

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)  
**Band:** 27 (1953)

**Artikel:** Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen  
**Autor:** Lüdi, Werner  
**Kapitel:** Allgemeiner Teil  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307807>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Allgemeiner Teil:

### Übersicht über die Lagerstätten und die Ablagerungen

Die im vorstehenden beschriebenen Lagerstätten umfassen alle mir bekannt gewordenen pleistozänen, pflanzenführenden Ablagerungen der Schweiz mit folgenden Ausnahmen: 1. Die interglazialen Lagerstätten am Südfuße der Alpen, in der Umgebung von Lugano, wurden weggelassen, da sie wesentlich andere Floren- und Vegetationsverhältnisse aufweisen und im Zusammenhang mit den anderen südalpinen, interglazialen Ablagerungen betrachtet werden müssen. 2. Ferner wurden die interglazialen Höhlenfunde, die in den nördlichen Kalkalpen, im Jura und im Molasseland (Rigi) bekannt geworden sind, nicht beigezogen. Sie ergaben infolge der ungünstigen Erhaltungsmöglichkeit meist keine oder sehr wenig pflanzliche Reste, die sich zudem meist auf ganz andere Höhenstufen beziehen (vgl. O. Tschumi, 1949, M. Welten, 1944, 1947, E. Bächler, 1940, S. 142). Bächler fand in der Wildkirchlihöhle Kohlen von *Picea* und *Pinus* (mugo). 3. Auch der Torfaufschluß in der Röslistraße in Zürich, den P. Keller (1933) beschrieb und den H. Gams (1935, 1947) als interglazial ansprach, wurde weggelassen. Das völlige Fehlen von *Picea* sowie das ausgeprägte Zurücktreten von *Pinus* und andererseits das reichliche Auftreten von *Fagus* bringen die dortigen Spektren in einen ausgesprochenen Gegensatz zu denen, die sicher interglazial sind. Wir betrachten diese Ablagerung, wie auch P. Keller, als postglazial (vgl. Lüdi, 1935, S. 298).

Es bleiben bei Ausschluß der spätglazialen Fundstellen (vgl. S. 128) für das nördliche Alpenvorland der Schweiz 24 pleistozäne, pflanzenführende Lagerstätten, von denen sich einige aus mehreren größeren Teilgebieten zusammensetzen. Sie verteilen sich auf das zwischen Jura und Alpen gelegene Molasseland (= Mittelland) von Genf bis zum Bodensee. Eine Ausnahme machen nur 3 Lokalitäten: 1. St. Jakob an der Birs in Basel ist in der Rheinebene jenseits des Jura gelegen, aber doch mit dem Molasseland durch den Rhein in Verbindung, auf dessen jungen Ablagerungen sie auch ruht. 2. Winden bei Mollis, liegt im Gebiet der Kreide der helvetischen Decken, doch nahe am Alpen-

rand (ca. 2,5 km von den äußersten Rändern der Molasse) und wurde vom Schutt des Rhein- (und Linth-?)Gletschers unter- und überlagert. 3. Wildhaus, ist ebenfalls im Gebiet der helvetischen Kreidedecken gelegen, im tiefen Tal zwischen Churfirsten und Säntis. Auch hier floß ein Arm des Rheingletschers durch.

Die schweizerischen pleistozänen Pflanzenfundstellen sind also im wesentlichen repräsentativ für das schweizerische Mittelland, das oligozän-miozäne Molasseland. Wir haben ihre Lage in dem Kärtchen (Abb. 1) eingezeichnet. Im Alpeninnern wurden keine solchen Funde gemacht.

Mit Ausnahme von St. Jakob bei Basel liegen alle innerhalb der vom rißeiszeitlichen Gletscher bedeckten Fläche. Vom Würmgletscher wurden nicht mehr erreicht: Mutten, Gondiswil-Zell, Distelberg, Safenwil, Winterthur, Wettingen, Niederweningen, St. Jakob. Doch liegen diese Örtlichkeiten, mit Ausnahme von St. Jakob, im Randgebiet der damaligen Vergletscherung.

Über die Höhenlage gibt die nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

Genf u. Umgebung	ca. 350–390 m	Eschenbach	490–540 m
Bougy	685 m	Dürnten, Wetzikon	517–536 m
Grandson	460 m	Mörschwil	ca. 455–480 m
Pont-La-Ville	730 m	Wildhaus	1030 m
Wasserfluh	600 m	Winterthur	465 m
Gundelsey	600 m	Flurlingen	450–470 m
Mutten	730 m	Niederweningen	460 m
Gondiswil-Zell	605–655 (–670) m	Sulzberg, Wettingen	470 m
Küènacht	470 m	Weiherbach	715 m
Uznach-Kaltbrunn	ca. 480–540 m	Safenwil	480 m
Wangen	445–485 m	Distelberg, Aarau	434 m
Winden	560 m	St. Jakob, Basel	270 m

Die Extreme liegen zwischen 270 und 1030 m, die Mehrzahl der Fundstellen zwischen 450–650 m, was der mittleren Lage des heutigen Mittellandes entspricht.

Die Lagerstätten befinden sich nicht in den heutigen, jungen Talböden, sondern auf mehr oder weniger erhöhten älteren Talterrassen. Eine Ausnahme machen die Fundstätten am Rhein in Basel und an der Rhone bei Genf, die aber in die Tiefe versenkte, alte Bodenoberflächen repräsentieren.

Alle Fundstätten sind heute im Gebiet mesophiler Laubwälder gelegen. Der Vegetationsklimax in der Umgebung der meisten

von ihnen ist der Buchen- oder der Buchen-Weißtannenwald (Fagion-Gesellschaften, bes. Fagetum silvaticae und Abieto-Fagetum), in tieferen Lagen mit dominanter Buche, in höheren, luftfeuchten Lagen mit herrschender Tanne. In günstig gelegenen Tieflagen treten bereits Gehölze mit *Quercus robur* und *petraea*, *Tilia cordata* und *platyphyllos*, *Ulmus scabra*, *Carpinus betulus*, *Acer platanoides* und *campestris* auf, an besonders trockenen, flachgründigen Örtlichkeiten auch Bestände von *Pinus silvestris*. Bodenfeuchte, quellige Örtlichkeiten und Flußufer tragen Gehölze von *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus incana* oder *glutinosa*, *Populus nigra*, *Salix*-Arten (vgl. dazu S. 11). Einige unserer Lagerstätten in relativ warmer und trockener Tiefenlage sind heute dem Querceto-Carpinetum Klimax zuzurechnen. Das trifft besonders für St. Jakob und Genf zu. Andererseits liegt Wildhaus im Übergangsgebiet zum subalpinen Piceetum.

Unsere pleistozänen Pflanzenreste sind entweder Torfe oder sind in Gytjtabildungen, in sandige, tonige, mergelige, seekreidige Schichten eingelagert. Ausnahmsweise finden sich auch interglaziale Tuffe mit Pflanzenresten (Flurlingen). Die Erhaltung der organischen Reste kann sehr verschieden sein. Im allgemeinen ist sie in den anorganischen Sedimenten besser, als in Gytja und Torfen, so daß die reicheren Funde in den anorganischen Bildungen, welche die organischen begleiten, gemacht werden. Der Gehalt an Pollen ist sowohl in den Schieferkohlen, wie auch in den mineralischen Ablagerungen vorwiegend klein, doch sehr wechselnd, oft auch innerhalb des gleichen Profiles. Besonders auffallend war die allgemeine Pollenarmut in den Schieferkohlen von Uznach. Es handelt sich dort meist um ausgeprägte Flachmoortorfe, deren kleiner Pollengehalt auch bei jungen Torfen bekannt ist.

Die pleistozänen Torfe werden als Schieferkohlen, Lignite, charbons feuilletés, bezeichnet. Sie haben die Struktur von blättrig aufspaltenden, meist recht harten Torfen. Doch sind diese Eigenschaften ziemlich wechselnd, je nach der Ausgangsbeschaffenheit der Torfe, nach dem durch die überlagernden Schichten ausgeübten Druck und wohl auch nach dem Alter. Durch die Pressung in Verbindung mit Humifizierung sind die Hölzer in den Schiefer-



kohlen meist stark zusammengedrückt worden, so daß sie ellip-tische oder sogar bandförmige Gestalt annehmen und strukturell kaum mehr zu erkennen sind. In den anorganischen Schichten, die der Pressung widerstehen konnten, ist ihre Form viel besser erhalten geblieben. Die starke Pressung von Torfen und Hölzern wird oft als ein besonderes Merkmal des interglazialen Alters an-gesehen. Das ist nur bedingt richtig; denn die Pressung war nur da groß, wo der Gletscher die organischen Schichten überdeckte mit mächtigen, bis mehrere 100 m dicken Eismassen. Nun gibt es aber interglaziale Ablagerungen, die nie oder nur schwach und für kurze Zeit vom Eise überdeckt waren (z. B. Gondiswil-Zell, Distelberg, Safenwil, Wettingen). Hier wurde die Pressung also nur durch die überliegenden anorganischen Sedimente ausgeübt, die gewöhnlich nur einige Meter mächtig sind.

Die Schieferkohlen haben unter den pleistozänen Bildungen immer besonderes Interesse erweckt. Sie sind in Schichten ge-lagert, deren Mächtigkeit von einzelnen Millimetern bis zu mehre-ren Metern schwanken kann. Falls nur eine Schicht vorhanden ist, so wird sie gewöhnlich von Gytja, dunklen, torfigen Lehmen und darunter von Lehm, Sand und Kies unterlagert, gelegentlich auch von Seekreide (so z. B. stellenweise in Gondiswil-Zell, Uz-nach-Kaltbrunn, Grandson). Die Überlagerung besteht je nach-dem aus Lehm, Sand oder Kies. Manchmal liegen mehrere bis viele Schieferkohlschichten übereinander, die dann gewöhnlich nur geringe Stärke besitzen. Die Ablagerungen erweisen sich als Verlandungssukzessionen, deren Endstadien zur Torfbildung übergingen. Das Gebiet der Schieferkohlenlager war zur Zeit der Kohlenbildung Moor. Schon Oswald H e e r und Alfred E s c h e r haben dies klar erkannt. Teilweise handelte es sich um weitge-dehnte Sumpfflächen, teilweise um eine unebene Landoberfläche mit vielen kleineren, nassen, oft in verschiedener Höhe liegenden Depressionen, teilweise auch um Talböden mit Altwässern und abgetrennten Teichen. Ausschlaggebend ist, daß überall Verlan-dungsvorgänge sich abspielten, wobei vielerorts bei starkem Hochwasser, bei Verlegung des Flußlaufes, bei Veränderung der Ablaufverhältnisse torfige Bildungen wieder mit anorganischem Material überlagert wurden. Das bewirkte die Schichtenbildung im Torfe. Der Auffüllung kleinerer Depressionen entspricht die

Bildung großer Linsenkörper, die wiederholt beschrieben worden ist (vgl. z. B. Mörschwil, Dürnten).

Holz findet sich in der Schieferkohle oft in Menge, sowohl von hygrophilen Gehölzen, wie *Betula*, *Alnus*, *Salix* als auch von Fichte und Föhre, selten von Laubedelhölzern (*Quercus*). Dieses Holz ist zum Teil eingeschwemmt. Da und dort ist sogar Schwemmtorf nachgewiesen worden (z. B. Gondiswil). Teilweise stammt das Holz aber von autochthonen Gehölzen, Bruchwäldern, Coniferenwäldern. Wurzelstöcke und aufrechtstehende Stammbasen wurden als sichere Zeichen ehemaliger Moorbewaldung wiederholt beobachtet (z. B. Mörschwil). So ergeben diese Schieferkohlenlager das Bild von Flachmoorlandschaften und Flußuferauen. Eigentliche Hochmoorbildungen scheinen ziemlich selten gewesen zu sein. Die Untersuchung der Kohlen zeigt als erkennbar meist Radizellen von Cyperaceen oder Gräsern, Cyperaceenrhizome, Schilfrhizome, Sumpf- und Wassermoose, also das typische Aussehen unserer postglazialen und rezenten Flachmoortorfe. Aber gelegentlich treten auch *Sphagnum*blätter und *Sphagnum*sporen reichlich auf und zeigen *Sphagnum*moore und zusammen mit *Scheuchzeria*-Schichten Übergänge zum Hochmoor an, ausnahmsweise wohl auch als Endglied der Vegetationsentwicklung richtiges Hochmoor. Wir haben die Gehalte an *Sphagnum*sporen jeweilen angegeben. Man vergleiche dazu zum Beispiel Gondiswil-Zell, Pont-La-Ville, Wettingen, Winden. Wir kommen später darauf zurück.

### Die Flora der pleistozänen Ablagerungen

Schon verschiedentlich wurden Zusammenstellungen der in unseren pleistozänen Ablagerungen erkannten Pflanzenreste gebracht, so von O. Heer (1879), J. Früh und C. Schröter (1904). Eine starke Bereicherung der Kenntnisse brachten die Forschungen von A. Jeannet im Gebiete der Linthebene (1923) und von W. Rytz in Gondiswil-Zell (1923, vgl. auch W. Rytz, 1949). Eine weitere Zahl von Neufunden höherer Pflanzen und namentlich auch Angaben über die Häufigkeit einzelner Arten ergab sich aus unseren Pollen- und Sporenuntersuchungen, so daß

es gerechtfertigt erscheint, hier eine neue Übersicht vorzulegen. Für die spätglazialen Fundstellen vgl. S. 129.

*Thallophyten* sind meist recht vergängliche Organismen, wurden aber oft zu wenig beachtet.

*Pilze* finden sich in der Kohle häufig als Hyphen, die nicht bestimmbar sind. Nicht selten sind auch Sporen, die zum Teil von parasitären Pilzen stammen (z. B. Uredineen, Ustilagineen, Chytridineen). Vereinzelt fanden sich auch Fruchtkörper von höheren Pilzen, die in R y t z (1923) und J e a n n e t (1923) aufgeführt sind. Da sie für unsere Problemstellung von geringer Bedeutung sind, treten wir nicht näher auf sie ein.

*Algen.* Einzelne Desmidiaceen und Cyanophyceen werden angegeben (vgl. R y t z , J e a n n e t , loc. cit.). In Seekreiden sind Characeen z. T. in Menge vorhanden, so in Gondiswil-Zell, in Uznach, in Grandson, wurden aber selten näher bestimmt. In der Seekreide von Uznach entdeckte H. G a m s (n. J e a n n e t , 1923) die Characee *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig., die in der Schweiz heute nur vom Untersee bekannt ist (nach E. B a u m a n n). Eine artenreiche Diatomeenflora fand W. R y t z (1923) in Gondiswil, doch nur sehr lokal, an zwei Stellen in der Gytja. Er konnte 133 Arten bestimmen, von denen der größte Teil jetzt noch in der Schweiz lebt. Ursprünglich glaubte R y t z ein reicheres Vorkommen westlicher Arten feststellen zu können. Bei weiterer Durchforschung glich sich aber die Zusammensetzung weitgehend aus. Dagegen fand R y t z einige jetzt ausgestorbene Formen, vermutlich auch solche, die neu sind. In Uznach konnten keine Diatomeen gefunden werden. Dagegen zählte H. G a m s (H e i m und G a m s , 1918) in Wildhaus in der Seekreide 12 Arten von Diatomeen, die alle von R y t z auch in Gondiswil festgestellt wurden. Weitere Durchforschung könnte hier sicher noch manches neue und wertvolle Ergebnis zeitigen.

*Moose.* In manchen interglazialen Ablagerungen wurden Moose festgestellt, oft in bemerkenswerter Arten- und Individuenzahl, zuerst von Oswald H e e r (bestimmt durch P. S c h i m p e r), neuerdings von J. A m a n n , Ch. M e y l a n , H. G a m s. Wir haben die aus etwa einem Dutzend Fundstellen angegebenen Arten

Tabelle 4. Verzeichnis der in den interglazialen Fundstellen des schweizerischen Mittellandes gefundenen Moose.

	Signal de Bougy 2	Grandson 3	Gondiswil-Zell 8	Uznach, Kohlenkomplex 10 <sup>a</sup>	Delta von Güntenstall 10 <sup>b</sup>	Wangen 11	Winden 12	Dürnten 14 <sup>a</sup>	Mörschwil 15	Wildhaus 16	Niederweningen 19	Weierbach 21	Safenwil 22
× <i>Gymnostomum calcareum</i>					I								
<i>Dichodontium pellucidum</i>					I								
× <i>Fissidens decipiens</i>					I								
× — <i>taxifolius</i>							I						
× <i>Tortella tortuosa</i>					I		I						
× <i>Bryum pallens</i>	I												
— <i>Duvalii</i>			I										
— sp.							I						
× <i>Mnium punctatum</i>							I						
— <i>Seligeri</i>				I			I						
<i>Meesea triquetra</i>	I		I	I				I					
— <i>longiseta</i>				I									
<i>Aulacomnium palustre</i>				(I)									
× <i>Neckera crispa</i>					I								
× — <i>complanata</i>					I								
<i>Philonotis caespitosa</i>											I		
— <i>fontana</i>	I												
— sp.												I	I
<i>Polytrichum strictum</i>			I										
× <i>Leucodon sciuroides</i>					I								
× <i>Antitrichia curtipendula</i>							I						
× <i>Anomodon longifolius</i>					I								
× — <i>viticulosus</i>					I								
× <i>Thuidium tamariscinum</i>					I								
× — <i>delicatulum</i>					I					I			
× — <i>Philiberti</i>					I								
<i>Climacium dendroides</i>				I			(I)					I	
× <i>Homalothecium sericeum</i>					I								
× <i>Camptothecium lutescens</i>					I								
— <i>nitens</i>							I					I	
<i>Brachythecium cf. rivulare</i>							(I)						
— sp.	I												
× <i>Eurhynchium striatulum</i>					I								
× — <i>striatum</i>					I								
× — <i>praelongum</i> (L.)					I								
× — <i>Swartzii</i>					I								
<i>Campylium stellatum</i>	I			I									
— <i>polygamum</i>				I									
<i>Cratoneuron filicinum</i>	I				I		I						

	2	3	8	10 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	11	12	14 <sup>a</sup>	15	16	19	21	22
Cratoneuron commutatum	I				I		I						
— falcatum							I						
× Ctenidium molluscum					I		I						
× Drepanocladus uncinatus							I						
— revolvens	I			(I)			I				I		
— intermedius	I		I	I			I				I		
— Sendtneri			I				I						
— exannulatus	I										I		
— fluitans		I	I	I							I	I	I
× Hypnum cupressiforme					I		I						
— sp.												I	I
Hygrohypnum palustre					I		(I)						
Calliergon giganteum	I		I	I			I	I	I		I		
— stramineum									I				
— sarmentosum	I										I		
— trifarium	I		I	I			I	I	I		I	I	
— turgescens	I						I						
Acrocladium cuspidatum	(I)			I			I						
Scorpidium scorpioides				I			I				I		
× Rhytidiadelphus triquetrus					I		I						
× Hylocomium splendens							I	(I)					
× — brevirostre							I						
× Pleurozium Schreberi							I						
Sphagnum cymbifolium			I	I					I				
— subbicolor			I										
— acutifolium												I	
Pellia?				(I)									

×: Wald-, Feld-, Erd-Moose (die übrigen sind Moose des Wassers, der Sümpfe und Moore). Fettgedruckt besonders häufiges Vorkommen. Eingeklammert sind unsichere Bestimmungen.

in Tabelle 4 zusammengestellt. Das Verzeichnis enthält rund 60 gesicherte Arten, alles Laubmoose. Nur ein einziges Lebermoos (eine Pellia-Art) wird angegeben, aber als unsicher. Alle die aufgezählten Moose kommen noch heute in der Schweiz vor.

Nach den Standortsansprüchen umfaßt die Liste der pleistozänen Moose sowohl Sumpf- und Wassermoose als auch solche der Wälder und Felsen, die in die interglazialen Verlandungsmulden und Sümpfe eingeschwemmt und dort konserviert wurden. Die reichste Moos-Fundstelle, das Delta von Güntenstall bei Kaltbrunn, das E. Neuweiler und später besonders H. Brockmann untersuchten, ergab vorwiegend solche Moose der trockenen Böden. In der Tabelle 4 sind sie durch ein Kreuzchen bezeichnet. Heer (1879) führt nach den Bestimmungen von Schimper drei Moosarten auf, die heute ausgestorben wären; spätere

Untersuchungen von Ch. Meylan (vgl. E. Neuweiler, 1905) haben es aber sehr wahrscheinlich gemacht, daß Schimpers *Hypnum priscum* von Dürnten zu *Calliergon giganteum* zu stellen ist, das *Hypnum lignitorum* von Dürnten zu *Calliergon trifarium* und das *Thuidium antiquum* von Mörschwil zu *Thuidium delicatulum*, alle drei vielleicht als besondere Varietäten. Leider sind Heers Originalpflanzen verloren gegangen, und später wurden solche abweichende Moostypen nicht mehr gefunden. In unserer Tabelle haben wir die Zuteilung entsprechend den Vermutungen von Meylan vorgenommen. Die Fels-, Erd- und Waldmoose machen zusammen ungefähr die Hälfte der Gesamtzahl aus, und die Hälfte davon wurde nur in Güntenstall gefunden. Sie sind heute alle in der Nähe der interglazialen Fundstellen verbreitet; einzelne gehören zu unseren häufigsten Waldmoosen.

