

Mikroklimatische Untersuchungen an einem Vegetationsprofil in den Alpen von Davos

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich**

Band (Jahr): - **(1936)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-377452>

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.

MIKROKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINEM VEGETATIONSPROFIL IN DEN ALPEN VON DAVOS

Von *Werner Lüdi*, Zürich

Anlässlich des Kurses in Alpenbotanik, den das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich im Juli 1936 in Davos veranstaltete, wurde ein schöner Tag benutzt, um in einem Vegetationsprofil, das sich von der subalpinen bis hoch in die alpine Höhenstufe erstreckte, vergleichend-mikroklimatische Messungen auszuführen. Solche Untersuchungen bieten erhebliche Schwierigkeiten, vor allem weil entweder teure, selbstregistrierende Apparaturen notwendig sind oder aber eine größere Zahl von Mitarbeitern um die einzelnen Stationen zu bedienen. Sie sind denn auch nur sehr vereinzelt ausgeführt worden.

Die Messungen wurden am Westhang des Jakobshorns in 1950 bis 2560 m vorgenommen. Der Hang fällt mit wechselnder Steilheit ziemlich genau gegen Westen ab und ist zum Hauptteile, soweit nicht menschlicher Wille stark verändernd eingegriffen hat, von Klimaxgesellschaften der Vegetation bedeckt. Die Steilheit ist also immerhin so gemäßigt, daß die Böden stabilisiert sind, und die Bodenreifung, welche die Voraussetzung für die Ansiedelung der Klimaxgesellschaften bildet, vor sich gehen konnte. Die Gesteinsunterlage wird durchwegs von saurem Silikatgestein gebildet (Orthogneise der Silvrettadecke). Die Stationen sollten in den übereinanderliegenden Klimaxgürteln angelegt werden, je eine im *Piceetum excelsae*, *Rhodoreto-Vaccinietum*, *Curvuletum* und außerdem eine auf dem Grat des Gebirges (*Avenetum versicoloris*). Infolge gewisser Umstände fiel die *Curvuletum*-Station aus und wurde an ihrer Stelle eine Station im *Semperviretum* eines steilen Westhanges errichtet (s. Taf. 3, Abb. 1).

Zur Messung gelangten die Temperaturen in 10 cm und in 2 cm Bodentiefe (mit Erdbodenthermometer), an der Bodenoberfläche und 50 cm über dem Boden (mit Sixthermometer), die relative Luftfeuchtigkeit 50 cm über dem Boden mit dem Haarhygrometer, die Verdunstungskraft der Luft mit dem Livingston'schen Atmometer 50 cm über dem Boden und mit zwei Piche-Evaporimetern 50 cm über dem Boden und nahe der Bodenoberfläche, die Lichtstrahlung mit dem Graukeilphotometer von Eder-Hecht innerhalb der Feldschicht. In der Gratstation und in der Semperviretum-Station wurde auch die Windgeschwindigkeit gemessen. Die Aufstellungsart der Instrumente ergibt sich aus den Abbildungen (Taf. 3 und 4).

Zur Ausführung der Messungen wurden die Kursteilnehmer in vier Gruppen eingeteilt. Der Aufbruch erfolgte morgens so früh, daß die Aufstellung der Stationen vor 8 Uhr morgens beendet war und mit den Ablesungen um 7½ (resp. 8) Uhr begonnen werden konnte. Um diese Zeit lagen die am Westhang gelegenen Stationen noch im Schatten, und auf dem Grate war die Sonne von Wolken verdeckt. Die Ablesung der Instrumente erfolgte stündlich und für alle Stationen zur gleichen Zeit. Ein oder zwei Glieder jeder Gruppe besorgten abwechselnd die Stationen, während die übrigen Kursteilnehmer vereinigt das Profil von unten nach oben abgingen und die Vegetation des Gebietes und insbesondere die Klimaxgesellschaften untersuchten.

Wir wollen nun in erster Linie die Vegetation der Umgebung der verschiedenen Beobachtungsstationen schildern und dann auf die Ergebnisse der mikroklimatischen Messungen eingehen.

Die Vegetation in der Umgebung der Beobachtungsstationen.

1. Die Fichtenwaldstation. Sie wurde in der Nähe der heutigen Fichtenwaldgrenze in einer der über die Weide zerstreuten größeren Fichtengruppe errichtet. Meereshöhe 1950 m, Exposition 30° gegen WSW. Boden flachgründig: Gneisgranit-Schutt mit dünner Feinerdeschicht und Rohhumusauflage. Das Bodenprofil¹⁾ ergab:

¹⁾ Die Bodenproben wurden durch Frl. G. Luzzatto entnommen.

| Horizont | Bodentiefe cm | Beschaffenheit des frischen Bodens | p H | Glühverlust % | Färbung des Glührückstandes | Kolloidaler Humus |
|----------|---------------|------------------------------------|------|---------------|-----------------------------|-------------------|
| A | 0-5 | sandiger Rohhumus | 4,76 | 53 | gräulich | 5 |
| B | 5-20 | braun-rostfarben, etwas sandig | 5,35 | 15 | ziegelrot | 4-5 |
| | 20-22 | hellbraun | 5,43 | 7 | rotbraun | 4 |
| (C) | 22-30 | graubraun-sandig | 5,83 | 3 | hellrot | 3-4 |
| C | > 30 | große Felsbrocken | | | | |

Die Abschätzung des adsorptiv ungesättigten Humus erfolgte nach Schütteln des Bodens mit verdünntem Ammoniak entsprechend dem Farbton des Filtrates im Reagenzglas mit sechsteiliger Skala: 0 = wasserklar, 1 = leichte Bräunung, 2 = stärkere Bräunung, 3 = kräftig dunkelbraun, 4 = Farbe im Licht eben noch durchscheinend, 5 = Filtrat auch im Licht nicht durchscheinend.

Der Boden dieses Wäldchens ist dem Eisenpodsol zuzurechnen, ist aber an der Entnahmestelle der Proben nicht ganz typisch ausgebildet, wohl infolge der Flachgründigkeit. Namentlich ist auch der Horizont (C) noch wesentlich von der Oberfläche her beeinflusst, was aus der beträchtlichen Menge von adsorptiv ungesättigtem Humus, den er enthält, hervorgeht.

Floristisch zeigte der kleine Bestand folgende Zusammensetzung²⁾:

(ca. 20 m²; die randlichen Teile wurden weggelassen. Deckung der Baumschicht 70%, Feldschicht 10%, Moosschicht 0—50%)

5 *Picea excelsa*

| | |
|--|-------------------------------------|
| + <i>Anthoxanthum odoratum</i> | + <i>Phyteuma (betonicifolium?)</i> |
| + <i>Deschampsia flexuosa</i> | 1 <i>Homogyne alpina</i> |
| + <i>Poa alpina</i> | 1 <i>Hieracium silvaticum</i> |
| + <i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i> | |
| + <i>Luzula silvatica</i> | 4 <i>Dicranum montanum</i> |
| + <i>Luzula nemorosa</i> | + <i>Dicranum</i> sp. |
| + <i>Ranunculus montanus</i> | 1 <i>Ctenidium molluscum</i> |
| + <i>Silene rupestris</i> | + <i>Rhytidiadelphus triquetrum</i> |
| + <i>Viola biflora</i> | + <i>Mnium undulatum</i> |
| 1 <i>Pyrola uniflora</i> | + <i>Polytrichum juniperinum</i> |
| -4 <i>Vaccinium vitis idaea</i> | 1 <i>Cetraria islandica</i> |
| 3 <i>Vaccinium myrtillus</i> | 1 <i>Cladonia pyxidata</i> |
| + <i>Veronica officinalis</i> | + <i>Cladonia</i> sp. |
| + <i>Melampyrum silvaticum</i> | + <i>Peltigera</i> sp. |
| | + <i>Boletus edulis</i> |

²⁾ Die Zahlen geben die kombinierte Abundanz und Deckung nach Braun-Blanquet; doch wurde die des Deckungsanteils etwas anders gefaßt: 2 = $\frac{1}{20} - \frac{1}{8}$, 3 = $\frac{1}{8} - \frac{1}{4}$, 4 = $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$, 5 = $> \frac{1}{2}$.

Der Bestand bildet ein Fragment des heidelbeerreichen *Piceetum excelsae*, das im *Piceetum* des Gebietes weithin verbreitet ist, sobald eine gewisse Auflockerung des Bestandes eintritt. Die Waldstücke der anstoßenden Umgebung sind zum Teil moosreich, mit üppigen Polstern von *Hylocomium proliferum* und *Hylocomium Schreberi*. Sie enthalten auch reichlich *Luzula flavescens* und *Listera cordata*. Dieses *Piceetum* ist der natürliche Wald in der Umgebung der Beobachtungsstation, wurde aber durch Rodung und Weidgang zum großen Teil zerstört und der bleibende Rest weitgehend fragmentarisiert. Die entstandene Weide zeigt weit vorwiegend den Rasen des *Nardetum strictae* in charakteristischer Zusammensetzung; kleinere Teile sind von *Rhodoreto-Vaccinietum* bedeckt oder tragen Frischwiesen in allen Übergängen zum Gehängesumpf.

Die Station stand im geschlossenen Bestande, der nur einzelne Sonnblicke durchließ. Die Instrumente wurden nur von der Baumschicht beeinflußt; die Feldschicht fehlte an den Stellen, wo die Instrumente standen, sozusagen völlig (vgl. Taf. 3, Abb. 2).

