

DIE ENTWICKLUNG MOBILER KLEINSTATIONEN FÜR FORSTÖKOLOGISCHE STANDORTSERKUNDUNG ZUR WIEDERBEWALDUNG VON HOCHLAGEN

Der Lochstreifeneinsatz an der Waldgrenze

Georg CERNUSCA

Einleitung

Die klimaökologischen Messungen der Außenstelle für subalpine Waldforschung in Innsbruck begannen in Obergurgl/Poschach 1953 und erfuhren seit ihrem Anlaufen mehrere Verbesserungen. Die ökologischen Untersuchungen in der subalpinen Stufe bis zum Jahre 1962 wurden in einer Zusammenfassung dargestellt (HAMPEL 1963).

Von 1953 – 1960 erfolgte die Registrierung der Daten durch Schreiber. Um die mühsame Auswertung dieser Methode zu umgehen, wurde ab 1960 nach Idee und Konzept von H. FRIEDEL eine Anlage gebaut, welche erstmals Wetterlagen bereits vorsortiert erfassen sollte (FRIEDEL, 1961 a und b, 1962, 1964).

Schon bald wurden vom Verfasser Überlegungen angestellt, auf welche Weise mobile Meßeinheiten mit Batteriebetrieb und einer elektronischen Datenauswertung über einen Computer zu realisieren wären.

Im Meßgelände der Freilandstation Obergurgl konnten hierfür sehr wertvolle Erfahrungen aus den hier stationär aufgestellten Geräten gesammelt werden.

Da die Entwicklung der heutigen mobilen Station ihren Anfang in Obergurgl nahm, soll die Freilandstation mit ihrem Instrumentar in einer Abbildung, die noch nicht veröffentlicht wurde, gezeigt werden.

Um darzulegen, aus welchem Grunde, die Entwicklung einer mobilen Station notwendig war und warum die in Obergurgl angewendeten Meßverfahren weiter verbessert, oder durch neue, dem heutigen Stand der Technik angepaßte Geräte (Lochstreifenmaschinen) ersetzt werden mußten, soll zunächst das dort angewandte Meßkonzept H. FRIEDEL'S (1961 a) von der technischen Seite her beschrieben werden.

1. Die Freilandstation Obergurgl/Poschach

Dem Meßkonzept lagen zwei Forderungen zugrunde:

1. Die Meßwerte sollten nach Wetterlagen sortiert werden.

2. Der Klima–Einwirkung auf die Vegetation am Standort entsprechend, sollten an Stelle der Elementarfaktoren, Komplexfaktoren mit Hilfe von standardisierten Meßkörpern erfaßt werden.

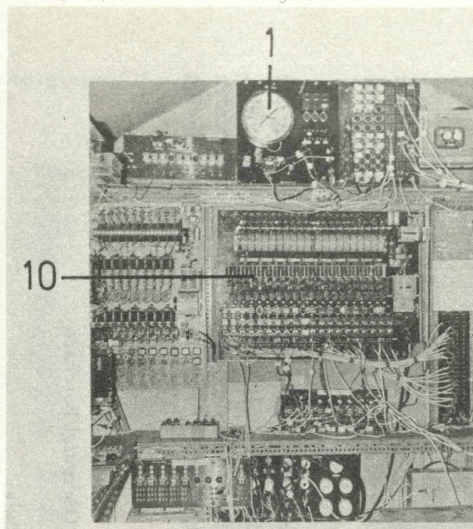
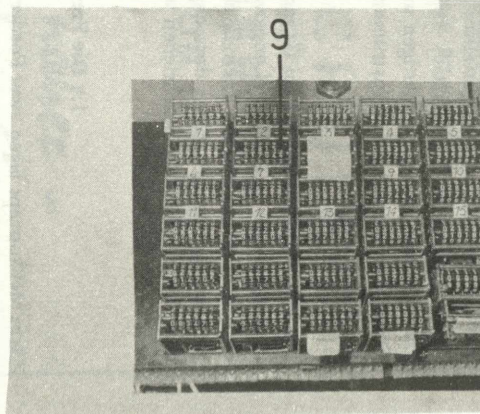
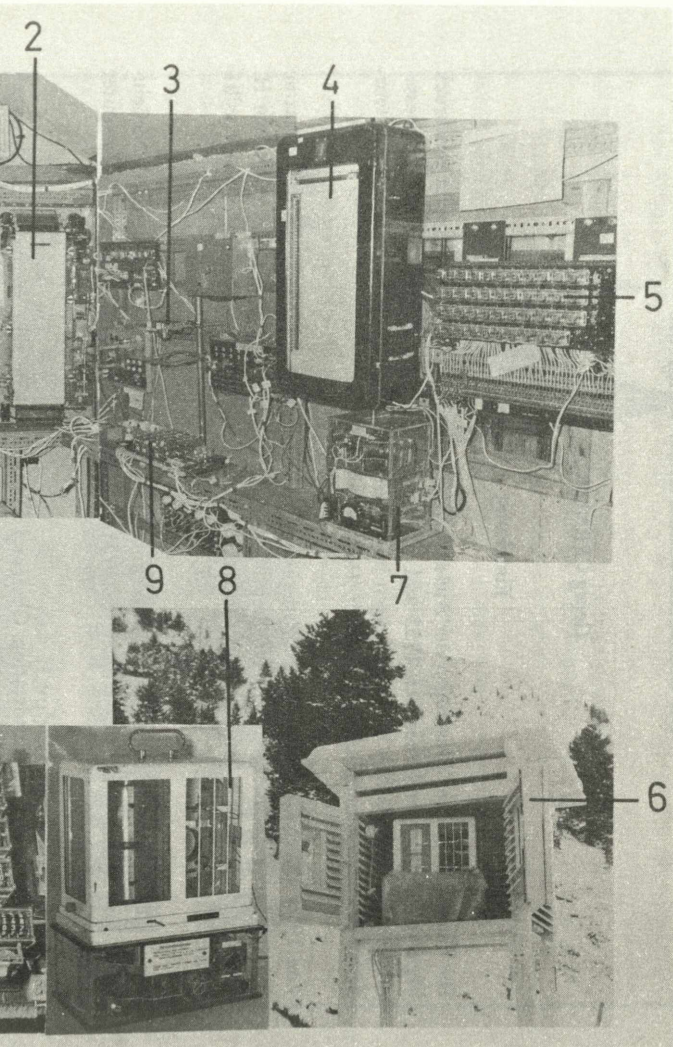


Abb. 1:
Die Freilandstation Obergurgl/
Poschach





Um diese Forderungen technisch erfüllen zu können, mußten alle Meßströme in Impulse verwandelt und eine weitgehende Automation der Meßanlage angestrebt werden. Dies gelang mit den vom Verfasser erfundenen Digital–Analogumsetzern (Integratoren), die schon mehrmals beschrieben wurden (CERNUSCA G. 1967, 1970 a, b, und CERNUSCA A. 1968).

Die Automation der Freilandstation Obergurgl erlaubte es, viele im Meßgelände verteilte Meßstellen rasch hintereinander abzutasten. Die Meßströme dieser Meßstellen werden in Impulszahlen umgewandelt und einem Sortiergerät zugeführt. Dieses Gerät leitet die Impulse je nach vorherrschender Wetterlage in verschiedene elektrische Zähler. Aus den Zählerständen, die die zweimal täglich in ein Stationsbuch übertragen wurden, konnten leicht nach Wetterlage sortierte Mittelwerte errechnet werden. Es war auch vorgesehen, den Zeitpunkt des Über- oder Unterschreitens von Schwellwerten aller Witterungselemente, die zur Sortierung der Meßströme verwendet wurden, auf einem Wetterstreckenschreiber festzuhalten. Die wesentlichsten Bauteile des Sortiergerätes waren Relais, die wie Weichen funktionierten, indem sie die Meßströme in verschiedene Leistungswege lenkten. In der Abbildung 1 sind die in einer großen Baracke untergebrachten Geräte zu sehen. Über die Meßprobleme und das Instrumentar wurde früher berichtet (PRUTZER E. und CERNUSCA G. 1965).

