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: X: Die Auffüllung des alten Seebodens im übrigen Gebiete der Juralandseen
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: 09.12.2025

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

X. KAPITEL.

Die Auffüllung des alten Seebodens im übrigen Gebiete der Jurarandseen.

Die Auffüllung der Randgebiete des alten postglazialen Jurasees ist eine einheitliche Erscheinung, da sie durch die Höhe des jeweiligen Seestandes, die für das ganze Gebiet auch nach der Trennung in drei Seen annähernd die gleiche blieb, in der Höhenlage der Ablagerungen, sowie im Sedimentationsrhytmus bestimmt wurde. Sie wird aber an den verschiedenen Orten im einzelnen verändert durch die ursprüngliche Tiefe des Seebeckens und die Menge und Art der zugeführten Sinkstoffe. Es erscheint deshalb zum Verständnis der Vorgänge im Grossen Moos und zur Prüfung der dort gefundenen Tatsachen auf ihre Richtigkeit und allgemeine Wertung notwendig, mit unsern Untersuchungen über die Grenzen des Grossen Mooses hinaus auf das ganze Seegebiet überzugreifen. Namentlich die Seespiegelschwankungen, deren zusammenfassende Betrachtung für das Grosse Moos noch bevorsteht, lassen sich nur im Rahmen des gesamten Seelandes betrachten.

Wir haben bereits früher einige Abstecher über die Grenzen des engeren Untersuchungsgebietes hinaus gemacht und die Verhältnisse in den Hagneckmösern und im oberen Moosgebiet bis nach Lyss (S. 91), sowie am Neuenburgersee bei La Tène (S. 181), St-Blaise (S. 144), Auvernier (S. 173) und an der Südküste des Neuenburgersees (S. 81) betrachtet. Wir wollen nun des weiteren die oberen Enden von Neuenburgersee und Murtensee untersuchen, da hier starke Auffüllungen in flachen Talmulden stattgefunden haben, ferner die Umgebung von Biel, die durch Beherrschung des Ausflusses aus dem ganzen Seegebiete eine Art Schlüsselstellung einnimmt. Später werden wir über die felsige Nordküste des Neuenburgersees noch einiges hinzuzufügen haben (S. 245).

Der flache Talboden der Broye oberhalb des Murtensees bis gegen Payerne hin ist durch die Broye und ihre Nebenbäche aufgeschüttet worden. Die meisten Forscher, namentlich Historiker, nehmen an, die Aufschüttung der Ebene und damit die Verkleine-

rung des Murtensees sei während der ganzen Postglazialzeit in mehr oder weniger gleichmässigem Tempo erfolgt, Avenches, das römische Aventicum, habe in der Römerzeit unmittelbar am Murtensee gelegen und sei durch die seitherigen Auffüllungen mehr und mehr vom See entfernt worden.

Der Historiker Franz Ludwig v. Haller (1812) meint sogar, der See sei, verdrängt durch die von der Broye gebrachten Schuttmassen, als ganzes weiter gerutscht und habe sich um die Hälfte seiner Länge in der Richtung gegen das Grosse Moos hin verschoben. Die Beweise für die «Seestadt» Aventicum sind aber sehr dürftig. Haller und nach ihm andere sprechen von Löchern in den Ringmauern von Aventicum, da wo sie an die Ebene grenzt, in denen früher Ringe oder Haken zum Befestigen der Schiffe eingemauert gewesen seien. Ein solcher Mauerhaken ist heute noch in der Ringmauer nahe beim Bahnhofe zu sehen, wurde aber sichtlich erst in neuerer Zeit festgemacht. Ferner wird geltend gemacht, dass um diese tiefstgelegenen Teile der Ringmauer heute Torfboden sich ausbreite (Früh, 1930: «Die Ringmauer steht auf einem Pfahlrost und ist vom Torfe eines Erlenmoores begrenzt»), also müsse dort einmal offenes Wasser gewesen sein, und dieses sei erst seit der Römerzeit verschwunden, da die Römer die Ringmauer sicher nicht auf Sumpf gebaut hätten. Weiter sei die durch Tempel- und Inschriftenfunde belegte, blühende Schifferzunft von Aventicum nur in einer Seestadt denkbar. Schneider (1881 S. 32), der etwas weniger weit geht, glaubt, die Broye sei direkt an der Stadt vorbei geflossen und der Schuttkegel der Broye habe zur Römerzeit bis wenig unterhalb Aventicum gereicht.

Betrachten wir kurz die tatsächlichen Verhältnisse. Nach Gilliéron (1885), der dieses Gebiet eingehend schildert, besteht die ganze Broye-Ebene bis in mindestens 6 m Tiefe aus lehmig (mergelig) -sandigen Ablagerungen, unten von bläulich-grauer, oben mehr von gelblicher oder rostroter Farbe, in die schwarze Bänder aus vegetabilischen Materialien, gelegentlich sogar von torfiger Beschaffenheit eingeschaltet sind. Kies ist nur am oberen Rande der Ebene (bei Payerne) zu finden und ausserdem in kleinen Mengen im Flussbett, wo er durch rezenten Transport hergebracht ist und auf dem Lehme aufruht. Torf sei nur selten und in den tiefsten Teilen der Ebene vorhanden, und dann sei die oberste Schicht von 40 cm Dicke zu lehmreich, als dass sie zum Brennen dienen könne.

Bei Corcelles und 3 km abwärts bei Dompierre im oberen Teile der Ebene und wieder zwischen Avenches und dem heutigen Ufer des Murtensees fand Gilliéron alte Sanddünen. Die ersteren sind heute ganz im Mergel eingeschlossen, wurden aber bei den Kanalisationsarbeiten angeschnitten. Die Düne von Corcelles erreicht mit dem Rücken die Höhe von 442,3 m, die bei Dompierre

437—439 m. Sie bleiben damit bis über 3 m unter der heutigen Landoberfläche, die von dem Sande nur an einer Stelle erreicht wird. Gilliéron fasst diese Dünen als Strandbildungen bei hohem Seestande auf (mindestens 437 m) und verlegt ihre Bildung in die Zeit des absinkenden Jurasees. Die Dünen bei Avenches (NW Avenches, bei le Bey und gegen Faoug) sind nach Gilliéron neuerer Bildung. Auf der innersten dieser Dünen, die kein bedeutendes Mass erreichen, führt nach Früh heute die Strasse von Salavaux dem Seeufer parallel und quer durch die Ebene nach Russalet. Sie entspricht nach ihrer Lage zum alten Strande der Witzwilerdüne. Aber so klar, wie am Witzwilerstrande liegen die Verhältnisse am Westufer des Murtensees nicht. Die ersten Dünen, auf die man, von Faoug kommend, trifft, sind unregelmässig gelagerte Bachdünen des Chandon, und auch gegen le Bey und weiterhin erscheinen unregelmässige, in Teilstücke aufgelöste und in der Landschaft wenig vortretende Sandzüge, die nur auf einzelnen Strecken der Strasse als Unterlage dienen und teilweise auch mit alten Fluss- oder Bachläufen in Beziehung zu stehen scheinen. Heute erreichen die höchsten Dünenrücken, die ich gesehen habe, etwa die Höhe der Strasse (rund 435 m); meist bleiben sie aber wesentlich hinter diesem Werte zurück und heben sich nur etwa 1 m über die Umgebung.

Als Ganzes genommen erscheint die Aehnlichkeit mit dem Grossen Moose gross. Hier wie dort treffen wir im Untergrunde die bläulichen, pflanzenlosen Mergel und in den oberen Schichten den Wechsel von hellehmigen und schwarzlehmigen oder torfigen Horizonten. Die Torfe treten allerdings zurück, was für gleichmässige Ablagerung, ohne die Abtrennung grösserer Lagunen spricht. Auch hier sind die Torfe stellenweise von erdigen Oberflächenschichten überlagert. Eine weitere Uebereinstimmung ergibt sich durch das Vorhandensein der Dünenkränze, die im Broyetal infolge der Aufhäufung des von der Broye hergebrachten Sandes durch die Wellen des Sees entstanden sein müssen. Doch wissen wir über die zeitliche Verteilung der Dünenbildung nichts. Auch dürfen wir, solange nur die Höhe des Dünenrückens bekannt ist, keinen Schluss auf die Höhenlage des zugehörigen Seespiegels ziehen.