Auch die Wasser- und Sumpfmoose finden sich heute noch alle in der Schweiz. Aber neben den in unseren Sümpfen weit verbreiteten und häufigen Arten gibt es auch solche von schwächerer Verbreitung und einzelne, die selten sind, so *Philonotis caespitosa*, *Meesea longiseta*, *Campylium polygamum*, *Calliergon turgescens*. Mehrere steigen hoch ins Gebirge oder finden sich hauptsächlich in höheren Gebirgslagen, so *Bryum Duvalii*, *Bryum pallens*, *Mnium seligeri*, *Drepanocladus exannulatus*, *Drepanocladus fluitans*, *Drepanocladus revolvens*, *Calliergon giganteum*, *C. stramineum*, *C. sarmentosum* (bis 2800 m), *Scorpidium scorpioides*. *Calliergon trifarium*, das Moos mit der größten Zahl von Fundstellen, war im frühen Postglazial (Beginn der Wärmezeit) in unseren Mooren außerordentlich reichlich verbreitet, so daß es im Grunde der postglazialen Moore ganze Torfschichten bildet. Heute ist es im Mittelland recht spärlich geworden und nur in gewissen subalpinen Lagen etwas häufiger. Die Ursache für diesen Rückgang ist vor allem in dem durch die Verlandungsvorgänge und durch die Austrocknung der Moore bedingten Rückgang günstiger Wuchsorte zu suchen.

Die Fundstellen, die *Sphagnum*sporen geliefert haben, sind aus Zweckmäßigkeitsgründen in der Tabelle 5 untergebracht. Diese Sporen wurden in mehreren von mir untersuchten Aufschlüssen in großer Menge festgestellt, fehlten aber in andern,



vermutlich zum Teil nur zufälligerweise. Außerhalb der Moore (z. B. in den aus der Genfergegend untersuchten Ablagerungen) sind sie gar nicht zu erwarten.

*Krautartige Blütenpflanzen* (inkl. Zwergsträucher) und *Pteridophyten*. Sie sind in Tabelle 5 zusammengestellt, getrennt nach den Ansprüchen an das Bodenwasser. Die Wasser- und Sumpfpflanzen umfassen 34 Arten oder Unterarten, worunter einige von unsicherer Bestimmung. Hier sind 5 Pteridophyten verzeichnet. Die Wald- und Wiesenpflanzen umfassen 22 Arten (oder Gattungen), unter denen auch einige unsicher sind. Hieher stellen wir 8 Pteridophyten. Schließlich haben wir noch eine Artengruppe zusammengestellt, deren Stellung zu den Umweltverhältnissen unsicher ist. Sie umfaßt Arten, die sowohl in sumpfigem Gelände, als auch in Wäldern verschiedener Art gedeihen können (*Calluna vulgaris*, *Vaccinien*, *Deschampsia caespitosa*, *Petasites*) oder die ubiquistischen Vorkommens sind (*Tussilago*), ferner größere Sippen, meist durch den Pollen bestimmt, bei denen ein ganzer Artenkreis mit Formen sehr verschiedener Standortansprüche in Frage kommen kann, wie die Gattungen *Ranunculus*, *Epilobium*, *Galium*, *Rorippa* oder ganze Pflanzenfamilien. Die Mehrzahl dieser nicht näher zu erfassenden Arten dürfte aber den Sumpfpflanzen zuzurechnen sein. Die Gesamtheit der Krautpflanzen, Zwergsträucher und Pteridophyten umfaßt ca. 62 Arten und dazu eine wesentliche Zahl, die nicht näher zu bestimmen sind. Wenn wir noch die Pflanzen der spätglazialen Fundstellen hinzurechnen (vgl. S. 130), so gelangen wir auf gut 70 Arten. Wir kommen später noch auf einzelne Arten zurück.

*Bäume und Sträucher*, s. Tabelle 6. Durch makroskopische Reste (Holz, Rinde, Blätter, Früchte, Samen) sind ca. 35 Arten gesichert und bleiben unsicher diverse *Salix*-Arten und *Crataegus oxyacantha*. Durch den Pollen konnten noch erkannt werden: *Picea* cf. *omorica*, *Juglans*, *Ostrya*, *Castanea*, *Ulmus*, *Hippophaë* und wahrscheinlich gemacht werden *Pinus cembra*, *Alnus viridis*. Verschiedene Arten, die durch die makroskopischen Funde etwas unsicher dastehen, konnten durch die Pollenfunde gestützt oder in ihrer Verbreitung näher charakterisiert werden, so *Carpinus*,



Tabelle 5. Verzeichnis der in den interglazialen Fundstellen des schweizerischen Mittellandes gefundenen Krautpflanzen und Zwergsträucher (einschl. der Pteridophyten und Sphagnumsporen)

		a) Wasser- und Sumpfpflanzen											
St. Jakob	24											I	
Distelberg	23												
Safenwil	22	I											
Weierbach	21		I										
Wettingen	20	I		I									
Niederweningen	19							I					I
Flurlingen	18				(I)								
Winterthur	17												
Wildhaus	16							I	I		I	I	I
Mörschwil	15	I									I		
Wetzikon	14 <sup>b</sup>	I											
Dürnten	14 <sup>a</sup>	I			(I)							I	I
Eschenbach	13												
Winden	12	I		I									
Wangen	11					(I)						I	
Uznach Seekreide	10 <sup>c</sup>							I			I		
Uznach Güntenstall	10 <sup>b</sup>					I					(I)		
Uznach Kohlen	10 <sup>a</sup>	I	I	I	I		I					I	
Küßnacht	9												
Gondiswil-Zell	8	I	I			I		I		I	I	I	I
Mutten	7												
Gundelsey	6	I											
Wasserfluh	5	I											
Pont-La-Ville	4	I											
Grandson	3	I	I	I							I	I	I
Bougy	2												
Genf Mornex	1 <sup>d</sup>												
Genf Alluv. anc.	1 <sup>c</sup>												
Genf Montfleury	1 <sup>b</sup>												
Genf Cartigny	1 <sup>a</sup>												

a) Wasser- und Sumpfpflanzen

- Sphagnum-Sporen  
 Dryopteris thelypteris  
 Osmunda regalis  
 Equisetum limosum  
 — maximum  
 Lycopodium inundatum  
 Sparganium erectum  
 — sp.  
 Potamogeton cf. natans  
 — alpinus  
 — cf. acutifolius  
 — pusillus  
 — filiformis  
 — sp.  
 Scheuchzeria palustris  
 Phragmites communis  
 Cladium mariscus  
 Eriophorum vaginatum  
 Trichophorum caespitosum  
 Schoenoplectus lacustris  
 — cf. triquetrus



Ranunculus acer  
Rubus idaeus

Ranunculus acer  
Rubus idaeus

Potentilla cf. sterilis  
Helianthemum sp. (alp

*Angelica* sp.  
cf. *Stachys annuus*

*Ajuga reptans*  
*Artemisia* sp.

c) Wuchsort unbestimmt.

Farnsporen  
Deschampsia caespitosa

Deschampsia caespitosa  
Pollen v. Getreide-Ty.  
Gramineen

Gramineae  
Caryophyllaceae  
cf. Ranunculis

cf. *Kanunculus*  
cf. *Rorippa*  
Boragin

Rosaceae  
Epilobium sp.  
Umbelliferae

*Vaccinium vitis idae*

— uliginosum  
Calluna vulgaris  
Ericaceae

Ericaceae  
Galium sp.

cf. Tussilago  
cf. Petasites

Compositen

Makr  
Poller[illegible]

Makrofossilien = Strich senkrecht.  
Pollen = Strich schief gestellt.

Reichliche Funde = fettgedruckt.  
Unsichere Funde = eingeklammert.

*Betula nana*, *Fraxinus*, *Fagus*. Insgesamt ergaben sich ca. 45 einigermaßen gesicherte Arten oder nahe verwandte Artengruppen von Bäumen und Sträuchern und 4, die wahrscheinlich, aber nicht gesichert sind.

Da diese für unsere Untersuchung besonders wichtig sind, wollen wir ihr Vorkommen noch kurz einzeln betrachten.

*Taxus baccata*: Ist gesichert durch Samen, die aber stets sehr spärlich auftreten. In Uznach auch Blätter, in Flurlingen ein schlecht erhaltener und etwas unsicherer Blattabdruck.

*Picea abies*: Besonders charakteristischer und wohl häufigster Vertreter in der interglazialen Flora des Mittellandes. Pollen ist, mit Ausnahme von St. Jakob (Basel) und Mutten, überall häufig, immer in einzelnen Spektren oder ganzen Diagrammen dominant. *Picea* gibt in den Schieferkohlen als Holz, Blätter, Zapfen, Samen auch die häufigsten makroskopischen Reste. Heer rechnete die ihm bekannten Zapfenfunde zur var. *fennica* Reg. Neuweller (1905) prüfte nach und kam zum Schluß, es handle sich nach der Schuppenbildung um die var. *europaea* Tepl.

*Picea omorica*: Bei der Analyse der Proben von Gondiswil-Zell und noch mehr bei denen von Mörschwil fiel mir auf, daß zwei Typen von Piceapollen vorlagen, ein größerer und ein kleinerer. Firsas hatte 1927 in den Schieferkohlen von Hopfgarten das gleiche festgestellt und durch Vergleiche herausgefunden, daß die kleinen Piceapollen vermutlich der *Picea omorica* angehören, einer ausgesprochen reliktschen Art, die heute nur noch in einigen Gebirgsgruppen Jugoslaviens vorkommt. Die genauere Untersuchung der Pollen von Mörschwil führte zum gleichen Ergebnis. Die Luftsackhöhe der kleinen Pollen betrug im Mittel nur 52  $\mu$ , die der großen 77  $\mu$  (vgl. S. 103). Daraufhin wurden die Piceapollen auch aus anderen unserer interglazialen Ablagerungen auf ihre Größenverhältnisse geprüft und folgendes festgestellt:

Gondiswil siehe S. 56. — Montfleury bei Genf: In 50 m Profiltiefe schwankte die Luftsackhöhe der gemessenen Pollen von 46—71  $\mu$ ; die Mehrzahl gehörte zum kleinen Typ. In 70 m Profiltiefe ging die Schwankung von 46—77  $\mu$ , mit scharfer Trennung zwischen den kleinen und den großen Pollen. Die Präparate waren mit Flußsäure angefertigt, was die Pollen gegenüber den mit Kalilauge behandelten verkleinerte. — Grandson: Ebenfalls große und kleine Pollen. In 70 cm Tiefe schwankte die Luftsackhöhe der kleinen Pollen von 46—57  $\mu$ , die der großen von 72—87  $\mu$ , wobei die großen und kleinen Pollen ungefähr in gleicher Zahl vorhanden waren; in 140 cm

*Tabelle 6. Verzeichnis der in den interglazialen Fundstellen des Schweiz. Mittellandes gefundenen Bäume und Sträucher*

St. Jakob	24				II	I		II	I	II
Distelberg	23		I	II	I					I
Safenwil	22		II	I	I	I			I	
Weierbach	21		I	I	I	I				I
Wettingen	20		I	I		I			I	I
Niederweningen	19		II			I			I	I
Flurlingen	18		(I)	I	II				(I)	I
Winterthur	17		I	I		I			I	
Wildhaus	16		I							
Mörschwil	15		II	I	II	(I)	I	(I)		II
Wetzikon	14 <sup>b</sup>		II	I					I	
Dürnten	14 <sup>a</sup>		I	II	I	II	(I)	I		I
Eschenbach	13		I	I		I				I
Winden	12		II	I	I	I	I		I	I
Wangen	11		I	I					(I)	(I)
Uznach Seekreide	10 <sup>c</sup>		I	II	I				(I)	(I)
Uznach Güntenstall	10 <sup>b</sup>		I	II	I	I			(I)	I
Uznach Kohlen	10 <sup>a</sup>		I	II	I	I	I	I	(I)	(I)
Küßnacht	9		I	I		I				
Gondiswil-Zell	8		I	II	I	II	II		(I)	I
Mutten	7					I	I			
Gundelsey	6		II	I	I	I				I
Wasserfluh	5		I	I	I	I				I
Pont-La-Ville	4		I	I	I	I			I	I
Grandson	3		II	I	II				II	I
Bougy	2		II							
Genf Mornex	1 <sup>d</sup>		I							I
Genf Alluv. anc.	1 <sup>c</sup>		I	I						I
Genf Montfleury	1 <sup>b</sup>		II	I	I	I			I	I
Genf Cartigny	1 <sup>a</sup>		I	I						I

Taxus baccata  
Picea abies  
    cf. omorica  
Abies alba  
Larix decidua  
Pinus silvestris  
    — mugo  
    — cembra  
    — sp.  
Salix incana  
    — repens  
    — myrtilloides  
    — cinerea  
    — aurita  
    — caprea  
    — nigricans  
    — sp.  
Populus nigra  
    — alba  
Juglans regia  
Corylus avellana  
    — var. ovata



Tiefe schwankte die Luftsackhöhe von 49—75  $\mu$ ; die große Mehrzahl blieb unter 60  $\mu$  (Kalilauge-Präparate). — Pont-La-Ville in 25 cm Tiefe (HF-Präparat): Luftsackhöhe von 56—78  $\mu$ , unter 17 gezählten Pollen nur 3 kleiner als 64  $\mu$ , also wohl alle vom großen Typ. In 60 cm Tiefe (Kalilauge-Präparat): Luftsackhöhe 49—80  $\mu$ . Von den 23 gezählten Pollen durften 8 dem kleinen Typ zugerechnet werden. — Uznach, Grube Föh (KOH-Präparate): Bei 0 cm Luftsackhöhe 51—91  $\mu$ , kleine und große Pollen gut getrennt (51 bis 63  $\mu$  und 73—91  $\mu$ , große Pollen etwas zahlreicher). Bei 160 cm Luftsackhöhe 54—77  $\mu$ , die großen stark vorwiegend, von 21 gezählten Pollen nur 1 unter 60  $\mu$ , dagegen 13 über 70  $\mu$ . Wohl alle dem großen Typ zuzurechnen.

Es ergibt sich, daß in allen näher geprüften pleistozänen Profilen, aber nicht in allen Schichten, kleine und große Piceapollen nebeneinander vorhanden sind, besonders deutlich in Mörschwil, Gondiswil-Zell und Montfleury. Die kleinen herrschen in einzelnen Horizonten sogar vor. Falls die Zuteilung der kleinen Pollen zu *Picea omorica* zu Recht besteht, wäre also diese Art in der Schieferkohlenzeit des schweizerischen Mittellandes verbreitet gewesen. Auffallend ist, daß keine *omorica*-Zapfen angegeben werden. Doch wurden sie vielleicht übersehen; kleine Piceazapfen sind in den Schieferkohlen nichts seltenes. O. H e e r (1879, S. 519) erwähnt, daß die Fichtenzapfen der Schieferkohlen zum großen Teil auffallend klein seien und daß die Zapfenschuppen oft stärker gerundet seien, als bei unserer Fichte. Das spricht für *Picea omorica*, kann aber auch anders erklärt werden, wie es H e e r tut (unausgereifte Zapfen; var. *fennica* Reg. von *Picea abies* mit gerundeten Zapfenschuppen). Kleine Piceazapfen sind auch in der rezenten Vegetation verbreitet, besonders in Hochlagen (vgl. L ü d i, 1938: Schynige Platte, 2000 m Höhe, Zapfenlänge 6,5 bis 10 cm, Mittel 7,5 cm). Blattmerkmale von *P. omorica* könnten bei günstiger Erhaltung vielleicht auch erkannt werden.

Nach den Angaben von P. F u k a r e k (1950) ist *Picea omorica* heute in ihren jugoslawischen Reliktstandorten in der Regel vergesellschaftet mit *Picea abies* und *Abies alba*, sehr häufig auch mit *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Pinus silvestris*, *Pinus nigra*, und als strauchige und krautige Begleiter werden Arten des Piceetums, des Fagetums und auch der Laubmischwälder (*Querceto-Carpinetum*?) aufgezählt.

*Pinus*: Überreste von *Pinus* sind in den interglazialen Ablagerungen sehr verbreitet: Holz, Blätter, Zapfen, Samen. Pollen wurden in allen auf Pollen untersuchten Lagerstätten mit Ausnahme



von Distelberg gefunden, in einzelnen Horizonten oder in ganzen Diagramm-Abschnitten dominant. In Mutten fand sich nur Pollen von *Pinus*. Im Gebiet von Uznach tritt *Pinuspollen* allgemein stark zurück.

Schwierig ist es, die verschiedenen *Pinus*arten zu unterscheiden. Es scheint, daß *Pinus silvestris* bei weitem vorherrschend ist. Die alten Angaben O. Heers von Funden der *Pinus mugo* in den ostschweizerischen Schieferkohlen sind nach E. Neuwelter unsicher. Hingegen gibt W. Rytz den Fund von Zapfen der Bergföhre (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) in Gondiswil-Zell an. Zapfen sollten unter günstigen Verhältnissen zu unterscheiden sein. Hingegen ist die Unterscheidung nach den Holzfunden wohl immer zweifelhaft. Nach der Pollengröße ist eine sichere Unterscheidung ebenfalls nicht möglich, wohl auch nicht nach der Gestalt. Immerhin spricht eine bedeutende Wahrscheinlichkeit dafür, daß in dem gleichen Pollenspektrum große Pollen der *Pinus mugo* zuzurechnen seien, kleine der *silvestris*, falls sie reichlich auftreten und eine zweigipflige Größenkurve ergeben. Auf diese Weise wurde wiederholt nach den Pollenfunden die Anwesenheit von *Pinus mugo* wahrscheinlich gemacht, so für Mutten und Winden, an letzterem Ort sogar ein Wechsel von *Pinus silvestris* zu *Pinus mugo* im Laufe des vom Diagramm erfaßten Zeitabschnittes. *Pinus mugo* findet sich heute im Mittelland nur reliktsch zerstreut auf Mooren und an einigen Berghängen, wo ungünstige Umweltsverhältnisse die Konkurrenz anderer Arten verringern oder ausschließen.

*Pinus cembra*-Pollen ist bei guter Erhaltung meist von den Pollen unserer anderen Föhrenarten zu unterscheiden. So konnte die Anwesenheit dieser Art im Diagramm von Winden wahrscheinlich gemacht werden. Makroskopische Funde sind nicht bekannt. Die Zapfen zersetzen sich sehr rasch. Heute kommt die Art natürlicherweise im Alpenvorland nicht vor. Sie geht überhaupt natürlicherweise nicht tiefer als in die höheren Teile der subalpinen Stufe, wird aber da und dort in tieferen Lagen kultiviert.

Für die Anwesenheit von anderen Föhrenarten sind in unseren pleistozänen Lagerstätten keine Anhaltspunkte vorhanden.

*Abies alba*: war bisher von den meisten pleistozänen Lager-

stätten gar nicht, von einigen durch spärliche Blattreste oder Samen bekannt. Vom Distelberg lagen auch Holzreste vor. Reichlicher waren makroskopische Reste nur in Güntenstall gefunden worden. Der Pollen hat ergeben, daß die Tanne im Interglazial unseres Alpenvorlandes allgemein verbreitet war. In den Pollenspektren gelangt sie gelegentlich auch zur Dominanz. Sie fehlt in Bougy, Mutten, Wildhaus, Niederweningen und St. Jakob.

*Larix decidua*: Reste dieser Art sind höchst selten: ein sicheres Zäpfchen fand Neuweiler in Uznach, ein unsicheres gibt Heer von Mörschwil an. Pollen konnte nicht gefunden werden. Heute fehlt die Lärche in den natürlichen Wäldern des Mittellandes, gedeiht aber in Kulturen sehr gut, so in unmittelbarer Nähe von Zürich.

*Salix*: Die makroskopischen Reste sind als Blätter vorhanden, und die Art ist vielfach nicht sicher zu bestimmen. Besonders häufig wurden Blätter in St. Jakob bei Basel und im Gebiet von Uznach beobachtet. Salixpollen fand sich vereinzelt in den meisten pollenanalytisch durchgearbeiteten Profilen. Doch konnte die Art nicht gesichert werden. Die nach den Blättern bestimmten Arten finden sich heute alle noch häufig im Mittelland mit Ausnahme von *Salix myrtilloides*, die nur an wenigen Fundstellen des Säntis- und Churfirstengebietes vorkommt und hier auch in die hochgelegene subalpine Molasse übergreift (Hirschberg bei Gais, ca. 1150 m).

