

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

ISSN 0373-0468

Herausgegeben von

H. Hahn - W. Kuls - W. Lauer - P. Höllermann - K.A. Boesler

Schriftleitung: H.-J. Ruckert

Heft 66

Wilhelm Lauer und Peter Frankenberg

**Untersuchungen zur Humidität
und Aridität von Afrika**

- Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung -

1981

In Kommission bei

Ferdinand Dümmlers Verlag - Bonn

Wilhelm Lauer und Peter Frankenberg

Untersuchungen zur Humidität und Aridität von Afrika

– Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung –

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

ISSN 0373-0468

Herausgegeben von

H. Hahn · W. Kuls · W. Lauer · P. Höllermann · K. A. Boesler

Schriftleitung: H.-J. Ruckert

Heft 66

Wilhelm Lauer und Peter Frankenberg

**Untersuchungen zur Humidität
und Aridität von Afrika**

– Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung –



1981

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

– Dümmlerbuch 7616

**Untersuchungen zur Humidität
und Aridität von Afrika**

– Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung –


von

Wilhelm Lauer und Peter Frankenberg

Mit 22 Abbildungen , einem Tabellenanhang und 4 mehrfarbigen Beilagen

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

 **Dümmlerbuch 7616**

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-427-76161-4

© 1981 Ferd. Dümmlers Verlag, 5300 Bonn 1

Herstellung: Richard Schwarzbald, Witterschlick b. Bonn

Vorwort

In dieser Studie wird das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung erarbeitet. Es zielt darauf ab, Humidität bzw. Aridität von irdischen Landschaftsräumen zu erfassen unter Berücksichtigung der klimatologischen Grundlagen und der Wasserhaushaltseigenschaften des verdunstenden Milieus. Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) ist demnach definiert als die potentielle Verdunstung eines gegebenen Landschaftsausschnittes unter der Annahme stets optimaler Wasserversorgung des Bodens einer "realen Landschaft" mit ihrer wirklichen Vegetationsbedeckung und den gegebenen ökophysiologischen Reaktionstypen der Pflanzenwelt.

Humidität und Aridität an der gegebenen Landschaft, insbesondere am Pflanzenkleid der Erde zu orientieren, war bereits Leitbild bei meiner Dissertation über "Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehungen zu den Vegetationsgürteln" (Bonner Geographische Abhandlungen 9, 1952). Heute sind Humiditäts- bzw. Ariditätsindizes, wie sie damals für derartige Untersuchungen verwandt wurden, entbehrlich geworden, da die Datenlage es heute zuläßt, das Verdunstungsglied der Wasserbilanz auch für eine Vielzahl von Klimastationen über physikalisch hinreichend gesicherte Verdunstungsgleichungen zu berechnen. Überdies ist das Netz der Verdunstungstanks (class-A-pan) so angewachsen, daß die berechneten Verdunstungswerte für die einzelnen Landschaftsräume mit den gemessenen Daten überprüft und korrigiert werden können.

Wenn auch damals bereits H.L. PENMAN die rechnerische Ermittlung der potentiellen Evaporation (Verdunstung einer freien Wasserfläche E_o) und der potentiellen Evapotranspiration (ETP) auf physikalische Grundlagen gestellt hatte (PENMAN, 1948 und 1963), so war jedoch seine Formel für Übersichtsuntersuchungen und kontinentale Vergleiche nicht zu verwenden, da seine die Gleichung tragenden Parameter nur an wenigen Stationen beobachtet werden und außerdem sein Konzept der potentiellen Evapotranspiration an einer "genormten" Landschaft (geschorener Rasen) abgeleitet ist. Da auch heute noch die meisten seiner Parameter an viel zu wenig Stationen erfaßt werden, ist seine Formel noch immer nicht generell in Wert zu setzen; doch eignet sie sich gut zur statistischen Kontrolle anderweitig gewonnener Verdunstungswerte.

Die Wasserhaushaltsbilanz, wie sie in dieser Arbeit zur Ermittlung der Trockengrenze benutzt wird, lautet in Anlehnung an PENCK (1910): $N = pLV$. Humide Räume oder humide Zeiten sind dann gegeben, wenn der Niederschlag größer ist als die potentielle Landschaftsverdunstung (N größer als pLV), aride Räume, wenn der Niederschlag kleiner ist als die potentielle Landschaftsverdunstung (N kleiner als pLV).

Zur Definition der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) sind zwei Schritte erforderlich:

1. Es muß die potentielle Verdunstung (Evaporation einer freien Wasserfläche) für möglichst viele Stationen ermittelt werden. Die Verfasser glauben, daß

die potentielle Verdunstung über die Äquivalenttemperatur und das Sättigungsdefizit berechnet werden kann. Die zufällige Lektüre der Arbeit von W. KNOCHE (1905) leitete mich auf diesen Weg. Durch die Verwendung der Äquivalenttemperatur als dem Energiemaß für die Gesamtheit der in einem Luftquantum vorhandenen Wärme erübrigt sich die Verwendung der wenig manipulierbaren PENMAN-Formel, wie durch Vergleiche gezeigt werden kann.

2. Es muß die potentielle Verdunstung der unterschiedlichen Landschaftsräume mit ihrer vielfältig gestalteten Vegetationsdecke und deren ökophysiologischen Reaktionstypen erfaßt werden. Diese bisher höchstens in Einzelfällen meßbaren Parameter werden über einen Reduktionsfaktor (Rf) qualitativ abgeschätzt, der es ermöglicht, die landschaftsspezifischen Verdunstungseigenschaften der Pflanzenwelt im Zusammenhang mit den edaphischen Bedingungen zu berücksichtigen. Dieser Reduktionsfaktor, der annähernd die landschaftsökologische Wasserbilanz erfaßt, muß das Transpirationsverhalten der Pflanzenwelt, den Bedeckungsgrad der Pflanzen, den Oaseneffekt, die Albedo und die Rauigkeit der Oberfläche einbeziehen.

Mit dem vorgestellten Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung möchte ich zugleich mein Isohygromenenkonzept auf weiterführende, dem Stand der Forschung angepaßte Grundlagen stellen.

In Herrn Dr. Frankenberg habe ich einen engagierten Mitarbeiter für dieses Thema gefunden. In den letzten drei Jahren haben wir viele Stunden über diese Problematik diskutiert. Wir legen nunmehr die Ergebnisse dar, nicht zuletzt in der Erkenntnis, daß Untersuchungen zur Aridität und Humidität im Zusammenhang mit der immer dringender werdenden Wasserhaushaltsfrage auf der Erde von großer Bedeutung sind und das Wasserproblem zur Lebensfrage ganzer Regionen werden wird. Herrn Dr. Frankenberg danke ich für die wirkungsvolle Mitarbeit, Fräulein Yang und Herrn Siegburg für den unermüdlichen Einsatz bei der Durchführung der Rechenarbeiten und der Übertragung der Daten auf Karten und Diagramme. Die Reinzeichnung der Karten und Diagramme erfolgte in bewährter Weise durch die Kartographen des Geographischen Instituts.

Bonn, im Februar 1981

Wilhelm Lauer

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Inhaltsverzeichnis	7
Verzeichnis der Karten und Abbildungen	8
Einleitung: Humidität und Aridität als hygrische Klimatypen	11
A. Die potentielle Verdunstung (pV)	14
1. Die Ableitung der "Äquivalenttemperatur" als Gesamtenergie- maß einer Verdunstungsgleichung	14
1.1 Die Relationen von fühlbarer und latenter Wärme in Afrika, be- rechnet auf der Basis der Äquivalenttemperatur	16
2. Die Ableitung einer Jahresverdunstungsformel aus den Größen Äquivalenttemperatur und Sättigungsdefizit	17
2.1 Statistische Absicherung der abgeleiteten Verdunstungsformel	21
2.2 Die klimatische Jahreswasserbilanz von Afrika	24
2.3 Die Ableitung einer Monatsformel zur Berechnung der Verdun- stung freier Wasserflächen auf der Basis von Äquivalenttempera- tur und Sättigungsdefizit	28
B. Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV)	34
1. Die Ableitung der "potentiellen Landschaftsverdunstung"	34
1.1 Modell eines gleitenden Reduktionsfaktors zur Bestimmung der potentiellen Landschaftsverdunstung auf der Basis der potenti- ellen Verdunstung freier Wasserflächen	37
1.2 Die landschaftsökologische Jahreswasserbilanz von Afrika	46
C. Regionale Beispiele	49
1. Vergleichende Betrachtung "klimatischer", "klimaökologischer" und "landschaftsökologischer" Isohygromenen am Beispiel Ost- afrikas	49
2. Versuch einer Klimaklassifikation Afrikas auf der Basis "land- schaftsökologischer" Isohygromenen	59
D. Diskussion und Ergebnisse	61
Summary	68
Literaturverzeichnis	72
Tabellenanhang	82
	7

Verzeichnis der Karten und Abbildungen

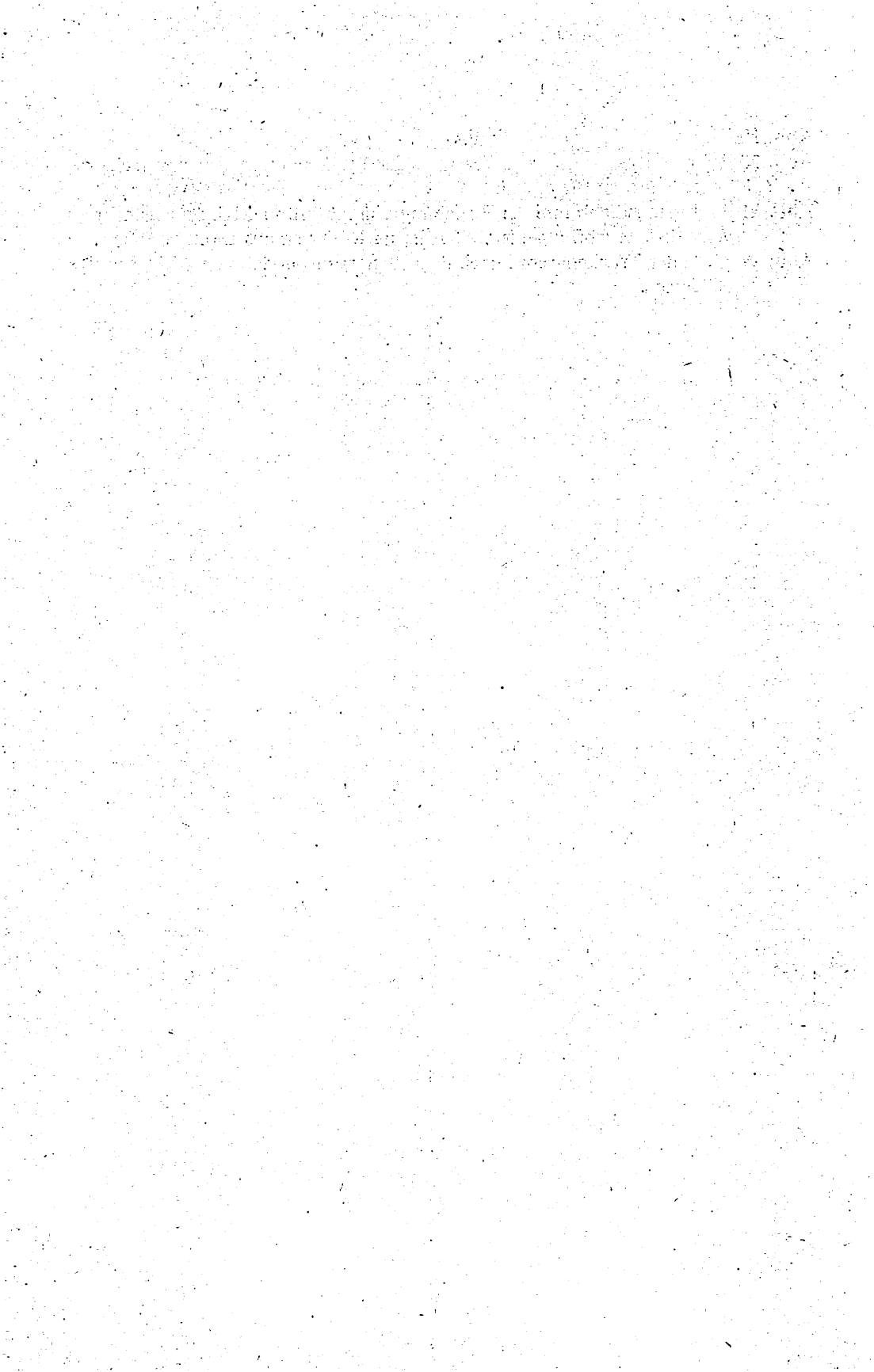
- Karte 1 Ratio von fühlbarer und latenter Wärme im Raume Afrikas
Karte 2 Klimatische Jahreswasserbilanz von Afrika (N-pV)
Karte 3 Landschaftsökologische Jahreswasserbilanz von Afrika (N-pLV)
Karte 4 Hygrothermische Klimatypen Afrikas
- Abb. 1 Isolinien der Korrelationskoeffizienten der Beziehung der Verdunstung freier Wasserflächen und der Windgeschwindigkeit
Abb. 2 Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und Class-A-pan (Jahreswerte)
Abb. 3 Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und ETP, nach PAPADAKIS (Jahreswerte)
Abb. 4a Karte der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) im Raume Afrikas
Abb. 4b Karte des mittleren Jahresniederschlags von Afrika (verändert nach dem Weltseuchenatlas)
Abb. 5 Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und Class-A-pan (Monatswerte)
Abb. 6 Diagramm des graphischen Vergleichs der Jahresgänge von pV und Class-A-pan für ausgewählte Klimastationen verschiedener Klimazonen Afrikas
Abb. 7 Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und ETP, nach PAPADAKIS (Monatswerte)
Abb. 8 Karte der Anzahl klimatisch humider Monate im Raume Afrikas
Abb. 9 Schema der verschiedenen Verdunstungsarten (pV, pET, pLV)
Abb. 10 Schema der Relationen von Evaporation und Transpiration, nach GENTILI aus KELLER (1961)
Abb. 11 Modell gleitender Reduktionsfaktoren zur Ableitung der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) aus der potentiellen Verdunstung freier Wasserflächen (pV)
Abb. 12 Monatliche Verdunstungsmengen des grasbewachsenen (R) und des vegetationslosen (B) Eberswalder Lysimeters im dreijährigen Durchschnitt nach LAATSCH aus WALTER (1960), vereinfacht
Abb. 13 Transpirationsraten verschiedener Pflanzenbestände von Savannenformationen in Afrika, nach Werten aus BALEK (1977)
Abb. 14 Karte der Anzahl der klimatisch humiden Monate im Raume Ostafrikas
Abb. 15 Karte der Anzahl der klimaökologisch humiden Monate im Raume Ostafrikas
Abb. 16 Karte der Anzahl der landschaftsökologisch humiden Monate im Raume Ostafrikas
Abb. 17 Karte der Isohygromenen nach LAUER im Raume Ostafrikas (LAUER, 1951)
Abb. 18 Die relative Abweichung der Zahl der humiden Monate im Raume Ostafrikas nach den verschiedenen Verdunstungskonzepten (pV, pET, pLV)

Abb. 19 Klimadiagramm von Malindi

Abb. 20 Räumlicher Vergleich des Verlaufes der Trockengrenzen, nach verschiedenen Autoren für Afrika

Abb. 21 Regressionsdiagramm der Beziehung von Abfluß und Niederschlag für verschiedene Abflußgebiete Afrikas, nach Werten aus BALEK (1977)

Abb. 22 Karte der Trockengrenze nach dem Regressionsmodell von Abfluß und Niederschlag



Einleitung: Humidität und Aridität als hygrische Klimatypen

Humidität und Aridität sind integrierte Ausdrücke des Wasserhaushaltes. Sie können räumlich und zeitlich interpretiert werden. Zu ihrer Bestimmung verwendet man die Bilanz von Niederschlag und Verdunstung (Wasserbilanz: $N = V$).

Das Hauptproblem dieser Bilanzierung ist die Bestimmung des Verdunstungsterms. Da es Räume auf der Erde gibt, in denen weniger Wasser zur Verfügung steht als verdunsten kann (aride Räume), muß die Bestimmung der Humidität und Aridität über eine *potentielle* Verdunstung erfolgen. Deshalb ist in dieser Abhandlung nur von potentieller Verdunstung die Rede.

Um eine potentielle Verdunstung zu ermitteln, bediente man sich bisher der Verdunstung freier Wasserflächen oder der potentiellen Evapotranspiration. Beiden Ansätzen mangelt es jedoch an einer Berücksichtigung der Gegebenheiten der realen Landschaft. Weder die freie Wasserfläche noch die Evapotranspiration als Verdunstung eines genormten Landschaftsausschnittes (z.B. kurzgeschnittener Rasen bei THORNTHWAITE und PENMAN) trifft die räumliche Wirklichkeit. Das rasch wechselnde Mosaik der Landschaften mit den sich ständig wandelnden Verdunstungsmedien - freie Wasserfläche, abiotische und biotische Substrate mit unterschiedlichem Verdunstungsverhalten - verhindert eine einwandfreie Ermittlung der Verdunstung mit Hilfe von Meßanordnungen.

Die daraus folgenden wechselnden Relationen von Evaporation und Transpiration sowie das eigengesetzliche Transpirationsverhalten der Pflanzenbestände erschweren die Bestimmung einer landschaftsadäquaten Verdunstung. Gerade deswegen wurde bisher der Einfachheit halber die potentielle Verdunstung nahezu ausschließlich über klimatische Parameter ausgedrückt, da sich die anderen Faktoren kaum quantitativ erfassen lassen. Es ist aber nötig, auch das Verhalten der verdunstenden Medien in ein landschaftsbezogenes Konzept der Definition humider und arider Räume oder Zeitabschnitte einzubeziehen.

Die Verfasser sind daher bestrebt, möglichst viele, auch nicht quantifizierbare Parameter der Verdunstungsmedien in das vorgelegte Konzept der potentiellen Verdunstung zu integrieren. Daher wird sie im Gegensatz zu der potentiellen Verdunstung (E_o) oder der potentiellen Evapotranspiration (ETP) potentielle Landschaftsverdunstung genannt (pLV).

Unter potentieller Landschaftsverdunstung wird die Verdunstung des Gesamtsystems der abiotisch und biotisch geprägten Landoberfläche (Vegetation, Boden, Binnengewässer) verstanden. Sie unterscheidet sich von der Evapotranspiration (ETP) nach THORNTHWAITE und PENMAN durch die nicht festgeschriebene Relation bewachsener und unbewachsener Erdoberfläche und die bewußte Berücksichtigung des Transpirationsverhaltens des Bewuchses.

Die potentielle Verdunstung:

a) Ausgangspunkt zur Bestimmung der potentiellen Landschaftsverdunstung bleibt auch im vorgelegten Konzept die Ermittlung der *Verdunstung*

freier Wasserflächen. Sie wird heute im allgemeinen mit Hilfe genormter Wassertanks (Class-A-pan) gemessen, doch reichen für großräumige Untersuchungen die Zahl der Meßstellen und die Dauer der Meßperioden noch nicht aus. Außerdem sind die Daten nur an wenigen Beobachtungsstationen zuverlässig erhoben. Berechnungsformeln der Verdunstung freier Wasserflächen müssen physikalisch hinreichend abgesichert sein. Dem genügt die Formel von PENMAN (1948) am ehesten. Sie kann jedoch nur für die Klimastationen berechnet werden, die die geforderten Daten erheben. Für die Fundierung einer räumlich präzisen Karte reicht ihre Anzahl z.B. in Afrika jedenfalls nicht aus. Viele Autoren, die die physikalische Exaktheit der PENMAN-Formel nutzen wollen, verwässern die Gleichung wieder durch die Verwendung zu vieler Hilfsgrößen.

Es mußte also danach gestrebt werden, einen physikalisch abgesicherten Ausdruck zu finden, der den Absichten einer weltweiten Bilanzierung des Wasserhaushaltes genügt. In Form der Kombination von Äquivalenttemperatur (Gesamtwärmeinhalt eines Luftquantums) als Integral der energetischen Einflußgrößen des Verdunstungsterms und des Sättigungsdefizites als Ausdruck der Wasseraufnahmefähigkeit eines Luftquantums glauben die Verfasser, einen geeigneten Ausdruck der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) zur Verfügung zu stellen. Äquivalenttemperatur (t_{ae}) und Sättigungsdefizit (S) lassen sich aus Mitteltemperatur, relativer Feuchte und Luftdruck berechnen. Sie gestatten daher, fast jede Klimastation für eine räumliche Darstellung zu verwenden.

Die potentielle Landschaftsverdunstung:

b) Um die potentielle Verdunstung einer gegebenen Landschaft (pLV) zu berechnen, müssen überdies auch Parameter des Verdunstungsmediums eingebracht werden. Da diese nicht so quantifizierbar sind, daß sie ohne weiteres in einer Gleichung durch Zahlen ausgedrückt werden könnten, haben die Verfasser aus der Verdunstung freier Wasserflächen mit Hilfe einer Reduktionsfunktion (R_f), die aus Eigenschaften des verdunstenden Mediums abgeleitet ist, die potentielle Landschaftsverdunstung aus der Verdunstung freier Wasserflächen ermittelt.

Als wesentliche Merkmale des verdunstenden Mediums wurden berücksichtigt: eine Boden-/Pflanzenratio (B/P), das Transpirationsverhalten des Bewuchses (Tr), die Albedo (A), der Oaseneffekt (O), die Rauigkeit (Ra) und edaphische Faktoren (Ed).

Eine direkte Berechnung der potentiellen Landschaftsverdunstung konnte deshalb nicht vorgenommen werden, weil sich die einzelnen Einflußgrößen dieser Reduktionsfunktion nicht in ausreichendem Maße quantifizieren lassen.

Das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung strebt an, die Wasserbilanzierung von irdischen Landschaften in der Form zu sehen, wie sie über eine Wasserhaushaltsgleichung die hydrologische Wirklichkeit geographischer Räume ausdrückt. Erst das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung kann es u.E. leisten, die geographischen Befunde einer Raumgliederung in humi-

de und aride Regionen durch eine berechnete Wasserbilanz zu belegen.

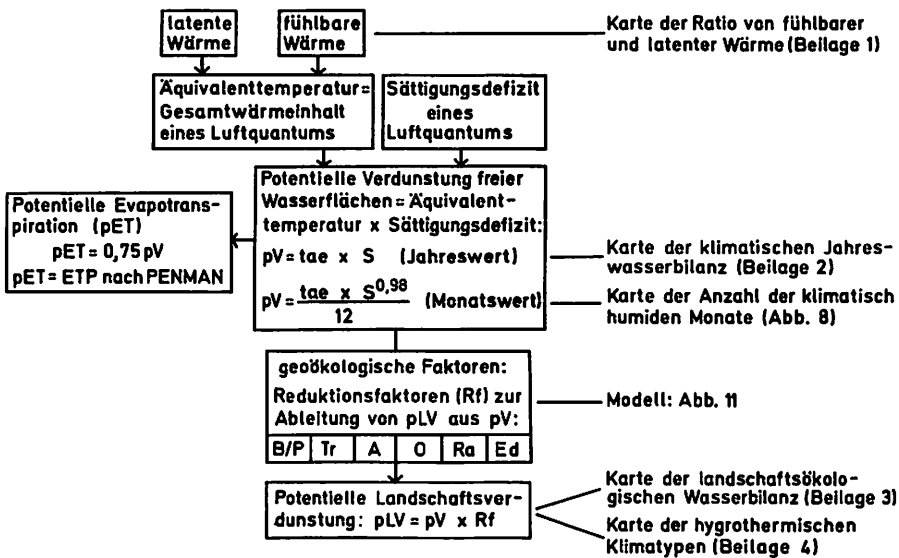
Die potentielle Landschaftsverdunstung läßt sich damit folgendermaßen definieren:

$$pLV = pV \times Rf$$

$$pV = tae \times S \text{ (für Jahreswerte) bzw. } pV = \frac{tae \times S^{0,98}}{12} \text{ (für Monatswerte)}$$

$$Rf = f(B/P, Tr, A, O, Ra, Ed)$$

Der Gang der Untersuchung entspricht den im folgenden Schema dargestellten Schritten, die aus dem einleitend erläuterten Grundkonzept der Abhandlung resultieren.



Wie aus den vorstehenden Gedankengängen hervorgeht, soll im folgenden zwei Hauptfragen nachgegangen werden.

a) Für die Zwecke einer praktikablen Wasserbilanzierung von Räumen kontinentalen Ausmaßes wird eine Gleichung der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) entwickelt, die - physikalisch hinreichend exakt - die Auswertung von gut beobachteten Meßwerten an möglichst vielen Klimastationen erlaubt. Äquivalenttemperatur und Sättigungsdefizit dienen hierbei als Parameter (vgl. Kap. A).

b) Um die potentielle Verdunstung eines gegebenen Landschaftsausschnittes bestimmen zu können, bedarf es einer Berücksichtigung des Verdunstungsverhaltens von Boden und Vegetation gegenüber dem atmosphärischen Verdunstungsanspruch. Dem trägt das Konzept der "potentiellen Landschaftsverdunstung" (pLV) Rechnung, die über Reduktionsfaktoren (Rf) aus der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) ermittelt wird (vgl. Kap. B).

A. Die potentielle Verdunstung (pV)

1. Die Ableitung der "Äquivalenttemperatur" als Gesamtenergiemaß einer Verdunstungsgleichung

Übliche Klimastationen liefern im allgemeinen Werte des Niederschlags, der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und des Luftdrucks. Werte der Strahlung und der Verdunstung stehen normalerweise nicht, oder nur unzureichend erhoben, zur Verfügung. Ein erprobter Ausdruck der Gesamtwärmemenge steht in Form der Äquivalenttemperatur zur Verfügung. Zur Berechnung der Äquivalenttemperatur benötigt man lediglich Meßwerte der Temperatur, der relativen Feuchte und des Luftdrucks. Die Äquivalenttemperatur kann als Ausdruck der für den Verdunstungsprozeß zur Verfügung stehenden Gesamtenergie dienen.

Der Begriff "äquivalente Temperatur" ist von BEZOLD eingeführt worden und entspricht dem "Gesamtwärmegehalt der Luft", der sich aus latenter und fühlbarer Wärme zusammensetzt (LINKE, 1922). Nach KNOCHE (1905) kann man sich das Zustandekommen der "fiktiven" Größe "Äquivalenttemperatur" so vorstellen, daß der Wasserdampfgehalt einer Volumeneinheit von einem Kubikmeter kondensiert und die entstandene Kondensationswärme dazu genutzt wird, einen Kubikmeter trockene Luft auf eine bestimmte Temperatur zu bringen, nämlich auf die Äquivalenttemperatur. Voraussetzung ist nach LINKE (1938), daß das Kondensationswasser ausfällt und so durch seine Eigenwärme die "fiktive Temperaturerhöhung" nicht beeinflußt wird. Überdies ist dieser Prozeß nach LINKE (1938) mit der "potentiellen Temperatur" zu verknüpfen. Je nach der Abfolge der theoretischen Prozesse: "Kondensation" - "adiabatische Absenkung auf Normaldruck" ergeben sich nämlich verschiedene Äquivalenttemperaturen. Läßt man zuerst das Wasser kondensieren und dann den Druck auf Normaldruck absinken (potentielle Temperatur), so findet die Temperaturerhöhung an der äquivalenten Temperatur statt, und man erhält die "potentielle Äquivalenttemperatur". Wird zuerst der Druck auf Normaldruck abgesenkt und dann das Wasser kondensiert, so resultiert daraus die "äquivalent-potentielle Temperatur", welche naturgemäß unter der "potentiellen Äquivalenttemperatur" liegt. Die "potentielle Äquivalenttemperatur" kann man mit LINKE (1938, S. 346) definieren als "Gesamtwärmeinhalt eines Luftquantums, wie er zur Verdampfung des in der Luft als Dampf befindlichen Wassers und zur Erwärmung dieser feuchten Luft auf eine bestimmte Temperatur aufgewendet wurde". Dieser Wärmeinhalt stellt "das Produkt aus Temperatur, Dichte und spezifische Wärme" eines Gases konstanten Druckes dar. Dividiert man die Wärmemenge durch Dichte und spezifische Wärme, so erhält man eine Größe in der Dimension der Temperatur, die man als Äquivalenttemperatur bezeichnet (LINKE, 1938, S. 346). Ausgehend von einer Differentialgleichung der potentiellen Temperatur trockener Luft und ihrer spezifischen Entropie sowie der Entropie feuchter Luft (n. ERTEL) erhält man nach LINKE (1938) eine "potentielle Äquivalenttemperatur", die sich bei Temperaturen über 0°C wie folgt berechnet:

$$t_{ae} = \frac{cp'}{cp} \cdot T + f \cdot 1548 \frac{E}{p} (1 - 0,001 t)$$

wobei cp die Wärmekapazität trockener Luft und cp' die Wärmekapazität feuchter Luft bedeuten; T ist die absolute Temperatur, f die relative Feuchte, E der maximale Dampfdruck, p der Luftdruck und t die gemessene Temperatur ($^{\circ}\text{C}$).

Nach dieser Formel wurde mit Hilfe von Tabellen im Meteorologischen Taschenbuch (1970) die Äquivalenttemperatur als Gesamtwärmemenge der Luft für afrikanische Klimastationen berechnet. Da zur Berechnung die normalerweise in einer Wetterhütte gemessenen Werte ausreichen, konnten annähernd 600 afrikanische Klimastationen berücksichtigt werden. Außerdem ist in der Äquivalenttemperatur die zugestrahlte sowie die advektierte Energie integriert, wie sie sich in den gemessenen Werten der Temperatur niederschlagen. So ergibt sich ein verhältnismäßig einfacher Ausdruck der Gesamtwärmemenge, die in den potentiellen Verdunstungsvorgang eingeht. Es entfällt damit der Aufwand, der zur Energieberechnung nach PENMAN (1948) notwendig ist.

Ein statistischer Vergleich der auf der Basis der Äquivalenttemperatur berechneten Verdunstungswerte mit Werten nach PENMAN erweist, daß die Äquivalenttemperatur die für Verdunstungsprozesse zur Verfügung stehende Energie hinreichend repräsentiert (vgl. Kapitel 2.1).

Einfacher läßt sich die Äquivalenttemperatur ohne Berücksichtigung des Luftdrucks über $t_{ae} = t + 2.5 w$ errechnen (n. MÖLLER, 1973), wobei t die gemessene Temperatur und w das Mischungsverhältnis feuchter Luft bedeuten. Auf diese einfachere Berechnungsmöglichkeit ist hier verzichtet worden, um die Berechnung der zur Verdunstung verfügbaren Energie möglichst genau durchzuführen und vor allem eine barometrische Höhenkorrektur einzubeziehen, die zur Berücksichtigung des Verdunstungsverhaltens in der "dritten Dimension" notwendig ist.

Wegen des engen Zusammenhanges zwischen Äquivalenttemperatur und Abkühlungsgröße (vgl. ROBITZSCH, 1930) hat die Äquivalenttemperatur in den 30er und 40er Jahren eine vielfältige Anwendung vorwiegend in der Bioklimatologie gefunden (vgl. MEINARDUS, 1935; ROBITZSCH, 1930). E. KRÜGER hatte 1942 eine Dissertation über "Die Verteilung der äquivalenten Temperatur auf der Erde und ihre Bedeutung für die Vegetation" publiziert, in der er die Birkenbaumgrenze Skandinaviens als eine Wassermangelgrenze ermittelte. Schon W. KNOCH (1907) hatte mit seiner Dissertation (1906) als Schüler BEZOLDS den "Wärmegehalt der unteren Luftschicht" mit Hilfe der Äquivalenttemperatur geographisch untersucht und dieser Größe damit zu einem gewissen Durchbruch verholfen. HANN (1907) erkannte der Äquivalenttemperatur zwar eine Bedeutung in der dynamischen Meteorologie zu, jedoch nicht als integrierenden Ausdruck von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, wie ihn KNOCH verstand. Die absolute Größe sei daher für die Bioklimatologie bedeutungslos, weil bei völlig verschiedenen Klimaten die gleichen Äquivalenttemperaturen auftreten können. Bei gleicher absoluter Äquivalenttemperatur sind aber nach Ansicht der Verfasser in ei-

nem warm-trockenen Klima die Anteile latenter und fühlbarer Wärme anders als in einem feucht-kühleren Klima. Es kommt daher für bioklimatologische Fragestellungen auf die Relationen von fühlbarer und latenter Wärme an und nicht auf die absolute Größe der Äquivalenttemperatur, die diese Relation verschleiert.

1.1 Die Relationen von fühlbarer und latenter Wärme in Afrika, berechnet auf der Basis der Äquivalenttemperatur

Im folgenden wird die Äquivalenttemperatur weder im dynamisch-meteorologischen Ansatz nach HANN noch im bioklimatologischen Sinn z.B. nach KRÜGER verwandt. Besonders der bioklimatologische Ansatz wäre im Sinne der obigen Ausführungen aber durchaus ausbaufähig.

Hier wird die Äquivalenttemperatur zunächst zur Berechnung des Verhältnisses von fühlbarer zu latenter Wärme benutzt, womit die Bowenratio über ein einfaches Berechnungsverfahren ausgedrückt und damit für viele Klimastationen ermittelt werden kann. Infolgedessen ist es möglich, detailliertere Karten dieser Ratio zu entwerfen. Dieses Verfahren wurde für Afrika angewandt und in der Karte 1 (Beilage) der Quotient von fühlbarer zu latenter Wärme auf der Basis von 600 Klimastationen kartographisch dargestellt.

Die Ratio von fühlbarer und latenter Wärme läßt sich mit Hilfe der Äquivalenttemperatur wie folgt berechnen:

$$\frac{T}{T_{ae} - T} \text{ (in } ^\circ\text{Kelvin),}$$

wobei T die gemessene Temperatur (fühlbare Wärme) in ° Kelvin und T_{ae} die absolute Äquivalenttemperatur ist. Die Gesamtwärmemenge minus fühlbarer Wärme ($T_{ae} - T$) ergibt folglich die latente Wärme.

Die Relationen beider Wärmemaße gestatten Rückschlüsse auf das hygrometrische Klima: je höher der resultierende Wert, um so weniger Wärme ist in latenter Form vorhanden, um so geringer ist auch das Feuchtepotential in Relation zur vorhandenen fühlbaren Wärme.

Viele Autoren verwenden eine Ratio der Ströme von fühlbarer und latenter Wärme (F/L) im Sinne von Bowen direkt zur Berechnung der Verdunstung (z.B. ALBRECHT, 1962). Geht man nämlich davon aus, daß die Gesamtenergie auf einen Körper freien Wassers trifft, so wird ein Teil dieser Energie zum Verdunstungsprozeß gebraucht und somit in latente Wärme umgewandelt. Der nicht für den Verdunstungsprozeß verwendete Teil der zugestrahlten Energie wird als fühlbare Wärme mit dem Thermometer meßbar. Je höher der Anteil latenter Wärme ist, um so höher ist die Verdunstung. Allerdings ist dies eine "aktuelle Verdunstung", da ja der Prozeß der Energieumwandlung von dem tatsächlich vorhandenen Wasser abhängt. Aber selbst für die Bestimmung einer aktuellen Verdunstung (aV) enthält die Ratio - unabhängig von der Berechnungsgrundlage - eine Fehlerquelle, weil wegen der Advektion latenter Wärme die vor Ort umgewandelte Wärme nur schwer faßbar ist.

Für die Berechnung der potentiellen Verdunstung (pV) erweist sich die Ratio

als wenig tauglich, da die Größe der Anteile von dem tatsächlich umgesetzten Wasser abhängt, die potentielle Verdunstung aber von dem aktuellen Wasserangebot unabhängig angenommen wird.

Die hier vorgelegte Karte 1 (Beilage) ist eine Darstellung der Relationen von fühlbarer und latenter Wärme, die man zum Beispiel für Schwüleberechnungen oder zur Ermittlung des Transpirationsverhaltens von Lebewesen nutzen könnte. Sie macht für unsere Fragestellung deutlich wie die Wärmeenergie in ihren beiden Komponenten räumlich variiert.

Die Karte (Beilage 1) basiert auf der Auswertung von fast 600 Klimastationen. Die Relationen von fühlbarer und latenter Wärme weisen Maxima von über 20 in den nord- und südafrikanischen Trockengebieten auf. Minima von 6 finden sich in der zentralafrikanischen Regenwaldregion. Die räumliche Differenzierung Afrikas entsprechend den zwischen beiden Extremen liegenden Ratio-Werten erfolgte nach der einfachen oder doppelten Standardabweichung (2). Bei niedrigen Ratio-Werten wurde die einfache Standardabweichung als Schwellenwert gewählt, weil diese Werte in der Häufigkeitsanalyse deutlich überwiegen; bei hohen Ratio-Werten, also hohen Anteilen fühlbarer Wärme, wurde die doppelte Standardabweichung zur räumlichen Differenzierung herangezogen, um die Typenanzahl zu beschränken.

Die Ratio-Werte sind als Relationen der absoluten Temperatur errechnet worden, weil eine Relation nur dann in der Größenordnung richtig ist, wenn die Ausgangswerte einen absoluten Nullpunkt haben.

Im generellen Bild der Karte (Beilage 1) nimmt - wie zu erwarten - von den Trockengebieten zu den feuchteren Subtropen und zum Äquator hin der Anteil latenter Wärme stetig zu. In der dritten Dimension der Gebirge ist eine Abnahme des Anteils latenter Wärme mit der Höhe festzustellen, so in Ostafrika und besonders ausgeprägt im Atlasgebirge sowie in Südafrika. Der Wasserdampfgehalt der Luft geht eben mit zunehmender Meereshöhe zurück.

Deutlich wird der Einfluß der Meeresnähe auf die Ratio von fühlbarer und latenter Wärme. Die Küstenregionen weisen verhältnismäßig hohe Anteile latenter Wärme aus. Dies gilt insbesondere für Küstenräume an wärmeren Gewässern, wie am Roten Meer, wohingegen z.B. der kalte Kanarenstrom an der Westseite der Sahara offenbar weniger Advektion latenter Wärme landeinwärts zuläßt. Auch die Regionen um die größeren ostafrikanischen Seen machen den Einfluß der Advektion latenter Wärme von Wasserflächen her durch ihre niedrigen Ratio-Werte deutlich.

Die Karte der Relation von fühlbarer und latenter Wärme zeichnet so über den Meereseinfluß einen Kontinentalitätsgrad nach.

2. Die Ableitung einer Jahresverdunstungsformel aus den Größen Äquivalenttemperatur und Sättigungsdefizit

Die Äquivalenttemperatur als Maß der Gesamtwärmemenge einer dem Boden auflagernden Luftschicht kann bei der Berechnung der potentiellen Verdun-

stung, wie bereits ausgeführt, zur Erfassung des Wärmeenergieterms der Verdunstung und der Abschätzung der Temperatur der verdunstenden Oberfläche dienen.

Die Äquivalenttemperatur bietet gegenüber anderen Ansätzen zur Abschätzung des Energieterms Vorteile. Während vor allem bei THORNTHWAITE (1948) die Temperatur (fühlbare Wärme) als Energiegröße dient und in anderen Verdunstungsformeln (HAUDE, 1952 und PAPADAKIS, 1966) lediglich das Sättigungsdefizit bzw. der Dampfdruck zur Abschätzung der Verdunstung Verwendung finden, berücksichtigt die Äquivalenttemperatur zur Ermittlung eines Energieterms der potentiellen Verdunstung sowohl die fühlbare Wärme als auch diejenige, die bereits über aktuelle Verdunstungsprozesse in latenter Form in der Luft gebunden ist. Diese Grundüberlegungen sind in der Gleichung von PENMAN (1948) physikalisch als Einzelglieder am umfassendsten berücksichtigt. Die Äquivalenttemperatur integriert aber alle diese Parameter, die PENMAN (1948) zur Berechnung seines Energieterms herangezogen hat. Sie beinhaltet nämlich als Ausdruck der Gesamtwärmemenge sowohl die direkt zugestrahlte als auch die advektierte Wärmeenergie. Außerdem integriert sie die Temperatur der verdunstenden Oberfläche, die entscheidend für die Ausgangsenergie der Wassermoleküle in ihrem Verband ist.

Da sich für die hier abgeleitete Verdunstungsformel eine Einzelanalyse des energetischen Terms erübrigt, ist die Berechnung erheblich vereinfacht und gestattet es, das Datenmaterial sehr vieler Klimastationen zu berücksichtigen.

Zur Berechnung der Äquivalenttemperatur bedarf es lediglich der Mitteltemperaturwerte, der Daten der relativen Feuchte und des Luftdrucks, wobei letztere nur eine geringe Varianzerklärung der Äquivalenttemperatur anbieten und zudem für Klimastationen leicht aus der barometrischen Höhenformel im Vergleich mit Nachbarstationen hergeleitet werden können. Zur Berechnung des PENMANSchen Energieterms benötigt man ein erheblich umfangreicheres Datenmaterial, das nur an wenigen Klimastationen gemessen und daher nur an wenigen Stationen greifbar ist.

Neben der zur Verdunstung verfügbaren Energie und der Temperatur der verdunstenden Oberfläche ist das Sättigungsdefizit der überlagernden Luftschicht eine entscheidende Steuergröße der Verdunstung. Steht der Energieterm für die Austrittsfähigkeit der Wassermoleküle aus ihrem Verband, so das Sättigungsdefizit für deren Aufnahmemöglichkeit durch die über der Verdunstungsquelle lagernden Luftmassen.

Die enge Beziehung zwischen dem Verdunstungsvorgang und dem Sättigungsdefizit der Luft, die über dem verdunstenden Medium liegt, wurde bereits von DALTON erkannt. HALSTEAD (in: GENTILLI, 1953) verwendet in diesem Sinne den Gradienten der Wasserdampfdichte als Hauptmaß einer Ermittlung der Verdunstung.

Die Verfasser suchten nun, die Äquivalenttemperatur als Wärmeenergieterm mit dem Sättigungsdefizit zu einer Verdunstungsgleichung zu kombinieren.

Auf empirischen Wege wurde festgestellt, daß der Ausdruck: $t_{ae} \times S = pV$ (Äquivalenttemperatur \times Sättigungsdefizit = Verdunstung einer freien Wasserfläche) die potentielle Jahreswasserverdunstung (potentielle Evaporation freier Wasserflächen) hinreichend umschreibt. Es fehlt allerdings die Windkomponente als Austauscher eventuell abgesättigter Luftmassen.

PENMAN, ähnlich auch FERGUSON, bauen - wie die Verfasser - ihre Verdunstungsgleichung im wesentlichen auf einer Kombination des Energieterms mit dem Dampfdruckterm auf. PENMAN berücksichtigt dazu den Wind als unabhängigen Faktor der Verdunstung. Die Verfasser sind hingegen der Ansicht, in ihrer Verdunstungsgleichung die Windkomponente vernachlässigen zu können, ohne daß die resultierenden Werte dadurch wesentlich beeinflußt werden. Im allgemeinen gestalten sich nämlich die Beziehungen zwischen Wind und Verdunstung äußerst vielschichtig. Die Wirkung des Windes auf die Verdunstung wird meist überschätzt, wie dies bereits RICHTER (1968) für die DDR festgestellt hat. Er konnte über Korrelationen zwischen Tankverdunstung und Windeinfluß nachweisen, daß der Wind (m/sec.) nur eine geringe Varianzerklärung der Verdunstung anbietet und häufiger sogar negative Korrelationskoeffizienten auftreten. Ähnliches zeigt sich für Afrika. Die Jahresmittel der Eo-Verdunstung (Tankverdunstung) zeigen insgesamt keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit den entsprechenden Werten der Windgeschwindigkeit (m/sec.) (Werte aus MÜLLER et alii. 1979). Es besteht sogar eine leichte Tendenz zurückgehender Verdunstungswerte mit höheren Windgeschwindigkeiten. Es darf daher als berechtigt angesehen werden, zur Ermittlung der Jahresverdunstungswerte von pV über größere Räume die Windgeschwindigkeit nicht zu berücksichtigen.

Bei einzelnen Korrelationsanalysen von Monatswerten der Windgeschwindigkeit und der Eo-Verdunstung für 56 Klimastationen Afrikas bieten die Isarithmen der Korrelationskoeffizienten ein räumlich differenziertes Bild. In der Abb. 1 ist das entsprechende Raummuster der Isolinien wiedergegeben, die einem Signifikanzniveau von 5 % entsprechen. Es sind also Räume signifikanter Korrelation der Monatswerte von Wind (m/sec.) und Eo-Verdunstung (mm) von Räumen nicht-signifikanter Beziehung getrennt. Im Extrem zeigen sich sogar negative Korrelationen, z.B. für die Klimastation Mombasa. Positive Beziehungen zwischen Windgeschwindigkeit und Eo bestehen in einem schmalen Bereich des Sahel-Sudan und im feuchteren Südafrika. In allen anderen Räumen konnte keine signifikante Beziehung festgestellt werden. In den Fällen positiver Korrelationen zwischen Eo und Windgeschwindigkeit zeigt sich jedoch auch eine meist gleichhohe Korrelation zwischen Sättigungsdefizit und Windgeschwindigkeit, so daß in diesen Fällen das Sättigungsdefizit die Windkomponente in ihrer verdunstungsfördernden Wirkung mit ausdrückt. Außerdem enthält die Äquivalenttemperatur als Gesamtwärmeausdruck die Windkomponente, da der Wind in die gemessenen Temperaturen eingeht, wie im übrigen der Wind auch in dem PENMANschen Advektionsterm enthalten ist. Auch bei der Ableitung von Monatsverdunstungswerten erscheint es daher nicht notwendig, eine Windkomponente in der Verdunstungsformel zu berücksichtigen. Bei einigen Klimastationen würde sie

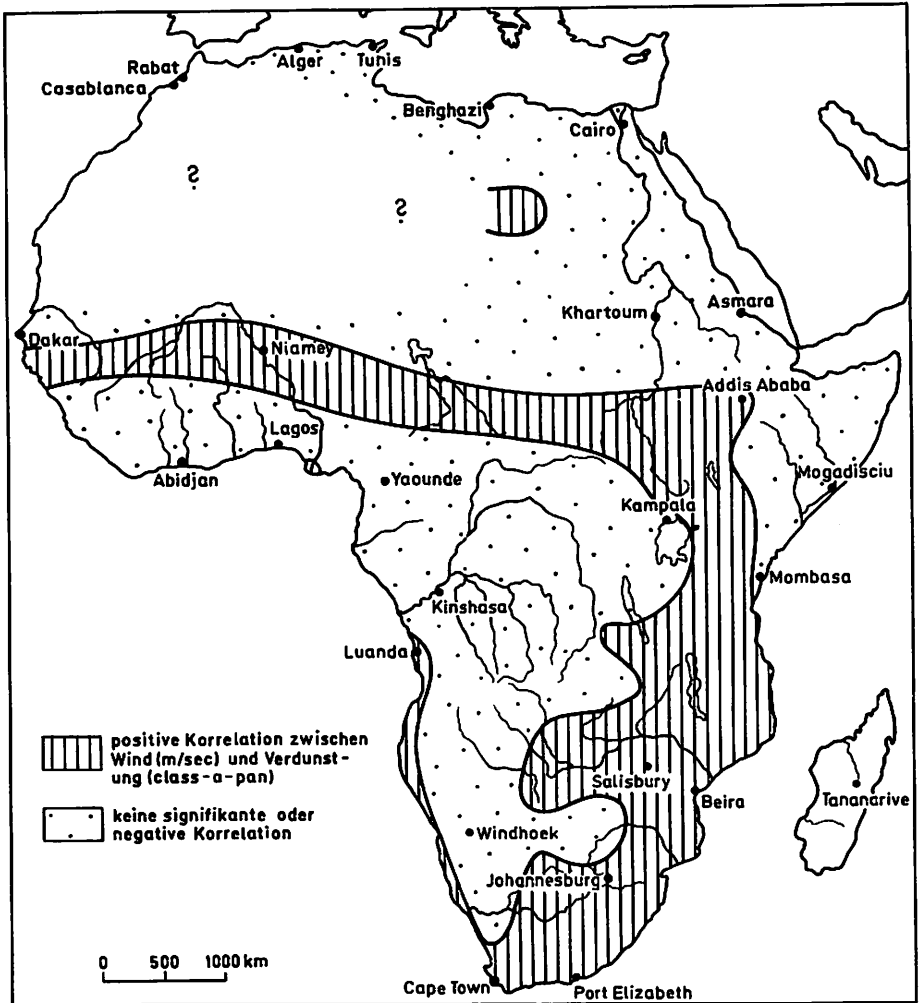


Abb. 1: Isolinien der Korrelationskoeffizienten der Beziehung der Verdunstung freier Wasserflächen und der Windgeschwindigkeit

die resultierenden Werte sogar negativ beeinflussen.

Wärmeenergie (Äquivalenttemperatur) und Sättigungsdefizit spielen nach zufällig ausgewählten Klimastationen eine stark variierende Rolle für die Höhe des Verdunstungswertes. In Nordafrika einschließlich der Sahelzone scheint nach multiplen Regressionsanalysen die Wärmeenergie (Äquivalenttemperatur) mehr zur Verdunstung beizutragen als das Sättigungsdefizit (vgl. Tab. 1) und zwar um einen Faktor von 1.2; d.h. die Varianz der Energie ist in diesem Raume etwas entscheidender für die Varianz der Verdunstung als das Sättigungsdefizit. Im übrigen Afrika ist dies stets umgekehrt, im Extrem in der westlichen Sudanregion, wo das Sättigungsdefizit nach den Regressionskoeffizienten erheblich wirksamer ist als der Gesamtwärmeausdruck. Im übrigen tropischen Afrika übersteigt die Bedeutung des Sättigungsdefizites diejenige des Gesamtwärmeausdrucks für das Zustandekommen der Verdunstung um einen Faktor 2; lediglich in der südafrikanischen Savannenregion von Botswana-Sambia, Malawi und Zimbabwe geht dieser Faktor auf 1.2 zurück. Weitere Einzelheiten der betreffenden Relationen können der Tabelle 1 entnommen werden.

Tab. 1: Multiple Regressionskoeffizienten der Beziehungen zwischen Verdunstung, Äquivalenttemperatur (x) und Sättigungsdefizit (y) nach klimazonalen Ländergruppen

Ländergruppen	Regressionskoeffizienten von:	
	x	y
Maghreb	46,6	39,5
Libyen, Ägypten	45,4	38,0
Sahelzone	70,0	58,4
Westafr. Sudanzone	4,0	52,8
Trop. Zentralafrika	23,5	54,5
Ostafrika	30,4	56,7
SW - Afrika - Botswana, Sambia, Zimbabwe	30,6	35,0
Moçambique	19,3	52,5
Südafrika	11,1	29,0
Madagaskar	26,9	58,9

2.1 Statistische Absicherung der abgeleiteten Verdunstungsformel

Physikalisch integriert die Verdunstungsformel ($\tau_e \times S = pV$) die wesentlichsten klimatischen Einflußgrößen der Verdunstung. Dies war bereits ausgeführt worden. Die für den Verdunstungsvorgang zur Verfügung stehende Energie - zugestrahlte und advektierte Energie - wird durch die Äquivalenttemperatur vertreten, ebenso die Temperatur der verdunstenden Oberfläche. Die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf wird in der Formel durch das Sättigungsdefizit repräsentiert.

Die über die oben abgeleitete Verdunstungsformel $\tau_e \times S = pV$ ermittelten

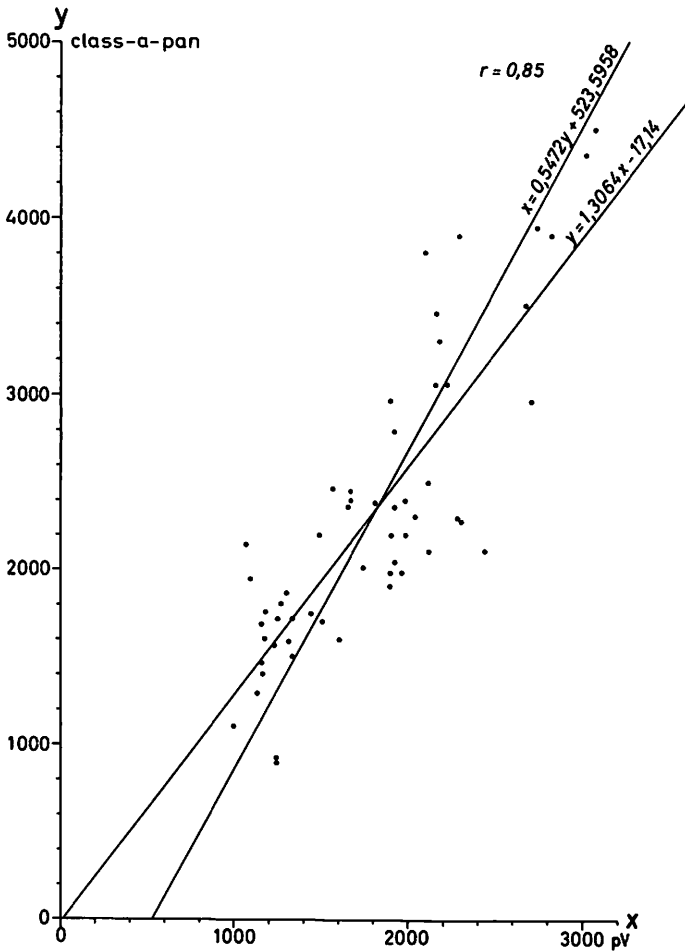


Abb. 2: Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und Class-A-pan (Jahreswerte)

Werte können als realistisch gelten, weil sie eng mit gemessenen Evaporationswerten von Tanks korrelieren. Ebenso enge korrelative Beziehungen zeigen sich zu anderen berechneten Verdunstungsgrößen.

Es wurden zunächst Jahreswerte der Verdunstung miteinander korreliert, da $x = S = pV$ die Jahresverdunstung einer freien Wasserfläche ausdrückt. Wie Abb. 2 zeigt, korrelieren die Werte von pV sehr eng mit Class-A-pan-Werten. Sie vermögen immerhin 72 % der Varianz dieser gemessenen Verdunstungswerte zu erklären. Auch in der Größenordnung sind die resultierenden Werte einander

sehr ähnlich. Die über $\text{tae} \times S = \text{pV}$ errechneten Verdunstungswerte repräsentieren demnach gut die gemessenen Class-A-pan-Werte. Lediglich in trocken-warmen Regionen bleiben sie der Höhe nach etwas darunter. Dies kann mit einem Fehler der Konstruktion der Class-A-pans zusammenhängen, denn das galvanisierte Metall erwärmt sich stärker als die Umgebung. Fiberglas-pans zeigen nach BALEK (1977) in strahlungsreichen Gebieten eine geringere Verdunstung an, doch korrelieren beide Pan-Werte sehr eng ($r = 0.96$; $y = 24.5 + 0.69 x$). Es kann aber auch daran liegen, daß in trocken-warmen Regionen die Class-A-pans infolge des Oaseneffektes zu hohe Werte anzeigen und dadurch die berechneten Werte realistischer sind. Dies zeigt auch der Vergleich zwischen Class-A-pan und PENMAN.

Enge korrelative Beziehungen ergaben sich zudem zwischen PENMAN-Eo-Werten und pV-Jahreswerten ($r = 0.8$). Diese Korrelation wurde für 28 Vergleichsstationen aller Klimazonen Afrikas durchgeführt. Auch die Größenordnungen der Werte beider Berechnungsansätze differieren kaum. Die Standardabweichung der Quotienten aus pV dividiert durch PENMAN belief sich lediglich auf 0.09. Für 14 spanische Vergleichsstationen konnten nahezu identische Beziehungen ermittelt werden. Somit ist die Verdunstungsformel: $\text{tae} \times S = \text{pV}$ auch für ausgesprochen subtropische Gebiete anwendbar.

Sehr enge Korrelationen lassen sich überdies zwischen pV-Verdunstungswerten und Verdunstungswerten, die nach PAPADAKIS (1966) errechnet worden sind, ableiten (vgl. Abb. 3). Der PAPADAKISsche Ansatz fußt im wesentlichen auf dem Sättigungsdefizit. Er vernachlässigt weitgehend den Energieterm.