In der nebenstehenden Abbildung erkennt man:

- (1) Zeitzentrale (Timer), Gerät zur Steuerung des Meßablaufes
- (2) Wetterstreckenschreiber zur Charakterisierung der Wetterlage
- (3) Kamera zur Registrierung der Zählerdaten
- (4) Extremwertschreiber
- (5) Meßstellen–Umschalter
- (6) Wetterhütte
- (7) Digital–Analogumsetzer (Integrator), der die Meßströme in Impulse umwandelt
- (8) Automatischer Thermo–Hygrograph
- (9) Elektrischer Impulszähler
- (10) Mechanischer Datenspeicher für die Registrierung von Klimafaktoren nach Beginn und Ende

Der in der Abbildung gezeigte Thermo–Hygrograph war die erste automatische Kleinstation zur Messung der Lufttemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit. Dieses netzunabhängige, für Batteriebetrieb eingerichtete Gerät wandelt alle Meßdaten in Impulse um, die um 7⁰⁰, 14⁰⁰ und 21⁰⁰h mittels Zähler festgehalten werden. Über längere Zeiträume erhält man sogleich Mittelwerte der beiden Klimafaktoren.

Dieses Gerät stand in einer Wetterhütte in 2.240 m Seehöhe und war mit 300 m langen Leitungen an die Station angeschlossen. (PRUTZER E. u. CERNUSCA G. 1966).

Auf der gleichen Abbildung ist auch die fotografische Registriereinrichtung mit der Kamera (3) und dem Zählerbrett (9) zu sehen. Dieser Apparat wurde hier langfristig erprobt. Die Fotoregistrierung wurde später eine wichtige Grundlage für den Aufbau der bewährten Kleinstation im Verwehungsverbau.

1 1 Technische Erkenntnisse und Schlußfolgerungen aus dem Stationsbetrieb Obergurgl

So groß der technische Fortschritt der Instrumentierung gegenüber herkömmlichen Methoden mittels Schreiben war, blieben noch viele Wünsche offen.

- (1) Das Instrumentarium benötigte Netzanschluß und war daher nicht mobil, d.h. es konnte nicht kurzfristig auf einen anderen Standort verlegt werden.
- (2) Es fehlte eine rasche Datenauswertung über den Computer.
- (3) Die Sortierung von Daten nach vorher festgelegten Schwellenwerten entsprach nicht der Forderung nach späterer Programmierung mittels Computer.
- (4) Die Einzelwerte, die zur Bildung von Mittelwerten führten, konnten nur zum Teil festgehalten werden.
- (5) Nicht alle Klimafaktoren wurden automatisch erfaßt. Einige Faktoren mußten mit herkömmlichen Methoden registriert werden, z.B. Sonnenscheinautograph, Regenschreiber, Kleinregenschreiber, Picheröhrchen u.s.w. Es war daher eine mühsame Auswertung der Meßdaten auszuführen.

2. Die Entwicklung mobiler Kleinstationen

Um die oben genannten Nachteile der Meßanlage zu umgehen, begann der Verfasser die Entwicklung batteriebetriebener Stationen, deren Registrierung durch Computer ausgewertet werden sollte.

2.1 Der Einsatz der ersten mobilen Kleinstation im Verwehungsverbau

Für die Erprobung mobiler Kleinstationen versuchte der Verfasser die bereits gesammelten Erfahrungen dem Verwehungsverbau zur Verfügung zu stellen. Diese wurden mit der gut funktionierenden fotografischen Registrierung ausgerüstet und zur Messung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie zur Beobachtung des Geländes eingesetzt.

So konnten in einem im Winter unzugänglichen Gelände die Windstärke gemessen und die Schneeablagerung beobachtet werden. Auf diese Weise wurden Daten registriert, die bisher mit keiner Meßmethode erreichbar waren. Über den Einsatz solcher Stationen berichteten BERNARD J. u. CERNUSCA G. 1968; BERNARD J. 1971.

Den Ziffern in Abbildung 2 entsprechen:

- (1) Schmalfilm-Beobachtungsgerät am Dach der Hütte montiert.
- (2) Meßhütte (Bauhütte)
- (3) Windgeschwindigkeit- und Windrichtungsmesser
- (4) Großglockner im Hintergrund
- (5) Schmalfilmkamera zur Registrierung von Zählerdaten
- (6) Elektrische Impulszähler
- (7) wie (1) Schmalfilmgerät zur Beobachtung von Schneepegeln

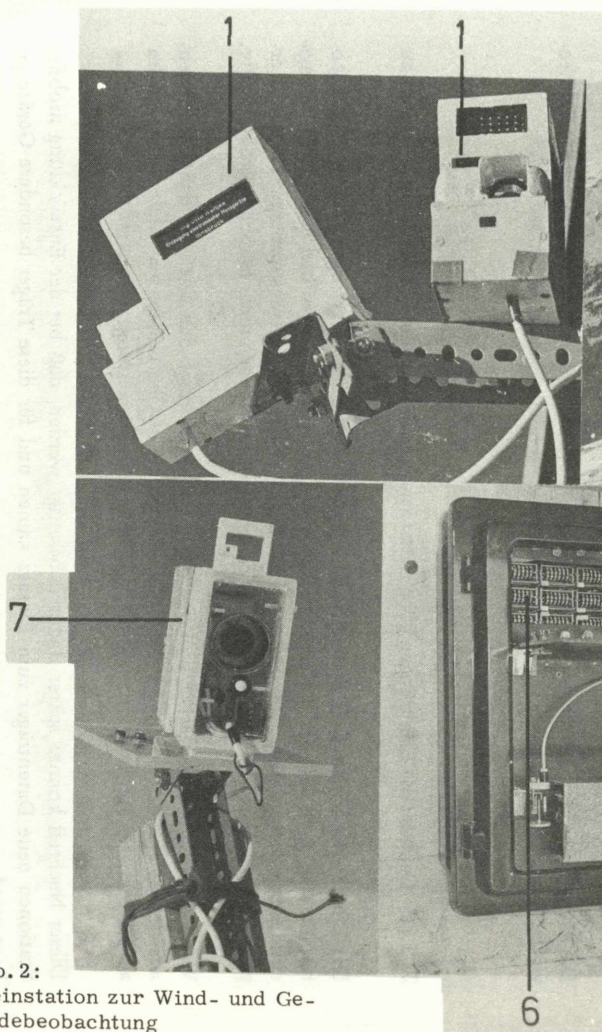
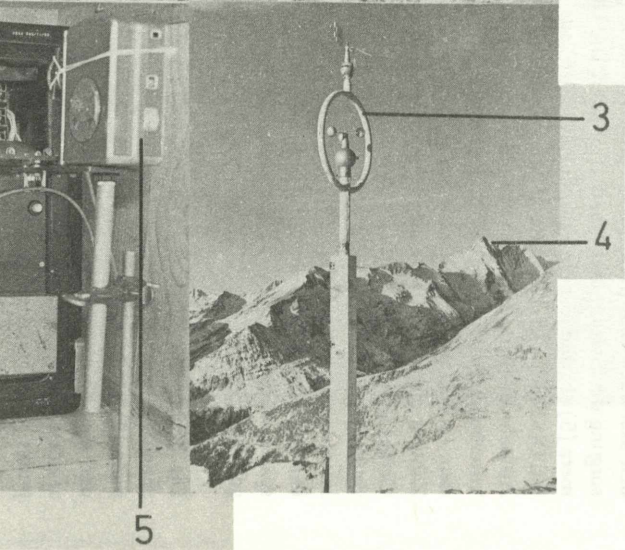
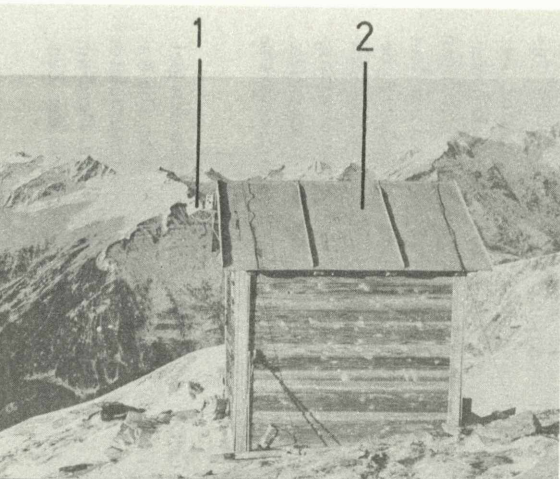


