

Ueber den Föhn.

Aus einem durch A. Escher der naturforschenden Gesellschaft vorgelegten Briefe von Dove an Desor vom 2. Januar 1865.

Als ich vor 38 Jahren mich mit Meteorologie zu beschäftigen begann, war die Ansicht allgemein verbreitet, dass die Temperatur der gemässigten Zone da hoch sei, wo die Grundfläche der Atmosphäre fest, hingegen niedrig, wo jene flüssig sei. Die convexen Scheitel der Isothermen in Europa wurden auf Afrika als bedingende Ursache zurückgeführt, die concaven Amerikas und Asiens hingegen auf den mexikanischen Meerbusen und den indischen Ozean. Aus den Untersuchungen über den Einfluss der Winde auf das Barometer und Thermometer wurde mir klar, dass in Europa die extremen Werthe beider in der Windrose nicht auf N und S, sondern auf NO und SW fallen. Diess führte mich zu dem Schluss, dass die Drehung der Erde in den Windverhältnissen der gemässigten Zone sich ebenso geltend machen müsse, als sie nach der Hadley'schen Passattheorie als Hauptmoment für die Luftströme der heissen Zone bereits anerkannt war. Die Ableitung des Drehungsgesetzes aus der Annahme zweier gleichzeitig nebeneinander fliessenden Ströme, die aber in veränderlichen Betten fliegend an demselben Orte abwechselnd hervortreten und daher entweder einander gegenseitig verdrängen oder zeitweise stauen, war die nothwendige Folge jener Voraussetzung. Die convexen Scheitel der Isothermen an der Nordküste Amerikas hatten jene Er-

klärung der Erwärmung der gemässigten Zone durch eine feste tropische Grundfläche schon widerlegt, denn wo fände sich diese in der Wasserfläche des stillen Oceans. Dies überzeugte mich, dass es von vornherein vergeblich sei die Gestalt der Jahresisothermen ableiten zu wollen ohne auf die sich stets ändernde Vertheilung der Wärme in der jährlichen Periode zurückzugehen. Es mussten daher Monatsisothermen entworfen werden, um endlich die unklaren Vorstellungen zu beseitigen, die sich hinter den Beziehungen Continental- und Seeklima verbergen. Erst durch die normale Wärme der verschiedenen geographischen Breiten konnte bestimmt werden, an welcher Stelle die Sommer zu warm und die Winter zu kalt seien, die Konstruktion der Linien gleicher Abweichung von der normalen Wärme (der Isanomalien) erlaubte erst die Stellen zu erkennen, an welchen störende Ursachen hervortreten und in welchem Sinne sie wirken.

Der Verlauf dieser Isanomalien zeigt nun (wie die Karten in meiner „Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde“ es anschaulich nachweisen) nicht eine Meridianrichtung, sondern sie sind in der gemässigten Zone überall erheblich gegen diese geneigt. Dies rechtfertigt den von mir schon früher gegebenen Ausspruch: Europa ist nicht durch Luftheizung erwärmt, wofür Afrika den Ofen abgäbe, es ist vielmehr der Condensator des westindischen Meeres.

Die Luft, welche sich unter der Einwirkung einer mehr oder minder scheinbar rechten Sonne in der heissen Zone erhebt und in der Höhe der Atmosphäre als oberer zurückkehrender Passat den Polen zufließt, gibt, indem sie sich herabsenkend ausserhalb der Wendekreise den Boden berührt, der Erde im Sinne

ihrer Drehung den Impuls wieder, welchen sie durch den untern Passat verliert, und dadurch erhält sich die gleichbleibende Tageslänge. Die Stelle des Aufsteigens rückt mit der Sonne in der jährlichen Periode herauf und herunter, wie es die an der Stelle des Aufsteigens hervortretenden tropischen Regen zeigen, welche, wie die Seeleute sagen, die Sonne verfolgen, da sie in unserm Sommer in der Nordhälfte der heissen Zone sich zeigen, in unserm Winter in der Südhälfte derselben. In gleicher Weise ändert sich auch das Gebiet des Zuströmens; die äussere Grenze des NO Passats liegt daher im Sommer nördlicher als im Winter, und es liegt nahe, die den Griechen schon bekannten nördlichen Winde im Sommer des mittelländischen Meeres, ihre Etesien, als die hier am weitesten gehende Rückwärtsverlängerung des Passates anzusehen, welche in der regenlosen Zeit Süditaliens, Südspaniens und Algeriens seinen einfachen Ausdruck findet. Ganz anders sind die Erscheinungen im Winter. Hier fallen, mit überwiegend südwestlichen Winden, Regen nicht nur in Südeuropa, sondern an der nordafrikanischen Küste bis zu den Canarischen Inseln und diess zeigt, dass das mittelländische Meer diesen Winden nicht den Wasserdampf zu den Niederschlägen geliefert haben kann, denn sonst würden diese Regen an der nordafrikanischen Küste fehlen und nur an der südeuropäischen sich zeigen*).

