

**ÖKOLOGIE DER WALDGRENZE IN NEUSEELAND**

**The ecology of timberline in New Zealand**

**Ecologie de la limite forestière en  
Nouvelle-Zélande**

**Экология границы леса в Новой Зеландии**

von

**J. MORRIS**

**Anschrift des Verfassers:**

**J. MORRIS, derzeit**

**Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien**

**Außenstelle für subalpine Waldforschung in Innsbruck**

**Rennweg 1, Hofburg**

**A-6020 Innsbruck**

## EINLEITUNG

Neuseeland hat als Gebirgsland ein lebhaftes Interesse, die Vegetationsdecke der steilen Berghänge möglichst ungestört zu erhalten. Aus verschiedenen Gründen ist die heute vorhandene Pflanzendecke häufig nicht in der Lage, Bodenerosion und Überschwemmungen zu verhindern. Daher ist man in Neuseeland in letzter Zeit bemüht, diesen unbefriedigenden Zustand zu ändern.

Werfen wir zunächst einen Blick auf die Landkarte. Neuseeland besteht aus zwei großen und einer Anzahl von kleinen Inseln. Es erstreckt sich vom 34. bis zum 47. südlichen Breitengrad in einer Länge von 2000 km. Die größte Breite beträgt nur 350 km, so daß es keinen Punkt im Land gibt, der weiter als 200 km vom Meer entfernt liegt. Die Gesamtfläche von Neuseeland beträgt 280.000 km<sup>2</sup>, ist also etwa dreimal so groß wie Österreich. Die Fläche verteilt sich ziemlich gleichmäßig auf die Nord- und Südinsel. Die 3 Millionen Einwohner bevölkern hauptsächlich die Küste und sind im Norden konzentriert. Der gebirgige Teil des Landes ist praktisch unbewohnt und wird hauptsächlich für extensive Schafweide genutzt.

## DAS BERGLAND

Das Bergland nimmt einen großen Teil der Gesamtfläche des Landes ein, besonders auf der Südinsel, wo rund 40 % der Landfläche höher liegt als 1000 m über dem Meeresspiegel. Die Gebirge der Nordinsel sind zwar niedriger als die der Südinsel, doch ist auch dieser Teil des Landes gebirgig. Auf Grund der geringeren Höhe der Berge und des wärmeren Klimas im Norden, ist dort das unbewaldete Gebiet der alpinen Stufe nicht sehr groß. Es beschränkt sich mit Ausnahme von zwei isolierten vulkanischen Massiven, Egmont und Ruapehu, fast zur Gänze auf die zentrale Gebirgskette.

Dieser große Gebirgszug erstreckt sich über beide Hauptinseln und ist gleichsam das Rückgrat des Landes. Die höchsten Erhebungen liegen im Innern der Südinsel, wo der Mt. Cook bis auf 3700 m aufragt. Nördlich und südlich davon nimmt die Höhe der Gipfel ab. Am 38. Breitengrad auf der Nordinsel zum Beispiel haben die Gipfel eine Höhe von ungefähr 1600 m und sind bewaldet. Die Waldgrenze liegt in diesem nördlichen Teil höher als weiter im Süden. Nach WARDLE (1965) verläuft die Waldgrenze am 41. Breitengrad in 1250 m Höhe, am 45. Breitengrad liegt sie bei 950 m, also 300 m tiefer. Von der Zentralkette zweigen zahlreiche Nebenkette ab und bilden - besonders im Süden - eine Reihe von parallelen Tälern in Südost-Nordwest Richtung. Die Flüsse in diesen Tälern verursachen große Überschwemmungen (Abb. 1).

## GEOLOGIE

Der Großteil des Berglandes ist geologisch jung, wie das ganze Land. Der Hauptteil des Gebirgszuges wird aus Grauwackenaus der Trias- und Jurazeit gebildet. Ausnahmsweise kommen im Südwesten und Nordwesten der Südinsel kristalline Gesteine vor und ein breiter Gürtel von Schiefer zieht sich durch den Süden der Südinsel und den Westen der Gebirgskette. Diese beiden Gesteine sind widerstandsfähiger gegen Erosion.

Die Grauwackenschichten stehen oft steil und zeigen Verwerfungs- und Zertrümmerungszonen durch Erdbeben, so daß die Berghänge nicht stabil sind. Auf der Südinsel sind ferner große Teile der Hänge von Moränen der pleistozänen Vergletscherung bedeckt. In dem jungen Gebirge sind die Hänge sehr steil, können daher nur durch eine ungestörte, gesunde Vegetationsdecke gehalten werden. Nachdem eine solche Pflanzendecke heute häufig nicht mehr vorhanden ist, ergibt sich folgendes charakteristisches Bild der neuseeländischen Landschaft: steile Hänge, von denen Muren und Wildbäche viel Geschiebe bringen, das die Täler erfüllt (Abb. 2 u. 3).

