Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)

Band: 27 (1953)

Artikel: Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen

Autor: Lüdi, Werner

Kapitel: Einleitung

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-307807

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: 12.07.2025

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

Einleitung

Historisches. Als um die Mitte des 19. Jahrhunderts durch die Forschungen von Ignaz Venez, J. de Charpentier und anderer der Beweis geleistet wurde, daß die Alpengletscher einst in das Alpenvorland hinuntergestiegen waren, nahmen die Forscher zuerst eine einzige Eiszeit an, die sich zwischen das Spättertiär und die Gegenwart hineingeschoben habe. Genauere Untersuchungen zeigten aber in der Folge, daß die Eismassen wiederholt vorgestoßen sind und daß zwischen den Ablagerungen der Gletscher solche ganz anderer Art liegen, die in einem milden Klima entstanden sein müssen. Es ist das Verdienst von Oswald Heer in Verbindung mit seinem Freund Arnold Escher von der Linth, diese interglazialen Ablagerungen näher studiert und richtig gedeutet zu haben. Bei Dürnten und Wetzikon im Zürcher Oberland, bei Uznach in der Linthebene und bei Mörschwil östlich von St. Gallen fanden sie zwischen glazialen Ablagerungen hart gepreßte Torfe, die beim Trocknen blätterig aufspalteten und danach Schieferkohlen genannt wurden. Sie waren zum Teil in mächtigen Lagern vorhanden und enthielten in Menge gut erhaltene Reste von Holzpflanzen, beinahe ausschließlich von Picea abies, Pinus silvestris und Betula alba, vereinzelt auch von Quercus robur, Taxus baccata, Abies alba, Acer pseudoplatanus, Corylus avellana, Larix decidua und Pinus mugo, ferner Reste von krautigen Wasser- und Sumpfpflanzen, sowie von Moosen. Alle diese Pflanzen werden heute noch an den gleichen Örtlichkeiten gefunden mit Ausnahme von Larix (decidua, vgl. S. 150) und einer Seerosenart, Brasenia (purpurea, vgl. S. 95).

Schon im Jahre 1865 gibt Oswald Heer in seiner Urwelt der Schweiz eine klare Darstellung der Verhältnisse. Neben den Vorkommnissen von Uznach, Dürnten, Wetzikon, Mörschwil, waren ihm als interglaziale Fundstellen in der Schweiz noch Wangen und Eschenbach, beide in der Umgebung von Uznach gelegen, sowie Strättligen (Gundelsey) bekannt, ferner aus dem benachbarten Ausland Chambéry und Sonnaz in Savoyen, Cannstatt und Stuttgart in Süddeutschland. Er findet, das Klima der Schiefer-

kohlenzeit müsse dem heutigen ähnlich gewesen sein, vielleicht etwas kälter. Er versucht bereits, die Zeiträume zu berechnen, die zur Ablagerung der Schieferkohlenlager von Dürnten benötigt wurden (vgl. S. 63). Seine Überlegungen ergeben auch, daß die Gestaltung der Landoberfläche in der damaligen Zeit wesentlich anders als heute gewesen sein muß. So nimmt er an, zur Zeit der Bildung der Schieferkohlen von Uznach sei dort 90—100 m über der heutigen Talsohle ein See vorhanden gewesen.

In der Folge wurden die Forschungen über die pflanzlichen Reste der Diluvialzeit fortgesetzt, ohne daß aber das von Heer gezeichnete Bild sich wesentlich verändert hätte. J. B. Greppin entdeckte im Jahre 1875 Reste diluvialer Pflanzen in einer Rheintalterrasse in St. Jakob bei Basel.

Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters entwickelte sich naturgemäß vor allem in den Interglazialzeiten; aber auch Reste eiszeitlicher Vegetation wurden gefunden. Heer erwähnt 1865 nach A. Morlot Zapfen von Picea abies aus Moränen bei Thonon und beim Signal de Bougy. Der schwedische Quartärforscher A. G. Nathorst fand 1872 fossile Glazialpflanzen im tonigen Untergrund des Torfmoors von Krutzelried bei Dübendorf. Einige weitere Fundstellen folgten, deren Entdeckung wir vor allem Carl Schröter verdanken. Sie ergaben den Beweis dafür, daß zur ausgehenden Eiszeit im Mittelland arktisch-alpine Arten wuchsen.

