Zeitschrift: Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

Herausgeber: Geobotanisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

Band: 32 (1960)

Artikel: Botanische Streifzüge durch die Rocky Mountains Nordamerikas

Autor: Lüdi, Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377599

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

BOTANISCHE STREIFZÜGE DURCH DIE ROCKY MOUNTAINS NORDAMERIKAS

Von Werner Lüdi, Zollikon/Zürich[1]

Gewidmet Prof. Emil Schmid zu seinem 70. Geburtstag

Anlässlich einer Reise durch Nordamerika im Sommer 1959 konnten mehrere Wochen den Rocky Mountains gewidmet werden, wobei uns der Weg vom mittleren Colorado bis weit hinein nach Kanada, nördlich Jasper führte, also vom 39. bis zum 53. Breitengrad, in europäischer Sicht von Süditalien (Kalabrien) bis nach Norddeutschland in die Gegend von Bremen. In diesem gewaltigen Gebirgsland mit Höhen bis 4350 m in Colorado und bis 3600 m in Kanada sind bedeutende Klimaunterschiede zu erwarten, namentlich von Süden gegen Norden hin. Sie treten aber nicht so auffällig in Erscheinung, wie in dem genannten europäischen Vergleichsgebiet. Das Klima ist in den zentralen Rocky Mountains der USA sehr kontinental, trocken (Niederschläge am Fusse des Berglandes 50–30 cm und weniger im Jahr, im Gebirge höher) mit starker Sonnenstrahlung und ausgeprägten täglichen und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen. Gegen Norden hin nimmt die Kontinentalität zwar ab, bleibt aber doch deutlich erhalten.

In der Vegetation findet das Klima seine Ausprägung dadurch, dass auf dem Hochplateau, das westlich des Mississippi gegen die Rocky Mountains hin langsam aber stetig ansteigt (Denver, am Fuss der Berge, liegt in 1580 m Meereshöhe) sich die Steppe ausbreitet. Das Gebirge dagegen ist von der alpinen Waldgrenze bis an den Fuss bewaldet, mit wenig Rodungen, so dass sich vor den Augen des erstaunten Mitteleuropäers ungeheure Waldflächen über Hänge und Täler hinweg ausbreiten. Doch dringt die Steppe in vielen Tälern tief ins Gebirge ein und geht in den grossen, abgeschlossenen Becken in Wüste über (vgl. Abb. 1, 2).

Der physiognomische Charakter des Waldes bleibt im ganzen durchreisten Rocky Mountains-Gebiet der gleiche: Nadelwald, gebildet aus amerikanischen Arten der Gattungen Picea, Pinus, Abies, Larix und Pseudotsuga. Laubgehölz aus Pappelarten, vor allem *Populus tremuloides*, tritt häufig auf, ist jedoch im wesentlichen auf die Uferlandschaft von Flüssen und Seen sowie

[1] All denen, die uns die grosse und schöne Reise erleichterten, sei herzlich gedankt, vor allem Miss Beatrice Willard, die die Reise durch die Rocky Mountains der U.S. organisierte, und Dr. A. E. Porsild, dem unermüdlichen Führer im kanadischen Gebirge. Die hier vorliegende Studie bildet die Zusammenfassung eines Vortrages im Geobotanischen Kolloquium Zürich.

auf frische Böden beschränkt, oder kommt als Regenerationsstadium nach Waldschlag oder Brand vorübergehend auf.

Für den Geobotaniker, der aus Mitteleuropa kommt, war es von besonderem Interesse, diese Gebirgs- und Hochgebirgsvegetation in ihrer Verbreitung und Zusammensetzung mit derjenigen der Alpen zu vergleichen. Im Nachfolgenden sollen einige Eindrücke wiedergegeben werden, die sich auf das Problem der Waldgrenze und auf die Zusammensetzung der alpinen Vegetation beziehen.

Die Waldgrenze

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass wir eine untere, durch Trockenheit verursachte Waldgrenze und eine obere, die vor allem durch den Rückgang der Temperatur bedingt ist, finden. Oft sind beide recht benachbart übereinanderliegend und nur durch den breiten Waldgürtel getrennt.

Der Übergang von der Steppe zum Wald ist am grossartigsten da, wo die Hochebene an das rasch ansteigende Gebirge stösst, zum Beispiel am Osthang der Berge im mittleren Colorado. Bei Denver, Boulder und gegen Colorado-Springs hin treten schon am Fusse der Berge einzelne Bäume auf, vor allem *Pinus ponderosa*, die gegen oben hin rasch zum xerischen Wald zusammenschliessen, an dem auch *Picea engelmanni* und stellenweise *Pseudotsuga taxifolia* var. *glauca* bedeutenden Anteil nimmt[1]. Vom Flugzeug betrachtet, zeigt sich jedoch, dass der Übergang nicht ganz regelmässig erfolgt und nach bestimmten Gesetzmässigkeiten vor sich geht, die in Verbindung mit dem Wasserhaushalt stehen (vgl. Abb. 1). Den Flüssen und Bächen nach zieht sich der Wald mehr oder weniger weit in das Vorland hinaus, und die grösseren Flüsse waren wohl ursprünglich überall von einem Waldstreifen begleitet. Anderseits können Bergrücken Steppe tragen, auch wenn die Hänge bereits von Wald bedeckt sind. Wie erwähnt, zieht sich die Steppe vielerorts in die Gebirgstäler hinein. Eine Fahrt durch das Gebirge von Wyoming und Montana zeigt immer wieder, wie Schattenhänge bewaldet, Sonnenhänge von der Steppe bedeckt sind. Das Tal, das den Übergang bildet, ist jetzt gewöhnlich kultiviert, während die Hänge noch wenig vom Menschen beeinflusst sind.

Wesentlich ist auch die Bodenbeschaffenheit. Dies sieht man sehr schön in dem weiten und hoch gelegenen Talkessel von Jackson Hole (Teton Nationalpark, vgl. Abb. 2). Hänge und Moränenwälle im Talgrund sind

[1] Die Höhengliederung der Vegetation ist wiederholt dargestellt worden, zum Teil meines Erachtens zu schematisch. Für das Gebiet des Pikes Peak in Colorado hat auch E. Rübel seine Beobachtungen zusammengefasst (Englers Botan.Jahrb. **53**, 1915).

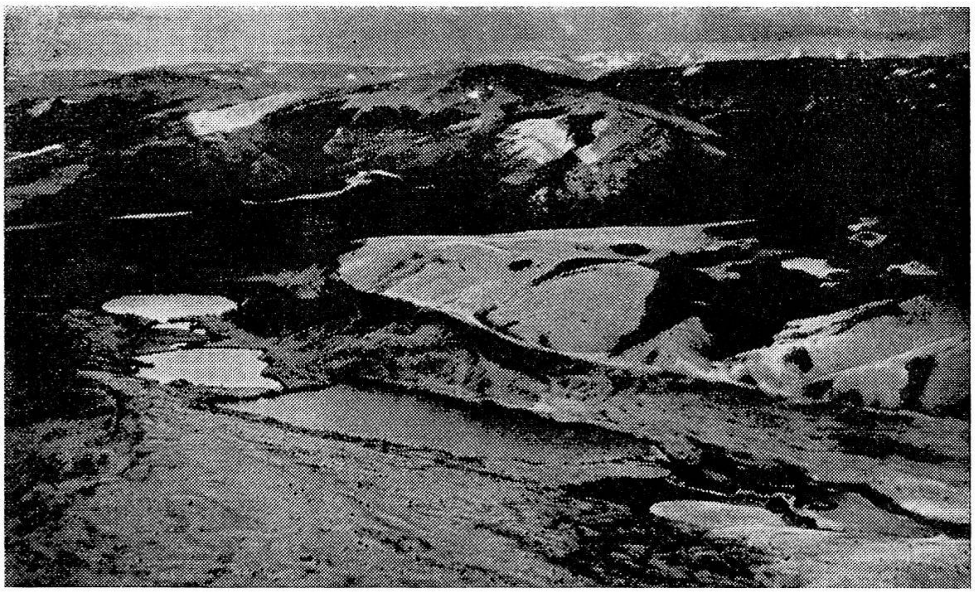

Abb. 1. Flugaufnahme im oberen Windriver-Tal (westliches Wyoming). Ausklang der Steppe, untere Waldgrenze, Waldgürtel mit Rodungen und natürlichen Lücken, obere Waldgrenze und oben alpine Höhenstufe. – Phot. W. Lüdi 1959.

meist bewaldet. Auch dem Flüsschen nach (Quellgebiet des Snake River) zieht sich Wald, und da und dort stehen in der Talebene kleine Wäldchen. Im wesentlichen ist aber der Talboden von schöner *Artemisia tridentata*-Steppe, lokal auch von Grassteppe bedeckt, was dem lockeren, sandigkiesigen Untergrund, in dem das Wasser leicht versickert, zugeschrieben wird.

