

8. *Louis, H.*, Probleme der Rumpfflächen und Rumpftreppen. — Verh. u. wiss. Abh. d. 25. D. Geographentages z. Bad Nauheim 1934. Breslau 1935.
9. *Machatschek, F.*, Morphologie der Südabdachung des böhmischen Erzgebirges. — Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 60. 1917.
10. *Machatschek, F.*, Landeskunde der Sudeten- und West-Karpathenländer. Stuttgart 1927.
11. *Machatschek, F.*, Das Relief der Erde. I. Bd., Berlin 1938; II. Bd. Berlin 1940.
12. *Oestreich, K.*, Ein alpines Längstal zur Tertiärzeit. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, XLIX. 1899.
13. *Paschinger, H.*, Geomorphologische Studien in Mittelkärnten. — Carinthia II, 45. Bd. 1935.
14. *Pencke, A.*, Die Gipfflur der Alpen. — Sitz.-Ber. d. Preuß. Ak. d. Wiss., Phys.-math. Kl., Bd. 17. Berlin 1919.
15. *Pencke, W.*, Die morphologische Analyse. — Geogr. Abh., II. R., H. 2. Stuttgart 1924.
16. *Pencke, W.*, Die Piedmontflächen des südlichen Schwarzwaldes. — Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde z. Berlin. 1925.
17. *Sölch, J.*, Die Landformung der Steiermark. Graz 1928.
18. *Spengler, E.*, Die tertiären und quartären Ablagerungen des Hochschwabgebietes und deren Beziehungen zur Morphologie. — Zeitschr. f. Geomorphologie, II. 1926—27.
19. *Spreitzer, H.*, Die Talgeschichte und Oberflächengestaltung im Flußgebiet der Innerste. — Jahrb. d. Geogr. Ges. z. Hannover. 1931.
20. *Spreitzer, H.*, Zum Problem der Piedmonttreppe. — Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 75. 1932.
21. *Spreitzer, H.*, Zur Frage der Harzhebung. — 88./89. Jahresber. d. naturhist. Ges. z. Hannover f. d. Jahre 1936/38.
22. *Spreitzer, H.*, La Question de l'Escalier de Piedmont. — Comptes Rendus du Congrès International de Géographie Amsterdam 1938, T. II. Conclusions. Ebd. T. I.
23. *Spreitzer, H.*, Die Großformung im oberen steirischen Murgebiet. — Geogr. Studien. Festschr. J. Sölk. Wien 1951.
24. *Thurner, A.*, Morphologie der Berge um Innerkrams, (Gurktaler Alpen, Kärnten). — Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 73. 1930.
25. *Wurm, A.*, Morphologische Analyse und Experiment. Hangentwicklung, Einebnung, Piedmonttreppen. — Zeitschr. f. Geomorphologie, IX. 1935/36.

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

DIE SÜDGRENZE DES „TUCUMANISCH-BOLIVIANISCHEN WALDGEBIETES“ IN NORTHWEST-ARGENTINIEN

K. Hueck

Mit 7 Abbildungen

1. Die drei argentinischen Feuchtwaldgebiete

Eine Karte der Waldverteilung in Argentinien läßt — abgesehen von weit verbreiteten Trockenwäldern und wirtschaftlich zum größten Teil wertlosem Trockengebüsch — drei Regionen mit ausgedehnten Feuchtwäldern unterscheiden. Es sind dies:

1. das subtropische, in seinen nördlichen Teilen fast tropische tucumanisch-bolivianische Waldgebiet im Nordwesten des Landes. Es hat seinen unmittelbaren Anschluß an die Regenwälder von Bolivien und zieht sich hier an den Hängen der Präkordillere weit nach Norden,
2. das ebenfalls subtropisch-tropische Regenwaldgebiet von Misiones im Nordosten, das weit nach Brasilien hinübergreift, und
3. das gemäßigtere, „subantarktische“ südandine Regenwaldgebiet in Patagonien.