2. Die *Rhodoreto-Vaccinietum*-Station. Sie lag am gleichen Hang wie die vorige in 2100 m Höhe. Die Fichten gehen bis etwa 2000 m; doch wird der Wald von etwa 1900 m an gegen oben hin mehr und mehr von Lärchen durchsetzt, die über dem Fichtenwald einen deutlichen Lärchengürtel bilden, dem mehr oder weniger Arven beigemischt sind. Diese Bestände gehen bis in rund 2050 m Höhe, Strünke alter, zum Teil mächtiger Stämme bis gegen 2100 m, Kümmerexemplare noch etwas höher. Der Unterwuchs in dem Lärchen-Arvenwald wird vorwiegend von dem Alpenrosen-Vaccinien-Zwerggesträuch gebildet, das in dicht geschlossenem Bestande über die heutige Waldgrenze hinaus bis auf etwa 2150 m Höhe geht, in aufgelösten Beständen noch etwas höher. Das Zwerggesträuch bildet keinen ganz geschlossenen Gürtel, sondern ist von Weiderasen durchsetzt (*Nardetum* und *Agrostideto-Festucetum rubrae*), besonders auf etwas flacherem Grunde. Ursprünglich dürfte aber dieser nach Neigung und Bodenunterlage gleichartige Hang gleichmäßig vom Zwerggesträuch mit Arven-Lärchen-Oberwuchs bedeckt gewesen sein, und die Rasen verdanken wahrscheinlich ihre Entstehung wie im *Piceetum* der Rodung durch den Menschen und der Beweidung durch das Nutzvieh.

Die Station wurde im typischen, dicht geschlossenen Bestande errichtet, der mit 25° Neigung gegen Westen abfällt. Der Boden zeigte einen tiefgründigen Eisenpodsol:

| Horizont | Bodentiefe cm | Beschaffenheit des frischen Bodens | pH | Glühverlust % | Färbung des Glührückstandes | Kolloidaler Humus |
|----------|---------------|------------------------------------|------|---------------|-----------------------------|-------------------|
| A | 0-15 | dunkler Rohhumus | 4,73 | 88 | grau | 5 |
| B | 15-30 | braunerdig, steinig-erdig | 4,80 | 18 | kräftig ziegelrot | 5 |
| | 30-50 | rotbraun, steinig-erdig | 5,11 | 6 | kräftig ziegelrot | 4 |
| (C) | 50-70 | graubraun, steinig-erdig | 5,45 | 5 | ziegelrot | 3-4 |

Bis in 70 cm Tiefe war der Übergang in den C-Horizont erreicht, aber noch nicht der typische C-Horizont, wie der Glühverlust und namentlich der große Gehalt an adsorptiv ungesättigten Humusstoffen zeigt.

Im nachstehenden geben wir die floristische Zusammensetzung auf der Fläche von etwa 100 m².

Die Deckung der Zwergsträucher betrug ca. 75% (Weglein des Weideviehes zwischen den Zwergsträuchern); doch wurde nur die Flora der dicht geschlossenen Teile berücksichtigt; die Zwischenstücke trugen meist Nar-detum-Rasen.

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 2 <i>Juniperus nana</i> | + <i>Gentiana purpurea</i> |
| 2 <i>Empetrum nigrum</i> | 1 <i>Melampyrum silvaticum</i> |
| 4 <i>Rhododendron ferrugineum</i> | + <i>Melampyrum pratense</i> |
| 3 <i>Vaccinium myrtillus</i> | 1 <i>Solidago virga aurea</i> |
| 2 <i>Vaccinium uliginosum</i> | + <i>Bellidiastrum Michellii</i> |
| 1 <i>Vaccinium vitis idaea</i> | 1 <i>Homogyne alpina</i> |
| 2 <i>Calluna vulgaris</i> | + <i>Arnica montana</i> |
| + <i>Lonicera coerulea</i> | + <i>Leontodon pyrenaicus</i> |
| 2 <i>Calamagrostis villosa</i> | 2 <i>Hylocomium Schreberi</i> |
| 2 <i>Deschampsia flexuosa</i> | 1 <i>Rhytidiadelphus triquetrum</i> |
| + <i>Avena versicolor</i> | 1 <i>Dicranum montanum</i> |
| 1 <i>Luzula silvatica</i> | + <i>Polytrichum (commune)</i> |
| + <i>Luzula multiflora</i> | + <i>Lophozia lycopodioides</i> |
| + <i>Coeloglossum viride</i> | + <i>Peltigera aphthosa</i> |
| + <i>Ranunculus montanus</i> | 1 <i>Cetraria islandica</i> |
| + <i>Potentilla aurea</i> | 2 <i>Cladonia rangiferina</i> |
| 1 <i>Potentilla erecta</i> | 1 <i>Cladonia silvatica</i> |
| + <i>Sieversia montana</i> | 1 <i>Cladonia gracilis</i> |
| + <i>Viola biflora</i> | 1 <i>Cladonia pyxidata</i> |
| + <i>Ligusticum mutellina</i> | + <i>Icmadophila ericetorum</i> |
| | + <i>Thamnolia vermicularis</i> |

TAFEL 3



Abb. 1. Phot. G. Sandberg
Jakobshorn vom Schiahorn gesehen. Im Vordergrund Davos. Die vier
Beobachtungsstationen sind durch weiße Kreise bezeichnet.



Abb. 2. Piceetum-Station. Phot. W. Lüdi

TAFEL 4



Abb. 1. Rhodoreto-Vaccinietum-Station. Phot. F. Widder



Abb. 2. Phot. W. Lüdi
Avenetum-Station (Grat des Jakobshornes).

Die Instrumente waren so aufgestellt, daß die bodennahen Werte im Grunde des Zwerggesträuches entnommen wurden, die 50-cm-Werte etwas über der Oberfläche des Zwerggesträuches. Das Photometer lag leicht eingesenkt auf dem Zwerggesträuch, so daß es im wesentlichen nur Oberlicht erhielt (vgl. Taf. 4, Abb. 1).

3. Die Semperviretum-Station. Die oberen Gratteile zeigen im allgemeinen eine steile Aufwölbung. An einer solchen, in 2500 m Höhe, rund 60 m unter dem Grat, lag die Semperviretum-Station auf einer Rasenzunge, die mit der Neigung von etwa 30° gegen Westen zwischen Geröll und kleinen Felswänden eingezwängt ist. Der Boden war wenig mächtig. Schon die obersten 10 cm waren stark von Steinen durchsetzt, und tiefer unten lag die spärliche Feinerde ganz zwischen Felsbrocken und groben Steinen versteckt. Oberste Bodenschicht humos (22% Glühverlust), pH 5,35, Gehalt an kolloidalem Humus groß (-5). Eine richtige Stratifikation ist nicht vorhanden; der Horizont A geht langsam in den Horizont C über. Der Boden ist noch nicht gereift, sondern ist als eine podsolig degradierte Braunerde aufzufassen.

Nachstehend folgt die floristische Zusammensetzung des Rasens:

(Deckung der Bodenfläche 60%)

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 <i>Anthoxanthum odoratum</i> | + <i>Vaccinium vitis idaea</i> |
| 1 <i>Agrostis rupestris</i> | + <i>Vaccinium myrtillus</i> |
| 2-3 <i>Avena versicolor</i> | 2 <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| 1 <i>Poa alpina</i> | 1 <i>Primula integrifolia</i> |
| 3 <i>Festuca violacea</i> | 1 <i>Androsace obtusifolia</i> |
| 3 <i>Carex sempervirens</i> | + <i>Gentiana nivalis</i> |
| 2 <i>Juncus trifidus</i> | 1-2 <i>Gentiana Kochiana</i> |
| 1 <i>Luzula lutea</i> | 1 <i>Myosotis pyrenaica</i> |
| 1 <i>Salix serpyllifolia</i> | 1 <i>Veronica bellidioides</i> |
| 1 <i>Polygonum viviparum</i> | 1 <i>Phyteuma hemisphaericum</i> |
| 1 <i>Silene acaulis</i> | 1 <i>Campanula barbata</i> |
| + <i>Minuartia sedoides</i> | 1 <i>Campanula Scheuchzeri</i> |
| 1-2 <i>Anemone vernalis</i> | + <i>Antennaria dioeca</i> |
| 1-2 <i>Ranunculus montanus</i> | 1 <i>Antennaria carpathica</i> |
| 1 <i>Sedum alpestre</i> | + <i>Chrysanthemum alpinum</i> |
| + <i>Saxifraga moschata</i> | + <i>Homogyne alpina</i> |
| 1 <i>Sieversia montana</i> | + <i>Doronicum Clusii</i> |
| 1 <i>Lotus corniculatus</i> | 1 <i>Senecio carniolicus</i> |
| + <i>Ligusticum simplex</i> | 1-2 <i>Leontodon pyrenaicus</i> |
| + <i>Daphne striata</i> (greg.) | |

Der Bestand ist typisch ausgebildet.

4. Die *Avenetum versicoloris*-Station (Gratstation). Sie wurde errichtet auf dem gerundeten Grat des Jakobshornes, in 2560 m Höhe, im ziemlich üppigen Rasen von dominierender *Poa alpina* mit reichlich beigemischtem *Avena versicolor*, *Anthoxanthum odoratum*, *Potentilla aurea*, *Ligusticum simplex*, *Chrysanthemum alpinum*. Dieser Rasen ist durch lokale Düngung (Schafe) hervorgegangen aus einem Rasen mit herrschender *Avena versicolor*, der seitlich anschließt und in schöner Ausbildung auf den mit etwa 25° gegen Westen fallenden Grat übergreift.

