylvestris</i>	Rot-Föhre, Weiß-Kiefer
<i>Poa nemoralis</i>	Hain-Rispengras
<i>Poa remota</i>	Locker-Rispengras, Lockerrispiges R.
<i>Poa trivialis</i>	Graben-Rispengras, Gewöhnliches R.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Wald-Weißwurz
<i>Potamogeton natans</i>	Schwimmendes Laichkraut
<i>Potentilla palustris</i> ( <i>Comarum</i> p.)	Blutauge
<i>Primula elatior</i>	Hohe Schlüsselblume
<i>Prunus avium</i>	Kirsche, Süßkirsche
<i>Prunus padus</i>	Gewöhnliche Traubenkirsche
<i>Quercus robur</i>	Stiel-Eiche
<i>Ranunculus ficaria</i>	Scharbockskraut, Feigwurzelliger Hahnenfuß
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	Woll-Hahnenfuß
<i>Ranunculus repens</i>	Kriech-Hahnenfuß
<i>Rhododendron</i> sp.	
<i>Ribes uva-crispa grossularia</i>	Drüsenborstige Stachelbeere
<i>Rosa arvensis</i>	Kriech-Rose
<i>Rubus caesius</i>	Auen-Brombeere
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	Eigentliche Brombeere
<i>Rubus idaeus</i>	Himbeere
<i>Salix alba</i>	Silber-Weide, Weiße-W.
<i>Salix caprea</i>	Sal-Weide
<i>Salix cinerea</i>	Asch-Weide
<i>Salix eleagnos</i>	Lavendel-Weide, Grau-W.
<i>Salix purpurea</i>	Purpur-Weide
<i>Salix rubens</i>	Hohe Weide
<i>Salix triandra</i>	Mandel-Weide
<i>Salix viminalis</i> x <i>caprea</i>	
<i>Sambucus nigra</i>	Schwarz-Holunder
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Gewöhnliche Waldbinse, Waldsimse
<i>Scrophularia nodosa</i>	Knoten-Braunwurz, Gewöhnliche B.
<i>Scutellaria galericulata</i>	Sumpf-Helmkraut
<i>Solanum dulcamara</i>	Bittersüßer Nachtschatten, Bittersüß
<i>Solidago gigantea</i>	Riesen-Goldrute
<i>Sorbus aucuparia</i>	Eberesche, Vogelbeerbaum
<i>Sorbus graeca</i> cf.	Griechischer Mehlbeerbaum

<i>Spirodela polyrhiza</i>	Vielwurzelige Teichlinse
<i>Stachys sylvatica</i>	Wald-Ziest
<i>Symphoricarpos rivularis</i>	Weiße Schneebeere
<i>Taxus baccata</i>	Eibe
<i>Thelypteris palustris</i>	Sumpffarn
<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommer-Linde
<i>Typha latifolia</i>	Breitblatt-Rohrkolben
<i>Ulmus glabra</i>	Berg-Ulme
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennessel, Gewöhnliche B.
<i>Utricularia vulgaris</i> agg.	Gewöhnlicher Wasserschlauch (Artengruppe)
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Heidelbeere, Schwarzbeere
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	Gewöhnliche Moor-Preiselbeere
<i>Veronica chamaedris</i>	Gemander-Ehrenpreis
<i>Veronica montana</i>	Berg-Ehrenpreis
<i>Veronica sublobata</i>	Hain-Ehrenpreis
<i>Viburnum lantana</i>	Wolliger Schneeball
<i>Viburnum opulus</i>	Gewöhnlicher Schneeball
<i>Vinca minor</i>	Kleines Immergrün
<i>Viola reichenbachiana</i>	Wald-Veilchen

<i>Brachythecium rutabulum</i>	Kurzkapselmoos
<i>Calliergonella cuspidata</i>	
<i>Calyptogeia muelleriana</i>	Bartkelchmoos
<i>Dicranodontium denudatum</i>	Zweizinkenmoos
<i>Dicranum scoparium</i>	Gabelzahnmoos
<i>Hypnum cupressiforme</i>	Schlafmoos
<i>Leucobryum glaucum</i>	Weißmoos
<i>Lophocolea heterophylla</i>	Kammkelchmoos
<i>Pleurozium schreberi</i>	Rotstengelmoos
<i>Polytrichum commune</i>	Haarmützelmoos
<i>Polytrichum formosum</i>	Haarmützelmoos
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Runzelbrudermoos
<i>Riccia fluitans</i>	
<i>Sphagnum angustifolium</i>	Torfmoos
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	-"
<i>Sphagnum magellanicum</i>	-"
<i>Sphagnum palustre</i>	-"
<i>Sphagnum rubellum</i>	-"
<i>Sphagnum squarrosum</i>	-"
<i>Sphagnum subnites</i>	-"
<i>Sphagnum subsecundum</i>	-"
<i>Sphagnum teres</i>	-"
<i>Sphagnum warnstorffii</i>	-"
<i>Thuidium tamariscium</i>	Thujamoos

TABELLE I:

## Der „Insel-Moorwald“

Aufnahme-Nr.:	13	18	19	16	17	
BS I %	45	30	50	50	60	
BS II %	10	20	30	15	20	
SS %	20	25	25	70	80	
KS %	3	50	60	5	5	
Moose %	90	90	90	15	5	
BS I	Betula pubescens	3	3	3	2	2
	Alnus glutinosa	1	1	2	1	
	Picea abies			1	+	+
	Pinus sylvestris			2	3	
BS II	Betula pubescens	2	2	1	+	2
	Pinus sylvestris	+	+	2	1	
	Alnus glutinosa	+	2	1	+	
	Frangula alnus		+	1	+	+
	Picea abies			1	+	+
	Sorbus aucuparia			1	+	+
	Larix decidua	+			+	
	Alnus incana					+
	Quercus robur			+		
	Fagus sylvatica			+		
SS	Frangula alnus	+	2	1	1	+
	Alnus glutinosa	2	1	1	+	+
	Picea abies	1	+	2	+	+
	Pinus sylvestris	+	1	+	+	+
	Quercus robur	+	+	+	+	+
	Fagus sylvatica	+	+	+	+	+
	Kalmia angustifolia		+	+	4	2
	Sorbus aucuparia	+	+	+	+	
	Betula pubescens	+	+	+	+	
	Rhododendron sp				1	4
	Alnus incana					+
	Abies alba			+		
	Acer pseudoplatanus			+		
KS	Molinia caerulea	+	4	4	1	1
	Frangula alnus	+	+	+	+	
	Dryopteris carthusiana	+	+	+	+	
	Lysimachia vulgaris	+	1	+		
	Carex elata	+	+	+		
	Betula pubescens		+	+	+	
	Acer pseudoplatanus	+	+	+		
	Carex rostrata	+	+			
	Alnus glutinosa	+	+			
	Fagus sylvatica	+		+		
	Sorbus aucuparia	+	+			
	Vaccinium oxycoccos					+
	Vaccinium myrtillus					+
	Menyanthes trifoliata		1			
	Scirpus sylvaticus		1			
	Carex echinata		+			
	Fagus sylvatica		+			
	Quercus robur	+				
	Lythrum salicaria				+	
Moose	Sphagnum fimbriatum	1	3	2	+	+
	Polytrichum formosum	2	+	1	+	+
	Sphagnum teres	5	2	4	+	+
	Sphagnum squarrosum		3		2	+
	Sphagnum magellanicum		1		+	+
	Sphagnum palustre	1			+	+
	Dicranum scoparium	+			+	+
	Calyptogeia muelleriana	+			+	+
	Hypnum cupressiforme	+	+	+		
	Rhytiadelphus triquetrus	+		1		
	Dicranodontium denudatum	+		+		
	Sphagnum subsecundum				+	
	Thuidium tamariscinum				+	
	Lophocolea heterophylla				+	
	Sphagnum rubellum					1
	Sphagnum subnites					+
	Leucobryum glaucum					+
	Pleurozium schreberi	+				
	Sphagnum warnstorffii	+				
	Sphagnum angustifolium					+

TABELLE II:

## Torfmoosteppe mit Rundblättrigem Sonnentau

Aufnahme-Nr.:	21	
SS %	3	
KS %	20	
Moose %	95	
SS	Pinus sylvestris	+
	Fagus sylvatica	+
	Betula pubescens	+
KS	Carex rostrata	2
	Drosera rotundifolia	2
	Betula pubescens	+
Moose	Sphagnum angustifolium	5

TABELLE III:

## Das Sumpf-Seggen - Achsweiden-Gebüsch

Aufnahme-Nr.:	10	11	14	22	
BS II %				30	
SS %	80	30	60	40	
KS %	30	95	85	90	
Moose %		3	3		
BS II	Alnus glutinosa			2	
	Betula pubescens			2	
SS	Salix cinerea	5	3	4	3
	Fraxinus excelsior	+	+	+	
	Alnus glutinosa		+	+	
	Betula pubescens			+	1
	Solanum dulcamara	+		+	
	Cornus sanguinea	+			
	Rubus caesius	+			
KS	Carex acutiformis	3	5	5	5
	Typha latifolia		1	+	1
	Lemna trisulca		+	2	+
	Lythrum salicaria			+	1
	Equisetum fluviatile		+	1	+
	Solanum dulcamara		+	+	+
	Lemna minor		+	+	+
	Potentilla palustris		+		2
	Sorbus aucuparia		+		
	Acer pseudoplatanus		+		
	Circaea lutetiana		+		
	Geum urbanum		+		
	Festuca gigantea		+		
	Dryopteris dilatata		+		
	Iris pseudacorus	1			
	Utricularia vulgaris agg.				1
	Carex rostrata				2
	Galium palustre				+
	Dryopteris carthusiana				+
	Lysimachia vulgaris				+
Moose	Calliergonella cuspidata				+
	Sphagnum squarrosum				+
	Brachythecium rutabulum				+
	Sphagnum fimbriatum				+
	Sphagnum rubellum				+



Tabelle VI:

## Die Gehölzgesellschaften der Aufschüttungen

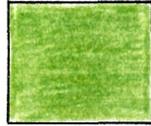
Aufnahme-Nr.:	1	2	3	12	9
BS II %	40	80		10	15
SS %	60	15	100	90	100
KS %	90	80	50	70	2
BS II					
Alnus glutinosa	3	5			
Prunus avium		1			
Acer pseudoplatanus		1			1
Salix caprea				2	
Salix cinerea					1
Acer campestre					1
SS					
Fraxinus excelsior	+	1	1	3	+
Rubus fruticosus	1	1	+	+	+
Acer pseudoplatanus	+	+	+	+	+
Salix cinerea	4	+	+		
Salix purpurea	+		3	4	
Cornus sanguinea		+	2	1	+
Viburnum opulus		+	1		
Corylus avellana		+		+	2
Sambucus nigra		+		+	4
Clematis vitalba					3
Acer campestre					+
Betula pendula		+			
Quercus robur		+			
Ribes uva crispata ssp. grossul.		+			
Alnus glutinosa		+			
Prunus avium		+			
Cornus alba			2		
Euonymus europaeus					+
Prunus padus					+
Rubus caesius				1	+
Rubus idaeus					+
Viburnum lantana					+
Salix eleagnos					+
KS					
Ulmus glabra	+				
Urtica dioica	+	+	+	+	
Geum urbanum	+	+	+	+	
Brachypodium sylvaticum	1	3		+	
Carex sylvatica	+	1		+	
Galium aparine	+	1		1	
Ajuga reptans	+	+		1	
Fraxinus excelsior	+	+		1	+
Equisetum arvense	+	+	+		
Geranium robertianum	+		+	1	+
Calystegia sepium		+	+	+	
Acer pseudoplatanus		+	+	+	
Anemone nemorosa		+		+	
Circaea lutetiana	+		3		
Deschampsia cespitosa	+		+		
Lamiastrum montanum	4			1	
Poa nemoralis	+			1	
Stachys sylvatica	1				
Veronica montana	+				
Ranunculus lanuginosus	+				
Primula elatior	+	+			
Quercus robur		+			
Prunus avium		+			
Poa trivialis		+			
Dryopteris dilatata			+		
Carex acutiformis			1		
Ranunculus repens			+		
Veronica chamaedris				1	
Fragaria vesca				+	
Glechoma hederacea				+	
Lamium maculatum				1	
Hedera helix				2	
Galium album				+	
Galeopsis speciosa					+
Impatiens parviflora					+



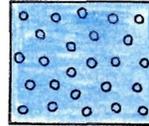
**Moorbirken-Bruchwald**  
(*Vaccinio uliginosi -Betuletum pubescentis* Libbert 1932)



**Buchenwald**



**Moorrand-Rotföhren- u. Fichtenwald**  
(*Vaccinio uliginosi -Pinetum sylvestris* Kleist 1929)



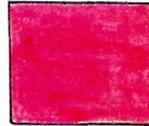
**Seerosen-Schwimblatt-Gesellschaft**  
(*Nymphaeetum albolutea* Nowinsky 1928)



**Schwarzerlen-Eschen-Gehölz**



**Sumpf-Seggen-Achweiden-Gebüsch**



**Schwarzerlen-Achweiden-Gehölz**



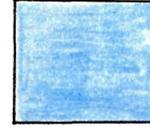
**Silberweide**  
(*Salix alba*)



**Schnabel-Seggen-Rohrkolben-Sumpf**



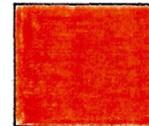
**Purpurweidenreiche Bestände**



**Wasserfläche**

21

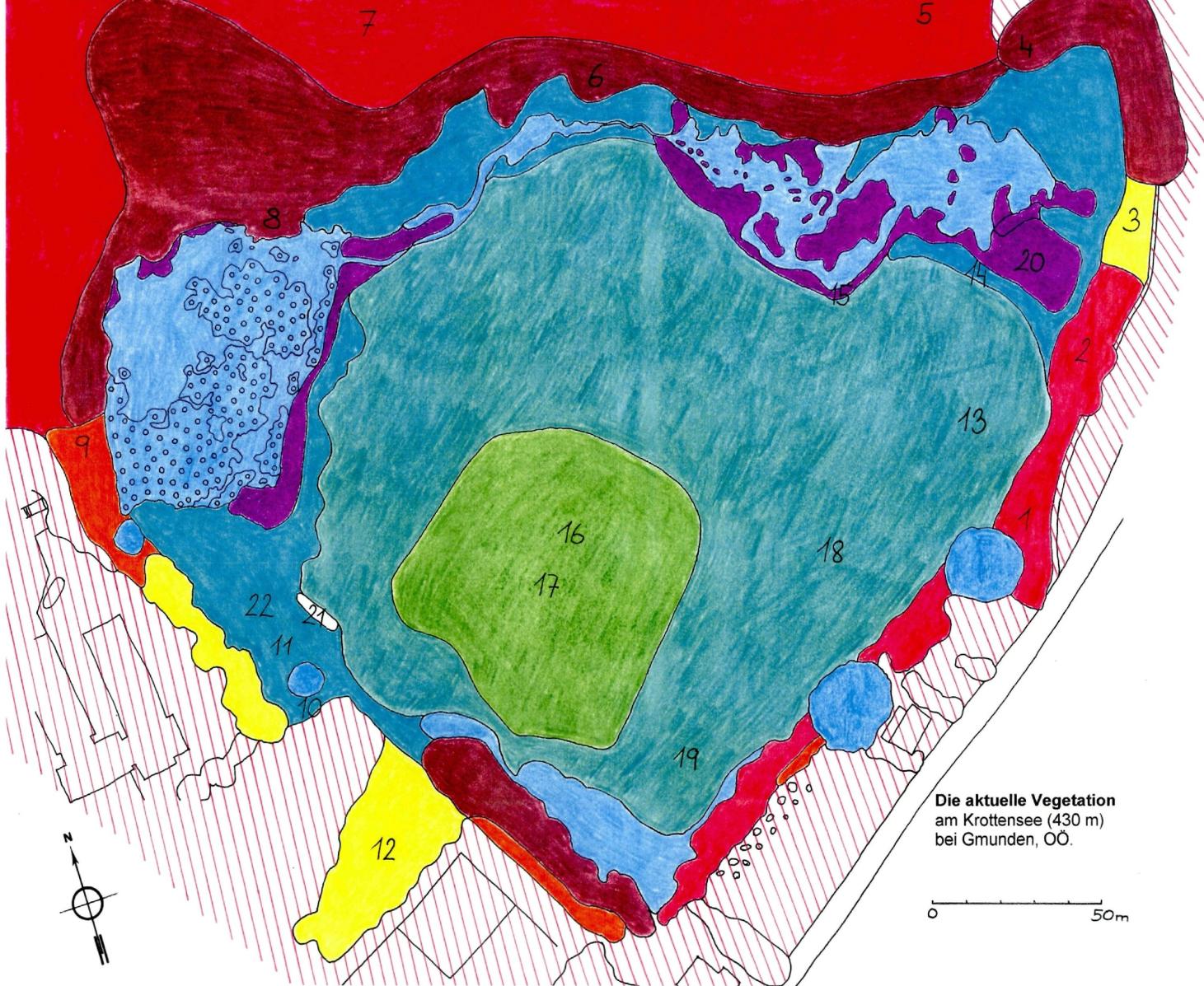
**Torfmoostepich mit Rundblättrigem Sonnentau**



**Hollunder-Waldreben-Gebüsch**



**Siedlungs- und Gewerbeflächen**



Die aktuelle Vegetation  
am Krottensee (430 m)  
bei Gmunden, OÖ.

