

MESSPROBLEME UND INSTRUMENTAR EINER
KLIMA-ÖKOLOGISCHEN FREILANDSTATION

Measuring Problems and Equipment of a Climatic-
Ecological Field Station

Problèmes du mesurage et de l'équipement d'une
station climato-écologique au terrain

Проблемы измерения и набор инструментов климатическо-экологической полевой станции

von

E. PRUTZER und G. CERNUSCA

EINLEITUNG

Die Oberfläche eines Gebirges ist mannigfach gestaltet. Seine orographische Gliederung nach Aufwölbung und Einwalmung, nach schmalen oder breiten Einschnitten und Erhebungen läßt die vielfältigsten Unterschiede im Kleinklima, im Pflanzenkleid und des Bodens entstehen.

Diese Tatsache muß der Mensch berücksichtigen, wenn er in das Gefüge der Landschaft eingreift: gleichgültig, ob dies naturausnützend oder restaurierend erfolgt. Denn nicht nur Unterschiede als solche sind vorhanden, sondern auch ein kompliziertes Wechselspiel gegenseitiger Abhängigkeit und Beeinflussung dieser landschaftsprägenden Bestandteile macht sich bemerkbar. Je höher und steiler wir aber im Gebirge steigen, umso stärker sind die wirkenden Kräfte, umso größer und mosaikartiger gestalten sich die räumlichen Differenzierungen.

I. AUFGABENSTELLUNG

Schwierigkeiten in Wiederaufforstungen an der Waldkrone machten eine intensive Beschäftigung mit den verwickelten Gegebenheiten der Subalpinzone unumgänglich. Die Erforschung dieses Gebietes in vegetationskundlicher, bodenkundlicher und klimatologischer Hinsicht unter dem Begriff Geländeökographie zusammengefaßt - wurde zur Hauptaufgabe der Innsbrucker Außenstelle der Forstl. Bundesversuchsanstalt (ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN 1961). Neben Versuchen mit Verwehungsbauten (J. BERNARD 1964), der kartographischen Erfassung von Vegetation (H. M. SCHIECHTL 1961) und Boden (I. NEUWINGER und A. CZELL 1959) sowie der Klimafaktoren, die ihre immer wiederkehrenden Figuren oder Linien ins Gelände legen, nämlich der Schneedecke beziehungsweise der Sonnen-Schattengrenzen (H. FRIEDEL 1961 b, 1964), muß insbesondere das Klima untersucht werden, in dem sich das Leben der Forstpflanzen abspielt.

Es ist dies die bodennahe Luftschicht, die ganze Grenzschicht zwischen Boden, seiner Oberfläche und der Lufthülle darüber einschließlich der periodisch eingelagerten Schneedecke. Das Klima dieser Schichte ist mit dem von den Meteorologen für normal aufgenommenen nicht identisch. Im Gegensatz zu den Eigenschaften der freien Atmosphäre spielen vor allem die Beschaffenheit des Untergrundes und der Oberfläche und hier wieder der Bewuchs eine ausschlaggebende Rolle. Überwiegend bestimmend erweist sich hier also das Mikroklima im Gegensatz zum "synoptischen" Makroklima.

Dieses Kleinklima im Bereich der heutigen Waldgrenze zu erforschen, wurde im Rahmen der Gesamtaufgabe einer Freilandstation zugeteilt, die im hintersten Ötztal, bei Obergurgl, vor über einem Jahrzehnt begründet wurde. Schon nach kurzer Zeit mußte erkannt werden, daß die ursprünglich nach forstmeteorologischen Gesichtspunkten arbeitende Versuchsanlage den gestellten Anforderungen in bioklimatischer Hinsicht nicht genügte. So wurde in den letzten Jahren ein neuer Typ von Freilandstation entwickelt, der das bioklimatische oder - wie wir es zutreffender nennen wollen - das klimaökologische Moment in den Vordergrund der Beobachtung stellt.

Dazu mußten allerdings Forderungen erfüllt werden, deren technischen Lösung große Schwierigkeiten entgegenstanden. Es gab noch keine Vorbilder und eine Neuentwicklung verschiedener Meßgeräte mußte eingeleitet werden. Nach dem Konzept H. FRIEDELs (1961 a) konnten von diesem selbst, G. CERNUSCA und dem Verfasser aus Idee, wechselwirkender Anregung, Gestaltung und Ausführung Meßgeräte und Einrichtungen geschaffen werden, die das Klima eines Standortes so erfassen, wie es die Vegetation auch wirklich erlebt.

Damit ist für unsere Zwecke das Klima nicht die Gesamtheit von Mittel- und Extremwerten irgendwelcher meteorologischer Faktoren, sondern der Ausdruck von Ansprüchen der Pflanzen an das Klima und der Beanspruchung derselben durch das Klima. Die räumliche Verteilung von Wärme- und Feuchtgehalt, die Gefahren etwa der Überhitzung oder Übernässung, also die ökologischen Funktionen eines Standortes, sollen aufgezeigt werden. Diese sind aber mit langjährigen meteorologischen Beobachtungen und der Mittelbildung ihrer Meßwerte allein nicht zu erhalten. Denn sowohl die Ansprüche als auch die genannten Beanspruchungen der Pflanzenwelt erfolgen durch ganz verschiedene Witterungen, die sich wiederum mit ihren Auswirkungen ganz verschieden im Gelände verteilen. Ähnlich, wie F. FLIRI (1962) für die Klimabilddung das dynamische Element in seiner "Wetterlagenkunde von Tirol" herausarbeitet, sollen bei uns ökologisch wichtige Wetterlagen-Unterschiede Berücksichtigung finden.