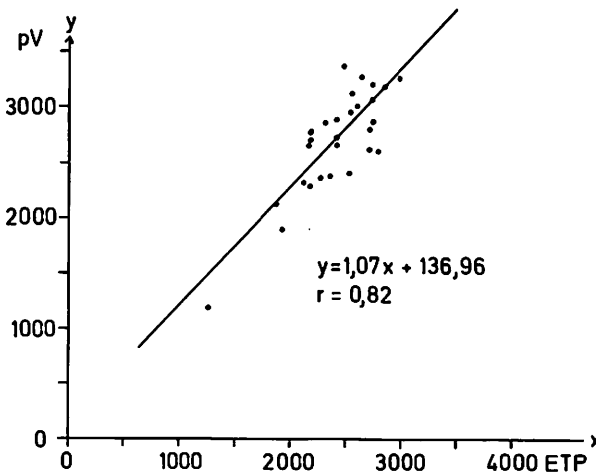


Abb. 3: Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und ETP, nach PAPADAKIS (Jahreswerte)

Dennoch können die resultierenden Werte als verlässlich gelten, weil PAPADAKIS mit Hilfe der Temperatur das Sättigungsdefizit berechnet. Es ist aber verständlich, daß seine Werte an Klimastationen mit sehr geringem Sättigungsdefizit die größten Differenzen zu Class-A-pan, PENMAN und pV nach unseren Berechnungen aufweisen, da sich dann das Fehlen eines eigenen Energieterms auswirkt.

Die Korrelationen zwischen pV, errechnet über $t_a \times S$, und Class-A-pan bzw. PENMAN sind stets enger als zwischen PAPADAKIS-Werten und Class-A-pan- bzw. PENMAN - Werten. Die Berücksichtigung des Energieterms bei $t_a \times S = pV$ führt also zu verlässlicheren Ergebnissen als wir sie für Mexiko über PAPADAKIS (1966) errechnet hatten (vgl. LAUER/FRANKENBERG, 1978).

Nimmt man an, daß die Class-A-pan-Werte als gemessene Werte der Wasserverdunstung ein Gütemaß für jede Verdunstungsformel sind, auf die wir immer noch zurückgreifen müssen, solange nicht genügend genormte Verdunstungsmessungen vorliegen, so ist das über die Äquivalenttemperatur berechnete Verdunstungsmaß ein realistischer Wert der potentiellen Jahreswasserverdunstung. Nimmt man weiterhin an, daß die Verdunstungsberechnung nach PENMAN (1948) die mathematisch und physikalisch exakteste Verdunstungsgleichung darstellt, die leider für nur relativ wenige Stationen anwendbar ist, so bestätigt sich durch die engen Korrelationen die getroffene Auffassung von der Güte der erstellten Verdunstungsgleichung. Der Ausdruck $t_a \times S = pV$ kann so als realistischer Wert der potentiellen Jahreswasserverdunstung angesehen werden. Er hat den Vorteil, für viele Klimastationen zur Berechnung verwandt werden zu können, an denen weder Tankmessungen vorgenommen werden, noch Verdunstungsberechnungen nach PENMAN möglich sind.

Wir legen damit eine an Class-A-pan und PENMAN getestete einfach zu berechnende Verdunstungsformel vor.

Im folgenden soll die abgeleitete Formel der Jahressumme der Verdunstung freier Wasserflächen ($t_a \times S = pV$) am Beispiel Afrikas ihre geographische Anwendung erfahren.

2.2 Die klimatische Jahreswasserbilanz von Afrika

Die jeweilige Jahressumme der Verdunstung (pV) konnte für 500 afrikanische Klimastationen nach der Formel $t_a \times S = pV$ berechnet und in der Abb. 4 a dargestellt werden.

Das Positivglied der Wasserbilanz ist zum Vergleich in Abb. 4 b dargestellt. Sie basiert auf dem Entwurf des Weltseuchenatlas.

Die mittlere klimatische Jahreswasserbilanz Afrikas (Karte 2/Beilage) als Resultierende aus Niederschlag und Verdunstung (N-pV) zeigt negative Bilanzwerte bei Wasserdefizit ($N < pV$), positive Werte bei Wasserüberschuß ($N > pV$). Bei ausgeglichener Bilanz ist die klimatische Trockengrenze definiert ($N = pV$). Diese trennt die klimatisch humiden Räume von den klimatisch ariden in den Tropen und in den Subtropen.

Im nördlichen mediterranen Afrika übersteigt nur in einigen Gebirgsräumen von Marokko und Tunesien der Niederschlag die potentielle Evaporation von

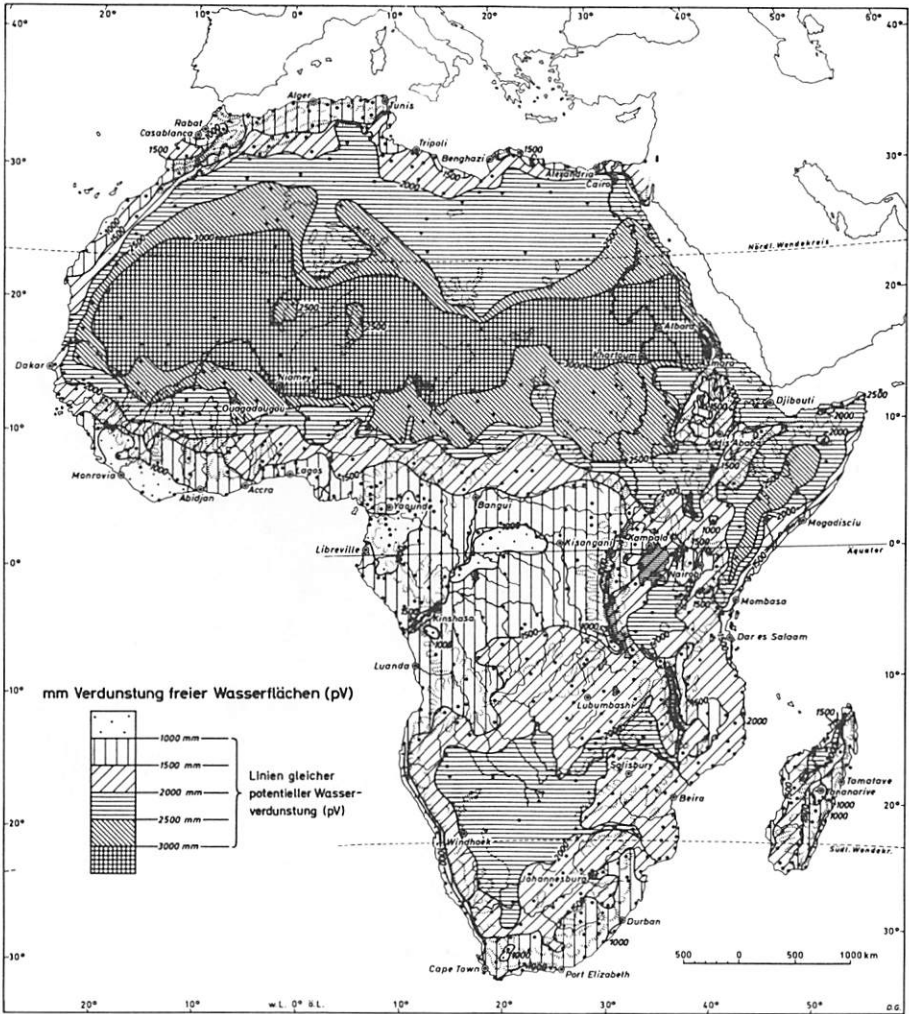


Abb. 4a: Karte der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) im Raume Afrikas

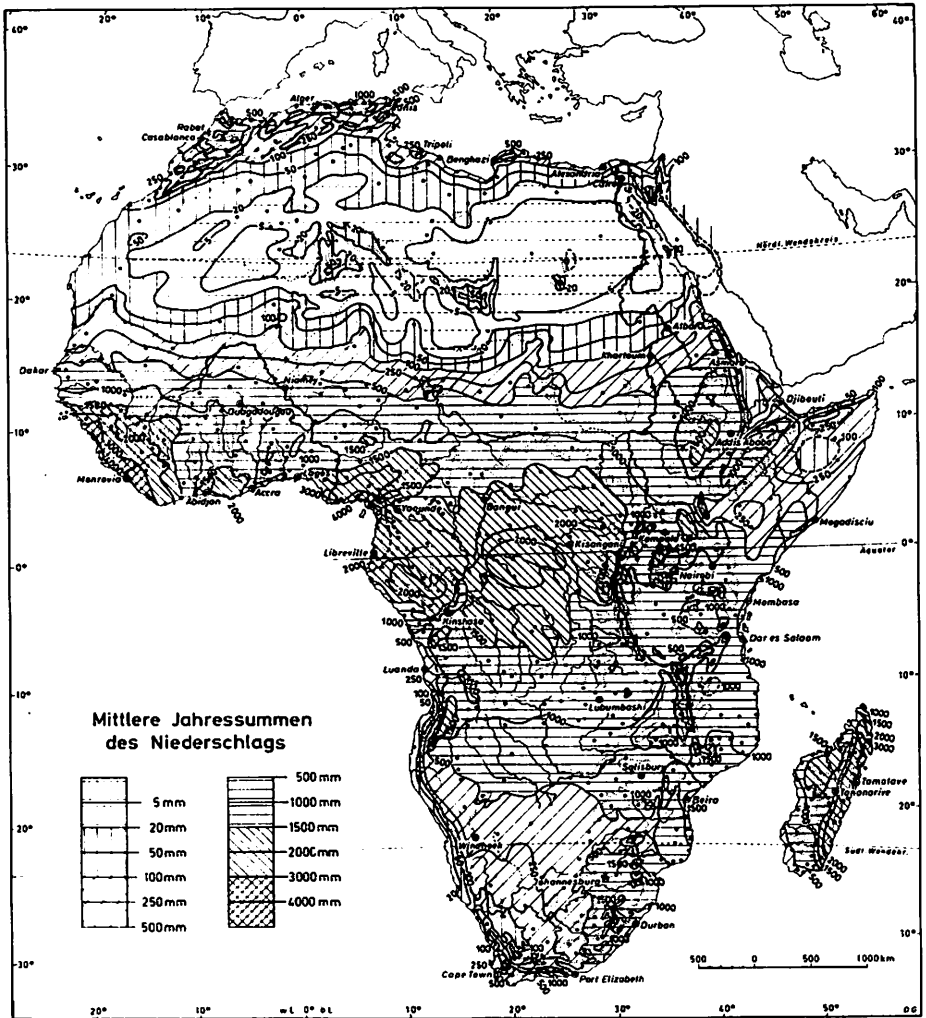


Abb. 4b: Karte des mittleren Jahresniederschlags von Afrika (verändert nach dem Weltseuchenatlas)

Wasser. Nur diese Räume sind dort klimatisch humid. Im ariden Nordafrika werden am Nordrand der Sahara Wasserdefizite von 1000 bis 1500 mm verzeichnet, am Südrand der Sahara im Mittel um 2500mm. Die Wasserbilanz ist dort also weit ungünstiger als am Rande der mediterranen Steppen gegen die Wüste. Die höchsten Wasserdefizite werden in der zentralen Sahara mit 3200 mm registriert. Sie mindern sich merklich zur Westküste mit ihrem kalten Kanarenstrom, weniger zur relativ warmen Ostküste hin. An der Westküste ist durch die relativ hohe Luftfeuchtigkeit und die erniedrigten Temperaturen - also infolge des kalten Kanarenstroms - die Wasserbilanz verhältnismäßig wenig negativ. Vom Südrande der Sahara nehmen die Wasserdefizite in Richtung auf die klimatische Trockengrenze mit hohem Gradienten ab, der sich in einer dichten Scharung der Isolinien ausdrückt. Südlich des nordafrikanischen Trockenraumes umfaßt die klimatische Trockengrenze nur küstennahe Bereiche der Guinea-Region. Ein kleines Gebiet um Lomé muß noch als klimatisch arid angesehen werden. Ansonsten begrenzt die klimatische Trockengrenze etwa den Raum des immergrünen tropischen Regenwaldes. In diesem humiden Bereich werden die höchsten klimatischen Wasserüberschüsse an der Westküste bei Conakry und an der Guinea-Golfküste (über 2500 mm) erreicht und zwar jeweils dort, wo die äquatorialen Westwinde direkt aufländig wehen. Im zentralen Kongobecken werden klimatische Wasserüberschüsse von 1000 mm im Jahr kaum überschritten. Das nördliche Ostafrika zeigt - wie der gesamte Osten - in seiner Wasserbilanz ein stark reliefabhängiges Bild. Verzeichnet das äthiopische Hochland im günstigsten Falle Wasserdefizite von etwa 300 mm, so weisen die sommerfeuchten tiefliegenden Trockengebiete klimatische Wasserdefizite von mehr als 500 mm aus. In Uganda und Kenya zeigt sich eine relativ günstige Wasserbilanz an den hohen Reliefteilen, ebenso in Moçambique und Angola. Im südlichen Afrika sind nur Teile der Ostküste mit ihren aufländigen sommerlichen Windströmungen klimatisch als humid anzusehen. Höchste Wasserdefizite werden dort im Kalahari-Namib-Bereich verzeichnet. Sie können sogar 2000 mm übersteigen. Die Negativwerte unterschreiten an der unmittelbaren Küste der Wüste Namib 1000 mm. Der Benguela-Strom wirkt dort ähnlich wie im Norden der Kanarenstrom durch seine relative Kälte günstig auf die Wasserbilanz ein. Das südafrikanische Winterregengebiet ist mit minimal 300 mm Wasserdefizit im Jahresmittel klimatisch vollständig arid. In Madagaskar zeigt sich eine deutliche West-Ost-Gliederung der Humidität. Die von den subtropischen Hochdruckzellen angetriebenen aufländigen Winde gestalten mit ihren hohen Niederschlagsmengen den Osten der Insel klimatisch humid. Es werden Wasserüberschüsse von mehr als 2000 mm registriert. Westlich der nord-süd-orientierten klimatischen Trockengrenze wird im äußersten Südwesten mit etwa 1100 mm das größte klimatische Wasserdefizit Madagaskars erzielt. Auch an der Nordspitze der Insel werden ähnliche Wasserdefizite registriert.

Insgesamt zeigt die klimatische Jahreswasserbilanz einen Anstieg der Negativwerte mit zunehmender Kontinentalität und ein gemindert Wasserdefizit in Küstenbereichen. Die positivsten Werte werden in Küstenregionen aufländiger,

feuchtigkeitsbeladener Winde erreicht. Verlauf und Lage der klimatischen Trockengrenze zeichnen in den Tropen weitgehend die Grenze des Regenwaldes nach. Die klimatische Trockengrenze entspricht in ihrem Verlauf etwa der "klimatologischen Trockengrenze" nach HENNING und HENNING (1976). Diese ist über PENMAN- Verdunstungswerte (ETP) errechnet worden. Die Tatsache, daß Gebiete relativ üppiger Vegetation (z.B. Feuchtsavannen und mediterrane Wälder) und ganzjährig beobachteten Abflusses eine klimatisch negative Wasserbilanz aufweisen, macht deutlich, daß ein direkter Rückschluß von dem Verlauf der klimatischen bzw. der "klimatologischen" Trockengrenze auf die Vegetation und die geökologischen Realitäten der Landschaft nicht möglich ist, da Pflanzen mit Wasser haushalten können und da die angenommenen Verhältnisse von einer freien Wasserfläche bzw. einem Idealbild der Vegetation (Rasen) auf einer ebenen Fläche ausgehen. Diesen Annahmen entspricht die Realität in der Landschaft keineswegs. Dies zeigt ein direkter Vergleich der von JAEGER (1928/Kartenbeilage) für Afrika aus Landschaftsbefunden, insbesondere dem Abflußverhalten von Flüssen, fixierten hydrologischen Trockengrenze zwischen humiden und ariden Gebieten mit den nach der klimatischen Wasserbilanz ermittelten Trockengrenzen nach HENNING und HENNING (1976) sowie LAUER und FRANKENBERG (s.o. und vgl. Karte 2). Daraus ergibt sich für die Autoren die Notwendigkeit, aus der klimatischen Wasserverdunstung (pV) eine landschaftsadäquate "potentielle Landschaftsverdunstung" (pLV) abzuleiten (vgl. Kapitel 3). Zunächst wird jedoch die klimatische Verdunstung noch für die einzelnen Monate bestimmt.

2.3 Die Ableitung einer Monatsformel zur Berechnung der Verdunstung freier Wasserflächen auf der Basis von Äquivalenttemperatur und Sättigungsdefizit

Um kurzfristige Wasserbilanzierungen oder auch die Zahl der humiden Monate (Isohygromenen) zu ermitteln (vgl. LAUER, 1952) ist es notwendig, monatliche Verdunstungssummen zu berechnen und sie den mittleren monatlichen Niederschlagssummen gegenüberzustellen. Ausgehend von der Jahresverdunstung freier Wasserflächen: $t_{ae} \times S = pV$ leitet sich die monatliche Verdunstung als

$$\frac{t_{ae} \times S}{12} = pV$$

ab. An dieser Formel mußte eine kleine Korrektur angebracht werden, weil das Sättigungsdefizit an sehr regenreichen Stationen monatliche Werte um Null annehmen kann und damit der monatliche Gesamtwert der Verdunstung ebenfalls Null sein würde. Dies liegt an den Beobachtungsterminen, die das mittägliche Maximum des Sättigungsdefizites nicht hinreichend erfassen. Für Jahreswerte sind diese Tatsachen wegen der langzeitlichen Mittelungen unerheblich. Da in Wirklichkeit sich das Sättigungsdefizit asymptotisch Null annähert, potenzieren wir das Sättigungsdefizit in der Monatsformel der Verdunstung freier Wasserflächen mit 0.98. Vergleiche mit Class-A-pan und PENMAN ergaben diese sinnvolle

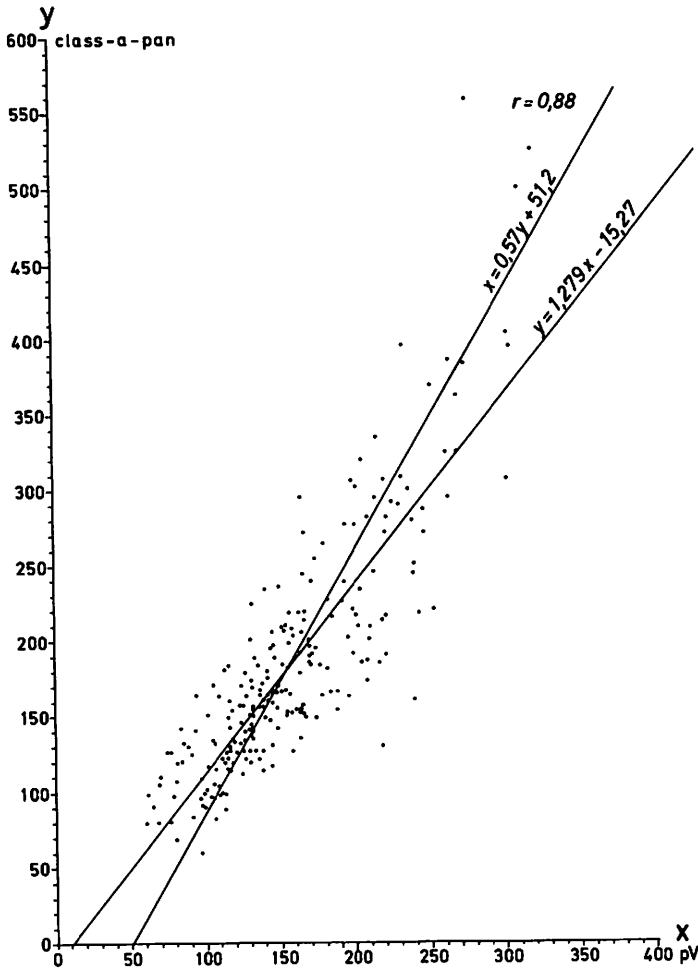


Abb. 5: Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und Class-A-pan (Monatswerte)

minimale Korrektur. Die Monatsformel der potentiellen Wasserverdunstung lautet daher:

$$\frac{tae \times S^{0.98}}{12} = pV$$

Die nach dieser Formel errechneten Werte korrelieren für alle Klimastationen Afrikas auch in ihren absoluten Größen sehr gut mit entsprechenden Class-A-pan-Werten ($r = 0.851$; $n = 240$). Die Monatswerte von pV vermögen danach immerhin 72.5 % der Varianz der Monatswerte der Tankverdunstung nach Class-A-pan zu erklären (vgl. Abb. 5). Ähnlich hoch erweist sich die Korrelation

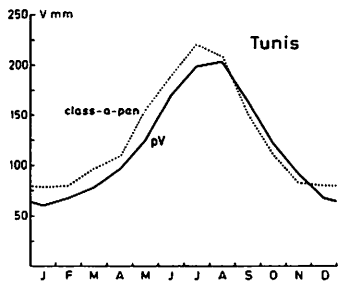
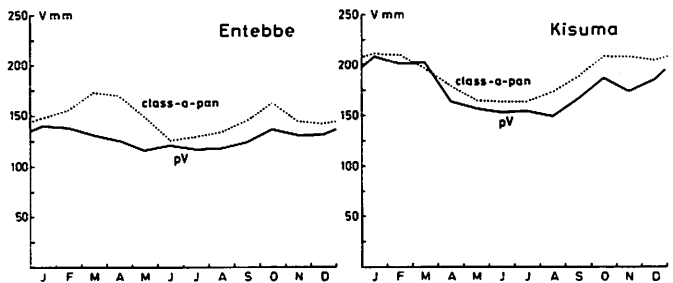
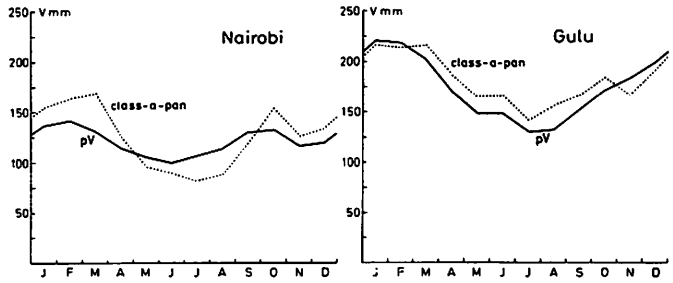
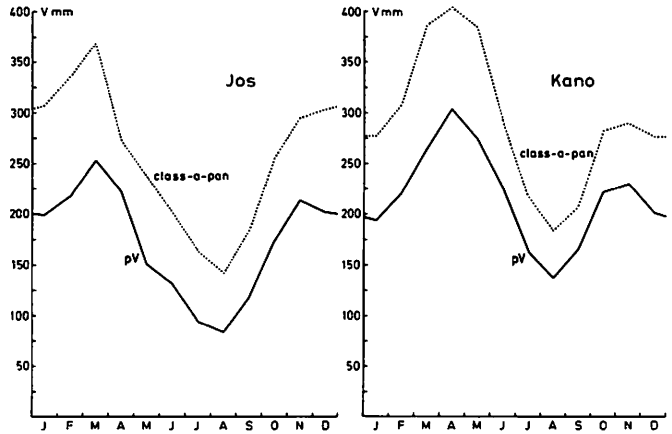
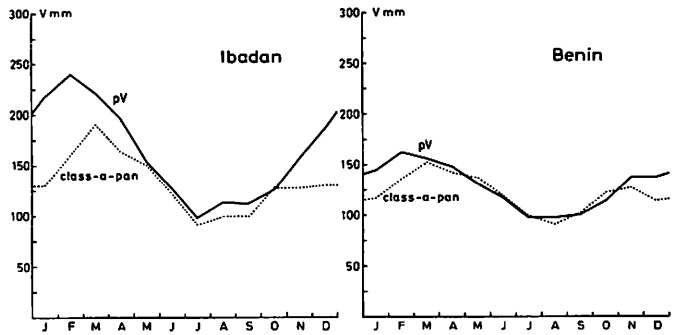


Abb. 6:
 Diagramme des graphischen Vergleichs
 der Jahressgänge von pV und Class-A-
 pan für ausgewählte Klimastationen ver-
 schiedener Klimazonen Afrikas

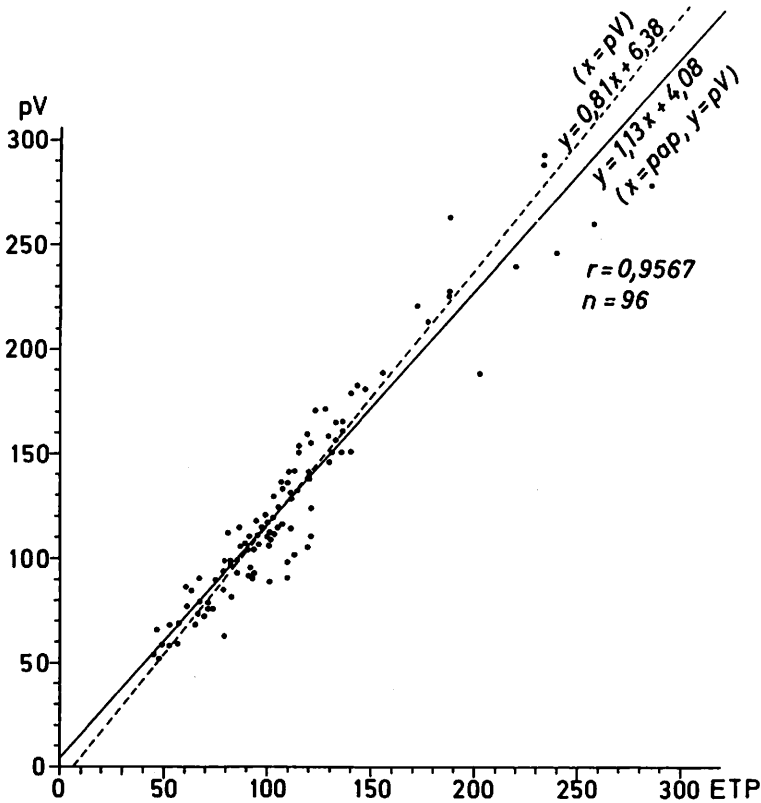


Abb. 7: Regressionsdiagramm der Beziehung von pV und ETP, nach PAPADAKIS (Monatswerte)

mit PENMAN-Werten (72 %). Der Vergleich mit PAPADAKIS-Werten erklärt sogar 92 % der entsprechenden Varianz (vgl. Abb. 6). Die Klimadiagramme der Abb. 7 zeigen zudem, daß eine große Gangleichheit im Jahresablauf der Verdunstungswerte von Class-A-pan und von pV festzustellen ist. Lediglich an trockenen Klimastationen eignet pV geringere Werte, was u.a. auf eine zumindest teilweise Eliminierung des Oaseneffektes hindeutet.

Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Werten der monatlichen potentiellen Wasserverdunstung (pV) und den gemessenen Class-A-pan-Werten erweisen sich durchweg höher als entsprechende Beziehungen zwischen PAPADAKIS-Werten und gemessenen Class-A-pan-Werten. Insgesamt repräsentieren die errechneten Monatswerte von pV sehr gut eine potentielle Verdunstung freier Wasserflächen. Die einfache Berechnungsgrundlage gestattet es, derartige Monatswerte für eine größere Anzahl von Stationen zu berechnen als es mit der Verdunstungsgleichung nach PENMAN möglich wäre. So kann sich ein ab-

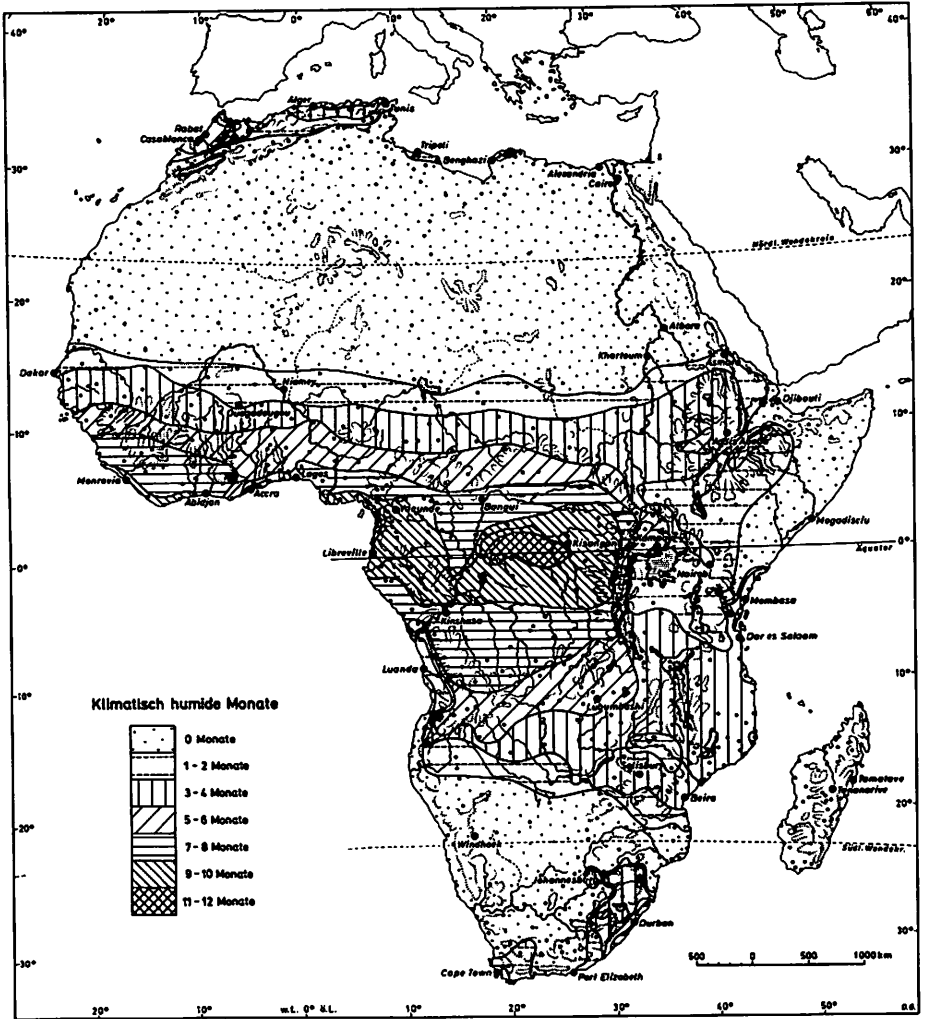


Abb. 8: Karte der Anzahl klimatisch humider Monate im Raume Afrikas (Basis: N -pV)

gesicherteres und feineres Raummuster der Wasserbilanzen ergeben, ohne daß die errechneten Verdunstungswerte für Afrika von den PENMAN- Werten signifikant verschieden wären.

Eine Summierung der Monatswerte über

$$\frac{\text{tae} \times S^{0.98}}{12} = pV$$

zu einem Jahresverdunstungswert ergibt etwas geringere Verdunstungssummen als sie über die direkte Berechnung des Jahresverdunstungswertes (tae x S) zustande kommen. Die Differenzen sind jedoch statistisch so unerheblich, daß für den Jahresverdunstungswert die einfache unkorrigierte Form der Berechnung beibehalten ist.

Mit Hilfe der Monatsverdunstungsformel

$$\frac{\text{tae} \times S^{0.98}}{12} = pV$$

ist nun für Afrika die Zahl der klimatisch humiden Monate errechnet worden (vgl. Abb. 8). Als "klimatisch humid" wird ein Monat bezeichnet, in dem der Niederschlag die potentielle Wasserverdunstung erreicht oder übersteigt. ($N > pV$) Liegt der mittlere Wert des Monatsniederschlags darunter, so ist ein Monat klimatisch arid ($N < pV$).

Deutlich wird in der Karte der "klimatisch humiden Monate" (Abb. 8) die weite Ausdehnung der Räume ohne jeden humiden Monat. Es handelt sich dabei keineswegs ausschließlich um vegetationsgeographische Wüsten. In Nordafrika wird die nördliche Sahelzone in diesen vollariden Raum integriert, an der Küste Südafrikas zwischen Cap St. Blaize und Pt. Elizabeth sogar eine Waldregion (Teile des Knysna-Forest). Dort übersteigt in jedem Monat die Verdunstung nur knapp das Niederschlagsaufkommen. Die "klimatisch humiden" Monate sind also ökologisch wenig aussagekräftig; sie geben ein rein "atmosphärisches Bild" der Humidität/Aridität wieder. Um zu ökologisch relevanten Aussagen zu kommen, bedarf es einer Integration der Landschaftsrealität in das Konzept einer physikalisch erfaßten "potentiellen Evapotranspiration". Der klimatischen Verdunstung (pV = Verdunstung freier Wasserflächen) wird so das Konzept einer "potentiellen Landschaftsverdunstung" (pLV) gegenübergestellt. Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) muß aber über Reduktionsfaktoren aus der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) abgeleitet werden, da die realen Landschaftsgegebenheiten (Boden, Vegetation, Relief etc.) für quantitativere Berechnungen nicht ausreichend erhoben und zum Teil auch nicht erhebbar sind.

B. Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV)

1. Die Ableitung der "potentiellen Landschaftsverdunstung"

Die klimatische Verdunstung ist für die reale Landschaft eine theoretische Größe. Von ihr ist - wie bei PENMAN geschehen - die potentielle Evapotranspiration abgeleitet, definiert als die Verdunstung von Boden (Evaporation) und Pflanzen (Transpiration) einer stets und überall gleichdichten theoretischen Vegetationsdecke auf ebener Fläche bei stets optimalem Bodenwassergehalt. Auch dies ist noch keine potentielle Verdunstung einer realen Landschaftseinheit, da die Relationen von evaporierender und transpirierender Oberfläche in Wirklichkeit zueinander wechseln, wie die Vegetationseinheiten in der Wüste und im Regenwald in extremer Weise deutlich machen. Daher haben LAUER und FRANKENBERG (1978) am Beispiel Mexikos eine "potentielle Landschaftsverdunstung" auf der Basis von Verdunstungswerten bestimmt, die nach PAPADAKIS (1966) berechnet waren. Hier wird die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) nach der oben abgeleiteten potentiellen Verdunstung freier Wasserflächen (pV) ermittelt.

Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) wird definiert als die potentielle Evapotranspiration eines *r e a l e n L a n d s c h a f t s a u s s c h n i t t e s* unter der Annahme stets optimaler Wasserversorgung des Bodens. Dabei wird die reale Landschaft mit ihrer gegebenen Vegetationsbedeckung und den gegebenen mittleren bestandestypischen ökophysiologischen Reaktionstypen optimaler Transpiration der Pflanzenwelt angenommen. Es wird allerdings auch von einer ebenen Fläche ausgegangen. Die "optimale" Wasserversorgung des Bodens bezieht sich stets auf die Pflanzenwelt, die auf dem Boden stockt. Es ist eine Wasserversorgung, die mit möglichst wenig Wasser noch eine generative Entwicklung der Pflanzen ermöglicht. Nach Gefäßversuchen (vgl. BAUMANN-SCHENDEL und MANN, 1974) mit Getreide ist z.B. bis zum Beginn des Schoßstadiums eine gleichmäßige Versorgung von 30 % der Gefäßkapazität optimal. Dieser Wert steigt danach auf 60 - 70 % an und fällt im Reifestadium erneut auf Werte um 30 % ab. Gegenüber einer gleichmäßigen Wasserversorgung von 60 - 80 % ist kein Rückgang des Kornertrages festgestellt worden; der Strohertrag lag sogar höher. Eine ähnliche "optimale Wasserversorgung" postulieren ISRAELSEN und HANSEN (in: LECHER, 1971) für viele Kulturpflanzen. Vor allem im Reifestadium sinkt der relative Wasserbedarf der Pflanzen. Von diesen Überlegungen geht auch die "optimale Wasserversorgung" des Konzeptes der "potentiellen Landschaftsverdunstung" aus.

Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) unterscheidet sich von der potentiellen "Evapotranspiration" im Sinne THORNTHWAITES vor allem dadurch, daß sie nicht von einer überall gleichdichten Vegetation ausgeht, sondern die realen Verhältnisse von evaporierendem Boden und transpirierender Pflanzenoberfläche berücksichtigt. Auch geht sie nicht, wie das pET-Konzept, von einem stets gleichen Transpirationsverhalten der Vegetation aus, sondern berücksichtigt den Jahresgang optimaler Transpiration der realen Vegetationsbestände einer Landschaft (vgl. Abb. 9).

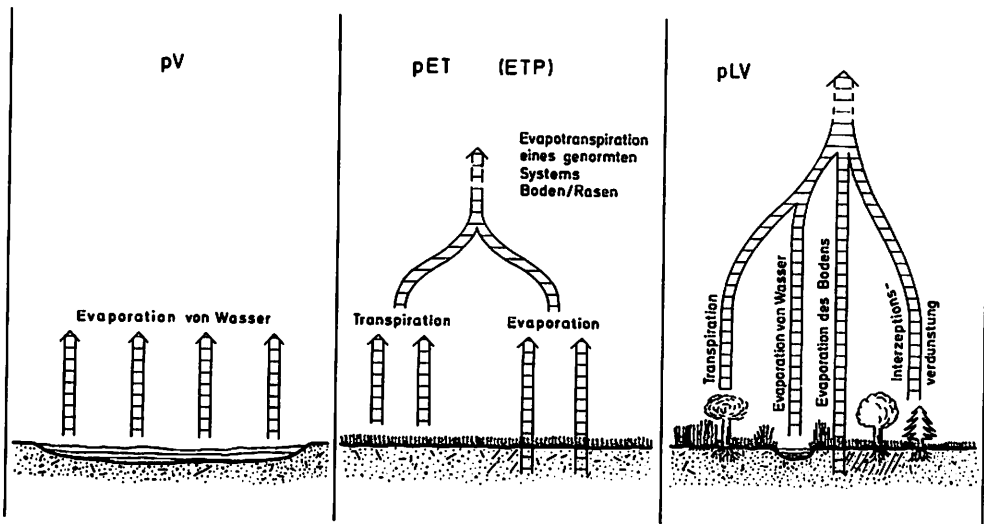


Abb. 9: Schema der verschiedenen Verdunstungsarten (pV, pET, pLV)

Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) unterscheidet sich von der aktuellen Landschaftsverdunstung (aLV) durch die Maßgabe stets optimaler Wasserversorgung des Bodens, wobei sich "optimal" auf die Vegetation bezieht, die auf diesem Boden stockt. Die "aktuelle Landschaftsverdunstung" (aLV) ist dagegen durch das tatsächlich vorhandene Wasser beschränkt. Nur in humiden Räumen sind aLV und pLV identisch. In ariden Gebieten kann man im langjährigen Mittel die "aktuelle Landschaftsverdunstung" etwa dem Niederschlagsaufkommen gleichsetzen. Ist also pLV größer als das Niederschlagsaufkommen (N), so ergeben sich daraus Differenzen zwischen pLV und aLV, nämlich die Differenz zwischen optimaler Wasserversorgung und Transpiration der Pflanzen und einer pflanzenökologischen Wasserversorgung, die zwischen Optimum und Welkepunkt anzusetzen ist.

Eine zweite Ursache der möglichen Differenz von pLV und aLV resultiert aus der direkten Evaporation von Bodenwasser. Bei der angenommenen optimalen Wasserversorgung (Konzept einer potentiellen Verdunstung) evaporiert mehr Wasser aus dem Boden als wenn seine Wasserversorgung unter dem Optimumwert liegt. Dies gilt besonders, wenn pLV größer N ist, weil in diesem Falle eine verhältnismäßig große Bodenoberfläche direkt der atmosphärischen Verdunstungskraft ausgesetzt ist und weil dann davon auszugehen ist, daß der Boden realiter nicht optimal mit Wasser abgesättigt ist.

Aus den angeführten Gründen existiert also eine "Trockengrenze" der landschaftsökologischen Wasserbilanz ($N - pLV$), die bei $N = pLV$ als "landschaftsökologische Trockengrenze" bezeichnet wird, im Gegensatz zur "klimatischen

Trockengrenze" ($N = pV$) oder der "klimaökologischen Trockengrenze" ($N = pET$) (vgl. LAUER/FRANKENBERG, 1979). Die "landschaftsökologische Trockengrenze" scheidet danach einen humiden Raum ($N > pLV$), in welchem der Boden in Relation zu der auf ihm stockenden Pflanzenwelt mehr Wasser enthält als diese optimal verdunsten kann, von einem ariden Raum ($N < pLV$) mit im Mittel nicht-optimaler Wasserversorgung der Vegetation.

Im Sinne der aktuellen Landschaftsverdunstung (aLV) existiert jedoch kein eigentlich landschaftsökologisch arider Raum, da jede Pflanzenformation dort, wo sie existiert, zumindest ausreichend Wasser erhält, sonst würde sie dort nicht vorkommen können. Es gäbe danach lediglich eine Grenzlinie, die einen Raum abgrenzt, in dem mehr Wasser zur Verfügung steht als die Pflanzen optimal verbrauchen können. In dem übrigen Raum steht den Pflanzen jeweils soviel Wasser zur Verfügung, wie sie zumindest benötigen. In dem Raum, in dem die Pflanzen weniger Wasser verbrauchen als in das System Boden/Pflanze eingeht, fließt das überschüssige Wasser ab. In dem übrigen Raum herrscht im Mittel kein Abfluß zum Meer. Die entsprechende Grenzlinie von $aLV = N$ ist jedoch zugleich auch die Grenzlinie von $pLV = N$, da aus N größer pLV folgt, daß $pLV = aLV$ ist. Somit scheidet die "landschaftsökologische Trockengrenze" auch den Raum eines Oberflächenabflusses zum Meer von einem "arheischen" oder "endorheischen" Raum. Sie entspricht somit weitgehend der Trockengrenze im Sinne JAEGERs (1928, 1936) und damit der theoretischen Vorstellung von A. PENCK (1910).

Das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) geht wie alle Evapotranspirationskonzepte von der theoretischen Größe stets optimaler Wasserversorgung aus, ohne auf die Frage einzugehen, wie das Wasser in den Boden gelangt sein könnte. Der Fragenkreis einer "input"-Veränderung bei sich wandelnder Vegetationsbedeckung kann also in das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung nicht eingehen. Dazu gehört auch die mit abnehmender Vegetationsdichte zurückgehende Infiltrationskapazität der Böden oder die mögliche Konfluenz von Niederschlagswasser in den Tiefenlinien des Reliefs, die das Wasseraufkommen vergrößert und damit bei N kleiner pLV den Pflanzen lokal noch eine optimale Wasserversorgung gestatten kann. Diese Größen sind bei einer Ermittlung des pflanzenverfügbaren Wassers zu berücksichtigen. Auch die mit zunehmender Vegetationsdichte vermehrte Interzeptionsverdunstung kann somit nicht direkt in die Ableitung von pLV eingehen. Es wird im folgenden stets nur die "output"-Größe der potentiellen Verdunstung betrachtet, nicht aber die Änderung des pflanzenverfügbaren Wassers von der "input"-Seite her. Auch die variierende Morphologie der Landschaft spielt so für das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) bei großräumigen Untersuchungen keine Rolle. Das Relief steuert nämlich für den Niederschlagshaushalt in erster Linie die Verteilung des Niederschlagswassers im Raum und muß erst bei kleinräumigen Analysen oder bei der Berechnung einer "aktuellen Landschaftsverdunstung" berücksichtigt werden.

1.1 Modell eines gleitenden Reduktionsfaktors zur Bestimmung der potentiellen Landschaftsverdunstung auf der Basis der potentiellen Verdunstung freier Wasserflächen

Aus den Ausführungen im Kapitel 3.0 folgt, daß der Wert einer potentiellen Verdunstung (pV) für die Ermittlung der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) nach den Gegebenheiten der jeweiligen Landschaft zu reduzieren ist. Im folgenden wird nun die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) auf der Basis der vorher abgeleiteten potentiellen Wasserverdunstung (pV) bestimmt. Da in einer gegebenen Landschaft das Wasser weniger frei für den Verdunstungsvorgang verfügbar ist als bei einer freien Wasserfläche, muß man von vornherein von einem Mindestreduktionsfaktor von 0,8 ausgehen. Eine höhere Annäherung der Landschaftsverdunstung an die Wasserverdunstung ist im Mittel kaum möglich, weil bei zunehmender Pflanzendichte Beschattungseffekte auftreten, mit anderen Worten: die Relation Landschaftsverdunstung/Pflanzendichte stellt eine Optimumkurve dar.

GENTILLI (n. KELLER, 1961) hatte bereits die Forderung aufgestellt, eine "potentielle Evapotranspiration" als die Verdunstungshöhe zu definieren, "die zu gegebener Zeit an einem gegebenen Ort mit der vorhandenen Pflanzendecke auftreten würde" (vgl. dazu auch JÄTZOLD, 1970). Dies entspricht weitgehend dem vorliegenden Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung. Das nach den GENTILLISCHEN Überlegungen erstellte Schema (KELLER, 1961) (vgl. Abb. 10) zeigt deutlich die mit zunehmendem Wasserangebot sich verändernden Relationen von Transpiration und Evaporation. Die Transpiration steigert ihre Werte immer mehr, wenn mit zunehmendem Niederschlag auch mehr Pflanzen gedeihen; die Evaporation geht dann zurück, weil mit zunehmender Pflanzendichte der Boden vermehrt beschattet wird. Diese variierenden Relationen von Transpiration und Evaporation sind eine entscheidende Grundüberlegung des vorliegenden Konzeptes der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV).

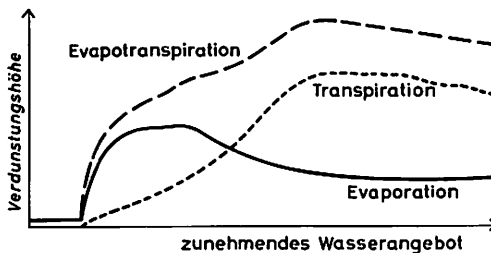


Abb. 10: Schema der Relationen von Evaporation und Transpiration, nach GENTILLI aus KELLER (1961)

HOLDRIDGE hat 1962 eine Reduktionskurve der potentiellen Evapotranspiration zur aktuellen Evaporation des Bodens und zur aktuellen Transpiration der Vegetation entworfen. Die Form seiner Reduktionskurve gleicht für den Untersuchungsraum weitgehend der im folgenden abgeleiteten Kurve der Reduktion der potentiellen Wasserverdunstung (pV) zu einer potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV).

Vier entscheidende Faktoren, die bei der Ableitung der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) aus der potentiellen Wasserverdunstung (pV) maßgeblich sind, sollen nun behandelt werden (vgl. Abb. 11 und LAUER/FRANKENBERG, 1978).

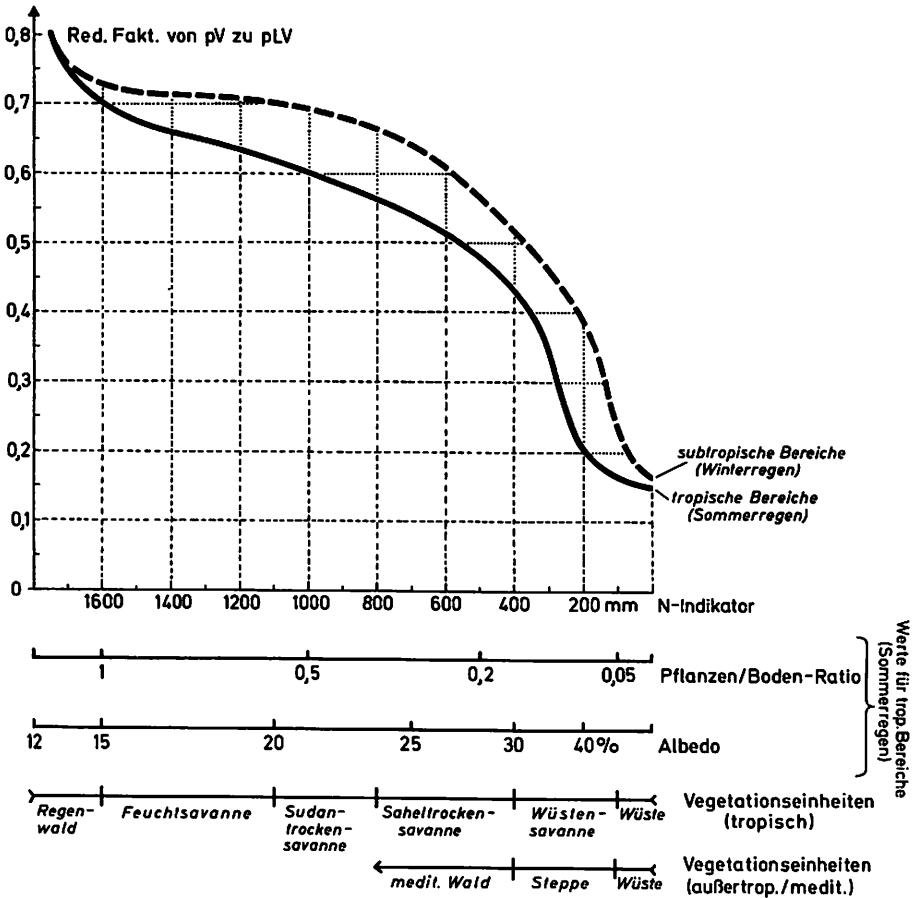


Abb. 11: Modell gleitender Reduktionsfaktoren zur Ableitung der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) aus der potentiellen Verdunstung freier Wasserflächen (pV)

a) Die Relationen von bewachsenem und unbewachsenem Boden sowie die Art des Bewuchses (B o d e n - P f a n z e n - R a t i o)

KAUSCH (1955) konnte feststellen, daß es im Boden eine nur geringe Wasser- nachleitung gibt. Das Wasser strömt nicht zu den Wurzeln, sondern die Wurzeln wachsen eher dem Wasser zu. Der Wasserentzug aus dem Boden geschieht in erster Linie durch die Pflanzen (Transpiration). Demgegenüber verdunstet relativ weniger Wasser direkt aus dem Boden (Evaporation). Diese Tatsache ist abhängig von der Porengröße und weiteren inneren Faktoren des Bodens. Aus einem optimal mit Wasser versorgten Boden verdunstet daher um so mehr, je dichter er mit Pflanzen bestanden ist und desto transpirationsaktiver diese sind. Dies ist jedoch nur bis zu einem bestimmten Maximum möglich, da bei einer zu dichten Bedeckung des Bodens mit Pflanzen etwa in Folge der gegenseitigen Beschattung des Bewuchses ein bestimmter Maximalpunkt der Pflanzentranspiration nicht überschritten wird. Nach FILZER (in: STOCKER, 1956) wird dieser Punkt erst erreicht, wenn die Blattfläche den vierzigfachen Wert der unterliegenden Boden- oberfläche erreicht.

Die Erkenntnis, daß ein unbewachsener Boden weniger Wasser verdunsten kann als ein bewachsener Boden, läßt sich u.a. durch den Vergleich von Messungen bewachsener und unbewachsener Lysimeter belegen. Nach den "Eberswalder Lysimeterversuchen" (vgl. u.a. WALTER, 1960; ROSSERT, 1976) verdunstete in diesem humiden Raum ein nackter Boden nur halbsoviel Wasser wie ein entsprechender Boden mit Grasdecke. Ein Boden mit jüngerem Kiefernbestand evapotranspirierte sogar 2,5 mal soviel wie der nackte Boden (vgl. Abb. 12). Nach LOW (in: Mans Impact, 1979) hat eine mit Fichten bestandene Lysimeteranlage in England 205 mm Wassersäule mehr verdunstet als die umgebende Rasenfläche. Allgemein zeigen die Angaben in Mans Impact (1979), daß Aufforstungen zu verstärktem Wasserverbrauch führen und daß Rodungsmaßnahmen die Abflußkomponente der Wasserbilanz erhöhen. Für ein Savannengebiet in Afrika weist BALEK (1977) deutliche Differenzen der aktuellen Verdunstung bei gleichen Klimabedingungen, aber unterschiedlicher Vegetationsbedeckung auf. Im Mittel

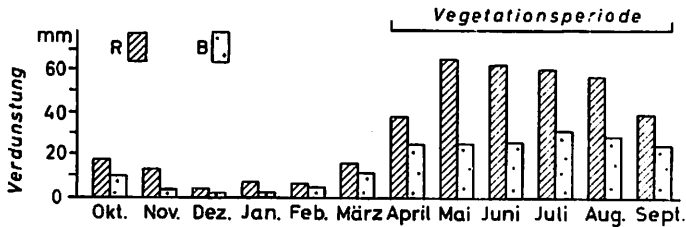


Abb. 12: Monatliche Verdunstungsmengen des grasbewachsenen (R) und des vegetationslosen (B) Eberswalder Lysimeters im dreijährigen Durchschnitt, nach LAATSCH aus WALTER (1960), vereinfacht

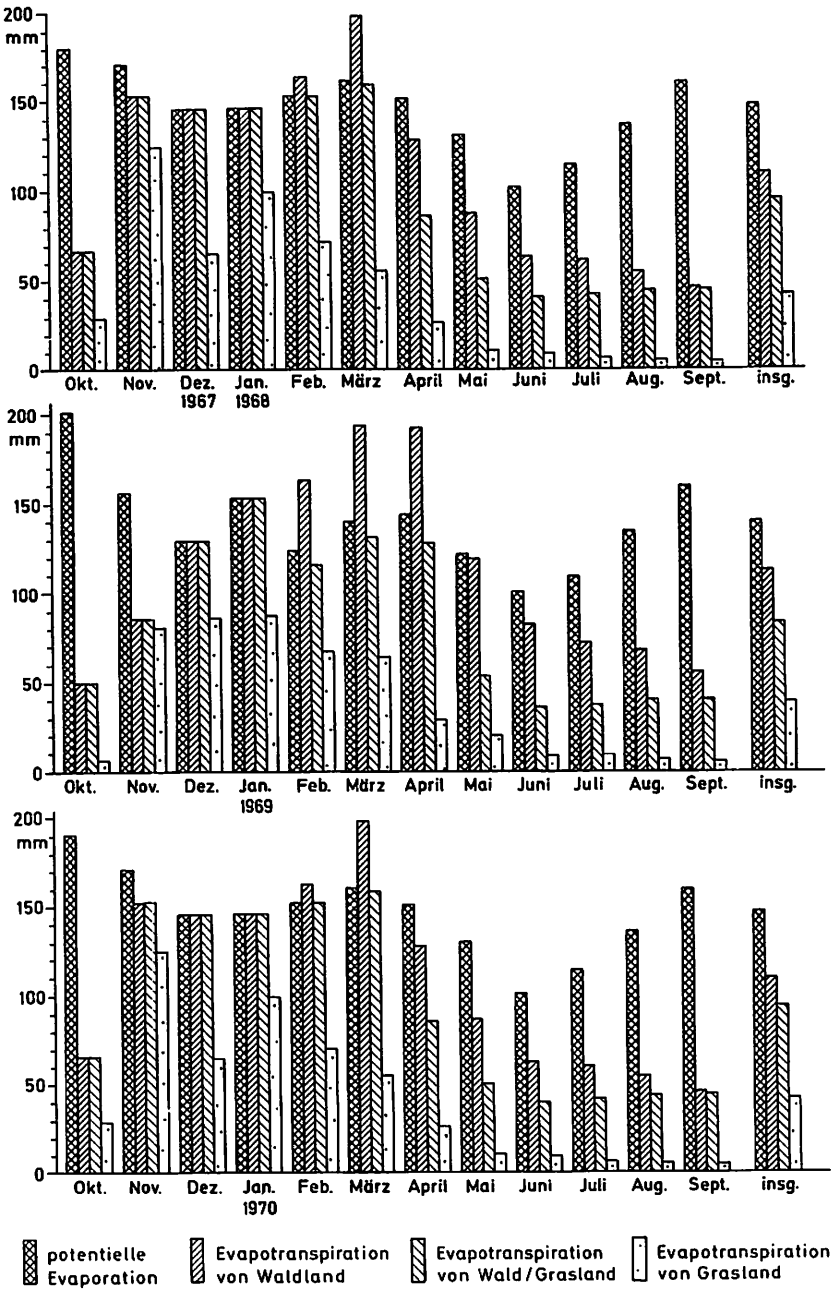


Abb. 13: Transpirationsraten verschiedener Pflanzenbestände von Savannenformationen in Afrika, nach Werten aus BALEK (1977)

verdunstet dort ein Wald-Ökosystem erheblich mehr als ein Gras-Ökosystem (vgl. Abb. 13). Eine gemischte parkähnliche Landschaft (Baumsavanne) steht mit ihrem Evapotranspirationsverhalten dazwischen. ALLISON und HUGHES (1972) stellten in Südwest-Australien ebenfalls fest, daß Waldbestände unter gleichen Klimabedingungen mehr Wasser verbrauchen als Grasland. Dort war nach der Abholzung weiter Waldbestände um 1910 ein Seenspiegelhochstand zu registrieren. Seit der Aufforstung (*Pinus radiata*) sinkt der Seespiegel wieder ab. Ähnliche Beobachtungen hat man auch bei der Abholzung von Wäldern in Mitteleuropa machen können (vgl. FLOHN, 1970; LETTAU, 1975). KELLER (1953) stellte nach Untersuchungen im Harz eine verminderte Verdunstung von Kahlschlägen gegenüber Wald fest. Nach BAUMGARTNER (1967) geht die Gesamtverdunstung bei der Abfolge Wald-Gras-Ackerland-nackter Boden stetig zurück. Im nackten Boden belaufe sich während einer Trockenzeit der Wasserdampfstrom auf nur 1/100 mm pro Tag. Der Verdunstungswiderstand sei dann in den oberen Bodenschichten enorm groß. Wälder dagegen verdunsteten nahezu genausoviel wie offene Wasserflächen. Die Steigerung der Verdunstung eines bestimmten Landschaftsausschnittes mit zunehmender Blattmasse hat u.a. FILZER (in: STOCKER, 1956) durch Messungen feststellen können. LIETH und BOX (1971) gehen bei ihren Stoffproduktionsmodellen von ähnlichen Überlegungen aus (vgl. auch LIETH und WHITTAKER, 1975). Sie erweisen eine enge Korrelation zwischen dem Wasserverbrauch der Pflanzen (Transpiration) und ihrer Stoffproduktion. Je produktiver also ein Landökosystem ist, desto mehr evapotranspiriert es, d.h. daß die Evapotranspiration des Systems Pflanzenbestände-Boden in der Idealabfolge von der Wüste zum immergrünen Regenwald hin ansteigt. Dies ist auch der Fall, wenn die Voraussetzung gegeben ist, daß der Wasservorrat stets optimal über dem Welkepunkt der gegebenen Pflanzengemeinschaften liegt. Entscheidend ist die transpirationsaktive Phytomasse, die das grundlegende Steuerelement des hier vorgelegten Konzeptes der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) darstellt. Je größer diese, d.h. die dem atmosphärischen Verdunstungsanspruch ausgesetzte verdunstende Oberfläche ist und je mehr Transpirationsleitbahnen zwischen Boden und Atmosphäre geschaltet sind, desto höher ist die Landschaftsverdunstung anzusetzen, also ist sie auch abhängig von dem durchwurzelten Bodenvolumen und der Durchwurzelungsdichte des Bodens. Nimmt der Anteil der Pflanzenbedeckung des Bodens ab, so geht auch die Landschaftsverdunstung zurück. Dies ist in der Abb. 11 durch die Boden-Pflanzen-Ratio (a) ausgedrückt, wobei die Pflanzenbedeckung über den pflanzensoziologischen Mengenskalenwert für Afrika an Repräsentativstandorten abgeschätzt worden ist, von denen eine ausreichende Anzahl existiert.

