

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)
Band: 15 (1939)

Artikel: Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln
Autor: Lüdi, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307352>

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: 04.04.2026

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

**Veröffentlichungen
des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich**

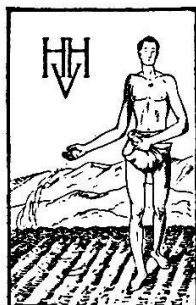
15. Heft

Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln

Von

WERNER LÜDI

Zollikon/Zürich



VERLAG HANS HUBER, BERN

1939

Institut für spezielle Botanik
der Eidgenössischen Technischen Hochschule

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright by Verlag Hans Huber, Bern 1939

In der Schweiz gedruckt — Imprimé en Suisse — Printed in Switzerland

Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorwort	5
Morphologisch-botanische Einführung	7
Historischer Überblick	13
Die Waldgeschichte des Sihltalgebietes	20
Die Untergrundbeschaffenheit der Sihltalmoore	50
Die Dynamik der Auffüllung des Sihlsees	61
Der Schuttkegel der Minster	65
Welche Spiegelhöhe besass der postglaziale Sihlsee?	71
Die Datierung der Auffüllungsvorgänge	73
Untersuchungen im Alptal	77
Die Abflüsse aus dem Sihltale	83
Zusammenfassung der Ergebnisse	87

Vorwort.

Im Frühling 1937 wurde das Sihltal bei Einsiedeln durch den Stausee des Elektrizitätswerkes Etzelwerk unter Wasser gesetzt. Die durch ihre Flora berühmten Moore von Einsiedeln und damit eigenartige Landschaftsbilder sind jetzt verschwunden. Die Trauer, die der Naturfreund durch diesen Verlust empfindet, wird zwar zum guten Teil wieder ausgeglichen, wenn er den neuentstandenen schönen See sieht und feststellen kann, dass das Etzelwerk alles getan hat, um der Landschaft erhöhten Reiz zu geben.

Die Pläne zur Erstellung dieses Stausees reichen ins Ende des vergangenen Jahrhunderts zurück und haben schon vor 40 Jahren Max Düggeleli veranlasst, eine monographische Bearbeitung von Vegetation, Flora und Bodenverhältnissen des Stauseegebietes vorzunehmen. Es war mir sehr willkommen, in Fortsetzung dieser Arbeit noch in letzter Stunde vor der Überflutung des Gebietes die Untergrundverhältnisse genauer untersuchen zu können und unter Anwendung neuer Untersuchungsmethoden den Versuch zu machen, die Entstehung des Talbodens und der Moore zu klären. Der Bau des Etzelwerkes ergab in den vergangenen Jahren tiefgehende Aufschlüsse des Bodens, die zum grossen Teil dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel durch die Ingenieure Martin Schröter und G. Gysel zur Untersuchung zugänglich gemacht wurden. Wir danken den Herren für ihr Entgegenkommen und für die andauernde Förderung unserer Untersuchungen bestens, ebenso der Leitung des Etzelwerkes für die Erlaubnis, diese Materialien benutzen zu dürfen. Den Mitarbeitern im Geobotanischen Institut Rübel möchte ich den persönlichen Dank für ihre Hilfe, namentlich bei den mühsamen pollenanalytischen Untersuchungen aussprechen. Der Assistent des Institutes, Herr B. Stüssi, fertigte auch die Zeichnungen an. Herrn Prof. Dr. E. Rübel danke ich für die Aufnahme der Studie in die Reihe der Veröffentlichungen des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel.

Morphologisch-Botanische Einführung.

Die Sihl entspringt im Gebiete der nach Norden abdachenden Kalkvoralpen des Kantons Schwyz (Gebiet des Drusberges, 2285 m). Sie erreicht nach kurzem Laufe einen auffallend flachen, nach Norden gerichteten Talboden. Eine Wegstunde weiter nördlich nimmt sie die ihr an Grösse ebenbürtige, an Wildheit weit überlegene Minster auf. Diese fliesst ebenfalls durch einen flachen Talboden, der sich nach Süden als Tal der Stillen Waag fjordartig weit in das Herz des Gebirges hinein fortsetzt, während die Minster bei Unteriberg seitlich einmündet. Das durch die Vereinigung entstandene kräftige Flüschen strömt durch ein völlig flaches, 2 Stunden langes und rund 900 m ü. M. liegendes Hochtal (vgl. Tafeln 1—7 und das Kärtchen Abb. 1). Im äussersten Norden des Hochtals, bei Schlagen, durchbricht die Sihl in einer kleinen Schlucht die ringsum gehende Abschränkung (Taf. 3, 4), wendet ihren Lauf nach Westen, nimmt die ebenfalls aus den Schwyzvoralpen kommende Alp mit der Biber auf und gelangt bei Schindellegi durch die Lücke zwischen Etzel und Hohe Rone an den Hang, der zum Zürichsee hinunterführt. Hier schlägt sie wieder einen Haken, und in einem jungen, zum Teil schluchtartig eingeschnittenen Tale fliesst sie in nordwestlicher Richtung dem Zürichsee nach bis in die Stadt Zürich, wo sie sich mit dem Seeausflusse, der Limmat, vereinigt.

Geologisch liegt das Quellgebiet der Sihl im Gebiete der Drusbergdecke (helvetische Decken), die sich aus Kreidekalken und Schiefeln aufbaut¹. Die Hänge des südlichen und mittleren Teiles

¹ Vgl. über die geologischen Verhältnisse: P. Wilh. Sidler, Das Gebiet des Stiftes Einsiedeln. In: O. Ringholz, Geschichte des Benediktinerstiftes von Einsiedeln, 1. Bd., Einsiedeln 1902 (S. 11—19). — Max Düggeli, Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 48 1903 (7+222 S., Taf., Prof., farbige Vegetationskarte). — F. Mühlberg, C. Schmidt und A. Gutzwiller, Geologische Begutachtung des Stauseeprojektes im oberen Sihltale. 1904 (Manuskript). — J. Kaufmann, Die Kalk- und Schiefergebirge der Kantone Schwyz und Zug. Beitr. Geolog. Karte der Schweiz 14 2 1877. — J. Kaufmann, Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische Molasse. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 17 1860. — Geologischer

des Hochtales bis in die Gegend von Gross bestehen aus steil gegen Süden einfallendem Flysch mit einzelnen Bänken von Nummulitenkalk. Nördlich daran schliesst das Molassegebiet an. Die Molasse gehört zur unteren Süsswassermolasse, besteht aus Sandsteinen und Nagelfluh und fällt ebenfalls steil gegen Süden ein.

Im Tale der Sihl tritt aber der unterliegende Fels nur selten hervor, sondern er ist vielmehr von mächtigen Schuttbildungen überdeckt, die in der Eiszeit und Nacheiszeit entstanden sind. Die Oberflächenveränderungen der Eiszeit haben den Lauf der Sihl weitgehend beeinflusst. Nach der Ansicht der Geologen sind die auffallenden Knickungen ihres Laufes erst während der Eiszeit entstanden. Ursprünglich floss sie in gerader Richtung gegen Nordnordwesten und mündete bei Richterswil oder Freienbach in den Zürichsee, gleich wie heute die weiter östlich dem See zueilende Wäggitaler-Aa. In der Eiszeit wurde ihr Unterlauf durch die linke Seitenmoräne des Linthgletschers zugeschüttet, und die Sihl suchte sich einen neuen Weg hinter dieser dem ganzen Zürichsee entlang ziehenden Seitenmoräne. Die Mächtigkeit der Schuttmassen über dem alten Flusslaufe wurde von Albert Heim (zit. in dem Gutachten von Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller) auf 150—200 m geschätzt².

Zur Zeit der grössten Vergletscherung stiess der Linthgletscher an mehreren Stellen, vor allem aber bei Schindellegi, in dem breiten Durchbruche zwischen Etzel und Hohe Rone über die Seekette nach Westen vor. Nach R. Frey wurde das für den Linthgletscher charakteristische Leitgestein, der Sernifit, bis auf den Zugerberg gefunden. Doch ist die Ausdehnung dieses Gletschers im einzelnen noch nicht genügend bekannt. Nach Südwesten erreichte er über Schwantenu und Hartmannsegg das heutige Einsiedeln, und Sernifite gelangten bis an den Freiherrnberg südöst-

Führer der Schweiz, herausgeg. v. d. Schweiz. Geolog. Ges. 1904 (Wepf & Cie., Basel), Fasc. X, Einsiedeln—Iberg—Mythen von A. J e a n n e t (S. 751). — Roman Frey, Geologische Untersuchungen zwischen Sempachersee und oberem Zürichsee. Beitr. Geol. Karte d. Schweiz N.F. 45 1914 (10 S.).

² Im Gegensatz dazu vertritt O. L e h m a n n (Zürich) nach einer mündlichen Mitteilung, die Ansicht, dass die Sihl niemals in den Zürichsee hinabfloss. Vgl. auch: O. L e h m a n n, Der Wandel der Landschaft im obern Sihlgebiet durch die Anlage des jüngsten und grössten Stausees der Schweiz. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 88 1938 (265—284, 4 Taf.). Insbes. S. 268.

lich von Einsiedeln und auf den Katzenstrick westlich der Alp. In der letzten Eiszeit drang dieser Gletscher wahrscheinlich weniger weit vor. Er berührte die nördliche Schwantenu (W. Höhn³, 1934) und floss nach R. Frey bei Biberbrück mit dem rechten Rande des Reussgletschers zusammen. An der Hohen Rone stellte Höhn die obere Grenze der Würmvergletscherung in 960 m Höhe fest (Risseiszeit rund 100 m höher). Während des Rückzuges (Schlieren-Zürich-Stadium) schüttete der Linthgletscher die hohe Seitenmoräne auf, die bei Schindellegi die Sihl ablenkt.

Das Quellgebiet der Sihl war ebenfalls vergletschert. Die Ausdehnung des Sihlgletschers zur Risseiszeit ist unbekannt; sehr wahrscheinlich floss er damals bei Einsiedeln mit dem Linthgletscher zusammen. Aus der letzten Eiszeit dagegen ist östlich von Einsiedeln eine niedrige und abgerundete, aber zusammenhängende Endmoräne vorhanden, die vom Freiherrenberg über Birchli, Kungenmoos, Hühnermatt, Neuboden, oberer Waldweg, Hirzenstein nach Norden zieht und dann, nach Osten abbiegend, rechts der Sihl an den Molassefels anschliesst. Hier wird sie von dem heutigen Sihllaufe durchbrochen. Dieser Moränenwall schliesst den Ausgang des Sihlhohtales vollständig ab. Im Westen bildet er eine Schranke gegen das in gleicher Höhe wie das Sihltal gelegene Alptal, und im Nordwesten geht er direkt in die Seitenmoräne des Linthgletschers über (Schwantenu).

Von seinem äussersten Stande muss sich der Sihlgletscher rasch und gleichmässig weit zurückgezogen haben: bis hinter Studen und Unter-Iberg sind keine Moränenbildungen bekannt geworden. Während durch das Tal der Stillen Waag ein westlicher Arm des Sihlgletschers in das Sihltal hinaustrat, stieg der Gletscher im Oberlaufe der Minster in der letzten Eiszeit nur bis Ober-Iberg hinab (Penck und Brückner⁴).

Innerhalb des Endmoränenbogens des Sihlgletschers entstand der ebene Talboden, mit dessen Entstehungsgeschichte wir uns nun näher befassen wollen. Seine Länge beträgt von der Vereinigung von Sihl und Minster zum

³ Walter Höhn-Ochsner, Das Werden unseres Heimatbodens, Bilder aus der Geologie der Herrschaft Wädenswil. 5. Neujahrsblatt der Lesegesellschaft Wädenswil für 1934 (Kärtchen S. 59).

⁴ A. Penck und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. 2. Band, Leipzig 1909, S. 545.

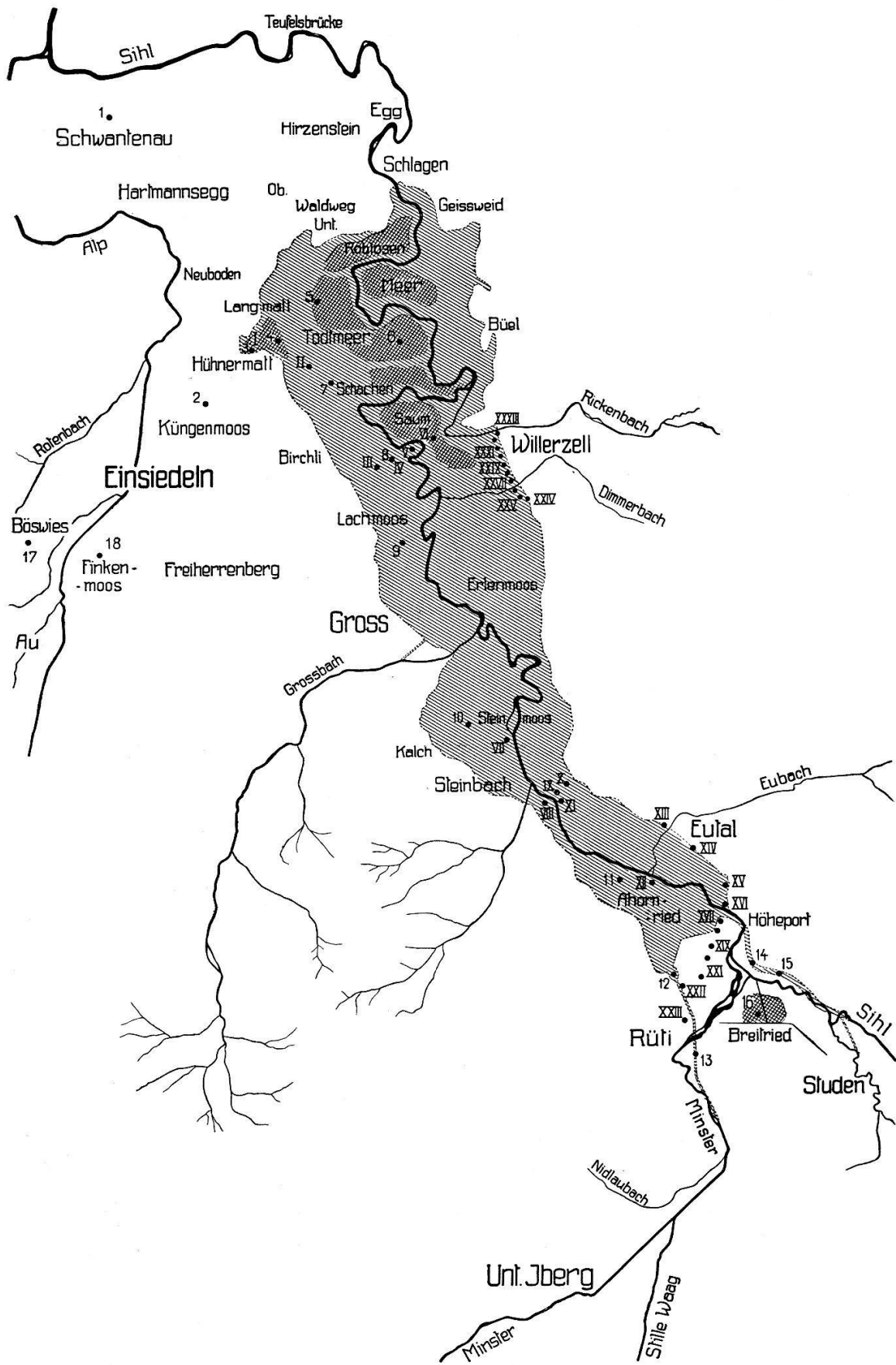


Abb. 1. Topographische Skizze des obern Sihltales. Schraffiert: der heutige Stausee. Gekreuzte Schraffen: die Grenzen der Hochmoore nach M. Düggeli. Römische Ziffern = Tiefenbohrungen des Eitzelwerkes. Arabische Ziffern = selber ausgeführte Bohrungen.

breiten Talboden (Breitrieder) bis nach Schlagen 9,5 km, bei Einbezug der anschliessenden ebenen Talstücke an der Sihl bis Ochsenboden 13 km, an Minster—Stille Waag bis Twingi 15,6 km. Ochsenboden und Twingi liegen 960 m über Meer, Breitried 894 m, die Oberfläche des Talbodens bei Schlagen etwa 879, die Sihlschwelle Schlagen 870 m. Wir erhalten somit für die Taloberfläche ein Gefälle von:

Ochsenboden—Schlagen	81 m = 6,2‰
Twingi—Schlagen	81 m = 5,2‰
Breitried—Schlagen	15 m = 1,6‰

Das Gefälle des Talbodens wird also von der Vereinigung der beiden Quellflüsse an bedeutend geringer. Die Sihl durchfliesst den Talboden, besonders im nördlichen Teile, als stiller Fluss in vielen Serpentin, wobei sie ihren Lauf gegen Schlagen hin beträchtlich eingekolkt hat. Der Weg, den sie von Breitried bis Schlagen zurücklegt, beträgt über 16 km und das Gefälle ca. 1,5‰.

Das ganze Gebiet besitzt ein feucht-kühles Klima (jährliche Niederschlagsmenge ca. 1600 mm; vgl. Düggele u. Ringholz, loc. cit.). Moorbildungen sind ausserordentlich verbreitet. So waren die den Talboden abschliessenden Moränen grösstenteils moorbedeckt, ausgedehnte Hochmoore mit randlichem Flachmoor: Kungenmoos, Hühnermatt, Waldweg, Hartmannegg, Schwantenu. Doch sind diese Moore jetzt weitgehend abgebaut. Die Torfausbeutung setzte nach Düggele⁵ um 1750 ein und wurde bis in die Gegenwart intensiv weiterbetrieben. Auch die einschliessenden Flyschgebirge tragen zahlreiche kleine Moore: Flachmoore (besonders Gehängemoore), Übergangsmoore, Hochmoor⁶. Vor allem aber ist der Sihltalboden selber ein ausgedehntes Moorgebiet. Die Grundlage der ganzen Vermoorung im Sihltale bildet das Flachmoor, das im südlichen und mittleren Teile überall herrscht. Im nördlichen Teile sind dem Flachmoore Hochmoore von bedeutendem Umfange aufgesetzt, die besonders in den Schleifen des Flusses liegen (Saum, Schachen, Todtmeer, Meer, Roblosen; im Süden

⁵ loc. cit., S. 209.

⁶ Vgl. dazu: Walter Höhn, Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 46 1936 Festband Eduard Rübel (365—411, 8 Abb. im Text, 4 Taf.).

nur in räumlich sehr beschränktem Umfange das Breitried). Sie sind in der Kartenskizze (Abb. 1) nach den Angaben von Düg g e l i durch dunklere Tönung hervorgehoben (vgl. auch Taf. 1, 5, 7, 8).

Auch die Sihltaimoore sind stark abgebaut. Düg g e l i stellte zu Ende des 19. Jahrhunderts fest, dass sie das Wachstum allgemein eingestellt hätten, was er den Entwässerungsmassnahmen zuschrieb.

Die Moore von Einsiedeln sind seit langem berühmt durch ihren Reichtum an nordischen Arten, unter denen sich manche im Alpengebiete oder in ganz Mitteleuropa sehr seltene Art findet. Wir nennen im besonderen unter diesen nordischen Relikten: *Carex pauciflora*, *Carex chordorrhiza*, *Carex heleonastes*, *Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Hierochloë odorata*, *Juncus stygius*, *Eriophorum gracile*, *Malaxis paludosa*, *Betula nana*, *Sagina nodosa*, *Sedum villosum*, *Saxifraga hirculus*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Trientalis europaea*. Nach der Lage der Moränen der letzten Vergletscherung ist es sehr wohl möglich, dass diese Arten, wenigstens teilweise, schon im Anschlusse an die Risseiszeit in das Gebiet eingewandert sind und die letzte Eiszeit überdauerten. Heute sind sie alle nahe dem Aussterben oder bereits verschwunden. Der fortschreitende Torfabbau und die weitgehende Melioration der Flachmoorgebiete beraubte sie in steigendem Masse der Standorte, und das unverständige Sammeln durch die Floristen gab ihnen den Rest.

Flora und Vegetation der Sihltalebene bei Einsiedeln haben im Jahre 1903 durch Max Düg g e l i eine eingehende und sorgfältige Schilderung gefunden, auf die wir hier verweisen. In dieser Zeit war die Moorzerstörung durch den Menschen noch viel weniger weit fortgeschritten als in den letzten Jahren.

Der Stausee, der seit dem Frühling 1937 die Moore zudeckt, besitzt eine maximale Stauhöhe von 892,6 m Meereshöhe. Die Oberfläche des Sees misst 11 km², der nutzbare Seeinhalt 91 Mill. m³. Das Wasser wird durch eine Druckleitung nach Pfäffikon am Zürichsee hinuntergeleitet und seine Energie dort in elektrische Kraft verwandelt. Wir haben in unseren photographischen Beilagen den früheren und gegenwärtigen Zustand der Sihlhochebene festgehalten (vgl. Taf. 1—7).

Historischer Überblick.

Eine ganze Anzahl von geologischen, geographischen und botanischen Arbeiten haben sich mit der Frage der Entstehung der Sihltalebene und ihrer Moore beschäftigt; doch gehen die Ansichten weit auseinander. Als erster untersuchte J. Früh⁷ im Jahre 1883 den innern Bau des Torfkörpers, wobei er feststellte, dass die Hochmoore auf Flachmoor aufliegen und die mineralische Unterlage aus kalkreichem Glazialdetritus bestehe, stellenweise auch aus Kies oder Ton. Früh untersuchte besonders das Todtmeer, das er als ein typisches, lebendes Hochmoor schildert. Den Hochmoortorf findet er hier nur 0,2—0,3 m mächtig, und er stellt fest, dass der Wasserstand der Sihl bei Hochwasser um 0,4—0,5 m hinter der Oberfläche des Hochmoores zurückbleibe. Das Hochmoor bilde sich also oberhalb der Überschwemmungslinie der Sihlhochwasser; in den tieferen Horizonten herrsche das Flachmoor. Mächtigere Hochmoortorfschichten findet Früh in den Mooren der Umgebung des Sihltales (Küngenmoos, Schwantenu, Waldweg).

E. Neuweiler⁸ (1901) untersucht insbesondere den Fossilgehalt der Torfe. Im Sihlhohtale macht er seine Untersuchungen im Moore von Roblosen. Er bestätigt Frühs Feststellungen und findet ausserdem am Grunde eines Moorprofils über einer Zwischenschicht von schwarzem, torfigem Lehm eine 25 cm mächtige Schicht von Schwemmtorf, der beinahe nur aus Holzstücken besteht (*Picea excelsa*, *Abies alba*, *Pinus silvestris*, *Betula*). Darüber folgt, 250—300 cm mächtig, Rasentorf, dem gegen die Oberfläche hin häufig Strünke von *Betula*, *Pinus* und *Picea* eingelagert sind. Abgeschlossen wird das Profil durch einige dm Hochmoortorf (höchstens 0,5 m).

⁷ Jak. Früh, Über Torf und Dopplerit. Diss. Univ. Zürich 1883 (88 S., 1 Taf.).

⁸ E. Neuweiler, Beiträge zur Kenntnis schweizerischer Torfmoore. Diss. Univ. Zürich 1901 (62 S., 2 Taf.).

Im Jahre 1904 veröffentlichten Früh und Schröter⁹ in dem grossen Sammelwerke «Die Moore der Schweiz» die erste Gesamtbeschreibung der Moore im Sihltal und in der Umgebung von Einsiedeln. Die Begehungen wurden von Früh in den Jahren 1893 bis 1901 vorgenommen. Sie stellten die genauere Verbreitung von Flachmoor und Hochmoor fest und fanden die bisher nur aus einzelnen Teilgebieten beschriebenen Gesetzmässigkeiten des innern Aufbaues im ganzen Inundationsgebiete wieder. Die Untersuchung der Torfe zeigte in den Hochmooren, eingeschaltet zwischen dem Flachmoortorf und dem Hochmoortorf, einen Scheuchzeria-Horizont (= Übergangsmoor) von oft bedeutender Mächtigkeit.

Max Dügge¹ (1903) untersuchte neben Flora und Vegetation auch den innern Bau des Moores, indem er im nördlichen Teil der Sihltalebene und in den angrenzenden Moränenmooren Torfgruben bis auf den mineralischen Untergrund aushob. Den Großteil seiner Gruben legte er in zwei Querprofilen und einem Längsprofil durch das Moor an. In Bestätigung von Frühs Angaben fand er regelmässig über dem lehmigen Grund Carices-Torf (vereinzelt zuerst Schwemmtorf) und darüber in den Hochmoorgebieten eine Schicht Scheuchzeria-Torf und dann Hochmoortorf, meist von bedeutender Mächtigkeit. Die gesamte Torfmächtigkeit betrug gewöhnlich 2—3 m, in der Hühnermatt ausnahmsweise 5 m.

Von besonderem Interesse ist die Feststellung von Abänderungen dieser normalen Schichtfolge: verschiedentlich fand Dügge über Hochmoortorf oder Scheuchzeriatorf wieder Flachmoortorf, gewöhnlich mit lehmiger Zwischenlage. Der anormale Torfwechsel und die Einlagerung von Lehm in den Torfkörper trat besonders in dem westlichen und östlichen Grenzgebiet des Moores auf. Dügge deutet diese Erscheinung als Wirkung von Überschwemmungen, die das Hochmoor vorübergehend oder dauernd in ein Flachmoor verwandelten.

Ungefähr zur gleichen Zeit hat auch M. Lugeon¹⁰ die Lehmgruben des Gebietes untersucht. Die Geologen Kürsteiner, F.

⁹ J. Früh und C. Schröter, Die Moore der Schweiz. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Serie 3 1904 (750 S., 4 Taf., viele Textabb., Moorkarte der Schweiz).

¹⁰ In: E. Letsch (u. Mitarbeiter), Die schweizerischen Tonlager. Beitr. z. Geologie d. Schweiz. Geotechn. Serie 4 1907, Geol. Teil (433 S., 355 Textabb., 1 Karte).

Mühlberg, C. Schmidt und A. Gutzwiller¹ machten Studien über die Untergrundsverhältnisse mit Hinsicht auf den geplanten Stausee, und P. W. Sidler¹ schilderte in zusammenfassender Weise die geologische Beschaffenheit des Gebietes von Einsiedeln.

In bezug auf die Entstehung des Talbodens standen sich im wesentlichen zwei Ansichten gegenüber.

Die eine, als deren Exponent P. W. Sidler zu nennen ist, nahm an, die Talebene sei aus einem postglazialen See hervorgegangen. Sidler hatte bereits 1877 die Vermutung geäußert, im Alptale bei Einsiedeln, wo er Seeletten von Torf bedeckt fand, und auch im Sihltale habe ein solcher See bestanden. In seiner Studie von 1904 führte er seine Gedanken weiter aus. Er nimmt an, gegen das Ende der zweiten Eiszeit (er unterscheidet insgesamt 3 Eiszeiten) sei der Abfluss der Gewässer des Sihlgebietes durch den linken Rand des Linthgletschers bis auf ca. 920 m Höhe aufgestaut worden, wodurch ein zusammenhängender See im Tale der Sihl, der Alp und der Biber entstand, der eine Anzahl Inseln aufwies. Die Strandlinie dieses Sees sei noch vielerorts zu sehen. Als das Eis des Linthgletschers zurückging, wurde die Stauung noch durch die Seitenmoräne unterhalten und ging bis auf etwa 900 m zurück, wodurch der See sich in drei den einzelnen Talgebieten entsprechende Seen auflöste, die aber mit einander noch in offenem Zusammenhange blieben, so dass das Wasser, je nach den Umständen, bald in der einen, bald in der anderen Richtung von einem Teilsee zum andern zirkulieren konnte. Allmählich vertiefte sich der Abfluss und begann, sich auf die heutigen Flussläufe zu konzentrieren. Dadurch wurde der See abgesenkt. Parallel damit ging die Einschwemmung von Schutt, namentlich von tonigen Niederschlägen, die nach Sidler eine Dicke bis zu 10 m aufweisen. Durch die Vorgänge der Erosion und der Auffüllung wurde der Seeboden trocken gelegt, und die Moorlandschaft bildete sich aus mit einer Torfschicht, die 3—4 m Mächtigkeit erreichte.

Sidler hält die verschiedenen Eiszeiten nicht scharf auseinander; er spricht nur von der zweiten Eiszeit, mit der er offenbar die Risseiszeit meint; wir müssen aber die von ihm geschilderten Vorgänge an den Schluss der 4. Haupt-Eiszeit (Würmeiszeit), ver-

legen, wobei es wahrscheinlich ist, dass sich nach der 3. Eiszeit Ähnliches abgespielt hat.

Während J. Früh 1901¹¹ noch die Ansicht aussprach, vorübergehend müsse die Sihl in postglazialer Zeit aufgestaut gewesen sein, vertreten Früh und Schröter 1904 und Dügge- li 1903 die Meinung, ein postglazialer Stausee habe nie bestanden. Sie finden weder eine Strandlinie noch Deltabildungen an den Ufern des Talgebietes. In den Ablagerungen des Talbodens fehlen Seekreide und Seeschlamm, sowie eine charakteristische Seefauna und Seeflora. Statt dieser Seebildungen finden sie Tone von geringer Mächtigkeit (0,2—4 m nach Dügge- li), vor allem aber Glazialprodukte und bis faustgrosse Geschiebe sowie Baumstrünke in natürlicher Lage unter dem Torfe. An einzelnen Stellen ist eine Zunahme der Kieseinlagerungen in Zahl und Grösse gegen den Rand hin festzustellen, was als Abspülung aus dem Moränenschutte der Talrahmung gedeutet wird. Dügge- li und Früh und Schröter denken sich den Mechanismus der Talbodenbildung so, dass nach dem Rückzuge des Gletschers das ganze Gebiet bis zur Höhe von etwa 920—930 m mit Gletscherschutt aufgefüllt war, den nun die Sihl von unten her anero- dierte, indem sie den Abfluss bei Schlagen mehr und mehr vertiefte. Durch Serpentinbildung ging die Erosion in die Breite und räumte im Laufe der Zeit den ganzen Talboden bis auf das heutige Niveau aus. Kleine Unebenheiten blieben bestehen, und in der grossen Talmulde begann die Bildung der Moore. Dann folgte eine lange Zeit verhältnismässiger Ruhe. In den letzten Jahrzehnten dagegen setzte nach Dügge- li die Erosion in der Molassebank bei Schlagen wieder mit grösserer Kraft an (er berechnet nach den Angaben eines Einheimischen innerhalb 25—30 Jahren eine Erniedrigung von 1,8 m), und als Folge davon schnitt sich der Fluss mehrere Meter tief und mehrere Kilometer rückwärts in seine alten Ablagerungen ein.

Nach der Auffassung von Sidler müssten die oben im Talboden und die randlich gelegenen Moore die ältesten sein; nach der Erklärung von Früh und Schröter finden sich die alten Vermoorungsflächen mit der massigsten Torfhäufung im unteren

¹¹ J. Früh, Exkursionsbericht. In: Festschr. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich 1900 1901.

Teile, im oberen Teile dagegen die jüngsten Vermoorungsflächen mit den kleinsten Torfhäufungen (s. Früh und Schröter, loc. cit., S. 608/609). Nach beiden Ansichten sind die Moore der Ebene verhältnismässig jung, keineswegs an die Eiszeit anschliessend.

Der vorhandene «Lehm» stimmt nach Sidler und nach Früh und Schröter mit dem heute von der Sihl noch deponierten Schlamm überein; Früh und Schröter erblicken in ihm «die Ablagerung eines oberhalb der Felsenbarriere in einem leicht angreifbaren Gebiete lateral erodierenden und in zahlreichen Serpentin und Stauwassern sedimentierenden Flusses mit kleinem Gefälle» (S. 598). Düggele meint, die Ablagerungen der Sihl seien von ganz untergeordneter Bedeutung und hätten nur lokale Ausbreitung (loc. cit., S. 16).

Der Ingenieur Kürsteiner (zit. nach Mühlberg, Schmidt, Gutzwiller) kam ebenfalls zur Ansicht, der Untergrund der Torfebene sei Glazialschutt.

Nach den damals bekannten Tatsachen konnte sowohl die Erosionstheorie als auch die Sedimentationstheorie vertreten werden. Abklärung war nur von tiefergehenden Aufschlüssen zu erwarten. Und solche wurden bereits im Jahre 1904 ausgeführt.

