

ANNALEN DER METEOROLOGIE

(Neue Folge)

Nr. 19

**XVII. Internationale Tagung für
Alpine Meteorologie**
Berchtesgaden, 21. bis 25. September 1982

Offenbach am Main 1982

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

MESOKLIMATISCHE MESSUNGEN IM OBERWALLIS

Neininger, Bruno

Laboratorium für Atmosphärenphysik der Eidg. Techn. Hochschule Zürich (LAPETH)

1. ZUSAMMENFASSUNG

Während dem alpinen Sommer 1981 wurden die Tagesgänge von Temperatur, Taupunkt und Wind am Talboden und in der freien Atmosphäre (Radiosonden, Flugzeuge) verfolgt. Die daraus gewonnenen Werte für die Aufheizleistung an der Talluft zeigen gute Übereinstimmung mit von REINHARDT (1971) im Inntal gemessenen. Diskutiert wird der Einfluss der Topografie durch eine geometrische Betrachtung. Die Windprofile zeigen ein sehr deutlich ausgebildetes Berg- Talwindssystem; 83 % der Sondierungen zeigen auch die Antiströmung. Zwei Fallstudien von Taupunktprofilen weisen auf Zufuhr von Umgebungsluft auf niedriger Höhe hin.

2. EINLEITUNG

Im Hinblick auf eine bessere Segelflugwetterprognose für die Region Oberwallis (Südwestschweiz) wurden 1979 und intensiver 1981 das Verhalten der Talluft untersucht. Den Rahmen bildete das alljährliche Sommerlager der Akademischen Fluggruppe Zürich in Münster (Mitte Juli bis Ende August). Apparativ und finanziell unterstützt wurde das Vorhaben von der Schweiz. Meteorologischen Anstalt, dem LAPETH, dem Institut für Leichtbau und Flugzeugstatik der ETH und dem Fonds für Sportwissenschaftliche Forschung der Eidg. Turn- und Sportschule in Magglingen.

3. ZIELSETZUNG

Das Interesse galt vor allem denjenigen meteorologischen Parametern, die für die Entwicklung der Thermik und somit deren Prognose relevant sind: Zur Abschätzung des Tagesganges der Thermik ist die Temperaturschichtung der Atmosphäre von primärer Bedeutung. Um deren Entwicklung aus einer frühmorgendlichen Messung berechnen zu können, muss die Aufheizleistung des Gebiets bekannt sein. Ein weiteres Augenmerk gilt der Basishöhe der Cumulusbewölkung; sie ergibt sich aus der Taupunktdifferenz der aufsteigenden Luftmassen. Alles sind Grössen, die stark von denen im Flachland abweichen können und für die Alpen schlecht bekannt sind. Als drittes gilt es den Störfaktor Wind/Windscherungen zu berücksichtigen. Eine Prognose der Höhenwinde konnte nicht Gegenstand dieser Arbeit sein, es handelt sich dabei um ein grösserskaliges System, das durch die komplexen Wechselwirkungen lokaler und synoptischer Einflüsse gesteuert

wird. Hingegen zeigten die Pilotballonmessungen von 1979, dass das Berg- und Talwindssystem deutlich ausgebildet ist, weshalb die Messungen des lokalen Windprofils weitergeführt wurden.

4. 1981 EINGESETZTE GERÄTE

Am Talboden (1340 mMSL) wurden die Temperatur, die relative Feuchte und der Druck registriert. In 5 m Höhe wurde der Wind und nochmals die Temperatur aufgenommen (Schalenkreuzanemometer, Windfahne, Thermistor). Die Basishöhe der Cumulusbewölkung wurde visuell vom Boden aus und mit Flugzeugen erfasst. Zur Wind- und Temperatursondierung gelangten optisch vermessene (3-m-Telemeter) 30-Gramm-Ballone mit einkanaligen Temperatursonden (GRAW) zur Anwendung. Es wurden 22 Morgenaufstiege um 08 Uhr (lokale Sommerzeit) durchgeführt (davon 5 nur Pibal) und 30 (12) weitere in unregelmässiger Verteilung.

