

Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 26 (1961)

Artikel: Die letzte Eiszeit im Suhrental : eine pollenanalytische Studie
Autor: Müller, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-172466>

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: 14.01.2026

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

DIE LETZTE EISZEIT IM SUHRENTAL

Eine pollenanalytische Studie

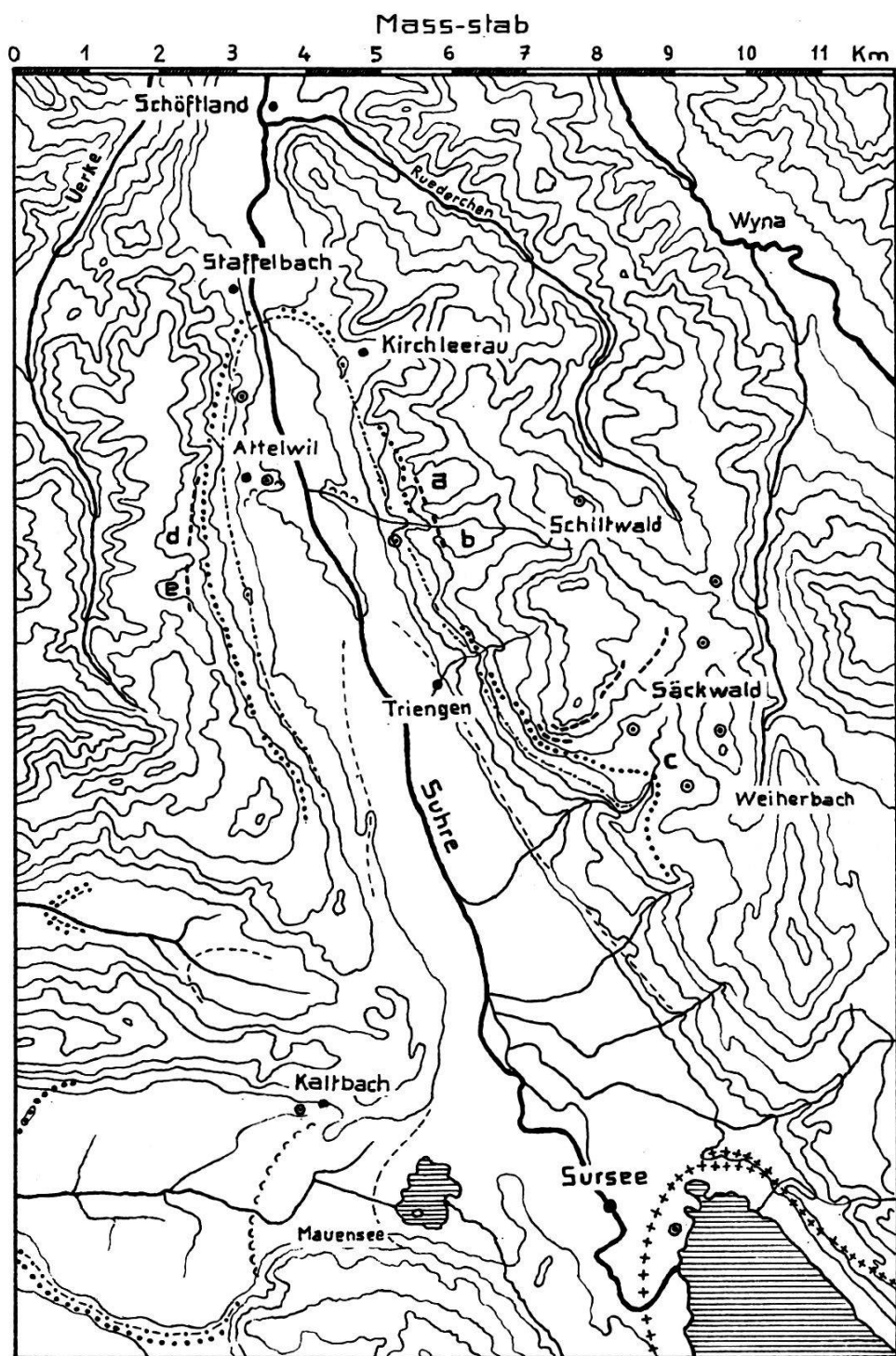
von Paul Müller

EINLEITUNG

Die vorliegende pollenanalytische Untersuchung, die im Suhrental zwischen Staffelbach und dem Sempachersee sowohl innerhalb als auch außerhalb der Moränen der letzten Vergletscherung durchgeführt wurde, soll über die Verbreitung und Entwicklung der Wälder während des Gesamtumfanges der letzten oder der Würmeiszeit, namentlich aber während der Zeit, da sich der Gletscher aus dem Suhrental zurückzog, Aufschluß geben*. Wir unterscheiden Eiszeiten, die für den Pflanzenwuchs ungünstig oder wenig günstig, Rückzugszeiten und Zwischeneiszeiten, die dafür günstig waren. Da nun das Pflanzen- und Tierleben außerordentlich abhängig ist vom Klima, müssen Wandlungen des Klimas Änderungen in der Zusammensetzung der Pflanzendecke hervorrufen. Mit der Wandlung des Klimas wandeln sich daher auch die Wälder. Günstige Klimazeiten lassen einen artenreicheren Wald aufkommen als ungünstige. Laubwälder benötigen im allgemeinen ein milderes Klima als reine Nadelwälder, die Rotbuche bevorzugt ein atlantisches, die Hainbuche ein mehr kontinentales. Die Tanne, obschon sie ein Nadelholz ist, braucht zu ihrem Gedeihen ein günstigeres Klima als die Fichte, da sie Spätfröste nicht erträgt. Die Föhre endlich kommt noch unter einem kontinental-trockenen Klima fort, das der Fichte nicht mehr zusagt.

Die Bäume, die einst waren, sind nicht mehr, aber der Blütenstaub, den sie zu ihrer Zeit, als sie blühten, in die Tümpel und Moore ihres Gebietes einstreuten, hat sich bis auf den heutigen Tag er-

* Da im beigegebenen Lageplan nicht alle für die Untersuchung wichtigen Orte angegeben werden konnten, tut man gut, wenn man sich für das eingehendere Studium dieser Arbeit noch der Kärtchen von Triengen, Reiden und Sursee, Nr. 169, 168 und 183 des Topographischen Atlases der Schweiz, oder der beiden Blätter Schöftland und Sursee, Nr. 1109 und 1129 der Landeskarte der Schweiz, bedient.



Zeichen-Erklärung:

Moräne von Staffelbach:

..... äussere

----- innere

ooooo Moräne von Attelwil

----- Moräne von Triengen

+++++ Moräne von Sursee

----- ältere Moränen

a,b,c,d,e alte Muldentälchen

⊙ Untersuchungspunkte

Abb. 1. Lageplan

halten und kann geprüft werden. Er gibt uns Aufschluß über die Artenzusammensetzung und die Entwicklung der vergangenen vorzeitlichen Wälder.

Die Pollenanalyse

Der Blütenstaub heißt auch Pollen. Wenn die Gräser und Kräuter der Wiesen, die Gebüsche der Hecken und die Bäume der Wälder blühen, geschieht es, daß der Wind Blütenstaub wegnimmt, emporhebt, in der Höhe durcheinandermischt und später wieder absinken läßt. Man kann einen solchen Pollenregen in einem auf der Innenfläche mit Glycerin bestrichenen Teller, den man an einem geeigneten Platz aufgestellt hat, auffangen und den erhaltenen Niederschlag nachher unter dem Mikroskop so prüfen, daß man die verschiedenen Baumpollenarten auszählt und ihren Anteil am Gesamtniederschlag in Prozenten feststellt. Auf diese Weise erhalten wir ein Blütenstaubstreubild, einen Spiegel vom Wald der weiteren Umgebung des aufgestellten Tellers, der allerdings im Verhältnis zum Stammanteil der betreffenden Baumarten nur annähernd richtig ist. Da nämlich nicht jede Baumart die gleiche Menge von Pollen an die Luft abgibt, müssen bestimmte Fehlerquellen berücksichtigt werden, wenn wir uns ein genaueres Bild vom wirklichen Wald machen wollen. Das ist aber möglich.

Fällt der Blütenstaub auf ein kleines, stehendes Gewässer oder auf ein Moor, das sich noch im Wachstum befindet, also noch Torf bildet, dann wird der Pollen im mineralischen Bodenniederschlag, im Schlamm des Gewässers oder im Torf des Moores eingebettet, und zwar Jahr um Jahr so lange, bis das Wasserbecken mit Schlamm aufgefüllt ist oder die Torfbildung im Moor aufgehört hat. Auf diese Weise entstehen geschichtete Lager von fossiliertem oder versteinertem Blütenstaub.

Die Untersuchung, die sich mit solchem fossiliertem Pollen in Torfen, Feinsanden, Seekreiden, Mergeln, Tonen, Lehmen und Feinkiesen befaßt, nennen wir Pollenanalyse. Sie besteht im wesentlichen darin, daß wir von einer pollenhaltigen Ablagerung von oben nach unten in gleichmäßigen Abständen Bodenproben entnehmen, den Hundertsatz der darin enthaltenen Waldbaumpollenarten bestimmen und die Ergebnisse in einem sogenannten Pollendiagramm (Abb. 3) zeichnerisch zur Darstellung bringen, wobei wir

annehmen, daß uns die Pollenstreubilder, welche wir in den Ablagerungen finden, vom Wald, aus welchem sie seinerzeit eingestreut wurden, ebenfalls ein annähernd richtiges Bild vermitteln.

Die Baumart, welche in einem Pollenstreubild die meisten Prozentanteile besitzt, bezeichnen wir als die vorherrschende. Das Streubild der gegenwärtigen Pollenablagerungen in feuchten Moosrasen des Schiltwaldes und seiner weiteren Umgebung weist folgende Zusammensetzung auf: Föhre 18 %, Fichte 65 %, Tanne 5 %, Erle 1 %, Birke 1 %, Buche 8 %, Eiche 1 % und Hasel 1 %. Die Fichte herrscht vor, aber auch die Föhre und Buche sind noch gut vertreten. Wir bestimmen daher diesen Wald als Buchen-Föhren-Fichten-Wald. Oft wird ein Wald auch nur nach der stark vorherrschenden Baumart bezeichnet, z. B. als Buchenwald, wenn die Buche vorherrscht, oder als Birkenwald, wenn die Birke dominiert.

Nun betrachten wir zunächst die Zeichenerklärung und dann das Diagramm Weiherbach I (Abb. 2 und 3). Das Diagramm setzt sich







Pollen:	Böden:
● Föhre	 Zersetzer Torf
△ Fichte	 Holzeinlage
x Tanne	 Seekreide
□ Erle	 Mergel
○ Birke	 Lehm
▲ Buche	 Sand
■ Eichenmischwald (Ulme, Eiche, Linde)	 Kies
◆ Hasel	 Sandiger Torf
H Sanddorn	 Sandiger Mergel
⊗ Beifuss	 Sandiger Lehm
∅ Sonnenröschen	 Sandiger Kies
* Moosfarn	 Lehmiger Kies

Abb. 2. Zeichenerklärung

aus fünf Kolonnen zusammen. In der ersten links außen werden die Tiefen, aus denen die Bodenproben entnommen wurden, in cm angegeben. In der anschließenden zweiten und der dritten breiten Kolonne werden durch besondere Zeichen die Bodenarten der Proben und die ausgezählten Pollenarten nach ihrem Prozentanteil eingetragen. Die zweitäußerste, schmale Kolonne auf der rechten Seite des Diagrammes gibt die Zahl der jeweils gefundenen Pollen an,

