

- gebietes, Serie der „Barreiras“, des unteren Amazonas. — Arch. f. Hydrobiol., 49, 4: 448—518.
30. *Sioli, Harald*, 1955: Beiträge zur regionalen Limnologie des Amazonasgebietes. III. Über einige Gewässer des oberen Rio Negro-Gebietes. — Arch. f. Hydrobiol., 50, 1: 1—32.
31. *Sioli, Harald*, 1954: Betrachtungen über den Begriff der „Fruchtbarkeit“ eines Gebietes anhand der Verhältnisse in Böden und Gewässern Amazoniens. — Forsch. u. Fortschr., 28. Jg., 3: 65—72.
32. *Sioli, Harald*, 1949: O Rio Cupari, I. Topografia e Hidrografia. — Bol. Técn. I. A. N., Belém-Pará, 17: 1—50.
33. *Richards, P. W.*, 1952: The tropical rain-forest. An ecological study. — Cambridge.
34. *Sioli, Harald*, 1955: Amazonien — gestern, heute, morgen. — Südamerika, Buenos Aires, VI. Jg., 1: 45—53.
35. *Grober, Julius*, 1953/54: Bioklimatische Entsteppung. — Wissenschaftl. Zeitschr. der Fr.-Schiller-Universität Jena, Jg. 3. Math.-naturw. Reihe, Heft 3/4: 321 bis 334.
36. *Paiva, Glycon de*, 1929: Vale do Rio Negro (Physiographia e Geologia). — Serv. Geol. e Mineral. Bras., Bol. Nr. 40.
37. *Teixeira Guerra, Antônio*, 1951: Laterização das rochas e solos do Território Federal do Amapá, Bol. Geográfico VIII, no. 98.
38. *Teixeira Guerra, Antônio*, 1952: Formação de lateritos sob a floresta equatorial amazônica (Território Federal do Guaporé), Rev. Bras. de Geografia XIV: S. 407—426.

## DIE RÄUMLICHE DIFFERENZIERUNG KLIMATOLOGISCHER BETRACHTUNGSWEISEN. EIN VORSCHLAG ZUR GLIEDERUNG DER KLIMATOLOGIE UND ZU IHRER NOMENKLATUR

*Wolfgang Weischet*

Mit 4 Abbildungen

### *Ways of approach in climatology according to space concepts*

*Summary:* The theme of this paper concerns the problem of finding a comprehensive classification of climate which does justice to the subject matter. An attempt is made here to see climate and region as one unit and to adjust the classification of both these objects of research to each other. Suggestions for classification put forward so far, such as those of *Geiger* and *Schmidt* (major-, minor- and micro-climate) or *Scaetta* (macro-, meso- and micro-climate) have not found general acceptance and the terms which they introduced are used ambiguously. Besides linguistic considerations the reasons for this probably lie in the fact that firstly a mere tripartition is incomplete, and that secondly these relative concepts are impracticable because of the inherent difficulty in separating them from each other and since they lack any link to concrete properties of the subject matter under consideration. Since each climatic investigation is related to a certain space — because the method employed in each particular case depends largely on the order of size of the investigated area, and even more many characteristics of the climate are directly affected by immobile surface features which can be classified according to size as well as according to geographical contents — the suggestion is made that the ways of approach in climatology be classified according to size of the area under investigation by following the usual principles of regional classifications. Thus the following fourfold division results: regional climate, sub-regional climate, local climate, and micro-climate. The special properties of these four ranks of climate, typical characteristics of the methods of their investigation and their link with the units of the regional hierarchy are shown in a number of examples.

### *1. Einleitung: Der gegenwärtige Stand der Nomenklatur*

Mit der Veröffentlichung des Buches „Boden und Klima auf kleinstem Raum“ des Würzburger Botanikers *Gregor Kraus* wurde 1911 eine überaus

fruchtbare Forschungsrichtung der Klimatologie ins Leben gerufen. Ihr Ziel war es, die klimatischen Verhältnisse auf kleinstem Raum, die von der bis dahin geübten Arbeitsweise der klimatologischen Forschung als unliebsame Störung des angestrebten großräumigen Vergleiches angesehen wurden, als wichtige Ergänzungen und vor allem gegenüber den in der Wetterhütte gewonnenen idealisierten Werten als bedeutungsvolle Realitäten planmäßig zu studieren. Nach schneller Aufwärtsentwicklung dieses neuen Fachgebietes hat *R. Geiger*, selbst einer der hervorragendsten Mitarbeiter bei der Analyse der kleinräumigen Klimadifferenzierungen, die Ergebnisse 1927 zum ersten Male systematisch in seinem Buche „Das Klima der bodennahen Luftschicht, ein Lehrbuch der Mikroklimatologie“ zusammengefaßt.

Die weitere Entwicklung zeigte aber bald, daß in dem „Klima auf kleinstem Raum“, „Klima der bodennahen Luftschicht“ oder „Mikroklima“ (im weiteren Sinne) bei genauerer Betrachtung noch verschiedene Größenordnungen klimatischer Erscheinungen stecken. Das Bedürfnis nach neuerlicher Differenzierung manifestiert sich in den vielen Wortprägungen wie „Stadtklima, Ortsklima, Sonderklima, Piccoloklima, Miniaturklima, Kurortklima“ u. a. mehr. Die meisten dieser Begriffe mögen für den Einzelfall sinnvoll und brauchbar sein, können aber generell nicht als Grundlage einer wissenschaftlichen Terminologie dienen. Andere überschneiden sich oder besagen im Grunde dasselbe.

Um einer Begriffsverwirrung zu steuern, haben nach 1927 verschiedene Autoren mehrmals den Versuch unternommen, eine einheitliche Bezeichnungsweise in der Klimatologie einzuführen. Dieses Bemühen hat leider keinen Erfolg gehabt. Die Verwirrung darüber, was „Lokal-, Klein-, Kleinst-, Mikro-, Meso- oder Makroklima“ streng bedeutet, ist nach wie vor groß.

Nun bahnt sich nach 1949 eine Neu- oder Weiterentwicklung klimatologischer Forschung an, die begrifflich mit dem Wort „Gelände“ als „Geländeklimatologie“ oder „klimatologische Geländeaufnahme“ (letztere Bezeichnung ist schlecht) verknüpft wird. Die Einführung dieser Begriffe, vor allem aber das Gewicht, das sie vorwiegend in der deutschsprachigen Literatur inzwischen erlangt haben, sollte Anlaß genug sein, erstens einen neuerlichen Versuch zur Klärung der alten, schon mehr als 20 Jahre neben- und durcheinander gebrauchten Begriffe zu unternehmen, und zweitens den Sinn des neuen Begriffes nach Möglichkeit klarzustellen. Diesem Versuch sollen die folgenden Zeilen gewidmet sein. Ziel der Ausführungen ist es, von der räumlichen Betrachtungsweise her eine vollständige Gliederung der verschiedenen Größenordnungen klimatologischer Betrachtungsweisen unter Verwendung zweckmäßiger (schon gebräuchlicher!) Termini aufzuzeigen.

Grundlage der Diskussion müssen die methodischen Arbeiten von *R. Geiger* und *W. Schmidt* (1934) sowie von *H. Scaëtta* (1935) bilden<sup>1)</sup>. *Geiger* und *Schmidt* (1934) schlagen hinsichtlich der Größenordnung klimatologischer Betrachtungsweisen eine Dreigliederung des Gesamtgebietes der Klimatologie in „Groß-, Klein- und Mikroklimatologie“ vor. Dabei soll „Großklimatologie“ den Problembereich umfassen, der mit großräumig vergleichender Methode auf der Beobachtungsgrundlage der in der Wetterhütte gewonnenen Werte zu bearbeiten ist. Das Ziel ist „die Erforschung des Klimas einer Landschaft“. Die „Kleinklimatologie“ umfaßt dagegen den Fragenkomplex, der auf die Erfassung der klimatischen Gegebenheiten in einem Teil der Landschaft (z. B. Hang- oder Talklima) mit Methoden der Großklimatologie hinausläuft. „Mikroklimatologie“ wird endlich der Wissenszweig genannt, der mit eigenen Geräten und Methoden den Fragen des Klimas bestimmter Grenzflächen nachgeht. („Luft-haut am Boden oder Blattoberfläche“).

Diese Terminologie hat sich, wie *Geiger* (1942 und 1950) selbst schreibt, nicht durchsetzen können. „Kleinklima“ wird gleichbedeutend mit „Mikroklima“ gebraucht und an die Stelle dessen,

<sup>1)</sup> *A. C. Arias* übernimmt in seiner Arbeit: *The Classification of Climates* (1942) die Ausdrücke von *Scaëtta*.

was *Geiger* und *Schmidt* unter „Kleinklima“ verstanden wissen wollten, werden oft Namen wie „Lokalklima“, „Geländeklima“, „Kurortklima“ oder noch andere gesetzt. Der Grund liegt einerseits sicher in sprachlichen Rücksichtnahmen, wie *Geiger* (1950) dazu bemerkt. Andererseits erscheint aber das Argument von *Scaëtta* (1935) wichtig, daß die Präfixe „Groß“ und „Klein“ deshalb zur wissenschaftlichen Terminologie ungeeignet wären, weil sie als Relativbegriffe zu viel Spielraum ließen in der Annahme darüber, was „groß“ und was „klein“ sei. Er möchte deshalb „Groß-“ und „Kleinklima“ durch „Makro-“ und „Mesoklima“ ersetzt wissen und schlägt die drei Begriffe „Makroklima“, „Mesoklima“ und „Mikroklima“ zum allgemeinen wissenschaftlichen Gebrauch vor. In seinen weiteren Ausführungen greift aber *Scaëtta* selbst doch gleich wieder zu anderen Termini. Er übernimmt die von *E. de Martonne* gebrauchten Begriffe „Climat régional“ und „Climat local“ und setzt diesen „Makro-“ bzw. „Mesoklima“ gleich. Die Grenze zwischen „climat régional“ und „climat local“ wird dadurch festgelegt, daß im climat régional eine Vielzahl geographischer Elemente ihren Einfluß auf die Gestaltung des Klimacharakters geltend machen. („Le climat local deviendra régional, quand un ensemble d'éléments géographiques viendront exercer leur influence sur le climat“). Diese Grenzziehung ist aber mißverständlich und nicht eindeutig; wirken doch bei der Gestaltung vieler Lokalklimate schon mehrere geographische Faktoren gleichzeitig mit. Man muß schon die von *Scaëtta* angeführten Beispiele ansehen, um zu verstehen, welche Raumdimensionen er Mesoklimaten (Climats locaux) zuordnet. *Scaëtta* spricht vom Mesoklima des Hanges, des isolierten Hügels, des Talgrundes z. B., gebraucht also das Wort „Mesoklima“ im gleichen Sinne wie ursprünglich *Geiger* und *Schmidt* (1934) den Ausdruck „Kleinklima“ angewandt wissen wollten. Deswegen scheint *Geiger* (1950) geneigt zu sein, an Stelle des inzwischen mehrdeutig gewordenen Ausdrucks „Kleinklima“ den Terminus technicus „Mesoklima“ zu akzeptieren, während er den Ausdruck „Lokalklima“ zusammen mit anderen wie „Orts-, Sonder-, Piccolo- und Miniaturklima“ ablehnt. Wichtig ist aber, daß *Geiger* (1942 und 1950) ausdrücklich das sachliche Bedürfnis betont, zu einem Zwischenbegriff zwischen Makro- und Mikroklimatologie zu kommen. Verständlicherweise hält er es aber noch für verfrüht, eine solche Untergliederung in das „Lehrbuch der Mikroklimatologie“ zu übernehmen, da die Gefahr zu groß sei, daß auch der neue Begriff mißverstanden und mißbraucht werde.