Die als interglazial oder interstadial zu deutenden Pflanzenfundstellen haben sich in der Folge bedeutend vermehrt. 1892 fand J. Früh in der Mammutfundstätte Niederweningen neben andern Pflanzenresten auch Pollen von Pinus und Betula. 1894 untersuchte Leo Wehrli die interglazialen Tufflager von Flurlingen bei Schaffhausen nach Pflanzenresten, wobei eine auffallende Dominanz von Acer pseudoplatanus und daneben Buxus sempervirens festgestellt wurde. Lignite fanden sich an der Rhone bei Genf an verschiedenen Orten, Schieferkohlen bei Grandson, bei Gondiswil-Zell und bei Wildhaus. E. Neuweiler gab uns 1905 eine kritische Zusammenfassung der bis dahin bekannten Funde. Im Jahre 1912 veröffentlichte Frd. C. Müller eine Zusammenstellung der Schieferkohlenfundstellen in der Schweiz, die sachlich nichts Neues brachte.

Dagegen ergaben die Forschungen der Quartärgeologen A. Penck und E. Brückner um die Jahrhundertwende eine Gliederung des Eiszeitalters in vier Eiszeiten. Während von den beiden älteren Eiszeiten im schweizerischen Alpenvorland nur isolierte Reste vorliegen, sind die beiden jüngeren noch in zusammenhängender Verbreitung erhalten, und es zeigte sich, daß zur Zeit der größten Vereisung (3. Eiszeit) das ganze Gebiet unter dem Eise begraben lag und daß auch zur Zeit des Hochstandes der letzten Vereisung nur kleine Teilgebiete eisfrei blieben (vgl. das Kärtchen, Abb. 1). Auf dieser Grundlage bauten die Forscher weiter, und es entstand eine ganze Wissenschaft des Eiszeitalters, des Diluviums oder Pleistozän. Bereits von Penck und Brückner und in der Folge von zahlreichen andern Quartärforschern wurde immer wieder versucht, die interglazialen Fossilfundstellen in das System der Vereisungen einzubauen, wobei die Schieferkohlenbildung meist in die dritte Interglazialzeit verlegt wurde.

Ganz neue Gesichtspunkte über Klima und Vegetation des Diluviums brachten die Forschungen von Heinrich Brockmann-Jerosch in Kaltbrunn bei Uznach. Er vertrat (1910) die Auffassung, daß das Klima der Glazial- und Interglazialzeiten in unserem Lande in hohem Maße ozeanisch gewesen sei, und daß während des ganzen Diluviums, in Gletscherzeit und Zwischeneiszeit, sich ein mesophiler Laubwald über das eisfreie Land ausgebreitet habe (vgl. S. 72). Der Kampf der Meinungen entbrannte heftig, ohne daß aber eindeutige Beweise für oder gegen Brockmanns Anschauungen gebracht werden konnten. Brockmann selber kam noch wiederholt auf diese Probleme zurück und verteidigte seine Ansichten (z. B. 1919, 1921). Die Mehrzahl der Forscher lehnte sie jedoch ab. Eine Ausnahme machte z. B. Alb. Heim (1919, S. 327, 333). Auch E. Scheibener (ca. 1915) vertritt, wenngleich nicht klar formuliert, ähnliche Ansichten wie Brockmann. Unsere Schieferkohlen sind nach ihm interstadialer Entstehung, bei ausgesprochen ozeanischem Klimacharakter gebildet.

Einen bedeutenden Fortschritt in unserer Erkenntnis der Schieferkohlenvegetation brachte der erste Weltkrieg mit sich. Um der Kohlennot zu steuern, wurden die Schieferkohlenlager nach Möglichkeit ausgebeutet, wobei sorgfältige geologische Kon-

trollen vorgenommen wurden. Die Ergebnisse sind in dem großen Sammelband «Die diluvialen Schieferkohlen der Schweiz» vereinigt, der 1923 erschien. Das Werk enthält viele pflanzliche Neufunde von H. Gams, A. Jeannet, W. Koch, Ch. Meylan und W. Rytz. W. Rytz schildert die Flora und Vegetation der Schieferkohlen von Gondiswil-Zell und versucht, die Vegetationsveränderungen im Laufe der Kohlenbildungszeit aufzuhellen. A. Jeannet gibt uns eine große Synthese der besonders schwierig zu deutenden interglazialen Bildungen von Uznach. Schon etwas früher bearbeitete H. Gams (A. Heim und H. Gams 1918) die Flora der Schieferkohlen von Wildhaus, die in einer Darstellung der Vegetationsverhältnisse gipfelte.

