

Geländeklima und Vegetation im Bereich des Tappenkars (Hinteres Kleinartal, Salzburg)

Paul Heiselmayer

Einleitung

Das Hinteres Kleinartal mit dem Tappenkar ist ein traditionelles Untersuchungsgebiet der Salzburger Vegetationskundler.

Zahlreiche Arbeiten wurden darüber schon publiziert, die die Vielfalt der Strukturen der Vegetationsdecke oberhalb der Waldgrenze erfassen (HEISELMAYER, WAGNER). Bei dieser Arbeit sollen die Beziehungen zwischen Vegetation und Gelände- beziehungsweise Mikroklima genauer beleuchtet werden.

Als Teil einer umfassenden Arbeit werden Ergebnisse betreffend Vegetation, Temperaturverhältnisse, Ausaperung, Strahlungsgenuß, Luftfeuchte, Bodentemperatur und Evaporation an Hand eines Höhengradienten von der Talsohle des Tappenkars (1775 m) bis in den Bereich der Kammlagen dargestellt.

Untersuchungsgebiet

Das Tappenkar im Hinteren Kleinartal ist ein Hochtal eiszeitlicher Entstehung. Der darin gelegene Tappenkarsee entwässert nach Norden ins Kleinartal und liegt in einer Meereshöhe von 1767 m. Die umliegenden Gipfel und Grate erreichen Höhen zwischen 2100 m und 2433 m (Glingspitze). Gesteinsmäßig zählt der südliche Teil des Kares zur penninischen Decke mit hauptsächlich silikatischem Gesteinsmaterial und eingelagerten Kalkphylliten und Marmoren (SEEFELDNER 1961, TOLLMANN 1962). Das Klima des Gebietes ist subozeanisch bis subkontinental mit einem geschätzten Jahresniederschlag von 1700 mm bis 1900 mm (Obertauern: 1612 mm). Die Sommertemperaturen sind entsprechend der subalpinen und alpinen Lage kühl, nur das Juni-, Juli- und Augustmittel übersteigt 10° (interpoliert aus den Daten der benachbarten Stationen Obertauern und Untertauern nach HYDROGRAPHISCHER DIENST 1983). In weiterer Folge beziehen sich alle Untersuchungen auf den südlichen, silikatischen Anteil des Gebietes.

Vegetation

Das Untersuchungsgebiet liegt zur Gänze oberhalb der Waldgrenze und zeigt von der Talsohle aufwärts bis ca. 2100 m einen relativ gut ausgebildeten Zwergstrauchgürtel als *Rhododendro-ferruginei-Vaccinietum*, darüber kommt als zonale Vegetation auf den höheren Lagen ein Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) zur Ausbildung. Der Einfluß der Geländemorphologie führt zur Abänderung der zonalen Vegetation. In langen, schneebedeckten Mulden kommt es zur Ausbildung von Schneeböden (*Polytrichetum norvegici*, *Salicetum herbaceae*, *Luziletum alpino-pilosea*), auf windexponierten Kuppen zur Windkantengesellschaft (*Cetrario-Loiseleurietum*).

Unterhalb der Trogschulter (zwischen 1800 m und 1900 m) treten an feuchten Hangpartien Grünerlengebüsche (*Alnetum viridis*) und Hochstaudenfluren (*Adenostyletum*) auf. Auf der Trogschulter (oberhalb 1900 m) kommt es zum Austritt zahlreicher Quellen mit anschließender Flachmoorbildung (*Caricetum fuscae*).

Außerordentlich gravierend zeigt sich innerhalb aller Pflanzengesellschaften der Einfluß des Menschen mit seinen Weidetieren (hauptsächlich Rinder, weniger Pferde und Schafe). Der Almbetrieb hat im Tappenkar eine sehr lange Tradition und wird bis heute intensiv gepflegt (ca.

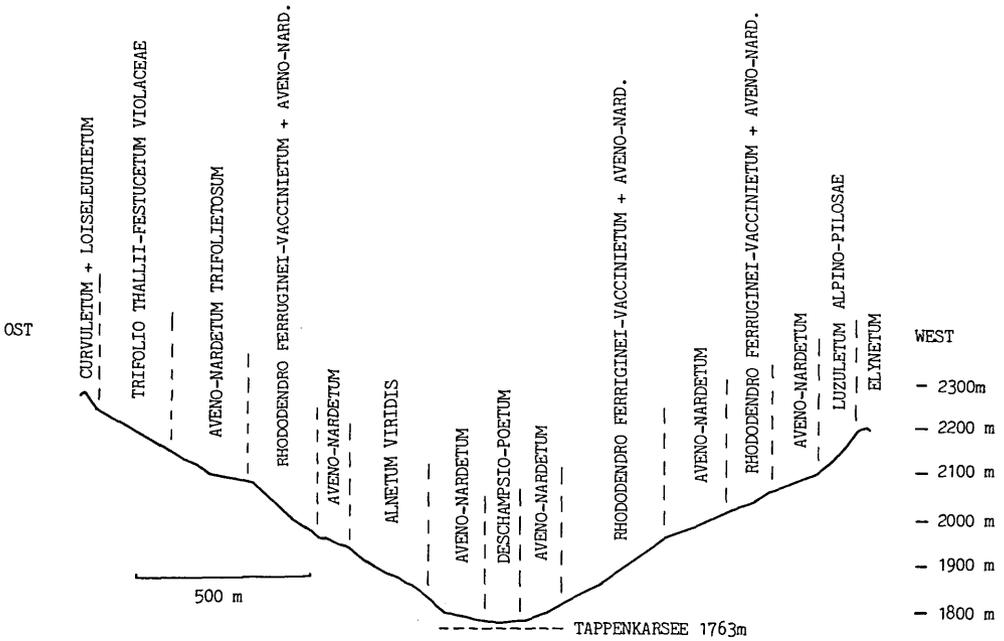


Abb. 1: Vegetationsverteilung entlang des Ost-West-Gradienten im Tappenkar.