## KLIMA

Das Klima des Berglandes ist im einzelnen noch weitgehend unbekannt. Erst im letzten Jahrzehnt erwachte das Interesse an Klimadaten für das entlegene Gebiet, in dem die großen Flüsse entspringen, so daß unsere Kenntnisse erst langsam anwachsen. Im großen und ganzen ist das Klima des neuseeländischen Hochlandes mit wenigen Ausnahmen mild und zeichnet sich durch hohe Niederschläge und viel Wind aus.

## DER NIEDERSCHLAG

Die Verteilung der Niederschläge über das Land ist eine Folge seiner Topographie und des Luftzirkulationssystems der südlichen Breiten. Die vorherrschenden Winde kommen vom Westen und treffen im rechten Winkel auf die Hauptgebirgskette. Der Niederschlag ist daher auf der Westseite der Kette hoch und nimmt nach Osten fortlaufend ab. Einige Zahlen mögen das verdeutlichen: Hokitika an der Westseite der Südinsel hat einen jährlichen Niederschlag von 2500 mm. 30 km östlich, im Whitcombe-Tal in 1000 m Seehöhe, aber noch auf der Westseite des Gebirgskammes, beträgt die Jahressumme des Niederschlags mehr als 7500 mm! Noch weiter östlich, im Craigieburn Gebirge, bereits jenseits des Kammes in

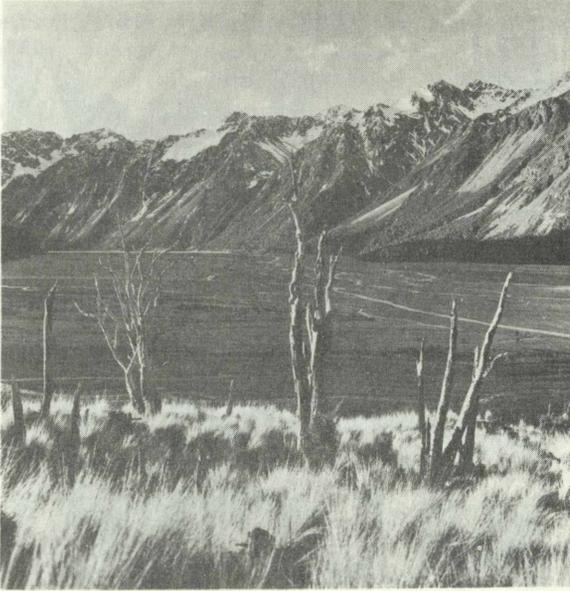


Abb. 1



Abb. 2

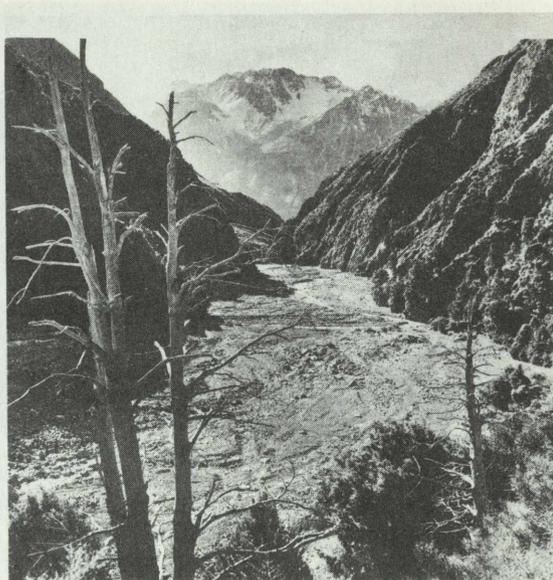


Abb. 3

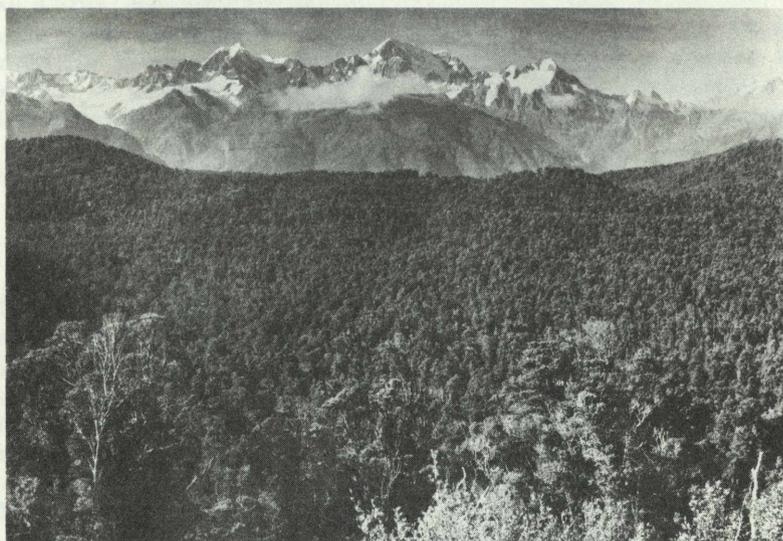


Abb. 4

1000 m Höhe, haben wir nur mehr 1500 mm Niederschlag (MORRIS 1965). Im selben Gebiet, jedoch in 1700 m Seehöhe fällt 2000 mm. In Christchurch an der Ostküste schließlich, beträgt der Jahresniederschlag nur 600 mm. Die geringen Niederschläge und der häufige Föhn bewirken, daß der Boden im östlichen Randgebiet des Berglandes stark austrocknen kann, was für die Verteilung der Waldtypen von großer Bedeutung ist. Auf der Südinsel nimmt der Niederschlag in südlicher Richtung zu. Milford Sound, etwa 350 km südlich von Hokitika, hat zum Beispiel schon 5000 mm Niederschlag.

