

VEGETATIONSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN IM SCHIEFERKOHLEGEBIET VON GONDISWIL/UFHUSEN

SAMUEL WEGMÜLLER

1. Einleitung

Beim Bau der Bahnlinie Huttwil–Wohlhusen wurden im Jahr 1894 bei der jetzigen Haltestelle Gondiswil und bei der Überführung östlich der Stampfenmühle Schieferkohleflöze angeschürft. Kurze Zeit zuvor war man auch in Zell bei der Erweiterung des Turnplatzes auf ein Flöz gestossen (Gerber, 1923). Sowohl in Zell als auch bei der Haltestelle Gondiswil wurde dann während einiger Zeit Schieferkohle abgebaut, getrocknet und als Brennmaterial verwendet. Dieser Abbau wurde aber bald wieder aufgegeben.

Im Jahr 1917 setzte zufolge der kriegsbedingten Brennstoffknappheit im Gebiet der Gemeinden Zell, Ufhusen und Gondiswil (Haltestelle) ein umfangreicher Abbau ein, bei dem auch Dampfbagger und Rollbahnen zum Einsatz kamen. Das aus dem Jahre 1918 stammende Bild (Fig. 3) vermittelt einen Überblick über die breit angelegten Schürfungen in der Gegend der Haltestelle Gondiswil. Durch diesen Abbau und die weiteren Vorsondierungen erhielt man erstmals Einblick in die Schichtabfolge, Mächtigkeit und Ausdehnung der Schieferkohlelager. Die Flöze finden sich im oberen Abschnitt des Tales, das sich von der östlich von Huttwil gelegenen Schwelle (Pt. 668,2 m) über Hüswil (612 m), Zell (588 m) und Gettnau (545 m) zum Wiggertal absenkt. Sie treten aber auch in den Seitentälchen auf (Hermendingen–Aerbolli und Gondiswil, Lochmüli–Hüswil und Rinderweid–Zell). Bei der Haltestelle Gondiswil finden sich die Flöze an beiden Talhängen in 620–645 m Höhe, im Tälchen bei Zell zwischen 605–625 m und im Talgrund unterhalb Gondiswil-Dorf in ca. 630–642 m Höhe. Die Kohleschichten fallen gegen das Haupttal hin leicht ab. Im Talboden selber sind sie wegerodiert worden. Die Schieferkohle tritt meist in zwei übereinanderliegenden Flözen auf, die durch siltige, sandige und vereinzelt auch durch kiesige Zwischenschichten getrennt sind. Oft sind die Flöze stärker aufgegliedert, vereinzelt sind sie auch zu einem einzigen Flöz vereinigt. So

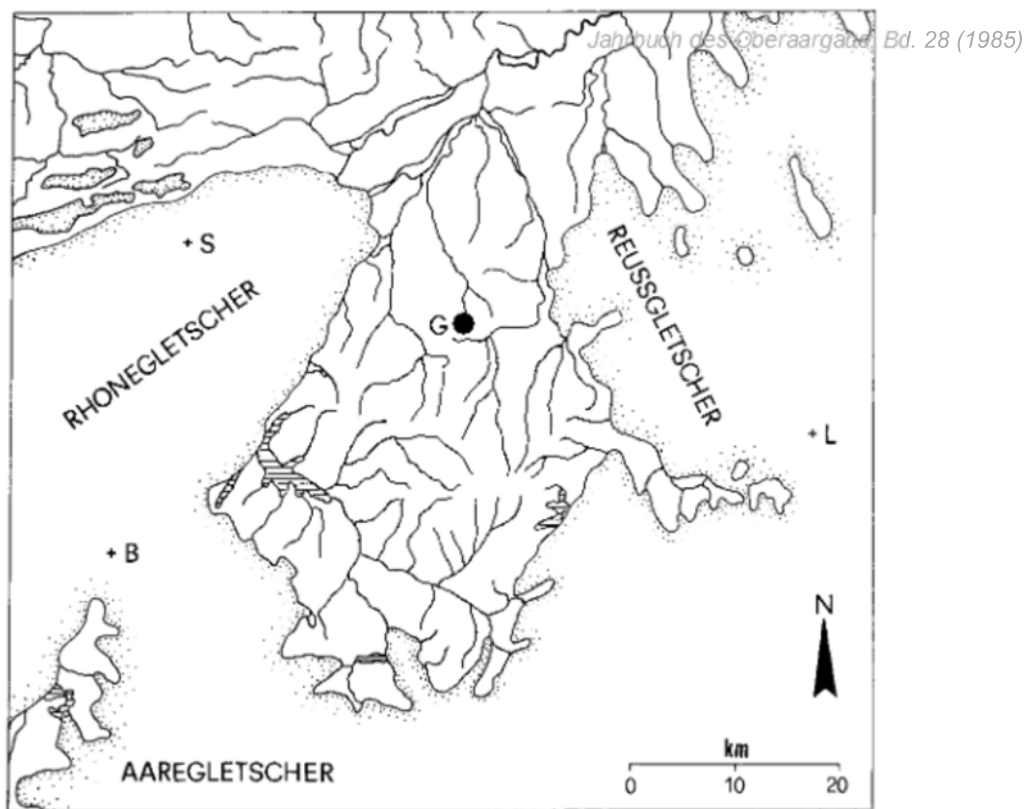


Fig. 1. Das zentrale Mittelland zur Zeit der Würmvergletscherung, nach E. Imhof (1965): Atlas der Schweiz, erste Lieferung, Tafel 6. G: Gondiswil, B: Bern, S: Solothurn, L: Luzern