Als Zusammenfassung der Darlegungen über den gegenwärtigen Stand der Diskussion läßt sich also feststellen: Es besteht Einigkeit darüber, daß der Begriff „Mikroklima“ eigentlich strenger in dem 1934 von *Geiger* und *Schmidt* definierten und von *F. Linke* (1942) nochmals unterstrichenen Sinne eines Grenzflächenklimas benutzt werden sollte, und daß ein Zwischenbegriff zwischen Makro- und Mikroklima erforderlich ist. Nur über die gegenseitige Abgrenzung, vor allem aber über die zweckmäßige Bezeichnungsweise gehen die Meinungen auseinander. Vorgeschlagen sind Relativbegriffe als Unterscheidungskriterien.

## 2. Die Stufengliederung der Klimatologie mit Hilfe gebräuchlicher geographischer Raumbegriffe

Die Frage der systematischen Unterscheidung der verschiedenen Größenordnungen klimatologischer Erscheinungen oder klimatologischer Betrachtungsweisen berührt im Grunde den differenzierenden Einfluß von Landschaftselementen (Oberflächenformen verschiedener Art und Größe, Oberflächenwasser, Bodenwasser, Pflanzen- und Gelände Komplexe verschiedener Art u. a. mehr) auf die Ausbildung der charakteristischen Eigenschaften der Lufthülle. Es soll deshalb versucht werden, im Anschluß an die Zusammenstellung der wichtigsten Argumente der Diskussionspartner einen Beitrag zur Klärung der klimatologischen Terminologie zu leisten, indem konsequenter als es bisher in den o. a. Versuchen geschehen ist geographische Gesichtspunkte herangezogen werden. Es sei aber vorweg betont, daß dies ohne eine Vermehrung der vielen schon vorhandenen Wortprägungen mit Hilfe bereits gebrauchter Termini geschehen soll. Die Auswahl unter letzteren macht zunächst eine Prüfung der Frage notwendig, warum die bisher vorgeschlagenen Begriffe keine allgemeine Anerkennung gefunden haben.

Bezüglich der von *Geiger* und *Schmidt* (1934) vorgeschlagenen Nomenklatur („Groß-, Klein-, Mikroklima“) müssen den schon angeführten Gründen (sprachliche Rücksichtnahme und dehnbare Relativbegriffe) noch weitere hinzugefügt werden. Erstens gehen in der vorgeschlagenen Begriffsreihe zwei Einteilungskategorien nebeneinander her. Während nämlich zwischen „Groß-(Makro-)klimatologie“ und „Klein-(Meso-)klimatologie“ im wesentlichen nur graduelle Unterschiede in der räumlichen Größenordnung der Betrachtung bei gleichem Instrumentarium und gleichen bzw. ähnlichen Methoden bestehen, unterscheidet sich die „Mikroklimatologie“ (im engeren Sinne) von den beiden anderen Stufen

prinzipiell durch spezifische Eigenschaften ihres Betrachtungsgegenstandes.

Im „Mikroklima“ als Grenzflächenklima spielt eine ausschlaggebende, charakterbestimmende Rolle die Tatsache, daß durch Reibung an (oder in) der Grenzfläche Austauschbewegungen unterbunden werden und dadurch auf kurze Entfernung in der Vertikalen und Horizontalen stabile Differenzierungen der klimatologischen Elemente auftreten, die in einiger Entfernung von der Grenzfläche bei wirksamem Austausch unmöglich sind. Die Untersuchung dieser Differenzierungen erfordert ein besonderes Instrumentarium und besondere Untersuchungsmethoden.

Nun darf nicht übersehen werden, daß auch die Ausbildung vieler klein-, meso- oder lokal-klimatischer Eigenschaften auf mangelnden Austausch, unvollständige Durchmischung mit höheren Luftschichten zurückgeht (Muldenfrost z. B.). Aber mangelnder Austausch gehört nicht zum Wesen aller derartigen Differenzierungen (z. B. Gipfelklima, Muldenklima bei Einstrahlung). Ihr gemeinsames Merkmal ist vielmehr der zeitliche Wechsel in der Wirksamkeit der Austauschvorgänge am gleichen Ort. Mithin läßt sich das „Mikroklima“ (im engeren Sinne) in folgender Definition fassen und separieren: es ist aufzufassen als Klima jener oberflächennahen Reibungszone, in welcher der horizontale und vertikale Massenaustausch so gering ist, daß die Einwirkungen der Unterlage hinsichtlich ihrer Oberflächenform, ihrer Lage im Raum und ihres Materials die absoluten Werte und die räumliche Verteilung der Zustandsgrößen der sie überlagernden Lufthaut dauernd so entscheidend bestimmt, daß die absoluten Werte der Zustandsgrößen nie mit den gleichzeitig entsprechenden der turbulenten Mischungszone übereinstimmen, und daß die Feststellung ihrer räumlichen Verteilung einer Untersuchung mit Methoden und Instrumenten der großräumigeren Klimabetrachtungen nicht mehr zugänglich ist.

Die räumliche Größenordnung des Mikroklimas wächst mit der Rauigkeit der Oberfläche. Das Klima innerhalb und dicht oberhalb der Vegetationsdecke (Bestandsklima, Crop climate) gehört als verbreitetste Erscheinung dazu. Bei völlig kahler Oberfläche schrumpft die Mikroklimazone auf wenige Zentimeter zusammen.

Den Gegensatz zum Mikroklima bilden mit dem bezeichnenden Merkmal des wirksamen Austausches die verschiedenen Größenordnungen der Makroklimata. Zu deren Unterscheidung sollten aber nun nicht Relativbegriffe wie groß und klein bzw. makro

und meso, sondern allgemein eingeführte Raumbegriffe verwendet werden. Denn gerade darin liegt eine weitere Ursache für den vielfältigen Mißbrauch der von *Geiger* und *Schmidt* vorgeschlagenen Nomenklatur, daß eine klare Begriffsverbindung zwischen der methodischen Kennzeichnung der klimatologischen Arbeitsweise und der Raumdimension, auf welche diese Arbeitsweise anzuwenden ist, bisher nicht gegeben ist. Die Forderung, daß solche Verbindung notwendig sei, kann sich auf Überlegungen berufen, die sowohl von meteorologischer als auch von geographischer Seite schon angestellt worden sind. So glaubt *F. Linke* (1942), daß man im Verkehr mit Nichtfachleuten z. B. den Begriff „Lokalklima“ dennoch nicht entbehren kann, weil die Mittelstufe der Klimatologie, „die das umfaßt, was als ‚Lokalklima‘ oder auch ‚Kurortklima‘, besser noch ‚Siedungsklima‘, jetzt Gegenstand gründlicher Forschung ist“, durch den etwas farblosen Zwischenbegriff „Mesoklima“ nicht genügend deutlich gekennzeichnet sei. Und *E. de Martonne* hält die Begriffe „Climat régional“ und „Climat local“ für besser als die entsprechenden „Makro-“ und „Mesoklima“, „parce qu'ils expriment bien clairement l'un le climat d'une région géographique, l'autre le climat d'une localité déterminée“ (nach *Scaëtta*, 1935).

Die Gründe für diese Forderung sind aber nicht nur formaler oder didaktischer Art. Sie haben auch eine natürliche Basis; denn die Verschiedenheit der einzelnen Stufen der Klimatologie hängt sehr eng, gerade auch im Sinne von Ursache und Wirkung, mit der horizontalen und vertikalen Ausdehnung und Gliederung des betrachteten Raumes sowie mit seiner biologischen und kulturgeographischen Erfüllung zusammen (vgl. dazu *Scaëtta*, 1935)<sup>2</sup>). Wie und wo die Beobachtungswerte gewonnen werden, ist eine Folge der Anpassung von Fragestellung und Beobachtungsmethode an das Beobachtungsobjekt.

Als verwendbare, mit Raumbegriffen gekoppelte Termini für die Unterscheidung dieser verschiedenen Größenordnungen der Makroklimata in dem vorher besprochenen Sinne bieten sich zunächst „Regional-“ und „Lokalklima“ an, da sie erstens schon in einen wichtigen Teil der Literatur Eingang gefunden haben, da sie zweitens in ihren bisherigen Anwendungen mit „Groß-“ bzw. „Klein-“ oder „Mesoklima“ weit-

gehend übereinstimmen<sup>3</sup>), und da sie drittens international brauchbar sind.

Die Bedeutung der Begriffe „Regionalklima“ und „Lokalklima“ ist wie die von „Mikroklima“ durch die Darlegungen von *Geiger* und *Schmidt* (1934), *Scaëtta* (1935) und *Linke* (1942) schon umrissen. Es soll als Ausgangspunkt für die weiteren Betrachtungen an Hand eines konkreten geographischen Raumes und seiner Gliederung nur noch eine stärkere Präzisierung der einzelnen Begriffe versucht werden.

In der Abb. 1 ist (leicht schematisiert und 20fach überhöht) ein Querschnitt durch die Niederrheinische Bucht und ihre Rahmenlandschaften, die Eifel im Südwesten und Westen sowie das Bergische Land im Osten, dargestellt. Es ist versucht worden, in diesem Schnitt die charakteristischen und für klimatologische Betrachtungen wichtigen Formen der Erdoberfläche sowie ihr Verbreitungsgefüge zum Ausdruck zu bringen. Auf dem Profil sind die Flüsse und Orte, welche geschnitten werden und alle klimatologischen Stationen höherer Ordnung, welche sowohl auf dem Profil, als auch abseits davon in derselben Einzellandschaft liegen, angegeben. Darunter finden sich die Namen für die Einzellandschaften, Großlandschaften und Landschaftsgruppen, rechts davon die Klassifikationsbezeichnungen. Die Einteilung und die Bezeichnungen wurden übernommen aus der Übersichtskarte der natürlichen Landschaftsgliederung der Mittel- und Niederrheinlande von *K. H. Paffen* (1953).

