

Waldgrenzstudien in den österreichischen Alpen

Vorläufiger Bericht über deren bisherige Ergebnisse

Von Prof. Dr. Richard Marek

Die Erforschung der Alpen wurde anfangs nicht systematisch betrieben; sie setzte in einzelnen, meist weit voneinander entfernten Teilen des Gebirges ein, ohne daß die Untersuchungen in dem einen Gebiete jene in den anderen in Hinsicht auf Zweck und Methode stark beeinflußt hätten. Nach und nach aber gelang es, diese beklagenswerte Zersplitterung zu beseitigen; vor allem trugen dazu zwei Umstände bei: einerseits die Vermehrung und die Erweiterung der einzelnen Arbeitsgebiete, andererseits das Eingreifen von Behörden und Anstalten, von Vereinen und Kongressen wissenschaftlichen Charakters in die Forschungstätigkeit selbst. Der erstgenannte Umstand bewirkte, daß es immer weniger möglich wurde, bei der eigenen Untersuchung in einem Teilgebiete die immer näher heranrückende Tätigkeit der Arbeitsgenossen ganz unbeachtet zu lassen. Erfolge, in nächster Nähe erzielt, regten zu ähnlichen Untersuchungen im eigenen Arbeitsfelde an; dies rief nicht bloß einen regen Wettstreit hervor, sondern brachte auch Ordnung in die Forschungsarbeit insoferne, als dieselben Probleme an mehreren Orten studiert und dadurch einer schnelleren und gründlicheren Lösung zugeführt wurden. Noch mehr wirkte in diesem Sinne der zweite Umstand. Durch ihn wurden viele eigens dafür vorgebildete Personen vor einzelne, ganz bestimmte Aufgaben gestellt, deren Lösung sie nach einem genau ausgearbeiteten Plane versuchen sollten; eine solche Arbeit mit vereinten Kräften mußte naturgemäß reichere Ergebnisse liefern als die eines einzelnen. So konnte die große Gefahr allzu einseitigen Forschungsbetriebes, die mit der Teilung der Arbeit verbunden ist, gebannt werden und es blieben nur deren Vorteile die Anregung und Anspornung durch das Beispiel.

Zu verfolgen, wie so die glänzenden Erfolge der Forschung in dem einen Gebiete der Alpen auf die Tätigkeit in den übrigen belebend eingewirkt haben, wäre gewiß überaus anregend. Es wird dies die schwierigste, zugleich aber lohnendste Aufgabe des zukünftigen Historiographen der Alpenforschung sein.

Doch so hohen Tuns vermesse ich mich nicht! Ich wollte nur eingangs meiner Ausführungen jenen Gedanken aussprechen, der meine Studien über die Waldgrenze in den österreichischen Alpen, von denen ich hier kurz berichten will, als leitender Gesichtspunkt beherrschte: nämlich möglichst enge Fühlung mit verwandten Arbeiten in den benachbarten Alpengebieten zu behalten; denn nur durch die Anwendung derselben oder doch einer nahe verwandten Methode können miteinander vergleichbare Ergebnisse erzielt werden, die allein Schlußfolgerungen von allgemeinerer Geltung gestatten.

Der Richtigkeit dieser Erkenntnis hat man sich schon früher nicht verschlossen und so liegen bereits drei Untersuchungen über Höhengürtel im Bereiche der Alpen vor, die in der Art der Durchführung einander sehr ähnlich sind. Mit der oberflächlichen Anschauung, die in den Höhengrenzen mehr oder weniger schematisch verlaufende Linien sah, hat Eduard Richter durch sein hochangesehenes Werk „Die Gletscher der Ostalpen“¹⁾ endgültig aufgeräumt. Dies allein hätte seiner Untersuchung bleibenden Wert gesichert, doch noch wichtiger ist sie durch ihre positiven Ergebnisse; denn hier wird sowohl klar gezeigt, daß man nur durch das Verfolgen der Höhengrenzen von Talabhang zu Talabhang in das Wesen derselben einzudringen vermag, als auch zum ersten Male auf die Spezialkarte der militärischen Landesaufnahme hingewiesen, auf der diese Arbeit mit einer hinreichenden Genauigkeit ausgeführt werden könne. Das glänzende Vorbild, das Richters Untersuchungen auf ostalpinem Gebiete gab, regte in der Schweiz, wo ein viel vollkommeneres kartographisches Material zur Grundlage genommen werden konnte als die von Richter verwendete österreichische Spezialkarte, zu ähnlichen Versuchen an, die vorzüglich gelangen. Jegerlehner stellte die Lage der Schneegrenze in der Schweiz fest²⁾ und Imhof³⁾ unternahm den erfolgreichen

¹⁾ Leipzig 1888.

²⁾ Die Schneegrenze in den Gletschergebieten der Schweiz. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. V, Heft 3, 1902.

³⁾ Die Waldgrenze in der Schweiz, Bd. IV, Heft 3, 1900.

Versuch, nach derselben Methode, wie Richter die Firngrenzhöhen, auch den Verlauf der oberen Baum- und der oberen Waldgrenze zu bestimmen. Der Gedanke, nunmehr wieder auf die Ostalpen das Augenmerk zu richten und auch in deren Bereiche die Waldgrenze auf ihre Höhenlage hin zu prüfen, lag überaus nahe. Doch von der Idee bis zu ihrer Ausführung ist ein weiter Weg; ich hatte bis vor kurzem das Glück, niemand Geringeren dabei zum Führer zu haben als den bahnbrechenden Forscher auf diesem Gebiete, Eduard Richter selbst. Mitten in der Ausführung meiner Arbeit, die dieser mein unvergeßlicher, hochverehrter Lehrer in jeglicher Weise förderte, traf mich die entsetzliche Nachricht, daß ein unerbittliches Geschick ihn mir entrissen hatte. Der Verlust war zu jäh und groß, als daß ich imstande gewesen wäre, die begonnene Untersuchung rasch wieder aufzunehmen und zu beenden; nur den ersten Teil, der die reinen Fakten enthält, der schon vor Richters Hingange nahezu vollendet war, habe ich seither zum Abschlusse gebracht. Da damit für den weitaus größten Teil der Ostalpen zum ersten Male auf die Frage: In welcher Höhe verläuft hier die Grenze des geschlossenen Waldbestandes? eine — wie ich wohl annehmen darf — annähernd zutreffende Antwort gefunden wurde, so glaube ich, diesem ersten Teile der Untersuchungen auch an und für sich genügend Bedeutung beimessen zu dürfen, daß seine Ergebnisse — noch vor Abschluß der ganzen Arbeit — der Öffentlichkeit übergeben werden könnten.