Obleich die beiden Gebiete 1 und 2 einige Holzarten miteinander gemeinsam haben, stellen doch diese drei Waldregionen ökologisch sehr unterschiedliche Einheiten dar, die von der in der Entwicklung begriffenen argentinischen Forstwirtschaft auch praktisch als drei grundverschiedene Waldbaugebiete angesehen werden müssen. Besonders das südandine Regenwaldgebiet hat einen stark ausgeprägten eigenen Charakter. Er beruht darauf, daß sein Artengehalt es in nähere Beziehung bringt zu so weit entfernten Gegenden der Erde wie beispielsweise Neuseeland oder Tasmanien als zu den beiden nordargentinischen Waldregionen, von denen es durch eine Zone sehr starker Trockenheit getrennt ist (Abb. 1).

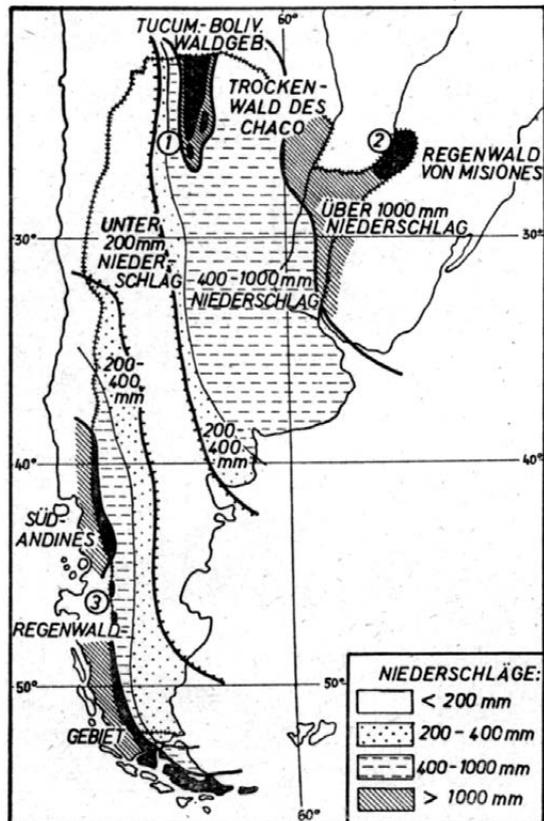


Abb. 1: Waldregionen und Niederschlagshöhe in Argentinien (schematisch).

Schwarz = Feuchtwaldgebiete. 1. Tucumanisch-bolivianisches Waldgebiet, Niederschläge etwa 1000 bis 2000 mm, 3. Gebiet des wärmegemäßigten südandinen Regenwaldes, Niederschläge bis 5000 mm.

Die Holzartenzusammensetzung des zuerst genannten tucumanisch-bolivianischen Waldes ist außerordentlich reich. Es kommen hier ein paar hundert, zum Teil auch für die Holzindustrie sehr wertvolle Baumarten vor. Dennoch muß es als ein gewisser Mangel empfunden werden, daß Nadelhölzer darunter völlig fehlen, von der einen Art *PODOCARPUS PARLATORREI* abgesehen. Es erschien daher aus forstwirtschaftlichen Gründen eine Bereicherung durch die im äußersten Norden des südandinen Waldes gedeihende *ARAUCARIA IMBRICATA* als wünschenswert. Aus diesem Grunde untersuchte ich in den Monaten April und Mai dieses Jahres (1951) das letzte Ausklingen des tucumanisch-bolivianischen Waldes gegen die Trockengebiete hin, die ihn über eine Entfernung von nahezu 1000 km hinweg von dem patagonischen Walde trennen, um hier die Standortverhältnisse genauer kennenzulernen.

