

ist ein Bruchrand, der sich über die Murmanküste fortsetzt. Im Zusammenhang mit diesen im Tertiär stattgefundenen Bruchbewegungen sind auch die ersten Anlagen der Fjorde in Einklang zu bringen. Während der Varangerfjord im Streichen des Hauptabbruches liegt, stehen alle anderen Fjorde ungefähr senkrecht zu ihm. Eine Gruppe — der Petsamofjord und das sich anschließende Petsamotal, das Tal des norwegischen Sandelv, sowie der Neidenfjord — ist nach SW, die andere Gruppe — der Peuravuoni (Falkefjord) und der Jarfjord — ist nach SE gerichtet. Nicht nur die Fjorde und manche Flußtäler sind durch solche Bruchlinien vorgezeichnet. Es scheint, daß der größte Teil der Seen Bruchlinien folgt, mit Ausnahme einiger Exarationsbecken (wie das des Trifonasees).

Erst die von der im SW gelegenen Eisscheide vorstoßenden Gletscher überformten das Land, milderten einesteils die Oberflächenformen durch mächtige Grundmoränenablagerungen und übertieften bzw. überhöhten sie andererseits durch Aushobelung der vorgebildeten Rinnen, durch Bildung von Gletschermühlen und Ablagerung von Osern. Ein solcher tritt nördlich des Fjeldmassives zwischen Kolosjoki und Petsamofluß auf. Typisch für dieses nördlichste Gebiet Europas ist der sehr steinige Charakter der Lockermassen. Einmal ist das auf die Eigenart der Moräne zurückzuführen, zum anderen auf die starke Frostverwitterung. Solifluktion schuf dazu Schutthalden und Schuttropfen. In den küstennahen Gebieten des Berglandes glättete das Meer vor der nachdiluvialen Hebung die heute kahlen Felsmassen. In anderen Landstrichen wurden die feineren Bestandteile der Grundmoräne durch fließendes Wasser und durch den Wind abgetragen, so daß nur erratische Blöcke zurückblieben. Die sandigeren Komponenten wurden zu Flug-sandfeldern bei Ivalo südlich des Inare und im Petsamotal bei Yläluostari angeweht.

Die Küste ist von einer breiten Strandplatte begleitet, die bei Ebbe zutage tritt. Auf ihr erheben sich, 15 km von der Küste entfernt, die Heuinseln (Heinäsaaret), fast ständig vom Gischt der Brandung umspült. Durch einen schmalen Hals, dem Maatkimuotka, ist der Petsamozipfel mit der Fischerhalbinsel verbunden. Sie stellt ein ödes, flaches, bis 250 m hohes Tafelland dar, das aus horizontal lagernden Sandsteinschichten aufgebaut ist. Einzelne Kuppen überragen es.

Über den Föhn auf Spitzbergen und Grönland

Von Dr. F. R o ß m a n n , München.

Durch meine Theorie der hangnahen Föhnströmung auf der Leeseite hinreichend hoher Gebirge wird der Föhn aufgefaßt und erklärt als Freistrahle, dessen Antrieb in der nach Lee herüber fallenden Föhnwolkendecke, der Föhnmauer, liegt (1). Dabei wird die Bewegungsenergie thermodynamisch der Feuchtbarkeit einer abwärts gerichteten Strömung mit wachsender Beschleunigung so lange entnommen, als flüssige Teilchen vorhanden sind, sei es sichtbar in Form von trübenden Wolkentröpfchen, sei es meist unsichtbar als Fallstreifen der stets weiter verteilten Niederschlagsteilchen. Weil mehr oder wenige grobe Niederschlagsteilchen lockerer verteilt, als es im allgemeinen Wolkenelemente sind, nicht oder nur kaum sichtbar sind, reicht die feuchtlabile Wirksamkeit einer Föhnbewölkung gelegentlich beträchtlich tiefer als der Wolkenunterrand anzeigt. Außerdem kann die Strömung, auch wenn alles flüssige Wasser durch Verdampfen verzehrt ist, immer nach abwärts beschleunigt werden, wenn die Schichtungsverhältnisse auf einen trockenlabilen Vorgang hinwirken. Das wird vorwiegend von den Temperaturverhältnissen des Hanges bewirkt, die ihrerseits die Temperatur der hangnahen Luftmassen durch ihren Wärmeumsatz bei Aus- und Einstrahlung im Austausch mitbestimmen. Diese Verhältnisse sind im Einzelfall sehr viel weniger übersichtlich und auch schwieriger zu ermitteln, weil der Strahlungshaushalt an Hängen erstens wesentlich von der Hangexposition, zweitens von der Klarheit des Himmels, d. h. von Bewölkung und Dunstentwicklung abhängt, schließlich drittens im Wechsel von Tag und Nacht und mit der sich ständig ändernden Sonnenhöhe und Sonnendeklination den stärksten tages- und jahreszeitlichen Gang von allen meteorologischen Größen besitzt.