Solche Erscheinungen sind auch in den kanadischen Tälern der Rocky Mountains zu sehen. Das Klima ist dort wesentlich humider; aber in Tälern, die im ausgesprochenen Regenschatten liegen, wird es doch der Steppe günstig, namentlich an Sonnenhängen und in Talböden mit lockerem Boden. Nördlich von Jasper fanden wir im Talboden des Athabasca Rivers, mitten im Waldland, kleine Stücke von Steppe mit den charakteristischen Gräsern, Artemisien und weiteren Begleitern, und ein benachbarter flachgründiger Sonnenhang trug teilweise Grassteppe, teilweise noch vereinzelte *Pseudotsuga*-Bäume, unter denen auf dem Schuttboden Einzelindividuen von *Arctostaphylos uva ursi*, *Juniperus horizontalis*, sowie einer Form von *Juniperus communis* sich ausbreiteten. Es erscheint mir übrigens wahrscheinlich, dass mancherorts der Mensch durch Waldrodung, Brand und andere Kulturmassnahmen ein labiles Gleichgewicht zugunsten der Steppe und zu ungunsten des sich nur langsam und mit Schwierigkeiten erneuernden Waldes verändert hat.

Die obere Waldgrenze liegt im ganzen durchreisten Rocky Mountains-Gebiet sehr hoch, wenn wir mit den Alpen vergleichen. Im mittleren Colorado liegt sie in ca. 3400–3600 m, also 1200 m höher als in denjenigen Teilen der

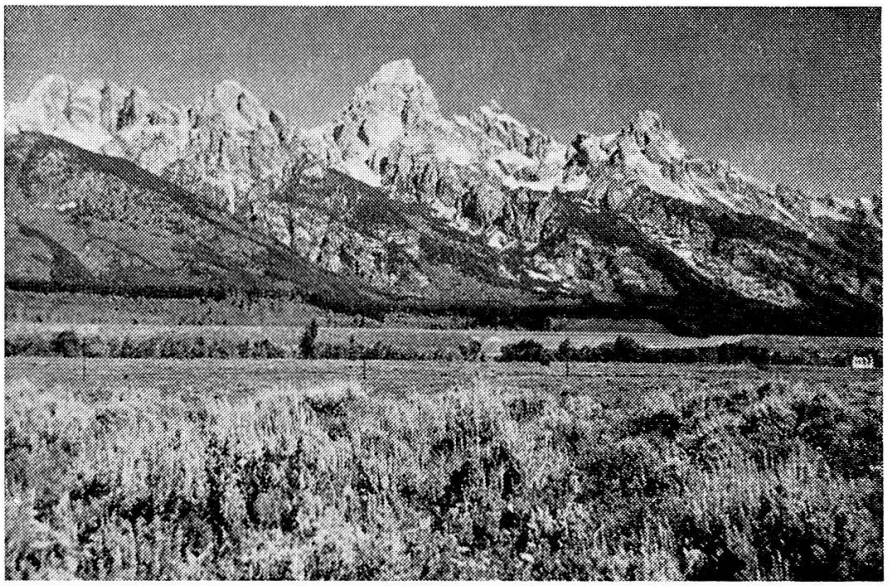

Abb. 2. Teton Nationalpark in Jackson Hole (Wyoming). Tal (ca. 1850 m) mit Steppe von *Artemisia tridentata* oder Grassteppe. Strauch- und Baumwuchs entlang dem Fluss. Am Talrand bewaldete Moränen und Berghänge, zum Teil mit natürlichem Grasland oder Rodungen. Hintergrund Hochgebirge der Tetonkette mit Grand Teton (4200 m). Phot. W. Lüdi 1959.

Alpen, wo der Wald am höchsten steigt. Das wird nicht nur durch die viel südlichere Lage ermöglicht, sondern auch durch das kontinentale Klima in Verbindung mit der grossen Massenerhebung. Am Monte Pollino in Kalabrien, in gleicher Breite wie das mittlere Colorado, aber etwas isoliert in einem ozeanisch getönten Gebiet ohne wesentliche Massenerhebung gelegen, stehen die obersten Bäume *(Pinus leucodermis)* in etwa 2200–2250 m Höhe. Der Hauptwaldbaum, die Buche *(Fagus silvatica)* reicht bis 2000–2100 m.

Gegen Norden hin fällt die Waldgrenze in den Rocky Mountains langsam ab. Am Baertooth Mount an der Grenze von Wyoming und Montana unter dem 45. Breitegrad fanden wir sie schon etwas unter 3000 m und in den Nationalparken von Banff und Jasper, zwischen dem 51. und 53. Breitegrad, bei 2100–2300 m. Sie liegt dort also so hoch, wie in den zentralen Alpen unter dem 47. Breitegrad.

Diese alpine Waldgrenze weckt das besondere Interesse des Alpenbotanikers, weil sie ohne Rodung durch den Menschen entanden ist, also das Ergebnis einer natürlichen Entwicklung gibt, die seit dem Ende der letzten Eiszeit, innerhalb der gleichen Zeitspanne wie in den Alpen, vor sich gegangen ist. Wir können erwarten, Aufschluss über die in den Alpen so viel diskutierte Frage zu erhalten, wie eigentlich eine natürliche Waldgrenze aussehe.

Die Ureinwohner des Landes waren keine Viehzüchter und lebten nicht im hohen Gebirge. Es ist aber die Möglichkeit zu berücksichtigen, dass sie gelegentlich, zufällig oder absichtlich (Vermehrung des Jagdwildes oder des

Heidelbeer-Unterwuchses), Waldbrände verursachten, die zwar auch ohne menschliche Einwirkung entstehen können. Die weissen Siedler kamen erst spät ins hohe Gebirge. In Colorado schlugen oder verbrannten sie die Wälder, die sich wieder erneuerten, so dass, nach den Angaben unserer Führer, nur wenige Urwälder zu finden sind. Sicher ist die Verbreitung der Föhren, der Douglastanne und der Pappeln auf diese Weise sehr gefördert worden, wie dies mit Bezug auf *Pinus* ja auch in weiten Gebieten Europas der Fall ist. Immerhin wurde gerade das Baumgrenzengebiet, weil sehr abgelegen, nur wenig beeinflusst, auch wenig durch den Weidgang. Wir fanden im durchreisten hochalpinen Gebiet nur am Nivot Ridge bei Boulder in ca. 3450 m Höhe deutlichen, vom Menschen durch Weidgang und wohl in der Folge auch durch Feuer verursachten Schaden. Die alten Bäume waren in einem sehr eng begrenzten Gebiet im Absterben, der Wald gelichtet. In den kanadischen Nationalparken von Jasper und Banff nahmen die weissen Besiedler nie Einfluss auf den Wald in Hochlagen (vgl. Abb. 3).

Im durchreisten Gebiet waren nur wenige Baumarten an der Waldgrenze beteiligt, beinahe überall vorherrschend *Abies lasiocarpa*, dazu die sehr anpassungsfähige *Picea engelmanni*, in Colorado auch *Pinus aristata*, in Kanada auch *Larix lyallii* und *Picea glauca* var. *albertiana*, seltener *Pinus contorta* var. *latifolia* und *Pinus albicaulis*.

