

Meteorologische Beobachtungen in der Trockenzone Brasiliens

Autor(en): **Zehntner, Leo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tätigkeitsbericht der Naturforschenden Gesellschaft Baselland**

Band (Jahr): **16 (1946)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-676487>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

II. Wissenschaftliche Arbeiten

Meteorologische Beobachtungen in der Trockenzone Brasiliens

Von LEO ZEHNTNER (Reigoldswil)

1. Einleitung.

Wenn von dem grossen Lande Brasilien die Rede ist, so verbindet man damit gewöhnlich die Vorstellung einer feucht-warmen, tropischen Gegend mit mächtigen Urwäldern reichster Entwicklung, wie sie z. B. im Becken des Amazonenstromes vorkommen. In Wirklichkeit bietet das Land, das sich über rund 40 Breitgrade und in seinem nördlichen Teil über ebensoviele Längengrade ausstreckt, sehr verschiedene klimatische und floristische Aspekte, wieweil der grösste Teil in die Tropenzone fällt. Es ist nicht meine Absicht, hier näher auf diese Verhältnisse einzutreten. Auf eine der Eigentümlichkeiten des Landes aber sei hier speziell hingewiesen, nämlich darauf, dass Brasilien neben ausgedehnten feuchtwarmen Tropengegenden auch eine ausgesprochene Trockenzone besitzt. Die Erscheinung macht sich schon im Südosten des Staates Maranhão geltend, wenn auch in gemässiger Form. Sie beschlägt dann in ausgeprägter Form den ganzen Staat Ceará, bis an die Meeresküste heran, um sich in den Staaten Rio Grande do Norte, Parahyba und Pernambuco allmählich mehr ins Innere zu verlegen. Sie umfasst weiter den Staat Piauhy beinahe gänzlich, tritt in weniger schroffer Form auf den östlichen Teil des Staates Goyaz über und beschlägt wiederum deutlich ausgeprägt grosse Teile der Staaten Alagoas, Sergipe und Bahia, um sich endlich oben am Rio S. Francisco bis in den Staat Minas Geraes hinein zu erstrecken.

In dieser spärlich, aber durchwegs bewohnten Gegend, die an Ausdehnung dem gesamten Gebiete von Frankreich, Deutschland, Dänemark, Holland und Belgien annähernd gleichkommt, fallen gewöhnlich

nur in den Monaten November bis Februar oder März einige Regen; diese sind aber sowohl ihrer Zahl als ihrer Ergiebigkeit nach unregelmässig. Hin und wieder fehlen die stärkeren Regengüsse auch ganz. Dann tritt eine solche Dürre ein, dass grosse Teile der Bevölkerung sich nicht mehr halten können. Sie ziehen sich nach der Küste zurück und suchen anderswo, oft in weit entfernten Gegenden, ihr Auskommen, um, wenn die angeborene Heimat nach längerer Zeit wieder von ausgiebigen Regen begünstigt wird, grossenteils dahin zurückzukehren. Man sagt, die Kalamität des Ausbleibens der Regenfälle wiederhole sich etwa alle 7—9 Jahre. Sie ist mit grossen Verlusten verbunden, da in der Zone reichlich extensive Viehzucht getrieben wird und das Vieh meist nicht fortgeführt werden kann. Es steht dann zu Zehntausenden um — weniger wegen Wassermangel als vielmehr, weil es schliesslich an jeglichem Futter gebricht. In ihrer Not machen sich die Tiere an die stellenweise zahlreich vorkommenden Kakteen heran, verletzen dabei aber das Flotzmaul derart, dass sie überhaupt nicht mehr Futter zu sich nehmen können. Treffen solch ausgemergelte Tiere auf Wasser, so trinken sie, um den leeren Wanst doch mit etwas zu füllen, übermässig, so dass sie sich oft kaum mehr rühren können und an Ort und Stelle elendiglich zu Grunde gehen. Dann haben die zahlreich vorkommenden Aasgeier gute Zeiten.

Um solch katastrophalen Zuständen womöglich entgegenzutreten, hat die brasilianische Bundesregierung vor Jahrzehnten die „Inspeccia de Obras contra as Seccas“ (Inspektion der Arbeiten zur Bekämpfung der üblen Folgen der Dürre) geschaffen. Diese geht in der Hauptsache darauf aus, in der Trockenzone zahlreiche Talsperren verschiedener Grösse zu bauen, um das Regenwasser nach Möglichkeit zurückzuhalten, damit es in der trockenen Zeit für den Unterhalt von Mensch und Tier sowie des unerlässlichen kleinen Landbaus zur Verfügung gehalten werden könne. Der von weitblickenden Chefs geleitete Dienstzweig wurde dahin ausgebaut, dass ausser der Tätigkeit dieser wasserbautechnischen Massnahmen in der ganzen Zone auch meteorologische und hydrologische Beobachtungen durchgeführt und überdies verbesserte topographische Karten angefertigt wurden. Des weitern fanden geologische Aufnahmen statt, wobei natürlich auf die Möglichkeiten des Vorkommens artesischen Wassers besonders geachtet wurde. Auch die Verkehrsmittel, namentlich die Inlandwege, sind teilweise verbessert worden, was dem gerade damals auftretenden Automobilmus in besonderem Masse zustatten kam. Schliesslich ist dem Ganzen eine botanische Sektion angegliedert worden, die nicht nur die in