Seither sind wieder einige neue Aufschlüsse bekannt geworden, und während des letzten Weltkrieges setzte von neuem eine intensive Ausbeutung der Schieferkohlenlager ein, wie sie kaum mehr wiederkehren wird. Anderseits gibt uns die Pollenanalyse ein neues und außerordentlich wertvolles Mittel zur Erforschung der Waldgeschichte in die Hand. So entschloß ich mich, die günstige Gelegenheit zu benützen und verschaffte mir von einer möglichst großen Zahl von Lagerstätten Probenserien, die nun sukzessive im Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel in Zürich pollenanalytisch durchgearbeitet wurden. Für Mitarbeit bin ich besonders verpflichtet den Herren Dr. Heinrich Zoller, Assistent, und Hans Siegl, Laborant.

Der Stiftung Amrein-Troller, Gletschergarten, Luzern, sprechen wir hiermit für einen Druckbeitrag unseren besten Dank aus.

Kennzeichen interglazialer Ablagerungen. Heutige Verteilung der großen Vegetationseinheiten. Bevor wir unsere Untersuchung beginnen, dürfte es nötig sein, uns darüber klar zu werden, *was wir unter Interglazialzeit verstehen.* Der Begriff wurde als Gegensatz zu Glazialzeit, Eiszeit geprägt, und da in der Eiszeit in den Alpen oder im hohen Norden sich Eisströme bildeten, die sich flächenhaft über große Gebiete ausbreiteten, so muß die Zwischeneiszeit einen Zeitabschnitt zwischen 2 Eiszeiten umfassen, als diese Eismassen wieder verschwunden waren. Im Alpengebiet bedeutet dies, daß in der Eiszeit Gletscher von den Höhen

der Alpen ins Vorland hinunterstiegen und dieses überfluteten, während in der Zwischenzeit das Eis sich zurückzog und mehr oder weniger verschwand. Da wir die heutigen Verhältnisse als zwischeneiszeitlich empfinden, so beansprucht dieser Begriff nicht ein völliges Verschwinden der Gletscher aus den Alpen, sondern nur ein Zurückziehen auf die höchstgelegenen Gebiete, wobei beträchtliche Schwankungen der Gletscherenden aufwärts und abwärts eingeschlossen sind. Wir dürfen wohl als Anfang einer Eiszeit den Augenblick bezeichnen, da die Gletscher, im Begriffe ins Vorland vorzustoßen, in die großen Haupttäler der Alpen eintreten, und als Ende den Zeitpunkt, da sie auf ihrem Rückzug diese Haupttäler wieder verlassen.

Das ist an den Moränenbildungen verhältnismäßig leicht festzustellen. Schwierig wird aber das Problem, wenn Ablagerungen im Vorland daraufhin beurteilt werden sollen, ob sie glazial- oder interglazialzeitlich seien. Die von den Geologen gewöhnlich angewandten Kriterien sind sehr unsicher, und ihre auf lokale Vorkommnisse gegründete Verwendung hat viel Verwirrung gebracht. Schotterlagen zwischen Moränen können ebensogut von zwei verschiedenen Vergletscherungen als auch von einer bloß lokalen oder stadialen Gletscherschwankung herrühren. Auch Terrassenbildungen haben oft getäuscht. Viel besser wird es natürlich, wenn solche Erscheinungen sich als regional erweisen oder vom Vorland bis ins Alpeninnere verfolgt werden können. Durch Erkenntnisse dieser letzteren Art wurde es möglich, die Hauptzüge des Geschehens in der Pleistozänzeit festzustellen.