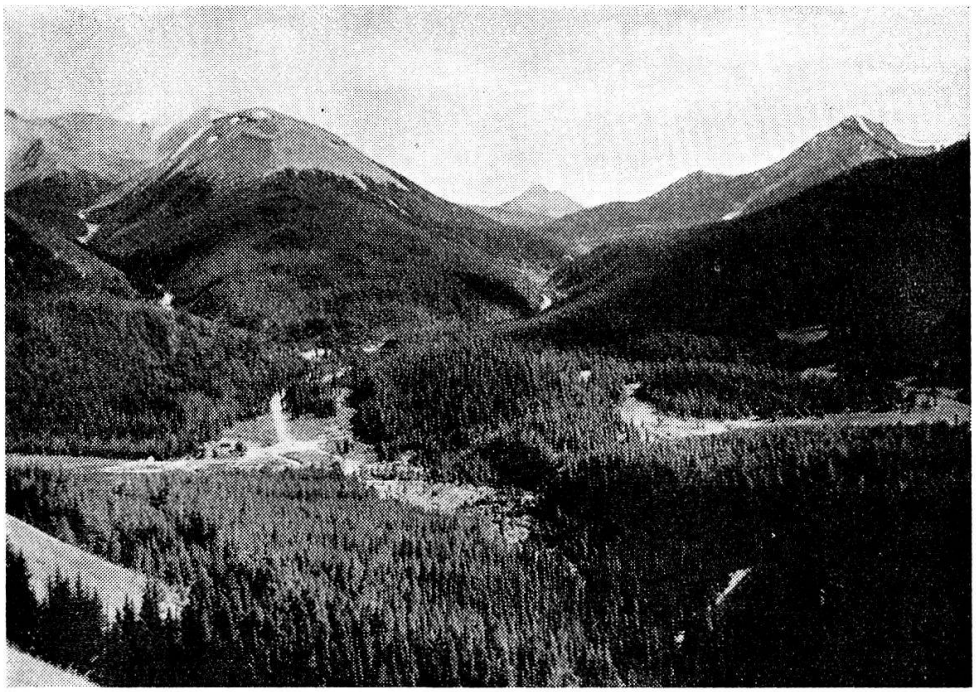

Abb. 3. Blick von Bare Mountains gegen Palliser Ranger im Banff Nationalpark. Natürliches und ursprüngliches Waldland. Lichtungen zum Teil Sümpfe, zum Teil durch Waldbrand oder Windfall entstanden und durch Beweidung erhalten. Natürliche obere Waldgrenze. Schmalkronige Bäume. – Phot. W. Lüdi 1959.

Abb. 4. Bei Lake Louise im Banff Nationalpark. Ausklingen des Baumwuchses an steilem Südhang. *Abies lasiocarpa* nimmt Strauchform an und kriecht schliesslich über den Boden weg. Mitte Geröllhalde mit Rasenflecken. – Phot. W. Lüdi 1959.

Das Bild der Waldgrenze in den Rocky Mountains war keineswegs einheitlich und war dem in den Alpen nicht unähnlich, wenn wir von den fehlenden Rodungen absehen. Meist war der Grenzsaum des Waldes unregelmässig, auf- und absteigend, was vor allem durch die Geländebeschaffenheit bewirkt wurde (vgl. Abb. 1, 3, 7). Felswände, Geröllhalden und Lawinenbahnen erzeugten tiefe Einschnitte. An Sonnenhängen rückte die Waldgrenze in die Höhe. Kleine Bergrücken verhielten sich gegenüber flachen Mulden verschieden. Meist stieg auf ihnen der Wald höher, in erster Linie infolge der längerdauernden, stärkeren Schneebedeckung in den Mulden, die die Vegetationsdauer ungünstig beeinflusst. An anderen Orten reichte aber der Wald in flachen Mulden höher hinauf, wohl wegen der besseren Bodenbildung und Durchfeuchtung.

Aber auch an ausgeglichenen Berghängen, wo diese störenden oder begünstigenden lokalen Einflüsse wegfielen, so dass die Waldgrenze den allgemein klimatischen Möglichkeiten entsprechen dürfte, ergab sich ein verschiedenes Verhalten. Lücken und Einschnitte können hier die Folge von Windfall oder von Waldbränden sein, denen in diesen trockenen Nadelwäldern ganz allgemein grosse Bedeutung zukommt. Es finden sich aber auch mehrere Formen des natürlichen Ausklingens des Waldes nach oben hin. Am Mount Evans in Colorado verlief die Waldgrenze meist scharf abgegrenzt horizontal. Sie lag in ca. 3550 m Höhe und wurde gebildet von *Pinus aristata*, einer

Abb. 5. Twin Cairn (Banff Nationalpark). Waldgrenzengebiet, 2300 m. Vielstämmiges Individuum von *Abies lasiocarpa* mit niederliegenden und wurzelnden Ästen, die zu neuen Stämmen aufwachsen. – Phot. W. Lüdi 1959.

eigenartigen Föhre, die mit kleinen, knorrigen Stämmen in lockerem Bestand, aber mit dichter Grenzlinie den Wald nach oben hin abschloss. Von der Lärche gebildete Waldgrenze sahen wir an mehreren Lokalitäten im Nationalpark von Banff. Die Lärchen wurden gegen oben hin kleiner und kleiner, behielten aber die Gestalt von zwergigen Bäumchen bei, in lockerer Verteilung. Sie verhielt sich also gleich, wie *Larix decidua* und übrigens auch die Fichte, *Picea abies* in den Alpen.

Verbreitet ist eine langsame Auflockerung, bis nur noch vereinzelte Bäume verstreut stehen. Meist wurde die Waldgrenze an den von uns besuchten Stellen von *Abies lasiocarpa* gebildet. Dieser Baum hat die Fähigkeit, sich dem rauhen Klima in weitestgehendem Masse anzupassen. Er wird gegen die Waldgrenze hin immer niedriger; schliesslich schmiegt er sich dem Boden an und kriecht über den Boden weg, ohne einen Stamm zu bilden, übernimmt also gewissermassen die Rolle des Zwerggesträuchs (Abb. 4). In Kanada haben wir *Abies lasiocarpa* an solchen Örtlichkeiten gelegentlich durchmischt mit *Picea glauca* var. *albertiana* gefunden, die eine ähnliche Anpassungsfähigkeit besitzt. H. Brockmann-Jerosch[1] gibt vom Pikes Peak in Colorado ein Bild, auf dem *Pinus aristata* eine ähnliche Wuchsform zeigt, und auch *Pinus albicaulis* soll sich so verhalten. So weit unsere Beobachtungen reichen, besitzen aber die Föhren eine viel geringere Anpassungsfähigkeit. Es ist die winterliche Schneedecke, die als Bodenschutz gegen die tiefen

[1] Baumgrenze und Klimacharakter. – Beiträge zur Geobot. Landesaufnahme **6**, 1919 (255 S.), Taf. 2.

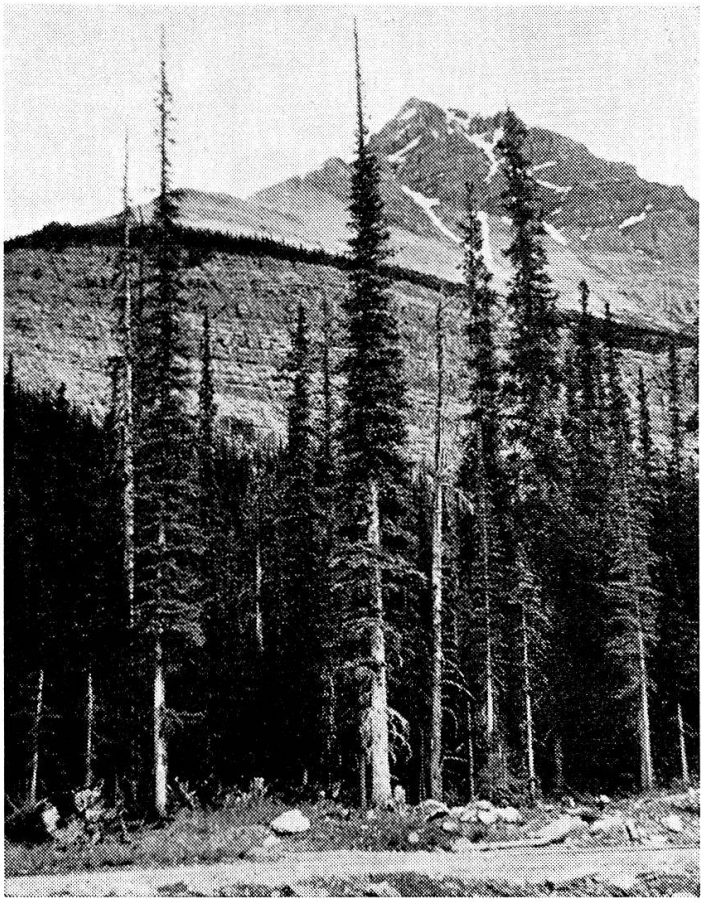

Abb. 6. Wald von *Picea glauca* im Sunwapta-Tal (Banff Nationalpark), ca. 1500 m ü.M. Säulenform der Bäume. – Phot. W. Lüdi 1959.

