KLIMATISCHE UND PFLANZENGEOGRAPHISCHE GRUNDZÜGE ZENTRALAMERIKAS

WILHELM LAUER

Mit 1 Abb., 1 Figur im Text und 2 Karten als Beilage

Summary: Climatical and phytogeographical outlines of Central America

As regards its plant cover, Central America occupies a special position among the tropical countries of the world. Although in its horizontal and vertical zonation the vegetation is adjusted to the tropical climatic conditions, as regards species, it shows flora elements from boreal areas.

The paper investigates first the climate of the area, which appears as genuine tropical "diurnal" climate up to the highest altitudes. The vegetation is arranged into climato-ecological zones and altitudinal belts according to the thermical altitudinal zones (annual isotherms) and the number of humid or arid months, respectively (iso-hygromens). The floristic investigation shows a more pronounced presence of holarctic and neoarctic elements in the north of the area. Many tropical mountain flora elements have their limit in Costa Rica. Some reach as far as the Mexican mountains.

The main reason for the abrupt interruption of plant migration from north or south is the great gap of the mountain range between Honduras and Costa Rica.

To sum up, the special position of Central America as regards plant geography is characterised by the striking contrast between climatic ecological unity and floristic diversity.

Vorbemerkung

Zum 32. Deutschen Geographentag in Berlin im Mai 1959 hat CARL TROLL zum Gedächtnis des 100. Todestages von ALEXANDER VON HUMBOLDT eine Studie über die tropischen Gebirge vorgelegt. Er untersucht darin in vergleichend-weltweiter Sicht die klimatische und pflanzengeographische Stellung der Tropengebirge. In vorliegendem Beitrag wurde eine kleine Tropenzone — die zentralamerikanische Landbrücke — ausgewählt, um an einem Einzelbeispiel die dreidimensionale, klimatische und pflanzengeographische Struktur eingehend zu behandeln. Die auffällige Besonderheit dieses klimaökologisch einheitlichen Tropenraums liegt in der engen Verzahnung tropischer und außertropischer Florenelemente. Die Ergebnisse wurden auf einer Studienreise in den Jahren 1953/54 gewonnen, während der die meisten Gebiete besucht werden konnten. Das meteorologische Beobachtungsmaterial, das der Karte (Abbildung 1) zugrunde liegt, wurde freundlicherweise von den meteorologischen Diensten der einzelnen zentralamerikanischen Länder zur Verfügung gestellt.

Unter dem Titel „Probleme der Vegetationsgliederung auf der mittelamerikanischen Landbrücke" wurden einige Grundgedanken der Arbeit auf dem 32. Deutschen Geographentag in Berlin im Mai 1959 als Kurzreferat gehalten.

Einführung

Zentralamerika ist, klimaökologisch betrachtet, echt tropisch bestimmt. Auch das Pflanzenkleid folgt in seiner horizontalen Zonierung und vertikalen Stufung durchaus den tropischen Klimabedingungen, zeigt jedoch in seinen Beständen besonders im Nordteil des Gebietes Florenelemente aus verschiedenen Arealen. Dadurch wird die besondere Stellung Zentralamerikas in pflanzengeographischer Hinsicht offenbar, die demnach gekennzeichnet ist durch einen auffallenden Gegensatz klimaökologischer Einheit und floristischer Vielfalt.

Aus den Schriften ALEXANDER VON HUMBOLDTS (1807, 1811) wird dieser Gegensatz bereits offenkundig. Er beschreibt die thermischen Höhenstufen sowohl aus den nördlichen Anden als auch aus den Gebirgen Mexikos, wunderte sich aber über das völlig veränderte Vegetationskleid der höheren Regionen in Mexiko, das nur noch wenige Beziehungen zu dem der nördlichen Anden aufweist. ALEXANDER VON HUMBOLDT konnte diese Diskrepanz zwischen Klima- und Pflanzenkleid in Mexiko nicht einwandfrei deuten, weil ihm die Anschauung der nördlich und südlich anschließenden Räume fehlte. Dennoch erkannte er, daß viele Vegetationselemente der mexikanischen Gebirge aus dem nordamerikanischen Kontinent eingewandert sein müssen.

Der floristische Gegensatz zwischen den nördlichen Anden Südamerikas und den Gebirgsländern Mexikos, die klimatologisch, vor allem in thermischer Hinsicht, gemeinsame Züge tragen, rückt die Bedeutung in den Vordergrund, die Zentralamerika als verbindende Landbrücke zwischen Kolumbien und Mexiko für die Vegetationsgliederung einerseits und die Verzahnung verschiedener Florenreiche andererseits haben muß.

Allgemeine physisch-geographische Charakteristik Zentralamerikas

Alle klimatischen Merkmale der Tropen treffen auf den Landstrich zwischen dem Isthmus von Tehuantepec und der Landenge von Panamá zu, der hier unter Zentralamerika verstanden wird. Durch die ausgedehnten Gebirgslandschaften sind sowohl tropische Tieflands- als auch Höhenklimate ausgebildet. Auch pflanzen- und agrargeographisch ist Zentralamerika Tropenland. Das Reich der megathermen Pflanzen kennt keine Polargrenze. Es treten jedoch Höhengrenzen auf, die in eine tropische Hochgebirgsvegetation überleiten, mit den unter isothermen Bedingungen eigenen Lebensformen.

Hochgebirge gibt es nur in zwei Ländern, in Guatemala im Norden und in Costa Rica im Süden. Die alten Gebirgsfaltenzüge, die von Mexiko herkommen, spalten sich in Guatemala und Honduras auf, bilden dort noch einmal beträchtliche Höhen bis 4000 m NN., ehe sie in östliche Rich-

tungen auf den Antillenbogen einschwenken. Andererseits biegen Gebirgszüge der Anden von Kolumbien nach Zentralamerika ein und bilden in Costa Rica Höhen um 3500 m. (Cerro Chirripó 3820 m). Diese Faltenzüge tauchen aber in der Höhe von Costa Rica ab und formen keine bedeutenden Höhen mehr. Zwischen den nördlichen und südlichen Gebirgszügen liegt ein langgestrecktes Senkungsfeld (Nicaragua-See) als geologisch-tektonische Schwächezone, die von NNW nach SSE die Landbrücke quert. In dieser Zone ist seit dem Tertiär eine Reihe von Vulkanen aufgedrungen, die das Landschaftsbild beherrscht. Die meisten von ihnen erreichen in der eigentlichen Bruch- und Grabenzone von Nicaragua und El-Salvador nur Höhen um 2000 m (Vulkane: Santa Ana 2483 m, San Miguel 2272 m, Christóbal 1631 m, Momotombo 1360 m). In Guatemala und Costa Rica dagegen sitzen sie auf dem alten Gebirgssockel auf und erreichen vielfach Höhen um 4000 m (Tacaná 4064 m, Tajumulco 4211 m, Fuego 3838 m, Irazú 3432 m). Das tektonische Schwächefeld ist nicht nur geologisch von Bedeutung sondern stellt für die Wanderung der Florenelemente ein wichtiges Hindernis dar. Die Hochgebirgszonen sind hier auf mehrere 100 km unterbrochen, so daß für die boreale Vegetation von N und für die tropisch-andine von S her wichtige Arealgrenzen auftreten. Nur die neotropische Tieflandflora hat sich ungehindert in dem Gebiet verbreiten können.

Der thermisch-hygrische Klimacharakter der Landbrücke

Wie in allen Tropengebieten herrscht auch in Zentralamerika in thermischer Hinsicht ein Tageszeitenklima, da die Jahresschwankung der Temperatur im allgemeinen 5°C nicht überschreitet, die Tagesschwankungen aber stets größer sind. Die Station San Salvador, für die ausreichendes Beobachtungsmaterial vorliegt, kann als repräsentativ für die heiße und gemäßigte Klimastufe gelten. Das langjährige Mittel der Jahresschwankung beträgt dort nur 2,5°. Die täglichen Schwankungen erreichen in den trockensten Monaten (Februar–April) im Mittel 12–15°, in den feuchten Monaten sind sie geringer, unterschreiten aber 6° nur in wenigen Ausnahmejahren. Die Jahresschwankung beträgt aber auch in den ausstrahlungsbegünstigten Morgenstunden im Durchschnitt höchstens 4°.

Höchstwerte der Jahresschwankungen werden in den Gebirgen Guatemalas verzeichnet. (Station Quetzaltenango, 2350 m, in Hochtallage mit 5,9° Jahresschwankung.) Die Tagesschwankungen liegen aber selbst in der Regenzeit mit 9—10° (Oktober) weitaus höher. Zur Zeit des tiefsten Sonnenstandes und der höchsten nächtlichen Ausstrahlung werden Werte von über 15° erreicht. (Februar 15,8°.) Für die immerfeuchten Gebirge Costa Ricas gibt es leider keine geeigneten Stationen. Tages- und Jahresschwankungen der Temperatur dürften sich aber ähnlich wie an den äquatorialen Stationen Kolumbiens verhalten. San José auf der Meseta Central von Costa Rica, in 1135 m gelegen, kann aber durchaus als charakteristische Station für das südliche, weitaus äquatorialere Zentralamerika gelten. Dort beträgt die mittlere Jahresschwankung nur 1,7°, die Tagestemperaturen schwanken im langjährigen Mittel zwischen 3,9 und 6,1°.

Die Ausgeglichenheit im Jahresgang der Temperatur ist für die Tropengebiete Zentralamerikas also typisch. Die Tagesschwankungen sind zwar in den immerfeuchten Gebieten ebenfalls gering, übertreffen aber in jedem Fall die Jahresschwankung.

In den Diagrammen, die der Karte (Abb. 1) beigegeben sind, erkennt man deutlich den außerordentlich geringen Schwankungsbetrag im jährlichen Temperaturgang, der allen Tieflands- wie Hochlands-, immerfeuchten wie wechselfeuchten Stationen eigen ist (s. auch beigegebene Tabellen).

Die auffällige Konstanz im jährlichen Temperaturgang bewirkt in den Tropen eine markante Höhenstufung, die allen tropischen Gebirgen gemeinsam ist. Dadurch werden Vegetationsgrenzen für das natürliche und anthropogene Pflanzenkleid hervorgerufen. Für Zentralamerika gliedern sich die Temperaturhöhenstufen wie folgt (vgl. auch Abb. 1):

		Temperatur	Höhen in m NN
Tierra helada	obere Stufe	< 6°	> 3800
	untere Stufe	6—10°	3200—3800
Tierra fria		10—17°	1800—3200
Tierra templada		17—22°	800—1800
Tierra caliente		> 22°	0— 800

Wirkt sich das thermische Bild als landschaftgliederndes Element besonders in vertikaler Richtung aus, so gliedert die hygrische Komponente die Tropenlandschaft in horizontaler Sicht. In Zentralamerika läßt sich eine immerfeuchte, karibisch exponierte Seite von einer wechselfeuchten, pazifisch-gerichteten unterscheiden. Diese Gliederung ist bedingt durch die atmosphärische Zirkulation in Verbindung mit der Oberflächengestalt des Raumes.

Im Nordsommer herrscht für alle Teile Zentralamerikas Regenzeit (invierno). Mit dem Gang der Sonne wandert auch die innertropische Konvergenzzone (ITC) nach Norden und beherrscht die Witterung. Fast täglich, besonders nachmittags und nachts, gehen heftige Gewittergüsse nieder (Zenitalregen). Die Jahresregenkurve zeigt dem zweimaligem Sonnendurchgang entsprechend zwei Maxima, die an fast allen Stationen

der Westseite ausgeprägt sind (Abb. 1). Dazwischen ist eine kleine relative Trockenzeit ausgebildet (Juli/August), als „veranillo del San Juan" oder „Canicula" (= Hundstage) bezeichnet.

Im Nordwinter (November bis April) beherrscht der NE-Passat Witterung und Klima Zentralamerikas. Er verursacht an der Leeseite der Gebirge an der gesamten Westküste eine exzessive Trockenzeit (verano). Der karibischen Seite bringt er Steigungsniederschläge und vielfach das Maximum der Regen überhaupt. Die Ostseite ist daher ganzjährig stark beregnet. Die Trockenzeiten sind nur relativ ausgebildet. Periodisch auftretende heftige Nordwinde, die „Nortes", wirken sich als Kälteeinbrüche aus dem nordamerikanischen Kontinent in ganz Zentralamerika aus. An der Atlantikküste bringen sie beim Aufprall auf die Küstenbergländer starke Regen. Auf der pazifischen Seite treten sie als kühle oder warme Fallwinde unter sehr starker Herabsetzung der relativen Feuchte auf.

Die jährlichen Niederschlagsmengen (vgl. hierzu Niederschlagskarte bei SAPPER 1932, S. 31) erreichen an der karibischen Küste von Nicaragua und Costa Rica über 5000 mm. Die durchschnittlichen Regenmengen betragen im immerfeuchten Teil über 2550 mm, im wechselfeuchten Bereich durchschnittlich zwischen 1400 und 3000 mm. Die geringsten Niederschläge fallen in trockenen, tief eingeschnittenen Talungen Guatemalas (z. T. nur wenig über 500 mm). Die meisten Gebirgszonen liegen im Niveau der ständigen Nebel und tragen immerfeuchten Charakter. Doch gibt es in Guatemala größere wechselfeuchte Flächen im Bereich der kühlen Gebirgszonen (vgl. Station Quetzaltenango).

