©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Meteorologische Beobachtungen im Kongo-Urwald

Von

Martin Gusinde und **Friedrich Lauscher**

(Mit 20 Tabellen und 7 Textfiguren)

Vorgelegt in der Sitzung am 20. Nov. 1941

Inhaltsübersicht

Seite

Vorwort 282

Erster Teil: Meteorologische Beobachtungen im Ituri-Urwald, von Martin Gusinde-Wien 283

1. Allgemeine Bemerkungen 285

Besondere Beobachtungen 290

Zweiter Teil: Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen Martin Gusindes, von Friedrich Lauscher-Wien 299

1. Art und Umfang der Beobachtungen 300

Die mittleren Zustände des Beobachtungszeitraumes 302

a) Temperatur und Feuchtigkeit 302

b) Niederschlag 310

c) Beobachtungen von Wettervorgängen sowie der Helligkeit.. 321

3. Zusammenhang der Wettererscheinungen in Bambesa und im Ituri-Wald 326

4. Zusammenhänge der einzelnen Wettererscheinungen im Ituri-Wald 328

a) Einfluß der Bewölkung auf Temperatur und Dampfdruck 328

b) Tagesgang der Temperatur und des Dampfdrucks an heiteren und trüben Tagen sowie des Niederschlags an trüben Tagen.. 331

c) Einfluß des Niederschlags auf Temperatur und Dampfdruck.. 336

d) Einfluß von Gewittern und Windböen auf Temperatur und Dampfdruck 340

5. Zusammenfassung der Hauptergebnisse 342

6. Abschließende Beurteilung.. 345

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Vorwort.

Die *Akademie der Wissenschaften in Wien* hat durch hochherzige Zuwendung einer Subvention aus der Treitl-Stiftung meine Forschungen im Osten der belgischen Kongokolonie weitgehend gefördert und im besonderen mir die Durchführung meteorologischer Beobachtungen im Strombereich des Ituri ermöglicht. Da ich meine Hauptaufgabe darin sah, den Rassetypus der in jenem weiten Raume heimischen Bambuti-Pygmäen zu bestimmen, konnte ich, allein in voller Anerkennung der engen Wechselwirkung von Umwelt und Rasseform, auf eine umfassende Aufnahme der Lebensbedingungen im heißfeuchten Tropenurwald um so weniger verzichten, weil diese bislang bloß in zusammenhanglosen und unvollständigen Einzelhinweisen erwähnt worden sind. Schließlich kann ja doch allein die lückenlose Kenntnis des Zusammenspiels aller Naturelemente in jenem Urwald zu verläßlichen Schlußfolgerungen führen. Zwar wird es nicht gelingen, das Wechselspiel zwischen Umweltfaktoren und Rasseform im Ituri-Wald in alle ihre Einzelwirkungen aufzulösen; bis zu einem gewissen Grade jedoch sind die einzigartigen Körpermerkmale der dortigen Pygmäen als Ergebnis dieser Wechselbeziehungen anzusprechen.

Prof. Dr. Wilhelm Schmidt, ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften und damals Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien XIX, ist mir in liebenswürdigster Weise beim Erwerb der verschiedenen Instrumente und Apparate behilflich gewesen, wie er auch mich in deren sachkundige Benützung eingeführt hat. Mit ihm blieb ich auch während meiner Forschungsarbeiten in ständigem Briefwechsel. Als ich nach meiner Rückkehr aus Afrika die gewonnenen Ergebnisse ihm vorlegen konnte, beurteilte er dieselben als derart bedeutungsvoll, daß er persönlich deren Bearbeitung übernahm. Ihn, der in seinem besten Schaffen stand, hat ein plötzlicher Tod am 21. November 1936 dahingerafft. Die von ihm inzwischen eingeleitete Auswertung meiner meteorologischen Beobachtungen

aus dem Kongo-Urwalde übernahm später sein eigener Sohn, dem indes die Weiterführung durch Einberufung zum Militärdienst ziemlich bald unmöglich wurde; in Feindesland ist er als Kämpfer für Deutschlands Freiheit gefallen. Herr Dozent Dr. F. Lauscher, der danach die wenigen Vorarbeiten und alle Manuskripte bereitwillig in seine Obhut genommen hat, brachte den *Zweiten Teil* der vorliegenden kurzen Monographie zum Abschluß, obwohl er daran unter mannigfaltigen zeitbedingten Erschwerungen arbeiten mußte. Den genannten Meteorologen für die Mühe, mit welcher sie meine Beobachtungen ausgewertet und einer weiteren Benützung zugänglich gemacht haben, an dieser Stelle bestens zu danken, ist mir angenehme Pflicht. Der Abhandlung Dr. Lauschers schicke ich als *Ersten Teil* einige beschreibende Mitteilungen voraus, die mit meiner Arbeitsweise und mit einigen Naturerscheinungen im Ituri-Walde bekannt machen sollen; sie werden als Ergänzung zu seiner Darstellung willkommen sein und sind wohl dazu angetan, das Bild vom Lebensraum der Bambuti-Pygmäen zu vervollständigen.

Der *Akademie der Wissenschaften in Wien* gebührt um so mehr mein aufrichtiger Dank, als ich allein durch ihre Unterstützung die meteorologischen Beobachtungen im östlichen Kongo-Urwalde durchzuführen instandgesetzt worden bin. Damit, daß sie trotz der gegenwärtigen Kriegsnöte auch die Drucklegung der vorliegenden Abhandlung bereitwilligst übernommen hat, gibt sie, in nicht minder dankenswerter Weise, die darin enthaltenen Ergebnisse jeder zweckdienlichen Verwertung unverzüglich frei.

Martin Gusinde.

Erster Teil.

Meteorologische Beobachtungen im Ituri-Urwald.

Von **Martin Gusinde**, Wien.

Das eigentliche Ziel meiner Forschungsreise nach dem äquatorialen Afrika im Jahre 1934/35 war eine genaue Bestimmung der Rasseform der Bambuti.[1] Diese blutreinen Pygmäen durch-

[1] Die Einzelheiten dieses Forschungsunternehmens sind gedrängt dargestellt in M. Gusinde, Bei den Ituri-Pygmäen. Ethnologischer Anzeiger; Bd. V, S. 87 bis 95, Stuttgart 1936.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

streifen den Urwald im Flußbereich des oberen Ituri, der in seiner unteren Hälfte, bzw. vor seinem Einmünden in den Kongostrom auch Aruwimi heißt. Die genannten Eingeborenen bilden eine kulturgeschichtliche und rassische Einheit von ungefähr 30.000 Personen, ohne indes zu einer organisierten Volksgemeinschaft zusammengeschlossen zu sein. Ihre Gesamtheit bilden viele Einzelhorden, jede zusammengefügt aus mehreren Familien, lose nebeneinander und ohne engere Wechselbeziehungen zueinander dastehend; räumlich weiter entfernte Gruppen kennen sich nicht einmal dem Namen nach und noch viel weniger kommen sie sich persönlich nahe. Überdies wird weder die Gesamtheit der Bambuti noch jede einzelne Horde unter einer Autoritätsperson mit gewissen herrscherlichen Machtbefugnissen zusammengehalten; vielmehr wissen sich die einzelnen Familien zur gleichen Horde allein durch die Überzeugung von einer gewissen Verwandtschaft miteinander verbunden und eine jede unterstellt sich selber, mehr oder weniger bewußt freiwillig, der rein moralischen Autorität und der langen Lebenserfahrung eines hochbejahrten Mannes. Zu weiterer Entwicklung konnte diese kaum in den ersten Anfängen erkennbare Gesellschaftsordnung der Bambuti nicht gelangen, bleibt sie doch unausweichlich abhängig von der bestehenden Wirtschaftsform. Der äquatoriale Urwald läßt aber keine andere als die des freien Sammelns und Jagens zu: ein Betrieb, den man gern als Wildbeutertum umschreibt.

Mit dem Zwang zu einer bloß aneignenden Wirtschaftsbetätigung ist die wesenhaft nomadisierende Lebensweise unserer Pygmäen gegeben. Sie entbehren fester Siedlungen jedweder Art und eines andauernden Gebundenseins an die Scholle; also wechseln sie ihren Standort ausnahmslos nach wenigen Tagen oder bereits nach einem Tage, nämlich sobald sie im nahen Umkreis ihrer Hütte die erreichbare Menge an Nahrung ausgeschöpft haben. Buchstäblich leben sie von der Hand in den Mund und bleiben zwangsläufig auf das ausschließlich angewiesen, was der mit verwertbaren Erzeugnissen kargende Urwald je nach den örtlichen oder jahreszeitlichen Bedingungen ihnen freiwillig bietet. Haben sie einen engen Bezirk nach pflanzlichen und tierischen Nahrungsstoffen abgesucht, müssen sie unverzüglich anderswo ihr Glück versuchen, auf daß sie nicht Hungers sterben. Infolgedessen werden diese Urwaldzwerge von einer Unrast höchsten Antriebes während ihres ganzen Lebens in Bewegung gehalten, für welche uns Europäern jeder Maßstab fehlt.

Ein ungeschriebenes Gesetz hat jeder Horde, seit unberechenbar weit zurückliegender Zeit, einen bestimmt abgegrenzten

Raum als freies Schweifgebiet zugewiesen, in welchem allein den zu dieser bestimmten Horde verbundenen Familien das Jagen der freilebenden Tiere und das Sammeln pflanzlicher Nährstoffe gestattet ist. Auf Grund dessen und ohne eigenes Zutun sperrt sich jede einzelne Horde von allen benachbarten mehr oder weniger streng ab; sie bleibt auf sich selber und auf ihr eigenes Gebiet angewiesen, das sie im Nahrungserwerb ruhelos nach allen Richtungen hin durchstreift. Mit der nur ganz flüchtig gekennzeichneten Lebensführung eines rastlosen Nomadisierens steht im Einklang der leichte Bau ihrer Wohnhütte und das Mindestmaß an dinglichen Besitzgütern; der Mann nennt kaum mehr sein eigen als den Bogen mit den Pfeilen im Köcher und die Frau verfügt allein über den Tragkorb sowie einige Schmucksachen. Die Bambuti betreiben weder Töpferei noch kennen sie die Bearbeitung des Steines und der Metalle, ihr Wirtschaftsbetrieb entspricht ganz und gar dem der typischen Holzkultur des Wildbeutertums.[1]

1. Allgemeine Bemerkungen.

Die eigenartige Lebensform der Bambuti ist es selbst gewesen, die mir meine Arbeitsweise vorgeschrieben hat, an die ich mich halten mußte, sollte das Hauptziel meiner Reise erreicht werden. Von weitem besehen konnte der Versuch, bei einem längeren Zusammensein mit den schweifenden Pygmäenhorden eine umfangreiche Untersuchung durchzuführen, wie ein verwegenes Wagnis anmuten; tatsächlich waren die Aussichten auf sein Gelingen kaum größer als die auf sein Mißlingen und schließlich hat gutes Glück doch zum Erfolg geführt. Der grundsätzliche Plan gipfelte in dem Bemühen, die eine und andere Pygmäenhorde zu einer zeitbedingten Seßhaftigkeit zu bewegen, während welcher an ihnen alle erforderlichen Untersuchungen und Beobachtungen durchgeführt würden. Tatsächlich haben sich jene Urwaldmenschen durch Geschenke und gute Worte für dieses seltsame und gänzlich ungewohnte Unternehmen gewinnen lassen; einen entscheidenden Ausschlag indes hat die Zusicherung gegeben, daß alle Beteiligten mit reichlichen Nahrungsmengen versorgt würden. Daraufhin sind eigentliche Siedelungen entstanden, die sich wohl am besten als provisorische Lager mit einem kurzbefristeten Verbleiben bestimmter Horden am gleichen Orte bezeichnen lassen.

[1] Mit einiger Ausführlichkeit sind diese Verhältnisse geschildert in M. Gusinde, Das Wirtschaftsleben der Ituri-Pygmäen. Koloniale Rundschau; Bd. 32, Heft 1, S. 17 bis 42, Leipzig 1941.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

In dem verhältnismäßig engen Gebiet zwischen 29° und 29°30′ östlicher Länge und 1° und 1°30′ nördlicher Breite, das kaum nennenswerte Schwankungen um etwa 750 *m* Meereshöhe zeigt, wurden mitten im Urwalde, in Abständen von je mehreren Kilometern, fünf verschiedene provisorische Lager eingerichtet. Jedes dieser Lager stellte weiter nichts dar als eine an passender Stelle eigens geschaffene Lichtung, in der eine Anzahl hoher Bäume gefällt und der ganze Platz von allem Strauchwerk gereinigt worden war. Da der Urwald, von oben gesehen, eine enggeschlossene Vegetationsmasse aus allen miteinander verflochtenen und mit vielen Schlingpflanzen verknäulten Baumkronen bildet, nur da und dort durch breite Flußläufe unterbrochen, mutete eine derartige, durch gewaltsames Eingreifen geschaffene Lichtung an wie ein scharfumgrenzter Ausschnitt in jenem massigen, langgezogenen Blätterdache. So mühsam und zeitraubend jedesmal die Rodung auch war, an der mehr als 25 Neger reichlich eine Woche arbeiten mußten, sie hätte sich nicht umgehen lassen; denn allein durch diese damit aufgeschlossene Öffnung strömte die für erfolgreiche Untersuchungen und Beobachtungen notwendige Lichtmenge zu meiner Arbeitsstätte hin. Der mehr oder weniger kreisrunde, gelichtete Fleck hatte einen Durchmesser von 30 bis 50 *m*, je nach den natürlichen Bedingungen; er war umrandet von den Urwaldriesen, die stehen gelassen wurden. Unter ihren Baumkronen stellten die Pygmäenfamilien ihre einfachen Blätterhütten auf, während ich meine eigene Wohnhütte einige Meter weit von den Bäumen abgerückt und auf dem gelichteten Platze selbst von Negern bauen ließ. Sozusagen angelehnt an meine Hütte wurde der Thermohygrograph einwandfrei untergebracht, damit er gegen direkte Sonnenbestrahlung durch das Hüttendach geschützt bliebe; überdies deckten ihn noch besondere Blätterschirme. Ihn neben der Lichtung zwischen den unberührten Bäumen aufzustellen, erschien mir als zu unsicher und hätte wohl auch die scheuen, argwöhnischen Pygmäen beunruhigt.

Als wichtige Ergänzung meiner anthropologischen und ethnographischen Arbeiten hatte ich von vornherein einige meteorologische Beobachtungen geplant; ihnen konnte ich mich nur nebenbei widmen, tat es aber mit zuverlässiger Regelmäßigkeit.[1] Obwohl dieselben an fünf verschiedenen Stellen mit jeweiliger Unterbrechung von wenigen Tagen weitergeführt wurden, darf

[1] Vgl. M. Gusinde, Vorläufige Mitteilung über die meteorologischen Bedingungen im afrikanischen Tropenwald. Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Wien, Nr. 25, Wien 1935.

dieser wiederholte Wechsel trotzdem als belanglos beurteilt werden; denn an jedem der fünf freigelegten Lichtungen herrschten die durchaus gleichen Umweltbedingungen. Das erste Lager stand am Rodjo-Flusse, auch Luyo genannt, das zweite am Ebaeba-Bache, das dritte am Maseda-Bache, das vierte am Koukou-Bache, das fünfte endlich am Oruendu-Bache. Die Registrierungen umfassen die Zeit von Mitte Mai bis Mitte November 1934; die Unterbrechung im Juli erklärt sich daraus, daß ich während dieser Wochen in Ruanda reiste. Nebenbei sei erwähnt, daß das ganze Jahr 1934 nicht nur im Waldgebiete des belgischen Kongo, sondern vielmehr noch in dem nach Osten sich anschließenden offenen Gelände als trocken allgemein sowohl von den Eingeborenen wie auch von europäischen Kennern der Verhältnisse beurteilt wurde; daß diese Vermutung wohl einer subjektiven Täuschung gleichkommt, ist der weiter unten dargelegten Bearbeitung meiner Beobachtungen zu entnehmen.

Heutigentags läßt sich die Tatsache nicht mehr anzweifeln, daß die ausgedehnte östliche Hyläa eine einzige geschlossene Masse gewaltiger Baumriesen bildet, die über 400.000 km^2 Fläche bedeckt. Sie ist indes nur jener Teil des äquatorialen Urwaldes, der unweit vom Bergmassiv des Ruwenzori beginnt und sich in ununterbrochenem Zusammenhang nach Westen bis zu einer Linie ausdehnt, die etwa den Lualala-Kongo entlang nordwestwärts über Stanleyville hinaus bis an den Uele verläuft. Diese ungeheure Vegetationsformation ist ein hochstämmiger, immergrüner Laubwald. Ihm gibt im östlichen Teile und auf dem rechten Ufer des Ituri-Stromes die herrlich entwickelte, kerzengerade emporstrebende *Cynometra Alexandri*, eine Leguminose, das gleichförmige und typische Gepräge, während im westlichen Abschnitt des Ituri-Waldes das *Macrolobium Dewevrei*, ebenfalls eine Leguminose, weit überwiegend vorherrscht. Dieser düstere Urwald gewährt über dem Erdboden eine ziemlich freie Durchsicht bis auf etwa 30 *m* im Umkreise, die nicht zu häufig durch starkes Überwuchern der Lianen und Epiphyten beeinträchtigt wird. Da aber die über 30 *m* hohen Baumriesen ihre flachen, dichten Kronen eng miteinander verflechten, gestatten sie einem ansehnlichen Bündel Sonnenstrahlen kaum da und dort ein unbehindertes Einfallen. An breiten Wasserläufen allerdings und an jenen Stellen, die einige erst kürzlich zusammengebrochene Bäume gelichtet haben, gelangen direkte Sonnenstrahlen bis an den Erdboden herunter. Der empfindliche Mangel an Licht läßt weder eine ansehnliche Strauchflora noch eine enggeschlossene Pflanzendecke unmittelbar über dem Erdboden aufkommen;

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nur schütter stehen einjährige Pflanzen und da oder dort Sträucher aus der hoch aufgeschichteten Lage abgefallener, vermodernder Blätter heraus.

An Rändern jedweder Art, sei es an den beiden Uferseiten eines Flusses oder rechts und links von einem breiten Wege, entfaltet der Urwald eine hemmungslose Wachstumsüppigkeit. Hier gestattet nämlich der freie Raum eine unter reichlichster Lichtfülle unbegrenzte Entfaltung. An den bezeichneten Randflächen ist der Wald derart massig und dicht aufgebaut, daß er schlechthin wie eine undurchdringliche Vegetationsmauer wirkt. Wer ihn dennoch durchqueren will, um zurückliegende Tiefen zu erreichen, muß mit dem Waldmesser schlagend sich erst einen Pfad durch das mehrere Meter breite, wirre Dickicht öffnen.

Weiter drinnen im heißfeuchten Blätterwald umfängt ihn ein verschwommenes, mattes Dämmerlicht, das sich niemals zu klarer, voller Helligkeit steigert. Erst unmittelbar vor Sonnenaufgang schwindet das Nachtdunkel fast plötzlich und die damit beginnende Aufhellung schreitet schnell weiter, bis die Sonne etwa um 10 Uhr eine gewisse Höhe erreicht hat. Ungefähr von dieser Stunde an bleibt die Lichtstärke bis nach 16 Uhr fast gleich, sofern der Himmel sich wolkenfrei hält. Nach weiteren zwei Stunden, ziemlich genau zwischen 18 und 18½ Uhr, läßt die Lichtstärke ebenso plötzlich, wie sie angestiegen, wieder nach. Die eigentliche Dämmerung, falls man von einer solchen sprechen darf, verläuft demnach in weniger als einer halben Stunde. Regelmäßig und ohne kaum merkbare zeitliche Unterschiede im ganzen Jahre hüllt tiefste Nachtfinsternis den Ituri-Wald schon bald nach 18 Uhr wieder ein.

Trotz allem weist dieser Urwald in seiner ungeheuren Ausdehnung einzelne Stellen auf, an denen das Blätterdach sich weniger massig und eng zusammendrängt. Verantwortlich dafür bleibt fast jedesmal der eine und andere Waldriese, der zusammengebrochen war, meist infolge innerer Fäule und Überbelastung durch Epiphyten. An dergleichen Stellen werden beträchtliche Sonnenflecken sichtbar, die im Gleichlauf mit der Sonne langsam am Boden entlang schleichen. Merklich anders ist die Vegetation in diesen um ein geringes Maß helleren Räumen trotzdem nicht; denn wo das Licht für einige Zeit sich ein wenig reichlicher ausbreiten kann, dort antwortet Flora allein mit einer mäßig gesteigerten Entfaltung. Wohl sprossen einjährige Pflanzen aus dem Erdboden zahlreicher hervor und den freieren Raum in der Höhe der benachbarten Baumkronen füllen bald jene Zweige aus, die nun unbehindert sich dehnen können. Bei diesem Vorgang

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schließt sich das Blätterdach in kurzer Frist wieder zu einer für die Sonnenstrahlen undurchlässigen Schicht und es bilden sich abermals Verhältnisse heraus, die denen der nächsten Umgebung in allem gleichen. Ganz allgemein herrscht also den Tag über im Urwalde das matte, trübe Dämmerlicht, das bei bewölktem Himmel auch in den Mittagsstunden sich zu einem tiefen Halbdunkel abschwächt. An dieses blasse, diffuse Licht gewöhnt sich schließlich das menschliche Auge so vollkommen, daß es von jedem klaren Sonnenstrahl sehr empfindlich getroffen und in einem offenen Lichtraume auch ohne direkte Sonnenbeleuchtung geblendet wird.

Die vorhin geschilderte Eigenform der im Ituri-Walde geschlagenen fünf Lichtungen zu gelegentlichen Lagerplätzen für eine größere Zahl von Pygmäenfamilien gibt es von sich aus zu verstehen, daß die Übersicht auf das ganze Himmelsgewölbe fast vollständig behindert war. Wie aus einer Gefängnisluke schauend nahm das Auge nur jenen engen Kreis am Himmel auf, den der ins ausgedehnte Blätterdach geschlagene Ausschnitt freigab. Er genügte indes, um die Blautönung des Himmels zu bestimmen. An wolkenfreien Tagen ist sie regelmäßig blaß und wie mit einem weißlichen Schimmer oberflächlich vergesellschaftet. Daran ändert sich während der mittleren Tagesstunden fast nichts. Am wolkenfreien Himmel bewegte sich täglich nach 8 Uhr das Blau zwischen Nr. 2 und 3 der Skala, nach 16 Uhr zeigte sich öfters auch das Blau Nr. 4. Ein echtes Tiefblau sieht man nur kurz vor und unmittelbar nach einem Gewitter, solange die Sonne verdeckt ist. In diesen kurzen Zeitabschnitten verringert sich im Walde die sonst allgemein herrschende Lichtstärke um vieles.

Auf manchen Besucher der Tropen, der aus mitteleuropäischen Witterungsbedingungen kommt, wirkt das weißliche, opalschimmernde Blau des Firmamentes über dem regenreichen Tropenwalde wie eine Enttäuschung, und das erst recht dann, wenn der Beschauer unmittelbar vorher in tropischen Wüstenstrichen ein sehr tiefes Himmelsblau erfahren hat. Die Erklärung für diese Erscheinung im Ituri-Walde wurde bereits angedeutet: Ungewöhnlich hoch ist nämlich dort in der Luft der Gehalt an Wasserdampf, der sich in den Höhen verdichtet und somit die Durchsicht behindert; das Blau des Firmamentes erscheint demnach weißlich oder gräulich blaß.