Je größer die transpirierende Oberfläche im pflanzensoziologischen Sinne ist, desto mehr verschiebt sich auch die Gesamtverdunstungsgröße zugunsten der Transpiration (plus Interzeption) und desto geringer wird wegen der Beschattungseffekte und des konservativen Bestandesklimas mit erhöhter Luftfeuchtigkeit die Evaporation des Bodens. Umgekehrt erhöht sich mit zunehmender direkter Einstrahlung auf den Boden infolge zurückgehender Pflanzendichte die Eva-

poration der Bodenoberfläche erheblich. Die Gesamtverdunstung von Transpiration (plus Interzeption) und Evaporation des Bodens geht jedoch zurück, weil die Verdunstungserhöhung über die Bodenevaporation die zurückgehende Transpiration nach dem oben Gesagten nicht aufwiegt.

Die Interzeptionsverdunstung kann bei einem Konzept der potentiellen Verdunstung, das nur die "output"-Größe betrachtet und davon abstrahieren muß, wie das Wasser in den Boden gelangt ist, nicht direkt als Faktor eingearbeitet werden. Sie ist jedoch indirekt bei der Boden-Pflanzen-Ratio berücksichtigt. Je dichter nämlich ein Pflanzenbestand ist, desto mehr Wasser geht über die Interzeption in Form einer "Pflanzenoberflächenevaporation" direkt wieder verloren. Die mit zunehmender Pflanzendichte bis zu einem Maximalpunkt gesteigerte Gesamtverdunstung der Pflanzenbestände setzt sich also zusammen aus der gesteigerten Transpiration der Pflanzen und der gesteigerten Oberflächen-Evaporation (Interzeption).

In der Bundesrepublik Deutschland ermittelte HENNING (in: KELLER, 1979) bei einer aktuellen Gesamtverdunstung von 519 mm pro Jahr einen Interzeptionsverlust von 82 mm und eine Transpiration von 371 mm; die Bodenverdunstung beläuft sich demgegenüber auf nur 47 mm. Es zeigt sich daran deutlich, daß bei dichten Pflanzenbeständen, denen im Mittel humide Klimabedingungen eignen, die Bodenverdunstung einen nur geringen Teil der Gesamtverdunstung ausmacht und die Interzeptionsverdunstung im Mittel noch höher anzusetzen ist als die Bodenevaporation.

b) Die Synökologie der Pflanzenbestände (Transpirationsverhalten)

Der zweite wesentliche Punkt einer Reduktion der potentiellen Evaporation freier Wasserflächen (pV) zur potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) ist bereits bei Punkt a) angedeutet worden. Zur Ermittlung von pLV wird trotz der Maßgabe ständig optimaler Wasserversorgung die Synökologie der Pflanzengesellschaften in ihrer aktuellen Ausprägung in die Überlegungen einbezogen; d.h. bei der Abschätzung der potentiellen Wasserabgabe von Pflanzenbeständen werden eventuelle Ruheperioden, wie sie aktuell auftreten, berücksichtigt. Derartige Ruheperioden können thermisch und/oder hygrisch bedingt sein. LARCHER (1972) schätzt z.B. die Transpiration mediterraner Pflanzen im Winter auf 33 bis 50 % einer reinen Wasserverdunstung, obwohl die Wasserversorgung stets ausreichend ist (Winterregen). Die recht hohe Reduktion ist auf niedrige Temperaturen zurückzuführen, die das Wasseraufnahmevermögen des Wurzelsystems einschränken.

Die Autökologie der Pflanzen, d.h. die Mechanismen der Wasseraufnahme und Abgabe von Einzelpflanzen und somit die besondere Anpassung der einzelnen Spezies an ihre jeweils vor allem auch morphologisch und edaphisch variierenden Standorte hat bei der Ableitung der Reduktionskurve der Wasserverdunstung (pV) zur potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) nicht berücksichtigt werden können.

c) Die Albedo

Der dritte entscheidende Faktor, der bei der Ableitung von pLV aus pV Berücksichtigung finden muß, ist die Albedo. Die Albedoverhältnisse variieren von Vegetationsgebiet zu Vegetationsgebiet bzw. von einer agrarischen Nutzungsregion zur anderen erheblich, ohne daß die Wetterhüttenwerte der Klimastationen dies über die Temperaturen in genügendem Maße zum Ausdruck bringen könnten. Im Mittel erhöht sich die Albedo mit abnehmender Pflanzendichte. Dadurch steht für die Verdunstung des Gesamtsystems Boden-Pflanze weniger Energie zur Verfügung; auch ist die mittlere Temperatur der verdunstenden Oberfläche reduziert. Mit steigenden Albedowerten ist also eine Reduktion der potentiellen Wasserverdunstung (pV) zu einer potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) vorzunehmen, wie es auch durch die variierende Boden-Pflanzen-Ratio vorgegeben ist, die für sich genommen allerdings nur die verdunstenden Leitbahnen und die transpirierende Oberfläche repräsentiert.

Für den Einfluß der Albedowerte auf die Reduktion der potentiellen Verdunstung (pV) zur potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) wird nach BUDYKO (1974) von einem Albedowert von 6 % für die freie Wasserfläche ausgegangen. Zunehmende Albedowerte bedingen eine zunehmende Reduktion der "potentiellen Wasserverdunstung" zur "potentiellen Landschaftsverdunstung". In Afrika werden die höchsten Albedowerte über den Sandflächen der Sahara erreicht. Daher ist trotz maximaler Einstrahlung dort die Gesamtstrahlungsbilanz negativ (vgl. RASCHKE, 1972).

Die in der gleitenden Reduktionskurve der potentiellen Wasserverdunstung zur potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) (Abb. 11) angeführten Albedowerte sind BAUMGARTNER-MAYER-METZ (1976) entnommen. Sie wurden nach oben korrigiert, da die Daten auf der Basis von Vegetationseinheiten ermittelt worden waren. Weil in Afrika jedoch in vielen Gebieten mit einer weitgehenden Degradation der natürlichen Vegetation bzw. mit weitflächiger Inkulturnahme von Vegetationsflächen gerechnet werden muß, erhöhen sich — besonders, wenn man auch die Brachezeiten in die Überlegungen einbezieht — selbst bei konservativer Abschätzung die Albedowerte erheblich (vgl. PEDELABORDE, 1976). In Südtunesien kann man z.B. bei etwa 100 mm Jahresniederschlag eine natürliche Bodenbedeckung von über 50 % annehmen, die infolge der Beweidung auf 5 % reduziert ist.

HOLMES und COLLVILLE (1970 a und 1970 b) erweisen deutlich die enge Beziehung zwischen der Oberflächen-Albedo von Pflanzenbeständen, der absorbierten Energie und der resultierenden Transpiration. Dabei ist wesentlich, daß die Albedo-Werte sich nicht nur nach der Relation von bewachsenem und unbewachsenem Boden verändern, sondern auch von Vegetationsformation zu Vegetationsformation variieren. Wälder weisen meist einen geringeren Albedowert auf als Grasland. In Trockengebieten muß man stets mit einer relativ hohen Albedo der Vegetation rechnen (vgl. MILTHORPE, 1960). Nach Angaben von HOLMES und COLVILLE (1970 b) konnte eine Regressions- und Korrelationsanalyse zwischen absorbierter Strahlung und Transpiration von Pflanzenbeständen

in Südwestaustralien durchgeführt werden, die die Albedoabhängigkeit der Transpiration deutlich macht. Bei 33 Wertepaaren beläuft sich der Korrelationskoeffizient auf 0,61. Daraus folgt, daß etwa 36 % der Varianz der Transpiration der Pflanzenbestände auf die jeweils absorbierte Strahlung zurückzuführen sind. Diese variiert dort lediglich nach den Albedowerten. Die entsprechende Regressionsgleichung lautet: $y = 0,495 x + 30,33$ (Energie: kcal; Evapotranspiration in mm). Die Albedoverhältnisse sind also ein entscheidender Faktor zur Ableitung von pV nach pLV.

d) Oaseneffekt

Ein weiterer wesentlicher Faktor zur Ableitung einer potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) ist der Oaseneffekt, der bereits teilweise bei der Berechnung von pV ausgeschaltet worden ist. Mit zunehmender Aridität ist pV zunehmend zu reduzieren, um auf pLV zu kommen, weil der Oaseneffekt ebenfalls mehr und mehr ins Gewicht fällt.

e) Rauigkeit

Ein mit zunehmender Vegetationshöhe die Verdunstung förderndes Moment ist auch die gesteigerte Rauigkeit. Sie führt zu einer besseren Durchmischung einer die Vegetationsdecke passierenden Luftmasse und damit zu einer Steigerung der Verdunstung. Die weltweite Verbreitung des Rauigkeitsparameters ist BAUMGARTNER et alii (1977) zu entnehmen.

f) Welkepunkt und Nachleitungswiderstand

Einander neutralisierend wirken für die Reduktion der Wasserverdunstung (pV) zur potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) die Faktoren "spezifischer permanenter Welkepunkt" und "Nachleitungswiderstand" im Boden. Der "spezifische permanente Welkepunkt" der Pflanzen verschiebt sich bei mehr trockenadaptierten Spezies in etwa demselben Maße gegen höhere Bar-Werte (vgl. LARCHER, 1973) wie sich der Nachleitungswiderstand im Boden erhöht. Die Wasseraufnahmekapazität der Wurzelsysteme dürfte sich daher kaum verändern (vgl. LAUER/FRANKENBERG, 1978).

Die Faktoren "Albedo", "Vegetationsbedeckung", "Synökologie" und "Boden" rechtfertigen in entscheidender Weise die Einführung eines Reduktionsfaktors zur Ermittlung einer potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV). Sie wurden in keiner der bisherigen Evapotranspirationsgleichungen berücksichtigt. In die Reduktionskurve zur Ableitung der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) wurden folgende Faktoren nicht direkt eingearbeitet: Der Faktor Boden ist lediglich über "Nachleitungswiderstand" und "Infiltrationskapazität" einbezogen; alle anderen edaphischen Faktoren haben keinen Eingang in die Überlegungen finden können, da sie in Hinsicht auf die Verdunstung nur schwer quantifizierbar sind. Ebenso wurde die Physiologie der Einzelpflanzen nicht berücksichtigt.

Die bisher genannten Faktoren einer Ableitung der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) aus der Evaporation freier Wasserflächen (pV) sind

schematisch in der Abb. 11 zusammengefaßt. Danach wurde für jede Klimastation entsprechend der dort vertretenen Vegetationsformation und des Niederschlagsaufkommens die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) berechnet. Der Niederschlagswert diente dabei als Ausgangsindikator, da die Boden-Pflanzen-Ratio und die Albedo-Werte für die Mehrzahl der Klimastationsbereiche als Zahlenwerte nicht gemessen werden. Wäre dies der Fall, könnte pLV über Differentialgleichungen direkt aus pV berechnet werden.

Für die tropischen und subtropischen Breiten Afrikas ergeben sich zwei verschiedene Reduktionskurven von pV zu pLV (vgl. Abb. 11); beide haben die Form einer s-shaped-curve. In den subtropischen Gebieten ist bei gleichem Niederschlagsaufkommen die Vegetation dichter als in tropischen Gebieten. Damit liegt dort pLV jeweils näher an dem entsprechenden Wert der potentiellen Verdunstung freier Wasserflächen (pV). Entsprechend ist der Reduktionsfaktor niedriger angesetzt worden. Bei gleichem Niederschlagsaufkommen kann die Vegetation in subtropischen Winterregengebieten dichter sein als in tropischen Sommerregengebieten, weil die atmosphärische Verdunstungskraft niedriger ist. Hier zeigt sich der geschlossene Regelkreis wechselseitiger Abhängigkeiten, den das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung zu berücksichtigen versucht. Der Wasserhaushalt bedingt entscheidend die Lebensmöglichkeiten der Pflanzen, und diese beeinflussen wiederum entscheidend den Wasserhaushalt.

Auch andere Autoren versuchen, in ihr Konzept der potentiellen Evapotranspiration (ETP) landschaftliche Realitäten einzubeziehen; so HENNING und HENNING (1976, 1980), indem sie bei der Berechnung von ETP nach PENMAN den ALBRECHTSchen Strahlungsterm mit gleitender Albedo verwenden. Im Grunde zielte der PENMANSche Ansatz (1963), E_o über Reduktionsfaktoren zu ETP abzuleiten, in die gleiche Richtung. Viele Autoren, so JÄTZOLD (1977) und SCHMIEDECKEN (1978) verwenden starre Reduktionsfaktoren, um eine landschaftsadäquate Verdunstung zu ermitteln. Entscheidend ist aber zu bedenken, daß je nach der Ausprägung der Landschaft und ihrer Ausstattung mit Vegetation verschiedene Reduktionsfaktoren anzusetzen sind. Dies wird bereits bei einem kurzen Literaturüberblick deutlich. COCHEME (1973) sieht in semiariden Gebieten den kritischen Punkt des Beginns und des Endes der Periode mit ausreichender "availability of water" bei $ETP = 0.5 N$ ($N =$ Niederschlag). JÄTZOLD (1977) setzt für Kulturpflanzen die physiologisch minimal notwendige Feuchte durchgehend bei $E_o = 0.4 N$ an, also etwa in gleicher Größenordnung, wenn man die Differenz zwischen ETP und E_o berücksichtigt. Im Senegal könnte man nach JÄTZOLD (1977) sogar einen entsprechenden Faktor von 0.2 in Erwägung ziehen. Die Trockengrenze ist nach JÄTZOLD bei $N = 0.5 ETP$ gegeben. KUTSCH (1979) schätzt den Welkepunkt von Getreiden in Südmarokko auf etwa $E_o = 0.14 N$. HAUDE (1959) hat ermittelt, daß die Verdunstung auf einem Wüstenboden bei Kairo nach Bewässerung im Juli nur 1 % der potentiellen Evapotranspiration erreichte.

Die Pflanzenbedeckung des Bodens bestimmt damit entscheidend die Höhe einer potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV), die reale Vegetationsdecke

und ihre reale Synökologie vorausgesetzt.

Es zeigt sich so, daß, selbst wenn der Boden in der Wüste ausreichend mit Wasser versorgt wäre, dies in einem nur geringen Umfang verdunsten würde, weil die Pflanzen als Leitbahnen zwischen der Bindung des Wassers im Boden und der atmosphärischen Verdunstungskraft weitgehend fehlen und die Albedo-Werte extrem hoch sind. Demgegenüber ist die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) in einem tropischen Regenwald verhältnismäßig hoch. Infolge der dichten Pflanzendecke erreicht dort die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) nahezu die Werte der Verdunstung von freien Wasserflächen. Durch den sogenannten "Randeffekt" wird nämlich die Transpiration des Wassers über die Pflanzenoberfläche entscheidend potenziert. Sie kommt daher der Verdunstung einer freien Wasserfläche nahe.

1.2 Die landschaftsökologische Jahreswasserbilanz von Afrika

Das Konzept der "potentiellen Landschaftsverdunstung" soll im folgenden für Afrika seine kartographische Anwendung finden. Für mehr als 500 Klimastationen hat nach den Reduktionskurven der Abb. 11 zunächst die mittlere potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) des Jahres berechnet werden können. Dies geschah auf der Basis der Verdunstungswerte freier Wasserflächen (pV), die ihrerseits aus dem Produkt von Äquivalenttemperatur und Sättigungsdefizit resultieren (vgl. Kapitel A. 2).

Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) kann wie die potentielle Wasserverdunstung (pV) mit dem Niederschlag (N) in Beziehung gesetzt werden, woraus eine mittlere Jahreswasserbilanz der Landschaft ($N - pLV$) resultiert und sich eine "landschaftsökologische Trockengrenze" ($N = pLV$) zwischen ariden und humiden Räumen ergibt. Nach dieser Wasserbilanz kann abgeschätzt werden, welche Vegetationseinheiten mit defizitärer oder überschüssiger Wasserbilanz leben und welche nicht und in welchem Maße dies jeweils geschieht. Die "potentielle Landschaftsverdunstung" setzt eine ganzjährig optimale Wasserversorgung der Pflanzen voraus. An der landschaftsökologischen Trockengrenze wird dieses Wasserangebot in Relation zu dem ökophysiologischen Reaktionstyp der Vegetation gerade realisiert. Im humiden Bereich, also bei Wasserüberschuß, ist mehr Wasser vorhanden als die Vegetation optimal verbrauchen kann. Dort wird der Boden über das bestandesökologisch optimale Maß hinaus mit Wasser gesättigt, und es erfolgt in mittleren Zeitdimensionen ein Abfluß. Außerdem entspricht dort die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) einer aktuellen Landschaftsverdunstung (aLV), da der Niederschlag mehr Wasser bereitstellt als zur Befriedigung des potentiellen Verdunstungsanspruches nötig ist. Für alle humiden Bereiche dürfte danach die Wasserbilanz: $N - pLV$, sofern die Grundannahmen im Prinzip richtig sind, der Realität der gegebenen Landschaft ziemlich genau entsprechen. Dies gilt natürlich nur im großräumigen Maßstab.

In allen ariden Gebieten gibt die Bilanz: $N - pLV$ wieder, wieviel Wasser zu einer ganzjährig optimalen Wasserversorgung der gegebenen Vegetationseinhei-

ten fehlt. Aus der landschaftsökologischen Wasserbilanz läßt sich auch abschätzen, wieviel Wasser - z.B. bei Bewässerung - Vegetationseinheiten auf ebenen Flächen zugeführt werden muß, damit eine ganzjährige optimale Produktivität vonstatten gehen kann. Auch der vermehrte Wasserverbrauch bei dichteren Beständen ließe sich an der Reduktionskurve (vgl. Abb. 11) ableiten. Am Beispiel Afrikas ist nun die mittlere jährliche Wasserbilanz von potentieller Landschaftsverdunstung (pLV) und Niederschlag (N) in ihrem Raummuster erarbeitet worden. Sie wird im folgenden kurz beschrieben (Karte 3 - Beilage) und der klimatischen Jahreswasserbilanz (Karte 2 - Beilage) gegenübergestellt.

Im Vergleich zu der Karte der klimatischen Jahreswasserbilanz (N - pV) fällt bei der Karte der landschaftsökologischen Jahreswasserbilanz (N - pLV) eine deutliche Einengung der ariden Räume ins Auge. Überdies verlagern sich die Regionen höchster Wasserdefizite in die Savannenregionen, weil es in der Wüste an transpirationsaktiver Pflanzenbedeckung fehlt. Die höchsten Werte können erst dort auftreten, wo eine ausreichende Pflanzenbedeckung mit einer hohen Verdunstungskraft der atmosphärischen Bedingungen koinzidiert.

Auch bei der landschaftsökologischen Jahreswasserbilanz (N - pLV) zeigt sich eine hygrische Bevorzugung von Küstenregionen. Im nördlichen mediterranen Afrika erscheinen in Karte 3 ausgedehnte humide Räume, z.B. im Nordwesten Marokkos. Es werden dort in den höchsten Lagen des Atlasgebirges Wasserüberschüsse von mehr als 500 mm erzielt. Auch größere Teile der algerisch-tunesischen Nordküste sind nun im landschaftsökologischen Sinne als humid anzusehen, während sie im klimatischen Sinne als arid gelten. Dies stimmt für Tunesien mit den Realitäten in der Landschaft gut überein, speisen doch die Gebirge an der Nordküste das einzige perennierende Flußsystem des Landes: die Medjerda. Die Wasserdefizite in den mediterranen Steppenräumen übersteigen nur in wenigen Fällen 400 mm. In den Steppen erreicht wegen der dichteren Vegetation die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) teilweise die Werte der nördlichen Sahara, trotz der in der Steppe geringeren Verdunstungskraft. Doch übersteigt das Niederschlagsaufkommen dort das der Sahara in einem Maße, daß die landschaftsökologische Jahreswasserbilanz in beiden Räumen ähnliche Größen annehmen kann. Die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) der Oasen ist in der Karte nicht berücksichtigt. Sie erreicht jedoch maximale Werte, wie Berechnungen für tunesische Oasen zeigen. Das Wasserdefizit übersteigt dort in jedem Falle 1600 mm. Ein Wald in der Wüste (Palmwald) ist eben der stärkste potentielle Verdunster, der sich denken läßt, weil einmal die Verdunstungskraft sehr hoch ist, zum anderen die Pflanzenbedeckung sehr dicht und auch die Transpirationsleistung der Gewächse sehr intensiv ist. Die höchsten zonalen Verdunstungswerte werden in der nördlichen Sahelzone erreicht. Für Baumwuchs genügt dort die Konzidenz einer kurzen Regenzeit mit pflanzenphysiologisch optimalen Temperaturen, damit die Bäume mit ihren Wurzelsystemen dauernd wasserführende Horizonte erreichen können. Da der Baumwuchs zunächst in den Tiefenlinien des Reliefs einsetzt, in denen das Niederschlagswasser zusammenströmt, können dort die wasserführenden Horizonte unter Berücksichtigung einer relati-

ven physiologischen Ruhezeit der Pflanzen, auch bei Wasserdefiziten von 1000 mm, noch eine ausgeglichene Bilanz aufweisen. Zur landschaftsökologischen Trockengrenze ($N = pLV$) am Südrand der nordafrikanischen Trockenzone hin gehen die Wasserdefizite rasch zurück. Im Mittel fällt die landschaftsökologische Trockengrenze ($N = pLV$) etwa mit der Vegetationsgrenze zwischen Feucht- und Trockensavanne zusammen.

Das äthiopische Hochland erweist sich als humid, was die dortige Landesnatur deutlich ausweist. Es ist ein ausgesprochenes Nährgebiet großer Flüsse. In dem humiden Bereich West- und Zentralafrikas werden die höchsten Wasserüberschüsse genau dort erreicht, wo sie bereits bei der klimatischen Wasserbilanz zu konstatieren waren. Auch die absoluten Werte differieren nur wenig, da ja mit zunehmender Dichte der Vegetation sich bis zu einem gewissen Sättigungspunkt die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) immer mehr der reinen Wasserverdunstung (pV) annähert. Die größten Differenzen treten in den pflanzenärmsten Räumen auf. In Ostafrika erweist die landschaftsökologische Jahreswasserbilanz gegenüber der klimatischen Wasserbilanz eine prägnante Vermehrung und Vergrößerung der humiden Räume, vor allem um die höheren Relieftteile und an der Küste. Es handelt sich auch hier größtenteils wiederum um Nährgebiete größerer Flüsse, so daß der Wasserüberschuß der landschaftlichen Realität weitgehend entspricht. Im südlichen Afrika werden an der Namib-Küste relativ minimale Wasserdefizite verzeichnet. Dort koinzidiert eine verhältnismäßig geringe Verdunstungskraft (kalter Benguela-Strom) mit einer minimalen Pflanzenbedeckung. Kühlere Küsten bewirken bei potentiell geringer Wasserverdunstung (pV) und bei Pflanzenarmut auch eine geringe Verdunstung im Sinne der Landschaftsverdunstung (pLV). Hohe Wasserdefizite (um 500 mm) werden erst in der Kalahari erzielt. An der Ostküste Südafrikas ist der humide Raum - im Vergleich zu der klimatischen Wasserbilanz - deutlich erweitert. Auch Teile des mediterranen Kaplandes zeigen sich im landschaftsökologischen Sinne als humid. Auf Madagaskar erweist sich die Aridität landschaftsökologisch auf den Norden und den Südwesten beschränkt. Die Westabdachung Zentralmadagaskars, die bei der klimatischen Wasserbilanz arid erschien, zeigt nach der landschaftsökologischen Wasserbilanz Wasserüberschüsse.

Die Wasserbilanz im Sinne der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) weist in ihrer räumlichen Konfiguration eine deutliche Übereinstimmung von humiden Räumen mit Abflußregionen aus. Dies zeigt an, daß die modellhaften Grundannahmen der potentiellen Landschaftsverdunstung der geökologischen Realität nahekommen.

C. Regionale Beispiele

1. Die vergleichende Betrachtung "klimatischer", "klimaökologischer" und "landschaftsökologischer" Isohygromenen am Beispiel Ostafrikas

In den bisherigen Ausführungen wurde versucht, eine potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) aus der klimatischen Verdunstung freier Wasserflächen (pV) herzuleiten, um ein den geoökologischen Realitäten des Untersuchungsraumes adäquates Verdunstungskonzept zu entwerfen. Ein bisher getübtes Verfahren leitete die sogenannte potentielle Evapotranspiration (pET) im Sinne THORNTHWAITES (ETP) aus der klimatischen Verdunstung (pV/E_0) ab, unter der Voraussetzung einer stets und überall gleichdichten Vegetationsdecke. Da in diesem Kapitel der monatliche Wasserhaushalt in Form der Isohygromenen nach dem ausführlich erläuterten Konzept der "potentiellen Landschaftsverdunstung" dargestellt werden soll, um seine Brauchbarkeit für die wirklichen geoökologischen Gegebenheiten zu erweisen, werden Isohygromenenkarten der klimatischen (pV), der klimaökologischen (pET) und der landschaftsökologischen Verdunstung (pLV) für Ostafrika vergleichend gegenübergestellt. Ostafrika wurde deshalb ausgewählt, weil hierfür auch die detaillierte Isohygromenenkarte LAUERS (1951) vorliegt und in den Vergleich einbezogen werden kann.

Im Gegensatz zu der Isohygromenenkarte LAUERS (1951), wo noch die Temperatur als "Ersatz" für die Verdunstung diente, werden nunmehr mittlere monatliche Niederschläge den nach dem neuen Konzept berechneten Verdunstungswerten gegenübergestellt.

Die Karte der "klimatisch-humiden" Monate Ostafrikas (Abb. 14) zeigt die Bilanz des Niederschlags und der Verdunstung freier Wasserflächen ($N - pV$). In der zweiten Karte wurden die humiden Monate nach der potentiellen Evapotranspiration (pET) bestimmt. Als "klimaökologisch humid" (vgl. LAUER/FRANKENBERG, 1978 und 1979) gilt in dieser Darstellung ein Monat, in dem der Niederschlag die potentielle Evapotranspiration nach dem starren Reduktionsfaktor von $pET = 0.75 pV$ übersteigt; umgekehrt gilt ein Monat als "klimaökologisch arid" (vgl. Abb. 15). Der starre Reduktionsfaktor entspricht den Relationen von PENMAN E_t zu PENMAN E_0 bzw. zu den Class-A-pan-Werten, weil die potentielle Evapotranspiration bei PENMAN von der angenommenen gleichdichten Vegetationsdecke auf ebenem Boden ausgeht. Die dritte Isohygromenenkarte, als Ergebnis des landschaftsökologischen Verdunstungskonzeptes, zeigt die Zahl der humiden Monate entsprechend der Wasserbilanzierung von mittlerem monatlichem Niederschlag und potentieller Landschaftsverdunstung ($N - pLV$), wobei die Reduktion der klimatischen Verdunstung (pV) dem gleitenden Index in Abb. 11 folgt (vgl. Kapitel B). Ein Monat gilt als "landschaftsökologisch (geoökologisch) humid", wenn mehr Niederschlag fällt als nach der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) verdunstet (vgl. Abb. 16).

Alle Verdunstungsberechnungen basieren auf der in Kapitel 2 abgeleiteten

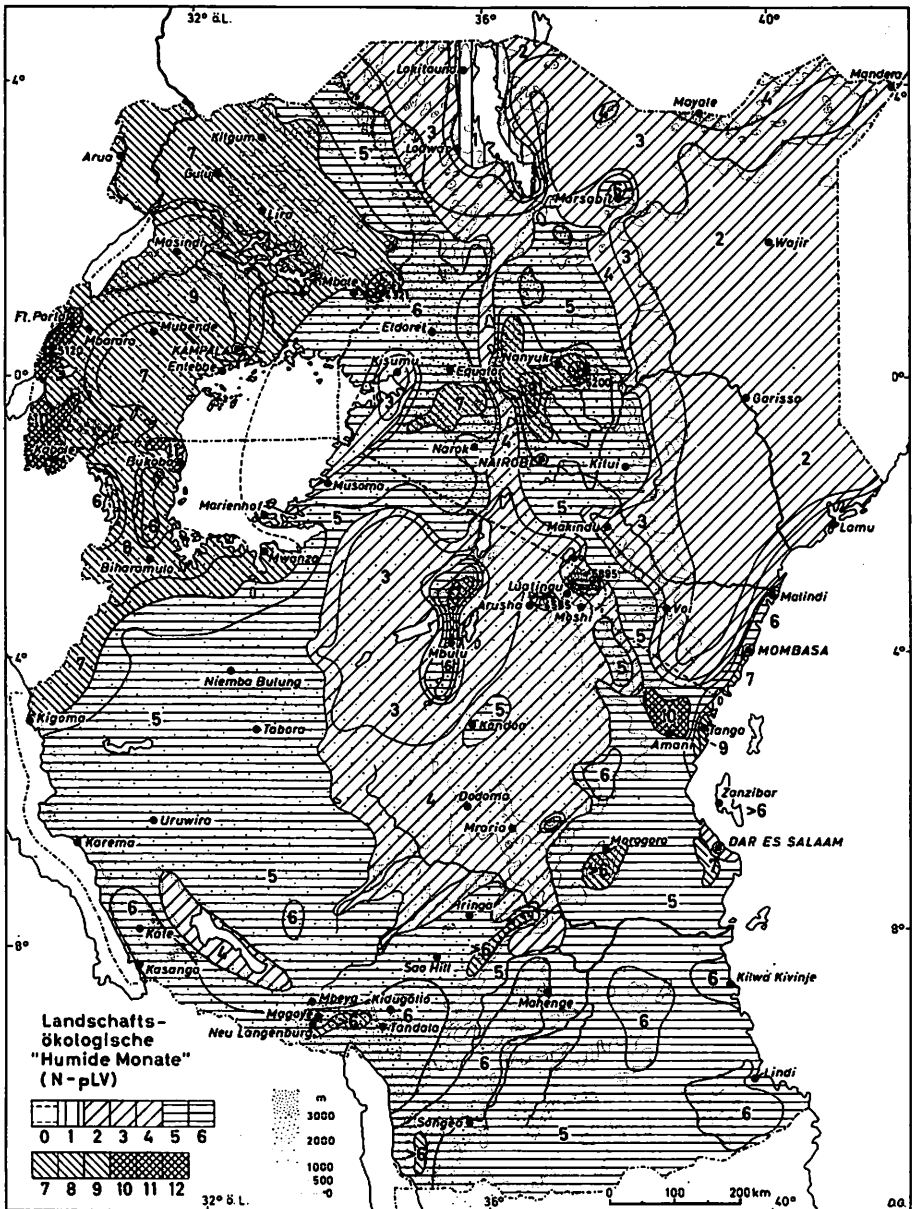
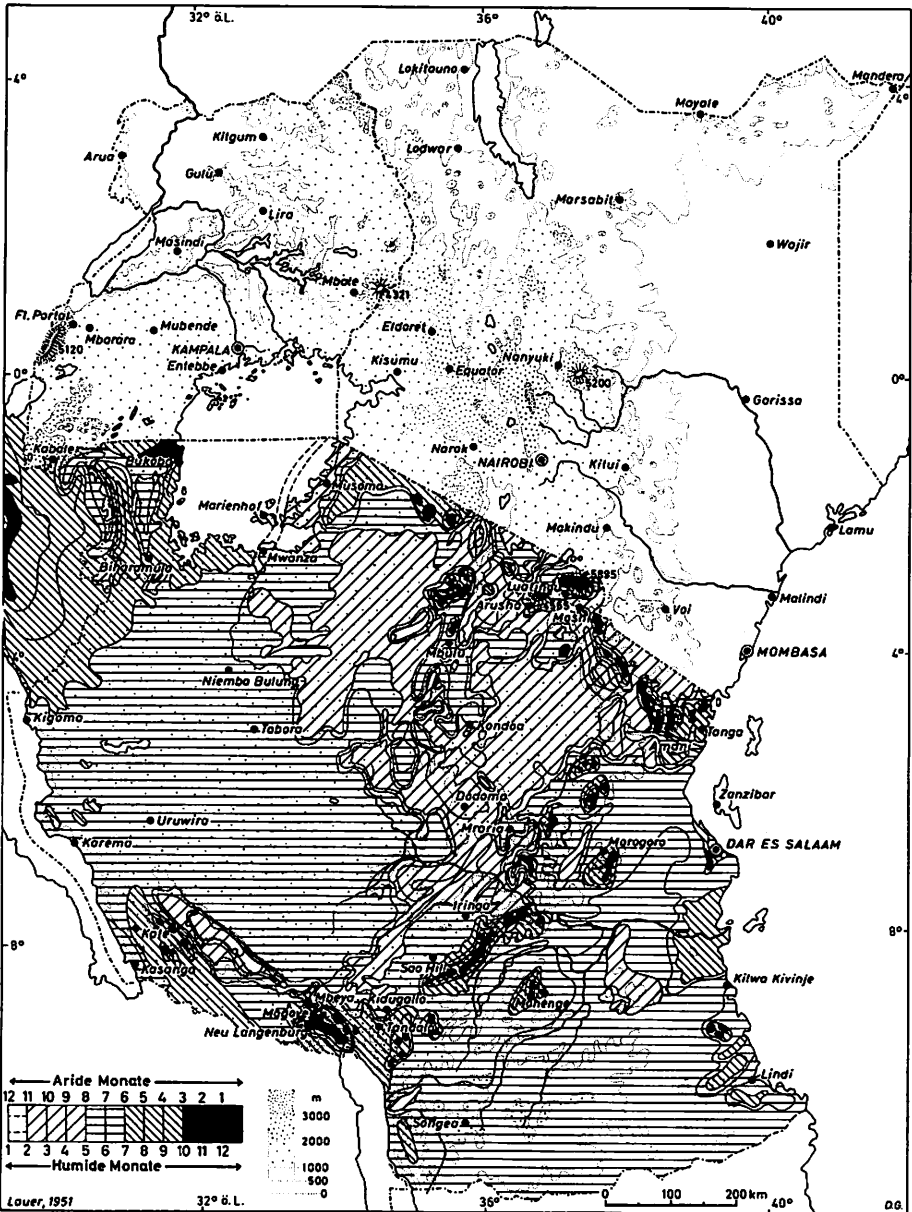


Abb. 16: Karte der Anzahl der landschaftsökologisch humiden Monate im Raume Ostafrikas



Isohygromenkarte von Ostafrika

Abb. 17: Karte der Isohygromenen nach LAUER im Raume Ostafrikas (LAUER, 1951)

Methode zur Berechnung der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) über die Äquivalenttemperatur und das Sättigungsdefizit.

Durch die Verwendung von drei verschiedenen Verdunstungsgrößen ergeben sich drei Raummuster von Isohygromenen für die drei Staaten Ostafrikas: Kenya, Uganda und Tanzania. Die ermittelten Werte sind in der Tab. 2 nebeneinandergestellt und in den Abb. 14, 15 und 16 in ihrer jeweiligen räumlichen Konfiguration wiedergegeben. Generell nimmt die Zahl der humiden Monate von der Berechnungsgrundlage der potentiellen Wasserverdunstung (pV) über diejenige der potentiellen Evapotranspiration (pET) zu derjenigen der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) zu.

Im chorologischen Gesamtbild aller drei Isohygromenenkarten der ostafrikanischen Staaten Kenya, Uganda und Tanzania ist eine Ost-West-Differenzierung der Humidität auffällig. In Kenya - Uganda nimmt von Osten nach Westen die Humidität deutlich zu. Die höhergelegenen Bereiche des Reliefs sind dabei erheblich feuchter als ihre umgebenden Flachländer. Dies gilt in Kenya ausgeprägt für die Hochreliefs zwischen Mount Kenya und Mount Elgon. Die höchsten Humiditätsgrade werden in den ugandischen Randgebieten zur Republik Zaire erreicht. In Tanzania erweist sich das Raummuster der Isohygromenen mehr nord-ost / süd-west-orientiert. Von Nordosten greift im Bereich der Dornsavannen lobenförmig ein verhältnismäßig arider Raum in das Staatsgebiet Tanzanias ein, wobei die Küstenregion wie in Kenya und der Westen wie in Uganda generell erheblich feuchter erscheinen. Die ausgeprägte relative Aridität dieser Dornsavannenregionen Tanzanias wird eindrucksvoll unterbrochen von den humideren Bereichen der aufragenden Bergmassive, etwa des Kilimandscharo, des Meru oder der Usambara-Berge. Relativ humid erscheint auch der gebirgige Süden Tanzanias um das Rungwemassiv. Die ausgesprochenen Gipfelbereiche der höchsten Massive (z.B. Kilimandscharo) erscheinen jedoch wiederum relativ arid. Es ist dies ein Phänomen, das allen tropischen Hochgebirgen eigen ist, die über die Höhenstufen maximaler Niederschläge aufragen.

Im Kartenbild der Zahl der humiden Monate nach der klimatischen Monatswasserbilanz ($N - pV$) (vgl. Abb. 14) erweist sich nahezu der gesamte Osten Kenyas bis auf die Küstenregion als vollarid. Auch die klimaökologische Wasserbilanz ($N - pET$) zeigt dies noch (Abb. 15). Erst die landschaftsökologisch ermittelten Isohygromenen (vgl. Abb. 16) weisen dort durchweg zwei humide Monate aus, was auch dem Vegetationsbild am ehesten gerecht wird. Im zentralen kenyanschen Hochland steigert sich die Zahl der humiden Monate von der Berechnungsgrundlage der monatlichen klimatischen Wasserbilanz über diejenige der klimaökologischen Wasserbilanz zur landschaftsökologischen Wasserbilanz um jeweils einen Monat. In Uganda liegt diese Steigerungsrate bei durchschnittlich 1-2 Monaten. Dort erzielte Mbarara im Südosten mit einer Zunahme von 2 auf 6 und dann auf 7 humide Monate die größte Steigerungsrate. In Kenya sind es die Hochlandrandstationen Nanyuki (von 1 auf 4 und 7) sowie Narok (vgl. Tab. 2). In Uganda besteht an der größten Zahl der Stationen die Zunahme der humiden Monate von Berechnungsgrundlage zu Berechnungsgrundlage in einer fortschrei-

Tab. 2: Anzahl der klimatisch, klimaökologisch und landschaftsökologisch humiden Monate von Ostafrika (Uganda, Kenya, Tanzania)

Station	humide Monate			
	klimatisch	klima- ökologisch	landschafts- ökologisch	nach LAUER (1951, 52)
U g a n d a				
Kitgum	4	5	7	—
Arua	6	7	8	—
Gulu	6	7	7	—
Lira	7	7	7	—
Masindi	5	8	9	—
Mbale	4	6	6	—
Ft. Portal	7	9	10	—
Mubende	6	7	7	—
Kampala	6	9	9	—
Entebbe	5	6	7	—
Mbarara	2	6	7	—
Kabale	8	8	10	—
K e n y a				
Lokitaung	1	1	1	—
Moyale	2	3	4	—
Mandera	0	0	2	—
Lodwar	0	0	1	—
Marsabit	5	6	6	—
Wajir	0	0	2	—
Eldoret	4	5	6	—
Kisumu	1	2	3	—
Equator	5	7	8	—
Nanyuki	1	4	7	—
Garissa	0	0	2	—
Narok	1	3	5	—
Nairobi	3	4	6	—
Kitwe	3	4	5	—
Makindu	1	3	3	—
Lamu	3	3	4	—
Malindi	4	4	4	—
Woi	0	1	3	—
Mombasa	5	6	7	—

Fortsetzung Tabelle 2:

Station	humide Monate			
	klimatisch	klima- ökologisch	landschafts- ökologisch	nach LAUER (1951, 52)
T a n z a n i a				
Bukoba	9	11	11	11
Musoma	1	3	3	5
Mwanza	2	4	7	7
Biharamulo	2	6	7	8
Moshi	2	3	3	4
Mboulou	3	5	6	6
Kigoma	6	6	6	6
Kondoa	0	3	5	5
Tabora	4	5	5	6
Amani	10	10	10	12
Tanga	5	8	10	8-9
Dodoma	0	2	4	3
Dares Salaam	3	4	4	6
Morogoro	2	4	5	6-7
Iringa	3	5	5	5
Sao Hill	5	5	5	6
Kilwa Kivinje	4	5	7	7
Mbeya	5	5	5	6
Songea	4	5	5	5
Lindi	5	5	5	5-6

tenden Eliminierung der "kleinen Trockenzeit". In Kenya bleibt es an der Mehrzahl der Stationen bei zwei ausgeprägten humiden Zeiträumen; sie werden lediglich verlängert.

Die "klimatische Isohygromenenkarte" Tanzanias (vgl. Abb. 14) weist im Bereich der zentralen Dornsavanne eine volle Aridität mit 12 ariden Monaten aus. Die aus dem Hochland aufragenden Massive erreichen in ihren Gipfeln jedoch mehr als drei humide Monate. Über die "klimaökologische Isohygromenenkarte" (vgl. Abb. 15) steigert sich die Zahl der humiden Monate in diesem aridesten Teil Tanzanias von zwei auf drei bis vier humide Monate in der landschaftsökologischen Isohygromenenkarte (vgl. Abb. 16). Eine größere Steigerung der Humidität ist in Tanzania, außer in den Dornsavannengebieten, von der monatlichen klimatischen über die klimaökologische zur landschaftsökologischen Wasserbilanz vor allem im Nordwesten zu konstatieren, wo sich die Zahl der humiden Monate von klimatisch zwei auf landschaftsökologisch acht erhöht. Geringere Steigerungsraten der Zahl der humiden Monate sind an den feuchteren Erhebungen, insbesondere in den südlichen Gebirgen Tanzanias, aber auch in den südöstlichen Küstenregionen des Landes festzustellen.

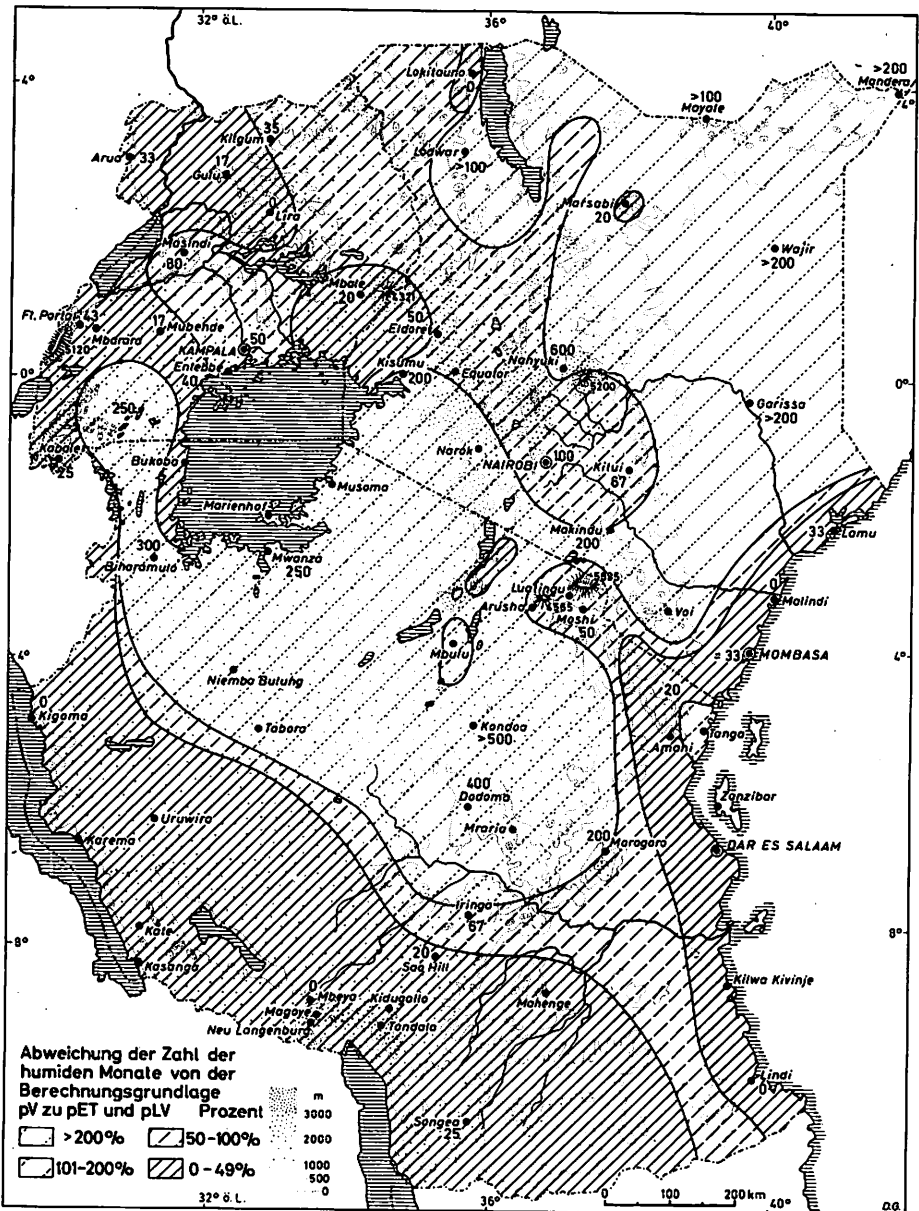


Abb. 18: Die relative Abweichung der Zahl der humiden Monate im Raume Ostafrikas nach den verschiedenen Verdunstungskonzepten (pV, pET, pLV)

Für den gesamten Untersuchungsraum Ostafrikas ist die Steigerungsrate der humiden Monate von der klimatischen über die klimaökologische zur landschaftsökologischen Berechnungsgrundlage in der Abb. 18 zusammenfassend dargestellt. Maximale Steigerungsraten erweisen sich in den Dornsavannen- und Halbwüstenbereichen, geringste Steigerungsraten in den Küstengebieten und im gesamten Osten unter Ausnahme der Region unmittelbar östlich und südöstlich des Victoria-Sees.

Im Prinzip steigt die Zahl der humiden Monate nach den drei als "output" angesetzten Verdunstungsraten (pV, pET, pLV) um so mehr an, je ausgeglichener die Jahresgänge der Verdunstung und des Niederschlages bei ausreichenden absoluten Werten sind. Ist die Regenzeit dagegen scharf abgehoben, so kann sich die Zahl der humiden Monate nicht vergrößern. Dies gilt etwa für Malindi (vgl. Abb. 19), wo die Zahl der humiden Monate bei vier konstant bleibt. Dort reicht

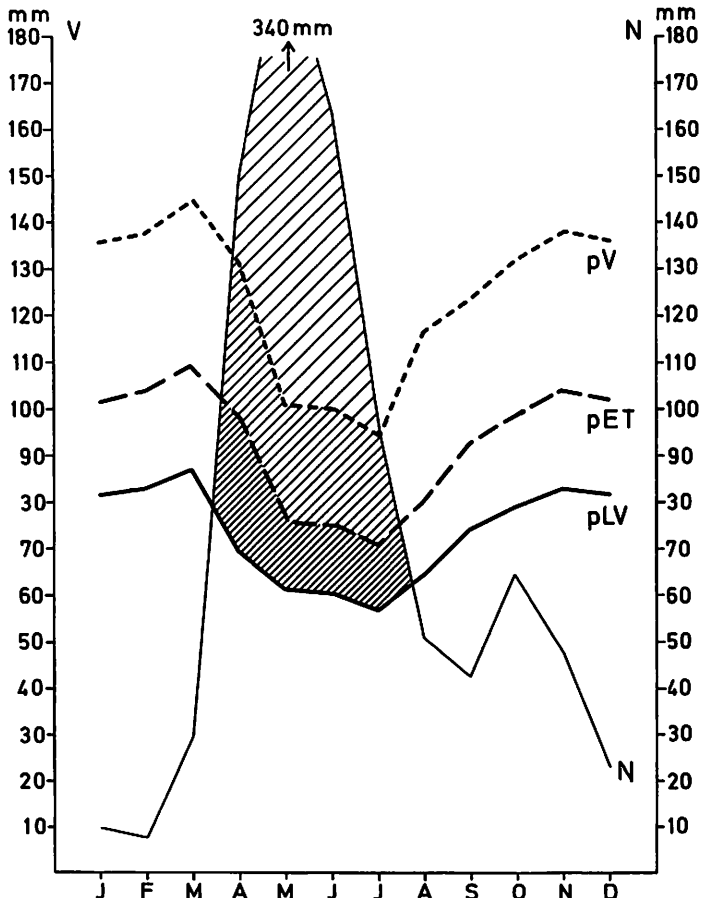


Abb. 19: Klimadiagramm von Malindi

in keinem Monat der klimatisch ariden Zeit der Niederschlag aus, im landschafts-ökologischen Sinn die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) zu übersteigen. Im Verein mit Klimadiagrammen zur jahreszeitlichen Einordnung der humiden Zeiträume und zusammen mit Wasserbilanzen erscheint eine Analyse der humiden Monate zur hydroökologischen Charakterisierung von Erdräumen wesentlich zu sein. Eine enge Kongruenz von Regionen bestimmter Anzahl humider Monate im landschaftsökologischen Sinne und von Vegetationseinheiten ist wechselseitig bedingt, da die Vegetation ein entscheidender Steuerfaktor der Verdunstung ist. In zeitlichem Sinne muß jedoch primär ein ausreichender Niederschlag fallen, damit die adäquate Vegetation heranwachsen kann, bis sich bei starker Variabilität der klimatischen Faktoren ein Gleichgewicht zwischen Klima und Vegetation herstellt.

Vergleicht man die 1951 entworfene Isohygromenenkarte Ostafrikas von LAUER (Abb. 17) mit den drei vorgestellten Isohygromenenkarten (Abb. 14, 15, 16), so zeigt sich sehr deutlich eine weitgehende Übereinstimmung des Raummusters humider Monate und ihrer Anzahl mit der landschaftsökologischen Isohygromenenkarte (vgl. Abb. 16 und 17). Für die Tropen zumindest ist der nach DE MARTONNE—LAUER ausgewählte Schwellenwert des Ariditätsindex durch seine an den realen Gegebenheiten, besonders der Vegetation und den hydrologischen Bedingungen, angeglichenen Größe dem hier erläuterten Konzept der landschaftsökologischen Wasserbilanzierung im Ergebnis durchaus entsprechend. Dies wird verständlich aus dem gemeinsamen Ziel, der früheren und der heutigen Arbeit, den realen Wasserhaushalt unter Berücksichtigung der Vegetation geographischer Räume zu ermitteln und nicht nur klimatologisch zu argumentieren. Dies rechtfertigt das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV).

2. Versuch einer Klimaklassifikation Afrikas auf der Basis "landschaftsökologischer" Isohygromenen

Das Konzept der landschaftsökologischen Isohygromenen, wie es bereits am Beispiel Ostafrikas erläutert wurde (vgl. Abb. 16), eignet sich als hygrische Grundlage einer Klassifikation der Klimate. Am Beispiel Afrikas (vgl. Karte 4-Beilage) soll im folgenden versucht werden, eine entsprechende Klimakarte zu diskutieren. Geht man von den geoökologischen Grundparametern Wasser und Wärme aus, so ist es sinnvoll, eine Klimaklassifikation auf dem Humiditäts- und Temperaturregime aufzubauen. In der vorgelegten Karte werden hierfür die landschaftsökologischen Isohygromenen und die Jahresisothermen verwandt. Dieses Konzept wurde bereits für eine Klimakarte der zentralmexikanischen Meseta 1978 verwirklicht (vgl. LAUER/FRANKENBERG, 1978). Für eine Karte kontinentalen Ausmaßes, die in mehrere Klimagürtel hineinreicht, mußte das Klassifikationsschema erweitert werden. Zunächst wurden daher in Afrika die Tropen- und Subtropenzonen durch die "Warmtropengrenze" voneinander getrennt. Die "Warmtropengrenze" ist für Nordafrika LAUER/FRANKENBERG (1977) und für Südafrika LAUER (1975) entnommen. Für die weitere thermische Raumgliederung

rung wurden als Isothermen die vegetationsgeographisch beziehungsreichen Werte von 24°C und 18°C ausgewählt, die beide mit einer Begrenzung tropischer Klimate und darüber hinaus einer Scheidung der Warm- von den Kalttropen in Verbindung gebracht werden können (vgl. LAUER, 1975; KÖPPEN, 1931; VON WISSMANN, 1948). Dazu wurden als weitere Isothermen die 27°C- und die 15°C-Jahresisothermen hinzugefügt, weil so einerseits die heißen randtropischen Gebiete, andererseits die kalten Tropen und die Subtropen thermisch feiner strukturiert werden.

Die landschaftsökologischen Isohygromenen differenzieren den Raum entsprechend den großräumigen Vegetationseinheiten, die durch die Wasserbilanz humider und arider Jahreszeiten geprägt sind. Im Sinne LAUERS (1952) wurden die Flächen zwischen den Isohygromenen 1 + 2, 3 + 4, 5, 6, 7 + 8, 9, 10 und 11 + 12 - nunmehr nach dem Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV) ermittelt - ausgewählt. Die Kombinationen der diese Flächen begrenzenden Isohygromenen mit den genannten Isothermen ergeben die Klimatypen. Den Klimatypen entsprechen in der Karte Klimagebiete, die durch ihre Farbgebung ausgewiesen sind. Die hygrothermische Differenzierung folgt einer Farbskala von rot (trocken-heiß) nach blau (feucht-kühl) bzw. von grün (feucht-heiß) nach gelb (trocken-kühl). Die Klimagebiete wurden nach einer dreifachen Nomenklatur benannt. Die Großbuchstaben bezeichnen die übergeordneten Klimazonen: A die Tropen, B die Subtropen. Die Humiditätsandauer wird durch arabische, die thermische Stufung durch römische Ziffern ausgedrückt (vgl. Legende zu Karte 4 - Beilage). Die arabischen Ziffern an den Hauptklimastationen weisen aus, welche Monate des Jahres humid sind (vgl. dazu LAUER/FRANKENBERG, 1979 b).

