

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 11 (1935)

Artikel: Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung
Autor: Lüdi, Werner
Kapitel: XIII: Postglaziale Seespiegel- und Grundwasserschwankungen, Ueberschwemmungs- und Trockenhorizonte im Gebiete zwischen Alpen und Jura
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307158>

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>

XIII. KAPITEL

Postglaziale Seespiegel- und Grundwasserschwankungen, Ueberschwemmungs- und Trockenhorizonte im Gebiete zwischen Alpen und Jura.

Gams und Nordhagen geben in ihrem Werke über die postglazialen Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa (1923) einen Ueberblick über die Verhältnisse im schweizerischen Mittellande. Seither ist viel neues Material dazugekommen und hat uns die Pollenanalyse die Möglichkeit gegeben, die Ablagerungen in besserer Weise zu datieren und zu homologisieren, als dies in früheren Zeiten möglich war. Die meiste Arbeit bleibt aber noch zu tun, das lehrt uns jeder Blick in das vorliegende Tatsachenmaterial, das in ganz ungeahnter Fülle Seespiegelschwankungen, Veränderungen im Grundwasserstande, Ueberschwemmungshorizonte, Ueberlagerung von Torfen durch Lehme oder Geröll, in Lehmlagern eingeschlossene Waldhorizonte und ähnliche Erscheinungen mehr ergibt.

Eine Quelle für solche Tatsachen bietet das grosse Werk von E. Letsch und seinen Mitarbeitern über die schweizerischen Tonlager (1907). Andersgeartet, aber ebenfalls reich ist das Material, das die Pfahlbauberichte der Antiquarischen Gesellschaft Zürich, die Blätter der Schweizerischen Gesellschaft für Altertumskunde und die Berichte der schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte enthalten. Eine Fülle von Beobachtungen steckt zerstreut in den Händen von Zivilingenieuren, Geologen, Archiven der Behörden und der Gesellschaften und stammt von Untergrund-Untersuchungen aller Art, die für Entwässerungsprojekte, Wasserwerke, Trinkwasserfassungen, Fundamentierungs-Untersuchungen ausgeführt worden sind. Meist gelangt es gar nicht zur Veröffentlichung, oder dann so zerstreut und schwer zugänglich, dass es der Forschung leicht entgeht. Die meisten dieser Materialien sind zwar vorläufig gar nicht, oder nur unter allem Vorbehalt verwendbar. Entweder sind sie nicht datierbar, oder, wenn sie datiert sind, wie bei den Pfahlbauten, ist die Untersuchung vom stratigraphischen Standpunkte so wenig genau, dass keine eindeutigen Schlüsse möglich sind. Sie bieten aber doch Fingerzeige dafür, wo die weitere Forschung einsetzen kann, obschon leider viele dieser Lagerstätten der Nachuntersuchung kaum mehr zugänglich

sind. Die richtige Erkennung der stratigraphischen Lage und der Vorgänge bei der Entstehung dieser Ablagerungen einerseits, die sichere Datierung andererseits bilden jedoch die Grundlage für ihre Homologisierung und damit für die Möglichkeit, zu erkennen, inwiefern regionale Ursachen bei den Vorgängen der anormalen Schichtbildung mitgewirkt haben.

Wenn wir nun einen Gang durch die besser bekannten Vorkommnisse dieser Art im Zwischenland von den Alpen zum Jura und vom Genfersee bis nach Süddeutschland machen, so wird sich dieser beinahe wie ein Programm zu weiteren Arbeiten auswirken, obschon wir hoffen, einige Gesetzmässigkeiten herauszufinden.

Genfersee. Wie die Jurarandseen war auch der Genfersee im frühen Postglazial höher aufgestaut als heute und hat im Laufe der Zeit seinen Spiegel erniedrigt (vgl. F. A. Forel, 1892—1904, I. Bd.). Eine Uferterrasse aus dem Spätdiluvial (*Favre* macht darauf aufmerksam, dass in ihr bis jetzt keine Molluskenreste gefunden worden sind) liegt ca. 30 m über dem heutigen Wasserspiegel, eine andere Terrasse liegt in rund 10 m Höhe, und kleinere Terrassenstücke befinden sich einige Meter über dem Wasser. Es bleibt zu erwägen, ob diese Terrassen bei ruckweiser, aber einmaliger Absenkung entstanden sind, oder ob bei der Bildung der untersten Teile nicht auch Aufstauungen eine Rolle gespielt haben. Letzteres war dem Anscheine nach der Fall. Die 10 m-Terrasse wurde in der Gegend von Morges und Nyon von H. Schardt (1890, 1895) und besonders von J. Favre (1927) genau untersucht. Sie enthält über Schottern, resp. Sanden eine Schicht von Seekreide, deren Entstehung nach ihrer Molluskenfauna von *Favre* bei vergleichender Betrachtung der Ablagerungen im Genferbecken in die ältere Postglazialzeit gestellt wird, genauer ins jüngere Magdalénien (*Favre* loc. cit. S. 378). Ueber dieser Seekreideschicht kommen wieder Schotter und dann eine Lehmschicht mit terrestrer Molluskenfauna von rezentem Charakter. In dem späten Magdalénien fand also anscheinend ein Ansteigen des Seespiegels statt, das zur Ablagerung der Seekreide führte. Es könnte dem ältesten Ueberschwemmungshorizonte des Grossen Mooses entsprechen. Darauf lagerten die Bäche wiederum Geröll ab, bis in junger Zeit eine zweite ausgeprägte Ueberschwemmungszeit, eventuell mit erneuter Hebung des Seespiegels, die Lehmdecke brachte. Es wirft sich die Frage auf, ob diese Lehmdecke ein Gegenstück zu der Lehmüberdeckung am Rande des Grossen Mooses sei und vielleicht auch der

Entwaldung und Beackerung des Bodens durch den Menschen die Entstehung verdanke. Ohne Geländekenntnis kann die Wahrscheinlichkeit einer solchen Deutung nicht abgeschätzt werden. Sie genügt aber keineswegs zur Erklärung, da die Bäche heute ihren Lauf in diese Ablagerung und bis auf den Seespiegel eingeschnitten haben.

Die Pfahlbauten, die im Genfersee zahlreich festgestellt wurden (vgl. Forel loc. cit. und die Zusammenstellung im 12. Pfahlbauerbericht 1930), liegen tief unter Wasser, im allgemeinen wenigstens 2 m; doch reichen sie bis in 6—7 m unter den heutigen mittleren Wasserspiegel, wobei die bronzezeitlichen im Mittel etwa 2 m tiefer liegen als die neolithischen.

Die jährlichen Schwankungen des Seespiegels betragen im Mittel 152 Zentimeter, im Extrem 266 cm. Die Pfähle müssten nach den von Forel angegebenen Massen (S. 233) eine Länge erreicht haben, die sich für 2 m Wassertiefe auf ca. 6 m und für 6 m Wassertiefe auf 10 m berechnet. Selbst wenn wir annehmen, die extremsten Werte seien durch Absinken des Seebodens entstanden, so besteht kein Zweifel, dass der See in der Pfahlbauerzeit tiefer stand als in der Gegenwart. Auch die Pfähle, die nur wenig über den heutigen Seeboden vorragen, sprechen dafür. Forel gibt die Möglichkeit zu, dass der See in der Bronzezeit etwa 2 m tiefer gestanden habe. Bei noch tieferem Stande wären die neolithischen Fundschichten geschädigt worden. Diese Annahme ist kaum stichhaltig, da am Neuenburgersee diese Kulturschichten auch erhalten geblieben sind, trotzdem wir dort den Beweis leisten können, dass sie während der Bronzezeit trocken lagen. Den Grund für die Erhaltung erblicken wir in dem Einschluss dieser zarten Fundgegenstände in der widerstandsfähigen, oft torfartigen Kulturschicht sowie oft in der Ueberdeckung mit verschiedenenartigen Sedimenten. Dazu kommt häufig eine Schutzwirkung vorgelagerter Sandbänke.

Die Lage der Kulturschichten im Genfersee verlangt nach den Grundsätzen, die wir oben (S. 233) für das Gebiet der Juraranden aufgestellt haben, wenigstens für einzelne Abschnitte des Neolithikums einen gegenüber der Gegenwart um rund 2 m tieferen Seestand und für die Bronzezeit eine Erniedrigung um mindestens 4 m, womit wir annähernd zu den Werten der Juraseen gelangen.

Die römerzeitlichen Seespiegelverhältnisse sind noch nicht geklärt. Nach Gams und Nordhagen (1923) finden sich am oberen Ende des Genfersees bei Monthey in 8 m Tiefe Ackererde und römische Ziegel, und der römische Ort Port Valais, der wahrscheinlich am See lag, ist heute 2 km vom Ufer entfernt. Gams und Nordhagen nehmen an, es seien tektonische Veränderungen vor sich gegangen, durch die der obere Seeteil einsank, so dass auch

die dortigen Pfahlbauten so tief versenkt wurden, dass sie heute nicht mehr erreichbar sind. Damit verband sich starke Auffüllung.

Die Argumentation von Gams und Nordhagen hat bedeutende Wahrscheinlichkeit. Vom oberen Teile des Sees (oberhalb Lausanne) sind nur drei Pfahlbauten bekannt geworden (Vevey, Cully, Lutry), die alle dem Neolithikum angehören und unter tiefer Wasserbedeckung liegen. Angesichts der grossen Tiefenlage, die die Pfahlbauten bereits im untern Seeteil aufweisen (die tiefsten bekannten liegen bei Genf), müsste ein Rücksinken des Geländes bei Monthey, das römischen Ackerboden in 8 m Tiefe versenkt, die Pfahlbauten zum Verschwinden bringen.

Eine Aufstauung des Genferseebeckens könnte in erster Linie durch die Arve erfolgen, die sich als wilder Alpenfluss unterhalb Genf in die Rhone ergiesst. Seit 1840 wird eine kleine Aufstauung des Sees festgestellt.

Es lässt sich auch ein interessanter botanischer Beweis für das hohe Alter der mittleren Terrassen am Genfersee führen. Bei Sciez, gegenüber Nyon, mündet ein kleines Flüsschen, der Foron, in den See, und an seiner Mündung und weiterhin gegen den Vion sind ausgedehnte Sandterrassen gehäuft, die beträchtlich über den heutigen Seespiegel ansteigen. Diese Sandfelder sind bei gewaltigen Sandeinschwemmungen zur Zeit hohen Wasserstandes entstanden, und nach unseren Erfahrungen am Neuenburgersee kommt dafür in erster Linie die Föhrenzeit in Betracht. Ihre Vegetation, die von R. Chodat (1902) eingehend geschildert worden ist, deutet entschieden auf alte Entstehung. Sie ist durch xerische Arten ausgezeichnet, die wir nach ihren Standortsansprüchen und ihrer heute sehr lückenhaften Verbreitung im Alpengebiete als Reste der in der trockenwarmen postglazialzeiten Frühzeit (präboreale und boreale Periode = Föhrenzeit und Haselzeit) eingewanderten Flora betrachten.

Wir nennen von Sciez die folgenden besonders charakteristischen Arten:

<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Euphorbia Seguieri</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Buxus sempervirens</i>
<i>Agropyrum intermedium</i>	<i>Fumana procumbens</i>
<i>Scirpus holoschoenus</i>	<i>Peucedanum oreoselinum</i>
<i>Carex nitida</i>	<i>Veronica spicata</i>
<i>Silene otites</i>	<i>Scabiosa canescens</i>
<i>Clematis recta</i>	<i>Scabiosa pachyphylla</i>
<i>Hutchinsia petraea</i>	<i>Centaurea paniculata</i>
<i>Sedum rupestre</i>	<i>Artemisia campestris</i>

Begünstigt durch die lokalen Umweltsbedingungen konnte sich diese Flora hier halten, ohne direkte Verbindung mit den grösseren und reicherem Kolonien im Wallis und am Jurarande, und vor diesen ausgezeichnet durch den Besitz der *Scabiosa canescens*. Ein völliges Analogon bilden die floristisch weit ärmeren, alten Dünen von Gampelen im Grossen Moos.

Das Vorhandensein dieser altpostglazialen Vegetation lässt als wahrscheinlich erscheinen, dass seit den Zeiten ihrer Ansiedlung der Seespiegel nie hoch genug stieg, um die Sandfelder völlig zu begraben, was bei der Beurteilung der Entstehung der Lehmdecke auf der 10 m-Terrasse in Betracht gezogen werden muss.

Anmerkung während des Druckes. In den Jahren 1929/30 wurden im Genfersee bei La Belotte (in der Nähe Genfs) Tiefenbohrungen ausgeführt, über deren Ergebnisse in bezug auf die Einwanderung und Ausbreitung der Mollusken und anderer Gruppen aquatischer Lebewesen J. Favre in einer wertvollen Arbeit berichtet, die im Frühling 1935 erschienen ist. Favre weist nach, dass der Abfall des Seespiegels von der palaeolithischen 10 m-Terrasse bis annähernd auf das heutige Niveau beim Beginne des Neolithikums beendigt war. Seit dieser Zeit kann er keine wesentlichen Seespiegelschwankungen mehr finden. Doch stellt er fest, dass die Seekreide in Ufernähe seit dem Neolithikum beträchtliche Abtragung erfahren hat, was meines Erachtens einen gegenüber heute um mehrere Meter tieferen Seestand voraussetzt (die gestörte Oberfläche liegt zum Beispiel im Bohrpunkt 1 des Profils von Ruth 350 cm unter der heutigen Wasseroberfläche). Wir würden diesen Seetiefstand in die Bronzezeit einsetzen.

Des weiteren gibt Favre Nachricht von einer Anzahl durch A. Jayet neu gefundener, frühpostglazialer Mollusken-Fundstellen. Die Mollusken führenden Sande sind ausnahmslos von ziemlich mächtigen Kiesschichten überlagert und liegen zum Teil wesentlich über dem heutigen Seespiegel (Bodenoberfläche bis 8 m). Liegen hier vielleicht Spuren der föhrenzeitlichen Ueberschwemmung vor oder von einer andern Ueberschwemmungszeit? Eine dieser Ablagerungen (in Collonges-Bellerive) trägt eine Deckschicht von braunem Lehm mit einer Molluskenfauna, die für Sümpfe der Gegenwart charakteristisch ist (piceazeitliche Ueberschwemmung?).

Umgebung von Genf. Auf den mit diluvialen Ablagerungen bedeckten Böden der Umgebung von Genf haben sich mancherorts Flachmoore gebildet, aus denen uns Favre (1927) Profile mit typischen Ueberschwemmungs- und Austrocknungshorizonten beschreibt. Die Unterlage bildet Moräne, oft mit einer Decke von Lehm (Mergel). Darüber kommt Seekreide, auf welcher Torf aufsitzt. Das wäre die natürliche Verlandung eines glazialen Tümpels. Nun liegt aber in den meisten Fällen (im allgemeinen abge-

sehen von den zentralen Teilen der grösseren Moore) der Torf mit einer scharfen Grenze auf der Seekreide, deren obere Fläche deutliche Spuren von Korrasion aufweist. Favre zieht aus dieser Lagerung den Schluss, dass die Tümpel nach der Ablagerung der Seekreide austrockneten, eine teilweise Abtragung der Seekreide erfolgte und daraufhin neuer Wasseranstieg und Torfbildung einsetzte. Die Torfe ihrerseits sind überlagert von grauem Lehm mit terrestrer Molluskenfauna, wobei oft eine oder mehrere Schichten von Torf oder lehmigem Torf (schwarze Lehme) in die Lehme eingelagert sind. Die Aehnlichkeit mit den Grossmoos-Profilen ist gross.

