

Klimacharakter und Baumgrenze.

Von **Friedrich Rosenkranz**, Wien.

Schon seit langer Zeit bildet die Frage der Baum- bzw. Waldgrenze die Unterlage mehr oder minder umfangreicher Untersuchungen. Nach der grundlegenden Studie von **Brockmann-Jerosch** (1), die allerdings auch nicht unwidersprochen geblieben ist, scheint es keiner weiteren Untersuchungen zu bedürfen; es bleibt sozusagen nur mehr die Restaufgabe, die offenkundlichen Ergebnisse durch Kleinarbeit zu untermauern. **Brockmann-Jerosch** unterscheidet drei Arten von Baumgrenzen: die polare, die alpine und die kontinentale Baumgrenze.

Meine Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Pflanzendecke und Klimacharakter mit Hilfe des Ozeanitätsindex schienen anfänglich diese Ansicht von der Dreiteilung auch in physiologischer Hinsicht zu unterstützen (6, 7). Während in den Tropen sowohl in den Ebenen als auch in den Hochlandschaften, z. B. in den Anden, bei gleichzeitigem Auftreten einer ausgesprochenen Trockenzeit der zahlenmäßige Ausdruck für die Ozeanität sehr gering ist, sobald es sich um bäum- bzw. waldlose Gebiete handelt, steigt der Wert an der polaren Baumgrenze bei stark negativen Jahresmitteln auf Werte, unter denen in der gemäßigten Zone der Wald vorherrscht, und in der alpinen Stufe sogar zu Zahlen an, die in den Tropen schon den Regenwald kennzeichnen. Es schien damals demnach, als ob in den extratropischen Gebieten der Wald- bzw. Baumwuchs eine gemeinsame Funktion der Ozeanitätsindices und der Jahrestemperatur sei und zwar so, daß in Gebieten mit höheren Jahresmitteln der Baumwuchs auch höhere Ozeanität vertrage, dagegen bei negativen Jahresmitteln schon bei einem Index seine Grenze finde, wo er sonst noch seine beste Entfaltung als Laubwald aufweist. Dadurch entstand aber ein Zwiespalt, den zu vermeiden mir um so notwendiger erschien, als einerseits der Index stets noch der Kennzeichnung durch das Jahresmittel bedurfte, andererseits eine gemeinsame Erscheinungsform, die Baum- bzw. Waldlosigkeit durch zwei ganz extreme Klimatypen bedingt erschien: durch hohe Ozeanität bei stark negativen Jahresmitteln und durch schärfste Kontinentalität bei verhältnismäßig sehr hohen Jahresmitteltemperaturen. Außerdem zeigt doch sowohl die polare als auch die alpine Pflanzenwelt offenkundig überwiegend xeromorphe Wesenszüge, also eine gewisse morphologische und erscheinungs-

mäßige Übereinstimmung der *Frigorideserta* mit den *Siccideserta*.

So ist also die Ansicht nicht ohne weiters von der Hand zu weisen, daß die allgemeine physiologische Kontinentalität, die biologisch wirksame Kontinentalität, Ursache bei jeder Form der Baumgrenze sei, daß also die Baumlosigkeit sowohl der Trocken- einöden als auch der Kältewüsten gemeinsam durch den hohen Grad der Kontinentalität bedingt sei. Das polare Klima ist arm an Niederschlägen, was aber teilweise durch die Ergiebigkeit und plötzliche Wirkung der Schneeschmelze aufgehoben wird. Die Winter sind kalt, die Sommer kühl, Ein- und Ausstrahlung ist besonders wirksam. Die kurze Vegetationszeit zwingt vielfach zur Ausbildung von immergrünen Lederblättern mit Verdunstungsschutz gegen die heftigen Winde, die in dieser Zone herrschen. Ein ähnliches, vielleicht noch intensiveres Strahlungsklima ist das alpine Klima; es ist absolut bedeutend niederschlagsreicher, doch schafft der rasche Wechsel von hohem Feuchtigkeitsgehalt bzw. völliger Feuchtigkeitsättigung der Luft mit völliger Lufttrockenheit eine große Vertrocknungsgefahr, so daß in der alpinen Region das Klima mehr den Charakter des Grasflurklimas und bei weiterem Höhenanstieg sogar den des Wüstenklimas zumindest in bioklimatischer Hinsicht erhält (10, S. 1273). In meiner letzten Studie (8) mußte ich mich auch mit dem Klimacharakter der Alpen beschäftigen. Deren hohe Ozeanitätsindices besonders in der alpinen Stufe (6), wo nach G a m s (2) in Übereinstimmung mit der Erscheinungsform des Pflanzenwuchses hohe hygrische Kontinentalität herrscht, erschienen mir namentlich im Hinblick auf die Xeromorphie aller Gehölze an der Baumgrenze als nicht der Wirklichkeit entsprechend und ich suchte daher nach einem anderen Wert, den ich nach längerer Überlegung und nach mehrfachen Proben, über die ich dort (8) referierte, im Bioozeanitätsindex¹⁾ fand. Dieser ergab nicht nur alle

