



Blick in die Dolomiten-Gastner-Alm bei Lanz.

100 Kilometer von Wien:

51 Grad
unter Null!

Arbeiten aus der
Biologischen Station
Lanz am See, N.Ö.

Von Dr. Franz Säuberer (Zentralanstalt
für Meteorologie und Geodynamik)

Es ist eine längst bekannte Tatsache, daß die Lufttemperatur im allgemeinen mit der Meereshöhe abnimmt. In Wien beträgt z. B. das Jahresmittel der Temperatur 9,2 Grad Celsius, auf dem Semmering (1000 m) 6,1 Grad, auf der Schmittenhöhe (1949 m) 0,7 Grad und auf dem Sonnblick (3106 m) nur mehr — 6,4 Grad. Je nach Jahreszeit und Wetterlage erreicht in unseren Gegenden die Temperaturabnahme pro 100 m durchschnittlich Werte von 0,4 bis 0,6 Grad. Diese Temperaturabnahme mit zunehmender Seehöhe stellt wohl den mittleren Zustand für Höhen von mehr als etwa 500 m über der Erdoberfläche dar, in Bodennähe können aber viel größere Änderungen vorkommen, und zwar besonders unmittelbar über der sonnenbeschienenen Erdoberfläche. Dies ist ja schließlich erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Lufthülle der Erde fast ausschließlich von der Erdoberfläche her erwärmt wird. Fast die gesamte Wärme auf unserem Planeten kommt ja bekanntlich von der Sonne in Form von Strahlung heran. Die Sonnenstrahlung durchdringt die Lufthülle gut, nur wenig wird dort aufgezehrt und zur direkten Erhöhung der Lufttemperatur benützt. Der Großteil der Strahlungswärme wird dann von der Erdoberfläche absorbiert. Diese wird dadurch erwärmt und von ihr aus erst die angrenzenden Luftschichten. Hauptsächlich durch Durchmischung gelangt die Wärme dann auch in höhere Regionen. Dies ist die leicht verständliche Erklärung der Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe.

In umgekehrter Weise geht dann die Abkühlung der Luft in den Zeiten fehlender Einstrahlung, also vornehmlich zur Nachtzeit, vonstatten: Jeder Körper und jede Masse mit einer über dem absoluten Nullpunkt, also über — 273 Grad liegenden Temperatur sendet unsichtbare Wärmestrahlung aus. Die einzelnen Körper, bzw. Massen stehen untereinander im Strahlungsaustausch, und zwar so, daß der mehr ausstrahlende zugunsten des weniger ausstrahlenden an Wärme verliert. Das Ausmaß der Wärmeabstrahlung hängt nun in hohem Maße von der Temperatur der ausstrahlenden Körper ab. Solange die Sonne scheint, gewinnt demnach die bedeutend kältere Erdoberfläche von der Sonne her an Wärme, nach Sonnenuntergang steht aber die Erdoberfläche hauptsächlich mit dem fast — 273 Grad kalten Weltall in Strahlungsaustausch und verliert dadurch viel Wärme. Die Erdoberfläche kühlt sich ab und als Folgewirkung tritt dann eine Abkühlung der unteren Luftschichten ein. Diese

Abkühlung ist umso größer, je länger die Zeit der Ausstrahlung anhält, das heißt je länger die Nacht dauert und je weniger Wärme aus dem Boden zur ausstrahlenden Oberfläche nachgeschoben werden kann. Da Schnee ein besonders schlechter Wärmeleiter ist, tritt zur Zeit der Schneelage eine besonders intensive Abkühlung der unteren Luftschichten ein, und zwar besonders dann, wenn die Ausstrahlung nicht durch Wolkenschichten behindert wird, also in klaren Nächten. Die abgekühlte Luft wird dann dichter und schwerer und fließt in unebenem Gelände gleichsam wie Wasser die Hänge hinab, und sammelt sich in Tälern, Becken und Mulden an. Wenn dabei die Luft ruhig ist und daher keine Durchmischung stattfindet, bildet sich so eine Temperaturschichtung aus, die entgegen der normalen gerichtet ist, das heißt, in Bodennähe ist die Luft sehr kalt, mit zunehmender Höhe wird sie rasch wärmer und oberhalb einer Zone mit der höchsten Temperatur tritt dann wieder eine langsame Abnahme bis zu großen Höhen ein. Wir sprechen dann von einer „Temperaturinversion“ (Temperaturumkehr).

