ÖSTERREICHISCHE

BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

LXIV. Jahrgang, Nr. 9/10. Wien, September/Oktober 1914.

Zur Kenntnis der Verbreitung der Bergkiefer *(Pinus montana)* in den östlichen Zentralalpen.

Von Dr. Friedrich Vierhapper (Wien).

Die Bergkiefer (*Pinus montana* Mill.) bietet, obwohl sie schon wiederholt Gegenstand der Untersuchungen namhafter Forscher war, immer noch sowohl dem Systematiker als auch dem Pflanzengeographen eine Fülle ungelöster Probleme.

Anläßlich meiner langjährigen Vegetationsstudien im Lungau, dem im Mittelpunkte der östlichen Zentralalpen gelegenen Quellgebiete der Mur, hatte ich nun reichlich Gelegenheit, zur Frage der Verbreitung der Bergkiefer in diesem Gebirgsland Stellung zu nehmen. Hiebei interessierten mich ganz besonders zwei Momente, u. zw. 1. die disjunkte Verbreitung der Art auf Urgestein und 2. der Umstand, daß sie auf diesem Substrate im allgemeinen seltener ist als über Kalkunterlage, und ich habe es versucht, den Gründen dieser auch anderwärts in den Zentralalpen zu beobachtenden Erscheinungen nachzuforschen. Die Mitteilung der Ergebnisse dieses Versuches ist Gegenstand der folgenden Zeilen. Einige systematische und pflanzengeographische Bemerkungen seien zur allgemeinen Orientierung vorausgeschickt.

I.

1. In systematischer Hinsicht ist bis zum heutigen Tage die Lehre Willkomms die herrschende geblieben. Ihr haben sich insbesondere auch Ascherson und Graebner (1) und Schröter (29) angeschlossen. Danach zerfällt *P. montana* in drei Rassen, von denen die eine, *P. uncinata* (Ram.) Ant. erw., mit einseitig geförderten Zapfen und oft baumförmigem Wuchse, ihre Hauptverbreitung im westlichen Teile des Gesamtareales der Bergkiefer besitzt, während die beiden anderen, mit allseitig gleichmäßig ausgebildeten Zapfen und stets krummholzartigem Wuchse, u. zw. *P. pumilio* Hänke, mit exzentrischem, unterhalb der Mittellinie der Apophyse der Zapfenschuppen liegendem Nabel, und *P. mugus* Scop., mit zentralem Nabel der Apophyse, nur den östlichen Teil des Verbreitungsgebietes der Hauptart innehaben.

P. uncinata ist wiederum in drei Unterrassen gegliedert: in die westliche *P. rostrata* Ant., mit sehr hohen Apophysen der Zapfenschuppen der geförderten Seite und stets baumförmig, und in die östlichen *P. rotundata* Link, mit niedrigen Apophysen, baum- oder krummholzförmig wachsend, und *P. pseudopumilio* Willk., mit kleineren Zapfen, noch

niedrigeren Apophysen und stets krummholzförmigem Wuchse. *P. rostrata* ist die herrschende Form der iberischen Halbinsel, der Pyrenäen und Westalpen, von wo aus sie bis in die Mittelalpen, den Jura, die Vogesen und bis ins herzynisch-sudetische Gebirgssystem (als *P. uliginosa* Neum. p. p.) reicht; *P. rotundata* kommt vorzüglich in den Mittelalpen, im Jura und in den herzynisch-sudetischen Gebirgen (als *P. uliginosa* Neum. p. p.), selten in den Ostalpen und Karpathen vor; *P. pseudopumilio* ist nur innerhalb des Areales der *P. rotundata* zu finden. *P. rostrata* geht allmählich in *rotundata*, diese einerseits durch *P. pseudopumilio* in *pumilio*, anderseits durch die Form *mugoides* Willk. in *mugus* über. Die vielen übrigen von Willkomm unterschiedenen Formen haben zum Teil die Bedeutung von Bindegliedern zwischen den schon genannten, zum Teil scheinen sie nur zufällige Abweichungen zu sein. Ob der herzynisch-sudetischen Moorkiefer. *P. uliginosa*, der Rang einer eigenen, der *P. rostrata* und *rotundata* zu koordinierenden Rasse gebührt, müssen wir dahingestellt sein lassen. Nach Willkomm ist es, wie gesagt, nicht der Fall.

Doch sei dem, wie ihm sei, jedenfalls unterliegt es keinem Zweifel und wird auch allgemein angenommen, daß *P. montana* geographisch gegliedert ist, indem im Westen die baumförmige *P. rostrata* mit einseitig geförderten Zapfen, im Osten die krummholzwüchsigen *P. pumilio* und *mugus* mit ringsherum gleichmäßig ausgebildeten Zapfen die Vorherrschaft haben, während in den Zwischengebieten vielfach die intermediäre *P. rotundata* überwiegt. Weniger übereinstimmend sind hingegen die Ansichten über die Beziehungen zwischen *P. pumilio* und *mugus* in systematischer und pflanzengeographischer Hinsicht, ob sie wirklich distinkte Sippen sind, ob durch Übergangsformen verbunden oder nicht, ob geographische Rassen oder lediglich Standortsformen oder überhaupt nicht voneinander verschieden.

Die meisten Autoren sind allerdings auch hierin Willkomm gefolgt. Nach Ascherson und Graebner (1), die sich außer auf diesen auch auf Beck (5), Velenovsky (32), Zapałowicz (35) usw. stützen, ist *P. pumilio* in den Alpen von der Schweiz an ostwärts, in den illyrischen Gebirgen bis nach Montenegro im Süden, im Jura, in den Vogesen, dem Schwarzwald, im ganzen herzynisch-sudetischen Gebirgssysteme und Karpathenzuge sowie in den Abruzzen (hier als *P. magellensis* Schouw), *P. mugus* dagegen nur in den nördlichen und südlichen Ostalpen, besonders häufig in letzteren, und in den nordbalkanischen Gebirgen, selten auch in den Karpathen, verbreitet. Das Areal der *P. pumilio* ist nach dieser Darstellung, der sich auch Schröter (29) anschließt, größer als das der *mugus*, deckt sich teilweise mit ihm, reicht aber nicht so weit nach Südosten.

Nach Drude (9) ist im Gebiete der deutschen Flora *P. pumilio* in den Alpen, insbesondere im Norden und Nordosten, gemein und überdies im Böhmerwald, Riesen- und Isergebirge und in der Hohen Tátra verbreitet, *P. mugus* hauptsächlich aus Südtirol, Kärnten und Krain bekannt. „Inwieweit dieselbe neben den *Pumilio*-Formen als besondere Unterart genannt zu werden verdient, mag künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben; ein wesentlich neues Moment bietet sie nicht.“ Für die herzynischen Gebirge gibt er (9) außer *P. uliginosa*

nur *pumilio* an. In den Karpathen ist nach Pax (24) auch *P. pumilio* die herrschende Form, *mugus* fehlt, *uncinata* und *pseudopumilio* sind sehr selten. Nach Zapałowicz (35) dagegen ist in den Nord- und Mittelkarpathen *P. mugus* das häufigste Krummholz („Omnia herbarii exempla cum strobilis e montibus Tatrarum, e Babia Gora, e montibus Pocutiae et Bukowinae ad *Pinum mughus* typicum pertinere videatur") und kommen überdies *P. uliginosa* und *pseudopumilio* vor. Nach Kerner (17) wird *P. montana* innerhalb Österreich-Ungarns in den Sudeten, Karpathen und auf den Schieferbergen der Zentralalpen hauptsächlich durch *P. pumilio*, in den nördlichen Kalkalpen durch *P. humilis* Lk. (= *P. rotundata*) und in den südlichen Kalkalpen sowie in den Karstländern durch *P. mugus* vertreten. In den niederösterreichischen Kalkalpen ist nach Beck (4) *P. pumilio* das herrschende Krummholz, *P. mugus* dagegen nur selten in deren Bestände eingestreut und vielfach durch Mittelformen mit ihr verbunden.

Was nun speziell die Zentralalpen anlangt, so ist zunächst in Tirol nach Dalla Torre und Sarnthein (8) hier und auch in den Kalkalpen *P. pumilio* (= *montana* Mill.?) die weitaus häufigste Rasse der Bergkiefer. *P. mugus* wird nur von zwei Standorten in Südtirol, von den Zentral- und nördlichen Kalkalpen gar nicht angegeben. Allerdings ist ihre und der *pumilio* Verbreitung „noch durch zahlreiche Beobachtungen in der freien Natur zu studieren; das vorliegende Herbarmaterial ist durchaus unzureichend". *P. rotundata* ist auf den nordwestlichen Teil des Gebietes beschränkt und auch hier nicht häufig. Im Stubaitale in den Zentralalpen wächst sie auf dem Nordwesthang der Kesselspitze gemeinsam mit *P. pumilio* und ist von ihr scharf geschieden[1]).

Für Kärnten geben Pacher und Jabornegg (23), abgesehen von der angeblich in Torfmooren der Reichenau vorkommenden *P. uliginosa*, nur die *Mugus*-Form der *P. montana* als sowohl in den südlichen Kalkalpen als auch in den Zentralalpen ziemlich verbreitet an. In Salzburg ist nach Sauter (26) *P. mugus* die Krummholzkiefer der Kalk- und Urgebirge, während *pumilio* die Moore des Flachlandes und der Platte bei Krimml bewohnt. Für die steirischen Zentralalpen gibt Hayek (11) ebenso wie für die Kalkalpen nur eine Legföhre an, welche er ebenfalls als *P. mugus* bezeichnet. Diese findet er „in bezug auf Größe und Gestalt der Zapfen und Ausbildung der Apophysen sehr veränderlich", vermag aber die zahlreichen, von Willkomm unterschiedenen Formen und selbst die beiden Spezies, bzw. Subspezies *pumilio* und *mugus* absolut nicht auseinanderzuhalten. Seiner Ansicht nach kommt in Steiermark, abgesehen von der auf der Raxalpe auftretenden *P. pseudopumilio*, „nur eine Krummholzkiefer vor, sowohl auf Kalk und Schiefer als auch auf Moorboden, ohne daß Bodenunterlage oder Meereshöhe irgendeinen Einfluß auf die Form und Größe der Zapfen hätte". Die Legföhre des Wechsel in Niederösterreich, des östlichsten Krummholz tragenden Berges der Zentralalpen, ist nach Beck (4) *P. pumilio*.

Ich selbst habe bei einer vergleichenden Durchsicht der in den Herbarien und karpologischen Sammlungen des Wiener Naturhistorischen

[1]) Nach von Wettstein gesammelten, im Wiener Botanischen Universitätsinstitut befindlichen Zapfen. Dieser Standort der *P. rotundata* wird in Dalla Torres und Sarntheins Flora von Tirol nicht erwähnt.

Hofmuseums und Botanischen Universitätsinstitutes aufbewahrten Zapfen von *P. montana* die der Formen *pumilio* und *mugus* zumeist deutlich verschieden gefunden und nur verhältnismäßig wenige Zwischenformen beobachtet. Was die Verbreitung anlangt, so scheinen mir die beiden Formen keine ausgesprochenen geographischen Rassen mit sich ausschließenden Arealen zu sein, denn es tritt einerseits in dem angeblichen Hauptareal der *P. mugus*, das ist in den südlichen Kalkalpen, im Karste und in den illyrischen Gebirgen, allenthalben auch *P. pumilio* auf, ja ist sogar häufiger als diese, während anderseits in den Gebieten, in welchen nach Willkomm und anderen Autoren *P. pumilio* allein vorkommen soll, überall auch *P. mugus* wächst, u. zw. sehr selten in den herzynisch-sudetischen Gebirgen und in den Karpathen, häufiger in den Zentralalpen. Es sind demnach zwar sowohl *P. pumilio* als auch *mugus* durch das ganze östliche Areal der *P. montana* verbreitet; während aber erstere überall sehr häufig ist, tritt letztere in den herzynisch-sudetischen Gebirgen und Karpathen anscheinend nur sporadisch auf und gelangt nur in den Ostalpen, Karstländern und nordbalkanischen Gebirgen zu größerer Geltung.

In den so ziemlich den Mittelpunkt der Zentralalpen einnehmenden Lungauer Gebirgen kommt, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, nebst seltenerer *pseudopumilio* sowohl *P. pumilio* als auch *mugus* vor, und es besteht, gleichwie in der angrenzenden Steiermark nach Hayek, kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Formen und der Bodenunterlage, indem beide auf Hochmoor- und auf trockenem Urgesteins- und Kalkboden, u. zw., soweit ich es beobachtete, gemeinsam an einer und derselben Lokalität auftreten. Dieses Verhalten sowie das Vorkommen von Zwischenformen zwischen den beiden Sippen, wie es beispielsweise Beck für die Kalkalpen Niederösterreichs hervorhebt, bestimmen mich, *P. pumilio* und *mugus* zu einer systematischen Einheit zusammenzufassen, wie auch Beck (4) und Hayek (11) dies tun, dieselbe nach dem Vorbilde dieser Autoren als *P. mugus* Scop. zu bezeichnen — was nomenklatorisch vollkommen einwandfrei, da in Krain sowohl *P. pumilio* als auch *mugus* im Sinne Willkomms häufig ist, und Scopolis (30) Diagnose und Angabe der Verbreitung seiner aus den Alpen Krains beschriebenen *P. mugus* auf beide paßt — und dieser die beiden Formen als a) *pumilio* (Hänke) und b) *eumugus* Vierh. zu subsumieren. *P. mugus* in diesem erweiterten Sinne ist der *P. uncinata* (Ram.) Ant. zu koordinieren. Während aber die beiden Formen der letzteren, *P. rostrata* Ant. und *rotundata* Link, ziemlich ausgesprochene geographische Rassen sind, trifft dies für *eumugus* und *pumilio*, wenn überhaupt, so doch in viel geringerem Ausmaße zu. Da *P. mugus*, derartig umgrenzt, eine ökologische Einheit ist, und die beiden ihr subsumierten Formen, soviel bekannt, lediglich systematische Bedeutung haben, halte ich es, so sehr ich auch gleich Dalla Torre und Sarnthein von der Notwendigkeit weiterer, an viel reichlicherem Material vorzunehmender vergleichender Untersuchungen zur endgiltigen Klärung der Beziehungen dieser beiden Formen zueinander überzeugt bin, doch für geboten, sämtliche in den östlichen Zentralalpen vorkommenden Bergkiefern mit Krummholzwuchs und geraden Zapfen — und das ist wohl so ziemlich die Gesamtheit der Legföhren in diesem Gebiete — als *P. mugus* zusammenzufassen.

P. pseudopumilio, die im Wuchse der *mugus* gleicht, in der Zapfenform aber eine Mittelstellung zwischen dieser und *uncinata* einnimmt, kann ebensogut mit ersterer als mit letzterer vereinigt werden.

2. Um zu einer richtigen Beurteilung des systematischen Wertes der besprochenen Formen der Bergkiefer zu gelangen, ist noch ein Eingehen auf die Ökologie derselben, insbesondere auf die Art ihrer Beziehungen zu den Faktoren, vonnöten.

P. montana ist im Gegensatze zur pfahlwurzeligen *P. silvestris* eine flachwurzelnde Kiefer mit weitausgreifendem Wurzelsystem, das aber mit einzelnen Ästen auch in die Spalten des Grundgesteins eindringt, und ektotropher Mykorrhiza. Ihr Wachstum ist ein langsames, unter günstigen Verhältnissen sowohl in Höhe als auch Dicke etwa halb so schnell als bei *P. silvestris*. Die Samenverbreitung erfolgt anemochor, jedoch infolge des größeren Gewichtes und kleineren Flügels der Samen minder leicht als bei der Rottöhre. Vegetativ vermehrt sie sich anscheinend nicht.

a) Was das Klima anlangt, so bewegen sich die Wärmeansprüche der *P. montana* innerhalb sehr weiter Grenzen. Unweit Lugano kommt sie bei einer mittleren Jahrestemperatur von 7·7° wild vor, während sie in den Alpen des Engadins bis zu 2400 m ansteigt und in dieser Seehöhe nur ein Jahresmittel von 1·92° beansprucht (nach Kirchner, Löw und Schröter [18]). Gegen Fröste ist sie sehr wenig empfindlich, gegen Winde durch die fest im Boden stockenden Wurzeln und die geschmeidigen Äste gut geschützt (nach Hempel und Wilhelm [14]). Alles Eigenschaften, die sie für ein Vorkommen in hohen Lagen ganz besonders geeignet machen. Sie gehört zu den Lichtholzarten, wenn auch in weniger ausgeprägtem Maße als *P. silvestris*, mit welcher verglichen sie einen viel höheren Grad des Bestandesschlusses verträgt. (Nach Kirchner, Löw und Schröter [18]).

Von besonderer Bedeutung ist ihr Verhalten der Luftfeuchtigkeit und den Niederschlägen gegenüber. Nach der Art ihrer Verbreitung unterliegt es keinem Zweifel, daß sie Gebiete relativ ozeanischen Charakters mit reichlichen Niederschlägen zur Zeit der Vegetationsperiode bevorzugt. Willkomm (34) äußert sich hierüber folgendermaßen: „Aus der sorgfältigen Vergleichung der Örtlichkeiten, wo die Bergkiefer vorkommt und gedeiht, scheint sich als ziemlich gewiß zu ergeben, daß diese Holzart vor allen Dingen ein bedeutendes Quantum atmosphärischer Niederschläge und Luftfeuchtigkeit bedarf. Sowohl die Hakenkiefer der Pyrenäen und Alpen, als die Zwergkiefer der Sudeten und Karpathen wächst innerhalb einer Region, welche sich Jahr aus Jahr ein reichlicher atmosphärischer Niederschläge und häufiger Nebel zu erfreuen hat. Feuchte Luft, Nebel und reichliche atmosphärische Niederschläge während der Vegetationsperiode, durch welche auch ein an und für sich trockener Boden (Kalkgerölle, Granitgrus, Sand auf und an frei exponierten Gebirgskuppen, Kämmen und Hängen) fortwährend feucht gehalten wird, werden daher nebst einer mindestens fünfmonatlichen Winterruhe als die Hauptbedingungen des Vorkommens und Gedeihens der Bergkiefer angesehen werden müssen.“

Gegen Schneedruck ist *P. montana* durch die Elastizität ihrer Äste, in niederliegenden Formen überdies durch die Art ihres Wuchses sehr gut

geschützt. „Unter der Last sich auflagernder Schneemassen neigen sich die emporgerichteten der zum großen Teile dem Erdboden fast unmittelbar aufliegenden, oft von Steinen und Moos überlagerten elastischen Äste zum Boden, diesem sich fest anschmiegend, nieder. So können selbst Lawinen, ohne zu schaden, darüber hinweggehen.“ (Hempel und Wilhelm [14]).