Um einen Anhaltspunkt über das Alter der Moosbildung zu gewinnen, haben wir in der torfigen Ebene nördlich vom Bahnhof Avenches, in rund 434 m Meereshöhe, etwa 250 m ausserhalb der alten Stadtmauer, eine Boh-

rung gemacht. Diese ergab bis in 230 cm Tiefe schwarzen, stark zersetzten Torf, darunter sandige Gyttja mit etwas Holzeinlagerung bis in 270 cm Tiefe, unter der karbonatfreier Sand (also Molasse-Sand) auftrat, der bis in 310 cm Tiefe erbohrt wurde. Die dem Profil entnommenen Proben waren sehr pollenarm. Doch liess sich erkennen: in 40 cm Tiefe Picea-Zeit, 80 cm Tiefe Abies-Zeit (oder späte Eichenmischwaldzeit), 160 und 200 cm Tiefe Pinus-Zeit mit etwas Eichenmischwald und Corylus und in 250 cm Tiefe beinahe 100 prozentige Pinus-Zeit. Eine zweite Bohrung, 20 m innerhalb der alten Stadtmauer, also gegen den Rand der Ebene hin, zeigte 40 cm Auffüllung, darunter 30 cm Sand und dann schwarzen Torf, dessen Unterlage nicht erbohrt wurde. Im Sand wies das Pollenspektrum ein starkes Vorherrschen der Weisstanne auf (23 Abies auf 5 Picea), und in 90 cm Tiefe waren im Torfe bei äusserster Pollenarmut 9 Abies auf 1 Picea zu finden.

Gewiss wäre es wünschbar gewesen, eine grössee Zahl von Bohrungen auszuführen, was uns leider nicht möglich war. Aber unsere Befunde zeigen bereits mit Sicherheit, dass die Broye-Ebene nördlich von Avenches schon früh im Postglazial aufgefüllt wurde und bereits in der Föhrenzeit ein grosser Teil des Torfes gebildet wurde. Die Dünen von Corcelles und Dompierre dürften also der Zeit des Jurasees entsprechen und die zwischen Avenches und dem Murtensee gelegenen den jüngeren Dünen des Grossen Mooses. Da das Gebiet Derrières les Murs, in dem wir die Bohrung ausführten, heute rund 5 m über dem mittleren Niveau des 2,5 km entfernten Seespiegels liegt, so ergibt sich, dass Torfbildung überhaupt nur in den Zeiten andauernd hohen Seestandes erfolgen konnte. Für gewöhnlich lag die Fläche des Broyetales trocken, was die starke Zersetzung des Torfes erklärt. Bei Hochwassern konnten Ueberschwemmungen auftreten, die aber, nachdem das Einzugsgebiet der Broye bewaldet war — und es eignet sich zur vollständigen Waldbedeckung — wohl nur selten eintraten und wenig mineralische Sinkstoffe mit führten. Erst nachdem der Mensch grosse Teile des Einzugsgebietes gerodet hatte, konnte die Aufschwemmung der Böden wieder grösseren Umfang annehmen. Wir glauben deshalb, dass das Broyetal seit der frühen Postglazialzeit, in der die Ausschwemmung der gewaltigen, vom Rhonegletscher aufgehäuften Schuttmengen erfolgte und die Bewaldung vor sich ging, nur mehr eine geringe Vergrösserung gegen den Murtensee hin und auch nur eine schwache Erhöhung erhalten hat, das letztere nur während der eigentlichen Ueberschwemmungszeiten, die wir im Grossen Moos kennen gelernt haben.

Insbesondere ist sicher der Murtensee von der Römerzeit bis zur Korrektion der Juragewässer nicht wesentlich verkleinert worden. Die Stadt Aventicum lag nie am See, sondern die nächstgelegenen Teile der Stadtmauer waren 1,5—2 km davon entfernt. Die Mauern der Stadt griffen im Norden auf schon vorhandenen, oberflächlich trockenen Torfboden über, auf dem sie heute noch stehen, und daraus ergab sich das Bedürfnis, die Mauer auf einen Pfahlrost zu stellen. Auffallend ist die geringe Störung des Torfbodens an der untersuchten Stelle innerhalb der Mauer. Dieses Gebiet war offenbar nicht bebaut, sondern wurde vielleicht als Stapelplatz oder Pflanzland verwendet. Trotzdem die Stadt nicht direkt an den See grenzte, hat sie einen lebhaften Verkehr auf dem Wasserwege unterhalten. Dafür spricht nicht nur das Vorhandensein der Schifferzunft, sondern die Tatsache, dass die vom Nordufer des Neuenburgersees stammenden Bausteine in gewaltigem Umfange zur Verwendung gelangten (auch die Stadtmauer besteht zum grossen Teil aus gebrochenen Jurakalksteinen), für die der Wasserweg vom Neuenburgersee durch die Broye in den Murtensee weitaus die beste Beförderungsmöglichkeit bot. Ob der Hafen von Aventicum am Murtensee bei Faoug lag, wie Meisterhans (1894) vermutet, oder ob ein Kanal vom Murtensee zur Stadt führte und ausserhalb oder innerhalb der Ringmauern ein kleiner Hafen erstellt war, vermögen wir nicht zu entscheiden. Beides kann nebeneinander existiert haben.

Eine genauere Untersuchung der Bildungsgeschichte der Alluvialebene der Broye erscheint sehr wünschbar.

Die Ebene der Thièle bei Yverdon ist, wie die Broyeebene, ein Seearm, der von Bächen aus dem Mittelgebirge aufgefüllt wurde. Diese Bäche sind heute verhältnismässig arm an mitgeführtem Schutt. Es ist deshalb von vornherein anzunehmen, dass auch hier die Hauptauffüllung der Ebene in der frühen Postglazialzeit erfolgt sei. Immerhin liegt ein Teil des Einzugsgebietes (Orbe, Nozon) im Hochjura mit steilerem Gefälle der Flüsse und stärkerer Abtragung. A. Jayet, dem wir eine sehr wertvolle Beschreibung des Gebietes verdanken (1864), teilt mit, dass die Thièle und die anderen bei Yverdon einmündenden Flüsse nur Sand mit sich führen (die Thièle bringe feinen Kies bis nach Ependes); dagegen lagere der etwas weiter nordöstlich in den See mündende Jurafluss Arnon Kies ab.

Der Untergrund der Ebene besteht aus Sand und Mergel; doch sind die Torfbildungen ausgedehnter als im Broyetal. Die Auffüllung erfolgte nicht gleichmässig, sondern es wurden durch die Seitenbäche kleinere Becken abgetrennt, die selbständig verlandeten und in denen mächtige Torfmassen abgelagert wurden. Der Torf soll nach Jayet bis 7—8 m mächtig sein. An den südlichen Rän-

dern der Ebene (Jayet spricht besonders vom Gebiet zwischen Ependes und Gravaz, wo der Buron die Ebene erreicht; aber wahrscheinlich ist die Erscheinung viel allgemeiner) ist der Torf mit 60—100 cm Alluvionen bedeckt. Ausserdem ist seine Oberflächenschicht, 30—50 cm tief, im allgemeinen von torfig-erdiger Beschaffenheit («sorte de terreau et de dépôts qu'un mélange de tourbe a noirci», Jayet).

Stellenweise finden sich in den Torf eingelagert dünne Bändchen von erdiger Beschaffenheit, oft kaum bemerkbar. Neben dem Mont Chablon ist an einer Stelle der sehr mächtige Torf durch eine dicke Lehmzwischenlage in zwei Horizonte geteilt, was eine für das Gebiet seltene Besonderheit bildet.

Schardt (1881) beschreibt Bacheinschnitte, die nach der Absenkung des Seespiegels nahe dem Ufer entstanden und Einblick gestatteten in die Stratifikation des Untergrundes.

Am Buron beobachtete er unter einer dünnen, oberflächlichen Erdschicht 1 m Sand und Kies, darunter 3 cm Erde (= vegetabilische Einlagerung), wieder 150 cm Sand und darunter Mergel bis in unbekannte Tiefe, am Arnon zwischen zwei Kiesschichten eine Mergelschicht von 15—20 cm Mächtigkeit, die weithin sichtbar war und zahlreiche Molluskenschalen enthielt. Die Erdschicht zwischen den Sand- und Kiesschichten dürfte einer Zeit mit aussetzender Akkumulation bei niedrigem Seespiegel entsprechen, wobei wir an die Buchenzeit denken, die Mergelschicht zwischen dem Kies einem ausgesprochenen Seehochstande. Leider fehlen die absoluten Höhenwerte.

Besonderes Interesse erwecken die von Jayet eingehend beschriebenen Dünen, die sich parallel zum See-Ende hinziehen. Jayet unterscheidet drei hintereinander liegende Dünenkränze.