Ein weiteres Erfordernis klimaökologischer Untersuchungen ergibt sich aus der Tatsache, daß in der Beziehung Pflanze Umwelt sonst klimatisch vielleicht bedeutungslose Fakten unter bestimmten Umständen lebensentscheidend werden können. D. h. die Einflußmöglichkeiten des Klimas auf die junge Forstpflanze soll in messenden Beobachtungen möglichst vollständig enthalten sein. Somit ist der synthetischen Vorgangsweise in der Erfassung von Klimabestandteilen gegenüber der analytischen der Vorzug zu geben. Es ist letzten Endes der Pflanze gleichgültig, ob sie durch diese oder jene gleichsinnig wirksamen Einzelfaktoren des Kleinklimas zu einer bestimmten Reaktion bewogen wird, wichtiger ist, ob die Gesamtursache diese Reaktion an sich auslöst. Berücksichtigt man dies jedoch konsequent, so wird man vielfach nur mit Hilfe von Relativmaßen Unterscheidungen treffen können, die physikalisch zwar weniger definierbar sind, dafür aber ökologisch den erforderlichen Aussagewert besitzen.

II. DIE EINRICHTUNG EINER KLIMA - ÖKOLOGISCHEN FREILANDSTATION

A. Allgemeiner Aufbau

Aus diesen Überlegungen ergaben sich zwei grundlegende Erkenntnisse, denen im Aufbau einer klima-ökologischen Freilandstation entsprochen werden mußte:

- 1) Für die verschiedenen Faktorenwert-Verteilungen im Gelände je nach Wetterlage wurde das Prinzip der Sortierung angewandt.

- 2) Dem Klima-Erleben der Vegetation am Standort wurde an Stelle der Elementarfaktorenmessung eine Komplexfaktorenmessung mit Hilfe von standardisierten Meßkörpern zugeordnet.

Mit der Sortierung stellten sich zwei weitere Forderungen ein. Zunächst die weitgehende Automatisierung der Gesamtlage. Es muß nämlich zum Vergleich mit anderen Klimastationen zugleich über ganze Kalenderstrecken summiert werden und hiezu wären Aufnahme und Auswertung ohne Automatisierung personell undurchführbar gewesen. Als Beispiel einer Automatisierung sei in diesem Zusammenhang auch ein meteorologisches Gerät angeführt: Der Terminwert-Summierer (Abb. 1). Es ist dies ein Thermo-Hygrograph, bei dem die Trommel elektromechanisch zu den meteorologischen Terminen (7, 14, 21 Uhr) in Drehung versetzt wird. Entsprechend dem jeweiligen Temperatur- und Feuchtwert werden eine bestimmte Anzahl an elektrischen Impulsen abgegeben, die in Zählwerken gespeichert werden. Diese Summen - Zählerstände - ergeben in einem Umrechnungsvorgang Celsiusgrade bzw. Feuchteprozente. Je nach Ableseintervall können Tages-, Wochen- oder Monatsmittel unmittelbar gebildet werden (E. PRUTZER und G. CERNUSCA 1964 a).

Des weiteren war die Entwicklung eigener Testgeräte erforderlich, die eine Sortierung überhaupt erst ermöglichen. Es entstanden die sogenannten Wetterfaktoren - Meldegeber, kurz Melder genannt.

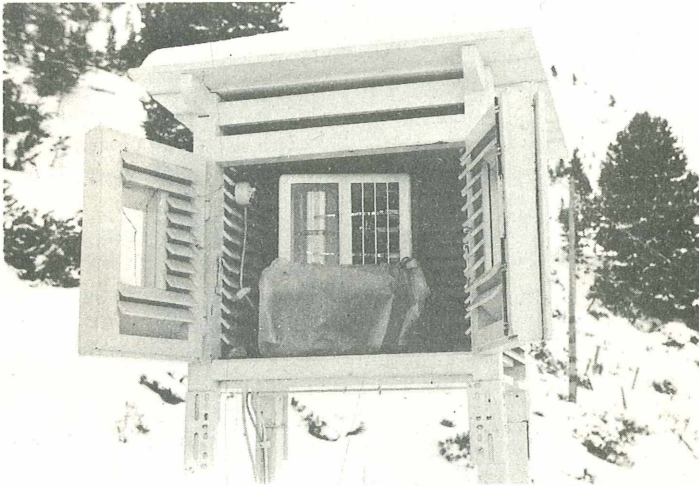


Abb. 1: Der Terminwert-Summierer in der Wetterhütte auf der Basis der Station. Die Plastikhülle schützt die elektromechanische Einrichtung unterhalb des Thermohygrographen vor Trieb-
schnee.

