

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut Rübel (Zürich)  
**Band:** 12 (1936)

**Artikel:** Zur Geschichte, klimatischen Begrenzung und Gliederung der immergrünen Mittelmeerstufe  
**Autor:** Gams, Helmut  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307198>

#### 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:** 02.02.2026

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

# **Zur Geschichte, klimatischen Begrenzung und Gliederung der immergrünen Mittelmeerstufe.**

Von *Helmut Gams*, Innsbruck.

## **1. Zur Vegetationsgeschichte des Mittelmeergebietes.**

Nessun dominio floristico è stato più tormentato del nostro, ed in nessuno più che in essa l'uomo ha impresso fin da tempo remoto tracce profonde e quasi indelebili. *Baccarini* 1899.

Bei Erörterungen über die Grenzen des Mittelmeergebietes und seiner Stufen wird meist zu wenig beachtet, dass diese ganz gewaltige Verschiebungen in horizontaler und vertikaler Richtung durchgemacht haben.

Seit den bekannten Zusammenstellungen von *Andersson*, *Blanckenhorn*, *Taramelli* u. a. (Stockholm 1910) und *Braun-Blanquet* (1919/23) hat sich unsere Kenntnis der pleistozänen und holozänen Geschichte der Mittelmeerländer durch stratigraphische und besonders mikrostratigraphische Untersuchungen wesentlich erweitert und vertieft. Noch sind diese viel zu lückenhaft, als dass schon wie für grosse Teile von Mittel-, Nord- und Osteuropa eine geschlossene Vegetations- und Klimageschichte geschrieben werden könnte, aber gewisse für das Verständnis der heutigen Vegetationsverteilung sehr wesentliche Züge lassen sich doch schon herausschälen.

Von Südfrankreich bis ins Kaukasusgebiet sind bereits viele pliozäne und pleistozäne Floren und Faunen beschrieben worden, die aber grossenteils den heutigen der betreffenden Gebiete recht ähnlich sind, was eine genauere Datierung, wie sie *Depéret*, *Dainelli*, *Mochi*, *Obermaier*, *Pavlov* u. a. versucht haben, sehr erschwert. Es ist aber auch längst erkannt, dass die Klimageschichte mindestens der südlichen und östlichen Mittelmeerländer ganz anders verlaufen ist als im grössten Teil von Europa. Den dort kalten und kontinentalen Eiszeiten entsprechen

Fluvialzeiten mit eustatischer Hebung des Meeresspiegels und starker Tuffbildung an Quellen und in Höhlen, den im Norden vorwiegend feuchtwarmen Interglazialen aride Perioden. Entsprechende Alternanz zeigt auch die Neuzeit mit ihrer Annäherung an eiszeitliche Zustände (Revertenz nach L. v. Post):

Während der Meeresspiegel an den meisten nordeuropäischen Küsten zurückweicht (iso- und eustatisch), steigt er an den italienischen Küsten regelmässig an (vgl. D. Albiani 1933), ohne doch schon die Höhe der Schotterterrassen des letzten Pluvials zu erreichen, die auf weite Strecken zu verfolgen sind und die schon von La Marmora, Cuvier, Partsch u. a. untersuchten Knochenbreccien enthalten.

Das ältere Pluvial, das wohl den beiden altpleistozänen Eiszeiten entspricht, wird nach Blanckenhorn in Palästina durch eine zwar nur kurze, aber extreme Wüstenzeit in zwei Regenzeiten gegliedert. Eine sehr viel längere Wüstenzeit trennt das ältere vom jüngeren Pluvial in ganz Nordafrika (Näheres z. B. bei Brooks) und Palästina, wahrscheinlich auch in grossen Teilen des südlichsten Europa. Zur Ergänzung der vielfach, so von Breuil, Commont, Depéret, Fliche, Obermaier und Wiegers, beschriebenen klassischen Quartärprofile aus Spanien und Frankreich (z. B. denen der alt- und mittelpaläolithischen Floren von La Celle und La Perle mit *Laurus canariensis*, *Ficus*, *Juglans*, *Cercis*, *Buxus* usw., vgl. die Uebersicht Brau - Blanquet) seien aus der grossen Zahl der in den letzten Jahren beschriebenen Profile 3 besonders lange Zeiträume umfassende herausgegriffen:

1. Die von G. A. Blanc ausgegrabene und 1920—1930 beschriebene Grotta Romanelli in der Terra d'Otranto an der Apulischen Küste. Das Profil umfasst von oben nach unten:

A—B 1,4 m braunen Löss mit Lagen von Wüstensand und einer Fauna kühler Waldsteppen

C—D 1,6 m braunen Löss mit Kälte anzeigen der Fauna wie Steinbock, Garvogel (*Alca impennis*) u. a., dazu jungpaläolithische Geräte

E 0,6 m Braunerde mit Wüstensand und Waldsteppenfauna (u. a. Wildesel und Steinbock), dazu Werkzeuge von Moustérien- und Aurignacientyp

F ganz dünne obere Sinterschicht mit Steinbock

G 0,8 m Roterde mit Wüstensand und reicher Fauna, u. a. Damhirsch, *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Hippopotamus* neben Steppentieren wie Schakal und Trappen

H 0,2 m untere Sinterschicht mit Hase, Kaninchen und Fuchs

I—K bis 1,6 m Strandschotter mit ähnlicher Fauna wie G, doch ohne eigentliche Steppentiere.

Blanc, Mochi und Negri parallelisierten die untere Sinterschicht H mit dem ersten Würmvorstoss und die Schichten C und D mit den letzten Vorstössen der letzten Eiszeit («Post-Bühl»), was mir aus folgenden Gründen unmöglich scheint:

a) Es konnten diese letzten Vorstöße, während welcher bereits Mitteleuropa dicht bewaldet war (Rudolph, Firbas), in Unteritalien unmöglich eine stärkere Abkühlung bewirken; vielmehr können die Schichten C und D nur den Höchstständen der letzten Eiszeit entsprechen.

b) Der Moustier-Aurignac-Charakter der Steingeräte in E weist darauf, dass erst die obere Sinterschicht F dem Moustier-Vorstoss der letzten Eiszeit entspricht.

c) Die beiden durch die untere Sinterschicht H getrennten *Antiquus*-Faunen entsprechen ganz natürlich dem D- und E-Interglazial im Sinne P. Becke und Gams' (Eclogae 1934/35).

Leider wurden die in mehreren Kulturschichten, die demnach bis ins letzte Interglazial hinabreichen, gefundenen Holzkohlen noch nicht bestimmt.

2. Die Sandgrube von Torre del Lago am Lago di Massaciuccoli (s. Fig. 1, S. 175) hat nach A. Blanc und Marchetti folgendes Profil von oben nach unten erschlossen:

A  $\frac{1}{2}$  m Niedermoortorf mit Resten von Hirsch und Biber unter rezenten *Phragmiteten*, *Cladieten* und kleinen Sphagneten (u. a. mit *Osmunda* und *Anagallis tenella*)

B—C 7 m fossilleerer Quarzsand, oben fein, gelblich, unterwärts größer, grau

D 5 m grober Wüstensand mit vielen Windkantern und Steinwerkzeugen von Moustier- und Aurignac-Typ

E 4 m feiner Meeressand

F 6 m Meeressand mit 86 Molluskenarten, die zumeist nur noch im südlichen Mittelmeer leben, unterwärts von Bohrmuscheln besiedelte Torfgerölle

G mindestens 4 m toniger Sand mit zahlreichen, stark gepressten, schon vor der Ueberflutung verfestigten Torfschollen.

Nach der Pollenanalyse Marchettis, welche Torgionis Holzanalyse bestätigt, enthält dieser Torf 81—100 % *Pinus* (vorherrschend *silvestris*, wohl auch *mugo* und *cembra*, sicher nicht *pinea*, *pinaster* oder *halepensis*), bis 8 % *Picea* und *Abies*, bis 5 % *Betula* und ganz vereinzelt *Alnus* und *Salix*.

Die unter dem heutigen Meeresspiegel gelegene Wüstenschicht dürfte dem ausklingenden letzten Interglazial und Moustier-Vorstoß entsprechen, die darunter liegenden Meeressande, deren Fauna nach A. Blanc von der tyrrhenischen verschieden ist, eher dem D-Interglazial und der Risseiszeit als dem E-Interglazial, der Glazialtorf darunter somit einer altpleistozänen Eiszeit, wohl Mindel II = Saxonien = Sicilien. Ähnliche Torfe haben schon 1896 Meli von der römischen Küste bei Nettuno und 1904 Pantanelli aus der Umgebung von Viareggio beschrieben. Am Musolini-Kanal bei Littoria im Pontinischen Feld liegt nach A. Blanc 1935 über tyrrhenischem Sand ein eiszeitlicher Schwemmtorf mit Holz von *Abies*, *Quercus robur* und *Corylus*.

Aus diesen Profilen wie auch aus den bis an die toscanischen und kroatischen Küsten reichenden Mammutfunden folgt, dass mindestens 2 Eiszeiten auch an den italienischen Küsten sehr stark abkühlend gewirkt haben und zu Beginn der letzten ein Wüstenklima herrschte. Es können somit weder die Pinienwälder, noch die Auenwälder mit *Periploca* in der Selva Pisana als Tertiärrelikte gedeutet werden.

3. Aus Illyrien haben 1934 Černjavski und Kirilin Gyttja- und Torfproben von bis über 15 m Tiefe reichenden Bohrungen bei Sisak an der Save beschrieben, die eine ähnliche Klimafolge, doch ohne aride Phasen andeuten. In den meisten Proben dominiert Föhrenpollen (in den untern wohl meist von *Pinus silvestris*, vielleicht auch *nigra* und *leucodermis*, in höheren *P. pinaster* und *peuce*). Die tiefsten Proben enthalten viel *Picea*, *Alnus*, *Ericaceen*, *Eriophorum*, *Carex* und *Sphagnum*, lassen also auf Moorbildung in kühlem Klima schliessen, wogegen der Niedermoortorf der höheren Proben in zeitweise wärmerem und trocknerem Klima gebildet worden ist. Eine genauere Datierung ist vorerst nicht möglich.

Dem Vordringen nordischer Pflanzen und Tiere während der Eiszeiten und von Wüstenelementen in den Interglazialen steht

eine zeitweise grössere Ausbreitung der immergrünen Gehölze in den entgegengesetzten Richtungen gegenüber. Auf keinen Fall dürfen wir die Mittelmeerländer in ihrer Gesamtheit ohne weiteres als geschlossene Refugien einer subtropischen Lebewelt bewerten.

Für die postglaziale Klimgeschichte stehen immer noch recht vereinzelte Pollendiagramme aus den Pyrenäen (P. Keller 1929), der Auvergne (Denis, Erdtmann u. Firbas 1927, Firbas 1931), den Cevennen (Firbas 1931, vgl. auch Braun-Blanquet 1933), Korsika (Firbas 1927), Oberitalien (Keller 1931, Dalla Fior 1932/5), den Abruzzen (Marchetti 1935), Jugoslawien (Černjavski 1931—35), Bulgarien (Stojanoff u. Georgieff 1934) und der Kolchis (Dokturovsky 1931) zur Verfügung. Diejenigen aus den Pyrenäen, Cevennen, aus der Auvergne und den Südalpen lassen, wie Braun-Blanquet in Uebereinstimmung mit Firbas und Keller und im Gegensatz zu Gaußsen mit Recht feststellt, keine xerothermische, sondern nur eine langdauernde warme (hypsothermische) Periode erkennen. In diese Zeit fällt u. a. ein Vorstoß von *Quercus ilex* nach Norden, wie Holzfunde bei Hotin am Dnestr (Popovici) und Krems an der niederösterreichischen Donau (Hofmann und Pia) beweisen.

Dagegen deuten die Seeprofile von Crete auf Korsika, Blace, Skutari und Katlanovo auf eine längere wirkliche Trockenperiode, welche aber wahrscheinlich weder derjenigen Briques (Präboreal—Boreal), noch derjenigen Sernanders und Webers (Subboreal) entspricht, sondern dem im Norden feuchtwarmen Atlanticum zwischen beiden. Noch schärfer als in Südeuropa scheint die Alternanz mit dem extramediterranen Europa z. B. in Aegypten ausgedrückt zu sein.

Diese Vorgänge sind für die Floengeschichte von grosser, bisher nicht genügend gewürdigter Bedeutung. Sie werfen neues Licht auf den starken konservativen Endemismus einerseits in denjenigen Gebieten, die an der Grenze der beiden gegensätzlich schwankenden Florenreiche liegen und daher von den Feuchtigkeitsschwankungen am wenigsten betroffen werden (viele iberische, südfranzösische und balkanische Gebirge), andererseits in den aus orographischen Gründen dauernd niederschlagsreichsten Gebieten (Ligurien, Insubrien, Montenegrinisch-Albanisches Bergland, Kolchis etc.)

im Gegensatz zur Armut und Trivialität vieler mediterraner Trockenengebiete. Der starke Endemismus der montenegrinisch-albanischen Gebirge beruht nicht nur auf dem reichlichen Vorkommen von Ophiolithen in seit dem Tertiär nie vergletschert oder überflutet gewesener Lage, sondern wie derjenige der Baetischen Kordillere, der Ligurischen Küste und der Apuanischen Alpen (Fig. 1 und 2), der Rhodope, Strandja und Kolchis vor allem auf einem den der Südalpen noch weit übertreffenden Niederschlagsreichtum, den wir auch für die Trockenperioden annehmen dürfen. In den Pluvialzeiten werden auch die Zwischengebiete eine ähnlich reiche Vegetation getragen haben, doch wurde sie dort durch die Trockenzeiten immer wieder dezimiert. An der Vernichtung der immergrünen Vegetation hat seit dem Altpaläolithikum auch der Mensch teilgenommen, und ihm ist es zuzuschreiben, wenn die unter dem heutigen Klima mögliche Wiederausbreitung der immergrünen Vegetation in den meisten Gebieten nur dort erfolgt, wo der Mensch mehr oder weniger bewusst mithilft.

Die bis heute umstrittene Frage, ob der von den westlichen Mittelmeerländern bis Dalmatien und weiter so einheitlich zusammengesetzte *Quercus ilex*-Wald einst das ganze Gebiet der immergrünen Mittelmeerstufe eingenommen hat oder ob, wofür neuerdings z. B. Markgraf eintritt, auch Macchien ohne ausgeprägte Eichenwaldschicht als Klimax auftreten können, ist neu zu prüfen. Wenn heute das Wachstum nicht nur der mediterranen Föhren, sondern auch baumförmiger Eichen im ganzen Macchiengebiet möglich ist, sind wir noch nicht zu dem Schluss berechtigt, dass nur der Mensch die früher vorhanden gewesenen Steineichen-, Korkeichen- und Lorbeerwälder vernichtet hat, sondern müssen schon auf Korsika, Sardinien, in Mittel- und Unteritalien mit einer postglazialen Wüstenzeit rechnen, deren Höhepunkt aber schon in der klassischen Kulturperiode längst vorüber war.