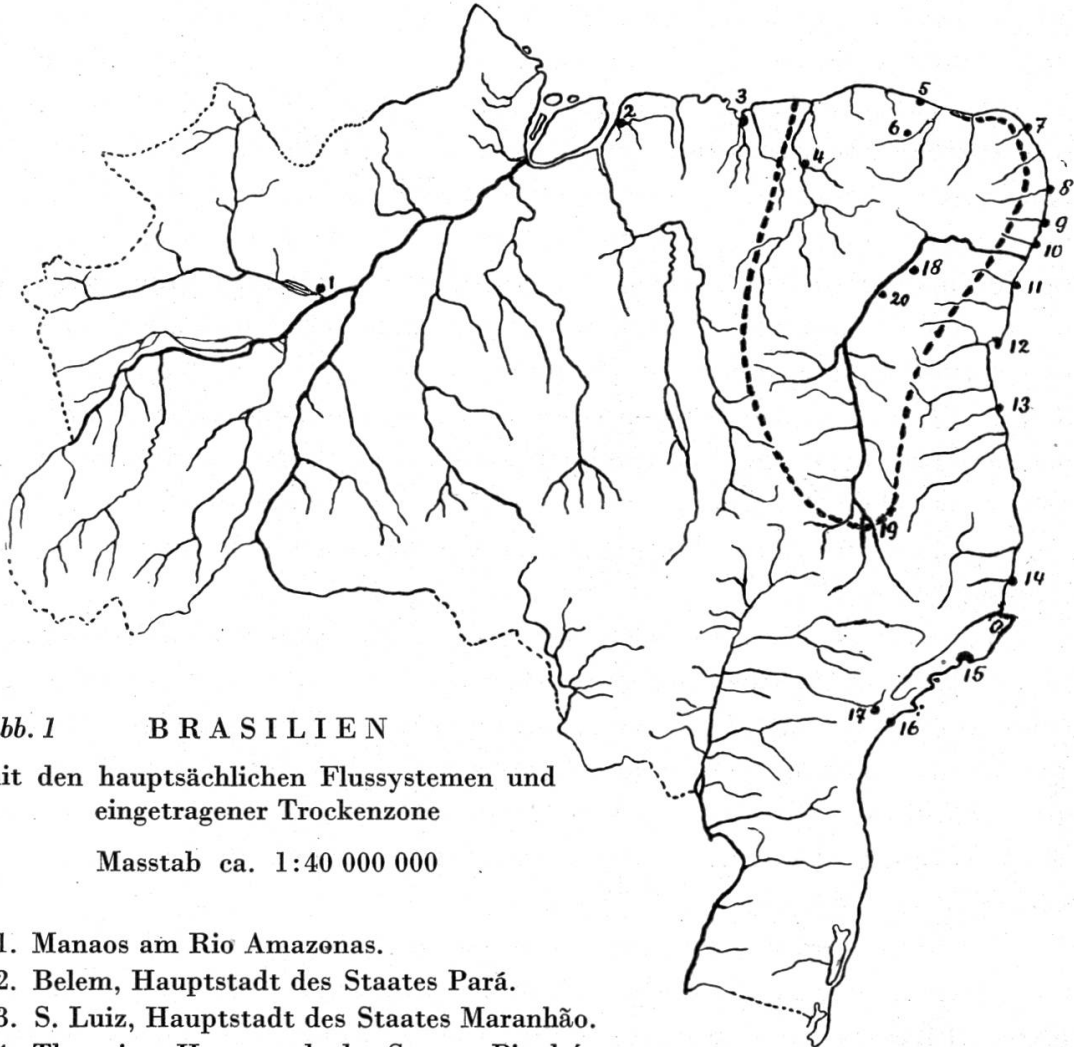


Abb. 1 BRASILIEN

mit den hauptsächlichsten Flussystemen und
eingetragener Trockenzone

Masstab ca. 1:40 000 000

1. Manaus am Rio Amazonas.
 2. Belem, Hauptstadt des Staates Pará.
 3. S. Luiz, Hauptstadt des Staates Maranhão.
 4. Theresina, Hauptstadt des Staates Piauhý.
 5. Fortaleza, Hauptstadt des Staates Ceará.
 6. Quixadá (Ceará), Forstgarten.
 7. Natal, Hauptstadt des Staates Rio Grande do Norte.
 8. Parahýba, Hauptstadt des Staates gleichen Namens.
 9. Recife, Hauptstadt des Staates Pernambuco.
 10. Maceió, Hauptstadt des Staates Alagoas.
 11. Aracajú, Hauptstadt des Staates Sergipe.
 12. Bahia, Hauptstadt des Staates gleichen Namens.
 13. Ilhéos (Bahia), Export von Cacao.
 14. Victoria, Hauptstadt des Staates Espirito Santo.
 15. Rio de Janeiro.
 16. Santos (S. Paulo), Export von Kaffee.
 17. S. Paulo, Hauptstadt des Staates gleichen Namens.
 18. Joazeira (Bahia), Forstgarten mit meteorologischer Station
 19. Pirapora (Minas Geraes), Endstation der Dampfschiffahrt
 20. Sentocé am S. Francisco.
- — — Ungefähre Grenze der Trockenzone.
- } Beide Orte am
} Rio S. Francisco

der Zone vorkommende Flora zu studieren, sondern auch die Frage der Möglichkeit von Aufforstungen, wenigstens in den Einzugsgebieten der grossen Talsperren, zu behandeln hatte. Für die Aufforstungsfrage unterhielt die Inspectoria zwei Forstgärten, den einen in Quixadá-Ceará, den andern in Joazeiro-Bahia. Dieser letztere war dem Verfasser einige Jahre lang anvertraut. Die landwirtschaftlichen Interessen wurden insofern berücksichtigt, als an den Forstgärten kleine Versuchspflanzungen, namentlich von Gemüsen, Früchten und auch Blumen unterhalten und Samen und Pflänzlinge aller Art freigebig an die Bevölkerung verteilt wurden — in der Meinung, dadurch zur Nachahmung anzuspornen und die meist sehr bescheidenen Lebensbedingungen zu verbessern. Die Ingenieure ihrerseits studierten nebenbei die Anlage von Kanälen, mit deren Hilfe grössere Flächen hätten bewässert werden können.

Wie weit all diese Projekte seit meiner Rückkehr nach Europa, im Jahre 1920, zur Ausführung gekommen sind, ist mir nicht bekannt. Ich weiss nur, dass, nachdem die Arbeiten um 1910 herum einen vielversprechenden Anfang genommen hatten, sie durch den ersten Weltkrieg eine Hemmung erlitten, weil dem Lande die nötigen Kredite nicht mehr zur Verfügung standen. Immerhin sind bedeutende Resultate erreicht worden.

Als Leiter des Forstgartens in Joazeiro (1912—1916) lag mir ausser den forstlichen Arbeiten ob, grössere botanische Exkursionen auszuführen, Pflanzen zu sammeln — alles was da blühte — und namentlich auf die kautschukliefernden Manihots (in Brasilien „Maniçoba“ genannt) sowie auf Futterpflanzen und die Kakteen zu achten. Es gelang mir denn auch, in verschiedenen Pflanzengruppen zahlreiche für die Wissenschaft neue Spezies zu entdecken. Was die Maniçobas betrifft, so habe ich meine Beobachtungen in der Publikation Nr. 41 der Inspectoria de Obras contra as Seccas niedergelegt, während die an den Forstgärten verrichteten Arbeiten in Publikation Nr. 40 beschrieben sind.

In Joazeiro, wo der Staat Bahia seinerzeit ein Versuchsfeld für Traubenkultur (das „Campo Pratico de Viticultura“) unterhalten hatte, wurden seit 1904 meteorologische Beobachtungen gemacht, die einst auch Argentinien interessierten, weil sie die dortige Wettervoraussage begünstigten. Diese Beobachtungen sind aber bald vereinfacht und teilweise lückenhaft ausgeführt worden. Schliesslich beschränkten sie sich auf die Regenwahrnehmungen. Im Jahre 1912 ging das Campo Pratico an die Inspectoria über, und diese stellte mit der Zeit zahl-



Abbildung 2: Wohnung des Leiters des Forstgartens in Joazeiro (Bahia).

reiche meteorologische Instrumente zur Verfügung, die aber erst 1915 regelmässig in Aktion gesetzt werden konnten. 1916 unterbreitete ich der Inspektoria einen Bericht über die gemachten Beobachtungen, die mir wegen der geographischen Lage Joazeiros und weil im Innern von Bahia nur wenige solcher Stationen bestehen, von Bedeutung erschienen. Es ist mir nicht bekannt, ob meine Arbeit publiziert worden ist, noch ob die Beobachtungen nach meinem Weggange mit der nötigen Sorgfalt fortgeführt wurden. Ich bezweifle es aber sehr. Als ich nun kürzlich von der interessanten Publikation von Prof. Dr. F. JAEGER in Basel über „Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus“ Kenntnis nehmen konnte, entschloss ich mich, meine Notizen aus Joazeiro zu publizieren. Es scheint doch, dass über die brasilianische Trockenzone im allgemeinen wenig bekannt ist und die vorliegende Arbeit zur Klärung der klimatischen Verhältnisse der in Frage stehenden Gegend beitragen kann, obwohl die meisten Beobachtungen sich nur über 1 Jahr erstrecken und ich leider nicht mehr über das ganze Beobachtungsmaterial verfüge.

2. Die meteorologische Station in Joazeiro.

Das Städtchen Joazeiro im Staate Bahia liegt am rechten Ufer des Rio S. Francisco, $9^{\circ} 25'$ südlicher Breite und $40^{\circ} 29'$ W v. Greenwich. Der Forstgarten findet sich 3 km flussabwärts, 370 m über Meer und in der Luftlinie 435 km vom nächsten Punkte der Küste des Atlantischen Ozeans entfernt. Aus seiner geographischen Lage ergibt sich, dass die Lokalzeit von Joazeiro der der Hauptstadt Bahia um $7\frac{1}{2}$ Minuten nach- und der von Rio de Janeiro um 8 Minuten vorgeht. Hält man sich aber an die offizielle Weltzeit, d. h. an die Zeit des 45° W v. Greenwich, so muss die Lokalzeit von Joazeiro um 18 Minuten zurückgesetzt werden. All diese Ziffern gelten annähernd.

Wie schon einleitend bemerkt, können von den meteorologischen Beobachtungen im alten Campo Pratico de Viticultura nur die Regennmessungen verwertet werden. Die Thermometer befanden sich in einem kleinen Schutzraum von weniger als 1 m Durchmesser, der keineswegs dem tropischen Klima angepasst war. Es wurden denn auch viel zu hohe Temperaturen abgelesen. Das Evaporimeter war ebenfalls nicht einwandfrei plaziert, und einige Instrumente waren im Laufe der Jahre in die Brüche gegangen. Die von der Inspectoria gelieferten Apparate — es waren namentlich Registratoren — fanden bei Mangel einer tauglichen Schutzhütte im Vorraum des Verwaltungsgebäudes provisorisch Aufstellung. Dort wurden sie in Funktion gesetzt, eingestellt und 2 Angestellte des Forstgartens mit ihrer Handhabung vertraut gemacht. Da ich nicht Meteorologe bin und auch nicht über Angaben und Literatur betr. Meteorologische Stationen in heissen Ländern verfügte, trachtete ich diese Lücke durch eigene Versuche und Beobachtungen auszufüllen. Ausgehend von der Tatsache, dass man mit dem Schleuderthermometer selbst in strahlender Sonne die ungefähre Lufttemperatur im Schatten bestimmen kann, und aus Vergleichen mit Thermometern, die im Schatten eines gut beblätterten Baumes hingen, kam ich zum Schlusse, dass die meteorologische Schutzhütte in Joazeiro einen Durchmesser von mindestens 3,5 m haben musste. Die von mir gebaute achteckige Schutzhütte erhielt diese Abmessung. Die Wände waren von gleicher Höhe. In 3 m Höhe liess ich einen hölzernen Zwischenboden anbringen. Der Raum darüber wurde offen gelassen bzw. nur mit Drahtgaze geschlossen, um eine möglichst gute Ventilation zu erreichen. Die Seitenwände bestanden aus hölzernen Jalousien, ausgenommen die Nord- und die Südseite, die als Türen mit Drahtgaze ausgebildet waren. Der Boden bestand aus Beton und erhob sich 20 cm