B. Meßinstrumentar

Die meßtechnische Einrichtung der Station umfaßt die Geräte im Gelände und die Apparaturen in den Meßhütten. Auf der einen Seite der elektrischen Leitungen befinden sich die Geber, auf der anderen die (Meßwert-) Nehmer. Die Geber sind genormte Körper, die einen Standort mit dem anderen zu vergleichen erlauben. Die Nehmer sind verschiedenartig gebaute Meß- und Auswertegeräte, die die Daten der einzelnen Geber sehr unterschiedlich verarbeiten. Die Geräte im Gelände verteilen sich auf solche, die auf einem Bezugspunkt, der Stationsbasis und jene, die an den verschiedenen Meßstandorten, dem Meßnetz installiert sind.

Wir verwenden zweierlei Geber:

- a) die bereits erwähnten Melder und
- b) die ökologischen Meßgeber, Messer, welche die Faktorengrößen der Umwelt in Impulsform umwandeln, in Zählwerken einspeisen oder der Zeit nach geordnet registrieren.

Die Abbildungen 2 4 zeigen die Melder für Windrichtung, Windstärke, Niederschlag und Benetzung am Windgerüst in 10 m Höhe, den Strahlungsbilanz- und den Benetzungsmelder in Bodennähe. Diese Melder leiten im Ablauf des Wettergeschehens Schaltvorgänge ein oder unterbrechen dieselben. Sie halten den Beginn und das Ende eines klimatischen Zustandes oder das Über- und Unterschreiten beliebig gewählter Schwellen eines meteorologischen Faktors der Uhrzeit nach fest. Einige der Melder lassen sich sowohl auf der Basis als auch im Meßnetz einsetzen, wie zum Beispiel der Benetzungsmelder mit seiner Tau-, Reif- oder Regenmeldung. Als ökologischer Messer zeigt er die vergleichbare Zeitdauer an, während der die ihn umgebende Vegetation naß oder trocken ist (Abb. 4).

Um den Standort hinsichtlich des Wärmehaushaltes zu kennzeichnen, werden als ökologische Messer sogenannte Erwärmungskörper (Abb. 5) verwendet. Es sind dies genormte Standardkörper mit einheitlicher Wärmekapazität und Albedo, die die relative Vergleichbarkeit verschiedener Standorte untereinander gewährleisten. Der Wasserhaushalt auf der Ausgabeseite über der Bodenoberfläche wird durch die Verdunstung an wassergesättigt gehaltenen porösen Körpern (Abb. 6) gemessen. Diese ebenso standardisierten Körper funktionieren auch während des Niederschlages, da ihre Oberfläche mit porösem Hartwachs genormter Albedo überzogen ist. Die Einnahmeseite im Wasserhaushalt soll unmittelbar als Saugmenge

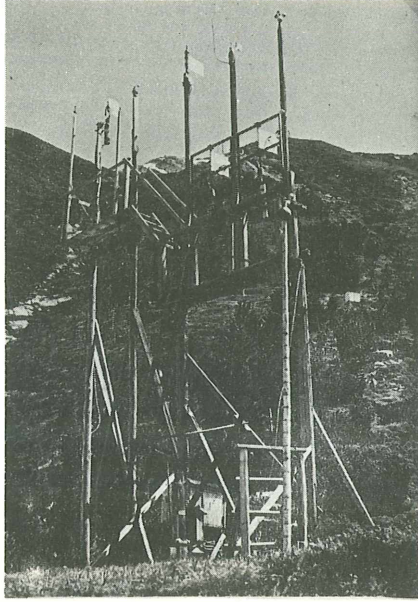


Abb. 2: Von links nach rechts die Melder für: Benetzung, Niederschlag, Windstärke und Windrichtung, dazu im Vergleich ein üblicher Windrichtungs- und Windstärkegeber.

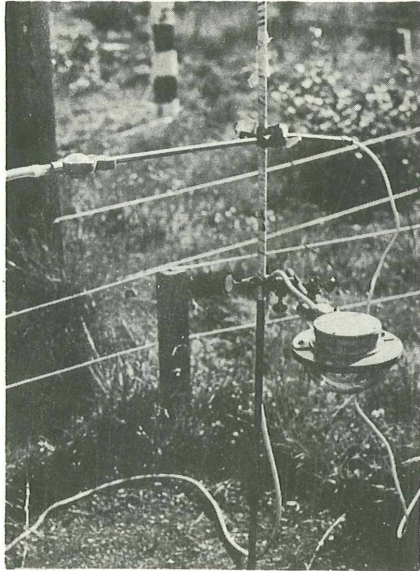


Abb. 3: Der Strahlungsbilanzmelder, darunter ein Sternpyranometer zur Albedomessung;

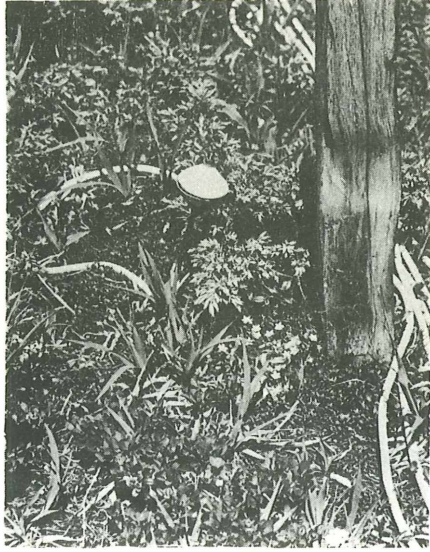


Abb. 4: Der Benetzungsmelder in Bodennähe zur Bestimmung des Taufalles.

