

Aus dem Geobotanischen Forschungsinstitut RÜBEL in Zürich.

Kleine Beiträge zur Kenntnis des schweizerischen Quartärs.

I.

Das Alter der Uto-Mergel und seiner Hölzer.

Von

WERNER LÜDI (Zürich).

(Mit 1 Abbildung.)

(Als Manuskript eingegangen am 24. April 1934.)

Am Ostfusse des Ütliberges in Zürich, zwischen Waffenplatz und Albrisrieden, liegt ein weitgedehnter, aus dem Berghang des Albis ausgeschwemmter Schuttkegel. Gegen Albrisrieden und Ausser-sihl hin streicht er langsam in das Limmattal aus, während er sich südlich davon gegen den kleinen Moränenzug staut, auf dem die Kirche Wiedikon steht und weiter südlich in das Sihltal mit einem Steilbord abfällt, das der Erosionswirkung der Sihl zuzuschreiben ist und der Albiskette nach weit in das Sihltal hinaufreicht, wie auch die dem Schuttkegel entsprechende Terrasse. Nach ALBERT HEIM¹⁾ besitzt dieser Schuttkegel eine Fläche von 4 km² und ein Gefälle von 5° im untern Teil, 10° in den oberen Teilen. Die Schuttmassen bestehen aus einem kalkreichen Lehm (Mergel), der in den untersten Teilen des Hanges am feinsten ist, nach oben gröber und sandig wird und gegen den Fuss des Uto (= Ütliberg) hin in steigendem Maße von Sand- und Kiesschichten durchsetzt wird. Die Mächtigkeit der Mergellager wird von HEIM auf über 30 m angegeben. M. LUGEON²⁾ hat in zahlreichen Bohrungen im unteren Teile des Hanges, die bis auf 18 m Tiefe gingen, den Untergrund nicht erreicht. In den randlichen Teilen sind die Mergel aber mehrfach durchbohrt worden, und es zeigte sich, dass sie von spätdiluvialen Sihlschottern unterlagert werden, wahrscheinlich bis dicht an die Albiskette heran.³⁾ Da die Schotter horizontal

¹⁾ HEIM, ALBERT, Geologie der Schweiz. Leipzig 1917—1922 (Bd. I, S. 434).

²⁾ LUGEON, M., Die Tonlager von Zürich. In E. LETSCH und Mitarbeiter: Die schweizerischen Tonlager. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Serie IV, 1907 (S. 415—425).

³⁾ HUG, J., Die letzte Eiszeit in der Umgebung von Zürich. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich LXII, 1917 (125—142).

liegen, so ergibt sich gegen den Berg hin eine starke Zunahme in der Mächtigkeit des Schuttkegels.

Die Mergel werden seit langem ausgebeutet, neuerdings im Grossbetrieb (nach LUGEON die Grube Binzhof seit 1861, Tiergarten seit 1866, Heuriet seit 1874). Die dadurch geschaffenen Aufschlüsse reichen in etwas über 10 m Tiefe. Auffallenderweise zeigten sich in den Mergel eingeschlossen eine gewaltige Menge von Baumstrünken, in natürlicher Lage, eingewurzelt, meist $\frac{1}{2}$ –1 m hoch und von 20–50 cm Durchmesser, selten auch dicker. Sie scheinen regellos verteilt vom Grunde der Gruben gegen die Oberfläche. Nur die obersten Schichten, bis in 2 (—4) m Tiefe, enthalten keine Strünke. Nach LUGEON fehlen sie auch den gelben Mergelschichten. ALEXANDER WETTSTEIN⁴⁾, der diese Ablagerungen eingehend untersuchte, zählte an einer Stelle auf der Fläche von 70 m² 27 Strünke in verschiedenen Höhenlagen. WETTSTEIN hat versucht festzustellen, zu welchen Arten diese Baumüberreste gehören und gibt an, es handle sich um Fichten und Birken. Vereinzelt seien ferner gefunden worden: Blätter von Eiche (*Quercus Robur*), Weide (*Salix caprea*) und Buche. Auffallend ist das Fehlen der zu den Strünken gehörenden Stämme, Kronen, Fruchtbildungen. Nur ganz vereinzelt kommen liegende Stammstücke in stark vermodertem Zustande zum Vorschein. Wir müssen annehmen, dass bei den Überschwemmungen, die mit der Ablagerung der Mergel verbunden waren, die abgebrochenen Baumteile fortgeschwemmt wurden oder obenauf zu liegen kamen und verfaulten.

In neuester Zeit wurden durch Herrn Forstmeister H. GROSSMANN⁵⁾ neue und umfassende Bestimmungen der Utohölzer vorgenommen. GROSSMANN bestimmte 277 Strünke. Davon gehörten 276 der Föhre an, 1 der Birke. Er gibt ferner an, dass nach den Aussagen der Arbeiter in der Grube Binz vor einigen Jahren ein dicker, liegender Eichenstamm von schwarzer Farbe ausgegraben worden sei. Leider ist über die Tiefenlagerung dieses Stammes nichts angegeben.

