

Jedenfalls dürfen in die Gattung *Dryopteris* Adans. nicht Arten gestellt werden, namentlich nicht die *Phegopteris*-Arten, welche deren Eigentümlichkeit nicht besitzen, wie es schon Adanson ausdrücklich bemerkte. Erweitert man sie, dann kann sie den Namen ihres Begründers Adanson nur p. p. tragen, oder es muß hiezu O. Kuntze [Rev. Gen., I, 808 (1891)] zitiert werden, der sie sensu amplissimo aufgreift. Es darf aber bemerkt werden, daß der Gattung *Dryopteris* von Adanson auch *Nephrodium filix mas* und wohl auch die mir unbekannt Pflanze *Filix montana argute denticulata* eingeordnet werden, was Zweifel erwecken kann. Solche Umstände trifft man aber bei den meisten von den älteren Autoren aufgestellten Gattungen. Berücksichtigt man sie aber, dann ist es, wie ich schon bemerkt habe, zweifellos besser, für jene Gattung, welche *Phegopteris*, *Nephrodium* und *Dryopteris* vereinigt, den Namen *Polystichum* Roth zu gebrauchen. Daß die auf solche Weise zu beschränkende Gattung *Dryopteris* allein nicht als *Polystichum* bezeichnet werden darf, wie es Newman [Hist. of brit. ferns, 103 (1854)] getan hat, ist klar.

## Beiträge zur Kenntnis subalpiner Pflanzenformationen.

Von Dr. Rudolf Scharfetter (Graz).

(Schluß.)<sup>1)</sup>

### C. Die Mähwiesen.

Die oben erwähnte „Bergwiese“, deren Vegetation sich von den beweideten Fluren der „Waldweide“ hinsichtlich der Wachstumsweise, nicht aber hinsichtlich der floristischen Zusammensetzung unterscheidet, leitet uns zur Besprechung der Mähwiesen über. Wir müssen unsere Bergwiese als ein „Agrostidetum“ bezeichnen, weil ihre Hauptart *Agrostis alba* ist. Diese Bergwiese zeigt uns aber auch, welche Formation sich zunächst entwickelt, wenn ein Waldweidegebiet der Beweidung entzogen wird. Es wäre durchaus künstlich, diese Mähwiesen, welche die Hänge in der unmittelbaren Umgebung der Häuser einnehmen, von den Kulturwiesen, die sich auf dem mehr ebenen ehemaligen Seeboden ausdehnen, als eigene Fazies abzusondern; mir fiel nur auf, daß letztere wohl wegen der größeren Feuchtigkeit ein stärkeres Hervortreten von *Deschampsia caespitosa* zeigten.

Wir erwähnten, daß die natürlichen Formationen des Gebietes ausschließlich in den Dienst der Viehzucht gestellt werden. Auch die Anlage dieser Mähwiesen steht damit im Zusammenhang. Das Vieh kommt um den 15. Juni nach Flatnitz und bleibt bis Anfang September;

<sup>1)</sup> Vgl. „Österr. botan. Zeitschr.“, Jahrg. 1918 (LXVII), Heft 1, S. 1—14.

je länger die Talfahrt hinausgeschoben werden kann, um so günstiger, weil dadurch im Tale an Heu gespart wird. Es sind Jahre bekannt, in denen das Vieh bis Allerheiligen in Flatnitz blieb. Um diese Verlängerung der Weidezeit zu erzielen, und um für ungünstige Tage während der Weidezeit vorzusorgen, wurden einzelne, günstig gelegene Gebietsteile nicht in Waldweide, sondern in Mähwiesen umgewandelt. Ganz besonders eigneten sich dafür der ehemalige Seeboden, sowie die in der Nähe der Hütten gelegenen, weniger geneigten Hänge. Diese Mähwiesen werden im Frühjahr gedüngt, einmal im Jahre — Anfang August — gemäht, hierauf, sobald sich die Pflanzen etwas erholt und herangewachsen sind, beweidet. Düngung, Mahd, Weide, und an vielen Stellen — besonders auf den Mähwiesen des alten Seebodens — Entwässerung, wirken auf diese Formation ein. Ihrer praktischen Verwendung nach entsprechen unsere Mähwiesen einem „Almanger“, weil das gewonnene Heu nicht ins Tal geführt wird, sondern an Ort und Stelle verfüttert wird.

Die eben geschilderte Nutzung findet landschaftlich ihren Ausdruck durch zahlreiche Zäune, welche insbesondere den alten Seeboden durchziehen, um das Vieh, welches im Sommer in der angrenzenden Waldweide sich aufhält, von den Mähwiesen fernzuhalten. Dazu würde aber ein einheitlicher Zaun genügen. Die große Zahl derselben wird erst verständlich, wenn wir bedenken, daß im Herbst das Vieh diese Mähwiesen abweidet; es ist also auch notwendig, das gesamte Mähwiesengebiet (Seeboden) nach den einzelnen Besitzern in kleinere Parzellen zu zerlegen.

#### Artenliste der Mähwiese<sup>1)</sup>.

U <i>Selaginella selaginoides</i>	U <i>Veratrum album</i>
U <i>Anthoxanthum odoratum</i>	W <i>Rumex acetosa</i>
U <i>Phleum Michelii</i>	U <i>Polygonum bistorta</i>
W <i>Phleum pratense</i>	W <i>Chenopodium bonus Henricus</i>
U <i>Agrostis alba</i>	U <i>Silene vulgaris</i>
U <i>Deschampsia caespitosa</i>	W <i>Lychnis flos cuculi</i>
W <i>Trisetum flavescens</i>	U <i>Dianthus superbus</i>
W <i>Avenastrum pubescens</i>	U <i>Stellaria graminea</i>
W <i>Briza media</i>	W <i>Trollius europaeus</i>
W <i>Dactylis glomerata</i>	W <i>Ranunculus acer</i>
W <i>Cynosuros cristatus</i>	U <i>Parnassia palustris</i>
U <i>Poa alpina</i>	U <i>Potentilla erecta</i>
U <i>Nardus stricta</i>	U <i>Filipendula ulmaria</i>
U <i>Carex rostrata</i>	U <i>Alchemilla vulgaris</i>
U <i>Luzula campestris</i>	W <i>Trifolium pratense</i>

<sup>1)</sup> Aufzählung und Nomenklatur nach Fritsch „Exkursionsflora für Österreich“ 2. Aufl. Wien, 1909.

W <i>Trifolium repens</i>	U <i>Pedicularis palustris</i>
W <i>Lotus corniculatus</i>	U <i>Plantago media</i>
W <i>Lathyrus pratensis</i>	U <i>Galium austriacum</i>
W <i>Geranium phaeum</i>	W <i>Knautia arvensis</i>
W <i>Viola tricolor</i>	U <i>Campanula Scheuchzeri</i>
W <i>Carum carvi</i>	U <i>Campanula barbata</i>
W <i>Pimpinella saxifraga</i>	W <i>Achillea millefolium</i>
U <i>Gentiana rhaetica</i>	W <i>Chrysanthemum leucanthemum</i>
W <i>Veronica chamaedrys</i>	W <i>Leontodon autumnalis</i>
U <i>Euphrasia Rostkoviana</i>	U <i>Leontodon hispidus</i>
W <i>Alectorolophus crista galli</i>	U <i>Crepis conyzifolia</i> .

Wir wollen nun diese Artenliste einer kurzen Diskussion unterziehen, um uns über die Art der floristischen Zusammensetzung und über die Entstehung dieser Mähwiesen ein völlig klares Bild zu verschaffen. Die floristische Analyse<sup>1)</sup> bestätigt die oben entwickelte Ableitung, daß diese Mähwiesen auf einem feuchten, ehemaligen Seeboden der subalpinen Region liegen und regelmäßig gedüngt werden.

#### Feuchtigkeitszeiger:

<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Trollius europaeus</i>
<i>Carex rostrata</i>	<i>Parnassia palustris</i>
<i>Polygonum bistorta</i>	<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Lychnis flos cuculi</i>	<i>Pedicularis palustris</i> .

#### Subalpine Pflanzen:

<i>Selaginella selaginoides</i>	<i>Campanula Scheuchzeri</i>
<i>Phleum Michelii</i>	<i>Campanula barbata</i>
<i>Poa alpina</i>	<i>Crepis conyzifolia</i> .
<i>Veratrum album</i>	

#### Düngerzeiger:

<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Poa alpina</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Polygonum bistorta</i>	<i>Leontodon hispidus</i> .
<i>Chenopodium bonus Henricus</i>	

<sup>1)</sup> Schröter, Bodenzeigende Pflanzen der Schweiz. Die landwirtschaftliche Schule des eidgen. Polytechnikums in Zürich. Bericht über Wege und Ziele der Anstalt. 1910. — Stebler und Schröter, Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. 6. Bd. 1892. — Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. — Vollmann, Flora von Bayern. — Pacher und Jabornegg, Flora von Kärnten.

## Magerkeitszeiger, wie

*Phleum Michelii**Briza media**Nardus stricta**Luzula campestris**Potentilla erecta**Pimpinella saxifraga*

zeigen uns aber, daß der Dünger nicht allzu reichlich und die Verteilung desselben ungleichmäßig ist.

Die ganze Masse der Arten, welche auf diesen Mähwiesen wachsen, läßt sich in zwei Gruppen teilen: die erste Gruppe umfaßt Arten, welche auch in den benachbarten Formationen vorkommen und deren Einführung nicht notwendig der Wiesenkultur zuzuschreiben ist. Die Arten dieser Gruppe wurden in der Artenliste mit U (= ursprünglich) bezeichnet; es sind teils Relikte der Seebodenflora, z. B. *Carex rostrata*, teils Arten, die dem Mischwald oder der subalpinen Heide angehören. Es ist nicht möglich, für jede dieser Arten die Formation anzugeben, der sie ursprünglich angehört. Ihre Auswahl ist daher völlig subjektiv, es soll nur gesagt werden, daß nach meiner Meinung (nicht Behauptung) die betreffende Art auch ohne Wiesenkultur in der näheren Umgebung von Flatnitz vorhanden wäre. Daß auch diese Gruppe hinsichtlich der Individuenzahl durch die Wiesenkultur — Ausschaltung der Konkurrenz, Schaffung günstiger Standorte usw. — aufs nachdrücklichste beeinflusst wird, ist selbstverständlich. Ich bezeichne sie nur als autochthon im Gegensatz zur zweiten Gruppe, nämlich der Gruppe der Wiesenpflanzen (W in der Artenliste), deren Vorkommen an Ort und Stelle wohl nur auf die Wiesenkultur (vgl. auch die vorhergenannten Düngerzeiger) zurückzuführen ist. Auch hier ist die Entscheidung nicht leicht und wird vielleicht von anderen Beobachtern anders getroffen werden, z. B. *Chrysanthemum leucanthemum* kommt in der Waldweide häufig vor, dort ursprünglich oder eingebürgert? *Achillea millefolium* usw. Eingehende Untersuchungen über die Herkunft unserer Wiesenflora liegen eben nicht vor. Um Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich nochmals betonen, daß die als Wiesenpflanzen bezeichneten Pflanzen sehr wohl Pflanzen ursprünglich einheimischer Standorte, z. B. tieferer Regionen, sein können, z. B. *Geranium phaeum*, *Ranunculus acer*, *Trollius europaeus* usw.; es soll mit der Bezeichnung „Wiesenpflanze“ nur gesagt sein, daß sie speziell ins Gebiet von Flatnitz, nach meiner Meinung, wahrscheinlich mit dem Gesamtkomplex der Wiesenpflanzen und im Zusammenhang mit der Wiesenkultur gekommen sind. Also nur in diesem Sinne gilt die Sonderung der Arten in unsere beiden Gruppen. Ich zähle nun

U = ursprüngliche Arten . . .	27	=	51·92%
W = Wiesenpflanzen . . . . .	25	=	48·08%
	52		100

Im Hinblick auf die Unbestimmtheit der Gruppensonderung dürfen wir wohl sagen: etwa die Hälfte der Arten unserer Mähwiesen gehört der autochthonen Flora an, die andere Hälfte sind Ansiedler infolge der Wiesenkultur.