0 50m

**Limnologische Charakterisierung des Naturdenkmals  
„Krottensee bei Gmunden“**

Christian D. JERSABEK & Robert SCHABETSBERGER

Salzburg, im Dezember 1994

## I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. Einleitung . . . . .	-2-
2. Material und Methoden . . . . .	-3-
2.1. Seevermessung und morphometrische Parameter . . . . .	-3-
2.2. Analytik . . . . .	-3-
2.3. Phytoplankton . . . . .	-3-
2.3.1. Probenentnahme . . . . .	-3-
2.3.2. Auswertung . . . . .	-3-
2.4. Zooplankton . . . . .	-4-
2.4.1. Probenentnahme . . . . .	-4-
2.4.2. Auswertung - Rotifera . . . . .	-4-
2.4.3. Auswertung - Crustacea . . . . .	-4-
2.5. Faunistische Erhebung . . . . .	-5-
2.5.1. Probennahme . . . . .	-5-
2.5.2. Methodik der Auswertung . . . . .	-5-
3. Ergebnisse und Diskussion . . . . .	-6-
3.1. Das Seebecken . . . . .	-6-
3.2. Limnochemie und Limnophysik . . . . .	-8-
3.2.1. Thermik und Sichttiefe . . . . .	-8-
3.2.2. Chemismus . . . . .	-8-
3.3. Phytoplankton . . . . .	-13-
3.3.1. Biomassen . . . . .	-13-
3.3.2. Artenspektrum . . . . .	-13-
3.4. Zooplankton . . . . .	-13-
3.4.1. Abundanz und Biomasse . . . . .	-13-
3.4.2. Artenspektrum und Ökologie . . . . .	-14-
3.5. Faunistik . . . . .	-18-
3.5.1. Rotifera . . . . .	-18-
3.5.2. Crustacea . . . . .	-20-
4. Schlußfolgerungen und empfohlene Maßnahmen . . . . .	-23-
5. Literatur . . . . .	-25-
6. Anhang . . . . .	-28-
6.1. Bathymetrische Karte des Krottensees . . . . .	-28-

## 1. Einleitung

Der Krottensee bei Gmunden füllt ein Toteisloch innerhalb der Würm-Endmoräne des Traungletschers (Krisai & Schmidt, 1983). In den letzten Jahrhunderten kam es hier zu einem Anstieg des Wasserspiegels um 2-3 m (siehe begleitende Projektberichte). Eine (nicht allzu genaue) Katasteraufnahme aus dem vorigen Jahrhundert zeigt im Bereich des heutigen Seebeckens eine Sumpfwiese. Daß aber zu dieser Zeit auch eine offene Wasserfläche existiert hat, ist dennoch nicht auszuschließen.

Neben diesem "See", der aufgrund seiner geringen Tiefe und dem Reichtum submerser Vegetation vielmehr den Charakter eines Weihers hat, prägen v.a. verlandende Flachwasserbezirke sowie ausgedehnte Schwingmoorverlandungen das Bild des südlichen Cumberland-Schloßparkes. Nachweislich wurden diese Moorflächen noch im Jahre 1811 als Streumahd genutzt. Der heute am gesamten Schwingmoor anzutreffende Waldbestand etablierte sich erst nach der Auflassung der Streumahd in unserem Jahrhundert.

Wie bereits in den Jahren 1982 und 1985 kam es zuletzt im Dezember 1993 vor Beginn unserer Untersuchungen im Krottensee zu einem totalen Fischsterben [Besatz: Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleie (*Tinca tinca*), Brachse (*Abramis brama*), Karausche (*Carassius carassius*), Hecht (*Esox lucius*), bis 1985 auch Weißer Amur (*Ctenopharyngodon idella*); Pachtinhaber J. Deuschl, mündl.]. Aufgrund dieser Fischsterben wurden bereits chemisch-physikalische Wasseranalysen durch die Bundesanstalt für Fischereiwirtschaft (Mondsee-Scharfling) in Auftrag gegeben. Weitere chemische Messungen wurden unabhängig von unserer Untersuchung u.a. auch im Sommer 1994 durchgeführt (Höglinger, unveröff.).

Durch die Erhebung des Artenspektrums und der Biomassen planktischer Algen und des Zooplanktons sollten neben der Berücksichtigung weiterer limnologischer Parameter generelle Aussagen zum trophischen Zustand des Krottensees gemacht werden. Außerdem erfolgte eine Vermessung des Hauptbeckens zur Berechnung morphometrischer Daten und zur Erstellung einer bathymetrischen Karte.

Zur ökologischen Interpretation der Wertigkeit des Feuchtgebietes wurden letztlich verschiedene aquatische Lebensräume im Hauptbecken, in den Flachwasserbereichen, sowie in den Torfmoorschlenken der östlich angrenzenden "Moorinsel" beprobt und auf ihre

Zusammensetzung der Artengemeinschaften von Kleinkrebsen und Rädertieren untersucht. Einen ersten Überblick über die Rädertierfauna des Krottensees im Sommer 1994 gab bereits Zhuge (1994).

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Seevermessung und morphometrische Parameter**

Das Hauptbecken des Krottensees wurde im Spätherbst 1994 ausgelotet und vermessen. Die Auslotung erfolgte entlang von 20 Transekten, wobei die Meßleine zwei gegeneinander eingemessene Fixpunkte verband. Die Distanz zwischen den einzelnen Lotungspunkten betrug jeweils 5 m. Die 25 cm - Isobathen wurden durch lineare Interpolation der gemessenen Tiefen mit Hilfe eines digitalen Geländemodells gewonnen. Die Bestimmung des Wasservolumens erfolgte durch Planimetrieren der hypsographischen Kurve mit einem digitalen Planimeter.

### **2.2. Analytik**

Die Temperatur wurde mit einem Quecksilberthermometer in einer Schindler-Planktonfalle auf 0,1°C genau abgelesen. Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung wurden mit WTW-Elektroden gemessen. Zusätzlich wurde die als indirektes Maß für die Strahlungsverhältnisse im Gewässer geltende Sichttiefe mit einer Secchi-Scheibe bestimmt.

### **2.3. Phytoplankton**

#### **2.3.1. Probenentnahme**

Die Probenentnahme erfolgte unmittelbar im Anschluß an die Entnahme des Zooplanktons zugleich mit den Wasserproben zur chemischen Analyse. Dabei wurden je 100 ml Seewasser in mit Lugol'scher Lösung vorbehandelte Glasfläschchen abgefüllt. Es wurden stets zwei (0,5 m, 1,25 m) Tiefenstufen beprobt.

#### **2.3.2. Auswertung**

Die Abundanzbestimmung der Arten erfolgte nach der Methode von Utermöhl (Utermöhl,

1958; Lund, 1958) unter Verwendung von Plankton-Röhrenkammern und einem inversen Mikroskop. Soweit möglich, erfolgte die Auszählung auf Artniveau. Kleinste, im fixierten Zustand unbestimmbare Flagellaten, sowie sog.  $\mu$ -Algen ( $< 5 \mu\text{m}$ ), wurden als Sammelgruppen zusammengefaßt ("Picoplankton").

Die Ermittlung des Biovolumens erfolgte nach Messung linearer Dimensionen durch Angleichung an geometrische Körper. Zur Umrechnung der Biovolumina ( $\mu\text{m}^3$ ) auf Biomassen in  $\mu\text{g}$  wurden die Werte mit dem Faktor  $10^6$  multipliziert, da bei Planktonorganismen ein spezifisches Gewicht von annähernd 1 angenommen werden kann. Die Angaben der Biomassen beziehen sich als mittlere  $\text{m}^3$ -Werte auf die Wassersäule im tiefsten Beckenbereich.

## **2.4. Zooplankton**

### **2.4.1. Probenentnahme**

Zur Quantifizierung planktischer Rotatorien und Crustaceen wurde mit einer 4,5 l fassenden Schindler-Patalas-Planktonfalle je eine Schöpfprobe in 0,5 m, 1 m, 1,5 m entnommen und durch ein  $30 \mu\text{m}$  Nylon-Gaze-Netz filtriert. Die Fixierung des Zooplanktons erfolgte in einer 4-igen Formalinlösung. Planktische Protozoen blieben unberücksichtigt.

### **2.4.2. Auswertung - Rotifera**

Die Bestimmung der Abundanzen erfolgte nach Sedimentation in 10 ml Planktonkammern unter Verwendung eines inversen Mikroskops bei 100 bis 200-facher Vergrößerung. Neben den Individuen wurde bei eiträgenden Arten auch die Eizahl miterhoben und in der Berechnung der Biomassen berücksichtigt.

Zur Ermittlung der Biomassen wurden mehrere Individuen jeder Art mit einem Okularmikrometer bei 500-facher Vergrößerung linear vermessen und das Biovolumen nach Angleichung an geometrische Körper errechnet (Ruttner-Kolisko, 1977). Da die Voraussetzungen zur Verwendung vereinfachter Formeln meist nicht erfüllt waren, wurde mit den Ausgangsformeln gearbeitet. Die Umrechnung der Biovolumina in Biomassen als Frischgewicht, sowie die Angaben als gewichtete  $\text{m}^3$ -Werte erfolgte wie beim Phytoplankton.

### **2.4.3. Auswertung - Crustacea**

Die Proben wurden unter dem Binokular bei 50-90-facher Vergrößerung stets vollständig

ausgezählt. Der Zählaufwand wurde durch Zusammenfassung der postembryonalen Entwicklungsstadien (Nauplien und Copepodide) des einzigen planktischen Copepoden *Mesocyclops leuckarti* in insgesamt 3 Zählkategorien minimiert.

Um die Biomassen der Crustaceen zu erhalten wurden die den verwendeten Längen-Gewichts-Regressionen zugrunde liegenden Längenmessungen durchgeführt (Downing & Rigler, 1984). Für die Umrechnung der so errechneten Trockengewichte in Frischgewicht wurde ein Verhältnis Naßgewicht/Trockengewicht von 10:1 (Dumont *et al.*, 1975; Pace & Orcutt, 1981) angenommen.

## 2.5. Faunistische Erhebung

### 2.5.1. Probennahme

Es wurden Proben aus dem Freiwasser mit Hilfe von Planktonnetzen (30  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ ), sowie aus unterschiedlich strukturierten Arealen des Seebodens und aus Pflanzenbeständen des Krottensees, sowie aus Moorschlenken im Torfmoor entnommen. Die beprobten Areale wurden einem von sechs Habitatstypen zugeordnet: (1) Freiwasser des Hauptbeckens, (2) Freiwasser des Seichtwasserzone, (3) Ufersubstrat Hauptbecken, (4) Bodensubstrat aus Seichtbereich, (5) Makrophyten (*Nymphaea sp.*, *Utricularia vulgaris* (nach Krisai & Schmidt, 1983) - im Herbst vermischt mit *Riccia fluitans*), (6) Torfmoose (*Sphagnum spp.*) und angrenzendes Freiwasser der Moorschlenken. Um diese Mikrohabitate gezielt zu besameln, wurden oberflächliche Schichten mit einem feinen Schlauch mit aufgesetzter Pipette abgesaugt. Außerdem wurden Unterwasserpflanzen mit dem sie umgebenden Wasser mitgenommen. Die Fixierung der Proben erfolgte in 2% Formalin. Zur Konservierung wurde die Konzentration später auf 4% erhöht.

### 2.5.2. Methodik der Auswertung

Im Labor wurden die Proben in zwei Fraktionen (>30 <100  $\mu\text{m}$  und >100  $\mu\text{m}$ ) aufgetrennt und zur besseren Auffindbarkeit der meist sehr transparenten Mikrometazoen selektiv mit Rose Bengal angefärbt. In der Regel wurde die gesamte Probe bei 50-125 x Vergrößerung durchgemustert. Relative Häufigkeiten wurden für jede Art anhand einer 7-stufigen Häufigkeitsskala geschätzt:

1 ... Einzelfund	2 ... selten	3 ... vereinzelt
4 ... mäßig abundant	5 ... häufig	6 ... sehr häufig 7 ... massenhaft

Zur Determination der Arten wurden die im Literaturverzeichnis angeführten Bestimmungswerke verwendet.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1. Das Seebecken

Das Seebecken hat eine deutlich exzentrische, flache Wannenform (Tab.1, Abb.1, Seekarte im Anhang). Die Isobathen zeigen mit Ausnahme einer geringfügigen Depression (1,5 m) am Nordufer einen homogenen Verlauf. Der  $\pm$  gleichmäßige Abfall des Seebodens ist im Nordsektor am stärksten. Hier finden sich im Sommer und Herbst die einzigen offenen Wasserflächen, während die restliche Seeoberfläche dicht von Seerosen bewachsen ist.

Aus der heutigen Form des Seebeckens können keine Rückschlüsse mehr gezogen werden auf die ehemalige Form des Toteiskessels. Es ist anzunehmen, das sich in diesem äußerst produktiven Gewässer bereits mächtige Faulschlammschichten abgelagert haben. Messungen der Mächtigkeiten dieser organischen Schichten sowie paläolimnologische Sedimentanalysen könnten interessante Aufschlüsse zur postglazialen Genese des Gewässers, sowie zur Geschichte seiner Verlandung geben.

Geogr. Lage (Stadtgem. Gmunden ÖÖ) .....	47°55'30" N 13°48'14" O
Meereshöhe .....	430 m
Seeoberfläche ( $A_0$ ) .....	4750 m <sup>2</sup>
Seebodenfläche (A) .....	4775 m <sup>2</sup>
Seevolumen (V) .....	4217 m <sup>3</sup>
maximale Länge (L) .....	100,4 m
maximale Breite (B) .....	75,0 m
mittlere Breite (b) .....	47,3 m
maximale Tiefe ( $z_m$ ) .....	1,80 m
mittlere Tiefe (z) .....	0,89 m
relative Tiefe ( $z_r$ ) .....	2,29 %
Volumsentwicklung ( $D_V$ ) .....	0,50

**Tab.1.** Geographische Lage und morphometrische Daten des Krottensees bei Gmunden.

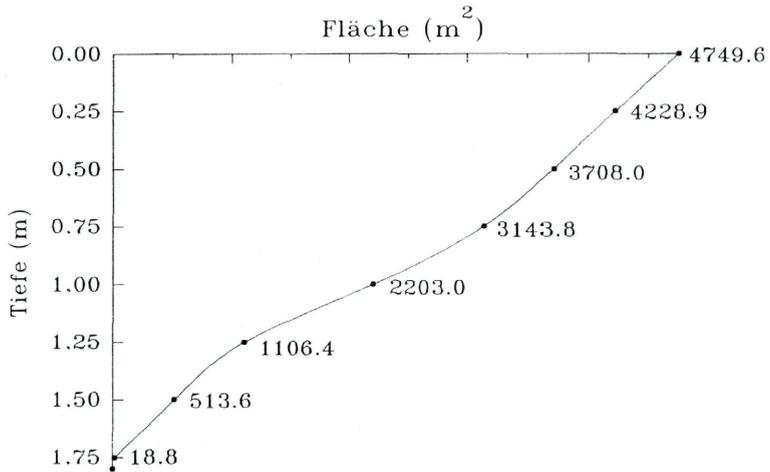


Abb.1. Hypsographische Kurve des Krottensees bei Gmunden. Die von der Kurve (Seetiefe gegen zugehörige Fläche) eingeschlossene Fläche ist proportional dem Wasservolumen der entsprechenden Tiefenschichten.

## 3.2. Limnochemie und Limnophysik

### 3.2.1. Thermik und Sichttiefe

Durch die geringe Tiefe des Krottensees wirken sich die täglichen Temperaturschwankungen während der eisfreien Monate bis zum Grund hin aus. Eine typische Schichtung in Epi-, Meta- und Hypolimnion, wie sie bei tieferen Seen zur Zeit einer thermischen Schichtung beobachtet wird, ist beim Krottensee kaum gegeben. Die Temperaturen erreichten im Hochsommer oberflächlich 26,8 °C. Nur zu dieser Zeit war der Temperaturgradient im Vertikalprofil über dem tiefsten Bereich mit  $>7^{\circ}\text{C}$  deutlich ausgebildet (Tab. 2). Die dunkle Färbung des Wassers begünstigt außerdem die Strahlungsabsorption. Es kann als sicher gelten, daß bei längeren Schlechtwetterphasen der Wasserkörper mehrmals pro Jahr vollkommen durchmischt wird. Dies ist von produktionsbiologischem Interesse, da so ständig Nährstoffe aus der dicken Faulschlammschicht in das Freiwasser gelangen.

Der jeweiligen Planktondichte entsprechend unterliegt die als Maß für die Transparenz des Gewässers geltende Sichttiefe starken Schwankungen. Die im Sommer gemessene minimale Sichttiefe von 85 cm läßt aber dennoch darauf schließen, daß im seichten Krottensee Photoassimilation in allen Tiefen über den größten Zeitraum des Jahres möglich ist, da die Kompensationstiefe (Assimilation/Dissimilation = 1) grob geschätzt der 2-3 fachen Sichttiefe entspricht. Im Krottensee ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Strahlungsklima durch die Eigenfärbung des Wassers und die großflächige Beschattung durch die *Nymphaea*-Bestände verschlechtert wird.

### 3.2.2. Chemismus

Das Wasser des Krottensees reagiert  $\pm$  neutral bis schwach alkalisch. Obwohl durch vorwiegend der Moorvegetation entstammende Huminstoffe braun gefärbt, kann der Krottensee nicht als typischer Moorsee angesprochen werden. Gegen einen dystrophen Charakter des Gewässers spricht auch die relativ hohe Leitfähigkeit um 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , wie sie für Gewässer mit einem orographischen Einzugsgebiet im Kalkgestein oder in glazialen Schotterablagerungen typisch ist. Ein dystropher Typ bildet sich nur bei elektrolytarmen Wässern aus.

