

Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 49 (1908-1909)

Artikel: Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Delta bei Kaltbrunn (bei Uznach, Kanton St. Gallen) und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit
Autor: Brockmann-Jerosch, H.
Kapitel: I.: Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Delta bei Kaltbrunn und deren Bedeutung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834897>

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: 03.02.2026

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

I. Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Delta bei Kaltbrunn und deren Bedeutung.

1. Der ehemalige Schuttkegel des Kaltbrunner Dorfbaches.

Das st. gallische Dorf Kaltbrunn (am rechten Hange des Tales zwischen Walensee und Zürichsee) liegt auf dem rezenten Schuttkegel des „Dorfbaches“. Ihm folgen wir, wenn wir die Dorfstrasse, von Süden herkommend, hinaufwandern. Verlassen wir sie an der Stelle, wo sie an der Spitze des Schuttkegels nach links ausbiegt und mit einer Kurve die Höhe der Terrasse der Schieferkohlen gewinnt, so kommen wir, dem Bach folgend, in ein kleines, schluchtartiges Tal. Gleich hinter dem Viadukt der neuen Rickenbahn ziehen auf der rechten Talseite die verkitteten Schichtköpfe von Kies- schichten unsere Aufmerksamkeit auf sich. Kiesige und sandige, selten tonige Schichten wechseln miteinander ab; sie fallen alle im gleichen Sinne und zwar 10—20° gegen SW bis WSW. Gehen wir auf der rechten Talseite weiter, so folgen wir einige Zeit den gleichen Schichten, erst beim Tunneleingang finden wir auf dem Talgrunde andere vor, nämlich Grund- moräne. Einige Meter höher als der Weg gelegen, findet sich im Wald auf der rechten Talseite, wo eine Quelle für die dortige Wirtschaft für die Tunnelarbeiter gefasst worden ist, der Kontakt der Kies- und Sandschichten mit der liegenden Grundmoräne. Die Kiesschichten sind also von Moräne unterlagert. Aber auch auf ihnen liegt eine Moränen- decke. So finden sich im östlichen Teile von Rütiweid mehrere Moränenblöcke und an einigen Orten Grundmoräne in einigen kleinen Aufschlüssen. Ganz besonders deutlich ist jedoch die Moränendecke im Güntenstaller Einschnitt zu sehen (siehe die geologische Karte und das Profil). Auf der linken Talseite ist der Boden wenig aufgeschlossen; nur durch den

Bahnbau wurden einige Einzelheiten bekannt. Der Bahneinschnitt vor dem Tunnelportal liegt in Grundmoräne. Bei dem „M“ von „Ob. Mle.“ der topographischen Karte¹⁾ hat die Tunnelbauunternehmung eine Sand- und Kiesgrube graben lassen. Unter einer Moränendecke fanden sich Sand- und Kiesschichten vor, die 21° gegen SW fallen, also gleich wie die auf der rechten Talseite gelagert sind. Die Tunnelbaugesellschaft konnte jedoch nur kurze Zeit Material ausbeuten, denn bald stiessen die Arbeiter auf Grundmoräne. Demnach sind die Sand- und Kiesschichten auch auf der linken Talseite von Moräne über- und unterlagert. Weder die liegende Moräne, noch die oberen Kiesschichten zeigen irgendwelche Spuren von Verwitterungerscheinungen, woraus geschlossen werden muss, dass diese Bildungen ziemlich sicher direkt aufeinander folgten. Südlich dieser Grube liegt eine zweite, auf der Karte als Anriss eingezeichnete. Hier findet sich die Fortsetzung der Sandschichten. Einige kleinere Aufschlüsse zeigen, dass überhaupt das ganze westliche Stück dieser Berggruppe aus den gleichen Schichten, die hier aber zum grossen Teile tonig sind, besteht. Je weiter wir nach Süden kommen, desto mehr überwiegen die Tone. Am westlichen Ende der Berggruppe, wo eine kleine Rutschung einen Aufschluss schafft, herrschen die Tonschichten bereits vor. Bereits hier haben sie öfters das Aussehen von Bändertonen.

Ganz in gleicher Weise verändern sich die Schichten, wenn wir auf der rechten Talseite von Norden nach Süden fortschreiten. Aufs deutlichste ist das zu sehen in dem schief zur Richtung des Dorfbaches stehenden Bahneinschnitt von Güntenstein, von dem unten noch ausführlich die Rede sein wird. Hier wechseln kiesige, sandige und tonige Schichten

¹⁾ Blatt 233, 1:25,000. Alle Ortsnamen beziehen sich auf diese Karte und zwar auf die Ausgabe 1905.

miteinander ab. Sie sind verschiedenartig miteinander verkeilt und gehen ineinander über. Weiter südlich jedoch bilden nur noch die Tone die Fortsetzung, die Kiese und Sande haben aufgehört. Die schön geschichteten Tone reichen nach Süden bis über die neue, auf der Karte nicht eingezeichnete Zufahrtsstrasse zum Bahnhof hinaus.

Alle diese Kiese, Sande und Tone, von denen bis jetzt die Rede gewesen ist, müssen als eine einheitliche Bildung aufgefasst werden. Nach NNE steigen die Schichten allgemein an und in der gleichen Richtung nehmen die Materialien an Grösse zu. Die Kies- und Sandschichten nördlich des Güntenstaller Einschnittes und diejenigen der Sandgrube der Tunnelbaugesellschaft bilden einen alten Schuttkegel, den früher der Kaltbrunner Dorfbach aufgeschüttet und in dem er sich jetzt wieder eingegraben hat. Die schön und fein geschichteten Tone jedoch, die weiter südlich anstehen, so im Güntenstaller Einschnitt, und südlich davon, ferner am westlichen Ende der Bergrippe bei dem Fussweg nach „Schnauz“ können nur sublakuster entstanden sein. Da die Schichten ineinander übergehen, so hätten wir die ganze Bildung als einen Schuttkegel mit einem anschliessenden Delta aufzufassen. Es zeigt sich allerdings keine bestimmte Höhe, wo das Gefälle der Schichten allgemein gebrochen wäre. Nur an einer Stelle sind überhaupt Gefällsbrüche zu sehen, die aber nicht genau in gleicher Meereshöhe liegen. Diese Stelle ist der Güntenstaller Eisenbahneinschnitt (s. Profil), wo einige Gefällsbrüche bei über rund 480 m ü. M. angedeutet sind.

Der Kaltbrunner Dorfbach besitzt also zwei Schuttkegel, den jetzigen auf der Talsohle und einen zweiten, halb Schuttkegel, halb Delta, der rund 90 m höher liegt als der heutige. Da die Pflanzenreste, von denen diese Arbeit handelt, in den

Deltaschichten liegen, so werden wir der Kürze halber in Zukunft nur noch von dem Delta sprechen.

2. Das Alter des Delta des Kaltbrunner Dorfbaches.

Da es, wie gesagt, gewisse Schichten des ehemaligen Delta sind, die die fossilen Pflanzenreste enthalten, so ist die Frage nach seinem geologischen Alter von grösster Bedeutung.

Das Delta ist von Moräne unter- und überlagert, es muss also jedenfalls aus dem Quartär stammen. Da sich das Delta selbst auf einem eisfreien Gebiete gebildet haben muss, so liegen folgende Möglichkeiten vor: es wurde gebildet,

1. während der Gletscher noch im Tale lag und der Hang vom Eise befreit war;
2. während einer Interglazialzeit;
3. während einer Interstadialzeit.

Die Bildung des Delta liegt nach dem im vorangehenden Abschnitt Gesagten klar. Die Erosionsfurche des Kaltbrunner Dorfbaches existierte schon, bevor die liegende Moräne abgelagert wurde, die dann den Bach verbaute. In einem späteren, offenbar kurz darauf folgenden Stadium schwemmte sie der Bach als Schuttkegel und Delta an. In einem dritten Stadium endlich überdeckte der Gletscher die eben entstandenen Schwemmbildungen wenigstens zum Teil mit Grundmoräne.

Alle Deltaschichten bestehen nun, wie oben beschrieben worden ist, aus verschwemmtem Grundmoränenmaterial, das keine Verwitterungerscheinungen zeigt. Selbst der Ton enthält Eisenoxydul und ist unentkalkt. Die Interglazialzeiten sind die Perioden der Erosion. Würde das Delta aus einer Interglazialzeit stammen, so müsste es demnach Gesteine des Einzugsgebietes des Kaltbrunner Dorfbaches, also Molasse enthalten. Nun sind solche aber äussert selten, sicher nicht

häufiger als in der Moräne selbst; auch auf dem Delta liegt keine Decke solcher Molassegesteine, so dass es deswegen schon wenig wahrscheinlich ist, dass das Delta aus einer Interglazialzeit stammt. Da ferner keine angewitterten Stellen an der oberen Grenze der liegenden Moräne, und ebenso wenig an den oberen Deltaschichten zu sehen sind, so beweist das, dass die Deltabildung offenbar rasch auf die Ablagerung der liegenden Moräne folgte und dass kurz nach ihrer Bildung die Deltaschichten mit der hangenden Moräne überdeckt wurden.

Schon daraus geht nun hervor, dass sich offenbar das Delta bildete, während der Gletscher in der Nähe war oder sich doch wenigstens nicht weit, vielleicht nur seitlich zurückgezogen hatte. Demnach wäre das Delta eine glaziale Bildung, das heisst, sie fiele mit der Anwesenheit eines Gletschers zusammen. Dass diese Vermutung auch wirklich richtig ist, das geht aus den im Folgenden erwähnten Tatsachen deutlich hervor.

Die Schichten des Delta stechen überall in das Zürich-Wallenseetal hinaus; nirgends findet sich aber eine Barre oder Reste einer solchen, die einen See hätte verursachen können, in dem der Bach sein Geschiebe als Delta abladen konnte. Der Wasserspiegel des Zürichsees war niemals bis auf 490 m über Meer gestaut, so dass ein Delta in dieser Höhenlage sich hätte bilden können. Nehmen wir dazu die oben bereits erwähnte Tatsache, so kann es einzig und allein der Gletscher gewesen sein, der das Wasser zwischen sich und dem Talhang zu einem See staute, in dem dann der Kaltbrunner Bach sein Geschiebe als Delta ablagerte. Diese Erklärung allein lässt sich mit der Tatsache in Einklang bringen, dass auf der südlichen Böschung des Güntenstaller Einschnittes in den Deltaschichten an einer Stelle unverschwemmte Grundmoräne konkordant eingelagert ist.

Der ehemalige Gletschersee hatte eine ziemliche Ausdehnung, denn die bis jetzt beschriebene Stauungserscheinung zieht sich weiter am Abhang bis nach Hegner oberhalb Uznach. Überall finden wir hier sanfte Terrainformen, von einigen Bacheinschnitten unterbrochen. Aus der Karte geht deutlich hervor, dass die noch vorhandene Moräne die Erhebungen deckt, während sie den Bächen nach fehlt. Diese Zerstückelung der Moränendecke ist sekundär, sie ist durch die Erosion erfolgt. Zwischen den Wasserläufen und den plateauartigen Höhen ist überall der Ton entblösst, in den Bächen selbst liegen noch die Reste der Moräne: grosse Blöcke, die das Wasser nicht zu transportieren vermag. Das ganze Tonlager reicht bis an die Terrasse der Schieferkohlen, wo es unter Gehängeschutt oder verrutschtem Material verschwindet. Die grösste Höhe, wo der Ton ansteht, ist 490 m ü. M., also muss die Oberfläche, in der der Tonabsatz erfolgte, wenigstens zeitweise, bei mindestens dieser Höhe gelegen haben.

Der Ton ist blau, fein gebändert und nicht wetterbeständig. Er zerfliesst förmlich, sobald er durchgefroren ist und später wieder auftaut. Da der Ton für Wasser schwer durchdringbar ist, sickert dieses nicht stark ein, sondern sammelt sich da, wo der Ton zu Tage tritt, unter der verlehnten und verwitterten Krume an und bildet kleine, unterirdische Wasseradern. Es kommt nun sehr häufig vor, dass diese Wasseradern an gewissen Orten Ton fortschwemmen und grosse Höhlungen auswaschen, die schliesslich nur noch von der Rasendecke bedeckt sind. Kommen Menschen oder Zugtiere über diese Höhlungen, so stürzen oder sinken sie ein. Es entstehen grosse Löcher, die wieder ausgeglichen werden müssen. Durch Drainagen suchen die Landwirte diese unterirdischen Wasseradern aufzufangen. Aber oft ist der Erfolg nur der, dass die unterirdische Erosion nun erst recht

einsetzt und die Steinpackungen und Drainröhren sich von neuem setzen und das abfliessende Wasser fortwährend Ton mit sich reisst. Es hat deshalb eine bläulich-milchige Färbung, welche mit der unserer Gletscherbäche identisch ist. Auch dadurch charakterisieren sich die Tone als Glazialtone.

Dass die Tonschichten des Delta, wie soeben gezeigt, mit andern am Abhang in Verbindung stehen, das erkannte bereits der Geologe Schmidt (siehe unten), aber erst nach dessen Publikation wurde das Gebiet durch die grossen Eisenbahneinschnitte, Drainagen, Unterführungen und Durchlässe in geradezu idealer Weise aufgeschlossen, so dass die im Folgenden beschriebenen Erscheinungen sehr schön zu sehen waren¹⁾. Der westlichste Punkt, bis zu dem der Gletschersee mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, liegt bei Hasenweid. Im dortigen Eisenbahneinschnitt sieht man zuerst eine im oberen Teile verwitterte Grundmoräne. Darunter liegen die prachtvollen, blauen, schön geschichteten, nicht wetterbeständigen, stark glimmerhaltigen Tone. Die dunkel bis hellblau, seltener gelblich gefärbten Tonlagen ziehen sich auf weite Strecken hin. Nirgends ist eine Spur von fluviatiler Struktur sichtbar, was wiederum darauf hindeutet, dass diese Tone in einem ruhigen Wasserbecken abgelagert wurden. Damals lagen die Tone natürlich horizontal, jetzt ist ihre Lage mannigfach verändert. Stellenweise sind die Schichten gestaucht und ihr Scheitel verläuft quer oder schief zur Bahnlinie. Noch stärker sind die Stauchungen in der Richtung

¹⁾ Da, wo keine Aufschlüsse vorhanden waren, gebrauchte ich mit gutem Erfolg einen Erdbohrer, den mir Herr Prof. Dr. U. Grubenmann, Präsident der schweizerischen geotechnischen Kommission, in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellt hatte. Mit diesem Erdbohrer gelang es mir relativ leicht, die horizontale Ausbreitung des Tones festzustellen. Immerhin mussten über 40 Bohrlöcher verschiedener Tiefe hergestellt werden.

der Bahn selbst. Nach oben gehen die Bändertone langsam und unmerklich in die hangende Moräne über. Einzelne erratische Geschiebe und Blöcke bis zu 4 m³ Inhalt sind völlig isoliert in den Bänderton eingebettet, ohne dass die seitlich an die Blöcke anstossenden oder über sie hinweggehenden Tonschichten eine Störung zeigen. Die Ablagerung der Moränenblöcke und der Tonschichten erfolgte also gleichzeitig.¹⁾ Das ist nun aber nur dann erklärlich, wenn der Gletscher in nächster Nähe war und zu verschiedenen Zeiten einzelne Blöcke oder Geschiebe in den Seeschlamm hineinfielen.

Ein zweiter, mehr gegen Kaltbrunn liegender Einschnitt ist der von Oberkirch. Hier wiederholen sich die Verhältnisse von Hasenweid und wegen des viel grössern Aufschlusses sind sie viel deutlicher und in grösserem Umfange zu sehen. Wieder folgt unter der zuoberst verwitterten Decke von Grundmoräne der Bänderton; auch hier gehen diese beiden Bildungen öfters ineinander über. Der Ton wird nach oben nach und nach sandiger, verliert seine Schichtung, so dass eine genaue Grenze zwischen Bänderton und Grundmoränenlehm nicht gezogen werden kann. Sehr häufig sind in den oberen Lagen einzelne gekritzte, öfters prachtvoll polierte Geschiebe und Moränenblöcke, die isoliert oder von Fetzen Grundmoräne begleitet den Bändertonen eingelagert sind, wobei diese seitlich ohne Störung an die Einschlüsse heran- und wiederum ohne eine solche über sie hinweggehen.²⁾ Ferner finden sich auch isolierte Grundmoränenfetzen zwischen den parallelen Lagen der Bändertone, ohne gerade von grössern Blöcken begleitet zu sein, aber durch die geschrammten und polierten Geschiebe aufs deut-

¹⁾ Siehe Fig. 1.

²⁾ Siehe Fig. 2.

lichste erkennbar. Auch hier im Oberkircher Einschnitt haben die Tone ihre ursprüngliche, horizontale Lage manigfach verändert. Sie sind in den obersten zehn Metern besonders quer zur Richtung der Bahn gestaucht, an andern Orten gefaltet und häufig von kleinen Verwerfungen durchsetzt. Die Faltungen verursachen Verstellungen bis zu 1,5 m. Der ganze bis 10 m tiefe Einschnitt bei Oberkirch liegt völlig in den glimmerreichen, nicht wetterbeständigen Bändertonen, deren Mächtigkeit aber noch viel grösser ist. Bei dem Bau des Durchlasses östlich von Oberkirch war das Gelände so tief aufgeschlossen, dass die Tone im Zusammenhang in einer Mächtigkeit von 28 m zu sehen waren, ohne dass ihr Liegendes sichtbar gewesen wäre. Die tiefern Partien der Tone sind horizontal gelagert, sie zeigen auch keine Einlagerungen irgendwelcher Art, also war offenbar damals der Gletscher etwas schmäler, als während der Bildung der oberen Ton-schichten.

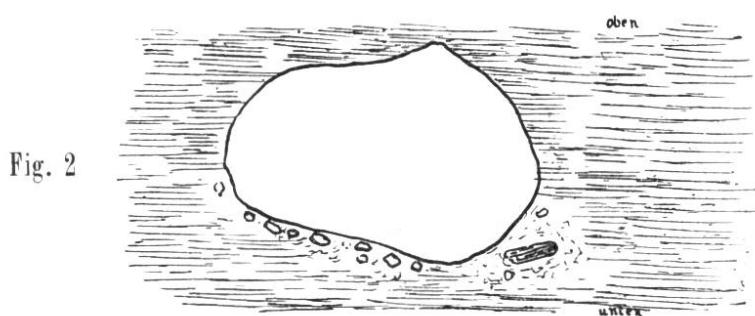
Beim neuen Bahnhof Kaltbrunn der Rickenbahn wurde die über der Fortsetzung der Tone liegende Moräne angeschnitten. Dass unter ihr Tone liegen, war bei der Erstellung der Durchführung zwischen Bahnhof und Einschnitt von Hasenweid sichtbar. In den andern auf der Karte eingezeichneten, aber hier nicht weiter erwähnten Aufschlüssen, bei denen die Moränendecke schon abgewittert war, waren nur horizontale, in den oberen Lagen verlehmté Tone zu sehen.

Demnach war die Stauung, die das Delta des Kaltbrunner Dorfbaches verursachte, nicht eng lokalisiert, sondern sie ist nur ein relativ kleiner Teil einer weiter verbreiteten Erscheinung, indem die Ablagerungen des Sees sich auf eine Distanz von 2,5 km verfolgen lassen. Auch bei den Tonen von Oberkirch und Hasenweid ist nirgends eine Barre oder deren Reste, die diese Stauung hätte verursachen können,



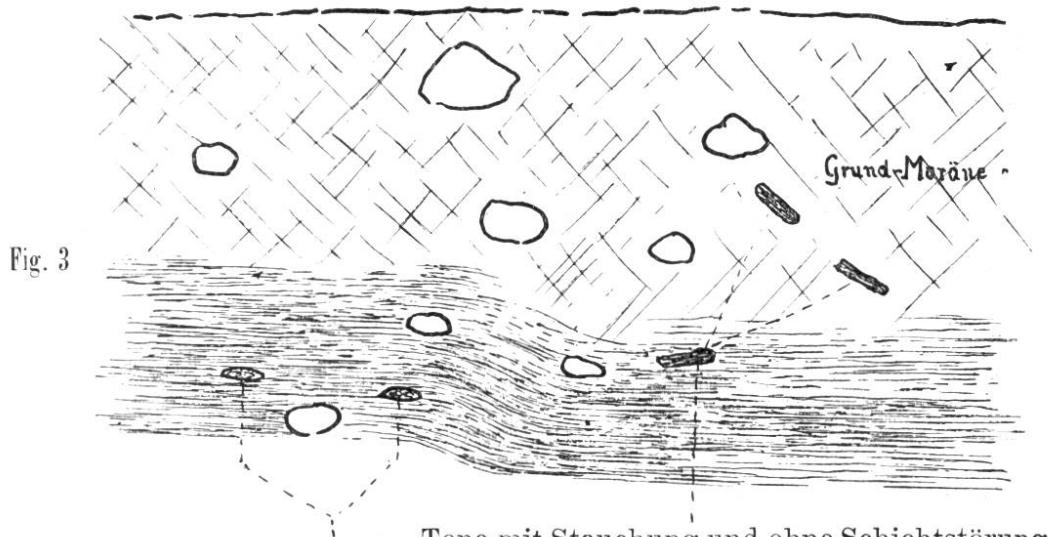
Hasenweider Einschnitt

vertikaler Schnitt durch den oberen Teil der Böschung



Moränenblock mit Moränenmaterial im Ton

Oberkircher Einschnitt



Oberkircher Einschnitt

vertikaler Schnitt durch den oberen Teil der Böschung

sichtbar. Wäre eine Moräne oder eine Molasserie die Ursache gewesen, so müsste sie wenigstens in Resten noch vorhanden sein, ebensogut wie die Ablagerung des Staubeckens sich am ganzen Abhang erhalten hat. Auch ist es undenkbar, dass die Barre durch irgend eine Erosion hinweggefegt wurde, während noch ein Stück der vorgelagerten Seitenmoräne bei „Blatten“ erhalten geblieben ist. Man kann sich deshalb auch aus diesem Grunde nur vorstellen, dass der Gletscher die Ursache des Staubeckens gewesen sein muss; dass sich nur durch diese Annahme die verschiedenen andern, schon erwähnten Tatsachen erklären lassen, wurde bereits betont.

