

Aus dem Institut für Anatomie und Physiologie der Pflanzen  
der Universität Graz

# Das Aicher Moor, das bedeutendste inner- alpine *Betula humilis*-Vorkommen

Von Gudrun Schlatte

Mit 1 Tabelle und 6 Abbildungen im Text

## INHALT

1. Einleitung
2. Das Aicher Moor
  2. 1. Die geographische Lage
  2. 2. Topographie und Nutzung des Moores
  2. 3. Welchem Moortypus ist das Aicher Moor zuzuordnen?
3. Flora und pflanzengeographische Stellung
  3. 1. Die Flora
  3. 2. Die Verbreitungsgebiete der Pflanzen des Aicher Moores
  3. 3. Die Pflanzengesellschaften des Aicher Moores
4. Das Klima
  4. 1. Die Klimaverhältnisse des Neumarkter Sattels
  4. 2. Das Temperaturklima des Aicher Moores
  4. 3. Bodentemperaturen im Aicher Moor
5. Wasser und Boden in ihrer Beziehung zur Pflanzenwelt des Moores
  5. 1. Methodik
  5. 2. Die Wasserversorgung des Moores
  5. 3. Wasser und Boden in den wichtigsten Pflanzenvereinen des Moores
6. Pollenanalyse und Moorstratigraphie
  6. 1. Allgemeines
  6. 2. Die Torfschichten des Aicher Moores
  6. 3. Pollenanalytische Ergebnisse
  6. 4. Funde von *Betula humilis*
7. Zusammenfassung
8. Schrifttum

## 1. EINLEITUNG

Im Jahre 1958 entdeckte Dr. H. SCHAEFTLEIN im Aicher Moor bei Mühlen am Neumarkter Sattel ein neues Vorkommen von *Betula humilis* (SCHAEFTLEIN 1960). Von ihrem Fund berichtet auch HABLE 1961. EGGLER 1962 nimmt die Vegetation des Moores auf.

Das Auftreten von *Betula humilis* im Aicher Moor fällt auf, weil sie hier, im Gegensatz zu ihren übrigen inneralpinen Fundorten, in Massen vorhanden ist. Die Frage, welche Umweltfaktoren das Vorkommen von *Betula humilis* im Aicher Moor und überhaupt in den Alpen bedingen und wie sie auf diese reagiert, wird im Rahmen meiner Dissertation (SCHLATTE 1964) behandelt.

Die vorliegende Arbeit soll eine allgemeine Beschreibung des Aicher Moores, seiner Geschichte, Flora, chemischen und physikalischen Verhältnisse geben, ohne dabei näher auf *Betula humilis* einzugehen.

Dem Vorstand des Institutes für Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Herrn Univ.-Prof. Dr. O. HÄRTEL danke ich herzlich, daß er mir diese Aufgabe überlassen und die Arbeit stets gefördert hat.

Der meteorologischen Zentralanstalt in Wien und der hydrographischen Abteilung des Landesbauamtes danke ich dafür, daß sie mir Daten der Stationen Neumarkt und Noreia überlassen haben. Herrn G. КНОМ, dem Besitzer eines Großteils des Moores und seiner Familie verdanke ich die Unterkunftsmöglichkeit in Aich und viele wertvolle Hinweise.

Die Drucklegung der Arbeit wurde dankenswerterweise durch eine Subvention aus der Wissenschaftshilfe des Landes Steiermark unterstützt.

## 2. DAS AICHER MOOR

### 2. 1. Die geographische Lage

Das Aicher Moor liegt in den Seetaler Alpen (Lavanttaler Alpen, Norische Alpen, Ostalpen; BÖHM 1887) am Neumarkter Sattel, südlich des Zirbitzkogels nahe Mühlen und westlich der Strecke Neumarkt-Hüttenberg in 998 m Seehöhe. Das Moor ist 10 ha groß und 3—5 m tief.

Die Neumarkter Moränenlandschaft ist nach ZAILER 1911 eines der großen Mooregebiete der Steiermark. Er gibt für sie 8 Moore mit einer Fläche von insgesamt 119 ha an.

### 2. 2. Topographie und Nutzung des Moores

Das Moor wird im Norden, Osten und teilweise auch im Süden von tiefen Entwässerungsgräben begrenzt. Im Osten befindet sich eine durch den Torfstich bereits verwüstete Fläche (Abb. 1).

Nach einem Gutachten der Landwirtschaftlich-chemischen Bundes-Versuchsanstalt in Wien eignet sich der Torf des Aicher Moores zur Herstellung von Torfstreu und Torfmuß. Durch seinen hohen Kalkgehalt wird das Ammoniakbindungsvermögen und damit sein Wert als Stallstreu herabgesetzt. Da aber der Torf keine pflanzenschädlichen Stoffe enthält, wird er vor allem zum Verbessern von Böden verkauft.

Im Jahre 1962 wurde das Moor unter Naturschutz gestellt und der Torfstich nur von den bestehenden Gräben nach außen erlaubt. Außerdem wurde der Besitzer des größten Teiles des Moores, Herr G. КНОМ, verpflichtet, die abgebauten Stellen unter Wasser zu setzen und so den Grundwasserspiegel konstant zu halten.

Große Teile des Moores werden von einem *Molinietum* eingenommen, das immer wieder von inselartigen *Betula humilis*-Beständen unterbrochen wird. Wie Abb. 1 zeigt, findet es sich vor allem im westlichen Teil des Moores und wird hier nur von einem Birkenbruchwald unterbrochen, der sich entlang eines Grabens in der Mitte des Moores ausbreitet. An seinem westlichen Rand wird das *Molinietum* gemäht und so das Aufkommen von *Betula humilis* verhindert.

Wie mir Herr G. КНОМ freundlicherweise mitteilte, wurde vor rund 40 Jahren noch das ganze Moor gemäht. Aufkommende Bäume wurden immer wieder vernichtet; den größten Widerstand setzte *Betula humilis* durch ihr starkes Ausstreuen der Mahd entgegen. *Betula humilis* wurde zum Besenbinden verwendet. Mit dem Rückgang der Pferdezucht verloren die sauren Wiesen an Wert und wurden vernachlässigt. Der Boden wurde durch die 1913 gezogenen Gräben trockener, so daß ein Zwischenmoorwald aufkommen konnte. Er nimmt heute den östlichen Teil des Moores ein und wird immer wieder ausgeschlagen, was die lichtbedürftige *Betula humilis* begünstigt. Im Südosten wurde er erst vor wenigen Jahren geschlagen, so daß sich hier ein *Molinietum* ausbreitet, in dem die Baumstümpfe noch zu erkennen sind.

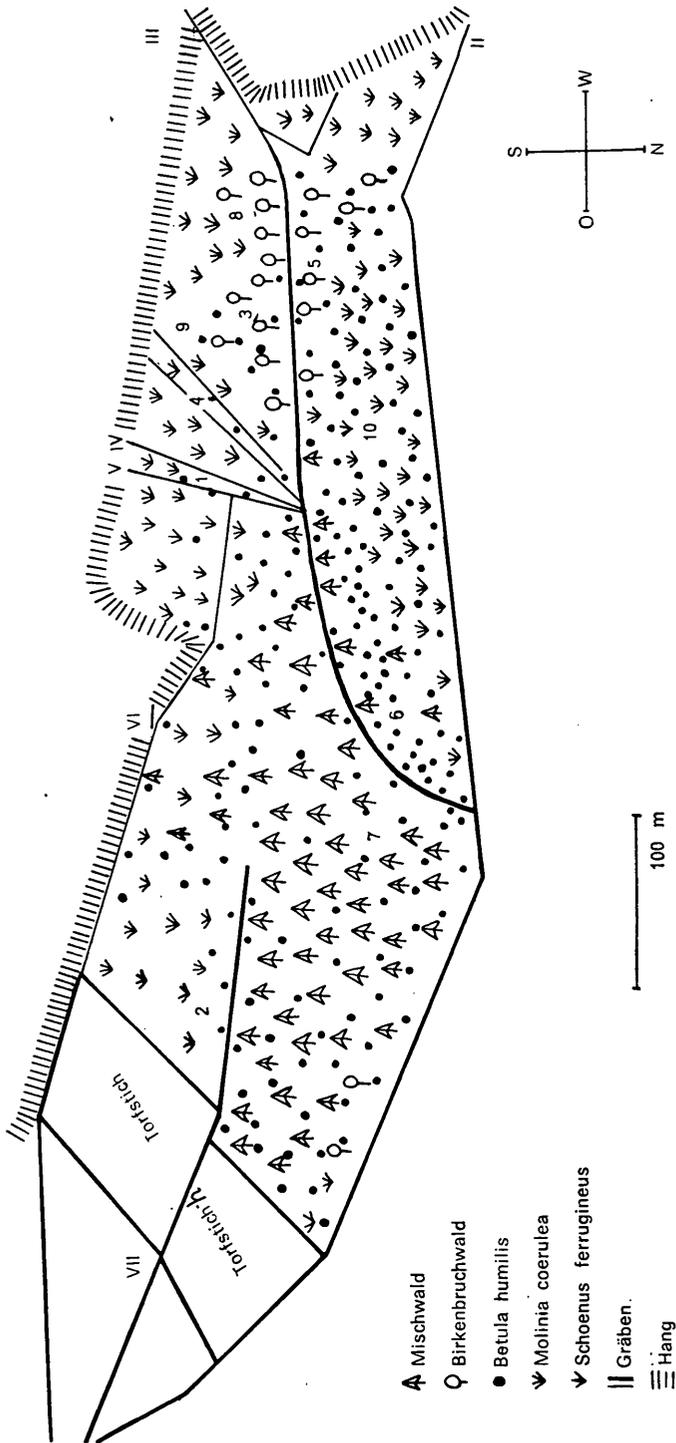


Abb. 1: Skizze des Aicher Moores.

Im Süden fällt ein kleiner Teil des Moores durch seinen hohen Grundwasserstand und den Bewuchs mit *Schoenus ferrugineus* auf.

Im Süden und Westen wird das Moor von einem Hang begrenzt (Abb. 1). Im Norden und Osten schließen sich an die Gräben Wiesen bzw. Weiden an, die ehemals sicher zum Moor gehörten, nun aber trocken sind.

### 2. 3. Welchem Moortypus ist das Aicher Moor zuzuordnen?

Man unterscheidet 3 Moortypen: Das Hochmoor, das Niedermoor und das Zwischen- oder Übergangsmoor (SCHIMPER 1908, HUECK 1933, SCHIMPER & FABER 1935, PAUL & LUTZ 1941, DU RIETZ 1954, ELLENBERG 1963). Hochmoore sind rein ombrotroph, Niedermoores dagegen minerotroph, also grundwasserabhängig. Aus diesem Grund sind jene kalkarm, diese kalkreich.

Nach einem Gutachten der Landwirtschaftlich-chemischen Bundes-Versuchsanstalt in Wien weist der Torf des Aicher Moores naturfeucht 3,8—8,51 % Asche auf. In der Probe mit dem Aschenanteil von 8,51 % entfallen 4 % auf CaO; sie wurde am Rand des Moores entnommen und war daher mit kalkreichem Hangdruckwasser versorgt. Im allgemeinen ist der Kalkgehalt des Torfes aber zu niedrig, um das Moor zu den Niedermoores zu zählen. Auch Grundwasserstand und Vegetation sprechen nicht für ein Niedermoor.

ALETSEE 1964 rechnet nur folgende Samenpflanzen zu den „echten“ Vertretern der Hochmoorvegetation: *Drosera anglica*, *D. rotundifolia*, *Empetrum nigrum*, *Andromeda Polifolia*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Oxycoccus*, *Trichophorum caespitosum*, *Eriophorum vaginatum* und *Rhynchospora alba*. Von diesen kommen nur *Eriophorum vaginatum* und wenige Exemplare von *Calluna vulgaris* im Aicher Moor vor. Diejenigen Arten, die nach DU RIETZ 1954 für sehr arme Niedermoores oder Pseudohochmoore charakteristisch sind (*Eriophorum angustifolium*, *Carex rostrata*, *Phragmites communis* und vor allem *Potentilla erecta* und *Molinia coerulea*) sind dagegen häufig. Auf Grund dieses Vergleiches kann man das Aicher Moor als ein Zwischenmoor bezeichnen.