Favre findet in der Seekreide die älteste Molluskenfauna des Postglazials dieses Gebietes, die den alten terrestren Schichten mit der *Goniodiscus ruderatus*-Fauna entspricht, von der er wahrscheinlich macht, dass sie einem kontinentalen Klima mit warmen Sommern angehört. Der darüberliegende Torf zeigt den Rückgang der *Goniodiscus ruderatus*-Fauna und damit den Uebergang zu der aktuellen Molluskenfauna, die im überliegenden Lehm bereits ziemlich rein ausgebildet ist.

Auch Tuffablagerungen zeigen die entsprechende Gliederung, so die Tuffe der Combaz bei Genolier (600 m): auf 6 m älterem, gelbem Tuff mit *Goniodiscus* liegt braune, humose Erde (40 cm), deren Molluskenfauna die Uebergangszeit repräsentiert, dann jüngere Tuffe, unten pulverig, etwas kiesig (graveleux) (130 cm), oben erdig, graubraun, mit von der rezenten wenig verschiedener Molluskenfauna (200 cm). Schliesslich hat sich der Bach wieder in diese Tuffe eingeschnitten. Ihre pollenanalytische Durcharbeitung müsste recht interessant werden.

Dank des liebenswürdigen Entgegenkommens von Herrn Dr. Jules Favre, das ich hiermit bestens verdanken möchte, konnte ich aus zwei der von ihm auf die Mollusken untersuchten Profile eine Anzahl von Proben pollenanalytisch durcharbeiten. Diese stammten aus dem grossen, jetzt völlig entwässerten Moor von Sionnet-Rouelbeau bei Meinier, 430 m über Meer. In den zentralen Teilen erreicht der Torf eine bedeutende Mächtigkeit und keilt gegen den Rand hin aus. Gegen den einfließenden Bach hin wird der Lehm der Deckschicht sandig oder kiesig. Wir geben in der

Abbildung 45 vier Sionnet-Profile von Favre wieder (seine Abb. 14—17), die vom Zentrum bis gegen die Ränder hin reichen.

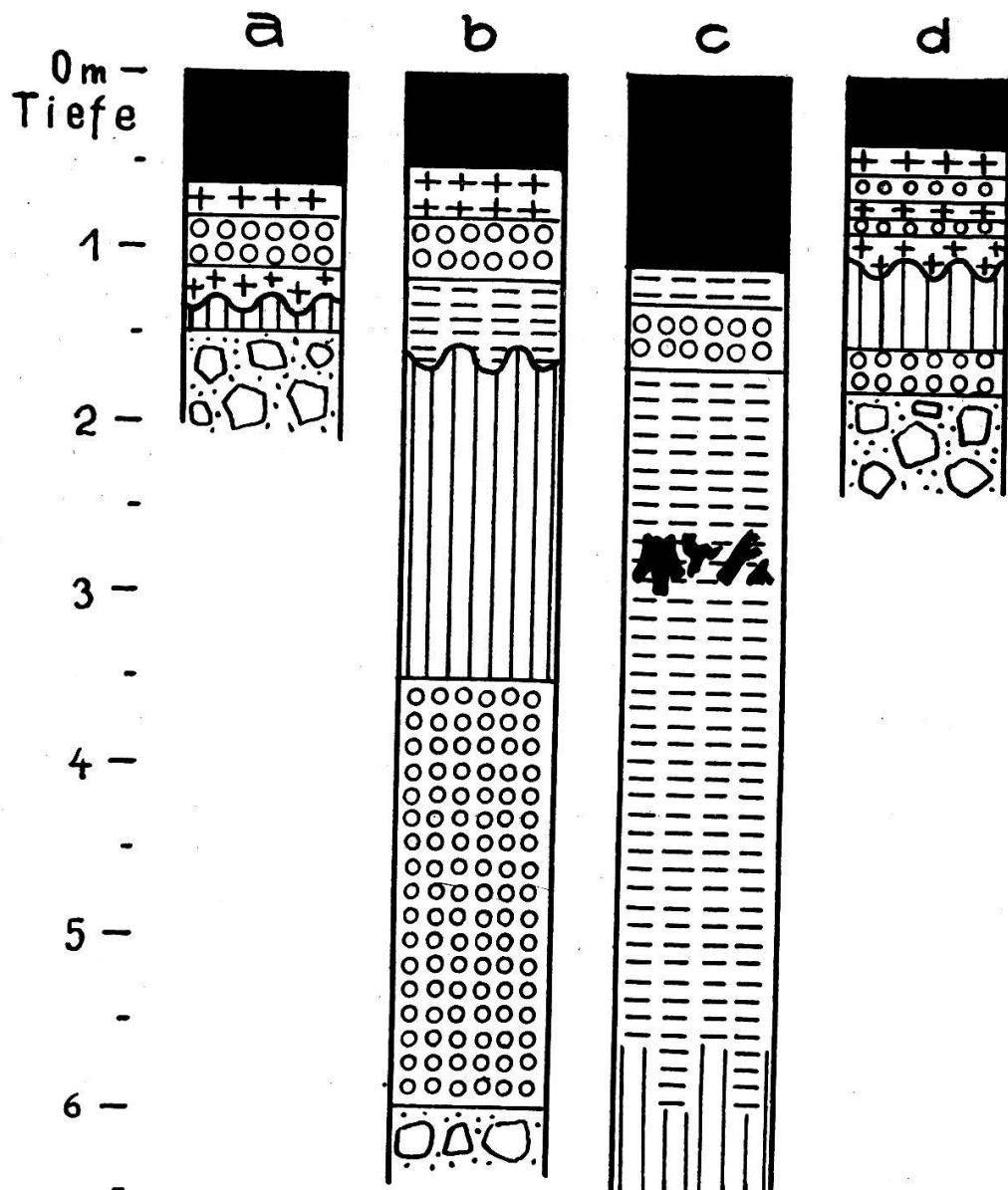


Abb. 45.

Bodenprofile durch das Moor von Sionnet bei Genf, nach J. Favre.
 a = Südrand des Moores (Fig. 14 bei Favre), b = südliche Teile (Fig. 16 bei Favre), c = Mitte (Fig. 17), d = Nordrand (Fig. 15). Erklärung der Zeichen s. S. 10.

Die Sedimentationsreihe zeigt einen ausgesprochenen Wechsel in der Ablagerungsform, von unten nach oben: Moräne → blauer Lehm (Mergel) = starke Trübung des einfließenden Wassers, wenig Pflanzenwuchs → Seekreide = reines, kalkreiches Wasser mit vorwiegend untergetaucht lebenden Pflanzen; mineralische Einschwemmung gering → Austrocknung

und teilweise Abtragung → Torfbildung; mineralische Einschwemmung am Rande stark, gegen die Mitte hin verschwindend → grauer Mergel = Einschwemmung stark → Torf mit reichlicher Einschwemmung von Mineralstoffen → gelber Lehm = starke Einschwemmung von Mineralstoffen. Es ergeben sich also nach der Ablagerung der Seekreide noch mehrere (vermutlich drei) deutlich erkennbare Ueberschwemmungshorizonte (siehe unten).

Zur Analyse gelangten vor aliem Proben aus Favre's Profil 16 (Abb. 45 b). Die Seekreide in 3 m Tiefe entstund noch in der reinen Birkenzeit (auf 31 Betula 1 Pinus und einige Salix-Pollen), der obere, korrodierte Rand der Seekreide entstammte der Corylus-Zeit mit viel Eichenmischwald und Pinus (auf 66 Corylus 25 Pinus, 36 EM (besonders Quercus), 6 Betula, 6 Alnus). Der Torf über der Seekreide ergab nichts. Der untere graue Lehm war, wie alle über der Seekreide liegenden Schichten, sehr pollenarm; in 6 Präparaten fanden sich 11 Abies, 9 Pinus, 12 Quercus, 5 Corylus, 2 Alnus, 4 Fagus, 1 unsichere Ulmus. Dieser Horizont ist also an die Grenze von Eichenmischwaldzeit und Abies-Zeit zu setzen. Im daraufliegenden erdigen Torf wurden an Grosspollen gezählt 22 Picea und 32 Abies, im obersten Lehm 20 Picea und 9 Abies.

Der Kontakt zwischen Seekreide und Torf konnte noch von zwei anderen Punkten des gleichen Moosgebietes untersucht werden, vom Pfeiler der Chamboton-Brücke (zufließender Bach) und aus dem Zentrum des Moores. Die Stratifikation am Chamboton stimmte mit dem oben dargestellten Sionnetprofil b) annähernd überein. In der tieferen Seekreide fand sich nur Betula-Pollen neben vereinzelten Pinus und einigen Pollen, die zu Hippophaë gehören dürften. Der Oberrand der Seekreide war ausgesprochene Pinus-Zeit (223 Pinus, 15 Corylus, 27 Betula, 7 Alnus). Die darüberliegende Grundsicht des Torfes (Gyttja?) ist ebenfalls Pinus-Zeit (180 Pinus, 45 Corylus, 16 Betula, 6 Alnus, 1 Quercus, 1 Ulmus). Die Proben aus dem Zentrum des Moores stammten aus Favre's Profil 17 (Abb. 45 c), wo eine mächtige Torfschicht auf der Seekreide ruht und ein kontinuierlicher Uebergang ohne Korrosionsfläche vorhanden ist. Die Analyse einer Torfprobe aus dem untersten Torfe ergab späte Föhrenzeit (95 Pinus, 91 Corylus, 27 Betula, 6 Alnus, 32 EM).

Pollenuntersuchung von Proben aus dem benachbarten Moor von Rouelbeau, wo die Seekreide von wenig mächtigem Torfe überlagert ist, ergab in der Tiefe der Seekreide und unter der korrodierten Oberfläche reine Betulazeit.

Diese Ergebnisse sind zum Teil schwierig zu deuten. Wir besitzen aus dēr Gegend bis jetzt kein vollständiges Pollendiagramm, auf welches Bezug zu nehmen wäre und wissen infolgedessen nicht, ob sich hier, wie im Grossen Moos, zwischen Eichenmischwaldzeit und Buchenzeit anstelle der jüngeren Teile der Eichenmischwaldzeit eine Tannenzeit einschiebt. Die oberen Teile des Profils 16 sind zu wenig mächtig entwickelt, d. h. repräsentieren wohl nur verhältnismässig kurze Abschnitte der jüngeren Postglazialzeit und sind auch zu pollenarm, um Sicherheit zu schaffen. Die Ergebnisse

deuten aber eher auf die frühzeitige Dominanz der Tanne, so dass wir das Schema des Grossen Mooses zugrunde legen wollen.

Sichergestellt ist vorerst, dass die Auffüllung des Beckens in der Hauptsache, das heisst soweit die Seekreide reicht, bereits in der frühen Postglazialzeit, der Birken- und Föhrenzeit, vor sich ging. Schon in der Föhrenzeit setzte in den zentralen Teilen des Mooses die Torfbildung ein. Die erste Schwierigkeit liegt am Kontakt zwischen Seekreide und Torf.

Der Oberrand der Seekreide braucht nicht gleichaltrig zu sein, besonders auch nicht, wenn er ein Korrosionsrand ist, der ungleiche Abtragung erfahren hat. Soll er aber einer allgemeinen Austrocknung mit Ausnahme der zentralen Moorteile entsprechen, so muss der Torf, der auf der korrodierten Seekreide liegt und in der folgenden Zeit der Vernässung entstanden ist, überall jünger sein als die Seekreide. Dies scheint nun nicht der Fall zu sein: die oberste Seekreide im Profil 16 ist jünger als der unterste Torf im Profil am Chamboton, der seinerseits gleichaltrig ist mit dem untersten Torf des ungestörten Profils 17. Die Lagerung ist also unter der Voraussetzung des Korrosionshorizontes nicht normal. Sie kann angesichts der grossen Plastizität der Seekreide vielleicht auf folgende Art erklärt werden. Die Gebiete, in denen heute die Torfe am mächtigsten entwickelt sind, waren ursprünglich die am raschesten verlandeten, so dass hier die Torfbildung bereits begann, als an anderen, mehr randlich gelegenen Stellen noch Seekreide gebildet wurde. Infolge der Belastung durch den Torf wich die Seekreide langsam auf die Seite, und der Torf sank ein. So kam das Seekreide-Niveau in den randlichen Teilen höher zu liegen, und als die Oberfläche schliesslich austrocknete, war im Zentrum bereits eine dicke Schicht Torf vorhanden, auf welcher der Baumwuchs sich ausbreitete, der heute als Holzhorizont im Torf enthalten ist. Als nach der Zeit der Austrocknung und teilweisen Korrasion der Seekreide das Grundwasser wieder stieg und das Moor überschwemmte (nach der Haselzeit), bildete sich auf der ganzen Fläche Torf. Aber in den untersten Torf wurden Rückstände der ausgelaugten Seekreide samt den Pollen eingeschlossen, so dass dieser, wenigstens stellenweise, ein älteres Pollenspektrum aufweist, als ihm eigentlich zukommt.

Die Erklärung wird einfacher, wenn wir annehmen, der Korrasionshorizont entspreche in Wirklichkeit gar keiner Abtragung, sondern sei entstanden durch Verschiebungen in der oberen Schicht der Seekreide unter einer dünnen Torfüberlagerung, vielleicht sogar unter Mitwirkung der Wurzeln eines auf dem Torfe wachsenden Waldes.

Nach dieser Auffassung würde die Torfbildung in den einzelnen Moorteilen zu ungleicher Zeit, zwischen der späten Föhrenzeit und der späten Haselzeit begonnen haben. Da sie in den zentralen und nässesten Teilen des Moores am stärksten war, sank die kompakte Torfschicht langsam in die plastische Seekreide ein, die nach der Seite auswich, sich dort etwas hob und stellenweise an der Ober-

fläche fätelte. Durch die fortschreitende Aufhöhung trat eine allgemeine Austrocknung der Mooroberfläche ein, die zur Bewaldung führte. In den zentralen Teilen würde der im Torfe eingeschlossene Holzhorizont diesem Zustande entsprechen. Bei späterem Ansteigen des Grundwassers (Eichenmischwaldzeit?) wurde wieder etwas Torf gebildet, an den Rändern sehr wenig, im Zentrum mehr, wobei hier die Strünke der Bäume im Torfe eingeschlossen wurden.

In der späteren Zeit, die in den schmalen, unter der heutigen Oberfläche liegenden Bändchen enthalten ist, sind noch zwei Zeiten der Vernässung sicher zu unterscheiden. Die eine entspricht dem Mergelband und fand in der Abieszeit statt. Sie muss beträchtlich gewesen sein, mit offenem Wasser, sonst hätte sich anstelle des Mergels nur Lehm eingelagert. Die andere entspricht den oberflächlichen Lehmen und ist in die Piceazeit einzusetzen. Die zwischenliegenden lehmigen Torfe (im Zentrum reiner Torf), die sich an der untersuchten Stelle als piceazeitlich erwiesen, können die letzte Ueberschwemmungszeit eingeleitet haben oder teilweise auch in der abieszeitlichen Ueberschwemmung abgelagert worden sein. Da wir mit zwischenliegenden Trockenzeiten rechnen, die länger gedauert haben dürften als die Ueberschwemmungszeiten, so sind Aufbereitungshorizonte zu erwarten (schwarze Lehme?), die vielleicht durch genaue stratigraphische Analyse erfasst werden könnten.

Es sind hier also nachzuweisen eine kurzdauernde abieszeitliche, eine länger (bis in die Gegenwart?) dauernde piceazeitliche und eine wahrscheinlich eichenmischwaldzeitliche Erhöhung des Grundwasserspiegels.