Nebst diesen klassischen meteorologischen Messinstrumenten wurde ein Prototyp eines Messsystems für Kleinflugzeuge eingesetzt (ATAR der Fa. METEOLABOR nach Dr. JOSS). Es zeichnet die Temperatur (Cu/Constantan-Element) und den Taupunkt (miniaturisierter Taupunktspiegel) nebst 4 weiteren, frei wählbaren Kanälen und gesprochenem Kommentar auf eine Tonbandkassette auf. Die Zusatzkanäle wurden mit der Messung des statischen Drucks (Höhe), des Staudrucks (Geschwindigkeit) und des differenzierten Drucks (Vertikalgeschwindigkeit) belegt. Die Messungen erfolgten kombiniert mit 19 normalen Segel- oder Schleppflügen, spezielle, zeitlich geplante Messflüge fanden nicht statt. Weiter konnte mit Zeitrafferfilmen der Tagesgang der Bewölkung visualisiert werden.

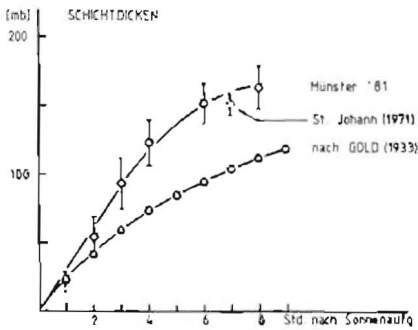
5. AUSGEWAHLTE RESULTATE

5.1 AUFHEIZLEISTUNG

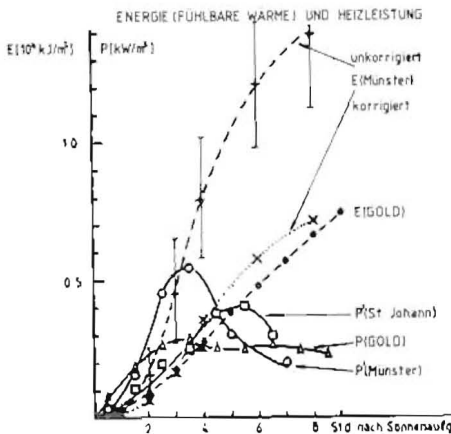
Aus 20 Temperaturprofilen an Strahlungstagen bei Sonnenaufgang und dem Temperaturtagesgang am Boden wurde auf dem Adiabatenpapier die Aufheizenergie ein- bis zweistündlich grafisch bestimmt.

Ein in der Meteorologie übliches Mass des Zuwachses an Energie der fühlbaren Wärme ist die Schichtdicke der Luft in mb, die mit derselben Energiemenge vom isothermen in den trockenadiabatischen Zustand gebracht werden könnte. Fig. 1 zeigt diese für das Flachland gültigen GOLD'schen Werte im Vergleich mit den im Oberwallis

gefundenen. Die durchschnittliche maximale Energie in einem anderen Alpentäl (St. Johann, Inntal im Mai) liegt nahe der hier gefundenen.



Die Schichtdickendarstellung von Fig. 1 ist aber nur proportional zur Quadratwurzel der Energiefläche auf dem Adiabatenpapier; Fig. 2 mit den in üblichen physikalischen Einheiten aufgetragenen Energien zeigt, dass der Faktor zwischen Flachland und Alpentäl etwa 2 ist.