## 3. FLORA UND PFLANZENGEOGRAPHISCHE UND SOZIOLOGISCHE STELLUNG

### 3. 1. Die Flora

In der folgenden Liste sind die Laubmoose, Farne und Samenpflanzen des Aicher Moores möglichst vollständig erfaßt. Die Moose bestimmte Herr Dr. BACH, Klagenfurt, dem ich dafür zu großem Dank verpflichtet bin. Ihre Nomenklatur folgt GAMS 1957. Die Nomenklatur der Farne und Samenpflanzen richtet sich im allgemeinen nach JANCHEN 1956—1960. Die Gattungsnamen sind nach JANCHEN 1956—1960, die Artepitheta nach dem Alphabet geordnet. Da die Namen hier vollständig angeführt sind, werden die Autornamen im weiteren Text nicht mehr genannt.

#### Bryophyta

*Atrichum undulatum* (L. ap. HEDW.) P. BEAUV. — *Pogonatum aloides* (HEDW.) P. BEAUV. — *Polytrichum formosum* HEDWIG — *P. gracile* SMITH — *P. strictum* BANKS ap. SM. — *Sphagnum nemoreum* SCOP. — *S. rubellum* WILS. — *Dicranum Bonjeanii* De NOT. — *D. rugosum* (HOFFM. ap. SCHWAEGR.) BRID. — *Mnium Seligeri* JUR. — *Aulacomnium palustre* (L. ap. HEDW.) SCHWAEGR. — *Climacium dendroides* (L. ap. HEDW.) WEBER et MOOR. — *Tomentohypnum nitens* (SCHREB. ap. HEDW.) LOESKE — *Eurhynchium striatum* (SCHREBER ap. HEDW.) SCHIMPER — *Pleurozium Schreberi* (WILLD.) MITTEN —

*Rhytidadelphus triquetus* (L. ap. HEDW.) WARNST. — *Hylocomium splendens* (HEDW.) BR. EUR.

*Pteridophyta*

*Athyrium Filix-femina* (L.) ROTH — *Dryopteris austriaca* (JACQ.) WOYNAR s. l.

*Spermatophyta*

*Gymnospermae:*

*Juniperus communis* L. — *Picea Abies* (L.) KARSTEN — *Larix decidua* MILL. — *Pinus silvestris* L.

*Angiospermae:*

*Betula humilis* SCHRANK — *B. pendula* ROTH — *B. pubescens* EHRH. — *B. × rhombifolia* TAUSCH = *B. pendula* × *B. pubescens* — *B. × Warnstorffii* SCHNEID. = *B. humilis* × *B. pubescens* — *Salix cinerea* L. — *S. repens* subsp. *angustifolia* (WULF.) A. NEUMANN — *Urtica dioica* L. — *Polygonum Bistorta* L. — *P. viviparum* L. — *Dianthus superbus* L. — *Lychnis Flos-cuculi* L. — *Caltha palustris* L. — *Corydalis solida* (L.) SW. — *Cardaminopsis Halleri* (L.) HAYEK — *Viola Riviniana* RCHB. — *V. tricolor* L. — *Hypericum maculatum* CRANTZ — *Parnassia palustris* L. — *Filipendula Ulmaria* (L.) MAXIM. — *Sanguisorba officinalis* L. — *Geum rivale* L. — *Potentilla erecta* (L.) RAEUSCHEL — *Comarum palustre* L. — *Fragaria vesca* L. — *Alchemilla vulgaris* L. — *Rubus idaeus* L. — *Sorbus aucuparia* L. — *Vicia villosa* ROTH — *Daphne Mezereum* L. — *Epilobium palustre* L. — *Linum catharticum* L. — *Rhamnus cathartica* L. — *R. Fragula* L. — *Angelica silvestris* L. — *Daucus Carota* L. — *Primula elatior* (L.) HILL — *Pirola uniflora* L. — *Calluna vulgaris* (L.) HULL — *Vaccinium Myrtillus* L. — *V. Vitis-idaea* L. — *Myosotis palustris* (L.) NATH. — *Linaria vulgaris* MILL. — *Veronica Chamaedryis* L. — *Euphrasia Rostkoviana* HAYNE — *Melampyrum silvaticum* L. — *Pinguicula vulgaris* L. — *Ajuga reptans* L. — *Scutellaria galericulata* L. — *Galeopsis Tetrahit* L. — *Thymus Serpyllum* L. — *Gentiana asclepiadea* L. — *G. verna* L. — *Galium boreale* L. — *G. Mollugo* L. — *G. palustre* L. — *G. uliginosum* L. — *G. verum* L. — *Cruciata glabra* (L.) EHRENDF. — *Valeriana dioica* L. — *V. officinalis* L. — *Succisa pratensis* MOENCH — *Campanula patula* L. — *C. rotundifolia* L. — *Phyteum orbiculare* L. — *Carduus Personata* (L.) JACQ. — *Cirsium oleraceum* (L.) SCOP. — *C. palustre* (L.) SCOP. — *Senecio nemorensis* subsp. *Fuchsii* (GMEL.) ČELAK. — *Achillea Millefolium* L. — *Chrysanthemum Leucanthemum* L. — *Tofieldia calyculata* (L.) F. W. SCHMIDT — *Crocus albiflorus* KIT. — *Juncus articulatus* L. — *Luzula multiflora* (RETZ.) LEJ. — *Scirpus silvaticus* L. — *Trichophorum alpinum* (L.) PERS. — *Eriophorum angustifolium* HONCKENY — *E. vaginatum* L. — *Schoenus ferrugineus* L. — *Carex appropinquata* SCHUMACHER — *C. elata* ALL. — *C. flava* L. s. l. — *C. fusca* ALL. — *C. Hostiana* DC. — *C. lasiocarpa* EHRH. — *C. panicea* L. — *C. rostrata* STOKES — *Festuca rubra* L. — *Briza media* L. — *Dactylis glomerata* L. — *Calamagrostis villosa* (CHAIX) J. F. GMEL. — *Molinia coerulea* (L.) MOENCH — *Phragmites communis* TRIN. — *Anthoxanthum odoratum* L. — *Phleum pratense* L. — *Orchis latifolia* L. — *Sparganium ramosum* HUDS. — *Typha latifolia* L.

3. 2. Die Verbreitungsgebiete der Pflanzen des Aicher Moores

Die Zugehörigkeit von Pflanzen zu den einzelnen Florengeländen kann man durch Arealspektren anschaulich darstellen. Sie zeigen, wieviel Prozent der Arten eines Standortes zu den einzelnen Geoelementen gehören. Unter Geo-

element versteht WALTER 1954 Arten mit gleicher Verbreitung, also ähnlichem Areal.

Wie Fig. 2 zeigt, herrschen die borealen Geoelemente bei weitem vor (80,4 %). Pontische (= Steppen-) Pflanzen sind überhaupt nicht vorhanden. Auch arktisch-alpine Pflanzen fehlen. Das Moor liegt für sie wohl bereits zu tief.

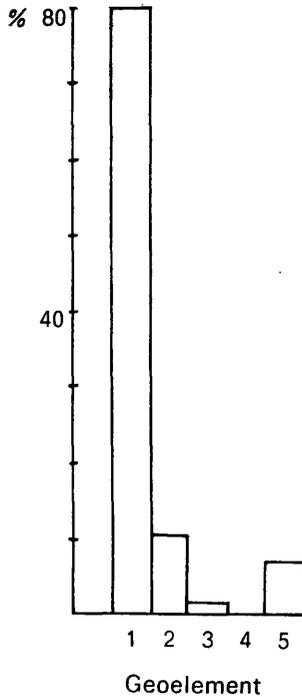


Abb. 2: Arealpektrum des Aicher Moores.

Geoelemente: 1. boreal, 2. mitteleuropäisch, 3. submediterran, 4. pontisch, 5. südsibirisch.

Wie in OBERDORFER 1964 und SCHLATTE 1964 gezeigt wird, ist die Flora der Moore, in denen *Betula humilis* vorkommt, zumindest im europäischen Bereich (Alpen, nördliches Alpenvorland, norddeutsch-russisches Teilareal) sehr ähnlich. Man kann das dadurch erklären, daß sie hauptsächlich aus borealen Elementen besteht. Das Areal von *Betula humilis*, einer borealen Pflanze (MEUSEL 1943, WALTER 1954) deckt sich ungefähr mit dem der anderen.

Das extreme Moorklima und die mittlere Höhenlage haben mit dem Aicher Moor in den Alpen einen Raum geschaffen, in dem boreale Pflanzen ein Refugium gefunden haben.

In Österreich befinden sich folgende Vorkommen von *Betula humilis*:

in Oberösterreich: das Ibmer Moos (VIERHAPPER 1882, KRISAI & KRISAI 1959, KRISAI 1960);

in Steiermark: das Edlacher Moor (MELZER 1963 a, b) und drei Moore am Neumarkter Sattel, u. zw. das Aicher Moor (SCHAEFTLEIN 1960, EGGLEER 1962, SCHLATTE 1964), das Schafranek-Moor (SCHAEFTLEIN 1960, SCHLATTE 1964) und das Moor am Fischerbach (SCHLATTE 1964). Außerdem hat Herr Dr. F. WOLKIN-

GER, Graz, im Herbst 1964 im Knoppenmoor bei Mitterndorf ein neues kleines Vorkommen von *Betula humilis* gefunden (mündliche Mitteilung);

in Kärnten: das Dobramoos (FRITSCH 1924, PEHR 1946), einige Moore im Klopeiner-Turnerse-See-Gebiet (JANCHEN 1956—1960) und vielleicht noch das Moor am Keutschacher See (RECHINGER 1957).

### 3. 3. Die Pflanzengesellschaften des Aicher Moores

SCHAEFTLEIN 1960 teilt nicht nur den Fund von *Betula humilis* im Aicher Moor mit, sondern gibt auch deren Begleitflora an. EGGLER 1962 gliedert die Pflanzengesellschaft von *Betula humilis* soziologisch ein und nennt sie *Pino-Betuletum humilis*. Durch diesen provisorischen Namen will er das häufige Vorkommen von *Pinus* gegenüber dem *Betuletum humili-pubescentis* OBERD. 1957 hervorheben.

EGGLER 1962 bezieht sich auf eine 200 m<sup>2</sup> große Aufnahmefläche. Die Faktoren, die *Betula humilis* bedingen, sind aber auf so großen Flächen selten homogen. Für ökologische Zwecke schien es daher geboten, kleinere (4 m<sup>2</sup>) Flächen für die Aufnahmen (Tab. 1) zu wählen.

Die Deckungs- und Soziabilitätsverhältnisse wurden nach BRAUN-BLANQUET 1951 festgestellt.

Die Aufnahmenummern von Tab. 1 zeigen auf Abb. 1 den Aufnahmeort an. Nachstehend wird angegeben, welches pH an diesen Orten herrschte. In Klammern werden das pH und die Pflanzen (nach ihrer Häufigkeit geordnet) außerhalb der Aufnahmefläche angeführt.