Wie sehr diese Erklärung zu Recht besteht, lehrt die Beobachtung des nächtlichen Sternenhimmels. Man mag ihn von irgendwelcher offenen Stelle des Urwaldes heraus beschauen, die Sterne erscheinen ebensowenig in reinem, klarem Glanz wie der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

lichtstärkere Mond; und alle diese Himmelskörper wirken auf unser Auge, als wären sie beträchtlich verschwommen. In einzelnen Vollmondnächten sieht man sogar deutlich eine sehr dichte, schwere Schicht hohen Wasserdampfgehaltes schlierenartig in der Luft schweben, vergleichbar dem Gewebe einer sehr feinen Gaze, das zuweilen wolkenartig sich zusammenballt.

Die geschilderten Vorgänge verhindern aber nicht, daß der Beschauer aus dem Urwalde heraus die hohe Lichtstärke der nächtlichen Gestirne deutlich genug als solche erkennt. Alltäglich ist diese Erscheinung. In unmittelbarem Anschluß an Regen jedoch zieht die völlig gesättigte Luft nach Art dichter Dampfwolken nach oben und bildet phantastisch sich ballende Nebelschwaden; diese wirken nahezu geisterhaft dann, wenn sie durch scharfe Mondstrahlen hindurchziehen. Auf dem Tiefschwarz des nächtlichen Tropenhimmels zeigt der Mond die uns Europäern ungewohnte Form seiner Phasen; er läßt das erste Viertel als einen nach oben geöffneten Bogen und das letzte Viertel als einen nach unten gerichteten Halbkreis leuchten. Im ganzen jedoch enttäuscht der tropische Sternenhimmel im Gebiet des dauerfeuchten Urwaldes, und erst recht von einem solchen Standpunkt aus, wo man den Blick auf das ganze Himmelsgewölbe frei hat; denn nie wirken die jeweiligen Sternbilder in gleichem Maße reizvoll wie im mittleren Europa. Wer den vielgepriesenen Zauber des tropischen Nachthimmels empfinden will, der muß ihn weit außerhalb der Regenzone suchen, dort nämlich, wo er sich über der wasserlosen Steppe wölbt; nur hier enthüllt er die intimen Reize einer prachtvollen Tropennacht und den Vollglanz seiner Sternbilder.

2. Besondere Beobachtungen

In unmittelbarer Nähe des Äquators war es, wo ich die meteorologischen Erscheinungen regelmäßig beobachtet habe. Das ist eine Zone, in der eine kaum merkbar schwankende Tag- und Nachtgleiche herrscht. Nur um einige Minuten Unterschied dreht sich in den einzelnen Monaten des Jahres der Aufgang und Untergang der Sonne. Diese zeitliche Abweichung ist zu unbedeutend, als daß sie von den dort lebenden Eingeborenen und Europäern empfunden würde. Aus der in allen Abschnitten des Jahres sich sozusagen völlig gleichbleibenden und tatsächlich reichlichen Länge der Nacht erwächst für den Tropenbewohner der hochbedeutsame Vorteil, welcher eben mit einer darüber hinaus nicht ausgedehnten Tageslänge Monat für Monat gegeben ist.

Mag die Sonne bei ihrem regelmäßig etwa zwölfstündigen Laufe von ihren höchsten Stellungen her auch noch so scharfe Glut auf die Erde ausgeschüttet haben, im Augenblick ihres Verschwindens setzt unter Beteiligung der mit Wasserdampf reichlich angefüllten Luft eine beträchtliche Wärmeausstrahlung ein, die ununterbrochen bis zum nächsten Morgen anhält und die alle Wärme ausgiebig herabmindert. Steile Kurvenbewegungen der Zeiger des Thermohygrographen sagen es deutlich genug an, wie schnell sich die Übergänge innerhalb kürzester Zeit abspielen. Das gilt sowohl für das Abfallen der Temperatur und das Ansteigen der Feuchtigkeit der Luft während der Abenddämmerung wie auch für die umgekehrten Bewegungen am beginnenden Tage. Die im Ituri-Walde heimische Tierwelt fühlt unausweichlich diesen fast plötzlichen Umschwung von der erdrückenden Hitze und der reichlichen Lichtfülle des Tages zur beginnenden Kühle und tiefen Dunkelheit der Nacht; nach ihrer Art erwidert sie darauf. Beispielsweise setzt das belästigend schrille Zirpen einer großen Zikade regelmäßig kurz vor Sonnenuntergang mit einer Zeitgenauigkeit ein, die von einem Tage zum andern niemals mehr als 10 Minuten abweicht. Ebenso plötzlich und wie auf einen einzigen lauten Ruf hin meldet sich morgens, wenn ein gesteigerter Grad der Helligkeit erreicht ist, das unübersehbare Heer der Insekten, die, wie Mücken und Fliegen, mit einem Augenblicksangriff erschreckend dem Europäer den Tagesbeginn zu fühlen geben oder, wie die breitgeflügelten, buntfarbig schillernden Falter, seine verträumten Augen hell aufleuchten lassen. Übereinstimmend damit laufen die heliotropischen Bewegungen der meisten Blüten in der Abenddämmerung mit einer für die gemäßigte Zone ungewöhnlichen Schnelligkeit ab.

Man könnte mithin von einem nahezu plötzlichen Übergange der Temperatur des Tages in die der Nacht und umgekehrt dieser in jene sprechen. Abgesehen von den Schwankungen, die der an einem Tage nur selten ausbleibende Regen hervorruft, verlaufen die täglichen Temperaturkurven mit fast genau gleichförmiger Übereinstimmung. Nachts sinken sie bis etwa 20° herab, doch selten unter 18°, und ihr Höchststand am Tage bewegt sich bis ein wenig über 30°. Diese Aufeinanderfolge von Hoch und Niedrig in den Wärmegraden wiederholt sich, wie gesagt, ohne merkliche Unterschiede einen Monat um den anderen; demnach gibt es keine eigentlich fühlbaren Jahreszeiten. Zwar beherrscht ein deutlicher periodischer Wechsel von Regen- und Trockenzeiten, der auf bewaldeten Strecken zu regenreicheren und regenärmeren Perioden wird, gewisse Tropengebiete; im dauerfeuchten

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Urwalde ganz nahe dem Äquator indes habe ich derartige Unterschiede nicht beobachtet. Der Monat für Monat sich mehr oder weniger gleichbleibende Verlauf der Tagestemperatur dort im Ituri-Walde wie weiter im Westen ist eben ein unterscheidendes Merkmal dieser Tropenzone.

Die Wirkung der gesteigerten Hitze auf den Menschen ist örtlich sehr verschieden, wobei dem Wasserdampfgehalt der Luft ein überwiegender Anteil zufällt; er vor allem bewirkt das unangenehme, drückende Gefühl, das man als Schwüle bezeichnet und das jede Spannkraft eines tätigen Menschen schnell lähmt. Die nämliche hohe Luftfeuchtigkeit ist es auch, die während des Temperaturfalles der Nacht beim Eingeborenen wie beim Europäer das Empfinden des Fröstelns hervorruft, sofern sich beide mit Decken und Kleidern oder durch andere Mittel nicht genügend schützen. Hiebei wirkt sich allerdings die sehr erhöhte Empfindlichkeit der Tropenbewohner gegenüber jedweder nennenswerten Wärmeänderung deutlich aus.[1] Manchem Europäer mag meine Behauptung schrullig vorkommen, daß jede Pygmäenfamilie regelmäßig vor Einbruch der Dunkelheit ihr Hüttenfeuer zu hoher Glut entfacht und es während der ganzen Nacht in reger Tätigkeit hält, daß trotzdem am andern Morgen, wegen verminderter Strahlungshitze, die meisten Insassen der Hütte am ganzen Leibe vor Frost zittern: Und unmittelbar am Äquator hatte ich alltäglich diese Bilder vor meinen Augen.

Mehrmals schon wurde hingewiesen auf den häufigen und reichlichen Regen, mit dem der Ituri-Wald sich bevorzugt sieht. Obwohl das Jahr 1934 von Ortskennern als nicht ganz so niederschlagsreich wie frühere Jahre veranschlagt wurde, bildete jeder gänzlich regenfreie Tag eine auffällige Seltenheit. Die täglichen Regenmengen allerdings, die im Pluviometer aufgefangen und gemessen wurden, blieben weit hinter dem zurück, was man nach landläufigen Vorstellungen von einem Tropenregen erwartet.[2] Meist ziehen die Regenwolken schnell auf und entladen sich reich-

---

[1] Vgl. K. Sapper, Über Stenothermie der Tropenbewohner. Im Jahresbericht der Geogr.-ethnogr. Gesellschaft in Zürich, 1920.

[2] Fraunberger hat eine Karte auf Grund der Niederschlagsmengen in Afrika entworfen. Das Gebiet der zentralafrikanischen Hyläa fällt ungefähr mit einer Regenzone zusammen, deren Jahresmittel 1.600 bis 2.000 *mm* beträgt. Er gesteht ein, daß man für dieses Gebiet „ausschließlich auf älteres, ungleichmäßiges Material" angewiesen ist, welches Lancaster sorgfältigst gesammelt und gesichtet hat. Zum Entwurf einer brauchbaren Karte der Jahresmengen reicht dasselbe nicht aus." Aus G. Fraunberger, Studien über die jährlichen Niederschlagsmengen des afrikanischen Kontinents; in Petermanns Geograph. Mitteilungen; Bd. 52, S. 73 bis 82, Gotha 1906.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

lich in kürzester Zeit. Doch sind auch die Tage nicht selten, an denen der Himmel nur langsam überzogen wird und das ziemlich gleichförmige schwarzgraue Gewölk stundenlang, zuweilen bis zum folgenden Morgen, fast unbeweglich hängen bleibt. Häufiger gehen die plötzlich einsetzenden Regen am Nachmittage, seltener am Vormittage nieder. Die Sonne steigt im wolkenfreien Osten auf und läuft ihre Bahn weiter, nach einigen Stunden ballen sich mehr oder weniger rasch erst weiße, dann dunkle Haufenwolken zusammen, die sich für gewöhnlich noch schneller verdichten, den ganzen sichtbaren Himmel überziehen und sich förmlich wie in Sturzwellen entladen. Wenige Minuten danach klärt sich wie mit einem Schlage der Waldraum, die höhere Atmosphäre und der Himmel wieder auf. Allein in den Blattkronen selber und unmittelbar darüber hängen oder schweben dichte und hellgraue Nebelschwaden gleich riesigen Dampfwolken, die entweder von der Sonne, falls sie sich bald zeigt, aufgelöst werden oder die sich bis zum nächsten Morgen halten. Es gab Tage, an denen ein sanftes Tröpfeln lange vor dem Morgengrauen begann und das sich als mehr oder minder reichlich bis in die späten Abendstunden, vereinzelt bis nach Mitternacht fortsetzte. Doch das waren Ausnahmen gegenüber den kürzeren Niederschlägen, von einigen Minuten bis zu drei Stunden anhaltend, die nachmittags plötzlich einsetzten und die ebenso schnell wieder vom Sonnenschein abgelöst wurden.

Unverkennbar deutlich kündigt sich jedesmal der heranziehende Regen an. Da er fast ausnahmslos mit großen, schweren Tropfen einsetzt, die auf zahllose engstehende, harte, lederartige, durchgehends mittelgroße Blätter mit heftigem Knall aufschlagen, wirkt der beginnende oder bereits nahestehende Regen aufs Gehör wie ein Geräusch, das dicht hintereinander fallende grobe Kieskörner auf einem breiten Wellblechdache verursachen. Sobald die Tropfen reichlicher und in schneller Folge auf die harten Blätter niedergehen, steigert sich das Empfinden zu einem dumpfen, lauten Trommelgeräusch, das die Sinne verwirrt und binnen kurzem sehr belästigt; zuweilen vermag man nicht mehr seine eigene Stimme schreiend zu vernehmen. Auch sanftes Rieseln aus den Regenwolken ist jedesmal unangenehm geräuschvoll. Nicht an den fallenden Tropfen, sondern an der Verminderung des starken Rauschens erkennt man, ob der Regen ganz oder teilweise nachläßt. Aus der Höhe fällt er ja nie geradewegs auf die Erde, sondern klatscht ausnahmslos gegen das dichte Blätterdach auf, zu welchem sich die engverflochtenen Baumkronen miteinander verknäueln. Auf jedem Einzelblatte sammelt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sich die kleine Wassermenge, die als besonders großer, dicker Tropfen sich vom Blattrande ablöst und mit einem lauten, etwas dumpfen Knall unten aufschlägt. Anfänglich wirkt dieser Aufschlag noch matt; je mehr sich aber das Erdreich durchfeuchtet, um so heller wird der harte Knall. Zwar übertönt ihn in der ersten Zeit das starke Geräusch der auf den Blättern platzenden Regentropfen; ist jedoch der Regen vorüber, hämmert sich noch lange das anfänglich schnellere und später langsamere Abtropfen der Blätter empfindlich ins Ohr.

Auf dem Waldboden verläuft das reichliche Regenwasser durchwegs schnell und bloß an einzelnen Senkungen bleiben breite Pfützen noch gewisse Zeit stehen. Die Humusschicht zeigt im allgemeinen nur geringe Dicke und liegt einem Untergrunde aus undurchlässigem Laterit auf. Beim Niedergang eines Regens schwellen demnach die vielen Rinnsale und Bächlein in kürzester Frist erheblich an; sie entwässern sich sofort in einige größere Bäche und Flußläufe, die ihrerseits mehrere Stunden nach Schluß des Regens wieder auf ihren niedrigen Wasserstand zurücksinken.

Außer einer Dunstschicht schwer gesättigten Wasserdampfes, die mit erhöhter Verdichtung während der Nacht über den Baumkronen lagert und die vom Auge weniger deutlich aufgefangen wird, hängen sich häufig auch noch undurchsichtige, gräulichweiße Nebel in das Geäst. Zuweilen sind sie derart umfangreich breit, daß sie fast bis an den Erdboden herunterreichen und gleichzeitig einige Meter über die Wipfel hinausragen. Trifft sie die aufsteigende Morgensonne, verflüchtigen sie sich in wenigen Augenblicken.

Die Luft in den Tropen vermag deshalb ganz beträchtliche Wassermengen aufzunehmen, weil sie sich während der Mittagsstunden ansehnlich erwärmt. Kühlt sie sich nach Untergang der Sonne schnell wieder ab, bildet sich reichlich Tau. Ihn hört man zuweilen schon kurz nach Mitternacht, zumindest aber sehr reichlich unmittelbar vor Sonnenaufgang in schweren Tropfen unten auf dem Waldboden aufschlagen. So schnell folgt sich dieser Knall der vielen Tautropfen an manchem Morgen, daß man die üblichen Erscheinungen eines leichten Regens vermuten möchte. Hat die aufgehende Sonne ihre ersten über das gleichförmige Blättermeer ausgegossenen Strahlen nur mehrere Minuten lang wirken lassen, ist nahezu plötzlich auch das Abgleiten und laute Aufschlagen der Tautropfen zu Ende. Wieder ein Beweis dafür, welch einschneidende Änderungen mit schnellem Bildwechsel das helleuchtende Tagesgestirn bei seinem Erscheinen und Verschwinden veranlaßt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Im weiten, mehr oder weniger geschlossenen Raume, der vom Erdboden und von den hochgestellten, eng miteinander verflochtenen Baumkronen umgrenzt wird, staut sich der reichlich die Luft schwängernde Wasserdampf; denn kaum irgendwo steht ihm ein bequemer Abzug offen. Der Ituri-Urwald trieft von Feuchtigkeit im eigentlichen Wortsinne. Die Luft kann vermöge ihrer hohen Temperatur einen ganz erheblichen Gehalt an Wasserdampf aufnehmen, und dieser fällt demgemäß als reichlicher Niederschlag bei jedem tieferen Absinken der Lufttemperatur, hauptsächlich also des Nachts, wieder aus. Diese beträchtlichen Feuchtigkeitsmengen schlagen sich auf alles und jedes nieder, beschädigen empfindlich Gegenstände jedweder Art oder zerstören sie binnen kurzer Frist; sie bedingen auch die drückende Schwüle, unter der alle körperliche und geistige Spannkraft rasch erschlafft. Endlich muß man der oft bis zur vollen Sättigung gesteigerten Luftfeuchtigkeit die außerordentliche Reaktion aller Tropenbewohner auf geringe Temperaturschwankungen zuschreiben; die Eingeborenen im äquatorialen Bereich und alle dort angesiedelten Europäer sind, wie oben erwähnt wurde, stenotherme, d. i. engwärmige Wesen, wie es solche in der gemäßigten und kalten Zone nicht gibt.

Die Zahl, die ich für alle vom Mai bis November des Jahres 1934 beobachteten Gewitter nennen kann, ist nicht hoch, aber auch nicht niedrig. Sozusagen regelmäßig setzen sie ebenso plötzlich ein wie die täglichen kurzen Regen und ziehen mit diesen rasch wieder ab. In größeren Zeitabständen folgen sich die elektrischen Entladungen von hoher und zuweilen sehr hoher Leuchtkraft, die von krachenden, länger nachzitternden Donnerschlägen begleitet sind. Selten nur zündet ein Blitz. Der Donner aber verliert sich erst nach langanhaltendem Rollen in weiter Ferne. Darauf ist es wohl zurückzuführen, daß man öfters dumpfes, mattes Donnerrollen vernimmt, ohne auf sehr weite Sicht ein Blitzen wahrzunehmen. Befindet man sich mehr oder weniger genau unter der Gewitterwolke, die sich entlädt, folgt dem Blitz augenblicklich ein fürchterliches schlagartiges Krachen, an das sich nach der kaum zu schätzenden Pause eines Sekundenteilchens ein langgezogenes und dröhnendes Rollen anschließt.

Wer, wie ich es tun mußte, im geschlossenen Urwalde untergeht, hat keine unbehinderte Möglichkeit, den Wind genau zu beobachten. Trotzdem ließ sich feststellen, daß vor einem Regen meistens ein leichter Wind daherfegt, der das geschlossen verknäulte Geflecht der Baumkronen in sanfte Schwankungen versetzt. Vor einem Gewitter ist er stärker, und zwar wirkt er sich

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

derart aus, daß einige unregelmäßige Windstöße in Zeitabständen von wenigen Minuten auf gewisse Baumgruppen einfallen und eine jede gezwungen wird, sich schraubenförmig zu winden. Dergleichen nach Richtung und Wirkkraft unregelmäßige Stöße sind es, die manche Baumkrone knicken oder schwere, langgestreckte Äste abbrechen und vereinzelte Riesenstämme unter gewaltigem Dröhnen umlegen. Dauerwinde, die mit ungefähr der gleichen Stärke stundenlang oder auch kürzere Zeit anhalten, habe ich nie beobachtet. Wieder bewahrheitet sich, daß das Spiel der Naturgewalten im Ausdehnungsbereich des heißfeuchten Tropenwaldes in rascher Folge abläuft.

Im Raume des geschlossenen Urwaldes im Ituri-Bereich ist die Lichtstärke, wie bereits erwähnt wurde, auch beim Hochstand der Sonne niedrig; sie sinkt bei bedecktem Himmel zu einem stark gedämpften, matten Düster herunter. Um sie genau zu bestimmen, habe ich mich des von Lange konstruierten Photometers bedient, dessen wichtigster Bestandteil lichtelektrische Selenzellen sind, die durch Drahtleitung mit einer Strommessung in Verbindung stehen; der Zeiger gibt die beobachtete Lichtstärke in Lux-Einheiten an. Auf beliebigen Stellen im Urwald, ausreichend weit von der Lichtung entfernt, damit jeder Schlagschatten von den dicken Baumstämmen ausgeschaltet werde, habe ich mehrmals und zu verschiedenen Tageszeiten die lichtelektrischen Zellen ausgesetzt, nämlich am Erdboden, in 1 *m* und in 2 *m* Höhe, daß sie waagrecht das Licht von oben und genau senkrecht stehend aus der Richtung von der Sonne sowie aus der der Sonne entgegengesetzten Richtung das diffuse Licht erhielten. Ich irre mich wohl nicht bei der Annahme, daß diese meine genauen Bestimmungen der Lichtstärke im Urwald nach Lux-Einheiten die ersten ihrer Art sind;[1] sie sollen eine genaue Beurteilung der geringen Belichtung ermöglichen, die allen im Ituri-Urwalde heimischen Pygmäen zuteil wird.

Schließlich möchte ich einem Bedenken begegnen, das gegen die einwandfreie Aufstellung des Thermohygrographen berechtigterweise erhoben werden könnte. Wie schon eingangs erwähnt, habe ich ihn auf Holzstäben etwa 1 ½ *m* über dem Erdboden eng neben meiner eigenen Wohnhütte aufgestellt, daß er noch vom tief hinunterreichenden Blätterdache zuverlässig beschattet blieb. Diese Wohnhütte wurde nicht überdeckt von den

[1] Bei K. Sapper, Die Tropen (Stuttgart 1923), ist S. 72 zu lesen: „Messungen der Lichtstärke im Innern des Waldes sind meines Wissens bisher nicht systematisch vorgenommen worden, obgleich sie zweifellos sehr interessant wären."

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Baumkronen, sondern stand, wenige Meter von den Stämmen abgerückt, jedesmal auf der eigens geschlagenen Lichtung. Bei wolkenfreiem Himmel erreichte die Sonne gegen 10 Uhr oben in den Baumkronen den Rand der Lichtung, und sie konnte von dieser Stunde an ihre reichliche Strahlenfülle auf den Erdboden ausgießen. Langsam stieg sie in ihrer Bahn über diese Lichtung hinweg und verschwand schließlich gegen 16 Uhr hinter dem gegenüberliegenden Rande. Während jener Stunden trocknete der Erdboden schnell in seiner oberflächlichen Schicht, desgleichen jedwedes Ding, das eine direkte Bestrahlung erhielt. Jene Gegenstände indes, die zwar auch in dieser Lichtung lagen, jedoch nicht direkt bestrahlt wurden, blieben genau so feucht, als befänden sie sich nebenan im unberührten Dunkel des Waldes. Eine ähnliche Schlußfolgerung ergab auch das persönliche Empfinden. Stand ich innerhalb des gerodeten Platzes im eigentlichen Schlagschatten oder wurde ich sonstwie beschattet, so fühlte ich die gleiche drückende Schwüle, wie sie jedwede Stelle weiter drinnen unter den Bäumen verursacht. Nie wäre es mir in den Sinn gekommen, während der wenigen Stunden einer direkten Bestrahlung des gerodeten Platzes eine Erleichterung von der feuchtschwangeren Luft im Waldesinnern oder noch weiter drinnen vielleicht sogar eine Abkühlung zu suchen; denn die Wärmebedingungen im unberührten Walde waren genau gleich denen eines beschatteten Platzes auf der Lichtung selbst. Wenn auch vereinzelt für längere Minuten der Erdboden unter dem hochstehenden Thermohygrographen besonnt worden ist, wurden dadurch keinesfalls Bedingungen geschaffen, die von denen unter den unberührten Baumkronen verschieden gewesen wären. Gegenstände nämlich, die von den Sonnenstrahlen direkt getroffen wurden, trockneten desto weiter in ihre Eigentiefe hinein, je länger die Strahlen wirkten; unmittelbar daneben aber blieben Stellen, die nicht bestrahlt wurden, nach wie vor feucht. An einer breiten ausgespannten Decke beispielsweise konnte man den ganzen Hergang überraschend genau verfolgen: Mit dem Voranschreiten der Sonne trockneten die bestrahlten Flächen sehr schnell und unter dem nachfolgenden Schatten wurden sie in der gleich kurzen Frist wieder feucht wie vordem. Dinge, die auf dem gerodeten Platze immer im Schatten verblieben, verloren ebensowenig von ihrer Feuchtigkeit, wie andere weit drinnen unter den Bäumen.