Temperaturen und heftigen Winde in erster Linie diese Strauchform erzeugt, allerdings in Verbindung mit der wärmenden Wirkung der Bodennähe. Die Waldgrenze wird durch diesen ohne Artwechsel erfolgenden Übergang von der Baumform zum Zwergstrauch ganz diffus.

Abies lasiocarpa hat auch die Fähigkeit, über den Boden hinstreichende Seitenäste zu bilden, die, nach A. E. Porsild, wurzeln, sich aufrichten und neue Stämmchen bilden. Ein einzelnes Individuum ergibt so im Laufe der Zeit eine ganze Baumgruppe mit vielen lebenden und toten Stämmchen, und wenn diese Tannen über den Hang verteilt sind, so entsteht der Eindruck eines gerodeten Waldes, in dem über dem Weideboden da und dort kleine Baumgruppen erhalten geblieben sind. Wir sahen diese eigenartige Erscheinung auf dem Snow-Creek Pass im Cascade Valley (2250 m) und am Twin Cairn in Sunshine Lodge (2300 m), beides Örtlichkeiten im Nationalpark von Banff, in denen nie gerodet und nicht Vieh geweidet worden ist (Abb. 5). Diese Art der Waldauflockerung dürfte auch in den Alpen, da wo die Waldgrenze von *Picea abies* gebildet wird, vorgekommen sein, ist aber durch die Weiderodung meist verschwunden. Doch findet man die sekundäre Stamm-

Abb. 7. North Saskatchewan River im Gebirge (Banff Nationalpark), ca. 1400 m. Viele Alluvionsinselchen, zum Teil mit schmalkronigen Bäumen bewaldet. Alpine Waldgrenze. Phot. W. Lüdi 1959.

bildung und die Bildung einer Baumgruppe durch ein einziges Individuum im Waldgrenzengebiet, wo die Haupttriebe immer wieder abfrieren, nicht selten[1].

Ausserordentlich auffallend ist in den Nadelwäldern der von uns durchreisten Gebiete der Rocky Mountains die Schmalkronigkeit der Bäume, namentlich der Fichten *(Picea engelmanni, glauca, mariana)*. Die Äste stellen nach wenigen Jahren ihr Längenwachstum ein, so dass zypressenähnliche Säulenformen entstehen, die dem Wald ein fremdartiges Aussehen geben (vgl. Abb. 6, 7). Auch *Abies lasiocarpa* und *Pinus contorta* zeigen oft sehr schmale Kronen. Die gleiche Erscheinung haben wir in den weiten subarktischen Wäldern gegen die Hudsonbay hin gesehen, in denen *Picea mariana* und *glauca* herrschten. Wir kennen sie auch aus Skandinavien und vereinzelt aus den Alpen *(Picea abies, Pinus uncinata)*, aber dort nicht bis zum kanadischen Extrem entwickelt, wo es sich vermutlich nicht nur um eine klimatische Adaption sehr plastischer Rassen, sondern um genotypisch schmalkronige Formen handelt.

Auf die floristische Zusammensetzung der von uns durchwanderten kanadischen Wälder wollen wir nicht näher eintreten. Es sei nur bemerkt, dass die Baumschicht und die Unterflora sich im allgemeinen aus den gleichen Genera zusammensetzen, die wir aus den Alpen kennen, dass aber alle

[1] W. Lüdi: Alter, Zuwachs und Fruchtbarkeit der Fichte im Alpengarten Schinigeplatte (bei Interlaken, 2000 m ü. M.). – Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen **89**, 1938 (104-110).

Arten der Bäume und die meisten des Unterwuchses neu sind. Auffallend war in den kanadischen Nadelwäldern die starke Entwicklung der Strauchschicht und besonders die reiche Vertretung der Ericaceen mit den Gattungen *Vaccinium*, *Rhododendron*, *Menziesia*, *Ledum*, *Gaultheria*, in den höheren Lagen auch *Phyllodoce*, *Cassiope* und *Kalmia* (vgl. S. 235). In den Sümpfen war oft ein lockerer Baumüberwuchs *(Populus*, meist *tremuloides*, *Picea mariana* und *glauca)* vorhanden, verbunden mit einem recht dichten Strauchunterwuchs, in dem neben Salices immer auch eine Strauchbirke *(Betula glandulosa)* starken Anteil nahm.

Die floristische Zusammensetzung der Wälder kann recht verschieden sein. Nachstehend geben wir ein Beispiel von zwei verschiedenen Waldtypen, die dicht nebeneinander lagen, in Johnson Canyon im Nationalpark von Banff, ca. 1600 m, in flacher Westexposition. Die Untersuchungsfläche betrug ca.

Bestand a)

Strauchschicht:

\+ *Picea glauca*
+–1 *Abies lasiocarpa*
\+ *Juniperus communis*
1–2 *Ribes* sp.
\+ *Shepherdia canadensis*
2 *Ledum groenlandicum*
2 *Menziesia ferruginea*

Feldschicht:

5 *Linnaea americana*
3 *Cornus canadensis*
3 *Vaccinium scopulorum*
–1 *Lycopodium annotinum*
\+ *Zygadenus elegans*
+–1 *Elymus glaucus*
1 *Epilobium angustifolium*
\+ *Pyrola secunda*
\+ *Pyrola* cf. *chlorantha*
1 *Arnica cordifolia*

Moosschicht: völlig deckend

5 *Entodon schreberi*
3 *Peltigera aphthosa*

Bestand b) (Häufigkeiten nicht festgehalten)

Strauchschicht:

Alnus crispa var. *sinuata*
Spiraea lucida
Rosa sp.
Shepherdia canadensis (z.T. sehr häufig)
Lonicera involucrata
Menziesia ferruginea

Feldschicht:

Elymus glaucus, dominant
Graminee sp.
Stenanthium occidentale
Allium cernuum
Aquilegia flavescens
Fragaria glauca
Hedysarum sulphurescens
Zygadenus elegans
Epilobium angustifolium
Pedicularis bracteosa
Castilleja minuata
Galium boreale
Aster conspicuus (häufig)
(*Equisetum* sp.)

Alle Übergänge zwischen dem grasigen und dem moosigen Typ vorhanden.

Erklärung der vorgesetzten Zahlen (Abundanz und Dominanz): + = vereinzelt, 1 = reichlich ohne wesentlichen Deckungswert, 2 = Deckung merklich, aber unter $^1/_8$, 3 = Deckung $^1/_8$–$^1/_4$, 4 = Deckung $^1/_4$–$^1/_2$, 5 = Deckung mehr als $^1/_2$.

Die meisten der aus dem kanadischen Gebiet aufgeführten Arten wurden im Felde bestimmt, gewöhnlich nach Angaben von A. E. Porsild oder auch anderer Mitreisenden, denen wir dafür bestens danken. Einzelne Verwechslungen sind nicht ausgeschlossen.