Einen weitern Fingerzeig bietet das Material der Ablagerungen: die nicht wetterbeständigen, stark glimmerhaltigen Tone von „Hegner“ bis „Reckholdern“, also auf eine Strecke von 2 km, können ihrer Substanz nach wiederum nur Glazialtone sein, d. h. vom Gletscher selbst herbeigebrachtes Material. Käme dieses aus grösserer Distanz her, so wäre es unmöglich, dass die Tone keine andern Einlagerungen, z. B. Sand enthielten. Nur durch die Annahme, dass der Gletscher in der Nähe war und selbst mit seinem Wasser den See spies und in ihm seinen Schlamm ablagerte, erklären sich die über 28 m mächtigen ganz reinen Tone, die ausser den offenbar durch den Kaltbrunner Dorfbach herbeigeschwemmten Hölzern von Oberkirch und den später zu besprechenden erratischen Schieferkohlenstücken bis jetzt kein einziges Fossil geliefert haben. Alle unsere jungen, gebänderten Tonlager der Nordostschweiz, die ihrer Substanz nach Fossilien gut konservieren würden, aber trotzdem keine solchen führen, sind Glazialtone.

Versuchen wir nun noch alle diese Tatsachen, welche die nächste Nähe des Gletschers und seine Mitbeteiligung an der Ablagerung beweisen, in aller Kürze zusammenzufassen:

1. Die Stauung des Sees am Talhang auf eine Länge

von 2,5 km, ohne dass eine andere Barre als der Gletscher selbst dafür in Frage kommen kann.

2. Das Material der Tone von Rüti bis Hasenweid.
3. Die konkordante Einlagerung von Moränenfetzen in den Ton, zu beobachten im Güntenstaller, Oberkircher und Hasenweider Einschnitt.
4. Die Art der Einlagerung von erratischem Geschiebe und Blöcken in die Tone.
5. Der allmähliche Übergang von Ton in Moräne und das Fehlen einer Verwitterungsrinde an der obren Grenze der glazialen Tone.
6. Die Verwerfungen und Stauchungen der Tone in Oberkirch und Hasenweid.
7. Das Fehlen von Verwitterungsmaterial aus dem Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches in den Deltaschichten, was gegen interglaziales Alter spricht.
8. Das Fehlen jeder Verwitterungsspuren an der obren Grenze der Deltaschichten gegen die hangende Moräne und an der obren Grenze der liegenden Moräne gegen die Deltaschichten.
9. Das Fehlen von Verwitterungsspuren an den Gesteinen des Delta. Dies weist wiederum darauf hin, dass die Deltabildung nur eine kurze, unbedeutende Phase darstellt.

Ich glaube, es geht aus dem Vorangehenden mit aller Deutlichkeit hervor, dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass während der Ablagerung der fossilführenden Deltaschichten der Gletscher im Tale lag und den Talboden bis auf eine Meereshöhe von mindestens 490 m — so hoch muss der Spiegel des Sees mindestens gelegen haben — erfüllte.

Die ganze Ablagerung liegt im Bereiche der letzten, der Würmvergletscherung. Sie ist angelagert an eine Bildung, bei der die Rissvergletscherung beteiligt war, nämlich die Terrasse der Uznacher Schieferkohlen¹⁾. Berücksichtigen wir ferner, dass die Moränendecke auf der Ablagerung des Gletschersees überall eine einfache ist, ferner dass sie überall das Aussehen und den Verlehmungszustand der Jungmoränen zeigt, so spricht alles dafür, dass die ganze Ablagerung des Gletschersees aus der letzten Eiszeit stammt.

Der Linthgletscher bedeckte während seiner grössten Ausdehnung in der letzten Eiszeit den Abhang des Molassehöhenzuges, der die Linthebene im NE begrenzt, bis zu einer Meereshöhe von 1000 m²⁾; er bedeckte also auch die Stellen der in Betracht kommenden Ablagerungen. Diese können also nicht aus der Zeit der grössten Ausdehnung herrühren, sondern müssen aus der Zeit des Vorstosses oder Rückzuges stammen.

Es gibt nun eine Reihe von Tatsachen, die für das letztere sprechen. Aus der Karte geht nämlich hervor, dass nicht die ganze Ablagerung des Gletschersees mit Moräne bedeckt ist. Dies muss zum Teil ein primärer Zustand sein, denn sonst wäre nicht einzusehen, wie auf dem Hügel Kote 490 nördlich von Oberkirch keine Spur von Moräne zu finden ist. Bei Grabungen fand sich hier auch nicht ein Steinchen vor. Allerdings könnte man aus der

¹⁾ Diese Risschotter sind Reste einer allgemeinen Talaufschüttung, sodass die von Brückner geäusserte Ansicht, dass die Schieferkohlen in die Achenschwankung gehören, meines Erachtens nicht aufrecht erhalten werden kann. Spuren einer Achenschwankung fehlen überhaupt bis jetzt im Gebiete des Linthgletschers. In allerneuester Zeit haben übrigens Penck und Brückner zum drittenmal die Ansicht über das Alter geändert. Jetzt sind die Schieferkohlen wiederum interglazial.

²⁾ Aeppli 1894.

Karte auch entnehmen, dass ein Streifen Ton gegen den Talgrund zu ohne Moränenbedeckung gewesen sei. Dort ist aber eine solche vorhanden gewesen, denn der Boden ist öfters sandig, enthält einzelne verwitterte Steine in der obersten Schicht. Aus dem Fehlen einer Moränendecke im nördlichen Teil der Gletscherseeablagerung müssen wir nun schliessen, dass der Gletscher beim erneuten Vorstoss nur noch einen Teil der Ablagerung überdeckte. Mit einem solchen seitlichen Vorstoss können die Seitenmoräne bei Butzi und die Andeutung einer solchen unterhalb Rütiweid gut in Einklang gebracht werden. Es muss also demnach die ganze Ablagerung aus dem Rückzuge stammen.

Im gleichen Sinne spricht, dass gegen das Hangende die Einlagerungen von erratischem Material in den Glazialtonen von Oberkirch und Hasenweid häufiger werden und dass sie schliesslich in Moräne übergehen. Die Moränendecke entspricht also der gleichen Phase der Vergletscherung, die auch die Einlagerungen lieferte. Endlich lässt sich der Umstand, dass die ganze Ablagerung vom darüber hinweggehenden Gletscher beinahe nicht modifiziert worden ist, nur durch die gemachte Annahme erklären.

Die mehr als 28 m mächtigen Glazialtone sprechen dafür, dass der Gletscher längere Zeit die gleiche Stellung eingenommen hat. Es muss also auch eine entsprechende Endmoräne vorhanden sein. Gehen wir nun im Tale abwärts, so haben wir zwischen Hurden und Rapperswil die bekannte Endmoräne, die den Zürichsee vom Obersee trennt. Wenn wir bedenken, dass bei Kaltbrunn die Oberfläche des Gletschers an seinem Rande bei zirka 490 m über Meer lag, so lässt sich jene Endmoräne ungezwungen mit der Ablagerung der Tone in Übereinstimmung bringen. Brückner (Penck und Brückner 01, pag. 528) parallelisiert diese Endmoräne

mit der Zeit des Bühlvorstosses. Es stammt demnach sehr wahrscheinlich das Kaltbrunner Delta aus der Zeit des Bühlvorstosses.

Wenn es somit auch nicht ganz sicher feststeht, ob die Ablagerung aus der Zeit des Vorstosses oder Rückzuges der Würm-Eiszeit stammt — dazu wäre noch die genaue Kenntnis des Moränenverlaufes im ganzen obern Zürichsee- und Wallenseegebiet nötig — so ändert das nichts daran, dass die Ablagerung des Delta zu einer Zeit geschehen sein muss, als der Gletscher etwa bis nach Rapperswil-Hurden reichte, was einem Gletscherstande zur Zeit des Bühlvorstosses entspricht.

3. Die im Oberkircher Eisenbahneinschnitt fundene erratische Schieferkohle.¹⁾

Bei dem Bau des Oberkircher Eisenbahneinschnittes stiess man schon bei der Herstellung von Probeschächten auf einzelne Stücke von Schieferkohle, und bei dem Aushub des Einschnittes selbst förderten die Arbeiter Kohlenstücke in Menge zutage. Sie wurden in der Küche der Erdarbeiter verbrannt oder von diesen zum gleichen Zwecke nach Hause genommen. Es waren Stücke bis zur Grösse von 60 cm, die meist in der hangenden Moränendecke oder in den in die Tone eingelagerten Moränenfetzen oder auch seltener isoliert in den obern Schichten der Tone gefunden wurden. Die Kohle zeigt ganz die gleichen Eigenschaften wie diejenige von Uznach. Sie ist ebenso stark gepresst und verkohlt wie diese und enthält auch die Überreste der gleichen Pflanzengesellschaft. Die feinern Pflanzenteile sind alle geschwärzt und gebräunt, und nur die grössern Holzstücke zeigen im Innern noch eine hellere Färbung, wie dies ja auch bei den Uznacher Schieferkohlen der Fall ist. Öfters finden sich solche Holzstücke vor, denen nur noch wenig Reste der Kohle oder auch gar keine mehr an-

¹⁾ Siehe Fig. 3.

haften, so dass es schwer hält, zu entscheiden, ob es sich um Holz aus der Schieferkohle oder um Reste der Vegetation während der Ablagerung der Tone und der Moränen handelt (s. unten).

Die Kohlenstücke zeigen die Spuren des Transportes in den Moränen; Rundung, Schrammen, Kritze und Politur — letztere besonders am Holz deutlich — sind häufig. Beim Austrocknen verlieren sich die Schrammen und die Politur leicht durch das Aufblättern, das den Kohlen von Uznach wie den Schieferkohlen überhaupt eigentümlich ist.

Schmidt und Neuweiler äusserten die Ansicht, es sei in dem Einschnitt von Oberkirch ein tieferliegendes Flöz der Kohle von Uznach angefahren worden, und da die Tone von Güntenstall mit denen von Oberkirch in Verbindung stehen, so seien die Tone von Güntenstall gleichaltrig mit den interglazialen Schieferkohlen. Diese Ansicht gründete sich darauf, dass der Aushub der Probeschächte Schieferkohle enthielt. Die erst nach den Arbeiten von Schmidt und Neuweiler begonnene Ausgrabung des Oberkircher Einschnittes bestätigte die von ihnen gemachte Annahme nicht. Nirgends war eine zusammenhängende Schicht von Kohle zu sehen, sondern überall nur einzelne Stücke, die in den verschiedensten Lagen völlig isoliert ausgegraben wurden.

Die erratische Kohle wurde als Kohle und nicht etwa als Torf eingebettet. Das Material war bereits verkohlt und gepresst, als es in die Moräne geriet, denn die Richtung der Schieferung und die Abplattung der Holzstücke ist bei jedem Stück eine andere und rein zufällige und zudem gänzlich unabhängig von ihrer Einlagerung in der Moräne oder im Ton. Wohl mögen die Kohlen auch in den Moränen nochmals einer zweiten Pressung unterlegen sein, allein diese zweite war gering. Nur an einem Stück liess sich eine solche übrigens nachweisen.

Da die erratische Schieferkohle in keiner Beziehung von der oberhalb Uznach anstehenden abweicht, und da sonst nirgends in der Gegend Schieferkohle anwesend ist, da ferner die Schieferkohle erst im letzten Stadium des Rückzuges in die Moräne geriet, also aus der nächsten Umgebung stammen muss, so kann man nur annehmen, dass sie von den Uznacher Flözen stammt. Offenbar war es eine Rutschung von Rüti herab, die sie an den Rand des Eises führte. Würde sie von weiter herkommen, so wäre sie ebensogut auch weiter talabwärts zu erwarten gewesen. Im Hasenweider Einschnitt fand ich nach langem Suchen nur ganz wenige, etwa 1 cm^3 grosse Stücke Schieferkohle vor, woraus hervorgeht, dass die Schieferkohle schon auf ganz kurze Distanzen vom Gletscher verarbeitet wird.

Die Funde von erratischer Schieferkohle beweisen, dass die Flöze von Uznach schon Schieferkohle geworden waren, als die Ablagerung der Tone und des Delta sich vollzog. Es ist demnach unmöglich, dass die beiden Bildungen gleichaltrig sind.

4. Die im Oberkircher Eisenbahneinschnitt gefundenen fossilen Hölzer. ¹⁾

Neben den Schieferkohlenstücken wurden im Oberkircher Einschnitt auch Holzstücke gefunden, die nicht aus der Schieferkohle stammen. Sie haben nie angeklebte Stücke von Kohle an sich. Auch ist ihre Rinde deutlich zu erkennen und nicht stärker verkohlt als der Kern des Holzes. Die Holzstücke sind meist stark gepresst, allein ihre Pressung erfolgte im Oberkircher Ton, denn sie liegen alle gleichartig und zwar so, dass ihre kleinste Achse senkrecht zur Fläche der Ton-schichten steht. Die Holzstücke aus der Schieferkohle zeigten andere Verhältnisse: bei ihnen ist die Rinde meist mit Schiefer-

¹⁾ Siehe Fig. 3.

kohlenresten verklebt, sie ist auch stärker verkohlt als der Kern der Hölzer. Wenn sich also die meisten fossilen Hölzer gut in diejenigen, die aus der Schieferkohle stammen und die, die an primärer Lagerstätte liegen, trennen lassen, so gab es doch wiederum weniger gut erhaltene Stücke, bei denen man nicht mit Sicherheit sagen konnte, ob sie an primärer oder sekundärer Lagerstätte liegen. Ich habe es aus taktischen Gründen deshalb unterlassen, die Holzarten mikroskopisch zu bestimmen. Eine solche Untersuchung würde mich sehr aufgehalten und von der des Güntestaller Einschnittes abgehalten haben und die Richtigkeit der Resultate würde bei den heute herrschenden Hypothesen über die Vegetation der Eiszeit nur zu sehr in Zweifel gezogen.

Die Holzstücke finden sich meist in den oberen Schichten des Tones, seltener in der Moräne. Dem Aussehen nach zu urteilen, gehören die meisten Stücke der Fichte (*Picea excelsa*), ein Stück der Birke (*Betula verrucosa* oder *pubescens*) an.

Beizufügen bleibt mir noch, dass ich mit Herrn Prof. J. Früh zusammen in der Moräne einen ziemlich verarbeiteten Fichtenzapfen fand.

5. Der Güntestaller Eisenbahneinschnitt.

Gerade bevor die Eisenbahn den Viadukt über den Kaltbrunner Dorfbach überschreitet, passiert sie den Güntestaller Eisenbahneinschnitt. Da durch diesen der Tunnelaushub transportiert werden musste, wurde er schon frühzeitig hergestellt und blieb zum grössten Teil bis Anfang August 1908, zu welcher Zeit die abgegrabenen Böschungen definitiv mit Rasenziegeln zugedeckt wurden, offen, so dass er von seiner ersten Untersuchung an, die im Mai 1905 von Schmidt und Neuwiler vorgenommen wurde, zugänglich war. Als ich im

Mai 1908 die Stelle zum erstenmal aufsuchte, war der Einschnitt vergrössert, die Seitenböschungen schon stark abgeschrägt. Da nur wenig daran gearbeitet wurde, konnten die Ton- und Sandschichten verwittern, und der Regen wusch die Fossilien aus ihnen heraus. Die Verhältnisse waren also günstiger, als wie sie Neuweiler vom Mai 1905 schildert und diesem Zustande verdanke ich es, dass ich die Pflanzenliste von Neuweiler bedeutend vermehren konnte. Allerdings verwandte ich auch unvergleichlich mehr Zeit auf diese Untersuchungen.

Der Einschnitt hat eine Länge von 135 m. Er beginnt im Nordosten bei der Strassenbrücke und endigt im Westen mit einer Stützmauer in einer Meereshöhe von zirka 480 m. Seine grösste Tiefe beträgt 9,4 m (s. Profil). Schon beim ersten Anblick zieht der Einschnitt durch die meist gleichlaufende, gut erkennbare Schichtung die Aufmerksamkeit auf sich. Im Mai 1908, bei meinem ersten Besuch, war die nördliche Böschung noch völlig, von der südlichen aber nur noch der nordöstliche Teil mit zirka 60 m offen, das übrige war bereits mit Rasenziegeln eingedeckt. Die nördliche Böschung war besonders reich an Pflanzenresten; sie bot deshalb auch mehr Interesse als die südliche.

Wie aus dem Profil der nördlichen Böschung deutlich hervorgeht, ist der grösste Teil des Einschnittes mit Moräne bedeckt. Darunter liegen die Deltaschichten mit der gut erkennbaren Struktur. Die vorherrschenden, fein geschichteten Ton- und Sandschichten sind durch Kieskeile unterbrochen.

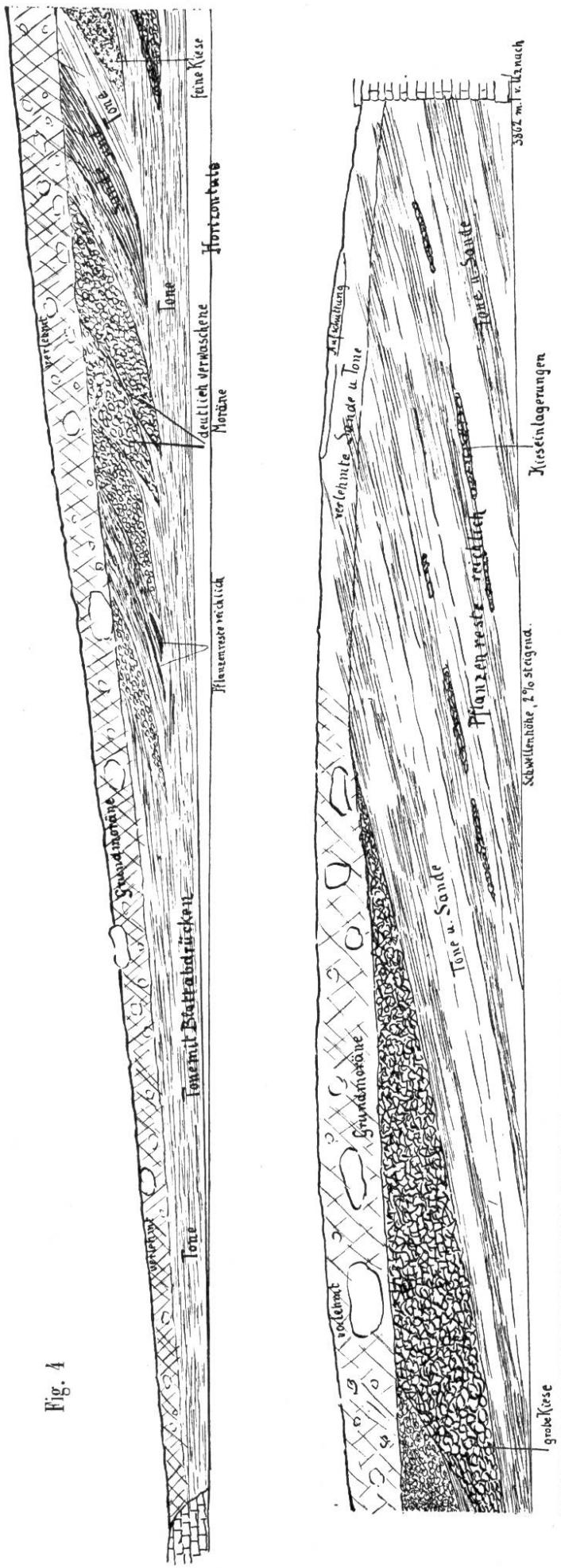
Die ersten 40 m — von der Brücke an gerechnet — sind einförmig, eine Moränendecke fehlt, die Kiese sind selten. Nach oben sind die Sande verwittert, doch lässt sich die

Längenprofil der Nordseite des Güntentaler Eisenbahn-Einschnittes

aufgenommen von F. Mühlberg und H. Brockmann-Jerosch, von letzterem ergänzt.

VII. und VIII. 08

Fig. 4



Struktur der Schichten durch die verwitterte Decke hindurch verfolgen.

Die nächsten 40 m besassen bereits eine Grundmoränen-decke, in der bis über $1/2$ m³ grosse Blöcke liegen. In diesen Teil des Einschnittes fallen die meisten Kieskeile.

Die letzten 55 m zeigen vorwiegend Tone. Sie sind hier feiner als im übrigen Teil des Einschnittes und bänder-tonartig. Die Moränendecke ist hier stark verwittert.

Weiter nach Westen gehen die Tone langsam in die blauen Bändertone, von denen oben bereits die Rede war, über. Die Sande und Tone werden immer feiner, die Sandeinlagerungen seltener, der Neigungswinkel der Schichten immer geringer. Eine scharfe Grenze zwischen den beiden Bildungen kann nicht gezogen werden. Die am weitesten nach Westen zu beobachtende Sandschicht fand ich mittelst Erbohrer beim „k“ von „Reckholdern“ auf der Karte.

Die südliche Böschung war wie gesagt bei meinen Untersuchungen zum Teil bereits eingedeckt. Der übrige Teil unterschied sich von dem nördlichen nur durch die viel weniger häufigen Einlagerungen von Pflanzenresten und Kiesen.