Ein Aräometer zum Bestimmen des Tau-Niederschlages hat mir Prof. W. Schmidt in den belgischen Kongo nachgeschickt. Da anfänglich ein hinreichend tiefes Gefäß zur Aufnahme des

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beträchtlich hohen Schwimmers nicht zu erreichen war, konnte ich die Tauplatten erst in der Gegend von Avakubi zu Untersuchungen aussetzen. Daß dort der Urwald in seinem anderswo mehr geschlossenen Zusammenhange durch größere freie Flächen, teils Negerdörfer und teils Pflanzungen, unterbrochen wird, soll nicht verschwiegen werden. Immerhin, so glaube ich, dürften die mit dem Aräometer erzielten Ergebnisse den wirklichen Tatbestand des unberührten Urwaldes widerspiegeln, weil ich die Tauplatten ausnahmslos an verschiedenen Stellen im tiefen Waldesinnern ausgesetzt habe.

Zur Ergänzung füge ich noch folgende kleine Beobachtungen an. In Bafwabaka, am linken Ufer des Nepoko, auf freiem Platze und innerhalb der Waldzone, stieg am 10. März 1935 gegen 14 Uhr die Lufttemperatur auf 31½°. Um 18 Uhr setzte schwerer Gewitterregen ein, der 18 Uhr 35 beendet war. Dabei herrschte eine Temperatur von 21½°. Im Boden, der seit 12 Uhr beschattet geblieben war, maß ich in einer Tiefe von 5 *cm* noch 26½°; jedoch im Boden, der bis zu Beginn des Regens besonnt worden war, 27° Am folgenden Tage war der Himmel um 12 Uhr bedeckt (Dichte 1); in der Luft maß ich 24½°, im Boden 5 *cm* tief 22½°. Am nächsten Tage um 7 Uhr, beim Aufgang der Sonne, betrug die Lufttemperatur 22°, die des Bodens 5 *cm* tief aber 26½°; mittags gab es 27° in der Luft und im Erdboden nur 23°. Die zuletzt erwähnten Stellen im Erdboden, die gemessen worden sind, lagen offen da, ohne jedwede Beschattung.

Umweltbedingungen sehr befremdlicher Art sind es, unter welchen das Volk der Bambuti-Pygmäen im Düster des heißfeuchten Ituri-Waldes sein Dasein genießt. Die Vermutung zu der Wahrscheinlichkeit liegt nahe, daß in unberechenbar weit zurückliegender Zeit, da die Gene als Träger der körperlichen Eigenschaften sich in einer empfindlicheren Labilität befanden, die Zustände des Lebensraumes zur endgültigen Gestaltung der pygmäischen Rasseform mehr oder weniger beigetragen haben. Darüber herrscht kein Zweifel mehr, daß die Bambuti einzelne erbbedingte Körpermerkmale besitzen, die, einzig dastehend, sich in keiner anderen menschlichen Gegenwartsrasse wiederholen. Sie leben allerdings auch seit Jahrtausenden in Umweltbedingungen, die mit vollständiger Gleichheit aller Einzelheiten keiner anderen Menschheitsgruppe beschieden sind. Zu einem Verstehen wahrscheinlicher Beziehungen der meteorologischen Bedingungen des Ituri-Urwaldes zur Rasseform seiner zwerghaften Bewohner wollen die hier vorgelegten Beobachtungen beitragen.

Zweiter Teil.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen M. Gusindes.

Von **Friedrich Lauscher**, Wien.

Das Tropenklima erscheint jedem, der seine Wirkungen am eigenen Körper nicht verspürt oder der sich mit meteorologischen Beobachtungen nicht eingehend befaßt hat, als ein durchaus einfacher Vorgang gegenüber dem verwickelten Wechsel der Witterungslagen in gemäßigten Breiten. Dieser weitverbreiteten Meinung liegt ein wahrer Kern zugrunde; doch darf dabei nicht übersehen werden, daß gerade in den ausgedehnten Gebieten der tropischen Länder eine Vielheit von Klimaten sich ausgebildet hat, mithin sich hinter dem einfachen Wort „Tropenklima" ein buntes Allerlei von selbständigen und zumeist lagegebundenen Klimaten verbirgt.

Manche dieser einzelnen Klimate sind noch gar nicht oder nur teilweise erforscht. Allenfalls kann man auf Grund der durchgeführten Regenmessungen an mehr oder weniger entfernten Meßstellen die ungefähre Niederschlagsmenge abschätzen; aber ein vertiefter, den neuzeitlichen Anforderungen genügender Einblick in den Ablauf der meteorologischen Zustände und ihrer Ursachen blieb in vielen Gegenden mangels geeigneter Beobachtungen den Fachleuten bis heutigentags verschlossen. Wegen der uns noch fehlenden diesbezüglichen Erkenntnisse ist das Innere Afrikas auf weiten Flächen bis jetzt noch ein „dunkler Erdteil" geblieben. Vornehmlich gilt das Gesagte für jenes gewaltige Urwaldgebiet, das im Osten des inneren Kongobeckens gelegen ist; kein Lehrbuch der Klimakunde vermag über die Wetterbedingungen in jenem ausgedehnten Raume eine allgemein befriedigende Auskunft zu erteilen. Erst kürzlich, im Jahre 1938, hat Prof. Dr. Linke vom Universitätsinstitut für Meteorologie und Geophysik in Frankfurt a. M. eine Expedition junger deutscher Fachleute nach dem äquatorialen Afrika entsandt und ihr die Aufgabe gestellt, die dortigen Klimate und deren Einwirkungen auf Mensch, Tier und Pflanze zu bestimmen. Diese Forscher haben jedoch den oben bezeichneten Raum, nämlich das Ituri-Gebiet, nicht betreten, da ihr Reiseweg 300 bis 500 *km* weit östlich vom Oberlauf des Kongostromes vorbeiführte.[1] Demnach kommt der hier folgenden Abhandlung einschließlich der vorausgegangenen Beschreibungen ein umso höherer Wert zu, weil die ein-

[1] Vgl. den Reisebericht in Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. 55, 1939.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zelnen Wettererscheinungen an sich sowie in ihrem Zusammenwirken in jenem Urwaldraume, den der Ituri-Fluß entwässert, verhältnismäßig lange beobachtet worden sind und zum ersten Male ziemlich ausführlich dargestellt werden können.

1. Art und Umfang der Beobachtungen.

Die von Prof. M. Gusinde mit viel Sorgfalt und zäher Ausdauer im Urwalde des Ituri-Flußbereiches gesammelten Beobachtungen umfassen die folgenden Einzelwerte:

a) Registrierungen von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit: Diese Registrierungen sind aufgezeichnet worden von einem kleinen, nach besonderen Angaben von Prof. W. Schmidt (Wien) gebauten Thermohygrographen der Firma R. Fuess in Berlin-Steglitz, der sich vortrefflich bewährte. Sie liefen von Mitte Mai 1934 bis November 1934 mit einigen durch Ortswechsel bedingten Unterbrechungen. Lücken durch Versagen des Gerätes entstanden nur selten. Alle Aufschreibungen wurden nach Stundenwerten ausgewertet. Diese Tabellen erhielt ich aus dem Nachlasse von Prof. W. Schmidt zur Bearbeitung und habe sie sowohl statistisch zu den in der Klimatologie üblichen Mittelwertsbildungen als auch zum Studium einzelner Wettervorgänge benutzt. Auch eingehende Berechnungen des Dampfdrucks habe ich hinzugefügt, da der Wasserdampfgehalt der Luft gerade bei Betrachtung tropischer Wettervorgänge von größter Bedeutung ist.

Vergleichsmaterial aus dem gleichen Zeitraum beschaffte weiland Prof. W. Schmidt durch das Belgische Kolonialministerium in Brüssel, nämlich Registrierungen der gleichen Elemente von der Station des botanischen Gartens in *Eala.* Dieser Platz liegt 8 *km* von Coquilhatville entfernt am linken Ufer des Ruki-Flusses, der bei dem erwähnten Orte in den Kongo mündet. Eala besitzt eine Seehöhe von 370 *m* und liegt in 18° östlicher Länge genau am Äquator. Beobachtet wird in einem parkartigen, recht offenen Gelände. Die Umgebung ist eben und teilweise bewaldet.

Weiters standen zum Vergleiche Beobachtungen der Tageshöchst- und Tagestiefstwerte der Temperatur sowie Mittagswerte der Feuchte und des Dampfdrucks aus *Bambesa* zur Verfügung. Dieser Ort hat ungefähr folgende Lage: 2° N, 26° E, Seehöhe 450 *m.*

Von den Beobachtungsplätzen im Ituri-Urwald, von denen Gusindes Angaben herstammen (ungefähr 29° 15′ Ost und 1° 15′ Nord, 750 *m* Seehöhe), liegt Eala etwa 1250, Bambesa etwa 350 *km* entfernt, und zwar Eala fast genau westlich, Bambesa W 13° N. (vgl. die Kartenskizze).

b) Messungen der Niederschlagsmenge: Diese Beobachtungen wurden nach den einzelnen Regenfällen mit einem Regenmesser durchgeführt, verbunden mit genauen Aufzeichnungen über Zeit, Stärke und Stärkeverlauf der Regen. Durch diese ist die Möglichkeit gegeben, die Niederschlagsbeobachtungen fast so eingehend zu behandeln, als ob ein Regenschreiber in Betrieb gestanden hätte. Der Tagesgang des Niederschlags in den einzelnen Beobachtungsmonaten ließ sich angenähert ableiten.

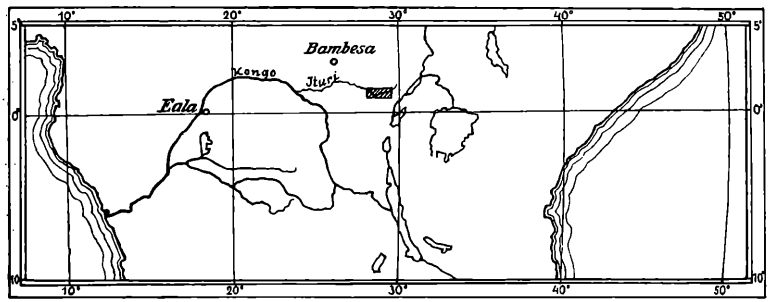

Fig. 1. Gusindes Beobachtungsgebiet.

Ein der Naturbeobachtung offener Sinn und Beharrlichkeit im einmal gesteckten Ziele nahmen hier Ergebnisse vorweg, die ansonsten der Anwendung apparativer Methoden vorbehalten sind.[1]

Die Ergebnisse täglicher Messungen der Niederschlagsmenge aus dem gleichen Zeitraum standen aus Bambesa zur Verfügung.

c) Beobachtungen über Wettervorgänge: Von dem Grunde der kleinen Lichtungen im Ituri-Urwald aus ließ sich der Himmel nur zum kleinsten Teil überblicken. Deshalb mußten Angaben wie „einzelne große Wolken" usw. genügen. Die Bedeckung des Himmels durch Wolken wurde durch Dichtegrade 0 oder 1 und 2 annähernd gekennzeichnet.

Donner und Gewitter wurden genau vermerkt; desgleichen Wind, der aber am Grunde der Urwaldlichtung immer nur stoßweise zu spüren war. Die Richtung war dementsprechend nur grob zu schätzen. Die Stärkeangabe erfolgte in der Beaufort-Skala.

[1] Ähnlich hatten im österreichischen meteorologischen Netze tägliche Schätzungen der Sonnenscheindauer in Bad Ischl, Görz und Mehrerau bei Bregenz die Darstellung der mittleren Sonnenscheinverhältnisse dieser Orte mindestens ebensogut ermöglicht wie die spätere Auswertung von Registrierungen mit Sonnenscheinschreibern.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Von Bambesa liegen leider nur Windrichtungsbeobachtungen vor, so daß schwer zu entscheiden ist, ob der in den Aufschreibungen hervortretende häufige Richtungswechsel rein örtlich begründet oder irgendwie von allgemeiner Bedeutung ist.

d) Einige Meßreihen der Helligkeit mit Langeschen Sperrschichtphotozellen aus Silberselen und einem einfachen Strommeßgerät Leider erlitten die Zellen Schaden, so daß nachher in freiem Gelände vorgenommene Vergleichsmessungen nicht mehr ganz verläßlich waren. Exakte Zahlenangaben ließen sich nicht mehr rekonstruieren.

e) Einige Meßreihen der nächtlichen Tauablagerung mit Tauplatten: Diese konnten erst von Mitte Dezember 1934 bis Mitte Januar 1935 vorgenommen werden, als sich M. Gusinde bereits außerhalb der geschlossenen Urwaldzone bei Avakubi aufhielt; doch wurden die Platten stets im tiefen Wald ausgesetzt. Regennächte fielen aus. Als Mittelwert für die übrigen Nächte errechnet sich ein Taubetrag von 2·26 *mm* als übereinstimmendes Meßergebnis beider Platten. Die Schwankungen von Nacht zu Nacht sind nur sehr gering, alle Einzelwerte je Nacht liegen zwischen 2·0 und 2·5 *mm*.

2. Die mittleren Zustände des Beobachtungszeitraums.

a) Temperatur und Feuchtigkeit.

Zur Mittelwertsbildung standen für Mai 1934 Beobachtungswerte von 21 bis 24 Tagen zur Verfügung, für Juni (einschließlich 1. bis 3. Juli!) von 26 bis 27 Tagen, für August von 27 bis 30 Tagen, für September von 27 bis 28 Tagen, für Oktober von 23 bis 25 Tagen und für November von 16 bis 18 Tagen.

Die Beobachtungen aus Eala für Juni bis Dezember sind lückenlos. Der durchschnittliche Tagesgang der Temperatur, der relativen Feuchtigkeit und des aus den Mittelwerten beider berechneten Dampfdrucks ist für alle einzelnen Beobachtungsmonate und im Gesamtmittel in *Tabelle 1* niedergelegt. Die Höchstwerte jedes Tagesverlaufes sind fett gedruckt, die Tiefstwerte mit einem Sternchen versehen. Die Mittelwerte für den Gesamtzeitraum sind eingeschlossen zwischen Zahlenreihen, die die höchsten und tiefsten Stundenwerte angeben, die während all der Monate je vorkamen. Die Feuchte ist abweichend von dem sonst üblichen Vorgang auf eine Dezimale genau angegeben, um den Verlauf während der stets außerordentlich feuchten Nacht-

stunden besser wiedergeben zu können. Keineswegs soll damit eine übertriebene Genauigkeit vorgetäuscht werden.

Teil *A*, *a* bis *c*, enthält die Zahlen für den Ituri-Urwald, Teil *B*, *a* bis *c*, die Zahlen für Eala.

Bei der relativen Feuchtigkeit sind die Tiefstwerte des Tagesgangs fett gedruckt, die Höchstwerte jedoch nicht weiter gekennzeichnet. Ähnliche sinngemäße Abänderungen der Kennzeichnung sind z. B. bei den Tiefstwerten der Temperatur vorgenommen. Beim Dampfdruck sind auch relative Maxima und Minima bezeichnet. Für Eala sind nur die Monats- und Gesamtmittel der Feuchte in Zehntelprozenten angegeben.

Der Tagesgang der Temperatur in den *Ituri-Urwaldlichtungen* ist ein recht ausgeglichener; die tägliche Amplitude betrug aber immerhin durchschnittlich 8°. Auffallend gering war sie im regenreichen August, nämlich nur 5·9°. Die Tageshöchstwerte fielen auf Mittag selbst (im Oktober und November) oder auf die erste Nachmittagsstunde. Die Tagestiefstwerte der Temperatur stellten sich durchschnittlich nicht etwa zur Zeit des Sonnenaufganges ein, sondern schon ein bis zwei Stunden vorher. Im Mittel des gesamten Beobachtungszeitraums war die tiefste Temperatur des Tages 18°, die höchste 26°. Das Tagesmittel von 21·1° trat zur Zeit 8¼ Uhr zum erstenmal, zur Zeit 18½ zum zweitenmal ein. Während etwas über 10 Stunden lag die Temperatur also über dem Tagesmittel, während etwas weniger als 14 Stunden unter dem Mittel.

Die höchste, jemals registrierte Temperatur war 32·0° und die tiefste 14·5°, die Gesamtschwankung also nur 17·5°. Daß die Temperatur nachts über 20° bleibt, ist ein seltenes Vorkommnis. Ebenso selten aber bleibt die Temperatur in den Nachmittagsstunden unter 25°.

Bei Betrachtung der Zahlenangaben über Feuchtigkeit fällt vor allem die Tatsache auf, daß zur Nachtzeit das Auftreten von Nebelluft fast unausbleiblich die Regel ist. Aber auch tagsüber kann zu jeder Stunde Nebel auftreten. Fehlt ausnahmsweise der nächtliche Nebel, so ist der Feuchtigkeitsgrad der Luft doch sehr hoch, mindestens 90%. Tagsüber jedoch kann der Feuchtegehalt gelegentlich stark absinken; einmal fiel er bis auf 33%.

Im Mittel aber ist er auch mittags noch sehr hoch, durchschnittlich 70%, wobei der Tiefstwert später auftritt wie das Tagesmaximum der Temperatur. Soweit man sich auf die Zehntelangaben stützen kann, ist das Maximum der Feuchte auf die Stunden 2 bis 3 Uhr anzusetzen, also noch früher als das Tagesminimum der Temperatur und jedenfalls weit vor Sonnenaufgang.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta-

Tagesgang der Lufttemperatur (*a*), der relativen Feuchtigkeit (*b*) und des in einzelnen Monaten des Jahres 1934 sowie im Gesamt-

Tagesstunden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A. Urwald (750 *m*)									
a) Temperatur 1934: Mai	19·5	19·3	19·1	18·9	18·8*	18·8*	19·6	21·2	23·6
Juni	18·6	18·3	18·1	17·9	17·8*	18·0	19·0	20·6	22·2
August	18·6	18·4	18·2*	18·2*	18·2*	18·4	19·3	20·0	21·2
September	17·9	17·7	17·5	17·4*	17·4*	17·6	18·9	20·4	22·8
Oktober	17·4	17·4	17·2	17·1*	17·2	17·7	19·0	20·1	22·0
November	19·0	18·8	18·7*	18·7*	18·9	19·4	20·4	21·5	23·9
Höchstwerte	21·4	21·2	21·0	20·9	20·6*	21·3	22·5	25·1	27·2
Gesamtdurchschnitt	18·5	18·3	18·1	18·0*	18·0*	18·3	19·3	20·6	22·4
Tiefstwerte	16·0	15·6	15·0	14·9	**14·5**	**14·5**	15·0	17·6	18·0
b) Feuchtigkeit 1934: Mai	99·6	99·5	99·3	99·3	99·4	99·6	98·8	92·5	83·8
Juni	98·2	98·9	98·8	98·3	98·3	98·4	96·9	91·9	85·6
August	99·8	99·8	99·8	99·8	98·8	98·0	95·7	93·0	90·3
September	99·6	99·6	99·6	99·6	99·6	99·6	97·1	92·8	85·7
Oktober	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	96·6	93·0	86·4
November	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	97·1	93·0	86·8
Höchstwerte	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Gesamtdurchschnitt	99·5	99·6*	99·6*	99·5	99·4	99·3	97·0	92·7	86·4
Tiefstwerte	90	90	90	90	90	90	83	75	67
c) Dampfdruck 1934: Mai	16·9	16·8	16·6	16·2	16·2	16·1*	16·9	17·7	**18·5**
Juni	15·9	15·6	15·5	15·1*	15·1*	15·2	15·9	16·8	17·3
August	16·0	15·9	15·7	15·6	15·5*	15·5*	15·9	16·2	17·1
September	15·2	15·1	14·9*	14·9*	14·9*	15·0	15·8	16·6	17·8
Oktober	15·0	14·9	14·8	14·7*	14·8	15·2	15·9	16·4	17·1
November	16·4	16·2	16·1*	16·1*	16·2	16·7	17·4	17·9	19·0
Höchstwerte	19·0	18·7	18·5	18·4	18·2*	18·8	19·1	20·3	21·8
Gesamtdurchschnitt	15·9	15·7	15·6	15·4*	15·4*	15·6	16·3	16·9	17·8
Tiefstwerte	13·3	13·3	12·7	12·6	12·4	12·4	12·7	13·9	13·0
B. Eala (370 *m*)									
a) Temperatur 1934: Juni	22·6	22·3	22·2	22·1	21·9	21·8*	22·3	23·3	23·9
Juli	22·1	21·9	21·7	21·6	21·5*	21·5*	22·1	22·9	24·3
August	22·6	22·4	22·2	22·1	21·9	21·7*	21·9	22·8	24·2
September	22·2	22·1	22·0	22·0	21·8	21·7*	22·1	23·1	24·9
Oktober	22·1	22·0	21·9*	21·9*	21·9*	21·9*	22·5	23·8	25·1
November	22·2	22·0	22·1	21·8	21·6*	21·6*	22·2	23·0	24·2
Dezember	22·4	22·3	22·1	22·0	21·9	21·8*	22·3	23·5	24·8
Höchstwerte	24·6	24·5	24·5	24·3	23·7*	23·7*	24·2	26·8	28·4
Gesamtdurchschnitt	22·3	22·2	22·1	22·0	21·8	21·7*	22·2	23·2	24·5
Tiefstwerte	19·8	19·6	19·0	19·5	19·3	19·0	19·0	19·6	19·5

