

# VERWENDUNG MATHEMATISCH-STATISTISCHER METHODEN IN DER ABGRENZUNG VON MIKROKLIMARÄUMEN

von

I. HORVÁTH—I. PRÉCSÉNYI—V. I. FEHÉR

## I. Einleitung

Die Entwicklung der mikroklimatologischen Forschungen hängt bedeutend von der Verwendung der zeitgemässen Instrumenten und Auswertungsmethoden ab. Bei näherer Auswertung der in letzterer Zeit auf dem Gebiete der einheimischen und ausländischen mikroklimatologischen Forschungen erreichten Ergebnisse stellt es sich fest, dass die Untersuchungsverfahren sich in Hinsicht auf die Instrumente und Messmethoden in dem letzten Jahrzehnt in erheblichem Masse entwickelt haben. Diese Entwicklung in unserem Lande ist besonders der Tätigkeit WAGNERS zu danken. Die von ihm konstruierten speziellen elektrischen Mikroklima-Instrumente (Widerstandsthermometer, Windmesser, Komplexthermometer usw.) sind bedeutungsvoll und versichern während des Messens eine vollkommene Ungestörtheit des Raumes. Er hat ausserdem auch die zeitgemässe Methode der Untersuchungen ausgearbeitet (6, 7, 8). Die Verwendung des elektrischen Thermometers mit Fernablesung in der Mikroklimauntersuchung ist sogar in Weltrelation verbreitet. In der letzten Zeit werden für diese Instrumente — vor allem im Ausland — überhaupt die Halbleiter verwendet.

Unserem Wissen nach gibt es aber weder in der einheimischen, noch in der ausländischen Literatur — Rücksicht nehmend sogar auf die im Jahre 1960 wiederholt erschienene, grundlegende mikroklimatologische Arbeit von GEIGER — keine exakte Methode für die Abgrenzung der Mikroklimaräume. Diese Abgrenzung geht nämlich teils auf Grund des Substratums, der orographisch-morphologischen Verhältnisse und der Pflanzenassoziation, teils nach subjektiver Beurteilung vor. Als Grund der Ausarbeitung des genetischen Systems der Mikroklimaräume hat WAGNER die vorigen gewählt (6, 8). Für die Abgrenzung der einzelnen Mikroklimaräume kann aber die Pflanzenassoziation nicht hervorgehoben als Grund angenommen werden, da verschiedene Pflanzenassoziationen auch die Fähigkeit haben etwa ähnliches Mikroklima hervorzurufen. Unabhängig davon ist die Frage einer genauen Absonderung der Pflanzenassoziationen noch immer nicht gelöst.

Als weitere prinzipielle Frage werfen wir auf, ob das Mikroklima als ein Resultat der Wechselwirkung des Substratums (mitverstanden auch die

Pflanzenassoziation) und des örtlichen Klimas (bzw. mittelbar des Mesoklimas) anzusehen ist (8). Bei nur auf Grund des Substratums erfolgten Abgrenzung wird diese Wechselwirkung nicht in Achtung genommen. Gemäss einer prinzipiellen Erwägung besteht der richtige Weg zu einer befriedigenden Lösung der Frage darin, dass die Abgrenzung auf Grund der im Mikroklimagebiet gemessenen effektiven Werte zu bestimmen ist.

Unserer Meinung nach ist das in erster Reihe mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden möglich, wobei man dafür die vertikale Gliederung der Klimasorten als Grund nimmt. Nach Forschungen von BÉLL (1) und WAGNER (8) nehmen wir an, dass die Mikroklimaräume sich vertikal, vom Substratum und von der Wetterlage abhängig, im allgemeinen von der „Oberfläche“ des Substratums gerechnet, bis 1–2 m erstrecken. Die verschiedenen Mikroklimata erscheinen als Einzelteile des Lokalklimas, dessen vertikale Ausdehnung 1000–2000 m ausmacht, also die obere Grenze des Lokalklimas ist ein und dieselbe Grenze, wie die der von SCHNEIDER-CARIUS eingeführten Grundschicht der Troposphäre (8). Abhängig von der Ein- und Ausstrahlung zeigt der Temperaturgradient im Raum des Lokalklimas eine erhebliche tägliche Veränderung. Die Lokalklimata wurden von dem Mesoklima umfasst, welches sich bis eine Höhe von 3000–4000 m erstreckt. Die mehrere Mesoklimata umfassende grössere Klima-Einheit ist das Makroklima.