*) Die Erfahrungen von Desor und Escher stehen hiemit etwas im Widerspruche. Sie hatten am 6. und 7. Dezember 1863 zwischen dem Süf und Chott Mel R'ir unter etwa 34° Breite bei ganz grauem Himmel einen ächten Landregen zu geniessen, bei welchem in ungefähr 14 Stunden 14 Millimeter Wasser fielen, —

In Italien und wohl auch in Nordafrika treten daher die beiden Ströme, die ich Aequatorialstrom und Polarstrom genannt habe, in ihrem Kampfe zuerst als Tramontane und Sirocco hervor, und zwar in der Weise, dass im Winter der Aequatorialstrom (Sirocco), im Sommer der Polarstrom (die Tramontane) überwiegt.

Der Verlauf der Isanomalien zeigt, dass in den entschiedenen Wintermonaten das Innere von Nordafrika mit dem westindischen Meer verglichen relativ kalt ist. Wäre die Ursache der Krümmung der Winterisothermen der gemässigten Zone in gerade südlicher Richtung zu suchen, so müsste der amerikanische Winter wärmer sein als der europäische, wovon gerade das Gegentheil der Fall ist. Die warmen Winter, welche vom russischen Amerika bis nach Californien herunter hervortreten, aber auf den schmalen Küstensaum beschränkt, den eisigen Wintern des Innern Amerikas zur Seite liegen, zeigen, dass überall die Ursachen nicht in Süd sondern in SW zu suchen sind.

In dem Gesetz der Stürme und in den später erschienenen „Stürmen der gemässigten Zone“ habe ich nachgewiesen, dass die Stürme, welche im Herbst und Winter die Atmosphäre Europas aufregen, von SW nach NO fortschreiten, dass sie, zuerst über den Atlantischen Ocean heranrückend, die Küsten Irlands und Englands treffen, dass sie von den heftigsten

und dieser Regen kam unzweifelhaft von Ost her, in Uebereinstimmung mit der Angabe der Eingebornen, dass es der Ostwind sei, der ihnen die erschuten, selten in solcher Fülle eintretenden Winterregen bringe.

Anm. d. Red.

Regen an den spanischen, südfranzösischen und italienischen Küsten begleitet sind und an dem Südrhang der Alpen zu den mächtigsten Schneefällen Veranlassung geben bis sie den Wall der Alpen überfluthend über Deutschland hereinbrechen, wo dann häufig ein kalter Nordwest in diesen warmen Südweststrom einbrechend prachtvolles Wintergewitter erzeugt. Diese die Schneefälle am 5. und 6. Januar 1863 erzeugenden Winde wurden in allen Schweizer-Nachrichten Föhnstürme genannt, die relative mittlere Feuchtigkeit war in Genf am 4., 0,998, am 5., 0,972, am 6., 0,987, das tägliche Maximum vom 2. bis 6. 1,000, also vollständige Sättigung, die Windesrichtung am 5. und 6. in Genf Süd. Wie ein solcher Wind, der in wenigen Stunden in Campodolcino einen Schneefall von 3 bis 4 Ellen liefert und im Hôtel San Bernardin durch die Schneemasse den Eingang nur durch den Balkon gestattet, ein trockener genannt werden kann, ist mir nicht verständlich, abgesehen davon, dass die Stelle des Aufsteigens im Januar gar nicht über der Sahara, sondern südlich von derselben erfolgt*).

So viel ist wenigstens klar, dass, wenn man südliche warme Winde überhaupt Föhn nennt, man

*) Es mag hier bemerkt werden, dass Beispiele von trockenen Winter-Föhnstürmen nicht so selten sind, wie man glauben mag, und schon die bis jetzt publizirten meteorologischen Beobachtungen im schweizerischen Netze bieten mehrere solche dar. So ist namentlich in dieser Beziehung die Nacht vom 16. auf den 17. Februar 1865 interessant, die an vielen unserer Stationen Südstürme, Barometer-Minimum und anomales Steigen der Temperatur gleichzeitig aufzuweisen hatte. Ich gebe zur Ergänzung der publizirten Tabelle von einigen Stationen den Gang der relativen Feuchtigkeit:

aber wegen der Verschiebung der ganzen Erscheinung des Passats den Föhn des Winters von dem des Sommers zu unterscheiden hat.