- 1: pH 4,9 (5,4—5,8; *Molinia coerulea*, *Potentilla erecta*, *Carex flava*; im Osten *Schoenus ferrugineus*).
- 2: pH 5,1 (5,8; *Molinia coerulea*, *Phragmites communis*, *Orchis latifolia*).
- 3: pH 5,0 (5,0; *Molinia coerulea*, *Cirsium palustre*, im Norden *Betula pubescens*).
- 4: pH 5,0 (5,4—5,7; *Molinia coerulea*, *Geum rivale*, *Polygonum Bistorta*, *Potentilla erecta*, *Carex flava*, *Eriophorum angustifolium*, *Ranunculus acer*, *Betula pubescens*, *Galium verum*).
- 5: pH 5,1 (5,1; *Betula pubescens*, *Rhamnus cathartica*, *Picea Abies*, *Sorbus aucuparia*).
- 6: pH 5,0 (5,0—4,8; *Picea Abies*, *Betula pubescens*, *Galium Mollugo*).
- 7: pH 5,2 (5,2; *Betula pubescens*, *Pinus silvestris*, *Picea Abies*).
- 8: pH 5,0 (5,0; *Molinia coerulea*, *Cirsium palustre*, *C. oleraceum*, im Norden *Betula pubescens*, *Urtica dioica*).
- 9: pH 5,1 (5,4; *Molinia coerulea*, *Geum rivale*, *Polygonum Bistorta*, *Potentilla erecta*, im Norden *Betula pubescens*).
- 10: pH 5,0 (5,8; *Molinia coerulea*, *Cirsium palustre*, *Potentilla erecta*, *Rhamnus Frangula*, *Picea Abies*, *Trichophorum alpinum*, *Valeriana dioica*, *Dianthus superbus*, *Polygonum Bistorta*, *Carex flava*, *Salix repens*, *Pinus silvestris*, *Betula pubescens*).

Je einmal kommen vor: in Aufnahme Nr.: 1 *Rhamnus cathartica*, *Scutellaria galericulata*; 3 *Senecio Fuchsii*; 4 *Hypericum maculatum*; 9 *Angelica silvestris*, *Campanula patula*, *Epilobium palustre*, *Galeopsis Tetrahit*.

Tab. 1 zeigt, daß die Assoziation von *Betula humilis* im Aicher Moor durchaus mit dem *Betulo-Salicetum repentis (angustifoliae)* von OBERDORFER 1964 übereinstimmt. Diesen Namen erhielt die von OBERDORFER 1957 als *Betuletum humili-pubescentis* aufgestellte Assoziation, nachdem dieser Autor nordosteuropäische, verhältnismäßig unberührte *Betula humilis*-Vorkommen besucht hatte.

Tabelle 1

Das *Betulo-Salicetum repentis (angustifoliae)* OBERD. 64 im Aicher Moor

Aufnahme Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Assoziationscharakterarten</i>										
<i>Salix repens</i>										
subsp. <i>angustifolia</i>			+	+	+	+	+			
<i>Betula humilis</i>	4.4	3.3	5.4	5.4	3.3	4.4	2.2	4.3	3.3	5.4
<i>Verbandscharakterarten</i>										
<i>Betula pubescens</i>			+1					4.2		
<i>Betula pubescens</i> iuv.	+2	+							+1	
<i>Differentialarten und Begleiter</i>										
<i>Rhamnus Frangula</i>	2.1		+		1.1	+		+1		+
<i>Potentilla erecta</i>	+	+		+	+					
<i>Cirsium palustre</i>	+	+		+		+				
<i>Molinia coerulea</i>	1.2	1.2	+	1.2	2.2	2.2		+	+	+
<i>Pinus silvestris</i>					2.1					
<i>Pinus silvestris</i> iuv.	+									
<i>Picea Abies</i> iuv.				+		+	+			+
<i>Dryopteris austriaca</i>			+		+	+				+
<i>Polygonum Bistorta</i>	+			+	+			+	1.2	
<i>Geum rivale</i>							1.3	+	2.3	
<i>Phragmites communis</i>		2.1								
<i>Galium Mollugo</i>		1.1	2.2				1.2	+	+2	
<i>Carex elata</i>	2.2									
<i>Cirsium oleraceum</i>				+			1.1	1.1		
<i>Rubus idaeus</i>	+							2.2		
<i>Urtica dioica</i>			+				2.2	1.2		

Das *Betulo-Salicetum repentis* zählt nicht, wie für das *Betuletum humili-pubescentis* angegeben, zur Ordnung der *Vaccinio-Piceetalia*, sondern zu der der *Alnetalia glutinosae* (Verband *Alnion glutinosae*, Gruppe der Weiden-Brüche).

Der Name *Pino-Betuletum humilis*, den EGGLEER 1962 für die Gesellschaft von *Betula humilis* im Aicher Moor vorschlägt, wird nicht übernommen, da sie zu sehr dem *Betulo-Salicetum repentis (angustifoliae)* gleicht. OBERDORFER 1957, 1964 gibt für *Pinus silvestris* die Stetigkeitsklasse III an. Man kann ihrem Auftreten im Aicher Moor daher keine so große Bedeutung beimessen. Außerdem fehlt dort, wo *Pinus silvestris* in dichteren Beständen vorkommt, *Betula humilis* infolge Lichtmangels.

OBERDORFER 1957:388-389 schreibt: „Das *Betuletum humili-pubescentis* ist eine seltene, boreal-subarktische Lokalassoziation des Alpenvorlandes von ausgesprochenem Reliktcharakter; ...“. Nach OBERDORFER 1964 bildet das *Betulo-Salicetum repentis* in seinem Optimum eine Strauch-Pionier-Gesellschaft, die sich meist zu einem *Betuletum pubescentis* weiterentwickelt und mesotrophe Zwischenmoore besiedelt.

Der Verband des *Molinion coeruleae*, der zusammen mit dem *Betuletum humili-pubescentis* das Aicher Moor beherrscht, wird in KOCH 1926 aufgestellt. Das *Molinion* verlangt nach diesem Autor einen kalk- und nährstoffreichen

Boden und Bodennässe im Frühjahr. Im Sommer verträgt es oberflächliche Trockenheit. Das pH schwankt um den Neutralpunkt.

Das *Molinietum* des Aicher Moores gleicht am meisten dem *Asclepiado-Molinietum*, das OBERDORFER 1957 als präalpine Gebietsassoziation des Alpenvorlandes von Oberbayern und dem montanen Bodenseegebiet bis in die schwäbische Alb beschreibt. Die Verbandscharakterarten *Salix repens*, *Dianthus superbus*, *Galium boreale*, *Succisa pratensis* und *Molinia coerulea* sind im Aicher Moor reichlich vertreten. Die lokale Charakterart *Gentiana Asclepiadea* ist nur spärlich, die geographischen Differentialarten *Polygonum Bistorta*, *Lychnis Flos-cuculi*, *Caltha palustris*, *Trollius europaeus*, *Filipendula Ulmaria*, *Angelica silvestris*, *Galium uliginosum*, *Cirsium oleraceum* und *C. palustre* dagegen sind reichlich vorhanden.

Das *Asclepiado-Molinietum* gehört zur Assoziations-Gruppe der kalkholden *Molinia*-Wiesen und bevorzugt nach OBERDORFER 1957 wechselfeuchte Kalktonböden mit milder Humuslage, die dazu neigt, oberflächlich zu versauern.

Das *Schoenetum ferruginei* wird erstmals in KOCH 1926 als Subassoziation des *Schoenetum nigricantis* beschrieben. VOLLMAR 1947 erhebt es zu einer selbstständigen Assoziation des Alpenvorlandes, da *Schoenus nigricans* hier oft fehlt. Im südlichen Teil des Aicher Moores nimmt diese Assoziation keinen großen, aber einen durch hohen Wasserstand und neutrales pH deutlich abgetrennten Raum ein. An Assoziationscharakterarten sind hier *Pinguicula vulgaris*, *Tofieldia calyculata* und *Schoenus ferrugineus* vorhanden. Ferner treten eine Reihe charakteristischer Begleiter auf, die das *Schoenetum ferruginei* vom *Schoenetum nigricantis* trennen (*Parnassia palustris*, *Linum catharticum*, *Euphrasia Rostkoviana*, *Valeriana dioica*, *Succisa pratensis*, *Carex appropinquata*, *C. panicea*). KOCH 1926 unterscheidet mit dem *Schoenetum ferrugineum subalpinum* eine geographische Variante. Ihr Vorkommen im Aicher Moor wird durch *Gentiana verna* und *Briza media* gekennzeichnet.

Das *Schoenetum ferruginei* geht meist in ein *Molinietum* oder in ein *Trichophoretum* über, wobei sich, nach KOCH 1926, die var. *subalpinum* fast immer zu einem *Molinietum* entwickelt.

Es erscheint bemerkenswert, daß alle drei besprochenen Assoziationen bisher nur für das nördliche Alpenvorland beschrieben wurden. Ihr Auftreten im Alpeninneren deutet darauf hin, daß sie sich hier nur als Relikte unter selten verwirklichten Umweltsbedingungen halten konnten.

Die natürliche Sukzession ist im Aicher Moor durch menschlichen Einfluß (Kahlschlag, Mahd) stark gestört. Das *Betulo-Salicetum repentis* wurde dadurch in ein *Molinietum* verwandelt. Die Rückentwicklung des *Molinietums* zum *Betuletum* ist jetzt zu beobachten.

Das *Betuletum humili-pubescentis* des Ibmer Moores ist nach KRISAI 1960, das des Pfrunger Riedes nach GÖRS 1961 aus einem *Caricetum lasiocarpae* entstanden. Auch im Aicher Moor sind Reste dieser Assoziation vorhanden (*Dicranum Bonjeanii*, *Carex lasiocarpa*). Deshalb nehme ich an, daß sich das *Betuletum* des Aicher Moores (und vielleicht auch Teile des *Molinietums*) aus einem *Caricetum lasiocarpae* entwickelt hat.

Sobald *Betula humilis* mit dem Aufkommen von geschlossenen Baumbeständen verschwindet, geht das *Betulo-Salicetum repentis* in ein *Lycopodio-Betuletum* über; dieses ist im Moor bereits stellenweise zu beobachten. Der hohe Anteil an Nadelbäumen deutet bereits auf die Klimaxgesellschaft des Gebietes, den Fichtenwald.

## 4. DAS KLIMA

### 4. 1. Die Klimaverhältnisse des Neumarkter Sattels

Die dem Aicher Moor nächstgelegene meteorologische Station befindet sich in Neumarkt, rund 7,5 km vom Moor entfernt in 878 m Seehöhe. Von der meteorologischen Zentralanstalt in Wien erhielt ich die in dieser Station im Jahre 1962 gemessenen Werte für Temperatur, Bewölkung und Niederschläge. Die Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag wurden in der hydrographischen Abteilung des Landesbauamtes in Graz errechnet. Diese unterhält auch in Noreia (1060 m Seehöhe, 3 km von Aich) eine Station, in der allerdings keine Temperaturmessungen vorgenommen werden.

Die Jahresgänge der Niederschläge von Neumarkt und von Noreia (und damit Aich) decken sich nicht ganz. Im Mittel 1901—1962 liegt das Maximum bei beiden im Sommer, vor allem im Juli (in Neumarkt 124 mm = 15,4 % des Jahresniederschlages, in Noreia 131 mm = 15,1 %). Zu Beginn der Vegetationsperiode des Moores, im Mai, regnet es in Neumarkt 9,5 %, in Noreia dagegen 10,4 % des Jahresniederschlages (= 77 bzw. 90 mm). Der niederschlagsärmste Monat ist in Neumarkt der Jänner (26 mm, 3,2 %), in Noreia der Februar (29 mm, 3,4 %).

Das Temperaturmittel (1901—1962) beträgt in Neumarkt 6,2 ° C. Der wärmste Monat ist mit einem Mittel von 15,8 ° C der August, der kälteste der Jänner (−4,5 ° C).

### 4. 2. Das Temperaturklima des Aicher Moores

Das Aicher Moor erfüllt den Grund eines flachen Beckens. Wegen der darin auftretenden Inversion schwankt die Temperatur hier wesentlich stärker als in der Umgebung. Dazu trägt auch das geringe Wärmeleitvermögen des Torfes bei (GEIGER 1961).

Die im folgenden angeführten Extremtemperaturen wurden mit einem Maximum-Minimum-Thermometer im geschlossenen *Betula-humilis*-Bestand im nördlichen Teil des Moores 4 cm über dem Boden gemessen. Als Vergleich dienen die zur selben Zeit (19. 7. — 6. 8. 1962) in Neumarkt erhaltenen Werte. Die Maximaltemperaturen betragen in dieser Zeit im Moor zwischen 18 und 37 ° C (in Neumarkt 14,2 — 30,0 ° C). Noch stärker differieren die Minimaltemperaturen (Moor: −1,5 — 12 ° C, Neumarkt: 5 — 14,2 ° C). Die Temperaturschwankungen liegen im Moor zwischen 8 und 29,5 ° C, in Neumarkt zwischen 2 und 20 ° C. Die Temperaturen sind im Moor erwartungsgemäß sehr extrem.