400 m². Der Baumwuchs bestund aus dominanter *Picea glauca* mit etwas *Pinus contorta*. Die Bäume waren schmalkronig, 20–30 m hoch mit 10–20 cm Stammdurchmesser, in dichtem Stand. Die Bodenunterlage bestund aus schieferigem Kalkfels mit sandig-lehmiger Verwitterungsschicht. Der Bestand a) zeigte eine dünne Humusschicht von Rohhumus-ähnlicher Beschaffenheit.

Wir haben nicht genügend Erfahrung, um die Bestandesaufnahmen soziologisch auszuwerten. Aber sie zeigen doch, dass in diesen Gebirgswäldern Nordamerikas Pflanzengesellschaften mit den gleichen Methoden, wie sie in West- und Mitteleuropa üblich sind, unterschieden werden können.

Die Vegetation der alpinen Höhenstufe

Die Pflanzenwelt der alpinen Höhenstufe konnte an mehreren Stellen des mittleren Colorado, dann auf dem Beartooth Mount in Wyoming, im Glacier National Park in Montana und ferner wiederholt in den kanadischen Nationalparken von Banff und Jasper beobachtet werden. Naturgemäss handelte es sich stets um Stichproben, die nur eine allgemeine Vorstellung vermittelten und den Wunsch nach mehr weckten.

Der Eindruck, den diese Vegetation auf den Alpenbotaniker macht, ist ungemein anziehend. Etwas Neues steht vor uns, das aber floristisch, physiognomisch und ökologisch eng an die Alpenvegetation anknüpft. Allerdings finden wir wenig Arten der Alpen, die zudem in der Vegetation nur selten vortreten und zum Teil auch noch von den Alpenrassen deutlich verschieden sind. Aber meist lassen sie sich leicht in Verwandtschaftskreise der Alpenflora einreihen.

Eine bedeutende Zahl von Gattungen sind in den Hochlagen der Alpen wie der Rocky Mountains mit zahlreichen Arten vertreten, so *Poa*, *Carex*, *Juncus*, *Salix*, *Ranunculus*, *Arenaria*, *Cerastium*, *Draba*, *Potentilla*, *Trifolium*, *Astragalus*, *Erigeron*, *Artemisia*. Eine Reihe von Gattungen sind in den Alpen viel reicher entwickelt, so *Festuca*, *Saxifraga* (immerhin in den Rocky Mountains reichlich vertreten), *Primula*, *Androsace*, *Gentiana*, *Pedicularis*, *Campanula*, *Hieracium*. Auffallend ist das völlige Fehlen von *Dianthus*, *Sempervivum*, *Alchemilla*, *Eryngium*, *Soldanella*, *Phyteuma*. Anderseits sind manche Gattungen in den Rocky Mountains reicher vertreten als in den Alpen, so *Agropyrum*, *Dryas*, *Hedysarum*, *Polemonium*, *Arnica*, *Aster*, *Antennaria*. Und neu hinzu kommen eine bedeutende Zahl von Genera, die den Alpen fehlen, in den Rocky Mountains teilweise sogar eine grosse Zahl von Arten aufweisen und in der Gebirgsflora fremdartig und auffallend wirken, wie *Zygademus*, *Eriogonum*, *Heuchera*, *Mitella*, *Lewisia*, *Oreoxys*, *Dodecatheon*-

Mertensia, *Pentstemon*, *Castilleja*, *Chionophila*, *Synthyris*, *Phlox*, *Happlopappus (= Tonestus)*, *Agoseris*. Endemiten oder doch Arten von beschränktem Verbreitungsgebiet sind häufig.

In einem geschlossenen kleinen Gebiet des Trial Ridge, 3600 m hoch im Colorado Nationalpark gelegen, gibt Beatrice Willard in einer noch unveröffentlichten Arbeit in 8 Bestandestypen 58 Arten von Gefässpflanzen an, die sich auf 45 Gattungen verteilen. 37 dieser Gattungen sind in den Alpen auch vertreten und nur 8 sind ihnen fremd. Unter den 58 Arten finden sich 13 auch in den Alpen, aber zum Teil in anderen Rassen. Schon diese wenigen Zahlen können einen Begriff geben von der Verwandtschaft der beiden Floren.

Auf der langen Gebirgsstrecke, die wir durchreist haben, ergeben sich aber doch recht beträchtliche Unterschiede, die wir für das zentrale Colorado und die kanadischen Nationalparke von Jasper und Banff noch etwas näher betrachten wollen.

Colorado. In der alpinen Höhenstufe trugen sowohl am Mount Evans als auf Nivot Ridge und auf Trial Ridge die gereiften Böden in weiter Ausdehnung Rasen, die von *Elyna myosuroides (= Kobresia myosuroides)* beherrscht werden und nach B. Willard den Klimax der Vegetationsentwicklung bilden. Habituell gleichen diese Elyneten denen unserer Alpen, und auch mit Bezug auf die Standorte dürfte mit unseren Elyneten und noch mehr mit den Curvuleten recht weitgehende Übereinstimmung bestehen. Floristisch betrachtet, umfassen die beiden Kobresia-Assoziationen, die von Willard in ihrer soziologischen Studie des Trial Ridge unterschieden werden, 43 Arten, von denen 12 auch in den Alpen vorkommen:

Trisetum spicatum
Carex rupestris
Elyna myosuroides
Lloydia serotina
Polygonum viviparum
Silene acaulis
Anemone narcissiflora
Thalictrum alpinum
Sedum rosea
Thlaspi alpestre
Androsace septentrionalis
Gentiana prostrata

Von der Gesamtzahl der hier von Willard angegebenen Alpenarten fehlt im Kobresietum nur eine einzige, *Luzula spicata*, der man weder in den Alpen noch in den Rocky Mountains assoziationsdiagnostischen Wert zumessen kann. Dieses Verhältnis erlaubt den Schluss, dass die Elyna-Bestände unter den von Willard festgestellten Assoziationen des Gebietes die engsten Beziehungen zu den Alpen aufweisen. Von den 12 Alpenarten des Bestandes sind mehrere häufig oder ziemlich regelmässig vorhanden, neben der dominanten *Elyna* auch *Carex rupestris*, *Polygonum viviparum*, *Lloydia* und *Thalictrum*. Die übrigen werden nur als vereinzelt auftretend angegeben. Für das alpine Elynetum kann man neben *Elyna* nur *Gentiana prostrata* als

charakteristisch betrachten. Doch ist diese Art in den Alpen sehr selten. Mehrere dieser Alpenarten finden wir gelegentlich auch im alpinen Elynetum, ohne dass sie für diesen Bestand charakteristisch sind. Einige weitere zeigen in den Alpen ein anderes soziologisch-ökologisches Verhalten, besonders *Anemone narcissiflora*, *Thlaspi alpestre*, *Sedum rosea* und *Androsace septentrionalis*, die aber in verschiedenen Rassen auftreten.

Am Nivot Ridge und am Mount Evans lagen augenscheinlich die gleichen Verhältnisse vor wie am Trail Ridge. So erscheint die floristische Verwandtschaft zwischen Alpen und Rocky Mountains dieser von der gleichen Art beherrschten Pflanzengesellschaft nur gering. Zum alpinen Curvuletum ist sie noch kleiner. Vielleicht lässt sich die Verknüpfung verbessern durch Beizug von systematisch nahe verwandten Arten, zum Beispiel aus den Gattungen *Festuca*, *Carex*, *Arenaria*, *Draba*, *Cerastium*, *Trifolium*. So lange aber keine eingehenden systematischen und soziologisch-ökologischen Studien darüber vorliegen, wären solche Zuteilungen willkürlich.

B. Willard hat am Trial Ridge auch ein Caricion rupestris mit drei Assoziationen unterschieden, die offensichtlich Entwicklungsstufen der Vegetation zum Elynetum entsprechen. Auch hier ist die floristische Beziehung zur Vegetation der Alpen nur sehr locker. Dem Caricion rupestris treu erscheint *Luzula spicata*. *Carex rupestris* selber findet sich, wie erwähnt, auch häufig im Elynetum.