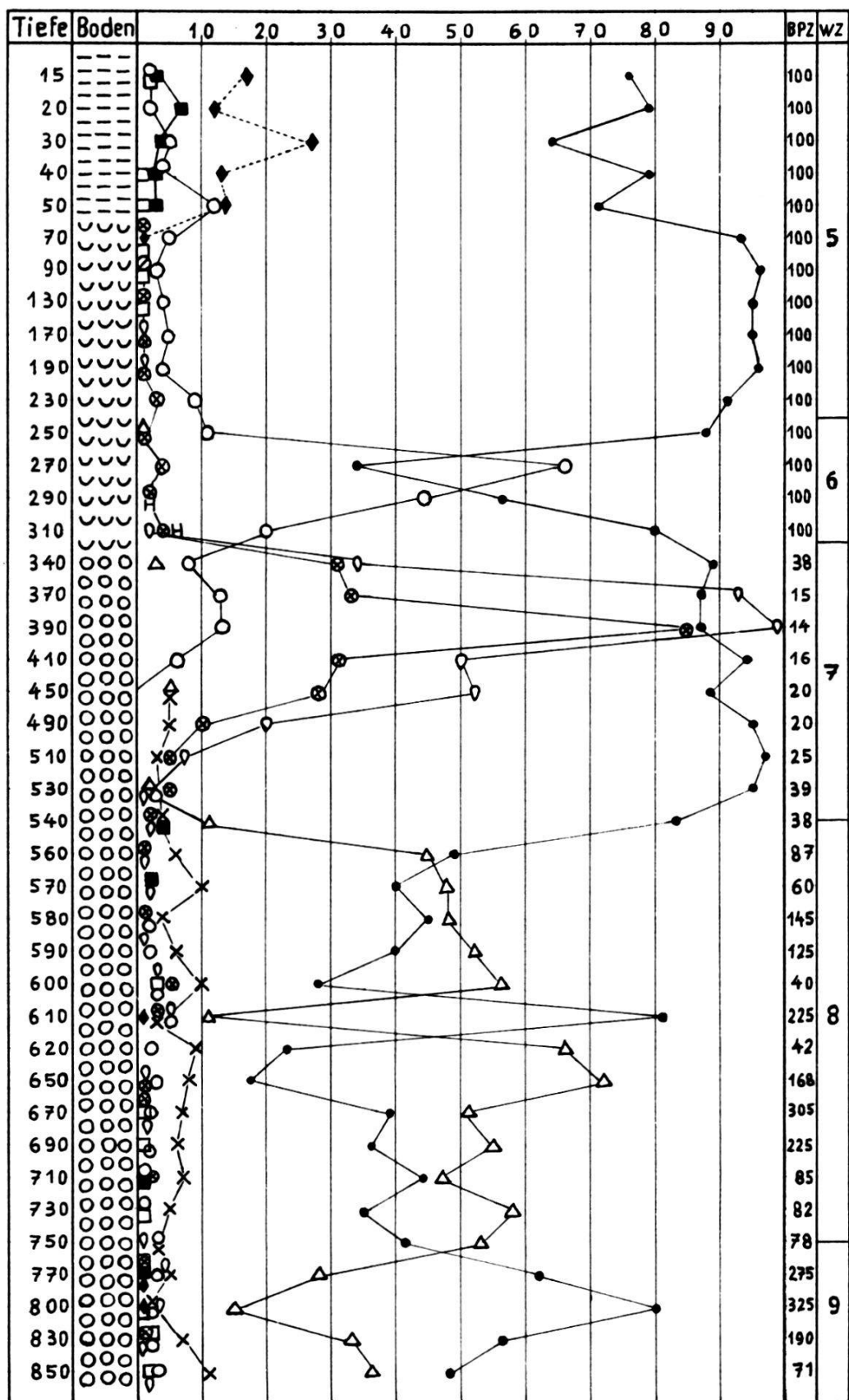


Abb. 3. Diagramm Weiherbach I (gekürztes Teilstück)

und in der äußersten endlich findet man die Nummern der Waldzeiten, aus welchen der betreffende Blütenstaub stammt. Der Horizont von 40 cm Tiefe unseres Diagrammes sagt uns darnach folgendes: Die Bodenprobe besteht aus zersetztem Torf. An Pollen sind darin enthalten: Erle 1 %, Eichenmischwald 3 %, Birke 4 %, Hasel 13 % und Föhre 79 %. Es wurden 100 Pollen gefunden. Der Blütenstaub stammt aus der Föhrenzeit.

Diagramme sind für pollenanalytische Untersuchungen nur brauchbar, wenn sie mit anderen schon bekannten oder einem bis mehreren neu gefundenen weitgehend übereinstimmen. Bisweilen erhält man Diagramme, die streckenweit nicht miteinander übereinstimmen. Die Abweichungen rühren von Baumarten her, die zu ihrer Zeit am einen Ort häufiger vorkamen als am andern und daher in den Diagrammen das einmal zu stark und das anderemal zu schwach vertreten sind. Diese Diagramme können trotzdem gedeutet und richtig erklärt werden. Die zuverlässigsten Diagramme erhält man aus Torfablagerungen.

Von den Eiszeiten

Eiszeiten konnten nur während eines Klimas entstehen, das bedeutend feuchter war, als das gegenwärtige ist. Aber größere Feuchtigkeit bedeutet stärkere und anhaltendere Bewölkung, bedeutet reichlichere Niederschläge, bedeutet weniger Sonnenschein und daher kühleres Wetter, kühleres Klima. Bei null Grad bildet sich Eis. Die Alpen waren kräftige Wolkensammler. Die Niederschläge fielen darin bis tief hinunter als Schnee. Dieser wurde zu Eis. Das Gebirge vereiste. Und weil die Gletscher während der kühlen Sommer nur wenig oder gar nicht zurückschmolzen, liefen sie ins Vorland hinaus.

Den Schutt, der von den Felshängen zu beiden Seiten auf den Gletscher herabstürzt, führt der Gletscher als sogenannte Moränen mit sich. Die dem Eis aufliegenden Schutthaufen nennt man Obermoränen. Regnet es auf den Gletscher oder taut er an der Oberfläche auf, dann bilden sich Bäche, die Teile des aufgelagerten Schuttes verschwemmen und durch die Spalten und Eisklüfte in die Tiefe spülen. Hier, unter Tag, wird zwischen dem Eis und dem unterliegenden Fels der eingeschlossene Schutt gemischt, geschoben, gekritz, geglättet und gemahlen und werden die Felsunterlagen schür-

fend und hobelnd bearbeitet. Hier ist es, wo die Grundmoräne entsteht, wo die Schotter und Sande geschlagen und die feinen Tone gerieben werden, welche der Gletscherbach nachher an den Tag bringt. Draußen im Vorland, wo sich sein Gefälle vermindert, läßt er sie liegen, sammelt sich wohl auch in einer größeren Mulde oder Wanne und setzt darin seine Trübe ab. Da mag dann auch Blütenstaub hineinfallen und eingebettet werden.

Wenn der Gletscher seinen äußersten Stand erreicht hat, lagert er an seinem Saum Randmoränen ab. Schmilzt er zurück, so bleiben sie liegen und bezeichnen seine einstige Lage. Schaltet er während seines Rückzuges kürzere oder längere Halte ein, dann wird die neue Randlage durch Rückzugsmoränen gekennzeichnet. Die Schotter, welche der Gletscherbach beim Vorstoß oder Rückzug absetzt, heißen Vorstoß- oder Rückzugsschotter; sie sind aber außerhalb der äußersten Moränen wohl kaum voneinander zu unterscheiden.

Wir können nun sagen: Wo es Moränen gibt, lagen einst Gletscher und muß es im Vorland zugehörige Schotter geben. Und weiter: Wenn wir in einem Schotter gekritzte Gerölle finden, gab es in der Nähe einst einen zugehörigen Gletscher.

Die Geologen haben im Laufe der Zeit durch zahlreiche Untersuchungen an Moränen und Schottern festgestellt, daß es mehrere Eiszeiten und Zwischeneiszeiten gegeben haben muß. Von den drei ersten Vergletscherungen sind fast nur Schotter bekannt; von der vierten, der sogenannten großen Eiszeit kennt man neben Schottern auch Reste von Moränen. Die letzte endlich hinterließ neben ausgedehnten Schotterterrassen auch wohlausgebildete Moränen.

In der letzten oder der Würmeiszeit gelangte der Suhrentalarm des Reußgletschers bei seinem äußersten Stand bis nach Staffelbach. Zwischen diesem Ort und Kirchleerau finden wir seine End- oder Stirnmoräne. Sie besteht aus zwei durch ein schmales Tälchen voneinander getrennten Wällen, die in der Talsohle zuerst einen mächtigen Bogen beschreiben und dann an den beiden Talhängen als Seitenmoränen ansteigend und auseinanderstrebend immer höher hinauf- und weiter zurückweichen, bis sie sich, an Mächtigkeit beständig einbüßend, zuletzt im Gelände verlieren. Gut ausgeprägt ist nur der innere Wall. Da seine Seitenmoräne auf der rechten Talseite erst bei Marchstein an den Berg herankommt, liegt anfänglich zwischen ihr und dem Berg ebenfalls ein schmales Tälchen. Weniger

gut erkennbar ist der innere Seitenwall auf der linken Seite des Tales, weil er sich fast überall an die Tallehne anschmiegt und daher nur mehr oder weniger deutlich hervorspringende Terrassen bildet.

Der äußere Wall setzt sich aus einer Kette von Teilstücken zusammen. Seitenmoränenreste davon finden sich an der rechtseitigen Tallehne zwischen Moosleerau und Marchstein, über Triengen und zwischen Triengen und Schlierbach-Weiherbach und an der linksseitigen bei Staffelbach am Emlethübel und Emlet, bei Attelwil auf Nillen und im Moos, bei Reitnau beim Rüüsli und am Hubel. Zwischen Attelwil und Moosleerau springt zu beiden Seiten des Tales eine kurze Abzweigung der Seitenmoräne in die Talsohle vor. Es sind wahrscheinlich Überbleibsel einer kleinen Rückzugsmoräne, die später vom Gletscherbach in der Mitte ungefähr 500 m breit weggeräumt wurde.

Zwischen Winikon und Triengen liegen in der Talsohle zwei Seitenmoränen, die sich mit Unterbrechungen bis über Sursee hinauf verfolgen lassen. Auch hier fehlt die Stirnmoräne. Da sie aber offenbar einen Bogen beschrieb, läßt sich ihre einstige Lage noch gut bestimmen. Sie hat ungefähr 300 bis 400 m unterhalb «Erlenstud» die Talsohle überquert. Dort, auf der rechten Seite der Suhre im Großfeld, in den ausgedehnten Schottergruben, die zum Teil bis auf den Grundwasserspiegel abgebaut sind, liegen ihre Reste. Sie bilden inmitten der Grube nicht nutzbare, stehengelassene Höcker, die außer größeren eingebackenen Blöcken von Gneis, Schiefer und Alpenkalk viel gekritztes Geschiebe enthalten. Wahrscheinlich wurde die Quermoräne seinerzeit vom Schmelzwasserbach oder Strom des rasch zurückweichenden Gletschers durchbrochen, bis auf die heutigen Reste weggeschwemmt und mit Schotter, Sand und Lehm eingedeckt.

Endlich findet sich bei Sursee wieder eine ähnlich mächtige Moräne wie bei Staffelbach. Ihr bogenförmiger Stirnwall umfängt das untere Ende des Sempachersees. Sie steht mit zwei gut kenntlichen Seitenmoränen in Verbindung, die sich an den Abhängen zu beiden Seiten des Sees bis über Sempach hinaus nachweisen lassen. Westlich von Sursee, nur durch eine niedrige, teilweise mit Moränen bedeckten Bodenschwelle vom Suhrental getrennt, liegt das Tal der Ron mit dem Becken des ehemaligen Wauwilersees und dem heute noch vorhandenen Mauensee. Auch dieses Tal war einst von einem

Gletscher, einer Abzweigung des Suhrentalgletschers, erfüllt, und alle Bewegungen, die dieser ausführte, oder Halte, die er machte, vollzog und machte auch jener. So liegt westlich vom einstigen Wauwilersee als äußerste Moräne, ähnlich wie bei Staffelbach, ein Doppelwall. Dann entspricht die erste Rückzugsmoräne zwischen Kottwil und Kaltbach vermutlich der durchbrochenen Moräne von Attelwil-Moosleerau und die Moräne zwischen den Ortschaften Mauensee und St. Erhard der von Triengen. War der Gletscher im Rontal eine Abzweigung des Suhrentalgletschers, so war dieser, wie bereits erwähnt, eine solche des Reußgletschers. Der Reußgletscher hatte sich einst, als er, vom Gotthard herabfließend, zwischen Rigi und Pilatus ins Vorland hinausgelangte, wie eine mächtige Hand in sechs Finger geteilt, den kleinsten ins Wigger-, den größten ins Reußtal und die übrigen in die Täler der Suhre, Wyna, Aa und Bünz hinübergestreckt. Dann, nachdem er alle sechs wieder zurückgenommen und sich in die Alpen zurückgezogen hatte, machte er dort noch einmal drei längere Halte und lagerte im Vierwaldstättersee bei Kehrsiten, vor den beiden Nasen und bei Kindlismord letzte größere Moränen ab. Jüngere Ablagerungen im Gebiet des Reußgletschers finden sich bei Meitschligen oberhalb von Amsteg und bei Obermatt im Fellital.

F. MÜHLBERG macht in einer Arbeit *Über die erratischen Bildungen im Aargau* darauf aufmerksam, daß die in die Hauptflüsse einmündenden Seitenbäche nördlich von der äußersten Eisrandlage der Würmgletscher eine stärker verzweigte und tiefere Durchtalung und Durchtälung der Landschaft bewirkt haben als südlich davon, und nimmt an, daß während der letzten Eiszeit die vergletscherten und gletschernahen Gebiete infolge stärkerer Abkühlung der Luft vermehrte Niederschläge erhalten haben, wodurch die unvereist und daher ungeschützt gebliebenen Landschaften einer kräftigeren Ausspülung ausgesetzt gewesen seien als die von den Gletschern bedeckten. Betrachten wir unser Kärtchen (Abb. 1) dann sehen wir sofort, wie richtig MÜHLBERG beobachtet hat. Steht nicht die starke, bis fast zu den Wasserscheiden hinaufreichende Zertälung der unvergletschert gebliebenen Höhenzüge zu beiden Seiten der Uerke und der Ruederchen in auffallendem Gegensatz zu der sanfteren Gestaltung der Landschaft, die vom Gletscher bedeckt war? Nun muß ich aber auf folgendes aufmerksam machen: Es gibt unmittel-

bar über den Seitenmoränen der äußersten Randlage des Würmgletschers zwischen 600 und 700 m über Meer einige muldig ausgeweitete Böden, die nicht Täler, sondern Auen oder Moose heißen (Abb. 1), wie Lützelau = a Kulmerau = b, Wellnau und Weiherbach = c und weiter über Attelwil-Reitnau Hargarten = d und Feldlimoos = e. Alle machen den Eindruck von älteren Landschaften, und zwar von solchen, die der Rißgletscher einst gebildet hatte. Sie werden von Moränen abgeriegelt, die nach meiner Ansicht möglicherweise älter sind als würmeiszeitlich. Stellen sie Überbleibsel einer Rißgletscher-Rückzugsmoräne dar oder rühren sie von einem älteren als bislang bekannten Würmgletscher her? Von Würm I? MÜHLBERG meint, es könnten in den Mulden eine Zeitlang kleine Seen gelegen haben. Wann? Ich vermute, daß sie darin lagen, als jene vermehrten Niederschläge fielen, von denen vorhin die Rede war, also zu Beginn und auch während der zweiten Würmeiszeit = Würm II. Damals wurden durch die mineralischen Ablagerungen der einmündenden Bäche auch ihre Böden bis zu ihrer jetzigen Höhe aufgefüllt. Bei Weiherbach, wo ich eine 15 m tiefe Bohrung ausführte, liegen auf eiszeitlichen Mergeln solche der Späteiszeit und darüber Seekreide und Torf. Darnach muß sich daselbst ein stehendes Gewässer mindestens bis in die Nacheiszeit hinein erhalten haben.