*Populus nigra*: von H. Brockmann wurden in Güntenstall 4 guterhaltene Blattabdrücke gefunden. Heute in den tiefer gelegenen Teilen des Mittellandes an Flußufern verbreitet.

*Populus alba*: Brockmann fand einen guterhaltenen Blattabdruck in Güntenstall. Heute in der Schweiz nicht mehr natürlich vorkommend, aber häufig kultiviert und gut gedeihend.

*Juglans (regia)*: wurde in Genf, Uznach und Wettingen durch Pollen nachgewiesen, sparsam, aber wohl sicher bestimmt. Heute in den wärmeren Teilen der Schweiz überall kultiviert und verwildernd.

*Corylus avellana*: Früchte wurden an einzelnen Lokalitäten reichlich gefunden, vorwiegend die rundliche Form, var. *ovata*. Die längliche Form, var. *oblonga*, wird für Uznach und Mörschwil angegeben. In den Tuffen von Flurlingen wurden auch Blätter

gefunden. Pollen fand sich in den meisten auf Pollen untersuchten Ablagerungen, oft häufig und in einzelnen Horizonten bis zur Subdominanz ansteigend.

*Carpinus betulus*: In St. Jakob fanden sich Blätter, in 10 Ablagerungen auch Pollen, wiederholt reichlich.

*Ostrya carpinifolia*: Wir kennen den Pollen dieser Art von unseren Untersuchungen in den Tessinermoores her, wo wir ihn sicher unterscheiden konnten (vgl. L ü d i, 1944). Im Pleistozän fanden wir den entsprechenden Pollen in Montfleury, Küßnacht, Uznach und Wettingen, aber immer nur vereinzelt. Er kann natürlich auch von Fernflug herrühren. Heute findet sich die Art spontan erst jenseits der Alpen im südlichen Tessin, in der *Quercus-Castanea*-Stufe auf Kalkböden. Vereinzelt auch bei Innsbruck.

*Betula* (*alba*): Holz und Rinde der baumförmigen Arten (*B. verrucosa* und *B. pubescens*), die aber nicht zu unterscheiden sind, fanden sich in vielen Lagerstätten, oft in Menge. R y t z spricht in Gondiswil sogar von Birkentorf. Pollen ist bei ernsthaftem Suchen sozusagen immer zu finden. Das Fehlen in Mutten, Wetziikon, Wildhaus und Distelberg mag zufälliger Art sein. In Gondiswil, Pont-La-Ville und Mörschwil wird der Birkenpollen in einzelnen Spektren dominant.

Von der Zwergbirke, *Betula nana*, wurden durch R y t z in Gondiswil Früchte und Fruchtschuppen festgestellt, und wiederholt fanden wir Betulapollen, der nach Größe und Gestalt dieser Art zuzuweisen ist.

*Alnus*: *Alnus incana* wurde in Uznach durch Blätter, in Günstenstall durch Früchte, in Grandson unsicher durch Holz nachgewiesen, *Alnus glutinosa* in Grandson durch Holz. Meist bleibt aber bei Holzfunden die Art unsicher. Alnuspollen waren in den meisten Ablagerungen zu finden, oft reichlich bis zur Dominanz in einzelnen Teilen der Diagramme. Es wurde nicht versucht, unsere beiden baumförmigen Arten zu unterscheiden. Hingegen läßt sich die strauchige *Alnus viridis* nach der Pollengröße mit einiger Wahrscheinlichkeit aussondern, vor allem, wenn im gleichen Spektrum der große und der kleine Pollentyp auftreten. Die feinen morphologischen Unterschiede zwischen dem Pollen der verschiedenen Alnusarten, die E r d t m a n dargelegt hat, sind leider meist nicht zu beobachten. *Alnus viridis* dürfte für einige

Ablagerungen gesichert sein. Heute ist zwar ihr Hauptverbreitungsgebiet in den Alpen. Sie steigt aber häufig in die höher gelegenen Teile des Mittellandes hinab und gelegentlich auch tiefer.

*Fagus silvatica*: Holzfunde, die von Neuweiler (1905) für Uznach und Zell vermutet werden, sind sehr unsicher und konnten nie bestätigt werden. Dagegen liegt eine alte Angabe von L. A. Necker für den Fund von Blättern und Früchten in Genf vor, die aber in ihrer Lage nicht völlig gesichert ist. Buchenpollen wurde von uns in verschiedenen Lagerstätten gefunden, nur vereinzelt, doch wohl sicher erkannt. Reichlicher fand er sich nur in den oberen Schichten des Profils von Montfleury (Alluvion ancienne) und in den oberen Schichten der Tuffe von Flurlingen. Für diese beiden Lokalitäten (Montfleury vielleicht in Verbindung mit dem makroskopischen Fund in Genf) dürfen wir wohl annehmen, daß die Buche in der Nähe lebte; die vereinzelter Körner dagegen können von weit her kommen.

*Castanea sativa*: Pollen der Edelkastanie wurde in Montfleury und Gondiswil gefunden, aber nur vereinzelt, so daß ein Ferntransport gut möglich ist. Heute lebt *Castanea* in vielen Lokalitäten durch das Mittelland zerstreut und häufiger am Genfersee. Sie gedeiht gut und zeigt spontane Erneuerung, dürfte aber doch überall von alten Kulturen herrühren.

*Quercus*: *Quercus robur* ist von Güntenstall durch Früchte und zahlreiche Blätter belegt, von Uznach (Seekreide) durch Blätter. Von *Quercus petraea* fand J. Favre in den Mergeln von Cartigny ein Blatt an der Rhone unterhalb Genf. Joukowsky gibt aus der Bohrung von Montfleury eine *Quercus-Cupula* und vermutetes *Quercus*-Holz an. *Quercus*-Holz wurde auch in Mörschwil, Gondiswil, Güntenstall, Gundelsey und St. Jakob bei Basel gefunden. *Quercus*pollen fand sich, wenngleich spärlich, in der Mehrzahl der untersuchten Ablagerungen, reichlicher im Genfergebiet und bei Flurlingen. Die Arten wurden nicht unterschieden.

*Ulmus*: Die Ulme ist merkwürdigerweise durch keine makroskopischen Funde belegt. Ihr Pollen aber wurde in 14 Lokalitäten gefunden und sicher erkannt, in Genf, Flurlingen und St. Jakob sogar reichlich. Ein Fund wurde als *Ulmus effusa* (= *Ulmus levis* Palla) vermutet. *Ulmus effusa* lebt heute im Mittelland nur kultiviert; *Ulmus campestris* ist in den wärmeren Gebieten ver-

breitet; *Ulmus scabra* findet sich im Mittelland häufig und wird vielfach auch als Alleebaum kultiviert.

*Clematis vitalba*: Ein Clematis-Holzstück wurde von Brockmann in Güntenstall gefunden. Die Art wird von ihm nur vermutet.

*Crataegus oxyacantha*: Blatt in den Tuffen von Flurlingen von E. Schmid gefunden, aber Bestimmung unsicher.

*Buxus sempervirens*: Blätter finden sich in den Tuffen von Flurlingen reichlich. W. Rytz bestimmte 2 Blätter in der Seekreide von Uznach. Fehlt heute im Wildzustand im Mittelland, gedeiht aber in Gärten und Anlagen sehr gut. Spontan und subspontan längs des Jurarandes, nach Osten bis in den Aargauer- und Baslerjura.

*Ilex aquifolium*: Brockmann fand in Güntenstall 5 gut erhaltene Blätter. Pollen konnten wir keinen finden. Heute im Mittelland verbreitet, im Osten seltener.

*Acer*: Blätter und Früchte von *Acer pseudoplatanus* kommen in den Tuffen von Flurlingen in Menge vor. Brockmann fand reichlich Blätter und eine vereinzelte Frucht in Güntenstall, Jeannet einzelne Blätter und Früchte in der Seekreide von Uznach, Heer einige Blätter in Dürnten. Von *Acer platanoides* fanden sich sehr spärliche Blätter und Früchte in Güntenstall und in der Seekreide von Uznach. Schmid fand die Art auch in den Tuffen von Flurlingen. Acerpollen stellten wir verschiedentlich fest, in Genf, Grandson, Gondiswil und Flurlingen, aber immer sehr spärlich, und es dürften nicht alle Bestimmungen sicher sein.

*Frangula alnus*: Blätter wurden gefunden in St. Jakob und Flurlingen. Die letzteren sind unsicher. Pollen fanden wir nicht.

*Tilia*: *Tilia platyphyllos* bildete nach Brockmann in Güntenstall einen Hauptteil der gefundenen Pflanzenreste (155 Früchte, dazu Blüten und Blätter). Die Angabe dieser Art in Flurlingen ist sehr unsicher (vgl. S. 112). *Tilia cordata* lieferte in Güntenstall 23 Früchte. Tiliapollen haben wir in 12 Lokalitäten gefunden, nirgends häufig. Der meiste Pollen dürfte zu *Tilia cordata* gehören. Aber die Speziesbestimmung ist nicht immer einwandfrei durchzuführen.

*Hippophaë rhamnoides*: ist durch den Pollen an vier Lokali-



täten nachgewiesen, aber immer spärlich. Eine Verwechslung mit *Fagus* ist wenig wahrscheinlich.

*Cornus*: Blätter wurden in St. Jakob gefunden und vermutlich auch in Flurlingen. Sie werden *Cornus sanguinea* zugeteilt.

*Hedera*: Güntenstall und Flurlingen lieferten einige Blätter. Pollen wurde nicht beobachtet.

*Fraxinus* cf. *excelsior*: Früchte wurden gefunden in Uznach (Seekreide), Güntenstall, Flurlingen, Pollen an einigen Lokalitäten, aber stets sparsam.

*Ligustrum vulgare*: Blätter fanden sich in St. Jakob, ziemlich sicherer Pollen in der Alluvion ancienne von Genf, aber sehr spärlich.

*Viburnum lantana*: Samen in Güntenstall, Blätter in St. Jakob.

*Viburnum opulus*: B r o c k m a n n fand 4 Blätter in Güntenstall.

Insgesamt umfaßt die Aufstellung der in den pleistozänen Ablagerungen des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz gefundenen Arten gegen 120 Phanerogamen und Pteridophyten, sowie 60 Moosarten. Sicher ist darin nicht alles Erfassbare enthalten. Sehr viele Arten sind nur von einer einzigen oder doch wenigen Fundstellen bekannt. Die Zahl der «reichen» Fundstellen ist klein. Aber ähnlich günstige Aufschlüsse wie St. Jakob, Güntenstall, die Seekreide von Uznach und Gondiswil sie boten, werden sich wiederholen und neue, bestimmbare, makroskopische Reste liefern. Reiche Funde sind, wie die Erfahrung lehrt, weniger in den Schieferkohlen, als in den sie begleitenden mineralischen Schichten zu machen. Manches wertvolle Ergebnis ist noch von der Pollenanalyse zu erwarten. Die Verfeinerung der Methode geht weiter. Immer neue Pollen werden erkannt oder näher definiert. Die Zahl der «unbekannten Pollen» ist in der Gesamtheit unserer interglazialen Diagramme nicht unbeträchtlich, wenngleich sie in den einzelnen Spektren nur vereinzelt Pollen betrifft. So wird das Verzeichnis der interglazialen Pflanzenarten bei weiterer, sorgfältiger Forschung noch beträchtlich anwachsen können, und mancher unsichere Fund wird seine Klärung erfahren.

Der Charakter unserer interglazialen Flora ist absolut rezent. In der heutigen Flora des Mittellandes fehlen nur wenige der interglazial gefundenen Arten: *Picea omorica*, *Ostrya carpinifolia*,

*Brasenia purpurea* (vgl. S. 95), *Trapa natans* (erst neuerdings erloschen) und ssp. *muzzanensis*, *Osmunda regalis* (früher im Bünzmoos). Einige kommen nur kultiviert vor oder als Kulturbegleiter oder subspontan: *Larix decidua*, *Populus alba*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Buxus sempervirens*, *Stachys annuus* (Ackerunkraut). Einige haben heute eine mehr subalpine Verbreitung: *Lycopodium annotinum*, *Selaginella selaginoides*, *Pinus cembra*, *Larix europaea*, *Salix myrtilloides*, *Alnus viridis*, verschiedene Moose (vgl. S. 140). Wieder einige finden sich nur selten im Mittelland: *Selaginella helvetica*, *Salix myrtilloides*, *Schoenoplectus triquetrus*. Auch *Hippophaë* ist nur lokal, auf Flußalluvionen vorhanden.

Aber alle diese Arten, die für die heutige Flora des Alpenvorlandes in irgend einer Weise nicht charakteristisch sind, wurden in den pleistozänen Ablagerungen nur ganz vereinzelt festgestellt. Eine Ausnahme macht die vermutete *Picea omorica*.

Einige sind nur durch ihren Pollen, der ferntransportiert sein kann, repräsentiert; von mehreren ist die Bestimmung nicht ganz sicher. Der Hauptteil der interglazialen Flora, besonders auch nach der Zahl der gefundenen Individuen, findet seine Fortsetzung in der heutigen Flora, wobei allerdings kleine, systematische Unterschiede zwischen den fossilen und den rezenten Vertretern nicht auszuschließen sind. Gelegentlich ist versucht worden, solche Abweichungen festzustellen, aber meist ohne befriedigende Ergebnisse.

Anderseits muß betont werden, daß von vielen heute sehr verbreiteten Arten keine interglazialen Reste gefunden worden sind. Das beweist im allgemeinen nicht viel gegen ihr Vorkommen, angesichts der Zufälligkeit und der Unvollständigkeit der Funde. Die Überreste vieler Pflanzen sind nicht zur Fossilisation geeignet, so daß es schon besonderer Glücksfälle bedarf, um sie zu finden. Wieder andere Überreste sind in der Regel nicht oder nur als Sammelbegriff bestimmbar, wie zum Beispiel die Gramineen. Im allgemeinen erscheinen die Holzpflanzen gegenüber den Krautpflanzen begünstigt, sofern diese nicht erhaltungsfähige Früchte oder Samen besitzen, ebenso die windblütigen Arten gegenüber den insektenblütigen (Pollen). Auffallend ist das Fehlen der baum- und strauchartigen Rosaceen in unseren interglazialen Ab-



lagerungen (hier nur die unsichere *Crataegus* von Flurlingen) und vor allem das beinahe völlige Fehlen von *Fagus*, deren Früchte und Pollen nicht übersehen werden können.

### Die Vegetation des Pleistozän

Die Pflanzen leben in Vergesellschaftungen beisammen, und erst diese prägen den Charakter des Pflanzenkleides. Wie fügen sich die uns bekannten pleistozänen Pflanzenresten zu Vergesellschaftungen und schließlich zu einem bestimmten Vegetationscharakter zusammen?

Schon Oswald Heer, der erste Bearbeiter unserer Interglazialflora, hat sich ein Bild von dem Vegetationscharakter zu machen versucht, das nach unserer Auffassung in der Hauptsache richtig ist. Später haben sich J. Früh und C. Schröter (Moore der Schweiz), W. Rytz (Gondiswil), H. Gams (Wildhaus) und mit abweichendem Ergebnis H. Brockmann (ausgehend von Güntenstall) damit beschäftigt.

Die Rekonstruktion unserer pleistozänen Vegetation ist mit verhältnismäßig großer Sicherheit möglich. Da die Flora im wesentlichen die heutige ist, dürfen wir von der heutigen Vergesellschaftung der Arten ausgehen, deren Gesetzmäßigkeiten wir kennen. Und da auch die Kenntnisse über Zahl und Häufigkeit der pleistozänen Arten bedeutend umfassender sind, als die den früheren Forschern zur Verfügung stehenden, so erlangen wir auch größere Sicherheit in unseren Schlüssen.

Die Erhaltung der organischen Reste im nassen Medium bringt es mit sich, daß wir besonders *die Vegetation der Gebiete mit Wasserüberschuß* kennen lernen: die Pflanzenwelt des offenen Wassers, der Verlandungsbestände, der Flach- und Hochmoore, der hygrophilen Gehölze. Hier ist eine recht gute Rekonstruktion möglich.

a) *im offenen Wasser*: zuerst Absatz von Sand, Mergel oder Ton, dann in kalkigen Gewässern Seekreide, und schließlich bei Eutrophierung Bildung von Gytjtja, alle diese Vorgänge in mancherlei Kombinationen und Übergängen, je nach der Ortslage, der Beschaffenheit des Wassers und der Sedimentation. Untergetauchte und auftauchende Vegetation, Potamion: Potamogeton-Arten,

Nymphaea, Brasenia, Trapa, Sparganium, vermutlich auch Ranunculus der aquatilis-Gruppe, Polygonum amphibium, Rorippa, Chara-Arten, Diatomeen u. a. Algen.

b) *Verlandungsbestände*, zuerst noch Gytjabildung, dann mehr und mehr Übergang zur Torfbildung: Phragmition: Phragmites, Schoenoplectus lacustris, Cladium mariscus ... Equisetum limosum ... Schoenoplectus triquetrus sowie ein Teil der Arten von a). Magnocaricion: Caricetum elatae: Carex elata, gracilis, inflata, Phragmites, Galium palustre, Epilobium sp., Menyanthes trifoliata, Drepanocladus fluitans, Campylium stellatum, Calliergon giganteum, u. a.

c) *Flachmoor* mit Bildung von Radizellentorf, floristisch sicher in vielgestaltigen Ausbildungsformen, in den Schieferkohlenbildungsstätten offenbar die vorherrschende Vegetationsform, vielleicht zusammen mit dem Magnocaricion: Parvocaricion (z. B. Caricetum Hostianae, Caricetum fuscae, Molinietum, Schoenetum und verwandte Gesellschaften): Carex cf. flava, cf. fusca, Galium palustre, Epilobium sp., Salix repens, Selinum carvifolia, ... Osunda regalis, ... Eleocharis pauciflora, ... Deschampsia caespitosa ... eine Anzahl Moose: Mnium Seligeri, Climacium dendroides, Camptothecium nitens, Campylium stellatum, Campylium polygamum, Calliergon giganteum, turgescens, Acrocladium cuspidatum, Drepanocladus intermedius, Sendtneri, exannulatus, Scorpidium scorpioides.

Hier können wir die *Quellfluren* anschließen, die je nach der Beschaffenheit von Wasser und Boden floristisch verschieden ausgebildet sein können. Eine Anzahl der gefundenen Moose ist für sie charakteristisch: Dichodontium pellucidum, Mnium punctatum, Meesea triquetra, Philonotis caespitosa und fontana, Brachythecium rivulare, Cratoneuron commutatum und falcatum, Drepanocladus exannulatus, Calliergon sarmentosum.

d) *Übergangsmoor* (Scheuchzerion) mit Ausbreitung der Sphagneen (s. bei Hochmoor), der Trichophorum caespitosum-Bestände, der Scheuchzeria palustris-, Carex limosa-, Menyanthes trifoliata-Schlenken, vermutlich auch mit Beständen von Rhynchospora, die zwar nicht nachgewiesen ist (G a m s, der das Zwischenmoor im Interglazial von Wildhaus besonders eingehend untersuchte, meint, dort habe Rhynchospora vielleicht infolge des

kühlen Höhenklimas gefehlt). Hier als Moose z. B. *Meesea triquetra* und *longiseta*, *Drepanocladus revolvens* und *fluitans*, *Calliergon trifarium*, *stramineum* und *sarmentosum*, *Scorpidium scorpioides*.

e) *Bewaldetes Flachmoor*, Bruchwälder, *Alnetum gutinosae*, *Alnetum incanae*, *Betuletum albae*: *Alnus glutinosa* u. *incana*, *Salix incana*, *cinerea*, *aurita*, *nigricans*, *caprea*, *Populus nigra*, *alba*, *Pinus silvestris*, *Picea abies*, *Clematis vitalba*, *Deschampsia caespitosa*, *Polygonum*-Arten, *Ranunculus*-Arten, *Epilobium*-Arten, *Angelica silvestris*, *Ajuga reptans*, *Tussilago*, *Osmunda regalis*.

f) *Bewaldete Alluvionen und Ufersäume*: *Alnetum incanae* mit *Salices* u. a., wie für bewaldetes Flachmoor angegeben; Schotterflächen mit *Hippophaë rhamnoides*.

g) *Hochmoor* als letztes Entwicklungsstadium der verlandeten Gewässer in einem humiden Klima mit Bildung von *Sphagnum*-*Eriophorum*-Torf: *Sphagnion*: *Sphagnum cymbifolium*, *subbicolor*, *acutifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Trichophorum caespitosum*, *Lycopodium inundatum*, *Vaccinium uliginosum*, *Calluna vulgaris*, *Salix myrtilloides*, und im bewaldeten Zustande auch *Pinus silvestris* und *mugo*, sowie *Betula* (*alba*), *Frangula alnus*, *Salix aurita*. An Moosen: *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum strictum*, *Calliergon stramineum*, *Drepanocladus revolvens*.