Der Boden des *Avenetum* zeigte ähnliche Verhältnisse wie im soeben geschilderten *Semperviretum*, war aber tiefgründiger. Doch war es auch hier schwer, tiefer zu kommen als 20 cm. Drei Proben ergaben folgendes:

| Bodentiefe cm | Beschaffenheit des frischen Bodens | p H | Glüh- verlust % | Färbung des Glührückstandes | Kolloi- daler Humus |
|------------------|--|------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------|
| ± 5 | braun, wenig Steine | 5,39 | 29 | kräftig ziegelrot | 5 |
| ± 5 | schwärzlich-humos, sandig, wenig Steine | 4,97 | 32 | braunrot | - 5 |
| 15-20 | braun, reichlich Steine | 5,24 | 17 | ziegelrot | - 5 |

Die floristische Aufnahme einer Rasenfläche von etwa 100 m² folgt nachstehend

(Deckung des Rasens beinahe 100%)

- | | |
|--|-------------------------------|
| + <i>Botrychium lunaria</i> | + <i>Luzula multiflora</i> |
| 1 <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 1 <i>Polygonum viviparum</i> |
| 1-2 <i>Agrostis rupestris</i> | + <i>Salix herbacea</i> |
| 1 <i>Deschampsia flexuosa</i> | + <i>Silene acaulis</i> |
| 3-4 <i>Avena versicolor</i> | + <i>Minuartia sedoides</i> |
| + <i>Sesleria disticha</i> | + <i>Minuartia verna</i> |
| 2 <i>Poa alpina</i> | + <i>Ranunculus montanus</i> |
| 1 <i>Festuca Halleri</i> | 1 <i>Sempervivum montanum</i> |
| 1 <i>Festuca violacea</i> | + <i>Saxifraga bryoides</i> |
| + <i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i> | 1 <i>Sieversia montana</i> |
| + <i>Nardus stricta</i> | |
| 1 <i>Carex curvula</i> | 2 <i>Potentilla aurea</i> |
| 1 <i>Elyna myosuroides</i> | + <i>Sibbaldia procumbens</i> |
| + <i>Carex nigra</i> | + <i>Lotus corniculatus</i> |
| 1-2 <i>Juncus trifidus</i> | 1 <i>Ligusticum simplex</i> |
| + <i>Juncus Jaquini</i> | 1 <i>Primula integrifolia</i> |
| 1 <i>Luzula lutea</i> | + <i>Soldanella pusilla</i> |

| | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 <i>Androsace obtusifolia</i> | + <i>Antennaria carpathica</i> |
| + <i>Gentiana nivalis</i> | 1-2 <i>Chrysanthemum alpinum</i> |
| 1 <i>Gentiana campestris</i> | 1 <i>Achillea moschata</i> |
| + <i>Gentiana brachyphylla</i> | 1 <i>Homogyne alpina</i> |
| 1-2 <i>Veronica bellidioides</i> | 1 <i>Doronicum Clusii</i> |
| 1 <i>Euphrasia minima</i> | 2 <i>Leontodon pyrenaicus</i> |
| + <i>Pedicularis tuberosa</i> | + <i>Taraxacum cf. alpinum</i> |
| 1 <i>Myosotis pyrenaica</i> | + <i>Hieracium alpinum</i> |
| + <i>Galium pumilum</i> | |
| 1 <i>Phyteuma hemisphaericum</i> | 1 <i>Cetraria islandica</i> |
| 1 <i>Campanula Scheuchzeri</i> | + <i>Thamnolia vermicularis</i> |
| 1 <i>Erigeron uniflorus</i> | |

Dieses Avenetum versicoloris lehnt sich floristisch einerseits an das Semperviretum und an das Festucetum Halleri an, ist aber bedeutend weniger geschlossen, sondern hat auch gewisse Beziehungen zum Curvuletum und sogar zum Salicetum herbaeeae, was wohl vor allem durch längere Schneebedeckung und geringere Austrocknung des Bodens bewirkt wird. Jedenfalls ist es vom Standpunkt der Vegetationsentwicklung als Übergangsgesellschaft zu werten, und wir wollen nachstehend noch eine Bestandesaufnahme des Caricetum curvulae, der Klimaxgesellschaft im Gebiete unserer Höhenstationen bringen, die in etwas tieferer Lage (2320 m Meereshöhe) in flacher Westexposition aufgenommen wurde. Sie stammt noch nicht aus dem eigentlichen Curvuletum-Klimaxgebiet, sondern aus dem Übergangsgebiet von der Loiseleurietumstufe in die Curvuletumstufe.

Der Boden des Curvuletum war nur etwa 10 cm mächtig, bestand aus dunkelbraunem Rohhumus mit vielen Wurzeln und Rhizomstücken und lagerte über unregelmäßigen Gneisplatten. Seine Azidität war 4,54, der Glühverlust 72%, die Färbung des Glührückstandes grau, der Gehalt an kolloidalem Humus sehr hoch. Diese stark podsolierte Bodenkrume ist wohl weniger durch Verwitterung der oberen Bodenschichten als durch Aufhäufung von Humus und windgewehtem Staub entstanden.

Größe der Aufnahmefläche 10 m². Bodenbedeckung annähernd 100%.

| | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 2 <i>Sesleria disticha</i> | + <i>Ligusticum simplex</i> |
| + <i>Deschampsia flexuosa</i> | 5 <i>Loiseleuria procumbens</i> |
| 1 <i>Avena versicolor</i> | 1 <i>Vaccinium vitis idaea</i> |
| 3-4 <i>Carex curvula</i> | + <i>Vaccinium myrtillus</i> |
| + <i>Luzula lutea</i> | + <i>Vaccinium uliginosum</i> |
| + <i>Potentilla aurea</i> | 1-2 <i>Phyteuma hemisphaericum</i> |

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| + <i>Senecio carniolicus</i> | 3 <i>Cetraria cucullata</i> |
| + <i>Homogyne alpina</i> | 1 <i>Cetraria islandica</i> |
| 1 <i>Leontodon pyrenaicus</i> | 3 <i>Cetraria crispata</i> |
| 1 <i>Hieracium alpinum</i> | 1 <i>Cetraria nivalis</i> |
| + <i>Dicranum</i> sp. | 2 <i>Cladonia silvatica</i> |
| + <i>Polytrichum</i> sp. | 1 <i>Cladonia rangiferina</i> |
| + <i>Ptilidium pulchellum</i> | + <i>Thamnolia vermicularis</i> |
| 3 <i>Alectoria ochroleuca</i> | |

Für die Höhe des Grates, da wo unsere Station eingerichtet war, ist in der Zusammensetzung von äquivalenten Beständen neben anderen, kleineren Veränderungen ein starkes Zurückweichen von *Loiseleuria* und ein ebensolches Vorrücken von *Carex curvula* im Bestande zu erwarten, wodurch dieser in das typische Curvuletum übergeht.

Die mikroklimatischen Messungen.

1. Der allgemeine Verlauf der Witterung. Der Tag stand in der Höhe unter der Herrschaft der westlichen Windströmungen. Der Himmel war am frühen Morgen bedeckt; um 6 Uhr fiel ein kräftiger Regenschauer. Dann hellte es bei leichtem Winde langsam auf. Während des Vormittags herrschte wechselnde Bewölkung; meist war etwa die Hälfte des Himmels bedeckt. Gegen Mittag verstärkte sich die Bewölkung, und von 12 bis 15 Uhr war zeitweise völlige Bedeckung. Im Laufe des Nachmittags nahm die Windstärke zu, die Bewölkung wieder ab, und im späteren Nachmittag war der Himmel ganz hell und wehte in der Höhe ein starker Wind.

Herr Dr. W. Mörikofer hatte die Freundlichkeit, mir die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der Station Davos, die in ca. 1600 m Meereshöhe liegt, für diesen Tag zur Verfügung zu stellen. Sie zeigen, entsprechend der Zunahme der Bewölkung, eine auffallende Abnahme der Werte der Sonnenscheindauer und der Strahlungssumme um Mittag, namentlich von 13 bis 14 Uhr, die sich sogar in der Temperatur und in der Luftfeuchtigkeit auswirkt. Wir geben nachstehend die Werte für die Sonnenscheindauer in Davos während der mittleren Teile dieses Tages wieder. Die Werte der Lufttemperatur finden sich auf Abbildung 1.

| Sonnenscheindauer in Minuten. . . | Stunden | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 |
| | 22 | 54 | 30 | 16 | 7 | 35 | 52 | 60 |

Die Zunahme der Strahlung bei dem entwölkten Himmel des späteren Nachmittags kommt in den Temperaturwerten von Davos wenig zur Geltung, viel weniger als in unseren Beobachtungsstationen am Jakobshorn. Dies wird dadurch erklärt, daß die Davoser Station am Südosthang liegt, unsere Stationen am Westhang. Die Sonne ging in Davos bereits vor 18 Uhr unter, am Jakobshorn erst etwa zwei Stunden später.

Eine vollständige Übereinstimmung der Bewölkungsmaxima ist zwischen den einzelnen Stationen nicht zu erwarten, und namentlich auch nicht zwischen unseren Höhenstationen und der Talstation Davos, da die Bewölkung durch große, herumhängende oder langsam von Westen gegen Osten ziehende Haufenwolken erzeugt wurde. Bei der Bewegung der Wolken wurden infolgedessen die Stationen in der Reihenfolge von Westen nach Osten beschattet. Das Bewölkungsmaximum des frühen Nachmittags trat in der Talstation beinahe eine Stunde früher ein, als in der Gratstation auf dem Jakobshorn.

2. Windgeschwindigkeit. Diese wurde während einiger Stunden des Nachmittags in der Gratstation und der Semperviretum-Station gemessen und kann mit den Werten von Davos verglichen werden. Bis um Mittag machte sich die Windbewegung auf der Höhe nur wenig fühlbar, während in Davos bereits von 10 bis 11 Uhr eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3,4 m pro Sekunde gemessen wurde. Die Windgeschwindigkeit hielt sich in Davos mit kleinen Schwankungen bis um 19 Uhr über 3 m pro Sekunde und erreicht im Mittel von 10 bis 19 Uhr einen Wert von 3,9 m pro Sekunde. Gegen Abend trat ein Abfall ein; aber erst nach 20 Uhr sank die Windgeschwindigkeit auf 1,4 m pro Sekunde im stündlichen Mittel und erreichte damit die Werte des früheren Vormittags. Dieser Gang der Windgeschwindigkeit entspricht dem normalen Windgang von Davos an einem Tage mit Talwind.

Auf der Höhe machte sich der Wind zuerst in Form von einzelnen Stößen fühlbar, und erst im Laufe des Nachmittags stellte sich ein kräftiger, andauernder Windzug ein, der aber immer wieder durch

heftige Stöße unterbrochen wurde. Die ersten Ablesungen auf dem Grat ergaben folgende Werte, als Mittel von je 5 Minuten dauernder Beobachtung:

14 Uhr 44 bis 14 Uhr 49 = 2,2 m pro Sekunde
 14 „ 52 bis 14 „ 57 = 2,1 „ „ „ „
 14 „ 58 bis 15 „ 03 = 3,3 „ „ „ „

Von 15 Uhr 15 an wurden stündliche Ablesungen zugleich auf dem Grat und im Semperviretum gemacht, die im Mittel pro Sekunde folgende Werte ergaben:

| Zeit | Avenetum | Semperviretum | Davos |
|-------------------------|----------|---------------|-------|
| 15 Uhr 15 bis 16 Uhr 15 | 3,4 m | 2,4 m | (4,6) |
| 16 „ 15 bis 17 „ 15 | 4,3 „ | 2,8 „ | (4,4) |
| 17 „ 15 bis 18 „ 15 | 4,0 „ | 3,7 „ | (3,4) |
| 18 „ 15 bis 18 „ 35 | 4,1 „ | 3,1 „ | (3,2) |

Die Windgeschwindigkeiten bleiben also im Semperviretum wesentlich hinter denen auf dem Grate zurück, und die vom Winde verursachte Abkühlung wird auf dem Grate größer sein, als im Semperviretum des sonnigen Hanges, trotzdem dieses ebenfalls der Windwirkung frei ausgesetzt war. Zum Vergleiche wurden die Davoserwerte hinzugesetzt, die sich allerdings auf die vollen Stunden beziehen, aber doch deutlich eine andere Windentwicklung erkennen lassen.