Wir müssen uns jetzt fragen, wo die Schotter dieses vermuteten älteren Gletschers liegen. Das Außenfeld der Würmmoräne von Staffelbach wird bis gegen Schöffland hinunter von zwei verschiedenen Schotterterrassen ausgefüllt, einer jüngeren, welche die Mitte der Talsohle einnimmt, und einer 10 m höheren, älteren, die am Rand ansteht. Bei Wittwil wird der ältere Schotter, den MÜHLBERG anfänglich dem Hochterrassenschotter, später dem Niederterrassenschotter zurechnete, in einer großen Grube ausgebeutet. Bis vor wenigen Jahren wurde der gleiche Schotter auch auf der gegenüberliegenden Talseite zwischen Schöffland und Kirchleerau in zwei Gruben abgebaut. An beiden Orten stellte ich im Schotter gekritzte Gerölle und größere, teils gerundete, teils unversehrte kantige Blöcke fest, wie man welche sonst nur in Moränengruben zu Gesicht bekommt. Der Gletscher, von dem diese Schotter stammen, muß sich seinerzeit ganz in der Nähe befunden haben. Ich vermute, daß seine Stirnmoräne etwas unterhalb von Staffelbach lag. Die Schotter von Wittwil wären daher als Rückzugsschotter eines möglichen Riß-

gletschers zu betrachten oder als Vorstoßschotter eines älteren Würmgletschers.

Die pollenanalytischen Untersuchungen

Im Laufe von etwa zwei Jahrzehnten entnahm ich dem Deckenschotter der ersten Eiszeit am Säckwald und am Stierenberg, dem Deckenschotter der zweiten Eiszeit, der in der Speckrüti bei Schmiedruef ansteht, und den Moränen und Schottern der Riß- und Würmeiszeit im Gebiet des Schiltwaldes und des Suhrentales 90 Bodenproben, die ich auf ihren Pollengehalt untersuchte. 14 Proben oder 15 % enthielten keinen Blütenstaub. In den restlichen 86 Proben fanden sich von der Föhre im ganzen 220, von der Fichte 226 und von der Tanne 126 Pollen. Die Buche und die Birke lieferten je 7, der Eichenmischwald 3 und die Weiden 2 Pollen. Dazu kamen noch 485 andere, wohl meistens Krautpollen, was eine Gesamtzahl von 1076 Pollen ausmacht. Davon entfallen auf die Waldbäume 55 % und auf die Kräuter und Gräser 45 %. Auffallend ist, daß sämtliche Laubholzpollen sowie der meiste Kräuterblütenstaub und 18 festgestellte Farnsporen im Deckenschotter gefunden wurden. 7 Proben aus Rißschottern enthielten Bruchstücke von Moosblättchen. In 45 Proben stellte ich Fetzen von Nadelholzgewebe fest.

Woher stammt dieser Blütenstaub? Zum Teil sicher von damals lebenden Bäumen, die auf unvereist gebliebenen Böden, z. B. in Frankreich, standen. Von dorthier brachte ihn der Wind auf die Gletscher, und von diesen, oder auch durch unmittelbaren Einflug, gelangte er in die Sand- und Tonablagerungen der Gletscherbäche im Vorland. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß ältere, pollenhaltige Torfe, Tone oder Sande von einem Gletscher oder von Wasser weggeräumt und umgelagert, d. h. in einer neuen Mulde wieder abgesetzt wurden. Umgelagerter Blütenstaub liegt ungeordnet an seiner Stätte. Diagramme, die man aus solchen Ablagerungen zieht, lassen keine folgerichtige Vegetationsentwicklung erkennen und lassen sich namentlich nicht mit andern Diagrammen vergleichen. Die obere Molasse, die in unserem Gebiet zwischen 650 und 830 m über Meer ansteht, enthält in ihren Mergeln, wie ich nachgewiesen habe, Pollen vom Typ der gegenwärtigen Waldföhre (*Pinus silvestris*), der Fichte (*Picea excelsa*), der Tanne (*Abies alba*), der Erle (*Alnus spec.*), der Birke (*Betula spec.*), der Stein-

eiche (*Quercus sessiliflora*) und der Hainbuche (*Carpinus betulus*). Aber auch die Böden, welche in Zwischeneiszeiten gebildet wurden, können Blütenstaub enthalten. Wenn daher die frühesten Gletscher die obere Süßwassermolasse und die spätern zwischeneiszeitliche Böden überfuhren, ist es wohl möglich, daß sie sich daraus Blütenstaub in die Grundmoräne einverleibten, aus der sie der Gletscherbach später mit seiner Trübe wieder ausschied und umlagerte.

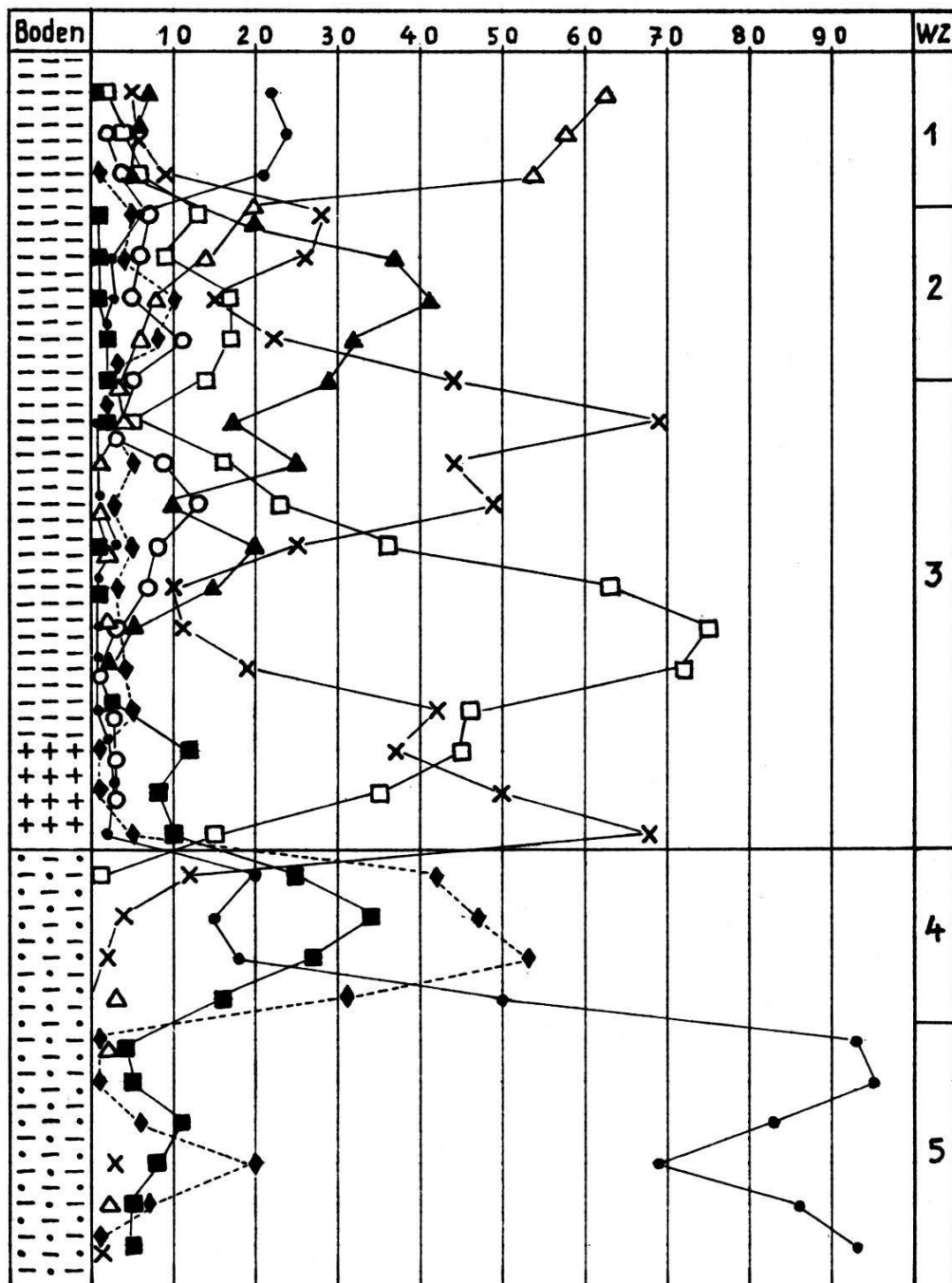


Abb. 4. Diagramm Etzelwil-Schiltwald (zusammengefügt)

Torfe bilden sich in Sümpfen und Mooren aus Pflanzenresten. Sie enthalten meistens verhältnismäßig mehr Pollen als mineralische Ablagerungen, denn sie stammen vorzugsweise aus Zeiten, da es bereits Baumwuchs, ja bereits Wälder gab. Sandfreie Torfe enthalten daher auf keinen Fall umgelagerten Blütenstaub, und fremder Pollen dürfte sich darin neben dem aus dem örtlichen Wald eingestreuten kaum bemerkbar machen. Darum sind die aus Torflagern gewonnenen Diagramme besonders zuverlässig. Vergleiche zeigen nun allerdings, daß auch Diagramme, die aus sandigen Torfen, aus Seekreiden, Tonen, Mergeln, ja sogar aus Feinkiesen stammen, zuverlässig sein können. Zwischeneiszeitliche Torflager oder solche aus Gletscher-Rückzugszeiten sind oft gestört, und bisweilen liegen verschiedenaltige Ablagerungen nahe beieinander. Für meine Beweisführungen benütze ich nur Diagramme, deren Zuverlässigkeit durch andere, übereinstimmende bestätigt wird.

Teilstücke eines Diagrammes, das ich im Jahre 1947 aus Bodenproben einer 15 m tiefen Bohrung bei Weiherbach, auf die ich bereits hingewiesen habe, gewonnen hatte, sowie ein dessen Fortsetzung bildendes, zusammengefügtes Diagramm Etzelwil-Schiltwald (Abb. 5, 3 und 4) zeigen von unten nach oben folgende 12 zusammenhängende Waldzeiten (WZ 12–1), die einander in steter, hauptsächlich durch das Klima bedingter Wandlung ablösen: 12. Tannen-Fichten-Föhren-Zeit, 11. Fichten-Zwergbirken-Föhren-Zeit, 10. Fichten-Föhren-Zeit, 9. Tannen-Fichten-Föhren-Zeit, 8. Tannen-Föhren-Fichten-Zeit mit Linde (*Tilia spec.*), 7. Tundren-Grasfluren-Zeit mit Beifuß (*Artemisia spec.*) und Sonnenröschen (*Helianthemum alpestre*), 6. Birkenzeit, 5. Föhrenzeit mit Haselausschlag vor ihrem Schluß, 4. Eichenmischwald-Hasel-Zeit, 3. Tannenzeit, 2. Buchenzeit, 1. Tannen - Buchen - Föhren - Fichten - Zeit. Wahrscheinlich hätte ich, wenn es mir möglich gewesen wäre, noch tiefer zu bohren, hinter der 12. Waldzeit noch weitere Waldzeiten gefunden.

Der festgestellte Föhrenpollen stammt, nach der Pollengröße zu schließen, fast durchwegs von der Waldföhre (*Pinus silvestris*). Ihr gegenwärtiges Gesamtausbreitungsgebiet läßt vermuten, daß sie wie die Fichte ein Baum sei, der ein nordisch-kontinentales Klima bevorzugt. Eine nordische Pflanze ist auch die Zwergbirke (*Betula nana*) mit einem Pollendurchmesser von meistens unter 21 Mikron.

Sie lebt heute in der Schweiz nur noch auf Hochmooren und ist selten. Die 11. und 10. Waldzeit dürfte sich demnach durch ein nordisch-kontinentales Klima ausgezeichnet haben. Das Auftreten der Tanne in der nächsten und der Linde in der übernächsten Waldzeit läßt annehmen, daß das Klima von der 10. Waldzeit an feuchter und zunehmend wärmer, atlantischer geworden sei. Die 7. Waldzeit bedeutet einen Rückschlag in den nordisch kontinentalen Klimazustand. Während dieser langdauernden Zeit wird der vorangegangene Wald bis auf kleine Reste der Föhre vernichtet. Eine vorübergehende Besserung des Klimas stellt sich während der Birkenzeit ein. Das Klima in der darauffolgenden Föhrenzeit ist wieder mehr oder weniger kontinental. Nach ihr wird es abermals atlantisch, d. h.