über den Erdboden. Das Dach bestand aus Brettern, die mit Ruberoid bedeckt wurden. Vielleicht wäre es zu empfehlen gewesen, das Ruberoid noch mit einem dicken Strohdach zu decken. Diese Schutzhütte, die mir allerlei Kopfzerbrechen verursacht hatte, wurde erst gegen Ende 1914 fertig. Am 5. Dezember brachten wir die Instrumente hinüber, stellten die Registratoren neu ein, und so konnten sich alle in der Hütte befindlichen Instrumente an die neue Umgebung anpassen, während die Beobachter sich übten, damit dann vom 1. Januar 1915 an die Beobachtungen regelmässig ihren Fortgang nehmen konnten. Es funktionierten folgende Instrumente:

a) In der Schutzhütte, am Schatten:

Quecksilberbarometer nach NEGRETTI und ZAMBRA, aus der Zeit des Campo Pratico,
Registrierbarometer mit Gewicht, nach PICHE,
Thermometer, trocken. Das nasse war gebrochen und kein Ersatz vorhanden (Campo Pratico),
Thermometer Maximum,
Thermometer Minimum,
Registrierthermometer nach RICHARD,
Registrierhygrometer nach RICHARD,
Evaporimeter nach FUESS,
Evaporimeter nach PICHE.

b) Im Freien:

Evaporimeter nach PICHE,
Anemometer mit Zählwerk, aus der Zeit des Campo Pratico, montiert auf einem 4 m hohen Pfosten,
Anemometer nach FUESS, auf dem Dach der meteorologischen Schutzhütte, mit elektrischem Indikator der Windrichtung,
gewöhnlicher Regenschirm mit Schutzhülle,
registrierender Regenschirm nach FUESS,
Sonnenscheinmesser, System CAMPBELL, von NEGRETTI und ZAMBRA, auf einer 1 m hohen gemauerten Säule,
Sonnenuhr nach FUESS, auf einer 1 m hohen gemauerten Säule,
3 Bodenthermometer, montiert nach LAMONT, für 25, 50 und 75 cm Tiefe.

Die registrierenden Instrumente erlaubten, die direkten Ablesungen auf ein Minimum zu beschränken, was angesichts der besonderen Per-

Tabelle I Luftdruck, Lufttemperatur und relative Feuchtigkeit im Forstgarten von Joazeiro

Jahr 1915	Luftdruck auf 0 Grad reduziert			Temperatur im Schatten						Relative Feuchtigkeit						
	Absolute Extreme			Mittlere Monats-temperatur	Extremthermometer			Mittlere Monats-Feuch-tigkeit	mittlere, tägliche			absolute				
	Max.	Min.	Mittel ¹⁾		absolute ²⁾				Max.	Min.	Ampl.	Max.	Min.	Ampl.		
	Max.	Min.	Mittel ¹⁾	Max.	Min.	Ampl.	Max.	Min.	Ampl.	Max.	Min.	Ampl.	Max.	Min.	Ampl.	
Januar	730,1	722,0	726,2	28,3	34,2	22,5	11,7	36,9	21,2	15,7	94,0	41,0	53,0	100	28	72
Februar	730,6	722,9	726,5	28,6	34,6	22,6	12,0	36,2	20,6	15,6	88,0	34,0	54,0	97,5	24	73,5
März	732,2	722,9	727,0	29,3	35,2	23,4	11,8	37,2	21,8	15,4	89,7	31,6	58,1	100	16	84
April	731,6	723,5	727,5	28,2	33,6	22,8	10,8	36,0	21,2	14,8	88,7	34,3	54,4	100	22	78
Mai	732,5	725,2	728,8	27,1	32,8	21,4	11,4	34,6	19,4	15,2	94,1	33,5	60,6	100	23	77
Juni	734,6	725,7	730,6	25,3	30,7	19,9	10,8	32,8	18,0	14,8	90,8	34,0	56,8	99	21	78
Juli	735,6	726,8	731,3	24,9	30,4	19,4	11,0	31,9	17,8	14,1	91,9	34,0	57,9	100	20	80
August	735,1	724,4	729,8	25,2	31,3	19,1	12,2	34,2	14,5	19,7	91,0	30,2	60,8	100	11	89
September	732,7	723,4	728,8	26,5	32,7	20,4	12,3	36,6	18,2	18,4	89,3	29,4	59,9	100	15	85
Oktober	732,6	721,8	726,9	28,3	34,9	21,8	13,1	39,0	18,8	20,2	81,3	23,7	57,6	99	10	89
November	732,7	722,5	728,1	28,7	34,9	22,6	12,3	37,2	20,6	16,6	80,5	24,0	56,5	95	10	85
Dezember	732,3	722,8	728,1	26,9	32,0	21,9	10,1	37,6	19,6	18,0	90,2	40,6	49,6	100	24	76
Jahresmittel	732,7	723,6	728,3	27,25	33,1	21,5	11,6	32,5	19,3	16,6	90,8	32,5	56,6	99,2	18,7	80,5

¹⁾ Nicht aus den Extremen, sondern aus den täglichen Maxima und Minima berechnet.

²⁾ Höchste beobachtete Temperatur 39,0° am 31. Oktober; niedrigste beobachtete Temperatur 14,5° am 2. August.

sonalverhältnisse von Wichtigkeit war. Der Haupttätigkeit der die Instrumente besorgenden Angestellten wegen wurden die Ablesungszeiten der Regelung der Arbeiten im Forstgarten angepasst. Die erste Ablesung fand morgens gleich nach 6 Uhr Ortszeit statt, d. h. sofort nachdem die Arbeiter auf die verschiedenen Arbeitsstellen verteilt waren, die zweite um 11 Uhr, d. h. bei Beginn der Mittagspause, und die dritte um 17 Uhr, unmittelbar nach Schluss der Feldarbeiten. Die Mittelwerte des Luftdrucks, der Temperatur und der Feuchtigkeit wurden aus den täglichen Maximas und Minimas berechnet, also hiefür keine Zwischenbeobachtungen vorgenommen. Natürlich standen die Beobachtungen und die Behandlung der Registratoren beständig unter meiner Aufsicht. Dank der Vorübung, die sich die Beobachter im Laufe von 1914 erworben hatten, lief 1915 alles ohne Störung ab.

3. Besprechung der Beobachtungen.

(siehe hiezu Abbildung 3)

a) Barometerstand.

Der mittlere Barometerstand erreichte sein Minimum im Januar mit 726,2 mm, stieg dann langsam an bis zum Juli, wo er mit 731,8 mm das Maximum erreichte. Ein zweites Minimum zeichnete sich im Oktober mit 726,9 mm ab, wonach der Druck bis Ende des Jahres wieder leicht anstieg. Das Jahresmittel berechnet sich zu 728,3 mm; der höchste Barometerstand war 735,6 mm im Juli und der niedrigste 721,8 mm am 21. Oktober.

b) Temperatur.

Die mittlere monatliche Temperatur erreichte ihr Maximum mit 29,3° im März, um dann allmählich bis in den Monat Juli zu sinken, wo sie 24,9° betrug. Es fand dann bis November wieder ein Anstieg bis 28,7° statt, gefolgt von einem Rückgang auf 26,9° im Dezember, infolge sehr starker Regengüsse zwischen dem 6. und dem 18. dieses Monats. Das Jahresmittel betrug 27,25°, was eher mässig erscheint. Das absolute Maximum wurde am 31. Oktober mit 39,0° beobachtet und das absolute Minimum am 2. August mit 14,5°. (Am Campo Pratico mit seinem untauglichen Thermometerschutz waren Temperaturen bis über 42° C notiert worden.)

c) Relative Feuchtigkeit.

Die Monate mit geringster Feuchtigkeit waren September, Oktober und November, die mit grösster Feuchtigkeit Januar und Dezember.

Dies letztere hängt natürlich damit zusammen, dass ums Jahresende gewöhnlich einige Regenfälle vorkommen. Bemerkenswert ist, dass in einer ausgesprochenen Trockenzone das Hygrometer nicht selten 100% Luftfeuchtigkeit anzeigte. Der Wert sank aber auch oft unter 20%. Das absolute Minimum wurde in den Monaten Oktober und November mit kaum 10% erreicht.

d) Verdunstung.

Die Beobachtungen im Schatten wurden gleichzeitig am Apparat nach FUESS wie nach PICHE vorgenommen, wobei es sich zeigte, dass der erste im Durchschnitt nur 66,3% von dem durch den „Piche“ markierten angab. Es liegt dies wohl daran, dass der FUESSsche Apparat in hohem Grade den natürlichen Bedingungen im Schatten angepasst ist, jedenfalls viel besser als der „Piche“. Wir haben darum den Beobachtungen nach dem FUESSschen Apparat den Vorzug gegeben. Für die Inspectoria war es nun von Interesse zu wissen, wie sich die Verdunstung im Freien gestaltet, mit andern Worten, um wie viele mm der Wasserspiegel einer Talsperre, namentlich der kleineren Art, im Laufe eines Jahres infolge der Verdunstung sinkt. Die Verdunstung musste also auch im Freien bestimmt werden. Dafür ist nun aber der FUESSsche Apparat nicht geeignet, da das der Verdunstung ausgesetzte Wasser sich in einer flachen metallenen Schale befindet. Diese würde sich in der tropischen Sonne derart erwärmen, dass man sie kaum mehr berühren könnte und die beobachteten Ziffern viel zu hoch erscheinen würden. Dieser Nachteil besteht beim Apparat nach PICHE nicht, und somit behelfen wir uns so, dass die Beobachtungen im Freien mit dem „Piche“ gemacht, die Werte aber im Verhältnis, wie es sich beim Vergleich im Schatten ergeben hatte, reduziert wurden. Über diese Verhältnisse gibt die Tabelle auf folgender Seite Aufschluss.