Pedologen und Biologen können verhältnismäßig sichere Aussagen über die Klimaverhältnisse zur Zeit der Entstehung ihrer Untersuchungsobjekte machen und damit auch zur Frage, ob ihre Entstehung in eiszeitlicher oder zwischeneiszeitlicher Umgebung erfolgt sei. Diese Erkenntnisse beziehen sich aber nur auf lokal begrenzte Ablagerungen, die zudem in der Regel selten oder doch vereinzelt auftreten.

So deuten *fossile Schwarzerden, Braunerdeböden, verlehmte Löße,* meist wohl auch Podsolböden und Torflager auf interglaziale Klimaverhältnisse. Interglaziale Torfe weisen starke Verdichtung, im intramoränen Gebiet ausgesprochene Zeichen von Pressung und Schieferung auf. Aber das Fehlen solcher Boden-

bildungen in Sedimentfolgen, die zwischeneiszeitliche Schichten vermuten lassen, hat keine Beweiskraft, da sie abgetragen sein können, sei es durch Wassererosion oder in intramoränem Gebiet namentlich auch durch die schürfende Tätigkeit des Gletschers. Umgekehrt sind Brodelböden, Fließerden, Eiskeilspalten und gewisse andere Bodenbildungen, die zusammen als periglazial bezeichnet werden, unter glazialen Umweltbedingungen entstanden. Im intramoränen Gebiet sind sie aber nur selten zu finden.

Von *tierischen Resten* können in erster Linie die Molluskenschalen zur Klimabestimmung ausgewertet werden. Die Mollusken sind verhältnismäßig standortbeständig, und viele von ihnen machen gut begrenzte Klimaansprüche. Die Schalen bleiben meist am Ort, wo das Tier gelebt hat, liegen und sind oft in großer Menge vorhanden, was die Wahrscheinlichkeit ihrer Auffindung erhöht. Ebenso bleiben Reste von Käfern und andern Arthropoden, von gewissen Protozoen und andern niedern Tieren erhalten und könnten wohl noch in etwas höherem Maße ausgewertet werden, als dies gewöhnlich geschehen ist. Höhere Tiere sind im allgemeinen unsicherer, da die Knochenreste leicht verschleppt werden, vor allem aber das lebende Tier an klimatische Verhältnisse sehr anpassungsfähig ist. Das äußert sich auch darin, daß manche Art, von der wir nach der heutigen Verbreitung eine gewisse klimatische Stenözie anzunehmen geneigt sind, dem Anscheine nach doch in Interglazialzeiten *und* Glazialzeiten gelebt hat (vgl. dazu im Abschnitt über die Tierwelt der Glazialzeiten S. 173).

Die besten Klimaindikatoren bieten ohne Zweifel die höheren Pflanzen, da sie bestimmte Klimaansprüche stellen, mit Grenzen, die nicht überschritten werden. Sie besitzen zudem mannigfaltige zur Fossilisation geeignete Organe (Holz, Früchte, Samen, Blätter, Pollen), deren Ablagerung schichtbeständig ist. Der Nachweis der allgemeinen Besiedelung mit Pflanzen (oder Tieren), die ein glaziales Klima nicht vertragen, die heute nur entfernt von den großen Gletschergebieten leben können, die in den Alpen normalerweise nicht über die subalpine Höhenstufe oder die Waldgrenze hinaufsteigen können, bedeutet zugleich auch den Nachweis des interglazialen Klimas. Alpiner Vegetation, sei es Rasen oder Zwerggesträuch, entspricht bereits die Gletschernähe. Als sichere Zeugen für ein interglaziales Klima können wir vor

allem die Wälder betrachten, wobei naturgemäß manche Übergangsstufe von dem kälteertragenden Baumwuchs eines Klimas, das noch ans glaziale grenzt, bis zum Baumwuchs eines warmen Klimas verschiedenen Grades und verschiedener Tönung zu erwarten ist.

Zur Beurteilung der Vegetation der Interglazialzeiten dürfen wir in unserem Gebiete von der heutigen Vegetation ausgehen. Denn wir wissen, daß die Flora damals von der heutigen nicht wesentlich verschieden war und daß die Geländebildung und die Großklimalage des Alpenvorlandes in den Interglazialzeiten jedenfalls ähnlich gewesen sind wie heute.

