

Pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach (Kt. Luzern)

Autor(en): **Müller, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich**

Band (Jahr): **- (1949)**

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-377527>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Pollenanalyse sogar den Vorgang der Weidegewinnung weitgehend verfolgen läßt. Der Gedanke liegt nahe, daß die Pollenanalyse durch methodische Vervollkommnung zu einem hervorragenden Hilfsmittel der historischen Sukzessionsforschung werden kann.

Diese Untersuchung wurde wie die vorhergehende im März 1949 in einem pollenanalytischen Kolloquium vorgelegt, das Herr Direktor Dr. W. Lüdi in dankenswerter Weise am Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel veranstaltete. Ihm und Herrn Prof. Rübel danke ich herzlich für das Interesse und die Publikation in diesem Bericht.

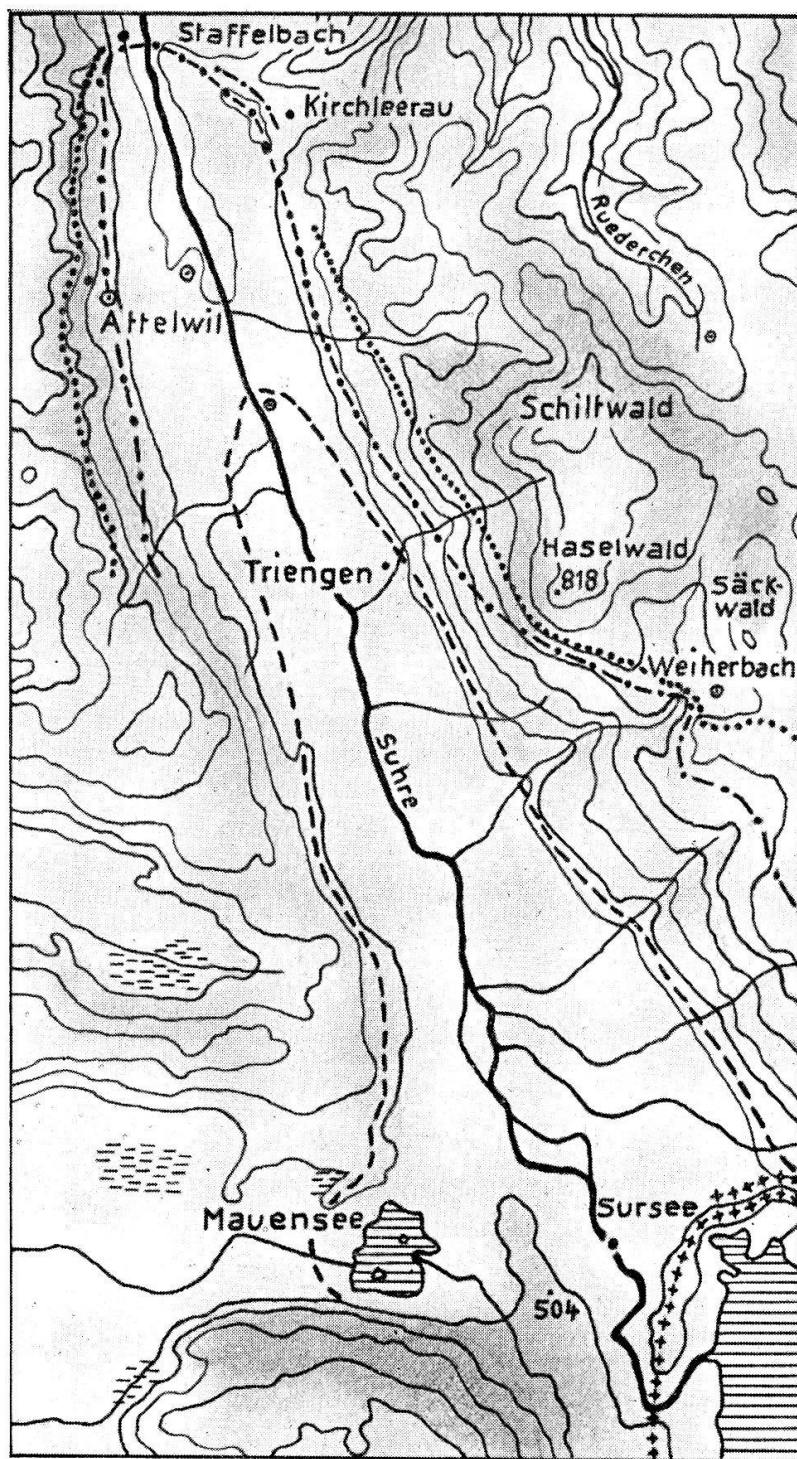
POLLENANALYTISCHE UNTERSUCHUNGEN IN EISZEITLICHEN ABLAGERUNGEN BEI WEIHERBACH (KT. LUZERN)

Von *Paul Müller*, Schiltwald (Aargau)

Während der letzten, der Würmeiszeit, floß ein Arm des Reußgletschers durch das Suhrental hinab, erreichte bei Staffelbach seinen Höchststand (Abb. 1) und zog sich hernach in zwei Etappen bis nach Sursee hinauf zurück zum zweiten großen Halt, der dem Zürich-Stadium gleichgesetzt wird. In der Gegend von Triengen liegt eine von Schottern bedeckte Zwischenmoräne, die in der Talmitte durchbrochen ist.

Vor den Stirnmoränen findet sich Niederterrassenschotter und daran anschließend, außerhalb der Seitenmoränen, von unten bis in die Gegend von Triengen hinauf Molasse, weiter oben Moränen, teilweise auch Schotter der größten Eiszeit, sodann im Säckwald über Weiherbach zwischen 780 m und 800 m ü.M. älterer Deckenschotter.

Mühlberg, der das Gebiet seinerzeit geologisch untersucht hat, bemerkt in seiner diesbezüglichen Arbeit als auffallende Tatsache, daß in den aargauischen Talschaften, in welchen die Würmgletscher lagen, sich vor den Hauptendmoränenwällen oft zwei oder drei dicht hintereinander liegende schmalrückige kleinere Wälle finden, was anzudeuten scheine, daß sich die Gletscher vor der Ablagerung des Hauptwalles am Ort mit wechselndem Stand ausgedehnt haben müssen. Tatsächlich findet sich auch im Suhrental zwischen Staffelbach und Kirchleerau vor dem Hauptstirnwall ein solches zweites, ungefähr 750 m langes Wallstück.



Äquidistanz = 40 m

Abb. 1 Gesamtübersicht

Maßstab 1 cm = 1 km

Zeichen-Erklärung:

..... Moräne von Würm I
 -.-.-.- Moräne von Würm II

- - - - Moräne vom Stadium Triengen
 + + + + Moräne vom Stadium Sursee
 ⊙ Untersuchungspunkte

Außer diesem ist aber noch bemerkenswerter, daß sich gleichlaufend zur Hauptseitenmoräne eine zweite, höher an den Hügelhängen liegende, vermutlich ältere Seitenmoräne findet. Sie ist weniger stark ausgebildet und öfters von vorspringenden Molasserücken unterbrochen. An ihrem unteren Ende oberhalb Kirchleerau liegt sie 20 m, bei Triengen und Weiherbach durchschnittlich 50 m über der ersten Moräne. Ihr Stirnwall ist nicht feststellbar, außer man nehme an, daß das vorhin erwähnte 750 m lange Wallstück dazu gehöre. Nach rückwärts läßt sie sich nur etwas über Weiherbach hinaus verfolgen.

Weiter stellt der gleiche Forscher fest, daß die Endmoräne bei Staffelbach auf Niederterrassenschotter liege und schließt daraus, daß der Gletscher erst nach dessen Ablagerung seinen Höchststand erreicht habe.

Bei unseren eigenen Untersuchungen haben wir festgestellt, daß die untere Seitenmoräne 2 km oberhalb Staffelbach bei Attelwil, wo sich in einer Kiesgrube ein 15 m tiefer Aufschluß befindet, ebenfalls auf geschichteten Ablagerungen ruht. Diese enthalten außer dünnen Mergelbändern besonders gegen oben auch Bänke aus blockhaltiger Grundmoräne. Da der Hochterrassenschotter am jenseitigen Talhang 100 m höher liegt, handelt es sich wohl kaum um solchen, sondern vermutlich um verschwemmte Moräne oder ebenfalls um Niederterrassenschotter.

Sodann gibt es in der Moränenmulde bei Attelwil einige mehr oder weniger hohe von Mergeln bedeckte Hügel, die mit ähnlichen Erhebungen auf der gegenüberliegenden Seite der Suhre in Verbindung zu stehen scheinen und zusammen eine Art Bogen beschreiben wie bei einer Rückzugsmoräne. Wahrscheinlich handelt es sich um Grundmoränen – Drumline oder um Bänke vom gleichen verschwemmten Material, worauf die vorerwähnte Seitenmoräne liegt. Ihre starke Überlagerung mit Mergel läßt vermuten, daß sich zur Zeit des Gletscherrückzuges in der Moränenmulde das Schmelzwasser zu einem See gestaut hatte, in welchem sich seine Trübe absetzte. Er mag, dem Niveau der Endmoräne bei Staffelbach entsprechend, etwa bis zur Rückzugsmoräne von Triengen hinauf gereicht haben und ist später mit der Vertiefung des Ausfluß-Durchbruches in der Endmoräne vermutlich nach und nach ausgelaufen.

Die Annahme Mühlbergs, der Würmgletscher habe sich während seines Höchststandes zwischen dem Haselwald und dem Säckwald hindurch ins Ruedertal hinüberbewegt und dabei auf dem Haselwald (818 m ü.M.) Moränen abgesetzt, auf dem Säckwald (780 m ü.M.) da-

gegen nicht, beruht wahrscheinlich auf einem Irrtum. Verschiedene Aufschlüsse zeigen nämlich, daß es sich bei den betreffenden Absetzungen um solche aus der großen Eiszeit handeln muß, so auch auf dem Säckwald, wo in einer neuerschlossenen Grube horizontal gelagerter, aber nur wenig verkitteter Schotter abgebaut wird. Nach unserer Ansicht gehen die Moränen aus der Würmeiszeit im Untersuchungsgebiet nirgends viel höher hinauf als bis zu 720 m ü.M.