Der innerste, seewärts gelegene Kranz geht quer durch das ganze Deltagebiet, vom Molassehügel im Osten bis zum Jurahang im Westen, ohne andere natürliche Oeffnungen als die Durchlasse für die drei Gewässer Buron, Thièle, Brinaz. Nördlich der Thièle, bis zur Tuilerie de Grandson, führt die Staatsstrasse über diese Düne, die etwa 6,5 m über dem heutigen mittleren Seespiegel liegt. Südlich der Thièle ist sie, etwa in gleicher Höhe, stark verbreitert und fällt gleichmässig gegen das alte Seeufer ab. Auf ihrem Abfall gegen den See steht die Altstadt von Yverdon und stand auf dem höchsten Teil (etwas südlicher, vom Friedhof gegen die Thièle hin) die römische Stadt Ebrodunum. Die römische Kulturschicht liegt als leichter, schwarzer Humusboden auf dieser Düne, nach Jayet 100—120 cm mächtig, und darüber ein schmales Kiesband, ein römischer Weg. Troyon (1860) spricht von zwei römischen Kulturschichten, die durch eine stratifizierte Ablagerung von Sand und Kies getrennt seien. Doch wird es sich kaum um einen Ueberschwemmungshorizont handeln (435—436 m Höhe!), sondern um eine künstliche Ueberführung. Die beiden äusseren, landwärts gelegenen Dünen sind im Mittel

1350 m und 1700 m vom See entfernt (nach den Angaben von Jayet, mit der Berücksichtigung, dass der See durch die Absenkung etwa 450 m zurückgegangen ist), aber nur nördlich der Thièle entwickelt. Sie werden gegen die Thièle hin am breitesten, sind aber stark verändert und meist abgetragen.

Die Dünen bestehen aus verschiedenartigem Material: die äusserste, älteste Düne aus Sand und Mergel. Nur da, wo die Strasse nach Chamblon sie schneidet, ist etwas Kies eingelagert, und ganz im Norden, wo sie sich an das Delta des Brinaz anlagert, herrscht der Kies vor. Die mittlere Düne enthält unten nur Sand und Mergel, dem mit scharfer Grenze 90—120 cm Kies aufgesetzt ist. Die innerste Düne besteht nördlich der Thièle ihrer ganzen Länge nach aus Kies, dessen Grösse gegen die Thièle hin abnimmt. Südlich der Thièle besteht sie nur in ihrem südlichsten Teil (Delta des Buron) aus Kies, im mittleren Teil (unter der römischen Kulturschicht) aus Sand und Mergel, im seewärts gelegenen Teil aus Sand. Die Unterlage der innersten Düne, nördlich der Orbe, bestand aus Sand, und ebenso zeigt das ganze Küstengebiet innerhalb der Düne nur Sand. Zwischen den Dünen liegen kleine Ebenen mit geringer Torfbildung. An den Rändern dieser Mulden ist der Torf von Sand bedeckt. Doch geht der Torf nicht unter die Dünen.

Die Uebereinstimmung mit den Verhältnissen im Grossen Moose erscheint wiederum sehr gross; doch fehlte hier ein überragender Zufluss, der dem Alluvionsgebiet seinen Stempel völlig hätte aufdrücken können. In den älteren Zeiten der Auffüllung des Seebodens wurde durch die verschiedenen kräftigen Bäche, die sich erst innerhalb der Ebene zur Thièle vereinigen, die Abtrennung von Teilbecken begünstigt, in denen die grossen Torflager sich bildeten, die dann später durch den Schutt der gleichen Bäche wiederum teilweise zugedeckt wurden. Und wenn auch bei den Einschwemmungen in den See die von der Thièle mitgebrachten Sinkstoffe bei weitem überwogen, so fallen doch die des Buron, Brinaz und vielleicht sogar des entfernteren Arnon daneben stark ins Gewicht. Eigentümlich ist auch die wechselnde Zusammensetzung der Dünen. Wenn wir zur Erklärung ihrer Entstehung das im Grossen Moos angewendete Prinzip beiziehen, so müssen wir hier annehmen, die Thièle habe die Hauptmenge des Materials gebracht und unter der Wirkung von Wind und Wellen sei es aufgehäuft worden. Der Südwestwind würde die Aufhäufung von der Thièle-Mündung nach beiden Seiten ermöglicht haben, und der breite Dünenkomplex auf der rechten südlichen Seite des Flusses würde den drei hintereinander liegenden Dünen der linken Seite entsprechen. Die Aufschüttung des Kieses müsste in Zeiten hoher Wasserführung der Thièle erfolgt sein, die ihr erlaubt hätte, den Kies bis an die Mündung vor-

zutragen. Auf jeden Fall ist die Kieshäufung an Zeiten hohen Wasserstandes des Sees gebunden, da der Kies nur so hoch abgelagert wird, als die Wellen bei Hochwasser gehen. Gegenwärtig wird der Kies bis 150 cm über den Mittelwasserstand hinaufrollt (s. S. 228). Deshalb scheint die Aufhäufung der Kiesstreifen in Form eines Dünenwalles bei dem ansteigenden Seestand einer Ueberschwemmungszeit am wahrscheinlichsten, und die beiden Wälle würden sich auf zwei solche Zeiten verteilen, wobei die mittlere Düne, die im unteren Teile aus Sand besteht, durch den Wechsel der Korngrösse auch die Aenderung in der Sedimentationsweise des Flusses anzeigt.

Dieser Annahme steht entgegen, dass nach Jayet der Kies im wesentlichen nur auf der linken Seite der Thièle auftritt und seine Korngrösse mit der Entfernung von dem Flusse zunimmt. Jayet lehnt denn auch den Hertransport des Kieses durch die Thièle ab, und meint, dieser stamme von dem Steilufer des Sees bei Grandson. Dieses Kliff sei andauernd vom See bearbeitet worden. Die losgelösten Massen wurden ausgeschwemmt und der Kies (und Sand) durch die Wellen unter der Wirkung des Nordostwindes in der Richtung gegen Yverdon hin verfrachtet. In der älteren Zeit kam er nicht an der Mündung des Brinaz vorbei und häufte sich dort als eine Alluvionsebene von 1200 m Länge und 600 m Breite. Später gelang es ihm, dieses Hindernis zu überwinden; der Kies bildete die Dünen und gelangte bis an die Thièle, an der er sich staute. Die vor den Dünen liegende Sandebene am Seeufer entstand seit der Römerzeit, und da seit dieser Zeit von Yverdon gegen Grandson und Corcelettes längs des Sees eine Strasse führte, so hörte die Unterhöhlung des Ufers und damit der Transport weiteren Kieses auf.

Die Erklärung von Jayet über die Herkunft des Kieses hat grosse Wahrscheinlichkeit für sich. Doch müssen wir uns die Dynamik etwas anders vorstellen. Das Bächlein Brinaz hat den Vorbeitransport des Kieses kaum je gehindert. Aber die Erosion des Kliffes setzte hohen Seestand voraus, während bei niederem Seestande sich, wie es gegenwärtig an den Ufern des Sees überall zu sehen ist, vor das Kliff eine Sand- oder Schlickebene legte, welche die weitere Abtragung verhinderte. Deshalb erfolgte sowohl der Abbau des Kliffes als auch die Aufhäufung des Kieses zum Wall nur in

den Ueberschwemmungszeiten, und die beiden Kieswälle sind uns Zeugen für zwei Ueberschwemmungsperioden. Es brauchen dies keineswegs die ältesten der im Grossen Moose festgestellten Ueberschwemmungszeiten gewesen zu sein; eher ist anzunehmen, dass in der postglazialen Frühzeit die vom Kliff bei Grandson losgelösten Schuttmengen sich längs des Seeufers gegen Montagny hin häuften (Alluvionsmasse des Brinaz) und die Bildung der Kieswälle erst ermöglicht wurde, als die Thièle, der bei der Auffüllung des Sees ohne Zweifel die Hauptaufgabe zukam, ihr Delta bis nach Yverdon vorgeschoben hatte.

Die eingehende Untersuchung dieser Verhältnisse würde wertvolle Aufschlüsse liefern, konnte aber im Rahmen einer Arbeit über das Grosse Moos nicht in Frage kommen. Hingegen wollen wir noch einen kurzen Bericht über einige Bohrungen, die wir ausgeführt haben, hinzufügen.

Vom Ostfusse des Mont Chamblon, also zwischen dem äussersten Dünenkranze Jayets und dem Berghange, werden von zwei Stellen Funde neolithischer Pfahlbauten angegeben (vgl. 12. Pfahlbaubericht, 1930, S. 44). Nach F. Troyon (1860) fanden sich in Cléettes unter 210 cm Torf senkrecht gestellte Pfähle von Eichen und Birken von 24—30 cm Durchmesser, 90 cm lang und am unteren Ende zugespitzt. Andere Funde wurden in Uttins gemacht, über die Troyon in unklarer Weise berichtet, und die im 12. Pfahlbaubericht in zwei Funde zerlegt werden. Der ursprüngliche Bericht von Rochat (1861) spricht nur von einem Fund und vereinigt die in 180 cm Bodentiefe gefundenen zwei grossen, liegenden Baumstämme mit Wurzeln und die darunter im Torf und einer eingelagerten, lehmigen Schicht steckenden Pfähle in das gleiche Profil, wie dies auch in einer im Museum in Yverdon hängenden Zeichnung dargestellt ist. Wir geben das Bodenprofil in einer nach Rochat's Angaben angefertigten Skizze wieder (Abb. 35). Die Lage der zwischen den Pfählen gefundenen Artefakte (nach der Zeichnung im Museum: Steinbeile, bearbeitetes Stück Eibenholz) wird nicht angegeben.