Damit erscheinen auch die vielen Inseln stärker xeromorpher Vegetation im ganzen Mittelmeergebiet bis zu den spanischen und marokkanischen Meseten in neuem Licht. Die z. B. von Huguet del Villar verneinte Frage, ob es in Spanien wirkliche Steppenböden und alte Steppenvegetation gibt, dürfte für mehrere Perioden doch zu bejahen sein. Auch die auf den meisten Mittelmeergebirgen vertretenen, grossenteils endemischen Xerophyten aus Gattungen

wie *Iris*, *Sesleria*, *Astragalus*, *Euphorbia*, *Paronychia*, *Plantago*, *Artemisia* u. a. dürften grossenteils Relikte aus arideren Perioden sein.

Schliesslich haben die genannten Verschiebungen bewirkt, dass die immergrüne Mittelmeerregion ringsum von «submediterranen» Uebergangszonen umschlossen sind, die ihr wohl grossenteils zu verschiedenen Zeiten angehört haben und teils mit, teils ohne Zutun des Menschen entrissen worden sind.

## 2. Immergrüne Stufe und Mittelmeerregion.

Cette région à pour caractère des hivers doux dont la température ne s'abaisse que rarement et pour peu d'heures seulement jusqu'au point de congélation, des étés chauds et secs, enfin des pluies qui ne tombent qu'en automne et au printemps, saison où l'atmosphère est très humide. Les arbres et arbustes à feuillage persistant prédominent. *Ed. Boissier 1867.*

Wer zuerst Vegetationsstufen unterschieden hat, wissen wir nicht. Ihr Vorhandensein kann einem Plinius, der bereits die meisten Bäume der Alpen kannte, einem Albertus Magnus, der in seinem *Liber de natura locorum* schon im 13. Jahrhundert Betrachtungen über den Einfluss verschiedener Klimate auf Pflanzen und Tiere anstellt, und den bergfreudigen Humanisten der Renaissance von Petrarca bis zu seinem Verehrer Bembo kaum entgangen sein, wenn auch ihre Schriften darüber wenig enthalten. Klimatisch oder vielmehr phänologisch charakterisierte Höhenstufen beschreibt K. Gesner 1555 vom Pilatus. Es folgen die Besteigungen des Baldo durch Aldrovandi und Calzolari, der 1566 den Florenwechsel anschaulich schildert. Und 1655, also lange vor Haller, vergleicht Dodoneus die Höhenstufen der Südgebirge mit den Breitezonen. Eine erste kartographische Darstellung südeuropäischer Höhenstufen gibt 1783 Soulavie, wobei er bereits das Orangenklima, Olivenklima, Rebenklima, Kastanienklima usw. durch Temperatursummen zu charakterisieren versucht. Grisebach stellt 1838 die Flora mediterranea der mitteleuropäischen und alpinen gegenüber. Schouw zieht 1847 bereits auch die Niederschlagsverhältnisse zur Beschreibung der Höhenstufen der Südalpen und Appenninen heran, und 1855 sucht A. De Can-

dolle die Areale zahlreicher südeuropäischer Pflanzen klimatologisch zu umgrenzen.

Die noch heut allgemein übliche Umgrenzung der immergrünen Mittelmeerstufe stammt aber doch wohl erst vom besten Kenner ihrer Flora im vorigen Jahrhundert, Boissier (vgl. obiges Zitat). Die meisten seitherigen Fassungen wie die berühmte Darstellung Grisebachs von 1872 und die neueren von Engler und Drude bis zu Th. Fischer, Hayek, Rikli u. a. stimmen im wesentlichen mit ihr überein.

Als einer der ersten hat wohl Baccarini 1899 die Beschränkung der Mittelmeerregion auf die immergrüne Stufe kritisiert und betont, dass neben dieser Stufe ein weiteres *Dominio Mediterraneo* zu unterscheiden ist, das bis zu den mitteleuropäischen Waldgebieten und eurasischen Steppengebieten reicht und durch engste Wechselbeziehungen mit der immergrünen Stufe verbunden ist. Schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hat Lorenz (s. S. 187) ähnliches empfunden, und in neuerer Zeit haben z. B. Adamović, Emberger und Markgraf mehrere mediterrane Stufen unterschieden und den thermisch entsprechenden des mitteleuropäischen Florengebiets gegenübergestellt.

Emberger und Szymkiewicz betonen, dass von verschiedenen Autoren klimatisch ganz ungleiche Stufen mit gleichen und gleichwertige mit verschiedenen Namen belegt werden, und fordern eine Parallelisierung auf rein klimatologischer Grundlage, wogegen z. B. Braun-Blanquet und Gausse von der Vegetation allein ausgehen wollen und Negri eine vermittelnde Stellung einnimmt.

Das sehr unübersichtliche Bild, das heute die Höhenstufen der Mittelmeergebirge bieten, röhrt aber nicht nur von diesen verschiedenen Auffassungen her und daher, dass die Stufengrenzen tatsächlich nicht überall die gleichen klimatischen Ursachen haben, sondern kommt vor allem davon, dass die Vegetation jeder Stufe aus sehr mannigfältigen Komplexen besteht, deren Zusammensetzung und Verteilung nur teilweise klimatisch bedingt ist. Neben der zonalen Vegetation, d. h. den Klimaxkomplexen, finden wir stets auch kleinklimatisch bestimmte, extrazonale Enklaven und Exklaven, sowie edaphisch und wirtschaftlich bestimmte und darum azonale bzw. intrazonale Komplexe im Sinne Paczkis und Ale-

chins. Je stärker die Vegetation gestört ist, um so schwieriger ist es, die Klimaxkomplexe abzugrenzen, und es ist daher auch bisher für die meisten Mittelmeerländer nur sehr schematisch und in grossem Maßstab versucht worden, so in Südfrankreich durch Flahault 1897, Coste, Braun-Blanquet, Molinier u. a., in Italien durch Fiori, Gortani u. a., im nördlichen Adriagebiet durch Adamović, Baumgartner u. a. (s. S. 187), in Albanien durch Markgraf, im Orient durch Eig und Grädemann, in Nordwestafrika durch Emberger usw. (vgl. auch Rubner 1935).

Die Begriffe «climatrical climax» und Höhenstufe decken sich nicht. Wohl ist jede Stufengrenze eine Klimaxgrenze, aber nur solche Klimaxgrenzen sind wirkliche Stufengrenzen, die thermisch bestimmt sind. Als rein thermische Stufen können u. a. die von Thurm (1849, p. 52) unterschiedenen «Klima» (austral, chaud, moyen, froid, boreal), die von Engler (1882, p. 334 ff.) innerhalb seiner Gebiete, Provinzen und Zonen unterschiedenen «Regionen» und die Waldstufen H. Mayrs und Pavari gelten, deren Namen (*Lauretum*, *Castanetum*, *Fagetum* usw.) jedoch sehr unglücklich gewählt sind und deren Begrenzung durch um je 2° differierende «Tetrathermen» viel zu schematisch ist, da ja schon längst bekannt ist, dass die Grenzen der unteren Stufen hauptsächlich von der Winter-, die der oberen von der Sommertemperatur abhängen.

Nicht thermisch bestimmt und daher für eine allgemeingültige Stufengliederung abzulehnen ist dagegen die mehr landschafts- als vegetationskundliche Ausscheidung einer besonderen Ebenenregion (Velenovsky 1891, Caruel 1892, Adamović 1905 u. a.) unterhalb der immergrünen Mediterranstufe und die von den gleichen Autoren vorgenommene Zerlegung der Montanstufe in eine submontane unterhalb und die eigentlich montane oberhalb der unteren Bergnebelgrenze, die gewiss an vielen südeuropäischen Gebirgen sehr ausgeprägt ist, aber in thermisch sehr verschiedener Höhe liegen kann. Ebensowenig können die Wald- und Baumgrenzen verschiedener Holzarten ohne weiteres parallelisiert werden.

Gewiss nimmt im allgemeinen die Niederschlagsmenge mit der Meereshöhe zu (vgl. S. 176), und insofern kann auch dadurch eine Zonation oder Stufenbildung entstehen, die aber stärker als die

thermische von der Orographie abhängt, und in noch höherem Grad gilt das von der Luftfeuchtigkeit und der durch ihr Maximum erzeugten Bergnebel- oder Wolkenwaldstufe, die von den Kanaren und Iberischen Gebirgen bis zu den Balkangebirgen schon oft beschrieben worden ist.

Zu einer zahlenmässigen Erfassung der Verdunstungsgrössen (Transeau, Knoche, Leick, H. Meyer, Szymkiewicz u. a.) in den verschiedenen Höhenstufen der südeuropäischen Gebiete liegen zudem so wenig vergleichbare Daten vor und die Fehlerquellen sind so zahlreich, dass ich hier auf eine Auswertung von Grössen wie des Sättigungsdefizits und der Abkühlungsgrösse, so sehr ich von ihrer physiologischen Wichtigkeit überzeugt bin, verzichten und mich im folgenden auf Schattentemperatur und Niederschlagsmenge beschränken muss. Dass damit das tatsächliche Vegetationsklima nur sehr grob erfasst werden kann, ist mir wohl bewusst.

Die bisherigen Versuche zur kartographischen Umgrenzung des Mittelmeergebiets haben zu ganz verschiedenen Ergebnissen geführt, da sie von verschiedenen Voraussetzungen ausgehen (vgl. hierüber Szymkiewicz 1933). Während die einen Autoren nur die vorherrschend immergrüne Mediterranstufe dazuzählen, deren Ausdehnung bisher am richtigsten Rubner 1935 (im Osten jedoch unvollständig) dargestellt hat, dehnen es andere bis zur Nordgrenze der Olivenkultur (vgl. die Karten bei Th. Fischer und Rikli) und einzelner Waldbäume, wie *Quercus ilex* aus. Fiori zählt selbst die nordalpine Föhnlage dazu. Markgraf rechnet zum Mittelmeergebiet auch die nicht durch Nebelwald abgetrennten Nadelwaldstufen, Adamović auch die Buchen- und Tannenwälder der Nebelzone. Für ihre Einbeziehung lässt sich anführen, dass diese Wälder nachgewiesenermassen nur im weiteren Mittelmeergebiet die Eiszeiten überdauern konnten und sich aus ihm wiederholt ausgebreitet haben; dagegen, dass sie weder physiognomisch noch klimatologisch von den entsprechenden mitteleuropäischen Wäldern getrennt werden können.

Es ist am besten, scharf zwischen der wirklich immergrünen Mediterranstufe (Macchien- oder Lauretum-Stufe, Horizont der immergrünen, mediterranen Sklerophyllen nach Negri) und den sie mehr oder weniger konzentrisch umschliessenden Zonen abnehmen-

der Ausstrahlung mediterraner Elemente zu unterscheiden. Solche reichen ja bis Irland und England (vgl. *Salisbury* 1932), Südskandinavien (vgl. u. a. *Kotilainen* und *Hård av Segers t a d*), ins Oder- und Donaugebiet (vgl. u. a. *Podpěra* 1906, *Wangerin* 1932, *Steffen* 1935), wo sie vielfach nach *Kerners*, *Englers* und *Graebners* Vorgang grossenteils zu Unrecht als «pontisch» oder «pannonisch» bezeichnet worden sind. Ebenso unpassend sind diese Namen für die kontinentalen Elemente sibirischer Herkunft, von denen viele, z. B. *Astragalus exscapus*, bis Mitteleuropa und Spanien ausstrahlen.

Submediterranen Charakter hat ein grosser Teil der atlantischen Küsten bis zur Bretagne und Südirland sowie die bis ins obere Rhein-, Elbe- und Donaugebiet und ins Krim-Kaukasusgebiet reichende Flaumeichenregion. Das bis Südskandinavien und ins Ostbalkikum reichende *Quercus sessiliflora*-Gebiet möchte ich dagegen nicht mehr submediterran nennen, obgleich ich, wie ich 1926 ausführlich begründet habe, *Q. sessiliflora* für einen Abkömmling der *Q. pubescens* halte. Ich muss es auch als unzweckmässig bezeichnen, wenn z. B. *Tüxen* und *Hartmann* die so stark verarmten *Q. sessiliflora*-Wälder Norddeutschlands zum *Quercion pubescentis*- bzw. zum *Quercus pubescens-Lithospermum purpureocoeruleum*-Verband rechnen, der vielmehr auf den wirklich submediterranen Bereich zu beschränken ist. Von andern Konsoziationen gehört diesem u. a. auch die der *Pinus nigra* an.

«Härteskalen» für mehr oder weniger mediterrane Pflanzen haben u. a. *Hoffmann* 1865 und *Seljaninov* 1928 aufgestellt.

### 3. Die Verfahren zur Ermittlung klimatischer Grenzfaktoren für Areal- und Stufengrenzen.

Nous pensons donc que la limite des espèces est régie par une combinaison d'éléments plus complexe qu'on ne l'a supposée, et qu'il doit entrer dans son expression plusieurs facteurs, savoir le chiffre thermométrique . . ., ensuite l'action des roches soujacentes, et enfin d'autres données climatologiques encore qui restent à apprécier. *Thurmann* 1849.

Die Mittelmeerländer sind für die Pflanzenklimatologie klassischer Boden, haben doch in ihnen schon 1785 *Soulavie* und 1847 *Schouw* Höhenstufen klimatologisch charakterisiert und 1855 A.

de Candolle nicht nur thermische, sondern auch hygrische Arealgrenzen zu bestimmen versucht. Während das inzwischen in den meisten Ländern gewaltig angewachsene klimatologische Material in Nordamerika (Transseau 1905, Livingston und Shreve 1921, Jenny 1928/29 u. a.) und Fennoskandia (Enquist 1924/33, Hesselmann 1932, Kotilainen 1933, Degelius 1935, Langlet 1935 u. a.) in gründlicher Weise für pflanzengeographische Zwecke ausgewertet worden ist, soweit es die Grobheit der makroklimatischen Daten gestattet, liegen aus Mittel- und Osteuropa und den Mittelmeerländern nur vereinzelte Versuche vor, wie diejenigen Amann's und des Verfassers für die Alpenländer, von Szymkiewicz für Südosteuropa, Seljaninov für Transkaukasien und Emb erg er für die westlichen Mittelmeerländer. Am genauesten ist das Bioklima und im besondern das Strahlungsklima bisher durch Dornó und seine Mitarbeiter für einige Stationen der Alpen und Aegyptens erfasst, deren Zahl aber viel zu klein ist, als dass schon eine biogeographische Auswertung möglich wäre.