belle 1

Dampfdrucks in *mm* Hg (*c*) im Ituri-Urwald (Teil *A*) und in Eala (Teil *B*) durchschnitt des Zeitraums mit vorliegenden Registrierungen.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Mittel
24·9	26·3	27·7	**27·9**	27·5	26·2	25·0	22·8	21·8	21·0	20·4	20·0	19·6	19·3	19·0	22·0
23·3	24·7	25·5	**25·8**	25·3	24·6	23·7	22·6	21·7	20·8	20·3	19·8	19·5	19·0	18·8	21·1
22·1	23·2	23·9	**24·1**	23·9	23·3	22·8	22·0	21·9	20·1	19·7	19·2	19·0	18·8	18·7	20·5
24·1	25·3	26·4	**26·7**	26·1	25·1	23·7	22·5	21·4	20·4	19·8	18·9	18·9	18·4	18·2	20·9
23·2	24·4	**25·4**	24·5	23·3	22·8	21·9	21·0	19·8	19·2	18·8	18·4	18·1	17·9	17·7	20·1
25·9	26·9	**27·0**	26·4	25·3	25·1	23·8	23·0	22·3	21·7	21·3	21·1	20·8	20·6	20·4	22·1
29·0	30·0	31·8	**32·0**	31·8	31·0	29·6	27·0	25·7	24·0	23·1	22·5	22·3	22·1	21·4	—
23·9	25·1	**26·0**	25·9	25·2	24·5	23·5	22·3	21·5	20·5	20·0	19·5	19·3	19·0	18·8	21·1
18·5	18·3	18·5	18·9	19·0	19·1	19·4*	18·2	18·3	18·0	17·2	16·5	16·7	16·3	16·2	—
76·8	69·2	**64·8**	65·0	65·0	65·0	76·6	88·1	91·8	95·5	97·7	98·5	99·0	99·0	99·4	88·4
80·7	76·6	72·5	**69·1**	70·8	72·6	80·9	87·2	91·6	93·6	95·4	96·6	97·0	97·5	97·6	89·5
88·4	84·5	82·7	**81·3**	82·9	86·6	90·5	93·1	95·7	97·8	98·5	99·4	99·4	99·9	99·9	93·9
79·8	73·9	71·1	66·6	**66·0**	69·4	74·0	83·7	89·1	92·4	95·3	97·6	98·6	99·5	99·7	89·0
81·0	76·4	72·6	**70·7**	73·4	79·8	86·5	91·9	95·2	97·4	98·1	99·1	100·0	100·0	100·0	91·5
79·2	72·9	69·3	**68·7**	74·7	82·5	93·9	95·6	98·6	99·6	99·8	100·0	100·0	100·0	100·0	92·2
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—
81·0	75·6	72·2	**70·2**	72·1	76·0	83·7	89·9	93·7	96·0	97·5	98·5	99·0	99·5	99·4	90·7
56	46	46	41	**33**	35	41	45	57	71	81	83	86	87	88	—
18·1	18·0	18·1	18·2	18·0	16·8*	18·3	**18·4**	18·0	17·8	17·6	17·3	16·9	16·6	16·4	17·3
17·4	**18·0**	17·8	17·3	17·1	16·9*	17·9	**18·1**	17·9	17·2	17·1	16·8	16·4	16·1	15·9	16·7
17·5	18·0	18·3	18·3	18·4	18·5	**18·9**	18·4*	**18·7**	17·2	17·0	16·5	16·3	16·2	16·1	17·0
17·9	17·9	**18·2**	17·5	16·8	16·7	16·3*	17·0	**17·1**	16·4	16·4	16·1	16·0	15·8	15·5	16·3
17·2	17·5	**17·6**	16·3	15·8*	16·5	17·0	**17·1**	16·5	16·2	16·0	15·7	15·5	15·4	15·2	16·0
19·8	20·3	19·7	17·8*	18·1	19·8	**20·7**	20·0	19·9	19·3	19·0	18·8	18·4	18·2	17·9	18·3
22·2	21·5	22·4	21·8	22·4	21·6	**22·5**	21·5	21·6	20·9	20·6	20·2	19·4	18·8	18·6	22·5
18·0	**18·3**	**18·3**	17·5	17·3*	17·5	**18·1**	**18·1**	18·0	17·3	17·1	16·8	16·5	16·3	16·1	16·9
12·6	12·6	14·4*	12·0	10·8	**10·7**	12·2	11·4	13·4	13·5	13·9	13·5	13·5	13·5	13·8	10·7
26·1	26·6	28·2	28·8	**29·3**	28·9	28·3	27·4	26·1	24·9	24·2	23·8	23·5	23·0	22·7	24·8
26·1	26·6	27·6	28·2	28·6	**28·8**	28·1	27·3	25·9	24·7	23·8	23·2	22·9	22·6	22·3	24·5
25·2	26·8	27·0	27·6	27·8	**28·1**	27·7	27·0	25·6	24·7	24·1	23·5	23·3	23·0	22·8	24·4
26·1	27·2	28·2	28·3	**28·7**	28·0	27·7	26·5	25·1	24·1	23·6	23·0	22·4	22·4	22·2	24·4
26·5	27·7	**28·6**	28·5	28·3	27·6	26·9	26·2	24·9	23·7	23·2	22·9	22·6	22·4	22·2	24·4
25·1	26·4	27·5	28·1	28·2	**28·4**	27·6	26·3	24·8	23·6	23·2	22·8	22·7	22·1	22·3	24·2
25·9	27·1	27·9	28·6	**28·7**	**28·7**	28·1	26·9	25·3	24·3	23·8	23·5	23·2	22·9	22·6	24·6
29·7	30·5	31·6	32·3	32·6	**33·5**	32·9	31·5	30·3	28·9	27·3	25·8	25·5	24·7	24·6	—
25·9	26·8	27·9	**28·5**	**28·5**	28·4	27·8	26·8	25·5	24·3	23·7	23·3	23·0	22·7	22·5	24·5
20·0	20·6	20·8	21·2	21·3	21·3	21·5	21·6*	21·2	20·0	20·5	19·7	19·0	**18·6**	18·8	—

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tagesstunden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b) Feuchtigkeit 1934: Juni	94	95	95	95	96	96	96	96	94
Juli	95	95	96	96	96	96	96	94	90
August	95	95	95	95	95	96	96	94	92
September	95	95	96	96	96	96	96	96	93
Oktober	94	95	95	95	95	95	95	95	94
November	95	95	96	96	96	96	96	95	93
Dezember	93	93	94	94	94	94	94	93	92
Höchstwerte	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Gesamtdurchschnitt	94·5	94·7	95·3	95·3	95·5	95·6*	95·6*	94·7	92·6
Tiefstwerte	90	90	90	91	91	91	82	79	75
c) Dampfdruck 1934: Juni	19·2	19·0	19·0	18·9	18·8	18·6*	19·1	20·4	20·6
Juli	18·8	18·5	18·5	18·5	18·4*	18·4*	19·0	19·6	20·7
August	19·4	19·1	19·0	18·9	18·5*	18·6	18·8	19·5	20·8
September	19·0	18·9	18·9	18·9	18·6*	18·6*	19·0	20·2	21·8
Oktober	18·9	18·7	18·6	18·5*	18·5*	18·5*	19·2	20·9	22·3
November	19·0	18·7	19·0	18·6	18·5*	18·5*	19·1	19·9	20·9
Dezember	18·9	18·7	18·7	18·5	18·4	18·3*	18·9	20·1	21·5
Gesamtdurchschnitt	19·1	18·8	18·8	18·7	18·6	18·5*	19·0	19·9	21·3

Der Durchschnittswert der Feuchte ist 90·7%. Von 8¼ Uhr bis 17¼ Uhr, also während 9 Stunden des Tages, ist die Feuchte geringer als dieser Tagesmittelwert, während 15 Stunden höher.

Der Dampfdruck, also der Wasserdampfgehalt der Luft, ist sehr groß: Zwar ist die Temperatur entsprechend der Höhenlage nicht besonders hoch, doch bedingt der hohe Feuchtegehalt eine große Dampfspannung, im Mittel 16·9 *mm* Hg. Der durchschnittliche Tagesgang weist das übliche Doppelmaximum auf: Von dem Tiefststand um 4 bis 5 Uhr früh, der auch wieder vor Sonnenaufgang fällt, steigert sich der Dampfgehalt durch Verdunstung bis zu einem Maximum um 11 bis 12 Uhr, worauf durch Austausch nach obenhin eine Senkung des Wasserdampfgehalts der bodennahen Schichte eintritt. Schon um 16 bis 17 Uhr stellt sich jedoch wieder ein zweiter, fast ebenso großer Höchstwert des Dampfdrucks ein wie um 11 bis 12 Uhr, hernach aber tritt ein langanhaltendes Ausfallen von Wasser im Nachtnebel auf.

In den einzelnen Monaten zeigte sich dieser durchschnittliche Typus nicht ungestört. So sind die beiden Maxima im Mai weit auseinanderliegend gefunden worden (9 Uhr und 17 Uhr), im August, der den höchsten Luftfeuchtigkeitsgrad brachte, ist so gut wie nur ein Tagesmaximum vorhanden.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Mittel
85	81	78	77	**76**	77	80	85	90	91	93	93	94	94	89·2
84	81	79	**78**	**78**	79	83	86	90	91	93	94	94	95	89·4
84	81	79	**78**	**78**	79	82	87	91	92	93	93	94	94	89·5
84	80	74	**76**	78	79	84	88	92	93	94	94	95	95	90·0
90	84	83	**82**	**82**	**82**	85	88	90	92	93	94	94	94	90·8
85	79	78	**77**	**77**	79	85	89	92	93	94	94	95	95	90·0
85	79	77	**76**	**76**	79	83	87	90	91	92	93	93	93	88·5
96	97	96	95	96	96	96	96	97	96	97	97	97	99	—
85·3	80·7	78·7	**77·7**	77·9	79·2	83·2	87·2	90·7	91·9	93·2	93·6	94·2	94·3	89·6
72	65	64	63	**61**	62	66	69	71	78	86	86	89	88	—
22·1*	23·1	23·0	**23·5**	22·5	22·1	21·9	21·7	21·1	20·5	20·5	20·0	19·7	19·4	20·8
22·0*	22·2	22·5	22·9	**23·0**	22·4	22·5	21·5	21·0	20·0	19·8	19·6	19·1	19·0	20·5
22·1	21·5*	22·0	21·8	**22·1**	22·0	21·9	21·3	21·1	20·7	20·1	19·9	19·7	19·5	20·5
22·5*	**22·8**	22·2	22·4	22·0	22·0	21·8	21·0	20·6	20·2	19·8	19·0	19·1	18·9	20·5
25·0	24·5	24·2	23·5	22·5	21·6	21·5	20·8	19·8	19·5	19·4	19·2	19·0	18·8	20·7
21·9	21·6*	**22·2**	**22·2**	21·5	21·9	21·9	20·8	20·1	19·8	19·4	19·3	18·8	19·1	20·4
22·8	22·1*	**22·6**	22·3	22·4	22·4	21·9	20·8	20·4	20·0	20·0	19·8	19·3	19·0	20·6
22·7	22·5*	**22·7**	**22·7**	22·3	22·1	21·9	21·2	20·6	20·1	19·9	19·6	19·3	19·1	20·6

Insgesamt schwankte der Dampfdruck innerhalb der Grenzen 10·7 und 22·5 *mm* Hg. Ein Teil dieser Schwankung ist vielleicht nicht reell, sondern auf Registrierfehler zurückzuführen.

Fig. 2 veranschaulicht den Tagesgang der drei Elemente und ihren witterungsmäßig bedingten Schwankungsbereich.

Im freien Gelände von *Eala* ist die Amplitude der Tagesschwankung der Temperatur nicht etwa größer als in den Ituri-Urwaldlichtungen, sondern im Gegenteil kleiner, nämlich im Mittel 6·7° gegen 8·0°. Auch in Eala war der Tagesverlauf im August am ausgeglichensten. Die Tageshöchstwerte fielen auf 13 bis 14 Uhr im Mittel, auf 12 Uhr im Oktober und auf 15 Uhr im Juli, August und November. Der Tagestiefstwert des Gesamtmittels fällt auch auf 6 Uhr. Bei einzelnen Monatsmitteln wurde dieser Tiefstwert durchschnittlich auch schon ein bis drei Stunden vorher erreicht.

Das durchschnittliche Minimum in Eala war mit 21·7° um 3·7° höher als an den um rund 400 *m* höher gelegenen Beobachtungsplätzen im Ituri-Urwald, das Tagesmittel mit 24·5° um 3·4° und das Maximum mit 28·5° um 2·5°.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über dem Mittel lag die Temperatur in Eala durchschnittlich von 9 Uhr bis knapp vor 19 Uhr, also ebenso wie im Ituri-Urwald während etwa 10 Stunden.

Die höchste in Eala jemals registrierte Temperatur des Beobachtungszeitraums war mit 33·5° nur um 1·5° höher als das entsprechende Maximum der Ituri-Urwaldregistrierungen, während das Minimum des Gesamtraums in Eala mit 18·6° einen Wert erreichte, der den entsprechenden Wert für den Ituri-Urwald um 4·1° übertraf.

In jeder Hinsicht ist also das Verhalten an der niedriger gelegenen Station, trotz ihrer freien Lage, träger: Es gab auch Nächte mit Temperaturen von 23 bis 25°, während in den Nachmittagsstunden die Temperatur nie unter 21° blieb.

Das Feuchtemittel für Eala ist mit 89·6% nur wenig geringer als das des Ituri-Urwaldes (90·7%). Wesentlich anders geartet, nämlich viel abgestumpfter, ist jedoch der Tagesverlauf der Feuchte an dem niedrigeren Orte: Höchstwert 96% in den Stunden 3 bis 7 Uhr früh, Tiefstwert 78% um 14 bis 15 Uhr, Tagesschwankung also 18% gegen 29% in den Ituri-Urwaldlichtungen. Der geringste in Eala registrierte Feuchtewert war 61% (Urwald 33%). Nachts war auch in Eala eine Feuchtigkeit von 90% das mindeste.

Der Tagesgang des Dampfdrucks war in Eala in den einzelnen Monaten unregelmäßiger als im Ituri-Urwald, im Mittel aber einfacher: Das sekundäre Minimum tritt so gut wie gar nicht hervor. Vom Tagesminimum 18·5 *mm* zur Zeit des Sonnenaufgangs steigt der Wasserdampfgehalt der Luft rasch an bis zum Maximum von 22·7 *mm*, das um 11 Uhr erreicht ist und bis etwa 14 Uhr ziemlich auf gleicher Höhe bleibt. Während der übrigen langen Zeit, also während 16 Stunden, tritt langsame Verminderung des Dampfdrucks ein, bis sich die rasche Dampfdruckanreicherung von 6 bis 11 Uhr des nächsten Tages wiederholt.

Das Tagesminimum in Eala ist höher als das durchschnittliche Tagesmaximum im rund 400 *m* höher und rund 1250 *km* ostwärts gelegenen Ituri-Urwald (18·5 gegen 18·3 *mm*), die Tagesmittel sind um 3·7 *mm* verschieden (20·6 gegen 16·9 *mm*).

Ein wesentlich anderes Bild ergibt ein Vergleich der Ituri-Urwaldregistrierungen mit den Beobachtungen in *Bambesa*, die in *Tabelle 2* auszugsweise wiedergegeben sind. Der Mittelwert des dort, ebenso wie Temperatur und Feuchte, nur einmal im Tag (12 Uhr) bestimmten Dampfdrucks ist in Bambesa in 450 *m* Höhe 17·4 *mm*, im Ituri-Urwald um 12 Uhr 18·3 *mm*, um 14 Uhr, zur Zeit des sekundären Minimums, 17·3 *mm*. Bambesa hat jeden-

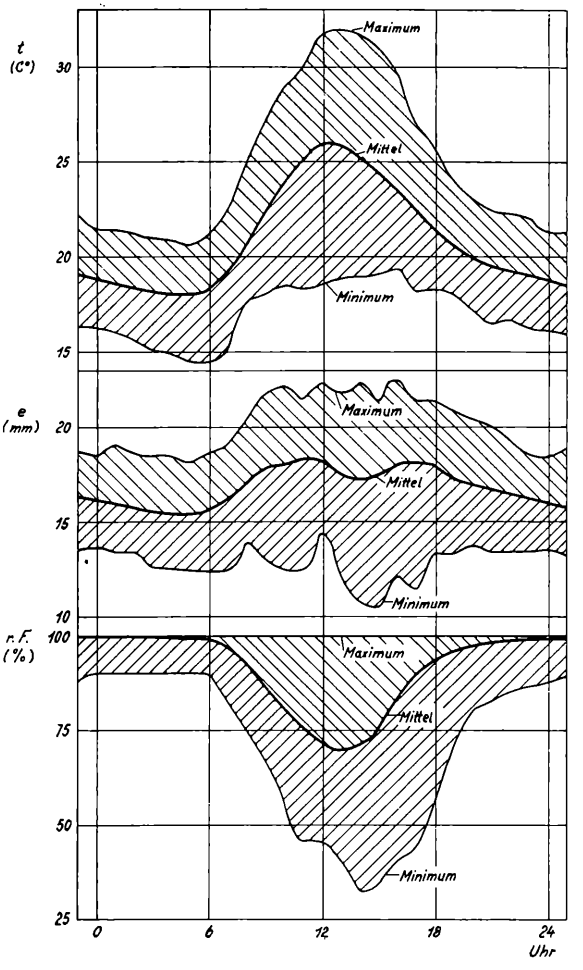

Fig. 2. Tagesgang der Temperatur (t), des Dampfdruckes (e) und der relativen Feuchte ($r.F.$) im Ituri-Urwald (Mittelwerte sowie Extremwerte jeder Stunde).

falls viel geringeren Dampfdruck als Eala. Genauere Aussagen hierüber sind in Ermangelung ganztägiger Registrierungen aus Bambesa nicht zu machen. Den 12-Uhr-Wert von Eala (22·5 *mm*) mit dem von Bambesa (17·4 *mm*) unmittelbar zu vergleichen, ist zu gewagt, da vielleicht noch in den späteren Vormittagstunden in Bambesa der Dampfdruck vor Einsetzen vertikalen Austausches

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

merklich höher sein kann und dann besser dieser Spitzenwert mit dem Mittagswert von Eala verglichen werden sollte.

Die größere Lebendigkeit thermischer Vorgänge in Bambesa gegenüber Eala geht aus den Extremtemperatur-Beobachtungen ebenso hervor wie aus der Schwankungsbreite der relativen Feuchtigkeit: Die höchste Temperatur (absolutes Maximum) des Beobachtungszeitraums war in Bambesa 35°, im tiefer gelegenen Eala 33·5°, im Ituri-Urwald 32°; die tiefste Temperatur (absolutes Minimum) in Eala 18·6°, in Bambesa und im Ituri-Urwald 14·5°. Die Mittagstemperatur von Bambesa fügt sich mit 26·9° schön ein zwischen die Werte 27·9° von Eala und 26·0° in den Ituri-Urwaldlichtungen. Doch ist es wieder fraglich, ob die drei Zahlen unmittelbar miteinander verglichen werden dürfen, besonders da die Ituri-Urwaldlichtungen gerade zur Mittagszeit gut bestrahlt wurden und zu dieser Stunde auch die Höchsttemperatur aufwiesen.

Das in *Tabelle 2* auf Grund von Extremthermometerablesungen errechnete mittlere Maximum („aperiodisch") wird im gleichförmigen Tropenklima nicht viel höher sein als ein aus Registrierungen abgeleiteter mittlerer Tageshöchstwert der Temperatur („periodisch"). Entgegengesetzt Gleiches gilt vom mittleren Minimum. Die mittlere Tagesschwankung in Bambesa (28·8—17·4° = 11·4°) ist dann als wesentlich größer anzusehen als in Eala (28·5—21·7 = 6·8°) und in den Ituri-Urwaldlichtungen (26·0—18·0 = 8·0°).

Der Mittelwert der Luftfeuchte um 12 Uhr war in Bambesa nur 66%, zur gleichen Stunde in Eala im Mittel 81% (Tiefstwert 65%!), im Urwald 72%. Insgesamt melden die Beobachtungen in Bambesa um12 Uhr Feuchtewerte zwischen den Grenzen 33% bis 100%. Demgemäß groß ist auch das Intervall zwischen den kleinsten und größten Dampfdruckwerten (10·2 bis 21·6 *mm*, im Ituri-Urwald 10·7 bis 22·5 *mm* Hg.).

b) Niederschlag.

Wie schon einleitend bemerkt, wurde der Versuch gemacht, die Notizen über den Regenverlauf zu einer Aufteilung der gemessenen Mengen auf Stundenwerte auszunutzen. Auch bei ostalpinen Stationen war mir dieser Vorgang einmal behilflich. Natürlich mußte häufig schematisiert werden, woraus sich die vielfach stundenweise gleichlautenden Zahlen der *Tabelle 3* erklären. Doch bekommt man wenigstens im gewohnten Schema einen Begriff von der Verteilung der Regenfälle auf die einzelnen Tagesstunden.

Tabelle 2.

Übersicht über die Beobachtungsergebnisse von Bambesa (450 *m*).

1934	Temperatur (°C)					Feuchtigkeit (%)		
	Maximum			Minimum		12 Uhr		
	Abs.	Mittl.	12 Uhr	Mittl.	Abs.	Max.	Mittel	Min.
Juni	32·5	28·4	26·3	17·3	16·0	92	69·4	55
Juli	32·0	28·1	26·1	17·4	16·0	96	68·3	54
August ...	33·0	27·6	26·0	17·3	15·0	*100*	69·0	52
September.	**35·0**	29·6	27·5	17·4	16·0	95	64·0	47
Oktober ..	33·5	29·3	27·6	17·2	14·5*	91	66·0	53
November	33·0	29·1	27·4	17·5	16·0	89	62·2	38
Dezember .	33·0	29·7	27·3	17·4	15·0	87	60·6	33*
Mittel	33·1	28·8	26·9	17·4	15·6	93	65·6	47

1934	Dampfdruck (*mm*)			Niederschlag (*mm*)						
	12 Uhr			Monatsmenge	größte Tagesmenge	Tage mit				
	Max.	Mittel	Min.			≧0·1	≧1·0	≧5·0	≧10·0	≧20·0
Juni	**21·6**	17·8	15·0	166·1	26·7	18	14	10	7	3
Juli	18·9	17·4	16·0	225·4	80·0	14	12	7	5	2
August ...	19·1	17·4	15·8	189·0	44·2	15	12	8	7	3
September.	20·0	17·5	15·0	(264·5)	?	(17)	?	?	?	?
Oktober ..	20·2	18·2	16·3	171·9	55·8	**21**	13	9	6	3
November .	19·9	17·0	12·5	66·4	18·6	12	9	6	3	0
Dezember .	20·6	16·5	10·2*	58·9	11·2	8	8	6	2	0
Mittel	20·0	17·4	14·4	163·2	39·4	15·0	11·3	7·7	5·0	1·8

Im Kopf der *Tabelle 3* sind die Beobachtungsabschnitte angegeben (11. Mai bis 18. November 1934 mit Lücken). Die Unterbrechungen der Aufzeichnungen wegen Ortswechsels sind überdies durch Querstriche über die ganze Tabellenbreite hervorgehoben. Um Platz zu sparen, sind nur die Tage mit Niederschlag aufgenommen. Die größten Stundenwerte und die größten Tagessummen (gezählt von 0 bis 24 Uhr) jedes Monats sind fett gedruckt. Stunden mit Regentropfen oder unmeßbarer geringer Menge sind, soweit beobachtet, durch die Mengenangabe 0·0 *mm* bezeichnet. Niederschlag aus Tau und Nebel ließ sich mit den im Urwald zur Anwendung gebrachten Methoden natürlich ebenso-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta-

Stündlicher Niederschlag in Millimetern, abgeschätzt nach Regen-
(11. Mai bis 4. Juni, 8. Juni bis 3. Juli, 1. bis 31. August,

1934	—1	—2	—3	—4	—5	—6	—7	—8	—9	—10	—11
Mai 11. ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12....	0·7	0·6	0·6	0·6	0·6	—	—	—	0·3	0·8	0·8
16....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18....	—	—	—	—	—	1·9	3·4	3·4	1·7	—	—
19....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20....	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	—	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
21....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22....	0·2	0·4	0·3	0·3	0·3	0·1	—	—	—	—	—
25....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·1
26....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juni 3....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7·5	9·0
9....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·8	2·1
15....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juli 1....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
August 1....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3....	2·9	17·4	17·4	5·9	—	—	—	—	—	—	—
5....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6....	5·0	5·0	5·0	—	—	—	—	—	—	—	—
7....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11....	—	7·4	7·3	7·3	3·7	—	—	—	—	—	—
13....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15....	—	—	2·7	2·6	2·6	2·6	2·6	2·6	—	—	—
19....	—	—	—	—	—	4·5	4·5	4·5	4·5	4·5	4·5
20....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22....	—	—	0·7	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	—	—	—
24....	—	—	4·5	4·5	4·5	0·2	—	—	—	—	—
26....	—	—	—	—	0·8	1·5	1·5	1·4	1·4	1·4	0·7

belle 3
messungen und Notizen Gusindes im Ituri-Urwald 1934
3. September bis 11. Oktober und 18. Oktober bis 18. November).