Wie die Tabellen zeigen (vgl. auch Tab. 3) war die Verdunstung in den Monaten Oktober und November sowohl am Schatten als im Freien am stärksten, im Dezember am schwächsten. Dies letztere ist den in diesem Monat vorgekommenen starken Regenfällen zuzuschreiben. Im übrigen zeichnen sich die Monate Juni und Juli durch verhältnismässig geringe Verdunstung aus, wie sie auch zusammen mit dem August die geringsten mittleren Temperaturen aufweisen. Im ganzen verdunstete im Laufe des Jahres im Schatten eine Wassersäule von 1743,0 mm Höhe und im Freien mehr als das Doppelte, nämlich 3712,4 mm. Das monatliche Mittel beläuft sich auf 145,2 bzw. 309,4 mm. Die Forderung der

Tabelle 2

Verdunstung im Forstgarten von Joazeiro.

Jahr 1915	Verdunstung in Millimetern				
	im Schatten			im Freien	
	Nach PICHE	Nach FUESS		Nach PICHE	
		beobachtet	in % von PICHE	beobachtet	Nach Reduktion auf FUESS
Januar	244,5	154,2	63,0	510,0	321,3
Februar	241,3	152,9	63,3	514,0	325,3
März	231,8	152,1	65,6	469,9	308,3
April	223,0	147,3	66,0	482,1	318,2
Mai	216,3	145,3	67,1	477,2	320,2
Juni	188,1	129,9	69,0	411,5	283,9
Juli	192,1	132,5	68,9	426,1	293,6
August	206,6	138,9	67,2	452,1	303,8
September	225,8	151,5	67,1	488,9	328,1
Oktober	265,2	176,8	66,6	553,6	368,7
November	257,9	174,7	67,7	553,6	374,8
Dezember	136,6	86,9	63,6	261,3	166,2
Summe	2 629,2	1 743,0	Mittel 66,3	5 600,3	3 712,4

Inspectoria, dass die privaten, kleinen, in der Trockenzone angelegten, offenen Wasserspeicher im Gelände mindestens 4 m tief sein müssen, wenn sie der Subventionierung teilhaftig werden wollen, ist also eher als zu bescheiden zu betrachten und sollte besser auf 5 oder 6 m erhöht werden. Sonst riskiert man, dass diese Wasserreserven im Laufe eines Jahres allein durch die Verdunstung trocken gelegt werden!

e) Wind.

Die Windverhältnisse zeigen beinahe das ganze Jahr hindurch ein starkes Vorherrschen des Windes aus Südosten. Nur in den Monaten Oktober bis März treten öfters andere Windrichtungen auf. Dies letztere steht mit den Regenfällen und trockenen Gewitterstürmen in jener Zeit im Zusammenhang.

Was die Stärke des Windes betrifft, so wurden am Anemometer täglich 2 Ablesungen gemacht, nämlich um 6 Uhr und um 17 Uhr. Wir suchten auf diese Weise zu erfahren, ob die viel vertretene Behauptung, der Wind wehe nachts stärker als am Tage, zutrefte. Es zeigte sich, dass der Wind nur in 32 Nächten etwas stärker wehte als am Tage. Im Jahresmittel hatte er tagsüber eine Geschwindigkeit von 3,5 m/s und nachts 2,5 m/s. Die erwähnte Ansicht ist also irrig und beruht wohl darauf, dass in der Nacht die Tätigkeit der Menschen auf ein Minimum beschränkt

Tabelle 3 **Verdunstung, Sonnenscheindauer und Windverhältnisse im Forstgarten von Joazeiro**

Jahr 1915	Verdunstung in mm nach Apparat FUESS		Sonnenscheindauer in Stunden		Windverhältnisse								Windgeschwindigkeit		
	im Schatten	im Freien ¹⁾	Total Stunden	Tagesmittel	Häufigkeit der Windrichtungen in %										
					N	NE	E	SE	S	SW	W	NW			
Januar	154,2	321,3	191,6	6,2		15			84					1	3,6
Februar	152,9	325,3	204,1	7,3		5			95						3,7
März	152,1	308,3	245,9	7,9		17	10		57	3	1			2	2,2
April	147,3	318,2	200,5	6,7		5	5		88		1				2,6
Mai	145,3	320,2	268,75	8,7					100						2,5
Juni	129,9	283,9	268,0	8,9		1	2		97						3,2
Juli	132,5	293,6	278,5	9,0					100						3,4
August	138,9	303,8	275,0	9,0		2	3		94				1		3,8
September	151,5	328,1	262,8	8,7		10	2		88						3,8
Oktober	176,8	368,7	304,0	9,8		13	8		70	1			1	3	3,1
November	174,7	374,8	298,25	9,9		10	6		75				3	2	3,2
Dezember	86,9	166,2	200,6	6,5		12	10		51	2	2		13	3	1,3
Summen	1 743,0	3 712,4	2 998,0			1,2	7,5	3,8	83,3	0,5	0,5		2,2	1,0	3,0
Monatsmittel	145,2	309,4	8,2 i. Tag	8,2 i. Tag											

¹⁾ In Wirklichkeit ist im Freien nach PICHE beobachtet worden. Doch sind die Zahlen im Verhältnis, wie sie sich zwischen den Apparaten nach FUESS und nach PICHE im Schatten ergaben, reduziert worden. Näheres siehe im Text.

ist und der Wind bei Menschen, die nachts wach liegen, sich mehr bemerkbar macht als bei Tag, wo die Leute ihrer Beschäftigung nachgehen und weniger auf den Wind achten.

Der Süd-Ost-Wind ist nicht nur der weitaus häufigste — im Durchschnitt herrscht er in 83,3% der Fälle — sondern er weht auch am stärksten. Sobald sich der Wind nach den andern Himmelsrichtungen verlegt, wird er schwächer, und hin und wieder tritt in der Folge vollkommene Ruhe ein, wie es bei Regenwetter meist der Fall ist. Im Jahre 1915 wurden an 5 Tagen solche „Kalmen“ beobachtet, nämlich 2 im März und 3 im Dezember.

f) Regen.

Betreffend die Regenfälle können die Beobachtungen aus der Zeit des Campo-Pratico mitverwendet werden, und so verfügen wir über Angaben über eine Zeitepoche von 12 Jahren (1904—1915). Die Tabelle 3 lehrt, dass sich die Regenfälle in der brasilianischen Trockenzone durch eine grosse Veränderlichkeit von einem Jahr zum andern auszeichnen. Gibt es doch Jahre, wie 1909 mit nur 133, oder 1904 mit 137 mm Regen, während sich die Niederschläge in andern Jahren auf 692, 722 und 843 mm, also auf das 5—6fache steigern (1910, 1911 und 1912). Das Mittel aus 12 Jahren ist 428 mm mit durchschnittlich 38 Regentagen. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass viele der aufgezeichneten Regenfälle so gering waren, dass sie für die Landwirtschaft von keinerlei Bedeutung sind. Ich habe es denn auch in Joazeiro erlebt, dass einmal während 20 Monaten kein einziger namhafter Regen fiel! Für 1915 sind 25 Regentage notiert mit total 501,6 mm Niederschlag.

Die Regen fallen am zahlreichsten und ergiebigsten in den Monaten Januar und Februar; aber auch die Monate März und April sowie November und Dezember sind als Regenmonate zu betrachten. Gelegentlich weisen sie sogar beträchtliche Niederschläge auf wie z. B. die Monate

März in den Jahren 1905, 1910, 1911 und 1912

April in den Jahren 1908 und 1914

November in den Jahren 1905, 1910 und 1913

Dezember in den Jahren 1905 und 1913, besonders aber 1915

mit der sonst in keinem andern Monat beobachteten, ganz aussergewöhnlichen Regenmenge von 450 mm in 12 Tagen. Andererseits zeigt sich die grosse Veränderlichkeit auch darin, dass die sog. Regenmonate gelegentlich regenlos verlaufen oder nur ganz unbedeutende Niederschläge aufweisen.

Tabelle 4 Regenfall in der Trockenzone Brasiliens, nach Beobachtungen in Joazeiro, Staat Bahia, 1904—1915.