Abb. 2:
Kleinstation zur Wind- und Ge-
ländebeobachtung



2 1 1 Der Meßablauf in der Kleinstation zur Wind- und Geländebeobachtung

In der Meßhütte (2) sind die Schmalfilmkamera (5) und die Zähler (6) aufgestellt. Hier befinden sich auch eine Kleinakkumulatorenbatterie (24 Volt, 16 Ampèrestunden) zur Stromversorgung der Station und eine Batterieuhr. Die Uhr schaltet zu mehreren Zeitpunkten die Kamera (5) ein und löst ein Foto der Zähler (6) aus. Hierzu werden die Zähler kurzzeitig beleuchtet. Die Ein- und Abschaltung dieser Beleuchtung erfolgt innerhalb einer halben Sekunde. Die Aufnahmen wurden auf einem Film mit 17 Din bei Blende 2.8 mit 1/30 sec. gemacht. Der unterbelichtete Film kann durch eine vom Verfasser ausgearbeitete Methode entwickelt werden, so daß auf dem nur 2 x 8 mm großen Filmbildchen die Ziffern von 9 Stück 6-stelligen Zählern mit einem Betrachtungsgerät gut lesbar sind. Die Windgeschwindigkeit wird mit dem Gerät (3) erfaßt, das je 1000m Wind einen Impuls abgibt. Von der über dem Windgeber (3) befindlichen Windfahne wird bestimmt, welcher Zähler diesen Impuls speichert. Aus den Zählerständen können daher nach der Windrichtung sortierte Mittelwerte der Windgeschwindigkeit erhalten werden. Zuerst wurden die Zähler um 600, 1200, 1800 und 2400 fotografiert, später wurde die Zeit zur Erzielung besserer Lichtverhältnisse beim Fotografieren teilweise geändert.

Die Beobachtungskamera (1) wurde mit der gleichen Uhr gesteuert und die Fotos zu den gleichen Zeitpunkten ausgelöst. Die Stromversorgung erfolgte aus der gleichen Batterie. Die Kamera (7) war einige 100 m weiter am Grat aufgebaut. Sie hatte einen eigenen Akkumulator und eine Uhr. Diese Bauelemente wurden unter der Kamera im Schnee eingegraben. Der Film zeigte täglich ein Dunkelfeld entsprechend der Aufnahme um 2400h. So konnte der Zeitpunkt jedes Fotos genau ermittelt werden.

Die Aufgabe der Beobachtungsgeräte bestand darin, synchron mit der Windrichtung die Schneeverfrachtung und Schneehöhe an Stützwerken mittels Schneepegeln zu beobachten.

2.1.2 Gesammelte Erfahrungen beim Einsatz mobiler Kleinstationen im Verwehungsverbau

Der Einsatz der fotografischen Registrierung wie auch die Stromversorgung aus Akkumulatoren hat sich auch bei sehr großer Kälte bewährt. Die Akkumulatoren hielten allen Witterungseinflüssen stand, waren unkompliziert im Aufbau und leicht zu transportieren. Hiedurch ergab sich der besondere Vorteil, daß die Station mehrere Wochen nicht besucht werden mußte.

Wenn die Geräte auch sicher funktionierten, hatten sie doch den Nachteil, daß eine Datenauswertung über den Computer nicht möglich war und die Übertragung der auf dem Schmalfilm aufgezeichneten Registrierung mühsam mit Hilfe von Betrachtungsgeräten erfolgen mußte.

Dieser Nachteil konnte später dadurch beseitigt werden, daß bei der Entwicklung mobiler Stationen neue Datenträger zum Einsatz kamen und für diese Träger besondere Geräte gebaut wurden.

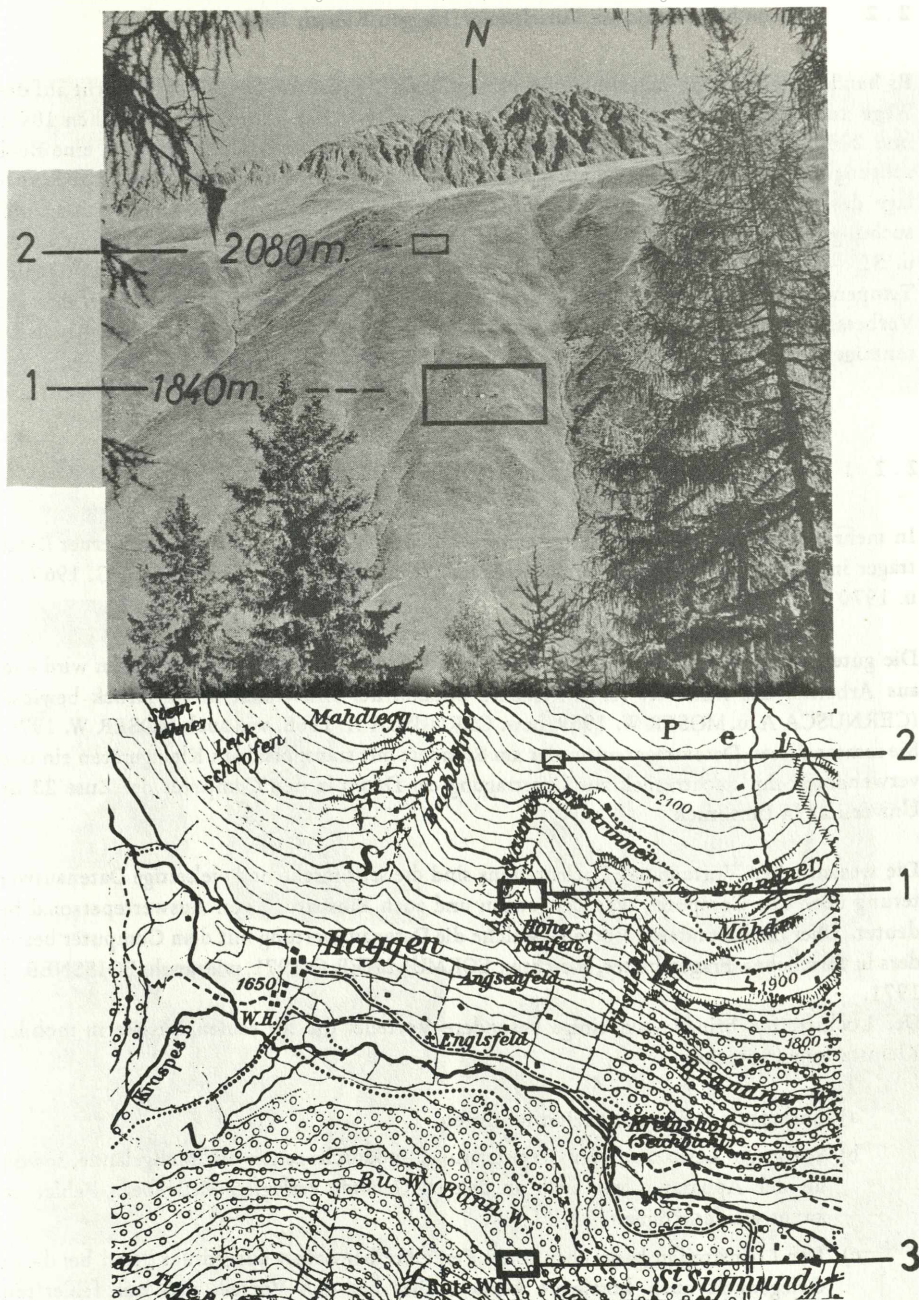


Abb.3: Die mobile Station am Lutschauner, Haggen/Kühtai, Tirol

2 2 Die mobile Station am Lutschauner, Haggen/Kühtai, Tirol

Es handelt sich um ein südexponiertes Hanggelände, 36 km von Innsbruck entfernt auf dem Wege zum Wintersportort Kühtai/Tirol. Das Meßgelände der Station liegt zwischen 1840m und 2080m Seehöhe (Abb. 3, 1–2). Vom Gegenhang wird dieses Gelände durch eine Beobachtungsstation erfaßt, deren Standort bei (3) liegt. Sie hat die Aufgabe, im Winter die Schneelage des Meßgeländes automatisch zu fotografieren. Der Standort der Meßhütte im Untersuchungsgelände (1) liegt auf einer schwach ausgeprägten Rippe beiderseits welcher, auf SW– u. SE –Exposition, umzäunte Meßstellen aufgebaut wurden. Vorerst wurden hauptsächlich Temperaturmessungen an der Oberfläche des Bodens und in diesem selbst ausgeführt. Zur Verbesserung der Registrierung wurde hier auf der Station erstmalig der Lochstreifen als Datenträger neben der bereits bewährten fotografischen Registrierung eingesetzt.