—12	—13	—14	—15	—16	—17	—18	—19	—20	—21	—22	—23	—24	Summe
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·7	0·7	1·4
0·8	0·8	0·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6·7
—	—	—	—	—	—	0·6	—	—	—	—	—	—	0·6
—	1·9	2·8	1·0	0·0	—	—	—	—	—	—	—	—	5·7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10·4
—	—	—	—	0·7	1·1	1·1	1·1	0·3	—	0·0	0·0	0·0	4·3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	**14·0**	10·2	—	—	—	—	—	—	—	**24·2**
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·6
1·1	1·1	1·1	1·0	1·0	0·2	—	—	—	—	—	—	—	6·6
—	—	—	—	—	—	—	—	1·8	0·6	—	—	—	2·4
—	0·6	2·0	2·0	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	4·8
—	4·0	2·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6·6
—	—	—	1·1	2·1	0·4	—	—	—	—	—	—	—	3·6
9·0	2·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28·4
—	—	—	—	4·6	—	—	—	—	—	—	—	—	4·6
—	—	**19·4**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19·4
1·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0	—	—	0·0
0·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	2·4	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7·0	7·8	—	14·8
0·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16·8	16·7	**33·5**
—	2·6	2·6	2·6	2·6	2·6	2·6	2·6	0·2	—	—	—	—	18·4
—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	5·2	5·2	—	0·0	—	—	—	10·4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43·6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·8	4·8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15·0
—	—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	0·0	—	—	1·0	1·0	0·9	0·9	—	—	3·8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25·7
—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15·7
4·5	4·5	4·5	4·5	2·6	—	—	—	—	—	—	—	—	**47·6**
—	—	—	—	2·1	2·1	2·1	2·1	2·1	0·2	—	—	—	10·7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3·8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13·7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·2	2·2	13·1

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

1934	—1	—2	—3	—4	—5	—6	—7	—8	—9	—10	—11
August 27....	2·1	2·1	2·1	2·1	2·1	0·9	**7·8**	3·7	—	—	—
28....	—	—	—	—	—	—	—	2·6	2·4	—	—
29....	—	—	2·6	2·8	0·3	—	—	—	—	—	—
30....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
September 5....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13....	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0	—	—
15....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17....	—	—	—	—	—	0·0	—	—	1·6	4·7	4·7
20....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**29·0**
21....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oktober 1....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·2
21....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22....	—	—	—	—	0·9	1·3	0·9	—	—	—	—
23....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0	—
26....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6·7	6·7
28....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30....	—	—	—	0·7	0·9	0·9	0·2	—	—	—	0·7
November 2....	—	—	—	13·7	**17·1**	—	—	—	—	—	—
3....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6....	—	—	—	10·4	15·5	2·5	—	—	—	—	—
7....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9·0	10·7
10....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3·4	0·4

—12	—13	—14	—15	—16	—17	—18	—19	—20	—21	—22	—23	—24	Summe
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22·9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·0
—	—	2·1	0·3	—	—	12·6	—	—	—	—	—	—	20·7
—	—	—	6·0	2·2	—	—	—	—	—	—	—	—	8·2
—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	0·0	—	—	0·0	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·9	—	0·9
—	—	—	0·0	—	0·0	—	0·0	0·0	—	3·9	—	—	3·9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	2·0	1·7	—	—	—	—	—	—	—	—	3·7
1·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12·5
10·6	—	—	—	—	—	—	—	—	2·7	1·0	—	—	43·3
—	2·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·2
—	—	—	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·7
—	—	—	—	11·4	22·8	3·7	—	—	—	—	—	—	37·9
—	—	—	—	—	—	9·8	9·6	9·6	9·6	9·6	—	—	**48·2**
—	—	—	—	0·0	0·0	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	—	—	0·0	3·1	3·1	3·1	0·9	10·2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	3·0	4·5	4·5	0·7	—	—	—	—	—	12·7
—	—	—	—	—	0·0	—	—	—	—	—	—	—	0·0
—	—	—	—	—	—	2·2	2·2	2·2	2·2	0·6	—	—	9·4
—	—	—	—	—	4·7	—	—	—	—	—	—	—	4·7
—	—	2·9	2·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·8
0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·4
—	2·4	2·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·7
—	—	—	—	—	2·5	1·3	—	—	—	—	—	—	7·9
—	—	—	—	—	2·7	2·1	—	—	—	—	—	—	4·8
—	—	0·8	0·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·3
—	—	0·5	2·9	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—	3·8
6·6	6·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26·6
—	—	—	6·9	2·7	—	—	—	—	—	—	—	—	9·6
—	4·3	**8·5**	**8·5**	7·0	—	—	—	—	—	—	—	—	**28·3**
0·8	—	—	—	—	—	—	—	0·4	—	—	—	—	4·6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**30·8**
—	—	—	—	—	8·8	8·7	8·7	1·5	—	—	—	—	27·7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28·4
—	—	—	—	5·0	7·5	4·9	—	0·0	—	—	—	—	17·4
7·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26·7
—	—	3·7	1·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·2
—	—	3·2	1·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·3
—	—	—	—	1·9	2·0	—	—	—	—	—	—	—	3·9
—	—	—	11·0	0·3	—	—	—	—	—	—	—	—	11·3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3·8

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta-

Tagesgang des Niederschlags (A = Menge in Millimetern, B = Stunden
Monaten, abgeschätzt nach Regenmessungen

1934		—1	—2	—3	—4	—5	—6	—7	—8	—9	—10	—11
Mai	A...	0·9	1·0	0·9	0·9	0·9	2·0	3·4	3·4	2·0	0·8	1·9
(21 Tage)	B...	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2
	C...	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	1
Juni[1]	A...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9·3	11·1
(30 Tage)	B...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
	C...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
August	A...	10·0	31·9	**42·3**	25·8	14·6	10·3	17·0	15·5	8·3	5·9	5·2
(31 Tage)	B...	3	4	*8*	7	7	6	5	6	3	2	2
	C...	3	4	7	6	4	3	4	5	3	2	1
September	A...	—	—	—	—	0·0	0·0	—	—	1·6	4·7	**33·7**
(28 Tage)	B...	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
	C...	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Oktober	A...	—	—	—	0·7	1·8	2·2	1·1	—	—	6·7	9·6
(25 Tage)	B...	—	—	—	1	2	2	2	—	—	1	3
	C...	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2
November	A...	—	—	—	24·1	**32·6**	2·5	—	—	—	12·4	11·1
(18 Tage)	B...	—	—	—	2	2	1	—	—	—	2	2
	C...	—	—	—	2	2	1	—	—	—	2	1
Summe	A...	10·9*	32·9	43·2	51·5	49·9	17·0	21·5	18·9	11·9	39·8	**72·6**
(153 Tage)	B...	5*	6	10	12	13	11	8	7	6	9	13
	C...	3*	4	7	8	6	6	5	6	5	8	9
Dichte (A : B)...		2·18	5·48	4·32	4·29	3·83	1·54	2·69	2·70	1·98	4·42	5·58

[1] einschließlich 1. bis 3. Juli

wenig erfassen wie anderseits die größte Regendichte bei Platzregen.

Daß überdies die Zahl der Beobachtungstage (153) die Zahl aller möglichen Regenvorkommnisse nicht im entferntesten ausschöpft, zeigt die Unausgeglichenheit der Gesamtmittelwerte in *Tabelle 4:* Der einzelne starke Vormittagsregen des 20. September täuscht ein Maximum des täglichen Ganges der Niederschlagsmenge zur Stunde 10 bis 11 Uhr vor, während in Wahrheit das Nachmittagsmaximum (wie im Mai, Juni und Oktober) überwiegen wird. Als starke Konkurrenz tritt ein Maximum in den letzten Nachtstunden auf, wenigstens im August und November 1934. Dieser eigenartige, noch näher zu untersuchende Tagesverlauf ist insbesondere am 3. August und am 2. und 6. November ausgeprägt hervorgetreten.

belle 4
mit ≧0·1 *mm* und *C* = Stunden mit ≧1·0 *mm*) in den einzelnen
und Notizen Gusindes im Ituri-Urwald 1934.

—12	—13	—14	—15	—16	—17	—18	—19	—20	—21	—22	—23	—24	Summe
1·9	4·4	6·0	4·0	**15·9**	11·5	1·7	1·1	2·1	0·6	0·0*	0·7	0·7	68·7
2	*4*	*4*	3	*4*	3	2	1	2	1	0*	1	1	47
1	2	3	3	2	2	1	1	1	—	—	—	—	21
10·0	9·5	**27·0**	3·9	9·3	3·0	2·6	2·6	0·2	—	7·0	23·8	16·7	136·0
2	3	*4*	3	3	2	1	1	1	—	1	2	1	28
2	3	*4*	2	3	1	1	1	—	—	1	2	1	25
4·5	4·5	6·6	10·8	6·9	2·1	19·9	8·3	3·1	1·1	0·9*	2·2	7·0	264·7
1	1	2	3	3	1	3	3	2	2	1*	1	2	78
1	1	2	2	3	1	3	3	2	0*	0*	1	2	63
12·1	2·2	—	2·7	13·1	22·8	13·5	9·6	9·6	12.3	14·5	0·9	—	153·3
2	1	—	2	2	1	2	1	1	2	*3*	1	—	22
2	1	—	1	2	1	2	1	1	2	*3*	—	—	20
7·6	13·3	15·0	**21·7**	13·1	14·4	10·1	2·9	2·6	5·3	3·7	3·1	0·9	135·8
3	3	*5*	*5*	4	4	4	2	2	2	2	1	1	49
1	3	3	4	3	4	4	1	1	2	1	1	—	32
7·0	—	6·9	13·6	7·2	18·3	13·6	8·7	1·5	—	—	—	—	159·5
1	—	2	*3*	*3*	*3*	2	1	1	—	—	—	—	25
1	—	2	*3*	*2*	*3*	2	1	1	—	—	—	—	23
43·1	33·9	61·5	56·7	65·5	72·1	61·4	33·2	19·1	19·3	26·1	30·7	25·3	918·0
11	12	17	*19*	*19*	14	14	9	9	7	7	6	5*	249
8	10	14	*15*	*15*	12	13	8	6	4	5	4	3*	184
3·92	2·82	3·61	2·98	3·44	5·15	4·38	3·69	2·12	2·76	3·72	5·12	5·60	3·58

Wenn auch demnach die Beobachtungen nicht im entferntesten hinreichen, sogenannte klimatische Normalwerte für das Urwaldgebiet abzuleiten, so macht ihre Zusammenstellung doch auf vielerlei Wettervorkommnisse aufmerksam, die bei Ausgeglichenheit der Mittel gar nicht auffallen würden. Es ist nicht immer gut, ein unabsehbares Material zur Verfügung zu haben; der Einblick in die Teile, die das Ganze ergeben, bleibt so besser erhalten. Wohl aber bleibt zu beachten, daß bei geringem Material die Vergleichbarkeit von Ort zu Ort nicht gesichert ist. Zudem soll das Jahr 1934 abnormal trocken gewesen sein.

Viel regelmäßiger als der Tagesgang der Regenmenge ist der der Regenhäufigkeit. Sowohl die gesamte Anzahl der Stunden mit mindestens 0·1 *mm* wie die der Stunden mit mindestens 1 *mm* zeigen ein Maximum von 14 Uhr bis 16 Uhr und ein Minimum

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

von 23 Uhr bis 1 Uhr. Daneben ist besonders bei der erstgenannten Auszählart ein sekundäres Maximum in den spätesten Nachtstunden unverkennbar, zu dem der regenreichste Monat August den Hauptanteil liefert. Auch eine Berechnung der durchschnittlichen Regendichte (Menge je Stunde mit Niederschlagsvorkommnis) ist in *Tabelle 4*, letzte Zeile, gegeben.

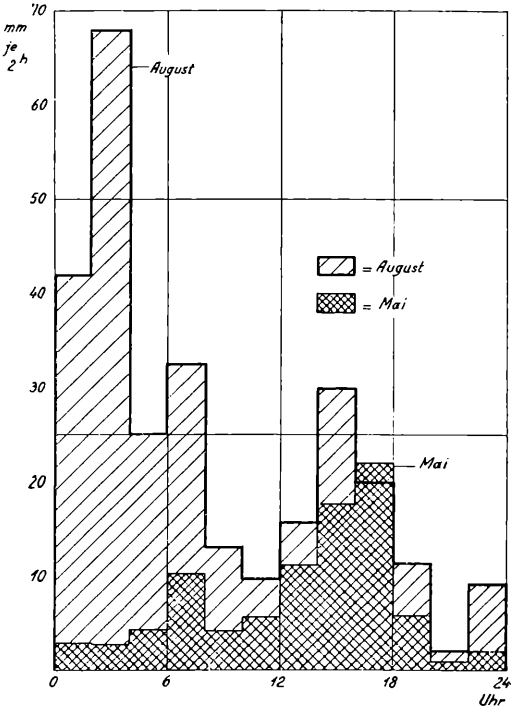

Fig. 3. Tagesgang des Niederschlags im Ituri-Urwald im regenärmsten und regenreichsten Beobachtungsmonat 1934 (Mai = stark schraffiert, August = einfach schraffiert).

Fig. 3 zeigt den zweistündig (0 bis 2, 2 bis 4 usw.) gemittelten Tagesverlauf der Niederschlagsmenge im trockensten Monat (Mai) einerseits, im nassesten Monat (August) anderseits. Dabei ist im Mai auf die volle Anzahl der Monatstage (31) umgerechnet. (Auf das Nebenmaximum im Mai von 6 bis 8 Uhr früh sei nur kurz hingewiesen.)

Die Umrechnung auf volle Monate ist unerläßlich, wenn Vergleiche zwischen den einzelnen Monaten und insbesondere auch mit anderen Orten gemacht werden sollen, wozu etwa die

gleichzeitigen Beobachtungen aus Bambesa in *Tabelle 2* bereitstehen. Diese Umrechnung ist allerdings auch reichlich unsicher, besonders im Mai und November, weshalb die betreffenden Werte in *Tabelle 5* in Klammern gesetzt sind. Doch sind die Unsicher-

Tabelle 5

Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in den Lichtungen des Ituri-Urwaldes 1934, auf volle Monate umgerechnet.

Monate	Menge in *mm*		Tage mit *mm*				
	Monatsmenge	Größte Tagesmenge	≥ 0·1	≥ 1·0	≥ 5·0	≥ 10·0	≥ 20·0
Mai	(101·2)	(24·2)	(16)	(15)	(7)	(3)	(1)
Juni	132·0	33·5	10	10	6	5	2
August	**264·7**	47·6	16	16	*13*	*11*	5
September	164·2	**48·2**	10	8	4	4	3
Oktober	169·6	28·3	*19*	*19*	10	5	2
November	(*265·4*)	(30·8)	(17)	(17)	(12)	(10)	(7)
Mittel	182·8	35·4	14·7	14·2	8·7	6·3	3·3

Monate	Stunden mit						Größte Stundenmenge	Regendichte	
	≥ 0·0	≥ 0·1	≥ 1·0	≥ 2·0	≥ 5·0	≥ 10·0		je Regentag	je Regenstunde ≥ 0·1
Mai	(*90*)	(70)	(31)	(7)	(3)	(3)	14·0	6·3	1·45
Juni	32	27	24	15	8	3	19·4	13·2	4·89
August	84	*78*	*63*	*56*	13	3	17·4	16·5	3·40
September	34	24	21	17	10	4	**29·0**	16·4	6·84
Oktober	66	61	40	37	9	0	8·5	8·9	2·78
November	(43)	(42)	(38)	(30)	(*22*)	(*10*)	17·1	15·6	6·32
Mittel	58	50	36	27	11	4	17·5	12·4	3·66

heiten nicht so groß, als daß man nicht aus der rechten Hälfte der *Tabelle 2* und der linken Hälfte der *Tabelle 5* einen erstaunlich geringen Zusammenhang zwischen den Niederschlägen an den Ituri-Urwaldplätzen und dem 350 *km* entfernten Bambesa erschließen könnte. Welch geringer Gleichlauf der monatlichen Niederschlagsmengen, der größten Tagesmengen, der Häufigkeit der Tage je Monat mit bestimmten Grenzwerten der Tagesmenge!

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nur die für einen Durchschnittsmonat errechneten Mittelwerte des gesamten Zeitraums ergeben vergleichbare Resultate, wobei die Durchschnittsmenge je Monat im Urwald mit 183 *mm* größer ist als in Bambesa (163 *mm*), die stärksten Tagesmengen aber in Bambesa überwiegen. Dort fiel einmal eine Tagesmenge von 80 *mm*, im Ituri-Urwald maximal 48·2 *mm* (am 5. September innerhalb 5 Stunden).

Jeder zweite Tag bringt meßbaren Niederschlag, im Ituri-Urwald fast immer auch mehr als 1 *mm*, in einem Fünftel aller Fälle mehr als 20 *mm*.

Die Zahl der Stunden mit Niederschlagsvorkommnissen war durchschnittlich 50 im Monat, sofern man nur die Stunden mit meßbarer Menge in Betracht zieht. Es ist dies an sich keine hohe Zahl (3 bis 4 Stunden je Regentag). 72% aller Regenstunden bringen aber mehr als 1 *mm*, 54% mehr als 2 *mm* und noch fast ein Viertel aller Regenstunden mehr als 5 *mm*, fast 10% aller Stunden mehr als 10 *mm*.

Die Angabe der Stunden mit nicht meßbarer Menge ist unsicher, da ihre Gewinnung besonders aufmerksame Beobachtungen erfordert, die alle 24 Stunden hindurch von einem noch so eifrigen Beobachter natürlich nicht ausgeführt werden können. Deshalb sind die angegebenen 58 Stunden je Monat nur ein unterer Grenzwert für die Gesamtzahl der Stunden mit Niederschlag.

Tabelle 6, Teil *a*, gibt noch eine Aufstellung über die „Dauer der Regen", besser gesagt, die Zahl aufeinanderfolgender Stunden mit meßbaren Niederschlagsmengen. Es ist absichtlich zunächst diese Form der Auszählung gewählt worden, da so am ehesten Vergleichsmaterial aus anderen Klimagebieten erlangbar sein wird.

Regen in zwei aufeinanderfolgenden Stunden ist am häufigsten, aber auch Regen in nur einer oder in 3 bis 4 Stunden ist recht häufig. Einmal gab es in 8, einmal in 10 und einmal in 11 aufeinanderfolgenden Stunden meßbaren Niederschlag.

Tabelle 6, Teil *b*, aber gibt die Häufigkeitsverteilung der tatsächlichen Regendauer wieder für die auch dem Teil *a* zugrunde gelegten Regenfälle (insgesamt 76), in denen eine meßbare Menge fiel. Die wahre Häufigkeit kürzerer Regen kommt hier besser zur Geltung: Die Regenfälle bis zu 1 Stunde Dauer sind genau doppelt so häufig, wie nach der Auszählung nach festen Stunden. Eine noch genauere Aufteilung ergibt jedoch, daß Regen von weniger als ½ Stunde Dauer selten eine meßbare Menge brachten; 0 bis 15 Minuten 0 Fälle, 16 bis 30 Minuten 2 Fälle, 31 bis 45 Minuten und 46 bis 60 Minuten je 9 Fälle, 1 bis 1 ½ Stunden

Tabelle 6
Dauer der Regen im Ituri-Urwald.

a) Zahl der aufeinanderfolgenden Stunden mit einer meßbaren Niederschlagsmenge.

Dauer (Stunden)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Summe
Zahl der Fälle[1]	10	27	10	15	3	5	3	1	0	1	1	76 (78)
je Monat durchschnittlich .	2·2	6·1	2·2	3·4	0·7	1·1	0·7	0·2	0·0	0·2	0·2	17·0 (17·5)

b) Häufigkeitsverteilung der tatsächlichen Regendauer.

Dauer (Stunden)	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10-11	Summe
Zahl der Fälle*	20	22	8	13	6	2	2	1	1	—	1	76 (78)
je Monat durchschnittlich	4·5	4·9	1·9	2·9	1·3	0·5	0·5	0·2	0·2	0·0	0·2	17·0 (17·5)

[1] Hiezu 2 Fälle unbekannter Dauer.

14 Fälle, 1½ bis 2 Stunden 8 Fälle. (In zwei Fällen ist die Regendauer nicht vermerkt. Diese beiden Male war sie wohl sehr kurz.)

Im Durchschnitt gab es rund 17·5 Regenfälle je Monat bei einer mittleren Anzahl von 14·9 Regentagen, d. h. mit nur 17% Ausnahmen brachte jeder Regentag nur einmal einen kürzeren oder längeren Regenfall. Tage wie der 29. August 1934 mit 5·7 *mm* von 2 Uhr 15 bis 4 Uhr 10, dann 2·4 *mm* von 13 Uhr 20 bis 14 Uhr 10 und 12·6 *mm* von 17 bis 17 Uhr 40 sind eine seltene Erscheinung. Drei Regenfälle binnen einem Tag konnten sonst nur noch am 30. Oktober 1934 vermerkt werden.

c) Beobachtungen von Wettervorgängen.

α) Bedeckung des Himmels mit Wolken; Niederschlag und Bewölkung: Schätzungen erfolgten zu den Terminen 8, 12, 16 und 20 Uhr nach den Merkmalen: Sonnenschein, Sterne sichtbar, einzelne Wolken, leichte, mittelstarke und schwere Bewölkung. Hieraus habe ich die in *Tabelle 7* angegebenen, nur angenähert

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

als richtig anzusehenden Mittelwerte der Bewölkung in Zehnteln der Himmelsfläche und der trüben und heiteren Tage nach der klimatologischen Definition abgeleitet.[1]

Die Mittelwerte der Bewölkung sind vermutlich zu gering, die Zahl der heiteren Tage zu groß, die der trüben Tage zu klein, da die Nachtnebelhäufigkeit zwischen 20 Uhr und 8 Uhr früh

Tabelle 7

Mittlere Bewölkung und Zahl der heiteren (*h*), wolkigen (*w*) und trüben (*t*) Tage nach Beobachtungen in Lichtungen des Ituri-Urwaldes.