Im Auftrage des Etzelwerk-Komitees arbeiteten die Geologen F. Mühlberg, C. Schmidt und A. Gutzwiller in diesem Jahre eine geologische Begutachtung des Stausee-Projektes aus, die sie auf Tiefenbohrungen gründeten. Und zwar wurden 5 Tiefenbohrungen ausgeführt, die in einem Längsprofil verteilt waren, das von Eutal bis ins Todtmeer reichte. Sie sind auf dem Kärtchen Abbildung 1 unter den Nummern II, IV, VII, XI, XII eingetragen. Dazu kam noch eine Bohrung an der Stelle des projektierten seitlichen Abschlussdammes in der Hühnermatt (I des Kärtchens). Diese Bohrungen ergaben übereinstimmend unter den oberflächlichen Torfen und einer gewöhnlich daran anschliessenden Übergangsschicht von Lehm, Sand, Kies eine sehr mächtige Unterlage von Seemergel. Diese Seemergel waren deutlich fein geschichtet und wiesen genau die gleiche Zusammensetzung auf wie die Ablagerungsprodukte des Rheins im Bodensee oder der Reuss im Vierwaldstättersee. In der Tiefe liegendes Glazialgeschiebe (Moräne) und glaziale Abschwemmprodukte wurden nur in der stark gegen den westlichen Rand hin liegenden Bohrung II angeschnit-

ten, in 42,4 m Tiefe (angebohrt bis in 54,6 m Tiefe). Die übrigen Bohrungen blieben in der Tiefe von 25 m, 27,5 m, 20,6 m und 60,2 m (Bohrung XII, Eutal) in den Seeablagerungen stecken. Die Gutachter ziehen aus ihren Ergebnissen den Schluss, dass sich in der frühen Postglazialzeit zweifelsohne im Sihltale hinter dem abschliessenden Moränenkranze ein tiefer See ausgedehnt habe, der im Laufe der Zeit von den kalkig-tonigen Ablagerungen der Sihl und der übrigen Bäche aufgefüllt wurde.

Dieses nur als Manuskript vorliegende Gutachten ist offenbar in der Folge der Forschung gänzlich unbekannt geblieben. Auch mir kam es nur durch Zufall zu Gesicht und erst, nachdem die wesentlichen Untersuchungen schon ausgeführt waren. Nur so ist es erklärlich, dass die jüngeren Forscher, soweit sie sich dazu äussern, im allgemeinen die See-Hypothese ablehnen.

Der Geologe M. Lugeon (1907)¹⁰ betrachtet den Ton von Todtmeer wie Früh als Anschwemmungsprodukt der Sihl (S. 281).

Roman Frey¹, der 1914 eine Studie über die Quartärgeologie des Gebietes veröffentlicht, schweigt sich völlig aus und sagt nur allgemein: «Sihl-, Alp- und Bibertal sind durch die ungeheuren Moränenmassen und ihre Stauprodukte hoch aufgefüllt worden.»

Gams und Nordhagen (1923)¹² schliessen sich ebenfalls der Deutung von Düggeli und Früh an und meinen, die Existenz eines postglazialen Sees sei nicht nachzuweisen. Die Moorbildung sei aber nicht unmittelbar nach dem Rückzuge des Eises eingetreten, sondern auf dem mineralischen Boden seien damals Wälder entstanden, die erst nach langen Zeiträumen vermoorten; denn es herrsche völlige Sicherheit, dass die Moorbildung erst in ganz junger Zeit einsetzte.

Auch Keller (1928)¹³ vertritt die Ansicht, dass die Unterlage der Sihlmoore Glazialschutt sei.

Bei Penck und Brückner (1909, S. 544) dagegen finden wir die kurze Bemerkung, die absperrenden Moränen dürften die

¹² Helmut Gams und Rolf Nordhagen, Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundl. Forsch. herausgeg. v. d. Geogr. Ges. München 25 1923 (336 S., viele Taf. und Textabbildungen).

¹³ Paul Keller, Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizermooren und ihre florensgeschichtliche Deutung. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 5 1928 (163 S., Abb.).

Entstehung eines Sees veranlasst haben, der z.T. durch Einschneiden der Sihl in die begrenzenden Endmoränen, z.T. durch Verschüttung und Vermoorung vernichtet wurde.

Als wir zum erstenmal versuchten, uns ein Bild von der Entstehung der Sihltalebene zu machen (^{13a}, ^{13b}), waren uns die neuen Tiefenbohrungen, die den ehemaligen See mit Sicherheit feststellen liessen, bereits bekannt. Die Vorgänge der Seeauffüllung dagegen wurden erst durch die Untersuchungen, über die wir jetzt berichten wollen, aufgeklärt.

^{13a} Werner Lüdi, Das Grosse Moos im westschweizerischen Mittellande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 11 1935 (344 S., Kart., Taf., Textabb.).

^{13b} Werner Lüdi, Beitrag zur Geschichte der Moore von Einsiedeln. Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 1935 1935 (342—343).

Die Waldgeschichte des Sihltalgebietes.

Aus dem Mooregebiete wurden zahlreiche subfossile Holzreste bestimmt, sowohl von früheren Autoren als auch von mir, wobei ich Herrn Dr. E. Neuweiler für die Mithilfe bei der Bestimmung einzelner kritischer Hölzer besten Dank sage. Festgestellt wurden: *Alnus*, *Betula*, *Picea*, *Pinus*, *Abies*, *Fraxinus*, *Corylus*, die ersteren vier weit vorwiegend; *Abies* wahrscheinlich nur eingeschwemmt (Roblosen, Steinbach), *Fraxinus* nur in mineralischem Untergrund (Steinbach, Rüti). Im Schwemmtorf von Roblosen fand Neuweiler auch einen Zweig, der vielleicht zu *Quercus* gehörte. Ferner wurden von Dügge li im Torfe gefunden Blätter von *Pinus montana*, *Betula pubescens*, *Betula nana* und eine Frucht von *Acer pseudoplatanus*.

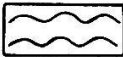

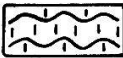


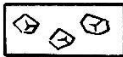
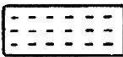
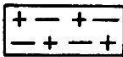
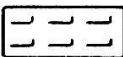

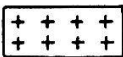
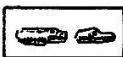
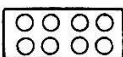
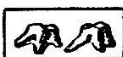
Ein Bild von der quantitativen Zusammensetzung der Wälder und des Waldwechsels im Laufe der Zeiten wird uns durch die Pollenstatistik vermittelt.

Die Aufbereitung der Proben, die Auszählung der Pollen und die Darstellung der Ergebnisse in Diagrammen erfolgte auf die gebräuchliche Art und Weise. Viele Sedimente waren sehr pollenarm, besonders die Flachmoortorfe, Mergel, Lehme, aber auch ein Teil der Hochmoortorfe. Vorgänge der ungleichmässigen Pollenzersetzung, die quantitative Veränderungen im Pollenspektrum nach sich ziehen können, sind in einzelnen Fällen nicht auszuschliessen. Infolge der Pollenarmut wurden gelegentlich weniger Pollen gezählt, als wünschbar gewesen wäre. Doch betrug die Gesamtzahl der gezählten Baumpollen nur in wenigen Spektren unter hundert. Die genannten Fehlermöglichkeiten bringen es mit sich, dass die Diagramme nur in den Hauptzügen auswertbar sind. Diese sind aber zuverlässig.

Es wurde danach getrachtet, möglichst vollständige Diagramme aufzufinden. Die Profile aus der Sihltalebene, die zuerst untersucht wurden, erwiesen sich aber alle als verhältnismässig jung; die ältesten Horizonte zeigten *Abies*-Dominanz. Ältere Bildungen wurden in den Moränenmooren der Umgebung gefunden, im Klingenmoos und in der Schwantenu (s. Abb. 3 und 4). Sie zeigten weitgehende Übereinstimmung, so dass wir sie miteinander besprechen können. Beide Profile beginnen in den tiefsten Schichten mit *Pinus*zeit, auf die eine Haselzeit folgt, die im Klingenmoos zwei Gipfel aufweist. Während der Haselzeit erfolgt

der Abstieg der Pinuskurve, die von da an andauernd unter 10% bleibt. Dagegen steigen die Eichenmischwaldkurve und die Alnuskurve an. Die Eichenmischwaldkurve erreicht in der späteren Haselzeit ihr Maximum mit 55 resp. 42%, womit sie hinter den entsprechenden Werten der Haselkurve zurückbleibt. Doch entspricht dieser Kurvenabschnitt ohne Zweifel der Eichenmischwaldzeit der tiefergelegenen Gebiete, so dass wir hier besser von einer Eichenmischwald-Haselzeit sprechen. Unter den Pollen der Eichenmischwaldzeit herrschen *Ulmus* und *Tilia*, im Kungenmoos die erstere etwas früher als die letztere, während *Quercus* zwar durch die ganze Eichenmischwaldzeit durchgeht, aber stets gleichmässig niedrige Werte behält.

Bodenarten.

	Sphagnum-Torf		Sand
	Sphagnum-Eriophorum-Torf		Kies
	Radizellen-Torf		eckige Steine; Moräne
	stark zersetzter Torf		lehmiger Torf
	Hypnaceen-Torf		sandiger Torf
	Lehm (und Erde im allgemeinen)		Holz
	Mergel		Baumstrünke

Pollenformen.


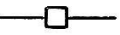




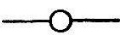

	Picea		Alnus
	Abies		Fagus
	Pinus		Eichenmischwald (<i>Quercus</i> + <i>Ulmus</i> + <i>Tilia</i>)
	Betula		<i>Corylus</i>

Abb. 2. Übersicht über die verwendeten Zeichen für die Bodenarten und die Baumpollen.

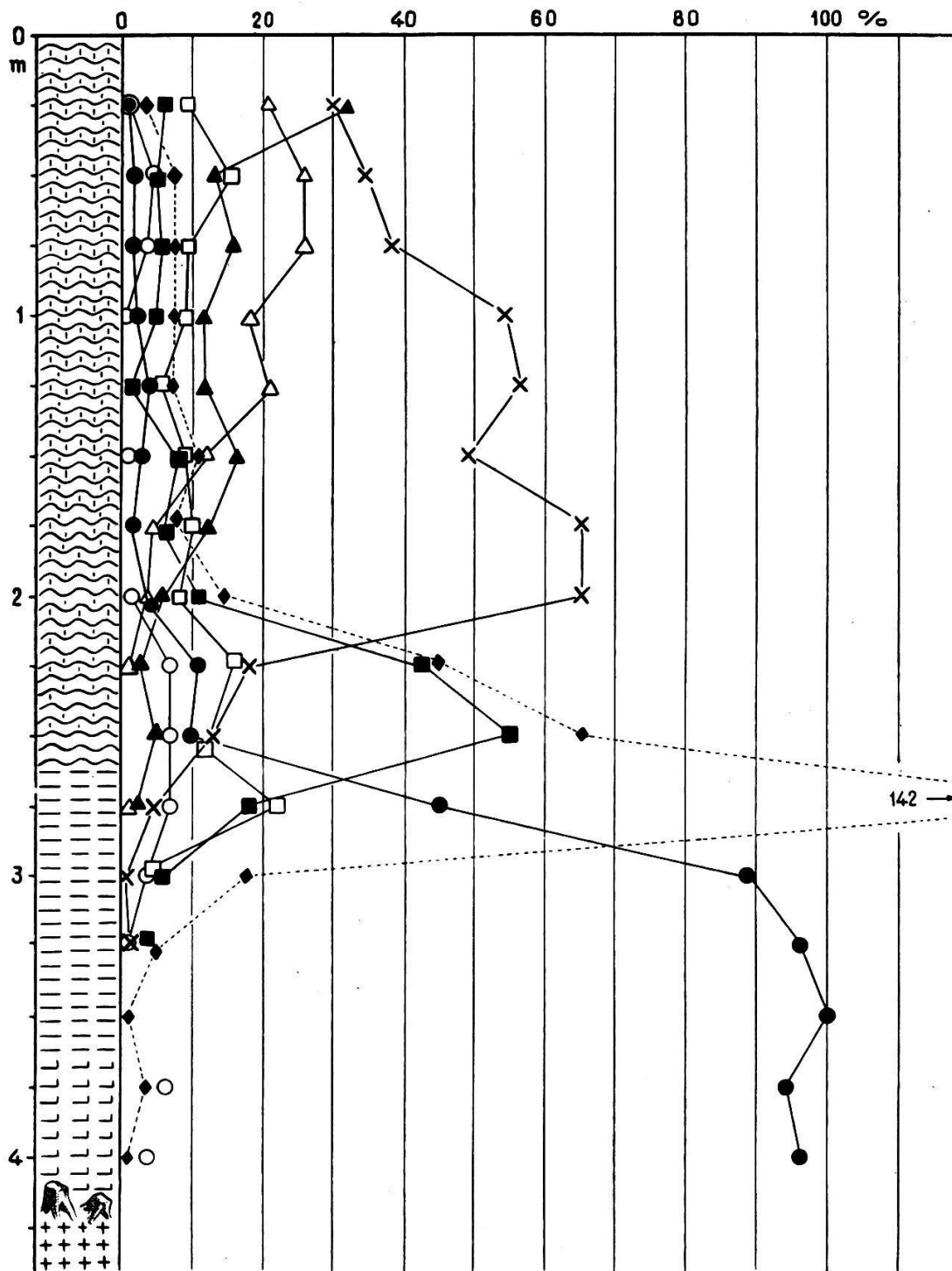


Abb. 3. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus der Schwantenua (Nr. 1 des Kärtchens, Abb. 1). Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

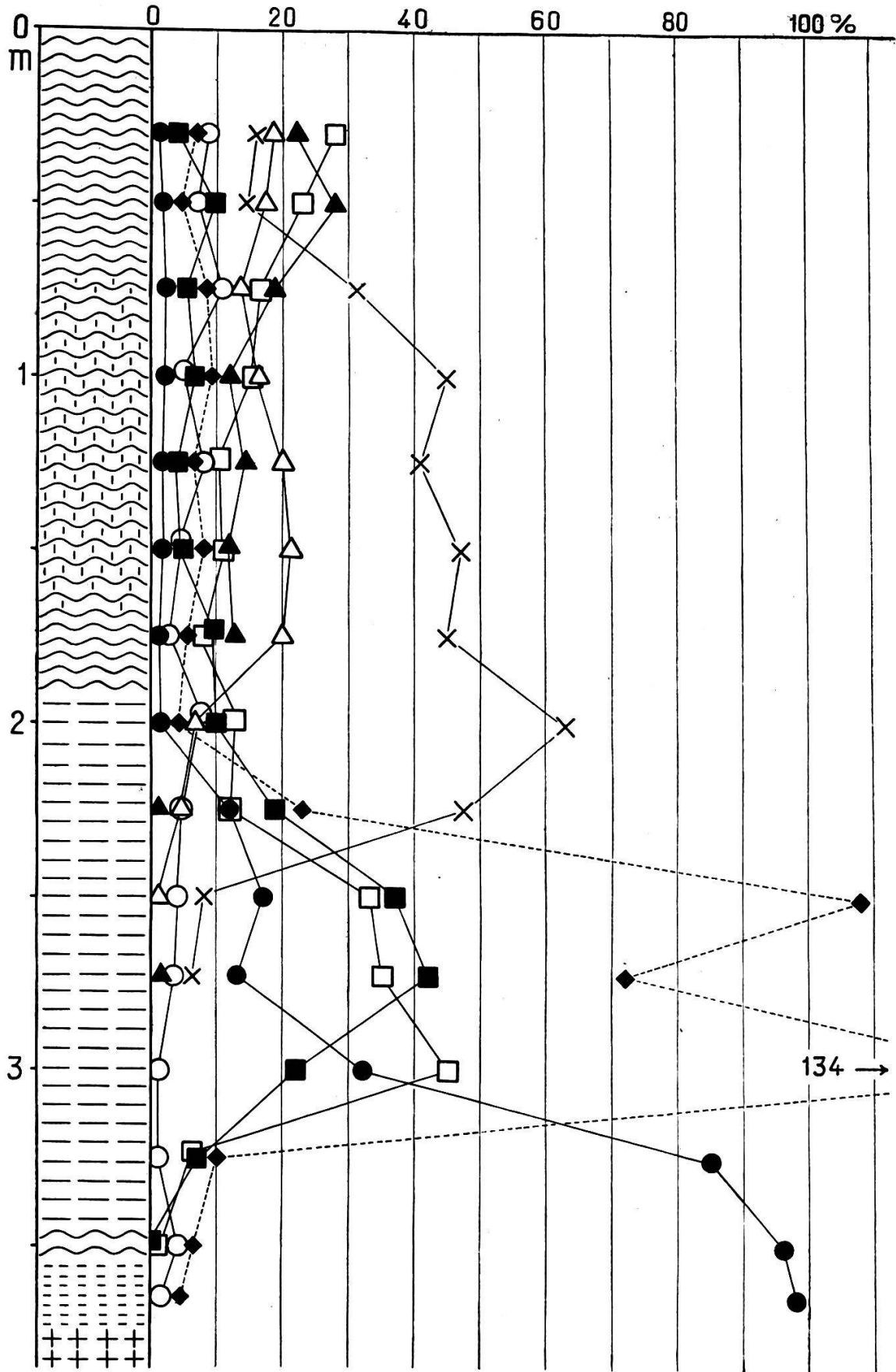


Abb. 4. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus dem Kungenmoos (2). Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

Parallel dem Abfall der Haselkurve geht derjenige der Eichenmischwaldkurve und der Alnuskurve. Dagegen steigt Abies sehr rasch an und beherrscht das Pollenspektrum bis gegen die Oberfläche hin. Während der mittleren Abieszeit zeigt der Picea-Pollen, der seit der Haselzeit sporadisch vorhanden ist, eine starke

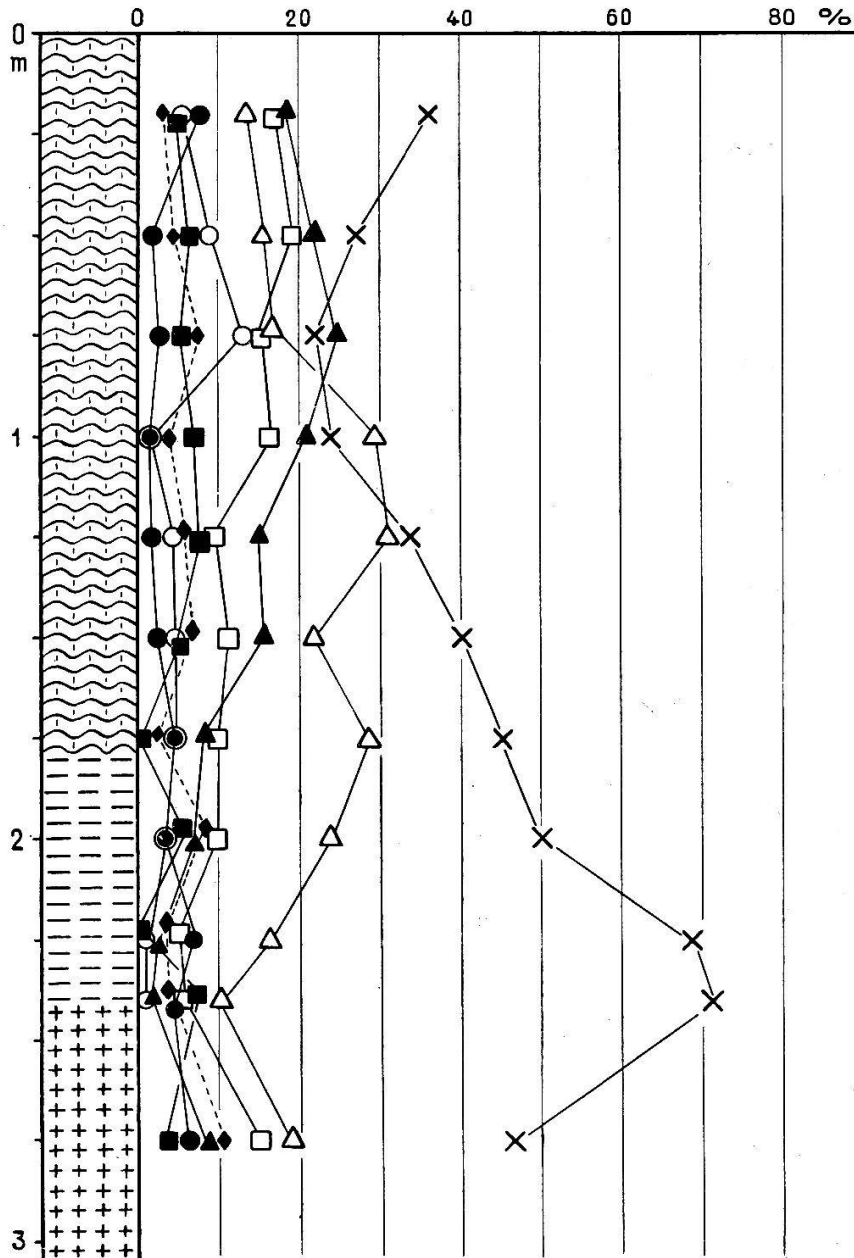


Abb. 5. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus der Hühnermatt (4).
Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

Zunahme (auf 20—25%) und geht dann wieder etwas zurück. Auch *Fagus* ist seit der Haselzeit in vereinzelt Pollen oder Pollenprozenten vorhanden und nimmt während der Abieszeit zu. In Schwantenu übersteigt die *Fagus*kurve im älteren Teile der Abieszeit deutlich die *Picea*kurve; im Kungenmoos findet sich dieser Kurvenanstieg nicht. Dagegen steigt in beiden Fällen in den obersten Horizonten die *Fagus*kurve, im Kungenmoos zusammen mit der *Alnus*kurve, bis zur Dominanz an, während die *Abies*kurve fällt. In diesem Zeitpunkte brechen die beiden Diagramme ab.

In den Diagrammen aus dem Sihltale finden wir die jüngeren Zeiten vollständiger entwickelt. Das Hühnermattprofil (Abbild. 5) beginnt in der mittleren Abieszeit, zeigt den Aufstieg der *Picea*kurve zum kleinen Gipfel und dann zu kurzer Dominanz und unmittelbar darauffolgend eine *Fagus*dominanz, die ebenfalls rasch vorübergeht. In den obersten Horizonten fallen die *Fagus*- und die *Picea*kurve wieder etwas ab, während die *Abies*kurve leicht ansteigt. Dieses Diagramm stimmt mit dem oberen Teil des aus der Nachbarschaft, aber schon mehr von dem Moorrind stammenden Kungenmoosdiagrammes gut überein; doch kommt der Fichtenpollen etwas stärker und wohl auch etwas früher zum Anstieg, vielleicht weil auf dem Moore, in der Nähe der Bohrstelle, Fichtenbestände vorhanden waren oder aber weil mit der stärkeren Entfernung vom Moorrande der Weittransport der Pollen aus den höheren Gebirgslagen sich stärker fühlbar macht. Wir können den obersten Horizont des Kungenmooses (30 cm) etwa dem zweit- oder drittobersten der Hühnermatte (50—75 cm) zeitlich gleich setzen.

Aus dem zentralen Teile des nördlichen Moosgebietes stammt das Todtmeer-Diagramm (Abb. 6). Dieses setzt in wesentlich späterer Zeit ein, als die *Picea*kurve bereits den ersten kleinen Gipfel erreicht hat, was wohl dem Horizonte in 175 cm Tiefe der Hühnermatt entspricht. Bald steigt die *Fagus*kurve an, mit ihr zusammen die *Alnus*kurve, und nun haben wir auf längere Zeit eine in jedem Spektrum wechselnde Dominanz von *Abies*, *Fagus* und *Picea*. *Alnus* fällt langsam zurück, im obersten Horizonte auch *Fagus*. Die starke Einwirkung von *Picea* dürfte ähnlich zu erklären sein wie im Hühnermatt-Diagramm. Noch jetzt ist in

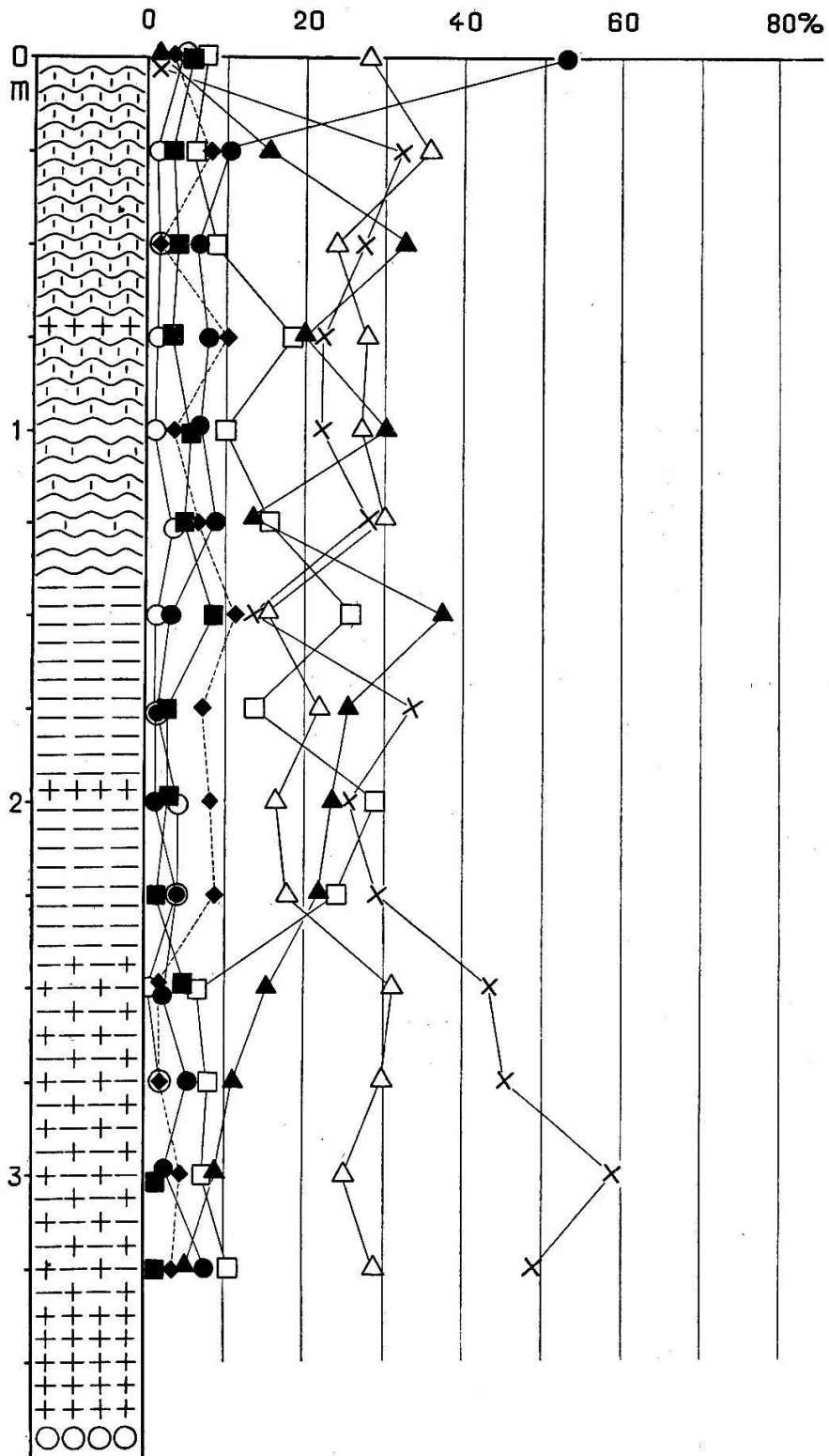


Abb. 6. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus dem Todtmeer (6)
Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

der Nähe, auf dem Hochmoor Schachen, ein kleiner Moorwald vorhanden, der sich aus Föhren, Fichten und Birken zusammensetzt (vgl. Taf. 8). Das erste und stärkste Ansteigen der Faguskurve ist zeitlich dem Ansteigen zur Dominanz in den bisher besprochenen Diagrammen gleichzusetzen. Die späteren Buchengipfel sind wahrscheinlich jünger als die obersten Spektren in den bisher besprochenen Diagrammen. Früh (1883) beschreibt das Todtmeer als ein typisches, lebendes Hochmoor; Früh und Schröter (1904) geben an, es sei in Austrocknung begriffen, und wie wir bereits erwähnten, fand Dügge (1903), dass alle Moore ihr Wachstum eingestellt hätten. Die randlichen Teile wurden in dieser Zeit stark abgebaut, die zentralen Teile waren dagegen noch gut erhalten. Jetzt ist der Abbau bis in das Herz des Moores vorgerückt, und die noch erhaltenen Reste der alten Oberfläche sind völlig verheidet. Wahrscheinlich war dieses Moor bis gegen die Gegenwart hin in langsamem Wachstum begriffen, so dass sich in den obersten Horizonten bereits der Einfluss der menschlichen Waldwirtschaft äussert. Die Oberflächenprobe aus Sphagnumpolstern, die im zentralen Teile des Todtmeeres entnommen wurde und deren Pollenspektrum im Diagramm (Abb. 6) als Null-Horizont eingesetzt ist, weicht aber von dem obersten Torfhorizont sehr stark ab durch die Dominanz von Föhre und Fichte, während Buche und Tanne nur wenig Prozente ausmachen. In auffallendem Gegensatze zu allen jüngeren Spektren der Diagramme steht der hohe Gehalt an Föhrenpollen. Er wird von dem benachbarten Hochmoorwald Schachen herkommen. Die Fichtendominanz findet sich auch in den Oberflächenproben aus dem südlichen Moorenteile. Wir werden noch auf diese Erscheinung zurückkommen.

Aus den zentralen Teilen des Moores am Viadukt von Birchli nach Willerzell (Bohrung III) besitzen wir nur ein summarisches Diagramm (Abb. 7). Die einzelnen Spektren liegen 4 m auseinander, reichen aber dafür bis in 30 m Tiefe hinab. Es zeigt die ältere Abieszeit mit beträchtlichen Werten des Eichenmischwaldes, dann die jüngere Abieszeit mit dem kleinen Fichtenanstieg und reicht bis zur Dominanz der Fichte. Seine jüngeren Teile (von 24 m Tiefe an aufwärts) sind dem Hühnermattprofil ähnlich und der Vergleich zeigt, dass die Hauptzüge des Diagramms aus der Tiefenbohrung III richtig sind.

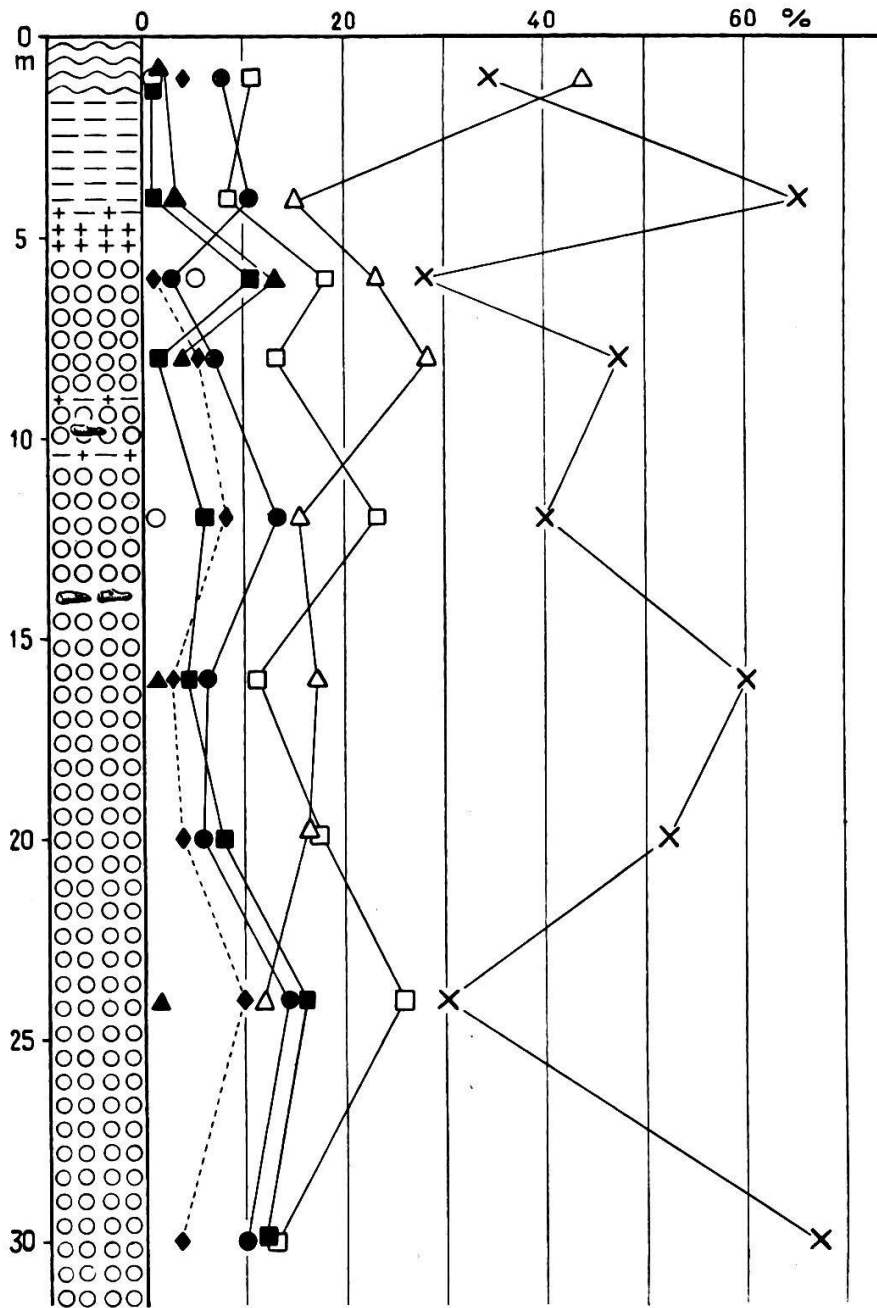


Abb 7. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus der Tiefenbohrung III am Viadukt Birchli-Willerzell. Für die Zeichen vgl. Abb. 2

Steinbach. Auch bei diesem Diagramm handelt es sich um eine Tiefenbohrung, die bis 35 m hinunterreicht (Bohrung IX). Die Proben der oberflächlichen Teile sind hier in bedeutend kleinerem Abstände entnommen worden, und die Analyse wurde so lange fortgesetzt, bis mindestens hundert Pollen gezählt waren. Gewisse wünschbare Ergänzungen durch zwischenliegende Proben wurden, wie im Willerzell-Diagramm, unmöglich gemacht durch die von uns unvorhergesehene Zerstörung der vom Werk aufbewahrten Bohrkern. Um ein besseres Bild zu bekommen, wurde bei der Zeichnung dieses Diagrammes mit der grösseren Tiefe und der damit parallel gehenden grösseren Entfernung der untersuchten Proben der Massstab immer kleiner gewählt. Doch ist an Hand der angegebenen Tiefenzahlen die Orientierung leicht.