## 2. Das Problem der Südgrenze des tucumanisch-bolivianischen Waldes und die Darstellung von P. G. Lorentz

Das südliche Ausklingen des tucumanisch-bolivianischen Waldes gegen die vollkommen steppenhaften Gebiete der Provinzen Catamarca, La Rioja, San Juan und Mendoza ist eine der pflanzengeographisch wichtigsten Tatsache des nordwestlichen Argentiniens. Dennoch wurde ihm bisher nur wenig Beachtung geschenkt. Insbesondere wurde kaum versucht, Einzelheiten über den Verlauf dieser Grenze des Waldes gegen die Steppe zusammenzutragen. Der erste, der



Abb. 2: Ausschnitt aus der „Mapa fitogeográfico de la República Argentina“ von P. G. Lorentz (1876).

1. Grenzen der „Formationen“, 2. Staatsgrenzen,
3. Areal des tucumanisch-bolivianischen und des südandinen Regenwaldgebiets.

diese Dinge kartographisch darzustellen versuchte, war P. G. Lorentz. Schon im Jahre 1876 legte er in einer heute selten gewordenen Schilderung der argentinischen Republik zwei Vegetationskarten vor, die allerdings, entsprechend den damaligen Kenntnissen nur den Charakter von Übersichtskarten haben konnten. Das geschah in einer Zeit, als es selbst in Europa kaum die ersten Beispiele einer vegetationskundlichen Kartierung gab. Aus einer dieser beiden Karten stellt die Abb. 2 einen Ausschnitt dar, auf dem das Areal des tucumanisch-bolivianischen Waldes, bei Lorentz „Formación subtropical“, besonders hervorgehoben ist.

Als Ursache für das Auftreten des tucumanisch-bolivianischen Waldes werden schon von Lorentz die sehr hohen Niederschläge und die ebenfalls sehr hohe Luftfeuchtigkeit genannt, die von den Ostwinden vom Atlantischen Ozean her herangeführt werden. Während im Gebiet des Chaco die Niederschläge in ausgedehnten Teilen nicht über 500 mm steigen, gehen sie nach den amtlichen Messungen des argentinischen Ministeriums für Landwirtschaft am Fuße des Gebirges auf 1000 mm und darüber. Wie hoch die Niederschläge in den tief eingeschnittenen und oft das ganze Jahr hindurch feuchten, nach Osten offenen Tälern sind, darüber fehlen bestimmte Angaben völlig. Sie können aber ziemlich sicher auf über 2000 mm geschätzt werden. Diese ganz ungewöhnliche Feuchtigkeit also gestattet das Eindringen des Regenwaldes nach Argentinien von Norden her mit seinem ganzen Reichtum an Epiphyten (besonders Farne, Orchideen und große Bromeliaceen) und an Lianen bis zu Schenkelstärke ebenso wie das Eindringen einer dieser Umwelt angepaßten Tierwelt. An der Grenze gegen die Provinz Catamarca läßt dann die zunehmende Trockenheit den subtropischen Wald ausklingen.

## 3. Spätere Darstellungen

Obgleich die Lorentzsche Karte damals die Dinge nur in stark verallgemeinernder Weise andeuten konnte, ist sie doch bis in die letzte Zeit hinein die Grundlage für ähnliche Darstellungen geblieben. Selbst die sehr in die Einzelheiten gehende, gleichfalls noch aus dem vorigen Jahrhundert stammende Karte von Brackebusch (1893) zeichnet die subtropischen Feuchtwälder (bei Brackebusch „Hydrophilen“) sehr schematisch und etwa in der gleichen Weise wie Lorentz.

Ähnlich verfahren alle späteren argentinischen Pflanzengeographen. Die Abbildungen 3 u. 4 zeigen Ausschnitte aus den neueren Karten von J. Frenguelli (1941) und A. Castellanos und Perez Moreau (1944). Frenguelli löst auf seiner Karte den subtropischen Wald zwischen Tucumán und der Nordgrenze von Argentinien in einzelne Inseln auf. Dabei unterläuft ihm ein grober Fehler im nördlichsten Teil des subtropischen Waldes (bei ihm Selva subtropical serrana), indem er das riesige subtropische Waldgebiet an den Flüssen Santa Maria, Santa Cruz, am Rio Pescado und am Rio Lipeo, das größte Waldgebiet dieser Art in Argentinien, unberücksichtigt läßt und dafür diesen Waldtyp östlich des Rio Bermejo und östlich des 64°

