

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

EINE NEUE WANDKARTE
DER KLIMAGEBIETE DER ERDE

nach W. Köppens Klassifikation

Rudolf Geiger und Wolfgang Pohl

Mit 1 Karte

*A new wall map of the climatic regions of the world
according to W. Köppen's classification*

Summary: The purpose of this paper is to outline the principles which were used for the new edition of a wall map, scale 1:16 millions, of the climates of the world according to Köppen's classification. Published by Justus Perthes Verlag, Darmstadt, Donnersberggring 14, this multi-coloured map is based on the latest available data calculated to a larger map scale than the first edition of 1928. Compared with that edition several improvements have been incorporated in contents as well as in appearance. Well balanced colouring makes the map more legible and a better impression of the relative size of areas is conveyed by the use of Winkel's instead of Mercator's projection. The most extensive changes are to be found in the desert and steppe regions which, formerly underestimated, cover large parts of the oceans. Important and in some cases surprising improvements have also been achieved in Asia and Africa.

A small, generalized reproduction of the new map in black and white is enclosed.

In kurzem wird im Verlage von Justus Perthes in Darmstadt eine neue Wandkarte der Klimate der Erde erscheinen. Sie stellt die Neuauflage der Karte dar, die 1928 von W. Köppen und R. Geiger veröffentlicht worden war. Diese ist inzwischen überholt, da in den 25 Jahren seit ihrem Erscheinen ein umfangreiches neues Zahlenmaterial von einer stets zunehmenden Zahl meteorologischer Stationen beschafft und verarbeitet wurde. Schon 1944 hat J. M. Angervo (2) eine neue Darstellung gegeben, der aber durch den großen Maßstab des beigegebenen Kärtchens (26 zu 16 cm) und den Schwarz-Weiß-Druck enge Grenzen gesetzt waren, und bei der er teilweise abgeänderte Definitionen der Klimazonen benutzte. Die der Klimakunde von B. Haurwitz und J. Austin (13) beigegebene farbige Weltkarte enthielt auch schon einige Verbesserungen.

Bei einer Neubearbeitung der Wandkarte ließen sich zugleich einige Mängel des ersten Entwurfs beseitigen. Die damalige Karte verfolgte eigentlich ein doppeltes Ziel: Sie gab eine Abgrenzung der Klimazonen nach W. Köppens Klassifikation, enthielt aber zugleich eine Darstellung der Windgebiete der Erde unter Berücksichtigung des Jahreszeitenwechsels. Das Kartenbild wurde dadurch stark überladen. Für die Grundkarte war die Mercatorsche Projektion gewählt worden, weil sie in den stark bevölkerten und darum wichtigen mittleren geographischen Breiten genügend Flächenraum für die Eintragungen bot. Dem stand der Nachteil der Raumverschwendung und Flächenverzerrung in den höheren Breiten gegenüber. Bei dem wachsenden Verständnis für die drei-

dimensionale atmosphärische Zirkulation muß der moderne Klimatologe daran gewöhnt werden, sich alles räumlich richtig vorzustellen.

Im folgenden geben wir eine Rechtfertigung der Gesichtspunkte, die uns bei Anfertigung der Neuauflage leiteten. Das Hauptziel war zunächst, das Kartenbild einfacher, eindeutiger und übersichtlicher zu gestalten. Auf die Darstellung der Windgebiete wurde daher völlig verzichtet, obwohl dies sicherlich von manchem bedauert wird. Unsere heutigen Vorstellungen der atmosphärischen Zirkulation aber sind augenblicklich so im Umbruch, daß die veraltete Darstellung der ersten Auflage nicht schon jetzt in ein neues Schema umgeformt werden soll. Überdies haben die neuen Erkenntnisse hier wie überall zu einem so viel verwickelteren Bild der Tatsachen geführt, daß eine Darstellung der Windgebiete nur in einer eigenen Weltkarte gegeben werden könnte. Von der Darstellung der Gewitterverhältnisse und dem Anschreiben von Niederschlagszahlen wurde ganz abgesehen, weil man sich solche Angaben zweckmäßig aus anderen Quellen beschafft.