#### D. Die Milchkrautweide.

Den bisher besprochenen Formationen, dem Mischwald, der Waldweide und den Mähwiesen gegenüber nimmt die Formation der Milchkrautweide<sup>1)</sup> eine isolierte Stellung ein. Während die drei genannten Formationen in offenkundigem genetischen Zusammenhange miteinander stehen, ist die Milchkrautweide kein Abkömmling einer Waldformation sondern ein primärer, allerdings durch Beweidung stark beeinflusster Pflanzenverein. Über die auffallenden Beziehungen derselben zur Bodenvegetation des Lärchenwaldes soll später in anderem Zusammenhang die Rede sein. Zunächst soll eine kurze Beschreibung und die Artenliste folgen.

Die Milchkrautweide, welche durch das gesellige Auftreten von *Leontodon*- und *Alchemilla*-Arten charakterisiert ist, findet sich in mehr minder ebenen, aber auch leicht geneigten Lagen als ein dicht dem Boden anliegender Rasen. Man ist erstaunt, daß sich dieser Rasen bei näherer Untersuchung aus zahlreichen Vertretern unserer Wiesenflora zusammengesetzt zeigt. Aber alle diese meist nicht blühenden Pflänzchen sind wahre Wunder an Kleinheit und Winzigkeit. Nur ab und zu ragt ein Grashalm über den vielleicht 1—2 cm hohen Pflanzenteppich empor.

Die Lebenslage, welche das Zustandekommen dieser schönen, hellgrün vom braunen *Nardus*-Rasen sich abhebenden Rasenflecke bedingt, ist nicht völlig klar. Wie mir scheint, finden sich die meist nicht allzu großen Flächen (ein solcher Teppich war z. B. etwa 60 Schritte lang, 30 Schritte breit) an Stellen, welche von Nährstoff führendem Wasser zeitweise berieselt und überschlammt werden. Der gesamte Boden scheint ein Mosaikboden, bestehend aus kleinsten Teilchen, zu sein. An einer Stelle führt ein Fahrweg durch ein ausgesprochenes Nardetum, das sich Ende August durch seine braune Farbe deutlich von dem grünen Milchkrautweidefleck abhob, der sich auf einem kleinen,

<sup>1)</sup> Vgl. über diese Formation: Stebler und Schröter, Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz. 6. Band. 1892, S. 152; ferner Vierhapper und Handel-Mazzetti, Führer zu den wissenschaftl. Exkursionen des II. internationalen bot. Kongresses, Wien 1905 III. Exkursion in die Ostalpen, S. 71; ferner Hayek, Die Sauntaler Alpen, Abhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Band IV, Heft 2 1907, S. 64.

durch die Abspülungsprodukte der Straße gebildeten Delta entwickelt hatte. Ganz charakteristisch ist die offene, der Sonne voll ausgesetzte Lage, ähnlich der gut durchleuchteten Lärchenwiese, der die Formation auch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung außerordentlich nahe steht. Diese floristische Ähnlichkeit beruht auf ähnlichen Lebensbedingungen, indem beidesmal Nährstoffe zugeführt werden: hier durch Überschlammung, dort durch die jährlich abfallenden und verwesenden Lärchennadeln. Von den Mähwiesen unterscheidet sich die Milchkrautweide dadurch, daß sie nur beweidet, nicht aber gemäht wird. Als herrschende Arten sind *Alchemilla vulgaris* s. l., *Plantago media* und *Leontodon pyrenaicus* zu nennen.

#### Artenliste der Milchkrautweide.

<i>Agrostis alba</i>	<i>Carum carvi</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Brunella vulgaris</i>
<i>Briza media</i>	<i>Thymus serpyllum</i> s. l.
<i>Nardus stricta</i>	<i>Euphrasia Rostkoviana</i>
<i>Ranunculus acer</i>	<i>Plantago media</i>
<i>Parnassia palustris</i>	<i>Campanula Scheuchzeri</i>
<i>Potentilla erecta</i>	<i>Homogyne alpina</i>
<i>Alchemilla vulgaris</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Crepis aurea</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Leontodon pyrenaicus.</i>

### 3. Die genetischen Beziehungen der Formationen.

In dem räumlich so beschränkten Beobachtungsgebiet lassen sich folgende Formationen unterscheiden:

1. Lärchen-Fichten-Mischwald.
2. Lärchenwald (sekundär).
3. Waldweide.
4. Holzschlag.
5. Mähwiese.
6. Nardeto-Callunetum.
7. Milchkrautweide.
8. Felsenflora in Spalten.
9. Felschuttflora.
10. Quellige Stellen.
11. Caricetum (Rest des Paßsees).

Vierhapper und Handel-Mazzetti haben in ihrem Führer zu den Exkursionen in die Ostalpen zahlreiche (über 50) solche Pflanzenformationen in ein sehr übersichtliches System gebracht. Machen wir

den Versuch, die in der Umgebung von Flatnitz beobachteten Pflanzenformationen in dieses System einzufügen, so erhalten wir folgende Gruppierung.

α) Die Formationen der Waldregion.

A. Natürliche und halbnatürliche Formationen.

1. Baumformationen.
  - a) Xerophile Baumformationen.
    - Fichtenwälder.
    - Zirbenwälder.
  - b) Mesophile Baumformationen.
    - Lärchenwälder.
    - Mischwälder.
2. Zwergstrauchformationen.
  - Calluna*-Heide.
3. Grasformationen.
  - a) Mesophile Grasformationen.
    - Wiesen und Weiden.
    - Voralpenfluren.
  - b) Hydrophile Grasformationen.
    - Sumpfwiesen.
4. Staudenformationen.
  - Quellfluren.
5. Kräuterformationen.
  - Ruderalvegetation.

B. Künstliche Formationen (Kulturen). Diese fehlen im Gebiete.

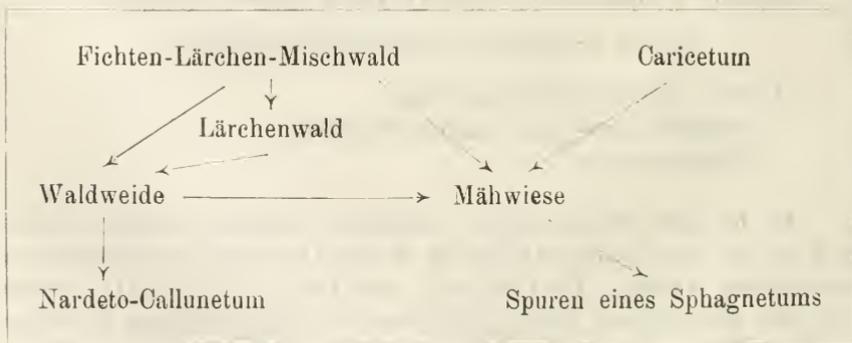
β) Die Formationen der Hochgebirgsregion.

- a) Gras- und Staudenformationen.
  - Mesophile Gras- und Staudenformationen.
  - Milchkrautweide.

Es ist nicht meine Absicht, irgendeine Polemik zu führen. Doch muß auf die verschiedene Auffassung in der Anordnung der Formationen hingewiesen werden. Vierhapper und Handel-Mazzetti ordnen hier die Formationen nach physiognomisch-physiologischen Gesichtspunkten, und es läßt sich an ihrer streng logisch durchgeführten Anordnung nichts bemängeln; höchstens würde eine neuere, von einem anderen Autor vorgenommene Gruppierung vielleicht die eine oder andere Formation an anderer Stelle unterbringen.

Alle derartigen Anordnungen aber bringen die natürlichen Zusammenhänge der einzelnen Formationen nicht zum Ausdruck, ja geben, wie z. B. in unserem Falle, für die „Waldweide“ keine Möglichkeit einer passenden Einreihung. Alle derartigen Anordnungen haben stets etwas Starres, die Formationen erhalten etwas Festabgeschlossenes, zeigen nicht die Übergänge untereinander. Auch Hayeks neues, sonst so vortreffliches Werk „Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns“ leidet unter diesem so stark durch Lineal und Zirkel eingeeengten Rahmen. Man hat übrigens diesen Nachteil derartiger Anordnungen schon lange erkannt und nach einer anderen Darstellungsart, welche den natürlichen Beziehungen der Formationen zueinander gerecht zu werden gestattet, gesucht. Besonders Tansley in seinen „Types of british vegetation“, Cambridge: at the University Press, 1911, hat sich dieser neuen Methode, wie mir scheint mit Erfolg, bedient. Daß sich diese genetische Darstellungsform in der Zukunft immer mehr Eingang in die Pflanzengeographie verschaffen wird, scheint mir eine notwendige Folge der organischen Weiterentwicklung unserer Disziplin zu sein, welche hiemit den gleichen Fortschritt vollzieht, den seinerzeit die phylogenetischen Untersuchungen gegenüber den vergleichend systematischen Darstellungen bildeten.

Wir versuchen also, das genetische Verhältnis der wichtigsten Formationen unseres Beobachtungsgebietes in einem Schema darzustellen. Der Urheber dieser Veränderungen und Entwicklungen ist, wie oben auseinandergesetzt, der Mensch; die Weiterentwicklung der Waldweide zum Nardeto-Callunetum wird hier vorweg genommen und später geschildert. Das Schema soll vor allem andeuten, daß die Schlägerung entweder unmittelbar zur Mähwiese führte oder zuerst zur Waldweide und durch deren Umbildung zur Mähwiese.



Es erscheint als Aufgabe dieser Untersuchung, die in obigem Schema angedeuteten Beziehungen der Formationen zueinander klarzulegen. Wir versuchen

1. die Ursachen festzustellen, welche die Umbildung einer Formation in die andere veranlassen;
2. eine Analyse des Artbestandes der einzelnen Formationen vorzunehmen und zu fragen:
  - a) Welche Pflanzen sind Relikte der alten Formation?
  - b) Welche Pflanzen wandern neu ein?

#### 4. Der Entwicklungsgang des Waldweidezyklus.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Waldformation ist die Zerlegung des bewaldeten Hanges in zahlreiche, parallel verlaufende horizontale Terrassen<sup>1)</sup>. Diese Terrassierung des Hanges, die sich auch in die Waldweide und Weide fortsetzt, ist in der Umgebung Flatnitz häufig und deutlich zu beobachten und bildet einen hervorstechenden Charakterzug des Landschaftsbildes. Es sieht aus, als ob mit der Pflugschar in etwa 1 m Abstand Furchen gezogen worden wären. Diese Furchen sind die Wege, welche das Vieh beim Abweiden regelmäßig zu benutzen pflegt. Eine etwas stärker geneigte Fläche pflegt das Vieh nicht unregelmäßig abzuweiden, sondern der Hang wird horizontal überquert und dabei stets nach oben abgegrast. Der nächst höhere Steig wird also an jener Stelle einsetzen, bis zu welcher das Tier, auf dem unteren Steige stehend, mit dem Maule emporreichte. Daraus erklärt sich die regelmäßige Entfernung dieser Weidepfade voneinander. Die horizontale Überquerung ist einerseits die bequemste, mit geringstem Kraftaufwande verbundene Art, eine geneigte Fläche zu beschreiten, andererseits bietet sie die geringste Gefahr, abzurutschen und abzustürzen. Diese Weidepfade entwickeln sich meist zu vegetationslosen, flachen Gräben, während die abgetretenen Rasen eine Erhöhung aufwerfen. Diese Erhöhungen ziehen als horizontale Erdwälle den Hang entlang, ihre Vegetation ist vom mineralischen, nährstoffreichen Wasser mehr weniger abgeschlossen, die atmosphärisch befeuchteten Mooslager entwickeln sich immer mehr und hinterlassen unten absterbend, oben weiterwachsend wallartige Anhäufungen von Trockentorf und schaffen so den Standort für eine ausgesprochene Ericaceen-Vegetation. In ihrer horizontalen Ausdehnung werden diese Torfwälle oft in einzelne langgezogene Hügel, welche Grabhügeln nicht unähnlich sehen, zerlegt.

