

Dem unermüdlichen Erforscher des Karpatenklimas Professor Richard Wagner in dankbarer Erinnerung gewidmet

BEITRAG ZUR METHODE DER AUSSONDERUNG MESO- UND MIKROKLIMATISCHER EINHEITEN IN GEBIRGEN

VON

BARBARA OBREBSKA-STARKEL

Summary: (*Contribution to the Method of Distinguishing Meso- and Microclimatic Units in Mountains Regions.*) On the basis of her own investigations and various publications concerning the differentiation of typical units of the meso- and microclimatic conditions the author tries to determine the usefulness of the different chief indicators for this purpose. She concentrates her attention on the possibility of using the length of the frost-free period, the mean minimal temperatures and the mean diurnal variation of the temperature for the purposes of mesoclimatic typology. For a simultaneous representation of the meso- and microclimatic conditions in the Carpathians the most suitable criterion is the mean diurnal variation of the temperature of longer or shorter research periods.

Zusammenfassung: Auf Grund eigener Forschungen und verschiedener Publikationen über die Methoden der Aussonderung typologischer Einheiten der meso- und mikroklimatischen Verhältnissen, bemüht sich Verfasserin, die Anwendbarkeit der einzelnen Leitindikatoren für diese Zwecke zu bestimmen. Sie konzentriert ihre Aufmerksamkeit auf der Möglichkeit einer Anwendung der Dauer der frostfreien Periode, der mittleren Minimaltemperaturen und der mittleren Tagesamplitude der Temperatur, welche sich als nützlich für Zwecke der mesoklimatischen Typologie erweisen. Bei gleichzeitiger Darstellung der meso- und mikroklimatischen Verhältnisse im Karpatengebiet ist die mittlere, sowohl aus längeren wie auch kürzeren Forschungsperioden stammende Tagesamplitude das günstigste Kriterium.

1. Erörterung des Problems

Das — immerfort lebendige und aktuelle — Problem der Differenzierung der meso- und mikroklimatischen Verhältnisse in Gebirgsgeländen unter Anwendung verschiedenartiger Methoden wurde von vielen Forschern bearbeitet. Das Problem der Klimacharakteristik kleinerer Gebirgsgelände (z. B. einzelner Gebirgsketten) wurde auch in Polen im Laufe der letzten Jahrzehnte in Angriff genommen. Die Arbeiten behandelten aber zumeist nur die einzelnen Klimatelemente und beruhten manchmal — vornehmlich was die Charakteristik der mikroklimatischen Verhältnisse betrifft — auf kurzen Meßreihen.

Erst in den letzten Jahren veröffentlichte M. HESS eine Reihe von Arbeiten (7, 8, 9, 10, 11), in welchen er die wesentlichen Merkmale des Mesoklimas in den Klimastufen der Polnischen Westkarpaten darstellte und das Vorhandensein von Wechselbeziehungen zwischen der mittleren Jahrestemperatur und einer Reihe von Klimatelementen und Klimaindikatoren nachwies. Er wies auch den engen Zusammenhang des Mikroklimas mit der Lage in der gegebenen Klimastufe nach (12).

Ein weiterer Schritt zur Lösung dieser, die einzelnen Stufen betreffenden Problematik waren die in der Anstalt für Klimatologie der Jagellonischen Universität unter der Leitung von Prof. Dr. habil. M. HESS in den für die Grundtypen des Reliefs repräsentativen Gebieten, also in Mittelgebirgen (20, 21) und im Hügelland (17, 18) ausgeführten meso- und mikroklimatischen Forschungen.

In diesen Arbeiten wurden weitere Abgrenzungskriterien des Meso- und Mikroklimas angenommen. Auf die Differenzierung der mesoklimatischen Verhältnisse haben die großen Reliefformen (Täler, Kessel, Bergrücken) Einfluß, während der Charakter des Untergrundes (die Hangexposition, die Verteilung der Pflanzengesellschaften) die mikroklimatischen Verhältnisse, also die Gesamtheit der Elemente in der bodennahen Luftschicht kleiner Gebiete bedingt.

In den Arbeiten, welche die unter dem Einfluß des Reliefs bleibende Differenzierung der klimatischen Verhältnisse im Auge haben, ist das Entstehen von Lufttemperaturinversionen in Konkavformen (1, 5, 13, 23, 35, 26, 18) ein Grundproblem. Während der Nachtzeit nämlich steht die Verteilung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit im Vertikalschnitt mit der relativen Höhe über dem Tal- oder Kesselboden (18) und der Gestaltung der Geländeformen (13) im Zusammenhang. Deshalb können bei der Aussonderung typologischer mesoklimatischer Einheiten folgende Faktoren als Leitindikatoren dienen: die Minimaltemperatur, die Anzahl der Tage mit Nachtfrost, Daten über den Anfang und das Ende der Nachtfroste, Dauer der frostfreien Perioden (10, 11, 12, 17, 18) und die Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur während der Nacht (20, 21, 18). Auf den Wert dieser Indikatoren hat die Hangexposition und die Seehöhe schwächeren Einfluß. Sie ermöglichen also den Einflußbereich der Mesoklimatypen zu bestimmen.