GROSSMANN'S Befunde widerlegten die bisherige Auffassung über die Utohölzer vollständig, und damit musste sich auch die Frage nach dem Alter der ganzen Bildung wieder aufrollen. WETTSTEIN hatte seinerzeit

⁴⁾ WETTSTEIN, ALEXANDER, Geologie von Zürich und Umgebung. Diss. phil. Univ. Zürich 1885 (Huber, Frauenfeld) (84 S., Geol. Karte, 1 Taf.).

⁵⁾ GROSSMANN, H., Vorgeschichtliche Hölzer im Utolehm. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1934 (116—120, 1 Abb., 1 Taf.).

angenommen, die Ablagerung der Mergel sei in unmittelbarem Anschluss an die Eiszeit erfolgt und stelle im wesentlichen die Ausspülung des während der Eiszeit aufgehäuften Verwitterungsschuttes der oberen Süswassermolasse dar, aus der die Albiskette sich aufbaut, samt dem angelagerten Gletscherschutte. Er stützte sich dabei auch auf den Fund von Mollusken in diesen Schichten, die als charakteristisch für die frühe Postglazialzeit gelten (*Helix hispida*⁶⁾ und *Succinia elongata* Al. Br.). Aus dem Alter der Stämme und der Höhe der Strünke schloss er auf eine mittlere Aufschüttung von 1 m in 60—100 Jahren, womit 1800 bis 3000 Jahre für die Aufschüttung einer Ablagerung von 30 m Mächtigkeit genügen würden. GROSSMANN hat diese Berechnung auch ausgeführt und schliesst bei einem mittleren Alter der Stämme von 200 Jahren auf eine Aufschüttung von 70—100 cm in 150—200 Jahren und des ganzen Lagers bei den Gruben innerhalb 3000—5000 Jahren.

Im Gegensatz zu WETTSTEIN glauben die neueren Forscher, die Aufschüttung sei mehr oder weniger gleichmässig durch die ganze Postglazialzeit bis in die Gegenwart erfolgt. HUG nennt den Schuttkegel eine ganz junge Bildung; LUGEON gibt an, das Tonlager bilde sich heute noch weiter; GAMS und NORDHAGEN⁷⁾ nehmen eine vorwiegend katastrophale Ablagerung an, die zum einen Teil vor der dichten Bewaldung, zum andern Teil seit den grossen Reutungen erfolgt sei. Diese Ansichten finden ihre Begründung vor allem in der Feststellung, dass heute bedeutende Teile dieser Hänge in langsamer Abwärtsbewegung begriffen sind und in den Angaben, dass man in dem Mergellager in 6 m Tiefe Gegenstände vom Charakter der Steinzeit-Pfahlbauten gefunden habe, in 4 m Tiefe solche aus der Bronzezeit und im oberen Teil römische Reste.¹⁾

Sobald nun aber festgestellt wird, dass die im Mergel eingeschlossenen Baumstrünke ausnahmslos der Föhre und Birke angehören, ergeben sich gewisse Schwierigkeiten. Jeder Waldbaum macht, um richtig gedeihen zu können, bestimmte Ansprüche an den Zustand des Bodens, in dem er wurzelt. Diese Ansprüche sind

⁶⁾ In bezug auf *Helix hispida* muss wohl ein Versehen vorliegen. JULES FAVRE (Les mollusques postglaciaires et actuels du bassin de Genève. Mem. Soc. Phys. et Hist. Nat. de Genève XL 1927, p. 197) gibt gerade für diese Art an, sie fehle charakteristischerweise den älteren postglazialen Ablagerungen beinahe völlig, sei dagegen in allen jüngeren in Menge vorhanden.

⁷⁾ GAMS, HELMUT und NORDHAGEN, ROLF, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa, Landeskundl. Forschungen, herausgeg. v. d. Geogr. Ges. in München, Heft 25, 1923 (S. 193).

gewöhnlich nicht eng begrenzt; aber die kleinen Unterschiede, die in dieser Hinsicht zwischen den einzelnen Arten herrschen, beginnen sich sogleich auszuwirken, wenn sie miteinander in freien Wettbewerb treten, und führen schliesslich dazu, dass sich auf einer gegebenen Bodenart, wenn die übrigen Umweltfaktoren gleich bleiben, diejenigen Baumarten zusammenfinden, die am konkurrenzkräftigsten sind, denen die Bodenverhältnisse am besten zusagen. Nun bilden die Ütlibergmergel schwere, bindige, wasserspeichernde und in flachen Lagen sogar zur Versumpfung neigende Böden, wie sie am Albishang weit verbreitet sind und heute noch grossenteils Wald tragen. Diese Wälder sind Buchen-Weisstannen-Wälder, stellenweise mit Fichten und reichlich durchsetzt von Eschen, sowie etwas Bergahorn, Eichen und Föhren. An feuchten Stellen treten Grauerlen und Weiden auf. Die Föhre ist durch die Pflege, die der Mensch ihr angedeihen lässt, in diesen Wäldern heute jedenfalls stark überrepräsentiert und würde sich natürlicherweise nur vereinzelt finden, da sie in ausgesprochener Weise die trockenen Steilhänge, Gräte, Felsrippen bevorzugt und auch als Lichtbaum von vornherein auf den zur dichten Bewaldung geeigneten Flächen gegenüber den Schattenbäumen, wie Buche und Tanne, nicht konkurrenzkräftig erscheint.