Diese Torfwälle und Hügel können infolge der dargelegten Beeinflussung durch das weidende Vieh im Walde, der Waldweide und der Weide entstehen. Wir wollen aber hier das primäre Entstehen derselben in den beiden letzteren Formationen nicht weiter besprechen, sondern das Schicksal der Weiterentwicklung solcher Torfwälle verfolgen, die

<sup>1)</sup> Vgl. E. R ü b e l, Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Englers bot. Jahrb., 47. Bd., 1911, S. 123.

primär im Walde entstanden sind und später infolge der Schlägerung der Bäume in die Waldweide und schließlich ins sonnige Weidegebiet zu liegen kommen.

Beispiele solcher, in mehr oder weniger ursprünglichem Mischwald aufgebauter Torfhügel finden wir in der Nähe des künstlichen Stausees auf der Paßhöhe in reiner Entwicklung. Diese, von hohen Bäumen noch stark beschatteten Hügel liegen in einer nach Norden exponierten Mulde und sind daher der trocknenden Wirkung von Wind und Sonne nur wenig ausgesetzt. Die Hügel sind etwa 50—60 cm hoch, 1—2 m lang und bestehen der Hauptsache nach aus Moosen. Ein Spazierstock kann ohne Anstrengung etwa 20—30 cm tief in die lockere Moosschichte eingesteckt werden.

Torfhügel, Beispiel I, im Waldschatten.

<i>Hypnum</i> sp.	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>
<i>Hylocomium splendens</i>	„ <i>vitis idaea</i>
„ <i>triquetrum</i>	<i>Melampyrum silvaticum</i>
<i>Polytrichum commune</i>	<i>Homogyne alpina</i>

Gräser, sehr spärlich:

<i>Agrostis vulgaris</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Nardus stricta</i> .

Die Bildung von saurem Humus (Verheidung) erfolgt durch Moose und *Vaccinium myrtillus*.

Wir fassen diese Trockentorfbildung im Walde durch Moose und Vaccinien als eine durch die klimatischen und edaphischen Verhältnisse bedingte, in der subalpinen Region im ganzen Alpengebiete vorkommende natürliche Entwicklung der Waldbodendecke auf. Die Wirkung der Beweidung gibt dieser Trockentorfbildung die eigentümliche Form der Wälle und Hügel.

Nun greift der Mensch gewaltsam in diese Verhältnisse ein, indem er den schattengebenden Wald in die offene, sonnige Weide überführt. Infolge der Schlägerung erleidet die Vegetationsdecke eine Reihe von Veränderungen, die je nach der Zahl der in der Waldweide übrigbleibenden Bäume mannigfache Abschattungen und Zwischenstufen zeigen. Die erste und wichtigste Erscheinung ist das Zurücktreten und allmähliche Absterben der Moose, u. zw. zeigt sich auch hierin *Polytrichum commune*<sup>1)</sup> empfindlicher als die *Hypnum*- und *Hylocomium*-Arten. Ersteres stirbt nämlich unter der Wirkung von Sonne und Wind alsbald völlig ab, während die *Hypnum*-*Hylocomium*-Polster unter dem

<sup>1)</sup> Vgl. Drude, Deutschlands Pflanzengeographie. Handbücher zur deutschen Landes- und Volkskunde. S. 275.

Schutze der gleich näher zu besprechenden, neu einwandernden Vegetation noch länger ausdauern. Die auffälligste Erscheinung ist, daß die im Walde 60 cm hohen Hügel infolge des Absterbens der Moose etwa auf die Hälfte ihrer Höhe zusammensinken. Nachfolgend die Artenliste eines solchen

Torfhügels, Beispiel II, im Halbschatten.

<i>Hypnum</i> - und <i>Hylocomium</i> -Arten treten zurück	<i>Plantago media</i>
<i>Polytrichum commune</i> fehlt	<i>Hypericum maculatum</i>
<i>Cetraria islandica</i>	<i>Gentiana Kochiana</i>
<i>Cladonia rangiferina</i>	„ <i>asclepiadea</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i> tritt zurück	<b><i>Veronica officinalis</i></b>
„ <i>vitis idaea</i> erlangt das Übergewicht	<i>Antennaria dioica</i>
<i>Potentilla erecta</i>	<b><i>Arnica montana</i></b>
<b><i>Thymus serpyllum</i></b> s. l. sehr zahlreich	<i>Festuca rubra</i>
	<i>Nardus stricta</i> nicht zahlreich
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> .

Besonders schön konnte ich beobachten, wie *Veronica officinalis* ihre kriechenden Stämmchen auf die eben abgestorbenen *Polytrichum*-Polster vortreibt. Ebenso machen *Potentilla erecta* und *Thymus serpyllum* den Eindruck „torffressender“ Pflanzen. Deutlich zu sehen ist das Aussterben von *Vaccinium myrtillus* und dessen Ersatz durch *Vaccinium vitis idaea* unter der Lichtwirkung der Sonne. Das Neuaufreten von Pflanzen, welche sehr geringe Anforderungen an den Nährstoffgehalt des Bodens stellen — *Antennaria dioica* — ist ja völlig verständlich, da die Erhebungen von dem terrestrischen, nährstoffreichen Wasser, welches nach kräftigem Regen diese Torfhügel gleich Inselchen umspült, abgeschlossen sind. *Arnica montana* und *Gentiana Kochiana* sind bekannte Humuspflanzen.

Sind die Hügel durch Kahlschlag der vollen Sonnen- und Windwirkung ausgesetzt, so treten die beschriebenen austrocknenden Wirkungen um so rascher und deutlicher auf. Nun aber tritt auch die lichtliebende *Calluna*, welche Beispiel II nur wegen des mangelnden Sonnenlichtes gemieden hat, in den Pflanzenverband ein und damit wird eine neue Entwicklungsfolge — nämlich eine sekundäre Trockentorfbildung — eingeleitet. Wir haben also

1. Primäre Bildung und Anhäufung von saurem Humus durch Moose. (Beispiel I.)
2. Retrogressive Entwicklung infolge Lockerstellung der Bäume. Absterben der Moose, Auftreten der Humuspflanzen und (nährstoff-) anspruchsloser Pflanzen, welche Schatten vertragen. (Beispiel II.)
3. Sekundäre Trockentorfbildung durch *Calluna*. (Beispiel III.)

Artenliste der Torfhügel, Beispiel III, auf sonniger, offener Weide.

<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Vaccinium uliginosum</i>
<i>Cetraria islandica</i> fehlt mit den	„ <i>vitis idaea</i>
Moosen	<i>Luzula campestris</i>
<i>Agrostis vulgaris</i>	<i>Potentilla erecta</i>
<i>Festuca rubra</i> var. <i>fallax</i>	<i>Thymus serpyllum</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Campanula Scheuchzeri</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Antennaria dioica</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Hieracium pilosella</i> .

Diese Torfhügel unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Vegetation wenig vom Calluneto-Nardetum, in das sie übergehen. Der Vollständigkeit halber sei eine Aufnahme des letzteren hier eingefügt. Beachtenswert ist, daß *Nardus* mehr die ebenen, *Calluna* die geneigten Flächen bevorzugt.

Artenliste des Calluneto-Nardetum.

<i>Nardus stricta</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Hypericum maculatum</i>
„ <i>vitis idaea</i>	<i>Gentiana Kochiana</i>
„ <i>uliginosum</i>	„ <i>rhaetica</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Melampyrum silvaticum</i>
<i>Agrostis alba</i>	<i>Euphrasia Rostkoviana</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	„ <i>versicolor</i>
<i>Avenastrum alpinum</i>	„ <i>minima</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Campanula barbata</i>
<i>Carex leporina</i>	„ <i>Scheuchzeri</i>
„ <i>pallescens</i>	<i>Galium austriacum</i>
<i>Luzula campestris</i>	<i>Antennaria dioica</i>
<i>Dianthus superbus</i>	<i>Arnica montana</i>
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Hieracium pilosella</i> .
<i>Potentilla erecta</i>	

So führt die eine Entwicklungsreihe von den Moostorfhügeln des Waldes zu den im Nardetum verschwindenden *Calluna*-Hügeln der sonnigen, offenen Weide. Eine zweite Entwicklungsreihe dieser Moostorfhügel ist aber ungleich interessanter. Es wurde bereits früher erwähnt, daß der ursprüngliche Lärchen-Fichtenmischwald durch Ausschlagen der Fichten in einen sekundären Lärchenwald übergeführt werden kann. Nun beobachtet man schon von weitem, daß die früher beschriebenen Torfwälle und Hügel im Umkreis alter, großer Lärchenbäume viel niedriger fortlaufen, um schließlich bei dichterem Schluß der Lärchen sich ganz zu verlieren und einem saftig grünen, ebenen Rasen Platz zu machen.

Diese Einebnung der Weidetritthügel ist ganz deutlich und an vielen Stellen der Umgebung Flatnitz zu beobachten. Hier im Lärchenwald herrscht nicht das Braun des Nardetum, sondern saftiges Hellgrün überzieht den fast ebenen Boden in lückenlosem Teppich. Kein Halm, nur dort und da eine einzelne Blüte (*Leontodon*, *Ranunculus*) unterbricht die smaragdgrün aufleuchtende Fläche, wenn ein Sonnenstrahl das zarte Gezweig der Lärchen durchdringt. Für diese Lärchenwald-Bodenflora scheint das von Kerner (Das Pflanzenleben der Donauländer, Seite 244) abgeleitete Gesetz, daß eine Ericaceen-Decke das Schlußglied der alpinen Formationen bildet, aufgehoben. Die retrogressive Entwicklung und das schließliche Verschwinden der Torfhügel, die Ausnahmsstellung zum Kernerschen Gesetz und die ganz auffallende landschaftliche Physiognomie dieses Rasens fordern uns auf, den Ursachen dieser Erscheinungen nachzuforschen. Zunächst die

#### Artenliste der Lärchenwald-Bodenflora.

##### a) An geeigneten Stellen:

<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>
<i>Agrostis vulgaris</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i> (häufig)	„ <i>repens</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Festuca rubra</i> (häufig)	<i>Euphorbia cyparissias</i>
<i>Veratrum album</i>	<i>Ajuga reptans</i>
<i>Luzula campestris</i>	<i>Brunella vulgaris</i>
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Thymus serpyllum</i> s. l.
<i>Ranunculus acer</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i> (klein,
<i>Potentilla erecta</i>	kümmerlich).

*Calluna* fehlt vollständig; negativ charakt.

<i>Veronica officinalis</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Plantago media</i>	<i>Homogyne alpina</i>
<i>Galium vernum</i>	<i>Arnica montana</i>
<i>Campanula Scheuchzeri</i>	<i>Leontodon hispidus</i>
<i>Bellis perennis</i>	„ <i>pyrenaicus</i>
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	<i>Hieracium auricula</i> .

##### b) Flacher, mehr ebener Boden, besonders die Wiesenpflanzen.

<i>Alchemilla alpestris</i>	} alle diese Arten sind sehr niedrig, die Blätter liegen dem Boden dicht an, sehr selten blühend.
<i>Plantago media</i>	
<i>Ranunculus acer</i>	
<i>Leontodon pyrenaicus</i>	
<i>Brunella vulgaris</i>	

Worin liegt nun der wesentliche Unterschied dieser Lärchenwald-Bodenflora von der Mischwald-Bodenflora? Im Fehlen der Moose.

*Polytrichum* verschwindet bereits bei Lichtstellung und verträgt anscheinend das direkte Sonnenlicht nicht, wenigstens tritt es schon beim Typus II der Torfhügel zurück, um bei voller Belichtung ganz zu verschwinden. Die *Hypnum-Hylocomium*-Arten spielen beim Übergang der Torfhügel ins Callunetum eine wichtige Rolle als Keimbett für Flechten, besonders für das isländische Moos. Hier im Lärchenwald fehlen sie vollständig. Da aber der Lärchenwald aus dem Mischwald, in dem die *Hypnum-Hylocomium*-Polster geradezu einen charakteristischen Bestandteil der Bodenflora bilden, hervorgegangen ist, so ist deren Verschwinden als retrogressive Entwicklung zu bezeichnen.