Der leicht ansteigende Ionengehalt mit zunehmender Tiefe erklärt sich durch Rücklösungsprozesse im Sediment. Deutlich höhere und stärkeren jahreszeitlichen Schwankungen

unterliegende Leitfähigkeiten wurden in den nordöstlich des Hauptbeckens (I) liegenden Flachwasserbereichen (II) gemessen (Tab. 2). Hier liegt der Verdacht nahe, daß es durch das aufgeschüttete Material zu einem erhöhten Eintrag von Erdalkalien kommt. Zu einer ähnlichen Schlußfolgerung kommt auch Höglinger (1994), der im Bereich des Grabens zwischen der Moorinsel und der Aufschüttung eine deutliche Zunahme des Calciumgehaltes feststellte. Die pH-Werte um den Neutralpunkt und die mäßig hohe Alkalinität bestätigen die gute Pufferung des Wassers.

Die reiche Ufervegetation und der dichte submerse Pflanzenwuchs haben einen entscheidenden Einfluß auf die Limnochemie des Krottensees. Die bräunliche Färbung wird durch Huminstoffe verursacht, die aus dem Schwingmoor, aber auch aus dem Abbau der pflanzlichen Biomasse im Sediment stammen. Durch die reiche Ufervegetation gelangen im Herbst große Mengen an Laub in das Gewässer. Außerdem müssen die Reste der Seerosenbestände und der Makrophyten abgebaut werden. Diese Kombination aus einer geologisch begünstigten Nährstoffzufuhr und dem hohen Eintrag allochthoner pflanzlicher Biomasse bewirkt eine extrem hohe Produktion im Krottensee.

In dem mit einer mittleren Tiefe von nur 0,89 m seichten Seebecken kann nur ein geringer Anteil der produzierten Substanz bereits im Freiwasser mineralisiert werden, was infolge des begrenzten Sauerstoffangebotes am Seegrund zu einer massiven Anreicherung organischen Materials und damit zur Ausbildung einer mächtigen Faulschlammschicht führt. Diese vermutlich sehr hohen Sedimentationsraten werden durch den Umstand, daß der Krottensee weder Zu- noch Abfluß besitzt, zusätzlich begünstigt. Dies erklärt außerdem den ganzjährig geringen Sauerstoffgehalt des Krottensees. Trotz hoher Phytoplanktonbiomassen überwiegt die Dissimilation und läßt den Sauerstoffgehalt auch oberflächlich kaum je den Sättigungswert erreichen. Inwieweit sich hier im Sommer die Beschattung durch die *Nymphaea*-Bestände zusätzlich negativ auswirkt, konnte nicht quantifiziert werden.

Die Wassermassen unter den östlich und südlich an das Seebecken angrenzenden Schwingmoorbereichen unterliegen sicher massiven Sauerstoffzehrungen. Wie weit hier ein Wasseraustausch mit dem Freiwasserkörper erfolgt, konnte nicht beantwortet werden. Diese spezielle Situation dürfte aber zusätzlich den starken Sauerstoffschwund im offenen Wasserkörper begünstigen.

Einen negativen Einfluß stellt zweifellos der Fischbesatz des Gewässers dar, da durch

den Kot der omnivoren Karpfenfische eine zusätzliche Eutrophierung erfolgt. Außerdem wird durch die Nahrungssuche der Fische das feine Sediment aufgewühlt, was sich zusätzlich negativ auf das Sauerstoffregime des Freiwasserkörpers auswirkt und eine weitere Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment zur Folge hat. Aufgrund der hohen Reduktionskapazität des Schlammbodens und dem fehlenden Zufluß ist während längerer eisbedeckter Zeiträume im Winter mit einer im Extremfall bis zur völlig anaeroben Situation führenden Sauerstoffzehrung zu rechnen. Ein neuerliches Fischsterben wäre unweigerlich die Folge. Obwohl die Ursachen des Fischsterbens im eisfreien Dezember 1993 u.W. nach nicht wirklich geklärt sind, erscheint daher die Frage nach der Sinnhaftigkeit dieser Besatzmaßnahmen in Anbetracht von insgesamt 3 Fischsterben in elf Jahren angebracht.

Die Flachwasserzonen (max. 30-50 cm Tiefe) im Nordosten (II) sind weitgehend vom Hauptbecken isoliert, was sich in deutlichen Unterschieden hinsichtlich chemischer Beschaffenheit des Wassers, sowie thermischer Charakteristik und Zusammensetzung des Planktons äußert (Tab.2). Hohe Sauerstoffsättigungswerte und eine über das übliche Maß reichende Braunfärbung des Wassers war im Jänner durch ein Vegetationsmaximum der Goldalge *Uroglena sp.* unter einer dünnen Klareisschicht zurückzuführen. Ein möglicher Einfluß des aus den Aufschüttungen zufließenden Sickerwassers auf den Ionenhaushalt des Wassers in diesem Bereich wurde bereits oben diskutiert.

Nach Auskünften des Pachtinhabers ist der Wasserstand in den letzten 3 Jahren um ca. 30 cm gesunken. Wieweit ein Rundumaustausch des Wassers, wie er vor der teilweisen Zuschüttung des Beckens in den 60er Jahren bestanden hat, auch in jüngerer Zeit noch möglich war, kann nicht gesagt werden. Bei gleichbleibender und durch natürliche Verlandungsprozesse verstärkter Tendenz muß allerdings befürchtet werden, daß mit den Flachwasserzonen schon bald auch wertvolle Amphibienlaichplätze verlorengehen könnten. Ob diese Wasserstandschwankungen jedoch nur ein im langjährigen Mittel übliches Ausmaß zeigen oder ob es sich hier um die Folgen eines insgesamt sinkenden Grundwasserspiegels handelt, kann nur durch längerfristige Beobachtung des Wasserstandes beurteilt werden.

Nach dem sehr trockenen Sommer waren bereits im Spätherbst 1994 nur noch wenige cm seichte, einer Beprobung nicht mehr zugängigen Lacken im zentralen Bereich der Flachwasserbereiche übrig.

Innerhalb des Torfmoores gibt es an offenen Wasserflächen nur vereinzelte, wenige

cm seichte und i.d.R.  $< 1 \text{ m}^2$  kleine Schlenken. Größere Blänken haben wir nicht gefunden. Der pH-Wert in dieser Schlenken schwankt auf engem Raum erheblich zwischen 4,0 und 5,6. Dabei scheint ein von der Moormitte zur Peripherie hin zunehmender Gradient zu bestehen. Das spiegelt sich auch in einer Zunahme der Leitfähigkeit wieder, die als Summenparameter für den Ionengehalt der Wässer gilt. Sie schwankte zwischen  $30 - 50 \mu\text{S cm}^{-1}$ , wobei der obere Wert einen für Torfmoorschlenken bereits relativ hohen Ionengehalt anzeigt. Ebenso ist die mit pH 5,6 nur schwach saure Reaktion des Wassers ungewöhnlich. Möglicherweise unterliegt der im Moor gespeicherte Wasserkörper einer direkten Beeinflussung durch das in seinen Randbereichen anstehende Oberflächenwasser und/oder im Bereich der Schwingmoorflächen direkt durch das überschichtete Seewasser.

	10.4.85	20.1.94 I	20.1.94 II	20.1.94 Schlenken	27.4.94 I	27.4.94 II	31.7.94 I	31.7.94 Schlenken	8.11.94 I	8.11.94 Schlenken
Temperatur (°C)	-	4,0	2,9	0,5-2,2	13,1-15,2	16,2	19,1-26,8	18,2-20,4	8,2-9,3	9,5
Geruch	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.	o.B.
Farbe	schw. gelblich	leicht bräunlich	braun	leicht bräunlich	leicht bräunlich	bräunlich	bräunlich	bräunlich	leicht bräunlich	bräunlich
Sichttiefe (m)	-	-	bis Grund	-	1,22	bis Grund	0,85	-	1,50	-
El. Leitf. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ 25°C)	180	173	426	-	177-180	284	158-172	30-50	210 (1m)	31
pH-Wert	7,43	6,8	8,2	4,0-5,6	7,21-7,24	7,24	6,58-7,10	4,8-5,2	7,44 (1m)	5,15
SBV (mval/l)	1,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O <sub>2</sub> (mg/l)	8,48	7,8	24,6	-	5,9-7,0	3,1	1,0-5,1	0,8-2,2	2,8-3,5	3,6
O <sub>2</sub> -Sättigung (%)	-	61	185	-	56-73	33	12-62	8-25	25-31	33
O <sub>2</sub> Zehrung 24/48 h (mg/l)	3,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O <sub>2</sub> Zehrung 24/48 h (%)	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch (mg/l)	44,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N) (mg/l)	0,008	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 2. Chemisch-physikalische Parameter - Krottensee (I), Seichtwasserbereiche NO (II), Sphagnenschlenken. Meßwerte 1985 durch die BA für Fischereiwirtschaft (Scharfling). Temperaturangaben als vertikaler Gradient (I), bzw. Meßbereich in mehreren Schlenken.

### 3.3. Phytoplankton

#### 3.3.1. Biomassen

Die Biomassen der planktischen Primärproduzenten schwankten im Zeitraum April bis November 1994 zwischen  $2,54 \text{ g/m}^3$  und  $70,65 \text{ g/m}^3$ . Vergleicht man diese Werte mit jenen eutropher Vorlandseen, wie z.B. dem Waller- oder Grabensee, deren sommerliches Algenmaximum Werte von  $5 \text{ g/m}^3$  nur ausnahmsweise zur Zeit intensiver Algenblüten überschreitet und deren winterliches Minimum i.d.R. deutlich unter  $1 \text{ g/m}^3$  abfällt, unterstreicht dies das Ausmaß der Produktivität des Krottensees. Obwohl keine Nährstoffanalysen durchgeführt wurden - der Gehalt an Nährstoffen (v.a.  $P_{\text{tot}}$ ) bildet die quantitative Grundlage der Zuordnung von Gewässern im Trophiesystem - erscheint es daher doch gerechtfertigt, den Krottensee als stark eutrophes Gewässer zu bezeichnen.

Den höchsten Biomasseanteil hatten im April und Juli Vertreter der Panzerflagellaten (Dinophyceae) mit 50,4 % bzw. 90,4 %, im November die Cryptoflagellaten (Cryptophyceae) mit 32,9 % (Tab. 3). Neben diesen beiden Algengruppen erreichten lediglich die Kieselalgen (Diatomeae) im Frühjahr mit 5,6 %, sowie die Grünalgen (Chlorophyceae) und die Goldalgen (Chrysophyceae) im Spätherbst mit 14,9 % bzw. 6,3 % einen nennenswerten Anteil an der Biomasse des Phytoplanktons.

#### 3.3.2. Artenspektrum

Eine Zusammenstellung der im Pelagial des Krottensees auftretenden Algenarten findet sich in Tab. 3. Am artenreichsten sind während des gesamten Jahres die Grünalgen, nur unbestimmte Chlorellaceen und *Crucigenia quadrata* erreichten jedoch höhere Dichten. Während der wärmeren Jahreszeit beherrschte der große Panzerflagellat *Ceratium hirundinella* das Planktonspektrum, im April und November dominierten Arten aus den Gattungen *Peridinium* (Dinophyceae) sowie *Cryptomonas* (Cryptophyceae). Von untergeordneter Bedeutung im Plankton des Krottensees waren 1994 Blau-, Kiesel- und Zieralgen.

### 3.4. Zooplankton

#### 3.4.1. Abundanz und Biomasse

Die Biomasse des Mikrometazoenplanktons schwankte im Untersuchungszeitraum zwischen

den Werten  $1,98 \text{ g/m}^3$  und  $11,16 \text{ g/m}^3$ . Mit 74 - 93 % setzte sie sich überwiegend aus Rädertieren zusammen, der Rest aus Larval- und Juvenilstadien des einzigen planktischen Copepoden *Mesocyclops leuckarti*. Sehr hohe Abundanzen erreichten *Anuraeopsis fissa* ( $47,3 \times 10^3 \text{ Ind. l}^{-1}$ ), *Polyarthra remata* ( $7,9 \times 10^3 \text{ Ind. l}^{-1}$ ), *Trichocerca pusilla* ( $6,5 \times 10^3 \text{ Ind. l}^{-1}$ ), *Polyarthra vulgaris* ( $4,3 \times 10^3 \text{ Ind. l}^{-1}$ ), *Brachionus angularis* ( $4,0 \times 10^3 \text{ Ind. l}^{-1}$ ) und *Filinia hofmanni* ( $3,8 \times 10^3 \text{ Ind. l}^{-1}$ ). Eine untergeordnete Rolle kommt im Krottensee den sonst im Plankton von Kleingewässern meist sehr wichtigen Cladoceren zu, die nur mit der Art *Daphnia longispina* im Frühjahr einen Anteil von 0,1 % ausmachten (Tab. 3).

Karabin (1985) betrachtet Seen mit einer Dichte planktischer Rädertiere von 400 - 2000  $\text{Ind. l}^{-1}$  als eutroph, solche mit Dichten von  $> 2.000 \text{ Ind. l}^{-1}$  als polytroph. Im Krottensee betrug die Abundanz der Rädertiere im April  $> 16.000 \text{ Ind. l}^{-1}$ , im Juli  $> 68.000 \text{ Ind. l}^{-1}$  und auch im November noch  $> 6.000 \text{ Ind. l}^{-1}$ ! Da es sich beim Krottensee jedoch streng limnologisch nicht wirklich um einen See handelt, ist diese Art der Interpretation des Trophiegrads jedoch nicht übertragbar. Jedenfalls aber sind die angegebenen Werte extrem hoch.

### 3.4.2. Artenspektrum und Ökologie

Eine Zusammenstellung der im Pelagial des Krottensees gefundenen Arten findet sich in Tab. 3. Bemerkenswert ist, daß nur zwei Arten euplanktischer Kleinkrebse (*Mesocyclops leuckarti*, *Daphnia longispina*) angetroffen wurden. Neben diesen beiden Arten können fallweise auch die Cladoceren *Chydorus sphaericus* und *Pleuroxus aduncus*, sowie der Copepode *Canthocamptus stapylinus* im Pelagial angetroffen werden. Diese Arten sind jedoch nahrungsökologisch an den benthalen Lebensraum gebunden. Ein pelagisches Vorkommen der fakultativ planktischen Cladocere *Chydorus sphaericus* kann als Hinweis auf eutrophe Verhältnisse gewertet werden (Pejler, 1983).

Die Rädertierzönose setzt sich vorwiegend aus Indikatoren für eutrophe Bedingungen zusammen. Dabei handelt es sich charakteristischerweise meist um Bakterien und Detritus fressende Mikrofiltrierer (*Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Pompholyx sulcata*, *Filinia hofmanni*, *Keratella spp.*), deren Auftreten und Dichte im Freiwasser vorwiegend durch die Seetemperatur bestimmt wird (siehe 3.5.1.). Unabhängig vom abiotischen Faktorenkomplex wird der Kleingewässercharakter des Krottensees auch durch das Auftreten von

Arten wie *Keratella testudo* in hoher Dichte unterstrichen. Diese Art erreicht ihre maximale Entfaltung in den Seichtwasserbereichen nordöstlich des Hauptbeckens.

Neben diesen euplanktischen Arten traten im Pelagial in geringer Dichte auch tychoplanktische, durch Turbulenzen aus dem Litoral oder den Seerosenbeständen verfrachtete Phytalformen auf. Das erklärt sich aus der relativen Seichtheit und dem sich daraus ergebenden hohen Verhältnis Litoral/Pelagial des reich strukturierten Gewässers. Der Anteil an der Biomasse dieser Arten war jedoch stets vernachlässigbar gering.