Das Untersuchungsgebiet. „Die Waldgrenze in den österreichischen Alpen“ — so lautet der Titel der vorliegenden Untersuchung; damit soll angedeutet werden, daß sie sich ausschließlich auf jenen Teil der Ostalpen bezieht, der zur österreichisch-ungarischen Monarchie gehört. Der Versuch, Betrachtungen von so ausgesprochen physikalisch-geographischem Charakter, wie die hier beabsichtigten, in den Rahmen politischer, also nicht naturgegebener Grenzen einzufügen, dürfte schwere Bedenken erregen. Sie sind auch dem Verfasser keineswegs fremd geblieben; auch er hätte es vorgezogen, das ganze Ostalpengebiet, das eine natürliche Einheit darstellt, in den Bereich seiner Untersuchungen zu ziehen. Leider ließ dies die Beschaffenheit des der Untersuchung zugrundegelegten Materials nicht zu.

Die eigentliche Basis für die ganze Arbeit — darüber wird noch ausführlicher die Rede sein — ist die topographische Spezialkarte. Für das ganze Ostalpengebiet kämen da, entsprechend

seiner politischen Aufteilung, außer den Karten Österreichs noch die der Schweiz und jene der Königreiche Bayern und Italien in Betracht. Von der Schweiz konnte füglich Abstand genommen werden, weil die analoge Arbeit Imhofs auch auf die Ostalpen, soweit sie schweizerisch sind, übergreift. Dagegen entbehrt der große Anteil Italiens an den Ostalpen bis heute einer entsprechenden Bearbeitung der Waldverhältnisse; leider ist eine solche auf Grund der bisher erschienenen Kartenwerke nicht gut durchführbar. Denn weder die Tavollette (im Maßstabe 1 : 25 000 und 1 : 50 000), noch die Blätter der Carta di Regno d'Italia in 1 : 100 000 enthalten eine Eintragung der Grenzen des geschlossenen Waldes; man kann diesen Karten nur entnehmen, wie hoch einzelne Bäume an den Bergabhängen vorgedrungen sind. Da sich aber Baum- und Waldgrenze weder dem Begriffe nach, noch in der Lage decken, so wäre es ganz unzulässig, die Waldgrenzlinien, wie sie nach der österreichischen Spezialkarte entworfen wurden, in die nach den italienischen Karten gefundenen Baumgrenzlinien übergehen zu lassen.

Aus diesem Grunde mußte der Südabfall der Alpen, soweit er nicht zu Österreich gehört, aus unserer Betrachtung ausgeschlossen werden. Da also ein wichtiger Teil der Ostalpen für unsere Untersuchung ohnehin wegfiel, schien es zweckmäßig den bayrischen Anteil ebenfalls auszuschneiden, wenigstens erhält man so, wenn sich schon ein vollständiges Bild des Verlaufes der Waldgrenze im gesamten Ostalpengebiete nicht entwerfen ließ, eine auf dem Studium eines streng einheitlichen Kartenmaterials basierende Vorstellung der einschlägigen Verhältnisse im österreichischen Alpenanteile; und der beträgt immerhin vier Fünftel der ganzen Fläche der Ostalpen.

Zu einer solchen Einengung des Untersuchungsfeldes konnte ich mich umso leichter entschließen, als auch die Verfasser jener Arbeiten, die, wie oben bereits erwähnt, vorbildlich waren, Richter, Imhof und Jegerlehner, vor dieselbe Schwierigkeit gestellt, sie in derselben Weise zu umgehen trachteten.

Ältere Arbeiten über die Waldgrenze in den österreichischen Alpen. In demselben Sinne und Umfange, wie hier beabsichtigt wird, sind die Waldgrenzen bisher auf österreichischem Alpenboden noch nicht untersucht worden. Doch gibt es bereits Ansätze auf diesem Forschungsgebiete von solcher Bedeutung, daß sie eine, wenn auch nur flüchtige Besprechung

selbst in diesem kurzen Berichte verdienen. Alle Vorarbeiten, die hierher gehören, lassen sich zwanglos in zwei Gruppen aufteilen, je nachdem die Unterscheidung zwischen den geschlossenen Beständen der Bäume und dem Höchstvorkommen einzelner unter ihnen streng durchgeführt wurde oder nicht. Auf diesen tiefgehenden Unterschied mit dem größten Nachdrucke hingewiesen zu haben, ist Ratzels besonderes Verdienst, der ihn in dem Aufsätze „Über Höhengrenzen und Höhengürtel“¹⁾ aufs trefflichste kennzeichnet. In dem stillen und doch so erbitterten Kampfe zwischen der emporstrebenden Vegetation und den ihr entgegenwirkenden klimatischen Gewalten stellt der Wald die große Heeresmacht dar, einzelne Bäume aber sind die tapferen Vorposten.

Seit der Veröffentlichung dieser in Hinsicht auf Methode bahnbrechenden Ausführungen Friedrich Ratzels sind eigentlich nur zwei Arbeiten erschienen, die die Waldgrenze im Bereiche der österreichischen Alpen behandeln; sie rühren, bezeichnend genug, her von zwei Schülern des Meisters selbst. Dr. Magnus Frittsch²⁾ untersuchte die einzelnen Höhengrenzen, darunter auch die des Waldes und der Bäume in der Ortlergruppe, Dr. Reishauer³⁾ in ähnlicher Weise die Baum- und die Waldgrenze in den Stubai- und Adamello-Alpen. Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, daß durch diese Untersuchungen die zuverlässigsten Resultate erzielt wurden, ebenso aber auch daß sie nur einen kleinen Bruchteil des Ostalpengebietes betreffen.

Alle anderen einschlägigen Arbeiten gehören der Zeit vor 1889 an und sind dadurch gekennzeichnet, daß der soeben besprochene Unterschied entweder gar nicht oder doch nicht mit der nötigen Schärfe festgehalten wurde, daß man also nicht die Höhe zu ermitteln trachtete, in der die Waldformation als solche, ohne Rücksicht auf die Art ihrer Zusammensetzung, nach oben hin an den Bergabhängen abschloß, sondern nur das durchschnittliche Höchstvorkommen der einzelnen Baumarten. Es kann hier nicht auf die zahlreichen Angaben zurückgegangen werden, die sich schon seit dem Beginne des 19. Jahrhunderts in den Florenwerken der einzelnen Alpenländer finden; sie erscheinen auch schon

¹⁾ Zeitschr. des Deutschen und Österr. Alpenvereins 1889.

²⁾ Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, Bd. II, 1895.

³⁾ Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig, Bd. VI, 1904.

durch ihre Form, wie: „die Fichte geht in Oberösterreich bis auf 5500 Fuß“ als viel zu unbestimmt, um weitere Schlußfolgerungen zuzulassen. Nur die Abhandlungen Schlagintweits¹⁾ und Kerners v. Marilaun d. Ält. in der „Österreichischen Revue“ 1862—1864 überragen weit alle anderen Arbeiten dieser Gruppe, denn in ihnen wird versucht, die Höhengrenzen in einzelnen Alpengruppen festzustellen und die Ursachen zu ergründen, warum diese im östlichen Teile der Alpen eine andere Lage haben als im westlichen, im Innern des Gebirges höher liegen als auf den Randketten. Diese Untersuchungen sind die einzigen, die einen Überblick über das gesamte Ostalpengebiet gestatten, aber sie genügen bei dem naturgemäß dürftigen Beobachtungsmaterial, auf die sie sich stützen konnten, eben nur zur ersten Orientierung, sie bringen nichts Abschließendes, rollen aber eine Fülle von Fragen auf, deren Lösung späterer Forschung vorbehalten wird.