Für die floristische Abgrenzung sind ganz offensichtlich die amerikanischen Arten massgebend.

Die monoton erscheinenden Rasen vom Elyna-Typ und die ihnen in der Besiedlungsfolge vorausgehenden von *Carex rupestris* und *Carex elynoides* dominierten Pionierrasen bilden eine richtige Rasenstufe oberhalb der Waldgrenze und steigen am Mount Evans bis mindestens auf 4000 m hinauf. Schutt- und Felsfluren konnten wir in diesem Gebiet nur wenige beobachten, vor allem im Gipfelgebiet des Mount Evans selber, wo wir vom Gipfel (4345 m) bis auf ca. 4300 m hinab in Spalten und im Schutt des Granitfelsen insgesamt 24 Arten von Gefässpflanzen feststellten. Sie waren zur Zeit des Besuches (11.VII.) noch wenig entwickelt, so dass nicht alle erkannt werden konnten, und vermutlich mehrere übergangen wurden. Unter ihnen waren 6 Arten der Alpenflora: *Trisetum spicatum*, *Poa* cf. *alpina*, *Luzula spicata*, *Oxyria digyna*, *Silene acaulis* und *Androsace septentrionalis*, letztere oft kaum 1 cm hoch und einer besonderen Rasse dieser in den Rocky Mountains vielgestaltigen Art zugehörend. Daneben traten Gattungen der Alpenflora mit neuen Arten auf: *Festuca brachyphylla*, *Poa* sp., *Arenaria obtusiloba*, *Cerastium* cf. *beeringianum*, *Draba crassa*, *Draba* cf. *aurea*, *Draba* sp., *Saxifraga chrysantha*, *Geum rossii (= Sieversia turbinata)*, *Trifolium*

nanum, Primula angustifolia, Eritrichium elongatum, Erigeron simplex, Artemisia scopulorum, und dazu kamen einige den Alpen fehlende Gattungen *(Synthyris [= Besseya] alpina, Mertensia alpina, Haplopappus pygmaea* und die eigenartige *Claytonia megarrhiza).* An Moosen erkannten wir *Polytrichum piliferum.* (Namen meist nach frdl. Angabe von Miss WILLARD.)

Frische und nasse Böden trafen wir in der alpinen Stufe dieses Gebietes nur vereinzelt. Auf Nivot Ridge in 3550 m Höhe wuchs an ausapernden Schneeflecken anstelle unserer Soldanellen und Krokusse ein Hahnenfuss *(Ranunculus adoneus),* der die dünne Winterschneedecke durchbrach, seine grossen, gelben Blüten bereits über dem Loch, das er in den Schnee geschmolzen hatte, entfaltete und nach dem Abschmelzen des Schnees als erste Massenvegetation die Hänge gelb färbte. Flachliegende, feuchte Böden in der Umgebung waren leicht anmoorig und beherbergten zwergige Weiden *(Salix nivalis* und *saximontana)* und einen Rasen, in dem eine Form von *Deschampsia caespitosa* neben *Carex scopulorum* dominierte, mit einer charakteristischen Begleitflora, aus der wir hervorheben wollen *Lewisia pygmaea, Caltha leptosepala, Ranunculus adoneus, Oreopsis alpina, Primula parryi, Chionophila jamesii, Pedicularis scopulorum* und von bei uns bekannten Arten *Cerastium arvense, Thlaspi alpestre* und *Sibbaldia procumbens.*

Besonders interessant war eine Karbildung am Nordhang unter dem Gipfel des Mount Evans in ca. 3900 m Höhe. Ein kleines Seelein war umrahmt von groben Granitblockhalden, Geröll, nassem, sandigem Feinschutt, alpinen Rasen, anmoorigen Böden. Nordische Relikte treten dort in bedeutender Zahl auf, zum Teil in sehr weiter Isolation vom Hauptareal. Wir sahen Arten, die auch in unseren Alpen oder in Mooren des Alpenvorlandes auftreten, so *Juncus triglumis, Ranunculus pygmaeus, Oxyria digyna, Thalictrum alpinum, Saxifraga cernua* und *hirculus.* Auch *Juncus biglumis,* der erst vor kurzem an einer Lokalität in den Alpen von Salzburg neu für das mittlere Europa gefunden worden ist, war reichlich an sumpfigen Stellen. Daneben einige nordische Arten, die zwar im arktischen Europa vorkommen, aber in Europa nicht nach Süden gehen, *Phippsia algida, Koenigia islandica, Chrysosplenium tetrandrum.* Bemerkenswerte Rocky Mountains-Arten waren mit ihnen vergesellschaftet, wie *Kobresia macrocarpa, Saxifraga debilis* (neben der häufigen *S. rhomboidea*), *Lewisia pygmaea, Chionophila jamesii.*

Nordische Reliktarten haben wir auch anderswo in Colorado getroffen, so am Trial Ridge *Calamagrostis purpurascens* und *Saxifraga flagellaris.* Sie nehmen gegen Norden hin an Zahl zu, und erreichen schliesslich im nördlichen Kanada ihr zusammenhängendes Areal, manche bereits in dem von uns bereisten Gebiet von Banff und Jasper. Nordamerika bietet mit seinen

Nord–Süd verlaufenden Gebirgen für nordische Arten und für Gebirgspflanzen ganz ausgezeichnete Wanderwege, im Gegensatz zu Europa, wo die mitteleuropäischen Hochgebirge West–Ost verlaufen und durch ein breites Tiefland und Meer vom Norden getrennt werden. Hier konnte der Florenaustausch Nord–Süd nur in den Eiszeiten grösseren Umfang erreichen, während im westlichen Nordamerika anzunehmen ist, dass das Gebirge auch in den Zwischeneiszeiten und in der Nacheiszeit viele Wanderungen möglich machte.

In den kanadischen Rocky Mountains der Nationalparke von Banff und Jasper erreichten wir bei weitem nicht die absoluten Gebirgshöhen unserer Exkursionen in Colorado. Aber wir gelangten doch wiederholt auf 100–300 m über die Waldgrenze, die hier, wie bereits erwähnt, auf etwa 2100–2300 m Meereshöhe einzusetzen ist.

Der allgemeine Eindruck von Landschaft und Vegetation ist sehr verschieden vom zentralen Colorado: die Berge nehmen kühne Formen mit scharfen Gipfeln an; mächtige Vergletscherungen treten auf, die bis in die Waldstufe hinabreichen und auf den Hochflächen oberhalb 3000 m ausgedehnte Eisschilde, «Icefields», bilden. Überall sprudelt Wasser, bilden sich Bäche und Seen, und bedeutende Flüsse nehmen ihren Ursprung in diesem Gebiet (Bow R., North Saskatchewan R., Athabasca R., Columbia R., Fraser R.). Auch hier überzieht der Wald zusammenhängend Berg und Tal; doch sind die flachen Talböden oft sumpfig oder werden von den in zahlreiche Mäander aufgelösten Flüssen und ihrem Geschiebe erfüllt. Junge Böden sind sehr verbreitet, sowohl an den Bächen und Flüssen als auch unterhalb der Gletscher, die sich, wie in den Alpen, seit hundert Jahren weit zurückgezogen haben und Gletscherböden, Moränen und Talhänge zur Besiedlung durch die Pflanzen freigaben. Auch die geologische Gliederung ist vielgestaltig, und Karbonatgesteine treten häufig auf.

So erschien uns die Vegetation des Hochgebirges abwechslungsreicher, arten- und blütenreicher, auch üppiger als im Gebirge von Colorado, was allerdings auch durch das spätere Datum unseres Besuches (zweite Hälfte Juli) mitbedingt war. Aber ohne Zweifel ist in diesem Gebiet die alpine Vegetation bedeutend stärker mesophil, als diejenige, die wir in Colorado sahen.

Sumpfflächen und Quellfluren zeigen im oberen Teil der subalpinen Stufe eine reiche Ausbildung, die oft sehr an die Alpen erinnert. So in dem nachstehenden Beispiel eines wassergetränkten Rasens an einem Bächlein im obersten Sunwapta-Tal, 2020 m Meereshöhe, ca. 100 m².