Rhizosolenia longiseta									
Synedra acus	147,2	230,4	4,05				1,7	2,63	0,10
Synedra ulna									
Synedra sp.	308,3	88,1	1,55						
<b>PICOPLANKTON (&lt; 5µm) - exkl. Bakteria</b>									
spp. A	6923,7	789,9	13,87	3258,2	55,94	0,08	1914,2	218,39	8,61
spp. B	85527,9	123,0	2,16				81455,1	117,12	4,62
	<b>5694,0</b>	<b>100,00</b>		<b>70649,4</b>	<b>100,00</b>		<b>2536,33</b>	<b>100,00</b>	
	mg/m <sup>3</sup>	%		mg/m <sup>3</sup>	%		mg/m <sup>3</sup>	%	

## II. Biomassen u. relativer Anteil d. Algengroßgruppen

	27.4.94		31.7.94		8.11.94	
	mg/m <sup>3</sup>	%Biomasse	mg/m <sup>3</sup>	%Biomasse	mg/m <sup>3</sup>	%Biomasse
CYANOBACTERIA	41,8	0,73	0,00	0,00	2,48	0,10
CHLOROPHYCEAE	238,0	4,18	1949,96	2,76	377,94	14,90
DESMIDIACEAE	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EUGLENOPHYCEAE	40,8	0,72	2567,23	3,63	17,09	0,67
CHRYSOPHYCEAE	152,6	2,68	1344,82	1,90	160,87	6,34
CRYPTOPHYCEAE	1118,0	19,64	869,04	1,23	835,70	32,95
DINOPHYCEAE	2871,4	50,43	63862,37	90,39	800,65	31,57
DIATOMEAE	318,5	5,59	0,00	0,00	6,08	0,24
PICOPLANKTON	912,9	16,03	55,94	0,08	335,51	13,23
	<b>5694,0</b>	<b>100,00</b>	<b>70649,36</b>	<b>100,00</b>	<b>2536,33</b>	<b>100,00</b>
	mg/m <sup>3</sup>	%	mg/m <sup>3</sup>	%	mg/m <sup>3</sup>	%

## III. Zooplankton - Artenspektrum, Abundanz u. Biomasse

TAXON	27.4.94			31.7.94			8.11.94		
	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%Anteil	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%Anteil	Ind/l	mg/m <sup>3</sup>	%Anteil
<b>ROTIFERA (Rädertiere)</b>									
Anuraeopsis fissa	2057	140,4	1,3	47334	2524,8	22,6	3428	220,5	11,1
Brachionus angularis	4020	1364,1	13,0	1392	273,9	2,5	10	3,4	0,2
Filinia hofmanni	3833	1291,9	12,3				350	118,0	6,0
Keratella cochlearis	312	19,0	0,2	464	28,3	0,3			
Keratella quadrata				1392	494,9	4,4	20	7,1	0,4
Keratella testudo	1932	375,3	3,6				320	62,5	3,2
Polyarthra remata				7889	2313,7	20,7	90	26,4	1,3
Polyarthra vulgaris	4301	4267,4	40,5	928	617,8	5,5	1350	1339,5	67,6
Pompholyx sulcata				1392	119,7	1,1			
Synchaeta pectinata	170	350,9	3,3	1392	2873,3	25,8	10	20,6	1,0
Trichocerca pusilla	62	7,3	0,1	6497	761,1	6,8	440	51,5	2,6
<b>COPEPODA (Ruderfußkrebse)</b>									
Mesocyclops leuckarti									
Nauplien	253,0	2378,2	22,6	104,7	983,9	8,8	13,1	123,2	6,2
Copepodid 1-3	15,3	126,5	1,2	12,2	101,1	0,9	0,9	7,4	0,4
Copepodid 4-5	5,6	194,2	1,8	0,9	30,8	0,3			
<b>CLADOCERA (Wasserflöhe)</b>									
Chydorus sphaericus									
Daphnia longispina	1,4	12,6	0,1						
Pleuroxus aduncus (tychopl.)									
<b>Biomasse total:</b>	<b>10527,9</b>	<b>100,0</b>		<b>11156,6</b>	<b>100,0</b>		<b>1980,1</b>	<b>100,0</b>	
	mg/m <sup>3</sup>	%		mg/m <sup>3</sup>	%		mg/m <sup>3</sup>	%	

#### IV. Biomassen u. relativer Anteil d. Tiergruppen

	27.4.94		31.7.94		8.11.94	
	mg/m <sup>3</sup>	%Biomasse	mg/m <sup>3</sup>	%Biomasse	mg/m <sup>3</sup>	%Biomasse
ROTIFERA	7816,3	74,2	10071,6	90,0	1849,5	93,4
COPEPODA	2698,9	25,6	1115,8	10,0	130,6	6,6
CLADOCERA	12,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Frischgewicht tot.:	10527,9	100,0	11187,4	100,0	1980,1	100,0

Tabelle 3. Phyto- und Zooplankton im Krottensee bei Gmunden

### 3.5. Faunistik

#### 3.5.1. Rotifera

Insgesamt wurden im untersuchten Gebiet 86 Rädertiere (inkl. infrasubspezifische Taxa) determiniert (Tab. 4). In Anbetracht der hohen Habitatsdiversität des Feuchtgebietes überrascht diese vergleichsweise niedrige Artenzahl. Mit 48 Arten relativ am arten- und, sieht man von der hohen Abundanz einiger planktischer Arten ab, individuenreichsten besiedelt waren die in der Uferregion des Krottensees flottierenden *Utricularia*-Bestände. Demgegenüber stehen 38 mit *Nymphaea* assoziierte Arten. Die Artenvergesellschaftung dieser Wasserpflanzen war dabei mit 31 gemeinsamen Arten sehr ähnlich, die höhere Artenzahl in *Utricularia* vermutlich eine Folge der räumlich komplexeren Habitatsstruktur. Im wesentlichen handelt es sich bei den mit den Makrophyten assoziierten Rädertieren um periphytische Arten von breiter ökologischer Plastizität. Ein hoher Anteil der Arten besitzt ein kosmopolitisches Verbreitungsmuster. Die Vergesellschaftung entspricht einer für produktive Gewässer der gemäßigten Zone zu erwartenden.

Die für den einfach strukturierten Lebensraum im freien Wasserkörper relativ artenreiche Vergesellschaftung von 13 euplanktischen Rädertierarten ist auf die geringe Dichte planktischer Crustaceen und dem damit wegfallenden Raub- und Konkurrenzdruck zurückzuführen. Mit Ausnahme der kaltstenothermen *Filinia hofmanni* wurden im Juli alle planktischen Arten angetroffen. Der Novemberaspekt war gekennzeichnet durch das Verschwinden der warmstenothermen Arten *Pompholyx sulcata*, *Hexarthra mira* und *Trichocerca similis*. Weitere Arten kamen nicht hinzu. Mit dem Auftreten kältliebender Arten wie

*Notholca*-Spezies im Winter ist jedoch zu rechnen. Zur generellen Charakteristik der Zooplanktonzönose und ihrer Interpretation im Zusammenhang mit der Trophie des Gewässers siehe auch 3.4.2!

Eine nur sehr geringe Besiedlungsdichte besteht im Benthal sowohl des Krottensees wie auch in den Seichtwasserbereichen. Die Ursache dafür ist wohl in erster Linie eine durch die intensive Verschlammung verursachte Verarmung an Habitatsstrukturen in diesem Lebensraum. So treten im Krottensee keine für den psammalen Lebensraum (Sandlückenräume) typische Arten auf. Mit der Ausnahme von *Trichocerca musculus* im November erreichen alle am Schlammgrund und im Ufersediment angetroffene Arten zumindest gleiche, meist aber höhere Abundanzen in anderen Habitaten.

In den Schlenken des Torfmoores wurden nur 30 monogononte Rädertiere gefunden. Obwohl die nur gering strukturierten seichten Schlenken eine geringe Vielfalt aquatischer Mikrohabitate aufweisen, wäre doch mit einer deutlich höheren Artenzahl zu rechnen gewesen. So fehlen einige streng an Moorgewässer gebundene Arten. Das hängt möglicherweise u.a. auch damit zusammen, daß die beprobten Schlenken des Krottenseemoors aufgrund ihrer geringen Ausdehnung und den auch im Moor geringfügigen Wasserstandsschwankungen einen ephemeren Charakter haben. Im Winter ist auch ein völliges Durchfrieren nicht auszuschließen. Einige für Torfmoore charakteristische Arten wie z.B. *Polyarthra minor* oder *Keratella serrulata* benötigen doch einen über das hier angetroffene Außmaß reichende Ausdehnung des offenen Wasserkörpers. Dennoch handelt es sich bei der beobachteten Artenvergesellschaftung um eine für Torfmoorschlenken äußerst charakteristische. Die folgenden im Krottenseemoor angetroffenen Arten gelten als Charakterarten für Moorgewässer: *Cephalodella hyalina*, *C. nana*, *Colurella hindenburgi*, *Dissotrocha macrostyla*, *Elosa worallii*, *Lecane acus*, *L. galeata*, *Lecane stichaea* f. *intrasinuata*, *Lepadella rottenburgi*, *Manfredium eudactylosum*, *Mytilina bisulcata* (Jersabek, 1995; Koste, 1965, 1968 u. 1978; Pejler & Berzins, 1993; Wulfert, 1940 u. 1960).

Umso mehr überrascht innerhalb dieser Charakterzönose das vereinzelte Auftreten von für elektrolyt- und nährstoffreiche Gewässer typischen Arten wie *Brachionus angularis* und *Trichocerca pusilla*. Da diese beiden Arten jedoch mit hoher Abundanz das Pelagial des Krottensees besiedeln, scheint eine direkte Beeinflussung des Moorwassers durch den offenen Wasserkörper des Krottensees die plausibelste Erklärung. Umgekehrt wurden

vereinzelte Exemplare der Moorarten *Cephalodella hyalina* und *Squatinella mutica* im Benthos des Krottensees angetroffen. Dies scheint den bereits oben (3.2.2.) geäußerten Verdacht des direkten Zusammenhangs der beiden Wasserkörper zu bestätigen.

### 3.5.2. Crustacea

Noch stärker als bei den Rotatorien fällt die Artenarmut der Kleinkrebsfauna im Krottensee-moor auf. Überdies sind die in den Schlenken gefundenen dominanten Arten wie *Acanthocyclops vernalis* und *Chydorus sphaericus* Generalisten. Keine der gefundenen Arten ist typisch für saure Moortümpel, wenngleich auch *Ceriodaphnia quadrangula* und *Diacyclops bisetosus* häufig in solchen anzutreffen sind. Mit dem Auftreten von *Peracantha truncata* besiedelt auch hier eine im Phytal des Krottensees häufige Art die Torfmoorschlenken. Diese Art bevorzugt vegetationsreiche größere Gewässer und bevorzugt alkalisches bis schwach saures Wasser. Aufgrund ihrer breiten ökologischen Plastizität kann sie vereinzelt auch in kalk- und nährstoffarmen Moorgewässern angetroffen werden. Im aktuellen Fall ist aber ein direkter Eintrag aus dem Krottensee am wahrscheinlichsten. Auch die Verschleppung durch die im Moor brütenden Enten ist möglich.

**Tabelle 4.** Liste der im Krottensee und den angrenzenden Feuchtgebieten vorkommenden Arten von Rädertieren, Ruderfußkrebsen und Wasserflöhen mit geschätzten Häufigkeiten in den beprobten Habitaten im Juli/November. Habitatstypen: Utr = *Utricularia*; Nym = *Nymphaea*; PI = Plankton/Krottensee; SI = Sediment/Krottensee; PII = Plankton/Seichtwasserbezirke; SII = Sediment/Seichtwasserbezirke; Moo = Moorschlenken.

	Utr	Nym	PI	SI	Moo	PII	SII
<b>ROTATORIA (Rädertiere)</b>							
<b>Monogononta</b>							
1 <i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse)			7/6			4	
2 <i>Brachionus angularis angularis</i> (Gosse)	2/-	2/2	5/5	3/-	2/-		
3 <i>Brachionus qu. quadridentatus</i> (Hermann)	6/3	4/3		2/2			1
4 <i>Brachionus qu. f. brevispinus</i> (Ehrenberg)	4/-	-/1					
5 <i>Cephalodella auriculata</i> (O.F.Müller)	3/5	-/5		-/3			
6 <i>Cephalodella cf. forficata</i> (Ehrenberg)	2/-	2/3					
7 <i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg)	-/1						
8 <i>Cephalodella cf. gracilis</i> (Ehrenberg)					1/-		
9 <i>Cephalodella hyalina</i> Myers				2/-	4/-		
10 <i>Cephalodella intuta</i> Myers	2/3						
11 <i>Cephalodella nana</i> Myers					2/-		
12 <i>Cephalodella ventripes</i> var. <i>angustior</i> Donner	2/4	2/4	-/1	-/2			
13 <i>Cephalodella sp.</i>					1/1		
14 <i>Collotheca sp.</i>	2/-	2/1			-/1		
15 <i>Colurella cf. colurus</i> (Ehrenberg)	-/1						
16 <i>Colurella hindenburgi</i> Steinecke	-/2			2/-	4/-		
17 <i>Colurella obtusa</i> (Gosse)	2/5	2/2		1/2			1
18 <i>Colurella uncinata uncinata</i> (O.F.M.)	4/2	1/2		4/-			2
19 <i>Colurella uncinata f. bicuspidata</i> (Ehrenberg)	3/4	3/4		3/4			
20 <i>Dicranophorus luetkeni</i> (Bergendal)					1/-		
21 <i>Dicranophorus uncinatus</i> (Milne)	3/2						
22 <i>Elosa worallii worallii</i> Lord					4/-		
23 <i>Euchlanis deflexa deflexa</i> (Gosse)		-/5		-/3			
24 <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	-/3	2/-					
25 <i>Euchlanis incisa incisa</i> Carlin	2/4	-/4		-/4			
26 <i>Filinia hofmanni</i> Koste			-/4				
27 <i>Hexarthra mira</i> (Hudson)			2/-			4	
28 <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)			4/3			5	
29 <i>Keratella quadrata</i> (O.F.M.)			3/3				
30 <i>Keratella testudo</i> (Ehrenberg)			-/4			6	
31 <i>Lecane acus</i> (Harring)					5/-		
32 <i>Lecane bulla</i> (Gosse)	5/2	3/-		3/-			3
33 <i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda)	4/6	4/5	-/1	-/3			2
34 <i>Lecane furcata furcata</i> (Murray)	2/2	2/-					1
35 <i>Lecane galeata</i> (Bryce)					4/-		
36 <i>Lecane hamata</i> (Harring)	4/2	1/2		2/-	2/-		
37 <i>Lecane inermis</i> (Bryce)	3/-	4/1					
38 <i>Lecane lunaris lunaris</i> (Ehrenberg)					4/4		2
39 <i>Lecane pyriformis</i> (Daday)		-/1					
40 <i>Lecane subulata f. perpussilla</i> (Hauer)					2/-		
41 <i>Lecane scutata</i> (Harring & Myers)	1/-						
42 <i>Lecane stichaea f. intrasinuata</i> (Olofsson)					5/3		
43 <i>Lecane stichaea stichaea</i> (Harring)					2/3		
44 <i>Lepadella acuminata acuminata</i> (Ehrenberg)	3/3	2/-		-/1	3/-		
45 <i>Lepadella acuminata f. cryphea</i> (Harring)					-/2	2	
46 <i>Lepadella minuta</i> (Weber & Montet)	-/3						
47 <i>Lepadella ovalis</i> (O.F.Müller)		-/2					
48 <i>Lepadella patella patella</i> (O.F.Müller)	3/4	4/4	-/1	2/4	3/3		
49 <i>Lepadella patella f. biloba</i> (Hauer)	-/4	-/3		-/2	2/-		
50 <i>Lepadella rottenburgi</i> (Lucks)					4/1		
51 <i>Lepadella triptera triptera</i> (Ehrenberg)	-/3						
52 <i>Lophocharis salpina</i> (Ehrenberg)	-/2	1/4	-/1	-/4			
53 <i>Manfredium eudactylosum</i> (Gosse)					4/-		
54 <i>Monommatia dentata</i> Wulfert	3/4	2/4	-/2	1/3			2
55 <i>Mytilina bisulcata</i> (Lucks)					4/-		

	Utr	Nym	PI	SI	Moo	PII	SII
56 <i>Mytilina mucronata mucronata</i> (O.F.Müller)	-/1	-/3		-/1			
57 <i>Mytilina ventralis</i> var. <i>macracantha</i> (Gosse)	2/-	4/3					
58 <i>Mytilina ventralis ventralis</i> (Ehrenberg)	-/2	-/3	-/1	-/2			
59 <i>Notomata cyrtopus</i> Gosse		2/-					
60 <i>Notomata glyphura</i> Wulfert		-/1		-/2			
61 <i>Notomata tripus</i> Ehrenberg		-/2					
62 <i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin			4/6			5	
63 <i>Polyarthra remata</i> (Skorikov)			5/3				
64 <i>Pompholyx sulcata</i> (Hudson)			5/-				
65 <i>Proales</i> cf. <i>doliaris</i> (Rousselet)	1/-						
66 <i>Proales fallaciosa</i> Wulfert	2/2	2/-					
67 <i>Proalinopsis caudatus</i> (Collins)					4/-		
68 <i>Resticula melandocus</i> (Gosse)	2/-						
69 <i>Scaridium longicaudum</i> (O.F.Müller)	3/-	-/2					
70 <i>Squatinella mutica mutica</i> (Ehrenberg)				1/-	3/2		
71 <i>Squatinella rostrum rostrum</i> (Schmarda)	-/3	-/3	-/2	-/3			
72 <i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg			2/4				
73 <i>Taphrocampa annulosa</i> Gosse	-/4				4/-		
74 <i>Trichocerca dixon-nuttalli</i> Jennings	-/1	-/3					2
75 <i>Trichocerca intermedia</i> (Stenroos)	-/4						
76 <i>Trichocerca</i> cf. <i>intermedia</i> (Stenroos)	1/-						
77 <i>Trichocerca longiseta</i> (Schränk)	3/2			-/2			
78 <i>Trichocerca musculus</i> (Gosse)	2/3			-/4			1
79 <i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn)	2/-	2/3	4/4		2/-	1	
80 <i>Trichocerca rattus rattus</i> (O.F.Müller)	2/3	2/2		-/2	2/-		
81 <i>Trichocerca relictta</i> (Donner)	2/-	4/3					
82 <i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski)			2/-				
83 <i>Trichocerca weberi</i> Jennings	-/2						
84 <i>Trichotria tetractis</i> var. <i>caudata</i> (Lucks)					-/2		
<b>Bdelloidea</b>							
85 <i>Dissotrocha macrostyla</i> f. <i>tuberculata</i> (Gosse)					4/4		
86 Bdelloidea Gen.sp.	5/6	5/5		4/4	4/4		
<b>COPEPODA (Ruderfußkrebse)</b>							
1 <i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer)					4/-		
2 <i>Canthocamptus staphylinus</i> (Jurine)	-/4	-/3	-/1	-/5			
3 <i>Cyclops</i> sp. juv. (C5)				-/1	-/3		
4 <i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus)	-/2						
5 <i>Diacyclops</i> cf. <i>bisetosus</i> (Rehberg)					-/3		
6 <i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)				-/3		1	
7 Harpacticiden Gen.sp. juv.					1/1		
8 <i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine)	-/2						
9 <i>Megacyclus viridis</i> (Jurine)					3/-		
10 <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus) (Nauplien u. Copepodide)	2/-		4/4	3/-		5	
<b>CLADOCERA (Wasserflöhe)</b>							
1 <i>Alona</i> cf. <i>guttata</i> Sars	-/1						
2 <i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E.Müller					4/-		
3 <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller)				3/-			
4 <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller)	3/5	-/4	-/2	-/4	4/6		
5 <i>Daphnia longispina</i> O.F.Müller			-/2				3
6 <i>Peracantha truncata</i> (O.F.Müller)	3/3	-/2		-/3	3/-		
7 <i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine)	4/6	1/3	1/1	-/4			
8 <i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Müller)	-/1	2/-	3/-	3/-			4
9 <i>Simocephalus expinosus</i> (Koch)	-/2						
10 <i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Müller)	3/3			-/2	3/-		2

#### 4. Schlußfolgerungen und empfohlene Maßnahmen

Wie die jüngere Geschichte des heutigen Naturdenkmals zeigt, spielten neben einer anthropogenen Beeinflussung in erster Linie Schwankungen des Grundwasserspiegels eine entscheidende Rolle in der Genese des Sees und seiner angrenzenden Feuchtgebiete. Obwohl deutliche Verlandungstendenzen vor allem in den Flachwasserbereichen bestehen, sollten ohne die Kenntnis längerfristiger hydrologischer Tendenzen keine Eingriffe in diesen sensiblen aquatischen Lebensraum erfolgen. Ein weiteres Vordringen von Verlandungsvegetation in die Flachwasserbereiche läßt zunächst eine noch stärkere Zergliederung der offenen Wasserflächen und damit eine Zunahme der räumlichen Komplexität dieser u.a. durch Amphibien zur Laichablage genutzten Lebensräume erwarten.