2 . 2 1 Der Einsatz des Lochstreifens in der Kleinklimaforschung

In mehreren Arbeiten hat der Verfasser versucht, die Vorteile des Einsatzes moderner Datenträger in der Kleinklimaforschung an der Waldgrenze aufzuzeigen (CERNUSCA G. 1969 a, b u. 1970 a, b).

Die gute Eignung der Lochstreifen für besondere Forschungsaufgaben in Hochlagen wird auch aus Arbeiten des Institutes für Allgemeine Botanik der Universität in Innsbruck bewiesen (CERNUSCA A. u. MOSER W. 1969, bzw. CERNUSCA A. 1968, wie auch MOSER W. 1970). Sie setzten diesen Datenträger entweder am Standort mit transportablen Kleingeräten ein oder verwendeten ihn nachträglich zur Übertragung der Daten in den Computer der Zuse 23 der Universität in Innsbruck.

Die wesentlichen Vorteile des Lochstreifens sind die sehr rasche und vielseitige Datenauswertung über den Computer, was Zeitgewinn und auch Einsparung von Auswertepersonal bedeutet. Über die besonderen Vorteile, welche die Datenauswertung mit dem Computer besonders in forstlichen Fragen bietet, berichten ECKMÜLLNER O. 1971, wie auch FOISSNER J. 1971.

Der Lochstreifen bringt noch einige besondere Vorteile, die für seinen Einsatz in mobilen Kleinstationen sprechen.

- a) Eine große Speicherkapazität für Daten.
- b) Sofortige Lesbarkeit der Registrierung, wodurch schon im Meßgelände, sowohl an der Apparatur, wie auch an den im Gelände verlegten Meßgebern Fehler erkannt werden können.
- c) Der Lochstreifen kann über einen Fernschreiber sofort ausgedruckt und bei dieser Gelegenheit auch korrigiert werden. Dies hat den Vorteil, daß nur fehlerfreie Streifen der teuren Computerauswertung überlassen werden. Beim Korrigieren ist es auch möglich, noch zusätzliche Informationen, die für Sortierzwecke im Computer gebraucht werden, auf dem Streifen anzubringen.

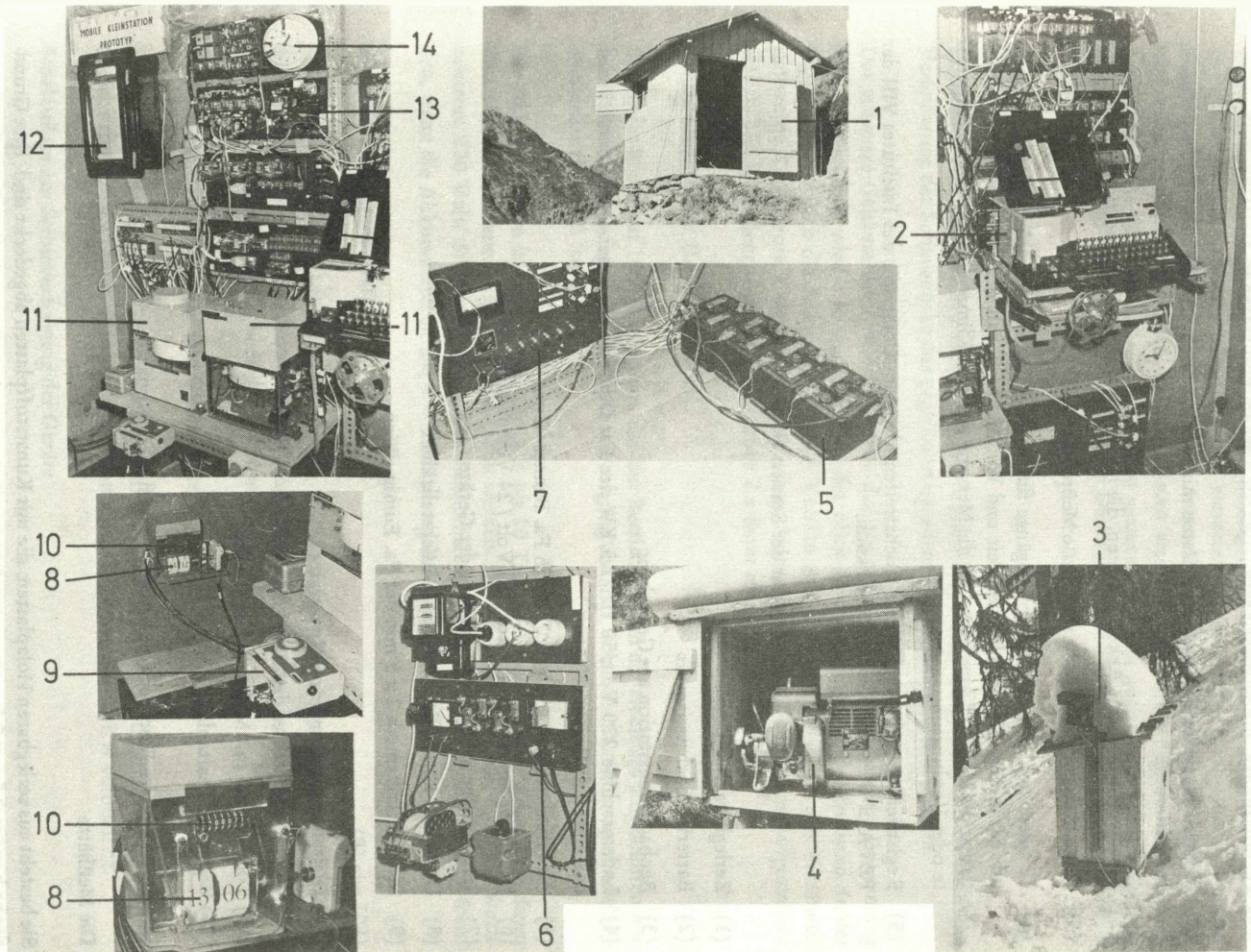


Abb. 4: Das Instrumentarium der mobilen Station Haggen/Kühtai, Tirol

2 2 2 Das Instrumentar der mobilen Station

Die Anforderungen, die an diese Station gestellt werden, sind folgende:

- (1) Vollautomatische Erfassung von Daten mittels Drucker, Lochstreifen und fotografischer Registrierung.
- (2) Stromversorgung aus Akkumulatoren, die im Stationsbereich aufgeladen werden.
- (3) Hohe Meßgeschwindigkeit und große Meßpunktezahl.
- (4) 12 oder auch mehr Meßstelleneingänge für die wichtigsten Klimafaktoren wie Temperatur, Strahlung, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, mit der Möglichkeit zur Erweiterung der Zahl der Anschlüsse für die Messung weiterer Klimafaktoren, wie Bodenfeuchte oder Verdunstung.
- (5) Registrierung auf 5–kanaligem Lochstreifen, der vom Computer des Institutes VIII der FBVA in Wien eingelesen werden kann.