Bern. Im Gebiete der heutigen Stadt Bern sind Ueberlagerungen von Toren durch Mineralerde mehrfach beobachtet worden. Herr Dr. Ed. Gerber hat mich darauf aufmerksam gemacht und mir auch einige Materialien zur Untersuchung überlassen, was ihm bestens verdankt sei. Bereits im Jahre 1870 beschrieb J. Bachmann ein Torflager im Mattenhofgebiet, in der Nähe der Kreuzung von Belpstrasse und Effingerstrasse. Der Torf war 120 cm mächtig, «Moostorf», vollkommen rein und lag unter 210 cm kiesiger Ueberschüttung. Im Torf fand sich ein Eichenstamm. Bachmann schloss auf einen kleinen, seichten See innerhalb eines Tei-

gebietes der Endmoräne von Bern, der zuerst durch Lehmeinschwemmung, dann durch Torfbildung verlandete und später durch grobe Ausschwemmungen der Moräne weiter aufgefüllt worden sei. Die Annahme, dass einst hier offenes Wasser vorhanden gewesen sei, wurde im Jahre 1933 durch das Auffinden eines Einbaumes aus Eichenholz am westlichen Ende der Effingerstrasse bestätigt (G e r b e r , 1933). Die Ueberführung mit grobem Material kann also frühestens in der neolithischen Zeit erfolgt sein, nicht vor der tannenzeitlichen Ueberschwemmung im Grossen Moos. Genaue Altersbestimmung ist augenblicklich mangels an Material nicht möglich. Dagegen erhielt ich durch G e r b e r von drei anderen Stellen des Stadtbezirkes Torfe zur Untersuchung.

a) M a r z i l i . Hier wurde in der Nähe der Aare 1932 bei Kanalisationsarbeiten unter einer mächtigen Lehmschicht (335 cm) ein Torflager von 120 cm Dicke aufgeschlossen, das auf Grundmoräne lag. Der Torf erwies sich bei näherer Untersuchung als Radizellentorf, etwas tonig, mit spärlichen Pollen. Die Auszählung der Grosspollen ergab in 10 Präparaten 27 Abies auf 22 Picea. Also Ueberschüttung in der Picea-Zeit. Der Beginn der Torfbildung und etwaige Strukturänderungen konnten natürlich aus dieser einzelnen Probe nicht erschlossen werden. Die Ueberschüttung erfolgte wahrscheinlich durch den Sulgenbach, der hier in die Aare einmündet und auch heute noch bei starken Regengüssen zu einem braunen Wildbache anschwellen kann.

b) K i r c h e n f e l d . Beim Bau der Kunsteisbahn wurde 1933 unter 50 cm Lehm eine Schicht lehmigen Torfes mit reichlichen Moosblättern und Holzeinschlüssen angetroffen.

Die Pollenanalyse ergab bei sehr spärlichem Pollengehalt und 58 gezählten Pollen nachstehende prozentuale Verteilung:

Abies	7	Quercus	14
Pinus	7	Ulmus	2
Alnus	5	Tilia	53
Betula	2	E M	69
Fagus	10	Corylus	38

also Eichenmischwald mit weit vorherrschender Tilia. Die Fagus zugerechneten Pollen können teilweise von Hippophaë stammen, der heute noch in der unmittelbaren Nähe, am Aareufer, reichlich vorkommt.

Die Vernässung der flachen Mulde, die zur Bildung des Torfes führte, ist also wahrscheinlich gegen Ende der Eichenmischwaldzeit

erfolgt (*Abies*), die Lehmüberlagerung während einer späteren Katastrophe.

c) Mettlen bei Mur i. Hier wurde bei Kanalisationarbeiten im Jahre 1930 unter mindestens 1 m blauem Lehm und unterlagert von blauem Lehm ein Torflager angetroffen, nach einem von Prof. W. Rytz aufgenommenen Profil bestehend aus 65 cm Gytja und darüber mindestens 135 cm Torf.

Die einzige gesammelte Probe war ein Moostorf (nach der Etiquette Trifarium-Torf), der reichlich Pollen enthielt. Die 135 gezählten Pollen verteilten sich prozentual wie folgt:

Pinus	33	Ulmus	11
Alnus	11	Tilia	1
Betula	44	E M	12
		Corylus	66

Dieser Torf entstand also in der Coryluszeit. Die eine analysierte Torfprobe kann uns aber nicht viel nützen. Vermutlich stammt sie aus dem untern Teile des Torfes.

Wir haben einen Moränenküppel vor uns, der nach dem Rückzuge des Eises verlandete. Wann die Verlandung zu Ende ging, und wann die Ueberlagerung mit Lehm erfolgte, wissen wir nicht.

Münsingen. Zwischen Thun und Bern wurde in Münsingen am Rande einer Aareterrasse und nahe einem Altwasserlaufe der Aare unter 6 m Kies ein wenig mächtiges Torflager gefunden. Mein Vater, Herr Jakob Lüdi, machte mich darauf aufmerksam und verschaffte mir die Bodenproben, was ich ihm bestens verdanken möchte.

Unter dem Torfe lag eine seekreideähnliche Schicht, die sich in Salzsäure ohne wesentliche Trübung löste. Der Torf war schwarz und enthielt stark vertorftes Holz. Er ging nach oben in torfigen Lehm über, der vom Schotter übergelagert wurde. Die Pollenanalyse ergab in der Seekreide und im Lehm nichts, im Torf fand sich nach mehreren Versuchen ein günstiges Stück (*Hypnumtorf*) mit folgendem Pollenspektrum (in 127 gezählten Pollen):

Picea	1	Fagus	4
Abies	49	Quercus	5
Pinus	4	Ulmus	2
Carpinus (?)	1	E M	7
Betula	1	Corylus	2
Alnus	33		

also ausgesprochene Tannenzeit mit hohen Erlenprozenten, die vom Auenwald der Aare herrühren.

Der alte Flusslauf verlandete somit durch Torfbildung in der Abieszeit; wann die Ueberführung geschah, können wir nicht sagen.

Sie muss durch Rutschen des Terrassenhanges erfolgt sein. In der Gegenwart bilden, soweit meine Erfahrung reicht, die Altwässer der Aare keinen Torf.

Thunersee. Im Jahre 1924 wurde in der Stadt Thun, nahe dem Ausflusse der Aare aus dem Thunersee (vgl. Kärtchen Abb. 46), ein Pfahlbau aufgedeckt, der von den Herren Beck, Rytz, Stehlin und Tschumi (1931) eingehend untersucht worden ist. Er

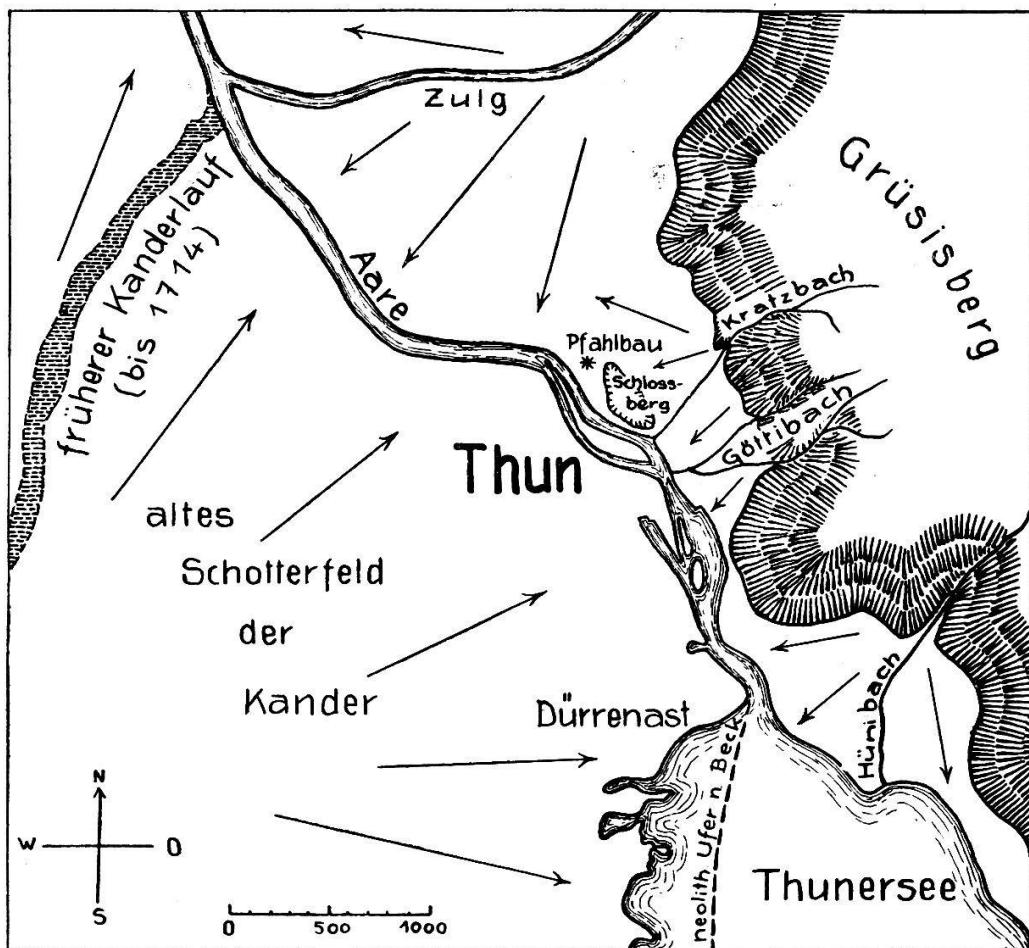


Abb. 46.
Kärtchen der Umgebung von Thun.

gehörte nach den Fundstücken ins alte Neolithikum; das von W. Rytz untersuchte Pollenspektrum der Kulturschicht zeigte Abieszeit. Nach P. Beck lag die Station in einem Altwasser der Aare bei einem Seespiegelstande, der rund 3 m tiefer anzusetzen ist als in der Gegenwart.

Unmittelbar vor der Erbauung des Pfahlbaues und während er bewohnt war, wurde vom Wasser feiner Lehm (Mergel) abgelagert, der auf grobem Kanderschotter von unbekannter Mächtigkeit ruht. Der Pfahlbau muss durch Brand zugrunde gegangen sein. Ueber der Kulturschicht liegen 2—2,5 m Molassesande, die von einem bei Thun seitlich in die Aare mündenden Wildbache, dem Kratzbach, hergebracht worden sind. Die Sande wurden nach ihrer Beschaffenheit im fliessenden Wasser abgelagert. An ihrer Basis ist noch etwas Mergel (offenbar die Fortsetzung der älteren Mergelablagerung) und darüber sandiger Kies von höchstens 20 cm Mächtigkeit. Ueber den Sanden lagerte 1—2 m «Humus», von dem Beck annimmt, er sei durch künstliche Auffüllung hergekommen. Leider wurde er pollenanalytisch nicht untersucht. Im oberen Teile des Kratzbach-Schuttkegels wurde in 150 cm Tiefe eine lange Bronzenadel gefunden. Im Schuttkegel des benachbarten Göttibaches wurden in 1,8 und 2,9 m Tiefe bronzezeitliche Urnen und eine Hocker-Leiche gefunden (Jahresbericht Schweiz. Ges. f. Urgesch. 24 1932, S. 31).

Eine grosse Aehnlichkeit mit den Verhältnissen an den Jura-seen ist vorhanden. Auf eine Zeit tiefen Wasserstandes und ruhiger Sedimentation im frühen Neolithikum folgte eine Zeit mit hohem Wasserstand und mächtiger Geschiebeförderung. Nach dem wenigen Lehm zu schliessen, der auf der Kulturschicht aufliegt, folgte dieser Wechsel bald nach dem Verlassen des Pfahlbaus. So liegt es nahe, ihn mit dem abieszeitlichen Ueberschwemmungshorizonte des Grossen Mooses zu identifizieren, die im Schuttkegel über den Bronzefunden liegenden Teile mit der piceazeitlichen Ueberschwemmung. Man müsste allerdings in diesem Falle im Innern des Schuttkegels die entsprechenden Verwitterungshorizonte erwarten, auf die aber kaum gefahndet worden ist.

Die Spiegelhöhe des Thunersees ist vor allem beeinflusst durch die beiden Flüsse, die unterhalb Thun in die Aare mündeten, die Kander aus den Hochgebirgen der mittleren und westlichen Berneralpen und die Zulg aus den Randgebirgen der Alpen östlich des Thunersees. Seit 1714 ist die Kander direkt in den Thunersee geleitet. Vermehrte Schuttablagerung dieser Flüsse und jeder Vorrätschlag ihrer Schuttkegel muss den Thunersee aufstauen, während in Zeiten gleichmässiger Schuttführung eine Gleichgewichtslage sich ausbildet und bei abnehmender Schuttführung oder vergrösserer Abflussgeschwindigkeit durch Rückwärtserosion der Aare der Wasserspiegel gesenkt wird, ein Vorgang, der gerade im verflossenen Jahrhundert als Folge der Aarekorrektion zwischen Thun und Bern (1871—1877) ohne intensive Gegenmassnahmen des Menschen den Seespiegel um mehrere Meter abgesenkt haben würde

(n. Beck). Die Aufstauung des Thunersees deutet also auf eine verstärkte Schuttzufuhr der Kander und der Zulg, die sehr wahrscheinlich durch eine vermehrte Erosionstätigkeit ausgelöst wurde. Als Ursache drängt sich die Annahme einer Klimaänderung auf, da die beiden Flüsse ihren Schuttkegel schon lange vorher bis an die Aare vorgestossen hatten (z. B. grober Kanderkies unter dem Pfahlbau Thun). Die Ablagerung des Kratzbaches hat dagegen nur sekundäre Bedeutung, gleichgültig, ob dieser Bach seinen Schuttkegel erst damals oder bereits früher an die Aare vorgetragen hatte. Um diese Sande fortführen zu können, würde bereits eine sehr kleine Aufnöhung der Aare genügt haben; ihre Aufhäufung vollzog sich wesentlich unter dem Schutze der weiter abwärts durch die Alpenflüsse bewirkten Aufstauung. Die Alluvion des Kratzbaches beginnt mit einer kiesigen Basisschicht, wie wir sie auch an der Biberen mehrfach am Grunde der Ueberschwemmungshorizonte gefunden haben und als Folge sehr heftiger Ausbrüche, die die Ueberschwemmungszeiten einleiteten, deuteten. Es sei auch darauf aufmerksam gemacht, dass der von Beck für das ältere Neolithikum angegebene tiefe Stand des Thunersees ungefähr mit dem für die Juraseen errechneten übereinstimmt.

Bei Letsch (1907) sind in Thun auch Tonlager mit 2 eingeschlossenen Torfschichten angegeben, deren zeitliche Festlegung das Verständnis der Spiegelschwankungen des Thunersees fördern dürfte.

Siehenmoos im Emmental. Von diesem kleinen Hochmoor wurde festgestellt, dass es zu Beginn der Abieszeit durch Sphagnum-Vermoorung einer flachen, mit Abieswald bestandenen Mulde entstanden ist. Eine leichte, vorübergehende Austrocknung wurde für die mittlere Abieszeit wahrscheinlich gemacht, eine stärkere Austrocknung mit neuer Vermoorung gegen Ende der Abieszeit (wohl der Buchenzeit entsprechend) vor der beginnenden Piceazeit (Lüdi 1930).

Bielersee. Die Pfahlbauten des Bielersees, die vor kurzem durch Th. Ischer (1928) eine eingehende Bearbeitung erfahren haben, konnten in unserer Beweisführung für Seespiegelschwankungen nicht verwertet werden, weil die Angaben über die stratigraphischen Verhältnisse und über die Tiefenlagerung der Schichten, bezogen auf den mittleren Seestand, nicht ausreichen. Ganz

allgemein finden sich aber die gleichen Erscheinungen wie am Neuenburgersee. Die meisten Pfahlbauten liegen nach Ischer gegenwärtig in der Zone, die bei Hoch- und Mittelwasserstand im Uferwasser steht, aber bei Niederwasser teilweise trockengelegt wird. Die Kulturschichten sind aber in sehr ungleicher Weise und ungleichmässig von anderen Ablagerungen bedeckt. Zur Bildung eines selbständigen Urteils verfüge ich nicht über genügend eigene Anschauung. Es sei noch hervorgehoben, dass im neolithischen Pfahlbau Lüscherz zwei Kulturschichten übereinanderliegen, durch sterile Zwischenschicht getrennt, während die kupferzeitliche Station etwas weiter seewärts liegt.