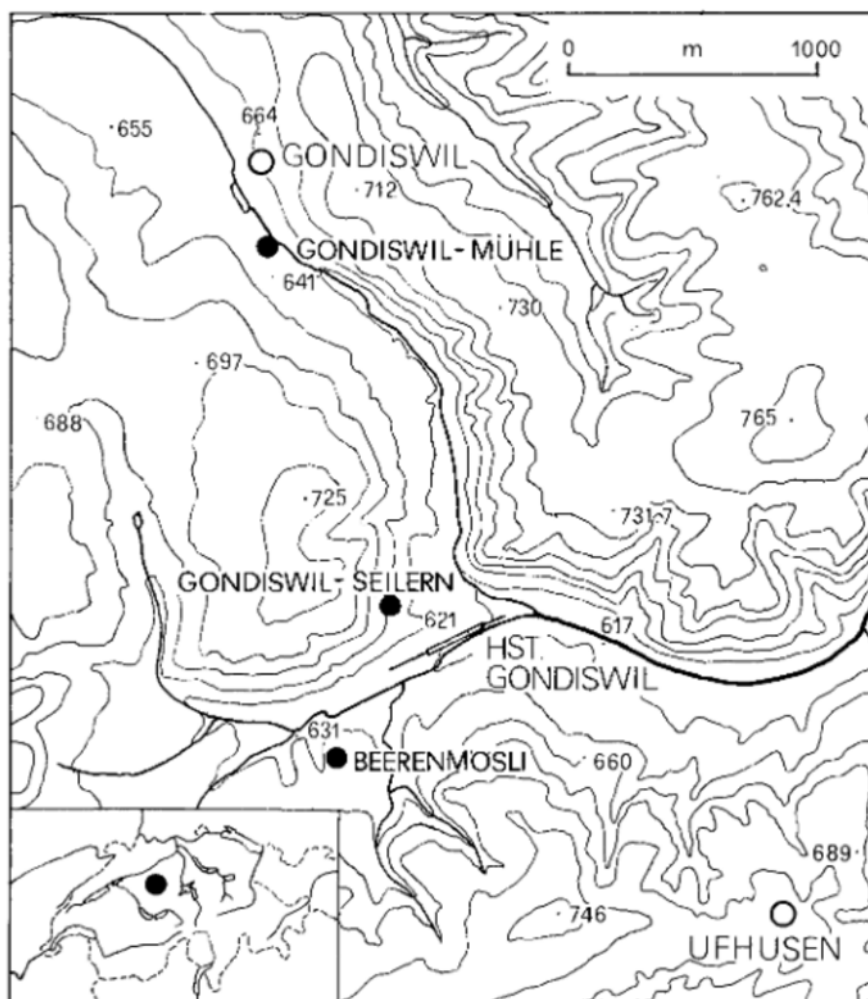


Fig. 2. Lage der Bohrprofile

wurde in der Nähe der Haltestelle Gondiswil ein «Nest» von 8,5 m Mächtigkeit aufgeschlossen und abgebaut.

Von 1917 bis 1920 wurden im Gebiet von Gondiswil–Ufhusen–Zell insgesamt 109 962 t Schieferkohle ausgebeutet (Gerber, 1923). Der Abbau wurde im Jahr 1920 eingestellt. Im Tälchen unterhalb Gondiswil-Dorf waren die im Jahr 1918 begonnenen Schürfungen bereits 1919 aufgegeben worden, weil die Ausbeute weit hinter den Erwartungen geblieben war.

Während des Zweiten Weltkrieges wurde der Abbau erneut aufgenommen, wobei sich die Schürfungen auf die nordwestlich der Haltestelle Gondiswil gelegenen Flöze sowie auf die Lager der Fuchsmatt oberhalb Hüs wil konzentrierten. Durch zahlreiche Vorsondierungen wurden ferner Schichtmächtigkeit und Ausdehnung der Flöze im nordwestlich von Ufhusen gelegenen Aeschwald abgeklärt. Zum Abbau kam es aber hier nicht mehr.

Die umfangreiche Ausbeutung der grossen Kohleflöze – sie zählen zu den mächtigsten der Schweiz – stiess bei der Bevölkerung auf grosses Interesse. Besondere Beachtung fanden die mächtigen Mammutstosszähne, die bei der Haltestelle Gondiswil auf beiden Talseiten zum Vorschein kamen. Dem Abbau wurde aber auch von wissenschaftlicher Seite her grosses Interesse entgegengebracht. So wurden die Schürfungen der ersten Abbauperiode von mehreren eingehenden Untersuchungen begleitet, deren Ergebnisse im Jahre 1923 von Gerber, Rytz und Studer veröffentlicht wurden. Während der zweiten Abbauperiode führte Lüdi (1953) erstmals Analysen des in den Schieferkohlen eingeschlossenen Blütenstaubes durch. Die wissenschaftlichen Untersuchungen hatten zum Ziel, die Stratigraphie der Flöze zu erfassen und abzuklären, unter welchen Bedingungen sie abgelagert worden waren. Von grosser Bedeutung war ferner die Klärung der zeitlichen Einstufung dieser Ablagerungen.

2. Ergebnisse bisheriger Untersuchungen

Im Verlaufe der letzten Eiszeit stiessen Rhone-, Aare- und Reussgletscher weit ins zentrale Mittelland vor (Fig. 1). Nach den Untersuchungen der Quartärgeologen blieben aber das Napfgebiet und dessen nördliches Vorland unvergletschert. Im Schieferkohlegebiet von Gondiswil–Ufhusen–Zell dürften daher Ablagerungen der letzten Zwischeneiszeit (Interglazial) und der nachfolgenden Eiszeit eher erhalten geblieben sein als in andern Gegenden. Andererseits führen die oft heftigen Niederschläge zu tiefgreifender Erosion.

Zahlreiche interglaziale Ablagerungen dürften daher auch in diesem Gebiet im Verlaufe der Zeit vollständig abgetragen worden sein.

Nach diesen Vorbemerkungen sei kurz auf die Untersuchungen eingegangen, die während der beiden Abbauperioden ausgeführt worden sind.

W. Rytz (1923), Botaniker, analysierte im Verlaufe der ersten Abbauperiode Grossreste von Blütenpflanzen der Schieferkohlelager und ferner auch Kieselalgen. Nach *Rytz* sind die Flöze in einer Zwischeneiszeit (Interglazial) abgelagert worden. Anhand der Grossrestfunde stellte er einen allmählichen Übergang der Wald- zu Tundravegetation fest, woraus er auf eine deutliche Klimaverschlechterung am Ende der Schieferkohleablagerung schloss.

Th. Studer (1923), Zoologe, untersuchte die zahlreichen Tierreste, die im Verlaufe der ersten Abbauperiode zum Vorschein gekommen waren. Er wies in den Kohleflözen eine Wald- und Wasserfauna mit Hirsch, Reh, Elch, Biber, Fischotter und Schildkröte nach, im darüber liegenden Sande eine Weidefauna mit Riesenhirsch, Bison, Pferd und Rhinoceros und schliesslich eine Tundravefauna mit Mammut und Ren. In guter Übereinstimmung mit *Rytz* stellte also auch *Studer* eine sich klar abzeichnende Klimaverschlechterung fest.

E. Gerber (1923), Geologe, zeichnete den Abbau der verschiedenen Flöze von 1917–1920 genau auf. Er vertrat die Ansicht, die Gegend sei in der Risseiszeit I vergletschert gewesen – *Gerber* unterteilte die Risseiszeit in zwei Eiszeiten – nicht aber in der Risseiszeit II und auch nicht während der Würmeiszeit. Er stufte die Ablagerung der Schieferkohle in die Vorstossphase von Riss II ein. Im Gegensatz zu *Rytz* war *Gerber* also der Ansicht, es handle sich bei der Schieferkohle hauptsächlich um eine glaziale Ablagerung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die wissenschaftlichen Untersuchungen der ersten Abbauperiode erstaunliche Einblicke in die Entstehung der Flöze und über die Umweltbedingungen zur Zeit der Ablagerung gebracht haben. Die Frage der zeitlichen Einstufung blieb hingegen offen.