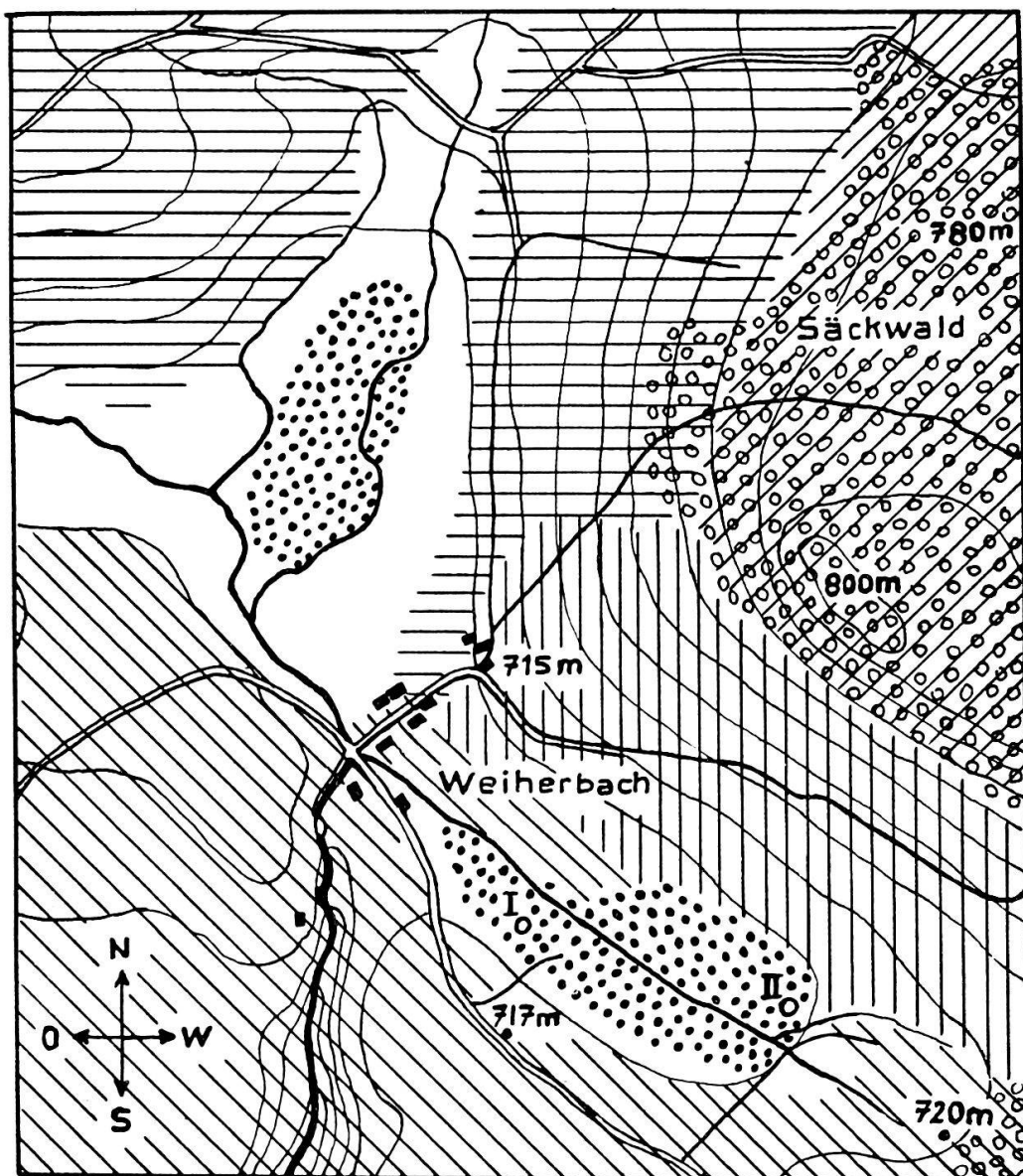
Entsprechend den vorliegenden Beobachtungen ergibt sich nun für die geologische Entwicklung des Suhrentales während der letzten Eiszeit, einer neuen Auffassung gemäß, folgende Übersicht:

Die äußere, höher an den Hängen liegende, ältere Seitenmoräne rührt vermutlich vom ersten Würmvorstoß her und gehört deshalb zu Würm I. Die Schuttmassen aus dieser Zeit liegen im Gebiete des Schiltwaldes zwischen 610 m und 640 m ü.M. auf Hochterrasse und gehen bei ungefähr 720 m ü.M. in Moränen und verschwemmte Moränen der großen Eiszeit über. Offenbar zog sich der Gletscher, nachdem er seinen höchsten Stand erreicht hatte, wieder ziemlich weit zurück, wobei er in der Moränenmulde bei Attelwil Grundmoräne liegen ließ, auf welche sich beim weitem Rückzug auch noch Schotter ablagerten. Als er dann erneut nach Staffelbach = Würm II vorstieß, durchpflügte er diese Ablagerungen, löste sie zum Teil in Drumline auf, und zum Teil setzte er darauf seine Seitenmoränen und die Stirnmoräne ab.

Nach dem Rückzug von Staffelbach = Würm II blieb der Gletscher einige Zeit bei Triengen stehen (Trienger Stadium), schmolz weiter ab, bis er Sursee erreichte und machte dann zum vierten Male halt (Sursee-Stadium).

Weitere Stadien sind aus dem Suhrental nicht bekannt, dagegen weist die Westflanke des Reußgletschers, zu welcher der Suhrental-arm gehört, am Alpenausgang noch zwei jüngere auf, das erste bei Allweg, westlich von Stans (vielleicht Bühl) und das zweite bei Herrenrüte (Engelberg), vermutlich Daun.

Während des ersten Hochstandes des Würmgletschers waren durch das Eis und die Seitenmoränen die kleinen Nebentäler, welche während der letzten Zwischeneiszeit ins Haupttal einmündeten, abgeriegelt und in mehr oder weniger große Staubecken verwandelt worden, worin sich die Bäche mit dem Niederschlagswasser der rückwärtigen Einzugsgebiete sowie die Schmelzwasser des vorbeifließenden Gletschers von Würm II sammelten und ihren Schlamm absetzten.



Äquidistanz = 10 m

Abb. 2 Lageplan Weiherbach

Maßstab 1 cm = 125 m

Zeichen-Erklärung:

 Torf
 Alluvium
 Ablagerung von Würm I
 Bohrpunkte

 Ablagerung der großen Eiszeit
 Älterer Deckenschotter
 Molasse
 Wald

Theoretisch kann nun angenommen werden, die Schlammabsetzung in den Staubecken habe gleich nach deren Bildung begonnen. Die Ablagerungen könnten uns daher, sofern sie ohne Unterbruch stattgefunden

den haben und Blütenstaub enthielten, über eine Vegetationsentwicklung Aufschluß geben, die bereits in der Zeit zwischen Würm I und II ihren Anfang genommen hätte und, wie im Moorgebiet von Weiherbach, mit der beginnenden Haselzeit endete.

Wir haben in der Folge unsere Untersuchungen auf Grund dieser Theorie durchgeführt und bei Weiherbach, 720 m ü. M. (Abb. 2), eine dafür geeignete Örtlichkeit gefunden.

Das bei Weiherbach gestaute Becken ist geteilt. Die südöstliche Hälfte liegt zwischen Moränen von Würm I und Molasse, die von Lehmen bedeckt ist, welche vermutlich während der größten Eiszeit abgesetzt wurden. Die nordwestliche Hälfte liegt zwischen Moränen von Würm I und Moränen der größten Eiszeit. In beiden Mulden gibt es ausgedehnte, stark zersetzte Lager von Flachmoortorf auf Seekreide. Diese Torfe sind im Laufe der Zeit, besonders während der letzten beiden Weltkriege und hauptsächlich im südöstlichen Becken stark abgebaut worden. Auf den abgebauten Flächen breiten sich zum größten Teil Futterwiesen aus. Die Mulden werden durch künstlich geschaffene Gräben entwässert. Diese sammeln ihre Wasser zuletzt in einem größeren Bache, dem Weiherbach, der durch ein mächtiges Tobel hinunter der Suhre zufließt.

Untersucht wurden zunächst die Torfe. Sie sind alle sehr stark zersetzt, erdig und enthalten nur zu unterst auf der Seekreide in einer etwa 0,5 m mächtigen, meist aus Hypnaceen und wenig Seggen gebildeten Schicht Blütenstaub. Später führten wir zwei bis in 6 m Tiefe reichende Bohrungen aus, deren pollenanalytische Untersuchung ergab, daß die tiefsten Absetzungen in einer Weiden- bzw. Artemisiazeit stattgefunden hatten. Bei den letzten Bohrungen, die wir in der Nähe der ersten Bohrlöcher vornahmen, gelangten wir endlich in eine Tiefe von 15 m bzw. 10,5 m, wo wir im Mergel stecken blieben, weil wir uns mit dem verhältnismäßig schwachen Torfbohrer nicht getrauten, noch tiefer zu gehen. Da die überliegende Torfschicht an beiden Orten keinen Pollen oder nur ganz vereinzelt Föhrenpollen enthält, konnte daraus kein Blütenstaub wärmeliebender Bäume, z. B. der Tanne oder auch der Fichte, durch den Bohrer in die Tiefe verschleppt werden; einzig aus dem obersten Horizont vom Bohrpunkt I (Diagramm Weiherbach I, Abschnitt I) mit 13% Haselpollen hätten solche in untere Schichten gelangen können. Wir haben in den Tiefenschichten indessen nur einmal einen Coryluspollen gefunden.

Aus dem beigegebenen Plan (Abb. 2) geht hervor, daß der Bohrpunkt I im unteren Teil der südwestlichen Beckenhälfte etwa 50 m von der Würmmoräne entfernt liegt, wogegen sich der Bohrpunkt II ungefähr 375 m weiter zurück auf der gegenüberliegenden Seite, nahe am Rande der anstehenden Molasse befindet.

An beiden Bohrpunkten steht unter der bis auf 0,5 m abgebauten Flachmoortorfschicht Seekreide an. Ihre Mächtigkeit beträgt beim Bohrpunkt I 2,9 m und beim Bohrpunkt II 0,9 m. Die Seekreide ist fast rein. Nach der Behandlung mit Salzsäure enthält sie meist, außer wenigen Körnchen Sand, nur mehr organische Stoffe. Unter der Seekreide lagert ein bald etwas hellerer, bald etwas dunklerer, olivengrünlich gefärbter, durchgehend gleichmäßig weicher Mergel mit Spuren von Sand. Seine Gesamtmächtigkeit konnte nirgends bestimmt werden; beim Bohrpunkt I wurde er bis in eine Tiefe von 15 m, beim Punkt II bis in eine solche von 10,5 m angebohrt. Beim Bohrpunkt I ist der eingelagerte Sand etwas gröber als beim Punkt II. Auch findet sich beim Bohrpunkt I in 6,40 m, 8,80 m und 12,50 m Tiefe je eine 10–15 cm dicke, fast reine Sandschicht. Vermutlich wurde dieser Sand von der in der Nähe liegenden Moräne her eingeschwemmt.

Die für die pollenanalytische Untersuchung benötigten Mergel- und Seekreideproben wurden der Kanne des Bohrers jeweilen in Abständen von 10 cm entnommen.

Für die Aufbereitung verwendeten wir durchweg ungefähr 1 cm³ bergfeuchtes Material. Die Mergel wurden zuerst mit Salzsäure, hernach mit Flußsäure, die Seekreide zuerst mit Salzsäure und hierauf mit 10%iger Kalilauge und die Torfe mit Kalilauge behandelt.

Durch schichtmäßiges Spalten, Zerbröckeln und Zerfasern von Torfziegeln konnten verschiedene Blattreste, Knospen und Früchte von Bäumen festgestellt werden, und bei der Durchsicht der Pollenpräparate ließen sich aus den Zellgewebefetzen, den Sporen und Pollen sowie aus den tierischen Resten weitere Pflanzen und Kleintiere, die ehemals im Gebiete heimisch gewesen sein müssen, mehr oder weniger einwandfrei bestimmen.

Die zum Diagramm Weiherbach I gehörende Liste umfaßt folgende Arten:

1. Im zersetzten Torf bis zu 40 cm Tiefe:

Sphagnum medium (Blätter), *Sphagnum subsecundum* (Blätter), *Chrysohypnum stellatum* (Blätter), *Calliargon sarmentosum* (Blätter), *Acrocladium cuspidatum*

(Blätter), *Athyrium filix femina* (Sporen), *Dryopteris thelypteris* (Sporen), *Dryopteris filix mas* (Sporen), *Dryopteris austriaca* (2 × Sporen), *Polypodium vulgare* (Sporen), *Equisetum limosum* (Rhizome mit umscheideten Stengelteilen), *Equisetum palustre* (Stengel mit Scheiden), *Selaginella selaginoides* (Sporen), *Pinus silvestris* (Zapfen und Nadeln mit 12 Harzgängen), *Pinus montana* (Nadeln mit nur 6 und weniger Harzgängen, keine Zapfen), *Typha* spec. (Blattreste), *Carex* spec. (Früchte und Radizellen), *Salix* spec. (Pollen), *Popula tremula* (Blattknospen), *Corylus avellana* (Nüsse und Pollen), *Betula verrucosa* (Früchtchen und Samen), *Betula nana* (Pollen), *Alnus* spec. (Holzreste und Pollen), *Quercus* spec. (Blattreste und Pollen), *Ulmus* spec. (Pollen), *Nymphaea alba* (Pollen, vereinzelt), *Nuphar luteum* (Pollen hfg.), *Acer platanoides* (Früchte), *Tilia platyphyllos* (Früchte), *Tilia cordata* (Früchte, seltener), *Menyanthes trifoliata* (Samen), *Staurostrum* (dreiarstig), Kieselalgen (verschiedene Arten, nicht bestimmt), *Alona quadrangularis*, *Camptocercus rectirostris*, *Rhynchotalona rostrata*.