Wir fanden bei unseren Bohrungen die Stelle mit der Lehmschicht nicht, dagegen das in Abbildung 35 rechts dargestellte Profil, östlich von Uttins, rund 100 m vom Rande des Mooses entfernt. Auf dem blauen Mergel von unbekannter Mächtigkeit sitzt eine dünne Torfschicht, über der mit scharfem Kontakt Seekreide eine zweite Verlandungsserie einleitet, die in 240 cm Bodentiefe mit einer Schicht stark zersetzten, dunklen Torfes abschliesst. Der darauf ruhende lockere, braune Torf deutet eine Vernässung an, der nach oben anschliessende, dunkle, stark zersetzte Torf die langsame Verlandung und Austrocknung. In 45 cm Tiefe war der Torf etwas lehmig. Die Oberfläche des Bodens liegt nach der topographischen Karte heute in ca. 434 m Meereshöhe, also 5 m über dem mittleren Seespiegel. Die Torfbildung kann also nur bei sehr hohem Seestande stattgefunden haben Jayet hat bereits 1964, also vor der Absenkung der Juragewässer, festgestellt, dass keine Torfbildung mehr stattfinde.

Wir haben in der Profilskizze unserer Bohrung auch die Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchung aufgetragen. Die erste, mit der Bildung des untersten Torfes abschliessende Aufschüttung dauerte bis in die Föhrenzeit hinein. Die zweite Auffüllung be-

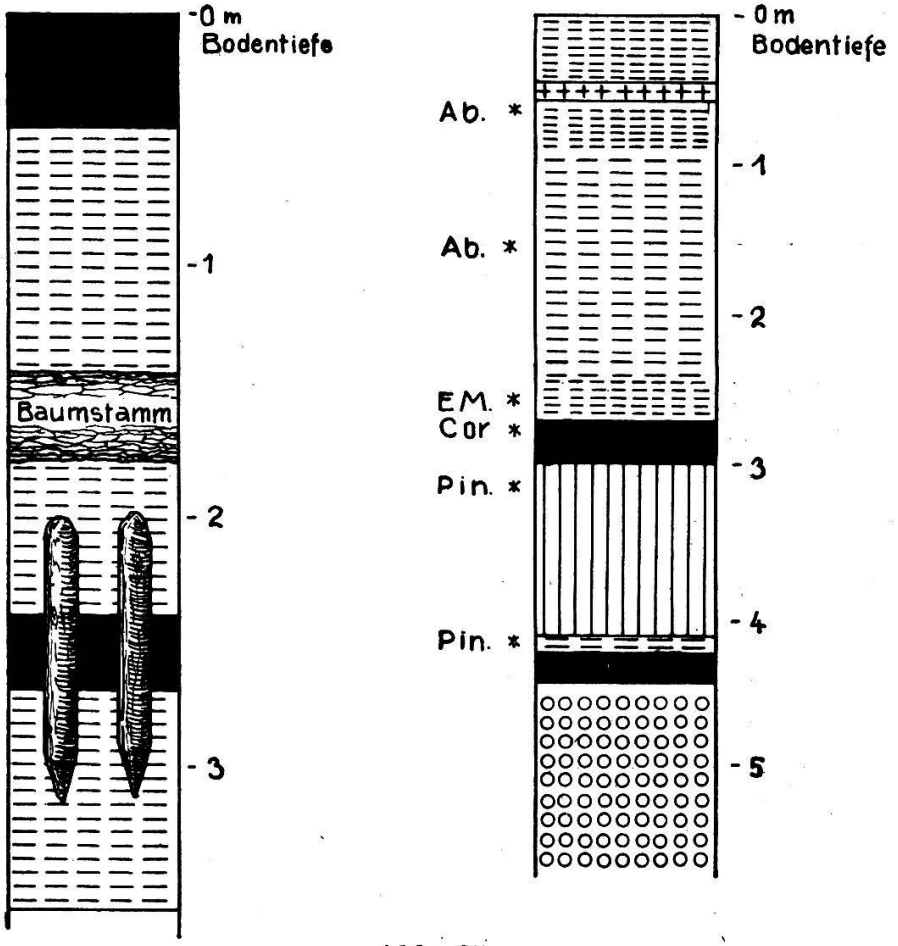

Abb. 35.

Bodenprofile am östlichen Fusse des M. Chamblon bei Yverdon. Links das Pfahlbauprofil nach L. Rochat. Rechts ein Bohrprofil. Erklärung der Zeichen s. S. 10.

gann in der Föhrenzeit und umfasste die Haselzeit und Eichenmischwaldzeit, deren Grenzen schwer festzulegen sind. Die dritte Auffüllung umfasst vorwiegend die Abieszeit, begann aber bereits in der Eichenmischwaldzeit. Ob noch jüngerer Torf vorhanden ist, konnte nicht festgestellt werden, da die oberste Probe in 50—60 cm Tiefe entnommen wurde. Der lehmige Torf in 45 cm Bodentiefe könnte aber sehr wohl einer jüngeren Ueberschwemmungszeit entstammen.

Eine Bohrung an der gleichen Oertlichkeit, ca. 300 m weiter gegen Osten und nahe der äussersten Düne ergab ähnliche stratigraphische Verhältnisse, ebenso eine Bohrung etwas westlicher von der ersten, nahe dem Fusse des Berges. An letzterer Stelle war der Torf über Seekreide bis zur eichenmischwaldzeitlichen Vernässung mächtiger entwickelt (145 cm) und im unteren Teile hellfarbig, während der Torf des obersten Abschnittes nur 100 cm mass. Eine weitere Bohrung wurde südlich der Piscine, also gegen den alten Lauf der Thièle hin vorgenommen (ca. 300 m von der alten Thièle entfernt, in der Nähe des Kanals). Hier war die Vernässung, welche die in der Eichenmischwaldzeit beginnende Torfbildung einleitete, stärker ausgeprägt; sie begann mit 35 cm Seekreide (110—145 cm Bodentiefe), die noch in der Eichenmischwaldzeit gebildet wurde.

Der Versuch der Parallelisation mit dem Grossen Moos ergibt vorerst Sicherheit, dass die föhrenzeitliche Austrocknung den untersten Torf, und die darauffolgende Ueberschwemmung die Seekreide und den zweiten Torfkomplex lieferte. Ferner finden wir die eichenmischwaldzeitliche Ueberschwemmung in dem Vernässungshorizont, der den oberen Torf gegen den mittleren abtrennt, oder gegen die Thièle hin in der Zwischenlage von Seekreide. Die jüngeren Vernässungshorizonte können wir nicht mit Sicherheit datieren.

Schwieriger lassen sich die neolithischen Reste von Uttins eingliedern. Wir dürfen uns wohl der Angabe von J a y e t, die Lehmschicht sei älter als die Pfähle, anschliessen, da J a y e t, der ein guter Beobachter gewesen sein muss, diese Ausgrabung jedenfalls noch miterlebt hat. Nachdem der Pfahlbau verlassen war, witterten die Pfähle, bevor sie vom Torf gänzlich überdeckt wurden mit stumpfer Spitze (pointe mousse) bis zu einem Niveau ab, das heute 195 cm tief im Boden liegt, resp. 145 cm hoch von Torf bedeckt ist. Da die Ablagerung des Mergels generelle Ursachen gehabt haben muss, die sich auch in weiterem Umkreis geltend machten, so glauben wir, dass sie auf jeden Fall in dem benachbarten Bohrprofil (Abb. 35) einer auffallenden Strukturänderung im Sinne eines Vernässungshorizontes entsprechen muss. Das kann nur der in 240 cm Tiefe auftretende braune, lockere Torf sein. Nun deutet im neolithischen Profil das Vorhandensein von Baumstämmen mit Wurzeln im Torf über den Pfählen ebenfalls auf einen Vernässungshorizont schwächeren Grades hin, wofür der Abies-zeitliche Ueberschwemmungshorizont in Frage kommt. In dem Bohrprofil könnte er bereits in dem dunklen, dichten Torfe der obersten 90 cm stecken. Unter diesen Voraussetzungen gelangen wir zu der folgenden Er-

klärung. Zur Zeit, als der Pfahlbau gebaut wurde, hatte sich über der Lehmschicht bereits eine Torfschicht von 50 cm Mächtigkeit gebildet, die ausgetrocknet war. Auf dieser trockenen Oberfläche errichtete der Neolithiker seinen Bau. Als er verlassen wurde, faulten die Pfähle bis zur Bodenoberfläche ab. In späterer Zeit erfolgte mit dem Steigen des Wasserspiegels eine neue Torfbildung, und in der Zeit dieser Ueberschwemmung wurden auch die Baumstämme in den Torf eingeschlossen, sei es als Reste einer Bewaldung des Moosbodens, sei es als vom benachbarten Moosrande her eingeschwemmte Bäume. Es ist wohl immer ein schwierig und unsicher Ding, alte und gewöhnlich ungenaue Angaben, denen oft gerade die wichtigsten Einzelheiten fehlen, einer neuzeitlichen Problemstellung einzuordnen. Die im vorstehenden versuchte Darstellung des Pfahlbaufundes stellt ihn in die frühe Abieszeit, ins alte Neolithikum Vougas. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Argumentation richtig sei, scheint mir gross; aber Sicherheit ist natürlich nicht vorhanden.