Der Grund der von uns vorgeschlagenen mathematisch-statistischen Abgrenzungsmethode ist das Vergleichen der im Mikroklima eintretenden Veränderungen mit einem Standardwert. Weil nach der erwähnten Bestimmung das Makroklima ein Resultat der Wechselwirkung von Lokalklima und Substratum ist, scheint es logisch das Lokalklima als Grund für das Vergleichen anzunehmen.

Anstatt der in Thermometerhütten gemessenen Angaben, — besonders bei in hohen Pflanzenbeständen durchgeführten Untersuchungen — zur Vergleichung wird es richtiger die Werte dieser Schicht zunehmen, welche schon tatsächlich zum Lokalklima gehört. Als zum Lokalklima gehörende Schicht kann man — hauptsächlich von der Höhe des Pflanzenbestandes und von den orographischen Verhältnissen abhängig — diese niedrigste Schicht annehmen, welche sich an den gezeichneten Stellen binnen des gegebenen Gebietes voneinander nicht signifikant unterscheiden.

## II. Stelle und Methode der Untersuchung

Das Beispiel für eine Abgrenzung von Mikroklimaräume mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden wird auf Grund unserer im Jahre 1960 in der Fischwirtschaft bei Buzsák durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Die Mikroklimauntersuchungen wurden von 30. Juni bis 2. Juli an einem Fischteich und den daneben an drei Mikroklimastationen durchgeführt (Abb. 1). Während unserer Untersuchungen haben wir in verschiedener Höhe die Lufttemperatur und Dunstgehalt, in verschiedener Tiefe die Temperatur des Bodens und des Wassers, in jeder Schicht den Wind und an zwei Stationen das Licht — das letzte auch in verschiedener Tiefe im Wasser — gemessen. Das Messen der Lufttemperatur haben wir in jeder halben Stunde, die anderen Messungen in jeder Stunde durchgeführt. Bei den Beobachtungen wurden die folgenden Instrumente angewandt: elektrisches Widerstandsthermometer (Typ W-G), Quecksilber-

Bodenthermometer, Assmannsches Aspirationspsychrometer, Handschäufelwindmesser und Lichtmesser. Bei den unter dem Wasser druchgeführten Lichtmessungen haben wir die Selenzelle in eine gut schliessbare, selbst geplante Plexischachtel eingelegt.

Das für eine mathematisch-statistische Abgrenzung von Mikroklimaräume hier vorgeführte Beispiel bezieht sich auf die Lufttemperaturangaben von zwei