In der Karte (Abb. 1) ist die hygrische Komponente des Klimas durch die Anzahl der humiden Monate (Isohygromenen) charakterisiert, die nach der Formel von DE MARTONNE berechnet sind. (LAUER 1952). Danach zieht ein geschlossener Streifen von 10 bis 12 h.M. an der karibischen Seite entlang. Davon heben sich die trockenen Landstriche mit nur 5 und 6 h.M. im Innern Guatemalas, El Salvadors und Teilen Mexikos scharf ab. Auch in Richtung zur Halbinsel Yukatan nimmt die Zahl der humiden Monate kontinuierlich ab. Das mittelhohe Gebirgsland in Guatemala, Honduras und die gesamte Küstenlandschaft an der pazifischen Abdachung zwischen Mexiko und

Tabellen zu den Diagrammen auf Abb. 1

Monatsmitte des Niederschlags und der Temperatur an zentralamerikanischen Stationen (vgl. Diagramme auf Abb. 1)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1 Quetzaltenango (Guatemala)												
T	11,0	11,9	14,3	15,6	16,9	16,6	15,8	15,6	15,7	15,5	13,9	11,5
N	21	2	15	33	100	127	81	96	110	79	14	3
2 Guatemala (City)												
T	16,5	17,4	18,8	19,0	20,8	19,7	19,3	19,3	19,3	18,4	17,5	16,3
N	8	4	13	32	140	297	199	199	236	167	23	5
3 Tela (Honduras)												
T	24,0	24,2	24,9	25,7	26,6	27,5	26,8	27,3	27,6	26,4	24,2	23,7
N	180	166	46	90	60	122	119	161	129	295	239	329
4 San Salvador (El Salvador)												
T	22,3	22,8	23,9	24,6	24,4	23,8	23,8	23,5	22,9	22,1	22,4	22,1
N	6	5	10	43	194	327	293	296	306	240	40	11
5 Managua (Nicaragua)												
T	26,7	27,3	28,2	29,4	28,7	27,7	27,6	28,0	27,6	27,4	27,2	26,1
N	3	2	5	15	140	252	131	110	198	281	62	8
6 Liberia (Costa Rica)												
T	26,6	26,9	27,7	28,6	28,5	26,9	27,6	27,8	26,6	25,7	25,4	26,0
N	4	0	2	0	182	263	100	172	468	471	191	26
7 San José (Costa Rica)												
T	19,4	19,8	20,6	21,4	21,6	21,6	20,8	21,0	21,0	20,6	20,2	19,7
N	12	4	16	43	226	268	215	238	325	325	143	40
8 Barra Colorado (Costa Rica)												
T	27,3	27,8	27,6	28,0	28,3	27,8	27,8	27,7	27,7	28,0	27,8	28,3
N	388	277	139	189	292	291	559	647	172	522	700	551
9 Colón (Panamá)												
T	26,6	26,5	26,8	27,1	26,9	26,6	26,6	27,1	26,9	26,1	25,9	26,6
N	89	44	37	114	309	353	394	376	320	387	552	274
10 Balboa (Panamá)												
T	25,7	25,8	26,4	26,7	26,2	25,9	25,9	25,8	25,8	25,4	25,2	25,7
N	23	22	15	72	199	209	182	199	201	257	256	107

Panamá gehören dem semihumiden Klimatyp (7—9 h.M.) an.

Aus der Kombination der Temperaturhöhenstufen (thermische Komponente!) und der Zahl der humiden Monate (hygrische Komponente!) entsteht ein Mosaik von Klimatypen. Sie sind durch Klimadiagramme weiter verdeutlicht. Die Einteilung der Ordinaten dieser Diagramme ist dabei so gewählt, daß Niederschlag und Temperatur im Verhältnis des DE MARTONNEschen Index ($12n = 20(t + 10)$) eingetragen sind. Die Diagramme zeigen daher außer dem Jahresgang von Temperatur und Niederschlag den Beginn und das Ende der Regen- und Trockenzeiten und deren Intensität an (LAUER 1960, im Druck). Die Ordinaten sind außerdem logarithmisch eingeteilt, um auch Höchstwerte des Niederschlags noch anschaulich machen zu können.

Die klimatischen Vegetationsgürtel Zentralamerikas

Das Klima Zentralamerikas hat klimaökologisch einheitliche Formationsgürtel der Vegetation geprägt, deren allgemeine Züge in folgendem beschrieben werden.

Jeder dieser Gürtel enthält eine Reihe von Varianten, die aus der kleinräumigen Kombination von standörtlichen Faktoren (kleinklimatische, edaphische, biotische) zu erklären sind. Für El Salvador wurde 1956 das kleinräumige Mosaik der Vegetation eingehend dargestellt.

Tierra caliente

In dem heißen Tiefland finden wir auf der ganzjährig beregneten karibischen Seite immergrüne ombrophile Regenwälder, die denen der Hyläa Brasiliens in nichts nachstehen. Sie zeichnen sich durch großen Artenreichtum, den typischen Stockwerkbau, reichhaltigen Epiphytenbewuchs und dichtes Lianengewirr aus. Die Familie der *Moraceen* stellt prozentual die meisten Vertreter, auch wachsen in reicher Zahl Mahagoni *(Swietenia)* und Zedernbäume *(Cedrela)* sowie die physiognomisch auffallenden *Cecropien.* Der Regenwald zieht sich als geschlossenes Band von Mexiko an der Ostseite Zentralamerikas bis nach Columbien hin.

Auf der pazifischen Seite werden Lebensform und Lebensrhythmus des Waldes durch eine ausgeprägte Trockenzeit bestimmt. Es bilden sich regengrüne laubwerfende Hochwälder aus. Man kann eine feuchtere von einer trokkeneren Variante unterscheiden, die auch floristisch voneinander verschieden sind. Die feuchtere Variante, der *regengrüne Feuchtwald,* erstreckt sich entlang der Westküste von Mexiko bis Panamá. Im äußeren Habitus erscheint er als geschlossener Hochwald, dem Monsunwald Südasiens ähnlich. Der Wald ist relativ arm an Unterwuchs. Lianen und Epiphyten sind zwar vorhanden, treten aber gegenüber ihrer Vielzahl im Regenwald deutlich zurück. Je nach Regen- und Trockenzeit wechselt seine Physiognomie. In der humiden Zeit überrascht er durch das satte Grün und die üppige Dichte. In der drei- bis fünfmonatigen absoluten Trockenzeit verliert der Wald sein Laub. Vollkommen kahl steht er jedoch nur am Ende der Trockenzeit von Februar bis April. Dornlose Leguminosenbäume sind am Aufbau stark beteiligt. Markant treten die breit ausladenden Carreto und Conacaste-Bäume *(Pithecolobium Saman* und *Enterolobium cyclocarpum)* hervor. Ebenso ist *Ceiba pentandra* ein Charakterbaum dieser Wälder. Dem Teakbaum Monsunasiens ähnlich sind *Terminalia obovata* und der berühmte Espavél *(Anacardium excelsum).*

In dem regengrünen Trockenwald, der in den semiariden Teilen der pazifischen Küstenlandstriche vorherrscht, treten dann die fiederblättrigen Leguminosen in sehr großer Zahl auf. Viele von ihnen sind bereits bedornt. Ihre ausladenden Schirmkronen bestimmen das Landschaftsbild wie etwa *Pöppigea procera, Piptadeina constricta* und der bekannteste mittelamerikanische Schattenbaum in den Kaffeeplantagen, *Gliricidia sepium.* Auch der dem Balsabaum ähnliche, ein weiches und federleichtes Holz produzierende Tecomasuche-Baum *(Cochlospermum vitifolium)* wächst im Trockenwald.

Dorn- und Sukkulentenformationen sind als klimatische Vegetationstypen auf der Landbrücke sehr selten. In der heißen Talung des Rio Motagua, auch an ungünstigen Standorten im Lempatal El Salvadors sind Chaparrales mit kandelaberartigen Cereen verbreitet. In dieser Formation überwiegt der Chaparrobusch *Curatella americana,* bekannt auch aus den Orinoco-Savannen. Er ist stets begleitet von *Byrsonima crassifolia* und *Psidium guayaba. Crescentia cujete* und *Crescentia alata* bilden vielfach geschlossene Bestände. Als Färberbusch ist in diesen Formationen auch der Dividivistrauch *Caesalpinia coriaria* reichlich vertreten.

Die laubwerfenden Formationen der Tierra caliente sind zum großen Teil anthropogen beeinflußt und zu Savannenformationen aller Zerstörungsgrade umgewandelt. Natürliche Savannen sind nach meiner Auffassung nur auf edaphisch extreme Standorte beschränkt.

Tierra templada

In der gemäßigten Bergstufe der Tropen wächst an den ständig feuchten, karibisch exponierten Hängen zwischen 800 und 2000 m Höhe ein

Fig. 1 : Horizontale und vertikale Anordnung der Vegetationsgürtel in Zentralamerika

humide Monate	10 — 12		7 — 9		5 — 6		3 u. 4
	nördl. Mittelamerika	südl.	nördl.	südl.	nördl.	südl.	
Tierra 4000 - 6° Baumgrenze	Zacatales (Höhengrasland)						
3750 - Helada 3500 - 10° Waldgrenze	Zacatales mit Baumwuchs (Kiefern, Tannen)	Páramo	Zacatales mit Baumwuchs (boreale Arten Koniferen)				
3250 - 3000 - Tierra 2750 - fria 2500 - 2250 - 2000 - 17°	Höhenmischwald (vorwiegend boreale Arten)	tropischer Höhen-(Nebel)-Wald	Regenfeuchter Höhenmischwald mit Eichen und Kiefern				
	tropischer Höhen-(Nebel)-Wald mit Kiefern und Eichen						
1750 - Tierra 1500 - templada 1250 - 1000 - 22°	immergrüner ombrophiler Bergwald		Regenfeuchter Bergmischwald mit Kiefern und Eichen z. T. savannenartig	Regengrüner Feuchtbergwald z. T. savannenartig	Regengrüner Bergmischwald mit Eichen und Kiefern z. T. Bergsavannen	Regengrüner Trockenbergwald z. T. Bergsavannen	
	mit Kiefern und Eichen	mit Eichen					
750 - Tierra 500 - caliente 250 - 0 -	immergrüner ombrophiler Regenwald		regengrüner Feuchtwald mit Feuchtsavannen		regenfeuchter Trockenwald und Trockensavannen		regengrüner Dorn- und Sukkulenten-wald und Dornsavanne

immergrüner Bergwald. Ein schmaler Streifen dieses Typs ist auch an der pazifischen Abdachung, in der Stufe der höchsten Regenmengen ausgebildet, besonders in Costa Rica und Guatemala. Außer tropischen Baumarten sind Eichen charakteristisch, die in reicher Artenzahl als boreales Florenelement bis Kolumbien vorkommen.

Der wechselfeuchte Bergwald wächst auf den Hängen der trockneren Westseite Zentralamerikas und hat große Verbreitung in Honduras. Im nördlichen Teil der Landbrücke besteht dieser Wald, im Gegensatz zu dem echt tropischen Typ der laubwerfenden Bergwälder im Südteil, vorwiegend aus einem Kiefern-Eichen-Mischwald. Es gibt etwa 10 bis 20 Arten. Die Kiefern sind in Honduras, Nicaragua und El Salvador durch *Pinus oocarpa* vertreten. Nur in Guatemala wachsen mehrere Arten von *Pinus* im Bergwald. Als begleitende Holzpflanzen treten weiterhin auf: *Liquidambar, Lippia, Clethra, Perymenium, Tabebuia, Cordia* und *Inga*. Im Unterwuchs sind Melastomataceen der Gattung *Conostegia* und *Miconia* typisch. Andere Stellen sind ausschließlich von der Art *Chatoptelea mexicana* bestanden.

Tierra fria

Bedingt durch die Nebel- und Wolkenfeuchtigkeit ändert sich das Vegetationsbild zwischen 1800 m und 2000 m erneut. Es bildet sich ein Höhen- oder Nebelwald aus, der die Gebirge Guatemalas und Costa Ricas umschließt und auch auf den höchsten Gipfeln der nur wenig in die Nebelregionen hineinragenden Landesteile der übrigen Gebiete zu finden ist. Der immergrüne Höhen- oder Nebelwald ist in den unteren Teilen dieser Stufe ein stattlicher Wald mit Bäumen bis zu 30 m Höhe. Die Stämme und Äste sind dicht bewachsen mit Moosen, Flechten, Farnen und Hautfarnen. Zu ihnen gesellen sich Bromelien, Orchideen, Bärlappe und baumsitzende Kakteen. Die kugelartigen Kronen schirmen das Licht fast völlig ab, der Unterwuchs ist daher spärlich. Viele Eichen sind vertreten, aber auch die südhemisphärische Konifere *Podocarpus,* daneben *Weinmannia, Talauma, Magnolia* und *Oreopanax*. Wiederum unterscheidet sich in dieser Höhenwaldstufe der Norden von dem Süden Zentralamerikas. In Guatemala gibt es zahlreiche boreale Koniferenarten, wie Kiefer, Wachholder und Tannen, dazu auch Laubbäume wie Eichen und Erlen.

In Guatemala ist auch eine wechselfeuchte Höhenwaldstufe ausgebildet, deren Habitus dem der wechselfeuchten Bergwälder gleicht, floristisch aber Unterschiede aufweist.