In der *heutigen Pflanzenwelt des Alpenvorlandes und der Alpen* finden wir 1. daß die herrschende Vegetationsform bis zur klimatischen Waldgrenze diejenige eines ausgesprochenen Waldlandes ist und 2. daß die Wälder sich nach Höhenstufen und innerhalb einer Höhenstufe nach Standorten differenzieren.

Die Wälder in den tiefstgelegenen, klimamilden Gebieten setzen sich aus gemischtem Laubholz zusammen mit Quercus (Eiche), Ulmus (Ulme), Tilia (Linde), Acer (Ahorn), Fagus (Buche), Carpinus (Hainbuche), Populus tremula (Zitterpappel) und vielgestaltigem Gebüsch, vor allem auch Corylus avellana (Hasel) (Klimaxgebiet des Querceto-Carpinetum). In montanen Lagen, den größten Teil unseres Vorlandes einnehmend, herrscht Fagus silvatica, gegen oben hin bei zunehmender Humidität des Klimas mehr und mehr mit Abies alba (Tanne) vergesellschaftet (Klimaxgebiet des Abieto-Fagetum). Auf trockenen, flachgründigen Böden kann in diesen beiden Höhenstufen die Waldföhre (Pinus silvestris) kleine Bestände bilden, ebenso auf Mooren. Die Fichte (Picea abies) und die Bergföhre (Pinus mugo) steigen in dem Baumwuchs ungünstigen Lagen im natürlichen Wald weit in die Fagus-Abies-Stufe hinab, letztere vor allem auf Hochmooren. Alnus incana und glutinosa (Grauerle und Schwarzerle), Fraxinus excelsior (Esche), Populus nigra (Schwarzpappel), Betula verrucosa (Birke), hochwüchsige Weiden (Salix-Arten) wachsen in den Sumpfgebieten dieser beiden Laubholzgürtel und begleiten die Flußläufe.

Heute ist auch Picea abies im schweizerischen Mittelland

außerordentlich verbreitet und in weiten Gebieten dominant. Die starke Ausbreitung dieser Art ist aber auf die Waldkultur durch den Menschen zurückzuführen. Im Mittelland ist Picea erst im Laufe des Neolithikums eingewandert und würde im natürlichen Waldgebilde sehr zurücktreten, sich im wesentlichen auf ungünstige Lagen und minderwertige Böden beschränkend. Immerhin nimmt ihre natürliche Verbreitung mit steigender Höhenlage stark zu, so daß ihr oberhalb von etwa 800 m im natürlichen Walde vermutlich vielerorts bereits ein beträchtlicher Anteil zukommt. Die natürlichen Verbreitungsverhältnisse der Waldtypen sind heute im Mittelland im einzelnen schwierig gegeneinander abzugrenzen. Man vergleiche dazu die Arbeiten von H. und M. Brockmann-Jerosch (1910), J. Braun-Blanquet (1932), W. Lüdi (1935), E. Stamm (1938), E. Furrer (1942), W. Koch (1944) und neuerdings besonders von H. Etter (1943, 1947), M. Moor (1952). Als Ganzes sind unsere gegenwärtigen Wälder das Ergebnis einer während der ganzen Postglazialzeit dauernden Entwicklung, die durch Einwanderung, durch Klima- und Bodenveränderung und schließlich durch die Einwirkung des Menschen hervorgerufen worden ist, wobei sich Reste früherer Waldperioden als Relikte an besonderen Lokalitäten halten konnten.

In den feuchtkühlen nördlichen Alpen schließt sich von rund 1200 m an aufwärts an die Fagus-Abiesstufe die subalpine Piceastufe an (Klimaxgebiet des Piceetum abietis). Die Fichte bildet hier die Waldgrenze, die von den Randketten in die Nordalpen hinein von ca. 1600 m bis 1900 m ansteigt. Im oberen Teil der subalpinen Stufe und etwas über die Waldgrenze hinaus aufsteigend, finden wir Bestände von strauchigen Föhren (Pinus mugo, Bergföhre) und Erlen (Alnus viridis, Grünerle). Die Bergföhre bildet in baumförmiger Rasse (ssp. uncinata) stellenweise, so in der Alpenrandkette zwischen Thunersee und Vierwaldstättersee, einen schmalen Gürtel über dem Fichtengürtel und damit auch die Baumgrenze. Niedrige Baumbirken (Betula pubescens-Formen, weniger auch Betula verrucosa) vergesellschaften sich mit diesem Gehölz.