Für die geographische Grundkarte wurde an Stelle der Mercator-Projektion die Winkelsche vermittelnde Projektion gewählt. Noch lieber hätten wir eine wirklich flächentreue Grundkarte gewählt; doch verbot sich das aus technischen Gründen und ohne Zweifel ist das Winkelsche Kartenbild sehr ansprechend. Durch geringfügige Beschneidung des Kartenbildes am rechten und linken Rand wurde auf unbedeutende Meeresgebiete im äquatorialen Stillen Ozean verzichtet, dadurch aber der große Vorteil eingetauscht, daß der Kartenmaßstab bei gleicher Kartengröße von 1:20 Millionen auf 1:16 Millionen vergrößert werden konnte.

Die neue Karte stellt jetzt nur eine Klimagebietskarte nach der Köppenschen Klassifikation dar. Es wurden durchwegs die im Handbuch der Klimatologie (17) festgelegten Definitionen verwendet. Bei diesem vereinfachten Ziel konnte alles neue Material der letzten 25 Jahre voll berücksichtigt werden, soweit es der Kartenmaßstab zuließ. Aber auch das Farbbild wurde vereinfacht. Die bisherige Unterscheidung des Cf-, Df- und E-Klimas in zwei Farbstufen (Cfa und Cfb, ET und EF usw.) wurde aufgegeben. Damit wurden die bisher 14 Farbtöne auf 10 reduziert. Deshalb gibt die Karte aber nicht weniger Auskunft; denn in den C- und D-Klimaten wurden (in der Wandkarte, nicht in der verkleinerten Wiedergabe hier) in strich-punktierter Linie die Grenzlinien zwischen a, b, c und d, in den Trockengebieten punktiert die Grenzlinie zwischen h und k eingetragen. Dies geschah ausnahmslos im Bereich der Ebenen, dagegen im Gebirgs Gelände nur dort, wo es der Raum zuließ. Die Art der Farbgebung blieb im wesentlichen dieselbe; nur für das Cf-Klima wurde an Stelle des rosa Farbtones ein leichtes Grün gewählt, wodurch nach unserer Meinung das Kartenbild wesentlich an Klarheit gewonnen hat. Auch auf manche Einzelbezeich-

nungen (x, g, i, n, fw, fs) wurde verzichtet. Neu benutzt wurde dagegen die inzwischen üblich gewordene Bezeichnung [w] für das winterrockene Klima nahe dem Äquator, das dem Jahreszeitenwechsel der anderen Erdhalbkugel folgt. Das Am-Klima erhielt wiederum dieselbe Farbe wie das Af-Klima.

Bemerkenswert ist, daß in der Neuauflage der Weltkarte ein neues Klimagebiet auftaucht, das bisher nur von einer einzigen Station in den Vereinigten Staaten bekannt war, nämlich das Oregon-Klima Ds. Im Köppenschen System existiert diese Verbindung von Winterstrenge und Sommertrockenheit nicht; denn die subtropische Sommertrockenheit (s) reicht normalerweise niemals so weit polwärts, daß sie noch in dem Bereich der Klimate mit regelmäßiger geschlossener Winterschneedecke (D) wirksam würde. Im Gebirgs Gelände aber kommt das vor, und zwar flächenhaft in zwei größeren Gebieten, nämlich in den westlichen Vereinigten Staaten (im östlichen Oregon und im nördlichen Kalifornien) und dann in Nord-Iran. In beiden Fällen grenzen Gebirgslagen mit geschlossener Winterschneedecke an die subtropischen Dürregebiete der Ebene. In der Karte haben wir für diese Ausnahmegebiete keine eigene Farbgebung gewählt, sondern sie dem Df-Klima zugeteilt, aber als Ds-Klima gekennzeichnet.