Nach dem über die klimatischen Ansprüche der *P. montana* Gesagten erscheint es verständlich, daß sie in dem durch ein mehr ozeanisches Klima ausgezeichneten westlichen Teile ihres Gesamtareales üppiger gedeiht als in dem mehr kontinentalen östlichen, daß sie dort als bis zu 25 m hoher Baum auftritt, hier dagegen nur mehr als Krummholz ihr Fortkommen findet, daß also wohl *P. uncinata* und *mugus* s. l. nichts anderes als klimatisch bedingte geographische Rassen sind. *P. montana* zeigt somit in bezug auf Abhängigkeit der Wuchsform vom Klimacharakter ein ähnliches Verhalten wie *Juniperus communis*, *Fagus silvatica*, *Erica arborea*, *Calluna vulgaris* und andere europäische Arten eines ozeanischen oder mittleren Klimas, welche ebenfalls, je weiter nach Westen, desto höherwüchsig und üppiger sind, während sie, sonst gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, je weiter nach Osten, einen desto mehr kümmerlichen und zwerghaften Wuchs annehmen. Das Verhältnis zwischen der wirklich baumartigen Form der *Erica arborea* auf den kanarischen Inseln und der niedrigstrauchigen, wie sie beispielsweise für die Balkanhalbinsel charakteristisch ist, oder der baumförmigen *Juniperus communis* und der niedrigstrauchigen *Calluna vulgaris* der Lüneburger Heide einerseits und den strauchig, bzw. zwergstrauchig wachsenden Formen der gleichen Arten, wie sie zum Beispiel den Ostalpen eigen sind, ist ein ganz ähnliches wie das der *P. uncinata* zur *mugus*. Das Buchenkrummholz der Südostalpen und nordbalkanischen Gebirge ist eine der Krummholzkiefer, *P. mugus* s. l., konvergente Erscheinungsform.

Eine Folge ihres großen Bedürfnisses nach Luftfeuchtigkeit dürfte es auch sein, daß, wie Kerner (17)[1]) mitteilt, die Legföhre oft die feuchteren Nordhänge den trockeneren Südlagen vorzieht: „Auf den von kleinen Tälchen und Karen unterbrochenen Plateaubildungen und an nordseitigen feuchten Gehängen erreichen die Legföhrenbestände die größte Ausdehnung und Üppigkeit, an südlichen Lehnen dagegen treten sie mehr zurück und räumen dort anderen Genossenschaften, zumal dem Zwergwacholdergebüsche, das Feld.“ Damit steht natürlich die Tatsache, daß sie auf Süd-, Südwest- und Westhängen höher ansteigt als auf nach Norden, Nordosten und Osten gerichteten, nicht in Widerspruch. Denn es werden ihr, wie Sendtner (31) sagt, „in der Exposition SW erst um 1000′ höher die entsprechenden Bedingungen geboten, welche sie bei NO schon 3920′ hoch zu genießen bekommt. Da die Temperaturäquivalente an diesen extremen Expositionen nicht so weit auseinandergerückt sind, müssen noch andere Bedingungen eintreten, welche die Wirkung derselben in gesteigerten Kontrast bringen. Dies tut die Feuchtigkeit. Auf dem ohnehin trockenen, durchlassenden Boden vermindert die Sonnenwärme das Maß der Feuchtigkeit dermaßen, daß die mit der

---

[1]) Man vergleiche auch Zschokke (36).

Höhe überhaupt stattfindende regelmäßige Feuchtigkeitszunahme des Bodens erst in einer Höhendifferenz von 1000' Ersatz für diesen Entzug findet." Das höhere Ansteigen der Legföhre auf nach Süd-, Südwest- und Westen exponierten Hängen ist ja nur ein Spezialfall der allgemeinen Erscheinung der Elevation der Höhengrenzen in diesen Expositionen.

Und schließlich ist vielleicht auch der Umstand, daß *P. montana* innerhalb der Alpen in den mehr kontinentalen Gebieten, zum Beispiel in der Berninagruppe (nach Rübel [25]), in den östlichen Zentralalpen usw., im allgemeinen seltener ist als in den mehr ozeanischen, wie in den nördlichen Kalkalpen, wenigstens zum Teil darauf zurückzuführen, daß sie in diesen infolge der reichlicheren Niederschläge und größeren Luftfeuchtigkeit ihr mehr zusagende Vegetationsbedingungen antrifft als in jenen.

Es darf übrigens nicht verschwiegen werden, daß es auch gewichtige Momente gibt, welche gegen die Auffassung sprechen, daß *P. montana* eine Art ozeanischen Klimas ist, so vor allem die Tatsache, daß in der Schweiz das Ofengebiet und das Scarltal im kontinentalen Engadin die ausgedehntesten und typischesten Bestände der Bergkiefer, und zwar vielfach sogar der baumwüchsigen Rasse, besitzen (nach Schröter [29]); ferner das häufige Zusammenvorkommen der *P. montana* mit Bäumen von so kontinentalen Klimaansprüchen, wie es *Pinus cembra* und *Larix decidua* sind, in der Schweiz, den Ostalpen und Karpathen (nach Schröter [29], Pax [24], eigenen Beobachtungen usw.).

b) Sehr wenig wählerisch ist die Bergkiefer in ihren Ansprüchen an die Beschaffenheit des Bodens. Nach Willkomm (33) gedeiht sie „auf trocknem und nassem Verwitterungsboden von Granit, Gneis, Glimmer- und Tonschiefer, Porphyr, Kalk, Dolomit, Mergel, Sandstein und auf Hochmooren", nach Kirchner, Löw und Schröter (18) auch auf Serpentin. Also die denkbar größte Verschiedenheit der Böden in bezug auf physikalisches Verhalten, insbesondere Feuchtigkeit, und chemische Zusammensetzung. Lockeren Böden scheint sie jedoch vor bindigen den Vorzug zu geben. Eine Eigenschaft soll aber nach den letztgenannten Gewährsmännern allen Nährböden der *P. montana* gemeinsam sein, nämlich die Armut an assimilierbarem Stickstoff.

Hempel und Wilhelm (14) heben die große Bedürfnislosigkeit der *P. montana* wie in klimatischer so auch in edaphischer Hinsicht und ihre bodenbessernden Eigenschaften hervor. Wie an die Wärme der Luft, so stellt sie auch an die Fruchtbarkeit des Bodens die denkbar geringsten Ansprüche. „Sie vermag sich noch auf dem nackten Geröllboden, in dessen Zwischenräumen sie mit ihren kräftigen, größtenteils flach verstreichenden, zum Teil aber auch senkrecht in Felsspalten eindringenden Wurzeln die kümmerliche Bodennahrung sucht, gedeihlich zu entwickeln; ebenso in dem der oxydierenden Einwirkung des Sauerstoffes der Luft verschlossenen Torfboden, in den armen Sandböden der Meeresküsten wie überhaupt auf Böden der allerschlechtesten Art, dabei der mannigfachsten geognostischen Herkunft, der verschiedenartigsten physikalischen und chemischen Beschaffenheit. Die ihr in der Regel spärlich zugemessene Bodenkraft mehrt sie durch ihren reichlichen, humusbildenden Nadelabfall. Auf nacktem oder nur mit Flechten bedecktem Felsgestein bringt dieser die erste Bodenkrume hervor, welche

in der Regel bald von Moosen besiedelt, durch deren Verwesungsmassen verstärkt und durch diese, sowie das schattengebende Geäste der Bergkiefer gegen Austrocknung geschützt wird. So schafft sich diese bescheidenste aller Holzarten die Grundlage weiterer Entwicklung, so ermöglicht sie oft auch andern, minder genügsamen Waldbildnern das Fortkommen auf dem nunmehr für sie vorbereiteten Boden."

Besonders auffällig ist es, daß *P. montana* in vielen Gebieten eine besondere Vorliebe für Kalk zeigt und auf diesem viel häufiger auftritt als auf Silikatgesteinen, so in den Mittelalpen nach Schinz und Keller (27), Brockmann (6) usw., in den Ostalpen nach Kerner (16), Dalla Torre und Sarnthein (8), meinen eigenen Beobachtungen usw. Kerner ist der Ansicht, daß die Legföhre auf Urgestein durch die Grünerle vertreten wird, und sagt über diese: „Sie stellt gewissermaßen einen Ersatz des in den Kalkalpen entwickelten Legföhrenwaldes dar, welcher in den Zentralalpen nur eine sehr beschränkte und physiognomisch wenig bedeutende Verbreitung hat..". Und Dalla Torre und Sarnthein äußern sich über das Vorkommen der *P. montana* in Tirol folgendermaßen: „Hier besonders reich entwickelt auf Wettersteinkalk, Hauptdolomit und Dachsteinkalk, deren magerer Boden für die Bildung geschlossener Wiesen und hochstämmiger Wälder nicht günstig erscheint, weniger über den tonigen Kössenerschichten, über Vigloriakalk, Lias, Jura, Neokom. In den Gebirgen mit Silikatgesteinen tritt die Legföhre sehr bedeutend zurück." In den Karpathen dagegen zeigt *P. montana* geradezu ein entgegengesetztes Verhalten. Denn Pax (24) sagt über ihre Verbreitung in diesem Gebirge: „In den Beskiden und namentlich in den Zentralkarpathen, aber auch in der Niederen Tátra, tritt das Knieholz in großen Beständen auf und, wie es scheint, auf Silikatgestein in üppigerer Entwicklung als auf dem trockeneren Kalk, den es indes nicht völlig meidet."

Die außerordentlich verschiedenen Bodenverhältnisse, unter denen *P. montana* gedeiht, gehen durchaus nicht immer mit systematischen Verschiedenheiten dieser Art parallel, sondern es ist vielmehr in den meisten Fällen eine und dieselbe systematische Form, welche Böden der verschiedensten Beschaffenheit okkupiert. Nach Heer (13), Christ (7), Drude (9) usw. zerfällt die aufrechte Bergkiefer in zwei systematisch differente Formen, welche verschiedener Bodenunterlage entsprechen sollen: *P. uncinata* auf mineralischem und *P. uliginosa* auf Moorboden.

Nach Sendtner (31), der sich mit der Bodenfrage ganz besonders eingehend beschäftigt hat, gehören die Legföhren Bayerns zwei verschiedenen Formen an, von denen die eine, *P. mugus* nebst der aufrechten *β obliqua* Saut., Kalkpflanze, die andere, *P. pumilio* mit der aufrechten *β uliginosa* Neum., Silikaten- und Hochmoorpflanze ist. Sie „gehören zwei verschiedenen Arten an, die sich zwar nicht durch den Wuchs, noch durch bereits aufgefundene Formenmerkmale unterscheiden, wohl aber durch wesentlich getrennte Lebensbedingungen." *P. mugus* gedeiht auf „Kalk, Dolomit, Kalkmergel, rotem Marmor. In Felsritzen, auch in humosen Lagerungen, wenn sie nicht gar zu tief sind. Vorzüglich gern auf Kalkkies"; wurde „aber nicht auf dem Nagelfluh-Konglomerat der Molasse, nicht auf Kalkhornstein beobachtet, die beide dafür *Alnus viridis* haben". Ferner stellt Sendtner auf Grund eines sehr reichen Be-

obachtungsmateriales fest, daß die Anzahl der Fälle, wo die Legföhre eine tonige Bodenbeschaffenheit verträgt, außerordentlich gering ist, und folgert daraus, „daß sie dem trocknen, durchlassenden Boden beiweitem mehr zugetan sei“, daß aber „ungeachtet dieses ungeeigneten Zustandes die tonige Bodenart die Legföhre doch nicht ganz ausschließe, wenn sie nur kohlensauren Kalk enthält. Man kann also unsere *P. Mughus* getrost als eine Kalkpflanze betrachten. Und zwar ist sie weit mehr Kalkpflanze als Xerophile des dysgeogenen Bodens! Der Gegensatz von diesem schließt sie nicht ganz aus, wohl aber das Fehlen des Kalkes. Auf unseren kalklosen Sandsteinen ... fehlt sie völlig.“ *P. pumilio* dagegen „wächst ausschließend nur auf kalkfreien Kieselgesteinsarten und auf solchen Mooren, welche ...' jeder Einwirkung von Kalk entzogen sind.“ Während *P. mugus* nur den Alphöhen eigen ist, kommt *pumilio* auf Granit und Gneisfelsen auf Berghöhen und in Mooren der Ebene vor und erhebt sich in Mooren auch auf Alphöhen, „indes, wie es scheint, minder hoch als erstere“.

Nach Sauter (26) ist in Salzburg die Legföhre durch zwei Formen vertreten: *P. mugus* auf trockenem Boden, gleichgültig ob Kalk oder Urgestein, *P. pumilio* auf Moorboden. Ob dieselben auch morphologisch verschieden sind, wird nicht angegeben.

Die meisten Forscher, allen voran Willkomm, sind der Ansicht, daß die Bergkiefer gegen das Substrat absolut indifferent ist, und gliedern dieselbe entweder überhaupt nicht weiter oder aber viel häufiger — so Willkomm (34), Beck (4) usw. — lediglich nach morphologischen Charakteren in vom Boden gänzlich unabhängige Formen. *P. mugus* und *pumilio* speziell werden von manchen Autoren, z. B. von Hayek (11), nicht einmal als Varietäten anerkannt. Jedenfalls ist die systematische Wertigkeit der morphologisch verschiedenen Formen, noch mehr aber die Berechtigung der lediglich durch verschiedene Lebensweise ausgezeichneten „biologischen Arten“ (Kirchner, Löw und Schröter [18]) der *P. montana* noch einer gründlichen experimentellen Untersuchung bedürftig.

Wie es scheint, besteht zwischen Klima und Boden eine gewisse Korrelation in der Beeinflussung des Vorkommens der *P. montana*, insoferne als ein zu trockenes Klima durch größere Bodenfeuchtigkeit ausgeglichen wird, und umgekehrt größere Luftfeuchtigkeit ein Fortkommen auf trockeneren Böden begünstigt. So erklärt Willkomm (34) den Umstand, daß sie in tieferen Lagen nur auf Mooren wächst, durch die Annahme, daß ihr großes Bedürfnis nach Luftfeuchtigkeit in solchen tief gelegenen, relativ lufttrockenen Regionen nur dort befriedigt werden kann, wo durch lokale, edaphische Verhältnisse „eine bedeutende Menge von Wasserdampf zugeführt und die Nebelbildung begünstigt wird“, was ja eben auf Hochmooren in besonders reichlichem Ausmaße der Fall ist. Ganz anders ist Christs (7) Auffassung, welcher annimmt, daß die Bergkiefer trockenes Substrat mit rasch abfließendem Wasser verlangt und deshalb in den Alpen Kalkunterlage bevorzugt, das durch zu große Bodenfeuchtigkeit ausgezeichnete Urgestein dagegen meidet, während es ihr in den Karpathen die Trockenheit des durch geringe Niederschläge und mächtige Windwirkung ausgezeichneten Klimas ermöglichen soll, auch auf Granit zu gedeihen. Diesem Erklärungsversuche

widersprechen aber, abgesehen davon, daß die Trockenheit des Karpathenklimas erst zu erweisen wäre, die Angabe Pax' (24a), welche ich durch eigene Beobachtungen bestätigen kann, daß in die Knieholzformation Vertreter der subalpinen Bachuferflora eintreten, woraus hervorgeht, daß der Untergrund der Formation doch ein ziemlich feuchter sein muß, sowie Kerners (15) Behauptung, von deren Richtigkeit ich mich im Lungau überzeugen konnte, daß sie in den Zentralalpen am liebsten „in der Nähe von Bachrinnsalen oder wenigstens an Gehängen, die gegen ein Bachrinnsal abfallen", sich findet. Diese Befunde sind entschieden besser nach der Willkommschen als der Christschen Deutung zu verstehen, während Fälle wie das Vorkommen auf trockenem und heißem Dolomitgeröll „in den niederschlagsarmen Westalpen" (nach Kirchner, Löw und Schröter [18]) bis auf weiteres weder im einen noch im anderen Sinne zu erklären sind.

c) Ein Faktor, welcher die Verbreitung der *P. montana* sicherlich sehr erheblich beeinflußt, ist die Konkurrenz anderer Arten. Es liegen hierüber nur wenige Angaben vor. Die ausführlichsten hat P. E. Müller (21) gemacht. Für diesen Forscher ist die Bergkiefer eine Art höchster Indifferenz in ihren Ansprüchen, die gewissermaßen nur als Lückenbüßer die von anderen freigelassenen Räume erfüllt. Für ihre Verbreitung sind nicht ihre direkten Ansprüche an Klima und Boden maßgebend, sondern die Konkurrenz mit anderen anspruchsvolleren, schnellerwüchsigen und stark schattenden Bäumen, vor allem der Fichte. Dieser gegenüber ist *P. montana* durch ihr langsameres Wachstum und größeres Lichtbedürfnis so sehr im Nachteil, daß sie überall von ihr an die schlechteren Standorte — Region über der Baumgrenze, steile Kalkhalden, windgefegte Kämme, nasse Hochmoore usw. — zurückgedrängt wird, woselbst die Konkurrenten nicht mehr zu gedeihen vermögen. Müller hält auch die Konkurrenz für ein wichtiges Moment bei der Entstehung neuer Formen innerhalb der Gesamtart *P. montana*. Er ist der Ansicht, daß die baumförmige *P. uncinata* der Westalpen und Pyrenäen früher auch in den Ostalpen viel häufiger war, hier aber infolge Konkurrenz der Fichte an die ungünstigsten Stellen sich zurückziehen mußte, woselbst sie zu krummholzwüchsigen Formen, *P. rotundata*, degenerierte. Durch Vermischung dieser mit der typischen, rein buschförmigen *P. pumilio* der Karpathen, Sudeten, des Iser- und Lausitzergebirges usw., einer ursprünglich rein nördlichen und nordöstlichen Form, entstand dann jenes Heer von Formen, welches uns heute in den Ostalpen entgegentritt.