Alle diese Pflanzengesellschaften sind uns nur recht unvollständig überliefert, sind aber doch aus den Resten zu erkennen und ordnen sich in die Verlandungsvorgänge der heutigen Vegetation harmonisch ein.

Auf ~~Boden ohne Wasserüberschuß~~ können wir in gleicher Weise Wälder und Wiesen rekonstruieren, allerdings auch nur mit fragmentarischer Begleitvegetation.

*Wälder*: Die pleistozänen Wälder dürften verschiedenartige Typen repräsentiert haben:

a) *Fichtenwälder*, mit Boden, der zur Rohhumusbildung und Podsolierung neigt, in einem kühlen nicht zu feuchten Klima (*Piceion*): *Picea Abies*, deren Überreste in unseren Funden alle anderen Bäume an Häufigkeit weit überragen, vielleicht auch *Picea omorica*, dazu *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis idaea*, *Dryopteris filix mas*, *Lycopodium annotinum*, *Polypodium vulgare* und als Moose *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens* und *Pleurozium Schreberi*.

Verschiedene Stauden unseres Verzeichnisses gedeihen auch in einem staudenreichen Fichtenwald, wie er heute auf frischen Böden unserer subalpinen Stufe weit verbreitet ist und als Vorstufe zum Piceetum der gereiften, podsolierten Böden aufgefaßt werden kann. Hier müßte auch *Alnus viridis* angeschlossen werden.

b) *Föhrenwälder*: kommen heute in der Schweiz mit sehr verschiedenartiger floristischer Ausbildung vor, und es ist kaum zu entscheiden, welchen Typen die Föhrenwälder unserer Interglazialzeiten entsprochen haben. An der Existenz von Föhrenwäldern ist aber nicht zu zweifeln, das geht aus der oft ausgesprochenen Dominanz des Föhrenpollens in den Diagrammen hervor. Wahrscheinlich erscheint ein Typ auf vermagertem Boden, ähnlich zusammengesetzt wie die Fichtenwälder, mit *Calluna vulgaris*, den *Vaccinien*, unter denen besonders *Vaccinium vitis idaea* hervorgetreten sein dürfte und den oben angeführten Waldmoosen. Vermutet kann Föhrenwald auch auf austrocknenden Mooren werden, mit annähernd der gleichen Begleitflora. Ob auch Föhrenwälder vorkamen, ähnlich denen, die heute unsere Zentralalpen mit relativ trockenem, etwas kontinentalem Klima charakterisieren (vgl. E. Schmid, 1936), können wir nach den Pflanzenfunden nicht entscheiden. Vielleicht deuten *Hippophaë*, *Artemisia* sp., *Helianthemum* sp. in dieser Richtung, und auch *Vaccinium vitis idaea*, sowie *Camptothecium lutescens* und andere Moose würden in den gleichen Rahmen passen.

c) *Tannenwälder*: aus der zeitweiligen Dominanz von *Abies alba* ergibt sich, daß im Pleistozän auch ausgedehnte Tannenwälder existiert haben, vermutlich auf tiefgründigen, etwas lehmigen, frischen, leicht sauren Böden in einem gemäßigten, luftfeuchten Klima. Zur Begleitvegetation könnten gehört haben *Taxus baccata*, *Picea omorica*, *Ajuga reptans*, *Rubus idaeus*, *Petasites* sp., *Carex pendula*, *Vaccinium myrtillus* und eine Anzahl Moose, vor allem die *Hylocomien*, die *Thuidium*-Arten, *Fissidens taxifolius*, *Hypnum cupressiforme*, *Eurhynchium striatum*.

d) *Laubmischwälder*. Dem Anscheine nach traten in unserem Pleistozän die Laubmischwälder in der räumlichen Ausbreitung gegenüber den Nadelwäldern sehr zurück. Es sind aber vermutlich doch mehrere Typen vorhanden gewesen, charakterisiert

durch das Gehölz und die Begleitflora. In erster Linie kommen Laubwälder vom Charakter des Querceto-Carpinetum in Betracht mit *Quercus robur* (und *petraea*), *Carpinus betulus*, *Tilia cordata* und *platyphyllos*, *Acer platanoides*, *Ulmus* sp., *Ilex aquifolius*, *Taxus baccata*. Auch die Fagus-Vorkommen dürften einem solchen Waldtyp zuzurechnen sein. Als begleitende Sträucher nennen wir: *Corylus avellana*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum lantana* und *opulus*, *Cornus* (*sanguinea*), *Crataegus oxyacantha*, *Hedera helix*, *Clematis vitalba*, vielleicht auch *Buxus sempervirens* und von Kräutern *Asarum europaeum*, *Potentilla sterilis*, *Rubus idaeus*, *Ranunculus* sp., *Epilobium* sp., *Galium* sp. Von Moosen z. B. *Hypnum cupressiforme*, *Eurhynchium striatum* und *praelongum* und einige charakteristische Epiphyten.

Ein weiterer Waldtyp läßt sich für die frischen bis wasserzügigen Böden zusammensetzen, dem Acereto-Fraxinetum nahestehend, mit *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus* sp. und als Begleiter *Equisetum hiemale*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex pendula*, *Ranunculus acer*, *Polygonum hydropiper* und mite, *Epilobium* sp., *Ajuga reptans* und *Petasites*. Von Moosen z. B. *Mnium punctatum*, *Thuidium* sp., *Hypnum cupressiforme*.

Schließlich läßt sich noch ein Laubwaldtyp der sauren, mageren Böden aufstellen, verwandt dem Querceto-Betuletum, mit *Quercus robur* und *petraea*, *Betula alba* und als Begleiter *Frangula alnus*, *Vaccinium myrtillus* und *vitis idaea*, *Calluna vulgaris*, *Polypodium vulgare*, *Dryopteris filix mas*, vielleicht auch *Lycopodium annotinum* und von Moosen die gleichen, wie sie für den bodensauren Fichtenwald angegeben worden sind.

Nicht recht in diese Waldvegetation hinein passen von den festgestellten Holzpflanzen *Castanea*, *Juglans* und *Ostrya*, deren Pollen aber vielleicht von Ferntransport herrührt. Die Einordnung dieser Arten in besondere Formen des Querceto-Carpinetum ist aber keineswegs unmöglich; sie kommen ja jetzt südlich der Alpen auch im laubwechselnden Eichenwald vor, und die *Castanea sativa*-Bestände im milden Klimagebiet des nördlichen Alpenrandes schließen sich an das Querceto-Betuletum an. Ebenso machen nach der heutigen Verbreitung *Larix* und *Pinus cembra* Schwierigkeiten. *Larix* gedeiht aber heute im Mittelland ausgezeichnet und hat nur Mühe mit der Selbsterneuerung, was nach



einer Mitteilung von Prof. H. B u r g e r dem Lichtmangel im dichten Bestande zuzuschreiben ist. Im offenen Bestande erneuert sie sich auch im Mittelland spontan und reichlich. Der Pollen von *Pinus cembra* wurde nur in Winden gefunden, wo er aus den naheliegenden höheren Gebirgsregionen herkommen kann, in denen die Arve heute noch verbreitet ist.

Die *Wiesenvegetation* ist in unseren interglazialen Funden qualitativ und quantitativ nur schwach vertreten, was wohl nur teilweise eine Folge der schlechten Erhaltungsmöglichkeit der Krautpflanzen ist. In trockene Wiesen passen vielleicht die *Artemisia* und das *Helianthemum* hinein, sowie einige Moose wie *Tortella tortuosa*, *Thuidium Philiberti*, *Camptothecium lutescens*. In frischen bis feuchten Wiesen dürfen wir erwarten *Deschampsia caespitosa*, die *Polygonum*-Arten, *Ranunculus acer*, *Selaginella selaginoides* (heute erst in höheren Gebirgslagen), *Ajuga reptans*, sowie eine Anzahl Moose (z. B. *Thuidium*, *Fissidens*).

*Selaginella helvetica* kann recht gut an geschützten, etwas feuchten Felsen gewachsen sein, wie auch *Fissidens decipiens*, *Ctenidium molluscum*, die *Neckera*-Arten und eine Anzahl weiterer Moose, die heute geschützte, beschattete, felsige Standorte oder Baumstämme besiedeln.

Nur *Stachys annua*, ein heutiges Ackerunkraut, paßt gar nicht zu der übrigen Flora. Ihre Heimat und natürliche Vergesellschaftung suchen wir heute weiter im Süden oder Südosten. Es kann aber ein Bestimmungsfehler vorliegen, und mehrere nächstverwandte Arten würden sich unserem Vegetationsbilde wieder harmonisch einfügen.

So trägt die Vegetation, die wir aus unseren pleistozänen Funden zusammensetzen, ausgesprochen Gegenwartszüge. In der Wasser- und Verlandungsvegetation ergibt sich kaum ein Unterschied zu den heutigen Verhältnissen. Die Landvegetation führt uns zu heute gut bekannten und weit verbreiteten Waldtypen. Ohne Zweifel war unser Land in den von den pleistozänen Funden erfaßten Zeiten ein ausgesprochenes Waldland. Die Funde von Makrofossilien der meisten Baumarten sichern ihr Vorkommen im Gebiet, und das außerordentlich starke Überwiegen des Gehölzpollens über den Pollen der krautartigen Gewächse, wie es

überall in unserem Untersuchungsmaterial gefunden wurde, ist ein Zeichen für dichten Baumwuchs. Das gilt auch trotz der oft großen Pollenarmut der Kohlen und Sedimente, die ja auch heute in Flachmoortorfen und Lehmen festgestellt wird. Auf Grasland deuten nur wenige Funde hin, und für eigentliche, baumfreie Steppenvegetation, die von älteren Forschern gelegentlich vermutet worden ist, ergeben sich keine Anhaltspunkte.

Doch ist dieses Waldland nicht ganz das heutige. Es ist charakterisiert durch das Vortreten von Coniferenwäldern, namentlich von Wäldern der Fichte und der Föhre. Viel Laubgehölz, vielleicht in der Landschaft dominierend, wohl in einer Ausbildung, die unseren Querceto-Carpineten ähnlich sah, ergeben nur die Fundstellen von St. Jakob, Genf, Flurlingen und Güntenstall. Die drei erstgenannten repräsentieren exzentrisch gelegene Tieflagen. Wie wir gesehen haben (S. 133), herrscht heute in der weiteren Umgebung der meisten unserer pleistozänen Fundstellen Fagion-Wald; gerade dieser aber fehlt in den Interglazialzeiten. Die Querceto-Carpineten dagegen sind heute im Mittelland auf die tiefstgelegenen Gebiete beschränkt. Natürliche *Picea*-Wälder finden sich erst in höheren Lagen, von etwa 1000 m an aufwärts, und natürliche *Pinus*-Wälder sind im nord-schweizerischen Alpenvorland nur sporadisch und in kleinster Ausdehnung vorhanden. Eine Verbindung von *Picea*-*Pinus*-*Abies*-*Quercus*-*Tilia*-*Ulmus*-*Carpinus* zu mehr oder weniger gemischten Wäldern mit Vorwiegen von *Picea* (und *Pinus*), wie in den klimatisch optimalen Zeiten unserer interglazialen Lagerstätten, gibt es heute bei uns nicht. Wir finden sie aber im Grenzgebiet zwischen Mittel- und Osteuropa, zum Beispiel im südwestlichen Polen, begrenzt durch die Arealgrenze von *Abies alba*, die nicht weit nach Osten reicht.

#### **Vegetationswechsel innerhalb der von unseren pleistozänen Pollendiagrammen erfassten Zeitabschnitte**

Jede Interglazialperiode beginnt am Ende einer Vergletscherung, umfaßt einen Zeitabschnitt mit weitgehendem oder völligem Gletscherschwund und endigt mit dem Eintreten einer neuen Vergletscherung. Sie entspricht einer ausgesprochenen Klima-



schwankung, die von eiszeitlichem Klima zu einem Klimaoptimum und von da wieder zu eiszeitlichem Klima führt, wobei innerhalb dieses großen Zyklus kleinere Schwankungen auftreten können. Die Vegetationsgeschichte der Postglazialzeit lehrt uns, daß die Vegetation auf Klimaveränderungen scharf reagiert. Es ist also zu erwarten, daß auch unsere pleistozänen Pollendiagramme solche Vegetationsveränderungen zeigen werden. Dies ist in der Tat der Fall.

Die in unserem Diagramm festgestellten Waldzeiten lassen sich von der anspruchslosesten bis zur anspruchsvollsten Vegetation etwa in folgende Reihe bringen: Betulazeit → Betula-Pinuszeit → Pinuszeit → Pinus-Piceazeit → Piceazeit → Picea-Abieszeit → Picea-Abies- oder Abieszeit mit viel Laubholz. Die einzelnen Diagramme zeigen folgende Verhältnisse:

Mit ungünstiger Vegetationszeit (Betulazeit oder Pinus-Betulazeit) beginnen: Pont-La-Ville, Wasserfluh. Mit Pinuszeit beginnt: Gondiswil 2.

Mit ungünstiger Vegetationszeit endigen: Mörschwil, Weiherbach.

Ungünstige Vegetationszeit im mittleren Teil des Diagrammes eingeschaltet und stark ausgeprägt: Gondiswil; schwach ausgeprägt: Uznach, Wettingen.

Günstigere Vegetationszeit in den mittleren Teilen des Diagrammes: Pont-La-Ville; Mitte und gegen oben: Gundelsey; wenig deutlich: Winden.

Günstigste Vegetationszeit im oberen Teil des Diagrammes: Cartigny, Montfleury, Wasserfluh.

Günstigste Vegetationszeit im untern Teil des Diagrammes: Grandson, Mörschwil und wenig ausgeprägt in Uznach.

Günstigste Vegetationszeit im untern und wieder, aber weniger deutlich, im oberen Teil des Diagrammes: Gondiswil, Wettingen.

Unregelmäßige Schwankungen: Safenwil.

Wenn wir diese Zusammenstellung überblicken, so ergibt sich, daß kein einziges Diagramm klar und deutlich ein ganzes Inter-glazial in sich einschließt, sondern jedes nur einen mehr oder weniger ausgedehnten Ausschnitt repräsentiert. Einige Diagramme beginnen oder endigen mit der geringwertigsten Vegetationsform, andere zeigen zuerst ein Zunehmen und später wieder ein Abnehmen der Vegetationsqualität, noch andere, abgesehen von kleinen Schwankungen, nur ein Zunehmen oder Abnehmen. Das vorhandene Vegetationsoptimum erreicht in keinem Diagramm die deutliche Laubholzherrschaft. Abiesdominanz, eventuell in Verbindung mit viel Alnus, repräsentiert das Optimum. Wahrscheinlich bedeutet aber doch das Diagramm von

Montfleury in seinen oberen Teilen, trotz der Picea-Dominanz, einen vorherrschenden Laubmischwald. Der Piceapollen kam vermutlich zum größeren Teil von dem entfernten Berglande her, wie dies in postglazialen Diagrammen aus der Gegend sichtbar wird. Abies-Picea-Dominanz mit reichlichem thermophilem Laubgehölz ergaben die Spektren von Flurlingen. Laubwalddominanz wäre auch in St. Jakob zu erwarten, wenn wir statt eines einzelnen Spektrums ein Diagramm hätten. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, daß mehrere Diagramme eine deutliche Vegetationsverschlechterung in den mittleren Teilen zeigen, die in Gondiswil bis zur Betuladominanz führt. Ungünstige Zeiten offenbaren die Spektren von Mutten und von Bougy, in geringerem Umfange wohl auch das von Niederweningen.

Man wird sich fragen, ob nicht trotz den Ergebnissen unserer Untersuchung in unseren Mittelland-Interglazialzeiten richtige Laubwaldperioden vorhanden gewesen seien, die aber von den untersuchten Profilen nicht erfaßt wurden, vielleicht weil sie in Zeiten ohne Torfbildung und ohne wesentliche Sedimentation fielen. Es ist gewiß auffallend, daß keines unserer Diagramme eine ganze Interglazialzeit enthält. Aber auch in der Postglazialzeit geben in unserem Gebiet viele Diagramme nur einen Ausschnitt aus der Vegetationsentwicklung der ganzen Zeitperiode. Insbesondere haben viele Moorbildungen erst verspätet eingesetzt, teilweise weil ihnen lange dauernde Verlandungsvorgänge vorausgingen, teilweise weil sie erst unter für die Moorbildung besonders günstigen Klimaverhältnissen vor sich gehen konnten (z. B. atlantische und subatlantische Zeitperioden). Andererseits hörten viele Moorbildungen bereits frühzeitig mit ihrem Wachstum auf, weil die Verlandungsvorgänge abgeschlossen waren und das Klima der Hochmoorbildung nicht sehr günstig war. All das wird sich auch in den Interglazialzeiten ereignet haben.

Und wenn wir ferner noch berücksichtigen, daß mit dem Einbruch der neuen Eiszeit auch vielerorts Abtragungsvorgänge verbunden waren, welche die Moorbildungen ganz oder doch in den oberen Schichten zerstören konnten, so ergeben sich augenscheinlich genügend Erklärungsmöglichkeiten für die Unvollständigkeit der interglazialen Moorprofile.

Es ist auch nicht anzunehmen, in den Optimalphasen der In-

terglazialzeiten sei unser Klima so trocken gewesen, daß alle Sümpfe austrockneten, die Torfbildung gänzlich aussetzte und auch mineralische Einschwemmungen nicht mehr in nennenswertem Umfange erfolgten. Die Schieferkohlen sind zur Hauptsache in Flachmooren entstanden, die sich in undurchlässigen Geländemulden oder an Flußaltwässern bildeten. An solchen Lokalitäten sammelte sich bei einigermaßen humidem Klimacharakter immer Wasser an, so daß bei der Verlandung Gyttja und Torf entstehen konnte. Für eine so weitgehende Trockenheit, daß in dem durch seine Lage relativ feuchten Alpenvorland die Wasseransammlungen ausgetrocknet wären, haben wir aus den Interglazialzeiten keinen Anhaltspunkt (vgl. S. 167). Und sollten auch in einzelnen unserer Interglazialprofile durch Trockenheit Schichten ausgefallen sein, so ist doch unwahrscheinlich, daß wir bei der großen Zahl von untersuchten Profilen und Einzelproben nicht auch Schichten aus den Zeiten der Klimaoptima gefunden hätten.

Unsere Profile können ohne Schwierigkeiten zu ganzen Interglazialzeiten zusammengefügt werden. Wir haben unbestreitbare Anfangsstadien der Waldentwicklung; wir haben wiederholt ein schönes Ansteigen von anspruchsloser Waldvegetation zu anspruchsvollerer und wiederum einen Abfall nach oben hin zu anspruchsloserer; wir haben auch in einzelnen Profilen oben die Endstadien, die mit den Anfangsstadien übereinstimmen. So kommen wir zum Schluß, daß im schweizerischen Mittelland in den Interglazialzeiten auch in den Perioden mit optimalen Umweltverhältnissen vielleicht mit Ausnahme der äußersten Grenzgebiete am Rhein und bei Genf stets der Coniferenwald herrschte mit mehr oder weniger starker Beimischung von Laubedelhölzern.

#### **Klimaverhältnisse der Interglazialzeiten, nach unseren Pflanzenfunden beurteilt**

Ganz allgemein betrachtet, wird einer Vegetation, die von *Picea*, *Abies* und *Pinus silvestris* dominiert wird, ein gemäßigt kühles Klima entsprechen. Es muß dem heutigen ähnlich gewesen sein, doch merklich rauher, vielleicht warme Sommer, aber kühle Winter. Da wir gefunden haben, die interglaziale Waldbaumgesellschaftung entspreche am ehesten der heute in Südwestpolen herrschenden, so werden wir mit den heute dort herrschenden

klimatischen Verhältnissen vergleichen können. Diese sind von denen unseres Mittellandes merklich verschieden durch größere Trockenheit, warme Sommer und kältere Winter, also durch stärkere Kontinentalität. Das ergibt sich z. B. aus dem Vergleich von Krakau (220 m ü. M.) nach Jul. H a n n, 1911 und Zürich (400 m):

	mittl. jährl. Niederschläge mm	mittl Jahres- temperatur	mittlere Temperatur	
			Juli	Januar
Krakau	640	7,9	18,8	—3,3
Zürich	1070	8,5	18,4	—1,4

H. G a m s gelangt für die von ihm bearbeitete interglaziale Fundstelle von Wildhaus nach eingehender Vegetationsverglei-  
chung zum Schluß, das Sommerklima sei zur Zeit ihrer Bildung  
etwas kühler gewesen als gegenwärtig.

