

Die Vegetation des Funtensees, Grünsees, Schwarzensees und Obersees im Nationalpark Berchtesgaden

Thomas Schauer

Inhalt:

1. Einleitung
2. Darstellung der einzelnen Seen
- 2.1 Funtensee
- 2.2 Grünsee
- 2.3 Schwarzensee
- 2.4 Obersee
3. Diskussion der Ergebnisse
4. Zusammenfassung
5. Danksagung
6. Literatur
7. Bildnachweis

1. Einleitung

Die Untersuchung der Vegetation alpiner Seen gerät bei der Artenfülle der terrestrischen Lebensräume in der näheren und weiteren Umgebung dieses Gebirgsstockes meist ins Hintertreffen, so daß floristische Angaben über diese von Natur aus wesentlich artenärmeren Standorte nur auf zufälligen oder am Rande anderer Untersuchungen gemachten Beobachtungen beruhen. Nähere Auskünfte über die Vegetation des Gebietes, in dem die untersuchten Seen liegen, liefern LIPPERT (1966), MAGNUS (1915) und VOLLMANN (1914).

Der Lebensraum Gebirgssee mit langer winterlicher Vereisung, geringem Nährstoffgehalt und niederen sommerlichen Wassertemperaturen bietet nur wenigen Arten Siedlungsmöglichkeiten. Freilich dürfte der geringe Nährstoffgehalt in den seltensten Fällen der limitierende Faktor für die Vegetation sein. Bedeutet doch Oligotrophie der Gewässer in der Regel große Sichttiefen und damit für Wasserpflanzen hohen Lichtgenuß, so daß diese noch in größeren Wassertiefen Lebensmöglichkeiten haben.

Auch in dem von MELZER (1981) untersuchten Königssee mit oligotrophen Verhältnissen (s. SIEBECK 1982) dringen die Makrophyten in größere Tiefen vor, aber nur wenige Uferabschnitte sind überhaupt von Pflanzen besiedelt. Jene Faktoren, die die Besiedlung kleiner Gebirgsseen entscheidend beeinflussen können, sollen anhand der Vegetationsverhältnisse dieser überwiegend in der subalpinen Zone liegenden Gebirgsseen im Nationalpark Berchtesgaden aufgezeigt werden.

Zu diesem Zweck wurden im Sommer 1982 die vier

Seen mit Hilfe von Tauchgeräten abgetaucht und dabei die Makrophytenvegetation erfaßt, der Deckungsgrad der dominierenden oder wesentlich an der Vegetationszusammensetzung beteiligten Arten abgeschätzt und jeweils für kurze Uferabschnitte von 30 bis 50 m Länge in einer Karte eingetragen. Für die submersen Arten, die abschnittsweise höhere Flächenanteile einnahmen, wurden dementsprechend mehrere Signaturen (siehe Karten 1 - 4) ausgewählt. Der Deckungsgrad dieser Arten wurde in einer dreifachen Abstufung festgelegt: geringe Bedeckung, 1 - 10 %, mittlere Bedeckung, 11 - 50 % und starke Bedeckung, 51 - 100 %. Somit besitzen Arten, die nur gelegentlich an einigen Uferabschnitten mit geringer Deckung vorkamen, nur eine Signatur. Die Vegetation der amphibischen Uferzone, der anschließenden Verhandlungsbereiche und die der Uferabhängige sind in den Karten mit einer Flächensignatur, ohne Angaben über einzelne Pflanzenarten, versehen.

Die wichtigsten morphometrischen Daten der einzelnen Seen sind aus dem Seenverzeichnis der Bayerischen Seen (GRIMMINGER 1982) entnommen

Morphometrische Daten der untersuchten Seen

	Höhe	Fläche	max. Tiefe	Volumen	mittlere Tiefe	Umfang	Einzugsgebiet
	ü. NN	ha	m	m ³	m	km	km ²
Funtensee	1601	3,44	5,5	86000	2,5	0,78	10
Grünsee	1481	3,92	9,2	204000	5,2	0,8	2
Schwarzsee	1568	0,89	ca. 4	keine Angaben	vorhanden		
Obersee	613	56,97	51	16855000	29,6	3,5	38,03

2. Darstellung der einzelnen Seen

2.1 Funtensee

Situation

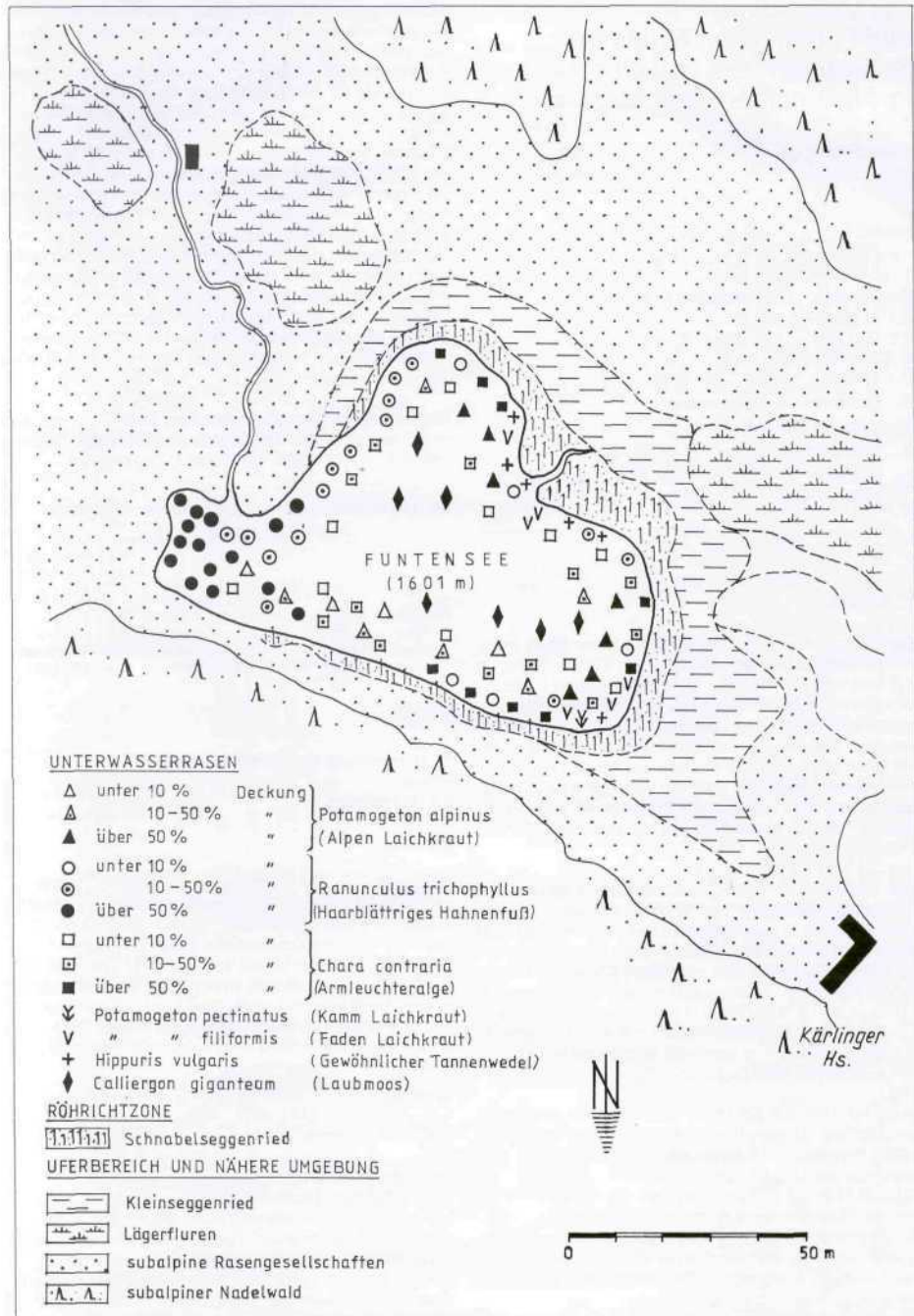
Der Funtensee, ein Karstsee, liegt in einer weiten Doline. Er hat nur einen oberirdischen Zufluß, den Stuhlgraben, der bei Hochwasser reichlich Geschiebe, Geröll und Feinsedimente aus den zahlreichen Uferanbrüchen im Einzugsgebiet anlieftet und im Mündungstrichter am Westufer ablagert. Einen oberirdischen Auslauf besitzt der Funtensee nicht. Dieser erfolgt durch einen unterirdischen, als rauschenden Wasserfall hörbaren Abfluß. Jene Stelle wird als Teufelsmühle bezeichnet.