Auch der Umstand, daß *P. montana* auf Silikatgesteinen vielfach, so insbesondere in den Ostalpen, seltener auftritt als auf Kalk, ist sicherlich zum Teil auf Konkurrenzverhältnisse zurückzuführen. Denn aus ersteren bildet sich im allgemeinen ein viel besserer, für das Gedeihen von geschlossenen Grasfluren und Wäldern geeigneterer Boden als auf letzterem. Im geschlossenen Gras- und Baumwuchs vermag *P. montana* nicht zu konkurrieren und ist daher nicht oder nur in geringem Grade existenzfähig. Ein wichtiger Konkurrent der *P. montana* ist auf Urgestein auch die Grünerle (*Alnus viridis*), deren Bestände hier nach Kerner (16b) gewissermaßen einen Ersatz darstellen für die in den Kalkalpen entwickelten Legföhrenwälder.

d) Zum Schlusse sei noch auf den gewichtigsten unter den gegenwärtig wirkenden Faktoren, welche die Verbreitung der *P. montana* beeinflusssen, hingewiesen: die Tätigkeit des Menschen. Dieser stellt ihr schon seit langer Zeit des Holzes und des das Latschenöl liefernden Harzes wegen nach und rodet oft auch, um neue Weideflächen zu gewinnen, ihre Bestände. In letzterem Falle verändert er naturgemäß auch die Beschaffenheit des Bodens und die Konkurrenzverhältnisse, so daß eine Neubesiedelung, auch wenn sie ihm wieder erwünscht wäre, oft nicht mehr möglich ist. So hat er zweifellos im Verlaufe von Jahrhunderten die Verbreitung dieses Holzgewächses an vielen Orten wesentlich eingeschränkt, ja es vielfach vollkommen ausgerottet. Kerner (15) äußert sich über diese Verhältnisse, soweit sie die Zentralalpen betreffen, folgendermaßen: „Im ganzen ist aber Mughus in den Zentralalpen eine Seltenheit; niemals sah ich sie die Plateaus überziehen; vielleicht ist sie, um Mähder zu gewinnen, stellenweise ausgerottet worden.“ Viel bestimmter drückt sich Pax (24b) über die analogen Verhältnisse in den Karpathen aus: „Die Knieholzzone ist nur dort in ihrer ursprünglichen Kraft entwickelt, wo das Terrain oberhalb der Waldgrenze als Weideland absolut wertlos ist, so an den felsigen, steilen Gehängen der Hohen Tátra, einzelner Gipfel in den Rodnaer Alpen oder in den Felspyramiden der Transsylvanischen Gebirgsstöcke. Die sanfteren Kuppen der Liptau und der Niederen Tátra, die gewölbten Kämme der Waldkarpathen, der siebenbürgischen Trachytstöcke, der Biharia, des Mühlbachgebirges und die bis 1900 m ansteigenden Lehnen der übrigen siebenbürgischen Berge hat eine rücksichtslose Weidewirtschaft für sich beansprucht und durch rücksichtsloses Vernichten von Kniehoiz und Grünerle das Weideland erheblich vergrößert, die Flora empfindlich geschädigt. Bis auf die Höhe des Szurul (2288 m) weiden die Herden, und die Hermannstädter Hirten treiben das Vieh über das Mühlbachgebirge bis auf den Pareng und Retyezát. Die schönen Kniebolzbestände aber werden in rücksichtslosester Weise durch planmäßig angelegte Feuer vernichtet.“ Ich selbst war im Jahre 1913 Zeuge von großen Krummholzrodungen auf der niederösterreichischen Raxalpe, welche dort behufs Schaffung neuer Weideflächen unternommen werden. In allerjüngster Zeit berichtet Schmolz (28) von der Dezimierung des Krummholzes in der Nähe vieler Alpenschutzhütten zum Zwecke der Holzgewinnung für den Betrieb derselben und von der vandalischen Vernichtung großer Latschenbestände der Ölgewinnung wegen, so beispielsweise in der Umgebung von Bozen in Südtirol. Schmolz' Ansicht, daß die Legföhre in den nördlichen und südlichen Kalkalpen mehr gefährdet ist als in den Zentralalpen, teile ich nicht, halte sie vielmehr in letzteren für am meisten bedroht. Seiner Forderung nach einem möglichst weitgehenden Schutze der Pflanze schließe ich mich in vollem Umfange an.

e) Zu all den genannten Faktoren, deren Einwirkung auf die Verbreitung der *P. montana* um so schwerer einzuschätzen ist, als sie ja immer in ihrer Gesamtheit zu einem Komplex vereinigt sich betätigen, gesellt sich nun noch das historische Moment. Wir wollen zunächst nicht näher auf dasselbe eingehen, sondern uns mit der Andeutung begnügen, daß es bei keinem Erklärungsversuche außer acht gelassen

werden darf, und daß gewisse Erscheinungen, wie das Fehlen der Bergkiefer in Skandinavien, überhaupt nur auf historischer Grundlage einer Erklärung zugänglich sind.

II.

Um nun die Verbreitungsgeschichte der *P. montana* im allgemeinen und in einem bestimmten Gebiete im besonderen festzustellen, ist es nötig, die Wirksamkeit all der genannten Faktoren gesondert und in ihrer gegenseitigen Bedingtheit in Betracht zu ziehen. Auf diese Weise und unter möglichst weitgehender Rücksichtnahme auf die Art ihres Vorkommens (Häufigkeit, Formationsanschluß usw.) habe ich es versucht, die Gründe der eigenartig disjunkten rezenten Verbreitung der Pflanze in den den norischen Uralpen angehörigen Gebirgen des Lungau, des Quellgebietes der Mur, wo ich seit langer Zeit mit Vegetationsaufnahmen beschäftigt bin, klarzulegen und ihre einstige Verbreitung daselbst zu rekonstruieren. Die Anschauungen, welche ich mir hiebei gebildet habe, dürften, wenigstens teilweise, sich in ihrer Giltigkeit auf die gesamten östlichen Zentralalpen verallgemeinern lassen. Es ist gerade der Lungau mit seinen auf engem Raume mannigfaltigen edaphischen und klimatischen Verhältnissen ein für derartige Studien ganz besonders günstiges Gebiet, und es dürften auch die Erfahrungen, welche ich daselbst gemacht habe, geeignet sein, die Bedeutung wenigstens einzelner Faktoren in ein helleres Licht zu rücken und in manchen Fällen eine präzisere Fragestellung zu ermöglichen. Da überdies die Legföhre eine der wichtigsten an der Baumgrenze dominierenden Arten ist, so liefert die Kenntnis ihrer Verbreitungsgeschichte auch den Schlüssel zum Verständnis der Geschichte der Vegetation an der Baumgrenze der östlichen Zentralalpen überhaupt, und es dürften die folgenden Zeilen vielleicht auch von diesem allgemeinen Standpunkte aus von einigem Interesse sein.

Die Bergkiefer tritt im Lungau als *P. mugus* auf, u. zw. in den Zapfenformen [1]) *eumugus*, *pumilio* und — selten — auch *pseudopumilio* [2]), welche im großen und ganzen ziemlich scharf voneinander geschieden sind. Sie wächst auf dreierlei Bodenarten: 1. auf trockenem bis mäßig feuchtem Kalkboden; 2. auf trockenem bis mäßig feuchtem Urgesteinsboden und 3. auf Hochmoorboden. Eine Abhängigkeit der Zapfenformen vom Substrate in dem Sinne, daß sich die eine nur auf der einen, die andere nur auf der anderen Bodenart findet, konnte ich, wie schon gesagt, nicht konstatieren, sondern traf vielmehr auf jeglicher Bodenart wiederholt an einer und derselben Lokalität alle Zapfenformen an.

1. Auf Kalkboden ist *P. mugus* besonders häufig. Die Ketten der Radstädter Tauern zwischen Weißbriach-, Taurach- und Zederhauswinkel mit ihren mächtigen Triaskalkeinlagerungen zeichnen sich infolge-

---

[1]) Im Taurachtale fand ich einmal in 1600 m Meereshöhe einen abgefallenen Zapfen, der zweifellos zu *P. rotundata* gehörte. Da es mir leider nicht gelungen ist, das entsprechende Individuum ausfindig zu machen, muß ich es vorläufig dahingestellt sein lassen, ob diese Rasse tatsächlich im Lungau spontan ist, oder aber, ob der Zapfen von einer der im Taurachtale, allerdings meines Wissens nur in viel geringerer Seehöhe, aufgeforsteten „Spirken“ stammte.

[2]) Über die systematische Stellung dieser Rasse vergleiche man das oben Gesagte.

dessen durch sehr großen Reichtum an Krummholz aus. Das Schwergewicht der Verbreitung desselben liegt hier in der Stufe der Wald- und Baumgrenze (1600—2000 m), von wo aus es bis zu maximal 2200 m nach aufwärts und bis zu etwa 1200 m zu Tal steigt. Es gedeiht in jeder Exposition und unter ziemlich mannigfaltigen Bodenverhältnissen in chemischer und physikalischer Beziehung, was Höhe des Kalkgehaltes, Konsistenz, innerhalb gewisser Grenzen auch Menge des Humus und Grad der Feuchtigkeit des Substrates usw. anbelangt, und bildet auf ebenen Flächen ebensowohl wie auf sanfter und steiler geneigten Hängen vielfach noch größere geschlossene Bestände. Mit besonderer Vorliebe wächst es auf steilen Schutthalden und auf schwer zugänglichen Felsbändern, wo es mit einer verhältnismäßig geringen Humusmenge sein Auslangen findet.

Die Begleitvegetation der Krummholzbestände auf Kalkunterlage ist zumeist eine ziemlich reiche. Im Weißbriachwinkel, woselbst sie in einer Höhenlage von etwa 1450—2000 m auftreten, sind sie auf der linken Talseite etwa folgendermaßen zusammengesetzt[1]): † *Pinus montana, cembra, Larix decidua, Picea excelsa*; *Salix glabra, arbuscula, grandifolia, Sorbus aucuparia, chamaemespilus, Rosa pendulina, Daphne mezereum,* † *Rhododendron hirsutum, Vaccinium vitis idaea, myrtillus,* † *Erica carnea*; *Urtica dioica, Thesium alpinum, Moehringia ciliata, Aconitum rostratum, tauricum, Arabis bellidioides* (f), *Cardamine enneaphyllos, Parnassia palustris, Rubus saxatilis, Potentilla erecta, Fragaria vesca, Geranium silvaticum, Linum catharticum, Viola biflora, Heracleum austriacum, Pirola uniflora, Lamium luteum, Thymus chamaedrys, Orobanche reticulata, Valeriana tripteris, montana, saxatilis, Knautia* sp., *Scabiosa lucida, Campanula Scheuchzeri, Phyteuma orbiculare, persicifolium, Adenostyles glabra, Aster bellidiastrum, Tussilago farfara, Petasites niveus* (f), *Homogyne alpina, Senecio crispatus, Carlina acaulis, Carduus defloratus, Leontodon hispidus, Crepis paludosa* (f), *Prenanthes purpurea, Hieracium murorum*; *Tofieldia calyculata, Veratrum album, Lilium martagon, Majanthemum bifolium, Polygonatum verticillatum, Paris quadrifolia, Gymnadenia conopea, odoratissima, Epipactis atropurpurea, Listera ovata*; *Calamagrostis villosa, varia, Sesleria varia, Poa alpina, Carex ferruginea, Luzula silvatica*; *Cystopteris montana* (f), *Nephrodium Robertianum, dilatatum*; † Moose (auch f).

Nach der Höhenlage, dem Grade der Feuchtigkeit und des Humusgehaltes der Unterlage usw. ist die Zusammensetzung der Krummholzwälder auf Kalk eine einigermaßen verschiedene, so daß man verschiedene Fazies dieser Formation unterscheiden kann. So finden sich beispielsweise im Taurachtale in 1450—1600 m Meereshöhe auf relativ feuchtem, humusreichen Boden gemeinsam mit *P. montana*: *Salix glabra, Sorbus aucuparia, chamaemespilus, Lonicera alpigena*; † *Rhododendron hirsutum,* † *Erica carnea*; *Melandryum silvestre, Thalictrum aquilegifolium, Saxifraga rotundifolia, Rubus saxatilis, Geum rivale, Geranium silvaticum, Epilobium alpestre, Astrantia maior, Gentiana as-*

---

[1]) Besonders massenhaft auftretende Arten sind durch ein vorgesetztes † Kreuz gekennzeichnet; (f) bedeutet das Auftreten auf feuchtem Boden.

clepiadea, *Lamium luteum*, *Stachys Jacquini*, *Pedicularis foliosa*, *Galium cruciata*, *Scabiosa lucida*, *Phyteuma spicatum*, *Adenostyles glabra*, *Senecio Fuchsii*; *Lilium martagon*; *Luzula silvatica*; *Polystichum lonchitis*, *lobatum*, *Athyrium filix femina* usw., während auf dem Speyereck in 2000—2150 m Seehöhe auf trockenem, humusärmeren Substrate *Picea excelsa*, *Juniperus nana*; *Salix myrsinites*, *arbuscula*, † *Rhododendron hirsutum*, *Loiseleuria procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, † *Vaccinium myrtillus*, *uliginosum*, *Dryas octopetala*; *Thesium alpinum*, *Biscutella laevigata*, *Saxifraga caesia*, *Parnassia palustris*, *Helianthemum glabrum*, *Soldanella alpina*, *Veronica fruticans*, *Pedicularis rostrata*, *Galium baldense*, *Scabiosa lucida*, *Phyteuma orbiculare*; *Agrostis alpina*, *Sesleria varia*, *Carex capillaris* etc. in Gesellschaft der Legföhre auftreten.

Die geschilderte Zusammensetzung der Bestände der *P. montana* auf Kalk ist nicht etwa eine für den Lungau spezifische, sondern wiederholt sich, von floristischen Differenzen abgesehen, allenthalben auf Kalk, sowohl in den Zentralalpen als auch insbesondere in den nördlichen und südlichen Kalkalpen, wo ja derartig aufgebaute Legföhrenwälder weitaus die vorherrschenden sind.

2. Während die Legföhre auf Kalkboden eine sehr häufige Erscheinung ist, tritt sie auf Urgestein viel sporadischer auf, fehlt jedoch auf dieser Unterlage keineswegs vollkommen. Ich beobachtete sie vielmehr im Zuge der Niederen Tauern in allen Winkeln, und zwar sowohl auf freien Hängen als insbesondere auch in den Karen derselben, und überdies auch ab und zu im Gebiete der Stangalpe. Sie bevorzugt auch hier den Gürtel der Wald- und Baumgrenze, woselbst sie offenbar ihre optimalen Lebensbedingungen findet, übersteigt ihn auch hier um 100 bis 200 m — bis zu maximal 2200 m —, reicht jedoch nicht so tief zu Tal wie auf Kalk. Unterhalb 1500 m habe ich sie nirgends beobachtet. Sie wächst in jeder Exposition und meidet nur die trockenen, nach Süden geneigten Hänge der Seitenketten der Niederen Tauern gegen die Haupttäler, insbesondere das Taurachtal, zu. Mit Vorliebe hält sie sich an durch größere Luftfeuchtigkeit ausgezeichneten Stellen, wie in der Nähe von Wasserläufen in den Talschlüssen und in Karen auf; ein Umstand, welcher mit dem von Kerner (15) hervorgehobenen daß die Legföhre in den Tiroler Alpen oft auf von kleinen Tälchen und Karen unterbrochenen Plateaubildungen in größter Ausdehnung sich findet, an südlichen Lehnen dagegen mehr zurücktritt, einigermaßen in Einklang zu stehen scheint. Auf der Nordseite der Niederen Tauern ist *P. montana* im Gegensatz zu dem, was man nach Kerners (17) oben zitierter Angabe, daß sie nämlich in Tirol oft die feuchteren Nordhänge den trockeneren Südlagen vorzieht, erwarten würde, keineswegs häufiger als auf der Südseite, sondern tritt dort mindestens ebenso sporadisch auf wie hier. Nach Hayek und Eberwein (12) fehlt die Krummholzkiefer „in den Schladminger Tauern zwar nicht gänzlich, findet sich aber nur sehr zerstreut und selten in kleinen Beständen, am häufigsten auf der Planei; von einer ausgebildeten Krummholzformation kann daher nicht die Rede sein; an ihre Stelle tritt die .... Formation der Grünerle“. Die Art des Urgesteins, in welchem sie wurzelt, scheint für das Gedeihen der *P. montana* ziemlich gleichgültig zu sein, denn ich fand sie sowohl

über Schiefergesteinen verschiedener Art, wie Hornblendegneis usw., als auch (im nahe benachbarten Kärnten) über Granit. Auch der zu ihrem Fortkommen nötige Feuchtigkeitsgehalt des Bodens schwankt innerhalb ziemlich beträchtlicher Grenzen. Auf geneigtem Boden trifft man sie häufiger als auf ebenen Flächen. Den von etwa 1500 m an aufwärts die Winkel flankierenden steilen Felswänden, auf denen Zirben in Gesellschaft von Lärchen, *Betula pubescens*, *Alnus viridis*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera coerulea*, *nigra* etc. wachsen, fehlt sie merkwürdigerweise fast vollkommen.

Relativ selten kommt *P. montana* innerhalb des Lungau auf Urgestein in größeren Beständen vor, so in den Niederen Tauern im Hintergrunde des Lessachwinkels auf Granatglimmerschiefer[1]), im Liegnitzwinkel auf der rechten Talseite auf Hornblendegneis[1]), im Znachgraben auf der linken Talseite auf Quarzphyllit[1]), im Gebiete der Stangalpe im Kendlbruckergraben auf der rechten Talseite auf Gailtaler Schiefer[1]), auf den Osthängen des Aineck, gegen den Margaretengraben, auf Granatglimmerschiefer usw. Viel häufiger tritt sie nur in kleinen Gruppen oder vereinzelten Individuen auf, wie ich dies im Preberkessel und in vielen anderen der von mir besuchten Kare der Seitengräben der Winkel der Niederen Tauern, zumeist auf Hornblendegneis, beobachtet habe.