Wie zu erwarten, ist die Intensität der Niederschläge hoch, besonders westlich des Gebirgszuges. Es wurden in Meeresniveau an der Westküste Niederschläge von 500 mm innerhalb von 24 Stunden gemessen, weiter landeinwärts sogar 700 mm. Das entspricht beinahe dem Jahresniederschlag von Innsbruck! Auf der anderen Seite des Kammes sind die Intensitäten bedeutend geringer. Während einer vierjährigen Meßperiode betrug die höchste Tagesmenge im Craigieburn - Gebirge 100 mm.

Im Innern der südlichen Südinsel wird das Klima kontinentaler; es kommt zu größeren Temperaturschwankungen und die Niederschläge nehmen ab. In Central Otago in 200 m Seehöhe fällt nur 250 mm Niederschlag im Jahr. Für höhere Lagen fehlen in diesem Gebiet genaue Meßdaten. Ein großer Teil der Niederschläge fällt dort in Form von Schnee. Über 1600 m bleibt der Schnee im Winter liegen. In tieferen Lagen hält sich der Schnee selten über den ganzen Winter, besonders an warmen Nordhängen (MORRIS u. O' LOUGHLIN 1965). Er kann bei Föhnwetter jederzeit wegschmelzen. Die sommerliche Schneegrenze liegt im zentralen Gebiet der Südinsel bei 2300 m und sinkt gegen Süden ab. Sie liegt in der Südwestecke von Fiordland oft unter 2000 m.

Der Niederschlag ist sehr gleichmäßig über das Jahr verteilt. In den Bergen ist je ein Maximum im Frühling und im Herbst angedeutet. Dies scheint mit Perioden starker Westwindtätigkeit zusammenzufallen. Doch sind die Zusammenhänge noch nicht klar, zumal starke Niederschläge in jedem Monat vorkommen können. Lange niederschlagsfreie Perioden hingegen sind sehr selten.

## DIE TEMPERATUR

Das Klima von Neuseeland ist stark ozeanisch getönt. Daher fehlen extreme Temperaturen, wie sie für das kontinentale Klima charakteristisch sind. Durch den ozeanischen Einfluß kommt es im Winter zu relativ hohen Mittagstemperaturen, auch wenn es in der Nacht Frost gibt. So sind zum Beispiel im Innern der Südinsel, besonders in den Talbecken des Berglandes Morgentemperaturen in der Wetterhütte von  $-10^{\circ}$  bis  $-12^{\circ}$  häufig, während die Temperatur um die

Mittagszeit selbst oberhalb 1000 m auf  $+10^{\circ}$  ansteigen kann. Auch an der Waldgrenze und darüber macht sich der ozeanische Einfluß geltend. Sogar im relativ rauhen Central Otago fällt die Temperatur nur bis  $-18^{\circ}$ . Im Craigieburn - Gebirge betrug während eines dreijährigen Meßzeitraumes die tiefste Wetterhüttentemperatur in 1850 m Seehöhe  $-15^{\circ}$  und an der Waldgrenze in 1380 m Höhe  $-10^{\circ}$ . Bei Windstille kommt es im Winter häufig zur Temperaturinversion.

Trotzdem die Winter auch an der Waldgrenze mild und kurz sind, hat die Vegetationsperiode selten lange frostfreie Perioden. So dauerte im Mittel von drei Jahren die Vegetationsperiode an einer Beobachtungsstation im Craigieburn - Gebirge, 120 m über der Waldgrenze, 120 Tage, wenn man ihr Tage mit Mitteltemperaturen von über  $6^{\circ}$  zugrunde legt, während die mittlere frostfreie Zeit nur 35 Tage anhielt. An der Waldgrenze gab es nur zwei Monate, und zwar Juli und August, in denen das Monatsmittel der Temperatur unter  $0^{\circ}$  lag. Trotzdem gab es auch hier während der Vegetationszeit eine frostfreie Periode von nur 44 Tagen.