D. Diskussion der Ergebnisse

Die Abhandlung zeigt, daß man mit einer nur auf klimatischen Parametern beruhenden Bestimmung des Wasserhaushaltes den wirklichen Gegebenheiten des Verdunstungsverhaltens im Bezugssystem Atmosphäre-Pedosphäre-Biosphäre nicht gerechnet werden kann. Die Einflüsse von Boden und Pflanzen auf den Verdunstungsvorgang sind so gravierend, daß zur Beurteilung eines dem geökologische Gefüge irdischer Landschaftsräume entsprechenden Wasserhaushaltes sich das Konzept einer "potentiellen Landschaftsverdunstung" als notwendig erweist.

Da das komplexe Verdunstungsverhalten von Erdräumen nur schwer in einem einzigen, auf quantifizierbaren Daten beruhenden Term zu erfassen ist, wurde in zwei Schritten vorgegangen:

1. Der klimatische Verdunstungsterm (pV) wurde nach Daten auf der Basis einer neu konzipierten Verdunstungsformel berechnet.

2. Die geökologische Komponente wurde durch Reduktionsparameter (Rf) berücksichtigt, die mit Hilfe von durch Daten abgesicherten Landschaftsbefunden hergeleitet wurden.

Die Verdunstungsformel für pV basiert auf dem Produkt von Äquivalenttemperatur und Sättigungsdefizit. Die Äquivalenttemperatur bietet als Ausdruck des Gesamtwärmeinhalt einer Luftschicht das meßbare und dimensionierte Integral der jeweiligen Energie, die für die Verdunstungsvorgänge verfügbar ist. In diesem Sinne wurde der Äquivalenttemperatur bisher keine Beachtung geschenkt.

Die Äquivalenttemperatur - seit langem bekannt - ist nach der Definition von LINKE (1938) als Gesamtausdruck des Wärmeinhalt einer Luftmasse in der Gleichung verwendet worden. Sie kann auch als Berechnungsgrundlage einer Ratio von fühlbarer und latenter Wärme dienen. Sie beinhaltet nämlich den Wärmehaushaltzustand, wie er im Verhältnis zum Verdunstungsvorgang steht im Sinne der Bowen-Ratio und des Strahlungsindex der Trockenheit bzw. des Index der Niederschlagswirksamkeit nach BUDYKO.

Die Ratio von fühlbarer und latenter Wärme - errechnet über die Äquivalenttemperatur (in °Kelvin) - gibt den Zustand des entsprechenden Luftquantums wieder, im Gegensatz zur Bowen-Ratio, bei der die Ströme von fühlbarer und latenter Wärme zu einer dimensionslosen Größe verbunden sind.

Die Verfasser verfolgen mit der Anwendung der Äquivalenttemperatur zwei Ziele:

1. Eine einfach zu berechnende Größe des Ausdrucks eines Energieterms in einer Verdunstungsgleichung zu verwenden und

2. eine einfach zu berechnende Grundlage zur Ableitung der Relationen von fühlbarer und latenter Wärme zur Hand zu haben.

Die von den Verfassern aus den Größen "Äquivalenttemperatur" und "Sättigungsdefizit" abgeleitete Verdunstungsformel entspricht durch die Verwendung

eines Energieterms und eines Sättigungsdefizitterms weitgehend dem PENMANschen Ansatz. Die aus der Verdunstungsformel von $t_a \times S$ errechneten Werte der Verdunstung freier Wasserflächen (pV) entsprechen weitgehend den E_0 -Werten von PENMAN und den gemessenen Class-A-pan-Daten.

Bei vielen früher konzipierten Verdunstungsformeln und bei den ähnliche Ziele verfolgenden Ariditätsindizes wurde kein Energieterm benutzt, sondern entweder die Temperatur als Ersatzausdruck verwandt (THORNTHWAITE, DE MARTONNE, GAUSSEN u.a.) oder/und das Sättigungsdefizit (HAUDE, PAPADAKIS u.a.) herangezogen.

Alle genannten Autoren hatten sich ebenfalls darum bemüht, ihre gefundenen Verdunstungsgleichungen *landschaftsbezogen* anzuwenden. Hierbei schrieben sie allerdings die räumlichen Gegebenheiten, wie Vegetation und Boden, fest. THORNTHWAITE und PENMAN gehen z.B. von einem genormten Rasen aus, so daß die Verdunstungsgröße der so ermittelten potentiellen Evapotranspiration (ETP) lediglich nach klimatischen Gesichtspunkten variiert.

HENNING und HENNING (1980) gehen dagegen bei ihrem Konzept der "potentiellen Landverdunstung" (PLV) auf die mit der wandelnden Pflanzendecke variiierende Albedo ein, die den Energieterm beeinflusst. Beide Autoren bestimmen diesen in ihrer Verdunstungsgleichung nach PENMAN mit Hilfe des ALBRECHTSchen Ansatzes der räumlich differenzierten Albedo. Nicht berücksichtigt ist dabei allerdings die ebenfalls variiierende Relation von transpirierender Phytomasse und evaporierendem Boden sowie das Transpirationsverhalten der Vegetationseinheiten selbst. Die Berücksichtigung der Albedo im o.g. Ansatz erfaßt diese wesentlichen Merkmale daher nicht, zumal das HENNINGSche Konzept in pflanzenphysiologischer Hinsicht und bezüglich der transpirationsaktiven Phytomasse auch nur von einem idealen Rasen ausgeht, wie er der PENMANschen ETP-Gleichung zugrunde liegt.

Die Verfasser variieren dagegen ihre potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) auch nach den jeweiligen räumlichen Gegebenheiten durch einen *glättenden Reduktionsfaktor*, in den die Boden-Pflanzen-Ratio, das Transpirationsverhalten der Vegetation, die Albedo, der Oaseneffekt, die Rauigkeit und edaphische Faktoren eingehen: $R_f = f(B/P, Tr, A, O, Ra, Ed)$. Im Gegensatz zu dem THORNTHWAITESchen Konzept der ETP und dem HENNINGschen Konzept der PLV als einer Evapotranspiration eines genormten Rasens, berücksichtigt die potentielle Landschaftsverdunstung (pLV) sowohl die sich mit ändernder Vegetationsdecke ändernde Albedo als auch die variiierenden Relationen von transpirierender Phytomasse und evaporierender Bodenoberfläche einschließlich des jeweiligen ökophysiologischen Reaktionstyps der Transpiration von Pflanzenbeständen. Damit wird eine landschaftsadäquate Verdunstung bestimmt, die bereits von GENTILLI gefordert wurde.

Um das Konzept der potentiellen Landschaftsverdunstung auch zur Darstellung von Isohygromenen (Anzahl humider und arider Monate) verwenden zu können, wurden Monatswerte der potentiellen Landschaftsverdunstung berechnet. Weil die von Monat zu Monat variiierenden Gegebenheiten der Landschaft

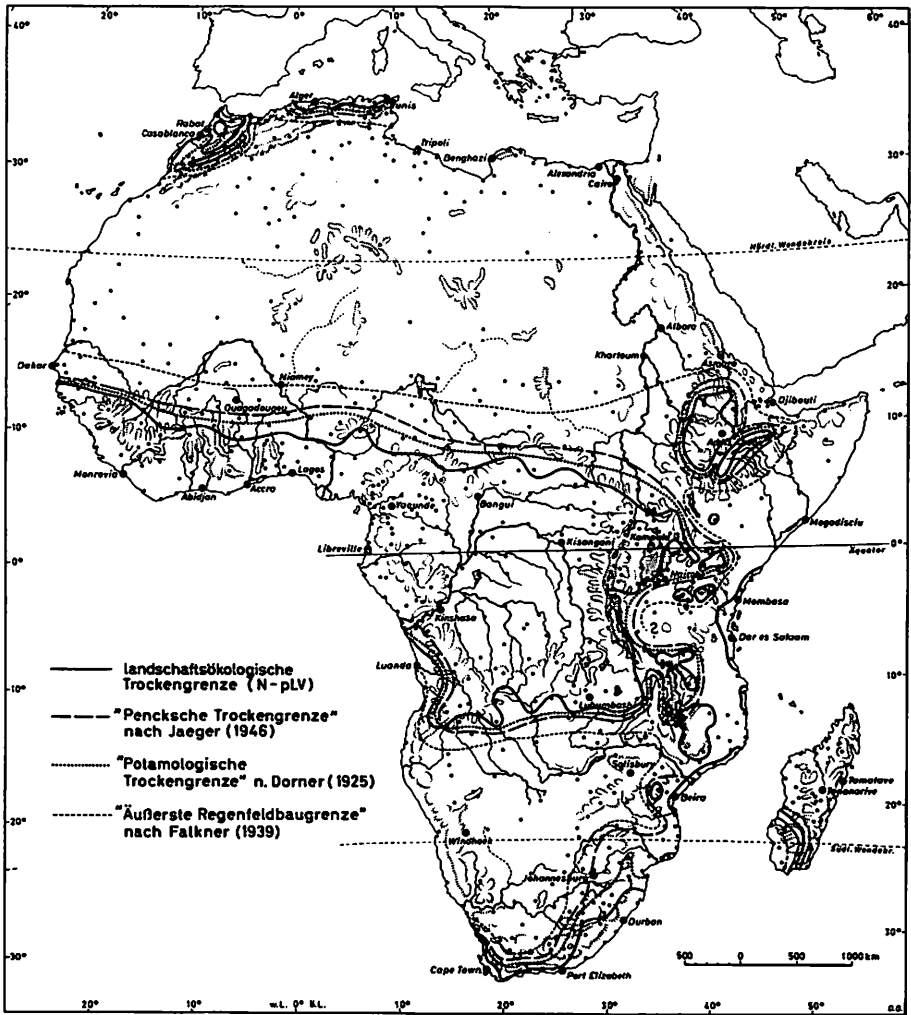


Abb. 20: Räumlicher Vergleich des Verlaufes der Trockengrenzen nach verschiedenen Autoren für Afrika

für größere Räume nur schwer zu erfassen sind, mußten Monatswerte der pLV allerdings nach der Reduktionskurve der Jahreswerte bestimmt werden. Eigentlich wäre hier ein von Monat zu Monat variierender gleitender Reduktionsfaktor vonnöten.

Eine gute Bestätigung erfahren die Ergebnisse, die über die potentielle Landschaftsverdunstung am Beispiel Afrikas errechnet worden sind, durch Vergleiche mit hydrologischen Arbeiten, die ihre Ergebnisse aus Geländebefunden oder Abflußmessungen ableiten. Der Vergleich der Karte der landschaftsökologischen Wasserbilanz (Karte 3) mit den Studien von DORNER (1925), JAEGER (1928) und BALEK (1977) erweist dies. Die landschaftsökologische Trockengrenze ($N = pLV$) fällt eng zusammen mit der von JAEGER (1928, 1936 und 1949) für Afrika ermittelten PENCKschen Trockengrenze (A. PENCK, 1910). Die Abb. 20 zeigt den Vergleich verschiedener Trockengrenzen im Kartenbild. Lediglich im östlichen S-Afrika tritt eine größere Abweichung der landschaftsökologischen Trockengrenze ($N = pLV$) von der nach JAEGER (1928) dargestellten PENCKschen Trockengrenze ($N = V$) auf. Sehr eng dagegen ist die Kongruenz der landschaftsökologischen Trockengrenze und der potamologischen Trockengrenze nach DORNER (1925) (vgl. Abb. 20). DORNER (1925) hatte den Bereich der dauernd fließenden Gewässer anhand der autochthonen Flüsse gegen die Bereiche der periodischen bzw. episodischen Flüsse abgegrenzt. JAEGER (1928) hatte darin mit Recht die räumliche Fixierung der PENCKschen Trockengrenze gesehen.

Die von den Autoren ermittelte Trockengrenze ($N = pLV$) wird durch diese in der Landschaft gefundenen Trockengrenzen (JAEGER, DORNER) bestätigt und kann daher wohl zu recht als "landschaftsökologische Trockengrenze" bezeichnet werden. Die Grenzlinie trennt demnach deutlich Räume mit dauerndem oberirdischen Abfluß zum Meer, in denen im Sinne von A. PENCK (1910) der Niederschlag größer ist als die Verdunstung ($N > V$), von Räumen ohne oberirdischen Abfluß zum Meer, in denen in diesem Sinne die Verdunstung den Niederschlag überwiegt ($N < V$). Daher kann mit Recht angenommen werden, daß PENCK (1910) unter Verdunstung eine "potentielle Landschaftsverdunstung" verstanden hat.

BALEK (1977) hatte nach Wasserbilanzberechnungen ETP-Werte für das Niger-Basin und das Kongo-Basin in Form von Gebietsmitteln errechnet. Auch diese Werte entsprechen den abgeschätzten Gebietsmittelwerten der Wasserbilanz von "potentieller Landschaftsverdunstung" und Jahresniederschlag ($pLV - N$) (vgl. Karte 3). Nach den Daten in BALEK (1977) ist eine Korrelations- und Regressions-Rechnung von Niederschlags- und Abflußwerten durchgeführt worden (vgl. Abb. 21). Danach zeigt sich bei über 75 Wertepaaren eine sehr enge Korrelation ($r = 0,866$). Das Niederschlagsaufkommen vermag also für das tropische Afrika die Varianz der Abflußdaten zu 75 % zu erklären. Nach der Regressionsgeraden ($y = 0,361 x - 268,66$) weisen die Gebiete mit weniger als 745 mm Niederschlag keinen Abfluß mehr auf. Die danach entworfene "Abfluß-Trockengrenze" (vgl. Abb. 22) scheidet einen Raum mit Abfluß zum Meer von einem Raum ohne größeren Abfluß in die Meeresgebiete. Sie bestätigt die empi-

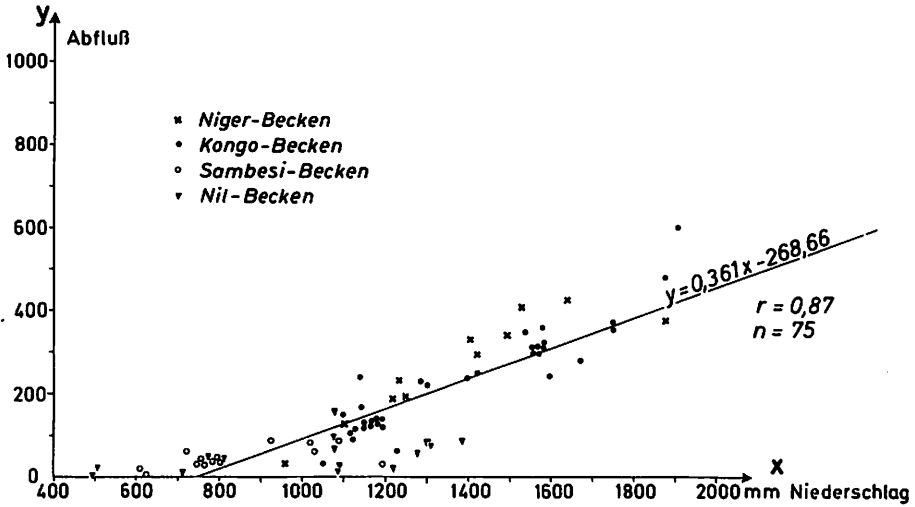


Abb. 21: Regressionsdiagramm der Beziehung von Abfluß und Niederschlag für verschiedene Abflußgebiete Afrikas, nach Werten aus BALEK (1977)

rish ermittelte potamologische Trockengrenze nach DORNER und damit auch die "landschaftsökologische Trockengrenze" ($N = pLV$). Die theoretisch abgeleiteten Werte der "potentiellen Landschaftsverdunstung" erfahren hiermit eine gute Bestätigung in der Realität der landschaftlichen Gegebenheiten Afrikas.

Wie bereits frühere Studien zeigten (FALKNER, 1939 und LAUER, 1951), verläuft die äußerste Regenfeldbaugrenze nicht an der Gleichgewichtslinie von Niederschlag und Verdunstung im Sinne PENCKs ($N = pLV$). Das Verdunstungsverhalten ausgewählter Kulturpflanzen ermöglicht Regenfeldbau durchaus in Gebieten, die im Jahresdurchschnitt landschaftsökologisch arid sind (vgl. Abb. 20). Entscheidend ist hier meist die Anzahl humider Monate während der Vegetationsperiode der entsprechenden Pflanzen.

Die vorliegende Abhandlung stellt vor allem auch das Isohygromenenkonzept (LAUER, 1951, 1952) auf eine neue Basis. Die Verfasser konnten drei verschiedene Isohygromenen-Typen ermitteln:

1. Isohygromenen auf der Basis der potentiellen klimatischen Evaporation (pV). Man kann sie "klimatische Isohygromenen" nennen.

2. Isohygromenen auf der Basis der potentiellen Evapotranspiration (pET). Sie könnten "klimaökologische Isohygromenen" genannt werden.

3. Isohygromenen auf der Basis der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV). Sie könnten "landschaftsökologische Isohygromenen" genannt werden.

Ein Vergleich der drei genannten Isohygromenentypen mit denen von

LAUER (1951 und 1952) zeigt, daß das damalige Konzept dem der landschaftsökologischen Isohygromenen entspricht, da bereits damals versucht wurde, die Humidität und Aridität im Sinne von PENCK und JAEGER der landschaftlichen Wirklichkeit entsprechend - heute würde man sagen geoökologisch - zu definieren.

Die Verfasser glauben, mit dem Konzept der landschaftsökologischen Verdunstung - ermittelt über die Äquivalenttemperatur und Reduktionsfunktionen - einen Weg gewiesen zu haben, der es gestattet, auf möglichst einfache Weise an einer Vielzahl von Stationen, an denen erfahrungsgemäß nur wenige Parameter erhoben werden, eine Verdunstungsgröße bestimmen zu können, die den wirklichen räumlichen Gegebenheiten irdischer Landschaften möglichst adäquat ist. Dieses Konzept ist daher eine wichtige Grundlage der hygrischen Komponente ökoklimatischer Raumgliederungen (vgl. Karte der Klimaklassifikationen von Afrika, Beilage 4).

Summary

The paper shows that a definition of the hydrological cycle based solely on climatic parameters does not do justice to the real actualities of evaporational behaviour in the atmosphere-pedosphere-biosphere system of reference. The influences of soil and plants in the process of evaporation are of such importance that the concept of a "potential regional evaporation" turns out to be a necessary prerequisite for the evaluation of a water economy covering the geo-ecological structure of the terrestrial landscape areas.

Since the complex evaporation behaviour of terrestrial areas can only with difficulty be defined in a single term, on the basis of quantifiable data, a twofold approach was preferred:

1. The term for climatic evaporation (pV) was recalculated according to data based on a newly conceived evaporation formula.
2. The geo-ecological components were taken into account by a reduction parameter (R_f) and were derived from evidence in the field and supported by data.

The evaporation formula (pV) is based on the product of equivalent temperatures and saturation deficit. The equivalent temperature as an expression of the total heat content of a layer of air offers the measurable and dimensionalized integral of the energy available for evaporation processes at the particular moment. In this sense the equivalent temperature has so far not been accorded any attention.

The equivalent temperature — known as such for a long time — has, after its definition by LINKE (1938), been used in the equation as a comprehensive term for the heat content of an air mass. It can also serve as a basis for the calculation of a ratio of sensible and latent heat, for it embraces the state of the heat economy in its relation to the evaporation process in the sense of the Bowen ratio and the radiation index of aridity, or the index of precipitation effectiveness according to BUDYKO.

The ratio of sensible and latent heat — calculated by means of equivalent temperature — reflects the state of the corresponding air quantity and can be expressed in degrees Kelvin; this is in contrast to the BOWEN ratio, in which currents of sensible and latent heat are confined in a single, dimensionless value.

The application of equivalent temperature was intended by the authors to pursue two aims:

1. To employ a value that expresses a term of energy in an evaporation equation which can easily be calculated, and
2. to have available an easily calculated basis for deriving the relationships of sensible and latent heat.

Thanks to the application of an energy term and saturation deficit term the evaporation formula described by the authors from the "equivalent temperature" and the "saturation deficit" measurement dimensions largely com-

plies with PENMAN's approach. The evaporation values from open water surfaces (pV) which, calculated on the basis of the evaporation formula of $t_a \times S$, to a large extent tally with the Eo values of PENMAN and the recorded Class A pan data.

In many of the earlier conceptualised evaporation formulae and indices of aridity, which pursue similar aims, no energy term was used; either temperature was employed as a surrogate term (THORNTHWAITE, DE MARTONNE, GAUSSEN et al.) and/or the saturation deficit (HAUDE, PAPADAKIS et al.) utilised.

All the authors cited above had also endeavoured to apply their evaporation equations in relation to regions. In this, however, they took the spatial conditions such as vegetation and soil as constant; THORNTHWAITE and PENMAN, for example, assume a normal grass sward so that the amount of evaporation of the potential evaporation (ETP) thus established varies according to climatic considerations.

HENNING and HENNING (1980) on the other hand — in their concept of "potential soil evaporation" (PLV) — consider the albedo in its changing nature as a result of the varying plant cover, which has an influence on the energy term. In the evaporation equation according to PENMAN both these authors define the energy term with aid of ALBRECHT's approach to the spatially differentiated albedo. They omit, however, to take into account the equally varying relationship of transpiring phytomass and evaporating soil as well as the transpirational behaviour of the vegetation units themselves. The consideration of the albedo in the formula cited above therefore does not include these essential characteristics, especially since in respect of plant physiology and with regard to the transpirationally active phytomass the HENNING concept also assumes only an ideal grass lawn as in the basic assumption of PENMAN's ETP equation.

The authors, however, vary their potential regional evaporation (pLV) in accordance with the prevailing spatial conditions as well, by way of a sliding factor of reduction, which contains the soil-plant rate, the transpirational behaviour of the vegetation, the albedo, the oasis effect, the severity and edaphic factors: $RF = f(B/P, Tr, A, O, Ra, Ed)$. In contrast the THORNTHWAITE concept of the ETP and the HENNING concept of the PLV as evaporation from a standard lawn, the potential regional evaporation (pLV) takes into account the changing albedo as a function of the changing vegetation cover, as well as the varying relationship of the transpiring phytomass and evaporating soil surface, including the type of ecophysiological reaction of plant transpiration. In this way evaporation is defined in its relation to the region, as had earlier been called for by GENTILLI.

In order to be able to apply the concept of potential regional evaporation (pLV) to the presentation of isohyromenes as well (that is, the number of humid and arid months) monthly values of potential regional evaporation have been calculated. Since it is, however, difficult to register the conditions of a region across more extensive tracts in terms of their variations from month to month, the monthly values of the pLV had to be arrived at by way of the reduction curve

based on annual values. A sliding reduction factor, varying from month to month, would have been preferable here.

A very satisfactory confirmation of the results calculated by means of pLV in the case of Africa has been obtained by comparison with hydrological investigations, the results of which are based on field evidence of run-off measurements. A comparison of the map of regional-ecological hydrological balance (Map 3) with the investigations of DORNER (1925), JAEGER (1928) and BALEK (1977) provides proof of this. The regional-ecological aridity limit ($N = pLV$) almost coincides with JAEGER's limit (1928, 1936 and 1949), and in the African case with PENCK's aridity limit (1910). Figure 20 shows the comparison of different aridity limits on the map. Only in eastern South Africa is there a noticeable deviation of the regional-ecological aridity limit ($N = pLV$) from PENCK's aridity limit ($N = V$), which follows that of JAEGER (1928). On the other hand the agreement between the regional-ecological aridity limit and the potamological aridity limit according to DORNER (1925) is very close (cf. Fig. 20). DORNER (1925) had presented the area of permanently flowing surface waters, based on autochthonous rivers, as distinct from those of periodic or episodic rivers. In this JAEGER (1928) had justifiably seen the spatial fixation of PENCK's aridity limit.

The aridity limit found by the authors is confirmed by these limits of aridity which have been established in the field (JAEGER, DORNER), and may justifiably be called a "regional-ecological aridity limit". The borderline therefore clearly divides regions with permanent surface run-off to the sea, where in PENCK's sense (1910) precipitation is greater than evaporation ($N > V$) from others lacking surface run-off to the sea, where again in this sense evaporation exceeds precipitation ($N < V$). It may therefore be assumed that PENCK (1910) regarded evaporation as a "potential regional evaporation".

On the basis of water balance calculations BALEK (1977) calculated ETP values for the Niger and Congo basins in the form of areal values. These values agree as well with the estimated mean areal values of the water balance of "potential regional evaporation" and annual precipitation ($pLV - N$) (cf. Map 3). According to the data in BALEK (1977) a correlation and regression calculation of precipitation and run-off values has been carried out (cf. Fig. 21). Accordingly there is a very high correlation in more than 75 paired values ($r = 0.866$). In the case of Africa the precipitation yield is thus able to explain the variation in run-off data in 75 per cent. of the cases. According to the straight line regression ($y = 0.361 x - 268.66$) the areas with less than 745 mm of precipitation no longer produce any run-off. The "run-off aridity limit" designed in accordance with this divides a region with run-off to the sea from others without substantial run-off to sea areas. It confirms what was empirically found as the potamological aridity limit according to DORNER and thus the "regional-ecological aridity limit" ($N - pLV$) as well. In this way the theoretically derived values of "potential regional evaporation" are given valuable practical proof by the reality of the regional conditions in Africa.

As already shown by earlier investigations (FALKNER 1939 and LAUER 1951,

1952) the outermost limit of rainfed agriculture does not coincide with the line of balance between precipitation and evaporation in PENCK's sense ($N = pLV$). The evaporational behaviour of selected cultivated plants makes it perfectly feasible to carry out rainfed cultivation in areas which are regional-ecologically arid in their annual mean values (cf. Fig. 20). The decisive factor here is usually the number of humid months during the vegetative period of the relevant plants.

Above all this paper also establishes the concept of isohyromenes (LAUER 1951, 1952) on a new basis. The authors have succeeded in determining three different types of isohyromenes:

1. isohyromenes based on potential climatic evaporation (pV). They can be described as "climatic isohyromenes".
2. isohyromenes based on potential evapotranspiration (pET). They could be described as "climato-ecological isohyromenes".
3. isohyromenes based on potential regional evaporation (pLV). They could be referred to as "regional-ecological isohyromenes".

A comparison of the three types of isohyromenes mentioned above with those of LAUER (1951, 1952) shows that the then established concept corresponds with the regional - ecological isohyromenes, since an attempt was already made at that time to define humidity and aridity in the sense of PENCK and JAEGER and in conformity with regional reality - geo-ecologically as one would express it today.

By establishing their concept of regional-ecological evaporation the authors believe that they have shown a way which, in the most simple manner possible, permits the calculation of the quantum of evaporation based on few data from climatic stations which is, however, the one most adequate in regard to the reality of conditions in terrestrial regions. This concept is therefore an important basis for the hygric component of eco-climatic spatial classifications (cf. the Map of Climatic Classifications of Africa, map 4).

Translation: Dr. Anthony Hellen

Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, F., 1962, Die Berechnung der natürlichen Verdunstung (Evapotranspiration) der Erdoberfläche aus klimatologischen Daten. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 83, 11, Offenbach
- ALBRECHT, F., 1965, Untersuchungen des Wärme- und Wasserhaushaltes der südlichen Kontinente. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 99, 14, Offenbach
- ALLISON, G.B.; M.W. HUGHES, 1972, Comparison of recharge to groundwater under pasture and forest cissing environmental tritium. Journal of Hydrology 17, S 81 - 95. Atlas climatique du bassin Congolais, Bd. 2, Hrsg. F. Bultot, I.N.E.A.C. 1971
- BALEK, J., 1977, Hydrology and water resources in tropical Africa. Amsterdam, Oxford, New York
- BAUMANN, H.; U. SCHENDEL, 1974, Wasserwirtschaft in Stichworten, Wasserhaushalt und seine Regelung. Kiel, 202 S.
- BAUMGARTNER, A., 1967, Ermittlung der tatsächlichen Verdunstung aus Messungen des vertikalen Wasserdampfaustausches und der Energiebilanz. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Sonderheft 1967, S 192 - 195
- BAUMGARTNER, A.; H. MAYER; W. METZ, 1976, Globale Verteilung der Oberflächenalbedo. Meteorologische Rundschau 29, S 38 - 43
- BAUMGARTNER, A.; H. MAYER; W. METZ, 1977, Weltweite Verteilung des Rauigkeitsparameters Z_0 mit Anwendung auf die Energiedissipation der Erdoberfläche. Meteorologische Rundschau 30, S 43 - 48
- BAUMGARTNER, A.; E. REICHEL, 1974, Die Wasserbilanz von Europa im Rahmen der Weltwasserbilanz. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 18, 2, S 29 - 34
- BAUMGARTNER, A.; E. REICHEL, 1975, Die Wasserbilanz. Niederschlag, Verdunstung und Abfluß über Land und Meer sowie auf der Erde im Jahresdurchschnitt. München, Wien
- BELYAYEV, A.V., 1977, Complex relations between the hydrologic budget of the major geophysic zones of the earth. Soviet Hydrology. Selected papers 16, 1, S 30 - 37
- BERGER-LANDEFELDT, U., 1949, Zum Wasserverbrauch von Pflanzenbeständen. Forschungen und Fortschritte 25, S 83 - 85
- BINNS, O.W., 1969, Water use by tree plantations, Journal of Hydrology 7, S 109 - 110
- BLUMENSTOCK, D.I., 1939, The humid-arid boundary problem. Geographical Review 29, S 681 - 682
- BORCHERT, G., 1956, Eine Untersuchung über die Wasserführung des Bodens in Abhängigkeit vom Witterungsablauf und von der Vegetationsbedeckung. Erdkunde 10, S 76 - 81
- BORMANN, F.H.; G.E. LIKENS, 1979, Pattern and process in a forested ecosystem, Heidelberg, Berlin, New York
- BOUCHER, K., 1975, Global climate, London
- BOWDEN, B.N., 1964, The dry seasons of intertropical Africa and Madagascar. Journal of Tropical Geography 19, S 1 - 3
- BOYKO, H., 1947, On the role of plants as quantitative climate indicators and the geo-ecological law of distribution. Journal of Ecology 35, S 138 - 157
- BOYKO, H., 1955, Climatic, ecoclimatic and hydrological influences on vegetation, in: Plant Ecology, Arid Zone Research, Strasbourg
- BUDYKO, M.I., 1963, Der Wärmehaushalt der Erdoberfläche. Fachliche Mitteilungen Geophysikal. Beratungsdienst der Bundeswehr im Luftwaffenamt, Reihe 1, Nr. 100, Porz-Wahn
- BUDYKO, M.I., 1974, Climate and life. New York, London
- BUDYKO, M.I., 1978, The heat balance of the earth, in: Climatic Change. Hrsg. J. Gribbin, S 85 - 113
- BUTIN, H., 1954, Physiologisch-ökologische Untersuchungen über den Wasserhaushalt und die Photosynthese bei Flechten. Biologisches Zentralblatt 73, S 459 - 502
- BURGER, H., 1937, Boden, Vegetation und Verdunstung. Gerlands Beiträge zur Geophysik 50, S 137 - 142
- CABLE, D.R., 1975, Influence of precipitation on perennial grass production in the semiarid Southwest. Ecology 56, S 981 - 986
- CALDER, I.R., 1977, A model of transpiration and interception loss from a spruce forest in Plynlmon, Central Wales. Journal of Hydrology 33, S 247 - 265

- CALDWELL, M.M.; R.S. WHITE; R.T. MOORE; L.B. CUMB, 1977, Carbon balance, productivity and water use of cold winter desert shrub communities dominated by C₃ and C₄ species. *Oecologia* 29, S 275 - 300
- CARTER, D.B., 1954, Climates of Africa and India according to Thornthwaite's 1948 classification. *Lab. of Climatology, Publ. Climat.* 7, S 454 - 479
- CHANG, J.H., 1965, On the study of evapotranspiration and the water balance. *Erdkunde* 19, S 141 - 150
- CHANG, J.H., 1970, Global distribution of net radiation according to a new formula. *Annals of the Association of American Geographers* 60, S 340 - 351
- CHIDLEY, Th.R.E.; J.G. PIKE, 1970, A generalized computer program for the solution of the Penman equation for evapotranspiration. *Journal of Hydrology* 10, S 75 - 89
- CHORLEY, J., 1969, *Water, earth and man*. London
- CHORLEY, J. (Hrsg.), 1971, *Introduction to physical hydrology*. London
- CIMPA, F.O., 1972, Berechnung der Evaporation mit der verbesserten Formel von Penman, mit einem Anhang über die Formel von Thornthwaite. *Wasser und Boden*, H. 6/7, S 9 - 12
- CIMPA, F.O., 1973, Der Einfluß der die Evaporation bestimmenden Größen. *Wasser und Boden*, H. 1, S 1 - 2
- COACHEME, J., 1973, Rainfall evapotranspiration budgets, WMO, *Agroclimatology in the semi-arid areas south of the Sahara. Proceedings of the Technical Conference, Dakar*, 8 - 20, Feb. 1971. *FAO/WMO Intergency Project on Agroclimatology, WMO No 340, Geneva*, S 108 - 126
- CROWE, P.R., 1971, *Concepts in Climatology*. London
- McCULLOCH, J.S.G., 1965, Tables for the rapid computation of the Penman Estimate of evaporation. *East African Agric. For. Journal*, Jan. 1965
- DAMMAN, W., 1953/54, Zur Klimatologie des Sättigungsdefizites. *Annalen der Meteorologie* 6, S 271 - 282
- DAUBENMAIRE, R., 1957, Influence of temperature upon soil moisture constants and its possible ecological significance. *Ecology* 38, S 320 - 324
- DAVIES, J.A., 1966, The assessment of evapotranspiration in Nigeria. *Geografiska Annaler* 48, Ser. A.S 139 - 156
- DAVIES, J.A.; C.D. ALLEN, 1973, Equilibrium, potential and actual evaporation from cropped surfaces in southern Ontario. *Journal of applied Meteorology* 12, S 659 - 667
- DEACON, E.L.; C.H.B. PRIESTLEY; W.C. SWINBANK, 1958, Evaporation and the water balance. *Arid Zone Research* X, S 9 - 34
- DEFANT, A.; H. ERTEL, 1943, Grundgleichungen des Wasserhaushaltes der Atmosphäre und die Berechnung des mittleren Austauschoeffizienten der spezifischen Feuchtigkeit aus der Niederschlagsmenge. *Ann. Hydrogr. Meteorologie* 71, S 269 - 273
- DORNER, T. (Schwester Andrea), 1925, Eine potamologische Karte von Afrika. *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg* i.Br. 24, S 2 - 45
- DROZDOV, A.V., 1971, The productivity of zonal terrestrial plant communities and the moisture and heat parameters of an area. *Soviet Geography, Review and Translation* 12, S 54 - 60
- DUBIEF, J., 1953, *Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara*. Gouv. Gén. de l'Algérie. *Serv. des Etudes Scientifiques, Clairbois-Birmandreis*
- VAN EIMERN, J., 1964, Zum Begriff und zur Messung der potentiellen Verdunstung, *Meteorologische Rundschau* 17, S 33 - 42
- FALKNER, F.R., 1938, Die Trockengrenze des Regenfeldbaues in Afrika. *Petermanns Mitteilungen* 84, S 209 - 214
- FALKNER, F.R., 1939, Beiträge zur Agrargeographie der afrikanischen Trockengebiete. *Geographische Abhandlungen* 3. Reihe 11, Stuttgart
- FLACH, E.; W. MORIKOFER, 1962 - 1966, *Comprehensive climatology of cooling power as measured with the Davos Frigorimeter*, Pt. 1 - 3, Davos - Platz
- FLOHN, H., 1958, Ein russischer Atlas des Wärmehaushaltes der Erdoberfläche. *Erdkunde* 12, S 233 - 237
- FLOHN, H.; D. HENNING; H.C. KORFF, 1974, Possibilities of a large scale water budget modification in the Sudan-Sahel belt of Africa. *Meteorologische Rundschau* 27, S 97 - 100

- FIRBAS, F., 1931, Die Wirkung des Windes auf die Transpiration. *Berichte d. Deutschen Botanischen Gesellschaft* 49, S 443 - 452
- FOSBERG, F.R.; B.J. GANIER; A.W. KÜCHLER, 1961, Delimitation of humid tropics. *Geographical Review* 51, S 333 - 347
- FRANKENBERG, P., 1979, Tunesien. Ein Entwicklungsland im maghrebinischen Orient, Stuttgart
- FRANKENBERG, P., 1980, Evapotranspiration, bilan de l'eau et variabilité des précipitations en Tunisie en relation avec l'agriculture, *Méditerranée* 4, S 48 - 55
- FRANKENBERGER, E., 1960, Beiträge zum Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/59: Meßergebnisse und Berechnungen zum Wärmehaushalt der Erdoberfläche. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes* 10, 73, Offenbach
- GEIGER, R., 1965, Das Klima der bodennahen Luftschicht, Braunschweig
- GENTILLI, J., 1950, The measurement of precipitation effectiveness, *Scope* 1, 5, S 43 - 48
- GENTILLI, J., 1953, Die Ermittlung der möglichen Oberflächen- und Pflanzenverdunstung. *Erdkunde* 7, S 81 - 83
- GIESE, E., 1974, Zuverlässigkeit von Indices bei Ariditätsbestimmungen. *Geographische Zeitschrift* 62, S 179 - 203
- GINDEL, I., 1973, A new ecophysiological approach to forest-water relationships in arid climates. The Hague
- GOLUBTSOV, V.V.; V.I.LI, 1976, Computation of precipitation interception by plant cover. *Soviet Hydrology, Selected Papers* 15, S 35 - 40
- GREGORY, S.O.J. Rainfall reliability, in: *Environment and land use in Africa*, Hrsg. M.F. Thomas; G.W. Whittington, London, S 57 - 82
- GRUNDY, F., 1963, Precipitation, Evaporation and run-off in tropical and sub-tropical Africa, in: *Wasserwirtschaft in Afrika*, Bonn, S 106 - 120
- HALLAIRE, M., 1954, L'évapotranspiration réelle, mesure et interprétation dans les conditions naturelles. *La Météorologie* 36, S 379 - 401
- HANN, J., 1907, Die äquivalente Temperatur als klimatischer Faktor. *Meteorologische Zeitschrift* 24, S 501 - 504
- HANNA, L.W., 1971, Climatic influence on yields of sugar cane in Uganda. *Transactions Institute of British Geographers* 52, S 41 - 49
- HANNA, L.W., 1976, Potential water deficits in Uganda: an assessment of wet and dry seasons. The Institute of British Geographers. *Transactions New Series* 1, S 190 - 202
- HAUDE, W., 1954, Zur praktischen Bestimmung der aktuellen und potentiellen Evaporation und Evapotranspiration. *Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes*, 8, Bad Kissingen
- HAUDE, W., 1955, Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. *Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes*, 2, Bad Kissingen
- HAUDE, W., 1959, Die Verteilung der potentiellen Verdunstung in Ägypten. *Erdkunde* 13, S 214 - 224
- HELLMUTH, E.O., 1971, Eco-physiological studies on plants in arid and semi-arid regions in Western Australia III. Comparative studies on photosynthesis, respiration and water relations of ten arid zone and two semi-arid zone plants under winter and late summer climatic conditions. *Journal of Ecology* 59, S 225 - 259
- HELLWIG, J., 1973, Evaporation of water from sand, diurnal variation. *Journal of Hydrology* 18, S 109 - 118
- HENNING, D., 1977, Zur Gleichgewichtsverdunstung. *Annalen der Meteorologie*, N.F. 12, S 172 - 173
- HENNING, I; D. HENNING, 1976, Die klimatologische Trockengrenze. *Meteorologische Rundschau* 29, S 142 - 151
- HENNING, I; D. HENNING, 1977, Klimatologische Wasserbilanz von Nordamerika. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Ser. B 25,1, S 51 - 65
- HENNING, I.; D. HENNING, 1980, Kontinent-Karten der potentiellen Landverdunstung, berechnet mit dem Penman-Ansatz, *Meteorologische Rundschau* 33, S 18 - 30
- HERRMANN, R., 1965, Vergleichende Hydrogeographie des Taunus und seiner südlichen Randgebiete. *Giessener Geographische Schriften*, 5

- HERRMANN, R., 1971, Die zeitliche Änderung der Wasserbindung im Boden unter verschiedenen Vegetationsformationen der Höhenstufen eines tropischen Gebirges (Sierra Nevada de Sta Marta/Kolumbien). *Erdkunde* 25, S 90 - 102
- HERRMANN, R., 1977, Einführung in die Hydrologie. Stuttgart
- ILESANMI, O., 1972, An empirical formulation of the onset, advance and retreat of rainfall in Nigeria. *Journal of Tropical Geography* 34, S 17 - 24
- HILLEL, D.; N. TADMER, 1962, Water regime and vegetation in the central Negev Highlands of Israel. *Ecology* 43, S 33 - 41
- HOLDRIDGE, L.R., 1959, Simple method for determining potential Evapotranspiration from temperature data. *Science* 130, S 572
- HOLDRIDGE, L.R., 1962, The determination of atmospheric water movements. *Ecology* 43, S 1 - 9
- HOLMES, J.W.; J.S. COLVILLE, 1970a, Grassland hydrology in a karstic region of southern Australia. *Journal of Hydrology* 10, S 38 - 58
- HOLMES, J.W.; J.S. COLVILLE, 1970b, Forest hydrology in a karstic region of southern Australia. *Journal of Hydrology* 10, S 59 - 74
- HOUNAM, G.E., 1973, Comparison between pan and lake evaporation. WMO. Techn. Note 126, Geneva
- HUBER, B., 1954, Wasserumsatz und Stoffbewegungen. *Fortschritte der Botanik* 15, S 259 - 289
- HUBER, B.; R. MILLER, 1954, Methoden zur Wasserdampf- und Transpirationsregistrierung im laufenden Luftstrom. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 67, S 224 - 234
- JACKSON, I.J., 1971, Inter-African Conference on Hydrology (1961). Publikation No 66, CCTA, Nairobi
- JACKSON, I.J., 1971, Problem of throughfall and interception assessment under tropical forest. *Journal of Hydrology* 12, S 235 - 253
- JAEGER, F., 1928, Die Gewässer Afrikas. Sonderbd. d. Zeitschrift d. Gesellschaft f. Erdkunde zu Berlin, S 158 - 190
- JAEGER, F., 1929, Probleme der klimatischen Grenzen in Afrika. *Mitteilungen und Arbeiten der Geographischen Anstalt der Universität Basel* 81, S 321 - 329
- JAEGER, F., 1936, Trockengrenzen in Algerien. *Petermanns Monatshefte, Erg. H.* 223, 67 S
- JAEGER, F., 1946, Die klimatischen Grenzen des Ackerbaus. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* 76, Zürich
- JAEGER, F., 1949, Die Gewässer Ostafrikas. *Erdkunde* 3, S 195 - 212
- JÄTZOLD, R., 1962, Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres als Kriterium für Klimaklassifikationen. *H.v. Wissmann-Festschrift, Tübingen*, S 89 - 108
- JÄTZOLD, R., 1970, Ein Beitrag zur Klassifikation des Agrarklimas der Tropen. *Tübinger Geographische Studien* 34, *Wilhelmy-Festschrift*, S 57 - 69
- JÄTZOLD, R., 1977, Humid month isolines as an aid in agricultural planning. *Applied Sciences and Development* 9, S 140 - 158
- KAUSCH, W., 1955, Saugkraft und Wassernachleitung im Boden als physiologische Faktoren, unter besonderer Berücksichtigung des Tensiometers. *Planta* 45, S 217 - 265
- KAUSCH, W., 1968, Das Wurzelwerk der Pflanzen als Organ für die Wasseraufnahme. *Umschau* 2, S 38 - 44
- KAUSCH, W.; H. EHRIG, 1959, Beziehungen zwischen Transpiration und Wurzelwerk. *Planta* 53, S 434 - 448
- KELLER, R., 1948, Zum Wasserverbrauch von Vegetation und Wirtschaft. *Erdkunde* 2, S 93 - 100
- KELLER, R., 1953, Wald- und Wasserhaushalt. Die Bedeutung neuer Versuche im Harz. *Erdkunde* 7, S 52 - 57
- KELLER, R., 1961, Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes. Eine Einführung in die Hydrogeographie. Berlin
- KELLER, R., 1968, Die Regime der Flüsse der Erde. Bericht der IGU-Kommission der internationalen Hydrologischen Dekade. *Freiburger Geographische Hefte* 6, S 65 - 86
- KELLER, R. (Gesamtleitung), 1979, Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. Boppard (2 Bde)
- KENWORTHY, J.M., 1964, Rainfall and water resources of East Afrika. *Geographers in the Tropics*, Hrsg. R. W. Steel; M. Prothero (Liverpool Essays), London

- KNAPP, R., 1973, Die Vegetation von Afrika. Stuttgart
- KNOCHÉ, W., 1905, Über die räumliche und zeitliche Verteilung des Wärmegehaltes der unteren Luftschicht. Diss. Berlin
- KNOCHÉ, W., 1907, Die äquivalente Temperatur, ein einheitlicher Ausdruck der klimatischen Faktoren "Lufttemperatur" und "Luftfeuchtigkeit". Meteorologische Zeitschrift 24, 10, S 433 - 444
- KNOCHÉ, W., 1930, Eine Methode zur angenäherten Berechnung der Verdunstung. Meteorologische Zeitschrift 1, S 1 - 2
- KNOCHÉ, W., 1932, Äquivalente Temperaturen in Südamerika. Gerlands Beiträge zur Geophysik 35, S 189 - 203
- KONSTANTINOV, A.R., 1966, Evaporation in nature (Übers. I. Shechtman). Jerusalem
- KÖPPEN, W., 1931, Grundriß der Klimakunde, 2. Aufl. Berlin und Leipzig
- KREEB, K.H., 1958, Die Bedeutung der Hydratur für die Kontrolle der Wasserversorgung bei Kulturpflanzen. Stuttgart-Hohenheim
- KREEB, K.H., 1974, Ökophysiologie der Pflanzen. Bausteine der modernen Physiologie. Stuttgart
- KRISHNAN, A.; A.S.R.A.S. SASTRI, 1978, Energy Balance and Photosynthetic and Water Use Efficiency of Cenchrus ciliaris grass. Archiv f. Meteorologie, Geophysik u. Bioklimatologie, Ser. B., 27, S 95 - 104
- KRISHNAN, A.; R.S. KUSHWABA, 1970, A critical study of evaporation by Penman's method during the growing season of vegetation in the arid zone of India. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie 19, S 267 - 270
- KRÜGER, E., 1942, Die Verteilung der äquivalenten Temperatur auf der Erde und ihre Bedeutung für die Vegetation. Diss. Berlin
- KUBOTA, J., 1969, Distribution of monthly mean precipitable water in the Northern Hemisphere and its time change. Climatological notes. Univ. Dep. of Geography 2, Tokyo
- KUTSCH, H., 1978, Das Zerealienklima der marokkanischen Meseta. Transpirationsdynamik von Weizen und Gerste und verdunstungsbezogene Niederschlagswahrscheinlichkeit. Trierer Geographische Studie 3
- LANDSBERG, H., 1964, Die mittlere Wasserdampfverteilung auf der Erde. Meteorologische Rundschau 17, S 102 - 103
- LARCHER, W., 1972, Der Wasserhaushalt immergrüner Pflanzen im Winter. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 85, S 315 - 327
- LARCHER, W., 1978, Ökologie der Pflanzen. Stuttgart, 2. Aufl.
- LAUER, W., 1951, Hygrische Klimate und Vegetationszonen der Tropen mit besonderer Berücksichtigung Ostafrikas. Erdkunde 5, S 284 - 293
- LAUER, W., 1952, Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geographische Abhandlungen 9, S 15 - 98
- LAUER, W., 1953, L'indice xérothermique. Erdkunde 7, S 48 - 52
- LAUER, W., 1975, Vom Wesen der Tropen. Klimaökologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. Akad. d. Wiss. und d. Lit. Mainz, Math. Naturw. Klasse 3, Wiesbaden
- LAUER, W., 1978, Ökologische Klimatypen am Ostabfall der mexikanischen Meseta. Erdkunde 32, S 101 - 110
- LAUER, W.; P. FRANKENBERG, 1977, Zum Problem der Tropengrenze in der Sahara. Erdkunde 31, S 1 - 15
- LAUER, W.; P. FRANKENBERG, 1978, Untersuchungen zur Ökoklimatologie des östlichen Mexiko. Er-läuterungen zu einer Klimakarte 1 : 500 000. Colloquium Geographicum 13, Bonn, S 1 - 134
- LAUER, W.; P. FRANKENBERG, 1979a, Ökoklimatische Überlegungen zum Problem der Humidität/Aridität. Ein Beitrag zur Klassifikation der Klimate. 42. Deutscher Geographentag Göttingen, Wiesbaden, 1980, S. 313 - 315
- LAUER, W.; P. FRANKENBERG, 1979b, Der Jahresgang der Trockengrenze in Afrika. Erdkunde 4, S 249 - 257
- LAUTENSACH, H.; E. MAYER, 1960, Humidität und Aridität insbesondere auf der Iberischen Halbinsel. Petermanns Geographische Mitteilungen 104, S 249 - 270

- LAW, F., 1957, The effect of afforestation upon the yield of water catchment areas. *Journal of the British Waterworks association*, Nov., S 489-494
- LEBEDEV, A.N., 1970, The climate of Africa, Pt. I, Jerusalem
- LECHER, K., 1971, Bewässerung, in: *Taschenbuch der Wasserwirtschaft*. Hrsg. H. Press, Hamburg, 5. Aufl.
- LEE, R., 1978, *Forest microclimatology*, New York
- LETTAU, H., 1952, Synthetische Klimatologie. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes der US-Zone* 38, S 127-136
- LETTAU, H., 1969, *Evapotranspiration Climatology. A New approach to numerical prediction of monthly evapotranspiration, runoff and soil moisture storage*. *Monthly Weather Revue* 97
- LETTAU, H., 1975, Anthropogene Beeinflussung von Klima- und Witterungsparametern. *Annalen der Meteorologie*, N.F. 9, S 5-13
- LIEBSCHER, H.J., 1970, A methode of runoff-mapping from precipitation and air temperature data. *Symp. on world water balance*. Publ. 92, Ass. Intern. Hydrolog. Sciences, Vol. 1, S 115-121
- LIETH, E.; E. BOX, 1972, *Evapotranspiration and primary productivity*. C.W. Thornthwaite Memorial Model. *Internat. Georg. Congress*, Montreal, August, 1972
- LIETH, H.; R.H. WHITTAKER, 1975, *Primary productivity of the biosphere*. *Ecological Studies* 14, Berlin, Heidelberg, New York
- LINDNER, K., 1971, Korrelationsuntersuchungen zwischen gemessenen Werten der aktuellen und potentiellen Evaporation. *Mitteilungen aus dem Leichtweiß-Institut der TH Braunschweig* 30, S 159-174
- LINKE, F., 1922, Das Prött-Theorem. *Meteorologische Zeitschrift* 39, S 267-271
- LINKE, F., 1938, Bedeutung und Berechnung der Äquivalenttemperatur. *Meteorologische Zeitschrift* 55, S 345-350
- LOETSCH, F., 1958, Der Einfluß des Brandrodungsfeldbaus auf das Gefüge des Tropenwaldes und die Wasserführung der Ströme, untersucht am Beispiel Nordthailands. *Erdkunde* 12, S 182-205
- LUNDEGARTH, H., 1949, *Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben*. Jena
- LUNDGREN, L.; B. LUNDGREN, 1979, Rainfall Interception and Evaporation in the Mazumbai Forest Reserve, West Usambara MTS., Tanzania and their Importance in the Assessment of Land Potential. *Geografiska Annaler*, Ser. A, Vol. 61, S 157-178
- Mans impact on the hydrological cycle in the U.K., Hrsg. G.E. Hollis, 1979, *Univ. of East Anglia*, Norwich
- MARTONNE, E. de, 1942 Nouvelle carte mondial de l'indice d'aridité. *Annales de Géographie* 41, S 241-250
- MEINARDUS, W., 1935, Die Äquivalenttemperatur und ihre jährliche Periode in graphischer Darstellung, *Petermanns Geographische Mitteilungen* 81, S 323-328
- MENDEL, K., 1951, Orange leaf transpiration under orchard conditions, Pt. III. *Palestine Journal of Botany* 8, S 45-53
- MESSEM, A.B., 1975, A rapid method for the determination of potential transpiration derived from the Penman combination Model. *Agric. Meteorology* 14, S 369-384
- Meteorological Office, 1958, *Tables of temperature, relative humidity and precipitation for the world*, Pt. 4, Africa, London
- Meteorologisches Taschenbuch, 1939, 4. Ausgabe, Hrsg. F. Linke, Leipzig
- Meteorologisches Taschenbuch, 1970, Neue Ausgabe, 2. Aufl., Hrsg. F. Linke; F. Baur, Leipzig
- MILTHORPE, F.L., 1960, The income and loss of water in arid and semiarid zones. *Arid Zone Research* 15, S 9-36
- MITCHERLICH, G., 1971, *Wald, Wachstum und Umwelt*, 2. Bd.: *Waldklima und Wasserhaushalt*. Frankfurt
- MOHRMANN, J.C.J.; J. KESSLER, 1959, Water deficiencies in European agriculture-a climatological survey. *Wageningen*, 60 S
- MÖLLER, F., 1951, Bestimmung der Landesverdunstung durch Großaustausch. *Annalen der Meteorologie* 4, S 157-160
- MÖLLER, F., 1973, *Einführung in die Meteorologie* 2 Bde, Mannheim, Wien, Zürich
- MONTEITH, J.L., 1975/1976, *Vegetation and the atmosphere* 2 Bde, London, New York, San Francisco

- MOONEY, H.A.; W.D. BILLINGS; R.D. HILLIER, 1965, Transpiration rates of alpine plants in the Sierra Nevada of California. *The American Midland Naturalist* 74, S 374-386
- MÜLLER, M.J. (Mitarbeiter: K. Baltes; D. Werle), 1979, Handbuch ausgewählter Klimastationen der Erde. Forschungsstelle Bodenerosion der Universität Trier 5, Trier
- NELSON, D.J., 1970, Measurement and sampling of outputs from watershed. *Ecological Studies* 1. Analysis of temperate forest ecosystems. Hrsg. D.E. Reichle, Berlin, Heidelberg, New York, S 257-267
- NEUERT, H., 1977, Physik für Naturwissenschaftler I, Mechanik und Wärmelehre BI-Hochschul-taschenbücher 727. Mannheim
- NEUWIRTH, F., 1973, Die Bestimmung der Verdunstung aus einer Class-a-Wanne durch empirische Verdunstungsformeln. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. A*, 22, S 97-118
- NEUWIRTH, F., 1978, Die Bestimmung der Verdunstung einer freien Wasserfläche aus langfristigen Mittelwerten. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. B*, 25, S 337-344
- NICOLAS, J.P., 1958, Les climats africains en biogéographie humaine. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire, Ser. B*, 20, S 7-67
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft etc. (Hrsg.), Forstlich Hydrologische Untersuchungen in bewaldeten Versuchsgebieten im Oberharz.
- OLIVER, J., 1965, Evaporation losses and rainfall regimes in Central and North Sudan. *Weather* 20, S 58ff
- OPPENHEIMER, H.R., 1947, Studies on the water balance of unirrigated woody plants. *Palestine Journal of Botany* 6, S 63-77
- PAPADAKIS, J., 1965, Potential evapotranspiration. Buenos Aires
- PAPADAKIS, J., 1966, Climates of the world and their agricultural potentialities. Buenos Aires
- PAPADAKIS, J., 1970, Climates of the world, their classification, similitudes, differences and geographic distribution. Buenos Aires
- PAPADAKIS, J., 1975, Climates of the world and their potentialities. Buenos Aires
- PAUCKE, H.; E. LUX, 1978, Zur wasserregulierenden Wirkung des Waldes. *Acta Hydrophysica* 23, S 129-176
- PÉDELABORDE, P., 1976, Bilan d'énergie, bilan hydrique et circulation atmosphérique du Sahara. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique* 18, S 229-240
- PENCK, A., 1910, Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage. *Sitzungsberichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften, Physik. math. Klasse XII*, S 236-246
- PENMAN, H.L., 1948, Natural Evaporation from open water, bare soil and grass. *Proceedings of the Royal Society A*, 193, S 120-145
- PENMAN, H.L., 1949, The dependence of transpiration on weather and soil conditions. *The Journal of Soil Science* 1, S 74-89
- PENMAN, H.L., 1963, Vegetation and hydrology. Technical Communication N_o 53, Commonwealth Bureau of Soils. Harpenden
- PEREIRA, H.C., 1973, Land use and water resources. London
- PERRIER, A., 1973, Bilan énergétique d'une culture. WMO agroclimatology of the Technical Conference Dakar, 1971, FAO-WMO Interagency Project on Agroclimatology, WMO 340, Geneva, S 90-107
- PERRIER, A., 1975, Etude physique de l'évapotranspiration dans les conditions naturelles III, évapotranspiration réelle et potentielle des couverts végétaux. *Annales Agronomiques* 26, 3
- PISEK, A.; E. CARTELLIERI, 1941, Der Wasserverbrauch einiger Pflanzenvereine. *Jahrbuch Wissenschaftliche Botanik* 90, S 256-291
- PFAU, R., 1966, Ein Beitrag zur Frage des Wassergehaltes und der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden im Raume der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. *Meteorologische Rundschau* 19, S 33-46
- RASCHKE, E., 1972, Die Strahlungsbilanz des Systems Erde-Atmosphäre. *Zeitschrift für Geophysik* 38, S 967-1000