Die wesentlich schärfere Erfassung der Klimagebietsgrenzen, die uns möglich war, machte ein Problem der Darstellung akut, an dem man früher vorbeigehen konnte. Bekanntlich ist der Niederschlag auf einzeln gelegenen Inseln oder Inselgruppen größer als auf dem umliegenden Meer. Daher gehören die Inseln allgemein einem feuchteren Klimagebiet an; in der neuen Karte ist an mehreren Stellen dieser Unterschied groß genug, um einen Wechsel der Klimazone zu bewirken. Die Kleinen Antillen beispielsweise haben ein ausgesprochen immerfeuchtes Af-Klima; aber der umliegende Seeraum erhält so wenig Niederschläge, daß er dem BS-Klima zuzuteilen ist. Das gleiche gilt für die Hawaii-Inseln. Die Komoren liegen in einem Aw-Gebiet, haben aber Af-Klima. Mauritius und Réunion liegen in Stepperräumen, haben aber Savannen-Klima. In all diesen Fällen erhielten die Inseln die richtige Farbgebung, doch wurde diese durch eine entsprechende Beschriftung bestätigt, weil eben diese (überdies flächenkleine) Farbgebung nicht dem Klima des umliegenden Seeraumes entspricht (und daher leicht als ein Drucksehen aufgefaßt werden könnte).

Die größte Änderung der neuen Karte gegenüber der alten findet man in den Meeresräumen. Durch die Untersuchungen von *F. Albrecht*, *G. Wüst* und anderen wurde festgestellt, daß die Niederschlagshöhen auf See erheblich geringer sind, als noch in der bekannten Karte von *W. Meinardus* angenommen war. Wir benutzten in der Neuauflage für den nördlichen Pazifik und den nördlichen Atlantik das Kartenwerk von *W. F. MacDonald* (23), nach welchem zur Festlegung der Trockengrenzen (B gegen A und C) die Jahresmittel der Lufttemperatur aus den Monatskarten berechnet wurden. Für die Niederschlagswerte verwendeten wir auf allen Ozeanen die vortrefflichen Vier-

teljahrskarten von *F. Möller* (24). Sie halfen uns auch überraschend gut, die Abgrenzung von f gegen w und s zu finden, wobei die 5°-Felder, wo nötig, 5fach unterteilt wurden. Zwar sind hierfür eigentlich die Monatswerte erforderlich; in den fraglichen Räumen gab es aber kaum je einen ernstlichen Zweifel. Für die südlichen, insbesondere die höheren Breiten standen und Monatsmittel der Temperatur zur Verfügung, die wir Herrn *Dr. E. Vowinkel*-Pretoria verdanken. Für die Abgrenzung der E-Klimate benutzten wir sowohl in der Arktis wie in der Antarktis die Karten der Ozeanwerke von *G. Schott* (29, 30). Lediglich in Island richteten wir uns nach europäischen Klimaunterlagen.

Für die Neudarstellung auf den Kontinenten stehen naturgemäß andere Unterlagen zur Verfügung. Soweit die regionalen Teile von *W. Köppen* und *R. Geigers* Handbuch der Klimatologie (17) erschienen waren, gab es keine Schwierigkeiten. Daher weist Amerika die wenigsten Änderungen auf, weil alle Linienführungen dort schon 1928 bekannt waren. Diesmal konnte in Kanada und Alaska das Bodenrelief besser berücksichtigt werden; in Mittelamerika war die Darstellung nur eine Frage der zweckmäßigen Generalisierung für den Maßstab der Wandkarte. In Südamerika wurde auf Grund des Beobachtungsmaterials wie auch aus grundsätzlichen Erwägungen heraus zwischen dem Tropenklima und dem Wüstenklima an der Westküste ein schmaler Steppenstreifen eingefügt. Bemerkenswert ist, daß in dem Seeraum östlich von Patagonien erstmals das Csb-Klima auf größerem Flächenraum festgestellt werden konnte.

Grundlegende Verbesserungen waren in Asien möglich. Für Iran lagen die wertvollen Reiseergebnisse von *H. Bobek* (4) vor. Für Indien benutzten wir die Niederschlagskarte von *N. Krebs* (18) und, soweit dies für den vorliegenden Zweck durchführbar war, Veröffentlichungen von *L. A. Ramdas* (26). In Zentralasien gaben die Untersuchungen und kartographischen Darstellungen von *W. Haude* (12) wertvolle Anhaltspunkte. Was er als „Weidesteppe“ bezeichnet, entspricht größtenteils dem, was *W. Köppen* schon Wüste nennt. Seine „Ackerbausteppe“ entspricht im wesentlichen dem Steppenklima. Richtunggebend für Ostasien waren die Forschungsarbeiten von *H. von Wißmann* (34). Für Japan benutzten wir die Karte, welche *M. Schwind* (31) veröffentlicht hatte.