Ist die Freilegung des Bodens durch die Schlägerung infolge der Durchleuchtung und größeren Austrocknung des Bodens für die Moosflora des Mischwaldes überhaupt höchst ungünstig — *Polytrichum commune* verschwindet sofort — so konnte ich einwandfrei an vielen Stellen beobachten, daß die *Hypnum-Hylocomium*-Arten absterben, sobald sie von einer Schichte Lärchennadeln bedeckt werden. Dadurch gewinnt die schon früher eingehend erörterte Auswahl der aus dem Mischwald zu entfernenden Bäume erhöhte Bedeutung. Gerade die Lärche bleibt übrig, welche allein von allen in Betracht kommenden Bäumen alljährlich ihre Blätter abwirft und dadurch auf die Bodenvegetation den größten Einfluß ausübt.

Die Moospolster erscheinen dort, wo Lärchennadeln aufliegen, wie ausgebrannt. Es ist nun die Frage offen, ob der mechanische Druck der Nadelschichte, welche sich alljährlich erneuert, oder die chemische Beschaffenheit der verwesenden Nadeln das Absterben der Moospolster hervorruft. Wenn auch die chemische Analyse<sup>1)</sup> der abgefallenen Lärchennadeln mit ihrem hohen Aschengehalt an Kalk (22·98%) Anhaltspunkte dafür geben würde, die Vernichtung der *Hypnum-Hylocomium*-Polster auf diesen Kalkgehalt zurückzuführen, so möchte ich doch der rein mechanischen Wirkung einer dichten Nadeldecke den größeren Einfluß zuschreiben, um so mehr, als die Nadeln vielfach noch gut erhalten und noch nicht zersetzt waren. Ich meine also, daß für die Vernichtung der bisherigen Vegetation insbesondere die mechanische Wirkung der Nadelschichte, für die neu auftretende Bodenvegetation aber die chemische Wirkung der Verwesungsprodukte von Einfluß ist. Denn es zeigt sich, daß nunmehr die bedingende Ursache der Verheidung, der Nährstoffmangel, behoben ist, zahlreiche Wiesenpflanzen einwandern und die Heidepflanzen von diesem Boden ebenso verdrängt werden wie etwa von künstlich gedüngten Wiesen. Damit ist der ganze Sachverhalt geklärt; aber auch andere Punkte finden damit ihre einfache

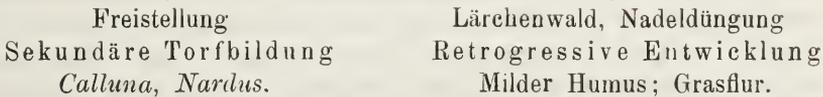
<sup>1)</sup> Kirchner, Loew und Schröter, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. I. S. 165.

Lösung. Der Wind weht in die Mulden die düngenden Nadeln zusammen und diese Stellen werden vom kalkscheuen *Nardus* gemieden, um sie völlig der nährstoffliebenden Wiesenflora zu überlassen; von den Hängen dagegen werden die Nadeln vielfach weggeweht und abgespült, bevor sie zersetzt werden. daher kann an diesen Hängen im Lärchenwald auch *Nardus* auftreten. *Calluna* fehlt, weil es der vollen Sonnenbeleuchtung bedarf. Das Fehlen der Heidepflanzen, wie *Vaccinium myrtillus* und *vitis idaea*, erklärt sich sowohl dadurch, daß der düngende Kalk den bisherigen sauren Humus in milden Humus umwandelt, als auch mittelbar durch das Fehlen der Mooschichte. Diese beiden Gründe veranlassen auch die Rückbildung und das schließliche Verschwinden der Torfhügel, so daß wir mit vollem Recht von einer retrogressiven Entwicklung der Torfhügel sprechen können.

Die Torfhügel des ursprünglichen Mischwaldes können also zwei verschiedene Weiterentwicklungen erfahren, die das folgende Schema mit Schlagworten angibt.

Primäre Torfbildung:

Waldtypus: Moose



## 5. Über die Verheidung der subalpinen Formationen.

Kerners<sup>1)</sup> Ausspruch, „daß unter allen den Massenverbindungen von Pflanzen, welche wir von den Niederungen am Nordfuße der Alpen bis hinauf zu den höchsten Jöchern der Zentralkette beobachteten, nur die immergrünen Buschformationen der Ericineen als etwas Abgeschlossenes anzusehen sind“, ist durch alle weiteren Beobachtungen bestätigt worden. Auch in unserm Gebiete lernten wir das Vaccinietum als Unterwuchs im Mischwalde, Callunetum und Nardetum (Grasheide) als Endglied der Kette Wald—Waldweide—Weide kennen. Die Verheidung ist eine ganz allgemein gültige Regel, die in unserm Gebiete nur dort aufgehoben erscheint, wo der mesozoische Kalk unmittelbar zutage tritt. Diese Ausnahme von der Regel führt uns zur Erkenntnis der Ursache der Verheidung. Wir erblicken sie im Nährstoffmangel trotz der zahlreichen Niederschläge und der großen Luftfeuchtigkeit. Diese beiden Faktoren wären nach den Schimperschen<sup>2)</sup> Regeln über die Bedingungen

<sup>1)</sup> Kerner, Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck, 1863, Seite 244.

<sup>2)</sup> Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 2. Auflage, Jena, 1908, Seite 189.

des Gehölz- und Grasflurklimas der Entwicklung von Grasfluren nicht ungünstig, da die Niederschläge auch reichlich während des Sommers, also während der Vegetationszeit der Gräser fallen. Sinngemäß setzt aber Schimper voraus, daß die Niederschläge nur dann für die Pflanzenwelt wirksam sind, wenn sie zugleich Nährstofflösungen sind. Höhe des Niederschlages und Art der Verteilung — auf letzteren Punkt legt Schimper besonderen Wert — sind aber für die Pflanzenwelt ganz bedeutungslos, wenn diese Niederschläge nicht Gelegenheit haben, Nährstoffe zu erschließen und diese Nährstoffe den Pflanzen zuzuführen. Für diese Bedeutungslosigkeit der Niederschläge geben Beispiele die Formation der norddeutschen Heide (Auslaugung der Sandschichten), der arktischen Tundrenformationen (die Niederschläge gefrieren und wirken nicht lösend) und alpine Formationen (das Wasser rinnt ab und versickert und tritt erst in tieferen Regionen mit Nährstoffen beladen aus).

Wir kommen also zu dem Fundamentalsatz, daß die Höhe und die Verteilung der Niederschläge für die Vegetation der subalpinen und alpinen Region nur von sekundärer Bedeutung sind, weil die Niederschläge auf Gipfeln und Hängen nicht zugleich Nährstofflösungen sind.

Denken wir uns einen großen Felsen, auf welchen Regen fällt. Ein Teil des Wassers wird sofort abfließen, ein anderer Teil wird in die Spalten und Risse des Gesteins eindringen, dort als Gebirgsfeuchtigkeit wirksam sein und schließlich in den tieferen Partien unter bestimmten Umständen als Quelle zutage treten. Die Oberfläche — und diese kommt für die Grasfluren in erster Linie in Betracht — wird rasch abtrocknen, lange bevor das Wasser Gelegenheit hatte als Lösungsmittel zu wirken. Welche Rolle bei diesem Abtrocknen der Oberfläche der Wind spielt, möge hier nur gestreift sein. Die Zerfallsprodukte unserer Felsen werden durch Wind und Regen abgespült und in tieferen Mulden aufgesammelt; in diesen Mulden erst bildet sich der für die Grasflur günstige Mosaikboden, welcher wasserspeichernd wirkt und damit zur Lösung von Nährstoffen Anlaß gibt.

Die Theorie zeigt uns also, daß der Hang als solcher nährstoffarm ist und daher nur Formationen tragen kann, welche an oberflächliche Nährstoffzufuhr geringe Ansprüche machen. Der Hang ist also grasflurfeindlich. Anders liegen die Verhältnisse für den Wald. Dieser kann sich gut entwickeln, weil die Wurzeln der Bäume das in den Spalten des Gesteins befindliche Wasser aufsuchen können. Der Boden würde also zunächst theoretisch ganz kahl sein und ähnlich wie in der Wüste die Palmen aus den kahlen Sandflächen sich erheben, müßten die Fichten aus dem Felsen wachsen. Die Bäume liefern aber Detritus. Verhindern die klimatischen Verhältnisse die Umsetzung des Detritus in Humus — Trockenheit und Wind in der Wüste — so bleibt der Boden kahl; leiten die klimatischen Faktoren die Verwesung des Detritus ein

und kann dieser in Wechselwirkung mit dem Gestein des Bodens treten, so entwickelt sich milder Humus; bleibt aber — und dies in unseren subalpinen und alpinen Regionen die Regel — die Wechselwirkung und Mischung mit dem Gestein aus und bildet der Detritus eine dem Boden rein äußerlich aufgelagerte Schicht, so bildet sich nicht milder Humus, sondern Trockentorf.

Ein schönes Beispiel für diese Tatsache fand ich in der Umgebung Flatnitz. Ich fand dort einen etwa 20 m<sup>2</sup> großen Gletscherschliff: der Rasen und die Humusschichte ließ sich von dieser glatten Fläche wie ein dicker, schwerer Teppich abheben und darunter lag die geschliffene Fläche mit all ihren Ritzen und Schrammen frisch und deutlich — ein Beweis, daß die Detritusdecke nicht in Wechselwirkung mit dem Felsen trat und von einer Bereicherung an Nährstoffen wohl nicht die Rede sein kann.

Und noch ein zweites Beispiel sei hier angeführt. Die im vorstehenden theoretisch für einen großen Felsblock abgeleiteten Annahmen finden sich im großen realisiert in den Plateaustöcken der nördlichen Kalkalpen, wo mächtige mesozoische Kalkblöcke auf einer Schichte Werfenerschiefer aufgelagert sind. Die Vegetation dieser wasser- und damit nährstoffarmen Kalkklötze besteht in erster Linie aus Fels- und Geröllfluren und aus — Legföhrenwäldern. Wie innig aber die Ausbildung von Legföhrenwäldern und die Bildung von Trockentorf zusammenhängen, erhellt aus den Studien Pater Grembliehs<sup>1)</sup> in Hall. Die Torflager unter den Legföhren können sehr bedeutende Dimensionen annehmen; metertiefe Lager sind häufig; an besonders günstigen Stellen bedecken sie den Boden bis zur Tiefe von 2, ja 3 m. Die Vegetation dieser Gebirgszüge zeigt uns im großen, was wir an einem Findlingsblock in Flatnitz im kleinen sahen. Eine gewaltiger Gneisblock war an den Seiten von einem zusammenhängenden Moospolster eingeschlossen, die oberste Partie aber zeigte den nackten, nur von Flechten besiedelten Fels. Die Moospolster aber stehen mit dem Felsen nicht in innigem Kontakte, sie sind ihm nur aufgelagert und sie führen ihren eigenen, weit mehr von den atmosphärischen Verhältnissen als von dem Felsblock abhängigen Haushalt. Ganz ähnlich umhüllt heute ein mächtiger Torfmantel unsere Kalkberge und die entwicklungsgeschichtlich abgeschlossenen, ausgereiften Pflanzenformationen sind „bodenfremde“, von den Atmosphäralien abhängige Trockentorf-Pflanzenformationen des Krummholzes und der Ericaceen. Nur die Gipfelpartien und Stellen, an denen sich der Torfmantel nicht entwickeln konnte oder wieder entfernt wurde, tragen eine autochthone Kalkvegetation.

<sup>1)</sup> Gremblieh Julius, Der Bergföhrenwald. Programm des k. k. Ober-gymnasiums in Hall. 1893, S. 22.

Nährstoffarmut — Verheidung — Trockentorfbildung stehen im Kausalnexuſ, und iſt die Nährſtoffarmut alſ eine in der Natur der Sache begründete Eigentümlichkeit der Gipfelpartien und Gehänge erkannt, ſo iſt die weitere Entwicklung der Vegetation eine natürliche Folge.

## 6. Die Milchkrautweide — eine mesophile Formation im Heidegebiete.

Bei der Beſprechung der Lärchenwaldbodenvegetation (S. 75) wurde darauf hingewieſen, daß dieſe Formation der Verheidung nicht unterliegt. Für die Formation der Milchkrautweide gilt dieſelbe Regel<sup>1)</sup>.

Alſ Uraſache dieſer Erſcheinung, welche der ſonſt in dieſer Höhenzone üblichen Verheidung entgegenſteht, wurde die Zufuhr von Nährſtoffen erkannt; hier die Kalkdüngung durch die abgefallenen Lärchennadeln, dort die Überſchlammung eineſ auf ganz beſondere, kleine Lokalitäten beſchränkten Moſaikbodens.