Einen neuen Weg zur Lösung des Problems zeigte *W. Lüdi* (1953) auf. Während des Zweiten Weltkrieges entnahm er drei Profilen des Gebietes Sedimentproben, die er auf ihren Gehalt an fossilen Pollen untersuchte. Am Profil Beerenmösli wies er im untern Flöz eine warmgetönte Waldvegetation nach, im obern eine ausgedehnte Waldphase mit wechselnden Föhren- und Fichtendominanzen. Er gelangte zur Auffassung, die beiden Flöze seien im Verlaufe von zwei Warmzeiten abgelagert worden, das untere im Interglazial

Riss I/Riss II, das obere im Interglazial Riss/Würm. Leider klammerte *Lüdi* bei seinen Untersuchungen die Analyse der minerogenen Sedimente (Silt, Sand) aus. Zahlreiche Untersuchungen haben aber seither gezeigt, dass diese Sedimente trotz ihres niedrigen Pollengehaltes oft wesentliche vegetationsgeschichtliche Informationen enthalten.

In den letzten Jahrzehnten sind die pollenanalytischen Aufbereitungsmethoden laufend verbessert und die Analyse des Strauch- und Krautpollens wesentlich verfeinert worden, so dass heute differenziertere Aussagen zur vegetationsgeschichtlichen Entwicklung gemacht werden können; sodann haben verschiedene pollenanalytische Untersuchungen in letzter Zeit eine Ausweitung auf die vegetationsgeschichtliche Erforschung der Interglaziale, Stadiale und Interstadiale gebracht, die man kaum für möglich gehalten hätte. Es schien daher angezeigt, die Untersuchungen im Schieferkohlegebiet von Gondiswil/Ufhusen erneut aufzunehmen.

3. Neue pollenanalytische Untersuchungen und deren Ergebnisse

3.1 Feldarbeiten

Im Juli 1978 konnte ich im Rahmen eines Forschungsprogrammes des Schweizerischen Nationalfonds im Schieferkohlegebiet von Gondiswil/Ufhusen drei Rotationskernbohrungen durchführen. Ziel dieser Bohrungen war, Sedimentproben zu pollenanalytischen Untersuchungen zu gewinnen. Diesen Bohrungen waren umfangreiche Abklärungen vorausgegangen, um Bohrstellen ausfindig zu machen, wo bisher nie Schieferkohlen abgebaut worden und wo Restflöze von einiger Mächtigkeit zu erwarten waren. Einmal wurden auf der schweizerischen geologischen Dokumentationsstelle in Bern die Bohrpläne der beiden Abbauperioden eingesehen, dann konnte in Gondiswil eine Fotodokumentation aus der ersten Abbauperiode ausgewertet werden und schliesslich wurden ältere Einwohner des Gebietes befragt, die mir in der Folge sehr genaue Informationen über die beiden Abbauperioden zu vermitteln wussten. Die Lage der schliesslich ermittelten Bohrpunkte ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Bohrung im Beerenmösli wurde auf 29,03 m abgeteuft, jene von Gondiswil-Seilern auf 25,60 m (Fig. 6) und die Bohrung bei der Mühle in Gondiswil auf 18,60 m. Es gelang bei allen drei Bohrungen, die beiden Hauptflöze in verhältnismässig kompakter Form zu erfassen (Fig. 7).

Alle Profile wurden pollenanalytisch eingehend untersucht. Im folgenden beschränke ich mich auf eine knappe Darstellung der Ergebnisse des Profils Gondiswil-Seilern. Ein ausführlicher Bericht über die ganze Untersuchung steht in Vorbereitung und soll später publiziert werden. Vor der Diskussion der Ergebnisse sei kurz auf die Untersuchungsmethode eingegangen.

3.2 Methodische Anmerkungen zur Pollenanalyse

Jedes Jahr werden von den Blütenpflanzen grosse Mengen von Blütenstaub abgegeben, aber längst nicht alle Pollenkörner werden auf die Narben von Blüten übertragen. Grosse Pollenmengen fallen auf die Erde und auf die Oberfläche von Seen, Tümpeln und Mooren. Während der auf die Erde abgelagerte Pollen rasch zersetzt wird, sinkt der auf Wasserflächen niedergelagerte Pollen bald auf den Grund und wird mit weiterem Material sedimentiert. Auf feuchten Mooroberflächen wird der Pollen durch Moose eingeschlossen und bleibt in der feuchten Umgebung ebenfalls erhalten. Seeablagerungen und Moore stellen daher Pollenarchive dar, in die seit Jahrtausenden Pollen eingelagert worden ist.

Mit Hilfe von Bohreinrichtungen werden nun aus solchen Ablagerungen Bohrkern gewonnen (Fig. 7). Diesen entnimmt man in bestimmten Abständen kleine Sedimentproben. In einem sehr langwierigen Aufbereitungsverfahren lässt sich dann im Labor durch Säure- und Laugeneinwirkung ein grosser Teil des Sedimentationsmaterials entfernen, so dass eine an Pollen angereicherte Aufschwemmung entsteht. Nach Färbung des Pollens und Einschluss in ein Präparat kann nun die einzelne Probe unter dem Mikroskop untersucht werden. Anhand der Grösse und Form, der Öffnungsverhältnisse und der Oberflächenstruktur ist es möglich, die einzelnen Baum- und Strauchpollen bis zur Gattung oder bis zur Art zu bestimmen. Beim Pollen von Krautpflanzen gelingt die Bestimmung vielfach nur bis zur Familie oder Gattung, seltener bis zur Art.

Die einzelnen Präparate werden nun unter dem Mikroskop zeilenweise durchgesehen, wobei die Anzahl der Pollen der einzelnen Typen ermittelt wird. Pro Sedimentprobe werden heute in der Regel 500 bis 1000 Pollen ausgezählt. Nach Abschluss der Analyse berechnet man den prozentualen Anteil der einzelnen Typen. Bei der Erarbeitung eines langen Profils müssen zahlreiche Sedimentproben pollenanalytisch untersucht werden, was sehr