Für Australien stand uns eine erst 1948 erschienene Karte von *J. Gentilli* (10) zur Verfügung. Ihr gegenüber haben wir lediglich an der Westküste die Steppengrenze unter Berücksichtigung der Beobachtungen im benachbarten Meeresraum etwas weiter nach Norden gezogen.

Eine besondere Sorge bedeutete für uns Afrika. Neue Unterlagen gab es für die Insel Madagaskar von *J. Ravet* (27) und für den belgischen Kongo von *E. Bultot* (5). Auch benutzten wir die Angaben von *R. Geiger* und *H. Zierl* (9). Hier half uns in entscheidender Weise der frühere Mitarbeiter am Meteorologischen Universitätsinstitut in München, der oben bereits erwähnte Herr *Dr. Eberhard Vowinkel*. Er gab uns die Klimagrenzen für den ganzen Südafrikanischen Raum und unterstützte uns auch für die übrigen

Gebiete in Afrika mit wertvollen Ratschlägen, wofür wir ihm auch an dieser Stelle unseren aufrichtigen Dank aussprechen.

Die hier beigegebene Karte ist zwar eine stark generalisierte Wiedergabe der farbigen Wandkarte, enthält auch nicht die erläuternden Legenden, kann aber einen guten Eindruck davon vermitteln, daß das Gesamtbild der Neuauflage doch stark verändert ist. Viele kleinräumige Verbesserungen erscheinen nur auf der Wandkarte, aber die starken Umwandlungen läßt auch die beiliegende Karte deutlich werden. Die Ebenen Chinas haben in der Hauptsache nicht ein Cw-Klima (nach dem doch Köppen gerade das Klima „sinesisches Klima“ nannte!), sondern ein Cf-Klima. An der Ostküste Australiens reicht das Cfa-Klima wesentlich weiter nach Norden, und neu aufgetreten ist das Am-Klima. In Afrika ist das zentraltropische Af-Klima weiterhin zusammengeschrumpft, und durchwegs hat das Cw-Klima an Fläche gegenüber dem tropischen Steppenklimate verloren. In allen Kontinenten aber umfaßt der Wüsten- und Steppengürtel größere Flächenräume. Auf den Ozeanen hat diese Vergrößerung der Trockengebiete eine völlige Veränderung des Kartenbildes hervorgerufen. Dieser Tatsache liegt nicht eine Veränderung des Klimas zugrunde, sondern unsere bessere Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse auf See. Das Trockengebiet der Sahara und der Kap Verden beispielsweise erstreckt sich jetzt westwärts bis in den mittelamerikanischen Raum hinein und mit Staunen stellt man fest, daß es mit dem immer noch etwas rätselhaften Trockengebiet an der südamerikanischen Nordküste bei Carácas in unmittelbarer Verbindung steht. Ähnliches gilt, wie ein Kartenvergleich sofort zeigt, auch für die übrigen Trockenräume auf See.

Die grundsätzlich verschiedenen Methoden, nach denen die Beobachtungen an Land und auf See gewonnen werden, bringen es mit sich, daß bei einem solchen Kartenentwurf die Kontinente und die Meeresräume gleichfalls getrennt bearbeitet werden müssen. Die nachträgliche Zusammensetzung beider Unterlagen zeigte längs der Küstenlinie eine ganz überraschende Übereinstimmung und zwar sowohl dort, wo besondere Küsteneffekte auftreten (z. B. kalte Meeresströmungen), wie auch da, wo diese fehlen. Wir hoffen daher, daß die neue Karte ein zuverlässigeres Bild der wahren Klimagebiete auf der Erde darstellt. Ohne Zweifel wird die neue Karte durch ihr vereinfachtes Bild für den Hochschulunterricht (und Schulunterricht) besser geeignet sein als die Karte von 1928.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir auch an dieser Stelle für eine Sachbeihilfe, welche die Bearbeitung der neuen Kartenunterlagen erst ermöglichte.