150 bis 200 Tiere). Die natürliche Vegetation wurde daher fast durchwegs in Richtung Bürstlingrasen (meist *Aveno-Nardetum*) verändert (HEISELMAYER 1985).

Messungen entlang der Höhengradienten

Entlang des Höhengradienten südlich des Tappenkarsee, beginnend an der Talsohle in 1775 m Höhe bis zu den Gradlagen, zeigt sich das Mosaik von natürlicher und anthropogen veränderter Vegetation sehr deutlich (Abb. 1). Folgende Vegetationseinheiten treten teilweise miteinander eng verzahnt auf:

Rhododendro ferruginei-Vaccinietum

Alnetum viridis

Loiseleurietum

Curvuletum

Elynetum

Trifolio thallii-Festucetum violaceae

Luzuletum alpino-pilosae

Aveno-Nardetum

Aveno-Nardetum trifolietosum

Deschampsio-Poetum

Die Strauch- und Zwergstrauchgesellschaften sind an den geeigneten Hängen, wo das Weidevieh sich weniger häufig aufhält, gut entwickelt. Sie reichen als dichte Bestände von der Talsohle aufwärts bis knapp unter die Trogschulter. Die höherliegenden Bestände auf wenig geeigneten Flächen werden stark vom Bürstlingrasen oder einer Fettweide (*Deschampsio-Poetum*) durchsetzt. Nur in den höchsten Lagen kommt es zur Ausbildung eines *Curvuleturns* oder *Loiseleurietums*. An den nord- und nordostgeneigten Mulden ist ein *Luzuletum alpino-pilosae* als Schneebodenvegetation zu finden.

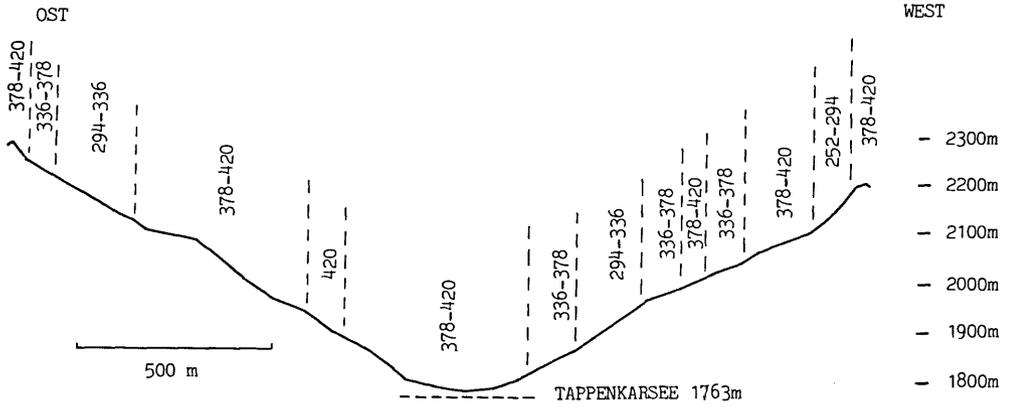


Abb. 2: Potentieller Strahlungsgenuß entlang des Ost-West-Gradienten im Tappenkar. Werte in KJ/ Vegetationsperiode.

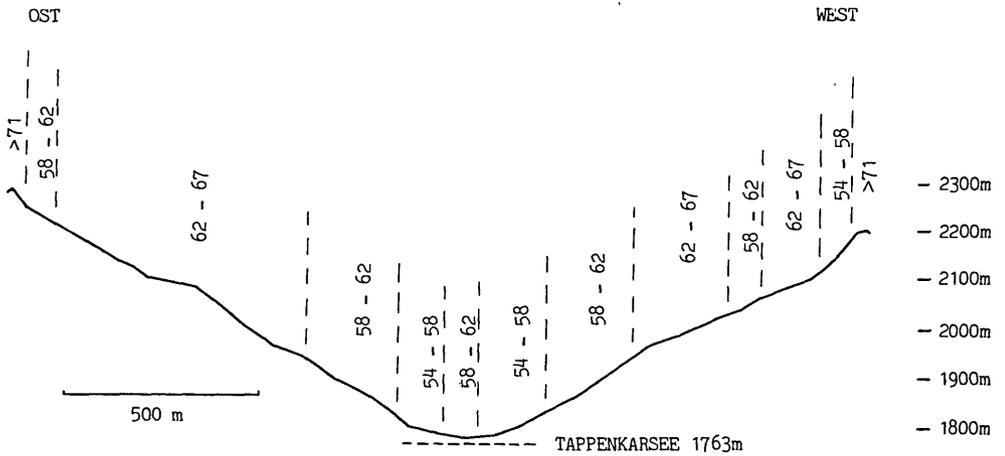


Abb. 3: Potentiell mögliche Sonnenscheindauer entlang des Ost-West-Gradienten im Tappenkar, Werte in % der effektiv möglichen Sonnenscheindauer.