Alle Schichten des Günterstaller Eisenbahneinschnittes mit Ausnahme der Moränendecke und einigen Einlagerungen, von denen unten die Rede sein wird, gehören dem Delta an. Wie gesagt, bestehen diese Deltaschichten beinahe nur aus alpinen Gesteinen; die Molassegesteine der Umgebung sind sehr selten. Schon dadurch kennzeichnen sich die Schichten als Moränenmaterial. Auch im Detail lässt sich das gut nachweisen. Die Kiese sind nur schwach gerundet, sie haben wenig Schlagfiguren, ja öfters sind neben den letztern noch die Kritze und Schrammen deutlich zu sehen. Auch der Ton ist verschwemmter Moränenton und deshalb stellen-

weise nicht von dem von Oberkirch zu unterscheiden. Meist ist er allerdings gelblicher und auch mehr wetterbeständig.

Die südliche Böschung enthielt im Gegensatz zur nördlichen öfters geschrämte Geschiebe ohne Schlagfiguren, an einer Stelle auch eine konkordante Einlagerung von autochthonem Grundmoränenmaterial, so dass auch im Gütenstaller Einschnitt sich die Verhältnisse von Oberkirch und Hasenweid, die die Nähe des Gletschers beweisen, zu wiederholen scheinen. Allerdings liegen sie hier nicht so klar, weil eben das Delta aus einem ähnlichen Material wie die Einlagerungen besteht.

6. Das Alter der Schichten des Gütenstaller Eisenbahn-einschnittes nach Schmidt und Neuweiler.

Da die Deltaschichten des Gütenstaller Einschnittes reich an pflanzlichen Fossilien sind, war dieser, wie bereits mehrfach erwähnt, schon einmal der Gegenstand einer Untersuchung. Bei einem Besuch des Rickentunnels durch den Oberrheinischen Geologischen Verein bemerkten die anwesenden Geologen im Gütenstaller Einschnitt die reichen Baumreste in Schichten, die unter Moräne lagen. Schmidt erklärte diese pflanzenführenden Schichten in Übereinstimmung mit der herrschenden Annahme der Baumlosigkeit der Eiszeiten als interglazial. Damals bestanden von dem Oberkircher Einschnitt nur die Probegruben. Durch die Ingenieure erfuhr nun Schmidt, dass sich in diesen Schieferkohle gefunden habe und dass die Tonschichten von Gütenstall mit denen von Oberkirch in Verbindung stehen. Schmidt fasste die Schieferkohlen-Stücke als an Ort und Stelle anstehend von einem Flöz losgebrochen auf und glaubte, im Oberkircher Einschnitt sei ein tieferes Niveau der Kohlen von Uznach angefahren worden. Diese selbst betrachtet der genannte

Geologe als eine interglaziale Bildung, und da die Tonschichten mit denen von Oberkirch in Verbindung stehen, so sieht Schmidt auch darin einen Beweis für das interglaziale Alter der Schichten des Güntenstaller Einschnittes. Dass diese Ansicht nicht richtig sein kann, das habe ich in den beiden ersten Kapiteln ausführlich dargelegt. Ich verweise auf die dort mitgeteilten Tatsachen, die Schmidt zum Teil damals nicht bekannt sein konnten.

Schmidt machte nun C. Schroeter auf die fossilen Pflanzen aufmerksam. Auf dessen Anregung hin untersuchte sie Neuweiler und legte die Resultate in seiner Arbeit: Über die subfossilen Pflanzenreste von Gütenstall bei Kaltbrunn¹⁾ nieder. Neuweiler untersuchte die geologische Lagerung nicht näher, sondern schloss sich an die Darstellung von Schmidt an. Allerdings gibt er zu, dass das Alter der Schichten nicht ganz einwandfrei bestimmt sei und noch einer eingehenden geologischen Untersuchung bedürfe. Deswegen zieht Neuweiler die fossil gefundenen Arten zur Bestimmung heran, immer in Übereinstimmung mit der herrschenden Ansicht, dass die Eiszeit baumlos gewesen sei und kommt auf diese Weise natürlich zu dem Schlusse, die Bildung der Schichten von Gütenstall falle in eine Interglazialzeit. Dass dieser Deutung die geologischen Lagerungsverhältnisse widersprechen, erhellt zur Genüge aus dem Vorangehenden.

7. Die Lagerung der Pflanzenreste in den Deltaschichten des Gütenstaller Eisenbahneinschnittes.

Die kiesigen Schichten des glazialen Schuttkegels führen, nach dem, was ich bis jetzt gesehen habe, keine Fossilien, wohl aber scheinen beinahe alle Ton- und Lehmschichten

¹⁾ X. Bericht der zürcherischen bot. Ges. 1905–07. Zürich 1907, und Berichte der Schweizerischen Bot. Ges., Heft XVI, Bern 1907.

des Delta solche zu enthalten. Da der Güntenstaller Einschnitt so fossilienreich war und zudem so gut zugänglich, so verzichtete ich darauf, auch an andern Orten nach Pflanzenresten zu suchen. In den Tonschichten am Westhange von Schnauz scheinen nach dem, was man an der kleinen Rutschung sehen kann, auch Pflanzenreste zu sein. Jetzt, wo der Güntenstaller Einschnitt unzugänglich geworden ist, liessen sich vielleicht dort noch weitere Fossilien finden.

Neben den Lehm- und Sandschichten im Güntenstaller Einschnitt mit vereinzelten Pflanzenresten gab es auch ganze Einlagerungen von gepressten Pflanzenresten, die manchmal selbständige Schichten bildeten. Die Kieskeile waren arm an Resten, nur Ast- und Stammstücke kamen darin vor. Aus diesem Grunde bot der nordöstliche Teil des Einschnittes, der beinahe gar keine Kieseinlagerungen enthielt, am meisten erkennbare Reste, während der mittlere Teil sich als ärmer erwies. Lange schienen mir die Tonschichten am westlichen Ausgang kein grösseres Interesse zu bieten. Wohl lagen auf den Schichtfugen kleine geschwemmte Pflanzenreste. Diese waren aber selten erkennbar. An einem heissen Tage entdeckten jedoch Früh und ich auf einem ausgetrockneten Tonstück einen Blattabdruck. Es zeigte sich, dass die trockenen Tonstücke sich in den Schichtfugen spalten liessen und dass dadurch sowohl Blattreste als auch deren Abdrücke zum Vorschein kamen. Diese letztern waren zum Teil so gut erhalten, dass sie sich bestimmen liessen. Auf diese zufällig erkannte Tatsache hin, liess ich etwa $1/2$ m³ solcher Tonstücke loslösen und an einen vom Regen geschützten Ort tragen, wo sie austrocknen konnten. Aus den trockenen Stücken präparierte ich später eine grössere Anzahl Blattabdrücke heraus, die die andern Funde in der glücklichsten Weise ergänzten. Wie wichtig diese Funde der Blattabdrücke

gewesen sind, geht daraus hervor, dass ich nur an dieser Stelle im Einschnitt *Taxus baccata*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Clematis vitalba* und *Asarum europaeum* gefunden habe.¹⁾ Allerdings hat mich dieses Herauspräparieren sehr viel Zeit gekostet. Der grösste Teil der Tonstücke musste zerschlagen werden, ohne dass nur ein erkennbarer Pflanzenrest zum Vorschein kam.

Nirgends gibt es Anzeichen dafür, dass die Pflanzen an Ort und Stelle gewachsen wären. Alle Reste müssen demnach geschwemmt sein. In der Tat zeigen sie in ihrer Lagerung, in ihrem Erhaltungszustand und in ihren Formen den Einfluss der Schwemmung. Die Ast- und Rindenstücke sind abgeschliffen und gerundet, die Aststücke an den Enden ausgefaser. Einzelne Stücke zeigen selbst eingeklemmte Sandkörner und kleine Kieselsteine. Die kleineren Pflanzenteile zeigen natürlich keine direkten Schwemmspuren, doch kann ihre Lagerung nur durch Wassertransport erklärt werden, denn es gibt Schichten, die reich an Fichtennadeln (*Picea*) sind, andere, die vorzugsweise Laubblätter enthalten, wiederum solche, die beinahe nur aus lauter Pflanzenresten bestehen. Die meisten Schichten aber führen Ast- und Rindenstücke; diese machen überhaupt die Hauptmenge der Fossilien aus.

8. Der Erhaltungszustand der Pflanzenreste.

Die Pflanzenreste sind, wenn man ihr hohes Alter berücksichtigt, im allgemeinen ziemlich gut erhalten. Sie verdanken das im wesentlichen dem Luftabschluss durch den Ton und dessen Gehalt an Eisenoxydul, welcher den Sauerstoff abhält und so die Fäulnis verhindert. Ausserdem sind

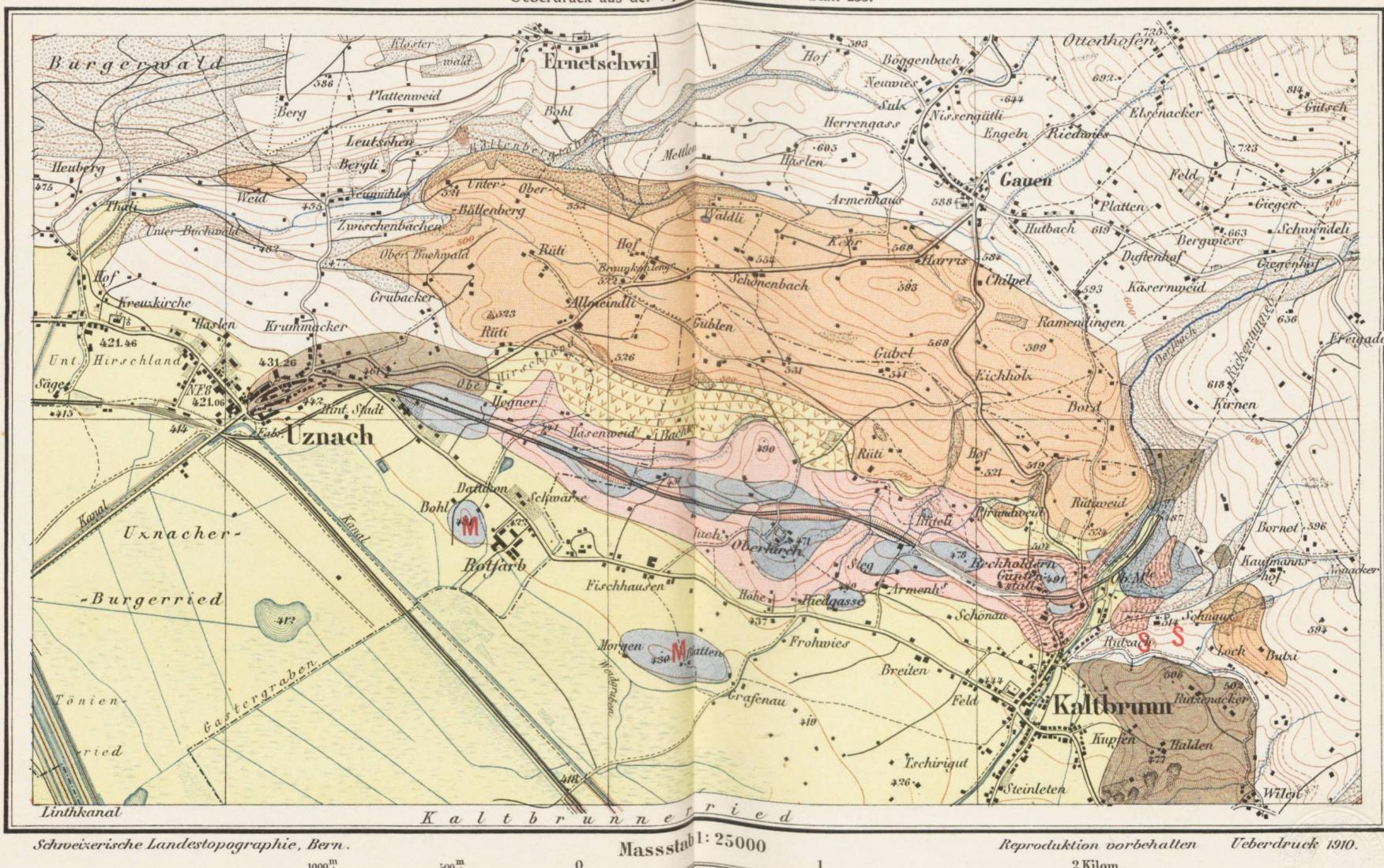
¹⁾ Neben diesen Arten fand ich auch die andern fossil nachgewiesenen ziemlich vollständig vor. Es handelte sich also hier nicht etwa um eine andere Flora. Siehe auch das Profil.

Geologische Karte der diluvialen Ablagerungen von Kaltbrunn

von Dr. H. Brockmann-Jerosch.

Beilage zu: Die fossilen Pflanzenreste des glacialen Delta bei Kaltbrunn (bei Uznach, Kt. St. Gallen) und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Jahrb. der St. Gallischen Naturw. Ges. für 1909. St. Gallen 1910.

Ueberdruck aus der topographischen Karte Blatt 233.



Schweizerische Landestopographie, Bern.

1000 m 500 m 0

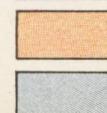
Massstab: 1:25000

Reproduktion vorbehalten Ueberdruck 1910.

2 Kilom.



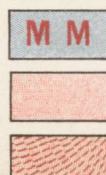
Molasse ± Moränenbedeckung



Terrasse der Schieferkohlen,
inkl. Liegendes und Hangendes



Moräne



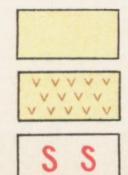
Reste der Seiten-Moräne



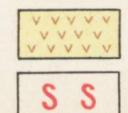
Geschichtete Tone



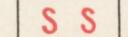
Glaciales Delta mit Schuttkegel



Bildungen des Alluviums



Rutschungen



Schotter unbestimmten Alters

die Schichten von Wasser durchtränkt und des öfters lagert sich Kalk ab, so dass die Pflanzenteile dann verkleben. Allerdings darf man sich nicht vorstellen, dass der Erhaltungszustand etwa so gut sei wie in einem Torfmoore, wo die Humussäuren von Anfang an eine Zersetzung verhindern und wo selbst die feinsten Pflanzenteile, ja meist sogar Pollen, sich so gut erhalten, dass sie die Art noch gut erkennen lassen. Im Tone ist die Art der Konservierung eine andere. Erst wenn sich eine grössere Tonschicht auf die Pflanzenreste gelagert hat, entstehen die guten Erhaltungsbedingungen und bis zu diesem Momente konnten die Pflanzenreste schon in Fäulnis übergehen. Es erklärt sich also völlig aus diesen Verhältnissen, dass Neuweiler die Tone vergeblich auf eingeschlossene Pollen untersuchte. Tone bieten eben relativ schlechte Erhaltungsbedingungen, worauf Neuweiler übrigens selbst hinweist. Deswegen hat es also nichts Erstaunliches an sich, wenn auch in den schweizerischen Dryastonen bis jetzt kein Pollen gefunden wurde. Dass aus diesem negativen Befunde aber kein Schluss auf das Fehlen von Bäumen während der Ablagerung der Dryastone gezogen werden darf ¹⁾), das geht daraus hervor, dass es C. A. Weber doch noch gelang, auf einem Tonstück des Güntenstaller Einschnittes Pollen nachzuweisen, obschon Neuweiler vergeblich danach suchte. Alle Pflanzenreste sind anscheinend gleichförmig dunkelbraun bis schwarz gefärbt, allein, wenn man sie schlemmt, so sieht man bald, dass sie noch viel von ihrer individuellen Färbung beibehalten haben. Am meisten ist das bei den Moosen der Fall; diese sind noch gelblich, ja oft noch mit einem grünlichen Schimmer. Auch die kutinisierten Pflanzenteile haben ihre Färbung relativ wenig geändert. Die Knospen-

¹⁾ Auf diesen Umstand habe ich schon früher mit Nachdruck hingewiesen.

schuppen der Fichte z. B. sind nur wenig dunkler als wie wenn sie frisch wären.

Die fossilen Reste sind alle im gleichen Sinn, also an Ort und Stelle gepresst. Die Pressungsrichtungen liegen nicht wie bei den Stücken erratischer Schieferkohle im Oberkircher Einschnitt in den verschiedensten Orientierungen. Die Pressung ist nicht so stark wie bei der Schieferkohle, so dass es z. B. noch Haselnüsse von 1 cm und Fichtenzapfen von 2 cm Dicke gibt.

Dicht zusammenliegende Pflanzenreste haften zusammen, so dass die Schichten, die vorzugsweise aus ihnen bestehen, ähnlich wie die Trester einer Obstpresse Scheiben bilden. Diese sind aber nicht wie in der Kohle durch amorphe Substanz verbunden. Meist ist es nur ein mechanischer Prozess, welcher die einzelnen Teile zusammenhält. Beim Austrocknen und nachherigen Schwemmen fallen sie von selbst auseinander. Wenn jedoch die Pflanzenreste durch Kalk verkittet sind, so lassen sie sich durch Salzsäure leicht trennen.

Einige Fossilien haben sich noch Reste der früheren Elastizität erhalten; beim Austrocknen versuchen sie die frühere Form wieder einzunehmen; so blättern z. B. die Fichten- und Föhrenzapfen wieder auf.

Die Bedingungen waren günstig genug, um die Nadeln der Koniferen so gut zu erhalten, dass die Arten bestimmt werden konnten. Die Fichtennadeln liessen sich ohne weiteres mit der Pinzette abheben und im Wasser aufbewahren. Ähnlich, aber schon weniger gut, waren die *Abies*-Nadeln erhalten. Von den *Taxus*nadeln dagegen waren nur Bruchstücke zu bekommen und auch diese zerfielen noch leicht.

Aus den Laubblattschichten konnten keine einzelnen Blätter, weder mit der Pinzette noch mit der Spritzflasche isoliert werden. Die Blattsubstanz war dazu zu wenig gut

erhalten und die Menge der Blätter zu gross. Nur im Ton am Westausgang des Einschnittes lagen die Blätter isoliert, hier allein liessen sie sich oder wenigstens ihre Abdrücke erkennen, wie ich das schon früher erwähnte. Doch auch hier war die Blattsubstanz so spröde und brüchig, dass sie sich als solche nur bei stark kutinisierten Blättern erhalten liess. Beim Austrocknen zerfiel sie, sobald sie mit der Luft in Berührung kam, im Verlaufe eines Bruchteils einer Minute beinahe immer in eine Unmenge kleiner Stücke, die sich zudem meist vom Ton ablösten. Lag im Ton eine *Abies*-Nadel, so zog sich diese bei der Berührung mit der Luft rasch zusammen und schon nach einer Minute war sie kürzer als ihr Abdruck. Kam es nun vor, dass eine Nadel an ihren zwei Enden im Ton festhielt, so riss sie in der Mitte auseinander.

9. Das Sammeln der Pflanzenreste.

Neuweiler und Schmidt nahmen im Güntenstaller Einschnitt ein Querprofil auf und Neuweiler gab bei seiner Pflanzenliste immer möglichst genau an, aus was für einer Schicht die Pflanzenreste stammen. Es ergab sich, dass die verschiedenen Schichten die gleiche Flora beherbergen, was Neuweiler schon von vorneherein hätte schliessen dürfen, wenn er die Schichten als zu einem Delta gehörig aufgefasst hätte. Ich war also der Aufgabe enthoben, genau festzustellen, aus welcher Schicht die verschiedenen Pflanzenreste stammen, sondern konnte frei sammeln. Dabei hatte ich oft Gelegenheit, zu bestätigen, dass die Neuweiler'sche Beobachtung von dem Gleichbleiben der Flora richtig ist.

Wie schon erwähnt, wusch der Regen aus den schon ziemlich abgeschrägten Böschungen die Fossilien heraus und die grössern Stücke konnten so leicht gesammelt werden.

Die Gefahr, rezente Pflanzenteile, die etwa durch den Wind herbeigeweht waren, für fossile zu halten, lag nicht vor. Es wuchsen auch die fossil erhaltenen oberhalb des Einschnittes gar nicht. Auch wäre durch den Erhaltungszustand eine Verwechslung ausgeschlossen gewesen. Da auf den Böschungen des Einschnittes stellenweise sich schon öfters Moose angesiedelt hatten und weil die fossilen noch Reste des Chlorophylls enthielten, so habe ich zu aller Vorsicht auf den Böschungen keine Moose aufgelesen, obschon eine Verwechslung ausgeschlossen schien. Ich sammelte nur die Moose, die beim Schlemmen zum Vorschein kamen.

Zur weitern Verarbeitung nahm ich mir gut scheinendes Material aus der unberührten Böschung nach Hause und schlemmte dasselbe, wobei ich die auf der Böschung aufgelesenen Reste wieder fand, aber natürlich in kleinerer Zahl, und noch eine grosse Zahl von andern Arten konstatieren konnte.

Dazu kamen dann noch die zahlreichen Blätter und Nadeln, teils mit erhaltener Substanz, teils nur als Abdrücke erhalten, die sich auf den Spaltflächen der Tonschichten am Westausgang des Güntenstaller Einschnittes finden und von denen schon früher (pag. 31) die Rede war.

Auf diese Weise konnte ich die allermeisten von Neuwiler gefundenen Arten von neuem auffinden und daneben noch sehr wichtige neue Pflanzen nachweisen, so dass das Bild der Vegetation während der Ablagerung des Deltas sehr vervollständigt wurde.