Bei der Wahl der Kriterien für Zwecke der mesoklimatischen Typologie darf nicht übersehen werden, daß die Heranziehung der Tagesamplitude der Lufttemperatur von Nutzen ist. In einem, gemeinsam mit T. NIEDZWIEDŹ bearbeiteten Artikel, in welchem wir die Resultate früherer, in verschiedenen Relieftypen durchgeführten Forschungen ausbeuteten (17, 18, 20, 21), haben wir darauf aufmerksam gemacht. Wir haben nämlich nachgewiesen, daß die Inversionsschichtung der Lufttemperatur in Hügelland- und Bergtälern im hohen Maße auch auf die Tagestemperaturschwankungen Einfluß hat.

Bei der eingehenden Darstellung der Charakteristik der mikroklimatischen Verhältnisse in Mittelgebirgen (21) habe ich die Einsicht gewonnen, daß man ihre Typologie auf Grund des Tagesverlaufes der Lufttemperatur durchführen kann, welcher den Einfluß der Exposition und der Pflanzendecke widerspiegelt. Zu diesem Zwecke nutzte ich die Raumdifferenzierung der Wertunterschiede der mittleren Tages- und Nachttemperaturen sowie die Amplitude der Tagestemperatur aus.

In Anbetracht der oben angeführten Tatsachen kann, meiner Ansicht nach, dieses letzte Kennzeichen eine gemeinsame Plattform bei der Aussonderung sowohl der meso- wie auch mikroklimatischer Einheiten bilden. Ich werde mich bemühen, dieses Problem durch Anführung von Forschungsergebnissen, die im dritten (außer den oben erwähnten) repräsentativen, an der Grenze des Vorgebirges und der Beskiden gelegenen Gebiet geführt wurden, zu schildern.

2. Charakteristik der Forschungsgebiete

Grundlage zur Bestimmung der Typologie und der Regionalisierung der meso- und mikroklimatischen Verhältnisse des Grenzgebietes zwischen den Beskiden und dem Vorgebirge war die Bearbeitung der Klimacharakteristik der Umgebung von Szymbark, welche die Verfasserin im Rahmen der durch die Agrarkommission des Komitees für Räumliche Bewirtschaftung des Landes (22) ausgeführt hat. Als Quellenmaterial, auf welchem die Forschungen fußen, dienten die von der

Wissenschaftlichen Forschungsstation des Geographischen Instituts der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Szymbark geführten stationären Observationen sowie mikroklimatische Messungen, die unter der Leitung des Instituts für Klimatologie der Jagellonischen Universität während Geländeforschungen ausgeführt wurden.

Das Forschungsgebiet umfaßte folgende physisch-geographische Einheiten (nach A. KOTARBA (14)):

1. das an die Schwelle der Niederen Beskiden grenzende Vorgebirgs-Einflußgebiet der Bystrzanka, von einer Durchschnittshöhe von 300—500 m ü. d. M.,
2. das fast gänzlich in den Niederen Beskiden liegende Einflußgebiet der Bielanka (300—600 m Seehöhe). Es zeichnet sich in seinem Oberlauf durch eine kesselartige Verbreiterung aus, die durch einen Durchbruchsabschnitt abgeschlossen ist,
3. das Ropatal in seinem SW—NE—Verlauf (der Talboden liegt 300—350 m ü. d. M.) an der Beskidenmündung, welches die 600—740 m hohen Ketten durchbricht. Die Berghänge sind in dieser Region durch ungewöhnlich zahlreiche Berg-rutsche gekennzeichnet.

Der mittlere Bewaldungsgrad der Gemeinde beträgt 55%. Waldungen treten auf steileren Hängen auf und bedecken auch Rückenpartien. Das Vorgebirgs-einflußgebiet der Bystrzanka, der weitgrößte Teil des Bielanka- „Kesselchens“ sowie vor allem die südlich exponierten Talhänge der Ropa sind landwirtschaftlich ausgebeutet.

Im Lichte der von M. HESS (7) angeführten Charakteristik der Klimastufen der Polnischen Westkarpaten, liegt die Szymbark-Region in der gemäßigt warmen Stufe (mittlere Jahrestemperatur von +8 bis +6°), wobei die Rückenpartien der Beskiden im Übergangsgebiet der gemäßigt kühlen Stufe liegen.

Eine Analyse der aus der Station des Staatlichen Hydro-Meteorologischen Instituts stammenden, in der unmittelbaren Umgebung von Szymbark geführten zehnjährigen Observationsreihe (1954—1963) beweist, daß sich diese Region von anderen Teilen der Westkarpaten durch gewisse Besonderheiten unterscheidet.

Da sie in der Verlängerung der Quersenke der Niederen Beskiden, in der Achse des Karpatenbogens (Duklapaß, 502 m Seehöhe) liegt, zeichnet sie sich durch ein hohes Mittel der Jahres-Wind-Geschwindigkeit (über 3 m/sec) und verhältnismäßig häufig auftretende starke Winde (über 10 m/sec.) und sehr starke Winde (über 15 m/sec.) aus. Zwischen November und April treten hier oft aus dem südlichen Quadrant föhnartige Winde auf.

Eine deutliche Zweiteiligkeit des Gebietes zwischen der Vorgebirgsregion und den Niederen Beskiden ist leicht festzustellen. Die erste ist wärmer (mittlere Jahrestemperatur 7,0—7,50) und liegt im Regenschatten (die Summe der Niederschläge ist um 100 mm niedriger als diejenige in anderen Teilen der Karpaten auf derselben Seehöhe und zeichnet sich durch eine sehr geringe Anzahl von Regentagen aus, der geringsten in den Polnischen Karpaten.