Auf dem Grate wurden im späten Nachmittag Einzelwerte (als Minuten-Mittelwerte) bis 15 m pro Sekunde festgestellt.

3. Die Lichtstärke. Die Graukeilphotometer lagen im Piceetum, Rhodoreto-Vaccinietum und im Avenetum horizontal; im Seslerietum war das Instrument zirka 30° in der Richtung des Hanges geneigt. Die Exposition dauerte von zirka 7 Uhr bis 19 Uhr. Die relativen Lichtstärken nach der Skala des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums in Davos sind die folgenden:

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Piceetum excelsae | 17 Einheiten |
| Rhodoreto-Vaccinietum | 68 „ |
| Avenetum versicoloris | 110 „ |
| Semperviretum | 190 „ |

Die Stationen ergeben den erwarteten Anstieg der Lichtstärke mit der steigenden Höhenlage und mit der abnehmenden Beschattung des Instrumentes, vom Wald (lichter Schatten mit einigen Sonnenflecken) über das Zwerggesträuch (offene Lage mit seitlicher Beschattung) zur

Gratwiese (ganz leichte seitliche Beschattung durch den Rasen). Verglichen mit dem Grate zeigt sich noch eine starke Steigerung des Lichtgenusses am steilen, freistehenden Sonnenhang.

Auf dem Grat wurden über Mittag, von 13 Uhr 30 bis 14 Uhr 30 drei Photometer aufgestellt, das eine in Westlage, das zweite flach auf dem Grat, und das dritte in Ostlage. Die relativen Lichtsummen sind die folgenden:

| | |
|--------------------|--------------|
| Grat | 11 Einheiten |
| Osthang | 13 „ |
| Westhang | 19 „ |

Der Sonnenhang weist also die höchsten Werte auf; Grat und Osthang sind nicht wesentlich verschieden. Während dieser stündigen Beobachtungszeit war der Himmel meist bedeckt, so daß im wesentlichen nur diffuses Licht auffiel.

4. Der Temperaturverlauf. a) 50 cm über dem Boden (siehe Abb. 1). Der Verlauf der Kurven ist im ganzen übereinstimmend. Die Temperatur steigt bis um 13 Uhr 30 (resp. um 12 Uhr 30) an; dann erfolgt ein ausgeprägter Abfall bis um 14 Uhr 30. Daraufhin setzt ein neuer Anstieg ein, der mit Ausnahme der Gratstation die höchsten Tageswerte bringt, und zwar um 16 Uhr 30, im Semperviretum sogar um 17 Uhr 30, worauf ein rascher Abfall erfolgt; doch sind die Werte um 18 Uhr 30 und um 19 Uhr immer noch weit höher, als um 7 Uhr 30. Der Abend ist noch warm, während die Morgenwerte dem nächtlichen Minimalwert nahe stehen. Die beiden Höhenstationen (Semperviretum und Grat) erreichen das Minimum sogar erst um 8 Uhr 30. Die mittägliche Einsenkung der Kurve spiegelt die Bedeckung der Sonne über Mittag wieder; die Maximalwerte im späteren Nachmittag sind die Folge der starken Aufwärmung nach der Entwölkung des Himmels, die am Westhang und an den frei der Sonne ausgesetzten Thermometern besonders stark sein mußte.

Die ausgeglichene Kurve mit den niedrigsten Maximalwerten finden wir im Fichtenwald. Sie kann der Schattentemperatur in diesem Bestande gleichgesetzt werden. Der Vergleich mit der Kurve der Lufttemperatur von Davos ergibt ein Zurückbleiben um etwa 4°. Bei einem Höhenunterschied der Stationen von 250 m ist ein Temperaturunterschied von nicht mehr als 1,5° zu erwarten. Die Temperatur bleibt also in dem kleinen Wäldchen wesentlich hinter der zu

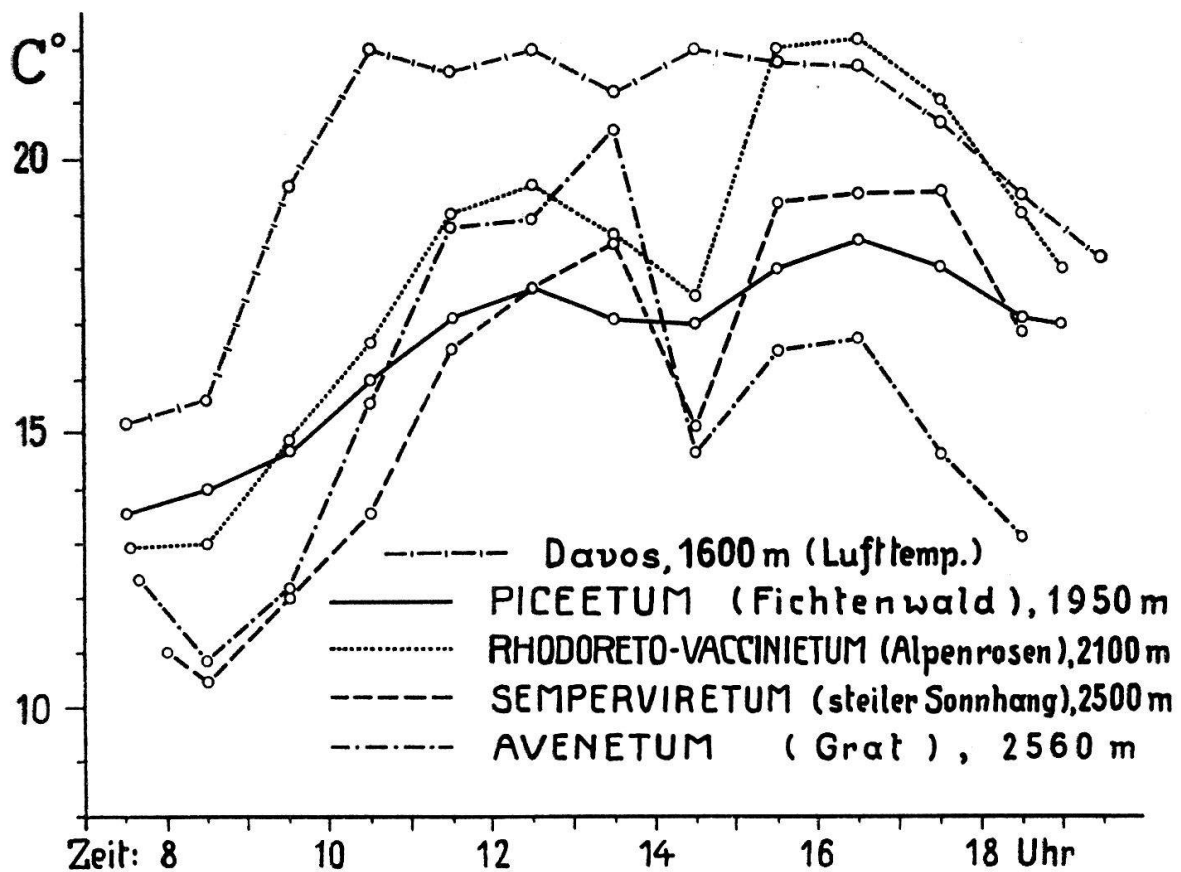


Abb. 1

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen 50 cm über der Bodenoberfläche.

erwartenden Lufttemperatur zurück. Wie bei der Temperaturkurve von Davos beginnt auch bei der Fichtenwaldkurve (und der Rhodoretumkurve) der mittägliche Abfall der Temperatur bereits um 13 Uhr 30. Die Davoserkurve steigt aber bereits um 14 Uhr 30, als alle unsere Beobachtungsstationen ein Minimum erreichen, wieder an und fällt in der Zeit des von 14 Uhr 30 an erfolgenden neuen Anstieges der Temperaturen unserer Stationen bereits endgültig ab. In der Verschiebung des mittäglichen Minimums sehen wir den Einfluß der von Westen gegen Osten ziehenden Wolken; das Fehlen der nachmittäglichen Aufwärmung in Davos ist wesentlich durch die Lage der Station an dem ostgeneigten Hang mitbedingt.

