

Beiträge zur Florengeschichte der Alpen

Von H. Merxmüller und J. Poelt, München

Herrn Professor Dr. Otto Renner

zum 70. Geburtstag in Verehrung und Dankbarkeit gewidmet

Es hat sich in den letzten Jahren immer deutlicher gezeigt, daß die alte Frage, ob und in welchem Umfang die alpine Flora die Eiszeiten an Ort und Stelle überdauern konnte, noch keineswegs als entschieden gelten darf. Unsere Kenntnisse über Art, Ausmaß und Formen der diluvialen Vereisung in den Alpen dürften heute einigermaßen ausreichend sein, um einmal das Problem der Erhaltung gleichsam von der anderen Seite anzugehen: nämlich uns zu fragen, welche und wie viele Arten unserer heutigen Alpenflora, gemessen an ihrem rezenten ökologischen Verhalten, zumindest potentiell in der Lage gewesen wären, in den Alpen auch während des Eishöchststandes auszuharren. Da sogar von den extremen Vertretern der „Tabula-rasa“-Theorie, also einer völligen Vernichtung der alpinen Flora während der jeweiligen Vereisung, die Erhaltung einiger „harter“ Kryptogamen in den unvergletscherten Alpentteilen konzidiert wird, so sollen im ersten Teil dieser Studie besonders die Überdauerungsmöglichkeiten von Flechten und Moosen betrachtet und an Hand vergleichbarer Verhältnisse in anderen Hochgebirgen und in polaren Gebieten überprüft werden.

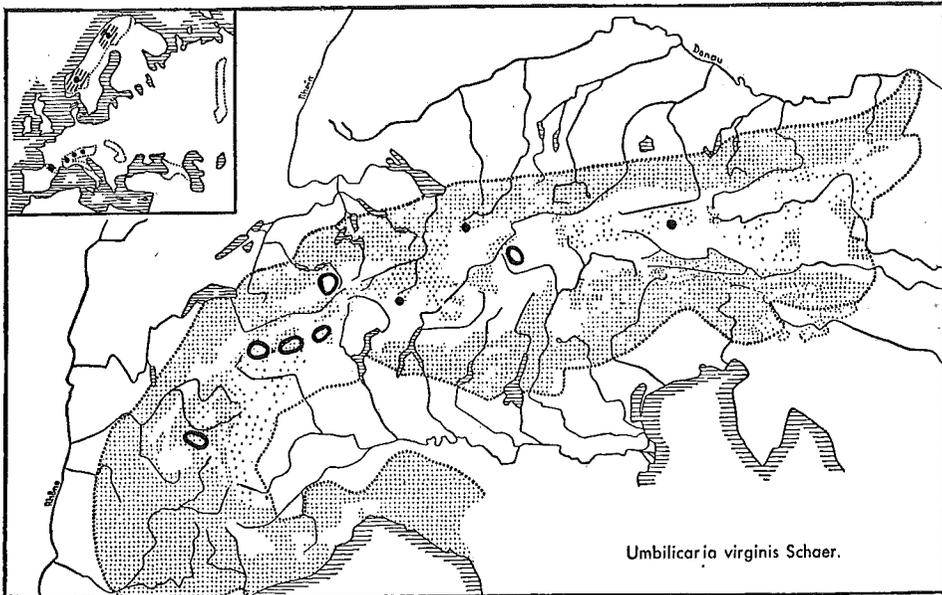
Wir stellen hier die obligat oder fakultativ nivalen Arten voran, von deren Existenz man längst unterrichtet ist, deren Artenzahl jedoch auch heute noch weit unterschätzt zu werden pflegt: also diejenigen Arten, die an geeigneten Standorten, auf freien Felsgipfeln, an südexponierten Wänden, auch noch über der Grenze des ewigen Schnees zu leben vermögen. Diese Grenze wird heute für die östlichen Zentralalpen mit etwa 2900 m angegeben, etwas höher, bei 3000 und mehr, in den Gebieten größter Massenerhebungen; wir dürfen sie aber für die Besprechung der Nivalen etwa dem Höchststand der Vereisung im vorigen Jahrhundert gemäß festlegen, da die fragliche Kryptogamenvegetation durchaus noch das Bild der damaligen Verbreitung widerspiegelt, wie an den ehemaligen Eisrändern der heute weit zurückgegangenen Gletscher erkennbar ist. Es darf hier gleich vorausgenommen werden, daß die vielzitierte „Vegetationsleere“ im Vorgelände unserer heutigen Alpengletscher ebenfalls ganz offensichtlich nur auf das allzu rasche Abschmelzen in den vergangenen Jahrzehnten zurückzuführen ist, mit dem die Kryptogamenbesiedlung einfach nicht Schritt halten konnte: wie wir überhaupt gerne der Gefahr erliegen, unsere kleinperiodigen Eintagsverfahren ohne jede Revision auf die säkularen Erscheinungen der Geschichte zu übertragen.

Um jedoch wieder auf unsere nivalen Arten zurückzukommen, so ist in der Literatur eine ganz beträchtliche Zahl gelegentlicher Angaben über sie zu finden; planmäßige Untersuchungen hierüber stammen, wenigstens was die Flechten betrifft, von Arnold, der auf dem Gipfel der Kreuzspitze bei Vent (Öztaler Alpen: 3454 m) noch 34 Arten konstatierte. Er versuchte auch eine überschlägige Zählung der in den Alpen über 3400 m noch existierenden Flechtenarten, wobei er gegen hundert namhaft machte. Ihre Zahl dürfte jedoch ein gutes Stück höher anzusetzen sein; so konnte der eine von uns auf einer kurzen Begehung der Gipfel des Kaunergrates (westliche Öztaler) bereits eine ganze Anzahl weiterer Arten über der 3400-m-Linie verzeichnen. Beim Abwärtssteigen nimmt zudem die Zahl der Flechtenarten laufend zu, so daß wir für die veranschlagte Höhe von 2800 m mindestens mit 200, eher mit 300 Arten rechnen müssen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß in dem genannten Untersuchungsgebiet kalkhaltige Gesteine völlig fehlen und die Artenzahl reiner Silikatgebiete bekanntlich relativ gering ist. Das Verhalten der Kalkflora im nivalen Gebiet ist im rezenten Klima auf Grund der meist geringeren Erhebung der Kalkalpen schwieriger zu überprüfen; immerhin weisen die über die Schneegrenze aufragenden Gipfel des Wettersteins und der Lechtaler Alpen ebenfalls noch eine ziemlich reiche Flora auf.

Wollen wir unter den wichtigeren Flechtengattungen dieser Gruppe nur einige namentlich aufzählen, so seien unter den Großflechten vor allem etwa 13 Arten der Gattung *Umbilicaria* genannt, die Frey (dort auch weitere Literatur) mehrfach behandelt hat, ferner eine Reihe von *Parmelien* (etwa 13), *Cetrarien* (6), *Stereocaula* (6) sowie einige *Usneaceen*; unter den Krustenflechten seien die zahlreichen Vertreter der Gattungen *Lecidea*, *Lecanora*, *Rhizocarpon*, *Buellia* sowie, besonders auf Kalk, von *Caloplaca* (um 25) hervorgehoben.

Es sei hier kurz auf die Frage eingegangen, ob eine wirklich obligat nivale Flora überhaupt existiert. Für die Flechten läßt sich dies mit Sicherheit bejahen, zumindest wenn man Arten wählt, deren Hauptverbreitung zweifelsfrei oberhalb der Schneegrenze liegt, dabei jedoch ein gelegentliches Herabsteigen oder Übergreifen in die hochalpine Stufe einräumt: es sei hier nur auf *Umbilicaria virginis* (die Nivalflechte par excellence — Karte 1), *U. decussata*, *Toninia conglomerata*, *Lecanora orbicularis*, *L. nunatakorum* (Poelt, 1953), auch *Lecidea formosa* hingewiesen. Die Kenntnis der Krustenflechten ist allgemein noch zu dürftig, als daß ein abschließendes Urteil gebildet werden könnte.