- RAWITSCHER, F.K., 1947, The utility of precipitation effectiveness formulas for plant ecology. *Geographical Review* 37, S 252 ff
- RAWITSCHER, F.K., 1955, Beobachtungen zur Methodik der Transpirationmessungen bei Pflanzen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 68, S 288 - 296
- REICHEL, E., 1952, Der Stand des Verdunstungsproblems. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes der US Zone* 35, S 155 - 169
- RICHTER, D., 1969, Darstellung von Methoden zur rechnerischen Bestimmung der Gebietsverdunstung. *Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik* 98, Berlin
- RICHTER, D., 1977, Zur einheitlichen Berechnung der Wassertemperatur und der Verdunstung von freien Wasserflächen auf statistischer Grundlage. *Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik* 119, Berlin
- RICHTER, D., 1978, Ergebnisse einer statistischen Analyse der Daten aus dem Verdunstungskesselnetz der DDR. *Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik* 121, Berlin
- RICHTER, W., 1973, Trickle-Irrigation. *Berichte über Landwirtschaft* 51, S 532 - 544
- RIJTEMA, P.E., 1966, Transpiration and Production of Crops in Relation to Climate and Irrigation. *Inst. Land Use and Water Management Res.; Bull.* 44, S 49 - 75, Wageningen.
- RIPLEY, E.A.; B. SAUGIER, 1979, Biophysics of a Natural Grassland: Evaporation. *Journal of Applied Ecology* 15, 459 - 479
- RIOU, Ch., 1973, Rayonnement solaire et évapotranspiration. Quelques exemples d'utilisation des mesures de rayonnement en Afrique tropicale. *WMO, Agroclimatology in the semi-arid areas south of the Sahara. Proceedings of the technical Conference Dakar, 1971, FAO-WMO Inter-agency Project on Agroclimatology, WMO* 340, Geneva
- ROBITZSCH, M., 1930, Abkühlungsgröße, Katathermometer und Äquivalenttemperatur. *Gerlands Beiträge zur Geophysik* 25, S 194 - 210
- RÖSSERT, R., 1976, Grundlagen der Wasserwirtschaft und Gewässerkunde. München, Wien, 2. Aufl.
- ROSENKRANZ, F., 1936, Klimacharakter und Pflanzendecke. *Österr. Botanische Zeitschrift*, 85, S 183 - 212
- RUTTER, J., 1968, Water consumption by forests, in: T. Kozłowski, *Water deficit and plant growth* Vol. 2. London-New York, S 23 - 84
- SCHENDEL, U., 1967, Vegetationswasserverbrauch und -wasserbedarf. *Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft Kiel*, Kiel
- SCHMIDT, H., 1928, Der jährliche Gang der Niederschläge in Afrika. *Archiv der Deutschen Seewarte* 46, S 1 - 45
- SCHMIEDECKEN, W., 1978, Die Bestimmung der Humidität und ihrer Abstufung mit Hilfe von Wasserhaushaltsberechnungen - ein Modell (mit Beispielen aus Nigeria), in: *Colloquium Geographicum* 13, Hrsg. W. Lauer: *Klimatologische Studien in Mexiko und Nigeria, Beiträge zum Problem der Humidität und Aridität*. Bonn, S 135 - 159
- SCHULZE, A., 1951, Die Zusammenhänge zwischen Niederschlag, Verdunstung und Abfluß. *Zeitschrift für Meteorologie* 5, S 323 - 330
- SHANBOG, G.Y., 1957, Some notes on Evapotranspiration, evaporation from soil and transpiration. *Indian Journal of Meteorology and Geophysics* 8, S 1 - 10
- SHANZ, H.L.; N. PIEMEISEL, 1927, The water requirement of plants at Akron, Colorado. *Journal of Agricultural Research* 34, S 1093 - 1190
- SIBBONS, H.L., 1962, A contribution to the study of potential evapotranspiration. *Geografiska Annaler* 44, S 279 - 292
- SINGH, B., 1977, The effect of rainfall characteristics and postwelling synoptic conditions on evaporation rates from a wetted hardwood canopy. *Mc Gill University, Dep. of Geography, Climatological Bulletin* 21, S 12 - 33
- SLAYTER, R.O., 1967, *Plant-water relationships*. London, New York
- SLAVIK, B., 1963, *Water stress in plants*. The Hague
- DE SLOOVER, J.; J. LEBRUN; T. MARYNEN, 1965, Quelques paramètres foliaires liés au bilan d'eau des strates ligneuses de trois types de forêts belges. *Académie Royale Belgique. Bulletin de la Classe des Sciences*. 5 e série, 51, S 640 - 671

- STANHILL, G., 1970, The water flux in temperate forests: precipitation and evapotranspiration. *Ecological Studies 1, Analysis of temperate forest ecosystems*. Hrsg. D.E. Reichle, Berlin, Heidelberg, New York, S 242 - 256
- STARK, N., 1970, Water balance of some warm desert plants in a wet year. *Journal of Hydrology 10*, S 113 - 126
- STOCKER, O., 1930, Über die Messung von Bodensaugkräften und ihrem Verhältnis zu den Wurzelsaugkräften. *Zeitschrift für Botanik 23*, S 27 - 56
- STOCKER, O., 1931, Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. I. Untersuchungen an der arktischen Baumgrenze in Schwedisch-Lappland. *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 75*, S 494 - 549
- STOCKER, O., 1935, Transpiration und Wasserhaushalt in verschiedenen Klimazonen. III. Ein Beitrag zur Transpirationsgröße im javanischen Regenwald. *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 81*, S 464 - 496
- STOCKER, O., 1956, Die Dürresistenz. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Bd. III. Berlin, Göttingen, Heidelberg, S 696 - 741
- STOCKER, O., 1956, Die Abhängigkeit der Transpiration von den Umweltfaktoren. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Bd. III. Berlin, Göttingen, Heidelberg, S 436 - 488
- STOCKER, O., 1970, Der Wasser- und Photosynthesehaushalt von Wüstenpflanzen der mauretischen Sahara. I. Regengrüne und sommergrüne Bäume. *Flora 161*, S 46 - 110
- STOCKER, O., 1972, Der Wasser- und Photosynthesehaushalt von Wüstenpflanzen der mauretischen Sahara. III. Kleinsträucher, Stauden und Gräser. *Flora 161*, S 46 - 110
- STRANZ, D., 1975, Über die Regen in Afrika und die Trockenzeit der letzten Jahre im Sahel (1967 - 1974). Einzelveröffentlichung 88 des Deutschen Wetterdienstes, Seewetteramt Hamburg, Hamburg
- SZYMKIEWICZ, D., 1923, Sur l'importance du déficit hygrométrique pour la phytogéographie écologique. *Acta Societatis Botanicorum Polonaise 1*, S 1 - 11
- TAN, C.S.; T.A. BLACK; J.U. NNYAMAH, 1978, A simple diffusion model of transpiration applied to a thinned Douglas-fir stand. *Ecology 59*, S 2221 - 2229
- TERJUNG, W.H., 1966, Physiological climates of the United States. A bioclimatic classification based on man. *Annals of the Association of American Geographers, March*, S 141 - 179
- TERJUNG, W.H., 1966, Physiological climates of Africa. University of California, Los Angeles, Ph.D. 1966. University microfilms
- THOMPSON, B.W., 1965, The climate of Africa. Nairobi, London, New York
- THORNTWHAITE, C.W., 1933, The climates of the earth. *Geographical Review 23*, S 433 - 440
- THORNTWHAITE, C.W., 1943, Atmospheric turbulence and the measurement of Evaporation. *Proceedings of the second Hydraulics Conference, Bull. 27, Univ. of Iowa Studies in Engineering*, S 280 - 288
- THORNTWHAITE, C.W., 1948, An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review 38*, S 55 - 91
- THORNTWHAITE, C.W., 1951, The water balance in tropical climates. *American Meteorological Society 32*, S 166 - 173
- THORNTWHAITE, C.W.; D. HOLZMAN, 1942, Measurement of evaporation from land and water surfaces. US Department of Agriculture, Techn. Bulletin 817, Washington D.C.
- THORNTWHAITE, C.W., J.R. MATGER, 1951, The role of evapotranspiration in climate. *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. B., 3*, S 16 - 39
- TORAYAH SHARAF, A., 1965, The hydrological divisions of the northern belts of Libya. *Kommission der internationalen Hydrologischen Dekade. Freiburger Geographische Hefte 6*, S 65 - 86
- TRETER, U., 1970, Untersuchungen zum Jahresgang der Bodenfeuchte in Abhängigkeit von Niederschlägen, topographischer Situation und Bodenbedeckung an ausgewählten Punkten in den Hüttener Bergen/Schleswig Holstein. *Schriften des Geographischen Institutes der Universität Kiel 33*, Kiel
- TROLL, C., 1956, Das Wasser als pflanzengeographischer Faktor. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Bd. III, Berlin, Göttingen, Heidelberg, S 750 - 786

- TROLL, C., 1964, Karte der Jahreszeitenklimare der Erde. Mit einer farbigen Karte von C. Troll und KH. Paffen. Erdkunde 18, S 5 - 28
- UHLIG, S., 1954, Berechnung der Verdunstung aus klimatologischen Daten. Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes 6, Bad Kissingen
- VENKATARAMAN, S.; V. KRISHNAMURTHY, 1973, On the estimation of potential evaporation by the combination approach. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Ser. B., 21, S 1 - 9
- VERNET, A., 1958, Climates and vegetation. Arid Zone Research X, S 75 - 101
- VORONKOV, N.A., ; S.A. KOZHEVNIKOVA, L.T. PAVLUSHKIN; V.A. SHOMPOLOVA, 1976, Hydrology and meteorological role of forest plantations of various tree species. Soviet Hydrology, Selected Papers 15, S 75 - 79
- WAFFENSCHMIDT, D., 1974, Wasserhaushalt eines kleinen Niederschlagsgebietes im ostafrikanischen Trockenwald. Wasserwirtschaft 64, S 74 - 78
- WALLÉN, C.C., 1967, Aridity definitions and their applicability. Geografiska Annaler, Ser. A., 49, S 367 - 384
- WALTER, H., 1928, Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raum in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Jahrbuch wissenschaftliche Botanik 68, S 233 - 288
- WALTER, H., 1929, Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der Wasserökologie der Pflanzen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 47, S 243 - 252
- WALTER, H., 1931, Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung, Jena
- WALTER, H., 1960, Grundlagen der Pflanzenverbreitung, I. Teil, Standortlehre, Einführung in die Phytologie, Bd. II, 1, Stuttgart
- WALTER, H., 1963, Pflanzendecke und Wasser, insbesondere das Savannenproblem und die Verbuchungsgefahr, in: Wasserwirtschaft in Afrika, Bonn, S 144 - 150
- WARREN, W.; W. WEBB; S. SZAREK; W. LAUENROTH; R. KINERSON; M. SMITH, 1978, Primary Productivity and Water Use in Native Forest, Grassland, and Desert Ecosystems. Ecology 59, 6, S 1239 -1247
- Water Stress in plants, 1963, Proceedings of a Symposium held in Prague: Sept. 30-Oct. 4, 1963, Ed. by B. Slavik, The Hague, 1965
- WEBB, W.; S. SZAREK, W. LAUENROTH; R. KINERSON; M. SMITH, 1978, Primary productivity and water use in native forest, grassland, and desert ecosystems. Ecology 59, S 1239 - 1247
- WEERT van der R.; G.E. KAMERLING, 1974, Evapotranspiration of Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*). Journal of Hydrology 22, S 201 - 212
- WILHELMY, H., 1944, Methoden der Verdunstungsmessung und der Bestimmung des Trockengrenzwerthes am Beispiel der Südukraine. Petermanns Geographische Mitteilungen 90, S 113 - 123
- WILLÉN, A., 1979, A stochastic hydrology approach to the operation of surface water reservoirs Pt. 1: stochastic short term modelling of inflow and runoff. Uppsala Universitet Naturgeografiska Institutionen UNGI Rapport 49
- WILM, H.G.; C.W. THORNTHWAITE, 1946, Report on the committee on evaporation and transpiration, 1945 - 46. Transactions, American Geophysical Union 27, 5, S 720 - 727
- WMO, 1966, Measurement and Estimation of evaporation and evapotranspiration. Report of a working group on evaporation measurement of the Commission for Instruments and Methods of Observation, Technical Note 83, Geneva
- WOEIKOF, A., 1885, Flüsse und Landseen als Produkt des Klimas. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 20, S 92 - 110
- WOLFF, P., 1974, Wasserhaushaltsprobleme in Trockengebieten. Der Tropenlandwirt 5, S 19 - 34
- WUNDT, W., 1939, Die Verdunstung von den Landflächen der Erde im Zusammenhang mit der Temperatur und dem Niederschlag. Zeitschrift für angewandte Meteorologie 56, S 1 - 9
- YEFREMOV, P.V., 1976, Reconstruction of river discharges in the Congo basin. Soviet Hydrology, Selected Papers 15, S 323 - 325
- ZWICKER, R., 1954/55, Die Transpirationsintensität der Kartoffelpflanze unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung des Pflanzgutwertes. Wissenschaftliche Zeitschrift der K.M. Universität Leipzig, Math. Nat. Reihe, H 1/2, S 105 - 151

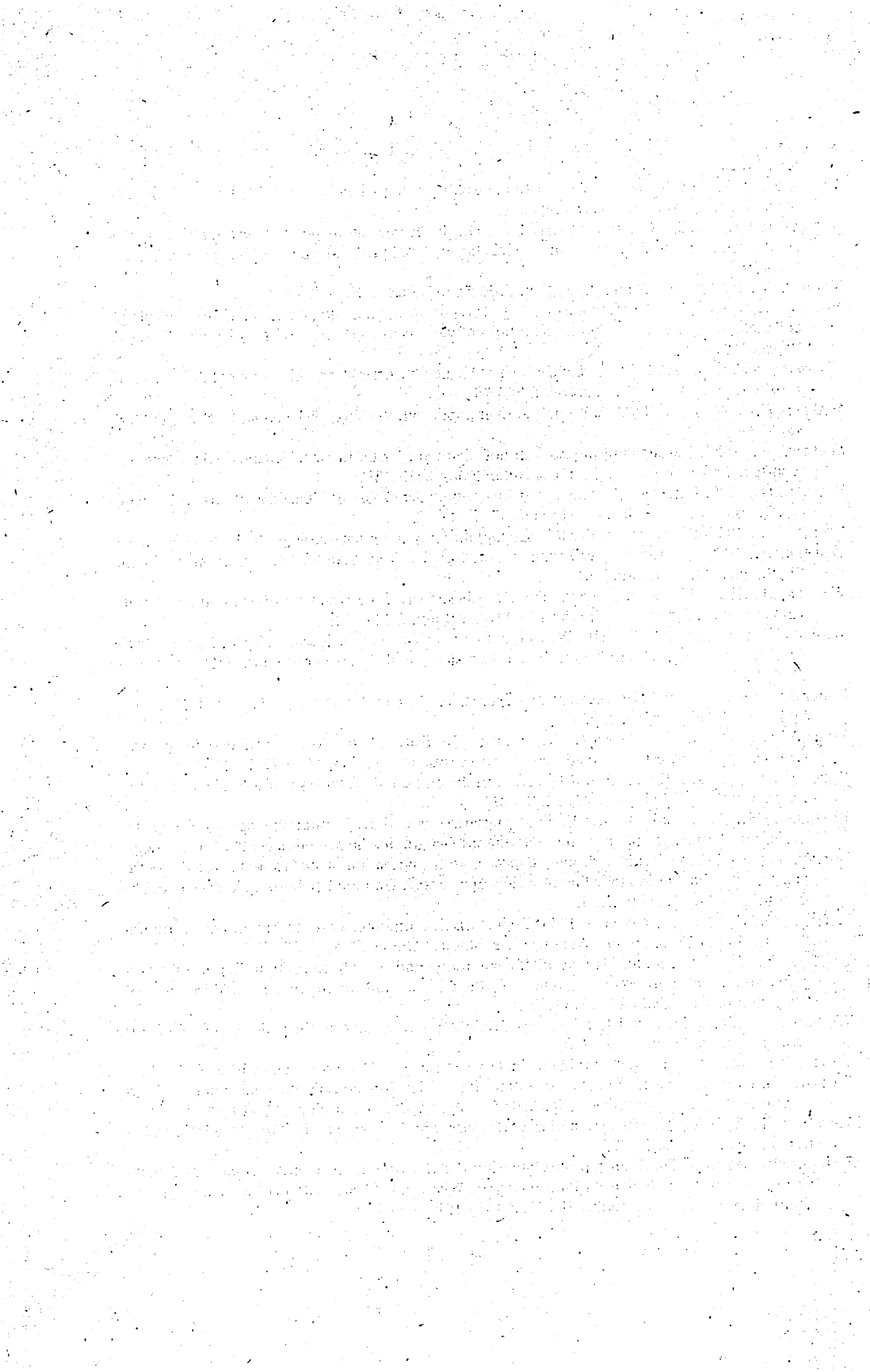


Tabelle der Niederschlags- und Verdunstungswerte afrikanischer Klimastationen
(zu den jeweiligen Periodenlängen vgl. LEBEDEV, 1970)

Erläuterung der Zeilenanordnung:

1. Zeile: Monatsmittel des Niederschlags der Beobachtungsperiode
2. Zeile: entsprechendes Monatsmittel der Verdunstung freier Wasserflächen (pV)
3. Zeile: entsprechendes Monatsmittel der potentiellen Evapotranspiration (pET)
4. Zeile: entsprechendes Monatsmittel der potentiellen Landschaftsverdunstung (pLV)

Spalten: Monate von Januar bis Dezember (12 Spalten)

Ägypten:

Salum:	25	15	5	0	7	0	0	0	0	3	26	21
	71.8	78.9	93.3	116.3	123.7	148.9	151.3	134.8	134.1	129.3	108.4	83.2
	53.9	59.2	70.0	87.2	92.8	111.7	113.5	101.1	100.6	97.0	81.3	62.4
	15.8	17.4	20.5	25.6	27.2	32.8	33.3	29.7	29.5	28.4	23.8	18.3
Marsa Matruh:	49	26	13	2	2	0	0	0	0	15	23	37
	69.0	76.4	83.3	101.1	109.2	116.1	102.4	111.4	121.2	115.2	93.4	77.8
	51.7	57.3	62.5	75.8	81.9	87.1	76.8	83.6	90.9	86.4	70.1	58.3
	20.0	22.2	24.2	29.3	31.7	33.7	29.7	32.3	35.1	33.4	27.1	22.6
Gaza:	104	76	30	13	3	2	0	2	2	18	64	81
	63.9	71.2	85.1	96.0	113.8	126.1	130.1	139.6	138.9	125.2	96.7	77.8
	48.0	53.4	63.8	72.0	85.4	94.5	97.6	104.7	104.2	93.9	72.5	58.3
	32.0	35.6	42.6	48.0	56.9	63.1	65.1	69.8	69.5	62.6	48.4	38.9
Pt. Said:	18	13	10	5	2	2	0	0	2	2	10	15
	75.9	86.8	98.3	112.5	129.0	148.6	156.8	161.3	162.5	147.4	119.3	86.3
	56.9	65.1	73.7	84.4	96.8	111.5	117.6	121.0	121.9	110.6	89.5	64.8
	11.4	13.0	14.7	16.9	19.4	22.3	23.5	24.2	24.4	22.1	17.9	12.9
Alexandria:	51	26	12	4	1	0	0	0.2	0.5	6	34	59
	79.2	85.0	97.5	110.9	118.5	128.9	131.7	148.8	154.4	142.6	116.5	107.7
	59.4	63.8	73.1	83.1	88.8	96.7	98.7	111.6	115.8	107.0	87.4	80.8
	18.9	31.5	36.1	41.0	43.8	47.7	48.7	55.1	57.1	52.8	43.1	39.8
Ismailiya:	51	18	25	38	28	10	3	2	3	51	28	30
	85.7	98.9	119.6	155.4	198.3	214.8	226.6	222.5	194.3	162.9	117.2	89.2
	64.3	74.2	89.7	116.6	148.7	161.1	169.9	166.9	145.7	122.1	87.9	66.9
	34.3	39.6	47.8	62.2	79.3	85.9	90.6	89.0	77.7	65.2	46.8	35.7
Cairo:	5	4	4	2	2	0	0	0	0	2	2	5
	89.7	107.2	131.6	168.9	208.4	230.3	227.6	220.4	198.1	181.1	140.3	99.9
	67.2	80.4	98.7	126.7	156.3	172.7	170.7	165.3	148.5	135.8	105.3	75.0
	7.2	8.6	10.5	13.5	16.7	18.4	18.2	17.6	15.8	14.5	11.2	8.0

Suez:	4	2	3	3	0.8	0.2	0	0	0.1	6	3	4
	90.1	100.6	122.0	159.9	192.2	219.8	225.9	228.8	197.5	171.1	132.0	100.0
	67.6	75.4	91.5	119.9	144.1	164.9	169.4	171.6	148.1	128.4	99.0	75.0
	7.2	8.0	7.3	12.8	15.4	17.6	18.1	18.3	15.8	13.7	10.6	8.0
Siwa:	1	2	0.1	0.1	2	0	0	0	0	0	0.1	2
	67.1	84.1	107.4	147.3	192.1	221.5	223.6	216.5	198.4	155.7	113.9	76.9
	50.3	63.1	80.5	110.5	144.1	166.1	167.7	162.4	148.8	116.8	85.4	57.7
	5.4	6.7	8.6	11.8	15.4	17.7	17.9	17.3	15.9	12.5	9.1	6.2
Bahariya:	2	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2
	83.8	102.9	130.0	169.5	214.6	226.6	228.4	221.2	192.6	163.3	129.6	95.2
	62.8	77.2	97.5	127.1	160.9	169.9	171.3	165.9	144.4	122.5	97.2	71.4
	6.7	8.2	10.4	13.6	17.2	18.2	18.3	17.7	15.4	13.1	10.4	7.6
El Tûr:	2	2	2	0.3	0.1	0	0	0	0	0.8	2	2
	90.1	100.6	119.3	148.9	170.8	185.9	199.7	197.8	174.1	149.7	129.1	101.5
	67.6	75.5	89.5	111.7	128.1	139.4	149.8	148.4	130.6	112.3	96.8	76.1
	7.2	8.0	9.5	11.9	13.7	14.9	16.0	15.8	13.9	12.0	10.3	8.1
Asyut:	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2
	85.1	104.0	138.9	189.1	231.4	252.5	257.1	253.8	217.8	172.6	133.9	94.8
	63.8	78.0	104.2	141.9	173.6	189.4	192.8	190.4	163.4	129.4	100.4	71.1
	6.8	8.3	11.1	15.1	18.5	20.2	20.6	20.3	17.4	13.8	10.7	7.6
Luxor:	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0
	91.0	118.5	158.3	210.6	265.2	275.4	287.0	284.0	262.9	225.5	155.3	106.7
	68.3	88.9	118.7	157.9	198.9	206.6	215.2	213.0	197.2	169.1	116.5	80.0
	7.3	9.5	12.7	16.8	21.2	22.0	23.0	22.7	21.0	18.0	12.4	8.5
Dakhla:	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	89.7	106.4	143.5	191.0	243.3	265.5	272.7	270.6	237.7	202.3	146.6	101.3
	67.3	79.8	107.6	143.2	182.5	199.1	204.5	202.9	178.3	151.7	110.0	76.0
	7.2	8.5	11.5	15.3	19.5	21.2	21.8	21.6	19.0	16.2	11.7	8.1
Aswan:	0	0	0	0.1	1	0	0	0	0	0.3	0	0
	122.4	*138.1	177.0	224.0	274.0	295.6	308.4	303.8	276.5	249.9	187.5	138.2
	91.8	103.6	132.7	168.0	205.5	221.7	231.3	227.9	207.4	187.4	140.6	103.7
	9.8	11.0	14.2	17.9	21.9	23.6	24.7	24.3	22.1	20.0	15.0	11.1

Algerien:

Skikda:	169	108	72	49	49	10	4	7	35	84	94	149
	46.4	51.8	65.5	71.4	87.9	106.4	131.7	134.8	105.9	97.9	76.8	57.7
	34.8	38.8	49.1	53.5	65.9	79.8	98.8	101.1	79.4	73.4	57.6	43.3
	31.1	34.7	43.9	47.8	58.9	71.3	88.2	90.3	71.0	65.6	51.5	38.7
Carbon, C.:	117	83	72	50	42	16	3	12	51	86	98	112
	62.5	72.0	66.6	94.9	110.6	128.0	143.6	156.6	143.4	117.1	93.3	76.2
	46.8	54.0	49.9	71.2	82.9	96.0	107.7	117.4	107.5	87.8	70.0	57.2
	41.3	47.5	44.0	62.6	73.0	84.5	94.8	103.4	94.6	77.3	61.6	50.3

Algiers:	111	78	69	52	38	14	3	4	32	80	110	121
	61.4	72.6	80.1	96.9	104.3	127.0	141.5	151.6	128.4	113.5	90.6	75.4
	46.1	54.5	60.1	72.6	78.2	95.2	106.1	113.7	96.3	85.1	67.9	56.5
	39.9	47.2	52.1	63.0	67.8	82.6	92.0	98.5	83.5	73.8	58.9	49.0
Ténès:	71	57	60	42	33	5	1	3	34	52	87	100
	52.4	56.6	66.2	79.1	87.5	104.5	134.9	132.2	121.7	96.7	79.1	58.4
	39.3	42.5	49.6	59.3	65.6	78.4	101.2	99.1	91.3	72.5	59.3	43.8
	31.4	34.0	39.7	47.5	52.5	62.7	80.9	79.3	73.0	58.0	47.5	35.0
Constantine:	86	72	54	48	48	21	8	10	29	42	50	89
	33.6	40.0	58.1	71.4	101.8	146.2	196.0	191.1	141.6	96.7	57.9	34.5
	25.2	30.0	43.6	53.5	76.4	109.7	147.0	143.3	106.2	72.5	43.5	25.9
	20.2	24.0	34.9	42.8	61.1	87.7	117.6	114.7	85.0	58.0	34.7	20.7
Sétif	56	56	35	40	47	20	15	16	42	39	40	49
	30.8	38.2	62.5	86.9	112.2	143.0	209.8	202.1	153.0	92.4	47.3	32.0
	23.1	28.6	46.9	65.2	84.1	107.3	157.4	151.6	114.8	69.3	35.5	24.0
	16.9	21.0	34.4	47.8	61.7	78.7	115.4	111.2	84.2	50.8	26.0	17.6
Oran:	67	48	41	32	19	6	0.6	3	14	40	58	59
	55.4	60.2	71.9	87.2	92.9	112.1	115.9	121.2	118.8	90.6	77.3	60.2
	41.6	45.2	54.0	65.4	69.6	84.0	86.9	90.9	89.1	67.9	57.9	45.2
	27.7	30.1	36.0	43.6	46.5	56.1	58.0	60.6	59.4	45.3	38.7	30.1
Ghazaouet:	69	46	46	45	32	12	1	3	23	47	45	66
	60.3	59.4	54.4	64.7	83.4	103.4	122.9	115.7	87.9	87.1	72.9	61.8
	45.2	44.5	40.8	48.6	62.5	77.6	92.1	86.8	65.9	65.3	54.7	46.3
	31.4	30.9	28.3	33.6	43.4	53.8	63.9	60.2	45.7	45.3	37.9	32.1
Biskra:	16	14	18	15	12	4	2	2	17	19	17	25
	63.1	87.8	115.9	155.2	193.5	250.1	291.9	284.9	230.0	165.8	107.7	73.3
	47.3	65.8	86.9	116.4	145.1	187.6	219.0	213.7	172.5	124.3	80.8	54.9
	10.7	14.9	19.7	26.4	32.9	42.5	49.6	48.4	39.1	28.2	18.3	12.5
Djelfa:	35	29	31	32	37	18	10	13	36	25	29	39
	25.5	38.4	56.1	86.9	121.4	160.9	206.8	205.0	136.7	90.1	53.3	31.8
	19.1	28.8	42.1	65.2	91.0	120.7	155.1	153.8	102.5	67.6	40.0	23.9
	12.0	18.0	26.4	40.8	57.1	75.6	97.2	96.4	64.2	42.3	25.1	14.9
Méchéria:	27	32	37	34	32	8	4	13	24	28	34	30
	45.9	62.2	84.2	112.8	139.2	191.2	250.0	244.6	185.3	120.3	70.3	50.2
	34.4	46.7	63.2	84.6	104.4	143.4	187.5	183.5	139.0	90.2	52.7	37.6
	20.7	28.0	37.9	50.8	62.6	86.0	112.5	110.1	83.4	54.1	31.6	22.6
Touggourt:	6	6	9	3	4	4	1	1	2	5	11	6
	60.0	80.6	108.1	152.8	194.5	246.4	292.2	272.6	227.1	149.9	90.5	60.5
	45.0	60.4	81.1	114.6	145.8	184.8	219.1	204.4	170.3	112.4	67.8	45.3
	9.6	12.9	17.3	24.4	31.1	39.4	46.8	43.6	36.3	24.0	14.5	9.7

Ain Sefra:	15	18	28	21	14	10	6	8	18	26	19	16
	43.2	56.8	82.2	125.3	151.6	205.6	252.8	239.7	202.2	125.8	71.8	50.8
	32.4	42.6	61.6	94.0	113.7	154.2	189.6	179.8	151.7	94.3	53.9	38.1
	17.3	22.7	32.9	50.1	60.6	82.2	101.1	95.9	80.9	50.3	28.7	20.3
Ghardaia:	8	6	9	12	8	3	1	2	7	10	10	10
	58.6	77.7	103.3	149.2	194.0	254.2	302.7	289.6	230.9	158.3	94.8	66.2
	44.0	58.3	77.5	111.9	145.5	190.7	227.0	217.2	173.1	118.7	71.1	49.6
	9.4	12.4	16.5	23.9	31.0	40.7	48.4	46.3	36.9	25.3	15.2	10.6
Ouargla:	10	6	6	4	1	1	0	4	3	9	7	8
	75.8	98.1	133.7	162.7	217.4	283.4	310.9	300.0	252.0	179.5	105.9	78.7
	56.8	73.6	100.3	122.0	163.1	212.5	233.2	225.0	189.0	134.6	79.4	59.0
	11.4	14.7	20.1	24.4	32.6	42.5	46.6	45.0	37.8	27.0	15.9	11.8
Bechar:	9	13	14	6	3	4	0.1	4	6	17	20	5
	55.4	88.9	120.6	155.0	203.7	268.5	306.8	296.7	238.2	164.0	101.4	67.8
	41.6	66.7	90.4	116.2	152.7	201.3	230.1	222.5	178.7	123.0	76.0	50.8
	12.2	19.6	26.5	34.1	44.8	59.1	67.5	65.3	52.4	36.1	22.3	14.9
El Goléa:	7	5	6	3	1	2	0.1	0.6	1	5	5	14
	65.7	90.2	127.5	168.3	217.7	274.3	308.6	296.7	253.6	177.4	109.0	72.4
	49.2	67.6	95.6	126.2	163.2	205.7	231.5	222.5	190.2	133.1	81.8	54.3
	10.5	14.4	20.4	26.9	34.8	43.9	49.4	47.5	40.6	28.4	17.4	11.6
Timimoun:	0	3	1	2	0	1	0	0	1	2	1	3
	81.8	101.7	153.5	195.7	234.7	293.7	330.0	326.5	282.5	202.8	128.8	87.9
	61.3	76.3	115.2	146.8	176.0	220.3	247.5	244.9	211.9	152.1	96.6	65.9
	12.3	15.3	23.0	29.4	35.2	44.1	49.5	49.0	42.4	30.4	19.4	13.2
Ft. Flatters:	8	3	3	5	2	2	0	2	2	2	5	5
	76.0	107.6	152.1	192.2	242.9	300.3	318.0	305.3	275.4	216.5	146.4	91.1
	57.0	80.7	114.1	144.1	182.2	225.2	238.5	229.0	206.6	162.3	109.8	68.4
	11.4	16.1	22.8	28.8	36.5	45.0	47.7	45.8	41.3	32.5	22.0	13.7
Adrar:	1	5	0.2	0.6	0.8	0	0.3	0.9	3	2	8	2
	85.0	107.7	158.5	197.9	242.4	305.0	342.3	321.6	282.2	197.2	128.5	91.1
	63.7	80.8	118.9	148.4	181.8	228.7	256.7	241.2	211.7	147.9	96.4	68.3
	12.8	16.2	23.9	29.7	36.3	45.8	51.3	48.2	42.3	29.6	19.3	13.6
Ain Salah:	0.6	0.9	0.2	2	1	0.1	0	0.2	0.5	2	0.3	2
	94.8	115.9	153.8	207.9	250.8	321.2	341.8	331.4	295.3	224.8	137.2	99.6
	71.1	86.9	115.3	155.9	188.1	240.9	256.3	248.5	221.5	168.6	102.9	74.7
	14.3	17.4	23.1	31.2	37.7	48.2	51.3	49.7	44.4	33.8	20.6	15.0
Aoulef:	4	0.4	1	0.1	0.4	0.1	0	1	0.5	2	2	3
	91.8	130.0	168.3	210.6	261.5	317.3	345.5	334.8	299.0	228.6	155.2	104.6
	68.8	97.5	126.2	157.9	196.1	238.0	259.2	251.1	224.2	171.4	116.4	78.5
	13.8	19.5	25.2	31.5	39.4	47.6	38.9	50.3	44.9	34.4	23.3	15.8

Reggane:	2	2	2	2	2	0	0	2	0	5	2	2
	114.2	134.1	172.0	227.6	263.3	313.0	333.2	329.1	302.3	231.1	123.4	112.5
	85.6	100.6	129.0	170.7	197.5	234.7	249.9	246.8	226.7	173.3	92.5	84.4
	17.1	20.1	25.8	34.2	39.5	47.0	37.5	49.4	45.3	34.7	18.5	17.0
Polignac:	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
	89.7	123.6	162.7	209.5	255.2	308.2	306.6	293.7	273.5	220.3	154.6	110.1
	67.3	92.7	122.0	157.1	191.4	231.2	230.0	220.3	205.1	165.2	116.0	82.6
	13.4	18.6	24.3	31.5	38.3	46.2	46.1	44.1	41.1	33.1	23.1	16.5
Ouallen:	2	0.4	4	0.9	0.4	3	2	4	4	2	2	2
	130.1	152.5	191.8	232.7	274.2	308.3	335.6	349.9	314.7	255.7	189.9	133.0
	97.6	114.4	143.9	174.6	205.7	231.3	251.7	262.5	236.0	191.8	142.5	99.7
	19.5	23.0	28.9	35.0	41.1	46.2	50.4	52.5	47.3	38.4	28.4	20.0
Tin Zaouatene:	0	2	2	0	2	2	2	36	25	2	2	2
	138.6	153.6	196.2	257.0	295.2	318.6	303.8	284.3	275.0	237.5	184.9	142.6
	103.9	115.2	147.2	192.7	221.4	238.9	227.8	213.2	206.3	178.2	138.6	106.9
	22.2	24.6	31.4	41.1	47.2	51.0	48.6	45.5	44.0	38.0	29.6	22.8

A n g o l a :

Kabinda:	97	117	128	113	71	2	0	1	7	40	122	80
	104.6	104.3	108.8	100.1	85.6	81.3	91.0	86.5	93.6	103.1	108.4	94.9
	78.4	78.3	81.6	75.1	64.2	61.0	68.2	64.9	70.2	77.4	81.3	71.1
	58.6	58.4	60.9	56.1	47.9	45.5	51.0	48.4	52.4	57.7	60.7	53.1
Noki-Nogui:	117	104	155	203	119	2	0	2	2	38	196	124
	134.4	140.9	145.9	136.3	124.8	120.3	104.3	113.7	136.2	146.4	129.8	134.4
	100.8	105.7	109.4	102.2	93.6	90.2	78.2	85.3	102.1	109.8	97.3	100.8
	82.0	85.9	89.0	83.1	76.1	73.4	63.6	69.4	83.1	89.3	79.2	82.0
Sao Salvador:	139	130	175	255	156	2	0	4	8	80	167	183
	66.9	74.7	79.7	70.0	52.8	59.8	49.8	53.3	63.5	63.5	66.7	66.7
	50.2	56.0	59.8	52.5	39.6	44.8	37.3	40.0	47.6	47.6	50.0	50.0
	43.5	48.6	51.8	45.5	34.3	38.9	32.4	34.6	41.3	41.3	43.4	43.4
Dundo:	182	141	194	207	54	2	5	37	90	179	224	215
	90.0	107.4	95.2	99.1	122.0	177.5	184.6	163.2	142.3	119.4	95.1	90.8
	67.5	80.5	71.4	74.3	91.5	133.2	138.4	122.4	106.7	89.5	71.3	68.1
	61.2	73.0	64.7	67.4	83.0	120.7	125.5	111.0	96.8	81.2	64.7	61.7
Caugula:	124	170	208	211	15	8	2	56	94	170	292	371
	83.1	90.7	90.3	112.3	186.5	183.8	180.5	146.9	105.1	90.1	90.3	90.3
	62.3	68.1	67.7	84.2	139.9	137.9	135.4	110.1	78.8	67.6	67.7	67.7
	58.2	63.5	63.2	78.6	130.6	128.7	126.4	102.8	73.6	63.1	63.2	63.2
Sunginge:	135	170	188	140	8	2	2	10	69	165	206	178
	80.3	80.6	85.4	89.8	140.8	148.1	141.5	139.1	135.9	98.2	80.9	79.9
	60.2	60.5	64.1	67.4	105.6	111.1	106.1	104.3	101.9	73.7	60.7	59.9
	51.4	51.6	54.7	57.5	90.1	94.8	90.6	89.0	87.0	62.8	51.8	51.1

Luanda:	30	37	81	129	16	0	0	1	2	6	30	23
	112.2	121.6	115.8	104.9	98.9	87.9	75.8	72.8	84.0	97.5	107.2	111.8
	84.1	91.2	86.9	78.7	74.2	65.9	56.9	54.6	63.0	73.1	80.4	83.8
	46.0	49.9	47.5	43.0	40.5	36.0	31.1	29.8	34.4	40.0	44.0	45.8
Kilondo:	102	94	188	254	43	2	2	5	15	76	175	183
	73.7	81.8	77.6	73.0	94.5	95.5	72.6	61.8	65.5	57.3	64.6	69.4
	55.2	61.3	58.2	54.8	70.9	71.6	54.5	46.4	49.1	43.0	48.5	52.0
	45.7	50.7	48.1	45.3	58.6	59.2	45.0	38.3	40.6	35.5	40.1	43.0
Nova Gaia:	104	201	221	173	25	0	0	2	53	145	236	201
	93.7	83.4	75.6	72.0	81.8	140.7	135.3	146.5	152.0	134.9	82.1	86.5
	70.3	62.6	56.7	54.0	61.4	105.5	101.4	109.9	114.0	101.2	61.6	64.8
	61.8	55.0	49.9	47.5	54.0	92.9	89.3	96.7	100.3	89.0	54.2	57.1
Cazambo:	351	226	211	64	8	0	0	10	8	94	183	262
	97.2	84.0	108.2	132.4	150.9	148.1	141.6	168.8	203.5	189.7	126.1	109.6
	72.9	63.0	81.1	99.3	113.2	111.1	106.2	126.6	152.6	142.3	94.5	82.2
	65.1	56.3	72.5	88.7	101.1	99.2	94.9	113.1	136.3	127.1	84.5	73.4
Vila Luso:	230	168	190	83	3	1	0	1	13	86	146	210
	119.8	106.8	119.7	135.0	145.8	137.9	146.6	160.8	192.5	168.2	126.6	113.3
	89.9	80.1	89.8	101.3	109.4	103.4	109.9	120.6	144.4	126.1	95.0	85.0
	74.3	66.2	74.2	83.7	90.4	85.5	90.9	99.7	119.4	104.3	78.5	70.2
Lobito:	13	40	75	31	3	0	0	0	1	9	22	45
	107.2	128.1	130.3	117.4	106.5	90.0	81.3	73.2	83.0	92.2	109.6	110.0
	80.4	96.1	97.7	88.0	79.9	67.5	61.0	54.9	62.2	69.2	82.2	82.5
	28.9	34.6	35.2	31.7	28.8	24.3	21.9	19.8	22.4	24.9	29.6	29.7
Coemba:	239	201	211	109	8	0	0	2	25	104	168	221
	69.3	68.3	69.3	84.5	90.8	72.7	84.6	101.1	132.3	117.8	80.4	68.9
	52.0	51.2	52.0	63.4	68.1	54.5	63.4	75.9	99.2	88.3	60.3	51.7
	44.4	43.7	44.4	54.1	58.1	46.5	54.1	64.7	84.7	75.4	51.5	44.1
Nova Lisboa:	219	188	230	139	16	0	0	0.8	24	124	235	243
	124.1	113.4	116.3	138.0	148.5	138.2	146.3	166.1	180.1	147.1	119.1	116.1
	93.1	85.1	87.2	103.5	111.4	103.7	109.7	124.6	135.1	110.3	89.4	87.1
	83.1	76.0	77.9	92.5	99.5	92.6	98.0	111.3	120.7	98.6	79.8	77.8
Ganda:	183	180	277	155	137	0	0	2	28	152	236	221
	62.2	69.0	69.6	92.9	126.2	142.7	151.6	161.4	131.7	111.3	73.1	73.3
	46.6	51.8	52.2	69.7	94.6	107.1	113.7	121.0	98.8	83.5	54.8	55.0
	42.9	47.6	48.0	64.1	87.1	98.5	104.6	111.4	90.9	76.8	50.4	50.6
Chitembo:	224	196	226	94	10	0	0	2	10	71	127	173
	103.4	103.4	116.5	132.8	149.8	137.5	141.9	170.9	196.3	174.4	142.9	118.8
	77.6	77.6	87.4	99.6	112.4	103.1	106.4	128.2	147.2	130.8	107.2	89.1
	64.1	64.1	72.2	82.3	92.9	85.3	88.0	106.0	121.7	108.1	88.6	73.7

Cangamba:	227	189	176	50	3	0	0	4	4	35	140	204
	72.3	76.6	103.3	117.6	101.9	85.2	79.8	94.2	133.6	127.5	117.2	93.4
	54.2	57.5	77.5	88.2	76.4	63.9	59.8	70.6	100.2	95.6	87.9	70.1
	44.1	46.7	63.0	71.7	62.2	52.0	48.7	57.5	81.4	77.8	71.5	57.0
Sáda Bandeira:	145	148	168	92	2	2	0	0	4	73	120	150
	129.5	122.0	117.4	132.8	136.9	132.0	138.1	159.7	184.3	171.8	152.0	138.9
	97.2	91.5	88.1	99.6	102.7	99.0	103.6	119.8	138.2	128.9	114.0	104.2
	75.1	70.8	68.1	77.0	79.4	76.6	80.1	92.6	106.9	99.6	88.2	80.6
Moçâmedes:	7	6	14	11	0	0	0	0	0	1	2	2
	94.5	103.8	111.9	99.4	81.5	94.5	54.8	57.6	67.2	71.9	89.5	93.3
	70.9	77.8	83.9	74.5	61.1	70.9	41.1	43.2	50.4	53.9	67.1	70.0
	7.6	8.3	9.0	8.0	6.5	7.6	4.4	4.6	5.4	5.8	7.2	7.5
Mupa:	100	208	156	84	3	0	0	0	0.9	11	52	128
	159.5	130.4	136.7	165.9	169.8	148.4	146.2	170.9	201.7	227.7	206.8	168.8
	119.6	97.8	102.6	124.4	127.4	111.3	109.6	128.2	151.3	170.8	155.1	126.6
	87.7	71.7	75.2	91.2	93.4	81.6	80.4	94.0	110.9	125.2	113.7	92.8
Pereira d'Eça:	95	153	130	53	5	0	0	0	1	14	48	132
	179.2	140.1	153.6	168.8	171.6	143.0	142.5	171.4	208.7	232.0	220.8	183.2
	134.4	105.1	115.2	126.6	128.7	107.2	106.9	128.6	156.5	174.0	165.6	137.4
	93.2	72.9	79.9	87.8	89.2	74.4	74.1	89.1	108.5	120.6	114.8	95.3
<u>Á t h i o p i e n i :</u>												
Agordat:	0	0	2	3	18	33	104	147	43	3	2	0
	184.9	207.4	235.3	271.0	291.2	291.4	236.5	184.0	239.4	279.5	254.1	231.7
	138.7	155.6	176.4	203.3	218.4	218.5	177.4	138.0	179.6	209.6	190.5	173.8
	75.8	85.0	96.5	111.1	119.4	119.5	97.0	75.4	98.2	114.6	104.2	95.0
Asmera:	0	3	8	30	47	28	173	155	27	12	9	0
	116.4	124.4	132.4	135.1	145.5	147.3	77.2	74.1	118.3	119.5	108.1	105.7
	87.3	93.3	99.3	101.3	109.1	110.5	57.9	55.6	88.7	89.6	81.1	79.3
	55.9	59.7	63.6	64.8	69.8	70.7	37.1	35.6	56.8	57.4	51.9	50.7
Makále:	2	5	5	5	13	28	180	272	188	2	5	5
	143.7	150.8	157.9	183.2	177.7	162.6	104.1	87.1	144.1	137.7	134.8	133.0
	107.8	113.1	118.4	137.4	133.2	122.0	78.1	65.3	108.1	103.3	101.1	99.7
	77.6	81.4	85.3	98.9	96.0	87.8	56.2	47.0	77.8	74.4	72.8	71.8
Desé:	10	31	62	73	73	104	239	250	157	31	10	0
	130.6	148.4	149.3	165.3	184.1	204.3	166.2	144.6	138.7	143.8	135.8	129.2
	98.0	111.3	112.0	124.0	138.0	153.2	124.6	108.4	104.0	107.8	101.8	96.9
	79.7	90.5	91.1	100.8	112.3	124.6	101.4	88.2	84.6	87.7	82.8	78.8
Bahar Dar:	1	0	10	27	78	116	422	287	246	100	26	2
	154.1	155.5	191.0	182.7	149.6	140.1	95.9	83.1	94.6	125.6	134.9	137.9
	115.6	116.6	143.3	137.0	112.2	105.1	71.9	62.3	70.9	94.2	101.2	103.5
	100.2	101.1	124.2	118.8	97.2	91.1	62.3	54.0	61.5	81.6	87.7	89.6

Diredawa:	20	20	85	76	70	38	109	97	57	64	8	46
	163.8	185.8	207.8	231.3	231.3	248.3	218.6	211.0	220.8	228.4	190.1	163.4
	122.9	139.4	155.8	173.5	173.5	186.3	163.9	158.2	165.6	171.3	142.6	122.6
	86.8	98.5	110.1	122.6	122.6	131.6	115.9	111.8	117.0	121.1	100.8	86.6
Harar:	11	32	60	109	121	101	142	137	98	46	23	10
	148.4	159.1	157.7	151.9	104.7	108.7	93.8	93.1	100.7	152.2	154.4	150.3
	111.3	119.3	118.3	113.9	78.5	81.5	70.4	69.8	75.5	114.2	115.8	112.7
	86.1	92.3	91.5	88.1	60.7	63.0	54.4	54.0	58.4	88.3	89.6	87.2
Addis Ababa:	14	37	70	85	90	134	285	295	196	21	13	6
	133.8	130.3	150.2	139.3	143.3	106.3	66.1	68.8	90.8	132.5	126.1	134.5
	100.3	97.7	112.6	104.5	107.4	79.7	49.6	51.6	68.1	99.4	94.6	100.9
	85.6	83.4	96.1	89.2	91.7	68.0	47.3	44.0	58.1	84.8	80.7	86.1
Gambella:	6	11	34	82	160	174	224	243	180	95	48	13
	213.8	237.4	247.9	215.8	149.4	121.3	93.1	88.6	118.7	146.9	173.1	199.8
	160.3	178.1	185.9	161.8	112.0	91.0	69.9	66.4	89.1	110.2	129.8	149.9
	136.8	151.9	158.7	138.1	95.6	77.6	59.6	56.7	76.0	94.0	110.8	127.9
Jimā:	28	89	129	109	203	211	183	216	147	140	61	18
	144.2	159.5	165.0	151.1	125.4	110.5	93.3	85.0	119.0	138.0	145.6	140.0
	108.1	119.6	123.7	113.3	94.0	82.9	70.0	63.7	89.2	103.5	109.2	105.0
	98.1	108.5	112.2	102.7	85.3	75.1	63.4	57.8	80.9	93.8	99.0	95.2
Gorrahai:	0	0	13	50	10	0	1	0	0	10	2	0
	201.4	195.8	210.7	192.8	189.7	191.9	179.3	194.0	234.7	219.9	212.0	202.6
	151.1	146.9	158.0	144.6	142.2	143.9	134.4	145.5	176.0	164.9	159.0	152.0
	18.1	17.6	19.0	17.4	17.1	17.3	16.1	17.5	21.1	19.8	19.1	18.2
Nagélé:	6	25	91	158	190	5	9	2	26	105	48	6
	166.2	169.0	161.0	122.3	100.5	97.3	93.6	110.6	136.1	110.7	141.9	158.2
	124.6	126.7	120.8	91.7	75.4	73.0	70.2	83.0	102.1	83.0	106.4	118.6
	88.1	89.6	85.3	64.8	53.3	51.6	49.6	58.6	72.1	58.7	75.2	83.8
<u>B o t s w a n a :</u>												
Kasane:	164	155	102	28	7	1	0	0	3	17	69	133
	127.7	116.0	114.1	139.7	137.0	116.1	117.7	146.1	197.2	226.5	197.4	143.7
	95.7	87.0	85.6	104.8	102.8	87.1	88.3	109.6	147.9	169.9	148.1	107.7
	67.6	61.5	60.5	74.0	72.6	61.5	62.4	77.4	104.5	120.0	104.6	76.2
Maun:	110	97	60	24	7	1	0	0	1	17	41	84
	178.2	176.7	168.7	166.6	140.6	119.4	118.9	147.0	196.1	227.2	220.8	202.1
	133.7	132.5	126.5	124.9	105.5	89.6	89.1	110.3	147.1	170.4	165.6	151.6
	82.0	81.3	77.6	76.6	64.7	54.9	54.7	67.6	90.2	104.5	101.6	93.0
Francistown:	113	60	81	19	7	2	1	1	3	25	56	87
	147.6	127.5	116.9	117.0	98.3	76.8	88.1	107.4	151.5	151.6	166.9	160.6
	110.7	95.6	87.7	87.8	73.7	57.6	66.0	80.6	113.6	113.7	125.2	120.4
	69.4	59.9	54.9	55.0	46.2	36.1	41.4	50.5	71.2	71.3	78.4	75.5

Kanzi:	102	76	82	45	9	1	0	2	2	24	46	74
	195.1	205.3	181.9	155.6	129.3	104.5	154.6	134.5	171.5	198.3	211.7	203.8
	146.3	154.0	136.4	116.7	97.0	78.4	116.0	100.8	128.6	148.7	158.8	152.9
	91.7	96.5	85.5	73.1	60.8	49.1	72.7	63.2	80.6	93.2	99.5	95.8
Mahalapye:	96	85	78	28	12	6	2	3	7	32	71	84
	186.6	171.0	157.9	143.4	115.0	95.7	96.2	120.2	160.8	195.8	194.5	199.2
	140.0	128.2	118.4	107.6	86.3	71.8	72.2	90.2	120.6	146.9	145.9	149.4
	89.6	82.1	75.8	68.8	55.2	45.9	46.2	57.7	77.2	94.0	93.4	95.6
Tsabong:	38	41	40	29	10	6	1	1	7	12	20	42
	220.2	202.0	156.4	134.4	98.8	81.1	83.9	106.5	139.7	180.6	200.9	216.0
	165.2	151.5	117.3	100.8	74.1	60.8	62.9	79.8	104.8	135.4	150.6	162.0
	63.9	58.6	45.4	39.0	28.7	23.5	24.3	30.9	40.5	52.4	58.3	62.6

D a h o m e y :

Natitingou:	1	6	31	71	125	166	224	241	290	116	33	2
	232.1	237.9	237.3	186.4	139.7	115.6	92.6	100.8	79.5	115.8	144.4	203.5
	174.1	178.4	178.0	139.8	104.7	86.7	69.4	75.6	59.6	86.9	108.3	152.6
	150.9	154.6	154.2	121.2	90.8	75.1	60.2	65.5	51.7	75.3	93.9	132.3
Tshaourou:	3	17	52	97	158	191	116	159	215	98	33	7
	197.2	197.0	171.7	147.3	121.9	101.8	71.4	64.7	77.8	97.0	138.2	190.6
	147.9	147.7	128.8	110.5	91.4	76.3	53.6	48.5	58.3	72.8	103.7	143.0
	122.3	122.1	106.5	91.3	75.6	63.1	44.3	40.1	48.2	60.1	85.7	118.2
Pobé:	13	32	97	141	174	187	125	59	130	146	44	10
	153.8	149.2	126.0	105.6	93.2	71.8	68.7	77.2	78.0	82.3	103.1	126.0
	115.4	111.9	94.5	79.2	69.9	53.9	51.6	57.9	58.5	61.7	77.3	94.5
	95.4	92.5	78.1	65.5	57.8	44.5	42.6	47.9	48.4	51.0	63.9	78.1
Cotonou:	28	27	95	116	213	349	93	27	76	150	62	11
	116.4	119.7	134.6	134.6	114.3	86.2	90.5	90.3	90.9	100.0	109.4	109.1
	87.3	89.8	101.0	101.0	85.7	64.6	67.9	67.8	68.2	75.0	82.1	81.8
	74.5	76.6	86.1	86.1	73.2	55.2	57.9	57.8	58.2	64.0	70.0	69.8

F r e n c h S o m a l i l a n d :

Djibouti:	10	13	25	13	5	2	2	8	8	10	23	13
	119.5	116.6	118.4	125.0	148.7	258.8	302.9	288.0	213.9	168.1	144.7	116.8
	89.7	87.5	88.8	93.7	111.5	194.1	227.2	216.0	160.4	126.1	108.5	87.6
	13.1	12.8	13.0	13.8	16.4	28.5	33.3	31.7	23.5	18.5	15.9	12.8

E l f e n b e i n k ü s t e :

Ferkessé-dougou:	6	24	41	80	149	152	186	305	240	116	32	7
	199.4	217.4	207.7	195.0	148.7	128.6	105.3	83.8	82.8	111.0	145.1	178.8
	149.6	163.1	155.8	146.3	111.5	96.4	79.0	62.8	62.1	83.2	108.9	134.1
	129.6	141.3	135.0	126.8	96.7	83.6	68.4	54.5	53.8	72.2	94.3	116.2