Innerhalb des durch die gemeinsame Dominanz von *Picea*  
und *Pinus* gegebenen Rahmens zeigen manche der Diagramme  
charakteristische Veränderungen, die wahrscheinlich auf Klima-  
schwankungen zurückgeführt werden müssen. Starkes Vortreten  
von *Corylus* und anderem Laubholz wird einem besonders milden  
Klima entsprechen, in St. Jakob, wo zugleich die Föhre reichlich  
auftritt, einem trocken-warmen Sommer. Das stärkere Vortreten  
von *Abies* und *Alnus* wird etwas feuchtere Perioden kennzeich-  
nen. Es ist wohl kein Zufall, daß unser einziger Fund des ein mil-  
des Klima verlangenden *Cladium mariscus*, zusammen mit *Phrag-*  
*mites* und *Schoenoplectus lacustris* in einem Zeitabschnitt gemacht  
wurde, als im Waldbild *Abies* und *Alnus* dominierten (Basis des  
Schieferkohlenlagers von Grandson, S. 34). Auch die Häufigkeit  
der Sporen von *Osmunda regalis* in einzelnen Horizonten der Pro-  
file von Grandson, Uznach, Winden, Wettingen spricht für einen  
eher feuchten Klimacharakter.

Aber eigentliche ozeanische Zeiten die von B r o c k m a n n  
gefordert werden, lassen sich aus den Pollendiagrammen nicht be-  
gründen. Auch die Reste von Feuchtigkeit liebenden Gehölzen,  
wie sie in Flurlingen und in Güntenstall gefunden wurden, sind  
für das regionale Klima nicht beweiskräftig, da sie sich auf lo-  
kale Verhältnisse (feuchte, wasserzügige Hänge) beziehen kön-  
nen, was für Flurlingen durch die Tuffbildung gesichert ist.

Bei diesen Klimaverhältnissen konnten alle in unsern Inter-  
glazialen gefundenen Pflanzenarten ihr Gedeihen finden. Boden-

und luftfeuchte Lokalitäten, an denen *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolius*, *Osmunda regalis* gedeihen können, sind auch bei einem gemäßigt feucht-kühlen Klima zu erwarten, ebenso gegen Kälteextreme etwas geschützte Örtlichkeiten, die insbesondere südliche Arten, wie *Buxus sempervirens*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Ostrya carpinifolia* beanspruchen. *Buxus* erträgt z. B. in Südfrankreich an geeigneten Lokalitäten die sommerliche Trockenheit, und seine Empfindlichkeit macht sich eher gegenüber anhaltender winterlicher Kälte geltend. Für Wasserpflanzen fällt im allgemeinen mehr die sommerliche Wärme in Betracht, die sich bei einem kontinentalen Klimacharakter leicht mit einem relativ kalten Winter kombiniert.

Von den optimalen Klimaverhältnissen aus zeigt sich die Klimaverschlechterung in erster Linie durch die Abnahme des Edellaubgehölzes und von *Abies*, oft auch *Alnus*, bei stärkerem Ausmaß auch durch den Rückgang von *Picea* und die Zunahme von *Pinus* und *Betula*. Abnahme der Wärme sowohl als auch der Feuchtigkeit können dabei beteiligt sein, und es ist beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse wohl besser, nicht den Versuch zu machen, die Klimaveränderungen bis ins Einzelne zu verfolgen. *Betula*-Dominanz mit mehr oder weniger *Pinus* (*mugo*?) kann als Eiszeitnähe gedeutet werden. Das Vorkommen der lichtliebenden *Larix decidua* im Mittelland und vielleicht auch von *Alnus viridis*, kann auf offene Bewaldung deuten, während ein recht verschiedener Klimacharakter möglich ist.

Ob unter den durch Schieferkohle und Holzfunde charakterisierten Ablagerungen auch eigentliche Eiszeitbildungen sind? Wir beurteilen dies in erster Linie nach der Verbindung dieser Lagerstätten mit typisch eiszeitlichen Bodenbildungen, Moränen oder extramoränen Frostböden. Eiszeitliche Frostböden sind mir bis jetzt aus dem schweizerischen Mittellande nicht bekannt geworden<sup>1</sup>. Holzeinlagerungen in Moränen oder Schottern haben in der Regel keine Beweiskraft, da sie umgelagert sein können und nicht alle Schotter eiszeitlich sind. Die Forschungen von J. Iversen und R. von Sarntheim haben den Vorgang der Umlagerung auch für Pollen festgestellt.

---

<sup>1</sup> Prof. E. Schmid fand nach gefl. mündl. Mitt. einen solchen in Rüm-  
lang bei Zürich.



Zum Vergleiche können wir die weitgehend gesicherten Verhältnisse in der Schlußperiode der letzten Eiszeit beiziehen. Es darf als gesichert betrachtet werden, daß damals nicht nur das unmittelbare Gletschervorland, sondern ganz Mitteleuropa waldfrei und größtenteils auch baumfrei war, trotzdem entgegengesetzte Ansichten bisweilen noch geäußert werden (z. B. P. Müller 1949, Slaviceva 1950. Dies ergibt sich nicht nur aus den Pflanzenfunden, sondern auch aus den Bodenbildungsvorgängen (vgl. z. B. Laiss 1951, Schönhals 1951) und aus der Betrachtung der allgemeinklimatischen Gesetzmäßigkeiten (vgl. J. Büdel 1951). Nur Birken, Föhren (*Pinus mugo?*) und strauchige Weiden dürften sich an geschützten Örtlichkeiten erhalten haben. Auch eiszeitliche Torfe sind mir nicht bekannt. Die ältesten organischen Ablagerungen (Gyttjen) sind im Spätglazial (Allerödzeit) gefunden worden, als bereits eine Bewaldung mit Birken und Föhren vorhanden war.

Für die früheren Eiszeiten werden wir nach Analogieschluß die gleichen Vorgänge wie in der letzten Eiszeit erwarten, also Wald- resp. Baumfreiheit und keine Bildung von Torfen. Alle unsere Schieferkohlen und die von uns aufgeführten Pollenspektren müssen also interglazial oder doch interstadial entstanden sein. Immerhin bleibt die Möglichkeit, daß nicht jede Eiszeit den kalten Charakter der Würmeiszeit aufwies, und daß dementsprechend die Verdrängung der anspruchsvolleren Vegetation nicht immer mit gleicher Härte und Vollständigkeit erfolgte. Dies wird von einzelnen Forschern besonders für die Rißeiszeit vermutet, deren weitausholende Vereisung nicht sehr lange gedauert zu haben scheint. Fliche hat für Ostfrankreich eine rißeiszeitliche Waldflora beschrieben (vgl. S. 187). Aber über solche Einzelheiten wissen wir noch sehr wenig Sicheres.

Besondere Verhältnisse ergeben sich jeweilen beim Vorstoßen oder Zurückweichen des Eises. Beim Vorstoß ist anzunehmen, daß Wälder an geschützten Stellen noch lange bestehen blieben, vielleicht das Eis direkt in den Wald vorstieß, wie wir es anfangs der Zwanzigerjahre beim oberen Grindelwaldgletscher beobachten konnten. Vielleicht deuten die Pollenspektren der Alluvion ancienne von Genf solche Verhältnisse an.

Der Rückzug des Eises am Schlusse einer Eiszeit dagegen



wurde durch eine schon zum voraus einsetzende Klimaverbesserung bewirkt, und es ist anzunehmen, daß die Einwanderung der geflüchteten Vegetation in den gletscherfernen Gebieten parallel zur Verbesserung der Lebensverhältnisse erfolgte. Die Schnelligkeit ihres Vorrückens ist nicht nur durch die weitgehende Klimaverbesserung resp. durch das Wegschmelzen der Eisdecke bedingt, sondern auch durch die Wanderungsgeschwindigkeit der Arten. Hier sind die vielleicht im Vorland bereits zerstreut lebenden, schnell wachsenden und früh fruchtenden, mit flugfähigen Samen ausgerüsteten, an den Boden wenig Ansprüche stellenden (damals war aller frei werdende Boden Rohboden) Birken und Föhren vor den meisten anderen Baumarten sehr im Vorteil, was mithilft zu erklären, daß sie die ersten Waldbildner waren. In dem vom Gletscher bedeckten Gebiete war der Rückzug des Eises ungleichmäßig; große Toteismassen blieben liegen, und so konnten die Bäume in ihrer Wanderung längs der Hänge unter Umständen die letzten Eismassen überholen.

### Die Tierwelt der Interglazialzeiten

Im Zusammenhang mit den Vegetationsuntersuchungen ist es notwendig, auch auf die Tierwelt des Pleistozäns einen Blick zu werfen. Sie kann Aufschlüsse über die Klimaverhältnisse geben; insbesondere ist sie aber immer wieder zur zeitlichen Gliederung dieses Zeitalters beigezogen worden.

Schon Oswald Heer schildert uns in seiner *Urwelt der Schweiz* (1868) die Tierwelt des Diluviums. Eine neue und sehr eingehende Darstellung geben uns Karl Hescheler und Emil Kuhn (1949). Die Tierreste umfassen im wesentlichen Molluskenschalen und Reste von Säugern und Vögeln, vereinzelt auch von niederen Wirbeltieren.

*Molluskenschalen.* Leider enthalten frühere Bestimmungen viele Fehler, und oft ist die Lage der Funde nicht genau festgelegt worden. Mitteilungen über interglaziale Molluskenreste in unserem Untersuchungsgebiet verdanken wir O. Heer und später A. Gutzwiller für das Rheingebiet, J. Piaget (in Jannet, 1923) für Uznach, G. Bollinger (in Baumberger, 1923).

für Dürnten, L. F o r c a r t (in Erni, Forcart und Härri, 1943) für die Hochterrasse von Zell, J. F a v r e für Grandson und das Gebiet von Genf (schriftliche Mitteilung) u. a. Lothar F o r c a r t (loc. cit.) hat auch ältere Funde von St. Jakob und Flurlingen kritisch durchgearbeitet. Er kommt zum Schlusse, daß die in St. Jakob, Flurlingen und Zell in interglazialen Ablagerungen aufgefundenen Mollusken sich heute beinahe alle noch an den gleichen Lokalitäten finden, aber zugleich auch hoch in die Berge steigen. Einzelne Arten sind heute von südöstlicher oder östlicher Verbreitung, andere mehr alpin-nordisch (vgl. S. 50, S. 109). Das Klima, in dem sie lebten, kann von dem heutigen nicht sehr verschieden gewesen sein. F o r c a r t findet für die Mollusken der Hochterrasse von Zell, sie seien, nach heutiger Molluskenverbreitung beurteilt, charakteristisch für einen aus Laub- und Nadelbäumen gemischten Wald, und der entsprechende Klimacharakter sei gemäßigt gewesen, vielleicht sogar etwas wärmer als heute. Jules F a v r e kommt ebenfalls zum Schluß, daß die Molluskenfauna in den wesentlichen Zügen derjenigen der Gegenwart entspreche. Alle in Grandson gefundenen Mollusken kommen heute noch in der Schweiz vor, und bei Genf fand er eine einzige, der Schweiz fehlende Art, *Perforatella bidens*, die heute von östlicher Verbreitung ist, aber bis an den Lech und an den Main gelangt, mit einem Vorposten in den Vogesen.

Es ist wohl nicht ohne Bedeutung, daß die Mehrzahl der heute fehlenden oder seltenen Mollusken der Interglazialzeiten heute eine mehr östliche oder südöstliche Verbreitung aufweisen. Dies unterstützt die aus der Flora gewonnenen Argumente für einen gegenüber heute etwas kontinentaleren Klimacharakter der Interglazialzeiten.

Ein besonderes Interesse haben die Erforscher der Fauna den *Lößablagerungen* gewidmet, diesen äolischen Ablagerungen des Diluviums, die vorwiegend aus Körnern von etwa 1/100 mm Durchmesser bestehen. Während sie in den extraglazialen Gebieten große Flächen bedecken und oft mächtige Lager bilden, sind sie in den intraglazialen Gebieten wenig verbreitet. Innerhalb der Schweiz finden wir größere Lößbildungen in der Umgebung von Basel und rheinaufwärts bis Schaffhausen, aareaufwärts bis Aarau, also in einem Gebiet, das in der letzten Eiszeit außerhalb

der Vergletscherung lag, sowie im Rheintal oberhalb des Bodensees bis Chur und im inneren Wallis. Über das Alter des Lösses ist viel gestritten worden. Ältere Forscher nahmen gewöhnlich eine interglaziale Entstehung an in einer supponierten Steppenperiode, so noch A. Heim 1919, während jetzt die Entstehung als gletscherzeitlich betrachtet wird (so Klebelsberg 1949, Hescheler und Kuhn 1949, Woldstedt 1950, Lais 1951, Poser 1951, Schönhals 1951, Büdel 1951). Dabei wird im nördlichen Vorland der Alpen ein älterer, rißeiszeitlicher und ein jüngerer, würmeiszeitlicher Löß unterschieden, die wieder weitere Gliederung erfahren, vor allem nach eingelagerten Verlehmungszonen, die einer interglazialen Bodenbildung entsprechen. Robert Lais und ebenso Ernst Schönhals finden im jüngeren Löß im Rhein-Maingebiet, in Böhmen und Mähren 3 Zeiten der Lößbildung: Würm I, Würm II und Würm III, die durch Zeiten getrennt sind, in denen der Löß verlehmt oder sich sogar Schwarzerde bildete. Auch rißeiszeitlich scheinen verschiedene Ablagerungsphasen des Lösses vorhanden zu sein (Riß I, Riß II?). Am jüngsten ist der Löß im oberen Rheintal und im Wallis, der auf würmeiszeitlichen Schottern und Moränen liegt und erst am Ende der Eiszeit entstanden sein kann.

Im Löß fehlen pflanzliche Fossilien, jedoch findet sich eine charakteristische Schneckenfauna. Nach L. Forcart (bei Hescheler und Kuhn, 1949, S. 180) wurden im schweizerischen Löß 30 Arten festgestellt, die heute alle noch in der Schweiz vorkommen und sich mit einer Ausnahme noch in den Lößgebieten finden. 24 von den 30 Arten steigen heute im Gebirge bis zu 2000 m oder höher, also bis zur Waldgrenze und darüber hinaus. Zwei Lößarten entsprechen heutigen Gebirgsrassen. Die jetzt in den Lößgebieten fehlende Art, *Vertigo parcedentata*, wurde nur im Unterengadin in Meereshöhe von 1700 — 2100 m gefunden. Unser Löß lieferte auch Reste von Säugern, nach einer Aufzählung von Albert Heim (1919) eine Mischung von Arten der gemäßigten Zone und des arktischen Klimas: Edelhirsch, Pferd, Höhlenbär, ... Mammut, wollhaariges Nashorn, Rentier. Manche Forscher bezeichnen die Lößfauna als arktisch-alpin, z. B. Klebelsberg (1949, S. 712), der noch weitere nordische Säugerfunde aus dem Löß des Ostalpenrandes angibt.

Nachdem wir wissen, daß unser Mittelland, einschließlich des Rheingebietes bei Basel, in den Interglazialzeiten ein richtiges Waldland war ohne Zeichen von Steppenbildung, erscheint es auch vom botanischen Standpunkt als unmöglich, daß der Löß in dieses Waldland hinein abgesetzt werden konnte. Er kann nicht interglazial im engeren Sinne des Wortes sein. Andererseits entstehen angesichts der Fauna doch Zweifel, ob der gesamte Löß hochglazialer Entstehung sei. Für Teile der Löß-Schichtenkomplexe in denen Arten vorkommen, die heute nicht hoch ins Gebirge oder weit nach Norden vorrücken, liegt die Annahme nahe, sie seien zu Beginn oder wahrscheinlicher gegen das Ende oder am Ende einer Eiszeit abgelagert worden als der Gletscher zurückging, riesige Schottermassen sich häuften und große Grundmoränenflächen frei wurden, aber der Baumwuchs noch fehlte oder doch erst in den Anfängen vorhanden war. Dies ist besonders für alpennahe Löße zu erwarten; aber auch für alpenferne Löße gelangen heute Forscher zu ähnlichen Folgerungen, so besonders P o s e r (1951) beim Studium der nördlichen Lößgrenzen in Mitteleuropa. Er kommt zum Schluß, die Lößbildung habe durch das ganze Spätglazial bis zur Wiederbewaldung fortgedauert (loc. cit. S. 75). Da in diesen Zeiten das Klima schon seine eiszeitliche Härte verloren hatte, so würde sich auch die eigentümliche Mischfauna von glazialen und interglazialen Arten erklären. Erst recht wird natürlich eine Faunenmischung da zu erwarten sein, wo Verlehmungszonen in den Löß eingeschaltet sind, da diese einem gemäßigten Klima entsprechen. Die tierischen Lößfossilien sollten jeweils für die einzelnen Schichten eines Lößlagers so genau als möglich festgelegt werden.

Die *Überreste der Wirbeltiere* aus den interglazialen Perioden, insbesondere der Säuger, fanden sich teilweise an den gleichen Lagerstätten, die auch Pflanzenreste ergeben, wenige verstreut in den Schottern, viele in Höhlen. Wir bringen nachstehend eine Zusammenstellung der an unseren Pflanzenfundstätten oder doch im Zusammenhang mit ihnen gefundenen Säugerreste, nach O. H e e r (1879), A. L a n g (1892), L. W e h r l i (1894), A. H e i m (1919), Th. S t u d e r (1923), A. J e a n n e t (1923), K. H e s c h e l e r und E. K u h n (1949):

Elephas antiquus (D; U unsicher)	Bison priscus (G oben, N)
Elephas primigenius (G oben, N, A, Di)	Sus scrofa (G, U)
Rhinoceros mercki (D, U, G oben, F)	Ursus spelaeus (U)
Rhinoceros tichorhinus (Di)	Canis lupus (N)
Equus caballus (G oben, W, Di)	Canis sp. (G)
Cervus elaphus (D, F, G, M, U, W)	Lutra lutra (G)
Capreolus capreae (G oben)	Castor fiber (G)
Megaceros giganteus (G oben)	Arctomys marmotta (G)
Rangifer tarandus (G oben)	Arvicola amphibius (G, N)
Alces alces (D, G, U)	Sciurus vulgaris (U)
Bos primigenius (D; F, U unsicher)	

Die vorgesetzten Buchstaben bedeuten die Fundstätten: A = Alluvion ancienne, Genf; D = Dürnten; Di = Distelberg; F = Flurlingen; G = Gondiswil; M = Mörschwil; N = Niederweningen; U = Uznach u. Umg.; W = Wettingen.

Ein bedeutender Teil dieser Arten scheint durch das ganze Diluvium hindurch gelebt zu haben (vgl. H e s c h e l e r und K u h n 1949, S. 175), durch Eiszeiten und Zwischeneiszeiten. Sogenannte eiszeitliche Arten wie das Mammut und das Ren wurden auch in interglazialen oder vermutet interglazialen Ablagerungen gefunden. Allerdings sind die Lagerungsverhältnisse nicht immer sicher erklärt, Verschleppungen und Verschwemmungen von Knochen sind möglich, und dann können auch klimatische Zwischenlagen auftreten, wie wir sie vorhin für die Lößbildung angenommen haben. Als typische Interglazialarten, die vor der letzten Eiszeit ausstarben, gelten *Rhinoceros Merckii*, *Elephas antiquus* und das nur in der Hochterrasse von Holzikon (Suhrtal) gefundene Flußpferd (*Hippopotamus amphibius*), als charakteristisch für die letzte Eiszeit das wollhaarige Nashorn (*Rhinoceros tichorhinus*), der Moschusochse (*Ovibus moschatus*), der Lemming (*Dicrostonyx torquatus*), der Vielfraß (*Gulo borealis*), der Eisfuchs (*Vulpes lagopus*), der Schneehase (*Lepus variabilis*) sowie das Häufigwerden von Mammut und Ren.

In den letzten 30 Jahren hat die Höhlenforschung im Jura und in den Alpen eine ganz ungeahnte Menge von Tierresten zutage gebracht, die ins Moustérien eingesetzt werden, einen Zeitabschnitt, der im Riß-Würm-Interglazial einsetzt und in die letzte Eiszeit hineinreicht. Wir verweisen dafür auf die Arbeiten von A. Dubois und H. G. Stehlin (1932/33), E. Bächler (1940), K. Hescheler, E. Gerber, F. Koby, D. Andrist und W. Flückiger und anderer. Eine zusammenfassende Bearbeitung findet sich bei Hescheler und Kuhn



(1949). Wenngleich in den meisten Höhlen die Reste des Höhlenbären weit überwiegen (wiederholt ca. 95% der festgestellten Individuen), so ist doch die Zahl der nachgewiesenen Säuger auf rund 65, die der Vögel auf etwa 25 angewachsen, zu denen noch einige niedere Wirbeltiere hinzukommen. Eine Anzahl von ihnen, so die Elefanten, Nashörner, Riesenhirsche, Höhlenbären,-löwen,-panter, -hyänen sind heute ausgestorben.

