

Die Moorvegetation des Hechtenseegebietes bei Mariazell (Steiermark)

Bea EDLINGER und Dien HEGGER

An einem montanen Moorgebiet in der Nähe Mariazells, Steiermark, wurden 1979 vegetationskundliche und hydrochemische Untersuchungen durchgeführt. Am 3 ha großen, ungestörten und interessanten Hechtensee-Gebiet trifft man verschiedene, gut entwickelte Moorstadien (Schwingrasen, Niedermoor, Übergangsmoor und Hochmoor) an. Diese Vegetation hat sich in dem Gebiet zwischen Hechtensee, zu- und abfließenden Bächen und einigen Quellen gebildet.

Vom Gebiet wurde, mit einer Klassifikation pflanzensoziologischer Aufnahmen als Grundlage, eine Vegetationskarte erstellt. Diese wurde mit einer 50 Jahre alten Vegetationskarte von ZUMPFE verglichen. Dabei stellte sich heraus, daß sich die Hechtensee-Vegetation im Laufe dieser letzten 50 Jahre nur wenig verändert hat. Die Ordination der Aufnahme-Ergebnisse zeigte als wichtigste Standortfaktoren für das Zustandekommen des Vegetationsmusters Feuchtigkeit und pH.

Eine chemische Analyse von Wasserproben ermöglichte auch die Erstellung einer "Wasserkarte". Es ergab sich, daß die Einteilung des Gebietes aufgrund der Wasserergebnisse und die Einteilung aufgrund der Vegetationsergebnisse einander sehr ähnlich sind.

An verschiedenen Stellen und aus verschiedenen Tiefen wurden einige *Sphagnum*-Arten gesammelt. Diese Proben wurden chemisch analysiert, um über die Nährstoffverhältnisse und über Mineralisation des Torfes etwas aussagen zu können.

EDLINGER B. and HEGGER D., 1983: The vegetation of the bog of the "Hechtensee". The bog of the Hechtensee has a total area of about 3 hectare and is situated around a small mountain lake (1 hectare) near Mariazell in Styria in Austria. A rich variety of well developed bog stages has arisen between the lake, brooks and springs present. The bog vegetation was studied as well as ion concentrations in bogwater, subsoil water and in *Sphagnum*-plants. In the summer of 1979 the field work for this investigation was done.

An analysis of the vegetation was made according to BRAUN-BLANQUET with classification and ordination as a purpose. After classification, a vegetation chart was made and compared with a 50 years old specimen. This showed that the vegetation has changed but little during the last 50 years. Ordination showed the 2 most important environmental factors: a moisture gradient and a pH gradient. The analysis of bogwater and subsoil water resulted in a "water chart" which greatly corresponded to the vegetation chart. Ion concentrations in *Sphagnum*-plants showed results about the distribution and movement of elements in the depth of the peat. Ion exchange capacity in the peat depth was determined also.

Einleitung

Hochmoore sind stark gefährdete und rasch aussterbende Ökosysteme, sowohl im europäischen Flachland, wie in den Bergen. Abgrabung und Entwässerung sind die größten die Hochmoore bedrohenden Gefahren (OVERBECK, 1975).

Vor ungefähr 50 Jahren hat ZUMPFÉ schon Sorge über die Zukunft des Hechtenseegebietes geäußert. Er fürchtete die menschlichen Eingriffe, u.a. den Tourismus: "..... doch liegt der See noch immer ruhig und schön in seiner großen Einsamkeit. Zwar mehrt sich von Jahr zu Jahr das Rattern der Autos auf der nicht weit entfernten Straße und über kurz oder lang wird es vielleicht ein Wirtshaus "Zum Hechtensee" mit lärmenden Menschen geben. Der Zauber, der unvergleichliche Reiz, die Ruhe des schweigenden, einsamen Sees werden dann der Vergangenheit angehören. Österreich hat die Pflicht, die Moore, Bollwerke ursprünglicher Vegetation gegen die alles gleichmachende Kultur des Menschen, zu erhalten" (ZUMPFÉ, 1929).

Bis jetzt war diese Furcht grundlos; das Mooregebiet beim Hechtensee besitzt noch immer seine ursprüngliche Natürlichkeit.

Diese Arbeit soll einen Überblick über einen Teil der Ergebnisse unserer Untersuchungen am Hechtenseegebiet im Sommer 1979 vermitteln. Es handelt sich um Ergebnisse pflanzensoziologischer Aufnahmen im Zusammenhang mit dem Wasserchemismus und Analyse von *Sphagnum*-Proben.

Methoden

Die 40 Vegetationsaufnahmen (nach der Methode BRAUN-BLANQUET) wurden in einer Tabelle ausgewertet und mit Hilfe eines Programmes mit der Absicht ordiniert, die Aufnahmegruppen der syntaxonomischen Tabelle zu prüfen und festzustellen, ob sich die Vermutungen bezüglich der wichtigsten Gradienten in Standortfaktoren bestätigen. Das Ordinationsprogramm "Principal Component Analysis" (K. Univ. Nijmegen, Abt. Geobot., Holland) nach ORLOCI (1966) wurde auf einem IBM 370 gerechnet.,

Weiters wurden im Hechtenseegebiet 22 Wasserproben genommen und sofort analysiert. Zur chemischen Analyse und Messung der Austauschkapazität einiger *Sphagnum*-Arten wurden 19 *Sphagnum*-Proben gesammelt und auf PO_4 , Gesamt-Stickstoff, Ca, Mg, K, Na, Mn und Fe untersucht. Es wurden an 5 Stellen Proben genommen und von jeder Probe genau 100 mg getrocknetes, pulverisiertes Pflanzenmaterial verwendet. Dieses wurde unter Beigabe von 0,5 ml konzentriertes $HClO_4$ und 0,2 ml konzentriertes H_2SO_4 3 Stunden lang auf $170^\circ C$ erhitzt, die abgekühlte Masse auf 100 ml aufgefüllt, zentrifugiert (10', 5000 rpm) und auf dem Auto-Analyser (Methode beschrieben von VAN der GAAG 1977) analysiert. Dabei wurden bestimmt: PO_4 , $NO_3+NO_2+NH_4$ (Gesamt-Stickstoffwert), Ca, Mg, K, Na, Mn und Fe, in mol/g ausgedrückt. Zur Messung der Austauschkapazität wurden zu genau 1 g gewaschen und getrockneten Sphagnum in gekochtem Wasser (pH = 7) 1 ml $CaCl_2$ hinzugefügt und die pH-Änderung registriert.

Mittels einer rezenten Luftaufnahme wurde eine Vegetationskarte erstellt und mit der detaillierten, 50 Jahre alten tachymetrischen Vegetationskarte von ZUMPFÉ (1929) verglichen.

Das Untersuchungsgebiet

Der Hechtensee liegt im nördlichsten Zipfel der Steiermark, westlich von Mariazell. Es gibt in dieser Gegend noch einige Mooregebiete; der Hechtensee aber ist eines der ungestörtesten und interessantesten Beispiele. Vor 50 Jahren ist von diesen Mooren einiges, mit besonderer Berücksichtigung des Hechtenseegebietes, untersucht worden (ZUMPF 1929). Seitdem sind noch verschiedene Arbeiten über einzelne Moore erschienen, aber vom Hechtensee wurde weiterhin nichts mehr bekannt.

Der See samt seinem Mooregebiet hat eine Größe von ungefähr 3 ha, wovon der See 1 ha einnimmt. Das ganze Gebiet ist von einem Voralpen-Nadelwald (Picetum und Erico-Pinetum), der an manchen Stellen fast bis zum Ufer des Sees reicht, umgeben. Schwinggrasen, Niedermoor, Übergangsmoor und Hochmoor sind hier vertreten, und so können die verschiedenen Vegetationstypen auf kleinem Raum studiert werden, was bei anderen Mooren nicht so bald zutrifft. Man könnte es ein Schulbeispiel für das Moorstudium nennen.

Der menschliche Einfluß ist dort heute ziemlich gering. Bis vor ungefähr 20 Jahren war die Hechtenseetalpe bewirtschaftet, und während des Krieges gab es Torfstich an manchen Stellen im Moor. Das läßt sich noch heute gut erkennen.

Geologie und Morphologie

Das Hechtenseegebiet liegt in 897 m Seehöhe in den Nördlichen Kalkalpen auf dolomitischem Gestein. In der Eiszeit waren die Berge in der Gegend von Mariazell stark vergletschert. Der Arm eines Gletschers kam über das Zellerrain, schürfte die Wanne des heutigen Hechtensees aus und zog weiter ins Grünauertal unter Zurücklassung von viel Grund- und Seitenmoränenmaterial (siehe auch Abb. 1). Die Hechtenseetalpe ist als Grundmoräne des Gletschers anzusehen. Die Wanne wurde mit undurchlässigem Glazialton ausgekleidet und so konnte der See aufgestaut werden.

Moorbildung konnte einsetzen, weil keine Muren und Ablagerungen die langsame Entwicklung der organischen Verlandung stören konnten, da die zum Hechtensee fließenden Rinnsale infolge ihres winzigen Einzugsgebietes keine bedeutenden Schottermassen heranzuführen. Der früh-postglaziale See nahm ursprünglich die ganze Fläche des heutigen Mooregebietes ein (ZUMPF, 1929). Durch anorganische und organische Verlandung ist er auf seine heutige Größe geschrumpft. Seine größte Tiefe beträgt jetzt ungefähr 6 Meter. ZUMPF nennt eine Tiefe von 15 m für die Glazialschichten. Im Gebiet gibt es nur ein kleines Versumpfungsmoor u.zw. östlich des abfließenden Baches; eine lokale Vernässung war allem Anschein nach Anlaß zu seiner Ausbildung.

Klima

Die Entstehung eines Hochmoores ist an bestimmte klimatische Bedingungen geknüpft. Die Hochmoor-Sphagnen brauchen (u.a.) ausreichendes Wasser und die richtige Temperatur, damit der Moorpolster in die Höhe und Breite wachsen kann. Wärme und Trockenheit begünstigen die Zersetzung der Torfmoose und hemmen die Torfbildung, weil statt der Vertorfung Zersetzung eintritt, während zu kühles Klima das *Sphagnum*-Wachstum hemmt. Ein gemä-