Immerhin haben wir auf der Erde zwei Zonen, wo die erwähnte Verwicklung des Problems dadurch eingeschränkt ist, daß die Tag- und Nachtbögen der Sonne eine gewisse Konstanz aufweisen. Es sind dies die Tropen, wo beide tagein und tagaus annähernd gleich bleiben. Es sind außerdem die Polargebiete, wo um die Solstitien der Sonne herum entweder beim Sommersolstitium der Nachtbogen fortfällt, umgekehrt beim Wintersolstitium der Tagbogen nicht vorhanden ist. Im ganzen liegen für die Polargebiete wesentlich einfachere Verhältnisse vor als für die Tropen, weil der zweite Umstand, die Himmelsklarheit, infolge des geringen Wasserdampfgehaltes verhältnismäßig einfach und übersichtlich ist, nämlich vor allem in der kalten Jahreshälfte etwa entsprechend den Wärme- und Wasserdampf-Zuständen im Ci-Niveau der übrigen Breiten. Der erste Umstand, die Hangexposition, ist als morphologisches Element der Erdkunde überall auf der Erde in gleicher Weise mannigfaltig. Ganz einfache Verhältnisse werden in allen Gebirgsländern nur auf kleinstem Raume angetroffen, weil außer der Himmelsrichtung, in welcher der Hang liegt, noch seine Neigung im ganzen Verlauf, seine Länge und die physikalische Beschaffenheit seiner Oberfläche diesen Begriff umschließt.

Es fügt sich gut, daß Spitzbergen und Grönland einer Breitenlage zugehören, einander benachbart sind und dennoch stark verschiedenen Gebirgscharakter haben, daß außerdem aber gerade bei ihnen der Föhn verhältnismäßig am besten beobachtet und erforscht ist.

Den Föhn von Spitzbergen hat in seiner Sommerform H. Hergesell entdeckt und durch Drachen- und Pilotballon-Aufstiege in den Jahren 1906, 1907 und 1910 vom Schiff aus aerologisch erforscht (2). Freilich kennzeichnet er diese Winde noch nicht als Föhn, sondern spricht von „lokalen Winden“. Doch hat Hergesell schon festgestellt, daß diese Luftströmungen nur auf einige hundert Meter über dem Boden beschränkt sind, so daß die Drachen nur bis zu ihrer Obergrenze gebracht werden konnten, ferner daß sie in der Kingsbay, Crossbay, dem Dänengat, dem Südgat, der Smeerenburgbay und vor allem in der Wijdebay mit großer Regelmäßigkeit wehen. Es wurde auch gefunden, daß die Temperaturabnahme in der Windschicht rasch, annähernd adiabatisch ist, während die Feuchtigkeit gelegentlich bis 100 % zunimmt. Diese örtlichen Landwinde treten am kräftigsten auf, wenn auf dem Meere heiteres Wetter herrscht, dagegen setzen sie an nebligen Tagen mitunter völlig aus. In dem langen und weiten südnördlich verlaufenden Fjord, der Wijdebay, weht er, an keine Tages- und Nachtzeit gebunden, als Südwind mit größter Stärke, die 7, auch wohl 10 m/s (28. 7. 1906) erreicht und von der Fjordmündung gegen das Fjordinnere zunimmt.