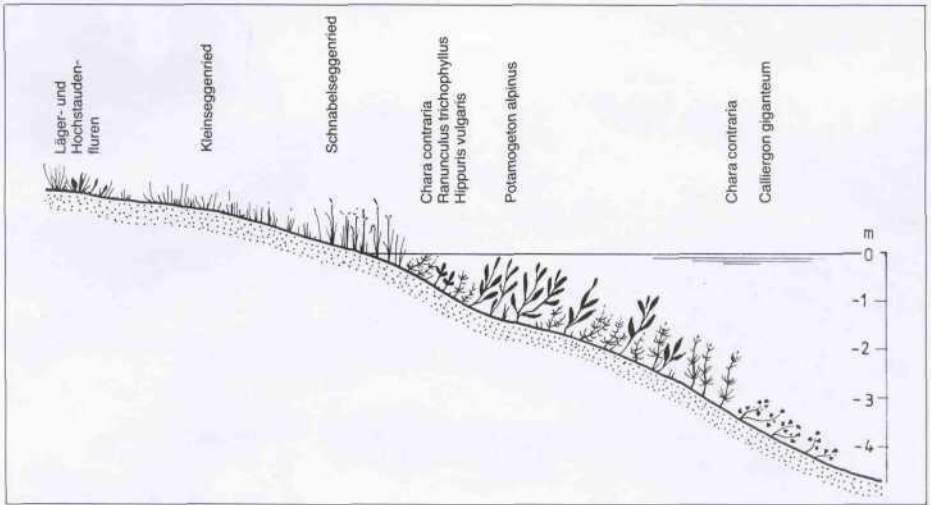
Vegetation (siehe Karte 1 und Vegetationsprofil 1)

Ufer und ufernaher Bereich

Charakteristische Arten:

Blütenpflanzen: Braun-Segge (*Carex fusca*), Schnabel-Segge (*Carex rostrata*), Blasen-Segge (*Carex vesicaria*), Rasenschmiege (*Deschampsia caespitosa*), Schmalblättriges Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), Gewöhnliche Sumpfbins (*Eleocharis palustris*), Breitblättriges Knabenkraut (*Dactylorhiza majalis*), Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), Eisenhutblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus aconitifolius*), Trollblume (*Trollius*





Vegetationsprofil 1: Funtensee.

europaeus), Kronenlattich (*Willemetia stipitata*) und andere Arten der Feuchtfleichen.

Laubmoose: *Barbula tophacea*, *Schistidium rivulare*, *Pohlia wahlenbergii*, *Drepanocladus aduncus*, *Calliergon giganteum*, *Acrocladium cuspidatum* und *Amblystegium varium*.

Auf den Seetonablagerungen des Funtenseekegels hat sich ein ausgedehnter halbkreisförmiger Gürtel aus einer staudenreichen Kleinseggen- und Flachmoorgesellschaft entwickelt, die noch von den starken Wasserspiegelschwankungen des Sees erfaßt wird. Am steileren Südufer, an dem auch der Weg vom Kärlingerhaus zum Steinernen Meer führt, wird diese amphibische Zone unterbrochen.

Mit zunehmender Entfernung vom See nimmt der Anteil von Hochstauden- und Lägerfluren wie Grauer Alpenpendost (*Adenostyles alliariae*), Alpen-Geiskraut (*Senecio alpinus*) und Alpen-Ampfer (*Rumex alpinus*) zu. Außerhalb des Schwankungsbereiches ist der Funtensee von subalpinen Rasengesellschaften, Almweiden, Hochstaudenfluren und ausgedehnten Lägerfluren umgeben.

Letztere weisen auf einen ziemlich hohen Viehbesatz hin. Seit 1965 werden hier die Almflächen nicht mehr bestoßen. Die Vegetation der stickstoffliebenden Gesellschaften bleibt jedoch noch viele Jahrzehnte erhalten, auch wenn keine Nachlieferung an Stickstoff erfolgt. Entlang der Uferlinie ist der See von einer breiten Zone mit Schnabel-Segge (*Carex rostrata*), gelegentlich mit Blasen-Segge (*Carex vesicaria*) umgeben. Dieser Großseggen-Gürtel ersetzt hier den Röhrichtgürtel tieferliegender Seen.

Unterwasserrassen

Artenzusammensetzung: Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Faden-Laichkraut (*Potamogeton filiformis*), Haarblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*), Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*), die Armeleuchteralge *Chara contraria*, gelegentlich in der *fo. hispida* und das Laubmoos *Calliergon giganteum*.

Die Makrophytenvegetation, die - mit seltenen Ausnahmen - ständig im oder unter Wasser lebt, wird in der Regel in eine Zone der Schwimmblattpflanzen und in eine Zone der Unterwasserrassen eingeteilt. Arten der Schwimmblattzone fehlen hier völlig. Die Zone der Unterwasserrassen werden hauptsächlich von 3 Arten bestritten, nämlich *Potamogeton alpinus*, *Ranunculus trichophyllus* und *Chara contraria*, die im starken Konkurrenzkampf um die jeweilige Vorherrschaft liegen. Dabei können neben Zufälligkeiten, welche Pflanze sich angesiedelt hat, kleinräumliche Standortunterschiede der einen oder anderen Art zum Vorteil und damit zur kleinräumigen Dominanz verhelfen. Wichtigste Faktoren in diesem Zusammenhang dürften hier Wassertiefe bzw. Auswirkung der Wasserspiegelschwankungen einerseits und Nährstoffeintrag und Sedimentation in den See andererseits sein. So bevorzugen die ausgedehnten Rasen des Alpen-Laichkrautes die Tiefenbereiche zwischen 1 und 2 m (zum Zeitpunkt der Untersuchung im August) und überlassen den Chararassen die tieferen Bereiche oder jene ufernahen Flächen, die bei länger anhaltenden Schönwetterperioden trockenfallen können. Somit ergibt sich - zumindest an einigen Uferabschnitten - eine deutliche Zonierung in einen ufernahen Seichtwasserstreifen mit Characeen, einen oft mächtig entwickelten, dichtwüchsigen und bis an die Wasseroberfläche reichenden Bestand aus *Potamogeton alpinus*, der in größerer Tiefe

