

# Vierzig Jahre Regenfaktor

Von

P. SCHAUFELBERGER (Chinchiná)

## Einleitung

Es sind nun vierzig Jahre, seit R. LANG seinen Regenfaktor veröffentlicht hat. Er unterschied damit fünf Klimate, und in jedem derselben sollte sich bei optimalen Bodenbildungsbedingungen ein anderer Bodentyp bilden. Die junge Bodenkunde nahm diesen Vorschlag wohlwollend auf, aber bald zeigten sich auch Gegner, die den Regenfaktor für die Bodenkunde energisch ablehnten.

Geographen, Meteorologen und Klimatologen der gemässigten Zone bekämpften ihn im allgemeinen, aber auch da finden wir Ausnahmen.

Auffallend ist nun freilich, dass man nicht etwa einen Beweis gegen die Regenfaktoren anführt, sondern jeder Gegner LANG's mit andern Argumenten ins Feld zieht. Auch können wir uns der Tatsache nicht verschliessen, dass die Regenfaktoren immer und immer wieder zitiert werden. Ein guter Kern muss also in ihnen stecken, und wir wollen nun versuchen, am Beispiel Kolumbiens zu zeigen, wie weit sich der Regenfaktor für die Bodenkunde und die Tropen bewährt hat.

## Regenfaktoren und Klimabodentypen

Wie früher gezeigt worden ist (SCHAUFELBERGER 1952), wurden in Kolumbien Klimabodentypen gefunden, die mit den Regenfaktoren den Humusgehalt, die Bodenreaktion und die Krumentiefe wechseln. Diese so klassierten Bodentypen unterscheiden sich weiter durch die Auswaschungsfaktoren (SCHAUFELBERGER 1950). Bodenanalysen aus andern Tropenländern und der gemässigten Zone zeigen nun bei gleichen Regenfaktoren dieselben Auswaschungsfaktoren.

Daraus müssen wir schliessen, dass sich die Bildung gewisser Bodentypen nach dem Klima richtet und von der geographischen Zone unabhängig ist. Der Streit um zonale oder Klimaböden hat sich zugunsten der Regenfaktoren entschieden.

Der Regenfaktor hat sich in der Bodenkunde als Klimafaktor bewährt. Da aber die Bodenbildung auch noch von weiteren Faktoren beeinflusst ist, so dürfen wir nicht dem Irrtum verfallen, den Regenfaktor = Bodenbildungsfaktor setzen zu wollen. Denn neben den Klimasolen bilden sich noch Lithosole und Hydrosole, deren Verbreitung wir nicht mit Hilfe der Regenfaktoren oder Regenkarte bestimmen können, da diese Böden wesentlich vom geologischen Substrat bedingt sind. Hier bewährt sich die geologische Karte als wertvolles Hilfsmittel und gibt uns Aufschluss, wo diese Böden etwa zu erwarten sind.

## Klimaeinteilung Kolumbiens

### Klimaklassifikation von TROLL

TROLL (LAUER) glaubt das Tropenklima durch die Anzahl der ariden und humiden Monate klassieren zu können. Wir erkennen da unschwer die Einteilung: trocken, wechselfeucht und immerfeucht, die die Tropenklimate nach Trocken- und Regenperioden klassieren will. Sein Schüler LAUER hat diese Methode zur Klimaklassifikation der Klimate von Afrika und Südamerika angewandt. Auf Grund seiner durchgeführten Berechnungen klassiert er das Klima Kolumbiens folgendermassen:

Tabelle 1 Klimaklassifikation Kolumbiens von LAUER.

Ort	Höhe m	Regenmenge mm	Anzahl der Monate	
			humid	arid
<b>Klima Taefd mit 12 humiden Monaten</b>				
Las Vegas (Santa Marta)	1200	3471	12	0
Medellín	1538	1550	12	0
Barrancabermeja	111	2980	12	0
Bogotá	2651	938	12	0
Buenaventura	12	7128	12	0
Quibdó	138	10734	12	0
Dagua	816	4502	12	0
Villavicencio	498	4807	12	0
<b>Klima Taet<sub>1</sub> mit einer Trockenzeit</b>				
Barranquilla	4	842	7	5
Mompos	33	1768	9	3
Gamarra	69	1395	8	4
Majagual	70	2950	9	3
Bucaramanga	1018	1160	9	3
Tunja	2801	764	9	3
Altamira	1079	1160	9	3
Palmira	1085	919	8	4
Pasto	2594	718	10	2
Cisneros		1367	10	2
<b>Klima Taet<sub>2</sub> mit zwei Trockenzeiten</b>				
Puebloviejo		849	6	6
Espinal	590	772	6	6