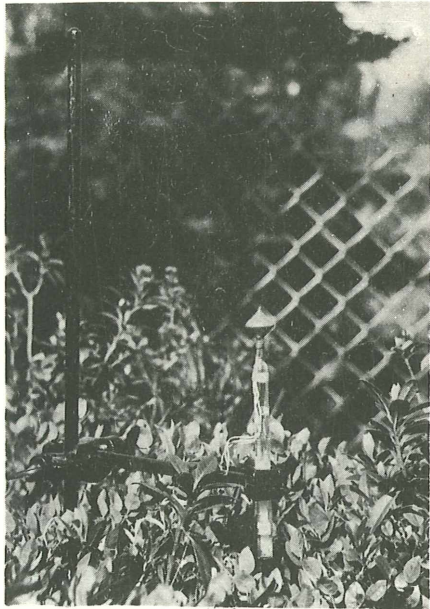


Abb. 5: Der standardisierte Erwärmungskörper über Rhododendro-Vaccinietum. Unter dem graugefärbten Doppelkegel befindet sich auf verspiegeltem Glas der Platin - Meßdraht (50 Ohm).

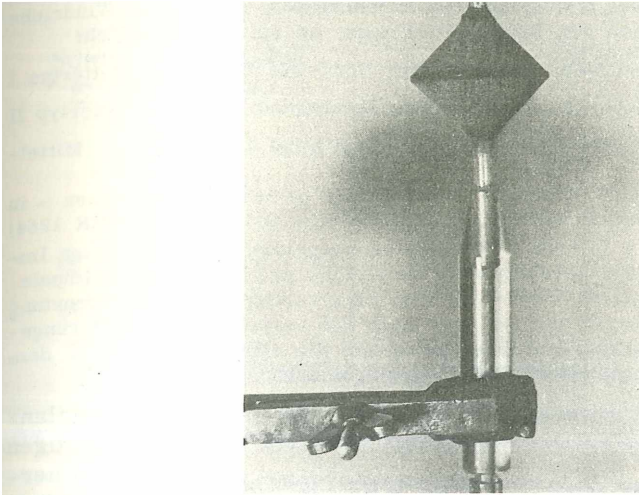


Abb. 6: Der Verdunstungskörper, der im Innern einen porösen Kieselgurkörper besitzt und außen mit einer porösen Hartwachs-hülle umgeben ist. Der Überlaufstutzen ist für gewöhnlich mit einem Wattepfropfen verschlossen.

eines porösen Körpers erfaßt werden, indem der Körper dem Boden Wasser entzieht oder umgekehrt. Die Messung der Wassermengen bei den Saugkörpern ist durch Vorversuche wohl abgeklärt worden, doch bis heute noch nicht voll realisierbar. Dasselbe gilt für alle ökologischen Messer, die den Niederschlag vektoriell messen, den Niederschlagsabsatz am Boden erfassen, die Konvektions- und Advektionsströme der Luft getrennt zu summieren erlauben u. a.

III. BESONDERE MESSMETHODEN

A. Die Sortierung nach Witterungs- elementen

Wie geht nun eine Sortierung von Meßwerten mit Hilfe von Meldern vor sich?

Über Relais - Einrichtungen werden die aus dem Meßstellennetz im Gelände laufend angelieferten Werte in der Art sortiert, daß je nach Über- oder Unterschreitung von bestimmten Schwellenwerten des gemeldeten Faktors die Meßwerte getrennt gezählt oder registriert werden.

Ein Beispiel: Ein Windstärkemelder auf der Basis erhält die Schwelleneinstellung von 5m/sec. Bei einer Windgeschwindigkeit von über 5m/sec. werden Meßwerte aus einem Gelände-Standort - etwa die eines Erwärmungskörpers - in das Zählgerät A, bei kleineren Geschwindigkeiten in das Zählgerät B eingespeist.

Werden mehrere solcher Melder kombiniert, so läßt sich ein Witterungstyp, eine Wetterklasse bilden, die ihrerseits einer bestimmten Wetterlage entspricht.

Nehmen wir die drei Melderfaktoren Sonnenschein, Regen und Windrichtung zur Erfassung etwa von Nord-Wetterlagen, so setzen wir gleich:

Sonnenschein ja, Regen nein, Windrichtung Nord-Quadrant ja Wettertyp I

Sonnenschein nein, Regen ja, Windrichtung Nord-Quadrant ja Wettertyp II

Sonnenschein nein, Regen nein, Windrichtung Nord-Quadrant ja Mittelwetter.

Wird nun im Gelände etwa die Verdunstung gemessen und werden in Form eines neuen Meßverfahrens (G. CERNUSCA und E. PRUTZER 1964) je 5mm^3 verdunstetes Wasser 1 Zählimpuls ausgelöst, so wird dieser Impuls je nach der gerade herrschenden Wetterlage in einen anderen Impulszähler gespeichert werden. Es erfolgt also eine Sortierung der Verdunstung nach Wetterklassen. Damit werden aber auch die verschiedenen Witterungseinflüsse in ihrer verschiedenen Auswirkung auf die einzelnen Standorte dem Zwecke entsprechend und ausreichend gekennzeichnet.