2. In der darunter liegenden Moostorfschicht in 40–50 cm Tiefe:

Calliergon cordifolium (Blätter hfg.), *Calliergon giganteum* (Blätter hfg.), *Calliergon sarmentosum* (Blätter hfg.), *Scorpidium scorpioides* (Blätter), *Dryopteris thelypteris* (Sporen), *Dryopteris filix mas* (Sporen), *Equisetum palustre* (Rhizome mit Stengeln), *Selaginella selaginoides* (Sporen), *Pinus silvestris* (Nadeln mit 12 Harzgängen), *Pinus montana* (Nadeln mit 0–6 Harzgängen), *Eriophorum vaginatum* (Zellgewebe), *Carex* spec. (Radizellen), *Salix* spec. (Pollen), *Corylus avellana* (Pollen, selten), *Betula* spec. (Pollen und Holzreste), *Alnus* spec. (Pollen und Holzreste), *Menyanthes trifoliata* (Samen).

3. In der Seekreide (Föhrenzeit, 50–260 cm):

Hypnum spec. (Blattreste), *Dryopteris thelypteris* (Sporen), *Dryopteris filix mas* (Sporen), *Pinus silvestris* (Nadeln mit 12 Harzgängen), *Pinus montana* (Nadeln mit 0–6 Harzgängen), *Caryophyllaceen* (Pollen, selten), *Limnaea ovata* (stellenweise, meist nicht hfg.), *Bythinia dentaculata* (überall ziemlich hfg.), *Planorbis planorbis* (überall hfg.), *Sphaerium corneum* (überall ziemlich hfg.).

4. In der Seekreide (Birkenzeit, 260–320 cm):

Hypnum spec. (Blattreste ziemlich hfg.), *Gramineen* (Pollen bei 320 cm sehr hfg.), *Carex* spec. (Radizellen, dann und wann), Kieselalgen (verschiedene Arten, nicht hfg.).

5. Im Mergel (320–560 cm):

Hypnum spec. (Blattreste hfg.), *Drepanocladus fluitans* (Blatt), *Philonitis* spec. (Blatt), *Dryopteris filix mas* (Sporen 2 ×), *Gramineen* (Pollen hfg. bis sehr hfg.), *Carex* spec. (Radizellen, dann und wann), *Epilobium* spec. (Pollen), *Caryophyllaceen* und *Compositen* (Pollen, verschiedene Arten), *Alona quadrangularis* (selten), Kieselalgen (verschiedene Arten, nicht hfg.).

6. Im Mergel (560–1500 cm):

Hypnum, spec. (Blattreste n. hfg.), *Dryopteris thelypteris* (Sporen 1 ×), *Dryopteris filix mas* (Sporen 1 ×), *Gramineen* (Pollen, n. hfg.), *Carex* spec. (Radizellen dann und wann).

Schon von Anfang an konnten wir im Mergel beider Bohrungen mehr oder weniger häufig Zellgewebefetzen von Nadelholz mit Tracheiden feststellen. Vermutlich waren sie aus der Moräne eingeschwemmt worden und rührten von

Nadelbäumen her, welche der vorrückende Gletscher unter sich begraben und zerrieben hatte. Sie hören etwa einen Meter vor dem obern Ende der Mergelablagerungen auf.

Messungen, die wir von Zeit zu Zeit an Pinuspollen vornahmen, ergaben durchweg ein Vorherrschen des kleinen Blütenstaubtyps von *Pinus silvestris*. Pollen von der Größenordnung der *Pinus montana* waren selten. Föhrenzapfen, die aus der Moostorfschicht stammten, welche der Seekreide unmittelbar aufliegt, sowie die übrigen Föhrenzapfen, die wir fanden, gehören alle zu *Pinus silvestris*; dagegen konnten Nadeln mit nur 0–6 Harzgängen, die als von *Pinus montana* herrührend zu betrachten sind, verschiedentlich festgestellt werden. Der kleine Birkenblütenstaub des älteren Abschnittes ist wahrscheinlich zu *Betula nana* zu stellen, während der größere Pollen im jüngern Abschnitt zur Hauptsache von baumförmigen Birken eingestreut worden sein dürfte. Der weidenähnliche Blütenstaub rührt wahrscheinlich zum größten Teil von *Artemisia spec. her.* Erwähnen müssen wir noch einen kleinen kugeligen Pollen von 18–21 μ Durchmesser (Abb. 3, A), welchen wir nicht bestimmen konnten, der aber vermutlich aus der Familie der Nelkengewächse (*Caryophyllaceen*) stammt und mit demjenigen von *Artemisia* und *Helianthemum* zusammen so regelmäßig in jedem Horizont erschien, daß wir seine Verbreitung in einer besondern Caryophyllaceenkurve zur Darstellung brachten.

Beide Diagramme zerfallen in zwei deutlich voneinander getrennte Abschnitte, einen älteren und einen jüngeren, die im Diagramm I durch den Horizont bei 560 cm und im Diagramm II durch denjenigen von 820 cm geschieden werden. Der ältere ist durch das Miteinander-Vorkommen von *Pinus*, *Picea* und *Abies*, der jüngere durch das Zusammengehen von *Pinus* und *Betula* ausgezeichnet.

Die von Dr. W. Lüdi geäußerte Ansicht, der ältere Abschnitt sei vermutlich interglazial, der jüngere bilde daher kaum dessen unmittelbare, ununterbrochene Fortsetzung und es müsse wahrscheinlich

Abb. 3. Zeichen-Erklärung

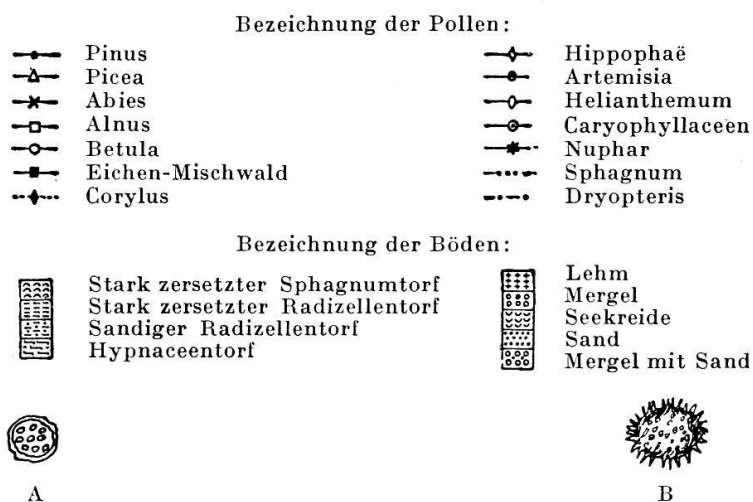
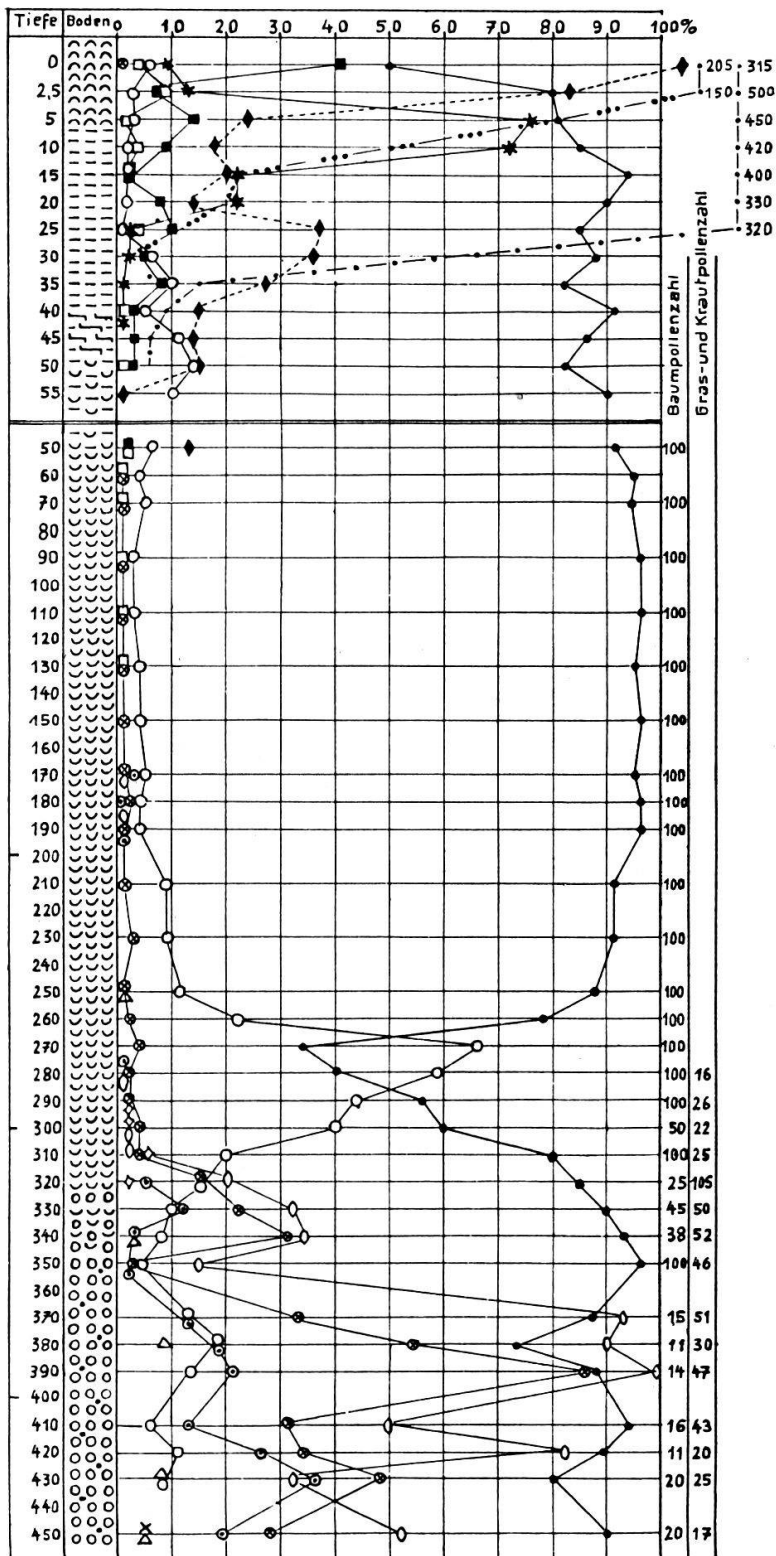