Für die Niederen Beskiden, welche den Typus eines niedrigen Gebirges repräsentieren, sind scharfe Kontraste zwischen dem Mesoklima der Hänge und Berg-rücken und den Talsohlen kennzeichnend. In den letzteren herrschen strenge thermische Verhältnisse (die mittlere Jahrestemperatur schwankt zwischen 6,0 bis 5,5°, die frostfreie Periode ist um einen Monat kürzer als auf derselben Seehöhe in anderen Berggruppen. Oberhalb von 400 m ü. d. M. tritt eine strenge Winterperiode ein (mit einer mittleren Tagestemperatur unterhalb -5°), welche 30—40 Tage andauert, die in den Rückenpartien der Niederen Beskiden erst bei etwa 900 m auftritt. Die Meridionaltäler der Beskiden steuern den Luftstrom und sind stark durchlüftet.

Forschungsmethoden

Das Netz der mesoklimatischen Messungen umfaßte 6 Stationen, wo die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit fortlaufend registriert wurden sowie 4 Vermessungsposten für die Extremtemperaturen. Das Netz berücksichtigte die Unterschiedlichkeit des Reliefs sowie die Art der Bodennutznießung und die Standorte waren an den charakteristischen Querschnitten in allen drei physisch-geographischen Einheiten lokalisiert. Die Observationen dauerten anderthalb Jahre, vom Juli 1968 bis Dezember 1969 und die Resultate wurden mit den Resultaten der Hauptstation im Ropa-Tal (302 m ü. d. M.) verglichen.

In den nächsten Sommersaisonen 1968—1970 hat die Anstalt für Klimatologie des Geographischen Instituts der Jagellonischen Universität auf ausgewählten Profilen in Szymbark eine längere Serie mikroklimatischer Messungen durchgeführt, um die durch die große Verschiedenartigkeit des Untergrundes verursachte Veränderlichkeit der mikroklimatischen Verhältnisse zu erfassen und die Grenzen der einzelnen typologischen Einheiten zu bestimmen. Auf diese Weise bemühte man sich, von Zeit zu Zeit das Netz der Observationsposten in den durchforschten Querschnitten vom Talboden an, über die Terrassen und Hänge bis zu den Gipfelpartien zu verdichten.

Außer den klimatologischen Materialien wurden für die Typologie und bei der Regionalisierung des Meso- und Mikroklimas sowie bei der Anfertigung einer genauen Karte dieser Verhältnisse folgende Arbeiten ausgebeutet:

1. die geomorphologische Charakteristik (14), die hydrographische Charakteristik (16), diejenige der Pflanzengesellschaften (24) und des Bodens (2),
2. Fliegeraufnahmen,
3. eine Karte der Bodennutznießung (5) und
4. Kartierung des Schwindens der Schneedecke während Tauwetter.

Tagesamplitude der Lufttemperatur als Kriterium der Typologie der meso- und mikroklimatischen Verhältnisse

Die durch andere Elemente der geographischen Umwelt und durch Klimafaktoren hervorgerufenen Wechsel der klimatischen Verhältnisse verlaufen ununterbrochen, und die Grenzen der einzelnen Einheiten sind nicht stabil; sie nehmen verschiedene Größen der Übergangszonen an. Aus diesem Grunde hat man während der Regionalisierungsarbeiten Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Bereiche, die in die Karten mittels Linien eingetragen werden müssen.

Bei der Typologie der mesoklimatischen Verhältnisse sind Diagramme der Veränderungen im Höhenprofil der vorher erwähnten Indikatoren, welche die Gestaltung der thermischen Verhältnisse während der Nachtzeit betreffen, behilflich. Ein Vergleich der Kurven der Wertabweichungen einiger dieser Indikatoren mit den Gegebenheiten des Talbodens, u. zw.: der Dauer der frostfreien Periode, der mittleren minimalen Jahrestemperatur und der ausgewählten Monate (Abb. 1) beweist, daß der größte Veränderungsgradient der Wärmeverhältnisse dem Talboden und den unteren Hangpartien zufällt. Mit der Höhenzunahme verringern sich die Werte dieser Gradienten auffallend. Deshalb haben wir gemeinsam mit T. NIEDZWIEDŹ vorgeschlagen (19), das Gebiet der Talsohlen und der unteren Hangpartien, welches

mit dem angenommenen Wert $\frac{2}{3} \Delta t_{\min}^*$ bezeichnet ist, als den oberen Bereich des mesoklimatischen Typs der Talsenken mit den größten Feuchtigkeits- und Wärmegradienten anzusehen.