Darnach hätten Bogotá, Medellín und Buenaventura genau dasselbe immerfeuchte Klima mit 12 humiden Monaten. Nun liegt aber Bogotá in einer Hochebene der kalten Tropen, und in der Umgebung finden wir den Anbau von Kartoffeln, Getreide usw. In der Umgebung von Medellín dagegen wird viel Kaffee angebaut, und in Buenaventura ist es offenbar für die Landwirtschaft zu nass. In den Wäldern der Umgebung werden wenig Nutzhölzer geschlagen, häufiger sind Palmen; auch wilder Kautschuk gedeiht in diesem heissen und sehr feuchten Klima. Die Vegetation zeigt also eindeutig, dass diese drei Gebiete unmöglich dasselbe Klima besitzen können.

Sie unterscheiden sich einmal durch die mittleren Jahrestemperaturen (Bogotá 14° C, Medellín 21° C und Buenaventura 27° C) und die Regenmengen.

Tabelle 2 Regenverteilung in Bogotá, Medellín und Andagoya.

	Bogotá mm	Medellín mm	Andagoya mm
Januar	58	68	549
Februar	66	89	448
März	101	83	594
April	146	168	647
Mai	113	196	663
Juni	62	140	670
Juli	51	103	629
August	56	117	562
September	62	158	571
Oktober	160	175	566
November	119	131	610
Dezember	66	63	536
Total	1060	1491	7045

Diese Zahlen zeigen, dass Bogotá deutlich zwei Regenzeiten besitzen muss, während das Klima der pazifischen Küste zur Not als «immerfeucht» klassiert werden kann.

Die von TROLL angewandte Klimaklassifikation auf Grund der Regenverteilung wird den Tatsachen Kolumbiens nicht gerecht.

#### Klimaklassifikation nach LANG

Zeichnen wir im Regenfaktorendiagramm die von LAUER angeführten Orte ein, so erhalten wir eine wesentlich andere Gliederung. Bogotá, Medellín und Buenaventura liegen auseinander, was den Unterschied der Klimate zum Ausdruck bringt.

In der Nähe von Bogotá liegen Tunja und Pasto. In ihrer Umgebung finden wir die Kornkammern Kolumbiens, und hier müssen wir ähnliche Klimate erwarten.

In den heissen Tropen finden wir im ariden Klima Barranquilla, Puebloviejo und Espinal. Die Regenverteilung ist verschieden, aber die Regenmenge ist ähnlich, und hier finden wir Kakteen und Dornbüsche als natürliche Vegetation.

Durch die Regenfaktoren werden also ähnliche Klimate zusammengefasst.

#### Klimaklassifikation nach MARTONNE

MARTONNE (MILLER, TROJER) hat gezeigt, dass in den Tropen die Regenzeiten durch den Gang der Sonne bestimmt und damit von der geographischen Breite abhängig sind. Tabelle 3 zeigt die monatliche Regenverteilung einiger Orte im Dreieck Bogotá-Medellín-Cali. Es handelt sich also um Stationen, die angenähert zwischen dem 4. und 6. Grad nördlicher Breite liegen und die nach MARTONNE eine ähnliche Regenverteilung zeigen sollten. Sehr verschieden ist die Regenmenge, die zwischen 74 und 705 cm liegt.

Zählen wir nun die Monate der einzelnen Orte mit mehr als einem Zwölftel der Jahresmenge zu den Regenzeiten und die mit geringeren Niederschlägen zu

den Trockenzeiten, so finden wir MARTONNE's Annahme bestätigt. Alle Stationen zeigen übereinstimmend Frühlings- und Herbstregenzeiten. Mit wenigen Ausnahmen gehören die Monate April/Mai und Oktober/November zu den Regenzeiten. Je nach örtlichen Verhältnissen setzen sie etwas früher oder später ein oder dauern etwas länger. Januar/Februar fallen immer in die Trockenzeiten und Juli/August in der Regel.

Die Regenverteilung erkennen wir durch die relative monatliche Regenmenge, und daraus ergibt sich, dass die tropischen Trockenzeiten durchaus nicht immer Trockenperioden sind. So sind beispielsweise im perhumiden Klima von Andagoya beide Trockenzeiten humid. Andererseits gibt es auch in den ausgesprochenen Trockengebieten Kolumbiens Regenzeiten. Darüber berichtet WILHELMY: «Manaure und Uribia auf der Halbinsel Goajira haben Jahresmittel von 366 bzw. 373 mm. Die Niederschläge beider Orte bleiben unter denen von Santa Marta, das mit 386 mm bisher als trockenster Punkt Kolumbiens galt. Die ‚Regenzeit‘ ist auf jene Monate beschränkt, in denen sich der Passatgürtel, dem Sonnenstand entsprechend, nach N verlagert und der äquatoriale Westwind weht. Etwa ein Drittel des Jahresniederschlages fällt in den beiden regenreichsten Monaten Oktober und November.»