Durch Wärmeleitung vom Boden her erwärmt sich die bodennahe Luftschicht tagsüber ziemlich stark, was zu einer Luftunruhe führt. Ab dem späten Vormittag war im Moor immer ein leichter Wind zu spüren.

### 4. 3. Bodentemperaturen im Aicher Moor

Durch seine dunkle Farbe absorbiert der Moorboden einen sehr hohen Prozentsatz der einfallenden Strahlen und verwandelt sie in Wärme. Diese wird wegen des großen Porenvolumens des Torfes nur sehr schlecht in tiefere Bodenschichten abgegeben. Da Wasser die Wärme ungefähr 30 mal besser leitet als Luft, ist das Wärmeleitvermögen von trockenem Torf viel schlechter als das von nassem.

Der mittlere Luftgehalt der Bodenoberschicht beträgt im *Betuletum* 0,27, im *Molinietum* dagegen rund 0,2 cm<sup>3</sup>/g FrG., die Temperaturen sind hier deshalb viel weniger extrem. Als Beispiel seien Daten vom 18. 7. 1962 angeführt.

Um 4.30 Uhr betrug die Temperatur der Bodenoberfläche im *Molinietum* 11,2 ° C, im anschließenden *Betuletum* dagegen nur 7,5 ° C, um 12.30 Uhr im *Molinietum* 13,8 ° C und im *Betuletum* 16 ° C. Die Temperatur-Amplitude betrug im *Molinietum* 2,8 ° C, im *Betuletum* dagegen 13,5 ° C.

Die folgende Tabelle zeigt die Temperaturen in verschiedenen Tiefen. Sie wurden am 19. 8. 1962, einem vorwiegend sonnigen Tag (Tagesmittel in Neumarkt 15,2 ° C, Max. 24,0 Grad C, Min. 7,6 Grad C), gemessen. Die Signaturen bedeuten:

- a Temperatur an der Oberfläche
- b in 5 cm Tiefe
- c in 10 cm Tiefe
- d in 20 cm Tiefe
- e in 35 cm Tiefe

	Standort von <i>B. humilis</i> im <i>Molinietum</i>				<i>Molinietum</i>	
	a	b	c	d	a	c
Maximum	17,0	13,0	12,7	12,5	30,2	16,2
Minimum	10,0	11,7	12,0	11,2	11,8	13,0
Schwankung	7,0	1,3	0,7	1,3	18,4	3,2

	Standort von <i>B. humilis</i> im Wald				
	a	b	c	d	e
Maximum	15,3	13,5	12,8	12,4	11,5
Minimum	10,0	10,2	11,4	11,7	11,0
Schwankung	5,3	3,3	1,4	0,7	0,5

Sowohl im *Betuletum* als auch im Wald schwankt die Temperatur in 20 cm Tiefe nur mehr sehr wenig, unter 35 cm überhaupt nicht mehr. Wald und *Betuletum* verhalten sich sehr ähnlich, weil bei beiden der Boden beschattet wird. An heißen Tagen ist es im Wald allerdings kühler. Im sonnigen *Molinietum* zeigt sich um die Mittagszeit ein sehr starker Anstieg der Temperatur, der allerdings nur auf die obersten Bodenschichten beschränkt ist und sich in einer Tiefe von nur 10 cm nicht mehr auswirkt.

Das durch den großen Luftgehalt bedingte schlechte Wärmeleitvermögen des Bodens im Wurzelbereich von *Betula humilis* hat auffallende Folgen. Anlässlich eines Besuches im Moor am 26. 4. 1962 stellte ich fest, daß der Boden unter den *Betula humilis*-Inseln noch gefroren, im *Molinietum* dagegen schon aufgetaut war. Im Frühjahr 1963 überprüfte ich deshalb die Bodentemperaturen.

In der folgenden Tabelle sind die Temperaturen vom 5. 5. 1963 zusammengestellt. Der Tag war am Morgen sonnig, ab 9 Uhr zunehmend bewölkt und ab 13.30 Uhr bedeckt mit Regen. Die Meßorte waren eine *Betula humilis*-Insel, das anschließende *Molinietum* und eine Stelle im Mischwald.

Es bedeuten:

- a die Lufttemperatur in 1 m Höhe
- b die Temperatur der Bodenoberfläche
- c in 5 cm Tiefe
- d in 10 cm Tiefe
- e in 17 cm Tiefe

Das Grundwasser stand unter der *Betula humilis*-Insel in 20 cm, unter dem *Molinietum* in 9 cm Tiefe. Im Wald befand sich in einer Tiefe von 15 cm noch Bodeneis, während es an den offenen Standorten von *Betula humilis* bereits aufgetaut war. Trotzdem sind auch hier die Temperaturen wesentlich tiefer als im *Molinietum*. Die Temperatur der Erdoberfläche liegt über der der Luft. Nur im Wald wird sie durch das Bodeneis unter die Lufttemperatur abgekühlt. Die an das Eis angrenzenden und die im Eis liegenden Torfschichten wiesen eine gleichmäßige Temperatur von 0 ° C auf. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

	<i>Betula humilis</i>				<i>Molinietum</i>			Wald			
	a	b	c	e	a	b	c	a	b	d	e
Maximum	13,5	12,5	8	7,8	13,5	20	10	15	9	2	0
Minimum	7	3,5	7	7	7	10	6	5,5	3	1	0
Schwankung	6,5	9,0	1	0,8	6,5	10	4	9,5	6	1	0

*Betula humilis* ergrünnt im Aicher Moor später als *Betula pubescens*, da sich das Bodeneis im lichten Birkenbruchwald nicht so lange hält, als unter den meist durch Nadelbäume zusätzlich beschatteten *Betula humilis*-Inseln und im Mischwald. Auch der große Luftgehalt des Torfes unter *Betula humilis*, der mit einer schlechten Wärmeleitfähigkeit verbunden ist, führt zu einem späten Abschmelzen des Bodeneises. Der Birkenbruchwald im westlichen Teil des Moores bildet das Hauptvorkommen fertiler *Betula pubescens* im Moor. Diese ergrünnt und blüht viel früher als *Betula humilis* (nach LUNDEGÄRDH 1954 ist die Stoffaufnahme im Frühjahr von der Bodentemperatur abhängig). Im Jahre 1963 blühte *Betula pubescens* Anfang Mai, *Betula humilis* dagegen erst zu Ende dieses Monats. Sie konnten daher nur schwer bastardieren. Tatsächlich finden sich im Aicher Moor nur wenige Bastarde von *Betula humilis* × *pubescens*.

## 5. WASSER UND BODEN IN IHRER BEZIEHUNG ZUR PFLANZENWELT DES MOORES

### 5. 1. Methodik

Um die Grundwasserzüge beurteilen zu können, war es nötig, das Moor zu nivellieren. Dazu diente eine rund 12 m lange Schlauchwaage. Über die Wassermenisken an ihren senkrecht aufgestellten Enden wurde eine Latte (meist 80—100 m entfernt) anvisiert. Der Höhenunterschied zwischen der ersten und der dritten Latte zeigt an, um wieviel das Gelände innerhalb der Meßstrecke stieg und fiel. Allen, die mir beim Nivellieren behilflich waren, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Das pH von Wasser und Boden wurde an Ort und Stelle mit Merck's Universalindikator flüssig und im Institut an eingesammelten Proben mit einem Beckman-pH-Meter mit Glaselektrode gemessen.

Der Elektrolytwiderstand wurde mit einer Wheatstone'schen Brücke (Meßbereich 30 bis 200000 Ohm, 50 Perioden) bestimmt. Sein Kehrwert mit der Widerstandskapazität der Meßzelle (einer Pipettenzelle) multipliziert ergab die spezifische Leitfähigkeit in  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

Um den CaO-Gehalt des Wassers festzustellen, benützte ich das in PREISSECKER 1934 angegebene Verfahren (Versetzen des Wassers mit Methylorange und Titrieren mit n/10 Salzsäure). Man erhält dabei die vorübergehende Härte in deutschen Härtegraden = DHG. Ein DHG entspricht einem Gehalt von 1 mg CaO in 100 ml Wasser.

Der Nitratgehalt des Wassers wurde mit Tillmann'schem Reagens (Diphenylamino-Schwefelsäure) nach PREISSECKER 1934 geprüft. An Hand einer Eich-Kurve, die auf Grund der Extinktion von KNO<sub>3</sub>-Lösungen genau bekannter Konzentration aufgestellt wurde, konnte der Nitratgehalt des Wassers quantitativ bestimmt werden (Beckman-Spektralphotometer Mod. B, Messung in gelbem Licht).

Bei der gebräuchlichen Methode zur Feststellung des Bodenwassergehaltes werden

einige ccm Erde gewogen, bei 102 ° C getrocknet und wieder gewogen. Da ich in Aich über keinen Trockenschrank verfügte, mußte eine andere gefunden werden. KNAPP, LINSKENS, LIETH & WOLF 1952 geben die Wägung von Dauerbodenproben an. Sie verwenden dazu allerdings kompliziert gebaute Gefäße. Da der Torfboden fest zusammenhält, konnte ich die Apparatur sehr vereinfachen. Plastikflaschen mit einem Volumen von 100 ml wurden vielfach durchlöchert und mit Erde aus den zu beobachtenden Bodenschichten gefüllt. Nach dem Eingraben wurden sie einige Tage, am besten bis zum nächsten Regenfall, zum Ausgleich in der Erde gelassen. Durch Wägen der Probeflaschen konnten die täglichen Änderungen des Bodenwassergehaltes gut verfolgt werden. Schließlich wird ihr Inhalt getrocknet und die Wassergehalte rückgerechnet.

Um das Porenvolumen zu bestimmen, stach ich mit Bodenzylindern aus Stahl (Inhalt 250 ccm) definierte Volumina des betreffenden Torfes in natürlicher Lagerung aus, schloß die Zylinder und stellte sie für 48 Stunden in Wasser. Die Differenz der Gewichte vor und nach der Sättigung ergibt die ccm Luft, die noch auf das Frischgewicht bezogen werden müssen. So erhält man allerdings nur den luftegefüllten Teil des Porenvolumens.

### 5. 2. Die Wasserversorgung des Moores

Das Aicher Moor kann man nur an wenigen kleinen Stellen als Hochmoor bezeichnen. Diese sind entsprechend der Definition des Hochmoores auf meteorisches Wasser angewiesen. Im weitaus größten Teil des Moore reicht das Grundwasser bis in die Rhizosphäre. Da das Einzugsgebiet der in das Moor mündenden Quellen ziemlich klein ist, schwankt der Grundwasserstand sehr stark mit den Niederschlägen. Diese sind in der folgenden Tabelle monatsweise aufgliedert.

Niederschlagsmittel 1901—1962 n Noreia	M o n a t											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
in .mm	30	29	35	59	90	117	131	115	91	72	56	41
in % des Jahresnieder- schlages	3,5	3,4	4,0	6,8	10,4	13,5	15,1	13,3	10,5	8,3	6,5	4,7

Der größte Teil der Niederschläge fällt in den Monaten Mai bis August, das Maximum liegt im Juli. Die Vegetationsperiode des Moores beginnt Anfang Mai. Sie fällt also mit dem Einsetzen der hohen Niederschlagstätigkeit zusammen. Tau bzw. Reif treten, da sich das Moor in der Nacht stark abkühlt, durch das ganze Jahr häufig auf. Schneefälle treten bis in den April (1963 noch am 5. 5.) und ab Oktober auf.