Eichenstämme in den Flusstälern. Diese finden sich oft unter mächtigen Kieslagern und gelten im allgemeinen als eingeschwemmt. So an Zihl und Aare vom Bielersee gegen Solothurn (vgl. S. 47), in der Aare bei Aarau, im Limmatthal unterhalb Zürich. Besonders häufig sind sie nach einer Mitteilung von Herrn Dr. J. Hug in gewissen Teilen des untern Reusstals, wo sie die Quellbohrungen ganz erheblich hemmen. Offenbar handelt es sich bei den meisten dieser Vorkommnisse nicht um zufällige oder gleichmässige Einschwemmung, sondern um ausgeprägte Eichenhorizonte, die in bestimmte Zeitperioden fallen. In manchen Fällen dürften diese Stämme auch autochthon sein. Alte Waldböden in den Ablagerungen der Flusstäler sind verschiedentlich zu vermuten. So findet sich bei Letsch (1907) die Angabe, dass bei Büren an der Aare ein schwarzer Lehmhorizont, 0,15—0,6 m mächtig, 1—2 m tief unter der Oberfläche im Lehm stecke und bei Dotzigen schwarzer Ton mit Pflanzenresten («Eichenschwemmholtz») in 50 cm dicker Schicht unter 2,2 m Lehm über Sand. Bis jetzt sind aber keine Versuche gemacht worden, diese Eichenhorizonte zu datieren.

Münchenbuchsee-Moos. Herr W. Tellenbach machte mich auf eine Strukturänderung aufmerksam, die er bei Kultivierungsmaßnahmen im nordwestlichen Teile dieses nördlich von Bern gelegenen Mooses angetroffen hatte, und übersandte mir auch Material zur Untersuchung, was ihm hiermit bestens verdankt sei.

Typische Seekreide war nahe dem Grunde des Moores zwischen Torf eingelagert. Die pollanalytische Untersuchung zeigte im unterliegenden Sand reine Birkenzeit, im untern reinen und braunen Torf (10 cm) und in der Seekreide (15 cm) Föhrenzeit, im überliegenden schwarzen und etwas

tonigen Torf (50 cm) Föhre und Hasel in ungefähr gleichen Teilen, also vermutlich beginnende Haselzeit. Die oberen Schichten des Profils (etwa 2 m) sind abgebaut.

Hier liegt also eine föhrenzeitliche Ueberschwemmung vor. Oestlich vom Münchenbuchsee-Moos liegt der gleichnamige See, an dem neolithische Pfahlbauten gefunden wurden. Von der Weststation gibt O. Tschumi (11. Pfahlbaubericht, S. 31) an, über der Kulturschicht liege 10 cm Lehm, dann 5 cm Sand und schliesslich 60 cm Torf. Auch hier dürfte es sich um einen Ueberschwemmungs-horizont handeln.

Inkwil. In dem kleinen See von Inkwil bei Herzogenbuchsee liegt eine Insel. Diese trägt einen Pfahlbau (11. Pfahlbaubericht, S. 32), der nach O. Tschumi von der neolithischen bis in die Bronzezeit bewohnt gewesen ist.

In beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche (die Angaben schwanken von 105 bis 210 cm) findet sich auf Seekreide ein Rost aus doppelter Balkenlage, der auf kurzen Pfählen ruht. W. Rytz bestimmte (nach Tschumi, loc. cit.) Holz von Tanne, Esche und Eiche. Auf dem Rost liegt zuerst eine isolierende Lehmschicht von 40 cm und sodann die Kulturschicht. Diese ist 35 cm mächtig, nach v. Bonstetten und Uhlmann (cit. bei Tschumi) in dem Zentrum der Siedlung bis 150 cm. Ueber der Kulturschicht kommt 10 cm Lehm und 20 cm «Humus» (Tschumi und Rytz).

Offenbar war diese Siedlung bei einem tiefen Wasserstande auf festem Boden errichtet. Vor einer 1892 vorgenommenen Absenkung ragte die Insel nach älteren Angaben nur wenig aus dem Wasser heraus. Vielleicht deutet der unter der Kulturschicht liegende Lehm das Bedürfnis nach Abdichtung des Bodens gegen Feuchtigkeit an. Die Lehmüberlagerung der Kulturschicht kann als Zeichen eines nachbronzezeitlichen Wasserhochstandes angesehen werden; zwischen (jüngerem) Neolithikum und Bronzezeit scheint keine solche Zwischenschicht zu liegen, was mit unseren Erfahrungen aus dem Gebiete der Juraseen in Uebereinstimmung steht.

Liestal. Die Römerstrasse, die von Liestal gegen Bubendorf führt, wurde schon mehrmals angeschnitten, so auch 1928 am Langhagweg. Nach dem Berichte von F. Leuthold (1928) ist der etwas linsenförmige Strassenkörper 5 m breit, in der Mitte, unter der 1,8 m breiten Fahrbahn, 60 cm dick und besteht aus Schottern der Ergolz oder der Frenke. Er ist heute von einer Lehmb

schicht von 160 cm Mächtigkeit bedeckt. Hier haben wir also das Beispiel einer Lehmüberlagerung in der historischen Zeit. Da die Strasse an einem ziemlich steilen, lehmigen Hange hinführt und in den Lehm eingeschnitten war, ist sowohl langsame Ausspülung infolge der Kultivierung des Bodens, als auch Rutschung des Hanges möglich.

Breitsee bei Möhlin. Diese von H. Härry (1932) sorgfältig untersuchte flache Lössmulde versumpfte im mittleren Teile der Eichenmischwaldzeit. Es bildete sich während der Eichenmischwaldzeit und der auf sie folgenden Tannenzeit rund 40 cm Seggentorf, der oben in einen holzreichen Torf überging. Die Torfbildung erreichte ihren Abschluss, als die Buche im Pollenspektrum über die Tanne dominierte. Später setzte eine neue Vermoorung ein und rund 40 cm Sphagnumtorf lagerte sich über dem Flachmoortorfe ab. Im Waldbilde blieb die Buche herrschend mit viel Hasel und Erle und wenig Tanne und Fichte. Es fehlt also hier die jüngere Tannenzeit. Möglicherweise steckt sie aber in einer nicht analysierten Schicht im untersten Hochmoortorfe.

Wauwil. In dem ausgedehnten Moorgebiete von Wauwil (an der Gotthardlinie zwischen Olten und Luzern, da wo die Bahn das Wiggertal verlässt und sich dem Sempachersee zuwendet), das um einen seichten und heute durch Verlandung und moderne Absenkung verschwundenen Moränensee herum gelegen ist, sind eine ganze Anzahl von neolithischen Siedlungen aufgefunden und zum Teil ausgebeult worden. Eine zusammenfassende Darstellung liegt von P. E. Scherrer vor (1924). Leider wurden die stratigraphischen Verhältnisse wenig beachtet, so dass es kaum möglich ist, sich ein klares Bild zu machen.

Für den Pfahlbau Ergolzwil II (loc. cit., S. 92 ff. und S. 123) scheint mir aus der Darstellung hervorzugehen, dass dort mindestens zwei übereinanderliegende Kulturschichten gefunden wurden, die durch Torf oder sandig-lehmige Zwischenlagen getrennt waren und von Torf überdeckt wurden. Hier ist also ein Ueberschwemmungshorizont vorhanden, oder aber es ging die Torfbildung während der Besiedelungszeit weiter, so dass die Kulturschicht nur eine Einlagerung in den Torf bilden würde. Da man diese Pfahlbauten als Moorsiedlungen betrachtet, so ist das letztere nicht anzunehmen, sondern trockener Grund vorauszusetzen. In einer andern Siedlung, Schötz I (loc. cit. S. 62 ff.), liegt die Kulturschicht, ca. 40 cm mächtig, mit mehreren Bodenlagen, zwischen denen dünne Lehmschichten sind, nur 3—4 cm über der Seekreide, in welche die Pfähle eingearbeitet waren. Zwischen der Kulturschicht und der Seekreide war eine

Schicht schwarzen Torfes, der beim Trocknen stark schrumpfte (Gyttja?). Ueber der Kulturschicht lag ursprünglich eine mächtige Torfschicht (1,5—1,8 m). Aus der Länge der Pfähle, die seitlich umgelegt worden sind, wird festgestellt, dass die oberen Pfahlenden 55 cm über dem Niveau der Seekreide gestanden haben, der unterste Boden mindestens 60 cm. Die Hütte hat demnach frei über dem Boden gestanden, wohl um gegen höheren Wasserstand geschützt zu sein. Die auf der Kulturschicht sitzende Torfschicht setzt ein starkes Ansteigen des Grundwassers in der Zeit nach dem Verlassen der Siedlung voraus.

Paul Keller hat in Schötz I eine Bohrung und Analyse des Pollenspektrums vorgenommen (1928). Er findet unter 2 m Torf 10 cm Kulturschicht, darunter 3 m Seekreide und dann Glazialton. Das Pollendiagramm ergibt in der Seekreide von unten nach oben Föhren-Hasel-Eichenmischwald-Buchenzeit. Die Kulturschicht liegt unter dem Buchengipfel, und im darüberliegenden Torf beginnt die Tannenzeit. Die Torfbildung ging bis in die neuere Zeit weiter; denn nach Heierli (1907) wurde in der Gegend des Bahnhofes ein La Tène-zeitlicher Feuerbock 1 m tief unter Torf gefunden. In den randlichen Teilen des Moores sind weitgehende Ueberlagerungen des Torfes durch Mineralerde vorhanden.

Wir können die sicher noch recht unvollständige Entwicklungs geschichte des Wauwilermooses wie folgt zusammenfassen: Im Gebiet der Pfahlbaudörfer war offener See und es erfolgte Seekreideablagerung bis ins Neolithikum, das hier in die Buchenzeit fällt. Dann fiel der Seespiegel rasch ab; auf der Seekreide bildete sich eine dünne Torf- (oder Gyttja-?) Schicht; die Bodenoberfläche trocknete aus und wurde vom Pfahlbauer besiedelt. Nach der Zeit der neolithischen Pfahlbauten (waldgeschichtlich in der Tannenzeit), vielleicht auch bereits innerhalb der Pfahlbauzeit, hob sich der Wasserspiegel wieder, und es folgte mächtige Torfbildung (stellenweise vorangehend wieder Seekreideablagerung), die bis in die Nach-La Tène-Zeit weiterdauerte (mit Unterbruch?). In den randlichen Teilen des Moores wurde der Torf von Mineralerde überlagert (Zeitpunkt des Beginnes dieser Ueberlagerung?).

Gegenwärtig wird die Urgeschichte dieses interessanten, aber komplizierten Gebietes von H. Reinerth und Mitarbeitern nach modernen Methoden bearbeitet, wobei auch der Stratigraphie alle Aufmerksamkeit geschenkt wird, und es steht zu erwarten, dass wir hier wichtige Aufklärungen erhalten werden. Wir möchten nach Angaben von Herrn H. Härry, der die Untersuchung der Untergrundsverhältnisse durchführt und zahlreiche Profile pollenanalytisch durchgearbeitet hat, nur bemerken, dass die neolithischen Kulturschichten nur zum Teil in die Buchenzeit fallen, zum grösseren Teil aber in der darauffolgenden Tannenzeit liegen. Es ergibt sich daraus, dass im Wauwilermoos auf die Eichenmischwaldzeit zuerst eine kurzdauernde Buchenzeit folgte, die noch im Neolithikum von der Tannenzeit abgelöst wurde. Deshalb ist es sehr wohl möglich, dass für die jüngeren Zeiten die Waldfolge des Grossen Moores sich auch

hier wieder findet. Leider ist für die nachneolithische Zeit die Waldfolge noch nicht festgelegt. Doch steigt in einzelnen Profilen die Buchenkurve oberhalb der neolithischen Kulturschichten wieder an.

Ferner hat Ant. Graf (1932, 1933) durch selbständige Bohrungen in den letzten Jahren einen neuen neolithischen Pfahlbau aufgefunden (Ergolz, wil 3), dessen Kulturschicht ganz in der Seekreide liegt, pollenanalytisch in der Buchenzeit (nach gefl. Mitt. v. Härr). Hier ist die Tatsache der Wassersiedlung kaum zu bezweifeln.

Hallwilersee. In einer Arbeit über den Hallwilersee setzen sich R. Bosch und H. Härr (1925) auch mit den Verhältnissen der Seegestaltung in bezug auf die vorgeschichtlichen Siedlungen auseinander. Der Untergrund der Seeufer wird von mächtiger Seekreide gebildet (über 10 m), auf der, mit einer Gyttja-Zwischen- schicht, Flachmoor-Torf liegt, dessen Mächtigkeit nach den Angaben von Härr für das Nordufer des Sees von 1,5 m bis über 5 m schwankt. Durch die Auffüllungen ist der Umfang des Sees, namentlich in dem Gebiete des Seeausflusses, beträchtlich verkleinert worden.

Auf einer inselartigen Erhöhung beim Erlenholzli, heute rund 80 m vom Ufer entfernt und ca. 90 cm unter Wasser liegend, wurde auf einer Torfbank von 50 cm Mächtigkeit ein neolithisches Dorf entdeckt und 1921/23 ausgegraben. Es ging durch Brand zugrunde. Eine grosse, bronzezeitliche Siedlung wurde nahe dem Ausflusse der Aa aus dem See im sogenannten Riesi aufgefunden (1923). Sie liegt im Torfe eingeschlossen, in 1,5—3 m Tiefe, nahe dem untern Ende des Torfes. Bosch beschreibt sie als Moorsiedlung, die auf trockener Torfwiese angelegt wurde, bei einem Seespiegel, der 2 m tiefer sein musste als gegenwärtig. Uebereinanderliegende Hüttenböden und Pfahlroste deuten an, dass während der Dauer der Siedlung der Seespiegel stieg. Das Dorf sank teilweise in den durchnässten Torfboden ein und wurde verlassen.

Härr nimmt an, der Seespiegel sei nie mehr als 1,5 m tiefer gelegen als in der Gegenwart, da der ausströmende Bach beim ehemaligen Seerand über eine in dieser Höhe gelegene Lehmschwelle hinwegströmt. Ferner habe im 14. Jahrhundert durch die Erstellung einer Schleuse beim heutigen Schlosse Hallwil eine Aufstauung des Sees um etwa 1 m stattgefunden, so dass der natürliche Tiefstand des Sees nie mehr als 50 cm unter dem normalen Seespiegel vor der künstlichen Aufstauung lag. Die Kulturschicht soll durch Einsinken in die Seekreide bis 1,5 m unter den tiefsten Stand des Seeniveaus hinabgelangt sein.

Da Torfe sich nur im Verlandungsgürtel bilden, so müssten bei dem angenommenen Tiefstand des Seespiegels auch die bis über 5 m mächt-

tigen Torfe am Seeufer um etwa 4 m in die Seekreide eingesunken sein.