Da die Regenverteilung unabhängig von der Regenmenge ist, beurteilt dann MARTONNE das Klima nach seinen Ariditätsfaktoren ( $N : [T + 10]$ ), die von den Regenfaktoren ( $N : T$ ) abgeleitet sind.

Tabelle 3 Regenverteilung in Mittelkolumbien (in cm).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Medellín	7	9	8	17	<b>20</b>	<b>14</b>	10	12	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	6	149
Ríosucio	18	17	21	19	<b>30</b>	19	14	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>39</b>	<b>30</b>	20	277
Andagoya	55	45	<b>59</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>63</b>	56	57	57	<b>61</b>	54	705
Espinal	5	3	4	7	6	3	2	3	5	<b>13</b>	<b>13</b>	10	74
Dagua	23	15	32	<b>46</b>	<b>70</b>	<b>44</b>	29	29	<b>44</b>	<b>68</b>	<b>61</b>	15	476
Bitaco	7	6	10	18	<b>22</b>	13	8	9	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	165
La Cumbre	7	5	8	18	<b>17</b>	10	5	7	9	<b>22</b>	<b>15</b>	10	133
Cali	9	8	11	14	<b>16</b>	9	2	4	9	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	122
Palmira	7	7	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	6	2	4	6	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	97
Sonsón	9	9	10	23	<b>28</b>	16	14	18	19	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>58</b>	296
Mariquita	16	8	17	<b>20</b>	<b>26</b>	13	7	17	<b>23</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	19	223
Manizales	17	12	16	21	<b>22</b>	11	7	10	15	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>19</b>	214
Líbano	13	7	8	20	<b>30</b>	16	9	13	21	<b>30</b>	<b>32</b>	16	215
Pereira	6	9	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	14	18	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	11	248
Ibagué	12	9	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	10	15	20	29	<b>31</b>	12	250
Honda	8	7	8	13	<b>12</b>	11	5	<b>16</b>	<b>13</b>	9	<b>22</b>	9	133
Armero	5	11	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	7	6	15	17	<b>21</b>	<b>16</b>	10	162
Tunja	3	3	3	12	<b>13</b>	6	6	6	6	<b>11</b>	<b>14</b>	5	88
Sasaima	24	22	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	15	9	10	21	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	292
La Esperanza	13	11	18	18	<b>22</b>	12	7	11	13	<b>27</b>	<b>30</b>	14	196
Bogotá	6	7	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	6	5	6	6	<b>16</b>	<b>12</b>	7	107

NB. Die Monate der Regenzeit sind durch Fettdruck der Zahlen hervorgehoben.

## Klassifikation von VILA

VILA unterscheidet für Mittel- und Südkolumbien ebenfalls zwei Regen- und Trockenzeiten, invierno und verano. Er zählt die Monate April/Mai und Oktober/November zu den Regenzeiten und die übrigen zu den Trockenzeiten.

Tabelle 4 Regenmengen des veranos und des inviernos.

	Verano D.J.F.M. mm	Invierno A.M. mm	Verano J.J.A.S. mm	Invierno O.N. mm
Bogotá	288	270	231	299
Tunja	162	209	253	217
Ibagué	545	500	554	515
Neiva	482	254	118	308
Ipiales	280	201	222	213
Pereira	522	640	745	611
Cali	346	218	196	212
Medellín	259	229	537	425

Hier kommen die örtlichen Verhältnisse weniger zum Ausdruck, aber seine Regenzeiten stimmen im allgemeinen mit denen nach MARTONNE überein. Auch ersehen wir sofort, dass die Trockenzeiten oder veranos durchaus keine Trockenperioden sind.

## Regenverteilung nach LAUER und MARTONNE

LAUER bestimmt nach TROLL die Trockenzeiten als Trockenperiode, während das Schema MARTONNE's dann stimmt, wenn wir die relativen monatlichen Regenmengen berücksichtigen. Je nach angewandter Methode ergeben sich nun für Kolumbien wesentliche Unterschiede.

Tabelle 5 Die Trockenzeiten Kolumbiens.