Schon im oberen Teil des Piceagürtels ist das azidophile Ericaceen-Zwerggesträuch sehr verbreitet. Oberhalb der Wald-

grenze bildet es auf den gereiften Böden einen geschlossenen Gürtel, in dem neben Fichtenvorposten in einzelnen Gebieten noch zerstreute Arven oder Lärchen stehen, wahrscheinlich Reste einer früheren größeren Verbreitung (Klimaxgebiet des Rhodoreto-Vaccinietum bis etwa 200 m über die Waldgrenze, und höher bis gegen 2400 m Klimaxgebiet des Loiseleurietum procumbentis, mit Vaccinium uliginosum und des Nardetum strictae). Zwerg- und Spalierweiden sind in diesem Vegetationsgürtel allgemein verbreitet.

Über dem Zwergstrauchgürtel breiten sich auch auf den gereiften Böden alpine Rasen aus, bis gegen die klimatische Schneegrenze hin, die in ca. 2400—2900 m Meereshöhe anzusetzen ist (Klimaxgebiet der alpinen Grasheide, des Caricetum curvulae).

In den zentralen Alpen, die im allgemeinen ein kontinentaleres Klima besitzen, ist die Höhengliederung der Vegetation wesentlich anders, von unten nach oben:

Quercetum pubescentis-petraeae-Stufe mit ausgedehnten Pinus silvestris-Beständen und starker Beimischung von Steppenvegetation (Waldsteppe).

Piceetum-Stufe mit Pinus silvestris und höher oben Pinus mugo.

Pinus cembra - Larix decidua - Stufe (Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum) z. T. mit dominanter Pinus mugo.

Die Birke ist im zentralalpinen Gebiet allgemein weiter verbreitet.

Arven (Pinus cembra), Lärchen (Larix decidua), Bergföhren bilden die Waldgrenze, die höher liegt als in den Nordalpen und bis 2300 m steigen kann. Die Arven-Lärchenstufe umfaßt auch die Rhodoreto-Vaccinietumstufe der Nordalpen, da Arve und Lärche annähernd bis zur oberen Grenze der geschlossenen Bestände von Rhododendron ferrugineum reichen. Die darüber folgenden alpinen Vegetationsstufen sind ähnlich beschaffen wie in den Nordalpen; doch liegen auch bei ihnen die oberen Grenzen höher, und die Klimaxgesellschaften sind viel weiter verbreitet, was mit dem Vorwiegen der Silikatgesteine in Verbindung zu bringen ist. Die klimatische Schneegrenze kann bis über 3000 m hinaufrücken (Monte Rosa Gebiet 3200 m).

Einzelne Zwergweiden und vor allem Spalierweiden steigen noch hoch in die alpine Stufe hinauf (Salix herbacea ca. 3300 m, Salix retusa ca. 3000 m, Salix serpyllifolia ca. 3000 m und Salix reticulata ca. 3100 m).

Der gereifte Boden ist in den Alpen und ihrem Vorlande bei genügender Feinerdebildung in den Laubwaldstufen Braunerde, in den höheren Lagen Podsol oder podsolige Braunerde (über Schiefer). Vereinzelt finden sich Podsole oder podsolige Böden unter ungünstigen Verhältnissen auch in tieferen Lagen.

Wenden wir jetzt diesen Überblick über die gegenwärtige Vegetationsverteilung auf unsere Interglazialprobleme an, unter der Annahme, die kausalen Beziehungen zwischen Klima und Vegetationstyp seien damals im wesentlichen gleich gewesen wie jetzt. Ein im Interglazial festgestellter Querceto-Carpinetum Typ läßt unter dieser Voraussetzung auf ein Klima schließen, wie es jetzt in den mildesten Gebieten unseres Mittellandes herrscht, ein Mischwald von Abies und Picea (Fagus fehlt unseren Interglazialen, wie wir sehen werden) auf ein gemäßigtes Klima, bei dominanter Abies mit ausgesprochener Luftfeuchtigkeit, ein Picea-Wald auf ein kühlfeuchtes Klima, bei starker Beimischung von Pinus silvestris vielleicht auf ein moorreiches Gebiet oder auf kontinentale Verhältnisse, wie heute in unseren Zentralalpentälern.