Die Annahmen von Härr i setzen somit voraus, dass gewaltige Mengen von Seekreide im Untergrunde des Bodens gegen den See hin abflossen, um den Ueberdruck des langsam weiterwachsenden Torfes auszugleichen. Eine Bewegung im Untergrunde ist wahrscheinlich und kann zur Erklärung von Ungleichheiten und Störungen in den Pollendiagrammen (s. unten) beigezogen werden. Fraglich bleibt nur das Ausmass dieser Bodenbewegungen. Härr i selber misst offenbar im allgemeinen der Seekreideoberfläche eine bedeutende Beständigkeit zu, indem er auf eine Rinne in der unter mächtigem Torfe liegenden Seekreide des Westufers aufmerksam macht, die er durch seine Bohrungen auffand. Diese Rinne zieht sich gegen den Seeausfluss und könnte nach meiner Ansicht als Erosionsrinne (Seeausfluss) bei sehr tiefem Seestande aufgefasst werden. Etwas Aehnliches fand Härr i auch östlich vom heutigen Seeausflusse. Wenn wir aber vorsichtiger Weise, angesichts der Wahrscheinlichkeit von Bodenbewegungen, daraus keine Schlüsse ziehen wollen, so dürfen wir das doch aus einer anderen Erscheinung tun. Härr i gibt an, der heutige Ausfluss des Sees sei durch den Torf in die Seekreide eingegraben, und zwar liegt, nach freundlicher schriftlicher Mitteilung, die Sohle des Baches am Seeausflusse 175 cm unter dem höchsten Punkte der Schwelle am ehemaligen Seerande bei der Badeanstalt oberhalb Schloss Hallwil. Gerade an dieser Schwelle mündet ein Seitenbach vom östlichen Hange her in den Seeabfluss ein. Das Einschneiden in die Seekreide konnte nur bei einem Seestande erfolgen, der die Oberfläche der Seekreide, da wo sie hoch liegt, trocken legte, und der etwa 3 m tiefer lag als gegenwärtig. Diese Zeit des Tiefstandes werden wir mit aller Wahrscheinlichkeit in die Zeitperiode verlegen dürfen, in der das tief unter Torf begrabene Moordorf gebaut wurde, also in die Bronzezeit. Die Annahme, die bronzezeitliche Siedlung sei wesentlich in die Unterlage eingesunken, ist also nicht notwendig. Für das vorangehende spätere Neolithikum können wir, unter der Voraussetzung, dass die Siedelung auf der Insel ein Pfahlbau gewesen sei und der Boden sich dort unverändert erhalten habe, einen vom heutigen nicht verschiedenen Wasserstand annehmen. Handelt es sich um einen auf dem Trockenen errichteten Moorbau, so muss der Seespiegel mindestens 150 cm tiefer gelegen haben. Annähernd ebenso tiefe Lage des Seespiegels verlangt die Bildungszeit des unter dieser Siedlung liegenden Torfes. Der Seestand wäre also in dem frühen Neolithikum, immer vorausgesetzt, dass keine wesentlichen Bodenbewegungen eingetreten sind, etwa 150 cm tiefer gestanden als gegenwärtig.

Die pollenanalytische Datierung ist noch nicht ganz klar, vielleicht weil Störungen in der Seekreide vorliegen. Eine erste Analyse wurde von Karl Troll durchgeführt (in Bosch 1925). Er fand durch die Seekreide bis in 7 m Tiefe Tannen-Buchendominanz; nur am Oberrande der Seekreide steigt vorübergehend der Eichenmischwald stark an (22 %), und in der Gyttja herrscht die Erle, was auf Erlenwäldchen im Ufergebiet infolge der Verlandung (Seeabsenkung?) hinweist. In diesem Abschnitte herrscht die Buche über die Tanne, im unteren Torfteil wieder die Tanne, bei ansteigenden Fichtenprozenten, die bereits in 150 cm Tiefe die Tanne überflügeln. Auffallend für schweizerische Verhältnisse ist der grosse Gehalt an *Carpinus*-Pollen (bis 10 %) in den untern Teilen des

Diagrammes; gegen oben hin gehen sie aus. H. Härr i hat nach schriftlicher Mitteilung bei späteren Analysen ähnliche Ergebnisse erhalten wie Tr o l l, allerdings mit gewissen Störungen. Eine weitere Analyse wurde von P a u l K e l l e r durchgeführt (1928). Er findet durch die ganze Seekreide bis in 8 m Tiefe und hinauf in den untersten Torf Eichenmischwaldzeit, im untern Torf (die Gyttja fällt bei ihm aus) Buchenzeit, im mittleren Torf Tannenzeit mit Ansteigen der Fichte. Den bronzezeitlichen Kulturhorizont, den er nicht angebohrt hat, verlegt er in die Tannenzeit. Da aber von den Forschern ausdrücklich hervorgehoben wird, der Kulturhorizont sei nahe dem untern Ende der Torfschicht, nur wenig über der Gyttja gelegen, so müsste er wohl in die Buchenzeit fallen, was mit der Untersuchung von Tr o l l übereinstimmen würde (hier Kulturreste in der Gyttja).

Die Lage des Neolithischen Seespiegels bleibt also am Hallwilersee vorläufig noch unsicher. Wahrscheinlich lag er zur Zeit der Bildung des unter der neolithischen Siedlung liegenden Torfes etwa 150 cm tiefer als gegenwärtig. In der Bronzezeit erfolgte ein starkes Absinken des Seespiegels auf zirka 3 m unter den gegenwärtigen Stand, wodurch Seekreideflächen, zum Teil mit Anfängen der Torfbildung, in seeferner Teilen des umrandenden Gebietes wohl auch stärkere Torfschichten, trocken gelegt wurden. In der Nachbronzezeit, gleichzeitig mit der Ausbreitung der Fichte, erfolgte starkes Ansteigen des Sees, das zu neuen, mächtigen Torfbildungen führte. Die Aufstauung kann im wesentlichen durch vergrösserte akkumulative Tätigkeit des in den Seeausfluss fliessenden Seitenbachs bewirkt worden sein und erfolgte dem Anscheine nach langsam, da die Torfbildung nicht unterbrochen wurde.

Luzern. In Luzern liegen die hydrographischen Verhältnisse ähnlich wie in Thun. Die Reuss, die aus dem Vierwaldstättersee ausfliesst, nimmt 3 km abwärts den wilden Gebirgsfluss Kleine Emme auf, während ein unbedeutender, von den Steilhängen der Pilatus-Vorberge herkommender Bach sich ganz nahe dem Seeausfluss in die Reuss ergiesst, vielleicht zeitweise auch nach Süden durch das Nidfeld gegen Horw floss und bei Winkel in den See mündete. Von postglazialen Spiegelschwankungen dieses Sees ist wenig bekannt. Pfahlbauten wurden keine gefunden. Dagegen sind mächtige Ueberlagerungen von Torfen durch Mineralschutt in der Allmend zwischen Luzern und Horw, dem flachen Alluvialboden des genannten Baches, zum Vorschein gekommen.

Bei Untersuchungen auf die Fundationsverhältnisse, die Herr Ing. Dr. L. B e n d e l dort ausführte, wurden Bohrungen bis auf 19 m Tiefe gemacht, die in den oberen Teilen lehmige, in den tieferen Schichten

mehr sandige und kiesige Ablagerungen aufwiesen. In die Lehm- und Lehm-Sand-Schichten sind Torflager eingeschaltet und zwar neben dünnen Bändchen und lehmig-torfigen Schichten reine Torflager, eines nahe der Oberfläche und das andere in mehreren Metern Tiefe. Der untere Torf zeigte in einem untersuchten Profile abieszeitliche Entstehung.

Die frühpostglaziale Ablagerung des Schuttet gelangte also in der Abies-Zeit zum Stillstande und wurde später noch zweimal wieder belebt. Es liegt nahe, an den abieszeitlichen und den piceazeitlichen Ueberschwemmungshorizont des Grossen Mooses zu denken. Doch wird erst genauere Untersuchung ein Urteil ermöglichen. Ob der Seestand irgendwie mitgespielt hat, ist vorläufig auch unbekannt. Der genannte Bohrpunkt liegt 15 m über dem Seespiegel, der untere Torf 6—9 m.

Zugersee. Der Zugersee zählt zu den stillen, von Hochwassern kaum beeinflussten Schweizerseen. Nach Büttler (1925) betragen die maximalen Schwankungsextreme, seit genaue Pegelbeobachtungen gemacht werden, 140 cm, die normalen Schwankungen nur wenige cm. Dieser regelmässige Wasserstand wird durch die regulierende Tätigkeit des Menschen seit Jahrhunderten begünstigt. Das Seeniveau wurde mehrmals künstlich abgesenkt, nach Büttler in den Jahren 1442, 1591, 1615, 1673, 1867. Der Gesamtbetrag der Absenkung wird von Speck (1928) auf 160 cm berechnet, von Scherer (cit. nach Speck) auf 150—250 cm.

Der See beherbergt eine stattliche Reihe von Pfahlbauten, von denen die meisten aus dem Neolithikum stammen, die Pfahlbaute Sumpf bei Zug aus der Bronzezeit. Die Schwankungen des Seespiegels in Beziehung zu den Pfahlbauten wurden von Büttler, Speck (loc. cit.) und von W. Staub (1930, S. 48 ff.) eingehend diskutiert. Herrn H. Harry, der auch ein Bodenprofil pollanalytisch untersucht hat (1929), verdanke ich die Ueberlassung verschiedener Literatur.

Büttler, Speck und Staub nehmen für das Neolithikum einen hohen Seestand an, für die Bronzezeit einen sehr niedrigen.

Die neolithischen Pfahlbauten am Nordrande des Sees liegen heute auf trockenem Lande, nach Büttler (1925) auf der Kote 417 m, nach späterer Angabe (1929) die Kulturschicht in 415—416 m Höhe. Den Seespiegel für diese Zeit berechnet Büttler 1925 auf 419 m, 1929 auf 417 (416) m (heutiger mittlerer Seestand 413,3 m). Staub berechnet den neolithischen Seespiegel für das Nordufer auf 417—418 m (Seekreide geht bei Zug bis 3 m über das heutige mittlere Niveau des Sees), für das Westufer auf 416—417 m. Den Unterschied führt er auf Senkungen des Geländes am

Westufer infolge der Seeabgrabung zurück. Der Wasserspiegel dürfte also zur Zeit, da die höchstgelegene Seekreide abgelagert wurde und wohl auch zur Zeit der neolithischen Pfahlbauten 3—3,5 m höher als heute und wesentlich höher als vor der Absenkung in der historischen Zeit gestanden haben.

Nun gibt es aber Beweismittel für einen viel tieferen Seestand, und das sind Baumstrünke, die, am natürlichen Standorte eingewurzelt, unter dem heutigen Mittelwasser stehen. Büttler fand zuerst einen solchen Strunk und später noch zwei weitere: einer steckt bei Zweiern am Westufer, zwei nahe dem Seeausflusse bei St. Andreas. Keller-Tarnuzzer (bei Büttler 1929) hat die Strünke gesehen und meint, sie seien unzweifelhaft an Ort und Stelle gewachsen. Die Stammbasen der drei Stämme liegen in 411,3 m, 411,9 m, 412,0 m. Das Oberende des einen Strunkes wird auf 412,9 m angegeben (= äusserstes beobachtetes Niedewasser der Gegenwart), der Durchmesser auf 60 cm, für einen andern auf 1 m. Das Holz der Bäume scheint nicht bestimmt worden zu sein. Büttler meint vom Erstgefundenen, es handle sich um Weide oder Pappel. Er schliesst auf einen Seestand von 411 m für die Zeit, da der tiefstgelegene Baum aufwuchs. Auch durch die Untersuchung einer alten Uferhohlkehle bei Kemmaten (Staub fand noch eine zweite, gleichgeartete bei Cham) kommt er zur Ansetzung einer Strandlinie in dieser Höhe. Rutschungen der Seeufer, die am Zugersee in historischer Zeit an verschiedenen Stellen, namentlich als Folge der Seespiegelabsenkung vorgekommen sind, werden von diesen Forschern zur Erklärung des tiefen Standes der Baumstrünke abgelehnt. Ausgeschlossen ist ihre Mitwirkung aber nicht. Staub macht Angaben, aus denen hervorgeht, dass Landabbrüche auch am Westufer stattgefunden haben (s. oben). Allerdings ist der Strand hier sehr flach, so dass sie kaum ein grösseres Ausmass erreichten.

Der bronzezeitliche Pfahlbau liegt am heutigen Ufer, wobei die Kulturschicht unmittelbar über Seekreide in 70—110 cm Tiefe liegt. Speck vertritt die Ansicht, der Pfahlbau sei auf dem Trockenen gestanden und begründet dies mit der Bauart der Hütten (Bretter mit Löchern, in welche die Pfähle gesteckt waren, um sie in der richtigen Entfernung zu halten) und mit der Tatsache, dass in der Kulturschicht alle verwelklichen Stoffe, namentlich auch die sonst so charakteristischen Knochen fehlten. Staub fand einen Bohlweg, der vom Pfahlbau landeinwärts führte. Die durch die Trockenlage des Pfahlbaus bedingte Höhenlage des Seespiegels wird auf 412 m berechnet. Ueber der bronzezeitlichen Kulturschicht liegt 50 cm Lehm (Mergel) und 20 cm Moorerde. Dies entspricht einem nach-bronzezeitlichen Ansteigen der Gewässer, wobei starke Trübungen eingeschwemmt wurden, was früher nicht der Fall war. Diese Auflagerungen erreichen nach Staub gegen die Lorze hin noch bedeutend höhere Werte. Vielleicht wurde in dieser Zeit auch der Abfluss erhöht, dessen Schwelle heute bei 412,1 m liegt. Abflusslos, wie Büttler und Staub meinen, war der See sicher nie.

Die pollenanalytische Untersuchung des Profils beim Pfahlbau durch Harry ergab in der Seekreide (bis in 9,20 m Tiefe, wo die Seekreide stark tonig wurde) ein zusammenhängendes Diagramm von der Föhrenzeit durch Haselzeit und Eichenmischwaldzeit in die Tannenzeit. Die Kulturschicht entspricht der Buchenzeit, und im untersten Lehm sinkt die

Buchenkurve wieder ab, während die Tannenkurve von neuem steigt und zugleich der Fichtenpollen, der tiefer unten nur vereinzelt auftrat, 9% erreicht.

Der Spiegel des Zugersees stand also im Pfahlbau-Neolithikum rund 3 m höher, in der Bronzezeit 1,5—2 m tiefer als heute.

Das Pollendiagramm erweist eine völlige Uebereinstimmung der Waldzeiten mit dem Grossen Moos, und die Annahme scheint gerechtfertigt, das starke Ansteigen des Wasserspiegels und die Lehmüberdeckung in der Nachbronzezeit sei mit der piceazeitlichen Ueberschwemmung (hier mit weniger Picea-Pollen im Spektrum) zu parallelisieren. Eventuell vorhandene ältere Ueberschwemmungshorizonte müssten in der Seekreide stecken, und könnten wohl nur in uferwärts gelegenen Gebieten mit alter Torfbildung, vielleicht auch durch genauere Untersuchung der Seekreide auf ihre Zusammensetzung, gefunden werden.

Zürichsee. In Zürich wiederholt sich die Eigentümlichkeit der Lage, die wir am Genfer-, Bieler-, Thuner-, Vierwaldstättersee gefunden haben, dass nahe dem Seeausflusse ein Gebirgsfluss, der leicht zu Hochwasser anschwillt und in diesem Zustande viel Geschiebe führt, sich mit dem aus dem See ausfliessenden Flusse vereinigt. Hier ist es die Sihl, welche die Wasser der schwyzer Alpen der Limmat zuführt und den Seespiegel weitgehend zu beeinflussen vermag. Kleinere, vom Zürichberg herunterkommende Bäche dagegen werden kaum eine wesentliche Wirkung ausgeübt haben.

Der Zürichsee, und namentlich das Gebiet der Stadt Zürich bieten mannigfaltige Erscheinungen und Veränderungen im Grundwasserstande, die auf Seespiegelschwankungen hinweisen. Leider sind sie bei Zürich nie systematisch erforscht worden und durch die zunehmende Ueberbauung und Ausehnung des Bodens in steigendem Masse dem Verschwinden ausgesetzt. Wir wollen einige Punkte herausgreifen.