Tierra helada

Der Übergang zur Páramo-Stufe, dem Höhenland über der Waldgrenze, wird gekennzeichnet durch einen Ericaceen-Gürtel mit dem Hauptvertreter *Gaultheria odorata*. In der Páramo-Stufe selbst sind die Unterschiede zwischen Guatemala und Costa Rica in floristischer Hinsicht bedeutend. Während der Páramo in Costa Rica tropisch-andinen Charakter trägt, ist diese Höhenstufe in Guatemala, die man dort als „zacatal" bezeichnet, mehr durch Pflanzen borealer Herkunft gekennzeichnet. Einzelne Tannen und besonders Kiefern überschreiten die Waldgrenze bedeutend (bis 3800 m) und durchsetzen die in den inneren Tropen durch Baumlosigkeit sich auszeichnenden Gras- und Strauchfluren.

Die klimaökologischen Bedingungen der Vegetationsgebiete

Unter den ökologischen Faktoren, die die einzelnen Vegetationseinheiten bestimmen, stehen bei einer großräumigen Übersicht die klimatischen im Vordergrund. Den wichtigsten Einfluß nehmen Temperatur und Niederschlag in ihren verschiedensten Wirkungsformen. Bei einer kleinräumigen Betrachtung müssen weitere ökologische Faktoren, besonders edaphische, berücksichtigt werden. Im großen fügen sich diese in das ombrothermische Verhalten der Landschaft zwanglos ein.

In den Tropen sind durch die Isothermie die Temperaturhöhenstufen in so klarer Form ausgebildet, daß in vertikaler Sicht die Temperatur als wichtigster ökologischer Faktor gelten kann. Die einfache Temperaturstruktur des tropischen Tageszeitenklimas erlaubt es sogar, den jährlichen Temperaturmittelwert als gliedernden Faktor für die Stufung der Vegetation heranzuziehen. Die Spanier hatten diese Tatsache schon zur Kolonialzeit im Hinblick auf Anbaugrenzen von Kulturpflanzen erkannt und die heute allgemein geläufigen Ausdrücke für die Temperaturhöhenstufen verwandt, die seit HUMBOLDT auch in der wissenschaftlichen Literatur zu finden sind: Tierra caliente, Tierra templada, Tierra fria.

In horizontaler Betrachtung steht der Niederschlag als gliederndes Element im Vordergrund. Da er aber als Wasserspender nicht für sich allein wirksam ist, sondern nur im Zusammenhang mit dem gesamten Wasser- und Verdunstungshaushalt gesehen werden kann, ist es viel schwieriger, Niederschlagsdaten als bestimmendes Kriterium für eine ökologische Grenze zu verwerten. Der für eine Formation kennzeichnende Wassermangel ist dadurch auch von der Temperatur abhängig.

So haben sich Jahresmittel des Niederschlags ökologisch nicht als entscheidend herausgestellt. Auch die Dauer der Regen- und Trockenzeiten ist allein für sich nicht ausschlaggebend. Man erkannte, daß der Feuchtigkeitsmangel klarer in

einem Trockenheitsindex, der Niederschlag und Temperatur in einer Formel verwertet, ausgedrückt werden kann. Aber auch hier haben sich Jahresmittel nicht bewährt. Unter Verwendung von Monatsmitteln habe ich die Ermittlung der Dauer der ariden bzw. humiden Zeit des Jahres in Gestalt der Isohygromenen vorgeschlagen und nach einem Vergleich mit den tropischen Vegetationsgürteln in Afrika und Südamerika befriedigende Ergebnisse erzielt (LAUER, 1952).

Die Isohygromenen-Karte liefert aber nur das horizontale klimaökologische Bild für die Tropen. Da die tropischen Vegetationsgürtel und -stufen d. h. die dreidimensionale Anordnung des tropischen Pflanzenkleides — aber zwei primär wirksamen Gliederungsbedingungen folgen, nämlich den Temperaturhöhenstufen (wahre Jahresisothermen) und den Linien gleicher Zahl humider bzw. arider Monate (Isohygromenen), habe ich den Versuch gemacht, beide Elemente in einer Karte der ombrothermischen Klimatypen zu kombinieren. Diese Karte gibt dann das Mosaik klimaökologisch gleichwertiger Räume wieder, die darüberhinaus auch gleichwertige Potenz für die Vegetation und die agrarische Nutzung enthalten. Ein Vergleich mit der Vegetationskarte Mittelamerikas zeigt die Ergebnisse (Abb. 1 und 2). Als kritische Grenzlinien haben sich für die Vegetation in Zentralamerika die gleichen Isohygromenen herausgestellt wie auch in den südamerikanischen und afrikanischen Tropen. Bei 10 humiden Monaten liegt die Grenze zum Regenwald, bei 7 zum Feuchtwald, bei 5 zum Trockenwald. Kritische Temperaturwerte zur Begrenzung der Vegetationsstufen stellen die Jahresisothermen von 22°, von 17°, von 10° und von 6° dar. Hier werden die Grenzen je nach Landschaft manchmal auf kleinerem Raum stärker schwanken nach der jeweiligen Massenerhebung der Gebirge und der Lage des Gebietes in den äußeren oder inneren, trockenen oder feuchten Tropen.

Die klimaökologische Karte einer ausgewählten Tropenzone und ihr Vergleich mit den Vegetationseinheiten ergänzt das von C. TROLL (1951) und mir (1952) gemeinsam erarbeitete Schema des dreidimensionalen Aufbaus der Tropenvegetation in den Anden in kartographischer Hinsicht. Karten dieser Art für den gesamten Tropenraum würden eine großräumige klimaökologische Vollgliederung der Tropenvegetation ergeben, darüber hinaus aber auch für agrarische, planerische und damit praktische Zwecke von Nutzen sein.

Als Ergebnis des Vergleichs zwischen Klima und Vegetation in Zentralamerika zeigt sich, daß für die räumliche Ordnung der Vegetationsgebiete die Verzahnung von Temperaturhöhenstufen und Dauer der ariden bzw. humiden Zeit maßgebend ist. In kleinräumiger Sicht müssen natürlich andere Gesichtspunkte in Erwägung gezogen werden (Abb. 1 und 2, Fig. 1).

Die floristische Stellung der zentralamerikanischen Landbrücke

Wenn ich bisher zu zeigen versucht habe, daß die horizontale und vertikale Gliederung der einzelnen Vegetationsgebiete in Zentralamerika nach dem den Tropen eigenen Rhythmus des Klimas erfolgt, so dürfen wir dennoch nicht außer acht lassen, daß Mittelamerika florengeschichtlich ein Überschneidungs- und Übergangsgebiet darstellt.

Die Pflanzen der zentralamerikanischen Landbrücke entstammen verschiedenen Florenreichen. In der heißen Klimastufe gehört die Mehrzahl dem neotropischen Florenareal an. Die meisten Arten sind entweder endemisch oder in der gesamten Neotropis, vor allem im Gebiet des karibischen Raums z. T. sogar bis zum Gran Chaco verbreitet.

Wichtiger und bedeutungsvoller für unsere Betrachtung sind jedoch die Pflanzensippen, die entweder aus dem borealen Raum Nordamerikas, sowohl dem holarktischen als auch dem neoarktischen stammen, oder aber tropisch-andin bis subantarktischer Herkunft sind. In den höheren Klimastufen, schon von der Tierra templada an beginnend, zeigt sich ein starker Unterschied in der floristischen Zusammensetzung zwischen dem Norden und dem Süden des Untersuchungsgebietes bei klimaökologisch völlig gleichwertigen Räumen. Wie gegensätzlich die floristische Zusammensetzung ist, läßt sich in einem Längsschnitt zwischen Mexiko und Kolumbien veranschaulichen (Abb. 3). Er zeigt, daß die borealen Baumflorenelemente in *Guatemala* schon bei 800—1000 m beginnen. Auf der trockenen Westseite ist die Grenze der Bergwälder, die durchsetzt sind mit borealen Elementen, messerscharf und liegt bei 800 m. Es treten zahlreiche immergrüne Eichenarten auf, darüber hinaus Kiefern und Erlen. Der Strauchunterwuchs trägt größtenteils noch tropischen Charakter.

Der sich nach der Höhe anschließende Nebelwald enthält noch viele tropische Holzgewächse, doch gehört die Mehrzahl der Pflanzen jetzt nordischen Sippen an. Bei 2700 m bleiben die tropischen Laubbäume allmählich zurück, während geschlossene Wälder von *Quercus, Alnus, Pinus, Abies, Cupressus* und *Juniperus* noch weiter aufwärts dringen. Unter den Kiefern sind es vor allem drei Arten: *Pinus ayacahuite, Pinus Montezumae* und *Pinus pseudostrobus*. Diese geschlossene Waldformation borealen Charakters reicht bis 3200 m und liegt über dem eigentlichen tropischen Nebelwald. In dieser Höhe, zwischen 3100 und 3250 m befindet sich die geschlossene obere

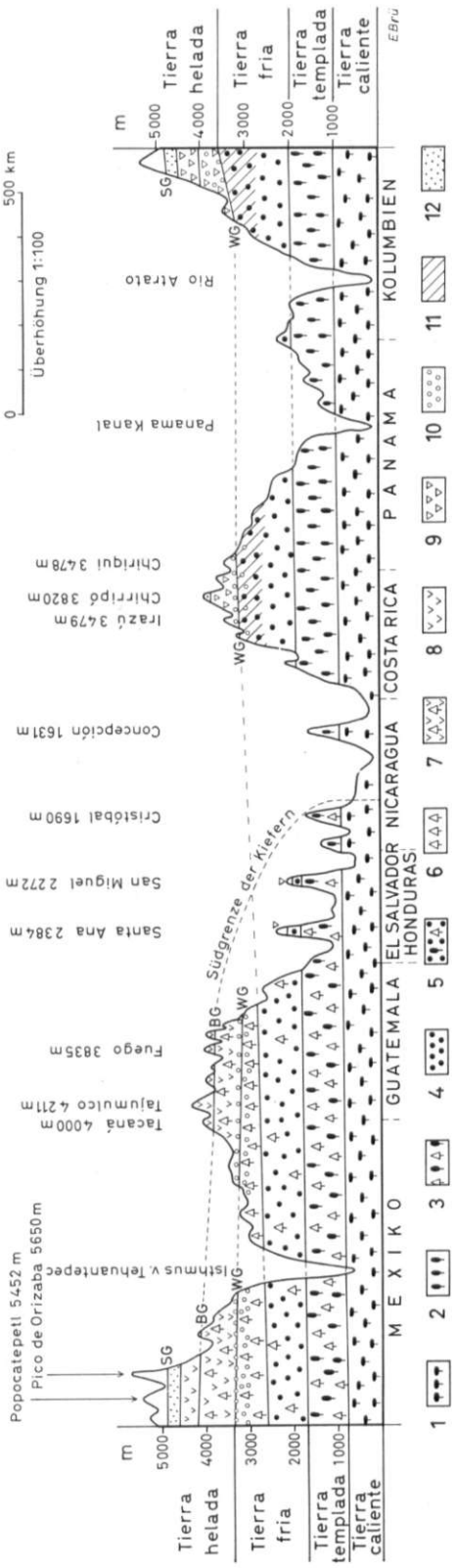


Abb. 3: Die Höhenstufen der Vegetation von Mexiko bis Kolumbien — schematisch

1. Tropisch immerfeuchte und wechselfeuchte Vegetationsformationen des heißen Tieflandes
2. Tropisch immerfeuchte und wechselfeuchte Bergwaldformationen
3. Bergmischwald mit Kiefern und Eichen
4. Tropischer Höhenwald
5. Tropischer Höhenwald mit starkem Anteil borealer Florenelemente (Eichen, Erlen, Kiefern, Tannen, Wacholder)
6. Höhenmischwald (Eichen, Erlen, Kiefern, Tannen, Wacholder)
7. Höhengrasland mit Kiefern und Tannen (Zacatales)
8. Höhengrasland (Zacatales, geringer Anteil tropischer Páramores)
9. Tropische Páramo-Vegetation
10. Ericazeen-Vegetationsstufe
11. Chusquea-Bambus-Vegetationsstufe
12. Subnivale Hochgebirgsstufe

SG = Schneegrenze, BG = Baumgrenze, WG = Waldgrenze

Entw.: W. LAUER

Waldgrenze. Es beginnen Höhenstrauch- und Höhengrasfluren, die von einzelnen Bäumen und Baumgruppen durchsetzt sind, so daß die eigentliche Baumgrenze erst bei 3700 bis 3900 m erreicht wird. Sie wird von *Pinus ayacahuite* gebildet (STANDLEY). Die höchsten Bergspitzen sind von einer Höhensteppe mit Kräutern und Gräsern vorwiegend holarktischer und neoarktischer Sippen bedeckt. Ganz selten findet sich ein verkrüppeltes Exemplar von *Juniperus* (BADER 1958).

In diesen Höhenstufen fehlen tropische und tropisch-montane/subantarktische Florenelemente nicht. So sind der Taxico-Baum *(Perymenium Türkheimii)* und auch zwei Arten der Gattung *Lippia* in reichlichem Maße vertreten. Bis an die Waldgrenze wachsen auch die südhemisphärische Konifere *Podocarpus*, weiterhin *Oreopanax, Weinmannia* und *Drymis*. Im Übergang zum Páramo ist dann die im gesamten zentralamerikanischen Raum typische Ericacee *Gaultheria odorata* mit tropisch-montanen Begleitpflanzen verbreitet.