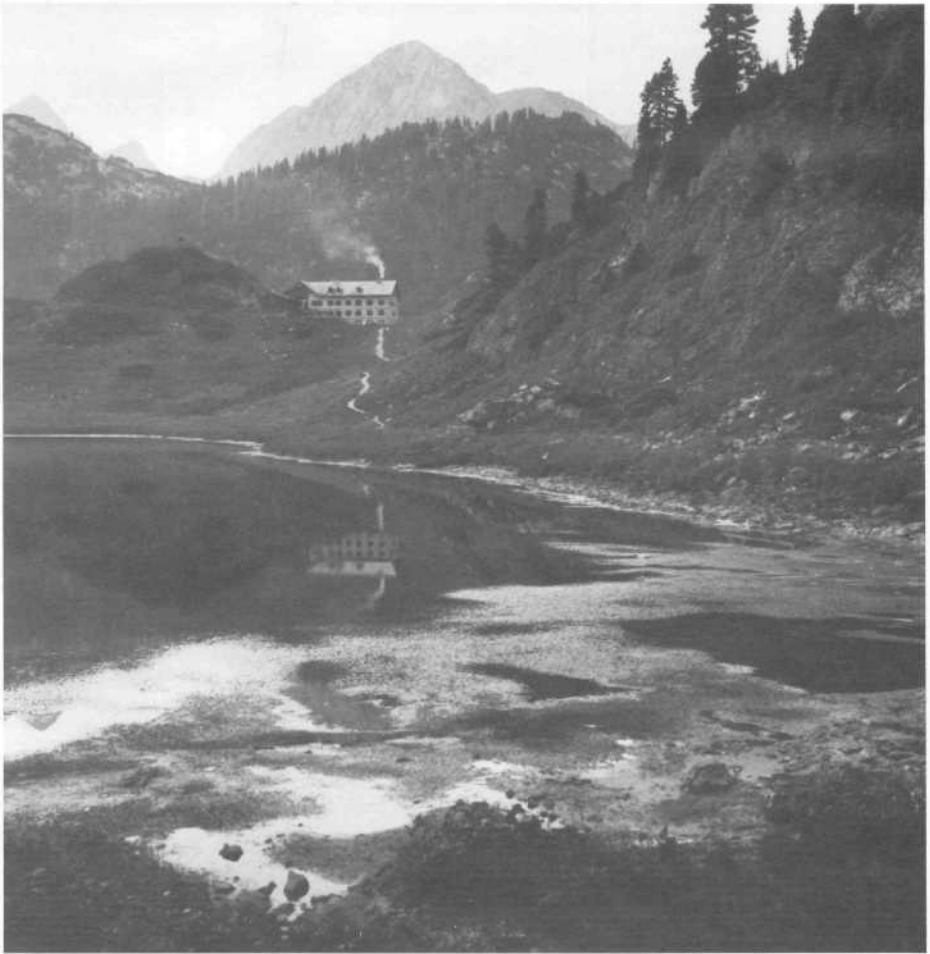


Abb. 1: Funtensee mit Kärlingerhaus. im Vordergrund (nahe der »Teufelsmühle«) üppig entwickelter Rasen aus Haarblättrigem Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*).

keine Chance mehr besitzt, die Wasseroberfläche oder zumindest die oberen Bereiche zu erreichen und damit zu höherem Lichtgenuß zu kommen, so daß schließlich in 2 bis 3 m Wassertiefe das Alpen-Laichkraut wiederum von *Chats contraria* abgelöst wird. Diese Art hat hinsichtlich der Wassertiefe und der Wasserstände eine ziemlich breite Amplitude, besitzt aber eine vergleichsweise geringere Konkurrenzskraft. Im Funtensee herrscht oft ein kleinflächiger Wechsel zwischen *Chara*- und *Potamogeton alpinus* Reinbeständen oder es durchdringen sich Laichkraut- und Armleuchteralgenrasen.

Bei etwa 3 bis maximal 4 m Wassertiefe reichen die Lichtverhältnisse für die Characeen nicht mehr aus.

Jene Bereiche werden bis zu einer Tiefe um etwa 4,5 m von ausgedehnten und z. T. hochwüchsigen Laubmoosrasen aus *Calliergon giganteum* besiedelt.

Im Mündungsbereich des Stuhlgrabens am SO-Ufer und in der Bucht nahe der Teufelsmühle, also in dem Uferabschnitt, in dem ein großer Teil des Seezulaufes und des Seeablaufes erfolgt, beherrscht *Ranunculus trichophyllus* das Vegetationsbild und erreicht bis zu 80 % Deckung auf großen Flächen. Offenbar ist in dieser Bucht die Nährstoffversorgung der etwas nährstoffliebenden Hahnenfußbestände sehr gut.

Als weitere Wasserpflanze kommt der Tannenwedel (*Hippuris vulgaris*) vor allem an Stellen mit Quellzuflüssen (vergl. SCHAUER, im Druck) hinzu.

Vereinzelt tritt am Süd-Ufer und in der westlichen Bucht das Faden-Laichkraut (*Potamogeton filiformis*) auf.

Insgesamt besitzt der Funtensee als hochgelegener Gebirgssee eine reichhaltige und vor allem üppig entwickelte Makrophytenvegetation, die bei der mittleren Tiefe von 2,5 m und der maximalen Tiefe von 5,5 m einen Großteil des Seegrundes mit hohem Deckungsgrad besiedelt. Eine derartig hohe Biomasse ist für einen subalpinen See recht ungewöhnlich, da die Temperaturverhältnisse recht ungünstig sind. Zwar liegen keine Temperaturmessungen vor, es darf aber angenommen werden, daß die Wassertemperaturen nicht wesentlich günstiger sein dürften wie in anderen Seen ähnlicher Höhenlagen, in denen die sommerliche Wassertemperatur kaum oder nur kurzzeitig über 14°C steigt (siehe HOHENWARTER 1979, SCHAUER 1979).

Die hohe Phytomasse der Wasserpflanzen läßt sich daher nur durch eine reichliche Nährstoffversorgung erklären, die einerseits durch die bis vor etwa 20 Jahren betriebene Almwirtschaft und wohl auch durch den Hüttenbetrieb des nahe gelegenen, stark frequentierten Kärlinger-Hauses bedingt ist. Ähnlich gelagert ist der Fall im Spitzingsee, wo im Sommer die Wassertemperaturen kaum 14° C überschreiten und trotzdem eine hohe Biomasse (siehe SCHAUER 1979) anzutreffen ist, die durch den hohen Nährstoffeintrag aus den umliegenden Gasthöfen und Hütten rings um den See zu erklären ist.

2.2 Grünsee

Situation

Der Grünsee liegt in einer Talmulde, allseits umgeben von steilen Hängen. Mit Ausnahme einiger felsiger Wandabschnitte ist der obere Teil dieser Hänge mit Latschen oder subalpinem Nadelwald aus Fichte, Lärche und Zirbe bestockt. Der untere Teil der z.T. stark gerölligen Einhänge um den See trägt Grünerlen- und Alpenrosengebüsch, hochstaudenreiche Horstseggen- und Rostseggenrasen, Steinschutt- und Geröllfluren und nur gelegentlich stark aufgelockerte Lärchenbestände. Der Grünsee besitzt einen kleinen oberirdischen Zufluß, der bei Hochwasser oder starken Niederschlägen große Mengen an Geschiebe herantransportiert. Dadurch ist an der Mündung des kleinen Baches am Nordwestufer des Sees ein kleiner, überwiegend aus grobschotterigem Material bestehender Schwemmkegel entstanden. Ein oberirdischer Seeauslauf existiert nicht.

Vegetation (siehe Karte 2 und Vegetationsprofil 2)

Ufer- und ufernahe Bereiche

Charakteristische Arten: Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), Gelbe Segge (*Carex flava*), Faden-Binse (*Juncus filiformis*), Gebirgs-Binse (*Juncus alpino-articulatus*) oder Arten der oben genannten Rasen- und Strauchgesellschaften.

Da die Hänge vorwiegend steil in den See einfallen, ist eine Verlandungszone kaum ausgebildet. Es fehlt daher der für viele subalpine Gebirgsseen charakteristische *Carex rostrata*-Gürtel. Lediglich an kleinen, flachen Uferausbuchtungen, in denen sich feinkörniges Material abgelagert hat, konnten sich Arten quellig feuchter oder anmooriger Standorte ansiedeln. Vielfach reichen Gehölze und Zwergsträucher mit Grünerle (*Alnus viridis*), Latsche (*Pinus mugo*), Rostrose und Bewimperte Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum* und *Rh. hirsutum*) oder hochstaudenreiche Rostseggenrasen bis zum Seeufer heran.