Eine „regional- (groß- oder makro-)klimatologische“ Untersuchung mit dem Ziel der Herausarbeitung räumlicher Klimadifferenzierungen muß sich in dem als Beispiel vorgegebenen Raum entweder auf den gesamten Bereich oder auf den größten Teil desselben beziehen<sup>4</sup>); denn jede regionalklimatologische Betrachtung ist auf den Vergleich von wenigstens zwei, normalerweise aber von mehreren Stationsbeobachtungen angewiesen. Dadurch bestimmt die Verteilung der dazu zur Verfügung stehenden Beobachtungsstationen erstens den Betrachtungsmaßstab. Dieser ist so, daß Größenordnungen von Raumeinheiten erfaßt werden, die in der Systematik der „naturräumlichen“ (*Schmitzbüsen*, 1949) oder „naturlandschaftlichen“ Gliederung (*Paffen*, 1953) als „naturräumliche Großeinheiten“ bzw. „Großlandschaften“ bezeichnet werden. Zweitens beeinflusst die Verteilung der verfügbaren Stationsbeobachtungen aber auch die Auswahl der durch regionalklimatologische Beobachtungsweisen aus der Fülle der Gesamtheit überhaupt erfassbaren Klimaeigenschaften des Raumes; denn der Vergleich und die Interpolation stellen an die Stationsbeobachtungen die Forderung, großräumig vergleichbar zu sein. Das bedeutet, daß sie von den speziellen Einflüssen der nächsten Umgebung

<sup>2</sup>) *Scaëtta* (1935): „Tous les climats partiels sont subordonnés aux formes du terrain que nous considérons, ou à la végétation. Les états particuliers de la surface terrestre que nous considérons et desquels ils dépendent, sont la déterminante spécifique de leur différenciation du climat général.“

<sup>3</sup>) *Arias* (1943) bringt allerdings den Ausdruck „Mikroklima“ mit „lokalen Zügen bzw. charakteristischen Merkmalen (local features)“ in Zusammenhang.

<sup>4</sup>) In der Skizze angedeutet durch die große Räume umfassenden Betrachtungs(„Blick“)winkel.

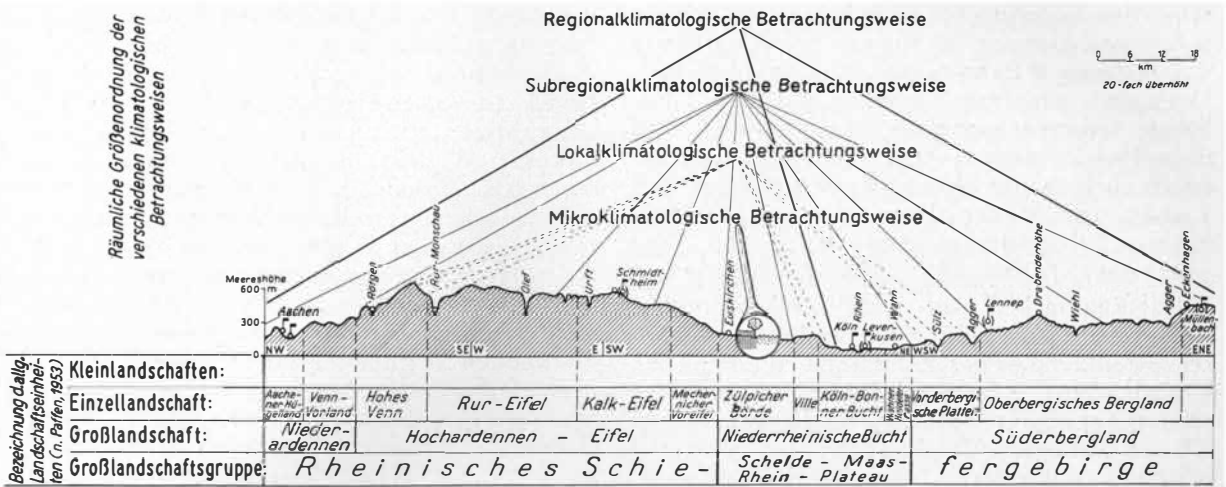


Abb. 1: Zuordnung der verschiedenen Stufen klimatologischer Betrachtungsweisen zu den entsprechenden Größenordnungen geographischer Räume.

Es ist dargestellt ein Schnitt durch die Landschaften der Niederrheinischen Bucht und ihrer Umrahmung. Landschaftsbezeichnungen in Anlehnung an Paffen (1953). Mit dem Fächerchensymbol sind die Klimastationen höherer Ordnung markiert, eingeklammert diejenigen, welche seitab vom Profil in derselben Einzellandschaft liegen.

Die regionalklimatologische Betrachtungsweise ist infolge ihrer Bindung an Stationsbeobachtungen auf großräumigen Vergleich mehrerer Großlandschaften angewiesen. Die Vergleichbarkeit der Beobachtungswerte erfordert dabei eine Abstraktion von allen kleinräumigen geographischen Einflußfaktoren. Die subregionalklimatologische Betrachtungsweise befaßt sich mit der flächendeckenden Erfassung derjenigen klimatischen Differenzierungen, welche im Rahmen des Verbreitungsgefüges von Einzel- (und Klein-) Landschaften vorwiegend unter dem Einfluß der Formenkomplexe entstehen. Die lokalklimatologische Betrachtungsweise ist gerichtet auf räumlich singularisierte lokale Besonderheiten auf Grund spezieller topographischer Einzelformen. Die mikroklimatologische Betrachtungsweise bezieht sich auf die Zustände innerhalb oder in der Grenzschicht der Bodenbedeckung.

unabhängig sein müssen. Man kann nicht Beobachtungswerte von der Terrassenoberfläche des Vilehorstes mit solchen vom Grunde eines tiefen Kerbtalles im Oberbergischen Land vergleichen, wenn man die klimatischen Unterschiede zwischen dem inneren Teil der Niederrheinischen Bucht und dem Oberbergischen Bergland festzustellen trachtet; besonders dann nicht, wenn man in kartographischen Darstellungen noch gleichzeitig eine möglichst plausible Vorstellung von den stationsmäßig nicht erfaßten Übergangsbereichen gewinnen will. Als nicht spezielle, als regionale geographische Einflußfaktoren sind wirksam: geographische Breite, Lage zu Land- und Wasserflächen, Lage in oder relativ zu Ebene oder Gebirgsland sowie Höhe über dem Meeresspiegel. Sie bestimmen den regionalklimatologischen Eigenschaftskomplex des Klimas über einem Ausschnitt der Erdoberfläche, und sie kommen zur Geltung in kartographischen Grundergebnis von regionalklimatologischen Untersuchungen, in Klimaübersichtskarten mit Maßstäben von kleiner als 1:500 000.

Mit den klimatischen Besonderheiten kleiner Teilräume befaßt sich dagegen — allgemein gesagt — die Lokalklimatologie. Eine Übertragung der räumlichen Größenordnung

derjenigen topographischen Kennzeichnungen (Hang, Hügel, isolierter Gipfel, Talgrund), die in den bisherigen Definitionen enthalten sind, auf den konkreten Raum zeigt, daß die strenge Anwendung der lokalklimatologischen Untersuchungsmethode die klimatischen Charakteristika von solchen Raumeinheiten heraushebt, welche in der Regel mehrfach vorhandene Teile von Klein- oder Einzellandschaften darstellen und zu einem bestimmten, für die betreffende Landschaft typischen Verbreitungsgefüge zusammentreten. Sie werden in der geographischen Nomenklatur als „Landschaftszellenkomplexe“ oder „Landschaftszellen“ (Paffen, 1953) bzw. „Fliesengefüge“ oder „Fliese“ (Schmithüsen, 1949) bezeichnet. In der Skizze sind als Beispiele für viele das „Talklima“ (Geiger und Schmidt, 1934) des Aggertales und das Klima des Riedels (vgl. „isolierter Hügel“ bei Scaëtta, 1942) zwischen Agger und Sülz herausgehoben.

Die Mikroklimatologie (im engeren Sinne) untersucht endlich die speziellen Qualitäten des Klimaraumes jener oberflächennahen Reibungszone, in welcher mangelnder Austausch prinzipiell andere Verteilung der Elementenwerte hervorruft. In der Skizze ist als Beispiel die mikroklimatische Differenzierung im Bestand oder zwi-

schen den Ackerfurchen eines vergrößert herausgehobenen Ausschnittes aus der Zülpicher Börde vorwiegend aus technischen Gründen angegeben. Dienlicher wäre das Verweisen auf einen ähnlichen Grenzflächenzustand beispielsweise auf dem Riedel zwischen Agger und Sülz, weil dadurch auch in der Skizze angedeutet wäre, daß Lokal- und Mikroklima in das Regional-klima „eingebettet sind und von ihm gesteuert“ (*Knoch*, 1949, Seite 115) werden.

Das Regional-, Lokal- und Mikroklima erfaßt jedes für sich jeweils nur einen bestimmten Eigenschaftsteilkomplex der umfassenderen komplexen Einheit Klima schlechthin. Jeder Punkt auf oder über der Erdoberfläche hat ein Regionalklima. Ob ein bestimmter Punkt auch lokalklimatische oder mikroklimatische Besonderheiten aufweist, ist dagegen von seiner speziellen Lage abhängig. Ein Punkt vier Meter über dem freien Ozean hat weder lokal- noch mikroklimatische Besonderheiten. Ein Punkt im Stammraum des Auenwaldes auf einem tiefen Talgrund hat beides.

Diese bisherige Darstellung der besonderen Eigenschaften der verschiedenen Größenordnungen klimatologischer Untersuchungen geht nun einerseits von den schon vorliegenden Definitionen und andererseits von den jeweiligen Besonderheiten der Beobachtungsgrundlage der einzelnen Betrachtungsweisen aus. Sie nimmt damit bei Beachtung der vorher betonten These, daß Beobachtungsart und Beobachtungsort eine Folge der Anpassung der Untersuchungsmethode an den Untersuchungsgegenstand sind, die Leistungsmöglichkeit der Folge (Beobachtungsnetz) als Mittel zur Beleuchtung der Eigenschaften des Grundes (Untersuchungsgegenstand). Damit ist dem Umstand genügend Rechnung getragen, daß besonders das regionalklimatologische Beobachtungsnetz, aber auch in etwas geringerem Maße die lokal- und mikroklimatologische Beobachtungsmethode Tatsachen mit erheblicher Tradition und deren fortwirkenden Folgen sind, so daß die Zuordnung der Begriffe „Regional-, Lokal- und Mikroklima“ zu den geschilderten Raumdimensionen zum mindesten praktisch sinnvoll ist. Es wird weit schwieriger sein, lückenlos darzulegen, daß diese Zuordnung auch theoretisch zweckmäßig ist, daß also die klimatischen Eigenschaften des Luftraumes selbst eine Einteilung der klimatologischen Untersuchungsschichten in der angegebenen Weise vorzeichnen oder wenigstens sich ihr zwanglos einordnen lassen. Der Versuch wird an Hand der Abbildungen 2—4 gemacht werden.