Monate	1904		1905		1906		1907		1908		1909		1910		1911		1912		1913		1914		1915		Mittel der 12 Jahre
	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	mm	Regen-tage	
Januar	0,0	—	51,2	7	0,0	—	26,4	3	14,0	1	0,4	1	183,4	14	281,5	18	263,0	10	35,0	4	323,4	14	22,9	3	100,10
Februar	26,1	1	34,8	4	178,0	16	46,2	4	19,6	5	30,5	3	182,8	15	264,8	17	341,2	11	133,1	6	77,7	3	0,0	—	111,23
März	11,0	2	186,0	16	4,5	2	27,8	4	7,6	1	23,2	4	157,6	12	166,7	13	107,4	11	4,0	1	23,4	4	20,2	5	61,62
April	2,5	1	2,5	1	5,0	1	25,2	3	87,4	4	19,3	3	48,7	6	23,4	6	34,8	8	41,5	3	58,0	6	0,0	—	29,03
Mai	42,5	5	4,2	2	0,7	1	4,4	4	0,9	1	0,4	1	7,6	2	0,6	1	4,1	5	0,0	—	14,9	3	0,7	1	6,75
Juni	8,6	4	0,3	1	2,5	1	2,3	1	4,7	1	2,2	2	3,5	2	2,2	2	21,6	3	0,0	—	2,4	2	1,2	2	4,29
Juli	1,6	2	1,3	1	0,2	1	0,2	1	0,3	1	1,7	1	2,1	2	0,4	2	0,2	1	3,3	3	52,0	2	0,0	—	5,28
August	0,0	—	7,0	1	4,0	1	0,5	1	0,2	1	0,4	1	0,3	1	0,1	1	0,0	—	0,0	—	8,9	1	0,5	1	1,83
September	0,0	—	0,2	1	0,0	—	0,0	—	0,3	1	0,0	—	0,1	1	0,0	—	0,0	—	0,1	1	0,0	—	0,0	—	0,06
Oktober	14,0	2	0,0	—	0,0	—	0,0	—	0,1	1	0,0	—	0,0	—	0,0	—	6,7	2	54,4	4	15,4	2	6,0	2	8,05
November	13,0	3	102,1	8	10,0	2	24,5	3	0,7	1	20,0	2	103,4	10	76,3	5	13,8	2	110,6	7	0,0	—	0,0	—	39,53
Dezember	18,0	1	55,2	5	17,0	2	6,2	2	4,4	4	35,3	1	2,7	1	27,0	2	0,1	1	89,3	7	19,9	4	450,1	11	60,43
Jahr	137,3	21	444,8	47	221,9	27	163,7	26	140,2	22	133,4	19	692,2	66	843,0	67	792,9	54	471,3	36	596,0	41	501,6	25	428,20 mm und 38 Regen- tage

Tabelle 5 Anzahl der Jahre während der Beobachtungsperiode 1904—1915 ohne oder nur mit wenig Regen im angeführten Regenmonat.

Monat	ohne Regen	weniger als 50 mm Regen
November	2	6
Dezember	—	9
Januar	2	5
Februar	1	4
März	—	8
April	1	9

Die trockenen Monate sind auch nicht ganz ohne Niederschläge, aber diese sind so gering, dass sie landwirtschaftlich nicht in Betracht fallen.

Die Regen in der brasilianischen Trockenzone sind in der Regel von grossartigen Blitzen und mächtigen Donnerschlägen begleitet, also heftige Gewitter, Trovoadas genannt. Wenn solch eine „Trovoada“ heraufzieht, bedeckt sich der Himmel mit einer dunkeln, beinahe schwarzen Wolkenschicht. Es herrscht eine drückende Hitze und Stille, dazu das gedämpfte Licht. Selbst der sonst so stete Wind aus Südost wird schwächer und schwächer, indem er sich nach den Quadranten Nord bis SW verlegt, ja er hört oft stundelang ganz auf. Die Bewohner finden dann, dass es „schönes“ ja „sehr schönes Wetter“ sei, und je stärker das Gewitter droht, desto schöner finden sie die Situation! Natürlich; denn für sie bedeutet Regen reges Leben und ackerbauliche Tätigkeit! Inzwischen steigt die Temperatur von Tag zu Tag, die Luft wird immer schwüler; aber auf einmal kann es geschehen, dass die Temperatur fällt und der Wind unter Verstärkung wieder aus Südost zu wehen beginnt. Er bringt dann wohl angenehme Kühlung, aber keinen Regen, und die Menschen stehen enttäuscht da. Dieses Spiel kann sich einige Male wiederholen, und dann wirkt es niederdrückend auf die Bevölkerung und stimmt sie traurig. Dabei zeigen die täglichen meteorologischen Ablesungen, dass die Temperatur in den aufeinanderfolgenden Höchstwerten jedesmal etwas höher steigt, bis zuletzt der Temperatursturz von reichlichem Regen gefolgt wird, nämlich wenn Windstille herrscht oder der Wind ganz sachte aus N, NW, SW oder West weht und sich dort hält. Das sind dann die richtigen, guten und ausgiebigen Regen, die sich meist über weite Gebiete erstrecken und, wenn sie sich ein paarmal wiederholen, ein gutes ackerbauliches Jahr garantieren. Kommt das Gewitter aus Ost und Nordost, so springt der Wind beim Temperatursturz gewöhnlich nach Südost über, er verstärkt sich und der allenfalls schon

eingesetzte Regen hört plötzlich auf. Die ganze, zuerst vielversprechende Erscheinung gestaltet sich zu einem trockenen, viel Staub führenden Gewittersturm, einer „Trovoada de Vento“.

Zur Bestätigung und Bekräftigung des eben Gesagten sei aus meinen alten Aufzeichnungen das Folgende festgehalten:

14.—19. September 1915: Anstieg der Maximumtemperaturen von 31,4 auf 36,0°, um am 20. auf 31,5 zu fallen. Wohl starke Gewitterstimmung, aber kein Regen.

27.—29. September: Temperaturanstieg von 33,0 auf 36,6° mit plötzlichem Fallen auf 31,9 am 30. September. Wiederum verlief alles mit kühlem Wind ohne Regen.

11.—15. Oktober: Anstieg der Temperatur von 33,5 auf 38,2°. Sturz auf 34,9 am 16. Oktober; Gewittersturm ohne Regen.

Bei jeder dieser Temperaturhaussen (nacheinander 36,0; 36,6 und 38,2°) kam der Wind aus Ost oder Nordost. Mit dem Temperatursturz aber wechselte er nach Südosten, brachte unter ansehnlicher Verstärkung wohl Kühlung; aber der Regen blieb jeweilen aus: Wir mussten uns mit 3 aufeinanderfolgenden trockenen Gewitterstürmen, d. h. sogenannten „Trovoadas de Vento“ begnügen.

Die Zeit vom 19. bis 24. Oktober war durch einen langsamen Anstieg der Temperatur von 31,6 bis 36,8°, gefolgt von einem mässigen Sturz auf 35,3°, mit leichtem Wind aus Nordwest bis West, gekennzeichnet. Am 22. und 23. fielen kleine Regen, und damit war der Bann gebrochen; die Periode der „Trovoadas de Vento“ war überwunden.

Es mag auffallen, dass das absolute Temperaturmaximum von 39,0° (am 31. Oktober) nicht von Regen gefolgt war, obschon die Temperatur am 1. November auf 35,8° fiel. Der Wind wehte eben immer noch aus Südosten; am 2. und 3. November aber wehte der Wind aus West und Nordwest. Die Temperatur betrug am 2. November 37,2°, fiel in der Folge auf 36,5 und 33,8°, und diesmal fiel Regen ganz in der Nähe, ohne dass sich die Windrichtung geändert hätte. Es regnete direkt jenseits des Rio S. Francisco, kaum 1 km vom Forstgarten entfernt.

Am 4. und 5. Dezember erreichte das Thermometer wiederum 37,6 bzw. 37,0° mit nachfolgendem Sturz auf 28,5° innert 3 Tagen und schwachen Winden aus Nordost und Südwest. Dies war die Einleitung zur ausserordentlichen Regenperiode mit 450 mm Niederschlag zwischen dem 7. und dem 18. Dezember. Der 8. und 15. waren ohne Regen, und prompt hatte sich zeitweiliger Wind aus Südosten eingestellt.

Die berüchtigten trockenen Gewitterstürme waren auch von Oktober 1914 bis März 1915 massgebend, und diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass von Mai 1914 bis in den Dezember 1915 hinein grosse Trockenheit herrschte.

Nachzutragen bleibt noch, dass die Regenfälle gewöhnlich von einer barometrischen Depression begleitet sind und zwar tritt die Depression meist am Tag der höchsten Temperatur der Gewitterperioden ein, gelegentlich einen Tag später. Mehr kann ich hierüber nicht berichten, da mir das detaillierte Beobachtungsmaterial über den Barometerstand nicht mehr zur Verfügung steht.