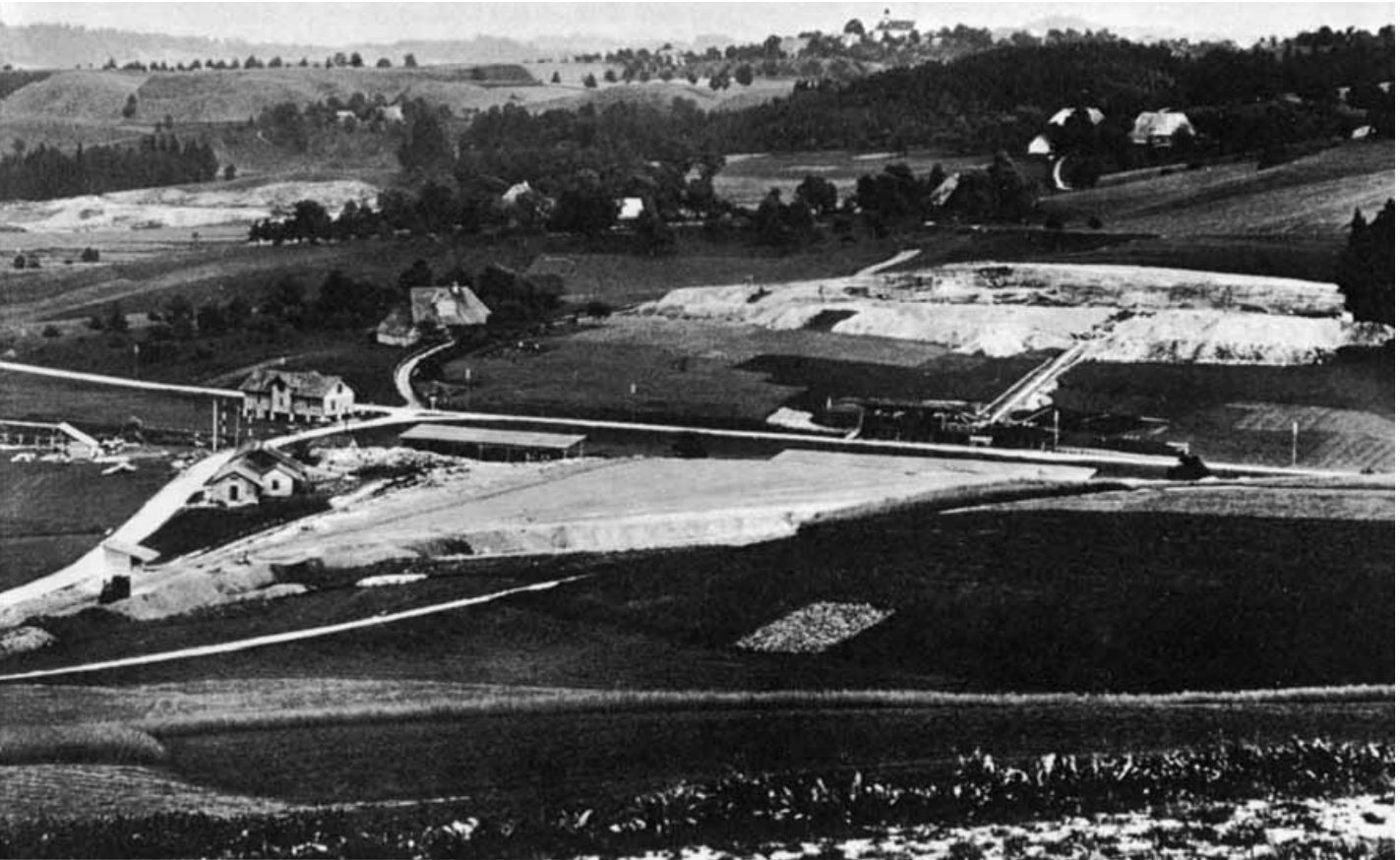


Fig. 3. Überblick über die Abbaustellen in der Umgebung der Haltestelle Gondiswil, vom Pt. 729.2 nordwestlich Hushalden aufgenommen. Im Vordergrund der Abbau bei der Haltestelle, am Gegenhang links die Schürfung Fuchsmatt, rechts die Schürfung Engelprächtigen. In den beiden letztern ist das obere Kohleflöz aufgeschlossen. Im Hintergrund die Kirche von Ufhusen. Aufnahme 27. August 1918, von Johannes Schär, Fribach, Gondiswil.

zeitraubend ist. Die Ergebnisse werden am Schluss in Form eines Pollendiagramms (Fig. 4 und 5) dargestellt.

Das Pollenspektrum eines untersuchten Horizontes vermittelt ein Bild über die Vegetationsverhältnisse in der weitem Umgebung des Bohrortes zur Zeit der Ablagerung des betreffenden Sedimentmaterials. Durch die Analyse ganzer Profile lässt sich die Abfolge von Vegetationszuständen über weite Zeiträume feststellen. Die Pollenanalyse hat sich denn auch im Verlaufe der letzten Jahrzehnte als aufschlussreiche Methode zum Studium der Vegetationsgeschichte erwiesen.

3.3 Die Pollendiagramme (Fig. 4 und 5)

Die Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchung werden hier in vereinfachter und geraffter Form wiedergegeben. Die Darstellung lehnt sich an jene von *Griiger* (1979) an. Links finden sich Tiefenangaben und Sedimentkolonne (Stratigraphie) aufgezeichnet, dann folgt in der anschliessenden Kolonne die Unterteilung in Diagrammabschnitte (DA), welche die Diskussion erleichtern. Hierauf finden sich die Silhouettenkurven der einzelnen Baum- und Straucharten, welche die prozentualen Anteile wiedergeben. Werte von 0,1 bis 0,3% wurden durch kleine Kreise dargestellt. In die Gesamtsumme (100%) wurden mit Ausnahme der Erle, der Riedgräser, der Wasserpflanzen sowie der Sporenpflanzen die Werte aller Typen eingerechnet. Die Werte zahlreicher Krautpflanzen sind nicht aufgeführt.

Aus der Darstellung geht hervor, in welcher Reihenfolge die einzelnen Baum- und Straucharten im Verlaufe des sehr langen Zeitabschnittes aufgetreten sind, ihre optimale Entwicklung erreicht haben und dann wieder zurückgegangen sind. Einige zeigen mehrere Entwicklungsperioden.

Von besonderer Bedeutung ist sodann das Hauptdiagramm, in dem von links nach rechts die Kiefern-Werte als schwarze Silhouettenkurve aufgetragen sind, von rechts nach links die Nichtbaumpollen mit Wermut, Gräsern und zahlreichen weiteren Krautarten, die unter dem Begriff *Varia* zusammengefasst sind. Der Verlauf der Grenzlinie zwischen Baumpollen und Nichtbaumpollen ist für die Deutung der Ergebnisse sehr wichtig. Hohe Nichtbaumpollen-Werte in Verbindung mit bestimmten Artenspektren weisen in der Regel auf Kaltphasen hin, hohe Baumpollenwerte hingegen auf dichte Bewaldung.

Im Anschluss an das Hauptdiagramm finden sich noch die Kurven der Riedgräser (*Cyperaceae*) und des Moosfarns (*Selaginella selaginoides*).

3.4 Grundzüge der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung (Fig. 6 und 7)

Aus den pollenanalytischen Untersuchungen lassen sich die nachstehend aufgeführten Grundzüge der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung ableiten (Anmerkung: DA bedeutet Diagrammabschnitt).