Wesentlich ist nun, daß in den Höhlen sich noch weit mehr als in den übrigen Ablagerungen Tiertypen, die wir in bezug auf ihre Klima- und Umweltansprüche ganz verschieden werten, miteinander gefunden werden. Die Forscher heben immer wieder den Mischcharakter der Faunen hervor, so zum Beispiel Stehlin für die von ihm untersuchten Moustérien-Höhlen. Es muß angenommen werden, daß die für eiszeitliche Verhältnisse als charakteristisch betrachteten Tiere so ziemlich alle auch in den Interglazialzeiten lebten, allerdings vielleicht zur Hauptsache in den Grenzperioden gegen die Eiszeiten hin.

Die Beweiskraft der höheren Wirbeltiere für die Feststellung des Alters einer pleistozänen Ablagerung und für die Ableitung der klimatischen Verhältnisse ist also heute klein. Säuger und Vögel sind vom Klima verhältnismäßig unabhängig. H e s c h e l e r und K u h n (1949) meinen, den Kleinsäugetern (bes. Nagern) komme zur Klimadiagnose eine größere Bedeutung zu als den übrigen. Immerhin zeigt das Magdalénien, daß die arktische Tundra doch auf die Walddiere ausschließend wirkt und die nördlichen Arten und Steppentiere begünstigt. Nach Stehlin hat sich im Magdalénien, das die Zeit zwischen Würm II und Würm III und vielleicht auf beiden Seiten etwas darüber hinaus umfaßt, die arktische Fauna in der Schweiz sehr ausgebreitet und ist eine neue, russisch-sibirische Steppenfauna eingewandert mit der Saiga Antilope und charakteristischen Nagern, während die alte Diluvialfauna sehr verarmte. Dies wird als Zeichen eines schärfer kontinentalen Klimas gewertet.

#### **Die Einordnung der interglazialen Fundstellen in die geologische Chronologie**

Für Oswald H e e r und Arnold E s c h e r war die Einordnung der interglazialen Fundstellen in das System der Diluvialzeit einfach; denn sie kannten nur zwei Eiszeiten und ein Interglazial.



Mit der Aufteilung des Pleistozäns der Alpen in 4 Haupteiszeiten (Günz, Mindel, Riß, Würm) mit 3 Interglazialen durch A. P e n c k und E. B r ü c k n e r (1909) wurde auch die Einordnung der Fundstellen schwierig. Die Gliederung von P e n c k und B r ü c k n e r ist klassisch geblieben und findet ihre Parallele in 4 Eiszeiten der nordischen Vergletscherung (Elster, Saale, Warthe, Weichsel). W o l d s t e d t (1950) unterscheidet für Norddeutschland nur 3 Eiszeiten (Elster, Saale, Weichsel), die er den alpinen Eiszeiten Mindel, Riß, Würm gleichsetzt. Die Günzeiszeit läßt sich in Norddeutschland nicht nachweisen. Sie ist vielleicht in der Ostsee stecken geblieben. Und der Wartheeiszeit kommt nach ihm und anderen neueren Forschern, nur die Bedeutung einer großen Stadialschwankung der Saaleeiszeit zu. Jedenfalls lag zwischen den beiden kein richtiges Interglazial, sondern nur ein großes Interstadial.

Die vertiefte Forschung führte manche Geologen zu weiterer Aufteilung des Pleistozäns, sei es durch die Aufstellung noch älterer Eiszeiten als Günz, sei es durch Aufspaltung der von P e n c k und B r ü c k n e r aufgestellten Vierzahl. Wir geben im Nachstehenden einige Hinweise zu diesen neuen Auffassungen, soweit sie für unsere Problemstellung von Bedeutung sind. F. M ü h l b e r g, ausgehend von den Verhältnissen an der unteren Aare, teilte die Rißeiszeit in zwei Eiszeiten, von denen der zweiten die größte Ausdehnung der Alpengletscher zugeschrieben wurde (Ed. G e r b e r nimmt die größte Ausdehnung für Riß I in Anspruch, vgl. Gondiswil, S. 49). Damit erhöhte sich die Zahl der Interglazialzeiten auf 4. Später gelangte P. B e c k auf Grund seiner Untersuchungen im oberen Aaregebiet und am Thunersee zu einer anderen Gliederung (vgl. P. B e c k, 1933): er weist die beiden Deckenschottereiszeiten (Günz und Mindel) ins Pleistozän und fügt vor die Rißeiszeit zwei neue Eiszeiten ein, die Kander- und die Glütscheiszeit. Insgesamt erhält er also 6 große Eiszeiten, von denen 4 ins Pleistozän fallen und 5 Interglazialzeiten. Die Bildung der Schieferkohlen setzt er zwischen Glütsch- und Rißeiszeit ein.

H. G a m s nahm 1935 die Einteilung B e c k s auf und baute sie aus, mit besonderer Berücksichtigung der interglazialen Fundstätten. Er kommt zu folgender Gliederung:

1. Kander eiszeit = Mindel I = Elster I = Jaroslavi en = Icenian  
a) *Cromerien* — Interglazial
2. Glütscheiszeit = Mindel II = Elster II = Cracovien = Saxonian  
b) *Dürntenien* — Interglazial = Masovien I
3. Rißeiszeit = Saale = Varsovien I = Polonian (mit Warthe-Vorstöß)  
c) *Eemien* — Interglazial = Masovien II (durch eine kältere  
Periode zweigeteilt)
4. Würmeiszeit = Weichseleiszeit = Varsovien II = Vistulian.

Später (1938) kommt P. Beck auf seine Gliederung zurück. Er hat sich überzeugt, daß den Kander- und Glütscheiszeiten nur lokale Bedeutung zukommt, und gelangt im wesentlichen zum System Mühlbergs mit Riß I, Riß II und Würm, wobei seine Kander- und Glütscheiszeiten als kleinere Eisvorstöße in das Interglazial Riß II - Würm zu liegen kommen, die erstere bei noch sehr bedeutenden Eisdicken im Alpeninneren. Es erscheint aber noch keineswegs gesichert, daß der Trennung der Rißzeit in 2 selbständige Eiszeiten eine allgemeine Bedeutung zukommt. Vielleicht handelt es sich nur um 2 Eisvorstöße, die durch ein großes Interstadial getrennt sind. Unter dieser Betrachtungsweise könnte man vielleicht die Warthe-Eiszeit des Nordens mit Riß II parallelisieren.

A. J a y e t dagegen (1946—47), hat in seiner Auffassung der Eiszeiten auf H e e r und E s c h e r zurückgegriffen. Da im Gebiet von Genf sich keine Spuren der Deckenschottereiszeiten finden, so kommt er zum Schluß, sie seien überhaupt nicht vorhanden gewesen. Er nimmt nur eine Riß- und eine Würmeiszeit an, wobei die letztere den Zustand der größten Vergletscherung repräsentiere. Die Deckenschotter der nördlichen Schweiz und des östlich anschließenden Alpenvorlandes sollen erst in der Würmeiszeit zur Ablagerung gekommen sein.

Zu einer wesentlich anderen Gliederung des Pleistozän in unserem Gebiet gelangt neuestens Rudolf Staub (1952) in einer tiefeschürfenden Studie über die Entstehung der Geländemorphologie des Malojapaß-Gebietes. Er unterscheidet drei Haupteiszeiten: 1. Prädona u-Donau, 2. Günz-Mindel, 3. Riß-Würm. Die beiden Eiszeiten Riß und Würm betrachtet er als besonders ausgeprägte Vorstöße einer einzigen Vergletscherung (loc. cit. S. 44), und die sie trennende Interglazialzeit, in die er die Bildung der Schieferkohlen verlegt, wäre durch ein relativ wenig weitgehendes Zurückweichen des Eises ins Alpeninnere gekennzeichnet.

Es herrscht also bei den Fachleuten noch keine Einigkeit über die Gliederung der Eiszeiten, und R. v. Klebelsberg nimmt in seinem neu erschienen Handbuch der Gletscherkunde (1949) die alte Einteilung von Penck und Brückner an, indem er meint, für eine weitergehende generelle Gliederung lägen nicht genug Anhaltspunkte vor.

Die letzte Eiszeit dagegen läßt sich weiter unterteilen, da ihre Ablagerungen in Form von Moränen und Schottern viel besser erhalten sind, als die der älteren Zeiten. Schon Penck und Brückner haben verschiedene Rückzugsstadien, verbunden mit Vorstößen unterschieden. Die weitere Forschung führte zu einer Dreigliederung dieser Eiszeit, wobei Würm I und Würm II die Zeit der Eishochstände repräsentieren, Würm III die Schlußvereisung umfaßt, mit mehreren kleineren Vorstößen der Gletscher, die sich aber bereits im Alpeninneren abwickeln. Nach der Auffassung ostalpiner Forscher, denen sich auch v. Klebelsberg angeschlossen hat, brachte Würm II die stärkste Vereisung dieser Eiszeit. J. Knauer, der diese Betrachtungsweise besonders förderte, hat 1938 nachzuweisen versucht, daß der Linthgletscher zur Zeit von Würm I nur bis Zürich reichte und die dortigen Endmoränen aufschüttete, die dann zur Zeit der maximalen Ausdehnung (Würm II) vom Gletscher überfahren wurden, als er bis Killwangen bei Baden vorstieß. Man kann aber diese Auffassung kaum als gesichert betrachten.

Zwischen Würm I und Würm II muß ein starker Rückzug des Eises erfolgt sein, der wahrscheinlich bis ins Alpeninnere ging, so daß im Vorland Bewaldung möglich wurde. Hier wird das Aurignacien eingesetzt, das also eigentlich schon mehr einem kleinen Interglazial entspricht als bloß einer stadialen Schwankung. Das darauf folgende Würm II brachte nochmals eine starke Vereisung, die nach H. Gams (1949) unter allen quartären Vereisungen am kühnsten und kontinentalsten war. Unter den eigentlichen Rückzugsstadien wäre das von Penck und Brückner aufgestellte, wieder verlassene und doch allgemein wieder aufgenommene Bühlstadium besonders zu nennen, weil von einzelnen Forschern die Bildung der Schieferkohlen von Uznach in diesen Zeitabschnitt verlegt worden ist. Es entspricht der Zeit, da die Gletscher in den großen Alpentälern bis an den Alpenrand zu-

Tabelle 7. Einordnung der pflanzenführenden interglazialen Fundstätten in das geologische System durch verschiedene Autoren

Lokalitäten	2. Eiszeit: Mindel Interglaz.: Mindel-Riß a) Cromerien	3. Eiszeit: Riß I Interglaz.: Riß I/II b) Dürntenien	4. Eiszeit: Riß II Interglaz.: Riß II/Würm c) Eemien	5. Eiszeit: Würm Interstad.: Würm I/II Laufenschwankung	Interstad.: Würm II/III (inkl. Spätglazial)
Genf; Cartigny und Chancy			+		+
Genf, Montfleury, Interglazial			+		
Genf, Alluvion ancienne			+		
Signal de Bougy				+	+
Grandson			+	+	
Pont de Ville			+		
Wasserfluh			+		+
Gundelsey			+	+	
Mutten			+	+	
Gondiswil-Zell		+	+		
Küßnacht			+		
Uznach, Kohlenlager		+	+		
Uznach, Delta von Güntenstall	+	+	+		+
Uznach, alte Seekreide	+	+	+		
Wangen, unteres Kohlenlager	+	+	+		
Wangen, oberes Kohlenlager		+	+		
Winden		+	+		
Eschenbach		+	+		
Dürnten		+	+		
Wetzikon		+	+		
Mörschwil			+		+
Wildhaus			+		
Winterthur			+		
Flurlingen			+		
Niederweningen				+	+
Sulzberg-Wettingen			+		
Weiherbach			+	+	+
Safenwil		+	+	+	
Distelberg		+			+
St. Jakob/Basel			+	+	+

rückgewichen waren. Neuerdings wird das Bühlstadium in die Rückzugszeit zwischen Würm II und Würm III verlegt, wohin es wohl besser paßt als in die eigentliche Schlußvereisung (Würm III), die sich innerhalb der Alpen abwickelte.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, im Widerstreit der Meinungen über die Gliederung des Pleistozän ein Urteil abzugeben. Wir kommen wohl am besten aus, wenn wir die Möglichkeit von

3 Interglazialen und einer großen Schwankung in der Würmeiszeit annehmen. Ob nun diese Interglaziale sich als Günz/Mindel, Mindel/Riß und Riß/Würm oder als Mindel/Riß I, Riß I/Riß II und Riß II/Würm anordnen, ist vorerst weniger wichtig.

Es sei des weiteren auf die auffällige Tatsache hingewiesen, daß mehrere unserer größeren Diagramme in ihrem mittleren Teile eine mehr oder weniger ausgeprägte Klimaverschlechterung anzeigen (vgl. S. 163). Eine solche Klimaverschlechterung wird von G a m s nach J e s s e n und M i l t h e r s auch für das Eemien-Interglazial angegeben, aber von Woldstedt bestritten (vgl. S. 184). Vielleicht haben wir hier das Äquivalent einer starken Schwankung in der Rißeiszeit vor uns, die zur Aufstellung von Riß I und Riß II führte.

Wie können wir unsere Fundstellen interglazialer Pflanzen in die verschiedenen Interglaziale einordnen? Wir haben versucht, die diesbezüglichen Angaben der verschiedenen Forscher, soweit sie uns bekannt sind, zusammenzustellen (Tab. 7). Es ergab sich, wie nicht anders zu erwarten, für manche Ablagerung eine mehrdeutige Lösung, am ausgesprochensten für das Gebiet von Uznach.

Für das Günz-Mindel Interglazial liegen aus unserem Gebiete keine Fundstellen vor. In das Mindel-Riß Interglazial fallen nach den Angaben von J e a n n e t (1923) die ältesten diluvialen Ablagerungen der Gegend von Uznach (Delta von Güntenstall, alte Seekreide von Uznach, unterer kohlenführender Komplex von Wangen). Sie können aber nach meiner Auffassung auch jünger sein.

In das Riß I - Riß II Interglazial verlegt J e a n n e t die Bildung der Kohlen von Uznach, Zürcheroberrand, Winden, ferner R y t z und G e r b e r z. T. die Bildung der Kohlenlager von Gondiswil-Zell (Vorstoßzeit von Riß II, einschließlich Riß II). G a m s (1935) schließt sich dieser Auffassung an und betrachtet dieses Interglazial (Dürntenien) ganz allgemein als Hauptbildungszeit der Schieferkohlen im schweizerischen Mittelland.

In das Riß-Würm-Interglazial sind sozusagen alle Fundstellen von den einen oder anderen Forschern eingesetzt worden.

In die Würmeiszeit verlegt J a y e t die Alluvion ancienne von Genf (Vorstoß, Bildung unter dem Eis), H e i m u. a. die Ablagerung von Bougy, B r ü c k n e r die von Grandson, H e i m und

andere die von Niederweningen, Müller Weiherbach und Safenwil, Gutzwiller die von St. Jakob. Wir betrachten diese Zuteilungen nach dem ganzen Charakter der Würmeiszeit als unmöglich, sofern man den Begriff der Eiszeit im eigentlichen Sinne faßt. Etwas anderes ist es, wenn man darin auch die Stadialzeit Würm I - Würm II einbegreift. Die große Schwankung (Laufenschwankung, Aurignacien), die, wie früher ausgeführt wurde, eher einem kurzen Interglazial entspricht, schafft Raum für die Bildung solcher Ablagerungen. Hier möchten wir Bougy, Niederweningen und Weiherbach einsetzen. Vielleicht gehören auch die Interglaziale von Cartigny, Chancy und Mutten hierher, ebenso Wasserfluh nach der ursprünglichen Annahme von P. Beck, die aber wahrscheinlicher doch als ungefähr gleichaltrig mit Gundelsey in das Riß-Würm-Interglazial zu stellen ist.

Die große Schwankung Würm I - Würm II könnte eine Erklärungsmöglichkeit für die *Holzfunde in den palaeolithischen Stationen von Schweizersbild und Kesslerloch bei Schaffhausen* bieten. Die palaeolithische Besiedelung wird dem Magdalénien zugerechnet und soll vor sich gegangen sein, als der würmeiszeitliche Gletscher in der Nähe stand, also nahe seiner maximalen Ausdehnung. Vorgefundene Kohlen- und Holzreste wurden zu bestimmen versucht. Früh (1902) stellte für Schweizersbild Nadelholz und Laubholz fest, Neuweiler (1907, 1910) für das Kesslerloch *Picea* (10 Stück), *Corylus* und cf. *Alnus* (je 1 Stück). Nach unserer Kenntnis der Flora des Spätglazials erscheint das Vorkommen von kälteresistentem Nadel- und Laubholz in dieser Zeit wenig wahrscheinlich aber doch nicht ausgeschlossen (*Pinus mugo*, *Alnus viridis*, *Salices*), kaum möglich aber das Vorkommen von *Picea* und *Corylus*. Erst die Zeit vor der Schlußvereisung (Alleröd) könnte wieder in Betracht fallen. In die Würm I - Würm II Zwischenzeit dagegen mit ihrer weitreichenden Klima-verbesserung und der wahrscheinlichen Bewaldung des Vorlandes, würden diese Holzfunde gut hineinpassen. Es ist Sache des Urgeschichtsforschers, zu prüfen, ob eine solche Einordnung zeitlich möglich ist. Gewöhnlich wird allerdings das ganze Würm I - Würm II Interstadial dem Aurignacien zugerechnet. Auffallend war die reichliche Verwendung von Tertiärkohlen (Molassekohlen) durch die Siedler im Kesslerloch (vgl. Neuweiler 1907),



deren Vorkommen in der Gegend doch recht spärlich ist. Das könnte auf Holzmangel hindeuten.

In das Interstadial Würm II - Würm III wurde von Brückner und Brockmann das Delta von Güntenstall eingesetzt, was sich nicht halten läßt. Auch Niederweningen ist dort nach den Pollenfunden unwahrscheinlich.

Überblickend müssen wir sagen, daß gegenwärtig eine sichere, zeitliche Einordnung der meisten pflanzenführenden interglazialzeitlichen Ablagerungen des schweizerischen Alpenvorlandes nicht gegeben werden kann.

Die Pflanzenfunde dieser Zeitperiode selber können nicht entscheiden. Die außerordentliche Gleichartigkeit der Vegetation, die durch die pollenanalytischen Befunde noch erhöht erscheint, gibt rein theoretisch die Möglichkeit, daß alle diese Lager in der gleichen Interglazialzeit entstanden sind. Dies allerdings unter der Voraussetzung, daß die verschiedenen Abschnitte einer solchen Zeitperiode beteiligt sind und daß klimatische Unterschiede zwischen den verschiedenen beteiligten Lokalitäten berücksichtigt werden, die dem Gebiet von Genf, Schaffhausen und Basel eine etwas gesonderte Stellung einräumen. Hingegen ermöglicht die Pollenanalyse eine klare Abgrenzung gegenüber dem Postglazial. Es ist mit Sicherheit zu sagen, daß keine der untersuchten Fundstellen in die Postglazialzeit hineingehört. Nur Mutten könnte nach den Pflanzenbefunden eine Ausnahme machen; doch wurde hier kein Diagramm aufgestellt, sondern nur ein kleines Handstück untersucht. Ebenso scheint sicher zu sein, daß keine der Fundstätten in das alte Pleistozän gehört; denn die Florenzusammensetzung ist im wesentlichen rezent.

Aber auch die stratigraphische Lage gibt keine sichere Einordnung der meisten Fundstellen in die Chronologie des Pleistozän, da ihr geologisches Alter nicht völlig geklärt ist. Insbesondere ist die Bedeutung der Riß II - Eiszeit immer noch umstritten. Unseres Erachtens besteht in den meisten Fällen keine Notwendigkeit, die Schieferkohlenbildung weiter zurück zu verlegen als in das Riß-Würm Interglazial. Vielleicht verteilte sie sich auf zwei, durch eine schwache Vereisung nicht scharf getrennte Interglazialperioden (Riß I/Riß II und Riß II/Würm oder Riß/Würm I und Würm I/Würm II).

### **Vergleich unserer Ergebnisse mit der interglazialen Flora und Vegetation benachbarter Länder**

Interglaziale Pflanzenfunde wurden im Bereiche der pleistozänen Vergletscherungen reichlich gemacht, von Irland und England über das mittlere Europa bis ins östliche Rußland, ebenso auch südlich der Alpen, intra- und extramontan. Sie haben auch vielerorts reichere Pflanzenreste geliefert, als im schweizerischen Mittelland. Überall ergeben sich aber die Schwierigkeiten der sicheren Datierung. Für das mittlere Europa hat C. A. Weber 1899 eine erste Übersicht gemacht, in der die damals bekannten Lokalitäten samt dem Verzeichnis der gefundenen Arten angegeben sind und versucht wird, die Fundstellen nach ihrem Alter zu gruppieren. Unter Beiziehung der Pollenanalyse verarbeiteten K. Jessen und V. Milthers (1928) ein großes Material aus interglazialen Fundstätten von Dänemark und den angrenzenden Gebieten, das ihnen erlaubte, eine grundlegende Gliederung der Zwischeneiszeiten vorzunehmen. Zahlreiche und ausgezeichnet erforschte Interglazialstudien liegen aus Polen vor, erarbeitet durch Wladislaw Szafer und seine Schüler. Eine wertvolle neuere Zusammenstellung über das europäische Diluvialgebiet verdanken wir H. Gams (1935), der die Ergebnisse vieler neuer Aufschlüsse und auch der pollenanalytischen Untersuchungen verwerten konnte.