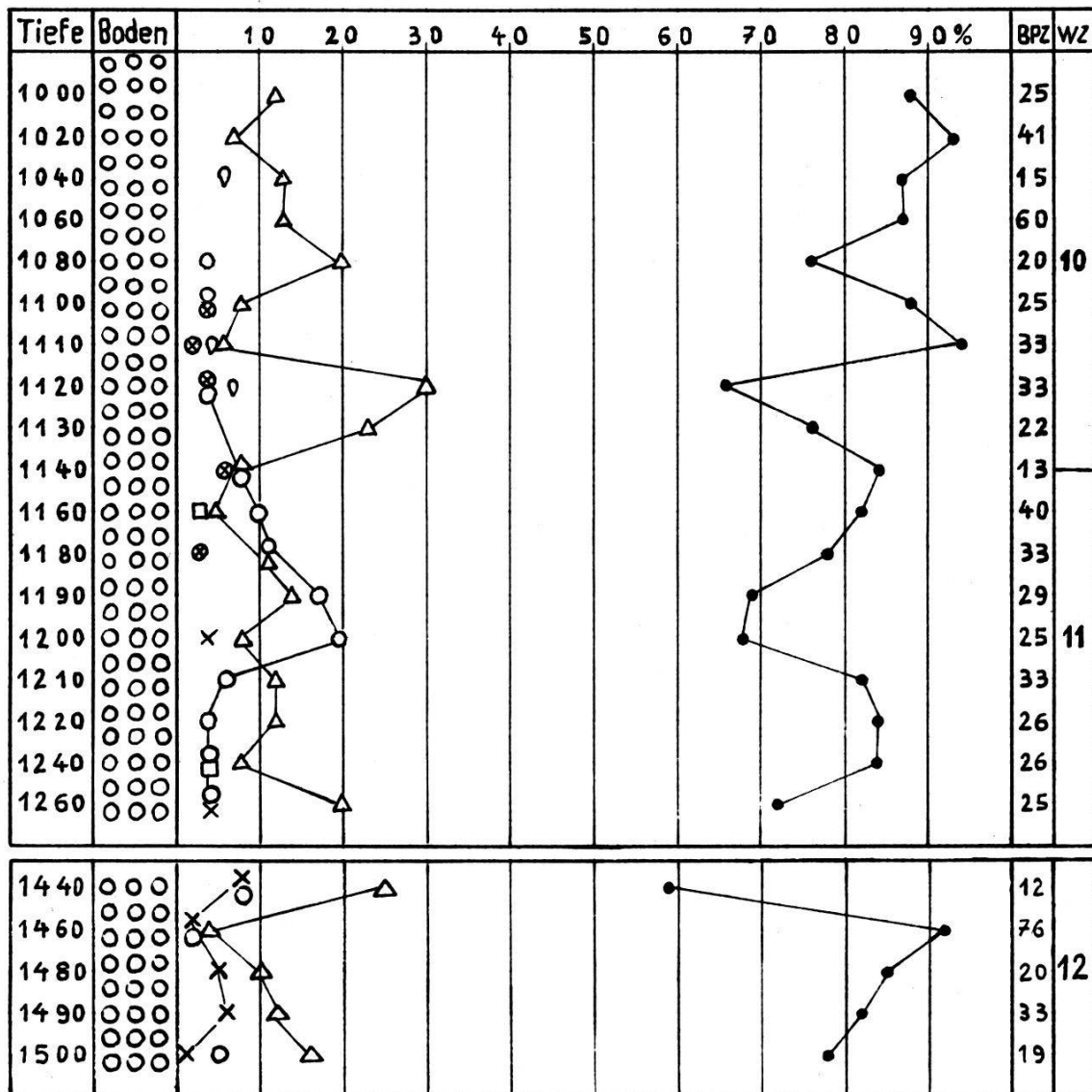


Abb. 5. Diagramm Weiherbach III (Teilstücke)

vom Meer beeinflusst, feuchter und wärmer und bleibt mit wenigen Wandlungen so bis heute. Und mit der atlantischen Zeit sind fast mit einem Schlag die vernichtet geglaubten Baumarten der einstigen Tannen-Föhren-Fichten-Zeit wieder da und beginnen sich auszubreiten. Zuerst tritt die Hasel (*Corylus avellana*) auf. Dann nimmt von den jungen Böden ein Eichen-Hasel-Mischwald Besitz. Neben der Eiche (*Quercus spec.*) und der Ulme (*Ulmus spec.*) kommt darin in unserem Gebiet hauptsächlich die Linde vor. Es gibt daneben aber auch noch die Zitterpappel (*Populus tremula*), den Spitzahorn (*Acer platanoides*) sowie eine Rose (*Rosa spec.*). In der Gegend von Weiherbach und des Schiltwaldes, aber auch im Suhrental bei Triengen folgt auf die warme Zeit des Eichenmischwaldes eine lange kühlere und vermutlich ziemlich feuchte Tannenzeit. Im Tal der Ron schiebt sich nach H. HÄRRY zwischen die Eichenmischwald- und Tannenzeit eine kurze Buchenzeit ein. Während der Tannenzeit wächst im Etzwiler Hochmoor die Erle und überstreut längere Zeit das Moor so stark mit ihrem Blütenstaub, daß sie im Diagramm von Schiltwald-Etzelwil (Abb. 4) eine regelrechte Erlenzzeit vor-
täuscht. Nach der Tannenzeit beginnt sich in der 2. etwas trockeneren Waldzeit die Buche (*Fagus silvatica*) allgemein auszubreiten. Sie verliert ihr Gebiet aber bald wieder, und in der Neuzeit kommt es unter einem wahrscheinlich wieder etwas kühler und wohl auch feuchter gewordenen Klima zur Ausbildung des heutigen Tannen-Buchen-Föhren-Fichten-Waldes.

Bislang betrachtet man die Tundren-Grasfluren-Zeit als Späteiszeit, welcher unmittelbar die Eiszeit voranging, die so unwirtlich gewesen sein soll, daß damals in unserem Mittelland keine Pflanzen vorkommen konnten. Nach unserem Diagramm von Weiherbach I ging der Tundren-Grasfluren-Zeit nicht eine Eiszeit voraus, sondern eine Zeit, während der es zwar vermutlich noch keinen verbreiteten Wald, aber doch da und dort, wie in der Gegend von Weiherbach, Waldbaumbestände gab, die blühten und Pollen ausstreuten.

Um zu prüfen, ob der Tundren-Grasfluren-Zeit im Untersuchungsgebiet, anstatt einer Eiszeit, tatsächlich eine Zeit mit baumgünstigem Klima vorausgegangen sei, führte ich in Weiherbach weitere Nachforschungen durch. Zunächst bestätigte ein zweites Diagramm, das ich mir durch eine neue, 375 m vom ersten Bohrloch entfernte Bohrung verschaffte, den gefundenen Vegetationswechsel. Sodann fand

ich an einem bis auf den kiesigen Untergrund abgeteufte Abzugsgraben einen sandigen Torf, von dem ich eine Bodenprobenreihe entnahm und pollenanalytisch untersuchte (Diagramm Weiherbach II, Abb. 6). Auch dieses Diagramm läßt den Vegetationswechsel deutlich erkennen. Der fragliche Wechselhorizont findet sich in 50 cm Tiefe. Im Diagramm Weiherbach I ist die Linde nur in zwei Horizonten vertreten, hier finden wir sie in jedem Horizont ausgewiesen. Wahrscheinlich wurde ihr Pollen im Torf seinerzeit besser aufbewahrt als im Mergel. Erwähnen möchte ich noch, daß im untern Teil des sandigen Torfes guterhaltene Gehäuse der Weinbergschnecke (*Helix pomatia*) und der Baumschnecke (*Helix arborescens*) eingelagert waren.

Hierauf begab ich mich nach Sursee, wo ich auf der Seeseite der dortigen Endmoräne am Rand des Zellmooses an zwei 200 m auseinanderliegenden Punkten Bohrungen ausführte. Die daraus gezogenen Diagramme stimmen weitgehend miteinander überein. Unser Diagramm Sursee (Abb. 7) zeigt den Wechselhorizont in 400 cm Tiefe, darüber aber von der Tundren-Grasfluren-Zeit nur den Anfang. Nachher weist die Ablagerung bis zum Schluß der Birkenzeit beim Horizont 340 cm eine Lücke auf. Woher rührt sie? Wir müssen annehmen, daß wenigstens das Randgebiet der Seebucht damals trocken lag und sich deshalb darin weder Mergel

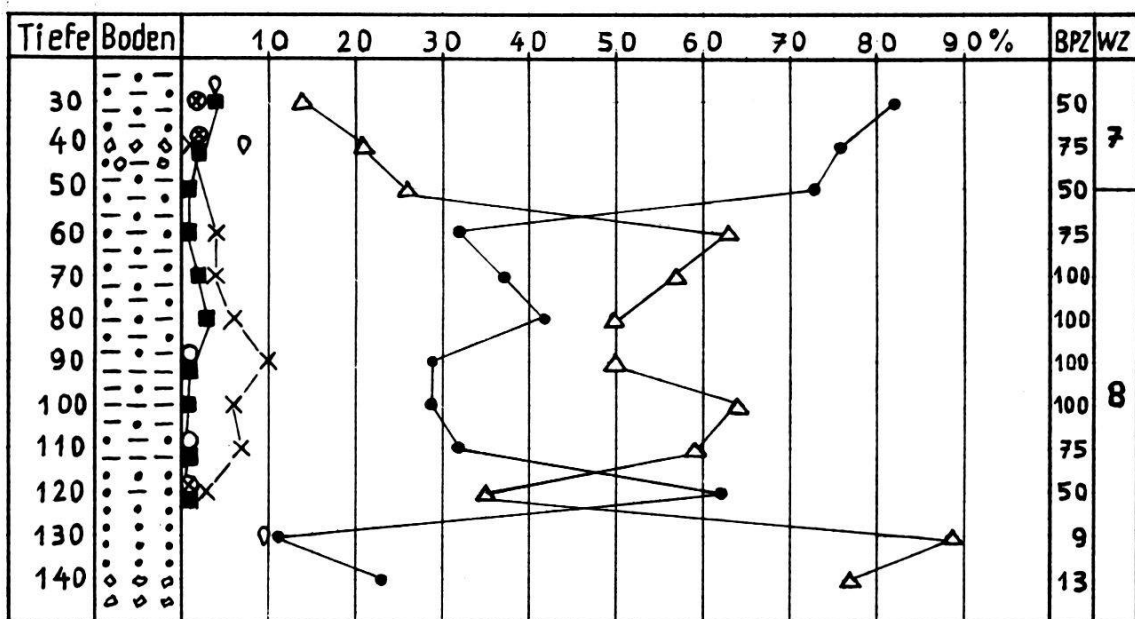


Abb. 6. Diagramm Weiherbach II

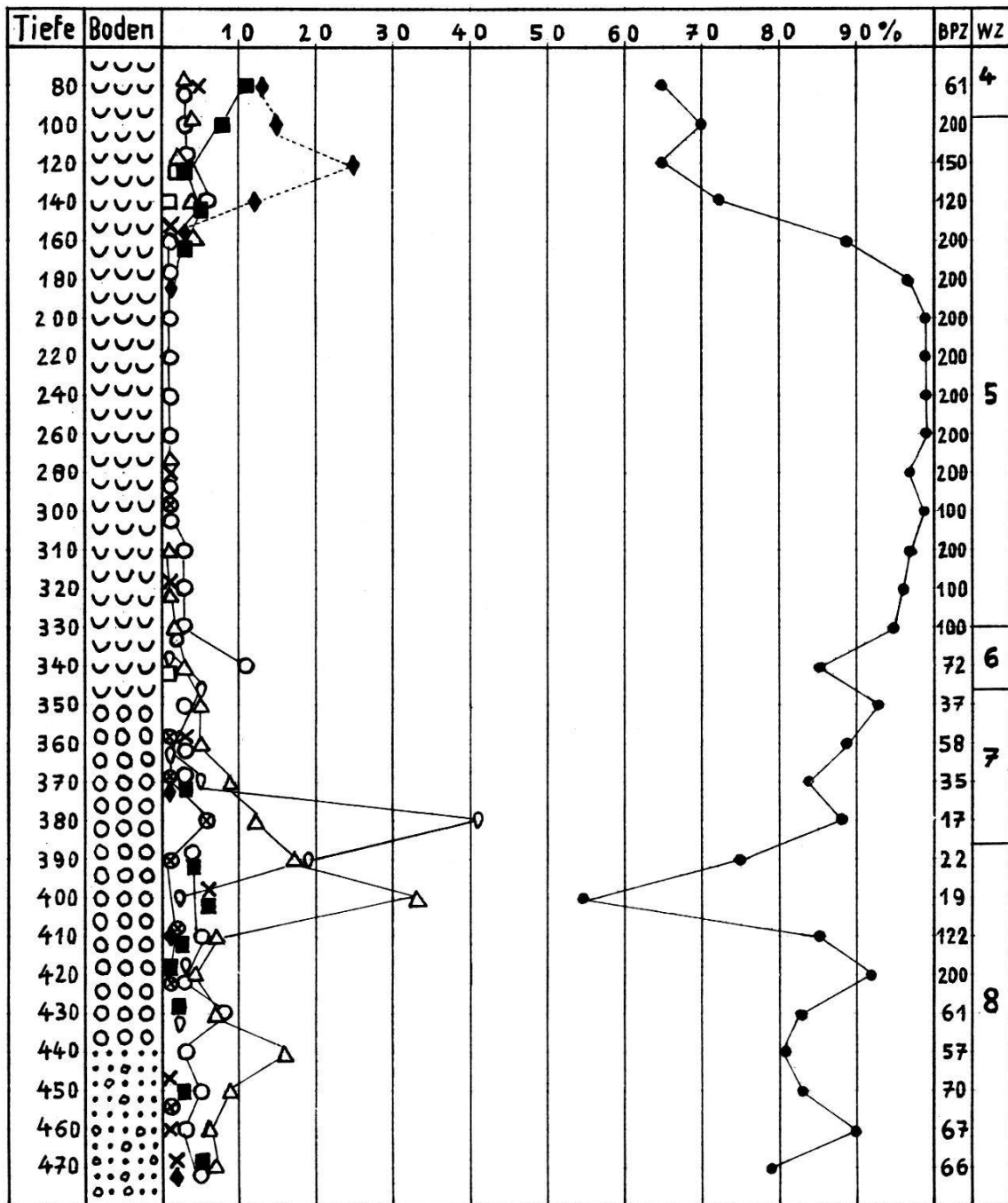


Abb. 7. Diagramm Sursee

absetzen noch Seekreide bilden konnten. Das muß uns eigentlich nicht wundern, war doch das Klima damals kontinental. Im weiteren ergibt sich aus dem Diagramm, daß es bei Sursee während der Tannen-Föhren-Fichten-Zeit einen lokalen Laubmischwald gab, in dem die Föhre vorherrschte. Wahrscheinlich hatte diese außer den Moränen auch weite Strecken der Schotterfelder besiedelt, während die Tanne und die Fichte auf den alten unvergletschert