Schrifttum

1. *Ackermann, A.*, The Köppen Classification of Climates in North America. The Geograph. Rev. XXXI, 105 bis 111, 1941.
2. *Angervo, J. M.*, Eine neue Klimakarte der Erde nach der Köppenschen Klassifikation. Mitt. met. Zentr. Anst. Helsingfors, 23, 1—15, 1944.
3. *Ashbel, D.*, Bio-climatic atlas of Israel. Met. Dep. Hebrew Univ. Jerusalem (1951).
4. *Bobek, H.*, Beiträge zur klima-ökologischen Gliederung Irans. Erdkunde 6, 65—84, 1952.
5. *Bultot, F.*, Carte des Régions Climatiques du Congo Belge. Publ. de l'Inst. Nat. pour l'étude agron. du Congo Belge (I.N.E.A.C.) Comm. No. 2 Bruxelles 1950.
6. Egypt. Meteorolog. Dep., Climatological normals for Egypt. Cairo, C. Tsoumas, 1950.
7. *Flohn, H.*, Zum Klima der Hochgebirge Zentralasiens. Met. Rundschau 1, 95—97, 1947.
8. *Geiger, R.*, Eine neue Klimakarte der Erde. Sitz-Ber. d. Bayr. Akad. d. Wiss. (mathem.-naturw. Klasse), 1952.
9. *Geiger, R.* u. *Zierl, H.*, Köppens Klimazonen und die Vegetationszonen von Afrika. Gerl. Beitr. z. Geophys. 33, 292—304, 1931.
10. *Gentili, J.*, Two climatic systems applied to Australia. Australian J. of Science, Sydney 11, 13—16, 1948.
11. *Gusinde, M.* und *Lauscher, F.*, Meteorologische Beobachtungen im Kongo-Urwald. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 150, 281—347, 1941.
12. *Haude, W.*, Grenzen verschiedener Trockenklimate in Zentralasien. Geograf. Ann. (Sven-Hedin-Festschrift), 112—129, 1935.
13. *Haurwitz, B.* und *Austin, J.*, Climatology. McGraw-Hill, New York, 1944.
14. *Ives, R. L.*, Climate of the Sonoran Desert Region. Ann. Ass. Americ. Geographers 39, 143—187, 1949.
15. *Knoch, K.* und *Schulz, A.*, Monats- und Jahresmittelwerte von Luftdruck und Temperatur. Linkes Met. Taschenbuch 1, 279—306, 1951.
16. *Köppen, W.*, Grundriß der Klimakunde. 2. Aufl. W. de Gruyter, Berlin 1931.
17. *Köppen, W.* und *Geiger, R.*, Handbuch der Klimatologie (Band II bis V). Verl. Gebr. Borntraeger, Berlin, 1930—1939.
18. *Krebs, N.*, Vorderindien und Ceylon (Landeskunde). Spemann, Stuttgart 1939.
19. *Kuhlbrodt, E.*, Die Klimate des Atlantischen Ozeans und seiner Inseln. Wind, Wetter und Wellen auf dem Weltmeere, 28—63, 1940.
20. *Landsberg, H.*, Statistical Investigations into the Climatology of Rainfall on Oahu (T. H.) Met. Monogr. Vol. 1 No. 3, 7—23, 1951 USA.
21. *Lautensach, H.*, Die Niederschlagshöhen auf der Iberischen Halbinsel. Peterm. Mitt. 95, 145—160, 1951.
22. *Lembke, H.*, Eine neue Karte des Jahresniederschlags im westlichen Vorderasien. Peterm. Mitt. 86, 217—225, 1940.
23. *MacDonald, W. F.*, Atlas klimatischer Karten der Ozeane. Marineobservatorium 1944.
24. *Möller, F.*, Vierteljahreskarten des Niederschlags für die ganze Erde. Peterm. Mitt. 95, 1—7, 1951.
25. *Paap, W.*, Die Niederschlagsverhältnisse des Schutzgebietes Deutsch-Ostafrika. A. d. Arch. d. Deutsch. Seewarte 53, 3, 1—18, 1934.
26. *Ramdas, L. A.*, Rainfall of India. Ind. J. Agricult. Science 19, 1—19, 1949.
27. *Ravet, J.*, Atlas climatologique de Madagascar. Publ. Service Mét. de Madag. Nr. 10, 1948.
28. *Schiffers, H.*, Wasserhaushalt und Probleme der Wassernutzung in der Sahara. Erdkunde, 5, 51—60, 1951.
29. *Schott, G.*, Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. C. Boysen, Hamburg 1935.
30. *Schott, G.*, Geographie des Atlantischen Ozeans. 3. Aufl. C. Boysen, Hamburg 1942.
31. *Schwind, M.*, Bemerkungen zu neuen Klimakarten Japans. Erdk. 5, 237—241, 1951.