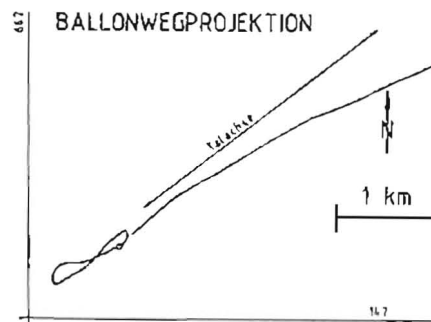
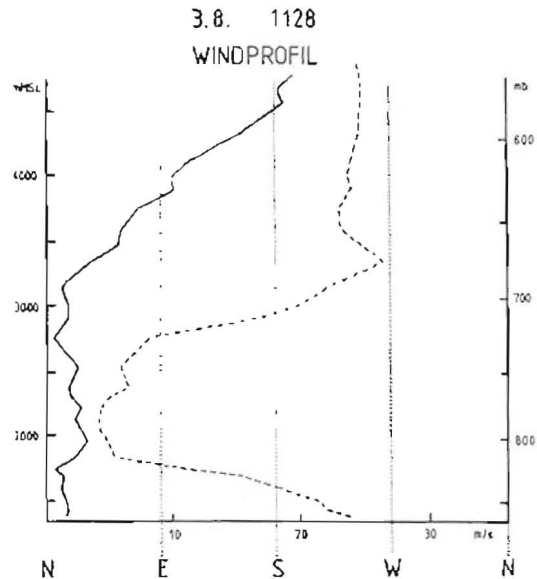
Zieht man jedoch in Betracht, dass die Luftmasse pro horizontaler Bodenfläche im Tal verschieden von derjenigen über dem Flachland ist, findet man den Hauptgrund der unterschiedlichen Aufheizung wahrscheinlich darin. Aus der durchschnittlichen Höhenentwicklung $p_a(t)$ der trockenadiabatischen Schicht wurden für die Messpunkte die Anteile der Luftvolumina an den vertikalen Prismen, deren Seitenwände durch die Höhenkurven der Topografie zu $p_a(t)$ gegeben sind, bestimmt:

t (Std. n. S'aufg.)	p_a (mb)	Luftanteil %
1	835	43
2	785	43
3	727	36
4	690	45
6	650	48
8	632	52

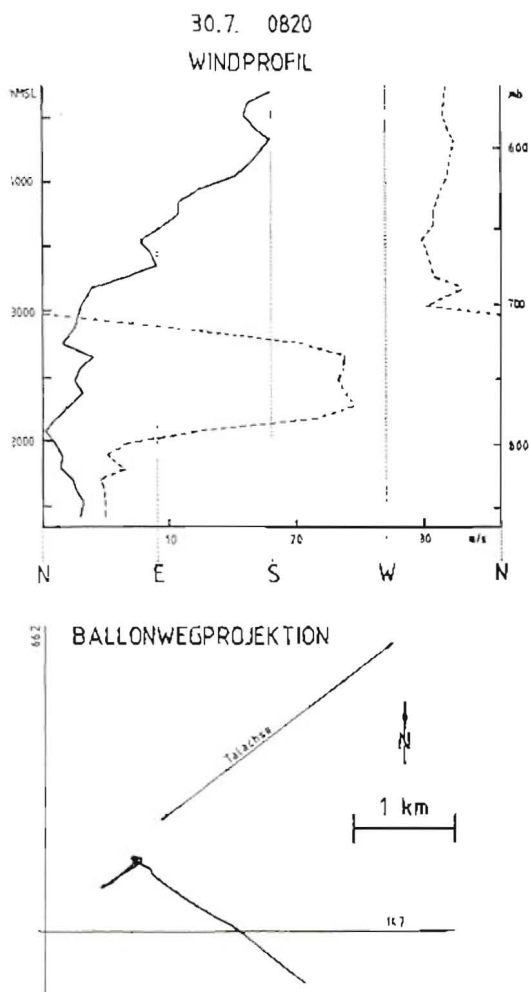
Führt man diese Luftmassenkorrektur ein, resultieren vernünftiger Energie- und Heizleistungswerte. Die Grafik zeigt zum Vergleich auch die von REINHARDT gemessenen Heizleistungen um einen mittleren Faktor 0.5 reduziert. Die Verschiebung der Maxima kann leicht durch die verschiedenen Richtungen der Talachsen gedeutet werden: Das Oberwallis, das SW-NE verläuft, wird früher als das N-E verlaufende Inntal rechtwinklig besonnt.