Somit stehen unsere Befunde von Yverdon mit denen der Untersuchungen im Grossen Moose in Uebereinstimmung, und wir können uns der Ansicht von Jayet ganz anschliessen, die Torfbildung habe seit langem aufgehört, und die Bildung der Thièle-Ebene (natürlich nur als Ganzes genommen) sei bereits vor dem Erscheinen des Menschen erfolgt.

Die Ebene bei Biel. (Vgl. Kärtchen, Abb. 36.) Das Tal des Bielersees ist durch die Hügelkette des Seerücken-Jensberg-Büttenberg vom Haupttal getrennt. Es besitzt talabwärts einen langen schmalen Ausgang gegen Nordosten bei Pieterlen und einen zweiten gegen Osten, im breiten Durchbruch des Ausflusses aus dem Bielersee zwischen Jensberg und Büttenberg. Tiefenbohrungen (s. S. 46, 221, und Antenen 1931) haben gezeigt, dass hier im Untergrunde (in etwa 10 m Bodentiefe) eine felsige Schwelle miozänen Sandsteins durchgeht und die beiden Längstäler scheidet. Der Bielersee reichte bis in die Gegend von Brügg, wo heute westlich von Bürglen eine Reihe rundlicher Hügelchen vom Jensberg bis zum Flusslauf (Pfeidmatt) hinuntersteigen und mit dem nördlich des Flusslaufes gelegenen Pfeidwald einen natürlichen Abschluss bilden, der auch im Flussbette der alten Zihl durch eine 180 m breite Lehmschwelle deutlich ausgeprägt war (Culmann 1858, Koch 1816). Dieser Rie-

gel ist als Erdrutsch, der vom Jensberg niederging, aufzufassen (vgl. S. 262). Westlich von ihm beginnt das Gebiet der Schüssablagerungen, östlich die Aarealluvion. Die Schüss, ein Gerölle führender Fluss aus dem Jura, mündet bei Biel in die Ebene, und sie hat das Bieler Teilstück des alten Jurasees aufgefüllt. Die Auffüllung

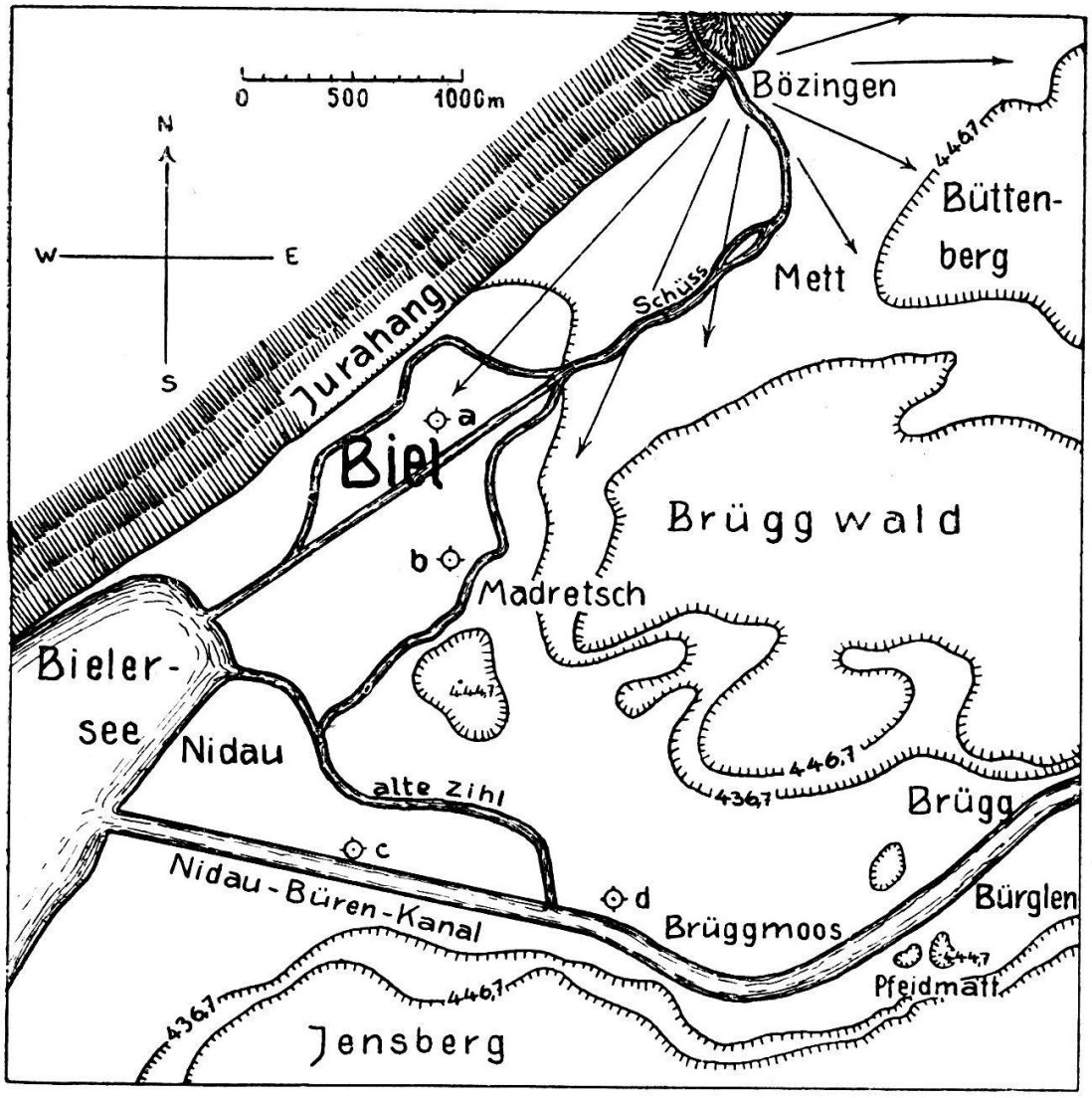

Abb. 36.
Kärtchen der Umgebung von Biel. a—d = Bodenaufschlüsse, auf die im Text bezug genommen wird.

geschah sicher auch hier zur Hauptsache in der frühen Postglazialzeit. Durch die Ablagerung ihres Deltas beeinflusste die Schüss den Ausfluss aus dem Bielersee. Die weitere Entwicklung der Gegend beruhte auf dem Antagonismus von See resp. Zihl und Schüss,

und als dritter massgebender Faktor gesellte sich im Laufe der Zeit noch die Aare dazu, die ihren Schuttkegel bis nach Bürglen, dicht an die Zihl vortrug. So bildeten sich recht verwickelte Verhältnisse heraus, die für das Verständnis der Vorgänge im Grossen Moose von Wichtigkeit sind.

Es trifft sich gut, dass der beste Kenner der Quartärgeologie dieses Gebietes, Herr Dr. F. Antenen in Biel, vor kurzem eine Zusammenfassung über die alluvialen Ablagerungen des Seelandes veröffentlichte (1931), in der er auch die Verknüpfung der Lagerungsverhältnisse mit der Vorgeschichte versuchte. Antenen, indem er seine Forschungen fortsetzte, hat mich in der Folge persönlich in die Kenntnis des Gebietes eingeführt und mir wertvolle Aufschlüsse im Untergrunde der Stadt Biel zur Untersuchung zugänglich gemacht, wofür ich ihm vielen Dank schulde. Ferner ermöglichten mir die Herren Dr. Antenen, Dr. L. Bendel in Luzern und Prof. Dr. A. Jeannet in Zürich die Untersuchung der Profile von Tiefenbohrungen, welche das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft im Frühling 1934 am Aarekanal bei Nidau ausführen liess, wofür ich ihnen hier ebenfalls danken möchte.

Für die allgemeine Darstellung der Verhältnisse legen wir die Arbeit von Antenen zugrunde, dessen klare Beweisführung ich in den Hauptpunkten nur bestätigen kann.