Die häufigen Fröste während der Vegetationsperiode können der Vegetation gefährlich werden. WARDLE beobachtete, daß die jungen Triebe der wichtigsten Waldgrenzen-Holzart, der sogenannten Bergbuche, *Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*, im Innern der Südinsel durch Spätfröste häufig absterben. Ich selbst habe ähnliche Frostschäden im Frühling an jungen Trieben importierter Nadelhölzer gefunden, die für die Wiederaufforstung nahe der Waldgrenze verwendet werden. Diese Bäume treiben zwar später wieder aus, doch auch diese Ersatztriebe können im Herbst erfrieren, weil sie nicht in der Lage sind, sich bis zum Einsetzen der kalten Jahreszeit ausreichend abzuhärten.

## DER WALD

Grob gesagt gibt es in Neuseeland zwei vorherrschende Hauptwaldtypen: der sogenannte warmtemperierte Regenwald und der kalttemperierte oder subantarktische Regenwald. Der warmtemperierte Regenwald ist charakterisiert durch seinen Reichtum an Arten - viele davon sind mit tropischen Arten verwandt - vorherrschend aus den Gymnospermen - Gattungen *Agathis*, *Dacrydium* und *Podocarpus* (Abb. 4). Der kalttemperierte Regenwald ist viel artenärmer und gewöhnlich dominiert eine der vier immergrünen Arten der Gattung *Nothofagus* (Abb. 5). Das ist natürlich eine sehr vereinfachte Darstellung der forstlichen Vegetation, aber diese Einteilung ist sehr brauchbar.

Die heutige Waldfläche, die rund 24 % der Gesamtfläche des Landes ausmacht, ist viel kleiner als zur Zeit der Besiedlung des Landes durch die Europäer in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Damals



Abb. 5



Abb. 6

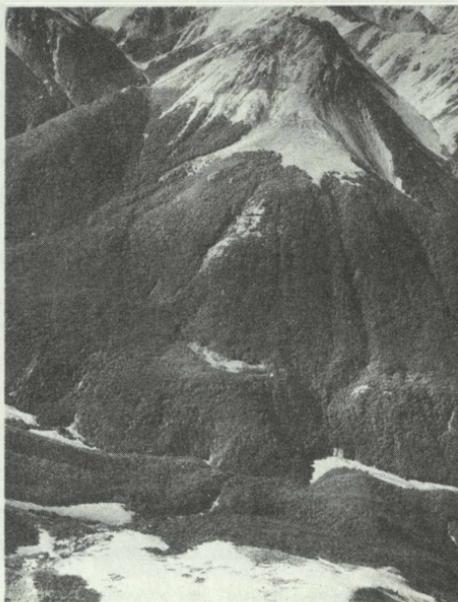


Abb. 7

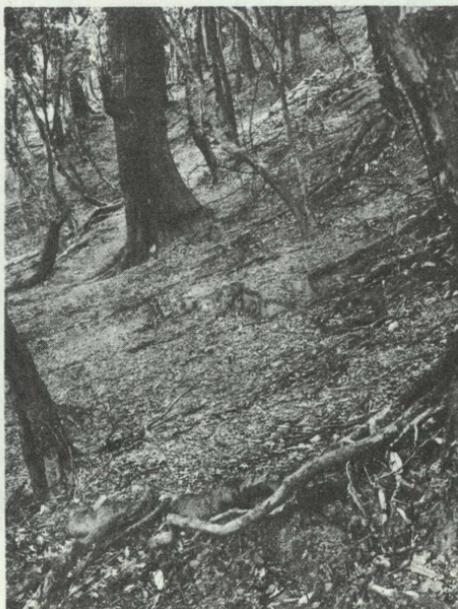


Abb. 8

dürften etwa 60 % des Landes bewaldet gewesen sein. Zur Zeit der Besiedlung durch die Maoris im Jahre 1340 war der Prozentsatz zweifellos noch viel höher. Die Maoris haben sicherlich viel Wald zerstört. Aber dies beschleunigte nach Ansicht von HOLLOWAY (1954) nur eine Entwicklung, die schon durch einen Klimawechsel im Gange war. Durch das kühler und trockener werdende Klima wurde nicht nur im Gebirge die Waldgrenze herabgedrückt; es kam auch in den an sich trockenen Gebieten im Innern der Südinsel zu weitverbreitetem Rückgang des Waldes. Dies beweisen Funde von Baumstämmen und Holzkohlen in Gebieten, die in historischen Zeiten nicht bewaldet waren.

Mit dem Eintreffen der Europäer im 19. Jahrhundert beschleunigte sich der Waldrückgang. Sowohl im Flachland als auch im Gebirge wurde der Wald gewöhnlich niedergebrannt, um Platz zu machen für die Schafweiden der Siedler. In den Bergen wurden auch die hohen Grasbüsche des "snow tussock" (*Danthonia flavescens*), die wegen ihrer groben Blätter als Futter nur geringen Wert haben, niedergebrannt, um eine niedrige Grasdecke zu erhalten. Das Schaf war nicht das einzige Tier, das nach Neuseeland eingeführt wurde. Um 1900 war es schon eine ganze Reihe: Kaninchen, Hasen, viele Arten von Rotwild, Ziegen, Gamsen (ein Geschenk von Kaiser Franz Josef), Bergziegen aus dem Himalaya und das australische Opossum, um nur die wichtigsten zu nennen. Alle diese Tiere wurden in ein Land gebracht, das vorher nur einige Vogelarten als Pflanzenfresser kannte. Die Beeinflussung der ursprünglichen Vegetation durch die Einwanderung dieser Tiere kann natürlich heute nicht mehr genau festgestellt werden, doch dürfte sie zusammen mit den Kultivierungsmethoden der Siedler dazu beigetragen haben, die Vegetation der Gebirge ernsthaft zu schädigen, woraus sich der gegenwärtige schlechte Zustand der Vegetation sowohl oberhalb als auch unterhalb der Waldgrenze erklärt.