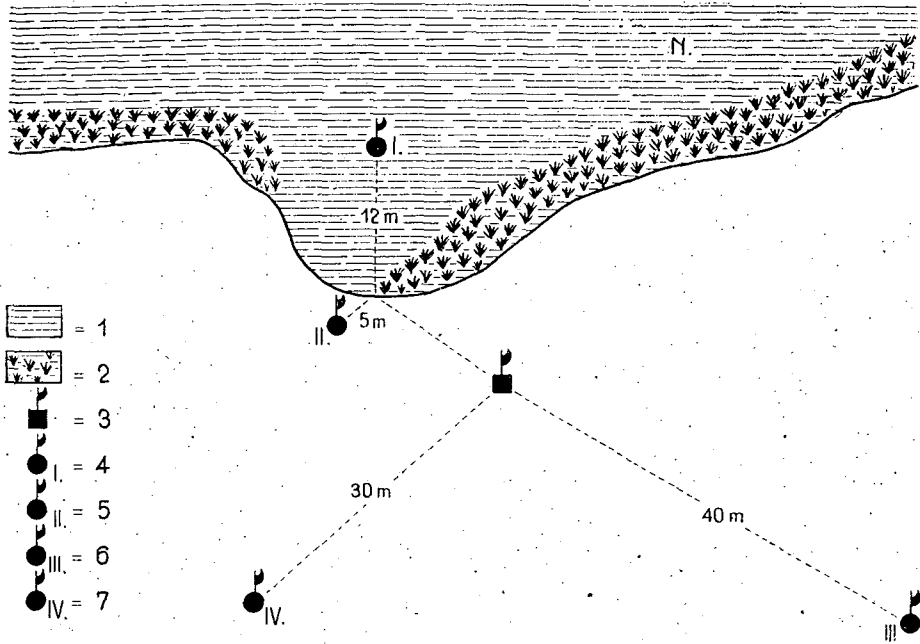


Abb. 1  
Aufstellung der Mikroklimastationen

Stationen. Die Abgrenzung dürfte nämlich in erster Reihe auf Grund der Lufttemperatur unternommen werden. Die eine Station (1) war 12 m weit vom Teichufer, über offenem Wasserspiegel (Wassertiefe 60 cm), die andere (3) 60 m weit davon am Ufer, inmitten eines grösseren *Lolietum*-Bestandes. Der Deckungsgrad des Pflanzenbestandes war 90%, die Pflanzenhöhe 10 cm.

Die Temperaturverhältnisse der Stationen sind in Isoplethendarstellung auf Abb. 2. und 4 illustriert. Die Isoplethen veranschaulichen nämlich die für das untersuchte Gebiet charakteristischen Verhältnisse deutlicher als alle andere Darstellungsmethoden aber ob die Abweichungen wirklich einen Unterschied zeigen, das hängt von einer subjektiven Beurteilung ab.

### III. Die Methode der Abgrenzung von Mikroklimaräumen

Bei der Abgrenzung der einzelnen Stationen mit Hilfe der mathematisch-statistischen Methode haben wir die Wilcoxon-,  $\chi^2$  und die Vorzeichen-(modifiziertes  $\chi^2$ ) Probe benützt (3, 4).

Bezüglich der Erwärmungs- und Abkühlungsperiode haben wir das Vergleichen abge sondert durchgeführt, denn Unterschiede oder Identitäten zeigen sich oft nur in einer der Periode vor. Wenn wir die Verhältnisse der Erwärmungs- und Abkühlungsperiode mituntersuchen, (Gang eines ganzen Tages),