¹⁾ Die Formel für den Bioozeanitätsindex lautet:

$$\left[\frac{n \cdot \frac{1}{2} (f_a + f_i)}{(t + 20) \sqrt{t_a - t_i}} \cdot t + 2000 \right] \cdot \frac{1}{10}$$

wobei n = Jahressumme des Niederschlages in cm, f_a = Maximum und f_i = Minimum der Luftfeuchtigkeit, t = Jahresmitteltemperatur in Celsiusgraden, t_a = Temperaturmittel des wärmsten und t_i = Temperaturmittel des kältesten Monats bedeuten.

In den weiteren Ausführungen wird der Bioozeanitätsindex stets mit OZ abgekürzt.

Übereinstimmungen wie mein früherer Ozeanitätsindex, sondern er gliederte auch in weit besserem Maße Formationen ab, die früher trotz ihrer verschiedenen Form gleiche Indices bei verschiedenen Jahresmitteltemperaturen hatten, wie etwa die tropischen Regenwälder (*Pluviilignosa*) gegenüber den ozeanischen Regenwäldern (*Laurilignosa*), deren erstgenannte früher (6) (7) Indices über 150 bei Jahresmitteln über 20° hatten, während die ozeanischen Regenwälder Neuseelands und Valdivias ebenso wie der Coniferen-Lorbeerwald im pazifischen Nordamerika (9) die gleichen Indices, aber bei Jahresmitteln von bloß 6—15° aufwiesen. Nach der neuen Formel für den Bioozeanitätsindex (8) erreicht die Bioozeanität in den *Laurilignosen* 470 nicht, wogegen sie im Gebiete der *Pluviilignosa* nicht unter 480 herabsinkt, ja dort, wo der Regenwald typisch ausgebildet ist, sogar meist 600 nicht viel unterschreitet.

Aber auch die wald- bzw. baumlosen Gebiete kennzeichnen sich durch die Lage bestimmter Isobioklimatien, d. h. Linien gleicher Bioozeanität; sowohl in den Frigidideserten der Polarkappen und in den Siccideserten der trockenen Tropen und Subtropen als auch im baumlosen Alpengebiet zeigen sich annähernd gleiche niedrige Werte. Die Studie über Mittel-Europa (8) hat z. B. gezeigt, daß in den Gebirgen Mittel-Europas, wo an der Baumgrenze *Pinus montana* vorherrscht, die Bioozeanität 210—220, wo *Pinus cembra* die Baumgrenze bildet, wie in den Zentralalpen der Ostmark, dagegen die OZ nicht einmal 202 überschreiten.

Im Folgenden sollen ganz kurz die wald- bzw. baumlosen Gebiete der einzelnen Kontinente in Beziehung auf ihre Kontinentalität geschildert und dann die Schlußfolgerung gezogen werden.

Das arktische **Kältesteppegebiet** weist naturgemäß nur wenige verwendbare Stationen auf; doch zeigt sich aus diesen ganz deutlich, daß die Ozeanität nirgends 200 viel überschreitet. Auf Alaska schwanken die Werte um 180, in Nord-Kanada und auf den polaren Inseln zwischen 160—190. Auf Grönland herrschen durchaus OZ unter 200, nur im Süden steigt die Ozeanität auf 210 an; hier stellen sich auch ausgedehnte Weidengebüsche ein. Dagegen wird auf Jan Mayen und auf Spitzbergen die Indexzahl 170, auf der Bären-Insel die OZ 180 noch knapp überschritten. Diese Inseln gehören alle zum Kältesteppegebiet der Tundrenlandschaft. Island dagegen beherbergt besonders in den Randgebieten und im Osten noch kleine Birkenhaine mit Weiden untermischt, die als

Baum- bzw. Waldwuchs angesehen werden können. Diese Landstriche sind also als baumhaftes Gebiet anzusehen. Hier steigt aber auch der Index über 220, ja bis 240. Nur im Nordwesten erreicht er 220 nicht mehr.