Einen ähnlichen Charakter der Veränderungen im Höhenprofil des gegebenen Geländes weisen die Tagesamplituden auf, u. zw.: das Jahresmittel und das Mittel ausgewählter Monate, in denen günstige Bedingungen für das Auftreten von Lufttemperatur-Inversionen vorherrschten (Abb. 2). Der größte Veränderungsgradient dieser Amplituden entfällt auf das Vorgebirge und das niedrige Gebirge von den Talböden bis zu einer relativen Höhe von 40–60 m. Diese Höhe entspricht dem

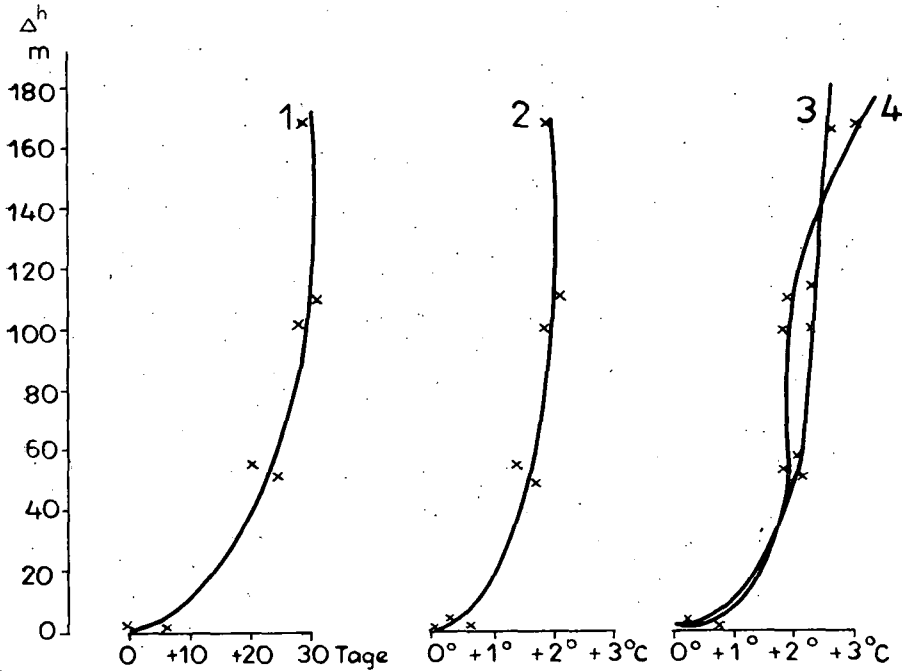


Abb. 1. Die Abhängigkeit der mittleren frostfreien Zeitdauer (1), der mittlere minimalen Lufttemperatur des Jahres (2), im Mai 1969 (3) und im September 1969 (4) von der Höhe über dem Talboden der Ropa (Δh).

Anmerkung: Die Werten auf der Abszisse repräsentieren die Abweichungen der einzelnen Indikatoren von den Daten der Hauptstation im Ropa-Tal.

Bereich des oben ausgesonderten Typs der mesoklimatischen Verhältnisse in den Talsenken. Somit ist die Tatsache bestätigt, daß die Tagesamplitude als gleichwertiges Kriterium bei der Typisierung des Klimas in der Mesoskala angewendet werden kann.

Oberhalb dieser so definierten oberen Grenze des Mesoklimas in den Talsenken, kann man das Mesoklima der wärmeren und trockneren Hangpartien und der niedrigen Bergrücken des Vorgebirges unterscheiden, welches den aus der Litera-

* Δt_{\min} ist der Unterschied zwischen der Minimaltemperatur am Talboden und derjenigen an der oberen Grenze der Lufttemperaturinversion.