## DIE WALDGRENZE

Die Wälder an der Waldgrenze können in zwei Typen eingeteilt werden:

1. Wälder, in welchen die Bergbuche dominiert
2. solche, in welchen die Silberbuche (*Nothofagus menziesii*) vorherrscht.

Darüber hinaus gibt es in einem relativ beschränkten Gebiet Wälder, in denen *Nothofagus* fehlt. Nach WARDLE unterscheidet sich jedoch dieser Waldtyp floristisch kaum vom Silberbuchentyp.

Wälder mit *Nothofagus menziesii* finden wir in Gebieten mit ausgeglichenerem, feuchtem Klima. Der Großteil der Waldgrenze auf der Nordinsel und an der feuchten Westseite der Südinsel fällt in diese

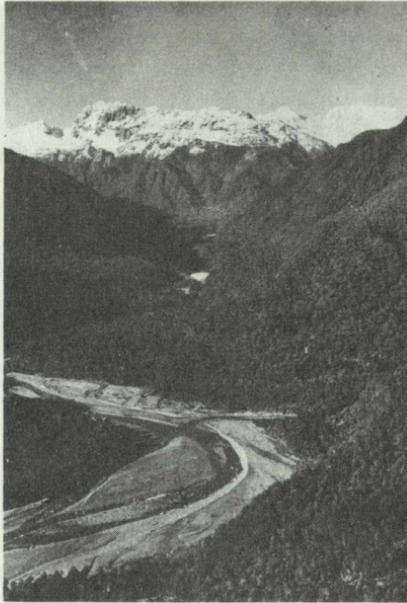


Abb. 9

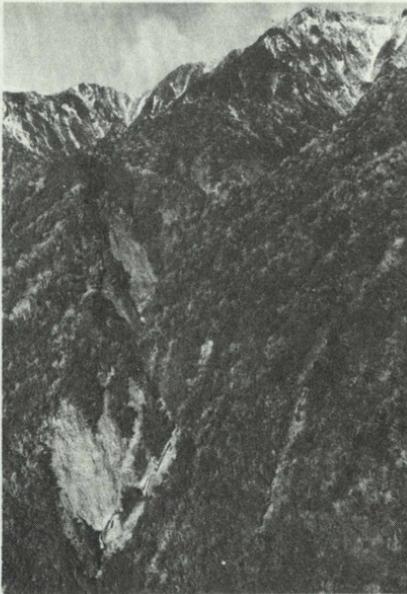


Abb. 10

Klasse. Die Physiognomie dieser Waldtype ist überall sehr ähnlich, sowohl im oberen Teil der warmtemperierten als auch der kaltemperierten Wälder. Die Bäume an der Waldgrenze sind zwar gekrümmt und kleiner als in tieferen Lagen, können jedoch immer noch als Bäume angesehen werden. Die Bestände sind daher oben scharf abgeschnitten; eine Krummholzregion, die für die europäische und nordamerikanische Waldgrenze so charakteristisch ist, fehlt (Abb. 6). Ohne Übergang folgt auf 6 - 7 m hohe Bäume die alpine Vegetation, die entweder aus hohen Grasbüschen oder aus Zwergsträuchern besteht.

Im trockenen Osten und Landesinnern, wo die Temperaturextreme stärker ausgeprägt sind, wird die Waldgrenze ausschließlich von der Bergbuche, *Nothofagus solandri* var. *cliffortioides* gebildet (Abb. 7 u. 8). Auch hier hört der Wald oben mit scharfer Grenze auf. Zweifellos hat der Mensch diese Waldtype stärker beeinflusst als jene, in der die Silberbuche vorherrscht, hauptsächlich, weil der Wald in dem trockenerem Gebiet durch Feuer leichter zerstört wird. Man hat bewiesen, daß früher auf diesen Bergbuchenwald unmittelbar ein breiter Zwergstrauchgürtel anschoß, der jedoch später durch Feuer und durch das Überhandnehmen der Tiere zerstört wurde, so daß heute diese Zone durch Grasland ersetzt ist. Es ist interessant, daß die Bergbuchen - Waldgrenze östlich des Hauptgebirgskammes 200 - 300 m höher liegt als die der Silberbuche westlich des Kammes, jedoch in gleicher geographischer Breite. Das Aussehen der Bergbuchenwälder ist sehr ähnlich dem der Silberbuchenwälder. Es gibt auch hier nur wenig oder gar kein Krummholz; dieses ist beschränkt auf flachgründige, steinige Böden oder auf Gebiete mit hoher winterlicher Schneedecke.