Die Westindia hurricanos habe ich darauf zurückgeführt, dass mitunter der obere Passat bereits innerhalb der Tropen herabkommt und im Conflict mit dem untern, einen Wirbel entgegengesetzt der Bewegung eines Uhrzeigers erzeugt, weil er an seiner Ostseite verhindert westlicher zu werden, die kreisförmige Bewegung hervorrufft, gerade wie sie bei der Circularpolarisation des Lichtes entsteht. Die erste Ursache dieses Herabkommens suchte ich in einem seitli-

1865.	Februar 16.			Februar 17.			Februar 18.		
	7 ^h	1 ^h	9 ^h	7 ^h	1 ^h	9 ^h	7 ^h	1 ^h	9 ^h
Stalla	100	60	76	76	93	98	100	54	100
Castasegna	50	40	56	86	89	88	30	43	72
Platta	72	47	66	96	65	56	81	89	96
Altorf	100	80	29	66	67	44	68	74	87
Schwyz	100	92	68	70	68	54	67	77	85
Auen	47	66	92	33	93	97	94	94	98
Altstetten	92	99	95	43	67	92	69	98	100
Lohn	44	58	54	52	65	53	64	57	67

und füge noch bezüglich der raschen und anomalen Temperatur-Veränderung bei, dass z. B. in Schwyz, wo das Thermometer vom 16. um 1^h bis zum 17. um 7^h Morgens von $-3^{\circ},5$ auf $+6^{\circ},3$ gestiegen war und der Föhn sich $7\frac{1}{4}^h$ legte, um $7\frac{1}{2}^h$ die Lufttemperatur schon wieder nur $-0^{\circ},4$ betrug, um dann freilich bis 8^h auf $+1^{\circ},5$ und bis 12^h im Maximum auf $+4^{\circ},9$ zu steigen. Dass jener Föhn trocken und heiss war, obschon auch ihm dann bald Schnee folgte, geht wohl aus obigen Zahlen ziemlich klar hervor, und es stimmt diess mit der Angabe der Glarner überein, dass man auch im Winter bei Föhn kein Heu aus einem Stalle wegführen sollte, weil es sonst «verbrosme», und dass auch im Winter bei Föhn die Holzgeschirre «verlechen».

Anm. d. Red.

chen Einströmen der über Afrika aufgelockerten Luft in den obern über dem atlantischen Ocean fließenden Passat. Es ist nun möglich, ja sogar nicht unwahrscheinlich, dass auch in Afrika selbst ein solches Herabkommen stattfinden kann, nur mit dem Unterschiede, dass wenn im Sommer das Aufsteigen über der Sahara stattfindet, dieser herabkommende Wind ein trockener, nicht ein feuchter sein wird. Nach meiner Annahme ergießt sich in der Regel dieser obere trockene Passat wegen der sich vermindernden Drehungsgeschwindigkeit der Erde nicht über Europa, sondern nach Asien hin, und daraus erkläre ich mir, dass hier in Vorderasien die abgeschlossenen Wasser Spiegel der Binnenmeere nicht nur unter dem normalen Niveau liegen, sondern nachweisbar noch in continuirlichem Sinken begriffen sind. Afrika wirkt, um mich so auszudrücken, verwüstend auf Asien; es steigert möglicherweise seine Sommerwärme, ohne ihm im Winter durch die in der Condensation begleitenden Wasserdämpfe frei werdende Wärme die Wärme zu liefern, welche die Strenge seiner Winter zu brechen vermöchte. Auch der wärmste Wind erschöpft seinen Vorrath von Wärme bald, wenn er über einen kalten Boden fließt; anders ist es mit der Wärme, welche erst im Moment des Niederschlags von Wasserdämpfen frei wird. Kommt nun in vereinzelt Fällen dieser warme Wind im Sommer in Europa herab, so kann er allerdings als trockener Wind eine mächtige Schneeschmelze veranlassen, aber die Niederschläge wird er eher aufheben als veranlassen.

Die Frage, ob in Jahren mit vorwaltenden trockenen Südwinden die Gletscher zurückweichen, mit sel-

tenem Vorschreiten, muss nach meiner Ansicht erst erörtert werden, ehe von einer Anwendung auf die Frage der Eiszeit mit Sicherheit die Rede sein kann. War die Sahara mit Wasser bedeckt, so hatte diess, nach meiner Vorstellung, einen Haupteinfluss auf die Regenmenge Vorderasiens, auf das Flussnetz dieser Ländergebiete, auf die Höhe der Wasserspiegel, die dann möglicherweise nicht abgeschlossene Seen bildeten, wie jetzt. Die dann mächtige Trübung verhinderte mehr die Ausstrahlung gegen den damals mehr bedeckten Himmel, mit einem Wort, die Winter Asiens waren milder, seine Sommer kühler. Zu allen Zeiten, die vorweltlichen mit inbegriffen, muss die Erde sich um ihre Axe gedreht haben, und die Folgen, die diese Drehung in sich schliesst, müssen bei geologischen Theorien stets berücksichtigt werden.