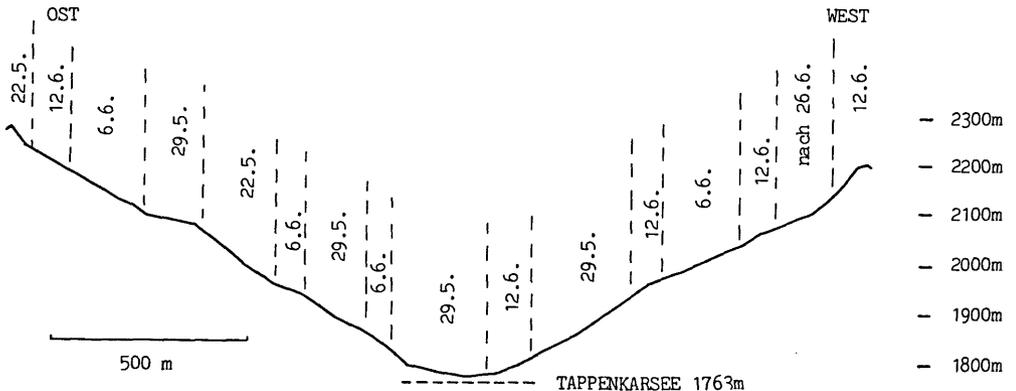


Abb. 4: Ausaperungstermine im Jahre 1979 entlang des Ost-West-Gradienten im Tappenkar.

Hand in Hand mit der deutlichen Vegetationsgliederung entlang des Gradienten läßt sich der Wärmegenuß der einzelnen Flächen verfolgen. Die Erfassung erfolgte mittels Besonnungsmessers nach MORGEN-LEISS. Mit Hilfe dieses modifizierten Neigungsmessers kann der Strahlungsgenuß direkt abgelesen werden. Berücksichtigt wird aber nur der Strahlungsgenuß während der Vegetationszeit (Sommerhalbjahr) (Abb. 2). Ebene und schwach geneigte südexponierte Hänge erhalten eine Energiemenge von 378—420 KJ. Stark geneigte und nordexponierte Hänge zeigen mit 252—294 KJ einen wesentlich geringeren Strahlungsgenuß (z. B. *Luzuletum alpino-pilosae*).

Ähnliche Beziehungen werden bei der Erfassung der Sonnenscheindauer mittels eines Horizontoscopes nach TONNE aufgezeigt. Hier wird die Beschattung durch die umliegenden Gipfel, Käme und Sättel registriert. Benachteiligt sind die Talniederungen, die eine Sonnenscheindauer von nur 50—60 % der effektiv möglichen erhalten (Abb. 3). Ähnliches gilt für steile nordexponierte Hänge, die sich häufig im Winterhalbjahr selbst beschatten. Die Gliederung des Talquerschnittes im Tappenkar zeigt die geringere Sonnenscheindauer auf den meisten Hängen unterhalb der Trogschulter, während die darüberliegenden Geländeteile, insbesondere die Gratlagen, eine Sonnenscheindauer von über 71 % aufweisen. Auch hier zeigt das Vorkommen des *Luzuletum alpino-pilosae* mit seiner Nordostexposition eine enge Beziehung zu geringer Sonnenscheindauer.

Die Ausaperung stellt im Hochgebirge einen wesentlichen ökologischen Faktor dar. Da dieser Vorgang reliefabhängig ist, können jedes Jahr ähnliche Muster in der Landschaft beobachtet werden. Spätes Ausapern führt daher zu einer Beschränkung der Vegetationszeit und zur Ausbildung einer Schneebodenvegetation. Die Erfassung der Ausaperungstermine erfolgte im Jahre 1979 durch regelmäßige Befliegung. Unterhalb der Trogschulter im Bereich der Zwergsträucher und Grünerlen werden die meisten Flächen schon im Mai aper (Abb. 4). Die Trogschulter selbst und die darüberliegenden Hänge sind zu dieser Zeit noch schneebedeckt, die Ausaperung setzt im Juni ein. Schneemulden wie unter dem Westgrat tragen noch im Juli eine Schneebedeckung. Deutlich ist der Unterschied zwischen dem ostschauenden Hang an der Westseite und dem westschauenden Hang an der Ostseite zu erkennen. Der westschauende Hang ist bei der Ausaperung deutlich begünstigt. Die Ursache liegt darin, daß die Sonne erst kurz vor Mittag diesen Hang erreicht, die Lufttemperatur gegenüber der morgendlichen Abkühlung schon stark erhöht ist und die Sonnenenergie zum Wegschmelzen des Schnees und nicht zur allgemeinen Erwärmung verwendet wird. Eine Situation, die für die ostschauenden Hänge nicht zutrifft.

Neben der flächenmäßigen Erfassung dieser klimatischen Faktoren wurden entlang des Gradienten 10 Meßstellen errichtet, die ein West-Ost-Profil durch das Kar legen. Während dreier aufeinanderfolgender Vegetationsperioden (Anfang Juli bis Ende September) konnten dabei die Temperaturen durch strahlungsgeschützt aufgestellte Temperaturschreiber (Thermoscript der Fa. GÖRZ) in Bodennähe (5 cm) registriert werden. Bei der Meßstelle 7 wurde zusätzlich eine Normstation (11) errichtet, um durch die in 2 m Höhe gemessenen Temperaturen einen Bezugspunkt zum übrigen Klimanetz zu erhalten (Abb. 5). Die Messung in Bodennähe wurde deshalb bevorzugt, um die tatsächlich auf die Vegetationsdecke einwirkende Temperatur zu dokumentieren und die dabei auftretenden Extremwerte zu erfassen. Die Einschränkung auf die Vegetationszeit war aus Gründen der Betreuung, des Auftretens von starken winterlichen Schneedrücken und von Lawinen gerechtfertigt. Die Höhenlage der einzelnen Meßstellen ist auf Abb. 6 ersichtlich.