Das Einzugsgebiet der Zuflüsse liegt im Norden, Westen und Süden des Moores. Schon die Anhöhe im Norden (1047 m), auf der die Ortschaft Aich gelegen ist, und an deren Fuß sich das Moor befindet, bildet die Wasserscheide zwischen dem Moor (998 m) und dem Fischerbach. Im Westen liegt ein 993 bis 986 m hoher Sattel, der nur durch eine kleine Höhe vom Moor getrennt ist, und im Süden wieder ein Höhenzug (1032 m), der die Wasserscheide gegen den Plaskner-Bach darstellt (Höhenangaben nach MAYER 1926). Das Wasser tritt in Form von Quellen oder als Sickerwasser in das Moor ein. Seit 1913 sind einige Zuflüsse vor allem im Norden und Westen des Moores durch Entwässerungsgräben abgefangen.

Das Moor sinkt von Westen nach Osten und von Süden nach Norden ab. Das Gefälle beträgt in der West-Ost-Richtung rund 5,80 m und von Süden nach Norden zwischen 2 m (im Osten) und 0,1 m (im Westen). Das Grundwasser strömt dem Abfall folgend vor allem nach Osten. Das von Süden nach Norden fließende Wasser wird durch die Gräben in der Mitte und im Norden

des Moores ebenfalls in die West-Ost-Richtung umgeleitet. Im Osten des Moores sammelt sich das Wasser in einem Bach, der später in den Fischer- und mit diesem in den Hörfeldbach mündet.

Die chemische Beschaffenheit der zufließenden Wässer sei im folgenden kurz charakterisiert. Es bedeuten: I — Zuflüsse aus dem Norden, II und III aus dem Westen, IV, V und VI aus dem Süden und VII Abfluß im Osten (siehe auch Abb. 1).

	pH	spez. Leitfähigkeit in $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$	CaO-Gehalt in DHG
I	6,46	0,00585	13,44
II	7,22	0,00532	18,48
III	6,6	0,00469	12,88
IV	6,8	<0,0017	7,94
V	7,49	0,00713	9,80
VI	7,0	0,00295	10,08
VII	7,2	0,00414	12,32

Der Kalkgehalt ist in dem von Westen zufließenden Wasser am größten und im Süden am geringsten. Nach MAYER 1926 und PLOTENY 1956 enthalten die Höhenzüge im Norden und Westen des Moores Kalk. Auch Eisen ist in den Zuflüssen enthalten. Der Nitratgehalt beträgt bei den Wässern aus Süden 0,023 mg/l. Im Graben in der Mitte des Moores fanden sich 0,017 mg/l. Der Graben im Norden des Moores erweist sich wegen seiner reichen Algenflora und Fauna mit 0,316 mg/l als sehr nitratreich.

Durch den großen Ionengehalt der zufließenden Wässer verschlämmen besonders in den Randgebieten die oberen Torfschichten. Die folgende Tabelle nach einem Gutachten der Landwirtschaftlich-chemischen Bundes-Versuchsanstalt in Wien läßt das gut erkennen. Sie zeigt die Zusammensetzung des Torfes in verschiedenen Tiefen. Der untersuchte Torf stammt von der Mitte des Torfstiches im Süden des Moores, und zwar: 1. aus 1,50 m, 2. aus 1,00 m und 3. aus 0,50 m Tiefe.

	Wasser %	Asche %	organ. Substanz %
1. im Original	30,83	3,81	65,36
in d. Trockensubst.	0	5,51	94,49
2. im Original	32,55	4,17	63,29
in d. Trockensubst.	0	6,18	93,82
3. im Original	24,35	8,51	67,14
in d. Trockensubst.	0	11,25	88,75

### 5. 3. Wasser und Boden in den wichtigsten Pflanzenvereinen des Moores.

Einen großen Teil des Moores nimmt das *Molinietum* ein, das von inselartigen *Betula humilis*-Beständen unterbrochen wird. Die verschiedenen Wasser- und Bodenverhältnisse in diesen Gesellschaften werden in Abb. 3 dargestellt.

Unter *Betula humilis* haben sich Moose angesiedelt. Sie überwuchern die am Grunde flach liegenden Stämme von *Betula humilis*. Nach einiger Zeit hat sich durch das gegenseitige Überwachsen eine dickere Torfschicht gebildet als im *Molinietum*. Der Niveauunterschied beträgt 5—6 cm. Das Grundwasser schwankt unter *Betula humilis* zwischen 10 und 25, unter *Molinia* zwischen 3

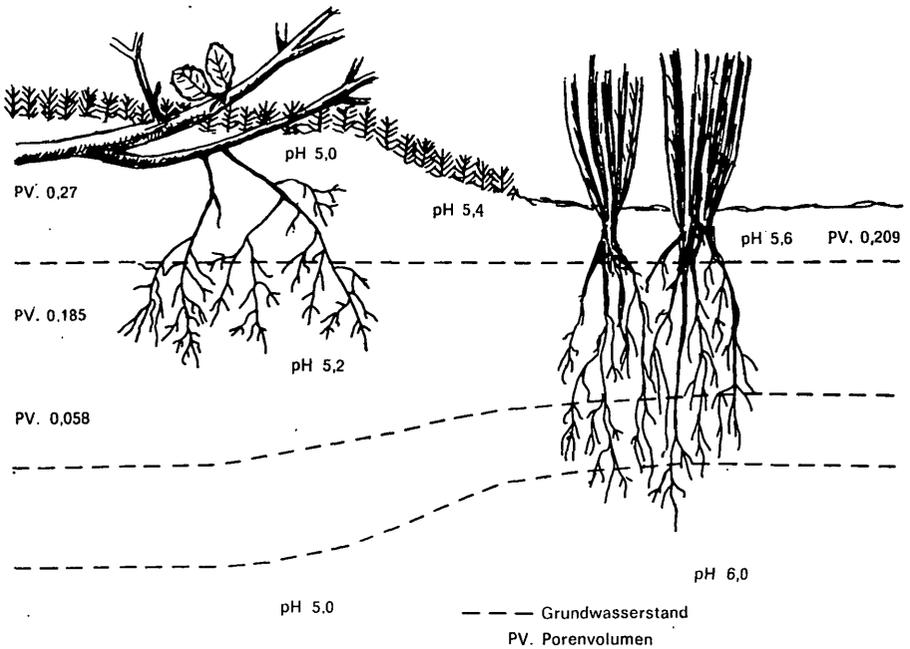


Abb. 3: Profil *Betula humilis*-Insel — *Molinia*-Bestand.

und 14 cm unter der Oberfläche. Den Unterschied im Chemismus des Grundwassers unter *Betula humilis* und *Molinia coerulea* zeigt die nachstehende Tabelle.

unter	pH	DHG	spez. Leitfähigkeit	Nitratgehalt in mg/l
<i>B. humilis</i>	5,8	1,4	0,0017 $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$	0,0012
<i>M. coerulea</i>	6,0	2,24	0,0017	1,0

Der Unterschied im pH ist auf ein verschiedenes Ionenaustauschvermögen zurückzuführen. Nach GESSNER 1959 besitzen die Wurzeln von *Molinia coerulea* eine Gesamtaustauschkapazität von 25, die Stengel und Blätter eine von 22 M. Ä./100 g. Bei *Betula*-Blättern beträgt sie 71, bei *Betula*-Holz 39 und bei Coniferenholz 70 M. Ä./100 g. Ungleich größer ist die Austauschkapazität der Moose. Nach PUUSTIÄRVI 1955 ist sie bei den *Bryales* 63 — 105 M. Ä./100 g groß. Moose treten unter den *Betula humilis*-Inseln gehäuft auf. Wie Abb. 3 zeigt, nimmt das pH nicht nur vom *Betuletum* zum *Molinietum*, sondern durch den Einfluß des Grundwassers (pH 6) auch mit der Tiefe zu.

Das Porenvolumen ist unter *Betula humilis* größer als im *Molinietum*, weil durch die Moose und die flachen Wurzeln große Lufträume entstehen. Diese wirken außer auf die Temperatur auch auf den Wassergehalt, denn in engen Kapillaren hält sich das Wasser besser als in größeren Luftkammern. Bei anhaltender Trockenheit sinkt das Wasser unter den *Betula humilis*-Inseln stärker und schneller als im *Molinietum*. Die Wurzeln von *Betula humilis* erreichen nur eine Tiefe von ungefähr 15 cm, sie befinden sich also manchmal im Grundwasserbereich und bei normalem Wasserstand in der feuchten Schicht darüber.

Abb. 4 zeigt den Verlauf des Wassergehaltes im Wurzelbereich durch 2½ Wochen, und zwar: 1. im *Molinietum*, 2. am Rande einer *Betula humilis*-

Insel, 3. in der Mitte dieser Insel und 4. an einem trockenen Standort von *Betula humilis*. Der Wassergehalt ist im *Molinietum* immer am größten und schwankt hier am wenigsten. Die Regenfälle wirken sich nicht sehr stark aus, während unter *Betula humilis* sofort ausgeprägte Gipfel auftreten. In der Rand-

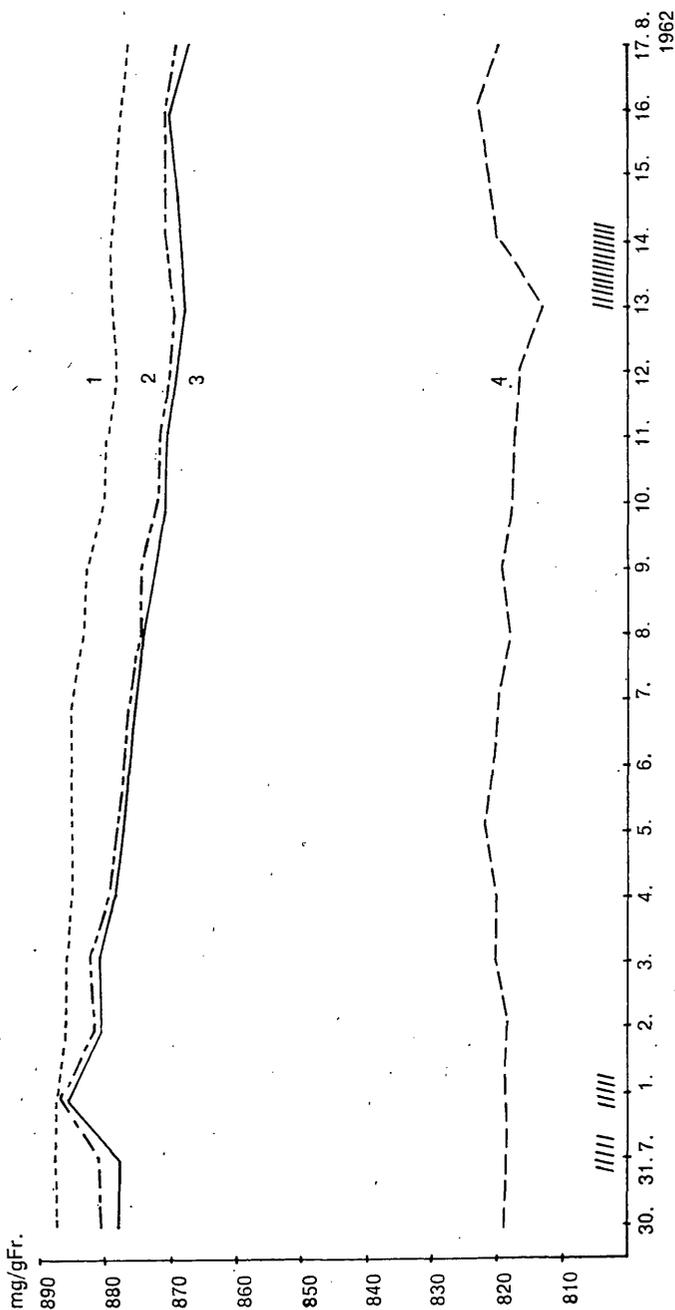


Abb. 4: Verlauf des Bodenwassergehaltes an verschiedenen Standorten.

zone der *Betula humilis*-Insel liegt der Wassergehalt zwischen dem des Inneren und dem des *Molinietums*.