Instrumentar der Station Haggen (Abb.4)

- (1) Zerlegbare Meßhütte
- (2) Batterie–Lochstanzgerät
- (3) Beobachtungsstation am Gegenhang
- (4) Lademaschine 220 Volt/50 Hz./1.5 KW der Fa. Dipl.Ing. Hitzinger–Elektromaschinenbau Linz a.d. Donau
- (5) Akkumulatoren 4 x 6 Volt /70 A/h Fa. Banner–Linz
- (6) Ladegerät mit Transformator 220 Volt / 24 Volt/Gleichrichter
- (7) Schaltanlage zur Stromversorgung der Geräte
- (8) Digitaluhr kombiniert mit einem Rückstellzähler
- (9) Schmalfilmkamera 2 x 8 mm der Fa. Eumig–Wien
- (10) wie (8)
- (11) Digital–Analogumsetzer (Integrator)
- (12) 6–Farbenschreiber der Fa. Philipp Schenk–Wien
- (13) Codiergeräte mit Meßstellenumschalter
- (14) Zentrale Schaltanlage (Timer)

Es folgt eine kurze Beschreibung der oben angeführten Apparate.

Die Meßhütte

Sie besteht aus zerlegbaren Holzplatten, die mit Kunststoffplatten abgedeckt sind. Ihre Grundfläche beträgt 2.5m x 2.5m.

Das Batterie – Lochstanzgerät

Dieses vom Verfasser gemeinsam mit CERNUSCA A. konstruierte Gerät hat die Aufgabe, die in Impulse umgewandelten Meßdaten durch verschieden angeordnete Lochreihen auf einem Papierstreifen so zu registrieren, daß sie später entweder von einem Fernschreiber ausgedruckt oder vom Computer der FBVA – Wien gelesen werden können. Die Löcher werden nach dem BCD–Code für 5–kanalige Lochstreifen gestanzt, wie dies auch in der Abbildung 5 zu sehen ist. Über die Umwandlung dekadischer Daten in den BCD–Code berichtet SCHIWECK (1962).

Die Beobachtungsstation am Gegenhang

Es wurden hier die gleichen Geräte wie im Verwehungsverbau eingesetzt, um die zeitliche Veränderung der Schneedecke des gegenüberliegenden Stationsgeländes festzuhalten.

Das schwarze Gehäuse der Kamera bewirkt, daß Neuschnee durch die schnellere Erwärmung des Gehäuses bald wieder abtaut, wodurch der Blick für die Kamera wieder frei wird. In der Hütte befinden sich die Akkumulatoren 24 Volt/16 A/h und eine Schaltuhr. Als Filmmaterial wurde Kodachrom 2 eingesetzt, um die am Stationshang zur Orientierung aufgestellten Signale besser auf dem kleinen Filmbildchen 2 x 8mm erkennen zu können.

Der Stromgenerator (Lademaschine)

Schon der Probelauf 1969 hat gezeigt, daß der Betrieb einer in der Hochlage aufgestellten mobilen Station weitgehend von der Stromversorgung abhängt, wenn die Meßfolge rasch und die Meßstellenzahl groß ist.

Die Akkumulatoren können Strom für ca 8 bis 10 Tage speichern, müssen daher nach dieser Zeit wieder von einem Generator aufgeladen werden. Der Generator gibt bis zu 1.5 KW Wechselstrom 220 Volt/ 50 Hz \pm 2 % ab. Der Tankinhalt reicht für eine Betriebszeit von 16 Stunden, wenn die Akkumulatoren mit 6 – 7 Ampere geladen werden.

Die Akkumulatorenbatterie

Seit Jahren werden Akkumulatoren der Fa. Banner verwendet, die leicht zu transportieren sind. Je 4 Stück davon werden zu einer 24 Volt–Batterie zusammengeschaltet. Ihre Stromabgabe an die laufende Station beträgt ca. 400 m A.

Ladegerät mit Transformator und Gleichrichter

Die Wechselspannung des Generators wird auf 24–26 Volt (regelbar) umtransformiert und in Gleichstrom umgewandelt. Während der Sommerzeit 1970 wurden 66 KW verbraucht.

Schaltanlage zur Stromversorgung der Geräte

Von hier kann die Station aus –und eingeschaltet und durchgeschlagene Sicherungen an einem Lampentableau kontrolliert werden.

Digitaluhr, kombiniert mit einem Rückstellzähler

Diese Anlage wurde vom Verfasser konstruiert und dient zur fotografischen Registrierung von Meßdaten. Die in Impulse verwandelten Daten werden mittels eines Zählers registriert. Dieser Zähler wird gleichzeitig mit der darunter montierten Blattuhr (Digitaluhr) fotografiert. Auf dem Foto ist daher die Zeit und der Meßwert in Impulsen ablesbar. Hierzu werden Zähler und Uhr durch kleine Lämpchen 1 Sekunde lang beleuchtet. Ist das Foto ausgelöst worden, was $1/30$ sec. dauert, wird der Zähler in Nullstellung gebracht und die Fotoregistrierung ist für die nächste Messung vorbereitet.

Die Schmalfilmkamera

An die Kamera mußten folgende Bedingungen gestellt werden:

Dieses Gerät soll geeignet sein bis zu 30 elektrische 6–stellige Impulszähler so zu fotografieren, daß deren Ziffern mit einem geeigneten Beobachtungsgerät noch gut lesbar sind. Es soll die Entnahme auch sehr kurzer Filmstücke für eine Sonderausarbeitung erlauben und für Einzelaufnahmen einen Einergang besitzen. Nach Erfahrung des Verfassers entspricht das 8– bzw. 16 mm Schmalfilmformat am besten diesen Bedingungen.

Vorläufig wird zur Datenregistrierung wie auch zur Geländebeobachtung das 8 mm Format vorgezogen, da es je Meter Film 256 Bilder gibt und in einer Normalpackung (7.5 m) bei Verwendung eines Wechselsackes beim Filmeinlegen oder der Entnahme kurzer Stücke unter Berücksichtigung des Vor– und Nachspannes 9.5 m Film ausgenützt werden können.

Der Digital–Analogumsetzer (Integrator)

Dieses Gerät hat der Verfasser erfunden, um Meßströme von Sternpyranometern und Platinthermometern in Impulse umzuwandeln. Der Integrator hat sich auf der Obergurgler Station (E.PRUTZER und G.CERNUSCA 1964) später auf der Haggener Kleinstation (CERNUSCA G. 1969 b, 1970 a, b) sowie bei ökophysiologischen Untersuchungen am Hohen Nebelkogel in 3190m Seehöhe (W. MOSER 1970) bestens bewährt.

In diesem Gerät wird ein normales Meßwerk eines üblichen Fallbügelschreibers oder Reglers verwendet.

Der Zeigerausschlag kann durch einen Lichtstrahl, bzw. in neuerer Zeit mit einem induktiven Tastkopf abgetastet und in Impulse umgewandelt werden. Die Auflösung ist bei diesem Gerät beachtlich groß; sie beträgt z.B. bei einer 50 grädigen Skala 400 Impulse, was $0,125^\circ\text{C}$ je Impuls entspricht.

Der 6–Farbenfallbügelschreiber

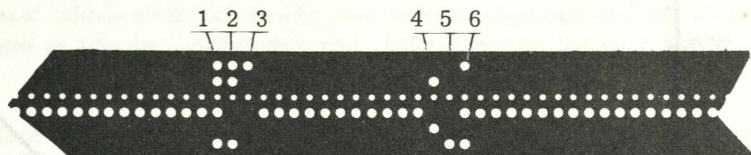
Die von der Kleinstation erfaßten Meßdaten erscheinen auf einem Lochstreifen in verschiedenen Lochdarstellungen oder als Impulszahlen auf den beschriebenen Zählern. Um diese Daten mit solchen, die von altbekannten und bewährten Meßverfahren gewonnen werden, vergleichen zu können, wurden Einzelfaktoren des Kleinklimas auf diesem Schreiber registriert.

Codiergerät mit Meßstellenumschalter

Dieses Gerät hat die Aufgabe die dezimalen Impulszahlen in den BCD-Code umzuwandeln, damit diese auf einen 5-kanaligen Lochstreifen gestanzt werden können.

Wie die Darstellung der Ziffern 1,2,3, und 4,5,6 auf einem 5—kanaligen Lochstreifen aussieht zeigt die Abbildung 5. Vor, zwischen und nach diesen Ziffern ist das Zwischenraumzeichen zu sehen. Wie diese Geräte funktionieren wurde bereits beschrieben (CERNUSCA G. 1969 a und 1970 a, b).