Zuerst von den Pfahlbauten. Im neolithischen Pfahlbau zu Horgen finden sich zwei Kulturschichten, die durch eine Seekreideschicht von 20 cm Dicke getrennt sind. Die obere Grenze der Kulturschichten liegt 245 cm unter Mittelwasser. Ueber den Kulturschichten liegt noch 1 m Seekreide. Viollier nahm zuerst an (1925), die beiden Pfahlbauten seien am Ufer, nicht auf dem Wasser gestanden. In diesem Falle würde eine Ueberschwemmung innerhalb des Neolithikums vorliegen und eine weitere Ueberschwemmung nach dem Neolithikum. Im Jahre 1930 vertritt Viollier eine andere Ansicht. Er erforschte in den vorangehenden Jahren einen neolithischen Pfahlbau am Utoquai in Zürich. Auch hier

fanden sich zwei Kulturschichten. Die untere Kulturschicht lag auf Seekreide von einer Mächtigkeit, die 18 m überstieg. In ihr wurden keine Fundgegenstände gefunden. Ueber ihr liegen 40 cm Seekreide, dann die obere Kulturschicht, 30 cm mächtig, darauf 60 cm Schlamm, 90 cm Sand mit Bruchstück von römischem Ziegel und rezente Auffüllung (s. Jahresbericht Schweiz. Ges. f. Urgeschichte 1928). Die Kulturschichten wurden nach dem Urteil von Neuweiler (1928 S. 30, 1929 S. 48), der die Pflanzenreste untersuchte, beide im Wasser abgelagert.

Zur Beurteilung der Lage der Pfahlbauten geht Viollier davon aus, dass zur Ablagerung der Seekreide eine Wassertiefe von mindestens 50 cm notwendig sei. Der obere Rand, der unter der oberen Kulturschicht liegenden Seekreide liegt in 406 m Höhe. Das heutige Seeniveau beträgt im Mittel 406,2 m¹⁾. Also muss der Seespiegel im Neolithikum mindestens 30 cm höher gelegen haben als in der Gegenwart. In Horgen dagegen liegt die obere Grenze der zwischen den Kulturschichten liegenden Seekreideschicht 275 cm unter dem heutigen Mittelwasser. Da zur Zeit des Neolithikums der Seespiegel nach der Siedlung Utoquai auf mindestens 406,5 m stand, so muss der Pfahlbau Horgen mindestens 305 cm tief im Wasser gestanden haben. Ein neolithischer Pfahlbau in Meilen zeigt mittlere Verhältnisse. Für den bronzezeitlichen Pfahlbau Alpenquai in Zürich rechnet Viollier auf entsprechende Weise einen im Maximum 166 cm tieferen Stand des Seespiegels aus als im Neolithikum (Minimalwasserspiegel 404,84 m).

Diese Rechnung erscheint uns unter verschiedenen Gesichtspunkten nicht einwandfrei. Von vornherein ist für einen Pfahlbau (und insbesondere für einen neolithischen!) die Wassertiefe von über 3 m unwahrscheinlich. Ferner ist in bezug auf das Neolithikum keineswegs festgelegt, dass die beiden Stationen Horgen und Utoquai gleichaltrig seien. Innerhalb des Neolithikums können aber Seespiegelschwankungen eingetreten sein, denen die Pfahlbauer in der Anlage ihrer Siedlungen Rechnung tragen mussten. Sie sind für verschiedene Seegebiete belegt. Des Weiteren können Schichten, die auf so enorm mächtigen Ablagerungen der plastischen Seekreide aufliegen, nur mit aller Vorsicht zur Seehöhenbestimmung verwendet werden. Und zwar sind Bewegungen in beiden Richtungen in Betracht zu ziehen, je nach den örtlichen Verhältnissen. So können die Schichten in Horgen bei einem früheren Seetiefstande oder durch die Uferbelastung der Neuzeit abgesunken sein, während in Zürich durch die Ablagerungen des benachbarten Hornbaches durch die Torfbildung oder neuerdings durch die Ueberbauung im inneren Seefeld auch eine Aufstauung einzelner Ufergebiete möglich erscheint*). Schliesslich sind sogar tektonische Vorgänge in Betracht zu ziehen. Ein ganz leichtes Zurückfallen des Alpenkörpers, wie es von einem Teile der Geologen angenommen wird, müsste die Pfahlbauten am oberen Zürichsee bereits merklich einsenken.

Für Niveauänderungen des Zürichsees sprechen auch folgende Tatsachen. Nach H. Knuchel (1926) wurde im Jahre 1925 bei den Fun-

¹⁾ Höhenangaben nach Viollier. Der eidg. topogr. Atlas gibt die Spiegelhöhe des Zürichsees mit 408,6 m (= 405,3 m) an.

^{*)} Nach J. Hug (Vortrag) sind die intramoränen Gebiete der Stadt Zürich im allgemeinen in Senkung begriffen. Für unbelastetes Flachufer kann aber damit eine Aufstauung verbunden sein

dierungsarbeiten für das eidg. Telephongebäude an der Füssli-Sihlstrasse, 100 m westlich der Bahnhofstrasse, ein Torflager von 25 m Breite angeschnitten, in dem im Niveau von 4,7 und 8,6 m unter der Strasse zwei mächtige Eichstämme von 60 und 90 cm Durchmesser gefunden wurden. Sie waren gut erhalten, das Holz schwarz. Nach einer freundlichen mündlichen Mitteilung von Dr. J. Hug muss es sich bei diesem Torflager um einen Tümpel unmittelbar ausserhalb der Zürchermoräne handeln. Die Stämme lagen in 4 m mächtigem Torf über Lehm, und der Torf war wieder von 4 m geschichtetem Lehm zugeschüttet. Die Torfbildung muss bei einem anfänglich sehr niedrigen, im Laufe der Zeit steigenden Grundwasserstande stattgefunden haben, während die mächtige Lehmüberlagerung für späteren Hochstand spricht. Die Eichen sind wahrscheinlich vom Rande her in den Torfsumpf hineingestürzt.

K. F. Meyer (1931) teilt mit, dass in den Jahren 1882—1888 bei den Quaibauten viel Eichenholz zutage gefördert wurde. Ob es autochthon oder angeschwemmt war, lässt diese Notiz nicht beurteilen.

A. Escher und A. Bürkli (1871) berichten, es sei beim Bau der Bahnhofstrasse im Jahre 1869 unter 210 cm aufgewühltem Boden und 230 cm «Leit» 50 cm schwärzliche Moorerde mit Baumtrümmern gefunden worden, unter der wiederum 60 cm Lett und dann Kies lag. Also ein alter Waldboden 440—490 cm unter der damaligen Bodenoberfläche, deren Höhe leider nicht angegeben ist: Seetiefstand und Ueberschwemmung.

Die gleichen Autoren machen auch Mitteilung von moorigem Grund im Gebiete des heutigen Seefeldes, also rechts oberhalb des Seeausflusses, wo im Schutze einer gegen den See hin gelegenen «Leitbank» sich ausgedehnte, mehr oder weniger mit Schlamm verunreinigte Torflager bildeten, die von schlammigen Schichten überdeckt waren und gegen den Hornbach hin in Sand und Kies übergingen.

Aus Mitteilungen von Herrn Dr. J. Hug (in Vorträgen und persönlicher Besprechung) geht hervor, dass bei den Tiefenbohrungen in Zürich im Ufergebiete des Zürichsees immer wieder auffallende Störungen in der Sedimentation gefunden werden, in die Seekreide eingeschaltete oder ihr aufgelagerte lehmige Schichten oder sogar grobes Material. Das kann meines Erachtens nicht mit der rezenten Auffüllung der Ufer in Verbindung zu bringen sein; doch fehlen noch genauere Untersuchungen.

Aus allen diesen Tatsachen geht mit Sicherheit hervor, dass der Spiegel des Zürichsees im Laufe der Zeit beträchtliche Schwankungen erlitten hat, mindestens von einem Tiefstand zu einem Hochstand, der über dem gegenwärtigen Niveau lag. Genaueres lässt sich zurzeit nicht sagen.

Schliesslich sei noch auf zwei Vorkommnisse hingewiesen, die ausserhalb des Gebietes der direkten Seeinwirkung liegen. An der Röslistrasse im Riedtli (zwischen Winterthurerstrasse und Scheuchzerstrasse, heute überbaut) wurden am wenig, aber dem Anscheine nach etwas unregelmässig geneigten Hange Torfe

unter Überlagerung von Mineralerde gefunden und von Paul Keller pollanalytisch untersucht (1933).

Das Profil zeigte unter 120 cm renzenter Auffüllung 50 cm Ackererde, 100 cm Lehm, in den unteren Teilen mit Verrukano-Findlingen und andern Gesteinstrümmern sowie Phragmites-Rhizomen, 30 cm schwarzen Radizellen-Torf, etwas sandig, 20 cm Seekreide mit Kieselsteinen und gegen unten zunehmender Beimischung von Sand und Lehm. In 200 cm Tiefe setzte blaugrauer bis schwarzer Lehm von unbekannter Mächtigkeit ein. Im Torf und in der Seekreide wurden reichlich unbestimmbare Resten von Holz, wahrscheinlich Laubholz, gefunden. Der schwarze Lehm scheint nicht näher untersucht worden zu sein. Die Pollenanalyse ergab für die Zeit, in der Seekreide und Torf gebildet wurden, stark dominierenden Eichenmischwald, neben reichlich Erle und in den obersten Horizonten mit ansteigender Buche.

Vermutlich haben wir hier das Ergebnis zweier Vernässungsperioden vor uns, wobei die Vernässungen sich in erster Linie in Rutschungen des Hanges zeigten, die Wasseraufstauungen mit sich führten. Der dunkle Lehm der Unterlage dürfte einem Waldboden, eventuell auch Sumpfboden entsprechen, der sich vielleicht noch durch leichte Lehmeinschwemmung erhöhte. Eine Stauung des Abflusses führte zur Bildung einer freien Wasserfläche, die verlandete (Seekreide), völlig vertorfte und sich bewaldete. Später erfolgte eine neue Vernässung, die den Ort von den oberen, steilen Teilen des Hanges her durch Rutschung mit Moränenmaterial und daraufhin noch mit einer dicken Lehmschicht überdeckte. Die erste Vernässung trat in der Eichenmischwaldzeit ein, die zweite in der Buchenzeit, die hier wahrscheinlich ins Neolithikum fällt.

Das den Torf überdeckende, mit Blöcken und Gesteinsbrocken durchsetzte Material macht den Eindruck von Moräne, was den Gedanken erweckt, es könne sich hier um den Rest eines interglazialen Torflagers handeln. Für diese Möglichkeit spricht des weitern die starke Pressung und Zersetzung der Hölzer. Fremdartig mutet in den Pollenspektren der jüngsten Torfschichten auch das völlige Fehlen von *Abies* an. Wir halten aber die postglaziale Entstehung doch für wahrscheinlich. Der Name Riedli für die Lokalität deutet an, dass es sich um ein Gebiet handelt, das bis in die Gegenwart hinein zur Nässe neigt, und Teile der Moränenbedeckung dieses Hanges sind gerade gegenwärtig wieder in Rutschung begriffen, allerdings hauptsächlich als Folge der Bebauung.

Ein Gegenbild (abgesehen von den Blöcken) findet sich auf der andern Talseite, in flacher Lage. H. Suter (1922) fand zwischen Wiedikon und Albisrieden, im sogenannten Burst, ein ausgedehntes Torflager, das bis 150 cm Mächtigkeit erreicht und von mehreren dünnen Lehmlagen durchzogen

wird. Ebenso sind in den Torfen in «dünnen Schnüren» grauweisse, sandig-tuffige, bis 60 cm dicke Ablagerungen eingeschlossen (Alm), nach E. Baumann ein typischer Kalkalgenabsatz, der zu seiner Bildung offenes Wasser voraussetzt. Den undurchlässigen Untergrund bilden die Utomergel, unter denen sandig-kiesiges Material, wohl Sihlschotter, wie er allgemein die Unterlage der Utomergel bildet, zum Vorschein kommt. Die Moorbildung ist also jünger als die Utomergel, deren Bildung, als Ausschwemmung aus den Hängen des Uetliberges gleich beim Rückzuge des Gletschers einsetzte (Suter gibt sogar an, gegen Albisrieden hin sei der Mergel von flachen Moränen überlagert) und, wie ich nachweisen konnte (1934), mit Ende der Haselzeit in der Hauptsache beendigt war. Die Vermoorung einer vorher in normalen Zeiten trockenen Fläche (die Utomergel sind, soweit aufgeschlossen, in ihrer ganzen Mächtigkeit von dichtstehenden Föhrenstrünken durchzogen), setzt eine völlige Veränderung des Wasserregimes voraus und kann nicht durch vergrösserte Niederschläge an und für sich erklärt werden, sondern durch eine richtige Aufstauung, sei es durch Rutschung in den Mergellagern oder durch Aufschwemmung einer Barriere von seiten eines Uetlibergbaches oder der Sihl.

Das letztere würde ein gewaltiges Ansteigen der Sihl voraussetzen, da das Torflager nach der Skizze von Suter in 415—430 m Höhe liegt, und wäre eigentlich nur denkbar, wenn die Sihl sich den direkten Weg zur Limmat versperrt hätte. Die Lehmschichtchen im Torf sind aller Wahrscheinlichkeit nach Einschwemmungen vom Albis her. Stellenweise scheinen die Lehme eine richtige Decke über die Torfe zu bilden.

Es ist also eine weitgehende Uebereinstimmung zwischen diesen Torflagern und denen des Riedtli vorhanden, und wenngleich die von Albisrieden pollenanalytisch nicht untersucht sind, so ergibt sich aus der Lagerung, dass ihre Bildung nach der Haselzeit, wahrscheinlich ebenfalls in der Eichenmischwaldzeit einsetzte.

Glatt-Tal. Im Flachmoorgebiet an der Glatt bei Oerlikon finden sich in den randlichen Teilen ausgedehnte Ueberdeckungen des Torfes durch oberflächlich liegenden Lehm. Sie sind nicht näher untersucht.

Einsiedeln. Das Hochtal der Sihl (860—900 m), das durch einen Felsriegel von Molasse abgeschlossen wird, enthält die durch ihre Flora berühmten, heute grossenteils zerstörten und in einigen Jahren unter dem in Ausführung begriffenen Staueseef endgültig ver-

schwindenden Moore, sowohl Hochmoore als auch Flachmoore. Wir besitzen durch M. D ü g g e l i (1903) eine eingehende pflanzengeographische Bearbeitung des Gebietes, die auch die Untergrundsverhältnisse berücksichtigt.

D ü g g e l i kommt zum Schlusse, es sei nach dem Rückzuge des Gletschers in dieser grossen Mulde nie ein offener See gewesen, da im Liegenden des Torfes keine Seekreide vorhanden sei, sondern kalkfreier, von Steinen durchsetzter und auch Baumstrünke enthaltender Lehm. Die Mulde sei vielmehr unmittelbar hinter dem zurückgehenden Gletscher bis 40 m über das heutige Niveau mit Glazialschutt gefüllt worden. Als die Sihl den abschliessenden Riegel nach und nach durchsägte, räumte sie den Talboden teilweise wieder aus, und die Moorbildung setzte spät ein. Heute fliest die Sihl, ziemlich tief eingeschnitten, in grossen Serpentinen durch das Moorgebiet.

Auch G a m s und N o r d h a g e n (1923) nehmen an, die Moorbildung habe erst spät angefangen. P. K e l l e r (1928), der ein Torfprofil von rund 4,5 m analysierte, wies dagegen nach, dass die Torfbildung bereits in der Föhrenzeit einsetzte. Auch der reiche Gehalt des heutigen Moores an nordischen Relikten macht es wahrscheinlich, dass Kontinuität der Standorte seit der Eiszeit herrschte.