10. Liegen die Pflanzenreste an primärer Lagerstätte?

Sollen nun die Arten, die in dem Güntenstaller Einschnitt gefunden wurden, zu irgendwelchen pflanzengeographischen oder geologischen Schlüssen verwendet werden, so

ist die Frage zu beantworten, ob die Pflanzen hier an primärer oder an sekundärer Lagerstätte liegen. Das glaziale Delta und der Schuttkegel wurden vom Kaltbrunner Dorfbach aufgeschüttet und da dieser das Niveau der älteren Schieferkohle durchschneidet, so ist diese Untersuchung doppelt notwendig. Der Kaltbrunner Dorfbach hatte, schon bevor er das Delta aufschüttete, durch die Uznacherkohle sich durchgefressen. Später wurde diese Erosionsfurche mit Moräne wenigstens teilweise ausgefüllt und wiederum in einem späteren Stadium spülte der Bach diese Moränenverstopfung wieder heraus und häufte sie als Schuttkegel an. Es ist nun bemerkenswert, dass auf allen sichtbaren Profilen nirgends die Delta- und Schuttkegelschichten mit dem Kohlenflöz in Berührung kommen. Allein es wäre ja denkbar, dass seitlich unter den Deltaschichten ein Kontakt vorhanden gewesen wäre. Auf der linken Talseite, wo sich die Verhältnisse überblicken lassen, sind die Deltaschichten immer durch Moräne vom Kohlenflöz isoliert. Auf der rechten Talseite sind keine Aufschlüsse vorhanden, um diese Frage zu beantworten. Doch ist dieser Fall aus andern Gründen ausgeschlossen. Wenn die Kohle verwittert, so zerfällt sie in einzelne, sehr leicht zu erkennende torfartige Schieferstücke, nicht aber in die einzelnen Pflanzenreste. Es wurden nun weder von Schmidt, noch von Neuweiler, noch vom Verfasser im ganzen Güntenstaller Einschnitt auch nur ein einziges Stück Kohle oder ein solch torfartiges Schieferstück gefunden, während sie in den Bächen, die heute das Flöz von Uznach durchschneiden, überaus häufig sind. Würden die Pflanzenreste aus der Kohle stammen, so müsste das in erster Linie Neuweiler gesehen haben, denn er hat ja sowohl die Schieferkohlen als auch die Pflanzenreste von Güntenstall bearbeitet.

Aber auch aus andern Gründen ist es unmöglich, dass die Pflanzenreste aus den Schieferkohlen stammen:

1. Der Verkohlungsprozess der Schieferkohle ist viel stärker fortgeschritten, als der der Reste des Güntestaller Einschnittes. Dass aber die Schieferkohle zur Zeit der Einbettung der Güntestaller Reste einen geringeren Grad von Verkohlung besessen habe, ist durch das Vorhandensein der erraticischen Schieferkohle im Oberkircher Einschnitt ausgeschlossen.

2. Die Pflanzenreste des Güntestaller Einschnittes sind nicht so stark gepresst wie die in der Schieferkohle. Sie wurden an der jetzigen Lagerstätte gepresst; vor ihrer Einbettung hatten sie noch ihre natürliche Form, denn nirgends gibt es doppelt gepresste Stücke. Auch geschah das Schwemmen und Schleifen der Stücke vor der Pressung, nirgends gibt es Hölzer, die gepresst und dann erst durch den Wassertransport abgerundet worden wären.

3. In der Schieferkohle haften die Pflanzenreste durch scheinbar amorphe Kohle zusammen und meist ist die Verkittung so gross, dass sich die einzelnen Pflanzenteile nicht isolieren lassen. Im Güntestaller Einschnitt kleben die fossilen Reste nur durch Pressung zusammen, oder sie sind durch Kalkkrusten verklebt und lassen sich deshalb leicht, event. mit Hilfe von Salzsäure trennen. Keinem Pflanzenteil haftet aber irgendwelche Substanz an, die als Kohlenrest gedeutet werden könnte.

4. Im Güntestaller Einschnitt kommen Pflanzen vor, von denen es ganz unmöglich ist, dass sie aus der Schieferkohle stammen und bereits als Fossilien transportiert worden sind, so z. B. die Laubblätter, Pollen und die Koniferen-Nadeln, Äste mit Verzweigungen, deren Dicke nach der Pressung weniger als $\frac{1}{2}$ mm beträgt, deren Länge aber bis auf 30 cm und mehr geht.

5. Die Schieferkohle ist eine autochthone Sumpfbildung, die Pflanzenreste von Gütenstall stellen aber eine ganz andere, später zu besprechende Vegetation dar. Es sind auch nur wenige Arten den beiden Bildungen gemeinsam.

Aus den gleichen Gründen ist es völlig ausgeschlossen, dass die Pflanzenreste aus einem andern, vielleicht nicht mehr vorhandenen, ältern Pflanzenlager stammen, denn auch dann müssten sich Teile von dieser Ablagerung als Bruchstücke, als Torf oder dergleichen im Gütenstaller Einschnitt vorfinden, ebenso gut wie Stücke von Ästen und selbst von Stämmen verschwemmt wurden.

11. Die fossile Flora der Deltaschichten des Gütenstaller Einschnittes.¹⁾

Pilzhypen. — Von Neuweiler öfters nachgewiesen. Ich habe darauf nicht geachtet.

²⁾ !! *Rhytisma acerinum* Fr. — Vier Blattflecken auf einem Blatt von *Acer pseudoplatanus*.

Cenococcum geophilum Fr. — ein mangelhaft bekannter Pilz nach Neuweiler, der ihn in acht Peridien fand. Beim Schlemmen fand ich solche häufig vor, da sie beim Eintauchen der eingetrockneten Pflanzenschichten auf dem Wasser schwimmen und deshalb leicht abgehoben werden können.

!! *Polyporus cf. annosus* Fr. — Ein Stück eines Polyporus-Fruchtkörpers stimmt nach A. Volkart am besten mit dieser Art überein. Da die früheren Farben des Bruchstückes völlig verloren gegangen sind, ist es nicht möglich, eine sichere Bestimmung durchzuführen.

¹⁾ Nomenklatur der Phanerogamen nach Schinz & Keller, Flora der Schweiz, III. Auflage.

²⁾: ! = neu für Gütenstall.

²⁾: !! = neu für das Diluvium der Schweiz überhaupt.

!! *Dichodontium pellucidum* Schimpr. var. *fagimontanum* (Bland.). — Ich fand diese Art nur in einem kleinen Aststück. Nach Meylan kommt sie heute an etwas trockenen Felsen vor.

!! *Fissidens decipiens* De Not. — Von diesem Moos fand ich nur ein einziges Aststück, das zudem bei der Untersuchung wieder verloren ging. Auch diese Art liebt nach Meylan trockene Felsen.

!! *Anomodon longifolius* bryol. eur. — Diese Art fand ich nur in acht kleinen Aststücken. Auch sie liebt nach Meylan trockene Felsen.

Anomodon viticulosus (L.) Hook. und Tayl. — Von Neuweiler in allen Schichten, von mir in vielen Stücken nachgewiesen. Nach Meylan wächst die Art heute auf trockenen Felsen.

! *Thuidium delicatulum* Lindbg. — Wurde von mir in etwa acht Stücken gefunden. Nach Meylan wächst die Art heute an verschiedenartigen Standorten.

Thuidium Philiberti Limpr. — Von Neuweiler in fünf Schichten nachgewiesen, während ich sie nicht wieder fand. Meylan zog die Exemplare von Neuweiler zur var. *pseudotamarisci* Lpr., die sich steril nicht von der Art unterscheidet, weil die Gesellschaft der Moose, die Neuweiler fand, nach ihm auf eine xerophytische Pflanzengesellschaft hinzuweisen schien. Nach den von mir gemachten Funden muss die Ansicht einer vorherrschend xerophytischen Pflanzengesellschaft als gänzlich falsch fallen gelassen werden und damit ist es auch fraglich geworden, ob die Art oder die Varietät vorliegt. Die Art kommt nach Meylan in feuchten Wiesen vor, die Varietät stellt mehr eine wärme-liebende Form dar.

!! *Thuidium tamariscinum* bryol. eur. — Von mir in

etwa zehn Stücken gefunden. Heute kommt diese Art nach Meylan auf dem Erdboden und auf den Wurzeln und Wurzelstöcken der Laubbäume vor.

Neckera crispa (L.) Hedw. — Von Neuweiler in zwei Schichten, von mir in 16 Stücken an verschiedenen Orten des Profils nachgewiesen. Nach Meylan heute auf trockenen Felsen vorkommend.

Neckera complanata (L.) Huebn. — Von Neuweiler aus drei Schichten, von mir in etwa 30 Exemplaren nachgewiesen. Nach Meylan wächst die Art heute auf trockenen Felsen.

Leucodon sciuroides Schwaegr. — Von Neuweiler und mir je in mehreren Exemplaren nachgewiesen. Nach Meylan heute auf den Stämmen der Laubbäume wachsend.

!! *Leucodon sciuroides Schwaegr. forma falcata*. — Hiervon fand ich nur zwei Aststücke. Nach Meylan gedeiht es heute auf den Stämmen der Laubbäume.

Homalothecium sericeum (L.) bryol. eur. — Von Neuweiler in drei Schichten, von mir in fünf kleinen Stücken nachgewiesen. Nach Meylan kommt die Art heute auf trockenen Felsen vor.

Eurhynchium praelongum (L.) bryol. eur. — Von Neuweiler in drei Schichten, von mir in fünf kleinen Stücken nachgewiesen. Nach Meylan wächst die Art heute auf dem Erdboden.

!! *Eurhynchium Svartzii Curnow.* — Von mir in etwa 30 grössern und kleinern Stücken nachgewiesen. Kommt nach Meylan auf trockenen Felsen vor.

!! *Eurhynchium striatum bryol. eur.* — Wurde von mir in 18 kleinen Stücken gefunden. Nach Meylan gedeiht die Art heute auf dem Erdboden und auf den Wurzeln und Wurzelstrünken der Laubbäume.

!! *Eurhynchium striatum bryol. eur.* — Wurde von mir in neun kleinen Stücken nachgewiesen. Nach Meylan wächst die Art heute in den Spalten trockener Felsen.

!! *Eurhynchium striatum bryol. eur. var. integrifolium.* — Fand ich in wenigen Ästchen vor.

!! *Amblystegium filicinum (L.) De Not.* — Habe ich in etwa zehn kleinen Aststücken nachgewiesen. Nach Meylan lebt diese Art heute an Quellen und ähnlichen Orten.

!! *Camptothecium lutescens bryol. eur.* — Fand ich in etwa 19 Stücken. Trockene Felsen sind nach Meylan der charakteristische Fundort dieser Moosart.

Hypnum molluscum Hedw. — Neuweiler wies die Art in drei Schichten nach, ich fand sie als häufigstes Moos und zwar etwa in 80 Stücken. Diese Art gedeiht heute nach Meylan auf trockenen und beschatteten Felsen.

!! *Hypnum commutatum Hedw.* — Ich fand diese Art nur in drei kleinen Stücken. Kommt nach Meylan heute an Quellen und ähnlichen Orten vor.

! *Hypnum palustre L.* — Fand ich in einem kleinen Aststück. Diese Art kommt nach Meylan an den gleichen Orten vor wie die vorige.

!! *Hypnum cupressiforme L. var. filiforme.* — Ich habe davon nur ein einziges Aststück gefunden. Sie wächst nach Meylan heute auf den Stämmen der Laubbäume.

!! *Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.* — Dieses Moos war in nur vier Aststücken vertreten. Sein Standort ist wieder der trockene Fels.

!! *Gymnostomum calcareum (N. et H.)* — Dieses Moos habe ich nur in einem Ästchen nachgewiesen. Heute lebt diese Art auf feuchten und beschatteten Felsen, besonders auf Tuffsteinen.

! *Taxus baccata L.* — Die Eibe verriet ihr Dasein durch

ihre charakteristischen Nadeln, die in dem Lehm am Westausgange des Güntenstaller Einschnittes häufig zu finden waren. Sie unterscheiden sich nicht nur durch ihre Form, sondern auch durch ihre gelbe Färbung von den *Abies*-Nadeln. Leider sind sie in schlechtem Erhaltungszustand, an der trockenen Luft zerfallen sie in kleine Stücke. Ich fand nur eine einzige Frucht, deren Arillus noch im Abdruck schwach sichtbar ist.

Picea excelsa (Lam.) Link. — Die Fichte hat recht häufige Reste hinterlassen, die zudem zu den auffälligsten gehören. Die Fichtenzapfen waren so häufig (179 Stück)¹⁾ und so gut erkennbar, dass sie selbst dem Laien auffielen. Die Zapfen waren gepresst und beinahe schwarz, beim Austrocknen aber gingen die Schuppen wieder auf. Dass die Vegetationsbedingungen während der Zeit der Ablagerung nicht ungünstig waren, das geht aus der stattlichen Grösse der Zapfen hervor. Es gab öfters solche von über 12 cm Länge, ein Stück mass sogar 14 cm. Die, von Neuweiler schon bemerkten, vom Eichhorn benagten Zapfen, resp. deren Spindeln, konnte ich nicht wieder konstatieren, doch fand ich solche von *Pinus*.

Neuweiler hat nach der Schuppenform der Zapfen die Anwesenheit der beiden Varietäten *europaea* *Tepl.* und *acuminata* *Beck* konstatiert.

Die Nadeln waren häufig und so gut erhalten, dass sie sich mit der Pinzette ergreifen und abheben liessen.

Ich fand ferner von der Fichte 14 flügellose Samen, die C. A. Weber als solche erkannte, und 32 samenlose Flügel. Diese letztern sind vorzüglich erhalten und durch ihre helle Färbung leicht auffindbar.

¹⁾ Eingerechnet die Stücke, die mir die Erdarbeiter übergaben.

Die vielen Holzreste, die Neuweiler im Güntenstaller Einschnitt vorfand und mikroskopisch bestimmte, gehörten alle zu *Picea excelsa*. Nachdem es Neuweiler durch 52 mikroskopische Proben nur gelang, die Fichte nachzuweisen, habe ich es unterlassen, noch weitere mikroskopische Untersuchungen vorzunehmen. Allerdings fand ich öfters junge Zweige, die durch ihre Nadelkissen auch ohne mikroskopische Prüfung als zur Fichte gehörig sich erwiesen. Die Häufigkeit des Fichtenholzes mag leicht zu dem Schlusse verleiten, dass der Kaltbrunner Dorfbach in seinem ganzen Verlauf durch einen Fichtenwald geflossen sei, was ja auch Neuweiler annahm. Dass dem nicht so ist, werden wir später nachweisen. Abgestorbenes Fichtenholz ist eben viel besser schwimmfähig als abgestorbenes Laubholz. Dadurch kommt eine Auswahl zustande und dadurch erklärt es sich, dass das Fichtenholz vorherrschend ist.

Ausserdem fanden sich von der Fichte häufig die Knospenschuppen vor und zwei aus solchen gebildete Käppchen, wie diese im Frühjahr beim Öffnen der Knospen abgeworfen werden. C. A. Weber konnte auf einer eingesandten Tonprobe Fichtenpollen nachweisen.

Auch im Ton des Oberkircher Einschnittes liess sich die Fichte nachweisen, so in Ast- und Stammstücken. Daneben fanden Früh und der Verfasser in der Moräne einen ziemlich stark verarbeiteten Zapfen vor.

Abies alba Miller. — Während Neuweiler diese Art im Güntenstaller Einschnitt durch zwei beim Schlemmen erhaltenen Nadelreste nachweisen konnte, fand ich die Nadeln nur im Ton des Westausgangs, hier aber recht häufig, ja an jener Stelle häufiger als die der *Picea*. Allerdings lassen sie sich nicht so gut herauspräparieren wie die letztern. Teile der Samenflügel waren häufig; allein es brauchte lange, bis

ich durch den Fund des einzigen vollständigen Samens die als braune Häute erhaltenen Flügelteile als zu *Abies* zugehörig erkannte. Ferner fand C. A. Weber auf einer Tonprobe Weisstannenpollen vor.

! *Pinus silvestris* L. — Die Anwesenheit dieser Art ist durch das Auffinden von zehn Zapfen gesichert, die so gut erhalten sind, dass eine Verwechslung mit *Pinus montana* ausgeschlossen ist; ausser den Zapfen fand ich noch zwei flügellose Samen, die mir C. A. Weber bestimmte. Ausserdem fanden sich vom Eichhorn benagte Zapfen vor.

!! *Sparganium erectum* L. — Von dieser Art fand ich drei Steinkerne, die C. A. Weber mir bestimmte.

? *Potamogeton spec.* — Ein Teil eines Blattabdruckes könnte von dieser Gattung herrühren.

! *Gramineen*. — Ich fand eine einzige Grasfrucht, die aber im Laufe der Untersuchung leider wieder verloren ging. Es wäre aber auch nicht möglich gewesen, die Art auf Grund einer spelzenlosen Frucht zu bestimmen. Ausserdem fand ich noch einige Reste von Monocotyledonenblättern, die Volkart vergeblich zu bestimmen versuchte. Sie waren so mangelhaft erhalten, dass es nicht einmal möglich war, zu erfahren, ob Cyperaceen- oder Gramineenblätter vorlagen. Obschon die Erhaltungsbedingungen gut genug waren, um ganze Laubblätterschichten zu konservieren, sind die Reste der Gramineen und der Cyperaceen äusserst gering.

Carex spec. — Neuweiler fand drei nicht näher bestimmmbare Schläuche.

!! *Salix incana* Schrank. — Am Westausgange des Einschnittes fand ich im Ton den obern Teil eines Blattes, das mit demjenigen von *Salix incana* übereinstimmt.

Salix cf. caprea L. — Unter den Blattabdrücken be-

finden sich solche, die als *Salix caprea* oder Verwandte gut gedeutet werden können.

Salix spec. — Dass diese Gattung vorhanden war, das beweist uns ausserdem eine Knospe, die C. A. Weber als zu dieser Gattung gehörig erkannte.

!! *Populus nigra* L. — Das Vorhandensein dieser Art ist durch vier sehr schöne Blattabdrücke gesichert. Dieser Fund ist um so interessanter, als diese Art bei uns wie auch an andern Orten so selten und zerstreut vorkommt, dass man an ihrem Indigenat zweifeln könnte. Ja, verschiedene bedeutende Botaniker haben dies auch wirklich getan (vergl. z. B. Ascherson und Gräbner, Synopsis IV Bd. pag. 37). Ausserdem fand ich zwei Knospen, die C. A. Weber der Gattung *Populus* zuwies. Es ist wohl möglich — aber nicht sicher — dass es sich dabei wieder um *Populus nigra* handelt.

!! *Populus alba* L. — Diese leider nur in einem Blattabdruck vorliegende Art gehört zu den auffälligsten Erscheinungen der ganzen Flora, denn sie ist nicht nur einer der wärmeliebendsten Bäume, sondern kommt heute im schweizerischen Mittellande beinahe nur in Begleitung des Menschen vor, so dass bis jetzt allgemein angenommen wurde, sie sei durch den Menschen eingeführt.

Corylus Avellana L. — Diese Art ist sehr häufig durch die mehr oder minder zusammengedrückten Nüsse aller Altersstadien vertreten. Neuweiler fand deren 50 und bestimmte ihre Zugehörigkeit zu den Formen *f. silvestris* und *f. oblonga*. Ich fand 514 Nüsse und eine grosse Anzahl Blätter und Blattabdrücke. Unter den Laubblättern scheinen diejenigen der Haselnuss beinahe die häufigsten zu sein; allein da die Blattsubstanz äusserst leicht zerfällt und so grosse Blätter beinahe nie ganz zum Vorschein kommen, ist es nur selten möglich, sie sicher zu bestimmen. Ausserdem fand ich

von diesem Strauch ein ♂ Blütenkätzchen. 35 Nüsse waren von einem Nagetier geöffnet. Ich vermutete das Eichhörnchen, was A. Engler-Zürich vollauf bestätigte. An einigen Stellen lassen sich noch deutlich die Kerben der Zähne nachweisen. Eine Nuss zeigt drei von kleinen Nagern gemachte Öffnungen. Ich vermute hier den Frass von Mäusen.

! *Alnus spec.* — Von dieser Gattung liegen fünf zusammengedrückte, mehr oder weniger vollständige Fruchtzäpfchen vor, die aber keine sichere Artbestimmung zulassen. Sicher ist jedoch ihre Zugehörigkeit zu *A. incana* oder *glutinosa*. Ausserdem fand ich eine zu *Alnus* gehörige Knospe.

? *Alnus rotundifolia* Miller (= *glutinosa* (L.) Gärtn.). Ein unvollständiger Blattabdruck stimmt mit den Blättern dieser Art überein, ohne sie jedoch mit Sicherheit nachzuweisen.

!! *Alnus incana* (L.) Mönch — Ein zusammengedrücktes Fruchtzäpfchen enthielt noch Samenreste, wodurch diese Art nachgewiesen werden konnte.

Quercus robur L. (= *Qu. pedunculata* Ehrh.), die Stieleiche. — Neuweiler fand in zwei Schichten einige wenige flach zusammengedrückte Fruchthecher vor, die das Genus *Quercus* anzeigen. Ausserdem gehört vielleicht dazu ein vom gleichen Forscher mikroskopisch untersuchtes Holzstück. Mir gelang es nun, von dieser Gattung eine grosse Anzahl Reste zu finden. Am häufigsten waren die von allen Seiten her mehr oder minder zusammengedrückten Fruchthecher (126 Stück), bei denen hie und da die jungen Früchte noch im Becher sitzen. Auch vier ausgewachsene Eicheln von stattlicher Grösse stecken noch in der zusammengedrückten Cupula. Die Zahl der Blattabdrücke der Eiche ist sehr gross (36). Sie sind gut erhalten, da die glatte, kutinisierte Blattfläche sich schön im Ton abdrückte und diese Flächen beim Spalten sich gut herauspräparieren liessen. Wenn wir die Zahl

der überhaupt gefundenen Blätter berücksichtigen, so ist ausserdem zu bedenken, dass sich bei der Eiche auch die kleinsten Blattfragmente leicht erkennen lassen. Übrigens war die Zahl der Blätter noch grösser, da bei der Suche nach andern, selteneren Blättern viele Eichenblattfragmente zerstört werden mussten. Ausserdem fand ich beim Schlemmen 28 Knospen, die der Eiche angehören und die C. A. Weber bestimmt hat.