Das Diagramm (Abb. 8) beginnt in der älteren Abieszeit. Dieser Abschnitt, gekennzeichnet durch das Fehlen von *Picea* und den reichlichen Anteil von Eichenmischwald, ist sehr ausgedehnt, und das unterste Spektrum des Willerzeller-Diagrammes passt wahrscheinlich erst in etwa 9 m Tiefe auf das Steinbacherdiagramm. Während der älteren Abieszeit findet ein vorübergehendes Ansteigen von Eichenmischwald, *Alnus* und *Corylus* statt ^{13c}. Dann folgt der Fichtenanstieg, und die obersten Horizonte zeigen, wie im Todtmeerprofile, eine wechselnde Dominanz von *Abies*, *Picea* und *Alnus*. Nur *Fagus* bleibt auffallend zurück. Die *Fagus*kurve beginnt ziemlich früh und übergipfelt zunächst die *Picea*kurve; doch sind die Werte so klein (unter 10%), dass sie innerhalb der Fehlerquelle bleiben. Dann wurden von *Fagus* während langer Zeit stets nur einige wenige Pollen gefunden, und erst gegen die Oberfläche hin findet ein kleiner Anstieg in zwei Spektren statt, der aber 20% nicht erreicht. Im obersten Horizonte, der bereits in der oberflächlichen Lehmschicht gelegen ist, dominiert *Pinus* mit *Picea*.

Aus einem kleinen Hochmooraufsatz im Süden der Moorebene (Bohrung 16) stammt das Diagramm von Breitried, das bis in die Tiefe von beinahe 13 m mit 25 cm Abstand zwischen den einzelnen Proben durchanalysiert wurde (Abb. 9). Die tiefsten Teile des Profils zeigen *Corylus*zeit mit viel *Pinus* und *Alnus*. Dann steigt die Eichenmischwaldkurve auf Werte zwischen 20 und 30% an, während die *Pinus*kurve etwas zurückgeht. Vereinzelt zeigen sich seit dem untersten Horizonte *Abies* und *Picea*. Gegen

^{13c} Die ursprüngliche Deutung dieses Diagrammabschnittes in einer vorläufigen Mitteilung (s. Anm. ^{13b}) ist etwas abweichend. Wir hatten damals noch nicht genügend Analysenmaterial, um zu sicherer Klarstellung zu gelangen.

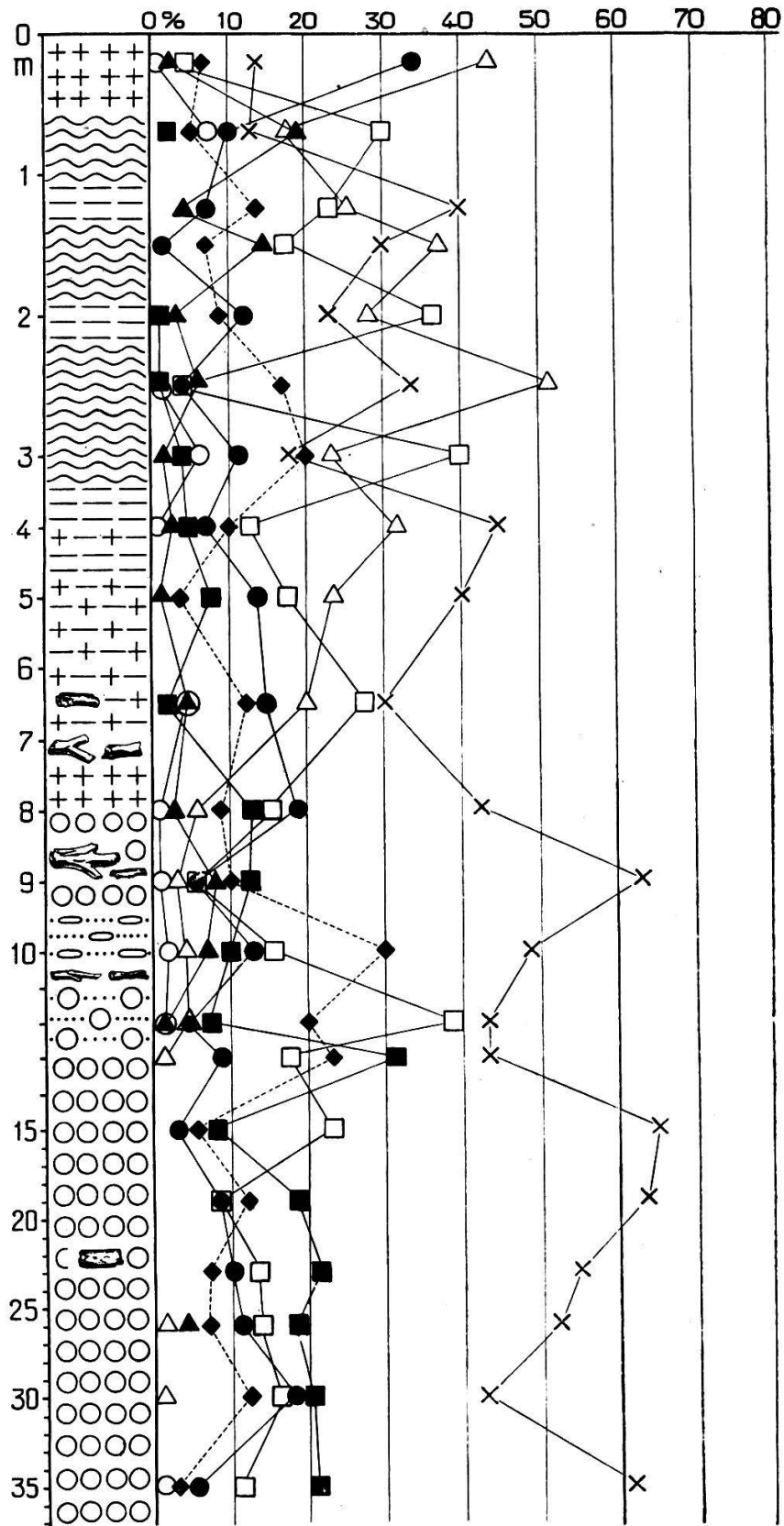


Abb. 8. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil der Tiefenbohrung IX von Steinbach. Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

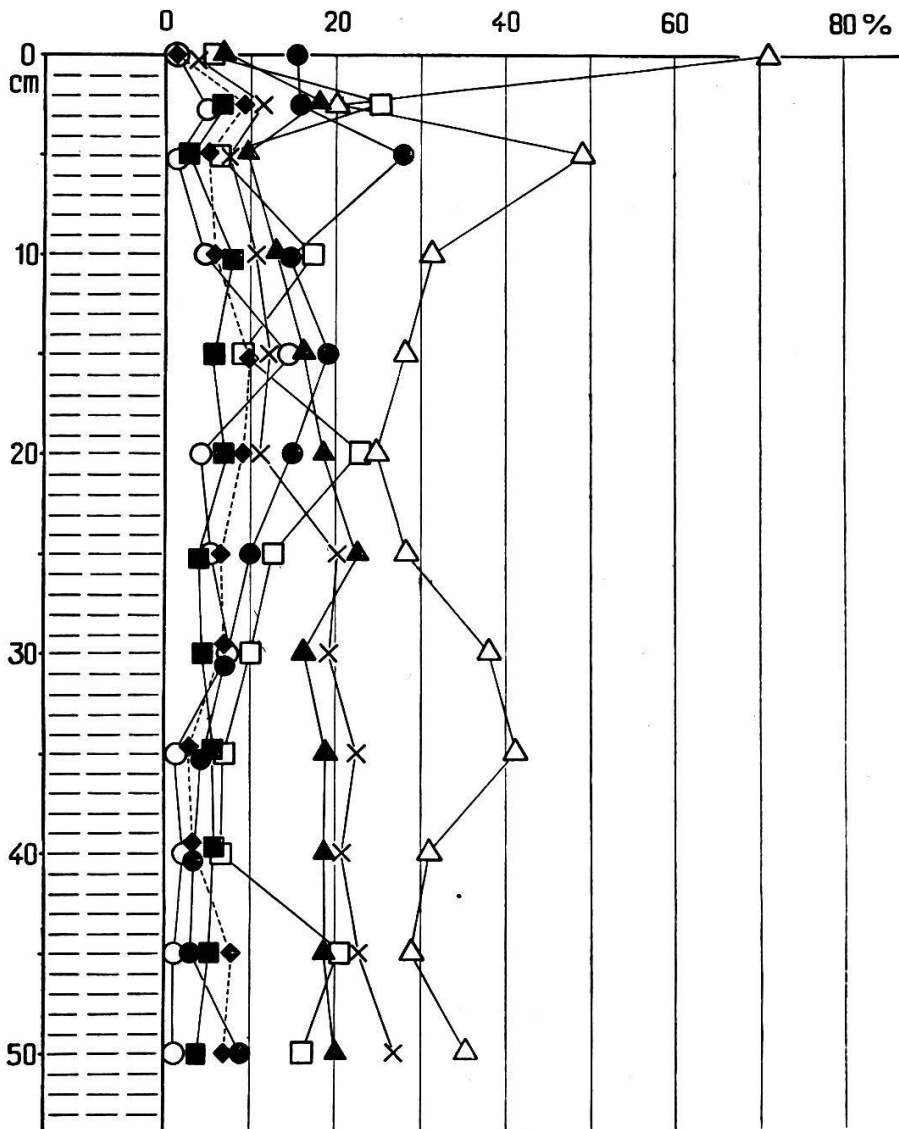


Abb. 10. Pollendiagramm aus den obersten 50 cm des Profils von Breitried (16).

das Ende der Coryluszeit erfolgt der Anstieg der Tanne. Bald darauf steigen auch Fichte und Buche an. Die Fichtenkurve kommt bis gegen die Oberfläche hin mit der Tannenkurve in dauernde Konkurrenz, wobei ein vielfacher Dominanzwechsel stattfindet. Die Buchenkurve macht, wie auch die Erlenkurve, verschiedene Ausschläge, bleibt aber hinter Abies und Picea zurück. Innerhalb der 10-0/-Linie machen auch die Kurven der Hasel und der Birke kleine Schwankungen. Erst in den oberfläch-

lichen Teilen, von etwa 180 cm Tiefe an aufwärts, behält die Buchenkurve andauernd Werte zwischen 20 und 30%. Die obersten 50 cm wurden aus Handstücken in Abständen von 5 cm gesondert untersucht (Abb. 10). Hier ist *Picea* andauernd dominant; *Fagus* und *Abies* bleiben mit annähernd den gleichen Werten etwas hinter *Picea* zurück und fallen gegen oben hin leicht ab, während die *Pinus*kurve und mit Schwankungen auch die *Alnus*kurve leicht ansteigen. Der rezente Pollenniederschlag aus den Oberflächenproben (0—Horizont) zeigt ein sehr starkes Ansteigen von *Picea*, neben der sich nur noch *Pinus* mit einem Wert von etwa 15% behaupten kann. *Abies* erreicht noch 2%, *Alnus* 4%, *Fagus* 5%. Diese Oberflächenprobe wurde sehr sorgfältig zusammengestellt aus 5 in der Umgebung des Bohrloches in Sphagnum- und Hypnaceen-Polstern in den Jahren 1936 und 1937 entnommenen Proben von insgesamt 677 Baumpollen. Andere im Gebiete der Breitrieder, gegen Rüti hin entnommene Oberflächenproben ergaben ein übereinstimmendes Ergebnis.

Die untersten Horizonte des Steinbachdiagrammes sind in demjenigen des Breitriedes ungefähr in 8,5 m Tiefe einzusetzen; doch treten hier am Abfall der Haselkurve rasch Fichte und Buche auf. Die Sedimentbildung erfolgte im Breitried in dieser Zeit jedenfalls viel langsamer als im Steinbach. Dagegen sind die jüngeren Zeiten dieses Diagrammes im Pollenbild sehr gleichmässig und vollständig entwickelt, was auf die gleichmässig rasche Torfbildung zurückgeführt werden kann.

Zu den Pollenzählungen müssen noch einige Bemerkungen gemacht werden. Die Föhrenpollen umfassen nach der Grösse und Gestalt sowohl *Pinus silvestris* als auch *Pinus montana*, sowie ein wenig *Pinus cembra*. Im Bohrprofil des Klingenmooses haben wir die Grösse der Föhrenpollen für den ältesten (365 cm Tiefe) und den jüngsten (325 cm Tiefe) föhrenzeitlichen Horizont ausgezählt (149 resp. 138 Pollen) und in Abb. 11 das Ergebnis graphisch dargestellt. Die Pollen waren in Kalilauge aufbereitet. Wir erhalten in 325 cm Tiefe eine mittlere Pollengrösse von 70,6 μ , in 365 cm Tiefe 66,3 μ . Die Kurve weist mehrere Gipfel auf, die mit zunehmender Grösse wahrscheinlich dem Pollen von *Pinus silvestris*, *Pinus montana*, *Pinus cembra* entsprechen. Von oben nach unten tritt eine leichte Umschichtung in den Grössenverhältnissen auf, indem die Zahl der kleinen Pollen abnimmt. Es bleibt aber zweifelhaft, ob damit ein Wechsel im Waldbild des oberen Sihltales verbunden war. Ganz abgesehen davon, dass sich *Pinus montana* und *silvestris* nach der Pollengrösse nicht eindeutig scheiden lassen, ist auch in Betracht zu ziehen, dass ein beträchtlicher Teil der Pollen durch Ferntransport aus tieferliegenden Gebieten herkommen wird und mit der Feststellung von Waldföhrenpollen das Indigenat der Waldföhre im Gebiete von Einsiedeln nicht gesichert ist.

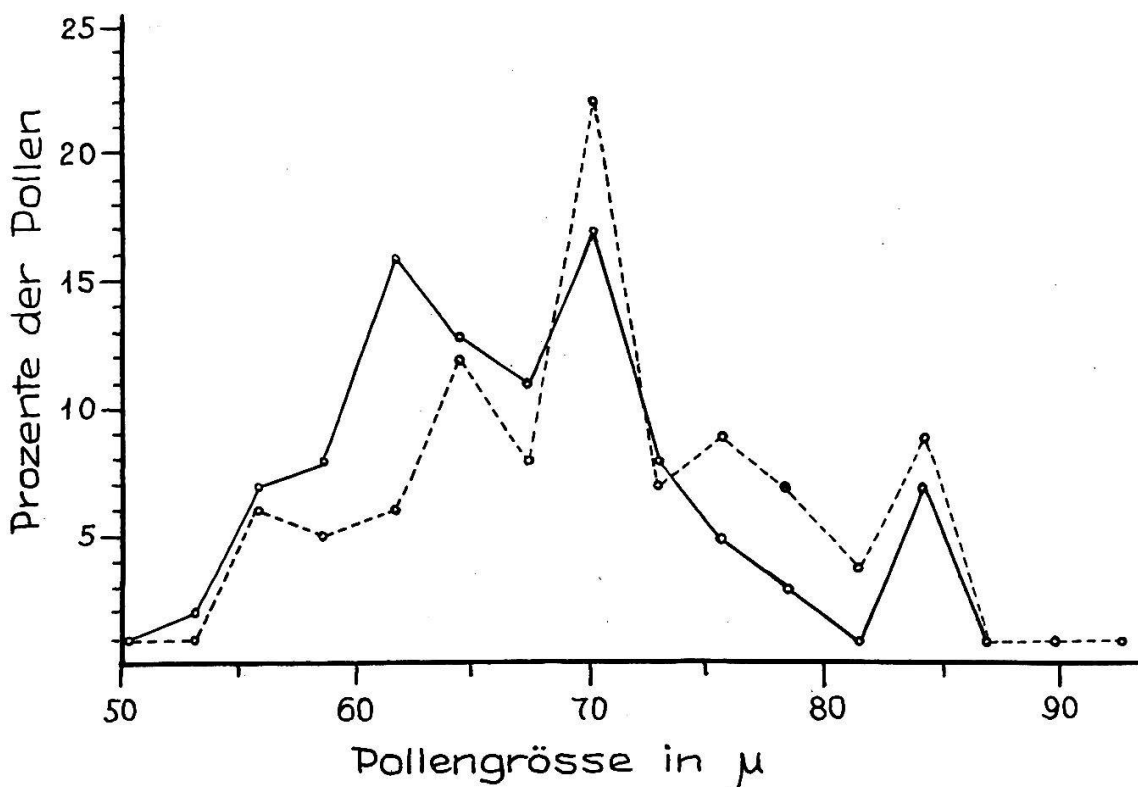


Abb. 11. Die Grössenverhältnisse pinuszeitlicher Pinuspollen aus dem Kungenmoos (vgl. S. 33).

Der Tiliapollen wurde nach den Angaben von Trela¹⁴ diagnostiziert. Nach dieser Unterscheidung ist beinahe aller Tiliapollen zu *Tilia cordata* zu stellen.

Da, wo der *Betula*-Pollen etwas angereichert erscheint, besonders im Kungenmoos und in der Hühnermatt, stimmt er zur Hauptsache in Form und Grösse mit *Betula nana*¹⁵ überein. Es erscheint auch als sehr wahrscheinlich, dass *Betula nana* bis vor kurzem auf diesen Hochmoorlokalitäten vorkam.

Soweit die Grössenverhältnisse einen Schluss erlauben¹⁶, ist unter dem Alnuspollen überwiegend der Pollen der hochwüchsigen Arten vorhanden, hier wohl *Alnus incana*.

Salix-Pollen wurde immer nur vereinzelt angetroffen, vereinzelt auch *Fraxinus* (auch in den Mergeln). Da und dort fanden sich in den jüngeren Schichten und ziemlich regelmässig in den Oberflächenproben vereinzelte Pollen, die zu *Carpinus* zu stellen sind.

¹⁴ J. Trela, Zur Morphologie der Pollenkörner der einheimischen Tilia-Arten. Bull. Acad. Polonaise d. Sc. et Lettres, Cl. Sc., Sér. B (Sc. Nat.) 1928 (45—54).

¹⁵ J. Jentys-Szafer, La structure des membranes du pollen de *Corylus*, de *Myrica* et des espèces européennes de *Betula* et leur détermination à l'état fossile. Bull. Acad. Polonaise d. Sc. et d. Lettres, Cl. Sc., Sér. B, Sc. Nat. 1928 (75—125, 4 Taf.).

¹⁶ Werner Lüdi, Die Waldgeschichte der Grimsel. Beih. Botan. Centralblatt 49, Ergänzungsband 1932 (S. 196).

Wir zählten auch die Gramineenpollen, die aber in allen Spektren sehr zurücktreten oder ganz fehlen. Dagegen war der Gehalt der Oberflächenproben an Gramineenpollen sehr hoch. Im Todtmeer zählten wir auf 134 Baumpollen 157 Gramineenpollen (= 117%), im Breitried (1936 und 1937) auf 827 Baumpollen 387 Gramineenpollen (= 47%). In dem Torfe nimmt die Zahl der Gramineenpollen sehr rasch ab. Im Breitried betrug ihr Anteil, bezogen auf die Gesamtsumme der Baumpollen = 100:

Oberfläche	47%
0 — 2,5 cm Tiefe	3%
2,5— 5 cm Tiefe	8%
5 —10 cm Tiefe	6%

Es geht daraus hervor, dass die Gramineenpollen bei dem Vertorfungsprozess in weit höherem Grade zerstört werden als die Baumpollen.

Angeregt durch die Untersuchungen von Firbas¹⁷ wurden die Gräserpollen der Oberflächenproben aus dem Breitried nach Grössenklassen unterschieden. Die Ergebnisse sind in der Kurve Abb.12 zusammengefasst. Jede Klasse umfasst ca. 2,8 μ (= 1 Teilstrich des Okularmikrometers). Wir erhalten von den 184 einbezogenen Pollen eine eigentlich nicht zu erwartende, ziemlich normale Variationskurve. Die höchsten Grössenklassen dürften dem Getreidepollen entsprechen (n. Firbas: 42 μ = *Secale*, 44 μ = *Triticum spelta*, 42 μ = *Avena sativa*, 36,5 μ = *Hordeum hexastichum*). Das Hochtal der Sihl zeigte bis in die letzten Jahre vereinzelte, winzige Äckerchen mit *Avena sativa* oder *Hordeum hexastichum*, so dass der Ge-

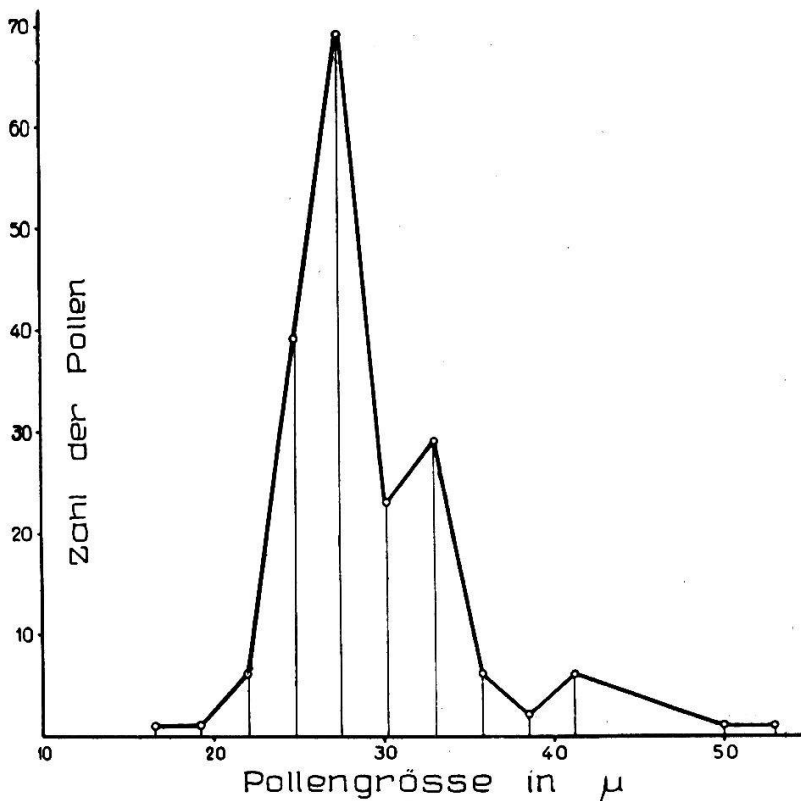


Abb. 12. Gramineenpollen der Oberflächenproben des Breitriedes nach Grössenklassen.

¹⁷ F. Firbas, Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaues. Zeitschr. f. Bot. 31 1937 (447—478).

treidepollen im Breitried aus dem Sihltale herkommen kann. Die übrigen Graspollen lassen sich bei Zugrundelegung der von Firbas gegebenen Masse¹⁸ leicht Grasarten, die auf dem Moor und in seiner Umgebung sehr verbreitet sind, beordnen, ohne dass, in Anbetracht der schwankenden Pollengrösse, irgendeine Sicherheit für richtige Verteilung gegeben wäre. So könnten die Pollen der Klasse 33 μ herkommen von *Agropyron repens* und *caninum*, *Bromus erectus* und *mollis*, *Glyceria plicata* und *fluitans*; 30,2 μ = *Anthoxanthum odoratum*, *Glyceria fluitans*, *Festuca*-Arten, *Brachypodium pinnatum*; 27,5 μ = *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra* ssp. *commutata*, *Festuca elatior*, *Brachypodium silvaticum*, *Lolium perenne*; 24,8 μ = *Calamagrostis epigeios*, *Agrostis alba* und *capillaris*, *Trisetum flavescens*, *Holcus lanatus*, *Phragmites communis*, *Cynosurus cristatus*, *Hierochloë odorata* u. a.; die kleinen Grössenklassen stimmen auf *Molinia coerulea* (21,8 μ), *Deschampsia caespitosa*, *Poa trivialis* u. a., wobei es nur merkwürdig bleibt, dass die in solchen Mengen vorkommende *Molinia* nicht mehr Pollen geliefert hat.

Ericaceenpollen wurde in den Hochmoorschichten meist reichlich gefunden, Sphagnumsporen in grosser Menge. Farnsporen waren meist in den pollenarmen Sedimenten reichlich vorhanden, sowohl in den Mergeln und Lehmen als auch in den Flachmoortorfen und einzelnen Hochmoortorfen.

Der Überblick über den Wechsel in der Verbreitung der Waldbäume, wie er uns durch die Pollendiagramme gegeben wird, zeigt im ganzen Gebiete eine gesetzmässige, im wesentlichen übereinstimmende Waldfolge, nämlich von unten nach oben:

Pinuszeit \rightarrow Corylus-Pinuszeit \rightarrow Corylus-Eichenmischwaldzeit \rightarrow Abieszeit \rightarrow Abies-Piceazeit \rightarrow Abies-Picea-Faguszeit \rightarrow (Abies-Piceazeit) \rightarrow Picea-Pinuszeit (an der Oberfläche). Es ergibt sich dadurch die Hauptgliederung in eine alte Zeit, während der Pinus, Corylus und die Arten des Eichenmischwaldes (insbesondere Tilia und Ulmus) die Wälder bildeten und in eine junge Zeit mit Abies, Picea und Fagus als Hauptwaldbäumen. Die plötzliche, massenhafte Ausbreitung von Abies scheidet die beiden Hauptperioden.

Als verbindendes Glied stellt sich Alnus ein, die bereits in der Coryluszeit, vor dem Aufkommen des Eichenmischwaldes, eine starke Ausbreitung nimmt und während der jüngeren Zeit mehrmals sehr starke Schwankungen in der Pollenkurve aufweist. Im wesentlichen sind diese Alnus-Dominanzen als lokale Erscheinung zu werten, bedingt durch die starke Ausbreitung der Erle auf dem Sumpfboden des Sihltales. Auffallend ist immerhin der ausgespro-

¹⁸ Ergänzt durch im Geobot. Inst. Rübél ausgeführte Messungen einiger für unser Gebiet wichtigen, von Firbas nicht angeführten Arten (Mittel aus 150 Zählungen, Präparation n. Firbas): *Agrostis alba*: 26 μ , *Agrostis capillaris* 25 μ , *Poa pratensis* 28 μ , *Phragmites communis* 24 μ , *Hierochloë odorata* 25,5 μ , *Festuca rubra* ssp. *commutata* 28 μ .

chene Abfall von *Alnus* zusammen mit der *Corylus*- und Eichenmischwaldkurve. Wahrscheinlich haben wir hier das Ergebnis einer weitgehenden Vernässung vor uns, die viele *Alnus*-Bestände zum Absterben brachte. Die starke Ausbreitung von *Alnus* im Sihltal scheint in trockenen Zeiten zu erfolgen, da auch eine gewisse Parallelität von Faguskurve und *Alnus*kurve unverkennbar ist. Von den übrigen dominanten Waldbäumen ist das Vorkommen von Föhre und Fichte auf dem Moore durch Funde von Strünken und Stämmen im Torfe belegt, während von den Arten des Eichenmischwaldes, sowie von Tanne und Buche anzunehmen ist, dass sie den nassen Talboden gemieden haben.

In der *Abies*-*Picea*zeit und namentlich in der *Abies*-*Picea*-*Fagus*zeit erreicht der Pollen der dominanten Baumarten annähernd die gleichen Werte aber mit beträchtlichen Schwankungen, sodass in mehrmaligem Wechsel bald die eine, bald die andere Art obenaufkommt. Teilweise kann es sich hier um Zufälligkeiten der Analyse handeln, teilweise wohl um langfristige Schwankungen in der Waldzusammensetzung, um das Pendeln innerhalb einer bestimmten Gleichgewichtslage. Ferner können die Dominanzwechsel aber auch bewirkt werden durch vorübergehende Ausbreitung der Fichte auf dem Moorboden, die einen lokalen Fichtenpollenzuschuss lieferte. Schliesslich sind auch die Auswirkungen von kleinen Klimaschwankungen und Einwirkungen des Menschen auf den Wald in Betracht zu ziehen.

Die Pollendiagramme zeigen gewisse gesetzmässige Abänderungen von Norden nach Süden. So ist für Schwantenu charakteristisch die frühzeitige, vorübergehende Ausbreitung der Buche, die vor der Fichtenausbreitung stattfindet. Weiter im Süden (Steinbach, Breitried) ist dieser Vorgang nur noch ganz schwach angedeutet und hält sich innerhalb der Kurve von 10%. Ferner nimmt gegen Süden hin der Eichenmischwaldpollen immer mehr ab. Schon im Kungenmoos wird dies beim Vergleiche mit der Schwantenu deutlich sichtbar. Im Breitried ist kaum mehr ein Eichenmischwaldmaximum vorhanden. Andererseits scheint die Fichte im Süden früher und stärker hervorzutreten.

Diese Verschiebungen innerhalb des Talgebietes von Norden gegen Süden hin sind auf die Beeinflussung von der weiteren Umgebung her zurückzuführen. Sie beruhen auf dem Weit- und Fern-

transport der Pollen. Alle unsere Diagrammpunkte liegen in einem homogenen Klimagebiete und annähernd in der gleichen Meereshöhe. Aber ihre Umwelt ist verschieden. Schwantenu ist weit und offen gegen das hügelige Vorland vorgeschoben und erhielt von dort den grössten Pollenzuschuss aus den Eichenmischwald- und Buchenwäldern. Gegen Süden hin tritt das Sihltal langsam in das hohe Gebirge ein, dessen Hänge bis über die Baumgrenze ansteigen, und dementsprechend wird der Einfluss der subalpinen Wälder im Pollenniederschlage immer grösser, was sich in der Zunahme des Anteils der Abies- und namentlich der Picea-Pollen äussert.

Über die heutige Zusammensetzung der Wälder des Gebietes verdanke ich Herrn Oberförster C. Benziger in Einsiedeln wertvolle Mitteilungen. Er liess mich in die Verzeichnisse der Stammzahlen der kluppierten Bestände Einsicht nehmen und gab mir ausserdem Auskunft über die Verbreitung der selteneren Gehölze.

Die Aufstellung umfasst den Hauptteil der Gemeinde- und Korporations- sowie der Klosterwaldungen, zusammen der Fläche nach etwa 80% der Waldungen im untern Alptal (um Einsiedeln) und im Sihltale von Schlagen bis Studen. Die Wälder verteilen sich auf die Höhenlage von 900—1500 m, und die Grenzen verlaufen im allgemeinen über die Wasserscheiden.

Die Gesamtzahl der kluppierten Stämme beträgt 647 258, und sie geben uns ohne Zweifel ein repräsentatives Bild der Waldzusammensetzung in unserem Untersuchungsgebiete. Die prozentuale Verteilung auf die verschiedenen Hauptbaumarten findet sich in der Tabelle 1 zusammengestellt. Zur besseren Einsicht haben wir das Gebiet in 5 Teilgebiete aufgeteilt, von denen das erste ausserhalb des eigentlichen Sihltales liegt. Es schien aber zweckmässig, auch die Umgebung von Einsiedeln einzubeziehen, die sich gegen das Sihltal hin öffnet.

Die Spitze unter den Waldbäumen hält mit über $\frac{4}{5}$ der Gesamtzahl die Fichte, der in sehr weitem Abstände die Tanne und Buche folgen. Den höchsten Gehalt an Tanne und Buche weist die Umgebung von Einsiedeln auf. Von da weg nimmt der Anteil der Tanne gegen das Innere des Gebirges hin andauernd ab, was sich von der Buche weniger sagen lässt. Diese erreicht noch im

Tabelle 1. Prozentuale Verteilung der verschiedenen Baumarten in den kluppierten Waldungen des Untersuchungsgebietes.