Die meisten Autoren, welche Klima und Vegetation der Mittelmeerländer behandeln (so Grisebach 1872, Th. Fischer 1879, Rikli 1912, Enculescu 1924, Adamović 1929, Negri 1934), stellen lediglich Zahlen zusammen, ohne den Versuch zu wagen, kartographisch darstellbare Grenzwerte zu bestimmen. Auch die Klimaformeln von Koeppen, Figurovsky und Penjugalov (vgl. Kap. 6 S. 193) ergeben solche nicht.

Die rein thermischen Verfahren, wie diejenigen Mayr's und Pavarí's und das wesentlich objektivere Enquist's (vgl. aber auch die Kritik Langlet's) sind gewiss zur Erfassung rein thermischer Stufengrenzen (s. Kap. 2) brauchbar, aber die meisten Vegetationsgrenzen sind, wie schon Wahlenberg, L. von Buch, Thurmánn u. a. erkannt haben, nicht nur thermisch, sondern auch hygrisch bestimmt. Für regionale Vergleichungen sind wir dabei ganz auf die Niederschlagsmengen angewiesen, da nur diese von genügend vielen Stationen bekannt sind. Am objektivsten werden sie mit den Temperaturwerten rein graphisch in Beziehung gebracht. Die hiezu gebräuchlichsten Hydrogrammfiguren Koeppen's und Raunkiaer's zeigen die jahreszeitliche Veränderung dieses Zusammenhangs für einzelne Stationen, ergeben jedoch keine zahlenmässigen, kartographisch verwertbaren Ausdrücke.

Solche können entweder graphisch oder durch Quotientenbildung erhalten werden. Im ersten Fall werden Mitteltemperatur und Niederschlagssumme als Koordinaten verwendet, wobei die Jahresmit-

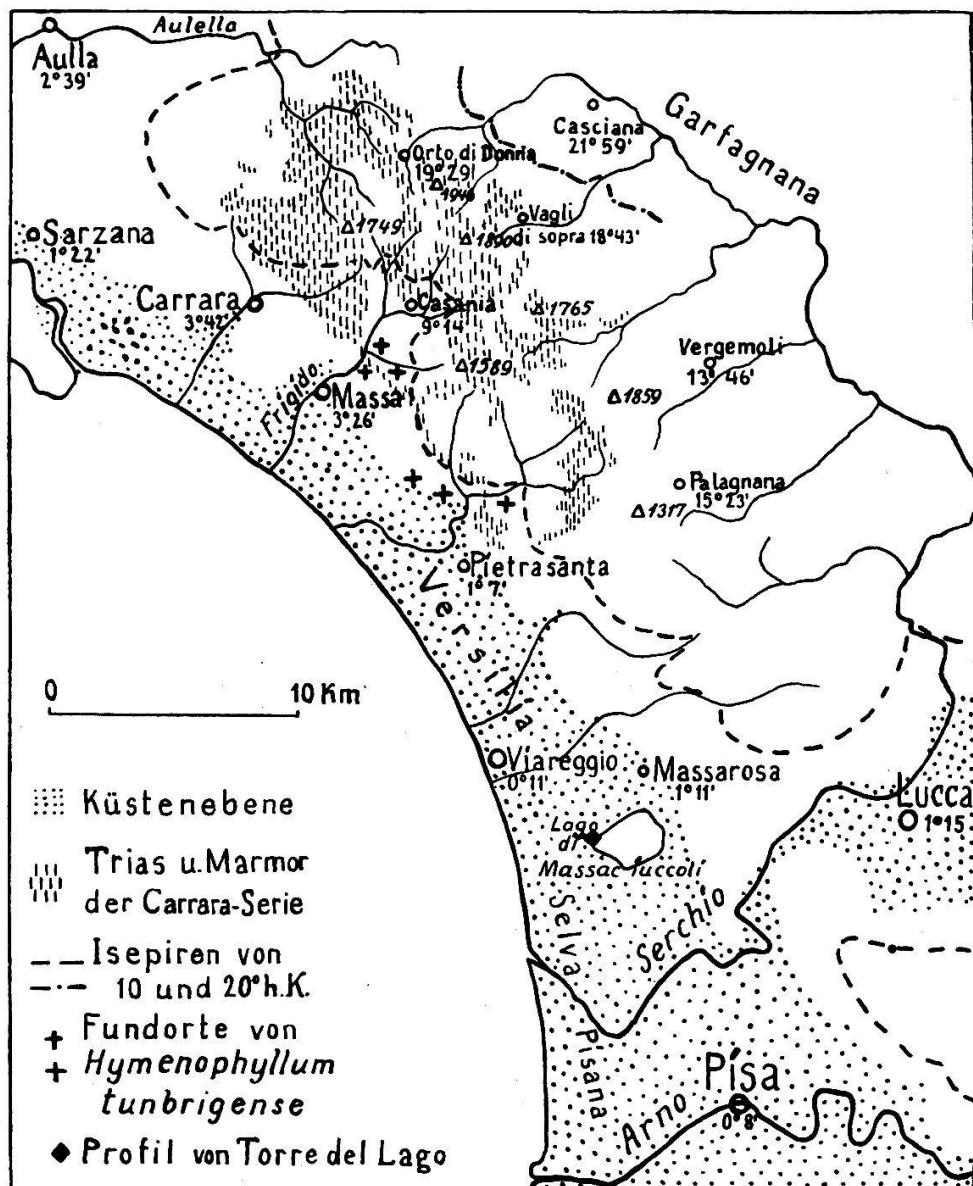


Fig. 1. Uebersichtskarte der Apuanischen Alpen.

tel jeder Station einen Punkt, die Monatsmittel eine Fläche ergeben. Durch Vergleichung solcher Flächen lässt sich unschwer feststellen, welche Jahreszeiten für bestimmte Grenzen entscheidend sind. (Vgl. auch Fig. 7 S. 196).

Nachdem viel mehr Niederschlags- als Temperaturstationen bestehen, habe ich (1923—32) zwecks Verfeinerung der kartographischen Darstellung die Mitteltemperatur durch die Meereshöhe ersetzt und als zahlenmässigen Ausdruck für die Lage in diesem Ko-

ordinatensystems den Ozeanitäts- bzw. Kontinentalitätswinkel eingeführt und zur Zeichnung von «Isepirenketten» benutzt (vgl. Fig. 1, 3, 4 und 8). Diese Karten besagen nicht mehr und sind darum nicht, abgesehen von den interpolierten Kurvenstrecken, hypothetischer als die hyetographischen Kurven (Fig. 2 und 7), somit keineswegs, wie einzelne Kritiker geglaubt haben, ein Ausdruck für die Luftfeuchtigkeit oder gar die Vegetation. Es wird ja bei dieser Darstellung nicht nur von der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge, sondern namentlich auch von der Nebelhäufigkeit gänzlich abstrahiert.

Immerhin lassen sich aus den Isepirenketten doch viele Schlüsse auf die Vegetation und den Verlauf der Stufengrenzen ziehen. So hat die immergrüne Meditarranstufe durchwegs eine hygrische Kontinentalität unter  $10^{\circ}$ , und je kleiner dieser Winkel ist, um so grösser ist bei entsprechender Temperatur der Anteil ozeanischer Elemente.

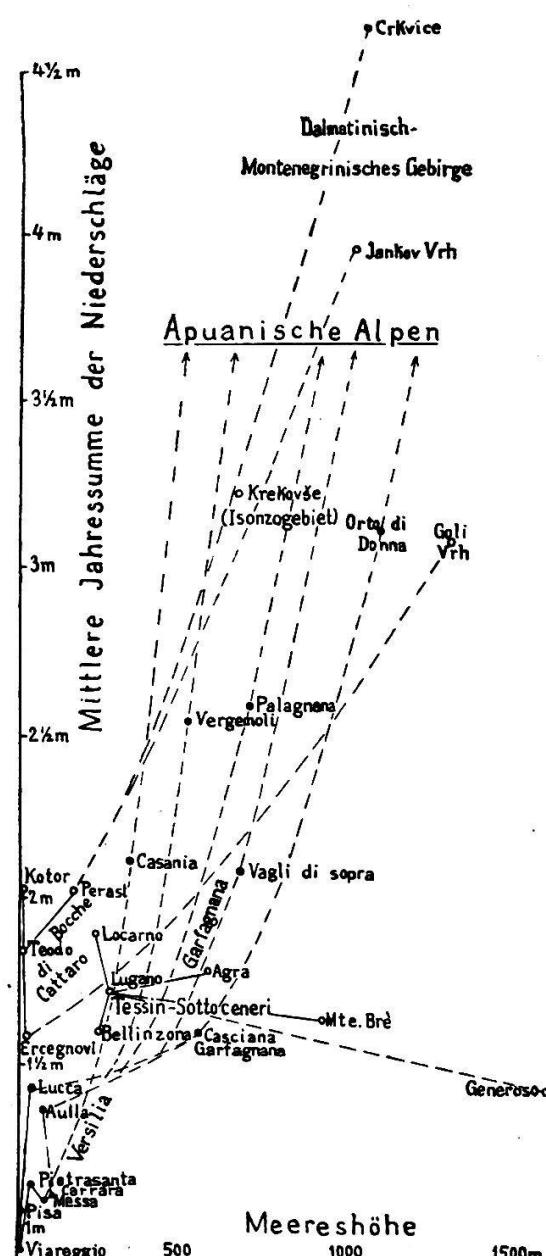


Fig. 2. Hyohypsogramm der Apuanischen Alpen, Südalen und Dalmatinisch-Montenegrinischen Gebirge.

Beispielsweise zeigt Fig. 1 eine nach den mir freundlichst von Prof. Chiarugi zur Verfügung gestellten Niederschlagsdaten von

15 Stationen (wovon nur Pisa und Lucca auch Thermometerstationen sind), konstruierte Isepirenkarte, in welche die Verbreitung des ozeanischen *Hymenophyllum tunbrigense* (ebenfalls nach Mitteilungen von Prof. Chiarugi), sowie die Ausdehnung der Küsten-ebene und der Trias- und Marmorserie von Carrara (diese nach R. Staub) eingetragen ist. Der Hautfarn meidet naturgemäss diese beiden Gebiete und ist überdies streng an die Zone niedrigster Kontinentalität gebunden, die in den, wie Fig. 2 zeigt, ungewöhnlich niederschlagsreichen Apuanischen Alpen auch sonst besonders reich an ozeanischen Elementen ist. Selbstverständlich häufen sie sich an Orten mit besonderem Lokalklima (so an den feuchtschattigen Sandstein- und Schieferfelsen um Stazzema), das aber nur durch direkte Kleinklimamessungen erfasst werden könnte.

Eine direkte Vergleichung des *Hymenophyllum*-Klimas der Toscana mit dem des norwegischen Westlands oder der Faeröer allein mit Hilfe von Isepirenkarten ist natürlich unmöglich, und Kotilainen hat auch vollkommen recht, wenn er die Uebertragung meines Verfahrens auf ganz Fennoskandien mit seiner grossen Breitenausdehnung und der überragenden Bedeutung des Golfstroms für unzulässig erklärt. Ebenso versagt das Verfahren zur Vergleichung unmittelbar am Meeresspiegel gelegener Orte (vgl. Kap. 4—6 und Fenaroli 1935), wo die Heranziehung direkter Temperaturmessungen unerlässlich ist.

Wir sind somit bei regionalen Untersuchungen über grössere Gebiete, wie die Mittelmeirländer auf Quotientenmethoden angewiesen, wobei immer zu berücksichtigen ist, dass niemals alle für die Vegetation wichtigen Klimafaktoren durch eine einzige Rechengrösse erfasst werden können und alle der von verschiedenen Autoren vorgeschlagenen Quotienten nur einer sehr groben Klassifikation dienen können.

Den einfachen Quotienten aus Jahresniederschlag und Mitteltemperatur hat W. Köppen eingeführt und Lang, Albert, de Martonne und Seljaninov haben ihn in verschiedener Weise modifiziert. Die durch Albert und Seljaninov eingeführte Beschränkung auf eine kürzere Vegetationsperiode fällt für die immergrüne Mittelmeerstufe, der Monatsmittel unter  $0^{\circ}$  fremd sind, dahin und damit entfallen auch manche der gegen Lang's Regenfaktor vorgebrachten Einwände. Hesselman hat für Skan-

dinavien Lang's Regenfaktor mit der Martonne's Ariditätsindex verglichen und hält den reziproken Wert des letztern, der sich jedoch nur unwesentlich von Lang's Quotienten unterscheidet, für den zweckmässigsten Ausdruck der Humidität.

Bei andern Quotientenverfahren wird als Ausdruck der thermischen Kontinentalität die Jahresschwankung entweder der Monatsmitteltemperaturen oder der mittleren Monatsextremtemperaturen eingeführt. Das älteste dieser Verfahren, der thermodynamische Quotient Fritz Kerner's, der neben der Jahresschwankung auch die Differenz der mittleren Herbst- und Frühlingstemperatur verwendet, ist m. W. nie für biogeographische Zwecke verwendet worden. In Betracht kommen für uns nur die Quotienten von Embberger 1930, Amann 1930 und Kotilainen 1933.

Embberger geht von dem Gedanken aus, dass die Feuchtigkeit in den Mittelmeirländern um so kleiner ist, je grösser die Jahrestemperatur und die Jahresschwankung ist, und bildet daher den

$$\text{Quotienten } \frac{P \cdot 100}{2 \left( \frac{M + m}{2} \right) \cdot (M - m)}$$

wobei P die Niederschlagsmenge,

M das mittlere Maximum des wärmsten und m das mittlere Minimum des kältesten Monats bedeutet\*). Nun ergibt aber die Ausrechnung dieser Formel  $\frac{100 P}{M^2 - m^2}$ . Das bedeutet, dass es keinen Unterschied ausmacht, ob m positiv oder negativ ist, und dass die Minima gegenüber den Maxima sehr stark zurücktreten, die tatsächliche Jahresschwankung also doch nicht zum Ausdruck kommt. Negative Werte von m kommen ja in Embberger's engerem Arbeitsgebiet nur selten vor, doch sieht sich dieser veranlasst, seinen Quotienten nur als Ordinate in einem Koordinatensystem zu verwenden, in welchem m nochmals als Abszisse erscheint. Pavari, der (1934) Embberger's Quotienten für 12 Stationen der Toscana berechnet hat, findet, dass diese bei dieser Berechnung wärmer scheinen als sie in Wirklichkeit sind, was nach der mitgeteilten Ausrechnung leicht verständlich ist.