Anders ist das Bild in Costa Rica. In der Region der Bergwälder sind die tropisch-montanen/subantarktischen Florenelemente weit in der Überzahl gegenüber den borealen, wenn man auch in der Tierra templada mehr als 15 Eichenarten antrifft. Sie bilden vielfach reine Bestände. Der Unterwuchs ist vorwiegend andin (STANDLEY 1937/38, PITTIER 1957).

In der Tierra fria überwiegen ebenfalls die tropisch-montanen Arten. Nur zwei Eichenarten konnten bisher dort gefunden werden. Charakteristisch sind die südhemisphärischen Holzgewächse: *Weinmannia pinnata, Drymis Winteri, Podocarpus montanus, Podocarpus oleifolius* und *Oreopanax Xalepensis* (STANDLEY 1937/38, WEBER 1958).

Im Páramo über 3100 m sind in sumpfigen Höhensenken Bestände eines baumartigen Blechnumfarnes (*Lomaria loxensis*) und der einzigen Puya (*Puya dasylirioides*), die außerhalb des süd-

amerikanischen Raumes wächst. Dazu gesellen sich Bambus-Dickichte aus zwei *Chusquea*-Arten mit einer reichen tropisch-andinen Flora und einer geringen Anzahl borealer Pflanzenelemente (vgl. WEBER 1958). Im ganzen senken sich die Höhengrenzen der tropischen Stufe nach N allmählich ab, die borealen, die darüber liegen, nach S hin und keilen in Guatemala, Honduras und Nicaragua aus.

Die beiden zentralamerikanischen Gebirgszonen unterscheiden sich in ihrem vertikalen Florenaufbau erheblich. Costa Rica weist auf einen floristischen Zusammenhang mit den Anden und der Südhemisphäre hin. Guatemala hat jedoch in der Florenzusammensetzung stärkere Beziehungen nach Mexiko und den arktischen Florenarealen. Zwischen den beiden Höhenzonen müssen demnach wichtige floristische Grenzen liegen, wenn auch die Räume klimaökologisch einheitlich sind.

Während die Eichen in großer Artenzahl in den Berg- und Höhenwäldern Kolumbiens vorkommen (nach CUATRECASAS 19), klingen die nordhemisphärischen Koniferen in Mittelamerika aus. Davon geht die Gattung *Pinus* mit drei Arten bis nach Nicaragua hinein und findet dort die Südgrenze: *Pinus pseudostrobus* im Nebelwald der höchsten Bergspitzen im Grenzsaum zwischen Honduras und Nicaragua, *Pinus oocarpa* in der Tierra templada zwischen 800 und 2000 bis 2300 m in der Gegend von Matagalpa (Nicaragua) und merkwürdigerweise *Pinus caribaea* in der Tierra caliente in einer edaphisch bedingten Pflanzenformation an der Karibischen Küste von Honduras und Nicaragua (Pineridges). *Abies* hat ihren südlichsten Standort vermutlich in Guatemala, möglicherweise erst in den Nebelwäldern von Honduras. *Juniperus* und *Cupressus* endigen bereits in den Altos de Cuchumatanes. Alle Koniferen nehmen an Artenzahl nach Mexiko hin sehr rasch zu (TROLL 1957).

Andererseits fehlen in Guatemala bereits zahlreiche Gattungen tropisch-montaner/subantarktischer Provenienz. Nur *Podocarpus, Weinmannia, Drymis, Oreopanax, Fuchsia, Gaultheria* und *Buddleia* drangen bis an den nördlichen Tropenrand vor. *Chusquea, Gunnera, Puya* und der Baumfarn *Lomaria* erreichen in Costa Rica ihre Nordgrenze (TROLL 1957, WEBER 1958). Echt tropische Páramos sehr kleiner Ausdehnung gibt es allerdings noch auf den höchsten Erhebungen El Salvadors und in Honduras, wenn auch hier nordische Arten im stärkeren Ausmaß vertreten sind.

Es drängt sich die Frage auf, warum boreale Elemente so leicht nach Süden vordringen konnten und südhemispherische Pflanzen ihre Nordgrenze vorzeitig finden.

Von Nordamerika her war mindestens seit dem Tertiär eine ständige Einwanderungsmöglichkeit bis Guatemala gegeben, da bis dorthin die Kordilleren in fast geschlossener Form durchziehen. Andererseits konnten bis Costa Rica die Verbindungen von den südamerikanischen Anden her seit dem Tertiär aufrechterhalten werden, da die Talamanca-Kette in Costa Rica bereits aus dieser Zeit stammt. Die große Senke, die Nicaragua von NNW nach SSE durchzieht, bildete jedoch ein großes Hindernis für die Wanderung der Pflanzen. Im Nicaraguagraben liegt also vermutlich eine für die Pflanzenwanderung entscheidende Unterbrechung. Dazu kommt ein Wechsel von Kalt- und Warm-, Regen- und Trockenzeiten im Pleistozän, der für die Ausbildung von Vegetation von Bedeutung gewesen ist und einen Unstetigkeitsfaktor in das Verbreitungsmuster der Vegetation brachte. Auch die allgemein geringe Breitenausdehnung der Landbrücke hinderte den Weg nach und vom südamerikanischen Festland. Den starken Andrang borealer Pflanzen in den Hochgebirgen Mexikos und Guatemalas mag man außerdem aus der Gunst des Klimas am Übergang der Tropen zu den gemäßigten Breiten verstehen (TROLL 1957). CARL TROLL hat in verschiedenen Arbeiten (zuletzt 1959) dargelegt, daß die Florensippen mit Vorliebe die jungen, hohen Faltengebirge benutzt haben, um in die kühlen Höhenzonen der Tropen sowohl von Norden als auch von Süden her einzudringen. Da aber die geologisch labilen Zonen in Zentralamerika kein kontinuierliches Eindringen erlaubten, ist der scharfe Gegensatz innerhalb der oberen Vegetationsstufen zwischen Guatemala und Costa Rica leicht erklärlich. Man muß auch in den Entwicklungsmöglichkeiten der Florenelemente selbst einen wesentlichen Grund für das heutige Mosaik der Vegetation sehen. Auch diese öfters hervorgehobene Tatsache gilt sicher ebenfalls für Zentralamerika.

Schlußbemerkung

Zwischen den ausgedehnten Landmassen und Hochgebirgszonen Mexikos und Kolumbiens nimmt die zentralamerikanische Landbrücke florengeschichtlich eine Übergangsstellung ein, bei klimaökologisch völlig einheitlicher Struktur des Raumes. Zentralamerika stellt daher ein vorzügliches Beispiel dar, wie die klimaökologische und florengeschichtliche Betrachtungsweise bei dem Studium des Pflanzenkleides der Erde ineinandergehen müssen.

ALEXANDER VON HUMBOLDT hat vor 150 Jahren den Weg zur ganzheitlichen Schau gewiesen. Er hatte schon eine räumliche Ordnung und einen geographischen Vergleich der Vegetation angestrebt und die dreidimensionale Anordnung der Pflanzenwelt, die horizontalen Gürtel und die

vertikalen Stufen, im Grunde schon erkannt. Er hat auch die Frage nach den bedingenden Ursachen für die Gliederung des irdischen Pflanzenkleides gestellt, denn er erkannte, daß der Wärmehaushalt der Erde in einer ursächlichen Beziehung zur Verteilung der Vegetationsformationen steht. Er drückt dies in seinen „Ideen zur Physiognomik der Gewächse" folgendermaßen aus:

„Wer demnach die Natur mit einem Blick zu umfassen und von Lokalphänomenen zu abstrahieren weiß, der sieht, wie mit Zunahme der belebenden Wärme von den Polen zum Äquator hin sich auch allmählich organische Kraft und Lebensfülle vermehren."

Auch für die vertikale Anordnung der Vegetation an den Andenbergen hat er die Temperatur als gliederndes Element herausgestellt und deren Höhenstufen eingehend beschrieben. Merkwürdigerweise hat ALEXANDER VON HUMBOLDT den Niederschlag als Gliederungselement für die Vegetation der Tropen nicht sonderlich beachtet und herangezogen. Zwar wußte er um die Bedeutung des Regens für die Pflanzen, aber er erkannte noch nicht die ursächliche Beziehung zwischen dem damals noch ungenauen Bild der Niederschlagsverteilung über die Erde und der Anordnung der Vegetationsgürtel.

Nach verschiedener Wertung der Temperatur und des Niederschlags für die Tropenvegetation durch zahlreiche Pflanzengeographen hat eigentlich erst WLADIMIR KÖPPEN (1900) die Bedeutung von Wärme- und Wasserangebot für die Gliederung des Pflanzenkleides der Erde in ein rechtes Licht gerückt und die Verknüpfungen von Klima und Vegetation in seiner Klassifikation aufgedeckt. C. TROLL hat dann in zahlreichen Arbeiten das Verständnis dafür vermittelt, daß unter gleichem Klima auch ökologisch gleichwertige Vegetationstypen auftreten müssen bei floristisch völlig verschiedener Zusammensetzung. So ordnen sich auch die verschiedensten Florenelemente in Zentralamerika zu Gürteln und Stufen zusammen, denen der tropische Klimarhythmus den gemeinsamen Stempel aufdrückt.

Literaturverzeichnis

ASHTON, J.: On the Plant Resources and Flora of Nicaragua. In: Plants and Plant Science in Latin America, 60—64. Waltham, Mass. 1945.

BADER, F. J. W.: Die Verbreitung borealer und subantarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. Diss. Bonn 1958.

CALDERON, S., und STANDLEY, P. C.: Lista preliminar de plantas de El Salvador. 2. Aufl. 1944.

CARR, A. F.: Outline for a classification of animal habitats in Honduras. Bull Americ. Mus. Nat. Hist. 94, 563—594, 1950.

CHOUSSY, F.: Flora Salvadoreña. 5 Bde. San Salvador 1926.

DERS.: Economía Agricola Salvadoreña. San Salvador 1950.

CUATRECASAS, J.: Observaciones geobotánicas en Colombia. Trabajos del Mus. Nac. de Ciencias Naturales. Serie Botanica 27, 1—144. Madrid 1934.

DERS.: New Mural Shows Plant Life of Colombia's High Andes. Nat. Hist. Mus. Bull., Vol. 19, Nr. 1, Chicago 1948.

DICKEY, D. R., und VAN ROSSEM, A. J.: The Birds of El Salvador. Zool. Ser. Field Mus. Nat. Hist. 23, 1938.

HOLDRIDGE, L. R.: La Vegetación de Costa Rica. In: Atlas Estadístico de Costa Rica. San José 1953.

DERS.: Ecología de El Salvador. In: La Economía Agrícola de El Salvador. San Salvador 1953.

HUMBOLDT, A. VON: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse. Tübingen 1806.

DERS.: Essai politique sur le Royaume de La Nouvelle Espagne, Vol. 1, Paris 1811.

DERS.: De distributione geografica plantarum, secundum coeli temperiem altitudinem montium prolegomena. Paris und Lübeck 1817.

DERS.: Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, 5 Bde., Bd. 1. Stuttgart 1845.

DERS.: Reise in die Äquinoctialgegenden des Neuen Kontinents. 4 Bde. Übers. v. H. Hauff. Stuttgart 1859/60.

HUMBOLDT, A. VON, und BONPLAND, A.: Ideen zu einer Geographie der Pflanzen nebst einem Naturgemälde der Tropenländer. Tübingen 1807.

KOVAR, P. A.: Idea general de la Vegetación de El Salvador. In: Plants and Plant Science in Latin America, S. 56/57, Waltham, Mass. 1945.

KÖPPEN, W.: Versuch einer Klassifikation der Klimate. Geogr. Z. 1900.

LAUER, W.: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geogr. Abh., Heft 9, Bonn 1952.

DERS.: Zentralamerika, Bericht über eine Forschungsreise, 1953/54, Erdkde. Bonn 1954.

DERS.: Vegetation, Landnutzung und Agrarpotential in El Salvador (Zentralamerika). Schr. d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel, Heft 16, 1. Kiel 1956.

DERS.: Klimadiagramme. Gedanken und Bemerkungen. Erdkde., Bonn 1960 (im Druck).

DERS.: Las formas de la vegetación de El Salvador. Comun. del Inst. Trop. de Inv. Cient. San Salvador 1954.

DERS.: Vegetatión de El Salvador. Atlas Censal de El Salvador, San Salvador 1955.

LEVY VAN SEVEREN, M.: Recursos naturales del Reino Vegetal de El Salvador. In: Plants and Plant Science in Latin America, 57—60. Waltham, Mass. 1945.

LINDSAY, W. R.: Plant Resources of the Panamas. In: Plants and Plant Science in Latin America, 67—68. Waltham, Mass. 1945.

LOTTERMOSER, E.: Die Ergebnisse der Temperaturbeobachtungen in El Savador und Süd-Guatemala. Mitt. der Geogr. Ges. Hamburg. 1909.

DERS.: Die Regenverhältnisse Mittelamerikas mit besonderer Berücksichtigung von Salvador und Guatemala. Diss. Tübingen 1911.

LUNDELL, C. L.: The Vegetation and Natural Resources of British Honduras. In: Plants and Plant Science in Latin America, 270—273. Waltham, Mass. 1945.