Die Annahme, daß die Verheidung auf Nährſtoffarmut zurückzuführen iſt, findet hierin eine neue Stütze. „Die Ausnahme beſtätigt die Regel.“

Es wäre ſomit an dem Auftreten dieſer mesophilen Formation nichts weiter auffällig, wenn nicht eine Taſache unſere beſondere Aufmerkſamkeit erregt hätte. Es wurde oben theoretisch entwickelt, daß der Hang grasflurfeindlich iſt. In der Tat ſehen wir den Großteil der Hänge mit Wald oder Heide beſetzt (Callunetum, Nardetum — ich ſtelle hier *Nardus* wegen ſeiner ökologiſchen Beſonderheit an nicht zu den Grasfluren, ſondern zu den Heideformationen, Grasheide). Im ſcheinbaren Wiſderſpruch ſtehen nun die hellgrünen Raſenflecke der Milchkrautweide. Dieſer Wiſderſpruch löſt die intereſſante Beobachtung, daß auch dieſe Raſenflecke nicht „Grasfluren“ im ſtrengen Sinne deſ Wortes ſind, daß auch hier die Gräſer eine ſehr untergeordnete Rolle ſpielen. Daſ Hauptkontingent wird nicht von Gräſern, ſondern von *Alchemilla vulgaris* und *Plantago media* gebildet.

Ich habe leider zu wenig anatomische und phyſiologiſche Kenntniſſe, um die bei *Alchemilla* auftretenden Epithem-Hydrathoden in ihrer Funktion richtig einſchätzen zu können. Aber eſ iſt gewiß mehr alſ auffällig, daß in unſerer Formation, die alſ mesophile Formation unter

<sup>1)</sup> Man beachte, daß Rüb el (Pflanzengeogr. Monographie deſ Berninagebietes, S. 99 ff.) anführt, daß ſich die Lärche auf Neuland, Schuttkegeln und Alluvialſand nach Vorbereitung deſ Bodens durch Gras und Schuttflurpflanzen anſiedelt. Eſ ſind alſo die Lärchenwälder in dieſem Gebiete primären Uſprungſ, während für unſer Gebiet deren ſekundäre Entſtehung auſ dem Lärchen-Fichtenmiſchwald erkannt wurde. Ich glaube nicht, daß die hier beſchriebene Grasflur (Milchkrautweide) der Vorläufer der Lärchenwälder iſt. Eſ wäre aber der Unterſuchung wert, ob nicht auch bei unſ ein Teil der Lärchenwälder primären Uſprungſ iſt.

lauter xerophilen Formationen eine Ausnahmstellung einnimmt, gerade eine Art führend wird, welche durch besondere Wasserführung ausgezeichnet ist.

Auch das massige Auftreten von *Plantago media* gibt zu denken. *Plantago media* ist behaart; haben diese Haare in besonders hohem Maße die Fähigkeit, sich atmosphärisches Wasser nutzbar zu machen? Warum fehlt die unbehaarte *Plantago major*, die doch sonst in der Umgebung zu finden ist, in unserer Formation und wird ausschließlich durch die behaarte Art ersetzt?

Darf ich die Vermutung aussprechen, *Alchemilla vulgaris* und *Plantago media*, die beiden Hauptkomponenten unserer Formation, haben die besondere Fähigkeit, das atmosphärische Wasser aufzunehmen? Darf ich, darauf weiterbauend, auf die interessante Parallele mit der Bodenvegetation des Waldes hinweisen? Dort sind es die Moose, welche das atmosphärische Wasser in ihren Polstern speichern und so die Feldschichte (Bodenvegetation des Waldes) unabhängig von der Wasserführung des Bodens machen, hier in der Milchkrautweide eigenartig gebaute dikotyle Pflanzen, welche dasselbe Ergebnis erzielen.

Daß *Alchemilla vulgaris* und *Plantago media* durch ihre Blätter Wasser aufnehmen können, zeigte mir ein Versuch. Ob diese Wasseraufnahme, die ja allen Blättern mehr oder weniger zukommt, für unsere Pflanzen erhöhte Bedeutung hat, vermag ich nicht zu entscheiden, denn meine Versuche beschränkten sich darauf, daß ich Blätter und Blattrosetten am 25. August um 12 Uhr mittags ausnahm. Ich ließ diese durch 24 Stunden offen liegen, bis sie verwelkt waren; sie hatten offenbar ihren Turgor verloren. Hierauf benetzte ich einige Blätter mit Wasser. andere hängte ich an einem Bindfaden in ein Glas mit Wasser, so daß die Schnittfläche unmöglich mit dem Wasser in Berührung kam — schon nach vier Stunden hatten die Blätter ihren Turgor wieder erlangt. Am 26. und 27. August wiederholte ich die Versuche mit dem gleichen Erfolg. Ich muß also den Blättern von *Alchemilla vulgaris* und *Plantago media* die Fähigkeit, atmosphärisches Wasser aufzunehmen, ausdrücklich zuerkennen.

Die Beobachtungen Lundströms<sup>1)</sup> an *Alchemilla vulgaris* scheinen meine Beobachtungen zu bestätigen. Die Arbeit Burgersteins<sup>2)</sup> aber macht viele Bedenken gegen Lundströms Beobachtungen geltend und zeigt mir auch, daß meinen in Flatnitz ohne Kenntnis der

1) Lundström A., Pflanzenbiologische Studien. I. Die Anpassungen der Pflanzen an Regen und Tau. Kgl. Gesellsch. der Wissensch. Upsala, 1884.

2) Burgerstein Alfred, Übersicht der Untersuchungen über die Wasseraufnahme der Pflanzen durch die Oberfläche der Blätter. 27. Jahresbericht des Leopoldstädter Communal-Real- und Obergymnasiums in Wien, 1891.

Literatur gemachten Beobachtungen sehr geringe Beweiskraft zukommt. Schon wollte ich die Ausführungen dieses Abschnittes ganz unterdrücken — aber die auffällige Tatsache, daß mitten unter xerophilen Formationen eine mesophile auftritt, scheint mir doch so beachtenswert, daß ein Erklärungsversuch — selbst wenn er unrichtig und mangelhaft begründet ist — wichtig erscheint. Zumindest möge das Tatsächliche scharf herausgehoben sein.

## II.

Im Anschlusse an diese Ausführungen, die aus Beobachtungen im Flatzitzgebiete hervorgegangen sind, möchte ich einige Bemerkungen über andere subalpine Pflanzenformationen vorbringen. Es handelt sich weniger um neue Beobachtungstatsachen als um den Versuch, über einzelne grundlegende Fragen Klarheit zu schaffen. Wie in jedem anderen Teilgebiet der Wissenschaft, ist es auch in unserem notwendig, von Zeit zu Zeit einzelne Fragen auf Grund neuerer Beobachtungen und Erfahrung aufs neue zu diskutieren. So glaube ich denn, daß es nicht ganz nutzlos ist, die Anschauungen hier vorzubringen, die ich mir über einige subalpine Formationen gebildet habe. Um über die Fragen, die ich im folgenden behandeln will, eine Übersicht zu geben, stelle ich eine Disposition voran.

1. Der primäre Kampfgürtel. (Die Parklandschaft an der oberen Waldgrenze.)

- a) Die Ursachen derselben: Licht, Wärme, Nährstoffmangel.
- b) Vorteile derselben für die Bodenvegetation.

2. Der sekundäre Kampfgürtel. (Ausdehnung der natürlichen Parklandschaft nach unten als Waldweide.)

Mittel zur Erkennung dieses Kampfgürtels als sekundäre Formation.

- a) Lage.
- b) Wetterfichten.
- c) Begleitpflanzen.
  - α) Waldzeugen — Flahault.
  - β) Alpenrosen — Eblin.
  - γ) Alpenerle — Schröter.
  - δ) *Erica carnea*.
  - ε) Legföhre.

3. Das Gipfelphänomen.

Theoretische Ableitung.

Pseudoalpine Gipfel.

Typen und Beispiele.

Bergföhrenplateaus.

Anwendung auf die Vegetation der nördlichen Kalkalpen.

## 1. Der primäre Kampf Gürtel.

### Die Parklandschaft an der oberen Waldgrenze.

Die Form des Baumwuchses an der oberen Waldgrenze zeigt zwei verschiedene Ausbildungsweisen: entweder hört der Wald mit niederen verkrüppelten Bäumen plötzlich als geschlossener Bestand auf oder der Bestand löst sich allmählich auf.

Die erstere Form ist für die niedrigen, mit ihren obersten Gipfeln und Kämmen die Baumgrenze kaum überragenden Gebirge, insbesondere für die isolierten, weit ins Flachland hinausgeschobenen Berge charakteristisch. Die Ursache des scharfen, plötzlichen Abschneidens des Waldes erblicken wir in der verderblichen Wirkung des Windes. Beachtenswert ist, daß diese Waldgrenze vielfach von der Buche gebildet wird, der theoretisch geforderte Nadelwaldgürtel fehlt. Von einer „klimatischen Waldgrenze“, die etwa durch die Kürze der Vegetationszeit, niedrige Temperaturen usw. bedingt würde, können wir hier nicht sprechen. Nicht die Gesamtheit der klimatischen Faktoren schließt den Baumwuchs aus, sondern ein klimatischer Faktor, der Wind, bestimmt die obere Waldgrenze. Ein schönes Beispiel zu dem für die Ernährungsphysiologie aufgestellten Gesetz, daß der im Minimum vorhandene Nährstoff die Wachstumsmöglichkeit bestimmt. Übrigens hat auch Raunkiaer<sup>1)</sup> für sein biologisches Spektrum denselben Grundsatz aufgestellt. Beispiele dieser Waldgrenze: nach Fankhauser<sup>2)</sup>: Gipfel des Huszla in den Karpathen (Buche bei 900 m); zwischen dem kleinen Belchen (1274 m) und dem Sulzer Belchen (1425 m); in den Vogesen Buche bei 1200 m; Fichtelberg im Erzgebirge (1204 m) Fichte bei 1100 m; Gipfel des Brocken (1141 m); im Harz Fichte, nach Marek<sup>3)</sup>, Keilberg in Böhmen, Talerkogel bei Trofaich, Velka Kappa im Bachergebirge.

Die zweite Form der Waldgrenze, die kein glattes Abschneiden des Waldes, sondern die allmähliche Lichtung und Lockerung des Waldverbandes zeigt, ist in den Alpen und Karpathen die Regel.

Es wird allgemein angenommen, daß hier nicht ein Faktor, sondern die Gesamtheit der klimatischen Faktoren bestimmend einwirkt. (Brockmann-Jerosch<sup>4)</sup>).

<sup>1)</sup> Raunkiaer C., Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. Beihefte z. botan. Zentralblatt, 27 (1910).

<sup>2)</sup> Fankhauser, Der oberste Baumwuchs. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen. 1901.

<sup>3)</sup> Marek Richard, Waldgrenzstudien in den österreichischen Alpen. Petermanns Mitteilungen. Ergänzungsheft Nr. 168, Gotha, Justus Perthes, 1910, Seite 98.

<sup>4)</sup> Brockmann-Jerosch H., Der Einfluß des Klimacharakters auf die Verbreitung der Pflanzen und Pflanzengesellschaften. Engler, Bot. Jahrbücher, Bd. 49, Heft 3 und 4, Beiblatt 109, Leipzig 1913.

Diese Zone des gelockerten Waldbestandes wird als Kampfgürtel bezeichnet. Da er durch die natürlichen Bedingungen des Standortes und nicht etwa durch Weide oder Heunutzung veranlaßt wird, nennen wir ihn mit Recht den primären Kampfgürtel. Dieser Kampfgürtel stellt eine natürliche Parklandschaft dar: Grasflur mit eingestreuten Bäumen und Baumgruppen.