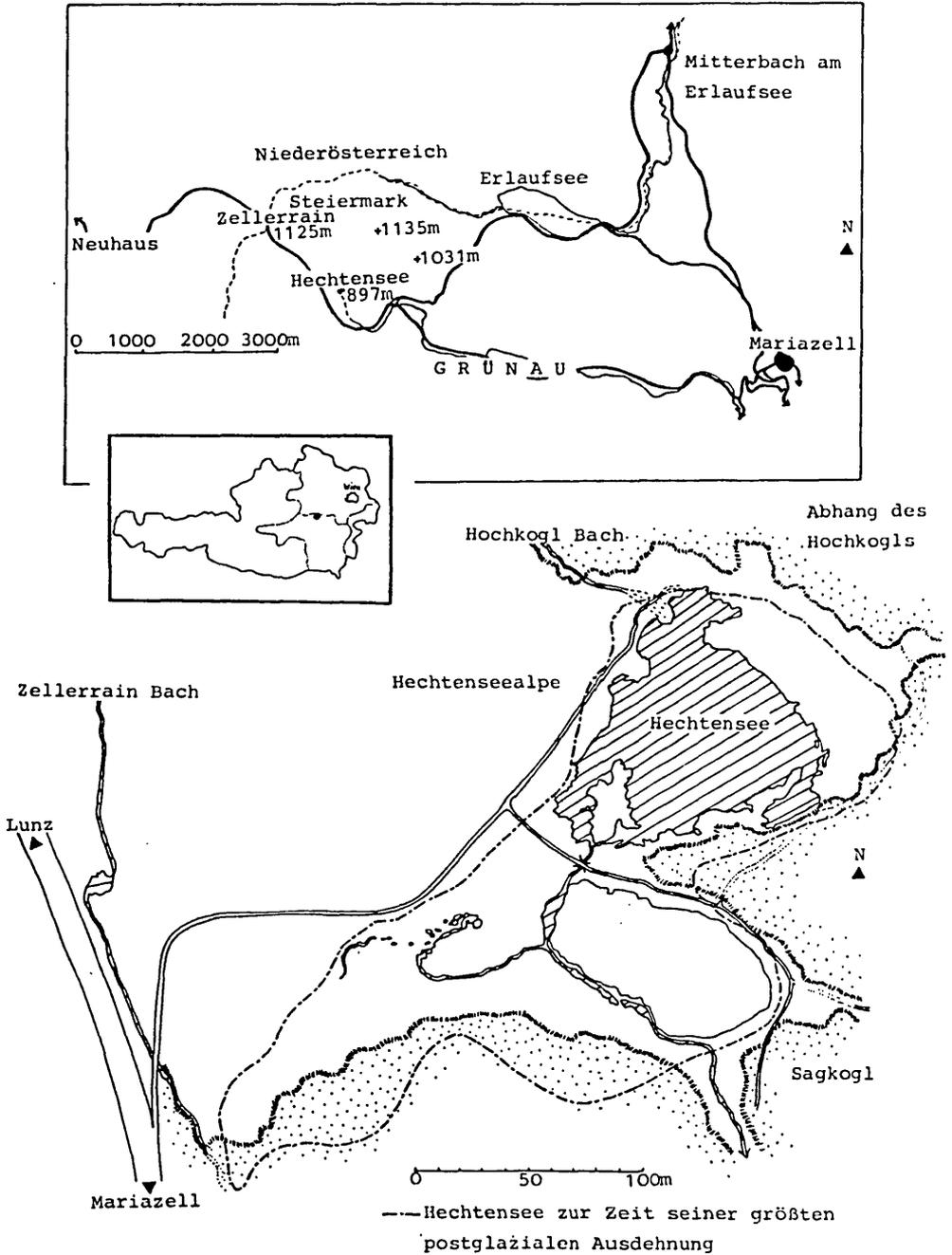


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet

Bigt humides, relativ kühles Klima ist deshalb eine Voraussetzung für Hochmoorbildung (ELLENBERG, 1978). Echte Hochmoore sind darum vor allem in subozeanischem und montanem Klima entstanden,

Das heutige Klima von Mariazell ist von ausgesprochen montanem Charakter. Die Niederschlagsverhältnisse in der Umgebung Mariazells sind infolge der abschirmenden Wirkung der umliegenden Berge auf kleinem Raum verschieden. Die Jahres-Niederschlagssumme beträgt in Mariazell (868 m) 1178 mm, in Mitterbach (875 m) 1343 mm und in Neuhaus am Zellerrain (988 m) 1788 mm (50-jähriges Mittelwerte 1901-1950). Die Niederschlagsmengen am Hechtensee sind höher als die Mariazeller Werte, die Niederschlagstage aber gleich. Die Monatsmittelwerte der Lufttemperatur in Mariazell zeigen im Jahresgang eine Schwankung von 18,4° mit der Jahrestiefsttemperatur im Jänner von -3,4°C, und Jahreshöchsttemperatur im Juli von 15,0°C (ebenfalls 50-jährige Mittelwerte 1901-1950).

ULLMANN'S (1970) orientierende Untersuchungen der Strahlungsverhältnisse am Rothmoos, Obersteiermark, zeigten den ökologisch sehr wichtigen Mangel an Strahlungsgenuß in der kalten Jahreszeit auf: von Mitte November bis zum Ende der ersten Jännerwoche war jegliche direkte Sonnenstrahlung vom Moor ausgeschlossen. Am Hechtensee-Hochmoor wurde eine Aufzeichnung der Horizontabschirmung gemacht (nach der Methode von TONNE 1971), um zu untersuchen, ob das Hochmoor vielleicht ähnlich wenig Sonne bekommt wie das Rothmoos.

Die Ergebnisse dieser Horizontbegrenzungsmessungen zeigen, daß die Einstrahlungszeit im Juli etwa 11,5 Stunden beträgt, im November und im Jänner etwa 5 Stunden (mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$). Aus diesen Messungen geht hervor, daß das Hochmoor am Hechtensee keine derart extreme Horizontabschirmung wie das Rothmoos aufweist und auch im Winter, vergleichsweise zur Umgebung, keine besonders kurze Besonnung hat. Es kann daher die Hochmoorentstehung in diesem Raum nicht durch ein besonders schattiges Lokalklima, sondern nur durch das allgemein kühl-feuchte Klima des ganzen Raumes am Fuß des Zellerrains erklärt werden. Es ist bezeichnend, daß im klimatisch ungefähr vergleichbaren Raum von Lunz-Göstling mehrerer Hochmoore entstanden sind.

Die Pflanzengesellschaften (Syntaxonomie und Ökologie)

Tabelle 1 zeigt die Pflanzensoziologische Tabelle. Die Bezeichnung der Pflanzennamen richtet sich für die Gefäßpflanzen nach EHRENDORFER (1973), die Nomenklatur der Kryptogamen nach GAMS (1973). Algen und Pilze wurden nicht bestimmt.

Die Aufnahme 1 (Quelle im NO des Gebietes) gehört zur Klasse Montio-Caradamieta BE.-BL. et TX. 1934. Es handelt sich um eine kleinflächige Ausbildung der Cratoneuretum filicino-commutati KUHN 1937, OBERD. 1977. Hier bildet Cratoneuron commutatum größere Polster auf den Felsen der Quelle, wo das Wasser aus der Tiefe herausrieselt. Nach OBERDORFER (1977) ist Cratoneuron filicinum nur an eutropheren Stellen beigemischt. Außerdem nennt er noch eine Alpenvorlandrasse der Assoziation, eine *Molinia*-reiche, zu Flachmoorgesellschaften vermittelnde Ausbildung, mit Übergängen zu Caricion davalliana-Gesellschaften, die an Stellen mit weniger bewegtem Wasser anschließen. Es ist klar, daß am Hechtensee eine solche Ausbildung auftritt. Nach MAAS (1959) ist das Cratoneuretum filicino-commutati ökologisch gebunden an sauerstoffreiches, thermostabi-

les, klares Quellwasser mit folgenden Werten: pH = 7,5 bis 8,0 (Hechtensee: 7,61) und Ca = 30,8-100 mg/l (Hechtensee + 45 mg/l). Weiterhin ist das Quellwasser mäßig NO₃-reich, nicht tief (3-10cm) und schwach bis stark fließend (60-120 m/sec).

In den Aufnahmen 2,3,4 und 5 treten die Molinio-Arrhenatheretea- (TX. 1937) Einflüsse stark hervor. Sie lassen sich am besten im Asclepiado-Molinietum OBERDORFER 1957 mit dem schönen Namen Schwalbenwurzengian-Pfeifengraswiese unterbringen, einer "gut ausgeprägten präalpinen Gebietsassoziation des Alpenvorlandes. ... Die Gesellschaft steht auf wechselfeuchten Kalk-Tonböden mit schwacher Humusauflage, die aber infolge der verschlechterten Klimabedingungen trotz der Kalkgrundlage oberflächige Versauerungstendenzen zeigt und damit ein starkes Eindringen von Nardion-Arten ermöglicht" (OBERDORFER 1957). *Gentiana asclepiadea*, *Veratrum album* und *Allium carinatum*, letztgenanntes nur in einer Aufnahme vorhanden, aber auch außerhalb in großen Mengen gefunden, sind Differentialarten der Assoziation.

Die ersten 5 Aufnahmen sind gekennzeichnet durch großen Artenreichtum und durch viele Pflanzen, die außerhalb des Gebietes ihren Schwerpunkt haben (herabgeschwemmte Arten aus höheren Regionen und Arten aus dem Wald). Aufnahme 6,7,8 und 9 unterscheiden sich durch Arten des Caricetum rostratae RÜBEL 1912 (Verband Magnocaricion W. KOCH 1926, Klasse Phragmitetea TX. et PRSG. 1942), genannt Schnabelseggenried, einer Assoziation der natürlichen Verlandungsgesellschaften in flachem Wasser über mineralischem wie torfigem, meist kalkärmerem, basenreichem bis basenarmem Untergrund (OBERDORFER 1977). In diese weite standörtliche Amplitude läßt sich die Ausbildung der Assoziation am Hechtensee leicht einfügen.

Der Klasse der Scheuchzerio-Caricetea fuscae (NORDHAG. 1937, TX. 1937) ist die nächste Assoziation des Parnassio-Caricetum fuscae (OBERD. 1957 em. GÖRS 1977) zuzuordnen, die ihren Schwerpunkt in den Aufnahmen 10-18 hat. OBERDORFER (1977) unterscheidet nach der Höhe der Karbonathärte 2 Subassoziationen, die man auch am Hechtensee antrifft: eine typische Subassoziation auf mehr oder weniger kalkfreien Standorten, und die Subassoziation mit *Carex davalliana* auf Standorten mit einem relativ hohen Kalkangebot.

Auch die Assoziation Caricetum limosa BR.-BL. 1921 gehört der Klasse Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Ordnung Scheuchzerietalia palustris NORDHAG. 1937) an. Diese Schwingrasengesellschaft hat am Hechtensee ihren Schwerpunkt in den Aufnahmen 20 und 21. Man findet sie auf mäßig basenreich-sauren bis basenreichen (kalkoligotrophen) Torfböden in den Mooren des Alpenvorlandes weiter verbreitet (OBERDORFER 1977).

In den letzten 12 Aufnahmen sind Arten der Oxycocco-Sphagnetetea Br.-BL. et TX. 1934 stark vertreten. Die am Hechtensee angetroffenen Gesellschaften, das Sphagnetum magellanici (MALCUIT 1929, KÄSTNER und FLÖSSNER 1933) und das Pino mugo-Sphagnetum (KÄSTNER und FLÖSSNER 1933 em. NEUHÄUSL 1969 corr. DIERSS.) gehören dem Verband Sphagnion magellanici (PAWLOWSKI 1928, MOORE 1964, 1968) an. Vertreter der baumfreien Gesellschaft des Sphagnion magellanici bilden die typische Subassoziation aus, worin die dominierenden *Sphagnum*-Arten auf den Schwingrasen des Hechtensees teppichartige Bestände bilden (Aufnahmen 29-34). Das Pino mugo-Sphagnetum läßt sich in dieser Tabelle in 2 Varianten einteilen: die ombotrophen Bergkiefern-Hochmoore im engeren Sinne vertreten die Aufnahmen 39

und 40; von dieser Gesellschaft etwas abgeleitete Formen im Entwässerungsgürtel des Hochmoores und eine relativ trockene, heideartige Vegetation in der Fortsetzung des Hochmoores, in deren Untergrund sehr viele Holzreste, anscheinend von *Pinus mugo*, angetroffen wurden, sind vertreten in den Aufnahmen 35, 36, 37 und 38.