	<i>Picea</i>	<i>Abies</i>	<i>Fagus</i>	<i>Acer</i>	<i>Fra- xinus</i>	<i>Ulmus</i>
Unteres Alptal	70,6	16,4	11,5	1,1	0,1	0,1
Schlagen-Willerzell	87,2	8,9	3,7	0,1		
Eutal-Studen, rechte Talseite	79,7	7,2	9,9	1,5	1,1	0,4
Eutal (Steinbach), linke Talseite	87,5	7,4	4,8	0,2	0,1	
Amseltal	95,4	4,0	0,6			
Ganzes Gebiet	82,3	9,5	7,1	0,7	0,3	0,1

Gebiete von Eutal beinahe 10%, und in den untern Teilen der Hänge ist dort ihr Anteil noch bedeutend höher. Im Gebiete von Eutal befindet sich eine ganze Anzahl von Wäldern, in denen der Anteil der Buche 20—40% ausmacht. Diese Wälder sind auch reich an Laubedelhölzern (Ahorn, Esche, Ulme), die sonst eine unbedeutende Rolle spielen. Andere Gehölzarten treten vollständig zurück. Die Liste verzeichnet noch 268 *Larix*, 127 *Pinus silvestris* (beide wohl kultiviert; doch soll nach Benziger *Pinus silvestris* im nördlichen Teile des Gebietes spontan vorkommen und früher häufiger gewesen sein), sowie einige *Betula*, *Alnus* und *Sorbus aucuparia*. Diese letzteren sind aber unterrepräsentiert, da sie gewöhnlich als Niederholz genutzt werden und nicht zur Klupierung gelangen. In Wirklichkeit finden sich die Grauerlen (*Alnus incana*) und Birken (meist *Betula pubescens*-Formen) und Weiden (*Salix*-Arten) durch das ganze Gebiet verbreitet, besonders auf feuchten Böden und an den Bachläufen. Da heute der Talboden grösstenteils als Streuland oder Kulturland genutzt wird, sind dort die Bestände dieser hygrophilen Gehölze, die ihn natürlicherweise bedecken würden, im allgemeinen verschwunden. *Betula nana* kommt noch im Moore «unterer Waldweg» vor, bis vor kurzem auch bei Roblosen. Die Bergföhre (*Pinus mugo*), die in kleinen Gruppen oder Beständen an einigen Orten im nördlichen Teile des Moores vorkommt (vgl. Taf. 8, Schachen) und auf der Schwantenuau einen grösseren Moorwald bildet, ist in den

kluppierten Beständen nicht angegeben. In der aufrechten und niederliegenden Form ist sie stellenweise im Gebiete der südlich anschliessenden Alpen verbreitet (z.B. Roggenstock, Schienerberg, Laucherenstöckli), ohne aber grössere Bestände zu bilden. Die Eiche (*Quercus robur*) findet sich spärlich und sehr zerstreut im Alpgebiete westlich und nordwestlich von Einsiedeln. Für das Sihltal wird von Benziger nur 1 Exemplar östlich von Willerzell angegeben. *Tilia* kommt nur ganz vereinzelt und meist angepflanzt vor, so bei Einsiedeln, Willerzell, Eutal. Aus den Flurnamen kann geschlossen werden, dass Eiche und Linde früher verbreiteter waren. *Carpinus* findet sich natürlicherweise im Gebiete nicht, wohl aber gepflanzte Hecken in Einsiedeln, die kaum Pollen erzeugen.

Der Vergleich der gegenwärtigen Verbreitung der Bäume im Gebiete mit dem rezenten Pollenniederschlag ergibt volle Übereinstimmung in bezug auf die Dominanz von *Picea*. Diese wird aber im rezenten Pollenspektrum durch *Pinus* eingeschränkt, namentlich im nördlichen Moorteile. *Pinus* ist stark überrepräsentiert, was vermutlich durch die grosse Pollenerzeugung der auf dem Sihltalboden und in der Schwantenu stehenden Bestände zurückzuführen ist. Auch die Zufuhr von Blütenstaub aus den benachbarten Alpen ist in Betracht zu ziehen, besonders für das Breitried. Andererseits ist die Tanne wesentlich unterrepräsentiert und in schwächerem Masse auch die Buche. Die stärkere Verbreitung der Buche im Gebiete von Eutal erklärt auch den relativ starken Anteil der Buche im rezenten und subrezentem Pollenspektrum des Breitriedes. *Alnus* ist im rezenten Pollenniederschlag wohl gegenüber der kluppierten Stammzahl aber nicht gegenüber der tatsächlichen Verbreitung der blühenden Exemplare überrepräsentiert.

Bereits im Jahre 1928 hat Paul Keller¹³ aus der Hühnermatt ein Pollendiagramm veröffentlicht, das von unseren Diagrammen wesentlich verschieden ist. So besitzt es keine Eichenmischwaldzeit, die wir im benachbarten Kungenmoos gut entwickelt gefunden haben. Die Kurve des Eichenmischwaldes beginnt bei Keller erst lange nach der Haselzeit und erreicht mit ihren Werten nie mehr als einige Prozent. Ferner steigt die Piceakurve bei Keller vor der Ausbreitung von *Abies* auf einen hohen (80 %) und lange Zeit andauernden Gipfel, ja das Ansteigen der Piceakurve findet bereits in der *Pinus*zeit statt. Ohne Zweifel ist Keller hier ein bedauerlicher Irrtum unterlaufen.

Unser Hühnermattprofil beginnt erst in der *Abies*zeit, dasjenige von Keller in der *Föhren*zeit mit verhältnismässig hohen *Betula*werten. Den

basalen Anstieg der Betulakurve haben wir im Sihltalgebiet nie gefunden; im übrigen aber hat die eingehende Untersuchung gezeigt, dass in einem Teil der Hühnermatt die Torfbildung bereits in der Föhrenzeit einsetzte, in einem anderen erst in der Abieszeit (s. S. 84).

Die Datierung der Pollendiagramme kann nur auf indirektem Wege erfolgen, da wir uns nicht auf vorgeschichtliche Funde stützen können. Doch erscheint eine Datierung durch Konnexion mit den Mooren des Mittellandes möglich.

In ähnlicher Höhenlage, aber bedeutend mehr gegen das Vorland hin vorgeschoben, sind die nordwestlich von Einsiedeln gelegenen Moore des Zugerberges, die auch von Keller¹³ durchgearbeitet worden sind. Keller gibt zwei Profile, die beide am Grunde mit einem steilen Abfall der Piceakurve beginnen, darüber eine langgestreckte Abieszeit aufweisen, die gegen oben hin in dem einen Spektrum durch eine Fagusdominanz unterbrochen wird. Darüber herrscht nochmals Abies und schliesslich in den obersten Schichten wiederum Picea.

Leider ist Keller hier der gleiche Irrtum unterlaufen, wie in Einsiedeln. Ich hatte Gelegenheit, im Zugerberg zwei Profile zu entnehmen und zu analysieren, je eines im vorderen und hinteren Geissboden (Abb. 13, 14). Das Diagramm des hinteren Geissbodens, entnommen auf dem verheideten Hochmoor von Kellersforren in 980 m Meereshöhe, beginnt am Grunde mit Birkendominanz; darauf folgt nach oben Pinuszeit → Haselzeit → Eichenmischwald-Haselzeit → Abieszeit → Faguszeit. Die Fichte gelangt in den obersten Horizonten auf rund 10%, die Hasel behält stets Werte von mindestens 10% bei, und die Erle macht mehrere kleine Vorstösse. Das Moorprofil des vorderen Geissbodens stammte vom Süden des Moores (940 m), aus dem einzigen noch gut erhaltenen und nicht abgetorften Stück, ebenfalls von verheidetem und teilweise mit Föhren und Birken bestandenen Hochmoore. Es ist viel jünger; denn es beginnt am Grunde des Moores mit der Abieszeit und umfasst eine langdauernde Faguszeit oder Fagus-Abieszeit. Erst im obersten Horizonte sinkt Fagus stark ab, und die Abieskurve steht wieder weit über der Faguskurve. Die Piceawerte bleiben stets ganz unbedeutend; nur am Ende der Abieszeit steigt die Piceakurve vorübergehend bis auf 11% an. Neben diesen regionalen Werten erreichen aber in dem vorderen Geissbodenprofil die lokalen Einflüsse hohe Bedeutung, indem die Alnuskurve

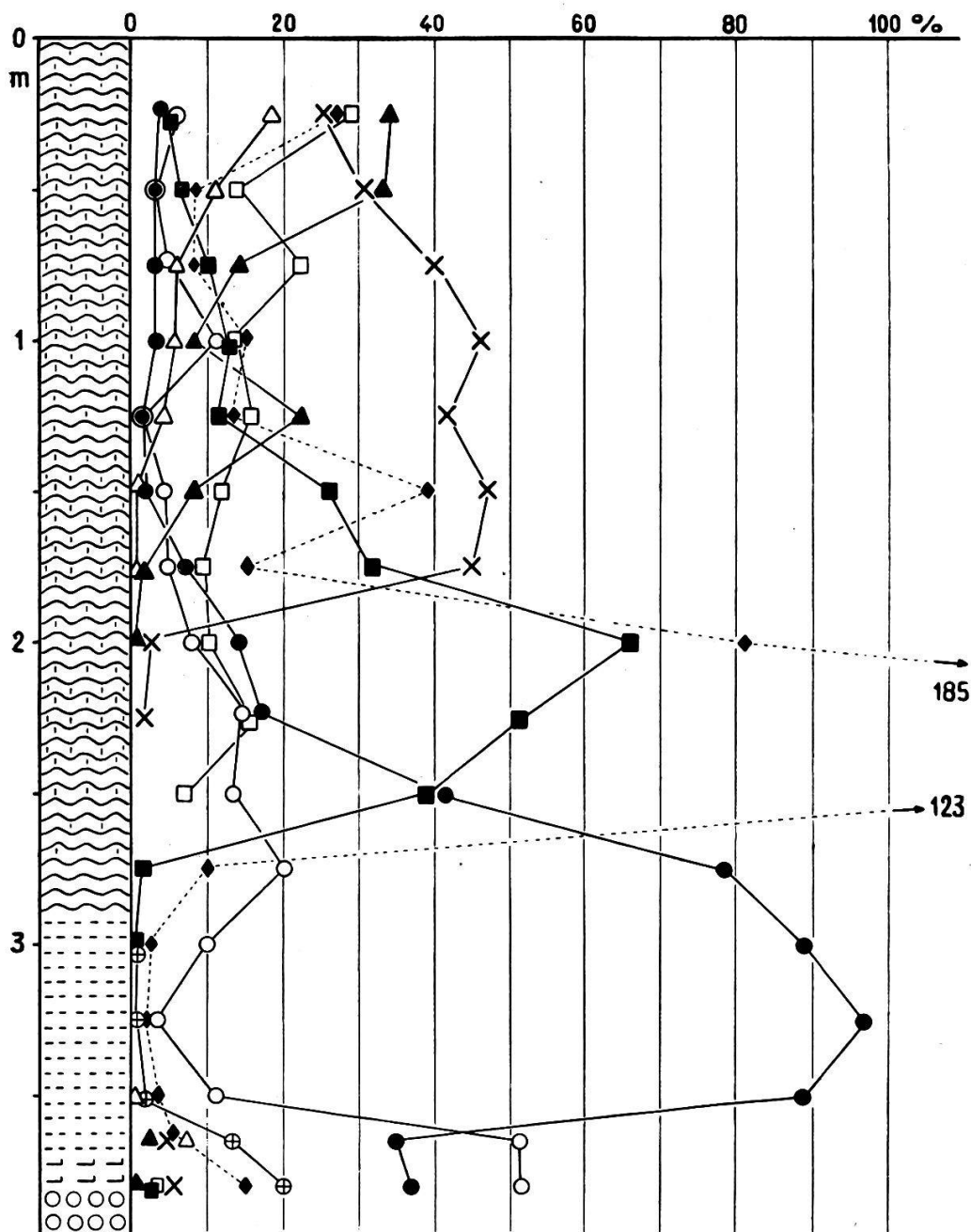


Abb. 13. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus dem Hintern Geissboden (Zugerberg). Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

andauernd hoch steht und mehrmals dominiert. Es müssen die ganze Zeit über ausgedehnte Sumpfwälder in der Nachbarschaft bestanden haben. In den beiden obersten Horizonten tritt die Föhrenkurve stark hervor, wahrscheinlich infolge der Ausbreitung der Föhre auf ausgetrocknetem Moorboden, wo sie sich heute

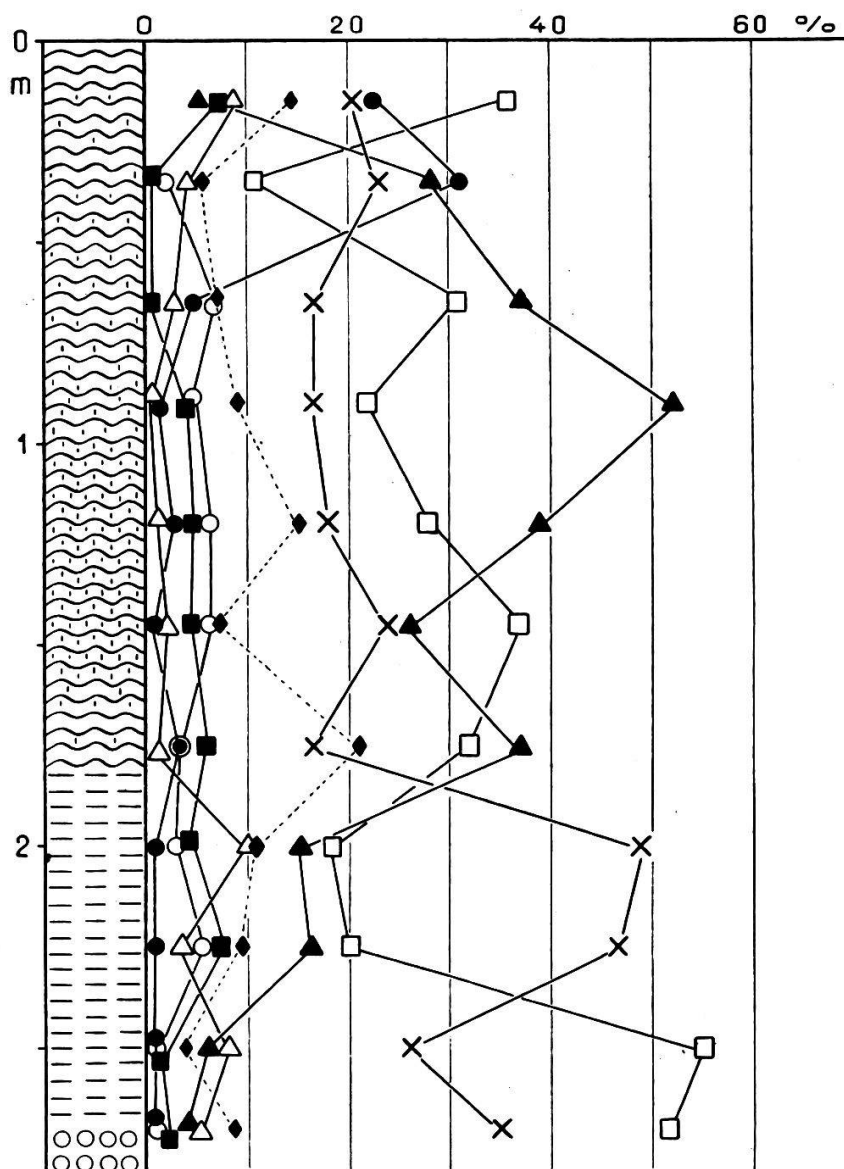


Abb. 14. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus dem Vorderen Geissboden (Zugerberg). Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

noch an verschiedenen Stellen erhalten hat. Weitere Bohrungen haben gezeigt, dass auch das Moor auf dem vorderen Geissboden bereits in der Föhrenzeit entstanden ist. Aber diese zentraleren Teile sind heute abgebaut. Eine eingehende Beschreibung der Moore des Zugerberges findet sich bei Früh und Schröter⁹, interessante Angaben gibt uns auch Walter Höhn¹⁰.

¹⁰ Walter Höhn, Moosdünen und Höckerbildungen auf schweizerischen Mooren. Natur und Technik 2 1921 (S. 358—364, 5 Abb.).

Auffallend sind in den untersten Horizonten des hinteren Geissbodens die eingestreuten wärmezeitlichen Pollen. Die beiden untersten Spektren sind auch ausgezeichnet durch Hippophaëpollen, sowie den grossen Gehalt an Salixpollen, und das birkenzeitliche Alter ist nicht zweifelhaft. Wir glaubten zuerst an Verunreinigungen und haben wiederholt, mit besonderer Sorgfalt, neue Aufschlüsse angefertigt, ohne zu einem anderen Ergebnis zu gelangen. Die als Fagus aufgeführten Pollen könnten vielleicht Hippophaë-Pollen sein; für Picea, Abies, Alnus, Ulmus und Corylus ist eine Verwechslung kaum möglich. Die Probe aus 380 cm Bodentiefe ist ein Trifariumtorf, die aus 365 cm Tiefe liegt an der Grenze zwischen diesem Moostorf und dem überliegenden Dy. Beide Proben enthalten eine leichte mineralische Einschwemmung. Auch die aus dem Torfe ausgelesenen Moospflänzchen zeigten die gleiche Pollenflora. Ähnliche Unstimmigkeiten fanden sich auch bei Torfen aus dem Grunde des Schwantenu-Moores. Zur Erklärung dieser Erscheinung, die namentlich in Nordeuropa wiederholt festgestellt wurde, hat man einen subarktischen Vorstoss wärmeliebender Arten angenommen, der ermöglicht sein sollte durch eine vorübergehende interstadiale Klimaverbesserung bis zu einem dem heutigen entsprechenden Klimazustand. In jüngster Zeit stellte Johs. Iversen²⁰ eine ganz andere Erklärungshypothese auf. Er meint, es handle sich in solchen Fällen um einen umgelagerten Pollen älterer Herkunft (interglazial oder präglazial). Rud. Sarntheim²¹ hat in der Umgebung von Innsbruck die Hypothese nachgeprüft und fand in den Moränen keinen Pollen, wohl aber, und teilweise in beträchtlichem Umfange, in den Terrassensedimenten (Bändertonen).

Für den Pollen wärmeliebender Arten in den birkenzeitlichen Torfen von Zugerberg und Schwantenu hat die Annahme, es handle sich um Einschwemmung aus interglazialen Ablagerungen, viel Wahrscheinlichkeit für sich. Diese Gebiete waren in der letzten Eiszeit nicht vergletschert oder wurden doch nur randlich vom Eise berührt, so dass sich im wesentlichen die interglaziale Oberfläche erhalten konnte, aus der zur Zeit des Beginnes der postglazialen Torfbildung die Ausschwemmung von konservierten Pollen sehr gut möglich war.

Die Zugerbergdiagramme erlauben den Anschluss an die datierbaren Pollendiagramme des Mittellandes, wo sie dem Grossmoostyp besonders nahestehen²². Dieser Typ zeigt die Waldfolge: Betula-Pinuszeit → Pinuszeit → Coryluszeit → Eichenmischwaldzeit → Abieszeit → Faguszeit (= Fagus-Abieszeit) → jüngere Abieszeit (= frühe Abies-Fagus-Piceazeit) → Piceazeit (= Picea-Abies-Faguszeit). Der Zugerberg weicht von diesem Schema nur dadurch ab, dass die Eichenmischwaldzeit an Selbständigkeit ein-

²⁰ Johs. Iversen, Sekundäres Pollen als Fehlerquelle. Eine Korrektionsmethode zur Pollenanalyse minerogener Sedimente. Danmarks Geol. Undersögelse, IV. Raekke 2 Nr. 15, 1936 (24 S., 1 Taf.).

²¹ Rudolf Graf von Sarntheim, Untersuchungen über den Pollengehalt einiger Moränen und Terrassensedimente des Inntales. Zeitschr. f. Gletscherkunde 25 1937 (232—236).

²² Werner Lüdi, Waldgeschichte und Klimaveränderungen im schweizerischen Mittellande während der jüngeren Postglazialzeit. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 80 1935 (139—156).

gebüsst hat, indem ihr Kurvengipfel unter die Corylusdominanz fällt und ihre jüngeren Teile in die älteren Zeiten der Abiesherrschaft fallen. Ferner hört in den Zugerberg-Diagrammen die Torfbildung frühzeitig auf, im hinteren Geissboden zu Beginn der Buchenzeit, im vorderen Geissboden kurz nach ihrem Ende, in der jüngeren Abieszeit, die den Aufstieg der Piceakurve mit sich bringt.

Die Homologisierung zwischen Zugerberg und Einsiedeln ist für die älteren Zeiten leicht durchzuführen. Die Birkenzeit wurde im Sihlgebiete nicht gefunden; sonst aber haben wir übereinstimmend Pinuszeit → (Pinus-)Coryluszeit → Eichenmischwald-Coryluszeit → Abieszeit. Nun tritt aber als neue Erscheinung, die im Vorlande kein Analogon findet, im Gebiete von Einsiedeln während der Abieszeit der Anstieg der Piceakurve auf. Wir können versuchen, diesen Zeitpunkt mit dem Gange der Faguskurve zu fixieren. Auch im Gebiete von Einsiedeln nimmt die Faguskurve im Laufe der Abieszeit zu wie am Zugerberg, nur wird ihr Anstieg vom Anstiege der Piceakurve bei weitem überholt. Wir werden aber kaum fehlgehen, wenn wir den Buchengipfel, der in allen Diagrammen aus dem nördlichen Teile des Gebietes bald nach dem endgültigen Aufstieg der Piceakurve zur Dominanz folgt, dem Buchengipfel der Zugerberg-Diagramme gleichsetzen. Vielleicht kann man auch die erste, kleine Anschwellung der Buchenkurve in Kungenmoos (1,75 m Tiefe), Schwantenu (1,5 m Tiefe), hinterem Geissboden (1,25 m Tiefe) und vorderem Geissboden (2,25 oder 1,75 m Tiefe) zeitlich parallelisieren. Das ganze Diagramm von Todtmeer und von Hühnermatt ist jünger als dieser älteste Buchengipfel. Weiter gegen Süden hin lässt sich die gleiche Gesetzmässigkeit verfolgen: Im Diagramm von Steinbach, wo die Buche gegenüber Tanne, Fichte und Erle immer sehr zurücktritt, finden wir das älteste, kleine Buchengipfelchen in etwa 9 m Tiefe, den Hauptgipfel, der vielleicht durch die Analyse nicht erfasst wurde, in rund 0,5 m Tiefe, im Diagramm des Breitriedes in 7,25 resp. 5,25 m Tiefe.

Versuchen wir nun, die Verbindung mit der vorgeschichtlichen Chronologie herzustellen. Für das Grosse Moos wurde folgende Skala angenommen (für die ältesten Zeiten unter Beziehung der Ergebnisse anderer Forscher):

Pinuszeit: ausgehendes Paläolithikum, vielleicht ältestes Mesolithikum.

Coryluszeit: Mesolithikum.

Eichenmischwaldzeit: ältestes Neolithikum.

Abieszeit: Pfahlbauneolithikum.

Faguszeit: Bronzezeit.

Jüngere Abieszeit mit Piceaanstieg: Hallstatt, Latène.

Abies-Picea-(Fagus-)zeit: jüngere Latènezeit, Römerzeit (historische Zeit?).

Einige Daten geben uns vorgeschichtliche Stationen, die dem Einsiedlergebiete näher liegen. In den Mooren von Wauwil fand H. Härrri²³ bei der Untersuchung mehrerer Stationen das Pfahlbauneolithikum von der ältern Buchenzeit bis in die Abieszeit, am Hallwilersee K. Troll²⁴ und P. Keller¹³ die Bronzezeit in der Buchenzeit, am Zugersee H. Härrri²⁵ die Bronzezeit in der Buchenzeit.

Im Gebiete von Einsiedeln dürften Föhrenzeit und Föhren-Haselzeit ebenfalls ins Paläolithikum und Mesolithikum fallen. Eine Unsicherheit ergibt sich für die Eichenmischwaldzeit. Es ist sowohl möglich, dass der altneolithische Eichenmischwaldgipfel des Vorlandes im Sihltal unter die Haseldominanz fällt als auch, dass die Tanne hier früher zur Ausbreitung gelangte und den Eichenmischwaldgipfel des Vorlandes abschnitt. Vielleicht sind beide Möglichkeiten miteinander verbunden. Es sind auch aus dem Vorlande Diagramme bekannt, wo der Eichenmischwaldgipfel unter die Haseldominanz fällt (z. B. Wauwil). Andererseits ist anzunehmen, dass sich die feuchtigkeitsliebende Tanne in dem feuchteren Gebirge früher ausbreitete als im Flachlande. In der Eichenmischwaldzeit liegt die Wende von borealer zu atlantischer Zeit, die ein Feuchterwerden des Klimas mit sich brachte. Der Einfluss dieser Klimaänderung auf den Wald tritt im Gebirge rascher in Erscheinung als im Mittellande und zeigt sich als Verdrängung von Hasel und Eichenmischwald durch die Tanne. Dabei können,

²³ Nach gefl. mitgeteilten, noch unveröffentlichten Untersuchungen.

²⁴ In: H. Bosch, H. Härrri, A. Brutschy, A. Güntert, A. Steinmann, Prähistorisches und Naturwissenschaftliches vom Hallwilersee. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. 17 1925 (143—186).

²⁵ H. Härrri, Blütenstaubuntersuchung bei der bronzezeitlichen Siedlung Sumpf bei Zug. Zuger Neujahrsblatt 1929 (5 S.).

wie wir es im Gebiete von Einsiedeln festgestellt haben, die Eichenmischwaldpollen in der ältesten Abieszeit noch verhältnismässig hohe Werte behalten. Durch diesen Vorgang erscheint die Abieszeit nach unten, in die Eichenmischwaldzeit des Vorlandes hinein verlängert, und es ist wahrscheinlich, dass das kleine, in der ältern Abieszeit gelegene Gipfelchen der Buchenkurve dieser Gegend, dem älteren, vor der Abieszeit gelegenen Buchengipfel dem Wauwilertypus des Mittellandes gleichzusetzen ist²².

Im jüngeren Neolithikum breitete sich im Gebiete von Einsiedeln die Fichte aus, sehr wahrscheinlich indem sie die höheren Gebirgslagen besetzte und einen Fichtengürtel über dem Tannengürtel bildete. Ihre Ausbreitungsmöglichkeiten wurden gefördert durch das Wachstum der Sihltalebene und ihrer Moore, wodurch feuchte Böden geschaffen wurden, auf denen die Fichte konkurrenzkräftiger war als die Tanne. Vielleicht wurde die Fichte auch durch die langsam einsetzenden Podsolierungsvorgänge der Böden begünstigt. Die Buche hielt sich wahrscheinlich im Neolithikum an die warm-trockenen Lagen. Ins jüngste Neolithikum oder in die ältere Bronzezeit stellen wir die erste Piceadominanz der alpennahen Gebiete.

In die Bronzezeit fällt der Gipfel der Buchenkurve. Wir dürfen in dieser vorübergehenden sehr starken Zunahme der Buche innerhalb des feuchten Gebirges wohl den Ausdruck eines trockenwarmen Klimas sehen, das für die Bronzezeit des Mittellandes vielfach belegt ist.

Düggeli²⁷ gibt nach einer Mitteilung von J. Heierli in Zürich zwei Funde aus der Bronzezeit an, die im Sihltal gemacht wurden: einen Bronzedolch, ca. 1,80 m tief im Torf und ein Bronzebeil unter einem Steinblock in Rickenbach bei Willerzell. Leider ist die Fundstelle des Dolches nicht angegeben. Nehmen wir an, sie liege im Todtmeer, dem grössten Torfabbauggebiet, so würden wir in ca. 1,80 m Tiefe in den Bereich der Buchenzeit gelangen.

Der Nachbronzezeit sind die jüngsten Schichten der Moore von Einsiedeln zuzurechnen. Sie zeigen die neue Dominanz von *Picea* und *Abies*. Aber diese jungen Schichten sind nur in den Hochmoorgebieten des nördlichen Moorteiles (z. B. Todtmeer) von Bedeutung.

²⁷ loc. cit. sub Nr. 1, S. 182.

Eine Ausnahme scheint das Breitried zu machen, wo nach unserer Auffassung seit der Bronzezeit noch etwa 5 m Torf gebildet wurde. Wir werden die Ursache dafür später in Aufstauungsvorgängen durch die Minster kennenlernen. Infolgedessen haben wir in dem Breitried-Diagramm die Waldgeschichte der jüngeren Zeit bis in die Gegenwart ausführlich erhalten. Sie zeigt von 5 m bis in etwa 2 m Tiefe auffallende Stabilität: Dominanz von *Abies* und *Picea* mit je 30—40%, *Fagus* und *Alnus* mit Werten, die sich um 10% herum bewegen. Dann treten starke Schwankungen auf. Zuerst steigt die *Alnus*-kurve an, dann *Picea* und *Fagus*, dann *Abies*. *Fagus* hält sich auf der bemerkenswerten Höhe von 20 bis 25%. Erst an der Oberfläche, im rezenten Pollenniederschlag, gelangen Fichte und Föhre zur absoluten Herrschaft. Wir halten diese Besonderheiten für den Ausdruck der menschlichen Bewirtschaftung.

Das Sihltal wurde spät besiedelt (Gründung des Klosters «im finsternen Walde» um 934), und grössere Rodungen sind erst um das Jahr 1000 von Einsiedeln aus vorgenommen worden²⁸. Vom 16. bis in das 19. Jahrhundert erfolgte aus dem Sihltal eine sehr bedeutende Holzausfuhr durch die Sihl nach der Stadt Zürich²⁹.

Rodungen und Holzschlag können wohl das wechselnde Bild im Pollenniederschlag bewirkt haben, das uns die oberen Diagrammteile zeigen, vor allem durch die Änderung der relativen Anteile der einzelnen Holzarten. Wahrscheinlich wurde zuerst der Anteil von *Abies* am meisten geschädigt, dann der von *Picea*. Die Buche erfuhr eine relative Förderung, indem die steileren Hänge, die, soweit sie trockenen Boden aufweisen, gerne von ihr besiedelt werden, wenig gereutet wurden und die Holzflösserei sich nur auf Nadelholz bezog. Die *Alnus*-kurve musste in dem Augenblick endgültig absinken, da die Ebene als Streuland oder Kulturland in Nutzung genommen wurde. Im Laufe des letzten Jahrhunderts wurde die Holznutzung und auch die Streuenutzung stark aktiviert, mit ausgesprochener Begünstigung der Fichte, was zur Ab-

²⁸ Vgl. auch Sidler in Ringholz, loc. cit. sub Nr. 1, S. 7: In der Schenkungsurkunde von Kaiser Heinrich II. an das Kloster Einsiedeln (1018) wird die ganze Gegend ein unwegsamer, unwirtlicher Wald genannt.

²⁹ Vgl. z. B.: Düggeleli, loc. cit. sub Nr. 1, S. 197; C. Kobel, Die Oberallmeindkorporation Schwyz. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 1933, S. 318.

nahme der Buche, der Tanne, der Erle und zur starken Zunahme der Fichte führte.

Wir nehmen also an, im Breitried-Diagramm sei der Abschnitt von 5—2 m Tiefe von der Bronzezeit bis etwa ums Jahr 1000 n. Chr. entstanden, von 2 m Tiefe bis an die Oberfläche seit dem Jahre 1000 bis in die Gegenwart. Das würde der jährlichen Torfbildung von 1,5—2 mm entsprechen, was angesichts der schwachen Vertorfung und der ungewöhnlich lockeren Beschaffenheit des Torfes schon möglich erscheint.

Die Untergrundbeschaffenheit der Sihlta Moore.

Die Tiefenbohrungen aus den Jahren 1929—1936. Das Etzelwerk führte in diesen Jahren eine Anzahl Tiefenbohrungen aus, um die Untergrundverhältnisse für die geplanten Brücken über den Stausee von Birchli nach Willerzell und bei Steinbach, sowie für die Abschlussdämme bei Hühnermatt, Willerzell und von Eutal gegen Rüti festzustellen. Die wesentlichen Bohrpunkte sind auf dem Kärtchen (Abb. 1) zusammen mit den Tiefenbohrungen von 1904 durch römische Zahlen angegeben. Besonders wichtig sind für uns die in zwei Querprofilen angeordneten Tiefenbohrungen von Birchli-Willerzell und von Steinbach. Wir haben die stratigraphischen Verhältnisse dieser sechs Bohrpunkte in der Abbildung 15 zusammengestellt. Das Profil von Bohrpunkt IX gründet sich auf eigene Untersuchung; von den übrigen Bohrpunkten lagen nur eine beschränkte Zahl oder gar keine Proben vor, so dass sich ihre stratigraphische Darstellung auf die vom Etzelwerk erstellten Profilpläne stützt, die zum grösseren Teil nach den Angaben von Prof. Rudolf Staub in Zürich ausgeführt wurden.

Der allgemeine Vergleich der Profile ergibt eine übereinstimmende, gesetzmässige Folge der Sedimente. An der Oberfläche liegt eine lehmige oder lehmig-torfige Deckschicht. Darunter folgt Torf von wechselnder Mächtigkeit, der bei dem in der Moormitte gelegenen Bohrpunkt III bis an die Oberfläche reicht. Unter dem Torfe kommt lehmiger Torf, dann torfiger Lehm → Sand → sandiger Mergel → reiner Mergel (Seeletten).