Der Temperaturanstieg des Nachmittags zeigt zwischen den verschiedenen Stationen charakteristische Unterschiede. Daß er im Fichtenwald am geringsten ist, liegt in der Beschattung begründet. Am höchsten und zum absolut höchsten Werte führend, ist er im

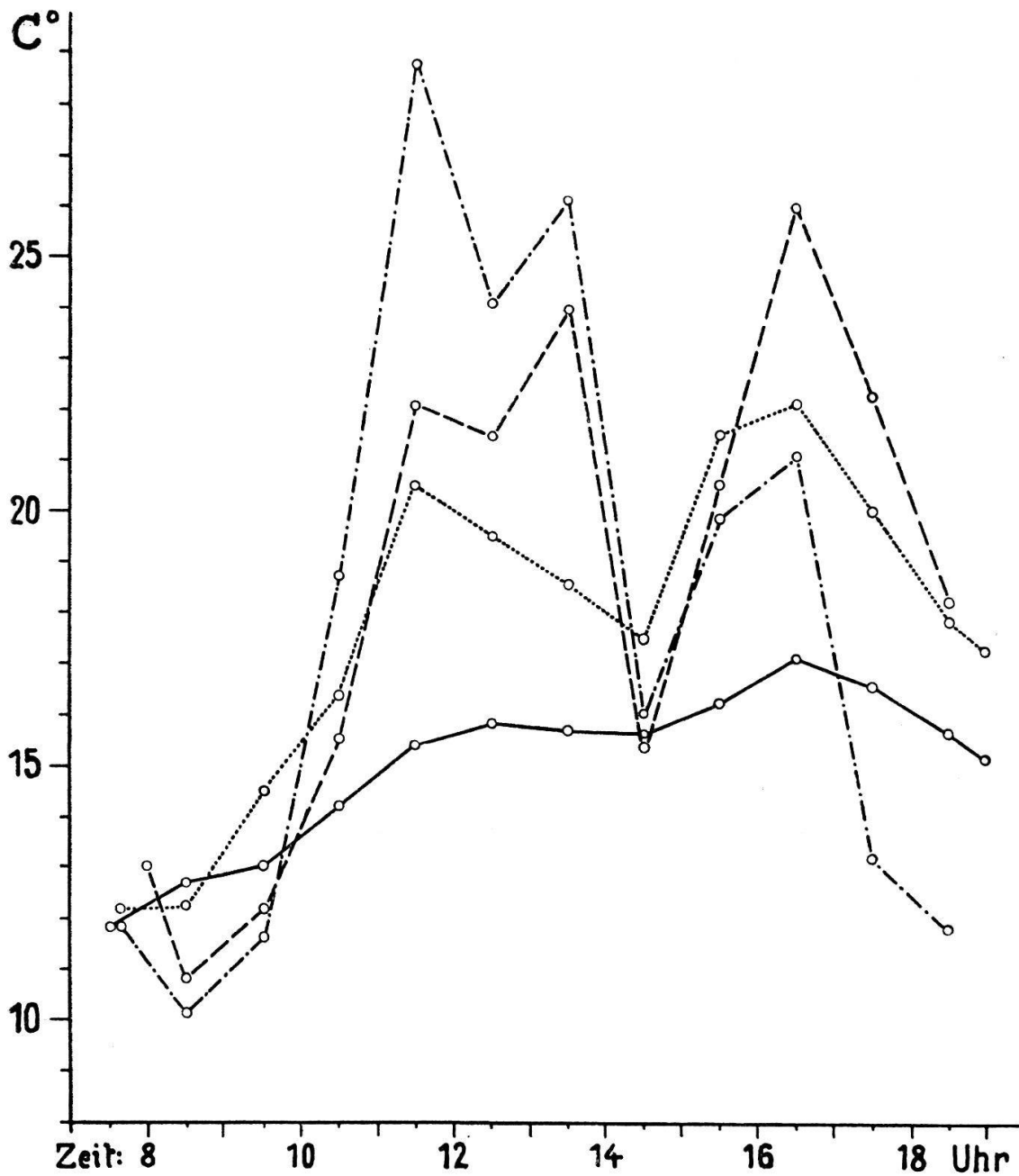


Abb. 2

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen an der Bodenoberfläche. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

Rhodoretum, kleiner trotz der starken Insolation im Semperviretum und am kleinsten auf dem Grat. Diese Stufung ist der abkühlenden Windwirkung zuzuschreiben, die auf dem Grat am stärksten war, schon im Semperviretum geringer wurde (siehe oben) und sich im Rhodoretum nur wenig fühlbar machte. Dazu gesellte sich im Rhodoretum die wesentlich geringere Meereshöhe.

b) Bodenoberfläche (s. Abb. 2). Die Temperaturkurve der Bodenoberfläche zeigt im Prinzip den gleichen Verlauf, wie die der freien Luft. Im Fichtenwalde schließt sie sich vollständig an die Kurve der Lufttemperatur an und bleibt nur um ungefähr einen Grad hinter dieser zurück. Auch die Rhodoretumkurve bleibt in den Extremwerten denen der Lufttemperatur ganz nahe. Die Kurven der beiden Höhenstationen zeigen über Mittag annähernd den gleichen Minimalwert. Dagegen sind die Maximalwerte dieser Stationen weit höher, der der Avenetum-Station vor allem am Vormittag, der der Semperviretum-Station vor allem am Nachmittag. Die Abkühlung durch den Wind macht sich hier, in unmittelbarer Nähe des Bodens, noch deutlich, aber nicht mehr stark geltend. Als Ganzes erscheinen auch diese Kurven alle geköpft und in der Mitte eingefallen durch das Wegfallen des bei hellem Himmel und Windstille um die Mittagszeit zu erwartenden Maximums.

c) 2 cm Bodentiefe (s. Abb. 3). Der Fichtenwald zeigt die ideale Kurve in dieser Bodentiefe: einen langsamen Anstieg am Vormittag zu einem Maximum am späteren Nachmittag und von da einen ganz geringen Abfall bis zum Abend. Die Schwankung hält sich in

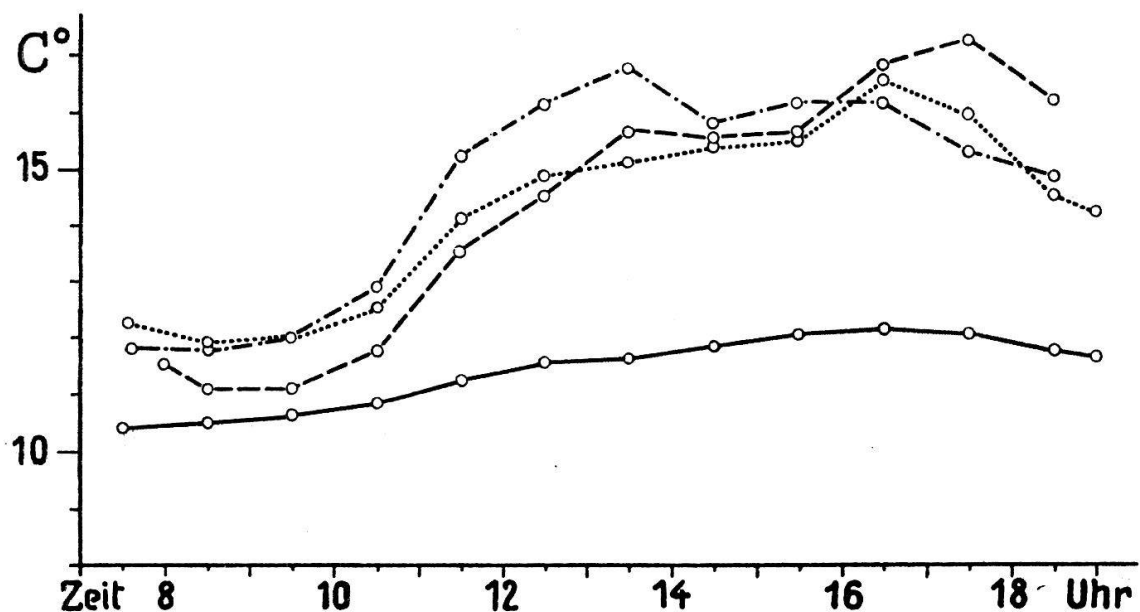


Abb. 3

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen in 2 cm Bodentiefe. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

sehr kleinen Grenzen und erreicht im Extrem nicht einmal 2° . In den besonnten Stationen erreicht die Schwankung der 2 cm-Bodentemperaturen größere Werte, hält sich aber in dem bescheidenen Ausmaße von 5 bis 6° . Der Anstieg erfolgt spät; erst die Ablesung von 10 Uhr 30 zeigt ein leichtes Ansteigen der Temperaturen. Die mittägliche Schwankung ist nur noch schwach ausgeprägt und äußert sich im Rhodoretum durch eine Verlangsamung der Aufwärmung, im Semperviretum durch eine kaum merkliche Einknickung, und nur im Avenetum, wo die Aufwärmung im Laufe des Vormittags am stärksten gewesen war, erreicht die Einknickung über Mittag den Betrag von 1° . Im Semperviretum, das in den Nachmittagswerten auch hier die Spitze hält, ist das Maximum gegenüber den nachmittäglichen Werten der freien Luft und der Bodenoberfläche um eine Stunde verspätet und tritt erst um 17 Uhr 30 ein.

d) 10 cm Bodentiefe (s. Abb. 4). In noch viel höherem Maße erweisen sich die Kurven aus dieser Bodentiefe gegen die Schwankungen der Sonnenstrahlung während des Tages unempfindlich. Die Fichtenwaldkurve ist wiederum am idealsten ausgebildet. Sie nähert sich bereits der geraden Linie. Morgens sinkt sie von 7 Uhr 30 bis 8 Uhr 30 um $\frac{1}{4}^{\circ}$ und steigt dann gleichmäßig bis abends 19 Uhr um $\frac{3}{4}^{\circ}$ an. In dieser Bodentiefe finden wir also auch im Fichtenwald das nächtliche Temperaturminimum auf den Vormittag vorgerückt.

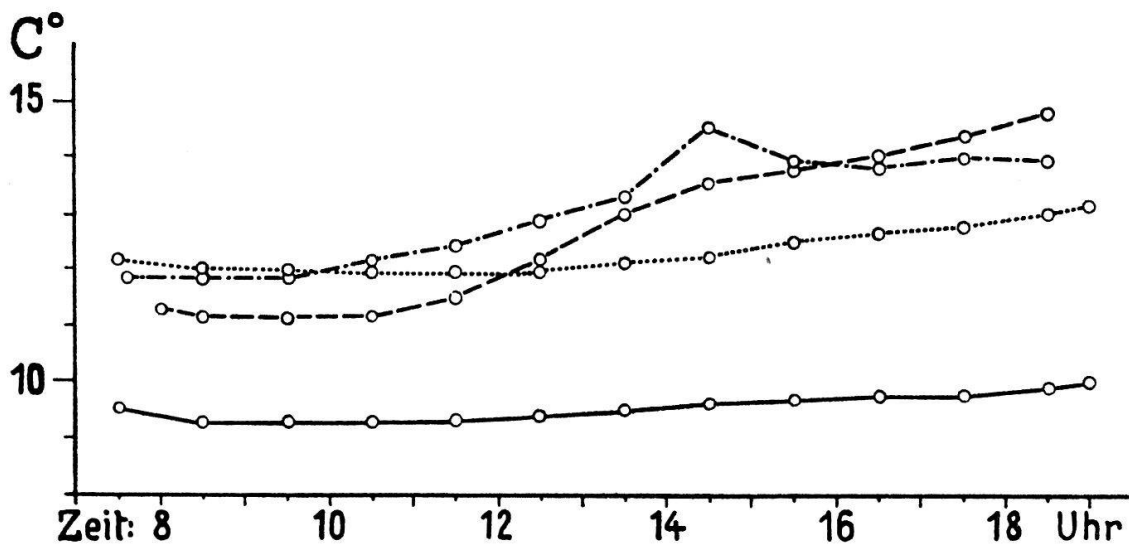


Abb. 4

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Temperaturen in 10 cm Bodentiefe. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

Beinahe ebenso ausgeglichen erscheint die Rhodoretum-Kurve. Sie verläuft der Piceetum-Kurve parallel. Die Temperaturschwankung über Mittag wird nicht mehr sichtbar; doch ist die Einwirkung kurzer Schönwetterperioden stärker als im Piceetum. Das zeigt sich darin, daß die Rhodoretum-Kurve trotz der größeren Höhenlage um $2\frac{1}{2}^{\circ}$ höher angesetzt ist als die Piceetum-Kurve (sonnig-warmer Vortag), und ferner in der um $\frac{1}{2}^{\circ}$ höheren Aufwärmung im Boden des Rhodoretum-Vaccinietums während des Beobachtungstages.