Versuchen wir die Bedingungen einer solchen natürlichen Parklandschaft zu erfassen. Es drängt sich ja doch alsogleich die Frage auf: Warum schließen die einzelnen Bäume und Baumgruppen nicht zu einem geschlossenen Bestande zusammen, denn wo klimatisch (!) ein Baum möglich ist, müssen doch auch viele, der Wald, möglich sein. Da über die Logik des letzten Satzes kaum ein Zweifel möglich ist, ergibt sich von selbst, daß die Parklandschaft nicht klimatisch, sondern edaphisch bedingt sein muß. Es ist, wie oben ausgeführt, die Nährstoffarmut des Hanges, das Fehlen der Sedimente, die wasserspeichernd wirken und so Gelegenheit zur Bildung von Nährstofflösungen bieten. Die Erscheinung ist völlig analog dem vereinzelt Auftreten von Palmen in den Oueds der Sahara.

Diese edaphische Begründung der Parklandschaft erfährt eine wesentliche Stütze durch die Tatsache, daß „der Kampfgürtel in der Kalkzone weit mehr ausgeprägt ist, in den Urgesteinsalpen oft nur auf wenige Meter beschränkt ist“.

Nevole<sup>1)</sup> sagt auf Seite 9 in seiner Monographie der Eisenerzer Alpen: Charakteristisch ist das Ausklingen der Fichtenwälder in unserem Gebiet; die Kampfzone, welche in den nördlichen Kalkalpen auf 188 m berechnet wurde, schrumpft nicht nur in den niederen Tauern, sondern vielfach auch schon in den Eisenerzer Alpen auf wenige Meter zusammen.

Um ganz klar zu sein: nach unserer Ansicht müßte eine klimatisch begründete Waldgrenze auch in den Alpen und Karpathen von einem geschlossenen Bestand verkrüppelten Nadelholzes gebildet werden, ganz ähnlich den oben für die niederen Berge angeführten Beispielen. Das Auftreten einer natürlichen Parklandschaft kann nur edaphisch begründet sein. Wenn wir der zahlreichen Versuche, die obere Waldgrenze in den Alpen klimatisch zu begründen, gedenken, erkennen wir die Bedeutung dieses Satzes für die Auffassung der oberen Waldgrenze. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes für die alpine Pflanzengeographie möge es erlaubt sein, die Ausführungen Fankhausers<sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup> Nevole Johann, Die Vegetationsverhältnisse der Eisenerzer Alpen. Vorkarbeiten zu einer pflanzengeogr. Karte Österreichs, VIII. Abhandl. d. k. k. zool.-bot. Ges., Wien 1913.

<sup>2)</sup> Fankhauser, Der oberste Baumwuchs. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1901.

dem wir die Aufrollung dieses Problems verdanken. hier wörtlich zu wiederholen. Fankhauser versucht, den Kampfsgürtel — oder, wie ich sage, die Parklandschaft — klimatisch zu erklären.

„Die Wärme wird der atmosphärischen Luft weniger direkt durch die Sonnenstrahlen als mittelbar durch die von diesen erwärmte Erdoberfläche mitgeteilt. Je dünner die Luft, um so weniger entzieht sie den Strahlen von ihrer Wärme und um so mehr erhitzt sich der Boden. Deshalb erwärmt sich der letztere um so stärker, je höher man im Gebirge steigt. Dieser Umstand, in Verbindung mit der in Hochlagen ebenfalls viel kräftigeren Lichtwirkung, ermöglicht den Holzpflanzen dort in einer Vegetationszeit von 3, ja  $2\frac{1}{2}$  Monaten, ihr jährliches Wachstum zum Abschluß zu bringen. — Würde hingegen unter sonst gleichen Bedingungen ein geschlossener Bestand den Zutritt der Sonnenstrahlen zum Boden abhalten, so müßte dies für den letzteren, wie für die unteren Luftschichten während der Dauer der Vegetationszeit eine bedeutende Abkühlung zur Folge haben, so daß die zum Gedeihen der betreffenden Holzart notwendige minimale Wärmemenge nicht mehr vorhanden wäre.

Die Lichtstellung des Waldes im Hochgebirge ist somit nicht, wie man gewöhnlich annimmt, einem vermehrten Lichtbedürfnis der Bäume. zu welchem übrigens bei der bedeutend gesteigerten Lichtwirkung kaum eine Veranlassung vorläge, zuzuschreiben. Der wichtigste Grund des lichten Standes in Hochlagen dürfte vielmehr darin zu suchen sein, daß einzig dieser dem Wärmebedürfnis zu entsprechen vermag, weshalb wir ihn denn auch an der äußersten Grenze der horizontalen Verbreitung unserer Waldbäume im Norden Skandinaviens, Finnlands, Sibiriens usw. wieder finden.“

Demgegenüber ist zu sagen, daß die Lichtstellung des Waldes den einzelnen Bäumen gewiß klimatische Vorteile bringt, daß aber hierin keineswegs die Ursache dieser Lichtstellung zu suchen ist. Ich stütze meine Behauptung auf die Tatsache, daß der Kampfsgürtel dort fehlt, wo es die Bodenbedingungen gestatten. Und unumstößlich erscheint mir der Satz: Wenn die klimatischen Verhältnisse das Aufkommen einzelner Bäume und Baumgruppen gestatten, so lassen sie auch das Bestehen eines ganzen Bestandes zu. Die Verminderung der Bodenerwärmung hat vielleicht eine verkrüppelte Ausbildung der einzelnen Bäume zur Folge, der Bestand wird vielleicht nicht so hoch hinaufreichen, nicht aber wird infolge der angeführten Gründe eine Lockerung des Bestandes auftreten. Der leichteren Erwärmung des Bodens im lichten Bestande steht ebenso die leichtere Abkühlung gegenüber; vor allem aber leidet der offene Bestand mehr unter der verderblichen Wirkung des in unseren Regionen schädlichsten klimatischen Faktors — des Windes. Den klimatischen Faktoren gegenüber wäre der geschlossene Bestand

sicher vorteilhafter: aber edaphische Gründe hindern sein Aufkommen.

Während also über die Ursachen, welche das Auftreten der Parklandschaft bedingen, verschiedene Meinungen geltend gemacht werden können, tritt die Bedeutung derselben für die Gesamtvegetation klar zutage. Nach Jugoviz<sup>1)</sup> lassen sie sich kurz zusammenfassen: Aus den Baumgruppen ergeben sich Vorteile:

1. für die chemische Beschaffenheit des Bodens: Waldstreu. Bereicherung des Bodens an Mineralsalzen und Stickstoff;
2. für die physikalische Beschaffenheit des Bodens: Gleichmäßigere Wasserführung; mit den Bäumen verschwinden die Quellen; Bodenbindung; Vermurung, Absitzen, Erdrutsch, Abschwemmung des Bodens werden hintangehalten;
3. in klimatischer Hinsicht: Windschutz für die tiefer liegenden Gebiete; Verwehung der Abfallstoffe, Austrocknung des Bodens durch die Windwirkung wird durch die Bäume herabgesetzt.

## 2. Der sekundäre Kampfgürtel.

Wird der primäre Kampfgürtel durch Ausschlagen der Bäume in Weide verwandelt, so scheidet sich im darunterliegenden Wirtschaftswalde ein neuer sekundärer Kampfgürtel aus. Die Ausbildung dieses sekundären Kampfgürtels ist eine ganz gesetzmäßige und leicht zu verstehende Erscheinung. Der primäre Kampfgürtel bildete einen Schutz für den tiefer liegenden Wald. Fällt dieser Schutzgürtel infolge des Eingreifens des Menschen weg, so fallen zugleich alle oben aufgezählten Vorteile in chemischer, physikalischer und klimatischer Hinsicht weg. Die nun wirksamen Schädigungen (vor allem Abschwemmung des Bodens und Wind) machen aber nicht an der unteren Grenze des ursprünglichen Kampfgürtels Halt, sondern greifen den ursprünglichen Hochwald an und schädigen ihn. Ganz besonders charakteristisch für den sekundären Kampfgürtel ist das kahle, nackte Gestein, welches bloßgelegt wurde und zwischen dessen Trümmern sich die abgestorbenen Bäume mit den vom Winde zerfetzten Ästen erheben.

Die gebleichten, oft noch aufrechtstehenden Wetterfichten und -Zirben, die also deutlich zeigen, daß sie erst im erwachsenen Zustand abgestorben sind, sind ein sicheres Zeichen dafür, daß wir uns im sekundären Waldgürtel befinden. Diese Bäume sind aber auch ein sicheres Zeichen dafür, daß edaphische, durch künstliche Eingriffe des Menschen hervorgerufene Veränderungen und nicht, wie manchmal angeführt wird, klimatische Ursachen zugrunde liegen.

<sup>1)</sup> Jugoviz Rudolf, Wald und Weide in den Alpen I. Wien 1908, Wilhelm Frick.

Die Tatsache, daß ein Baum in diesen ungünstigen Regionen eine Höhe von 10 m und mehr erreicht, wozu ein ungestörtes Wachstum durch viele Jahrzehnte nötig ist, beweist, daß die Möglichkeit des Baumwachstums feststeht. Einzelne, klimatisch besonders ungünstige Jahre werden die neuen Sprosse schädigen, aber nicht den Baum zum Absterben bringen; anders liegt die Sache, wenn die Schädigung eine ganz plötzliche, dauernde ist, die dadurch herbeigeführt wird, daß der Baum im späteren Alter freigestellt wird. Da diese Freistellung nicht nur klimatische Nachteile (ungedeckt gegen die Angriffe des Windes), sondern auch schwere Folgen für die Bodenbeschaffenheit hat, die gewissermaßen zu einer Aushungerung des Individuums (Schädigung der Wasserführung, Abschwemmung der Feinerde) führt, ist das bekannte Bild des abgestorbenen aufrechten Baumes nicht nur eine klimatische, sondern auch eine edaphische Erscheinung, und zwar ist die Schädigung des Baumes infolge der unzureichenden Ernährung das primäre, die geminderte Widerstandskraft gegen die nunmehr auf ihn ungehindert einwirkenden klimatischen Faktoren das sekundäre. Ja, diese Bäume sind Zeugen eines Kampfes mit dem Klima, aber dieser Kampf ist ihnen erst im späten Alter durch die Einwirkung des Menschen aufgezwungen worden. Sollten wir uns dieser Erklärung nicht anschließen, so müßten wir annehmen, daß das Klima, welches so lange dem Wachstum des Baumes förderlich war und ihn zu einem mächtigen Individuum heranreifen ließ, plötzlich verschlechtert wurde. In der Tat sind die Wetterfichten und die abgestorbenen Wälder oberhalb der heutigen Baumgrenze als Zeugen ehemaliger günstigerer Klimaverhältnisse angeführt worden und bilden eine schwankende Stütze für die Theorie postglazialer Klimaschwankungen.

Die Bestimmung der ehemaligen oberen Waldgrenze — und, wie wir meinen, ist dies zugleich die auch heute noch geltende klimatische Waldgrenze — ist durch die Forschungen<sup>1)</sup> von Schröter<sup>2)</sup> 1895, Flahault<sup>3)</sup> 1900 und Eblin<sup>4)</sup> 1901 sehr gefördert worden.

Flahault<sup>3)</sup> zeigt, daß die gesamten klimatischen Bedingungen durch eine bestimmte Pflanzengesellschaft viel sicherer angesagt werden als durch eine einzelne Pflanze.

So ist denn auch die Waldregion mit ihrem gehölzfreundlichen Charakter durch die den Wald begleitenden Unterholzpflanzen, die

1) Schröter Karl, Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908, Seite 36.

2) Schröter, Monographie von St. Antönien, Landw. Jahrb. d. Schweiz, 1895.

3) Flahault, Sur les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudoalpines en France. Revue des eaux et forêts, XVI, 1900.

4) Eblin B., Die Vegetationsgrenzen der Alpenrosen als unmittelbare Anhalte zur Festsetzung früherer, bzw. möglicher Waldgrenzen in den Alpen. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 52. Jahrg. 1901.

Waldbegleiter und auch durch die auf gleicher Höhe auftretenden Wiesenformationen charakterisiert. Wenn wir daher auf einem jetzt waldlosen Gipfel, der also scheinbar der alpinen Region angehört, eine Vegetation aus Wiesenpflanzen der Waldregion antreffen, so ist das eben eine „pseudalpine“ Wiese, und eine Vegetation von Unterholzpflanzen oberhalb der jetzigen Waldgrenze deutet auf ehemaligen Wald.