Wasserchemismus

Alle Ergebnisse der Analyse der Wasserproben (nach der Arbeitsmethode von Dr. BERGER, Biolog. Station Lunz) zeigt die Tabelle 2. (In einer Anlage dieser Arbeit befindet sich eine ausführliche Beschreibung der Probe-Entnahmestellen.) Der Sauerstoffgehalt der Proben ist immer hoch in den fließenden Gewässern oder im offenen Wasser des Sees und nimmt ab bis zu weniger als der Hälfte im Wasser, das in den verschiedenen Vegetationstypen gesammelt wurde. Es handelt sich immer nur um Wasser von der Oberfläche, da es wegen der Trübung meistens nicht möglich war, den Sauerstoffgehalt der Proben aus der Tiefe zu bestimmen.

Die pH-Werte zeigen eine Schwankung von 8,20 - 4,01. Bekannt ist, daß lebende *Sphagnum*-Pflanzen, aber auch Moostorfe die Eigenschaft haben, als Kationenaustauscher zu wirken. Daher kann der pH-Wert im Moorwasser bis pH=3 absinken (OVERBECK 1975). Man findet einen niedrigen pH-Wert an jenen Stellen im Moor, wo lebendes *Sphagnum* dieses bewirkt, oder wo Torf im Untergrund noch die Fähigkeit besitzt, Ionen auszutauschen. Vegetationstypen ohne *Sphagnum* (wie z.B. das südwestliche Niedermoor) haben höhere pH-Werte (7-8) und lassen die Einflüsse des Oberflächenwassers und der Quellen (pH=8,20 bzw. 7,61) erkennen. Auch das Wasser des Hechtensees hat einen pH-Wert von ungefähr 8 (8,06). Auch in der Alkalinität läßt sich die kationenaustauschende Wirkung von *Sphagnum* erkennen. Hydrokarbonate sind aufgrund der Gegenwart von H^+ -Ionen nicht anwesend.

Die totale Leitfähigkeit (μS_{20}) gestattet Rückschlüsse auf den Gehalt an Ionen und damit an gelösten dissoziierbaren Stoffen im Wasser. Die Hälfte der Proben zeigt einen relativ hohen Gehalt an Ionen (Leitfähigkeit 270-322 μS), gegenüber einem relativ niedrigen Gehalt (21-58 μS) in den übrigen Proben, ausgenommen die Probe am Rande des Moores, die eine Zwischenstellung einnimmt (131 μS). Relativ hohe Leitfähigkeitswerte haben alle Proben der Bäche und Quellen des Sees, sowie Vegetationstypen, die reichlich von diesem Wasser versorgt werden. Die Zufuhr an Ionen ist dort immer reich, während der Gehalt in den Vegetationstypen der anderen Probestellen, wo Wasser nicht immer zufließt, niedrig ist infolge der Aufnahme durch die Pflanzen.

Die Hydrokarbonat-Leitfähigkeit, also die Leitfähigkeit infolge der anwesenden Hydrokarbonate des Ca^{++} und Mg^{++} (Na⁺- und K⁺-Gehalt ist immer kleiner als 0,1 meq/l, also fast zu vernachlässigen) subtrahiert von der totalen Leitfähigkeit (totale Leitfähigkeit-Hydrokarbonatleitfähigkeit = Restleitfähigkeit) gibt meistens Werte kleiner als 10 μS , ausgenommen bei den Proben 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 und 21, die alle von lebendem *Sphagnum* oder Torf im Untergrund entnommen wurden. Ein so niedriger Wert bedeutet, daß diese Wässer fast reine Hydrokarbonatwässer sind, was für Kalkgebirge typisch ist.

Probe 14 nimmt, mit einem pH-Wert von 6,08, der mit den Proben 12 und 13 übereinstimmt, jedoch einer Restleitfähigkeit, die auf Abwesenheit von *Sphagnum* im Untergrund deutet, eine Zwischenstellung ein.

Probe Nr.	ρ_2 mg/l	O_2 Sättigung %	pH	Tot.L Leitfähigkeit $\mu S_{20}^{\circ}C$	Hydrok. b. Leitf. $\mu S_{20}^{\circ}C$	Restleitf. $\mu S_{20}^{\circ}C$	Alkalinität meq/l	Ca ⁺⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	Ca/Hg	Na ⁺⁺ meq/l	K ⁺		NO ₃ ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	
												meq/l	mg/l			
1	12,45	127	8,20	301	289	3	3,58	2,10	42,11	1,80	21,87	1,17	0,03	0,7	0,64	2,9
2	9,79	104	8,20	319	314	5	3,80	2,32	46,52	1,80	21,87	1,29	0,02	0,5	0,70	1,5
3	9,68	97	7,61	322	320	2	3,88	2,25	45,11	1,91	23,21	1,18	0,03	0,7	0,40	3,9
4	9,54	96	7,55	320	318	2	3,85	2,27	45,51	1,86	22,60	1,22	0,02	0,5	0,24	10,7
5	12,19	148	8,06	272	265	7	3,18	1,76	35,29	1,72	20,90	1,02	0,01	0,2	0,04	3,9
6	12,28	148	8,09	270	267	3	3,20	1,83	36,69	1,61	19,56	1,14	0,02	0,5	0,02	1,0
7	11,52	140	7,89	272	268	4	3,21	1,79	35,89	1,71	20,78	1,05	0,02	0,5	0,00	3,9
8	4,77	50	7,10	321	315	6	3,81	2,18	43,71	1,92	23,33	1,14	0,04	0,9	0,24	5,4
9	8,24	84	7,35	307	302	5	3,64	2,16	43,31	1,64	20,05	1,32	0,04	0,9	0,32	5,9
10	7,91	81	7,08	317	309	8	3,72	2,19	43,91	1,80	21,87	1,22	0,03	0,7	0,24	3,4
11	8,31	83	7,45	306	301	5	3,62	2,02	40,50	1,89	22,96	1,07	0,03	0,7	0,48	2,4
12	4,63	57	6,22	131	117	14	1,36	0,87	17,44	0,76	9,23	1,14	0,01	0,2	0,00	7,3
13	-	-	6,09	56	39	17	0,44	0,51	10,23	0,34	4,13	1,50	0,05	1,2	0,01	0,4
14	-	-	6,08	37	30	7	0,34	0,56	11,23	0,22	2,67	2,55	0,09	2,1	0,02	0,8
15	-	-	5,13	34	12	22	0,14	0,29	5,82	0,05	0,61	5,80	0,08	1,8	0,01	0,4
16	4,32	50	5,42	33	5	28	0,06	0,33	6,62	-	-	-	0,03	0,7	0,01	0,4
17	-	-	5,81	58	15	43	0,48	0,57	11,43	0,13	1,58	4,38	0,02	0,5	0,01	0,4
18	-	-	4,83	35	33	2	0,02	0,22	4,41	0,03	0,37	7,33	0,10	2,3	0,01	0,4
19	-	-	5,09	29	27	2	0,02	0,24	4,81	0,07	0,85	3,43	0,06	1,4	0,01	0,4
20	-	-	4,80	21	3	18	0,03	0,22	4,41	0,04	0,49	5,50	0,05	1,2	0,01	0,4
21	-	-	4,53	45	0	45	0,00	0,32	6,42	-	-	-	0,09	2,1	0,02	0,8
22	1,90	18	4,01	38	0	38	0,00	0,26	5,21	-	-	-	0,04	0,9	0,01	0,4

Tab. 2: Chemische Wasseranalysen

Ca⁺⁺ und Mg⁺⁺ sind anwesend in den Proben ohne *Sphagnum* ($\pm 2,2$ meq/l bzw. $\pm 1,8$ meq/l); durch Torfmoose werden sie stark reduziert. Aus dem Wert Ca:Mg = 1 läßt sich folgern, daß das Wasser der Bäche und Quellen dolomitischer Herkunft ist.

Außer in Probe 8 lassen sich die höheren NO₃-Werte in den Proben 1, 2, 3, 4, 9, 10 und 11 leicht erklären. Es sind alles Proben der Bäche und Quellen oder der Vegetationen des südwestlichen Niedermooses, die vom Wasser des Zellerrainbaches überschwemmt werden. Es wird also Nitrat von außerhalb des Gebietes zugeführt und von den Pflanzen als Nährstoff aufgenommen.

Der PO₄³⁻-Gehalt ist in den Proben niedrig (kleiner als 8,0 g/l), außer in den Proben 11, 13, 14, 16, 21 und 22. Bei diesen PO₄-reicheren Proben handelt es sich immer um Wasser aus der Tiefe, wo anscheinend PO₄ wieder mineralisiert und wegen der Armut an positiven Ionen nicht von Kationen gebunden wird.

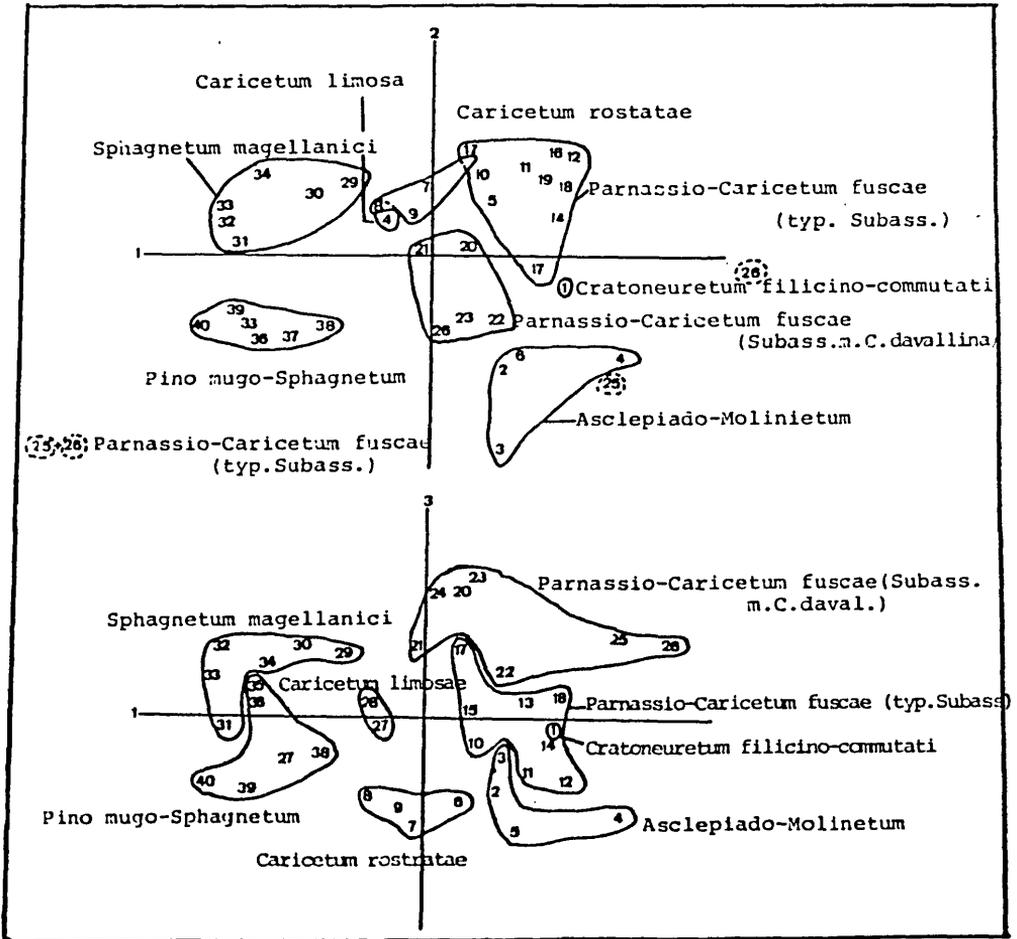


Abb. 2: Ordinationsdiagramme der Vegetationsaufnahmen

Ordinationsergebnisse

Abb. 2 zeigt die Ordinationsdiagramme der Vegetationsaufnahmen, und zwar die Ergebnisse der ersten und zweiten Dimension (Erklärungswert der ersten Dimension: 17 %, der zweiten: 15 %, also relativ niedrig infolge der großen Heterogenität des Aufnahmемaterials). Abb. 2 deutet jedenfalls darauf hin, daß die syntaxonomischen Einheiten gut voneinander zu trennen sind, sogar die Subassoziationen des Parnassio Caricetum-fuscae.