Etwas stärker ist die Beeinflussung der 10-cm-Bodentemperatur durch die Besonnung und die Strahlungsschwankungen innerhalb des Tages in den beiden andern Stationen. Am stärksten ist die Aufwärmung im Semperviretum. Sie geht vom tiefsten Anfangswerte aus und steigt von 10 Uhr 30 bis 18 Uhr 30 um $3\frac{1}{2}^{\circ}$. Die Verdeckung der Sonne zur Mittagszeit ist durch eine schwache Verlangsamung der Aufwärmung angedeutet, die aber erst verspätet eintritt (16 Uhr 30). Während des Vormittags war in 10 cm Bodentiefe die Aufwärmung im Avenetum des Grates am stärksten. Nach dem Mittag fällt diese Kurve um $\frac{3}{4}^{\circ}$ ein und verläuft dann den ganzen Nachmittag durch horizontal. Wie können also in der 10-cm-Bodentemperaturkurve des Grates sowohl die mittägliche Verdeckung der Sonne als auch den nachmittäglichen Wind in ihren Wirkungen feststellen, allerdings nur in kleinen Temperaturschwankungen.

Wald \rightarrow Zwerggesträuch \rightarrow Rasen bilden mit Bezug auf die Stabilität der Bodentemperaturen eine absteigende Reihe.

Unsere Temperaturmessungen bestätigen auch die altbekannte Gesetzmäßigkeit, daß die Temperaturschwankungen im Boden viel geringer sind und langsamer erfolgen als in der freien Luft oder an der Bodenoberfläche, ja der erwärmenden Strahlung oder der Abkühlung des Luftraumes nachhinken. Die Verlangsamung der Reaktionen im Boden ist im wesentlichen durch Speicherung der Wärme und langsamen Wärmeausgleich innerhalb des Bodens bedingt. Bei Messung der Bodentemperaturen, die in regelmäßigen Abständen erfolgen, messen wir also jeweils den ziemlich stabilen Ausdruck für die gesamte Wärmeaufnahme oder Wärmeabgabe zwischen zwei Meßperioden, während wir bei Messungen in der freien Luft in viel höherem Maße Augenblickswerte feststellen, vor allem bei starkem und wechselndem Einflusse der direkten Sonnenstrahlung oder des Windes.

5. Die Luftfeuchtigkeit. Die Aufstellung der Instrumente war etwas fehlerhaft, indem die Instrumente frei der Sonne ausgesetzt waren. Immerhin blieb der Haarstrang beschattet, und der Vergleich der Kurven der drei Höhenstationen mit der des Fichtenwaldes zeigt, daß der Fehler nicht groß sein kann. Die relative Luftfeuchtigkeit (s. Abb. 5) fällt in allen Stationen vom Morgen an, wo sie bei 70 bis 80 % lag, bis abends etwa um 17 Uhr, wo sie mit rund 45 % den Minimalwert erreicht, um dann wieder anzusteigen. Die Abwärtsbewegung wird über Mittag (11 Uhr 30 bis 14 Uhr 30) verlangsamt und bei den drei oberen Stationen geht sie sogar in eine aufsteigende Bewegung über mit einem Maximum um 14 Uhr 30, als Folge der Bedeckung des Himmels. Unerwarteterweise wird die höchste Luftfeuchtigkeit

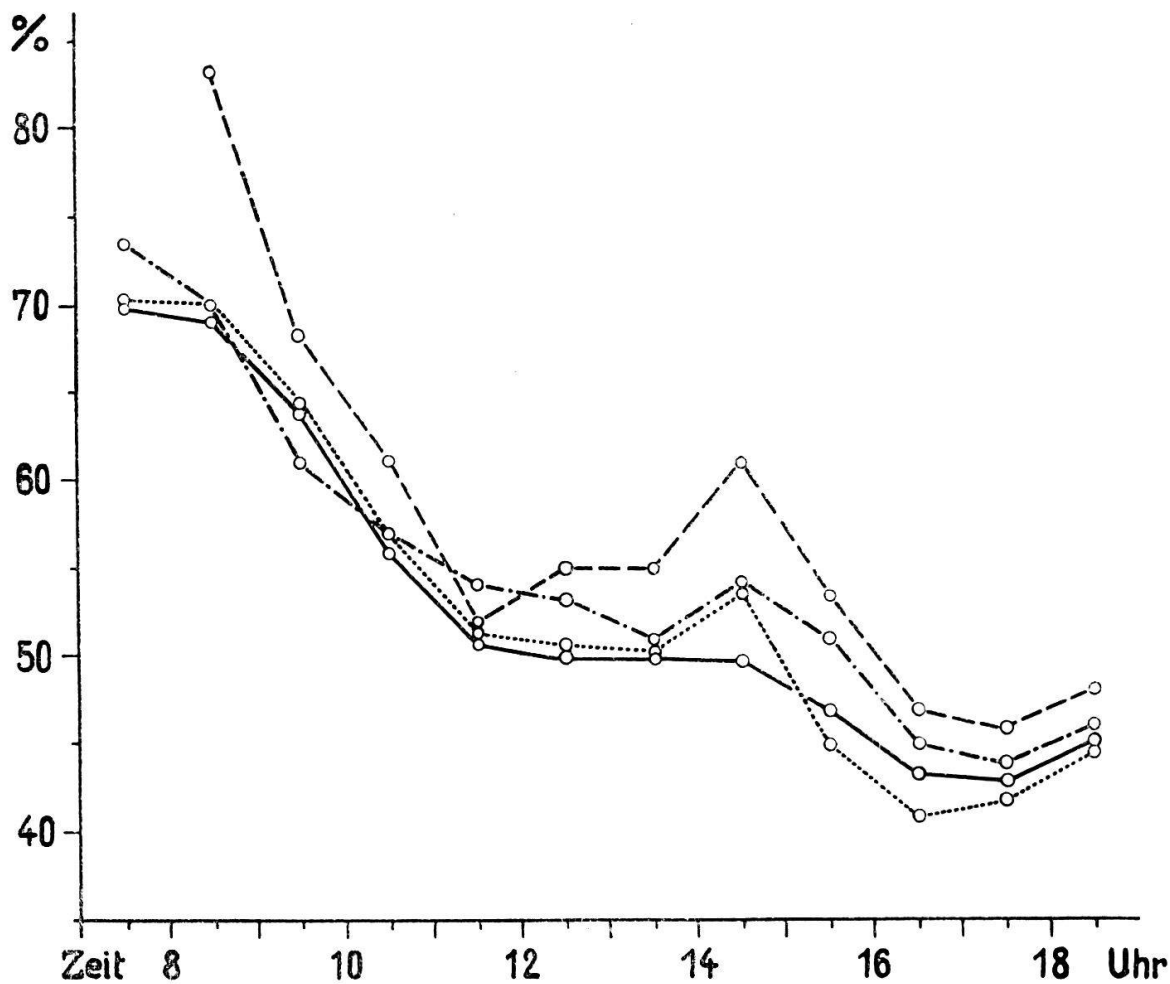


Abb. 5

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Gang der relativen Luftfeuchtigkeit. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

im stark besonnten Semperviretum registriert, besonders am frühen Vormittag und während der starken Bewölkung über Mittag. Ein Fehler der Instrumente ist nicht sehr wahrscheinlich, da diese nach dem Kurse neu geeicht worden sind und die Verdunstungskurve ähnliche Verhältnisse ausweist. Im übrigen weisen die Luftfeuchtigkeitskurven der verschiedenen Beobachtungsstationen nur geringe Abweichungen auf, die nahe der Fehlergrenze der wenig genauen Instrumente liegen.

6. Die Messung der Wasserverdunstung. Die Livingstone'schen Atmometerzylinder zur Messung der Verdunstung der freien Wasseroberfläche waren auf einer zu diesem Zwecke eigens hergestellten, leicht transportablen Bürettenmontierung 50 cm über der Bodenoberfläche aufgestellt. Die erhaltenen Verdunstungswerte wurden mittels des Korrektionskoeffizienten auf die Werte des Standardzylinders umgerechnet.

Gegenüber den Lufttemperaturen weisen die Verdunstungskurven (s. Abb. 6) bedeutend geringere Schwankungen auf, da die einzelnen Werte stets die Summation der ganzen Beobachtungsperiode zum Ausdruck bringen und bei einstündigen Intervallen von kurzfristigen Änderungen der Sonnenstrahlung oder des Windes wenig beeinflußt erscheinen.