Nach Amann ist die «Hygrothermie» des Klimas sowohl der Niederschlagsmenge wie der Mitteltemperatur direkt, der Jahres-

---

\*) Dieser «Quotient pluviothermique» ist nicht zu verwechseln mit dem Quotient pluviométrique von A. Angot 1906, welcher die Verteilung des Niederschlags auf die einzelnen Monate angibt.

schwankung der Temperatur umgekehrt proportional. Er bildet daher den Quotienten  $\frac{P \cdot T}{T^{VII} - T^I}$ . Nun kann aber die Multiplikation von Niederschlag und Temperatur keinen brauchbaren Ausdruck für das Vegetationsklima liefern, da ja beide in mehrfacher Hinsicht gegensätzlich wirken. Der Ausdruck bleibt unverändert, wenn bei gleicher Schwankung die Niederschlagsmenge halbiert, die Jahres temperatur verdoppelt, also die Aridität vervierfacht wird. Auch die Ersetzung des Jahresmittels durch die Summe von Frühlings und Herbstmittel, die A man n 1934 vorschlägt, hilft diesem Uebel stand nicht ab, und es ist auch nicht richtig, wenn er den Quotienten K o t i l a i n e n s für eine blosse Modifikation des seinigen hält.

K o t i l a i n e n s «Ozeanischer Index» ist =  $\frac{\text{Jahresniederschlag . (a-b)}}{10 \cdot (T^{VII} - T^I)}$  wobei a die Zahl der Tage mit Mitteltemperatur über  $0^\circ$  und b die Zahl der Tage mit Mitteltemperatur über  $10^\circ$ , die Differenz also die Zahl der Frühlings- und Herbsttage mit Mittel zwischen 0 und  $10^\circ$  ist. Diese Tageszahl ergibt tatsächlich, wie K o t i l a i n e n für Fennoskandien gezeigt hat, einen recht brauchbaren Ausdruck für die Ozeanität, der wohl überall anwendbar ist, wo Tagesmittel sowohl über 10 wie unter  $0^\circ$  vorkommen. Wenn aber b wegfällt, wie im Glazialklima oder a = b ist, wie im tropischen, wird der Ausdruck unbrauchbar, und schon im Mittelmeergebiet nimmt die Zahl der Frühlings- und Herbsttage mit steigender Ozeanität infolge des Fehlens einer Frostzeit nicht mehr zu, sondern mit zunehmender Winterwärme ab. So bleibt also die Brauchbarkeit auch dieses Quotienten auf bestimmte Klimagebiete beschränkt.

Da alle diese Verfahren nur eine sehr grobe Vorstellung vom Gesamtklima geben und niemals die physiologisch wirksamen Temperatur- und Feuchtigkeitsgrößen und ihre jahreszeitlichen Schwankungen wirklich erfassen können, so verzichte ich darauf, sie um noch weitere Verfahren zu vermehren, sondern führe lediglich die von den genannten Autoren vorgeschlagenen Berechnungen für mehrere Stationsreihen der nördlichen Mittelmeerländer durch, um zu zeigen, welche Merkmale des Makroklimas der von ihnen erfassten Vegetationsstufen mit Hilfe der verschiedenen Rechengrößen zu charakterisieren sind. Bei der Spärlichkeit und Dürftigkeit der vorliegenden Vegetationskarten wähle ich solche Reihen, die

mir mindestens zum grösseren Teil aus eigener Anschauung bekannt sind.

#### 4. Zur klimatologischen Erfassung der Vegetationsstufen der Südalpen und des Appennin.

Les chiffres existent, mais jusqu'à présent ils n'ont pas été extraits sous une forme convenable des tableaux météorologiques, les rédacteurs s'inquiétant assez peu des phénomènes de végétation.  
*A. de Candolle 1855.*

Die fünf ersten Stationsreihen, deren Lage die sehr schematische Isopirenkarte Fig. 3 zeigt, von welcher in Fig. 1 und 4 einzelne Teile genauer dargestellt sind, wurden so ausgewählt, dass die Grenze der immergrünen Mittelmeerstufe möglichst scharf erfasst werden kann. Zur Vergleichung mit den Vegetationsstufen können die Karten von Fiori, Adamović und Rubnner herangezogen werden, die jedoch sehr stark schematisiert und verbesserungsbedürftig sind. Die nach den von Eredia zusammengestellten Niederschlagsmitteln für 1921—1930 berechnete Karte (Fig. 4) verdanke ich der Freundlichkeit von Prof. L. Fenaroli in Florenz.

Die 1. Reihe umfasst Stationen des Rhonetals, deren Vegetation u. a. Christ, Chodat und der Verfasser ausführlich behandelt haben. Sitten liegt in der Flaumeichenstufe hart an der Grenze zur zentralalpinen Föhrenregion, Martigny, Bex, Aigle und Montreux noch in der Flaumeichenstufe, doch stark dem nordalpinen Buchen-gebiet genähert, Lyon bereits in der immergrünen Stufe nahe ihrer cbern Grenze.

Die 2. Reihe umfasst Südtiroler Stationen. Brixen liegt an der Grenze der zentralalpinen Föhrenregion gegen die ausklingende Kastanien-Flaumeichenstufe, Oberbozen bereits über dieser Grenze im Föhren-Fichten-Gebiet, die übrigen Stationen in der Flaumeichenstufe, doch bereits mit zahlreichen immergrünen Elementen, von denen *Quercus ilex* um Rovereto und Riva bereits bestandbildend auftritt.

Die 3. Reihe führt vom Tessin durch die Poebene über den Piemonteser Appennin an die ligurische Küste. Erst in dieser (um Genua) wird die immergrüne Stufe erreicht, von welcher der insubrische Alpenrand nur lokalklimatisch bedingte Enklaven auf-

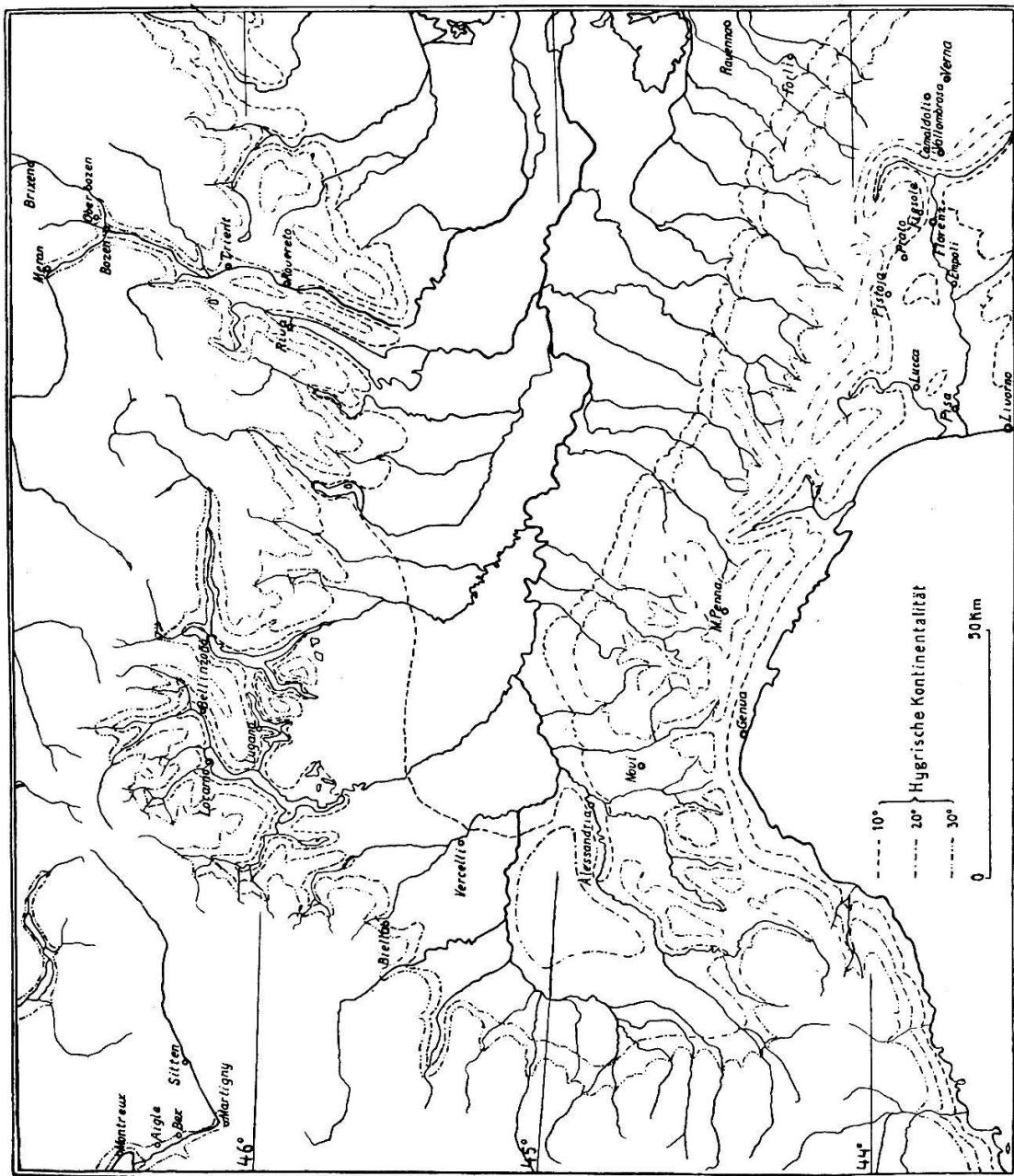


Fig. 3. Die Lage einiger Stationen in schematischer Isepirenkarte.

weist. Die Daten der italienischen Stationen sind der Zusammenstellung G o l a s s (1913) entnommen.

Die 4. und 5. Reihe entsprechen dem Weg der I. P. E. Die meteorologischen Daten entnehme ich der Zusammenstellung N e g r i s 1934.

Nach der klimatologischen Klassifikation P a v a r i s verteilen sich die Stationen der Laubwaldstufen folgendermassen:

I. Lauretum-Typ mit Sommerdürre:

1. Heisse Unterzone mit Jahrestemp. 15—23° und Mittel des kältesten Monats nicht unter 7°: Genua, Livorno (beide hart an der oberen Grenze).
2. Warme Unterzone mit Jahrestemp. 14—18° und Mittel des kältesten Monats nicht unter 5°: Pisa, Lucca, Empoli, Pistoja, Prato.
3. Kühle Unterzone mit Jahrestemp. 12—17° und Mittel des kältesten Monats nicht unter 3°: Lyon, Florenz, Ravenna.

II. Castanetum-Typ mit Sommerdürre, Jahrest. 10—15°, Mittel des kältesten Monats 0—3°: Hart an der untern Grenze Vercelli, Alessandria, Riva, Forlì, etwas höher Montreux, Novi, Bellinzona, Lugano, Locarno, Meran, Bozen, Trient, Rovereto, Fiesole, hart an der oberen Grenze Sitten, Biella, Vallombrosa, Camaldoli.

III. Fagetum-Typ: Martigny, Bex, Aigle, Verna.

	Sitten	Martigny	Bex	Aigle	Montreux	Lyon
Meereshöhe	540	490	430	425	380	175
Jahresniederschlag	630	716	1015	920	1095	690
Hygr. Kontinentalität	40° 36'	34° 49'	22° 58'	24° 48'	19° 8'	14° 14'
Regenfaktor nach Lang	65,6	75,4	114,0	91,1	108,4	59,0
Aridität nach Martonne	31,1	27,2	18,6	21,8	18,4	31,4
Pluviothermie nach Emberger	83,5	94,9	—	134,2	165,9	66,2
Hygrothermie nach Amann	29,2	31,8	46,8	49,4	57,3	42,0
Ozeanität nach Kotilainen	35,3	42,8	73,6	73,6	103,3	56,9

	Brixen	Meran	Oberbozen	Bozen	Trient	Rovereto	Riva
Meereshöhe	580	320	1166	290	210	210	—
Jahresniederschlag	711	818	850	750	1070	1102	1137
Hygr. Kontinentalität	39° 12'	21° 22'	53° 55'	21° 8'	11° 6'	10° 47'	4° 29'
Regenfaktor nach Lang	81,7	71,2	141,7	64,1	92,2	91,8	88,1
Aridität nach Martonne	26,3	26,3	18,8	28,9	20,2	20,0	20,1
Pluviothermie nach Emberger	82,9	—	156,7	68,9	106,4	112,7	79,7
Hygrothermie nach Amann	28,2	46,8	25,4	39,0	53,3	59,0	70,9
Ozeanität nach Kotilainen	37,7	63,1	52,9	52,0	78,2	82,7	81,3

	Bellinzona	Locarno	Lugano	Biella	Vercelli	Alessandria	Novi	Mte. Penna
Meereshöhe	237	239	275	434	150	97	200	1340
Jahresniederschlag	1676	1872	1707	1243	722	638	893	2007
Hygr. Kontinentalität	8° 30'	7° 13'	7° 58'	18° 50'	11° 44'	8° 39'	12° 37'	33° 43'
Regenfaktor nach Lang	139,7	158,7	156,0	107,1	58,0	53,0	74,4	313,7
Aridität nach Martonne	13,1	11,6	12,3	17,4	31,1	34,3	24,6	8,2
Pluviothermie nach Emberger	181,0	226,9	190,1	153,0	70,2	54,2	90,6	280,4
Hygrothermie nach Amann	97,2	111,0	87,3	67,4	36,1	32,4	47,2	79,8
Ozeanität nach Kotilainen	126,3	151,4	128,4	92,9	45,4	43,1	63,0	264,3

	Genua	Livorno	Pisa	Lucca	Empoli	Pistoja	Prato	Florenz
Meereshöhe	54	24	9	31	45	85	74	73
Jahresniederschlag	1307	898	1046	1420	936	1399	953	863
Hygr. Kontinentalität	2° 22'	1° 32'	0° 8'	1° 15'	2° 45'	3° 30'	4° 28'	4° 48'
Regenfaktor nach Lang	85,4	58,3	71,6	100,7	62,4	95,8	64,4	60,3
Aridität nach de Martonne	19,4	28,3	23,5	17,0	26,7	17,6	26,0	28,2
Pluviothermie nach Emberger	119,4	123,3	112,7	—	—	117,2	—	82,7
Hygrothermie nach Amann	105,8	96,1	87,4	104,9	73,5	105,3	94,5	62,0
Ozeanität nach Kotillainen	100,3	53,3	66,7	95,9	51,4	88,0	60,3	55,9
	Fiesole	Vallombrosa	Camaldoli	Verna		Forli	Ravenna	
Meereshöhe	312	955	1112	1116		50	5	
Jahresniederschlag	659	1531	1814	1263		733	771	
Hygr. Kontinentalität	25° 20'	31° 57'	31° 37'	41° 29'		3° 54'	0° 22'	
Regenfaktor nach Lang	48,1	174,0	218,7	161,8		53,5	58,0	
Aridität nach de Martonne	35,9	12,3	10,8	14,1		32,3	30,2	
Hygrothermie nach Amann	37,3	81,2	86,6	56,5		43,7	48,1	
Ozeanität nach Kotillainen	37,9	188,1	212,8	134,3		44,3	48,0	
	I 1	I 2	I 3	II 1	II 2	II 3	III	IV
Meereshöhe	0-54	9-85	5-175	50-150	200-380	434-1112	425-1116	580-1340
Jahresniederschlag	698-1307	936-1420	690-863	638-1137	659-1102	630 1814	716-1263	711-2007
Hygr. Kontinentalität	1½-2½°	½-4½°	½-14°	4½-11½°	7-21°	19-40½°	23-41½°	34-54°
Regenfaktor nach Lang	58,85	64-101	58,60	53-88	64-159	66-219	75-162	82-314
Aridität nach de Martonne	19-28	17-27	28-31	20-34	18½-29	11-31	14-27	8-26
Pluviothermie nach Emberger	119-123	112-117	30-83	32-78	69-227	81-153	95-134	83-280
Hygrothermie nach Amann	96-106	73-105	42-62	32-71	39-111	29-87	43-74	25-80
Ozeanität nach Kotillainen	53-100	51-96	48-57	43-81	38-151	35-212	43-134	37-264