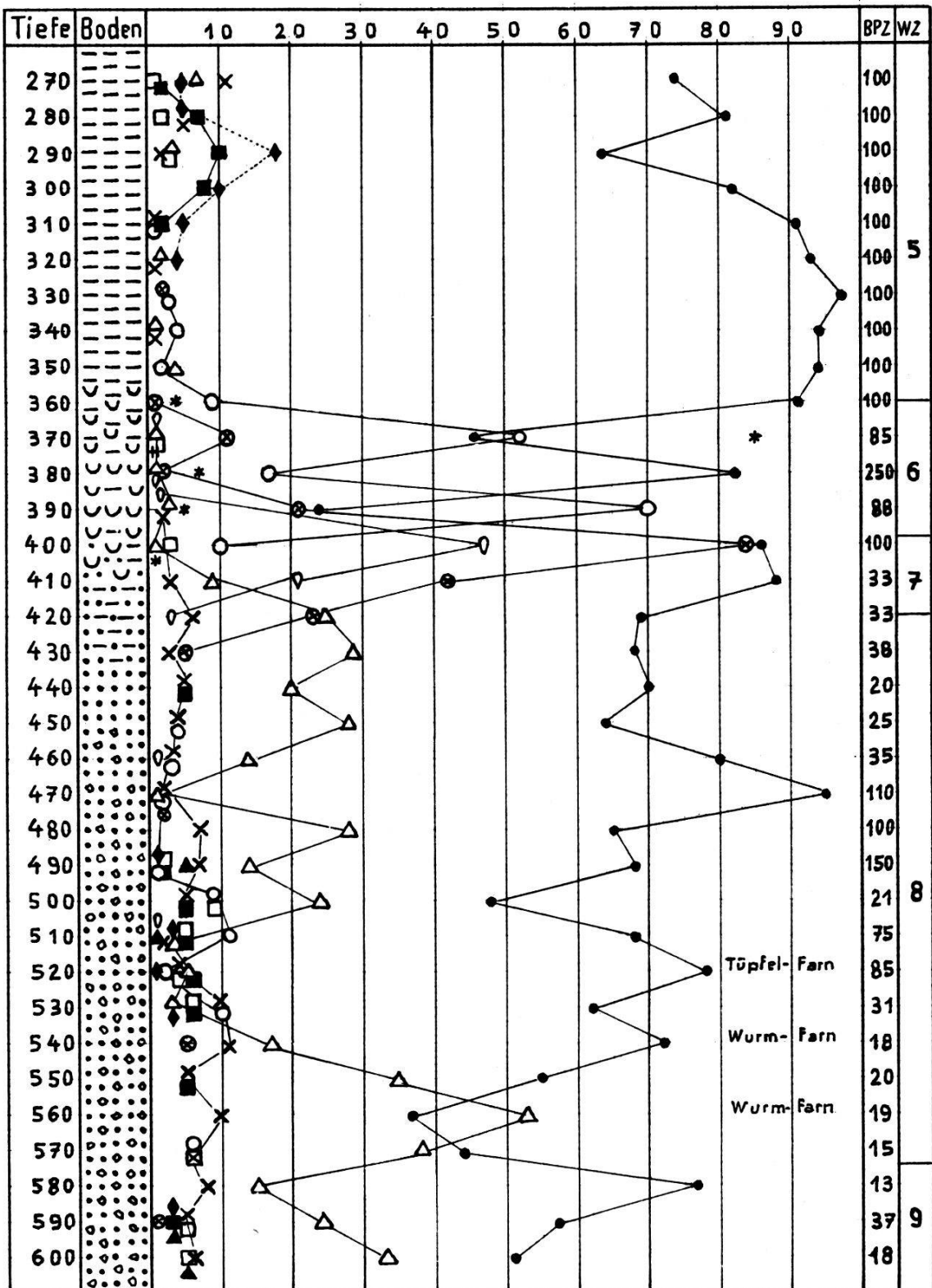


Abb. 8. Diagramm Kaltbach

gebliebenen Böden in der Gegend des Säck- und des Schiltwaldes standen und von dorthier ihren Blütenstaub weniger stark einzu-

streuen vermochten als in Weiherbach, wo die Fichte zu dieser Zeit die Vorherrschaft besaß.

Im Sommer 1958 teilte mir der Chef der Sektion Tiefbau der Bauabteilung des Kreises II der Schweizerischen Bundesbahnen in Luzern, Herr ETTERLIN, mit, daß man bei Kaltbach zwischen Sursee und Wauwil eine Wegunterführung zu erstellen beabsichtige, und lud mich in sehr verdankenswerter Weise ein, an Ort und Stelle Bodenproben für eine pollenanalytische Untersuchung zu entnehmen. Diese ergab das Diagramm Kaltbach (Abb. 8). Der Horizont 420 cm zeigt den Vegetationswechsel. Die Tundren-Grasfluren-Zeit ist nur kurz, aber eindeutig ausgebildet. Ihr voran geht ein langdauernder ähnlich lokaler Wald, wie wir bereits bei Sursee einen festgestellt haben. Als neue Art erscheint darin die Buche. Die Föhre herrscht vor; die Fichte ist zurückgedrängt, und das durchgehende Vorkommen der Tanne läßt vermuten, daß dieser Baum damals zum Teil unter dem Laubholz auf tiefgründigen Böden der Talsohle wuchs.

Betrachten wir nun noch die Böden, die während der Zeit dieses Waldwechsels abgelagert wurden. Dann finden wir in Weiherbach Mergel und sandigen Torf, in Sursee Mergel und in Kaltbach wieder sandigen Torf. Die eine und selbe Ablagerung geht ungestört durch den Klima- bzw. Vegetationswechsel hindurch. Nirgends findet sich eine Aufbereitungsfläche, die es doch wohl geben müßte, wenn die Ablagerungen während einer Zwischeneiszeit unterbrochen gewesen wären.

Das Aufhören der Sand- und Mergelzufuhren in die Mulden von Weiherbach, besonders aber in die von Kaltbach und in die Seebucht von Sursee nach dem Beginn der Tundren-Grasfluren-Zeit läßt darauf schließen, daß das Klima damals trockener, kontinentaler geworden war. Trotzdem gab es auch noch Tümpel wie in Kaltbach, in denen Seekreide und Torf gebildet wurde.

Ich habe seinerzeit die Mergel von Noranco bei Lugano untersucht (Diagramm Noranco, Abb. 9) und dabei einen Vegetationswechsel festgestellt, von dem ich annehmen muß, er sei mit dem in unserem Gebiet festgestellten altersgleich. Es löst sich dort ein Eichen-Tannen-Mischwald, den ich als «luganesischen» bezeichnet habe, auf, und an seine Stelle tritt ein Restwald mit vorherrschender Föhre und einer fast um das Hundertfache zurückgegangenen Blü-

tenstaubstreuung. Auch dort erhielt ich den Eindruck, der Vegetationswechsel sei die Folge eines Klimawechsels gewesen. Da die betreffenden Mergel Jahresschichtung zeigen, konnte ich daraus die ungefähre Zeit, nämlich 250 bis 300 Jahre, errechnen, die nötig war, um den Wald aufzulösen bzw. zu vernichten. Ein Vegetationswechsel? Gewiß. Ob aber das eingetretene kontinentale Klima die alleinige Schuld an der Zerstörung des früheren Waldes trug? Ich glaube nicht. Der Mensch, der damals lebte, brauchte Holz und nahm es, wo er es fand; weil aber eigentliche Wälder fehlten, gab es nur wenig. Daher lichteten sich die Baumbestände, die er bedrängte, rasch und verschwanden zuletzt ganz, denn an Neuaufforstungen dachte niemand. In unseren Alpen standen einst an vielen Orten über der heutigen Waldgrenze ausgedehnte Fichten- und Arvenwälder. Wer hat sie vernichtet? Hören wir, was FRIEDERICH VON TSCHUDI in seinem berühmten Buch *Das Tierleben der Alpenwelt* dazu sagt: «Was ist die Ursache der Verwüstung aller der ungeheuren Waldbestände der Alpen? Vor allem wohl die unsinnige und barbarische Wirtschaft der Sennen und Alpenhirten, der über-

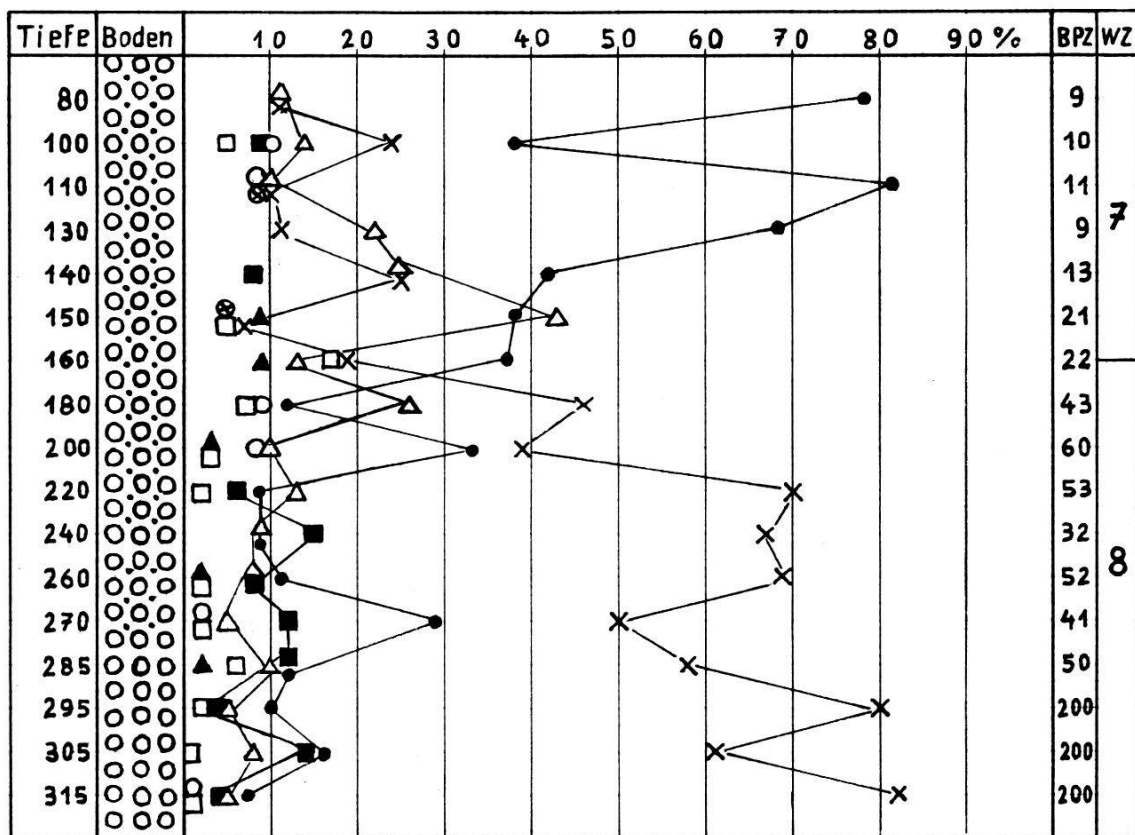


Abb. 9. Diagramm Noranco

mäßige Verbrauch zur Feuerung, zu Bauten und Bergwerken, die leichtsinnige Verschleuderung der größten und schönsten Wälder an fremde Händler. Dazu kommt noch die in den meisten Alpen herrschende unglaubliche Sorglosigkeit für den Nachwuchs, überhaupt für eine ordentliche Forstwirtschaft.»