Die Verdunstungsmengen steigen von 9 Uhr 30 bis 11 Uhr 30 ziemlich stark an, bleiben bis 15 Uhr 30 mit geringen Schwankungen annähernd auf gleicher Höhe, um dann zu dem spät-nachmittäglichen Höchstwerte anzusteigen. Die stündlichen Verdunstungswerte belaufen sich für die weißen Zylinder auf 0,5 bis ca. 3 cm³ Wasser. Die niedrigsten Werte und die geringsten Schwankungen finden wir im Fichtenwalde. Sein stündlicher Höchstwert steigt nicht über 1,79 cm³. Die höchsten Werte erreicht das Rhodoretum, eine Erscheinung, die parallel der höchsten Temperatur in 50 cm Höhe über dem Boden und umgekehrt proportional der Luftfeuchtigkeit geht. Bis um 18 Uhr 30 ist der Abfall in den Verdunstungswerten gering; an den beiden Stationen, in denen noch um 19 Uhr eine Messung gemacht wurde, zeigte er sich in dieser letzten halben Stunde wesentlich verschärft.

Im Avenetum wurde neben dem weißen noch ein Schwarzkugel-Atmometer aufgestellt. Da dieses die Sonnenstrahlung aufnimmt, sich dabei erwärmt und die Verdunstung vergrößert, so sind seine Verdunstungswerte und deren Schwankungen bedeutend größer als die der weißen Verdunstungskörper. Sein Höchstwert (16 Uhr 30 bis 17 Uhr 30) erreicht den hohen Betrag von 4,5 cm³ pro Stunde.

Im Laufe des Mittags zeigen die Verdunstungskurven zwei Einsenkungen, die auf Bewölkungszunahme zurückzuführen sind. Das erste Minimum (11 Uhr 30 bis 12 Uhr 30) ist in den Temperaturkurven wenig deutlich ausgebildet und findet nur in den Werten der Bodenoberfläche der Hochstationen eine gute Parallele. Wir dürfen den Schluß ziehen, daß kurz vor der Temperaturablesung von 12 Uhr 30 die Besonnung wieder zunahm, so daß die in der freien Luft hängenden Thermometer darauf reagieren konnten, während die sich etwas langsamer, aber nachhaltiger erwärmende Bodenoberfläche noch nicht nachkam. Das zweite Minimum fällt mit der starken allgemeinen Einknickung der Temperaturkurven von 14 Uhr 30 zusammen.

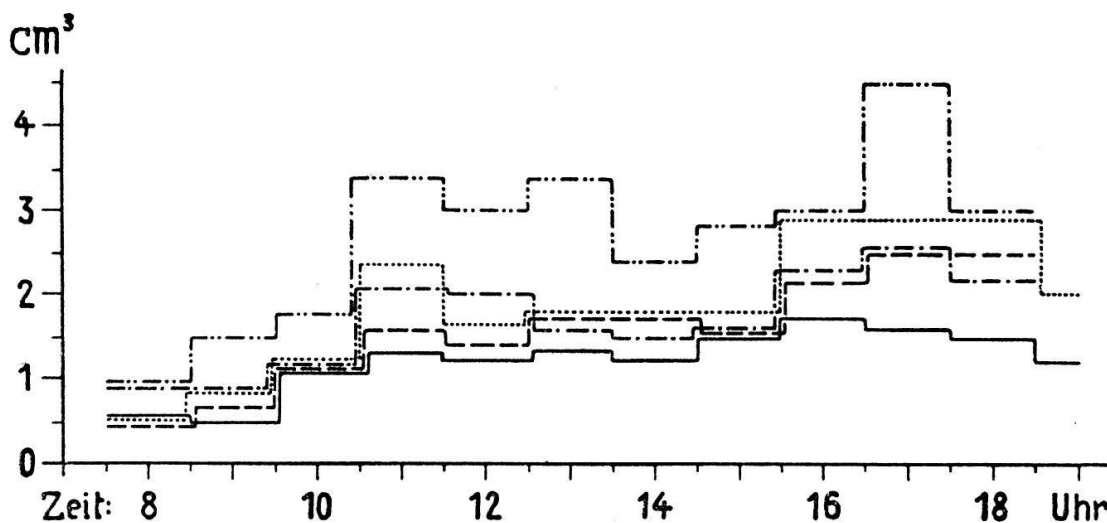


Abb. 6

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Verdunstung der Livingston'schen Atmometer. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 1.

—...—...— = Atmometer mit schwarzer Kugel im Avenetum.

Bemerkenswert ist das Maximum der Verdunstung im späten Nachmittag und die langsame Abnahme gegen Abend (17 Uhr 30 bis 18 Uhr 30), trotz bedeutender Abnahme der Temperatur und merk-

licher Zunahme der Luftfeuchtigkeit. Die Ursache für dieses Verhalten liegt darin, daß die gleiche heftige Windbewegung, welche die Temperaturen herabsetzte, die Verdunstung förderte, so daß sich im Spätnachmittag die Strahlung und der verstärkte Wind kombinierten, um den Maximalwert hervorzubringen und gegen Abend der Wind den Wärmeausfall teilweise ausglich.

Piche-Evaporimeter. Die Verdunstungsmengen der Piche-Evaporimeter waren nur gering; sie hielten sich im allgemeinen zwischen 0,2 und 0,6 cm³ pro Stunde, und nur ganz vereinzelt wurden die Werte von 1 cm³ erreicht oder etwas überschritten. Verhältnismäßig ruhig verlaufen die Kurven aus dem Fichtenwald und von der Gratstation; die beiden andern Kurven weisen starke und sich zum Teil völlig widersprechende Schwankungen auf, die eine richtige Diskussion verunmöglichen. Vielleicht liegen Störungen durch den Wind vor, vielleicht teilweise fehlerhafte Bedienung der Instrumente.

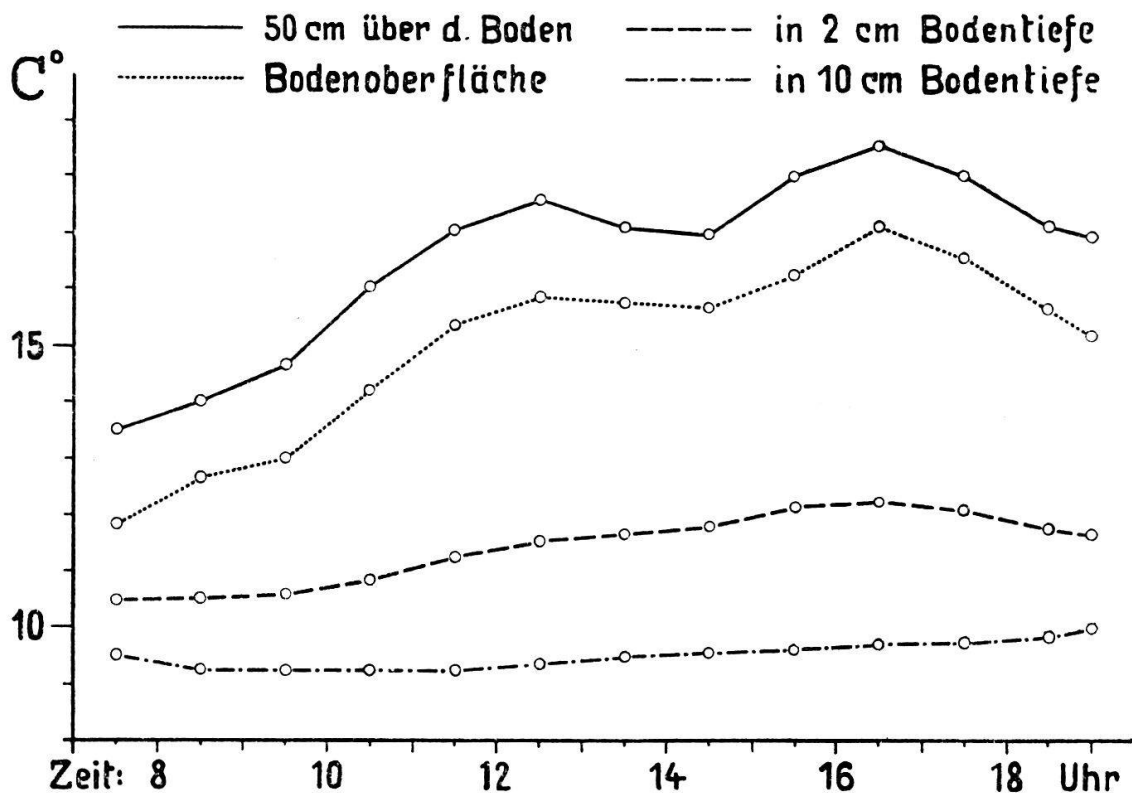


Abb. 7

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Zusammenstellung der Temperaturwerte im Piceetum

Zusammenfassender Überblick über die Stationen.

Jede der vier Beobachtungsstationen ist an diesem Tage mikroklimatisch charakterisiert.

Das Piceetum (s. auch Abb. 7) ist ausgezeichnet durch die geringe Lichtstärke, durch die niedrigen Werte und den ausgeglichenen Tagesgang der Kurven von Temperatur und Verdunstung. Dieses Binnenklima ist vor allem durch die Beschattung und den Mangel an Luftbewegung bedingt. Die Temperaturen 50 cm über dem Boden stehen rund $1\frac{1}{2}^{\circ}$ über denen der Bodenoberfläche. Sie sind, verglichen mit den Lufttemperaturen von Davos, $2\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als die Höhenlage erwarten läßt. Auffallend sind die niederen Werte der Bodentemperaturen.