MARTINEZ, M.: Los Pinos mexicanos. Mexiko 1948.

PITTIER, H.: Ensayo sobre las plantas usuales de Costa Rica. Washington 1908. 2. Aufl. San José (Costa Rica) 1957.

POLAKOWSKY, H.: Die Pflanzenwelt von Costa Rica, ein Beitrag zur Kenntnis der Pflanzengeographie und der Flora von Central Amerika. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Dresden. 16. Bd. IV, 25—124. Dresden 1879.

POPENOE, W.: Plant Resources of Honduras. In: Plants and Plant Science in Latin America. 273—375. Waltham, Mass. 1945.

POPENOE, W.: Plant Resources of Guatemala. In: Plants and Plant Science in Latin America. 278—281. Waltham, Mass. 1945.
PORSCH, O.: Costa Rica. In: Vegetationsbilder 23. Reihe, Heft 4/5, Jena 1932.
QUIROS, ARMADOR, T.: Geografía de Costa Rica, San José 1954.
RICHARDS, P. W.: The Tropical Rainforest, an Ecological Study. Cambridge 1952.
SAPPER, K.: Grundzüge der physischen Geographie von Guatemala. Pet. Mitt. Erg. H. 113, 1894.
DERS.: Der Regenfall im nördlichen Mittelamerika. Pet. Mitt. 1897.
DERS.: Das nördliche Mittelamerika. Braunschweig 1897.
DERS.: Über die geologische Bedeutung der tropischen Vegetationsformationen in Mittelamerika und Südmexiko. Leipzig 1900.
DERS.:Beiträge zur physischen Geographie von Honduras. Z. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1902.
DERS.: Mittelamerikanische Reisen und Studien aus den Jahren 1888 bis 1900. Braunschweig 1902.
DERS.: Klimakunde von Mittelamerika. Hb. d. Klimatologie, Bd. II, Teil 2, Berlin 1932.
DERS.: Mittelamerika. In: Handbuch der reg. Geologie, VIII. Band, 4a. Abt., 29. Heft, Heidelberg 1937.
SCHERY, R. W.: A Few Facts Concerning the Flora of Panamá. In: Plants and Plant Scienca in Latin America, 281—84, Waltham, Mass. 1945.
SCHMIEDER, O.: Länderkunde Mittelamerikas. Leipzig/ Wien 1934.
STANDLEY, P. C. Flora of Costa Rica. Part. I—IV. Field Mus. of Nat. Hist. Bot. Ser. Bd. 18, Chicago 1937/38.
DERS.: A Brief Survey of the Vegetation of Costa Rica. In: Plants and Plant Science in Latin America, 64—67, Waltham, Mass. 1945.
DERS.: Flora of Guatemala. Field Mus. of Nat. Hist. Bot. Ser. Chicago 1946.
DERS. und STEYERMARK, J. A.: The Vegetation of Guatemala, a Brief Review. In: Plants and Plant Science in Latin America, 275—278. Waltham, Mass. 1945.
SUESSENGUTH, K.: Neue Pflanzen aus Costa Rica, insbesondere vom Chirripó grande 3837 m. Botan. Jb. f. Systematik 72, 270—302, 1942.
TROLL, C.: Die geologische Verkettung Süd- und Mittelamerikas. Mitt. d. Geogr. Ges. München 23, 53—76. 1930.
DERS.: Thermische Klimatypen der Erde. Pet. Mitt. 81—89, 1943.
DERS.: Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel. Jahresber. des geobot. Inst. Rübel in Zürich f. 1947, 46—83, 1948.
DERS.: Das Pflanzenkleid der Tropen in seiner Abhängigkeit von Klima, Boden und Mensch. Tagungsber. u. wiss. Abh. d. Dt. Geogr.-tages in Frankfurt/M. 1951, 35—66, Remagen 1952.
DERS.: Der jahreszeitliche Ablauf des Naturgeschehens in den verschiedenen Klimagürteln der Erde. Studium Generale, 8, 113—133, 1955.
DERS.: Forschungen in Zentralmexiko 1954. Tagungsber. u. wiss. Abh. d. Dt. Geogr.-tages in Hamburg 1955, 191 bis 213, Wiesbaden 1957.
DERS.: Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geogr. Abh. Heft 25, Bonn 1959.
WAGNER, M.: Über den Charakter und die Höhenverhältnisse der Vegetation in den Cordilleren von Veragua und Guatemala. Sitzungsber. d. Kgl. Bayr. Akad. d. Wiss. München 1866.
WEBER, H.: Die Páramos von Costa Rica und ihre pflanzengeographische Verkettung mit den Hochanden Südamerikas. Akad. d. Wiss. u. Lit. Mainz, Math.-nat. Kl. Nr. 3, Wiesbaden 1958.
WERCKLE, C.: La subregión fitogeográfica costarricense. Sociedad Nac. de Agricultura de Costa Rica. San José 1909.
WOODSON, R. E., und SCHERY, R. W.: Flora of Panama. Annals Missouri Bot. Garden 45, 1—91, 1958.
YUNCKER, T. G.: The Vegetation of Honduras, a Brief Review. In: Plants and Plant Science in Latin America, 55—56, Waltham, Mass. 1945.

STELLUNG UND BEDEUTUNG DER PHYSISCHEN ANTHROPOGEOGRAPHIE

KARLHEINZ PAFFEN

Summary: Position and Importance of "Physical Anthropogeography"

"Physical anthropogeography" is, together with social geography, one of the youngest branches of human geography. It was founded in the 1920s by A. PENCK, H. LAUTENSACH and others as a branch of its own, though the beginnings of its different parts date back far.

"Phys. a." is not concerned with the general physiogeographical bases of human geography, neither does it deal with the problem of the influence of nature on man, which is the exclusive subject of RATZEL's "Anthropogeographie" and the geographical "environmentalism". "Phys. a." is regionalism especially concerned with the anthropo-biological and anthropo-ecological qualities of natural and cultural regions of the earth. Its major problems are the following: the developmental regions of mankind (genetic "phys. a."), biological population geography (including the geography of races), anthropoclimatology, medical geography, geography of alimentation, the anthropo-ecological division of the earth and finally its alimentary capacity. "Phys. a." is a direct link between human geography and biogeography and should be connected to social geography, thus forming a population geography in the most comprehensive sense of the term.

I. Der Begriff der Physischen Anthropogeographie

Es gibt in jeder Wissenschaft Zeitströmungen, bisweilen auch Moderichtungen, die einen Wissenszweig oder eine Gruppe von Teildisziplinen besonders stark in den Vordergrund treten lassen und auf begrenzten Teilgebieten außerordentliche Erkenntnisfortschritte fördern. Beispiele dafür auch aus der Entwicklungsgeschichte der modernen Geographie seit A. v. HUMBOLDT und C. RITTER sind zahlreich und hinreichend bekannt. Darum ist es auch durchaus verständlich, daß die moderne Anthropogeographie oder Geographie des Menschen nach Befreiung aus den Fesseln des Naturalismus und geographischen Determinismus der