DA 1 (Diagramm 1): Die Pollenspektren an der Profilbasis mit den durchwegs hohen Anteilen der Krautpflanzen dieses langen

Abschnittes weisen auf eine offene, waldfreie Vegetation hin. Vereinzelt mögen Birken (*Betula*) und Kiefern (*Pinus*) aufgetreten sein. Gräser (*Gramineae*), Riedgräser (*Cyperaceae*) und der kleine Moosfarn (*Selaginella selaginoides*) treten stark hervor. Wermut (*Artemisia*), Gänsefussgewächse (*Chenopodiaceae*) und Korbblütler (*Compositae*) sowie weitere Krautpflanzen sind regelmässig festzustellen. Bemerkenswert ist ferner das sporadische Auftreten des Sanddorns (*Hippophaë*), von Weiden (*Salix*) sowie von Steppenpflanzen wie *Ephedra* (Meerträubchen). Der Wacholder (*Juniperus*) fügt sich gut ins Bild der Kältesteppe ein. Aus der noch offenen Landschaft mit der fleckenartig ausgebildeten Pioniervegetation werden Silte und Tone in die Mulde eingeschwemmt

- DA 2: Nach dieser kaltzeitlichen Phase erfolgt im Zuge besserer klimatischer Verhältnisse die Wiederbewaldung des Gebietes durch eine leichte Ausbreitung der Wacholdersträucher, dann durch Birken und schliesslich durch die sich kräftig ausbreitende Kiefer. Die klimatische Wende wird in den Sedimenten durch die vorübergehende Ablagerung organischer Stoffe (Gyttja) ebenfalls angezeigt.
- DA 3+4: Im Gebiet herrschen nun über lange Zeit ausgedehnte Kiefernwälder vor. Bemerkenswert sind die frühen Spuren der Fichte (*Picea*), die bereits regelmässig festzustellen sind. Gegen das Ende dieses Abschnittes kommt es unter wohl wieder etwas feuchtern Verhältnissen zur erneuten Ausbreitung der Birke. In dieser Phase setzt nun auch die Ablagerung des untern Schieferkohleflözes ein.
- DA 5: In einer klimatisch offensichtlich wesentlich günstigem Zeit gelangen jetzt die Laubhölzer des Eichenmischwaldes zur Ausbreitung, so vor allem Eiche (*Quercus*) und Ulme (*Ulmus*), während Ahorn (*Acer*), Esche (*Praxinus*) und Linde (*Tilia*) eher schwach vertreten sind. In diesen Laubmischwäldern verzeichnet nun auch Efeu (*Hedera*) eine leichte Ausbreitung.
- DA 6: Es kommt hierauf zu einer kräftigen Ausbreitung des Haselstrauches und einem ersten beschränkten Vorstoss der Fichte.
- DA 7: Die kurze, klar abgehobene Ausbreitung der Eibe (*Taxus*) führt zum Rückgang der Laubbäume des Eichenmischwaldes