Die Deltaablagerung der Schüss ging nach Antenen zuerst gegen Osten hin und füllte die Ebene von Pieterlen auf. Diese älteren Teile des Deltas sind von völlig homogener Beschaffenheit und bestehen aus Jura-Flussgeröll mit einzelnen Sand- und Schlammeinlagerungen. Sie werden im zentralen Teil, vom Schluchtausgang der Schüss bis zur Station Mett, von einer Tuffdecke überlagert. Später wandte die Schüss ihren Lauf mehr gegen Westen und füllte den Seeboden auf, auf dem heute die Stadt Biel steht. Die Ausläufer des Deltas gehen gegen Westen bis an den heutigen Seestrand und ziehen von da östlich des alten Städtchens Nidau durch, ungefähr bis zur Mündung der alten Zihl in den Aarekanal bei Port. Weiter östlich, im Brüggmoos, wurde kein Schüssgeröll mehr gefunden und ebensowenig westlich zwischen Nidau und dem See. Das Schüssdelta biegt also unter der hemmenden Einwirkung der Brüggwald-Hügel, die weit zwischen die beiden alten Seearme vorstossen, gegen Südwesten aus. Die Schüss floss in der historischen Zeit in mehreren Armen über ihr Delta: der eine mündete in den See, ein anderer bei Nidau in die Zihl, in die heute noch ein Lauf führt (Madretsch-Schüss), nachdem der Hauptstrom im Jahre 1824 in den See geleitet wurde (Culmann).

In dem westlichen Teile des Schüssdeltas sind die Lagerungsverhältnisse nicht mehr einfach. Deltaschichten und Torfbildungen wechsellagern mit Seeablagerungen. Antenen unterscheidet von unten nach oben: eine ältere Aufschüttung der Schüss von unbekannter Mächtigkeit, bestehend aus Jurakalk-Geschieben und Sand → einen älteren Seeboden, bestehend aus schlammigem Niederschlag → eine jüngere Alluvion der Schüss, bestehend aus Sand und Geschieben mit eingeschalteten Torfschichten (gewöhnlich 2) → einen jüngeren Seeboden → eine oberflächliche Schicht von Dammerde, lokal mit Torflagern oder Sandeinschlüssen. Unter den unteren Deltaschichten vermutet er einen ältesten Seeboden.

Der obere Seeboden liegt in den Baugruben der Stadt Biel in etwa 1,8—2,3 m Tiefe (Aufschüttung eingerechnet) und ist ca. 50 cm mächtig; der untere Seeboden liegt in 4,8—6,3 m Tiefe. In dem schematischen Profil von Antenen ist der jüngere Seeboden mit 50 cm Dicke, der ältere mit 150 cm eingezeichnet. Doch wechselt die Mächtigkeit. Die Störungen sind namentlich im Gebiete der Altstadt recht gross.

Die Seeböden entsprechen Zeiten des Seehochstandes; von den Deltaschichten nimmt Antenen an, sie seien bei niederem Seestande, also offenbar auf trockenem Boden, entstanden, was nicht der Fall zu sein braucht und für die ältesten, tiefliegenden Geröllschichten wenig wahrscheinlich ist. Die Geröllablagerung erfolgte auch unter dem Wasser, und in den innersten Teilen des Deltas setzte sich das Geröll direkt auf die diluvialen Bildungen auf, während sich in den entfernteren Teilen bereits Seeschlamm abgelagert hatte, der infolge des langsamen Vorrückens des Deltas mit steigender Entfernung eine immer dickere Unterlage bilden musste.

Gestützt auf neueste Untersuchungen gelangt nun Antenen (nach mündlichen Mitteilungen und in einem Aufsatz im Seeländerboten, 1934) dazu, noch einen dritten Ueberschwemmungshorizont und einen dritten Deltaboden anzunehmen, der sich zwischen den oberen Deltahorizont und den oberen Seeboden einschiebt und sich von diesen nicht leicht und wahrscheinlich nicht überall abtrennen lässt. Damit gewinnt die von Antenen aufgestellte, auf Seespiegelschwankungen beruhende Ordnung der Ablagerungen im Untergrunde des Bodens von Biel grosse Aehnlichkeit mit den im Grossen Moos gefundenen Gesetzmässigkeiten.

Die zwischen den Seeböden eingeschalteten Deltaschichten geben Antenen Anhaltspunkte für die Datierung dieser Ablagerungen. In den Kiesen und Sanden des mittleren und oberen Deltabodens, aber auch in den Torfen, wurden in grosser Menge Knochen gefunden, von denen sich viele als vom Menschen behandelt

erwiesen (aufgespalten, Schädeldecken eingeschlagen). In ihrer Gesamtheit ergaben sie ein Bild der Fauna der Pfahlbauzeit, und zwar sowohl der Wild- als auch der Haustiere. Die Knochen sind nach der Artzugehörigkeit und nach der Bearbeitung mit denen der benachbarten Pfahlbauten identisch. Diese Knochen sind nicht etwa eingeschwemmt oder vom Wasser verschwemmt, sondern nach ihrer Beschaffenheit an Ort und Stelle vom Menschen hingeworfen und vom Kies oder Sand eines Hochwassers oder vom wachsenden Torfe eingeschlossen worden. Sie sind nach Antenen ein Zeugnis dafür, dass der Pfahlbauer auf diesem Delta lebte, das Delta also in der Pfahlbauzeit trocken lag. Reiche Funde der neuesten Zeit erlaubten Antenen, in der Knochenstratigraphie des Deltas einen oberen Horizont, in dem die Schädelknochen des Bronzepferdes mehrfach gefunden worden waren, von einem unteren, in dem sie fehlen, abzutrennen. Der untere Knochenhorizont wurde als neolithisch betrachtet, der obere als bronzezeitlich (und spätneolithisch), und eine zwischen ihnen liegende Trennungsschicht als Ueberschwemmungshorizont. So gelangte Antenen zu der Aufstellung der genannten drei Ueberschwemmungshorizonte und Trockenzeiten.

Im Frühling 1932 konnte ich durch Vermittlung von Antenen beim Neubau der Post im mittleren Teile der Stadt Biel (Ecke Neumarkstrasse/Dufourstrasse) eine Baugrube untersuchen, deren Aufschluss von der oberflächlichen Humusschicht bis unter den älteren Seeboden reichte.

Das Niveau der Strasse lag an dieser Stelle in 434,3 m Meereshöhe. Ueber das Bodenprofil unterrichtet die Abbildung 37. Unter einer rezenten Aufschüttung von 60—100 cm kamen 30 cm Dammerde, dann ein gelblicher Mergel mit Landschnecken, der nach unten in schwarzen Lehm mit reichlichen Einlagen von Holz überging. Das Holz war stark vertorft und gehörte offenbar vorwiegend zu Wurzeln von Bäumen, die auf dem Lehmboden gestanden hatten. Ein Stück wurde von E. Neuweiler als Abies erkannt, zwei weitere als unbestimmbares Nadelholz. Unter diesem Lehm lag 80 cm Kies, dann 20—40 cm schwarzer Torf, 30 cm Mergel und darunter Sand und Kies bis in unbekannte Tiefe. In der gleichen Baugrube, in etwa 10 m Entfernung, war der schwarzen Lehmschicht Sand und Kies eingelagert, der sich in den mittleren Teilen stark nach oben ausbuchtete, um weiter entfernt wieder abzunehmen und schliesslich zu verschwinden. Der untere Teil des durch den Kies aufgespalteten Lehmbandes ging durch; der obere Teil verlor sich an der Stelle, wo sich die Kieslinse am höchsten aufwölbte. Knochenhorizont ist der schwarze Lehm und der dar-

unter gelegene Kies, und zwar wurden die Knochen des Bronzepferdes in dem schwarzen Lehm gefunden.

Wir erkennen hier das Profil von Antenen vollständig wieder: Der gelbliche Mergel ist der oberste Seeboden. Der schwarze Lehm entspricht dem mittleren Ueberschwemmungshorizont, der offenbar nach der früheren Auffassung dem oberen Torf in der Deltaschicht gleichzusetzen ist. Der Kies unter dem schwarzen Lehm und der Torf bilden die obere Deltaschicht, der unterliegende Mergel (und Sand) den unteren Ueberschwemmungshorizont und der unterste Kies die untere Deltaschicht.