Die Mittelwerte während der Meßperioden (5. Juli bis 22. September 1977—1979) schwanken zwischen 5,7° und 8,9° in Bodennähe (Abb. 7). Naturgemäß befinden sich die kühlest Punkte mit 5,7° und 6,2° unterhalb der Grate, die wärmsten mit 8,9° innerhalb der Grünerlenbüsche. Der Talboden ist etwas kühler als die Hanglagen, was auf die vorhandenen nächtlichen Inversionen zurückzuführen ist. Die Meßstelle 11 in 2 m Höhe zeigt einen höheren Wert (9,3°) als die am Boden errichtete Stelle 7 mit 8,3°. Dabei muß die Schwankungsbreite der einzelnen Extremtemperaturen mit berücksichtigt werden. Die mittlere Schwankung zwischen den Extrem-

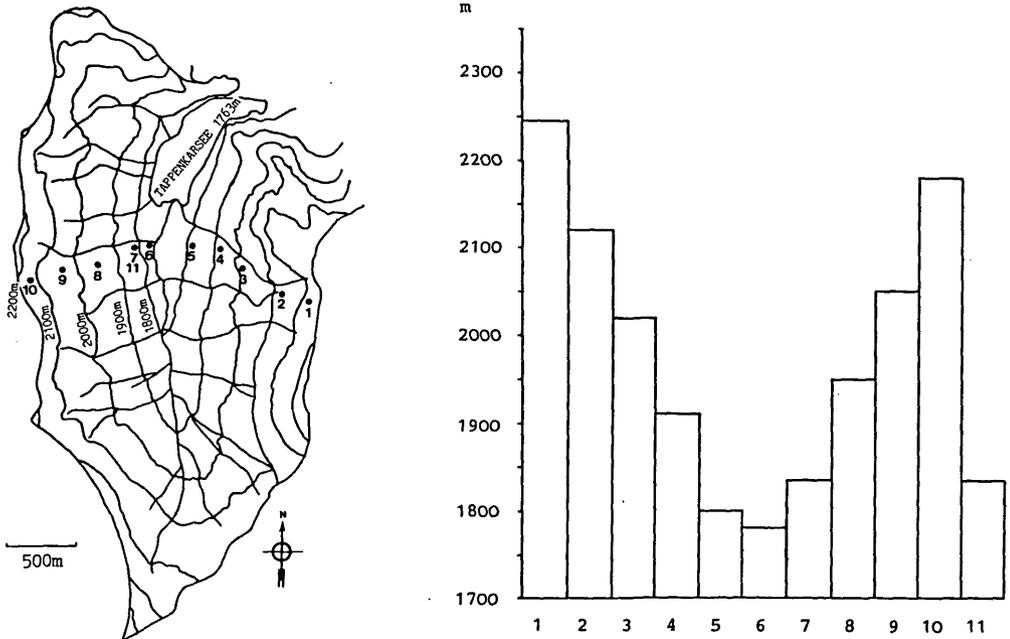


Abb. 5 u. 6: Lage und Höhenverteilung der Meßstellen

werten ist im Bereich der niederen Lagen mit $7,5^{\circ}$ bis über 8° besonders stark, in den höheren Regionen mit $6,3^{\circ}$ bzw. 7° deutlich geringer. In 2 m Höhe wurde mit $5,4^{\circ}$ die geringste Schwankung festgestellt (Abb. 8).

Die so erhaltenen Werte zeigen einige typische Erscheinungen. Die übliche Temperaturabnahme mit der Höhe tritt natürlich auch in der bodennahen Luftschicht auf. Der Temperaturverlauf in diesen Schichten ist aber wesentlich extremen Schwankungen unterworfen, die durch die unmittelbare Nähe der Strahlungsumsatzfläche bedingt sind. Die nächtliche Inversionslage am Talboden weist auf die „warme Hangzone“ hin. Die Temperaturabnahme mit der Höhe zeigt zwischen den einzelnen Meßpunkten unterschiedliche Werte, die besonders im Temperaturgradienten deutlich werden. (Abb. 9). Die flacheren Hangpartien weisen einen Temperaturgradienten zwischen $0,91^{\circ}$ und $1^{\circ}/100$ m auf, die steilen einen Gradienten zwischen $0,35^{\circ}$ und $0,54^{\circ}/100$ m. Im Mittel ist während der Vegetationsperiode beim reinen Osthang mit einem Gradienten von $0,65^{\circ}/100$ m, bzw. $0,68^{\circ}/100$ m bei Mittelung beider Hänge zu rechnen. TOLLNER 1950 erhielt einen vertikalen Temperaturgradienten zwischen Kolm-Saigurn (1600m) und Sonnblick (3106 m) von $0,67^{\circ}/100$ m als Mittelwert der Monate Juli bis September. Die Berechnung der Höhengradienten zwischen 1800 m und 2300 m nach TOLLNER ergibt $0,7^{\circ}/100$ m als Mittel der Sommermonate (für Normwetterhütte berechnet.) Die vom Tappenkar vorliegenden Werte bestätigen die berechneten Werte, werden aber durch lokale Geländegegebenheiten stark modifiziert.

Zusätzlich zu den geländeklimatischen Temperaturmessungen wurden während eines klimaökologischen Kurses am 19. Juli 1979 mikroklimatische Messungen durchgeführt, um entlang des Höhengradienten auch die Beeinflussung durch die Vegetation zu erfassen. Dazu wurden die Meßstellen 6, 7, 8, 9 und 10 herangezogen.