Zur Deutung der Dimensionen dieser Ordination wurden die pH-Werte des Grundwassers an den verschiedenen Aufnahmestellen und die Feuchtezahlen der Aufnahmen herangezogen. Die pH-Werte wurden einmalig gemessen. Die Feuchtezahlen der Aufnahmen (F):

$$F = \frac{\sum \text{Artmächtigkeit} \times \text{Feuchtezahl der einzelnen Arten}}{\sum \text{Artmächtigkeit der einzelnen Arten}}$$

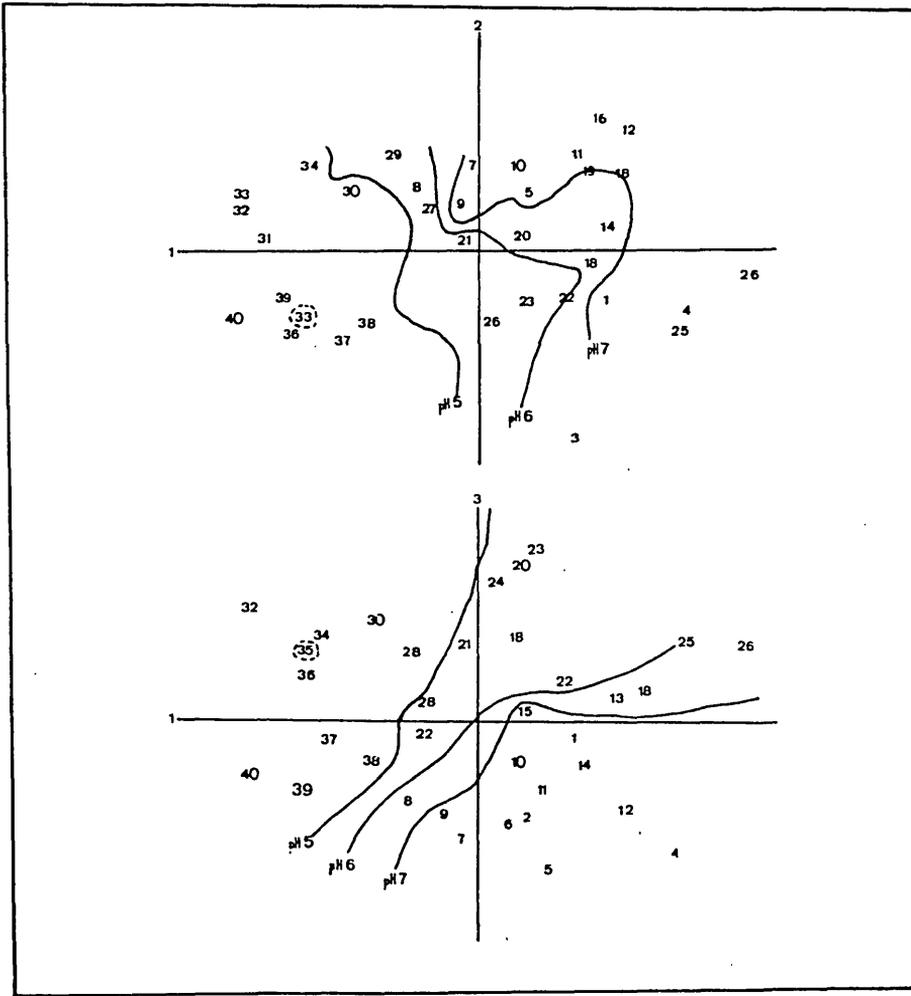


Abb. 3: pH-Ordination

wurden anhand der Feuchtezahlen der Gefäßpflanzen (nach ELLENBERG 1974) berechnet. Arten mit indifferentem oder ungeklärtem Verhalten wurden nicht herangezogen.

Im Zusammenhang mit den pH-Ordinations-Diagrammen (Abb. 3) wurde berechnet, daß die pH-Werte eine Korrelation von 0,7773 mit der ersten Dimension haben. Der pH-Wert ist also ein wichtiger Faktor dieser Dimension, erklärt sie aber nicht völlig. Es wurde schon hervorgehoben, wie eng die verschiedenen Umweltfaktoren in Beziehung zueinander stehen und es ist daher schwer zu entscheiden, welcher Gradient die erste Dimension völlig erklärt.

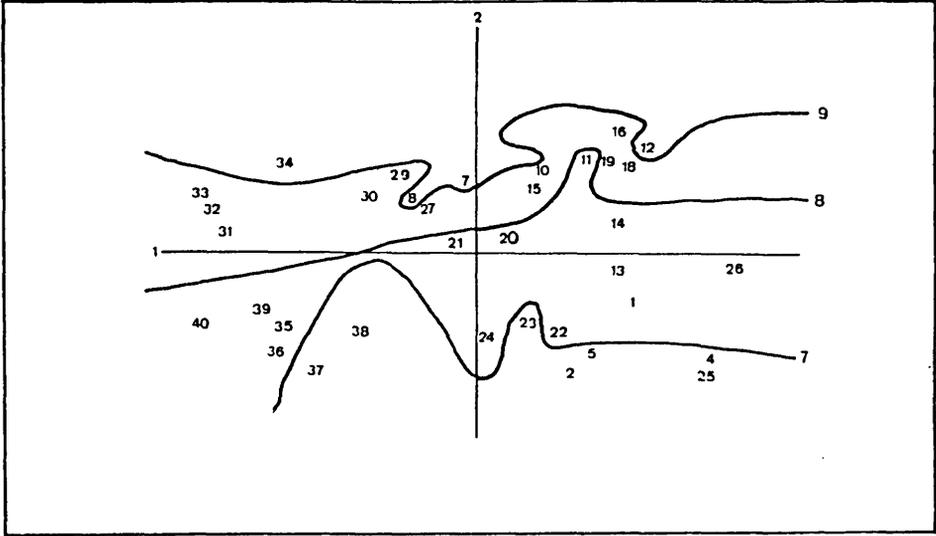
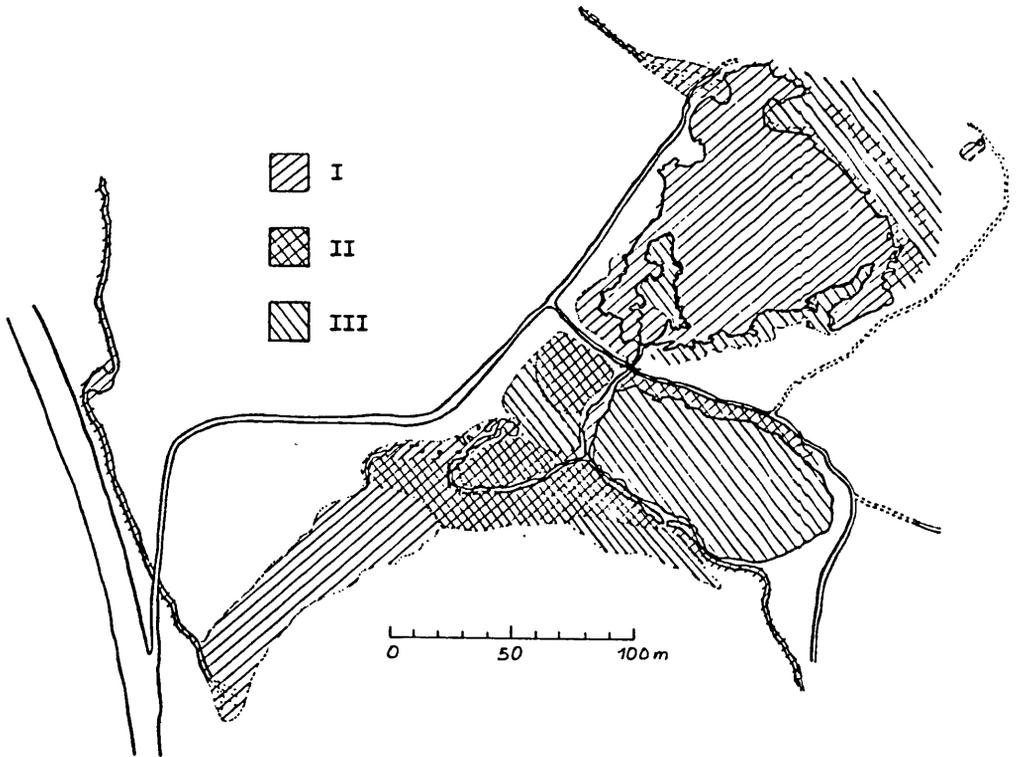


Abb. 4: Ordinationsdiagramm der Feuchtezahlen

Die zweite Dimension deutet auf den Gradienten 'wenig feucht → sehr feucht' hin. Das Ordinationsdiagramm der Feuchtezahlen der Aufnahmen (Abb. 4) zeigt einen Gradienten von Feuchtezahl 7 bis 9.

Wasserverhältnisse im Gebiet

Die Ergebnisse der Wasserproben zeigen, daß es sich beim Hechtensee um ein typisches Beispiel eines Moorees handelt, bei dem die Wasserverhältnisse noch weitgehend ungestört sind. Faßt man die Ergebnisse in einer "Wasserkarte" zusammen und bezieht die Vegetationsgrenzen mit ein, ergibt sich ein Zusammenhang zwischen den verschiedenen Ionenkonzentrationen und es ist möglich, im Gebiet 3 Typen, in Abhängigkeit von den Konzentrationsunterschieden Ca^{++} und Mg^{++} -Leitfähigkeit, pH und Alkalinität im Wasser, zu erkennen (Abb. 5). Die Konzentration des Na^+ , K^+ , NO_3 und PO_4 ist in diesem Falle nicht von maßgebender Bedeutung. Es soll aber angemerkt werden, daß die Aufnahmen 13 und 18 (*Molinia*-reiche Vegetation südlich des Hochmoores) andere Wasserverhältnisse zeigen als die anderen Niedermoor-Vegetationstypen, und daß sich der Hochmoorcharakter



- $\text{pH} > 7,0$
Tot. Leitfähigkeit: 270-322 $\mu\text{S}_{20^\circ\text{C}}$
I Alkalinität 3,0 meq/l
 $\text{Ca}^{++} \geq 1,7 \text{ meq/l} = 34,1 \text{ mg/l}$
 $\text{Mg}^{++} \geq 1,6 \text{ meq/l} = 19,4 \text{ mg/l}$
- $5,0 < \text{pH} < 7,0$
Tot. Leitfähigkeit: 33-131 $\mu\text{S}_{20^\circ\text{C}}$
II Alkalinität: 0,5 - 3,0 meq/l
 $\text{Ca}^{++} 0,3 - 1,7 \text{ meq/l} = 6,0 - 34,1 \text{ mg/l}$
 $\text{Mg}^{++} 0,1 - 1,6 \text{ meq/l} = 1,2 - 19,4 \text{ mg/l}$
- $\text{pH} \leq 5,0$
Tot. Leitfähigkeit: 21 - 45 $\mu\text{S}_{20^\circ\text{C}}$
III Alkalinität 0,5 meq/l
 $\text{Ca}^{++} < 0,3 \text{ meq/l} = 6,0 \text{ mg/l}$
 $\text{Mg}^{++} < 0,1 \text{ meq/l} = 1,2 \text{ mg/l}$

Abb. 5: "Wasserkarte"

der Vegetation nicht in den Ergebnissen der Wasserproben zu den Aufnahmen 35, 37 und 38 widerspiegelt. Das *Sphagnum* bewirkt, daß die wirklichen Hochmoorstellen äußerst nährstoffarm und stark sauer sind im Gegensatz zu den Niedermooren, die unter dem Einfluß der Rinnsale stehen, nährstoffreicher und eher neutral im pH-Bereich sind. Der Übergang zwischen diesen zwei Extremen läßt sich in der Vegetation wie auch im Wasserchemismus deutlich erkennen.