Unterwasserrassen

Artenzusammensetzung: Alpen-Laichkraut (*Potamogeton alpinus*), Faden-Laichkraut (*Potamogeton filiformis*), Haarblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*).

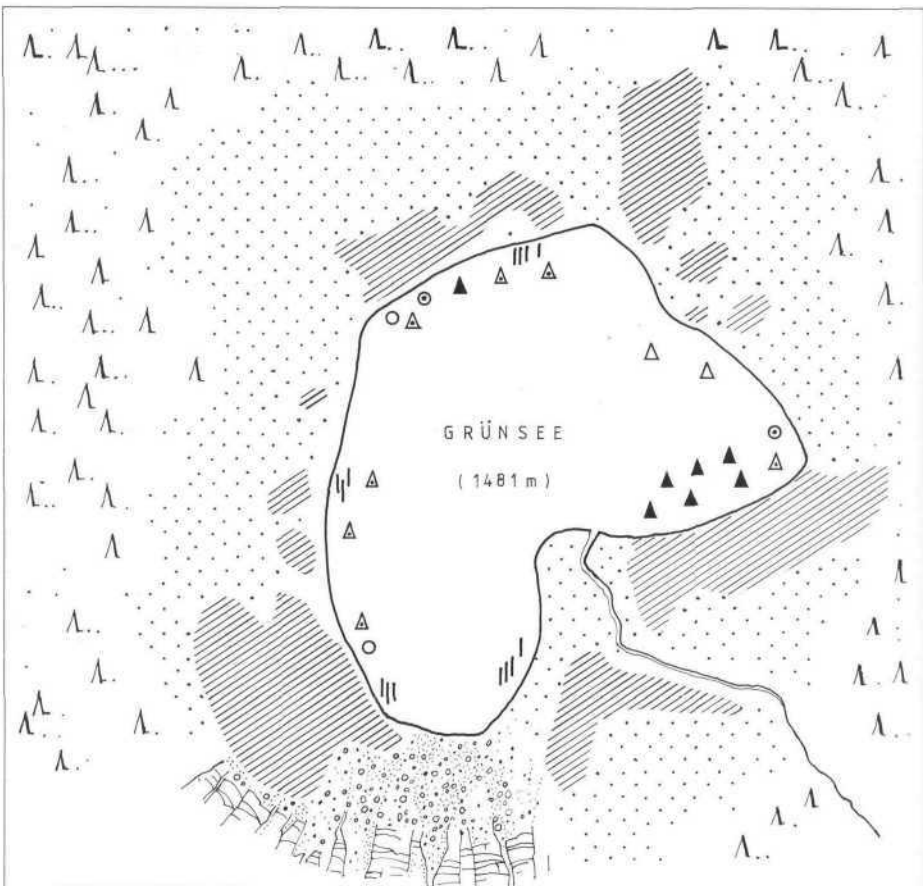
Die Makrophytenbestände im See erreichen meist nur geringe Ausdehnung und einen geringen Deckungsgrad; größere Bestände bildet nur das Alpen-Laichkraut aus, das an Stellen mit feinkörnigen Sedimenten in 1 bis 3 m Wassertiefe seine Hauptverbreitung hat. Das Faden-Laichkraut beschränkt sich auf flache oder nur schwach einfallende Uferstrecken bis zu einer Wassertiefe von 1,5m und bevorzugt ebenfalls einen Untergrund mit Feinsediment.

Ranunculus trichophyllus tritt nur vereinzelt in 0,5 bis maximal 2 m Wassertiefe auf und bildet selten ausgedehnte Bestände aus. Chararassen wurden nicht beobachtet und auch keine einzelnen Exemplare gefunden.

Die gesamte Makrophytenvegetation ist im Grünsee ziemlich lückig ausgebildet. Auf großen Uferstrecken fehlt ein Bewuchs und die tieferen Bereiche sind völlig vegetationslos, obwohl die Sichttiefe, zumindest zum Zeitpunkt der Untersuchung, mit 4 - 5 m recht hoch ist. Möglicherweise erfährt der kleine See bei der Schneeschmelze und zeitweise nach Starkniederschlägen eine Trübung, die eine dauerhafte Besiedlung der tieferen Regionen verhindert.

Für das geringe Pflanzenwachstum im oberen 3 m-Bereich reichen Nährstoffarmut und Temperaturverhältnisse als eine Erklärung nicht aus. Hier dürften zwei Faktoren, die eine pflanzliche Besiedlung im See verhindern bzw. ermöglichen, von entscheidender Bedeutung sein: die Beschaffenheit des Seeuntergrundes und der Einfluß der landseitigen Uferbereiche.

Grobblockiger und zudem relativ stark abfallender Untergrund mit fehlendem Feinsediment erweist sich als vegetationsfeindlich. Diese Standorte befinden sich in ständiger Bewegung und es erfolgt meist noch ständig Geröllnachlieferung und Steinschlag von oben. Umgekehrt hat sich am Grünsee an den Gewässerabschnitten, an denen die anschließenden und meist sehr steilen Uferabhängungen mit Zwergstrauch- und Gehölzvegetation bewachsen sind, eine Makrophytenvegetation eingestellt, die dadurch vor Steinschlag und Geröllzufuhr in den See weitgehend geschützt ist. Ähnliche Wirkung haben auch größere Felsblöcke im Wasser, in deren Schutz sich häufig kleinere Bestände von Ra-

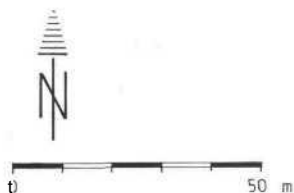


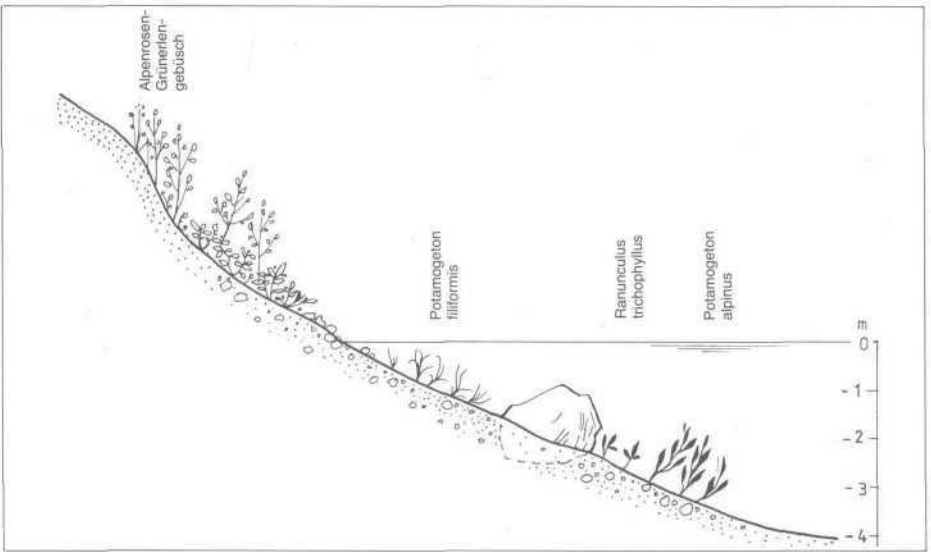
UNTERWASSERRASEN

△	unter	10 %	Deckung j	
△		10-50%	"	L Potamogeton alpinus (Alpen-Laichkraut)
▲	über	50 %	"	J
○	unter	10 %	Deckung 1	
⊙		10-50%	"	L Ranunculus trichophyllus (Haarblättriger Hahnenfuß)
●	über	50 %	"	J
				Potamogeton filiformis (Faden-Laichkraut)

UFERBEREICH UND NÄHERE UMGEBUNG

	subalpine Rasengesellschaften
	Schuttare und Gerbühalden
	Alpenrosen- und Grünerlengebüsch
	subalpiner Nadelwald
	Fels





Vegetationsprofil 2: Grünsee.