Die Mergel sind gewöhnlich fein geschichtet (Schichtdicke 1 bis wenige Millimeter). Um einen Einblick in ihre Zusammensetzung zu bekommen, haben wir den Karbonatgehalt in sämtlichen Proben des Profils IX (Steinbach) von 8 m Tiefe an abwärts bestimmt. Es ergeben sich folgende Werte:

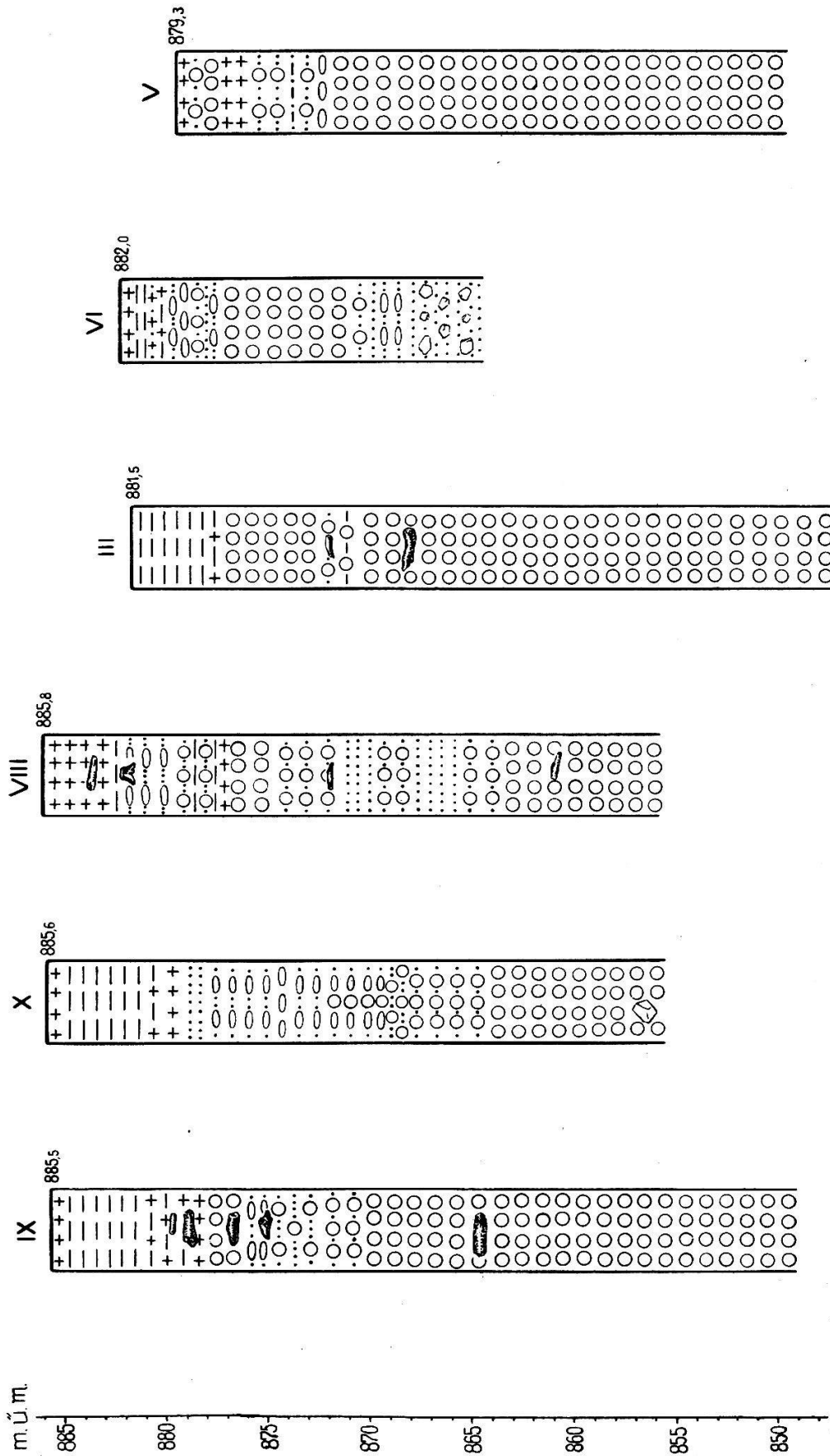


Abb. 15. Vergleichend stratigraphische Darstellung der Tiefenbohrungen für die Viadukte von Steinbach (VIII—X) und von Birchli-Willerzell (III—VI). Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

8	m = 12 ‰	13	m = 25 ‰	24	m = 30 ‰
8,50	m = 4 ‰	14	m = 34 ‰	26	m = 26 ‰
9	m = 11 ‰	15	m = 34 ‰	30	m = 25 ‰
9,50	m = 22 ‰	18	m = 26 ‰	31	m = 21 ‰
10	m = 33 ‰	19	m = 29 ‰	32	m = 24 ‰
11	m = 46 ‰	22	m = 32 ‰	35	m = 24 ‰
12	m = 55 ‰	23	m = 28 ‰		

Der Karbonatgehalt ist also recht hoch, aber wesentlich schwankend, wie es nach der Art der Sedimentation nicht anders zu erwarten ist. Insbesondere bringt der bedeutende Sandgehalt der oberen Schichten (sandige Mergel, Sand, kiesiger Sand sind im Profil von 9,5—13 m Tiefe verzeichnet) einen starken Zuschuss von Karbonat mit sich.

Häufig sind über dem Sande Kiesschichten oder sandiger Kies von wechselnder Mächtigkeit eingelagert, oder finden wir über dem Mergel eine Wechsellagerung von Sand, Kies, Mergel und torfigem Lehm. Zwischen dem Mergel der grösseren Tiefen und dem obenaufliegenden Torfe liegt somit eine ausgeprägte Störungszone. Die Unterlage des Mergels wurde nur in dem bei Willerzell am Rande des Moores gelegenen Bohrpunkte VI erreicht in Form von Sand- und Kiesschichten, die nach unten in Grundmoräne übergangen. Der an der Sihl bei Willerzell gelegene Bohrpunkt V enthält keinen Torf, abgesehen von einem Bändchen sandigen Torfes in 5,55—5,85 m Tiefe.

Die oberen Schichten dieser mineralischen Ablagerungen sind reich an pflanzlichen Einschlüssen. So findet sich viel Holz, oft in ganzen Nestern. Es handelt sich offensichtlich vorwiegend und in den tieferen Lagen ausschliesslich um Schwemholz. Wir stellten fest: *Picea*, *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Fraxinus*. Nach unten hin nimmt der Gehalt an Holz ab. Wir haben die wichtigeren Holzhorizonte und gegen unten hin die im Bohrprotokoll angegebenen Holzstücke in die Profile eingetragen. Das tiefste angegebene Stück fand sich in der Bohrung VIII (Steinbach) in 24 m Tiefe. Neben dem Holz sind auch andere makroskopische Pflanzenreste häufig, vor allem im Lehm und in den obersten, meist sandigen Mergelschichten. Soweit sie erkennbar waren, herrschten die Rhizome des Schilfes und grosser Cyperaceen. Auch *Equisetum*-Rhizome wurden bis in bedeutende Tiefe festgestellt. Gegen unten hin nehmen die makroskopischen Pflanzen-

reste rasch ab. Sie werden bis in die folgenden Tiefen angegeben:

Bohrpunkt	IX	}	=	9,5 m
"	X	}	=	6,6 m
"	VIII	}	=	8,8 m
"	III	}	=	10,6 m
"	V	}	=	6,5 m

Steinbach

Willerzell

Im Bohrkern IX, den ich selber untersuchen konnte, wurden die letzten Rhizomreste noch von Schalenstücken kleiner Schnecken begleitet.

Der Mergel der tieferen Schichten sah sehr rein aus, enthielt aber bis in die tiefsten erbohrten Lagen reichlich mikroskopisch kleine, organische Überreste. Amorphe Zersetzungsprodukte herrschten vor; daneben fanden sich auch grössere Gewebestücke, gewöhnlich mehr oder weniger zersetzt, dann reichlich Pilzhyphen und Pilzsporen, Moossporen, Pteridophytensporen, Chitinreste, Pollenkörner (nicht reichlich, aber vorwiegend gut erhalten), verhältnismässig wenig Algenzellen. Herr Dr. F. Meister hatte die Freundlichkeit, die Proben von Bohrung IX auf den Gehalt an Diatomeen zu untersuchen und musste das völlige Fehlen dieser Organismen feststellen. Das steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen, die Düggele seinerzeit mitteilte. Meister macht aber darauf aufmerksam, dass diese Erscheinung für unser Gebiet nichts Aussergewöhnliches sei und keineswegs gegen das Bestehen offenen Wassers ausgewertet werden könne. Die Gehäuse der Diatomeen werden offenbar bei uns während der Sedimentationsprozesse der Mergel in der Regel zerstört. Ich selber habe seinerzeit in den Mergeln, die die Aare in dem Neuenburgersee abgelagert hat (Gross Moos) keine Diatomeen gefunden, wohl aber in Seekreiden und reichlich in Sanden des Pfahlbaugebietes von Auvèrner, die vermutlich hinter einem abschliessenden Strandwall zur Ablagerung gelangten.

Besondere Erwähnung verdient ein einzelner Kalkblock von mehr als Faustgrösse, der in der Bohrung X in 29 m Tiefe im reinen Mergel gefunden wurde. Seine Einlagerung lässt sich wohl durch Eisdrift erklären.

Weitere Tiefenbohrungen. In Willerzell wurden im Jahre 1931 10 Tiefenbohrungen vorgenommen, die sich am Tal-

rande, etwa 150 m westlich der Strasse, in einer Reihe von Süd nach Nord, vom Dimmerbach bis zum Rickenbach verteilen (Punkte XXIV—XXXIII, Kote 890,5 mit leichtem Anstieg gegen Norden). Die mittleren Bohrpunkte der Reihe gingen bis auf 20 m Tiefe, die seitlichen bis auf 8—10 m. Der südlichste Bohrpunkt lag auf der Moräne. Die drei nächsten (XXV—XXVII) zeigten unter einer oberflächlichen Lehmdecke Torf von wechselnder Mächtigkeit (im Punkt XXV = 400 cm), darunter wieder Lehm (wohl gleich Mergel zu setzen; für Punkt XXVII wird blauer Lehm angegeben) und dann lehmige Kiese und Moränenlehm. In den nördlicheren Bohrpunkten fehlt der Torf. Die Punkte XXVIII bis XXX zeigen in 20 m Tiefe noch Seemergel, der aus unbekannter Tiefe aufsteigt, gegen oben hin sandig wird und von 879 — 880 m an bis an die Oberfläche von Kiesen und Sanden überlagert wird. In den Punkten XXXI—XXXII fand sich im wesentlichen lehmiger Kies, darunter etwas Schlemmsand und in 15 m Tiefe Moränenlehm. Punkt XXXIII ergab bis in 10 m Tiefe Bachschutt.

Wir sind hier am Rande des Sihlsees, der in den mittleren Bohrpunkten unserer Reihe noch sehr klar in Erscheinung tritt, während in den nördlicher gelegenen der Lokaleinfluss des Rickenbaches vorwiegt. Es ist von Interesse, auch hier festzustellen, dass die auffüllende Wirkung der Seitenbäche sich in den älteren Zeiten nur in sehr beschränktem Umkreis geltend macht. Der Rickenbach ist nach dem Grossbach der Seitenbach mit dem grössten Einzugsgebiete. Trotzdem findet sich in der Tiefe des ca. 200 m von seiner Einmündung in die Ebene entfernten Bohrpunktes XXX bis auf die Kote von 879 m nur Seemergel. Diese Mergeloberfläche stimmt in der Höhenlage ungefähr überein mit der weiter im Moorinnern bei den Tiefenbohrungen für den Willerzeller Viadukt festgestellten Höhe (s. Abb. 15, Bohrpunkte III, V, VI). Dann scheint allerdings der Schuttkegel des Baches rasch vorgestossen zu sein; denn die plötzlich einsetzende und 10 m mächtige Kiesüberlagerung ist auf den Rickenbach zurückzuführen. Die Sihl könnte nur im tiefsten Niveau mitgewirkt haben. Ein Einfluss des kleinen Dimmerbaches auf die Seeauffüllung ist aus den Tiefenbohrungen nicht festzustellen. In seinem Mündungsgebiete bildete sich Torf, auf dem sich nur eine geringe Lehmüberlagerung findet (30—70 cm).

In den Jahren 1931 und besonders 1935 wurden im Gebiete des Abschlussdammes in der Hühnermatt einige Tiefenbohrungen vorgenommen, die bis in 40 m Tiefe gingen und übereinstimmend nachwiesen, dass alluviale Sedimente (Torf; darunter stellenweise Seemergel, darunter etwas Kies) dort nur an der Oberfläche liegen und von mächtigen Grundmoränenbildungen unterlagert werden. Die Mehrzahl der Bohrpunkte lag ganz auf mineralischem Boden. Wir kommen auf diese Bohrungen später zurück (Seite 84).

Die beiden Tiefenbohrungen für den Damm von Eutal gingen bis auf 13 resp. 12 m Tiefe (Oberflächenkote 890,4 m). Beide endigten unten in lehmigem Sand und Kies. Die Bohrung XIII zeigte darüber Seemergel mit Pflanzenresten, eine Kieseinschaltung und oberflächliche Kiesauflagerung. Die Bohrung XIV zeigte über dem Kies lehmige Erde mit Holz, Schlemmsand, schwarze lehmige Erde und darüber, von der Höhe an, in der im andern Profil der eingelagerte Kies einsetzt, grauen Lehm mit Pflanzenresten, an der Oberfläche 1 m Torf. Die schwarze, lehmige Erde dürfte als Oberflächenbildung (= torfiger Lehm) zu werten sein und der überliegende graue Lehm als Überschwemmungsprodukt. Nach ihrer Höhenlage sind die oberen Schichten beider Profile junge Aufschüttungen des Eubaches über der primären Landoberfläche, wie sie im südlich anschliessenden Gebiete gegen Rüti hin gefunden wurden (s. Seite 65), wobei das Gebiet bei Punkt XIII der Einwirkung des Eubaches näher lag.

Vergleichen wir die Ergebnisse der neuen Tiefenbohrungen mit denen von 1904, so finden wir die gleichen Gesetzmässigkeiten. Ein Unterschied liegt in der 1904 festgestellten grossen Tiefenlage der tiefstgelegenen Torfe (Bohrpunkt XII = 33,6 m, Bohrpunkt XI = 22,65 m, Bohrpunkt VII = 27,5 m, Bohrpunkt II = 19,4 m). Diese tiefgelegenen Torflager sind als autochthone Bildungen nach den Abflussverhältnissen unmöglich und für das Bohrloch XI, das ganz dicht bei dem neuen Bohrloch IX liegt, ist ihre Existenz direkt widerlegt. Allem Anscheine nach haben wir hier Fehlerquellen vor uns (Herabrutschen von oberflächlichen Torfmassen), die durch die primitiven Bohrmethoden dieser Zeit bedingt sind. Auch eingeschwemmter Torf ist nicht

auszuschliessen; doch wäre es ein merkwürdiger Zufall, wenn solcher in allen Bohrungen auftreten sollte.

Oberflächliche Schichten des Moores. Diese bestehen mit Ausnahme der unmittelbar an die Sihl anstossenden Gebiete aus organogenen Bildungen (Torfen), die allerdings am Rande gewöhnlich mit einer mehr oder weniger mächtigen Schicht von Mineralerde bedeckt sind. Diese Torfe sind bereits von Früh, Neuweiler, Früh und Schröter und Düggele eingehend untersucht worden (vgl. Einleitung), und den Ergebnissen dieser Forscher ist nur noch Weniges beizufügen. Der Torf, der auf den Lehmen und torfigen Lehmen aufsitzt, ist ganz allgemein Flachmoortorf, der sich uns als Radzellentorf, gelegentlich auch als Hypnaceentorf darbietet und in den tieferen Schichten viel Schilfrhizome und mineralische Einschwemmungen enthält. Am Grunde dieser Torfschichten findet man stellenweise Schwemmtorf, der zur Hauptsache aus angeschwemmtem Holze hervorgegangen ist. Neuweiler stellte solchen bei Roblosen fest, Düggele in Kleblatt bei dem Hochmoor-Meer, und die grosse Holzanreicherung im lehmigen Torfe der Bohrung IX (Steinbach) ist auch hierher zu stellen.

An einzelnen Stellen finden sich auch in den obersten Lehmschichten Baumstrünke in natürlicher Lagerung eingeschlossen. So bemerkte Prof. Max Düggele nach freundlicher mündlicher Mitteilung, an einer von der Sihl anerodierten lehmigen Stelle zwischen Steinbach und Willerzell (gegenüber Grossmoos) in rund 1,5 m Tiefe und weiter gegen die Oberfläche hin eine reichliche Zahl von aufrechtstehenden Fichtenstrünken.

Auf dem Flachmoortorfe setzen sich an verschiedenen Orten, besonders im nördlichen Moorteile, Hochmoore auf. Sie wurden bereits auf Seite 11 genannt. Wahrscheinlich war ihr Umfang früher noch grösser; aber der Abbau ist so stark fortgeschritten, dass sich die Grenzen heute nicht mehr angeben lassen. Dieser Hochmoortorf besteht zur Hauptsache aus Sphagnum-Resten in Verbindung mit *Eriophorum vaginatum*-Scheiden, Rhizomen kleiner Carices und Reiserchen von Moor-Ericaceen. Diese Reiserchen können sich stellenweise sehr anreichern und entsprechen dann wohl einem Verheidungsstadium des Moores (besonders *Vaccinium uliginosum*, *Calluna*).

Zwischen dem Flachmoortorfe und dem Hochmoortorfe sind mehr oder weniger mächtige Übergangsschichten eingelagert, deren Torf aus Sphagnum, Radizellen und Cyperaceen-Rhizomen aufgebaut ist und sein besonderes Gepräge durch die reichlich eingeschlossenen Rhizome von *Scheuchzeria palustris* erhält, einer Art, die heute noch in den Schlenken der Hochmoorgebiete des Moores reichlich vorkommt. Da bei der Bohrung mit dem Kammerbohrer diese Übergangsmoor-Schichten nicht leicht nachgewiesen werden konnten, wurden sie in den Profilen nicht gesondert zur Darstellung gebracht. Düggelel dagegen hat sie in seinen Profilen ausgeschieden.

Im Bohrpunkt IX (Abb. 8) ist der eingezeichnete Sphagnumtorf im wesentlichen zu diesen Übergangsschichten zu rechnen. Dieser Torf besteht vorwiegend aus Sphagnum-Resten, und *Eriophorum vaginatum* fehlt darin, während *Scheuchzeria*-Rhizome und kleine *Carex*-Rhizome reichlich eingestreut sind (*Carex limosa* und *inflata?*). Allerdings sind auch Schilf-Rhizome häufig vorhanden; vermutlich gehören sie aber zu den zwischengeschalteten Flachmoortorfschichten und wurzelten nur im unterliegenden Sphagnumtorf.

Auch der Sphagnumtorf des Breitried-Bohrpunktes 16 (Abb. 9) dürfte zum grösseren Teile solchem Übergangsmoor entstammen.

Für die übersichtliche Zusammenstellung der aus dem Torfe des Sihltales isolierten pflanzlichen und tierischen Fossilien verweisen wir auf die Werke von Neuweiler und Düggelel. Wir möchten nur noch eine Bemerkung über die eingeschlossenen Reste von Holzpflanzen anfügen. Die Holzreste treten im allgemeinen in den Torfstichen zurück. Verstreute Reste von Weichholz (Birke, Erle, Weide) sind zwar verbreitet und gelegentlich in Menge vorhanden, aber stark zersetzt, so dass sie leicht übersehen werden. Doch gibt es auch Stellen mit reichlicher Einlagerung von Nadelholz (*Picea* und *Pinus*) in Stämmen und Strünken, meist in ziemlich breiten Holzhorizonten, die als Überrest von Moorwald zu werten sind. Holzreich sind zum Beispiel Teile des Moores von Roblosen und Hühnermatt, beides Randgebiete des Moores. In der Hühnermatt haben wir den Torf unter einem schönen Horizont von Fichtenholz mit Stämmen von 40 bis 50 cm Durchmesser und gutem Zuwachs sowie Wurzelstöcken

in 1,2—1,5 m Tiefe pollenanalytisch untersucht und erhielten Abies-Alnus-Dominanz mit reichlichem Pollen von *Picea*. Die Entstehung dieses Torfes ist wohl in die späte Abieszeit zu verlegen, mit *Picea*-Anstieg, aber vor dem *Fagus*-Anstieg. Etwas weiter gegen das Moorinnere war an der gleichen Örtlichkeit und in entsprechender Moortiefe ein ausgesprochener *Alnus*-Holzhorizont, und in dem Torfstiche unmittelbar neben der Bohrstelle 4 des Hühnermattdiagrammes fand sich in etwa 1,5 m Tiefe ein starker Reiserhorizont, der pollenanalytisch als Zeit des *Fagus*-Aufstieges festgelegt wurde. In der Hühnermatt erfolgte somit auf eine wahrscheinlich spätneolithisch-bronzezeitliche Austrocknungszeit und teilweise Bewaldung eine spätere Vernässung mit neuer Hochmoortorfbildung.

Besonderes Interesse erwecken die im Torfkörper erkennbaren Überschwemmungshorizonte, angedeutet durch Lehm-einlagerungen oder Gytjtjbildungen im Torf, oder in Hochmoorgebieten durch die Zwischenlagerung von Flachmoortorf im Hochmoortorf. Wir haben bereits darauf hingewiesen (S. 14), dass Düg-geli diese Erscheinung in seinen ergrabenen Profilen wiederholt gefunden hat (in etwa einem Viertel der Fälle), und in seinen Torfprofilen (Taf. II) ist sie anschaulich zur Darstellung gebracht. Keller beschreibt sie, wohl in Anlehnung an Düg-geli, aus der Hühnermatt. Ich selber habe solche Überschwemmungsschichten, mehr oder weniger ausgeprägt, in beinahe allen Bohrungen feststellen können.

Die Einschwemmungen scheinen einerseits von der Sihl, andererseits von den Talgehängen auszugehen. Sehr schön waren sie längs der Sihl zu finden, so zum Beispiel im Todtmeer. Hier war an der Sihl nur Lehm vorhanden, und in etwa 40 m Entfernung vom Flusse wurde der Lehm oberflächlich von schilfreichem Radizellentorf überdeckt und bald auch unterlagert, so dass sich ein Lehm-bändchen von etwa 5 cm Dicke rund 50 cm unter der Mooroberfläche noch weit ins Moorinnere hinein zog (vgl. Abb. 16).

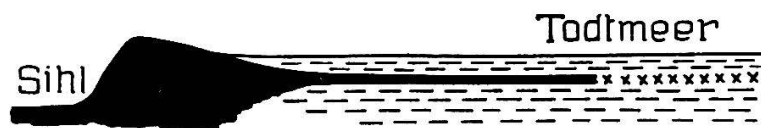


Abb. 16. Überschwemmungshorizont im Torf. Waagrechte Striche = Flachmoortorf; schwarz = Lehm; Kreuze = Gytjtja.

Nach dem Pollengehalt muss die Entstehung dieses Lehm­bänd­chens in die Abies-Piceazeit verlegt werden, in einen Abschnitt mit Abiesdominanz (124 Abies: 80 Picea). Bei dem Bohrpunkt 9 im Lachmoos konnte eine Lehmschicht in etwa 200 cm Tiefe an den offenen Torfstichen bis gegen die Sihl hin verfolgt werden. Ihre Entstehung fällt in die Abies-Piceazeit. In den südlichen Moorteilen nehmen die lehmigen Horizonte an Zahl zu. Im Steinmoos (Kalch) und wieder im Ahornried, wo allerdings die Torfmächtigkeit bedeutend grösser und der Torf älter war, wurden mehrere solche eingeschaltete Lehm­bänd­chen gefunden.

Besonders instruktiv ist das Breitried-Bohrprofil (Nr. 16, Abb. 9; 892,3 m), das bis in beinahe 13 m Tiefe hin­reicht und eine zusammenhängende Torfschicht von 9,5 m aufweist, die grösste Torfmächtigkeit, die meines Wissens bisher in der Schweiz festgestellt worden ist. Diese Torfschicht ist aber nicht völlig homogen, sondern von zahlreichen Schichtchen mit lehmiger Einlagerung unterbrochen, die bald kaum erkennbar sind, bald zur Bildung eines lehmigen Torfes, in einigen Fällen zur Einschaltung eines deutlich erkennbaren, schmalen Lehm­horizontes führen. Nur wenige der zahlreichen untersuchten Torfproben waren wirklich frei von mineralischen Einlagerungen. Hand in Hand damit wechselte auch der Torf seine Zusammen­setzung. Im allgemeinen fand sich Radizellentorf; in einzelnen splitter- und tonarmen Horizonten herrschte Sphagnum vor. Die Abbildung 9 gibt ein etwas schematisiertes Bild der Verhältnisse. Der Torf der tiefsten Schichten war stark zersetzt, dyartig; darüber setzte ziemlich unvermittelt ein wenig vertorfter, lockerer und pappig-nasser Torf ein, der bis zur Oberfläche anhielt. Das Profil gibt das Bild einer ewigen Folge von Überschwemmungen wieder. Die tiefsten Torfschichten entstanden wahrscheinlich in einer wassergefüllten Mulde, in der sich organische Niederschläge (Gyttja) häuften, die dann bei grossen Überschwemmungen wieder von bedeutend mächtigeren anorganischen Einschwemmungen überdeckt wurden. Als die Mulde annähernd gefüllt war, kehrte sich das Verhältnis um; die organischen Absätze überwogen und führten zur Torfbildung, die nun mit steigendem Grundwasser­spiegel immer höher hinauf stieg. Wir kommen auf diese Frage noch zurück.

Es ist bemerkenswert und wichtig für die Erfassung der Standortsansprüche stenözischer Arten, dass gerade in dieser Breitriedebene, wo Überschwemmung mit kalkhaltigem Wasser die Regel war (Düggeli erzählt uns, dass er bei seinem Besuche um die Jahrhundertwende infolge der Überschwemmung alle Pflanzen mit Schlick überzogen fand) und ein Ausweichen kaum in Frage kam, sich eine starke Ansammlung von nordischen Arten gehalten hat. Hier fanden sich: *Trientalis europaea*, *Saxifraga hirculus*, *Malaxis paludosa*, *Juncus stygius*, *Carex chordorrhiza*, *Drosera intermedia*, *Hierochloë odorata*, die letztere bis in die Gegenwart in grosser Menge, so dass sie im Frühling zur Blütezeit das Bild der Rietwiesen beherrscht.

Mit einigen Worten wollen wir noch auf die Bedeckung der reinen Torfschichten mit einer oberflächlichen Lehm- (resp. Humus-)schicht zurückkommen. Diese ist an den Rändern des Moores sehr allgemein verbreitet und erstreckt sich mehr oder weniger weit in das Moorinnere, wo dann in der Nähe der Sihl neue Lehm- oder Mergelmassen auftreten. Besonders stark ist die Überdeckung da, wo Bäche in das Moor einmünden. Wahrscheinlich gehen ganze Teile der Bachschuttkegel über alte Torflager hinweg. Es kann sich aber nicht nur um das gesetzmässige, andauernde Vorrücken der Schuttablagerung handeln, da an manchen Stellen mit Lehmdecke der reine Torf in bedeutender Mächtigkeit bis an den ansteigenden Talhang reicht, sondern die Zufuhr der mineralischen Stoffe in das Moor muss in der jüngeren Postglazialzeit von einem bestimmten Augenblick an eine starke Vermehrung erfahren haben, wobei nicht nur die Schuttkegel der Bäche viel rascher vorwärts gestossen wurden, sondern auch an Stellen ohne eigentlichen Bachzufluss eine beträchtliche Einschwemmung von Mineralschutt einsetzte. Dieser Vorgang geht allem Anscheine nach bis in die Gegenwart weiter.

Wir haben ähnliche Vorgänge auch anderwärts gefunden und namentlich im Grossen Moos genau untersuchen können.

Die Dynamik der Auffüllung des Sihlsees.

Die Dynamik der Auffüllung des Sihlsees lässt sich aus den aufgeführten Tatsachen ohne Schwierigkeiten und ohne Widersprüche erklären. Der See, der sich nach dem raschen Rückzug des Gletschers bildete, war recht tief, bei Eutal über 60 m, was schliessen lässt, dass er in den nördlichen Teilen wohl die 100 m überschritten hat. In ihn wurden nun gewaltige Schuttmengen eingeschwemmt, weit vorwiegend durch die Minster und die Sihl. Sie brachten vor allem viele tonige Stoffe, die sich mit dem abgeschiedenen Kalkkarbonat zu einem mergeligen Niederschlage vereinigten, der im ganzen Seegebiete zur Ablagerung kam. Im Mündungsgebiete der Flüsse und der grösseren Bäche kam Kies zur Ablagerung, gewöhnlich mit Sand vermischt oder mit Sand abwechselnd. Feinsand wurde ein beträchtliches Stück in den See hinausgeschleppt, so dass entsprechend der Korngrösse der Ablagerungen bei steigender Entfernung von der Mündung des Flusses sich absetzte: grobes Geröll→feineres Geröll mit Sand→Sand→sandiger Mergel→reiner Mergel.

Die umgekehrte Sedimentationsfolge bildete sich an einer gegebenen Stelle in vertikaler Schichtung beim Vorrücken der Sedimentation in den See hinaus, indem auf dem zuerst niedergeschlagenen Mergel von dem Augenblicke an, da die Flussmündung in die Nähe rückte, das Wasser also nur noch untief war, gröbere Materialien in der genannten Reihenfolge zur Ablagerung gelangten. Bei sehr starker Wasserführung des Flusses und ungestümem Vorstoss konnte Geröll in der Nähe der Mündung bis in beträchtliche Wassertiefe abgelagert werden, wurde aber dabei von ebenfalls abgelagertem Sande und von toniger Suspension verunreinigt und von mergeligen oder sandig-mergeligen Schichten überlagert. Kies- und Sandlager sind in der Regel als eine Oberflächenbildung zu betrachten und bedeuten den Eintritt der Ablagerung in die Uferzone. Für die von der Mündung der Flüsse etwas entfernteren Seegebiete konnte die Mergelaufschüttung bis annähernd an die Seeoberfläche weitergehen.

Doch sind auch hier die obersten Schichten normalerweise durch Sandeinschwemmung charakterisiert, da der Sand und in geringerem Masse auch das Geröll durch den Wellenschlag längs des Ufers vertragen werden. Weil die Bäche ausserdem in ihrem Mündungsgebiete den Lauf oft änderten, entstand eine unregelmässige Verteilung der groben Ablagerungen, und wir können Sand oder Kies in jedem Punkte der aufgeschütteten Ebene an der alten Landoberfläche erwarten.

Die Grundlage der Auffüllung und die Hauptmenge der abgelagerten mineralischen Massen bildete nach den Ergebnissen der Tiefenbohrungen der Mergel. Das Einzugsgebiet der Sihl erscheint absolut fähig, diese riesigen Massen von Feinschutt zu liefern; denn es enthält die der Abtragung sehr leicht zugänglichen schieferigen und mergeligen Gesteine in der grössten Ausdehnung als Berriasschiefer, Drusbergmergel, Seewenmergel, Wangschiefer im Gebiete der helvetischen Decke, als Flyschschiefer im subalpinen Flyschgebiete. Das Gebiet der subalpinen Molasse dagegen, die den nördlichen Teil des ehemaligen Sihlsees umgibt, besteht vorzugsweise aus Sandstein und Nagelfluh und kommt auch infolge der gerundeteren Bergformen für die Abtragung viel weniger in Betracht.

Reste der im Wasser frei schwebenden oder eingeschwemmten Lebewesen sanken im ganzen Seegebiete zu Boden und bildeten die organischen Einschlüsse im Mergel. Sobald der Seeboden durch die fortschreitende Auffüllung untief wurde, änderte sich der organische Einschlag. Im Ufergebiete des Sees siedelten sich wurzelnde Pflanzen an, und dieser Pflanzenbewuchs schritt seewärts fort in dem Masse, wie durch die Auffüllung neue Seeteile in das untiefe Ufergebiet gelangten. Die stärkere Bewachsung wird bei einer mittleren Wassertiefe von 1—2 Meter begonnen haben. Characeen, Wassermoose und untergetaucht lebende Gefässpflanzen gehen zwar in wesentlich tieferes Wasser hinein; doch wissen wir nicht, ob sie in dem klimatisch etwas ungünstig gestellten Sihlseegebiete je eine bedeutende Rolle spielten. Aber mit Sicherheit ist anzunehmen, dass sich bei einer Wassertiefe von 1—2 m *Phragmites*-Bestände, vielleicht zusammen mit solchen von *Schoenoplectus* und *Typha*, die heute dem Sihltale fehlen, ausbreiteten. Die absterbenden Teile sowohl der untergetaucht lebenden als

auch der aus dem Wasser auftauchenden Pflanzen werden weitgehend abgebaut, und auf den Boden des Gewässers sinken vor allem kopropelische Reste, die sich den anorganischen Stoffen beimischen und zuerst zu der Bildung eines an organischen Stoffen reichen Mergels und dann bei stärkerer Zunahme zu einer kalkigen oder tonigen Gytta führen. Die Rhizome, die im schlammigen Boden eingewurzelt sind, bleiben im allgemeinen erhalten.