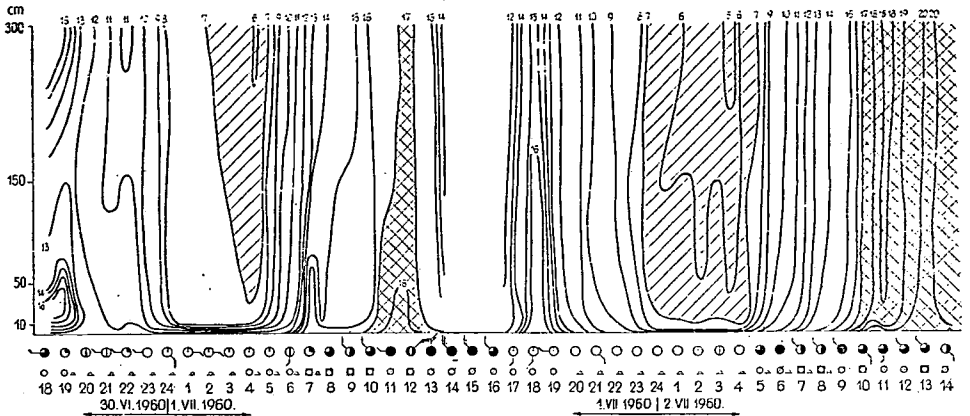


Abb. 2  
Temperaturisoplethen der ersten Station

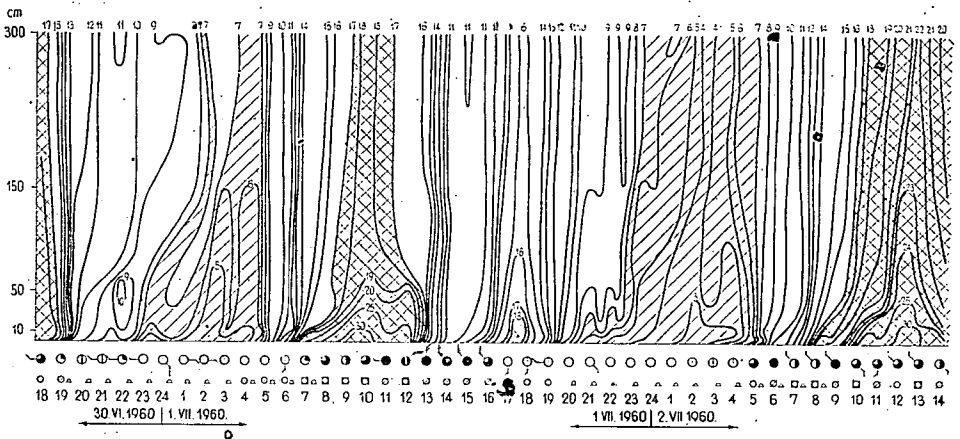


Abb. 3  
Temperaturisoplethen der dritten Station

können die Unterschiede verschwimmen, weil die Abweichungen verschiedene Tendenzen zeigen können.

Nach unserer Beurteilung kann das Mikroklima von zwei Stationen auch dann als verschieden bezeichnet werden, wenn eine Abweichung sich nur in der Erwärmungs- oder in der Abkühlungsperiode zeigt.

Nach dem Temperaturgang dauert die Erwärmung der untersuchten Tage von 5<sup>h</sup> bis 13<sup>h</sup>, die Abkühlung von 19<sup>h</sup> bis 4<sup>h</sup>30'. (Diese Dauer hängt selbstverständlich von der Länge des Tages ab.)

Die in der Zeit zwischen Erwärmung und Abkühlung (13<sup>h</sup>–19<sup>h</sup>) entstandenen Veränderungen scheinen in erster Reihe nicht durch den Charakter der Mikroklimaräume sondern durch die Witterungsfaktoren (Wind, Sonnenschein, usw.) bedingt zu sein (5). Das eigenartige Verhältnis des Mikroklimaraumes beeinflusst in dieser Zeit nur die Ordnungsgröße der einzelnen Faktoren (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, usw.).

Das Vergleichen und die Abgrenzung der Mikroklimaräume (die Feststellung der Identität und Unterschiede) vollzieht sich in fünf Stufen. In der ersten Stufe stellen wir mit Hilfe der Wilcoxon-Probe fest, ob die gleichen Höhen von zwei Stationen mit Rücksicht auf die Werte, voneinander sich unterscheiden oder nicht, in der zweiten Stufe, — mit der Anwendung der  $\chi^2$ -Probe — ob der Gang der Temperaturveränderung der gleichen Schichten verschieden oder gleich ist.

Die Feststellung dieser Umstände ist nötig, weil *die Schichten verschiedener Stationen, welche sich weder im Laufe noch im Werte voneinander unterscheiden, schon nicht ins Mikroklima sondern in den örtlichen Klimaraum gehören*. Im weiteren vergleichen wir die Verhältnisse des Mikroklimaraumes mit denselben der schon in dieses Lokalklima gehörenden Höhe.

In der dritten Stufe untersuchen wir binnen einer Station wiederum mittels der Wilcoxon-Probe, ob die unteren Höhen sich in Wert von der als Standard ausgewählten Mikroklimaschicht unterscheiden, in der vierten Stufe — auf der  $\chi^2$ -Probe — ob der Lauf der Temperatur in den verschiedenen Schichten sich von dem der Standard-Höhe unterscheidet. Mit Hilfe dieser zwei Stufen können wir also feststellen, *wie weit das Mikroklimaraum vertikal ausgeht ist. Sind nämlich in der betreffenden Mikroklimaraum diese Schichte, welche sich auf Grund der Werte und des Ablaufes der Wertveränderungen von der als Standard ausgewählten Höhe unterscheiden*. Eine annähernde Folgerung auf die vertikale Ausdehnung des Mikroklimaraumes ist schon durch die erste oder zweite Stufe ermöglicht.