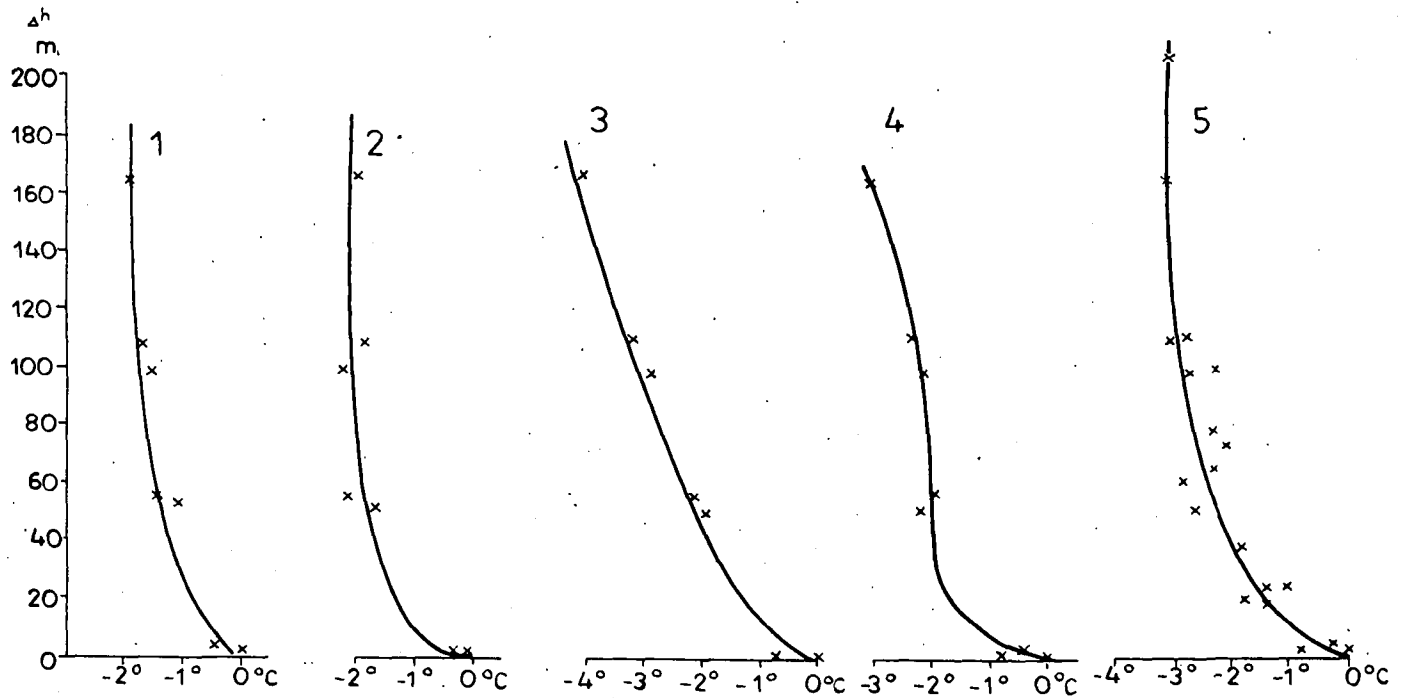
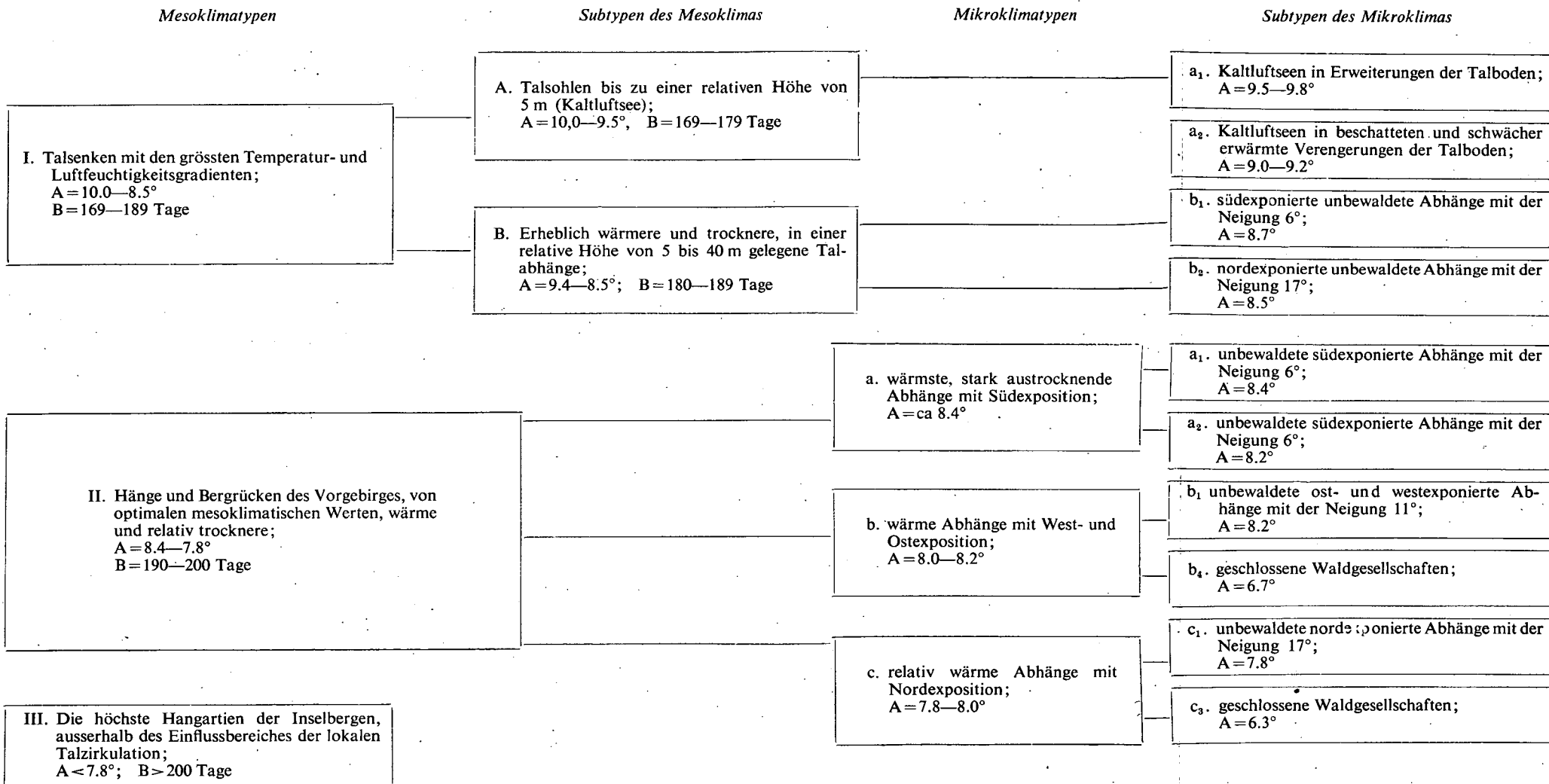


Abb. 2. Die Abhängigkeit der mittleren jährlichen Tagesamplitude der Lufttemperatur im 1969 (1) und mittleren monatlichen Tagesamplituden im Januar (2), September (3), Mai (4) und im Zeitraum von den 3. bis 11. Juli 1968 (5) von den relativen Höhe über dem Talboden der Ropa (Δh).

Anmerkung: Die Werten auf der Abszisse repräsentieren die Abweichungen der einzelnen Indikatoren von den Daten der Hauptstation im Ropa-Tal.

Tab. 1.