Beilage zu: Erdkunde, Archiv für wissenschaftl. Geogr., Bd. XIII, Heft 4

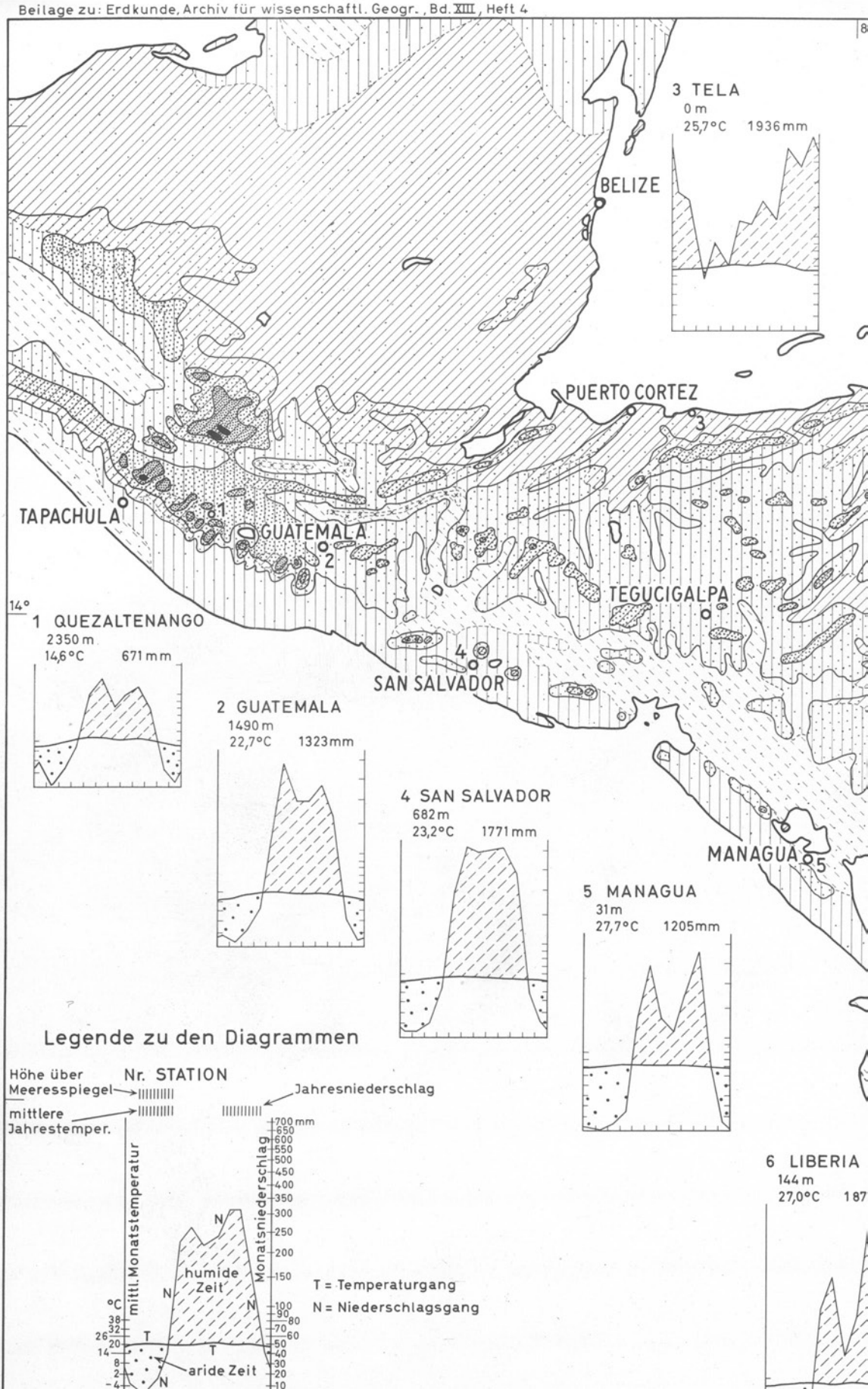


Abb. 1

Die ombrothermischen Klimat

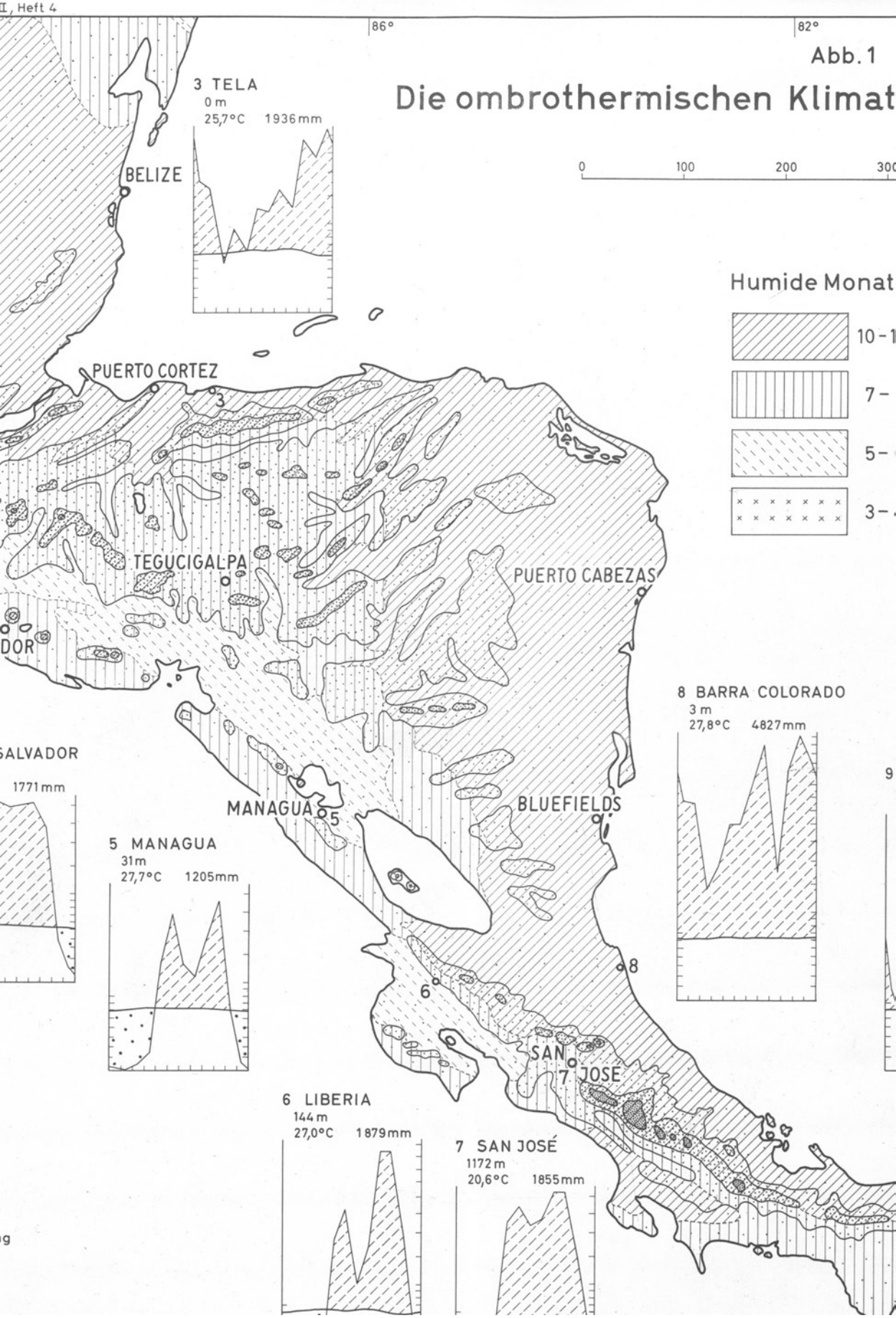
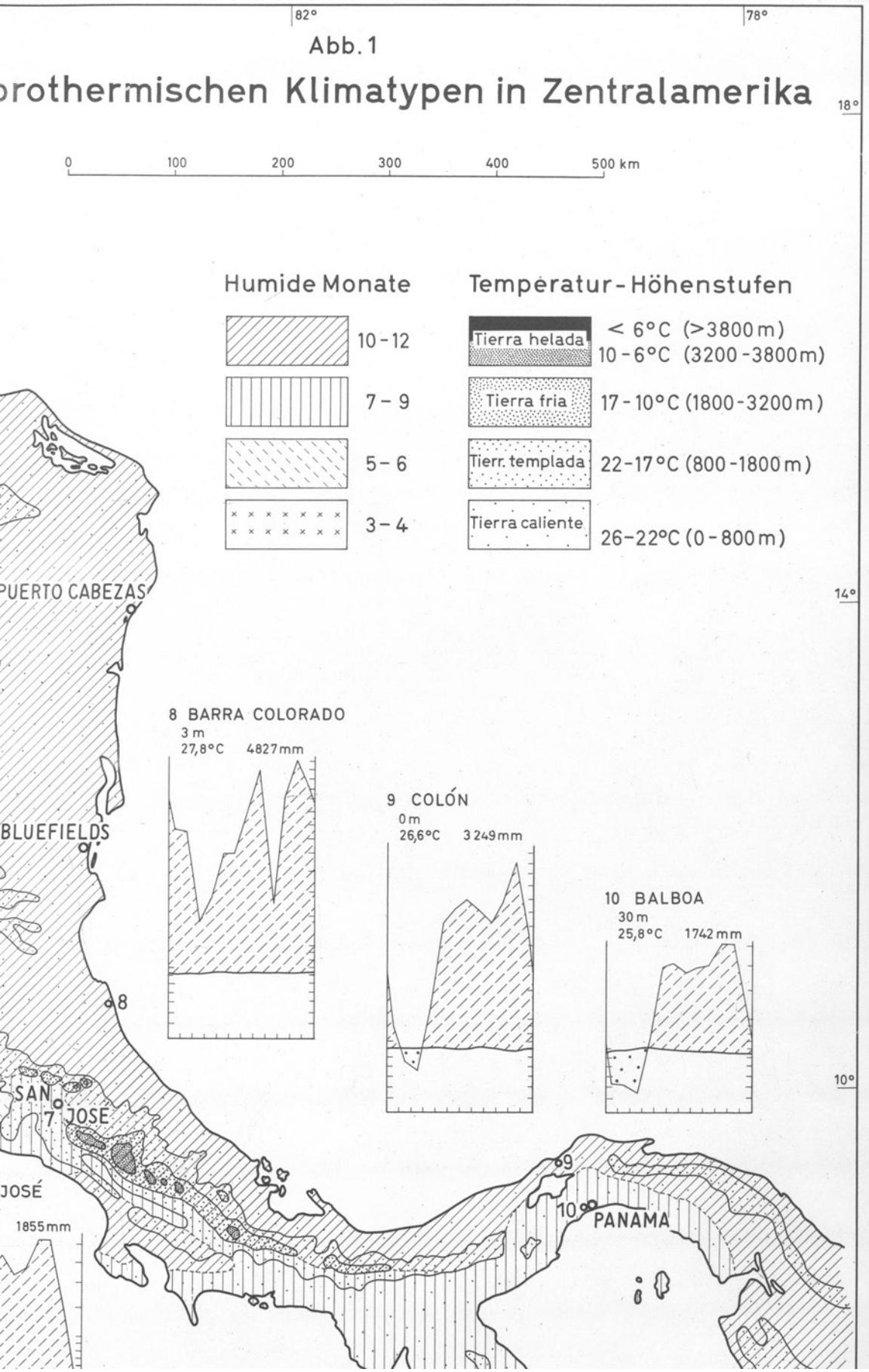
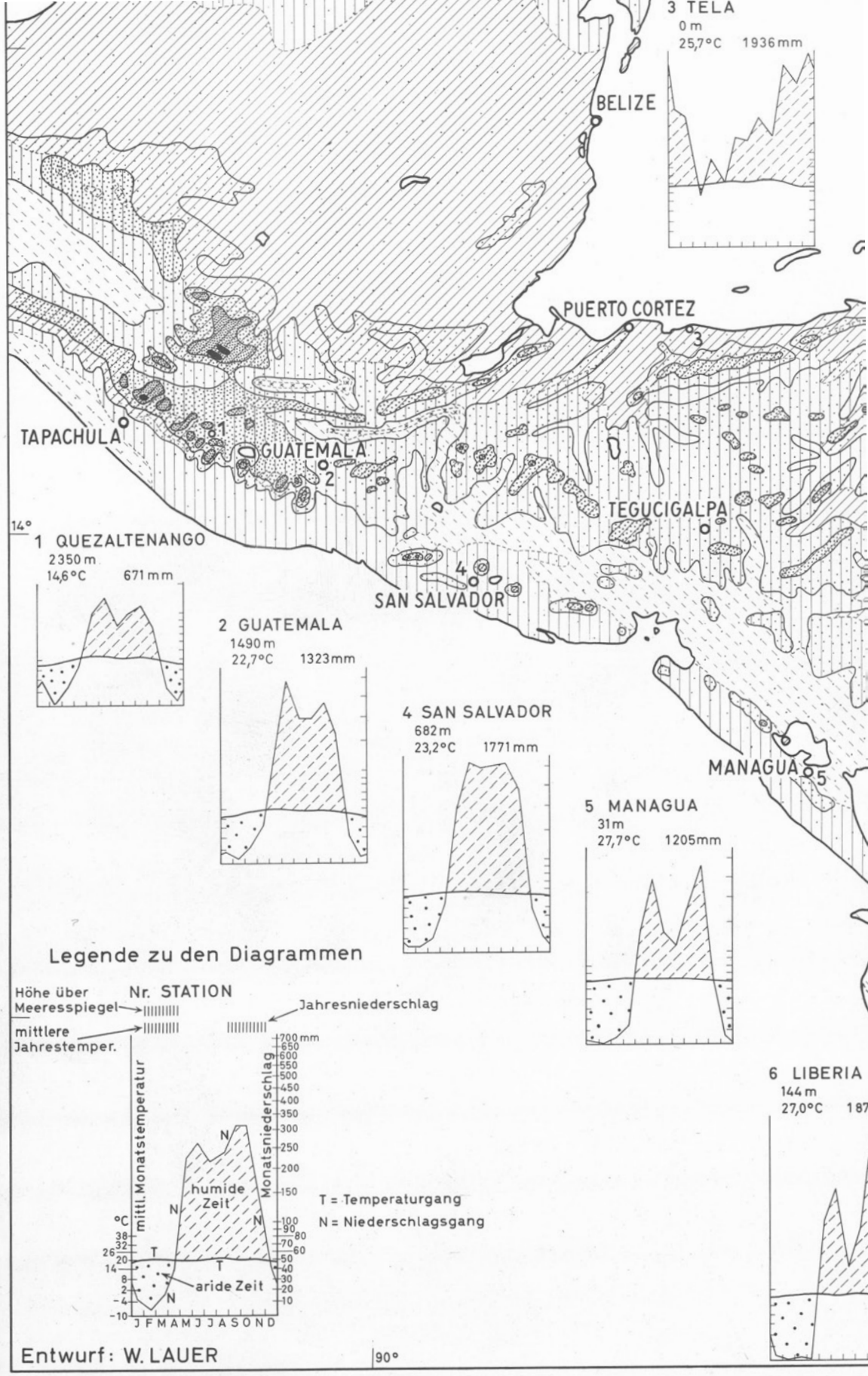