1	*Equisetum variegatum*	+	*Carex ef. interior*
1–2	*Elocharis pauciflora*	+	*Carex vaginata*
+	*Eriophorum brachyantherum*	1	*Carex capillaris* var. *elongata* (charakteristische, hochstengelige Form, sehr verbreitet)
2	*Carex microglochin*		
2	*Carex scirpoidea*		

2	*Carex* sp. (*gynocrates*?)
3	*Kobresia bipartita* (= *simpliciuscula*)
–2	*Juncus albescens*
1	*Juncus balticus* var. *montanus*
1	*Tofieldia pusilla*
1	*Salix brachycarpa*
1	*Polygonum viviparum*
+	*Cerastium* sp.
+	*Arenaria humifusa*
+–1	*Anemone parviflora*
+	*Parnassia parviflora*
1	*Saxifraga aizoides*
1	*Pyrola asarifolia*
1–2	*Arctostaphylos rubra*
1	*Primula stricta*
+	*Castilleja* sp.
+	*Solidago multiradiata*

Obwohl der Bestand kaum ganz vollzählig aufgenommen wurde, ist doch die Artenzahl beträchtlich, grösser, als meist in den Kobresia-Beständen des Engadins. Eine bedeutende floristische Verwandtschaft zu den Kobresieten unserer Alpen ist aber unverkennbar, und die ökologischen Verhältnisse dürften in noch höherem Masse übereinstimmen.

Elyna-Bestände haben wir im kanadischen Hochgebirge keine gesehen, ausser kleinen Anflügen im Gipfelgebiet des Quartz Hill, 2500 m (vgl. S. 235). Schlussgesellschaften vom Typ des Curvuletums sahen wir keine. An und über der Baumgrenze breiteten sich aber an geeigneten Lokalitäten doch Rasen aus, die meist mager und niedrig erschienen. So zum Beispiel auf der Hochfläche in der Nähe des Quartz Hill, wo sie beherrscht wurden von *Phleum alpinum* var. *commutatum*, *Carex nigricans*, *Poa secunda* und wo an Stauden besonders auffielen *Pulsatilla occidentalis*, deren hübsche Fruchtköpfchen auffallend aus der niedrigen Grasnarbe hervorstachen, *Pedicularis contorta*, *Anemone parviflora*, *Valeriana sitchensis*, *Senecio aureus*, *Arnica* sp. und andere. Eindrücklich ist mir die Häufung von schönblütigen Stauden in dem jungen Gletscherboden bei Lake Agnes (ca. 2200 m, oberhalb Lake Louise im Nationalpark von Banff) in Erinnerung geblieben. Dort konnte ich an einem steilen SW-Hang in ca. 2350 m Höhe auch einen alpinen Rasen ziemlich vollständig aufnehmen (vgl. Abb. 4). Er war etwas offen und ganz niedrig, aber artenreich. Bodenunterlage kalkarmes Gestein und degradierte Braunerde. Ca. 20 m²:

2	*Selaginella densa*
1	*Poa secunda*
2	*Poa epilis*
+–1	*Poa alpina*
+	*Carex atrosquama*
+	*Carex nubicola*
+	*Carex petasata*
2	*Carex scirpoidea*
+	*Carex spectabilis*
1	*Juncus drummondii*
–1	*Luzula spicata*
+	*Minuartia* sp.
2	*Arenaria formosa*
+–1	*Aquilegia flavescens*
1	*Anemone parviflora*
+–	*Pulsatilla occidentalis*
+–	*Ranunculus eschscholtzii*
+	*Draba aurea*
+	*Arabis lemmonii*
+	*Arabis* sp. (*drummondii*?)
3	*Fragaria glauca*
1	*Potentilla diversifolia* und var. *glaucophylla*
2	*Sibbaldia procumbens*
+	*Saxifraga bronchialis* ssp. *austromontana*

+	*Saxifraga rhomboidea*	2–	*Pedicularis contorta*
+–	*Astragalus bourgovii*	+–	*Veronica alpina* var.
1–2	*Hedysarum sulphurescens*	1–	*Valeriana sitchensis*
+–	*cf. Phaca frigida* var. *americana*	+–	*Erigeron aureus*
–1	*Epilobium angustifolium*	1–	*Arnica diversifolia*
–1	*Epilobium latifolium*	–1	*Antennaria racemosa*
3	*Vaccinium scopulorum*	+	*Senecio triangularis*
+	*Phacelia sericea*	+	*Achillea nigrescens*
+	*Castilleja* sp. (*occidentalis*?)	+	*Cirsium cf. foliosum*
+	*Pentstemon fruticosus*		

Es dürfte schwer sein, diesen Bestand mit einem Wiesentypus der Alpen floristisch in nähere Beziehung zu bringen. Die darin vorkommenden Alpenarten sind Ubiquisten und geben keine Anhaltspunkte. Hingegen stehen die meisten Arten mit solchen aus den Alpen doch in einem gewissen Verwandtschaftsverhältnis. Der Bestand ist als eine alpine Trockenwiese auf etwas schieferigem Silikatgestein ökologisch wohl dem Caricetum sempervirentis nahestehend.

Als Beispiel eines weiteren Wiesentyps geben wir noch eine Bestandesaufnahme aus dem obersten Cascade Valley, die zwar etwas unter der Waldgrenze aufgenommen wurde, aber doch ganz augenscheinlich eine Naturwiese wiedergibt.

Rasen in Cascade Valley in den Bare Mountains, 2050 m, steil WSW, schöne, ziemlich hochwüchsige, ausgeglichene, etwas offene Rasen auf Humuskarbonatboden. Aufnahmefläche ca. 100 m².

2	*Juniperus horizontalis*	2–	*Oxytropis campestris* var. *gracilis*
+	*Populus tremuloides*	+–1	*Hedysarum sulphurescens*
+–	*Potentilla fruticosa*	+	*Epilobium angustifolium*
3	*Elymus innovatus*	3	*Arctostaphylos uva ursi*
1	*Koeleria cristata*	+	*Androsace chamaejasme*
2	*Poa interior*	+	*Polemonium pulcherrimum*
3	*Festuca scabrella*	+	*Pentstemon procerus*
1	*Bromus pumpellianus*	+	*Phacelia sericea*
+	*Zygadenus elegans*	+–1	*Campanula rotundifolia* var. *latisepala*
+	*Eriogonum subalpinum*	+	*Aster alpinus* ssp. *vierhapperi*
+–	*Cerastium arvense*	+	*Solidago multiradiata* var. *scopulorum*
+	*Arenaria rubella*	+	*Erigeron compositus*
1	*Anemone multifida* var. *hudsoniana*	+–1	*Achillea nigrescens*
+	*Melandrium drummondii*	+	*Artemisia michauxiana*
+–1	*Sedum lanceolatum*	+	*Agoseris aurantiaca*
+	*Astragalus vexilliflexus*		
+	*Oxytropis splendens*		

Die Liste dürfte die Arten in der Aufnahmefläche ziemlich vollständig enthalten. Doch gibt A. E. Porsild im Führer zu dieser Exkursion[1] aus einem ähnlichen Naturrasen in der Umgebung noch weitere Arten an, die wir zur Vervollständigung nachstehend aufführen:

[1] Botanical Excursion to Jasper and Banff National Parks, Alberta. – IX. Int. Botanical Congress Canada 1959, Field Trip 2, Rockys-alpine und subalpine flora (38 p.).