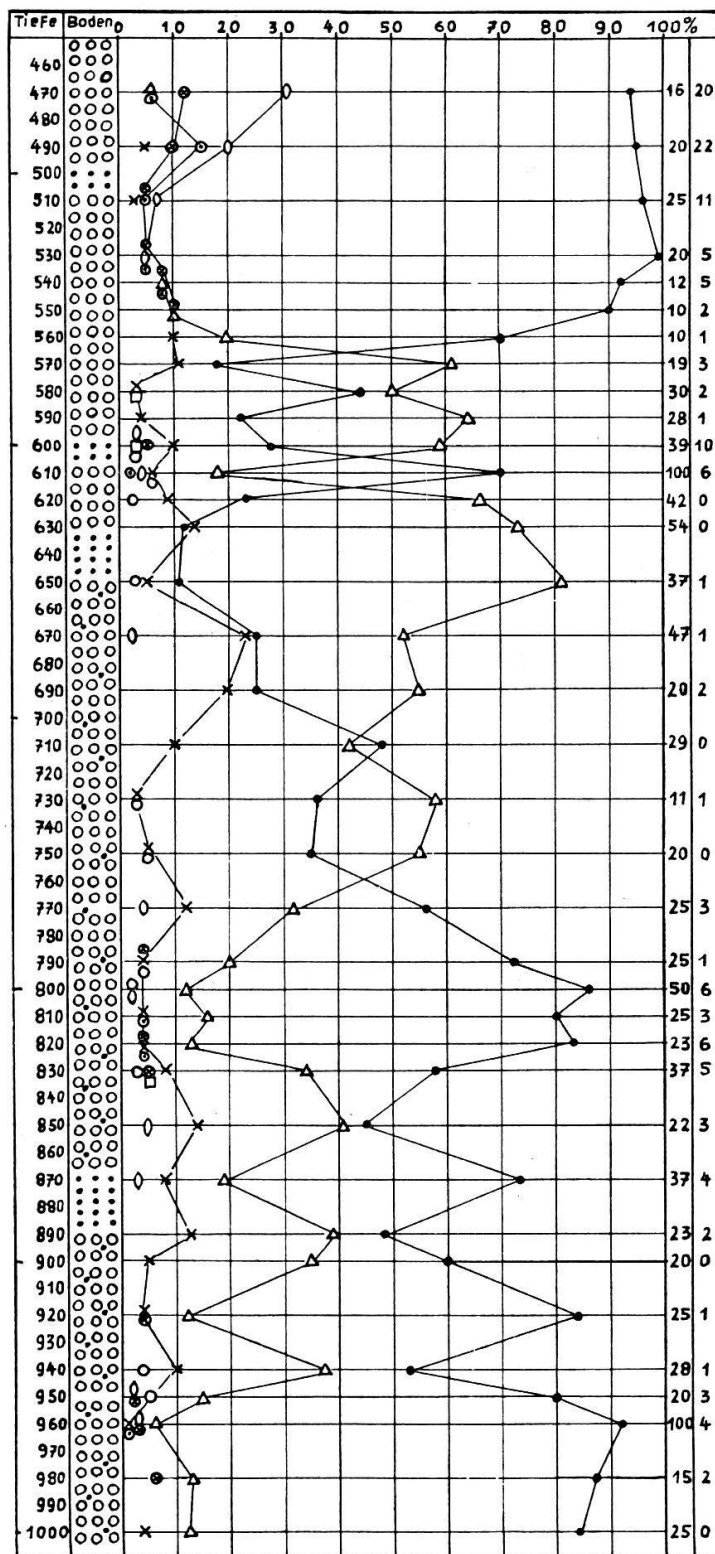
Abb. 4. Diagramm Weiherbach I, Abschnitt 1



Würm III
Gschnitz

Bühlstadium

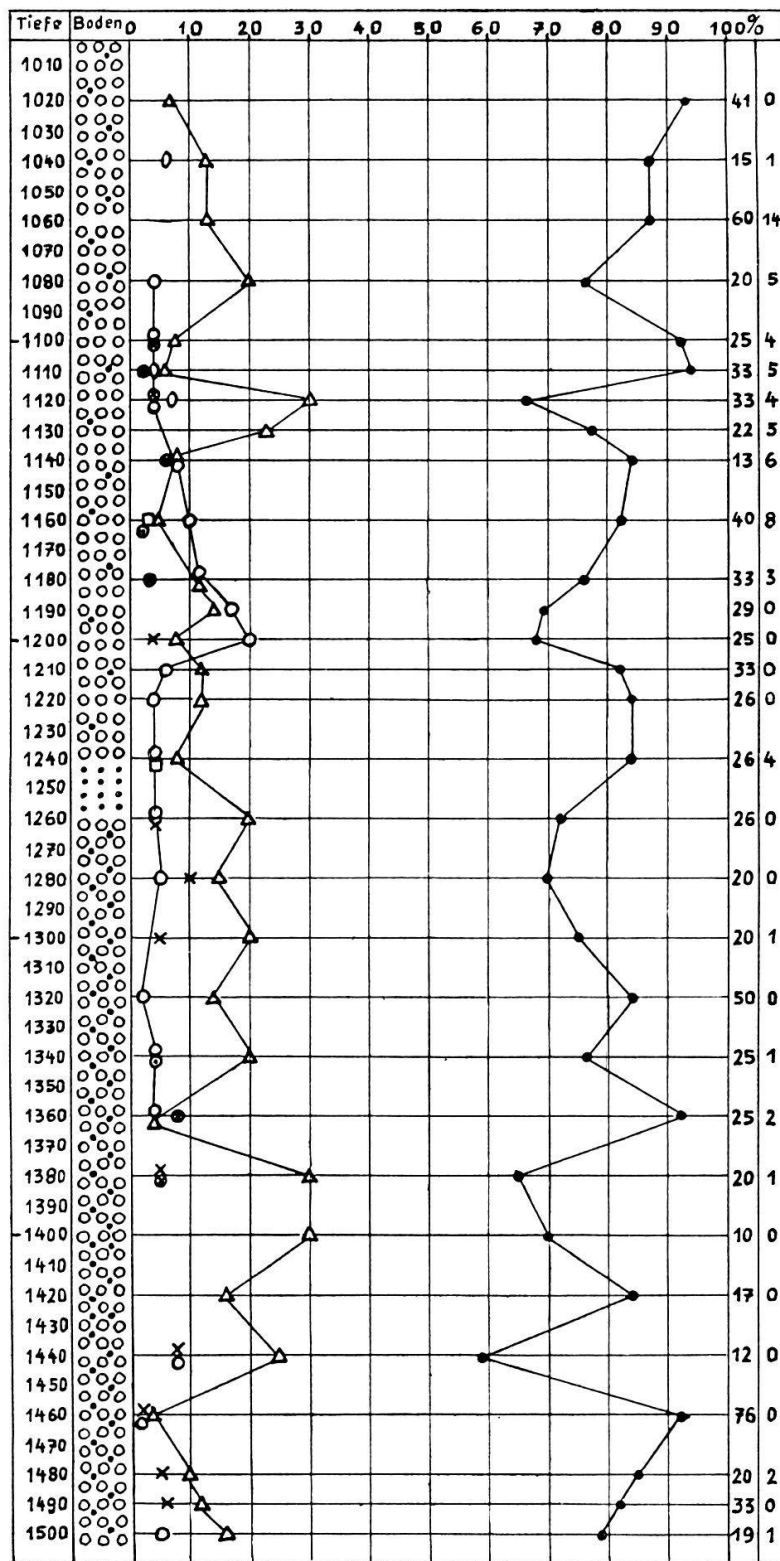
Abb. 5. Diagramm Weiherbach I, Abschnitt 2



Stadium von
Sursee

Stadium von
Triengen

Abb. 6. Diagramm Weiherbach I, Abschnitt 3



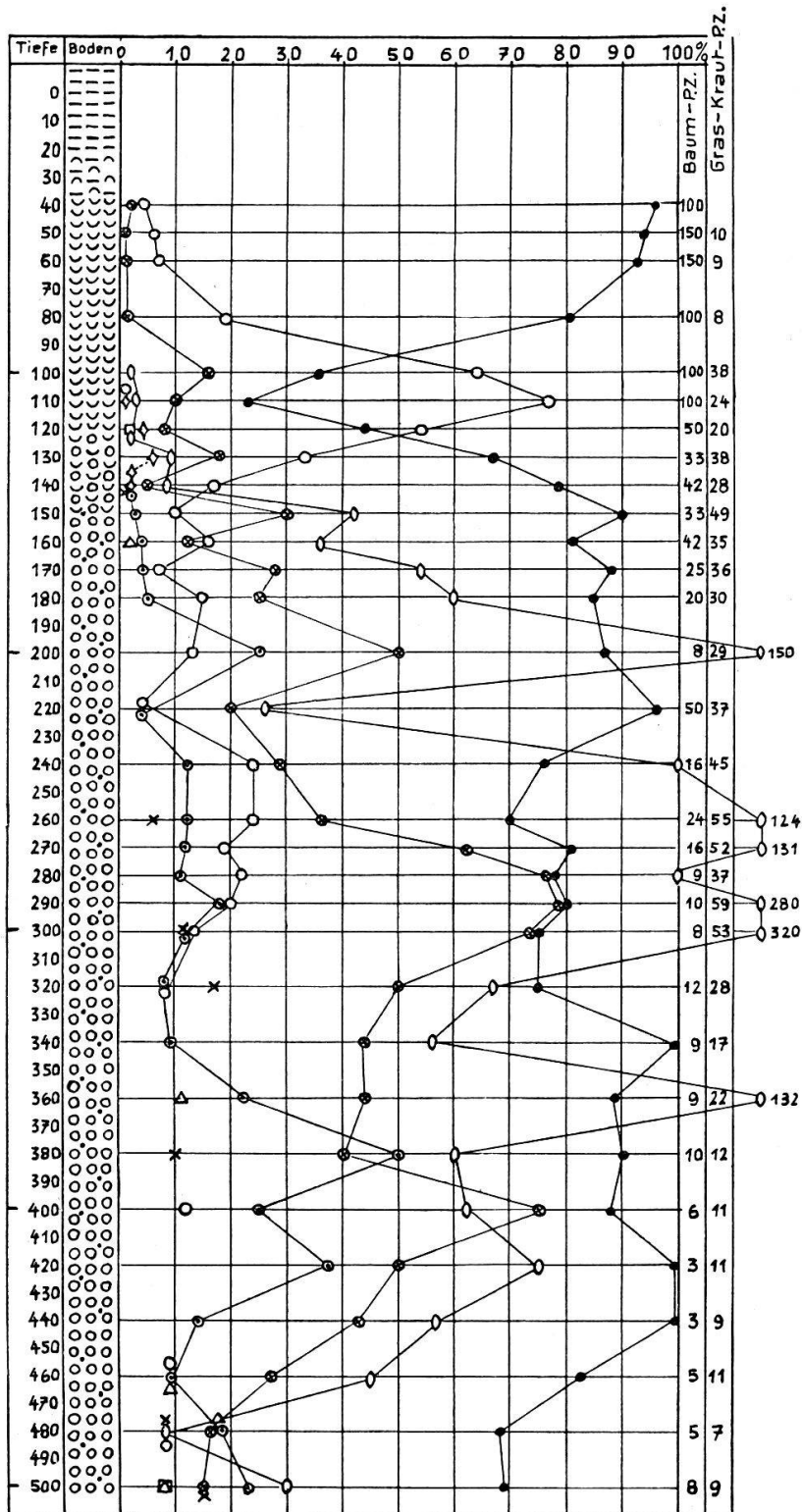
Wurm II
Staffelbach

zwischen beiden Absetzungen eine Aufbereitungsschicht liegen, führt zu folgender Überlegung: Wenn die Annahme, daß die älteren Mergelabsetzungen aus einer Zwischeneiszeit herrühren, richtig wäre, dann müßten sie, sofern sie aus der ersten oder zweiten Zwischeneiszeit stammten, während der großen Eiszeit mit Gletscherschutt überführt und versenkt worden sein; denn das Gebiet ist weit herum mit Schottern und verschwemmter Moräne aus dieser Zeit bedeckt. Stammten sie aber aus der letzten Zwischeneiszeit, dann hätte der Würmgletscher, dessen Eis doch dicht am Rande des Staubeckens gelegen haben muß, dieses bei seinem Abschmelzen sehr wahrscheinlich überschwemmt und darin Moränenmaterial abgelagert.