Beim Schliessen aus der heutigen Waldzusammensetzung müssten wir also, bei gleicher Verbreitung der Waldbäume und gleichen Konkurrenzverhältnissen wie in der Gegenwart, in den Utomergeln nicht die Strünke von Föhren, sondern viel eher diejenigen von verschiedenen anderen Baumarten erwarten. Es ist auch nicht anzunehmen, dass sich in den Mergeln aus einem ehemaligen Mischwald mit eingestreuten Föhren nur die Föhrenstrünke erhalten hätten; denn einerseits besitzen mehrere der oben genannten Arten ein gegen Zersetzung sehr widerstandsfähiges Holz und sind in subfossilem Zustande immer wieder gefunden worden, und andererseits stehen die Strünke im allgemeinen so dicht, dass sie den ganzen Wald und nicht nur einzelne ausgewählte Bäume repräsentieren.

Wenn somit das Auftreten dieser Föhrenstrünke, gemessen an der heutigen Artenverteilung, Schwierigkeiten macht, so stimmt es dagegen vollkommen überein mit der Verteilung der Arten in einem weit zurückliegenden Abschnitte der Postglazialzeit. Wir wissen, dass nach dem Rückzuge des Eises unsere Waldbäume nicht miteinander einwanderten, sondern in einer bestimmten Reihenfolge, und dass die verschiedenen Arten in verschiedenen aufein-

anderfolgenden Zeitperioden im Waldbilde zur Herrschaft gelangten. In unserer Gegend folgten sich eine Birkenzeit, eine Haselzeit, eine Zeit des Vorherrschens von Eiche, Linde, Ulme (Eichenmischwaldzeit), eine Buchenzeit, eine Weisstannenzeit (diese beiden oft in umgekehrter Reihenfolge), eine Fichtenzeit. Die Einwanderung einer Baumart erfolgte in der Regel in der Waldzeit, die vor ihrer Dominanz liegt; in den auf die Dominanz folgenden Zeiten bleiben die Arten erhalten, treten aber gegenüber dem neuen Herrscher im Walde zurück. Wir verdanken diese Kenntnisse vor allem der Pollenanalyse, das heisst der quantitativen Auszählung und Auswertung des in den Sedimenten und sedentären Bildungen erhaltenen Blütenstaubes unserer Waldbäume. Unter dem Gesichtspunkte der Waldgeschichte ist es naheliegend, die Ablagerung der Uto-Mergel in die postglaziale Föhrenzeit zu verlegen, mit Ausnahme der obersten Schichten, die keine Föhrenstrünke mehr enthalten. Diese Föhrenzeit zeichnete sich auch, verglichen mit der Gegenwart, durch ein etwas kontinentaleres Klima aus.

Die Pollenanalyse bietet die Möglichkeit, diese Hypothese auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Im Herbst 1933 und im Laufe des darauffolgenden Winters wurden die nötigen Mergelproben entnommen und untersucht. Der Aufschluss erfolgte durch Kochen mit Flußsäure und Salzsäure. Ein Profil aus der Grube Binz, zwischen Borweg und Bachtobelstrasse, wurde bis auf rund 10 m Tiefe hinab untersucht. Die Mergel der tieferen Horizonte waren pollenreich. Gegen oben hin nahm der Pollengehalt ab, und bei der Probe aus 0,5 m Tiefe erwies es sich als nur schwer möglich, die nötige Zahl von Pollenkörnern zu zählen. Deshalb ist sie im Diagramm ersetzt worden durch eine Probe aus der gleichen Tiefe in der Grube Albishof, südlich der Giesshübelstrasse, deren Pollenspektrum die gleiche Zusammensetzung zeigte, deren Pollengehalt aber bedeutend grösser war.

Aus der Übersicht der gezählten Pollen und besser aus dem Diagramm (s. Abb.) ergibt sich, dass der *Pinus*-Pollen von unten bis zum obersten Horizonte unbedingt vorherrscht. Die beiden tiefsten Schichten weisen noch einen beträchtlichen Gehalt an *Betula* auf. Nach oben kommen *Alnus* und die Hölzer des Eichenmischwaldes dazu, von denen die Linde im obersten Horizonte stark zunimmt. Die Hasel geht von unten bis oben durch und breitet sich im obersten Horizonte gewaltig aus, so dass die Zahl

Übersicht über die prozentualen Anteile der einzelnen Pollenarten (Haselpollen gesondert berechnet, indem er auf die Gesamtzahl der übrigen Pollen = 100 % bezogen wurde).