Gleichwie über Kalk ist auch über Urgestein die Zusammensetzung der Legföhrenbestände nach der Höhenlage und insbesondere nach dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens eine einigermaßen verschiedene. Auf trockenem Boden fand ich *P. montana* mit folgenden Pflanzen vergesellschaftet: 1. Im Liegnitzwinkel, rechte Talseite, Ost-Exposition, 1580 m Meereshöhe: *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Juniperus intermedia*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis idaea*, † *myrtillus*; *Potentilla erecta*, *Oxalis acetosella*, *Circaea alpina*, *Veronica officinalis*, *Homogyne alpina*; *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis* sp., *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta*; *Lycopodium annotinum*; *Nephrodium phegopteris*, *dryopteris*, *montanum*, *dilatatum*, *Polystichum lonchitis*; Moose; Flechten, z. B. *Cladonia rangiferina*; *Cantharellus cibarius*. — 2. Im Znachgraben, rechte Talseite, Ost-Exposition, 1500 m Meereshöhe: *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Juniperus intermedia*; *Betula pendula*, *Alnus viridis*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera coerulea*, *Rosa pendulina*, *Rubus idaeus*; *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis idaea*, † *myrtillus*, *uliginosum*; *Agrostis rupestris*, *Calamagrostis* sp., *Deschampsia caespitosa*, *Festuca fallax*, *varia*, *Carex brunnescens*; *Lycopodium selago*, *annotinum*; *Nephrodium phegopteris*, *dryopteris*, *dilatatum*, *Athyrium alpestre*; Moose; *Cladonia rangiferina*. —3 Auf dem Überling im Seetal in 1750 m Meereshöhe: *Pinus cembra*, *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Juniperus intermedia*; *Sorbus aucuparia*, *Lonicera coerulea*, *Rosa pendulina*; *Vaccinium vitis idaea*, † *myrtillus*, † *Calluna vulgaris*; *Dianthus speciosus*, *Imperatoria ostrathium*, *Knautia intermedia*, *Solidago virgaurea*, *Gnaphalium norvegicum*, *Achillea millefolium*, *Arnica montana*, *Hieracium murorum*; *Veratrum album*, *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum verticillatum*.

---

[1]) Nach der von der k. k. Geologischen Reichsanstalt herausgegebenen Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie im Maßstabe 1 : 75.000.

Convallaria majalis; *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta*, *Luzula silvatica*.

Auf feuchterem Urgesteinsboden tritt *P. montana* beispielsweise im Hintergrunde des Lessachwinkels auf, woselbst sie zwischen der unteren und oberen Gamsenalm in etwa 1500—1700 m Meereshöhe zu beiden Seiten des Baches mächtige Bestände von ursprünglichem Aussehen bildet. Dieselben sind bei ca. 1600 m aus folgenden Elementen zusammengesetzt: † *Pinus montana*, *Larix decidua*, *Picea excelsa*; *Salix grandifolia*, *Betula pubescens*, *Alnus viridis*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera coerulea*; *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis idaea*, † *myrtillus*; *Rubus idaeus*; *Silene vulgaris*, *Caltha* sp., *Aconitum tauricum*, *Arabis alpina*, *Alchemilla alpestris*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Hypericum maculatum*, *Viola biflora*, *Epilobium collinum*, *Chaerophyllum Villarsii*, *Imperatoria ostruthium*, *Gentiana asclepiadea*, *Ajuga pyramidalis*, *Lamium luteum*, *maculatum*, *Knautia intermedia*, *Scabiosa lucida*, *Adenostyles alliariae*, *Solidago virgaurea*, *Achillea millefolium*, *Petasites albus*, *Homogyne alpina*, *Doronicum austriacum*, *Cirsium heterophyllum*, *Prenanthes purpurea*, *Hieracium murorum*; *Veratrum album*, *Majanthemum bifolium*, *Streptopus amplexifolius*, *Polygonatum verticillatum*; *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis* sp., *Deschampsia caespitosa*, *flexuosa*, *Carex frigida*, *Luzula nemorosa*; *Lycopodium selago*, *annotinum*; *Cystopteris fragilis*, *Nephrodium phegopteris*, *montanum*, *dilatatum*, *Polystichum lonchitis*, *Athyrium alpestre*; Moose; *Cladonia rangiferina*, *Cetraria islandica*. Mit zunehmender Entfernung vom Bache verschwinden die hygrophileren Arten, und der Bestand nimmt durch das Auftreten Trockenheit liebender Arten, wie *Juniperus nana* und *Calluna vulgaris*, ein mehr und mehr xerophiles Gepräge an.

Im Znachgraben findet sich *P. montana* auf den steilen Hängen der linken Talseite in 1750 m Meereshöhe zum Teil auf trockenem Boden, auch auf Felsen, gemeinsam mit *Pinus cembra*, *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Juniperus nana*, *Betula* sp., *Sorbus aucuparia*, *Lonicera coerulea*; † *Rhododendron ferrugineum*, † *Vaccinium myrtillus* etc., zum Teil wächst sie auf feuchtem Substrate mit *Alnus viridis* zusammen in schwer zu durchdringenden Dickichten, in welchen auch *Rubus idaeus*; *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia caespitosa*, *flexuosa*, *Luzula nemorosa* etc. gedeihen; zum Teil endlich tritt sie mit *Pinus cembra*, *Larix decidua*, *Rhododendron ferrugineum* usw. als Nebenbestandteil üppiger Grünerlenbestände auf, in welchen mit *Alnus viridis*: *Rumex arifolius*, *Stellaria nemorum*, *Aconitum tauricum*, *Ranunculus platanifolius*, *Geranium silvaticum*, *Hypericum maculatum*, *Imperatoria ostruthium*, *Pedicularis recutita*, *Phyteuma spicatum*, *Solidago virgaurea*, *Doronicum austriacum*, *Senecio Fuchsii*, *Cirsium heterophyllum*, *Mulgedium alpinum*; *Calamagrostis villosa*, † *Deschampsia caespitosa*, *Poa hybrida*, *Luzula silvatica*; *Nephrodium montanum*, *dilatatum*, *Polystichum lobatum*, *Athyrium alpestre* usw. zusammenvorkommen.

Ein derartiger Anschluß der Legföhre an die hygrophile Formation der Grünerle ist eine ebenso auffällige als seltene Erscheinung. Weitaus häufiger ist sie jedenfalls als Bestandteil jener relativ xerophilen Gesellschaft anzutreffen, welche, in der Stufe der Baumgrenze auf trockenem Urgesteinsboden allenthalben verbreitet, sich vorwiegend aus *Juniperus*

nana, † *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea*, † *myrtillus*, *Picea excelsa*, *Larix decidua*, vielfach auch † *Rhododendron ferrugineum* und *Pinus cembra*, ferner aus Flechten wie † *Cladonia rangiferina*, *Cetraria islandica*, Moosen etc., also aus lauter Elementen zusammensetzt, welche wir soeben auch als Begleitpflanzen des auf Urgestein formationsbildenden Krummholzes kennen gelernt haben. Von den analogen Beständen auf Kalk weicht diese Formation ganz wesentlich ab, indem dort *Calluna vulgaris* durch *Erica carnea*, *Rhododendron ferrugineum* durch *R. hirsutum* ersetzt wird, die Vakzinien sehr zurücktreten oder auch ganz fehlen, und auch die Begleitvegetation eine ganz andere ist.

Daß es wirklich reines Urgestein ist, auf welchem *P. montana* teils als dominierendes Element in den Beständen von der eben geschilderten Zusammensetzung, teils als untergeordneter Bestandteil derselben oder auch gemeinsam mit der Grünerle auftritt, geht u. a. aus der Art der Begleitvegetation hervor, in welcher jegliche kalkholde Pflanze vollkommen fehlt, während auf Kalksubstrat, wie die vorausgehenden Listen zeigen, deren eine ganze Menge sich finden. Besonders auffällig tritt der Gegensatz in der Zusammensetzung der Krummholz-Formationen auf Urgestein und Kalk dort zutage, wo diese beiden Gesteinsarten in Wechsellagerung auftreten, wie dies im Weißbriach- und Taurachwinkel der Fall ist.

Im Weißbriachwinkel (Lantschfeld) wechseln in ca. 1800 m Meereshöhe jochgroße Legföhrenbestände auf Kalk mit ebensogroßen auf Schiefer. In ersteren notierte ich: † *Pinus montana*, *cembra*, *Larix decidua*, *Salix arbuscula*, *grandifolia*, *Sorbus aucuparia*, *chamaemespilus*, *Daphne mezereum*; † *Rhododendron hirsutum*, *Vaccinium vitis idaea*, *myrtillus*, † *Erica carnea*; *Urtica dioica*, *Thesium alpinum*, *Moehringia ciliata*, *Aconitum tauricum*, *Rubus saxatilis*, *Fragaria vesca*, *Geranium silvaticum*, *Viola biflora*, *Heracleum austriacum*, *Valeriana tripteris*, *Scabiosa lucida*, *Campanula Scheuchzeri*, *Phyteuma persicifolium*, *Homogyne alpina*, *Carduus defloratus*, *Leontodon hispidus*, *Hieracium murorum*; *Veratrum album*, *Lilium martagon*, *Paris quadrifolia*, *Epipactis atropurpurea*; *Calamagrostis villosa*, *Sesleria varia*, *Luzula silvatica*, *Nephrodium dilatatum*. Unter diesen Elementen sind außer *Pinus montana*: *Erica carnea* und *Rhododendron hirsutum* tonangebend. Auf Urgestein haben † *Rhododendron ferrugineum*, † *Calluna vulgaris*, † *Vaccinium myrtillus* und † *uliginosum* neben der Legföhre die Vorherrschaft. Diese selbst gehört auf beiden Gesteinen einer und derselben Rasse an.

Ganz ähnliche Verhältnisse traf ich im Taurachtale an. Auch hier finden sich entsprechend der Wechsellagerung der Gesteine Krummholzwälder auf Kalk und auf Urgestein in mannigfaltiger Mischung und grenzen oft unmittelbar aneinander. Ihre Zusammensetzung ist wiederum nach dem verschiedenen Substrate eine verschiedene. Auf der Pongauer Seite des Radstädter Tauern machte ich in 1700 m Meereshöhe folgende Bestandesaufnahmen: 1. Auf Kalk: † *Pinus montana*, *Daphne mezereum*; † *Rhododendron hirsutum*, *Vaccinium vitis idaea*, † *Erica carnea*; *Gypsophila repens*, *Biscutella laevigata*, *Cardamine enneaphyllos*, *Saxifraga caesia*, *Lotus corniculatus*, *Polygala amarellum*, *Helianthemum alpestre*,

Gentiana Clusii, Pinguicula alpina, Valeriana montana, saxatilis, Aster bellidiastrum, Senecio abrotanifolius; Sesleria varia. Carex sempervirens; Tortella tortuosa, inclinata; Psoroma crassum. — 2. Auf Urgestein: † *Pinus montana, P. cembra, Juniperus nana; Alnus viridis, Sorbus aucuparia, Lonicera coerulea; Rhododendron ferrugineum, intermedium, Vaccinium vitis idaea, myrtillus, Calluna vulgaris; Homogyne alpina, Luzula pilosa; Lycopodium annotinum, clavatum; Hypnum Schreberi, Hylocomium splendens, triquetrum, Polytrichum formosum, Dicranum scoparium; Cladonia rangiferina, gracilis, Cetraria islandica.* — 3. Auf der Übergangszone zwischen Kalk und Urgestein: † *Pinus montana, P. cembra, Picea excelsa, Juniperus nana; Alnus viridis, Rosa pendulina; Rhododendron ferrugineum, hirsutum, Vaccinium vitis idaea, myrtillus, Calluna vulgaris, Erica carnea; Gentiana verna, Pinguicula alpina, Aster bellidiastrum, Homogyne alpina; Sesleria varia; Cladonia rangiferina.* — Auf Kalk sind wiederum *Rhododendron hirsutum* und *Erica carnea*, auf Urgestein *Rhododendron ferrugineum, Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus* die wesentlichsten Begleitelemente der Legföhre, welche auch hier auf beiderlei Gestein einer und derselben Rasse angehört. Diese ist in beiden Fällen durch dreierlei Zapfenformen, *eumugus, pumilio* und *pseudopumilio*, letztere selten und zum Teil durch Zwischenformen mit *pumilio* verbunden, vertreten.

P. montana kommt in den östlichen Zentralalpen auch außerhalb des Lungau auf Urgestein vor, u. zw. zumeist wiederum seltener als in den Kalkalpen. In Kärnten findet sie sich nach Pacher und Jabornegg (23) in den Mölltaler Alpen, in der Malnitz und im Maltatal, in den Flatnitzer und Reichenauer Alpen, auf der Kor- und Saualpe und ist in den beiden letztgenannten Gebirgsstöcken selten. Nach Hayek (11) ist sie in Steiermark in den Zentralalpen viel seltener als in den Kalkalpen und in ersteren auf folgende Standorte beschränkt: In den Schladminger Tauern „auf der Kalkspitze, dem Kamp und Schiedeck und im Giglertale bis unter dem Landauersee bei Schladming“ (manche dieser Standorte wohl auf Kalk); „vereinzelt auf dem Hochgolling, der Hochwildstelle, Planei bei Schladming, dem Saleck, Gumpeneck, am Ruprechtseck bei Krakaudorf“; „häufiger in den Rottenmanner Tauern wie auf dem Bösenstein, der Hochscheide, dem Hochreichart und Seckauer Zinken; auch auf der Plesch bei Admont. Hier und da im Stangalpenzuge und den Seetaler Alpen, am Wechsel“. Nach Nevole (22) spielt sie in den östlichen Rottenmanner Tauern als dominierendes Begleitgehölz der dort auftretenden Zirbenwälder eine wichtige Rolle, fehlt dagegen auf dem Zirbitzkogel und wird hier durch *Alnus viridis* vertreten. — Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Legföhre in den Niederen Tauern im allgemeinen häufiger ist als in den ihnen nach Südosten und Osten vorgelagerten Ketten. Innerhalb der Niederen Tauern ist sie in deren westlichem und östlichem Flügel, den Radstädter und Rottenmanner Tauern, häufiger als im Zentrum, den Schladminger Tauern. Von diesen drei Abschnitten ist nur der westliche, die Radstädter Tauern, ein Kalkgebiet.

Ich selbst beobachtete *P. montana* in ausgedehnten, üppigen Beständen auf den Südhängen der Hafnereckgruppe gegen das Maltatal in Kärnten und in kleineren, ärmlicheren Gesellschaften auf den Plateaus

und Gehängen der südlich vom Karlnock gelegenen Berge der Stangalpe in Kärnten. Leider vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, ob die letzteren tatsächlich in Urgesteinsboden wurzeln. Auf dem Südhange des Seckauer Zinken traf ich die Legföhre zwar reichlich, aber nur selten in geschlossenen Beständen, auf dem Wechsel nur in einzelnen Individuen an. Dieses Vorkommen steht in scharfem Kontraste zu dem, wie ich es auf Urgestein in den Karpathen, u. zw. sowohl in der Hohen Tátra als auch in den Rodnaer Alpen beobachtet habe. Die Kare dieser Gebirge sind vielfach erfüllt von großen, vollkommen geschlossenen Krummholzbeständen, in welchen auch die Zirbe gedeiht, und es findet diese Massigkeit des Auftretens der Legföhre in den östlichen Zentralalpen wohl kaum ihresgleichen. Das spärliche Vorhandensein der *P. montana* auf den sanfter geneigten Gebirgen der Karpathen, wie Liptauer Berge, Waldkarpathen, siebenbürgische Trachytstöcke, Biharia, Mühlbachgebirge etc., kann man mit der analogen Erscheinung auf den „Weidegebirgen" der östlichen Zentralalpen, wie Seetaler Alpen, Sau- und Koralpe und Wechsel etc., in Parallele stellen.

Fast überall dort, wo ich die Legföhre auf Urgestein vereinzelt angetroffen habe, hat sie mir den Eindruck eines natürlichen, u. zw. reliktartigen Vorkommens gemacht, denn ich fand sie fast stets inmitten einer geschlossenen Pflanzengesellschaft, welche als ursprüngliche Formation, ja für den betreffenden Standort als Abschlußformation zu bezeichnen war. Der Umstand, daß das Eindringen neuer Elemente in eine derartige geschlossene Formation eine sehr seltene Erscheinung ist, spricht bei Beurteilung der meisten, wenn nicht aller, seltenen Vorkommnisse der Legföhre auf Urgestein gegen die Annahme, daß es sich um Vordringlinge handelt, und für ihre Reliktnatur. Aufgeforstete *P. montana* ist im Gebiete selten.

3. Die dritte Art des Vorkommens der *P. montana* im Lungau ist das auf Hochmoorboden. Die Legföhre ist auf vielen alten Hochmooren der Täler und der Terrassen und Plateaus der Vorberge von 1000 bis zu 1800 m aufwärts ein dominierendes Element. Zur Charakterisierung der Zusammensetzung derartiger Krummholzhochmoore seien nachfolgende Beispiele angeführt: 1. Das Hochmoor bei Sankt Margareten (Saumoos) im Murtal (ca. 1040 m ü. d. M.). Auf Bulten: † *Pinus montana*, *Vaccinium vitis idaea*, *uliginosum*, † *Calluna vulgaris*; *Polytrichum strictum*; *Cladonia rangiferina*. In den übrigen Teilen des Moores: *Betula pubescens*; *Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccos*; *Drosera rotundifolia*, *Potentilla erecta*, *Agrostis* sp., *Molinia coerulea*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *echinata*, *nigra*; Moose, vor allem † *Sphagna*. — 2. Ein in 1650 m Meereshöhe gelegenes Hochmoor zwischen Prebersee und Überling auf der Nordseite des Seetales. Auf Bulten: † *Pinus montana*. *Larix decidua*, *Picea excelsa* (Krüppel), *Vaccinium vitis idaea*, *myrtillus*, *uliginosum*, *Calluna vulgaris*; *Nardus stricta*; *Polytrichum strictum*. An den anderen Stellen des Moores: *Andromeda polifolia*; *Parnassia palustris*, *Potentilla erecta*, *palustris*, *Viola palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Pinguicula* sp.; *Agrostis vulgaris*. *Nardus stricta*, *Trichophorum alpinum*, *austriacum*, *Eriophorum vaginatum*, *angustifolium*, *Carex dioica*. *echinata*, *Goodenoughii*, *limosa*, *rostrata*, *flava*, *Luzula sudetica*; *Sela-*

ginella selaginoides; † *Sphagna*. — Auf den Bulten mancher Hochmoore sind auch *Juniperus intermedia* und *Rhododendron ferrugineum*, auf denen des Seetales und auf den dasselbe einschließenden Vorbergen oft auch *Betula nana* mit *P. montana* vergesellschaftet. Im Hochmoore beim Paß Klauseck im Seetale und in dem an der Taurach bei Lintsching traf ich auch *Pinus silvestris* und in ersterem überdies den Bastard der beiden Kiefernarten als Begleiter der Legföhre an.

Daß *P. montana* auch außerhalb des Lungau als Hochmoorpflanze auftritt, ist eine bekannte Tatsache. Sowohl anderwärts in den Alpen als auch im nördlichen Alpenvorlande, in den mitteldeutschen Gebirgen, Sudeten, Karpathen usw. tragen viele Hochmoore Massenbestände der *P. montana*.

III.