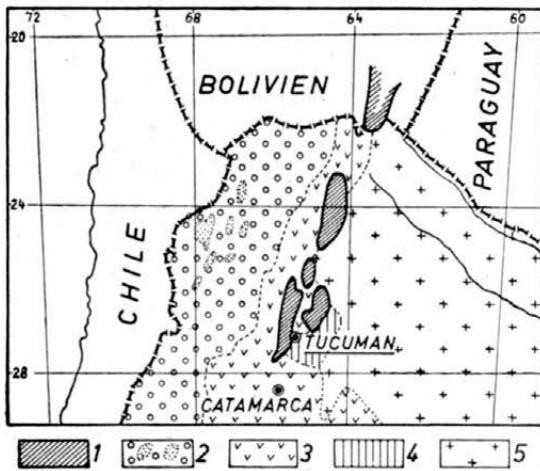


Abb. 3: Die Verbreitung der „Selva subtropical serrana“ nach J. Frenguelli.

1. Subtropischer Gebirgswald, 2. Strauchsteppe der Puna,
3. Gemischte Steppen (Bolsones), 4. Parklandschaft von Tucumán, 5. Chacowälder.

nach Bolivien hinüber greifen läßt. Tatsächlich ist das ein Gebiet, wo der subtropische Wald durchaus nicht mehr optimal entwickelt ist.

Den Fehler vermeiden A. Castellanos und Perez-Moreau, die das Schwergewicht des subtropischen Waldes wesentlich mehr nach Westen verschieben, wie das der Wirklichkeit entspricht. Dafür krankt

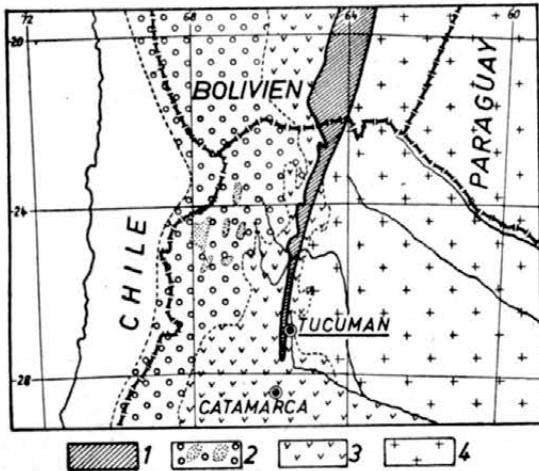


Abb. 4: Die „Provincia tucumano-boliviana“ nach A. Castellanos und Perez Moreau.

1. Tucumanisch-bolivianische Provinz, 2. Andine Provinz mit Salzpflanzen, 3. Zentralprovinz, 4. Chacoprovinz.

diese Karte daran, daß sie den subtropischen Wald ohne jede Unterbrechung allzu schematisch von der Nordgrenze des Landes bis in die Gegend südlich von Tucumán sich erstrecken läßt.

Wir sehen also ein recht erhebliches Durcheinander der Meinungen, das zu klären sich mir bei meinen Untersuchungen über die Verbreitung der Waldtypen in NW-Argentinien und bei den Vorarbeiten zu der

im Druck befindlichen Vegetationskarte dieses Gebiets Gelegenheit bot.

#### 4. Die Stellung des tucumanisch-bolivianischen Waldes im System der NW-argentinischen Wald-Gesellschaften

Bei der Schilderung meiner Ergebnisse ist es allerdings notwendig, auch auf die übrigen Waldtypen zu verweisen, die es in diesem Teile Argentiniens zu unterscheiden gibt. Tatsächlich ist ja der subtropische Wald ebensowenig eine vegetationskundliche Einheit etwa vom Range einer Assoziation oder auch nur eines Assoziationsverbandes im Sinne der europäischen pflanzensoziologischen Terminologie wie der so oft zitierte „Chacowald“. Die folgenden Waldgesellschaften lassen sich unterscheiden:

#### Höhenverbreitung der Waldtypen im nordwestlichen Argentinien

|  |  |
|--|--|
| Subandiner Buschwald (1900—2300, vereinzelt b. 3000 m)   | Gebüsch von <i>QUEÑOIA POLYLEPIS AUSTRALIS</i> = <i>RACEMOSA</i>   |
| Bergwälder der oberen Stufe (1000 bis 2100 m, vereinzelt bis 2700 m)                                     | Wald von <i>ALNUS JORULLEN-SIS</i> (= Erlenwald) (1400—2100, vereinzelt bis 2700 m)<br>Wald von <i>JUGLANS AUSTRALIS</i> und <i>PODOCARPUS PARLATOREI</i> (1000—1700 m) (= Nogal-Pino-Wald)  |
| Suptropische Regenwälder (550—1200 m)  | Myrtaceenwald (800—1200 m)<br>Wald von <i>PHOEBE PORPHYRIA</i> (550—1000 m) (= Laurelwald)   |
| Übergangswälder (400—500 m)  | In der Provinz Tucumán besonders Tipa-Pacara-Typ, weiter im Norden besonders Palo blanco-Typ   |
| Chacowälder (in der Ebene, bis 500 m, vereinzelt in den östlichsten Gebirgsketten bis an die Waldgrenze) | am meisten niederschlagsbedürftig: Tala-Mistol-Typ; mehr an trockeneren Orten: Quebracho-Typ und Algarrobo-Typ, beide nicht nach Höhenstufen, sondern nach den Bodenverhältnissen geschieden |

In dieser Übersicht entsprechen die auf der rechten Seite genannten Waldgesellschaften, wie Laurelwald, Myrtaceenwald, Nogal-Pino-Wald und Erlenwald, ihrem pflanzensoziologischen Range nach etwa einer Assoziation. Eine endgültige Abgrenzung im Sinne der Charakterartenlehre kann zur Zeit noch nicht erfolgen, weil selbst unter den Baumarten noch viele nicht oder nur mangelhaft beschrieben worden sind. Über die ökologischen Ansprüche der Begleitpflanzen, besonders der Bodenpflanzen, sind wir erst recht nur sehr oberflächlich unterrichtet.

Die Übersicht zeigt die Stellung des subtropischen Regenwaldes im System der übrigen Waldgesellschaften des nordwestlichen Argentiniens. Er ist ganz auf das Gebirge und die unmittelbar vorgelagerten randlichen Teile der Ebene beschränkt. Gegen die Ebene grenzt er an das Gebiet der Übergangswälder, das nur eine geringe Ausdehnung hat. Es sind winterkahle Wälder, deren ursprüngliche Fläche heute, weil in klimatischer Hinsicht am meisten begünstigt, fast

völlig von Kulturland, meist Zuckerplantagen, eingenommen wird. Im einzelnen läßt der subtropische Wald wenigstens zwei floristisch sehr ungleiche Assoziationen erkennen, nämlich den für die untere Stufe charakteristischen Laurélwald und den in höheren Lagen anzutreffenden Myrtaceenwald.

In höheren Lagen grenzt der subtropische Wald gegen die Bergwälder der oberen Stufe, die ebenfalls in zwei Gesellschaften zu gliedern sind, nämlich den Nogal-Pino-Wald und den Erlenwald. Diese beiden Waldgesellschaften können nach ihrem Artgehalt nicht mehr als subtropisch bezeichnet werden. Wohl aber ist das im Hinblick auf ihre Verbreitung möglich, da sie sich in Argentinien regelmäßig an die oberen Lagen der subtropischen Wälder anhängen und ebenso wie diese nur im äußersten Nordwesten des Landes zu finden sind.