Bodentiefe	Pinus	Betula	Alnus	Quercus	Ulmus	Tilia	Eichen- Mischwald	Corylus	Gesamtzahl der gezähl- ten Pollen
0,5 m	61	6	9	5	2	17	24	96	106
2,5 m	93	2	4	—	—	1	1	17	159
5 m	96	3	1	—	—	—	—	1	200
8 m	89	11	—	—	—	—	—	2	126
10 m	79	21	—	—	—	—	—	3	130

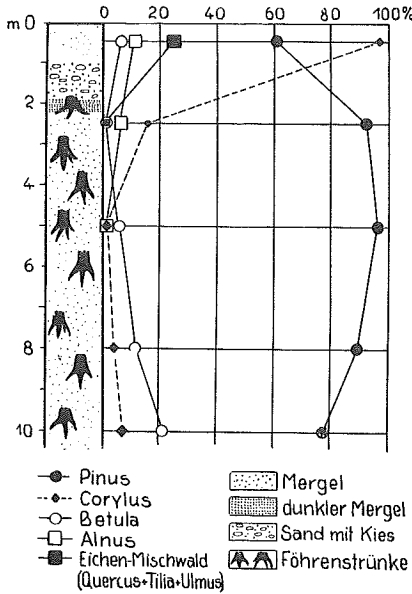
ihrer Pollen annähernd so gross ist, wie die Gesamtzahl aller übrigen. Buche, Weisstanne und Fichte fehlen.

Der Versuch, unser Diagramm in die Pollendiagramme der Gegend einzugliedern, begegnet keinen Schwierigkeiten. Aus der Umgebung Zürichs liegen Pollendiagramme vor von dem Katzensee⁸⁾, aus dem Krutzelried bei Schwerzenbach⁹⁾ und von der Au bei Wädenswil¹⁰⁾. Diese Diagramme unterscheiden sich in den jüngeren Teilen in mehreren Punkten; in den älteren Teilen ist aber eine völlige Übereinstimmung vorhanden: es folgen sich: Birkenzeit, Föhrenzeit, Eichenmischwaldzeit. Die Einwanderung, resp. Ausbreitung von *Abies* und *Fagus* findet erst während der letzteren statt, die der Fichte noch später. Unser Utomergel-Teil-Diagramm passt sich vollständig in den älteren Teil dieser Gesamtdiagramme ein, beginnt in der ausgehenden Birkenzeit, umfasst hauptsächlich die Föhrenzeit und endigt in der Haselzeit. Damit stimmt auch das reichliche Auftreten der Linde und die Spärlichkeit des Eichenpollens in dem obersten Horizonte überein: die Eiche breitet sich unter den Arten des Eichenmischwaldes in der Regel bei uns am spätesten aus. Dieser Befund ist ganz eindeutig und dürfte angesichts der Gleichartigkeit der Ablagerung für die Utomergel als Ganzes zu-

⁸⁾ FURRER, ERNST, Pollenanalytische Studien in der Schweiz. Vierteljahrsschrift Nat. Ges. Zürich, Beiblatt XIV 1927 (38 S.).

⁹⁾ KELLER, PAUL, Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizermooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. Veröff. Geobot. Institut Rübel, V 1928 (159 S.).

¹⁰⁾ Noch nicht veröff. Forschungen von WALTER HÖHN



Pollendiagramm aus der Grube Binz.

treffen. Für die Grube Albishof südlich der Giesshübelstrasse ist der Nachweis auch geleistet (Oberfläche Haselzeit, mittlere Tiefen Föhrenzeit). Für die Heurietgrube dagegen ist er misslungen. Die Proben bis in vier Meter Tiefe ergaben keinen Pollen oder doch nur so vereinzelte Körner (Hasel, Föhre), dass daraus kein positiver Schluss gezogen werden darf. Dieses negative Ergebnis ist weiter nicht verwunderlich, da die Erhaltung der Pollen in lehmartigen Ablagerungen stets an verschiedene günstige Zufälligkeiten geknüpft ist und pollenarme oder pollenfreie Lehme weit häufiger sind als pollenreiche. Die Zuordnung der Ablagerung in die Vor-Eichenmischwaldzeit erhält auch durch die Tatsache, dass kein einziger Pollen von *Fagus*, *Abies*, *Picea* gefunden worden ist, eine Stütze. Die beiden letzteren Pollenarten sind nicht nur gross und auch in Bruchstücken nicht zu übersehen, sondern auch verhältnismässig widerstandsfähig gegen Zerstörung. Die Holzbestimmungen GROSSMANN's werden durch die Pollenzählungen in schönster Weise bestätigt. Es sei auch noch erwähnt, dass nach Mitteilungen von H. GROSSMANN und A. JEANNET in der Grube Binz in 10 m Tiefe ein Elch-Geweih gefunden worden ist.