Wenn wir die Stationen wie auf S. 182 zusammenfassen und als IV. Gruppe noch die Nadelwaldstationen (Brixen, Oberbozen) und den die Waldgrenze übergreifenden Mte. Penna anfügen, erhalten wir für die sich so ergebenden 8 Stufen folgende Amplituden:

L.FENAROLI

# CARTA ISEPIRICA DELLA MONTAGNA LOMBARDA

Indice di continentalità Igrica (dal K. - imprecisazioni: annue) sec. H. GAMS

○ Stazioni udometriche e indice di continentalità igrica

Isepire di 10° in 10°

Linee di vette dai rilievi orografici tra 2000 e 3000 m

— Linee di vette dai rilievi orografici tra 2000 e 3000 m

— Linee di vette dai rilievi orografici tra 2000 e 3000 m

Scala 1:1000000 — 100 Km — 100 Km

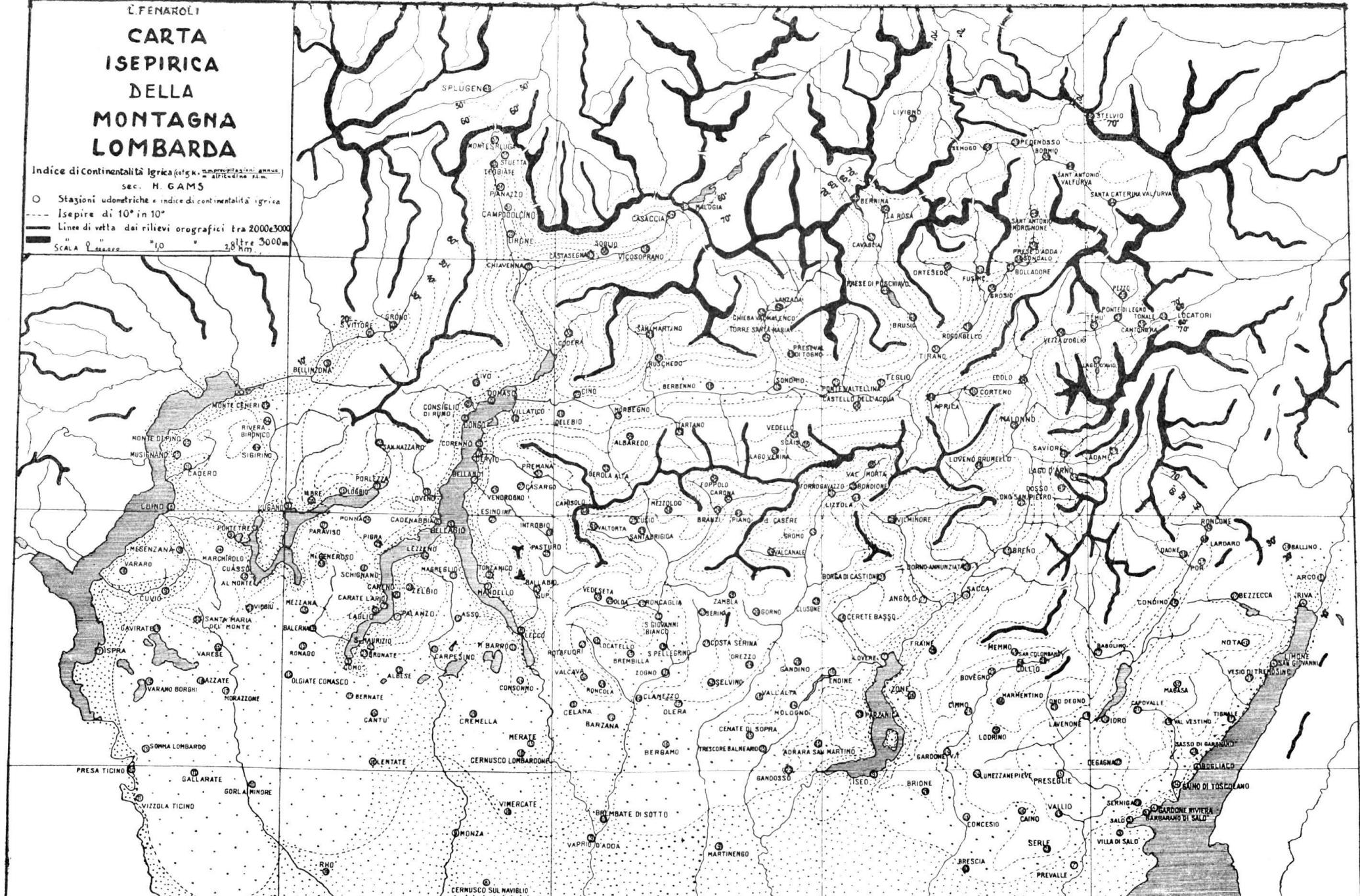


Fig. 4. Isepirenkarte der Lombardischen Alpen von L. Fenaroli. Das Gebiet mit unter 20° hygrischer Kontinentalität punktiert.

Obgleich im allgemeinen mit der Meereshöhe die Niederschläge und damit auch die Quotienten *L a n g s* und *E m b e r g e r s* zunehmen, zeigt die vorstehende Zusammenstellung doch, dass ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen den angeführten Rechengrössen und den Vegetationsstufen *nicht* besteht und dass insbesondere die Grenze der immergrünen Meditarranstufe gegen die sommergrüne Flaumeichen- und Kastanienstufe (also zwischen I 3 und II 1) durch keinen dieser Ausdrücke erfasst werden kann. Wohl aber können sie *innerhalb* der thermisch bestimmten, am sichersten nach der Vegetation selbst abzugrenzenden Höhenstufen zur Unterscheidung von Feuchtigkeitszonen verwendet werden.

So kommt zum Ausdruck, dass Brixen trotz höheren Niederschlägen trockener ist als Sitten und Martigny und dass die Südtiroler Stationen durchwegs trockener und weniger ozeanisch sind als die in gleicher Höhe gelegenen des Tessin. Dass dabei stets mehrere der angeführten Rechengrössen in gleichem Sinn variieren, kann nicht als Beweis dafür gelten, dass die im 3. Kap. angeführten Fehlerquellen vernachlässigt werden können. Sie wirken sich in verschiedenen Stufen ganz verschieden aus. Im submediterranen Bereich dürfte *K o t i l a i n e n s* Ozeanität den besten Ausdruck darstellen, wogegen in der immergrünen Meditarranstufe die Ausdrücke *L a n g s* und *d e M a r t o n n e s* den Vorzug verdienen. Mit zunehmender Höhe nimmt ihre Brauchbarkeit rasch ab, während die des Kontinentalitätswinkels zunimmt.

Für die drei ersten Stationsreihen habe ich auch *E n q u i s t*-sche Dauerkurven der mittleren Temperaturminima konstruiert, um zu einer womöglich objektiveren Abgrenzung der immergrünen Meditarranstufe zu gelangen, als die Schemata *M a y r s* und *P a v a r i s* zeigen. Die Grenze zwischen I 3 und II 1 scheint darnach bei 123 Tagen mit Minima unter 0° zu liegen, diejenige zwischen II 2 und II 3 bei 145 Tagen mit Minima unter 0 und 70 mit Minima unter — 5°.

Zu einer Ausdehnung dieses Verfahrens auf die westlichen und östlichen Mittelmeerländer steht mir nicht genug Material zur Verfügung, doch habe ich wenigstens versucht, mit Hilfe der Monatsmitteltemperaturen einiger an der Grenze der immergrünen Gehölze gelegener Stationen an der französischen (Nantes, Roscoff) und englischen Küste (Jersey, Plymouth) sowie der südlichen Krim (siehe

Kap. 6) Dauerkurven zu konstruieren, um wenigstens grobe Annäherungswerte zu erhalten. Die bekannte Tatsache, dass die atlantischen Stationen im Winter erheblich wärmer, im Sommer kühler sind als die taurischen, hat zur Folge, dass sich die Kurven des mittleren Temperaturgangs beider Gruppen im April und Oktober schneiden. Die Koordinaten der Schnittpunkte besagen, dass während  $5\frac{1}{2}$  Monaten die Mitteltemperatur von  $10\frac{1}{2}^{\circ}$  überschritten werden muss, damit ohne besondere lokalklimatische Begünstigungen immergrüne Vegetation von Mittelmeercharakter bestehen kann.

Zu einer Bestimmung der höheren Grenzen reichen die hier behandelten Stationsreihen nicht aus. Für die Grenzen der höheren Waldstufen ist, wie schon 1811 Wahlenberg dargelegt hat und seither vielfach bestätigt worden ist, besonders die Sommertemperatur massgebend. Ich verweise auf die eingehende Behandlung durch Enquist und Langlet, welcher zeigt, dass neben der von Enquist allein behandelten Temperatur auch andere Grenzfaktoren sehr wesentlich mitspielen.

Für die Buchen- und Tannenstufe (Negris Horizonte der skiphilen Laubhölzer und Nadelhölzer) kommt wohl, wie schon oft dargelegt worden ist, der Luftfeuchtigkeit, insbesondere der Nebelhäufigkeit die Hauptrolle zu. Sie äussert sich z. B. um Vallombrosa und Camaldoli in einer ganz ungewöhnlich üppigen Epixylenvegetation mit auf den verschiedensten Laub- und Nadelhölzern wuchernden *Ramalineta* und *Lobarieta*. Die Niederschlagsmenge (im toscanischen Buchengebiet regelmässig über 120, meist über 150 cm, in den spanischen Buchengebieten nach Cuatrecasas 80—120 cm, in den rumänischen nach Enculescu 45—105 cm) und die durch sie bestimmte hygrische Kontinentalität, deren Bedeutung für die Epixylenvegetation Vareschi (1934) wohl überschätzt hat, ist, wie die keineswegs ungewöhnlich reiche Epixylenvegetation in der besonders niederschlagsreichen Versilia (Fig. 1 und 2) lehrt, hier von geringerem Einfluss.

## 5. Klimatische Grenzen innerhalb der immergrünen Stufe Dalmatiens.

Eine Linie von Moschenizze in Istrien über den innersten Teil von Cherso und die Mitte von Veglia bis unterhalb Zengg bildet die südliche Grenze eines Gebiets, innerhalb dessen die immergrünen Sträucher und Bäume nur sehr sporadisch und grösstenteils kultiviert vorkommen und nie zum landschaftlichen Charakter der Gegend wesentlich beigetragen haben. Diese gehört demnach noch zur Zone der Hölzer mit abfallendem Laub, wenngleich *Laurus nobilis* schon hie und da kleine Haine bildet, *Viburnum tinus* und *Punica granatum* in Gartenhecken eingeschaltet, Früchte tragen und der Oelbaum hie und da eine erträgliche Ernte gibt... Ein entschiedenes Vorherrschen der immergrünen Hölzer beginnt erst in dem zweiten Zonenstreifen; dort gedeiht nicht nur der Oelbaum weit besser, sondern die wilden Gehölze und Gebüsche sind vorwiegend von *Phillyrea media*, *Quercus coccifera*, *Q. ilex* konstituirt ... Den eigentlich dalmatinischen Habitus aber nimmt die Flora erst um Lussin und Arbe an, welche zum dritten Zonenstreifen gehören. Erst um Neresine und Lussin grande ist der Felsenboden mit üppigen *Myrthen* und *Erica arborea* bebuscht, zwischen denen reiche Kolonien von *Cistus creticus* und *Cistus salvifolius* prosperieren.

J. R. Lorenz 1863.

Die adriatischen Inseln und die dalmatinische Küste gehören, wie dieses Zitat zeigt, zu denjenigen Mittelmeerstrecken, wo die klimatisch bedingte Zonation besonders auffällig ist. Die Höhenstufen dieses Gebiets sind schon oft beschrieben worden, so von Neilreich 1868, Beck von Mannagetta 1901, Adamović seit 1905, Baumgartner seit 1911 und Morton seit 1915. Am häufigsten ist die in Fig. 5 teils nach den Karten von Adamović, Baumgartner und Morton, teils nach eigenen Beobachtungen (1930, 1934) dargestellte Grenze zwischen der immergrünen Stufe (schwarz) und der folgenden Flaumeichenstufe (Mischlaubstufe und submontane Stufe nach Adamović, submediterrane und liburnische Stufe nach Morton) behandelt worden. Obgleich ein ziemlich dichtes Netz meteorologischer Stationen besteht, sind die schon von Lorenz angedeuteten Zusammenhänge zwischen Klima und Vegetation in diesem klassischen Gebiet doch noch nicht genauer untersucht. Die Hauptursachen hiefür sind, dass weitaus die meisten Temperaturstationen an der Küste in der immergrünen Stufe selbst liegen, dass deren Grenze an der nördlichen Adria, wie auch schon Lorenz erkannt hat, nicht rein thermisch, sondern