Trotz aller Aufmerksamkeit, die wir den Bohrkernen an dieser entscheidenden Stelle schenkten, konnten wir doch keine, auch nur vorübergehende Änderung in der Beschaffenheit des Mergels feststellen, aus der zu schließen gewesen wäre, daß die Ablagerungen einen Unterbruch erlitten hätten. Diese scheinen vielmehr in andauernder Folge stattgefunden zu haben, so daß die Diagramme eine zusammenhängende Vegetationsentwicklung zur Darstellung bringen, die folgenden Verlauf zeigt: Erste Fichten-Föhrenzeit; Fichten-Zwergbirken-Föhrenzeit = Erste Zwergbirkenzeit; Zweite Fichten-Föhrenzeit; Tannen-Fichten-Föhrenzeit; Tannen-Föhren-Fichtenzeit; Artemisia-Helianthemumzeit; Caryophyllaceen-Artemisia-Helianthemumzeit; Zwergbirken-Artemisia-Helianthemumzeit = Zweite Zwergbirkenzeit; Hippophaëzeit; Hauptbirkenzeit; Hauptföhrenzeit; Nachbirkenzeit; Seerosenzeit; Föhren-Haselzeit.

Vermutlich befand sich der See bis am Schluß der Mergelschwemmungen im Zustand eines alpinen Gewässers mit wenig organischem Leben. Die Mächtigkeit der Mergelablagerungen beträgt, vom Beginn der Artemisia-Helianthemumzeit an gerechnet, beim Bohrpunkt II 6,70 m, beim Bohrpunkt I dagegen nur 2,10 m. Ein Vergleich der beiden Diagramme zeigt, daß im Diagramm II die Artemisia-Helianthemumzeit einen verhältnismäßig langen Abschnitt bildet, während sie im Diagramm I sozusagen fehlt oder nur ganz verkürzt in Erscheinung tritt. Wie sodann der weitere Vergleich der Diagramme dartut, müssen die Mergelabsetzungen in der Gegend des Bohrpunktes II dauernd größer gewesen sein als in derjenigen des Bohrpunktes I. Der dadurch zwischen den beiden Örtlichkeiten allmählich entstandene beträchtliche Niveauunterschied wurde später, während der Zeit der

Abb. 7. Diagramm Weiherbach II, Abschnitt 1

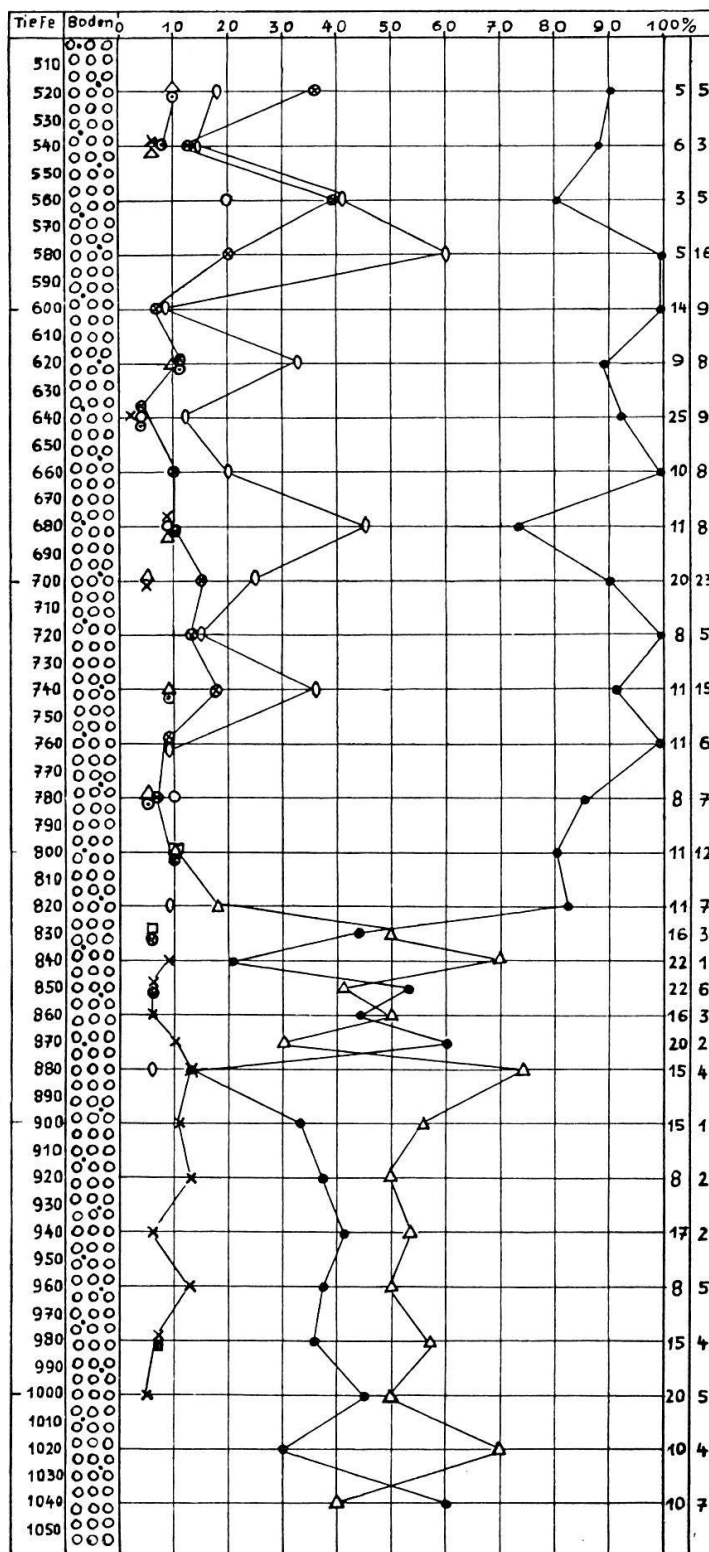


Würm III
Gschnitz

Bühlstadium

P. Z. = Zahl der gezählten Pollen pro cm^3

Abb. 8. Diagramm Weiherbach II, Abschnitt 2



Stadium von
Sursee

Stadium von
Triengen

Seekreidebildung, wieder etwas ausgeglichen, indem damals beim Bohrpunkt II nur noch 0,80 m, beim Punkt I dagegen 2,70 m Seekreide abgesetzt wurde. Das Diagramm I zeigt uns daher zusammen mit dem angefügten, aus dem überliegenden Torf gezogenen kurzen Teildiagramm die ganze Hauptföhrenzeit, während das Diagramm II nur deren Anfang widerspiegelt.

Gliedertierreste, wie Kiefer, Endklauen und Bruchstücke von Facettenaugen finden sich bis am Schluß der Tannen-Föhren-Fichtenzeit nur selten und fast immer nur dort, wo *Helianthemum-Artemisia*- und *Caryophyllaceen*-Pollen auftreten. Von der *Artemisia-Helianthemum*-zeit an bis zur Hauptbirkenzeit dagegen sind sie in jedem Horizont nachweisbar. Kieselalgen wurden beim Bohrpunkt II zu Beginn der zweiten Zwergbirkenzeit, zwischen 280–320 cm und beim Bohrpunkt I während der Hauptföhrenzeit zwischen 120–150 cm gefunden, und zwar an beiden Stellen verhältnismäßig häufig. *Alona quadrangularis* trat an beiden Orten zum erstenmal während der zweiten Zwergbirkenzeit auf. Die eigentliche Durchdringung des Sees mit Organismen setzt aber erst mit dem Beginn der Seekreideablagerung ein. *Limnaceen*, *Planorben*, *Bythinia tentaculata*, *Sphaerien* und *Pisidien* belebten ihn am Schluß dieser Zeit.

Mit dem Zuendegehen der Seekreidebildung hebt gleichzeitig eine vermehrte Besiedelung mit Pflanzen an. Es waren zunächst vor allem Moose, welche den trocken gewordenen Boden und die übrig gebliebenen, mehr oder weniger ausgedehnten Tümpel zuerst belebten. Es wuchsen da *Scorpidium scorpioides*, *Calliergon giganteum*, *Calliergon sarmentosum* und *cordifolium*. Später kamen auch Seggen hinzu. Eine Rohrkolbenart (*Typha* spec.) wuchs, und *Menyanthes trifoliata* flutete in den Schlenken. Es gab Bestände von *Equisetum limosum* und *palustre* und an Farnen hatte sich der Sumpfschildfarn (*Dryopteris thelypteris*) eingefunden. Die Warzenbirke (*Betula verrucosa*), die Waldföhre (*Pinus silvestris*), vermutlich auch die Bergföhre (*Pinus montana*), die Erle (*Alnus* spec.) und wohl auch Weiden (*Salix* spec.) waren anwesend. Später kamen noch als weitere Arten das Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*) und die weiße und gelbe Seerose (*Nymphaea alba* und *Nuphar luteum*) hinzu; die weiße Art war vermutlich seltener. In den Tümpeln lebten neben den bereits erwähnten Schnecken und Muscheln auch noch *Alona quadrangularis*, *Camptocercus rectirostris* und *Rhynchotalona rostrata*.

Während der Seerosenzeit stellten sich Torfmoosee ein. *Sphagnum subsecundum* und *medium* müssen sich stark ausgebreitet haben. Damit war das Moor allmählich in einen Übergangszustand gelangt, aus dem es sich vermutlich später teilweise zu einem Hochmoor entwickelte. Leider konnte diese Schlußbildung nicht verfolgt werden, da die Torfe, welche noch anstehen, oben überall vollständig zersetzt sind und keinerlei bestimmbare Pflanzenreste enthalten.

Während der Seerosenzeit wuchsen in der Gegend wohl namentlich auf der Moräne noch folgende Gehölze: Die Zitterpappel (*Populus tremula*), der Haselstrauch (*Corylus avellana*), eine Eichenart (*Quercus spec.*), der Spitzahorn (*Acer platanoides*) und die beiden Linden (*Tilia platyphyllos*) und (*cordata*) sowie eine Rose (*Rosa spec.*).

Das Pollendiagramm und seine Deutung

(Abb. 4, 5, 6 und 7, 8).

Zur Bereitung eines Pollenpräparates verwendeten wir, wie bereits erwähnt, jeweilen ungefähr 1 cm³ bergfeuchtes Material. Zur Auszählung der Baumpollen und der davon abhängigen Ausgeglichenheit der Kurven ist folgendes zu bemerken: Um in einem Präparat mit vielen Körnern den Pollen einer seltenen, aber zu erwartenden Art aufzufinden, mußten wir oft über hundert Pollen auszählen, während bei einem Präparat mit wenig Blütenstaubkörnern meistens 10 Pollen genügten, um alle Arten zu erhalten, die vermutlich eingestreut worden waren. Wir gingen daher bei der Auszählung so vor, daß wir bei den Proben von der Hauptbirkenzeit an rückwärts, die im allgemeinen nur wenig Pollen enthielten, zunächst von jedem Horizont einmal zwei Präparate herstellten und die Pollen auszählten. Nach der Erstellung eines vorläufigen Diagrammes ließ sich dann übersehen, wo mit Unausgeglichenheiten zu rechnen war, wie bei den Tiefpunkten einer Art, bei auffallenden Ausschlägen oder Rückfällen, oder am Anfang und Schluß einer nur streckenweit zusammenhängenden Kurve, z. B. bei *Betula nana*. Dann wurden für die betreffenden Horizonte weitere Präparate hergestellt und ausgemittelt, bis wir annehmen durften, die Verhältnisse seien ungefähr richtig erfaßt. Wir haben bei diesem Vorgehen gute Erfahrungen gemacht, und die beiden Diagramme stimmen denn auch, so weit sie die gleichen Vegetationsabschnitte zur Darstellung bringen, weitgehend miteinander überein.