Abb. 5



Die zentrale Schaltanlage (Timer)

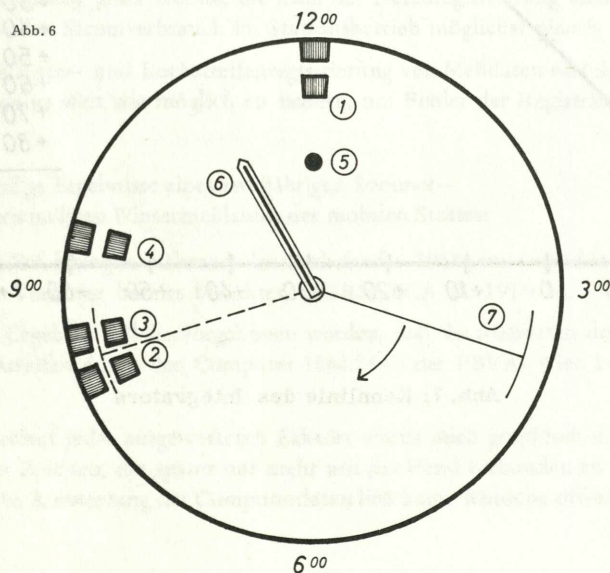
Dieses Gerät soll die Station stündlich in Gang bringen, die einzelnen Schaltbefehle durchgeben und einen geordneten Meßlauf steuern.

Nachdem die einzelnen Apparate kurz beschrieben wurden, soll die Funktion der Gesamtanlage besprochen werden.

Der Meßablauf in der Meßhütte

In der Abbildung 4/(10) ist eine Uhr zu sehen, die in der Abbildung 6 schematisch dargestellt ist.

Abb. 6



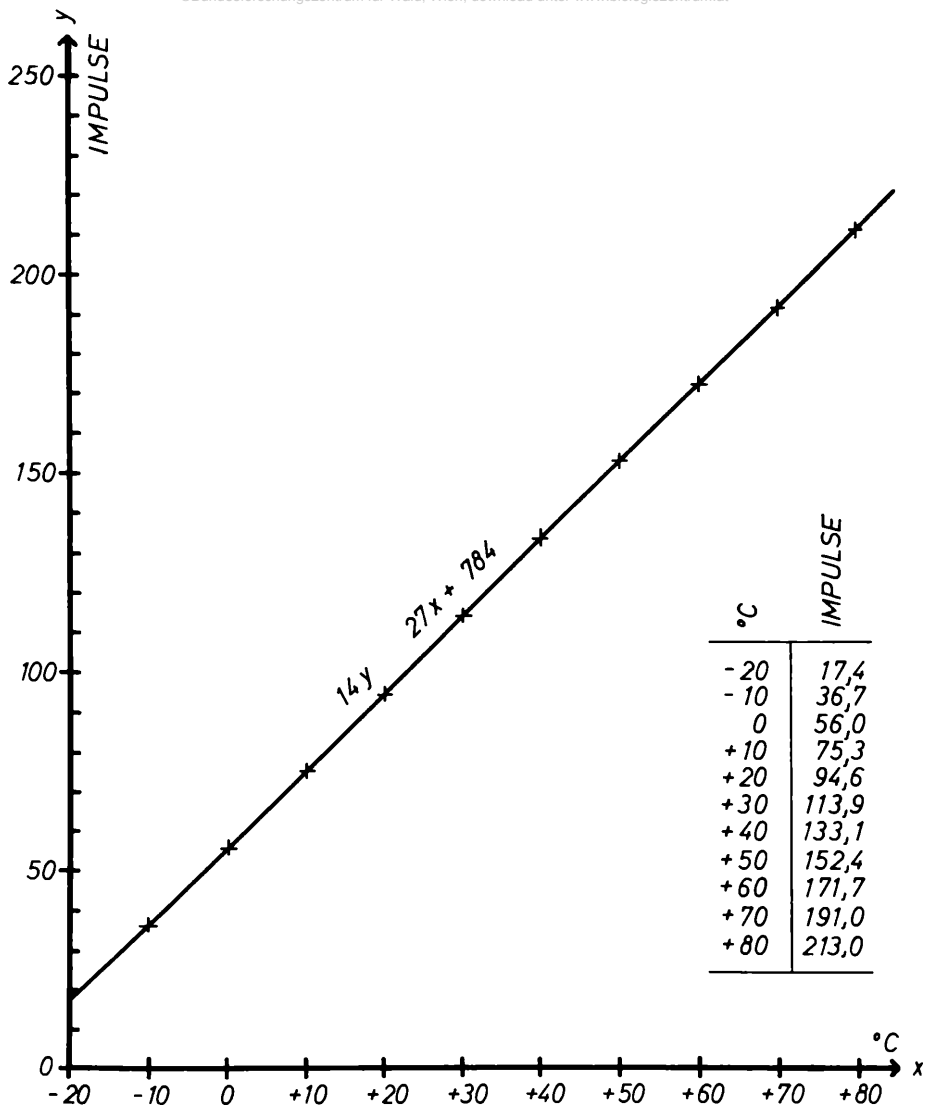


Abb. 7: Kennlinie des Integrators

Der Sekunden–(7) und der Minutenzeiger (6) sind die Befehlsgeber. Zu jeder vollen Stunde geht der Zeiger (6) an der induktiven Kontaktstelle (5) vorbei. Geschieht dies, so wird der Strom der Station eingeschaltet und es erfolgt die Vorbereitung des Meßvorganges. Dieser beginnt, wenn der Zeiger (7) die Kontaktstelle (1) passiert. Die erste Meßstelle z.B. ein Hartglasplatinthermometer, das im Gelände auf der Bodenoberfläche liegt, war schon bei der Programmvorbereitung angewählt worden. Die 6–Volt Thermometerspannung wurde automatisch an das Thermometer gelegt und der nun durch die momentan herrschende Temperatur an der Meßstelle entstandene Meßwertstrom fließt zum Digital–Analogumsetzer (Integrator) Abb.4.(11). Der Meßwerkzeiger wird durch die Stärke des Meßstromes bedingt, einen Ausschlag über der Meßwertskala anzeigen von z.B. + 40°C. Der Integrator tritt in Funktion, wodurch der Zeigerstand mittels eines Lichtstrahles oder induktiv abgetastet und der Winkel des Zeigerausschlages in Impulse umgewandelt wird. Jeder Integrator hat seine Kennlinie (Abb.7).

Nach dieser Kennlinie entspricht der auf der Skala des Integrators angezeigten Temperatur von 40°C eine Impulszahl von 133,1. Diese Impulszahl wird zum Zähler (10) der Abb.4 geleitet und dort angezeigt. Sie wird aber auch von dem Codiergerät(1) auf der gleichen Abbildung, so umgewandelt, daß sie mittels verschieden angeordneten Löchern auf einem Lochstreifen in die Computersprache übersetzt werden kann.

Nun ist alles für die Lochung am Streifen bzw. für den Fotografiervorgang vorbereitet worden. Kommt der Zeiger (7) an den Kontaktstellen (2), (3) und (4) der Uhr vorbei, werden noch folgende Befehle durchgegeben:

1. Anlauf des Lochstanzmotors.
2. Anlauf des Druckers (falls vorhanden) zum Ausdruck der Daten in dezimaler Form.
3. Fotografieren der Meßdaten von Impulszählern.
4. Abfrage der Wetterlage
5. Stromausschaltung jener Geräte, die nach der Datenregistrierung nicht mehr gebraucht werden, um den Stromverbrauch im Stationsbetrieb möglichst niedrig zu halten.

Die gleichzeitige Foto– und Lochstreifenregistrierung von Meßdaten verfolgt den Zweck, die Datenspeicherung so weit wie möglich zu sichern, um Fehler der Registrierung leicht aufzudecken.

2. 2. 3 Vorläufige Ergebnisse eines zweijährigen Sommer– und erstmaligen Wintermeßlaufes der mobilen Station

Über technische Erfahrungen während des Probelaufes 1969 am entwaldeten Südhang bei Haggen hat der Verfasser bereits berichtet. (CERNUSCA G. 1970 b).