Aus der Literatur ist uns einiges über die Merkmale von Hoch- und Niedermooren bezüglich des pH-Wertes bekannt. OVERBECK (1975) nennt einen pH-Bereich von 3,7 bis 5, NAUCKE (1976) von pH 3 bis 5 für Hochmoorstandorte; für Niedermoore erwähnt NAUCKE (1976) pH 4 bis 7,5. Die pH-Grenzen des Hochmoores am Hechtensee entsprechen den oben genannten Werten; die Grenze zwischen Übergangsmoor und Niedermoor läßt sich im allgemeinen nicht in einem enger begrenzten pH-Bereich ausdrücken. Für die Verhältnisse am Hechtensee zeigt pH = 7 den Übergang Niedermoor-Übergangsmoor.

Es ist klar, daß die Wasserdaten Ergebnisse eines bestimmten Entnahmeterrines sind und daher nur die Verhältnisse im August, oder gar nur des 16. und 22. August, charakterisieren. Dementsprechend ist über die jährlichen Konzentrationsschwankungen nichts bekannt. GIES & LÖTSCHERT (1973) haben die jahreszeitlichen Veränderungen des Kationengehaltes in Moorwässern untersucht, nachdem sie in der Literatur kaum Hinweise auf das Fehlen oder Vorkommen von Schwankungen des pH-Wertes und die Elektrolytgehalte gefunden hatten. Es hat sich dabei erwiesen, daß Konzentrationsänderungen in den Moorwässern bestimmt vorhanden sind und einerseits auf Niederschlag und Verdunstung, andererseits auf Ionenaustauschvorgänge, bzw. auf Auswaschung angereicherter Kationen aus *Sphagnum* und Torf oder Zufuhr aus dem Grundwasser zurückzuführen sind. Die pH-, Na⁺-, K⁺- und Mg⁺⁺-Werte GIES's und LÖTSCHERTs (1973) im August in dem von ihnen untersuchten Hochmoor und Caricetum rostratae stimmen übrigens im allgemeinen mit den Hechtensee-Werten überein. Die CA-Werte sind am Hechtensee ungefähr 5 x höher.

Chemie im *Sphagnum*-Profil

Die 19 Proben zur chemischen Analyse von mehreren *Sphagnum*-Arten aus verschiedenen Tiefen zum Studium der Mineralisation wurden im Übergangsbereich zum dicken Torfpaket gesammelt.

Die Änderung der chemischen Zusammensetzung des Torfprofils der Tiefe nach zeigt Abb. 6. Es lassen sich verschiedene Typen von Veränderungen erkennen:

- 1) Die Elemente Na⁺, K⁺ und Mn⁺⁺ zeigen im allgemeinen eine Abnahme in den ersten 20-30 cm (nur die Zunahme des Mn⁺⁺ in der Probe '*Sphagnum recurvum*' läßt sich nicht erklären) bis zu weniger als 10 % der Anfangswerte bei K⁺ und fast 50 % bei Na⁺ und Mn⁺⁺. Kalium nimmt tiefer unten noch weiter ab, sowie auch meistens Mn⁺⁺, doch Na⁺ nimmt in diesem Falle wieder zu bis ungefähr 75 % der Werte in nur 5 cm Tiefe.
- 2) Ca⁺⁺ zeigt eine Steigerung der Tiefe nach, auf die bei 2 *Sphagnum*-Arten wieder eine Abnahme folgt.
- 3) Die Konzentration der Elemente Fe⁺⁺/Fe⁺⁺⁺ und Mg⁺⁺ nimmt bis 20-30 cm zu, dann wieder ab bis zu Werten, die niedriger sind als die der ersten 10 cm.
- 4) Der Gesamtstickstoff-Wert nimm zunächst ab und weiter nach der Tiefe

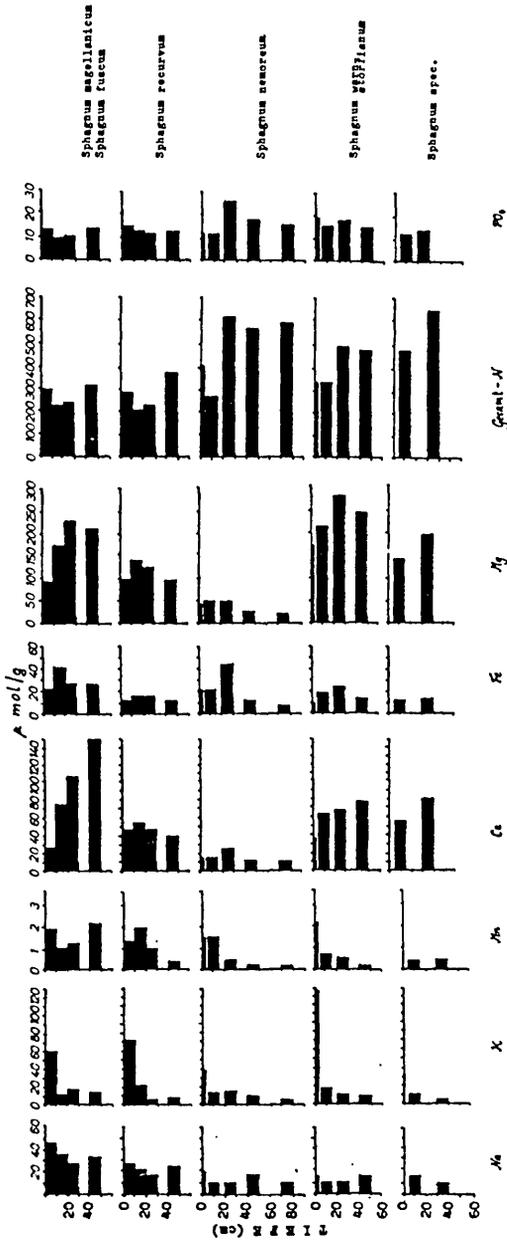


Abb. 6: Die chemische Zusammensetzung des Torfes

wieder zu. PO_4^{3-} -Werte zeigen ebenfalls dieses Bild. Diese Werte ergeben N/P-Verhältnisse von 20-30 (d.h. Phosphat ist limitierend) und zwar relativ konstante Werte bis in die Tiefe.

Nur die *Sphagnum nemoreum*-Proben stammen von einem richtigen Hochmoor-Standort. An den anderen Stellen macht sich mehr oder weniger der Einfluß des mineralischen Grundwassers bemerkbar.

Die Kationen-Werte sind am Hochmoor im allgemeinen am niedrigsten, die der Anionen aber am höchsten. So auch umgekehrt: Stellen mit hohen Kationen-Werten haben eher die niedrigsten Anionen-Werte.

Zum richtigen Verständnis dieser Zahlen ist es wichtig zu wissen, daß diese Hechtensee-Werte im allgemeinen sehr niedrig sind. DAMMAN (1978) hat solche Änderungen der chemischen Zusammensetzung im Torf des Hochmoores Traneröds Mosse, Schweden, studiert und fand meistens ab 1 m Tiefe vergleichbare Werte mit denen ab 20 cm am Hechtensee. In den ersten 40 cm fand er eher höhere Werte.

Wie alt der Torf in 70-80 cm Tiefe ist, ist unsicher; vielleicht 50-100 Jahre. Der Jahreszuwachs von *Sphagnum* ist sehr verschieden, je nach Art und Verhältnissen (OVERBECK 1975). Über den vertikalen Zuwachs des Torfes ist also nichts Sicheres zu sagen.

Die Ergebnisse der Messungen der Austauschkapazität der 5 *Sphagnum*-Proben zeigt die Abb. 7. Die Austauschkapazität ist jedenfalls bis in große Tiefen vorhanden und ein Zusammenhang mit der Ca^{++} -Konzentration läßt sich leicht erkennen. Die Bestimmung dieser Kapazität wurde durch hinzufügen von Ca^{++} (0,05 M CaCl_2) vorgenommen: im Falle hohen Ca^{++} -Gehaltes von *Sphagnum* kann nur wenig extra- Ca^{++} aufgenommen und gegen H^+ ausgetauscht werden.

Die Verwesung organischer Substanz verursacht eine allmähliche Zunahme der Mineralstoffkonzentration im Laufe der Zeit. In einem Torfprofil nimmt daher die Konzentration der Elemente der Tiefe nach zu, unter der Bedingung, daß der Input und die Vegetation an der Oberfläche sich nicht ändern. Dagegen ist eine Abnahme der Konzentration der Tiefe nach, oder die Anwesenheit eines aufschichtenden Horizonts ein Zeiger für die Mobilisierung der Elemente im Profil (DAMMAN 1978, MOORE & BELLAMY 1974).

DAMMANS (1978) Untersuchung einiger Torfprofile in Schweden hat ergeben, daß Änderungen der Konzentration im Torf allem Anschein nach in enger Beziehung stehen mit dem Stand des Wasserspiegels, also mit der Durchlüftung des Torfes. Die Zone der Wasserspiegelschwankungen hat dementsprechend einen höheren Gehalt mancher Elemente als erwartet.

Die ombrotrophen Hochmoore werden nur vom nährstoffarmen Regenwasser gespeist. Daher ist das Angebot mancher Elemente an solchen Stellen sehr beschränkt und von den *Sphagnum*-Pflanzen wird das atmosphärische Nährstoffangebot genutzt (hohe Adsorptionskapazität von *Sphagnum*). Wenn trotzdem ein Mangel an Nährstoffelementen auftritt, dann können aus dem abgestorbenen, darunter liegenden *Sphagnum* Nährstoffe aufgenommen werden.

Diese Ergebnisse der chemischen Zusammensetzung des Profiles deuten darauf hin, daß die Elemente Na^+ , K^+ , Mn^{++} und wahrscheinlich auch PO_4^{3-}

im abgestorbenen *Sphagnum* von den lebenden Sphagnum wieder genützt werden. Außerdem ergibt sich, daß das Recycling des Kaliums viel größer ist als das des Natriums oder Mangans, höchstwahrscheinlich wegen des Festhaltens von Kalium durch die lebenden *Sphagnum*zellen (BREHM 1971). In der Tiefe werden die obengenannten Elemente durch Ca^{++} und Mg^{++} ersetzt.

Der relativ hohe Gehalt an manchen Elementen ($\text{Fe}^{++}/\text{Fe}^{+++}$, Ca^{++} , Mg^{++}) in 20-30 cm Tiefe könnte durch die Anreicherung in dieser Zone infolge des hier schwankenden Wasserspiegels bedingt sein.