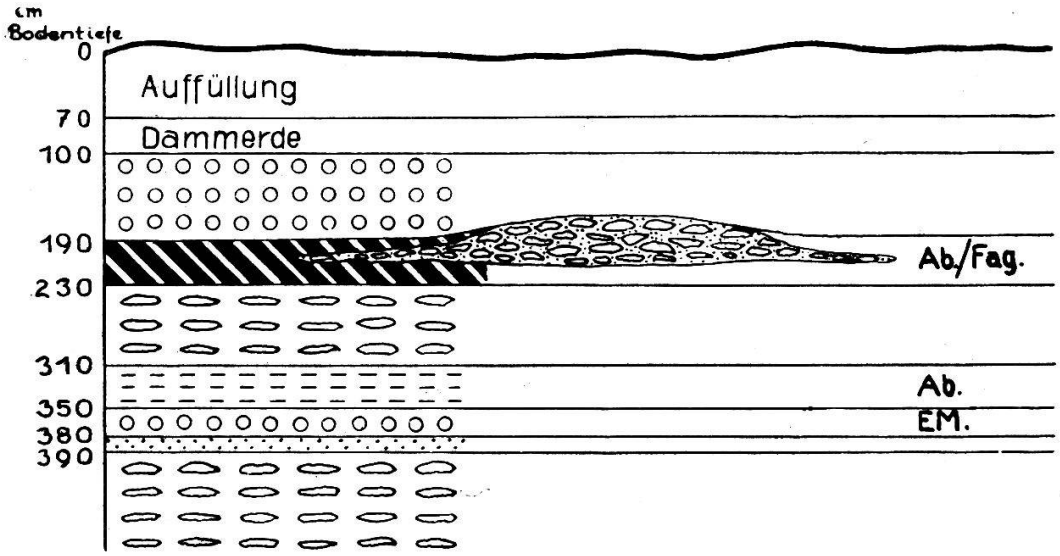

Abb. 37.
Bodenprofil in der Baugrube am Neumarkt in Biel (Kärtchen Abb. 36 = a). Meereshöhe des Nullpunktes der Skala 434,3 m. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen s. S. 10.

Betrachten wir diese Schichtung nach den Gesichtspunkten, die uns im Grossen Moos leitend waren, so bilden der untere Mergel und der darauf ruhende Torf wahrscheinlich eine Verlandungseinheit, für die eine Erhöhung des Seespiegels nicht unbedingte Voraussetzung ist; denn der unterliegende Kies kann auch unter Wasser abgelagert sein, und bei Verschiebung der Kiesablagerung durch den Fluss an eine andere Stelle würde doch noch die Mergelablagerung des offenen Sees weiter gedauert haben. Aber das von Antenen festgestellte regionale Auftreten des Mergelhorizontes samt dem Torfe zwischen dem Kies spricht entschieden dafür, dass ein starkes Steigen des Seespiegels zur Ablagerung von Seeschlamm

über den äussern Teilen des Deltas führte. Zugleich oder bei einem leichten Zurückgehen des Seeniveaus wurden Lagunen abgetrennt, die später unter Torfbildung verlandeten. Die verhältnismässig scharfe Grenze zwischen Torf und unterliegendem Mergel lässt auf deutlichen Seerückgang schliessen. Während der Zeit, da der Kies den Torf zudeckte, kann der Seespiegel die gleiche Höhe beibehalten haben. Der schwarze Lehm deutet nach seiner Beschaffenheit und nach der Einlagerung von Weisstannenholz auf trockenen Waldboden, der kaum mehr den Ueberschwemmungen ausgesetzt war. Seine Ablagerung erfolgte wahrscheinlich durch Ueberschwemmung des Kieses, also durch erneutes Ansteigen des Seeniveaus. Ob langsam oder katastrophenartig, in zusammenhängender Periode oder mit Unterbruch, lässt sich nicht mehr sagen. Die Kieseinlagerung verrät die Nähe des Flusses, der sein Bett willkürlich ändert. Wir schliessen also, dass im Niveau des schwarzen Lehmes auf eine Zeit der andauernden oder periodischen Ueberschwemmung eine solche der ausgeprägten Austrocknung folgte, in der sich Teile des Deltas bewaldeten. Der darüber liegende Mergel entspricht einer dritten Ueberschwemmungszeit, wobei wir aus dem sehr spärlichen Gehalt an Mikrofossilien den Schluss ziehen, dass die Ablagerung wenigstens teilweise katastrophenartig erfolgte.

Der Gehalt an Landschnecken sagt allerdings darüber nichts aus. A. Baltzer (1886) bringt Angaben, aus denen hervorgeht, dass bei Hochwasser mit dem Schlamme auch gewaltige Mengen von Schalen der Landschnecken abgelagert werden (z. B. 1876 im Main-Schlamm auf 10,000 Schalen von Landschnecken nur 69 Süsswassermollusken),

Die 30 cm Dammerde bilden die vom Menschen seit Jahrtausenden bearbeitete Oberflächenschicht und entsprechen als ursprünglicher Waldboden dem schwarzen Lehm. Vielleicht ist sie aus dem gelben Mergel, der durch seine Färbung bereits die Spuren der Verwitterung trägt, hervorgegangen, vielleicht zum Teil aus späterer Auflagerung.

Es wurde versucht, das Bodenprofil pollenanalytisch durchzuarbeiten.

Der Mergel des untern Seebodens, der sich als pollenreich erwies, ergab bei 168 gezählten Pollen folgende Werte (in %):

Abies	5	Ulmus	23
Pinus	6	Tilia	16
Betula	1	EM.	75
Alnus	13	Corylus	45
Quercus	36		

Einige weitere Pollen gehörten vermutlich zu Hippophaë. Alle höheren Horizonte waren ausgesprochen pollenarm. Im Torf und im schwarzen Lehme herrschte Abies. Daneben fanden sich einige Prozent Picea-Pollen und etwas Pinus, während die Zahl der Kleinpollen gering war. Das Verhältnis von Abies zu Picea war 36 : 3, resp. 30 : 3. Im oberen Lehm wurden beinahe keine Pollen gefunden.

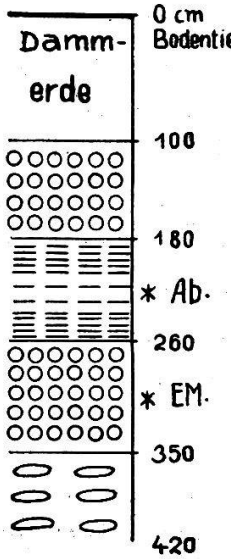

Abb. 38. Bodenprofil an der Schlachhofstrasse in Biel (Kärtchen Abb. 36 = b). Erklärung der Zeichen s. S. 10.

Ein weiterer Aufschluss konnte in der vom Zentralplatz gegen Madretsch ziehenden Schlachthofstrasse untersucht werden, die zwecks Kanalisation tief aufgegraben war.

Das Profil (Abb. 38) zeigte auf eine grössere Strecke hin in gleichbleibender Weise unter ca. 100 cm Dammerde und rezenter Aufschüttung 80 cm Mergel (= oberer Seeboden), dann 80 cm Torf, 90 cm Letten (= unterer Seeboden) und darunter Kies von unbekannter Mächtigkeit (aufgeschlossen bis in 420 cm Tiefe). Die pollenanalytische Untersuchung ergab für den unteren Mergel (a = 101 gezählte Pollen) und den mittleren Teil des Torfes (b = 81 gezählte Pollen) folgende prozentuale Anteile:

	a	*b*
Picea	—	5
Abies	1	50
Pinus	8	9
Betula	—	3
Alnus	11	8
Quercus	36	23
Ulmus	21	1
Tilia	23	—
EM.	80	24
Corylus	53	4

Der obere Mergel war pollenarm; wir konnten aber doch auf 12 Abies 37 Picea zählen.

In beiden Fällen liegt der untere Seeboden in der Eichenmischwaldzeit und entspricht somit dem eichenmischwaldzeitlichen Ueberschwemmungshorizonte des Grossen Mooses. Die untersten Schichten des Torfes sind wahrscheinlich spät-eichenmischwald-

zeitlich, die mittleren und oberen sowie der darüberliegende Kies und schwarze Lehm abieszeitlich. Die Ablagerung des schwarzen Lehmes entspricht der abieszeitlichen Ueberschwemmung, seine Umarbeitung zum Waldboden der späten Abieszeit und der Buchenzeit. Im zweiten Profil fehlten über dem Torfe der Kies und der schwarze Lehm. Die oberen Deltaschichten keilen hier aus, das heisst, im älteren Neolithikum fand die Deltaaufschüttung nur in weiter entfernten Teilen des Deltas statt, und auch die Ueberschwemmungsperiode dieser Zeit brachte keine wesentliche tonige Ablagerung. Ueber dem Torfe kommt direkt der fichtenzeitliche Lehm des obersten Seebodens, der auch der piceazeitlichen Ueberschwemmung im Grossen Moose entsprechen wird. Es ist sehr wohl möglich, dass eine von der Schüss vorgelegte Sand- oder Kiesbarrière in der Abieszeit diesen Teil des Deltas einigermassen gegen den See hin abschloss. Die Spur der abieszeitlichen Ueberschwemmung ist aber auch hier sichtbar. Der Torf lässt nämlich eine sehr deutliche Schichtung in drei übereinander liegende Horizonte erkennen, von denen der unterste und der oberste dunkel gefärbt und stark zersetzt sind, der mittlere sich durch seine helle Färbung scharf heraushebt. Offensichtlich haben sich die beiden oberen Torfhorizonte als einheitliche Bildung auf ausgetrockneter und mehr oder weniger zersetzter Unterlage während der abieszeitlichen Ueberschwemmungsperiode gebildet (sie enthalten auch reichlich tonige und feinsplitterige Einschwemmungen), und die oberen Teile dieses Torfes sind in der folgenden Trockenzeit zersetzt worden. Die gleiche Erscheinung haben wir im Grossen Moose auch gefunden.

