

# Oekologisch-statistische Untersuchungsmethoden

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **63 (1927)**

Heft 2

PDF erstellt am: **26.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

befähigt sind, wie z. B. Blätter und Stengel. Die Absorptionsfähigkeit für flüssiges Wasser und Wasser in Dampfform steht in gewissem Zusammenhang mit der Lebensform und dem Standort der Ueberpflanze, wie wir später noch näher zeigen werden. Bei einigen epiphytischen Formen haben sich Wasserspeicherapparate ausgebildet. (Wassersäcke bei *Frullania*.)

Wenn wir die Bedingungen betrachten, welchen echte Epiphyten unterstellt sind, und dann die Pflanzengruppen durchgehen, welche in unserer nördlichen gemässigten Zone vorkommen, so wird uns einigermassen verständlich werden, warum sich unter den echten Epiphyten dieser Zone nur Kryptogamen und keine Phanerogamen finden. Anpassungen verschiedener Art, wie wir sie vorhin erwähnt haben, sind es, welche es jenen Kryptogamen ermöglichen, epiphytisch zu leben.

Diese Anpassungen stehen in engem Zusammenhang mit den Faktoren, unter deren Einfluss sie entstanden sind. So sind z. B. die Wassersäcke von *Frullania* sicher unter dem Einfluss langen Wassermangels (Trockenheit) entstanden. Goebel (106a) hat nachgewiesen, dass, wenn *Frullania* längere Zeit feucht kultiviert wird, dann die Bildung der Wassersäcke unterbleibt.

Um den Grad der Anpassungen gegenüber bestimmten Faktoren kennen zu lernen, müssen systematische experimentelle Untersuchungen angestellt werden.

#### 4. Kapitel.

### Oekologisch-statistische Untersuchungsmethoden.

Was wir hier in diesem Kapitel über autökologische Untersuchungen an Epiphyten sagen, besitzt auch Geltung für die Erforschung der Synökologie der Epiphytengesellschaften.

Bei solchen ökologischen Untersuchungen findet man, dass es sehr auf die Zusammenwirkung der Faktoren ankommt. Für die Untersuchung der Wirkungen der einzelnen Faktoren wird natürlich die Sache komplizierter, da wie schon oben angedeutet, eine stete Interferenz zwischen den Faktoren stattfindet. Um doch zu brauchbaren Ergebnissen zu gelangen, ist bei experimentellen ökologischen Untersuchungen zu beachten, dass bei Variation eines Faktors die übrigen konstant gehalten werden müssen. Es lassen sich dann gefundene Gesetzmässigkeiten leicht in Form einer Kurve oder in anderer Weise graphisch darstellen.

Lundegårdh (176a) macht ganz besonders auf die Bedeutung der experimental ökologischen Untersuchungen aufmerksam, und zeigt an eigenen und fremden Forschungsergebnissen die Geltung des sog. Relativitätsgesetzes. Es lautet kurz so: Der ökologisch massgebende Faktor ist ein Faktor im Minimum oder in schädlichem Ueberfluss (Hemmungsfaktor). Es handelt sich also hauptsächlich darum, diese Faktoren ins Auge zu fassen, da durch sie die Anpassungsformen (physiologisch-morphologischer Art) bestimmt werden.

Wir dürfen wohl behaupten, dass für die Epiphytenvegetation der gemässigten Zone der Wasserfaktor (Nahrungsfaktor etc.) in den allermeisten Fällen der Minimumfaktor ist. Je nach den Verhältnissen können noch andere Faktoren zu Minimum- oder Hemmungsfaktoren werden. Das ist von Fall zu Fall zu untersuchen. Wir treffen dementsprechend gerade die grösste Zahl der Anpassungen gegen den Hemmungsfaktor Trockenheit, den Antipoden des Wasserfaktors, gerichtet. Wir haben schon im vorhergehenden einige Beispiele für solche Anpassungen kennen gelernt, und werden im folgenden noch etwas näher auf die Wirkungen des Wasserfaktors eingehen.