Wenn wir mit aller Entschiedenheit die inneralpine Erhaltung all dieser genannten Flechtensippen während der diluvialen Vereisungen postulieren, so mag letztlich diese Meinung noch durch einen Hinweis auf die Verhältnisse des antarktischen Festlandes gestützt werden, das heute wohl als das lebensfeindlichste Gebiet der Erde überhaupt bezeichnet werden kann; von den Küsten abgesehen, wird es meist für völlig lebensleer gehalten. Siple hat jedoch noch auf den einsamsten Nunatakkern dieser riesigen Eisfläche bis hinauf zu 86° südlicher Breite eine ganze Reihe von Flechten nachgewiesen (die später von Dodge und Baker bearbeitet worden sind) — eine erstaunliche und höchst lehrreiche Tatsache, die angesichts der hohen Trockenheit des antarktischen Festlandes noch bewunderungswürdiger erscheint.



Karte 1: Verbreitung von *Umbilicaria virginis* Schaer. in den Alpen (Poelt).

Selbstverständlich haben wir dieser Gruppe mitnichten nur Flechten zuzurechnen, sondern es ist (neben einer Reihe von Algen, mit denen wir weniger vertraut sind) mit gleichem Nachdruck auf eine sehr beträchtliche Anzahl von Moosen hinzuweisen, für die wir uns auf Herzog (S. 256) beziehen können. Aus der reichen Auswahl seien hier, als besonders typisch, nur die Gattungen *Grimmia* und *Schistidium* (mit etwa 15 nivalen Arten) genannt, dann *Racomitrium* (5), *Andreaea* (3), *Hypnum* (6), viele *Dicranaceen* (etwa 15), manche *Trichostomaceen* und *Pottiaceen*, eine ganze Reihe pleurokarper Laubmoose, endlich eine sehr beträchtliche Zahl von Lebermoosen (insgesamt mindestens 25), aus der besonders noch *Marsupella* und *Gymnomitrium* benannt werden sollen.

Wenn wir alle diese Moos- und Flechtenarten zusammennehmen, so kommen wir für die Alpen — man kann dies vielleicht sogar auf die Ostalpen beschränken — auf etwa 500 Sippen, die heute den nivalen Verhältnissen vollkommen angepaßt erscheinen und denen wir deshalb zumindest die Möglichkeit einer Überwinterung während der Eiszeit zubilligen müssen. Eine chorologische Betrachtung dieser Arten zeigt uns verständlicherweise viele Vertreter arktisch-alpiner Verbreitung, daneben nicht wenige Angehörige eines borealen (oder noch weiter verbreiteten) Oreophyten-elementes; daneben ist eine Reihe bisher nur aus den Alpen bekannter Arten zu verzeichnen, deren Endemität jedoch keineswegs als gesichert betrachtet werden darf. Ökologisch handelt es sich vorwiegend um epipetrische Spezies, in geringerem Maße auch um Bewohner von Detritus, Schutt, organischem Abfall u. dgl.

Dieser ökologische Spielraum erweitert sich ganz bedeutend, wenn wir nun eine weitere Gruppe von Kryptogamen betrachten, die heute die Schneegrenze zwar nicht nach oben überschreiten, dieser aber doch vielerorts recht nahe kommen. Hierbei geht es uns zunächst um jene stattliche Reihe von Arten, die an die alpinen Schneeböden gebunden sind, an wasserzügige Hänge und an die Ränder der Gletscherbäche. Unter ihnen sei hier vor allem auf Moose hingewiesen, die ja für diese Biotope besonders charakteristisch sind, etwa auf Arten der Gattung *Hygrohypnum* (etwa 6), von *Kiaeria* (3), *Drepanocladus* (4), *Pohlia* (7), *Philonotis* (2) und *Bryum*, oder auf die stattliche Zahl folioser Lebermoose (etwa 40—50), unter denen auch hier wieder die Gattung *Marsupella* hervor-

zuheben ist. Wo nur irgend in den Alpen sich an den unteren Rand der Firnfelder eisfreie Hänge anschlossen, die nicht von Gletscherströmen überfahren wurden, ist mit dem Vorhandensein solcher Arten auch während des Höchststandes der Vereisungen mit Sicherheit zu rechnen. Es gibt wohl kein Firngebiet auf der ganzen Erde (einschließlich der hochnordischen), das nicht an seinen Rändern, dabei oft weit oberhalb der Gletscherzungen, von einer ähnlichen Vegetation begleitet wäre. Dabei wissen wir heute von geologischer Seite her, daß sich nicht nur gegen den Alpenrand hin solche breite schneefreie Streifen zwischen den Firnfeldern und den hier rasch abflachenden Gletscherströmen eingeschoben haben, sondern daß auch im Alpeninnern einzelne Talgebiete (manchmal sogar beträchtlichen Umfangs, vgl. etwa die Karte von Beck) ausgespart wurden. Nur der Deutlichkeit halber sei hier überhaupt noch einmal mit allem Nachdruck ausgesprochen, daß die Alpen während der Eiszeiten keineswegs unter einem dicken Eisschild begraben waren, der Hunderte von Kilometern im Umkreis von sterilen Schottern umgeben war: das Charakteristikum der Vereisungen waren vielmehr die mächtigen Eisströme, die gerade die Talungen (in den Inneralpen natürlich bis zu sehr beträchtlichen Höhen ansteigend) erfüllten, die jedoch an den Alpenrändern bald versiegten, dort große Gebiete eisfrei ließen, mächtige Massive umflossen — und die auch im Alpeninnern allorts von beachtlichen Bergen überragt wurden. Wenn auch diese letztgenannten Spitzen stark verformt gewesen sein sollten, so können wir aus den bekannten Verhältnissen arktischer Nunatakker mit Sicherheit schließen, daß sie sommers auf ihren temperaturbegünstigten Seiten ausaperten und entsprechende Floren trugen.

Es sei uns hier eine Abschweifung gestattet, die weitere Korrekturen uns allzu extrem erscheinender Ansichten anstreben will. Man neigt dazu, das weiträumige und sicher oft engmaschige Vorhandensein gewisser Spuren (Gletscherschliffe, geritzte Geschiebe, Schotterflächen) so auszudeuten, als ob ihre bewirkenden Faktoren streng gleichzeitig tätig gewesen wären. Man wird, um ein außer-alpines Beispiel zu wählen, doch nicht gerne glauben wollen, das weite Isartal bei Landshut sei in einem Akt durch einen sich in eben dieser ungeheuren Breite daherwälzenden Gletscherwasserstrom in das tertiäre Hügelland eingegraben worden; sondern man wird vernünftigerweise annehmen, daß ein weit kleinerer, sich immer wieder verlagernder und sein Bett wechselnder Fluß in langen Jahrtausenden sukzessiv diese weite Talung geschaffen hat. Ebensovienig ist aber am Alpenrand ein einziges mehr oder minder zusammenhängendes Stromband nach Norden geflossen, das die peripheren Schotter aufgeschüttet hat, sondern auch diese heute so homogen erscheinenden breiten Schotterfelder sind sicherlich von einzelnen kleinen Flußläufen in ständiger Verlagerung, nach und nach, nacheinander und nebeneinander aufgeschüttet worden: und es werden sich selbst während des Höchststandes der Vereisungen und selbst in Alpennähe über Jahrhunderte (und vielleicht -tausende) hinweg stark verfestigte und gealterte Schotterfluren neben den Strömen gehalten haben, die dann allerdings eines Tages wieder von einer neuen Flußverlagerung ergriffen und einer neuen Umlagerung unterzogen wurden. Was nun endlich die großen Gletscherströme betrifft, so erscheint es uns auch hier (bei einiger Vertrautheit mit den Gegebenheiten rezenter Gletscher) mitnichten wahrscheinlich, daß diese Täler zu jeder Zeit und bis zum letzten Winkel hin in ihrer ganzen Breite vom Eise erfüllt gewesen seien; wir möchten auch hier an Verlagerungen und Aussparungen denken, die alle in so großen Zeiträumen vor sich gingen, daß sich auch für einen nur des langsamen Ortswechsels fähigen Pflanzenwuchs Möglichkeiten lokaler Kontinuität boten.