Die wichtigsten Funde dieser Gattung aber sind sechs gestielte Früchte und vier Blattabdrücke mit gut erhaltenen Stielen, resp. deren Abdrücken, die die sichere Bestimmung der Art gestatten: es handelt sich immer um *Quercus robur L.*, womit das Aussehen der stiellosen Blätter völlig übereinstimmt. Es gibt keine Funde, die eine andere Art anzeigen oder vermuten lassen. Es ist also sehr wohl möglich, dass alle Eichenreste dieser *Quercus robur* angehören.

!! *Asarum europaeum L.* — Durch einen vollständigen Blattabdruck konnte diese Art, die heute als typischer Buchenbegleiter gilt, nachgewiesen werden. Die Buche kam aber zur Zeit der Ablagerung im Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches gar nicht vor (s. unten), wodurch die Ansicht, dass eine Pflanzengesellschaft als ein ganzes, also mit ihren typischen Begleitern in eine Gegend einwandere, wenigstens für diesen Fall widerlegt ist.

!! *Polygonum mite Schrank.* — Ist durch eine Frucht nachgewiesen.

!! *Clematis Vitalba L.* — Von dieser Gattung fand ich ein Stück Holz mit einer Verzweigung vor. Die Bestimmung der Art ist natürlich durch das stark gepresste Holz nicht möglich. Doch verlangt die übrige Pflanzengesellschaft deren Zustellung zu *Cl. vitalba*.

!! *Ranunculus acer* L. — Ich fand nur ein Nüsschen vor, das C. A. Weber bestimmen konnte.

! *Rubus idaeus* L. — Ein einziger Steinkern verriet mir das Vorkommen dieser Art.

Potentilla cf. sterilis (L.) Garcke — Neuweiler fand ein Früchtchen, das mit dieser Art übereinstimmt.

!! *Ilex Aquifolium* L. — Die mit starker Cuticula ausgerüsteten Blätter dieser Art sind die besterhaltenen, die ich gefunden habe. Durch die geflügelten, breiten Blattstiele, die Umränderung durch mechanisches Gewebe und durch die meist vorhandenen Blattstacheln sind diese Blätter leicht kenntlich. Ich fand deren fünf, die zum Teil von baumförmigen Exemplaren stammen müssen. Wenn man berücksichtigt, dass die Blätter mehrere Jahre ausdauern und dass sie wegen ihrer Steifheit schwer vom Wasser transportiert werden, so muss man annehmen, dass die Stechpalme trotz der relativ spärlichen Reste einen häufigen Bestandteil der damaligen Vegetation ausmachte.

! *Acer Pseudoplatanus* L. — Obschon ich direkt auf diese Art fahndete, erhielt ich nur nach langem Suchen beim Schlemmen einen Flügel einer Teilfrucht. Derartige, weniger verholzte Früchte waren eben viel zu brüchig, als dass sie sich beim Schlemmen erhalten liessen. Aus diesen spärlichen Resten schliessen zu wollen, dass die Art auch spärlich vertreten gewesen sei, wäre ein Fehlschluss gewesen, denn später fand ich im Ton des Westausgangs die auch in Teilstücken recht gut erkennbaren Blätter recht häufig (22 Stück). Auf einem Blatt sind noch deutlich die durch *Rhytisma Acerinum* verursachten Blattflecke erkennbar.

!! *Acer platanoides* L. -- Diese Art konnte ich nur in zwei, aber ganz charakteristischen Blattfragmenten und einer flügellosen Teilfrucht nachweisen. Dieser Fund ist von grosser

Bedeutung, weil dieser Baum heute nur eine beschränkte Höhenverbreitung hat und nur zerstreut auftritt, so dass man sich fragen konnte, ob er von jeher bei uns heimisch gewesen sei.

!! *Tilia cordata* Miller — Es lagen nur 23 zerdrückte Kapseln vor, die C. A. Weber als zu dieser Art gehörig erkannte. Da nicht angenommen werden darf, dass die Früchte der *T. cordata* sich schlechter als die der *T. platyphyllos* erhalten oder weniger Gelegenheit haben, durch Wasser verschwemmt zu werden, und da von *T. cordata* nur 23 Kapseln, von *T. platyphyllos* aber 155 vorlagen, so muss daraus geschlossen werden, dass *T. cordata* viel seltener gewesen ist, als *T. platyphyllos*. Heute sind die Häufigkeitsverhältnisse im schweizerischen Mittelland die entgegengesetzten: die kontinentale *T. cordata* herrscht vor, die mehr ozeanische *T. platyphyllos* kommt nur vereinzelt, ja in vielen Gegenden nur als Dorflinde vor und die spontanen Exemplare sind geradezu eine grosse Seltenheit.

!! *Tilia platyphyllos* Scop. — Die durch ihre drei bis fünf vorstehenden Kanten leicht kenntlichen Früchte dieses Baumes sind so häufig, dass ich trotz der Kleinheit der Kapseln deren 155 sammeln konnte. Auch einzelne Fruchtklappen konnten ziemlich oft konstatiert werden. Schwieriger war die Bestimmung der unreifen Früchte, die ich in kleinerer Zahl auffand; C. A. Weber half mir auch hier wieder aus. Die Zahl der Blätter oder Blattabdrücke, die in den Tonenschichten des Westausgangs gefunden wurden, ist, da nur Bruchstücke dieser wenig kutinisierten und deshalb schlecht erhaltenen Blätter vorlagen, nicht sicher festzustellen. Auch wurden zehn Blüten gefunden.

Myriophyllum spec. — Neuweiler konnte diese Gattung durch einen etwa 1 cm langen Blattrest, ich durch ein halbes Blatt nachweisen.

!! *Hedera Helix* L. — Mehrere Male fand ich stark kutinisierte Blätter vor, die mich stark an *Hedera Helix* erinnerten, ohne jedoch mit Sicherheit ihr Dasein nachzuweisen. Schliesslich aber fand ich ein kleines, ungelapptes Blatt eines alten Exemplares, das ganz in allen Details mit lebenden Blättern übereinstimmt.

! *Fraxinus excelsior* L. — Beim Schlemmen fand ich öfters Teile der Fruchthaut, die durch ihre Nervatur und die als Spitzchen erhalten gebliebenen Stiele auffielen, und später als zu diesem Baum gehörig erkannt wurden. Es gelang mir sodann auch, einige ziemlich vollständig erhaltene Früchte zu finden. Eine solche lag auch auf einer Schichtfuge der trockenen Lehmstücke des Westausganges des Einschnittes. Ausserdem fand ich einige Blattabdrücke, die recht gut mit *Fraxinus excelsior* übereinstimmen. Auch hier zeigen, wie allgemein, die Früchte eine respektable Grösse.

Ajuga reptans L. — Schon Neuweiler gelang es, die verhältnismässig grosse Zahl von 15 Früchten zu konstatieren. Auch ich habe die Art durch beinahe die gleiche Zahl (13) von leeren Fruchtschalen nachgewiesen. Diese sind durch ihre gelbe Färbung auffällig und beim Schlemmen leicht sichtbar, wenn man das Wasser schwach bewegt. Übrigens lassen sie sich auch öfters auf dem Wasser schwimmend abheben. Ich habe die Fruchtschalen nochmals mit aller Sorgfalt mit lebenden verglichen und keine Unterschiede finden können.

Stachys cf. annuus L. — Neuweiler fand ein Früchtchen, das er als zu dieser Art gehörig betrachtet.

Viburnum Lantana L. — Neuweiler wies die Art durch zwei Samen nach.

!! *Viburnum Opulus L.* — Vier Blattabdrücke, die durch die eigentümliche Zähnung des Randes relativ leicht kenntlich sind, beweisen das Vorkommen dieses Strauches.

12. Die fossile Fauna der Deltaschichten des Güntenstaller Einschnittes.

Die Fauna hat äusserst spärliche Reste hinterlassen. In den Schieferkohlen trifft man öfters die in allen Farben schillernden Flügeldecken von Käfern an. Vergeblich erwartete ich solche auch hier häufig zu finden. Die ganze Ausbeute an Insekten belief sich auf einen gut erhaltenen Käfer und eine Flügeldecke eines solchen, die sich nicht mehr bestimmen liess. Ausser den Stücken eines Hirschgeweihs, das bereits Neuweiler erwähnte, fanden sich gar keine Knochen vor. ¹⁾

Dagegen boten die Pflanzenreste verschiedene Anhaltpunkte für das Vorhandensein einiger Tiere.

Cristatella mucedo Cuv. — Ein Moostierchen, wurde von Neuweiler nachgewiesen.

! Haltica oleracea L. — In den Tonschichten am Westausgang des Einschnittes fand ich einen Käfer vor, den Standfuss-Zürich als einen nahen Verwandten der heute lebenden *Haltica oleracea* erkannte. Er unterscheidet sich von ihr nur durch seine bedeutendere Grösse.

¹⁾ Einige wenige Muschelschalen sind noch in Bearbeitung von Herrn Prof. Geyer-Stuttgart. Es handelt sich um kleine Tiere mit dünnen Schalen, was eine niedere Temperatur des Wassers anzeigen soll. Gastropodenschalen waren öfters in Menge vorhanden, aber alle so zerdrückt, dass kein einziges bestimmungsfähiges Stück gesammelt werden konnte.

!Chermes. — Die Anwesenheit dieses Tieres konnte ich durch zwei Gallen auf *Picea* nachweisen.

Ausserdem fand ich verschiedene Frassfiguren auf Holzstücken. Leider aber war es nicht möglich, von ihnen auf das Vorkommen bestimmter Insektenarten oder -gattungen zu schliessen.

Sciurus vulgaris L. — 35 Haselnüsse waren gerade so geöffnet, wie es das Eichhörnchen zu tun pflegt. Die Vermutung, dass es sich um dieses Tier handle, konnte A. Engler-Zürich vollauf bestätigen; er zeigte mir sogar einzelne Stellen, wo die parallelen Furchen der Nagezähne noch sichtbar waren. Auch die Spindeln von Fichten- (Neuweiler) und Föhren-Zapfen verrieten das Dasein dieses Nagetieres.

Andere Nager. — Eine Haselnuss war an drei Stellen von einem Nagetier geöffnet. Es handelt sich hier offenbar um den Frass von Mäusen; um was für eine Gattung, das kann nicht festgestellt werden.

Cervus elaphus L. — Die Stücke eines Geweihs des Edelhirsches sind die einzigen Reste, welche direkt die Anwesenheit der Säugetierwelt nachweisen. Sie werden in der Sammlung des Eidgen. Polytechnikums aufbewahrt.

13. Die Vegetation zur Zeit der Ablagerung.

Wenn wir eine Vegetation betrachten, so ist nicht nur das Artengemisch, sondern auch das Verhalten der Pflanzen in bezug auf massenhaftes Auftreten von der grössten Bedeutung. Um uns also auch hier ein Bild der Vegetation zu verschaffen, müssen wir noch versuchen, festzustellen, welche Arten die vorherrschenden und welche die nur vereinzelt auftretenden gewesen sind.

Finden wir die Pflanzenreste einer ehemaligen Vegetation an Ort und Stelle vor, so ist es relativ leicht, uns ein Bild der damaligen Zustände zu machen. Weit schwieriger ist es aber, Rückschlüsse ziehen zu wollen, wenn die Pflanzenreste nicht an ihrem Standort eingebettet wurden, sondern wenn sie vorher transportiert worden sind, wie das in den Güntenstaller Schichten der Fall war. Wir dürfen dann nicht diejenigen Arten, die am meisten Reste hinterlassen haben, ohne weitere Überlegung als die vorherrschenden und solche, von denen nur vereinzelte Stücke gefunden wurden, als seltene Arten der damaligen Vegetation bezeichnen. Vorerst müssen wir untersuchen, ob die fossil erhaltenen Reste der zu vergleichenden Arten in gleichem Masse von dem Wasser transportiert werden und ob sie sich gleich gut erhalten. Dann ist zu berücksichtigen, ob die Reste in der Ablagerung leicht aufzufinden sind oder ob es nur Zufall ist, wenn sie z. B. beim Schlemmen zum Vorschein kommen. Wenn man im Güntenstaller Einschnitt nur kurze Zeit sammelt, so ist man geneigt, die Fichte, deren Reste in die Augen stechen und die schon deshalb häufig gefunden werden, als die herrschende Art anzusehen. Zu diesem Schlusse ist auch Neuweiler gekommen, was um so begreiflicher ist, als er von den von mir nun nachgewiesenen 21 Bäumen und Sträuchern nur deren fünf kannte.

Wenn wir die Pflanzenreste von Güntenstall mit denen anderer diluvialer Ablagerungen vergleichen, so fällt in erster Linie die ganz schwache Vertretung der Gramineen- und Cyperaceenreste auf. Da zu gleicher Zeit so leicht vergängliche Reste wie Laubblätter in Menge vorhanden sind und sich die Gramineen- und Cyperaceenblätter in ähnlicher Weise erhalten sollten, so müssen wir daraus schliessen, dass sie im Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches auch nur wenig

vorhanden waren. Allerdings muss zugegeben werden, dass Grasblätter durch einen Bach weniger leicht mitgerissen werden, als Laubblätter, die direkt in das Wasser fallen. Aber im Frühjahr nehmen bei der Schneeschmelze die Wiesenbäche eine grosse Anzahl von Gramineenblättern mit, so dass sich doch mehr als drei Blattspreiten hätten auffinden lassen müssen.

Durch die vielen Rinden- und Aststücke, durch die vielen Nadel- und Laubblattschichten in dem Delta charakterisiert sich der Kaltbrunner Dorfbach als ein Waldbach. Handelt es sich nun um einen Laub- oder um einen Nadelwald?

Von den Nadelbäumen lassen die *Picea*-, *Abies*-, *Taxus*- und *Pinus*-Nadeln sich gleich gut durch den Bach transportieren. Von ihnen erhielten sich jedoch die von *Picea* am besten, die von *Abies* schon weniger gut, während die von *Taxus* am brüchigsten waren und nur in Verbindung mit Ton sich aufbewahren liessen. Beim Schlemmen liessen sich *Taxus*-Nadeln nicht erhalten, sie zerfielen in unkenntliche Stücke. *Pinus*-Nadeln habe ich gar keine gefunden, und wenn wir die kleine Anzahl der hier vorhandenen aber doch leicht schwimmenden Zapfen betrachten, so müssen wir schon daraus schliessen, dass dieser Baum nur vereinzelt vorkam. Die Schichten, in denen viele *Picea*-Nadeln vorkamen und von denen oben die Rede war, bestanden aus sandigem Lehm, die Schichten, in denen dagegen *Abies* häufiger als *Picea* war, aus Ton. Die *Picea*-Schichten wurden also bei stärkerem Anschwellen des Baches, diejenigen von *Abies* bei schwächerer Strömung abgelagert. Wenn wir dann noch beifügen, dass die *Picea*-Zapfen die einzigen Früchte sind, die Schwemmspuren aufweisen, so kommen wir zu der Annahme, dass *Picea* im allgemeinen von weiter her geschwemmt worden ist, während *Abies* in der Nähe wuchs. Wenn Neuweiler bei der mikroskopischen Prüfung von 64 Holzstücken in 52

Fällen mit Sicherheit *Picea* auffinden konnte, während nur ein Stück sich als Laubholz erwies, so darf daraus noch nicht geschlossen werden, dass die Fichte vorherrschend gewesen sei. Die Fichte gehört eben zu den wenigen Baumarten, deren abgestorbenes Astholz leicht genug ist, um auf dem Wasser längere Zeit zu schwimmen, während das abgestorbene Laubholz rasch vermodert, sich leicht mit Wasser durchtränkt und deshalb schlecht transportfähig ist. Aus diesen Gründen glaube ich mit Sicherheit schliessen zu dürfen, dass die Fichte nicht allgemein bestandbildend war, sondern nur eingestreut vorkam und sich vielleicht nur auf die höheren Zonen — das Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches geht bis 1220 m — beschränkte. Dass sie hier bestandbildend war, darf nach den andern Funden wohl gefolgt werden. Es ist dies auch aus dem Grunde, dass sie nicht mit den andern Arten heute gemeinsam gefunden wird, wahrscheinlich.

Die *Abies*-Reste sind recht häufig in den Tonschichten am Westausgang des Einschnittes, in den übrigen Deltaschichten, wo das Auffinden aber sehr erschwert ist, sehr selten. Die Blattreste überwiegen in den genannten Tonen über die *Abies*-Nadeln ganz bedeutend, so dass man nicht annehmen darf, *Abies* sei bestandbildend gewesen; wohl aber darf man auf ein häufiges Vorkommen schliessen. Ebenso war *Taxus* ein vielfach auftretender Baum.

Wir sehen also, dass alles darauf hinweist, dass die Laubbäume vorherrschend waren, und das stimmt mit den Laubbaumresten vollkommen überein. Ganz besonders sprechen die Laubblattschichten und die reiche Liste der Laubbäume dafür. Schwieriger gestaltet sich die Frage nach den Mengenverhältnissen dieser Laubbaumarten. Wenn auch durch die Anzahl der gefundenen Reste sich kein absolut sicherer Schluss ziehen lässt, so müssen wir doch auf diese Zahlen

abstellen, denn das ist der einzige Weg, der zu einem Resultat führen kann. Von *Salix* liegen nur sehr seltene Reste vor, sie fallen deshalb bei dieser Betrachtung weg. *Clematis*, *Viburnum opulus* und *V. lantana* sind schon wegen ihrer Wuchsform ausgeschlossen. *Ilex* und *Populus nigra* haben je einige Reste geliefert, die aber an Zahl hinter denen der andern Bäume zurückstehen. *Fraxinus excelsior* lieferte durch ihre Fruchthäute eine grössere Anzahl Reste, die beim Schlemmen nicht allzu schwierig aufzufinden sind, allein ihre Blattreste sind so vereinzelt, dass dieser Baum kaum eine viel grössere Bedeutung hatte als heute. Von *Acer platanoides* fand ich nur zwei Blattfragmente und Teile einer Frucht. Da sich diese Blätter nicht schlechter als andere erhalten, wohl aber leicht erkennen lassen, so kann dieser Baum nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Die Früchte von *Acer pseudoplatanus* erhalten sich schlecht, es fand sich denn auch nur ein Bruchstück davon vor. Allein die Zahl der aufgefundenen Blätter ist recht ansehnlich, allerdings lassen sie sich ja auch in Bruchstücken leicht erkennen. Demnach war dieser Baum nicht vorherrschend, aber doch recht häufig. Als dominierender Baum fällt auch *Tilia cordata* ausser Betracht. Ihre Früchte erhalten sich nicht schlechter und lassen sich auch nicht schwerer auffinden, als die von *Tilia platyphyllos*. Von *T. cordata* fanden sich nur 23, von *T. platyphyllos* dagegen 155 Früchte und 10 Blüten vor.

Die vorherrschenden Bäume müssen also unter *Quercus*, von der nur *Qu. Robur* nachgewiesen ist, *Corylus* und *Tilia platyphyllos* gesucht werden. Die Eichelbecher, Haselnüsse und Lindenfrüchte erhalten sich gleich gut, doch werden die Haselnüsse und die Lindenfrüchte leichter im Wasser transportiert als die schweren Eicheln. Aufgefunden dagegen werden am leichtesten die Haselnüsse, bedeutend weniger

sichtbar sind die Eichelbecher und am wenigsten natürlich die Lindenfrüchte. Wenn also die Zahl der Haselnüsse die der andern weit übertrifft, so ist damit wohl gesagt, dass dieser Strauch sehr häufig gewesen sein muss, aber es darf doch nicht angenommen werden, dass er die häufigste Holzpflanze war. Der Haselstrauch spielte aber jedenfalls damals noch nicht die unbedeutende Rolle, die ihm heute im schweizerischen Mittelland zugeteilt ist. Dass dieser lichtbrauchende Strauch so häufig vorkam, verlangt schon wiederum für sich die Annahme eines Laubwaldes und zwar eines lichten, und nicht eines schattigen, gegen lichtbrauchende Arten unduldsamen Nadelwaldes.

Weniger häufig sind die Reste der Eiche. Allein diese lassen sich, wie schon gesagt, auch schwerer finden und beim Schlemmen kamen sie mindestens so oft zum Vorschein wie die Haselnüsse. Wichtig aber sind die Blattreste: die meisten der erkennbaren Blätter, Blattabdrücke und Knospen gehören der Eiche an, so dass wir in ihr wiederum einen vorherrschenden Waldbau sehen müssen.

Die Sommerlinde (*Tilia platyphyllos*), die in 155 Früchten und 10 Blüten nachgewiesen ist, hat auch eine ganz hervorragende Rolle gespielt. Zu diesem Schlusse müssen wir kommen, wenn wir berücksichtigen, dass sich die Früchte ihrer Kleinheit wegen im Einschnitt schwer auffinden liessen. Beim Schlemmen waren sie dagegen recht häufig, ja beinahe so häufig wie die der Eiche und Haselnuss. Ein blosser Zufall muss es gewesen sein, dass Neuweiler beim Schlemmen nicht auf die Früchte dieser Art gestossen ist.