Bei der Aufstellung der Diagramme wurden die Gehölzpollen und die Nichtbaumpollen getrennt berechnet und diese, *Corylus*, *Helianthemum*, *Artemisia* und die *Caryophyllaceen*pollen so, daß jede Art für sich auf die Baumpollensumme = 100 % bezogen wurde. Die aus den Auszügen durchschnittlich pro cm³ erhaltenen Baum-, Gras- und Krautpollen wurden in zwei, den Diagrammen hinten angefügten Kolonnen aufgeführt.

Da der Fichten- und Tannepollen in einzelnen Präparaten zum Teil mehr oder weniger stark zerstört war, zählten wir auch alle jene größeren Bruchstücke als ganze Körner, die wir einwandfrei bestimmen konnten.

Wie wir schon früher erwähnt haben, ist die der Seekreide aufliegende Torfschicht bei beiden Bohrpunkten mehr oder weniger zersetzt. Um trotzdem die

auf die Föhrenzeit folgende Entwicklung der Vegetation bis zur Föhren-Haselzeit auch noch zeigen zu können, haben wir aus einem bis auf den Seekreidegrund hinabreichenden Torfziegel, den wir 15 m vom Bohrpunkt I entfernt von Hand gestochen, noch ein besonderes Diagramm gezogen und es dem Diagramm I als Fortsetzung oben angefügt.

Das Diagramm I beginnt unten mit der Föhre, Fichte und Tanne. Die Föhre (*Pinus silvestris*) herrscht fast durchweg stark vor. Ihre Kurve wird viermal unterbrochen, zuerst am Ende des ältern Abschnittes von der Fichte, dann im jüngern das erstemal von *Helianthemum*, darauf von der Birke und endlich am Schluß ihrer Hauptzeit noch einmal von der Hasel. Ihre tiefsten Punkte erreicht sie im ältern Abschnitt bei 570 cm, wo sie nur noch 18 Anteilprozente besitzt, und im jüngern Abschnitt während der Vorherrschaft der Birke, wo sie auf 33 bzw. 28 Anteile zurückgeht.

Die Fichte (*Picea excelsa*) gelangt zunächst, von 16 Anteilprozenten ausgehend, bis auf 30, fällt dann allmählich so weit ab, daß sie bei 1110 cm nur noch 6 Anteilprozente besitzt. Hierauf erholt sie sich leicht und verbleibt eine Zeitlang auf durchschnittlich 12 Anteilen. Vom Punkt 960 cm an, wo sie neuerdings auf 6% steht, strebt sie alsdann, als Ganzes genommen, dauernd an, überschreitet beim Punkt 750 cm die Föhrenkurve, gewinnt die Vorherrschaft und erreicht bei 650 cm einen Gipfel von 81 Anteilprozenten. Beim Übergang in den jüngern Abschnitt fällt sie von 61 Anteilen plötzlich auf 20, dann auf 10 und 8 Anteile zurück und tritt nachher nur noch vereinzelt auf.

Die Fichtenkurve weist während ihrer Entwicklung im ganzen 3 Rückschläge auf, nämlich bei den Punkten 1110 cm, 800 cm und 560 cm. Vermutlich hingen diese Rückschläge seinerzeit mit Klimaänderungen zusammen.

Die Tanne (*Abies alba*) besitzt keine durchgehende Kurve. Sie kommt am Anfang nur hin und wieder vor, erreicht 5–10 Anteilprozente und verschwindet zwischen 1200 cm und 1000 cm gänzlich. Ihre Kurve beginnt erst bei 940 cm, wird bei 800 cm, beim zweiten Fichtenrückfall, vorübergehend unterbrochen, steigt später an und erreicht bei 670 cm mit 22 Anteilen ihren Gipfel, kurz bevor die Fichte den ihrigen gewinnt. Beim Übergang in den jüngern Abschnitt fällt sie ganz ab und kommt nachher, ähnlich wie die Fichte, nur noch sporadisch vor. Ihre Tiefpunkte fallen mit denjenigen der Fichte zusammen.

Die Birke erscheint im ältern Abschnitt überall als *Betula nana*. Zwischen 1360 cm und 1080 cm besitzt sie eine zusammenhängende

Kurve. Zunächst verharrt sie längere Zeit ziemlich gleichmäßig auf 4 Anteilprozenten; dann steigt sie beim Punkt 1210 cm plötzlich an, gewinnt einen kleinen Gipfel von 20 Anteilen und fällt hierauf, mit der Fichte zurückgehend, allmählich auf 3 Anteilprozente ab. (Erste Zwergbirkenzeit.) Später kommt sie, wie bereits erwähnt, jeweilen bei den Tiefpunkten der Fichte sporadisch vor. Ihre zweite Linie beginnt im jüngern Abschnitt bei 430 cm bzw. 320 cm im Diagramm II. Sie erreicht rasch einen Gipfel von 19 bzw. 25 Anteilprozenten und fällt alsdann auf 5 Anteile zurück. (Zweite Zwergbirkenzeit.) Nachher übernehmen die Baumbirken die Führung. Ihre Kurve überschreitet beim Punkt 270 cm diejenige der Föhre und gewinnt einen Gipfel von 66 bzw. 68 Anteilen. (Hauptbirkenzeit.) Nach dem Überschreiten der Föhrenkurve fällt ihre Linie rasch stark zurück und bleibt während der Hauptföhrenzeit zuerst längere Zeit auf 4–5 Anteilen. Darauf tritt sie vorübergehend noch einmal hervor, erreicht einen kleinen Gipfel von 15 Anteilen (Nachbirkenzeit) und sinkt nachher wieder ab.

Der Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides*) stellt sich am Anfang der Hauptbirkenzeit ein. Seine kurze Entwicklungslinie ist im Diagramm kaum angedeutet. Ob der Strauch damals in der Gegend gewachsen sei, ist fraglich.

Die Erle kommt im ältern Abschnitt nur gelegentlich mit der Zwergbirke vor. Es handelt sich dabei vermutlich um die Grünerle (*Alnus viridis*) mit Pollen von 18–21 μ . Die Grünerle wächst im Untersuchungsgebiet auch heute noch, und zwar häufiger auf Böden, die während der Würmeiszeit unvereist geblieben waren, als auf solchen, die während derselben entstanden sind. Eine geschlossene Kurve, wahrscheinlich von *Alnus incana* herrührend, erscheint erst am Schlusse der Hauptföhrenzeit; sie tritt indessen nicht stark in Erscheinung.

Die Hasel (*Coryllus avellana*) konnte im ältern Abschnitt nur einmal nachgewiesen werden beim Punkt 940 cm. Ihre Ausbreitung beginnt ungefähr zur gleichen Zeit wie diejenige der Erle. Sie erreicht zunächst einen kleinen Vorgipfel von 36 Anteilprozenten und steigt dann rasch auf 84 bzw. 104 Anteilprozente an, womit das Diagramm in der Föhren-Haselzeit endigt. Der Artemisiapollen tritt von allen drei Krautpollen, deren Kurve wir in den Diagrammen zur Darstellung gebracht haben, am frühesten auf. Im ältern Abschnitt findet er sich nur sporadisch, im jüngern dagegen bildet er von Anfang an bis zur Sanddornzeit eine zusammenhängende Kurve mit einem Vorgipfel, einem

kräftigen Hauptgipfel von 86 bzw. 79 Anteilprozenten und einem Nachgipfel. Der Hauptgipfel fällt mit der zweiten Zwergbirkenzeit zusammen. Im Diagramm von Weiherbach II geht dem Vorgipfel beim Punkt 400 cm ein längerer Abschnitt voraus, in welchem er dauernd unter 20 Anteilprozenten steht.

Helianthemumpollen findet sich im ältern Abschnitt ebenfalls nur sporadisch. Im jüngern beginnt seine Kurve ein wenig später als diejenige von *Artemisia*; sie entwickelt sich dann aber in ähnlicher Weise wie jene.

Die Caryophyllaceenkurve tritt weniger stark hervor als die beiden andern Krautpollenlinien. Ihre höchsten Werte erreicht sie zur Zeit des Artemisiavorgipfels.

Zur Zeit des Haselanstieges beginnen auch *Dryopteris thelypteris*, die Torfmoose und *Nuphar luteum* sich lokal auszubreiten. Ihre Kurven zeigen einen ebenso raschen und starken Anstieg wie die Hasellinie.

Da im ältern Teil der Mergelablagerungen Pollen wärmeliebender Bäume auftreten und solche auch im jüngern noch sporadisch vorkommen, müssen wir uns fragen, woher dieser Blütenstaub stamme.

Wie wir schon früher festgestellt haben, kann er nicht durch den Bohrer aus den obern Schichten als Verunreinigung in die tiefern verschleppt worden sein, da die der Seekreide aufliegenden Torfe vollständig zersetzt sind und keinen Blütenstaub enthalten. Handelt es sich um verlagerten Pollen aus ältern Sedimenten? In Betracht kommt dabei ausschließlich der ältere Deckenschotter im nahen Säckwald (Abb. 2). Unsere diesbezügliche Untersuchung, die wir in drei Gruben, wo der Schotter abgebaut wird, durchführten, ergab, daß namentlich die im Schotter eingebetteten Mergelbänder Nadelholzgeweberesten mit Tracheiden, Föhren-Fichten- und Tannepollen, dazu vermutlich Blütenstaub der weichhaarigen Birke (*Betula pubescens*) enthalten. Der Tannepollen herrscht vor, während derjenige der Föhre am seltensten ist. Die Zusammensetzung dieses Blütenstaubniederschlags stimmt, wie wir bei einem Vergleich feststellen können, mit derjenigen unserer Diagramme nicht überein, da darin meistens die Föhre vorherrscht und die Tanne immer zurücksteht. Wir glauben daher nicht, daß es sich beim Pollen der wärmeliebenden Arten unserer Sedimente um verlagerten Blütenstaub aus den Deckenschotter-schichten des Säckwaldes handeln könne, was indessen nicht heißen soll, daß es nicht im einzelnen der Fall sein mag.

Da die Möglichkeit besteht, daß in den unvergletschert gebliebenen Gebieten außerhalb unseres Landes, z. B. in Frankreich, auch während der Eiszeit Wälder vorkamen, welche den Schwankungen des damaligen Allgemeinklimas unterworfen waren und sich diesen entsprechend in der Zusammensetzung ihrer Arten änderten, könnten sich sogenannte Fernpollen aus diesen Gegenden in Weiherbach eingelagert haben, und unsere Diagramme würden dann gewissermaßen die Entwicklung jener fremden Wälder zur Darstellung bringen.

In diesem Falle aber stellte sich dann sofort die Frage, warum jene Wälder ausgerechnet von dem Zeitpunkt an, da bei uns die Waldentwicklung wieder einsetzte (Hauptbirken-Hauptföhrenzeit) keine Pollen mehr einstreuten. Sie hätten sich, dem verbesserten Klima entsprechend, doch vergrößern müssen, hätten mehr Blütenstaub hervorgebracht und abgegeben als vorher und müßten sich folglich auch trotz einer erheblich vermehrten Pollenerzeugung durch die einheimischen Birken- bzw. Föhrenwälder in deren Blütenstaubniederschlag irgendwie bemerkbar gemacht haben. Wir finden aber nichts davon.