Fast allüberall und sowohl in den Hochgebirgen als auch im arktischen Bereich sind mit den Schneeböden regelmäßig trockene Rasenstücke verzahnt, Fragmente alpiner Heiden, die aus Reliefgründen schneller ausapern und zumindest relativ trockener erscheinen. Hier existiert bereits eine Krautschicht (die wir ja auch bei den Schneeböden nicht gänzlich missen), für die — zumindest auf Silikatgesteinen — Curvuleten u. ä. charakteristisch sind. Unter den Kryptogamen, die uns auch hier wieder besonders interessieren, sind an Moosen vor allem *Dicranum*-Arten und manche Pleurokarpe anzuführen, an Flechten eine Reihe von *Cladonien* sowie auch zahlreiche Detritus-bewohnende Kleinflechten. Die enge räumliche Bindung dieser Biotope mit den vorgenannten, für die wir eiszeitliche Überdauerungsmöglichkeiten fordern mußten, läßt es unumgänglich erscheinen, hier ähnlich vorzugehen. Damit stimmt gut überein, daß die fraglichen Arten und Gesellschaften recht gleichartig und dicht über die gesamten Alpen hinweg verbreitet sind — eine Erscheinung, die man meist auf die „eben überaus leichte Ausbreitungsfähigkeit“ der meisten Pflanzen zurückzuführen pflegt. Man macht sich jedoch weit übertriebene Vorstellungen, wenn man, einige zweifellos exzeptionelle Fälle verallgemeinernd, die kühnsten Wanderungen selbst stark stenözischer Elemente postuliert. Wir wissen heute, daß auch die Kryptogamen mit ihren uneingeschränkt ausbreitungsfähigen Diasporen strengen und von denen der schwersamigen Angiospermen durchaus nicht unterschiedenen Ausbreitungsgesetzen unterworfen sind. So kam auch, um wieder auf vergleichbare arktische Verhältnisse zu verweisen, Lyngé (1938, 126) bei seinen Untersuchungen über die Verbreitung einiger arktischer Großflechten auf Spitzbergen zu der Erkenntnis, daß seine Arten zumindest die letzte Vereisung an den Nordküsten des Archipels überdauert haben mußten. Wir

haben keinen Grund anzunehmen, daß die Verhältnisse in dieser Gegend etwa besser gewesen sein sollten als in den Alpen — und werden deshalb die weite alpine Verbreitung unserer Schneeböden und Heiden eher auf eine vielfache und relativ engmaschige Erhaltung zurückführen, als daß wir für all die fraglichen Arten ein (durchaus hypothetisches) ganz überdurchschnittliches Ausbreitungsvermögen postulieren wollen.

Auf einen ökologischen Faktor muß hier noch besonders eingegangen werden, der die Vegetation der arktischen wie der hochalpinen Gebiete oft stärker beeinflußt als die Temperatur: die Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff. Auch hier haben wir uns zunächst wieder auf Lynge (1921, 279) zu beziehen, nach dem etwa in Nowaja Semlja die Artenzahl von Blütenpflanzen wie von Blütenlosen bis auf ein Mehrfaches anschwillt, wenn die Vegetation durch tierische Exkremate, insbesondere Vogelkot, beeinflusst wird. Dieselbe Förderung der Artenzahl kennen wir bei der epipetrischen Flechtenvegetation unserer heutigen Hochalpen — und es ist dahinzustellen, ob nicht auch hier die anderen Pflanzengruppen solchen Einflüssen tributär sind. In besonderem Maße scheint uns dabei die Kalkvegetation von der Stickstoffversorgung abhängig zu sein. Die Artenzahl von Flechten und Moosen ist in den Kalkalpen auf ausgesetzten Gräten, die häufig von Vögeln besucht werden, mehrfach höher als auf nicht beflogenen Felspartien. Ganz offensichtlich ist aber nun gerade diese nitrophile Kalkvegetation relativ unempfindlich gegenüber Klimaeinwirkungen; sie besiedelt die Gipfel von den Voralpen bis hinauf auf die höchsten Spitzen der Kalkhochgebirge, soweit überhaupt ein Vogelleben geht. Da, wie schon oben betont, selbst beim Höchststand der Vereisungen viele Randketten der Nord- wie der Südalpen (also gerade der Kalkalpen) eisfrei geblieben sind, wird ein eiszeitliches Überdauern auch dieser Vegetationen mehr als wahrscheinlich gemacht. Wir schreiben hier ausdrücklich „Vegetationen“ und nicht „Arten“: denn auch hier wäre die Annahme abwegig, daß nur die ausschließlich auf die Hochgebirge beschränkten, also nivalen und subnivalen Arten überdauert hätten, nicht aber die heute mit ihnen allüberall auch noch auf den höchsten Gipfeln vergesellschafteten ubiquitischen Formen. Es scheint uns daher richtig, auch für dieses Kernstück kalkalpiner Kryptogamenvegetation eiszeitliche Überdauerungsmöglichkeiten vorauszusetzen.

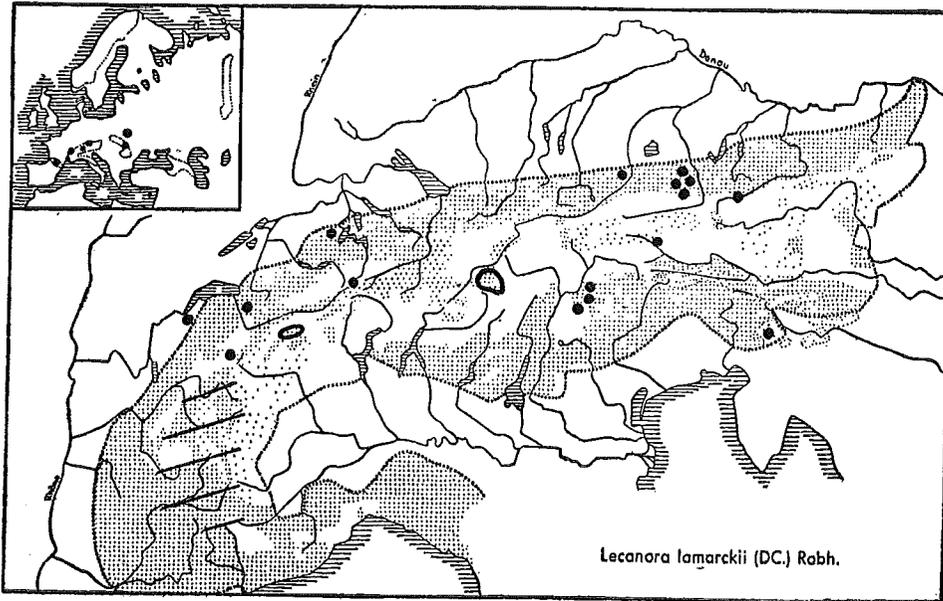
Wem solche „Hypothesen“ zu kühn erscheinen sollten, dem müssen wir nun doch mit chorologischen Fakten entgegentreten, wie dies im folgenden überhaupt mehr und mehr notwendig werden wird. Gerade die Arten der eben angeführten Gruppe weisen in beträchtlicher Zahl bei sonst weltweiter Verbreitung in den Alpen selbst sehr disjunkte Teilareale auf. Unter den Flechten sei hier auf die wieder von Lynge (1933) untersuchten Arten *Dactylina* (= *Dufourea*) *madrepuriformis* und *ramulosa* verwiesen, deren Arealbilder ganz eindeutig für eine diluviale Zerstückelung des im Tertiär gesamt-nordhemisphärischen Hochgebirgsareals und für eine zumindest spätdiluviale Erhaltung in den Gebieten des rezenten Vorkommens sprechen. Etwas speziellere ökologische Ansprüche mögen hier die Isolierung begünstigt haben: beide Arten sind auf kalkreiche Schiefer und Kieselkalke beschränkt. Auf den gleichen ausgesetzten Gräten findet sich auch eine Moosgesellschaft altaisch-alpinen Typs, deren hochdisperse Areale ebenfalls für eine Überwinterung sprechen. Wir rechnen hierzu *Oreas martiana*, *Tayloria hornschuchiana*, *Tetraplodon urceolatus*, *Plagiobryum demissum*, einige *Desmatodon*-Arten. Bei der stärker basischen Parallelgesellschaft des *Stegomietums* (Herzog, 51) sind wir zu ähnlichen Annahmen gezwungen.