Ch. Meylan, der die fossilen Moose der Güntenstaller Schichten bestimmt hat, schloss, ohne von den weiteren Pflanzen, die ich nachgewiesen hatte, zu wissen und ohne Kenntnis davon, dass es sich um die gleiche, schon

von Neuweiler untersuchte Stelle handle, dass die Moose aus einem Laubwald stammen. Wenn er allerdings am ehesten an einen Buchenwald dachte, so ist das sehr begreiflich, denn die Buchen bilden ja beinahe alle unsere heutigen tiefgelegenen, natürlichen Laubwälder. Auch kommt heute die Gesellschaft der aufgefundenen Moose besonders im Buchenwald vor. Es stützen also die von Meylan selbständig gezogenen Schlüsse die meinigen, nach denen es sich hier um einen Laubwald handelt, durchaus.

Eine grössere Zahl der Moose liebt trockene Felsen. Solche kann es in dem Tälchen des Kaltbrunner Dorfbaches, wie auch noch heutzutage, wohl gegeben haben. Allein bei der grossen Zahl bin ich versucht, eine andere Erklärung zu suchen. Bevor der Bach in den damaligen Gletschersee mündete, hatte er eine Schlucht durch den alten Moränenwall zu durchfliessen. Dieser war wie alle Schuttkegel vegetationsarm und hier gab es Wachstumsmöglichkeiten genug für trockene Felsen liebende Moose. Hier waren sie in nächster Nähe des Wassers und konnten von ihm leicht erreicht und mitgerissen werden.

Die andern Arten stimmen mit der von mir gegebenen Deutung überein. *Ilex* und *Taxus* gedeihen vorzüglich im Halbschatten eines lichten Laubwaldes; *Viburnum lantana* und *opulus* lieben die gleichen Wälder, während sie im Nadelwald an dessen Rand gedrängt werden. *Asarum europaeum*, eine typische Laubwaldpflanze, ist heute für Buchenwälder und Hecken charakteristisch; *Potentilla sterilis* liebt lichte Wälder und Raine; *Ajuga reptans*, von der eine grössere Anzahl Samen vorliegen, kommt häufig in lichten Wäldern vor, während sie zwar heute als Wiesenpflanze am meisten bekannt ist. Die vielen Samen sprechen dafür, dass die Art vom Bache leicht erreicht werden konnte, so dass man ge-

neigt ist, anzunehmen, dass es sich um Überreste der Schuttkegelvegetation handelt.

Vielleicht stammt der Same, den Neuweiler als zu *Stachys annuus* gehörig erwähnte, vom gleichen Standort. Es wäre zwar gar nicht ausgeschlossen, dass diese Labiate im Innern eines lichten Laubwaldes vorkommt.

Die Sumpfflora ist nur spärlich vertreten, was bei einem Bach, der im Unterlauf 11 % Gefälle hat, leicht verständlich ist. *Sparganium ramosum*, *Polygonum mite* und *Myriophyllum* sind die einzigen Reste.

Die wenigen aufgefundenen Tierreste stimmen mit der Vegetation überein. Sie erlauben jedoch keine weiteren Folgerungen.

Es lassen sich also die Pflanzenreste zwanglos zu einem harmonischen Bilde vereinigen. Ein an Arten reicher Laubwald wuchs im Einzugsgebiet, die Stieleiche (*Quercus Robur*) war der markanteste Baum. Daneben gab es noch häufige *Corylus*-Sträucher (doch wohl auch solche in Baumform) und viele Sommerlinden (*Tilia platyphyllos*). Auch der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) war ein häufiger Baum. Die Schwarzpappel (*Populus nigra*), die Weisspappel (*P. alba*), die Esche (*Fraxinus excelsior*), der Spitzahorn (*Acer platanoides*) und die Winterlinde (*Tilia cordata*) waren in kleiner Zahl vorhanden. Im Halbschatten wuchsen baumförmige Exemplare der immergrünen Stechpalme (*Ilex Aquifolium*) und dunkle Eiben (*Taxus baccata*) und in diesen Laubwald eingesprengt sah man Edeltannen (*Abies alba*) und seltener Fichten (*Picea excelsa*), die dann aber höher am Abhang wohl zum Dominieren kamen.

14. Vergleich der fossilen Flora und Vegetation des Güntens-taller Einschnittes mit der heutigen.

Alle Arten der fossil aufgefundenen Flora leben heute noch; nur die Fauna zeigt eine ausgestorbene Form, die sich aber nur durch die Grösse von einer heute lebenden Art (*Haltica oleracea*) unterscheidet. Die fossilen Arten leben auch alle noch in der Nähe der Fundstelle, mit Ausnahme von *Cervus elaphus*, der in historischer Zeit vom Menschen ausgerottet wurde. Von der fossilen Flora gedeihen alle Arten, selbst noch im Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches, ausser *Asarum europaeum*, *Populus alba* und *Stachys annuus*, welche dort noch nicht nachgewiesen wurden. Für *Asarum* finden sich als nächste Standorte Rütiwald bei Rapperswil und Jona gegen Rüti angegeben (Wartmann und Schlatter 81/88). Auch *Stachys annuus* sollte in der weitern Umgebung zu finden sein.

Es muss übrigens bemerkt werden, dass die nähere und weitere Umgebung von Kaltbrunn nie genauer floristisch durchforscht wurde, so dass es sehr wohl denkbar ist, dass sich beide Arten noch an näheren Standorten zeigen, was immerhin für unsere Schlüsse ohne Bedeutung wäre.

Aber trotzdem die allermeisten Pflanzenarten heute in nächster Nähe gedeihen, so ist doch ein grosser Unter-schied zwischen der heutigen und der fossilen Vegetation. Er liegt in den Mengenverhältnissen: Von den zwei wichtigsten schweizerischen Eichenarten wurde nur die feuchtigkeitliebende *Quercus Robur*, die Stieleiche, gefunden. Sie war eine Hauptart des damaligen Waldes. Heute gibt es im schweizerischen Mittelland bekanntlich keine aus natürlicher Verjüngung und ohne Einfluss des Menschen entstandenen Eichenwälder mehr. Die Buche ist der einzige herrschende Baum der tiefgelegenen, natürlichen Laubwälder

des Mittellandes geworden. Die Haselnuss ebenso wie die Eiche haben die schönen Tage hinter sich, wo sie miteinander in lichten Wäldern, ohne sich gegenseitig grosse Konkurrenz zu machen, gedeihen konnten. Heute ist die Haselnuss im schweizerischen Mittelland auf die Waldränder, Steilhänge und Hecken beschränkt; ohne die rodende Tätigkeit des Menschen würde ihr Areal ohne Zweifel noch viel kleiner sein. Die Bestände der Hasel in den Alpentälern mit kontinentalem Klima, wo sie die Buche ersetzt, haben mit diesem früher häufigen Auftreten nichts zu tun, ausser dass auch sie in Gebieten vorkommen, wo die Buche fehlt. Die Hasel verdankt hier ihr vorherrschendes Auftreten nur der Beweidung und dem Menschen (vergl. Brockmann-Jerosch 1907).

Die feuchtigkeitliebende Sommerlinde tritt heute nur vereinzelt auf; ihre Verwandte, die kontinentale Winterlinde, hat sie an Individuenzahl weit überflügelt.

Der Bergahorn gehört heute zu den untergeordneten Bestandteilen der Laubwälder; oft muss man lange gehen, um überhaupt im schweizerischen Mittelland ein Exemplar zu Gesicht zu bekommen (vergl. S. 83).

Der Spitzahorn, die Weisspappel und die Schwarzpappel sind heute durch ihr ganz vereinzeltes Vorkommen recht auffällige Erscheinungen. Bei diesen Arten könnte man sich füglich fragen, ob ihr Indigenat feststeht, und bei den beiden letzten Arten ist diese Frage wirklich auch schon mehrfach aufgeworfen und bei der Weisspappel öfters verneint worden. Da nur wenige Reste sich als Fossilien erhalten und von diesen wiederum nur ein ganz kleiner Bruchteil aufgefunden wird, so darf man nicht annehmen, dass Fossilfunde Ausnahmen darstellen, sondern sie geben beinahe immer ein Bild der Allgemeinheit. Deshalb dürfen wir also auch nicht meinen, es seien die beiden Arten nur zufällig fossil erhalten ge-

blieben, sondern wir müssen schliessen, sie seien früher verbreiteter gewesen.

Die Vegetation zur Zeit der Ablagerung unterscheidet sich demnach ganz bedeutend von der heutigen: Eine Anzahl feuchtigkeiteliebender Laubbäume herrschten vor, die mit mehr kontinentalen Ansprüchen traten zurück. Heute spielen jene teilweise eine kleinere Rolle; sie sind Relikte eines früheren Klimas.

15. Die Eichenperiode.

Auch noch in einem weitern Punkt unterscheidet sich die fossile Flora von Güntenstall von der heutigen, nämlich durch das Fehlen der Buche (*Fagus silvatica*).

Wenn wir eine Art in einer Ablagerung fossil nicht auffinden und daraus den Schluss ziehen, sie habe während der Zeit der Ablagerung auch nicht existiert, so hat diese Behauptung allerdings meist etwas Unsicheres an sich. Allein im vorliegenden Falle sind andere Reste so häufig gefunden worden, dass, wenn die Buche vorgekommen wäre, auch ihre Reste hätten aufgefunden werden müssen. Die Cupula wird leicht vom Wasser transportiert, sie erhält sich gut und ist ohne weiteres kenntlich. Auch die stark kutinisierten Blätter sind geeignet, sich gut zu erhalten und würden sich ebenfalls leicht erkennen lassen. Aber keine Spur von Buchenresten fand sich vor.

Nun waren während der Zeit der Ablagerung die Temperaturverhältnisse sicher derart, dass die Buche hätte gedeihen können, steigt sie doch heute in den Alpen rund 500 m höher als die Eiche, ja beinahe 1000 m höher als *Populus alba*. Es müssen also andere Gründe dagewesen sein, die die Buche fernhielten.

Das Fehlen der Buche in diluvialen Ablagerungen Mitteleuropas ist die Regel; nur von ganz wenigen Fundstellen wird sie angegeben und meist nur als fraglich. Es ist also sicher eine allgemeine Erscheinung, dass in diesem Gebiete die Buche während der Diluvialzeit und während des ersten Rückganges der Gletscher nirgends dominierte. Erst in der späteren prähistorischen Zeit begann sie die heutige vorherrschende Rolle zu spielen. Bis zu dieser Zeit war die Eiche verbreitet und sie dominierte mit der Haselnuss zusammen. Sehr häufige Bäume waren ferner *Tilia platyphyllos* und *Acer pseudoplatanus*. Unter diesen ozeanischen Bäumen gediehen immergrüne Bäume und Sträucher, die heute teilweise in ihrem Verbreitungsareal eingeschränkt sind, wie *Buxus sempervirens*, *Taxus baccata* und *Ilex Aquifolium*. Die Zeit dieser Vegetation wird die Eichenperiode genannt.

Schon seit 1841 wusste man durch die Untersuchungen der Moore in Dänemark durch Steenstrup, dass in dem früher vergletscherten Gebiet in Dänemark verschiedene Waldbäume nacheinander herrschten und einander ablösten. Später gelang es, die gleichen Schichten in andern Mooren aufzufinden, so dass eine gleichartige Folge der Vegetation für das südliche Schweden und das südöstliche und westliche Norwegen nachgewiesen wurde. Als dann 1871 Nathorst und Steenstrup unter den Waldbaumschichten die schon früher erwähnte Dryasflora entdeckten, da konnte man fünf gut zu unterscheidende Vegetationen feststellen:

1. Dryasflora;
2. Birken (*Betula pubescens*)- und Espen (*Populus tremula*)-flora;
3. Kiefernflora (*Pinus silvestris*);
4. Eichenflora (*Quercus spec.*);
5. Fichten (*Picea excelsa*)- resp. Buchen (*Fagus sylvatica*)-flora.

Die Deutung dieser Aufeinanderfolge war die, dass man annahm, die Zunahme der Temperatur, die das Zurückweichen der Gletscher bewirkte, habe nach und nach den anspruchsvolleren Bäumen ihr Einwandern gestattet und die Schichten stellten verschiedene Perioden dar, in denen bald die eine, bald die andere Art dominierte.

Es war nun zu erwarten, dass diese verschiedenen Vegetationen sich auch an andern Orten nachweisen lassen würden, so vor allem im Gebiete der Alpenvergletscherung. Nur wenige Forscher gaben sich aber hier, im Gegensatz zu den nordischen Botanikern und Geologen, mit solchen Untersuchungen ab. Um so grösser ist das Verdienst von Prof. Früh und Prof. C. Schröter, diese Frage auch bei uns in Fluss gebracht zu haben. Unter den Schülern von Schröter war es besonders Dr. Neuweiler, der sich mit grossem Geschick und Ausdauer mit Mooruntersuchungen abgab.

Die Hoffnung, auch bei uns diese Perioden nachweisen zu können, erfüllte sich nicht. Wohl aber kann man aus den Resultaten herauslesen, dass die Buche meist erst spät in das schweizerische Mittelland eingewandert ist und dass die Eiche und die Haselnuss früher viel häufiger gewesen sind als heutzutage. Die fossile Vegetation von Güntenstall nun repräsentiert ohne allen Zweifel die Eichenperiode und damit ist die markanteste Vegetationsperiode in den früher vergletscherten Gebieten von Dänemark, Schweden und Norwegen auch bei uns im schweizerischen Alpenvorland nachgewiesen.

Das Alter der Eichenperiode lässt sich nun zum ersten Male genauer mit dem Stande der Vereisung in Verbindung bringen: Die Eichenzeit begann nicht erst, wie man annahm, als die Gletscher bereits auf das heutige

Mass zurückgegangen waren, sondern sie war schon während der Bühleiszeit in voller Ausbildung. Wenn wir damit dann noch die sogenannten interglazialen Floren vergleichen, so sehen wir deutlich, dass auch diese meist eine der Eichenperiode verwandte Pflanzengesellschaft darstellen (s. unten), so dass wir uns zu dem Schlusse berechtigt fühlen, dass die Eichenperiode nicht nur der letzten Eiszeit, sondern den beiden letzten Eiszeiten selbst angehörte und dass sie in den unvergletscherten Gebieten die Hauptvegetation darstellte (s. auch unten).

Verschiedene Pflanzengeographen haben versucht, die Eichenperiode als ein Produkt eines wärmeren und trockneren Klimas darzustellen. Ihre Ansicht ging offenbar von den kleinen Eichenbeständen aus, die sich an vielen Orten Mitteleuropas auf sonnigen Hügeln und Hängen finden. Wir haben auch in der Schweiz solche Bestände, so z. B. im Kanton Wallis, auf den Kalkfelsen des Jurarandes, in den sonnigen Tälern Bündens und auf den Kalkfelsen des Kantons Tessin. Aber diese kleinen, in ihren Dimensionen unbedeutenden Eichenwälder bestehen aus *Quercus sessiliflora*, der Traubeneiche, und aus *Quercus lanuginosa*, der behaarten Eiche, während die Untersuchungen von Günterstall aufs deutlichste beweisen, dass es die viel mehr feuchtigkeitliebende *Quercus robur L.* (= *pedunculata*), die Stieleiche, gewesen ist, welche zur Eichenperiode dominierte. Wo auch sonst in diluvialen Ablagerungen die Eiche gefunden wurde und die Art bestimmt werden konnte, da ist es beinahe immer *Quercus pedunculata*, viel seltener *Qu. sessiliflora* (s. auch unten).¹⁾ Auch die ganze Pflanzengesellschaft, die mit der Eiche zusammen vor-

¹⁾ Ganz auffällig ist deshalb die Angabe von Jap. Steenstrup, dass in den dänischen Torfmooren *Qu. sessiliflora* die gewöhnliche Eichenart gewesen sei (vergl. Andersson 96, pag. 471).

kommt, ist ja eine feuchtigkeitfordernde, so dass die Idee, die Eichenperiode habe ein wärmeres und trockeneres Klima besessen, hinfällig wird. Ja, es lässt sich besonders durch die Resultate von Güntenstall nachweisen, dass die Wälder der Eichenperiode aus feuchtigkeitliebenden Laubbäumen bestanden haben.

16. Das Klima zur Zeit der Ablagerung der Güntenstaller Schichten und die Ursache der Eiszeit.

Die fossile Flora der Güntenstaller Schichten gestattet Rückschlüsse auf das Klima zur Zeit ihrer Ablagerung.

Noch heute gedeiht die gleiche Flora im Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches, nur mit Ausnahme von *Asarum europaeum*, *Populus alba* und *Stachys annuus*. Diese drei Arten könnten sehr wohl noch heute dort gedeihen, ihr Fehlen sagt also nichts aus über die früheren Wärmeverhältnisse. Schon aus dem Umstand, dass alle Arten heute noch am gleichen Ort gedeihen oder gedeihen könnten, geht hervor, dass sich die Temperatur zur Zeit der Ablagerung nur unbedeutend von der heutigen unterschieden haben kann.

Die am meisten wärmefordernden, fossil gefundenen Arten sind folgende: *Taxus baccata*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Corylus Avellana*, *Quercus Robur*, *Asarum europaeum*, *Ilex Aquifolium*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Stachys annuus*, *Viburnum lantana* und *V. opulus*.

Die Höhengrenzen dieser einzelnen Arten im Gebiete des schweizerischen Mittellandes sind nur wenig erforscht, wie ja überhaupt in bezug auf Kenntnis der Höhenverbreitung der einzelnen Arten noch viel zu tun bleibt. Bei der folgenden Zusammenstellung handelt es sich darum, die heutige Höhenverbreitung dieser Arten in der Nähe der Fundstelle festzustellen. Das Einzugsgebiet des Kaltbrunner Dorfbaches liegt

in der Region der gestauchten Molasse; es gehört noch nicht zu den nahen „Föhngebieten“ des untern Glarnerlandes und des Walenseetales. Die Niederschlagsmenge ist relativ gross (150—160 cm pro Jahr). Es lässt sich deshalb diese Gegend am ehesten mit solchen des Mittellandes vergleichen, die hohe Molasseberge besitzen, also z. B. mit dem obern Tösstal, weshalb wir uns bei den vergleichenden Angaben von Höhengrenzen öfters auf Hegi's Arbeit (1902) beziehen (= H.). Andere Angaben verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Dr. O. Nägeli, der mir aus seinen unveröffentlichten Zusammenstellungen mehrere wertvolle Winke gab (= N.). Ferner schulde ich eine Reihe von Angaben Herrn Prof. A. Engler-Zürich, der in seiner Eigenschaft als Forstmann eine grosse Kenntnis der Verbreitung der Holzarten im schweizerischen Mittellande besitzt.

Verbreitung der wärmeliebendsten Arten der Güntenstaller Fossilflora im schweizerischen Mittellande.

Taxus baccata. Liebt feuchtere Wälder, Schluchten, Nordhänge; beinahe nur auf kalkreichem Boden; steigt im Mittelland kaum und nur vereinzelt über 1100 m. Aus der Karte von Vogler (04) geht deutlich hervor, dass das Hauptverbreitungsgebiet mit dem nördlichen Alpenrande zusammenfällt, also mit den Regionen, die durch ihr ozeanisches Klima sich auszeichnen. Hingegen ist die Art in den warmen Alpentälern mit kontinentalem Klima selten.

Populus nigra. Nur an Bächen und Flussufern und nur in den untern Lagen. Nur da, wo hoher Grundwasserstand die Regel ist, nimmt *P. nigra* an der Bildung der Wälder teil. Von einem Grundwasserstand kann aber an dem Berghang, an dem die in den Deltaschichten des Kalt-

brunner Dorfbaches fossil erhaltene Flora wuchs, keine Rede gewesen sein, so dass ihr damaliges Vorkommen auf grössere Niederschlagsmengen deutet. *P. nigra* steigt heute nur bis 700—800 m, in höhern Lagen kommt sie nur angepflanzt vor. Sie ist gegen Spätfröste empfindlich.

Populus alba. Die Art ist im schweizerischen Mittellande, wie allgemein angenommen wird, nicht mehr wild. Wenn sie auch in bezug auf Bodenansprüche wenig wählerisch ist, so verlangt sie doch grosse Feuchtigkeit. Die tiefen Flusstäler verlässt sie selten und als grosser Baum dürfte sie bei 600 m ihr Maximum erreicht haben ¹⁾). Der höchste Standort ist ob „Büren“ auf dem Seerücken (Kt. Thurgau) bei ca. 700 m; doch handelt es sich hier nur noch um 4—5 m hohe Exemplare (N.).

Corylus Avellana. Überall an Waldrändern, in Hecken, lichten Wäldern; steigt im Mittelland nur selten über 1000 m, in den zentralen Alpentälern jedoch bis ca. 1500 m und vereinzelt noch höher (Puschlav) (s. oben S. 62).

Quercus Robur. An Bächen, Ufern, in lichten Wäldern; steigt im Mittelland nicht über 800—900 m (H. = 900), in den Alpentälern jedoch angeblich bis 1300 m (H.); ich vermute hier eine Verwechslung mit *Quercus sessiliflora*. Im Mittelland ist *Quercus Robur* die häufigste Eiche; sie liebt besonders die Flussniederungen, während *Qu. sessiliflora* mehr in den gebirgigen Gegenden häufig ist und dort selbst über 1000 m steigen kann. Sie ist auch oft am Südabfall des Jura und in den Alpentälern mit kontinentalem Klima bestandbildend, wo *Quercus Robur* meist sehr selten ist oder sogar gänzlich fehlt (z. B. Puschlav). Bezeichnend für die

¹⁾ Ein grösserer, aber kultivierter Baum findet sich noch bei 620 m auf dem Zürichberg unterhalb des Alkoholfreien Volkskurchauses.