Diese Lokalwinde wehen auch nachts stets vom Lande her. Hergesell führt sie treffend auf Temperaturunterschiede zwischen Land und See zurück, wobei die See stets wärmer ist als das Land. Dabei ist allerdings diese Schlußfolgerung noch genauer zu ziehen, um zu einer wirklichen Theorie dieser Winde zu kommen, und zwar so: Die Atmosphäre über dem Meere hat bis zu Höhen von 600 und 800 m durchweg höhere Temperaturen als sie in gleichen Höhen an den Hängen der die Fjorde einrahmenden Gebirgszüge herrschen. Denn aus dem weiteren Umstand, daß diese Winde lediglich in Fjorden auftreten, die sich mehr oder weniger nach Norden öffnen, also auch in nördlichen Richtungen abdachen, geht hervor, daß es sich um Schwerkwinde handelt, welche der ständig wirksamen Ausstrahlung und dem Wärmeaustausch mit der teilweise von Schnee- und Gletschereis bedeckten Unterlage ihr Entstehen verdanken. Es ist weiter zu schließen: auf Spitzbergen gibt es um das Sommersolstitium herum, etwa solange die Mitternachtssonne scheint, eine Zeit, in der Berg- und Talwinde nicht im Wechsel von Sonnenhöchststand und Sonnentiefstand kentern.

Vielmehr weht in den Fjorden, deren Abdachungen nach Norden weisen und die daher nur wenige Stunden ganz schwach bestrahlt werden, ständig Berg- oder Landwind. Umgekehrt ist zu erwarten, daß in den Tälern und Fjorden, deren Hänge nach Süden weisen, bei denen die Einstrahlung stark überwiegt, vorherrschend und freilich nicht so ausgeprägt Tal- oder Seewind vorhanden sein wird, sofern nicht eine Bedeckung mit Gletschern oder überdauerndem Schnee die Umsetzung der überwiegenden Einstrahlung in höhere Temperaturen unterbindet. Eine

sorgfältige Überprüfung dieser Hypothese würde die Kenntnis lokaler Winde unter verhältnismäßig einfachen Randbedingungen sehr fördern.

Eine erste Nachprüfung dieser Gedankengänge ist mit Hilfe der Windbeobachtungen der schwedischen Beobachtungsstation während des Internationalen Polarjahres 1882/83 auf Kap Thordsen möglich (3). Die Station lag zwar nicht am offenen Meer, sondern gegenüber der Advent-Bay am Nordufer des breiten Eisfjordes in 90 m Höhe über dem Spiegel des Fjordes auf einer nach Süden sich erstreckenden Halbinsel mit mäßig geneigten, nach Süden exponierten Hängen. Von der Westküste Spitzbergens liegt Kap Thordsen 60 km entfernt und, da es kaum abzuschätzen ist, wie weit das Golfstromwasser sich im Fjordinnern bemerkbar macht, lassen sich vielleicht noch bessere Belege beibringen. Immerhin geben die Häufigkeiten der Winde aus dem nördlichen Sektor (zusammengefaßt NNW, N und NNE) und dem südlichen Sektor (Zahlen für SSE, S, SSW) den Effekt im Jahresgang deutlich wieder:

	1882				1883							
	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.
NNW NNE	64	37	38	66	41	15	40	29	20	6	6	2
SSE SSW	6	2	4	4	3	0	3	6	0	20	43	12

Von Mitte April bis Mitte August scheint die Mitternachtssonne. Ihre Wirksamkeit ist infolge der Eis- und Schneebedeckung in diesen Breiten noch weiter ins spätere Jahr verschoben als die Wirkung des höchsten Sonnenstandes in unseren Breiten. Die drei Sommermonate sind auch für die Entwicklung des Pflanzenlebens Juni, Juli und August. Scharf treten die Winde aus nördlichen Richtungen nur in diesen Monaten gegenüber den übrigen zurück, ebenso deutlich heben sich umgekehrt die aus südlichen Richtungen gegenüber den übrigen Monaten hervor. Das ist ohne Zweifel ein schlüssiger Hinweis, daß im Sommer bei heiterem Wetter den lokalen Berg- oder Landwinden der nordwärts gerichteten Fjorde Tal- oder Seewinde an den südlich exponierten Hängen entsprechen, die allerdings kaum so ausgeprägt und stark sind, weil bei ihnen jede Düsenwirkung fortfällt, und weil gelegentliche Ablösungen ihre Kraft und Stetigkeit herabsetzen müssen.

Die von Hergesell festgestellten „lokalen Winde“ wurden von G. Rempp und A. Wagner im Jahre 1911/12 in der Adventbay als Föhnwinde erkannt (4). Den Nachweis erbrachten sie dadurch, daß sie an diesen Winden eine Reihe von Erscheinungen nachwiesen, die auch dem Alpenföhn zukommen. Eine Lücke blieb jedoch; das ist die Frage, wie sie eigentlich entstehen. Diese Lücke möchte ich in Anknüpfung an die umfassenden Gesichtspunkte, die A. Schmauß bei dem Festkolloquium zur Feier des 50. Bestehens des Zugspitz-Observatoriums am 30. September 1950 in Garmisch für das Zustandekommen föhnartiger Strömungen entwickelt hat (5), von meiner Föhntheorie her schließen und dabei an dem ganz andersartigen Grönländischen Föhn zeigen, was diese Anschauungen bei richtiger Anwendung leisten.