Als massgebender Minimumfaktor tritt uns der Wasserfaktor in drei Formen entgegen.

1. als Niederschlag, Regen, Schnee, auch Tau,
2. als Substratfeuchtigkeit und
3. als Luftfeuchtigkeit, d. h. Wasser in Dampf- oder Nebelform.

Die Wirkungen dieser drei Formen sind gesondert zu betrachten, und es ist zu untersuchen, welche Form als Minimumfaktor auftritt. Die Anpassungen an diese drei Formen der Feuchtigkeit lassen, wie oben kurz erwähnt, deutliche Gesetzmässigkeiten erkennen, die sich morphologisch in den Lebensformen und physiologisch in der Art der Wasseraufnahme bekunden. Es können aber, und das muss betont werden, ökologisch-physiologisch sich gleich verhaltende Arten morphologisch scheinbar grosse Differenzen aufweisen, die sich aber in vielen Fällen leicht erklären lassen.

Es lassen sich die aus der unten folgenden Tabelle hervorgehenden Resultate kurz wie folgt zusammenfassen.

Substratfeuchtigkeit und Regen werden von Krustenflechten und von den dem Substrat enganliegenden Blattflechten, Leber- und Polstermoosen am besten ausgenützt. (Luftfeuchtigkeit im Minimum.) Diese Formen vermögen denn auch flüssiges Wasser rasch in

verhältnismässig grosser Menge aufzunehmen. Luftfeuchtigkeit (Nebel, Wasserdampf) nützen die grossen epiphytischen Blatt- (Strauch-) und Bartflechten und viele pleurocarpe Laubmoose meist besser aus, als die vorigen Formen, besitzen aber keine so grosse Wasserkapazität wie diese. Leider konnten Paralleluntersuchungen mit Messinstrumenten (Psychrometer etc.) nicht gemacht werden. Die in der Tabelle enthaltenen Ziffern stellen Mittelwerte dar, die aus Versuchsreihen von 4—6 Messungen berechnet wurden.

Tabelle I.