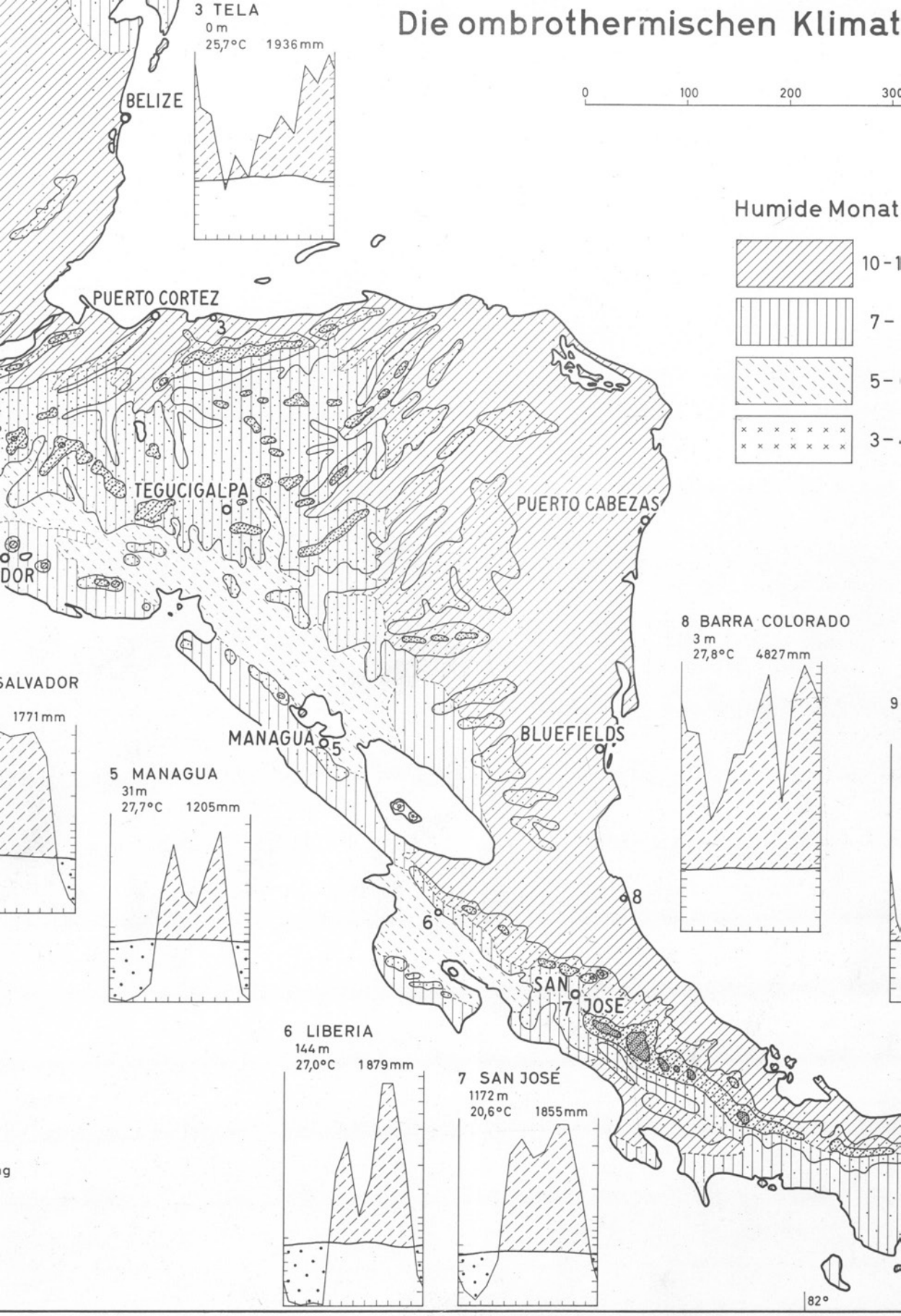
Abb. 1

ɔrothermischen Klimatypen in Zentralamerika

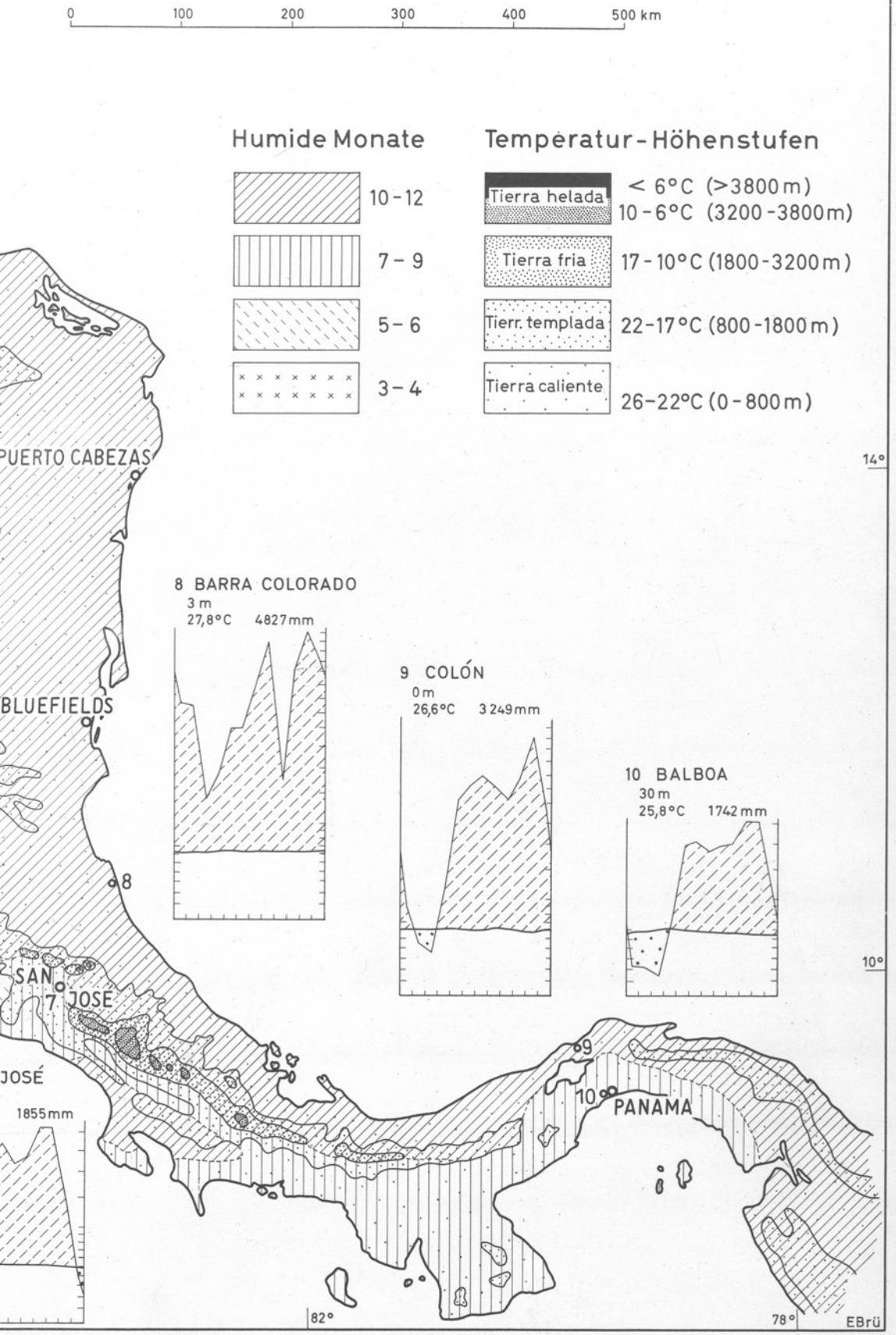



3 TELA
0 m
25,7°C 1936 mm
BELIZE
PUERTO CORTEZ
TAPACHULA
1
GUATEMALA
2
TEGUCIGALPA
14°
1 QUEZALTENANGO
2350 m
14,6°C 671 mm
SAN SALVADOR
4
2 GUATEMALA
1490 m
22,7°C 1323 mm
4 SAN SALVADOR
682 m
23,2°C 1771 mm
MANAGUA
5
5 MANAGUA
31 m
27,7°C 1205 mm
6 LIBERIA
144 m
27,0°C 187
Legende zu den Diagrammen
Höhe über Meeresspiegel
Nr. STATION
Jahresniederschlag
mittlere Jahrestemper.
mittl. Monatstemperatur
°C
38
32
26
20
14
8
2
-4
-10
Monatsniederschlag
700 mm
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
humide Zeit
aride Zeit
T
N
J F M A M J J A S O N D
T = Temperaturgang
N = Niederschlagsgang
Entwurf: W. LAUER
90°

Die ombrothermischen Klimat



...rothermischen Klimatypen in Zentralamerika



Beilage zu: Erdkunde, Archiv für wissenschaftl. Geogr., Bd. XIII, Heft 4

Abb. 2

Profil

Profil

BELIZE

PUERTO CORTEZ

TAPACHULA

GUATEMALA

14°

TEGUCIGALPA

SAN SALVADOR

MANAGUA

Übersicht zur Lage der Profile

0 100 200 300 km

TIERRA CALIENTE

- Immergrüner ombrophiler Regenwald
- Regengrüner Feuchtwald und Feuchtsavannen
- Regengrüner Trockenwald und Trockensavannen
- Regengrüner Dorn- u. Sukkulentenwald und Dornsavannen
- Kiefernsavannen (edaph. bedingt)

TIERRA TEMPLADA

- Immergrüner ombrophiler Bergwald (mit Eichen)
- Immergrüner Bergwald (mit Kiefern und Eichen)
- Regengrüner Feucht- Bergwald (mit Eichen, z.T. Savannen)

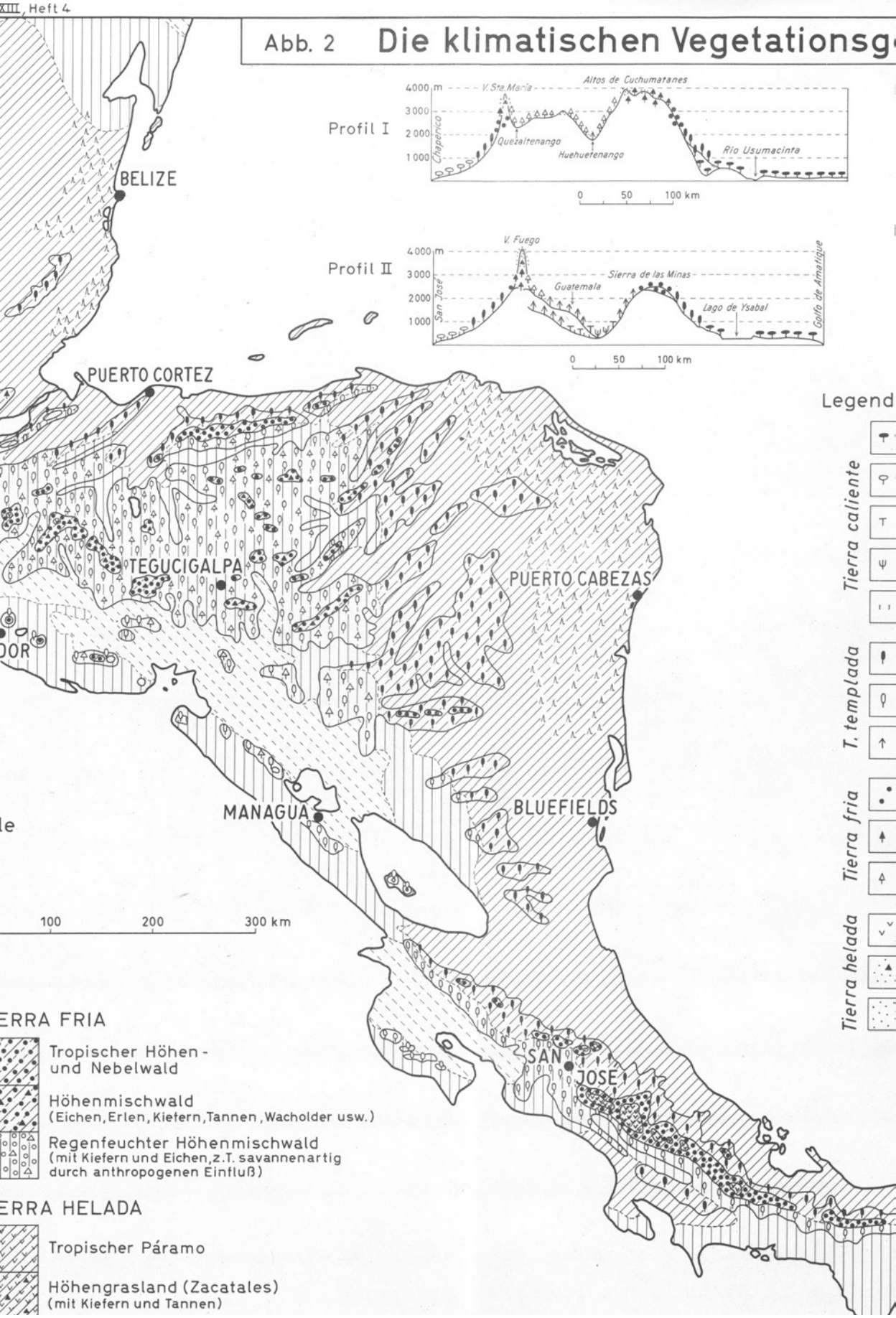
TIERRA FRIA

- Tropischer Höhen- und Nebelwald
- Höhenmischwald (Eichen, Erlen, Kiefern, Tannen, Wacholder usw.)
- Regenfeuchter Höhenmischwald (mit Kiefern und Eichen, z.T. savannenartig durch anthropogenen Einfluß)

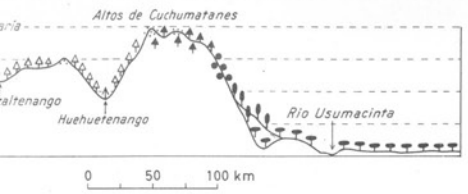
TIERRA HELADA

- Tropischer Páramo
- Höhengrasland (Zacatales) (mit Kiefern und Tannen)

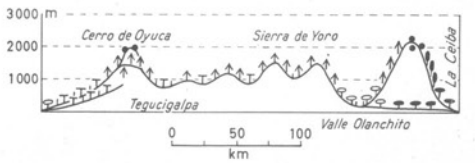
Abb. 2 Die klimatischen Vegetationsg



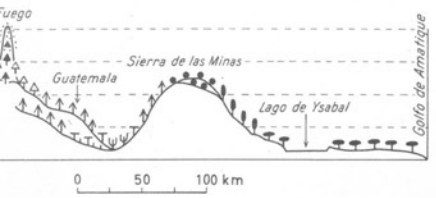
atischen Vegetationsgebiete in Zentralamerika



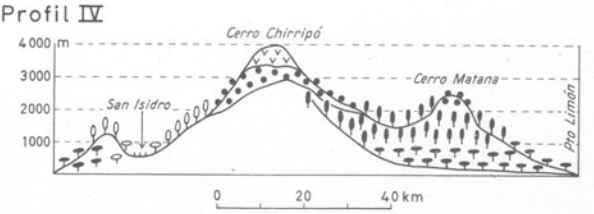
Profil III



18°



Profil IV



Legende der Profile:

Tierra caliente
- Immergrüner Regenwald
- Regengrüner Feuchtwald
- Regengrüner Trockenwald
- Regengrüner Dorn-u. Sukkulentenwald
- Savannen (anthropogen!)

T. templada
- Immergrüner Bergwald
- Regengrüner Bergwald
- Bergmischwald

Tierra fria
- Immergrüner Höhen-(Nebel) Wald
- Immerfeuchter Höhenmischwald (vorwiegend boreale Nadelhölzer)
- Regenfeuchter Höhenmischwald

Tierra helada
- Páramo
- Höhengrasland mit Kiefern
- Höhengrasland (Zacatales)