In den seltensten Fällen dürfte der föhnartige Wind der Fjorde Spitzbergens von den in den höheren und höchsten Lagen feucht labil absteigenden Strömungen hervorgebracht werden. Bei fast allen von Hergesell, G. Rempp und A. Wagner angegebenen Strömungen reicht trockenlabiles Absinken an den ziemlich flach abfallenden Hängen vollständig aus. Es kommt so zustande, daß die ständige Ausstrahlung der mehr oder weniger schnee- und eisbedeckten Hänge im Wärmeaustausch mit der anliegenden Luftschicht steht, deren Temperatur merklich unter diejenige der hangfernen Luft sinkt und so in Hangrichtung oder auf der Strömungslinie trockenlabile Verhältnisse schafft. Dafür spricht auch das überwiegend heitere, auf offener See windstille Wetter. Demnach wären diese

Winde als ununterbrochen ohne tagesperiodisches Kentern wehende Bergwinde, aber nicht als Föhnwinde zu bezeichnen. Die oben angestellten Erörterungen sollten zeigen, daß es solche Winde in einem Bergland von so hoher Breite in der Zeit der Mitternachtssonne geben kann und geben muß.

Bergwind und wirklicher Talföhn lassen sich als Schönwetter- und Schlechtwetter-Wind auch physikalisch und genetisch scharf von einander scheiden: jener bewegt sich durch trockenlabile im Wärmeaustausch mit dem ausstrahlenden Hang hervorgerufene Erscheinungen mit mäßigen Geschwindigkeiten abwärts, wobei geringe Hangneigung und große Hanglänge begünstigend einwirkt; dieser kommt überwiegend durch feuchtlabiles Abströmen von mit Wolken- oder Niederschlagsteilchen erfüllter Luft mit starker Beschleunigung zu hohen Abwärts- geschwindigkeiten, wobei umgekehrt starke Hangneigung, also bei gleichem Höhenunterschied möglichst geringe Hanglänge sich günstig auswirkt.

Alle mir aus den Angaben von Grönland-Expeditionen bekannt gewordenen Fälle sind nach dieser Unterscheidung als echte Talföhne aufzufassen und zu erklären.

Das erste umfangreiche Material stammt von H. Stade (6) und wurde auf der Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin unter Leitung von Erich von Drygalski vom 1. 8. 1892 bis 28. 7. 1893 an der Station Karajak ($70^{\circ} 27' N + 50^{\circ} 10' W$) gesammelt. Diese lag in der innersten Bucht des Umanak-Fjordes am Karajak-Fjord auf einer Felsterrasse 28 m + NN in unmittelbarer Nähe des großen Karajak-Eisstromes und am Fuße einer 340 m schroff emporsteigenden Felswand im Osten.

Stade gibt eine sehr anschauliche eingehende Schilderung eines Föhn- einbruchs am 5. März 1893, 8 Uhr, zur Kennzeichnung aller echten Föhnfälle. Der Druck fiel seit dem Mittag des Vortages anhaltend stark, die Temperatur betrug -20° , die relative Feuchtigkeit war hoch. „Auf dem Wege zu der etwa 120 m entfernten Thermometerhütte vernahm der Verfasser plötzlich das Brausen einer starken Böe, welche auf der Höhe des Nunataks den Schnee emporwirbelte und weit forttrieb; unten war es noch still, aber näher und näher kam die Böe, an den Talwänden hörte man sie herabbrausen, und plötzlich brach sie über die Station herein, wo sie eine empfindliche, jedenfalls nicht unerhebliche Temperaturerhöhung herbeiführte; das Aspirations-Psychrometer zeigte -12° . Wenige Augenblicke herrschte wieder Stille, dann kam eine neue Böe vom Berge hernieder, diesmal von einer derartigen Stärke, daß man sich kaum aufrecht zu halten vermochte, und vor den Augen des Verfassers schnellte in wenigen Sekunden das Quecksilber von -12° bis auf den Gefrierpunkt empor, während zugleich die relative Feuchtigkeit von 70 auf 50 % hinabging. Es folgten Böen von bald größerer bald geringerer Stärke, immer ganz kurze Zeit, manchmal nur wenige Sekunden anhaltend... Die Lufttemperatur schwankte anfangs noch um einige Grade um den Gefrierpunkt, hielt sich aber um Mittag ziemlich beständig bei $+1^{\circ}$, während die relative Feuchtigkeit noch etwas unter 50 % sank. Die Witterung war ausgesprochen trübe, Sc-Wolken aus SSW ziehend, bedeckten den Himmel fast vollständig, an den höchsten Bergen zeigten sich vorübergehend St-Wolken, Niederschlag fiel nicht. Ähnlich war der Witterungscharakter bei allen Föhnerscheinungen zu Karajak; in dessen wurden einige Male Regentropfen beobachtet.“