1934	8 Uhr	12 Uhr	16 Uhr	20 Uhr	Mittel	alle Tage			Tage mit Regen		
						h	*w*	*t*	*h*	*w*	*t*
Mai	4·6	5·4	*6·4*	4·4*	(5·2)	9	9	7	0	8	4
Juni	3·8*	5·3	*7·0*	5·7	(5·5)	8	16	6	1	8	6
August	7·3	6·6	*7·4*	4·7*	(*6·5*)	5	17	9	3	11	6
September	5·2*	5·4	*7·3*	5·2*	(5·8)	5	19	4	0	8	4
Oktober.	6·8	4·0*	*7·6*	5·2	(5·9)	1	19	5	0	14	5
November	5·6	4·2	*6·9*	3·3*	(5·0)*	4	13	1	0	9	1
Mittel	5·6	5·1	*7·1*	4·8*	(5·6)	32	93	32	4	58	26
									Tage ohne Regen		
									28	35	6

nicht in Betracht gezogen werden konnte. Um 20 Uhr waren allerdings die Nebel offenbar so dünn, daß die Sterne durch sie nicht ganz abgedeckt wurden (vgl. Erster Teil).

Der wolkenreichste Monat war der August. Nach den Nachtregen war der Himmel auch am Vormittag häufig stark bewölkt. Im übrigen sind die Wolken am Nachmittag am reichlichsten vorhanden. Die Tage mit wechselnder Bewölkung überwiegen, nur im Mai waren heitere Tage ebenso häufig.

Daß Tage mit kurzen Regen, im ganzen genommen, heiter waren, kam nur viermal vor, hingegen blieb an 26 Tagen mit Regen der Himmel trüb und nur 6 trübe Tage verliefen ohne Regenfall. Die wechselnd bewölkten Tage bringen in 6 von 10 Fällen Regen, in einer bemerkenswert großen Zahl solcher Tage kommt es jedoch zu keinem meßbaren Niederschlag.

β) *Gewittererscheinungen:* In den *Tabellen 8 und 9* sind die Beobachtungen über Gewitter und deren Begleiterscheinungen aufgeführt. Da die Zahl der Beobachtungstage in jedem Kalender-

[1] „Wolkige Tage" sollen ein Bewölkungsmittel von 2·0 bis 8·0 haben!

Tabelle 8
Gewittererscheinungen.

Monate	Mai	Juni	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Summe	Durchschnitt für 30 Tage
Tage mit Gewitter und Regen ..	2	1	2	1	4	1	11	2·0
Tage mit Donner und gleichzeitigem Regen.....	0	2	0	0	0	2	4	0·8
Tage mit Donner und Regen am gleichen Tage	0	0	5	2	0	0	7	1·4
Tage mit Donner, aber ohne Regen ..	2	2	1	1	0	2	8	1·6
Tage mit Wetterleuchten	0	0	0	1	0	0	1	0·2
Alle Tage mit Gewittererscheinungen	4	5	8	5	4	5	31	6·0
Durchschnittliche Regenmenge bei einem Gewitter....	13·3	33·5	31·7	2·2	5·6	26·7	Mittel = 15·8	Max. = 43·6
Durchschnittliche Dauer eines Gewitters.....	0^{50}	1^{20}	3^{10}	0^{40}	1^{15}	2^{30}	Mittel = 1^{40}	Max. = 3^{50}
Durchschnittliche Regenintensität pro Stunde	22·1	25·1	11·3	3·3	6·6	10·7	Mittel = 9·2	Max. = 25·1

Tabelle 9
Wahrscheinlichkeit eines Gewittereinsatzes während bestimmter Tagesstunden (Prozente).

Stunden	0—2	2—4	4—6	6—8	8—10	10—12
Wahrscheinlichkeit	0·6	0·0	0·0	0·0	0·7	1·3
Stunden	**12—14**	**14—16**	**16—18**	**18—20**	**20—22**	**22—24**
Wahrscheinlichkeit	2·6	6·5	4·5	1·3	0·7	1·3

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

monat ungleich groß war, seien vor allem die Durchschnittswerte für einen Monat (genauer: errechnet für 30 Tage) betrachtet. Nur an 6 Tagen eines solchen Zeitraums gab es Gewittererscheinungen, hievon nur an 2 Tagen Donner und Blitz, also Entfaltung der Gewitter im sichtbaren Himmelsausschnitt. Fast ebenso häufig gab es Donner, ohne daß am Beobachtungsort am gleichen Tage Regen gefallen wäre. Donner ohne gleichzeitigen Regen war überhaupt häufiger als Donner und Blitz.

Die durchschnittliche Regenmenge bei einem Gewitter war 15·8 *mm* (Maximum 43·6 *mm*), die durchschnittliche Menge je Stunde 9·2 *mm* (Maximum 25·1 *mm*). In der Regenmenge und Ergiebigkeit nehmen die Gewitterregen gegenüber sonstigen starken Regen keine Sonderstellung ein.

Die mittlere Dauer eines Gewitters betrug 1¾ Stunden (Maximum fast 4 Stunden).

Gemäß *Tabelle 9* wurden nur während der Stunden 2 bis 8 Uhr Gewittereinsätze nie beobachtet. Am häufigsten sind sie zwischen 14 und 16 Uhr. Ein kleines Nebenmaximum vor Mitternacht ist durch Vorkommnisse im August bedingt, welcher Monat überhaupt mehr Gewittererscheinungen brachte als irgendein anderer.

γ) *Windbeobachtungen:* Wie bereits einleitend bemerkt, kommt den Windbestimmungen am Grunde der Urwaldlichtungen natürlich nur beschränkter Wert zu. Windstille oder leiser Luftzug, der nicht weiter notiert wurde, waren vorherrschend. An 126 von 154 Beobachtungstagen ist über Wind nichts vermerkt. Immerhin sind die Notizen über die beobachteten Vorkommnisse interessant genug, um in den *Tabellen 10 bis 12* wiedergegeben zu werden.

Windböen aus Osten überwogen. Im August, der schon durch seine Nachtregen sich von anderen Monaten unterschied, kamen die Windstöße aus Westen oder Norden. Alle Notizen erfolgten während der Tagesstunden, vor allem während 14 bis 16 Uhr. Als Windstärke wurde am häufigsten Grad 3 beobachtet, häufig auch 4 oder 5, einmal 6.

Als Dauer des Windes ist einmal etwa 1 Stunde, viermal etwa ½ Stunde, ansonsten stets sehr kurze Dauer angegeben.

Mit Regenfällen standen die Windböen achtmal in Zusammenhang, hievon einmal mit gleichzeitigem Gewitter. Fünfmal war gleichzeitig ein Gewitter (Donner) ohne Regen und 15mal ist kein Zusammenhang mit einem Regenfall oder Gewitter am Beobachtungsplatz erkennbar.

δ) *Helligkeitsmessungen:* Die Beleuchtung einer nach oben gerichteten Fläche in 2 *m* Höhe über dem Boden im Ituri-Urwalde

Tabelle 10.

Häufigkeit des Vorkommens kurzer Zeiten mit Windstößen aus bestimmten Richtungen.

Monate	Mai	Juni	August	Sept.	Okt.	Nov.	Summe
E	7	3	1	5	5	—	21
SE	—	—	—	1	1	—	2
W	—	—	2	—	—	1	3
N	—	—	2	—	—	—	2
Zahl der Beobachtungstage	21	(31)[1]	31	28	25	18	154

[1] einschließlich 1. bis 3. Juli

Tabelle 11.

Häufigkeit von Windvorkommnissen zu bestimmten Tageszeiten.

Stunden	8—10	10—12	12—14	14—16	16—18
Häufigkeit	1	2	7	13	4

Tabelle 12.

Häufigkeit von Windstärken bestimmter Beaufort-Stärke bei den einzelnen Windrichtungen.

Windrichtung	E	SE	W	N	Summe
Beaufort-Grad					
2	4	0	0	0	4
3	9	0	2	0	11
4	3	1	1	1	6
5	4	1	0	1	6
6	1	0	0	0	1

war an einem mittelstark bewölkten Tage um 8 Uhr früh rund 2·5% der Helligkeit an einem trüben Tage in freiem Gelände (Wabudu-Dorf des Negerhäuptlings Ngelengele) zur gleichen Tagesstunde. Nimmt man an, daß die Beleuchtungsstärke an dem Tag der erwähnten Urwaldmessung im Freien ungefähr doppelt so groß gewesen sei als an dem Tag der genannten Messung im Wabudu-Dorf, so kann man mit allen Vorbehalten vermuten, daß die Helligkeit in 2 *m* Höhe im Urwald etwa 1% der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Außenhelligkeit beträgt. Mehr als eine Größenordnungsangabe ist jedoch dadurch nicht gewonnen. Wird diese durch spätere Untersuchungen bestätigt werden, so würde damit erwiesen sein, daß die Lichtschwächung des tropischen Urwaldes noch größer ist als in den dichtesten undurchforsteten Fichten-Bergwäldern der Alpen, deren Durchlässigkeit rund 1·5 bis 2% beträgt. Zum Vergleich sei noch angeführt, daß unsere sonstigen heimischen Wälder die Außenhelligkeit auf folgende Prozentwerte herabsetzen: Eschen, unbelaubt 80%, belaubt 24%, 70jährige Buchen, unbelaubt 65%, belaubt 5%, 60jährige Fichten je nach Durchforstung 6 bis 43%, 110jährige Tannen 6 bis 20%.[1]

Unterhalb 2 *m* Höhe nimmt die Helligkeit unter dem Einfluß der bodennahen Vegetation noch erheblich ab, je näher man dem Grunde des Waldes kommt: Um 8 Uhr war die Helligkeit bei bedecktem Himmel in 1 *m* Höhe etwa 85% derjenigen in 2 *m* Höhe, knapp über dem Boden etwa 13% hievon. Demnach wäre die Helligkeit am Grunde des Urwaldes rund ein Tausendstel der Außenhelligkeit. Zu Mittag ist, bei gleichen Bedeckungsverhältnissen, der Helligkeitsabfall unter 2 *m* Höhe etwas geringer: In 1 *m* Höhe sind etwa 93%, knapp am Boden etwa 16% der Helligkeit in 2 *m* Höhe vorhanden.

Das Licht ist unter den genannten Bedingungen schon fast völlig diffus. Die Beleuchtung einer vertikalen, gegen die Sonne gerichteten Fläche ist sowohl um 8 Uhr als auch um 12 Uhr nur um 12% größer wie die einer horizontal nach oben gerichteten Fläche. Die Beleuchtung einer entgegengesetzt („nach Norden" in unserem Sprachgebrauch) gestellten vertikalen Fläche ist um 8 Uhr rund 72% und um 12 Uhr rund 79% der einer horizontalen Fläche.

An lichteren Stellen des Waldes ist das Oberlicht 5- bis 10mal so groß als im normalen Urwaldbereich, wobei dort auch dicht über dem Boden der fast diffuse Zustand des Lichtes bei weitem noch nicht erreicht ist. In offenen Lichtungen wird zur Mittagszeit die Lichtstärke bis zu 75% der Helligkeit ober dem Walde betragen.

3. Zusammenhang der Wettererscheinungen in Bambesa und im Ituri-Wald.

Von den Meßplätzen im Ituri-Urwald lag Bambesa 350 *km* entfernt. Es war verlockend, einmal nachzusehen, ob an zwei

[1] Alle Vergleichszahlen nach F. Lauscher und W. Schwabl: Untersuchungen der Helligkeit im Wald und am Waldrand; Bioklimatische Beiblätter zur Meteorol. Zeitschrift 1934, S. 60ff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Plätzen dieser Entfernung ein Gleichlauf von Wetterereignissen sich noch nachweisen lasse.

Dazu erschienen vor allem einmal die Tage mit oder ohne Niederschlag geeignet. Es wurden jedoch nur die Monate Juni, August und Oktober, aus welchen vollständige Beobachtungen vorlagen, zur Untersuchung herangezogen.

Tabelle 13

Zusammenhänge zwischen der Zahl der Tage mit Niederschlag im Ituri-Urwald (*U*) und in Bambesa (*B*).

Niederschlagstage	Juni	August	Oktober	Summe
im *U* allein ..	4	11	6	21
in *B* allein .	5	6	8	19
an beiden Stellen.. ...	11	9	13	33
im *U* insgesamt	15	20	19	54
in *B* insgesamt ..	16	15	21	52
Wahrscheinliche Zahl für Niederschlag an beiden Stellen ...	8	10	13	31
Differenz gegen wirkliche Zahl	—3	+1	0	—2

An 21 von 92 Tagen gab es im Ituri-Urwald Regen, ohne daß auch in Bambesa welcher gefallen wäre, an 19 Tagen war das Gegenteil der Fall. An 40 Tagen bestand also ein entgegengesetztes Verhalten und nur an 33 Tagen war an beiden Stellen Regen, an 19 Tagen an beiden Stellen kein Regen. Die Regenfälle in Bambesa und im Ituri-Urwald stellen sich also als voneinander unabhängige Ereignisse dar. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung bestätigt dies. Die Regenwahrscheinlichkeit im Urwald ist $\frac{54}{92}$, in Bambesa $\frac{52}{92}$. Sind diese beiden Wahrscheinlichkeitswerte voneinander unabhängig, so muß die Wahrscheinlichkeit, daß sowohl im Urwald als in Bambesa am gleichen Tag Regen fällt, gleich $\frac{54}{92} \cdot \frac{52}{92}$ sein, d. h. an 31 Tagen ist an beiden Stellen Regen zu erwarten. Die tatsächliche Anzahl ist mit 33 solcher Tage kaum größer als die rein zufällige.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aber nicht einmal, wenn man Pentaden-, Dekaden- oder Monatswerte der Zahl der Niederschlagstage an beiden Orten bildet, ergibt sich irgendein positiver Gleichlauf der Wettergeschehnisse. Die Korrelation solcher Zahlenreihen ist stets fast genau 0, d. h. die Auslösung von Regenfällen an nur 350 *km* voneinander entfernten Orten unterliegt keiner verknüpfenden Bedingung. Allein die Monatsmengen zeigen einen stark positiven Zusammenhang, der aber zahlenmäßig nur mit vielfach größerem Beobachtungsmaterial angebbar wäre. Der Wasserdampfgehalt der Luft erscheint demnach als die über weitere Gebiete ausschlaggebende Quelle der Regenfälle, während die Vorkommnisse, die zu einem Schöpfen aus dieser Quelle führen, örtlich mehr zufällig erfolgen.

Der Wasserdampfgehalt am Boden ist dabei nicht das Ausschlaggebende. Er ist vielmehr weitgehend die Folge von Vorgängen in höheren Schichten und im Urwald von den Bedingungen des Waldes. Demgemäß ist die Korrelation zwischen den Mittagswerten des Dampfdruckes in Bambesa und im Ituri-Urwald von Monat zu Monat stark schwankend, einmal zufällig positiv, dann wieder zufällig negativ. Nicht einmal die Monatsmittelwerte zeigen einen Gleichlauf, wie wir ihn von Orten solcher Distanz gewohnt wären. Von Einfluß mag dabei sein, daß für Bambesa nur 12-Uhr-Werte zur Verfügung standen, welche durch die Wettervorgänge jedes Tages stark beeinflußt werden. Die 24stündigen Monatsmittel im Urwald zeigen für den ganzen Beobachtungszeitraum eine große Erhaltungstendenz des durchschnittlichen Wasserdampfgehalts des Urwaldgebietes an.

4. Zusammenhänge der einzelnen Wettererscheinungen im Ituri-Wald.

Im Urwaldgebiet ist auf weiten Strecken mit gleichartigen Bedingungen zu rechnen. Ein Studium der gegenseitigen Beziehungen der meteorologischen Elemente erscheint deshalb besonders wünschenswert, da ihm vielleicht wichtige allgemeine Folgerungen entspringen können.

Folgende Elemente kommen hiebei in erster Linie in Betracht. Einerseits die „aerologischen Größen“ Bewölkung, Regenfall, Gewitter und Windböen, anderseits die „Bodenwertgrößen“ Temperatur und Dampfdruck.

a) Einfluß der Bewölkung auf Temperatur und Dampfdruck.

In Abschnitt 2 *c α* sind die Beobachtungen über Bewölkung beschrieben. Die Stufenwerte der Schätzungen, Sonne bzw.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sterne (⊙), einzelne Wolken (⊙W) und leichte, mittelstarke und schwere Bedeckung des Himmels (0, 1, 2) waren nur roh unterschieden worden. Trotzdem ergibt eine Mittelung der Temperatur- und Dampfdruckwerte, getrennt nach Terminen 8, 12, 16

Tabelle 14.

Abweichung der Lufttemperatur, des Dampfdruckes und der Luftfeuchtigkeit in Lichtungen des Ituri-Urwaldes in Abhängigkeit vom Himmelszustand.

(Mittelwerte für 157 Tage des Zeitraums Mai bis November 1934, ⊙ = Sonnenschein bzw. Sterne, ⊙W = bloß einzelne Wolken, 0 = leichte, 1 = mittelstarke, 2 = schwere Wolkendecke, *B* = bedeckt, *n* = Zahl der Einzelfälle.)

Tageszeit		⊙	⊙W	0	1	2	*B*
8 Uhr	Δt	0·5	—0·3	0·8	0·2	—0·5	0·0
	Δe	0·1	—0·1	0·3	0·2	—0·1	0·1
	Δf	3	1	—3	0	3	1
	n	60	20	10	41	26	77
12 Uhr	Δt	1·2	0·5	—0·8	—0·6	—2·5	—1·2
	Δe	0·2	0·0	—0·2	0·3	—0·7	—0·4
	Δf	—3	—1	3	4	9	5
	n	39	71	10	22	15	47
16 Uhr	Δt	1·2	0·8	0·2	—0·5	—1·4	—0·7
	Δe	—1·0	—0·3	—0·1	0·2	0·0	0·1
	Δf	—11	—6	—3	2	6	3
	n	20	50	13	41	33	87
20 Uhr	Δt	0·2	0·6	0·2	—0·1	—0·6	—0·2
	Δe	0·2	0·2	0·1	0·1	—0·2	0·0
	Δf	—1	—3	—1	1	2	1
	n	75	12	13	41	16	70
Mittel	Δt	0·6	0·5	0·1	—0·2	—1·2	—0·5
	Δe	0·0	—0·1	0·0	0·2	—0·2	0·0
	Δf	—4	—3	—1	+1	+5	+2
	n	194	153	46	145	90	281

und 20 Uhr und obigen Bewölkungsstufen, eine recht klare Abhängigkeit der Bodenwertgrößen vom Himmelszustand (siehe *Tabelle 14*). Alle Angaben erfolgten in Beträgen der Abweichungen der Temperatur, des Dampfdruckes und der Feuchtigkeit von den Gesamtmittelwerten der betreffenden Stunden aus *Tabelle 1*. Die *Tabelle 14* läßt gleichzeitig die Häufigkeit der einzelnen Bewölkungsstufen erkennen. In der Spalte *B* sind die Durch-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

schnittszahlen für bedeckten Himmel angegeben. Diese sind weniger aufschlußreich als die Zahlenwerte für verschieden starke Bedeckung des Himmels, sind aber mitaufgeführt, um Vergleiche mit der üblicheren Angabe für bedeckten Himmel ohne Rücksicht auf die Wolkendichte zu ermöglichen.

Die Mittelwerte aus den vier Terminen sind ebenso vorsichtig als Tagesmittel zu werten wie die Mittelwerte der Bewölkung in *Tabelle 7*. Sie lassen aber besonders deutlich die Gegenläufigkeit der Temperatur und Feuchte in Abhängigkeit von der Bewölkung bei fast gleichen Dampfdruckwerten erkennen! Ungenauigkeiten der *Tabelle 14* sind durch Abrundungsfehler zu erklären.

Einige Eigenschaften der Tabellenwerte seien nun hervorgehoben: Heiterer, wolkiger oder leicht bedeckter und bedeckter Himmel sind, soweit von den Ituri-Urwaldlichtungen aus beurteilt werden konnte, etwa gleich häufig. Die durchbrochene Bewölkung überwiegt nur zu Mittag. Bei heiterem Himmel zu den Beobachtungsterminen war die Temperatur im Mittel in mäßigem Ausmaß über dem Gesamtdurchschnitt der betreffenden Stunden, die Feuchte mittags und nachmittags merklich unter den Mitteln. Am auffälligsten ist der niedrige Dampfdruck- und Feuchtebetrag um 16 Uhr, der auf kräftigere Wasserdampfabgabe nach oben schließen läßt. Das Gegenbeispiel bieten die Zahlen für schwerbewölkten Himmel mit übernormaler Luftfeuchte bei niedriger Temperatur. Der Dampfdruck ist dabei etwas geringer als gewöhnlich, nur zur Hauptniederschlagszeit am Nachmittag erreicht er den Durchschnittswert für alle Tage.

Von einer Wiedergabe der Rechenergebnisse für die einzelnen Monate wurde abgesehen. Ein Monatszeitraum liefert noch viel zu wenig Einzelfälle, als daß mehr als zufällige Unterschiede in den Durchschnittszahlen zu erwarten wären. Solche Zufälle müssen schon deshalb auftreten, weil die Temperatur vom Wetterverlauf des Tages abhängig ist, der Himmelszustand jedoch nur zu bestimmtem Termin erfaßt wurde. Es kann zu einem Termin klar sein, obwohl es bis kurz davor trüb war und umgekehrt.

Auch ist das Niveau des täglichen Temperaturmittels nicht jederzeit gleich, sondern unterliegt Witterungsschwankungen, so daß der Bewölkungszustand nicht das allein maßgebende Bestimmungselement für die Bodenwertgrößen ist: Bei klarem Wetter war die Temperatur um 8 Uhr am 30. August 17·7, am 10. Mai 25·1, um 12 Uhr am 9. August 23·1, am 1. Juni 30·4 und um 16 Uhr am 18. Juni 22·5, am 8. Mai 29·2. Für 20 Uhr lagen diese Extreme zeitlich noch enger beisammen: 17·4 am 14. Juni, 23·1 am 10. Juni. Diese nicht durch Bewölkungs-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

änderungen bedingte Temperaturschwankung macht im Gebiet des Kongo-Urwalds 6 bis 7° aus. Sie entspricht ungefähr den Beträgen der Gesamtschwankung der Extreme der Temperatur zur Nachtzeit in *Tabelle 1.* Deren Tageswerte (Differenz zwischen den größten und kleinsten je beobachteten Werten) werden jedoch durch den verschiedenen Bewölkungszustand noch erheblich, nämlich auf das Doppelte, erhöht.

Der Dampfdruck zeigt, wie bereits hervorgehoben, keine enge Beziehung zum Himmelszustand. Bei klarem Himmel liegen die Dampfdruckwerte zu den vier Terminen zwischen folgenden weiten Grenzen:

8 Uhr	12 Uhr	16 Uhr	20 Uhr
20·3 (14. Nov.)	20·7 (22. Okt.)	21·1 (23. Juni)	20·1 (24. Mai)
14·6 (11. Sept.)	15·4 (2. Okt.)	12·5 (8. Mai)	14·8 (9. Sept.)