GONDISWIL-SEILERN 639m

DIAGRAMM 1

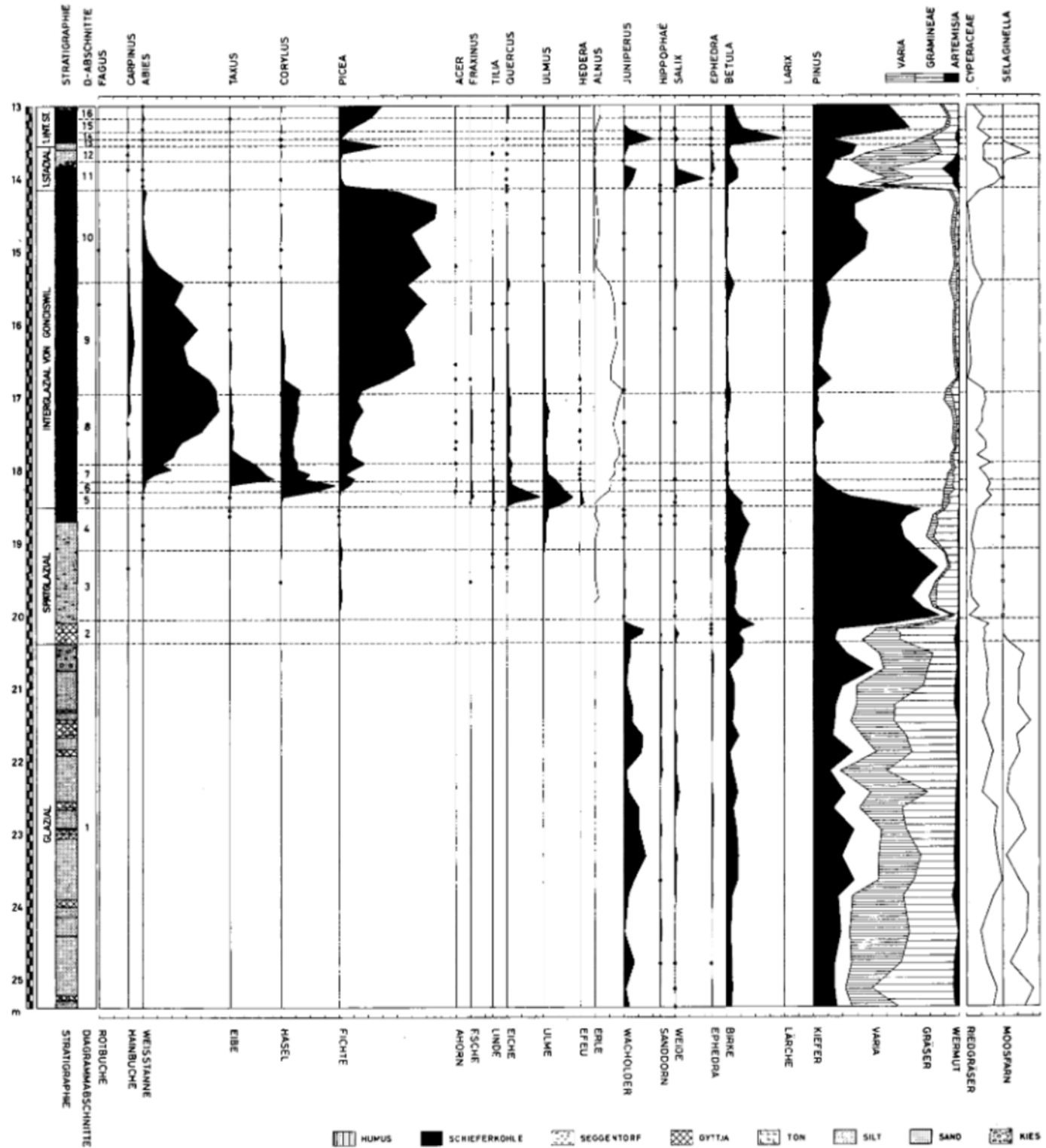


Fig. 4. Pollendiagramm 1 des Profils Gondiswil-Seilern

GONDISWIL-SEILERN 628 m

DIAGRAMM 2

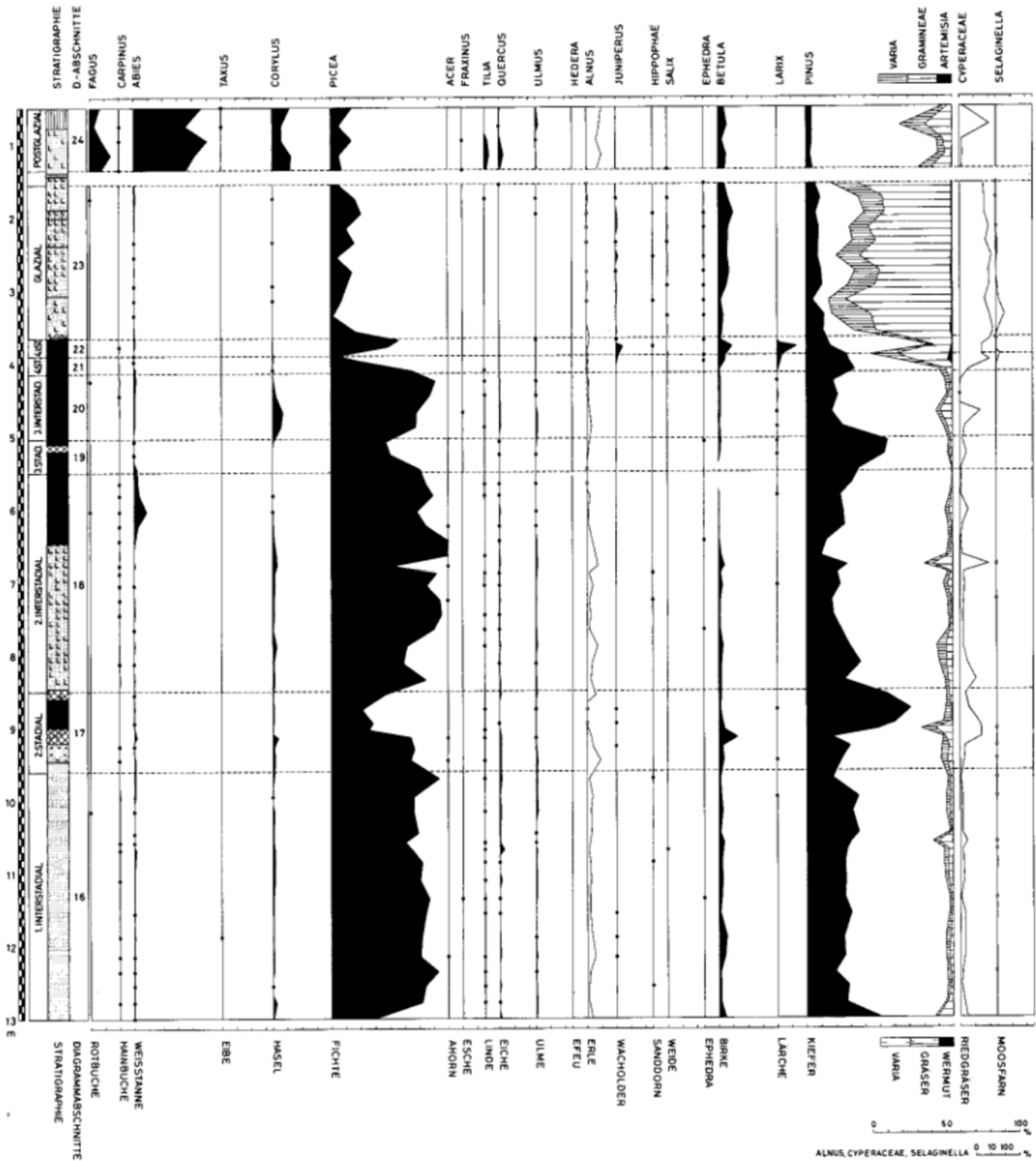


Fig. 5. Pollendiagramm 2 des Profils Gondiswil-Seilern

- und der Hasel. Die Eibenwälder dürften zu jener Zeit zu einem völlig veränderten Waldbild geführt haben.
- DA 8: Die Eibe wird nach kürzerer Zeit durch die kräftig vordringende Weisstanne (*Abies*) verdrängt. Auch die Hainbuche (*Carpinus*) beginnt sich im Gebiet festzusetzen, wird aber nie bestandbildend. Die Erle (*Alnus*) erreicht auf feuchten Standorten eine sehr starke Ausbreitung.
- DA 9: Der nun einsetzende Rückgang der Weisstanne ist auf die massive Ausbreitung der Fichte zurückzuführen, die über längere Zeit zum dominierenden Baum der Wälder wird. Die Anteile der Laubbäume und des Haselstrauches gehen auf minimale Werte zurück.
- DA 10: Im Zuge der sich verschlechternden klimatischen Bedingungen gewinnt die Kiefer (Föhre) mehr und mehr an Boden, während die Weisstanne bedeutungslos wird und Hainbuche, Haselstrauch sowie die Bäume des Eichenmischwaldes weitgehend verschwinden.
- DA 11 + 12: Die interglaziale Waldzeit wird schliesslich durch einen massiven kaltzeitlichen Einbruch abrupt beendet. Dieser zeichnet sich im Diagramm durch die sprunghafte Zunahme des Nichtbaumpollens (Wermut, Gräser und Varia), der Riedgräser, die bedeutende Abnahme der Fichten- und Kiefernwerte und das Wiedererscheinen kaltzeitlicher Elemente wie im DA 1 klar ab. Der kaltzeitliche Einbruch führt zur vollständigen Vernichtung der Waldvegetation des Gebietes. Er findet sich auch im Sediment abgehoben, wo vorübergehend anstelle von Schieferkohle Kies, Sand und Silt abgelagert werden.
- DA 13–15: Ähnlich wie im oben beschriebenen DA 2 vollzieht sich nach dieser tiefgreifenden Kaltphase die Wiederbewaldung durch die Ausbreitung des Wacholderstrauches sowie der Birke und schliesslich der Kiefer.
- DA 16–20 (Diagramm 2): Die nun nachfolgenden Abschnitte sind durch das Vorherrschen ausgedehnter Fichten-Kiefern-Wälder geprägt. Hainbuche, Haselstrauch und die Laubbäume des Eichenmischwaldes sind wohl regelmässig nachzuweisen, doch sind ihre Werte gering. Im Vergleich zur interglazialen

Waldzeit weist auch die Erle bedeutend geringere Werte auf. Die Weisstanne verzeichnet gegen Ende des DA 18, der Haselstrauch im DA 20 eine Zunahme. Die beiden kleinen Vorstösse sind je mit einem Teil des obern Schieferkohleflözes korreliert.