In einem 250 km breiten Abschnitt im Zentrum der Südinsel fehlt *Nothofagus* (Abb. 9). Dort hat die Waldgrenze ein auffallend verschiedenes Aussehen, trotzdem sich, wie schon erwähnt, diese Wälder floristisch lediglich dadurch von den anderen unterscheiden, daß *Nothofagus* fehlt. Hier ist der Wald nach oben nicht scharf begrenzt und die subalpinen Sträucher, die hauptsächlich aus den Compositengattungen *Olearia* und *Senecio* und der Ericaceengattung *Dracophyllum* bestehen, gehen nur langsam in das Grasland über, so daß die Waldgrenze einen sehr zerrissenen Eindruck macht (Abb. 10).

WARDLE hat sich mit den Ursachen dieser beiden Waldgrenzentypen befaßt. Er ist der Ansicht, daß die *Nothofagus* - Arten in der Lage sind die benachbarten Sträucher und Gräser zu unterdrücken. Daher können sie bis zu jener Grenze vorwärts dringen, welche das Klima setzt. Keimlinge, die im Grasland oberhalb des Waldes aufkommen, überleben nur selten das erste Jahr und werden durch Frühlingsfröste getötet. Es ist hingegen nach WARDLE möglich, Bergbuchensämlinge bis 200 m über der heutigen Waldgrenze zu ziehen, wenn man dafür sorgt, daß 2/3 der Strahlung abgeschirmt

wird und wenn die Pflanzen zum Zeitpunkt des Setzens mindestens 4 Monate alt sind. Dies stimmt mit der Ansicht anderer Forscher überein, daß für das Aufkommen der Vegetation in der Bergregion die ersten drei Monate besonders kritisch sind.

Die Bäume der aufgelockerten Waldgrenzentypen sind hingegen nicht in der Lage, die Zwergsträucher und die Gräser völlig zu unterdrücken; daher erreichen sie nicht die klimatische Höhengrenze. Es kommt zu einer langsamen Auflösung des Waldes in Gruppen und Einzelbäume, zwischen die von oben her die Grasvegetation eindringt.

Dieses stark schematisierte Bild von der neuseeländischen Waldgrenze zeigt, wie verschieden hier die Situation von der in Europa und Nordamerika ist. Es kommen nicht nur verschiedene Arten vor, welche die Waldgrenze bilden, sondern das ganze Erscheinungsbild der Bergwälder steht im krassen Gegensatz zu dem entsprechender Wälder der Nordhemisphäre. An manchen Stellen des Landes, vorwiegend westlich des Hauptgebirgskammes kann man die Vegetation noch im ursprünglichen Zustand untersuchen. Zum großen Teil ist diese ursprüngliche Vegetation jedoch durch den Einfluß des Menschen weitgehend verändert und zerstört, was verheerende Folgen hatte (Abb. 11). Eine Intensivierung der Forschung ist daher nötig, um die bedrohliche Lage, die im Gebirgsland entstanden ist, wieder zu verbessern.

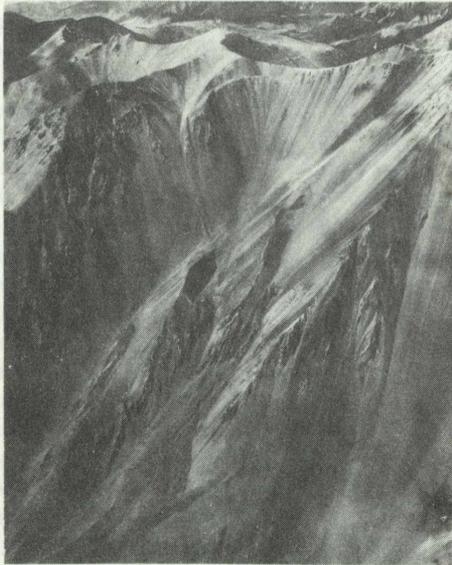


Abb. 11

## LEGENDE ZU DEN ABBILDUNGEN

Abb. 1:

Rangitata River, Südinsel. Typisches Tal im Bergland der Südinsel. Der Podocarpus- und Libocedrus-Wald ist durch Feuer zerstört worden. Die Vegetation im Vordergrund besteht aus *Festuca novae-zealandae*.

Abb. 2:

Rangitata River. Die Waldzerstörung durch Feuer und Weide führten zu nackten Geröllhängen.

Abb. 3:

Nahaufnahme des in Abb. 2 sichtbaren kleinen Seitentales. Der Talgrund ist mit Geröllmassen erfüllt.