In Eurasien liegt das ganze Tundrangebiet in einer Biozeanitätszone unter 200. Der sich südwärts anschließende subpolare Nadelwald mit *Picea*, *Pinus silvestris* und in Sibirien auch mit *Pinus cembra* und *Larix sibirica* bzw. *L. Gmelini* weist gleiche OZ auf, doch steigen im westlichen Teil die Jahresmittel bereits über 0° und allenthalben die Sommermittel über 11°. Von Asien liegen ebenso wie aus Nord-Amerika, wo besonders die Schimmelfichte baumgrenzbildend ist, aus diesen Breiten nur sehr wenige Werte vor, in Skandinavien jedoch, wo es eine größere Anzahl auswertbarer Stationen gibt, zeigt sich dasselbe Bild; im Norden, wo bei niedrigen Jahresmitteltemperaturen die Sommermittel 10° nicht übersteigen, herrscht die Tundra bei OZ unter 205, auf dem Fjeld mit seiner eigenartigen Pflanzendecke sinkt die OZ landeinwärts unter 200. Aber schon in Schwedisch-Norrland beginnt die OZ beim Eintritt höherer Temperaturwerte auf 210 und südlich von 63° N auf 215 anzusteigen. Der nordeuropäische Nadelwald wird hier allmählich vom nordeuropäischen Mischwald abgelöst, der auch in Süd-Finnland bis etwa 62° nördl. Breite vorgreift. Es ist erwähnenswert, daß in Süd-Schweden die IBK ¹⁾ 230 fast genau mit der Nordgrenze der Rotbuche (*Fagus sylvatica*) zusammenfällt, auf welchen Zusammenhang ich schon seinerzeit (8) hingewiesen habe.

Auf der Südhalbkugel gibt es nur wenige Landgebiete, die den Frigorideserten zuzuzählen sind, so, abgesehen von dem Antarktischen Festland, vor allem die Inseln im Südlichen Eismeer (Süd-Orkneys, Süd-Georgien), deren OZ durchaus unter 175 liegt. Die Kerguelen und die Falklands-Inseln, die Passarge (5) ähnlich wie Island zu den subpolaren Wiesenlandschaften stellt, wo bereits Gebüsche und Krummholz gedeihen, haben die gleiche OZ wie der Süden und Osten von Island.

Die Werte an der **alpinen Baum- bzw. Waldgrenze** sind außer in Europa nur schwer zu ermitteln. In den asiatischen Hochgebirgen schwanken sie ebenso wie in den südamerikanischen Anden, soweit hier die Grenzen nicht eher als kontinental auf-

¹⁾ = Isobioklimatie.

gefaßt werden müssen, durchaus um 200 (Maximum 205—208), in Nord-Amerika ebenfalls zwischen 195—210, auf den europäischen Hochgebirgen je nach der Art der grenzbildenden Elemente zwischen 195—220; aus Afrika gibt es keinerlei Werte von Höhenstationen. In Australien dürften sich, soweit dies aus den einschlägigen Karten ²⁾ zu ersehen ist, die IBK in der alpinen Stufe der Australalpen zwischen 1800—1900 m zwischen 210—225 bewegen.

Gebiete innerhalb der **kontinentalen Baumgrenze** gibt es vor allem im heißen Gürtel, in schwächerem Maße auch in den gemäßigten Mittelgürteln der Erde und in den Subtropen. Hierher sind die Trockeneinöden, also Wüsten und Wüstensteppen, und die xerophilen Gehölz- und Strauchsteppen, aber auch die echten Gras- und Krautsteppen bzw. Steppenwiesen ³⁾ zu stellen.

In Nord-Amerika gehören also dazu die xerophytische Halbstrauchsteppe des Sagebushes und die Wüsten bis Wüstensteppen der Becken- und Tafellandschaften in den Nordamerikanischen Kordilleren. Hier schwankt die OZ zwischen 204—215, in der anschließenden Prärielandschaft der Union und Kanadas steigt sie gegen das Mississippi-Becken und gegen die Seen auf 220. In Süd-Amerika sind solche baumlose Gebiete die Pampa und die Chanar-Steppe sowie die Monte-Formation, wenigstens zum größeren Teile; auch hier übersteigt der OZ 220 nie, meist nicht einmal mehr 210—215. Ebenfalls niedrige Indices hat die Hochgebirgssteppe der Puna, wo die OZ von weniger als 214 im Süden auf 225 in Nord-Chile steigt; hier führt ja auch schon die gemäßigte Punaform zu den bereits baumhaften Paramos in der äquatorialen Provinz hinüber.