32. *Sekiguti, T.*, Climatic divisions of Japan according to the Köppens classification. (Japan) 1949.

33. *Semmelhack, W.*, Physiologische Klimakarte von Kamerun und den Nachbargebieten. Mitt. d. Gruppe Dtsch. Kolonialwirtsch. Unternehmungen 5, 1942.

34. *Wißmann, H. v.*, Die Klimate und Vegetationsgebiete Eurasiens. Z. Ges. f. Erdk. 3—14, 1939.

ZUR FRAGE DER RÜCKSCHREITENDEN DENUDATION UND DES DYNAMISCHEN GLEICHGEWICHTS BEI MORPHOLOGISCHEN VORGÄNGEN

Frank Ahmert

Mit 2 Abbildungen

The problem of regressive denudation on slopes and dynamic equilibrium during morphological processes

Summary: This paper investigates whether and to what extent there is a general regression of denudational processes on slopes following laws similar to those governing the recession of a nick point on a river. Using the example of slope development during a period of down cutting the author shows that the resulting changes in the slope gradient, as well as the changes in the velocity of mass movement, recede from the bottom of the slope regressively upwards. This recession from the bottom of the slope plays a decisive rôle in scarplands by determining the intensity of denudation on the slopes of the "Zeugenberge" (residual outliers, literally: witness mountains) situated far away from the river courses. These mass movements show a tendency towards an equilibrium between removal and supply of rock waste.

Die Lehre von der rückschreitenden Erosion hat in der Morphologie vielfältige Früchte getragen; das Aufwärtswandern von Gefällsbrüchen im Flußbett, der Stufenbau der Alpentäler und manches andere werden mit ihr zwanglos erklärt. Nach rückwärts fortschreitend verlängert sich auch das Aufschüttungsgebiet des Flusses. Sein Mittellauf, die Schutttransportstrecke, in der sich Erosion und Aufschüttung die Waage halten, wandert flußaufwärts, den Oberlauf, die Strecke vorwiegender Erosion, allmählich aufzehrend. Im Hinstreben des Flusses zur Erosionsterminante gilt das Gesetz des Rückschreitens also nicht nur für die Erosion, sondern sinngemäß auch für fluviatilen Massentransport und fluviale Sedimentation.

Hier soll nun untersucht werden, inwieweit die Vorgänge der Denudation, die doch ebenfalls aus Abtragung, Massentransport und Aufschüttung bestehen, dem gleichen Gesetz unterliegen. Schon in der Begriffsbildung gibt es eine gewisse Parallelität: „Rückschreitende Verwitterung“¹⁾, „Denudationsbasis“ und „Denudationsterminante“²⁾, die identisch ist mit dem „Grenz- oder Mindestgefälle“³⁾. *Davis*⁴⁾ deutete darüber hinaus ein paralleles Verhalten von

Wasser- und Schuttströmen an; einen konkreten Beweis für die enge Verwandtschaft von denudativer mit erosiver Abtragung lieferte schließlich *Büdel*⁵⁾, der die Entstehung von Ursprungs„tälichen“ durch von der Erosionsbasis aus rückschreitende Korrosion erkannte.