Zum Schluss, in der fünften Stufe bestimmen wir — bezüglich der gleichen Höhen der Stationen — die Häufigkeitsverteilung der Ordnungsgröße der Abweichungen mit Vorzeichen-Probe. Es wird dadurch klargelegt *ob der Gang der Abweichungen von der Standardhöhe in der gleichen Höhe beider verglichenen Stationen verschieden oder gleich ist*. Zwei Stationen werden nur dann als verschieden angenommen, wenn sich die Gänge der während der periodischen Ablesungen auftretenden betreffenden Abweichungen voneinander und auch vom Standard zuverlässig unterscheiden. Unterschiede werden nur in dem Falle angenommen, wenn die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung 30% ausmacht.

*Bei der Absonderung werden also die effektiven Werte sowie der Gang ihrer Veränderungen in Ansicht genommen.*

#### IV. Besprechung und Bewertung der Ergebnisse

Die Rechenmethode ist auf Grund unserer im Jahre 1960 in Buzsák durchgeführten, bereits erwähnten Mikroklimauntersuchungen vorgelegt. In der ersten Stufe, mittels Verwendung der Wilcoxon-Probe, haben wir beim Vergleichen der Stationen 1 und 3 das folgende Ergebnis bekommen:

### Abkühlungsperiode

300 cm Schicht:	$P > 5\%$ ; nicht verschieden
150 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden
50 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden
10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

### Erwärmungsperiode

300 cm Schicht:	$P > 5\%$ ; nicht verschieden
150 cm „ :	$P > 5\%$ ; nicht verschieden
50 cm „ :	$P < 5\%$ ; verschieden
10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

Bei der in der zweiten Stufe angewendeten Probe wird der Gang der Veränderungen als übereinstimmend angenommen, wenn die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung mindestens von 30% ist. Wenn die Übereinstimmung dieses Prozentes nicht erreicht wird, wird sie als Unterschied angesehen.

Die Ergebnisse sind die folgenden:

### Abkühlungsperiode

300 cm Schicht:	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
150 cm „ :	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
50 cm „ :	$P < 20\%$ ; verschieden
10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

### Erwärmungsperiode

300 cm Schicht:	$P > 99\%$ ; übereinstimmend
150 cm „ :	$P > 30\%$ ; übereinstimmend
50 cm „ :	$P < 10\%$ ; verschieden
10 cm „ :	$P < 0,1\%$ ; verschieden

Aus den ersten zwei Stufen ergibt sich, dass die 300 cm Schichten, bei der ersten und dritten Stationen, — obwohl sie sich voneinander in ziemlich grosser Entfernung und auf verschiedenem Substratum befanden (Teich, *Lolietum*), — in der Erwärmungs-, sowie in der Abkühlungsperiode, weder in Wert, noch im Gang sich voneinander unterscheiden. Bezüglich auf die 150 cm Schicht ist die Übereinstimmung sogar ziemlich gross, doch treten Unterschiede bereits in der Abkühlungsperiode auf. Die 50 und 10 cm Schichten zeigen einen Unterschied in der Erwärmungs- sowie auch in der Abkühlungsperiode vor. Demgemäss kann die 300 cm Schicht im Mikroklimaraum als Standard-Schicht angenommen werden, und so gehört sie zu Lokalklima.

In der dritten Stufe werden nun die unteren Schichten binnen einer Station im Verhältnis zur 300 cm Schicht verglichen. Die Feststellung der in den Werten ausgedruckten Übereinstimmungen oder Unterschiede vollzieht sich wiederum mit Hilfe der Wilcoxon-Probe. Die Erwärmungs- und Abkühlungsperiode werden auch hier abgesondert untersucht.