Derartige Temperaturinversionen sind in Gebirgsgegenden zur Winterszeit derart häufig, daß sie dort sogar den Normalzustand für diese Jahreszeit darstellen können. Dies gilt z. B. für das Klagenfurter Becken, wo die Wintertemperatur im Mittel in der auf der Sattnitzhöhe etwa 300 m über Klagenfurt liegende Ortschaft Radsberg um 2,2 Grad höher ist als in Klagenfurt. Bekannt sind auch die oft sehr tief liegenden winterlichen Minimumtemperaturen in Tamsweg, Admont und anderen Talorten. Oft können wir im Winter in Alpentälern die Beobachtung machen, daß unten schwerer Raureif auf den Bäumen lagert und ab einer bestimmten Höhe die Bäume reiffrei sind. Das Sprichwort sagt da, natürlich meist übertreibend: „Geht man höher um einen Stock, wird es wärmer um einen Rock“.

Diese Eigenarten der Temperaturverhältnisse in den Alpentälern wirken sich natürlich auch auf die Lebensverhältnisse aus. Der aufmerksame Beobachter findet verschiedene Anzeichen dieser Temperaturumkehr in der Pflanzendecke und im Tierleben. So fällt es auf, daß z. B. die wärmeliebende Rotbuche in rauheren Gegenden der Niederösterreichischen Voralpen am Talboden nicht vorkommt, wohl aber auf den Hängen, wobei deren Richtung meist bedeutungslos ist. Dies ist auch im

Arbeitsgebiet der nördlich des Dürnsteinstockes liegenden Biologischen Station in Lunz am See zu beobachten und war mit ein Grund, dort eingehendere klein-klimatische Untersuchungen anzustellen, die in Zusammenarbeit der Biologischen Station und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien im Jahre 1928 aufgenommen wurden.

Die erste Untersuchungsreihe bei den Lunzer Klein-klimaforschungen bestand aus einer Basisstation bei der Biologischen Station und 13 Beobachtungsstellen im Gelände zwischen dem Untersee und dem

Dürnsteinstock. Die Stationsreihe zog sich über den Mittersee zum Hetzkogelabfall und weiter über die Doline Gstettner-Alm durch den Lechnergraben zurück ins Ybbstal und zum Seekopfsattel. Die Seehöhen der Beobachtungsstationen lagen zwischen 600 und 1500 m über dem Meeresspiegel. Die Stationen waren mit Registriergeräten für Temperatur und Feuchte und mit einer Anzahl Extremthermometer ausgestattet; sie wurden, auch den Winter über, wöchentlich mindestens einmal aufgesucht und kontrolliert. Aus den Registrierungen und Extremther-

мометern war somit immer der Verlauf von Temperatur und Feuchte während der ganzen Zeit zwischen den einzelnen Besichtigungen, bzw. Neueinstellungen der Geräte genau zu entnehmen. In der Folgezeit wurde die Beobachtungsreihe mehrmals umgestellt, stets aber blieb die Doline Gstettner-Alm besetzt, denn dort wurden, wie schon aus der eigenartigen Pflanzendecke zu erwarten war, ganz abnormale Temperaturminima vorgefunden.

Schon der erste Winter ergab dort im Februar 1929 Minima von 44 bis 48 Grad unter Null. Trotzdem dieser Winter im allgemeinen außerordentlich kalt war, erregten diese Ergebnisse in Fachkreisen einiges Aufsehen. Allerdings wurde eingewendet, die benützten Apparate seien für Messungen derart niedriger Temperaturen nicht gut brauchbar, da die Schreibfeder der Thermographen trotz Verstellung um 20 Grad am Rand der Registriertrommel anstand und die Extremthermometer einen Quecksilberfaden enthielten, der bei etwa -37 Grad erstarren mußte. Andererseits waren aber, wie spätere Überprüfungen ergaben, alle drei verwendeten Extremthermometer vollkommen in Ordnung geblieben, so daß angenommen werden konnte, die eingeschlossenen Quecksilberfäden hätten Unterkühlungen um etwa 10 Grad in flüssigem Zustande ertragen.

In den folgenden Wintern wurden nun auch bis -60 Grad geeichte Alkoholthermometer ausgesetzt. Sie brachten eine volle Bestätigung der Ergebnisse des Winters 1928—29. Ja, es wurden sogar in den beiden darauffolgenden Wintern Temperaturen von -51 Grad Celsius festgestellt, während zur gleichen Zeit z. B. auf dem Sonnblick das Thermometer nie unter -30 Grad gesunken war. Seither liegen nun schon Meßergebnisse aus 15 Wintern vor, und immer sank die Temperatur auf

der Gstettner-Alm unter -40 , sehr oft sogar unter -50 Grad. Das absolute Minimum liegt bei -50 Grad. An dieser Stelle wurde also tatsächlich ein extremes Kälte Loch vorgefunden, das die tiefsten in Mitteleuropa je gemessenen Temperaturen im Freien aufweist. Die äußeren Extreme treten meist im Spätwinter auf. Aber schon anfangs des Herbstes kommen dort gelegentlich Minima von -10 bis -15 Grad vor. Es taucht nun die Frage auf, wie denn diese Temperaturexzesse zustandekommen.