Tiefenbohrungen, die das Etzelwerk im Sommer 1934 ausführen liess, erschlossen bei Steinbach bis in eine Tiefe von 34 m reine Mergel, die im offenen Wasser abgelagert wurden, woraus hervorgeht, dass nach dem Rückzuge des Gletschers während längerer Zeit ein «See» bestund, der von der Sihl und den Seitenbächen ausgefüllt und durch Erosion des abschliessenden Riegels erniedrigt wurde. Dabei wurden wahrscheinlich kleinere, flache Mulden abgetrennt, die selbständig verlandeten, zum Teil mit beträchtlichen Gytja- und Schilftorfbildungen.

Jedem aufmerksamen Besucher der Einsiedeln-Moore fallen Lehmeinlagerungen im Torfe auf, die besonders gegen die Ränder des Mooses hin und in der Nähe des Flusslaufes auftreten. Sie finden sich auch in den Bohrungen, die D ü g g e l i ausführte. Es sind dies Einschwemmungen von mineralischen Trübungen in Zeiten der Ueberschwemmungen, und es wäre von Interesse, festzustellen, ob sich diese Lehmbänder auf bestimmte Zeiten konzentrieren. K e l l e r hat seine Bohrung an einer Stelle vorgenommen, wo die Lehmbänder fehlten. Dagegen gibt er einen mehrmaligen Wechsel von Sphagnumtorf und Caricestorf an, was sich in den Profilen von D ü g g e l i nur in Verbindung mit Lehmeinlagerungen findet, indem sich auf Sphagnumtorf zuerst eine Lehmschicht, dann Caricestorf und wiederum Sphagnumtorf aufsetzt. In dem

Profil von Keller dürfte also der Carex torf einer Vernässung des Moores entsprechen. Dann würde die eine Vernässung in das Ende der Haselzeit, die andere in den Gipfel der folgenden Piceazeit fallen.

Robenhausen am Pfäffikersee. Diese bekannte neolithische Station wurde zusammenfassend von H. Messikommer (1913) behandelt. Auch die neue Arbeit von E. Messikommer (1927) gibt Auskunft über die Untergrundsverhältnisse und zugleich ein Pollendiagramm des Gebietes.

In Robenhausen liegen zwei neolithische Kulturschichten übereinander, getrennt durch 60 cm Torf. Die untere Kulturschicht liegt auf Seekreide (H. Messikommer, S. 44). Die obere Kulturschicht wurde von mächtigem Torfe überlagert, in dem noch eine Frühbronze-Kulturschicht steckt. Auf grossen Teilen des Moores ist der Torf von Lehm überführt, den der Kemptnerbach im Laufe der Zeit ablagerte.

Ueber die Stratigraphie des Torfkörpers wird uns zu wenig berichtet, um Schlüsse auf Seespiegelschwankungen zu ermöglichen. Es macht den Anschein, als ob wenigstens in der Bronzezeit die Mooroberfläche trocken lag. H. Messikommer berichtet, wie in diesem Niveau ausserhalb der eigentlichen Station die Torfoberfläche von auffallend tiefschwarzem Humus gebildet werde, mit vielen Steinen und etwas Artefakten: Darüber lag wieder Torf. Ein nachbronzezeitlicher Ueberschwemmungshorizont, dem die randliche Lehmüberlagerung entsprechen dürfte, ist also anzunehmen. Ob der jüngere neolithische Kulturhorizont auf dem trockenen Moor oder auf dem torfbildenden Sumpfe stand, kann ich nach der Literatur nicht beurteilen. Doch erscheint das erstere wahrscheinlicher, und die Mächtigkeit des Torfes lässt Schwankungen des Grundwassers annehmen. Paul Keller hat im Bereiche der Station eine Bohrung vorgenommen, welche die beiden neolithischen Kulturschichten traf, die obere, 5 cm mächtig, in 140 cm Tiefe, die untere in 185—190 cm Tiefe, direkt über der Seekreide. Beide fallen in die Eichenmischwaldzeit, die untere in einen kleinen Abies-Gipfel, die obere bei ansteigender Buche. Die Frühbronzezeit wurde durch Keller nach den Angaben von D. Viollier in die jüngste Buchenzeit, die von einem kleinen Tannengipfel mit ansteigender Picea abgelöst wird, eingezeichnet. Das Diagramm, das E. Messikommer aufgenommen hat, ist etwas verschieden, indem bei ihm die Eichenmischwaldzeit beinahe wegfällt, und an deren Stelle eine ausgedehnte, bei Keller nur angedeutete Tannenzeit tritt, die das obere Ende des Seekreidehorizontes und die darauffolgende ausgedehnte Gyttjabildung umfasst. Kulturhorizonte sind nicht einbezogen.

Im Prinzip stimmen die Pollendiagramme dieses Moosgebietes mit den Waldzeiten des Grossen Moores überein, und eine Vernässung über dem neolithischen Kulturhorizont dürfte also in die Abies-

Zeit des Grossen Mooses fallen, eine solche nach der Bronzezeit in die beginnende Piceazeit.

St. Gallen. Bei Neubauten auf dem Marktplatz in St. Gallen (665 m Meereshöhe) kamen in wechselnder Tiefe unter der Oberfläche Torfe zum Vorschein. Herr Dr. Paul Keller untersuchte die Torfe pollenanalytisch (1933, 2) und hatte die Liebenswürdigkeit, mir die Pläne der Fundationsuntersuchungen zur Einsicht zu übermitteln.

Unter dem Torfe lag lehmiger bis sandiger Kies, in einigen Bohrpunkten auch Schichten von Sand, sandigem Lehm oder Lehm, offenbar verschwemmte Moräne. Von ähnlichen Ablagerungen, wobei die sandig-lehmigen Materialien vorherrschten, wurde der Torf bedeckt. Darüber waren mehr oder weniger mächtige Schichten von rezentem Schutt. In einer nur 15 m entfernten, parallel laufenden Reihe von Bohrlöchern war kein Torf mehr zu finden. Die Torfbildung reichte nach dem Pollengehalt in einem Profil von der Föhrenzeit bis in die beginnende Eichenmischwaldzeit, in einem zweiten umfasste sie späte Föhren-, Hasel- und Eichenmischwaldzeit, in einem dritten späte Hasel- und Eichenmischwaldzeit, in einem letzten nur die Eichenmischwaldzeit.

Der scheinbar so sinnlose Wechsel auf kleinem Raum gewinnt aber Gestalt und Sinn, wenn wir die Bohrlöcher zu einem Gesamt-

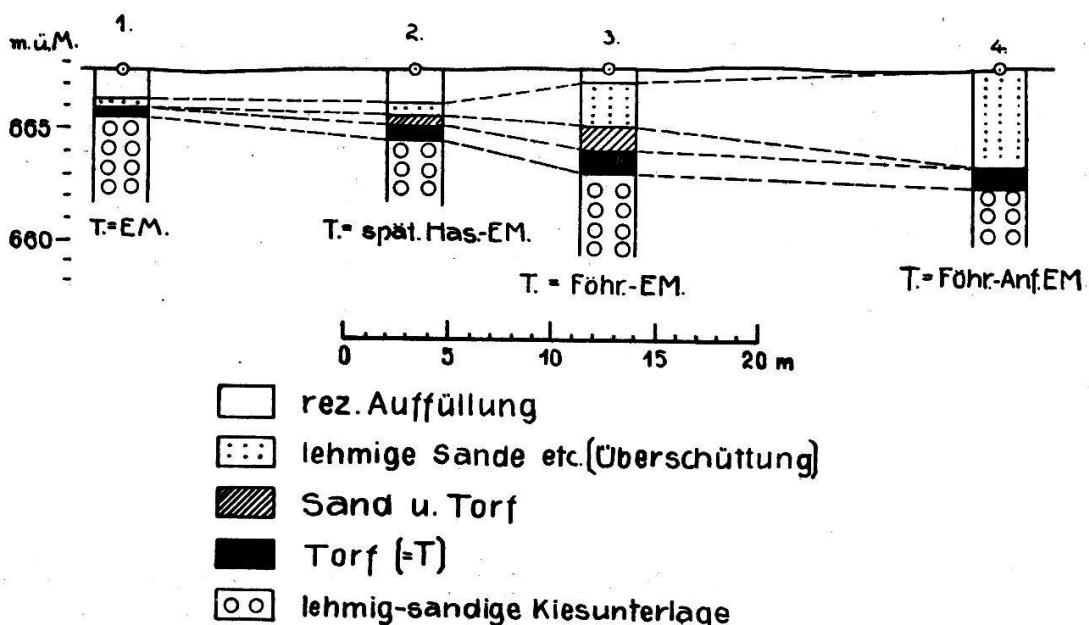


Abb. 47.
Bodenprofile vom Marktplatz in St. Gallen.

profile vereinigen. Es zeigt sich (s. Abb. 47), dass die Torfbildung an einem Hange erfolgte, wobei sie am Unterrande begann und nach oben fortschritt. In gleicher Weise begann auch die Ueber-

schüttung mit lehmigem Sande unten am Hange und setzte sich nach oben fort. Infolgedessen sind die Torfe unten am Hange die ältesten, und nach oben zu werden sie immer jünger, da die Torfbildung später einsetzte und länger andauerte.

In der Föhrenzeit wurde an dem hier leicht nach Osten geneigten Hang durch den Schutt des Baches (Steinach), der an dieser Stelle vom höheren Berglande her durch St. Gallen fliest und nach Osten zum Bodensee abbiegt, das Wasser aufgestaut und ein Tümpel erzeugt, in dem sich Torf bildete. Vielleicht hat auch eine Bachbettverlegung mitgewirkt oder war hier sogar ein altes Bachbett, das durch Torfbildung aufgefüllt wurde. Im Laufe der Zeit wurde durch den vorwärts drängenden Schuttkegel die Aufstauung immer stärker, so dass die Torfbildung am Hange aufwärts schritt. Schliesslich begann in der Eichenmischwaldzeit, die hier durch den reichen Gehalt an Ulmus-Pollen ausgezeichnet ist, der Schuttkegel des Baches über die Torfe hinwegzudrängen und sie nach und nach zuzudecken, wobei in den mittleren Teilen der Torf mehrmals von dem vorrückenden Schutte überführt wird (Wechsel von Sand und Torf). Wir haben hier ein schönes Beispiel einer vorrückenden Auffüllung. Ob grössere Katastrophen mitgespielt haben, können wir an dem kleinen Ausschnitte, der vorliegt, nicht erkennen. Vielleicht ist das starke Vorrücken in der Eichenmischwaldzeit auf stärkere Schutführung des Baches zurückzuführen.

Thurgauer-Moore. Paul Kellers Bodenprofile, die er der pollenanalytischen Untersuchung dieser Moore beigeibt (1928), lassen regelmässig Sedimentationsstörungen erkennen, die auf Ansteigen des Grundwasserspiegels oder Ueberschwemmung der Moorfläche beruhen.

Im Egelsee bei Niederwil (Frauenfeld) sind von Keller drei neolithische Kulturhorizonte angebohrt worden, je einer in der älteren und mittleren Eichenmischwaldzeit und in der Buchenzeit. Unter der untersten Kulturschicht liegt Gytta, über der Kulturschicht eine Schicht Hochmoortorf, mit sandigen Einschwemmungen, dann die mittlere Kulturschicht und darüber eine mächtige Schicht Carices-Torf (Flachmoortorf?), der an der Basis wiederum stark sandig ist. Darüber kommt die oberste Kulturschicht, bereits nahe der Bodenoberfläche. Im Eschlikoner Torfmoor liegt über Hochmoortorf Flachmoor- (*Phragmites*-) Torf, dessen Ablagerung am Ende der Eichenmischwaldzeit beginnt. Das Mooswangerried bei Sirnach verhält sich offenbar ähnlich (Carices-Torf über Moostorf); doch beginnt hier die Ueberschwemmung bereits in der älteren Eichenmischwaldzeit. Im Buhwiler-Torfried bei Mett-

len sind zwei durchgehende Schichten von tonigem Torfe in Hochmoorschichten eingeschlossen, die eine in der frühen, die andere in der späten Eichenmischwaldzeit.

Es ist also von der älteren Eichenmischwaldzeit an, die wir dem frühen Neolithikum gleichsetzen können, ein allgemeines Ansteigen des Grundwassers zu verfolgen, das durch das ganze Neolithikum durch anhält. Dem Anscheine nach sind dabei Zeiten besonders starker Ausbrüche festzustellen (untere und mittlere Eichenmischwaldzeit), die vielleicht mit der eichenmischwaldzeitlichen und tannenzeitlichen Ueberschwemmung des Grossen Mooses parallelisiert werden können. Nachneolithische Zeiten werden durch diese Diagramme nicht erschlossen.

Bodensee. Am Bodensee sind die Seespiegeländerungen der Postglazialzeit am ausgiebigsten besprochen worden; aber trotzdem gehen die Ansichten ausserordentlich auseinander. Sichergestellt ist ein hoher Stand in der frühen Postglazialzeit. Nach Schmidle (1910) betrug dieser Höchststand 407 m (heutiger Mittelwasserstand 395,6 m).

Er ist angedeutet durch eine Terrasse aus Bändertonen, deren Entstehung ins früheste Postglazial zu verlegen ist. Fünf Meter tiefer liegt eine zweite Terrasse, auf der sich Schnecklisande finden. Die hier gefundene Molluskenfauna ist alt, wie auch die der älteren Seekreide. Die von Schmidle gegebenen Verzeichnisse stimmen weitgehend mit der alten Molluskenfauna Favres vom Genfersee überein.

Für die jüngere Postglazialzeit vertreten Gams und Nordhagen (1923) die Ansicht, dass bedeutende Seespiegelschwankungen eingetreten seien. Sie glauben, dass daran nicht nur klimatische Änderungen mit starken Schwankungen im Wasserzufluss des Rheines die Ursache bilden, sondern fassen auch die Möglichkeit von tektonischen Störungen, welche die Lage der Abflusschwelle veränderten, ins Auge.

Zum Beweis von Seespiegelschwankungen weisen sie darauf hin, dass bei Fussach, oberhalb der Rheinmündung in den Bodensee, auf dem alten Seeboden ein drei bis vier Meter mächtiges, mit Lehm vermischt Torflager liegt, das von Lehm bedeckt ist, der stellenweise über 2 m mächtig wird und auf dem wiederum Torf ruht*). Zur Zeit der Ablagerung des unteren Torfes sei die Seespieghöhe mindestens 3 m niedriger gewesen als heute. Im untern Torf und im untersten Teile des darüberliegenden Lehmes wurden wiederholt Bronzefunde gemacht. Römische Funde fehlen diesem Gebiete, während im jüngeren Torf ein (karolingischer?) Bohlweg

*) Letsch (1907) gibt auch weiter rheinaufwärts mehrfach Torf unter Tonüberlagerung an, so bei Herbrugg und Altstätten.

aufgedeckt wurde. Ferner treten Dünen auf, die von dem unter dem Torfe liegenden Seemergel, aber nicht vom Torfe überdeckt werden. Auch am Nordufer des Sees, bei Kressbronn, fanden Gams und Nordhagen Sand- und Kies-Auflagerung über Torf. Tiefen Wasserstand in der Pfahlbauzeit, namentlich in der Bronzezeit, können sie für den Untersee beleben. Anderseits ist in Bodman am Untersee die unterste neolithische Kulturschicht mit 20—35 cm Kalkschlick überdeckt. Auch bei Arbon liegt am Seeufer eine mit Sand und Lehm überführte neolithische Station. Dadurch wird ein vorübergehender neolithischer Seehochstand wahrscheinlich gemacht.

Reinerth (1922, S. 15) setzt den Seespiegel der Bronzezeit auf 3—5 Meter niedriger an als er heute ist.