Eine einfache Sortierung, nur nach dem Faktor Strahlungsbilanz geordnet, zeigt Abb. 7. Das Verhalten von drei verschiedenartigen Meßgebern, einem Standard-Erwärmungskörper, einem Glimmer-Platin-Thermometer und einem Hartglas-Thermometer, am Südwest-Einhang einer Lawinenbahn (Abb. 8) wird bei Schön- und Schlechtwetter miteinander verglichen. Der Standard-Körper und das Glimmer-Platin-Thermometer befanden sich in der obersten Blattschichte einer Heidelbeerheide, der Hartglasmeßkörper war in der Bodenoberfläche eines Besenheide-Standortes eingebracht.

Die Messungen erfolgten in 2.100 m Höhe, knapp oberhalb der aktuellen Waldgrenze im Bereich der Versuchsanlage Obergurgl/Ötztal, Tirol.

Als Meßwert-Nehmer wurde eine Temperaturimpuls-Summieranlage mit der Anschlußmöglichkeit von zwölf elektrischen Thermometern (50 Ohm Platindraht) verwendet (Abb. 9). Der jeweilige Meßwert wird auf der Skala der Kreuzspul-Meßeinrichtung entsprechend dem Ausschlagwinkel des Zeigers mittels einer Lichtzelle abgetastet. Der Kreisbogenlänge, also der Skalenbreite, ist eine bestimmte Anzahl von elektrischen Impulsen zugeordnet, von denen jeweils soviel in einem Zählwerk gespeichert werden, als dem Meßwert zukommt. Dieser wird durch die Kreisbogenlänge des eingeschlossenen Winkels zwischen der Zeigerausgangsstellung und dem Zeigerstand der gemessenen Temperatur in einer Weise wiedergegeben, daß zugleich die Meßwerte linearisiert werden. Auch hier kann man über Umrechnungstabellen Tages-, Wochen- oder Monatswerte erhalten (E. PRUTZER und G. CERNUSCA 1964 b).

Man sieht auf der Abbildung 7 jeweils links der Wetterlage-Angaben die gemittelten Summenwerte über den betreffenden Zeitraum bei positiver Strahlungsbilanz, rechts jenen bei negativer. Dazwischen ist der daraus gebildete Mittelwert, der zur Kontrolle noch extra mitgezählt wurde.

SORTIERUNG nach STRAHLUNGSBILANZ

SCHÖNWETTERLAGE
15. - 26. Sept. 1961

SCHLECHTWETTERLAGE
7. - 9. Oktober 1961




Gemittelte Summenwerte / °C							
	+	Mittel	-		+	Mittel	-
	33,9	19,2	10,5	<i>Vaccinietum</i>	16,3	12,3	11,5
	20,9	9,8	3,2	oberste Blattschicht	5,6	2,9	2,4
	29,6	13,7	4,2	<i>Callunetum</i>	11,2	6,2	5,2
				Bodenoberfläche			

Abb. 7: Meßwerte der Sortierung nach Strahlungsbilanz. Die Signaturen links außen bedeuten von oben nach unten: Erwärmungskörper, Glimmer-Platin-Thermometer, Hartglas(Platin-)thermometer.



Abb. 8: Der Südwest - Einhang der "Blaikenrinne", diagonal im Bild verlaufend, mit den einzelnen verpflockten Meßstandorten. Die Holzkästchen sind als Meßkabel-Verteiler eingerichtet.

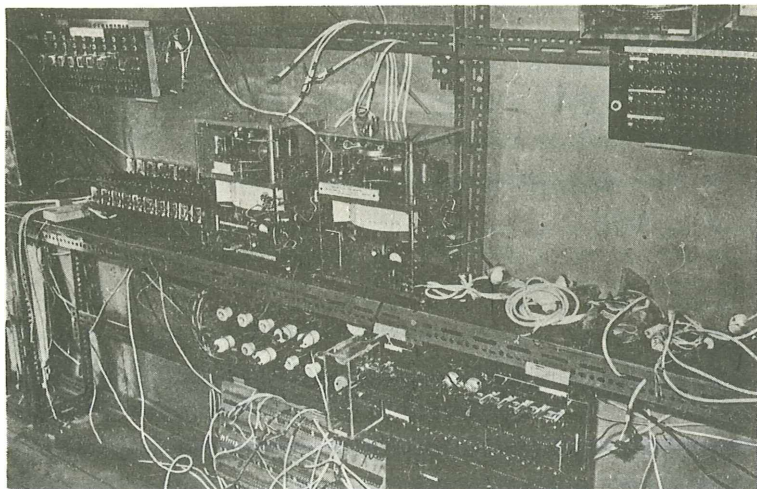


Abb. 9: Zwei Temperaturimpuls - Summieranlagen, bestehend aus den Meßwerken in den Plexigehäusen und den Zähler-Einrichtungen in der rechten unteren Bildfläche.

Es war zu erwarten, daß der Standardkörper bei positiver Strahlungsbilanz an Schönwettertagen den höchsten Wert aufzeigt: fast 15°C über dem des Mittelwertes. Auch an Schlechtwettertagen weist er die höchsten Werte auf. Ganz besonders wird dies mit dem zum Vergleich exponierten Glimmer-Platin-Thermometer ausgedrückt, das nahezu strahlungsunempfindlich ist und die Lufttemperatur ohne Bezug zur Pflanze wiedergibt. Das Hartglasthermometer widerspiegelt gut die extremen Temperaturverhältnisse an der Bodenoberfläche: an Schönwettertagen ist die Temperaturdifferenz zwischen den Werten bei positiver und negativer Strahlungsbilanz über 25°C und auch noch bei Schlechtwetter 6° .