## Absorptionskoeffizienten für flüssiges Wasser.

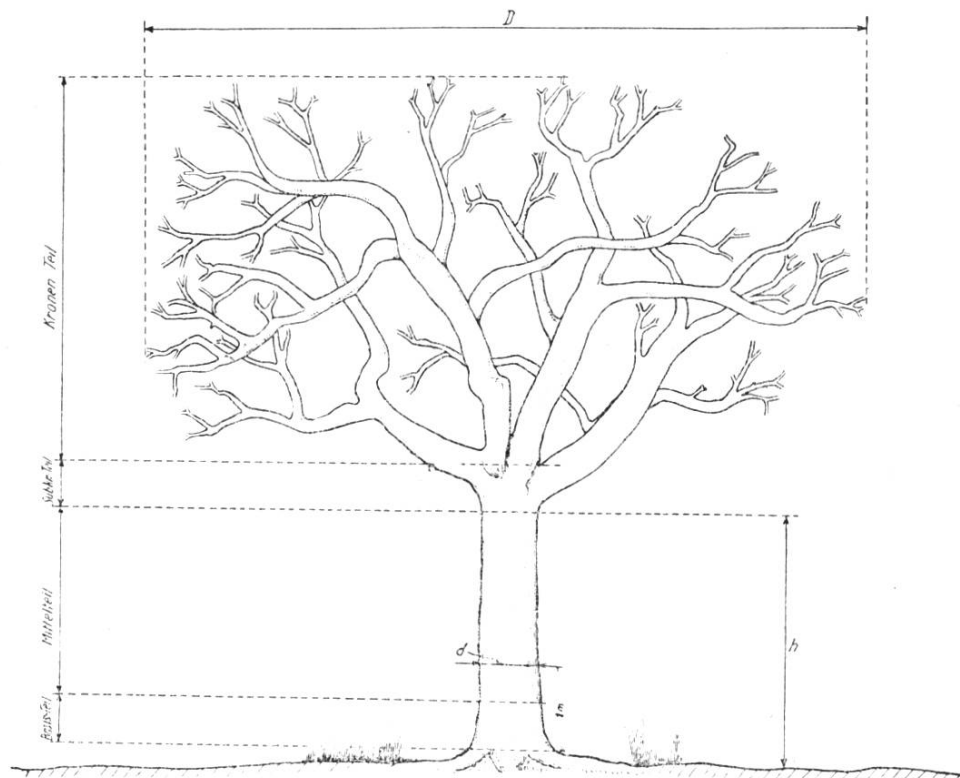
Moose	Koeffizient Mittelwert	Flechten	Koeffizient Mittelwert
<i>Plagiochila asplenioides</i> . . . . .	6,5	<i>Ramalina fraxinea</i> . . . . .	1,5
<i>Neckera pennata</i> . . . . .	6,7	<i>Usnea dasypoga</i> . . . . .	1,7
<i>Anomodon viticulosus</i> . . . . .	6,9	<i>Alectoria jubata</i> . . . . .	2,0
<i>Isothecium myurum</i> . . . . .	7,7	<i>Usnea florida</i> . . . . .	2,2
<i>Homalia trichomanoides</i> . . . . .	7,9	<i>Parmelia furfuracea</i> . . . . .	2,5
<i>Pterygynandrum filiforme</i> . . . . .	8,0	<i>Parmelia physodes</i> . . . . .	2,6
<i>Radula complanata</i> . . . . .	8,2	<i>Lobaria pulmonaria</i> . . . . .	2,8
<i>Antitrichia curtispindula</i> . . . . .	8,5	<i>Evernia prunastri</i> . . . . .	2,9
<i>Drepanium filiforme</i> . . . . .	8,6	<i>Cetraria glauca</i> . . . . .	3,2
<i>Frullania dilatata</i> . . . . .	9,3	<i>Anaptychia ciliaris</i> . . . . .	3,6
<i>Neckera complanata</i> . . . . .	9,5	<i>Physcia pulverulenta</i> . . . . .	3,8
<i>Madotheca platyphylla</i> . . . . .	9,7	<i>Parmelia caperata</i> . . . . .	3,9
<i>Leucodon sciuroides</i> . . . . .	9,8	— <i>scortea</i> . . . . .	3,9
<i>Homalothecium sericeum</i> . . . . .	10,0	— <i>acetabulum</i> . . . . .	4,0
<i>Metzgeria furcata</i> . . . . .	10	— <i>sulcata</i> . . . . .	4,5
<i>Ulotia crispula</i> . . . . .	10,2	<i>Xanthoria parietina</i> . . . . .	4,8
<i>Ulotia Bruchii</i> . . . . .	10,4	<i>Leptogium lacerum</i> . . . . .	8 $\frac{1}{3}$
<i>Orthotrichum spec.</i> . . . . .	10,9	(nach Sievers)	
<i>Pylaisia polyantha</i> . . . . .	11,0	<i>Collema spec.</i> . . . . .	39
<i>Ulotia crispa</i> . . . . .	11,5	(nach Jumelle)	

Aus der Tabelle ist sehr deutlich zu ersehen, dass Moose und Flechten sich in bezug auf die Wasseraufnahme verschieden verhalten.

Ueber den so wichtigen Wasserfaktor, aber auch über einige andere Faktoren geben uns in der Natur selbst die Trägerpflanzen Aufschluss. Es ist bei allen Untersuchungen stets zu berücksichtigen, dass die Phorophyten lebendige Objekte darstellen. Zeitlich können bedeutende Veränderungen an ihnen stattfinden. So ändert sich meist

die Rinde in physikalisch-chemischer Hinsicht mit dem Alter eines Baumes, ebenso die Ableitungsverhältnisse für Wasser, der absolute Lichtgenuss etc. Es ist deshalb auch verständlich, dass auf alten Bäumen eine Epiphytenvegetation auftreten kann, die von jener auf jungen Bäumen beträchtlich abweicht.