14°

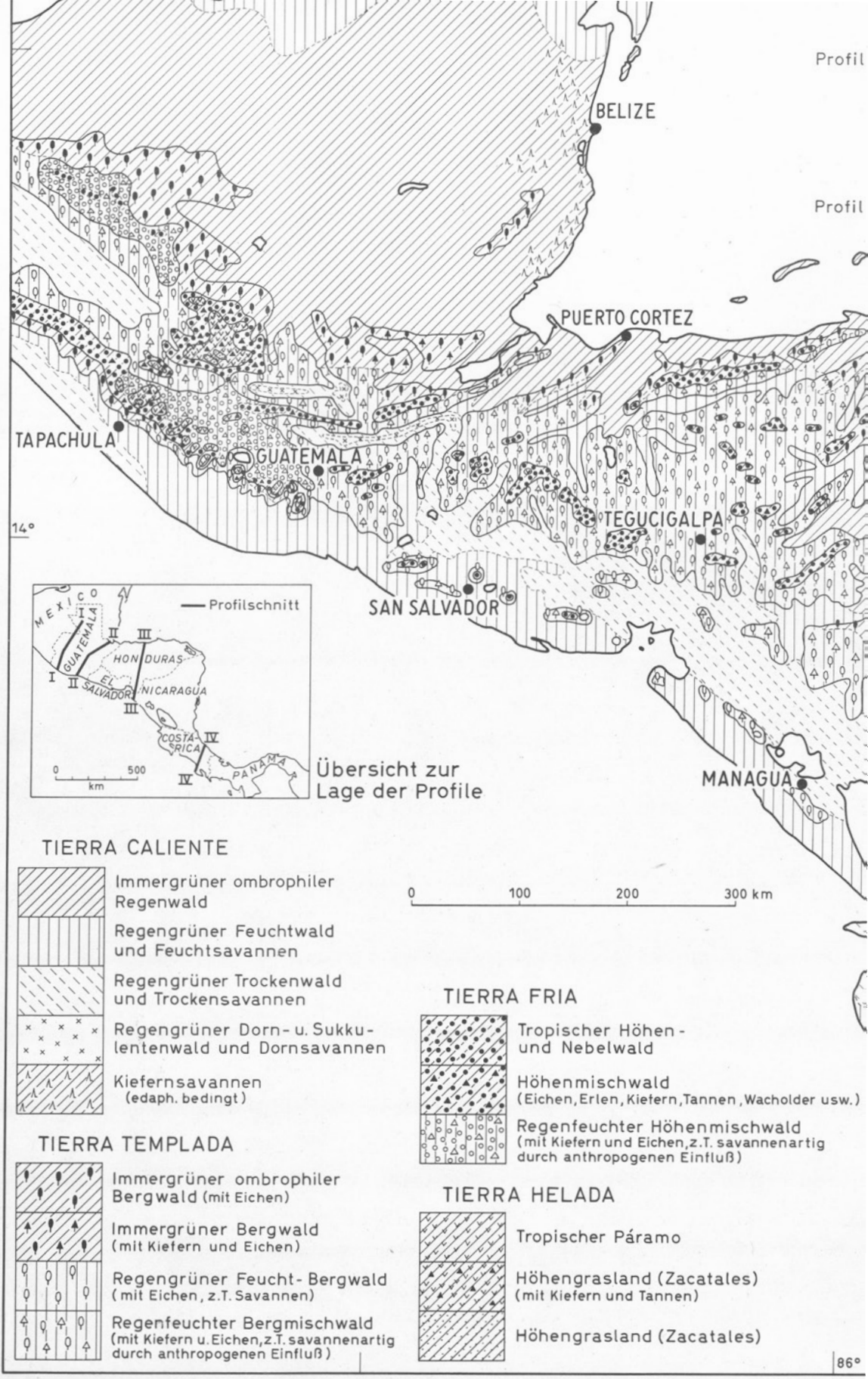
10°

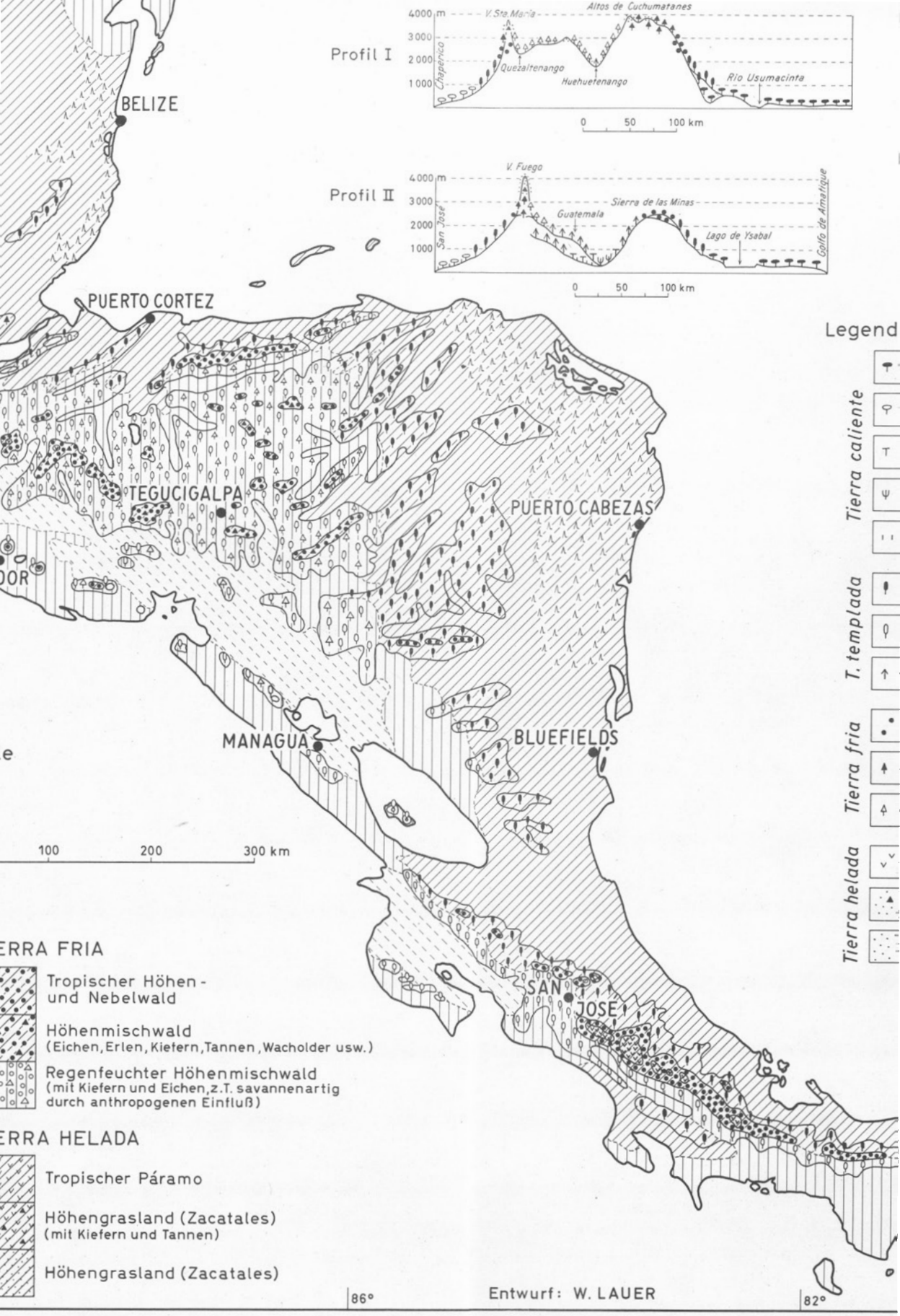
PUERTO CABEZAS

BLUEFIELDS

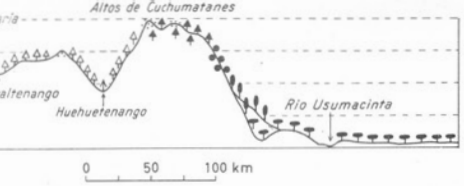
SAN JOSE

PANAMA

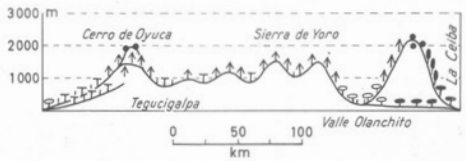

Profil
BELIZE
Profil
PUERTO CORTEZ
TAPACHULA
GUATEMALA
TEGUCIGALPA
14°
SAN SALVADOR
MANAGUA
MEXICO
GUATEMALA
HONDURAS
EL SALVADOR
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMA
I
II
III
IV
0
500
km
Profilschnitt
Übersicht zur Lage der Profile
TIERRA CALIENTE
Immergrüner ombrophiler Regenwald
Regengrüner Feuchtwald und Feuchtsavannen
Regengrüner Trockenwald und Trockensavannen
Regengrüner Dorn- u. Sukkulentenwald und Dornsavannen
Kiefernsavannen (edaph. bedingt)
0
100
200
300 km
TIERRA TEMPLADA
Immergrüner ombrophiler Bergwald (mit Eichen)
Immergrüner Bergwald (mit Kiefern und Eichen)
Regengrüner Feucht- Bergwald (mit Eichen, z.T. Savannen)
Regenfeuchter Bergmischwald (mit Kiefern u. Eichen, z.T. savannenartig durch anthropogenen Einfluß)
TIERRA FRIA
Tropischer Höhen- und Nebelwald
Höhenmischwald (Eichen, Erlen, Kiefern, Tannen, Wacholder usw.)
Regenfeuchter Höhenmischwald (mit Kiefern und Eichen, z.T. savannenartig durch anthropogenen Einfluß)
TIERRA HELADA
Tropischer Páramo
Höhengrasland (Zacatales) (mit Kiefern und Tannen)
Höhengrasland (Zacatales)
86°



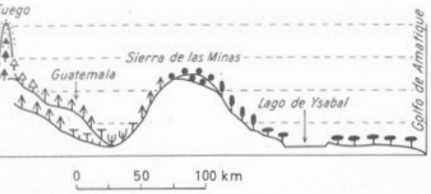
Entwurf: W. LAUER



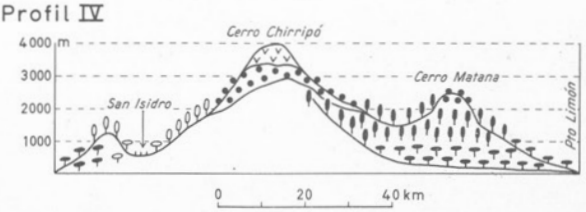
Profil III



18°



Profil IV



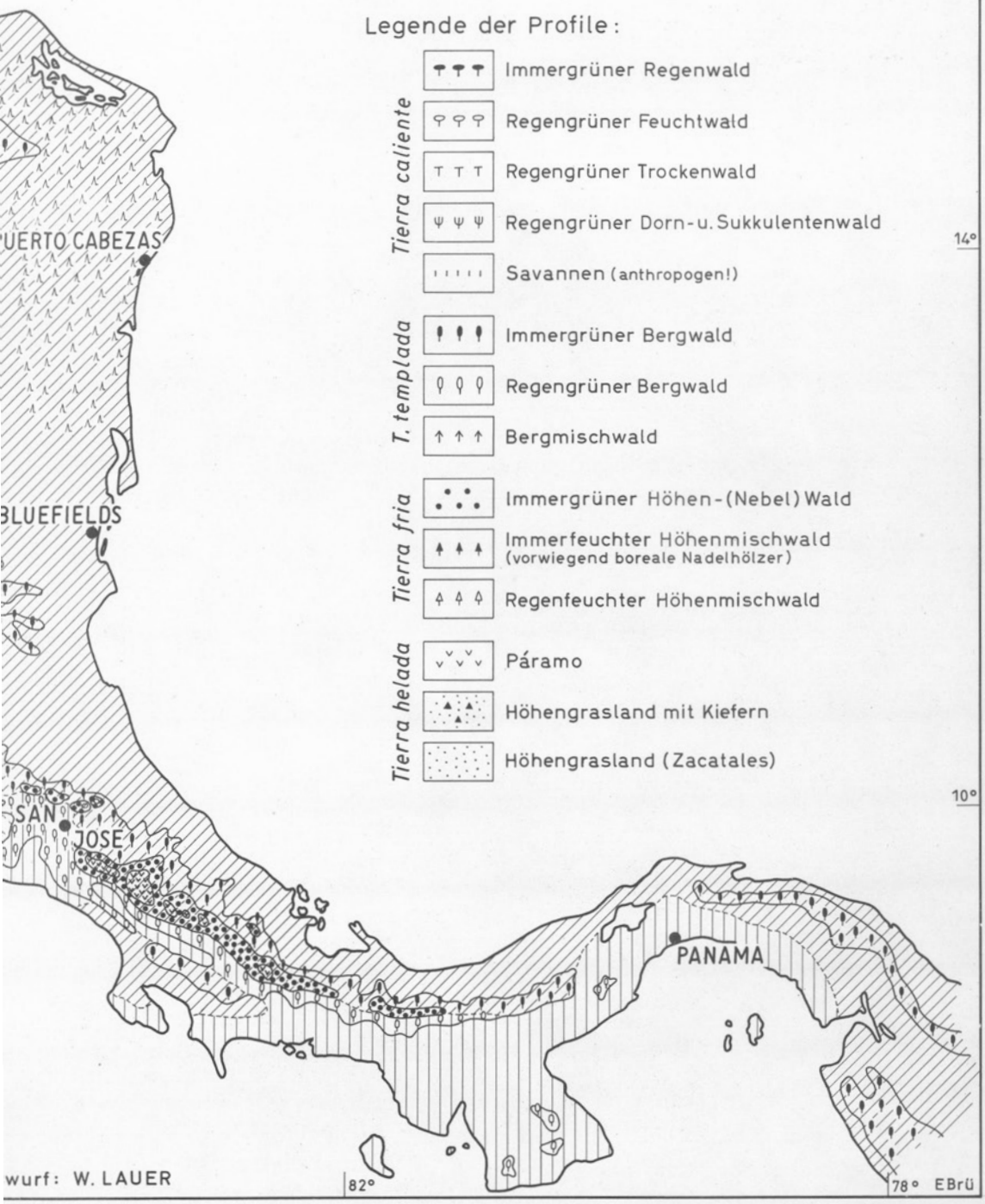
Legende der Profile:

Tierra caliente
- Immergrüner Regenwald
- Regengrüner Feuchtwald
- Regengrüner Trockenwald
- Regengrüner Dorn-u. Sukkulentenwald
- Savannen (anthropogen!)

T. templada
- Immergrüner Bergwald
- Regengrüner Bergwald
- Bergmischwald

Tierra fria
- Immergrüner Höhen-(Nebel) Wald
- Immerfeuchter Höhenmischwald (vorwiegend boreale Nadelhölzer)
- Regenfeuchter Höhenmischwald

Tierra helada
- Páramo
- Höhengrasland mit Kiefern
- Höhengrasland (Zacatales)



wurf: W. LAUER EBrü