Die Dynamik dieses Vorganges ist eindeutig aus der Schilderung abzulesen, wenn man meine Föhntheorie heranzieht. Wie der stark fallende Druck und der SSW-Wind in der Höhe anzeigt, nähert sich aus W von der Baffin-Bay her eine Zyklone der Grönländischen Westküste. Mit dem steiler werdenden Luftdruckgradienten frischt der Wind auf dem Inlandeis beträchtlich auf, wodurch das Fegen des lockeren Schnees, das in dem nach der Küste zu gerichteten Schwerewind schon meist beträchtlich ist, außerordentlich stark wächst und große Lockerschneemassen über die Steilstufe der Gletscherenden und Abbrüche der Nunataks zunächst in großer Höhe auf die inneren Teile der Fjorde hinausweht. Im Sinken reißt dieser Schnee die Luft mit sich abwärts, wobei sie sich, während

der Schnee schließlich schmilzt und verdampft, zunächst langsam nach der Feuchtadiabaten für Schnee (Schmelz- + Verdampfungswärme = 680 cal) erwärmt. Das wird im allgemeinen langsamer sein als bei der dort vorhandenen Luft, so daß das Absinken feuchtlabil beschleunigt vor sich geht, bis die Schneeteilchen im wesentlichen verdampft sind. Dann strömt die Luft vermöge ihrer Trägheit weiter abwärts, erwärmt sich aber trockenadiabatisch um 1° je 100 m Höhenverlust. Bisweilen kommen einzelne in Regentropfen verwandelte Eisteilchen bis unten durch, wofür sich auch bei Helge Petersen (7) S. 292 von diesem zu Unrecht bezweifelnde Zeugnisse finden. Petersens Arbeit enthält auch drei Karten der Druck- und Windverteilung, die unsere Theorie besser erläutern als die von ihm vorausgesetzte: Abb. 1 ENE-Föhn in Upernivik und SE-Föhn in Jakobshavn am 17. Februar 1895 mit Zyklone von unter 735 mm Druck im Kern über der Westküste von Süd-Grönland, die sich von Holsteinsborg bis Kap Farvel erstreckt; Abb. 2 NW-Föhn in Angmagssalik am 2. Februar 1901 mit Tief unter 760 mm über der Dänemarkstraße; und Abb. 3 E- bis SE-Föhn in Jakobshavn am 27. Juni 1912 mit Tief zwischen Grönland und Labrador mit unter 745 mm im Kern.

Petersen ist bestrebt, diese Föhnfälle mit starker Temperaturzunahme und großem Feuchtigkeitsrückgang nach Art des Alpenföhns durch Luftströmungen zu erklären, die das ganze Inlandeis überquert haben. R. Holzappel (8) widerspricht dem mit Recht. In der Tat denkt Petersen nicht daran, daß eine solche Überquerung des Inlandeises von der Strömung zur Erwärmung des Föhns auf der Leeseite nichts beitragen kann, mag auf der Luvseite noch so viel Niederschlag ausgefallen sein. Denn beim Herabströmen auf der Leeseite führt diese Strömung viel Treibschnee mit sich, und lediglich die Menge, Dichte und horizontale Geschwindigkeit dieses Treibschnees über den Fjorden bestimmt die Ausdehnung und Stärke, schließlich auch die Dauer des von ihm erzeugten Föhns. Die Eigenart des Föhns in den hangnahen Schichten der Grönländischen Küstengebiete besteht eben darin, daß zu seinem Auftreten keine Kondensation in der Höhe oder gar Niederschlagsbildung vorausgegangen sein muß. — Naturgemäß können diese Bedingungen außerdem erfüllt sein. Notwendig und hinreichend ist lediglich, daß große Lockerschneemassen in den Randgebieten des Inlandeises vorhanden sind und von stürmischen ablandigen Winden massenhaft in mächtige Bewegungen gesetzt werden.