Flahault nennt als solche „Waldzeugen“:

<i>Alnus viridis</i>	<i>Cotoneaster vulgaris</i>
<i>Berberis vulgaris</i>	<i>Rosa alpina</i>
<i>Rhamnus alpina</i>	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Rhamnus pumila</i>	<i>Lonicera coerulea</i>
<i>Amelanchier vulgaris</i>	<i>Lonicera alpigena</i>
<i>Sorbus aucuparia</i>	<i>Sambucus racemosa</i>
<i>Sorbus aria</i>	<i>Daphne mezereum.</i>

Eblin<sup>4)</sup> hat auf die Alpenrosen als „Unterholzpflanzen“ hingewiesen. Er kommt zu dem Schluß, daß Aufforstung möglich ist, soweit die Alpenrosen üppiges Gedeihen zeigen.

Schröter<sup>2)</sup> hat für St. Antönien die Alpenerle als einen Restbestand ehemaliger Wälder angesprochen.

Ich möchte diesen Gedankengang weiterführen und auf *Erica carnea* ehnen.

Der Oisternig (2035 m) bildet den östlichen Eckpfeiler der karnischen Hauptkette in den südlichen Kalkalpen. Im Juli 1913 machte ich daselbst folgende Beobachtungen. Wir finden bei:

1640 m: Die Grenze des geschlossenen Waldes. Aus wirtschaftlichen Gründen, um Weide zu gewinnen, ist der Wald so stark zurückgedrängt. Die Ersatzformation ist Nardetum.

1800 m: setzt Marek (S. 48) die Waldgrenze.

1840 m: Fruchtende (!) Fichte. *Lilium martagon*. Beides Beweise, daß wir uns in dieser Höhe noch in der „klimatischen“ Waldregion befinden.

1920 m: Einzelne Legföhren, in ihrem Schutze eine verkrüppelte Fichte. *Daphne mezereum*. Letztere Pflanze bezeichnet Flahault als Waldzeugen.

2000 m: Eine vereinzelt Krüppelfichte.

Die heutigen Formationen sind bis 1800 m Nardetum, von 1800 bis 2000 m eine Ericaceenhalde aus *Erica carnea*.

Ich nehme an, daß bis etwa 1900 m einst Hochwald herrschte, von 1900—2000 m aber ein aus verkrüppelten, buschartigen Fichten bestehender primärer Kampfgürtel. Die klimatische Waldgrenze würde bei 2000 m verlaufen; die heutige wirtschaftliche Grenze verläuft bei

1640 m — also in einem Abstände von 360 m! Diese Höhenschicht wird von den Waldersatzformationen der *Nardus stricta* und *Erica carnea* eingenommen.

Es ist schließlich nur ein Schritt weiter, auch die Legföhrenbestände als eine Formation anzusehen, deren Verbreitung unterhalb der klimatischen Waldgrenze fällt.

Ich möchte den Beweis dafür an der Hand der Beobachtungen Beck's, Flora von Hernstein, führen.

1. In der unteren Region des Krummholzes finden sich einzeln oder gruppenweise alle Bäume des Voralpenwaldes. (S. 207.)

2. Im lichten Bestände der Legföhre finden sich die meisten Voralpenkräuter mehr oder weniger zahlreich eingestreut vor. (S. 208.)

Beck führt als Pflanzen der Formation der Legföhre ungefähr 70 Arten an, von denen mindestens 30 Arten selbst bei strengster Auffassung als subalpine und nicht als alpine Arten anzusehen, d. h. als Arten, die ihre Hauptverbreitung unterhalb der Baumgrenze haben. Ich führe aus dieser Liste an:

<i>Daphne mezereum</i>	<i>Gentiana asclepiadea</i>
<i>Salix grandifolia</i>	<i>Primula elatior</i>
<i>Polygonatum verticillatum</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>
<i>Knautia dipsacifolia</i>	<i>Geranium silvaticum</i>
<i>Valeriana tripteris</i>	<i>Geum rivale</i>
<i>Symphytum tuberosum</i>	<i>Alchemilla vulgaris.</i>
<i>Lamium luteum</i>	

Das sind sicherlich keine „alpinen Arten“ im engeren Sinne, keine Oreophyten (Diels). Noch eindringlicher wird die Zugehörigkeit des Legföhrenbestandes zur Waldregion dadurch illustriert, daß mehrere der aufgezählten Arten nahe verwandte „alpine Arten“ besitzen. Wenn auch die Gattung alpine Arten besitzt, finden sich im Legföhrenbestande t diese, sondern die subalpine Art, z. B. bei *Valeriana*, *Gentiana*, *Geum*, *Alchemilla*.

Die Liste der Begleitpflanzen weist also die Formation der Legföhre der subalpinen Region zu.

3. Die Kryptogamenflora des Legföhrenwaldes erinnert lebhaft an die im Fichtenwalde. (Beck, Hernstein, S. 193.)

4. Am Schneeberg reicht der Legföhrengürtel bis 1860 m, die Fichte als Strauch bis 1853 m (nach Beck). Eindringlicher und überzeugender kann die Zugehörigkeit des Legföhrenwaldes zum Fichtenwalde nicht gezeigt werden.

Die Zurechnung des Legföhrenbestandes zum Waldgürtel ist übrigens weder neu (Gremblisch l. c. erklärt ausdrücklich diese Bestände als Wälder), noch dürfte sie auf besonderen Widerstand stoßen.

Doch schien mir die vorstehende Zusammenfassung aller Gründe nicht überflüssig, weil sich aus dieser Auffassung wichtige Konsequenzen für die Festsetzung der oberen Waldgrenze ergeben. Beachten wir nur folgendes Beispiel:

Marek (S. 20) gibt für den Wiener Schneeberg (2075 m) die Waldgrenze mit 1600 m an. Aus Beck, Hernstein (S. 242), gewinnen wir folgende Zahlen:

Fichte als Strauch 1850 m.

Dichter Bestand der Legföhren bis 1860 m.

Einzelne Legföhren bis 1968 m.

Höchste Alpenrosen (vergl. Eblin) 1980 m.

Höchste Exemplare der Legföhre bis 2004 m.

Die klimatische Baumgrenze ist aber an jene Stelle zu verlegen, wo die Fichte in Strauchform im Kampfe mit den klimatischen Verhältnissen unterliegt.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, ist es vielleicht hier am Platze, nochmals darauf hinzuweisen, daß ich einen Unterschied zwischen klimatischer Baumgrenze und klimatischer Waldgrenze nicht einzusehen vermag. Die Zone zwischen dem geschlossenen Wald und der oberen Grenze einzelner Bäume ist eben edaphisch, nicht klimatisch zu begründen.

Während also Marek die Waldgrenze am Schneeberg mit 1600 m festlegt und bei seinen weiteren Ableitungen mit dieser Zahl weiterarbeitet, setzen wir die klimatische Waldgrenze am Schneeberg etwa mit 1900 m, ja im Sinne Eblin mit 1980 m, also fast um 400 m höher an.

Kurz gesagt: der Wald würde am Schneeberg bis zu 1900 m emporsteigen, wenn dies die edaphischen Verhältnisse und ein einzelner klimatischer Faktor (Wind) nicht verhindern würde. In der Höhenschicht 1600—1900 m tritt an Stelle des Waldes eine Ersatzformation, die aber klimatisch dem Walde gleichwertig ist, den ungünstigen edaphischen Verhältnissen, der Nährstoffarmut und dem Winde jedoch zu trotzen vermag: ein Lückenbüßer — die Legföhrenformation.

In dieser Auffassung liegt aber eine Erklärung des Legföhrengürtels. Und einer solchen ist derselbe unbedingt bedürftig, denn die außerordentliche Entwicklung des Legföhren- und Strauchgürtels ist eine Besonderheit der Ostalpen und fehlt den Zentralalpen und der Schweiz<sup>1)</sup>. In der mir zugänglichen pflanzengeographischen Literatur der Ostalpen finde ich diese insbesondere für die nördlichen Kalkalpen charakteristische Besonderheit zu wenig hervorgehoben und begründet.

<sup>1)</sup> Vgl. Rübél E., Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Sonderabdruck aus Englers botan. Jahrbüchern. 47. Bd., 1911, Seite 280.

Es wird zwar die auffallende Senkung der Waldgrenze gegen Osten betont und gar mannigfache Erklärungen dafür gegeben. Sie ist aber gar nicht so bedeutend vorhanden, wenn wir den Legföhrengürtel als edaphische Formation im klimatischen Waldgürtel auffassen.

Nach der Theorie sollte unser ostalpinen Strauch- und Legföhrengürtel Wald sein; warum ist er es nicht? Wir müssen da etwas weiter ausholen und eine Erscheinung betrachten, welche ich in meiner Abhandlung über die Villacher Alpe <sup>1)</sup> als „Gipfelphänomen“ bezeichnet habe.

### 3. Das Gipfelphänomen.

Graebner schildert die Formation der pontischen Hügel (Pimpinellenberg bei Oderberg) und sagt: „Sehr interessant war der Übergang der Formation auf dem Gipfel des Hügels, wo der Sandboden ganz erheblich verwittert, ausgelaugt und oben von einer humosen Schicht überdeckt war. Die charakteristischen pontischen Pflanzen traten mehr und mehr zurück und mit dem zahlreichen Auftreten von *Calluna vulgaris* vermehrten sich auch die übrigen Heidepflanzen.“ (Graebner, Die Heide Norddeutschlands, S. 283.)

Ich habe diesen Gedankengang auf die Vegetation der Görlitzen übertragen. Die Vegetation der Görlitzen scheint diese Verhältnisse im großen zu wiederholen. Die oberste Kuppe trägt eine alpine Heide, die Hänge Seggenmatte. Zweifellos wird der Gipfel eines Berges leichter ausgelaugt als die Seitenhänge, die durch Quellen, welche die Auslaugungsstoffe enthalten, überrieselt werden und so Nährstoffe erhalten, während die Gipfelpartien fortschreitend nährstoffärmer werden müssen.

Verallgemeinern wir diese Sätze und bringen wir sie in ein festeres Schema. Die Gipfel, gleichviel in welchem klimatischen Gebiet sie liegen, zeigen an sich, vermöge ihrer Gipfelform, abweichende Verhältnisse gegenüber ihrer Umgebung; sie sind

1. trockener als der Hang — das Wasser fließt rasch ab, der Boden wird nicht durch Quellen dauernd berieselt; der Hang empfängt neben dem direkt auffallenden Wasser auch noch das abfließende Wasser der Gipfelpartie;

2. dem Winde ausgesetzt — und zwar den Winden aller Richtungen; die Wirkung desselben verstärkt die Trockenheit;

3. nährstoffarm — weil das auf die Gipfelpartie auffallende Regenwasser noch keine Gelegenheit hatte, Nährstoffe aufzulösen, und weil die in der Gipfelpartie zur Lösung kommenden Stoffe rasch weggeführt

<sup>1)</sup> Scharfetter Rudolf, Die Vegetationsverhältnisse von Villach in Kärnten Abhandlungen der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. Band VI, Heft 3, Jena, Gustav Fischer, 1911, Seite 77.

werden, die Gipfelpartie also ausgelaugt wird; je durchlässiger das Gestein ist, desto nährstoffärmer und trockener wird die Gipfelpartie sein (Hauptdolomit und Dachsteinkalk);

4. feine Sedimente und Humus fehlen — sie werden vom Wind weggeblasen oder vom Regen abgespült.

Ein Beispiel für diese Ausführungen gibt die Vegetation der vielfach zerschnittenen Tertiärschotter im Osten von Graz. Die Rücken der Riedel sind ausgelaugt und tragen Heide (Föhre, *Calluna*), die Hänge Laubwald oder Kulturen.

Nun ins Große! Versuchen wir eine Einteilung der Gipfel nach den Ursachen der Waldlosigkeit.

#### I. Natürliche Waldlosigkeit.

- a) Die Gesamtheit der klimatischen Faktoren (Kürze der Vegetationszeit, niedere Temperatur) schließt den Baumwuchs aus. Hochgebirgsgipfel.
- b) Wind. — Mittelgebirgsgipfel (Vogesen, Bacher, Brocken; vgl. S. 83). Legföhrengipfel.
- c) Edaphische Ursachen. — Wände, Felsen (Höllengebirge, Karwendelgebirge zum Teil).