1 Station:

Abkühlungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 5\%$ ; nicht verschieden
300— 50 cm „ :	$1\% < P < 5\%$
300— 10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

Erwärmungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 5\%$ ; nicht verschieden
300— 50 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden
300— 10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

Abkühlungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P < 1\%$ ; verschieden
300— 50 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden
300— 10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

Erwärmungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 5\%$ ; nicht verschieden
300— 50 cm „ :	$P < 5\%$ ; verschieden
300— 10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

Der Gang der Wertveränderungen bei den beiden ausgewählten Stationen hat im Verhältnis zur 300 cm Schicht und auf Grund der  $\chi^2$ -Probe (4. Stufe) die folgenden Ergebnisse gegeben:

1 Station:

Abkühlungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 99\%$ ; übereinstimmend
300— 50 cm „ :	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
300— 10 cm „ :	$P > 95\%$ ; übereinstimmend

Erwärmungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 99\%$ ; übereinstimmend
300— 50 cm „ :	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
300— 10 cm „ :	$P > 50\%$ ; übereinstimmend

3 Station:

Abkühlungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
300— 50 cm „ :	$P < 20\%$ ; verschieden
300— 10 cm „ :	$P < 5\%$ ; verschieden

Erwärmungsperiode

300—150 cm Schicht:	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
300— 50 cm „ :	$P > 50\%$ ; übereinstimmend
300— 10 cm „ :	$P < 1\%$ ; verschieden

Als Erfolg der dritten und vierten Stufe kann es festgestellt werden, dass auf beiden Stationen die 50 und 10 cm Schichten — bezüglich auf die Werte

— von der 300 cm Standardschicht sich signifikant unterscheiden. Die 150 cm Schicht unterscheidet sich davon (300 cm Schicht) in der Abkühlungsperiode nur bei der dritten Station. Entsprechend dem Gange der Temperaturveränderung (4. Stufe) ist der Unterschied hier geringer und zeigt sich nur in der 10 und 50 cm Schicht der dritten Station auf. Bei der ersten Station zeigt der Gang der Wertveränderungen keiner der Schichten signifikante Abweichung von demselben der Standardschicht. Das ist nach unserer Meinung auch selbstverständlich, weil der Gang der Veränderungen der einzelnen Faktoren über dem Wasser „ausgeglichen“ ist.

Wie es bereits erwähnt wurde, auf Grund der dritten und vierten Stufe ist es möglich festzustellen wie weit der Mikroklimaraum vertikal ausgedehnt ist. Nach unseren Erfahrungen sind es die signifikanten Wertdifferenzen, die dazu von allem zugrunde gelegt werden müssen (3. Stufe), da erst die im Gange auftretenden Unterschiede ermöglichen eine Antwort auf die Frage zu geben, wie weit das Mikroklima gemässigt oder „ausgeglichen“ ist (z. B. über dem Wasserspiegel ausgeglichen, langsame, allmähliche Veränderung in jeder Schicht). Es lässt sich weiterhin auch feststellen, dass der Mikroklimaraum während der Erwärmungs- und Abkühlungsperiode sich bis auf verschiedene Höhe verbreitet. Wir haben erfahren, dass die Verhältnisse der Abkühlungsperiode für das Mikroklima hier mehr charakteristisch sind, als dieselben der Erwärmungsperiode. Das angeführte Beispiel zeigt, dass an beiden Stationen jenes Mikroklima für die Schicht charakteristisch ist, welches sich 150 cm hoch über dem Substratum befindet, und nur an Station 3 übersteigt es die 150 cm Höhe in der Abkühlungsperiode.

Zum Schluss, in der fünften Stufe haben wir die Übereinstimmung oder die Verschiedenheit beider Mikroklimaräume mit Verwendung der Vorzeichenprobe und auf Grund der Gestaltung der Abweichungen voneinander und von der Standardhöhe bestätigt. In dieser Stufe wird es nur mit den in Rangordnung eingerichteten Abweichungen gerechnet, und zwar mit Rücksicht auf ihr Vorzeichen. Die Schicht von 150 cm Höhe unterscheidet sich nur in der Abkühlungsperiode — das übrigens bereits infolge der vorherigen Erfahrungen zu erwarten war — die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung liegt unter 30%. In den Schichten von 50 und 10 cm zeigt sich schon ein ausgeprägter Unterschied, nur in der Erwärmungsperiode der 50 cm Schicht ist die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung grösser als 50%. Resultat der Rechnung (Vergleichen der Schichten für die 1 und 3 Stationen) ist wie folgt:

#### Erwärmungsperiode

300—150 cm Schicht:	P der Übereinstimmung	über 75%
300— 50 cm	„ : „	über 50%
300— 10 cm	„ : „	5—10%

#### Abkühlungsperiode

300—150 cm Schicht:	P der Übereinstimmung	10—25%
300— 50 cm	„ : „	unter 1%
300— 10 cm	„ : „	1%

Diese Angaben weisen auch darauf hin, dass die Unterschiede in der Abkühlungsperiode grösser sind.