Abb. 4:

Regenwald an der Westküste der Südinsel, gebildet von *Dacrydium* und *Podocarpus*. Im Hintergrund der Mt. Cook, 3700 m. Die Entfernung von der Küste zu der höchsten Erhebung des Gebirgszuges beträgt ungefähr 30 km.

Abb. 5:

Silberbuchenschutzwald auf der Nordinsel. Die Gipfel der Gebirgskette sind hier zur Gänze bewaldet. Starkregen verursachten Schäden am Wald auf weichem Tongestein (mudstone rock).

Abb. 6:

Silberbuchenwald auf der Südinsel. Der Wald ist nach oben scharf begrenzt, eine Krummholzregion fehlt.

Abb. 7:

Bergbuchenschutzwald im Craigieburn Range, Südinsel. Scharfe Waldgrenze. Die Vegetation darüber ist durch Feuer und Weide zerstört.

Abb. 8:

Im Innern eines Bergbuchenbestands. Durch den enorm hohen Rotwildbestand fehlt jeglicher Unterwuchs.

Abb. 9:

Schutzwald nahe der Westküste, Südinsel. *Nothofagus* fehlt in dieser Region. Am Talboden *Dacrydium*- und *Podocarpus*-Wald. In höheren Lagen dominieren die Laubbäume *Weinmannia* und *Meterosideros*.

Abb. 10:

Waldgrenze von Beständen ohne *Nothofagus*. Die hell getönten Bäume sind *Meterosideros*, die infolge einer Schädigung von Opossums abgestorben sind.

Abb. 11:

Craigieburn Range. Letztes Stadium der totalen Wald- und Vegetationszerstörung.

## ZUSAMMENFASSUNG

Einleitend wird eine kurze geographische Beschreibung von Neuseeland gegeben und hierbei Verteilung und Aufbau des Berglandes besonders berücksichtigt.

Das Klima des Berglandes zeichnet sich durch milde Winter und durch das Auftreten von Frösten während der Vegetationsperiode aus. Diese ist daher kürzer als man für die relativ geringe Höhe erwarten würde. Diese drei Eigenschaften des Klimas beruhen auf dem maritimen Einfluß, der auch im Bergland vorherrscht.

Zum besseren Verständnis der gegenwärtigen Situation an der Waldgrenze wird einiges aus der Geschichte der Besiedlung des Landes berichtet. Die Zerstörung des subalpinen Waldes durch Feuer und Beweidung zusammen mit dem Einfluß von Klimaveränderungen in jüngerer Zeit haben zu gefährlicher Bodenerosion an und oberhalb der Waldgrenze geführt. Dies hatte weitgehende Auswirkungen auf die Wasserführung der Flüsse. Auch die Rolle der eingeführten Tiere und ihr Einfluß auf die Waldgrenze werden erörtert.

Die Waldtypen, welche in Neuseeland die Waldgrenze bilden, werden kurz beschrieben und die durch verschiedene Waldtypen verursachten Unterschiede der Erscheinungsform der oberen Grenze des Waldes hervorgehoben. Das ziemlich vollständige Fehlen einer Krummholzregion über der Waldgrenze wird diskutiert.

## SUMMARY

Discusses briefly physical features of New Zealand with emphasis on distribution and make-up of mountain land.

The climate of mountain land is described and there is discussion on the mildness of winter conditions and the occurrence of frost throughout the growing season which is of shorter duration than would be expected at such low altitude. These three factors are considered to be related to the maritime-type climate which prevails even in mountain land.

Some history of land use is given to aid in the interpretation of present day timberline conditions. Destruction of sub-alpine forest by fire and grazing coupled with the influence of climatic change in recent times has led to serious soil erosion at and above timberline. This has had serious consequences for river regimes. The role of introduced animals and their part in modifying timberline conditions are also discussed.

The forests which form timberline are briefly described and there is discussion on the differences in timberline configuration produced by different forest types. The almost complete absence of krummholz above timberline is discussed.

## RÉSUMÉ

Une courte description géographique de la Nouvelle-Zélande eu égard spécialement à la répartition et la structure des montagnes sert d'introduction.

Le climat des montagnes se distingue par un hiver doux et l'apparition de gels pendant la période de végétation. Cette dernière est par conséquent plus courte qu'on ne s'y attendrait par suite de l'altitude relativement basse. Ces trois qualités du climat résultent de l'influence maritime qui prédomine aussi en montagne.

Pour la meilleure compréhension de la situation actuelle à la limite forestière certains faits de l'histoire de la colonisation du pays sont rapportés. La destruction de la forêt subalpine par le feu et l'alpage ainsi que l'influence de changements de climat ces derniers temps ont provoqué une dangereuse érosion du sol à la frontière forestière et au-dessus d'elle. Ceci a eu de vastes répercussions sur la conduite des fleuves. On discute également le rôle des animaux importés et leur influence sur la limite forestière.

Les forêts-type formant la limite forestière en Nouvelle-Zélande sont brièvement décrites et les différences des formes se présentant à la limite supérieure de la forêt, causées par différents types de forêts, sont soulignées. L'absence presque totale d'une région de bois tortu au-dessus de la limite forestière est discutée.