Bouaké:	13	45	91	138	155	136	98	110	226	140	36	22
	144.9	152.3	131.9	122.7	102.1	83.4	65.2	64.9	68.2	83.6	102.1	131.3
	108.7	114.3	99.0	92.0	76.6	62.5	48.9	48.7	51.2	62.7	76.6	98.5
	91.3	95.9	83.1	77.3	64.3	52.5	41.1	40.9	43.0	52.7	64.3	82.7
Man:	16	63	120	158	165	210	213	268	324	176	59	22
	139.4	149.8	107.2	100.2	83.4	62.2	41.7	36.8	50.0	65.2	84.2	111.8
	104.6	112.3	80.4	75.2	62.5	46.7	31.3	27.6	37.5	48.9	63.1	83.9
	97.6	104.9	75.0	70.1	58.4	43.5	29.2	25.8	49.3	45.6	58.9	78.3
Gagnoa:	30	62	148	153	187	212	99	60	175	149	99	41
	83.0	103.9	95.9	96.0	82.1	67.9	67.3	63.9	67.9	70.9	81.6	78.1
	62.3	77.9	71.9	72.0	61.6	50.9	50.5	47.9	51.0	53.2	61.2	58.6
	54.8	68.6	63.3	63.4	54.2	44.8	44.4	42.2	44.8	46.8	53.9	51.5
Tabou:	52	51	82	117	277	444	211	64	87	175	172	81
	75.0	75.3	75.8	81.0	70.2	76.6	103.3	81.9	48.9	61.7	75.0	75.3
	56.3	56.5	56.9	60.8	52.7	57.4	77.5	61.4	36.6	46.3	56.3	56.5
	52.5	52.7	53.1	56.7	49.1	53.6	72.3	57.3	34.2	43.2	52.5	52.7
Sassandra:	23	59	132	169	295	489	133	48	114	253	172	77
	51.9	65.0	59.8	59.8	48.3	39.8	58.5	46.4	38.7	46.1	57.1	57.2
	38.9	48.7	44.9	44.9	36.2	29.8	43.9	34.8	29.0	34.6	42.9	42.9
	36.3	45.5	41.9	41.9	33.8	27.9	41.0	32.5	27.1	32.3	40.0	40.0
<u>G a b u n i</u>												
Mitzic:	188	106	215	197	191	62	7	17	166	312	252	163
	84.9	84.7	85.0	85.0	72.4	59.6	56.4	65.0	76.3	76.4	76.4	76.9
	63.7	63.5	63.8	63.8	54.3	44.7	42.3	48.7	57.2	57.3	57.3	57.6
	59.4	59.3	59.5	59.5	50.7	41.7	39.5	45.5	53.4	53.5	53.5	53.8
Libreville:	204	290	282	386	229	60	3	11	109	389	422	263
	85.0	84.9	90.1	85.6	90.0	107.0	105.3	106.3	98.7	76.4	71.2	86.3
	63.8	63.7	67.6	64.2	67.5	80.3	79.0	79.7	74.0	57.3	53.4	64.7
	59.5	59.4	63.1	59.9	63.0	74.9	73.7	74.4	69.1	53.5	49.8	45.3
Franceville:	134	190	236	220	204	31	10	26	106	287	238	198
	84.0	88.9	89.0	97.4	79.6	76.1	86.9	103.1	105.2	88.2	83.8	79.1
	63.0	66.6	66.7	73.1	59.7	57.1	65.1	77.4	78.9	66.1	62.8	59.3
	58.8	62.2	62.3	68.2	55.7	53.3	60.8	72.2	73.6	61.7	58.7	55.4
Mouila:	205	253	270	254	143	27	3	5	24	451	462	245
	86.2	86.1	100.1	100.1	85.7	75.7	82.3	93.4	91.3	93.4	90.7	85.7
	64.7	64.6	75.1	75.1	64.3	56.8	61.7	70.1	68.5	70.1	68.0	64.3
	60.3	60.3	70.1	70.1	60.0	53.0	57.6	65.4	63.9	65.4	63.5	60.0
Mayoumba:	202	210	246	170	81	0.2	0.2	4	23	274	472	180
	71.9	73.8	111.2	80.7	71.6	74.2	84.8	99.2	77.2	88.6	63.9	66.5
	54.0	55.3	83.4	60.5	53.7	55.6	63.6	74.4	57.9	66.4	47.9	49.9
	50.3	51.7	77.8	56.5	50.1	51.9	59.4	69.4	54.0	62.0	44.7	46.6

G h a n a :

Navrongo:	0	3	33	38	104	132	218	251	246	58	8	2
	235.3	262.5	285.8	255.3	211.1	138.7	101.3	86.8	91.8	139.7	224.4	231.2
	176.4	196.9	214.4	191.5	158.3	104.0	76.0	65.1	68.9	104.7	168.3	173.4
	143.5	160.1	174.3	155.7	128.8	84.6	61.8	52.9	56.0	85.2	136.9	141.0
Kumasi:	18	58	140	142	190	221	129	74	180	201	99	28
	122.2	127.8	107.5	96.8	87.4	87.6	69.4	64.3	67.9	80.0	91.8	88.2
	91.6	95.9	80.6	72.6	65.5	65.7	52.0	48.2	50.9	60.0	68.9	66.1
	83.1	86.9	73.1	65.8	59.4	59.6	47.2	43.7	46.2	54.4	62.4	60.0
Akuse:	20	41	130	107	168	152	69	33	94	198	114	36
	149.1	169.3	144.2	139.4	119.1	99.5	99.1	107.4	113.1	113.6	109.6	121.0
	111.8	127.0	108.2	104.6	89.3	74.6	74.3	80.6	84.8	85.2	82.2	90.7
	92.4	105.0	89.4	86.4	73.8	61.7	61.4	66.7	70.1	70.4	68.0	75.0
Accra:	16	32	59	86	136	182	47	15	38	63	36	22
	121.5	124.4	120.0	110.6	104.9	77.0	68.4	68.2	86.0	90.3	102.8	110.0
	91.1	93.3	90.0	82.9	78.7	57.8	51.3	51.2	64.5	67.8	77.1	82.5
	65.6	67.2	64.8	59.7	56.6	41.6	36.9	36.8	46.4	48.8	55.5	59.4
Sek.- Takoradi:	29	31	91	120	275	253	84	36	45	129	73	39
	101.9	94.9	102.5	104.6	85.1	71.5	68.0	58.3	63.6	71.6	89.8	90.0
	76.5	71.2	76.9	78.5	63.9	53.6	51.0	43.8	47.7	53.7	67.4	67.5
	64.2	59.8	64.6	65.9	53.6	45.0	42.8	36.7	40.1	45.1	56.6	56.7

G u i n e a :

Mali:	0.6	0.2	5	22	98	242	350	503	360	178	17	1
	159.7	176.2	194.2	169.3	154.9	67.9	31.9	22.1	36.1	64.2	114.3	161.1
	119.8	132.1	145.6	127.0	116.1	50.9	23.9	16.6	27.1	48.1	85.7	120.8
	111.8	123.3	135.9	118.5	108.4	47.5	22.3	15.5	25.3	44.9	80.0	112.8
Boké:	0.3	0.2	0.5	15	102	313	544	836	512	408	88	7
	151.0	164.7	177.7	173.1	140.4	85.9	51.8	39.9	51.9	65.3	95.8	125.0
	113.3	123.5	133.3	129.8	105.3	64.4	38.9	29.9	39.0	49.0	71.9	93.8
	105.7	115.3	124.4	121.2	98.3	60.1	36.3	27.9	27.3	45.7	67.1	87.5
Kouroussa:	2	6	20	63	120	207	265	335	342	153	25	4
	193.4	225.6	235.4	215.2	174.7	110.8	92.1	83.6	93.3	111.3	153.0	167.8
	145.1	169.2	176.5	161.4	131.0	83.1	69.1	62.7	70.0	83.5	114.7	125.8
	133.4	155.7	162.4	148.5	120.5	76.5	63.5	57.7	64.4	76.8	105.6	115.8
Mamou:	6	8	41	101	176	230	300	437	375	238	59	10
	176.2	197.3	177.8	150.7	104.2	72.5	50.8	34.9	55.6	75.3	113.9	160.1
	132.1	148.0	133.4	113.0	78.2	54.4	38.1	26.2	41.7	56.5	85.4	120.1
	123.3	138.1	124.5	105.5	72.9	50.8	35.6	24.4	38.9	52.7	79.7	112.1
Conakry:	1	2	4	17	158	555	1319	1100	718	334	121	12
	117.5	118.6	138.4	141.3	123.7	94.8	60.2	48.9	66.7	81.7	95.3	117.9
	88.2	88.9	103.8	106.0	92.8	71.1	45.1	36.6	50.0	61.3	71.5	88.4
	82.3	83.0	96.9	98.9	86.8	66.4	42.1	34.2	46.7	57.2	66.7	82.5

Beyla:	10	37	116	156	185	215	232	259	285	176	83	25
	161.6	159.0	152.2	139.4	145.4	124.7	121.6	104.0	120.6	115.7	128.1	124.9
	121.2	119.2	114.1	104.5	109.1	93.5	91.2	78.0	90.4	86.8	96.1	93.7
	113.1	111.3	106.5	97.6	101.8	87.3	83.1	72.8	84.4	81.0	89.7	87.4

K a m e r u n :

Maroua:	0	0	1	12	70	98	176	268	150	27	0.1	0
	224.9	255.7	300.4	302.7	237.9	177.7	124.2	106.8	120.4	204.9	253.6	224.5
	168.7	191.8	225.3	227.1	178.5	133.3	93.2	80.1	90.3	153.7	190.2	168.4
	125.9	143.2	168.2	169.5	133.2	99.5	69.6	59.8	67.4	114.7	142.0	125.7

N'Gaoundere:	5	1	43	143	201	236	277	275	238	153	10	3
	180.4	192.6	172.4	148.0	98.6	93.9	75.3	73.2	75.3	97.9	152.9	175.1
	135.3	144.4	129.3	111.0	73.9	70.4	56.5	54.9	56.5	73.4	114.7	131.3
	124.5	132.9	119.0	102.1	68.0	64.8	52.0	50.5	52.0	67.6	105.5	120.8

Kandjia:	1	73	104	163	201	206	323	364	393	274	40	2
	164.0	160.4	132.4	110.0	91.1	75.1	64.7	68.0	64.7	78.9	120.1	163.3
	123.0	120.3	99.3	82.5	68.3	56.3	48.5	51.0	48.5	59.1	90.0	122.5
	114.8	112.3	92.7	77.0	63.8	52.6	45.3	47.6	45.3	55.2	84.1	114.3

Douala:	52	86	198	222	223	510	722	722	530	415	155	67
	104.2	109.3	113.5	113.1	100.0	107.2	101.7	105.1	110.0	110.7	108.2	108.8
	78.1	82.0	85.1	84.8	75.0	80.4	76.3	78.8	82.5	83.0	81.1	81.6
	72.9	76.5	79.5	79.2	70.0	75.0	71.2	73.6	77.0	77.5	75.7	76.2

Batouri:	26	68	120	150	207	200	101	167	234	286	114	38
	101.0	98.4	99.1	95.1	81.9	64.4	58.1	59.6	68.9	72.0	93.9	107.7
	75.7	73.8	74.3	71.4	61.4	48.3	43.6	44.7	51.7	54.0	70.4	80.8
	70.7	68.9	69.4	66.6	57.3	45.1	40.7	41.7	36.2	37.8	65.7	75.4

Yaounde:	35	69	148	198	225	180	79	84	202	299	131	30
	98.8	99.2	95.1	90.6	78.1	73.1	69.4	65.6	66.3	72.9	86.1	102.3
	74.1	74.4	71.3	68.0	58.6	54.8	52.0	49.2	49.7	54.7	64.6	76.7
	69.2	69.4	66.6	63.4	54.7	51.2	48.6	45.9	46.4	51.0	60.3	71.6

Lomie:	37	63	112	166	191	140	78	134	261	241	125	49
	64.3	72.2	72.7	77.4	72.5	60.1	58.3	58.3	64.5	66.1	68.9	77.0
	48.2	54.1	54.5	58.1	54.4	45.0	43.8	43.8	48.4	49.6	51.7	57.7
	45.0	50.5	50.9	54.2	50.8	42.1	40.8	40.8	45.2	46.3	48.2	53.9

Kribi:	104	139	207	258	369	268	114	258	524	524	191	32
	72.1	76.9	78.6	77.0	66.8	63.5	64.6	55.5	47.6	43.5	59.0	76.6
	54.1	57.7	58.9	57.8	50.1	47.6	48.5	41.7	35.7	32.6	44.2	57.4
	50.5	53.8	55.0	53.9	46.8	44.5	45.2	38.9	33.3	30.5	41.3	53.6

Moloundou:	62	91	137	180	148	105	70	95	224	210	136	63
	97.1	106.6	111.2	111.6	106.1	88.2	84.0	87.7	92.6	88.2	97.0	101.4
	72.8	80.0	83.4	83.7	79.6	66.1	63.0	65.7	69.4	66.1	72.8	76.1
	66.0	72.5	75.6	75.9	72.1	60.0	57.1	59.6	63.0	60.0	66.0	69.0

K o n g o :

Brazzaville:	120	127	185	201	133	2	0	2	33	142	227	193
	122.5	123.1	123.7	124.0	110.0	98.2	108.5	130.6	151.3	141.4	114.1	109.8
	91.9	92.3	92.8	93.0	82.5	73.7	81.4	98.0	113.5	106.1	85.6	82.4
	80.9	81.2	81.6	81.8	72.6	64.8	71.6	86.2	99.9	93.3	75.3	72.5
Djambala:	181	181	274	252	217	18	12	42	132	301	247	260
	82.6	86.3	86.5	91.0	78.2	85.2	88.4	103.6	97.3	77.5	77.7	78.0
	61.9	64.7	64.8	68.3	58.7	63.9	66.3	77.7	73.0	58.1	58.3	58.5
	57.8	60.4	60.6	63.7	54.7	59.6	61.9	72.5	68.1	54.3	54.4	54.6
Loango:	137.2	170	163	203	99	0	0	0	10	104	168	168
	86.8	95.2	105.2	95.3	86.2	85.8	84.9	77.0	81.3	91.2	86.4	81.8
	65.1	71.4	78.9	71.5	64.6	64.3	63.7	57.7	61.0	68.4	64.8	61.4
	54.7	60.0	66.3	60.0	54.3	54.1	53.5	48.5	51.2	57.5	54.4	51.5
Ouessou:	55	100	171	112	159	135	64	137	203	239	166	81
	92.2	102.2	102.1	106.9	101.8	85.8	88.1	92.3	83.8	96.7	90.5	88.5
	69.2	76.7	76.6	80.1	76.3	64.3	66.0	69.2	62.8	72.5	67.9	66.3
	64.5	71.5	71.5	74.8	71.3	60.1	61.7	64.6	58.7	67.7	63.4	62.0
Souanke:	59	89	186	154	218	114	64	74	209	235	173	58
	63.9	70.1	76.6	84.7	76.7	65.5	54.5	57.8	66.8	70.1	71.8	71.6
	47.9	52.5	57.5	63.5	57.5	49.1	40.9	43.3	50.1	52.5	53.9	53.7
	44.7	49.1	53.6	59.3	53.7	45.9	38.2	40.5	46.8	49.1	50.3	50.1

K e n i a :

Lokituang:	5	20	41	196	41	15	56	8	10	18	18	30
	221.0	194.0	209.0	164.0	182.0	191.0	171.0	180.0	201.0	193.0	189.0	190.0
	165.7	145.5	156.7	123.0	136.5	143.2	128.2	135.0	150.7	144.7	141.7	142.5
	106.1	93.1	100.3	78.7	87.4	91.7	82.1	86.4	96.5	92.6	90.7	91.2
Moyale:	12	21	55	186	123	17	16	15	24	92	83	39
	200.0	209.0	183.0	118.0	92.0	100.0	111.0	123.0	125.0	124.0	136.0	158.0
	150.0	156.7	137.2	88.5	69.0	75.0	83.2	92.2	93.7	93.0	102.0	118.5
	110.0	114.9	100.6	64.9	50.6	55.0	61.0	67.6	68.7	68.2	74.8	86.9
Mandera:	1	4	25	78	24	2	0.5	0.5	2	41	27	8
	232.0	247.0	246.0	216.0	207.0	210.0	208.0	214.0	224.0	190.0	187.0	208.0
	174.0	185.2	184.5	162.0	155.2	157.5	156.0	160.5	168.0	142.5	140.2	156.0
	46.4	49.4	49.2	43.2	41.4	42.0	41.6	42.8	44.8	38.0	37.4	41.6
Lodwar:	6	6	21	41	24	8	13	8	3	6	8	8
	245.0	254.0	260.0	223.0	234.0	240.0	219.0	216.0	241.0	250.0	241.0	238.0
	183.7	190.5	195.0	167.2	175.5	180.0	164.2	162.0	180.7	187.5	180.7	178.5
	36.7	38.1	39.0	33.4	35.1	36.0	32.8	32.4	36.1	37.5	36.1	35.7
Marsabit:	25	13	57	192	121	11	13	26	13	83	116	72
	91.0	85.0	70.0	57.0	71.0	76.0	74.0	69.0	82.0	75.0	54.0	63.0
	68.2	63.7	52.5	42.7	53.2	57.0	55.5	51.7	61.5	56.2	40.5	47.2
	51.9	48.4	39.9	32.5	40.5	43.3	42.2	39.3	46.7	42.7	30.8	35.9

Wajir:	4	7	17	44	24	2	10	2	6	20	44	20
	196.0	205.0	205.0	180.0	171.0	170.0	153.0	162.0	169.0	177.0	161.0	159.0
	147.0	153.7	153.7	135.0	128.2	127.5	114.7	121.5	126.7	132.7	120.7	119.2
	39.2	41.0	41.0	36.0	34.2	34.0	30.6	32.4	33.8	35.4	32.2	31.8
Eldoret:	18	48	58	114	122	107	185	190	79	30	48	28
	144.0	148.0	144.0	137.0	115.0	107.0	87.0	94.0	116.0	134.0	133.0	135.0
	108.0	111.0	108.0	102.7	86.2	80.2	65.2	70.5	87.0	100.5	99.7	101.2
	86.4	88.8	86.4	82.2	69.0	64.2	52.2	56.4	69.6	80.4	79.8	81.0
Kisumu:	38	79	142	182	146	81	64	81	62	53	85	98
	211.0	210.0	196.0	178.0	165.0	164.0	164.0	173.0	188.0	208.0	208.0	205.0
	158.2	157.5	147.0	133.5	123.7	123.0	123.0	129.7	141.0	156.0	156.0	153.7
	130.8	130.2	121.5	110.4	102.3	101.7	101.7	107.3	116.6	129.0	129.0	127.1
Equater:	18	41	89	117	145	127	150	193	99	33	86	38
	126.0	132.0	127.0	112.0	104.0	97.0	77.0	80.0	109.0	115.0	102.0	107.0
	94.5	99.0	95.2	84.0	78.0	72.7	57.7	60.0	81.7	86.2	76.5	80.2
	79.4	83.2	80.0	70.6	65.5	61.1	48.5	50.4	68.7	72.4	64.3	67.4
Nanyuki:	19	24	49	99	107	67	78	72	50	68	89	41
	134.0	141.0	138.0	102.0	96.0	113.0	104.0	106.0	123.0	115.0	105.0	112.0
	100.5	105.7	103.5	76.5	72.0	84.7	78.0	79.5	92.2	86.2	78.7	84.0
	73.7	77.6	75.9	56.1	52.8	62.1	57.2	58.3	67.6	63.2	57.7	61.6
Garissa:	12	6	31	64	21	6	18	7	6	24	78	76
	207.0	205.0	217.0	212.0	206.0	188.0	186.0	186.0	196.0	207.0	199.0	188.0
	155.2	153.7	162.7	159.0	154.5	141.0	139.5	139.5	147.0	155.2	149.2	141.0
	82.8	82.0	86.8	84.8	82.4	75.2	74.4	74.4	78.4	82.8	79.6	75.2
Narok:	61	79	104	124	89	28	15	15	18	25	58	56
	95.0	134.0	124.0	108.0	94.0	90.0	89.0	97.0	115.0	132.0	120.0	122.0
	71.2	100.5	93.0	81.0	70.5	67.5	66.7	72.7	86.2	99.0	90.0	91.5
	52.2	73.7	68.2	59.4	51.7	49.5	48.9	53.3	63.2	72.6	66.0	67.1
Nairobi:	41	57	117	207	144	60	17	25	29	54	119	74
	137.0	142.0	132.0	115.0	106.0	100.0	107.0	113.0	130.0	132.0	117.0	119.0
	102.7	106.5	99.0	86.2	79.5	75.0	80.2	84.7	97.5	99.0	87.7	89.2
	82.2	85.2	79.2	69.0	63.6	60.0	64.2	67.8	78.0	79.2	70.2	71.4
Kitwe:	55	24	129	234	53	5	4	5	6	87	307	146
	155.0	168.0	144.0	123.0	108.0	100.0	103.0	108.0	132.0	145.0	124.0	130.0
	116.2	126.0	108.0	92.2	81.0	75.0	77.2	81.0	99.0	108.7	93.0	97.5
	93.0	100.8	86.4	73.8	64.8	60.0	61.8	64.8	79.2	87.0	74.4	78.0
Makindu:	43	30	86	122	28	3	2	2	2	28	173	119
	153.0	178.0	171.0	152.0	139.0	139.0	136.0	143.0	165.0	176.0	150.0	129.0
	114.7	133.5	128.2	114.0	104.2	104.2	102.0	107.2	123.7	132.0	112.5	96.7
	76.5	89.0	85.5	76.0	69.5	69.5	68.0	71.5	82.5	88.0	75.0	64.5

Lamu:	5	3	20	124	361	170	69	41	30	41	33	28
	110.0	112.0	119.0	114.0	93.0	112.0	111.0	111.0	118.0	112.0	115.0	115.0
	82.5	84.0	89.2	85.5	69.7	84.0	83.2	83.2	88.5	84.0	86.2	86.2
	66.0	67.2	71.4	68.4	55.8	67.2	66.6	66.6	70.8	67.2	69.0	69.0
Malindi:	10	8	30	150	340	163	95	51	43	64	48	23
	136.0	138.0	145.0	131.0	101.0	100.0	95.0	107.0	124.0	132.0	138.0	136.0
	102.0	103.5	108.7	98.2	75.7	75.0	71.2	80.2	93.0	99.0	103.5	102.0
	81.6	82.8	87.0	78.6	60.6	60.0	57.0	64.2	74.4	79.2	82.8	81.6
Woi:	33	30	76	97	33	8	3	8	13	23	97	130
	184.0	200.0	194.0	175.0	161.0	164.0	157.0	155.0	161.0	183.0	176.0	170.0
	138.0	150.0	145.5	131.2	120.7	123.0	117.7	116.2	120.7	137.2	132.0	127.5
	88.3	96.0	93.1	84.0	77.3	78.7	75.4	74.4	77.3	87.8	84.5	81.6

K o n g o :

Bambesa:	30	80	136	205	195	157	188	198	206	214	135	37
	124.9	122.5	111.2	98.5	93.7	80.7	80.4	80.4	89.2	90.0	98.3	105.5
	93.7	91.9	83.4	73.9	70.3	60.6	60.3	60.3	66.9	67.5	73.7	79.1
	87.4	85.8	77.8	69.0	65.6	56.5	56.3	56.3	62.4	63.0	68.8	73.9
Isiro:	18	61	132	216	226	231	208	201	160	213	213	79
	111.2	117.7	103.7	90.9	90.8	98.1	89.4	85.4	82.2	82.3	90.2	98.4
	83.4	88.3	77.8	68.2	68.1	73.6	67.1	64.0	61.6	61.7	67.6	73.8
	77.8	82.4	72.6	63.6	63.6	68.7	62.6	59.8	57.5	57.6	63.1	68.9
Nioka:	25	62	100	136	120	101	124	168	177	123	88	51
	137.1	136.6	127.2	101.0	87.4	81.9	74.7	71.9	76.0	83.2	104.3	129.2
	102.9	102.5	95.4	75.7	65.5	61.4	56.0	54.0	57.0	62.4	78.2	96.9
	87.7	87.4	81.4	64.6	55.9	52.4	47.8	46.0	48.5	53.2	66.8	82.7
Borumbu:	72	87	145	185	158	141	175	166	180	210	192	105
	52.7	52.8	58.0	47.4	46.3	45.1	34.3	44.7	45.2	40.0	39.8	34.4
	39.5	39.6	43.5	35.5	34.7	33.8	25.8	33.6	33.9	30.0	29.8	25.8
	36.9	37.0	40.6	33.2	32.4	31.6	24.0	31.3	31.6	28.0	27.9	24.1
Kinshassa:	129	139	180	211	136	5	1	3	31	136	224	164
	92.3	92.7	96.8	96.9	87.9	82.8	86.0	109.0	120.9	110.7	92.5	87.4
	69.3	69.6	72.6	72.7	66.0	62.1	64.5	81.7	90.7	83.0	69.4	65.6
	60.0	60.3	62.9	63.0	57.1	53.8	55.9	70.9	78.6	72.0	60.1	56.8
Ilebo:	152	163	211	180	74	13	20	48	170	178	249	218
	92.9	97.7	115.8	78.9	102.1	124.8	105.1	122.3	110.7	110.7	104.4	84.8
	69.7	73.3	86.9	59.2	76.6	93.6	78.8	91.7	83.0	83.0	78.3	63.6
	65.0	68.4	81.1	55.2	71.5	87.4	73.6	85.6	77.5	77.5	73.1	59.4
Kananga:	131	138	210	203	99	15	18	53	125	149	235	218
	92.0	94.0	99.1	98.8	119.7	151.0	113.0	102.4	94.5	102.9	94.0	88.1
	69.0	70.5	74.3	74.1	89.8	113.3	84.7	76.8	70.9	77.2	70.5	66.0
	64.4	65.8	69.4	69.2	83.8	105.7	79.1	71.7	66.2	72.0	65.8	61.7

Kalémié:	115	109	152	204	85	7	2	7	24	65	180	163
	78.2	94.6	81.8	72.7	78.0	90.1	103.7	116.3	110.7	108.0	88.2	78.0
	58.7	71.0	61.3	54.5	58.5	67.6	77.8	87.2	83.0	81.0	66.2	58.5
	48.5	58.7	50.7	45.1	48.4	55.9	64.3	72.1	68.6	67.0	54.7	48.4
Banana:	93	113	123	109	68	2	0	0.7	6	38	117	77
	95.4	97.4	99.6	97.4	90.0	89.6	88.1	84.3	91.9	94.7	103.9	90.1
	71.6	73.1	74.7	73.1	67.5	67.2	66.1	63.2	69.0	71.0	77.9	67.6
	52.5	53.6	54.8	53.6	49.5	49.3	48.5	46.4	50.5	53.2	57.1	49.6
Lusaka:	135	104	130	74	28	5	5	5	10	46	112	150
	54.2	45.2	36.0	47.7	59.5	60.2	74.3	115.2	122.7	101.1	83.4	34.3
	40.7	33.9	27.0	35.8	44.6	45.1	55.7	86.4	92.0	75.8	62.5	25.7
	30.4	25.3	20.2	26.7	33.3	33.7	41.6	64.5	68.7	56.6	46.7	19.2
Manono:	137	145	244	157	13	0	0	13	36	102	157	196
	102.8	99.0	105.8	112.5	155.8	175.7	196.8	207.0	189.2	138.0	107.0	98.5
	77.1	74.2	79.4	84.4	116.8	131.8	147.6	155.3	141.9	103.5	80.3	73.9
	64.8	62.4	66.7	70.9	98.2	110.7	124.0	130.4	119.2	86.9	67.4	62.1

L i b e r i a :

Monrovia:	30	56	96	216	509	973	996	373	744	772	236	130
	72.2	81.6	85.6	80.2	86.3	72.8	69.5	72.5	58.4	63.8	76.8	77.1
	54.2	61.2	64.2	60.2	64.7	54.6	52.1	54.4	43.8	47.8	57.6	57.9
	50.5	57.1	59.9	56.1	60.4	51.0	48.7	50.8	40.9	44.7	53.8	54.0

L i b y e n :

Tripoli:	81	46	28	10	5	3	2	2	10	41	66	94
	71.8	74.4	93.6	113.3	127.9	139.9	163.8	139.2	151.3	140.4	113.9	87.0
	53.8	55.8	70.2	85.0	95.9	104.2	122.8	104.4	113.5	105.3	85.4	65.2
	35.9	37.2	46.8	56.7	64.0	70.0	81.9	69.6	75.7	70.2	57.0	43.5
Shahhat:	156	74	59	17	15	1	0.2	0.8	9	42	73	152
	43.8	50.5	63.0	99.0	132.9	171.7	153.5	144.1	133.1	110.6	78.7	52.0
	32.9	37.8	47.2	74.3	99.7	128.8	115.2	108.0	99.8	83.0	59.0	39.0
	26.7	30.8	38.4	60.4	81.1	104.7	93.6	87.9	81.2	67.5	48.0	31.7
Darnah:	64	46	25	10	8	2	2	2	2	20	43	66
	69.7	72.8	79.6	92.3	98.6	118.6	121.0	129.4	122.4	119.1	97.2	75.0
	52.3	54.6	59.7	69.2	74.0	89.0	90.7	97.1	91.8	89.4	72.9	56.3
	27.9	29.1	31.8	36.9	39.4	47.4	48.4	51.8	49.0	47.6	38.9	30.0
El Azizia:	48	30	23	8	8	2	2	2	5	15	25	61
	71.3	83.6	109.9	146.8	184.3	228.2	243.7	239.6	221.9	182.3	125.5	80.6
	53.5	62.7	82.4	110.1	138.2	171.1	182.8	179.7	166.4	136.8	94.1	60.5
	29.9	35.1	46.2	61.7	77.4	95.8	102.4	100.6	93.2	76.6	52.7	33.9
Misurata:	67	34	11	5	4	2	0	1	11	32	43	46
	51.1	57.1	75.2	87.7	103.5	115.7	128.1	138.2	119.5	113.3	85.0	60.6
	38.3	42.8	56.4	65.8	77.6	86.8	96.1	103.6	89.7	85.0	63.7	45.5
	22.0	24.6	32.3	37.7	44.5	37.3	55.1	59.4	51.4	36.6	36.6	26.1

El Mekili:	13	8	3	3	3	2	0	0	2	5	5	15
	63.6	81.1	104.4	147.4	189.4	229.8	232.1	226.9	190.0	156.7	100.3	73.7
	47.7	60.8	78.3	110.6	142.1	172.4	174.1	170.2	142.5	117.5	75.2	55.2
	10.2	13.0	16.7	23.6	30.3	36.8	37.1	36.3	30.4	25.1	16.0	11.8
Bengasi-Benina:	68	42	19	4	2	0.3	0.1	0	3	18	46	64
	69.5	80.3	102.1	132.9	165.3	177.9	173.1	170.6	170.3	162.2	112.5	84.5
	52.2	60.2	76.6	99.7	124.0	133.4	129.8	128.0	127.7	121.7	84.4	63.4
	29.9	34.5	43.9	57.1	71.1	76.5	74.4	73.4	73.2	69.7	48.4	36.3
Tubrug:	41	25	10	5	2	0	0	0	2	8	20	38
	81.7	74.9	91.9	119.6	117.2	125.4	132.6	149.7	160.8	145.2	120.1	101.0
	61.3	56.2	68.9	89.7	87.9	94.1	99.5	112.3	120.6	108.9	90.1	75.7
	27.8	25.5	31.2	40.7	39.8	42.6	45.1	50.9	54.7	49.4	40.8	12.9
Nalut:	20	25	23	13	5	3	2	2	3	10	15	18
	53.9	68.9	105.5	128.1	167.1	214.4	238.8	227.5	192.7	148.8	105.3	60.9
	40.4	51.6	79.2	96.1	125.3	160.8	179.1	170.6	144.5	111.6	79.0	45.7
	16.7	21.4	32.7	39.7	51.8	66.5	74.0	70.5	59.7	46.1	32.6	18.9
Al'Adhem:	20	10	15	2	5	2	2	2	2	10	28	13
	66.5	79.8	93.8	120.7	140.6	156.4	150.3	150.3	141.8	123.6	94.4	69.0
	49.9	59.8	70.4	90.5	105.5	117.3	112.7	112.7	106.3	92.7	70.8	51.7
	14.6	17.6	20.6	26.6	30.9	34.4	33.1	33.1	31.2	27.2	20.8	15.2
B. Walid:	10	5	10	2	3	2	3	0	5	10	8	8
	68.1	79.9	98.4	148.0	184.7	234.7	251.0	245.8	213.3	164.7	106.1	81.5
	51.1	59.9	73.8	111.0	138.5	176.0	188.3	184.4	160.0	123.5	79.6	61.2
	10.9	12.8	15.7	23.7	29.6	37.6	40.2	39.3	34.1	26.4	17.0	13.0
Mizda:	8	5	10	2	5	2	0	2	8	2	10	5
	66.6	80.9	112.2	155.6	190.3	233.9	249.6	242.2	214.3	162.4	123.3	79.6
	50.0	60.7	84.1	116.7	142.7	175.4	187.2	181.6	160.8	121.8	92.5	59.7
	10.7	12.9	18.0	24.9	30.4	37.4	39.9	38.8	34.3	26.0	19.7	12.7
Surte:	47	28	14	1	2	0.5	0	0	8	19	30	38
	69.4	78.4	91.8	99.4	106.6	107.9	111.5	115.9	118.2	125.2	98.7	81.2
	52.1	58.8	68.9	74.5	80.0	80.9	83.6	86.9	88.6	93.9	74.0	60.9
	25.7	29.0	34.0	36.8	39.4	39.9	41.3	42.9	43.7	46.3	36.5	30.0
Agedabia:	49	28	5	2	0.1	0.1	0	0.5	1	6	17	40
	59.9	71.9	99.4	140.7	173.0	182.9	153.1	175.5	152.1	135.8	103.0	74.3
	44.9	54.0	74.6	105.5	129.7	137.2	114.8	131.6	114.1	101.9	77.3	55.7
	20.4	24.4	33.8	47.8	58.8	62.2	52.1	59.7	51.7	46.2	35.0	25.3
G.es. Shergia:	2	8	5	3	5	0	0	2	3	3	5	3
	73.5	87.4	121.8	170.1	192.9	231.2	241.1	229.4	209.4	164.2	114.2	77.8
	55.1	65.5	91.3	127.6	144.7	173.4	180.9	172.0	157.1	123.1	85.7	58.4
	11.0	13.1	18.3	25.5	28.9	34.7	36.2	34.4	31.4	24.6	17.1	11.7

El Agheila:	32	16	2	3	0.8	0.1	0	0	2	6	14	29
	70.8	82.6	100.3	111.4	141.2	151.9	142.8	153.6	160.6	157.7	121.2	86.7
	53.1	62.0	75.2	83.6	105.9	113.9	107.1	115.2	120.4	118.3	90.9	65.0
	15.6	18.2	22.1	24.5	31.1	33.4	31.4	33.8	35.3	34.7	26.7	19.1
Ghudamis:	5	2	5	2	2	2	0	0	2	2	5	2
	70.7	92.5	124.8	174.7	229.3	272.7	294.1	273.1	239.2	176.8	124.1	80.5
	53.0	69.4	93.6	131.0	172.0	204.5	220.6	204.8	179.4	132.6	93.1	60.3
	10.6	13.9	18.7	26.2	34.4	40.9	44.1	41.0	35.9	26.5	18.6	12.1
Al Jaghbub	4	0.2	0.7	0.1	0.3	0	0	0	0	0.2	0	4
	86.7	95.2	129.2	165.8	217.5	240.9	241.5	229.4	209.3	167.7	119.6	88.2
	65.0	71.4	96.9	124.4	163.1	180.7	181.1	172.1	157.0	125.8	89.7	66.1
	13.0	14.3	19.4	24.9	32.6	36.1	36.2	34.4	31.4	25.2	17.9	13.2
Marada:	0.5	0.1	0.5	0	0	0	0	0	0	1	0.3	3
	84.1	103.7	121.4	170.1	208.8	241.1	231.6	237.7	223.1	203.5	138.1	94.2
	63.1	77.8	91.1	127.6	156.6	180.9	173.7	178.3	167.3	152.6	103.6	70.6
	12.6	15.6	18.2	25.5	31.3	36.2	34.7	35.7	33.5	30.5	20.7	14.1
Aujila:	5	3	2	0	3	2	0	0	0	0	2	2
	86.3	109.3	135.8	122.0	228.4	247.4	244.3	239.8	221.0	197.1	133.2	95.8
	64.8	82.0	101.8	91.5	171.3	185.6	183.2	179.9	165.8	147.9	99.9	71.9
	12.9	16.4	20.4	18.3	34.3	37.1	36.6	36.0	33.2	29.6	20.0	14.4
Hun:	2	5	2	5	5	2	2	2	2	5	2	2
	73.1	87.9	107.1	148.0	179.1	226.9	224.0	211.0	201.9	160.4	113.9	82.4
	54.8	65.9	80.3	111.0	134.3	170.1	168.0	158.3	151.4	120.3	85.4	61.8
	11.0	13.2	16.1	22.2	26.9	34.0	33.6	31.7	30.3	24.1	17.1	12.4
Zillah:	2	3	2	2	2	0	0	2	2	2	0	2
	68.9	93.4	132.4	178.8	219.9	260.0	250.6	244.3	228.2	201.1	137.3	87.6
	51.7	70.0	99.3	134.1	164.9	195.0	188.0	183.2	171.2	150.8	102.9	65.7
	10.3	14.0	19.9	26.8	33.0	39.0	37.6	36.6	34.2	30.2	20.6	13.1
Sebha:	7	1	1	1	1	0.7	0	0	0	1	3	0.8
	79.5	106.9	141.9	196.0	242.1	268.4	284.6	271.3	241.4	202.8	137.6	89.7
	59.7	80.2	106.4	147.0	181.6	201.3	213.5	203.5	181.0	152.1	103.2	67.2
	11.9	16.0	21.3	29.4	36.3	40.3	42.7	40.7	36.2	30.4	20.6	13.5
Murzuch:	2	0	0.5	0	1	0	0	0	0	0.8	0.9	6
	78.9	111.0	135.0	193.7	243.6	285.3	279.5	271.7	249.8	187.8	123.4	77.0
	59.2	83.2	101.3	145.3	182.7	214.0	209.6	203.7	187.4	140.9	92.5	57.8
	11.8	16.7	20.3	29.1	36.5	42.8	41.9	40.8	37.5	28.2	18.5	11.6
Gat:	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0.2	0.3	2
	110.3	140.0	171.7	214.6	247.9	278.2	282.4	280.3	267.5	231.7	178.0	127.5
	82.7	105.0	128.8	160.9	185.9	208.7	211.8	210.3	200.6	173.8	133.5	95.6
	16.5	21.0	25.8	32.2	37.2	41.7	42.4	42.0	40.1	34.8	26.7	19.1

Kufra:	2	0.5	0	0	4	0.2	0	0	0	0	0	2
	94.3	117.5	154.7	196.5	241.2	261.8	267.1	275.3	244.0	205.8	147.2	100.3
	70.7	88.1	116.0	147.4	180.9	196.4	200.4	206.4	183.0	154.4	110.4	75.2
	14.1	17.6	23.2	29.5	36.2	39.3	40.1	41.3	36.6	30.9	22.1	15.0

Malawi:

Karonga:	180	178	274	157	43	18	2	2	0	8	8	119
	135.7	119.3	115.3	118.4	129.5	129.9	135.9	145.5	167.6	208.2	214.9	171.7
	101.8	89.5	86.5	88.8	97.1	97.4	101.9	109.1	125.7	156.1	161.2	128.8
	81.4	71.6	69.2	71.0	77.7	77.9	81.5	87.3	100.6	124.9	128.9	102.8

Mzimba:	206	226	150	35	9	5	3	3	3	13	66	160
	107.6	100.8	110.8	125.1	126.8	109.9	112.0	128.8	157.4	184.0	176.6	137.5
	80.7	75.6	83.1	93.9	95.1	82.4	84.0	96.6	118.0	138.0	132.5	103.1
	62.4	58.5	64.3	72.6	73.5	63.7	65.0	74.7	91.3	106.7	102.4	79.8

Kota Kota:	298	336	528	57	14	8	5	6	4	22	54	267
	116.3	114.3	122.1	137.2	137.5	129.9	136.1	148.2	173.8	208.9	207.1	158.0
	87.2	85.7	91.6	102.9	103.1	97.4	102.1	111.2	130.3	156.6	155.3	118.5
	81.4	80.0	85.5	96.0	96.3	90.9	95.3	103.7	121.7	146.2	145.0	110.6

Lilongwe:	241	253	144	34	9	5	3	3	3	13	62	144
	106.1	92.9	108.5	124.6	117.2	109.1	111.2	130.6	164.3	188.2	173.4	137.4
	79.5	69.7	81.4	93.5	87.9	81.8	83.4	98.0	123.2	141.2	130.0	103.1
	61.5	53.9	62.9	72.3	68.0	63.3	64.5	75.7	95.3	109.2	100.6	79.7

Zomba:	297	272	242	85	22	12	7	8	7	32	116	279
	60.9	95.7	93.5	104.7	104.2	95.5	99.0	114.7	153.8	179.0	161.6	116.9
	45.7	71.8	70.1	78.6	78.1	71.6	74.2	86.0	115.3	134.2	121.2	87.7
	40.2	63.2	61.7	69.1	68.8	63.0	65.3	75.7	101.5	118.1	106.7	77.2

Nsanje:	170	147	74	43	25	13	13	13	5	18	127	168
	150.6	137.7	139.7	140.3	123.1	107.5	111.2	149.2	185.6	227.3	200.6	159.1
	112.9	103.3	104.8	105.2	92.3	80.7	83.4	111.9	139.2	170.5	150.5	119.3
	85.8	78.5	79.6	80.0	70.2	61.3	63.4	85.0	105.8	129.6	114.3	90.7

Malawi:

Tessalit:	0.4	0.1	0.7	0.2	1	8	13	30	21	0.6	0.1	0.1
	157.7	182.6	215.4	262.1	295.3	327.0	342.4	301.2	300.9	269.3	213.5	166.3
	118.3	137.0	161.5	196.6	221.5	245.0	256.8	225.9	225.7	202.0	160.2	124.7
	14.2	16.4	19.4	23.6	26.6	29.4	30.8	27.1	27.1	24.2	19.2	15.0

Araouane:	2	2	0	0	0	5	5	13	15	2	2	2
	148.8	176.0	223.4	272.9	303.4	342.6	324.9	308.8	309.8	266.5	203.2	154.5
	111.6	132.0	167.6	204.7	227.6	257.0	243.7	231.6	232.3	199.9	152.4	115.8
	13.4	15.8	20.1	24.6	27.3	30.8	29.2	27.8	27.9	24.0	18.3	13.9

Kidal:	0.2	0.4	0.1	1	8	8	32	59	22	2	0.1	0.1
	161.4	194.8	228.0	273.9	302.4	314.1	286.7	242.6	267.4	268.8	233.4	174.1
	121.1	146.1	171.0	205.4	226.8	235.6	215.0	181.9	200.5	201.6	175.0	130.5
	17.8	21.4	25.1	30.1	33.3	34.6	31.5	26.7	29.4	29.6	25.7	19.2

Tombouctou:	0.2	0.1	0.5	0.9	4	21	66	78	34	3	0	0.1
	173.3	195.2	238.2	275.7	311.8	301.0	233.4	175.7	221.1	272.1	233.4	183.1
	130.0	146.4	178.7	206.8	233.8	225.7	175.1	131.7	165.8	204.1	175.0	137.4
	39.9	44.9	54.8	63.4	71.7	69.2	53.7	40.4	50.9	62.6	53.7	42.1
Gao:	0.9	0	0.8	1	6	24	70	126	38	4	0.3	0.1
	184.3	212.9	251.6	287.8	322.8	310.2	248.8	183.9	226.1	280.5	245.7	195.5
	138.2	159.7	188.7	215.8	242.1	232.6	186.6	137.9	169.6	210.4	184.3	146.6
	59.0	68.1	80.5	92.1	103.3	99.3	79.6	58.8	72.4	89.8	78.6	62.6
Ménaka:	0.2	0.1	0.9	0.3	7	20	61	114	43	4	0.1	0
	195.8	214.9	262.1	292.4	326.5	303.2	243.6	175.4	213.7	265.7	245.0	196.0
	146.8	161.2	196.6	219.3	244.9	227.4	182.7	131.6	160.3	199.3	183.8	147.0
	56.8	62.3	76.0	84.8	94.7	87.9	70.6	50.9	62.0	77.1	71.1	56.8
Hombori:	0	0.2	0.2	2	9	38	112	168	68	12	0.3	0.1
	211.5	231.2	263.4	296.1	326.6	283.1	222.6	149.2	200.5	278.5	255.7	213.6
	158.6	173.4	197.6	222.1	245.0	212.3	166.9	111.9	150.4	208.9	191.8	160.2
	95.2	104.0	118.5	133.2	147.0	127.4	100.2	67.1	90.2	125.3	115.1	96.1
Niéro du Sahel:	0.3	0.7	0.2	6	22	75	185	247	140	28	2	1
	186.5	218.0	256.1	297.9	321.4	258.3	156.1	106.0	131.8	209.9	230.0	186.6
	139.9	163.5	192.1	223.4	241.0	193.8	117.1	79.5	98.9	157.4	172.5	139.9
	100.7	117.7	138.3	160.9	173.6	139.5	84.3	57.2	71.2	113.3	124.2	100.8
Nara:	1	0	0.2	4	16	39	143	195	87	20	1	1
	188.0	211.3	243.4	273.4	299.7	236.9	155.2	132.0	148.9	217.9	232.2	189.4
	141.0	158.5	182.6	205.1	224.7	177.7	116.4	99.0	111.7	163.4	174.1	142.1
	90.2	101.4	116.8	131.2	143.9	113.7	74.5	63.4	71.5	104.6	111.5	90.9
Mopti:	0.4	0.1	0.4	5	24	57	147	195	94	17	0.5	0.2
	187.5	213.3	254.6	286.9	287.2	224.1	150.2	107.0	121.9	175.7	219.2	187.3
	140.6	159.9	191.0	215.2	215.4	168.1	112.7	80.3	91.4	131.8	164.4	140.5
	91.9	104.5	124.8	140.6	140.7	109.8	73.6	52.4	59.7	86.1	107.4	91.8
Kayes:	0.6	0.6	0.1	2	23	95	171	244	161	46	4	0.3
	212.7	239.8	276.9	307.4	319.7	223.5	130.1	99.6	102.8	159.7	234.3	217.2
	159.5	179.9	207.7	230.6	239.8	167.6	97.6	74.7	77.1	119.8	175.8	162.9
	117.0	131.9	152.3	169.1	175.8	122.9	71.6	54.8	56.5	87.8	128.9	119.5
Ségou:	0	0.4	2	14	25	85	190	238	123	25	3	1
	199.6	231.5	266.8	288.0	278.1	209.4	118.7	90.1	111.8	167.0	216.5	197.2
	149.7	173.6	200.1	216.0	208.6	157.1	89.0	67.6	83.8	125.3	162.3	147.9
	107.8	125.0	144.1	155.5	150.2	113.1	64.1	48.7	60.4	90.2	116.9	106.5
Bamako:	1	1	3	15	59	144	222	295	195	55	10	0
	214.6	234.3	276.6	270.9	251.2	197.6	107.0	88.2	107.2	203.4	206.6	181.4
	161.0	175.7	207.4	203.2	188.4	148.2	80.3	66.1	80.4	152.5	154.9	136.0
	128.8	140.6	166.0	162.5	150.7	118.6	64.2	52.9	64.3	122.0	124.0	108.8

Kautiala:	0.3	1	5	32	60	141	218	274	180	62	8	1
	181.9	217.3	255.5	259.0	225.7	156.8	115.6	88.3	106.4	148.3	184.8	178.7
	136.4	163.0	191.6	194.3	169.3	117.6	86.7	66.2	79.8	111.2	138.6	134.0
	109.1	130.4	153.3	155.4	135.4	94.1	69.4	53.0	63.8	89.0	110.9	107.2
Bougouni:	0.6	2	10	34	98	162	280	363	256	92	17	1
	213.0	232.0	252.1	236.2	180.9	121.2	79.3	74.7	97.0	115.9	173.4	201.1
	159.8	174.0	189.1	177.2	135.7	90.9	59.5	56.0	72.7	86.9	130.1	150.8
	138.5	151.0	163.9	153.5	117.6	78.8	51.5	48.6	63.1	75.3	112.7	130.7

M a r o c k o :

Fez:	66	64	69	64	33	13	3	3	15	51	76	81
	41.0	48.4	66.0	77.3	105.0	152.3	191.6	200.2	162.4	114.5	72.7	49.5
	30.8	36.3	49.5	58.0	78.8	114.2	143.7	150.1	121.8	85.9	54.6	37.2
	24.2	28.6	38.9	45.6	62.0	89.9	113.0	118.1	95.8	67.6	42.9	29.2
Rabat:	66	64	66	43	28	8	2	2	10	48	84	86
	45.1	51.4	62.3	72.5	80.9	98.5	107.2	103.4	94.7	84.4	65.1	56.0
	33.8	38.5	46.7	54.4	60.7	73.8	80.4	77.6	71.0	63.3	48.9	42.0
	25.7	29.3	35.5	41.3	46.1	56.1	61.1	58.9	54.0	48.1	37.1	31.9
Casablanca:	53	48	56	36	23	5	0	2	8	38	66	71
	46.2	50.7	57.5	64.1	72.4	88.2	98.8	81.3	76.7	79.8	64.6	52.6
	34.6	38.0	43.1	48.1	54.3	66.2	74.1	61.0	57.6	59.8	48.5	39.4
	23.6	25.9	29.3	32.7	36.9	45.0	50.4	41.5	39.1	40.7	32.9	36.2
Ifrane:	112	127	124	117	84	38	8	10	41	137	152	163
	25.3	33.0	39.7	57.6	68.9	115.4	177.4	171.3	118.9	69.1	42.2	25.1
	19.0	24.7	29.8	43.2	51.7	86.5	133.1	128.5	89.2	51.9	31.7	18.9
	17.7	23.1	27.8	40.3	48.2	80.8	124.2	119.9	83.2	48.4	29.5	17.6
Midelt:	10	20	23	33	25	13	8	8	23	23	23	20
	46.1	55.7	70.7	88.5	114.9	162.1	214.8	213.5	150.9	104.9	70.1	54.2
	34.6	41.8	53.0	66.4	86.2	121.5	161.1	160.1	113.2	78.7	52.6	40.6
	18.4	22.3	28.3	35.4	46.0	64.8	85.9	85.4	60.4	42.0	28.0	21.7
Marrakech:	36	37	57	24	25	19	1	7	3	22	55	40
	51.3	64.0	84.1	107.0	138.7	174.1	224.1	224.5	181.5	136.5	94.5	63.0
	38.5	48.0	63.1	80.3	104.0	130.5	168.1	168.4	136.1	102.4	70.9	47.3
	24.1	30.1	39.5	50.3	65.2	81.8	105.3	105.5	85.3	64.2	44.4	29.6
Quarzazate:	8	5	13	5	3	3	3	5	15	15	15	13
	73.3	93.0	120.0	155.6	189.4	240.6	272.4	272.5	218.7	155.5	97.2	64.2
	55.0	69.8	90.0	116.7	142.1	180.5	204.3	204.4	164.0	116.7	72.9	48.2
	17.6	22.3	28.8	37.3	45.5	57.7	65.4	65.4	52.5	37.3	23.3	15.4
Agadir:	43	28	25	18	3	2	2	2	5	23	36	43
	58.3	62.3	79.8	85.5	85.9	82.7	87.8	78.6	77.2	90.5	90.6	74.5
	43.7	46.7	59.9	64.1	64.5	62.0	65.8	58.9	57.9	67.8	67.9	55.9
	23.3	24.9	31.9	34.2	34.4	33.1	35.1	31.4	30.9	36.2	36.2	29.8

M a u r e t a n i e n :

Fdérík:	0.8	2	3	0.6	4	1	2	10	16	14	10	0.4
	137.9	150.6	179.6	200.6	229.9	269.7	298.2	308.6	281.4	235.3	198.9	145.1
	103.4	112.9	134.7	150.5	172.4	202.3	223.6	231.4	211.1	176.5	149.2	108.8
	12.4	13.6	16.2	18.1	20.7	24.3	26.8	27.8	25.3	21.2	17.9	13.1
Nouadhibou:	2	4	3	0.6	0.2	0.7	0.6	6	8	8	5	4
	131.7	134.3	123.7	111.7	118.2	133.3	106.5	116.5	149.0	147.5	154.5	129.7
	98.8	100.7	92.7	83.7	88.7	100.0	79.8	87.4	111.7	110.6	115.9	97.3
	10.5	10.7	9.9	8.9	9.5	10.7	8.5	9.3	11.9	11.8	12.4	10.4
Atar:	2	2	2	2	2	7	7	38	36	7	9	4
	152.4	171.3	198.9	237.7	270.9	313.0	313.7	289.5	281.9	255.4	206.8	162.5
	114.3	128.5	149.2	178.2	203.2	234.7	235.3	217.1	211.4	191.5	155.1	121.9
	16.8	18.8	21.9	26.1	29.8	34.4	34.5	31.8	31.0	28.1	22.7	17.9
Akjoujt:	0.9	1	1	0.2	0.8	3	7	43	28	7	8	2
	151.0	176.2	208.4	232.6	271.7	318.8	258.5	229.2	264.4	257.2	207.7	147.9
	113.3	132.1	156.3	174.5	203.7	239.1	193.9	171.9	198.3	192.9	155.8	110.9
	15.1	17.6	20.8	23.3	27.2	31.9	25.9	22.9	26.4	25.7	20.8	14.8
Tidjikja:	2	4	2	0.4	4	10	22	55	33	9	6	0.7
	153.5	175.0	209.8	245.1	291.3	325.5	277.1	225.7	245.4	253.6	212.1	159.9
	115.1	131.2	157.3	183.8	218.4	244.1	207.8	169.3	184.0	190.2	159.1	119.9
	20.0	22.8	27.3	31.9	37.9	42.3	36.0	29.3	31.9	33.0	27.6	20.8
Nouakchott:	0.3	2	0.9	0.6	0.9	1	17	72	39	10	4	2
	164.5	179.6	189.4	196.1	197.8	177.6	141.1	124.7	164.1	210.0	197.3	167.0
	123.4	134.7	142.0	147.1	148.3	133.2	105.8	93.5	123.1	157.5	148.0	125.3
	21.4	23.3	24.6	25.5	25.7	23.1	18.3	16.2	21.3	27.3	25.6	21.7
Boutilimit:	0.3	1	0.4	0.1	4	6	33	70	52	15	5	0.6
	181.8	202.2	230.4	260.5	282.2	268.7	198.3	164.8	190.3	251.8	232.0	192.0
	136.3	151.6	172.8	195.4	211.6	201.5	148.7	123.6	142.8	188.8	174.0	144.0
	32.7	36.4	41.5	46.9	50.8	48.4	35.7	29.7	34.3	45.3	41.8	34.6
Néma:	1	0.3	0.2	2	11	29	62	112	56	14	1	2
	195.1	225.3	265.3	298.6	331.3	306.3	230.7	175.9	210.6	294.0	256.1	202.3
	146.3	169.0	199.0	224.0	248.4	229.8	173.0	131.9	157.9	220.5	192.1	151.7
	68.3	78.9	92.9	104.5	116.0	107.2	80.7	61.6	73.7	102.9	89.6	70.8

M o ç a m b i q u e :

Mocimboa:	203	173	173	160	36	20	5	5	8	10	43	84
	116.1	104.2	109.3	110.5	125.6	120.9	119.7	126.7	137.2	134.6	143.8	146.8
	87.1	78.2	81.9	82.9	94.2	90.7	89.7	95.1	102.9	101.0	107.9	110.1
	68.5	61.5	64.5	65.2	74.1	71.3	70.6	74.8	80.9	79.4	84.8	86.6
Pt. Amelia:	184	176	167	119	24	17	17	5	6	3	23	124
	144.9	136.7	138.4	139.0	156.0	155.7	151.6	153.1	160.8	167.2	174.7	161.6
	108.7	102.6	103.8	104.3	117.0	116.8	113.7	114.8	120.6	125.4	131.0	121.2
	84.0	79.3	80.3	80.6	90.5	90.3	87.9	88.8	93.3	97.0	101.3	93.7