#### II. Künstliche Waldlosigkeit.

- a) Legföhrengipfel — Wald ausgeschlagen, Unterholz bleibt (Alpel, Dürrenstein).
- b) Nardetum als Ersatzformation des Waldes.
- c) Felsflur, wenn der Humus abgeschwemmt wurde.

#### Pseudoalpine Gipfel.

Unsere bisherigen Ausführungen führen uns zum Verständnis der Gipfelformation aller jener Berge, die nicht über die klimatische Waldgrenze emporreichen; also aller Mittelgebirgsgipfel im Sinne Pencks. Gar viele derselben tragen auf ihren Höhen eine grasflurähnliche Vegetation, die insbesondere dem Laien den Eindruck der Alpenmatte macht. Dem Verständnis und der Erklärung dieser Pflanzenformation kommen wir wesentlich näher, wenn wir von vornherein annehmen, daß diese Gipfel einst völlig bewaldet waren; ihre heutige Waldlosigkeit muß erklärt werden. Wie wir gesehen haben, kann die Ursache der Waldlosigkeit in natürlichen Verhältnissen oder in menschlichen Eingriffen begründet sein.

Wird auf einem Gipfel der Wald ausgeschlagen, so verstärken sich alle Momente des Gipfelphänomens: die Trockenheit des Bodens nimmt zu, der Boden verarmt; der Wind hat freien Zutritt, er führt die Sedimente und die humusbildenden Abfälle weg, in vielen Fällen wird die Feinerde gänzlich weggespült und der nackte Boden tritt zutage — an

Stelle des Waldes treffen wir sekundär eine Felsflur an. Dieser Boden ist zur Besiedelung frei und vor allem werden Alpenpflanzen, der Konkurrenz entrückt, sich hier ansiedeln können. Zahlreiche Alpenpflanzen treffen wir nun auf dem Gipfel; die Felsflur kann den Charakter der Alpenmatte annehmen.

Wird auf einem Gipfel, der mit Fichtenwald bedeckt ist, in dessen Lücken und Unterholz die Legföhre erscheint, die Fichte ausgeschlagen, so bleibt die Kuppe mit Legföhre bestanden; „infolge des in solchen Höhen schon schwieriger sich gestaltenden Nachwuchses an waldbildenden Bäumen und der vernichtenden Wirkung des Westwindes ist eine Bewaldung wie vorher nicht mehr zu erwarten“ (Beck, Herstein, S. 193). So erklärt es sich, daß in Niederösterreich einzelne Voralpengipfel Krummholz tragen, auf anderen aber dasselbe fehlt. So erklärt auch Beck, daß am Alpel Höhenlagen, welche am Hochschneeberg schon mit üppigstem Krummholzbestande bekleidet sind, reichlich mit Wald bedeckt sind. Wird der Wald geschlagen, so bleibt auch hier der Krummholzbestand.

Es wäre aber unrichtig, alle Krummholzbestände als sekundär durch wirtschaftliche Einflüsse entstandene Formationen zu erklären.

Natürliche Legföhrenbestände treten dort auf, wo im allgemeinen die klimatischen Bedingungen für den Hochwald noch gegeben sind, aber ein klimatischer Faktor, „der Wind,“ das Aufkommen des Waldes verhindert. Aber auch sehr steriler Boden, wie ihn z. B. die eigenartigen Entwässerungsverhältnisse der Kalkgebirge schaffen, lassen das Aufkommen eines Hochwaldes trotz der noch günstigen klimatischen Verhältnisse nicht zu. Dies trifft besonders in den Kalkstöcken der windexponierten Randzonen der Alpen zu. Hier tritt die Legföhre als „Lückenbüßer“ des Hochwaldes, als Ersatzformation ein. In ihren Ansprüchen an den Nährstoffgehalt des Bodens außerordentlich bescheiden (vgl. ihr Auftreten in Torfmooren), durch ihre Wuchsform und dichten Zusammenschluß dem Winde und Schneedruck gegenüber vorzüglich angepaßt, wird sie in diesen Gebieten herrschend. (Vgl. Vierhapper, Zur Kenntnis der Verbreitung der Bergkiefer, *Pinus montana*, in den östlichen Zentralalpen. Öst. bot. Zeitschrift, 1914.)

In den zentralen Hochalpen treten diese beiden Umstände zurück.

Die edaphischen Bedingungen sind hier in der Kampfzone noch günstig genug (Quellenreichtum), um einen Hochwald zu ernähren; die Wirkung des Windes ist in den Zentralalpen durch die vorgelagerten Berge erheblich geschwächt. Soweit es die klimatischen Verhältnisse gestatten, herrscht die Fichte; über deren Höhengrenze hinauszugehen, vermag auch die Legföhre nicht; sie vermag nur unter bestimmten Umständen die Fichte zu ersetzen.

Kihlmann (Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland, Helsingfors, 1890) sagt (S. 258): „in der skandinavischen Kieferregion sehe ich eine zwar öfters scharf begrenzte physiognomische Einheit, aber keine durch spezifisch klimatische Eigentümlichkeiten charakterisierte Region. Sie ist als integrierender Teil der Fichtenregion, also wenn man will, als Fichtenregion ohne Fichten zu bezeichnen.“

Diese Sätze gelten nach meiner Meinung mit geringer Änderung für den Legföhrengürtel der Ostalpen. Der Legföhrengürtel der östlichen Kalkalpen ist zwar eine öfters scharf begrenzte physiognomische Einheit, aber keine durch das Gesamtklima charakterisierte Region. Sie ist als integrierender Teil der Waldregion zu bezeichnen.

Schlagen wir aber so den Legföhrengürtel zu der Waldregion, so können wir in den Randpartien der Alpen nur in sehr beschränktem Maße von einer klimatischen Waldgrenze und einer „alpinen“ Region im engeren Sinne sprechen. Die Waldlosigkeit weiter Gebiete (etwa unter 1900 m) wäre als edaphische Erscheinung (Nährstoffarmut, Gipfelphänomen), oder als durch Eingriffe der Kultur oder Wirkung eines einzelnen, besonders hervortretenden klimatischen Faktors, des Windes entstanden, zu erklären. Die ganze Auffassung und Fragestellung bei Besprechung der Gipfelvegetation der Mittelgebirge geht aber dann nicht darauf hinaus, wie hoch der Wald hinauf reicht, sondern umgekehrt, wie weit das Gipfelphänomen nach unten wirksam ist. Wichtigste Aufgabe der alpinen Pflanzengeographie wäre es, die einzelnen Gipfel als Gipfel mit Hochgebirgsformen und klimatisch bedingten alpinen Vegetationsformationen von Gipfeln mit edaphisch bedingten, pseudoalpinen Vegetationsformationen zu scheiden.

### III.

#### Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Im Gebiete von Flatnitz ist in erster Linie die Viehzucht für alle Veränderungen, welchen die ursprüngliche Vegetation unterliegt, bestimmend.

2. Bei Betrachtung des Landschaftsbildes äußert sich das Verhältnis des Menschen zum Walde in der Form der Grenzlinien des Waldes; in der unteren Region wird der Wald von unregelmäßigen Linien, welche Neigung und Bodenverhältnisse vorschreiben, begrenzt; in der mittleren Region durch linealscharfe Konturen, wie sie der Kahlschlag zurückläßt; in der obersten Region gehen Wald und Weide ohne eigentliche Grenzen ineinander über.

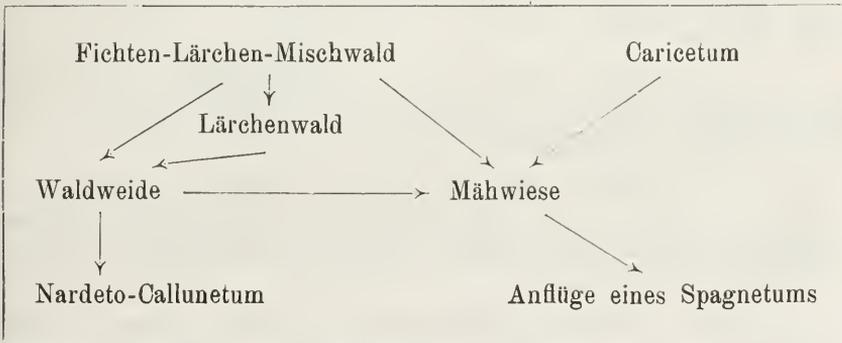
3. Waldweide ist besonders für Gebiete charakteristisch, denen eine Grasflurregion oberhalb des natürlichen Waldgebietes fehlt. Das Vorhandensein eines alpinen Wiesengürtels ist nicht klimatisch, sondern edaphisch zu begründen, und hängt insbesondere von der Bearbeitung des oberhalb der heutigen Waldgrenze gelegenen Gebietes durch die Eiszeit ab.

4. Durch das Ausschlagen der Fichten im Fichten-Lärchen-Mischwald entsteht ein sekundärer Lärchenwald. Bevorzugung der Lärche in der Waldweide.

5. Bei Umgestaltung des Waldes zur Waldweide läßt der Bauer unbewußt gerade jenen Baum — die Lärche — stehen, der verschiedener biologischer Eigenschaften wegen auf die Bodenvegetation einen für Weidezwecke außerordentlich günstigen Einfluß hat. Unbewußte Auslese.

6. Die Vegetation der Waldweide ist durch zahlreiche zoogene Reliktpflanzen charakterisiert.

7. Die genetischen Beziehungen der beobachteten Pflanzenformationen.



8. Die Moorstorfhügel des Mischwaldes unterliegen infolge der Freistellung im Lärchenwalde und in der Waldweide einer retrogressiven Entwicklung.

Primäre Torfbildung.

Waldtypus: Moose.

Freistellung. Weide.  
Retrogressive Entwicklung.  
Sekundäre Torfbildung.  
*Calluna*, *Nardus*.

Lärchenwald, Nadeldüngung.  
Retrogressive Entwicklung.  
Milder Humus.  
Grasflur.

9. Höhe und Verteilung der Niederschläge sind für die Vegetation der subalpinen und alpinen Region von untergeordneter Bedeutung, weil die Niederschläge auf Gipfeln und Hängen rasch ablaufen und daher nicht als Nährstofflösungen wirksam sind. Gipfel und Hänge sind nährstoffarm, sie tragen eine xerophile Vegetation, welche infolge Anhäufung von Trockentorf der Verheidung unterliegt. Die Hänge sind der Theorie nach grasflurfeindlich und gehölzfreundlich.

10. Im subalpinen Heidegebiete bildet allein die Milchkrautweide und die Lärchenwaldbodenflora eine mesophile Vegetation. Beide Formationen erhalten Nährstoffe zugeführt (Übereschlammung, Lärchennadelkalkdüngung). Versuch einer Erklärung.

11. Das Auseinanderrücken der Bäume an der oberen Waldgrenze (Parklandschaft) ist nicht klimatisch, sondern edaphisch zu erklären.

12. *Erica carnea* und *Pinus montana* sind als Ersatzbestände ehemaliger Wälder anzusehen.

13. Der Legföhrenbestand ist eine edaphische Formation im klimatischen Waldgürtel. Er ist entweder die „Hungerfazies“ oder die „Windfazies“ des Hochwaldes.

14. Der Legföhrenbestand tritt als „Lückenbüßer“ in besonders nährstoffarmen Gebieten (Kalkgebirgen) als Ersatzformation für den Hochwald (Fichtenwald) ein.

15. Der Legföhrengürtel der östlichen Kalkalpen ist zwar eine öfters scharf begrenzte physiognomische Einheit, aber keine durch das Gesamtklima charakterisierte Region. Sie ist als integrierender Teil der Waldregion zu bezeichnen.

16. Fassen wir den Legföhrengürtel prinzipiell als einen Teil der Waldregion auf, so verschiebt sich die Waldgrenze in den nördlichen Kalkalpen um mehrere Hundert Meter nach oben und wir können in diesem Alpengebiet nur in sehr beschränktem Maße von einer „alpinen“ Region sprechen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [067](#)

Autor(en)/Author(s): Scharfetter Rudolf

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis subalpiner Pflanzenformationen. 63-96](#)