Vorher muß aber erst einmal im Anschluß an die vorausgegangene räumliche Präzisierung der Begriffe „Regional“- und „Lokalklima“ fest-

gestellt werden, daß bei strenger Anwendung der bisherigen Definitionen dieser Begriffe in der Aufeinanderfolge der mit letzteren gekoppelten räumlichen Größenordnungen zwischen „regional“ und „lokal“ ein verbindendes Glied fehlt. Dieses fällt zusammen mit derjenigen räumlichen Größenordnung, in welcher nach den methodischen Arbeiten von *Schmitthüsen* (1949) oder *Paffen* (1953) in Mitteleuropa „naturräumliche Haupteinheiten“ bzw. „Einzel- oder Kleinlandschaften“ unterschieden werden. Topographisch bestehen diese immer aus einem bestimmten Verbreitungsgefüge einer Reihe von Voll- und Hohlformen bzw. Ebenheiten, d. h. also aus einem Gefüge mehrerer „lokaler“ Raumeinheiten. Sie enden an einer (mehr oder weniger deutlichen Landschafts-)Grenze gegen das Gebiet eines anderen Verbreitungsgefüges, das aus anderen oder bei verändertem Muster auch aus gleichen „lokalen“ Raumeinheiten gebildet ist. Das charakteristische Merkmal geographischer Betrachtungen innerhalb der Raumdimension der Einzel- und Kleinlandschaften besteht darin, daß hier gegenüber der regionalen Betrachtung noch die spezielle Art der einzelnen Hohl- und Vollformen, welche das Verbreitungsgefüge bestimmen, mit berücksichtigt wird, daß also nicht einfach die Kombination von Voll- und Hohlformen als solche generalisiert zu „Hügelland“ oder „Bergland“ zusammengefaßt wird, wie das bei der „regionalen“ Überschau geschieht, bei welcher dann mehr die mittlere Höhenlage und die Reliefenergie, weniger die spezielle Formengebung interessieren.

Bei Anerkennung aller Argumente dafür, daß einerseits die speziellen klimatischen Abwandlungen in der bodennahen Luftschicht von der Gestalt und der physikalischen Natur der Erdoberfläche geprägt werden, und daß andererseits eine Anlehnung der verschiedenen klimatologischen Betrachtungsweisen an die Raumgliederung zweckmäßig ist, erscheint es nach unseren Überlegungen notwendig, die Dreiteilung in „Regional-“, „Lokal-“ und „Mikroklimatologie“ durch Einschaltung eines gleichgeordneten Begriffes zwischen Regional- und Lokalklimatologie zu einer Viergliederung zu erweitern.

Von der Klimatologie her gesehen ist das Bedürfnis aus folgenden Gründen gegeben: Methodisch wird die begrifflich neu zu fassende Stufe durch den Umstand geprägt, daß sich in ihr der Übergang von der räumlich singularisierenden Betrachtungsweise (punktförmig zwischen den Maschen des Beobachtungsnetzes) der Lokal- und Mikroklimatologie zur räumlich integrierenden, flächendecken-

den Bearbeitungsweise der Regionalklimatologie vollziehen muß. Das zusammen mit der Tatsache, daß ein relativ großer Raum ohne festes Beobachtungsnetz zusammenhängend bearbeitet werden soll, erfordert eine grundlegend andere Methode, die Beobachtungsgrundlage zu schaffen, als es in der Regionalklimatologie einerseits und in der Lokalklimatologie andererseits üblich ist. *Dammann* hat das 1950 klar zum Ausdruck gebracht: „Die landschaftlichen Klimateigenarten

festen Beobachtungsnetz aufzunehmen. Es liegt in der Natur der Sache, daß dabei auf „die Anwendung mehr geographischer Aufschlußverfahren“ (*Dammann*, 1950), d. h. auf die Auswertung der Zusammenhänge zwischen dem Klima und den physischen, biologischen und kultur-geographischen Phänomenen besonderer Wert gelegt werden muß<sup>5)</sup>. Damit dürfte die methodische Sonderstellung dieser Stufe klimatologischer Raumforschung genügend deutlich sein.

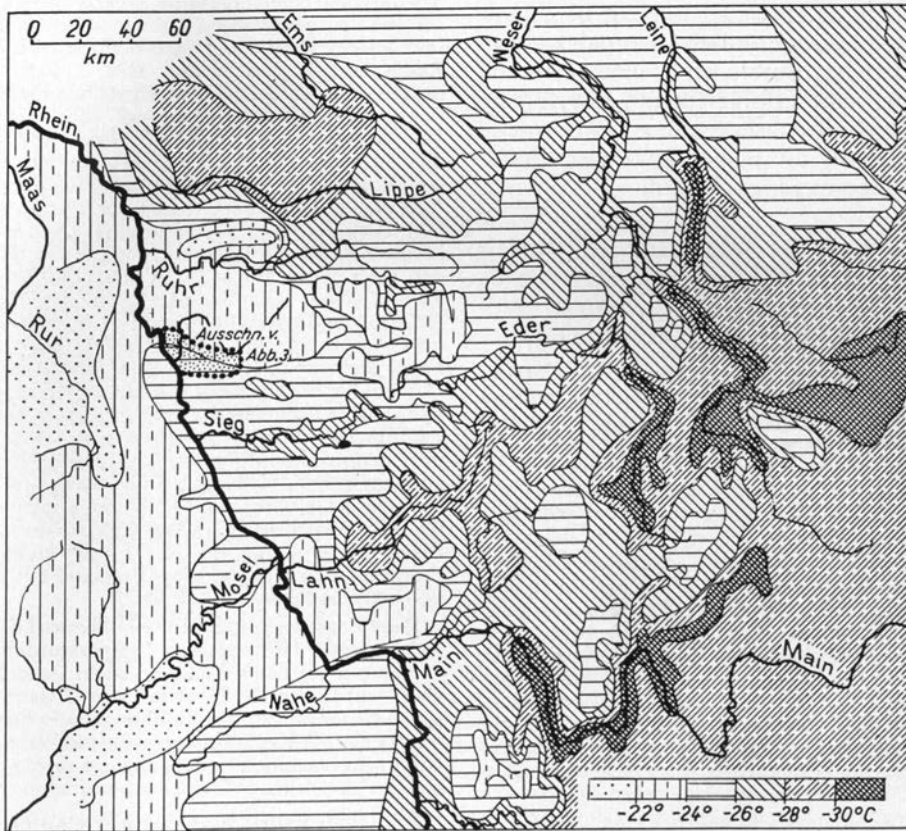


Abb. 2: Absolute Minima der Lufttemperatur in °C für den Zeitraum 1881–1950. Regionalklimatologische Darstellung nach *Manig* (1952). Ausschnitt für die westl. Mitteldeutsche Gebirgsschwelle.

lassen sich weder durch mikroklimatologische Meßverfahren, noch durch solche, die aus der makroklimatologischen Methode entnommen sind, erfassen“ (*Dammann*, 1950). Diese These läßt sich belegen einerseits durch die praktischen Versuche, welche darüber vorliegen, wenigstens für ein Klimatelement, besonders für die Temperatur oder die Luftströmung, die räumliche Differenzierung in entsprechenden Räumen zu erfassen, und sie läßt sich stützen durch die programmatischen Ausführungen und wenigen praktischen Versuche, das Klima als komplexe Einheit flächendeckend in den Maschen zwischen dem

### 3. Beispiele von Klimadifferenzierungen verschiedener räumlicher Größenordnung

Es ist nun notwendig, den Nachweis der sachlichen Sonderstellung, d. h. der Berechtigung der Ausscheidung dieser 4. Stufe der Klimatologie auf Grund solcher Eigenschaften des Klimas zu führen, welche weder durch die regionalen noch durch die lokalen Einflußfaktoren, sondern nur durch die „einzel- bzw. kleinlandschaftlichen“ Faktoren (bestimmtes

<sup>5)</sup> Vergl. auch *Weischet* (1955).

Verbreitungsgefüge aus mehreren Einzelformen) hervorgerufen werden können. Als Belege dafür und für den nun hier nachzutragenden Nachweis der unmittelbaren sachlichen Berechtigung der Unterscheidung von „Lokal-“ und „Regionalklima“ in Anlehnung an bestimmte Raumdimensionen seien einige Beispiele bezüglich der Differenzierung klimatischer Phänomene in den verschiedenen räumlichen Größenordnungen zusammengestellt. Da für die nicht vom Stationsnetz erfaßten Klimaunterschiede eine flächendeckende Aufnahme entweder nur auf dem Umweg über eine physiognomische Aufnahme von Klimateffekten oder durch eine instrumentelle Stichprobenmeßreihe erfolgen kann, werden die Beispiele zugeschnitten sein müssen auf solche Phänomene, die für die beiden speziellen Beobachtungsverfahren zugänglich sind.

#### a) Die Gestaltungsregeln der räumlichen Verteilung von Tiefsttemperaturen für verschiedene Größenordnungen klimatologischer Untersuchungen

Als Beispiele aus neuerer Zeit für eine Bearbeitung der absoluten Minima der Lufttemperatur unter regional-klimatologischem Gesichtspunkt auf Grund der Stationsmeldungen seien die Darstellungen von *Schirmer* (1948) und *Manig* (1952) zitiert. Für einen Ausschnitt aus der Karte von *Manig* (1952) seien die Ergebnisse referiert und das Typische und Charakteristische dieser Betrachtungsweise erläutert (Siehe Abb. 2).

Von den maritimen Gebieten des westlichen Deutschland, in denen die Tiefstwerte der Lufttemperatur in dem Platten- und Hügelland von Aachen-Erkelenz sowie im Industriegebiet nördlich der Ruhr oder bemerkenswertere sogar auch in Depressionen im Gebirgskörper wie im Trierer Raum nicht unter  $-22^{\circ}$ , in weiten Teilen des Rheinischen Schiefergebirges nicht unter  $-24^{\circ}$ , abgesunken ist, vollzieht sich nach Osten ein deutlicher und für den Raum bezeichnender Übergang zu den kontinentaleren Gebieten. Im südöstlichen Rheinischen Schiefergebirge und im Bereich der Mitteldeutschen Quersenken weisen zunächst zum Unterschied vom westlichen Teil die Tiefenzonen die niedrigsten Werte mit absoluten Minima unter  $-28$  oder  $-30^{\circ}$  auf, während sich die höheren Teile als relativ warme Inseln mit Minima von höchstens  $-26^{\circ}$  herausheben. Noch weiter nach Osten haben dann mit Annäherung an die Ausgangsgebiete der kontinentalen Kaltluft Senken und Gebirge fast gleiche Tiefsttemperaturen von  $-28$  bis  $-30^{\circ}$ . In diesem Verteilungsbild kommen ganz klar zum Ausdruck die regionalen Einflußfaktoren: Geographische Breite (Astronomische Strahlungsbedingungen) Lage im Einzugsbereich kontinentaler und maritimer Einflüsse, Meereshöhe und Lage im Großrelief.