Als wichtigstes Ergebnis soll hervorgehoben werden, daß die Meßdaten des Probelaufes mit Hilfe von Lochstreifen durch den Computer IBM.1440 der FBVA–Wien bereits ausgewertet wurden.

Der zeitliche Verlauf jedes ausgewerteten Faktors wurde auch graphisch dargestellt, was mit Hilfe besonderer Zeichen, die später nur mehr mit der Hand verbunden zu werden brauchen, geschehen ist. Die Auswertung der Computerdaten ließ keine Wünsche offen.

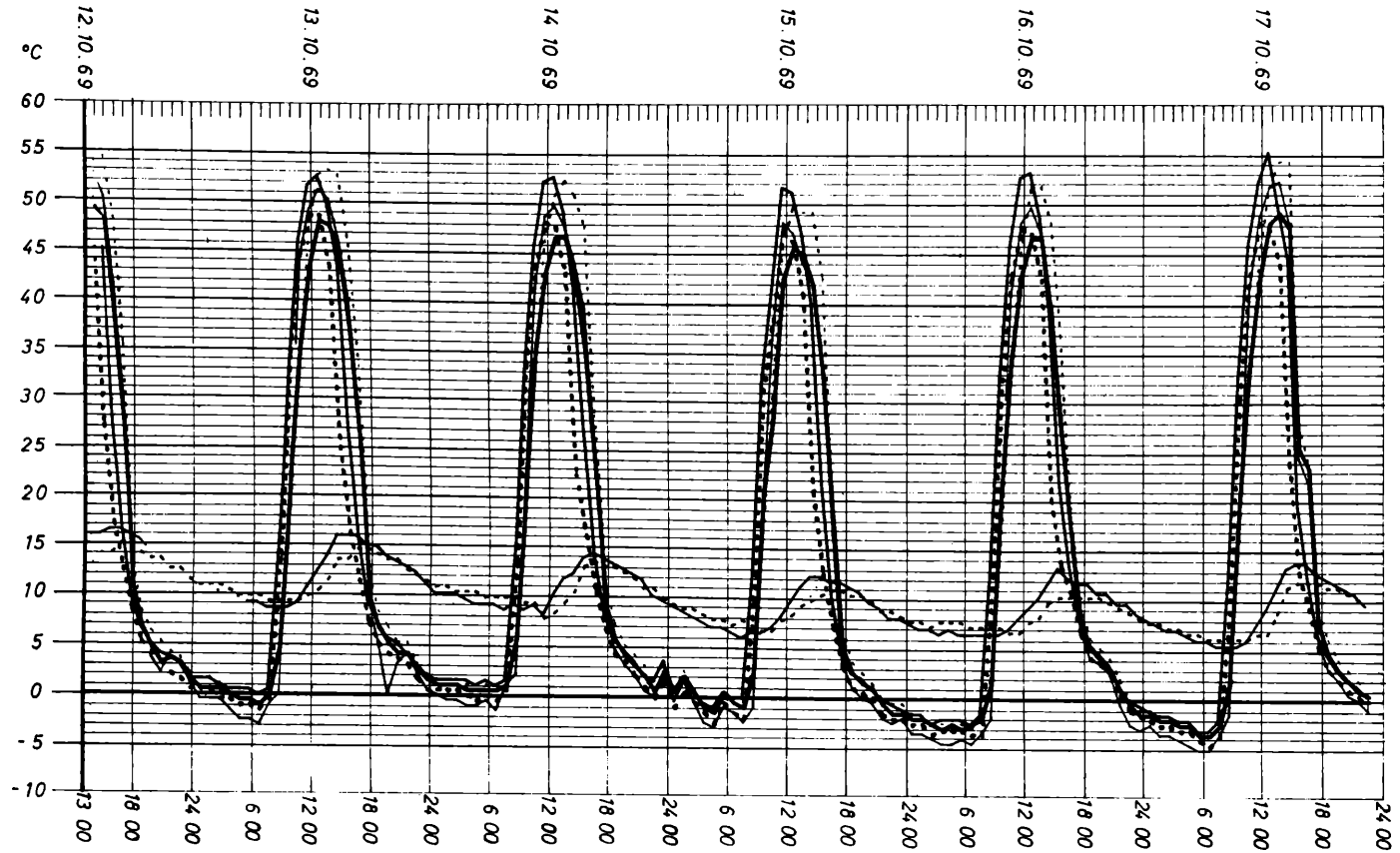


Abb.8 Graphische Darstellung von Meßkurven durch den Elektronenrechner "Zuse 23" der Universität Innsbruck

Gelingt es, mit dem Computer auf einem Zeichentisch Kurvenläufe zu erhalten, wie in der Abbildung 8, so kommt man zu graphischen Darstellungen, die mit herkömmlichen Schreibern nicht zu realisieren sind. Auf einer einzigen Papierseite wurden hier mehrere Tagesgänge in komprimierter Form dargestellt.

Die graphische Darstellung der Abb. 8 wurde wie folgt erhalten:

Der gleiche Lochstreifen, den auch die FBVA—Wien zur Auswertung erhielt, wurde mit Hilfe eines Fernschreibers des Institutes für angewandte Botanik der Universität in Innsbruck über den Meßzeitraum vom 12.10.1969 bis 17.10.1969 kopiert. Vom gleichen Institut wurde ein Programm zum Zeichnen der Meßkurven erstellt und die Darstellung durch den Elektronenrechner "Zuse 23" der Universität ausgeführt, wofür der Verfasser sich auf diesem Wege für die geleistete Hilfe bedanken möchte.

Vom technischen Standpunkt ist es interessant zu zeigen, daß es möglich ist z.B. Tagesgänge vieler Faktoren in geraffter Form graphisch darzustellen, hier Boden— und Bodenoberflächentemperaturen.

Bis zum 13.10.1969 herrschte wechselhaftes Wetter, das in den folgenden Tagen in eine Schönwetterlage überging. Durch die zunehmende nächtliche Ausstrahlung fiel die Bodenoberflächentemperatur bis zum 17.10.1969 frühmorgens auf -5°C . Im gleichen Verhältnis stiegen die Mittagstemperaturen an und erreichten an dem gleichen Tag, an einer Meßstelle $+55^{\circ}\text{C}$. Die zeitliche Verschiebung der Maxima der anderen Meßstellen hängt mit der Exposition zusammen.

Trotz sehr starker Gewitter in den Jahren 1969 und 1970 konnten im Stationsgebiet Haggen keinerlei Schäden festgestellt werden. Der Verfasser glaubt dies durch einen vollkommen isolierten Aufbau aller Geräte vom Boden, sowohl in der Meßhütte wie auch im Freien, erreicht zu haben.

Alle Meßleitungen sind auf 100m zugeschnitten und abgeglichen worden. Es ist daher möglich, in kürzester Zeit weiter entfernte Meßpunkte zu erreichen, ohne einen Neuabgleich durchführen zu müssen. Die Umstellung vom Sommer— zum Wintermeßlauf konnte daher in kürzester Zeit durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Im Stationsgebiet der Freilandstation Obergurgl wurde das Kleinklima, entsprechend dem Meßkonzept von H. FRIEDEL erstmals nach Wetterlagen sortiert, erfaßt.

Zur technischen Durchführung der Sortierung nach Wetterlagen mußten die von den einzelnen Meßgebern kommenden Meßströme in Impulse umgewandelt werden. Diese Umwandlung erfolgte mit vom Verfasser konstruierten Integratoren. Die Meßdaten wurden je nach vorherrschender Wetterlage mittels verschiedener Zähler gespeichert, sodaß in einfachster Weise Mittelwerte gebildet werden konnten. Gleichzeitig wurden die gleichen Meßströme einem Extremwertschreiber zugeführt.

Eine fotografische Registrierung dieser Daten wurde erfolgreich ausprobiert, doch nicht in das Meßkonzept aufgenommen. Es gingen daher alle Einzeldaten verloren.