Eine wertvolle Ergänzung ermöglichen die beiden genannten Tiefenbohrungen, die in der Abbildung 39 nach den mir von Herrn Dr. Antenen zur Verfügung gestellten Profilaufnahmen etwas vereinfacht und auf die gleiche Höhenquote bezogen zur Darstellung gebracht worden sind.

Das Bohrloch 6, auf dem freien Felde links vom Aarekanal (432,1 m ü. M.). etwas unterhalb der Einmüdung der alten Zihl gelegen (s. Kärtchen u. Abb. 39) ist besonders instruktiv. Seine oberen Teile schliessen sich völlig an die Verhältnisse in der Baugrube an. Nur der über dem Torfe liegende Kies fehlt. Wir erkennen den piceazeitlichen Ueberschwemmungshorizont, darunter den abieszeitlichen als torfigen, schwärzlichen Lehm, den eichenmischwald-abieszeitlichen Torf und den unteren Seeboden, dessen unterste Teile bereits in der Föhren-

zeit entstanden sind. Die unterliegende Schicht von nussgrossem, gewaschenem Kies ist nach Antenen Schüssablagerung und entspricht in der Lage dem untern Deltaboden in Antenens Darstellung. Unter diesem Kieshorizont kommt eine Sandschicht und pflanzenführende Mergel, die beide in die Birkenzeit gehören und auf 150 cm Moräne aufruhen, unter der zuerst aufgearbeitete Molasse (Tortonien) und dann Molassefels auftreten. Aus der Moräne und dem Molassesand waren keine Pollen mehr

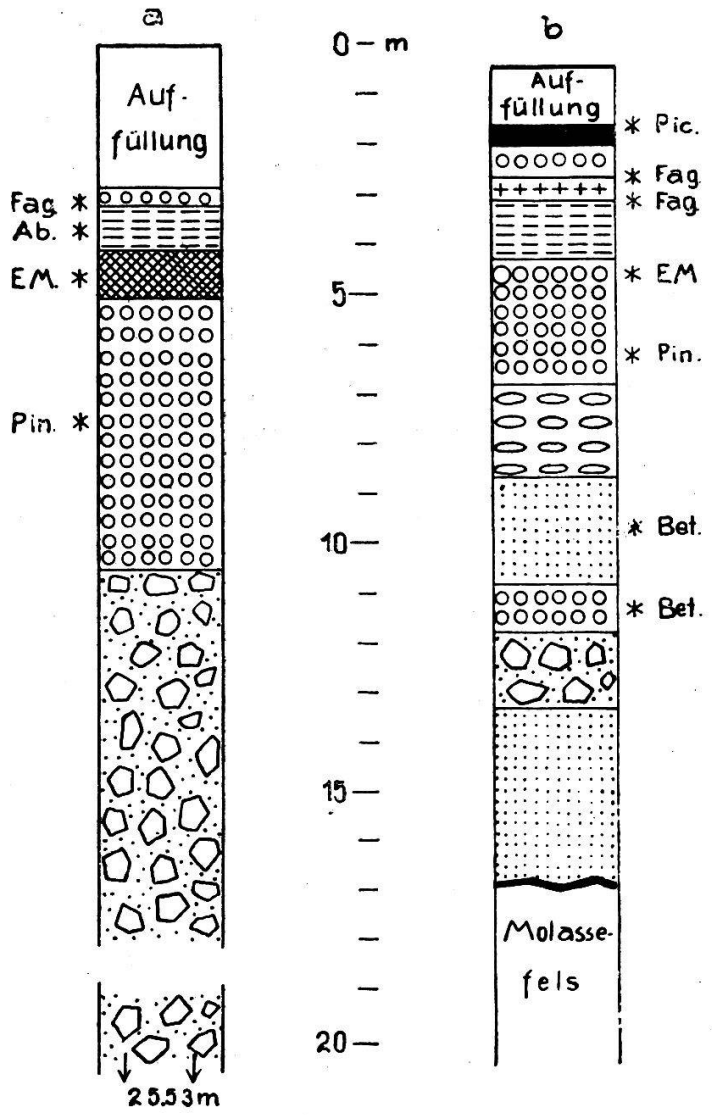

Abb. 39.

Bohrprofile am Aarekanal bei Biel. Links Bohrpunkt 1 (= c auf Kärtchen Abb. 36), rechts Bohrpunkt 6 (= d auf Kärtchen Abb. 36). Meereshöhe des Nullpunktes der Meterskala = 432,6 m. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen s. S. 10.

zu gewinnen. Der föhrenzeitliche oder spät-birkenzeitliche Vorstoss des Schüssdeltas kann vielleicht mit einem Absinken des Seespiegels in dieser frühen Zeit in Verbindung gebracht werden und würde eine Stauwirkung auf einen sehr tief liegenden See bewirkt haben.

Der mehr seewärts, bei den Schleusen des Aarekanals (432,6 m ü. M.) gelegene Bohrpunkt 1 lässt keine Einwirkung des Schüssdeltas mehr erkennen. Ueber der mächtigen, von der Bohrung nicht durchstossenen Schicht der Moränenablagerungen, die auch keine Pollen enthielten, folgt der untere Seeboden, dessen mittlere Teile föhrenzeitlich sind und der nach oben durch eine nicht genau definierte eichenmischwaldzeitliche Uebergangsschicht in den eichenmischwald-abieszeitlichen Torf übergeht. Dieser Torf liegt in gleichem Niveau und besitzt annähernd die gleiche Mächtigkeit wie im Bohrpunkt 6. Die über dem Torfe liegende mächtige Kiesschicht wird von Antenen als Auffüllung einer durch die Entfernung der ursprünglichen Oberflächenschichten entstandenen Grube aufgefasst (zugeführtes Baumaterial).

Der Boden von Biel lässt also den gleichen gesetzmässigen Aufbau erkennen, den wir für das Grosse Moos gefunden haben, mit besonderen Zügen, die auf die lokale Einwirkung des Schuttkegels der Schüss zurückzuführen sind. Und die gefundenen Ueberschwemmungs- und Trockenzeiten fallen auch in die gleichen Waldperioden, was wohl den Schluss erlaubt, dass sie zeitlich mit denen des Grossen Mooses übereinstimmen, ein Schluss, der für die neolithische und Bronze-Zeit durch die Knochenfunde Antenens noch Bekräftigung erhält. Besonders hervorzuheben ist die Tatsache, dass der äusserste Vorstoss des Schüssdeltas gegen Süden an die alte Zihl bereits in der postglazialen Frühzeit erfolgte.

Die Angaben, die L. Rollier (1893) über den Boden von Biel macht, lassen sich mit unsern Befunden nicht in Uebereinstimmung bringen. Rollier fand beim Bau des Schüsskanales unter 1—2 m moderner Ablagerung Erde mit Torf und Schalen von Land- und Sumpf-Weichtieren, 1—2 m grauen Mergel mit Schalen von Sumpfbewohnern, ½ m dunkle, torfige Mergel, gefüllt mit angebranntem Holz und Ziegel oder Töpfereien römischen Ursprunges, die sich gegen den See hin mit der unterliegenden Schicht vermengten. Unter dem dunklen Mergel kamen 1 m gelblicher Seesand, mit Fragmenten von Cyclas und verkohltem Holz, sowie eingetriebene Pfähle von Tannenholz und schliesslich ein grauer plastischer Mergel, der den Grund des Kanaleinschnittes bildete. Das Profil ist also das normale mit den drei Seeböden und dem buchenzeitlichen Waldboden. Der Ausfall des Torfes ist auf die Seenähe zurückzuführen. Die als römisch angesprochenen Reste liegen aber in dem spätneolithischen und bronzezeitlichen Horizonte unserer Auffassung. Oder umgekehrt, wenn diese Reste römisch sind, so ist der obere Seeboden nachrömisch. Dies ist nach allem, was wir bisher gefunden haben, zum mindesten unwahrscheinlich. Wir glauben eher, die von Rollier genannte Kulturschicht sei in ihrer Gesamtheit bronzezeitlich und die wirklich römischen Funde seien nur lokal und zufälligerweise hineingeraten (z. B. durch Vergraben, durch Bauten oder andere Erdbewegungen). Der

Boden von Biel hat ja viele Störungen erfahren, und Antenen hebt hervor, dass es namentlich in der Altstadt schwierig geworden sei, die natürlichen Verhältnisse zu erkennen. Antenen nimmt auch auf die Angaben von Rollier keinen Bezug und teilt mir auf Anfrage mit, er halte sie für unsicher, und im Bielermuseum seien keinerlei römische Reste vom Bau des Schüsskanals vorhanden. Dagegen sind Rolliers Angaben in die Literatur übergegangen (z. B. bei Früh, 1930).