Hin und wieder kommen Trovoadas mit ansehnlichen Niederschlägen auch in den trockenen Monaten vor (z. B. Mai 1904, Juni 1912, Juli

1914 und Oktober 1913). Im übrigen beobachtet man in trockenen Monaten nur ganz unbedeutende Niederschläge und besonders die sogenannten „Chuviscos“,¹⁾ womit leichte, etwas netzende Nebel bezeichnet werden. Z. B. wurden 1915 in den Monaten April bis September nicht weniger als 20 Chuviscos beobachtet, während die Erscheinung in den übrigen 6 Monaten nur 8mal auftrat. Meist sind sie von Südostwind begleitet und treten am zahlreichsten von Mai bis Juli auf, also in den Monaten, in denen an der Küste Winterregen fallen. Es scheint mir berechtigt zu sein, sie als eine Manifestation dieser Regen in der Trockenzone zu betrachten. Die Regen an der Küste reichen eben nicht weit in den Kontinent hinein, es sei denn mit sehr verminderter Ergiebigkeit, und dabei spielen nicht nur die grossen Distanzen, sondern auch die topographischen Verhältnisse eine Rolle. Folgt man z. B. der Eisenbahn Bahia—Rio S. Francisco, die ihre Endstation in Joazeiro hat, so gewahrt man, dass zwischen Itiuba (350 m ü. M.) und Joazeiro (370 m ü. M.) ein Gebirgszug liegt, der sich bei Jaguarary zu 650 m ü. M. erhebt und die Wasserscheide zwischen dem S. Francisco und dem Itapicurú bildet. Die litoralen Winterregen reichen nun mit recht mässiger Ergiebigkeit bis Villa Nova und noch weniger reichlich bis Jaguarary. Jenseits dieser Siedlung streckt sich eine ausgedehnte sehr trockene Zone aus, die durch das massenhafte Auftreten von Kakteen charakterisiert ist. Diese letztern machen 70—80% der Flora aus. Es handelt sich also um eine eigentliche Kakteenwüste, und die Küstenregen vermögen diese nicht zu überqueren, es sei denn in der sehr reduzierten Form der „Chuviscos“. Ganz ähnlich verhält es sich mit den weniger zahlreichen Chuviscos der Monate Oktober bis März, während die vereinzelt Chuviscos, die von nördlichen Winden hergetragen werden, ihr Entstehen wahrscheinlich grösseren Trovoadas verdanken, die weiter landeinwärts, z. B. im Staate Piauhy niedergegangen sind.

All diese Chuviscos sind wohl im Stande, die Luft etwas zu erfrischen, aber das Erdreich wirksam zu benetzen, vermögen sie nicht.

g) Sonnenscheindauer.

Die Beobachtungen am Heliographen datieren seit 1. Juni 1913. Wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, weisen sie ziemliche Unterschiede von einem Jahr ins andere auf. In den Monaten Oktober bis März sind es natürlich die „Trovoadas“, die ihren Einfluss auf die Son-

¹⁾ Das Wort ist ein verstärktes Diminutiv von Chuva = Regen, also Chuvinha, Chuvisco (ch sprich verschärftes sch).

nenscheindauer ausüben, aber auch in den übrigen Monaten sind markante Unterschiede festzustellen. Man vergleiche z. B. die Monate Mai, Juni und August. Auch der Monat Juli weist einen ziemlichen Unterschied in den 3 Jahren auf. Im Jahre 1915 hatten wir keinen einzigen Tag ohne klaren Sonnenschein. Der Heliograph registrierte 2999 Stunden Sonnenscheindauer, was im Durchschnitt 8 Stunden und 12 Minuten per Tag ausmacht. Im Jahre 1914 gab es 6 Tage ohne klaren Sonnenschein, und der Durchschnitt per Tag beträgt 7 Stunden 3 Minuten. Das Mittel aus beiden Jahren beträgt 2758 Stunden.

Tabelle 6

Sonnenscheindauer

Monate	1913		1914		1915	
	Dauer der strahlenden Sonne	Tage ohne strahlende Sonne	Dauer der strahlenden Sonne	Tage ohne strahlende Sonne	Dauer der strahlenden Sonne	Tage ohne strahlende Sonne
	Stunden		Stunden		Stunden	
Januar			95	5	192	
Februar			197		204	
März			246		246	
April			213		201	
Mai			201		269	
Juni	142		180	1	268	
Juli	220		217		278	
August	285		191		275	
September	267		257		263	
Oktober	231		238		304	
November	178	2	283		298	
Dezember	185	3	254		201	
Summen	(1 508)	(5)	2 572	6	2 999	—
Mittel per Tag	7		7,1		8,2	

h) Bodentemperatur.

Über die Bodentemperatur, die in 25, 50 und 75 cm Tiefe gemessen wurde, ist zu sagen, dass sie viel weniger variabel ist als die der Luft im Schatten. Des weitern sind die Oscillationen in 25 cm Tiefe grösser als in 50 cm, während die Temperatur in 75 cm am selben Tage beinahe konstant ist. In den Monatsmitteln kommen grössere Schwankungen vor, und sie verlaufen parallel zu den Mittelwerten der Temperatur in der Luft am Schatten. Es hängt dies alles damit zusammen, dass die obersten Bodenschichten der Sonnenbestrahlung viel stärker ausgesetzt sind als die tieferen. Die geringe Leitungsfähigkeit des Bodens bewirkt weiter,

Bodentemperaturen im Forstgarten von Joazeiro

Tabelle 7

Jahr 1915	Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen											
	um 6 h				um 11 h				um 17 h			
	25 cm	50 cm	75 cm	In der ¹⁾ Luft am Schatten	25 cm	50 cm	75 cm	In der ¹⁾ Luft am Schatten	25 cm	50 cm	75 cm	In der ¹⁾ Luft am Schatten
Januar	31,9	32,8	32,5	22,6	31,0	32,6	32,4	29,8	33,1	32,3	32,5	32,2
Februar	31,8	32,5	32,2	22,3	30,8	32,4	32,2	29,6	33,5	32,1	32,2	33,1
März	32,5	33,4	33,0	23,3	31,6	33,4	33,0	30,6	34,4	33,0	33,0	33,1
April	31,7	32,6	32,5	22,7	30,8	32,5	32,5	29,8	33,1	32,2	32,5	32,9
Mai	30,8	31,8	31,9	21,4	29,9	31,7	31,9	28,7	32,1	31,4	31,9	31,4
Juni	28,8	30,0	30,3	19,9	28,0	29,9	30,3	27,2	30,1	29,8	30,3	29,2
Juli	28,3	29,4	29,6	19,5	27,4	29,3	29,6	26,9	29,6	29,1	29,6	28,5
August	28,9	29,8	29,8	19,2	27,9	29,7	29,8	27,3	30,2	29,5	29,8	29,4
September	30,2	30,8	30,7	20,4	29,0	30,7	30,6	28,1	31,8	30,6	30,7	31,4
Oktober	32,4	32,8	32,3	21,9	31,3	32,7	32,4	30,2	34,3	32,5	32,4	33,2
November	33,4	34,2	33,6	22,7	32,6	34,0	33,7	30,5	35,5	33,8	33,6	33,8
Dezember	29,0	30,3	30,7	22,0	28,3	30,1	30,7	28,2	31,0	30,0	30,7	29,8
Jahresmittel	30,8	31,7	31,6	21,5	29,9	31,6	31,6	28,9	32,4	31,3	31,6	31,5

¹⁾ Die zum Vergleich beigelegten Temperaturen in der Luft am Schatten geben die Monatsmittel der Beobachtungen je um 6, 11 und 17 Uhr.