Abb. 2: Grünsee, umgeben von steilen Hängen mit unterschiedlichen Standorten und verschiedenen Pflanzengesellschaften wie Alpenrosen-Grünerlengebüsch, Rostseggenrasen, Hochstauden- und Geröllfluren.

nunculus trichophyllus angesiedelt haben. Findet an diesen geschützten Stellen noch eine Anreicherung von Feinsediment statt, so kommt es auch im Grünsee zu einer üppigeren Entwicklung der Unterwasservegetation.

Während also im terrestrischen Bereich eine Besiedlung der Geröllhalden und Schuttkare, also der Standorte mit hoher Beweglichkeit noch erfolgt, erweisen sich im aquatischen Bereich derartige Standorte als völlig besiedlungsfeindlich.

2.3 S hwarzensee

nu. uation

Der Schwarzensee liegt in einem Kessel. Der See nimmt mit einer Flächenausdehnung von 0,9 ha zu einem Viertel den flachen Kesselgrund ein. Die übrige Fläche ist mit Flachmoorgesellschaften und an Hochstauden- und Lägerfluren reichen Rasengesellschaften ausgekleidet. Der See besitzt keinen sichtbaren Zufluss. Das von den steilen Hängen zusammenfließende Wasser sammelt sich an der tiefsten Stelle in dem flachen, kleinen Seebecken, verweilt dort nur kurze Zeit und verfließt den See an einem natürlichen Auslauf, um kurz darauf im Karst zu verschwinden. Im Gegensatz zum Funten- und Grünsee hat also der Schwarzensee einen oberirdischen Auslauf, der sich durch den niedrigen Felsriegel am NW-Ufer durchgesägt hat. Der seewasserspiegelabhängige Auslauf sorgt für geringe Wasserspiegelschwankungen. Größere Schwankungen nach unten treten nur nach extremen Trockenperioden auf. Im Norden und Osten schließen Steilhänge mit Blockschutt- und Felssturzmaterial an, die von Latsehen und lockerem Lärchen-Zirbenwald bestockt sind. Die übrigen Hänge tragen subalpine Fichtenwälder

Vegetation

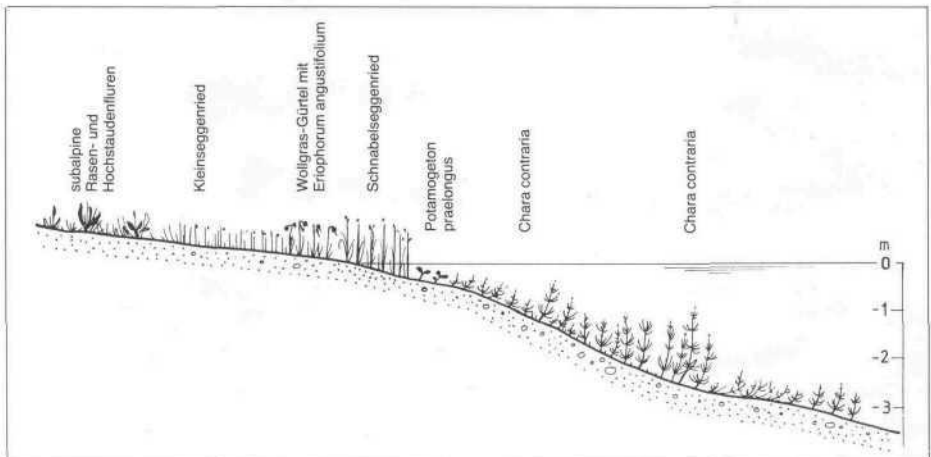
Ufer- und ufernahe Bereiche

Charakteristische Arten: Blütenpflanzen: Schmalblättriges Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), Wiesen-Segge (*Carex fusca*), Igel-Segge [*Carex echinata*], Schnabel-Segge (*Carex rostrata*), Gelbe Segge (*Carex flava*), Alpen- und Dreiblütige Binse (*Juncus alpino-articulatus* und *J. triglumis*), Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*) und Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*).

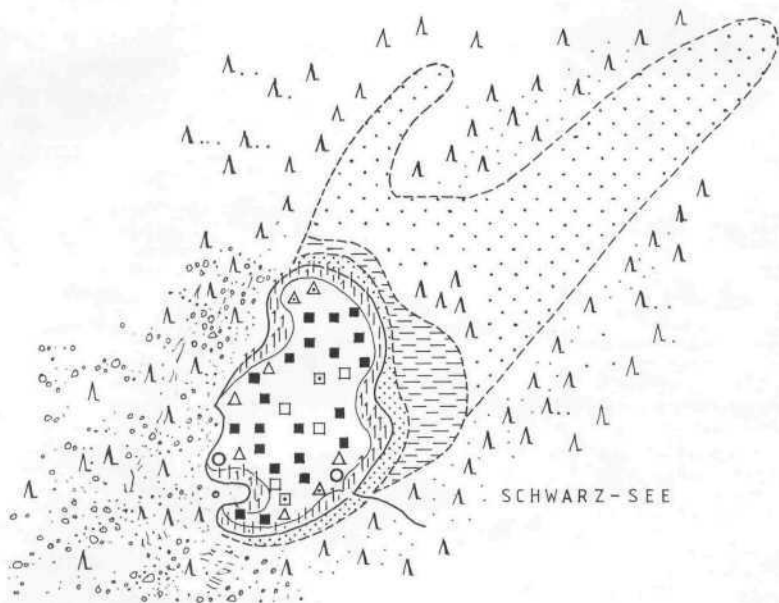
Laub- und Lebermoose: *Oncophorus virens*, *Drepanocladus revolvens*, *Calliergon cordifolium*, *Cratoneuron filicinum*, *Climacium dendroides*, *Scorpidium turgescens*, *Campyllum stellatum* und *Lophozia wenzelii*.

Die Ufervegetation des Schwarzensees ist fast konzentrisch angeordnet. Die freie Wasseroberfläche wird von einem ein bis zwei Meter breiten Gürtel aus Schnabel-Segge (*Carex rostrata*) umgeben, die hier wiederum den Röhrichtgürtel der tiefer gelegenen Seen vertritt. Daran schließt sich mit Ausnahme am steilen, felsigen Nord- und Ostufer die Zone mit Kleinsieggengesellschaften an, in der zunächst das Schmalblättrige Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) dominiert. Mit weiterer Entfernung vom See überwiegen die Riedgräser, Binsen und weitere Flachmoorarten. Schließlich geht die Vegetation der Verlandungszone in hochstaudenreiche Rasengesellschaften über,

Teilweise ist die Vegetation durch den Einfluß der ehemals weidenden Rinder in eine lägerflurartige Gesellschaft verwandelt. Auf Trampelpfaden, die durch Wanderer im Bereich der Verlandungsgesellschaften entstanden sind, hat sich eine Trittgemeinschaft eingestellt, in der die Igel-Segge (*Carex echinata*) dominiert. Zusätzlich befindet sich in den anmoorigen Sumpfstellen eine fast vegetationslose Hirschsuhle.



Vegetationsprofil 3: Schwarzensee.



UNTERWASSERRASEN

△	unter	10 %	Deckung	
△		10-50%		Potamogeton praelongus (Lnnngbl'dttriges Laichkraut)
▲	über	50 %		
○	unter	10 %	Deckung	
○		10-50%		Ranunculus trichophyllus (Haarblättriger Hahnenfuß)
●	über	50%		
□	unter	10 %	Deckung	
□		10-50%		Chara contrario (Armleuchteralge)
■	über	50%		

RÖHRICHTZONE

1 1 1 1 1 | Schnabelseggenried

UFERBEREICH UND NÄHERE UMGEBUNG

— — — | Kleinseggenried

••••• | Wollgras-Gürtel mit Eriophorum angustifolium

○ ○ ○ | subalpine Rasengesellschaften

▲ ▲ | subalpiner Nadelwald aj auf Blockschutt b)

a b



0 ————— 50 m



Abb. 3: Zonierung der Ufervegetation am Schwarzensee; durch den linken Feisriegel hat sich der Auslauf des Sees hindurchgesägt; im Hintergrund ein altes Felssturzbereich mit subalpinem Nadelwald aus Fichte, Lärche, Zirbe und Latsche.