Jeder Betrachter dieser Karte wird unterstellen, daß sich bei genauerer Beobachtungsgrundlage eine Reihe von Differenzierungen ergeben wird, die im wesentlichen von den kleinräumigen Reliefverhältnissen bestimmt werden. (*Manig* (1952) deutet solche für den Süddeutschen Raum an, doch läßt der vorliegende Maßstab nicht zu, die reiche Gliederung der Gebirge am Rhein und Main in außergewöhnlich kalte und mildere Gebiete zur Darstellung zu bringen). Eine angenäherte Vorstellung über die Art und die räumliche Verteilung solcher Differenzierungen ver-

mögen effektive Stichprobenaufnahmen der Temperaturverteilung nach Strahlungsnächten zu geben, wie sie schon vielfach vorgenommen wurden. Als Beispiele aus neuerer Zeit für solche Untersuchungen, welche ihrer Anlage nach die landschaftlichen Verschiedenheiten der Temperaturdifferenzierungen zu erfassen gestatten, seien u. a. genannt *van Eimern* (1951/1), *Aichele* (1951), *Kreutz* und *Schubach* (1952), als Arbeiten zur Aufklärung lokaler Effekte vor allem die klassische von *W. Schmidt* (1930) in der Doline Gstetteralm (die tiefsten Minima Mitteleuropas) und die bekannte von *Schnelle* (1950) in einigen Tälern des Odenwaldes.

An einem speziellen Beispiel aus dem nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirge sei das prinzipiell Wichtige für die Unterscheidung subregionaler (landschaftlicher) und lokaler Untersuchungen demonstriert (Abb. 3). Der Raum umfaßt den in der Abb. 2 durch Punktierung umgrenzten Teilausschnitt. Hinsichtlich der topographischen Verhältnisse (siehe auch die morphographische Übersichtskarte bei *Weischet*, 1955) handelt es sich um den zusammenhängenden Übergang aus der Terrassenlandschaft der nördlichen Kölner Bucht über das Riedelland der Vorderbergischen Platten ins unregelmäßig zertaltes Bergland des Oberbergischen Landes. Die Vorderbergischen Platten sind durch eine Reihe NE-SW-ziehender Täler gegliedert in leicht gewölbte, lang hinziehende Riedel, deren Kulminationen im Bereich der Hauptterrasse des Rheines im Westen in ca. 120—130 m, weiter im Osten in ca. 260—280 m liegen. Die Täler treten in Form steilwandiger Sohlentäler (Kastentäler) entgegen. Ihre Sohlen liegen ungefähr 100—120 m unter den Riedelhöhen. Das Volumen der Hohlformen ist bei einer durchschnittlichen Talweite von fast einem Kilometer gegenüber den rund 3—4 km breiten Riedeln relativ groß. Tal auf verzweigen sich die großen Bäche in eine Vielzahl kleinerer Quellläste, die Talformen werden zu wenig tiefen, schmalen Kerben und endlich zu sanften Ursprungsmulden. Das Relief der Vollformen stellt hier ein unruhiges, vielfach gegliedertes Bergland mit Kuppenhöhen von ungefähr 300—340 m dar.

Durch das physiognomische Hilfsmittel der Phänologie, welches erste Hinweise auf Temperaturdifferenzierungen — wenn auch nicht auf diese allein — aufzuzeigen vermag, wurde der Verfasser auf den Zusammenhang zwischen Geländegehalt und klimatologischem Effekt verschiedener Größenordnungen aufmerksam. Es sei diese Erfahrung an einem anschaulichem Beobachtungsobjekt hier der eigentlichen Temperatureaufnahme vorangestellt:

Im Rahmen einer phänologischen Aufnahme (*Weischet*, 1955) zeigte sich während des besonders strahlungsreichen Frühjahres 1952 im unregelmäßig zertaltes Bergland des Oberbergischen im Mittel kein Entwicklungsunterschied der Vegetation auf Standorten in den Talmulden bzw. auf den Höhen. Im Bereich des Vorderbergischen Riedellandes dagegen war ganz deutlich festzustellen, daß die Blütenentwicklung im räumlichen Mittel an Standorten auf den Talgründen 3—5 Tage hinter solchen auf den Riedeln nachhinkte. Diese Differenzierung wiederholte sich in der Riedellandschaft regelhaft; sie muß als typisch für die Geländegehalt bei den gegebenen meteorologischen Voraussetzungen angesehen werden. Unter kleinräumig vereinzelt auftretenden, besonderen topographischen Bedingungen verschärfte sich die Verspätung. Extremes Beispiel ist das Tal der Wupper kurz vor seinem Austritt in die Rheinebene nördlich Opladen. Hier überwindet die Eisenbahn Köln-Hagen den Fluß auf einem 15 bis 20 m hohen Damm, welcher unter entsprechenden meteorologischen Voraussetzungen zur Staumauer eines Kaltluftsees wird. Als Folge der im Frühjahr 1952 häufig auftretenden Strahlungsnächte blieb unter den geschilderten lokalen Bedingungen in dem betreffenden Jahr die



Blüte der Obstbäume im Gebiet dieses Kaltluftstausees bis auf bescheidene Ansätze ganz aus. Diese Verhältnisse stellen also einen lokalen, räumlich singularisierten phänologischen Effekt innerhalb der oben geschilderten großräumigeren, mit Einzellandschaftsgrenzen im Zusammenhang stehenden subregionalen phänologischen Differenzierung im Bereich von Vorderbergischen Platten und Oberbergischem Bergland dar, die ihrerseits wieder eine subregionale Besonderheit innerhalb der regionalen phänologischen Gliederung auf Grund der geographischen Lage des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges bildet, einer Gliederung, die z. B. niedergelegt ist in den phänologischen Mittelwertskarten von *Schnelle* (1953).

Die im Anschluß an diese Erfahrung nach Strahlungsnächten durchgeführten Temperaturmeßfahrten ergaben unter Zuhilfenahme physiognomischer Aufnahmemetho-

In diese subregionale, einzellandschaftliche Temperaturdifferenzierung sind die lokalen, von Einzelformen in ihrer speziellen, singulären Ausbildung entscheidend beeinflussten Besonderheiten wiederum eingelagert. Eine solche Besonderheit ist in der subregionalen Aufnahme der Abb. 3 noch stichprobenartig erfaßt: Der Kaltluftstausee hinter dem oben erwähnten Bahndamm am Ausgang des Wuppertales nördlich Opladen. Seine exakte Ausmessung wäre eine echte lokalklimatologische Bearbeitung. Die Wiedergabe erübrigt sich aber in dem hier dargelegten Zusammenhang. Es sei nur auf die bekannte Arbeit von *Schnelle* (1950) als ein typisches Beispiel einer lokalklimatologischen Aufnahme thermischer Tiefstwerte aus neuerer Zeit hingewiesen. In ihr werden für das Mossau-, Marbach- und Finkenbachtal im Odenwald einzeln die Frostgefährdungszonen im Zuge dieser Täler

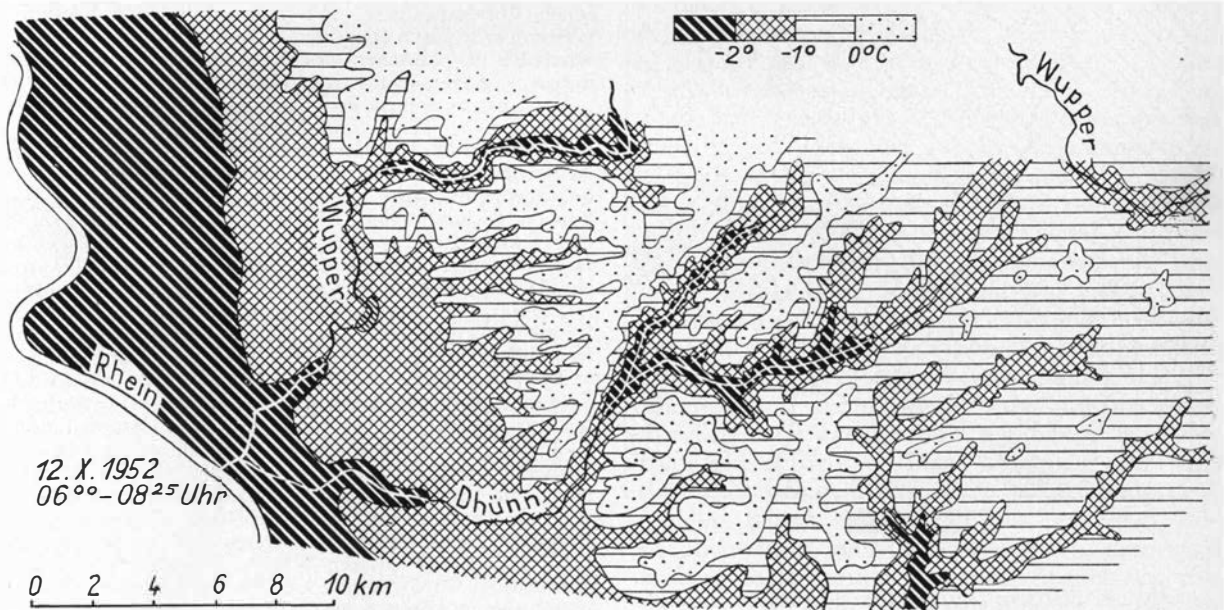


Abb. 3: Verteilung der autochthonen Strahlungskaltluft in Abhängigkeit von der Geländegestalt. Subregionalklimatologische Stichprobenaufnahme für die Landschaften zwischen der Benrather Rheinebene und dem westlichen Agger-Bergland. (Aus Weischet 1955)

den (Einzelheiten siehe *Weischet*, 1955) das in Abb. 3 dargestellte Verteilungsbild der Kaltluft. Es zeigt sich darin ganz entsprechend der phänologischen Aufnahme im Riedelland eine scharfe Trennung von „Kaltluftbändern“ in den Tälern und relativ warme, frostfreie „Ufer“ im Bereich der Riedel. Im unregelmäßig zertalten Bergland hingegen überzieht die Kaltluft in wechselnd mächtiger Schicht Talmulden und Bergkuppen gleichermaßen; nur kleinere frostfreie Inseln schauen heraus. Diese Verteilung ist nur daraus zu verstehen und zu erklären, daß alle Einzelwerte „unselbständig“ im Sinne *Geigers* (1929) sind, sie also ihre Ausbildung durch das Zusammenwirken der Einzelformen der Erdoberfläche in ihrer Kombination erfahren. Genetisch spielt dabei sicher das mit wechselnder Oberflächengestalt wechselnde Verhältnis von strahlender Oberfläche zu dem Hohlformenvolumen, das von der wahren Oberfläche eingeschlossen wird, eine wichtige Rolle. Die Formenkombination, das Verbreitungsgefüge ist damit als klimatologischer Gestaltungsfaktor evident, und die Grenzen verschiedener Verbreitungsgefüge werden für die Feststellung klimatologischer Grenzen in diesem Maßstab der Klimabetrachtung von Bedeutung.

in Abhängigkeit von der wechselnden topographischen Situation (Verengungen, Erweiterungen, Windungen des Tales, Einmündung kleiner Seitenbäche oder Bewaldung des Talhanges) dargestellt.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß sowohl die regionalklimatologische wie die lokalklimatologische wie auch die zwischen beiden stehende, auf die Größenordnung der Einzellandschaften bezogene Betrachtungsweise ihren besonderen Anwendungsbereich haben und ihre besonderen Ergebnisse zeitigen. Jedenfalls sind die Ergebnisse, die durch Untersuchung von Klimaerscheinungen der Einzellandschaften gewonnen wurden, weder durch Interpolation regionalklimatologischer Beobachtungen noch durch Extrapolation lokalklimatologischer Erkenntnisse zu gewinnen. Sie erfordern vielmehr speziell auf ihren Bereich eingestellte Untersuchungen.