Die Haselzeit und damit das Ende der Ablagerung muss in das Mesolithikum eingesetzt werden. Wie aber verhalten sich die

Gründe, die für das Fortdauern der Ablagerung bis in die Gegenwart hinein angeführt werden, zu dieser Tatsache? Es ist kaum möglich, heute die Richtigkeit älterer Angaben über die Tiefenlagerung vorgeschichtlicher Fundstücke nachzuprüfen. Wir wissen aber, dass da recht oft grobe Irrtümer unterlaufen sind. Die Nachricht über die römischen Fundstücke geht zurück auf eine Notiz bei A. ESCHER und A. BÜRKLİ aus dem Jahre 1871¹¹⁾ (S. 18): „Ist die Angabe des verstorbenen Lehmstechers SIGG in Wiedikon richtig, dass bei Binz im Jahre 1826 unter dem Lehm ein mit bunten Steintäfelchen belegter Boden gefunden worden sei, auf welchem ein Eseleisen und ein Stück blau und weiss getupfter harter Scherben gelegen habe, so kann die Ablagerung erst zur Zeit der Römer oder im Mittelalter begonnen haben.“ „Unter dem Lehm“ kann sich natürlich ebensogut wie auf den Grund des Lehmes auf die Lage unmittelbar unter der Oberfläche beziehen. Aber diese Funde sind offenbar gar nicht sichergestellt, und ALEXANDER WETTSTEIN meint deshalb, es handle sich um einen Irrtum. Was die neolithischen und bronzzeitlichen Fundstücke anbetrifft, so schreibt mir Herr Dr. E. VOGT, Konservator am schweizerischen Landesmuseum in Zürich, in liebenswürdiger Weise, dass im Besitze des Museums mehrere Bronzegegenstände aus den Ziegelgruben im Utolehm vorhanden seien, aber alle Angaben über die Tiefenlage fehlen. Schlüsse, die aus der Tiefenlage solcher Metallgegenstände gezogen werden, seien nicht ohne weiteres beweisend, da sie oft von ihren Besitzern absichtlich vergraben worden seien. Damit meint Herr VOGT natürlich nicht bis in vier Meter Tiefe. Wenn aber wirklich Objekte so tief unten gefunden worden sind, so ist m. E. auch die Möglichkeit lokaler Rutschungen, vor allem in Verbindung mit dem Grubenbetrieb, zu berücksichtigen. Es ist hier nicht möglich, die gesamte Fundgeschichte der letzten hundert Jahre zu durchgehen. Ich möchte nur erwähnen, dass auch aus den letzten Jahren vom Fusse des Friesenberges und vom Fusse des Ütliberges Bronzefunde gemeldet worden sind, die oberflächlich gelegen haben.¹²⁾ Ganz unsicher scheinen die neolithischen Funde gewesen zu sein, und wahrscheinlich ist ihnen nur eine grössere Beweiskraft zuerkannt worden, weil sie sich

¹¹⁾ ESCHER, A. und BÜRKLİ, A., Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. Neujahrsblatt Nat. Ges. Zürich LXXIII 1871 (51 S., 1 Karte, 1 Tafel.)

¹²⁾ Jahresber. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte XXI. 1929 (S. 62). Ib. XXII. 1930 (S. 49).

mit den bronzezeitlichen Angaben in eine so schöne Reihe bringen liessen, die dann noch durch die Obenansetzung der römischen Funde abgerundet wurde.]

Noch weniger lässt sich die Annahme der bis in die Gegenwart fortdauernden Mergelablagerung begründen. Der ganze Hang ist mit einer dichten Rasendecke bewachsen (Fettwiese) und mit Obstbäumen bepflanzt. Irgendwelche Überflutung (z. B. durch Bewässerung) findet nicht statt, und die Einspülung von Sand oder Schlamm in diesen Rasen, sofern sie überhaupt eintritt, dürfte infolge der Filterwirkung des Rasens und der geringen Neigung des Hanges auf die oberen Teile beschränkt bleiben, während die untern eher einer leichten Ausspülung unterliegen. Nirgends ist am Fusse der Obstbäume, die zum Teil schon recht alt sind, die Spur einer Bodenerhöhung zu bemerken. Der Schutt, den das Wasser immer noch aus der Albiskette fortträgt, wird heute durch die Bachläufe unschädlich abgeführt.