Zusammenfassend, lässt es sich feststellen, und das beweist auch das vorgeführte Beispiel, dass durch die von uns angewandten mathematisch-statistischen Methoden die Mikroklimaräume recht gut gekennzeichnet, ihre vertikale und horizontale Ausdehnung abgegrenzt, und so die einzelnen Mikroklimaräume voneinander genau unterschieden werden können.

Ausserdem auf Grund der Temperatur angestellten Vergleichen empfiehlt es sich auch die Bodentemperatur und den Dunstgehalt der Luft in Rücksicht zu nehmen. Beide Faktoren lassen sich auf Grund der Lufttemperatur auch statistisch auswerten. Für eine ausführliche Charakterisierung der Mikroklimaräume, besonders bei den an höheren und mehrschichtigen Pflanzenbeständen braucht man noch gründliche Kenntnisse auch über die Strahlung, die Lichtverhältnisse, die Luftbewegung und den Wassergehalt des Bodens zu besitzen, doch halten wir es nicht notwendig, die letzten zwei Faktoren mathematisch-statistisch auszuwerten.

Mit der Anwendung der Methode können wir auch auf ein weiteres Problem Antwort bekommen: das ist die Verbreitung des Charakters von Mikroklimaräumen in der Zeit, — welche von der Veränderung des Substratums (z. B. die jahreszeitliche Veränderung des Pflanzenbestandes) und von Wetterlage abhängt. Ausserdem ist es mit dieser Methode auch möglich exakt auszuwerten, ob im gegebenen Mikroklimaraum die Wirkung des Substratums oder dieselbe des örtlichen Klimas stärker ist. Die Wirkung des letzteren lässt sich auf Grund der in den verschiedenen Wetterlagen durchgeführten Mikroklimamessungen bewerten. Die Mikroklimauntersuchungen solcher Art sind von einer erheblichen Bedeutung auch für die Praxis (Gärtnerei, Landwirtschaft, Forstkunde), da diese der Gestaltung von einem für den betreffenden Pflanzenbestand ausserordentlich günstigen künstlichen Mikroklima (z. B. bei einem An siedelungsverfahren unter dessen Einwirkung das den Pflanzenbestand umgebende Mikroklima sogar bei extrem verschiedenen Witterungsverhältnissen wesentlich nicht verändert wird) beizutragen sind.

## V. Zusammenfassung

Auf Grund eines exakten mathematisch-statistischen Verfahrens und mittels der Wilcoxon- sowie mit Hilfe  $\chi^2$ - und Vorzeichen-Probe ist die Lösung der Frage der Charakterisierung und Abgrenzung des Mikroklimas möglich. Diese Methoden ermöglichen eine *gleichzeitige Beachtung der Werte und des Ganges ihrer Veränderungen* bei den einzelnen Faktoren (Temperatur usw.), die vom Gesichtspunkt der Charakterisierung des Mikroklimas gleichmässig wichtig ist. Das Mikroklima ist ein Resultat der Wechselwirkung des Substratums und des Lokalklimas (8), deshalb vergleichen wir die Verhältnisse des Mikroklimaraumes mit dem Lokalklima. Als zum Lokalklima gehörende Schicht wird diese Schicht angenommen (das in erster Reihe von der Pflanzenhöhe abhängt), in welcher die geprüften Faktoren sich an den untersuchten Stationen voneinander weder in Werten, noch im Gang unterscheiden. Zwei Mikroklimaräume werden verschieden, wenn ihre Abweichungen sich von der zum Lokalklima gehörenden Schicht signifikant unterscheiden. Die Verhältnisse der Abkühlungs- und Erwärmungsperiode müssen abgesondert untersucht werden, weil infolge der Abweichungen, die häufig entgegengesetzt

sind, die Unterschieden verschwinden können. Ausserdem kann der Mikroklimaraum auf diese Weise besser Charakterisiert werden.