Struktur der typologischen Einheiten des Meso- und Mikroklimas im Grenzgebiet zwischen dem Vorgebirge und den Niederen Beskiden



Erklärungen: A = mittlere jährliche Lufttemperaturamplitude; B = Dauer der frostfreien Zeit

Anmerkung: Die in der Tabelle angeführten Daten über die mikroklimatischen Verhältnisse, sind nur aus dem besessenen Material ausgewählte Beispiele.



tur bekannten Eigenschaften der „warmen Hangzone“ entspricht. In dem untersuchten Gebiet treten bis zu einer Höhe von 250 m über dem Boden des Ropatals kleine, vertikale Gradienten der Tagesamplitude der Lufttemperatur auf, die als das Mittel einer längeren Periode berechnet wurden und aus kurzen, mikroklimatischen, während herrschendem Strahlungswetter durchgeführten Meßreihen resultieren (Abb. 2; 20, 21).

Die am höchsten gelegenen, oberen Hangpartien der Niederen Beskiden, welche die Buckeln des Vorgebirges überragen, ordne ich — auf Grund der auf anderen Forschungsgebieten gesammelten Erfahrungen und der Resultate der mikroklimatischen Forschungen in Szymbark — einem anderen Mesoklimatyp zu. Sie befinden sich außerhalb des Einflußbereiches der örtlichen Innentalzirkulation, weisen Änderungen der Lufttemperatur je nach der Seehöhe auf, und sind gewöhnlich kühler als die Talsohlen und Hänge, aber die Tagesamplituden der Temperatur können hier niedriger sein, als die der anderen zwei Mesoklimatypen. In Szymbark liegt diese Einheit an der Grenze zwischen den Klimastufen, d.h. der gemäßigt warmen und der gemäßigt kühlen Stufe.

Weitere Strukturglieder der meso- und mikroklimatischen Differenzierung des besprochenen Gebietes bringt die Tab. 1. Bei Aussonderung der mesoklimatischen Typen führe ich vergleichsweise neben den Mittelwerten der jährlichen Tagestemperaturen auch die Dauer der frostfreien Periode an. An Hand der ersten dieser Indikatoren, die als Kriterium des Verlaufes des Tagesverlaufes der Luft dienen, sondere ich im ersten Mesoklimatyp zwei Subtypen aus, die unter dem Einfluß der Relief-Formen bleiben, u. zw. die kontraststarken Talsohlen, mit den größten Tagesschwankungen der Temperatur und die unteren Hangpartien bis zu einer Höhe von 40 m. Im Bereich des letztgenannten Subtyps gestalten sich die Wärmeverhältnisse umso günstiger, je größer die Entfernung vom Fuß der Berge ist.

Die Differenzierung der Mikroklimatypen im untersuchten Gelände ist durch die Exposition bedingt und betrifft diejenigen Hänge, an welchen mesoklimatische Verhältnisse herrschen und die genetisch mit dem Vorhandensein einer warmen Zone am Hang (Typ II) verbunden sind. Beim Übergang auf tiefere Niveaus der typologischen Struktur spielen folgende Faktoren eine Rolle: die Pflanzendecke (Waldungen und offenes Gelände, kleine Reliefformen (Nischen im Abrutschgeröll, Erweiterungen resp. Verengerungen der Talsohlen) und die Neigung verschieden exponierter Hänge, die für die Menge der Sonnenbestrahlung ausschlaggebend ist.

Die Anwendbarkeit der Tagesamplitude der Lufttemperatur bei diesem Grad der Aussonderung können folgende Beispiele beweisen (Tab. 2).

Bei der Darstellung der charakteristischen Eigenschaften der mikroklimatischen Verhältnisse der verschiedenartig exponierten Hänge oder der Waldgesellschaften von Szymbark sowie der benachbarten Wiesen habe ich festgestellt, daß sowohl die mittlere Minimaltemperatur wie auch die Dauer der frostfreien Periode bei der Grenzziehung der Typen und Subtypen des Klimas in der Mikroskala nicht ausgenützt werden können. Im Gegensatz zu ihnen ist die für ein Jahr, einen Monat oder auch für eine kürzere Zeitspanne berechnete Tagesamplitude der Lufttemperatur ein gutes Kriterium. Auf ihre Werte nämlich haben in gleichem Maße die von der Hangexposition, der Breite der Talform, der Art der Waldgesellschaften und von anderen Faktoren abhängigen Temperaturmaxima, wie auch die mit der Luftschichtung während der Nacht in verschiedenartig gestaltetem Gelände verbundenen Temperaturminima, Einfluß.

Was die Mikroklimatypen anbelangt, so treten bei der gleichen Dauer der

Tab. 2

Vergleich der Dauer der frostfreien Periode, der mittleren, minimalen Jahrestemperatur und der mittleren monatlichen Tagesamplituden der Lufttemperatur an Standorten, die andersartige Typen und Subtypen des Mikroklimas repräsentieren