Bemerkenswert ist immerhin die Tatsache, daß die aus *Tabelle 1* ersichtlichen Extremgrößen des Dampfdruckes zu jeder Tageszeit nicht bei heiterem Himmel vorkommen. Temperaturfall durch Wind vor Niederschlag bringt die Tiefstwerte des Dampfdruckes, Niederschlag anderseits aber auch die Höchstwerte.

Kurze Wettervorgänge können den normalen Tagesverlauf erheblich beeinflussen. Es erscheint daher zweckmäßig, die heiteren und trüben Tage für sich zu betrachten und so auch Anschluß an Untersuchungen aus anderen Klimaten zu ermöglichen.

b) Tagesgang der Temperatur und des Dampfdruckes an heiteren und trüben Tagen sowie des Niederschlags an trüben Tagen.

Heitere Tage mit lückenlosen Registrierungen gab es 27. Das 24stündig berechnete Mittel dieser Tage war 22·0, also um 0·9° höher als das entsprechende Mittel aller Beobachtungstage. Wie *Tabelle 15* nachweist, ist der Unterschied durch die stärkere Erwärmung am Tage gegeben, während in den späten Nachtstunden einer bewölkungsarmen Nacht die Temperatur ein wenig unter die Durchschnittswerte aller Tage herabsinkt. Eine gesonderte Betrachtung der Tage, an welchen zu keinem Beobachtungstermin Wolken vermerkt wurden, und jener heiteren Tage, an welchen Niederschlag fiel, liefert nichts Neues, es sei denn, daß dem Umstand, daß in beiden Fällen das Temperaturmittel nur 20·7 betrug, mehr als Zufallsbedeutung zugebilligt werden darf. Die Mittags- und Abendwerte heiterer Tage sind höher als die Zahlen der *Tabelle 14*, welche auch wechselnd wolkige

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta-

Tagesgang der Temperatur (t), des Dampfdruckes (e) und der

Stunden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t									
heitere Tage	18·5	18·2	18·0	17·7	17·7	18·0	19·2	21·1	23·6
alle Tage	18·5	18·3	18·1	18·0	18·0	18·3	19·3	20·6	22·4
trübe Tage	18·9	18·7	18·6	18·6	18·6	19·0	19·8	20·6	21·9
trübe Tage ohne Niederschlag	19·5	19·3	19·1	19·2	19·1	19·2	20·1	20·9	21·9
trübe Tage mit Niederschlag	18·4	18·3	18·2	18·1	18·1	18·9	19·5	20·4	22·3
sehr trübe Tage mit Niederschlag	19·0	18·9	18·8	18·8	18·9	19·0	20·0	20·7	21·1
Regenmenge (trübe Tage)	0·2	7·8	8·3	8·9	5·5	6·1	5·3	5·2	6·1
Regenhäufigkeit (trübe Tage)	1	2	4	4	4	5	3	2	2
e									
heitere Tage	15·9	15·6	15·3	15·1	15·0	15·2	16·1	17·1	17·3
alle Tage	15·9	15·7	15·6	15·4	15·4	15·6	16·3	16·9	17·8
trübe Tage	16·2	16·0	16·0	15·9	15·8	16·2	16·7	17·1	17·0
trübe Tage ohne Niederschlag	16·9	16·7	16·6	16·6	16·3	16·6	16·8	17·4	16·3
trübe Tage mit Niederschlag	15·8	15·6	15·6	15·5	15·4	16·0	16·6	16·8	17·2
sehr trübe Tage mit Niederschlag	16·2	16·2	16·1	16·1	16·1	16·2	16·8	17·1	17·0
f									
heitere Tage	100	100	100	100	99	98	97	91	80
alle Tage	100	100	100	100	99	99	97	93	86
trübe Tage	100	100	100	100	99	98	97	94	87

Tage mitbeinhalten (12 Uhr 28·3 gegen 27·2°, 16 Uhr 25·3 gegen 24·7°, 20 Uhr 20·8 gegen 20·2°, hingegen um 8 Uhr gleiche Temperatur 21·1°). Die tägliche Doppelwelle des Dampfdruckganges ist an heiteren Tagen sehr ausgesprochen vorhanden. Auch der Gang der Feuchte ist sehr ausgeprägt. Das Tagesmittel des Dampfdruckes ist jedoch von dem aller Tage nicht verschieden.

Trübe Tage mit brauchbaren Registrierungen gab es 28, hievon 7 ohne Niederschlag mit einem Tagesmittel von 21·8°, 13 Tage mit Niederschlag, jedoch zeitweise Wolkenlücken mit Tagesmittel 20·7°, sowie 8 Tage mit sehr trübem Himmel und Niederschlag mit einem Tagesmittel von 19·9°. Der Tagesgang der genannten Gruppen wird stufenweise immer geringer, im Mittel aller trüben Tage beträgt er 5·7°, wobei das Tagesmaximum schon auf 12 Uhr fällt.

An trüben Tagen sind Regenfälle früher als an wolkigen Tagen zu erwarten. Gehäuft treten sie zwischen 10 und 16 Uhr auf, um Mitternacht sind sie am seltensten. Der Tagesgang der

ɔelle 15
'euchtigkeit (*f*) an heiteren und trüben Tagen im Ituri-Urwald.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tages-mittel
25·1	26·8	28·3	28·7	28·1	26·8	25·3	23·7	22·5	21·4	20·8	20·2	19·7	19·2	18·8	22·0
23·9	25·1	26·0	25·9	25·2	24·5	23·5	22·3	21·5	20·5	20·0	19·5	19·3	19·0	18·8	21·1
22·8	23·7	24·3	24·0	23·7	23·0	22·5	21·6	21·0	20·2	19·8	19·5	19·3	19·1	18·8	20·8
23·3	24·8	25·8	26·5	25·9	25·3	24·8	23·4	22·6	21·3	21·0	20·4	20·3	20·2	19·8	21·8
23·2	24·5	24·7	24·4	24·3	23·0	22·3	21·4	20·8	20·1	19·6	19·4	19·1	18·9	18·7	20·7
21·8	21·7	22·4	21·3	21·0	21·0	20·8	20·3	19·9	19·6	19·3	19·0	18·8	18·4	18·2	19·9
15·9	46·7	24·1	21·4	13·3	9·1	10·8	11·6	13·5	14·5	7·1	6·4	2·5	16·8	16·7	284·7 [1]
3	6	7	7	5	4	7	4	3	4	6	4	3	1	1	92 [1]
18·2	18·4	18·5	18·0	16·7	16·6	17·0	17·9	18·2	18·0	17·7	17·2	17·0	16·5	16·3	16·9
18·0	18·3	18·3	17·5	17·3	17·5	18·1	18·1	18·0	17·3	17·1	16·8	16·5	16·3	16·1	16·9
17·9	17·8	17·8	17·8	17·6	17·2	18·1	18·1	17·8	17·2	17·1	16·8	16·5	16·2	16·1	17·0
18·3	18·5	17·9	18·9	17·0	17·7	18·8	19·0	19·0	18·2	18·2	17·8	17·6	17·3	17·2	17·6
17·9	17·6	17·6	17·7	17·9	16·8	18·0	18·0	17·6	16·9	16·9	16·5	16·2	16·0	15·9	16·7
17·5	17·4	17·9	17·1	17·7	17·6	17·6	17·4	17·1	16·9	16·6	16·4	16·2	15·8	15·6	17·2
76	70	64	61	58	63	70	82	89	94	96	98	100	100	100	87
81	76	72	70	72	76	84	90	94	96	98	98	99	99	99	91
86	81	78	80	80	82	89	94	96	98	99	99	99	99	100	93

[1] Summe

Regenmenge ist aus den wenigen trüben Beobachtungstagen natürlich nur sehr beiläufig angebbar. Die durchschnittliche Regenmenge an je einem trüben Tag ist mit 16·2 *mm* um etwas größer als an allen Tagen (12·4 *mm*), die Regendichte je Stunde mit Regen jedoch etwas kleiner, nämlich 3·3 *mm* gegen 3·7 *mm*. Demgemäß ist die Zahl der Stunden mit Regen an trüben Tagen übernormal, nämlich 4·9 gegenüber einem Durchschnittswert aller Regentage von 3·5 Stunden.

Der Dampfdruck an trüben Tagen ohne Niederschlag liegt im Mittel hoch. Mit 17·6 *mm* übersteigt er den Durchschnitt aller Tage um 0·7 *mm*, während trübe Tage mit Niederschlag mit 16·7 *mm* einen etwas unternormalen Tagesmittelwert liefern. Der Tagesgang des Dampfdruckes an trüben Tagen ist mehr flach, insbesondere fehlt der Abfall zur Mittagszeit, das Hauptmaximum ist am Spätnachmittag. Sehr klar kommen die Unterschiede im Tagesgang der Feuchte heraus. An klaren Tagen sinkt sie mittags auf 60%, an trüben Tagen auf 80%, im Mittel aller Tage auf 70%.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta

Abweichungen der Temperatur (Δt), des Dampfdruckes (Δe) und der Feuchtig

Stunden	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Δt									
heitere Tage	—3·5	—3·8	—4·0	—4·3	—4·3	—4·0	—2·8	—0·9	1·6
alle Tage	—2·5	—2·7	—2·9	—3·0	—3·0	—2·7	—1·7	—0·4	1·4
trübe Tage	—1·9	—2·1	—2·2	—2·2	—2·2	—1·8	—1·0	—0·2	1·1
trübe Tage ohne Niederschlag	—2·3	—2·5	—2·7	—2·6	—2·7	—2·6	—1·7	—0·9	0·1
trübe Tage mit Niederschlag	—2·3	—2·4	—2·5	—2·6	—2·6	—1·8	—1·2	—0·3	1·6
sehr trübe Tage mit Niederschlag	—1·3	—1·4	—1·5	—1·5	—1·4	—1·3	—0·3	0·4	0·8
Δe									
heitere Tage	—1·0	—1·3	—1·6	—1·8	—1·9	—1·8	—0·8	0·2	0·4
alle Tage	—1·0	—1·2	—1·3	—1·5	—1·5	—1·3	—0·6	0·0	0·9
trübe Tage	—0·8	—1·0	—1·0	—1·1	—1·2	—0·8	—0·3	0·1	0·0
trübe Tage ohne Niederschlag	—0·7	—0·9	—1·0	—1·0	—1·3	—1·0	—0·8	—0·2	—1·3
trübe Tage mit Niederschlag	—0·9	—1·1	—1·1	—1·2	—1·3	—0·7	—0·1	0·1	0·5
sehr trübe Tage mit Niederschlag	—1·0	—1·0	—1·1	—1·1	—1·1	—1·0	—0·4	—0·1	—0·2
Δf									
heitere Tage	13	13	13	13	12	11	10	4	—7
alle Tage	9	9	9	9	8	8	6	2	—5
trübe Tage	7	7	7	7	6	5	4	1	—6

Tabelle 16 mit den Abweichungen aller Stundenwerte von den Tagesmitteln erläutert das bisher Gesagte und erleichtert den Überblick. Solche Tabellen findet man in der Literatur in zahlreichen Beispielen. Noch nützlicher erscheint die Darstellung in *Tabelle 17* und Fig. 4. Dort ist die Änderung der Größen t und e von Stunde zu Stunde in Zehntelgraden bzw. Zehntelmillimetern nach Ausführung eines einfachen Ausgleiches angegeben. Bei dieser Ausdrucksweise erkennt man am schnellsten, in welchem Sinne und welchem Ausmaß die Vorgänge erfolgen, wann Temperaturerhöhung oder -fall vorherrscht und wann der Wasserdampfgehalt der bodennahen Luft steigt, bzw. wann er fällt. Wir werden diese Darstellung in den nachfolgenden Abschnitten öfters zum Vergleich heranziehen. So erscheint es von vornherein zweckmäßiger, nicht zu untersuchen, ob Stunden mit Niederschlag durch eine andere Temperatur gekennzeichnet sind als Stunden ohne Niederschlag, sondern nachzuforschen, ob die Temperaturänderung von Stunde zu Stunde in einer Stunde mit Regen anders ist als in einer gleichen Tagesstunde ohne Regen. Diesen Zweck verfolgt der nächste Abschnitt.

belle 16
keit (Δf) von den Tagesmitteln an heiteren und trüben Tagen im Ituri-Urwald.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tages-mittel
3·1	4·8	6·3	6·7	6·1	4·8	3·3	1·7	0·5	—0·6	—1·2	—1·8	—2·3	—2·8	—3·2	22·0
2·9	4·1	5·0	4·9	4·2	3·5	2·5	1·3	0·5	—0·5	—1·0	—1·5	—1·7	—2·0	—2·2	21·0
2·0	2·9	3·5	3·2	2·9	2·2	1·7	0·8	0·2	—0·6	—1·0	—1·3	—1·5	—1·7	—2·0	20·8
1·5	3·0	4·0	4·7	4·1	3·5	3·0	1·6	0·8	—0·5	—0·8	—1·4	—1·5	—1·6	—2·0	21·8
2·5	3·8	4·0	3·7	3·6	2·3	1·6	0·7	0·1	—0·6	—1·1	—1·3	—1·6	—1·8	—2·0	20·7
1·5	1·4	2·1	1·0	0·7	0·7	0·5	0·0	—0·4	—0·7	—1·0	—1·3	—1·5	—1·9	—2·1	20·3
1·3	1·5	1·6	1·1	—0·2	—0·3	0·1	1·0	1·3	1·1	0·8	0·3	0·1	—0·4	—0·6	16·9
1·1	1·4	1·4	0·6	0·4	0·6	1·2	1·2	1·1	0·4	0·2	—0·1	—0·4	—0·6	—0·8	16·9
0·9	0·8	0·8	0·8	0·6	0·2	1·1	1·1	0·8	0·2	0·1	—0·2	—0·5	—0·8	—0·9	17·0
0·7	0·9	0·3	1·3	—0·6	0·1	1·2	1·4	1·4	0·6	0·6	0·2	0·0	—0·3	—0·4	17·6
1·2	0·9	0·9	1·0	1·2	0·1	1·3	1·3	0·9	0·2	0·2	—0·2	—0·5	—0·7	—0·8	16·7
0·3	0·2	0·7	—0·1	0·5	0·4	0·4	0·2	—0·1	—0·3	—0·6	—0·8	—1·0	—1·4	—1·6	17·2
—11	—17	—23	—26	—29	—24	—17	—5	2	7	9	11	13	13	13	87
—10	—15	—19	—21	—19	—15	— 7	—1	3	5	7	7	8	8	8	91
— 7	—12	—15	—13	—13	—11	— 4	—1	3	5	6	6	6	6	7	93

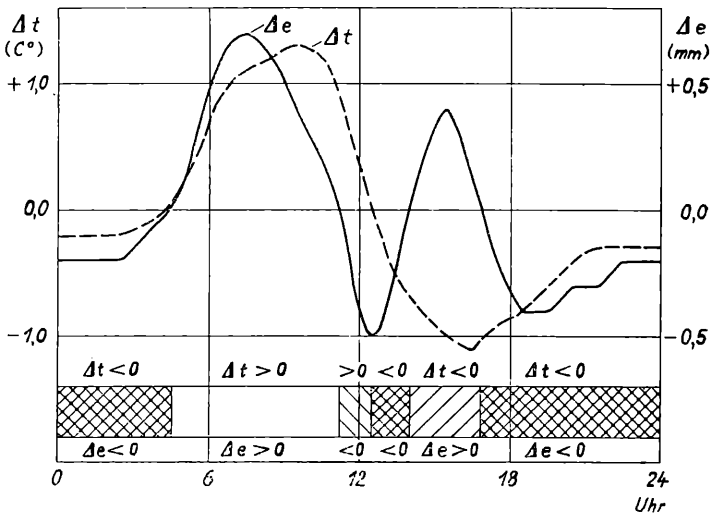

Fig. 4. Tagesgang der Temperatur- und Dampfdruckänderung von Stunde zu Stunde im Ituri-Urwald.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ta-

Änderung der Temperatur und des Dampfdruckes von Stunde zu der trüben Tage (einfach

Stunden	—1	—2	—3	—4	—5	—6	—7	—8	—9	—10
t (Zehntelgrade)										
heitere Tage	—3	—3	—2	—2	0	4	12	19	21	18
alle Tage	—2	—2	—2	—1	0	4	9	11	12	13
trübe Tage	—1	—2	—1	0	0	4	7	9	11	10
e (Zehntelmillimeter)										
heitere Tage	—3	—3	—3	—2	—1	3	8	8	6	6
alle Tage	—2	—2	—2	—1	0	3	6	7	6	4
trübe Tage	—1	—1	—1	—1	0	3	5	3	3	4

Ta-

Temperatur- und Dampfdruckänderung im Ituri-Urwald in in Zehntelgraden, bzw.

Tagesstunden	—1	—2	—3	—4	—5	—6	—7	—8	—9	—10
Δt										
alle Tage, ausgeglichen	—2	—2	—2	—1	0	4	9	11	12	13
Stunden mit Regen	—2	—4	—2	—1	1	0	5	1	10	4
Stunden mit Regeneinsatz	—4	—1	—2	—1	1	—1	—7	—	14	2
Δe										
alle Tage, ausgeglichen	—2	—2	—2	—1	0	3	6	7	6	4
Stunden mit Regen	—2	—4	—1	—1	1	0	5	0	—6	5
Stunden mit Regeneinsatz	—2	—	0	0	2	—1	6	—	—7	2

c) Einfluß des Niederschlags auf Temperatur und Dampfdruck.

Aus den zur Verfügung stehenden Tabellen der Stundenwerte der Temperatur und des Dampfdruckes wurden alle Stunden herausgehoben, während welcher Regen beobachtet worden war, und die Differenz der betreffenden Werte von Beginn bis Ende der Regenstunde berechnet. Vergleicht man diese Differenz mit jener, die der Stunde im normalen Tagesablauf zu eigen wäre, so erkennt man den Einfluß des Regens (vgl. *Tabelle 18* und die Fig. 5 und 6).

belle 17

Stunde im Ituri-Urwald im Mittel aller Tage, der heiteren und ausgeglichene Werte).

—11	—12	—13	—14	—15	—16	—17	—18	—19	—20	—21	—22	—23	—24
16	13	4	—5	—11	—15	—15	—13	—10	—7	—6	—5	—5	—4
12	7	0	—5	—8	—10	—11	—9	—8	—6	—4	—3	—3	—3
8	5	—1	—4	—5	—7	—7	—7	—7	—5	—3	—2	—2	—2
4	0	—5	—8	—3	4	6	3	—1	—3	—4	—4	—4	—3
2	—1	—5	—2	2	4	1	—2	—4	—4	—3	—3	—2	—2
2	0	0	—2	0	4	2	—3	—4	—3	—3	—3	—2	—1

belle 18

Stunden mit Regen (Differenzen von Beginn bis Ende der Stunde Zehntelmillimetern).

—11	—12	—13	—14	—15	—16	—17	—18	—19	—20	—21	—22	—23	—24
12	7	0	—5	—8	—10	—11	—9	—8	—6	—4	—3	—3	—3
4	2	—22	—9	—6	—10	—10	—9	—4	—3	—3	—2	—2	—2
13	—19	—35	—15	—20	—24	—14	—15	—4	—5	—4	—3	—1	—3
2	—1	—5	—2	2	4	1	—2	—4	—4	—3	—3	—2	—2
4	—1	11	13	5	10	2	—3	—1	—2	—2	—4	—1	—2
12	—33	20	4	—11	15	9	—6	3	—4	—3	—9	—2	—4

Zur Nachtzeit bleibt Regen ohne wesentlichen Einfluß auf Temperatur und Dampfdruck. Vormittags wird der Temperaturanstieg auf etwa ein Drittel reduziert, der Dampfdruckanstieg fast völlig unterbunden. In den frühen Nachmittagsstunden bringen Regenfälle Abkühlung, die Wasserdampfabfuhr durch Konvektion wird verhindert, ja im Gegenteil, im Durchschnitt der Wasserdampfgehalt der bodennahen Luft merklich erhöht. In den späteren Nachmittagsstunden ist der Einfluß der Regen im Mittel schon wieder gering.

Im Durchschnitt aller Fälle bringt eine Regenstunde eine Abkühlung um 0·3° und einen Dampfdruckanstieg um 0·1 *mm*.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

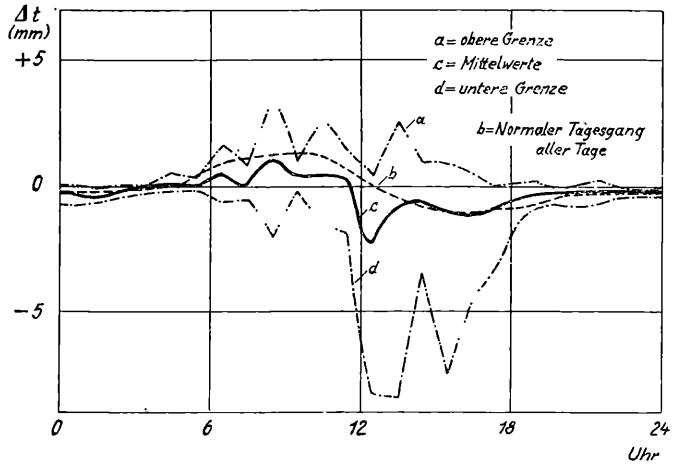

Fig. 5. Tagesgang der Temperaturänderung von Stunde zu Stunde in Stunden mit Regenfällen im Ituri-Urwald

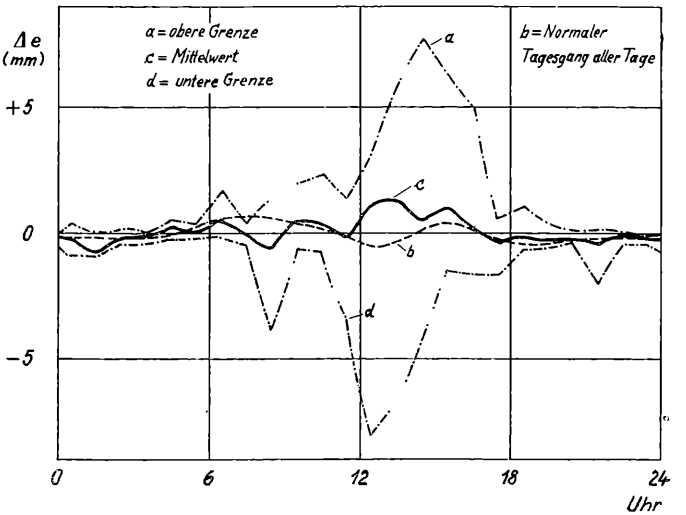

Fig. 6. Tagesgang der Dampfdruckänderung von Stunde zu Stunde in Stunden mit Regenfällen im Ituri-Urwald.

Im einzelnen aber kann mit einem Regenfall, besonders am Nachmittag, sowohl eine beträchtliche positive wie eine beträchtliche negative Veränderung der beiden Elemente t und e

einhergehen, wie schon die oberen und unteren Grenzwerte in den Fig. 4 und 5 andeuten. Dabei ist starker Dampfdruckabfall eher am früheren, starker Anstieg eher am späten Nachmittag zu erwarten.

Die extremen Temperaturänderungen, ein Anstieg von 3·6° und ein Abfall von 8·4° in einer Stunde, können wohl als

Tabelle 19

Häufigkeitsverteilung der Temperatur- und Dampfdruckänderungen in Stunden mit Regen im Ituri-Urwald.