Das nordafrikanische Wüstengebiet (Sahara, Ägypten, Nubien) weist ebenfalls Werte unter 210 auf, in Französisch-Nord-Afrika und in Marokko steigt die OZ bis 220, stellenweise, da sich hier auch schon Hartlaubgehölze einstellen, ebenso wie in Teilen der tripolitanischen Küste, auf knapp 230. Am Südrand der Sahara überschreitet die OZ 220 überall, an Stelle der Wüsten und Wüstensteppen treten Grassteppen mit Akazien und Dornsträuchern, die bei steigendem OZ in Savannen übergehen. Das nordafrikanische Wüstengebiet setzt sich auch auf das afrikanische

²⁾ Vgl. unter (7).

³⁾ Nordamerikanische Prärie, Ungarische und Südrussische Rasensteppe.

Osthorn (Somaliland, Erythraä) fort, wo die OZ ebenfalls 205 nicht überschreiten. Gegen das Innere von Britisch-Ost-Afrika und gegen das Äthiopische Hochland steigt die OZ bald über 270 und an Stelle der baumlosen Landschaften treten nach der Übergangszone der Akazien-Dornbuschsteppen ausgedehnte Savannen. In Süd-Afrika gibt es ein zweites ausgedehntes Trockengebiet: es beginnt an der Westküste an der ehemaligen Grenze von Angola und Deutsch-Südwest-Afrika und umschließt die Namib-Wüste, die Kalaharisteppe und die Karroo bis West-Transvaal und Oranje, wo sich dann Akaziensteppen anschließen. Hier steigt der Index von ungefähr 200 im Westen auf 220—224 im Osten und Süden und über 230 am Rande der Baumsteppe.

In Syro-Arabien und in Mesopotamien, wo ja mit Ausnahme der Mittelmeerküste durchaus Trockengebiete mit Wüsten und Wüstensteppen bzw. xerophytische Dornbuschsteppen auftreten, liegen die Indices durchwegs unter 215, nur im Mittelmeergebiet überschreiten sie 240.

Dieses Trockengebiet setzt sich auch nach Vorder-Indien ins Indusland fort, wo die IBK 220 im allgemeinen erst im Nordosten bei Lahore und am Arawalligebirge überschritten wird. Auch diese Gebiete weisen nur schütterten Baumwuchs auf und sind zum größten Teile den Siccideserten und echten Steppen zuzuzählen. Der Hochlandsgürtel vom Inneren Kleinasiens bis zur Gobi zeigt, soweit dies aus den wenigen Stationen zu entnehmen ist, ebenfalls sehr hohe Kontinentalität mit OZ unter 215 im Westen (Randgebiete von Iran, Armenien) und knapp um 200 im Osten (Tibet, Afghanistan, Tarim-Becken, Gobi) und ist daher durchaus Steppe oder Wüste mit Trockenwäldern bloß an den Flüssen und in bestimmten Höhen an den Gebirgsrändern, wo sich die OZ infolge höherer Feuchtigkeit schwach hebt. Gegen das eigentliche China zu steigen die OZ unter dem allmählich zunehmenden Einfluß der Monsunwinde und erreichen in Nord-China 206—226, auf Schantung schon 240, während sie im Amur-Land und in der Nordmandschurei nicht über 210 hinausgreifen. Daher ist der Norden zum größten Teil noch Steppe, die dann im Osten in ein Mischwaldgebiet übergeht, in Mittel-China herrscht schon der temperierte Regenwald und ins Amur-Land und in die Randgebiete des äußersten Nordens greift der Sibirische Nadelwald ein. Aber auch der Nordrand bzw. Nordfuß des zentralasiatischen Hochlandsgürtels ist äußerst kontinental mit Werten unter 210 in den