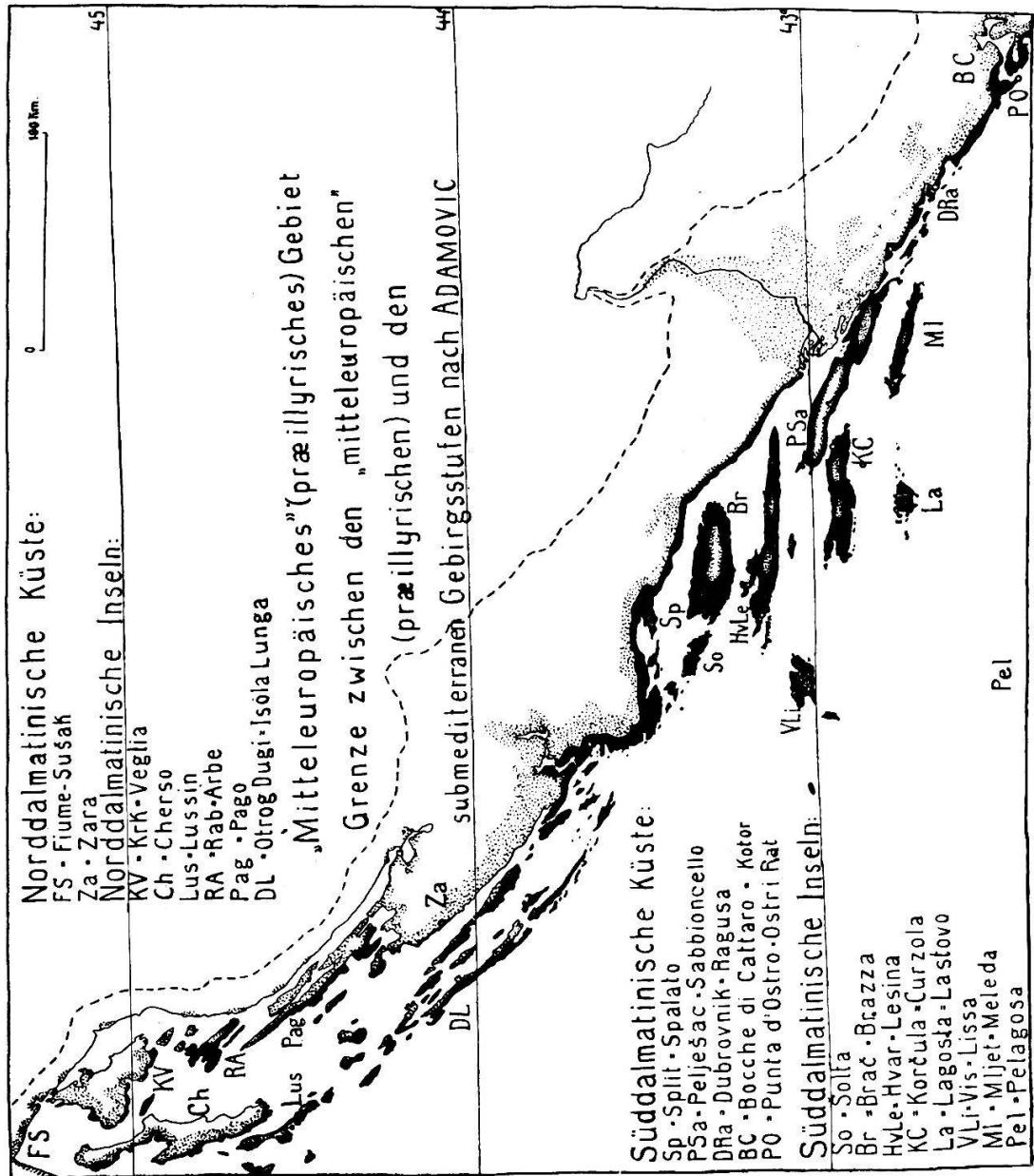


Fig. 5. Uebersichtskarte der Dalmatinischen Küste.

besonders auch durch die Windverhältnisse bestimmt ist, und dass, wie besonders Morton ausführlich dargelegt hat, die Stufengrenzen durch Waldrodung sehr stark verschoben worden sind.

Niederschlagsstationen sind von österreichischer Seite auch in höheren Stufen errichtet worden und haben, wie z. B. Hann in Meteor. Zeitschr. 1890—1910 und Kassner in Peterm. Mitt. mitgeteilt haben und Fig. 2 zeigt, im Hintergrund der Bocche di Cattaro eine überraschend schnelle Zunahme der Niederschläge bis zu über 4 m jährlich ergeben, doch drückt sich diese niedrige hygrische Kontinentalität ähnlich wie an den Apuanischen Alpen nicht in auffallend verschobenen Höhengrenzen aus. An den Küstenstationen, auf die ich mich im folgenden beschränke, schwankt der Kontinentalitätswinkel nur zwischen 0° 10' (Fiume) und 1° 27' (Lesina-Hvar) und erreicht in der etwas höher, aber noch ganz in der Macchienstufe gelegenen Punta d'Ostro 3°, scheidet also bei der Charakterisierung klimatischer Unterzonen aus.

Die in der Karte Fig. 5 durch Ringe bezeichneten Stationen verteilen sich auf das Festland (5) und die Inseln (4), die jedoch noch im Pleistozän, wie die fossilen und heutigen Säugetierfaunen beweisen, mit jenem verbunden waren und ein kontinentaleres Klima als heute gehabt haben (s. u. a. Grund 1907). Die heutige Macchienvegetation ist daher ähnlich wie die der toscanischen Küste recht jung.

Der folgenden Tabelle liegen die von Adamović aus den Mitt. d. Wiener Met. Zentralanstalt zusammengestellten Mittelwerte von 1880—1913 zugrunde (vgl. auch Renier 1933).

Küstenstationen:	Fiume	Zara	Spalato-Split	Ragusa-Dubrovnik	Punta d'Ostro
Regenfaktor nach Lang . . .	118,1	56,3	54,8	87,8	71,3
Aridität n. de Martonne . . .	11,5	29,7	29,6	18,1	22,0
Hygrothermie nach Amann . . .	135,8	72,7	83,0	153,6	121,9
Ozeanität n. Kotilainen . . .	126,1	59,0	51,9	48,5	51,1
Inselstationen:	Lussin	Lissa-Vis	Lesina-Hvar	Curzola-Korčula	
Regenfaktor nach Lang . . .	71,2	59,3	48,8	58,1	
Aridität n. de Martonne . . .	23,2	27,0	33,0	27,5	
Hygrothermie nach Amann . . .	95,6	110,2	77,7	99,4	
Ozeanität n. Kotilainen . . .	69,0	303,6	36,7	50,6	

Es erscheint also nach Lang und de Martonne am feuchtesten am Festland Fiume, unter den Inseln Lussin, am trockensten am Festland Zara und Split, unter den Inseln Hvar, ähnlich auch nach Amann, nach welchem Ragusa am hygrothermsten wäre. Nach Kotilainen ist Lissa die bei weitem ozeanischste Station, was auch mit ihrer Lage und Vegetation gut stimmt.

Nach der Vegetation nimmt der mediterrane Charakter einerseits von NW nach SE, anderseits vom Festland gegen das offene Meer ziemlich gleichförmig zu, ist also in Fiume geringer als in Zara und dort geringer als in Ragusa, auf Lesina und Curzola geringer als auf Lissa und Lagosta, wo prachtvoller, artenreicher Macchienwald einen grossen Teil der Inseln bedeckt. Auffallenderweise liegt dagegen die Untergrenze der sommergrünen Gehölze in den Bocche di Cattaro, wo die Niederschlagsmenge ungewöhnlich gross und damit die hygrische Kontinentalität abnorm niedrig ist (siehe Fig. 2 S. 176), nur ganz wenig überm Meeresspiegel.

Leider fehlen trotz dem grossen Umfang der floristischen Literatur genaue Karten über die Verbreitung einzelner Arten, wie solche Horvat für Nordkroatien und Slovenien, Košanin und Markgraf für Serbien und Albanien veröffentlicht haben, für Dalmatien noch fast ganz. Mehrere Arealgrenzen behandelt Baumgartner, so die der wilden *Pinus halepensis*, welche quer über die Inseln Meleda, Curzola und Lesina gegen Spalato verläuft. Bis Ragusa und Lesina reichen z. B. *Calycotome infesta*, *Santolina Chamaecyparissus* und *Cheilanthes Szovitsii*, bis um Zara *Cistus monspeliensis*, bis Lussin *Erica multiflora* und *verticillata*, *Jasminum fruticans*, *Anagyris foetida* u. a.

Besonders möchte ich hier auf die Grenze von *Cistus monspeliensis* aufmerksam machen und zu ihrer Kartierung anregen. Nach F. Chodat und Popovici soll diese Art entschieden kalkmeidend sein, was sie aber nach meinen Beobachtungen in der Toscana und in Dalmatien bestimmt nicht ist. Auf den Hügeln SW Florenz scheint sie nackten, alkalischen Kalkboden saurem Ferretto eher vorzuziehen und auch auf Lesina und Lagosta fand ich sie massenhaft auf ganz reinen Kalkböden, besonders auf regenerierenden Brandflächen, keineswegs nur auf Terrarossa. Daselbe ist nach Baumgartner u. a. auch auf Lissa und manchen Zaratiner Inseln der Fall, wogegen die Art z. B. auf Meleda

und Curzola und am Festland südlich von Zara nur ganz vereinzelt aufzutreten scheint und weiter nördlich ganz fehlt.

Diese und viele andere Grenzen werden mit den angeführten Quotienten nicht erfasst und sind wohl weniger hygrisch als rein thermisch bestimmt. Eine genauere Bestimmung zu geben, ist mir bisher nicht möglich gewesen, doch geben wohl die Temperaturmittel des kältesten Monats (Split 7,0, Lussin 7,2, Hvar 8,5, Curzola 9,1, Ragusa 9,2, Vis 9,8°) und die Dauer der Zeit mit Mitteltemperatur unter 10° einige Anhaltspunkte (Lussin 4½, Split 3½, Hvar 2½, Curzola und Ragusa 2, Vis 1½ Monate). Keine Beziehung scheint dagegen zu bestehen zu der Zahl der Frühlings- und Herbsttage im Sinne Kotilainens (Zara 121, Lussin 108, Split 100, Hvar 77, Curzola 68, Ragusa 54, Vis 46) und derjenigen der Hochsommertage, die im allgemeinen vom Festland gegen die entfernten Inseln zu abnimmt.

Zur genaueren Erfassung der schon von Lorenz erkannten Unterzonen an der Adria ist einerseits eine sorgfältige Areal-kartierung, anderseits genauere statistische Erfassung des gesamten Temperaturgangs, etwa nach Enquist's Methode, erforderlich.

## 6. Die Höhen- und Kontinentalgrenzen der mediterranen und submediterranen Stufen der südlichen Krim.

Grâce à la variété de ses conditions de climat, de sol et de relief, grâce aux terres vierges que l'on trouve encore dans beaucoup de ses localités, la Russie, au point de vue de l'histoire naturelle, nous apparaît comme le pays le plus favorable pour l'étude des terres végétales. *Dokutschajev* 1883.

Auf der Krim bedecken Reliktwälder sowohl den Nord- wie den Südhang der Jaila, wobei sie aus Eichen (*Quercus pedunculata* und *sessiliflora*), Buche, Hagebuche (*Carpinus duinensis*), gewöhnlicher und Krimföhre (*Pinus silvestris* und *laricio*) bestehen mit Beimischung von Eibe, Linde, Ahorn (*Acer opulifolium*), Esche u. a. In der untern Zone des Südhangs der Jaila erscheinen auch immergrüne Pflanzen wie *Arbutus andrachne*, *Hedera helix*, *Ruscus aculeatus* und *R. hypoglossus*. Kultiviert werden hier viele immergrüne Bäume, wie Lorbeer, Olive, Zypressen, Magnolie, Kirschlorbeer u. a. *Korshinsky* 1899.

Flora und Vegetation der Krim sind von Rehmann und Steven bis zu Wulff, Poplawská und Stankov sehr oft dargestellt worden, aber dennoch wird die Vegetation der Krim auf

# Südliche Krim

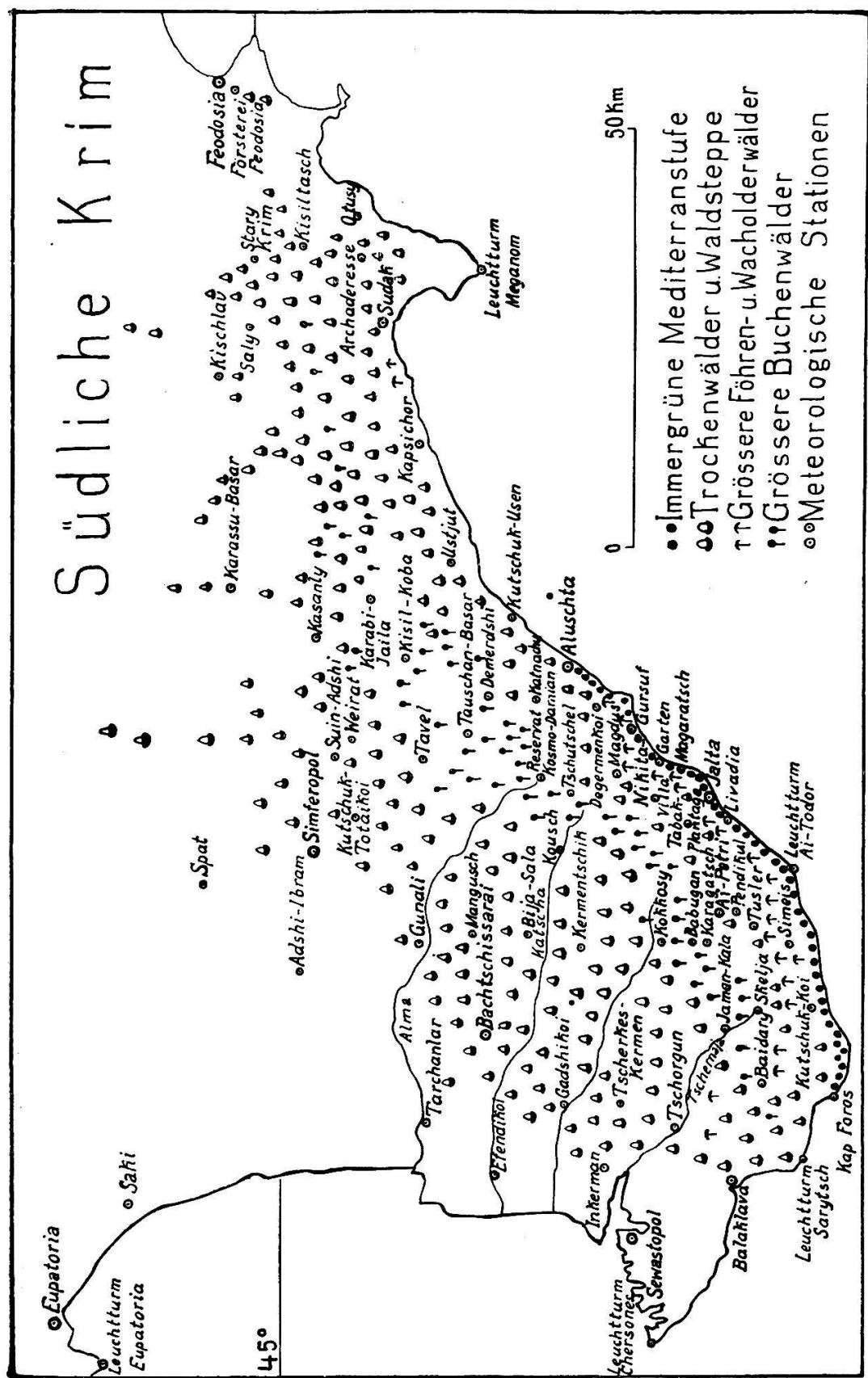


Fig. 6. Übersichtskarte der südlichen Krim.

den meisten Vegetationskarten von Europa sehr wenig zutreffend dargestellt, indem viel zu grosse Teile als mediterran oder auch als zum Buchengebiet gehörig bezeichnet werden. Ueberhaupt sind ja über die «pontische» Flora und Vegetation immer noch die verworrensten Vorstellungen verbreitet.