Wir wollen nun noch versuchen, unsere frühesten Waldzeiten in die Geschichte der Würmeiszeit einzuordnen. Wir wissen, daß der Pollen der letzten dieser Zeiten, der 8. WZ, hinter der Moräne von Sursee in die Seebucht eingestreut wurde. Also lag der Gletscher um jene Zeit nicht mehr bei Sursee, sondern hatte sich von dort zurückgezogen. Als Rückzugszeiten kommen offenbar nur die 9. und 8. WZ in Frage, während welchen das Klima zunehmend atlantisch-wärmer geworden war. Wann aber lag er bei Sursee? Vermutlich in den diesen atlantischen Zeiten vorangegangenen nordisch-kontinentalen 11. und 10. WZ. Das plötzlich starke Hervortreten der Fichte zwischen den Horizonten 1140 und 1110 cm unter gleichzeitigem Zurückweichen der Zwergbirke in der 10. WZ, der Fichten-Föhren-Zeit, dürfte auf eine kurze Besserung des Klimas hinweisen, während welcher sich die aufgehaltene Gletscher vorübergehend etwas zurückzogen. Tatsächlich sehen wir auf unserem Kärtchen, daß der Gletscher damals bei Sursee zwei Wälle absetzte. Die 12., 9. und 8. WZ waren Rückzugszeiten der Gletscher. Die 12. WZ zeigt den Suhrentalgletscher auf verlangsamtem Rückzug von Triengen nach Sursee. Der spätere Rückzug setzte wahrscheinlich während der zu Ende gehenden 10. WZ ein und vollzog sich dann namentlich in der 9. und 8. WZ, so daß das Suhrental am Schluß der Tannen-Föhren-Fichten-Zeit eisfrei war und der Reußgletscher vermutlich schon in der Gegend zwischen Bürgenstock und Rigi im Vierwaldstättersee lag.

Betrachten wir jetzt das Diagramm Säckwald (Abb. 10). Es stammt aus einer Bohrung vom Ostabhang des Säckwaldes 760 m über Meer, der während der letzten Eiszeit unvergletschert geblieben war. Die drei untersten Horizonte lassen eine Tannen-Föhren-Fichten-Zeit erkennen. Darauf erscheint eine Lindenmischwald-Föhren-Zeit, in welcher gegen den Schluß hin die Linde stark hervortritt und die Fichte nach rechts oben ansteigt. Im Horizont 110 cm erreicht sie die Vorherrschaft. Der Lindenmischwald klingt ab, und am Schluß haben wir wieder eine Tannen-Föhren-Fichten-Zeit. 1,500 km westlich vom Säckwald im Bereich der äußersten Würmmoränen führte

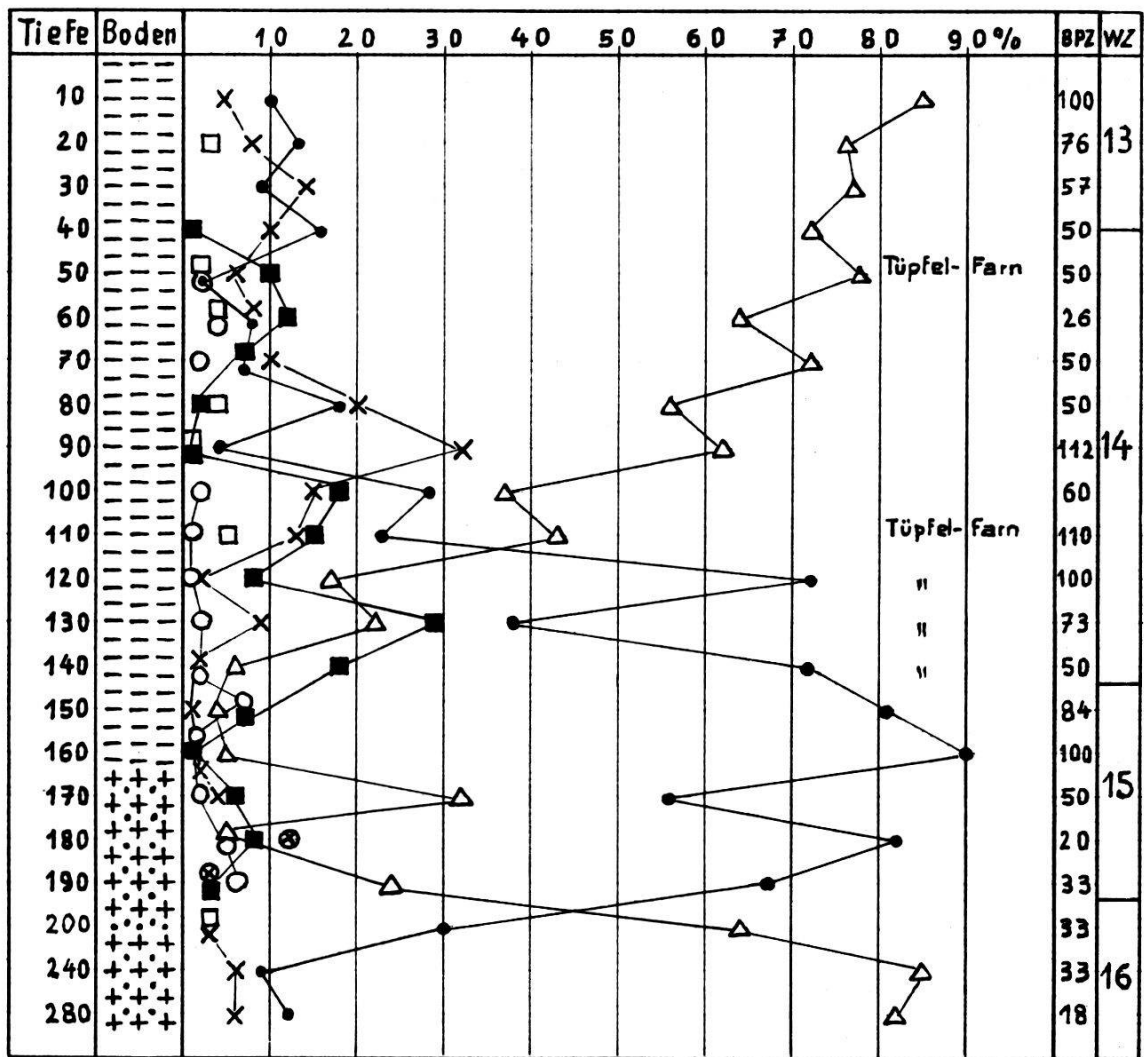


Abb. 10. Diagramm Säckwald

ich später neben einem Bächlein eine zweite Bohrung aus (Diagramm Etzelwil, Abb. 11). Das Diagramm zeigt zur Hauptsache eine Fichten-Föhren-Zeit, die auf eine Tannen-Föhren-Fichten-Zeit folgt und in eine Lindenmischwald-Fichten-Föhren-Zeit übergeht. Beide Diagramme, das vom Säckwald und dieses, stellen vermutlich lokale Abschnitte der gleichen Vegetationszeit dar. Das Vorkommen des Moosfarnes im Diagramm von Etzelwil scheint auf Waldnähe hinzudeuten, vielleicht aber auch bloß auf eine benachbarte Grasflur. Zwei ähnliche Diagramme lieferten Bohrungen, die an zwei verschiedenen Stellen bei Attelwil im Suhrental, 8 km vom Säckwald entfernt, vorgenommen wurden (Diagramme Attelwil I und II, Abb. 12 und 13). Das erste zeigt im untern Abschnitt eine sehr schöne Fichten-Föhren-Zeit mit Moosfarn und im obern den Über-