Bei genaueren Untersuchungen sollen im allgemeinen folgende Daten angegeben werden:



1. Lokalität: Trägerpflanze freistehend oder in einem Bestand, Pflanzengesellschaft, anthropogene Beeinflussung.
2. Höhe  $H$  des Baumes oder Strauches; Spannweite  $D$  der Krone; Stammhöhe  $h$  bis zum 1. Ast; Stammdurchmesser  $d$  oder Umfang  $p$  in 1 m Höhe vom Boden.
3. Zentrifugale oder zentripetale Ableitung des Wassers.
4. Beschaffenheit der Borke: Dicke, physikalische Eigenschaften (glatt, rau, rissig etc.), Wasserabsorptionsfähigkeit.
5. Humusansammlungen auf der Trägerpflanze.
6. Angabe, wo der Epiphyt auf der Trägerpflanze wächst, in welcher Exposition, in welcher Höhe über dem Boden.

Eine klare Vorstellung vom Wurzelort eines Epiphyten erhält man, wenn angegeben wird, an welchem Teil des Baumes er wächst. Es lassen sich nämlich an jedem Baum vier gut charakterisierte Teile unterscheiden.

- a) **Der Kronenteil.** Dieser zeigt vielfach gute Dispositionen für die Entwicklung von Gelegenheitsepiphyten, da sich in den Astwinkeln oft sehr leicht Humusstoffe ansammeln können.
- b) **Der Subkronenteil.** Er schliesst sich unmittelbar an den Kronenteil an. Bei freistehenden Bäumen ist der Stamm vor direkter Besonnung geschützt und von einer relativ feuchten Atmosphäre umgeben.
- c) **Der Mittelteil** ist bei freistehenden Bäumen fast vollständig dem Wind und den Sonnenstrahlen ausgesetzt.
- d) **Der Basisteil** ist oft von einer Krautschicht umgeben, die eine feuchte Atmosphäre schafft. Bei freistehenden Bäumen wird so die austrocknende Wirkung der Sonnenbestrahlung gemildert. Auch der Wind macht sich in der Nähe des Bodens weniger fühlbar.

Es soll nun an Hand einiger Beispiele gezeigt werden, wie man nach neueren Methoden die ökologischen Verhältnisse der Epiphyten untersuchen kann.

Für die Verteilung der Epiphyten auf den Trägerpflanzen spielt die physikalische Beschaffenheit der Borke eine wichtige Rolle. Lotsy (172) hat diesbezügliche Untersuchungen angestellt. Er kommt zu dem Ergebnis, dass die Verteilung der Flechten nicht nur vom Alter der Bäume in der Weise abhängt, dass ein junger Baum Krustenflechten und ein alter Blattflechten trägt. Das geht daraus hervor, dass bei einem alten *Prunus cerasus* mit glatter Rinde die Krustenflechten dominierten, bei einer jungen *Robinia* mit rissiger Rinde die Blattflechten in den Vordergrund traten.

Ähnliche Untersuchungen haben wir durchgeführt, und zwar beziehen sie sich ebenfalls auf Flechten, bei welchen die Verhältnisse klarer sind als bei Moosen. Wir sind dabei zu analogen Ergebnissen gelangt wie Lotsy. Die hier folgenden Untersuchungen wurden gemacht in der Umgebung von Zurzach (Aargau), in der Nähe des Rheins, wo die Epiphytenvegetation gut entwickelt ist. Als Trägerpflanzen kamen in Betracht *Populus italica*, *Robinia pseudacacia*, *Prunus cerasus*, *Pyrus malus*, *Pyrus communis*.

Die Aufnahmen ergaben folgendes Bild der Flechtenflora.