So lehrt schon ein kurzer Überblick über alle Arbeiten, die bisher über die Vegetationsgürtel und deren Grenzen im Gebiete unseres Untersuchungsfeldes erschienen sind, daß keine unter ihnen die Frage nach der Höhenlage der oberen Waldgrenze daselbst vollständig zu lösen imstande war, denn entweder umfassen sie — wie die neuesten — nur ganz beschränkte Teile oder sie beziehen sich — wie die älteren — wenn sie auch die ganzen Ostalpen berücksichtigen, auf die Grenzen bestimmter Baumarten, nicht auf die der Waldformation. Die Feststellung dieser Tatsache ist zugleich auch die beste Rechtfertigung für die vorliegende Arbeit, insoferne als sie dadurch wenigstens nicht als überflüssig erscheint.

Die Methoden, die Höhenlage der oberen Waldgrenze zu bestimmen. Um die Seehöhe zu bestimmen, in der der Wald gegen oben hin sein Ende erreicht, dafür gibt es eigentlich nur zwei Wege: entweder die Beobachtung und Messung im Gelände oder die Schätzung nach der Karte. Ohne Frage liefert von beiden Verfahren das erste genauere Ergebnisse; doch darf der dabei erzielte Grad von Genauigkeit, was die ziffernmäßigen Angaben betrifft, nicht überschätzt werden. Wer je Höhenwanderungen derart ausgeführt hat, daß er in jenem Streifen des Gehänges bleibt, wo hochstämmiger Wald und alpiner Gras- und Strauch-

¹⁾ Physikalische Untersuchungen in den Alpen, 1850

wuchs einander treffen, der weiß, daß man oft lange gehen muß, ehe man einen Waldstreifen entdeckt, der bei natürlichem Wachstum sein oberes Ende in einer so scharf gezeichneten Linie findet, daß ausgesprochen werden kann: diese und diese Bäume sind die letzten, die noch einem geschlossenen Holzbestande angehören, messe ich also die Seehöhe ihrer Standörter, so ist damit die Waldgrenzhöhe selbst aufs genaueste bestimmt; viel häufiger wird der Beobachter an die Messung der Lage einzelner Bäume mit dem bangen Gefühle der Unsicherheit, welche er unter ihnen auswählen sollte, herangehen müssen. Es ist dies eben in der Natur der Waldgrenze begründet, die ja keine Linie, sondern einen Saum von wechselnder Breite darstellt.

Daraus ergibt sich ein wertvoller Maßstab bei der Beurteilung der Zahlenangaben für die Waldgrenzhöhe. Bei diesen Zahlen sind die Einerposten rein fiktiv, ja aller Wahrscheinlichkeit nach selbst die Zehner ziemlich unverläßlich, man wird demnach eine Angabe, wie „die Waldgrenze verlaufe an einem bestimmten Talgehänge in 1735 *m* Meereshöhe“, doch im besten Falle nur dahin interpretieren können, diese Zahl soll besagen, der Wald höre über 1750 *m* und unter 1800 *m* auf.

Ein so bescheidenes Ausmaß von Genauigkeit dürfte wohl auch durch aufmerksames Studium einer Detailkarte erzielt werden können, vorausgesetzt, daß sie eine genügende Anzahl Höhengeschichtlinien und eine sorgfältige Eintragung des Waldbestandes enthält. Gehen wir einmal von dieser Annahme aus — indem wir es späterer Betrachtung vorbehalten, ihre Richtigkeit zu prüfen — so ergibt sich folgender Tatbestand: Der Wald wird auf Karten in der Regel durch eine Anzahl Kreisringelchen angedeutet; es läßt sich nun ohneweiters angeben, zwischen welchen Isohypsen jedes dieser Zeichen liegt, ja meist noch, ob in der Mitte oder näher der einen oder der anderen Höhengeschichtlinie; mit anderen Worten, die Lage des Symbols ist mit einer Genauigkeit bestimmbar, die annähernd der halben Äquidistanz zweier Nachbarisohypsen gleichgesetzt werden kann. Wenn also eine Karte, wie dies bei der Spezialkarte der österr.-ungar. Monarchie im Maßstabe 1 : 75 000 zutrifft, Höhenlinien von hundert zu hundert Metern aufweist, so kann die Höhenlage der Waldgrenze mit einer Genauigkeit von etwa 50 *m* bestimmt werden, wofern nur die Ringelchen, die den obern Waldsaum markieren, wenigstens annähernd an der richtigen Stelle in die Karte eingetragen wurden.

Die Prüfung der beiden Methoden, die bei der Feststellung der Waldgrenzhöhen in Anwendung kommen können, ergibt demnach: Die Schätzung nach der Karte steht, wenn bei deren Herstellung die nach dem modernen Stande der Technik mögliche Sorgfalt aufgewendet wurde, der direkten Messung im Gelände an Genauigkeit nur wenig nach; ja sie bietet sogar Vorteile, deren diese entbehrt, nämlich die Möglichkeit, weit ausgedehnte Gebiete sozusagen mit einem Blick zu übersehen. Der Einzelne, wäre er auch noch so fleißig, kann doch höchstens nur in einer einzigen Gebirgsgruppe — auf wenigen Tausend Quadratkilometern — die Waldgrenze beobachtend und messend abgehen, wie dies ja in einzelnen Teilen der Ostalpen Fritsch und Reishauer durchführten. Solange sie nicht eine große Zahl Nachfolger finden — und damit hat es wohl noch gute Weile — werden diese Arbeiten stets Stückwerk bleiben müssen, die Ergebnisse ihrer Forschungen nur örtlich beschränkte Gültigkeit haben. Die Karte, deren wir uns bedienen wollen, bietet dagegen eine Übersicht über ein mehr als 100 000 km^2 umfassendes Land. Durch ihre Verwendung tritt an die Stelle der genauen, aber vorläufig nur auf engbegrenztem Gebiete durchführbaren Einzelbeobachtung die minder genaue, aber ganze Länder umfassende Massenbeobachtung.