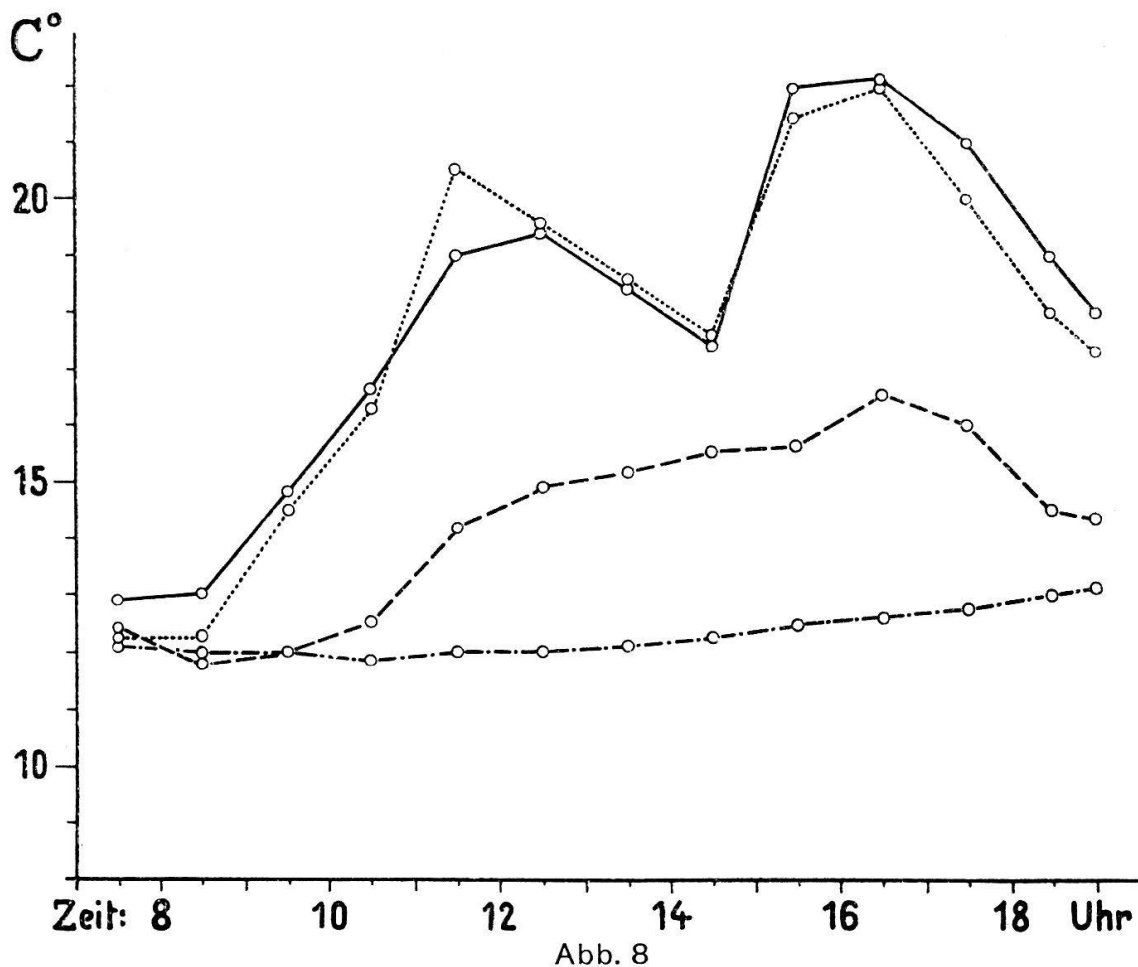


Abb. 8

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Zusammenstellung der Temperaturwerte im Rhodoreto-Vaccinietum.

Erklärung der Zeichen siehe Abb. 7.

Das Rhodoreto-Vaccinietum (s. auch Abb. 8) zeigt eine mittlere Lichtstärke. Es weist die höchsten Lufttemperaturen auf (tiefere Lage als die Höhenstationen, freiere Lage als das Waldinnere, kleinere Luftbewegung als die Höhenstationen). Die Temperaturen auf der Bodenoberfläche und in 2 cm Bodentiefe, sowie die der freien Luft erleiden unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung starke Steigerung. Die Temperaturen 50 cm über dem Boden und an der Bodenoberfläche zeigen gleich hohe Werte. In 10 cm Bodentiefe ist die Temperatur gegenüber dem Piceetum wesentlich erhöht; aber die Beeinflussung durch die Strahlung macht sich für kürzere Perioden nur wenig bemerkbar, so daß die Kurve gut ausgeglichen verläuft. Die Verdunstung wird durch die Strahlung, zum Teil auch durch den Wind, deutlich beeinflußt, und erreichte am Nachmittag die höchsten Werte. So nimmt das Rhodoreto-Vaccinietum eine Mittelstellung ein zwischen dem Piceetum und den Höhenstationen.

Im Semperviretum (s. auch Abb. 9) finden wir die höchste Lichtstrahlung und als Wirkung dieser Strahlung hohe Temperaturen im Sonnenlicht, wobei die Temperatur an der Bodenoberfläche ganz bedeutend über die Temperatur in 50 cm Höhe steigt. Beim Aussetzen der Besonnung für kürzere Zeit tritt eine ausgesprochene Temperaturabnahme ein. Dies ist auch noch in 2 cm Bodentiefe zu erkennen, während in 10 cm Bodentiefe bereits eine kontinuierliche Aufwärmung vom Morgen bis zum Abend stattfindet. Diese Temperaturkurve überschneidet die des Rhodoretums: vormittags liegt sie tiefer, nachmittags höher. Die Verdunstung erfährt eine langsame Steigerung unter der Wirkung der Erwärmung, die infolge Kombination von Strahlung und Windwirkung zu einem Maximum im späten Nachmittag führt. Die Luftfeuchtigkeit erscheint etwas höher als an den anderen Stationen.

Im Avenetum versicoloris des Grates ist die Lichtstrahlung hoch, wenngleich sie hinter dem Semperviretum wesentlich zurückbleibt. Die Temperaturen werden infolgedessen wie im Semperviretum stark von der Sonnenstrahlung beeinflußt. Sie steigen unter dem Einflusse der Besonnung stark an, und kürzere Beschattungen äußern sich in plötzlicher Temperaturabnahme. Die Temperaturextreme sind am stärksten an der Bodenoberfläche, etwas kleiner 50 cm über dem Boden und nehmen innerhalb des Bodens

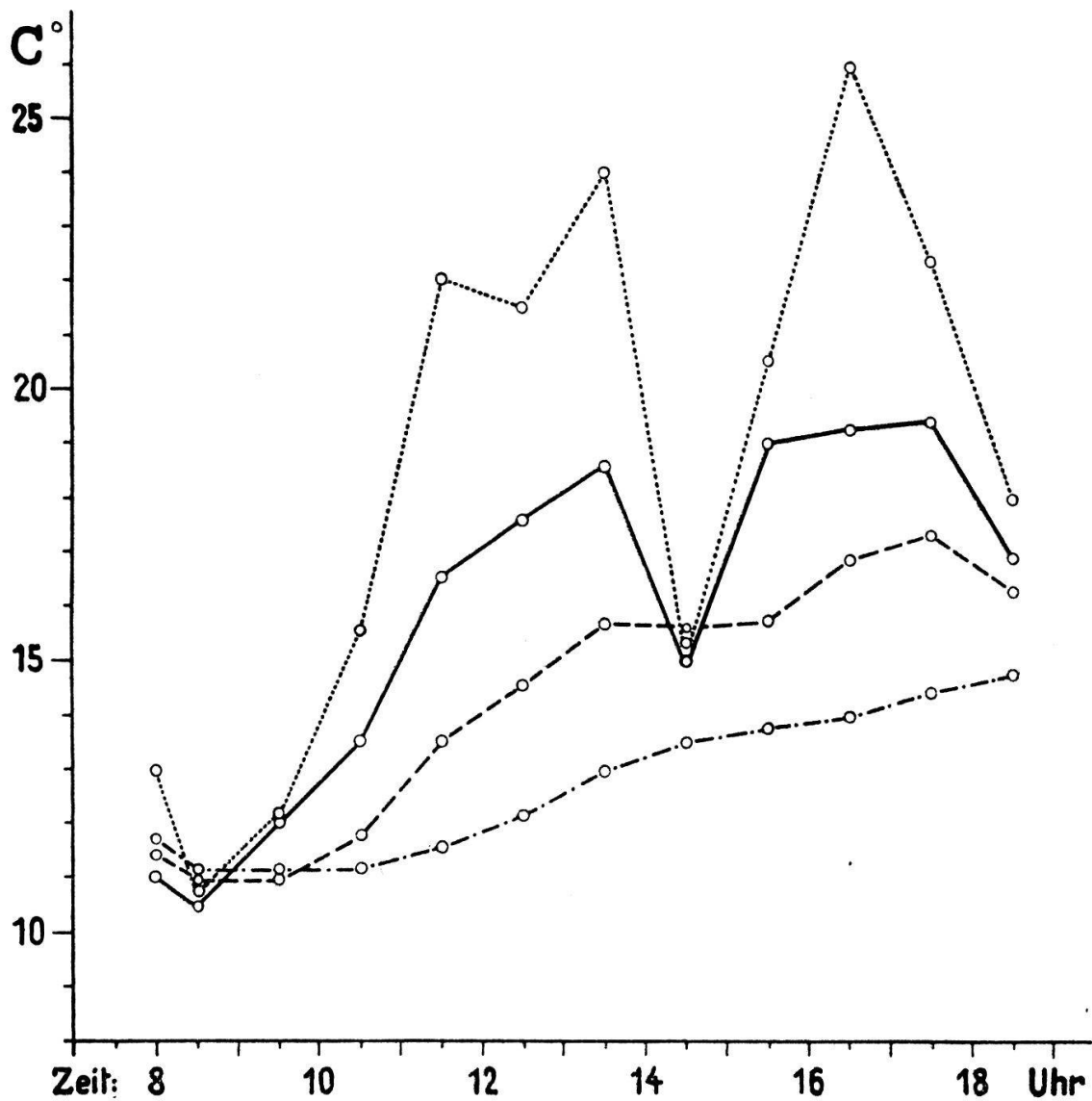


Abb. 9

Mikroklimatisches Höhenprofil am Jakobshorn (Davos). Zusammenstellung der Temperaturwerte für das Semperviretum. Erklärung der Zeichen siehe Abb. 7.

rasch ab, sind aber während des Tages noch in 10 cm Bodentiefe nachzuweisen. Die Windwirkung macht sich hier viel stärker geltend als in den andern Stationen und hebt in ihrer Wirkung auf die Temperatur die Wirkung der Sonnenstrahlung weitgehend auf, nicht nur in der Luft, sondern auch in den oberen Bodenschichten. Sie fördert dagegen die Verdunstung, die am größten wird, wenn sich Strahlung und Windwirkung verbinden.

So können wir beim vergleichenden Überblick sagen, daß das Rhodoretum-Vaccinietum eine mittlere Stellung einnimmt zwischen dem Fichtenwald mit einem ausgeglichenen Binnenklima und den Höhenstationen mit ihren ausgeprägten, kräftigen Extremen und kurzfristigen Schwankungen der klimatischen Werte.