Unterwasserrasen

Artenzusammensetzung: Langblättriges Laichkraut (*Potamogeton praelongus*). Haarblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*), Armleuchteralge (*Chara contraria*).

Die offene Wasserfläche bzw. der Seegrund wird bis in eine Tiefe von etwa 3 m nahezu flächendeckend von der Armleuchteralge *Chara contraria*, die auch in der fo. *hispidula* auftritt, besiedelt. Nur am Auslauf und an den kleinen Quellzuläufen am steinigen Ufer, wo eine stärkere Wasserbewegung und Um- und Ablagerung von Bodensedimenten erfolgt, hat sich das Langblättri-

ge Laichkraut (*Potamogeton praelongus*) eingestellt. Dort kommt auch vereinzelt bis in 0,8 m Wassertiefe der Haarblättrige Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*) vor. Ansonsten läßt die Konkurrenzkraft der Chararasen in diesem See keine anderen Pflanzen hochkommen.

Die Massenentwicklung und Ausdehnung dieser Armleuchteralge geht so weit, daß sich die Rasen vom Seegrund abheben und teilweise als submerse Schwimm- und Schwinggrasen den Lebensraum Wasser maximal ausnützen. Die aufgewölbten Chararasen täuschen einen welligbuckelig strukturierten Seegrund vor.

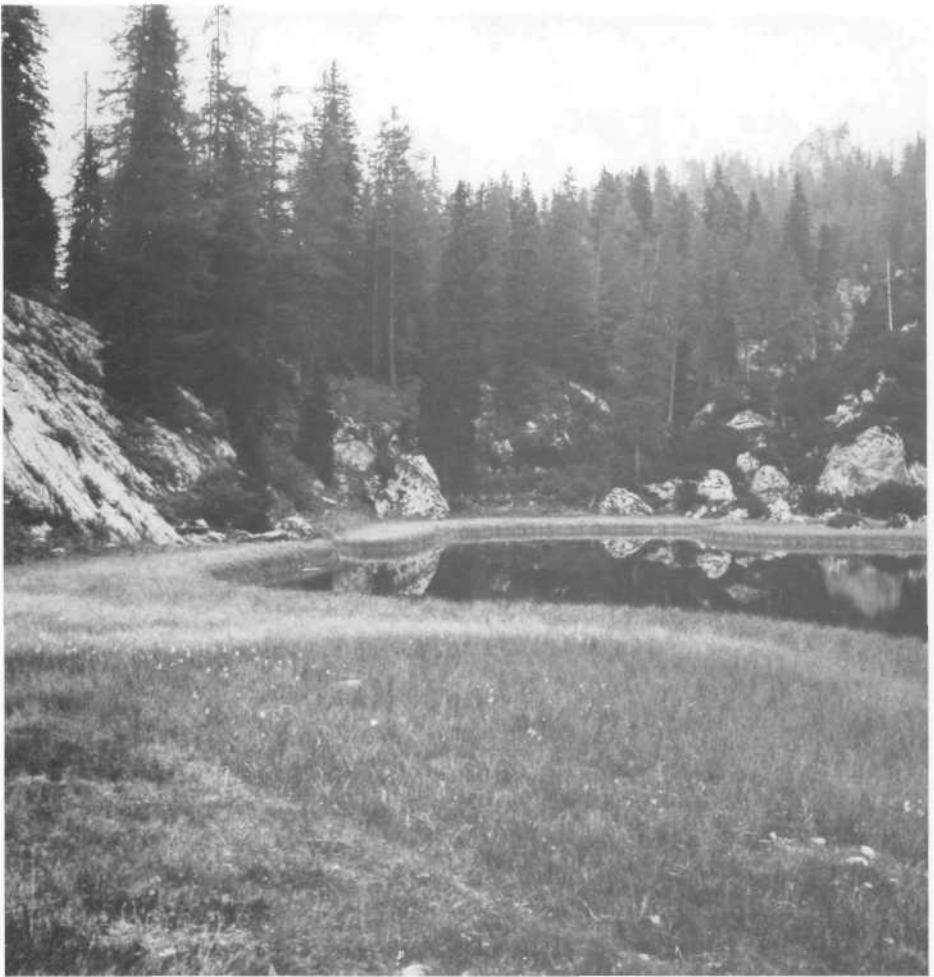


Abb. 4: Schwarzensee mit Schnabelseggenried und anschließendem Unterwasserrasen aus *Chara contraria*.

Ein Teil der sich expandierenden Chararasen verliert die Verbindung zum Boden. Vor allem im Winter werden die nahe an die Oberfläche gelangenden Algenrasen durch Eisbildung losgerissen, sterben ab, sinken zu Boden und bringen als verrottende Algenhäute die darunterliegenden Charabestände teilweise zum Absterben, so daß fleckerlweise charafreie Zonen am Seegrund auftreten. Erst wenn der Abbauprozess dieser Algenhäute weiter vorangeschritten ist, können sich neue Individuen von *Chara contraria* ansiedeln.

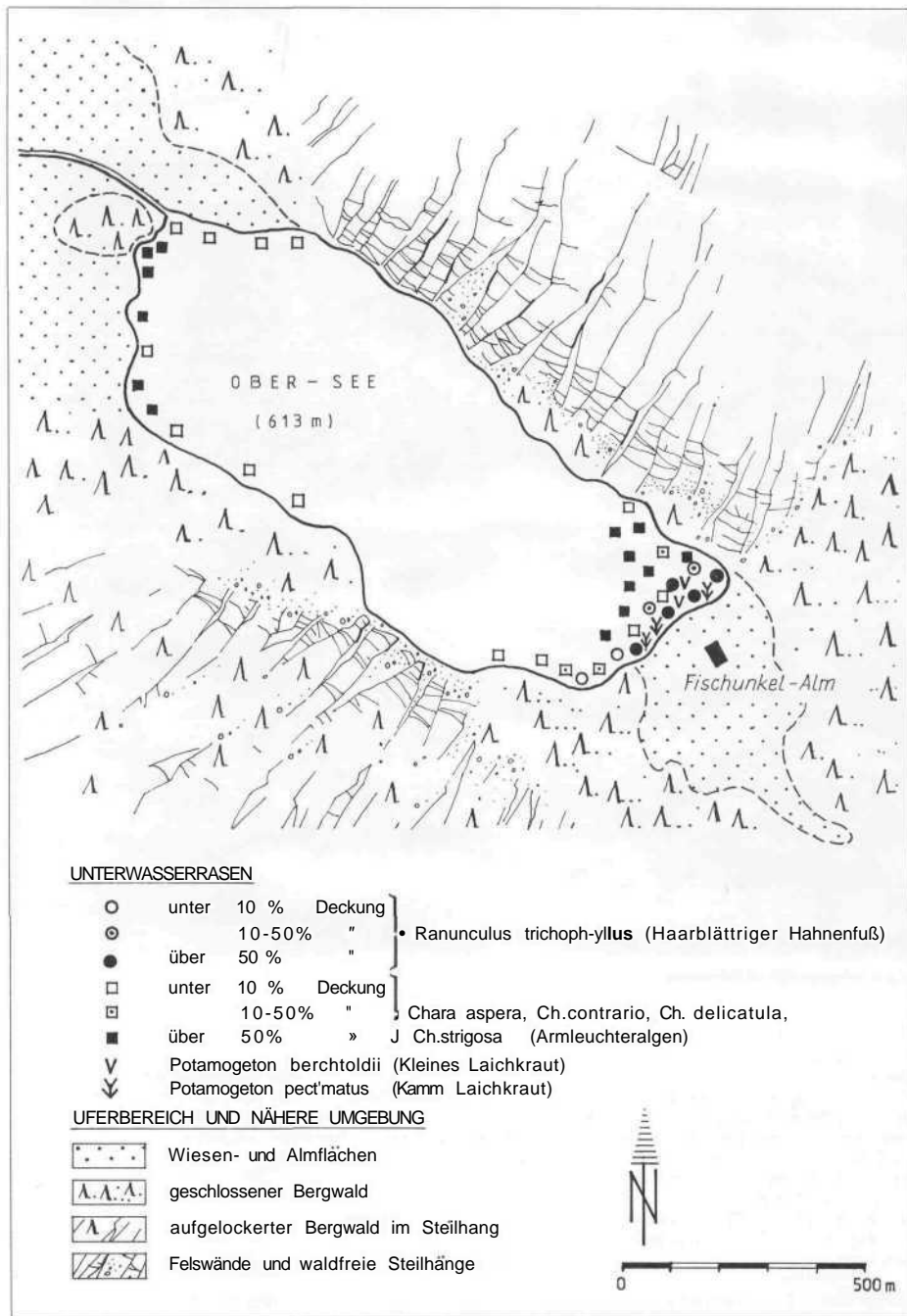
Durch diese Entwicklungszyklen an verschiedenen Stellen des Sees ergeben sich in den Charabeständen große Unterschiede im Entwicklungszustand und damit