Die Karte (Fig. 6) zeigt sehr stark schematisiert die Hauptgliederung der Waldgebiete der Krim nach den neuen Karten von W u l f f , S c h i f f e r s usw., sowie die Lage der meteorologischen Stationen nach P e n j u g a l o v s Klimatologie (1930), welche die Daten von 104 Ombrometer-, 43 Thermometer- und 15 Hygro- und Anemometerstationen enthält, so dass die südliche Krim heute ein Stationsnetz aufweist, dessen Dichte derjenigen der meisten Alpenländer nicht nachsteht. P e n j u g a l o v gibt auch Isohyeten- und Isothermenkarten sowohl nach den langjährigen Jahresmitteln wie für die vier Jahreszeiten. Darnach hat nur der schmale, mediterrane Küstensaum, der vom Kap Foros bis Aluschta reicht (nach P a - v a r i s thermischer Abgrenzung wären die Grenzpunkte Kap Sarytsch und Gursuf, also beide etwas westlicher) und, wie S t a n - k o v betont, wacholderreiche Pseudomacchien, aber keine echten Macchien aufweist, Jahresmittel über  $13^{\circ}$  und Wintermittel über  $4^{\circ}$  (Mittel des kältesten Monats  $0-4^{\circ}$ ), wogegen die Frühlings-, Sommer- und Herbstisothermen keine Abgrenzung der mediterranen Riviera gestatten. P e n j u g a l o v charakterisiert seine zehn «Rayons», die, wie er ausdrücklich hervorhebt, z. T. mehrere Vegetationsstufen umfassen, durch die von F i g u r o v s k y 1928 für Aserbeidshan eingeführten Klimaformeln. Die wichtigsten dieser Daten sind folgende:

Rayons	Mitteltemperatur des kältesten Monats	Mittlere Temperatur- Schwankung	Jahresmittel der Temperatur	Monate mit Mitteltemp. über 20°	Jahressumme der Nieder- schläge
I. Westliche Küstensteppe	• . . . .	-0,5 bis 0,5	22,2—24,5	11,1—11,7	2—3
II. Mittl. u. östl. Steppe	• . . . .	-2,3 b.—0,3	22,8—26,1	10,4—10,8	2—3
III. Chersonnes-Küste	• . . . .	0,4 bis 3,7	19,5—21,3	10,1—12,6	1—3
IV. Waldsteppe der westl. Vorberge	0		21,1	10,4	2
V. Waldsteppe der östl. Vorberge	—1,3 b.—0,7	21,6—22,8	9,5—10,4	1—2	381—586
VI. Westliche Jäilen	• . . . .	-4,2	20,0	5,7	786—1029
VII. Oestliche Jäilen	• . . . .	-4,4	21,0	6,7	509—510
VIII. Mediterrane Riviera	• . . . .	-1,0 bis 4,3	19,5—21,7	9,3—13,5	2—4
IX. Südöstliche Küstensteppe	• . . . .	-1,9 bis 2,6	21,7—24,2	9,4—12,6	2—3
X. Steppe von Kertsch	• . . . .	-1,3 b.—0,4	23,7—24,8	10,9—11,6	2—3
					263—452

Eine weitere Rayonierung der Südküste auf rein floristischer Grundlage und eine Uebersicht über die Höhenstufen gibt Stankov 1933.

Er unterscheidet die ( $\pm$  mediterrane) Küstenzone, die Stufe der lichten Wacholder- und Flaumeichengebüsche, die Stufe der Krimföhre (*Pinus nigra Pallasiana*) und Traubeneiche, die Stufe der Waldföhre und Krimbuche und die Bergwiesen der Jäilen.

Während Paczowski, Taliiev, Wulff u. a. die Jäilen noch ganz zur Buchenstufe zählen und für künstlich entwaldet halten, nehmen (wie schon früher Steven) Janata, Poplawskia u. a. primäre Waldlosigkeit aus klimatischen Gründen an. Das von mir nach Penjegalovs Daten gezeichnete Hyohypsogramm Fig. 7 lässt vermuten, dass für die westlichen Jäilen jene, für die östlichen diese recht haben.

Die mediterranen Stationen nehmen sowohl im Hyohypsogramm wie besonders im daneben gezeichneten Hyothermogramm, in welchem die Stationen nach der Jahressumme der Niederschläge und der Mitteltemperatur des kältesten Monats angeordnet sind, eine bestimmte Fläche ein, welche deutlich durch die Winterkälte begrenzt ist.

Die nach den gleichen Daten gezeichnete Isepirenkarte Fig. 8 zeigt wiederum, dass die nach meinem Verfahren berechnete hygri sche Kontinentalität keineswegs als direkter Ausdruck der Feuchtigkeits- und Vegetationsverhältnisse dienen kann. Die ringförmig das ganze Krimgebirge umschliessende Zone mit unter 10° h. K. umfasst sowohl die mediterrane Riviera wie die Küstensteppen, und auch die Grenzen der höheren Stufen, die offensichtlich viel mehr von der Temperatur und der Nebelhäufigkeit als von der Niederschlagsmenge abhängen, laufen keineswegs immer mit den Isepiren parallel. Immerhin scheinen auch auf der Krim, ähnlich wie in den Alpen, die Gebiete mit über 50° h. K. im allgemeinen buchenfrei zu sein. Zu einer genaueren Untersuchung der oberen Buchengrenze, die im allgemeinen bei 1250—1300 m liegt, auf der Babugan-Jaila 1360 und am Tschatyr-Dag 1400 m erreicht, liegen leider noch zu wenig Daten vor, so mehrjährige Mittelwerte für die Luftfeuchtigkeit bzw. Nebelhäufigkeit nur von den Höhenstationen Ai Petri (1185 m) und Karabi-Jaila (874 m). Die folgende Tabelle zeigt, dass die mittlere Luftfeuchtigkeit dieser Stationen nicht grösser ist als in der Küstensteppe und in beiden höher als an der mediterranen Riviera:

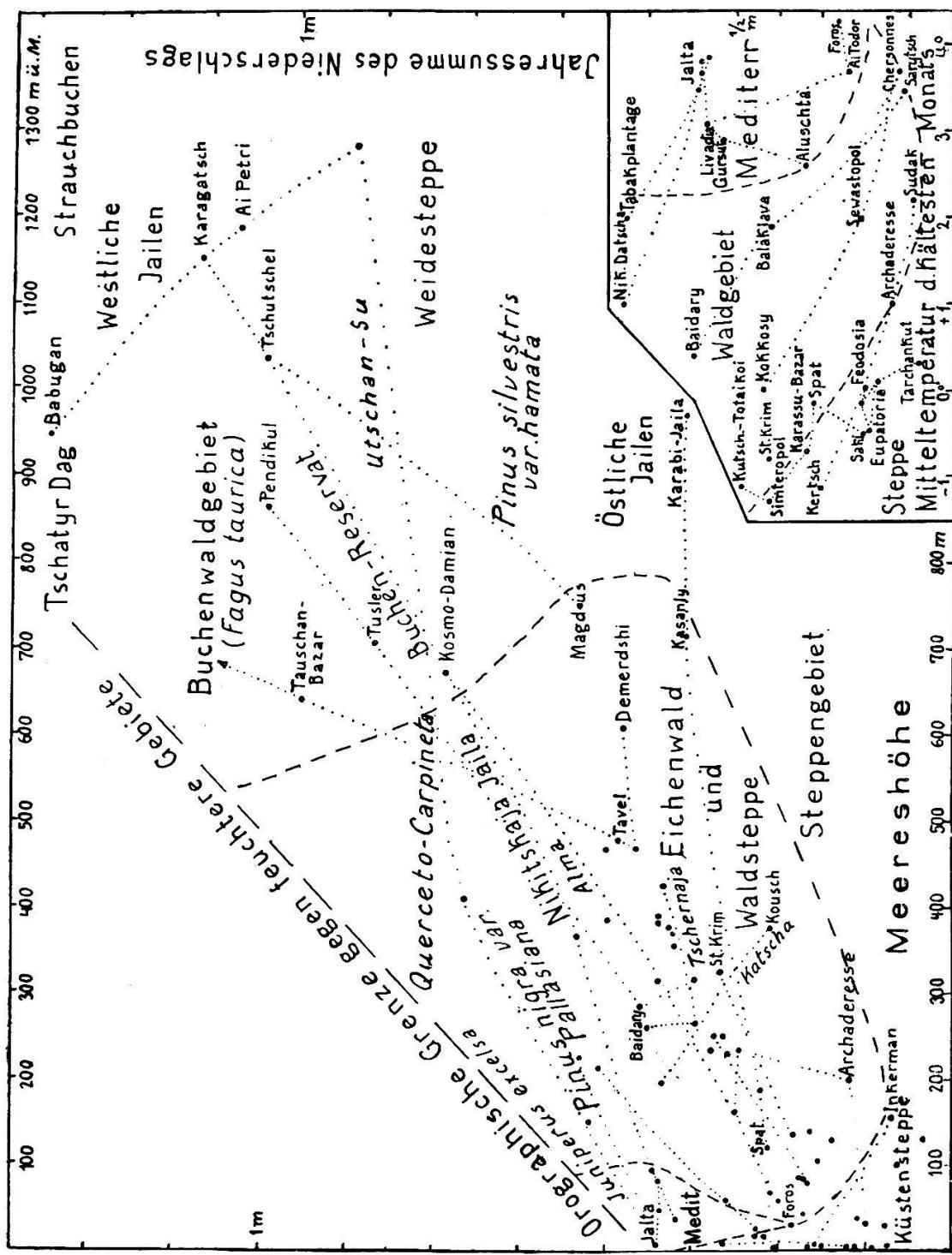


Fig. 7. Hyohypsogramm und Hygrothermogramm der südlichen Krim.



Fig. 8. Isepirenkarthe der südlichen Krim.

Relative Luftfeuchtigkeit		im Jahr	Winter	Frühling	Herbst	Sommer
<b>Küsten-Steppe</b>	Sewastopol	74	81	74	69	75
	Kertsch	78	86	78	70	69
<b>Mediterrane Riviera</b>	Jalta	68	73	69	62	68
	Magaratsch	68	76	70	61	67
<b>Trockenwald-Gebiet</b>	Kutschuk-Totaikoi	72	78	69	66	74
	Kokkosy	73	82	70	66	75
<b>Jaila</b>	Karabi-Jaila	75	83	73	72	74
	Ai Petri	74	80	72	69	73

Von den in den vorigen Kapiteln behandelten Quotienten sehe ich hier ab, da aus den mitgeteilten Daten wohl schon genügend hervorgeht, dass die Krim-Riviera sowohl gegen die Küstensteppe wie gegen die höheren Stufen nur durch die Winterkälte abgegrenzt wird.

Ueber die Geschichte der Küsten- wie der Buchenvegetation, die besonders von W u l f f behandelt worden ist, können wir bisher nur Vermutungen aufstellen, da quartäre Pflanzenreste (Holzkohlen von *Juniperus* sp. und sommergrünen Laubhölzern) bisher nur aus paläo- und mesolithischen Kulturschichten von 7 Höhlen in der Trockenwaldstufe am Nordhang der Jäilen, von A. H a m m e r - m a n n , bestimmt worden sind, aus denen nur eine mässige Abkühlung während der letzten Eiszeit erschlossen werden kann.

#### *Hauptergebnisse:*

1. Die immergrüne Stufe macht nur einen kleinen Teil der gesamten Mittelmeerregion aus und hat im Lauf des Quartärs ihre Ausdehnung mehrmals sehr stark verändert.
2. Die alte Mediterranflora ist durch aride Perioden wohl noch stärker als durch die eiszeitlichen Abkühlungen dezimiert worden, weshalb im allgemeinen die aus orographischen Gründen dauernd niederschlagsreichsten Gebiete den reichsten Reliktendemismus aufweisen.
3. Innerhalb der zur Hauptsache rein thermisch bestimmten Höhenstufen kommen die verschiedensten Feuchtigkeitsverhältnisse vor. Diese können durch die von L a n g , d e M a r t o n n e u. a. eingeführten Quotienten nur sehr unvollkommen erfasst werden.

Den Quotienten von E m b e r g e r und A m a n n haften schwere methodische Fehler an, und auch K o t i l a i n e n s Quotient ist in frostarmen Klimaten wenig brauchbar.

4. Durch keinen dieser Quotienten und ebensowenig durch den von mir eingeführten Kontinentalitätswinkel kann die immergrüne Stufe von den anderen Stufen abgegrenzt und in Unterstufen zerlegt werden. Auch die Grenze zwischen der mediterranen Riviera und der Küstensteppe der Krim ist mehr thermisch als hygrisch bestimmt.

5. Zur genaueren Erfassung der behandelten Grenzen sind neben einem möglichst dichten Netz meteorologischer Stationen detailliertere Vegetations- und Arealkarten erforderlich, als bisher aus den meisten Mittelmeerländern vorliegen.

### Literatur.

- Adamović L.:* Die mediterranen Elemente der serbischen Flora. *Engl. Bot. Jahrb.* 27, 1899.  
— Die pflanzengeographische Stellung und Gliederung der Balkanhalbinsel. *Rés. sc. Congr. bot.* Vienne 1905, Jena 1906 u. *Denkschr. Akad. Wien* 80, 1907.  
— Die Verbreitung der Holzgewächse in den Dinarischen Ländern. *Abh. Geogr. Ges. Wien* 80, 1907.  
— Die Pflanzenwelt der Adrialänder. Jena 1929.  
— Die pflanzengeographische Stellung und Gliederung Italiens. Jena 1933.
- Albani D.:* Indagine preventiva sulle recenti variazioni della linea di spiaggia delle coste italiane. Roma 1933.
- Amann J.:* L'Hygrothermie du climat comme facteur déterminant la répartition des espèces atlantiques. *Bull. Soc. Murith.* 47, 1930 et *Revue bryol.* 2, 1930.  
— La répartition, en Suisse, des Muscinées de l'élément océanique. *Bull. Murith.* 51, 1934.
- Andersson G., Blanckenhorn, Taramelli u. a.:* in: *Postglaziale Klimaveränderungen*, Stockholm 1910.
- Baccarini P.:* I caratteri e la storia della Flora mediterranea. Catania 1899.
- Baumgartner J.:* Studien über die Verbreitung der Gehölze im nordöstlichen Adriagebiete. *Abh. Zool. Bot. Ges. Wien* 6, 1911 u. 10, 1916.
- Beck v. Mannagetta G.:* Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. *Vegetation der Erde* 4, 1901.
- Blanc A. C.:* Formazioni pleistoceniche nel sottosuolo della Versilia. *P. V. Soc. Tosc. Sc. nat.* 43 (1934) 1935.  
— Stratigrafia del Canale Mussolini nell' Agro Pontino. *Ibid.* 44, 1935.
- Blanc G. A.:* Grotta Romanelli. *Archivio per l'Antropol. e la Etnol.* 50, Firenze 1920.
- Boissier E.:* Flora Orientalis. Basel-Genf 1867.