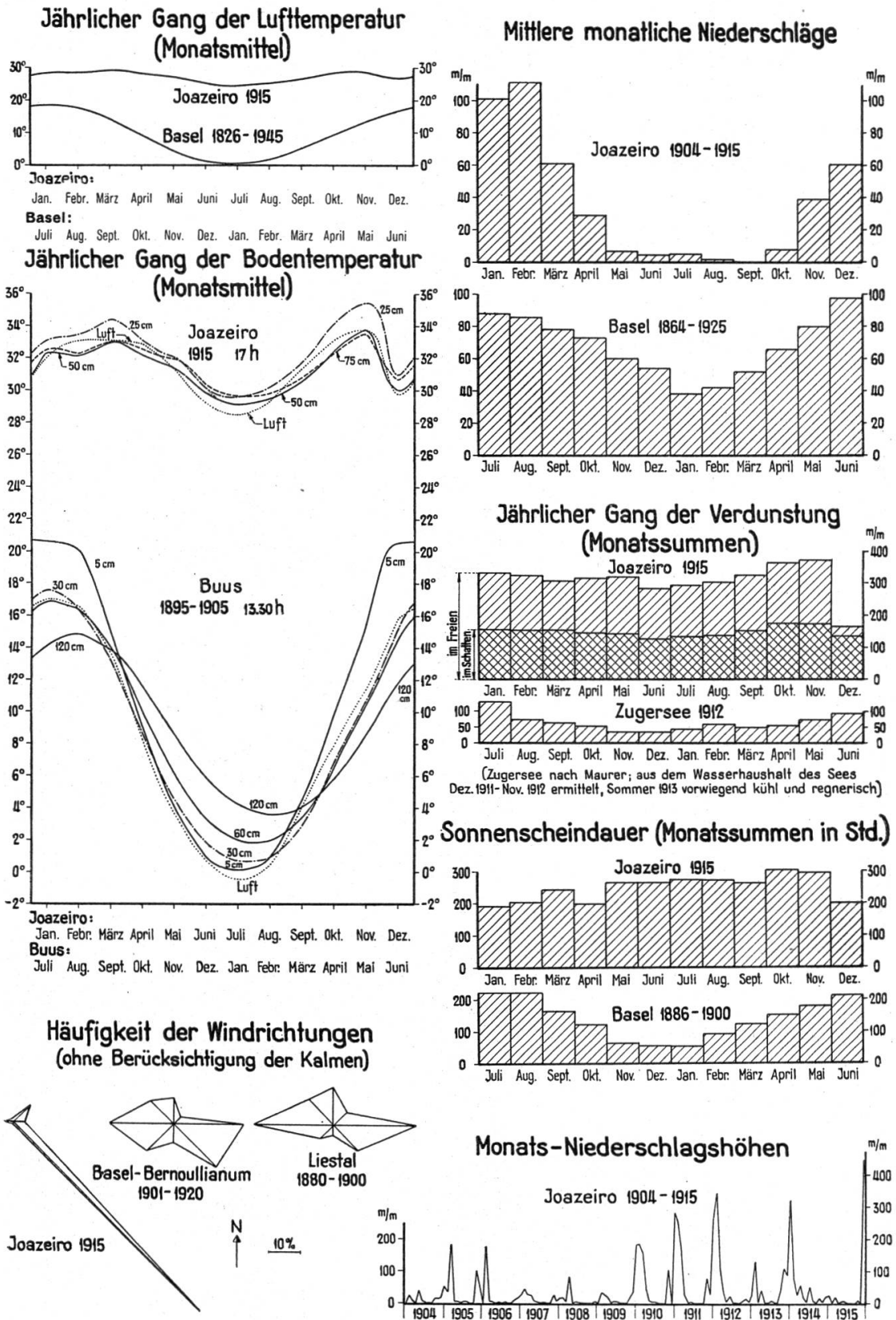


Abbildung 3: Meteorologische Elemente der Trockenzone Brasiliens im Vergleich mit denjenigen schweizerischer Stationen.

dass sich im Boden die Temperaturschwankungen der Luft sehr langsam fühlbar machen, umso verspäteter, je tiefer im Boden man beobachtet. So macht sich das Tagesminimum, das in der Luft am Schatten ungefähr um 6 Uhr eintritt, in 25 cm Bodentiefe erst um 11 Uhr bemerkbar, in 50 cm zirka um 17 Uhr. Das Tagesmaximum tritt in der Luft im Schatten ungefähr um 15 Uhr ein, macht sich in 25 cm Tiefe des Bodens ungefähr um 17 Uhr bemerkbar und in 50 cm Tiefe erst während der Nacht. Starke Regen bewirken eine beträchtliche Abkühlung des Bodens. Sie wird selbst in 75 cm Tiefe spürbar und wirkte z. B. anlässlich der starken Regenfälle im Dezember 1915 noch 12 Tage lang nach. Im ganzen genommen ist die Temperatur des Bodens höher als die der Luft im Schatten.

4. Klimatisch-agronomische Bemerkungen.

a) Die periodischen Überschwemmungen des Rio S. Francisco.

Wenn in seinem obersten Lauf des Rio S. Francisco die Regenzeit herrscht, schwillt der Strom stark an. Kommen Trovoadas in der Trockenzone hinzu, so wird der Wasserstand noch verstärkt. Dabei ist zu bemerken, dass das Regenwasser auf dem monatelang dem Sonnenbrand ausgesetzten Erdreich zunächst wenig eindringt und schnell oberflächlich abfließt. Diese periodischen und meist um die Jahreswende eintretenden Hochwasser lassen das Niveau des Stromes, der bei niederem Wasserstand bei Joazeiro 800 m breit ist, gewöhnlich um 6—7 m, gelegentlich bis 9 und mehr Meter steigen. Die Wasser treten dann an vielen Stellen über die Ufer und überschwemmen mehrere Wochen lang weite Flächen des sonst trockenen Landes. Schon wiederholt sind wegen dieser Wassernot die Siedlungen in der Gegend, ja selbst das Städtchen Joazeiro, zu Schaden gekommen. Wenn dann schliesslich das Wasser abfließt, kann der durchtränkte Boden für den Ackerbau in Anspruch genommen werden, da die Feuchtigkeit für Kulturen wie Mais, Bohnen, Melonen, Wassermelonen usw. genügend lange anhält. Dass sich dann allüberall auch reichlicher Graswuchs entwickelt, ist selbstverständlich, und das zahlreiche Vieh hat gute Zeiten. An mit Feuchtigkeit bevorzugten Stellen (kleinen Oasen) kommen Bananen, Mangas, Zuckerrohr, auch Ananas und selbst Cocospalmen fort. Ausserdem liefert der nach anhaltenden Regen sich überraschend schnell belaubende, meist rhachitische Wald eine Anzahl Früchte wie Umbú (von *Spondias tuberosa* ARR.), Juá (von *Zisiphus joazeiro* MART),

Jatobá (von *Hymenaea spec. div.*), Kaktusfeigen (von *Opuntia* und *Cereus*) usw. Auf den mehr flachen Ufern des Rio S. Francisco gelingt es sogar, Mandiocaernten zu erhalten.

All diese Verhältnisse erinnern an das Regime des Nils, und sie bewirken, dass die Anwohner des Rio S. Francisco weit weniger durch Trockenheit bedroht werden als Gebiete, in denen grosse Wasserläufe fehlen. Durch die Überschwemmungen werden tiefere Terrainwellen derart mit Wasser gefüllt, dass sich die so entstehenden Teiche oder Lagoas (= Lagunen) oft bis zur nächsten Hochwasserperiode halten. In gewissen Fällen sammeln sich darin zahlreiche Fische an — und zwar in solcher Menge, dass sie die Bevölkerung für den eigenen Bedarf nicht zu bewältigen vermag. Die sehr willkommene Beute wird dann gesalzen und in der Sonne getrocknet und bildet einen gesuchten Exportartikel nach vom Strome abgelegenen Gebieten. Solch eine Fischverwertung sah ich z. B. 1912 in der Nähe von Sentocé in vollem Betriebe.

b) Über Traubenkulturen in den Tropen.

Wie schon oben erwähnt unterhielt der Staat Bahia auf dem Terrain des Forstgartens jahrelang und mit ermutigendem Erfolg ein Versuchsfeld für die Traubenkultur. Verschiedene Varietäten gediehen gut und lieferten Ernten innert wenig mehr als 3 Monaten, vorausgesetzt dass die Reben gedüngt wurden und genügend Bodenfeuchtigkeit vorfanden. Dieser Erfolg bewirkte, dass sich verschiedene Private im Städtchen Joazeiro im kleinen Masstab auf die Traubenkultur verlegten und die Früchte auf den Markt brachten, wo sie namentlich bei den Durchreisenden Abnehmer fanden. Solche Durchreisende gab es viele, da Joazeiro Endstation einer 500 km langen Eisenbahnlinie (von Bahia aus) und zugleich Anfangsstation der 1400 km langen Dampfschiffahrt auf dem Rio S. Francisco ist. Das Campo Pratico de Viticultura hat seine Ernten hin und wieder nach Bahia geliefert.

Wenn ich nun etwas näher auf diese Traubenkultur, die übrigens nie eine grössere Ausdehnung und Bedeutung erlangt hat, eingehe, so geschieht es, weil sie wiederholt zu interessanten Erörterungen Anlass gegeben hat. Die grosse Rebenkultur findet doch ihr Optimum in der gemässigten Zone, und zwar innerhalb ziemlich enger Grenzen. Pflanzte man die Reben über diese optimale Zone hinaus mehr nach den Polen zu, so verlieren die Trauben an Süssigkeit, während ihr Säuregehalt steigt. Nähert man sich mit dieser Kultur mehr dem Äquator, so treten andere Veränderungen auf. In regenreichen tropischen Gegenden wach-

sen die Reben wohl gut, ihre Früchte aber sind kaum geniessbar. Die Trauben von Joazeiro dagegen sind gewiss gut, süß und schmackhaft, und doch reichen sie nicht an die der guten Weingegenden heran: Die Beeren sind weniger weich und saftig als bei jenen. Weiter ist zu notieren, dass die Entwicklungsdauer der Trauben stark abgekürzt ist. Leider fehlen chemische Analysen, die wohl noch andere Unterschiede aufdecken würden. Den Fall diskutierend, äusserte ich gelegentlich die Ansicht, der Unterschied könnte daran liegen, dass die Trauben in Joazeiro trotz des dort meist herrschenden heiteren Wetters, möglicherweise weniger Sonnenscheins teilhaftig würden als die in den guten Weingegenden, wo ihre Entwicklung und beginnende Reife auf die Monate Juni bis August fällt, d. h. auf die in diesen Gegenden sehr langen Sommertage mit ihrer erhöhten Temperatur.