So einförmig nun dieser lange Abschnitt vorerst erscheinen mag, zeigt er doch insofern eine Gliederung auf, als sich in den Diagrammabschnitten 16, 18 und 20 lange Fichten-Dominanzen, in den Abschnitten 17 und 19 Kiefern-Dominanzen klar abheben. Nach den Nichtbaumpollenspektren, die hier nur unvollständig wiedergegeben sind, handelt es sich um klimatisch rückläufige Phasen unterschiedlicher Stärke. Die parallel zu diesem Profil untersuchten Profile Gondiswil-Seilern und Beerenmöslı weisen eine vergleichbare Entwicklung auf.

- DA 21: Auf die dritte Phase mit Fichtenwäldern folgt ein kurzer kaltzeitlicher Einbruch, der wahrscheinlich wiederum zur weitgehenden Vernichtung der Wälder führt.
- DA 22: In der nachfolgenden kurzen Phase, die wesentlich günstiger ist, kommt es vorerst zu einer sehr charakteristischen Ausbreitung der Lärche. Diese wird hernach durch die Fichte abgelöst.
- DA 23: Eine tiefgreifende langdauernde Kaltzeit führt darauf zur Vernichtung der Wälder. Zu Beginn der Kaltzeit setzt auch die Ablagerung des obern Schieferkohleflözes aus.
- DA 24: Zwischen den Diagrammabschnitten 23 und 24 liegt eine bedeutende Schichtlücke (Hiatus) vor. Entweder ist hier die Sedimentation über sehr lange Zeit zum Stillstand gekommen, oder es können auch grössere Sedimentpakete aberodiert worden sein.
- Die Pollenspektren des DA 24 stammen sicher aus jüngerer Zeit (Postglazial) und reichen wahrscheinlich nicht vor Christi Geburt zurück (Nachweis von Getreidepollen und des Pollens der Hainbuche).

So lässt sich festhalten, dass das Profil Gondiswil-Seilern eine *ungewöhnlich lange Abfolge von Vegetationszuständen aufweist*. Derartige Profile sind selten!

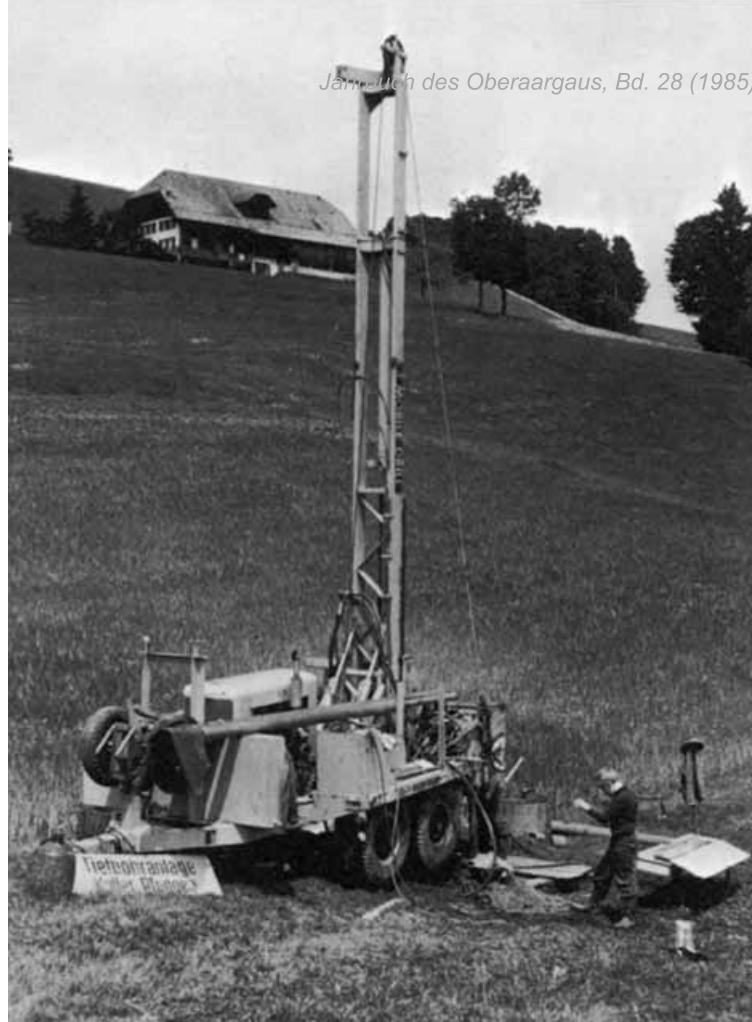


Fig. 6. Bohrstelle
des Profils
Gondiswil-Seilern,
10. Juli 1978.



Fig. 7. Bohrkeme des Profils Gondiswil-Seilern. Oben: Schieferkohle aus dem zweiten Frühwurm-Interstadial. Unten: Siltige Sedimente aus dem zweiten Frühwurm-Stadial

Die Pollenspektren an der Profilbasis widerspiegeln eine ausklingende Kaltzeit (DA 1) und anschliessend einen spätglazialen Abschnitt (DA 2–4) mit Wiederbewaldungsstadien (Wacholder → Birken → Kiefern → Kiefern mit Birken). Darauf folgen Phasen des Klimaoptimums (DA 5–8) (Eichenmischwald → Haselsträucher → Eiben → Weisstannen mit Hainbuchen) und der Abkühlung (DA 9 + 10) (Fichten → Kiefern und Fichten). Wir bezeichnen diese lange Abfolge, welche die charakteristischen Züge einer Warmzeit aufweist, als *Interglazial von Gondiswil*.

Darüber finden sich in wechselnder Folge vier Stadiale (DA 11 und 12, 17, 19, 21) und vier *Interstadiale* (DA 16, 18, 20, 22) (boreale Nadelwälder). Die Bezeichnung Interstadiale ist insofern gerechtfertigt, als die klimatischen Bedingungen während diesen Zeitabschnitten ungünstiger waren als im vorangehenden Interglazial.

3.5 Zeitliche Einstufung (Chronostratigraphie)

Wie eingangs dargestellt, ist es bisher nicht gelungen, die Schieferkohlelager von Gondiswil/Ufhusen zeitlich genau einzustufen. Von der geologischen Seite her steht fest, dass bis heute weder unter den Flözen noch darüber je Moränenmaterial festgestellt worden ist. Sind die Schieferkohlen noch vor der Risseiszeit abgelagert worden, während der das Untersuchungsgebiet vergletschert gewesen sein soll, müssten darüber glaziale Ablagerungen festzustellen sein, was aber nicht der Fall ist. Auch wenn man bedenkt, dass in diesem Erosionsgebiet glaziale Ablagerungen sehr rasch abgetragen werden können, legt doch das Fehlen jeglicher Moränenbedeckung eine Zuordnung der Schieferkohlelager zu einem *nachrisszeitlichen* Zeitabschnitt nahe.