im Aussehen, so daß eine hohe Artenvielfalt vorge-tauscht wird, die sich nach Bestimmung der zahlreichen Chara-Proben auf die einzige Art *Chara contraria* (und der fo. *hispidula*) reduzierte,

2.4 Obersee

Situation

Der Obersee ist, ähnlich wie der Königssee, dessen Makrophytenvegetation von MELZER (1981) bearbeitet wurde, von steilen, teils bewaldeten, teils felsigen



Hängen umgeben. Meistens fallen auch die Ufer steil in den See ein.

Eine Verlandungszone oder daran anschließende Flachmoorgesellschaften im ufernahen Bereich konnten sich nicht entwickeln. Meistens reicht die krautige Vegetation der anschließenden Bergmischwälder oder der Felsfluren bis ans Ufer heran. Es wird daher auf die Vegetation der ufernahen Bereiche nicht näher eingegangen.

Vegetation (siehe Karte 4 und Vegetationsprofil 4)

Unterwasserrassen

Artenzusammensetzung: Kleines Laichkraut (*Potamogeton bertholdii*), Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*), Haarblättriger Hahnenfuß (*Ranunculus trichophyllus*), die Armleuchteralgen *Chara contraria* (auch mit der *fo. hispida*), *Chara strigosa*, *Chara aspera* und *Chara delicatula*.

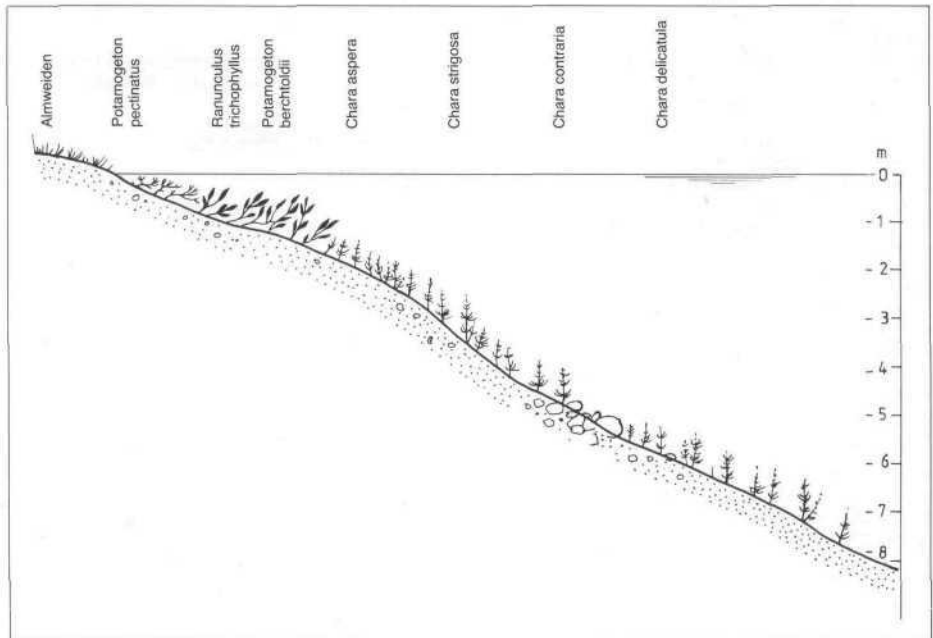
Die Morphologie der Uferbereiche mit einfallenden Felswänden, steilen, teils bewaldeten Geröllhalden mit hoher Beweglichkeit der Unterwasserstandorte lassen am Obersee - ähnlich wie am Grünsee - nur an wenigen Stellen eine dauerhafte Besiedlung durch Makrophyten zu. Die Unterwasservegetation beschränkt sich am Obersee auf zwei größere, zusammenhängende Standorte, einmal auf das flache Becken am Ostende des Sees und auf das gesamte Westufer mit kurzen

Ausstrahlungen in das nördliche und südliche Ufer, wo noch kein großer Einfluß von Steinschlag gegeben ist.

Am Ostende des Sees schließt das Weidegelände der Fischunkel-Alm an. Im Flachwasserbereich zwischen 0,5 und 2 m Wassertiefe hat sich eine üppige Gesellschaft, überwiegend aus *Ranunculus trichophyllus*, und mit geringerem Anteil aus *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton bertholdii* eingestellt. Diese starke Verkrautung ist sicherlich auf Nährstoffeintrag aus der Fischunkel-Alm zurückzuführen, worauf mächtige wolkenartige Algenwatten aus fadenförmigen Grünalgen hinweisen.

Ähnliche Beobachtungen wurden auch an anderen oligotrophen Gebirgsseen, beispielsweise am Vilsalpsee in Tirol (SCHAUER 1978) angestellt (siehe auch PSENNER 1980). Auch dort war der eutrophierende Effekt der angrenzenden Almweiden auf das Gewässer deutlich sichtbar und lokal abgrenzbar.

Im Obersee treten in diesem eutrophierten Uferabschnitt geschlossene Chararassen erst in größerer Wassertiefe, etwa unter 2 m auf, wobei sich *Chara aspera* und *Ch. strigosa* auf die geringeren Wassertiefen von 2 bis 4 m konzentrieren, während *Chara contraria* und *Ch. delicatula* alle Tiefenbereiche bis zu 10 m Tiefe besiedeln. Die übrigen Charavorkommen an den bewaldeten Uferabschnitten erstrecken sich bis in den Flachwasserbereich.



Vegetationsprofil 4: Obersee.

In der westlichen Seebucht, also am Auslauf des Obersees wurden, mit Ausnahme einiger Exemplare von *Ranunculus trichophyllus*, nur die vier genannten Charararten, und zwar in ähnlicher Tiefenverteilung wie in der östlichen Seebucht, vorgefunden. Zusätzlich ist in der östlichen Seebucht zu beobachten, daß dort die Chararasen im Tiefenbereich zwischen 5 und 10 m häufig von den roten Fäden der Burgunderblutalge (*Oszillatoria rubens*) umspunnen sind. Diese treten an den Chararasen nicht flächig auf, sondern punkt- und linienförmig, was mit dem Austritt von sauerstofffreiem Grundwasser aus Ponoren und Felsspalten im Zusammenhang gebracht werden könnte. Ähnliche Beobachtungen kann man auch an anderen oligotrophen Gebirgsseen (FROBRICH et al. 1977) machen.