Wir vermerken, daß allein schon die Sortierung nach der Strahlungsbilanz beträchtliche Unterschiede zwischen den Werten der negativen und positiven Seite zeigt, diese im Hochsommer noch zu gefährlichen Größen anwachsen und die jungen Forstpflanzen schädigen können. Die normalen Mittelwerte sagen darüber nichts aus. Freilich muß bei Sortierungen auch noch auf Extremwerte Bedacht genommen werden. Zum Zeitpunkt der vorliegenden Untersuchungen war die Extremwertbildung im Zusammenspiel mit der Sortierung jedoch noch unzulänglich entwickelt.

B. Die Registrierung von Faktoren- Schwellenwerten

Faktorenmeldungen werden sowohl für Sortierungen verwendet als auch an sich registriert. Es geschieht dies mit dem Schwellenwert-Zeitmarkenschreiber, auch Wetterstreckenschreiber genannt (Abb. 10), von dem auf Abb. 11 ein Registrierpapierabschnitt zu sehen ist. Der Schreiber hat Anschlußmöglichkeiten für 20 Melder. Wir registrierten auf den Valenzen 1, 3, 5, 7, 9, 11 und 13 Sonnenschein- bzw. Lichtschwellenwertmeldung, Strahlungsbilanz-, Benetzungs- (hier als Taumeldung verwendet), Hangwindrichtungsmeldungen sowie eine Temperaturdifferenzmeldung darüber, ob die Bodenoberfläche gegenüber der unmittelbaren Luftschicht darüber wärmer ist oder umgekehrt. Die Lettern stellen den Beginn und das Ende von Meldungen fest. Mit der Spitze des Dreieckes ist die Zeit abzulesen.

Was hier dargestellt ist, sind bereits gemittelte Ein- und Austrittszeiten aus einem 32-tägigen Beobachtungszeitraum, vom 15. September bis 16. Oktober 1961. Natürlich lassen so kurzfristige Beobachtungen noch nichts Grundlegendes aussagen, aber einige Hinweise für künftige Untersuchungen werden trotzdem gebracht.

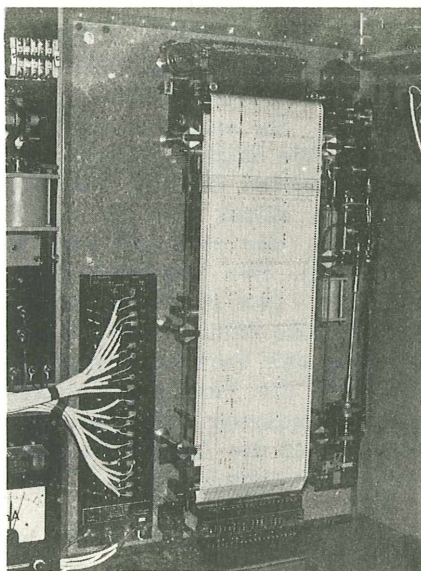


Abb. 10: Der Wetterstreckenschreiber mit der Zeitmarken - Registrierungseinrichtung.

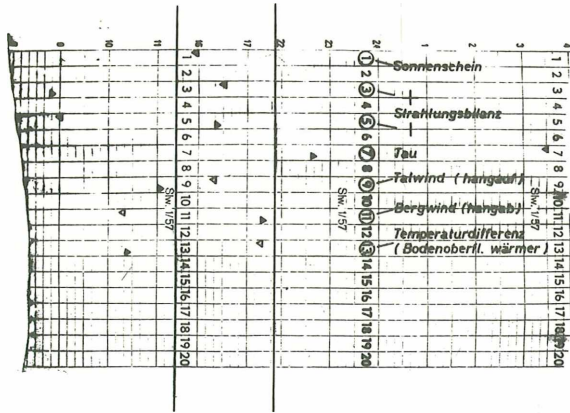


Abb. 11: Zeitmarken von Sonnenschein, Strahlungsbilanz, Tau, Hangwinden und Temperaturdifferenz auf einem Streifenabschnitt des Wetterstreckenschreibers.

So fällt auf, daß die positive Strahlungsbilanz eine Viertel Stunde vor dem Sonnenscheinbeginn eintritt, bei Bewölkung - auf der Abbildung nicht zu sehen - sogar bis zu 1 1/2 Stunden vor dem mittleren Zeitpunkt des Sonnenaufganges. - Die insgesamt 10 Tau Nächte erbrachten einen mittleren Taubeginn von 22 Uhr 45 und ein Ende um 3 Uhr 26. Der früheste Taufall ergab sich hiebei um 18 Uhr 46 (15. September), die späteste Auftrocknung erfolgte um 8 Uhr 45 (22. September). Die längste ununterbrochene Tauzeit betrug 11 Stunden und 48 Minuten (21./22. September). - Der Talwind (Hangaufwind) setzt im Mittel nach 11 Uhr ein und dauert bis 16 Uhr 15, einem Zeitpunkt, der etwa mit dem Ende der positiven Strahlungsbilanz übereinfällt. Der Bergwind (Hangabwind) hingegen setzt erst um 17 Uhr 25 ein. Das Hangwindssystem ruht beim Richtungswechsel jeweils rund eine Stunde. Das ist also die Zeitspanne, in der sich die Luftmassen der Vertikalströmungen die Waage halten und während der sich die Temperaturumwandlung im Gefälle zwischen Auftragung und Niederung vollzieht. Mit dem Anfang des Bergwindes wird nämlich auch die Lufttemperatur über der Bodenoberfläche wärmer (Val. 13), das heißt, der Boden beginnt seine Wärme abzugeben.