In einem sandigen Torf, den wir bei Schiltwald, 3 km nördlich von Weiherbach, gefunden hatten, der aus der zu Ende gehenden Hauptföhrenzeit stammt, fanden wir 3 Fichtenpollen, 3 Ulmenpollen, Hasel- und Lindenblütenstaub. Im Torf eingelagert waren, außer zahlreichen guterhaltenen Haselnüssen, verschiedene Zapfen von *Pinus silvestris* und neben Fichtenzapfen reichlich Eichelbecherchen, ebenso Erlenholz. Die Bäume, von welchen diese Reste erhalten geblieben sind, müssen also wohl am Ende der Hauptföhrenzeit bereits in der Gegend gewachsen sein; selbstverständlich bildeten sie keine großen Wälder, aber sie waren eben doch da, und zwar standen sie vermutlich auf den unvereist gebliebenen Böden. Wir haben außerdem im Eigental, am Fuße des Pilatus, in Mergeln, die in der Hauptföhrenzeit abgesetzt worden sind, Blütenstaub von wärmeliebenden Bäumen gefunden, und zwar so reichlich, daß wir nicht umhin konnten anzunehmen, der Wald, von welchem der Pollen verweht worden war, sei damals nicht allzuweit vom Eigental entfernt vorgekommen. Selbstverständlich gibt es Fernpollen; aber es ist vermutlich nicht ganz leicht auszumachen, in welchem Fall es sich um solchen handelt und in welchem nicht. Das nur sporadische Auftreten eines Pollens, z. B. des Tannen- und Fichtenpollens im spätglazialen Teil unserer Diagramme ist aber durchaus kein Beweis dafür, daß die Tanne und Fichte damals nicht im Gebiet vorgekommen seien; es sagt uns bloß, daß sie nicht häufig gewesen sein können. Im Pollenspektrum der Gegenwart von Weiherbach kommen auf 100 Blütenstaubkörner 18 Föhren- und 5 Tannenpollen. Entfernten wir nun aus dem Gesamtwald, aus dem der Pollenniederschlag stammt, außer den Föhren (*Pinus silvestris*) und Tannen (*Abies alba*), sämtliche Bäume und dann von den Tannen noch so viel, daß ihre Zahl derjenigen der Föhren gleich käme, dann würde auf 18 ausgestreute Föhrenpollen kaum noch ein ganzes Tannen-Blütenstaubkorn fallen, und es ergäben sich daraus für die beiden Bäume ungefähr die gleichen Pollenniederschlagsverhältnisse, wie sie

stellenweise das Spätglazial unserer Diagramme aufweist. Es wäre im Gebiet kein großer Wald mehr vorhanden; aber es wäre doch noch etwas davon da, vermutlich ein ähnlich in Einzelbäume und größere und kleinere Baumgruppen aufgelöster Wald, wie wir ihn im Gebirge, oben an der Waldgrenze, finden.

Untersuchen wir, soweit das möglich ist, die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft, welche im jüngern Diagrammabschnitt der Hauptbirkenzeit vorausgeht, dann finden wir, daß es sich um eine Trockenrasengesellschaft gehandelt haben muß, in welcher nach dem Blütenstaubniederschlag zu schließen, neben verhältnismäßig viel Gräsern verschiedene *Caryophyllaceen* und *Compositen*, *Hellianthemum* und *Artemisia* vorherrschten.

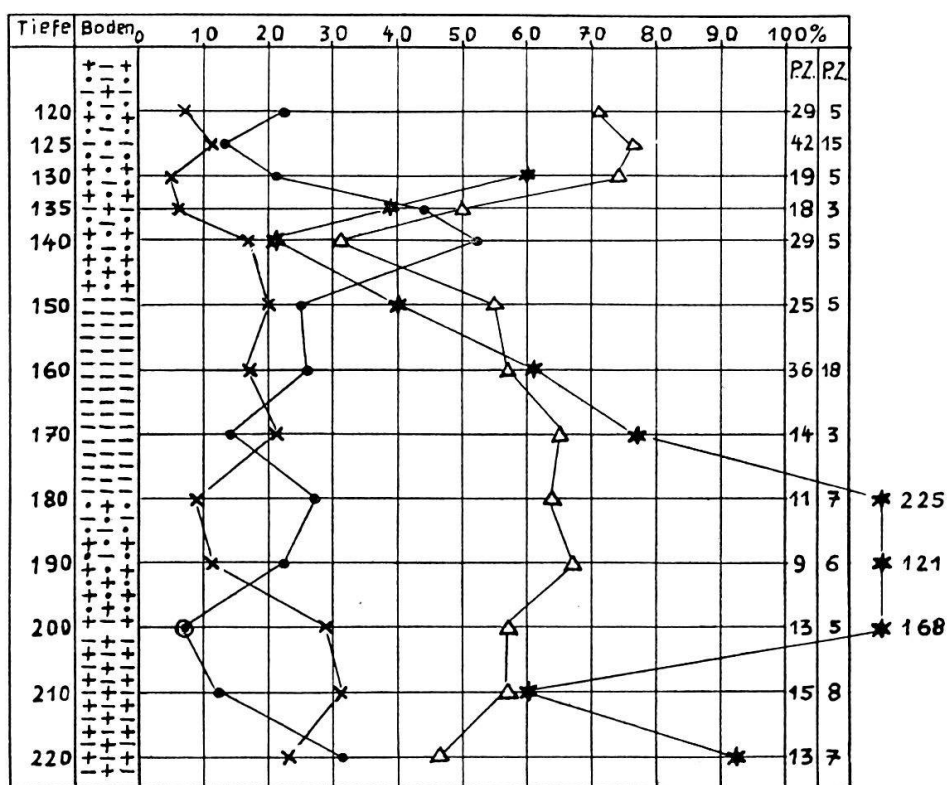
Die Schotter auf der Zwischenmoräne von Triengen (vgl. S. 67) werden auf der rechten Seite der Suhre in 6–7 m tiefen Gruben bis auf den Grundwasserspiegel abgebaut und liegen überall auf einem gelblichen, trocken fast weißen, feinen Mergel, der unten in blockhaltige Moräne übergeht (Blöcke von Alpenkalk, Gneis und Schiefer, manche davon gekritzelt). Nach Angabe des Grubenbesitzers ist die Mächtigkeit der Mergel verschieden, meist beträgt sie weniger als 1 m. Oben sind die Schotter von einem gelbroten, etwas steinigen Lehm bedeckt.

Am untern Rand des Schotterfeldes, in der Nähe der Suhre, liegt auf dem Schotter eine 40 cm mächtige Lage von torfig-sandigem Lehm. Darauf folgt eine 30 cm dicke Schicht von stark zersetztem Torf und auf dieser wieder liegt eine 50 cm hohe Lage von torfig-sandigem Lehm, deren oberste 20 cm gestört sind. Den Abschluß bildet lehmiges Abraummaterial, das bei der Anlage der Grube aufgeschüttet worden ist.

Die pollenanalytische Untersuchung hat ergeben, daß die Mergel unter dem Schotter, welche die Moräne bedecken, Pollen der Fichte, Föhre und Tanne enthalten. Sie sind nur sehr spärlich vorhanden und so weit wir feststellen konnten, herrscht die Fichte vor. Die dem Schotter oben aufliegenden Lehme enthalten fast immer nur Föhren- und Kompositenpollen. In einem Fall konnten wir neben Föhrenblütenstaub auch solchen der Fichte feststellen, und in einem andern fanden sich neben Föhren- auch noch *Artemisia*- und *Caryophyllaceen*pollen. Über die Untersuchung der Torfschicht gibt das Diagramm Triengen (Abb. 9) Auskunft. Außer Föhren-, Tannen- und Fichtenblütenstaub enthalten von 130 cm an abwärts sämtliche Schichten reichlich Pollen einer *Nymphaeaceen*-Art (Abb. 3 B), vielleicht von *Nuphar* (?), aber Pollen von meistens 90–105, selten von nur 75 μ Längendurchmesser.

Sodann konnten weiter noch festgestellt werden: *Dryopteris cristata*, *Dryopteris Lonchitis*, *Dryopteris lobata*, *Asplenium viridis*, *Phragmites communis*, *Corylus avellana* (angebohrte Nuß) und ein Zweigstück, vermutlich von *Fraxinus excelsior*. Die dem Torf unmittelbar aufliegende torfig-sandige Lehmschicht enthält stellenweise neben wenigen Schalen von Pisidien mehr Gehäuse von Schnecken, deren vorläufige Bestimmung folgende Arten ergab: *Helix arbustorum*, *Helix secale*, *Patula rotundata*, *Succinea putris* und *oblonga*, *Cionella lubrica* und *Hyaline nitens*.

Abb. 9. Diagramm Triengen



Sucht man im Diagramm Weiherbach I nach der Stelle, mit welcher das Diagramm von Triengen am besten übereinstimmt, so gelangt man zum Abschnitt, der zwischen 600 cm und 700 cm, also in der Tannen-Föhren-Fichtenzeit liegt. Leider fehlt dem Diagramm von Triengen der darauffolgende Übergang zur Artemisia-Helianthemumzeit; aber ihrem Pollengehalt nach gehören die meisten der von uns untersuchten dem Schotter von Triengen unmittelbar aufgesetzten Lehme dieser Zeit an, und wenn die obersten 20 cm unseres Profils, aus dem das

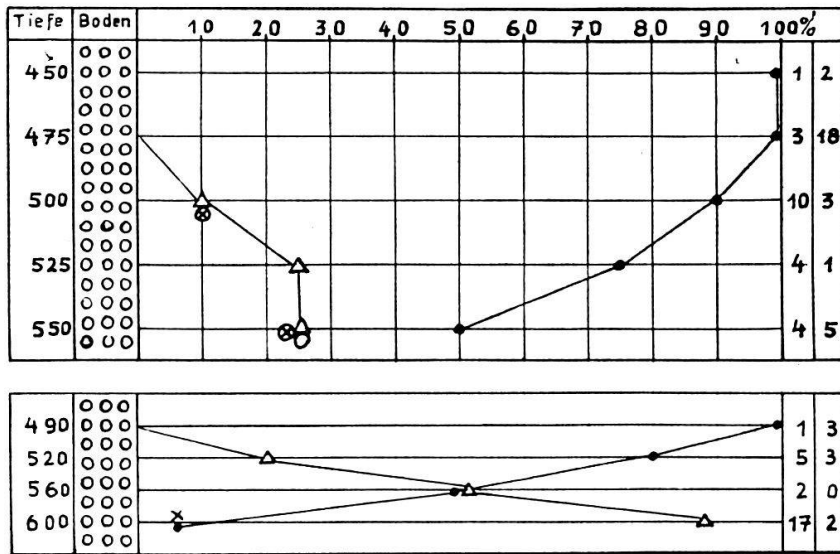
Diagramm ermittelt wurde, nicht gestört wären, hätten wir vermutlich den Übergang auch gefunden.