Auch die Bewegung des Hanges als ganzes oder in Teilstücken, die zur Überdeckung der stärker bewegten Teile auf die schwächer bewegten oder ruhenden Teile führen könnte, ist nicht bedeutend. Beim Hinaufsteigen gegen den Fuss des Ütliberges gewahrt man viele hintereinanderliegende, kleine Absätze, die sich wallartig und untereinander gleichlaufend, annähernd wagrecht weithin ziehen. Das sind steckengebliebene, alte Murgänge, wie sie in früheren Zeiten aus dem Berge hervorgebrochen sind und die Mergellager wenigstens zum Teil aufgebaut haben. Heute sind sie überwachsen und befestigt. Die Obstbäume des Hanges sind im allgemeinen prächtig gewachsen mit senkrechten Stämmen, namentlich auch die alten, mächtigen Bäume. Die Zahl der krummgestellten oder schiefgewachsenen Bäume ist kaum grösser als in irgendwelchen anderen Obstgärten. Wenn man den schiefen Wuchs durch Verschiebung des Bodens erklären will, so müssen wir schliessen, dass die Bewegung nur ganz lokal auftritt. Das gilt auch für die auf den Rändern der Bodenwellen, an denen Bodenbewegungen am ersten zu erwarten sind, stehenden Bäume. Nun ist aber auch eine tiefgreifende Bewegung der ganzen Masse denkbar, welche die obenaufsitzenden Bäume nur passiv mitmachen würden, ohne im allgemeinen in Mitleidenschaft gezogen zu werden. Über solche Bewegungen geben uns Fixpunkte des städtischen Vermessungsamtes Anhaltspunkte. Dieses führt seit 1893 Untersuchungen über die Bewegung der unteren Teile des Hanges durch und hat eine sehr wechselnde Fortbewegung festgestellt, die sich

aber unter dem Gesichtspunkte der Entstehung und Veränderung des Schuttkegels in sehr bescheidenen Grenzen hält, wenngleich sie für auf dem Hange errichtete Bauwerke schädigend sein kann. Nach freundlicher Mitteilung von J. HUG beträgt für die gesamte Untersuchungszeit von 1893 bis 1917 die stärkste gemessene Fortbewegung 7 mm im Jahr. Im Mittel schwankt sie um 1 mm; manche Punkte erwiesen sich als ganz fest. Es sind allerdings auch viel stärkere Bewegungen beobachtet worden. Doch knüpften sich diese an Kunstbauten des Menschen an, die starke Belastungen oder Entlastungen einzelner Teile des Hanges mit sich brachten und infolgedessen die natürliche Gleichgewichtslage des plastischen Materials störten, wie die Ütlibergbahn, Haus- und Strassenbauten und Lehmgruben.

So kommen wir zum Schlusse, dass der Schuttkegel des Ütliberges sich weitgehend im Zustande der Ruhe befinde. Schutttzufuhr findet in wesentlichem Umfange nicht mehr statt; neue Schuttströme bilden sich nicht mehr, und die vorhandenen unvollständigen, alten Murgänge rücken kaum mehr vor. In diesem Zusammenhange möchte ich darauf hinweisen, dass die aus der Grube Albishof untersuchte Oberflächenprobe, die sicher der Haselzeit angehört, kaum 80 m von dem am weitesten nach unten vorgeschobenen Schuttwall entfernt entnommen wurde. Für den schon vor langem eingetretenen Abschluss der Ablagerung der Utomergel spricht auch die Beobachtung, die H. SUTER¹³⁾ veröffentlichte. Er fand ein ausgedehntes Torflager in der Umgebung des Friedhofes Sihlfeld in Zürich (zwischen Albisriederstrasse und Birmensdorferstrasse), das bis 150 cm Mächtigkeit erreichte und auf den Utomergeln auflagerte.

Die Rätsel der Utomergel sind aber noch keineswegs vollständig gelöst. Es stellen sich die Fragen nach der Art und Weise, in der diese Ablagerung vor sich ging, nach den Ursachen, die das plötzliche Aufhören bewirkten und warum in den obersten Horizonten keine Baumstrünke mehr vorhanden sind. Wir wollen versuchen dazu einige Mutmassungen zu äussern. Die Ablagerung ist nicht so gleichartig und homogen, wie der Begriff „Lehmlager“ erwarten lässt. WETTSTEIN nennt den Lehm fein geschichtet. Durch Farbenwechsel ergebe sich ausserdem auf der ganzen Fläche des Abstiches ein lagerförmiger Aufbau aus Schich-

¹³⁾ SUTER, H.: Geologische Beobachtung in der Umgebung von Zürich. *Eclog. geol. Helv.* XVII 1922 (112—114).