## b) Die Windexposition in verschiedenen räumlichen Größenordnungen am Beispiel westdeutscher Landschaften

Eine regionalklimatologische Bearbeitung der Windverhältnisse auf der Grundlage der Stationsbeobachtungen und eine kartographische Darstellung der Ergebnisse für das westliche Deutschland hat in neuerer Zeit *Manig* (1952) veröffentlicht. Die Originalkarten haben einen

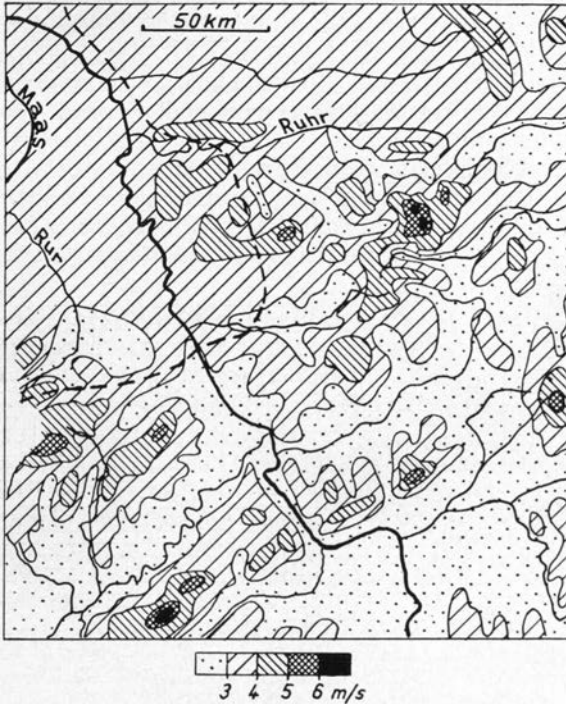


Abb. 4: Mittlere Windgeschwindigkeit in m/sec. (Jahresmittel 1943).

Regionalklimatologische Bearbeitung auf der Grundlage der Stationsbeobachtungen von *Manig* (1952). Ausschnitt für die westl. mitteldeutsche Gebirgsschwelle.

Maßstab von 1:2,5 bzw. 1:1 Mill. In der Abb. 4 ist der Ausschnitt für das nördliche Einzugsgebiet des Rheines wiedergegeben. Danach legen die Stationsbeobachtungen nahe, daß unter regional vergleichbaren Bedingungen (Messung in 6 m über dem höchsten Hindernis) die höheren Teile des Bergischen Landes zwischen Ruhr und Sieg, d. i. die Luvseite des Rheinischen Schiefergebirges, neben der zentralen Westeifel (Schnee-Eifel und Umgebung) und dem Hohen Venn die Gebiete relativ größter Windexposition sind. Im Niederrheinischen Flachland zwischen Maas und Rhein sowie besonders auf dem Ostabfall der Nordwesteifel und in der Düren-Euskirchner Börde zwischen Rhein und Ruhr sind die Windgeschwindigkeiten relativ gering (Lee-Effekt). Im ganzen nimmt nach Süden mit wachsender Kontinentalität die Zone mit Jahresmittel unter 3 m/sec an Flächenausdehnung zu.

In dieser Karte treten als geographische, raumgebundene Einflußfaktoren in Erscheinung, und im Text werden von *Manig* als das Verteilungsbild bestimmend hervorgehoben: Der Abstand der Beobachtungsorte von der Küste („von der Küste her nimmt die Windgeschwindig-

keit im Binnenland ab“), die Höhe über dem Meerespiegel („die Zone der Windgeschwindigkeitsmittel über 5 m/sec setzt etwa nördlich der Mainlinie in 500 m Höhe ein, südlich davon in durchschnittlich 600 m Höhe“, ... „steigt die Untergrenze von Norden nach Süden an“) und die Lage im Großrelief. Das sind die typischen regionalklimatologischen Einflußfaktoren. Daneben werden aber auch solche rein lokalen Effekte (Tallage, Beckenlage), für welche Stationsbeobachtungen vorliegen, mitverwertet zu Aussagen wie „für Becken und Täler (im Mittelgebirge, Zusatz vom Verf.) sind Werte zwischen 2 und 3 m/sec typisch“ oder „in den engen Tälern der Mittelgebirge und der Alpen, besonders in den Durchbruchstrecken, kann die Windgeschwindigkeit unter 2 m/sec absinken“.

Zu dieser ersten regionalklimatologischen Auswertung interessiert nun die Frage, welche Zusammenhänge zwischen Windexposition und raumgebundenen Einflußfaktoren sich durch eine dichtere Beobachtungsgrundlage innerhalb der Maschen des meteorologischen Stationsnetzes weiterhin nachweisen lassen.

Verf. hat es unternommen, eine solche detaillierte Beobachtungsgrundlage durch eine systematisch-vergleichende Aufnahme der Baumkronendeformationen sowie durch stichprobenartige Profilmessungen der Windverteilung im Querschnitt über verschiedene Landschaften zu gewinnen (*Weischet*, 1955). Als Beobachtungsstandorte wurden jeweils frei exponierte, von lokalem Windschutz nicht betroffene Geländepunkte gewählt (z. B. im Bergland die Kulminationen von Vollformen). Beobachtungshöhe war das Niveau der obersten Hindernisse (für Kronendeformationen) bzw. 2,20 m über Gras oder über freiem Feld (für instrumentelle Messungen); Darstellungsmaßstab der Karte 1:300000. Aus den Ergebnissen sei Folgendes als im Rahmen dieser Ausführungen prinzipiell wichtig angeführt: Erstens zeigen Eifel-Ostabfall und eifelnahe Teile der Bördenzone, obwohl sie im Lee der vorherrschenden Winde liegen, ebenso wie das Niederrheinische Flachland, das eine geringere Meereshöhe besitzt, deutlich stärkere Windexposition als das mittlere Bergische Land. Zweitens zeichnen sich im Bergischen Land südlich der unteren Wupper die tiefer gelegenen, rheinnahen Vorderbergischen Platten gegenüber dem rheinferneren, höheren, aber unregelmäßig zertalten Oberbergischen Land durch relativ größere Windwirkungen aus. Für diesen und andere Teile des Untersuchungsgebietes findet man die Regel bestätigt, daß im Bereich eines unruhigen Berglandes überall die Windeinflüsse merklich kleiner sind als im gleichmäßig flachen Gelände, und daß Landschaften, die von Waldinseln oder parkartigen Baumkulissen durchsetzt sind, als Ganze eine erheblich kleinere Windexposition aufweisen als z. B. weithin offene Bördenlandschaften, eine Regel, die nicht weiter überrascht. Wenn aber in einem unruhig reliefierten Bergland die exponiertesten Stellen, wie die in der oben angeführten Arbeit ausgewählten Bergkulminationen, bei gleicher oder größerer absoluter Meereshöhe eine geringere Windgeschwindigkeit aufweisen als die ebenso freigelegenen Standorte im flacheren Plattenland, so muß darin eine Wirkung der landschaftlichen Verschiedenheit, eine dem lokalen Windschutz übergeordnete Integrationswirkung der verschiedenen Formengesellschaften und Oberflächenbedeckungen hier und dort gesehen werden. In diese subregionalen Differenzierungen sind die lokalen Unterschiede nochmals eingeschachtelt. Man denke nur an die speziellen Bedingungen einer windgeschützten Tallage innerhalb der als Ganzes windoffenen Plattenlandschaft.

Beispiele für lokalklimatologische Windmessungen anzuführen, erübrigt sich wohl ebenso wie für die wieder anders geartete mikroklimatologischen im Einflußbereich des Vegetationsbestandes oder der Luftthau über unbe-

wachsenem Boden. Es mag der Hinweis auf die lokalen Ausmessungen von *Woelfle* (1938) in der Hohen Rhön, *Bauer* (1952) im Odenwald, *Berg* (1952) in den Allgäuer Alpen oder neuerdings von *Kaiser* (1954) in der NW-Eifel bzw. die mikroklimatologischen im Einflußbereich der Pflanzendecke von *Kreutz* (1938), *Paeschke* (1937), *Woelfle* (1937) oder *van Eimern* (1951) genügen.

Durch diese auf den Gebieten der Temperaturverteilung und der Windexposition behandelten Beispiele wird m. E. deutlich, daß bei einer flächendeckenden, großmaßstäbigen Klimaaufnahme im Bereich zwischen den Maschen des normalen klimatologischen Stationsnetzes regelhafte Erscheinungen in der räumlichen Verteilung der Klimaqualitäten offenbar werden, die sich weder auf die klassischen „regionalen“ noch auf die spezifisch „lokalen“ Einflußfaktoren zurückführen lassen. Das bestätigt unmittelbar sachlich die Notwendigkeit der Anerkennung einer solchen Zwischenstufe, deren Zweckmäßigkeit aus terminologischen und methodischen Gründen im Vorausgegangenen schon nahegelegt worden war.