Auch Kalkfelsflechten eines ganz anderen Florenelementes, nämlich des mediterran-alpinen, weisen hochgradige Arealzerstückelungen in den Hochalpen auf, die sicherlich ebenfalls auf diluviale Einflüsse zurückzuführen sind. Diese Typen sind im Gegensatz zu den arktisch- oder altaisch-alpinen viel weniger an bestimmte Höhenstufen gebunden, sondern sie laufen vielfach von den heißen Tälern bis auf die schneebedeckten Gipfel durch — eine bei den Blütenpflanzen bereits von Diels untersuchte Erscheinung (Eurythermie des mediterranen Stammes). Wenn wir einige Flechten aus dieser Gruppe anführen wollen, so seien etwa *Lecanora lamarckii* (Karte 2), *L. reuteri* (Karte 3), *Caloplaca biatorina*, *C. australis* und *Glypbolecia scabra* genannt; da es sich, wie fast stets auf Kalk, um Krusten handelt, dürfte sich ihre Zahl bei genauem Studium wesentlich erhöhen.

Mit der Zuordnung dieser und vieler anderer Kalkkrusten zu der Kategorie potentieller Überwinterer steigt deren Artenzahl höchst beträchtlich. Gliedern wir ihr schließlich noch die artenreiche Gruppe zwergstrauchbewohnender Mikrolichenen an, die sich mit ihren Wirten auch heute bis weit in die hochalpine und nivale Stufe hinein vorfinden, so dürfte es keine Übertreibung bedeuten, wenn wir behaupten, daß der Großteil der alpinen Flechten und Moose durchaus in der Lage war und imstande gewesen sein muß, zumindest die letzte Eiszeit in den Alpen zu überdauern.

Wenden wir uns nun den alpinen Gefäßpflanzen zu. Auch unter ihnen muß eine Anzahl von Arten, an ihren heutigen Standortsansprüchen gemessen, als typisch nival bezeichnet werden — und wir werden daher für sie, analog zu den entsprechenden Kryptogamen, eine Überdauerung nicht nur in den größeren randlichen Reliktgebieten, sondern auch auf Nunatakkern im Inneren der Alpen in Betracht ziehen dürfen (Karte 4, die man mit Karte 1 vergleichen wolle). Schroeter (S. 825), der sich hier besonders auf Braun-Blanquet und Klebelsberg stützt, errechnet für die östlichen

und mittleren Alpen eine Zahl von 263 Sippen, die heute in die nivale Stufe der Alpen aufsteigen; aus den nicht gerade artenreichen Öztaler Alpen kann v. Klebelsberg allein 86 nivale Arten aufführen. Diese Zahlen dürften sich bei weiterer Nachforschung und bei Einbeziehung der Südwestalpen noch beträchtlich erhöhen; eine Reihe exklusiv kalzikoler Sippen, die heute aus orographischen Gegebenheiten am höheren Aufsteigen gehindert sind, ist ebenfalls heranzuziehen. Parallel zu unserem Vorgehen bei der Behandlung der Kryptogamen werden wir schließlich auch die hochalpin- bis subnivale Vertreter der Schneeboden-, Heiden- und Felsvegetation einzubegreifen haben, sofern sie nicht in der oben genannten Zahl enthalten sind. Selbst wenn wir die absolute Richtigkeit stärkster Talvergletscherung und weitestgehender Verfirnung der Alpen unangezweifelt lassen sollten, müßten wir zumindest diesen nivalen und subnivale Arten ein eiszeitliches Überdauern an geeigneten Stellen innerhalb der Alpen zubilligen.



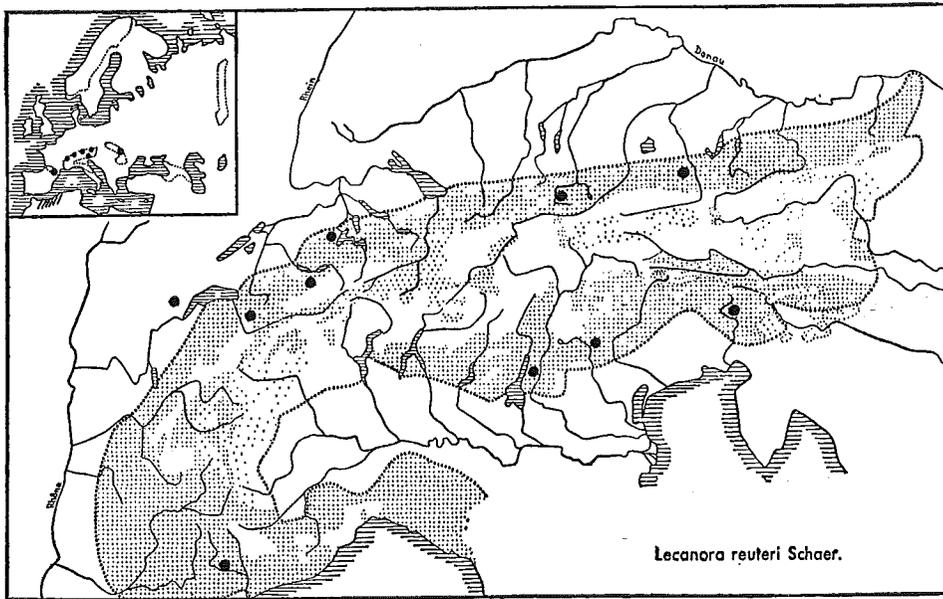
Karte 2: Verbreitung von *Lecanora lamarckii* (DC.) Rabh. in den Alpen (Poelt).

Für eine weit größere Zahl von Blütenpflanzen boten jedoch die stark vereisten Gebiete der Alpen, zumindest soweit unsere heutige Kenntnis der damaligen Verhältnisse reicht, keine Lebensmöglichkeiten während der Eiszeit. Bei einer überlegenden Betrachtung der Eiszeitgeschichte solcher Sippen hat man zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen: entweder sind die nicht-nivalen Glieder der präglazialen Alpenflora in der Eiszeit weitgehend ausgestorben — dann müssen wir umfangreiche Pflanzenwanderungen postulieren; oder im Alpenbereich fanden sich doch genügend große und über den Gesamttraum verteilte Reliktgebiete, die auch anspruchsvolleren Typen Erhaltungsmöglichkeiten boten. Da auch heute noch immer wieder einer letzteiszeitlichen oder sogar postdiluvialen Zuwanderung eines wesentlichen Prozentsatzes arktisch-alpiner und besonders auch altaisch-alpiner Elemente das Wort gesprochen wird, worüber man einige Arbeiten aus jüngster Zeit vergleichen möge, erscheinen Überlegungen über die Möglichkeiten groß- und großräumiger Wanderungen erneut vonnöten.

Die maßlose Überschätzung der Wanderungsfähigkeit der Pflanzenwelt beruht nach unserer Ansicht auf einer ganz unzulässigen Verallgemeinerung einiger bekannter Fälle (etwa von *Solidago serotina*, *Erigeron canadensis*, *Oenothera biennis*), also von mehr oder weniger solitär lebenden Unkrautpflanzen, die mit menschlicher Hilfe für sie normalerweise unersteigbare Barrieren übersprungen haben und nun in raschem Siegeszug ihr potentielles Areal auszufüllen vermochten. Bei ihnen handelt es sich mit wenigen Ausnahmen um Arten, die nicht in das feste Gefüge einer geschlossenen Vegetation einzudringen imstande sind und die deshalb für Ödplätze, Schotterfluren u. ä. charakteristisch wurden; in natürlichen Vergesellschaftungen erliegen sie unweigerlich der indigenen Konkurrenz. Vergleichbare, wenn auch weit kleinräumige Wanderungen beobachten wir bei heimischen Pionierpflanzen, bei den Bewohnern der Schotterflächen an Flußrändern und auf Gletschervorfeldern, in gewissem Sinne auch bei den Schlagpflanzen.

Natürlich haben solche Schotterpflanzen bei der Wiederbesiedlung der eisfrei werdenden Gebiete eine große Rolle gespielt. Für unsere Fragestellung sind sie trotzdem von geringem Werte, da sich

ja solche Schotter nur in relativer Nähe der Vergletscherungen finden und mitnichten etwa das diluviale Zwischengebiet zwischen Alpen und Zentralasien bedeckten. Zudem wurde das Überdauern der alpinen Schotterpflanzen, die durchwegs kälteharte Pioniere darstellen, am Alpenrand oder in Alpennähe selbst von den Extremisten nie in Frage gestellt. Es steht zu vermuten, daß man heute auch für gewisse kälteertragende Steppenpflanzen ein gleiches einzuräumen bereit ist.