Ebenen und 220 am Gebirgsrand, so daß auch hier wieder Baumlosigkeit vorherrscht. Diese niedrige OZ greift auch nach Südost-Rußland über, wo im eigentlichen Rasensteppenland durchaus Werte unter 220, ja meist unter 215 auftreten. Inselhaft hebt sich aus diesem Steppengebiet die Süd-Krim sowie das Randgebiet Kleinasiens im Westen und Süden mit OZ bis 250 und der Nordrand Kleinasiens mit OZ bis 270 hervor, wo Hartlaubgehölze bzw. Sommerwald überwiegt. In der nordwärts dem Steppenland vorgelagerten Vor- oder Übergangsteppe steigt die OZ bis auf 225 gegen Norden, wo sich dann an das Waldsteppengebiet im Westen Mischwald, östlich der Wolga dagegen der nordeuropäische Nadelwald anschließen, jener bei der gleichen OZ wie in Südost-Skandinavien, dieser bei ähnlich niedrigen Werten wie in Sibirien. Werte zwischen 220—225 weist auch das ungarische Steppengebiet auf und ich konnte in meiner letzten Arbeit (8) zeigen, wie auch im östlichen Niederdonau und in Böhmen sowie in Mähren, ja sogar noch im Altreiche Steppenheiden und andere xerophytische Formationen nur bei OZ unter 230 sowie echte Steppenwiesen nur unter 225 auftreten, soweit ihr Vorhandensein nicht auch durch Bodenverhältnisse übermäßig begünstigt wird.

In Australien herrscht mit Ausnahme des Nordostens sowie des Ost- und Südostrand und eines kleinen Zipfels im Südwesten durchaus geringe OZ; in Zentral-Australien erreicht der Index nicht einmal mehr 200—210, hier treten auch die *Spinifex*-Fluren als eigene Formationen auf, während sie sonst meist eingestreut sind (7). Auch der Scrub findet sich in seinen verschiedenen Ausbildungen fast durchaus in Gegenden unter 215, höchstens bis 220.

Ich glaube mit diesen kurzen Ausführungen, die bloß eine Ergänzung zu den bisherigen einschlägigen Veröffentlichungen darstellen sollen, gezeigt zu haben, daß für das Bestehen des Baum- bzw. Waldwuchses ein bestimmter Ozeanitätsgrad notwendig ist. Dieser ist anscheinend in der polaren bzw. subpolaren und alpinen Zone geringer, wie aus der polaren Verbreitungsgrenze der Nadelwälder der Mittelgürtel und aus den Höhengrenzen im Hochgebirge hervorgeht, wo ebenfalls Nadelgehölze in erster Linie baum- bzw. waldgrenzbildend sind. Er erreicht in diesem Falle bei genügender Sommerwärme wie in Sibirien und Ost-Rußland nicht einmal mehr 200 OZ. In der subtropischen und tropischen Zone dagegen, aber auch im gemäßigten Teile der Mittelgürtel, wo in erster Linie Laubbölzer an der Baumgrenze

auftreten, findet der Wald- bzw. Baumwuchs schon bei einer höheren OZ, im wesentlichen bei 200—220, seine Grenze. Das Gehölzklima ist demnach jedenfalls ein Klima mit einem gewissen minimalen Bioozeanitätsgrad, unterhalb dessen Baumfeindlichkeit herrscht. Ich glaube damit gezeigt zu haben, daß auch hier als der grenzbestimmende Faktor neben Bodenverhältnissen (z. B. in der Taiga) und der Sommertemperatur in gewissen Fällen (*Aciculi-lignosa*) der Ozeanitätsgrad herangezogen werden kann.

*

Schrifttumsverzeichnis.

1. Brockmann-Jerosch H., Baumgrenze und Klimacharakter. (Berichte der Schweiz. Botan. Gesellschaft, XXVI., 1910.)
 2. Gams H., Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1931, Nr. 10, 1932, Nr. 1, 2, 5, 6.)
 3. Hann J., Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1911 ff. und Köppen W. und Geiger R., Handbuch der Klimakunde. Berlin 1930 ff.
 4. Klute F., Handbuch der geographischen Wissenschaft, I. Potsdam 1937.
 5. Passarge S., Die Landschaftsgürtel der Erde. Breslau 1923.
 6. Rosenkranz F., Klimacharakter und Pflanzendecke. Österr. Botan. Zeitschr., Bd. 85/3.
 7. Rosenkranz F., Klimacharakter und Pflanzendecke von Insulinde und von Australien. (Blumea 1937, II/4, Leiden.)
 8. Rosenkranz F., Klimacharakter und Pflanzendecke von Mitteleuropa. Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. LVIII (1938), Abt. B., Prag.
 9. Rübeler E., Pflanzengesellschaften der Erde. Berlin 1930.
 10. Warming E. und Graebner P., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 4. Auflage, Berlin 1933.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1944

Band/Volume: [90-91](#)

Autor(en)/Author(s): Rosenkranz Friedrich

Artikel/Article: [Klimacharakter und Baumgrenze. 26-33](#)