Wie weit in den offenen Wasserflächen die Verlandung durch die hohe Produktivität des Gewässers selbst beeinflußt wird, läßt sich allein aus der Erhebung der Biomassen planktischer Primär- und Sekundärproduzenten nicht abschätzen. Hier wäre v.a. die Kenntnis der jährlich anfallenden Schlammmenge durch den Laubeintrag aus der Uferregion, sowie die Biomasse des sich jährlich erneuernden Bestandes an Seerosen von Interesse. Stratigraphische Analysen des Sediments (z.B. anhand von Schlammcores) im tiefsten Beckenbereich könnten wichtige Informationen zu Sedimentationsgeschichte und trophischer Genese des Krottensees liefern und damit längerfristige Tendenzen der momentanen Entwicklung verdeutlichen.

Der Krottensee erscheint als Fischgewässer allein schon aufgrund seines extremen Sauerstoffregimes ungeeignet. Da das Gewässer keinen natürlichen Zufluß besitzt, könnte das Überleben auch robuster Karpfenfische zu Zeiten längerer Eisbedeckung nur durch künstliche Anreicherung des stark gezehrten Wasserkörpers mit Sauerstoff gesichert werden. Da jedoch auch der Nährstoffhaushalt des Gewässers durch die bei der Nahrungsaufnahme im Schlamm wühlenden Fische negativ beeinflußt wird, schlagen wir vor, von einer fische-reichen Nutzung des Krottensees in Zukunft abzusehen.

Einer übermäßigen Nährstoffanreicherung des Krottensees vorzubeugen, erscheint v.a. im Hinblick auf das angrenzende Torfmoor von Interesse, da eine direkte Beeinflussung dieser sensiblen dystrophen Lebensräume durch das eutrophe Wasser des Krottensees nicht ausgeschlossen werden kann.

Kurz gefaßt schlagen wir folgende Maßnahmen vor:

- 1) Installation von Pegeln zur Registrierung des aktuellen Wasserstandes und ev. des Grundwasserspiegels als Einrichtung zur Erkennung kurz- und längerfristiger hydrologischer Tendenzen.
- 2) Verzicht auf fischereiliche Besatzmaßnahmen um weitere unnötige Fischsterben zu verhindern und um einer zu massiven Freisetzung von Nährstoffen aus dem Seesediment vorzubeugen.

**Grundsätzlich aber sollte das gesamte Feuchtgebiet seiner natürlichen Entwicklung überlassen und von kurzsichtigen Manipulationen abgesehen werden!**

## 5. Literatur

DOWNING, J.A. & RIGLER, F.H. (1984): A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. IBP Handbook No. 17, Blackwell Scientific Publications, 501 pp.

DUMONT H.J., VAN DE VELDE I. & S. DUMONT (1975). The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia*, **19**: 75-97.

FLÖSSNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea; Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda; Fischläuse, Branchiura. In: DAHL - Die Tierwelt Deutschlands. G.Fischer, Jena, 1-501.

HÖGLINGER, F. (1994): Notizen und Untersuchungen vom Krotensee bei Gmunden. Unveröff. Typoskript.

JERSABEK, C.D. (1995): Distribution and ecology of rotiferan communities from high altitude alpine sites - a multivariate approach. *Hydrobiologia*, Proceedings of the VII International Rotifer Symposium, in press.

KARABIN, A. (1985): Pelagic zooplankton (Rotatoria and Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. 1. Structural and quantitative features. *Ekol. Pol.* **33**: 567-616.

KIEFER, F. (1960): Ruderfußkrebse (Copepoden). Frankh'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1-97.

KIEFER, F. (1978): Freilebende Copepoda. *Die Binnengewässer* 26, 2. Teil - Das Zooplankton der Binnengewässer. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1-343.

KOSTE, W. (1965): Die Rotatorien des Naturdenkmals "Engelbergs Moor" in Druchhorn,

Kreis Bersenbrück. Veröff. des Naturw. Vereins Osnabrück **31**: 49-82.

KOSTE, W. (1968): Über die Rotatorienfauna des Naturschutzgebietes "Achmer Grasmoor" in Achmer, Kreis Bersenbrück. Veröff. des Naturw. Vereins Osnabrück **32**: 107-193.

KOSTE W. (1978). Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. Begründet von M. Voigt. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart. I. Textbd. VIII + 1-673, II. Tafelbd. III + 1-476.

KRISAI, R. & SCHMIDT, R. (1983): Die Moore Oberösterreichs. Natur- und Landschaftsschutz in Oberösterreich, Linz 1983.

LANG, K. (1948): Monographie der Harpacticiden I+II. Hakan Ohlssons Boktryckeri, Lund, 1682 pp.

LUND J.W., KIPLING C. & E.D. LeCREN (1958). The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia*, **11**: 143-170.

PACE M.L. & J.D. ORCUTT (1981). The relative importance of protozoans, rotifers and crustaceans in a freshwater zooplankton community. *Limnol. Oceanogr.*, **26**: 822-830.

PEJLER, B. (1983): Zooplanktic indicators of trophic and their food. *Hydrobiologia* **101**, 111-114.

PEJLER, B. & B. BERZINS (1993): On the ecology of mire rotifers. *Limnologica*, **23**: 295-300.

RUTTNER-KOLISKO, A. (1972): III. Rotatoria. In: Die Binnengewässer, XXVI. Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil. in: *Die Binnengewässer XXVI. Das Zooplankton der Binnengewässer*. ELSTER H.J., OHLE W., (ed.) Schweizerbart'sche Verlagsbuchhand-

lung, pp. 99-234.

RUTTNER-KOLISKO A. (1977). Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol., **8**: 71-76.

UTERMÖHL H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Internat. Verein. Limnol., **9**: 1-38.

WULFERT, K. (1940): Rotatorien einiger ostdeutscher Torfmoore. Arch. Hydrobiol. **36**: 552-587.

WULFERT, K. (1960): Die Rädertiere saurer Gewässer der Dübener Heide. II. Die Rotatorien des Krebscherentümpels bei Winkelmühle. Arch. Hydrobiol. **56**: 311-333.

ZHUGE, Y. (1994): A taxonomical and ecological survey of rotifer communities from Krottensee (Austria). UNESCO Course 1994, Summer project report, 23 pp.

## **6. Anhang**

### **6.1. Bathymetrische Karte des Krottensees**



# Die Vegetationsgeschichte des Krottensees

Eva KONRAD

Salzburg, im Dezember 1994

# Projektgruppe Krotensee

## Teil: Vegetationsgeschichte des Krotensees

von Mag. Eva Konrad

### 1. Probenahme

Datum 9.4.1994

#### 1.1. Bohrgeräte

Bohrgerät	Bohrkammer	Länge	Durchmesser
"Russen-Bohrer"	halbzylindrische Kammer, mit einer Klappe verschließbar	50 cm	8 cm
Dachnowski-Sonde	zylindrische Kammer, Metallkern mit einer Hülse	25 cm	2,5 cm

An der Bohrkammer können mit zunehmender Tiefe jeweils 1 m lange Stangen zur Verlängerung fixiert werden.

Bei der Probenahme mit dem "Russen-Bohrer" wird die Bohrkammer samt Bohrgestänge durch Muskelkraft in die entsprechende Tiefe gebracht, durch Rotation des Bohrgerätes wird die Kammer mit dem Probenmaterial gefüllt und durch Drehung in die entgegengesetzte Richtung mit der Klappe verschlossen.

Der Bohrkopf der Dachnowski-Sonde besteht aus einem massiven, zugespitzten Metallkern, der von einer Hülse umgeben ist. Diese Hülse läßt sich am Kern arretieren; in diesem Zustand wird der Bohrkopf durch Muskelkraft in den Torf geschoben. In der entsprechenden Tiefe wird durch Drehung die Hülse gelöst und in den Torf gestochen. Der Bohrkopf wird hochgezogen. Durch Zurückziehen der Hülse über den Metallkern wird die Probe schließlich freigelegt.

#### 1.2. Lage der Bohrpunkte

##### **Prob Sondierung S1**

Datum: 3.4.1993

Die ersten Sondierungen im Weidengürtel am Ost-Ende des Krotensees zeigten, daß in diesem Verlandungsbereich das Sediment lediglich eine Tiefe von 1,2 m erreicht.

### Probesonndierung S2

Datum: 3.4.1994

Im zentralen Schwingrasenbereich wurden mehrere Probesonndierungen durchgeführt. Bei der Probenahme zeigte sich, daß das weiche, breiige Sediment am Seegrund leicht aus der Bohrkammer "ausfließt".

### Probesonndierung S3

Datum: 3.4.1994

Geeigneter für eine Probenahme erschien der Uferbereich nördlich der Krottenseestraße, da hier der Seegrund aus festem Sediment besteht.

### Bohrversuch K0

Für die Probenahme am 9.4.1994 wurde der erste Bohrversuch nördlich der Krottenseestr., 25 m nördlich vom Rand des Randkanals durchgeführt. Auch hier konnten keine Proben vom Seegrund gewonnen werden! Der Inhalt der Bohrkammer (Russen-Bohrer) bestand auch hier aus Wasser bzw. aus dünnflüssigem Schlamm, der bei der Bergung rasch abfloß.

### Bohrung K1

Schließlich konnte eine vollständige Bohrung, nördlich der Krottenseestr., 5,2 m vom Innenrand des Randgrabens geborgen werden.

### Schwingrasenziegel Z1

Ca. 4 m nördlich von K1 wurde aus der Schwingrasenschicht ein Ziegel in der Form eines Würfels (ca. 20 x 20 x 20 cm) ausgestochen. Nur der obere Bereich der Schwingrasenschicht war fest genug für eine Entnahme, ab ca. 30 cm ist der Schwingrasentorf bereits zu naß.



Lage der Bohrpunkte und Probesonndierungen

### **1.3. Bohrung K1**

Nach der Schwinggrasenschicht folgt ein Wasserkörper bis 2 m Tiefe, danach Sediment bis 8 m Tiefe.

Beginnend am Seegrund in 200 cm Tiefe wurden mit dem "Russen-Bohrer" im Abstand von 50 cm die Proben entnommen, dadurch entstand eine vollständige Bohrung bis 800m. Zwischen 770 cm und 800 cm wurden zwei Proben mit der Dachnowski-Sonde entnommen.

Alle Proben wurden sofort nach der Entnahme fotografiert, einzeln in Plastiksäckchen verpackt und sorgfältig beschriftet. Zusätzlich wurde ein Bohrprotokoll mit einer Kurzbeschreibung der Proben aufgenommen.

#### **Bohrprotokoll/Probenbeschreibung**

0 - 50 cm	Schwinggras
50 - 200 cm	Wasserkörper
200 - 800 cm	Sediment
200 - 250 cm	200 - 222 cm Tonauflage (vermutlich eine Einschwemmung von der Krottenseestr.) 222 - 250 cm Torf
250 - 300 cm	Moostorf (Meesia) 275 cm gr. Holzstück 300 cm Holzkohlestück
300 - 350 cm	Moostorf 320 cm helleres Band
350 - 400 cm	Torf mit vielen Holzresten
400 - 450 cm	400 - 433 cm Seeablagerung, humoser Ton 433 - 450 Torf
450 - 500 cm	450 - 465 cm Torf ab 465 cm Tonbeimengung, braun-grau
500 - 550 cm	Seeablagerungen, humoser Ton 515 cm Laubblattreste 530 -550 cm sehr gr. Holzstück!
550 - 600 cm	Seeablagerungen, grau-braun
600 - 650 cm	Seeablagerungen, grau-braun
650 - 700 cm	Seeablagerungen, grau-braun ab 665 cm heller
700 - 750 cm	Seeablagerungen
720 - 770 cm	Seeablagerungen bei 745 cm dünne Schicht Seekreide (Kalkkonkretionen) danach blau-grauer Ton
770 - 790 cm	blau-grauer Ton
800 cm	Ende - Tonauflage also relativ gering

## 2. Großrestanalyse

Aus den Untersuchungsbefunden der Großrestanalyse wird der Ablauf der Vegetationsentwicklung in den Grundzügen rekonstruiert.

Die Makrofossilbefunde jeder Probe werden ähnlich wie eine pflanzensoziologische Aufnahme gewertet. Die Ergebnisse werden tabellarisch dargestellt (angelehnt an BRAUN-BLANQUET, 1964), daher ist ein pflanzensoziologischer Vergleich mit den Pflanzengesellschaften der Gegenwart möglich.

### 2.1. Aufschluß im Labor (Nach GROSSE-BRAUCKMANN, 1974 b)

Im Labor wurden die Proben aus den Bohrkernen entnommen.

Bohrkerne in cm	Proben für die Großrestanalyse in cm
200 - 250	200 - 205 217 - 222 240 - 245
250 - 300	270 - 275
300 - 350	320 - 325
350 - 400	370 - 375
400 - 450	420 - 425
450 - 500	450 - 455 495 - 500
500 - 550	537 - 542
550 - 600	595 - 600
600 - 650	645 - 650
650 - 700	695 - 700
700 - 750	745 - 750
745 - 770	
770 - 790	

Die einzelnen Proben wurden zur Aufbereitung kurz in 10-prozentiger KOH-Lösung (100-200 cm<sup>3</sup>) gekocht; mit dem Alkali geht der überwiegende Teil der Huminstoffe in Lösung. Die noch strukturierten Gewebsreste werden durch ein feinmaschiges Sieb isoliert und mehrfach mit Wasser aufgeschlämmt.

### 2.2. Untersuchung (Nach GROSSE-BRAUCKMANN, 1974 b)

Zur Untersuchung wird die Fraktion neuerlich mit Wasser aufgeschlämmt. Das gesamte Material wird anschließend unter der Binokularlupe in kleinen Portionen vollständig durchgesehen.

Jede Portion wurde zuerst unter 8-facher Vergrößerung untersucht, danach stufenweise bis zur 50-fachen Vergrößerung, um auch sehr kleine Reste zu berücksichtigen.

Bestimmbare Reste wurden nach 4 Großrestgruppen aussortiert:

- Früchte und Samen
- Hölzer und Rinden
- Wurzeln und unterirdische Sproßorgane oder deren Epidermen
- Moosblättchen oder Stücke von ganzen Moospflanzen

### **2.3. Bestimmung**

Die Bestimmung dieser Makrofossilien erfolgt auf der Grundlage rein morphologischer und histologischer Merkmale. Mit Hilfe spezieller Bestimmungsliteratur und durch rezentes bez. subfossiles Vergleichsmaterial läßt sich eine solche Bestimmung durchführen. Da es sich um subfossiles Material handelt, liegen die Reste in unterschiedlich starken Zersetzungsstadien vor, so daß eine Bestimmung äußerst schwierig bis unmöglich werden kann.

Die Nomenklatur der Samen- und Farnpflanzen richtet sich nach:

ADLER, W., OSWALD, K. und FISCHER, R., 1994: Exkursionsflora von Österreich. 1180 S, Ulmer Verl., Stuttgart, Wien.

#### **2.3.1. Früchte und Samen**

Es sind knapp 100 Pflanzenarten, deren Früchte oder Samen man in unseren Torfen und Mudden teils häufiger, teils seltener antrifft. Ihr Erhaltungszustand ist oft so gut, daß sie sich bereits anhand ihrer äußeren Gestalt ansprechen lassen (GROSSE-BRAUCKMANN, 1974 a).

Rezentes Vergleichsmaterial wurde mir von Herrn Prof. KRISAI zur Verfügung gestellt, weiters standen mir die Belege aus dem Samenherbar des Botanischen Gartens der Universität Salzburg zur Verfügung.

In den Sedimentproben des Krotensees konnten Samen von 43 verschiedenen Arten festgestellt werden.