Im nördlichen Teil des *Molinietums*, der am längsten durch Mahd genutzt wurde, kann man beobachten, wie *Betula humilis* aufkommt. Man erhält anfänglich den Eindruck, daß *Picea*, *Pinus* und *Rhamnus* nur in schon vorhandenen *Betula humilis*-Inseln gedeihen könnten. Diese Bäume und Sträucher vermögen aber auch getrennt von *Betula humilis* zu keimen; sie werden meistens erst nachträglich, wenn sich *Betula humilis* ausbreitet, von dieser umgeben. Allerdings wird der Boden durch das Aufkommen von *Betula humilis* besser durchlüftet und dadurch das Wachstum der Bäume (besonders der anspruchsvolleren *Picea*) gefördert. In den *Betula humilis*-Inseln treten noch *Dryopteris austriaca*, *Larix decidua*, *Salix repens* und *Molinia coerulea* auf.

Im südwestlichen Teil des Moores breitet sich ebenfalls ein *Molinietum* aus, das allerdings viel trockener ist und viel weniger *Betula humilis* enthält. Abb. 5 zeigt die Wasserverhältnisse 1. im Kiefern-Fichten-Birkenwald, 2. an einem extrem trockenen Standort von *Betula humilis* und 3. im anschließenden *Molinietum*, in dem *Betula humilis* nicht mehr aufkommen kann.

Der Bodenwassergehalt ist hier (Abb. 5, 2, 3) wesentlich niedriger als im Norden des Moores (Abb. 4). Im Birkenbruchwald, der sich im westlichen Teil des Moores befindet, steht das Grundwasser auch erst in einer Tiefe von durchschnittlich 50 cm.

Der Mischwald im westlichen Teil des Moores setzt sich in der Baumschicht aus *Picea Abies*, *Larix decidua*, *Pinus silvestris* und *Betula pubescens* zusammen, wobei *Picea* und *Pinus* dominieren. In der Strauchschicht erscheinen meist nur junge Exemplare derselben Arten, ergänzt durch *Betula humilis* und *Urtica dioica*. *Betula humilis* ist dabei auf die lichtereren Waldstellen beschränkt, denn sie erträgt keinen starken Schatten (SCHLATTE 1964).

Die Moose werden vor allem von *Dicranum rugosum*, *Eurhynchium striatum*, *Pleurozium Schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetus* und *Hylocomium splendens* vertreten, also in vielen Wäldern verbreiteten Moosen.

*Urtica dioica*, *Carduus Personata* und *Cirsium oleraceum* zeigen einen hohen Stickstoffgehalt des Bodens an. Er rührt wahrscheinlich davon her, daß das Moor, wie mir der Besitzer, Herr P. КНОМ mitteilte, früher beweidet wurde.

Der Grundwasserstand erwies sich als ziemlich hoch. Im westlichen Teil des Waldes pendelt er um 40—45 cm, im östlichen um 25 cm unter der Oberfläche. Das Moor fällt auf derselben Strecke um über 2 m ab. Wie Abb. 5 zeigt, ist der Wassergehalt des Bodens auch im trockenen Teil viel höher, als es dem Minimum von *Betula humilis* entspricht. Weil die Evaporation im Waldschatten gering ist, schwankt der Bodenwassergehalt fast nicht.

Der Boden wird durch die Nadelstreu bis zu einem pH von 4,9 angesäuert. Das pH des Grundwassers schwankt zwischen 5,5 und 6,1. Die vorübergehende Härte nimmt von Osten (1,12 DHG) nach Westen (2,24 DHG) zu. Die spezifische Leitfähigkeit liegt unter  $0,0017 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

Im *Schoenetum* im Süden des Moores hat dieses auch nach dem Entwässern seine Ursprünglichkeit bewahrt. Die starke, stagnierende Nässe hat die Ausbildung eines *Schoenetum ferruginei* begünstigt, das allerdings an seinen Rändern immer mehr in ein *Molinietum* übergeht.

Im Norden und Westen bilden Entwässerungsgräben die Grenze des *Schoenetums*, im Süden und Osten ein Hang, dem im Süden noch ein Bachgehölz vorgelagert ist. Im Osten wird der *Schoenus*-Bestand von der über ihm liegenden sauren Wiese beeinflusst. Neben *Betula humilis* treten hier *Lychnis*

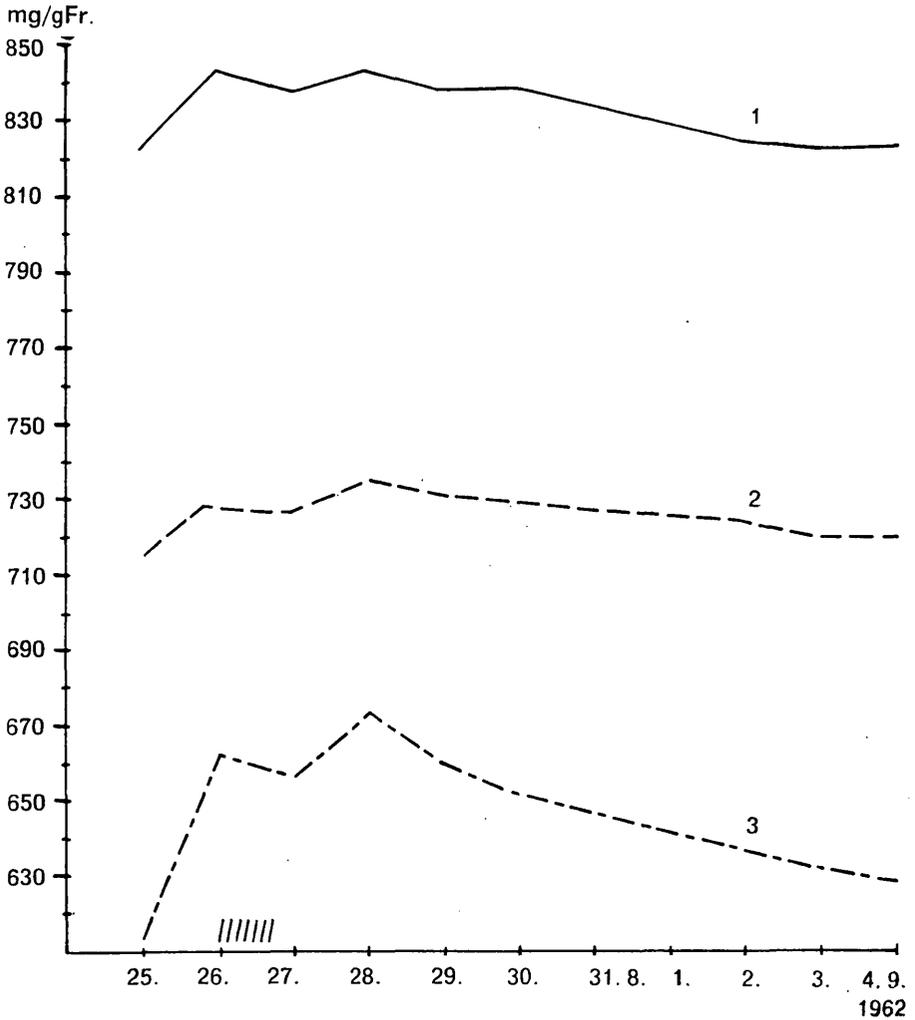


Abb. 5: Verlauf des Bodenwassergehaltes an verschiedenen Standorten.

*Flos-cuculi*, *Ranunculus acer*, *Daucus Carota*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Dactylis glomerata* und *Phleum pratense* auf. Unter *Betula humilis* beträgt das pH 5,3, in der Wiese darüber 5,0 und im *Schoenetum* 7,0. Zwischen den einzelnen Werten besteht ein fließender Übergang.

Das Wasser im Graben im Norden des *Schoenetums* hat ein pH von 7,0, einen CaO-Gehalt von 10,08 DHG und eine spezifische Ionenleitfähigkeit, die, wie auch bei den im folgenden beschriebenen Wässern kleiner ist als  $0,0017 \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Die Beschaffenheit des Grundwassers kurz vor dem Graben ist die gleiche. Im reinen *Schoenetum* hat das Grundwasser ein pH von 7,15, 14,56 DHG und einen Nitratgehalt von 0,025 mg/l. Es steht so hoch, daß die *Schoenus*-Horste herausragen. Durch eine einwöchige Trockenheit senkte sich der Grundwasserspiegel um 7 cm und die spezifische Leitfähigkeit war auf  $0,00337 \Omega^{-1}$

cm<sup>-1</sup> gestiegen. Der Boden ist stark wassergesättigt. Das luftgefüllte Porenvolumen beträgt nur 0,029 cm<sup>3</sup>/g Fr. Im gemischten *Schoenus-Molinia*-Bestand beträgt das pH 6,0 und der CaO-Gehalt 6,16 DHG.

## 6. POLLENANALYSE UND MOORSTRATIGRAPHIE

### 6. 1. Allgemeines

Die postglaziale Waldentwicklung in den Alpen unterscheidet sich wesentlich von der im übrigen Mitteleuropa. Diese ist verhältnismäßig einheitlich und gut gliederbar, während in den Alpen je nach geographischer und Höhenlage große Differenzen auftreten. Ein Vergleich der mitteleuropäischen Zeitabschnitte mit den alpinen Eisrückzugsstadien wird in FIRBAS 1923, 1939 getroffen.

Die alpinen Moore entstanden meist im Gschnitz- oder im Gschnitz-Daun-Interstadial. Das Bühl-Gschnitz-Interstadial konnte die Gletscher noch nicht zum Abschmelzen bringen. Die Pollen-Diagramme (FIRBAS 1923, 1926, GAMS 1927, 1932, SARNTHEIN 1949) zeigen zuerst ein Vorherrschen von *Pinus* und dann mit der Höhe zunehmend von *Picea*. Die Waldzeiten sind in den Alpen auf einen kürzeren Zeitraum zusammengedrängt als in tieferen Lagen und schwer zu datieren. Die Maxima der einzelnen Pollenkurven treten je nach Höhenlage in verschiedenen Zeiten auf. Außerdem können, wie GAMS 1927 zeigt, sogar Faktoren wie die Temperaturumkehr eine Rolle spielen.

### 6. 2. Die Torfschichten des Aicher Moores

Das Moor ging aus einem See hervor, dessen Uferbank noch heute sichtbar ist. In seiner Länge weist es keine großen Tiefendifferenzen auf. Im Osten wurde der Grund in 4,10 m, im Westen in 4,50 m erbohrt. Von Norden nach Süden ergeben sich bedeutende Tiefenunterschiede. Gegen Norden nimmt der Torf rasch an Mächtigkeit zu (von 3 m auf 5,30 m). Hier befindet sich nach MAYER 1926 ein Moränenwall, der sehr steil in das Moor einfällt. In den ufernahen Teilen sind deshalb viele Steine in der *Tongyttia* eingeschlossen, die von diesem Steilufer in den damaligen See geschwemmt wurden. Die *Gyttia* ist tonig-kalkig ausgebildet und enthält feine Glimmerteilchen.

Die Lagerfolge der verschiedenen Torfarten läßt sich gut mit dem von SCHREIBER 1927 aufgestellten Normalprofil vergleichen:

Normalprofil nach SCHREIBER 1927		Profil im Aicher Moor	Tiefe
Gegenwart	rezenter Bruchtorf	Bruch- oder Riedtorf	0,00 — 0,40 m
Subatlantikum	jüngerer Moostorf	Braunmoos-Riedtorf (teilweise auch <i>Sphagnum</i> )	0,40 — 1,90 m
Subboreal	jüngerer Bruchtorf	Bruchtorf	1,90 — 2,15 m
Atlantikum	älterer Moostorf	<i>Sphagnum</i> torf	2,15 — 2,25 m
Boreal	älterer Bruchtorf	Braunmoos-Ried- oder Riedtorf	2,25 — 3,25 m
Praeboreal	älterer Riedtorf	Ried-Braunmoostorf	3,25 — 3,38 m
		<i>Tongyttia</i>	unter 3,38 m

Jedes Klima begünstigt eine bestimmte Torfart, woraus sich ein Normalprofil ergibt. Das neblige, kühle und niederschlagsreiche Atlantikum ermöglichte ein üppiges Wachstum der *Sphagnen*, bzw. der Braunmoose. Das trockene und heiße Boreal und Subboreal dagegen ließen die Moore verheiden.