Das Kartenmaterial. Die Blätter der Originalaufnahme des österreichisch-ungarischen Generalstabswerkes in 1 : 25 000 sind leider nicht wie die italienischen oder schweizerischen Meßtischblätter im Handel; der Verfasser mußte sich also mit ihrer Verkleinerung auf ein Drittel begnügen, die unter dem Titel: „Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie im Maßstabe 1 : 75 000“ ausgegeben wird. Von diesem großen Kartenwerke kamen im ganzen 90 Blätter in Betracht, die sich auf Teile des ostalpinen Gebietes beziehen. Ehe sie auf die Waldgrenzhöhen hin untersucht wurden, war es nötig, sich zu vergewissern, ob sie jenen Anforderungen an Genauigkeit entsprechen, von der im methodischen Teile Erwähnung getan wurde. Bei dem hohen Ansehen, dessen diese Karten sich in Fachkreisen zu erfreuen haben, und der großen Bedeutung, die speziell dem Walde für militärische Zwecke zukommt, war dies von vorneherein wohl zu erwarten. Um aber ja sicher zu gehen, wurden verschiedene Kontrollen angestellt. Der Verfasser selbst machte Stichproben im Gebiete der Gurktaler und Seetaler Alpen, indem er mit dem

Kartenblatte in der Hand Messungen in der Natur vornahm; sie fielen durchaus günstig aus. Ebenso befriedigte auch ein Vergleich, der angestellt wurde zwischen den von Reishauer gegebenen Zahlen und der Schätzung nach der Karte. Einen wichtigen Behelf bei der Durchführung der Untersuchung boten die vorzüglichen Karten einzelner Gebirgsgruppen, die meist im Maßstabe 1:50 000 und 1:25 000 mit 50 m Höhenlinien vom Deutschen und Österreichischen Alpenvereine ausgegeben werden. Für jeden Teil des Untersuchungsgebietes, für den eines dieser Meisterwerke von Kartentechnik vorlag, wurde stets eine solche Karte zum Vergleiche mit der Spezialkarte herangezogen und in allen Fällen, wo sich Unterschiede ergaben — es waren auffallend wenige! — die Angaben der genaueren Karte bevorzugt. So wurde versucht, eine möglichst gute Grundlage für die Untersuchung zu gewinnen; daß sie trotz alledem an Genauigkeit hinter dem Imhof zur Verfügung stehenden Kartenmaterial um vieles nachsteht, bleibt freilich eine unumstößliche Tatsache.

Die Durchführung der Untersuchung. Schon im methodischen Abschnitte wurde angedeutet, wie mit Hilfe der Karte die Waldgrenzhöhen gefunden werden können. Das Verfahren, das dabei eingeschlagen wird, ist, in aller Kürze besprochen, folgendes: Indem man auf der Karte ein Berggehänge nach dem andern auf das Vorhandensein von Waldparzellen prüft, sucht man die Höhe des oberen Saumes derselben dadurch zu ermitteln, daß man die Isohypsenpaare bestimmt, zwischen denen die den Waldsaum markierenden Kreisringelchen eingetragen wurden. Für ein Gehänge eines Gebirgszuges wurden auf diese Weise oft viele approximative Zahlenwerte gewonnen; als diese Angaben in Gruppen geordnet waren, ergab eine Übersicht, daß sie selbst für ein ganz engbegrenztes Gebiet zunächst sehr starke Unterschiede aufweisen und daß die aus ihnen abgeleiteten Mittelwerte geeignet sind, eine ganz unrichtige Vorstellung von der Höhenlage der Waldgrenze zu erwecken. Dem Geographen, den die Waldgrenze doch nur als eine klimatische Folgeerscheinung beschäftigt, liegt wenig daran, zu erfahren, wie hoch im Mittel der Wald an einer Berglehne tatsächlich emporreicht; dieser Mittelwert ist viel zu veränderlich; denn ein Mensch ist imstande, ihn gar nicht unbedeutend zu beeinflussen; er braucht nur einen Streifen Wald abholzen, sein Vieh an den Wald weidend herankommen oder kahle Flächen neu aufforsten zu lassen. Neben dieser künstlichen Beeinflussung der Waldgrenze gibt es auch eine natür-

liche; vor allem hindern steile Felspartien, an denen die Verwitterungskurve nicht in zusammenhängenden Decken haften kann, oder Halden von Schutt, der noch die Gehänge herabkriecht, den Waldwuchs bis zu jener Höhe emporzuklimmen, die er sonst überall in der Nachbarschaft erreicht. Alle diese Beeinflussungen, das Eingreifen des Menschen, wie die Beschaffenheit des Geländes, wirken in demselben Sinne, nämlich die Höhe der Waldgrenze herabdrückend.¹⁾ Es ergibt sich daraus, daß nur die oberen Säume der in einem Gebiete am höchsten emporreichenden Waldstreifen für unsere Zwecke geeignete Werte abgeben, denn sie allein liegen annähernd in jener Höhe, bis zu welcher das Klima das Fortkommen eines geschlossenen Waldbestandes noch zuläßt. Die Nutzenanwendung aus dieser Erkenntnis für unsere Untersuchung ergibt sich ganz von selbst. Im weiteren Verlaufe der Untersuchung durften von den vielen Zahlen, welche als die Höhen der einzelnen Waldstreifen ermittelt wurden, für jedes Teilgebiet nur die relativ höchsten Verwendung finden; es konnte nämlich angenommen werden, daß diese ungefähr jener Höhe entsprechen, bis zu der der Wald innerhalb eines bestimmten Gebietes überall hinaufreichen würde, wenn dem nicht Umstände von der Art, wie die eben besprochenen, entgegengewirkt hätten, da ja das Klima eines bestimmten Höhengürtels auf nicht zu große Entfernungen hin wohl als wesentlich gleichartig angesehen werden kann. Diese Höchstzahlen passen, wenn man sie auf hundert Meter abrundet, überaus gut zueinander; auf benachbarte Gebiete kommen entweder dieselben Werte, oder solche, die ein allmähliches, nicht unregelmäßiges, sprunghaftes Ansteigen anzeigen. Am klarsten gibt diese Tatsachen eine Karte wieder, welche auf folgendem Wege hergestellt wurde. Über die Ravensteinsche Karte der Ostalpen im Maßstabe 1 : 500 000 wurde eine Pause gespannt und auf dieser an allen jenen Stellen, die auf der Karte den höchsten Waldpartien entsprachen, die Ziffern für die ermittelten Waldgrenzhöhen eingetragen; damit war die Grundlage für den Entwurf von Isohylen²⁾ gegeben.

¹⁾ Es ist klar, daß auch die Aufforstung nur dort Wald wiederherstellen kann, wo er einst vorhanden war, nicht in Gebieten, wo das Klima dies hindert; durch Aufforstung wird also die Waldgrenze nur in die ursprüngliche Höhenlage gebracht, nicht absolut emporgehoben.