### **Liste der Samen**

#### **1. *Abies alba* (Weißtanne)**

*Pinaceae*  
370-375

#### **2. *Acer platanoides* (Spitz-Ahorn)**

*Aceraceae*  
537-542

**3. *Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle)***Betulaceae*

270-275/370-375/420-425/450-455/495-500

Zapfenschuppen

270-275/370-375/420-425/450-455

Zapfenspindel

370-375

**4. *Betula sp.* (Birke)***Betulaceae*

217-222/240-245/270-275/320-325/370-375/420-425/450-455/495-500/537-542/595-600/645-650/695-700/745-750

Zapfenschuppen

270-275/370-375/495-500/537-542/645-650/695-700/745-750

**5. *Bidens cernuus* (Nickender Zweizahn)***Asteraceae*

200-205/217-222

**6. *Callitriche sp.* (Wasserstern)***Callitrichaceae*

240-245/270-275/495-500/537-542

**7. *Carex elata* (Steife Segge)***Cyperaceae*

200-205/240-245/537-542/645-650

**8. *Carex limosa* (Schlamm-Segge)***Cyperaceae*

450-455/595-600/695-700/745-750

**9. *Carex nigra* (Braun-Segge)***Cyperaceae*

200-205/217-222

**10. *Carex paniculata* (Rispen-Segge)***Cyperaceae*

200-205/217-222

**11. *Carex rostrata* (Schnabel-Segge)***Cyperaceae*

270-275/495-500

**12. *Carex sp.* (Segge)***Cyperaceae*

270-275/645-650

**13. *Carpinus betulus* (Hainbuche)***Betulaceae*

240-245

**14. *Cicuta virosa*** (Gift-Wasserschierling)

Apiaceae

450-455

**15. *Cirsium palustre*** (Sumpf-Kratzdistel)

Asteraceae

420-425/537-542

**16. *Drosera intermedia*** (Mittl. Sonnentau)

Droseraceae

200-205

**17. *Eriophorum vaginatum*** (Scheid. Wollgras)

Cyperaceae

217-222/320-325

**18. *Fagus sylvatica*** (Rotbuche)

Fagaceae

537-542

**19. *Frangula alnus*** (Faulbaum)

Rhamnaceae

537-542

20. *Lamiaceae*

217-222

**21. *Lychnis flos-cuculi*** (Kuckuckslichtnelke)

Caryophyllaceae

200-205

**22. *Lycopus europaeus*** (Gewöhl. Wolfsfuß)

Lamiaceae

200-205/217-222/495-500/537-542

**23. *Menyanthes trifoliata*** (Fieberklee)

Menyanthaceae

420-425/450-455/537-542

**24. *Molinia caerulea*** (Blaues Pfeifengras)

Poaceae

200-205

**25. *Myosoton aquaticum*** (Wassermiere)

Caryophyllaceae

217-222/495-500

**26. *Papaver rhoeas*** (Klatsch-Mohn)

Papaveraceae

370-375

**27. *Picea abies* (Fichte)**

Pinaceae

370-375/645-650/745-750

Samenflügel

370-375

Staubblätter

370-375

**28. *Polygonum sp.* (Knöterich)**

Polygonaceae

217-222

**29. *Potamogeton sp.* (Laichkraut)**

Potamogetonaceae

217-222/370-375/420-425/495-500/537-542/645-650/695-700/ 745-750

**30. *Potentilla erecta* (Blutwurz)**

Rosaceae

217-222

**31. *Ranunculus repens* (Kriech. Hahnenfuß)**

Ranunculaceae

200-205/217-222

**32. *Ranunculus scelleratus* (Gefährl. Hahnenfuß)**

Ranunculaceae

217-222

**33. *Rhynchospora alba* (Weiße Schnabelbinse)**

Cyperaceae

450-455

**34. *Rubus caesius* (Kratzbeere)**

Rosaceae

495-500

**35. *Scheuchzeria palustris* (Blumenbinse)**

Scheuchzeriaceae

270-275/320-325/450-455

**36. *Scirpus sp.* (Waldbinse)**

Cyperaceae

240-245

**37. *Thlapsi arvense* (Täschelkraut)**

Brassicaceae

217-222

**38. *Tilia cordata* (Winter-Linde)**

Tiliaceae

495-500/537-542/595-600

Staubblatt

537-542

**39. *Trapa natans* (Wassernuß)**

Trapaceae

537-542

**40. *Trichophorum sp.* (Haarbinse)**

Cyperaceae

200-205/217-222/450-455/495-500/645-650

**41. *Typha sp.* (Rohrkolben)**

Typhaceae

200-205/217-222/270-275/370-375

**42. *Ulmus glabra* (Berg-Ulme)**

Ulmaceae

537-542

**43. *Viola palustris* (Sumpfeveilchen)**

Violaceae

370-375/420-425/450-455

**Sonstige**

I. Blüten

240-245

**II. *Chara sp.***

Oosporen

537-542/645-650/745-750

III. Knospe

370-375/537-542/595-600

**IV. *Nitella flexilis***

Oosporen

537-542

V. *Sphagnum*-Kapseln

240-245

Bestimmungsliteratur:

AALTO, M., 1970: Potamogetonaceae fruits. I. Recent and subfossil endocarps of the fennoscandian species. Acta botan. fenn., Band 88, 85 S., Helsinki.

BERGGREN, G., 1969: Atlas of seeds and small fruits of Northwest European plant species Part 2, Cyperaceae. 68 S., Part 3, Salicaceae-Cruciferae, 154 S., Stockholm.

BERTSCH, K., 1941: Früchte und Samen. Handbuch der praktischen Vorgesichtsforschung. Band 1, 247 S., Stuttgart.

GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1974 a: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. II. Weiter Reste (Früchte und Samen, Moose u.a.) und ihre Bestimmungsmöglichkeiten. Telma, Band 4: 51-117 S., Hannover.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. u. STREITZ, B., 1992: Pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. III. Früchte, Samen und einige Gewebe. Telma, Band 22: 53-102, Hannover.

SCHOCH, W.H., B. PAWLIK & F.H. SCHWEINGRUBER, 1988: Botanische Makroreste. Ein Atlas zur Bestimmung häufig gefundener und ökologisch wichtiger Pflanzensamen. 277 S., Bern, Stuttgart.

### 2.3.2. Hölzer und Rinden

Von Holzbruchstücken und kleineren Ästen wurden anatomische Schnitte angefertigt und mikroskopisch untersucht, dabei konnten 4 verschiedene Holzarten bestimmt werden.

## **Liste der Holzreste**

### **1. *Alnus glutinosa* (Schwarz Erle)**

*Betulaceae*

217-222/240-245/320-325/695-700

Zweigholz

270-275/370-375/420-425/695-700

### **2. *Betula sp.* (Birke)**

*Betulaceae*

595-600

### **3. *Fagus sylvatica* (Rotbuche)**

*Fagaceae*

370-375/537-542

### **4. *Fraxinus excelsior* (Gewöhl. Esche)**

*Oleaceae*

537-542

## **Sonstige**

I. Laubholzborke

240-245/370-375/420-425/537-542/645-650/ 745-750

II. Nadelholzborke

645-650/695-700/745-750

III. Nadelholz

645-650/695-700

#### IV. Holzkohle 450-455/695-700

##### Bestimmungsliteratur:

GREGUSS, P., 1959: Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. 330 S., Budapest.

GROSSER, D., 1977: Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikroskopischer Lehratlas. 208 S., Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York.

SCHWEINGRUBER, F., 1978: Mikroskopische Holzanatomie. Eidgen. Anstalt für das forstwirtschaftliche Versuchswesen. 226 S., Birmensdorf.

SCHWEINGRUBER, F., 1990: Anatomie europäischer Hölzer: Ein Atlas zur Bestimmung europäischer Baum-, Strauch- und Zwergstrauchhölzer. 800 S., Haupt Verl., Stuttgart.

##### 2.3.3. Wurzeln und unterirdische Sproßorgane oder deren Epidermen

Die aussortierten Gewebsreste wurden zum Teil in Form von mikroskopischen Dauerpräparaten (Glyceringelatine) aufbewahrt. Die Bestimmung erfolgt unter dem Mikroskop; 14 Arten konnten festgestellt werden

Eine umfangreiche Sammlung mit subfossilem Vergleichsmaterial wurde mir von Herrn Prof. KRISAI zur Verfügung gestellt.

#### **Liste der Epidermen und Radizellen**

**1. *Abies*(Tannen)-Nadel**  
370-375/420-425/450-455

**2. *Carex elata* (Steife-Segge)**  
*Cyperaceae*  
200-205/645-650/745-750

**3. *Carex limosa* (Schlamm-Segge)**  
*Cyperaceae*  
200-205/217-222/240-245/270-275/320-325/370-375/420-425/450-455/495-500/745-750

**4. *Carex nigra* (Braun-Segge)**  
*Cyperaceae*  
240-245/270-275/320-325/370-375/450-455/645-650

**5. *Carex rostrata* (Schnabel-Segge)**  
*Cyperaceae*  
200-205/450-455/595-600/645-650

**6. *Equisetum fluviatile* (Schlamm-Schachtelhelm)**  
*Equisetaceae*  
495-500

**7. *Eriophorum vaginatum* (Scheidiges Wollgras)**

Cyperaceae

320-325/370-375

**8. *Menyanthes trifoliata* (Fieberklee)**

Menyanthaceae

370-375/450-455/495-500

**9. *Phragmites australis* (Schilfrohr)**

Poaceae

645-650

**10. *Picea* (Fichten)-Nadel**

370-375/645-650

**11. *Pinus* (Kiefern)-Nadel**

695-700/745-750

**12. *Potamogeton sp.* (Laichkraut)**

Potamogetonaceae

450-455/745-750

**13. *Scheuchzeria palustris* (Blumenbinse)**

Scheuchzeriaceae

270-275/370-375/495-500

Niederblätter

320-325

**14. *Thelypteris palustris* (Sumpffarn)**

Thelypteridaceae

200-205/270-275/320-325/370-375/420-425/495-500/537-542/595-600/745-750

**Sonstige**I. *Cyperaceen*-Epidermis

217-222/645-650/695-700

II. Gewebe

420-425/495-500/537-542/595-600

III. Laubblattreste

200-205/320-325/645-650/695-700/745-750

IV. Knospenschuppen

270-275/320-325/370-375/450-455

V. Radizellen

420-425/495-500/595-600

Bestimmungsliteratur

GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1972: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I. Gewebsreste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. Telma, Band 2: 19-55 S., Hannover.

2.3.4. Moosblättchen oder Stücke von ganzen Moospflanzen

Von den Moosresten wurden ebenfalls mikroskopische Präparate angefertigt. In den Proben befanden sich die Reste von 13 verschiedenen Moosarten.

Als Vergleichsmaterial dienten Belege aus dem Herbar des Instituts für Botanik der Universität Salzburg.

Die Nomenklatur der Moose richtet sich nach:

FRAHM, J.P. u. FREY, W., 1992: Moosflora. 3. Aufl., 528 S., UTB, E. Ulmer Verl., Stuttgart.

**Liste der Moose****1. *Aulacomnium palustre***

*Aulacomniaceae*

745-750/645-650

**2. *Calliergon stramineum***

*Amblystegiaceae*

270-275/370-375/537-542/595-600

**3. *Calliergon trifarium***

*Amblystegiaceae*

450-455

**4. *Climacium dendroides***

*Climaciaceae*

645-650

**5. *Drepanocladus exanulatus***

*Amblystegiaceae*

645-650

**6. *Drepanocladus revolvens***

*Amblystegiaceae*

200-205/270-275/370-375/420-425/450-455/ 495-500/537-542/595-600/695-700/745-750

**7. *Meesia triquetra***

*Meesiaceae*

270-275/450-455/537-542/595-600

**8. *Leucodon sciuroides***

*Leucodontaceae*

595-600

**9. *Sphagnum centrale***

*Sphagnaceae*  
645-650

**10. *Sphagnum fallax***

*Sphagnaceae*  
745-750

**11. *Sphagnum sect. Palustria***

*Sphagnaceae*  
240-245/270-275/320-325/370-375/420-425/ 595-600

**12. *Sphagnum teres***

*Sphagnaceae*  
645-650/745-750

**13. *Thuidium tamariscinum***

*Thuidiaceae*  
745-750

Bestimmungsliteratur

DÜLL, R., 1990: Exkursionstaschenbuch der Moose. 3. Aufl., 335 S, IDH-Verl. für Bryologie und Ökologie, Bad Münstereifel.

FRAHM, J.P. u. FREY, W., 1987: Moosflora. 2. Aufl., 527 S., UTB, E. Ulmer Verl., Stuttgart.

FRAHM, J.P. u. FREY, W., 1992: Moosflora. 3. Aufl., 528 S., UTB, E. Ulmer Verl., Stuttgart.

GAMS, H., 1957: Kleine Kryptogamenflora. 4: Die Moos- und Farnpflanzen (Archegoniaten). 4. Aufl., 240 S., Stuttgart.

GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1974 a: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. II. Weitere Reste (Früchte und Samen, Moose u.a.) und ihre Bestimmungsmöglichkeiten. Telma, Band 4: 51-117 S., Hannover.

**2.4. Darstellung der Makrofossilbefunde**

Die Makrofossilanalyse ist eine Methode zur Ermittlung der früheren Pflanzendecke von Mooren. Die Gesamtheit dieser Reste kann als subfossile Pflanzengesellschaft angesehen werden. Durch die Großrestanalyse lassen sich auch Sukzessionsvorgänge rekonstruieren (GROSSE-BRAUCKMANN, 1974 b).

Folgende Probleme sind bei einer Großrestanalyse zu bedenken:

Manche Pflanzenarten hinterlassen keine bestimmbar Rest; in einer Torfprobe können sich auch Reste unterschiedlichen Alters nebeneinander befinden; Blätter, Früchte und Samen können auch allochthoner Herkunft sein (GROSSE-BRAUCKMANN, 1974 b).

### 2.4.1. Tabellarische Darstellung

Nach GROSSE-BRAUCKMANN, 1974 b

Die Untersuchungsbefunde werden tabellarisch dargestellt. In der Tabelle können alle Arten berücksichtigt werden, daher ist diese Darstellungsform von Vorteil.

Die Mengenangaben aus der Makrofossilanalyse werden in Häufigkeitsklassen zusammengefaßt. Daraus ergeben sich zwei verschiedene Schlüssel: Bei der Auswertung von Früchten und Samen werden die absoluten Zahlen festgehalten, bei den übrigen Resten (Holz, Gewebe und Moose) wird der Prozentanteil an der Gesamtmenge des Schlämmrückstandes geschätzt.

#### **Früchte und Samen**

1-2	Stück = s (selten)
3-5	Stück = m (mittelhäufig)
6-14	Stück = h (häufig)
15	Stück = H (sehr häufig)

#### **Gewebsreste**

- |      |   |  |
|------|---|--|
| +    | = | Gewebsreste in geringer Anzahl,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• weit unter 1% des gesamten Schlämmrückstandes ausmachend,</li> <li>• Früchte und Samen dieser Art fehlend oder höchstens mit der Häufigkeit "m" in der gesamten Probe</li> </ul> |
| 1    | = | Gewebsreste in geringer Anzahl,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• weit unter 1% des gesamten Schlämmrückstandes ausmachend,</li> <li>• Früchte und Samen häufiger als "m"</li> </ul>   |
| oder | = | Gewebsreste in größerer Anzahl,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• wenn auch weniger als 1%</li> </ul>  |
| oder | = | Gewebsreste in beliebiger Anzahl und<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-3 % des Schlämmrückstandes ausmachend,</li> <li>• Früchte und Samen vorhanden oder fehlend</li> </ul>   |
| 2    | = | Gewebsreste 4 - 9 %<br>des Schlämmrückstandes ausmachend,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Samen und Früchte vorhanden oder fehlend</li> </ul>  |
| 3    | = | Gewebsreste 10 - 24 %<br>des Schlämmrückstandes ausmachend,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Samen und Früchte vorhanden oder fehlend</li> </ul>  |
| 4    | = | Gewebsreste 25 - 49 %<br>des Schlämmrückstandes ausmachend,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Samen und Früchte vorhanden oder fehlend</li> </ul>  |
| 5    | = | Gewebsreste 50 - oder mehr Prozent<br>des Schlämmrückstandes ausmachend,<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Samen und Früchte vorhanden oder fehlend</li> </ul>   |

## 2.4.2. Darstellung der Stratigraphie

Def.: Stratigraphie: (lat. stratum = Lager) Schichtfolge

Die Ergebnisse der Großrestanalyse ermöglichen eine Beschreibung der Schichtfolge des Torfkörpers bzw. des Sedimentes.

### 2.4.2.1. Das TROELS-SMITH-System

Die Beschreibung von Torfen und Seeablagerungen erfolgt nach dem System von TROELS-SMITH, 1955. 1979 wurde von Bent AABY ein vereinfachtes TROELS-System entwickelt.

Das System basiert auf der Feststellung, daß jeder Torf- oder Sediment-Typ aus einer Mischung mehrerer Ablagerungskomponenten besteht.

Die Anzahl der Komponenten ist im System festgelegt.

## "Komponenten" (Nach AABY, 1979)

Komponenten	Untereinheiten		Beschreibung
<b>Substantia humosa</b> Vollständig zersetzte organische Substanz, homogen	Substantia humosa	Sh	• Humose Substanz
<b>Turfa</b> Reste unterirdischer Pflanzenteile und Moosreste	Turfa bryophytica Turfa bryoph. [Sphag.] Turfa lignosa Turfa lignosa [Ericales] Turfa herbacea  Turfa herbacea [Phrag]	Tb Tb[Sp] Tl Tl[Er] Th  Th[Ph]	• Moose • <i>Sphagnum</i> -Reste • Holzreste • <i>Ericaceen</i> -Reste • Reste von krautigen Pfl./Seggenreste • Schilfreste
<b>Detritus</b> Reste oberirdischer Pflanzenteile	Detritus lignosus  Detritus herbosus  Detritus granosus	DI  Dh  Dg	• Reste von Holzpfl. > 2 mm • Reste krautiger Pfl. >2 mm • Reste von 2-0,5 mm
<b>Limus</b> "Mudde"	Limus detritosus Limus humosus Limus siliceus-organogenus Limus calcareus Limus ferrugineus	Ld Lh Lso Lc Lf	
<b>Argilla</b> Ton	Argilla steatodes Argilla granosa	As Ag	• < 0,002 mm Ton • 0,06-0,002 mm Ton
<b>Grana</b> Mineralische Partikel	Grana arenosa Grana saburralia Grana glareosa minor Grana glareosa majora	Ga Gs Gg Gg	• 0,6-0,2 mm Feinsand • 2-0,6 mm Sand • 6-2 mm Grobsand • 20-6 mm Steine

Die Komponenten bzw. deren Untereinheiten werden durch Signaturen dargestellt; dadurch läßt sich ein graphisches Profil einer Ablagerung erstellen.