Wir haben es auf der Gstettner-Alm mit den gleichen Erscheinungen der Ausstrahlungsfröste zu tun, wie sonst in Tälern und Becken der Alpen. Nur ist in unserem Falle das Ausmaß der Kaltluftansammlungen räumlich auf eine Doline begrenzt und die Bedingungen für die Ausbildung des Kaltluftsees sind außergewöhnlich günstig. Es ist ein sehr geeignetes Einflußgebiet vorhanden, aus dem die abfließende Kaltluft zusammenströmt, die Hängneigungen sind so, daß sie noch eine genügend starke Ausstrahlung zulassen, aber anderseits entsprechende Wind-

schutz bieten. Infolge der Seehöhe von 1270 m liegt die Almdoline außerdem schon über der Wolken- und Dunstschicht, die in dieser Gegend bei winterlichem Hochdruckwetter oft die Täler einhüllt, so daß auf der Gstettner-Alm dann klare Strahlungsnächte vorherrschen. Außerdem darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß die Ausstrahlung in solchen Höhen an sich schon intensiver ist als in der Niederung und daß selbstverständlich im Spätwinter stets eine mächtige Schneedecke vorhanden ist, die keinerlei Wärmezufuhr vom Boden zur Oberfläche zuläßt.

Wie auch sonst, werden die tiefsten Temperaturen auf der Gstettner-Alm meist knapp vor Sonnenaufgang erreicht. Sobald die Sonne in die Doline scheint, steigt die Temperatur rasch an. Es kommt oft vor, daß wenige Stunden nach einem Minimum von etwa -40 Grad der Nullpunkt erreicht wird! Mit Sonnenuntergang oder schon etwas früher, setzt wieder ein rapider Temperaturfall ein, der sich nach Einbruch der Dunkelheit verlangsamt und allmählich zum nächsten Minimum führt. Die Doline hat am Boden einen Durchmesser von etwa 100 m. Die mäßig ansteigenden Hänge überhöhen an einer Stelle den Boden nur um etwa 40 m, dort senkt sich der Lechnergraben zum Ybbstal hinunter. Es ist hier eine Art Abflußstelle für die Kaltluft vorhanden, die sich ungemein deutlich auswirken kann. Oberhalb dieser Stelle, dies wurde bei Versuchsmessungen mit tragbaren Thermometern festgestellt, ändert sich oft die Temperatur mit der Höhe nur wenig oder gar nicht, während gegen den Dolinenboden hin ein geradezu grotesker Temperaturabfall vorhanden sein kann. Der 40 m unter der Abflußstelle liegende Boden weist bei Vorhandensein von Kaltluftseen oft um $20-30$ Grad tiefere Temperaturen auf als



Die Doline gegen den „Abfluß“ in den Lechner-Graben. Die Vegetationsumkehr ist daran zu erkennen, daß weiter unten das Krammbolz strebt, höher oben jedoch Fichten. In der Einzäunung die Kleinklimatische Beobachtungsstation.

diese. Solche Effekte können natürlich nur auftreten, wenn im Kessel vollständige Luftruhe herrscht und der Himmel klar ist. Bei Wind und bei bewölktem Himmel herrschen fast in der ganzen Doline die gleichen Temperaturen.

Wie örtlich die tiefen Temperaturen an die Doline Gstettner-Alm gebunden sind, geht aus Vergleichen mit anderen Beobachtungsstationen in der Nähe hervor. In Entfernungen von 1–2 km finden wir an gewissen Stellen in annähernd der gleichen Seehöhe in Zeiten, wo im Kessel –30 bis –40 Grad verzeichnet werden, Temperaturen von –10 bis Null Grad!

Die hier geschilderten Temperaturverhältnisse wirken sich natürlich stark auf die Lebensbedingungen von Tier und Pflanze aus. Gerade die merkwürdige Pflanzendecke war es ja, die, wie schon erwähnt wurde, zur Anstellung dieser Untersuchungen anregte. Wir finden in der Doline Gstettner-Alm auch eine Umkehr der Vegetationsverhältnisse vor! Am Boden kümmerliche Weideflächen mit typischen Grasarten der sibirischen Stromtäler, weiter nach oben dann Pflanzen, die sonst statt hier in 1290 m in Höhen über 1700 m auftreten, noch weiter oben Krummholz und schließlich Fichtenwald und sogar einzelne Buchen! Ähnliche Abnormitäten wurden auch im Vorkommen von Insektenarten gefunden. Sogar die Vegetationsdauer der Pflanzen und die Entwicklungsdauer der Insekten sind am Dolinenboden anders als sonst in der Gegend, Pflanzen und Tiere müssen sich den Temperaturverhältnissen anpassen, um existieren zu können.