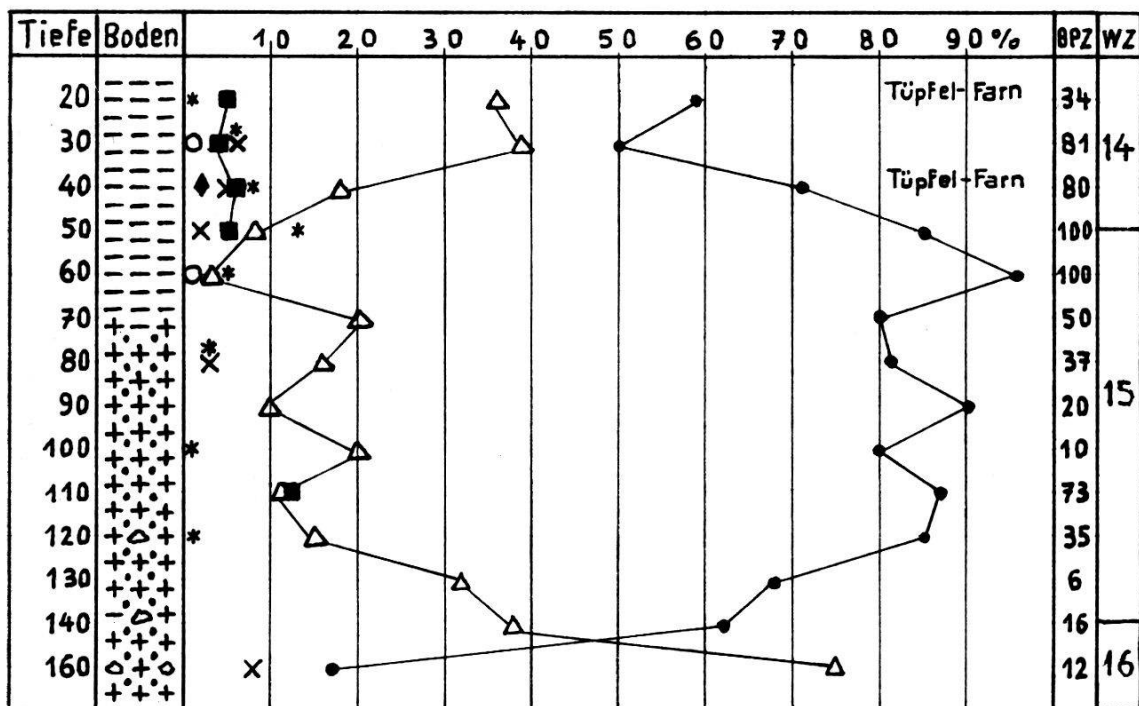


Abb. 11. Diagramm Etzelwil

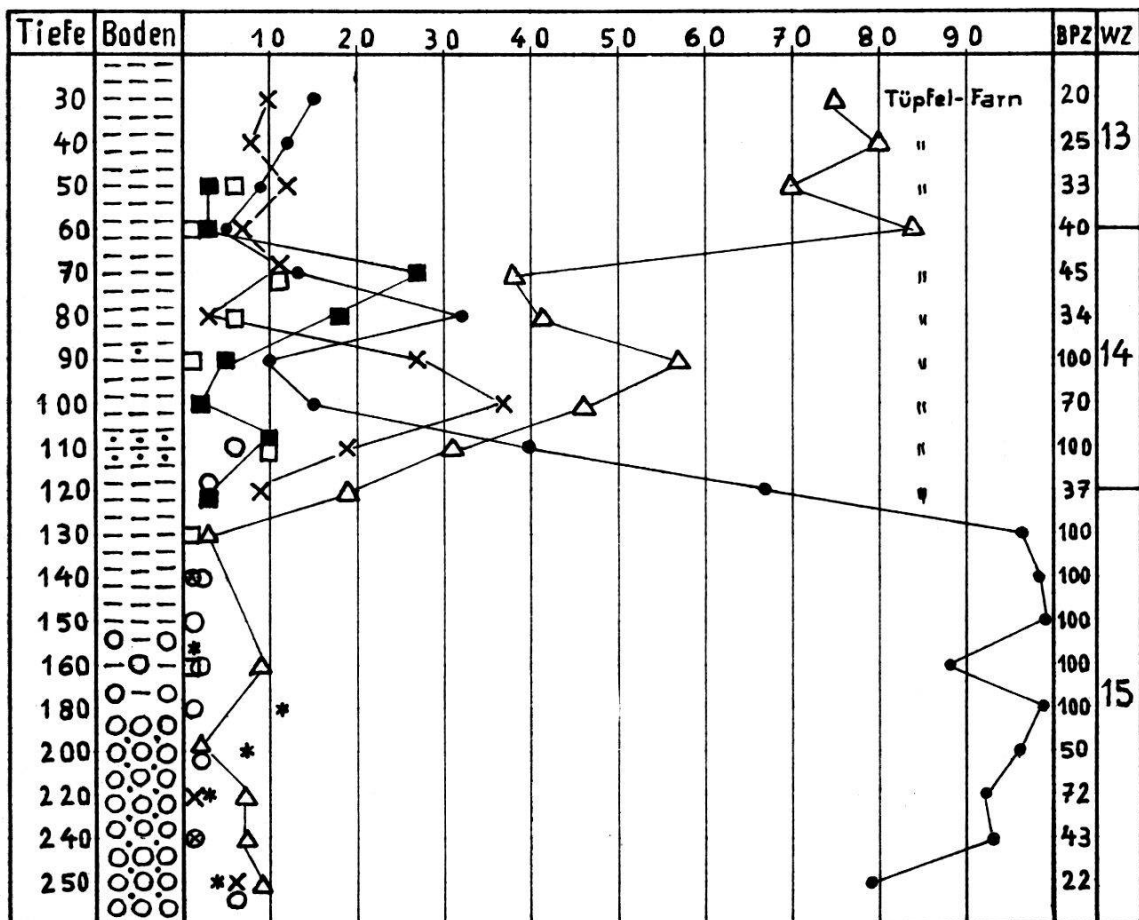


Abb. 12. Diagramm Attelwil I

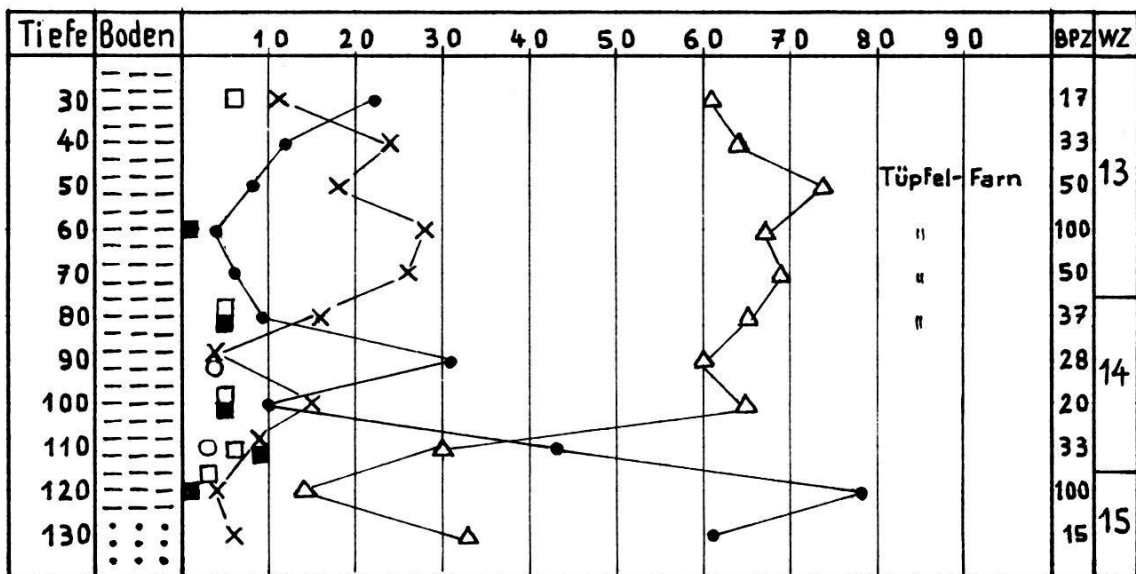


Abb. 13. Diagramm Attelwil II

gang der Fichte zur Vorherrschaft in einem Lindenmischwald ähnlich wie in den Diagrammen vom Säckwald und von Etzelwil. Das zweite zeigt den oberen Abschnitt des ersten mit der verlängerten Tannen-Föhren-Fichten-Zeit. In allen vier Diagrammen tritt während der Lindenmischwaldzeit der Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*) auf. Er dürfte auf ein gemäßigtes, eher mildes Klima hinweisen. Daß die Diagramme von Attelwil lokale Abschnitte der gleichen Vegetationszeit darstellen wie die vom Säckwald und Etzelwil, ist sicher; allein, wo müssen wir sie einfügen? Da die Diagramme von Attelwil aus Ablagerungen stammen, deren Bildung in eine frühe Zeit nach dem Rückzug des Gletschers von Staffelbach fallen muß und die stark ausgeprägte Föhrenzeit auf ein kontinentales Klima schließen läßt, müssen wir annehmen, der Pollen sei vor, hauptsächlich aber während und nach der Zeit, als der Gletscher bei Triengen stand, auf die betreffenden Böden gefallen. Das Ansteigen der Föhre im obersten Abschnitt der Diagramme von Attelwil nach der rechten Seite hin läßt vermuten, daß die Tannen-Föhren-Fichten-Zeit später in eine Tannen-Fichten-Föhren-Zeit überging, und zwar in die, welche ich als die 12. Waldzeit bezeichnete, und daß sich demnach das Klima nach der kontinentalen Zeit des Gletscherstandes von Triengen bzw. nach der Lindenmischwald-Fichten-Zeit allmählich bis zur 10. WZ, der Fichten-Zwergbirken-Föhren-Zeit, die ich der Zeit des Gletscherstandes von Sursee gleichsetzte, wieder verschlechterte. Stimmt es nun, daß der Gletscherstand von Triengen

mit der kontinentalen Föhrenzeit, welche die Diagramme vom Säckwald, von Etzelwil und Attelwil zeigen, zusammenfällt, dann wurde die Moräne von Triengen nicht vor, sondern nach der Endmoräne von Staffelbach abgelagert und ist daher eine Rückzugsmoräne des Suhrentalgletschers. Sodann läßt die rasche Klimabesserung, die, nach dem Diagramm von Attelwil zu schließen, auf die Föhrenzeit gefolgt sein muß, annehmen, daß der Gletscher damals rasch zurückschmolz und dabei einen mächtigen Schmelzwasserstrom entließ, der sich hinter der Moräne von Triengen staute, diese breit überschwemmte, durchbrach und bis auf wenige Reste zerstörte, wie ich bei der früheren Besprechung dieser Moräne bereits bemerkt habe.

Endlich entnahm ich noch 40 m über der Talsohle an der innern Seitenmoräne bei Marchstein in einem stark geneigten Flachmoor an den Wänden von Abzugsgräben, die bis auf den kiesigen Untergrund abgeteuft waren, vier Probenreihen. Die sandig-torfigen Ablagerungen waren stark tuffhaltig und ruhten allem Anschein nach unmittelbar der Moräne auf. Drei von den erhaltenen vier Diagrammen weisen Abschnitte einer Tannen-Föhren-Fichten-Zeit nach. Das Diagramm Marchstein (Abb. 14) zeigt im oberen Abschnitt diese Zeit auch. Ihr voraus geht eine stark kontinentale Föhrenzeit, worin die Fichte, obwohl ich 100 bis 200 Pollen auszählte, nur mit 1 % vertreten ist, was davon herrühren mag, daß sie von der Föhre überstreut wurde, wie bei Sursee und Kaltbach. Vergleicht man sie mit den übrigen drei Föhrenzeiten, dann stimmt sie

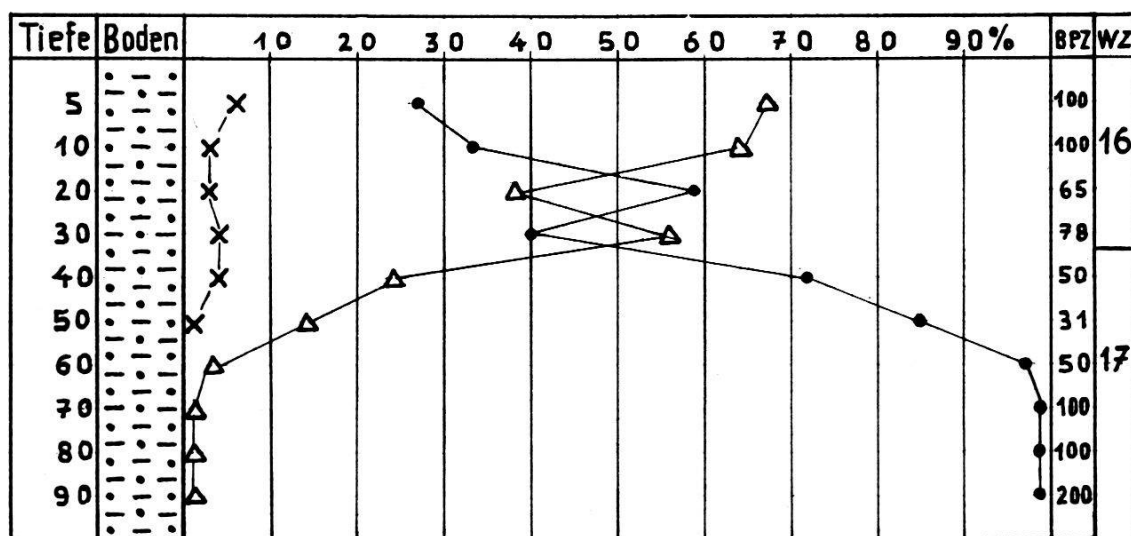


Abb. 14. Diagramm Marchstein

am besten mit der 10. WZ überein. Nun geht diese aber nicht in eine Tannen-Föhren-Fichten-Zeit über, sondern in eine Tannen-Fichten-Föhren-Zeit. Die beiden Föhrenzeiten sind daher nicht gleichen, sondern verschiedenen Alters, und es fragt sich deshalb, wo die von Marchstein einzuordnen ist. Ich halte sie für die früheste Föhrenzeit, die sich nach dem Rückzug des Gletschers von Staffelbach entwickelte, und es ist vielleicht nicht zufällig, daß eine Mergelprobe aus der Moränengrube bei der Mühle von Staffelbach 5 Föhrenpollen = 83 % und 1 Fichtenpollen = 17 % enthielt, was ziemlich genau dem Prozentanteil der beiden Baumarten im Horizont 50 cm unseres Diagrammes entspricht.

Die Tannen-Föhren-Fichten-Zeit des oberen Abschnittes des Diagrammes von Marchstein ist wahrscheinlich mit der älteren Tannen-Föhren-Fichten-Zeit der Diagramme vom Säckwald und von Etzelwil altersgleich und ginge daher wie diese der Föhrenzeit von Triengen unmittelbar voraus. Ich bezeichne nun die kontinentale Föhrenzeit von Marchstein als 17. WZ, die darauffolgende Tannen-Föhren-Fichten-Zeit als 16. WZ, die Föhrenzeit von Triengen als 15. WZ, die sie ablösende Linden-Mischwald-Zeit als 14. WZ und die nach dieser erscheinende Tannen-Föhren-Fichten-Zeit als 13. WZ. Dann vermutete ich früher schon, daß diese in die 12. WZ übergehe. Danach hätte sich der Gletscher während der 14., 13. und 12. WZ von Triengen nach Sursee zurückgezogen.

Jetzt müssen wir uns noch fragen, welche Gletscherstände mit der 5. WZ, der letzten kontinentalen Föhrenzeit, in Beziehung stehen. Damals hatte sich der Reußgletscher bereits ganz in die Alpen zurückgezogen und stand vermutlich bei Meitschligen oberhalb von Amsteg. Nun zeigen die Diagramme (Abb. 3, 4, 7 und 8) gegen den Schluß dieser Föhrenzeit einen vorübergehenden Vorstoß der Hasel und im Diagramm von Kaltbach gleichzeitig auch einen solchen der Linde. Das deutet auf eine kurzfristige Klimabesserung hin. Wahrscheinlich zog sich der Reußgletscher während dieser Zeit im Fellital bis nach Obermatt zurück und setzte dort seine letzten Rückzugsmoränen ab. Die beiden letzten Gletscherhalte werden von den Geologen als Gschnitz- und Daunhalt bezeichnet.

Zwei weitere Diagramme (Diagramme Schiltwald-Rehag und Schlatt I, Abb. 15 und 16), die ich aus dem Gebiet des Schiltwaldes besitze, zeichnen sich erstens dadurch aus, daß die Buche darin vor-