Für Holland gibt das große Werk von van der Vlerk und Florschütz (1950) eingehend Auskunft über die interglaziale Pflanzenwelt. Über die Verhältnisse im nördlichen und mittleren Deutschland orientiert in eingehender Weise P. Woldstedt (1950). Ein referierender Überblick über die Vegetationsgeschichte des Pleistozäns, bei dem die schweizerischen Verhältnisse im Vordergrund stehen, findet sich bei W. Rytz (1949).

Wir bringen im Nachstehenden die von Gams (1935) gegebene Darstellung der Vegetationsentwicklung in den Interglazialzeiten Mitteleuropas. Das Alpenland wird dabei eingehend berücksichtigt. Seine Gliederung des Eiszeitalters haben wir auf Seite 175 angegeben. Die Vegetation der 3 Interglazialzeiten wird wie folgt charakterisiert:

a) *Cromerien*: Dominant Coniferenwald, besonders *Picea abies* (bis England); verschiedentlich auch *Picea omoricoides*; allgemein verbreitet *Pinus*

silvestris; Eichenmischwald und Hasel nur stellenweise, so im Alpengebiet mit höheren Werten; zerstreut Carpinus und Fagus (letztere nur im Osten und am Niederrhein); im Osten auch Larix (vielleicht polonica). Nur vereinzelt tertiäre Arten (Magnolia Kobus, Pterocarya limburgensis). Dieses Interglazial war nicht besonders warm und dauerte nur ziemlich kurze Zeit. Von unseren Fundstellen stellt G a m s Güntenstall hieher, was mir nicht gesichert erscheint, außerdem am Südrande der Alpen Leffe, in Süddeutschland die alten Stuttgartertorfe u. a. Die wichtigeren Fundstätten liegen weiter entfernt (Cromer in Südengland; Johnsbach, Machendorf, Hamarnia in Polen und der Tschechoslowakei).

Das folgende Mindel II—Riß—Interglazial wird als kalt-kontinental bezeichnet.

b) *Dürntenien*: Charakterisiert durch eine 5000 bis 6000 Jahre dauernde, mehrgipfelige Eichenmischwald-Haselzeit, die auch für die nordalpinen Schieferkohlengebiete anzunehmen ist. Eine bedeutende Zahl von tertiären Arten taucht wieder auf. In Süddeutschland viel Abies. Fagus ist wenig verbreitet. In Polen sind die Haselmaxima größer als weiter im Westen, und es tritt in den späteren Teilen dieses Interglazials eine lange dauernde Nadelwaldzeit (besonders Abies) auf. Das Dürntenien ist die längste Wärmezeit des ganzen Quartärs mit nur kleineren Klimaschwankungen. Ihm sind zuzurechnen die meisten Schieferkohlenlager der Schweiz, die Rhododendron ponticum Lagerstätte von Hötting bei Innsbruck, Pianico-Sellere und Lugano am Südfuß der Alpen, die Sauerwasserkalke von Cannstatt und eine bedeutende Zahl weiterer Fundstellen durch Nordfrankreich, Südengland, Norddeutschland, Polen u. a. O. Mit dem Dürntenien sterben mehrere große Säuger aus. Dagegen tritt der Mensch in der Kulturstufe des Chelléen auf.

Die folgende Riß-Eiszeit war, trotzdem sie die größte Eisbedeckung brachte, von kurzer Dauer und verhältnismäßig mild, so daß in den außerhalb des Eises gelegenen Gebieten auch eine Waldflora sich erhalten konnte.

c) *Eemien*: Eine ausgesprochene Laubwaldzeit mit viel Carpinus, Eichenmischwald (höhere Werte als im Dürntenien) und Hasel. Auch Abies war im Osten und Norden weiter verbreitet als heute. Tertiäre Baumarten traten wieder auf, so in den Weimarertuffen Thuja occidentalis, Juglans, Pavia, Fraxinus cf. americana. Ebenso wärmeliebende Wasserpflanzen, darunter auch die heute verschwundenen Brasenia purpurea und Dulichium spathaceum. Im Alpengebiet war die Buche allgemein verbreitet, und die alpine Waldgrenze lag 300—400 m höher als heute. Das Klima ist etwa dem der postglazialen Wärmezeit gleichzusetzen. Auch in dieser Periode sind einige Großsäuger ausgestorben, Elephas antiquus und Rhinoceros Merckii. Ins Eemien werden von G a m s aus der Schweiz eingeordnet: St. Jakob, Flurlingen, Genf. Ferner in den Ostalpen Wasserburg am Inn und im nördlich der Schweiz gelegenen Gebiet Weimar, Klinge, Marga, Rabutz, Pont à Mousson und viele andere, besonders norddeutsche, dänische und polnische Fundstellen. Menschliche Kulturstufe: Pré-Moustérien.

Die auf den ersten Vorstoß der Würmeiszeit, der von G a m s dem Moustérien gleichgesetzt wird, folgende Aurignac-Schwankung besaß ein kalt-kontinentales Klima, das aber gegen Westen hin mehr ozeanisch wurde. Eichenmischwaldelemente waren bis nach Holland und Jütland verbreitet, vielleicht bis in die Alpen.

Soweit die Darstellung von G a m s im Jahre 1935. Seither haben unsere Kenntnisse über die Vegetationsentwicklung der Interglazialzeiten sehr zugenommen, namentlich durch die pollenanalytische Forschung, und wir wollen, statt auf einzelne Arbei-

ten näher einzugehen, noch die erst kürzlich erschienene Übersicht von P. Woldstedt (1950) über den nord- und mitteldeutschen Raum hier kurz beifügen.

Woldstedt unterscheidet für das Gebiet nur zwei Zwischeneiszeiten (vgl. S. 175), meint aber, die am Niederrhein sehr verbreiteten Ablagerungen der Tegelenstufe dürften vielleicht zeitlich in das Günz-Mindel Interglazial fallen. Für das Elster-Saale Interglazial (= Dürntenien nach Gams) findet er, die Waldgeschichte sei noch nicht genügend bekannt. Die Wälder dieses längsten Interglazials wurden vorwiegend von Coniferen gebildet, vor allem von *Picea*, doch auch von viel *Abies*. Im Osten war der Anteil der Nadelgehölze besonders groß. Im Klimaoptimum herrschte im allgemeinen Eichenmischwald mit reichlich *Carpinus*; ein ausgeprägter *Carpinus*-Abschnitt fehlt.

Aus dem Saale-Warthe-Interstadial sind keine gesicherten Ablagerungen bekannt.

Die weitaus größte Zahl der in diesem Gebiete gefundenen zwischenzeitlichen Ablagerungen stammt aus dem Saale-Weichsel-Interglazial (= Eemien nach Gams). Hier ist die Vegetationsentwicklung in den Hauptzügen geklärt und bietet nachstehendes Bild der Waldzeiten (von der ältesten zu der jüngsten in der Reihe der fortlaufenden Numerierung):

1. *Betula*-*Pinus*-Zeit.
2. Eichenmischwaldzeit (langdauernd, Klima warm, von atlantischer Tönung). Zuerst *Quercus* (+ *Ulmus*), später *Tilia* dominant. Das Haselmaximum tritt verspätet ein, zwischen der *Quercus*- und der *Tilia*-Dominanz.
3. *Carpinus*-Zeit. *Picea* tritt auf und gewinnt an Raum. Das Klima wird allmählich kühler.
4. *Picea*-Zeit mit mehr oder weniger *Abies*. Das Klima verschlechtert sich weiterhin.
5. *Pinus*-Zeit. *Abies* und *Picea* treten zurück und verschwinden. *Betula* nimmt zu.
6. *Pinus*-*Betula*-Zeit: Die Weichsel-Eiszeit ist sehr nahe gerückt.

Der von Jessen und Milthers angenommene Kältevorstoß in der Mitte dieser Zeitepoche wird von Woldstedt abgelehnt. Die meisten dänischen und alle deutschen Diagramme lassen nach ihm keine Spur einer solchen klimatischen Zweiteilung des Interglazials erkennen.

Es ergeben sich also zwischen der Auffassung von Gams und der von Woldstedt beträchtliche Unterschiede, vor allem wohl in der Zuteilung der einzelnen Ablagerungen. Leider nennt Woldstedt in seinem summarischen Überblick nur wenige Einzelfundstellen. Vermutlich rechnet er die Cromerien-Fundstellen von Gams im wesentlichen dem Elster-Saale-Interglazial zu und die des Dürntenien großenteils zum Saale-Weichsel-Interglazial.

Aber klar geht aus beiden Darstellungen hervor, daß die Vegetationsentwicklung der Interglazialzeiten in diesen Gebieten einen ähnlichen Ablauf aufweist wie in der Nacheiszeit und daß

die Zeit des Klimaoptimums charakterisiert wird durch einen Laubwald aus mesophilen und wärmeliebenden Gehölzen, gleich dem Eichenmischwald der Postglazialzeit, oft mit reichlichem *Carpinus*. Dieses Eichenmischwald-Klimaoptimum wird auch wieder von F. F i r b a s (1951) bestätigt. Noch zwei neue Beispiele: Paul W. T h o m s o n (1951) fand in einem Profil aus dem Riß-Würm Interglazial von Wallensen südlich Hannover unten ausgeprägte Eichenmischwaldzeit (sich folgend Dominanz von: *Ulmus* → *Quercus* → *Tilia*), darüber einen *Carpinus*-Gipfel, dann nach oben Dominanzen von *Abies* → *Picea*/*Pinus* → *Pinus* → *Pinus*/*Betula*: also Beginn des Profils im Klimaoptimum und dann langsame aber ausgeprägte Klimaverschlechterung. A. S r o d o n (1950) faßt aus dem Gebiet von Grodno (Polen) ein großes Material zusammen und gibt für das letzte Interglazial ein schönes symmetrisches Diagramm, von unten nach oben folgende Waldzeiten: Tundra mit *Salix*-*Betula*-Gebüsch und etwas *Pinus* → *Pinus*-*Picea* (z. T. oder ganz *P. obovata*) → *Pinus*-*Betula* → *Quercus*, *Ulmus*, später besonders *Tilia cordata* und *platyphyllos*, etwas *Acer spec. div.*, *Corylus* (hohes Max.), *Abies* (sporadisch), *Picea obovata* (sporadisch), *Fraxinus excelsior*, viel *Alnus* (*glutinosa*) → *Tilia*, *Alnus*; Klimaoptimum, warm feucht → *Carpinus* (bis 80%), viel *Alnus*, *Abies* (sporadisch), *Fagus* (sporadisch), gegen Ende *Picea*, *Pinus* → *Picea*-*Pinus* → *Pinus* mit *Betula* und *Salix*.

Wenn wir die Ergebnisse dieser Forscher mit unseren eigenen vergleichen, ergibt sich, daß die interglaziale Vegetation des schweizerischen Alpenvorlandes einen Sonderfall vorstellt. Im Gegensatz zu den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten in den großen Flachlandräumen fehlen eigentliche Laubwaldphasen; Nadelwald beherrscht, wenigstens regional gesehen, das Bild. Die oben zitierten, abweichenden Angaben von G a m s betreffs Eichenmischwaldphasen und Buchenverbreitung können wir nicht bestätigen.

*Ein Gang durch die Ergebnisse der interglazialen Vegetationsforschung in den unserem Untersuchungsgebiet näher liegenden Gegenden* läßt erkennen, daß hier ähnliche Verhältnisse wie im schweizerischen Mittelland vorliegen.

Die am Südfuße der Alpen gelegenen Fundstellen Leffe, Pia-



nico-Sellere, Umgebung von Lugano, Ré, können wir beiseite lassen. Sie liegen in einem anderen Klimagebiet und bieten auch heute eine andere Flora. Somit ist es nicht verwunderlich, daß sie in ihren makroskopischen Funden auch in den Interglazialzeiten wesentlich abweichen (vgl. W. R y t z , 1925, 1949; H. B r o c k - m a n n - J e r o s c h , 1923; V e n z o , 1950; L o n a , 1950). Mit Ausnahme der Studien von L o n a , die ins Altpleistozän fallen, sind unseres Wissens noch keine Pollenspektren veröffentlicht worden. Neuestens hat aber Paul M ü l l e r , nach freundlicher persönlicher Mitteilung eine pollenanalytische Untersuchung im Interglazial von Noranco bei Lugano vorgenommen, die noch nicht abgeschlossen ist. Doch gibt das bereits vorhandene Diagramm, 220 cm Bodenprofil umfassend, ein charakteristisches Bild: dominant in ungefähr gleicher Stärke Abies- und Piceapollen, subdominant Pinus, reichlich (ca. 5—10%) Fagus und spärlich Eichenmischwald, Alnus, Betula. Von unseren nordalpinen Diagrammen unterscheidet sich nach diesen vorläufigen Ergebnissen Noranco durch die regelmäßige Anwesenheit von Fagus.

Von A. J e a n n e t erhielten wir vor Jahren ein stark gepreßtes Stück Torf aus dem Tresatal unterhalb Ponte Tresa, von dem J e a n n e t interglaziale Entstehung vermutete. Leider ist die Lagerstätte noch unbekannt; es handelt sich um verschwemmte Einzelstücke. Die Pollenanalyse ergab an Pollen: 136 Pinus, 5 Abies, 1 unsicheren Corylus, 3 Betula, 8 Alnus, 3 Quercus, 2 Ulmus, 5 Tilia, 2 Gramineen, 1 Compositen. Dazu 59 Farnsporen. Picea fehlt. Das stimmt mit Noranco gar nicht überein, wohl aber mit frühpostglazialen Ablagerungen in diesem Gebiete (vgl. L ü d i 1944).

Eine andere Stätte, die besonderes Verhalten zeigt, ist *Hötting bei Innsbruck*. Zwar sind von dieser Fundstelle noch keine Pollenspektren bekannt geworden und vielleicht auch nicht zu erwarten. Aber sie ist so oftmals untersucht und diskutiert worden, wie keine Ablagerung im Alpengebiet (vgl. z. B. W e t t s t e i n , 1892, M u r r , 1926). Das häufige Vorkommen von *Rhododendron ponticum*, die Anwesenheit von *Vitis vinifera*, *Buxus sempervirens* (zwar neuerdings von M u r r als *Vaccinium vitis idaea* erklärt) und einigen anderen nicht sicher bestimmbar Arten von südlicher Verwandtschaft [z. B. *Rhamnus Höttingensis* Wettst., nach



G a m s (1949) vermutlich *Rh. imeretina* Booth aus Transkaukasien, *Taxus Höttingensis* Wettst. nach G a m s (1949), die amerikanische *Tsuga canadensis* oder nächstverwandte Art] ergibt eine Verschiedenheit gegenüber unserer Mittelland - Interglazialflora, die in dieser bedeutenden Höhenlage (1150 m) besonders wesentlich erscheint. Sie läßt vor allem ein sehr gemäßigtes, warm-ozeanisches Klima erwarten. Aber bis heute ist es noch nicht gelungen, eine Einigung über das Alter der Ablagerung herbeizuführen. Die Angaben schwanken von Mindel-Riß Interglazialzeit bis Nacheiszeit (M u r r). H. G a m s selber ordnete sie 1935 ins Dürntenien ein, 1949 ins letzte Interglazial. Nach der Florenzusammensetzung müßte man sie aber m. E. unbedingt ins ältere Pleistozän einordnen.

Sehr interessante Fundstellen befinden sich in *Nordostfrankreich*. Sie wurden vor allem von P. F l i c h e im letzten Viertel des vergangenen Jahrhunderts ausgebeutet und beschrieben. Jos. B r a u n (1923) gibt einen Überblick über die Ergebnisse. In verschiedenen Fundstellen, die als Riß-Würm Interglazial aufgefaßt werden, ergab sich eine wärmeliebende Vegetation mit *Juglans*, *Buxus*, *Acer opalus*, auch *Fagus*. Die Pollenanalyse würde hier voraussichtlich ebenfalls Eichenmischwaldzeit festgestellt haben. Eine gegenüber dem Klima weniger anspruchsvolle Vegetation in den Ligniten von Nancy und Epinal wurde der Rißeiszeit eingeordnet. Sie enthielt Reste von *Picea*, *Pinus* (*mugo*), *Larix decidua*, *Taxus baccata*, *Juniperus*, *Betula*, *Alnus incana* und *viridis* neben der heute hochalpinen *Loiseleuria procumbens*. Josias B r a u n kommt zum Schluß, im Mindel-Riß Interglazial habe in diesen Gegenden eine wärmeliebende Flora geherrscht. Die Rißeiszeit sei kalt und rauh gewesen, habe aber doch noch Wald getragen, und das Riß-Würm Interglazial sei durch ein ausgesprochen ozeanisches Klima ausgezeichnet gewesen, wärmer und feuchter als heute, etwa so wie heute im atlantischen Westfrankreich. Das sind nun Ergebnisse, die von denen der etwas weiter im Osten gelegenen und klimatisch etwas rauheren Fundstellen des schweizerischen Mittellandes sehr abweichen, und es wäre von Interesse, wenn die von F l i c h e beschriebenen Lokalitäten bei genauer Unterscheidung der stratigraphischen Verhältnisse nochmals untersucht werden könnten.

Schieferkohlen von der gleichen Beschaffenheit wie in der Schweiz finden sich in den südwestlich anstoßenden *Westalpen*, im Tal von *Chambéry* gegen den Lac de Bourget (Savoyen) hin. Sie sind seit langem bekannt und werden seit dem Ende des 18. Jahrhunderts ausgebeutet (vgl. die Darstellung bei E. Scheibener, 1915). Oswald Heer beschreibt sie in der Urwelt der Schweiz. Ihre Lage ist unbestritten interglazial, und die makroskopischen Funde sind die gleichen wie in den schweizerischen Kohlenlagern: nach Heer *Picea abies*, *Pinus* (*silvestris*), *Betula alba*, *Salix cinerea*, *S. repens* und dazu nach Pillet noch *Juniperus* und *Buxus sempervirens*. Scheibener zitiert aus der Literatur auch *Juglans* sp.

Pollenanalysen wurden veröffentlicht von J. Gourg und Frank Bourdier (1937), von G. Lemée (1942), sowie in zusammenfassender Form von G. Lemée 1952. Sie ergeben ein Bild, das vollständig an unsere Diagramme anschließt: Dominanz von *Picea* und *Pinus* (*silvestris*), zeitweise reichlich *Abies* und *Alnus* (*glutinosa*), etwas *Betula*, *Salix*, *Corylus*, *Tilia*, vereinzelt *Quercus*. Dazu von Krautpflanzen reichlich Sporen von *Osmunda* und *Polypodium*, etwas Pollen von Gramineen, Cyperaceen Compositen. In einem Profil von Gourg und Bourdier von Sonnaz (Hauptfundstelle der Schieferkohlen) und einem anderen von La Flachère ist in den mittleren Diagrammteilen «une légère poussée» von *Tilia* (bis 14%) und von *Corylus* festzustellen. Das vollständigste Diagramm stammt von Lemée aus der Steingrube des Flugplatzes von Le Bourget. Von unten nach oben ergibt sich eine charakteristische Veränderung: 1. *Pinus*zeit mit etwas *Betula* und *Salix* → 2. *Picea* - *Abies* - *Alnus*-Dominanz mit reichlichem *Corylus*, einzelnen *Tilia*, *Carpinus* und *Quercus*; *Pinus* nimmt ab bis zum Verschwinden → 3. Dominanz von *Picea* und neue Zunahme von *Pinus* bis zur Dominanz; Abnahme von *Abies*, *Alnus* und Verschwinden der thermophilen Laubhölzer. *Betula*, die im Verlaufe von 2 verschwunden war, tritt im Verlaufe von 3 wieder auf und wird zu oberst häufig. Dieses Profil dürfte eine ganze Interglazialzeit umfassen. Die Autoren entscheiden unter Berücksichtigung der Lagerung für Riß-Würm-Interglazial. Vgl. auch F. Bourdier, 1950.

Lemée und Bourdier untersuchten ferner in der mächtigen

gen Würmmoräne von *Armoy bei Thonon*, am Südufer des Genfersees, eine torfige Ablagerung von 50—100 cm Mächtigkeit, die in einer 30 cm dicken Schicht von sandigem Lehm eingebettet ist. Die Pollenanalyse ergab im Torf unten und oben Dominanz von *Picea* und Subdominanz von *Pinus*, im mittleren Teil eine kleine Dominanz von *Pinus*, reichlich *Quercus*pollen und etwas *Alnus*, *Abies*, *Corylus*. *L e m é e* und *B o u r d i e r* setzen diese Bildung in ein größeres Interstadial der Würmeiszeit ein.