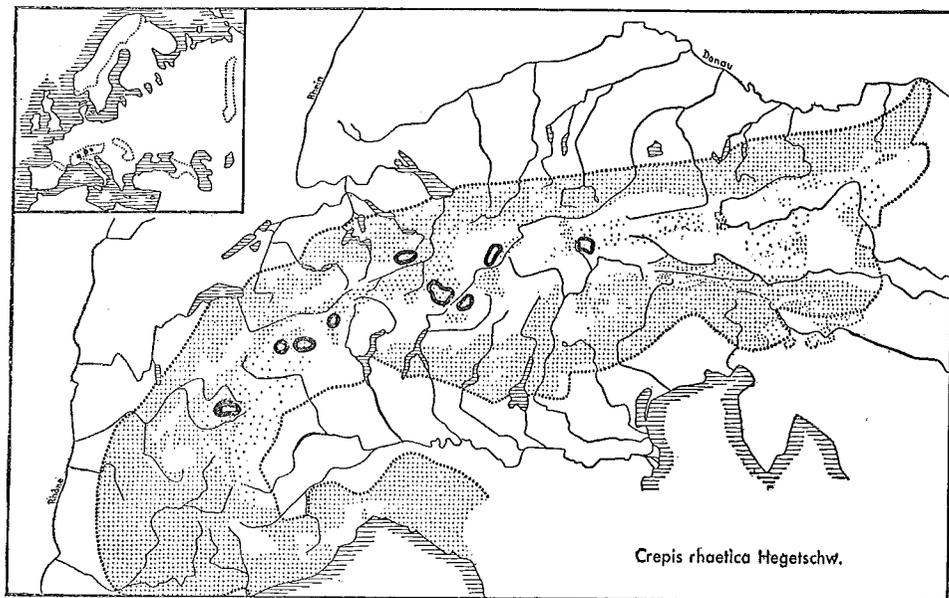
Karte 3: Verbreitung von *Lecanora reuteri* Schaeer. in den Alpen (Poelt).

Der weitaus größte Teil unserer Alpenflora ist jedoch fest in bestimmte Gesellschaftstypen eingepaßt und ebenso unfähig, eine Pionierrolle zu spielen wie in andere, festgefügte Gesellschaften einzudringen. Solche Arten können nur innerhalb, das heißt im Verein ihrer zugehörigen Pflanzengesellschaft wandern, wenn wir diesen übertragenen Ausdruck für jenen höchst komplizierten Vorgang gebrauchen wollen, der durchgreifende Veränderungen der Gesamtvegetation ebenso bedingt wie gleichzeitige Wandlungen der Kontaktgesellschaften und ein immer neues Einspielen der vielförmigen Beziehungen unter den Einzelpflanzen und zwischen diesen und dem Standort. Immer aber ist das Vorhandensein geeigneter Standorte, sind die ökologischen Verhältnisse bestimmend; und hier hat man sich, soweit uns die betreffende Literatur bekannt ist, bislang merkwürdig wenig Gedanken darüber gemacht, auf welchen Substraten denn eigentlich die Großraumwanderungen unserer Alpenflora vor sich gegangen sein sollen. Sicher ist, daß die weiten Ebenen und Fastebenen, die damals wie heute zwischen den Alpen und der Heimat der uns hier interessierenden Florenelemente liegen, denkbar ungünstige Vorbedingungen für ein Wandern von (vor allem kalkikolen) Felspflanzen, von Hochstaudenfluren, von alpinen Matten usw. bieten — und die Dreiheit von Mooren, Tundren und Schotterfluren, von der man diese Zwischengebiete mehr oder minder ausschließlich bedeckt haben will, erscheint uns für ein Wandern von Elementen anderer Biotope nicht minder ungeeignet. Charakteristischerweise sind auch kaum irgendwo Relikte solcher anderer Vegetationstypen auf ihren angeblichen Wanderwegen erhalten.

Im übrigen hat schon Brockmann-Jerosch immer wieder darauf hingewiesen, daß man die Funde, die man als „Dryasflora“ kennt, nicht so verallgemeinern dürfe, daß man sich die glaziale Landschaft ausschließlich mit den besagten Mooren, Tundren und Schotterfluren bestanden denkt. Dieser Einwand scheint uns auch heute noch durchaus berechtigt; die genannten Biotope bieten zweifellos die besten Möglichkeiten zur Konservierung ihrer Flora, die überdies mit der rezenten dieser Standorte durchaus identisch ist. Aus dem fossilen Auftreten vorzüglich solcher Arten kann daher kaum erwiesen werden, daß die Vegetation damals nur solche Biotope kannte.

Wir müssen aus dem bisher Gesagten schließen, daß zumindest für bestimmte Gruppen der heutigen Alpenflora großräumige Wanderungen während und nach der letzten Eiszeit als reichlich unwahrscheinlich zu betrachten sind. Es ist in diesem Zusammenhang von hohem Interesse, daß auch in Nordeuropa, wo diese Fragenkomplexe erheblich besser durchgearbeitet wurden als bei uns, immer mehr von der Hypothese großräumiger Wanderungen (der oben erwähnten Elemente) ab-

gegangen und eine eiszeitliche Erhaltung im Gebiete gefordert wird — in jenen Gebieten des arktischen Eisschildes, die klimatisch jedenfalls weit ungünstigere Bedingungen aufwiesen als der Bereich unserer vergleichsweise geringfügigen alpinen Vergletscherung. Wie z. B. aus der ausgezeichneten Zusammenstellung Nannfeldts zu entnehmen ist, muß aus dem chorologischen Verhalten einer großen Zahl von engräumig oder disjunkt verbreiteten Arten (die in ihrer Verbreitung heute noch deutliche Beziehungen zu den postulierten Refugien erkennen lassen) mit Sicherheit geschlossen werden, daß die skandinavische Gebirgsflora in den schmalen, eisfreien Küstenstreifen des südlichen und nördlichen Norwegens zumindest die letzte Eiszeit überdauert hat. Eine Zuwanderung alpiner Elemente wird zum mindesten vor dieser angesetzt, wie sich aus der durch die Würmeiszeit verursachten Zerteilung ihrer Areale und gelegentlich darauffolgende rassische Differenzierungen (so etwa bei *Saxifraga aizoon*) beweisen läßt. In jüngster Zeit wurde, um nur einige weitere Beispiele aus Nordeuropa zu nennen, durch die Auffindung von *Artemisia norvegica* in Nordschottland (Blakelock) die Existenz solcher „eisfreier Sanctuarien“ auf den Schottland vorgelagerten Inseln wahrscheinlich gemacht und selbst in Nordostgrönland müssen nach Gelting und neuerdings nach Holmen und Mathiesen Glazialrefugien nicht nur von Nunatakkern, sondern sogar von unvergletschertem Tiefland vorhanden gewesen sein. Natürlich wurden solche Refugien nicht nur von den genannten seltenen Gebirgs-elementen bewohnt, sie waren also nicht etwa „botanische Gärten von Seltenheiten“ (Nannfeldt); vielmehr kann gerade aus dem Verhalten der seltenen Typen mit Sicherheit auf eher reichere Vorkommen der heute allgemein verbreiteten Gebirgs-pflanzen in diesen Gebieten geschlossen werden.



Karte 4: Verbreitung von *Crepis rhaetica* Hegetschw. (Merxmüller).

Wenn wir nun wieder zu den Alpen zurückkehren, so bieten uns heute zahlreiche geologische und geographische Untersuchungen die Kenntnis, daß im Alpenraum auf verhältnismäßig große Strecken hin auch während des Höchststandes der Vereisung unvergletscherte Territorien bestanden. Mehr oder minder breite eisfreie Gebirgsstreifen säumten nahezu die ganze Alpenkette im äußersten Osten und Nordwesten, in den gesamten Süd- und vor allem in den Südwestalpen; breite Gipfel-massive und Bergzüge überragten in Art der Nunatakker auch innerhalb der Vereisungslinie die Gletscherströme. Selbst entlang dem Nordalpenrand herrschten vergleichbare, wenn auch etwas ungünstigere Verhältnisse. Der eine von uns hat unlängst eine Übersichtskarte der unvereisten Gebiete in den diluvialen Gesamtalpen gegeben (Merxmüller, 1952, 93), auf die wir uns hier beziehen wollen. Soviel ist also sicher: prinzipiell standen in den Alpen genügend unvereiste Gebiete zur Verfügung, die als Refugien dienen konnten.

Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, bis zu welchem Ausmaß sich anspruchsvollere Tier- und Pflanzenarten in solchen Refugien halten konnten. Wir haben auf den ersten Seiten dieser Arbeit einen Weg zu beschreiten versucht, auf dem wenigstens für einen großen Teil der Kryptogamen und für eine nicht unbedeutende Anzahl von Phanerogamen eine positive Antwort zu er-

halten war. Für die überwiegende Menge der Blütenpflanzen sind wir jedoch auf die vergleichend-arealkundliche Methode angewiesen, die in diesem Fall zu untersuchen hat, ob so klare Beziehungen zwischen den heute eingenommenen Arealen und den vermuteten Refugien bestehen, daß eine solche Korrelation am besten oder vielleicht sogar ausschließlich durch ein Überdauern in den Alpen erklärt werden kann. Für die alpine Tierwelt liegen solche Untersuchungen in dem jüngst erschienenen meisterlichen Werk von Holdhaus vor; für die Blütenpflanzen wurde von uns ähnliches in der oben genannten Arbeit (Merxmüller, 1952/54) versucht.

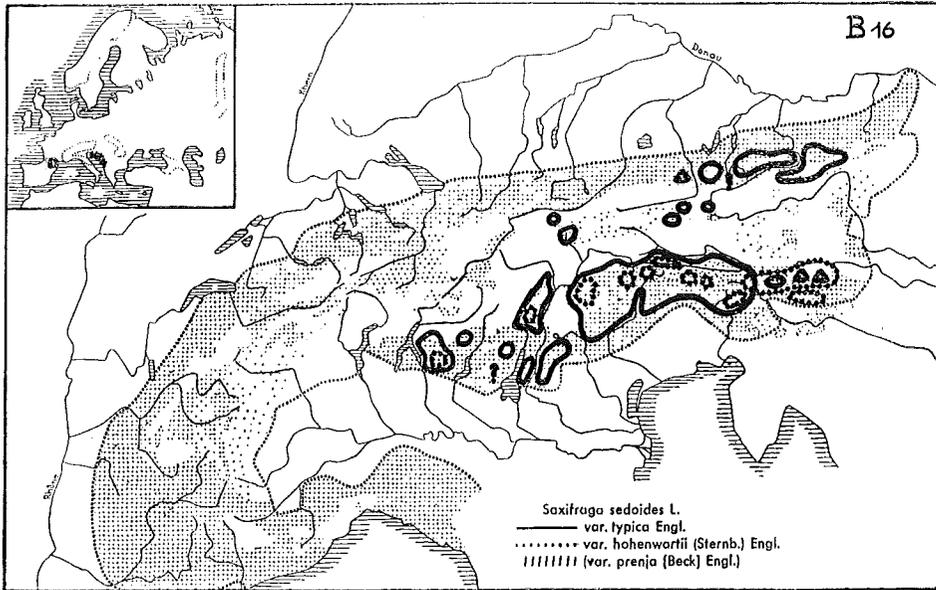
Das erstaunlichste Ergebnis dieser beiden Studien (und mancher ähnlichen aus früherer Zeit) liegt darin, daß völlig heterogene Tier- und Pflanzenarten in ihren alpinen Teilarealen oft geradezu peinlich genaue Übereinstimmungen aufweisen, wobei es ganz gleichgültig ist, ob es sich um junge oder alte Sippen, endemische oder weitverbreitete Arten, um mediterrane oder zentralasiatische Verwandtschaften, um Schnecken oder Käfer, um Blütenpflanzen oder Moose handelt (vgl. Karte 5 und 6). Das kann nur so gedeutet werden, daß die ursprünglich sicher recht verschiedenartigen alpinen Areale all dieser heterogenen Sippen später durch einen exogenen Faktor einigermmaßen regelmäßig und einheitlich überprägt wurden, so daß die heutigen Arealformen weit weniger ökologisch-klimatisch als vielmehr historisch zu verstehen sind. Die zweite wesentliche Erkenntnis liegt in der Tatsache, daß sich alle jene irgendwie relikitär verbreiteten Sippen in auffälliger Weise in eben denselben Gebieten häufen, die die geomorphologische Untersuchung als in der Eiszeit unvergletschert erkannt hat.

Wir können daher nicht umhin, mit aller Bestimmtheit die letzteiszeitliche Vergletscherung als den genannten arealprägenden exogenen Faktor zu bezeichnen und in der strengen Bindung der Rezentareale an die damals eisfrei gebliebenen Bereiche einen klaren und deutlichen Beweis für deren Refugialnatur zu sehen. Es wäre abwegig, wollte man die Gültigkeit einer solchen Relikttheorie auf die härtesten, widerstandsfähigsten Arten beschränken und ebenso charakteristisch verbreitete Sippen von ihr ausnehmen, weil sie als empfindlicher, wärmebedürftiger gelten; vielmehr wird man aus der identischen Arealgestalt auf irgendwie bessere Bedingungen in den Refugialgebieten schließen müssen. Und da wir weiter (wie vorhin bei der Besprechung der nordischen Verhältnisse) annehmen müssen, daß sich nicht nur die heute disjunkt verbreiteten Sippen in den Refugien erhalten haben, sondern auch und erst recht die ja meist viel lebenskräftigeren weiter verbreiteten Formen, so stehen wir nicht an, die Überdauerung eines Großteils der eigentlich alpinen Flora im Bereiche der Alpen als sicher zu erachten.

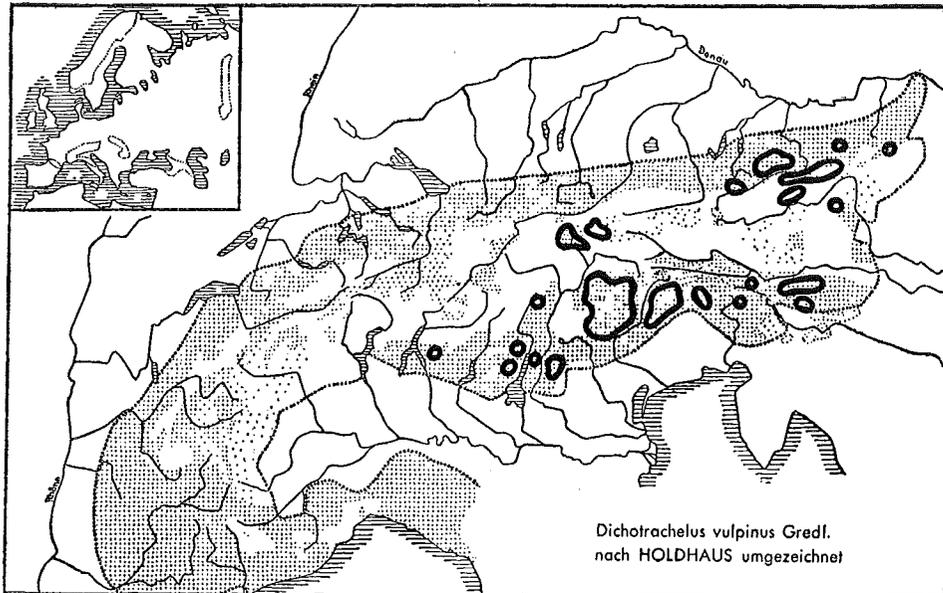
In jüngster Zeit ist von geographischer Seite erneut behauptet worden, daß die klimatischen Verhältnisse der eiszeitlichen Alpen solchen Vorstellungen im Wege stünden; es seien deshalb auch zu dieser Frage noch einige Anmerkungen gestattet. Es ist jedenfalls nicht angängig, ohne weiteres Parallelen zwischen dem rezenten Klima der Arktis (oder gar Antarktis) und dem eiszeitlichen Klima der Alpen zu ziehen; der uns am gewichtigsten erscheinende Unterschied, nämlich die verschiedene Breitenlage der beiden Gebiete, war mit Sicherheit in der letzten Eiszeit gegenüber heute völlig unverändert. Das bringt aber so wesentliche Unterschiede in den Temperatur- (Einstrahlung!) und vor allem in den Lichtverhältnissen (Lang- und Kurztag!) mit sich, daß uns für einen Vegetationsvergleich jeglicher Bezugspunkt fehlt (— der gleiche Fehler einer Identifizierung der beiden fraglichen Klimate scheint uns heute fast allorts bei den bekannten Polyploidiestudien gemacht zu werden).