²⁾ Diese von de Quervain (Die Hebung der atmosphärischen Isothermen. Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. VI, H. 4, 1903.) zuerst gewählte Bezeich-

Man kann die Bedeutung dieser Linien nicht besser kennzeichnen als mit jenen Worten, die Richter auf S. 282 seines Buches: „Die Gletscher der Ostalpen“ für den Sinn und Wert der Schneegrenzlilien findet; die bloße Ersetzung des Wortes: Schneedurch Wald- genügt, um die betreffenden Stellen des Buches auch hier anwenden zu können: „Es scheint nicht undurchführbar, jene Gebiete, welche tatsächlich gleiche Waldgrenzhöhen besitzen, durch gleiches Flächenkolorit zusammenzufassen. Die Flächen müssen natürlich auch Grenzen haben; die betreffenden Linien der Karte (also in unserem Falle die Isohylen) haben nur die Bedeutung von beiläufigen Begrenzungen der von ihnen eingeschlossenen Flächen, für welche die eingeschriebenen Zahlen gelten. Sie bezeichnen stellenweise einen schroffen, anderen Orts einen allmählichen Übergang.“ Ebenso könnte man den Satz: „Wenn in einem Gebiete die Schneegrenze hoch und in einem anderen niedrig liegt, so nötigt uns nichts, anzunehmen, daß in den Zwischenräumen auch die Zwischenstufen vertreten sein müssen. Dort, wo wir keine Schneegrenze beobachten können, dort gibt es tatsächlich keine“ auch für die Waldgrenze niederschreiben. Doch gilt er nicht in demselben Umfange für diese, wie für jene; denn die Lücken sind im Waldkleide der Ostalpen viel, viel kleiner als in ihrem Schneemantel. Bloß in der Voralpenzone, wo nur ganz wenige Bergspitzen jene Höhe erreichen, in der man ungefähr die Waldgrenze wird annehmen dürfen, liegen die Dinge für diese ebenso ungünstig, wie überall in den Alpen für die Schneegrenze, daß nämlich die Anhaltspunkte für den Entwurf der Isolilien weit voneinander abstehen, dem Zeichner also ein unerwünscht großer Spielraum zu Gebote stéht, seine Kurven nach Gutdünken zu ziehen. Für das eigentliche Gebirgsland dagegen stehen so viele Beobachtungen zur Verfügung — unsere Karte in 1 : 500 000 erscheint geradezu bedeckt mit lauter Ziffern für Waldgrenzhöhen! — daß der Kurvenverlauf der Isohylen sogar viel sicherer festzustellen ist als der aller meteorologischen Elemente. So festigte sich in uns die Meinung, daß sich die Waldgrenzverhältnisse bei Spezialuntersuchungen nur in Einzelheiten anders darstellen werden, als wir es angenommen haben, während die

nung für die Linien, welche Orte gleicher Waldgrenzhöhen verbinden, scheint mir zutreffender als die Benennung Waldisohypsen, die Imhof schuf, denn sie fügt sich auch ihrer Wortbildung nach gut in jene lange Reihe der Iso-Linien aller Art ein.

großen Züge, auf die es uns ja hauptsächlich ankommt, von unserem persönlichen Urteil ganz unabhängig sind und in dieser Hinsicht einen zuverlässigen Ausgangspunkt für weitere Schlüsse bilden.

Die Waldgrenze im Kartenbilde. Obwohl es sehr wünschenswert erschien, die folgenden Erörterungen durch einen Abdruck der Karte der Waldgrenze zu unterstützen, konnte sich doch der Verfasser noch nicht entschließen, einen solchen der Öffentlichkeit zu übergeben, denn es steht zu erwarten, daß eine nochmalige Überprüfung des Materiales und Lokalaugenschein an einzelnen Stellen, die nach der Spezialkarte Besonderheiten im Verlaufe der Waldgrenze vermuten lassen, Verbesserungen der Karte bringen werden. Doch können diese nur mehr Änderungen in Einzelheiten bedeuten, die großen Züge treten bereits in der gegenwärtigen Bearbeitung der Karte mit großer Deutlichkeit hervor; deshalb mögen die wichtigsten unter ihnen schon in dieser vorläufigen Mitteilung kurz skizziert werden.

Der Einfluß der Massenerhebung auf die Lage der Waldgrenze kommt auch im Gebiete der Ostalpen aufs klarste zur Geltung. An den Randketten der Ostalpen verläuft die Grenze des geschlossenen Waldwuchses überall ungefähr in einer Meereshöhe von 1500 *m*; je weiter wir von hier aus in die zentralen Gebiete des Gebirges vordringen, desto höher sehen wir auch den Wald am Gehänge emporsteigen, und zwar ist der Zusammenhang so innig, daß gerade dort, wo ausgedehnte Flächen des Gebirges sich in bedeutender Höhe befinden, dieses Emporrücken der Waldgrenze am stärksten auftritt.

Von allen Gruppen der Ostalpen ist die der Öztaler Alpen durch die größte Massenerhebung ausgezeichnet; diese ist gleichzeitig auch die einzige unter ihnen, die eine größere Fläche aufweist, wo der Wald über 2300 *m* emporsteigt. Dagegen reicht er dort, wo, wie in den Alpen etwa östlich vom Meridian des Neumarkter Sattels, nur einzelne Gipfel das zweite Tausend an Seehöhe überschreiten, nirgends auf größere Strecken hin höher als bis 1800 *m*. Da die Alpen gegen Osten hin stetig an Höhe der Gipfel wie auch an Massenerhebung abnehmen, so ist von vorneherein zu erwarten, daß in derselben Richtung auch ein Absteigen der Waldgrenze zutage treten wird. Am anschaulichsten zeigt sich die Richtigkeit dieser Annahme, wenn man für eine Anzahl von Meridianstücken, die die Ostalpen queren, die Mittelwerte der Waldgrenze zu bestimmen versucht; man erhält diese

durch die Anwendung eines Verfahrens, das ganz jenem entspricht, durch welches man aus dem Profil eines Bergzuges dessen mittlere Kammhöhe bestimmt. In ein rechtwinkliges Koordinatensystem werden die Horizontalabstände zweier Isohylen als Abszissen, die Höhenstufen von 100 zu 100 *m* als Ordinaten eingetragen, dann die so erhaltenen Punkte durch Gerade miteinander verbunden, hierauf wird die Fläche, die diese Verbindungslinie und die beiden Achsen des Koordinatensystems einschließen, ausplanimetriert; der Quotient aus der Größe der Fläche und der Gesamtlänge aller Abszissenstücke ergibt die mittlere Höhe der Figur und damit graphisch die mittlere Waldgrenzhöhe.

Die nachstehende kleine Tabelle enthält die auf diese Weise bestimmten Mittelwerte:

Tabelle I

Meridiane östlich von Ferro	Mittlere Höhe der Waldgrenze in den österreichischen Alpen längs dieser Meridiane
28° 30'	2054 <i>m</i>
29° 0'	1913 „
29° 30'	1983 „
30° 0'	1913 „
30° 30'	1829 „
31° 0'	1756 „
31° 30'	1791 „
32° 0'	1700 „
32° 30'	1610 „
33° 0'	1543 „
33° 30'	1498 „

Diese Zusammenstellung läßt mit voller Sicherheit zwei Tatsachen erkennen: 1. die Waldgrenze sinkt nach Osten zu, und zwar außerordentlich rasch, nämlich im Bereiche der Ostalpen um 556 *m*, also etwa um 100 *m* von einem Längengrad zum nächsten; 2. diese Abnahme erfolgt mit großer Stetigkeit, nicht sprunghaft. Die Abweichungen unter dem 29.^o und 31.^o — schon ziffernmäßig nicht groß — dürfen wohl als bloß scheinbare Ausnahmen von dieser Regel angesehen werden; denn der Umstand, daß die Waldgrenze unter 29° tiefer liegt als 30' östlicher davon, wird zur Genüge durch den

Zufall erklärt, daß der Meridian von 29° gerade die Senke der Etschbucht durchzieht, die zweite Unregelmäßigkeit dürfte dadurch verursacht sein, daß unter $31^{\circ} 30'$ die mächtigen Gebirgsstöcke der Julischen Alpen liegen, welche, weil noch auf der österreichischen Spezialkarte dargestellt, mit ihren Waldgrenzverhältnissen bei der Mittelbildung herangezogen werden konnten, während dies unter 31° bei den Karnischen Alpen mangels einer geeigneten Karte ausgeschlossen war; deshalb ergab die Berechnung hier einen zu niederen Mittelwert.