*Allarthonia exilis*, *Opegrapha varia*, *Lecidea parasema*, *L. olivacea*, *Pertusaria amara*, *P. communis*, *Lecanora subfusca*, *L. Hageni*, *L. angulosa*, *L. spez.*, *Candelariella xanthostigma*, *Candelaria concolor*, *Parmelia physodes*, *P. furfuracea*, *P. sulcata*, *P. caperata*, *P. dubia*, *P. asperata*, *P. perlata*, *P. scortea*, *Caloplaca cerina*,

*Xanthoria parietina*, *Anaptychia ciliaris*, *Physcia pulverulenta*, *Ph. obscura*, *Ph. tenella*, *Ph. ascendens*, *Ph. stellaris*.

Die Verteilung der Krusten-, Blatt- und Strauchflechten auf die verschiedenaltigen Bäume zeigt untenstehende Tabelle.

Tabelle II.

Exemplare	Baumarten	Krusten- flechten		Blatt- flechten		Strauch- flechten	
		Dominanz		Dominanz		Dominanz	
		Mittel- teil	Kronen- teil	Mittel- teil	Kronen- teil	Mittel- teil	Kronen- teil
	<b>a) Glattrindige Bäume:</b>						
5	junge <i>Prunus cerasus</i>	3	2	0	1	0	1
10	alte <i>Prunus cerasus</i>	3	2—3	2	3	1	2—3
	<b>b) Mittelrissige Bäume:</b>						
10	<i>Pyrus communis</i> . . .	2—3	1—2	3	3	1	3
10	<i>Pyrus malus</i> . . . .	2	1	2—3	3—4	1—2	2
	<b>c) Stark rissige Bäume:</b>						
10	alte <i>Robinia pseud- acacia</i> . . . . .	1	1—2	3	2—3	2	4
10	alte <i>Populus italica</i>	1—2	?	2	0	0	0

Es ergibt sich dabei weiter aus der Tabelle, dass bei demselben Baum im Mittelteil die Krusten- oder Blattflechten vor den Strauchflechten dominieren, im Kronenteil der Deckungsgrad der Strauchflechten grösser wird, derjenige der Blatt- und Krustenflechten kleiner. Schön zeigt das die aus der Tabelle hergeleitete graphische Darstellung. (Fig. 2.)

Auf ähnliche Weise könnte die Wirkung des Nitratgehaltes auf die Verteilung der Flechten untersucht werden.

Da an Bäumen die Feuchtigkeitsverhältnisse neben anderem auch von der Sonnenbestrahlung abhängen, so wird für die Verteilung der Epiphyten auch die Exposition massgebend sein.

Die Beobachtungsobjekte für das Studium des Einflusses der Exposition wurden in der Nähe der vorigen gewählt. Sie bestanden aus einer Reihe von mehr als 100 Pyramidenpappeln, die unterhalb Zurzach dem Rhein entlang stehen. Alle Pappeln sind annähernd unter denselben ökologischen Bedingungen.