Das Wetter des Meßtages war heiter mit einem Regenschauer am Spätnachmittag. Gemessen wurden die Tagesgänge (9.00 Uhr bis 17.00 Uhr) von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte

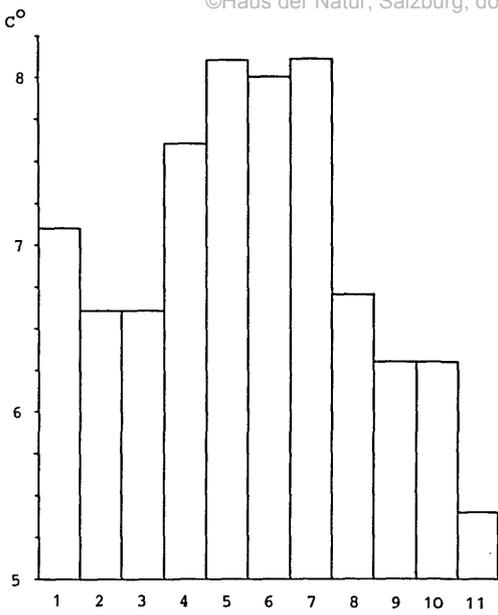


Abb. 7: 3-jähriges Temperaturmittel für die Monate Juli–September der Meßjahre 1977–1979.

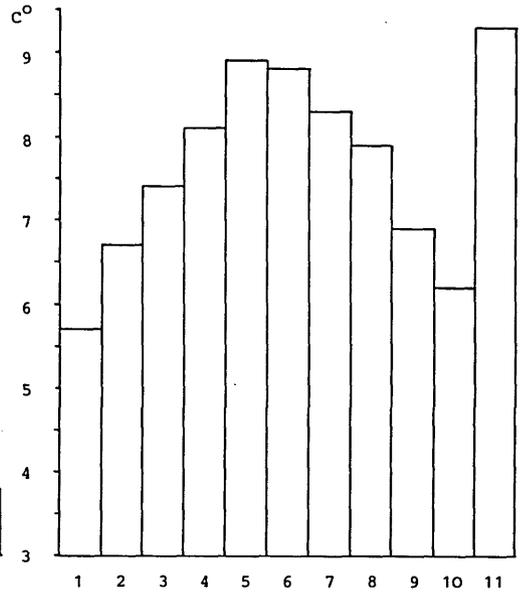


Abb. 8: Mittlere Schwankungen der Extremwertmittel während der 3-jährigen Meßperiode

(5 cm, 10 cm, 50 cm) mittels ASSMANN Aspirationspsychrometer, Bodentemperaturen (2 cm, 5 cm, 10 cm) und Bodenoberflächentemperaturen mittels Widerstandsthermometers und Evaporation (5 cm, 10 cm, 50 cm) mittels PICHE Evaporimeter (3 cm Ø, weiß).

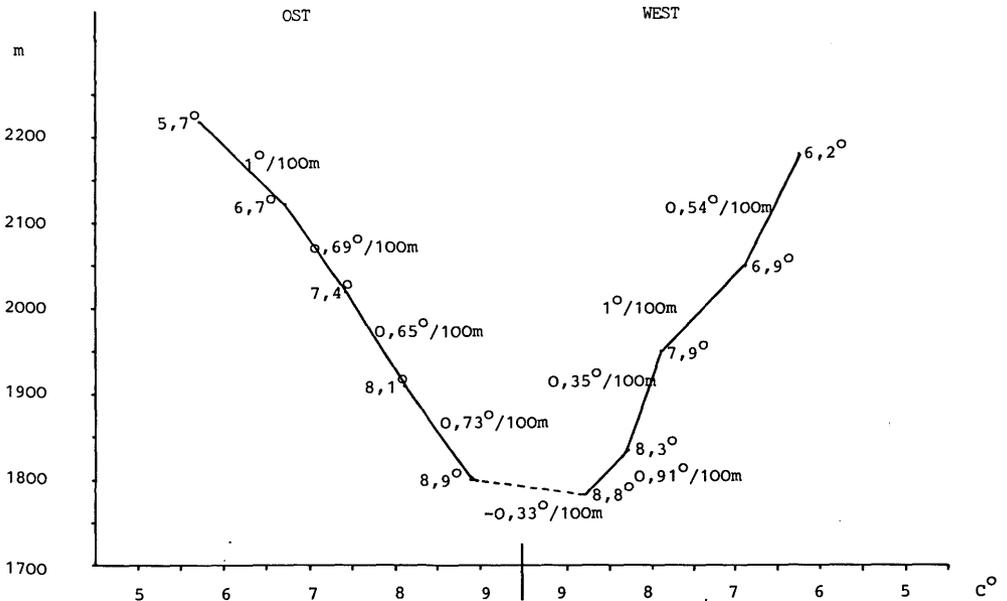


Abb. 9: Gemessene Temperaturhöhengradienten.