Das Produkt, das im Sihltale diesen Bildungen entspricht, ist der pflanzenreiche, von Rhizomen durchzogene, meist sandige Mergel, der nach oben auf den reinen Mergel folgt und der darüberliegende pflanzenreiche Lehm und torfige Lehm. In dem Lehme können wir bereits eine Oberflächenbildung erblicken, die entkalkt wurde. Reine organische Unterwasserabsätze wurden bei den Bohrungen im Sihltale nur vereinzelt und wenig mächtig festgestellt; die mineralischen Einschwemmungen waren bei Hochwasser so gross, dass ein Sediment von wesentlich tonigem Charakter entstand.

Nahmen dann bei der weiteren Erhöhung des Bodens oder bei der Entfernung von dem schuttliefernden Flusse oder durch Tieferlegung des Grundwasserspiegels infolge Tiefereinschneidens des Seeabflusses die mineralischen Ablagerungen in einem Teilgebiete ab, so häuften sich die organischen Überreste als Flachmoortorf, der denn auch im Sihltale überall die Grundlage der Torfe bildet und eine beträchtliche Mächtigkeit erreicht. Gelegentliche, besonders grosse Hochwasser erzeugten Schlickeinlagerungen oder Vernässungshorizonte im Torfkörper. Beim Wachstum des Torfes kommt der Augenblick, wo sich Gehölze, namentlich *Salix*, *Alnus* oder *Betula* ansiedeln und ein Bruchwald entsteht, der bei stärkerer Austrocknung in einen *Pinus-Picea*-Wald übergehen kann. Dieser Vorgang trat namentlich an den Rändern des Moores auf, während die zentraleren Teile, wenn sie dem Grundwasser entwachsen waren, zum Übergangsmoor und Hochmoor wurden. Früh und wieder Düggeleli haben mehrmals festgestellt, dass in der Nähe der Sihl die Hochmoorbildungen über dem Niveau der höchsten Überschwemmungsspuren einsetzten.

Eine besonders starke Vernässung muss in der jüngeren Zeit im nördlichen Moorteil eingetreten sein: in den Hochmooren findet sich eine Flachmoor-Torfschicht oder Lehmschicht oder Gytta-

ähnliche Schicht eingelagert, die auf langdauernde Hebung des Grundwasserspiegels oder sogar auf offenes Wasser deuten. Die Fichten- und Föhrenstubben auf den Flachmoortorfen sind in jüngere Torfbildungen eingeschlossen, was in einzelnen Fällen auf seitlich übergreifende Hochmoor-Vermooring zurückgeführt werden kann, in anderen die Folge von Überschwemmung sein muss. Im ganzen erhalten wir den Eindruck, dass eine im wesentlichen bereits abgeschlossene Moorbildung von neuem belebt wurde, um später wieder abzuflauen.

Durch die geschilderten Vorgänge wurde der See von Süden gegen Norden hin völlig aufgefüllt, und über der mineralischen Auffüllung dehnten sich die Moore aus. Die Moore im Süden der Talebene müssen also die ältesten sein, die im Norden die jüngsten.

Die Seitenbäche haben bei der Auffüllung nur eine geringe Rolle gespielt. So macht sich der Steinbach in den Tiefenbohrungen nahe seiner Mündung in die Ebene kaum bemerkbar, und die Schuttkegel der Seitenbäche heben sich nur wenig aus der Ebene heraus. Nur das Delta des Grossbaches ist von einiger Bedeutung (vgl. Taf. 7, Abb. 1), dürfte aber erst sekundär auf die primäre Aufschüttungsebene abgelagert worden sein. Der grösste Lieferant von Grobschutt ist die Minster; suspendierte Trübung wird von Minster und Sihl reichlich gebracht, und so schütteten diese beiden Bäche zuerst jeder für sich und später nach ihrer Vereinigung gemeinsam die Ebene auf.

Der Schuttkegel der Minster.

Da die Ablagerung des Schuttes in ein offenes Seebecken erfolgte, so musste eine völlig flache Talebene entstehen, deren Gefälle nur durch die säkulare, langsame Absenkung des Seespiegels infolge der Tiefen-Erosion des Abflusses bedingt war. Der so entstehende Flusslauf konnte aber den gröberen Schutt nicht abtransportieren. Dieser häufte sich am hintern Ende der Talebene an, und es entstand ein Schuttkegel, der langsam talauswärts fortschritt, mit einer Neigung, die der Sihl und der Minster erlaubte, das Geröll vorwärtszutragen. Die Minster brachte bedeutend mehr Schutt als die Sihl und hat ihre Talebene im Breitriedgebiet gegenüber der Ebene der Sihl beträchtlich erhöht. So fällt denn die heutige Landoberfläche quer über das Tal von Rüti gegen den Vereinigungspunkt von Minster und Sihl um etwa 5 m ab.

Infolge dieser sekundären Aufschüttung ist die alte Oberfläche der aufgefüllten See-Ebene unter jüngeren Geröllen begraben. Die Arbeiten des Etzelwerkes haben in diesem Gebiete zahlreiche tiefreichende Aufschlüsse geboten, die ich dank der Liebenswürdigkeit von Herrn Ing. G. Gysel zum grossen Teile in Augenschein nehmen konnte.

Am neuen Sihlkanal im Breitriedgebiete (Punkt 15; 893,3 m) erschien bei dem Aushub des Kanals bis in 3,5 m Tiefe ein dunkler, manchmal etwas torfiger Lehm, der in 220 cm Tiefe einen weitgedehnten Holzhorizont aufwies. Die mitgebrachten Holzstücke erwiesen sich als *Picea*, ein Stück als *Corylus*. Vermutlich haben wir hier alten Waldboden vor uns. An anderer Stelle des gleichen Kanals (Punkt 14; 892,5 m), etwa 200 m südöstlich von der Vereinigung von Sihl und Minster, wurde unter dem gleichen dunklen Lehm in 230—330 cm Bodentiefe (untere Grenze der Grabung) Torf aufgeschlossen. Es liegt also hier in einer Tiefe von etwa 220 cm eine alte, ausgetrocknete Landoberfläche vor.

Am Minsterkanal südlich von Rüti (Punkt 13; 899,8 m) zeigte sich an der Oberfläche ein lehmiger Torf (80 cm), dann dunkler Lehm mit Torfbändern und einer Menge von Baumstämmen und

Strüngen bis in 650 cm Tiefe (so tief wurde gebohrt). Die mitgenommenen Holzstücke erwiesen sich als *Picea*, ein Stück als *Fraxinus*. Hier hat also dem Anscheine nach eine langsame Erhöhung des Untergrundes stattgefunden, die mit einer andauernden oder doch nicht auf lange Zeit unterbrochenen Besiedlung durch Fichtenwald parallel ging. Weiter talaufwärts liegt der neue Lauf der Minster bis zu der aufgegrabenen Tiefe in Kies.

*Sammelbecken
Minster.*

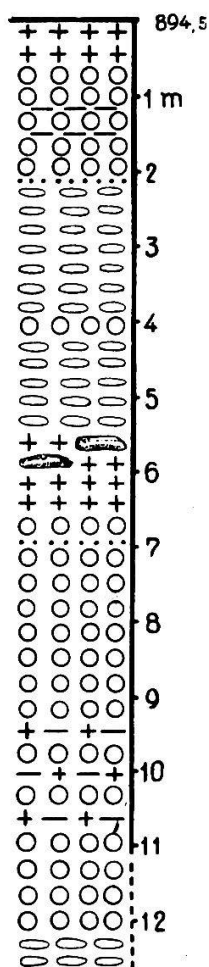


Abb. 17.
Tiefenprofil im
Sammelbecken
der Minster
(Bohrpunkt 12).
Für die Zeichen
vgl. Abb. 2.

Doch stiess man nach Mitteilung von Herrn G y s e l bei einzelnen Sondierungen in grösserer Tiefe auf weiche Unterlage.

Da wo sich die Minster quer durch das Tal gegen die Sihl hin legt, beginnt eine eigentliche Kiesebene. Nördlich der Umbiegungsstelle wurde im neuen Ausschüttbecken der Minster die Schichtung festgestellt. Punkt 12 (894,5 m) im südlichen Teile des Beckens (s. Abb. 17) ergab folgendes: An der Oberfläche lag Lehm, der in geringer Tiefe in Mergel überging. Dann kam eine mächtige Kiesbank, durch eine Mergelzwischenlage geteilt, darunter Lehm und Mergel, teilweise schwarz gefärbt oder etwas torfig, der in 12 m Tiefe von Kies unterlagert wurde (vgl. Taf. 9, Abb. 1). In den übrigen Teilen des Ausschüttbeckens war die Lagerung entsprechend der von Punkt 12 mit starken Schwankungen der Schichtdicken. Gegen Norden hin nahm die obere Kiesschicht an Dicke ab und die untere wurde an zwei Stellen bereits in 4,5 m Tiefe festgestellt. Der obere Mergel wies stellenweise eine sehr schöne Feinschichtung auf, mit Einschaltung von torfartigen Schichtchen (vgl. Taf. 9, Abb. 2).

Diese ganze Ablagerung bis in 10 m Tiefe oder noch tiefer, erfolgte auf der ursprünglichen Landoberfläche und zeigt dauernde Hebung des Grundwasserspiegels und zeitweilige starke Überschwemmung an. Die Stauhöhe muss zur Zeit der über dem oberen Kieshorizont liegenden, geschichteten Mergel 894 m erreicht haben.

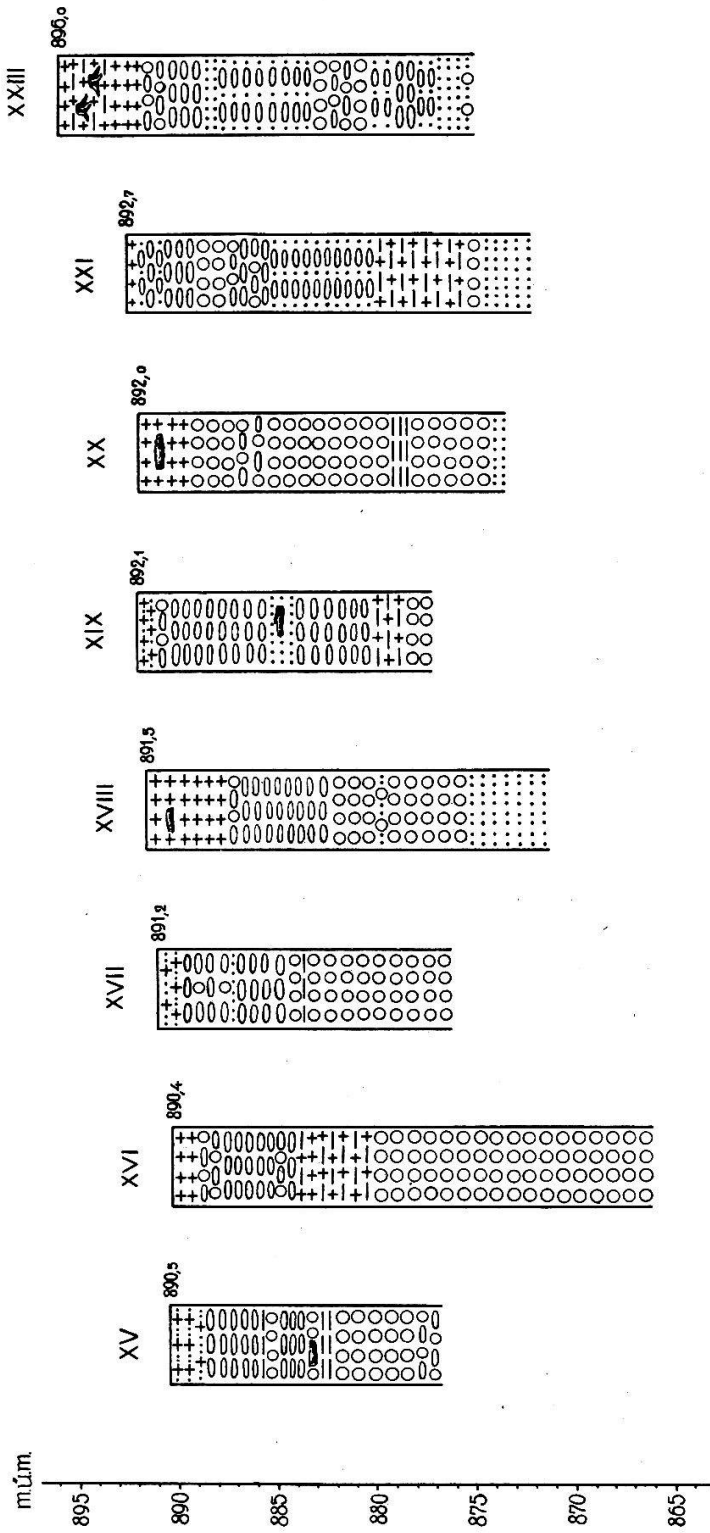


Abb. 18. Tiefenbohrungen an der Strasse Rüti—Höhport. Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

Die Tiefenbohrungen an der Strasse Rüti—Höhport, die wir in Abbildung 18 zusammengestellt haben, zeigen sehr unregelmässige Untergrundverhältnisse. Die gegen Rüti hin, bereits am Talhange gelegene Bohrung XXIII ergab bis auf 21 m Tiefe hauptsächlich Kies, meist mehr oder weniger sandig und mit Sandschichten, in einigen Horizonten auch mit Mergel wechsellagernd. Die nicht dargestellte Bohrung XXII ging in 6 m Tiefe und zeigte unter 4 m Kiesüberlagerung 2 m Mergel mit Torf. Die Bohrungen XXI, XX, XVIII endigten im Sand, die übrigen im Mergel, der in der Bohrung XVI in 24 m Tiefe noch nicht durchstossen war. Allen Bohrungen, mit Ausnahme von XVIII und XXIII, ist gemeinsam, dass in bedeutender Tiefe torfartige Schichten auftreten, die von Kiesmassen, Sanden und meist auch Mergelschichten überlagert werden. Leider konnte ich die in den Bohrprotokollen verzeichneten «Torfe» nicht selber ansehen, und es ist sehr gut möglich, dass es sich zum Teil nicht um richtigen sedimentären Torf, sondern um Schwemmtorf, humose Einschwemmungen oder Gyttdja-ähnliche Bildungen des offenen Wassers handelt. Ebenso ist der «lehmige Torf», wie er in mehreren Profilen in bedeutender Mächtigkeit eingezeichnet ist, den Bohrprotokollen entnommen, und wahrscheinlich sind es zum Teil torfartige Schichten, die im Mergel oder Lehm eingeschlossen sind.

Alle die genannten Beobachtungen lassen erkennen, dass in dieser Gegend eine sehr beträchtliche Aufschüttung stattgefunden hat, die in erster Linie von der Minster herrührte. Diese häufte ihre Kies- und Sandmassen in unregelmässiger Weise bald hier, bald dort auf, bildete dadurch Wälle und Dämme, hinter denen das Wasser in Form von Lagunen, Tümpeln, Altwässern sich staute und bald organogene Bildungen entstanden, bald Mergelschichten zur Ablagerung kamen, die wiederum von Geschiebe überdeckt werden konnten. Die Vegetation der Alluvionen bedeckte einen grossen Teil der Fläche in Abwechslung mit Sumpfbildungen vielerlei Art. An geeigneten Stellen bildete sich ein Auenwald aus, in dem jede jüngere Baumgeneration infolge der Erhöhung des Bodens durch die Überschwemmungen etwas höher wurzelte als die vorangehende, wie dies durch die wahllos durch die Bodenhorizonte verteilten Baumstrünke im Bette des Minsterkanals und, weniger deutlich, auch im Sihlkanal angedeutet ist.

Ob die Aufhöhung kontinuierlich vor sich ging oder Zeiten verhältnismässiger Ruhe eingeschaltet waren, lässt sich kaum sicher sagen. Der Waldhorizont in 2,2 m Tiefe im Sihlkanal legt es nahe, wenigstens eine ruhigere Zeit anzunehmen. Die Überlagerung von Kies durch Mergelmassen oder die Einlagerung von Kies-schichten in Mergel lässt sich in dieser Hinsicht kaum auswerten, da sie nicht in allen Bohrungen auftritt und wir sie nicht datieren können. Sie ist vielleicht im Zusammenhang mit dem Vorwärtsschreiten der Ablagerung von Grobgeröll sukzessive entstanden. Immerhin scheint eine oberflächliche Mergel-Lehmschicht ziemlich allgemein vorzuliegen, mit Ausnahme der an den heutigen Minsterlauf angrenzenden Teile.

Indem die Stosswirkung der Minster gegen Norden und Nordosten ging, entstand in dem Dreieck zwischen Minster, Sihl und Gebirge ein stiller Raum, der nur von den allgemeinen Überschwemmungen beeinflusst wurde. Da der Grundwasserspiegel in diesem Gebiete durch die fortschreitende Erhöhung der abschliessenden Schuttmassen immer höher stieg, so bildeten sich im Laufe der Zeiten die gewaltigen Schichten lockeren Torfes aus, die wir im Breitried-Bohrprofil kennen gelernt haben. Aber auch in dem vorgelagerten Gebiete von Ahornried und weiterhin erhöhte sich der Boden in sanftem Abfalle gegen Norden. Dabei entstand ebenfalls ein mächtiger Torf mit Vernässungshorizonten und Lehmschichtchen, die wir bei den Bohrungen feststellen konnten.

Es ist nicht leicht, aus den vorliegenden Profilen die Höhe der sekundären Auffüllung festzustellen. Die primäre Landoberfläche war jedenfalls sehr uneben, was bei der Art, wie Wildbäche Kies- und Sandmassen abzulagern pflegen, nicht anders zu erwarten ist. Am besten dürften sich die Torfschichten zur Festlegung der alten Landoberfläche eignen, wobei wir annehmen, dass Torfe sich erst in der Nähe der Wasseroberfläche bilden. Allerdings entstehen torfartige Bildungen in der Folge von Sedimentation organischer Massen auch in bedeutenden Wassertiefen von Altwässern oder abgetrennten Lagunen, und es ist auch nicht ausgeschlossen, dass einzelne Tümpel mit Torfbildung in abgetrennten Schuttmengen auch über dem allgemeinen Grundwasserniveau lagen. Ein Blick auf die Profiltafel lässt erkennen, dass zwei hauptsächliche Torfniveaus vorliegen, ein höheres in den

Bohrungen XV—XVII und ein tieferes in den Bohrungen XIX bis XXI. Ein dritter Torfhorizont, der noch bedeutend höher liegt, ist in dem neuen Sihlkanal aufgeschlossen.

Einen sichereren Anhaltspunkt kann uns die Bohrung im Breitried geben, da sie von der Überführung mit grobem Material verschont geblieben ist. Hier ist in der Tiefe von etwa 8,5 m (also in einer Höhenlage von ca. 884 m) eine scharfe Trennungslinie, indem auf stark zersetztem, dichtem Torf, der als Endstadium der Verlandung einer Lagune aufzufassen ist, ein sehr lockerer, wässriger, wenig zersetzter Torf aufsitzt, dessen Bildung eine verhältnismässig rasche Aufstauung des Grundwassers voraussetzt. Wahrscheinlich ist die Bildung dieses Torfes mit dem Vorstoss und der Stauwirkung des Minsterschuttkegels in Verbindung zu bringen. Mit diesem Niveau ist das obere Torfniveau der Tiefenbohrung-Profilreihe Rüti-Höheport in Übereinstimmung (Torfoberfläche in Nr. XVI und XVII ebenfalls in 884 m, in dem weiter nördlich gelegenen Bohrpunkt XV in 883 m). Einen entsprechenden Wert ergeben auch die torfigen Einlagen im Bohrpunkt 12 (Ausschüttbecken der Minster) in ± 10 m Bodentiefe. Die torfigen Schichten in den Bohrpunkten XIX—XXI dagegen liegen tiefer (Oberkante rund 479—480 m) und müssen wohl gedeutet werden als Auffüllung eines Wasserlaufes oder einer Lagune, die vielleicht erst in späterer Zeit vor sich gegangen ist. Sie entsprechen in ihrer Höhenlage der alten Landoberfläche zwischen Steinbach und Ahornried, also einem wesentlich nördlicher gelegenen Punkt. Auch die ununterbrochenen Mergellagen, wie sie in den Profilen XVI, XVII und XVIII vorhanden sind, sprechen gegen eine tiefer gelegene Landoberfläche. Die alte Landoberfläche in der Gegend von Breitried wird also etwa in 884 m Höhe liegen. Zum bessern Vergleich mit den unter dem Torf liegenden mineralischen Bodenoberflächen im nördlich anstossenden Gebiet setzen wir sie etwas tiefer an, auf 883 m. Die sekundäre Überlagerung beträgt dann im Breitried 9,5 m und im Profil Höheport-Rüti im östlichen Teil 7—8, im westlichen Teil 9—11 m.

Welche Spiegelhöhe besass der postglaziale Sihlsee?

Die ursprüngliche Stauhöhe kann nicht mit Sicherheit angegeben werden. Da sie durch den abschliessenden Moränenkranz Birchli-Schlagen bedingt wurde, kann aber die Aufstauung nicht über 920—930 m gegangen sein. In dem geologischen Gutachten von Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller werden die höchstgelegenen Seeablagerungen an dem Hange des Seegebietes mit 895 m bei Schlagen angegeben. Doch heben die Geologen die Möglichkeit hervor, dass höher gelegene Ablagerungen dieser Art abgespült worden seien. Für den Talhintergrund nehmen sie ein Höchstniveau von ca. 900 m an, wobei sie sich aber wahrscheinlich auf die sekundäre Überlagerung, die wir eben festgestellt haben, beziehen.

Wir haben vorhin die alte Landoberfläche in der Gegend der Breitrieder auf ca. 883 m festgesetzt. Die Auffüllung des Sees begann aber viel weiter hinten in den Talbecken der Sihl und der Stillen Waag, so dass sich das Seeniveau durch Erosion des Abflusses bereits beträchtlich erniedrigt haben konnte, als der See bis in die Gegend der Breitrieder aufgefüllt war. Eine maximale Seeaufstauung bis auf die Höhe von 900 m scheint nicht zu hoch angenommen.

Während die Seeauffüllung von Breitried gegen Norden fortschritt, erniedrigte sich der Ausfluss des Sees weiterhin. Für Ahornried ergibt uns unsere Bohrung (Nr. 11) eine Höhenlage der Trennungsfläche zwischen Torf und mineralischer Unterlage von ca. 881 m. In Steinbach liegt in den Bohrungen IX und X (vgl. Abb. 15) der unterste reine Torf im Niveau von 881 m (in Bohrung VIII 3,5 m tiefer; Flusslauf?), und da wir darunter mächtige Schichten lehmigen Torfes finden, dürfen wir die Landoberfläche wahrscheinlich etwas tiefer, vielleicht bei 880 m ansetzen. Makroskopische Pflanzenreste fanden sich noch etwas tiefer (9,5 m Tiefe = 876 m). Es ist aber nicht gesagt, dass diese von Pflanzen herkommen, die an Ort und Stelle wurzelten.

Für die weiter gegen Norden gelegenen Bohrpunkte unseres Längsprofils, Steinmoos und Lachmoos, fehlen uns die genauen Höhenquoten. Dagegen besitzen wir sie für die Tiefenbohrungen zwischen Birchli und Willerzell, die in Abb. 15 als Nr. III, V, VI zusammengestellt sind. Für III und VI ergibt sich als Oberfläche der Mergel ca. 877 m. Im Bohrpunkt V wird in 873.45—873.75 m ein sandiger Torf mit Holzstück angegeben, der vielleicht nicht autochthon ist und jedenfalls unter der primären Landoberfläche liegt. In den nördlichsten Teilen des Moores, bei Roblosen, beträgt das Oberflächenniveau der mineralischen Bodenschichten nach dem Gutachten von Mühlheim, Schmidt und Gutzwiller 872 m. Die genauen Detailpläne des Etzelwerkes ergeben aber höhere Werte. Die nicht abgebauten Teile des nördlichen Todtmeeres liegen im Niveau von 879 m, im Meer rechts der Sihl 880 m, in Roblosen ebenfalls 880 m. Setzen wir für die Torfmächtigkeit den Betrag von 3 m ein, so erhalten wir für die primäre Aufschüttungsfläche die Höhe von 876—877 m. Der Abfall vom Breitried bis nach Roblosen beträgt also rund 6—7 m, wobei der Hauptteil dieses Abfalles auf den südlichen Teil der Ebene fällt. Über dieser primären Landoberfläche liegt heute im nördlichen Teile der Ebene 2—3 m Torf, in den südlicheren Teilen bis Eutal 5—7 m Torf und im Gebiete Rüti—Höhport 7—11 m kiesig-sandig-mergelige Alluvion mit etwas Torf oder im Breitried rund 9 m Torf.

Der Fluss setzte nach der völligen Zuschüttung des Sees das Einschneiden seines Abflusses in der harten Sandsteinbank von Schlagen fort und erreichte bis zur Gegenwart den Stand von 870 m im tiefsten Punkte der Felsenschwelle, die eine mittlere Höhe von 871 m aufweist. Die neue Eintiefung beträgt also ca. 6—7 m. Als Folge davon schnitt sich der Fluss nach aufwärts in seine alten Ablagerungen ein. Diese Nacherosion geht bereits ziemlich weit flussaufwärts und senkte den Fluss in einen Graben ein, an dessen Wänden vorwiegend Mergel, stellenweise auch Torf ansteht.

Auch der Grossbach hat sich wesentlich in seinen alten Schuttkegel eingetieft. Wir werden darin wohl in erster Linie die Wirksamkeit der Regulierung seines Laufes zu sehen haben.

Die Datierung der Auffüllungsvorgänge.

Die Pollenstatistik ermöglicht uns, durch die Feststellung des Pollenspektrums oder der Waldzeit, während der eine Ablagerung stattgefunden hat, die Homologisierung gleichalteriger Ablagerungen und durch Vergleich mit dem Normaldiagramm, sowie durch Übertragung auf die vorgeschichtliche und geschichtliche Chronologie, ihre absolute Datierung.

Von der Annahme ausgehend, die Aufschüttung des Sihlsees habe von Süden gegen Norden hin stattgefunden, wurde in einem Längsprofil durch das Moorgebiet das Alter der unmittelbar über dem mineralischen Untergrunde gelegenen ältesten organischen Sedimente bestimmt. Diese sind wohl in jedem Falle in raschem Anschlusse an die beendigte mineralische Auffüllung entstanden. Wir erhielten folgende Ergebnisse:

nördliches Todtmeer (abgebaut)	Bohrp. 5	Abies-Picea-Zeit	} (leichte Abies-Dominanz)
zentr. Todtmeer (3,3 m Tiefe, vgl. Abb. 6)	„ 6	Abies-Picea-Zeit	
südliches Todtmeer (2,7 m Tiefe)	„ 7	Abies-Picea-Zeit	
östlich Birchli (2,8 m Tiefe)	„ 8	Abies : Picea = 4,5 : 3	
südliches Lachmoos (5,8 m Tiefe)	„ 9	Abies : Picea = 2 : 1	
Steinmoos (4,5 m Tiefe)	„ 10	Abies-Picea-Zeit (leichte Abies-Dominanz)	
Steinbach (ca. 5,5 m Tiefe, vgl. Abb. 8)	„ IX	Abies-Zeit mit Picea Aufstieg	
Ahornried bei Eutal (7 m Tiefe)	„ 11	frühe Abies-Zeit mit reichlichem Eichenmischwald	
Breitried (9,5 m Tiefe, Zeit der alten Landoberfläche; vgl. Abb. 9)	„ 16	Ende der Hasel- Eichenmischwald-Zeit	
Breitried (12,5 m Tiefe)	„ 16	Hasel-Föhrenzeit (vielleicht späte Föhrenzeit)	

Mit Ausnahme der Bohrung im Steinmoos, wo wir wahrscheinlich die ältesten organogenen Bildungen nicht erbohrt haben (Torfbänder im Lehm), erhalten wir also eine schöne Bestätigung der theoretischen Ergebnisse: die ältesten torfartigen Bildungen sind im äussersten Süden zu finden, und von da gegen Norden hin setzte die Torfbildung in immer jüngerer Zeit ein. Am Ende der Hasel-Eichenmischwaldzeit war die mineralische Auffüllung des Sihlsees bis nach Breitried vorgerückt, in der frühen Abieszeit bis gegen Eutal, in der späten Abieszeit bis in das Gebiet südlich von Willerzell—Birchli; in der Abies-Picea-Zeit gelangte die

Auffüllung in das Todtmeer, und auch im zentralen und nördlichen Todtmeer war die Auffüllung beendet, als der Buchenanstieg begann. In der Zeit, die von uns der Bronzezeit gleichgesetzt wird, war der Sihlsee ausgefüllt, und es erklärt sich leicht, dass der Bronzedolch im Torfe eingebettet gefunden wurde.

Die Tiefenbohrungen bestätigen diesen Gang der Auffüllung. Keine der mir zur Verfügung stehenden Proben aus den Kernen der Tiefenbohrungen ist älter als abieszeitlich. Die älteste Tiefenprobe stammt von der Bohrung Steinbach (Bohrpunkt IX) und entstand in der frühen Abieszeit (Abies + reichlich Eichenmischwald). Die aus 35 m Tiefe stammende Probe ist somit annähernd gleich alt wie die Proben aus der Zeit der ältesten Torfbildung im südlicher gelegenen Bohrpunkt von Ahornried. Aus dem Bohrpunkt Steinbach X ergab eine Probe aus 17 m Tiefe 80% Abies. Die Probe aus 30 m Tiefe in der Bohrung III vom Birchli entstand auch in dem mittleren Teil der Abieszeit, kurz vor dem Aufstieg der Piceakurve. Das Birchlispektrum aus 24 m Tiefe dürfte etwa dem Steinbachspektrum aus 7 m Tiefe gleichgesetzt werden (Beginn des Picea-Anstieges) und damit dem Ende der mineralischen Auffüllung in Steinbach (Bildung eines torfigen Lehmes).

Die Datierung der Überschüttungen durch die *Minster* im Gebiete von Rüti—Breitrieder—Höhport lässt sich mangels an geeigneten Sedimentproben nicht mit der wünschbaren Sicherheit durchführen. Einen guten Anhaltspunkt gibt der plötzliche Wechsel in der Torfbeschaffenheit, der im Bohrprofil des Breitriedes in 8,5 m Tiefe eintritt. Dieser erfolgte in der Wende von der Hasel-Eichenmischwaldzeit zur Abieszeit und geht parallel mit dem ausgesprochenen Rückgange der *Alnus*-kurve, der wahrscheinlich auf starke Überschwemmung des mit *Alnus*wäldern bestandenen Talbodens zurückzuführen ist. Ferner wurde in dem Bohrpunkte 12 festgestellt, dass die in ± 10 m Tiefe liegenden torfig-lehmigen Schichten abieszeitlicher Entstehung sind (ein vollständiges Spektrum konnte infolge Pollenarmut nicht ausgezählt werden; doch fanden sich in 14 Präparaten auf 41 Abiespollen 10 *Picea*pollen).

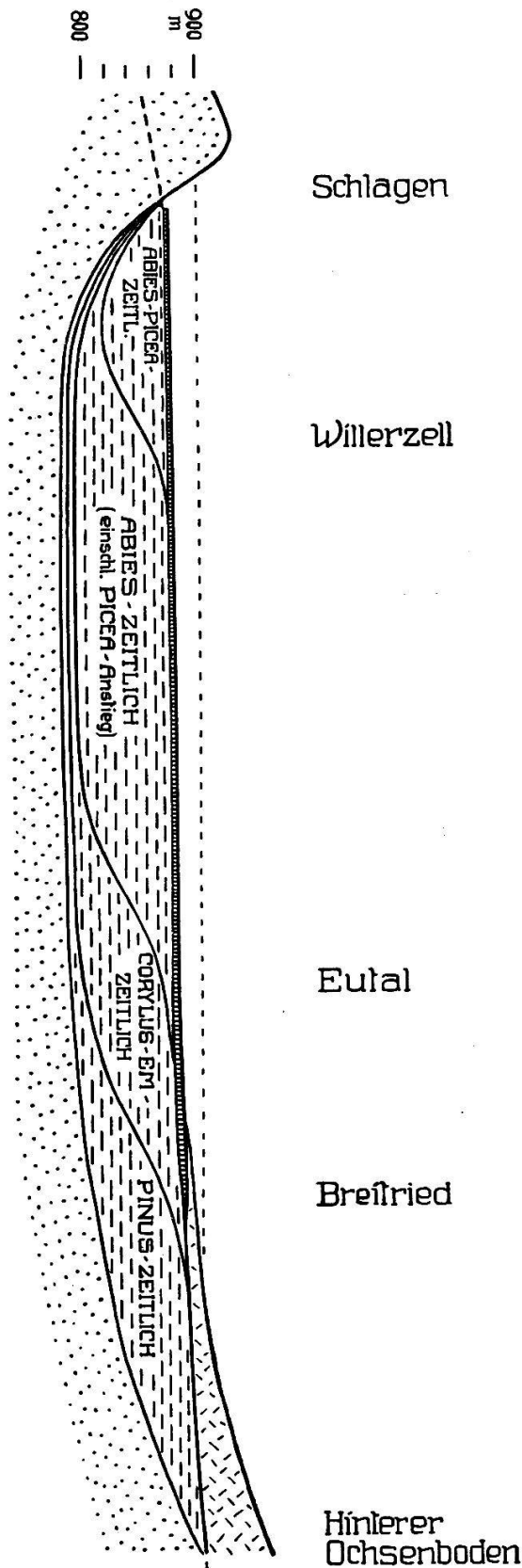
Alle übrigen untersuchten Proben aus diesem Gebiete stammen aus geringeren Tiefen und sind jünger. Übereinstimmend er-

gaben die Spektren aus dem Holzhorizont am Sihlkanal (Bohrpunkt 15; 2—2,5 m Tiefe), aus dem Torfe im Sihlkanal (Bohrpunkt 14; 2,5—3,7 m Tiefe), aus den torfig-lehmigen Schichten im Minsterkanal (Bohrpunkt 13; 6,3 m Tiefe), aus den lehmig-torfigen Schichten im Ausschüttbecken der Minster (Bohrpunkt 12; 6 m Tiefe) *Abies* und *Picea* in gleicher Menge oder *Picea*-Dominanz, zum Teil mit vorherrschender *Alnus* und stets mit wenig *Fagus*.