Nach der vorausgehenden Schilderung der Verbreitung der *P. montana* im Lungau im besonderen und in den östlichen Zentralalpen im allgemeinen sind insbesondere drei Momente von besonderem Interesse: 1. Ihr Vorkommen auf drei so verschiedenartigen Substraten, wie es trockener Kalkboden einerseits, trockener Urgesteinsboden und Hochmoorboden anderseits sind; 2. der Umstand, daß sie auf Urgestein im allgemeinen viel seltener auftritt als auf Kalk, und 3. daß sie auf Urgestein in manchen Gebieten häufiger, in anderen seltener ist und überhaupt auf diesem Substrate eine ungleichartige Verbreitung besitzt (im Gegensatze zu *Juniperus nana*, den Erikazeen *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* usw., welche alle über Urgestein höchst gleichartig und geschlossen verbreitet sind). Während nun das erstere zweifellos durch die große Anspruchslosigkeit der Legföhre in edaphischer Hinsicht bedingt wird, infolge deren genügsame Erikazeen, so auf kalkarmem Boden *Rhododendron ferrugineum* und *Calluna vulgaris*, auf kalkreichem *Rhododendron hirsutum* und *Erica carnea*, auf allen Bodenarten *Vaccinium myrtillus* und *vitis idaea* ihre häufigen, ja größtenteils ständigen Begleiter sind — wie ja auch andere Föhrenarten oft von Erikazeen, so *P. silvestris* von *Calluna vulgaris*, *P. halepensis* von *Erica arborea* und *verticillata* begleitet werden —, sind die beiden letzteren nicht von vornherein verständlich und bedürfen noch einer etwas eingehenderen Erörterung. Und diese soll Gegenstand der folgenden Zeilen sein. In ihnen soll der Versuch gemacht werden, die eigenartige Tatsache, daß die Legföhre auf Urgesteinssubstrat zum Teil häufiger, zum Teil seltener, im allgemeinen aber viel seltener ist als auf Kalk, ökologisch und historisch zu erklären, d. h. auf die Betätigung der schon früher besprochenen Faktoren — Klima, Boden, Konkurrenzverhältnisse, Einfluß des Menschen — zurückzuführen, wie sie die Verbreitung der Legföhre im allgemeinen und in den östlichen Zentralalpen im besonderen, einzeln und in ihrem Zusammenwirken, bedingen und, gleich oder verändert, in früheren Zeiten bedingt haben.

1. Es soll zunächst das häufigere Auftreten der Legföhre auf Kalk im Vergleiche zu Urgestein erörtert werden. Ihr Vorkommen auf Kalk konzentriert sich vornehmlich auf die Radstädter Tauern, den durch seine großen Triaskalkeinlagerungen ausgezeichneten westlichen Flügel

der Niederen Tauern. In diesem großen Kalkgebiete, von dem im folgenden hauptsächlich die Rede sein soll, ist das Areal der *P. montana* ein viel geschlosseneres als größtenteils sonst in den östlichen Zentralalpen.

a) Unter den Faktoren, welche die Verbreitung der Legföhre überhaupt bedingen, kommt für die Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache in allererster Linie der Boden in Betracht. Wenn auch *P. montana* auf den verschiedenartigsten Substraten gedeiht, wenn sie auch gewiß keine ausgesprochene Kalkpflanze ist wie etwa *Rhododendron hirsutum*, *Erica carnea*, *Sorbus chamaemespilus* usw., sondern vielmehr auf Urgesteinsboden ebenso stattlich heranwächst wie auf Kalk und oft in ganz geringem Abstande auf dem einen und dem anderen Substrate sich findet, so steht es dennoch fest, daß ihr Kalkboden besser zusagt als Urgestein. Die Verschiedenheit ihres Auftretens auf beiderlei Unterlage besteht vor allem in folgendem. Während sie über Kalk fast allenthalben und auch auf den humusärmsten Bändern steiler Felsen ausgezeichnet gedeiht und mit besonderer Vorliebe auftritt, ist sie über Urgestein, auch unter sonst optimalen Existenzbedingungen, wie in den Karpathen, wo sie doch in den Karen der Hohen Tátra und der Rodnaer Alpen sehr häufig ist, auf humusreicheres, tiefergründiges, nicht allzu felsiges Gelände beschränkt, fehlt dagegen auf den Bändern der Felsen und wird hier gewissermaßen durch *Pinus cembra* vertreten, mit welcher gewöhnlich *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Betula pubescens*, *Alnus viridis*, *Sorbus aucuparia*, *Sambucus racemosa*, seltener *Lonicera nigra* und *coerulea* usw., und viele andere Arten vergesellschaftet sind.

Über Kalk vermag *P. montana* bereits fast rein mineralischen, sehr humusarmen Boden zu okkupieren und gehört auch tatsächlich oft zu den ersten Besiedlern desselben, weshalb man sie nicht selten in Begleitung ausgesprochener Felsen- und Schuttpflanzen findet. Im Lungau beobachtete ich auf Kalk die Felsenpflanzen *Gypsophila repens*, *Moehringia muscosa*, *Saxifraga mutata*, *caesia*, *aizoides*, *Veronica fruticans*, *Pinguicula alpina*, *Valeriana saxatilis*, *Asplenium viride*, *Tortella tortuosa* usw. in ihrer Gesellschaft. Es gesellen sich dann auch Erikazeen und Moose zum Bestande, welch letztere allmählich zu einem dichten Teppich zusammenschließen und die Bildung einer Rohhumusdecke einleiten. Dem Urgestein gegenüber scheint sich *P. montana* insoferne anders zu verhalten, als sie im allgemeinen einen Boden von gleich geringem Zersetzungsgrade wie über Kalk, wenn überhaupt, so doch viel schwieriger zu besiedeln imstande ist. Nach Willkomm (33) gedeiht sie ja, wie schon gesagt, auf Verwitterungsboden von Granit, Gneis, Glimmer- und Tonschiefer, Kalk usw., aber wie weit diese Verwitterung im einzelnen Falle vorgeschritten sein muß, wird nicht gesagt. Nach meinen Beobachtungen im Lungau sind ihre Vorkommnisse über Urgestein stets von ganz anderer Art als etwa die auf Kalkgrus. Ich fand sie auf ersterem Substrate nie an analogen Stellen und infolgedessen auch nie in Gesellschaft einer größeren Anzahl von Schutt- oder Felsenpflanzen. Der schon hervorgehobene Umstand, daß sie auch Felsen meidet, deutet darauf hin, daß ihr ein zu inniger Kontakt mit unzer-

---

[1]) Man vergleiche Kirchner, Löw und Schröter (18).

setztem Urgestein nicht zusagt. Es muß anscheinend der Boden erst vorpräpariert werden, indem sich durch fortschreitende Zersetzung der mineralischen Substanz und Beimengung organischer Zerfallsprodukte allmählich eine entsprechend mächtige Rohhumusschichte bildet, und der Boden mehr und mehr an mineralischen Qualitäten einbüßt. Wie die Rohhumusdecke entsteht, ist in verschiedenen Fällen offenbar verschieden. Nach den Flechten und Moosen sind es zunächst wohl meistens Gräser, u. zw. in der Stufe der Baumgrenze, welche ja für unsere Frage vor allem in Betracht kommt, auf trockenem Boden *Calamagrostis tenella*, *villosa* und *arundinacea*, *Festuca varia* usw., auf feuchtem *Deschampsia caespitosa*, *Festuca picta* usw., welche vom Boden Besitz ergreifen, und zu denen sich ein Heer von Stauden und auch einzelne Holzgewächse gesellen.

Wenn nun nicht immer wieder durch fließendes Wasser oder Bodenbewegungen wie Erdrutschungen, Muren usw. oder Lawinen eine neuerliche Bereicherung des Bodens mit mineralischen Substanzen erfolgt, und infolgedessen Rohhumusbildung einsetzen und einen ungestörten Verlauf nehmen kann, also insbesondere auf ebenem oder wenig steilem Gelände, stellen sich auf trockenem bis mäßig feuchtem Untergrunde alsbald Erikazeen, und zwar auf trockenem insbesondere *Calluna vulgaris* und *Vaccinium vitis idaea*, auf feuchterem *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus* ein, und jetzt erst tritt auch die Legföhre auf und gewinnt allmählich die Vorherrschaft, ähnlich wie dies auch auf einem austrocknenden Hochmoore der Fall ist. Meiner Meinung nach sind die meisten der uns heute in den östlichen Zentralalpen begegnenden Legföhrenwälder über Urgestein auf die angegebene Art, nach entsprechend weitgehender Rohhumusbildung, aus Formationen, die eine mehr mineralische Unterlage verlangen, entstanden. Eine direkte Bestockung mineralischen Urgesteinsbodens ist gewiß selten und erfolgt offenbar nur, wenn der Boden gewissen physikalischen und vielleicht auch chemischen Bedingungen entspricht, vor allem aber relativ trocken und locker ist. In der Abhängigkeit vom Rohhumus besteht eine nicht geringe Ähnlichkeit des Auftretens der Legföhre auf Urgestein und auf Hochmoorboden, und es existieren auch viele Übergänge zwischen diesen beiden Arten von Beständen. Der Unterschied zwischen den Extremen besteht darin, daß die Kiefer auf Hochmoorboden nur in vertorfter Substanz wurzelt, während sie über Urgestein wohl auch oft Nahrung aus dem anstehenden Gestein nimmt. Mit den Hochmooren reicht auch die Legföhre in ihnen bei weitem nicht so hoch nach aufwärts wie über Urgestein. Hier wie dort aber, und zwar hier auf trockenem bis mäßig feuchtem, dort auf feuchtem und in beiden Fällen auf an Rohhumus reichem, an mineralischen Substanzen armem Boden, bilden die Legföhrenwälder in einer gewissen Meereshöhe eine Klimaxformation, ein Abschlußstadium der Vegetation. Weiter nach unten gesellen sich ihnen Bäume, vor allem die Zirbe und Lärche, zu, weiter nach oben überlassen sie den sie begleitenden Erikazeen, denen sich meist noch *Loiseleuria procumbens* beigesellt, und Moosen und Flechten die alleinige Herrschaft.

Auf Stellen über Urgestein, wo durch auf die eine oder andere Art erfolgende fortgesetzte Zufuhr neuer mineralischer Substanzen keine

Rohhumusbildung erfolgt, entstehen wohl zumeist keine Legföhrenwälder. Es erhalten sich hier Stauden und Gräser, und es gelangt sehr oft, insbesondere auf halbwegs feuchtem Boden, am Rande von Wasserläufen usw., die Grünerle zur Vorherrschaft.

Die Zusammensetzung eines Grünerlenbestandes auf nicht ausgesprochen felsigem Urgesteinsboden ist in den Lungauer Alpen etwa folgende: † *Alnus viridis*, *Salix grandifolia*; *Rubus idaeus*; *Urtica dioica*, *Rumex arifolius*, *Melandryum silvestre*, *Stellaria nemorum*, *Caltha alpestris*, *Aconitum vulparia*, *tauricum*, *Ranunculus platanifolius*, *Cardamine amara*, *Parnassia palustris*, *Geum rivale*, *Alchemilla alpestris*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Hypericum maculatum*, *Viola biflora*, *Epilobium montanum*, *Chamaenerium angustifolium*, *Chaerophyllum cicutaria*, *Peucedanum ostruthium*, *Sweertia perennis*, *Brunella vulgaris*, *Pedicularis recutita*, *Adenostyles alliariae*, *Solidago virgaurea*, *Gnaphalium norvegicum*, *Tussilago farfara*, *Petasites albus*, *Homogyne alpina*, *Doronicum austriacum*, *Senecio nemorensis*, *Fuchsii*, *Cirsium palustre*, *heterophyllum*, *Willemetia stipitata*, *Mulgedium alpinum*, *Crepis paludosa*, *Hieracium vulgatum*; *Veratrum album*; *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis villosa*, *arundinacea*, *Deschampsia caespitosa*, *flexuosa*, *Poa nemoralis*, *hybrida*, *Festuca fallax*, *Carex pallescens*, *Luzula nemorosa*, *silvatica*; *Nephrodium montanum*; *Mnium*-Arten usw. Also ein von dem des Legföhrenwaldes total verschiedenes Bestandesbild.

Ihre Vorliebe für mineralische Böden macht es verständlich, daß die Grünerle im Gegensatze zum Krummholz auch häufig auf Felsen, die aus Urgestein bestehen, sich findet. Ihre wichtigsten Begleiter sind hier *Pinus cembra*, *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Rosa pendulina*, *Sambucus racemosa*, *Lonicera nigra*, *coerulea*, *Rhododendron ferrugineum* und viele Stauden, Gräser, Farne, Moose usw. So wenigstens in den Lungauer Alpen.

Gleichwie auf nicht felsigen Stellen der Stufe der Baumgrenze der Legföhrenwald über trockenem bis mäßig feuchtem Boden, bildet die Grünerlenformation über mäßig feuchtem bis feuchtem Substrate eine Klimaxformation als dasjenige Entwickelungsstadium der Vegetation, welches unter gleichbleibenden Verhältnissen am betreffenden Standorte eine Art Abschluß bedeutet. Die Grünerle ist aber, wie gesagt, auch ein hervorragender Bestandteil der Vegetation der Urgesteinsfelsen, auf denen bekanntlich *P. montana* größtenteils vollkommen fehlt.

Bei einer Änderung der edaphischen Verhältnisse kann vielleicht aus einem Grünerlenwalde auch ein Krummholzbestand hervorgehen oder umgekehrt, je nachdem in ersterem Rohhumusbildung stattfindet oder letzterem mineralische Stoffe zugeführt werden. Als Zwischenstadien eines derartigen Umwandlungsprozesses wären wohl Bestände aufzufassen, in denen *P. montana* und *Alnus viridis* gemischt auftreten, wie ich solche aus dem Znachgraben beschrieben habe, oder in denen *P. montana* mit Begleitelementen der Grünerle oder umgekehrt diese mit solchen der ersteren auftritt, für welch letzteres Verhalten später noch ein Fall aus dem Liegnitzwinkel als Beleg angeführt werden soll. In welcher Richtung sich gegebenen Falles die Umwandlung bewegen, ob es sich um einen Grünerlenbestand handeln würde, der in einen Legföhrenwald übergeht, oder umgekehrt, oder ob ein derartiger Mischbestand auch eine

Abschlußformation sein könnte, das zu beurteilen müßte jedesmal einer separaten Untersuchung mit Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Faktoren anheimgestellt werden. Die wichtigsten dieser Faktoren sind, von dem bereits besprochenen edaphischen Moment abgesehen, die Konkurrenz anderer Arten und der Einfluß des Menschen.

b) In einer geschlossenen Formation, welche ein Abschlußstadium in der Entwickelung der Vegetation an einer bestimmten Stelle ist, besteht, solange keine Änderung in den Faktoren eintritt, eine Art Gleichgewichtszustand im Kampfe ums Dasein der die Formation zusammensetzenden Individuen und Arten. Solange aber die Vegetation noch zu keinem Abschlusse gelangt ist, herrscht eine Art Wettbewerb, ein Konkurrenzkampf zwischen all den Individuen und Arten, welche die betreffende Stelle besiedeln. Ein derartiger Kampf beginnt auch zwischen den Individuen einer Art und den Arten einer geschlossenen Formation, wenn sich einzelne der dieselbe beeinflussenden Faktoren ändern. Innerhalb kurzer Zeiträume kommen insbesondere Änderungen der edaphischen Faktoren in Betracht. Sie erfolgen entweder auf natürlichem Wege oder künstlich, durch Einflußnahme des Menschen.

Wie schon aus dem über die edaphischen Verhältnisse Gesagten hervorgeht, ist bei einer Neubesiedelung des Bodens über Urgestein die Konkurrenz anderer Arten für *P. montana* ein viel gefährlicherer Faktor als über Kalk. Ja auf diesem Substrate kommen, da *P. montana* nebst den Erikazeen *Rhododendron hirsutum*, *Erica carnea* und anderen Arten zu den frühzeitigen Besiedlern desselben gehört und selbst zu seiner Beherrschung bestimmt ist, wohl überhaupt Konkurrenten nur in geringem Umfange in Betracht. Anders dagegen über Urgestein, wo vor allem die Grünerle der erfolgreichste Konkurrent der Legföhre zu sein scheint. Denn gerade so wie auf Kalk anscheinend *P. montana* selbst, ist auf Urgestein unter ähnlichen Verhältnissen hauptsächlich die Grünerle das erste große Holzgewächs, welches vom Boden Besitz ergreift. *Alnus viridis* ist über Urgestein der Legföhre nicht nur in edaphischer Hinsicht überlegen, indem sie für den relativ kühlen, das Wasser zäh festhaltenden Urgesteinsboden viel besser geeignet ist als diese, sondern auch an sich durch die Raschheit ihres Wuchses, den reichen Stock- und Wurzelausschlag und die Leichtigkeit der Verjüngung und Verbreitung ihr gegenüber im Vorteil. Wozu speziell noch in einem Gebiete mit relativ kontinentalem Klima, wie es eben die östlichen Zentralalpen sind, der Umstand kommt, daß sie dieses Klima viel besser verträgt als die Legföhre. Auf Kalk macht *Alnus viridis* der *P. montana* keine Konkurrenz. Denn für dieses leicht erwärmbare, wasserdurchlässige und daher rasch austrocknende Substrat ist die Krummholzkiefer trotz ihres langsamen Wuchses und ihrer geringen Ausbreitungsfähigkeit viel besser geeignet als die Grünerle.

Daß es durch Verarmung des Bodens auf natürlichem Wege zu einer Selbsterschöpfung eines Krummholzwaldes kommen kann, so zwar, daß allmählich der genügsamere Unterwuchs, bestehend aus Flechten, ferner aus Zwergwacholder und Erikazeen, über das wahrscheinlich doch etwas anspruchsvollere Krummholz das Übergewicht erlangte, und daß so im Verlaufe der Entwickelung aus dem Krummholzwalde eine Zwergstrauchheide aus *Juniperus nana* und *Vaccinium*-Arten, und überdies

auf Kalk aus *Rhododendron hirsutum* und *Erica carnea*, auf Urgestein aus *Rhododendron ferrugineum* und *Calluna vulgaris*, ja schließlich sogar eine Flechtentundra hervorgeht, ist nicht wahrscheinlich. Es scheint vielmehr unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen der Legföhrenwald tatsächlich sowohl auf Kalk als auch auf Urgestein ein Abschlußstadium der Vegetation für lange Zeiträume zu sein. Wenn es aber in einem Krummholzwald infolge von Bodenbewegungen usw. zu einer Anreicherung des Untergrundes mit mineralischen Substanzen kommt, so wird, wenn sich der Prozeß auf Urgestein abspielt, wohl eine humusarmen Boden bevorzugende Vegetation, voran die Grünerle, sich einstellen, mit dem Krummholz in Wettbewerb treten und unter Umständen wohl auch den Sieg davon tragen. Das Gleiche könnte der Fall sein, wenn ein Krummholzwald auf irgend eine Art seiner Humusdecke beraubt, und das nackte Gestein bloßgelegt würde, was allerdings, da die Legföhre und ihre Begleiter den Humus zäh festhalten, kaum jemals vorkommen wird. Weniger Wahrscheinlichkeit hat die umgekehrte Möglichkeit für sich, daß nämlich aus einem abgeschlossenen Grünerlenbestande bei fortschreitender Verarmung des Bodens durch Rohhumusbildung ein Legföhrenwald entsteht.