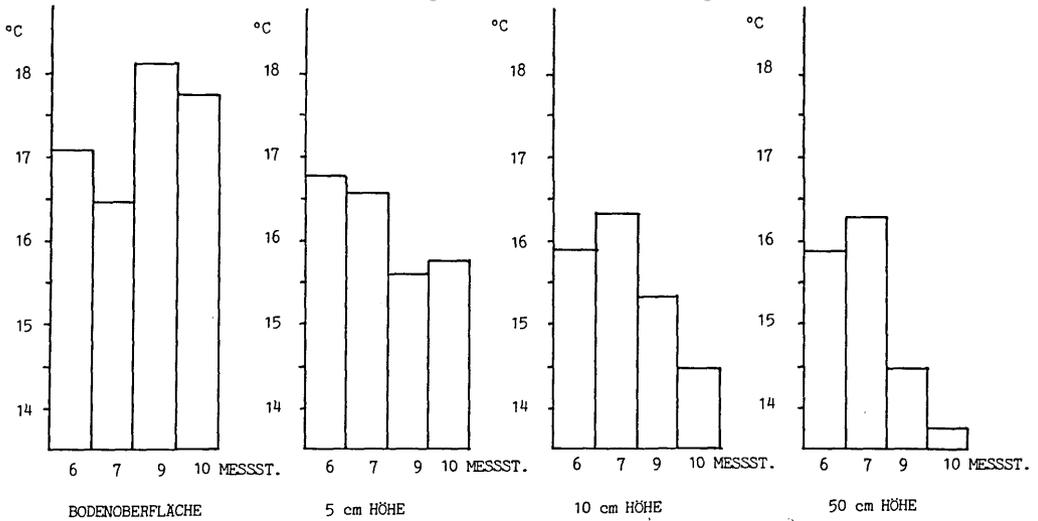


Abb. 10: Temperaturmittel einer Tagesmessung (19. 7. 1979, 9.00 Uhr bis 17.00 Uhr) für verschiedene Höhen.

Die Werte der Lufttemperaturen zeigen die prinzipielle Temperaturabnahme mit der Höhe und der Meereshöhe (Abb. 10). Folgende Besonderheiten sind erwähnenswert: Die Bodenoberflächentemperaturen der Messstellen 9 und 10 sind deutlich höher als die tiefer liegenden. Diese Erscheinung wird durch die frühe Besonnung der höheren Bereiche der ostschauenden Hänge hervorgerufen. Die unteren Hangpartien sind für die Erwärmung noch zu kurz besonnt (Horizontüberhöhung). Weiters zeigt die Messstelle 7 in 10 cm und 50 cm Höhe höhere Werte, was auf die windgeschütztere Lage zurückzuführen ist. Die Höhe der Vegetationsdecke fällt kaum ins Gewicht, da die Messstellen nur von einer niedrigen Krautschicht bedeckt waren.

Im direkten Zusammenhang dazu steht die relative Luftfeuchte (Abb. 11). Einzig die Messstelle 10, die in einer NO-exponierten Mulde mit schneeliebender Vegetation eingerichtet wurde, zeigt auch in 50 cm Höhe überdurchschnittlich hohe Werte, was sicherlich auf die große Durchfeuchtung des Bodens und den geringen Strahlungsgenuß zurückzuführen ist.

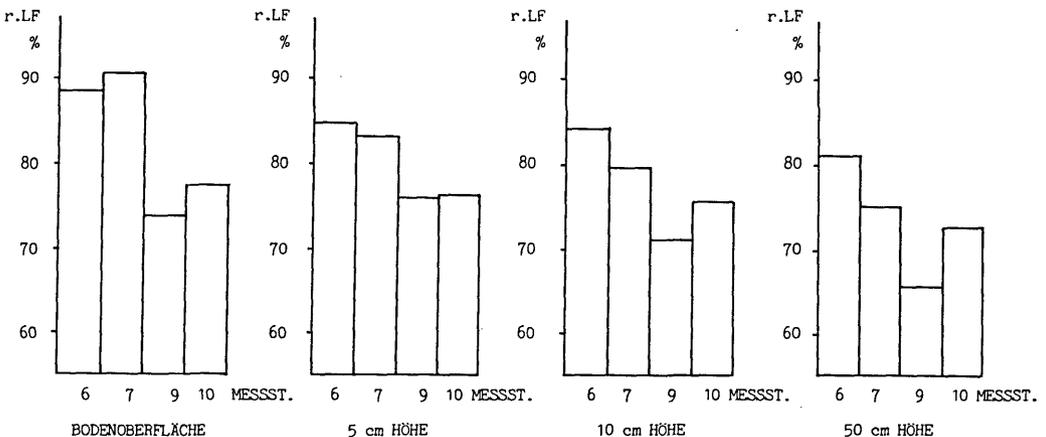


Abb. 11: Mittel der relativen Feuchtigkeit einer Tagesmessung (19. 7. 1979, 9.00 Uhr bis 17.00 Uhr) für verschiedene Höhen.

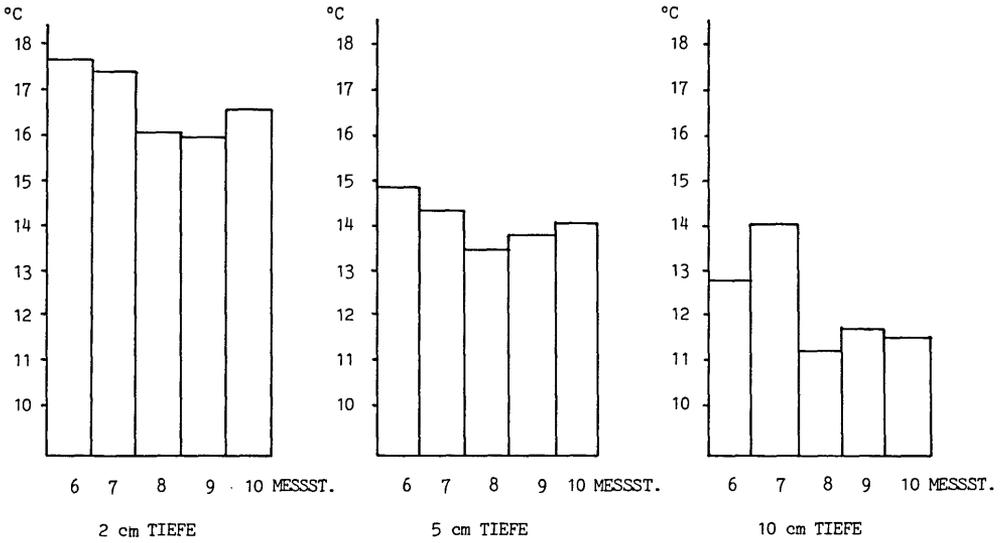


Abb. 12: Mittel der Bodentemperatur einer Tagesmessung (19. 7. 1979, 9.00 Uhr bis 17.00 Uhr) für verschiedene Tiefen.