In der ersten und zweiten Stufe wird auf Grund der Wilcoxon- bzw.  $\chi^2$ -Probe geprüft ob die gleichen Schichten der einzelnen Stationen im Wert und im Gang der Veränderung sich voneinander unterscheiden. Die Schicht welche keinen Unterschied zeigt, gehört zum Lokalklima und im weiteren kann sie zur Vergleichung als Standardschicht dienen. In der dritten und vierten Stufe wird gleichfalls mit Hilfe der Wilcoxon- und  $\chi^2$ -Probe festgestellt, welche Schichten binnen einer Station sich von der Standardschicht im Wert und Lauf der Veränderung unterscheiden. Der Mikroklimaraum langt vertikal aus bis sich signifikante Unterschiede zeigen. Es genügt die weiteren Rechnungen nur für diese Schichten vollzuziehen. Endlich in der fünften Stufe — mit Hilfe der Vorzeichenprobe — wird die Häufigkeitsverteilung der Ordnungsgrösse der Abweichungen bestimmt. Das wird nämlich erklären ob der Gang der Abweichungen von der Standardschicht in denselben Schichten zweier Stationen verschieden ist. Insofern Unterschied gefunden wird, sind die zwei Mikroklimaräume auch verschieden. Die Abweichung wird als Unterschied angenommen, wenn die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung geringer als 30% ist. Bei dieser Rechnung werden nur die rangierten Unterschiede und deren Vorzeichen in Rücksicht genommen.

Die Anwendung der Methode wird auf Grund unserer im Jahre 1960 bei Buzsák durchgeführten Mikroklimauntersuchungen vorgelegt, wobei das Mikroklima eines Teiches und eines *Lolietum*-Rasens verglichen wird.

Das Vergleichen der Mikroklimaräume wird in erster Reihe auf Grund der Lufttemperatur durchgeführt. Ähnlicherweise sind auch der Dunstgehalt der Luft und die Bodentemperatur mit mathematisch-statistischer Methode zu werten. Die anderen für das Mikroklima charakteristischen Faktoren (Luftbewegung, Strahlung, Licht usw.) halten wir nicht notwendig statistisch zu werten, es genügt sogar bei hohem oder mehrschichtigem Pflanzenbestand nur diese Werte zu besprechen.

Mit dieser Methode ist auch der Charakter der zeitgebundenen Veränderung des Mikroklimaraumes exakt feststellbar (die Veränderung des Pflanzenbestandes mit den Jahreszeiten, verschiedene Wetterlage usw.), ausserdem noch das auch, ob auf den Mikroklimaraum das Substratum (Boden, Pflanzenbestand usw.) oder die Witterung grössere Wirkung ausübt.

#### LITERATUR

1. BÉLL, B.: A troposzféra rétegezetsége. — A Magyar Meteorológiai Intézet Tudományos Beszámolói, Budapest 1955.
2. GEIGER, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Vieweg und Sohn, Braunschweig 1960.
3. SNEDECOR, G. W.: Statistical methods. — Iowa Sta. Coll. Press, Ames 1957.
4. STEEL, R. G. D. und TORRIE, H. J.: Principles and procedures of statistics. — McGraw-Hill, New York 1960.
5. KISS, Á.: Angaben zur Erwärmtheit einer Sanddüne. — Acta Climat., T. I., Szeged 1959.
6. WAGNER, R.: Mikroklimák földrajzi elrendeződése a Hosszúbercen. — Orsz. Met. Int. Hiv. Kiadv., 20, 1—15, 1955.
7. WAGNER, R.: A mikroklima fogalma és módszere a természeti földrajzi kutatásokban. — Földrajzi Értesítő, 4, 465—475, 1955.
8. WAGNER, R.: Mikroklimatárségek és térképezésük. — Földrajzi Közlemények, 80, 201—215,