Es handelt sich in den genannten Fällen immer um eine Förderung der Konkurrenz einzelner Arten, entweder der *P. montana* selbst, zu ihrem eigenen Vorteile, oder anderer zum Nachteile der ersteren, durch natürliche edaphische Veränderungen. Vor allem auf Steilhängen, wo durch Bodenrutschungen, Lawinen usw. die Bodenverhältnisse fortgesetzten mechanischen und chemischen Eingriffen ausgesetzt sind, ist ein ständiger Kampf im Gange, welcher sich auf Urgestein fast stets zugunsten der Grünerle, auf Kalk dagegen oft für die Legföhre entscheidet. Mischbestände von *Alnus viridis* und *P. montana* und überhaupt von Elementen der einen und anderen Formation sind, wie schon gesagt, vielleicht mitunter Zwischenstadien in diesem Kampfe, und es müßte in jedem einzelnen Falle untersucht werden, welcher von den Gegnern in siegreichem Vordringen begriffen ist.

c) Zu diesen Beeinflussungen der Konkurrenzverhältnisse auf natürlichem Wege gesellt sich nun noch die Betätigung des Menschen, welcher hauptsächlich dadurch, daß er der Legföhre nachstellt, und wohl auch durch Eingriffe in die edaphischen Verhältnisse eine Verschiebung der Konkurrenz der Arten hervorruft, die sich auf Urgestein wiederum zuungunsten der *P. montana* gestaltet. Von diesem außerordentlich bedeutsamen Faktor soll zunächst im folgenden die Rede sein.

Wie sehr der Mensch allenthalben der Legföhre nachstellt, wurde bereits hervorgehoben. Er rodet sie entweder nur um ihrer selbst willen, das heißt ihres Holzes und Harzes wegen, oder aber auch, um an Stelle ihrer Bestände Weideflächen oder eventuell auch andere Grasfluren zu schaffen. Im ersteren Falle ist sein Eingreifen ein vollkommen willkürliches. Die durch keinen Naturfaktor zu erklärende sprungweise Verbreitung der Legföhre, welche vielfach im Gebiete, insbesondere auf Urgestein, zu beobachten ist, dürfte sicherlich zum Teil nur hierin ihren Grund haben. Im zweiten Falle ist sein Tun an gewisse edaphische und lokale Bedingungen gebunden. Es muß der Boden, wenn es sich um die Gewinnung von Weideflächen handelt, über einen gewissen Nährstoff-

gehalt und eine gewisse Feuchtigkeit verfügen, es darf das Gelände nicht zu steil sein usw. Es werden daher Krummholzbestände auf sanft geneigten Hängen über relativ feuchtem, nährstoffreichem Boden dem Menschen viel eher zum Opfer fallen als solche auf Steilhängen und über trockenerem, nährstoffärmerem Substrate.

Ist einmal ein Krummholzwald über Urgestein den gewaltsamen Eingriffen des Menschen erlegen, so erscheint ein Wiederaufkommen desselben, wenn schon nicht ausgeschlossen, so doch sehr in Frage gestellt. Denn bei der Wiedereroberung des Terrains sind die früher genannten Konkurrenten der Legföhre gegenüber dieser selbst nicht nur an sich durch meist rascheres Wachstum, bessere Anpassung an die klimatischen Verhältnisse usw. im Vorteil, sondern werden häufig auch noch durch Veränderungen im Boden, welche nach der Rodung erfolgen, gefördert. Unter natürlichen Verhältnissen verarmt der Boden wohl in der Regel, unter dem direkten oder indirekten Einflusse des Menschen kann er aber auch bereichert werden.

Der letztere Fall tritt ein, wenn die betreffende Fläche nach der Rodung des Krummholzes als Weide oder Anger genutzt wird. Dann schwängert natürliche oder künstliche Düngung den Boden mit Nährstoffen und begünstigt das Gedeihen anspruchsvoller Arten. Eine Neubesiedelung mit Krummholz wird durch drei Umstände hintangehalten: durch den Düngergehalt des Bodens, die Konkurrenz der Düngerpflanzen und den Zahn der Weidetiere oder die Mahd.

Aber auch wenn die Fläche nach der Rodung sich selbst überlassen bleibt, wird sie nur in den seltensten Fällen neuerlich mit Krummholz bestockt werden. Eine solche Rückeroberung könnte meines Erachtens nur dann erfolgen, wenn die klimatischen Verhältnisse, insbesondere Niederschläge und Luftfeuchtigkeit, für das Krummholz die denkbar günstigsten sind, wenn sich das Gewächs im klimatischen Optimum befindet, und wenn überdies die Bodenverhältnisse es zulassen. Daß das Klima in den östlichen Zentralalpen für die Legföhre nicht allenthalben das günstigste zu sein scheint, wird noch näher auseinanderzusetzen sein. Und daß der Boden sich nach der Rodung oft verschlechtert, ist sehr wahrscheinlich. Das Vorhandensein eines dieser Momente — nicht optimales Klima oder Abnahme der Güte des Bodens — hat aber in Verbindung mit der Konkurrenz gewisser der schon früher genannten Arten zur Folge, daß die Fläche für die Legföhre verloren ist, indem je nach den Bodenverhältnissen verschiedene dieser Arten, welche entweder schon im ursprünglichen Bestande vorhanden waren und sich jetzt weiter ausbreiten, oder aber auch aus anderen Formationen sich einstellen, zur Vorherrschaft gelangen und eventuell wieder aufstrebendes Krummholz unterdrücken.

Auf trockenem, magerem Boden, wie er ja für so viele Legföhrenwälder charakteristisch ist, sind es vornehmlich ursprüngliche Begleiter der *P. montana* wie *Juniperus nana*, die Erikazeen *Vaccinium vitis idaea* und *Calluna vulgaris*, die Flechten *Cladonia rangiferina* und *Cetraria islandica* etc., ferner aber wohl auch neue Elemente, wie *Nardus stricta*, welche jetzt mehr und mehr überhandnehmen, bzw. sich erst einstellen und sich in die Vorherrschaft teilen, welche früher die Legföhre innegehabt hat. Viele der aus Zwergwacholder und Erikazeen zu-

sammengesetzten Zwergstrauchbestände sind wohl ursprünglich, viele aber gewiß erst nach Rodung von Legföhrenwäldern entstanden. Mit diesen verglichen, sind sie eine degenerierte Formation, deren Entstehen, wenn es aus ihnen erfolgte, sicherlich oft mit einer weiteren Verarmung des — ohnehin schon mageren — Bodens Hand in Hand ging.

Auf feuchterem, nährstoffreicherem Urgesteinsboden oder auch auf nährstoffarmem, wenn er Zufuhr an neuen Nährstoffen erhält, oder wenn die oberflächliche Rohhumusdecke abgetragen wird, folgt auf die vom Menschen gefällte Legföhre zumeist die Grünerle, erlangt alsbald die Herrschaft und verhindert ein Wiederaufkommen der ersteren. Häufig ist sie mit gewissen Elementen des ursprünglichen Krummholzwaldes, so vor allem mit *Vaccinium myrtillus* und *Rhododendron ferrugineum*, vergesellschaftet. Auch reine Bestände dieses *Rhododendron*, wie sie auf nährstoffarmem, aber relativ feuchtem Boden oft anzutreffen sind, dürften vielfach aus Legföhrenwäldern, die dem Menschen zum Opfer gefallen sind, hervorgegangen sein. Dies alles, wenn die vom Menschen geplünderten Flächen nachher sich selbst überlassen bleiben. Aber auch wenn nach der Rodung des Krummholzes die Fläche als Weide oder Mahd genutzt wird, vermag sich *Alnus viridis* einzustellen und, in kleineren oder größeren Gruppen in die Grasflur eingestreut, zu erhalten.

Zum Studium der geschilderten Verhältnisse besonders geeignet erscheint mir der Liegnitzwinkel, der zweifellos ursprünglichste im Lungau, in welchem von 1500 m an auf freiem Hange und auch in der Talsohle, überall über Hornblendegneis, die Lärche die Alleinherrschaft hat. Zu ihr gesellt sich in etwas größerer Meereshöhe auch noch die Zirbe, die auf den den Winkel flankierenden Felsen in Gesellschaft von Lärche, Fichte, Grünerle usw. bis zu 1500 m herabreicht. Auf der rechten, ostexponierten Talseite unterhalb des Hundsteins beginnt *P. montana* auf freiem Hange bei ungefähr 1550 m und bildet zum Teil ziemlich dichte Bestände mit typischer Begleitvegetation von der bereits geschilderten Zusammensetzung. Von der Kante der Talsohle aus steigt sie auf nicht felsigem Boden hoch hinauf auf den Hang und reicht bis in die Kare, woselbst sie bei etwa 2050 m ihre obere Höhengrenze erreicht. Auf dem Hange ist sie stellenweise noch zu geschlossenen Beständen vereint, zumeist aber sind dieselben gelichtet, und zur Legföhre gesellt sich auf den erhöhten Teilen des Hanges die Grünerle, welche hier nur von Elementen des Krummholzwaldes, wie *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis idaea*, *myrtillus*, *uliginosum*, *Calluna vulgaris*, Moosen, kleinen Lärchen und Fichten usw., gefolgt ist. Das Ganze wohl ein Übergangsstadium in dem vom Menschen durch Fällen des Krummholzwaldes, welcher ehemals diese Hänge in dichtem Schlusse bedeckt hat, bedingten Umwandlungsprozesse dieser Formation in Grünerlengehölze. In den Rinnen zwischen den Erhöhungen findet sich am rieselnden Wasser die typische Grünerlenformation mit † *Alnus viridis*; *Oxyria digyna*, *Stellaria nemorum*, *Aconitum tauricum*, *Cardamine amara*, *Arabis alpina*, *Sedum roseum*, *Saxifraga aizoides*, *Viola biflora*, *Peucedanum ostruthium*, *Sweertia perennis*, *Tussilago farfara*; *Athyrium alpestre*; Moosen usw. Weiter abseits, wo offenbar auch die Grünerle der Axt zum Opfer gefallen ist, Hochstaudenfluren mit *Rumex arifolius*, *Aconitum tauricum*, *Ranunculus platanifolius*, *Saxifraga rotundifolia*,

Hypericum maculatum, *Peucedanum ostruthium*, *Galeopsis speciosa*, *Valeriana tripteris*, *Solidago virgaurea*, *Gnaphalium norvegicum*, *Senecio Fuchsii*; *Anthoxanthum odoratum*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia caespitosa*, *Luzula nemorosa*; *Athyrium alpestre* und auf trockeneren Stellen Bestände von *Juniperus nana*, *Vaccinium myrtillus* mit *Silene vulgaris*, *Stellaria graminea*, *Geranium silvaticum*, *Hypericum maculatum*, *Doronicum austriacum*, *Cirsium heterophyllum*; *Calamagrostis villosa* etc. und wieder auf feuchteren sehr moosreiche Genossenschaften von *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus*. Die Grünerle gedeiht überdies auf den benachbarten Felsen mit *Pinus cembra*, *Larix decidua*, *Sorbus aucuparia*, *Rhododendron ferrugineum* etc., aber ohne *Pinus montana*. Die Hänge der Kare sind größtenteils von Zwergstrauchbeständen bedeckt, in welchen *Juniperus nana*, *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium vitis idaea* und *uliginosum*, stellenweise auch *Empetrum nigrum*, dann *Oreochloa disticha*, *Juncus trifidus*, die gewöhnlichen Strauchflechten usw. dominieren. Diese Bestände sind hier sicherlich aus Krummholzwäldern durch Rodung entstanden. Ab und zu finden sich auch noch kleine Legföhrengruppen als Reste dieser ehemaligen Vegetation. Im Zehnerkar speziell fand ich nur mehr ein Exemplar der *P. montana*, welche hier zweifellos einmal die Vorherrschaft hatte.

Was wir hier vom Ersatze des Legföhrenwaldes durch Grünerlen- und Alpenrosenbestände gesagt haben, gilt nicht nur für die Legföhre, sondern auch für die Zirbe. Auch sie fiel der Axt des Menschen zum Opfer, auch ihre Bestände wurden durch Grünerle, Alpenrose usw. ersetzt. Was Kerner (16 b) von der Arve der Ötztaler Alpen sagt, kann man auch von der Zirbe der östlichen Zentralalpen sagen: „An der Stelle der ausgehauenen Arven gelangen natürlich die von den Holzverwüstern unangetasteten Alpenrosen und die durch Stockausschlag sich verjüngenden ... Grünerlen nachträglich zu einer selbständigen physiognomischen Bedeutung, und statt dem Arvenwalde tritt uns dann entweder ein Alpenrosendickicht... oder ein Grünerlenwäldchen entgegen.“ Die Birke, welche nach Kerner gleichfalls an Stelle der *Pinus cembra* tritt, hat in unserem Gebiete bei weitem keine so große Bedeutung wie in Tirol. Vielfach sind wohl in den östlichen Zentralalpen Legföhre und Zirbe ziemlich gleichzeitig vernichtet worden, indem sie, wie dies ja auch heute noch der Fall ist, oft zusammen vorkamen: die Legföhre als Unterholz eines Zirbenwaldes oder die Zirbe als Nebenbestandteil eines Krummholzdickichtes. Bezüglich der Grünerle bin auch ich der Ansicht Kerners (16), daß nicht alle von ihr gebildeten Gebüsche erst durch Eingriffe des Menschen entstanden sind, sondern „daß diese ebensooft auch ohne Eingriff des Menschen aus der ersten über den Muhrbrüchen und Schutthalden angesiedelten im früheren besprochenen Pflanzengeneration sich selbständig entwickelt haben, wenn gerade zur Zeit, wann es notwendig gewesen wäre, keine Samen der Nadelhölzer, sondern bloß Samen von Grünerlen auf den offenen Boden gelangten“.

Wenn wir schließlich noch die eben geschilderten Verhältnisse in der Stufe der Baumgrenze mit denen in tieferen Lagen vergleichen, so zeigt es sich, daß in diesen über Urgestein der Fichtenwald durch die Einwirkung des Menschen dem gleichen Schicksale verfällt wie der Legföhrenwald der höheren Stufe. Auch an seine Stelle tritt, wenn er nach

schonungsloser Rodung sich selbst überlassen wird, auf trockenem Boden durch allmähliche Verarmung desselben oft eine Erikazeenheide mit *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis idaea*, *Juniperus communis* usw.; auf feuchterem, humusärmerem Boden dagegen ohne weitere Beeinflussung nicht selten ein dichter Bestand von *Alnus incana*, einem Gehölze, welches, ursprünglich gleich *A. viridis* den Rand von Gewässern begleitend, hier einen sekundären Standort findet. Auch in diesem Falle ist die Begleitvegetation des Folgebestandes der des ursprünglichen ähnlich, indem Erikazeen wie *Vaccinium myrtillus*, typische Waldmoose und andere Elemente des Fichtenwaldes der Grauerle beigesellt sind. Und auch insoferne läßt sich diese mit der Grünerle in Parallele setzen, als sie sich genau so wie diese, ja sogar des öfteren von ihr begleitet, auch auf solchen Flächen zu erhalten weiß, welche der Beweidung oder Mahd und der Düngung unterworfen sind.

Auf Kalkboden stellt der Mensch der Legföhre sicherlich aus den gleichen Gründen und mit gleicher Intensität nach wie über Urgestein. Nur vermag er sie hier ihrer Häufigkeit und der Art ihres Vorkommens wegen meistens nicht auszurotten. Denn nur einen geringen Teil des Terrains, welches sie hier besetzt hält, kann er als Weideflächen oder sonstige Grasfluren verwenden. Auf den Felsbändern plündert er wohl auch, soweit sie ihm erreichbar sind, ihre Bestände, aber er vermag die verwüsteten Flächen keiner Nutzung zuzuführen, muß sie vielmehr sich selbst überlassen, und solche Flächen dürften sich dann zumeist neuerlich mit Krummholz besiedeln, was auf Kalk um so leichter ist, als stets große Reservoire für eine derartige Neubesiedelung vorhanden sind.

Auch die indirekte Förderung der Konkurrenz anderer Arten durch den Menschen ist auf Kalkboden nicht annähernd von der Bedeutung wie über Urgestein. Sie kann sich höchstens auf die Erikazeen *Rhododendron hirsutum* und *Erica carnea* beziehen, welche nach Fällung der Legföhre bei gleichzeitiger Verarmung des Bodens die Vorherrschaft erlangen und ein Wiederaufkommen der Legföhre verhindern. Es unterliegt gewiß keinem Zweifel, daß ein Teil der Erikazeenheiden auf Kalk aus durch den Menschen vernichteten Legföhrenbeständen hervorgegangen sind, während der andere Teil derselben, insbesondere in hohen Lagen, wohl als eine selbständige Abschlußformation, in welcher *P. montana* niemals vorhanden war, zu deuten ist. Die Grünerle, der erfolgreichste Konkurrent der Legföhre auf Urgestein, ist auf Kalk an und für sich von viel geringerer Bedeutung und wird auch durch das Eingreifen des Menschen nicht gefördert, ein Moment, welches zweifellos viel dazu beiträgt, daß die Legföhre auf Kalkboden viel günstiger daran ist als über Urgestein.