Entsprechend den geschilderten Temperaturunterschieden in horizontaler Richtung finden wir auch auf engem Raum ein merkwürdiges Nebeneinander von Pflanzen verschiedener Klimagebiete: Am Dolinenboden der Gstettner-Alm sibirische Kältepflanzen und kaum 1 km davon entfernt, bei der Beobachtungsstelle „Nor“ im Lechnergraben, gedeihen typische Vertreter der atlantischen Flora, wie wärmeliebende Moose und Stechpalmen! Es handelt sich hier nämlich um eine Art Felsrippe, von der die Kaltluft immer gleich abfließen muß, so daß dort, in ausgeprägtem Gegensatz zur Gstettner-Alm, die Temperaturen übernormal sind.

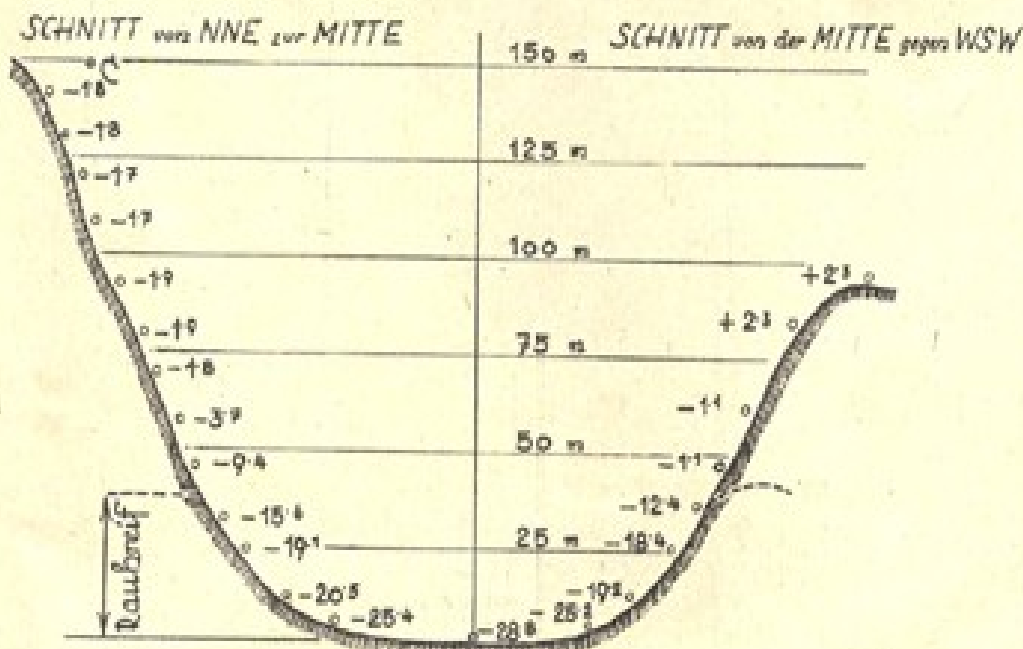
Wahrscheinlich treten ähnliche Ausbildungen lokaler Kälteseen auch in anderen Becken und Dolinen der Alpen auf, es ist aber unwahrscheinlich, daß sie an Ausgeprägtheit die Erscheinungen in unserer Gstettner-Alm übertreffen. Normalerweise, besonders im Sommerhalbjahr, zieht der



Alter Viehstall in der Doline.

Wanderer am Gstettnerboden meist achtlos vorüber, wie an jedem anderen Almboden, denn er kann von all den geschilderten Vorgängen zu diesen Zeiten nichts bemerken, es sei denn, er sei ein vorzüglicher Pflanzenkenner oder Insektenforscher und käme aus Beobachtungen in seinem Spezialgebiet zur Erkenntnis, daß dort oben „etwas Besonderes los sein müsse“, welche Feststellung der an der Biologischen Station Lunz arbeitenden Forscher wir ja die Entstehung dieser ergebnisreichen Gemeinschaftsarbeit von Biologen und Meteorologen verdanken.

Im Kriege versuchte man sogar, die Gstettner-Alm als natürliches Kältelaboratorium auszunützen. Es wurde nicht viel daraus. So manches wird dort aber noch von der österreichischen Wissenschaft herausgeholt werden! Gewiß sind die zur Verfügung stehenden Mittel nur geringfügig. Persönliches Interesse und Opfermut der beteiligten Forscher werden diese Mängel aufwägen, die Arbeiten gehen weiter!



Überhöhtes Profil durch die Doline der Gstettner-Alm mit Angabe der Temperaturen am klaren Morgen des 21. Jänner 1930. Ein Beispiel für eine ausgeprägte Temperaturumkehr. (Nach Prof. Dr. W. Schmidt)

Bilder nach Aufnahmen des Verfassers

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.