Da das Instrumentar der Freilandstation Obergurgl an den Netzstrom gebunden und daher stationär war, konnte es auf andere Standorte nicht übertragen werden. Um dies zu ermöglichen, ging man an die Entwicklung mobiler Kleinstationen. Erste Versuche in dieser Richtung führten zum Bau einer automatischen Wetterhütte, welche die erste Kleinstation mit Batteriebetrieb darstellt.

Da der Verwehungsverbau dringend kleine batteriebetriebene Stationen brauchte, um sie im Winter im unzugänglichen Gelände aufstellen zu können, entwickelte und baute der Verfasser geeignete Meß-Beobachtungsstationen.

Sie waren allen klimatischen Belastungen in der Hochlage zur Winterzeit voll gewachsen. Ihr Stromverbrauch war sehr gering, so daß es möglich war, monatelang Windgeschwindigkeiten sortiert nach 8 Windrichtungen zu messen, wie auch die Schneeverfrachtung im Gelände mittels Schneepegeln zu beobachten, ohne die Station zu besuchen.

Die guten Erfahrungen mit diesen Kleinstationen, bei welchen noch keine Auswertung der Meßdaten über den Computer vorgesehen war, führten schließlich zur Entwicklung der mobilen, automatischen Kleinklimastation am Lutschauner im Sellraintal, die in Bildern gezeigt und deren Meßlauf beschrieben wird.

Hier wurde erstmals der Lochstreifen eingesetzt und die Meßdaten in Zusammenarbeit mit dem Institut VIII der FBVA-Wien mittels des Computers IBM 1440 ausgewertet und in einer großen IBM-Mappe zusammengefaßt. Jeder einzelne Faktor wurde hier auch noch in seinem zeitlichen Verlauf graphisch dargestellt. Da der Computer keinen Zeichentisch hatte, wurden gemessene Werte durch verschiedene Zeichen dargestellt, die nachträglich mit der Hand verbunden werden mußten.

Mit Hilfe einer elektronischen Rechenmaschine der Universität in Innsbruck "Zuse 23", kombiniert mit einem Zeichentisch, gelang die graphische Darstellung einiger Tagesgänge der Bodentemperatur.

Der bisherige zweijährige Betrieb der mobilen Kleinstation verlief ohne nennenswerte Störungen. Über die Auswertung der Meßdaten vom Sommerlauf 1970 bzw. dem ersten durchgehenden Winterbetrieb wird noch berichtet werden.

Literatur

BERNARD J. und CERNUSCA G.:

Registrierung und Dokumentation von Wind- und Schneeverhältnissen in Lawinengebieten. Allgem.Forstztg. 79.Jg., 1968, Folge I, S.19-20.

CERNUSCA A.:

Der Einsatz automatischer Datenerfassungssysteme für ökologische Untersuchungen im Rahmen der Produktivitätsforschung. Photosynthetica 2 (4), 1968, S.238-244.

CERNUSCA A.: und MOSER W.:

Die automatische Registrierung produktionsanalytischer Meßdaten bei Freilandversuchen auf Lochstreifen. *Photosynthetica* 3 (1), 1969, S.21–27.

CERNUSCA G.:

Entwicklung eines registrierenden und summierenden thermischen Windmessung. *Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Wien* 1967, Heft 75, S.243–266.

CERNUSCA G.:

Die fotografische Meßdatenerfassung im Hinblick auf den Einsatz in einer klein-klimatischen Station. *Centralbl.Ges.Forstw.* 86.Jg., 1969, Heft 1, S.49–58.

CERNUSCA G.:

Eine mobile Kleinstation zur Erfassung kleinklimatischer Meßdaten in der sub-alpinen Entwaldungsstufe am Lutschauner/Tirol. *Allgem.Forstztg.* 80.Jg., 1969, Folge 8, S.191–192.

CERNUSCA G.:

Kleinklimaerfassung an der Waldgrenze mittels Lochstreifen. *Allgem.Forstztg.* 81.Jg., 1970, Folge 12, S.323–324.

CERNUSCA G.:

Die mobile Kleinstation im Sellraintal/Tirol. *Centralbl.Ges.Forstw.* 87.Jg., 1970, Heft 4, S.202–212.

ERICSON B.:

A. Photographic Data Recording System. Automatic Collection of Data in a Folsexperiment. Institutionen för Skogsproduktion Skogshögskolan. Department of Forest Yield Research. Rapporten och Uppsatser. Res.Notes. 1965, Nr.8, Stockholm.

ECKMÜLLNER O.:

Elektronische Datenverarbeitung in der Forstwirtschaft. *Allgem.Forstztg.* 82.Jg., 1971, Folge 3.

FOISSNER J.:

Einfluß der maschinellen Datenverarbeitung auf Forschung und Wissenschaft. *Allgem.Forstztg.* 82.Jg., 1971, Folge 3.

FRIEDEL H.:

Hochlagen–Aufforstung. Sonderdruck aus Veröffentlichungen des Museum Ferdinandeum in Innsbruck, Band 41, 1961, Universitätsverlag Wagner Innsbruck.

FRIEDEL H.:

Schneedeckenandauer und Vegetationsverteilung im Gelände. *Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn* 1961, Heft 59, S.317–370.

FRIEDEL H.:

Forschung für Land- und Forstwirtschaft der Hochlagen. Eine dringende Forderung in unserem Alpenstaat Österreich. Sonderdruck aus Berichte zur Landesforschung und Planung 6.Jg., 1962, Heft 1, S.35–56.

FROMME G.:

Beschreibung des Stationsgebietes in Obergurgl–Poschach. Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 1961, Heft 59, S.53–65.

GERWIN R.:

Intelligente Automaten. Die Technik der Kybernetik und Automation. Chr.Belser Verlag Stuttgart, 1964.

HAMPEL R.:

Zusammenfassung. Sonderdruck aus „Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe zum Zwecke der Hochlagenaufforstung“ Teil II. Mitt.Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 1963, Heft 60, S.835–887.

KARG E.:

Numerische Steuerungen. Vogel–Verlag Würzburg, 1968.

KRETZMANN R.:

Handbuch der industriellen Elektronik. Verlag f. Radio–Foto– und Kinotechnik Berlin–Borsigwalde, 1954.

KRETZMANN R.:

Schaltungen der industriellen Elektronik. Verlag.f.Radio–Foto–und Kinotechnik Berlin–Borsigwalde, 1955.

MOSER W.:

Neues von der botanischen Forschungsstation „Hoher Nebelkogel“ Tirol. Aus dem Institut für Allgemeine Botanik und der Alpinen Forschungsstelle Obergurgl der Universität Innsbruck. Sonderdruck aus dem Jahrbuch 1968, 33.Band, des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und Tiere e.V. 8000–München 2.

MOSER W.:

Ökophysiologische Untersuchungen an Nivalpflanzen. Mitt.Ostalp.–din.Ges.f.Vegetationskunde 1970, Band 11, S.121–134.

PRUTZER E. und CERNUSCA G.:

Meßprobleme und Instrumentar einer Klima–Ökologischen Freilandstation. Mitt. Forstl.Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 1965, Heft 66, S.35–52.

PRUTZER E. und CERNUSCA G.:

Ein Thermo–Hygrograph mit elektrischer Fernübertragung der Messwerte. Meteorologische Rundschau, 1966, 19.Jg., Heft 3, Springer–Verlag, Berlin.

SCHEELE M.:

Lochkartenverfahren in Forschung und Dokumentation mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 1954.

SCHIWECK F.:

Fernschreibtechnik. C.F. Winter'sche Verlagshandlung – Prien, 1962.

STÖLLNER H.:

Praktische Impulstechnik. Franzis–Verlag München, 1964.

Anschrift des Verfassers:

Ing. Georg CERNUSCA

Forstliche Bundesversuchsanstalt
Außenstelle für subalpine Waldforschung

Rennweg 1, Hofburg
A – 6020 I n n s b r u c k

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1972

Band/Volume: [96_1972](#)

Autor(en)/Author(s): Cernusca Georg

Artikel/Article: [Die Entwicklung mobiler Kleinstationen für Forstökologische Standortserkundung zur Wiederbewaldung von Hochlagen 137-157](#)