ökologischen Forderungen dieser beiden Eichen ist die Tatsache, dass *Quercus Robur* im ozeanischen Holland fröhlich gedeiht und dort selbst mit der Buche den Wettbewerb aushält, während *Qu. sessiliflora* viel seltener ist und auf weiten Strecken ganz fehlt. Wir dürfen deshalb gut von einer ozeanischen *Quercus Robur* und einer kontinentalen *Quercus sessiliflora* reden.

Asarum europaeum. Lichte Wälder, Hecken, zerstreut; steigt nur wenig über 1000 m (H.). Auch diese Art fehlt wiederum den Gebieten mit kontinentalem Klima in der Schweiz völlig (inneres Bünden und nach H. Uri).

Ilex Aquifolium. Buchen- und Weisstannenwälder; steigt bis 900—1000 m, in den warmen Voralpen aber wohl bis zu 1200 m, im Wallis angeblich bis 1500 m. In den Gebieten mit ozeanischem Klima, beispielsweise den Vorbergen und Voralpen ist der Strauch recht häufig und grössere fruktifizierende Exemplare sind keine Seltenheit. Schon in dem relativ kleinen Gebiet des Kantons Zürich zeigt sich das deutlich; in Winterthur ist der Strauch ziemlich häufig, baumförmige, fruktifizierende Exemplare aber eine Seltenheit; bei Zürich sind diese letztern schon etwas häufiger und im Süden des Kantons mit seinen hohen Niederschlägen gar nichts seltenes mehr. Ganz das gleiche zeigen uns andere Gebiete der Nordostschweiz. So der Kanton Thurgau (N.); häufig im südlichen, regenreichen thurgauischen Hörnligebiet; ferner kommt sie bei Frauenfeld, am Ottenberg vor und wird häufig auf dem Seerücken (südl. Bodenseeufer) angetroffen. Im Kanton Schaffhausen ist die Art dagegen wieder sehr selten; sie findet sich nur in einer Schlucht bei Stein am Rhein und bei Osterfingen¹⁾. Auch im benachbarten badischen Kreis Konstanz kommt der

¹⁾ Die alte Angabe „Orsental“ ist nach Nägeli jedenfalls falsch.

Strauch nur in den Wäldern der Umgebung des Bodensees vor, fehlt aber landeinwärts und im Hegau völlig. Aus diesen Angaben geht nun aufs allerdeutlichste hervor, dass schon auf kurze Strecken es sich zeigen lässt, wie die Stechpalme an das ozeanische Klima gebunden ist und wie sie nur hier zu fruktifizierenden, baumförmigen Exemplaren aufwächst; im Hegau mit den wenigen Niederschlägen und den reichen, xerothermen (pontischen) Einstrahlungen fehlt sie völlig. Ihr erstes Auftreten ist am Rhein, wo die Niederschläge bereits etwas zunehmen; aber trotzdem fehlt sie dem Hauptgebiet des Kantons Schaffhausen, der wiederum reich an pontischen Arten ist. Südlich des Rheins wird die Art verbreitet, aber grössere Exemplare finden sich erst mit der Annäherung an das ozeanische Klima der Vorberge und Voralpen. Hier erreicht die Stechpalme offenbar das Optimum der ökologischen Bedingungen, denn weiter in die Alpen dringt sie nicht ein und allen Alpentälern mit kontinentalem Klima fehlt sie völlig. Ich glaube, damit ist der ozeanische Charakter der Stechpalme genügend erwiesen. Wenn also in einer diluvialen Ablagerung die Stechpalme gefunden wird — und das ist ja häufig der Fall — und wenn diese Art an der Fundstelle heute nicht mehr vorkommt, so muss man daraus in erster Linie schliessen, dass das Klima während der Ablagerung ein mehr ozeanisches gewesen sei. Die Temperatur kommt erst in zweiter Linie, hat doch z. B. Singen im Hegau einen heissern Sommer als die höhern Molasseberge des schweizerischen Mittellandes und doch fehlt die Stechpalme bei Singen, gedeiht dagegen üppig in den genannten viel höher gelegenen Berggegenden.

Acer platanoides. Der Spitzahorn ist in den Laubwäldern des Mittellandes im allgemeinen ein recht seltener Baum, ja, oft fehlt er auf weite Strecken; nur an wenig Orten ist er

häufig. Bezeichnend ist wiederum sein Vorkommen im Kanton Thurgau (N.), wo er sich fast nur im Hörnligebiet findet, das sich durch seine reichlichen Niederschläge auszeichnet. Auch dieser Baum fehlt den Gebieten mit kontinentalem Klima in der Schweiz gänzlich.

Tilia cordata. Die Winterlinde nimmt gegenüber den andern Bäumen der Güntenstaller Ablagerungen eine gewisse Sonderstellung ein. Wie die andern Arten ist sie heute ein seltener Baum geworden, sie fehlt z. B. dem Zürcheroberland völlig (H.); ebenso ist sie im Thurgau ein seltener Gast, ja einer der allerseltensten Bäume dieses Gebietes (N.). Häufiger wird die Art nur an sonnigen Hängen (typisches Beispiel: die Lägern, Kanton Zürich) und in den Gebieten mit kontinentalerm Klima. Dass dieser Baum heute im Mittelland so selten geworden ist, röhrt weniger als bei den andern von einer Klimaänderung her, als von der jetzt herrschenden, unduldsamen Buche (*Fagus silvatica*).

Tilia platyphyllos. Die Sommerlinde ist viel feuchtigkeitliebender als die Winterlinde; sie ist deshalb auch im Mittelland verbreiteter, aber doch nirgends häufig, während sie in Güntenstall zu den allerhäufigsten Arten gehörte. Auch in andern diluvialen und direkt an die letzte Vergletscherung anschliessenden Ablagerungen ist die Sommerlinde dadurch auffällig, dass sie im Gegensatz zu heute selten fehlt. Sie steigt heute im Mittelland bis 1000 m (H.), in den warmen Alpentälern und im Jura aber noch höher. Die Sommerlinde ist frostempfindlicher als die Winterlinde.

Stachys annuus. Steinige Stellen, Äcker, im Mittelland nicht über 900 m. Im Gebiete von Kaltbrunn wird die Art nicht angegeben, ebenso fehlt sie im nahen oberen Tösstal (H.). Da von dieser Art fossil nur ein einziges Früchtchen gefunden wurde, ist das Vorkommen doch immerhin noch etwas zweifelhaft.

Viburnum Lantana. Gebüsche, lichte Wälder; verbreitet und häufig, angeblich bis in die subalpine Zone steigend.

Viburnum Opulus. Gebüsche, Wälder, Sümpfe, Bachufer, verbreitet und häufig; steigt bis gegen die subalpine Zone empor, ohne sie zu erreichen.

* * *

Es gibt unter den in Güntens stall fossil gefundenen Pflanzen keine einzige, die auch nur ein etwas kälteres Klima fordern würde. Die ganze Flora besteht aus Arten, die heute einerseits zu den wärmeforderndsten Bäumen des Mittellandes gehören, z. B. Weisspappel, und oder anderseits indifferent sind, wie z. B. die Fichte.

Es geht demnach aus dieser Zusammenstellung, die aber wie schon bemerkt, durch spätere Detailarbeiten sicherlich noch in mehreren Punkten verbessert und präzisiert werden könnte, deutlich hervor, dass die fossile Flora der heutigen in der untern Montanzone des schweizerischen Mittellandes entspricht, also in der gleichen Zone, der auch heute der untere Teil des Einzugsgebietes des Kaltbrunner Dorfbaches zugehört. Daraus geht wiederum hervor, dass die Temperaturverhältnisse während der Zeit der Ablagerung nur unwesentlich von den heutigen verschieden sein konnten.

Da der ehemalige Schuttkegel bis 500 m Meereshöhe reicht, so wuchs die fossil erhaltene Flora zum mindesten auf dieser Höhe. Nun ist die fossile Vegetation recht reich und aus diesem Grunde dürfen wir nicht annehmen, dass sie nur aus einem kleinen, unansehnlichen, reliktartigen Laubwald bestanden habe. Berücksichtigen wir ferner die Tatsache, dass in der ganzen Flora jeder kälteliebende Typus, jeder subalpine Anstrich völlig fehlt, so müssen wir einen ansehnlichen Laubwald von mindestens

200 m Höhenausdehnung voraussetzen, der also in der früher geschilderten Zusammensetzung bis mindestens 700 m reichte.

Aus den oben mitgeteilten Höhengrenzen geht nun mit aller Deutlichkeit hervor, dass einzelne der fossil gefundenen Arten in Gebieten, die sich heute mit denen des Kaltbrunner Dorfbaches vergleichen lassen, nicht über 700—800 m über Meer emporsteigen, viele Arten nicht über 900—1000 m. In ihrer Gesamtheit und in ihrer prozentualen Zusammensetzung geht die fossil gefundene Vegetation von Güntenstall im schweizerischen Mittellande heute kaum höher als 700 m, allerhöchstens auf 800 m. Es ist demnach nicht möglich, dass die Vegetationsgrenzen der untern Höhenzonen während der Bühleiszeit bedeutend tiefer waren, als in der Jetztzeit. Wenn sie überhaupt eine Depression erlitten, — es gibt aber gar keine Anzeichen für eine solche, — so kann diese höchstens 200 m betragen haben, was einer durchschnittlichen Temperaturdepression von höchstens rund $1,5^{\circ}$ C entspricht.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse jedoch während der Ablagerung der Güntenstaller Schichten müssen ganz andere gewesen sein, als die heutigen. Das verlangen die vielen feuchtigkeitliebenden Laubbäume. Dass auch die Luftfeuchtigkeit eine relativ grosse, sicherlich nicht geringer als heute war, das zeigen die an diesem südexponierten Hang in ziemlichen Mengen auftretenden immergrünen Eiben, ferner das Vorkommen der Stechpalme, von *Asarum europaeum* und Efeu. Aus dem gleichen Grunde müssen wir schliessen, dass die Winter eher milder, sicherlich nicht trockener und zugleich kälter gewesen sind als die heutigen; oder, kurz zusammengefasst: das Klima war demnach ein ozeanisches, wahrscheinlich ein ausgesprochen ozeanisches.

Zu dem ganz gleichen Schlusse gelangen wir auf einem andern Wege. Die höchstens $1,5^{\circ}$ Temperaturerniedrigung, die während des Bühlstadiums oder während einer Vergletscherung, die in ihrer Ausdehnung diesem Stadium entsprach, möglich waren, genügten nicht, um die Schneegrenze so herab zu drücken, dass die Gletscher ins Mittelland hinabstiegen. Deshalb müssen es in allererster Linie die grössten Niederschläge in fester Form gewesen sein, welche die Bühleiszeit verursachten. Wir haben keine Anzeichen dafür, dass eine Temperaturerniedrigung beteiligt war; war dies dennoch der Fall, so war ihre Mithilfe unwesentlich.

Daraus geht nun hervor, dass das, was die fossile Vegetation in bezug auf das Klima für die Zeit ihrer Ablagerung einerseits fordert und anderseits andeutet, auch durch die geologischen Verhältnisse verlangt wird; nur ist hier die Forderung noch eine viel entschiedenere, nämlich die eines extrem ozeanischen Klimas.

Damit stimmt die fossile Vegetation von Güntenstall aufs beste überein: Eine reiche, feuchtigkeitliebende, ozeanische Laubwaldflora beherrschte die unvergletscherten Gebiete des schweizerischen Mittellandes; die ozeanische Stieleiche (*Quercus Robur*) war die markanteste Gestalt der Wälder, die mehr xerophile Traubeneiche (*Quercus sessiliflora*) konnte nicht nachgewiesen werden. Die ozeanische Sommerlinde übertraf die mehr kontinentale Winterlinde bei weitem an Häufigkeit. Feuchtigkeitliebende Laubbäume wie *Populus nigra*, *P. alba* und *Acer pseudoplatanus* kamen in buntem Gemisch mit ozeanischen, immergrünen Sträuchern und Bäumen wie Eibe (*Taxus baccata*) und Stechpalme vor. Heute sind viele der damaligen Bäume selten geworden, wie *Acer pseudoplatanus*

im Mittelland, *Acer platanoides* und die beiden Linden. Ja, ein Baum gedeiht in weiten Gebieten nur noch unter dem Schutze des Menschen, nämlich die Weisspappel, *Populus alba*.

Es ist klar, dass das, was hier in bezug auf das Klima während des Bühlstadiums — oder auf einen Gletscherstand, der in seiner Ausdehnung diesem Stadium gleichkam — gefolgert werden konnte, mit gewisser Reserve verallgemeinert werden darf, denn es wäre unlogisch anzunehmen, dass die Vergletscherung zu der einen Zeit durch diese, während einer andern Zeit durch eine andere Ursache hervorgerufen worden wäre. Demnach müssen wir sagen: Die Eiszeiten sind in allererster Linie durch Erhöhung der Niederschläge in fester Form hervorgerufen. Von der Menge der festen Niederschläge hing es somit ab, wie weit die Gletscher in das Vorland vorstießen. Während der ganzen Dauer einer Vergletscherung war also offenbar die durchschnittliche Temperatur der heutigen sehr ähnlich, während der Zeit des Bühlvorstosses sogar nachweislich ihr wahrscheinlich gleich.

17. Vegetation und Klima der Interglazialzeiten.

Bereits habe ich auf die Identität der Vegetation von Gütenstall mit der der Eichenperiode hingewiesen. Es gibt nun aber noch eine andere Vegetation, die mit der von Gütenstall eine grosse Ähnlichkeit hat, nämlich die der Interglazialzeit.

Auch der Interglazialflora sind eine grosse Anzahl meist ozeanischer Laubbäume eigen, wie *Quercus Robur*, *Tilia platyphyllos*, *Abies alba*, *Carpinus betulus*, *Alnus rotundifolia*, *Acer pseudoplatanus* und *Acer platanoides*. Daneben ist das Vorkommen immergrüner Bäume und Sträucher die Regel, besonders auffällig sind die Eibe, der Buchsbaum und die

Stechpalme. Schon aus dieser Liste allein ergibt sich die grosse Ähnlichkeit der Güntenstaller Vegetation mit der der Interglazialzeiten.

Im grossen und ganzen zeigt die Interglazialflora die gleichen Arten, die auch heute noch an den Fundorten getroffen werden, nur selten sind ausgestorbene Arten oder solche, die heute an den betreffenden Fundorten nicht mehr gedeihen. Aus solchen Funden ist nun mehrfach geschlossen worden, die Interglazialflora sei wärmebedürftiger gewesen als die heutige und die Interglazialzeiten hätten demnach eine höhere Temperatur besessen. So wird von Penck und andern beispielsweise ausgerechnet, dass während der Ablagerung der Höttingerbreccie bei Innsbruck, die in die letzte Interglazialzeit (Riss-Würm) gestellt wird, eine um zwei Grad höhere mittlere Jahrestemperatur geherrscht habe.

Die interglaziale Flora unterscheidet sich von der von Güntenstall nur durch das Vorkommen weniger Arten, unter welchen folgende, heute noch lebende Arten als die wärme-liebendsten gelten: *Potentilla micrantha* Ramond, *Buxus sempervirens* L., *Rhododendron ponticum* L. und *Brasenia purpurea* Mich. Betrachten wir deshalb das heutige Vorkommen dieser Arten und ihre klimatischen Ansprüche genauer.

Potentilla micrantha Ramond gehört einer kritischen *Potentilla*-Gruppe an. Die Art zeigt zu *P. sterilis*, zu der das von Neuweiler in Güntenstall gefundene Früchtchen wahrscheinlich gehört, Zwischenformen. Nun ist *P. micrantha* nur durch Blätter nachgewiesen, so dass es nicht angeht, auf Grund einer solch kritischen Art Schlüsse auf das damalige Klima ziehen zu wollen. Übrigens möchte ich doch etwas daran zweifeln, dass die heutigen warmen Sommer von Innsbruck nicht ausreichen würden, diese Pflanze dort

noch gedeihen zu lassen, da sie heute in der Schweiz z. B. noch im Kanton Schaffhausen und in der Waadt vorkommt.

Buxus sempervirens L. hatte im Quartär eine grössere Verbreitung als heutzutage. Wild kommt er in der Ostschweiz nicht mit Sicherheit vor, sondern nur in der Mittel- und Westschweiz. Durch seine immergrünen Blätter hat der Buchs für uns den Charakter einer Mittelmeerpflanze. Er ist aber ein Gebirgsstrauch, der die typische Mittelmeerflora flieht und besonders in den mehr ozeanischen Gebieten als Unterholz eine bedeutende Rolle spielt. In der Kultur gedeiht *Buxus* beinahe überall im nördlichen Alpenvorland, ja zum Teil sogar sehr gut, so dass er hier und da verwildert. Das einzige, was dem Buchs verderblich werden kann, sind austrocknende, kalte Winde im Winter bei Schneearmut, wie sie also im kontinentalen Klima häufig sind. Es darf also aus der heute geringern Verbreitung des Buchses nicht der Schluss gezogen werden, dass die Temperaturen niedriger seien, als zur Zeit der Ablagerung der diluvialen Buchspflanzen, wohl aber verlangen die Fossilfunde der Pflanze den Schluss, dass das Klima ein mehr ozeanisches war.¹⁾

Rhododendron ponticum L. Diese Art kam während des Diluviums oder wenigstens in der letzten Hälfte dieser Periode am nördlichen und südlichen Alpenrande vor, ist aber seither hier ausgestorben. Heute wird diese Art in den gleichen Gebieten häufig kultiviert, allerdings verlangt sie nördlich der Alpen meist eine schwache Bedeckung im Winter.

¹⁾ Sollte es sich bewahrheiten, dass die in der Höttingerbrecce gefundenen, von Wettstein als fragliche *Arbutus unedo* angesprochenen Blätter wirklich zu dieser Art zu rechnen sind, so sehe ich darin einen neuen Grund zu meiner Deutung; geht doch gerade dieser Strauch im ozeanischen Klima von England am weitesten nach Norden und mischt er sich dort mit solchen Elementen, wie sie in der Höttingerbrecce gefunden wurden.

Aber wie beim Buchs sind es nicht die tiefen Kältegrade, unter denen sie leidet, sondern den trocken-kalten Winden in der schneearmen Zeit des Winters erliegt sie. Um sie vor diesen zu schützen, bedeckt man mit Vorteil den Boden um die Pflanzen herum mit Laub und Reisig. In Holland mit seinem ozeanischen Klima gedeiht *Rh. ponticum* ohne jeden Schutz in schönen, bis drei Meter hohen Exemplaren; dort kommt es auch vor, dass es sich aussäet. Auch legen sich die Äste bei alten Exemplaren an den Boden und bewurzeln sich, so dass grosse, mächtige, undurchdringbare Gebüsche entstehen, wie wir sie bei uns gar nicht kennen. Ganz ähnliches berichtet Reid (99, pag. 12) aus England, dessen ozeanischer Charakter diese Tatsache erklärt. Südlich der Alpen, im Gebiete der Randseen, die ebenfalls ein ozeanisches Klima besitzen — man nennt es nach dem Vorbild von Christ insubrisches Seenklima — gibt es ähnliche Rhododendron-Gebüsche, deren Üppigkeit zu dem Schönsten gehört, was diese durch ihre prächtige Vegetation ausgezeichnete Gegend bietet.

Ebenso wie heute, so erweist sich *Rhododendron ponticum* auch in seiner diluvialen Verbreitung als Gebirgsstrauch; immer wurde er am Alpenrande, dem damaligen Gebiet der grössten Niederschläge, gefunden, nie aber ausserhalb der Alpen. Diese Verbreitung während des Diluviums ist nicht verständlich unter der Voraussetzung eines grössern Wärmebedürfnisses, wohl aber unter der Annahme, dass *Rh. ponticum* zu seinem spontanen Vorkommen ein extrem ozeanisches Klima verlangt, wie dass es sich auch nur in ozeanischen Gebieten in schönen Exemplaren kultivieren lässt. Dass diese Annahme richtig ist, das geht aus dem folgenden zur Genüge hervor.

Das Wärmebedürfnis dieser Art kann nicht gross sein,

steigt sie doch im Kaukasus, wo sie häufig als Unterholz im Rotbuchenwald und mit *Ilex*, *Buxus* und *Prunus Laurocerasus* vergesellschaftet auftritt, bis zu ansehnlichen Höhen empor. Diese Tatsache erwähnte bereits Radde (1899), gibt aber merkwürdigerweise auf S. 180 an, sie gehe nur bis auf 1500 m¹⁾. Handel-Mazzetti, der mich hierauf aufmerksam machte, fand nun diesen Strauch im pontischen Randgebirge im Sandschak Trapezunt bis zur Waldgrenze, so dass offenbar die Höhenangabe 1500 m bei Radde auf einem Versehen beruht²⁾. Handel-Mazzetti (1908) berichtet, dass *Rhododendron ponticum* in dem genannten Gebirge in den Wäldern als Unterholz dichte, undurchdringliche Gebüsche bildet. Selbst in diesem durch seine starken Niederschläge und seine grosse Luftfeuchtigkeit ausgezeichneten Gebirge,

¹⁾ Nicht S. 182 und nicht 1200 m Meereshöhe, wie Penck aus Versehen angibt (Penck & Brückner S. 390).