2,5 km unterhalb des Schotterfeldes von Triengen liegen die Mergel von Attelwil. Sie werden in einer 6 m tiefen Grube abgebaut und enthalten nur in den untersten Schichten von 4,5 m an abwärts nachweisbaren Blütenstaub. Zur Untersuchung wurden der Grube drei Probe-reihen entnommen. Die dritte davon, welche wir 20 m vom zweiten Profilpunkt entfernt gewonnen hatten, enthielt nur unterbrochen und ganz vereinzelt nachweisbaren Föhren-, Fichten- und Tannepollen, so daß sich daraus kein Diagramm erstellen ließ. Über den Befund der ersten beiden Reihen geben die Diagramme Attelwil I und II (Abb. 10) Auskunft. Während uns das erste einen Abschnitt zeigt, der die tiefsten Horizonte der *Artemisia-Helianthemum*-zeit widerspiegelt, vermittelt uns das zweite ein Bild vom Wechsel aus der vorangegangenen Tannen-, Föhren- und Fichtenzeit in diese Zeit, welches mit dem entsprechenden Übergangsbild von Weiherbach so weitgehend übereinstimmt, daß man wohl annehmen muß, der Blütenstaub in den Mergeln von Attelwil und Weiherbach rühre von einem Pollenregen her, der hier und dort zur gleichen Zeit auf die Gegend niedergegangen sei. Da die Mergel von Attelwil, nicht wie diejenigen von Weiherbach, außerhalb der Würm-moräne liegen, sondern innerhalb, muß wohl angenommen werden, sie seien während einer Rückzugsphase des Würmgletschers abgesetzt worden und der Übergang von der Tannen-Föhren-Fichtenzeit zur *Artemisia-Helianthemum*-zeit habe daher während der letzten Eiszeit stattgefunden.

Fügt man endlich dem Diagramm von Triengen dasjenige von Attelwil II oben an, so ergänzen sie sich gut zu einem Bilde, das dem Abschnitt des Diagrammes von Weiherbach I zwischen den Horizonten von 540 cm und 700 cm entspricht.

Wann sind die Mergel von Attelwil abgelagert worden? Die des älteren Abschnittes wahrscheinlich zur Zeit, da sich der Gletscher vom Triengen-Stadium zurückzog, und die des jüngern vermutlich, als er bei Sursee stand bzw. am Anfang seines Zurückweichens von diesem Stadium, bis der Gletscherbach seine Trübwasser in dem hinter der Moräne entstandenen Becken sammeln und klären konnte. So fällt die *Artemisia-Helianthemum*-zeit wahrscheinlich mit dem Stadium von Sursee zusammen, während die Tannen-Föhren-Fichtenzeit diesem unmittelbar vorangegangen sein muß.

Abb. 10. Diagramm Attelwil I und II



Die pollenanalytische Untersuchung der Mergel in den Ablagerungen, auf welchen die Seitenmoräne bei Attelwil liegt, hat bei 4 Proben mit einem durchschnittlichen Gehalt von 17 Pollen im cm³ Material ergeben, daß 3% von der Föhre, 32% von der Tanne und 65% von der Fichte herrühren. Der Niederschlag stimmt zwar mit keinem Horizont des Diagrammes von Weiherbach genau überein, am meisten noch mit demjenigen bei 200 cm im Diagramm von Triengen; er zeigt uns aber, daß zur Zeit seiner Ablagerung ein Klima geherrscht haben muß, das demjenigen der Tannen-Föhren-Fichtenzeit nicht unähnlich gewesen sein kann. Da nun die Tannen-Föhren-Fichtenzeit sich vermutlich am Schlusse eines Gletscherrückzuges findet, darf angenommen werden, daß es sich bei den Ablagerungen von Attelwil um Rückzugsschotter oder verschwemmte Moräne handelt, die vom Gletscherbach abgesetzt wurden, als sich der Gletscher vom Würm-I-Höchststand zurückzog.

Betrachten wir nun den ältern Abschnitt des Diagrammes Weiherbach I von unten heraufgehend noch einmal genauer, dann finden wir die Fichte zunächst bis zum Punkt 1380 cm ansteigend. Nachher fällt sie, von *Betula nana* begleitet, dauernd zurück, zeigt plötzlich zwischen 1140 cm und 1110 cm einen vorübergehenden, kräftigen, von 8 auf 30 Anteilprocente emporschnellenden Ausschlag, fällt dann steil ab und bleibt nachher bis 960 cm durchschnittlich auf 13 Anteilprozenten. Die Tanne ist verschwunden; dafür treten *Artemisia*-, *Alnus viridis*-, *Helianthemum*- und *Caryophyllaceen*pollen auf. Die Lage ist derjenigen

vor dem Sursee-Stadium insofern ähnlich, als auch dort die Fichte abfällt und wieder hinaufschnellt und Pollen der Trockenrasengesellschaft auftreten. Wir haben es vermutlich mit einem stark schwankenden Klimazustand zu tun, wie er wahrscheinlich den Hauptstadien der Gletscher immer vorausgegangen ist, auch demjenigen von Gschnitz. Nach unserer Vermutung bedeutet der Fichtenabfall zwischen 1380 cm und 1140 cm mit dem Aufkommen der Zwergbirke, daß das Klima damals unwirtlicher, kühler und feuchter geworden sei, und daß der Gletscher auf sein Stadium von Würm II bei Staffelbach vorrückte. Wahrscheinlich ist er dabei zunächst etwas über den heutigen Stand seiner Endmoräne hinausgegangen, wie das ja schon Mühlberg angenommen hat und erst nachher infolge einer vorübergehenden Klimabesserung, welche im Diagramm durch den Fichtenausschlag zwischen 1140 cm und 1110 cm angezeigt wird, auf diesen zurückgeschmolzen. Die Stadialzeit von Würm II dauerte vermutlich so lange, als die Fichte auf ihrem Tiefpunkt von durchschnittlich 13 Anteilprozenten stehen blieb, also bis zum Punkt 960 cm. Nachher steigt die Fichte an, und die Tanne tritt auf. Es erscheint ein neues, kurzes Fichtentief mit *Betula nana*, *Alnus viridis* und den Vertretern der Trockenrasengesellschaft. Vermutlich handelt es sich um den Abschnitt des Stadiums von Triengen.

Hierauf steigt die Fichte bis zum Punkt 650 cm an, ebenso die Tanne; diese erreicht ihre beste Zeit etwas vor dem Fichtenhoch. Das Diagramm Triengen, das vermutlich aus dieser Zeit stammt, zeigt uns, daß damals eine Seerose blühte. Die verschiedenen Farne, deren Sporen im untersuchten Torf gefunden wurden, sowie die Schneckenfauna weisen darauf hin, daß das Klima jener Zeit dem gegenwärtigen nicht unähnlich war.

Das Diagramm zeigt dann bis zum Schluß des älteren Abschnittes starke Schwankungen zwischen Fichte und Föhre, die im Diagramm Weiherbach II besonders deutlich sichtbar sind. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um den Zeitabschnitt vor dem Sursee-Stadium. Da auch bei Sursee zwei Stirnmooränen hintereinander liegen, würde die vom Diagramm angezeigte Klimaschwankung durch die Zwierteiltheit der Endmoräne bestätigt.

Da sowohl die Fichten- als auch die Tannenkurve zuletzt fast plötzlich abbricht, müssen wir annehmen, daß sich der Klimawechsel vom feucht-milden Klima der Tannen-Föhren-Fichtenzeit zum trocken-

kühlen der *Artemisia-Helianthemum*-zeit verhältnismäßig rasch vollzogen habe.

Versuchen wir zum Schluß noch den Gang der Vegetationsentwicklung, wie sie unser Diagramm zum Ausdruck bringt, mit dem alten Schema, welches Penk und Brückner für die Verhältnisse der letzten Eiszeit aufgestellt haben, in Einklang zu bringen, dann muß das Stadium von Sursee demjenigen von Zürich gleichgestellt werden. Hernach fiel, wenn wir die umstrittene Achenschwankung von Wädenswil nicht berücksichtigen, das Bühlstadium Rapperswil-Hurden vermutlich mit der zweiten Zwergbirkenzeit zusammen und der Gschnitzvorstoß hätte das Zurückgehen der baumförmigen Birken und die Ausbreitung der Föhre in der Hauptföhrenzeit verursacht. Das Daunstadium endlich könnte in die Tannenzeit fallen. Jeder, der sich längere Zeit mit pollenanalytischen Studien befaßt hat, weiß, daß die Tannenzeit kühler als die vorangehende Eichenmischwaldzeit und niederschlagsreicher gewesen sein muß. Manche Gletscher dürften damals im Alpeninnern wahrscheinlich wieder angewachsen sein, während sich im Vorland das feuchter und kühler gewordene Klima dadurch bemerkbar machte, daß sich die Tanne zunehmend ausbreitete.

Das erste Fichtentief würde dem Stand des größten Gletschervorstoßes bei Staffelbach-Killwangen entsprechen und das zweite dem Stadium von Triengen-Schlieren. In diesem Falle aber könnte das Vorhandensein der äußeren Seitenmoränen, welche wir zu Würm I gestellt haben, und die Ablagerungen, auf welchen die Moräne von Attelwil liegt, kaum erklärt werden.

Da neuerdings angenommen wird, die Moränen von Zürich seien älter als man bislang geglaubt hat und von einem jüngern Gletscher überfahren worden, dürfte das Zürcher Stadium mit demjenigen von Sursee nicht mehr als gleichaltrig angesehen werden. Es ist daher vorläufig noch recht schwierig, die geologischen und pollenanalytischen Befunde miteinander so zu verbinden, daß die geforderte Übereinstimmung überall als gesichert betrachtet werden kann. So soll denn unsere Studie vorläufig nichts anderes bilden als eine erweiterte Diskussionsgrundlage zum Problem der letzten Eiszeit.

Die Studie hat im Entwurf Herrn Dr. W. Lüdi vorgelegen. Ich danke ihm für die Mühe, welche er sich genommen hat, sie kritisch durchzusehen, bestens und spreche gleichzeitig auch dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel für die Überlassung des Torfbohrers meinen verbindlichsten Dank aus.

Literatur

- Beck, P., Zur Geologie und Klimatologie des schweiz. Altpaläolithikums. Mitt. d. Nat. Ges. Thun, 1939, Heft 4.
Mühlberg, F., Geolog. Karte und Erläuterungen zur geolog. Karte der Umgebung des Hallwilersees und des oberen Suhren- und Wynentalen. Aarau 1910.

PAUL MÜLLERS POLLENDIAGRAMME VON WEIHERBACH, LUZERN

Von *Werner Lüdi*, Zollikon-Zürich

Die von Paul Müller im vorstehenden beschriebenen Pollenprofile von Weiherbach bei Sursee¹ (etwa 710 m ü.M.) erwecken besonderes Interesse. Da ich in der Auswertung der Ergebnisse zu etwas anderer Ansicht gekommen bin als der Autor, so erlaube ich mir, dies zu begründen und vorgängig nochmals eine kurze Darstellung der Forschungen Müllers zu geben.

Müller führte zwei Bohrungen aus, die im Grund abgebauter Torfmoore einsetzten und durch eine übriggebliebene Torfschicht, dann durch Seekreide und durch mächtige, olivgrünlich gefärbte Mergelmassen, denen einige dünne Sandschichten eingelagert waren, in Bohrung I bis auf 15 m, in Bohrung II bis auf 10,40 m Tiefe führten, ohne aber den Grund der Mergel zu erreichen. Müller hat diese pollenarmen Sedimente sorgfältig und mit großer Ausdauer auf ihren Pollengehalt untersucht, und es ist ihm gelungen, zuverlässige Pollendiagramme aufzustellen mit sehr dichter Ordnung der Pollenspektren (alle 10 cm).

Wir geben nebenstehend das Diagramm von Weiherbach I wieder in vereinfachter Form, die aber alles Wesentliche enthält. Die obersten, im Torf steckenden Teile der Diagramme fallen in die beginnende Haselzeit des Boreal, darunter folgt eine ausgesprochene Föhrenzeit (Präboreal), mit gegen 100% Föhrenpollen, eine kurzdauernde Birkenzeit mit etwas Hippophaë an ihrem Anfang und dann eine ältere Föhrendominanz mit *Betula nana* und hohen Werten der Krautpollen, Gramineen, Helianthemum, Artemisia, Caryophyllaceentyp (Artemisia-Helianthemum-Pinuszeit).

¹ Müller, Paul, Pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach, Luzern. Ber. Geob. Forsch.-Inst. Rübel **1949** 1950.