Wenn wir überhaupt unter den rezenten Bedingungen Modellbeispiele für das eiszeitliche Alpenklima suchen, so müssen wir die Hochgebirge der gemäßigten Zonen betrachten. Sie pflegt man, stark vereinfachend, nach ihrem vorherrschend kontinentalen oder ozeanischen Klimacharakter in zwei Gruppen zu gliedern. Bei den trockenen, kontinentalen Gebirgen Innerasiens, des westlichen Nord- und Südamerikas liegt die Schneegrenze hoch, die Vegetation ist steppen- oder halbwüstenartig, ihr begrenzender Faktor die Trockenheit. Auf ebenen Flächen und sonnabseitigen Hängen dehnen sich auch noch weit unterhalb der Schneegrenze Frostböden aus (die allerdings nach unserer heutigen Kenntnis oberflächlich reichen Pflanzenwuchs, ja unter anderweitig günstigen Bedingungen selbst Baumwuchs zu tragen vermögen — Louis mdl.). Umgekehrt zeichnen sich die feuchteren ozeanischen Gebirge durch hohe Niederschläge (in entsprechender Höhe als Schnee) aus, die die Schneegrenze herabdrücken und zu starker Gletscherbildung führen; hier vermag die Vegetation so weit anzusteigen, daß z. B. im nordamerikanischen Kaskadengebirge nach Brockmann-Jerosch die Baumgrenze über der Schneegrenze liegt. In der betreffenden Höhenstufe apert die Mulden auch bei starker sommerlicher Einstrahlung nicht mehr völlig aus, während auf den benachbarten Kuppen Sommerwärme und langdauernde Vegetationszeit selbst Baumwuchs ermöglichen. Noch extremere Verhältnisse zeigen uns einzelne Inselgebirge der Südhbkugel, auf denen die subtropisch-ozeanische Vegetation fast unmittelbar an die Gletscher brandet.

Wenn wir uns fragen, welche dieser Verhältnisse auf die eiszeitlichen Alpen zu übertragen sind, so legt das gesicherte Vorkommen fossiler Frostböden kontinentale Bedingungen nahe; andererseits



Karte 5: Verbreitung von *Saxifraga sedoides* L. in den Alpen (nach Merxmüller, 1952).



Karte 6: Verbreitung des Rüsselkäfers *Dichotrachelus vulpinus* Gredl. (nach Holdhaus umgezeichnet).

fordert die so ausgedehnte Vergletscherung die reichlicheren Niederschläge ozeanischer Gebirge. Wir glauben daher, daß es überhaupt abwegig ist, für die diluvialen Gesamtalpen eine einheitliche Klimastruktur anzunehmen (die sie ja auch heute mitnichten besitzen); vielmehr dürften damals wie heute die einzelnen Gebietsteile stark differente, von den heutigen vergleichsweise nicht prinzipiell abweichende Verhältnisse aufgewiesen haben. Gewisse Talsysteme der Inneralpen, manche Massive vor allem der Ostalpen werden auch während der Eiszeiten Charakterzüge eines kontinentalen Gebirges aufgewiesen haben, während umgekehrt etwa die Randgebiete der Nordwestalpen wesentlich stärker ozeanische Tönung trugen. Es ist naheliegend, wenn auch vielleicht zu stark vereinfacht, wenn wir in dieser regionalen Ungleichheit des Klimacharakters den Hauptgrund der eigenartigen

Asymmetrie der alpinen Vereisung sehen wollen. Daß jedenfalls eine solche stärkere klimatische Differenzierung die Wuchs- und damit die Erhaltungsmöglichkeiten der alpinen Flora wesentlich erhöht, versteht sich am Rande.

Daß wir im übrigen noch ganz andere Alterationen der orthodoxen Lehre zu gewärtigen haben, als es diese unseren doch nur behutsamen Korrekturen allzu extremer Ansichten bezwecken, scheint uns eine jüngst erschienene, bedeutsame Arbeit von Mortensen zu verbürgen. Der Autor weist hier darauf hin, daß einige Gebiete der Erde, so zumindest die Antarktis und die nordchilenische Hochwüste, während der pleistozänen Kaltzeiten nicht nur nicht kälter, sondern sogar wärmer waren als heute. Es sieht nach ihm überhaupt nicht so aus, als ob man allgemeine, primäre Temperaturänderungen oder allgemeine Niederschlagszunahmen für die Eiszeiten verantwortlich machen müsse, sondern es genügt, an eine andere Anordnung der vorherrschenden Großwetterlagen zu denken. Auf Grund eingehender Untersuchungen und Überlegungen, die hier im einzelnen übergegangen werden können, kommt Mortensen zu dem Schluß, daß die eigentliche Abkühlung während der pleistozänen Kaltzeiten nur eine vergleichsweise dünne, in Europa nur etwa 2500 m mächtige Luftschicht betroffen hat — mit anderen Worten, daß die eiszeitliche Temperaturdepression nur in den tieferen Lagen existierte, in den höheren jedoch gleich Null war. Unter der Annahme dieser Inversion (der möglicherweise häufige Einbrüche kalter Luftmassen von Norden zugrunde lagen, die sich unter die Warmluft schoben) hätten also über 2000 oder 2500 m während der gesamten Eiszeiten den heutigen mehr oder minder ähnliche, wenn nicht identische Klimabedingungen geherrscht.

Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, welch günstige Aspekte eine solche Theorie gerade für die von uns behandelten Nivalen und Hochalpinen hinsichtlich ihrer Überwinterung an Ort und Stelle (nun hier sogar im allerengsten Sinn!) eröffnet. Ebenso ersprießlich scheint uns die Folgerung, daß sich mit dieser Theorie die Diskrepanz beseitigen ließe, die darin liegt, daß wir für eine Überdauerung vieler Alpenpflanzen im Gebirge eintreten, während andererseits sichere Nachweise von Kältefloren in der Ebene bestehen. Wenn z. B. Firbas und Zangheri in Forll (bei Ravenna, in 35 m Meereshöhe, wo heute *Quercus-pubesceus*-Wälder stehen) in würmeiszeitlichem Torf die Spuren subarktisch-subalpiner Wälder nachwiesen, so mußte es angesichts einer so gewaltigen Temperaturdepression, eines so erstaunlichen Vegetationswechsels selbst noch fern des alpinen Eises, befremdend wirken, wenn wir in den Alpen, ein gutes Stück nördlicher und 2000 m höher, einer Pflanzenerhaltung das Wort sprachen. Mit der Annahme der Mortensen-Theorie würde diese vermeintliche Unvereinbarkeit entfallen.

Jedenfalls ermutigen uns solche Gedankengänge, nun abschließend noch ein Kapitel zu streifen, das erwiesenermaßen als „heißes Eisen“ gelten darf: nämlich die Frage der Erhaltung des Waldes. Auch hier scheint uns neuerdings eine gewisse Tendenz zur Milderung allzu schroffer Ansichten erkennbar zu sein, wenn etwa Machatschek lehrt, daß „am Südrand der Alpen der Wald auch in den Eiszeiten selbst bis etwa 1000 m hinaufreichen“ konnte; wenn Lüdi einräumt, daß „nicht von vornherein gesagt ist, daß die Gleichsetzung der heutigen klimatischen Schneegrenze mit dem eiszeitlichen Gletscherrand richtig sei, also zur Eiszeit der Alpen am Eisrand des Vorlandes und auf Nunatakkern keine Baum- oder Waldvegetation existieren konnte“, und Rubner endlich ein eiszeitliches Überdauern der Lärche in Refugialgebieten der Alpen für gesichert hält. Wir dürfen hier nur nebenbei bemerken, wie unendlich schwierig die Vorstellung ist, gewisse (in diesem Berichtband von Futschig behandelte) subozeanische Moose hätten samt ihrer zugehörigen Baumschicht „am Atlantik überwintert“ — wohlgemerkt: ohne dort die geringsten Spuren zu hinterlassen —, um dann postdiluvial in großen, merkwürdigen Sprüngen wieder den Nordalpenraum zu besetzen. Vielleicht wird sich auch hier ein Kompromiß zwischen allzu extremen Ansichten und Hypothesen nützlich erweisen: wenn man sich etwa wirklich allgemein mit dem Gedanken einer gewissen Bewaldung wenigstens am Alpensüdhang befreunden wollte; wenn man auch in den ungünstigeren Gebieten der Alpenperipherie ein beschränktes und kümmerliches Hochkommen von Einzelbäumen und Baumgruppen konzederen wollte und ebenso kleine Waldinseln schließlich an lokalklimatisch bevorzugten Stellen, die bei geringfügiger Klimabesserung als relativ engmaschige Initialen der Wiederbewaldung wirksam geworden wären. Wir würden damit endlich auf all jene ebenso gewagten wie mißlungenen Theorien über die in ihrer ungläublichen Schnelligkeit gesicherte Wiederbesiedlung des postglazialen Raumes in unserer Zeit verzichten können.