Für die Denudation im Grundgebirge und in Gesteinen einheitlicher morphologischer Widerstandsfähigkeit gilt ohne Einschränkung der Satz *Philippson*⁶⁾: „Die Flüsse sind die Regulatoren der Denudation“. Sie schneiden sich ein, und gleichzeitig verflachen sich die Hänge, einen Böschungswinkel — die Denudationsterminante — anstrebend, bei dem die Hangabtragung aufhört. Erreicht wird dieses je nach Gestein, Wasserführung des Hangschutts und Klima unterschiedliche Mindestgefälle jedoch nur dann, wenn der Fluß seine Erosionsarbeit einstellt, d. h. es kann auch in einem Sohlental nur an den Stellen auftreten, wo die Hänge nicht durch Seitenerosion unterschritten werden. An Gleithängen ist sogar eine Unterschreitung des Grenzgefälles möglich, da sie weniger von denudativen Vorgängen als durch das seitliche Abgleiten von Flußbiegungen geformt werden.

Nach *Philippson*⁷⁾ soll die Verflachung von unten nach oben fortschreiten, das normale Hangprofil also konkav sein, „weil die größere Wassermasse unten schneller arbeitet und eine flachere Terminante erzielt als die kleinere Wassermasse oben“. Dieser Auffassung kann man nicht beipflichten, denn erstens entspricht der größeren Wassermasse unten auch eine größere wegzuführende Schuttmasse, da das Schutteinzugsgebiet der unteren Hangteile größer ist als das der oberen, und zweitens würde eine Gefällsverminderung durch stärkere Abtragung im unteren Hangteil gegenüber dem langsameren Zurückweichen des oberen Hangteils eine Gefällsverstärkung des letzteren hervorrufen. Eine solche Unterschneidung des oberen Hangteils durch denudative Abtragung des unteren Hangteils aber ist in einheitlichem Gestein nicht möglich. Im übrigen muß bei der Verflachung eines Hangs stets oben mehr abgetragen werden als unten, da, um die Verflachung zu erreichen, jeder höhere Hangpunkt schneller zurückweichen muß als der nächsttiefere⁸⁾.

Inwiefern aber können diese Denudationsvorgänge „rückschreitend“ genannt werden? Ein einfaches Beispiel: In einem Tal mit schuttüberkleideten Hängen (s. Abb. 1 a) beginnt der Fluß nach einer Ruhepause erneut in die Tiefe zu erodieren. Mit der Bildung der jungen Kerbe entsteht unterhalb des während der Ruhepause abgeflachten Hangs ein neuer, steilerer Hangteil. Die Reliefenergie wird erhöht, die Ge-

⁵⁾ Eiszeitmorphologie im gletscherfreien Gebiet, Geol. Rdsch. 1944, S. 505.

⁶⁾ A. a. O., S. 62.

⁷⁾ A. a. O., S. 41.