Station	Relative Höhe über die Talsohle (m)	Exposition	Dauer der frostfreien Zeit (Tage)	Mittlere minimale Jahrestemperatur (°C)	Jahr 1968			Mittlere monatliche Lufttemperaturamplitude (°C)				
					VII	IX	XII	Jahr 1969				
								II	IV	VI	X	XI
1. Wiatrówki	55	NE	192	3.0	9.7	7.7	4.6	4.9	9.3	8.0	8.3	6.3
2. Techn. Rohn. II	52	SW	192	3.1	11.2	10.7	5.5	5.3	10.1	9.0	8.9	6.9
Unterschied	3		0	-0.1	-1.5	-3.0	-0.9	-0.4	-0.8	-1.4	-0.6	-0.6
2. Jelenia Berg Lichtung	167	NE	199	3.1	9.5	7.9	4.4	5.9	9.0	8.5	7.6	6.9
Jelenia Berg Wald	170	NE	199	3.1	7.3	5.5	4.5	4.9	7.6	6.7	5.5	5.8
Unterschied	-3		0	0	2.2	2.4	-0.1	1.0	1.4	1.8	2.1	1.1
3. Talsohle des Ropafusses	0		169	2.1	11.3	9.7	6.3	6.1	11.2	10.5	10.7	7.7
4. Łęgi	2		169	2.1	10.9	9.3	6.0	5.9	10.8	9.4	9.9	6.6
Unterschied	-2		0	0	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	1.1	0.8	1.1

frostfreien Periode und einer mittleren minimalen Jahrestemperatur größere Tageschwankungen der Lufttemperatur am Hang mit SW-Exposition im Vergleich mit den Amplituden der gegenüberliegenden Hängen mit ähnlicher Neigung auf. Im Sommer und während der Herbstmonate, die sich durch eine große Anzahl von Tagen mit schönem Wetter (September) auszeichnen, sind die Unterschiede der mittleren Tagesamplituden in den erörterten Standorten größer als im Winter, weil infolge intensiver Abkühlung der Talsohlen und der unteren Hangpartien die Tagestemperaturminima angenähert sind und die Unterschiede der mittleren Maxima einige Zehntel Grad erreichen.

Einen weiteren differenzierenden Einfluß auf die Wärmeverhältnisse in der bodennahen Luftschicht üben die Mikroformen und die Pflanzendecke aus.

In den Verbreiterungen erwärmen sich die Talsohlen stärker als die engen und beschatteten Durchbruchtäler (vgl. Ropatal-Łęgi). Die niedrigsten Tagestemperaturen dagegen sind ungefähr die gleichen. Die Wertunterschiede der Tagestemperatur der verglichenen Standorte lassen einen Subtyp des Mikroklimas aussondern, u. zw.:

1. die Verbreiterungen der Talsohlen, die sich tagsüber stark erwärmen, in der Nacht aber Kaltluftseen bilden, also die größten thermischen Tageskontraste aufweisen,

2. die beschatteten, schwächer erwärmten Verengungen der Talsohlen, in denen sich zwar ebenfalls gleich kühle Luft (wie im ersten Subtyp) ansammelt, die sich aber — in Anbetracht der niedrigeren Maxima — durch einen „sanfteren“ Tagesverlauf der Temperatur auszeichnet.

Eine Analyse der Tagesamplituden der Lufttemperatur in verschiedenen Zeitabschnitten ermöglicht auch, den Einfluß des Waldbestandes auf den Verlauf der Tages- und Jahrestemperatur festzustellen. Die Waldgesellschaft *Dentario glandulosae Fagetum*, welche Tanne und Buche umfaßt, die sich durch reiches Unterholz auszeichnet, wirkt vor allem mildernd auf die Maxima ein. Dagegen tritt dort, wo günstige Bedingungen für Luftstagnation herrschen, ein heftiges Sinken der Lufttemperatur während der Nacht ein.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß bei der Untersuchung der aus kurzfristiger Observationsperioden, die nicht einmal ein Jahr dauerten, stammenden Resultate, die Anwendbarkeit der Tagesamplitude der Lufttemperatur als einheitliches Leitkriterium der Typologie der Meso- und Mikroklimata noch an Bedeutung gewinnt. Ein Beispiel ihrer Ausbeutung für diese Zwecke war eine Karte der Meso- und mikroklimatischen Verhältnisse des von der Verfasserin dargestellten Einflußgebietes in den Beskiden (21). Diese Karte wurde auf Grund einer mehrtägigen, mikroklimatischen Observationsserie während Strahlungswetter konstruiert. Bei der Aussonderung verschiedenartiger Einheiten, habe ich mich — außer auf der mittleren Tagesamplitude — auf dem Unterschied der mittleren Tages- und Nachttemperaturen gestützt, und im Zusammenhang mit dem Bestehen bedeutender relativer Höhen (400—600 m) zur Bezeichnung des Niveaus, für welches die Schwankungen der Lufttemperatur galten, auch die mittlere Tagestemperatur angegeben. Die Art der Analyse ermöglichte es mir, das Bestehen einer Dreiteiligkeit der thermischen Verhältnisse in den Tälern der Mittelgebirge, die über das Auftreten der drei oben angeführten Mesoklimatyps entscheiden — zu erfassen und in ihrem Bereich eine weitere Aussonderung nicht nur in der meso- sondern auch in der Mikroskala durchzuführen.