Aus dieser Anschauung folgt, daß der Grönländische Föhn nach den weiter außen liegenden Teilen der Fjorde, sofern sie nicht von Gletschern oder Vorsprüngen des Inlandeises teilweise umrahmt werden, in allen seinen Ausprägungen allmählich schwächer werden muß. Etwas, was dem „Dimmerföhn“ der Alpen entspricht, kann es hier kaum geben. Dazu schreibt H. Stade (6) S. 531: „Wiederholt wird zu Karajak eine starke Erhöhung der Lufttemperatur beobachtet, während in dem nur 30 km weiter seewärts gelegenen Ikerasak sich kaum eine Andeutung davon bemerkbar macht“. „Dort tritt der Föhn fast durchweg später und in der Regel auch mit geringerer Intensität als zu Karajak auf“ (S. 523). Erwähnt sei schließlich, daß Stade bei Temperaturmessungen auf den Bergen und im Inlandeis oberhalb der Station bei Föhn, aber auch bei sonstigen Landwinden überwiegend adiabatische und öfter sogar überadiabatische Temperaturgradienten feststellte. Wie weit seine Messungen freilich der Bedingung strenger Gleichzeitigkeit genügen, die wegen der lebhaften Temperaturunruhe bei Föhn unbedingt erfüllt sein muß, wird nicht vermerkt.

Vortreffliche Föhnbeobachtungen liegen auch von der Danmark-Expedition 1906/08 von der Station Pustervig am Südhang von Danmarks-Monument zwischen Hellefjord und Mörkefjord in NE-Grönland vor (10). Peter Freuchen und Alfred Wegener beobachteten hier vom 1. 11. 1907 bis 31. 5. 1908 in der Talsohle, außerdem so oft wie möglich (77 mal) am Berghang des Monuments bis zu 400 m Höhe.

Allgemein wird dort S. 551 gesagt: „Einige Bemerkungen verdienen noch die Temperaturverhältnisse bei Föhn. Wie bei den Drachenaufstiegen an der Hauptstation, so zeigte sich in diesen Fällen auch in Pustervig eine markante Verstärkung des Temperaturgefälles — oder Abschwächung der Inversion, Während der

am meisten charakteristischen Föhnerscheinungen konnten leider keine Beobachtungen gewonnen werden (am Hang), weil das starke Schneetreiben eine Besteigung des Bergabhanges unmöglich machte, besonders in den dunklen Monaten. Doch gelangen einige Beobachtungen im November und Mai bei recht typischen Föhnverhältnissen. Der Föhn machte sich in Pustervig meist schon einige Zeit vor der Temperatursteigerung durch starkes Brausen an den Kämmen des Gebirges bemerkbar. Gleichzeitig mit der Temperatursteigerung kam dann der Wind, der in dem *q u e r* zur Windrichtung liegenden Tal meist wirbelig war. Beim Abflauen wurde es immer zuerst unten still und die Temperatur hielt sich meist noch mehrere Stunden unverändert, bis dann ein plötzlicher starker Fall eintrat."

Von den zahlreichen Einzelbeobachtungen, die für meine Auffassung sprechen, noch einiges Wenige: „27. 11. 1907. Bei einem Spaziergang über den Fjord wird der Beobachter mittags zwischen 11 und 12 Uhr von einem plötzlichen, äußerst starken Windstoß getroffen, der ihn zu Boden wirft und den Schnee dermaßen aufwirbelt, „daß man nicht 1 dm weit sehen kann“ . . . Die Temperaturregistrierung zeigt mittags ein plötzliches Aufschnellen um ca. 12°; am Danmarks-Havn trat die entsprechende Temperatursteigerung (um etwa 8°) erst etwa 6 Stunden später ein."