Zweifelsohne sind solche Erkenntnisse nicht nur allgemein sondern im besonderen auch für das Standortsklima von Wert, denn mit den Zeitpunkten oder Schwellenwerten von Beginn und Ende

bestimmter Wetterfaktoren wird auch die Sortierung gelenkt, die bei verschiedenen Wetterlagen die Gefahren für die Forstpflanzen im Gelände erkennen läßt.

IV AUSBLICK

Eine klima-ökologische Freilandstation hat über den engeren Zweck einer klimatischen Standortserforschung auch noch eine andere wichtige Aufgabe zu erfüllen. Genauso wie heute die vielgestaltigsten Gegebenheiten und Zustände kartographisch dargestellt und solcherart Dokumentation und weitere Arbeitsgrundlage sinnvoll vereint werden, soll auch die klima-ökologische Freilandforschung nach dieser Richtung hin streben. Das Festhalten von Schnee-Aperlinien und der Sonnen-Schattengrenzen bedeutet bereits den Beginn einer ökologischen Klimakartographie. Wenn nun Klimawerte einer nach ökologischen Gesichtspunkten arbeitenden Station mit Isochionen und Isofoten korreliert werden, so ist der Weg zu einem weiteren Ziel beschritten: zur Kleinklimakarte (H. FRIEDEL 1964).

Die Zusammenschau von Klima-, Vegetations- und Bodenkarte, ergänzt und vervollständigt durch Erkenntnisse auf den Gebieten der Baumphysiologie, Biologie des Bodens und der Steuerung von Schneeablagerung mittels Verbauung ergeben Ausgangspunkt und Grundlage für wirkungsvolle Maßnahmen in der Aufforstung von Hochlagen.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Ötztal in Tirol, nahe von Obergurgl, wurde in den letzten Jahren eine Beobachtungsstation aufgebaut, die die klima-ökologischen Verhältnisse der subalpinen Zone, insbesondere jene im Bereiche der Wald- und Baumgrenze abklären soll. Mühevoll und zeitraubend gestaltete sich die instrumentelle Entwicklung der Stationseinrichtung, weil eine entsprechendes Vorbild fehlte.

Im Hinblick auf Aufforstung ist das Kleinklima eines Standortes so zu erfassen, wie es die heranwachsende Forstpflanze aufnimmt.

So erweist sich

- 1) die Messung von Komplexfaktoren des Klimas im Gegensatz zu Einzelfaktoren - mittels standardisierter Meßkörper und
- 2) die Sortierung der Meßwerte nach Wetterlagen als zweckmäßig.

Die Sortierung erfolgt mit Hilfe eigener Wetterfaktoren-Schwellenwertmelder, wobei über Relaiseinrichtungen die Meßwerte aus den einzelnen Standorten im Gelände je nach Wetterlage von verschiedenen Meßgeräten verarbeitet werden.

Mit der Sortierung ergibt sich zwangsläufig auch die Notwendigkeit einer weitgehenden Automatisierung der Gesamtstation. Neuartige Summiergeräte und Zählanlagen sind entstanden.

Ein Beispiel für eine Sortierung nach Strahlungsbilanz unter anderen in Verbindung mit einem Standard-Erwärmungskörper sowie ein Beispiel für eine Schwellenwert-Zeitmarkenregistrierung mit verschiedenen Wetterfaktoren-Meldern vermitteln die Arbeitsweise einer klima-ökologischen Freilandstation.

Eine weitere Aufgabe solcher biologisch ausgerichteter Station besteht darin, kartenmäßig vorliegende Vegetationsverteilungen kausalanalytisch zu untersuchen und das Ergebnis in Form von Kleinklimakarten zu fixieren.

S U M M A R Y

In the Oetztal, Tyrol, near Obergurgl, an observatory was built up during past years for clarifying the climatic-ecological conditions of the subalpine zone, especially those of the timberline belt. The development the Station's of equipment with the necessary instruments proved to be troublesome and time-consuming due to the lack of an adequate model.

With a view to afforestations, the microclimate of a site has to be recorded the same way as the growing-up forest responds to it. Thus it proves adequate:

- 1) to measure complex factors of climate - rather than individual factors by means of standardized gauges, and
- 2) to assort the measured values according to atmospheric conditions.

Assorting is done with the aid of special weather-factor threshold-value recorders by processing the measured values from the individual sites in the field through relay devices by various measuring instruments according to atmospheric conditions.

Assorting involves necessarily the need for an extensive automation of the whole station. Up-to-date summing and counting devices have been created.

An example of an assortment according to radiation balance i. a. combined with a standard heat recorder as well as an example of a threshold-value and time record with various weather factor recorders illustrate the functioning of a climatic-ecological field station.