Die Überschüttung der alten Landoberfläche begann also allem Anscheine nach in der Gegend von Rüti zu Beginn der *Abies*-zeit und setzte sich in den folgenden Zeitperioden fort, ohne dass Einzelheiten angegeben werden können. Das Breitriedprofil lässt eine kontinuierliche Aufstauung erkennen, was aber nicht hindert, dass Zeiten grösserer Schutzzufuhr mit solchen relativer Ruhe abwechselten. Letztere werden, wie bereits hervorgehoben wurde, durch die Wald- und Torf-Horizonte wahrscheinlich gemacht, die am Sihlkanal bei Bohrpunkt 14 und 15 angeschnitten wurden.

Die verstärkte Schutzzufuhr, die also sowohl in der Seeausfüllung als auch in der Überschüttung der alten Landoberfläche am Südrande der Ebene in der *Abies*-zeit einsetzt, hat wahrscheinlich eine regionale Ursache in der Verstärkung der Niederschläge, vielleicht verbunden mit einer mehr katastrophalen Verteilung derselben. Diese Klimaänderung während des Neolithikums ist auch im schweizerischen Mittelland nachgewiesen worden und war letzten Grundes wohl die Veranlassung für die plötzliche Ausbreitung der feuchtigkeitsliebenden Tanne in den Voralpen und im Hauptteile des Mittellandes. Ein Anhaltspunkt für eine trockenere Periode im Spätneolithikum und in der Bronzezeit ergibt sich für das Hochtal der Sihl aus dem für diese Zeit vermuteten stärkeren Vortreten der Buche im Waldbestande. Vielleicht sind, wie wir bereits hervorgehoben haben, verschiedene Holzhorizonte im Torf oder torfigen Lehm in diese Zeitperiode einzufügen. Vielleicht ist es auch kein Zufall, dass im Breitriedprofil zur Zeit des kleinen Buchengipfels in 4,5 m Tiefe Flachmoortorf gefunden wurde. Übrigens erscheint es von vornherein wenig wahrscheinlich, dass in dem heute von Feuchtigkeit triefenden Gebiete von Einsiedeln eine nicht sehr bedeutende Feuchtigkeitsabnahme, wie die Bronze-

Abb. 19. Schematische Darstellung der zeitlichen Verteilung der Auffüllung des postglazialen Sihlsees.



zeit sie wahrscheinlich gebracht hat, starke Spuren hinterlassen habe.

In der Abbildung 19 haben wir versucht, die geschilderten Auffüllungsvorgänge in schematischer Weise darzustellen, wobei die ursprüngliche Spiegelhöhe des Sihlsees zu 900 m und die maximale Seetiefe, auf dieses Niveau bezogen, in willkürlicher Weise zu 120 m angenommen wurde. Die Verstärkung der Auffüllung seit Beginn der Abieszeit tritt deutlich hervor und würde bei räumlicher Darstellung noch stärker in Erscheinung treten infolge der Verbreiterung des Seebekens gegen Norden hin. Diese Tatsache erhält noch eine Bekräftigung durch die sehr geringe Absenkung der alten Landoberfläche im nördlichen Teil der Talebene (vgl. S. 72), was angesichts der wohl ziemlich gleichmässig erfolgenden Erosion der Molasseschwelle bei Schlagen nur durch das schnelle Vorrücken der Aufschüttung erklärbar ist.

Untersuchungen im Alptal.

Das einige Kilometer westlich vom Sihltale gelegene und mit dem Sihltale parallel laufende Tal der Alp entwässert in die Sihl. Der Zufluss geschieht aber nicht in gerader Linie, sondern die Alp macht nördlich vom Dorfe Einsiedeln eine scharfe Biegung nach Westen um die Südseite der Schwantenua herum und wendet sich, nachdem sie die Biber aufgenommen hat, nach Norden zur Vereinigung mit der Sihl. Offenbar ist die westliche Ablenkung der Alp wie bei der Sihl auf den Linthgletscher zurückzuführen, der bis auf die Schwantenua vorstieß und den Ausgang nach Norden verschloss. Vorübergehend musste wahrscheinlich auch die Sihl durch das Alptal abfließen. Über die Vergletscherung des Alptales ist nichts Genaueres bekannt. Der glaziale Abschluss des untern Sihltales wirkte sich auch auf das Alptal aus und erzeugte eine Aufstauung des Wassers zu einem See. So sind denn auch im unteren Alptale Seemergel in grossem Umfange abgelagert, worauf bereits Sidler im Jahre 1877 aufmerksam machte. Einsiedeln ist auf diesem Untergrunde gebaut. Nach Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller gehen diese Seeablagerungen im Alptale bis auf 900 m hinauf, also etwas höher als im Sihltale. Doch sind sie nicht genauer studiert worden.

Wir konnten das Alptal nicht in unsere Studien einbeziehen, möchten aber doch im Hinblick auf die Abflussverhältnisse des Sihltales einige Bemerkungen anbringen.

Südlich von Einsiedeln beginnt im Alptale eine Terrassenbildung, die sich bis oberhalb Trachslau hinzieht. Sie ist besonders auf der linken Talseite entwickelt und nimmt gut die Hälfte der Talbreite ein bei schwachem Gefälle von Westen gegen Osten. Mit einem Steilabfalle, der bei Au 10—15 m beträgt, stösst sie an den schmalen Boden, in dem die Alp fliesst. Auf der rechten Talseite sind Terrassenreste in der entsprechenden Höhenlage zu erkennen, die auch von der Sihl anerodiert sind, aber mehr in Form von Schuttkegeln abfallen. Die vordersten Reste der Terrasse

beim Kloster Au liegen in 914 m Höhe. Gegen Süden steigt sie bis auf etwa 970 m südlich von Trachslau an.

In der Nähe des Klosters Au war die Terrasse durch eine Kiesgrube aufgeschlossen. In der Tiefe trat grober, gewaschener, sandiger Kies, vorwiegend Kalkgestein, zutage, über dem 2,5 bis 3 m lehmige Erde mit reichlicher Beimischung von stark verwittertem Flyschgesteine lagerten. Der Boden zeigte tiefgehende Verwitterungserscheinungen und in 0,5—1 m Tiefe einen ausgesprochenen, braunroten B-Horizont. Die Terrasse besteht also, mindestens in diesem Teile, aus einer Kiesablagerung, die durch die Alp aus dem Hintergrunde des Tales gebracht wurde und darüber aus lokalem Schutt, der nach der Neigung der Terrasse von den Gehängen Samstageren-Neusellstock (1382—1482 m) herrühren dürfte und in Form von Bachschutt und Murgängen niedergebracht wurde.

Weiter talabwärts, aber durch einen gegen Osten vorspringenden Berggrat etwas abgetrennt, setzt sich die Terrasse fort bis gegenüber dem Dorfe Einsiedeln (Terrasse von Böswies, 910 bis 898 m). Sie ändert aber ihren Charakter, indem der flache Rücken gegen den Gebirgsgrat im Westen nicht ansteigt, sondern sich um etwa 10 m in das kleine Tälchen des Rotenbaches erniedrigt. Dieser Bach fließt nach kurzem Laufe im Niveau von 870 m nördlich des Dorfes Einsiedeln in die Alp. Das Gefälle der Terrasse bleibt von der Kriegsmatt südlich Trachslau bis unterhalb Au gleichmässig auf 18,3‰, verringert sich über die Böswies bis Dämpflen auf 9,7‰ und nimmt dann wieder zu, indem das Terrassenende mit einem Gefälle von rund 60‰ nordöstlich gegen die Alp abfällt.

Wenn im Tale der Minster die Endmoränen der letzten Vergletscherung unterhalb Ober-Iberg liegen, so ist anzunehmen, dass sie im Tale der Alp nicht unterhalb Alptal zu suchen sind. Die Terrassen könnten also Reste eines alten Talbodens sein, der von der Alp durchtalt wurde. Die regelmässige Oberflächenbeschaffenheit spricht für Ablagerung der oberen Bodenschichten in einen See. Als solcher käme nur ein glazialer Stausee in Betracht, dessen Spiegel sich mit dem Abschmelzen des Eises und der Durchsägung des Moränenriegels langsam gesenkt haben würde. Da nach Walter H ö h n (cit. S. 9) in der letzten Eiszeit der Gletscher

an der Hohen Rone bis 960 m hinauf stieg, ist im Alptale, wenn es nicht vergletschert war, eine Aufstauung des Wassers bis über 950 m sehr wahrscheinlich. Die Terrasse hat in diesem Fall ihren Anfang zur Zeit des höchsten Eisstandes genommen, durch Aufschüttung auf den interglazialen, wahrscheinlich bereits \pm terrassierten und von der Alp durchfurchten Talboden. Die Auffüllung des Stausees, die vor allem von Süden, aber auch von den Talgehängen her erfolgte, war aber keineswegs vollständig, sonst wären an der Oberfläche Geröllschichten zu erwarten. Die Geröllschichten, die bei Au in der Tiefe beobachtet wurden, können zu Beginn der Aufstauung des Stausees entstanden sein. In dem Masse wie das Seeniveau zurückging, schnitt sich die Alp in die gegen Norden sanft abfallende Terrasse ein, wobei sie sich an die rechte Talseite hielt und dabei vielleicht einem interglazialen Laufe folgte. Am linken Talhange entwickelten sich kleine Seitenbäche, die bei Au die Terrasse durchtalen und vor allem der Rotenbach, der seinen Abfluss nach Norden hin fand und ein Tälchen hinter der Talterrasse herausarbeitete, so dass der übrigbleibende Terrassenrest das Aussehen eines breiten, nach aussen sanft abfallenden Moränenwalles gewann. Die Verkleinerung des Gefälls in diesem untersten Terrassenstück ist vielleicht mit einer länger dauernden Aufstauung bis auf etwa 910 m im frühen Postglazial in Verbindung zu bringen. Auf der rechten Talseite scheinen sich entsprechende Terrassenreste vom Kloster Einsiedeln über Küngenmoos—Horgenberg hinzuziehen, angelehnt an die Aussenseite der Endmoräne des Sihlgletschers.

Nach dieser Auffassung müsste die Terrassenoberfläche, abgesehen von lokalen Schuttüberführungen, die aber an dem dicht bewaldeten Hange kein grosses Ausmass gewonnen haben können, seit dem frühen Postglazial unverändert geblieben sein. Für ihr beträchtliches Alter spricht neben der Durchtalung der Terrasse auch die tiefgehende Oberflächenverwitterung. Der Talboden bei Einsiedeln dagegen ist jedenfalls wesentlich jünger.

Dies wird durch pollenstatistische Untersuchungen bestätigt. Zwischen Einsiedeln und Au, im Finkenmoos, ist der Talboden vermoort; doch sind die Moore grösstenteils abgetorft. Ebenso ist die Höhe der Böswies vermoort. Wir haben an beiden Stellen Torfprofile entnommen, die bis auf den unterliegenden

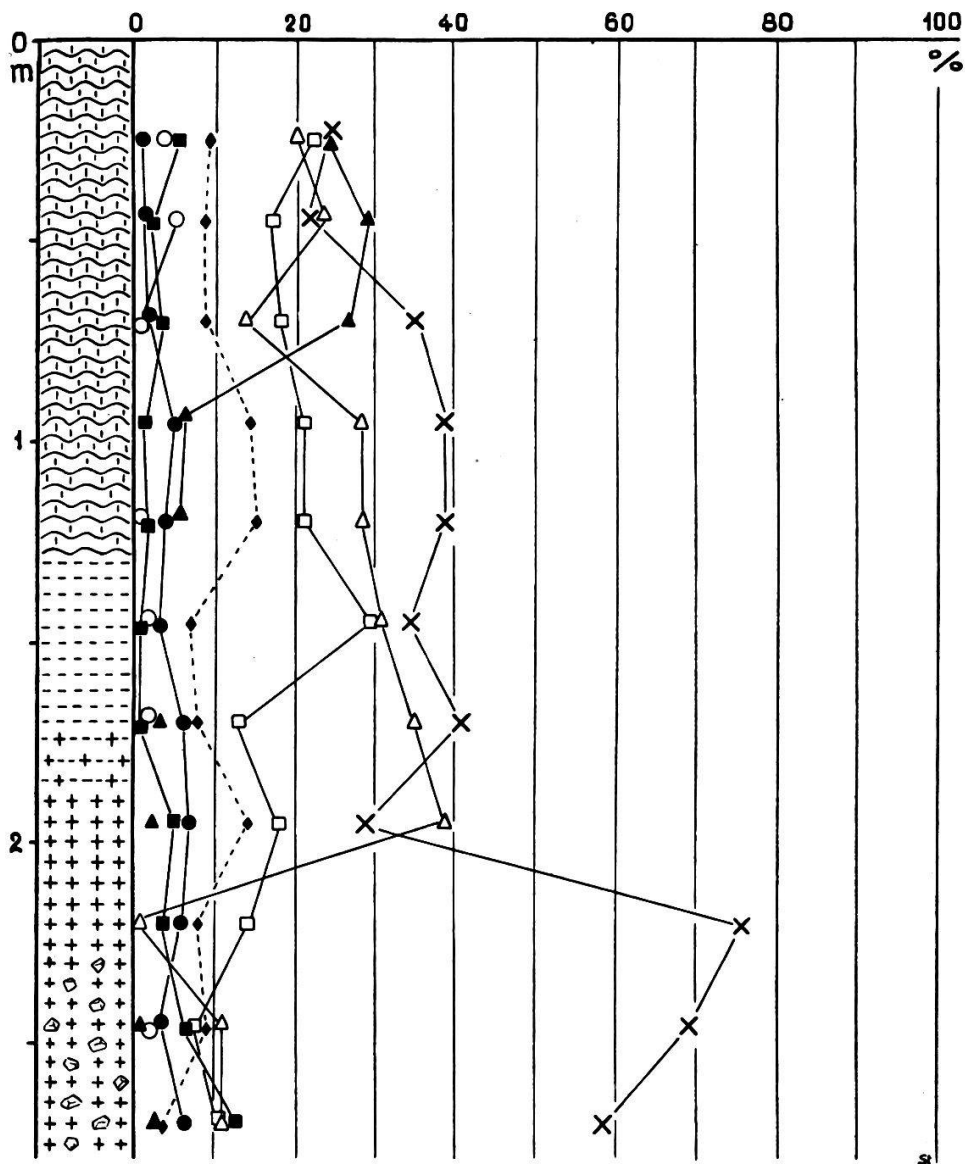


Abb. 20. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil aus dem Finkenmoos.
Für die Zeichen vgl. Abb. 2.

Mergel oder Lehm gingen. Die Bohrstelle im Finkenmoos (Nr. 18) lag ca. 900 m über Meer, 300 m östlich der Alp, die Bohrstelle Böswies (Nr. 17) ca. 907 m ü. M., 500 m westlich der Alp, die zwischen den beiden Punkten in etwa 895 m Höhe fließt. Beide Moore (Abb. 20, 21) zeigten in den oberen Schichten Hochmoortorf, in den tieferen Schichten sehr stark zersetzten Radizellentorf, von Cyperaceenbeständen herrührend, aber mit Sphagnumsporen bis in die untersten Schichten. Im Finkenmoos wurde auch

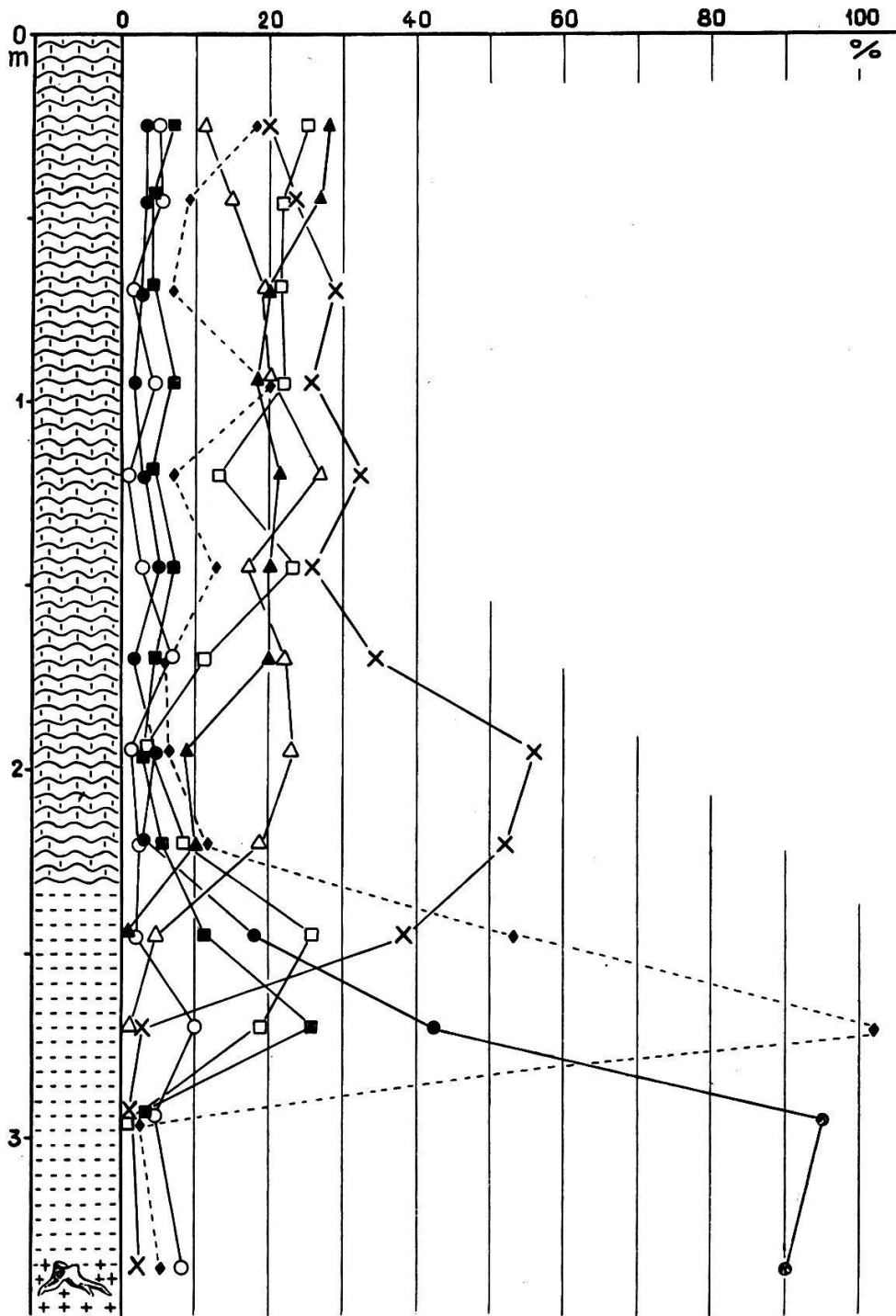


Abb. 21. Pollendiagramm und stratigraphisches Profil von Böswies.

noch der lehmige Untergrund mit untersucht. Auf Böswies waren am Grunde des Moores, in etwa 3—3,5 m Tiefe, reichlich Pinus-Stämme und -Strünke eingelagert.

Das Pollendiagramm stimmt mit dem der äusseren Sihltalmoore überein. Auf Böswies begann die Torfbildung in der Föhrenzeit, indem ein bereits vorhandener Föhrenwald vermoorte. Im Talgrunde setzten die organischen Ablagerungen in der Abies-Piceazeit ein, mit einem lehmigen Torfe, der vermutlich in regelmässig überschwemmtem Gelände zur Ablagerung gelangte. Abieszeitliche Spektren fanden sich in dem unterliegenden Lehm. Sie gehen in plötzlichem Übergang in die Abies-Picea-zeitlichen über. Der Picea-Anstieg fehlt in diesem Diagramm.

Die Abflüsse aus dem Sihltale.

Heute ist der Engpass bei Schlagen, in 870 m Meereshöhe, die einzige für die Sihl in Betracht fallende Abflussmöglichkeit (vgl. Taf. 3 und 4). Für die frühe Postglazialzeit kommen aber noch weitere hinzu: die Geissweid und die Hühnermatt.

Die Geissweid ist eine Eintiefung in die Molasse östlich von Schlagen, die bis auf rund 895 m hinuntergeht. Sie wird dem Gletscher zur Zeit des Eishochstandes als Abfluss gedient haben, dem offenen See dagegen nicht oder nur in der frühesten Zeit. Die Geologen Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller verlegen die Entstehung dieser Eintiefung in die Risseiszeit, da in der letzten Eiszeit der Gletscherstand nicht hoch genug war, um den Einschnitt in die Molasse, der in etwa 930 m Meereshöhe beginnt, zu ermöglichen. Dagegen kann in der Würmeiszeit eine Vertiefung der Rinne stattgefunden haben. Jetzt ist sie nach Angabe der Geologen mit Gletscherschutt gefüllt, nach der Detailkarte des Etzelwerkes bis auf 900,5 m Höhe (vgl. Taf. 5).

Bedeutend tiefer liegt die Lücke der Hühnermatt. Auch hier wird die Unterlage von Gletscherschutt gebildet. Ihr höchster Punkt liegt nach der Angabe von Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller in 881,6 m Meereshöhe. Darüber kommen nach den gleichen Autoren noch 7,5 m Torf. Wir finden in der Hühnermatt die grössten Torfmächtigkeiten im nördlichen Moorteil (vgl. auch Dügge und Keller, loc. cit.). Nach den vom Etzelwerk hergestellten Spezialkarten liegt am höchsten Punkt der Einsenkung die Torfoberfläche bei rund 887 m, der Mineralboden nach den neuen Bohrungen bei mindestens 882 m. Doch sind durch weitgehenden Abbau gerade hier starke Oberflächenveränderungen vorgekommen, so dass eigentlich der Kulminationspunkt nur durch eine alte, über Abbaulöcher und Entsumpfungsgräben gelegte Brücke markiert wird. Hier ist wohl noch die ursprüngliche Torfoberfläche vorhanden, aber durch Austrocknung jedenfalls merklich abgesenkt. Der Abschlussdamm des Etzelwerkes ist weiter westlich, unterhalb des Kulminationspunktes angelegt worden an einer Stelle, die ausserhalb des eigentlichen Moorgebietes der Hühnermatt liegt.

Über die Tiefenbohrungen, die in der Hühnermattlücke ausgeführt wurden, haben wir schon kurz berichtet (vgl. S. 55). Die zwei an der Kulmination der Lücke gelegenen Bohrungen (Bohrpunkt I unseres Kärtchens) erwecken besonderes Interesse: Die eine weist zwischen dem Kies und dem Torf in 2—4,7 m Bodentiefe (879,5—882,2 m Meereshöhe) Mergel mit Pflanzenspuren auf, die andere im Torf, 60 cm über der Kiesoberfläche, eine Kies-schicht von 10 cm Dicke. Der Mergel muss als Ablagerung in den spätglazialen, gemeinsamen Sihl-Alpsee gebildet worden sein; der Kies ist eine Einschwemmung vom höheren und steil abfallenden Moränenhang des Neubodens. Leider war es infolge der Überflutung nicht mehr möglich, diese Lokalitäten genauer zu untersuchen und die verschiedenen Schichten zeitlich festzulegen.

Die Höhenlinie von 882 m entspricht nach unseren früheren Ausführungen (vgl. S. 71) im Sihltal der alten Landoberfläche zwischen Breitried und Ahornried. Diese ist in der frühen Abieszeit entstanden. Es kann also durch die Hühnermatt-Lücke Wasser bis anfangs der Abieszeit ausgeflossen sein. Später lag der Spiegel des Sihlsees zu niedrig, um einen Abfluss gegen das Alptal zu ermöglichen. Wahrscheinlich ist aber die Sache nicht so einfach.

Die Hühnermatt gehört nicht mehr zum Sihltale, sondern ist durch einen niedrigen Moränenwall, der von der Langmatt nach Süden ins Moor hinausstreicht und gegen Hermannern hin untertaucht, geschieden (Taf. 6, Abb. 1). Zwischen den Moränen liegt eine vertorfte Mulde, die anscheinend nur im Süden durch einen ziemlich schmalen Ausgang mit der offenen Moorebene im Zusammenhang steht. Der Torfmantel greift nach Süden in das Todtmeer über und gegen Westen durch die Hühnermattlücke auf den Horgenberg. Dieses Hochmoor ist aber grösstenteils abgetorft. Ein Profil aus einem noch nicht abgetorften Stück im östlichen Teile der Mulde ergab in den ältesten Spektren frühe Abieszeit (vgl. Abb. 5). Paul Keller gibt aber aus der Hühnermatt am Grunde seines Profils eine lange dauernde Föhrenzeit an. Um den Zwiespalt aufzuklären, wurde ein Querprofil durchgebohrt, das auf nicht abgetorftem Lande südlich der Hühnermatt-Holzbrücke begann und sich nordöstlich gegen Punkt 890 der topographischen Karte, der auf der genannten Moräne liegt, fortsetzte. Das Ergebnis dieser Bohrungen ist in der Abb. 22 zusammengestellt. Die

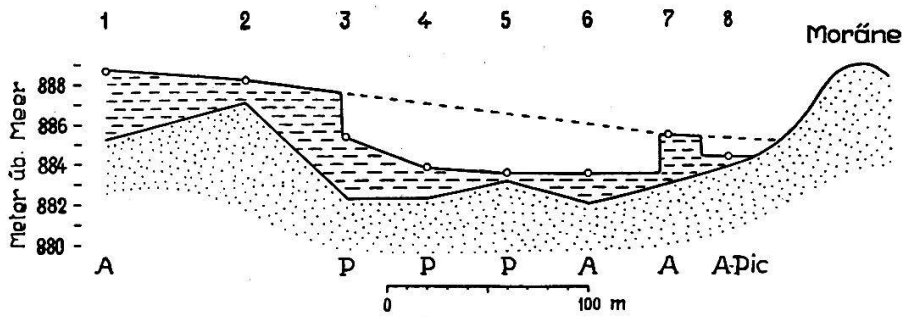


Abb. 22. Querprofil durch die Hühnermattmulde.

beiden westlichen Bohrpunkte liegen noch auf dem südwestlichen Rande der Mulde. Die folgenden 5 Punkte liegen in der Tiefe der Mulde, die hier rund 200 m breit ist und in der Mitte eine kleine Aufwölbung aufweist. Der östlichste Bohrpunkt befindet sich bereits am Hange des kleinen Moränenrückens. Die Merkwürdigkeit liegt nun darin, dass die ganze westliche Hälfte der Mulde, mit Einschluss der zentralen Erhöhung im Pollenspektrum der untersten Torfschicht, Föhrenzeit zeigt, der ganze östliche Teil Abieszeit (der äusserste Punkt ist etwas jünger: mehr Picea und Fagus).

Die Mulde von Hühnermatt setzt sich also aus zwei Hälften zusammen: die südwestliche gelangte viel früher zur Vertorfung als die nordöstliche. Wir dürfen vielleicht daraus schliessen, dass das Wasser nur in frühester Zeit hier in breitem Strome durchfloss, sich dann auf einen im nordöstlichen Teile gelegenen Lauf konzentrierte und diesen bis in die Abieszeit festhielt, während der verlassene Teil vertorfte. In der Abieszeit hörte der Wasserdurchfluss ganz auf, worauf das Flussbett verschlammte und schliesslich auch vertorfte. Diese Zeitangabe stimmt mit der Zeitperiode überein, die wir bereits durch die Höhenvergleichung des Ausflussscheitels der Hühnermattlücke mit der entsprechenden Höhenkote der alten Landoberfläche im Sihltale gefunden haben. Es erklärt sich aber nicht ohne weiteres, warum bereits in der Föhrenzeit, bei merklich höherem Stande des Sihlsees, in der Mulde Torf entstehen konnte. Vielleicht war damals die Mulde gegen den Sihlsee hin abgeschlossen und vertorfte, während in der Abieszeit bei heftigem Hochwasser ein Durchbruch erfolgte, begleitet von der Ausräumung eines Teiles des Torfes, so dass ein richtiger Bachlauf entstand, der kürzere oder längere Zeit in

Tätigkeit war, worauf noch in der Abieszeit neue Torfbildung alles überdeckte. Für diese Annahme spricht auch die grosse Torfmächtigkeit in der Hühnermattmulde. Eingehende Bohrungen würden die Klärung dieser Frage ermöglicht haben; als aber das Problem sich in klarer Form stellte, war das Gebiet bereits unter Wasser gesetzt.

Es ist übrigens keineswegs von vornherein sicher, dass durch diese Lücke Wasser aus dem Sihltale ausfloss, sondern wir müssen auch die Möglichkeit prüfen, dass hier Wasser aus dem Alptale in das Sihltal hineinströmte.

Unsere Untersuchung im Alptale bei Einsiedeln hat ergeben, dass in dem Niveau von 903,5 m Höhe ein Föhrengehölz sich ausbreitete, das durch Vermoorung zerstört wurde. Der älteste Torf war föhrenzeitlich. In 898 m Meereshöhe war der älteste Torf abies-piceazeitlich, der unterliegende Lehm abieszeitlich. Wenn wir daraus den Schluss ziehen dürften, dass der Stausee im Alptale bis in die Abieszeit eine Spiegelhöhe von gegen 900 m gehabt habe, so hätte das Wasser der Alp bis in diese Zeit in den Sihlsee fließen müssen. Dieser besass aber damals eine Spiegelhöhe von 880—883 m. Ein so starkes Gefälle zwischen den beiden Seen ist aus verschiedenen Gründen sehr wenig wahrscheinlich. Es ist anzunehmen, dass die Lehmunterlage der Bohrung Finkenmoos von der Alp umgearbeitetes und umgelagertes oder auch neu abgelagertes Material sei aus einer Zeit, da der Alpsee bereits viel tiefer stand oder ganz verschwunden war. Gegen die ungestörte Ablagerung in einen See spricht auch die Beschaffenheit des Sedimentes, das über 1 m mächtig entkalkt war und in den tieferen Schichten Steinchen führte.

Es erscheint als wahrscheinlich, dass der Ausfluss von Schlagen von der frühen Postglazialzeit her bestund und daneben bis in die Abieszeit oder eher nur in der Abieszeit noch Wasser durch die Hühnermattlücke ausfloss. Die Molassewände zur Seite des Ausflusses bei Schlagen steigen nach Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller bis 920 m; diese Eintiefung kann aber, wie in der Geissweid, nicht postglazial entstanden sein, sondern ist zur Hauptsache bereits vorhanden gewesen. Seit der frühen Abieszeit (Neolithikum) hat sich der Einschnitt von Schlagen noch um 11 bis 12 m, seit der Buchenzeit (Bronzezeit) um höchstens 6 m vertieft.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Das Hochtal der Sihl wird östlich von Einsiedeln durch einen Moränenwall abgeschlossen, der eine Meereshöhe von 930—940 m erreicht und in der letzten Eiszeit als Endmoräne des Sihlgletschers abgelagert worden ist. Hinter diesem Wall liegt in 880—895 m Höhe ein 9,5 km langer, flacher Talboden, der sich nach einer Gabelung noch weitere 4—6 km weit in das Hochgebirge hinein fortsetzt und dabei bis 960 m Höhe ansteigt. Seit Frühling 1937 ist dieser Talboden als Stausee des Elektrizitätswerkes Etzelwerk unter Wasser gesetzt. Vorher trug er ausgedehnte Moore, Flachmoore, stellenweise mit Hochmooraufsätzen, durch die sich die Sihl in vielen Windungen schlängelte und die durch ihren Reichtum an nordischen Pflanzenrelikten berühmt waren. Auch die nähere und weitere Umgebung ist sehr reich an Moorbildungen, deren Entstehung durch das feucht-kühle Klima in hohem Masse begünstigt wird.