Eine direkte Förderung der Konkurrenz anderer Arten durch die Tätigkeit des Menschen erfolgt über Kalkboden ähnlich wie über Urgestein. Auch dort dominieren auf künstlichem Grasboden gewisse Gräser und Stauden, deren vom Menschen begünstigter Wettbewerb gemeinsam mit verschiedenen der Faktoren: natürliche und künstliche Düngung, Zahn der Weidetiere und Mahd eine Wiedereroberung des Geländes durch die Legföhre hintanhält.

d) Was schließlich das Klima anbelangt, das ja, wie schon gesagt, auch ein wichtiger die Verbreitung der Legföhre beeinflussender Faktor

ist, so können bei Beantwortung unserer Frage, warum *P. montana* auf Kalk häufiger ist als auf Urgestein, klimatische Faktoren naturgemäß nur dann in Erwägung kommen, wenn zwischen Substrat und Klima eine zufällige Parallele besteht, insoferne als edaphisch verschiedene Gebiete auch klimatisch verschieden sind. Das Verhältnis der nördlichen Kalkalpen zu den Zentralalpen ist ein auffallendes Beispiel für eine solche Parallele. Die ersteren sind durch Kalkreichtum und mehr ozeanisches Klima, die letzteren durch Kalkarmut und mehr kontinentales Klima ausgezeichnet. Die Vegetation der beiden Gebiete weist nicht nur der edaphischen, sondern auch der klimatischen Unterschiede wegen große Verschiedenheiten auf. Das Überwiegen von *Rhododendron hirsutum* und *Erica carnea* in den nördlichen Kalkalpen und von *Rhododendron ferrugineum* und *Calluna vulgaris* in den Zentralalpen beruht lediglich auf edaphischen Differenzen; für das häufigere Auftreten der *Fagus silvatica* und wohl auch der *Pinus montana* in den ersteren und umgekehrt der *Alnus viridis* und *Pinus cembra* in den letzteren sind aber sicherlich neben edaphischen auch klimatische Differenzen verantwortlich.

Um zu beurteilen, ob innerhalb der östlichen Zentralalpen eine derartige Parallele zwischen Bodenbeschaffenheit und Klima der kalkreichen Radstädter Tauern einerseits und der kalkarmen Teile des Gebietes anderseits besteht, fehlen uns leider die nötigen klimatologischen Daten. Wir sind, wie gesagt, gerade über das Klima derjenigen Höhenstufe, in welcher *P. montana* gedeiht, nicht genügend orientiert. Nach den Niederschlagskarten von Klein (19), Feßler (10) und Krebs (20) ist die Niederschlagsmenge in den Niederen Tauern in gleicher Meereshöhe überall die gleiche und wächst mit zunehmender Erhebung über den Meeresspiegel. Für die Einsenkung des Radstädter Tauernpasses wird eine Niederschlagshöhe von unter 1400 mm angegeben, während sie maximal in diesem Gebirgszuge über 1400 mm beträgt. Es wäre also gerade das Zentrum der Radstädter Tauern niederschlagsärmer als die übrigen Teile der Zentralkette der Niederen Tauern. An die Richtigkeit dieser Angabe vermag ich jedoch nicht ohneweiters zu glauben, da es nach meinen vieljährigen, allerdings nicht auf Messungen beruhenden Beobachtungen wenigstens im Sommer im Gebiete des Tauernpasses mehr Niederschläge gibt als weiter östlich im Hauptkamm der Niederen Tauern. Und ich halte es demnach für wahrscheinlich, daß die Kette der Niederen Tauern in ihrem kalkreichen westlichen Flügel, den Radstädter Tauern, niederschlagsreicher ist als weiter östlich. Und da nun *P. montana* ein Typus ist, welcher im großen und ganzen ein relativ ozeanisches bis mittleres Klima bevorzugt, so wäre immerhin daran zu denken, daß ihre größere Häufigkeit im Gebiete der Radstädter Tauern wenigstens bis zu einem gewissen Grade auch klimatisch bedingt ist. Doch sei dem wie immer, auf keinen Fall würde das eventuell vorhandene Plus an Niederschlägen in den Radstädter Tauern ausreichend sein, um allein den auffallend großen Krummholzreichtum dieses Gebietes im Vergleiche zu dem weiter östlich zu erklären. Dies um so weniger, als 1. dieser Reichtum an Krummholz nicht geringer ist als in den viel niederschlagsreicheren nördlichen Kalkalpen, und als 2. auch sonst vielfach in den Zentralalpen, zum Beispiel in den Stubaiern, die Legföhre auf Kalk im Vergleiche zum Urgestein ganz bedeutend in den Vordergrund tritt, ohne daß nachweis-

bar mit dem Kalkgehalt auch ein niederschlagsreicheres Klima Hand in Hand ginge.

Die Bedeutung des Kalkes für *P. montana* ist also in den östlichen Zentralalpen wie auch sonst in den Alpen zum Teil eine direkte, indem er an und für sich ein von ihr bevorzugtes Substrat ist, welches wohl auch eventuell nicht optimale klimatische Bedingungen paralysiert, zum Teil eine indirekte, indem auf ihm die Konkurrenz anderer Arten bei weitem nicht so erfolgreich und die Nachstellungen durch den Menschen nicht von so großer Wirkung sind wie über Urgestein.

2. Was das verschieden häufige Auftreten der Legföhre auf Urgestein innerhalb der östlichen Zentralalpen anbelangt, so kommt dasselbe in dreierlei Weise zum Ausdruck. Die Legföhre ist 1. in den Niederen Tauern im allgemeinen häufiger als in den südlich, südöstlich und östlich von ihnen gelegenen Gruppen der Judenburger Alpen, der Sau- und Koralpe, des Wechsels usw. Innerhalb der Niederen Tauern ist sie 2. im östlichen Teile — Ostflügel der Rottenmanner Tauern — häufiger als im übrigen Teile des Gebirges und nimmt 3. vom Hauptkamme aus in den nach Süden abzweigenden Seitenketten mit zunehmender Entfernung mehr und mehr an Häufigkeit ab.

Für die Erklärung dieser Erscheinungen kommen wiederum vor allem die Faktoren Klima, Boden, Konkurrenz und Einfluß des Menschen in ihrer Einzel- und Gesamtwirkung in Betracht.

a) Daß dem Klima ein großer Einfluß auf die Verbreitung der Legföhre zukommt, wurde eben erst hervorgehoben. Es erscheint dieses Holzgewächs seiner Gesamtverbreitung nach als eine Sippe von relativ ozeanischen Klimaansprüchen, welche unter sonst gleichen Bedingungen um so besser gedeiht, je größer die Luftfeuchtigkeit und je günstiger die Niederschlagsverhältnisse sind.

Die Luftfeuchtigkeit ist hauptsächlich von lokaler Bedeutung. Sie wird durch verschiedene örtliche Momente, wie Exposition, größere oder geringere Nähe eines stehenden oder fließenden Gewässers usw., wesentlich beeinflußt, und es stehen manche Details in der Verbreitung der *P. montana* auf Urgestein mit Differenzen in der Luftfeuchtigkeit in Einklang und dürften wohl durch dieselben bedingt sein. So überwiegt beispielsweise im Lungau und auch in der benachbarten Steiermark die Legföhre auf den kühleren und feuchteren Flanken der Winkel, in Talschlüssen und Karen, während sie auf den stark besonnten und infolgedessen trockeneren Südhängen der nach Süden ausstrahlenden Seitenketten der Niederen Tauern in den Hintergrund tritt und vielfach vollkommen fehlt.

Um die Wirkung der Niederschlagsverhältnisse auf die Verbreitung einer Pflanze kennen zu lernen, genügt es bekanntlich nicht, die gesamte jährliche Niederschlagsmenge zu berücksichtigen, sondern man muß auch die zeitliche Verteilung der Niederschläge ins Auge fassen. Da aber anzunehmen ist, daß diese in einem verhältnismäßig so kleinen Gebiete, wie es die östlichen Zentralalpen sind, überall so ziemlich die gleiche ist, können wir hievon absehen und uns bei unseren Betrachtungen, wie bereits oben, mit der Kenntnis der Gesamtniederschlagsmenge begnügen. Wie schon angedeutet, ist die horizontale Verteilung derselben in unserem Gebiete eine keineswegs einheitliche. Nach den einschlägigen Niederschlagskarten

weisen beispielsweise die Niederen Tauern viel mehr Niederschläge auf als die Judenburger Alpen, die Sau- und Koralpe und die Wechselkette, und innerhalb der Niederen Tauern ist der Niederschlagsreichtum im Zentralkamme am größten und wird von hier aus insbesondere gegen Süden mit zunehmender Entfernung immer geringer. Hiemit steht die Häufigkeit des Krummholzes in den entsprechenden Gebieten in gutem Einklang, indem es, wie gesagt, in den Niederen Tauern im allgemeinen häufiger ist und oft massiger auftritt als in den Judenburger Alpen usw. und innerhalb der Niederen Tauern vom Hauptkamme gegen Süden zu an Häufigkeit und Massigkeit abnimmt. Bleibt noch die Abnahme innerhalb der Niederen Tauern von Osten nach Westen zu erörtern. Ob dieselbe auch mit einer gleichsinnigen Abnahme der Niederschläge Hand in Hand geht, wissen wir nicht. Denn die genannten Karten von Klein (19) und Krebs (20) sind begreiflicherweise viel zu wenig detailiert, um solche relativ geringe Differenzen zum Ausdruck zu bringen, und die Niederschlagsverhältnisse gerade in denjenigen Höhenstufen, in welchen die Legföhre gedeiht, auch noch viel zu wenig bekannt. Jedenfalls ist es ganz gut möglich, daß der Niederschlagsreichtum des Bösenstein- und Zinkengebietes infolge der Nähe der zweifellos niederschlagsreicheren Eisenerzer Alpen ein größerer ist als der des westlichen Teiles der Rottenmanner Tauern, so daß also die Niederen Tauern, wenn es richtig ist, daß auch die Radstädter Tauern niederschlagsreicher sind, in ihrem zentralen Teile ärmer an Niederschlägen sind als in ihrem östlichen und westlichen Flügel. Es würde so der größere Krummholzreichtum des Bösenstein-Zinkengebietes im Vergleich zum zentralen Teile der Niederen Tauern in analoger Weise klimatischen Differenzen entsprechen wie der der Niederen Tauern überhaupt, verglichen mit dem der Judenburger Alpen etc., oder der des Hauptkammes der ersteren, verglichen mit dem ihrer Seitenketten.

Ob aber die Häufigkeit der Legföhre direkt durch die Niederschlagsmengen bedingt wird, ist eine andere Frage. Der Umstand, daß im Bösenstein-Zinkengebiete gemeinsam mit der als relativ ozeanisch geltenden Legföhre auch die ausgesprochen kontinentale Zirbe besonders reichlich und üppig vegetiert, deutet darauf hin, daß *P. montana*, insbesondere in ihrer östlichen Rasse *mugus*, doch auch kontinentale Verhältnisse erträgt. Er läßt uns jedenfalls einigermaßen daran zweifeln, daß die Verbreitung der Legföhre nur eine direkte Folge klimatischer Verhältnisse ist, und nötigt uns, um zu einem abschließenden Urteil über die Abhängigkeit derselben vom Klima zu gelangen, die übrigen Faktoren, welche die Verbreitung der *P. montana* beeinflussen, ins Auge zu fassen. Wahrscheinlich ist aber das Klima für die über Urgestein wachsende Legföhre von größerer Bedeutung als für die über Kalk. Denn dort vegetiert das Gewächs, wie wir schon auseinandergesetzt haben, unter relativ ungünstigen sonstigen Verhältnissen, wird also schon durch kleine Nuancen des Klimas leichter alteriert werden als über Kalk, wo es sich unter im übrigen optimalen Bedingungen befindet.

b) In bezug auf die Beschaffenheit des Bodens besteht innerhalb der östlichen Zentralalpen zwischen den steilen Hängen der Zackenberge der Niederen Tauern einerseits und den sanft geneigten der Kuppenberge der Judenburger Alpen etc. anderseits im Zusammenhange mit dem

topographischen Momente der verschiedenen Neigung insofern ein Unterschied, als auf den ersteren durch Bodenbewegungen usw. fortwährend Zufuhr neuer mineralischer Substanz erfolgt, während auf den letzteren der Boden infolge der herrschenden Ruhe nicht immer wieder neuerlich bereichert wird. Diesen Hängen ähnlich verhalten sich in den Niederen Tauern die Abdachungen der von den Gletschern abgeschliffenen Vorberge (Gumma, Gensgitsch usw.), welche man gleichfalls als Kuppenberge bezeichnen kann, und die Gehänge der ebenfalls durch die Gletscherwirkung modellierten Kare in den Winkeln und Gräben. Eine fortgesetzt ungestörte Rohhumusbildung und dementsprechend eine Entwickelung alter Krummholzwälder ist im allgemeinen nur auf den Hängen der Kuppenberge und Kare möglich, während auf den Abstürzen der Zackenberge dieser Entwickelungsgang vielfachen Störungen und Unterbrechungen ausgesetzt ist.

c) Nach dem Gesagten erscheint es verständlich, daß auch die Konkurrenzverhältnisse in den verschiedenen Teilen des Gebietes verschieden sind. Während auf den sanft geneigten Hängen im allgemeinen schließlich die Legföhre als Siegerin im Kampfe ums Dasein hervorgeht, und ihre Bestände das Abschlußstadium im Gange der Entwickelung der Vegetation bilden, ist auf den Steilhängen infolge der eben hervorgehobenen edaphischen Zustände die Konkurrenz anderer Arten, insbesondere der Grünerle, gefördert und ein siegreiches Vordringen der Legföhre infolgedessen sehr erschwert, ja vielfach vollkommen aussichtslos.

d) Während demnach die natürlichen Verhältnisse für die Legföhre auf den Kuppenbergen und überhaupt auf sanft geneigten Abhängen viel günstiger sind als auf den Steilhängen, ist sie durch den Menschen auf ersteren viel mehr gefährdet als auf letzteren. Insbesondere für die Schaffung von Weideflächen sind sanft geneigte Hänge viel geeigneter als Steilabstürze, und es dürfte zu diesem Zwecke der Legföhre auf jenen viel mehr nachgestellt worden sein als auf diesen. Auf diese Weise erklärt, wie schon erwähnt, Pax (24) die Krummholzarmut der Waldkarpathen und übrigen Kuppengebirge der Karpathen im Vergleiche zu den krummholzreichen, steil abfallenden Gruppen der Hohen Tátra, der Rodnaer Alpen, Transsilvanischen Alpen usw. Und auf die gleiche Art möchten wir den Umstand deuten, daß die sanft geneigten Judenburger Alpen, die Sau- und Koralpe, die Wechselkette usw. ärmer an Krummholz sind als die schrofferen Niederen Tauern. In ersteren dürfte die rodende Tätigkeit des Menschen eine viel intensivere gewesen, die Legföhre noch mehr devastiert worden sein als in letzteren, wo sie innerhalb der Bösenstein-Zinkengruppe anscheinend vielfach vom Menschen völlig verschont geblieben ist. Wenn sie aber trotzdem im größten Teile der Niederen Tauern seltener ist als in den Hochkarpathen, so dürfte dies zum Teil in dem höheren Kulturzustande jenes Gebirges seinen Grund haben, infolgedessen die Legföhre dort vielfach auch in den Karen der Axt zum Opfer fiel, woselbst man sie in den Hochkarpathen größtenteils unangetastet ließ.

Nach all dem Gesagten ist es also das Zusammenwirken der vier Faktoren: Klima, Boden, Konkurrenz und Mensch, welche die eigenartig ungleichmäßige Verbreitung der *P. montana* auf Urgestein in den öst-

lichen Zentralalpen bedingen. Infolge der horizontalen Verteilung der Niederschläge sowie der verschiedenen topographischen Verhältnisse innerhalb des Gebietes befindet sie sich nicht überall, wo sie auftritt, im klimatischen und edaphischen Optimum und ist also schon an und für sich in gewissen Teilen des Gebietes gegenüber anderen im Nachteil. Wird nun durch das Eingreifen des Menschen die Konkurrenz anderer Arten gefördert, so wird dieselbe um so größer und die Legföhre um so mehr im Nachteil sein, je günstiger die klimatischen und edaphischen Verhältnisse für die Konkurrenten und je ungünstiger für sie selber sind. In Gebieten, wo sie noch häufig ist, wie in der Bösenstein-Zinkengruppe, befindet sie sich entweder im klimatischen und edaphischen Optimum oder ist von jeher vom Menschen verschont geblieben, oder es sind beide für sie günstigen Bedingungen verwirklicht.

Wenn auch einzelne Momente das Auftreten der *P. montana* über Urgestein in vielen Teilen der östlichen Zentralalpen gestatten, so ist ihr doch zumeist der eine oder andere Faktor feindlich, und so erklärt sich ihr sporadisches Auftreten in diesem Gebiete. Auf den Kuppenbergen und in den Karen sind die topographischen, edaphischen und Konkurrenzverhältnisse zu ihren Gunsten, die Nachstellung durch den Menschen dagegen zu ihren Ungunsten. Auf den Zackenbergen verhält sich die Sache gerade umgekehrt. Die klimatischen Verhältnisse sind ihr anscheinend in den Niederen Tauern zuträglicher als in den Judenburper Alpen, der Sau- und Koralpe, Wechselkette usw.

Bisher war nur von rezenten Faktoren die Rede. Was nun das historische Moment anbelangt, so sind wir bei seiner Beurteilung lediglich auf Vermutungen angewiesen. Die präglaziale und glaziale Verbreitung der Art kommt für uns, so interessant auch an und für sich die Tatsache ist, daß es während der Eiszeit einen subarktischen Legföhrengürtel gegeben haben dürfte, nicht weiter in Betracht. Wir müssen uns vielmehr mit der Annahme begnügen, daß sie zu Beginn des Postglazials in den östlichen Zentralalpen nicht nur auf Kalk, sondern auch, bis zu einem gewissen Grade, auf Urgestein ein geschlossenes Areal innehatte, welches dann im Laufe der Zeiten, insbesondere auf letzterem Substrate, aus verschiedenen Gründen eine mehr oder weniger weitgehende Zerstückelung erfahren hat. Diese Gründe liegen zum Teil in der heutigen, zum Teil in der vergangenen Wirksamkeit der Faktoren. Die erstere haben wir bereits kennen gelernt, und es fragt sich nun, ob die letztere ihr gleich oder von ihr verschieden war, oder, mit anderen Worten, ob die Faktoren immer dieselben waren, oder ob im Verlaufe der Zeit neue hinzugekommen sind, ob sie sich immer gleich geblieben sind oder ob sie Veränderungen erfahren haben.

Zum ersten Teil der Frage ist zu sagen, daß natürlich die Faktoren Klima und Boden und wohl auch die Konkurrenz anderer Arten schon von Anfang an vorhanden waren, die Tätigkeit des Menschen sich ihnen aber erst später beigesellte. Zum zweiten, daß von den Faktoren die einen sich jedenfalls, die anderen höchst wahrscheinlich verändert haben und heutzutage in anderer Weise zur Geltung kommen als in früheren Zeiten.