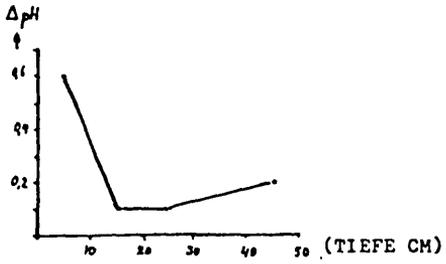
Allem Anschein nach wird Stickstoff im Torfprofil am Hechtensee nicht mobilisiert; es zeigt sich eine allmähliche Zunahme der Tiefe nach. Doch könnte diese Zunahme ebenfalls dem Wasserspiegel zuzuschreiben sein.

Über den Stand des Wasserspiegels sind nur die Ergebnisse vom 29.6. und 2.7. - 18.8. bekannt und zwar von 3 Stellen, wo *Sphagnum* gesammelt wurde. In dieser Zeitspanne war der Wasserspiegel am Hochmoor (*Sphagnum nemoreum*) infolge einer außerordentlich langen Trockenzeit anfangs fast 90 cm tief, danach aber immer ungefähr 30 cm. An einer Stelle mit *Sphagnum magellanicum* und *Sphagnum fuscum* war die Tiefe des Wasserspiegels ungefähr 35 cm und bei *Sphagnum spec.* ungefähr 10 cm in der Zeit vom 2.7. bis 18.8.

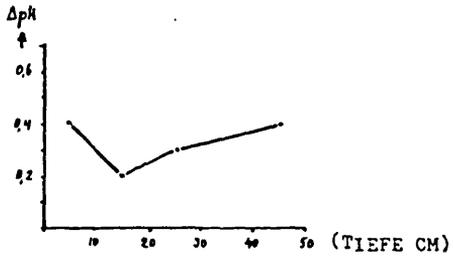
Die Ergebnisse DAMMANS (1978) im Traneröds Mosse sind, außer den Konzentrationsunterschieden, sehr ähnlich. Nur die Schwankungen der Werte des Mangans und des Stickstoffs der Tiefe nach sind anders. Mangan verschwindet im Traneröds Mosse erst allmählich ab 25 cm Tiefe, und Stickstoff verschwindet langsam mit zunehmender Tiefe. Er schließt daraus, daß das Nährstoffangebot des *Sphagnum*-Teppichs nicht nur vom Regenwasser abhängig ist, sondern auch vom Recycling von N, P, K usw. Auch der höhere N- und P-Gehalt der Niederschläge in den letzten Jahren könnte die relativ hohen N- und P-Werte im lebenden *Sphagnum* erklären. Es sollten aber weitere Untersuchungen angestellt werden (DAMMAN 1978).

Die am Hechtensee angetroffenen P- und N-Werte sind niedriger als die von HUTCHINSON (1975) für Wasserpflanzen gefundenen "Kritischen Werte" (Kritische Werte für Wasserpflanzen nach HUTCHINSON 1975: P = 0,13 %, N = 1,3 %); am Hochmoor des Hechtenseegebietes war P 0,8 % und N 0,98 %. Das Bedürfnis an P und N der Kryptogamen ist noch nicht untersucht worden.

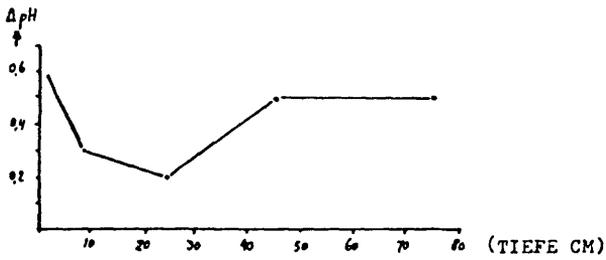
GIES & LÜTSCHERT (1973) sind der Meinung, daß die Stoffe Ca^{++} , N^+ , K^+ und Mg^{++} jedenfalls für die *Sphagnum*-Vegetation stets in ausreichender Menge vorliegen und infolge des Anreicherungseffektes in den *Sphagnum*-Köpfchen keinen Minimumfaktor darstellen. "Ähnliches scheint auch für die Stickstoffversorgung zu gelten, da sich NH_4 nach Angabe von YERLY (1970) durch kapillaren Wasseraufstieg und Verdunstung ebenfalls in den Köpfchen anreichert. Offensichtlich liegen hier also ähnliche Austauschvorgänge vor wie bei den übrigen Kationen. Ein Austausch oder eine Anreicherung von Anionen durch die Sphagnum ist bisher noch nicht nachgewiesen worden" (GIES & LÜTSCHERT 1973). Auch die Ergebnisse der Ionenaustauschvorgänge der Sphagnum CLYMOs (1963) ergeben keine besonderen Anionenaustauschvorgänge. Wohl aber findet er eine Korrelation zwischen dem Gehalt an Polyuronsäure und den Kation-Austauschvorgängen der Sphagnum; eine Abhängigkeit zwischen den Kation-Austauschvorgängen und der Höhe des *Sphagnum*-Niveaus über dem Wasserspiegel einerseits sowie dem pH des die Pflanzen umgebenden Wassers andererseits, wurde festgestellt.



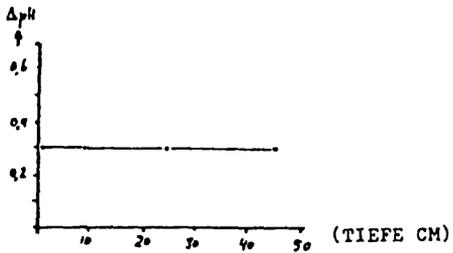
Sphagnum magellanicum
Sphagnum fuscum



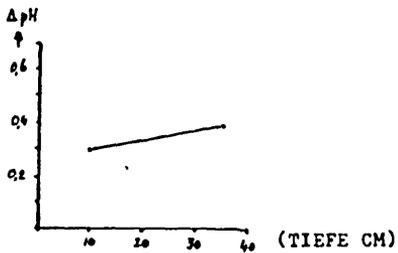
Sphagnum recurvum ssp.
mucronatum



Sphagnum nemoreum



Sphagnum Warnstorffianum



Sphagnum spec.

Abb. 7: Austauschkapazität der verschiedenen *Sphagnum*-Proben

Die neue Vegetationskarte im Vergleich mit jener von ZUMPFE

Auf der neuen Vegetationskarte (Abb. 8) sind auch die Wasserpflanzen der Vegetation im offenen Wasser des Hechtensees eingezeichnet. Soweit man ins klare Wasser hineinschauen kann, ist überall ein gut entwickelter *Chara hispida*-Rasen zu sehen (Charetum hispidae Corill. 1957, zur Ordnung Charetales hispidae Sauer 1937 und zur Klasse Charetea fragilis, FUKAREK 1961 n.n., KRAUSCH 1964 gehörend).

"Das Characetum hispidae ist eine ausgeprägte Einart-Gesellschaft In der Bodenschicht reichlich Cyanophyceen und Zygnemaceen. Optimal im Bereich der voralpinen Schotter in kleinen Seen und Raggerseen, deren Wasserregime durch den Austritt kalt-stenotherm-oligotrophen Grundwassers bestimmt wird." (OBERDORFER 1977). Diese Beschreibung des Charetum hispidae paßt gut zu den Verhältnissen am Hechtensee.

Die Vegetation am Rande des Sees ist dem Scirpetum lacustris SCHMALE 1939 zuzuordnen (Klasse: Phragmitetea TX. et PRSG. 1942). Die *Potamogeton natans*-Gesellschaft, die im Wasser wächst, ist den Potamogetonetea R. TX. et PRSG. 1942 zuzuordnen.

Die Ufer sind sehr steil, teilweise verursacht durch Torfstecher, die früher mit einem Floß von der Wasserseite kamen, um den Torf abzustechen. Der westliche Teil des Hechtensees (westlich der Halbinsel) ist im Gegensatz zum übrigen Teil sehr seicht (10-50 cm), was dem Torfstich zuzuschreiben ist. Teils trifft man hier eine *Equisetum fluviale*-Gesellschaft an, teils eine *Carex lasiocarpa*-Gesellschaft (beide den Phragmitetea zuzuordnen).

Die (nicht aufgenommene) Ufervegetation ist immer sehr deutlich unterschieden von der übrigen Vegetation: vor allem *Carex diandra* bestimmte das typische Bild, zusammen mit *Potentilla palustris* und *Menyanthes trifoliata*.

Im Abfluß wurden, geordnet nach abnehmender Deckung, angetroffen: *Agrostis stolonifera*, *Carex rostrata*, *Calliargon giganteum*, *Cardamine amara*, *Mentha longifolia*, *Potamogeton alpinus* und *Drepanocladus uncinatus*.

Aus dem Vergleich der aktuellen und der früheren Vegetationsbeschreibungen des Hechtenseegebietes (ZUMPFE 1929) ist ersichtlich, daß sich einerseits während der vergangenen 50 Jahre verschiedenes geändert hat, andererseits ist das wertvolle Gebiet ziemlich unberührt und deshalb unverändert geblieben.

Abb. 9 zeigt die Vegetationskarte von ZUMPFE (1929), Abb. 8 die neue Vegetationskarte. Es wurden, soweit wie möglich, die gleichen Zeichen wie bei ZUMPFE verwendet, damit der Vergleich beider Karten leicht fällt. Die Einteilung der heutigen Vegetationstypen in Hoch-, Übergangs- und Niedermoor ergibt auch die Zeichenerklärung; das Parnassio-Caricetum fuscae, das Caricetum rostratae und das Caricetum limosae ist den Niedermooren, das Sphagnetum magellanici den Übergangsmooren und das Pino mugo-Sphagnetum den Hochmooren zugeteilt. Im Gegensatz zu ZUMPFE haben wir auch die Assoziationen des Hechtensees auf der Karte eingezeichnet.

Die Mooregebiete um den Hechtensee werden heute nicht mehr von Abgrabungen bedroht, obwohl zur Zeit des 2. Weltkrieges noch Torf gestochen wurde. Dieser Torfstich hat die Vegetation lokal stark verändert, wie man

beim Vergleich der beiden Vegetationskarten feststellen kann:

Der westliche Teil des Filzes (westlich vom Bach) wurde abgestochen. Früher war dort ein mit *Pinus mugo* bestockter Hochmoorbult (+ 40 cm Höhe) anzutreffen. Heute gibt es an dieser Stelle ein scharf abgegrenztes Loch von etwa 40 cm Tiefe und 100 m² Ausdehnung, dessen Vegetation dem Parnassio-Caricetum fuscae subass. mit *Carex davalliana* zuzuordnen ist.

Vor 50 Jahren gab es im südwestlichen Teil des Hechtensees einige kleine Inseln und am Ufer *Sphagnum*-Schwingrasen und Übergangsmoor. Heute haben sich diese kleinen Inseln zu einer großen Halbinsel zusammengeschlossen, während *Sphagnum*-Schwingrasen und Übergangsmoor abgestochen und in einen seichten See verwandelt wurden.

Alle Ufer des Hechtensees wurden von den Torfstechern abgestochen (persönliche Mitteilung eines Torfstechers). Nur teilweise sind diese wieder zugewachsen, weshalb der See etwas größer statt kleiner geworden ist. (ZUMPFES 1929: "Der See, in einigen Jahrhunderten sicherlich verschwunden, war nach Aussagen von alten Leuten noch vor 100 Jahren von beträchtlich größerem Umfang.")

Im Übrigen zeigt sich aber, daß die beiden Vegetationskarten sehr ähnlich sind, und daß außer den obengenannten anthropogenen Einflüssen nur geringe Änderungen, außer dem auffälligen Rückgang des Südmoores, der aus den beiden Karten hervorgeht, stattgefunden haben. Vergleicht man die heutige Größe des Südmoores mit der bei Zumpfe, dann ergibt sich, daß es bestimmt kleiner geworden ist, allem Anschein nach durch das Vorstoßen des südlich gelegenen Waldes.

Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen stimmen mit denen ZUMPFES (1929) gut überein. ZUMPFES hat damals etwa 200 Vegetationsaufnahmen im Hechtenseegebiet, nach einer Methode von du RIETZ, gemacht. Die Syntaxonomie ZUMPFES ist leider stark verschieden von derjenigen OBERDORFERS (1957, 1977), deshalb ist es schwierig, die Vegetationsergebnisse genau zu vergleichen. Einzelne Arten sind verschwunden, andere dazugekommen, aber im großen und ganzen ist die Artenzusammensetzung gleich geblieben. Die wichtigsten Änderungen sind:

Es wachsen jetzt im Gegensatz zu vor 50 Jahren kaum noch *Cladonia*-Arten (Flechten) auf dem Filz und auf den *Sphagnum magellanicum*-Bulten nordöstlich des Sees;

ZUMPFES (1929) meldete, daß am Übergangsmoor mächtige *Calluna vulgaris*-stöcke angetroffen wurden. Heute gibt es nur noch winzige *Calluna*-sträucher im Hechtenseegebiet. Es sieht also aus, als ob das Hochmoor feuchter geworden sei.

Obwohl das Moos *Calliargon trifarium* vor 50 Jahren in sehr großen Mengen gefunden wurde (es wurde sogar eine *Carex flava*-*Calliargon trifarium*-Assoziation von ZUMPFES unterschieden), ist die Art jetzt sehr selten. Es ist uns unbekannt, weshalb sie so stark abgenommen hat.

Sphagnum Dusenii C. Jensen ist jetzt nicht mehr anzutreffen, während es früher ein wichtiger Bestandteil der Entwässerungsgürtel-Vegetation war (Dies ist kein Bestimmungsfehler und keiner nomenklatorischen Änderung zuzuschreiben).

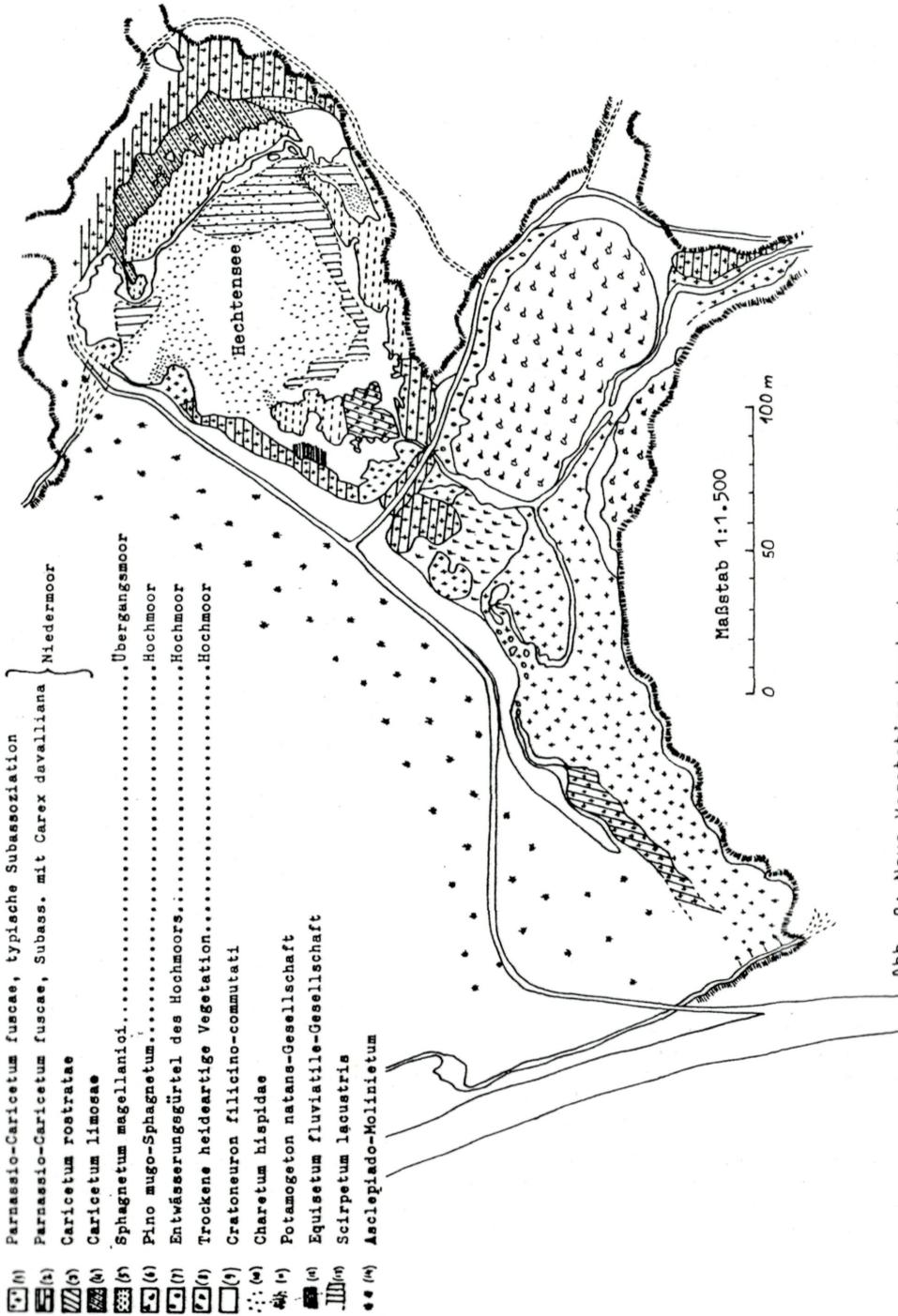


Abb. 8: Neue Vegetationskarte des Hechtensee-Gebietes

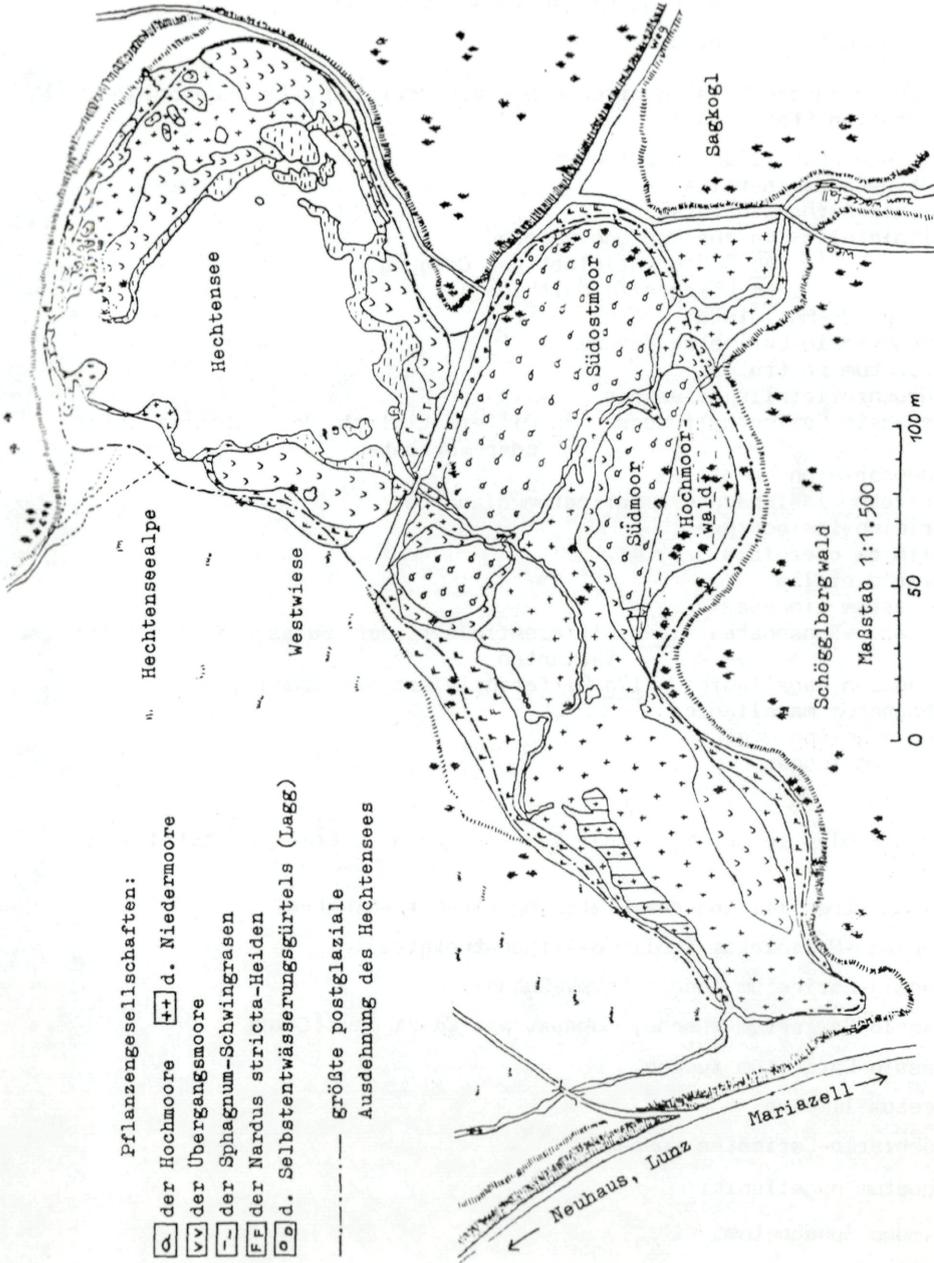


Abb. 9: Vegetationskarte nach ZUMPFE (1929)

Erklärungen zur pflanzensoziologischen Tabelle (Tabelle 1):

- * Aufnahme im Wasser: Deckung der Helophyten 20%
Deckung der submersen Pflanzen 5%

++ obere und untere Krautschicht

Die Zahlen neben den Pflanzenarten geben die soziologische Zugehörigkeit (Charakterarten-Status) an:

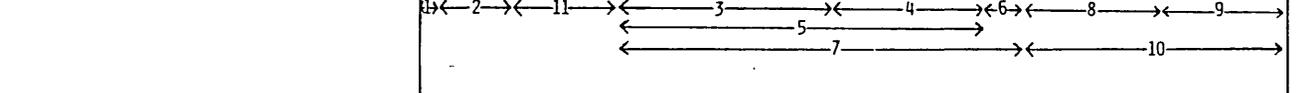
- 1 = Cratoneuretum filicino-commutati
2 = Montio-Cardaminetalia
3 = Molinio-Arrhenatheretea
4 = Molinietaalia 4a zur Ordnung neigend
4b Differentialart der Ordnung
4c Übergreif. Calthion
5 = Asclepiado-Molinietaum
6 = Scheuchzerio-Caricetea fuscae
7 = Caricetum rostratae
8 = Scheuchzerietalia palustris
9 = Parnassio-Caricetum fuscae 9a Differentialart der Subassoziation
oder Varianten
10 = Magnocaricion
11 = Caricetum lasiocarpae + Caricetum diandrae
12 = Caricion lasiocarpae
13 = Molinion coeruleae
14 = Tofieldietalia
15 = Caricetum limosae
16 = Oxycocco-Sphagnetea 16a Differentialart der Subassoziation oder
Varianten
17 = Sphagnion magellanici 17a Differentialart der Ordnung
18 = Sphagnetum magellanici
19 = Pino mugo-Sphagnetum
20 = Caricion fuscae
21 = Caricetum davallianae