Alle diese Waldtypen kennzeichnen noch ausgesprochen interglaziale Klimaverhältnisse. Es ist m. E. unrichtig, in den Alpen von subarktischen Piceawäldern zu sprechen. Picea hält sich an die subalpine Stufe. Subarktischen Verhältnissen kann in den Alpen erst der Rhodoreto-Vaccinietum-Gürtel entsprechen, mit Grünerlen-, Bergföhren-Flaumbirkenbeständen und den höchstgelegenen Arven und Lärchen. Aber zwischen Waldgrenze und Schneegrenze bleibt ein vertikaler Zwischenraum von 800 bis 900 m, und auch von den höchststeigenden Bäumen und Hochsträuchern ist die Schneegrenze in vertikaler Richtung noch etwa 600 m entfernt. In diesem Raume tritt eine langsame Verarmung der Vegetation ein.

Ausgehend von den heutigen Verhältnissen können wir also erst eine völlig baumfreie Vegetation mit glazialer Umgebung parallelisieren und Pinus mugo-, Betula-, Alnus viridis-, Salix-Bestände als nächste Annäherung etwa mit Vorstoß- und Rückzugsstadien oder doch mit wesentlicher Entfernung vom Eisrand gleichsetzen, vielleicht ähnlich auch die Arven-Lärchenbestände,

während alle übrigen Waldtypen ein klares Interglazialklima verlangen.

Immerhin müssen zu diesen Ableitungen einige Einschränkungen gemacht werden. Einmal liegt die Gefahr vor, daß wir da, wo nicht Makrofossilien sondern Pollen zur Bestimmung des Vegetationstypus verwendet werden, eine Vegetation vermuten, die in Wirklichkeit einst erst in größerer Entfernung wuchs, weil der gefundene Pollen durch Ferntransport hergebracht wurde. Diese Fehlerquelle können wir aber im allgemeinen erkennen, soweit Waldvegetation in Frage kommt, indem nicht nur die Pollenfrequenzen klein sind — das ist auch bei dichter Bewaldung oft der Fall — sondern indem der Krautpollen einen sehr großen Anteil am Pollenspektrum nimmt, ja den Baumpollen an Menge übertreffen kann.

Des weiteren ist nicht von vornherein gesagt, daß die Gleichsetzung der heutigen klimatischen Schneegrenze mit dem eiszeitlichen Gletscherrand richtig sei, also zur Eiszeit der Alpen am Eisrand des Vorlandes und auf Nunatakern keine Baum- oder Waldvegetation existieren konnte. Die heutigen Talgletscher reichen ja auch weit in das Waldgebiet hinab, und über ihren Rändern gedeihen Bestände von Arven, Lärchen, Birken und Bergföhren. Allerdings ist das Inlandeis der Glazialzeiten wiederum nicht mit unseren postglazialen Talgletschern zu vergleichen, und vom heutigen Inlandeis des Nordens bleiben die Wälder fern; aber wir müssen doch bei Rückschlüssen auf Klimaverhältnisse diese Möglichkeiten erwägen und die wirklichen Zustände aufzuklären versuchen, wie dies für das Spätglazial und Postglazial der Würmeiszeit mit Erfolg durchgeführt worden ist.

Wir betrachten in der Folge zuerst die einzelnen untersuchten Lagerstätten, wobei wir von den bisherigen Ergebnissen der Forschung ausgehen und auch die von mir nicht eingehend untersuchten Ablagerungen mit Bezug auf pflanzliche Fossilien berücksichtigen. Ihre Lage ist in dem Kärtchen, Abb. 1, eingezeichnet. Schließlich werden wir versuchen, eine Gesamtdarstellung zu geben und allgemeine Schlüsse auf unsere Wald- und Klimageschichte zu ziehen.