Durch die Zwischenschaltung der neuen Stufe wird — vielleicht abgesehen von der Mikroklimatologie im engeren Sinne — zugleich eine vollständige Unterteilung klimatologischer Raumbetrachtungen erreicht. Ein Zwischenschalten noch weiterer Stufen ist unter Anwendung des ausschlaggebenden Gesichtspunktes, nach welchem die Verschiedenheit der einzelnen Stufen der Klimatologie eine Folge der Verschiedenheit der horizontalen und vertikalen Gliederung des zu betrachtenden geographischen Raumes ist, nicht möglich. Zwar umfaßt unsere Zwischenstufe aus der Rangordnung der Landschaftseinheiten sowohl die „Einzel-“ als auch die „Kleinlandschaften“, doch spielen bei der Untergliederung von Einzellandschaften in Kleinlandschaften vorwiegend solche Kriterien eine Rolle, die Lagebeziehungen, weniger aber den eigentlichen inneren Aufbau der verschiedenen Kleinlandschaften betreffen. Hinsichtlich der für die klimatische Differenzierung wichtigen Oberflächengestalt besitzen die verschiedenen Kleinlandschaften im Rahmen einer Einzellandschaft nur unbedeutende Unterschiede.

#### 4. Die Frage der zweckmäßigen Bezeichnung der Klimastufe zwischen Regional- und Lokalklima

Scheint mit den vorausgehenden Ausführungen die Eigenständigkeit der neuen Zwischenstufe klimatologischer Raumforschung genügend gesichert, so erhebt sich nun die Frage nach der zweckmäßigen Bezeichnung für sie. *Knoch* (1950) hat im Rahmen methodischer Darlegungen über die flächenhafte räumliche Intensivierung unserer

Klimakennntnis in den Bereichen zwischen dem festen Stationsnetz den Ausdruck „Geländeklimatologie“ eingeführt. Er benutzte aber auch die Wendung „klimatische Geländeaufnahme“. Hatte es in der Folgezeit zunächst den Anschein, als ob sich „Geländeklima“ als der Zwischenbegriff zwischen „Regional-“ und „Lokalklima“ einführen würde, so setzt sich inzwischen in der Literatur immer mehr die Wendung „Klein- (Lokal-)klimatische Geländeaufnahme (-kartierung)“ durch und verleiht der Begriffsverbindung von Gelände und Klima in irgendeiner Form den Sinn, daß es sich um eine bestimmte klimatologische Arbeitsweise, nämlich der direkten Klimaaufnahme im Gelände handelt. Dabei ist allerdings der Wert der Formulierung „klimatische Geländeaufnahme“ sprachlich und dem Sinne nach höchst fragwürdig und daher für den allgemeinen Gebrauch nicht empfehlenswert. Denn erstens ist in diesem Sinne auch jede klassische Mikroklimaaufnahme und Lokalklimabearbeitung eine „Geländeaufnahme“, der neue Begriff also überflüssig, und zweitens ist eine „klimatologische Geländeaufnahme“ — wörtlich genommen — unmöglich, da „Gelände“ als ein konkret vorgegebenes „Stück der Erdoberfläche mit allen unbeweglichen Gegenständen darauf“ (*Banse*, Lex. d. Geogr. S. 483) ein Naturobjekt ist, das sich zwar kartographisch, aber nicht klimatologisch aufnehmen läßt. Will man aber zum Ausdruck bringen, daß eine Untersuchung denjenigen Klimaverhältnissen gilt, die dem Zusammenwirken aller Geländefaktoren, dem typischen Nebeneinander von Einzelformen und der Geländebedeckung ihre Ausbildung verdanken und die eine flächendeckende Aufnahme von mehr als lokalklimatischen Dimensionen zum Ziel hat, so darf die Zusammensetzung der Worte „Gelände“ und „Klima“ nur so erfolgen, daß der neugeformte Begriff als Gattungsbegriff für ein Gebiet der Klimatologie eindeutig kenntlich ist. In diesem Sinne hat der Verfasser den Begriff „Geländeklima“ als Zwischenstufe in der oben zitierten Untersuchung (*Weisbet*, 1955) benutzt. Es muß aber zugegeben werden, daß Meinungsverschiedenheiten darüber bestehen können, ob der Ausdruck „Gelände“ der vorher geforderten Bedingung genügt, eine eindeutige begriffliche Verbindung zu der Raumdimension herzustellen, auf welche die durch ihn bezeichnete klimatologische Betrachtungsweise Anwendung finden soll<sup>6)</sup>. Eine Anlehnung an die Bezeichnungsweise der Landschaftsklassifikation erscheint deshalb zweckmäßiger.

<sup>6)</sup> Der Verfasser ist in dieser Frage einer Reihe von Kollegen für ihre freundlichen Äußerungen und Anregungen zu verbindlichem Dank verpflichtet.

*Dammann* (1950) hat im Zusammenhang mit der gleichen klimatologischen Aufgabenstellung wie *Knoch* den Ausdruck „Landschaftsklimatologie“ aufgegriffen. Hinsichtlich der Methodik, welche die betreffende Forschungsrichtung beherrscht, wäre der Ausdruck sehr gut geeignet. Doch stößt seine Verwendung auf einige Schwierigkeiten. Erstens haben ihn *Geiger* und *Schmidt* (1934) zur näheren Festlegung des Begriffes „Großklima“ schon in einem anderen Sinne gebraucht. Zweitens ist die Anwendung im französischen Sprachgebrauch schwierig, da er dort wieder mit dem schon vergebenen Ausdruck „Climat régional“ übersetzt werden müßte. Drittens und vor allem aber besitzt das Wort „Landschaft“ ohne Zusatz als Oberbegriff („Kulturlandschaft, Einzellandschaft, alpine Landschaft, Landschaftsregion“) keine eindeutige Bindung an eine bestimmte räumliche Größenordnung. Man müßte konsequenterweise nur von „Klein- und Einzellandschaftsklima“ sprechen<sup>7)</sup>. Da es aber, wie vorher dargelegt, vom klimatologischen Standpunkt keinen Sinn hat, beide Ausdrücke nebeneinander zu verwenden, sind sie zu einem Begriff zusammenzufassen. Dazu eignet sich m. E. der Ausdruck „Subregionalklima“. Er deutet auch ohne Kenntnis der landschaftskundlichen Rangordnung an, daß die klimatologische Betrachtungsweise in dieser räumlichen Größenordnung zwar eine regionale, d. h. über einen größeren Raum flächendeckend arbeitende ist, daß aber gleichzeitig der gesteckte Rahmen als Ganzes kleiner, die Beobachtungserhebung dagegen entsprechend subtiler ist.

Aus den vorangegangenen Darlegungen ist als Zusammenfassung folgende Konsequenz zu ziehen:

Für die Einteilung der Klimatologie wird unter betonter Abkehr von den bisher vorgeschlagenen und auch meist verwandten relativen Größenbegriffen „Groß“, „Mittel“ und „Klein“ in Anlehnung an die in der Geographie herausgearbeitete Rangordnung der Raumeinheiten eine Viergliederung unter Verwendung der Begriffe „Regional-“, „Subregional-“, „Lokal-“ und „Mikroklima“ vorgeschlagen.

Über charakteristische Merkmale dieser Klimastufen bzw. dieser klimatologischen Betrachtungs-

weisen, ihre Parallelisierung mit älteren Bezeichnungen und ihre Verknüpfung mit der geographischen Landschaftsrangordnung möge abschließend eine tabellarische Zusammenstellung einen Überblick geben. (Siehe nebenstehend)

#### Literaturnachweis

*Aichele, H.*: Frostgefährdete Gebiete in der Baar. Eine kleinklimatische Geländekartierung. *Erdkunde* V (1951) S. 1 ff.

*Arias, Alfonso, C.*: The Classification of Climates. *Monthly Weather Rev.* 70 (1942) S. 249—253.

*Banse, Ewald*: Lexikon der Geographie. Braunschweig 1923.

*Bauer, W.*: Der Windfaktor im Obstbau. Ein Beitrag zur Geländeklimatologie des Odenwaldes. *Ber. d. Dt. Wetterdienstes US-Zone* 42 (1952), S. 352 ff.

*Baumgartner, A.*: Zur Phänologie von Laubbölkern und ihre Anwendung bei lokalklimatischen Untersuchungen. *Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone*, Nr. 42 (1952) S. 69—73.

*Berenyi, Denes.*: A növényklíma folgalmó elhatárolása. (Der Begriff des Pflanzenklimas.) *Időjárás* (Budapest) 52 (1948) S. 175.

*Berg, H.*: Kleinmeteorologische Messungen im Hohen Venn. *Zeitschr. f. Meteorol.* 5 (1951) S. 231—235.

*Berg, H.*: Beobachtungen des Berg- und Talwindes in den Allgäuer Alpen. *Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone*, Nr. 38 (1952) S. 105—109.

*Brookes, Ch. F.*: How may one define and study local climates? *Compt. Rend. Congr. Int. de Géogr. Paris* 1931.

*Chaptal, L.*: Comment peut on définir et étudier les climats locaux? *Compt. Rend. Congr. Int. de Géogr. Paris* 1931.

*Cordes, H.*: Zur Methodik in der Kurortklimatologie. *Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone*, Nr. 42 (1952) S. 154—158.

*Dammann, W.*: Klimatologische Feldmarktkartierung. *Forsch.- u. Sitzungsber. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landespl.* Bd. I (1950) S. 6—8.

*Eimern, Jos. van*: Kleinklimatische Geländeaufnahme in Quickborn/Holstein. *Ann. d. Meteorol.* 4 (1951) S. 259 ff. [1].

*Eimern, Jos. van*: Windverteilung an einer Knicklücke. *Die Holzzucht* 1951 S. 2 ff. [2].

*Geiger, R.*: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. 3. Aufl. Die Wissenschaft. Bd. 78, Braunschweig 1950. 1. Aufl. 1927, 2. Aufl. 1942.

*Geiger, R.*: Die vier Stufen der Klimatologie. *Met. Zeitschrift* 46 (1929) S. 7—10.

*Geiger, R. und Schmidt, W.*: Einheitliche Bezeichnungen in der kleinklimatologischen mikroklimatologischen Forschung. *Bioklim. Beibl.* Bd. I (1934) S. 153—156.

*Geiger, R.*: Über selbständige und unselbständige Mikroklimata. *Met. Zeitschr.* 46 (1929) S. 539—544.

*Kaiser, H.*: Über die Strömungsverhältnisse im Bergland. *Met. Rdsch.* 7 (1954) S. 214—217.

*Knoch, K.*: Weltklimatologie u. Heimatklimakunde. *Met. Zeitschr.* 59 (1942) S. 245—249.

*Knoch, K.*: Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie. *Ber. z. dt. Landeskunde*, Bd. 7 (1949) S. 115—123.

*Knoch, K.*: Geländeklimakarten. *Forsch.- u. Sitzungsber. d. Akad. f. Raumforsch. u. Landespl.* Bd. I (1950) S. 4—5.

*Kraus, Gregor*: Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911.