Schlußfolgerungen

Für Zwecke der meso- und mikroklimatischen Klassifikation kann als typologisches Einheitskriterium die mittlere Tagesamplitude der Lufttemperatur ausgenutzt werden, und zwar sowohl für längere wie auch kürzere Observationsperioden. Ihre Werte weisen eine ähnliche Veränderlichkeit im Höhenprofil der Vorgebirgstäler, der niedrigen und mittleren Gebirge auf wie die Dauer der frostfreien Periode oder die mittlere Minimaltemperatur. Sie kann also — ähnlich wie diese Indikatoren — eine gleichwertige Rolle bei der Grenzziehung der Mesoklimatypen spielen. Beim Übergang zur Aussonderung in der Mikroskala erweist sich die Tagesamplitude der Lufttemperatur als ein empfindlicheres Kriterium als die mittlere Minimaltemperatur oder die Dauer der frostfreien Periode, weil sie auch über die tagsüber vor sich gehenden Erwärmungsprozesse Auskunft gibt. Sie läßt auch die thermische Kontraststärke erkennen, die sich unter dem Einfluß verschiedener Elemente der Umwelt mit verschiedener Intensität entwickelt. Sie ist also derjenige Indikator, welcher die Veränderlichkeit der klimatischen Verhältnisse in der bodennahen Luftschicht in Abhängigkeit vom Untergrund bekanntgibt.

LITERATUR

1. AULITZKY, H.: Die Lufttemperaturverhältnisse einer Zentralalpinen Hanglage. Arch. Met., Geoph., Biokl., Ser. B. Bd 16, Wien 1968; 18—69.
2. ADAMCZYK, B.: Characteristic of soil of Szymbark area (only Polish). Dokument. geogr. IG PAN, Warszawa 1973 (in print).
3. BARRY, R. G.: Models in meteorology and climatology. Physical and information models in geography. London 1967.
4. DAUKSZA, L. u.a.: Beobachtungen des Schneeschwindens im Szymbark (nur in polnisch). Dokument. geogr. IG PAN, Warszawa 1970; 39—70.
5. GIL, E.: Karte der Bodenbenutzung (manuscript).
6. GEIGER, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig 1961.
7. HESS, M.: Vertical climatic zones in the Polish Western Carpathians. Zeszyty Naukowe UJ-Prace Geograficzne 11, Kraków 1965.
8. HESS, M.: On mesoclimate of convex and concave landforms in South Poland. Przegląd Geofiz. XI (XIX), 1, Warszawa 1966; 23—35.
9. HESS, M.: On the influence of slope exposure on climate of South Poland. Przegląd Geofiz. XI (XIX), 3, Warszawa 1966; 153—170.
10. HESS, M.: A new method of quantitative determination of the mesoclimatic differentiation in mountain areas. Zeszyty Naukowe UJ-Prace Geograficzne, 18, Kraków 1968; 7—26.
11. HESS, M.: Principal climatological problems of the Carpathians. Zeszyty Naukowe UJ-Prace Geograficzne, 25, Kraków 1969; 7—44.
12. HESS, M.: Differentiation of the microclimatic conditions in the vertical profile of the Carpathian Mts. Folia Geogr., s. Geogr.-Phys., vol. IV, Kraków 1970; 43—61.
13. KOCH, H. G.: Die warme Hangzone. Neue Anschauungen zur nächtlichen Kaltluftschichtung in Tälern und an Hängen. Zeitschr. f. Meteorologie, Bd. 15, 6, Berlin 1961; 151—171.
14. KOTARBA, A.: Characteristic of relief of Szymbark area (only in Polish). Dokument. Geogr. IG PAN, 3, Warszawa 1970; 7—24.
15. MIŠČENKO, Z. A.: Sutöcnyj chod temperatury vozducha i ego agroklimaticeskoje značenie. Gidrometeoizdat. Leningrad 1962.
16. NIEMIROWSKA, J.: Characteristic of hydrographical conditions in Bystrzanka and Bielanka drainage areas (only in Polish). Dokument. Geogr. IG PAN, 3, Warszawa 1970; 25—38.
17. NIEDŹWIEDŹ, T.: Ein Beispiel der Anfertigung einer Karte der Nachtfroste in der karpatischen Hügellandzone (in russisch). Zeszyty Naukowe UJ-Prace Geograficzne, 26, Kraków 1971; 301—308.
18. NIEDŹWIEDŹ, T.: Air temperature and humidity in the upland section of the valley of Raba river near Gaik-Brzezowa. Zeszyty Naukowe UJ-Prace Geograficzne (in print).
19. NIEDŹWIEDŹ, T. und OBRĘBSKA-STARKEL, B.: Ein Beispiel der Anfertigung einer mesoklimatischen Karte für die Karpaten. Mesoklima v komplexu zivitniho prostredi. Brno 1972.
20. OBRĘBSKA-STARKEL, B.: Some results of investigations of meso- and microclimatic conditions in small mountain drainage areas in the Beskides (Polish West Carpathians). Acta Univ. Szegediensis, p. Acta Climatologica, Szeged 1969; 67—81.
21. OBRĘBSKA-STARKEL, B.: Detaillierte Kartierung der meso- und mikroklimatischen Verhältnisse in Mittelgebirgen. Zeszyty Naukowe UJ-Prace Geograficzne, 26, Kraków 1971; 309—316.
22. OBRĘBSKA-STARKLOWA, B.: Differentiation of meso- and microclimatic conditions in Szymbark area (manuscript, 1972).
23. SAPOZNIKOVA, S.: Microclimate and local climate (transl. in polish from russian). Warszawa 1953.
24. STASZKIEWICZ, J.: Forest communities of Szymbark area (Low Beskids). Dokument Geogr. IG PAN (in print).
25. WAGNER, R.: Fluktuierende Dolinen-Nebel. Időjárás 1954; 289—298.
26. WAGNER, R.: Lufttemperaturmessungen in einer Doline des Bükk-Gebirges. Zeitschr. f. Angewandte Meteorologie, Bd. 5, 1964; 92—99.