Ebenfalls bezeichnend ist in diesem Verhalten die Bodentemperatur (Abb. 12). Neben der normalen Abnahme mit der Tiefe zeigt sich auch hier die Bevorzugung der oberen Hanglagen durch die frühe Besonnung in den Morgenstunden. Diese Auswirkung wird auch in Abb. 13 deutlich, welche den Temperaturgradienten zwischen 8.40 Uhr und 9.00 Uhr aufzeigt. Die Messstellen 9 und 10 zeigen in 2 cm Tiefe einen deutlich erhöhten Temperaturwert, der erst am späteren Vormittag von den anderen Messstellen erreicht wird.

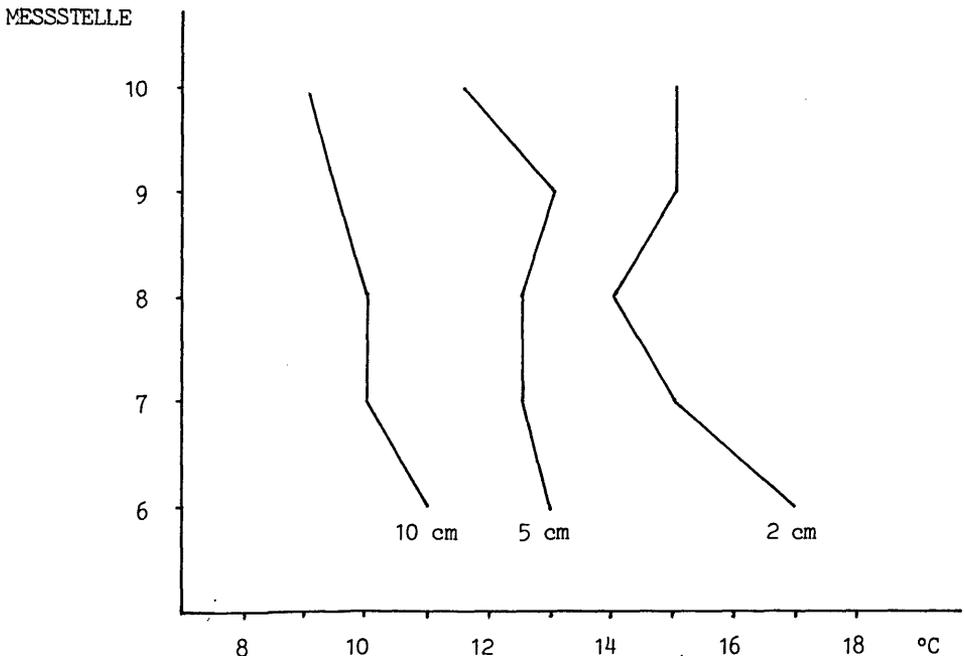


Abb. 13: Tiefengradienten der Bodentemperatur am 19. 7. 1979 zwischen 8.40 Uhr und 9.00 Uhr.

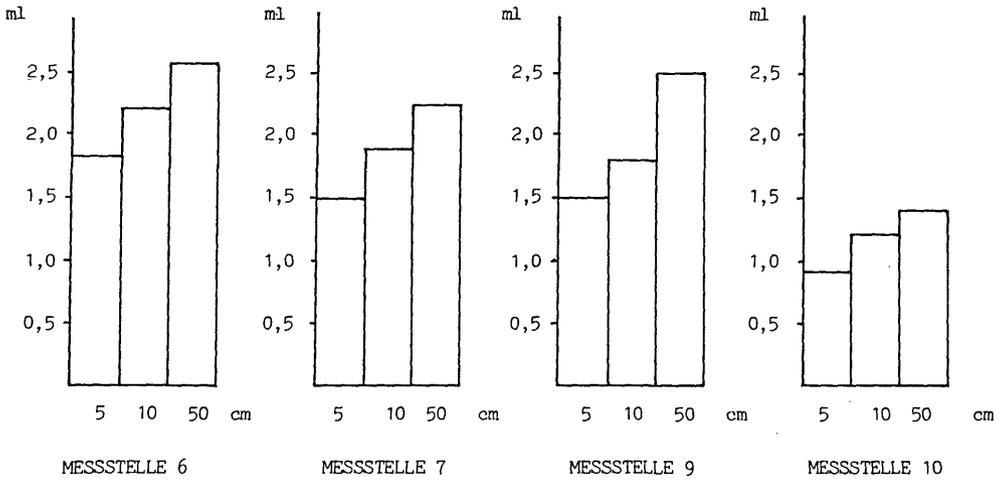


Abb. 14: Evaporationsmittel einer Tagesmessung (19. 7. 1979, 9.00 Uhr bis 17.00 Uhr) für verschiedene Höhen.