Paul Keller (1931) hat den Pfahlbau Arbon pollanalytisch untersucht. Dieser Pfahlbau wurde durch Ueberschwemmung zerstört und wird, doch ohne Sicherheit, als spätneolithisch datiert. Zur Untersuchung gelangte nicht die Kulturschicht, sondern ein in der Nähe liegendes Torflager, in dessen Oberflächenschicht tannene Pfähle ohne Artefakten gefunden wurden. Die Pfähle sollen der neolithischen Kulturschicht entsprechen. Diese Torfschicht reicht mit ihrer Oberfläche bis rund 1 m über den heutigen mittleren Wasserspiegel. Sie wird unterlagert von Mergel des alten Seebodens und überlagert von Lehm (Mergel), Sand und Kies in mehreren deutlich getrennten Horizonten, in einer Mächtigkeit von 160 cm. Der Torf erwies sich bei der Untersuchung als eichenmischwaldzeitlich bis zur aufsteigenden Buchenkurve, gleich wie an der Röslistrasse in Zürich. Keller folgert aus den Verhältnissen, dass der Seespiegel im jüngern Neolithikum bedeutend höher gestanden sei als in der Gegenwart, später andauernd weiter stieg und in der Bronzezeit seinen Höchststand erreicht habe, wobei die neolithische Kulturschicht mit dem mächtigen Schutt überführt wurde. Für die Hallstattzeit und gegen die Gegenwart hin nimmt er ein Sinken des Seespiegels an (S. 312). Der Höchststand wird in der Zusammenfassung (S. 314) auf 3 m über den heutigen Stand angegeben (hier angesetzt auf «vor der Bronzezeit»).

Eine ähnliche Auffassung finden wir bei K. Keller-Tarnuzzer, der in den letzten Jahren gründliche Grabungen auf der Insel Werd bei Stein, am Ausflusse aus dem Bodensee, machte (1931, 1933). Er fand zwei neolithische Siedlungen, die durch eine Kies- und Sandschicht getrennt waren. Diese Siedlungen standen im Wasser, auf vom Wasser überfluteter Untiefe. Somit war der Stand des Bodensees in dieser Zeit wesentlich höher als in der Gegenwart, und da alle am Bodensee bekannten neolithischen Pfahlbaustellen niedriger liegen als die Insel Werd, so standen sie auch alle im Wasser. In der Bronzezeit war der Wasserstand bis mindestens 2 m höher als in der Gegenwart. Soweit decken sich seine Ergebnisse mit denen von Paul Keller. In der späten Bronzezeit war nach Keller-Tarnuzzer der Stand des Bodensees tief, Werd tauchte zum erstenmal als Insel auf und war voll besiedelt. In der Hallstatt-La Tène-Zeit war die Insel verlassen (überflutet?). Zur Römerzeit dagegen diente sie als Brückenkopf.

Auch K. Bertsch (1931) hat zu der Frage der Spiegelschwankungen des Bodensees Stellung genommen und die Ansicht vertreten, der Bodensee habe seinen Spiegel seit der Haselzeit, wo er nach den Funden mesolithischer Artefakte an den Seeufern vier Meter höher stand als heute,

bis zur Gegenwart gleichmässig abgesenkt. In dem Neolithikum sei er etwa zwei Meter über dem Stande der Gegenwart gelegen. Er sagt (S. 58): «Es ist wenig wahrscheinlich, dass es ausser dem allmählichen, durch die Erosion bedingten Sinken des Wassers, in diesen jüngeren Zeitabschnitten zu erheblicheren Seespiegelschwankungen des Bodensees gekommen ist.»

Gewiss ist angesichts dieser verschiedenen Ansichten und ihrer Begründung in bezug auf die postglazialen Seespiegelschwankungen des Bodensees das letzte Wort noch nicht gesprochen. Tiefe Lage zur Bronzezeit und nachbronzezeitliches Ansteigen des Seespiegels erscheinen recht wahrscheinlich. Innerhalb des Neolithikums ist die Möglichkeit von Seespiegelschwankungen zu berücksichtigen, die in diesem langdauernden Zeitabschnitte zu höher und tiefer gelegenen Siedlungen geführt haben können.

Nehmen wir nach Bertsch und den beiden Forschern Keller an, im Neolithikum sei der Seespiegel etwa 2 m höher gewesen als in der Gegenwart, so würde zum Beispiel der Pfahlbau Sipplingen (Bertsch 1932), dessen Kulturschicht bis 4 m unter das heutige Mittelwasser hinabreicht, vorausgesetzt, dass keine Rutschungen stattgefunden haben, in 6 m tiefem Wasser errichtet worden sein, was zum mindesten unwahrscheinlich ist (vgl. S. 232).

Nördliches Vorland des Bodensees. Da dieses namentlich von P. Stark und K. Bertsch eingehend durchforschte Land noch in engem Anschlusse an das schweizerische Mittelland steht, so wollen wir es in unserer Uebersicht kurz berücksichtigen. Die badischen Bodenseemoore wurden von Peter Stark untersucht (1925, 1927). Der normale Gang ihrer Verlandung führte zur Bewaldung. Diese trat bei den verschiedenen Mooren zu verschiedener Zeit ein, bei der Mehrzahl von ihnen in der Föhrenzeit. In einzelnen Fällen wurde eine überstürzte Verlandung festgestellt, wobei der Wald direkt auf die Seekreide folgte, also eine plötzliche, starke Senkung des Grundwasserspiegels eintrat. In später Zeit, in der Buchen-Tannen-Fichten-Zeit, insbesondere in der Fichtenphase, trat wiederum weitgehende Vernässung ein; es wurde Carex-Torf, Kalk- und Wiesenmergel, Scheuchzeria- und Sphagnum-Torf auf dem Waldtorf gebildet, oder Mergel auf dem Carextorf. An der Oberfläche wird im allgemeinen «Moorerde», also wohl ein verhältnismässig mineralreiches Substrat festgestellt. Stark erklärt dies als Auswirkung eines feuchten Klimas in den letzten Abschnitten des Postglazials.

G a m s und N o r d h a g e n (S. 156) erwähnen, gestützt auf Untersuchungen von K. B e r t s c h , bei R a v e n s b u r g zwischen Seelehenen mächtige Schwemmbildungen von Kiesen und Sanden, die im Neolithikum abgesetzt worden sind. Die über dem oberen Seelehm liegenden Niederwald- und Graslehme setzen nach B e r t s c h (cit. bei G a m s und N o r d h a g e n) einen gegen heute 1—1,5 m tieferen Grundwasserstand voraus. G a m s und N o r d h a g e n nehmen an, die Kies- und Sandeinschwemmungen entsprächen einer einmaligen Hochwasserkatastrophe. Die Lagerungsverhältnisse erinnern indessen stark an die Deltaschichten der Schüss bei Biel (s. S. 213).

G a m s und N o r d h a g e n (S. 129) geben ferner an, im W a u - l a c h e r - M o o r i m K o c h e r t a l seien die uferwärts gelegenen Teile mit 50—100 cm Letten überdeckt. Die gleiche Erscheinung finde sich auch anderswo, so am G e h r e n b e r g n ö r d l i c h I m - m e n s t a d t (S. 130).

Das B r u n n e n h o l z r i e d erfuhr Austrocknung und teilweise Bewaldung und wiederum Vernässung bereits in der Föhrenzeit, später trocknete es wieder aus und bewaldete sich, und in der Neuzeit sind einige Teile wieder mit Sphagnum versumpft (B e r t s c h 1925).

Das R i e d m ü l l e r m o o s . b e i I s n y (würtembergischer Allgäu) enthält einen auf kiesigem Grunde vermoorten Fichtenwald. Die Vermoorung geschah zur Zeit der Abies-Dominanz (B e r t s c h 1925).

Das W a s e n r i e d b e i S i g m a r i n g e n in der schwäbischen Alb besitzt eine Verwitterungszone zwischen Eichenmischwald- und Buchenzeit, also zwischen Spätneolithikum und Bronzezeit. Darüber folgen über 5,5 m Radizellentorf (B e r t s c h 1926).

S t e i n a c h e r r i e d b e i W a l d s e e (B e r t s c h 1926): Auf kiesigem Grunde stand ein Föhrenwald, der durch Vernässung zugrundegegangen ist. Darüber lagern 2 m Radizellentorf, der oben zersetzt ist und von Waldtorf mit Stubbenhorizont der Föhre und vielleicht der Fichte überdeckt wird (50 cm). Obenauf sitzen 130 cm Hochmoortorf.

In ausgedehnten Teilen des Moores ist dem Radizellentorf Kalkgyttja mit vielen Schnecken und Desmidiaceen eingelagert, die im offenen Wasser abgesetzt wurde und nach oben durch die normalen Zwischenstufen der Verlandung in Torf übergeht. Die Kalkgyttja entspricht im Alter den

oberen Teilen des Radizellentorfs und bedeutet eine Vernässung während der Ablagerung dieses Torfkörpers.

Der Föhrenwald am Grunde des Moores ist föhrenzeitlich. Die Kalkgyttja gehört in die Eichenmischwaldzeit (= Neolithikum), die Vernässung über dem oberen Waldhorizont liegt im Buchengipfel (= Hallstattzeit).

Hier sind also drei deutlich ausgesprochene Vernässungsschichten vorhanden, die zeitlich unserem föhrenzeitlichen, tannenzeitlichen und fichtenzeitlichen Ueberschwemmungshorizonte gleichzusetzen sind. Eine ausgeprägte Austrocknung tritt in Spätneolithikum und Bronzezeit ein.

F e d e r s e e r i e d b e i R a v e n s b u r g . Das weitgedehnte Sumpfgebiet um den in der Postglazialzeit langsam verlandeten See enthält vorgeschichtliche und frühgeschichtliche Siedlungen und Einzelfundstellen in beinahe lückenloser Reihe und wurde in bezug auf seine Entstehung und die dabei wirksamen Faktoren wiederholt und ausserordentlich eingehend untersucht.

G a m s u n d N o r d h a g e n , indem sie die älteren Forschungen zusammenfassten und durch eigene ergänzten, nahmen einen niedrigen Stand des Seespiegels und Grundwasserspiegels im Neolithikum und besonders in der Bronzezeit an, mit einem vorübergehenden Hochstand zwischen älterem und jüngerem Neolithikum, der eine Schlammschicht hinterliess. Nach der Hallstattzeit erfolgte ein starkes Ansteigen des Grundwassers und neue Moorbildung. B e r t s c h , der die Entstehungsgeschichte des Federseegebiets mit grosser Sorgfalt durchgearbeitet hat und 1931 eine reich dokumentierte Monographie veröffentlichte, bestreitet, dass sich am Federsee Seespiegelschwankungen nachweisen lassen. Die Auffüllungsräume der gleichen Zeiten seien gleich gross. Dagegen sei die Verlandung auf der Westseite stärker, an der Ostseite schwächer gewesen unter der Wirkung der vorherrschenden Westwinde.

Immerhin ist die Ueberschwemmung innerhalb des Neolithikums (zwischen Aichbühlzeit I und II) kaum zu bezweifeln und wird auch von R. R. S c h m i d t in seiner Monographie der jungsteinzeitlichen Siedlungen im Federseemoor (1930, S. 30) ausdrücklich hervorgehoben, und eine nachbronzezeitliche Ueberflutung scheint sichergestellt zu sein durch Gyttja und Torf auf der Bronzesiedlung, die als Trockensiedlung betrachtet wird. Ferner begann im Neolithikum die Bewaldung durch Föhren, die sich in der Bronzezeit ausbreitete und in Hallstatt- und La Tène-Zeit wieder verschwindet oder doch auf einen kleinen Betrag zurückgeht unter allgemeiner Hochmoorbildung in dem südlichen, stärker verlandeten Moor-

teil, was kaum ohne eine ausgeprägte Veränderung des Wasserhaus-haltes denkbar ist.

Allerdings scheint die Hochmoorbildung in einzelnen Teilgebieten bereits in der Bronzezeit einzusetzen, so dass Ber tsch jede gesetzmässige Beziehung zu einer Trockenzeit ablehnt. Seine Beweisführung ist aber nicht immer überzeugend und geht in der Auswertung kleiner Schwankungen der Pollenkurve innerhalb der Buchenzeit ausserordentlich weit.

Zum Schluss möchte ich noch auf Untersuchungen hinweisen, die Erich Oberdorfer im südlichen Schwarzwald durchgeführt hat, da ihre Ergebnisse trotz der räumlichen Trennung in enger Uebereinstimmung stehen mit den im Grossen Moose erhaltenen.

Im Jahre 1930 wurde der in 900 m Meereshöhe gelegene Schluhssee abgesenkt und durch die dabei entstehende Entblösung der Ufer, verbunden mit zahlreichen Abbrüchen, ein prächtiges Untersuchungsmaterial blosgelegt, das bis in die subarktische Zeit zurückreichte (mit *Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Salix herbacea*, *S. reticulata*, *S. retusa*, *S. myrtilloides* u. a.).

Die pollenanalytische Durcharbeitung des noch durch zahlreiche Bohrungen ergänzten Materials ergab die gleiche Baumfolge, die für das Grosse Moos charakteristisch ist und die aus dem Schwarzwald bereits durch ältere Forschungen bekannt war (Stark 1924, 1929, Broch 1929; s. auch S. 197). Doch konnte Oberdorfer die Profile nach unten ergänzen und fand in der Föhrenzeit noch einen kleinen Birkengipfel, ähnlich wie Ber tsch im Gebiete nordöstlich des Bodensees. Unter diesem Birkengipfel war die Föhre (wahrscheinlich in wechselndem Anteil Waldföhre und Bergföhre) vergesellschaftet mit Weide und Zwergbirke; über dem Birkengipfel begann die Ausbreitung der Hasel.

Das Profil der Torfbildungen zeigt vom Birkengipfel bis in die jüngere Föhrenzeit hinein in den Deltagebieten einen Unterbruch durch Sandaufschüttung, dem eine Erhöhung des vorher niedrig stehenden Seespiegels parallel geht. In der Haselzeit und Eichenmischwaldzeit liegt der Seespiegel wieder tief, steigt aber in der frühen Tannenzeit, die in der Pollenkurve auch durch sehr reichlichen Erlenpollen ausgezeichnet ist, ein zweites Mal an, und die Bäche lagern neue Sandmassen über zersetzte Torfe ab. Ein neues Absinken, zwar nicht so tief wie in der Eichenmischwaldzeit, erfolgt in der Buchenzeit, wobei die obersten Torfschichten wieder verwittern und auch in den Hochmooren sich die Holz- und Wollgrashorizonte häufen. In der frühen Fichtenzeit (= 2. Tannenzeit) findet eine letzte Ueberschwemmung mit Sandablagerungen statt, während auf den Mooren vorwiegend Sphagnumtorf entsteht. Die obersten Torfschichten weisen wiederum starke Zersetzung auf, und das Moorgebiet war in der jüngsten Zeit teilweise bewaldet.

Oberdorfer setzt die ältere Föhrenzeit ins Subarktikum, den Birkengipfel und die jüngere Föhrenzeit ins Präboreal, Haselzeit und ältere Eichenmischwaldzeit ins Boreal, jüngere Eichenmischwaldzeit und Tannen-

zeit ins Atlantikum (Neolithikum), Buchenzeit ins Subboreal (Bronzezeit), Fichtenanstieg ins Subatlantikum.

Wir finden hier also nicht nur das gleiche Pollendiagramm wie im Grossen Moos wieder, sondern auch entsprechende Seespiegel-schwankungen und Ueberschwemmungshorizonte (föhrenzeitlich, tannenzeitlich, fichtenzeitlich). Oberdorfer führt diese Wasser-stands Schwankungen auf Klimaänderungen zurück. Den föhrenzeit-lichen Ueberschwemmungshorizont setzt er in die letzten Wehen der ausgehenden Eiszeit, zwischen Gschnitz- und Daunstadium ein.