ten von rund 3 dm Mächtigkeit, was m. E. kaum durchwegs gelten dürfte. LUGEON traf bei seinen Bohrungen in einzelnen Teilen des nicht abgebauten Grubengebietes in grösserer Tiefe auf Kies-schichten, die horizontal von sehr beschränkter Ausdehnung erscheinen. Sandschichten oder sandig-lehmige Einlagerungen sind auch an den Stichwänden der Gruben nicht selten. Die Ablagerung des Schuttkegels erfolgte offenbar nicht oder nur zum kleinen Teil als gleichmässige Aufschüttung, sondern mindestens teilweise katastrophal in Murgängen oder auch als Bachüberführung mit allgemeiner Überschwemmung, wobei in der Nähe des Baches der Kies oder Sand und weiter weg die feineren Stoffe abgelagert wurden. Zeitweilig hörte das Wachstum der Ablagerung auf oder wurde doch sehr verlangsamt. Bei Stillstand oder langsamer Aufhöhung entstanden durch Verwitterung die gelben bis rostbraunen Mergel, die mit den bläulich gefärbten abwechseln, oder auch die dunklen Lehmblätter mit „schwärzlich vermodernden“ Pflanzenresten, von denen ESCHER und BÜRKLİ in 25' Tiefe eines festgestellt haben, und die wohl als alte Waldböden oder Sumpfbildungen mit anmoorigem Boden zu deuten sind. Ob die Schuttfuhr in solchen Zeiten wirklich vorübergehend zum Stillstand kam oder ob sie sich nur verlagerte und auf andere Teile des Schuttkegels beschränkte, lässt sich gegenwärtig nicht entscheiden. Da den Verwitterungsvorgängen auch die vollständige Zersetzung der organischen Materie parallel geht, so erklärt sich vielleicht, dass den gelben Mergeln, wie LUGEON mitteilt, die Strünke fehlen. Die Berechnung des Alters der Ablagerung aus dem Alter und der Lage der Baumstrünke, wie sie von WETTSTEIN und GROSSMANN versucht wurde (s. S. 157), ist infolge der ungleichmässigen Aufschüttung nicht zuverlässig, vielleicht aber doch brauchbar. Eine solche zeitliche Festlegung wäre uns besonders erwünscht, weil sie uns einen absoluten Wert für die Dauer der Föhrenzeit geben würde; denn die aufgeschlossenen Teile des Schuttkegels enthalten annähernd die ganze Föhrenperiode. Wir kennen die untere Grenze des föhrenzeitlichen Teiles nicht genau, wissen auch nicht, wie weit die Strünke in die Tiefe gehen; doch deutet das Aufsteigen der Birkenkurve im untersten Horizont an, dass die Grenze der Föhrenzeit nicht mehr weit entfernt ist. Nehmen wir diese mit 15 m Tiefe an, das obere Ende in 2 m Tiefe, so erhalten wir 13 m föhrenzeitliche Ablagerung. Nehmen wir ferner für die Aufschüttung einen Mittelwert der Angaben von GROSSMANN und WETTSTEIN mit 1 m in 150 Jahren, so würde sich für die Dauer der Föhrenzeit

rund 2000 Jahre ergeben, eine Zahl, die wir mit allem Vorbehalt aufführen.

Am ausgeprägtsten sind die Störungen der Ablagerung in den obersten Schichten des Schuttkegels, die LUGEON als Abraum bezeichnet. Der Abraum ist nach ihm gewöhnlich 1 m mächtig, kann aber auch weit höhere Werte erreichen. Er umfasst in erster Linie die heutige Ackererde, rund 50 cm mächtig, unter der vielerorts und in bedeutender Ausdehnung eine ausgeprägte Störungsschicht kommt, die aus eingelagerten Sanden oder Kiesen besteht. Sie ist gegenwärtig zu sehen in den neuen Aufschlüssen der Gruben Binz und Heuriet, und erweckt an beiden Orten den Eindruck einer Bachablagerung, mit einem zentralen Kiesstreifen, der seitlich in Sande und schliesslich in Mergel übergeht. Aber auch vertikal wechseln hier Sande mit Mergeln und Kiesen ab. In der Grube Binz liegt unter der Störungsschicht in rund 2 m Bodentiefe eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Schicht schwarzen Mergels von etwa 20—30 cm Mächtigkeit, in der die obersten Strünke stecken. Wir haben mehrere dieser Strünke bestimmt: es sind ebenfalls Föhren. Doch dürfte nach den Ergebnissen der Pollenanalyse hier auch der erwähnte Eichenstamm (s. S. 156) gelagert haben. Wahrscheinlich haben wir hier einen alten Waldboden vor uns, der sich in einer Zeit, da die Ablagerung längere Zeit aussetzte, ausbildete. An der nordwestlichen Ecke der Grube Heuriet gehen die Störungen bis auf etwa 3 m Tiefe hinunter, und die Strünke, die hier überhaupt spärlicher scheinen, als in den übrigen Gruben, beginnen noch tiefer unten (unter 4—5 m Tiefe) und werden nach den Angaben der Arbeiter mit steigender Tiefe immer häufiger. In 250—300 cm Tiefe liegt ebenfalls ein schwarzer Mergelhorizont von 20—30 cm Mächtigkeit, der aber keine Strünke enthält. In den schwarzen Mergelinschnitten fanden die Arbeiter im Frühling 1934 einen mit Kies gefüllten, rund 1 m tiefen und 1,5 m breiten Graben eines alten Bachlaufes. Der schwarze Mergel dürfte hier anmoorigem Boden eines Gehängesumpfes entsprechen, durch den der Bach hindurchfloss. Der Mangel an Pollen in diesen Schichten lässt nicht feststellen, ob sie mit denen von Binz und Albisshof gleichaltrig sind, und es erscheint nicht ausgeschlossen, dass hier auch noch jüngere Auflagerungen erfolgten. Doch ist in Binz und Heuriet gemeinsam, dass auf die dunklen Mergelhorizonte nach einer Zeit der Ruhe noch ein oder mehrere heftige Ausbrüche eine dicke Decke aufsetzten, womit zugleich die Ablagerungen im wesentlichen aufhörten. Dadurch erklärt sich auch das Fehlen der Strünke in den

obersten Schichten. Der Wald, der sich jedenfalls auf der Oberfläche neu bildete, wurde nicht mehr zugeschüttet; die Stämme und Strünke verwesten und wurden anlässlich der Reutung und Bebauung des Bodens durch den Menschen, der sich wahrscheinlich dieser so günstig gelegenen Hänge schon frühzeitig bemächtigte, völlig zum Verschwinden gebracht.