Ob die hier gegebenen Erklärungsversuche für die Ausnahmen nun ausreichend sind oder nicht, so sind diese doch keinesfalls von solcher Beschaffenheit, daß sie die Regel umzustößen imstande wären. Wir können daher an unserer Behauptung, daß die Waldgrenze gegen Osten stetig an Höhe abnehme, festhalten. Es scheint aber, als gäben die gefundenen Zahlen noch näheren Aufschluß über die Art dieser Abnahme; trägt man nämlich die Mittelwerte in ein Koordinatensystem ein, derart, daß die Abstände der Meridiane als Abszissen, die für sie gefundenen Waldgrenzmittel aber als Ordinaten erscheinen, und verbindet man die so bestimmten Punkte durch eine Kurve, so zeigt diese einen umso steileren Abfall, je östlicheren Meridianen die einzelnen Punkte entsprechen, die sie verbindet; daraus läßt sich der Satz ableiten, die Abnahme der Waldgrenzhöhe erfolgt nicht gleichmäßig, sondern je weiter nach Osten, desto rascher.

Es wird eine der wichtigsten Aufgaben späterer Untersuchungen sein, zu prüfen, ob auch diese zweite Behauptung sich wird in voller Schärfe aufrecht erhalten lassen oder nicht. Sollte dies der Fall sein, dann wird man nach den Ursachen für diese Erscheinung forschen müssen; es gibt einige Anzeichen dafür, daß die Abnahme der Massenerhebung allein nicht zur Erklärung ausreicht, sondern daß da Unterschiede im Klima zwischen den westlichen und östlichen Teilen von Österreichs Alpen mit im Spiele sind. Doch sind dies alles heute noch reine Vermutungen, die ich aber doch nicht unterdrücken wollte, um so zeigen zu können, an wie große Probleme von weitesttragender Bedeutung die Betrachtung der Waldgrenze heranreicht.

War der Einfluß der Massenerhebung auf die Waldgrenze und ihre Höhenlage auch im Ostalpengebiete aufs deutlichste nachzuweisen, so gelingt dies ebenso in betreff der zuerst von

Ed. Brückner¹⁾ vertretenen Ansicht, daß dabei nicht so sehr die Höhe der Gipfel als die der Talsohlen das Ausschlaggebende ist. Das beste Beispiel, das hierfür als Beweis herangezogen werden kann, gibt das hochgelegene Pustertal, an dessen Gehängen der Wald bis über 2100 *m* hinaufreicht.

Neben diesen großen Zügen im Verlaufe der Waldgrenze treten im Kartenbilde auch Einflüsse auf sie zutage, die nur innerhalb enger Grenzen wirksam sind. Hierher gehört z. B. das Zusammenrücken der Isohylen in der Umgebung von Seen, wie es besonders beim Gardasee auffällt. Diese Erscheinung, die auf ein außerordentlich rasches Sinken der Waldgrenze hindeutet, dürfte kein Zufall sein, denn sie wiederholt sich auch im Bereiche des Bodensees und in abgeschwächtem Maße selbst in der Nähe der Salzkammergutseen; vielmehr glaube ich annehmen zu dürfen, daß sich in ihr lokale Klimaunterschiede zu erkennen geben. Bereits Sendtner hat in seinem 1854 erschienenen Buche „Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns“ an einen solchen Einfluß des Bodensees gedacht. Ein solcher Zusammenhang zwischen See und Waldgrenze könnte vielleicht, wie folgt, erklärt werden: Der Waldwuchs bedarf zu seinem Bestande einer gewissen Wärmesumme, die während der Vegetationszeit tagsüber erreicht werden muß. Der Einfluß einer Wassermasse auf die sie umgebende Luft besteht hauptsächlich in einer Minderung der Temperaturextreme; dies bedeutet für die Vegetationszeit Erniedrigung der Tagesmittel und insbesondere der Mittagtemperaturen. Unter sonst gleichen Umständen müssen also die Wärmesummen, die für das Gedeihen des Waldes in erster Linie in Betracht kommen, in der Umgebung von Seen geringer sein als gewöhnlich; es werden daher — eine annähernd gleich rasche Abnahme der Wärme mit der Höhe vorausgesetzt — auch die Wärmesummen auf den Gehängen in der Nähe von Seen schon in tieferem Niveau unter jenen Betrag herabgehen, der dem Minimum für den Waldbestand entspricht und mithin auch die Wälder dort tiefer enden, als dies auf den Bergen fern von größeren stehenden Gewässern der Fall ist. Diese Argumentation durch Ziffernreihen vollständig zu belegen, ist heute leider noch unmöglich, weil die dazu nötigen stündlichen Temperaturbeobachtungen

¹⁾ Brückner, Sur les limites d'altitude dans les Alpes suisses. (Arch. d. sciences phys., Genf 1898, p. 606.)

aus jenen Regionen, in denen bei uns in der Regel der Waldwuchs der Alm weicht, nicht vorliegen. Kann unter solchen Umständen der gegebene Erklärungsversuch nicht mit Sicherheit als richtig bewiesen werden, so gewinnt er doch an Glaubhaftigkeit durch Berechnungen, deren Ergebnisse hier nur kurz mitgeteilt werden sollen. Es wurden die Temperaturen in Stationen verglichen, von denen immer eine an einem See, die andere aber fern von einem solchen liegt. Den Tabellen in den Jahrbüchern der K. K. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wurden die 2^h-Temperaturen an diesen Orten für die Monate Mai—September (was etwa der Vegetationszeit an der oberen Waldgrenze entspricht) entnommen, fünfjährige Mittel derselben gebildet und diese wie auch die Jahrestemperaturen verglichen.

Ein Beispiel: Riva und Ala wurden derart auf ihr Klima untersucht, beide sind einander benachbart, ungefähr in derselben Breite und am Südausgange von Tälern, jenes liegt am Ufer des großen Gardasees, dieses bleibt aber seinem Einflusse durch die Höhen des Monte Baldo vollständig entzogen. Das Jahresmittel der Temperatur in Riva (1895—1899) ist = 13·3, in Ala nur 12·2, es ist also Ala um 1·1° kälter als Riva; dementsprechend würde man vermuten, daß auch die 2^h-Temperaturen der Monate Mai—September in demselben Lustrum in Ala niedriger wären als in Riva, allein gerade das Gegenteil tritt aufs deutlichste hervor, die Differenz ist zugunsten Alas, das in den Sommermonaten in der heißesten Tageszeit durchschnittlich 2·2° höhere Temperaturen aufweist als der Nachbarort am See. Dieselbe Erscheinung, wenn auch nicht mit solcher Schärfe, tritt auch bei den anderen untersuchten Stationspaaren auf; sie zeigt, wie stark größere Seen die Wärmeverhältnisse ihrer Umgebung beeinflussen und gerade in jener Jahreszeit, die für den Waldwuchs maßgebend ist, nämlich tagsüber in den Spätfrühlings- und Sommermonaten. Soll dieser Einfluß, den wir nur an Orten in den Tiefen der Täler nachweisen konnten, nicht auch in den darüberlagernden Schichten der Luft und daher auch an den in sie hineinragenden Berggehängen wirksam sein, wenn auch wahrscheinlich mit einiger Abschwächung? Es dürfte dies wohl angenommen werden können.