Aus *Süddeutschland* hat uns *K a r l B e r t s c h* einige interglaziale Pollendiagramme geliefert: Eine Untersuchung in Berg bei Cannstatt in 227 m Meereshöhe (1928) ergab *Pinus* (*silvestris*) Dominanz, *Picea* Subdominanz, einzelne *Quercus*, *Corylus*, *Alnus*, keine *Abies*. Ein Aufschluß von Schelkingen bei Ulm (1930), vermutlich aus dem 2. Interglazial stammend, ergab das gleiche wie Cannstatt; ein weiterer aus dem Egautal am Ostrande der Schwäbischen Alb (1930) zeigte andauernde *Pinus* Dominanz mit wechselnder Subdominanz, von unten nach oben *Alnus* → *Abies* → EM (*Quercus* und etwas *Tilia*) + *Picea* + *Corylus* → *Picea*. Oben dominiert *Pinus* mit 69%. Das Diagramm wird gedeutet als langsamer Klimawechsel von ozeanisch zu kontinental und schließlich kälter werdend. 1932 untersuchte *B e r t s c h* eine tonige, interglaziale Ablagerung mit torfigen Einlagerungen bei Weißenburg in Mittelfranken (Bayern). Im Diagramm dominierten von unten nach oben: *Corylus* und *Alnus* (mit reichlich *Pinus*) → *Abies*, *Pinus* (subdom. *Picea*) → *Alnus* (subdom. *Tilia*) → *Pinus* (subdom. *Picea*) → *Pinus* (subdom. *Betula*). Zuerst trat wahrscheinlich eine leichte Klimaverbesserung, dann aber eine ausgesprochene Klimaverschlechterung ein. Die Fundstelle wird von *B e r t s c h* ins vorletzte Interglazial gestellt. Nur damals sei das Klima so ozeanisch gewesen, wie es von *Abies* und *Alnus* benötigt werde. Heute fehlt *Abies* in der Gegend.

1939 veröffentlichte *E r i c h O b e r d o r f e r* die pollenanalytische Untersuchung einer humosen Tonlinse aus Eberbach im Odenwald. Er fand *Picea* und *Pinus* Dominanz mit reichlich *Betula* und etwas *Corylus*. *O b e r d o r f e r* betrachtet die Ablagerung als Präglazial, wozu allerdings die Pflanzenfunde keinen Anlaß geben.

*P a u l G r o s c h o p f* hat eine Zusammenstellung der süddeut-

schen Interglazialfunde gemacht, in der auch eigene pollenanalytische Befunde verwertet wurden (Manuskript, 1951). Er untersuchte das Schieferkohlenlager von *Großweil am Kochelsee* (Oberbayrischer Alpenrand, 625 m), das in die Riß-Würm Interglazialzeit eingeordnet wird. In einem etwa 3 m mächtigen Profil fand er zuunterst Abies-Dominanz, dann Dominanz der Föhre mit Subdominanz von *Picea*, leichter Beimischung von *Abies*, *Betula*, *Alnus* und vereinzelt Pollen von *Ulmus*, *Tilia*, *Quercus* und *Corylus*.

Helga Reich (1952) hat die gleiche Fundstelle weiter untersucht und stellte in der Schieferkohle einen wiederholten Wechsel von *Picea*- und *Pinus*-Dominanz fest: unten *Picea* mit reichlich *Abies* und *Alnus* und nur vereinzelt *Pinus*, dann zweimaliger Anstieg von *Pinus* zur ausgesprochenen Dominanz, jeweilen unterbrochen oder abgelöst von *Picea*-Dominanz. Mit den *Pinus* Dominanzen stieg auch der Gehalt an Krautpollen an, und der älteren *Pinus* Dominanz geht parallel ein leichter Anstieg von *Betula*, der jüngeren eine starke aber vorübergehende Zunahme der *Selaginella*-Sporen, die in den älteren Schichten überhaupt nicht gefunden wurden. Reich setzte ihre Nachforschung auch in die unter dem eigentlichen, ausbeutungsfähigen Kohlenlager liegenden Schichten fort und konnte dort ein Profil von 65 cm Mächtigkeit gewinnen. Das Diagramm aus diesen kohligen oder lehmig-kohligen Schichten schließt oben an die Basis des Schieferkohlenprofils an und weist gegen abwärts zuerst eine *Alnus* Dominanz auf, bei starkem Ansteigen der *Corylus*kurve und wesentlicher Beimischung von *Carpinus*pollen. Dann steigt nach unten die *Picea*kurve rasch zur Dominanz auf (über 60%), und die *Alnus*kurve fällt wieder ab, während die *Corylus*kurve weiter ansteigt zur Subdominanz mit einem Maximum von 38% und zugleich der Eichenmischwaldpollen reichlich auftritt (*Quercus*, *Ulmus*, vereinzelt *Tilia* und *Fraxinus*, zusammen nach der Diagrammzeichnung max. ca. 8%). In den tiefsten Teilen des Profils gelangt *Pinus* zur Dominanz (über 80%), und die *Betula*kurve steigt leicht an, während der Eichenmischwaldpollen verschwindet und *Picea*-, *Alnus*-, und *Corylus*pollen nur noch spärlich vorhanden ist. Reich glaubt, hier die ausgehende Eiszeit gefunden zu haben und betrachtet die Zeit des Haselmaximums mit dem reichlichen Eichenmischwald-

pollen als die des Klimaoptimums. Sie findet im Gesamtdiagramm von Großweil den aus nördlicheren Gegenden bekannten, interglazialen Vegetationszyklus in charakteristischer Ausbildung wieder, von unten nach oben und von der einen Eiszeit zur nächstfolgenden führend: Föhrenzeit mit reichlich *Betula* → Fichten-Eichenmischwald-Haselzeit → Erlen-Fichtenzeit mit reichlich Hasel und *Carpinus* → Fichten-Abieszeit → *Picea*-*Pinus*zeit mit wechselnder Dominanz dieser beiden Arten. Von der EM-Haselzeit an nimmt die Gunst des Klimas allmählich ab. Der letzte Diagrammabschnitt, der nach Reich der Zeit der eigentlichen Vermoorung entspricht, soll bereits in eine ausgeprägte Klimaverschlechterung fallen («subarktische Zeiten»), und die beiden dort eingeschlossenen *Pinus*dominanzen werden als Frühglazial von ausgesprochen stadialem Charakter gewertet.

Schon in der Frühzeit der pollenanalytischen Forschung hat Franz F i r b a s zwei Studien über *interglaziale Schieferkohlenstätten der Ostalpen* veröffentlicht (1925 und 1927). Die Diagramme von Schladming an der Ems, 944 m, Ampaß bei Innsbruck, 718 m, Hopfgarten bei Kitzbühl, 706—750 m und Wasserburg am Inn, ca. 400 m, geben übereinstimmend das uns vertraute Bild von Coniferenwald, wechselnde *Picea*- und *Pinus*-Dominanz, spärlich *Abies*, *Betula*, *Alnus*, *Salix* und vereinzelt *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus*, Ampaß und Hopfgarten auch reichlich *Pinus* cf. *cembra*, Schladming in einzelnen Horizonten reichlich *Abies*, Hopfgarten *Picea* cf. *omorica* (vgl. S. 103). In Schambach bei Wasserburg fand F i r b a s in zwei Horizonten sehr viel *Fagus* (60%, 28%), neben *Alnus*, *Betula*, *Pinus*, *Picea*, *Abies*. *Fagus silvatica* kommt dort reichlich auch in makroskopischen Resten vor und wurde zuerst nachgewiesen durch J. S c h u s t e r, dann besonders auch durch H. G a m s. Dieses interglaziale Vorkommen von Buchenresten scheint nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich sehr eingeschränkt zu sein. In einer 3. Probe aus einem nur 3 cm höher liegenden Horizont fanden sich nur noch 1% *Fagus*-pollen, aber dominant *Picea* und *Pinus*. Im benachbarten Zell, wo S c h u s t e r auch makroskopische Reste von *Taxus baccata* und *Larix decidua* fand, fehlte der *Fagus*-pollen gänzlich. F i r b a s erblickt im Pollenspektrum des obersten Horizontes von Schambach bereits das Zeichen einer starken Klimaverschlechterung. Die Ver-



änderung des Spektrums könnte aber auch nur die Folge zunehmender Kontinentalität des Klimas sein (Aufkommen von *Picea* und *Pinus* gegenüber *Fagus*; EM bleibt mit 4,5% gleich, aber mehr *Tilia* und *Ulmus* bei Wegfall von *Quercus*. Ebenso fällt *Corylus* weg). Diese Lagerstätte wird in das letzte Interglazial eingesetzt. Ob wir dort ein Analogon zu Flurlingen und Genf vor uns haben? G r o s c h o p f (loc. cit.) vermutet, die fagusführenden Schichten von Schambach könnten verschüttetes Postglazial sein.

Unser Gang durch die Nachbargebiete ergibt für die interglaziale Vegetation in Savoyen, in Süddeutschland, in den Ostalpen ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie für das nördliche Alpenvorland der Schweiz gefunden haben. Dieses ganze Gebiet steht damit in einem gewissen Gegensatz zu dem weiter nördlich von England bis Rußland anschließenden weiten Tiefland, vor allem gegeben durch das Fehlen oder doch völlige Zurücktreten des thermophilen Laubwaldes (*Quercus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*, *Corylus*) in den klimatisch optimalen Phasen der Interglazialzeiten. Anklänge an die Verhältnisse im nördlichen Tiefland finden wir in unseren relativ tiefgelegenen, heute trockenenwarmen Gebieten bei Genf, Basel, Schaffhausen, dann auch bei Güntenstall und unter den süddeutschen Fundstellen bei Weißenburg in Mittelfranken und vielleicht im Egautal am Ostlande der schwäbischen Alb, die wohl als Übergänge zu den Verhältnissen weiter im Norden zu deuten sind. Weitere Forschungen können dieses Bild abrunden und ergänzen, wohl auch noch weitere Übergangsbilder ergeben. Sie werden es aber nicht mehr wesentlich ändern.

Nach der Vegetationscharakterisierung, die G a m s uns gibt (vgl. S. 182), stimmen unsere Verhältnisse noch am ehesten mit seinem nadelwaldreichen Cromerien überein, das die erste Interglazialzeit (von dreien) repräsentiert. So alt sind jedoch unsere interglazialen Ablagerungen nach den Datierungen der Geologen nicht. Nach W o l d s t e d t (vgl. S. 184) zeichnet sich in Norddeutschland das vorletzte Interglazial, dem wohl auch ein Teil der Cromerien-Ablagerungen Gams' zugerechnet werden, durch das Überwiegen des Nadelwaldes aus. Aber sicher gehören unsere



charakteristischen Lagerstätten nicht alle, vielleicht sogar die wenigsten, ins Mindel-Riß Interglazial. Nach G a m s müßte das Dürntenien auch reichlich jetzt hier ausgestorbene Tertiärarten enthalten, von denen aber in den interglazialen Ablagerungen des schweizerischen Mittellandes nur Spuren angetroffen wurden. Im letzten Interglazial erscheinen *Picea* und *Abies* im Norden erst nach dem Klimaoptimum. Ob dies aber auch für unser Gebiet Geltung hat, ist sehr zweifelhaft.

Vielleicht paßt der Vegetationscharakter einiger unserer Interglaziale in die Aurignac-Schwankung zwischen Würm I und Würm II; aber hier läßt sich sagen, daß wohl eine Anzahl kleiner Fundstellen in dieser Zeit entstanden sein können (z. B. Cartigny, Bougy, Mutton, Niederweningen, Weiherbach), aber sicher nicht die großen Hauptlagerstätten. Für diese bleiben nur das Riß-Würm Interglazial und eventuell das Interglazial Riß I-Riß II, falls dieses sich als generelle Erscheinung von weitem Ausmaße bestätigen sollte.

Heute sind die Vegetationsunterschiede zwischen dem Alpenvorlande und dem nördlich anschließenden Tieflande nicht so groß, wie die Pollendiagramme der Interglazialzeiten es angeben. Wir finden die Laubwälder mit sehr ähnlichen Typen hier und dort, und es dürfte im Nordosten Gebiete mit interglazialer Laubwald-Herrschaft geben, die heute mehr Nadelwald aufweisen als unser Alpenvorland.

Für die abweichende Stellung des Alpenvorlandes scheinen sich folgende Erklärungsmöglichkeiten zu bieten:

- a) Unsere Diagramme umfassen nur einzelne Abschnitte der Interglazialzeiten, während andere Abschnitte, im besonderen zur Zeit der Klimaoptima, so trocken waren, daß Moorbildung fehlte (F i r b a s 1951). Nach F i r b a s ging die generelle Vegetationsentwicklung vom Optimum zum Ende einer Interglazialzeit in folgender Weise vor sich: Eichenmischwald und *Carpinus* → *Abies* und *Picea* → subarktische *Pinus*wälder. Erst in den späteren Fichten- und in den Föhrenzeiten lasse sich eine kräftige Versumpfung und Vermoorung erkennen mit Anstieg der Pollenwerte der *Ericaceen* und von *Empetrum*, und in dieser Zeit trete auch *Pinus mugo* auf den Mooren auf. Das Klima der Interglazialzeiten soll zu Beginn durch schneereiche, milde Winter charakterisiert und ge-

gen das Ende hin feucht-kühl geworden sein (vgl. F i r b a s 1951). H. R e i c h (1952) glaubt, den Beweis zu dieser Hypothese erbracht zu haben. Sie fand in Großweil in den unter dem Schieferkohlenlager liegenden Schichten ein stärkeres Vortreten der Laubgehölze (vgl. S. 190), das dem Klimaoptimum entspricht und der Eichenmischwaldzeit der Diagramme nördlicher Gegenden gleichgesetzt wird. Indem sie generalisiert, kommt sie zum Schlusse, die Eichenmischwaldzeit sei in den Schieferkohlenlagerstätten jeweils in den die Schieferkohlen unterlagernden Sedimenten vorhanden, und da man diese nicht untersucht habe, hätte man auch die Eichenmischwaldzeit nicht gefunden.

Die Erklärung, daß gerade die Zeiten der Klimaoptima in unseren Diagrammen fehlen sollten, kann für unser Alpenvorland nicht befriedigen. Wir haben dies bereits eingehend diskutiert (vgl. S. 164). Beim Vergleich mit den im Norden und Osten liegenden, großen Tieflandgebieten ist auch zu berücksichtigen, daß diese heute wesentlich niederschlagsärmer und im Osten auch kontinentaler sind als unser Alpenvorland, und wahrscheinlich waren sie es auch in pleistozäner Zeit. Und wenn dort Ablagerungen entstanden sind, die keinen Unterbruch zeigen und durch die trockenen Teile der Interglazialzeiten durchgehen, so ist dies für das feuchte Alpenvorland erst recht zu erwarten. Die meisten Schieferkohlenbildungen liegen in Gebieten mit mehr als 100 cm mittleren jährlichen Niederschlägen, die zudem ihr Maximum im Sommer haben und es sind m. E. hier keine Anhaltspunkte dafür vorhanden, daß die Moorbildung in der Interglazialzeit generell erst sehr spät, nach dem Klimaoptimum eingesetzt habe.

Zu der Beweisführung von H. R e i c h ist zu sagen, daß die Eichenmischwaldzeit in dem von ihr veröffentlichten Profil doch in sehr bescheidenem Umfange ausgebildet ist und den Vergleich mit den weiter nördlich gefundenen Verhältnissen bei weitem nicht aushalten kann. Dominanzen von *Alnus* in den Pollenspektren haben wir im Schweizermittelland nicht selten gefunden und auch ähnliche Werte von *Corylus* und Eichenmischwald wie die ihrigen. Dann scheint mir aber die Grundlage der ganzen Argumentation nicht gesichert. Wir haben nicht nur Schieferkohlen analysiert. Mehrere unserer Fundstellen ergaben nur mineralische Schichten und zeigen trotzdem Coniferendominanz. Ja, das Schick-

sal will es, daß das einzige Spektrum unserer interglazialen Fundstellen, das eine Eichenmischwald-Dominanz aufweist, aus Schichten stammt, die von den Geologen als glazial betrachtet werden (*Alluvion ancienne* von Genf). In den Schieferkohlenlagern wurden stets nach Möglichkeit die unter und über den Schieferkohlen liegenden mineralischen Ablagerungen in die Untersuchung einbezogen, wiederholt in beträchtlichem Ausmaß. Soweit sie genügend Pollen zur Analyse enthielten, ordneten sich ihre Spektren denen der Schieferkohlen ein. Häufig waren aber diese anorganischen Sedimente annähernd pollenleer, und die Diagramme hören da auf, wo der Pollengehalt zu spärlich wurde, um noch die Aufstellung richtiger Spektren zu ermöglichen. Es sei nachdrücklich nochmals darauf hingewiesen, daß die meisten Schieferkohlenlager in irgendwelchen Geländedepressionen entstanden, in denen sich natürlicherweise Wasser ansammelt. Und es ist nicht einzusehen, wie dort während einer Eichenmischwaldzeit nicht Seekreide, Gytjtjen, Torfe entstehen konnten, ganz ähnlich wie dies in der postglazialen Eichenmischwaldzeit der Fall war. Von P. Woldstedt (1950, S. 360) wird das Klima des Saale-Weichsel-Interglazials zur Eichenmischwaldzeit geradezu als atlantisch getönt bezeichnet, was einen für die Moorbildung günstigen Zustand ergibt.

b) Es ist die Möglichkeit zu erwägen, daß die Verteilung der interglazialen Vegetation durch die Diagramme etwas verzerrt dargestellt wird. Die den Eichenmischwäldern entsprechenden Querceto-Carpineten sind heute in den großen Ebenen die weithin herrschende Vegetationsform, im Alpenvorlande jedoch auf die tiefgelegenen Flußtäler beschränkt und erreichen erst am Genfersee und am Rhein größere Ausdehnung. Die Schieferkohlenfundstellen aber liegen meist höher, im Gebiete der Fagus- und Abieswälder. Nehmen wir für die Interglazialzeiten im schweizerischen Alpenvorland die gleiche Klimaverteilung und auch die gleiche Verteilung der thermophilen Laubmischwälder an, wie wir sie heute finden, so ergibt sich, daß die letzteren damals in der näheren Umgebung der Schieferkohlenfundstellen wenig verbreitet waren und in den Pollenniederschlägen nur schwach repräsentiert sein können. Nun wird aber der Vergleich der Vegetationsverteilung im Mittelland während der Interglazialzeiten mit derjenigen

der Gegenwart wesentlich auch durch das Fehlen von *Fagus* im Interglazial erschwert. Der weite Waldraum, in dem *Fagus* heute vorherrscht, ist in den Interglazialzeiten vermutlich nur zum kleinsten Teil durch Eichenmischwald-Baumarten, zur Hauptsache durch *Picea* und *Pinus* eingenommen worden. Wir sind geneigt, daraus auf ein rauheres, kontinentaleres Klima zu schließen, und das wohl mit Recht; denn wie die Diagramme zeigen, haben sich auch in den Interglazialzeiten bei einem wirklich feuchtgetönten Klima *Abies* und *Alnus* stark ausgebreitet und haben *Picea* und *Pinus* zurückgedrängt.

c) Ferner ist möglich, daß in den Interglazialzeiten die Verteilung von Meer und Land etwas anders gewesen ist, so daß dadurch die Klimaverhältnisse eine Änderung erfuhren. Es liegen aber kaum Anhaltspunkte für eine Land-Wasser-Verteilung vor, die gerade das Alpenvorland kontinentaler, klimatisch rauher gemacht hätte, als die nördlich und nordöstlich anschließenden Gebiete.

d) Mehr Wahrscheinlichkeit hat die Annahme, das Alpenvorland sei damals höher über Meer gelegen als heute und habe als Folge ein rauheres Klima besessen, das eine größere Vegetationsdifferenz zu den anstoßenden Tiefländern ergab. Ein solcher Vorgang, z. B. eine isostatische Hebung des Alpenlandes nach dem Abschmelzen des Eises, ist nicht unmöglich, aber schwer zu sichern. Doch sollte das Problem näher verfolgt werden.

Als Ergebnis dieser Untersuchung ergibt sich, daß die zeitliche Ordnung der interglazialen Fundstellen nach der Vegetation im nördlichen Vorlande der Schweizeralpen wenigstens vorläufig nicht möglich ist, die Pollenanalyse hier als Mittel zur Chronologie des Pleistozäns versagt. Auch die von G a m s 1935 vorgenommenen Zuteilungen sind nur soweit gesichert, als sie sich auf einwandfreie geologische Altersbestimmungen der Ablagerungen stützen können. Es ist sehr gut möglich, daß die ins Riß I - Riß II gestellten Fundstellen im wesentlichen erst in der Riß-Würm Interglazialzeit entstanden sind.