Welchen Beitrag leisten nun die vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen zum Problem der zeitlichen Einstufung? Die pollenanalytischen Ergebnisse (Fig. 4 und 5) schliessen eine Zuordnung der Schieferkohlelager zum Ältern Quartär sicher aus; denn es fehlen die Pollen der im Tertiär verbreiteten Gattungen *Carya* (Hickory), *Pterocarya* (Flügelnuss) und *Celtis* (Zürgelbaum). Es bleibt daher die Frage zu diskutieren, ob das nachgewiesene Interglazial von Gondiswil dem vorletzten (Mindel/Riss) oder dem letzten Interglazial (Riss/Würm) zuzuordnen sei.

Zunächst ist festzuhalten, dass die nachgewiesene Abfolge der Vegetationszustände des Profils Gondiswil-Seilern gut mit jener von letztinterglazial

zialen Profilen aus dem Gebiet der Schweiz (Welten, 1982) und auch mit jener der Profile vom Samerberg in Oberbayern, die von Grüger (1979a, 1979b) bearbeitet worden sind, übereinstimmt. Nicht nur ist die Reihenfolge der Einwanderung und Ausbreitung der einzelnen Waldbäume die gleiche, auch die Intensität der Ausbreitung, die sich im Pollenniederschlag abzeichnet, hält sich in vergleichbaren Werten, wenn auch regionale und standörtliche Faktoren zu Abweichungen führen können.

Von Bedeutung ist ferner die Ausbreitung der Eibe (*Taxus*), die sich im Profil Gondiswil-Seilem ebenfalls in der typischen Diagrammlage abgezeichnet findet.

Für eine Zuordnung des Interglazials von Gondiswil zum vorletzten Interglazial (Mindel/Riss) könnten das verhältnismässig frühe Auftreten der Fichte, die starke Ausbreitung der Erle und die schwache Vertretung der Hainbuche sprechen. Dagegen ist einzuwenden, dass die Fichte nicht schon zu Beginn, sondern erst im ausklingenden Interglazial ihre kräftigste Ausbreitung erfahren hat. Die massive Ausbreitung der Erle kann durch lokale Standortsbedingungen gegeben sein. Die Schieferkohlen entstanden in feuchten Gebieten, die auch für die Entwicklung ausgedehnter Erlenbestände sicher günstig gewesen sind. Was schliesslich die Hainbuche betrifft, kann die submontane Lage des Gebietes ein Grund für die schwache Vertretung sein. Das Untersuchungsgebiet ist auch heute kein Hainbuchen-Gebiet, obwohl die Hainbuche etwas weiter nördlich in tiefern Lagen verbreitet ist.

Dem Interglazial von Gondiswil fehlt schliesslich die für das Mindel/Riss-Interglazial typische rückläufige Phase, die zu einer Zweiteilung führt (Welten, 1982).

Aufgrund dieser Überlegungen ist das *Interglazial von Gondiswil dem Riss/Würm-Interglazial*, der letzten *Warmzeit* zuzuweisen. Die vier nachfolgenden alternierenden *Stadiale* und *Interstadiale* sind demzufolge dem Frühwürm, der darauffolgende kaltzeitliche Abschnitt dem *Mittelwürm* zuzuordnen (Tab. 1).

Was die zeitliche Einstufung der Schieferkohleflöze des Profils Gondiswil-Seilem betrifft, kann darüber folgendes festgehalten werden (Tabelle 1): Die Ablagerung des untern Flözes setzte kurz vor dem klimatischen Optimum des Riss/Würm-Interglazials ein und dauerte, von einer Unterbrechung abgesehen, bis zum Beginn des ersten Frühwürm-Interstadials. Die Ablagerung des zweiten Hauptflözes begann im Verlaufe des zweiten Frühwürm-Interstadials und erstreckte sich bis zum Ende des vierten. Dies zeigt

Tabelle 1: *Profil Gondiswil-S eilern: Übersicht*

DA	Zonierung	Temperatur- verhältnisse	Zeitliche Einstufung	Bildung der Kohleflöze	Ungefähre Zeitstellung vor heute	
23	Glazial	sehr kalt	Mittelwürm		–50 000– 55 000	
22	4. Interstadial	kühl	Frühwürm	Oberes Hauptflöz		
21	4. Stadial	kalt				
20	3. Interstadial	mässig warm				
19	3. Stadial	ziemlich kalt				
18	2. Interstadial	mässig warm				
17	2. Stadial	kühl				
13–16	1. Interstadial	allm. Erwärmung				
11–12	1. Stadial	sehr kalt				–70 000– 80 000
5–10	Interglazial von Gondiswil	Abkühlung warm bis sehr warm	Riss/Würm- Interglazial	Unteres Hauptflöz		
2–4	Spätglazial	Erwärmung	Riss-Spätglazial		–110 000– 130 000	
1	Glazial	sehr kalt	Riss-Eiszeit			

einmal, dass die Bildung der Schieferkohle nicht nur im Verlaufe des letzten Interglazials erfolgt ist, sondern dass auch noch im Frühwürm recht umfangreiche Flöze abgelagert worden sind und im weiteren die Ablagerung nicht ausschliesslich an klimatisch günstigere Zeitabschnitte gebunden war, sondern auch während einzelner Kaltphasen (Stadiale) erfolgt ist.

Literaturverzeichnis

- Gerber, E. (1923): Die diluvialen Schieferkohlen (Torflager) von Gondiswil-Zell. In: Baumberger, E. et al.: Die diluvialen Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. zur Geologie der Schweiz. Geotechn. Serie, VIII. Lief., 30–66.
- Grüger, E. (1979a): Die Seeablagerungen vom Samerberg/Obb. und ihre Stellung im Jungpleistozän. – Eiszeitalter und Gegenwart 29, 23–34.

- Grüger, E. (1979b): Spätriss, Riss/Würm und Frühwürm am Samerberg in Oberbayern – ein vegetationsgeschichtlicher Beitrag zur Gliederung des Jungpleistozäns. – *Geologica bavar.* 80, 5–64.
- Lüdi, W. (1953): Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. Veröffentl. Geobot. Inst. Rubel in Zürich, 27, 208 S.
- Rytz, W. (1923): Die Pflanzenwelt der Schieferkohlen von Gondiswil-Zell. In: Baumberger, E. et al.: Die diluvialen Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. zur Geologie der Schweiz. Geotechn. Serie, VIII. Lief., 79–101.
- Studer, Th. (1923): Die Tierreste aus den Kohlenflözen von Gondiswil. In: Baumberger, E. et al.: Die diluvialen Schieferkohlen der Schweiz. Beitr. zur Geologie der Schweiz. Geotechn. Serie, VIII. Lief., 67–78.
- Welten, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngern Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. Beitr. zur Geol. Karte der Schweiz. N. F. 156. Lief., 174 S.