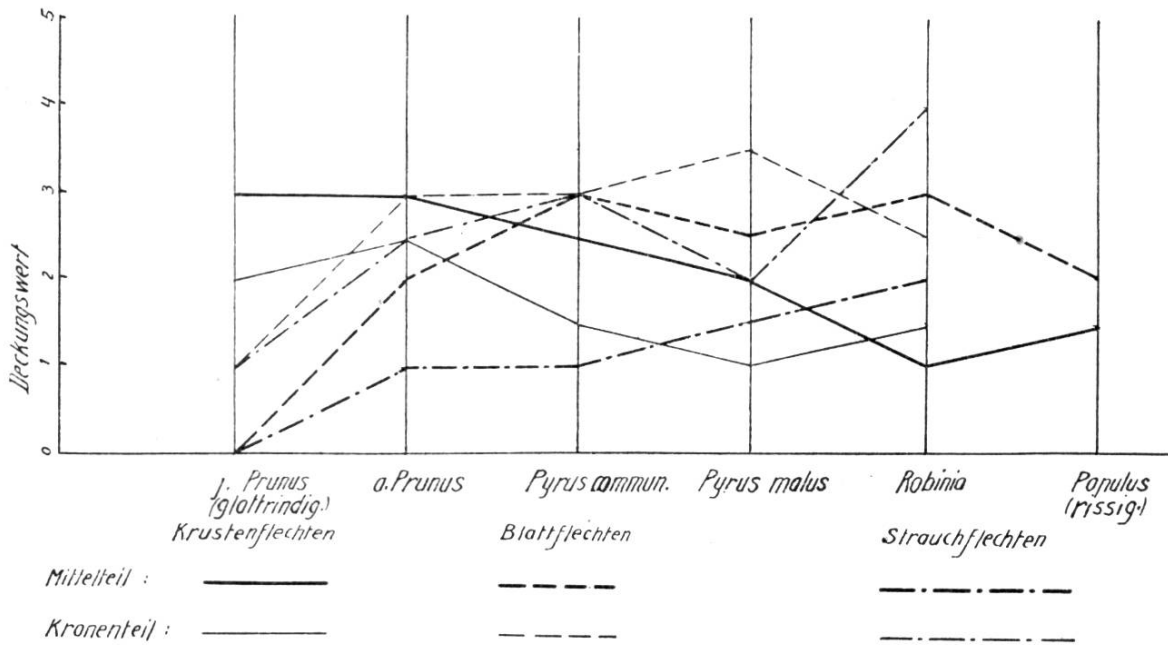


Fig. 2

Die Mittelteile der Bäume stehen in vollem Lichte, nur die Basalteile sind auf der Südseite von kleinen Sträuchern und Kräutern beschattet. Die Epiphytenvegetation der Mittelteile ist ärmlich und eintönig. Wir haben daher die an Lebensformen und Arten mannigfaltigeren Basalteile als eigentliche Untersuchungsobjekte gewählt.

Diese Teile tragen Moose und Flechten. Die Lebensformen dieser Pflanzen werden wir später noch ausführlich behandeln. Von den bei unserer Untersuchung in Betracht kommenden Formen sind von Wichtigkeit bei den Moosen die *Radula*-, *Orthotrichum* und *Leucodon*form; bei den Flechten wurden nur die Grossformen der Krusten- und Blattflechten berücksichtigt. Die Verteilung dieser Formen im Basalteil (bis 1 m über dem Boden) wurde durch eine schematische Skizze fixiert, und zwar wurde von jedem Baum eine solche aufgenommen. (Fig. 3.)

100 Skizzen dieser Art wurden hergestellt, und daraus entnommen, wievielmals die genannten Lebensformen auf den Pappeln überhaupt vorhanden waren.

Von den untersuchten 100 Pappeln finden sich:

- 100 mit Blattflechten,
- 100 mit Krustenflechten,
- 95 mit *Leucodon*formen,
- 90 mit der *Orthotrichum*form,
- 83 mit der *Radula*form.

Aus den Skizzen liess sich nun weiter herauslesen, wievielmals diese Formen in den verschiedenen Expositionen vorkommen.