Noch manch andere Spuren lokaler Einflüsse auf die Waldgrenze gibt die Isohylenkarte wieder; wir wollen aber nur noch kurz des Einflusses gedenken, den der Wind auf den Verlauf der

Waldgrenze ausübt. Er äußert sich besonders an den Talausgängen und in der Nähe der Talschlüsse, wenn in diese Gletscher hineinreichen. Die kalten Nordwinde erniedrigen die Temperatur an den Gehängen jener Täler, in die sie eindringen können, und drücken dadurch auch den Wald herab; deutlich zeigt dies der Verlauf der Isohylen von 1600—1900 *m*, die alle im Bereiche des Inntales, von Kufstein herein, und des Salzachtales, südlich von Salzburg, weit gegen das Innere des Gebirges zurückweichen. Ebenso wirken die Winde, die von den Gletschern ins Tal hinauswehen; so kommt es, daß in manchen Fällen, wie im obersten Kaunsertale und in den Tauerntälern, die oben festgestellte Regel von dem Ansteigen der Waldgrenze mit der Talsohle für das oberste Talstück nicht zutrifft, weil die Wirkung der Massenerhebung durch das Herabstürzen der eisigen Bergwinde lokal aufgehoben wird.

Die Höhe der Waldgrenze in den einzelnen Teilen der österreichischen Alpen. Ehe daran gegangen werden konnte, die durchschnittliche Höhe der Waldgrenze auch für einzelne Teile unseres Gebietes zu ermitteln, mußte die Frage gelöst werden, wie diese Teile abzugrenzen wären. Dies lief also auf eine Auswahl unter den bestehenden Alpeineinteilungen hinaus; sie fiel auf die, welche August v. Böhm (in den Geographischen Abhandlungen von Penck, I. Bd., 1887) entwarf. Entscheidend dafür war, ganz abgesehen von dem Ansehen, dessen sich diese Einteilung allgemein erfreut, der Umstand, daß auch Richter ihr folgte, als er die Gletscher der Ostalpen einzeln besprach. Denn nur dann, wenn der Behandlung der Waldgrenze jenes System zugrunde gelegt wurde, das bei der Schneegrenze Anwendung fand, war es möglich, den Abstand von Schnee- und Waldgrenze auch in den einzelnen Gruppen festzustellen.

Sobald diese Vorfrage ihre Lösung gefunden hatte, galt es, in die Isohylenkarte die Grenzen, welche Böhm für die einzelnen Gruppen gefunden hatte, einzutragen. Hierauf wurde für jedes derart abgegrenzte Gebiet die mittlere Waldgrenzhöhe berechnet; es empfahl sich, dabei ähnlich zu verfahren, wie wenn es gilt, für ein Gebiet auf Grund von Isohypsen die mittlere Höhe desselben durch die hypsographische Kurve auszuwerten.¹⁾ Wie dort die einzelnen Abszissen proportional sind den Flächen, die von zwei benachbarten Isohypsen begrenzt sind, so entsprechen

¹⁾ Vgl. Penck, Morphologie der Erdoberfläche I, 43.

sie hier bei unseren Zeichnungen den Arealen der zwischen zwei Isohylen liegenden Räume. Das Ergebnis dieser etwas mühseligen Auswertungen findet man zusammengestellt in der folgenden Tabelle.

Tabelle II

**Die mittlere Höhe der Waldgrenze in den einzelnen Gruppen
der österreichischen Alpen**

(Einteilung nach A. v. Böhm)

	Meter	Meter	Meter
A. Gneisalpen			
I. Rätische Alpen	1)		
1. Silvretta-Alpen			
Ferwallgruppe	1946
2. Ötztaler Alpen	2087	
a) Ventergruppe	2173
b) Stubaierguppe	2019
3. Adamello-Alpen	2057	
4. Ortler-Alpen	2192	
5. Pensergerbirge	2060	
II. Die Tauern	1954		
1. Die Hohen Tauern	2016	
a) Zillertaler Alpen	1905
b) Venedigergruppe	2010
c) Glocknergruppe	1966
d) Goldberggruppe	1976
e) Ankogelgruppe	1937
f) Pfundersergruppe	2070
g) Riesenerfernergruppe	2220
h) Villgratenergebirge	2160
i) Röthgruppe	2130
j) Schobergruppe	2062
k) Sadnig-Kreuzeckgruppe	1973
2. Niedere Tauern	1838	
a) Radstädter Tauern	1864

1) Mittelwerte werden von den Gruppen und Untergruppen nur dann angeführt, wenn alle ihre Teile auf österreichischem Boden liegen.

	Meter	Meter	Meter
b) Schladminger Alpen . . . . .		..	1967
c) Wölzer Alpen . . . . .	..	..	1851
d) Rottenmanner Tauern . . . . .	..	..	1712
e) Tamsweg-Sekkauer Höhenzug . . . . .	..	..	1761
III. Norische Alpen	1696		
1. Gurktaler Alpen		1803	
a) Stang-Alpen . . . . .		..	1882
b) Metnitz-Alpen . . . . .		..	1767
c) Afritzer Berge . . . . .	..	..	1760
d) Wimitzer Berge . . . . .		..	1650
2. Lavanttaler Alpen . . . . .	..	1661	
a) Seetaler Alpen			1733
b) Saualpe			1670
c) Packalpe . . . . .	..		1670
d) Koralpe . . . . .		..	1621
e) Waldkogelzug . . . . .	..	..	1700
3. Bacher- und Bosruckgebirge . . . . .	..	1512	
a) Bacher ¹⁾			
b) Bosruck ¹⁾			
IV. Cetische Alpen	1539		
1. Floningzug		1550	
2. Gleinalpenzug . . . . .	..	1649	
3. Fischbacher Alpen . . . . .	..	1500	
Fischbacher Zug . . . . .	..	..	1571
Die übrigen Untergruppen ²⁾			
4. Grazer Bucht . . . . .	..	1554	
B. Schieferalpen			
I. Salzburger Schieferalpen	1850		
1. Tuxer Tonschiefergebirge . . . . .	..	1942	
2. Kitzbüheler Alpen		1810	
a) Kelchsauer Alpen . . . . .	..	..	1822
b) Glemmtalgruppe . . . . .	..	..	1800
3. Dientener Berge . . . . .	..	1980	

¹⁾ Nicht mehr bestimmbar, weil zu wenig Anhaltspunkte.