Das in der obenstehenden Tabelle als subandiner Buschwald bezeichnete Gebüsch von Queñoa (*POLYLEPIS AUSTRALIS* = *P. RACEMOSA*) verdient vom forstlichen Standpunkt kaum noch als Wald bezeichnet zu werden. Er hat den Charakter eines 4—5 m hohen Buschwerks, das sowohl physiognomisch wie im Hinblick auf seine bodenfestigende Wirkung ungefähr dem Knieholzgebüsch der Alpen entspricht.

#### 5. Nutzholzarten des tucumanisch-bolivianischen Waldes

Charakterart der immergrünen unteren Stufe der subtropischen Wälder Argentinien ist im südlichen Grenzgebiet der Laurél (*PHOEBE PORPHYRIA*), der hier zu riesenhaften Bäumen mit einer weit ausladenden Krone, mit Höhen von 30 m und mit Stammdurchmessern von 2—3 m heranwächst. Derartige Prachtbäume fallen besonders dann auf, wenn sie bei Rodungen einzeln oder in Gruppen stehen gelassen sind und danach aus dem neu angelegten Zuckerfeld herausragen. Allerdings ist das Holz des Laurél nicht sehr begehrt, weil es weich und wenig dauerhaft ist. Das ist auch die Ursache dafür, daß in der aus dem Laurélwald hervorgegangenen Kulturlandschaft, soweit sie noch jung ist, so viele alte Laurélbäume erhalten geblieben sind. Wirklich wertvolle Nutzhölzer des Laurélwaldes sind vor allem der Cedro (*CEDRELA LILLOI*) und der Horco molle (*BLEPHAROCALYX GIGANTEA*). Beide wachsen gleichfalls zu 30—35 m hohen Bäumen heran, die mit ihren Kronen die oberste Schicht des Waldes bilden. Die forstliche Bedeutung der übrigen Holzarten tritt zurück. Einige Lebensformen echter tropischer Wälder treten im Lauréltyp stark zurück, wie Baumfarne, Urwaldpalmen und herrschende Bäume mit Stütz- und Bretterwurzeln.

Die obere Grenze des Laurélwaldes liegt bei 800 m oder wenig darüber. Hier hören Laurél, Cedro und Horco molle auf. Sie werden durch die Arten des gleichfalls immergrünen Myrtaceenwaldes ersetzt, unter denen vor allem die Gattung *EUGENIA* mit verschiedenen Vertretern eine Rolle spielt. Auch der Myrtaceenwald ist reich an Epiphyten, doch spielen in ihm die gewaltigen Bromeliaceen keine große Rolle mehr. An ihre Stelle treten lang von den Bäumen herabhängende Moorsrasen, die durch die sehr hohe Luftfeuchtigkeit gerade dieses in der Nebelstufe gele-

genen Typs begünstigt werden. Oft überziehen sie die Äste so dicht, daß der Einblick in den Wald gehemmt ist. Hauptnutzarten sind *EUGENIA PUNGENS*, *EUGENIA MATO* und *EUGENIA UNIFLORA*, doch sind die Stämme dieses Waldtyps vielfach krumm und ästig.

Eine sehr auffallende Zusammensetzung haben die beiden Waldgesellschaften der höheren Berglagen, der Nogal-Pino-Wald mit *JUGLANS AUSTRALIS* und *PODOCARPUS PARLATOREI* und der Erlenwald mit *ALNUS JORULLENSIS*. Beide sind reich an Arten aus Gattungen, die den Schwerpunkt ihrer Verbreitung in der gemäßigten Zone der nördlichen Hemisphäre haben. Hierher gehören unter den Bäumen *ALNUS*, *JUGLANS* und *SAMBUCUS*, unter den Kräutern die Gattungen *ANEMONE*, *RANUNCULUS*, *GEUM*, *VICIA*, *LATHYRUS* und viele andere. In dieser Zusammensetzung macht der Erlenwald physiognomisch fast den Eindruck von Buchenwäldern der Vor-alpen. Der forstlich wichtigste Baum dieser Assoziationsgruppe ist der Pino (*PODOCARPUS PARLATOREI*) aus einem Formenkreis, der in den Gebirgen der Tropen und Subtropen und in Ostasien weit verbreitet ist.