Nach SCHREIBER 1927 hat sich in alpinen Mooren fast nie reiner Moostorf gebildet, sondern er enthält immer Wurzeln und Scheiden von *Gramineen* und *Cyperaceen*. Das trifft auch für das Aicher Moor zu. Nur im extrem feuchten Atlantikum tritt hier der Anteil an Riedtorf fast ganz zurück. Es bildete sich ein Hochmoor, in dem aber mit dem Subboreal und der damit verbundenen Trockenheit Wald aufkam. Im Subatlantikum trat nur noch ein verstärktes Wachstum der Braunmoose ein. Das fast völlige Fehlen des älteren Bruchtorfes kann man mit der Entstehung des Aicher Moores aus einem See erklären. Dieser war im Boreal noch nicht so weit verlandet, daß sich das trockene Klima auswirken konnte.

Mit dem Klimasturz im Subatlantikum wurde die Torfproduktion auf allen Mooren schwächer. In Hochmooren hat sie gegenwärtig fast aufgehört (FIRBAS 1926, SCHREIBER 1927, SARNTHEIN 1949). Geschlossene Moosdecken fehlen und die Hochmoore werden in zunehmendem Maße von Zwergsträuchern besiedelt. Im Aicher Moor führt der künstliche Wasserabzug durch den Torfstich zu einer zusätzlichen Trockenheit. Diese begünstigt das Aufkommen von Wald und hat an manchen Stellen z. B. im Birkenbruch im Osten des Moores *Betula humilis* stark zurückgedrängt.

Gegenwärtig werden im Aicher Moor vor allem Bruch- und Riedtorf gebildet. Im Wald bestehen die oberen 25 cm des Bodens aus Bruchtorf. In einer Tiefe von 25 bis 30 cm liegt Riedtorf, dem abermals Bruchtorf folgt. Dieser stammt aus der Zeit, bevor das Moor gerodet und entwässert wurde (vor 1913). Dann wurde das Moor als saure Wiese genutzt. Es entstand Riedtorf. Die Wiese wurde aber bald wieder vernachlässigt und auf dem nun trockenen Moor konnte sich der Wald erneut und besser als früher ausbreiten. Die oberen 25 cm Bruchtorf entstanden also während der letzten 40 Jahre. Daraus geht hervor, daß das Aicher Moor auch heute noch wächst.

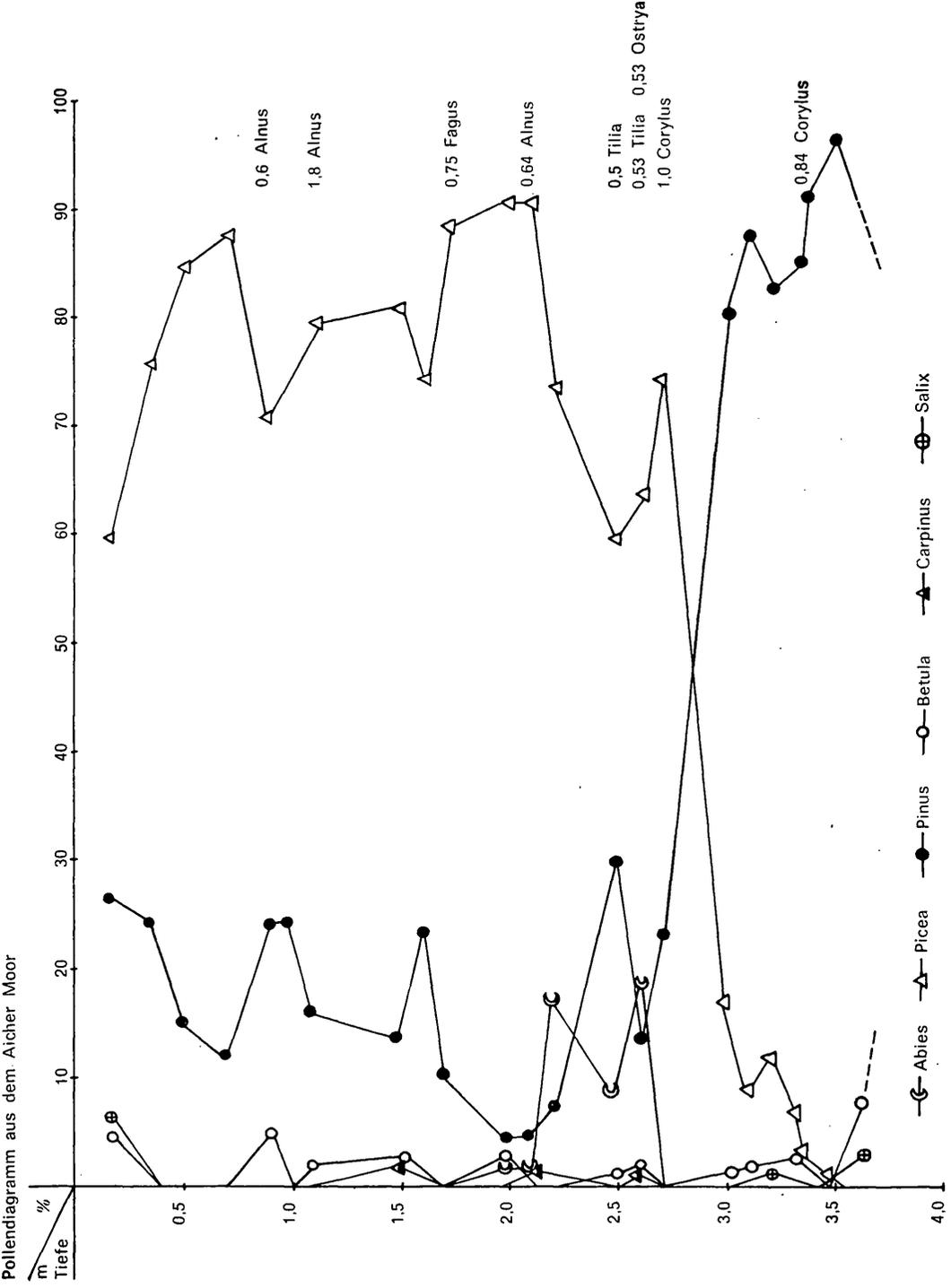
### 6. 3. Pollenanalytische Ergebnisse

Um einen Überblick über die Geschichte des Aicher Moores zu gewinnen, entnahm ich Torfproben aus verschiedenen Tiefen (bis 5,30 m). Der Torfanstich reichte bis zu einer Tiefe von 3,20 m. Den Torfbohrer hat mir Herr Univ.-Prof. Dr. E. AICHINGER überlassen, wofür ich ihm an dieser Stelle herzlich danke. Die Proben wurden nummeriert, in Stanniolpapier gewickelt und in Plastiksäckchen gesteckt. So hielten sie sich vollkommen frisch. Ich untersuchte sie nach den in BERTSCH 1942 angegebenen Verfahren. Um die Proben zu entfärben, verwendete ich die Kalilaugen-Methode. Ausgetrocknete Torfproben wurden nicht mit Kalium-, sondern mit Natronlauge gekocht. Dadurch werden die Reste nicht nur aufgehellt, sondern sie quellen auch. Die Pollenkörner färbte ich nach GODWIN in BERTSCH 1942 mit einigen Tropfen einer Safranin-Alkohol-Lösung rot.

Um auch aus den Bohrkernen vom Seegrund Reste zu erhalten, versetzte ich sie mit Salzsäure. Dadurch wurde der Kalk gelöst. Die Säure wurde dann ausgewaschen und der Rückstand zum Mikroskopieren im Glycerin präpariert.

Zum Auszählen der Pollenkörner wurde ein Kreuztisch verwendet. Bestimmt wurden sie nach BERTSCH 1942, ERDTMAN 1954 und ERDTMAN, BERGLUND & PRAGLOWSKI 1961.

Bei dem auf Abb. 6 dargestellten Profil ist zu beachten, daß nicht die



Baumpollensumme, sondern die von Baum- und Strauchpollen zusammengenommen mit 100 % bezeichnet wird. Der Nichtbaumpollen ist nie in einer Menge vertreten, die auf waldlose, also arktisch-alpine Verhältnisse schließen ließe (SCHLATTE 1964) und ist daher auf Abb. 6 nicht eingetragen.

Nach Abb. 6 kann man folgende Waldzeiten unterscheiden: Eine Kiefernzeit, eine kurze Fichtenzeit, eine Tannen-Fichtenzeit und eine lange Fichtenzeit, in der *Pinus* derzeit wieder zunimmt.

Der Anteil von *Betula* in der subarktischen Kiefernzeit ist sehr gering. Das entspricht den Angaben von SARNTHEIN 1949, nach denen *Betula* in den Alpen von Westen nach Osten abnimmt. In einer Tiefe von 3,6 m macht sie 5,5 % des Pollens aus. In tieferen Schichten ist ihr Pollen häufiger vorhanden, aber die Pollendichte war in der Tongyttia so gering, daß ich nicht genug Pollenkörner vorfand, um sichere Aussagen machen zu können. Deshalb ist die Pollenkurve von 3,6 — 3,7 m strichliert gezeichnet. Auch das Vorkommen von *Salix*-Pollen ist für die Kiefernzeit charakteristisch.

Die späte Kiefernzeit, der Schnittpunkt der Kiefern- und der Fichtenlinie und die erste Fichtenzeit entsprechen der mitteleuropäischen Haselzeit. Gemäß der Höhenlage ist *Corylus* kaum vertreten. Sie tritt nur einmal mit 0,84 und einmal mit 1 % auf, und zwar in der späten Kiefern- und in der Fichtenzeit.

Bald nach dem ersten *Picea*-Gipfel erscheint *Abies*. Die Tannenzeit fällt in das Atlantikum und entspricht der Eichenmischwaldzeit. Darauf deuten auch einige Pollenkörner von *Tilia*, die ein Bestandteil des Eichenmischwaldes ist. Zugleich mit *Abies* wandert auch *Carpinus* ein, die nach WALTER 1962 *Fagus* in kontinentalen Gebieten vertritt. Das Atlantikum wird außerdem von einer Schicht aus *Sphagnum*torf angezeigt.

Die Vorherrschaft von *Picea* bleibt, durch die Höhenlage bedingt, auch durch Subboreal und Subatlantikum erhalten. Die Buchenzeit wird nur durch einige Pollenkörner von *Carpinus* bzw. *Fagus* markiert. Auffallend ist im Aicher Moor das fast völlige Fehlen von Pollenkörnern der wärmeliebenden Bäume, was sich aber aus der Lage des Moores erklärt. Es ist durch Höhenzüge von allen tieferen Tallagen abgeschnitten und von einem Hochland umgeben; der Wind hatte also keine Möglichkeit, den Pollen wärmeliebender Bäume hinzutragen.

#### 6. 4. Funde von *Betula humilis*

Die alpinen *Betula humilis*-Vorkommen werden heute allgemein als Eiszeitrelikte betrachtet (GAMS 1933, RECHINGER 1957, OBERDORFER 1962). Die boreale *Betula humilis* kann entweder mit der letzten Eiszeit oder in einer der früheren die Alpen erreicht haben. STEFFEN 1931 gibt an, daß sie in Ostpreußen während der Birkenzeit eingewandert sei. Wenn sie sich in der Birkenzeit verbreitet hat, ist ihr Vorkommen in den Alpen und im Alpenvorland durch die späteren Wärmezeiten isoliert worden. Sie könnte diese nur auf hochgelegenen Mooren überdauert haben. Sie könnte aber auch schon während einer Zwischeneiszeit eingewandert sein, wie es GAMS 1933 für einige alpine Endemiten, z. B. für *Betula nana*, angibt und sich durch die Eiszeit auf unvergletscherten Mooren gebieten, z. B. in Oberbayern, gehalten haben.

Mit der Pollenanalyse allein ist ein sicherer Nachweis von *Betula humilis* leider nicht zu führen, weil ihr Pollen zu sehr dem von *Betula pubescens* ähnelt. Nach BERTSCH 1942 erreicht dieser einen Durchmesser von 24,5—31,5 $\mu$ , im Durchschnitt 27,5 $\mu$ . *Betula humilis*-Pollenkörner sind etwas kleiner, nämlich zwischen 21 und 27 $\mu\phi$ , im Durchschnitt 24,5 $\mu$ . Die Größen überschneiden sich

also teilweise. Der Pollen von *Betula pendula* stimmt noch mehr mit dem von *Betula humilis* überein, sein Durchmesser schwankt zwischen 21 und 28 $\mu$ .