²⁾ Hier sind brauchbare Mittelwerte nicht mehr zu berechnen.

	Meter	Meter	Meter
4. Gründecker Berge . . . . .	..	1770	
II. Eisenerzer Alpen	1667		
C. Nördliche Kalkalpen			
I. Allgäuer Alpen			
1. Lechtaler Alpen			
a) Rotwandgruppe . . . . .	..	..	1822
b) Parseyerkette ¹⁾	1991
II. Nordtiroler Kalkalpen			
1. Wettersteingruppe . . . . .	..	1945	
2. Karwendelgruppe . . . . .	..	1955	
3. Brandenbergergruppe . . . . .	..	1790	
4. Kaisergebirge ¹⁾	1623	
III. Salzburger Kalkalpen			
1. Waidringer Alpen . . . . .	..	1660	
2. Berchtesgadener Alpen			
a) Königseegruppe . . . . .	..	..	1695
b) Tennengebirge ¹⁾	1690
3. Ausseer Alpen . . . . .	..	1723	
a) Dachsteingruppe . . . . .	..	..	1731
b) Prielgruppe . . . . .	..	..	1715
IV. Österreichische Alpen	1520		
1. Ennstaler Alpen . . . . .	..	1694	
2. Hochschwabgruppe . . . . .	..	1691	
3. Schneebergalpen ²⁾	1554	
D. Südliche Kalkalpen			
I. Etschbuchtgebirge			
1. Brentagruppe . . . . .	..	1980	
2. Sarcagruppe . . . . .	..	1760	
3. Nonsberger Alpen . . . . .	..	1864	
II. Südtirolisches Hochland	2017		
1. Cima d'Astagruppe . . . . .	..	1963	
2. Porphyryplateau von Bozen . . . . .	..	1923	

¹⁾ Die übrigen Unterabteilungen sind nicht mehr auf österreichischem Boden.

²⁾ Die übrigen Gruppen bieten zu wenig Anhaltspunkte, so daß die Mittelwerte ganz unzuverlässig sind.

	Meter	Meter	Meter
3. Pfannhorngruppe . . . . .	..	2130	
4. Südtiroler Dolomiten . . . . .	..	2069	
a) Fassaner Dolomiten ¹⁾			
b) Badiotenhochland ¹⁾			
c) Ampezzaner Dolomiten ¹⁾			
III. Karnische Alpen	1793		
1. Gailtaler Alpen . . . . .	..	1839	
2. Karnische Hauptkette . . . . .	..	1874	
3. Karawanken . . . . .	..	1702	
IV. Julische Alpen			
1. Raibler Alpen			
Trentagruppe ²⁾		1603
2. Steiner Alpen . . . . .	..	1609	

Wald- und Schneegrenze. Die in unseren Tabellen gegebenen Zahlen gewinnen erhöhtes Interesse, wenn man sie mit den Angaben vergleicht, die Richters Werk: „Die Gletscher der Ostalpen“ über die Schneegrenze in den Ostalpen enthält, weil dadurch der mittlere Abstand in der Lage dieser beiden Höhenlinien festgestellt werden kann. Zunächst wurde der Versuch gemacht, nach der kleinen Karte der Isochionen von Richter Mittelwerte der Schneegrenze zu berechnen, wie früher für die Waldgrenze; man kann sie der folgenden **Tabelle III** entnehmen.

Meridian von Ferro	Mittlere Schneegrenze	Abstand zwischen Schnee- und Waldgrenze
28° 30'	2788 m	734 m
29° 0'	2746 „	833 „
29° 30'	2714 „	731 „
30° 0'	2680 „	767 „
30° 30'	2660 „	831 „
31° 0'	2558 „	802 „

¹⁾ Hier ist die Kurvenführung der Isohylen zu unsicher, um verlässliche Mittel für die Unterabteilungen zu gewinnen.

²⁾ Die übrigen Gruppen liegen nicht mehr auf österreichischem Boden.

Die mittlere Entfernung der beiden Höhenlinien voneinander beträgt demnach 783 m; die Abweichungen von diesem Werte im einzelnen erreichen im Höchsthalle ± 50 m.

Das vorhandene Zahlenmaterial gestattet aber noch weiter ins einzelne vorzudringen, denn es ist möglich, den Höhenunterschied zwischen Wald- und Schneegrenze für die einzelnen Gruppen der Alpen zu bestimmen. Das Ergebnis der Berechnungen faßt die Tabelle IV zusammen.

Tabelle IV

Die Wald- und die Schneegrenze in den einzelnen Alpengruppen

Name der Gruppe	Schnee- grenze	Wald- grenze	Unter- schied
			Seite
1. Ferwallgruppe	2650	1946	704
2. Ortlergruppe	2900	2192	808
3. Adamellogruppe	2850	2057	793
4. Ventergruppe	2950	2173	777
5. Stubaiergruppe	2800	2019	781
6. Zillertalergruppe	2750	1905	845
7. Venediger- u. Röthgruppe (227)	2700	2070 ²⁾	730
8. Riesenfernergruppe	2800	2222	580
9. Glocknergruppe	2800	1966	834
10. Schobergruppe	2800	2062	738
11. Goldberggruppe	2700	1976	724
12. Ankogelgruppe	2700	1973	727
13. BrentaGruppe	2700	1980	720
14. Südtiroler Hochland	2750	2017	733
A. Nördliche Kalkalpen (74)	2500	1790	710
B. Gneisalpen	Mittel aus dem unter 1-7 und 9-12 gegebenen Unterschiede		} 769
C. Südliche Kalkalpen	Mittel aus dem unter 13 und 14 gegebenen Unterschiede		
Ostalpen	Mittel aus A—C . 735		

¹⁾ Die Zahl in () vor den Schneegrenzangaben enthält das Zitat nach Richters „Gletscher der Ostalpen“.

²⁾ Mittel aus den Werten 2010 und 2130 für jedes der beiden Gruppen, die Richter im Gegensatze zu Böhm zusammengezogen hat.

Die Tabelle IV lehrt, daß der durchschnittliche Abstand zwischen den beiden Höhenlinien 735 *m* beträgt; auch hier sind die Abweichungen von diesem Durchschnittswerte in den einzelnen Fällen eigentlich sehr gering, besonders, wenn von den extremen Werten 580 und 845, die ganz vereinzelt dastehen, abgesehen wird; denn sonst belaufen sie sich durchschnittlich nur auf ± 31 *m*.

Die Tabelle IV ergibt als durchschnittlichen Abstand der Waldgrenze von der Firnlinie 735; diese Zahl steht in höchst wünschenswerter Übereinstimmung mit dem Mittelwerte nach Tabelle III = 769, sodaß wohl mit großer Zuverlässigkeit der Satz wird ausgesprochen werden können: Die Waldgrenze liegt im Gebiete der Ostalpen ungefähr 750 *m* tiefer als die Firnlinie.

Geographisches Institut der Universität Graz

Mai 1905