Marrupa:	231	244	343	46	5	2	0	0	0	5	36	150
	77.9	70.1	61.8	100.4	112.5	102.8	95.3	107.1	156.5	165.2	150.6	106.4
	58.4	52.6	46.3	75.3	84.4	77.1	71.5	80.3	117.4	123.9	112.9	79.8
	47.5	42.8	37.7	61.2	68.6	62.7	58.1	65.3	95.5	100.8	91.9	64.9
Vila Cabral:	264	267	249	75	18	3	1	2	5	13	66	220
	72.2	74.4	72.1	78.8	93.3	87.0	87.3	100.8	131.6	166.8	140.7	87.3
	54.1	55.8	54.1	59.1	70.0	65.2	65.5	75.6	98.7	125.1	105.5	65.5
	45.5	46.9	45.4	49.6	58.8	54.8	55.0	63.5	82.9	105.1	88.6	55.0
Ribãuê:	269	292	224	48	18	13	5	8	8	13	61	178
	135.7	122.1	132.5	132.6	122.3	116.7	126.3	152.6	175.9	206.4	194.7	139.7
	101.8	91.6	99.4	99.5	91.7	87.5	94.7	114.5	131.9	154.8	146.1	104.8
	84.1	75.7	82.2	82.2	75.8	72.4	78.3	94.6	109.1	128.0	120.7	86.6
Mossuril:	216	224	136	90	28	31	19	14	9	8	35	135
	153.6	149.1	138.2	139.0	138.2	124.9	91.3	130.0	146.3	169.7	186.9	172.1
	115.2	111.8	103.7	104.3	103.6	93.7	68.5	97.5	109.7	127.3	140.2	129.1
	90.6	88.0	81.5	82.0	81.5	73.7	53.9	76.7	86.3	100.1	110.3	101.5
Chicôa:	198	145	112	15	2	2	2	2	2	28	66	132
	144.9	140.3	136.2	153.8	141.9	130.5	137.1	150.5	194.3	227.8	206.2	177.3
	108.7	105.2	102.2	115.4	106.4	97.9	102.9	112.8	145.8	170.8	154.6	133.0
	78.2	75.8	73.5	83.1	76.6	70.5	74.0	81.3	104.9	123.0	111.3	95.7
Zumbo:	250	188	110	4	1	1	0	0	0	4	56	156
	160.0	161.0	174.0	189.1	172.2	147.7	151.5	178.2	223.9	270.2	255.5	195.7
	120.0	120.7	130.5	141.8	129.2	110.8	113.6	133.7	167.9	202.7	191.6	146.8
	89.6	90.2	97.4	105.9	96.4	82.7	84.8	99.8	125.4	151.3	143.1	87.4
Erego:	333	236	282	135	33	58	28	28	20	23	150	249
	93.1	89.0	76.3	83.8	72.1	60.7	57.2	77.6	129.3	172.2	142.6	118.6
	69.9	66.7	57.2	62.8	54.1	45.5	42.9	58.2	96.9	129.2	106.9	89.0
	64.2	61.4	52.6	57.8	49.7	41.9	39.5	53.5	89.2	118.8	98.4	171.8
Tete:	145	186	91	36	3	3	3	2	2	7	41	116
	179.8	173.4	165.6	175.0	143.1	118.2	122.1	143.4	190.4	222.7	220.0	199.3
	134.9	130.0	124.2	131.2	107.3	88.6	91.5	107.6	142.8	167.0	165.0	149.5
	93.5	90.2	86.1	91.0	74.4	61.5	63.5	74.6	99.0	115.8	114.4	103.6
Antonio Enes:	206	211	178	102	43	30	28	25	8	15	61	150
	137.1	125.5	121.0	112.2	97.8	91.9	83.8	94.5	119.7	148.8	171.1	160.1
	102.8	94.1	90.7	84.1	73.4	68.9	62.9	70.9	89.7	111.6	128.3	120.1
	83.6	76.6	73.8	68.4	59.7	56.1	51.1	57.6	73.0	90.8	104.4	97.7
Mungari:	91	150	66	13	8	2	2	2	3	2	51	104
	137.4	139.2	114.7	135.8	118.9	100.6	95.8	126.9	151.4	150.2	155.3	156.7
	103.0	104.4	86.0	101.8	89.2	75.5	71.9	95.2	113.5	112.7	116.5	117.5
	66.0	66.8	55.1	65.2	57.1	48.3	46.0	60.9	72.7	72.1	74.5	75.2

Pebane:	211	246	203	94	51	91	53	25	13	5	58	170
	140.9	132.1	126.7	128.7	105.1	92.2	87.4	103.5	136.1	156.3	167.7	150.0
	105.7	99.1	95.0	96.5	78.8	69.2	65.6	77.6	102.1	117.2	125.8	112.5
	88.8	83.2	79.8	81.1	66.2	58.1	55.1	65.2	85.7	98.5	105.7	94.5
Quelimane:	226	270	249	110	90	62	46	29	19	15	82	170
	157.0	144.9	135.2	131.7	118.2	99.8	98.0	112.7	143.4	171.2	128.1	167.7
	117.7	108.7	101.4	98.7	88.6	74.9	73.5	84.5	107.6	128.4	96.1	125.8
	103.6	95.6	89.2	86.9	78.0	65.9	64.7	74.4	94.6	113.0	84.5	110.7
Chinde:	160	203	165	94	56	89	38	28	18	8	48	178
	145.4	137.1	137.8	128.7	104.9	80.6	86.8	94.5	125.2	145.4	149.7	135.2
	109.0	102.8	103.4	96.5	78.7	60.4	65.1	70.9	93.9	109.1	112.3	101.4
	88.7	83.6	84.1	78.5	64.0	49.2	52.9	57.6	76.4	88.7	91.3	82.5
Vila Pery:	272	205	168	48	20	14	16	18	11	32	114	177
	131.5	140.6	133.1	137.1	117.3	112.5	112.0	125.8	157.6	172.1	156.3	143.6
	98.6	105.4	99.8	102.8	88.0	84.4	84.0	94.3	118.2	129.1	117.3	107.7
	81.5	87.2	82.5	85.0	72.7	69.8	69.4	78.0	97.7	106.7	96.9	89.0
Beira:	298	213	261	110	59	37	32	30	23	33	130	240
	150.9	153.7	142.6	132.6	118.4	103.4	96.1	104.3	122.2	144.9	149.8	156.5
	113.2	115.3	106.9	99.5	88.8	77.6	72.0	78.2	91.6	108.7	112.3	117.4
	101.1	103.0	95.5	88.8	79.3	69.3	64.4	69.9	81.9	97.1	100.4	104.9
Mambone:	99	135	160	30	23	18	28	23	25	20	104	135
	168.0	156.3	145.3	135.6	136.7	104.2	98.9	113.1	134.6	147.5	170.9	160.3
	126.0	117.2	108.9	101.7	102.5	78.1	74.2	84.8	101.0	110.6	128.2	120.2
	94.1	87.5	81.4	75.9	76.6	58.4	55.4	63.3	75.4	82.6	95.7	89.8
Vilanculos:	201	150	130	46	41	20	25	20	15	18	69	137
	161.3	152.9	138.4	126.0	112.9	92.1	84.1	101.1	122.2	137.9	150.3	149.7
	121.0	114.7	103.8	94.5	84.7	69.1	63.0	75.8	91.6	103.5	112.7	112.3
	91.9	87.2	78.9	71.8	64.4	52.5	47.9	57.6	69.7	78.6	86.7	85.3
Mabote:	104	117	71	25	10	5	2	8	10	18	61	112
	143.2	123.0	133.5	129.6	127.8	110.2	103.7	112.6	125.7	132.8	133.1	126.0
	107.4	92.3	100.1	97.2	95.8	82.7	77.8	84.5	94.2	99.6	99.8	94.5
	70.2	60.3	65.4	63.5	62.6	54.0	50.8	55.2	61.6	65.1	65.2	61.7
Pafuri:	72	56	56	17	3	6	0	0.1	8	11	37	77
	197.3	195.7	181.2	167.2	145.6	126.5	129.5	148.5	173.0	192.9	200.7	203.1
	148.0	146.8	135.9	125.4	109.2	94.9	97.1	111.4	129.7	144.6	150.5	152.3
	78.9	78.3	72.5	66.9	58.2	50.6	51.8	59.4	69.2	77.2	80.3	81.2
Inhambane:	162	128	142	74	71	51	42	29	24	38	92	113
	163.7	157.3	146.6	141.8	121.7	103.9	103.7	115.0	127.4	143.4	151.6	159.7
	122.8	117.9	110.0	106.4	91.3	77.9	77.8	86.2	95.6	107.6	113.7	119.8
	96.6	92.8	86.5	83.7	71.8	61.3	61.2	67.9	75.2	84.6	89.4	94.2

Canicado:	107	102	97	43	23	18	18	10	15	25	69	86
	150.0	135.2	120.3	108.3	98.7	87.1	90.8	95.9	127.7	150.5	149.8	150.4
	112.5	101.4	90.2	81.2	74.0	65.3	68.1	71.9	95.7	112.9	112.3	112.8
	76.5	69.0	61.4	55.2	50.3	44.4	46.3	48.9	65.1	76.8	76.4	76.7
Quissico:	160	127	117	81	74	53	43	33	30	41	91	99
	129.1	125.2	127.3	116.3	98.3	98.0	87.6	98.7	121.9	132.9	139.2	142.7
	96.8	93.9	95.5	87.2	73.8	73.5	65.7	74.0	91.4	99.7	104.4	107.0
	76.2	73.9	75.1	68.6	58.0	57.8	51.7	58.2	71.9	78.4	82.1	84.2
Maputo:	130	135	113	53	28	27	14	13	32	48	82	101
	140.4	142.8	131.7	128.6	119.3	108.9	104.3	112.5	124.0	127.5	132.3	141.8
	105.3	107.1	98.8	96.5	89.5	81.7	78.2	84.4	93.0	95.6	99.2	106.4
	78.6	80.0	73.8	72.0	66.8	61.0	58.4	63.0	69.4	71.4	74.1	79.4

N a m i b b i a :

Ondangua:	110	123	93	36	3	0	0	0	2	13	46	91
	191.1	165.6	164.9	176.3	160.4	138.6	135.2	161.2	198.1	221.9	225.3	195.8
	143.3	124.2	123.7	132.2	120.3	104.0	101.4	120.9	148.6	166.4	168.9	146.9
	93.6	81.1	80.8	86.4	78.6	67.9	66.2	79.0	97.1	108.7	110.4	95.9
Tsumeb:	117	119	82	39	6	1	0	0	1	17	57	85
	199.1	171.7	166.6	166.5	151.2	130.5	129.5	155.8	197.9	224.1	221.3	208.2
	149.3	128.7	124.9	124.8	113.4	97.9	97.1	116.8	148.4	168.1	166.0	156.1
	97.6	84.1	81.6	81.6	74.1	63.9	63.5	76.3	97.0	109.8	108.4	102.0
Gobabis:	87	75	70	31	6	1	1	1	3	15	29	43
	216.5	203.7	180.9	161.9	133.6	113.3	109.2	132.6	157.0	194.4	207.3	217.9
	162.4	152.7	135.7	121.5	100.2	85.0	81.9	99.5	117.7	145.8	155.5	163.4
	88.8	83.5	74.2	66.4	54.8	46.5	44.8	54.4	64.4	79.7	85.0	89.3
Windhoek:	77	74	83	40	7	1	1	1	2	12	22	48
	203.2	179.9	174.1	158.1	135.1	116.0	114.7	137.1	163.1	190.6	196.9	205.7
	152.4	134.9	130.6	118.6	101.3	87.0	86.0	102.8	122.3	142.9	147.7	154.3
	85.3	75.6	73.1	66.4	56.7	48.7	48.2	57.6	68.5	80.1	82.7	86.4
Keetmanshoop:	21	27	35	15	4	1	1	1	3	5	9	11
	241.3	236.3	211.6	172.0	137.6	112.1	105.9	123.7	150.9	187.9	211.5	230.2
	180.9	177.2	158.7	129.0	103.2	84.1	79.4	92.8	113.2	140.9	158.6	172.7
	26.5	26.0	23.3	18.9	15.1	12.3	11.6	13.6	16.6	20.7	23.3	25.3

N i g e r :

Bilma:	0.2	0	0	0.1	0.3	0.7	3	11	4	2	0	0.3
	140.2	157.7	202.8	247.9	287.7	299.7	304.3	290.4	279.8	235.6	194.5	145.8
	105.1	118.2	152.1	185.9	215.8	224.7	228.2	217.8	209.9	176.7	145.9	109.4
	11.2	12.6	16.2	19.8	23.0	24.0	24.3	23.2	22.4	18.8	15.6	11.7
Agadés:	0.1	0	0	1	6	7	43	90	16	0.3	0	0
	160.8	188.2	232.3	271.0	304.3	304.8	267.4	206.5	257.3	257.0	213.2	167.9
	120.6	141.1	174.3	203.2	228.2	228.6	200.6	154.9	193.0	192.7	159.9	125.9
	22.5	26.3	32.5	37.9	42.6	42.7	37.4	28.9	36.0	36.0	29.8	23.5

Taboua:	0.5	0	0.2	3	17	48	110	140	53	13	0	0
	204.6	221.5	255.7	292.8	299.2	260.6	189.1	130.6	177.7	254.0	235.9	194.2
	153.4	166.1	191.8	219.6	224.4	195.4	141.8	98.0	133.2	190.5	176.9	145.7
	88.0	95.2	110.0	125.9	128.7	112.1	81.3	56.2	76.4	109.2	101.4	83.5
N'Guigmi:	0	0	0	0	9	6	56	122	18	1	0	0.1
	177.1	201.6	243.3	264.9	278.5	266.8	218.5	175.4	208.1	245.5	215.6	180.7
	132.8	151.2	182.5	198.7	208.9	200.1	163.9	131.6	156.0	184.2	161.7	135.5
	42.5	48.4	58.4	63.6	66.8	64.0	52.4	42.1	49.9	58.9	51.7	43.4
Zinder:	0	0.1	0.1	2	24	45	136	237	66	5	0.1	0
	187.0	213.5	254.6	296.8	295.0	261.0	177.7	120.8	170.3	258.8	236.5	194.9
	140.3	160.2	191.0	222.6	221.3	195.7	133.2	90.6	127.7	194.1	177.4	146.1
	91.6	104.6	124.8	145.4	144.6	127.9	87.1	59.2	83.4	126.8	115.9	95.5
Nianey:	0.4	0.1	3	8	37	80	142	208	84	19	0.2	0
	202.0	229.0	263.3	312.3	291.5	236.0	167.2	110.7	146.1	225.2	241.2	211.1
	151.5	171.8	197.5	234.2	218.6	177.0	125.4	83.0	109.6	168.9	180.9	158.3
	103.0	116.8	134.3	159.3	148.7	120.4	85.3	56.5	74.5	114.9	123.0	107.7

Nigeria:

Sokoto:	0	0	0.8	10	51	101	154	231	139	13	0	0
	201.5	223.4	261.5	299.9	283.4	226.0	166.5	125.5	148.4	216.9	233.1	205.6
	151.1	167.6	196.1	224.9	212.5	169.5	124.9	94.2	111.3	162.7	174.8	154.2
	108.8	120.6	141.2	161.9	153.0	122.0	89.9	67.8	80.1	117.1	125.9	111.0
Hadejia:	0	0	0	2	23	58	155	231	76	2	0	0
	173.9	207.1	244.6	280.5	273.4	229.3	151.5	114.9	152.3	212.9	205.0	176.4
	130.4	155.3	183.5	210.4	205.0	172.0	113.6	86.2	114.2	159.7	153.7	132.3
	85.2	101.5	120.0	137.4	134.0	112.4	74.2	56.3	74.6	104.3	100.5	86.4
Kano:	0	0.2	2	10	66	110	204	302	132	15	0	0.2
	177.6	203.5	243.1	279.0	247.0	191.7	128.7	98.1	129.1	196.1	211.4	184.3
	133.2	152.7	182.3	209.2	185.0	143.7	96.5	73.5	96.8	147.1	158.6	138.2
	101.2	116.0	138.6	159.0	140.8	109.3	73.4	55.9	73.6	111.8	120.5	105.1
Maiduguri:	0.3	0.1	0.1	7	38	66	186	221	102	19	0.2	0
	188.9	212.4	253.8	291.3	283.8	233.0	148.5	104.3	132.5	196.6	215.3	187.0
	141.7	159.3	190.3	218.4	212.8	174.7	111.4	78.2	99.4	147.5	161.4	140.3
	98.2	110.4	132.0	151.5	147.6	121.2	77.2	54.2	68.9	102.2	112.0	97.2
Yelwa:	5	3	3	13	124	114	190	211	262	58	2	0
	210.3	240.2	271.9	269.2	207.0	138.3	105.8	77.3	87.2	115.4	168.4	181.9
	157.7	180.2	203.9	201.9	155.2	103.7	79.4	57.9	65.4	86.6	126.3	136.4
	126.2	144.1	163.1	161.5	124.2	83.0	63.5	46.4	52.3	69.2	101.0	109.1
Kaduna:	2	3	13	64	150	180	216	302	269	74	3	2
	198.6	215.0	238.5	232.3	149.3	112.4	90.2	73.4	94.9	139.4	194.2	195.8
	149.0	161.2	178.9	174.2	112.0	84.3	67.4	55.1	71.2	104.5	145.6	146.9
	127.1	137.6	152.6	148.7	95.6	71.9	57.7	47.0	60.7	89.2	124.3	125.3

Bauchi:	0	2	5	36	89	150	231	366	180	38	2	2
	194.1	215.3	242.9	259.7	219.0	159.7	119.2	89.8	102.9	161.8	203.7	191.8
	145.6	161.5	182.2	194.8	164.3	119.8	89.4	67.3	77.2	121.4	152.7	143.9
	118.4	131.3	148.2	158.4	133.6	97.4	72.7	54.8	62.8	98.7	124.3	117.0
Jos:	3	5	25	99	194	218	323	287	211	38	5	2
	182.3	200.7	222.0	194.9	121.9	98.3	56.1	47.5	84.4	148.3	197.8	184.8
	136.7	150.5	166.5	146.2	91.4	73.7	42.1	35.6	63.3	111.2	148.3	138.6
	120.3	132.5	146.5	128.6	80.5	64.9	37.0	31.4	55.7	97.9	130.5	122.0
Minna:	2	7	19	60	153	183	207	280	304	134	12	2
	233.3	249.8	253.2	216.6	160.5	110.5	91.8	74.3	91.9	115.4	188.7	225.2
	175.0	187.4	189.9	162.5	120.4	82.9	68.9	55.7	69.0	86.6	141.5	168.9
	154.0	164.9	167.1	143.0	105.9	72.9	60.6	49.0	60.7	76.2	124.5	148.6
Yola:	0.8	0.2	8	58	118	158	169	203	194	83	4	0
	224.6	244.5	277.8	277.3	218.2	133.0	113.9	105.7	101.3	134.0	217.7	219.7
	168.5	183.4	208.4	208.0	163.7	99.8	85.4	79.2	76.0	100.5	163.3	164.8
	130.3	141.8	161.1	160.8	126.6	77.1	66.1	61.3	58.8	77.7	126.3	127.4
Ilorin:	8	20	54	116	177	192	148	124	259	148	31	10
	187.4	200.0	204.6	179.0	149.5	122.7	100.5	95.7	101.0	110.3	152.8	168.4
	140.6	150.0	153.5	134.2	112.1	92.0	75.4	71.8	75.7	82.7	114.6	126.3
	119.9	128.0	130.9	114.6	95.7	78.5	64.3	61.2	64.6	70.6	97.8	107.8
Lokoja:	10	13	43	112	152	163	175	180	236	135	18	5
	140.3	180.3	182.1	170.3	134.0	104.9	96.0	96.0	82.2	90.8	121.7	129.1
	105.2	135.2	136.6	127.7	100.5	78.7	72.0	72.0	61.6	68.1	91.2	96.8
	88.4	113.6	114.7	107.3	84.4	66.1	60.5	60.5	51.8	57.2	76.7	81.3
Makurdi:	5	10	20	124	226	193	185	193	279	150	18	2
	191.4	228.2	204.6	177.7	117.1	91.5	86.2	86.2	76.8	87.1	127.6	150.0
	143.6	171.2	153.5	133.3	87.8	68.7	64.6	64.6	57.6	65.3	95.7	112.5
	126.3	150.6	135.0	117.3	77.3	60.4	56.9	56.9	50.7	57.5	84.2	99.0
Ibadan:	15	31	90	151	160	214	172	104	184	164	48	12
	140.5	155.0	139.7	125.3	101.4	77.2	61.4	60.9	74.0	87.4	110.2	127.6
	105.4	116.2	104.7	94.0	76.0	57.9	46.0	45.7	55.5	65.6	82.7	95.7
	91.3	100.8	90.8	81.4	65.9	50.2	39.9	39.6	48.1	56.8	71.6	82.9
Lagos:	28	47	102	144	254	437	248	62	144	200	68	27
	130.5	132.5	128.9	128.3	110.5	85.9	81.9	94.5	94.3	99.5	113.8	122.8
	97.9	99.4	96.7	96.3	82.9	64.4	61.4	70.9	70.7	74.7	85.3	92.1
	91.4	92.8	90.2	89.8	77.4	60.1	57.3	66.2	66.0	69.7	79.7	86.0
Enugu:	16	31	85	149	255	259	182	174	300	242	44	17
	179.6	184.7	167.0	145.3	115.2	95.7	87.3	96.6	91.9	100.8	132.4	161.5
	134.7	138.5	125.3	109.0	86.4	71.8	65.5	72.4	69.0	75.6	99.3	121.2
	125.7	129.3	116.9	101.7	80.6	67.0	61.1	67.6	64.3	70.6	92.7	113.1

Benin:	24	32	83	170	215	298	286	217	303	246	76	16
	105.7	128.2	122.2	108.2	91.3	81.6	61.2	61.2	64.0	77.1	100.5	100.6
	79.2	96.1	91.6	81.2	68.5	61.2	45.9	45.9	48.0	57.9	75.4	75.4
	74.0	89.7	85.5	75.7	63.9	57.1	42.8	42.8	44.8	54.0	70.4	70.4
Calabar:	43	73	154	228	314	414	460	423	415	308	188	50
	118.4	128.2	119.7	109.7	104.6	84.2	70.0	65.2	71.6	86.3	100.5	118.9
	88.8	96.1	89.8	82.3	78.5	63.2	52.5	48.9	53.7	64.7	75.4	89.2
	82.9	89.7	83.8	76.8	73.2	58.9	49.0	45.6	50.1	60.4	70.4	83.2
Pt. Harcourt:	33	61	127	180	226	335	323	335	384	272	147	48
	108.6	118.9	109.5	99.6	90.7	76.8	71.1	80.8	81.1	76.9	90.2	99.7
	81.5	89.2	82.2	74.7	68.0	57.6	53.3	60.6	60.8	57.7	67.7	74.8
	82.9	83.2	76.7	69.7	63.5	53.8	49.8	56.6	56.8	53.8	63.1	69.8

O b e r v o l t a :

Dori:	0.2	1	0.2	4	27	50	132	177	88	20	2	0
	195.1	221.9	263.1	290.1	290.4	236.9	156.0	106.6	135.5	213.6	237.8	202.4
	146.3	166.4	197.3	217.5	217.8	177.7	117.0	79.9	101.6	160.2	178.3	151.8
	93.6	106.5	126.3	139.2	139.4	113.7	74.9	51.2	65.0	102.5	114.1	97.2
Ouagadougou:	0.2	2	6	21	87	118	187	269	150	38	1	0
	211.9	241.2	265.2	293.9	256.4	208.7	160.2	137.2	159.8	218.6	240.7	220.7
	158.9	180.9	198.9	220.4	192.3	156.5	120.2	102.9	119.8	163.9	180.5	165.5
	122.9	139.9	153.8	170.5	148.7	121.0	92.9	79.6	92.7	126.8	139.6	128.0
Fada-N'Gourma:	0.1	2	6	23	82	126	168	247	150	26	4	0
	219.5	243.3	284.1	282.3	210.3	162.4	111.6	85.0	101.9	155.9	220.8	218.4
	164.6	182.5	213.1	211.7	157.7	121.8	83.7	63.8	76.5	116.9	165.6	163.8
	125.1	138.7	161.9	160.9	119.9	92.6	63.6	48.5	58.1	88.9	125.9	124.5
Bobo-Dioulasso:	0.6	4	22	48	113	129	210	311	210	71	13	2
	211.5	231.5	248.4	229.9	166.3	128.7	98.1	75.0	93.0	130.8	194.7	207.8
	158.6	173.6	186.3	172.4	124.7	96.5	73.6	56.3	69.8	98.1	146.0	155.8
	131.1	143.5	154.0	142.5	103.1	79.8	60.8	46.5	57.7	81.1	120.7	128.8

R h o d e s i e n :

Miami:	244	208	137	33	3	5	2	2	3	10	76	190
	83.7	67.4	115.9	94.4	101.5	90.8	96.9	118.6	157.5	189.1	160.1	109.0
	62.8	50.5	86.9	70.8	76.2	68.1	72.6	88.9	118.1	141.8	120.0	81.7
	48.5	39.1	67.2	54.8	58.9	52.7	56.2	68.8	91.4	109.7	92.9	63.2
Salisbury:	193	178	115	29	12	2	1	2	6	27	94	172
	132.0	131.5	129.9	137.7	124.9	111.0	111.7	132.0	161.9	186.3	170.3	141.6
	99.0	98.6	97.4	103.2	93.7	83.2	83.8	99.0	121.4	139.8	127.7	106.2
	75.2	75.0	74.0	78.5	71.2	63.3	63.7	75.2	92.3	106.2	97.1	80.7
Sinoia:	208	178	104	28	8	3	2	2	3	23	91	173
	132.0	128.9	149.8	149.1	132.1	112.6	113.0	133.4	168.9	199.5	181.1	157.3
	99.0	96.7	112.3	111.9	99.1	84.4	84.8	100.0	126.7	149.6	135.8	118.0
	75.2	73.5	85.4	85.0	75.3	64.2	64.4	76.0	96.3	113.7	103.2	98.6

Gokwe:	203	170	119	25	5	3	0	2	5	18	76	170
	123.3	129.0	155.1	156.2	151.0	130.5	134.3	153.0	189.6	213.3	193.4	149.4
	92.5	96.8	116.3	117.2	113.3	97.8	100.8	114.7	142.2	159.9	145.0	112.1
	69.0	72.2	86.9	87.5	84.6	73.1	75.2	85.7	106.2	119.4	108.3	83.7
Wankie:	147	147	79	18	5	2	0	2	2	18	58	119
	140.1	131.5	153.6	168.7	156.7	133.2	139.2	176.1	224.8	260.1	233.4	179.3
	105.1	98.6	115.2	126.5	117.5	99.9	104.4	132.1	168.6	195.1	175.1	134.5
	71.5	67.1	78.3	86.0	79.9	67.9	71.0	89.8	114.6	132.7	119.0	91.4
Umtali:	198	158	127	30	13	8	8	8	8	25	91	145
	140.2	136.8	114.6	117.4	113.1	104.7	103.7	125.1	145.3	177.0	166.5	147.2
	105.1	102.6	86.0	88.1	84.8	78.5	77.8	93.8	109.0	132.8	124.8	110.4
	79.9	78.0	65.3	66.9	64.5	59.7	59.1	71.3	82.8	100.9	94.9	83.9
Gwai:	160	124	99	30	8	2	2	2	3	13	58	130
	172.8	167.2	154.3	163.9	130.7	108.4	113.2	140.1	185.6	214.2	210.7	191.5
	129.6	125.4	115.7	122.9	98.0	81.3	84.9	105.1	139.2	160.7	158.0	143.6
	89.9	86.9	80.2	85.2	68.0	56.4	58.9	72.9	96.5	111.4	109.6	99.6
Bulawayo:	138	110	78	20	9	2	1	1	5	21	82	128
	150.7	139.4	139.0	145.8	129.4	112.5	114.7	134.5	169.9	192.2	179.9	162.1
	113.0	104.5	104.3	109.4	97.1	84.4	86.0	100.8	127.4	144.1	134.9	121.6
	76.9	71.1	70.9	74.4	66.0	57.4	58.5	68.6	86.6	98.0	91.7	82.7
Ft. Victoria:	150	124	91	18	8	3	3	3	5	23	71	135
	145.9	139.4	135.7	134.9	120.1	99.4	103.9	122.1	157.9	187.0	179.9	161.1
	109.4	104.5	101.8	101.2	90.1	74.5	77.9	91.6	118.5	140.3	135.0	120.8
	75.9	72.5	70.6	70.1	62.5	51.7	54.0	63.5	82.1	97.2	93.5	83.8
Beit Bridge:	69	51	41	13	10	3	3	2	8	25	51	53
	198.5	197.8	196.2	180.2	151.7	120.1	123.5	147.6	177.2	212.6	216.2	220.6
	148.9	148.4	147.1	135.1	113.7	90.1	92.6	110.7	132.9	159.4	162.1	165.5
	77.4	77.1	76.5	70.3	59.2	46.8	48.2	57.6	69.1	82.9	84.3	86.0

S e n e g a l :

St. Louis:	2	4	0.1	0.2	2	12	57	164	113	29	4	2
	164.4	141.5	130.5	85.3	94.9	123.6	132.3	123.7	129.1	136.5	169.4	153.3
	123.3	106.1	97.9	64.0	71.1	92.7	99.2	92.8	96.8	102.4	127.0	115.0
	72.3	62.3	57.4	37.5	41.8	54.4	58.2	54.4	56.8	60.1	74.5	67.5
Matam:	0.9	0.7	0.3	0.1	4	54	118	208	108	22	2	2
	184.1	203.7	246.9	274.3	306.5	271.3	166.3	124.3	124.3	181.9	206.9	186.1
	138.1	152.8	185.2	205.8	229.8	203.5	124.7	93.2	93.2	136.4	155.2	139.6
	90.2	99.8	121.0	134.4	150.2	132.9	81.5	60.9	60.9	89.1	101.4	91.2
Linguéré:	0.1	2	2	0.1	4	25	96	219	129	47	5	2
	199.0	212.3	237.0	255.2	248.5	210.2	140.2	104.9	100.1	156.9	209.3	194.9
	149.2	159.2	177.8	191.4	186.4	157.7	105.1	78.7	75.1	117.7	157.0	146.1
	97.5	104.0	116.1	125.0	121.8	103.0	68.7	51.4	49.0	76.9	102.6	95.5

Dakar:	0.8	1	0.2	0	1	17	92	270	146	41	3	6
	139.3	128.8	116.0	113.2	116.3	134.0	136.7	107.2	114.3	132.7	160.1	154.3
	104.5	96.6	87.0	84.9	87.2	100.5	102.6	80.4	85.7	99.5	120.0	115.7
	69.7	64.4	58.0	56.6	58.2	67.0	68.4	53.6	57.2	66.4	80.1	77.2
Kaolack:	0.3	0.9	0	0.1	8	61	165	308	218	63	4	2
	200.8	208.6	232.9	234.1	222.3	176.3	114.9	89.1	94.6	119.8	187.5	191.4
	150.6	156.4	174.7	175.6	166.7	132.2	86.2	66.8	71.0	89.8	140.7	143.5
	114.5	118.9	132.8	133.4	126.7	100.5	65.5	50.8	53.9	68.3	106.9	109.1
Tambacounda:	0.6	0.5	0.3	2	22	130	172	257	222	71	2	0.2
	206.9	230.9	265.1	283.5	279.2	181.6	100.5	80.3	81.1	114.9	171.2	188.7
	155.2	173.2	198.9	212.6	209.4	136.2	75.4	60.3	60.8	86.2	128.4	141.5
	120.0	133.9	153.8	164.4	161.9	105.3	58.3	46.6	47.0	66.6	99.3	109.4

Sierra Leone:

Musala:	20	18	53	43	203	292	282	302	366	282	109	5
	71.5	113.6	136.5	135.7	97.4	68.0	52.3	52.5	50.2	57.7	39.6	58.2
	53.6	85.2	102.4	101.8	73.1	51.0	39.2	39.4	37.6	43.3	29.7	43.7
	50.1	79.5	95.6	95.0	68.2	47.6	36.6	36.8	35.1	40.4	27.7	40.7
Freetown:	10	6	27	81	229	433	869	872	652	288	138	34
	130.9	138.2	136.5	132.3	114.3	102.1	80.9	68.3	76.5	95.7	109.3	122.4
	98.2	103.7	102.4	99.2	85.7	76.6	60.7	51.3	57.4	71.8	82.0	91.8
	91.6	96.7	95.6	92.6	80.0	71.5	56.6	47.8	53.6	67.0	76.5	85.7
Daru:	8	30	76	135	272	287	297	414	363	330	155	53
	136.8	162.7	159.3	146.8	120.4	109.9	78.5	68.9	87.0	110.1	114.4	113.9
	102.6	122.1	119.5	110.1	90.3	82.4	58.9	51.6	65.2	82.5	85.8	85.4
	95.8	113.9	111.5	102.8	84.3	76.9	55.0	48.2	60.9	77.1	80.1	79.7

Somalia:

Berbera:	8	2	5	13	8	2	2	2	2	2	5	5
	101.3	102.4	108.5	112.2	175.1	310.3	334.6	320.2	281.4	155.8	126.5	113.9
	76.0	76.8	81.4	84.2	131.3	232.8	250.9	240.2	211.1	116.9	94.9	85.4
	9.1	9.2	9.8	10.1	15.8	27.9	30.1	28.8	25.3	14.0	11.4	10.3
Erigaro:	18	13	33	38	81	64	10	41	114	8	13	2
	127.0	131.6	131.5	119.9	134.8	136.1	151.3	145.9	125.3	134.1	134.5	119.8
	95.3	98.7	98.6	89.9	101.1	102.0	113.4	109.4	94.0	100.6	100.8	89.8
	58.4	60.5	60.5	55.2	62.0	62.6	69.6	67.1	57.6	61.7	61.9	55.1
Hargeisa:	2	2	25	53	53	66	33	79	56	20	2	2
	115.6	139.3	156.5	169.3	177.1	185.0	177.3	177.3	185.3	167.3	139.3	128.5
	86.7	104.5	117.4	127.0	132.8	138.7	133.0	133.0	139.0	125.5	104.5	96.4
	50.9	61.3	68.9	74.5	77.9	81.4	78.0	78.0	81.7	73.6	61.3	56.5
Burao:	2	2	5	30	58	18	10	13	25	20	13	2
	147.3	153.8	171.9	180.4	193.6	200.7	193.4	204.8	214.9	181.4	165.2	155.8
	110.5	115.3	128.9	135.3	145.2	150.6	145.0	153.6	161.2	136.0	123.9	116.9
	29.5	30.8	34.4	36.1	38.7	40.1	38.7	41.0	43.0	36.3	33.0	31.2

Las Anod:	2	0	2	15	41	2	0	0	30	30	8	2
	109.3	97.9	104.2	145.9	145.0	134.0	141.6	152.6	142.1	138.7	124.7	136.0
	82.0	73.4	78.2	109.4	108.8	100.5	106.2	114.4	106.6	104.0	93.5	102.0
	10.9	9.8	10.4	14.6	14.5	13.4	14.2	15.3	14.2	13.9	12.5	13.6

Spanish Sahara:

Semara:	2	2	0	2	2	0	0	2	25	2	10	0
	105.7	123.4	131.6	156.5	156.5	171.7	207.0	223.0	191.3	154.9	135.9	94.8
	79.3	92.5	98.7	117.4	117.4	128.7	155.3	167.2	143.5	116.1	101.9	71.1
	8.5	9.9	10.5	12.5	12.5	13.7	16.6	17.8	15.3	12.4	10.9	7.6

Villa Cisneros:	2	2	2	2	3	0	2	5	36	3	5	25
	104.4	104.6	103.3	101.5	98.6	98.7	97.8	102.7	102.8	106.0	110.0	112.3
	78.3	78.4	77.4	76.1	74.0	74.0	73.3	77.0	77.1	79.5	82.5	84.3
	9.4	9.4	9.3	9.1	8.9	8.9	8.8	9.2	9.3	9.5	9.9	10.1

Südafrika:

Pietersburg:	98	77	68	29	11	3	6	4	11	42	80	92
	141.6	134.9	126.2	118.6	98.0	81.0	82.0	98.8	124.1	146.8	145.8	146.1
	106.2	101.2	94.7	88.9	73.5	60.7	61.5	74.1	93.1	110.1	109.4	109.6
	69.4	66.1	61.8	58.1	48.0	39.7	40.2	48.4	60.8	71.9	71.4	71.6

Protoria:	125	105	96	31	18	6	8	10	17	62	111	111
	149.7	145.3	133.1	119.5	97.0	83.4	84.8	109.7	139.7	159.1	152.7	154.2
	112.3	108.9	99.8	89.6	72.7	62.6	63.6	82.3	104.8	119.3	114.5	115.7
	80.8	78.5	71.9	64.5	52.4	45.0	45.8	59.2	75.4	85.9	82.5	83.3

Johannesburg:	142	122	111	46	26	7	10	11	26	67	122	141
	130.5	120.1	114.6	112.0	99.0	81.4	82.0	103.6	124.4	139.0	133.2	135.7
	97.9	90.1	86.0	84.0	74.3	61.1	61.5	77.7	93.3	104.3	99.9	101.8
	74.4	68.5	65.3	63.8	56.4	46.4	46.7	59.1	70.9	79.2	75.9	77.3

Armoedvlakt:	75	73	84	39	15	5	2	5	8	24	43	58
	200.1	172.4	147.2	128.5	100.4	80.1	78.6	104.2	134.5	169.4	187.5	195.3
	150.1	129.3	110.4	96.4	75.3	60.1	59.0	78.1	100.8	127.0	140.6	146.5
	92.0	79.3	67.7	59.1	46.2	36.8	36.2	47.9	61.9	77.9	86.3	89.8

Kroonstad:	93	81	85	43	22	8	9	13	20	55	82	95
	168.5	154.8	123.8	99.7	77.4	59.8	61.5	91.4	119.5	153.5	159.8	170.7
	126.4	116.1	92.9	74.8	58.0	44.8	46.1	68.6	89.6	115.2	119.8	128.1
	85.9	78.9	63.1	50.8	39.5	30.5	31.4	46.6	60.9	78.3	81.5	87.1

New Castle:	167	139	129	43	26	12	15	13	33	76	129	135
	150.1	133.7	124.2	112.6	95.5	78.9	82.5	107.6	133.0	147.7	156.9	162.6
	112.6	100.2	93.1	84.5	71.6	59.1	61.9	80.7	99.7	110.8	117.7	122.0
	88.6	78.9	73.3	66.4	56.3	46.6	48.7	63.5	78.5	87.1	92.6	95.9

Uppington:	16	25	42	19	13	2	2	3	3	7	11	13
	247.9	218.4	198.3	155.0	113.7	90.4	83.7	104.2	142.6	177.6	208.3	228.2
	185.9	163.8	148.7	116.0	85.3	67.8	62.8	78.1	107.0	133.2	156.2	171.1
	32.2	28.4	25.8	20.2	14.8	11.8	10.9	13.5	18.5	23.1	27.1	29.7

St. Lucia:	127	145	203	121	103	98	75	59	63	81	106	111
	113.5	98.6	90.1	85.1	84.8	80.7	85.5	79.2	81.7	86.9	97.4	97.0
	85.1	74.0	67.6	63.8	63.6	60.5	64.1	59.4	61.3	65.1	73.0	72.8
	73.8	64.1	58.6	55.3	55.1	52.5	55.6	51.5	53.1	56.5	63.3	63.1
Ladysmith:	133	128	102	37	19	9	11	20	33	70	98	128
	153.1	150.3	130.7	118.4	92.7	85.3	85.3	109.0	135.2	148.3	160.2	162.0
	114.8	112.7	98.0	88.8	69.5	64.0	64.0	81.8	101.4	111.2	120.1	121.5
	85.7	84.2	73.2	66.3	51.9	47.8	47.8	61.0	75.7	83.0	89.7	90.7
Kimberley:	60	64	77	38	20	7	7	8	15	26	40	54
	213.5	195.8	166.5	135.5	105.5	83.3	82.5	108.3	140.8	169.8	188.0	207.9
	160.1	146.8	124.8	101.6	79.1	62.5	61.9	81.2	105.6	127.3	141.0	155.9
	98.2	90.1	76.6	62.3	48.5	38.3	38.0	49.8	64.8	78.1	86.5	95.6
Bloemfontein:	92	80	77	55	25	8	10	21	20	50	65	61
	179.4	156.9	135.1	113.6	82.9	65.3	66.3	89.7	119.9	146.6	160.8	182.7
	134.5	117.6	101.3	85.2	62.2	49.0	49.7	67.3	89.9	110.0	120.6	137.0
	89.7	78.5	67.6	56.8	41.5	32.7	33.2	44.9	60.0	73.3	80.4	91.4
Pofadder:	3	13	17	14	6	1	4	3	6	5	19	7
	218.8	201.4	175.1	136.6	100.2	81.2	74.0	93.7	118.7	151.0	172.2	200.4
	164.1	151.1	131.3	102.4	75.2	60.9	55.5	70.3	89.0	113.3	129.1	150.3
	21.9	20.1	17.5	13.7	10.0	8.1	7.4	9.4	11.9	15.1	17.2	20.0
Pt. Nolloth:	2	2	5	5	9	8	9	8	5	3	3	2
	43.8	41.3	43.8	36.8	50.3	53.3	41.8	44.0	42.6	40.9	48.7	44.5
	32.9	31.0	32.9	27.6	37.7	39.9	31.3	33.0	31.9	30.6	36.5	33.4
	7.0	6.6	7.0	5.9	8.0	8.5	6.7	7.0	6.8	6.5	7.8	7.1
Durban:	112	134	140	92	59	39	34	44	75	117	117	130
	117.4	114.1	104.8	101.0	106.1	104.0	100.8	92.1	95.0	98.3	101.4	115.1
	88.0	85.6	78.6	75.7	79.6	78.0	75.6	69.1	71.3	73.7	76.0	86.3
	71.6	69.6	63.9	61.6	64.7	63.4	61.5	56.2	58.0	60.0	61.9	70.2
Van Wyks Vlei:	15	29	39	21	11	6	6	6	6	9	14	11
	230.2	207.8	186.1	137.9	103.6	81.2	75.9	95.0	121.7	159.9	188.4	210.5
	172.7	155.8	139.6	103.4	77.7	60.9	56.9	71.3	91.3	120.0	141.3	157.8
	34.5	31.2	27.9	20.7	15.5	12.2	11.4	14.3	18.3	24.0	28.3	31.6
Garis:	3	3	5	13	18	24	19	21	12	9	6	3
	176.2	173.3	155.6	121.9	105.7	91.6	77.2	89.8	108.0	132.4	152.6	161.7
	132.1	130.0	116.7	91.4	79.3	68.7	57.9	67.3	81.0	99.3	114.5	121.3
	51.1	50.3	45.1	35.4	30.7	26.6	22.4	26.0	31.3	38.4	44.3	46.9
Pt. Shepstone:	116	119	142	69	61	42	47	39	69	100	124	127
	84.9	81.0	67.6	72.5	85.0	82.5	78.4	68.1	64.5	71.6	82.7	77.0
	63.7	60.7	50.7	54.4	63.7	61.9	58.8	51.1	48.4	53.7	62.0	57.8
	51.8	49.4	41.2	44.2	51.9	50.3	47.8	41.5	39.3	43.7	50.4	47.0

Barkly East:	89	97	101	43	50	12	7	24	41	52	81	89
	141.3	129.2	96.2	73.6	61.0	45.6	54.0	67.7	89.2	108.4	125.7	138.7
	106.0	96.9	72.1	55.2	45.7	34.2	40.5	50.8	66.9	81.3	94.3	104.0
	74.9	68.5	51.0	39.0	32.3	24.2	28.6	35.9	47.3	57.5	66.6	73.5
Victoria West:	26	41	48	26	19	9	7	8	12	14	20	24
	190.4	178.2	139.0	104.9	73.9	53.3	49.7	72.9	97.7	132.7	150.0	175.1
	142.8	133.7	104.2	78.7	55.4	40.0	37.3	54.7	73.3	99.6	112.5	131.3
	55.2	51.7	40.3	30.4	21.4	15.5	14.4	21.1	28.3	38.5	43.5	50.8
Groot-fontein:	43	56	70	31	19	8	11	9	17	24	40	37
	166.6	159.9	127.3	101.5	81.6	62.2	59.3	76.5	100.6	126.5	139.6	162.4
	124.9	119.9	95.5	76.1	61.2	46.7	44.5	57.4	75.4	94.9	104.7	121.8
	68.3	65.6	52.2	41.6	33.5	25.5	24.3	31.4	41.2	51.9	57.2	66.6
Calvinia:	7	14	17	20	27	29	24	23	17	11	13	7
	186.1	176.0	157.3	108.5	85.8	71.8	62.0	71.5	89.0	127.2	141.1	166.2
	139.6	132.0	118.0	81.4	64.3	53.9	46.5	53.6	66.7	95.4	105.9	124.6
	42.8	40.5	36.2	25.0	19.7	16.5	14.3	16.4	20.5	29.3	32.5	38.2
Pt. St. Johns:	121	140	154	86	67	38	37	50	92	131	121	133
	73.7	81.1	73.6	86.0	103.2	99.2	102.2	75.4	73.2	71.3	69.1	73.8
	55.3	60.8	55.2	64.5	77.4	74.4	76.7	56.6	54.9	53.5	51.8	55.3
	45.7	50.3	45.6	53.3	64.0	61.5	63.4	46.7	45.4	44.2	75.0	45.8
Cradock:	43	54	57	30	21	10	9	9	17	25	31	34
	174.2	156.5	135.3	113.3	90.7	76.0	71.8	89.6	107.5	128.7	145.7	159.8
	130.6	117.4	101.5	85.0	68.0	57.0	53.9	67.2	80.6	96.5	109.2	119.8
	67.9	61.0	52.8	44.2	35.4	29.6	28.0	34.9	41.9	50.2	56.8	62.3
Sutherland:	12	17	23	23	26	29	24	23	15	14	13	10
	115.9	102.6	80.3	52.1	34.5	22.2	24.4	32.1	47.5	74.9	102.1	117.0
	86.9	76.9	60.2	39.1	25.9	16.7	18.3	24.1	35.6	56.2	76.6	87.8
	31.3	27.7	21.7	14.1	9.3	6.0	6.6	8.7	12.8	20.2	27.6	31.6
Columbine, C.:	3	3	9	22	32	42	40	26	25	13	5	8
	55.3	55.5	49.6	43.4	43.2	45.1	37.9	35.9	38.1	51.1	54.2	52.1
	41.5	41.7	37.2	32.5	32.4	33.8	28.4	26.9	28.6	38.3	40.7	39.1
	23.2	23.3	20.8	18.2	18.1	18.9	15.9	15.1	16.0	21.5	22.8	21.9
East London:	73	77	97	68	55	36	35	44	69	91	86	77
	103.0	100.1	95.7	96.5	100.5	100.9	99.3	92.7	88.7	85.3	94.1	102.8
	77.3	75.1	71.8	72.3	75.4	75.6	74.4	69.5	66.6	64.0	70.5	77.1
	57.7	56.1	53.6	54.0	56.3	56.5	55.6	51.9	49.7	47.8	52.7	57.6
Oudtshoorn:	10	13	26	21	21	11	19	16	22	21	31	21
	175.5	167.2	142.8	109.2	82.1	67.2	66.4	75.0	92.7	114.2	133.8	159.2
	131.6	125.4	107.1	81.9	61.6	50.4	49.8	56.2	69.5	85.6	100.3	119.4
	47.4	45.1	38.6	29.5	22.2	18.1	17.9	20.3	25.0	30.8	36.1	43.0

Cape Town:	16	14	19	53	91	102	98	82	58	39	24	19
	127.9	123.6	102.1	78.1	60.5	53.4	50.1	53.1	64.7	84.6	104.6	121.0
	95.9	92.7	76.6	58.6	45.4	40.1	37.5	39.8	48.5	63.5	78.4	90.8
	79.3	76.6	63.3	48.4	37.5	33.1	31.1	32.9	40.1	52.5	64.9	75.0
Pt. Elizabeth:	34	33	48	45	59	50	47	56	65	58	56	42
	107.1	96.1	84.8	84.0	80.7	76.6	72.6	74.1	72.1	79.6	91.0	103.7
	80.3	72.1	63.6	63.0	60.5	57.5	54.5	55.6	54.0	59.7	68.3	77.8
	54.6	49.0	43.2	42.8	41.2	39.1	37.0	37.8	36.8	40.6	46.4	52.9
St. Blaize, C.:	27	34	37	39	35	30	31	34	42	41	36	31
	96.1	87.2	72.8	76.3	78.2	75.2	72.5	69.6	63.9	71.3	78.6	96.3
	72.1	65.4	54.6	57.3	58.6	56.4	54.3	52.2	48.0	53.5	59.0	72.2
	44.2	40.1	33.5	35.1	36.0	34.6	33.4	32.0	29.4	32.8	36.2	44.3

S u d a n :

Wadi Halfa:	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
	124.6	146.3	177.1	228.4	272.3	280.6	293.0	308.4	277.3	243.5	183.4	142.2
	93.4	109.8	132.8	171.3	204.2	210.5	219.8	231.3	207.9	182.6	137.5	106.7
	10.0	11.7	14.2	18.3	21.8	22.4	23.4	24.7	22.2	19.5	14.7	11.4
Pt. Sudan:	5	2	0.7	0.6	0.8	0.7	8	4	0	12	51	25
	139.9	134.4	147.4	189.8	240.2	278.7	301.3	297.5	272.6	185.0	164.7	145.9
	104.9	100.8	110.6	142.3	180.2	209.0	226.0	223.1	204.5	138.8	123.6	109.4
	14.0	13.4	14.7	19.0	24.0	27.9	30.1	29.8	27.3	18.5	16.5	14.6
Atbara:	0	0.3	0	1	2	2	26	41	7	2	0	0
	182.3	191.8	223.4	259.9	287.8	309.4	298.0	291.4	304.4	283.4	236.0	195.6
	136.7	143.8	167.5	194.9	215.8	232.1	223.5	218.5	228.3	212.5	177.0	146.7
	16.4	17.3	20.1	23.4	25.9	27.8	26.8	26.2	27.4	25.5	21.2	17.6
Khartoum:	0	0	0.3	0.6	4	8	51	72	21	4	0.1	0
	192.9	203.7	237.7	268.8	304.8	314.0	266.1	234.4	274.2	288.8	243.4	203.6
	144.7	152.8	178.3	201.6	228.6	235.5	199.5	175.8	205.7	216.6	182.6	152.7
	25.1	26.5	30.9	34.9	39.6	40.8	34.6	30.5	35.6	37.5	31.6	26.5
Kassala:	0	0.4	0.6	2	13	23	102	120	56	10	1	0
	192.0	208.5	244.4	289.6	302.4	286.6	216.5	196.6	226.7	273.9	239.3	208.6
	144.0	156.3	183.1	217.2	226.8	214.9	162.4	147.4	170.0	205.4	179.5	156.4
	74.9	81.3	95.3	112.9	117.9	111.8	84.4	76.7	88.4	106.8	93.3	81.4
El Fasher:	0	0	0.4	0.8	10	15	102	137	33	5	0	0
	157.4	169.8	205.4	230.1	255.9	270.5	234.8	196.4	230.3	235.6	194.2	162.3
	118.1	127.3	154.1	172.6	191.9	202.8	176.1	147.3	172.7	176.7	145.7	121.7
	55.1	59.4	71.9	80.5	89.6	94.7	82.2	68.7	80.6	82.5	68.0	56.8
Sennar:	0	0	1	2	19	67	117	160	66	17	2	0
	160.4	181.3	204.8	238.2	240.7	204.9	124.8	97.9	128.1	184.1	199.0	166.6
	120.3	135.9	153.6	178.7	180.5	153.7	93.6	73.4	96.1	138.1	149.3	124.9
	75.4	85.2	96.3	112.0	113.1	96.3	58.7	46.0	60.2	86.5	93.5	78.3

El Obeid:	0	0.1	1	2	17	34	99	127	76	15	0.1	0
	177.0	188.7	229.6	264.8	279.7	259.8	200.1	162.6	202.6	242.1	221.1	187.4
	132.7	141.6	172.2	198.6	209.8	194.8	150.1	122.0	151.9	181.6	165.8	140.6
	74.3	79.3	96.4	111.2	117.5	109.1	84.0	68.3	85.1	101.7	92.9	78.7
Er Roseires:	0	1	2	16	62	128	186	222	155	31	5	0
	218.0	238.2	268.0	281.6	260.3	185.1	116.7	93.7	112.7	154.9	223.5	217.0
	163.5	178.7	201.0	211.2	195.2	138.8	87.6	70.3	84.5	116.1	167.6	162.8
	122.1	133.4	150.1	157.7	145.8	103.7	65.4	52.5	63.1	86.7	125.2	121.5
Kadugli:	2	2	2	15	74	130	155	124	135	79	5	0
	220.7	229.4	251.1	278.6	244.7	176.6	120.4	98.2	107.5	168.4	220.8	213.8
	165.5	172.1	188.4	209.0	183.6	132.5	90.3	73.7	80.7	126.3	165.6	160.3
	119.2	123.9	135.6	150.4	132.1	95.4	65.0	53.0	58.1	90.9	119.2	115.5
Malakal:	0	0.2	5	27	92	128	169	186	147	79	8	0.2
	215.7	233.9	256.4	262.4	214.3	166.4	131.8	124.2	142.7	167.0	219.1	219.5
	161.7	175.4	192.3	196.8	160.8	124.8	98.9	93.2	107.0	125.2	164.4	164.7
	122.9	133.3	146.1	149.6	122.2	94.8	75.1	70.8	81.3	95.2	124.9	125.1
Raga:	0	3	16	58	148	120	227	258	200	93	12	2
	197.1	219.1	230.9	221.0	185.1	140.6	119.3	110.5	127.9	158.0	196.9	194.6
	147.8	164.4	173.1	165.8	138.9	105.4	89.5	82.8	96.0	118.5	147.7	146.0
	122.2	135.8	143.2	137.0	114.8	87.2	74.0	68.5	79.3	98.0	122.1	120.7
Wau:	1	6	24	65	135	166	191	209	167	124	14	1
	217.0	234.6	252.1	232.0	191.3	167.6	140.4	136.0	150.8	170.1	203.5	215.1
	162.7	175.9	189.1	174.0	143.3	125.7	105.3	102.0	113.1	127.6	152.6	161.3
	117.2	126.7	136.1	125.3	103.3	90.5	75.8	73.4	81.4	91.9	109.9	116.2
Yubu:	5	23	64	102	188	221	170	213	234	170	51	15
	186.8	166.5	145.9	94.3	75.6	64.1	59.4	54.9	71.6	77.1	119.2	155.2
	140.1	124.9	109.5	70.7	56.7	48.1	44.5	41.2	53.7	57.8	89.4	116.4
	125.2	111.6	97.8	63.2	50.7	42.9	39.8	36.8	48.0	51.7	79.9	104.0
Juba:	4	15	32	121	150	134	121	133	106	94	35	17
	227.1	235.8	227.0	189.2	154.8	140.4	119.6	119.8	146.3	163.1	184.1	209.0
	170.3	176.8	170.2	141.9	116.1	105.3	89.7	89.8	109.7	122.3	138.1	156.7
	134.0	139.1	133.9	111.6	91.3	82.8	70.6	70.7	86.3	96.2	108.6	123.1
Torit:	5	20	46	102	132	122	157	142	112	99	41	15
	243.0	244.1	228.1	167.4	143.9	129.1	106.7	106.7	132.8	142.1	183.7	207.8
	182.3	183.1	171.1	125.6	107.9	96.8	80.0	80.0	99.6	106.6	137.8	155.9
	145.8	146.5	136.9	100.4	86.3	77.5	64.0	64.0	79.7	85.3	110.2	124.7

S w a s i l a n d :

Mbabane:	255	214	194	72	33	20	23	27	62	162	171	209
	87.7	84.5	73.1	81.1	79.3	76.2	78.5	82.6	108.5	103.8	97.1	93.5
	65.8	63.4	54.8	60.8	59.5	57.2	58.9	61.9	81.4	77.8	72.8	70.1
	58.8	56.6	49.0	54.3	53.1	51.1	52.6	55.3	72.7	69.5	65.1	62.6

T s c h a d :