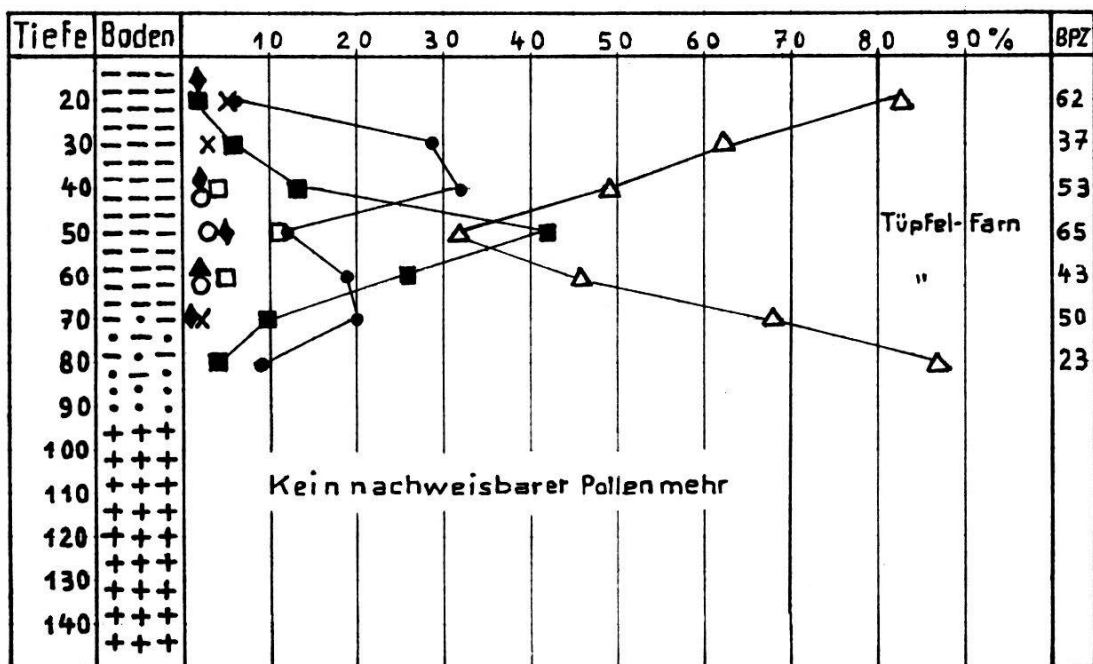


Abb. 15. Diagramm Schiltwald-Rehag

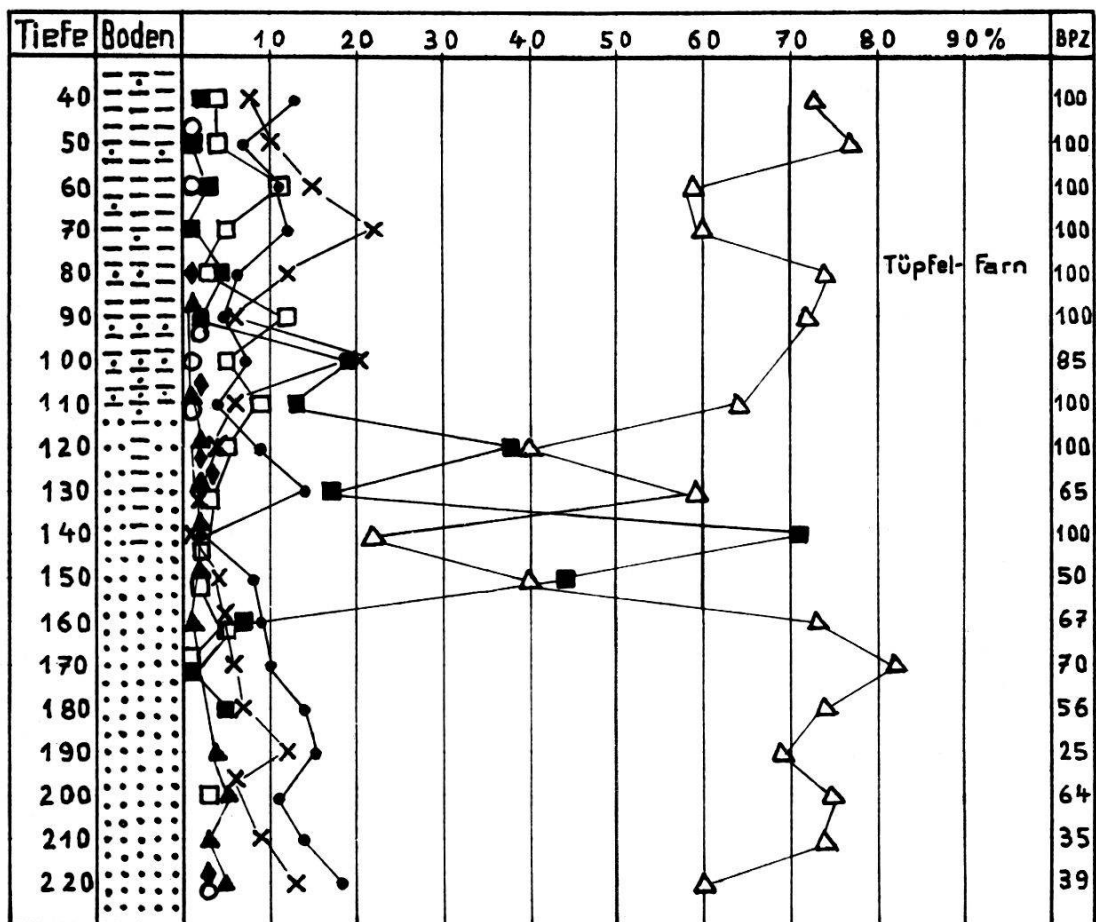


Abb. 16. Diagramm Schiltwald-Schlatt I

kommt, und zweitens dadurch, daß zwischen zwei fast gleichartigen Laubwald-Tannen-Föhren-Fichten-Zeiten eine kräftig entwickelte Linden-Mischwald-Zeit liegt. Daß ein Lindenmischwald mit Buchen nur auf bereits gereiften Böden und nur unter einem verhältnismäßig warmen, atlantischen Klima aufkommen konnte, ist klar. Ungefähr 100 m vom Bohrpunkt Schlatt I entfernt führte ich eine zweite Bohrung aus. Das betreffende Diagramm Schiltwald-Schlatt II (Abb. 17) bildet vermutlich entweder einen Abschnitt des Beginns oder der Fortsetzung des Diagramms von Schlatt I. Wenn aber dem so ist, dann stellen die beiden Diagramme zusammen eine derart lange

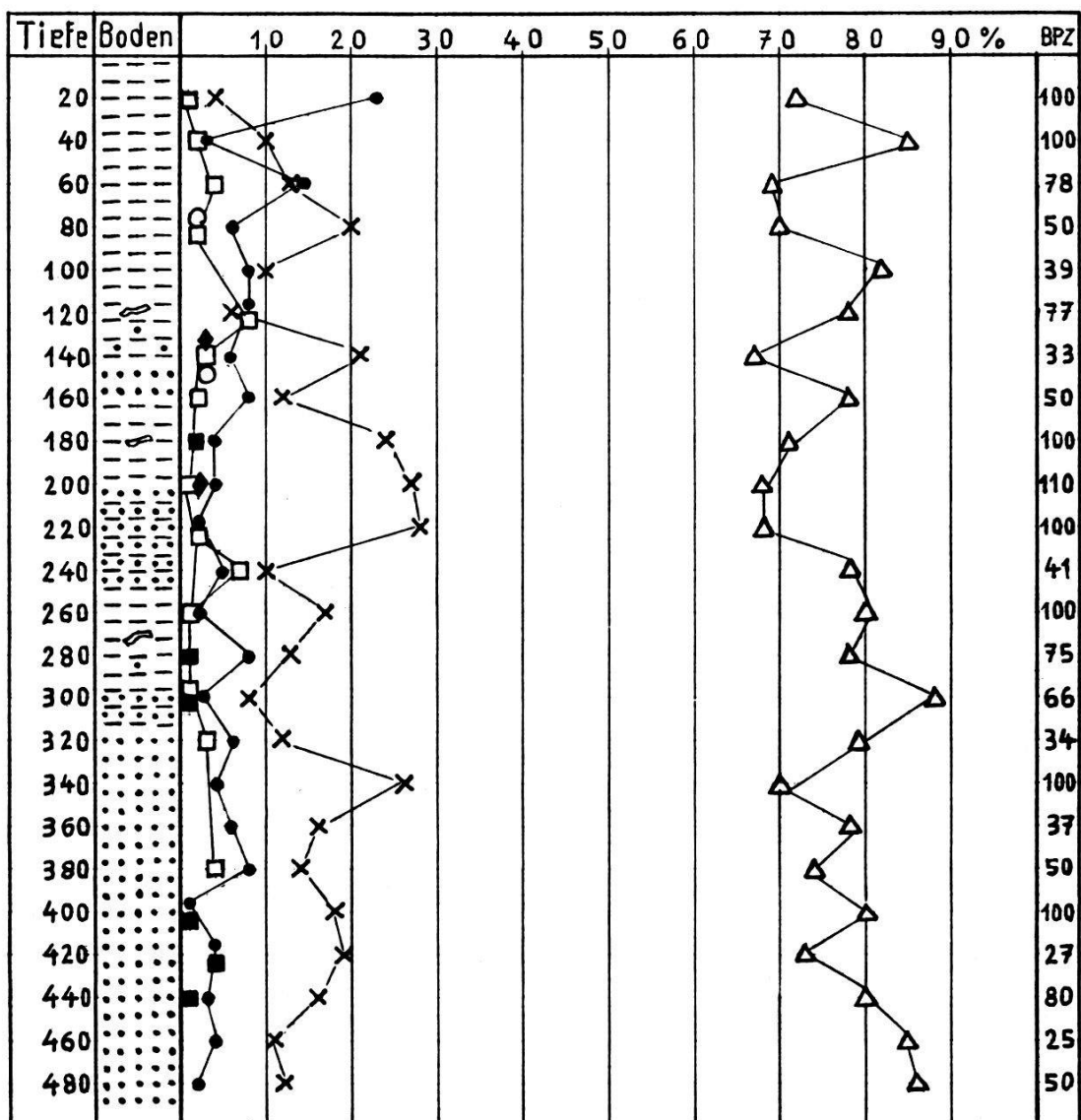


Abb. 17. Diagramm Schiltwald-Schlatt II

Vegetationsentwicklung dar, daß man annehmen muß, sie habe nicht während einer Zwischenhaltezeit des Gletschers, sondern während einer Zwischeneiszeit stattgefunden. Man könnte dabei an die letzte, die Riß-Würm-Zwischeneiszeit denken. Nun wurde aber das Diagramm Schiltwald-Rehag aus einem Torf gewonnen, dessen Unterlage nach MÜHLBERG Würmmoräne bildet. Die Moräne wird zwar heute von den Geologen als Ablagerung des Riß-Gletschers betrachtet, sie könnte aber auch vom Würm I-Gletscher herrühren, so daß die Diagramme die Vegetationsentwicklung während der Würm I-Würm II-Zwischeneiszeit zur Darstellung brächten. Es ist nämlich sehr fraglich, ob sich während der Riß-Würm-Zwischeneiszeit Torfe gebildet hatten, und wenn, ob sie sich im Schiltwald-Schlatt und im Rehag unbedeckt bis heute hätten erhalten können.

Nach der vorliegenden Untersuchung ergeben sich nun für die Gesamt-Würmeiszeit nach der Riß-Würm-Zwischeneiszeit folgende Klimaänderungen, Gletscherbewegungen mit Stillständen und Vegetationswandlungen: 1. Vorstoß des Würm I-Gletschers bis etwas unterhalb Staffelbach. Klima atlantisch, sehr niederschlagsreich, kühl. 2. Rückzug des Gletschers, vielleicht bis in die Alpen. Entwicklung einer längeren Würm I-Würm II-Zwischeneiszeit. Klima während dieser Zwischeneiszeit atlantisch zunehmend wärmer werdend bis zur Ausbildung eines wärmeliebenden Laubwaldes mit Buche und Linde, nachher wieder abklingend. 3. Vorstoß des Würm II-Gletschers bis nach Staffelbach-Kirchleerau. Klima sehr niederschlagsreich und kühl. Vegetation: Nadelhölzer auf unvereist gebliebenen gletscherfernen Böden. 4. Rückzug des Gletschers mit Zwischenhalten, die durch Klimawandlungen bedingt sind, während einer Folge von 17 ununterbrochen einander ablösenden Vegetationszeiten von zum Teil kontinentalem und zum Teil atlantischem Gepräge. 17. WZ = Erste Fichten-Föhren-Zeit: Rückzug des Gletschers von Staffelbach. 16. WZ = Erste Tannen-Föhren-Fichten-Zeit: Weiterer Rückzug des Gletschers nach Triengen. 15. WZ = Zweite Fichten-Föhren-Zeit: Gletscherstand bei Triengen. 14. WZ = Erste Linden-Mischwald-Zeit: Rascher Rückzug des Gletschers von Triengen. 13. WZ = Zweite Tannen-Föhren-Fichten-Zeit: Weiterer, langsamerer Rückzug des Gletschers nach Sursee. 12. WZ = Erste Tannen-Fichten-Föhren-Zeit: Noch weiterer Rückzug des Gletschers und Halt bei Sursee. 11. WZ = Fichten-Zwergbirken-Föhren-

Zeit und 10. WZ = Dritte Fichten-Föhren-Zeit: Ablagerung der Moränen von Sursee. 9. WZ = Zweite Tannen-Fichten-Föhren-Zeit: Rückzug des Gletschers von Sursee. 8. WZ = Dritte Tannen-Föhren-Fichten-Zeit mit Linde, und Buche bei Kaltbach: Weiterer Rückzug des Gletschers bis zu seinem Stamm, dem Reußgletscher, und Rückzug des Reußgletschers bis in die Gegend zwischen Rigi und Bürgenstock. 7. WZ = Tundren-Grasfluren-Zeit: Gletscherstände im Vierwaldstättersee von Kehrsiten bis Kindlismord. 6. WZ = Birkenzeit: Vorübergehende Besserung des Klimas und Rückzug des Gletschers bis nach Meitschligen. 5. WZ = Föhrenzeit mit Stand des Reußgletschers bei Meitschligen. Gegen den Schluß dieser Zeit vorübergehende Klimabesserung mit Haselvorstoß und Rückzug des Reußgletschers bis Obermatt. 4. WZ = Eichenmischwald-Hasel-Zeit: Klima warm. 3. WZ = Tannenzeit: Klima kühler, niederschlagsreich. 2. WZ = Buchenzeit: Klima trockener. 1. WZ = Tannen-Buchen-Fichten-Föhren-Zeit: Heutige Zeit, Klima etwas feuchter und kühler als während der vorangegangenen Buchenzeit.

Versuchen wir zum Schluß noch die Geschichte der ältesten Kulturen in die Geschichte der Würm-Eiszeit einzuordnen. Mit dem ersten Würmgletschervorstoß dürfte das kalte Moustérien zusammenfallen und mit der Würm I-Würm II-Zwischeneiszeit das Aurignacien. In die Zeit während des Rückzuges des Würm II-Gletschers bis zum Stand des Reußgletschers bei Kindlismord könnte das Solutréen eingeordnet werden und in die Tundren-Steppen-Zeit bis zum Gletscherhalt bei Meitschligen das Magdalénien.

Literaturverzeichnis

- JÄCKLI H. Talgeschichtliche Probleme im aargauischen Reußtal, *Geogr. helv.* 11/1 (1956) 46–59.
- HANTKE R. Zur Altersfrage der Mittelterrassenschotter, *Vjschr. Naturf. Ges. Zürich* 1957 – (47 Seiten).
- HÄRRI H. Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses, *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 1940 (104 Seiten).
- LÜDI W. Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen, *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 1953 (208 Seiten).
- MÜHLBERG F. *Über die erratischen Bildungen im Aargau*, Aarau 1869.
- *Geologische Karte und Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung des Hallwilersees und des oberen Suhren- und Wynentalen*, Aarau 1910.
- MÜLLER P. Das Hochmoor von Etzelwil, *Ber. Geobot. Inst. Rübel* 1937, 95–105, 5 Abb.
- Pollenanalytische Untersuchungen in eiszeitlichen Ablagerungen bei Weiherbach (Kanton Luzern), *Ber. Geobot. Inst. Rübel* 1949, 67–94, 10 Abb.
- Zur Bildungsgeschichte der Mergel von Noranco bei Lugano, *Ber. Geobot. Inst. Rübel* 1956, 23–54, 14 Abb.