Die Evaporation (Abb. 14, Abb. 15) zeigt den Einfluß der Vegetationsdecke sehr deutlich. Die bodennahen Bereiche weisen eine wesentlich geringere Verdunstung auf als in 50 cm Höhe. Sowohl die vorhandene Bodenfeuchte als auch die Evapotranspiration der Pflanzen sind dafür verantwortlich. Auch zeigt die hochgelegene Meßstelle 10 in allen Meßhöhen nur die Hälfte der Evaporationswerte als die Meßstelle 6 im Talgrund.

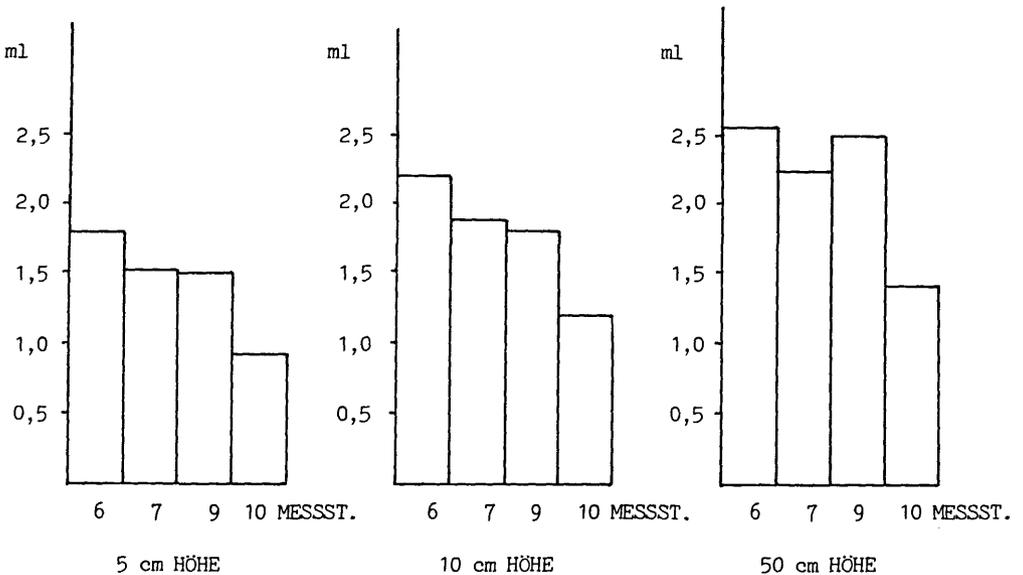


Abb. 15: Höhengradient der Evaporation in verschiedenen Meßhöhen am 19. 7. 1979, 9.00 Uhr bis 17.00 Uhr.

Zusammenfassung

Die Untersuchung zeigt sehr deutlich die Veränderung der klimatischen Faktoren in einem stark reliefbetonten Gelände. Neben den unterschiedlichen Meereshöhen, die vor allem in Veränderungen der Temperatur, Luftfeuchte und Verdunstung zu bemerken sind, wirken besonders unterschiedliche Hangneigungen und Expositionen modifizierend auf Klima und Vegetation. Diese Tatsachen sind in ihren Grundzügen zu erwarten, doch zeigen genauere Untersuchungen Einzelheiten, die nur durch direkte Messungen erfaßt werden können.

Literatur

- HEISELMAYER, P., 1982: Die Pflanzengesellschaften des Tappenkars (Radstädter Tauern). — *Stapfia* 10, 161-202.
- HEISELMAYER, P., 1985: Zur Vegetation stark beweideter Gebiete in den Radstädter Tauern (Hinteres Kleinartal, Salzburg). — *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 123: 247-262.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1983: Die Niederschläge, Luft- und Wassertemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971—1980. — Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien: 364S.
- KÄMPFERT, W. und MORGEN, A., 1952: Die Besonnung: Diagramme der solaren Bestrahlung verschiedener Lagen. — *Zeitschr. f. Met.*, 6: 138-146.
- LEISS, C.: Der Besonnungsmesser Morgen-Leiss. — Druckschrift Nr. 61, Carl Leiss, Berlin.
- SEEFELDNER, E., 1961: Salzburg und seine Landschaften. Eine geographische Landeskunde. — Salzburg/Stuttgart, 573 S.
- TONNE, F., 1954: Besser Bauen mit Besonnungs- und Tageslichtplanung. — Hoffmann, Schorndorf, 1. Text 41 S., Abb. und Kurven 16 S.
- TOLLMANN, A., 1962: Das Westende der Radstädter Tauern (Tappenkarberge). — *Mitt. d. Geol. BA in Wien*, 55: 85-126.
- TOLLNER, H., 1950: Das Salzachtal vom Ursprung bis Golling. Klimatische Beschreibung. — In: *Öst. Wasserkraftkat., Salzach I (Ursprung bis Paß Lueg)*. Landesmin. f. Handel und Wiederaufbau, Wien.
- WAGNER, H., 1972: Das Tappenkar. — *Universonum* 3: 92-95.

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Doz. Dr. Paul HEISELMAYER
Universität Salzburg
Institut für Botanik
Hellbrunner Straße 34
A-5020 Salzburg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen aus dem Haus der Natur Salzburg](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Heiselmayer Paul

Artikel/Article: [Geländeklima und Vegetation im Bereich des Tappenkars \(Hinteres Kleinarlal, Salzburg\). - In: GEISER Elisabeth, Salzburg \(1987\), Naturwissenschaftliche Forschung in Salzburg. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Mag. Eberhard Stüber, Direktor des Hauses der Natur und Landesumweltanwalt. Berichte aus dem Haus der Natur in Salzburg X. Folge Teil A. 114-123](#)