Durch Tiefenbohrungen konnte nachgewiesen werden, dass der Talboden aus einem postglazialen, durch den Moränenkranz aufgestauten See hervorging. Dieser See muss eine beträchtliche Tiefe besessen haben, da Tiefenbohrungen von 30—35 m, mit Ausnahme der randnahen Teile, ausnahmslos in den Seeablagerungen steckenblieben und eine Tiefenbohrung bei Eutal im südlichen Talteil in 60 m Tiefe den glazialen Untergrund noch nicht erreichte. Die Auffüllung des Sees geschah in der Hauptsache durch den Schutt der Sihl und der Minster und setzte sich von Süden nach Norden hin fort. Die Flüsse lagerten einen Mergel ab, der deutliche Feinschichtung erkennen lässt. Gegen die Oberfläche hin wird der Mergel sandig und wechsellagert mit Sand, Kies und Lehm. Diese Schichten enthalten reichlich Schwemmholz, das gegen unten hin spärlich wird. Als oberste mineralische Schicht finden wir in der Regel einen Lehm, der, wie oft auch die obersten sandigen Mergel, viele Schilf- und Carex-Rhizome enthält. Indem der Lehm mehr und mehr Pflanzenreste aufnimmt, bildet er den Übergang zum Flachmoortorf. Die Mäch-

tigkeit des letzteren nimmt von Norden gegen Süden von etwa 2,5 m auf 5—7 m zu. Im südlichsten Teile der Moorebene, im Breitried, wurden 9,5 m Torfmächtigkeit festgestellt und in den unterliegenden Lehm- und Mergelschichten noch torfartige Einlagerungen bis in 12,5 m Tiefe gefunden. Die Hochmoore sind nur in den nördlichen Teilen des Mooregebietes, ganz vereinzelt und wenig typisch auch im äussersten Süden (Breitried) zur Ausbildung gekommen. Auch erreicht der Hochmoortorf für gewöhnlich nur die Mächtigkeit von weniger als 0,5 (max. 2,5) m. In den ausserhalb der Sihltalsenke gelegenen Mooregebieten von Hühnermatt, Kungenmoos und Schwantenu ist der Hochmoortorf viel mächtiger.

Im Torfkörper sind Überschwemmungshorizonte eingelagert in der Form von Lehm- oder Gyttjabändchen oder von Flachmoortorf im Hochmoortorfe. Diese Überschwemmungshorizonte sind in der Nähe der Sihl und da und dort auch an den Moorrändern besonders auffallend. Im nördlichen Talgebiet bis in das Lachmoos ist in der Regel nur ein solcher Horizont vorhanden, im südlichen Teile dagegen nimmt die Zahl zu, und das mächtige Profil des Breitriedes (Abb. 9) ist von ihnen ganz durchsetzt.

Der Torf ist gewöhnlich holzarm; doch sind völlig zersetzte Reste von Weichholz (*Betula* und *Alnus*) allgemein verbreitet. An einzelnen Stellen, namentlich der Randgebiete (Roblosen, Hühnermatt), finden sich im Torfe Holzhorizonte mit Stämmen und Strünken von *Picea* und *Pinus* eingeschlossen. Auch *Alnus*- (und *Betula*-)Holzhorizonte sind vorhanden. In der Gegenwart war das Mooregebiet beinahe völlig baumlos und wurde als Streue- und Kulturland genutzt oder abgetorft. Einzelne *Betula*-, *Alnus incana*-*Salix*-Gebüsche oder Bäumchen waren über das Moor zerstreut, und im Hochmoor Schachen hatte sich ein Wäldchen mit *Pinus montana* und *Picea excelsa* erhalten. Etwas reichlicher war das Gebüsch längs der Sihl. Auf dem Schuttkegel des Grossbaches sowie an der Sihl bei Roblosen bildeten Fichten, Grauerlen und Weiden kleine Gehölze (vgl. Taf. 5, 7, 8).

Die randlichen Teile des Moores zeigen eine Überdeckung des Torfes mit Mineralerde, die bis über $\frac{1}{2}$ m mächtig sein kann und sich mehr oder weniger weit in das Moorinnere hinein

erstreckt. Sie ist in der südlichen Hälfte des Moores ausgedehnter als in der nördlichen Hälfte.

Sehr viel bedeutender ist die Überführung der alten, zum grossen Teil vertorfteten Aufschüttungsoberfläche mit neuen Alluvionen im Süden des Moorgebietes. Die Aufschüttung erfolgte vor allem durch die Minster, die hier einen flachen Schuttkegel bis nach Rüti vorgetrieben hat und ihn quer über das Tal hinüber gegen Höpport zu legte. Der Betrag dieser Aufschüttung wurde für das Gebiet nordöstlich von Rüti auf 7—11 m geschätzt. Es sind dabei neben groben Alluvionen auch Mergel und Lehme zum Absatze gekommen. Die oberste Schicht wird im allgemeinen von Mergel und Lehm gebildet. Hinter diesem Schuttkegel, im toten Winkel zwischen Minster, Sihl und Gebirge (Gebiet der Breitrieder) entstand eine mächtige Torfbildung mit vielen Überschwemmungshorizonten, die gegen die Flüsse hin in torfigen Lehm und schliesslich in Lehm und Mergel übergeht.

Die Erklärung der Dynamik dieser Auffüllungsvorgänge bietet keine Schwierigkeiten. Die Auffüllung des Sihlsees begann unmittelbar nach dem Rückzuge des Gletschers. Während sie aber auf den Seitenrändern nur unbedeutende Beträge erreichte, schritt sie von Süden gegen Norden hin sehr kräftig fort. Zuerst wurden die fjordartigen Ausbuchtungen des Sees zugeschüttet, der eine Arm von der Sihl, der andere von der Minster und der Waag. Im Gebiete der Breitrieder verschmolzen die beiden Aufschüttungsebenen; Sihl und Minster vereinigten sich und trugen gemeinsam das Delta weiter gegen Norden.

Die Sihl und die Minster brachten aus den Schiefen der Kreide und des subalpinen Flysch ungeheure Mengen toniger Trübungen, die sich mit dem Kalziumkarbonat als Mergel niederschlugen. In der Nähe der Mündung des Flusses in den See wurden die gröberen Suspensionen abgelagert als sandige Mergel, Sande, Kiese. Diese Reihenfolge ergab sich in vertikaler Richtung für einen bestimmten Punkt, wenn beim Fortschreiten der Auffüllungsvorgänge die Flussmündung näher rückte. In den der Mündung ferner gelegenen Strandgebieten konnte Mergel oder sandiger Mergel bis an die Oberfläche reichen. Da aber der Fluss sicherlich seine Mündung häufig verlegte und die gröberen Fraktionen der

Ablagerung auch durch die Wellendrift längs des Strandes verlagert wurden, so entstand das unregelmässige Mosaik der Ablagerungen verschiedener Art, das wir horizontal nebeneinander und vertikal übereinander im Oberflächengebiete der mineralischen Auffüllung finden. Beinahe überall gelangte nach beendigter Auffüllung bei starkem Hochwasser noch eine tonig-kalkige Deckschicht zur Ablagerung, die sich durch Auslaugung zu Lehm umbildete.

Im untiefen Wasser breiteten sich wurzelnde Pflanzen aus, und ihre Reste mischten sich zuerst in schwächerer und später in herrschender Menge den anorganischen Ablagerungen bei. So entstanden torfige Lehme, lehmige Torfe und schliesslich die Flachmoortorfe. Da, wo diese sich über den Grundwasserspiegel erhoben, wurde der Platz frei für die Ausbildung der Hochmoore.

Die Absenkung des Grundwasserspiegels wurde begünstigt durch die Tiefererosion des Abflusses aus dem ganzen Seegebiete, welche den Seespiegel erniedrigte. Diese langsame Absenkung des in Auffüllung begriffenen Sees führte auch zu einem Gefälle des entstehenden Talbodens von Süden gegen Norden, der von den Breitriedern bis zum Talausgange bei Schlagen auf etwa 6—7 m zu berechnen ist. Nach der Auffüllung des Sees ging die Erosion der Abflussschwelle weiter und die Sihl grub sich in die alte Alluvion ein, bis heute im untersten Teile rund 9—10 m tief, wovon 6—7 m auf den Mineralboden, 2—3 m auf den überliegenden Torf entfallen.

Da das Gefälle des ebenen Talgrundes zur Abfuhr des Geschiebes nicht genügen konnte, so musste gleich nachdem die Auffüllung beendet war, eine neue Aufhöhung stattfinden, die ebenfalls von Süden gegen Norden fortschritt, doch mit grosser Langsamkeit. Weitaus das meiste Geschiebe wurde von der Minster gebracht, die deshalb ihren Talabschnitt am stärksten aufhöhte und ihren Schuttkegel bis nordöstlich Rüti vortrug, wo er im Gebiete der Breitrieder und im anstossenden Tale der Sihl stauend einwirkte und starke Torfbildung sowie in der Nähe von Sihl und Minster in auenwaldähnlicher Umgebung die Bildung mächtiger Lager dunklen, teilweise torfigen Lehmes bewirkte. Vermutlich sind ähnliche Spuren der Aufstauung auch im Tale der stillen Waag, des ruhigen Nebenflusses der Minster, zu finden. Die Auf-

höhung ging sehr ungleichmässig vor sich; die Kiesmassen wurden bald hier und bald dort abgelagert und die entstehenden Zwischenräume nach und nach durch feinere Absätze ausgeglichen. In Ausgleichung des Gefälles entstand auch talabwärts der Kiesmassen eine gegen Norden auskeilende Erhöhung des Bodens. Einzelne starke oder langandauernde Überschwemmungen ergaben die Überschwemmungshorizonte im Torfkörper. Ob sich dabei je wieder offenes Wasser auf längere Dauer seeartig über die ganze Talfläche ausbreitete, lässt sich nicht entscheiden. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass der 30 m breite Abfluss bei Schlagen gänzlich verstopft worden wäre, und wir glauben eher, dass die feingeschichteten Mergel mit den Torfzwischenlagen, die wir im Ausschüttbecken der Minster bis in 893,5 m Höhe gefunden haben, in einem lokalen Tümpel zur Ablagerung gelangten, wenn nicht schon starke Hochwasser zu ihrer Bildung genügten.

Auch die grösseren Seitenbäche, die bei der Auffüllung des Sees stark zurückgetreten waren, verlängerten ihre Schuttkegel in die offene Ebene hinaus, insbesondere der Grossbach. In einer späten Zeit wurden von vielen Stellen aus die Ränder des Moores mit mineralischem Schutte überführt. Die Hochmoorflächen dagegen verheideten.

Durch die Pollenstatistik wurde versucht, diese geschilderten Auffüllungsvorgänge zu datieren. Die Pollendiagramme, die für die älteren Zeiten durch Aufnahmen in Mooren der Umgebung des Sihltales ergänzt werden mussten, ergaben nachstehende Waldfolge für die Postglazialzeit:

Pinuszeit → Pinus-Coryluszeit → Corylus-Eichenmischwaldzeit → Abieszeit → Abies-Piceazeit → Abies-Picea-Faguszeit → Picea-Pinuszeit. Die Oberflächenproben zeigen eine ausgesprochene Picea- oder Picea-Pinus-Dominanz, mit sehr wenig Abies und Fagus. Im Eichenmischwaldpollen herrscht *Tilia cordata*. Von der Haselzeit an aufwärts nimmt *Alnus (incana)* in vielen Spektren einen wesentlichen oder dominanten Anteil. Die Alnuskurve schwankt aber sehr stark und unregelmässig. Betulapollen ist stets nur in unbedeutendem Umfange vorhanden, und wo er stärker vortritt, handelt es sich in der Regel um Pollen von *Betula nana*. Gramineenpollen macht im Oberflächenniederschlag im Mittel 82 % des Baumpollens aus, in den unterliegenden Torfen nur

noch wenige Prozent. Getreidepollen wurden nur vereinzelt gefunden.

Innerhalb des Gebietes von Einsiedeln erleiden die Pollendiagramme von Norden gegen Süden kleinere aber gesetzmässige Abänderungen: Die Eichenmischwaldzeit tritt zurück und erscheint schliesslich gänzlich abgeschwächt. Ebenso geht der Anteil des Faguspollens zurück. Dagegen tritt der Anstieg der Piceakurve früher und kräftiger ein. *Picea* bildet in der späteren Abieszeit einen kleinen Gipfel, auf den dann der Anstieg bis zur Dominanz folgt. Diese Veränderungen bei gleichbleibender Höhenlage werden auf die Annäherung an die höheren Alpen zurückgeführt.

Anschliessend an die Pollendiagramme des Gebietes von Einsiedeln werden zwei neue Diagramme vom Zugerberg betrachtet. Diese unterscheiden sich durch den frühzeitigeren Beginn der Torfbildung (*Pinus*-*Betula*zeit) und durch das gänzliche Zurücktreten von *Picea*: Auf die Abieszeit folgt eine ausgeprägte Faguszeit, die erst im obersten Horizont durch Dominanz von *Abies*, *Pinus* und *Alnus* abgelöst wird.

Durch Vergleich der Diagramme von Einsiedeln mit denen vom Zugerberg und des schweizerischen Mittellandes wird versucht, für die Waldzeiten des Einsiedeln-Gebietes eine absolute Chronologie durchzuführen. Die *Pinus*zeit wird ins ausgehende Palaeolithikum verlegt, die *Corylus*zeit (vielleicht einschliesslich der *Corylus*-Eichenmischwaldzeit) ins Mesolithikum, die Abieszeit einschliesslich des *Picea*-Aufstieges in das Neolithikum, die Faguszeit in die Bronzezeit. Die der Fagusdominanz vorausgehende erste *Picea*dominanz kann jüngstes Neolithikum oder ältere Bronzezeit sein. In der Bronzezeit gelangen wir in der Mehrzahl der Diagramme bereits nahe an den Schluss der Torfbildung; im Breitried und Todtmeer dagegen ging sie bis gegen die Gegenwart hin fort, und hier glauben wir in den jüngeren Teilen des Pollendiagrammes bereits den Einfluss der rodenden Tätigkeit des Menschen zu erkennen, die während langer Zeit sich für *Fagus* in einer konservierenden und begünstigenden Weise auswirkte.

Die Übertragung der pollenstatistisch gefundenen Ergebnisse auf die Auffüllung des alten Sihl-sees lässt uns die ältesten Auffüllungsschichten am Süden des breiten Talbodens, in den Breitriedern finden. Dort bildeten sich

die ältesten torfartigen Schichten in der Pinus-Coryluszeit in einer offenen, der Überschwemmung mit tonigem Material ausgesetzten Lagune, und am Ende der Corylus-Eichenmischwaldzeit trat zusammenhängende Torfbildung ein, die das Ende der Seeauffüllung in diesem Gebiete anzeigt. Noch ältere Daten wären in den südlich anschliessenden Talebenen von Sihl und Minster-Stille Waag zu erwarten.

Von den Breitriedern schritt die Auffüllung, ganz im Sinne der früher gebrachten theoretischen Erwägungen gegen Norden hin fort. Bei Eutal (Bohrung Nr. 11) war die Auffüllung bereits in der frühen Abieszeit (Abies-Eichenmischwald) beendet. Während der Abieszeit und des Piceaufstieges schritt sie bis gegen die Höhe von Willerzell fort, und ihren Abschluss fand sie in der Abies-Piceazeit. Bei den Tiefenbohrungen wurden keine älteren Schichten als älteste Abieszeit (= Abies-Eichenmischwaldzeit) angetroffen (Steinbach). In der Abieszeit, die wir dem Neolithikum gleichsetzten, machte also die Auffüllung des Sees, soweit die völlige Zuschüttung in Betracht kommt, die stärksten Fortschritte. Die aufgefüllte Fläche ist mehrmals grösser als der seit dem Ende der Föhrenzeit verlandete Seeteil. Wir erhalten den Eindruck einer starken Zunahme der Schutzzufuhr in der Abieszeit (Abb. 19).

Die Überdeckung des primären Talbodens im Gebiete der Breitrieder und zwischen Rüti und Höpport setzte wahrscheinlich in der frühen Abieszeit ein und machte in der Abies-Piceazeit starke Fortschritte. Die von den Seiten her erfolgende Überschüttung des Torfes mit Mineralerde erfolgte seit der Abies-Picea-Faguszeit.

Die Torfbildung wurde in den Mooren ausserhalb des Talbodens im wesentlichen in der Buchenzeit (= Bronzezeit) abgeschlossen; in den Mooren des Talbodens bildete sich auch in der Folgezeit noch neuer Torf, doch sehr langsam. In einzelnen Hochmooren scheint auf die in der Abies-Piceazeit oder Abies-Picea-Faguszeit erfolgte Bewaldung in der Nach-Buchenzeit ein neues Wachstum erfolgt zu sein, vielleicht in Parallele zu dem Überschwemmungshorizont der Flachmoore des nördlichen Gebietes. Bis in die Gegenwart wurden nur in den fortschreitender Stauung ausgesetzten Gebieten, also vor allem in den Breitriedern, bedeutende Torfmengen gebildet. Der Hauptteil des Sihltalbodens war auch ohne die menschliche Einwirkung seit vielen Jahrhunderten

durch die Tieferlegung der Abflussschwelle und das damit verbundene Einschneiden des Sihllaufes einer fortschreitenden Entwässerung unterworfen.

Die Betrachtung der Abflussverhältnisse aus dem Sihltale ergibt, dass von den drei vorhandenen Öffnungen die Geissweidlücke in der Postglazialzeit niemals als Abfluss funktionieren konnte. Die Hühnermattlücke verlandete mindestens teilweise bereits in der Föhrenzeit. Ein Streifen war aber in der Abieszeit offen, und es ist anzunehmen, dass entweder bis in diese Zeit, wenigstens bei Hochwasser, ein Teil des Abflusses durch diese Lücke erfolgte oder wahrscheinlicher, dass die Hühnermattmulde in der älteren Postglazialzeit vom Sihltale völlig abgetrennt war und in der Abieszeit ein katastrophentypischer Durchbruch vom Sihlsee her erfolgte, durch den während einiger Zeit Wasser ausfloss. Seit der Abieszeit kommt als Ausfluss nur noch die Öffnung bei Schlagen in Betracht; ihre frühere Bedeutung ist uns unbekannt. Sie funktionierte, nach den Verhältnissen des unterhalb Schlagen anstossenden Stückes des Sihllaufes zu urteilen, bereits in früherer Zeit.

Eine Sondierung im Alptale zeigte dort eine von Süden gegen Norden abfallende Terrasse, die vielleicht als glaziale Stauseebildung aufgefasst werden kann. Die untersten Teile, in der Nähe von Einsiedeln, weisen ein bedeutend geringeres Gefälle auf und waren wahrscheinlich bis ins frühe Postglazial vom Wasser des Stausees zugedeckt. In diese Terrasse hat die Alp ihren Lauf um etwa 12—15 m eingetieft. Auf den untern Teilen der Terrasse (Böswies, Küngenmoos) begann die Torfbildung in der Föhrenzeit; im Finkenmoos, das auf halber Höhe zwischen der Terrasse und dem heutigen Flussbett gelegen ist, entstand der älteste Torf in der Abies-Piceazeit, der darunter liegende mächtige Lehm in der Abieszeit.

Es stellt sich noch die Frage, ob die Ergebnisse unserer Untersuchung Anhaltspunkte für postglaziale Klimaänderungen bieten. Wir glauben, dass man in diesem Sinne deuten kann: Das Aufkommen des Abieswaldes für ein Feuchterwerden des Klimas; die Ausbreitung von *Picea* für ein Kühlerwerden (doch sind hier ebenfalls Bodenverschlechterungsvorgänge durch die Bodenreifung im humiden Gebiete in Betracht zu ziehen); die

vorübergehende Ausbreitung von Fagus (Abies-Picea-Faguszeit) für ein Trockenerwerden, das hier keine starken Ausmassen annahm. Wahrscheinlich ist in einzelnen Fällen auch die Schwankung der Alnuskurve mit Klimaschwankungen in Zusammenhang zu bringen, so namentlich der Alnus-Rückgang am Ende der Corylus-Eichenmischwaldzeit (Überschwemmung von Talböden, die mit Alnuswäldern bestanden war). Auffallend ist unter diesem Gesichtspunkt auch die Parallelität der Kurvengipfel von Alnus und Fagus. Wahrscheinlich ist auch die starke Zunahme der Seeauffüllung in der Abieszeit und das gleichzeitige starke Vorstossen des Schuttkegels der Minster die Folge von vermehrten oder katastrophal erfolgenden Niederschlägen. Ebenso kann die vermutete Neubelebung der Torfbildung nach der Bronzezeit (Versumpfung der Fichtenwälder im Hühnermattmoor (und Roblosen?) die Folge eines neuen Feuchterwerdens des Klimas sein. Doch scheint wenigstens in den zentralen Hochmoorgebieten auch während der Buchenzeit starke Bildung von Torf stattgefunden zu haben (vgl. das Diagramm vom Todtmeer, Abb. 6).



Fliegerbild des Sihlhochtales bei Einsiedeln von Studen und Unterberg bis Schlagen (Sihlseegebiet), Maßstab 1:25 000.

Wir erkennen den geschlängelten Lauf der Sihl. Bei Steinbach, Eatal und Höport abgesechnittene Schlingen als Altwasser. Der breite Lauf der Münster (Kiesfelder) im Gegensatz zum schmalen Laufe der oberen Sihl. Im nördlichen Teil die zahllosen Torfstiche der im Abbau befindlichen Hochmoore. Im mittleren und südlichen Teil neben Futterwiesen und Streueriedern die schachbrettartig angeordneten Äckerchen (besonders schön in den Breitriedern).

Aufgen. v. d. Eidg. Vermessungsdirektion.



Abb. 1. **Fliegerbild des Sihlseegebietes** von Nordwesten gegen Südosten
(vom See fehlt nur ein kleines Stück). phot. Photopress, 1937
Rechts Einsiedeln. Darüber Freiherrenberg und nach links, am Rand des Sees, der flache Moränenzug
über Hühnermatt nach Waldweg und Schwantenu. Gegen den vorderen Bildrand rechts Strasse nach
Bennau, links im Schatten Strasse und Bahn nach Biberbrück. Über den See Brücken von Willerzell
und Steinbah. Im Hintergrund Quellgebiet der Sihl und darüber hinaus Glarnerhochalpen.



Abb. 2. **Südende des Stausees** von Norden gegen Süden gesehen. phot. W. Marthaler, IX. 1937
Vorn links Ebene von Eutal. Mitte links Mündung der Sihl, rechts Mündung der Minster, dazwischen
Breitrieder und alter Minsterlauf. Nach hinten Blick in die fjordartigen oberen Talböden.
Im Hintergrund Drusberg.



Abb. 1. **Durchbruch der Sihl in den Schlagen** nach abwärts gesehen.
Stelle der Staumauer. phot. W. Marthaler, V. 1934

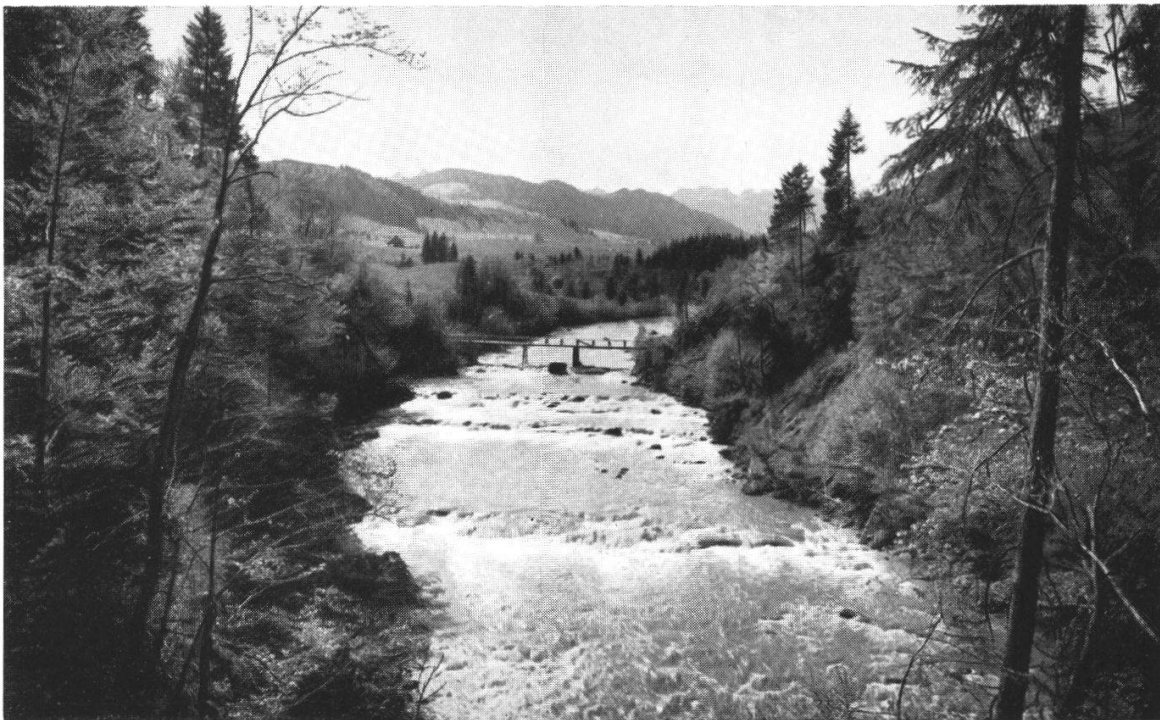


Abb. 2. **Durchbruch der Sihl in den Schlagen** nach aufwärts gesehen.
Hinten Ebene gegen Willerzell. phot. W. Marthaler, V. 1934

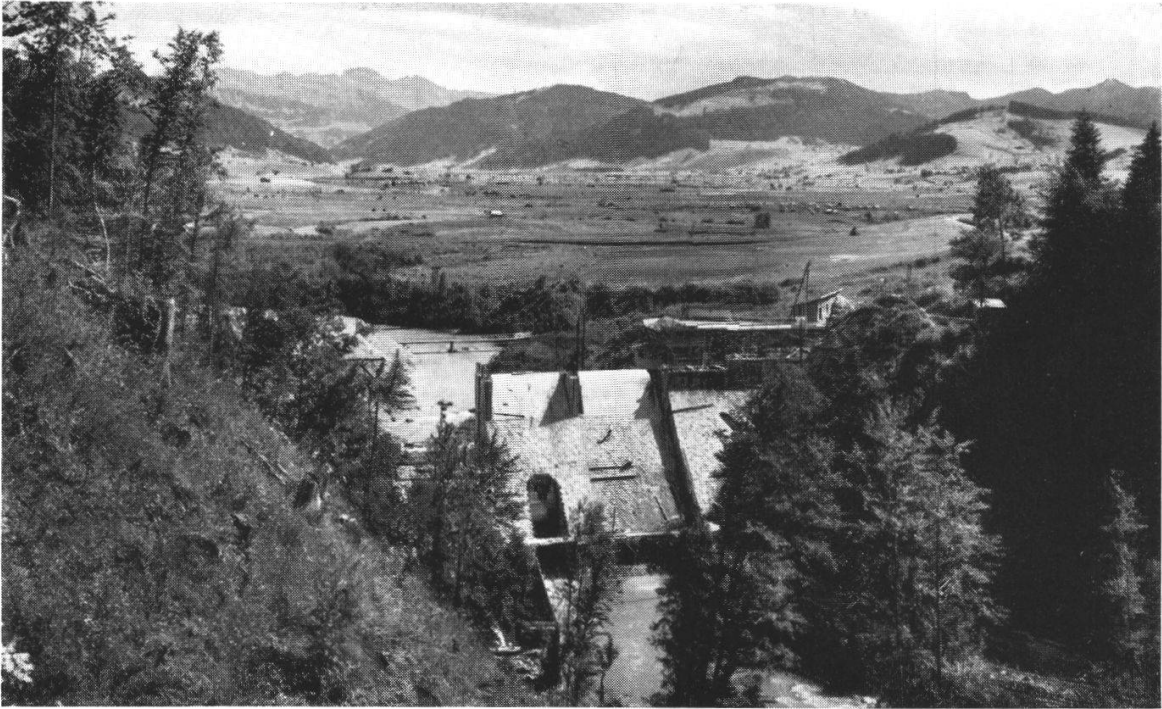


Abb. 1. **Staumauer in der Schlagen im Bau.**
Dahinter die Moerebene, links Sihl mit alter Brücke. phot. W. Marthaler, VII. 1936



Abb. 2. **Staumauer in der Schlagen fertiggestellt und See aufgestaut.**
Im Hintergrunde Drusberg. phot. W. Marthaler, X. 1937



Abb. 1 und 2. **Nördlicher Moorteil vom Sonnberg bei Willerzell gegen Westen, vor und während der Aufstauung.** phot. W. Marthaler, 4. IV. u. 29. IV. 1937
Links Brücke von Willerzell und darüber Freitherrenberg, rechts die Talaustränge von Geissweid (gegen Bildrand) und Schlagen (mit Staumauer). Hinten vom Freitherrenberg gegen Schlagen die flache Moräne, die gegen das Alptal abschliesst (mit Häusern). Hintergrund links Samstagern-Grat, mitte Hohe Rone, rechts Etzel. Durch das Tal schlängelt sich in Windungen die Sihl. Bei der Aufstauung treten die nicht abgebauten Hochmoorkomplexe als Inseln hervor.

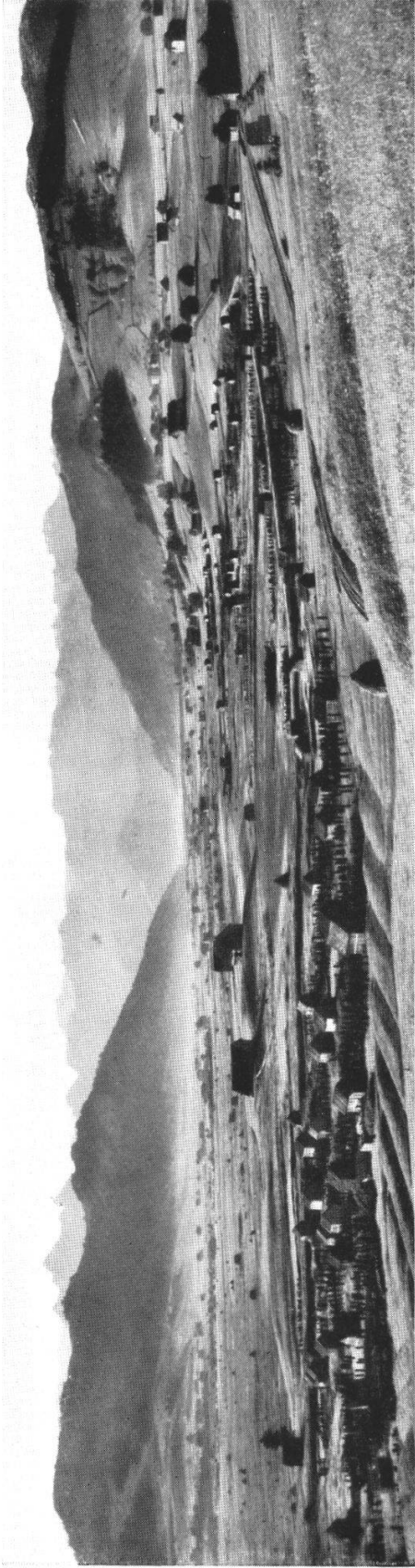


Abb. 1. **Blick von der Langmatt über die Moorebene gegen Süden.**

Im Vordergrund die Hühnermattmulde mit Torfhütten und zum Trocknen aufgeschichteten Torfziegeln. Links durch flache Moräne (2 grosse Bauernhäuser) gegen die Sihlebene abgetrennt. Rechts Hühnermattlücke und dahinter die Hochfläche Künigenmoos-Birchli.

phot. W. Marthaler, VI. 1934

Abb. 2. **Sihlschlinge bei der Brücke nach Willerzell** (auf Tafel 5, Abb. 2 links aussen).

phot. W. Marthaler, IV. 1937

Blick von Nordwesten gegen Südosten. Rechts das Strässchen. Im Hintergrund die Ortschaft Willerzell.



Abb. 1. **Blick vom Freiherrenberg gegen Südosten in den mittleren Moorteil.**

phot. W. Marthaler, V. 1930

Im Vordergrund Gross, in der Bildmitte das bewaldete Delta des Grossbaches. Dahinter die Enge von Steinbach und Blick in den südlichen Moorteil. Im Hintergrunde vortretend (über Eutal) der Fluhberg.



Abb. 2. **Aufstauung im Todtmeer.**

phot. W. Marthaler, V. 1937

Im Vordergrund verheidetes Hochmoor (Vaccinium- und Calluna-Zwerggesträuchs, Polytrichum-Polster).



Abb. 1. **Hochmoor Schachen gegen Südosten.**

phot. Arn. Heim, 1901

Im Vordergrund Bestände von *Trichophorum caespitosum* und *Rhynchospora alba* mit *Pinus mugo*-Büschen. Mitte Hochmoorwald. Hintergrund Eingang zum Tal des Rickenbaches, Aubrig.



Abb. 2. **Im Hochmoorwald Schachen** (*Pinus montana*, *Picea excelsa*, *Betula pubescens*).

phot. Arn. Heim, 1901



Abb. 1. **Tiefenaufschluss im Ausschüttbecken der Minster.**

phot. W. Lüdi, X. 1936

Oben Lehm und Mergel (dunkel), darunter Kies (ca. 2 m) → Mergelband (30 cm) → Kies → Mergel (ganz unten).



Abb. 2.

Einzelbild aus dem Ausschüttbecken der Minster: Feinschichtung im oberen Mergel.

phot. W. Lüdi, X. 1936.