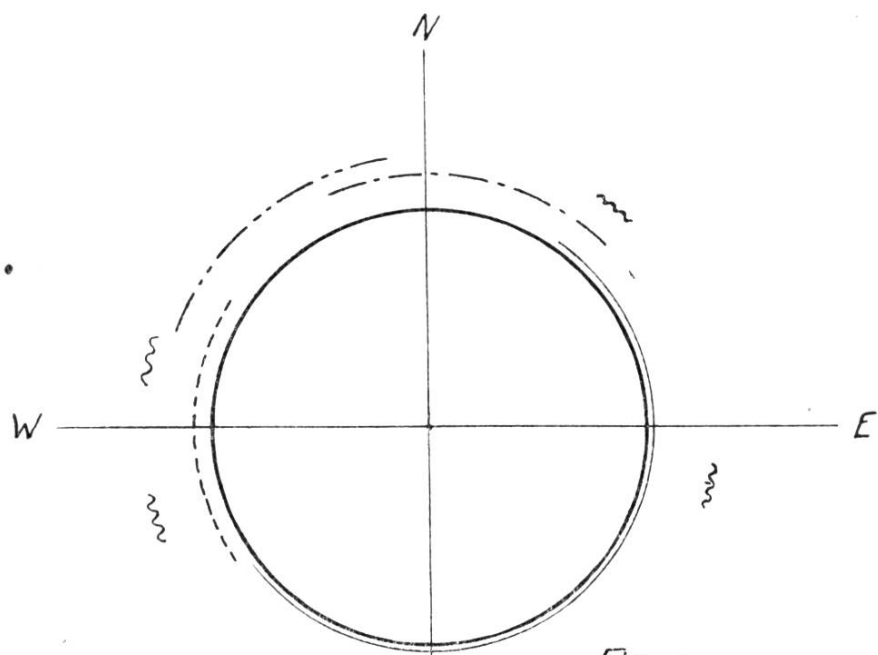


Fig. 3

----- Blattflechten      ~~~~~ Orthotrichum-Form  
 ..... Krustenflechten      s ..... Radula-Form  
 ——— Leucodon-Form

In Ziffern ausgedrückt ergeben sich folgende Resultate:

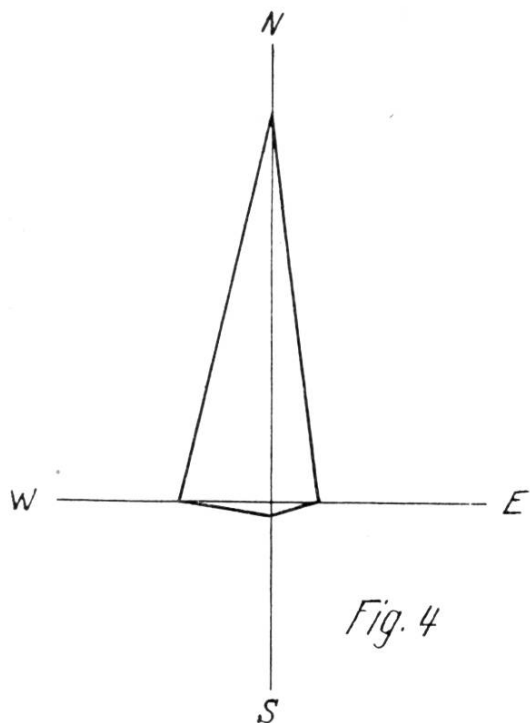


Fig. 4

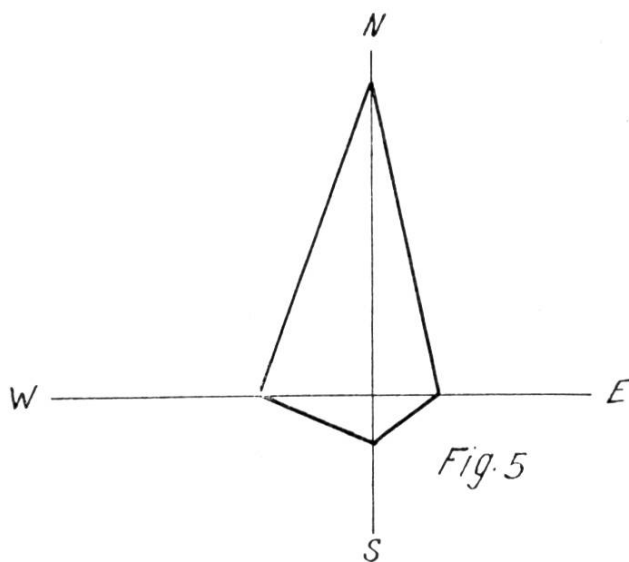


Fig. 5

Für die Blattflechten

N	E	S	W
72	9	2	17

Für die Krustenflechten

N	E	S	W
58	12	9	21

oder in Form einer Windrose dargestellt erhält man die Figuren 4, 5, 6, 7 u. 8.