Ein Fall mit Feuchtstabilität bis zur Sohle des engen eigentlich „windgeschützten“ Tals; „14. 1. 1908. Morgens feiner Schneefall bei Windstille. Der Beobachter versucht eine Bergbeobachtung, wird aber durch heftige Windstöße, die ihn umwerfen, zur Rückkehr gezwungen. Es entwickelt sich bald starker Sturm mit dichtem Schneefall, wobei die Windstöße von allen Seiten kommen. Von allen Seiten (auch N und S) treibt der Schnee von den Bergen herab mit einer Gewalt, daß man kaum Atem holen kann; die Ablesungen an der englischen Hütte werden sehr beschwerlich, da man vom Winde mehrmals von den als Treppe dienenden Kisten herabgezerrt wird und diese fortgeblasen werden.“ Relative Feuchtigkeit 8 Uhr 78, 14 Uhr 65, 21 Uhr 78 %.

Ganz ähnlich am 28. 1. 1908. Wieder herrscht bei niederen Feuchtigkeiten von 65, 68 und 60% dauernd starkes Schneetreiben bei meist wolkenarmem Himmel. „Bei der 8-Uhr-Ablesung ist es absolut unmöglich, aufrecht zu stehen. Die Windrichtung wechselt beständig und durchläuft die ganze Kompaßrose . . . Von Zeit zu Zeit wird es unten ganz still; dann hört man ein gewaltiges Getöse von den Bergen und die Windstöße beginnen oft damit, daß der Wind durch die Schluchten an den Bergen herabfährt, Sand und Schnee mit sich führend, so daß es unmöglich ist, im Freien die Augen aufzumachen. — Das Geräusch des Windes an den Bergen klingt wie ein Brüllen und Heulen.“

Zum Schluß sei darauf hingewiesen, daß auch von der Deutschen Grönland-Expedition Alfred *W e g e n e r s* 1930/31 ein aufschlußreiches Material von Parallelregistrierungen der Temperatur und relativen Feuchtigkeit vorliegt (11). Diese wurden gewonnen an der Weststation (Winterhaus) am Rande des Inlandeises in 950 m Höhe, in Kamarujuk am innersten engsten Teil des Fjordes in Meereshöhe nur wenige Kilometer vom Winterhaus entfernt und in Umanak, einer kleinen Insel im Außenfjord, 55 km von Kamarujuk im SSW gelegen. Es sind sechs eindrucksvolle Föhnfälle in den Kurven wiedergegeben. Leider fehlen die Registrierungen der Windgeschwindigkeit oder sonstige Angaben über den Wind. In fast allen Fällen ist die Föhnwirkung in Kamarujuk sehr groß, dagegen fehlt sie in Umanak oder ist sehr geringfügig. Eine genauere Bearbeitung von einem der Expeditionsteilnehmer nach den hier gegebenen Gesichtspunkten dürfte wohl lohnen.

Ich schließe mit einer höchst anschaulichen Schilderung *J. Georgis*, die an jene *H. S t a d e s* (s. o.) erinnert (12), jedoch viel mehr enthält:

„Das Inlandeis ist zumeist vom Meer durch einen felsigen Küstenstreifen getrennt, worin im Sommer, wenige Kilometer vom Eise entfernt, die Lufttemperatur 15° überschreiten kann, ohne daß man das geringste vom Inlandeiswind spürt. Aber es kann sein, daß man abends an den Felskanten in der Höhe scheinbare Nebelfahnen bemerkt, und eine Stunde später droht der kaskadenartig in gewaltigen Stößen in das Tal einbrechende Föhnsturm, die leichten Zelte zu zerreißen. Was wie Nebel aussah, war Treibsnee, den der Inlandeiswind noch über den Küstenbergen mit sich führte . . .“

Die von Georgi angegebene Zeit von etwa 1 Stunde ergibt sich annähernd auch bei der Durchrechnung nach meiner Theorie (1), wenn man die Anlaufdauer und den Zeitablauf, bis die Strömung einigermaßen stationär wird, mit in Betracht zieht.