Um dieser Frage näher treten zu können, verschaffte mir Dr. M. BIDER von der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt der Universität Basel in verdankenswerter Weise die Werte der Sonnenscheindauer und weitere meteorologische Angaben verschiedener europäischer Orte, die ich wie folgt zusammenstelle:

Tabelle 8

Lokalitäten	Sonnenscheindauer in Stunden	
	im ganzen Jahr	Juli, August und September
Hallau	1 665	636
Basel	1 782	642
Buus	1 811	673
Lausanne	1 887	702
Perpignan	2 203	712
Montpellier	2 226	771
Lugano	2 248	777
Joazeiro	2 758	740

Ich ziehe nur die 3 Monate Juli, August und September in Betracht, weil in dieser Periode in der gemässigten Zone die Trauben ihre Hauptentwicklung durchmachen und im tropischen Joazeiro die ganze Entwicklung in ca. 3 Monaten abläuft. Ferner ist zu erwähnen, dass, während die Zahlen für die europäischen Stationen Mittelwerte über 13 bis 22 Jahre darstellen, für Joazeiro nur 2 Beobachtungsjahre vorliegen, von denen das eine zudem ausnehmend sonnig war, da kein einziger Tag ohne strahlenden Sonnenschein vorkam. Das Mittel über eine längere Reihe von Jahren würde wohl tiefer liegen. Trotzdem spricht die Tabelle

nicht eindeutig für mein Vermuten. Wohl wird Joazeiro durch Montpellier und Lugano an Sonnenschein überboten, die übrigen Stationen aber sind ihm deutlich unterlegen.

Nun ist aber andererseits zu beachten, dass die Monate Juli bis September in Joazeiro eigentlich in die Winterszeit fallen, in eine Zeit wo keine Trauben gezogen werden. Wie alle andern Kulturen, wird auch die Traubenkultur in den Regenmonaten November bis März getrieben, also in der Periode, die unserm Frühling und Sommer entspricht. Je nachdem die Regen fallen, ergeben sich bei 3 monatiger Entwicklungszeit für die Traubenkultur folgende Möglichkeiten:

Sonnenscheindauer

November bis Januar	593 Stunden
Dezember bis Februar	563 Stunden
Januar bis März	590 Stunden

oder im Durchschnitt 582 Stunden. Auf Grund dieses Wertes sind die Verhältnisse anders zu beurteilen; denn hiernach empfangen die Trauben in Joazeiro tatsächlich 50—80 Stunden weniger Sonnenschein als in den 4 nördlichsten der oben angeführten europäischen Orte und 120 bis 195 Stunden weniger als in den 3 südlichen Gegenden, wo ausgedehnte Rebkultur besteht und qualitativ gute Weine produziert werden. Mein Vermuten hat sich also entschieden als richtig herausgestellt.

Auch BÜHRER hat bekanntlich für den roten Wein von Buus (Basel-land) festgestellt, dass dessen Qualität deutlich von der Sonnenscheindauer abhängt, wobei namentlich die Monate August und September, also die Zeit der Traubenreife, ausschlaggebend sind. Unsere Weinbauern haben also das richtige getroffen, wenn sie sagen: „Was der August bratet, muss der September kochen“, wenn die Qualität des Weines eine gute werden soll. Dieses „kochen“ soll sich dahin auswirken, dass die Traubenbeeren weich, durchsichtig und sehr saftreich, „flüssig“ werden. Der Weinbauer bei uns sieht es namentlich gern, wenn im September die Sonne nach Morgennebeln durchbricht und solch schönes, warmes Herbstwetter längere Zeit anhält. Das fördert das Ausreifen der Trauben ganz erheblich.

Dem Manko an Sonnenschein steht in Joazeiro im Vergleich zu den oben genannten europäischen Stationen ein bedeutendes Plus an Temperatur gegenüber, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht. Die mittlere Temperatur in den Sommermonaten Juni bis und mit September beträgt nämlich in:

Basel (Bernoullianum, 1864—1900)	17,3 ⁰
Basel (Margarethen, 1901—1930)	16,2 ⁰
Lausanne (1887—1900)	16,9 ⁰
Lugano (1864—1900)	19,7 ⁰
Montpellier (1851—1900)	20,8 ⁰
Perpignan (1851—1900)	21,0 ⁰
dagegen in	
Joazeiro in den Monaten November	
bis März	28,3 ⁰

Nun haben M. BIDER und A. MEYER für die Kirschenernte der Nordwestschweiz festgestellt, dass der Eintritt der Reife dieser Frucht weitgehend von den Wärmeverhältnissen nach Neujahr abhängt. Nach diesen Studien ist der Termin der Hauptkirschenernte zu erwarten, sobald die Addition aller Temperaturen über 3⁰ nach dem Jahreswechsel 1175⁰ erreicht. Dementsprechend variierte die Hauptkirschenernte in den Jahren 1942 bis und mit 1945 vom 21. Juni bis 15. Juli, also um volle 24 Tage.

In Analogie zu diesen Verhältnissen darf man wohl annehmen, dass das Temperaturplus in Joazeiro in der Hauptsache für die beträchtliche Abkürzung der Entwicklung und Reifezeit der Trauben verantwortlich ist.

MENZEL berichtet in interessanter Weise über die Traubenkultur auf Java, und seine Angaben scheinen die eben geäußerte Ansicht zu bestätigen. Auch auf Java wird die Traubenkultur nur von einzelnen Eingeborenen getrieben, und diese Früchte gedeihen nur stellenweise in Ost-Java, wo eine ausgesprochene Trockenzeit herrscht, z. B. in Probolingo und in Grissée bei Surabaya. Doch ist diese Trockenzeit weniger extrem als in Joazeiro. In West-Java, wo die Regen ziemlich gleichmässig über alle Monate verteilt sind, gedeihen die Trauben nicht. Die Reben zeigen wohl ein gutes Wachstum. Sie blühen und tragen Früchte in verschiedenen Entwicklungsstadien zu gleicher Zeit; aber die Trauben sind kaum essbar. An den genannten besonders trockenen Orten dagegen werden jährlich 2 Traubenernten guter Qualität erzeugt. Eine Ernte reift in weniger als 4 Monaten, wobei zu erwähnen ist, dass die mittlere Temperatur mit 26—27⁰ etwas niedriger ist als in Joazeiro. Um den Reben die nötige Ruhepause zu verschaffen, werden sie zeitweise all ihrer Blätter beraubt.

In Joazeiro ist dieser Eingriff nicht nötig, da dort die Trockenheit so intensiv ist, dass die Blätter von selbst abfallen und die Pflanzen

dann längere Zeit kahl stehen. Sobald man sie jedoch beschneidet und gut bewässert, treiben sie aus. Düngung, gewöhnlich mit Kuhmist, ist sehr vorteilhaft. Ich sah in Joazeiro einen besonders gut gedüngten Rebstock, der in 4 Jahren einen Stamm von 5—6 cm Durchmesser gebildet hatte. Die prächtige Pflanze, nach Tessinerart gezogen, trug über 1000 wohlausgebildete Trauben; bei solcher Tracht erreichte sie aber kein hohes Alter.

5. Literaturverzeichnis.

BIDER, M. und A. MEYER, Lässt sich der Zeitpunkt der Kirschenernte der Nordwestschweiz vorausbestimmen? Schweiz. Zeitschr. f. Obst- und Weinbau. Wädenswil 1946.

BÜHRER, W., Weinbau und Witterung. Tätigkeitsbericht Natf. Ges. Baselland 1907—1911. Liestal 1911.

JAEGER, FRITZ, Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus. Denkschriften Schweiz. Natf. Ges. Bd. LXXVI, Abh. 1, 1946.

LÜTZELBURG, PHILIPP VON, Estudo Botanico do Nordeste. Publicação No. 57 da Inspectoria de Obras contra as Seccas. Rio de Janeiro 1922—23.

MENZEL RICHARD, Ein Besuch beim Traubenzüchter Sastropuspito in Ost-Java. Das Weinland Nr. 5, 1942.

ZEHNTER, LEO, Noticia descriptiva do Horto Florestal de Joazeiro. Publicação No. 40 da Inspectoria de Obras contra as Seccas. Rio de Janeiro 1914.

— Estudo sobre as Maniobas do Estado da Bahia em Relação ao Problema da Secca. Publicação No. 41 da Inspectoria de Obras contra as Seccas. Rio de Janeiro 1914.

Manuskript eingegangen 2. April 1947.