Calamagrostis montanensis
Danthonia intermedia
Poa canbyi
Stipa columbiana
Elymus glaucus
Carex heliophila
Allium cernuum
Eriogonum androsaceum
Stellaria longipes
Ranunculus cardiophyllus
Pulsatilla ludoviciana
Fragaria glauca
Androsace septentrionalis
Shepherdia canadensis
Gentiana acuta
Castilleja sp.
Antennaria rosea
Artemisia frigida
Cirsium foliosum
Townsendia parryi

Über die lokale Erniedrigung der alpinen Waldgrenze, die am ausgeglichenen Hang zur Bildung von Naturwiesen im vom Menschen unberührten Waldland führt, wurde während des Besuches viel diskutiert, ohne dass eine richtige Klärung erfolgt wäre. A. E. Porsild macht in seinem Exkursionsführer darauf aufmerksam, dass dieses im äussersten Osten der Rockys gelegene Bergland sehr trocken sei und die Vegetation ausgesprochen xerische Züge aufweise. Es zeigen diese Rasen auch eine auffallend starke Beimischung von Arten aus trockenen Tieflagen, aber doch gemischt mit solchen aus den alpinen Rasen. Waldbildung ist an diesen Hängen bis zur Waldgrenze (ca. 2250 m) wohl überall möglich, wo der Boden genügend entwickelt ist. Daraufhin deuten auch Sprösslinge von Baumpflanzen, namentlich solche von *Populus tremuloides* und vereinzelt von *Abies lasiocarpa*, die nach Porsild nicht aufkommen können, weil sie von Hirsch und Bergschaf immer wieder abgeweidet werden. Gewiss wird das Aufkommen des Baumwuchses durch die grosse Trockenheit sehr erschwert; es ist aber möglich, dass ein anderer, die Entwicklung des Waldes hemmender Einfluss, wie das Rutschen der winterlichen Schneedecke, die Lawinenbildung, das Bodenfliessen sich mit der Hemmung durch die Bodentrockenheit verbindet und dadurch der Grenzwert der Waldbildung überschritten, die Neubildung des Waldes nach seiner Zerstörung durch eine Naturkatastrophe wie Waldbrand oder Windfall verunmöglicht wird. Es können da sehr komplizierte Verhältnisse vorliegen, die noch der ökologischen Untersuchung harren.

Im Gebiet von Sunshine Lodge im Nationalpark von Banff bestiegen wir zwei felsige Gipfel, die etwas über 2500 m aufragen und vorwiegend aus Kristallin bestehen, doch auch Karbonatgestein enthalten. Auf dem einen, dem Quartz Hill, fand sich von 2500–2540 m folgende Gipfelflora:

Poa rupicola
Poa sp.
Festuca brachyphylla
Trisetum spicatum
Carex albonigra
Carex macloviana
Carex nardina
Carex pyrenaica
Luzula spicata
Silene acaulis
Stellaria longipes var.
Arenaria rubella
Salix nivalis
Draba lonchocarpa

Saxifraga oppositifolia
Saxifraga bronchialis ssp. *austromontana*
Saxifraga caespitosa
Potentilla glaucophylla
Potentilla nivea
Myosotis alpestris
Erigeron aureus

und bis ca. 50 m tiefer kamen noch hinzu:

Elyna myosuroides
Anemone parviflora
Oxytropis podocarpa
Castilleja sp.
Arnica mollis
Saussurea densa
Senecio exalatus

Das Verzeichnis ist unvollständig, da der Boden teilweise mit Neuschnee bedeckt und die Vegetation noch wenig entwickelt war.

Auf dem andern Gipfel, dem Twin Cairn, war die Flora ähnlich zusammengesetzt. Doch lebten in dem Blockschutt der Schattenseite auch die nordischen *Saxifraga cernua* und *rivularis* sowie *Oxyria digyna* und der grossblättrige *Petasites hyperboreus.*

Auffallend erschien uns, wie in Kanada gegen Norden hin die nordischen zwergstrauchigen Ericaceen mehr und mehr hervortraten, in dichtem Wuchs den Boden bedeckend von den oberen Teilen der subalpinen Nadelwaldstufe bis beträchtlich über die Baumgrenze hinaus und hier eine Art Zwergstrauch- und Spalierstrauchgürtel bildend. Wir fanden dies zum Beispiel auf dem Snow Creek-Pass im obersten Teil des Cascade Valley und besonders deutlich am Mount Edith Cavell südwestlich von Jasper, wo das Spaliergesträuch bis mindestens 2300 m hinaufreichte (Waldgrenze bei ca. 2150 m). Neben den in unseren Alpen auch verbreiteten *Empetrum hermaphroditum* und *Vaccinium uliginosum* sowie einer kleinblättrigen Form von *Vaccinium vitis idaea (*var. *minus)* setzte sich die Zwergstrauchheide aus *Phyllodoce empetriformis*, *Ph. glanduliflora*, *Cassiope mertensiana*, *C. tetragona* ssp. *saximontana* und *Kalmia microphylla* zusammen. Die Vertreter dieser letztgenannten drei Gattungen sind in Europa auf den Norden beschränkt (ausgenommen *Phyllodoce coerulea* als grosse Seltenheit in den mittleren Pyrenäen), während sie in Amerika in den Rocky Mountains mittlere Breiten erreichen, ja *Phyllodoce empetriformis* und *Kalmia* bis Colorado gehen.

Wenn wir die Flora der durchreisten alpinen Gebiete Kanadas als Ganzes betrachten und mit der Flora der Alpen vergleichen, so ergibt sich trotz der wesentlichen Verschiedenheiten im Vegetationscharakter ein ähnliches Bild wie in Colorado: meist aus den Alpen vertraute Genera mit wenigen Alpen-Arten und diese letzteren meist Ubiquisten. Und was die Vegetationseinheiten anbetrifft, so schliessen sich diese nach Physiognomie (Lebensformen) und Ökologie denen der Alpen mehr oder weniger

eng an, während sie floristisch wohl verwandt erscheinen, aber nur vereinzelte der wenigen Alpenarten soziologisch von Bedeutung sind. Es wäre eine reizvolle Aufgabe, durch Zusammenarbeit von Systematikern, Pflanzenökologen und Pflanzensoziologen diese Probleme näher zu untersuchen und festzustellen, wie weit und in welcher Weise sich die entsprechenden amerikanischen und europäischen Pflanzengesellschaften im pflanzensoziologischen System zusammengliedern lassen. Für die Einheiten niederen Ranges bietet die Beiziehung der systematischen Verwandtschaft der einzelnen Arten («Vikarianten») Möglichkeiten, auf floristischer Grundlage verwandte Assoziationen zu erkennen und im System einander anzunähern, wobei aber immerhin für die Alpen und die Rocky Mountains besondere Assoziationen und Assoziationsverbände aufzustellen sind. Ob es möglich sein wird, gestützt darauf, gemeinsame höhere Vegetationseinheiten nach floristischen Gesichtspunkten zu bilden, lässt sich meines Erachtens vorläufig noch nicht sagen. Dazu müssten jedenfalls neue Wege beschritten werden. Einfacher erscheint aber die Schaffung eines Vegetationssystems höherer Einheiten unter Zugrundlegung der physiognomisch-ökologischen Grossfaktoren.

DIE JAHRESZEITLICHE ENTWICKLUNG EINER STEPPENFLÄCHE BEI ANKARA

Von Fritz Markgraf, Zürich

Vom Spätherbst 1957 bis Herbst 1958, während ich als Gastprofessor an der Universität Ankara tätig war, machte ich es mir unter anderem zur Aufgabe, den jahreszeitlichen Wechsel des Pflanzenkleides in der dortigen Steppe zu beobachten. Schon damals war es schwer, in der Nähe der Stadt eine gut erhaltene Steppe zu finden, die nicht durch Beweidung gestört wurde. Es gelang mir innerhalb der Umzäunung des künstlichen Stausees nördlich der Stadt, der im Unterlauf des Flusses Çubuk angelegt worden ist. Dem Direktor dieses Schutzgebietes «Çubuk Baraj» danke ich bestens für die Erlaubnis, dort zu arbeiten. Steile Andesithänge, die zwischen 900 und 1000 m Meereshöhe gerade noch unterhalb der unteren Waldgrenze (Louis) bleiben, umgeben den See. Während in seiner Abfluss-Schlucht eine Baumpflanzung gut gedeiht, waren die Hänge der West- und Südseite, grossenteils auch der Ostseite, noch von Anpflanzungen frei und trugen reine Steppe. Sie ist sicher nicht ganz «natürlich» – ich habe in abgelegenen Gegenden andere gesehen, deren Artenmischung homogener und anders war –, und geweidet worden ist