## Р е з ю м е

Вступление содержит краткую географическую характеристику Новой Зеландии, уделяя особое внимание распределению и структуре горного района.

Климат горного района отличается умеренными зимами и появлением заморозков во время вегетационного периода. Длительность последнего короче, чем следовало ожидать при данной, сравнительно невеликой высоте. Эти три свойства климата обусловлены влиянием моря, преобладающим и в горном районе.

Для лучшего понимания современных условий на границе леса приводятся некоторые данные из истории заселения страны. Опустошение субальпийского леса пожарами и пастбибой, совместно с изменениями климата в новейшем времени, повлекли за собой опасные эрозии почвы на границе леса и поверх нее. Это резко отразилось на водном режиме рек. Излагаются также и роль завезенных животных и их влияние на границу леса.

Дано краткое описание лесных типов, формирующих границу леса в Новой Зеландии, и подчеркиваются различия видов верхней границы леса, обусловленные различными типами лесов. Обсуждается почти-что полное отсутствие криволеся над границей леса.

## DISKUSSION

**HOLTMEIER:** Ich stelle die Frage, ob die ökologischen Verhältnisse an der neuseeländischen Waldgrenze nicht ganz andere sind als die an der alpinen Waldgrenze, und ob sie nicht denen der äquatorialen Anden mit ihrem ausgeprägten Tageszeitenklima näher stehen?

**REVERTERA:** Die Jahreszeiten sind in Neuseeland, besonders auf der Südinselformal deutlich ausgeprägt. Der Winter ist wegen des ozeanischen Klimas milder als bei uns. Wir haben jedoch sicherlich auch dieselben Wirkungen durch Frost, durch Wind, vielleicht weniger durch die lange Schneebedeckung, die bei uns wichtig ist. Einer der wesentlichsten Gründe für die Erosion in diesen jungen Grauwackengebieten sind die häufigen Temperaturschwankungen im Winter. Es handelt sich um einen ausgesprochenen Winter. Aber die Perioden zwischen Schneefall, Kälte und Föhn wechseln viel stärker ab als bei uns. Wir haben gehört, daß die kontinuierliche Schneedecke nur bis 1600 m herunter reicht. Unterhalb finden wir zahlreiche Tauwetterperioden, oft 4 - 5 in einem Winter. Insofern ist der Winter von dem unseren verschieden, sonst aber glaube ich, daß es sich eindeutig um eine alpine Waldgrenze in unserem Sinne handelt.

**HOLTMEIER:** Sie haben gerade eben alles das aufgezählt, was sicher nicht nur mich als Geographen doch sehr deutliche Unterschiede zum klimaökologischen Geschehen an der alpinen Waldgrenze erkennen läßt. Die Waldgrenze im Himalaya z. B. ist in ihrer ökologischen Situation der Waldgrenze der Alpen eng verwandt. Das klimaökologische Geschehen an der alpinen Waldgrenze wird im wesentlichen durch die winterliche, mehrere Monate liegende und geländeklimatisch differenzierende Schneedecke geprägt. Die kleinräumige Differenzierung des Zwergstrauchmosaiks durch Eisgebläse, Frosttrocknis, Pilzbefall u. a. m., die für die alpine Waldgrenze typisch ist, ist an der neuseeländischen Waldgrenze in dieser Art nicht anzutreffen. Und dann dürfen wir nicht vergessen, daß es sich dort nicht um Nadelhölzer handelt, sondern zum großen Teil um immergrüne Laubhölzer. Ist es - wenn man die Waldgrenzen auf der Erde vergleichend betrachten will - nicht angebracht, diese Unterschiede, die sich aus der klimaökologischen Situation heraus ergeben, dadurch hervorzuheben, daß man den Begriff der alpinen Waldgrenze auf die Waldgrenzen der winterkalten, durch eine mehrere Monate liegende Schneedecke gekennzeichneten Gebirge der Erde beschränkt und so die alpinen Waldgrenzverhältnisse von denen Patagoniens, Tasmaniens, Neuseelands und der tropischen Gebirge ökologisch abgrenzt.

LITERATUR

- HOLLOWAY J. T. 1954: Forests and Climate in the South Island of New Zealand  
Trans. Roy. Soc. N. Z. Vol 82 Part 2 Sept 1954. New  
Zealand Forest Service Technical Paper No. 3 1954
- MORRIS J. Y. and O'LOUGHLIN C. L. 1965: Snow Investigations in the Craigie-  
burn Range. N. Z. Journal of Hydrology Vol. 4 No. 1  
June 1965
- MORRIS J. Y. 1965: Climate Investigations in the Craigieburn Range New Zea-  
land. New Zealand Journal of Science Vol No. Dec 1965
- WARDLE P. 1965: A comparison of alpine timber lines in New Zealand and  
North America. New Zealand Journal of Botany Vol. 3  
No. 2 June 1965