- Braun-Blanquet J.*: L'origine et le développement des flores dans le Massif central de France. Paris-Zürich 1923, kürzer in Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich 1919 und Ann. Soc. linn. de Lyon 68, 1921.
- Les survivants des périodes glaciaires dans la végétation méditerranéenne du Bas Languedoc. Comm. S. I. G. M. A. 16, 1932.
  - Analyse pollinique et «période xérothermique» dans les Cévennes méridionales. Ibid. 23 et Bull. Soc. d'hist. nat. Toulouse 65, 1933.
- Brooks C. E. P.*: Le climat du Sahara et de l'Arabie. *Masaiji Hachisuka*, Le Sahara, Paris 1932.
- Candolle A. de*: Géographie botanique raisonnée. Paris 1855.
- Caruel T.*: Delle regioni botaniche in Italia. Boll. Soc. bot. ital. 1892.
- Černjavski P.*: Gehölzflora einiger Kalktuffe in Südserbien. Bull. Inst. Bot. Belgrade. 1928 u. 1930.
- Resultati analise polena u mudu Skadarskog Jesera. Bull. Soc. Sc. Skoplje 9, 1931.
  - Beitrag zur postglazialen Geschichte des Blace-Sees in Serbien. Bull. Inst. Bot. Beograd 2, 1932.
  - u. *Kirilin G.*: Ueber die Flora der organogenen Sedimente der post-tertiären Schichten bei Sisak. Bull. Serv. Geol. Yougosl. 3, 1934.
  - Pollenanalytische Untersuchungen in den Balkangewässern. Verh. Int. Ver. Limnol. 7, 1935.
  - Pollenanalytische Untersuchungen der Gebirgsseen in Jugoslavien. Ebenda 1935.
- Chodat F. et Popovici N.*: Etude chimique sur la calcicolie et calcifugie de quelques espèces de cistes. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 42, 1933.
- Cuatrecasas J.*: Die Verbreitung von *Fagus silvatica* auf der Iberischen Halbinsel. Die Buchenwälder Europas, Veröff. Geobot. Inst. Rübel 8, 1932.
- Dalla Fior G.*: Analisi polliniche di torbe e depositi lacustri della Venezia Tridentina I—IV. Mem. Museo Stor. Nat. Trento 1—3, 1932—35.
- Degelius G.*: Das ozeanische Element der Strauch- und Laubflechten-Flora von Skandinavien. Acta Phytogeogr. Suec. 7, 1935.
- Denis M., Erdtman G., Firbas F.*: Premières analyses polliniques effectuées dans les tourbières auvergnates. Arch. de Bot. (1927) 1928.
- Dokturowsky W. S.*: Sphagnummoore in West-Kaukasien. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 49, 1931.
- Dorno C.*: Meterologisch-physikalisch-physiologische Studien I—III. Braunschweig 1927—34.
- Eig A.*: Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires de la flore palestinienne. Beih. zu *Fedde's Repert.* 63, 1931.
- Emberger L.*: La végétation de la région méditerranéenne. Revue gén. de Bot. 42, 1930.
- Sur une formule climatique et ses applications en botanique. La Méteorologie, Paris 1932.
  - Nouvelle contribution à l'étude de la classification des groupements végétaux. Revue gén. de Bot. 45, 1933.
- Enculescu P.*: Zonele de vegetacie lemnoasa din România. Mem. Inst. Geol. Rom., Bukarest 1924.
- Enquist F.*: Sammanfatning om sambanden mellan klimat och växtgränser. Geol. För. Förh. 46, 1924.

- Studier över samtidiga växlingar i klimat och växtlighet. Svensk Geogr. Årsbok 1929.
  - Trädgränsundersökningar. Sv. Skogsv. för. Tidskr. 31, 1933.
- Eredia F.*: Le precipitazioni atmosferiche in Italia nel decennio 1921—1930. Serv. Idrogr. Roma 1934.
- Fenaroli L.*: L'indice di continentalità igrica come mezzo di rappresentazione delle caratteristiche climatologiche di stazione e la carta isopireca della Montagna Lombarda. L'Universo 16, 1935.
- Figurovsky I. W.*: Geogr. Verteilung u. Klassifikation der Klimate Journ. Geophys. u. Meteorol. 5, 1928 (russ.).
- Fiori A.*: Prodromo di una Geografia Botanica dell' Italia. Padova 1908.
- Firbas F.*: Beiträge zur Geschichte der Moorbildungen und Gebirgswälder Korsikas. Beih. Bot. Cbl. 44, 1927.
- Ueber die Waldgeschichte der Süd-Sevennen und über die Bedeutung der Einwanderungszeit für die nacheiszeitliche Waldentwicklung der Auvergne. Planta 13, 1931.
- Fischer Th.*: Studien über das Klima der Mittelmeerländer. Ergbd. 13 zu Peterm. Mitt. 1880.
- Flahault Ch.*: La Flore et la végétation de la France. Coste, Flore de la France 1901.
- Gams H.*: Die Waldklimate der Schweizeralpen, ihre Darstellung und ihre Geschichte. Verh. Naturf. Ges. Basel, 35, 1923.
- Beiträge zur Geschichte der Quercus sessiliflora Salisb. Genetica 6, 1925.
  - Von den Follatères zur Dent de Morcles. Beitr. z. geobot. Landesaufn. 15, 1927.
  - Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1931/32.
  - Beiträge zur Mikrostratigraphie und Paläontologie des Pliozäns und Pleistozäns von Mittel- und Osteuropa und Westsibirien. Eclog. geol. Helv. 28, 1935.
- Gaussin H.*: Etages et zones de végétation. C. R. Soc. Biogéogr. 71, 1932.
- Gola G.*: La vegetazione dell' Appennino piemontese. Ann. di Bot. 10 (1912) 1913.
- Gradmann R.*: Der Einfluss der Höhenlage auf die klimatische Feuchtigkeit. Uhlig-Festschrift 1932.
- Grisebach A.*: Ueber den Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren. Göttingen 1838.
- Vegetation der Erde. 1872.
- Grund A.*: Entstehung und Geschichte des Adriatischen Meeres. Geogr. Jahresber. aus Oesterreich. 1907.
- Hammermann A.*: Kohlenreste aus dem Paläolith der Krim. Bull. Comm. Quatern. 1, 1929.
- Resultate der Quartärflorenforschung mit Hilfe von Holzkohlen. Transact. II. Intern. Conf. Ass. Quat. 5, 1934/35.
- Hesselman H.*: Om klimatiets humiditet osv. Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 26, 1932.
- Hofmann E., Kühnelt W. u. Pia J.*: Immergrüne Eichen im Alluvium Niederösterreichs. Sitzber. Akad. Wien 143, 1934.

- Horvat I.*: Die Verbreitung und Geschichte der mediterranen, illyrischen und pontischen Florenelemente in Nordkroatien und Slovenien. *Acta Bot. Inst. Univ. Zagreb*. 4, 1928.
- Keller P.*: Analyse pollinique de la Tourbière de Pinet. *Arch. de Bot.* 3 1929.
- Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 9, 1931.
- Korshinsky S.*: Die Vegetation Russlands. *Enzyklop. Brockhaus-Jefron* 1899 (russ.).
- Kotilainen M. J.*: Zur Frage der Verbreitung des atlantischen Florenelementes Fennoskandias. *Ann. Soc. Zool.-Bot. Fenn.* Vanamo 4, 1933.
- Lang R.*: Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. *Int. Mitt. f. Bodenkunde* 1915.
- Langlet O.*: Till frågan om sambandet mellan temperatur och växtgränser. *Medd. Stat. Skogsförsöksanst.* 28, 1935.
- Lorenz J. R.*: Physikalische Verhältnisse und Verteilung der Organismen im Quarnerischen Golfe. Wien 1863.
- Marchetti M.*: Una torba glaciale del Lago di Massaciuccoli. *P. V. Soc. Tosc. Sc. Nat.* 43, 1934.
- Markgraf F.*: Pflanzengeographie von Albanien. *Bibl. Bot.* 105, 1932.
- Genetische Beziehungen der Mittelmeerflora. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 52, 1934.
- Martonne, E. de*: Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. *La Météorologie* 1926.
- Mayr H.*: Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Berlin 1909, 2. Aufl. 1925.
- Mcchi A.*: I sincronismi tra glaciazioni, faune ed industrie quaternarie in Europa e le concordanze italiane. *Archiv. p. l'Antropol. e la Etnol.* 57, Firenze 1927.
- Morton Fr.*: Pflanzengeographische Monographie der Inselgruppe Arbe. *Engl. Bot. Jahrb.* 53, 1915.
- Monographie der Insel Cherso. *Bot. Archiv* 24, 1929 u. *Archivio Bot.* 6, 1930.
- Negri G.*: Riflessi delle ultime oscillazioni glaciali nell'attuale distribuzione della vegetazione in Toscana. *Arch. p. l'Antropol. e la Etnol.* 58 (1928) 1929.
- Sulla definizione dei piani altimetrici della vegetazione nei gruppi montuosi. *N. Giorn. bot. ital.* 39, 1932.
  - Ricerche sulla distribuzione altimetrica della vegetazione in Italia. *Ibid.* 41, 1934.
- Negri G., Francini E., Messeri A., Corti R.*: Ricerche sulla vegetazione dei dintorni di Firenze. 7. I. P. E. Nr. 2, 1934; kürzer auch im Guide Nr. 1, 1934.
- Neilreich A.*: Die Vegetationsverhältnisse von Croatiens. Wien 1868.
- Pavari A.*: Studi preliminari sulla cultura di specie forestali esotiche. *Ann. Ist. Forest. Naz.* 1, Firenze 1914/15.
- L'ambiente fisico della selvicoltura italiana. *Pubbl. Ist. sup. agr. e forest.* 1, Firenze 1926.
  - Monografia del Cipresso in Toscana. *Pubbl. Staz. sper. Selvicolt.* 3, Firenze 1934.

- Penjugalov A. W.*: Klimat Kryma. Puti rekonstrukzii nar. chos. 2, Krim-Verlag 1930.
- Podpěra J.*: Vývoj a zeměpisné rozšíření květeny zemi českých. Mor. Ostrava 1906.
- Poplawska H. I.*: Zur Kenntnis der Höhengrenze der Buche in der Krim. Journ. Russ. Bot. Ges. 10, 1925.
- Ueber die Vegetation des Tschatyrdag. Ebenda 15, 1930.
  - Zur Kenntnis der Bergwiesen ... Acta Inst. Bot. Acad. URSS 1 (1933) 1934.
- Popovici R.*: Untersuchung prähistorischer Laubholzkohlen Nord-Bessarabiens. Bul. Fac. Sc. Cernăuti 5, 1931.
- Untersuchung prähistorischer Nadelholzkohlen Nord-Bessarabiens. Ibid. 1931.
- Renier H.*: Die Niederschlagsverteilung in Südosteuropa. Bull. Soc. Géogr. Beograd 1, 1933.
- Rikli M.*: Lebensbedingungen und Vegetationsverhältnisse der Mittelmeirländer und der atlantischen Inseln. Jena 1912.
- Rubner K.*: Das natürliche Waldbild Europas. Zeitschr. f. Weltforstwirtsch. 2, 1935.
- Salisbury E. J.*: The East Anglian Flora. Trans. Norfolk a. Norwich Nat. Soc. 13, 1932.
- Schiffers E., Kusnezov N. u. a.*: Geobot. Karte d. europ. Teils d. USSR Bl. 9—10, 1930.
- Schouw J. F.*: Grundtraek til en almindelig Plantogeografi. Kopenhagen 1822, deutsch 1823.
- Climat de l'Italie. Overs. Vidensk. Selsk. Forh. 1847 u. Dansk Vidensk. Selsk. Skr. 1848.
- Seljaninov G. T.*: Klimat. Analogien der Schwarzmeerumrahmung in Europa, Kleinasien und Algerien. Arb. d. Kuban. Landwirtsch. Inst. 11, 1928.
- Klimatologische Grenzen der subtropischen und tropischen Kulturen im westl. Transkaukasien. Arb. f. angew. Bot. usw. 21, 1928/29.
  - Klimatische Analogien der Schwarzmeerküste des Kaukasus. Ibid. 21, 1929 (alles russ.).
- Soulavie J. L. D.*: Histoire naturelle de la France méridionale T. 2, 1783.
- Stankov S. S.*: Gibt es am Südufer der Krim die mediterrane Formation «maquis»? Isv. d. Univ. N.-Novgorod 1, 1926.
- Grundzüge der Vegetationsverbreitung auf der südlichen Krim. Bot. Journ. USSR 18, 1933 (beides russ.).
- Staub R.*: Die Bedeutung der Apuanischen Alpen im Gebirgsbau der Toskana. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 77, 1932.
- Steffen H.*: Beiträge zur Begriffsbildung und Umgrenzung einiger Florenelemente Europas. Beih. Bot. Cbl. 53, 1935.
- Stojanoff N. u. Georgieff T.*: Pollenanalytische Untersuchungen auf dem Vitoša-Gebirge. Spis. Bulg. Ak. 47, 1934.
- Szymiewicz D.*: Etudes climatologiques I—XX. Acta Soc. Bot. Pol. 1—7, 1923—30.
- Przyczynki do geografji roślin. Kosmos 58, Lemberg 1933.
- Thurmann J.*: Essai de Phytostatique appliqué à la chaîne du Jura. Bern 1849.

*Vareschi V.*: Meereshöhe, Kontinentalität und Epixylenverbreitung. Ber. Geobot. Inst. Rübel f. 1933, Zürich 1934.

*Velenovsky*: Flora bulgarica. Prag 1891.

*Wangerin W.*: Florenelemente u. Arealytypen. Ergbd. Beih. Bot. Cbl. 49, 1932.

*Wulff E. W.*: Die Vegetation der östl. Jailen der Krim. Moskau 1925  
(russ., deutsch. Auszug in *Engl. Bot. Jahrb. Beibl.* 1934).

— Entwicklungsgeschichte der Flora der Krim. Russ. in Bull. Soc. Nat. de Crimée 1927, deutscher Auszug in *Engl. Bot. Jahrb.* 60, 1926.

— The beech in the Crimea. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 8, 1932.

---