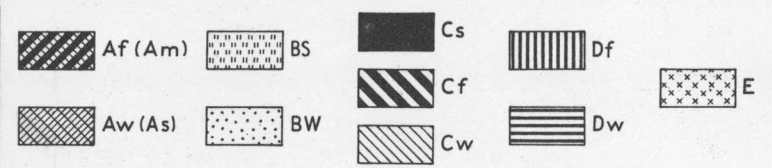
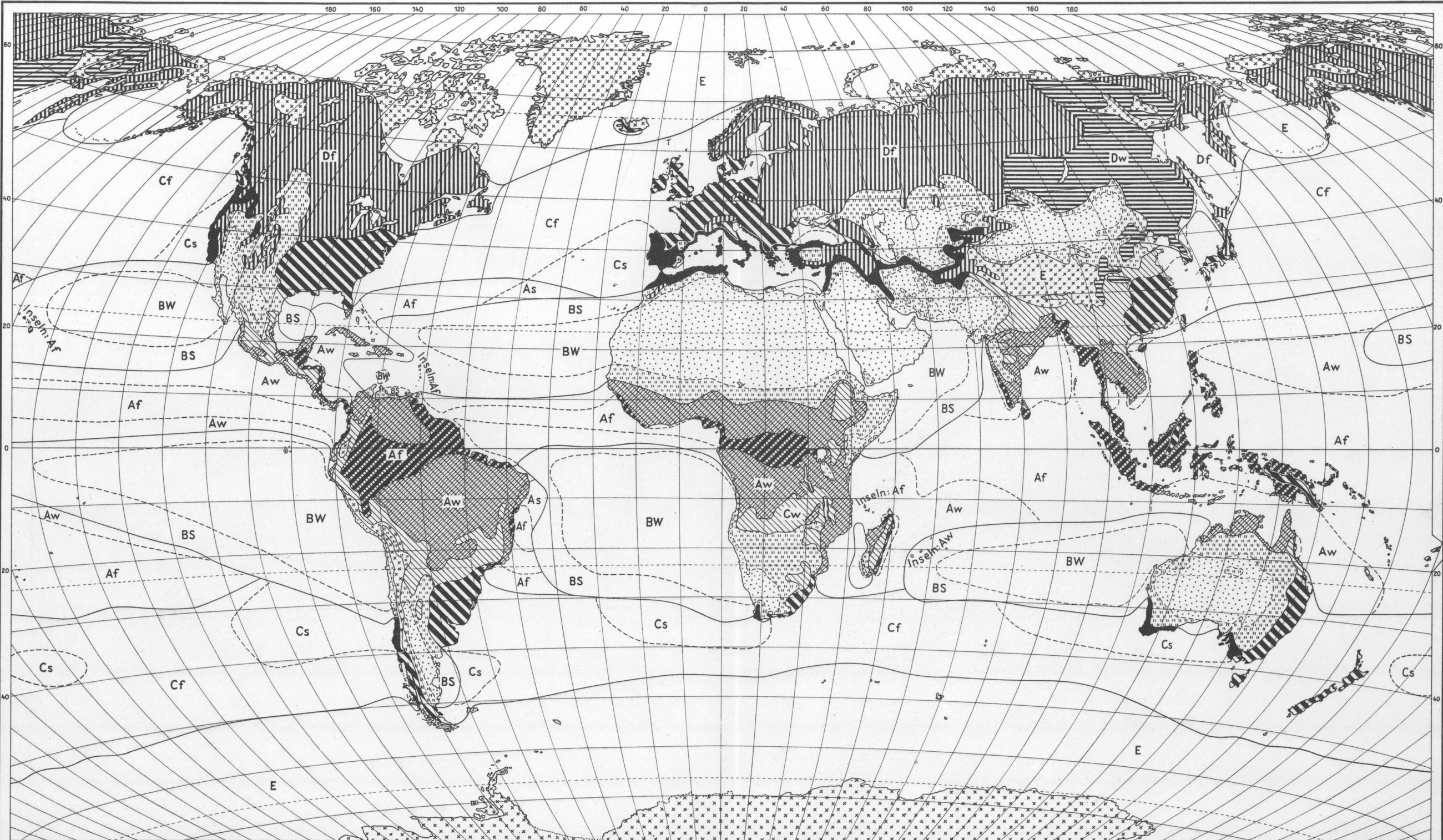
⁸⁾ Nur bei der Hangversetzung (*Behrmann*, Morphologische Formengruppen, Die Erde, 1949/50, S. 249), bei welcher der Hang unter Beibehaltung seines Neigungswinkels zurückweicht, kann die Abtragungsintensität in allen Hangteilen gleich groß sein, und nur bei einer Hangversteilung (durch seitenerosive Unterschneidung, Quell- oder Sickerwasseruntergrabung) ist sie unten größer als oben.

¹⁾ *Davis-Rühl*, Die erklärende Beschreibung der Landformen, Leipzig u. Berlin 1912, S. 62.

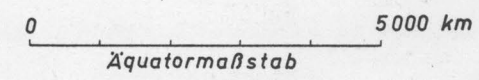
²⁾ *Philippson*, Grundzüge der Allgemeinen Geographie, Bd. II, 2, 2. Aufl. 1931, S. 41.

³⁾ Die Entstehungsbedingungen des Schichtstufenreliefs im Pariser Becken, Pet. Mitt. 1951, S. 102.

⁴⁾ A. a. O., S. 66.



Vereinfachte Darstellung der
Weltklimazonen nach W. Köppens Klassifikation,
 wie sie der Neuauflage der farbigen Wandkarte
 in Justus Perthes Verlag Darmstadt zugrunde liegt.



Winkels Projektion
 Entw.: R. GEIGER