A further task of such a biologically oriented station consists in studying vegetation patterns by causal analysis as revealed by maps, and plotting the result in the form of microclimatic maps.

R É S U M É

Dans l'Oetztal au Tyrol, près d'Obergurgl, on a construit ces dernières années un Observatoire dans le but d'éclaircir les conditions climato-écologiques de la zone subalpine, surtout celles du périmètre de la limite des forêts et des arbres. Il a fallu beaucoup de travail et de temps pour équiper l'observatoire en instruments physiques nécessaires par suite du manque total d'un modèle équivalent.

En vue des reboisements, il faut saisir le microclimat d'une station tel que le plant forestier le perçoit au cours de son développement. Ainsi il s'avère utile:

1^o de mesurer des facteurs complexes relatifs au climat au lieu de facteurs isolés au moyen d'instruments standardisés, et

2^o d'assortier les données du mesurage selon les situations atmosphériques.

Le triage se fait à l'aide d'appareils enregistreurs spécialisés pour les valeurs seuils des facteurs atmosphériques. Par la voie de dispositifs à relais, les données du mesurage pour les différentes stations au terrain sont traitées, selon la situation atmosphérique, par divers instruments de mesurage.

Le triage entraîne forcément la nécessité d'une automatisation poussée de l'ensemble de l'Observatoire. Des appareils modernes d'enregistrement de valeurs seuils et de repérages du temps illustrent le fonctionnement d'une station climato-écologique au terrain.

Une autre tâche de ce type de station orientée vers la biologie consiste à soumettre à l'analyse causale les distributions de la végétation démontrées par les cartes et à en fixer le résultat sous forme de cartes microclimatiques.

Р Е З Ю М Е

В Эцтале в Тироле, около Обергургеля, в последние годы была построена наблюдательная станция, которая должна выяснить климатически - экологические условия субальпийской зоны, особенно таковые в области границы леса и древесной растительности. Много труда и времени потребовало инструментальное развитие оборудования станции, ввиду отсутствия соответственного образца.

Имея в виду лесоразведение следует схватывать микроклимат места произрастания так, как это воспринимает подрастающее лесное насаждение. Целесообразным оказывается

- 1) измерение комплексных факторов климата - в противоположность отдельным факторам - посредством стандартизированных и измерительных приборов и
- 2) сортировка измерительных ценностей соответственно погоде.

Сортировка происходит при помощи особого метеорологическо-факторного сигнализатора величины порога, причём через релейное оборудование расрабатываются измерительные ценности из отдельных местоположений на территории, смотря по синоптическому положению с разных измерительных приборов.

Из сортировки неизбежно вытекает и необходимость широкой автоматизации все станции в целом. Возникли новые типы суммирующих приборов и счётных оборудований.

Метод работы климатическо - экологической полевой станции передают пример сортировки по радиационному балансу, между прочим в связи со стандартно-нагревающим веществом и пример регистрации метки времени для величин порога с разными сигнализаторами синоптических факторов.

Дальнейшая задача таких станций, имеющих целью биологические исследования, состоит в каузально-аналитическом исследовании картографических данных распределения вегетации и фиксирование результатов в виде микроклиматических карт

LITERATURVERZEICHNIS

- BERNARD J. 1964: Verwehungsbauten im Dienste von Lawinenvorbeugung und Aufforstung
Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Heft 66.
- CERNUSCA G. und PRUTZER E. 1964: Eine Verdunstungsmeßanlage mit elektronischer Zählung und Registrierung der Wassermenge (in Vorbereitung).
- FLIRI F. 1962: Wetterlagenkunde von Tirol
Tiroler Wirtschaftsstudien, 13. Folge, Innsbruck 1962
- FRIFDEL H. 1961 a: Hochlagen Aufforstung
Veröffentl. d. Mus. Ferdinandeum Innsbruck, Band 41, S. 1 32
- FRIFDEL H. 1961 b: Schneedeckenandauer und Vegetationsverteilung im Gelände
Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Heft 59, S. 317 370
- FRIFDEL H. 1964: Kleinklima Kartographie
Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Heft 66.
- NEUWINGER I. und CZELL A. 1959: Standortsuntersuchungen in subalpinen Aufforstungsgebieten. I. Teil: Böden in den Tiroler Zentralalpen
Forstw. Cbl. 78. Jg. (11/12), S. 327-372
- ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung
Teil I, Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Heft 59, 1961
- PRUTZER E. und CERNUSCA G. 1964 a: Ein Thermohygrograph mit elektrischer Fernübertragung der Meßwerte (im Druck)
- PRUTZER E. und CERNUSCA G. 1964 b: Neue Meßverfahren zur Erfassung von Klimaelementen mittels Zählimpulsen (in Vorbereitung)
- SCHIECHTL H. M. 1961: Die Vegetationskartierung im Rahmen der Wiederbewaldungsprobleme in der subalpinen Stufe
Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Heft 59, S. 21 32

Anschrift der Verfasser:

Dr. E. Prutzer und Ing. G. Cernusca, beide
Forstliche Bundesversuchsanstalt,
Außenstelle für subalpine Waldforschung
Innsbruck, Rennweg 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: [66_1965](#)

Autor(en)/Author(s): Prutzer E., Cernusca Georg

Artikel/Article: [Messprobleme und Instrumentar einer Klima-Ökologischen Freilandstation 33-52](#)