Schrifttum:

1. F. Roßmann, Über das Absteigen des Föhns in die Täler. Berichte des Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone, Nr. 12, Bad Kissingen 1950, S. 94—98.
2. H. Hergesell, Die Erforschung der freien Atmosphäre über dem Polarmeer. Beitr. z. Physik d. fr. Atm. 2, 96—98, 1906. Aerologische Studien im arktischen Sommer, ebendort 6, 224—261, 1914.
3. Observations faites au Cap Thordsen, Spitzberg par l'Expédition Suédoise. Exploration internationale des Régions polaires, 1882—1883, Stockholm 1891. Tome I, p. 275—276.
4. G. Rempp und A. Wagner, Die Hydrodynamik des Föhns und die „lokalen Winde“ in Spitzbergen. Veröffentl. d. Deutsch. Observatoriums Ebeltothafen Spitzbergen, 7. Heft, Braunschweig 1917.
5. A. Schmauß, Über Luftlawinen. Berichte des Deutschen Wetterdienstes i. d. US-Zone. Nr. 17.
6. H. Stade, Über Föhnerscheinungen an der Westküste Nord-Grönlands und die Veränderung der Lufttemperatur und Feuchtigkeit mit der Höhe. Grönland-Expedition d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin 1891—1893, Berlin 1897, II. Band, 2. Teil, S. 501—533.
7. H. Petersen, Extrem hohe Temperaturen und Föhn in Grönland. Meteor. Zeitschrift 51, 289 bis 296, 1934.
8. R. Holzapfel, Extrem hohe Temperaturen und Föhn in Grönland. Meteor. Zeitschrift 52, 299 bis 300, 1935.
8. H. Petersen, Bemerkungen zu dem vorstehenden Artikel von Herrn Dr. Holzapfel, Meteor. Zeitschrift 52, 300—301, 1935.
9. F. Roßmann, Wetter und Klima des Feldbergs. S. 122—194 von „Der Feldberg im Schwarzwald“, herausgegeben von K. Müller, Freiburg/Br. 1948.
10. W. Brand und A. Wegener, Meteorologische Beobachtungen der Station Pustervig. Danmark-Expeditionen til Grönlands Nordostkyst 1906—1908, Bd. II, Nr. 6, Kopenhagen 1912.
11. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegener 1929 u. 1930/31. Bd. IV 2, Leipzig 1933, S. 160—164.
12. J. Georgi, Bemerkungen zur glazialen Antizyklone. Ann. d. Meteor. 1, 279, 1948 (Sept.—Nov.).

Meßgerät der direkten Sonnenstrahlung für Expeditionen

Von Dr. Joh. Georgi, Hamburg.

I.

Vor der Versammlung der Geophysikalischen und Meteorologischen Gesellschaften in Hamburg vom 21. bis 29. Oktober 1950 konnte der Verfasser ein neues Pyrheliometer vorführen. Die Pyrheliometer sind im allgemeinen komplizierte Laboratoriumsgeräte mit Thermostaten und erheblichem Aufwand an elektrischen Meßgeräten. Sie sind daher zumeist an besonders eingerichtete Strahlungs-Observatorien gebunden. Bei ihnen tritt die zu messende Strahlung zur Verhinderung von Reflexionsverlusten in ein topfartiges Kalorimetergefäß ein, an dessen Grunde sie vermittels einer schwarzen Absorptionsschicht in Wärme umgewandelt wird. Heute hat sich das von Knut Angström 1899 eingeführte Prinzip der Kompensation und Messung der Strahlungswärme durch eine gleichgroße Elektrowärme allgemein durchgesetzt. Aber selbst das älteste noch heute im Gebrauch befindliche und zugleich einfachste Gerät dieser Art benötigt außer dem Strahlungsmesser noch ein Amperemeter zum Messen des Kompensations-Heizstromes und ein hochempfindliches Spiegel-Galvanometer zur Feststellung der Temperaturgleichheit der beiden durch Strahlung und Strom erwärmten Lamellen, dazu eine Heizbatterie. Wird auf einer Forschungsreise nur eines dieser vier Teile beschädigt, so sind die weiteren Messungen entweder ganz unmöglich, oder mit einem nicht feststellbaren schleichenden Fehler behaftet. Die verbreiteten Aktinometer sind zwar einfacher in Aufbau und Anwendung, aber ebenso transportempfindlich. Während aber unter der Voraussetzung unbeschädigter Galvanometer der Eichfaktor eines Angström-Pyrheliometers unterwegs nachgeprüft werden könnte, ist die Eichung eines Aktinometers nur vor der Ausreise und nach der Rückkehr von einer Forschungsreise möglich, d. h. man weiß etwa bei einer Überwinterung niemals, ob das Gerät nicht vielleicht schon beim Ausladen usw. einen Stoß hinnehmen mußte, der den Eichfaktor etwas verändert hat. So war es möglich, daß aus Unkenntnis, wann sich eine derartige Veränderung ereignete, alle unter großen Schwierigkeiten gewonnenen