²⁾ Radde gibt noch folgende interessante Einzelheiten über das Vorkommen von *Rhododendron ponticum* und einigen andern, ähnliche ökologische Ansprüche machenden Arten, die zum Teil auch in der Interglazialflora auftreten (s. unten): pag. 125 erwähnt er aus dem kolchischen Gebiet den charakteristischen Rotbuchenwald mit *Rh. pont.* über 1500—1800 m, „welch letzterer in den adsharischen Gebirgen von Albow noch bei 2200 m gefunden wurde“. Radde fand ihn „unter der allwinterlichen Schneelast niedergedrückt, das Gebüsch ausgelegt, bis mannshoch, mit 4 Zoll Stammdicke“, zusammen mit andern *Rhododendren*, *Ilex*, *Prunus Laurocerasus* und *Sorbus Aucuparia*. Pag. 192: *Rhod. pont.* im Laubwald über 600 m zusammen mit Kirschchlorbeer, *Buxus* und *Ilex*. Pag. 135: Als charakteristisch für den an Niederschlägen „überreichen“ SE-Winkel des Pontus nennt Radde den üppigen Rotbuchenwald mit immergrünem Unterholz, „vornehmlich durch *Rhod. pont.*, *Prunus Laurocerasus* und *Ilex* gebildet“, die bis hinauf zu Höhen von 1830 m gehen. Pag. 174: *Rhod. pont.* kommt, ebenso wie *Prunus Laurocerasus* ausser in dem regenreichen Kolchis selbst nur in dessen „unmittelbarer, östlicher Nachbarschaft, im kleinen Kaukasus“ vor, fehlt also allen trockenern Teilen des Kaukasus.

liebt er noch die feuchtern Stellen. Da er hier bis zur Waldgrenze emporsteigt, so wird die Idee, dass seine fossilen Reste am Nord- und Südrande der Alpen ein wärmeres Klima während der Bildung der betreffenden Ablagerungen, die alle in den tiefern Zonen liegen (Hötting mit 1200 m ist die höchste), anzeigen, hinfällig.

Ganz das gleiche grosse Bedürfnis nach Feuchtigkeit beweist das Vorkommen von *Rhododendron ponticum* in Südpotugal und Südwest-Spanien (vergl. Willkomm 96),¹⁾ welche Gebiete durch ozeanisches Klima charakterisiert sind. Auch hier wächst er ganz besonders in der Nähe der Bäche.

Wäre es, wie die meisten Autoren annehmen, die erhöhte Temperatur gewesen, die dieser Art während gewisser Abschnitte des Diluviums, — die Ablagerungen mit *Rh. pont.* werden als interglazial betrachtet, was ich für einen Teil derselben bezweifeln möchte, — ihr Vorkommen am Rande der Alpen gestattet hätte, so wäre es unerklärlich, warum dieser Strauch sich nicht während der angenommenen folgenden kältern Perioden nach dem warmen Süden, z. B. nach Italien zurückgezogen hätte. Er fehlt aber heute im ganzen eigentlichen Mediterrangebiet völlig.²⁾

¹⁾ Manche Autoren bezeichnen die portugiesische Pflanze als *Rh. baeticum*. Radde sagt jedoch ausdrücklich (1899 pag. 135): „*Rhod. pont.* ist mit dem spanischen *Rh. baeticum* als Art identisch.“

²⁾ Auch Radde (1899) weist auf das fossile Vorkommen von *Rhod. ponticum* in der Höttingerbrecce und an andern Orten und auf ihr heutiges Fehlen in der Mediterranregion und wieder Auftauchen in SW-Iberien hin und äussert sich über die Geschichte dieser und einer Anzahl anderer für das kolchische Gebiet charakteristischer Arten wie folgt (pag. 173): Diese (im Tertiär) ursprünglich mediterrane Flora konnte in dem regenreichen Kolchis noch bestehen bleiben, weil eben die klimatischen Bedingungen sich wenig änderten und ihr den ehemaligen hydrophilen Charakter erhielten, während am Mittelmeer mit der trockenen Atmosphäre sich ein xerophiler Florentyp ausbildete.

Brasenia purpurea Mich. endlich beweist nach Schröter keine oder eine nur geringe Temperaturerhöhung. Vielleicht ist es doch nur das ozeanischere Klima mit seinen geringeren Extremen gewesen, das ihr im Diluvium die grössere Verbreitung erlaubte.

Wenn wir diese eben gemachten Angaben ins Auge fassen und zu gleicher Zeit berücksichtigen, dass die interglaziale Flora, wie bereits betont, sich mit der heutigen bei nahe deckt, so geht daraus hervor, dass erstere weder eine höhere Temperatur zu ihrem Vorkommen verlangt, noch auch nach unsren heutigen Kenntnissen die Annahme einer heissern Periode gestattet. Im Gegenteil, gerade die grosse Übereinstimmung der interglazialen Flora mit der heutigen zeigt uns die Ähnlichkeit der Temperaturverhältnisse.

Was die Feuchtigkeitsverhältnisse anbelangt, so habe ich schon einleitungsweise bemerkt, dass es vorzugsweise ozeanische Arten sind, die für die Interglazialflora charakteristisch sind. Von kontinentalen Arten kommt gar keine einzige vor. Das Vorhandensein der oben näher besprochenen Arten in den interglazialen Ablagerungen, das immer als etwas Auffälliges gegolten hat, verlangt auch seinerseits¹⁾ den ozeanischen Charakter während der Ablagerung dieser Fossilien aufs entschiedenste.²⁾

¹⁾ Mit Ausnahme von *Potentilla micrantha* und *Brasenia purpurea*.

²⁾ Um zu keinen Missverständnissen Anlass zu geben, möchte ich hier noch beifügen, dass hier speziell die Interglazialzeiten seit der Rissvergletscherung gemeint sind. Es handelt sich also um eine bis drei solche Perioden (wenn wir die Laufenschwankung als einzelne Interglazialzeit mitzählen). Da wir aus den Interglazialzeiten vor der Rissvergletscherung bis jetzt mit Sicherheit überhaupt noch keine pflanzlichen Fossilien haben, so sind wir über ihre Vegetation auch nicht unterrichtet.

Wenn auch die Interglazialfora von der heutigen nur wenig abweicht, so muss doch betont werden, dass die Mengenverhältnisse der einzelnen Arten ganz andere sind. Das zeigt sich deutlich an den folgenden beiden Beispielen: Im interglazialen Tuff von Flurlingen bei Schaffhausen fand Leo Wehrli (1894) eine fossile Vegetation, deren Reste zu 95 % aus *Acer pseudoplatanus* bestanden. Daneben kam noch vor: *Taxus baccata*,¹⁾ *Abies alba*, *Buxus sempervirens* und *Fraxinus excelsior*, also ausser der letzten lauter ozeanische Arten, von denen nur der Buchs in der nächsten Umgebung heute fehlt, wohl aber in der Kultur gut gedeiht. Solch eine Zusammensetzung der Vegetation gibt es aber heute in der weitern Umgebung nicht mehr. *Acer pseudoplatanus* ist im Mittelland selten geworden, wohl aber kommt er heute noch in Menge in den nördlichen Kalkvoralpen der Schweiz vor, wo gegenwärtig das am meisten ozeanische Klima der Nordostschweiz herrscht. — Wiederum deutlich zeigt diese Verhältnisse die Vegetation der Kalktuffe von Cannstadt bei Stuttgart. Beinahe alle hier vorkommenden Arten verlangen ein ozeanisches Klima, andere sind indifferent, keine aber vertragen die Annahme kontinentaler Verhältnisse. Wieder sind die in den Tuffen gefundenen Bergahorne und Buchsbäume heute bei Cannstadt ausgestorben. Diese Beispiele liessen sich noch vermehren. Auffällig ist es immer, dass in den interglazialen Floren der Buchs, die Eibe und die Stechpalme häufig an Orten gefunden werden, wo sie heute fehlen (Beispiel für Eibe und Stechpalme: Klinge bei Kottbus). Diese drei Arten sind deshalb geradezu in gewissem Sinne als Leitfossilien für die quartären Fossillager zu bezeichnen. Beides sind aber typisch ozeanische Arten. Beifügen will ich nochmals, dass andere quartäre Fossilien, die ein kon-

¹⁾ Von Wehrli als fraglich angeführt.

tinentales Klima anzeigen würden, bis jetzt absolut fehlen, worauf meines Wissens bis jetzt nie hingewiesen wurde.

Eine andere auffällige Erscheinung ist die, dass die sogen. interglazialen Floren eine grosse Übereinstimmung mit der Flora der Eichenperiode zeigen. Gerade die hier auftretenden Laubbäume sind auch in den interglazialen Ablagerungen häufig gefunden worden und auch sie sind heute in den betreffenden Gegenden zum Teil selten geworden oder direkt ausgestorben. Solche Arten sind die schon eingangs erwähnten: *Quercus Robur*¹⁾, *Tilia platyphyllos*, *Abies alba*, *Carpinus Betulus*, *Alnus rotundifolia*, *Acer pseudoplatanus* und *Acer platanoides*; zu diesen kommen dann noch die charakteristische Eibe, der Buchsbaum und die Stechpalme. Gerade die hier aufgeführten Arten tragen, wie ich das für einzelne bereits genauer ausgeführt habe, ausgesprochen ozeanischen Charakter, so dass sich auch hierin die grosse Übereinstimmung der Interglazialflora mit der der Eichenperiode ergibt.

Wir dürfen deshalb mit den Worten schliessen: Die Interglazialflora zeigt sowohl grosse Übereinstimmung mit der Glazialflora von Günterstall, als auch mit der der Eichenperiode. Daraus geht hervor, dass die unvergletscherten Gebiete — wenigstens während der beiden letzten Eiszeiten und der letzten Interglazialzeit²⁾ (nur aus dieser Periode haben wir sichere und zahlreiche Fossilfunde) — soweit sie nicht direkt von der Nähe des Eises beeinflusst waren, eine Vegetation trugen, die mit der der Eichenperiode

¹⁾ Allermeist konnte nur diese Art, selten *Qu. sessiliflora* nachgewiesen werden (vergl. pag. 66).

²⁾ Riss- bis und mit Würmzeit, inkl. erste Zeit der Abschmelzungsperiode gerechnet.

die grösste Ähnlichkeit hatte oder wahrscheinlich mit ihr identisch war.¹⁾

Das Gebiet zwischen der nördlichen und der alpinen Vergletscherung trug also während des Diluviums oder wenigstens während der zweitletzten (oder drittletzten), der Riss-eiszeit, und von da an eine Vegetation von ozeanischen Laubwäldern²⁾. Damit stimmen alle Fossilfunde aus dem Diluvium völlig überein, indem es bis jetzt nicht gelungen ist, ausserhalb der vergletscherten Gebiete auch nur ein arktisches pflanzliches Fossil zu finden, wie solche nach der herrschenden Ansicht in Menge zu erwarten wären. Auch ist bis jetzt nie bekannt geworden, dass in Torfmooren des Zwischengebietes ein baumloser Horizont oder ein solcher gefunden worden wäre, der Kälte anzeigende Bäume geführt hätte.

¹⁾ Über die Unmöglichkeit, glaziale und interglaziale Fauna zu scheiden, vergl. Abschnitt IV am Schluss.

²⁾ Selbstverständlich ist es, dass diese Laubwälder von den baumlosen, breiten Feldern der fluvioglazialen Schotter und der Sandr durchzogen waren, denn während der Vergletscherung zeigte sich die Waldfeindlichkeit der unregelmässigen Schmelzwässer. Da ein Gletscher von einem Regenfall beinahe nichts festzuhalten vermag, sondern den ganzen Niederschlag mit dem durch die vom Regen zugeführte Wärmemenge geschmolzenen Eis an den Gletscherbach abgeben muss, so schwollt dieser bei jedem Regen ins Ungeheure an. Diese Gletscherbäche waren also viel waldfeindlicher, als die heutigen Geschiebe führenden Ströme. In diese Zeit der grossen, waldfreien Streifen verlege ich die Bildung des Lösses. Nur mit einer solchen Annahme, so scheint es mir, lässt sich die Tatsache, dass der Löss an die Flusstäler gebunden ist, in Einklang bringen. Dass die Konchylien-Fauna des Lösses kein wärmeres Klima zulässt, darauf hat Mühlberg (s. unten) ausdrücklich hingewiesen. Und wie sollten dann ohne extreme Trockenheit oder starke Erwärmung die zur Bildung des Lösses nötigen grossen Denudationsflächen zustande kommen? Dass weder eine grosse Trockenheit, noch eine starke Erwärmung möglich war, das geht aus den im vorigen genannten pflanzlichen Fossilien deutlich hervor. Ich kann mir die Bildung des sogen.

In bezug auf das Klima der Interglazialzeiten müssen wir folgern: Die Interglazialzeiten verlangen nicht nur keineswegs ein mit dem heutigen verglichen trocken-wärmeres Klima, sondern gerade die grosse Übereinstimmung der interglazialen mit der heutigen Flora zeigt ähnliche Temperaturverhältnisse an. Wohl aber sind wir genötigt, ein ausgesprochen ozeanisches Klima für diese Zeiten anzunehmen.

18. Die Unabhängigkeit der Vegetationsgrenzen von der Schneegrenze während des Diluviums und die Einheitlichkeit der Vergletscherungen.

Je nachdem eine Vergletscherung durch Temperaturerniedrigung oder durch vermehrte Niederschläge hervorgerufen wird, ist die Einwirkung auf den Abstand der Baumgrenze von der Schneegrenze eine verschiedene. Da man meist annimmt, dass die Eiszeit durch Temperaturerniedrigung verursacht worden sei, und da hierbei jener Abstand sich nicht wesentlich ändert, so glaubte man, in einer fossilen Quartärfloren ein Mittel gefunden zu haben, die Schneegrenze auch zur Zeit der Ablagerung zu bestimmen. Auf diese Weise kam man dazu, anzunehmen, dass die Eiszeit in mehrere Abschnitte zerfalle; während der einen wäre sowohl Schnee- als auch Baumgrenze bedeutend gesunken, während der andern beträchtlich, ja vielleicht noch bedeutend über den heutigen Stand gestiegen.

Etwas anderes ist es, wenn man als Grund der Vereisung eine Zunahme der Niederschläge ansieht. Bei

interglazialen Lösses nur so vorstellen, wie sich der postglaziale in der Schweiz gebildet haben muss. Es ist hier jedoch nicht der Ort, mich über diesen Gegenstand weiter zu äussern (vergl. auch Kap. IV, Abschn. 1 und 5).

einer solchen verringert sich bekanntlich — wie das ja auch die Beobachtungen in niederschlagsreichen Ländern lehren — der Abstand der Baum- und Schneegrenze ganz beträchtlich.

Da nun tatsächlich die Ursache der Eiszeiten, wie zu zeigen versucht wurde, in vermehrten Niederschlägen in fester Form gelegen haben muss, so mussten während der Ver- eisung die Vegetationsgrenzen näher an die Schneegrenze heranrücken, und die Gletscher mussten sich in tiefere Vegetationsgürtel erstrecken, als heute. So wuchs der diluviale Eichenwald von Güntenstall ja direkt neben und über dem Gletscher. Die Abstände der Vegetationsgrenzen von der Schneegrenze waren also während der Eiszeit ganz andere und zwar viel geringere als heute. Deshalb ist es nicht zulässig, aus der fossilen Flora auch die ehemalige Schneegrenze bestimmen zu wollen, indem man die heutigen Abstände anwendet.

Ebenso ist es unmöglich, aus der durch geologische Tatsachen eruierten ehemaligen Schneegrenze die dazu gehörigen Vegetationsgrenzen ableiten zu wollen. Die auf solche Schlüsse gegründeten Altersbestim- mungen prähistorischer Reste müssen also vorläufig fallen gelassen werden.

* * *

In den Alpen können wir nun 4 — 5 Eiszeiten unterscheiden, die Günz-, Mindel-, Riss-, Mühlbergische und Würm- eiszeit. Von diesen nehmen die beiden ersten eine ganz besondere Stellung ein, da von ihnen die jetzt noch erkennbaren Ablagerungen so gering sind, dass wir nicht einmal die Ausdehnung dieser Vergletscherungen kennen. Auch sind bis jetzt die sicher aus dieser Zeit stammenden Fossilfunde so spärlich, dass man sich daraus kein Bild der damaligen Lebewelt und des damaligen Klimas machen kann. Ausser-

dem sind diese beiden Eiszeiten durch eine tiefe und lang dauernde Erosion von den späteren getrennt, so dass letztere schon aus diesem Grunde zusammen betrachtet werden müssen. Die Tiefen- und Breitenerosion, die nach der Mindelvergletscherung einsetzte, ist unvergleichlich viel grösser als die Erosion seit der letzten Eiszeit. Erinnern wir uns ferner daran, dass von den beiden ersten Vergletscherungen keine frei liegenden Moränen erhalten geblieben sind, während von von der Moränendecke der letzten Eiszeit nur etwa 80 bis 100 cm verlehmt sind, so erscheint uns die letzte Vergletscherung als etwas — geologisch gesprochen — sehr junges,¹⁾ die Günz- und Mindeleiszeiten aber als etwas schon längst vergangenes.

Nun lässt sich aber auch zeigen, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass die letzten 2—3 Vergletscherungen einheitlicher waren, als meist, gestützt auf die Interglazialflore, angenommen wird.

Niemand wird selbstredend bestreiten, dass, soweit überhaupt Fossillager zwischen eiszeitlichen Ablagerungen liegen, auch die Gletscher bis zu diesem Punkt zurückgegangen sein mussten. Ebenso ist klar, dass, wenn glaziale Ablagerungen verschiedenen Alters übereinander liegen, dies auch ein Zurückgehen der Gletscher beweist. Das Gleiche kann aus der Tiefe der zwischeneiszeitlichen Erosion gefolgert werden.

Man ist aber noch viel weiter gegangen und hat aus der fossilen Vegetation auch die Höhe der Schneegrenze während der Zeit der Ablagerung berechnet. Aus den eingangs dieses

¹⁾ Auch die heutige Verbreitung der subalpinen und alpinen Flora in den Alpen verlangt diese Annahme, was ich bereits 1907 hervorhob. Vergl. unten Kap. III, Abschn. 2 und 3 und besonders die dort zitierte Arbeit.

Abschnittes gemachten Begründungen geht nun hervor, dass eine solche Bestimmung unmöglich ist. Die Fossilfunde sind aber bis jetzt das einzige Mittel gewesen, worauf gestützt man die Schneegrenze während der Interglazialzeiten ermitteln zu können meinte. Da nun diese Argumentation als falsch fallen gelassen werden muss, so gibt es vorläufig keine phytopaläontologische Tatsache, die der Annahme einer grössern Einheitlichkeit widersprechen würde.

Anderseits gibt es aber gerade eine Reihe von Fossilfunden, die diese Einheitlichkeit von der Riss- bis zur Würmvergletscherung als Erklärung verlangen.

Da die Vergletscherung nur oder beinahe nur durch die Niederschläge in fester Form hervorgerufen worden ist, so läge es auf der Hand, anzunehmen, dass die Interglazialzeiten durch das Nachlassen dieser Niederschläge entstanden wären. Es müssten demnach die Interglazialzeiten, wenn in ihnen die Schneegrenze bis auf den heutigen Stand oder noch weiter zurückgegangen wäre, ein trockeneres und wohl mehr kontinentales Klima, also ein dem heutigen in Mitteleuropa entsprechendes gehabt haben. Für die in den oben genannten Abschnitt fallenden Interglazialzeiten, über die wir aus relativ reichen Fossilfunden unterrichtet sind, dürfen wir jedoch ein solches Klima nicht annehmen, denn es gibt bis jetzt keine fossile Interglazialvegetation, die für den Alpenrand ein so kontinentales Klima, wie es das heutige ist, anzeigen oder zulassen würde, wie ich dies im vorigen Abschnitt ausführlich dargelegt habe. Gerade die Interglazialflorene zeigen ja ein ozeanisches Klima an, wie z. B. die fossile Vegetation der Höttingerbrecce bei Innsbruck, die den allermeisten Annahmen zufolge aus der letzten Interglazialzeit stammt. Sie verlangt während ihrer Ablagerung ein ausgesprochen ozeanisches Klima, das mit dem heutigen in der Umgebung von Innsbruck

stark kontrastiert. So ist es wenig wahrscheinlich, dass während dieser Ablagerung das Klima auch nur annähernd dem jetzigen ähnlich war. Da aber, wie das aus dem früher Dargestellten hervorgeht, das ozeanische Klima gerade die Ursache der Gletschervorstösse war, die interglaziale Vegetation wiederum ein ausgesprochen ozeanisches Klima verlangt, so müssen wir daraus folgern, dass die Schneegrenze während der Ablagerung der Höttingerbrecce, also wahrscheinlich während der letzten Interglazialzeit, relativ tief lag.

Da auch die andern Diluvialflore aus der Zeit der Riss- bis zur Würmvergletscherung und aus deren ersten Rückzugsstadien in gleichem Sinne reden, so steht der Annahme einer grössern Einheitlichkeit, als sie bisher meist angenommen wurde, nichts im Wege, sondern sie wird sogar direkt sehr wahrscheinlich.

Es sind nun offenbar bei der nordischen Vergletscherung die Spuren einer allfällig auch dort vorhanden gewesenen Günz- und Mindeleiszeit nicht zu konstatieren, worauf die kleinere Zahl der dort zu unterscheidenden Eiszeiten beruhen mag. Es liessen sich demnach die Riss-, Mühlbergische und Würmeiszeit mit den im Norden zu konstatierenden zwei bis drei Eiszeiten vergleichen. Da nun die grössere Einheitlichkeit dieser Alpeneiszeiten sehr wahrscheinlich ist, so stünde auch einer Einheitlichkeit der nordischen Vergletscherung — die ja von verschiedener Seite, besonders von Geinitz, angenommen wird — nichts im Wege, denn auch dort sprechen die Fossilfunde in einem ähnlichen Sinne.¹⁾

¹⁾ Vergl. für Skandinavien Andersson 1906, pag. 45 bis 53. Nachdem er die bisher meist für interglazial gehaltenen Ablagerungen in Seeland, in Schonen und in Zentralschweden näher kritisch betrachtet hat, kommt Andersson zu dem Schluss, dass „in Skandinavien-Finnland nicht so grosse Schwankungen zu spüren sind, sondern eine dauernde Eisbedeckung anzunehmen ist“.