	LAUER	Nach MARTONNE
Las Vegas	0	Dezember–April
Medellín	0	Dezember–April; September–November
Barrancabermeja	0	Dezember–April; Juli–August
Bogotá	0	Dezember–Februar; Juni–September
Buenaventura (Andagoya)	0	Dezember–Februar; August–Oktober
Quibdó	0	?
Dagua	0	Dezember–März; Juli–August
Villavicencio	0	?
Barranquilla	1–4; 12	?
Mompós	1–3	?
Gamarra	1–3; 12	Dezember–April; September
Majagual	1–3	?
Bucaramanga	1	Januar–Februar; Juni–September
Tunja	1–2, 12	Dezember–Februar; Juni–September
Altamira	1–3	Januar–Februar; April–August
Palmira	6–9	Januar–Februar; Juni–September
Pasto	7–8	Januar; Mai–September
Cisneros	6–7	März–September; Dezember
Puebloviejo	1–4, 7, 12	Dezember–April, Juli
Espinal	2–3; 6–9	Januar–März; Mai–September

Sind die Trockenzeiten arid, so werden sie von beiden Methoden erfasst, sind sie aber regenreicher, nur von derjenigen von MARTONNE.

**Klimaklassifikation der kolumbianischen Landwirte**

Der kolumbianische Landwirt frägt in erster Linie nach der mittleren Jahrestemperatur, die darum auch überall angegeben wird, wie z. B. an den Bahnhöfen. Nach dieser unterscheidet er dann folgende Höhenklimate.

Höhengürtel	Jahrestemperatur in ° C
Tierra helada	
.....	6
Páramo	
.....	12
Tierra fría	
.....	18
Tierra templada	
.....	24
Tierra caliente	

In jeder Höhenzone werden dann weiter sehr trockene, trockene, feuchte und sehr feuchte Klimate unterschieden. Der kolumbianische Landwirt unterscheidet verschiedene Tropenklimate je nach der mittleren Jahrestemperatur und der Regenmenge. Er benützt also dieselben Klimaelemente wie LANG für seine Regenfaktoren. Wir erhalten eine vollständige Übereinstimmung, wenn wir im Regenfaktorendiagramm die Temperaturen von 6, 12, 18 und 24° C einsetzen und sehr trocken = arid; trocken = semiarid; feucht = semihumid und sehr feucht = humid und perhumid deuten. Die Regenverteilung betrachten beide durch die örtliche Lage bedingt und setzen sie als gegeben voraus.

Die von LAUER angeführten Stationen Kolumbiens hätten dann folgende Klimate:

Tabelle 6 Kolumbianische Klimaklassifikation.

Ort	Niederschlag mm	Temperatur ° C	RF	Klima
Las Vegas	3471	22	157	tierra templada, sehr feucht
Medellín	1550	21	73	tierra templada, feucht
Barrancabermeja	2980	28	106	tierra caliente, feucht bis sehr feucht
Bogotá	938	14	67	tierra fría, trocken
Buenaventura	7128	27	282	tierra caliente, sehr feucht
Quibdó	10734	27	298	tierra caliente, sehr feucht
Dagua	4502	27	167	tierra caliente, sehr feucht
Villavicencio	4807	25	192	tierra caliente, sehr feucht
Barranquilla	842	28	30	tierra caliente, sehr trocken
Gamarra	1768	28	63	tierra caliente, trocken bis feucht
Majagual	2950	28	105	tierra caliente, feucht bis sehr feucht
Bucaramanga	1195	23	52	tierra templada, trocken
Tunja	764	13	59	tierra fría, trocken
Altamira	1079	24	45	tierra caliente, trocken
Pasto	718	14	51	tierra fría, trocken
Cisneros	1367	28	58	tierra caliente, trocken
Puebloviejo	849	28	30	tierra caliente, sehr trocken
Espinal	772	28	27	tierra caliente, sehr trocken

Durch die Anwendung der Regenfaktoren in Verbindung mit den durch die Jahrestemperaturen bedingten Höhenklimaten wird das Tropenklima 25fach unterteilt, was den praktischen Anforderungen genügen dürfte.

### Diskussion

Über den Regenfaktor sagt LAUER: «Der LANGSche Regenfaktor, der in der Hauptsache in der Bodenkunde praktische Anwendung fand, wurde von P. HIRTH in seiner Isonotidenkarte für die ganze Erde dargestellt, die zugleich aber die Unbrauchbarkeit des Quotienten für die Klimatologie erwiesen hat.» Damit bringt er klar zum Ausdruck, dass zwischen der bisherigen Klimaeinteilung der Tropen durch die gemässigte Zone und den Regenfaktoren ein unüberbrückbarer Unterschied besteht.