Die Anzahl und das Mischungsverhältnis der "Komponenten" charakterisiert die Ablagerung, dementsprechend werden auch die Symbole gemischt dargestellt.

#### 2.4.2.2. Die Konstruktion der Signaturen im Profil

##### **Humositas - Grad der Zersetzung**

Der Grad der Zersetzung einer Ablagerung wird durch die Strichdicke der Signatur ausgedrückt.

Im vereinfachten System nach AABY wird die Humifizierung in 3 Klassen dargestellt: schwach, mittel und stark zersetzt.

<b>Zersetzungsgrad</b>		
<b>Strichdicke</b>	<b>Zersetzung</b>	<b>Klasse</b>
dünner Strich	schwach zersetzt	Klasse 1
mittlerer Strich	mittel zersetzt	Klasse 2
dicker Strich	stark zersetzt	Klasse 3

*Die Strichdicke der Symbole drückt den Zersetzungsgrad aus!*

##### **Mengenanteile - Dichtegrad**

Der Mengenanteil der Komponenten einer Ablagerung wird durch die Dichte der Symbolanordnung dargestellt.

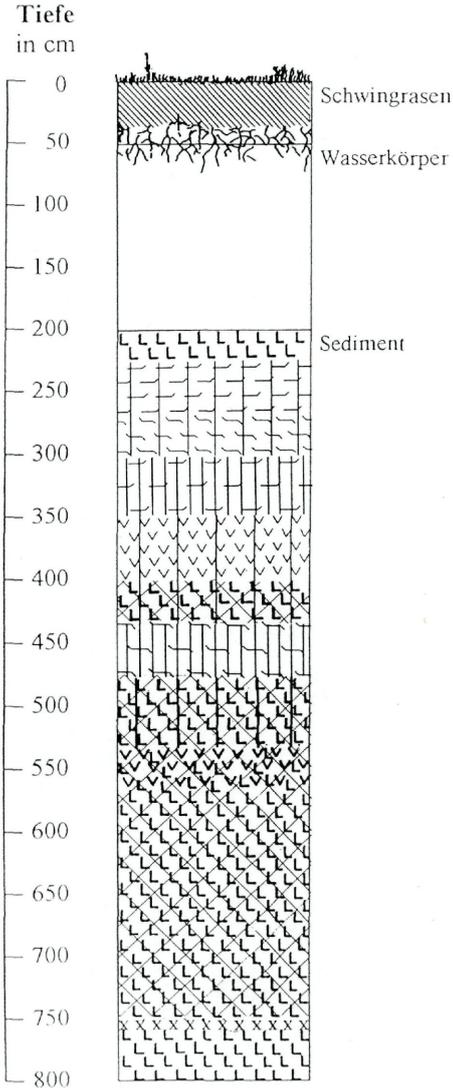
Im vereinfachten System nach AABY werden die Dichtegrade in 3 Stufen dargestellt.

<b>Mengenanteile - "Dichtgrade"</b>		
<b>Dichte</b>	<b>Mengenanteil</b>	<b>Stufe</b>
geringe Dichte	1/4 der Ablagerung	Stufe 1
mittlere Dichte	1/2 der Ablagerung	Stufe 2
hohe Dichte	3/4 - 4/4 der Ablagerung	Stufe 3

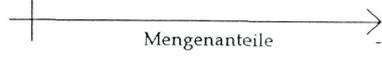
*Die Dichte der Symbole drückt die relative Häufigkeit aus!*

# Die Stratigraphie der Krotensee-Sedimente

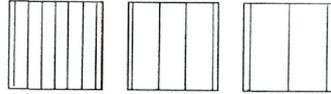
## Bohrung K1



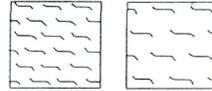
### Legende



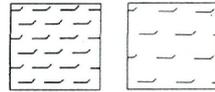
Turfa herbacea (Torf krautiger Pfl.)



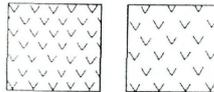
Turfa bryophytica (Moos-Torf)



Turfa bryoph. sphagni (Sphagnum-Torf)



Turfa lignosa (Holz-Torf)



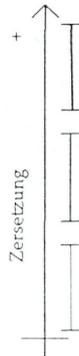
Limus detritus (Seeablagerung)



Seekreide

x x x x x x

Agrilla steatodes (Ton)



### 3. Die Pollenanalyse

Die Erstellung eines Pollendiagramms ermöglicht die zeitliche Einordnung der Großrestbefunde.

Das Verhältnis zwischen Baum-Pollen und Nicht-Baum-Pollen, die wechselnde Dominanz einzelner Baumarten im Verlauf eines Diagrammes und Kulturzeiger geben Aufschluß über die zeitliche Einstufung einer Ablagerung.

#### 3.1. Aufbereitung im Labor

##### 3.1.1. Entnahme der Proben aus dem Bohrkern

Senkrecht zur Bohrkernachse wird die oberste Schicht abgetragen um anschließend aus dem zentralen Teil des Bohrkernes die Probe (1 cm<sup>3</sup> Würfel) zu entnehmen.

Bohrkerne in cm	Proben für die Pollenanalyse in cm
200 - 250	210, 220, 230, 240
250 - 300	250, 260, 280, 300
300 - 350	320, 340
350 - 400	360, 380, 400
400 - 450	420, 440
450 - 500	460, 480, 500
500 - 550	520, 540
550 - 600	560, 580, 600
600 - 650	620, 640
650 - 700	660, 680, 700
700 - 750	720, 750
720 - 770	760
770 - 790	780

##### 3.1.2. Schweretrennung

Nach ZOLYOMY, 1953

Proben mit einem hohen mineralischen Anteil wurden vor der eigentlichen Aufbereitung einer Schweretrennung unterzogen.

Für das Pollendiagramm Krotensee wurde bei 16 Proben (210 - 220 cm und 520 - 780 cm) eine Schweretrennung mit Zink-Chlorid durchgeführt.

##### 3.1.3. Aufschluß der organischen Substanz

Nach einer vollständigen Entwässerung mit Essigsäure erfolgt die **Chlorierung** (nach ZOLYOMI, 1953 und SEIWALD, 1980) und **Acetolyse** (nach ERDTMAN, 1943).

Diese Standardmethode dient dem Aufschluß der organischen Substanz. Man erhält so eine Probe, die neben einigen unvermeidlichen Verunreinigungen nur noch aus Pollenkörnern besteht.

### **3.2. Untersuchung**

Die Auszählung (bis zu 1000 Pollenkörner pro Probe) und Bestimmung erfolgt mit dem Mikroskop (Nikon Type 104).

Für die Auszählung werden mikroskop. Präparate hergestellt, die systematisch durchgesehen werden. In den einzelnen Proben ist der Pollengehalt unterschiedlich, daher kann es nötig werden mehrere Präparate auszuzählen.

Die Auszählung erfolgte bei 400-facher Vergrößerung. Die Bestimmung schwieriger Arten wurde bei 1000-facher Vergrößerung mit einem Immersionsobjektiv durchgeführt.

In einem Protokoll werden die Gattungen bez. Arten jeder Probe zahlenmäßig festgehalten. Das Protokoll ist in Baum-Pollen (BP) und Nicht-Baum-Pollen (NBP) gegliedert und wird in Form einer Strichliste geführt. Man erhält so für jede Probe ein Protokoll mit relativen Pollen-Zahlen der einzelnen Gattungen bez. Arten.

### **3.3. Bestimmung**

Die Bestimmung der Pollenkörner erfolgt anhand spezifischer Merkmale der Pollenkornwand. Die Pollenkornwand weist Keimöffnungen (Aperturen) auf, die für einzelne Gattungen und Arten charakteristisch sind. Neben den Keimöffnungen sind auch die Oberflächenstrukturen ein wichtiges Bestimmungsmerkmal.

Nach FAEGRI und IVERSEN, 1975 und 1993 werden die Lage und Zahl der Keimöffnungen als Kriterium für die Einteilung in verschiedene Pollen-Klassen herangezogen. Innerhalb der Pollen-Klassen sind die Oberflächenstrukturen, Gestalt und Größe für die Bestimmung entscheidend.

Für die Bestimmung wurde rezentes Vergleichsmaterial herangezogen.

#### Bestimmungsliteratur

BEUG, H.-J., 1961: Leitfaden der Pollenbestimmung. 63 S., Stuttgart.

FAEGRI, K. u. IVERSEN, J., 1975: Textbook of pollen analysis. 3. Aufl., 295 S., Kopenhagen.

FAEGRI, K. u. IVERSEN, J., 1993: Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora. 85 S., G. Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York.

PUNT, W., 1976 ff.: The Northwest European Pollen Flora. Teil I, 1976, 145 S., Teil II, 1980, 265 S., Teil III, 1981, 138 S., Teil IV, 1984, 369 S., Teil V, 1988, 154 S., Amsterdam.

STRAKA, H., 1975: Pollen- und Sporenkunde. Eine Einführung in die Palynologie. 238 S., G. Fischer Verl., Stuttgart.

### **3.4. Darstellung der Ergebnisse**

Mit den ausgezählten Werten kann ein Pollendiagramm erstellt werden.

Die Ausarbeitung und das Plotten des Diagrammes erfolgte mit dem Computer-Programm TILIA am Institut für Botanik der Universität Salzburg.

In einem **Gesamtdiagramm** bildet die Summe der Nicht-Baum-Pollen und Baum-Pollen die Grundsumme:  $\Sigma BP + NBP = 100 \%$ . Ein Anstieg lokaler Pflanzenarten kann einen Rückgang der regional verbreiteten Arten im Diagramm verursachen und so eine großräumige Veränderung vortäuschen. Das Verhältnis der BP und NBP ist aber im Gesamtdiagramm besser veranschaulicht (GRÜGER, 1993).

#### **3.4.1. Die Pollenzonen**

Gleichartige Diagrammabschnitte bilden *Pollenzonen* (FIRBAS, 1949 und 1952), die als Grundschema dienen. Diese Gliederung wird häufig zusammen mit wichtigen geologischen und kulturgeschichtlichen Ereignissen dargestellt.

Die Pollenzonen charakterisieren einen bestimmten Zeitabschnitt - eine bestimmte Vegetationsabfolge ist damit aber nicht unbedingt definiert; da für die einzelnen Landschaften unterschiedliche Faktoren (Bodenreifung, Einwanderungswege der Hauptwaldbäume, menschlicher Einfluß, usw.) auf die Vegetationsentwicklung einwirken (KRISAI, 1975).

Das Postglazial wird in 3 Hauptabschnitte gegliedert: Vorwärmezeit, Wärmezeit und Nachwärmezeit. Erläuternde Angaben zu den Pollenzonen nach FIRBAS, 1949 und 1952 und KRAL, 1979 und SCHMIDT, 1981.

#### **Vorwärmezeit = Präboreal (Zone IV)**

10000 - 9000 BP; jüngere Kieferzeit; kalt-trocken  
Waldausbreitung durch Kiefer und Birke.

#### **Frühe Wärmezeit = Boreal (Zone V)**

9000 - 8000 BP; Haselzeit; warm-trocken  
Ausbreitung der Hasel. Neben der Kiefer ist der EMW stark vertreten.

#### **Mittlere Wärmezeit = Atlantikum (Zone VI - VII)**

8000 - 5000 BP; Eichenmischwaldzeit; warm-feucht  
Vorherrschend ist der Eichenmischwald (mit Hasel), die Fichte breitet sich verstärkt aus. In den feuchten, tieferen Lagen spielt die Erle eine große Rolle. An der Wende Älteres/Jüngeres Atlantikum setzt die gemeinsame Einwanderung von Buche und Tanne ein.  
Das Klima muß wärmer gewesen sein, dafür spricht auch die einstige Nordgrenze einiger klimatisch anspruchsvoller Pflanzen (z.B.: *Wassernuß*) und die Waldgrenzenverschiebung in den Gebirgen.

**Späte Wärmezeit = Subboreal (Zone VIII)**

5000 - 2500 BP; EMW-Tannen-Buchenzeit; kühler, trockener

Als letztes Element der Waldbäume wandert die Hainbuche (*Carpinus betulus*) ein.

Der Abschnitt ist durch buchenreiche Mischwälder charakterisiert. Je nach Landschaft nehmen Buche, Hainbuche, Tanne und Fichte zu. Mit dieser Zone setzten die ersten Anzeichen für Ackerbau ein.

**Nachwärmezeit = Subatlantikum (Zone IX-X)**

2500 BP - Gegenwart; Buchenzeit; kühl, feucht

Die Nachwärmezeit wird in zwei Abschnitte gegliedert:

Ältere Nachwärmezeit (Zone IX)

Die bezeichnenden Züge werden durch die Buche und etwas Hainbuche, in den Gebirgslagen auch durch die Tanne geprägt. Kulturbegleiterpollen spielen noch eine untergeordnete Rolle. Eine Klimaverschlechterung in Übergängen.

Jüngere Nachwärmezeit (Zone X)

Durch die starke Zunahme der Rodungsflächen kommt es zum Anstieg der Pollen lichtbedürftiger Pflanzen. Der starke menschliche Einfluß zeigt sich auch in der Zunahme der Kulturpollen.

<b>Zeit</b> vor heute = before present (B.P.)	<b>Zonen</b>	
2500 B.P.- Gegenwart	X	Jüngeres Subatlantikum
	IX	Älteres Subatlantikum
5000-2500 B.P.	VIII	Subboreal
8000- 5000 B.P.	VII	Jüngeres Atlantikum
	VI	Älteres Atlantikum
9000-8000 B.P.	V	Boreal
10000-9000 B.P.	IV	Präboreal

## 4. C-14-Daten

C-14-Daten ermöglichen eine genaue zeitliche Einordnung der Diagrammabschnitte.

Aus dem Bohrkern des Krotensees wurden zwei Proben für die C-14-Datierung entnommen und an das Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Universität Wien (Dr. Edwin PAK) weitergeleitet.

Da die Probenentnahme für die C-14-Datierung erst nach der Erstellung des Pollendiagrammes gezielt erfolgen sollte, konnten die entsprechenden Proben erst im November 1994 nach Wien zur Untersuchung weitergeleitet werden. Die Wartezeit auf die Ergebnisse beträgt aber bis zu einem Jahr, die Daten können daher erst 1995 nachgereicht werden.

## 5. Verlandungs- und Sukzessionsvorgänge am Krotensee im zeitlich-vegetationsgeschichtlichen Zusammenhang

### 5.1. Das Pollendiagramm

#### 5.2.1. Präboreal IV 8000 - 7000 v.Chr. (780 - 660 cm)

Das Pollendiagramm beginnt bei 780 cm mit dem Präboreal. Das Präboreal ist durch den hohen Kiefern(Pinus)-Anteil charakterisiert. Bei 720 cm erreicht die Kiefer mit 80 % den höchsten Wert im Diagramm. Bei 680 cm weist die Birke (Betula) ein Maximum von 30 % auf. Als weitere Lichtholzart kommt bei 680 cm die Ulme (Ulmus) hinzu. Die geschlossenen Kurven von Ahorn (Acer), Linde (Tilia), Eiche (Quercus) und Esche (Fraxinus) setzen bei 660 cm ein; der gleichzeitige Anstieg der Hasel (Corylus) leitet zum Boreal über. Eine genaue Grenze zwischen Präboreal und Boreal lässt sich nicht ziehen.

#### 5.2.2. Boreal V 7000 - 6000 v.Chr. (ca. 660 - 600 cm)

Das Areal der Birke wird zunehmend durch die Hasel eingeengt. Die Hasel steigt bei 620 cm auf über 30 % an. Die verstärkte Ausbreitung der Eichenmischwald-Elemente (Eiche, Ulme, Linde, Esche und Ahorn) bildet den Übergang zum Älteren Atlantikum.

#### 5.2.3. Atlantikum VI/VII 6000 - 3000 v.Chr. (600 - 540 cm)

Neben den EMW-Arten tritt die Fichte (Picea) verstärkt auf, bei 560 cm erreicht die Fichte mit 14 % den höchsten Wert im Diagramm. Hedera und Viscum sind als typisch atlantische Elemente vertreten. Während des Atlantikums wandern Buche (Fagus) und Tanne (Abies) ein.

Bei 550 cm wurde ein großer Holzrest (Esche) zur C-14-Datierung entnommen.

#### 5.2.4. Subboreal VIII 3000 - 500 v.Chr. (540 - 380 cm)

Der Anstieg der Buche auf über 50 % bei 520 cm kennzeichnet den Beginn des Subboreals. Gleichzeitig mit der Buche zeigt auch die Tanne einen Anstieg, die Tannen-Werte steigen zu Beginn des Abschnittes auf 11 % an. Die EMW-Arten gehen stark zurück. Als letztes Element der Waldbäume wandert die Hainbuche (*Carpinus*) ein. Die Hainbuchen-Kurve beginnt bei 480 cm.