Die großen Zahlen in der Mitte der Tabelle (nach *Molinia coerulea*) be-
deuten:

- 1: Cratoneuretum filicino-commutati (Montio-Cardaminetea)
2: Asclepiado-Molinietaum (Molinio-Arrhenatheretea)
3: Parnassio-Caricetum fuscae, typ. Subass.
4: Parnassio-Caricetum fuscae, Subass. mit *Carex davalliana*
5: Parnassio-Caricetum fuscae
6: Caricetum limosae
7: Scheuchzerio-Caricetea fuscae
8: Sphagnetum magellanici
9: Pino mugo-Sphagnetum
10: Oxycocco-Sphagnetea
Caricetum rostratae (Phragmitetea)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40



Regleiter:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Tab. 1: Pflanzensoziologische Tabelle des Hechtensee-Moores

Ergänzungen:

Aufnahme 1: *Juncus compressus* Jacq. (1); *Galium austriacum* Jacq. (+); Aufnahme 2: *Arabis hirsuta* (L.) Scop. (r), *Cardaminopsis halleri* (L.) Hayek (2a), *Abietinella abietina* (L. sp. Edw.) C. Miller (r); Aufnahme 3: *Acinos alpinus* (L.) Moench. (2a), *Sanicula europaea* L. (1), *Pinguicula* L. sp. (+), *Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Schmit. (1), *Mercurialis perennis* L. (1), *Carex sylvatica* Huds. (2a), *Anthyllis vulneraria* L. (+), *Bellis perennis* L. (1), *Moneses uniflora* (L.) A. Gray (+), *Pteridium equilinum* (L.) Kuhn (1), *Menyanthes arvensis* Jacq. (r), *Sorbus aucuparia* L. (r), *Homogyne alpina* (L.) Cass. (+), *Barbula convoluta* Hedwig. (1), *Plagiocchia asplenoides* (L.) Dum. (1), *Ptilidium ciliare* (L.) Haspe. (2a), *Barbilotopsis barbata* (Schmidel) Loeake (1), *Lophocolea bidentata* (L.) Dum. (1); Aufnahme 4: *Tussilago farfara* L. (2a); *Thesium alpinum* L. (1), *A. nosterlyes alliaris* (Gouan) Kern (r), *Sanguisorba minor* Scop. (1), *Blysmus compressus* (L.) Panz. ex Lk. (+), *Salvia verticillata* L. (r), *Scabiosa columbaria* L. (r), *Allium carinatum* L. (1), *Silene noctiflora* L. (r), *Modicago lupulina* L. (+); Aufnahme 5: *Lathyrus pratensis* L. (+), *Carex hirta* L. (2a), *Origanum vulgare* L. (+), *Silene vulgaris* (Moench) Garcke (r), *Hypericum maculatum* Cr. (+), *Bromus erectus* Huds. (+), *Aconitum napellus* L. (+), *Chrysanthemum leucanthemum* L. (r); Aufnahme 6: *Lexma trisulca* L. (2a), *Amblystegium Kochii* Br. eur. (4); Aufnahme 7: *Epilobium palustre* L. (+); Aufnahme 9: *Kyosotis scorpioides* L. (+), *Calliergon cordifolium* (Hedwig) Kindb. (+); Aufnahme 14: *Lelocolea bentriensis* (Hooker) Jørgensen (+); Aufnahme 19: *Fohlia* (Hedwig) Lindb. sp. (+); Aufnahme 20: *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (r); Aufnahme 21: *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank & Mart. (r), *Betula pubescens* Ehrh. (r), *Drepanocladus uncinatus* (Hedwig) Warnstorf. (1); Aufnahme 22: *Ranunculus nemorosus* DC. (+), *Agrostis* L. sp. (+); Aufnahme 24: *Salix* L. sp. (r); Aufnahme 25: *Hieracium auricula* L. (+); Aufnahme 26: *Senecio ovirensis* (Koch) DC. (r), *Lychnis filio-cuculi* L. (1), *Polygonum viviparum* L. (r), *Hieracium lichenalii* C.C. Oeel. (+); Aufnahme 27: *Calliergon trifarium* (Web. et Mohr) Kindb. (r); Aufnahme 30: *Sphagnum tenellum* Pers. (1); Aufnahme 35: *Veronica chamaedrys* L. (r); Aufnahme 36: *Polygala vulgaris* L. (1); Aufnahme 38: *Lophocolea heterophylla* (Schrader) Dum (+); Aufnahme 40: *Calyptoglia Neesiana* (Nasool. et Carstia) K. Miller (+), *Cephaloxia comitens* (Dicks.) Spruce. (+), *Odontochisma sphagni* (Dicks.) Dum. (+), *Cladonia glauca* Fiebrke (+), *Cladonia rangiferina* (L.) Weber (1).

ZEICHENERKLÄRUNG:

- * Aufnahme im Wasser: Deckung der Helophyten 20%
Deckung der submersen Pflanzen <5%
- ** oberen und unteren Krautschicht

Charakterarten:

- 1 = *Cratoneuron filicinum-commutatum*
- 2 = *Montio-Cardaminetalia*
- 3 = *Molinio-Arrhenatheretea*
- 4 = *Molinietalia* 4a sur Ordnung neigend
4b Differentialart der Ordnung
4c Übergreif *Calthion*
- 5 = *Asclepiado-Molinietum*
- 6 = *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*
- 7 = *Caricetum rostratae*
- 8 = *Scheuchzerietalia palustris*
- 9 = *Parnassio-Caricetum fuscae* 9a Differentialart der Subassoziation oder Varianten
- 10 = *Magnocaricion*
- 11 = *Caricetum lasiocarpae* + *Caricetum diandrae*
- 12 = *Caricion lasiocarpae*
- 13 = *Molinion coeruleae*
- 14 = *Tofieldietalia*
- 15 = *Caricetum limosae*
- 16 = *Oxyocco-Sphagnetum* 16a Differentialart der Subassoziation oder Varianten
- 17 = *Sphagnum magellanicum* 17a Differentialart der Ordnung
- 18 = *Sphagnetum magellanicum*
- 19 = *Pino mugö-Sphagnetum*
- 20 = *Caricion fuscae*
- 21 = *Caricetum davallianae*

- 1 *Cratoneuron filicinum-commutatum*
(*Montio-Cardaminetea*)
- 2 *Asclepiado-Molinietum*
(*Molinio-Arrhenatheretea*)
- 3 *Parnassio-Caricetum fuscae*, typ. Subassoziation
- 4 *Parnassio-Caricetum fuscae*, Subass. mit *Carex davalliana*
- 5 *Parnassio-Caricetum fuscae*,
- 6 *Caricetum limosae*
- 7 *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*
- 8 *Sphagnetum magellanicum*
- 9 *Pino mugö-Sphagnetum*
- 10 *Oxyocco-Sphagnetum*
- 11 *Caricetum rostratae*
(*Phragmitetea*)

Dank

Das Projekt wurde zum Teil von Beijerinck Popping Fonds, Holland, und zum Teil vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Österreich, finanziert.

Wir danken Herrn Prof. Dr. M.Werger für die Betreuung des ganzen Projektes und seine Ratschläge bei der Ausarbeitung. Für Beratung bei der Geländearbeit, für wertvolle Hinweise sowie für die Durchsicht und Ergänzung der Arbeit danken wir Herrn Prof. Dr. W.Holzner. Herrn Prof. E.W.Ricek sei für die Hilfe bei der Bestimmung der Kryptogamen gedankt und Herrn Prof. Dr. F.Berger (Biologische Station Lunz am See) für die Hilfe beim Analysieren der Wasserproben. Herrn Dir. G. Bretschko danken wir für die Möglichkeit, an der Biologischen Station Lunz und Herrn Dir. Dr. K.Kapsch für die Erlaubnis, am Hechtensee zu arbeiten. Jan Roelofs und Matthijs Schouten danken wir für die wertvollen Ratschläge und Herrn G.Schramayr für die Aufzeichnung der Horizontneigung am Hechtensee, sowie Herrn T.Preuß für die Überarbeitung des Textes.

Literatur

- BREHM K., 1971: Ein Sphagnum-Bult als Beispiel einer natürlichen Ionenaustauschsäule. *Ebenda* 47, 287-312.
- CLYMO R.S., 1963: Ion exchange in Sphagnum and its relation to bog ecology. *Annals of Botany*, N.S. 27/106, 309-324.
- DAMMAN A.W.H., 1978: Distribution and movement of elements in ombrotrophic peat bogs. *Oikos* 30, 480-495.
- EHRENDORFER F., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Gustav Fischer, Stuttgart.
- ELLENBERG H., 1974: Zeigerwert der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Erich Goltze KG, Göttingen.
- ELLENBERG H., 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- GAMS H., 1967: Flechten, Kleine Kryptogamenflora III. Gustav Fischer, Stuttgart.
- GAMS H., 1973: Die Moos- und Farnpflanzen Mitteleuropas, Kleine Kryptogamenflora IV. Fischer, Stuttgart.
- GAAG M.v.d., 1977: Analyses met de Autoanalyser I. Afdeling Gemeenschappelijk Instrumentarium, KU Nijmegen, Holland.
- GAAG M.v.d., 1977: Analyses met de Atomic Absorption Spectrophotometer. Afdeling Gemeenschappelijk Instrumentarium, KU Nijmegen.
- GIES T. & LÜTSCHERT W., 1973: Untersuchungen über den Kationengehalt im Hochmoor. II. Jahreszeitliche Veränderungen und Einfluß der Sphagnum-Vegetation. *Flora* 162, 244-268.
- HUTCHINSON G.E., 1975: A Treatise on Limnology III, Limnological Botany. John Wiley & Sons, New York.

- MAAS T.M., 1959: Bronnen, bronbeken en bronmossen van Nederland, in het bijzonder die van de Veluwezoom. Een plantensociologische en oecologische studie. Meded. Landbouwhogeschoo 1, Wageningen, 59/12,1-166.
- MOORE P.D. & BELLAMY D.J., 1974: Peatlands. Elek Science, London.
- NAUCKE W., 1976: Chemie von Moor und Torf. In: Moor- und Torfkunde. Herausgegeben von K. GÖTLICH. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- OBERDORFER E., 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Gustav Fischer, Jena.
- OBERDORFER E., 1977: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. Stuttgart.
- ORLOCI L., 1966: Geometric models in ecology, I. The theory and application of some ordination methods. J. Ecol. 54/193-215.
- OVERBECK F., 1975: Botanisch-geologische Moorkunde. Unter besonderer Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands als Quellen zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte. Neumünster, Wachholtz.
- TONNE F., 1954: Besser bauen mit Besonnungs- und Tageslichtplanung. .
- ULLMANN M., 1970: Vegetation und Klima des Hochmoores Rotmoos bei Weichselboden in der Obersteiermark. Diss. Phil. Fak. Univ. Wien.
- ZUMPFE H., 1929: Obersteirische Moore. Vorarbeiten zu einer Pflanzengeographischen Karte Österreichs, XIII. Abh. der Zool.-Bot.Ges. Wien 15,H.2.

Eingelangt: 1982 12 15

Anschriften der Autoren: Bea EDLINGER und Dien HEGGER, Vakgroep vegetatiekunde en botanische oecologie, Rijksuniversiteit Utrecht, Nederland.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [122](#)

Autor(en)/Author(s): Hegger Dien, Edlinger Bea

Artikel/Article: [Die Moorvegetation des Hechtenseegebietes bei Mariazell \(Steiermark\) 43-66](#)