*Kreutz, W.*: Das Windschutzproblem. *Bioklim. Beiblätter* 5 (1938) S. 10—16.

<sup>7)</sup> *Paffen* (1953) benutzt in seinen methodischen Ausführungen die Ausdrücke „Kleinlandschaftsklima“ und „Einzellandschaftsklima“ als Unterordnungen von Makroklima. In seinen, von landschaftskundlicher Sicht her bestimmten Ausführungen auf S. 166/167 steckt implizite eine Gliederung in makroklimatologische, landschaftsklimatologische, mesoklimatologische und mikroklimatologische Phänomene. (In der Bezeichnungweise von *Paffen*.)

Vorzuschlagende Bezeichnungsweise	Sonst übliche Bezeichnungsweise	Räumliche Größenordnung des betrachteten Raumes nach der Rangordnung der natürlichen Landschaften	Beispiele (In Anlehnung an Paffen 1953)	Maßstab kartographischer Darstellungen	Charakteristische Merkmale der Klimastufe	Charakteristische Merkmale der betreffenden klimatologischen Betrachtungsweise
Regional-klima	Makro-klima	Normalerweise bis Großlandschaftsgruppe, allenfalls bis Großlandschaft	Rheinisches Schiefergebirge, Schelde-Maas-Rhein-Plateau	1:1 Mill. und kleiner	Klima außerhalb der bodennahen Störungsschicht. Vergleichbarkeit der Werte über große Räume. Geograph. Einflußfaktoren: Geogr. Breite, Meereshöhe, Lage z. Ozeanen und Festländern, Lage i. Großrelief.	Beobachtungsgrundlage gibt das feste Stationsnetz; meist Instrumentenbeobachtung; Abstraktion von lokalen Einflüssen; großräumiger Vergleich der Meßwerte angestrebt; flächenhaft-zusammenhängende Darstellung; dabei oft Anlehnung an topographische Höhenschichten.
Climat régional	Groß-klima					
Regional Climate	Regional-klima		Süderbergland, Niederrheinische Bucht			
Subregional-klima	(Gelände-klima)	Großlandschaft,	Süderbergland, Niederrheinische Bucht	≤ 1:100 000 ≥ 1:1 Mill.	Klima im Bereich d. superponierten Einflüsse mehrfach, in bestimmtem Verbreitungsgebiete auftretenden Formen der Erdoberfläche u. Oberflächenbedeckung. Beobachtungswerte sollen in d. Maschen d. festen Klimanetzes vergleichbar sein.	Beobachtungsgrundlage: Werte des Klimanetzes als Normalwerte; dazwischen physiognomische Aufnahme der Klimawirkungen und flächenhafte Stichprobenreihen.
Climat subrégional	(Landschafts-klima)	Einzel-landschaft,	Kölner Bucht, Bergische Randplatten			Flächenhaft zusammenhängende Darstellung, die ganze Maschen des festen Stationsnetzes umfaßt. Berücksichtigung weniger d. Höhenschichtung als der Formengesellschaft d. Erdoberfläche.
Subregional Climate		und Klein-landschaft	Brühler Lößplatte, Burscheider Lößplatte			
Lokal-klima	Meso-klima	Landschaftszellen-komplex und Landschaftszelle	Riedel, breit-sohliges Aental	≤ 1:5 000 ≥ 1:50 000	Klima i. Einflußbereich einer speziellen, einfach auftretenden topographischen Einzelform. Beobachtungswerte sind abhängig von u. bezeichnendf. singuläre lokale Bedingung. Vergleichbarkeit gering.	Beobachtungsgrundlage: Sondernetz normaler meteorologischer Instrumentenmessungen; Stichprobenhafte Aufnahme; evtl. Gebrauch physiognomischer Hilfsmittel. Darstellung räumlich singularisierend für kleine Ausschnitte zwischen den Maschen des festen Stationsnetzes oder an eine Station anlehnend. Berücksichtigung des Einflusses spezieller top. Gegebenheiten.
Climat local	Klein-klima					
Local Climate	Lokal-klima					
Mikro-klima	Kleinst-klima				Klimai. Grenzbereich d. Vegetationskleides, in diesem selbst oder in der nicht-turbulenten Luft-hauteinerkahlen Oberfläche	Beobachtungsgrundlage: Neben physiognomischen Hinweisen vor allem Messungen mit solchen Instrumenten, die durch ihre Anwesenheit nicht den zu untersuchenden Zustand stören. Darstellung räumlich singularisierend; vorwiegend im Aufriß. Berücksichtigung bodenphysikalischer Einflußfaktoren u. d. Bestandsverhältnisse.
Micro-climat	Mikro-klima					
Micro-climate	Ökoklima (Pflanzen-klima)					

*Kreutz, W.* und *Schubach, K.*: Lokalklimatische Geländekartierung der südlichen Bergstraße unter besonderer Berücksichtigung der Gemarkung Heidelberg. Mitt. d. Dt. Wetterd. US-Zone 13 (1952).

*Linke, F.*: Besprechung von *Geiger, R.*: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 2. Aufl. 1942. Bioklim. Beiblätter 9 (1942) S. 154—155.

*Manig, M.*: Grenzwerte der Lufttemperatur im westlichen Deutschland. Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone 42 (1952) S. 223—225.

*Manig, M.*: Karte der Windgeschwindigkeit für das westl. Deutschland. Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone 34 (1952).

*Paeschke, W.*: Mikroklimatische Untersuchungen innerhalb und dicht über verschiedenartigem Bestand. Bioklim. Beiblätter 4 (1937) S. 155—163.

*Paffen, KH.*: Ökologische Landschaftsgliederung. Erdkunde Bd. II (1948) S. 164—173.

*Paffen, KH.*: Die natürlichen Landschaften der Rheinlande 1:1 Mill., Karte 2/3 mit Erl. in Geschichtlicher Handatlas der Länder am Rhein. Köln 1950.

*Paffen, KH.*: Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Eine methodische Untersuchung am Beispiel der Mittel- und Niederrheinlande. Forsch. z. Dt. Landeskunde 68 (1953). Dort auch reichliche Literaturhinweise bezüglich der Landschaftssystematik.

*Reichel, E.*: Methodische Betrachtungen zur regionalen Klimakunde. Geofis. pura e appl. XIV (1949) S. 3—20.

*Scaëtta, M. H.*: Terminologie climatique, bioclimatique et microclimatique. La Météorologie 11 (1935) S. 342—347.

*Schirmer, H.*: Die absoluten Extremtemperaturen des Niedersächsischen Flachlandes. Met. Rdsch. 1 (1948) S. 531 ff.

*Schmidt, Wilb.*: Die tiefsten Minimum-Temperaturen in Mitteleuropa. Naturw. 18 (1930) S. 367—369.

*Schmitzbüsen, Jos.*: „Fliesengefüge der Landschaft“ und „Ökotopt.“ Vorschläge zur begrifflichen Ordnung und Nomenklatur in der Landschaftsforschung. Ber. z. dt. Landeskde. 5 (1948) S. 74—83.

*Schmitzbüsen, Jos.*: Grundsätze für die Untersuchung und Darstellung der naturräumlichen Gliederung von Deutschland. Ber. z. dt. Landeskde. 6 (1949) S. 8—19.

*Schnelle, F.*: Kleinklimatische Geländeaufnahme am Beispiel der Frostschäden im Obstbau. Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone, Nr. 12 (1950) S. 99—104.

*Schnelle, F.*: Beiträge zur Phänologie Deutschlands, Teil 3; 6 Mittelwertskarten (1936—1944). Ber. d. Dt. Wetterd. Nr. 1 (1953).

*Troll, C.*: Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale 3 (1950) S. 163—181.

*Ublig, S.*: Die Phänologie als Hilfsmittel bei der kleinklimatologischen Geländeaufnahme. Ber. d. Dt. Wetterd. US-Zone 42 (1952) S. 238—244.

*Vialar, J.*: Les vents régionaux et locaux. Mém. d. l. Météorol. Nat. Nr. 31 (1948).

*Weischet, W.*: Die Baumneigung als Hilfsmittel zur Bestimmung klimatischer Windverhältnisse. Erdkunde V (1951) S. 221 ff.

*Weischet, W.*: Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Rahmenlandschaften. Eine geographische Analyse subregionaler Klimadifferenzierungen. Münchner Geogr. Hefte 8 (1955).

*Woelfle, M.*: Verhagerungserscheinungen. Windverhältnisse beim Umströmen eines einzelstehenden Baumes. Forstwiss. Centralblatt 59 (1937) S. 759—769.

*Woelfle, M.*: Windschutzanlagen. Die Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit von der Geländeaufformung auf der Hohen Rhön und die Anlage geeigneter Windschutzstreifen im Vollzug des Dr.-Hellmuth-Planes. Forstwiss. Centralblatt 60 (1938) S. 52—63 u. S. 73—86.

## DIE WALDVERHÄLTNISSE IM PELOPONNES UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER ENTWALDUNG UND AUFFORSTUNG

*Arnold Beuermann*

Mit 5 Abbildungen und 4 Bildern

*The forest in the Peloponnese  
with special reference to deforestation and reafforestation*

*Summary*: The topic of this paper is dealt with in three sections:

1. The ecological conditions of the important woodland-forming tree species are described according to their areas (cf. map) and vertical (cf. fig. 1) distribution; these species are: *Pinus halepensis*, *Pinus Pallasiana*, *Abies cephalonica*, the *Arbutus* varieties, *Castanea* and the *maquis*. It emerges clearly that the widest distribution of *maquis* with *Q. coccifera* and *arbutus* is found in the eastern and southeastern areas of low rainfall. The main areas of coniferous forests with *Pinus Pallasiana* and *Abies cephalonica* are limited to the large mountainous regions, viz. Taygetos, Parnon, Maenalon, Olonos, Chelmos and Ziria. The formerly large cypress forests have disappeared almost completely, some of those still extant are private property. The *quercus* varieties are dominant in the southwestern Peloponnese, *Pinus halepensis* prevails in the western Nomos Elias, the area Pyrgos-Olympia.

For the first time detailed data of the size in hectares of these wooded areas is given (cf. table) on the basis of Greek forestry literature as well as information provided by Greek forestry offices. Not only are the tree species within these major regions given, but it is also stated for each of the forest districts (a) whether they are owned by the state, a civil parish, a co-operative, the church or by private individuals, and (b) whether they are high, middle or low forests.

2. Deforestation is dealt with in outline in this section and the responsible historical as well as climatic factors are pointed out. Amongst the historical causes attention is given to destructive war raids, shipbuilding and railway construction and also to the consequences of transhumance and pastoralism, viz. damage done to trees by the animals feeding upon them, and overgrazing.

Examples of soil erosion as a result of deforestation are given for the northwest of the Maenalon Mountains where in 1912, in a small tributary valley, shepherds burnt down a tract of forest in the interest of pasture.