Die Erlen(*Alnus*)-Kurve steigt kontinuierlich an, der Höchstwert liegt bei 400 cm mit 51 %. Aufgrund der fortschreitenden Verlandung des Krotensees haben sich vermutlich Erlenbestände im Randbereich ausgebreitet. Gleichzeitig mit dem Erlenanstieg sinken die Buchenwerte im Diagramm dramatisch ab. Das starke Absinken der Buchenwerte ergibt sich rein rechnerisch durch den starken lokalen Anstieg der Erle, d.h. der massive Abfall der Buchenwerte ist vorgetäuscht. Kleinere Rodungsmaßnahmen sind in diesem Abschnitt allerdings nicht auszuschließen. Im Sediment des Krotensees konnte bei 450 cm ein Holzkohlestück gefunden werden, das durch Brandrodung entstanden sein könnte.

Bei 500 cm setzt die Getreidekurve ein, die Werte überschreiten aber kaum 1 % - gleichzeitig tritt auch *Plantago* (Weidezeiger) auf. Die Kulturzeiger setzen mit Ende der Jungsteinzeit ein, die Werte bleiben während der Bronzezeit (1800 - 750 v.Chr.) gering. Da keine größeren Rodungen vorgenommen wurden lag der Schwerpunkt der Landwirtschaft vermutlich bei der Viehwirtschaft mit Waldweidenutzung.

#### 5.2.5. Subatlantikum IX/X 500 v.Chr. - Gegenwart (380 - 230 cm)

Während des Älteren Subatlantikums wird der anthropogene Einfluß auf die Vegetation stärker. Die Buchenkurve sinkt von 57 % (340 cm) auf 17 % (320 cm), der Anteil der Baumpollen beträgt nur noch 78 %. Dieser Abfall geht auf Rodungstätigkeit zurück. Historisch gesehen läßt sich diese Rodung nicht genau zuordnen, es könnte sich aber bereits um den Beginn der Römerzeit (15 v.Chr. - 500 n.Chr.) handeln. Das Diagramm endet bei 230 cm - die Getreidekurve zeigt weiterhin Werte unter 1 %. Vermutlich liegt bei 230 cm das Ende der Römerzeit bzw. der Beginn der Völkerwanderungszeit. Das Sediment der Krotensees endet also vermutlich mit der Völkerwanderungszeit, denn es zeichnet sich noch kein Anstieg der Getreidekurve ab, der für den verstärkt betriebenen Ackerbau während des Mittelalters typisch wäre.

Zur genauen Datierung wurde bei 2,7 m (starkes *Meesia*-Vorkommen) eine Probe für eine C-14-Untersuchung entnommen.

### **5.2. Stratigraphie**

Der Krotensee entstand in einem Toteisloch nach dem Rückzug des würmeiszeitlichen Gletschers (KRISAI und SCHMIDT, 1983). Zwischen 800 cm und 752 cm besteht das Sediment aus reinem glazialen Ton (blau-grau). Über dieser Tonaufgabe wurde eine dünne Schicht Seekreide abgelagert.

Seekreide bildet sich in klaren nährstoffarmen Seen. Mit der zunehmenden Besiedelung durch Wasserpflanzen endet die Seekreidebildung, da es zu einer Anreicherung mit Huminstoffen im Wasser kommt.

Der Pollengehalt des glazialen Tones ist sehr gering, eine zeitliche Einordnung ist daher schwierig. Vermutlich gehört dieser Abschnitt bereits zum Präboreal (8000-7000 v.Chr.), historisch gesehen also zum Mesolithikum (mittl. Steinzeit).

Über der Seekreide folgen bis 470 cm Seeablagerungen (humoser Ton). Die Tabelle zeigt eine Häufung von Wasserpflanzen-Samen in diesem Bereich. Charakteristische **Wasserpflanzen**, wie *Potamogeton* sp., *Trapa natans*, *Chara*.sp. und *Nitella flexilis* sind durch Funde belegt.

Von *Trapa natans* konnten zwischen 547 und 537 cm 5 Früchte bzw. deren Bruchstücke gefunden werden. *Trapa natans* kommt heute nicht mehr im Gebiet vor, die nächsten Fundorte sind in der West- und Oststeiermark, sowie im Güssinger Teich/Burgenland (SCHRATT, 1993).

Das *Trapa*-Vorkommen liegt zeitlich an der Grenze Atlantikum/Subboreal, also ca. 3000 v.Chr., in der Jungsteinzeit.

Zwischen 565 - 530 cm treten verstärkt Holzreste im Sediment auf, die vermutlich aus dem Uferbereich des offenen Gewässers stammen. Bei 540 cm wurde ein großes *Fraxinus*-Holzstück für C-14-Datierung entnommen.

Bei 530 - 470 cm treten unbestimmbare Wurzelreste in der Seeablagerung auf, die vermutlich von Wasserpflanzen stammen. Darüber liegt eine Torfschicht (470 - 433 cm).

Die Torfablagerung besteht aus Scheuchzeria- und Moosresten. Die Tabelle zeigt eine zunehmende Verlandung: **Röhrichtpflanzen**, wie *Cicuta virosa* und *Typha* sp., treten auf, dazu kommen *Viola palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile* und *Thelypteris palustris*. Während der Bronzezeit (1800 - 750 v.Chr.) kam es also zu einer zunehmenden Ausbreitung von Röhrichtpflanzen.

Darüber liegen wieder Seeablagerungen (433 - 400 cm) mit unbestimmbaren Wurzelresten (vermutlich von Wasserpflanzen) - hier hat ein Seespiegelanstieg stattgefunden.

Es schließt eine holzreiche Zone mit Birken- und Erlenresten an, die vermutlich aus dem Randbereich des Sees stammen.

Es folgt ein Torflager mit *Scheuchzeria* und *Sphagnum sect. Palustria* (350 - 300 cm). Zwischen 300 - 260 cm kommt *Meesia triquetra* vor. *Meesia* braucht terrestrische Bedingungen, d.h. der Wasserspiegel muß bedeutend niedriger gewesen sein! Dieser Tiefstand des Wasserspiegels fällt vermutlich in die Römerzeit (15 v.Chr. - 500 n.Chr.).

In der Tabelle kommt es jetzt zu einem verstärkten Auftreten von Resten der **Großseggenarten** (*Carex elata*, *Carex rostrata*). Die Betula- und Alnusreste stammen aus dem Randbereich.

Der Wasserspiegel muß in der Folge wieder angestiegen sein - von 260 - 222 cm treten wieder Sphagnen auf; hier endet das Sediment vermutlich in der Völkerwanderungszeit.

Schließlich muß es durch einen weiteren Wasserspiegelanstieg zur Schwingrasenbildung gekommen sein.

Bei 222 cm schließt eine Tonauflage an. Die Tonschicht (222 - 200 cm) ist pollenleer und wurde vermutlich erst durch den Bau der Krottenseestraße eingeschwemmt.

### **5.3. Die Entstehung des Schwingrasens**

Ein sukzedaner Schwingrasen bildet sich durch langsame Überwachsung der Wasseroberfläche mit Rhizomen verschiedener Pflanzenarten zwischen denen dann Torfmoose wachsen können. Ein simultaner Schwingrasen entsteht durch Abheben und Aufschwimmen von Torfdecken (STEINER, 1992). Der Schwingrasen des Krotensees ist simultan entstanden.

Die Entstehungszeit des Schwingrasens läßt sich nur schwer datieren, da im Sediment der jüngste Abschnitt fehlt! Das Sediment endet vermutlich mit der Völkerwanderungszeit (ca. 500 n.Chr.), das Mittelalter und die Neuzeit sind praktisch nicht mehr dokumentiert.

Das Fehlen der jüngeren Sedimente dürfte aber mit der simultanen Entstehung des Schwingrasens zusammenhängen. Der fehlende Abschnitt des Sediments wurde vermutlich als Torfdecke mit der rezenten Vegetation bei der Schwingrasenbildung abgehoben. Dieser Torf dürfte in der Folge wieder zum Seegrund absedimentiert sein. Bei den Probesondierungen im zentralen Bereich des Schwingrasens zeigte sich, daß am Seegrund eine mächtige Schlammschicht lagert, die für eine Beprobung nicht geeignet war. In dieser Schlammschicht dürfte sich das "fehlende" Sediment befinden und ist daher für eine vegetationsgeschichtliche Untersuchung nicht greifbar.

Das Sediment der Bohrung K1 endet mit der Völkerwanderungszeit, d.h. der Schwingrasen könnte sich bereits vor 1500 Jahren gebildet haben - was aber unwahrscheinlich ist. Der Schwingrasen des Krotensees ist vergleichsweise dünn. Die tragende Schwingrasenschicht macht nur ca. 20 - 30 cm (überwiegend rezentes Material) aus, dann folgt noch der restliche Wurzelraum der rezenten Vegetation, der in den Wasserkörper ragt. Eine jüngere Entstehung ist wahrscheinlicher, da der Schwingrasen über einen langen Zeitraum hinweg auch ein vertikales Wachstum zeigen müßte. Die geringe vertikale Mächtigkeit ist aber nicht unbedingt ein Kriterium für die Altersbestimmung, da der Schwingrasen abgestorbenes organisches Material laufend in den Wasserkörper absedimentiert.

Ein simultaner Schwingrasen kann durch die Veränderung der trophischen Bedingungen im Gewässer entstehen - bei Eutrophierung kann es zur Sumpfgasbildung bei subaquatischen Torfen kommen, die zur Ablösung der Torfdecke führt. Eine simultane Schwingrasenbildung kann aber auch durch einen massiven Wasseranstieg verursacht werden (STEINER, 1992).

Ein massiver Wasseranstieg dürfte auch am Krotensee zur Schwingrasenbildung geführt haben. Das Vorkommen von *Meesia* im Torf (300 - 260 cm) läßt eindeutig auf terrestrische Bedingungen in diesem Abschnitt schließen. In der Folge muß der Seespiegel wieder angestiegen sein (hoher *Sphagnum*-Anteil im Torf zwischen 260 - 222 cm). Ein weiterer Wasseranstieg führte letztlich zur Schwingrasenbildung. Ein derartiges Ansteigen des Wasserspiegels kann durch künstlichen oder natürlichen Aufstau erfolgen, aber auch klimatische Veränderungen sind als Ursache möglich.

#### 5.4. Übersicht

<b>Prähistorische und historische Daten</b>	<b>Zonen</b>		<b>Vegetationsgeschichte</b>	<b>Stratigraphie</b>
Neuzeit Mittelalter 10.Jh - 14.Jh. Bajuwarische Zeit 530 - 800 n.Chr. (Völkerwanderung)	X	Jüngerer Subatlantikum		
Römerzeit 15 v.Chr. - 500 n. Chr. La-Tène-Zeit 450 v.Chr. - Chr.Geb. Hallstattzeit 750 - 450 v.Chr.	IX	Älteres Subatlantikum	Rodungsmaßnahmen Kulturzeiger	Torf
Bronzezeit 1800 - 750 v.Chr.	VIII	Subboreal	Buche und Tanne Hainbuche wandert ein Kulturzeiger	Seeablagerung Torf Seeablagerung
Jungsteinzeit 5000 - 1800 v.Chr.	VII	Jüngerer Atlantikum	EMW und Fichte	
	VI	Älteres Atlantikum		
	V	Boreal	Hasel nimmt zu	
mittl. Steinzeit 12000 - 5000 v.Chr.	IV	Präboreal	Kiefer (dominiert) und Birke	Seekreide glazialer Ton

## 6. Literatur

- AABY, B., 1979: Charakterisation of peat and lake deposits. In: BERGLUND, B. E., Paleohydrological changes in the temperate zone in the last 15000 years. Subproject B., Lake and mire environments, Projekt Guide Vol. I, General Projekt Description, 77-98, Lund.
- ADLER, W., OSWALD, K. und FISCHER, R., 1994: Exkursionsflora von Österreich. 1180 S, Ulmer Verl., Stuttgart, Wien.
- AVERDIECK, F.-R., 1980: Der Entwicklungsgang im zeitlichen Ablauf und "Moorarchäologie". In GÖTTLICH, K. (ed): Moor- und Torfkunde. 2. Aufl.: 77-127., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. 3. Aufl., Wien, New York.
- ERDTMAN, G., 1943: An Introduction to Pollen Analysis. Chronica Botanica, Bd. XII, 239 S, New York.
- FIRBAS, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I, Allgemeine Waldgeschichte. 480 S, Jena.
- FIRBAS, F., 1952: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. II, 256 S, Jena.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1974 b: Zum Verlauf der Verlandung bei einem eutrophen Flachsee (nach quartärbotanischen Untersuchungen am Steinhuder Meer). I. Heutige Vegetationszonierung, torfbildende Pflanzengesellschaften der Vergangenheit. Flora 163: 179-229.
- GRÜGER, E., 1993: Über die Deutung pollenanalytischer Daten aus archäologischen und siedlungsgeschichtlichen Untersuchungen (mit Befunden aus der Umgebung von Pompeji und vom Höllener See in Oberösterreich). Bioarchäologie und Frühgeschichtsforschung, Archaeologia Austriaca - Monographie 2: 43-66, Institut für Ur- und Frühgeschichtsforschung, Wien.
- KRAL, F., 1979: Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. 175 S., Österr. Agrarverl., Wien
- KRISAI, R. und R. SCHMIDT, 1983: Die Moore Oberösterreichs. 298 S, Trauner Verl., Linz .
- SCHMIDT, R., 1981: Grundzüge der spät- und postglazialen Vegetations- und Klimageschichte des Salzkammergutes (Österreich) aufgrund Palynologischer Untersuchungen von See- und Moorprofilen. 96 S., Verl. d. Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien.

SCHRATT, L., 1993: Potametea. In GRABHERR, G. und MUCINA, L.(ed): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation: 55-78, G. Fischer Verl., Jena, Stuttgart, New York.

SEIWALD, A., 1980: Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natzner Plateau - Villanderer Alm. Ber. nat.-med. Ver. Innsbr., Bd. 67: 31-72, Innsbruck.

STEINER, G.M., 1992: Österreichischer Moorschutzkatalog. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Band 1, 4. Aufl., 509 S, Verl. Ulrich Moser, Wien

TROELS-SMITH, J., 1955: Karakterisering af lose jordarter. Danm. Geol. Unders. IV., Raekke Bd. 3/10: 39-73, Kopenhagen.

ZOLYOMI, B., 1953: Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglazial. Acta Biol. Acad. Sci. Hungaricae 4, H 3-4: 367-409, Budapest.



**Tabelle Krottensee K1**

Tiefe in cm	200	217	240	270	320	370	420	450	495	537	595	645	695	745
Artenzahl	15	18	9	12	6	15	9	15	12	19	9	16	7	14

**Wasserpflanzen**

<i>Potamogeton</i> sp.	.	H	.	.	.	s	+	.	2	H	+	s	s	+
<i>Trapa natans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.
<i>Nitella flexilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	H	.	.	.	.
<i>Chara-Oogone</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	s	.	h

**Niedermoorarten**

<i>Drepanocladus revolvens</i>	+	.	.	+	.	+	+	3	+	+	+	.	+	+
<i>Thelypteris palustris</i>	1	2	2	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Typha</i> sp.	m	h	.	s	.	s	.	s	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i>	s	h	.	.	.	.	.	.	s	m	.	.	.	.
<i>Cyperaceen-Epidermis</i>	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Carex elata</i>	3	3	s	.	.	.	.	.	.	s	.	1	.	+
<i>Carex nigra</i>	s	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.
<i>Carex rostrata</i>	1	.	.	h	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.
<i>Drosera intermedia</i>	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	h	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex paniculata</i>	H	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens cernua</i>	s	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus sceleratus</i>	.	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum</i> sp.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scirpus</i> sp.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosoton aquaticum</i>	.	s	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.
<i>Calliergon stramineum</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Meesia triquetra</i>	.	.	.	4	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.
<i>Carex</i> sp.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.
<i>Viola palustris</i>	.	.	.	.	.	s	s	h	.	.	.	.	.	.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	+	+	1	.	s	.	.	.	.
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	.	.	s	.	.	.	s	.	.	.	.
<i>Cicuta virosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Calliergon trifarium</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Climacium dendroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Drepanocladus exanulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sphagnum centrale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Sphagnum teres</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Sphagnum fallax</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Thuidium tamariscinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+

**Hochmoorarten**

<i>Carex limosa</i>	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	+	s	+
<i>Sphagnum sect. Palustria</i>	.	.	4	2	3	+	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	.	5	5	5	3	.	5	.	.	.	.	.	.
<i>Trichophorum</i> sp.	s	h	.	.	.	.	.	s	.	.	.	s	.	.
<i>Eriophorum vaginatum</i>	.	s	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhynchospora alba</i>	.	.	.	.	.	.	h	.	.	.	.	.	.	.

**Gehölze**

Laubblattreste	+	.	+	+	+	2	+	.	+	3	+	+	+	+
<i>Betula</i> sp.	.	s	m	H	s	H	h	s	h	m	+	H	1	H
<i>Ainus glutinosa</i>	.	+	1	1	+	3	+	m	h	.	.	.	.	+
<i>Carpinus betulus</i>	.	.	s	.	.	.	.	.	m	.	.	.	.	.
<i>Abies alba</i> -Nadel	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Laubholzborke	.	.	.	.	.	5	+	.	.	3	.	+	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	+	.	s
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.
<i>Frangula alnus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.
<i>Tilia</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	H	s	.	.	.
Nadelholz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
Nadelholzborke	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Pinus</i> sp.-Nadel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Leucodon sciuroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

**Kulturzeiger**

<i>Thlaspi arvense</i>	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver rhoeas</i>	.	.	.	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.

**Sonstige**

<i>Callitriche</i> sp.	.	.	m	s	.	.	.	.	h	s	.	.	.	.
Lamiaceae	.	.	s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gewebe	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Wurzelreste	.	.	.	.	.	.	4	.	4	.	1	.	.	.
Blüten	.	.	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Knospen	.	.	.	.	.	s	.	.	.	s	s	.	.	.
Knospenschuppen	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum</i> -Kapseln	.	.	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Holzkohle	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