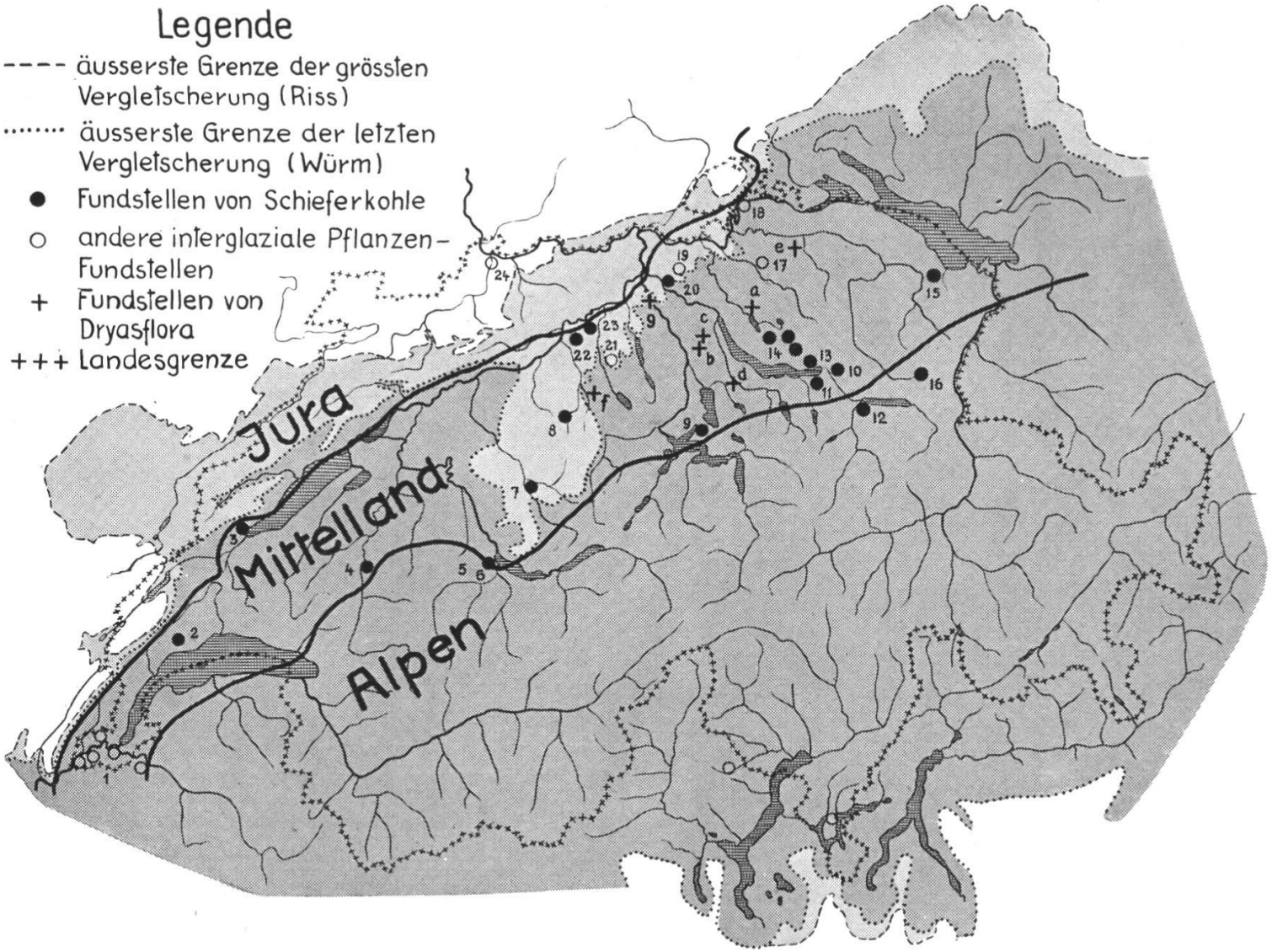

Abb. 1. Kartenskizze der Schweiz mit Einzeichnung der vergletscherten Räume und der pleistozänen Pflanzenfundstellen.
1—24 = Interglaziale Pflanzenfundstellen (Reihenfolge entsprechend der Behandlung im Text; vgl. die Nummern der Inhaltsübersicht, S. 3). a—g = Fundstellen der Dryasflora (a = Krutzelried, b = Hedingen, c = Bonstetten, d = Schönenberg, e = Niederwil, f = Wauwil, g = Mellingen).