Literatur

Arnold, F.: Lichenologische Ausflüge in Tirol. 19. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 28, 292 (1878). — Beck, P.: Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizer Alpen. 1. Mitt. Naturh. Ges. Thun (1926). — Blakelock, R. A.: *Artemisia norvegica* Fries in Scotland. Kew Bull. 1953, 173 (1953). — Brockmann-Jerosch, H. und M.: Die Geschichte der Schweizerischen Alpenflora: in Schroeter (s. u.) S. 1110. — Diels, L.: Genetische Elemente in der Flora der Alpen. Engl. Bot. Jahrb. 44, Beibl. 102, 7 (1910). — Dodge, C. W. und Baker, G. E.: The Second Byrd Expedition, Botany 2, Lichens and Lichen Parasites. Ann. Miss. Bot. Gard. 25, 515 (1938). — Firbas, F. und Zang-

heri, P.: Eine glaziale Flora von Forll, südlich Ravenna. Veröff. Geob. Inst. Rübél 12, 24 (1935). — Frey, E.: Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin. Erg. wiss. Unters. Schweiz. Nationalp., n. F. 3 (1952). — Gelting, P.: Studies on the vascular plants of East Greenland between Franz Joseph Fjord and Dove Bay. Medd. om Grøn. 101/n. 2 (1934). — Gelting, P.: Über pleistozäne Pflanzenrefugien in Grønland. Mitt. Naturf. Ges. Schaffhausen 17, 74 (1941). — Herzog, Th.: Geographie der Moose. Jena 1926. — Holdhaus, K.: Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. Abh. Zool. Bot. Ges. Wien 18 (1954). — Holmen, K. und Mathiesen, H.: *Luzula Wahlenbergii* in Greenland. Bot. Tidskr. 49, 233 (1953). — Klebelsberg, R. v.: Das Vordringen der Hochgebirgsvegetation in den Tiroler Alpen. Österr. Bot. Z. 63, 177 (1913). — Lüdi, W.: Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. Ver. Geob. Inst. Rübél 27 (1953). — Lynge, B.: Lichens from Novaya Zemlya. Rep. Sci. Res. Norw. Exp. Now. Zeml. 43 (1921). — Lynge, B.: On *Dufourea* and *Dactylina*. Skrift. om Svalb. og Ishav. 59 (Oslo 1933). — Lynge, B.: Lichens from the West- and North Coasts of Spitsbergen and the North-East-Land. Skrift. utg. Norsk. Vidensk. Akad. Oslo 1938. — Machatschek, F.: Die Alpen. Wissenschaft und Bildung 29, 3. Aufl. (1929). — Merxmüller, H.: Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildung in den Alpen. Jahrb. Ver. Schutz d. Alpenpfl. u. T. 17, 96 (1952); 18, 135 (1953); 19, 97 (1954). — Mortensen, H.: Heutiger Firnrückgang und Eiszeitklima. Erdkunde 6, 145 (1952). — Nannfeldt, J. A.: Några Synpunkter på den Skandinaviska Fjällfloras Alder. Kungl. Vetensk. Soc. Årsbok 1944, 51 (1944). — Poelt, J.: Mitteleuropäische Flechten 2. Mitt. Bot. Staatss. München 8, 325 (1953). — Rubner, K.: Zur Frage der Entstehung der alpinen Lärchenrasen. Zeitschr. Forstgenet. u. Forstpfl. Zücht. 3, 49 (1954). — Schroeter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl. Zürich 1926. — Siple, P. A.: The Second Byrd Antarctic Expedition, Botany 1, Ecology and Geographical Distribution. Ann. Miss. Bot. Gard. 25, 467 (1938).

Zur Kenntnis bayerischer Rostpilze

Von H. Paul und J. Poelt, München

Seit der letzten größeren Übersicht über bayerische Rostpilze von H. Poeverlein (Ber. Bayr. Bot. Ges. XXII, 86) sind 17 Jahre verflossen. Da nun jetzt von J. Huber und H. Poeverlein eine Zusammenstellung der schwäbischen Uredineen erscheint (Abhandl. Naturw. Ver. f. Schwab. Heft 9 u. folg.), sehen wir uns veranlaßt, unsere eigenen Beobachtungen der letzten Jahre bekanntzugeben. Es handelt sich um zwei noch unbekannte Arten und die Diskussion über einen kritischen Formenkreis sowie eine kleinere Zahl neuerer bemerkenswerter Funde, die wir aus der großen Zahl gesammelter Exemplare herausgelesen haben. Wir geben uns der Hoffnung hin, daß wir damit einen kleinen, doch bemerkenswerten Beitrag zur Rostpilzflora Bayerns bringen, der beweist, daß in unserer Heimat immer noch Gelegenheit zu interessanten Beobachtungen gegeben ist.

a) *Uromyces euphorbiae-dulcis* Paul nov. spec.

Sori teleutosporiferi hypophylli, raro epiphylli, parvi, sparsi, rotundati, brunnei vel atrobrunnei, folia caulesque deformantes; teleutosporae late ovoideae vel subglobosae, saepe angulatae, subclavatae vel irregulares, 15—35|16—25 μ, fere 24—30|18—24 μ. Membrana teleutosporarum dilute brunnea, leviter sed distincte reticulata, apice non vel leviter incrassata, papilla hyalina praedita; pedicella hyalina, decidua; cetera ignota. Habitat in foliis vivis Euphorbiae dulcis L. in Bavaria superiori: Im Walde bei Herrsching am Ammersee, 5. Mai 1940, leg. H. Paul. Typus in der Botanischen Staatssammlung München.

Der Pilz liegt auf einer ganzen Reihe von Exemplaren des Wirtes vor, doch fanden sich auf den reichlich befallenen, stark verbildeten, sterilen Pflanzen der *Euphorbia* nur Teleutosporenlager. Letztere treten fast nur auf der Blattunterseite auf, sehr selten oberseits. Die Sori sind rundlich, klein, dunkelbraun und durchbrechen sehr bald die Epidermis. Die Teleutosporen sind meist breit eiförmig bis rundlich geformt, doch finden sich viele unregelmäßige, oft keilförmig zugestutzte Exemplare. Die oben nicht oder wenig verdickten Membranen tragen hyaline Scheitelpapillen und sind fein genetzt mit um 0,5 bis 1 μ breiten Maschen.

Die Art scheint sich innerhalb ihrer Verwandten neben der speziellen Wirtswahl besonders durch die feine, aber deutliche Netzung der Sporenmembran auszuzeichnen. Gegenüber *Uromyces excavatus* (DC.) Lév. auf *Euphorbia verrucosa* weichen auch die kleineren Teleutolager ab.

Einige Schwierigkeit macht die richtige Benennung der neuen Art, da nämlich ursprünglich *Euphorbia dulcis* von De Candolle als Matrix von *Uromyces excavatus* (DC.) Lév. (= *Uredo excavata* DC.) angegeben wurde. Zu dieser Frage vgl. jedoch P. und H. Sydow in *Monographia uredinearum* 2, 168. Uns scheint demnach die Beibehaltung des Namens *U. excavatus* für den Pilz auf *Euphorbia verrucosa* das richtigste, vor allem angesichts der Tatsache, daß der Typus der De Candolleschen Art tatsächlich *U. excavatus* darstellt. Unser Rost auf *Euphorbia dulcis* weicht aber wie oben beschrieben ab.