Über das Thema der Klimaänderungen in postglazialer Zeit gehen bekanntlich die Ansichten der Autoren sehr weit auseinander. Wir können es hier nur insoweit streifen, als sich eventuell aus der heutigen Verbreitung der Legföhre in den östlichen Zentralalpen neue Gesichtspunkte für die Beurteilung des Wesens dieser Klimaänderungen ergeben. Leider sind aber diese, da das Klima nicht der einzige wirksame Faktor war, sehr dürftig. Immerhin können wir aber, von der Annahme ausgehend, daß die heutigen Existenzbedingungen der Legföhre in den östlichen Zentralalpen nicht überall optimale sind, und daß ferner die Art einmal innerhalb dieses Gebietes ein mehr oder weniger geschlossenes Areal innehatte, vermuten, daß damals das Klima, indem es infolge reicherer Niederschläge einen mehr ozeanischen Charakter hatte, für die Legföhre günstiger war. Daß dies um so mehr der Fall war, je näher diese Zeit an die letzte Eiszeit, für die wir ja wohl ein relativ ozeanisches Klima annehmen müssen, heranreichte, ist ganz einleuchtend. Durch die Annahme, daß das Klima von diesem Zeitpunkte an bis zum heutigen Tage immer mehr kontinental wurde, wäre die natürliche Abnahme der Häufigkeit der Legföhre in den östlichen Zentralalpen auch ohne die Hypothese einer trockenwarmen Zwischenzeit — xerotherme Periode — verständlich. Freilich ist zu bedenken, daß die günstigeren Bedingungen, unter denen sich *P. montana* zur Zeit ihrer geschlossenen Verbreitung befand, nicht unbedingt dem Klima zugeschrieben werden müssen, sondern eventuell auch der damals noch geringeren Konkurrenz anderer Arten und dem noch fehlenden Einflusse des Menschen. Jedenfalls haben aber die Klimaänderungen, insoweit sie überhaupt am Zurückgehen der Legföhre Schuld trugen, dieselbe über Urgesteinsboden viel mehr beeinflußt als über Kalk.

Änderungen des Bodens waren mit der Verbreitungsgeschichte der Legföhre von jeher aufs innigste verknüpft. Während dieselbe, wie gesagt, auf Kalk wohl von vornherein leicht festen Fuß fassen konnte, mußte ihrem Auftreten über Urgestein, welches Substrat ihr ja wohl von jeher weniger zugesagt hat, sicherlich auch früher schon zumeist eine ziemlich weitgehende Vorbearbeitung des Substrates vorausgehen. Mineralischen Boden bevorzugende Pflanzengesellschaften, wie Gras- und Hochstaudenfluren, vielleicht zum Teil auch Grünerlenbestände, waren wohl hier zumeist ihre Vorläufer. Und erst wenn in diesen Formationen bei fehlender Zufuhr neuer mineralischer Nährstoffe eine entsprechende Anreicherung mit Rohhumus stattgefunden hatte, stellten sich genügsamere Arten, insbesondere Erikazeen, ein, erlangten allmählich das Übergewicht und bildeten, gleichbleibende sonstige Bedingungen vorausgesetzt, die Abschlußformation auf der betreffenden Fläche. Und mit diesen Erikazeen, mit *Juniperus nana*, Strauchflechten usw. kam, vielfach mit der Zirbe, die Legföhre und gelangte in der jeweiligen Höhenstufe der Baumgrenze zur Vorherrschaft. Da sich dieser Prozeß überall dort abspielte, wo nicht durch topographische Momente, wie Steilheit der Hänge usw., ein ungestörter Fortgang der Rohhumusbildung vereitelt wurde, entstand auch über Urgestein an vielen Stellen an der Baumgrenze, insbesondere in den Karen sowie auf den Hängen und Plateaus der Kuppenberge, ein geschlossener Legföhrengürtel, welcher sich aber nur an wenigen Örtlichkeiten bis zum heutigen Tage erhalten hat. In tieferen Lagen machte der Legföhre zweifellos die Konkurrenz

der Bäume, vor allem der Fichte, den Rang streitig, und höher hinauf verhinderte die Ungunst des Klimas ihr Gedeihen.

Gleichwie die vornehmlich aus Erikazeen zusammengesetzten Zwergstrauchbestände in noch höheren und der Fichtenwald in tieferen Lagen bildet der Krummholzwald in der Stufe der Baumgrenze vielfach auf relativ trockenem Boden ein Abschlußstadium der Vegetation. Was Kerner (16a) von den Erikazeenbeständen sagt, daß nur ihre immergrünen Buschformationen „unter allen den Massenverbindungen von Pflanzen, welche wir von den Niederungen am Nordfuße der Alpen bis hinauf zu den höchsten Jöchern der Zentralkette beobachteten", „als etwas Abgeschlossenes anzusehen sind", gilt auch vom Legföhrenwalde an der Baumgrenze, in welchem ja die Erikazeen mit tonangebend sind. Eine natürliche Weiterentwickelung dieser Formation könnte unter sonst gleich bleibenden Verhältnissen nach meinem Ermessen nur durch fortschreitende Verschlechterung des Bodens erfolgen und würde in einer Degeneration sich äußern, indem aus dem Krummholzwald Erikazeenheiden und zum Teil vielleicht sogar Gesteinsfluren entstehen würden. Ob eine derartige Selbsterschöpfung auf natürlichem Wege tatsächlich stattfinden kann, vermag ich, wie schon erwähnt, nicht zu sagen. Daß aber der Legföhrenwald unter dem Einflusse des Menschen oder bei einer sonstigen Störung des Gleichgewichtszustandes in der angegebenen Weise degenerieren kann, daß anderseits auch unter Umständen eine Umkehrung der normalen Entwickelungslinie denkbar ist, wurde früher schon hervorgehoben.

Es bleibt noch die Frage offen, ob nicht in früheren Zeiten *P. montana* in höherem Grade als heute imstande war, mineralischen Urgesteinsboden zu besiedeln. Da wir als eine Hauptursache, warum sie heutzutage auf derartigem Substrate nicht aufkommt, die Konkurrenz anderer Gewächse, vor allem der Grünerle, annehmen, so wäre die Frage leicht zu beantworten, wenn wir wüßten, welche Bewandtnis es mit dieser seinerzeit hatte.

Daß die Konkurrenzverhältnisse nicht immer die gleichen waren wie in der Gegenwart, daß also die Konkurrenz auch als historischer Faktor zu beurteilen ist, geht schon aus der einfachen Erwägung hervor, daß ja nach dem Rückzuge der Gletscher nach der Eiszeit die Rückwanderung der einzelnen Arten nicht gleichzeitig erfolgte. *P. montana* hat also möglicherweise nicht immer unter einem mit allen denjenigen Konkurrenten zu kämpfen gehabt, welche heute mit ihr in Wettbewerb treten. Daß allerdings gerade die Grünerle mit ihren leicht verbreitbaren Früchten später kam als die in dieser Hinsicht schwerfälligere Legföhre, erscheint im ersten Momente kaum glaublich. Doch muß man bedenken, daß unter den damals herrschenden abweichenden klimatischen und edaphischen Verhältnissen die Wirksamkeit der Konkurrenz und auch die Verbreitung verschiedener Arten eine andere gewesen sein mag als heutzutage. Da das Klima ein mehr ozeanisches Gepräge hatte, ist es immerhin denkbar, daß die Grünerle, bekanntlich ein Strauch kontinentalen Klimas, damals dennoch schlechter daran war, ja vielleicht sogar später einwanderte als die Legföhre.

Der Einfluß des Menschen setzte allmählich ein, steigerte sich mehr und mehr, bis ihm in allerjüngster Zeit durch gesetzliche Maß-

nahmen zum Schutze des Krummholzes schon vielfach künstliche Schranken gesetzt worden sind.

Und wenn ich es nun zum Schlusse versuche, die Verbreitung der Legföhre in den östlichen Zentralalpen vor dem Eingreifen des Menschen zu rekonstruieren, so muß ich vor allem hervorheben, daß sie zweifellos von jeher in den Kalkgebieten, also vor allem in den Radstädter Tauern, viel massenhafter vorhanden gewesen sein dürfte als über Urgestein. Aber auch auf diesem Substrate war sie damals viel häufiger als heute. Im übrigen Teile der Niederen Tauern mag ihre Verbreitung eine ähnliche gewesen sein, wie sie uns heute noch in ursprünglicheren Gebieten, wie Hohe Tátra und Rodnaer Alpen in den Karpathen, entgegentritt. Sie füllte damals in der Stufe der Baumgrenze vor allem die Kare der Winkel und Gräben aus. In ihrer Gesellschaft trat auch die Zirbe auf, oder sie selbst bildete das Unterholz geschlossener Zirbenbestände, wie dies heute noch in den östlichen Rottenmanner Tauern zu sehen ist. So häufig freilich wie im Kalkgebiete war sie wohl auch dazumal nicht, denn sie fehlte so wie heute auf den Felsen, auf denen sie uns doch sonst noch als Relikt entgegentreten müßte. und war auf den Steilhängen, wenn schon nicht von jeher, so doch von dem Momente an selten, als ihr die Grünerle als Konkurrentin entgegentrat. Auch in den übrigen Teilen der östlichen Zentralalpen, in der Stangalpe, den Judenburger Alpen, der Sau- und Koralpe, im Wechselgebiete usw. sowie auch auf den Vorbergen der Niederen Tauern, war sie seinerzeit viel häufiger als heutzutage und dürfte weite Plateaus und breite Gehänge in dichtem Schlusse überzogen haben.

In diesem Zustande der Verbreitung oder vielleicht schon durch ungünstige klimatische Einflüsse etwas reduziert, traf der Mensch die Legföhre an. Und von nun an sind vornehmlich seinem Eingreifen alle die Umgestaltungen zuzuschreiben, infolge derer uns heute die Legföhre in den östlichen Zentralalpen so vielfach nur mehr als Relikt entgegentritt. Der Mensch rodete das Krummholz auf den Hängen und Plateaus der Vorberge und in den Karen der Niederen Tauern sowie auf den Kuppenbergen der Stangalpe, der Judenburger Alpen usw. und schuf dort zum Teil durch Verbesserung des Bodens Weideflächen, zum Teil trug er zur Verschlechterung des Bodens bei und leistete so dem Überhandnehmen der Erikazeen Vorschub. Auf den Steilhängen der Niederen Tauern griff er vielfach in den Kampf zwischen Legföhre und Grünerle ein, der sich dort seit Jahrtausenden abspielt, und gestaltete ihn durch Fällen der ersteren zumeist zugunsten der letzteren. Was er so an dieser gesündigt hat und jetzt noch sündigt, sucht er heutzutage zum Teil auch wieder gut zu machen, indem er im Sinne einer rationell betriebenen Forstwirtschaft manche erhalten gebliebenen Legföhrenbestände schont und nicht selten auch mit Krummholz Neuaufforstungen vornimmt.

Soweit uns *P. montana* heute noch in ursprünglichem Zustande entgegentritt, ist sie auf Kalk noch in voller Vorherrschaft, auf Urgestein zum Teil — in den Karen und auf den Kuppenbergen — ein Relikt, zum Teil — auf den Steilhängen der Zackenberge — in einem fortwährend schwankenden Kampfe ums Dasein begriffen, einem Kampfe,

welcher wohl erst mit der völligen Nivellierung dieser Berge sein Ende gefunden haben wird.

Literaturverzeichnis.

1. Ascherson P. und Graebner P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora. 2. Auflage, 1. Bd., 1913, p. 346—351.

2. Beck G. v., Zur Kenntnis der Torf bewohnenden Föhren Niederösterreichs. (In Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien, Bd. III, 1888.)

3. — —, Flora von Niederösterreich. I. Hälfte, 1890, p. 3—5.

4. — —, Die Nadelhölzer Niederösterreichs. (In Blätter des Vereines für Landeskunde in Niederösterreich, Jahrgang 1890.)

5. — —, Flora von Südbosnien und der angrenzenden Herzegowina. (In Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien, Bd. II, 1887, p. 38, und IV, 1889, p. 552—553.)

6. Brockmann-Jerosch H., Die Flora des Puschlav und ihre Pflanzengesellschaften. (Die Pflanzengesellschaften der Schweizer Alpen. I., 1907, p. 52—54, 276—278.)

7. Christ H., Das Pflanzenleben der Schweiz. 1879, p. 189, 360—361.

8. Dalla Torre K. W. und Sarnthein L. Graf v., Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstentumes Liechtenstein. VI. Bd., 1. Teil, 1906, p. 109—113.

9. Drude O., Deutschlands Pflanzengeographie. 1. Teil, 1896, p. 266—268.

10. Feßler A., Klimatographie von Salzburg. (Klimatographie von Österreich, V.) 1912.

11. Hayek A. v., Flora von Steiermark. Spezieller Teil, I. Bd., 1908, p. 80—82.

12. — — und Eberwein R., Die Vegetationsverhältnisse von Schladming in Obersteiermark. (Vorarbeiten zu einer pflanzengeographischen Karte Österreichs, I., 1904, p. 21.)

13. Heer O., Föhrenarten der Schweiz. (In Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, XX., 1862.)

14. Hempel G. und Wilhelm K., Die Bäume und Sträucher des Waldes, II. Abt., II., 1889, p. 140—148.

15. Kerner A. v., Botanische Tagebücher. August 1862 (zitiert nach Dalla Torre und Sarnthein, l. c., p. 110).

16. — —, Das Pflanzenleben der Donauländer. 1863, a: p. 244, b: p. 262—263.

17. — —, Österreich-Ungarns Pflanzenwelt. (In „Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild". Übersichtsband, 1. Abt., Naturgeschichtlicher Teil) 1887, p. 232.

18. Kirchner O., Löw E. und Schröter C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, Bd. I, Abt. 1, 1906, p. 202—231.

19. Klein R., Klimatographie von Steiermark (Klimatographie von Österreich, III.) 1909.

20. Krebs N., Länderkunde der österreichischen Alpen, 1913.

21. Müller P. E., Om Bjergfyrren (*Pinus montana* Mill.). (In „Tidsskrift for Skovbrug", Bd. 8, 9, 10, 1887.

22. Nevole J., Die Verbreitung der Zirbe in der österreichisch-ungarischen Monarchie, 1914, p. 10.

23. Pacher D. und Jabornegg M., Flora von Kärnten, I. Teil, II. Abt., 1884, p. 3—4.

24. Pax F., Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. (In Engler und Drude, Die Vegetation der Erde, II. und X.) I., 1898, a: p. 146, b: p. 174; II., 1908.

25. Rübel E., Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. (In Engler, Botanische Jahrbücher, 47. Bd.) 1912, p. 110—112, 306—307.

26. Sauter A., Flora der Gefäßpflanzen des Herzogtums Salzburg. 2. Auflage, 1879, p. 35.

27. Schinz H. und Keller R., Flora der Schweiz. 3. Auflage, 1. Teil, 1909, p. 18—19.

28. Schmolz C., Krummholz. (In XIII. Bericht des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen, 1914.)

29. Schröter C., Das Pflanzenleben der Alpen, 1904, p. 74—91.
30. Scopoli J. A., Flora Carniolica. Editio II, 1772, p. 247.
31. Sendtner O., Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854, p. 523—530.
32. Velenovsky J., Flora Bulgarica. 1891, p. 519, und Supplementum I, 1898, p. 256.
33. Willkomm M., Versuch einer Monographie der europäischen Krummholzkiefern. (In Tharandter Jahrbücher XIV.) 1861.
34. — —, Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. 2. Auflage, 1887, p. 209—233.
35. Zapałowicz H., Conspectus florae Galiciae criticus. Volumen I, 1906, p. 270—272.
36. Zschokke, Alpenwälder, p. 186 (zitiert nach Sendtner, l. c.).

Notizen über „Inklusen" in Gerbstoffidioblasten.

Von **Prof. Dr. Fritz Netolitzky** (Czernowitz).

In jüngster Zeit hat T. F. Hanausek[1]) über die „Inklusen" des Blattes von *Pistacia lentiscus* berichtet und gleichzeitig eine Zusammenstellung der Literatur über gleichartige Funde im Pflanzenreiche gegeben. Diese sind bisher so wenig zahlreich, daß man vor Ausnahmen zu stehen scheint. Nun gehören solche Ausnahmen gewiß zu den Unwahrscheinlichkeiten, wenn es sich um einzelne Vertreter artenreicher Gattungen handelt wie in den meisten der beobachteten Fälle.

Die Durchsicht meiner für andere Zwecke hergestellten großen Sammlung mikroskopischer Präparate einheimischer Dikotyledonenblätter[2]) überzeugte mich, daß es sich in der Tat nicht um Ausnahmen handelt, sondern um Häufungen innerhalb von Gattungen oder Familien.

So sind nicht nur in den Blättern von *Glycyrrhiza glabra* „Inklusen" vorhanden, sondern diese Inhaltsmassen sind bei den Leguminosen ungemein häufig in Zellen, „welche in der Literatur wegen ihres gewöhnlich an Gerbstoff reichen und im getrockneten Material meist braun gefärbten Inhaltes als Gerbstoffschläuche bezeichnet werden und die die größte Verbreitung besitzen" (Solereder I, 294 und 296). Wir verdanken Tunmann[3]) neue Gesichtspunkte über den Chemismus dieser Zellinhalte, die die Ansichten von Baccarini u. a. wenigstens für den speziellen Fall richtig gestellt haben (Solereder, l. c., 295).

Nach Tunmann wären „Inklusen" also eigentümlich gestaltete, gelbe oder braune Zellinhaltskörper mit einer bassorinartigen Grundsubstanz, in der Gerbstoffe (in wechselnder Menge) gespeichert und in ungemein fester Weise gebunden werden. Diese Durchtränkung mit Gerbstoffen kann aber ausbleiben, so daß nur die Grundsubstanz allein vorhanden ist (Solereder, p. 295).

Tichomirow, der den Namen „Inklusen" oder „Inklusionen" für diese Schollen prägte, vermutete einen Zusammenhang mit dem Zuckerreichtum (Hanausek, l. c., 118). Ich glaube, daß in erster Linie

---

[1]) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. XXXII, 1914, 117—122 und 253, 254.
[2]) Anatomie der Dikotyledonenblätter I—III, Wien 1905, 1908, 1911.
[3]) Verhandl. d. Ges. deutsch. Naturf. und Ärzte. 85. Vers, Wien 1913, II. Teil, I. Hälfte, 501, und Tunmann, Pflanzenmikrochemie, 383.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 064

Autor(en)/Author(s): Vierhapper Friedrich sen.

Artikel/Article: Zur Kenntnis der Verbreitung der Bergkiefer (Pinus montana) in den östlichen Zentralalpen. 369-407