Für das Aufhören der Lehmlagerung können mehrere Ursachen genannt werden, solche morphologischer und solche pflanzensoziologischer Art. Unter dem Eismantel hatten sich die Albishänge überhöht, sodass die Erosion in der ersten Zeit nach dem Rückzuge des Gletschers weitaus am stärksten gewesen sein muss. Der aufgehäufte Schutt wurde rasch fortgeführt, die Hänge abgeflacht und namentlich das Relief der Landschaft modelliert, wobei sich die Tobel austieften, die nun dem Abzuge des Schuttes dienten. Die Stosskraft der aus dem Tobel herausbrechenden Bäche grub diesen besondere Wege in den neu aufgehäuften Schuttkegel hinein, und Wasser und Schutt, die bessere Abflussmöglichkeiten fanden, ergossen sich immer weniger in breitem Strome über die Hänge. Damit parallel ging die Befestigung der Vegetation. Birken und Föhren bilden eine offene Pflanzendecke, die der Ausschwemmung keinen grossen Widerstand leistet. Mit der Ausbreitung der Hasel und später der Linden und Eichen wurde die bodenfestigende Kraft der Vegetation viel stärker. Es scheint mir charakteristisch zu sein, dass gerade in dieser Zeit nochmals ausserordentlich starke Ausbrüche stattfanden. Sie deuten uns die ersten kräftigen Schuttstauungen durch die Vegetation an, die schliesslich die haltende Kraft des Pflanzenkleides überstiegen und im Gefolge von besonders mächtigen Regengüssen zu den letzten allgemeinen Überschüttungen führten.

Sicherlich hörten die Schlammströme nicht aufs mal völlig auf; aber sie vermochten nicht mehr durch den Wald bis zu den auf dem untern Teile des Schuttkegels liegenden heutigen Lehmgruben vorzustossen und blieben in der Folge immer höher oben stecken. Wahrscheinlich sind die erwähnten, dem Hang nach aufwärts hintereinander liegenden Schuttwälle zum Teil in dieser späteren Zeit entstanden.

Auch die Bäume des Eichenmischwaldes gedeihen am besten in etwas lichten Beständen. Mit der Einwanderung der Schattenhölzer Buche und Weisstanne schloss sich der Wald noch bedeutend dichter zusammen, und die Bodenbewegungen gingen auf einen kleinen Betrag zurück, wenn wir von den Abrissen an den Steil-

hängen in den Tobeln der Albiskette absehen, deren Schutt aber meist durch die Bachrursen abgeleitet wurde, vielleicht auch stellenweise leicht überschüttete (SUTER erwähnt in den Torfen des Moores von Aussersihl Lehmeinlagerungen), sich aber nicht mehr in dicken Murgängen oder allgemeinen Überschwemmungen über die Hänge ergoss. Der dichten Bewaldung dürfte es auch zuzuschreiben sein, dass die grossen und katastrophenartigen Überschüttungen, die anderwärts für das Neolithikum und die Hallstattzeit nachzuweisen sind, sich auf dem Schuttkegel am Fusse des Uto nicht auffallend bemerkbar machen. Die Einzelheiten der Dynamik dieser Ablagerung könnten aber erst durch weitere Forschung abgeklärt werden.

Zusammenfassung.

Am Ostfusse des Ütliberges bei Zürich liegt ein ausgedehnter Schuttkegel, der sich zur Hauptsache aus Mergeln aufbaut, die postglazial aus der obern Süsswassermolasse der Albiskette und dort gehäuften Gletscherschutt ausgeschwemmt worden sind. In diesen Mergellagern stecken, durch alle Horizonte mit Ausnahme des obersten verteilt, eine Unmenge von Baumstrünken in natürlicher Lagerung, als Reste eines immer wieder verschütteten Waldes. Sie sind von H. GROSSMANN als Föhrenholz bestimmt worden. Durch pollenanalytische Untersuchung wird gezeigt, dass die Mergel nach dem Rückzuge des Gletschers durch die Föhrenzeit bis in die Haselzeit abgelagert worden sind. Jüngere Schichten wurden nicht gefunden. Das Aussetzen der Schuttzufuhr wird der Ausarbeitung des Reliefs und dem dichten Schlusse der Vegetation seit der Eichenmischwaldzeit zugeschrieben.