Faya:	0	0	0	0	0.2	0	10	12	0.8	0.1	0	0
	280.2	189.7	223.3	270.8	306.5	313.8	303.5	273.5	296.4	266.8	211.9	175.6
	210.2	142.2	167.5	203.1	229.9	235.4	227.6	205.1	222.3	200.1	158.9	131.7
	22.4	15.2	17.9	21.7	24.5	25.1	24.3	21.9	23.7	21.3	17.0	14.0
Abéché:	0	0	0	1	25	25	130	220	70	13	0	0
	233.9	244.1	275.7	302.0	299.7	276.6	188.5	117.9	179.3	263.9	256.1	234.2
	175.4	183.1	206.8	226.5	224.8	207.4	141.4	88.4	134.4	197.9	192.1	175.6
	112.3	117.2	132.3	145.0	143.9	132.8	90.5	56.6	86.1	126.7	122.9	112.4
Ati:	0	0	0.1	0	18	20	97	186	55	6	2	0
	207.3	233.0	266.1	307.0	281.9	272.7	181.4	102.5	151.4	228.0	238.4	207.0
	155.5	174.8	199.5	230.3	211.4	204.6	136.0	76.9	113.6	171.0	178.8	155.2
	89.1	100.2	114.4	132.0	121.2	117.3	78.0	44.1	65.1	98.0	102.5	89.0
N'Djamena:	0	0	0	7	34	62	149	241	92	27	1	0
	202.6	224.8	261.2	298.7	275.1	234.6	159.8	97.4	131.2	197.9	232.8	203.3
	152.0	168.6	195.9	224.0	206.3	176.0	119.8	73.1	98.4	148.4	174.6	152.5
	105.4	116.9	135.8	155.3	143.1	122.0	83.1	50.6	68.2	102.9	121.1	105.7
Am Timan:	0	0	2	20	104	117	170	292	155	44	0	0
	202.8	230.7	253.1	267.7	228.8	174.1	134.2	107.2	116.9	158.4	197.3	194.2
	152.1	173.0	189.8	200.8	171.6	130.6	100.7	80.4	87.7	118.8	148.0	145.6
	117.6	133.8	146.8	155.3	132.7	101.0	77.8	62.2	67.8	91.9	114.4	112.6

T u n e s i e n :

Bizerte:	107	76	51	41	20	13	5	5	30	69	86	119
	49.5	55.6	62.8	71.8	91.0	130.5	139.4	142.0	129.6	100.5	69.6	61.8
	37.2	41.7	47.1	53.9	68.3	97.9	104.6	106.5	97.2	75.4	52.2	46.3
	30.7	34.5	38.9	44.5	56.4	80.9	86.4	88.0	80.4	62.3	43.2	38.2
Tunis:	62	52	43	41	23	11	4	8	32	50	53	59
	48.7	55.0	64.6	79.1	104.9	148.3	177.0	174.0	140.5	100.3	73.6	55.4
	36.5	41.3	48.5	59.3	78.7	111.2	132.7	130.5	105.3	75.2	55.2	41.6
	26.3	29.7	34.9	42.7	56.6	80.1	95.6	94.0	75.9	54.2	39.7	29.9
Béja:	104	89	64	51	33	15	5	5	33	61	61	104
	34.9	40.8	57.0	82.5	118.4	172.2	209.2	211.2	143.6	102.0	59.6	40.3
	26.2	30.6	42.8	61.8	88.8	129.2	156.9	158.4	107.7	76.5	44.7	30.2
	21.6	25.3	35.3	51.2	73.4	106.8	129.7	130.9	89.0	63.2	37.0	25.0
Sousse:	41	32	29	25	17	5	2	5	51	43	37	37
	55.4	54.5	62.7	62.1	79.6	112.3	134.7	132.5	118.4	86.7	84.9	61.7
	41.6	40.9	47.0	46.6	59.7	84.2	101.0	99.4	88.8	65.0	63.7	46.3
	24.9	24.5	28.2	27.9	35.8	50.5	60.6	59.6	53.3	39.0	38.2	27.8
Kairouan:	28	25	36	25	23	13	5	8	38	30	30	25
	61.7	77.4	84.3	102.4	136.7	184.2	222.5	218.0	177.3	124.7	94.1	69.4
	46.3	58.1	63.3	76.8	102.5	138.2	166.9	163.5	133.0	93.5	70.6	52.1
	27.8	34.8	37.9	46.1	61.5	82.9	100.1	98.1	79.8	56.1	42.3	31.2

Sfax:	24	18	22	20	11	4	0.8	2	26	29	32	18
	56.1	54.6	57.4	70.4	95.4	122.9	148.3	139.2	132.2	103.9	87.4	65.5
	42.1	41.0	43.0	52.8	71.6	92.2	111.2	104.4	99.1	78.0	65.5	49.1
	22.4	21.8	23.0	28.2	38.2	49.2	59.3	55.7	52.9	41.6	35.0	26.2
Grafssa:	17	13	22	15	10	7	3	5	12	15	18	13
	54.9	73.8	94.5	118.2	160.7	211.8	249.2	237.4	183.5	135.6	94.4	55.2
	41.2	55.3	70.9	88.7	120.5	158.9	186.9	178.1	137.6	101.7	70.8	41.4
	18.7	25.1	32.1	40.2	54.6	72.0	84.7	80.7	62.4	46.1	32.1	18.8
Gabés:	22	18	20	12	7	2	2	2	12	38	30	14
	64.7	73.1	88.6	85.4	102.1	128.5	152.2	157.3	138.0	107.2	96.3	70.6
	48.5	54.9	66.5	64.1	76.6	96.4	114.1	118.0	103.5	80.4	72.3	53.0
	24.6	27.8	33.7	32.5	38.8	48.8	57.8	59.8	52.4	40.7	36.6	26.8
Romada:	13	5	8	3	5	2	0	2	0	10	3	5
	62.5	83.5	111.2	134.8	175.1	221.2	242.8	233.2	219.1	165.5	106.5	84.3
	46.9	62.6	83.4	101.1	131.3	165.9	182.1	174.9	164.3	124.1	79.9	63.2
	10.0	13.4	17.8	21.6	28.0	35.4	38.8	37.3	35.1	26.5	17.0	13.5

T a n s a n i a :

Bukoba:	150	168	264	338	330	91	38	81	99	122	160	180
	88.8	88.9	89.3	84.6	83.2	95.1	101.8	87.9	92.0	95.0	89.1	91.9
	66.6	66.7	66.9	63.5	62.4	71.3	76.3	65.9	69.0	71.2	66.8	68.9
	62.1	62.2	62.5	59.2	58.2	66.5	71.2	61.5	64.4	66.5	62.4	64.3
Musoma:	53	69	114	160	104	20	13	23	25	36	74	64
	139.6	139.7	136.4	129.7	133.1	141.3	151.7	149.7	157.5	168.2	148.7	142.6
	104.7	104.7	102.3	97.3	99.9	106.0	113.8	112.3	118.1	126.2	111.5	106.9
	76.8	76.8	75.0	71.3	73.2	77.7	83.5	82.3	86.6	92.5	81.8	78.4
Mwanza:	85	98	148	192	92	20	10	23	45	53	118	130
	135.8	129.7	126.8	129.7	138.9	160.4	164.7	173.6	180.7	153.0	157.8	136.5
	101.8	97.3	95.1	97.3	104.1	120.3	123.5	130.2	135.5	114.7	118.3	102.4
	81.5	77.8	76.1	77.8	83.3	96.2	98.8	104.2	108.4	91.8	94.7	81.9
Biharamulo:	96	105	159	178	72	16	3	23	33	64	105	98
	103.2	109.8	105.9	91.7	103.1	141.3	146.5	148.3	161.7	139.4	112.5	102.1
	77.4	82.4	79.4	68.8	77.4	106.0	109.9	111.3	121.2	104.5	84.4	76.6
	60.9	64.8	62.5	54.1	60.9	83.4	86.4	87.5	95.4	82.2	66.4	60.2
Moshi:	47	62	125	415	253	44	29	23	16	33	69	50
	180.1	184.8	164.6	124.9	99.0	108.9	111.9	125.2	145.0	163.8	172.8	165.4
	135.1	138.6	123.5	93.7	74.3	81.7	83.9	93.9	108.7	122.9	129.6	124.0
	111.7	114.6	102.1	77.5	61.4	67.5	69.4	77.6	89.9	101.6	107.1	102.5
MLoulou:	109	76	122	185	76	5	3	2	2	25	66	102
	110.3	113.4	108.1	87.2	67.0	72.2	73.6	84.9	103.3	119.8	124.1	111.4
	82.7	85.0	81.1	65.4	50.2	54.2	55.2	63.7	77.5	89.9	93.1	83.6
	61.7	63.5	60.5	48.8	37.5	40.4	41.2	47.5	57.8	67.1	69.5	62.4

Kigoma:	115	124	156	137	49	8	4	2	22	51	127	141
	99.0	99.5	99.3	99.3	123.5	136.1	149.3	166.0	169.0	154.2	105.0	95.0
	74.2	74.6	74.5	74.5	92.6	102.1	112.0	124.5	126.8	115.6	78.7	71.2
	57.9	58.2	58.1	58.1	72.2	79.6	87.3	97.1	98.9	90.2	61.4	55.6
Kondoa:	84	120	121	96	21	2	0.6	0	0.6	7	35	113
	143.7	139.1	130.6	127.7	120.2	122.9	121.6	125.9	141.6	153.7	158.4	152.0
	107.8	104.4	98.0	95.7	90.1	92.2	91.2	94.4	106.2	115.3	118.8	114.0
	73.3	71.0	66.6	65.1	61.3	62.7	62.0	64.2	72.2	78.4	80.8	77.5
Tabora:	135	117	163	138	24	3	0	0	7	15	93	169
	125.7	122.7	119.4	128.3	149.8	161.2	169.7	187.8	203.7	214.4	190.4	135.1
	94.3	92.0	89.5	96.2	112.3	120.9	127.3	140.9	152.8	160.8	142.8	101.4
	72.4	70.7	68.8	73.9	86.3	92.9	97.8	108.2	117.3	123.5	109.7	77.8
Amani:	76	69	172	308	301	114	82	85	113	172	172	149
	110.8	125.8	101.3	62.6	59.0	69.0	62.4	58.8	70.2	76.1	77.5	99.9
	83.1	94.4	76.0	47.0	44.2	51.7	46.8	44.1	52.6	57.1	58.1	74.9
	77.6	88.1	70.9	43.8	41.3	48.3	43.7	41.1	49.1	53.3	54.2	69.9
Tanga:	41	48	94	267	305	64	119	74	76	99	190	61
	111.6	118.6	114.0	84.9	83.8	94.2	85.8	85.5	85.8	94.8	108.5	97.3
	83.7	88.9	85.5	63.7	62.8	70.7	64.4	64.1	64.4	71.1	81.4	73.0
	74.5	79.1	76.0	56.6	55.9	62.8	57.2	57.0	57.2	63.2	72.4	64.9
Dodoma:	140	105	124	47	5	1	0	0	0	5	27	99
	152.1	146.1	133.1	139.1	145.4	137.8	138.6	142.3	163.3	177.0	186.3	165.8
	114.1	109.6	99.9	104.3	109.1	103.4	104.0	106.7	122.5	132.7	139.7	124.3
	75.3	72.3	65.9	68.9	72.0	68.2	68.6	70.4	80.8	87.6	92.2	82.1
Dar es Salam:	65	62	130	277	189	34	27	25	29	42	70	91
	123.2	123.6	106.9	90.9	102.3	116.3	113.5	113.5	115.3	121.6	120.3	118.1
	92.4	92.7	80.2	68.2	76.0	87.2	85.1	85.1	86.5	91.2	90.2	88.5
	75.2	75.4	65.2	55.4	62.4	71.0	69.2	69.2	70.3	74.2	73.4	72.0
Morogoro:	117	91	124	196	122	15	13	8	13	33	43	84
	141.2	141.2	136.7	94.2	90.3	102.5	107.8	123.0	140.5	154.9	160.0	165.1
	105.9	105.9	102.5	70.6	67.7	76.9	80.9	92.3	105.3	116.2	120.0	123.9
	81.2	81.2	78.6	54.1	51.9	58.9	62.0	70.7	80.8	89.1	92.0	94.9
Iringa:	173	130	180	89	13	2	2	2	3	5	38	114
	98.5	98.7	92.0	103.5	111.7	112.1	116.3	121.1	134.1	160.0	161.1	125.7
	73.8	74.0	69.0	77.6	83.7	84.1	87.2	90.8	100.6	120.0	120.8	94.3
	54.2	54.3	50.6	56.9	61.4	61.7	63.9	66.6	73.7	88.0	88.6	69.1
Sas Hill:	193	170	224	86	20	3	3	3	2	10	64	190
	65.6	77.2	62.3	63.2	69.3	80.9	73.3	78.8	109.5	126.6	115.9	89.3
	49.2	57.9	46.7	47.4	52.0	60.7	55.0	59.1	82.1	94.9	86.9	67.0
	38.7	45.6	36.8	37.3	40.9	47.7	43.3	46.5	64.6	74.7	68.4	52.7

Kilwa	125	103	181	231	67	14	11	9	18	21	52	96
Kivinje:	92.6	94.3	92.6	95.3	116.3	114.9	98.1	95.9	110.9	127.2	118.4	97.4
	69.5	70.7	69.5	71.5	87.2	86.1	73.6	72.0	83.2	95.4	88.8	73.1
	54.2	55.1	54.2	55.7	68.0	67.2	57.4	56.1	64.9	74.4	69.3	57.0
Mbeya:	191	161	182	113	19	1	0.5	1	2	18	55	150
	84.6	85.9	82.4	80.6	90.6	91.9	96.0	110.4	134.1	145.5	141.8	105.2
	63.5	64.4	61.8	60.5	67.9	68.9	72.0	82.8	100.6	109.1	106.4	78.9
	49.1	49.8	47.8	46.8	52.5	53.3	55.7	64.0	77.8	84.4	82.3	61.0
Songea:	288	220	252	98	12	1	0.5	2	2	8	42	174
	98.8	105.7	94.4	100.2	108.4	107.9	111.7	119.3	142.6	163.0	155.5	123.4
	74.1	79.2	70.8	75.2	81.3	80.9	83.8	89.5	106.9	122.2	116.6	92.5
	60.7	65.0	58.0	61.6	66.7	66.3	68.7	73.4	87.7	100.2	95.6	75.9
Lindi:	144	117	168	163	39	11	6	7	15	15	55	149
	117.1	110.2	105.5	109.9	128.5	142.6	136.6	130.3	125.1	128.1	135.4	126.0
	87.8	82.7	79.1	82.4	96.4	106.9	102.5	97.8	93.9	96.1	101.6	94.5
	67.9	63.9	61.2	63.7	74.5	82.7	79.2	75.6	72.6	74.3	78.5	73.1

U g a n d a :

Kitgum:	8	33	81	124	185	150	178	175	130	112	74	30
	212.0	226.0	206.0	171.0	140.0	133.0	122.0	117.0	140.0	173.0	185.0	190.0
	159.0	169.5	154.5	128.2	105.0	99.7	91.5	87.7	105.0	129.7	138.7	142.5
	137.8	146.9	133.9	111.1	91.0	86.4	79.3	76.0	91.0	112.4	120.2	123.5
Arua:	20	53	84	137	140	114	140	188	157	175	104	48
	187.0	199.0	183.0	153.0	118.0	113.0	99.0	103.0	117.0	131.0	156.0	176.0
	140.2	149.2	137.2	114.7	88.5	84.7	74.2	77.2	87.7	98.2	117.0	132.0
	123.4	131.3	120.8	101.0	77.9	74.6	65.3	68.0	77.2	86.5	103.0	116.2
Gulu:	12	43	86	167	196	145	164	226	173	161	94	46
	221.0	219.0	202.0	166.0	148.0	145.0	130.0	132.0	151.0	171.0	183.0	199.0
	165.7	164.2	151.5	124.5	111.0	108.7	97.5	99.0	113.2	128.2	137.2	149.2
	150.3	148.9	137.4	112.9	100.6	98.6	88.4	89.8	102.7	116.3	124.4	135.3
Lira:	18	25	89	175	201	124	163	254	211	155	81	46
	197.0	193.0	173.0	145.0	118.0	123.0	111.0	109.0	130.0	148.0	161.0	175.0
	147.7	144.7	129.7	108.7	88.5	92.2	83.2	81.7	97.5	111.0	120.7	131.2
	134.0	131.2	117.6	98.6	80.2	83.6	75.5	74.1	88.4	100.6	109.5	119.0
Masindi:	28	61	104	160	150	104	104	135	140	145	122	43
	176.0	173.0	158.0	143.0	125.0	123.0	117.0	114.0	119.0	134.0	146.0	153.0
	132.0	129.7	118.5	107.2	93.7	92.2	87.7	85.5	89.2	100.5	109.5	114.7
	114.4	112.4	102.7	92.9	81.2	79.9	76.0	74.1	77.3	87.1	94.9	99.4
Mbale:	25	58	91	155	173	130	112	137	109	81	58	41
	186.0	181.0	166.0	141.0	115.0	122.0	120.0	123.0	128.0	144.0	156.0	164.0
	139.5	135.7	124.5	105.7	86.2	91.5	90.0	92.2	96.0	108.0	117.0	123.0
	120.9	117.6	107.9	91.6	74.7	79.3	78.0	79.9	83.2	93.6	101.4	106.6

Pt. Portal:	32	74	137	188	144	80	64	116	183	215	169	79
	107.0	112.0	99.0	93.0	84.0	89.0	90.0	86.0	78.0	82.0	83.0	92.0
	80.2	84.0	74.2	69.7	63.0	66.7	67.5	64.5	58.5	61.5	62.2	69.0
	72.8	76.2	67.3	63.2	57.1	60.5	61.2	58.5	53.0	55.8	56.4	62.6
Mubende:	27	67	105	151	108	63	63	121	138	158	129	68
	146.0	140.0	124.0	102.0	92.0	111.0	115.0	106.0	102.0	102.0	110.0	121.0
	109.5	105.0	93.0	76.5	69.0	83.2	86.2	79.5	76.5	76.5	82.5	90.7
	94.9	91.0	80.6	66.3	59.8	72.1	74.7	68.9	66.3	66.3	71.5	78.6
Kampala:	57	63	122	173	133	71	54	96	107	104	116	93
	144.0	130.0	117.0	90.0	81.0	90.0	91.0	90.0	99.0	108.0	113.0	118.0
	108.0	97.5	87.7	67.5	60.7	67.5	68.2	67.5	74.2	81.0	84.7	88.5
	93.6	84.5	76.0	58.5	52.6	58.5	59.1	58.5	64.3	70.2	73.4	76.7
Entebbe:	71	88	160	260	243	120	75	80	73	93	131	120
	140.0	138.0	131.0	125.0	116.0	120.0	117.0	118.0	124.0	137.0	131.0	131.0
	105.0	103.5	98.2	93.7	87.0	90.0	87.7	88.5	93.0	102.7	98.2	98.2
	95.2	93.8	89.1	85.0	78.9	81.6	79.6	80.2	84.3	93.2	89.1	89.1
Mbarara:	44	65	97	122	83	29	22	58	101	106	107	73
	126.0	125.0	117.0	107.0	102.0	117.0	135.0	134.0	126.0	113.0	102.0	108.0
	94.5	93.7	87.7	80.2	76.5	87.7	101.2	100.5	94.5	84.7	76.5	81.0
	75.6	75.0	70.2	64.2	61.2	70.2	81.0	80.4	75.6	67.8	61.2	64.8
Kabala:	58	97	130	124	91	28	20	58	97	99	109	86
	86.0	85.0	79.0	70.0	66.0	73.0	88.0	96.0	90.0	82.0	75.0	76.0
	64.5	63.7	59.2	52.5	49.5	54.7	66.0	72.0	67.5	61.5	56.2	57.0
	51.6	51.0	47.4	42.0	39.6	43.8	52.8	57.6	54.0	49.2	45.0	45.6
<u>Z a m b i a :</u>												
Mbala:	199	230	242	91	16	2	0	0.5	8	28	101	179
	95.5	95.8	95.7	115.4	124.7	129.9	128.0	155.9	185.4	193.8	165.9	106.7
	71.6	71.9	71.7	86.6	93.5	97.5	96.0	116.9	139.1	145.3	124.4	80.0
	58.3	58.4	58.4	70.4	76.1	79.2	78.1	95.1	113.1	118.2	101.2	65.1
Kasama:	272	262	258	65	10	0	0	0.5	1	16	129	238
	111.6	117.0	117.0	135.7	139.0	135.0	136.6	157.1	188.6	209.9	180.2	129.2
	83.7	87.8	87.8	101.8	104.3	101.3	102.5	117.8	141.5	157.4	135.1	96.9
	70.3	73.7	73.7	85.5	87.6	85.1	86.1	99.0	118.8	132.2	113.5	81.4
Chilubi:	368	241	318	76	8	0	0	2	2	28	163	239
	85.9	93.9	97.7	128.6	129.1	121.6	119.3	137.7	165.5	180.7	128.8	95.9
	64.5	70.4	73.2	96.4	96.8	91.2	89.5	103.2	124.1	135.5	96.6	72.0
	57.6	62.9	65.5	86.2	86.5	81.5	79.9	92.3	110.9	121.1	86.3	64.3
Mwinilunga:	226	203	206	84	8	2	2	2	15	94	190	241
	103.0	120.3	123.6	157.2	140.6	130.9	134.1	156.9	193.5	186.1	128.0	99.0
	77.2	90.2	92.7	117.9	105.5	98.2	100.6	117.7	145.1	139.5	96.0	74.3
	62.8	73.4	75.4	95.9	85.8	79.8	81.8	95.7	118.0	113.5	78.1	60.4

Mpika:	295	226	163	28	2	0	0	0	0	5	66	295
	87.3	80.1	94.6	110.7	123.1	108.4	113.9	126.4	166.5	189.9	180.5	114.6
	65.5	60.1	71.0	83.0	92.3	81.3	85.4	94.8	124.9	142.4	135.4	86.0
	53.3	48.9	57.7	67.5	75.1	66.1	69.5	77.1	101.6	115.8	110.1	69.9
Solwezi:	301	240	245	57	4	0	0	0	1	37	156	306
	64.2	64.3	71.8	69.0	71.2	59.8	58.8	83.8	130.2	141.1	94.3	77.0
	48.2	48.2	53.9	51.8	53.4	44.8	44.1	62.9	97.6	105.8	70.7	57.7
	41.7	41.8	46.7	44.9	46.3	38.9	38.2	54.5	84.6	91.7	61.3	50.1
Ndola:	297	236	172	31	2	0	0	0	0	16	114	278
	104.9	104.9	122.5	135.9	134.7	116.7	121.4	142.8	180.6	201.7	174.0	122.2
	78.7	78.7	91.9	101.9	101.1	87.5	91.0	107.1	135.4	151.3	130.5	91.7
	65.0	65.0	76.0	84.3	83.5	72.4	75.3	88.5	112.0	125.1	107.9	75.8
Kasempa:	318	213	163	36	2	2	2	2	2	33	145	272
	105.7	109.4	109.0	134.9	135.6	121.3	124.8	155.7	200.3	205.3	151.6	116.1
	79.2	82.0	81.7	101.2	101.7	90.9	93.6	116.8	150.2	154.0	113.7	87.1
	66.6	68.9	68.7	85.0	85.4	76.4	78.6	98.1	126.2	129.3	95.5	73.1
Zambezi:	216	175	147	30	2	0	0	2	8	58	112	226
	110.5	111.1	110.5	151.2	146.8	137.7	136.8	173.2	216.5	209.3	155.1	114.5
	82.9	83.3	82.9	113.4	110.1	103.3	102.6	129.9	162.4	156.9	116.3	85.8
	65.2	65.5	65.2	89.2	86.6	81.2	80.7	102.2	127.7	123.5	91.5	67.6
Chipata:	269	187	196	32	1	0	0	1	7	16	46	215
	117.8	101.9	111.9	131.5	139.3	128.6	128.4	152.9	193.9	226.7	209.8	146.7
	88.3	76.4	83.9	98.6	104.5	96.4	96.3	114.6	145.4	170.0	157.3	110.0
	69.5	60.1	66.0	77.6	82.2	75.9	75.8	90.2	114.4	133.8	123.8	86.6
Kabwe:	258	196	113	5	1	0	0	0	4	10	66	266
	101.7	97.7	111.4	130.4	138.5	119.0	121.3	153.3	188.0	219.2	183.6	122.2
	76.3	73.3	83.6	97.8	103.9	89.2	90.9	115.0	141.0	164.4	137.7	91.7
	60.0	57.6	65.7	76.9	81.7	70.2	71.6	90.4	110.9	129.3	108.3	72.1
Mongu:	223	212	152	31	2	0	0	0	2	32	97	225
	128.5	132.5	151.8	181.4	175.7	157.8	160.7	188.7	228.2	240.2	201.0	145.6
	96.4	99.4	113.8	136.1	131.8	118.3	120.5	141.5	171.2	180.2	150.7	109.2
	75.8	78.2	89.6	107.0	103.7	93.1	94.8	111.3	134.6	141.7	118.6	85.9
Lusaka:	231	190	142	18	3	2	2	0	2	10	91	150
	95.0	98.9	119.8	145.9	147.8	130.5	131.4	153.1	191.3	213.4	179.5	129.0
	71.2	74.2	89.9	109.4	110.8	97.8	98.6	114.8	143.5	160.1	134.6	96.8
	54.2	56.4	68.3	83.2	84.2	74.4	74.9	87.3	109.0	121.6	102.3	73.5
Maramba:	175	165	102	24	5	1	0	0	2	19	80	175
	141.3	138.3	161.0	170.1	153.7	131.3	131.4	160.9	209.2	241.2	217.3	174.9
	106.0	103.7	120.8	127.6	115.3	98.5	98.6	120.7	156.9	180.9	163.0	131.2
	77.7	76.1	88.6	93.6	84.5	72.2	72.3	88.5	115.1	132.7	119.5	96.3

Zentral Afrikanische Republik:

Birao:	0	0.6	0.7	20	106	118	202	207	157	48	0.5	0
	203.8	233.6	258.6	263.6	228.1	153.7	115.8	97.7	112.1	138.8	189.3	180.3
	152.9	175.2	194.0	197.7	171.1	115.2	86.9	73.3	84.1	104.1	141.9	135.2
	118.2	135.5	150.0	152.9	132.3	89.1	67.2	56.7	65.0	80.5	109.8	104.6
Ndélé:	0.5	28	27	42	143	146	181	266	247	161	14	2
	247.8	257.0	256.2	231.4	155.8	123.9	102.7	89.3	98.5	120.8	193.6	234.1
	185.8	192.8	192.2	173.6	116.9	92.9	77.0	67.0	73.9	90.6	145.2	175.6
	158.6	164.5	164.0	148.1	99.7	79.3	65.7	57.2	63.0	77.3	123.9	149.8
Bria:	6	18	87	108	180	187	211	290	224	180	48	4
	167.9	183.6	171.3	151.8	116.5	98.8	91.8	82.9	97.9	106.5	130.0	153.6
	125.9	137.7	128.5	113.9	87.4	74.1	68.8	62.2	73.4	79.9	97.5	115.2
	115.9	126.7	118.2	104.7	80.4	68.2	63.3	57.2	67.6	73.5	89.7	106.0
Bouka:	0.7	3	47	83	114	151	210	229	189	162	26	3
	170.5	195.4	200.5	166.9	134.6	115.5	93.6	93.2	93.6	111.2	139.0	158.9
	127.9	146.5	150.4	125.2	100.9	86.6	70.2	69.9	70.2	83.4	104.3	119.1
	107.4	123.1	126.3	105.1	84.8	72.8	59.0	58.7	59.0	70.1	87.6	100.1
Bouar:	6	15	54	98	122	133	153	278	252	181	13	6
	218.8	192.8	158.5	134.4	108.9	91.3	79.0	69.7	78.6	95.3	181.8	214.9
	164.1	144.6	118.9	100.8	81.7	68.5	59.2	52.3	59.0	71.5	136.3	161.2
	142.2	125.3	103.0	87.4	70.8	59.3	51.4	45.3	51.1	61.9	118.2	139.7
Bangassou:	30	37	107	149	228	195	202	208	189	266	98	38
	150.7	162.5	143.7	131.0	112.5	102.7	89.4	89.4	104.9	106.9	120.2	146.2
	113.1	121.9	107.8	98.2	84.4	77.0	67.1	67.1	78.7	80.2	90.2	109.7
	105.5	113.8	100.6	91.7	78.8	71.9	62.6	62.6	73.4	74.8	84.1	102.3
Bangui:	22	43	116	132	171	134	187	226	192	204	104	34
	143.0	154.4	141.7	130.4	111.6	102.1	84.2	84.4	97.1	106.1	110.7	146.2
	107.3	115.8	106.3	97.8	83.7	76.6	63.1	63.3	72.8	79.6	83.0	109.7
	98.7	106.5	97.8	90.0	77.0	70.4	58.1	58.2	67.0	73.2	76.4	100.9
Berbérati:	18	52	82	128	163	154	134	187	208	261	97	20
	129.4	132.0	117.2	111.8	93.7	84.5	80.6	76.1	81.1	87.3	110.1	136.5
	97.0	99.0	87.9	83.9	70.3	63.4	60.5	57.1	60.8	65.4	82.6	102.3
	88.0	89.8	79.7	76.0	63.7	57.5	54.8	51.7	55.1	59.4	74.9	92.8

Madagaskar:

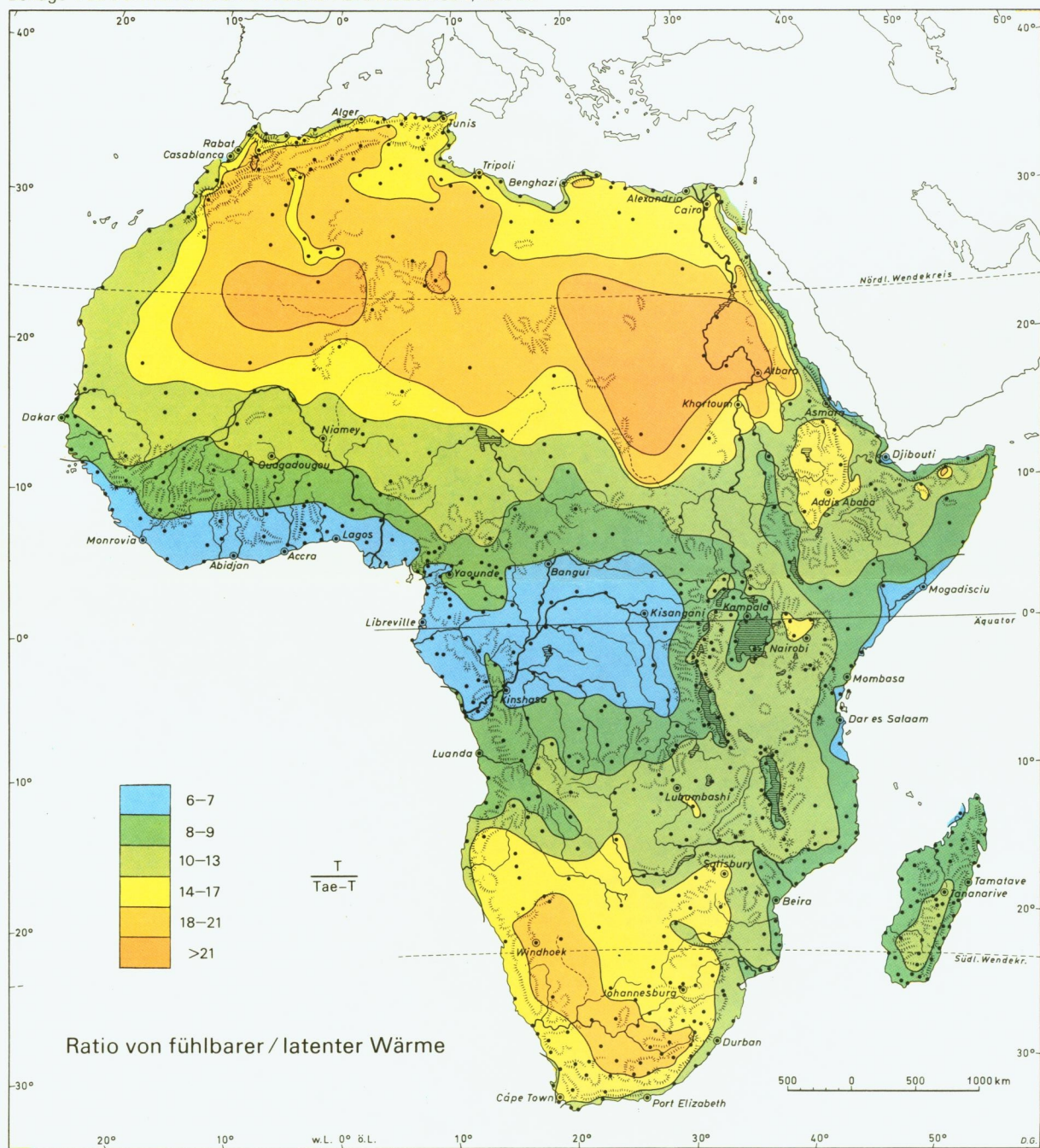
Diégo-Suarez:	269	241	193	56	8	5	5	8	8	18	28	147
	122.6	103.1	110.1	145.8	165.3	162.2	165.6	170.8	169.0	172.4	172.0	154.3
	92.0	77.3	82.6	109.4	124.0	121.7	124.2	128.1	126.8	129.3	129.0	115.7
	78.8	72.2	77.1	102.0	115.7	113.6	115.9	119.6	118.3	120.7	120.4	108.0
Vohémar:	201	173	188	193	86	84	84	71	84	61	89	140
	117.3	117.2	113.0	111.7	114.3	109.0	108.6	116.6	112.7	119.0	122.4	120.7
	88.0	87.9	84.8	83.8	85.7	81.8	81.5	87.5	84.5	89.3	91.8	90.5
	82.1	82.0	79.1	78.2	80.0	76.3	76.0	81.6	78.9	83.3	85.7	84.5

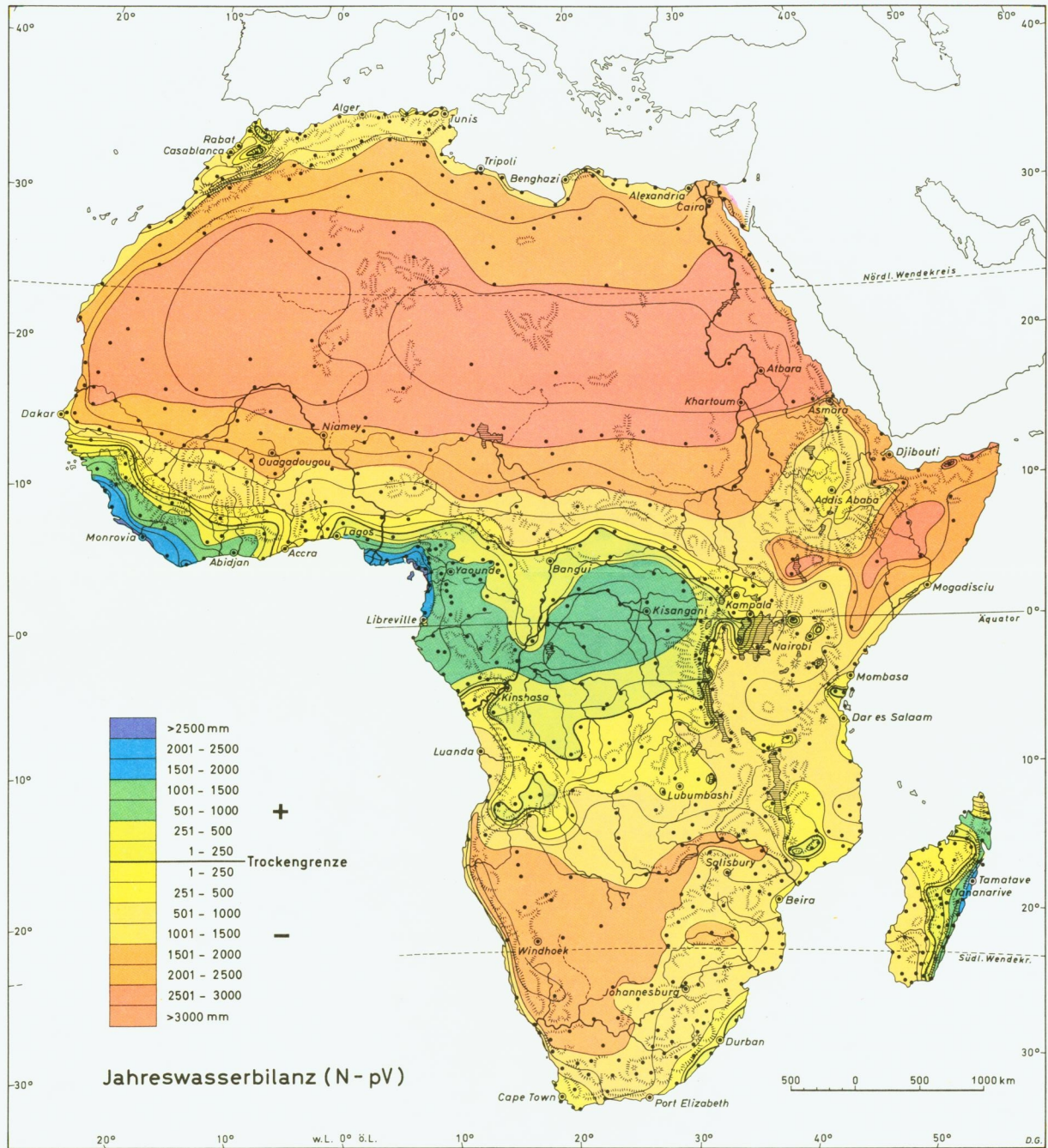
Nossi Bé:	511	429	287	155	69	51	41	58	56	112	221	358
	97.4	97.6	99.6	100.1	99.4	102.3	104.8	108.5	130.6	136.0	129.3	111.6
	73.1	73.2	74.7	75.1	74.6	76.7	78.6	81.4	98.0	102.0	97.0	83.7
	68.2	68.3	69.7	70.1	69.6	71.6	73.3	75.9	91.4	95.2	90.5	78.1
Annalava:	528	498	211	97	13	8	5	3	8	53	190	315
	99.7	85.4	95.7	140.7	163.7	167.5	167.8	176.5	188.5	181.7	142.5	122.4
	74.8	64.1	71.8	105.5	122.8	125.6	125.9	132.4	141.4	136.3	106.9	91.8
	69.8	59.8	67.0	98.5	114.6	117.3	117.4	123.5	132.0	127.2	99.8	85.7
Antalaha:	193	198	267	290	160	165	185	142	119	84	99	201
	100.0	106.6	95.4	94.4	93.7	84.5	83.2	87.3	84.5	99.9	109.8	98.8
	75.0	80.0	71.6	70.8	70.3	63.4	62.4	65.5	63.4	74.9	82.4	74.1
	70.0	74.6	66.8	66.1	65.6	59.1	58.2	61.1	59.1	69.9	76.9	69.2
Majunga:	475	361	272	61	10	3	2	3	3	25	109	244
	100.2	109.9	127.8	157.2	162.9	157.5	169.2	168.4	188.9	191.1	160.4	123.0
	75.2	82.4	95.9	117.9	122.2	118.1	126.9	126.3	141.7	143.3	120.3	92.3
	70.2	76.9	89.5	110.0	114.0	110.2	118.4	117.9	132.2	133.8	112.3	86.1
Mandritsara:	312	302	203	33	5	3	5	3	3	10	79	203
	110.2	97.6	110.7	121.6	121.1	112.2	106.7	112.4	133.7	155.2	161.9	137.0
	82.7	73.2	83.0	91.2	90.8	84.2	80.0	84.3	100.3	116.4	121.4	102.8
	77.1	68.3	77.5	85.1	84.8	78.5	74.7	78.6	93.6	108.6	113.3	95.9
Besalampy:	361	330	183	41	8	2	2	3	5	8	71	188
	92.4	99.6	116.1	132.1	131.9	135.6	140.2	141.1	148.6	153.5	145.8	115.1
	69.3	74.7	87.1	99.1	98.9	101.7	105.2	105.8	111.5	115.1	109.4	86.3
	64.6	69.7	81.3	92.5	92.3	94.9	98.1	98.8	104.0	107.4	102.0	80.6
Maevatanana:	471	365	285	69	5	1	2	2	8	36	161	316
	121.2	110.1	141.3	164.5	177.2	182.5	170.2	181.5	183.0	217.0	187.9	148.0
	90.9	82.6	106.0	123.4	132.9	136.9	127.7	136.1	137.3	162.8	140.9	111.0
	84.8	77.1	98.9	115.1	124.1	127.8	119.1	127.0	128.1	151.9	131.6	103.6
Ambodi-fototra:	330	437	523	414	335	259	251	151	137	61	119	236
	85.0	90.0	81.2	68.2	72.9	65.8	72.7	76.3	84.2	100.8	94.8	90.5
	63.8	67.5	60.9	51.2	54.7	49.4	54.5	57.2	63.2	75.6	71.1	67.9
	59.5	63.0	56.9	47.8	51.1	46.1	50.9	53.4	58.9	70.6	66.3	63.3
Maintirano:	193	193	132	25	10	5	3	3	5	18	58	137
	95.6	86.0	95.7	99.5	98.4	92.2	91.3	84.8	102.4	116.3	126.5	121.0
	71.7	64.5	71.8	74.6	73.8	69.2	68.5	63.6	76.8	87.2	94.9	90.8
	63.5	57.2	63.6	66.2	65.5	61.3	60.7	56.4	68.1	77.3	84.1	80.5
Tamatave:	366	378	452	399	264	282	302	203	132	99	117	262
	99.2	95.6	81.1	72.4	65.5	60.1	58.1	62.1	80.3	101.0	102.3	103.1
	74.4	71.7	60.8	54.3	49.1	45.1	43.6	46.6	60.2	75.8	76.7	77.3
	69.5	66.9	56.8	50.7	45.9	42.1	40.7	43.4	56.2	70.7	71.6	72.2

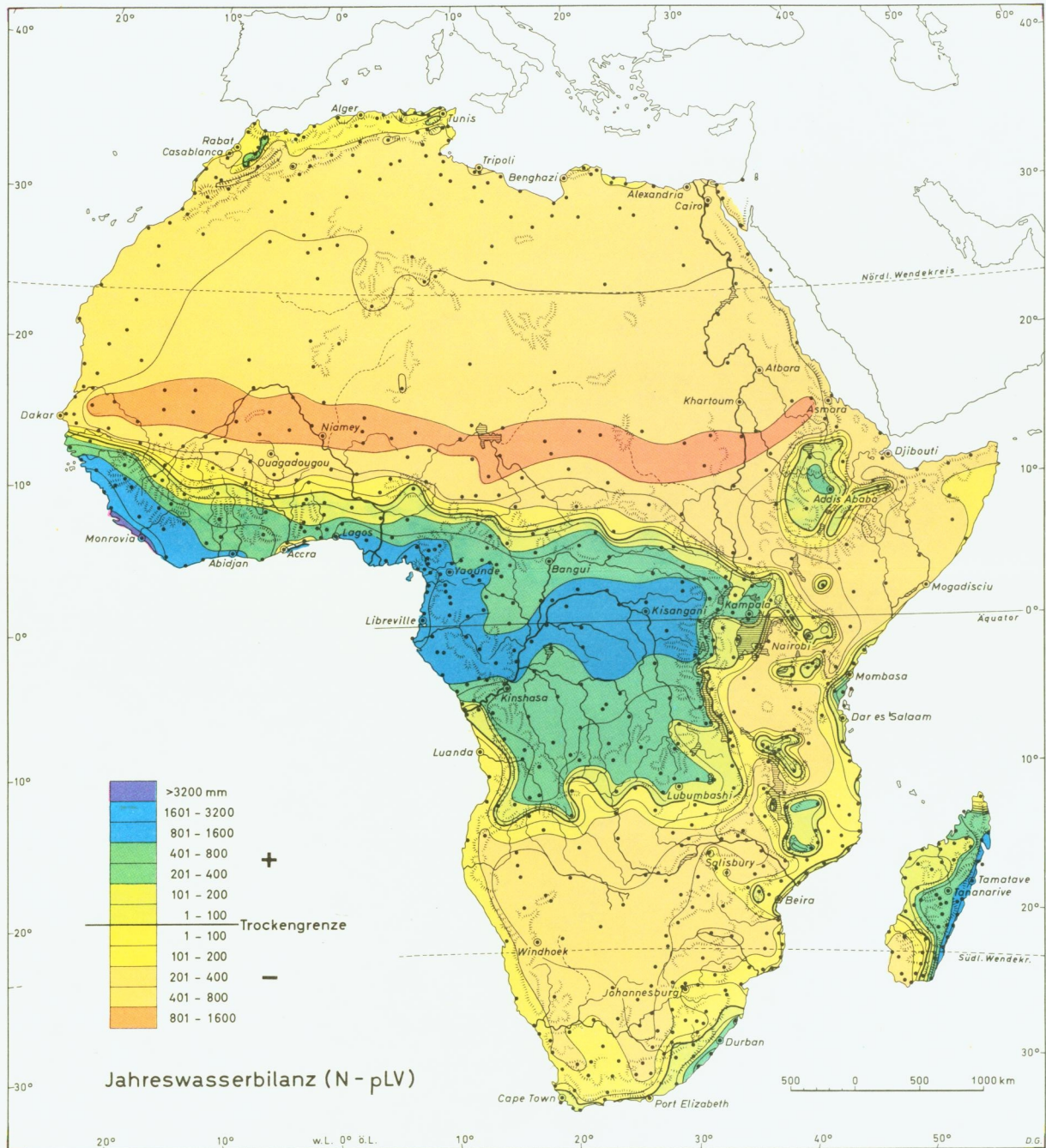
Ankavandra:	318	333	203	79	8	5	3	8	23	71	140	244
	129.7	125.5	122.8	143.0	151.5	137.2	140.8	149.2	160.0	193.5	191.0	149.5
	97.3	94.1	92.1	107.3	113.6	102.9	105.6	111.9	120.0	145.1	143.3	112.1
	90.8	87.8	85.9	100.1	106.1	96.0	98.6	104.4	112.0	135.4	133.7	104.7
Tananarive:	300	279	178	53	18	8	8	10	18	61	135	287
	78.8	75.6	75.2	73.8	68.2	61.9	60.1	68.0	86.1	107.4	107.4	89.8
	59.1	56.7	56.4	55.4	51.2	46.4	45.1	51.0	64.6	80.6	80.6	67.4
	55.2	52.9	52.7	51.7	47.7	43.3	42.1	47.6	60.3	75.2	75.2	62.9
Antsirabe:	305	254	194	94	38	13	13	13	25	69	160	262
	96.5	90.5	88.9	91.4	85.1	73.3	77.4	88.0	108.7	132.1	125.3	100.9
	72.4	67.9	66.7	68.6	63.8	55.0	58.1	66.0	81.5	99.1	94.0	75.7
	67.5	63.3	62.2	63.9	59.6	51.3	54.2	61.6	76.1	92.4	87.7	70.6
Nosy-Varika:	389	371	422	259	218	234	157	157	104	69	140	226
	81.4	81.4	80.6	76.6	68.9	58.2	65.2	65.7	76.7	91.7	98.0	89.8
	61.1	61.1	60.5	57.5	51.7	43.7	48.9	49.3	57.5	68.8	73.5	67.4
	56.9	56.9	56.4	53.6	48.2	40.7	45.7	46.0	53.7	64.2	68.6	62.9
Fianarant-soa:	269	226	170	51	30	20	20	18	23	38	135	231
	86.7	82.2	81.8	74.0	68.0	52.1	56.2	64.1	83.6	115.6	123.2	115.2
	65.0	61.7	61.4	55.5	51.0	39.1	42.2	48.1	62.7	86.7	92.4	86.4
	60.7	57.6	57.3	51.8	47.6	36.4	39.3	44.9	58.5	80.9	86.2	80.7
Morombe:	119	185	56	5	5	10	5	2	3	8	20	74
	114.1	114.1	113.0	107.2	81.0	72.8	78.5	95.3	98.1	100.8	99.1	112.6
	85.6	85.6	84.8	80.4	60.8	54.6	58.9	71.5	73.6	75.6	74.3	84.5
	65.6	65.6	65.0	61.6	46.6	41.8	45.2	54.8	56.4	58.0	57.0	64.7
Ankazoabo:	203	130	84	23	8	13	3	3	8	28	61	157
	150.5	141.8	160.8	157.5	136.2	122.8	119.5	131.1	151.7	184.4	194.1	174.3
	112.9	106.4	120.6	118.1	102.2	92.1	89.6	98.3	113.8	138.3	145.6	130.7
	100.1	94.3	106.9	104.7	90.6	81.6	79.5	87.2	100.9	122.7	129.1	115.9
Ihosy:	218	150	81	23	10	8	3	5	8	30	99	94
	114.7	114.3	112.8	112.5	99.9	83.4	86.2	97.2	123.8	155.4	147.6	126.3
	86.0	85.7	84.6	84.4	74.9	62.6	64.7	72.9	92.9	116.6	110.7	94.7
	75.7	75.4	74.4	74.2	65.9	55.0	56.9	64.1	81.7	102.6	97.4	83.3
Parafangana:	325	401	358	282	226	185	221	150	97	81	170	264
	71.9	80.3	81.2	69.3	65.1	54.5	52.0	52.0	55.2	77.1	73.2	75.9
	53.9	60.2	60.9	52.0	48.8	40.9	39.0	39.0	41.4	57.8	54.9	56.9
	50.4	56.2	56.9	48.5	45.6	38.2	36.4	36.4	38.6	54.0	51.2	53.1
Betroka:	206	130	89	28	13	13	10	5	10	43	97	203
	144.9	141.6	137.9	138.8	115.9	104.8	105.3	116.6	144.6	181.9	178.8	158.1
	108.7	106.2	103.4	104.1	86.9	78.6	79.0	87.5	108.5	136.4	134.1	118.6
	97.8	95.5	93.1	93.7	78.2	70.7	71.1	78.7	97.6	122.8	120.7	106.7

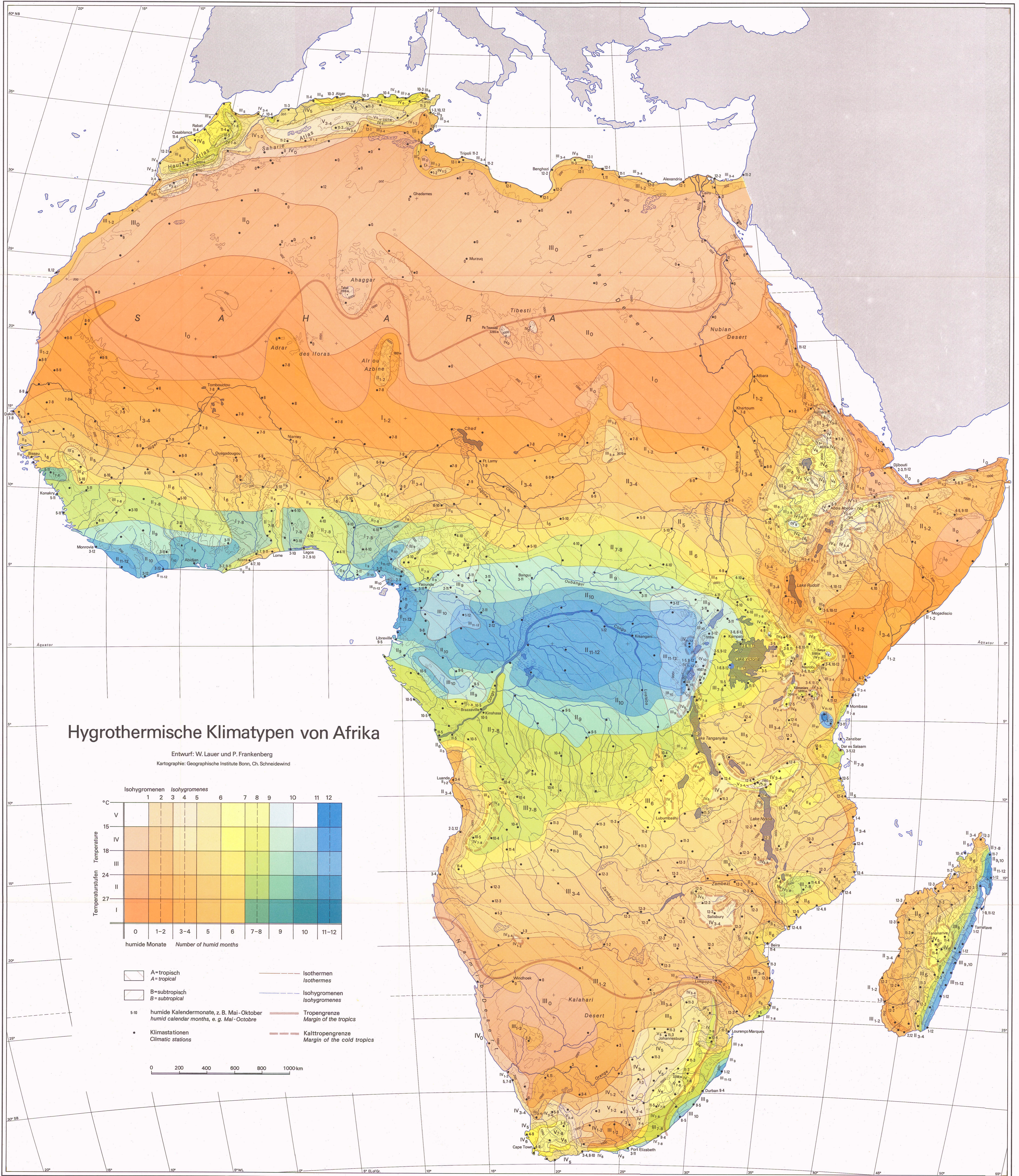
Tuléar:	79	81	36	8	18	10	3	5	8	18	36	43
	122.9	118.4	116.8	112.9	107.2	98.2	98.8	96.1	109.6	106.3	121.0	120.9
	92.2	88.8	87.6	84.7	80.4	73.7	74.1	72.1	82.2	79.7	90.8	90.7
	58.4	56.2	55.5	53.6	50.9	46.7	46.9	45.6	52.0	50.5	57.5	57.4
Betioky:	155	124	76	18	13	5	5	5	5	18	58	132
	148.5	136.7	153.5	144.6	121.3	102.4	95.6	113.8	139.6	174.9	174.4	163.8
	111.4	102.5	115.1	108.5	91.0	76.8	71.7	85.4	104.7	131.2	130.8	122.9
	92.1	84.8	95.1	89.6	75.2	63.5	59.3	70.6	86.6	108.4	108.1	101.5
Ft. Dauphin:	160	244	203	175	168	145	107	99	89	66	76	122
	77.2	81.4	81.6	81.3	76.4	68.1	70.7	71.1	71.8	80.1	81.0	77.6
	57.9	61.1	61.2	61.0	57.3	51.1	53.0	53.3	53.9	60.1	60.8	58.2
	54.0	57.0	57.1	56.9	53.5	47.7	49.5	49.8	50.3	56.0	56.7	54.3
Tsihombe:	81	102	48	20	23	33	15	10	13	18	28	99
	149.1	121.0	121.2	129.0	106.4	98.2	90.8	107.3	129.9	159.0	160.3	146.8
	111.8	90.8	90.9	96.8	79.8	73.7	68.1	80.5	97.4	119.3	120.2	110.1
	85.7	69.6	69.7	74.2	61.2	56.5	52.2	61.7	74.7	91.4	92.2	84.4











Hygrothermische Klimatypen von Afrika

Entwurf: W. Lauer und P. Frankenberg
 Kartographie: Geographische Institute Bonn, Ch. Schneidewind

Temperaturstufen	Isohygronen											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	[Color swatches for V, 1-12]											
IV	[Color swatches for IV, 1-12]											
III	[Color swatches for III, 1-12]											
II	[Color swatches for II, 1-12]											
I	[Color swatches for I, 1-12]											
	0	1-2	3-4	5	6	7-8	9	10	11-12			
	humide Monate			Number of humid months								

- A=tropisch
- B=subtropisch
- 5/10 humide Kalendermonate, z. B. Mai-Oktober
humid calendar months, e. g. Mai-October
- Klimastationen
Climatic stations
- Isothermen
- Isohygronen
- Tropengrenze
Margin of the tropics
- Kalttropengrenze
Margin of the cold tropics