5.2 BERG- TALWINDSYSTEM

Während 35 der 42 Windsondierungen lag zwischen dem Tal- oder Bergwind in Bodennähe und dem geostrophischen Höhenwind eine markant ausgebildete Schicht mit Antital- bzw. Antibergwind (vgl. BUETTNER 1967). Einen Extremfall zeigen Fig. 5 und 6, wo sich gegen eine SW-Höhenströmung und den SW-Talwind die entgegengesetzte Strömung durchsetzen konnte.



Die Fig. 7 und 8 zeigen einen Fall mit Querwind in der Höhe, der die Immunität des Talwindsystems gegenüber den Höhenwinden ebenfalls verdeutlicht.



REINHARDT, M.E.

BUETTNER, K.J.

WMO

URFER-HENNEBERGER, C.

Ein weiteres Charakteristikum des katabatischen Windes - das Geschwindigkeitsmaximum in Bodennähe - ist hier ersichtlich. Die durchschnittliche Höhe der Grenzschicht zwischen der Grundströmung und der Gegenströmung lag bei 2040 mMSL (Streuung 270 m), die Obergrenze des gesamten Talwindsystems lag bei 2980 mMSL (250 m), was etwa der Höhe der talbegrenzenden Kreten entspricht. Die Grenzschichthöhen wurden dabei durch die Minima in den Windgeschwindigkeitsprofilen definiert. Die Untersuchung der Abhängigkeit dieser Höhen von Parametern wie Windgeschwindigkeit und Tageszeit ist noch nicht abgeschlossen.

Gründe für winddrehungen über 270 Grad in den Grenzschichten (vgl. Fig. 7) werden auch noch gesucht.

Beginn und Ende der Tal- bzw. Bergwindregimes waren ziemlich unterschiedlich, von Mittag bis ca. 15 Uhr traten oft vorübergehende Windwechsel gefolgt von frühem "Bergwind" auf. Es scheint, dass im oberen Wallis ein durch Seiten- oder Nachbartäler verursachter Maloja-Effekt auftritt. Ein Grund kann auch darin liegen, dass sich die Zone maximaler Erwärmung infolge der Talbiegung bei Brig von NE-SW auf E-W mit zunehmendem Sonnenazimuth talabwärts verschiebt.

5.3 TAUPUNKTTAGESGANG

Zwei Fallstudien von Flugzeugmessungen suggerieren, dass die im Laufe des Tages im Tal zirkulierende Luft aus einer relativ dünnen Schicht (weniger als 500 m) auf Talgrundhöhe aus der Umgebung zugeführt und bis über die Kretenhöhe verteilt wird. Das sich einstellende Mischungsverhältnis in der trockenadiabatischen Schicht (Boden bis Basishöhe von 3600 mMSL) entsprach nicht dem morgendlichen Mittelwert in dieser Schicht, wie er sich bei Durchmischung einstellen müsste. Trotz einer Taupunktabnahme von mehr als 20 Grad über diese Höhe nahm die Talluft das Mischungsverhältnis an, das anfänglich am Boden herrschte, lag also etwa 10 Grad über dem erwarteten Wert.

Weitere Messungen im Sommer 1982 sollen diesem seltsamen Sachverhalt klären helfen.

Aerologische Strukturen am Alpennordrand nach Flugzeugsondierungen, Annalen der Meteorologie Nr. 5, S. 89-91, München 1971.

Valley Wind, Sea Breeze and Mass Fire, three Cases of quasistationary Airflow, Symposium on Mountain Meteorology, Denver 1967.

Technical Note No. 158: Handbook of Meteorological Forecasting for Soaring Flight.

Neuere Beobachtungen über die Entwicklung des Schönwetterwindsystems in einem V-förmigen Alpental (Dischmatal bei Davos)
Arch. Met. Geoph. Biokl., Serie B, 18, 21-42 1970.