Durch den niederen Wuchs von *Betula humilis* wird ihr Pollen nur einige Meter weit vertragen. Es ist also möglich, daß man in einer Torfprobe trotz reichlichen Vorkommens von *Betula humilis* keine oder nur wenige ihrer Pollenkörner findet. Außerdem überwiegt stets der Baumpollen aus den umgebenden Wäldern bei weitem den Pollen einer Pflanze, die nur im Moor selbst vorkommt.

Man kann *Betula humilis* nur an Hand von anderen Resten sicher feststellen. Leider bleiben im Riedtorf Blattreste nicht so gut erhalten wie im sauren Moostorf. Einzig die Spaltöffnungszellen sind widerstandsfähiger und solche konnte ich auch im Osten des Moores in 2,10, 2,30 und 2,60 m Tiefe finden und durch anhaftende Epidermiszellen als von *Betula humilis* stammend identifizieren. Außerdem fand ich in 50 cm Tiefe Holz dieser Pflanze.

Ihr tiefstes sicheres Vorkommen befindet sich also in einer Tiefe von 2,60 m, das entspricht der frühen Eichenmischwaldzeit bzw. dem frühen Atlantikum. Aber gerade von dieser Zeit zurück nimmt der Gehalt an Birkenpollen, und zwar besonders an kleinen, zu, so daß anzunehmen ist, daß *Betula humilis* das Aicher Moor schon seit seiner Entstehung besiedelt hat. Diese Annahme wird noch durch folgende Tatsache gestützt: *Betula humilis* kommt immer zusammen mit anderen Holzgewächsen, vor allem mit *Betula pubescens*, aber auch mit *Pinus* und *Picea*, vor. Holzgewächse aber kamen im Aicher Moor sicher bereits in der Kieferzeit auf. An einer Bohrstelle in der Mitte des Moores lag direkt über der Tongyttia in 4 m Tiefe Torf, der außer *Sphagnen*, Wurzeln und Scheiden auch Holzreste enthielt und in der subarktischen Zeit entstand.

Das Aicher Moor war in der Kieferzeit zumindest teilweise bereits soweit verlandet, daß Nadelbäume in ihm gedeihen konnten. Da die Zahl der *Betula*-Pollenkörner hier zunimmt, nehme ich an, daß auch *Betula humilis* schon zu dieser Zeit im Aicher Moor vorkam. Seit der frühen Eichenmischwaldzeit ist sie im Moor sicher vorhanden.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Das Aicher Moor, das größte alpine *Betula humilis*-Vorkommen, ist aus einem See entstanden. In seiner Geschichte kann man eine Kieferzeit, eine kurze Fichtenzeit, eine Tannen-Fichten-Zeit und eine lange Fichtenzeit unterscheiden. *Betula humilis* ist in ihm wahrscheinlich schon seit der Kieferzeit vorhanden.

Die wichtigsten Pflanzengesellschaften des Aicher Moores sind das *Betulo-Salicetum repentis*, das *Asclepiado-Molinietum* und das *Schoenetum ferruginei*. Sie wurden bisher nur aus dem nördlichen Alpenvorland beschrieben.

Die Lufttemperaturen sind im Aicher Moor sehr extrem. Während der Versuchszeit schwankten sie an einem Tag bis um 29 ° C. Auch im Sommer kann die Morgentemperatur unter 0 ° C sinken.

Die Temperatur der Bodenoberfläche hängt von der Beschattung, der Feuchtigkeit und dem Wasseraustausch ab. Unter *Betula humilis*-Inseln schwankt sie stärker als im *Molinietum*. Schon in einer Tiefe von 4 cm sind die Temperaturen ziemlich ausgeglichen und ab 35 cm Tiefe konstant. Die oberste Bodenschicht ist unter *Betula humilis* besonders trocken und leitet die Wärme schlecht ab. Aus diesem Grund schmilzt das Bodeneis im Frühjahr unter den *Molinia*-Beständen früher als unter den *Betula humilis*-Inseln.

Der Boden des Aicher Moores ist mesotroph und mäßig sauer. Sein pH

schwankt zwischen 4,8 und 7,0. Unter *Betula humilis* beträgt es meist 5,0, unter *Molinia coerulea* 5,6. Das Grundwasser weist ein pH zwischen 5,9 und 7,5 auf. Der Kalkgehalt des Wassers beträgt zwischen 1,4 und 18,5 DHG, wobei nur das zufließende, nicht aber das Grundwasser einen großen Kalkgehalt besitzt.

Der Bodenwassergehalt ist in den meisten Teilen des Moores sehr hoch (zwischen 800 und 900 mg/g Fr.). Der Grundwasserstand schwankt stark mit den Niederschlägen; man kann das Moor also als wechselfeucht betrachten.

## 8. SCHRIFTTUM

- ALETSEE L. 1964. Hochmoorflora und Mineralbodenwasserzeiger. — Ber. dt. bot. Ges. 76:(20)-(21).
- BERTSCH K. 1942. Lehrbuch der Pollenanalyse. — REINERTH H., Handbücher der praktischen Vorgesichtsforschung. 3. Stuttgart.
- BÖHM A. 1887. Eintheilung der Ostalpen. — Geogr. Abh. I (3).
- BRAUN-BLANQUET J. 1951. Pflanzensoziologie. 2. Aufl. Wien.
- DU RIETZ G. E. 1954. Die Mineralbodenwasseranzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der nord- und mitteleuropäischen Moore. — Vegetatio 5/6:571-585.
- EGGLER J. 1962. Eine Vegetationsaufnahme im *Betula humilis*-Bestand in Aich bei Mühlen nächst Neumarkt in Obersteiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steierm. 92:20-26.
- ELLENBERG H. 1963. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. — WALTER H., Einführung in die Phytologie. IV/2. Stuttgart.
- ERDTMAN G. 1954. An Introduction to Pollenanalysis. — VERDOORN F., New Series of Plant Science Books. 12. Waltham.
- , BERGLUND B. & PRAGLOWSKI J. 1961. An Introduction to a Scandinavian Pollen Flora. — Grana Palynologica 2 (3):3-92.
- FIRBAS F. 1923. Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. — Lotos 71:187-242.
- 1926. Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. — Z. Bot. 18:545-587.
- 1939. Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. — Naturwiss. 27:81-89.
- FRITSCH K. 1924. *Betula humilis* Schrk. in Kärnten. — Österr.-bot. Z. 73:116 — 118.
- GAMS H. 1927. Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. — Internat. Rev. ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 18:305-387.
- 1932. Beiträge zur Kenntnis der Alpenmoore. — Abh. naturwiss. Ver. Bremen 28:18-42.
- 1933. Das Alter des alpinen Endemismus. — Ber. schweiz.-bot. Ges. 42:467-483.
- 1957. Kleine Kryptogamenflora. IV. 4. Aufl. Stuttgart.
- GEIGER R. 1961. Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4. Aufl. Braunschweig.
- GESSNER F. 1959. Hydrobotanik II. — BORRIS H. & GERSCH M., Hochschulbücher für Biologie. 8. Berlin.
- GÖRS S. 1961. Das Pfrunger Ried. Die Pflanzengesellschaften eines oberschwäbischen Moorgebietes. — Veröff. Landesstelle Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 27/28:5-45.
- HABLE E. 1961. Ein neues Vorkommen der Strauchbirke. — Natur und Land 47:64.

- HUECK K. 1933. Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat II. Berlin.
- JANCHEN E. 1956—1960. Catalogus florae Austriae. 1. Wien.
- KNAPP R., LINSKENS H. F., LIETH H. & WOLF F. 1952. Untersuchungen über die Bodenfeuchtigkeit in verschiedenen Pflanzengesellschaften nach neueren Methoden. — Ber. dt. bot. Ges. 65:113-132.
- KOCH W. 1926. Die Vegetationsverhältnisse der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. — Separatabdruck aus dem Jb. St. Gallischen naturwiss. Ges. 61 (2) (1925):1-144.
- KRISAI D. & KRISAI R. 1959. Die Zwergbirken im oberösterreichischen Alpenvorland. — Verh. zool.-bot. Ges. Wien 98/99:171-172.
- KRISAI R. 1960. Pflanzengesellschaften aus dem Ibmer Moor. — Jb. Oberösterreich. Musealver. 105:155-208.
- LUNDEGÄRDH H. 1954. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. 4. Aufl. Jena.
- MAYER R. 1926. Die Talbildung in der Neumarkter Paßlandschaft und die Entstehung des Murtales. — Mitt. naturwiss. Ver. Steierm. 62:55-157.
- MELZER H. 1963a. Noch blüht das Karlsszepter in Österreich! — Natur und Land 49:16-17.
- 1963b. Neues zur Flora von Steiermark (VI). — Mitt. naturwiss. Ver. Steierm. 93:274-290.
- MEUSEL H. 1943. Vergleichende Arealkunde. 1 und 2. Berlin.
- OBENDORFER E. 1957. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. — Pflanzensoziologie 10.
- 1962. Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Südwestdeutschland und die angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. Stuttgart.
- 1964. Das Strauchbirkenmoor (*Betulo-Salicetum repentis*) in Osteuropa und im Alpenvorland. — Arbeiten landw. Hochsch. Hohenheim 30:190-210.
- PAUL H. & LUTZ J. 1941. Zur soziologisch-ökologischen Charakterisierung von Zwischenmooren. — Ber. bayer. bot. Ges. 25:5-32.
- PEHR F. 1946. Zur Vegetationsgeschichte des Glantales und der Wimitzer Berge. — Carinthia II. Sonderheft 9.
- PLOTENY P. 1956. Geologie des Gebietes zwischen Neumarkt und dem Zirbitzkogel. Diss. Graz.
- PREISSECKER H. 1934. Wasser- und Bodenanalyse. Leipzig und Wien.
- PUUSTJÄRVI V. 1955. On the colloidal nature of peat-forming mosses. — Arch. Soc. „Vanamo“ 9:257-272.
- RECHINGER K. H. 1957. Betulaceae. — HEGI G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa III/I. 2. Aufl. München.
- SARNTHNER R. von. 1949. Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldegeschichtlichen Bedeutung. — Österr.-bot. Z. 95:1-85.
- SCHAEFTLEIN H. 1960. Ein bemerkenswertes Vorkommen der Strauchbirke (*Betula humilis*) in Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steierm. 90:109-112.
- SCHIMPER A. F. W. 1908. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 2. Aufl. Jena.
- & FABER F. C. von. 1935. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 2. 3. Aufl. Jena.
- SCHLATTE G. 1964. Zur Autökologie von *Betula humilis* in den Alpen. Diss. Graz.
- SCHREIBER H. 1927. Moorkunde nach dem gegenwärtigen Stande des Wissens auf Grund 30jähriger Erfahrung. Berlin.

- STEFFEN H. 1931. Vegetationskunde von Ostpreußen. — Pflanzensoziologie I.
- VIERHAPPER F. 1882. Das Ibmer und Waidmoos in Oberösterreich-Salzburg. Jber. Ver. Naturkunde Österr. ob der Enns, Linz 12:3-27.
- VOLLMAR F. 1947. Die Pflanzengesellschaften des Murnauer Moores. I.-Ber. bayer.-bot. Ges. 27:13-97.
- WALTER H. 1954. Arealkunde. — WALTER H., Einführung in die Phytologie. III/1. 2. Aufl. Stuttgart.
- 1962. Die Vegetation der Erde. I. Jena.
- ZAILER V. 1911. — Nachweis der Moore . . . herausgeg. von der k. k. landwirtschaftlich-chemischen Versuchsstation in Wien. Wien.

Anschrift des Verfassers: Dr. Gudrun MALICKY-SCHLATTE,  
Institut für Anatomie und Physiologie der Pflanzen,  
Schubertstraße 51, Graz.