#### 6. Die Verbreitung des tucumanisch-bolivianischen Waldes südlich 22° bis Tucuman

Etwa bei 22° 5' tritt der tucumanisch-bolivianische Wald aus Bolivien auf argentinisches Gebiet über (Abb. 5). Er hat in diesem Teil, zwischen dem Rio Santa Maria und dem Rio Santa Cruz, durch das Auftreten von Baumfarnen, gewaltigen *FICUS*-Bäumen und anderen bolivianischen Elementen einen fast tropischen Charakter und entwickelt sich hier auch flächenhaft besonders stark (Abb. 5, 1). Schon 100 km

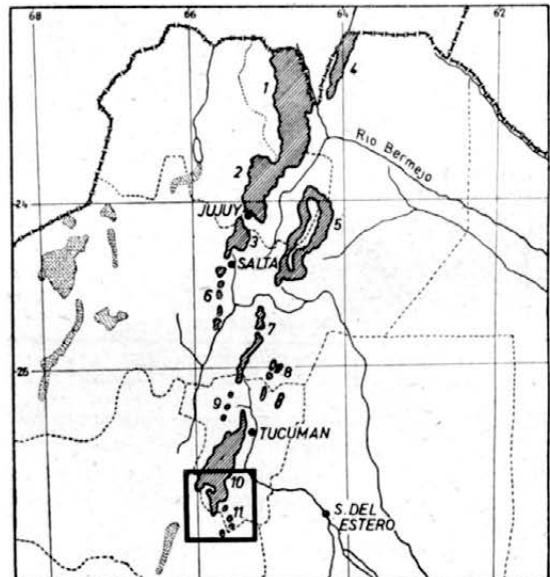


Abb. 5: Die Verbreitung des „tucumanisch-bolivianischen“ Waldes in NW-Argentinien (unter Einschluß der Bergwälder der oberen Stufe). Original Hueck. Ausschnitt aus der im Druck befindlichen Vegetationskarte von NW-Argentinien 1 : 1 Mill. Das rechteckig begrenzte Gebiet ist in Abb. 6 noch einmal dargestellt.





Bild 1: Laurelwald am Rio Bermejo, Prov. Jujuy, mit reichem Epiphytenwuchs von *TILLANDSIA USNEOIDES*, 400 m. (Aufn. Hueck).

Bild 2: Reiner Pino-Bestand (*PODOCARPUS PARLATOREI*) im Nogal-Pinowald am Taficillo bei Tucuman, 1700 m. (Aufn. Hueck).

Abb. 7:

Bild 3: Myrtaceenwald (*EUGENIA UNIFLORA*, *EUGENIA PUNGENS*) in der oberen Stufe des subtropischen Waldes bei Tucuman, 1100 m. (Aufn. Hueck).

Bild 4: Erlenwald bei Villa Nougues westlich Tucuman, 1500 m. (Aufn. Hueck).

## DER HOCHKARST IM SYSTEM DER KLIMATISCHEN MORPHOLOGIE \*)

C. Rathjens jun.  
Mit 1 Abbildung

\*) Anm. Vortrag auf der Jahresversammlung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft in Luzern am 11. März 1951. Die beigegebenen vorzüglichen Abbildungen wurden mir von Herrn Dr. A. Bögli aus seinem Arbeitsgebiet in den Vierwaldstätter Alpen für diese Veröffentlichung freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Man weiß in der geomorphologischen Forschung schon lange, daß es neben dem endogen oder tektonisch bedingten Formenschatz der Erdoberfläche auch einen Formenschatz gibt, welcher klimatisch bedingt oder bestimmt ist. Seit etwa 50 Jahren sind von den verschiedensten Autoren schon Gedanken über die Zusammenhänge zwischen der Formenwelt der Erde und dem Klima der Erdoberfläche geäußert worden; auch die Bedeutung der Vorzeitklima für die Geomorphologie ist schon frühzeitig bemerkt worden.