3. Diskussion

Die vier untersuchten Seen sind hinsichtlich der Artenzusammensetzung, der Besiedlungsdichte und der Vegetationsanordnung und Zonierung recht unterschiedlich. Es wird versucht, in einer kurzen, vergleichenden Betrachtung der 4 Seen einige Gesichtspunkte herauszustellen, die als wesentliche Ursachen für dieses oder jenes Vegetationsbild verantwortlich zu machen sind.

Das Zustandekommen einer Gewässerbiozönose hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie Temperatur- und Lichtverhältnisse, Nährstoffangebot, Boden- und sonstige Standortverhältnisse. Diese verschiedenen Faktoren reichen aber gerade bei Wasserpflanzengesellschaften nicht immer aus, die Unterschiede in der Vegetationszusammensetzung zu erklären. Welche Art sich ansiedelt, sich bei zusagenden Bedingungen in großen Beständen entwickelt und anderen Arten keine Besiedlungsmöglichkeiten gewährt, scheint weitgehend vom Zufall abzuhängen.

Dies führt oft zu großflächigen Vegetationsbeständen mit nahezu einer einzigen Art wie am Schwarzensee, wo nur vereinzelt am Uferrand infolge stärkerer Wasserturbulenz durch Quelläufe oder durch den Auslauf für Characeen ungünstige, aber für andere Arten besiedelbare Räume entstehen.

Die ausgedehnten Chararasen am Schwarzensee sind sehr beständig, da weder von außen, z.B. durch Steinerschlag, noch im aquatischen Lebensraum selbst, z.B. durch größere Wasserspiegelschwankungen, der Bestand gefährdet oder beeinträchtigt wird. Somit liegen kaum Bedingungen für eine Ansiedlung anderer pflanzlicher Konkurrenten vor.

Die Vegetation im Schwarzensee kann sicherlich auf einen langen Besiedlungszeitraum (Entwicklungszeitraum) zurückblicken und zeigt dort trotz der geringen Temperatur und der relativ geringen Nährstoffeinträge eine hohe Biomasse.

Anders liegen die Verhältnisse im Funtensee. Dort bringen die starken, bis zu 3 m erreichenden Wasserspiegelschwankungen die Arten im flachen ufernahen Bereich in beträchtliche Existenzschwierigkeiten und verschaffen durch teilweisen Ausfall dieser Pflanzen

andere Arten neue Besiedlungsflächen. Diese Dynamik schafft somit die Voraussetzung für Ausbildung einer artenreichen, sich gegenseitig stark konkurrierenden, jede Lücke ausnützenden Vegetation, die im Laufe der Zeit zu einem bunten Vegetationsbild führt. Relativ hohes Nährstoffangebot, hoher Anteil an Feinsediment im Untergrund, günstige Uferprofile und fehlende mechanische Störung von außen erlauben am Funtensee eine hohe Produktivität der Biomasse.

Im Gegensatz dazu ist die Voraussetzung für Pflanzenwachstum im Grünsee wesentlich ungünstiger. Steile Uferprofile, hohe Beweglichkeit der submersen Geröllstandorte und mechanische Schäden durch Geröllzufuhr und Steinschlag erlauben eine Ansiedlung von Wasserpflanzen nur an wenigen, geschützten Stellen, die aufgrund der edaphischen Verhältnisse nur eine geringe Produktion zeigen. Diese einschränkenden Standortbedingungen sowie auch die Isoliertheit des Standortes dürften die Artenarmut der Unterwasservegetation im Grünsee erklären.

Das Verteilungsmuster und die Entwicklung der Makrophytenvegetation wird in jedem See von anderen Faktoren geprägt. Im Falle der vorliegenden vier Seen wird die Unterwasservegetation schwerpunktmäßig von folgenden Faktoren bestimmt:

- Im Funtensee gegenseitige Konkurrenz, starke Wasserspiegelschwankungen und hohes Nährstoffangebot,
- im Grünsee mechanische Einflüsse von außen, die Biotopstruktur der Einhänge, die Steilheit der Ufer und womöglich, die Isoliertheit des Standortes,
- im Schwarzensee durch die nahezu gleichbleibende Gewässersituation und Zufall der Besiedlung durch eine konkurrenzstarke Art,
- im Obersee hohes Nährstoffangebot, ähnlich wie im Funtensee, soweit es die östlichen Uferbereich betrifft, und Ursachen wie im Grünsee, soweit es die noch bewachsenen Uferbereiche des Nord- und des Südufers betrifft.

4. Zusammenfassung

Es wurde im Sommer 1982 die Ufervegetation und die submerse Makrophytenvegetation des Funtensees (1601 m), Grünsees (1481 m), Obersees (613 m) und Schwarzensees (1568 m) im Nationalpark Berchtesgaden mittels Tauchgeräten quantitativ erfaßt und in vier Vegetationskarten und vier Vegetationsprofilen dargestellt. Die Untersuchung der Unterwasservegetation erbrachte insgesamt 12 Species, darunter 7 Phanerogamen und 5 Kryptogamen, wobei Obersee und Funtensee mit je 7 Arten die artenreicheren, Grünsee und Schwarzensee mit je 3 Arten die artenärmeren Gewässer darstellen.

Im Funtensee und Schwarzensee ist die Makrophytenvegetation sehr üppig entfaltet, im Grünsee und Obersee vergleichsweise gering entwickelt.

Funtensee und Schwarzensee besitzen auch in der amphibischen Zone eine reiche Moosvegetation.

Die Faktoren, die die Besiedlung und das Vegetationsbild dieser Seen entscheidend beeinflussen können, werden diskutiert.

5. Danksagung

Die Bestimmung der Characeen hat Herr Dr. Werner Krause (Aulendorf) durchgeführt, wofür ich ihm auch an dieser Stelle besonders herzlich danken möchte. Ebenso gebührt mein Dank Herrn Hermut Geipel, der die graphische Darstellung in bewährter Weise ausführte.

6. Literatur

- FRÖBICH, G., MANGELSDORF, J., SCHAUER, Th., STREIL, J., WÄCHTER, H., 1977: Gewässerkundliche Studie über sechs Seen bei Füssen im Allgäu. Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, H. 3
- GRIMMINGER, H., 1982: Verzeichnis der Seen in Bayern. Bayer-Landesamt für Wasserwirtschaft

HEHENWARTER, R., 1979: Datenzusammenstellung bezüglich Temperatur, Sauerstoff und pH des Gossenkölleesees in den Jahren 1977 und 1978. Jber. Abt. Limnol. Innsbruck, 5

LIPPERT, W., 1966: Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. Ber. Bayer. Bot. Gesellsch. 39

MAGNUS, K., 1915: Die Vegetationsverhältnisse des Pflanzenschonbezirks Berchtesgaden. Ber. Bayer. Bot. Gesellsch. 15

MELZER, A., MARKL, A., und MARKL, J., 1981: Die submerse Makrophytenvegetation des Königssees in ihrer quantitativen Verbreitung. Ber. Bayer. Bot. Gesellsch. 52

PSENNER, R., 1980: Kurzfassung der Ergebnisse einer Untersuchung (Pechlaner und Psenner 1979) über die Bedeutung der Nährstoffabschwemmung aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Einzugsbereichen für die Eutrophierung des Piburger Sees. Jber. Abt. Limnol. Innsbruck 6

SCHAUER, Th., 1978: Die Vegetation des Vilsalpses und der Traualpsen bei Tannheim in Tirol. Verein z. Schutz d. Bergwelt 43

SCHAUER, Th., 1979: Die Vegetation des Spitzingsees. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 44

SCHAUER, Th., 1985: Die Ufer und Unterwasservegetation des Weissees, Witter- und Lödensees und ihre Beeinträchtigung durch den Erholungsverkehr. Berichte d. ANL Laufen/Salzach, im Druck

VOLLMANN, F., 1914: Flora von Bayern, Stuttgart

7. Bildnachweis:

alle Photos stammen vom Verfasser