Δt, bzw. Δe ($^1/_{10}$°, bzw. $^1/_{10}$ *mm* Hg)		—90 bis —71	—70 bis —51	—50 bis —31	—30 bis —11
Δt	7 bis 12 Uhr ...	—	—	—	3
	13 bis 18 Uhr ...	3	2	6	16
	19 bis 6 Uhr ...	—	—	—	1
Δe	7 bis 12 Uhr ...	—	—	1	4
	13 bis 18 Uhr ...	1	1	3	9
	19 bis 6 Uhr ...	—	—	—	1
Δt, bzw. Δe ($^1/_{10}$°, bzw. $^1/_{10}$ *mm* Hg)		—10 bis 9	10 bis 29	30 bis 49	50 bis 69
Δt	7 bis 12 Uhr ...	39	10	1	—
	13 bis 18 Uhr ..	65	2	—	—
	19 bis 6 Uhr .	104	—	—	—
Δe	7 bis 12 Uhr ...	41	11	—	—
	13 bis 18 Uhr ...	57	11	8	7
	19 bis 6 Uhr ...	106	1	—	—

ziemlich gesichert gelten. Hingegen sind die Extreme der Dampfdruckänderung, ein Anstieg von 6·3 *mm* und ein Abfall von 8·0 *mm* in einer Stunde weniger verläßlich, da insbesondere die Zeitzuordnung von Temperatur und Feuchte gelegentlich unsicher sein kann, was insbesondere bei starken zeitlichen Änderungen auf die Dampfdruckberechnung störend wirkt. Dies ist auch bei Betrachtung der *Tabelle 19* zu beachten. Ansonsten gibt aber diese Tabelle nochmals einen guten Einblick in das oben Gesagte: Nachts kein Einfluß, nachmittags der größte, wobei Abkühlungen einerseits, Dampfdruckerhöhungen anderseits vorherrschen, aber nicht allein vorkommen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

d) Einfluß von Gewittern und Windböen auf Temperatur und Dampfdruck.

Von den Tagen mit Gewittererscheinungen brachten nur der 21. und 26. Mai, der 28. Juni, der 3. und 5. August sowie der 8. und 23. Oktober eine nennenswerte Beeinflussung der Temperatur und des Dampfdruckes oder zeigten zumindest ein markantes Gepräge.

Nach der Zeit des Gewittereinsatzes kann man diese Fälle in drei Gruppen gliedern:

I. Nachmittagsgewitter:

21. Mai 1934: Wahrscheinlich trat schon zwischen 14 und 15 Uhr Wind mit Abkühlung und Dampfdrucksenkung auf. Das Gewitter von 15 Uhr 20 bis 16 Uhr 30 mit 24·2 *mm* Regen brachte keine erhebliche Temperatursenkung mehr, jedoch Dampfgehaltsanreicherung bis zur Sättigung.

8. Oktober 1934: Offenbar war wieder schon vor dem Gewitter Temperatur- und Dampfdruckfall eingetreten. Während des um 15 Uhr 20 einsetzenden Gewitters war der Temperaturfall regelmäßig, der Dampfdruck stieg unter dem Einfluß des bis 18 Uhr 10 12·7 *mm* bringenden Regens fast bis zur Sättigung.

26. Oktober 1934: Wieder *t*- und *e*-Fall vor dem Regen! Δt war von 13 bis 14 Uhr —8·4°! Gewitter wurde von 13 Uhr 30 bis 14 Uhr notiert, Regen, und zwar 3·8 *mm*, von 13 Uhr 50 bis 15 Uhr 05. Sättigung wurde nicht erreicht.

Fig. 7 zeigt den typischen Verlauf von *t* und *f* und die typische Nase von *e* bei solchen Nachmittagsgewittern. Die Gewitterzeiten sind durch verstärkten Druck der Linien hervorgehoben. Der normale Tagesgang ist gesondert eingezeichnet.

II. Abendgewitter:

Die Fälle vom 26. Mai (19 Uhr 30 bis 20 Uhr 10, Regenmenge 2·4 *mm*) und 28. Juni (22 Uhr 20 bis 23 Uhr 40, 33·5 *mm*) lassen kein merkliches Abweichen vom normalen Tagesgang erkennen.

III. Nachtgewitter:

Am 3. August (0 Uhr 50 bis 3 Uhr 20, 43·6 *mm*) und am 5. August (23 Uhr 10 bis 3 Uhr, 19·8 *mm*) sank die Temperatur auf ein um etwa 1 bis 1½ niederes Niveau, der Dampfdruck bei voller Sättigung entsprechend.

Da die Windböen nach Abschnitt 2 $c\gamma$ keineswegs immer mit Gewittern oder Regen im Bunde auftreten, verdient ihr Einfluß auf t und e eine gesonderte Behandlung. Dabei wurden zunächst alle mit Regen vereint auftretenden Windböen außer acht gelassen, um die durch den Wind verursachte Abkühlung und

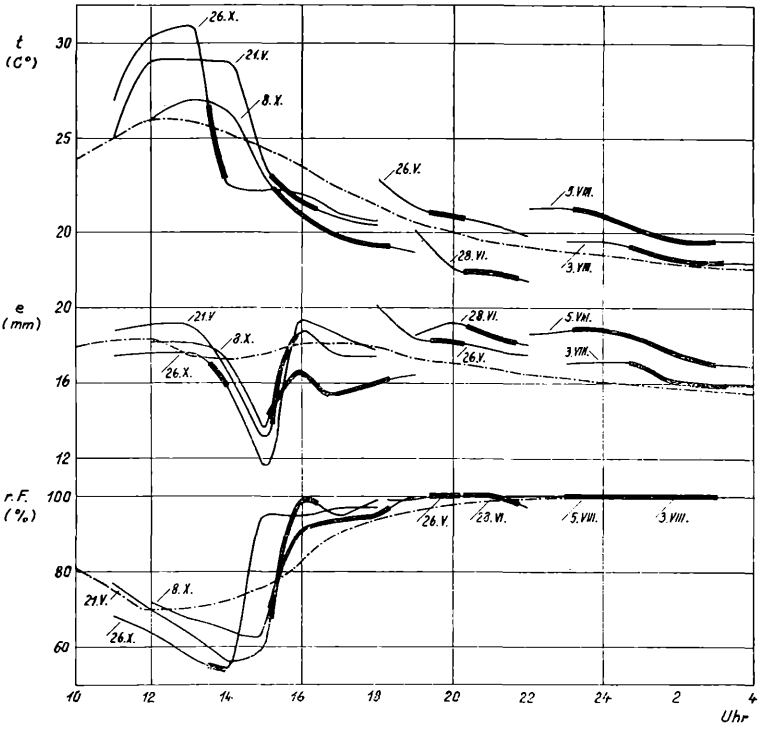

Fig. 7. Verlauf der meteorologischen Elemente im Ituri-Urwald vor, während und nach starken Gewittern (stark ausgezogene Linie = Zeit der Gewitter, strichpunktierte Linie = normaler Tagesgang im Mittel aller Tage).

Dampfdruckverminderung infolge Durchmischung klar herauszuarbeiten. Als Durchschnitt errechnet man aus 15 Einzelfällen: 14 Uhr 30, E 3 bis 4, $\delta t = -0 \cdot 6°$, $\delta e = -1 \cdot 1$ *mm*.

Bei Wind, Beaufort-Grad 3 bis 4, von etwa 20 Minuten Dauer, wird die Temperatur am halben Nachmittag also um 0·6°, der Dampfdruck um 1·1 *mm* niedriger als ohne Wind. Die Bodenluft wird also ersetzt durch Luft, welche vermutlich in 120 *m* bis 180 *m* über dem Waldgebiet anzutreffen wäre.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zur gleichen Nachmittagsstunde bringt jedoch W 3 bis 4 (Mittel aus 3 Fällen) eine Erwärmung um 0·5° und einen Dampfdruckanstieg um 2·0 *mm*. Diese Beobachtungen verdienen besondere Beachtung.

Nordwind 4 bis 5 brachte hingegen (Mittel aus 2 Fällen) Abkühlung um 1·5° und Dampfdruckfall um 2·4 *mm*. Sowohl Nordwinde als auch Westwinde stehen mit früheren oder späteren Regen- oder Gewittervorkommnissen im Zusammenhang, während Ostwind in obigen 15 Fällen ohne Einfluß auf die Witterung blieb. Die übrigen wenigen E-Windfälle (E 4, $\delta t = -3 \cdot 6°$, $\delta e = -2 \cdot 2$ *mm*) zeigten einschneidendere Wirkungen und brachten Regen oder zumindest Gewitter in der Umgebung.

5. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. Die *Tagesamplitude der Temperatur* in den Ituri-Urwaldlichtungen in 750 *m* Höhe betrug rund 8°, in Eala in 370 *m* Höhe trotz freien Geländes durchschnittlich nur 6·7°.

2. Die *Tageshöchstwerte der Temperatur* werden in den Ituri-Urwaldlichtungen im Mittel schon um 12 Uhr erreicht, in Eala erst um 13 bis 14 Uhr.

3. Die *Tagestiefstwerte der Temperatur* stellen sich im Ituri-Urwald schon vor, in Eala zur Zeit des Sonnenaufganges ein.

4. Das *Urwaldgebiet ist relativ kühl:* Einem Temperaturmittel von 24·5° in Eala steht ein solches von 21·1° in den Urwaldlichtungen gegenüber, entsprechend einem Temperaturunterschied von 3·4° auf 380 *m*.

5. Die *Luftfeuchtigkeit im Urwald* ist sehr hoch (Mittel 91%). Nachts erreicht sie fast immer 100%, mittags sinkt sie auf durchschnittlich 70%. Einmal wurden nur 33% registriert.

6. Der Mittelwert der *Feuchte in Eala* ist fast ebenso hoch (90%), der Tagesgang jedoch sehr gering (78 bis 96%, tiefster registrierter Wert 61%).

7. Die *thermischen Vorgänge* sind überhaupt in den Ituri-Urwaldlichtungen trotz des dämpfenden Einflusses des Waldes und besonders in Bambesa lebhafter als im niedrigeren Eala.

8. Der *Dampfdruck* zeigt in den Urwaldlichtungen die tägliche Doppelwelle: Tiefstand vor Sonnenaufgang, Anwachsen des Wasserdampfes durch Verdunstung bis 11 oder 12 Uhr, Senkung durch Austausch, Wiederanstieg in den späten Nachmittagsstunden, dann langanhaltendes Ausfallen von Wasser im Nachtnebel.

9. Der *Unterschied der Dampfdruckmittel* von Eala (20·6 *mm*) und dem Ituri-Urwald (16·9 *mm*) ist gleichfalls sehr groß. Der Mittelwert im Urwald ist um 1 *mm* geringer, als er sich aus dem von Eala gemäß der Hannschen Formel errechnen würde. Der Unterschied ist hauptsächlich auf die mittägige konvektive Wasserdampfabfuhr in den Urwaldlichtungen zurückzuführen.

10. Der *Tagesverlauf des Niederschlags* zeigt ein Maximum von 14 bis 16 Uhr und ein Minimum um Mitternacht. Als starker Gegensatz hiezu zeigte sich in manchen Nächten, besonders im August und November bei westlichen oder nördlichen Winden, starker Regen in den letzten Nachtstunden!

11. Die *Durchschnittsmenge des Regenfalls* war in den Urwaldlichtungen je Monat 183 *mm*, je Tag mit Regen 12·4 *mm*, je Stunde mit Regen 3·7 *mm*. Jeder zweite Tag bringt im Mittel meßbaren Regen, aber durchschnittlich nur in 3 bis 4 Stunden.

12. Eine *wahre Regendauer* von 1 bis 2 Stunden ist am häufigsten, eine solche von weniger als einer Stunde jedoch fast gleich häufig.

13. Fast ausschließlich bringt *jeder Tag mit Regen nur einmal Niederschlag*. Tage mit 3 Regenfällen kamen nur zweimal vor.

14. Die *Bewölkung* kann nach ziemlich roher Methode zu 5 bis 6 Zehntel abgeschätzt werden. Heitere und trübe Tage sind etwa gleich häufig. 60% aller Tage sind jedoch wechselnd wolkig. Die Nachtnebel scheinen meist sehr wenig hoch zu reichen und das Licht der Sterne nicht ganz abzuschirmen.

15. Eine bemerkenswert große Zahl von *Tagen mit Wolkenballung* bringt *keinen meßbaren Niederschlag* (etwa 40% der wechselnd wolkigen Tage).

16. Der *trübste Monat* war der August (Nachtgewitter).

17. *Gewittererscheinungen* gab es durchschnittlich nur an 6 Tagen im Monat. Nur die Hälfte brachte auch gleichzeitig Niederschlag.

18. Die mittlere *Dauer eines Gewitters* war 1¾ Stunden (Maximum 3 Stunden 50 Minuten).

19. *Gewitter* können fast zu *jeder Tageszeit* einsetzen, vor allem aber zwischen 14 und 16 Uhr.

20. *Windnotizen* liegen nur für 28 von 154 Tagen vor. Zumeist handelt es sich um kurze Windstöße der Stärke 2 bis 6, welche während der Tagesstunden vorwiegend aus Ost, selten auch aus Südost, West und Nord kamen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

21. Mit Regenfällen standen die *Windböen* achtmal in Zusammenhang, mit Gewittererscheinungen sechsmal.

22. Zwischen den einzelnen Regenfällen im Ituri-Wald und in Bambesa besteht *kein anderer Zusammenhang*, als daß die Monatsmengen ungefähr gleichartiges Verhalten zeigen.

23. *Bei heiterem Himmel* war die *Lufttemperatur* zu den Beobachtungsterminen der Bewölkung im Mittel um 0·2° bis 1·2° höher als im Durchschnitt aller Tage, der Dampfdruck wich nur nachmittags merklich vom Durchschnitt ab (Differenz —1·0 *mm* Hg).

24. Auch bei gleichartiger Bewölkung unterliegt die Temperatur einer bestimmten Tagesstunde noch *Witterungsschwankungen*, welche aus den Beobachtungen einer Station allein nicht erklärt werden können. Diese Schwankungen des Temperaturniveaus umfassen im Gebiet des Ituri-Urwaldes einen Bereich von 6 bis 7°.

25. Die *Tagesgangkurven* der Bodenelemente t, f und e sind an heiteren Tagen stets sehr ausgeprägt. Das Tagesmittel des Dampfdruckes ist jedoch von dem aller Tage nicht verschieden.

An trüben Tagen ist das Tagesmaximum der Temperatur im Mittel schon um 12 Uhr erreicht, die Regenfälle treten gehäuft schon zwischen 10 und 16 Uhr auf.

26. Die Tagesgänge werden für manche Zwecke praktischer durch die *Veränderung der Elemente von Stunde zu Stunde* dargestellt (vgl. Tabelle 17).

27. *Nachts bleibt Regen* ohne merklichen Einfluß auf Temperatur und Dampfdruck, *vormittags* wird durch ihn der normale Tagesgang stark abgeschwächt, *nachmittags* bringt er vorwiegend Abkühlungen (bis 8·4° Abfall in einer Stunde) und Dampfdruckanreicherungen (bis zu $\Delta e = +6{\cdot}3$ *mm* in einer Stunde). In seltenen Fällen kann dann aber auch Dampfdruckfall (bis $\Delta e = -8{\cdot}0$ *mm* in einer Stunde) eintreten.

28. Schon *vor dem Ausbruch starker Nachmittagsgewitter* scheint Temperatur und Dampfdruck stark abzusinken, der Regen bringt dann nur mehr geringe Temperatursenkung, jedoch Dampfdruckanreicherung bis oder fast bis zur Sättigung.

29. Spätabendgewitter haben ebensowenig Einfluß auf den Gang der Bodenluftelemente wie Niederschläge zu dieser Zeit. *Bei den starken Nachtgewittern* des August trat Temperaturfall um etwa 1° ein.

30. *Windböen aus Osten ohne sonstige Wettererscheinungen* senken Temperatur und Dampfdruck um 0·6° bzw. 1·1 *mm*. Sie mischen die Luft und bringen solche aus etwa 150 *m* Höhe zum Boden herab.

Windeinbrüche aus Osten mit Regen oder Gewitter senken Temperatur und Dampfdruck zunächst um durchschnittlich 3·6° bzw. 2·2 *mm*. *Nordwind* senkt die Temperatur im Mittel um 1·5°, den Dampfdruck um 2·4 *mm*; hingegen brachten die drei Fälle mit *W-Wind* am Nachmittag Erwärmung um 0·5° und einen Dampfdruckanstieg um 2·0 *mm*. Das abnormale Verhalten der W-Winde im August 1934 verdient auch im Zusammenhang mit den in diesem Monat beobachteten Nachtgewittern hervorgehoben zu werden.

6. Abschließende Beurteilung.

Die hier von mir vorgelegte Analyse ist das Ergebnis einer eingehenden Vertiefung in die zur Zeit vermutlich noch einzig dastehenden Beobachtungen M. Gusindes aus dem tropischen Urwald im Osten der belgischen Kongokolonie.

Außer den zur Bearbeitung vorliegenden Ergänzungen aus Eala und Bambesa habe ich kein anderes Material zum Vergleiche herangezogen. Es ist aus diesem Gebiete auch wenig zu finden. Von den sieben synoptischen Hauptstationen des belgischen Kongo läge Coquilhatville (Kennziffer 502, 0° 04′ N, 18° 18′ E, 370 *m*, nächst Eala) noch am nächsten.

Besser steht es um Niederschlagsmeßstellen. Nach Paul Goedert (Die Niederschlagsverhältnisse von Belgisch-Kongo. Inaug.-Diss. Heidelberg 1938) gibt es dort auf 2·35 Millionen Quadratkilometer rund 300 Regenmeßstellen, hievon 131 zur Ableitung siebenjähriger Mittel (1927 bis 1934) geeignete. Das Kongobecken wird nach Goedert ringsum von höheren, jedoch niederschlagsärmeren Randlandschaften vor den Einflüssen der Ozeane geschützt. Der Regenreichtum des Beckens kann daher nur durch Anteilnahme der eigenen Landfeuchtigkeit (Urwald, Sümpfe, Seen) erklärt werden. Die Schwankungen des Niederschlags sind demgemäß im Binnenland viel geringer als an der Küste, das klimatische Verhalten des inneren Kongogebietes also recht selbständig, was die gegebene Darstellung noch mehr rechtfertigt.

In *Tabelle 20* sind die normalen Niederschlagsmengen von je zwei im Norden, Osten und Westen des Ituri-Urwaldes gelegenen Stationen abgedruckt. Auch die langjährigen Mittel-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

werte für Bambesa nach Goedert sind aufgeführt. Sie geben keine Bestätigung der Annahme, daß das Jahr 1934 besonders niederschlagsarm gewesen sei. Immerhin wird das Normaljahr etwa 10% mehr Regen bringen als 1934 brachte.

Tabelle 20

Niederschlagsmengen einiger dem Ituri-Urwald benachbarter Regenmeßstellen im Belgischen Kongo (Periode 1927 bis Jänner 1934) nach Paul Goedert sowie Regenmengen einiger Monate und geschätzte Jahressummen für 1934 nach den Beobachtungen im Ituri-Urwald und in Bambesa.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Im Norden:													
Nioka, 1500 *m*	15*	59	105	109	**130**	91*	141	146	**174**	86	93	41	1190
Goma, 1464 *m*	60*	66	118	**122**	102	64	32*	82	**142**	119	100	120	1127
Im Osten:													
Irumu, 1050 *m*	55*	74	123	118	**148**	122*	134	**173**	155	130	124	91	1447
Buta, 450 *m*..	31*	72	67	**142**	92	98	63*	131	130	**173**	166	44	1209
Im Süden:													
Beni, 1200 *m*	47*	104	151	**229**	170	103*	153	158	**199**	194	104	100	1712
Lubero, 1700 *m*	107	153	**187**	184	104*	110	137	117	129	**136**	116	100*	1580
Im Westen:													
Avakubi, 587 *m*	81	75*	177	**289**	220	70	70*	135	171	**200**	161	129	1778
Sukumani, 580 *m*	56*	84	192	228	**262**	132	116*	139	161	**183**	161	139	1853
Mittelwert (1064 *m*)	56*	86	140	**178**	154	99*	108	135	**158**	153	128	96	1491
Ituri-Urwald 750 *m* (*1934*)	—	—	—	—	(101)	132	—	265	164	170	(265)	—	(1979)
Bambesa, 620 *m*	35*	90	121	210	**228**	188*	191	211	219	**220**	191	47	1951
Bambesa (*1934*)	—	—	—	—	—	166	225	189	(264)	172	66	59	(1756)

Jedenfalls scheint die normale Niederschlagsmenge im Urwald mit über 2000 *mm* im Jahr merklich höher zu sein als an irgendeinem der angegebenen Orte.

Im allgemeinen erhalten die Plätze im Osten und Nordosten relativ wenig Niederschlag. Im August ist das regenreichste Gebiet der Umgebung der Nordwesten: Dies alles sind Feststellungen, welche mit den Beobachtungen M. Gusindes über Windböen und Niederschläge sinnvoll in Zusammenhang stehen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Vergleicht man die Temperaturmittel mit den Zahlenangaben in Hann (Klimatologie, 2. Bd., S. 79 ff.), so erkennt man, daß die Temperatur von Eala aus 1934 den aus den anderen Stationen des Kongogebietes gewonnenen Mitteltemperaturen am Äquator etwa entspricht, das Urwaldgebiet jedoch um 1·5° kühler ist, als man für diese Höhenlagen erwarten würde. Dementsprechend ist das Feuchtemittel mit 91% wesentlich höher als das anderer Orte (Vivi 75%, Bolobo 79%). Die Tagesamplitude der Temperatur ist mit 8·0° trotz des Waldeinflusses am Grunde der Lichtungen etwa normal (Vivi 7·9°, Bolobo 8·7°).

Hier wäre ein Ansatzpunkt für künftige Untersuchungen, welche im Anschluß an die schönen Messungen R. Geigers in bayrischen und märkischen Forsten den Wärme- und Feuchteumsatz in und über dem großen Waldgebiet sowie in Lichtungen desselben mikroklimatisch zu klären hätten. Aerologische Untersuchungen würden die Höhenerstreckung der Wärme- und Feuchteumsätze über solch einem verhältnismäßig selbständigen Klimagebiet erschließen. Dann könnte mit verbessertem Rüstzeug das fortgesetzt werden, womit die vorliegende Arbeit begann, es könnte nämlich eine physikalisch durchdrungene Beschreibung des Gesamtablaufs der Witterung im tropischen Urwaldgebiet als Beipiel eines seinen eigenen Bedingungen gehorchenden Klimagebietes der Erde gegeben werden.

Aus den vortrefflichen, mit einfachsten Mitteln ausgeführten Beobachtungen M. Gusindes ließ sich bereits ein fester Unterbau für eine solche vertiefte Erklärung des tropischen Urwaldklimas gewinnen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1941

Band/Volume: 150_2a

Autor(en)/Author(s): Gusinde Martin, Lauscher Friedrich

Artikel/Article: Meteorologische Beobachtungen im Kongo-Urwald. 281-347