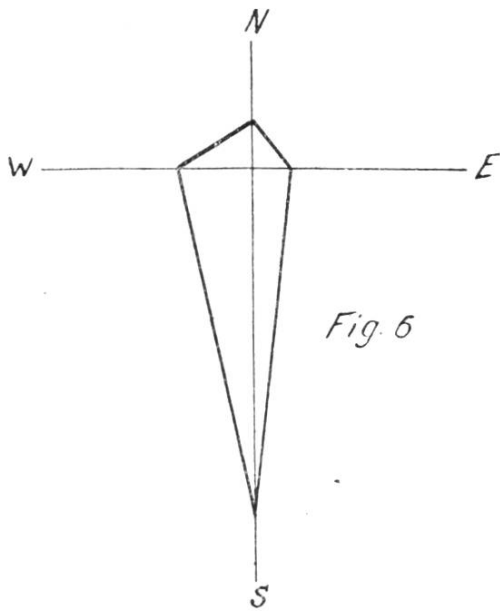


Fig. 6

Für die Leucodonform

N	E	S	W
9	7	65	14

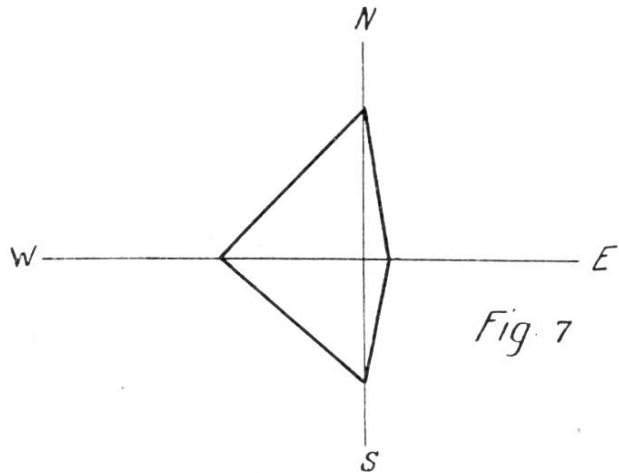


Fig. 7

Für die Radulaform

N	E	S	W
28	5	23	27

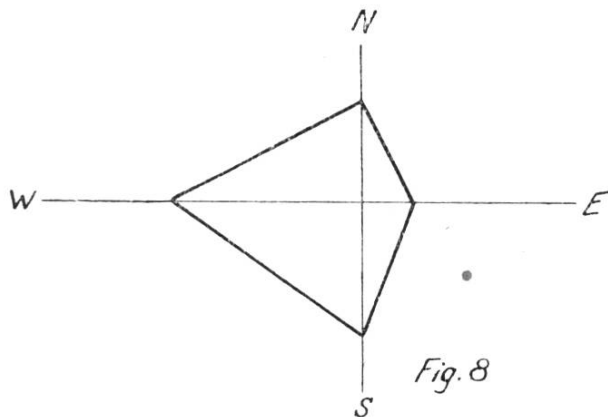


Fig. 8

Für die Orthotrichumform

N	E	S	W
19	10	25	36

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass alle Formen, ausser der Leucodonform, die Nord- und Westexposition bevorzugen. Bei den Moosen macht sich die Beschattung der Südseite durch die erwähnten Sträucher geltend, aber auch die Nähe des Flusses übt sicherlich einen Einfluss aus auf die Verteilung der Epiphyten. Es müssen bei solchen Untersuchungen deshalb stets auch die lokalen Verhältnisse Berücksichtigung finden.

Das Resultat der Beziehungen zwischen den Epiphyten und den für sie bedeutsamen Faktoren gibt sich in der Verteilung der Ueberpflanzen auf die verschiedenen Phorophyten und deren Teile kund.