Geographen, Meteorologen und Klimatologen der gemässigten Zone definieren das Tropenklima als heiss und nach der Regenverteilung als trocken, wechselfeucht oder immerfeucht. LANG dagegen klassiert es nach der mittleren Jahrestemperatur und der Regenmenge.

LAUER hat nun nach TROLL das kolumbianische Klima nach der alten Auffassung klassiert, doch für Kolumbien trägt sie den Tatsachen keine Rechnung. Diese Klimaklassifikation ist unmöglich.

Jahrestemperaturen. Diese ändern sich auch in den Tropen mit der Höhenlage und können im tropischen nivalen Klima unter  $0^{\circ}$  liegen. Wird nun das Tropenklima als heiss definiert, so werden die kalten Tropen nicht berücksichtigt. Diesen uralten Irrtum finden wir bei den Regenfaktoren nicht.

Regenverteilung. Diese ist in den Tropen durch den Gang der Sonne bedingt und daher je nach geographischer Breite verschieden. Sie bestimmt die tropischen Jahreszeiten (MARTONNE, VILA) aber nicht das Klima. LANG und die kolumbianischen Bauern setzen sie bei der Klimabeurteilung als gegeben voraus.

Regenmenge. LANG, MARTONNE und die kolumbianischen Bauern beurteilen das örtliche Klima (Höhenklima) nach der Regenmenge. Auch andere Autoren unterscheiden aride, semiaride, semihumide, humide und perhumide Klimate. Leider sind diese nicht definiert und werden daher von den einzelnen Autoren in sehr verschiedenem Sinne gebraucht.

Klimaklassifikationen. LAUER hat nach TROLL das kolumbianische Klima auf Grund von ariden und humiden Monaten klassiert. Diese Gliederung beruht auf der Regenverteilung und hat sich als unmöglich erwiesen. LANG und MARTONNE klassieren das Tropenklima nach der Regenmenge und der Jahrestemperatur, und ihre Klimaeinteilung deckt sich mit derjenigen der kolumbianischen Landwirte. Erfahrung und Theorie stimmen hier überein.

### Zusammenfassung

Nach MARTONNE ist die Regenverteilung in den Tropen durch den Lauf der Sonne bestimmt. Sie ist an der relativen monatlichen Regenmenge leicht erkennbar und unabhängig von der jährlichen Regenmenge.

LANG, MARTONNE und die kolumbianischen Landwirte unterteilen das Tropenklima auf Grund der Regenmenge und der mittleren Jahrestemperatur. Zur Unterscheidung der tropischen Höhenklimate ist es zweckmässig, im Regenfaktorendiagramm die Temperaturen von 0, 6, 12, 18 und 24° C einzuzeichnen.

«Dagegen stehen die Meteorologen der Verwendung der Regenfaktoren meist ablehnend gegenüber; so lange sie uns jedoch nichts Besseres als Ersatz zu bieten haben, müssen sie schon gestatten, dass wir uns selbst zu helfen versuchen» (R. ALBERT).

LANG hat mit seinen Regenfaktoren die Tropenklimatologie auf eine andere Grundlage gestellt. Wer nun aber alte Vorurteile zertrümmert, der macht sich bei seinen Zeitgenossen in der Regel nicht beliebt! Es handelt sich um eine neue Idee, und die Tatsachen werden über ihre Richtigkeit zu entscheiden haben.

### Literaturverzeichnis

- ALBERT, R.: Regenfaktor oder N-S-Quotient? *Chemie der Erde* 4 (1930).
- LANG, R.: Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht. *Int. Mitt. f. Bodenkunde* 1915.
- LAUER, W.: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. *Bonner Geogr. Abh. Heft 9* (1952).
- MARTONNE: s. MILLER oder TROJER.
- MILLER, A. A.: *Climatología*. Barcelona 1951.
- SCHAUFELBERGER, P.: Wie verläuft die Gesteinsverwitterung und Bodenbildung in den Tropen, insbesondere in Kolumbien? *Schweiz. Min. u. Petr. Mitt.* 30/2 (1950).
- Die Klimabodentypen des tropischen Kolumbiens. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich* 97 (1952).
- TROJER, H.: El tiempo reinante en Colombia. *Bol. Técnico* II/13 (1954).
- TROLL, C.: siehe LAUER.
- VILA, P.: *Nueva Geografía de Colombia*. Bogotá 1945.
- WILHELMY, H.: Die klimamorphologische und pflanzengeographische Entwicklung des Trockengebietes am Nordrand Südamerikas seit dem Pleistozän. *Die Erde* 1954/3—4.