Die jetzige Meteorologie zeigt, dass die Bewegungen der Atmosphäre wesentlich durch die Vertheilung des Festen und Flüssigen bedingt werden und dass dasselbe für die Vertheilung der Wärme gilt. In der That entsprechen die Isanomalien des Wärmeüberschusses im Winter den Küsten desselben Meeres, die des Wärmemangels den Contouren desselben Continents. Das Uebergreifen des SO Passats als SW Westindia Monsoon bis zur Küste von Guinea zeigt, welchen Einfluss das Vorspringen des afrikanischen Continents hier äussert, und die Richtung des Passats an der amerikanischen Küste hebt ebenso die Bedeutung des Hervorspringens von Brasilien hervor. Die Auflockerung der Luft über der continentalen Masse Asiens erzeugt den indischen SW Monsoon im südlichen indischen Ocean. Die jetzigen Luftströme haben sich also angepasst der jetzigen Vertheilung des

Festen und Flüssigen. Sie werden es in jeder geologischen Epoche gethan haben. Hat sich aber diese Vertheilung in grossartigem Massstab geändert, so wird das heftigste Untereinanderwerfen der Luftströme erfolgt sein, ehe sie sich der neuen Grundfläche angepasst haben. Jeder geologischen Revolution wird also eine atmosphärische gefolgt sein, und in diesem andauernden Kampfe warmer und kalter Luftströme können Niederschläge sich gebildet haben, für deren Mächtigkeit uns jedes Analogon fehlt, und können Schneemassen gefallen sein, deren Bewältigung lange Zeit erfordert hat. So habe ich mir die Entstehung von Eiszeiten gedacht, nicht etwa um eine volle Rechenschaft zu geben von ihrer nähern Eigenthümlichkeit, sondern um für mich die Widersprüche zu mildern, in welchen die für die Abkühlung der Erde sprechenden Zeugnisse zu den Spuren stehen, welche die früher enorme Gletscherverbreitung so unwiderleglich hinterlassen hat. In Beziehung auf alle weitergehenden Untersuchungen bin ich vollkommen incompetent, ich glaube aber, dass es den Schweizergeognosten nicht anmassend erscheinen wird, wenn einmal von einer andern Disciplin aus unbefangene Gesichtspunkte geltend gemacht werden, die sich ihnen desswegen nicht direkt dargeboten haben, weil sie in den Luftkreis stets hinaufzuschauen gewohnt sind, während die Bewohner der Ebene stets daran gemahnt werden, dass die Ursachen der atmosphärischen Erscheinungen jenseits des Horizonts zu suchen, da sie diesseits sich nicht auffinden lassen. Die schöne Aufgabe, welche sich die Schweizer Naturforscher gestellt haben, durch ein geregeltes Beobachtungssystem zu untersuchen, wie die Wellen der breiten

atmosphärischen Ströme an den mächtigen Wehren, welche die Natur bei ihnen aufgeführt hat, sich brechen und kräuseln, wird gewiss die Anhaltspunkte liefern, einen Schluss auf die Wiege jener Ströme zu machen. Die Quellen der Flüsse suchen wir in den Höhen, wenn auch viele aus der Tiefe hervorbrechen; so ist es auch bei den atmosphärischen Strömen. Der obere Passat ist ein solcher aus den Höhen herabkommender Fluss. Die norddeutschen Physiker kennen ihn erst, wenn er herabgekommen ist, die Schweizer sind oft in der glücklichen Lage zu sehen, wie er herabkommt.

Was die Föhnfrage betrifft, so werden Sie aus der vorhergehenden Erörterung sehen, dass ich ganz mich bescheide, über die Beschaffenheit desselben durch die Schweizer Beobachter aufgeklärt zu werden. Mir scheint es so, dass man zwei verschiedene Winde mit demselben Namen belegt. Den Winterföhn halte ich für einen Westindier, der Sommerföhn hat, nach meiner Ansicht, mehr eine locale als eine universelle Bedeutung. Bei uns sind die trockenen Winde nahe reiner Ost, sie herrschen bei uns im Frühjahr, nicht im Sommer, wo die westlichen Winde vollkommen überwiegen. Die Untersuchungen der Schweizer Meteorologen sind desswegen für mich von so grossem Interesse, weil ich seit einiger Zeit erst auf die Bedeutung der Richtung der Gebirgsketten auf die meteorologischen Erscheinungen aufmerksam geworden bin und in dieser Beziehung merkwürdige Unterschiede zwischen Amerika und Europa gefunden, die aber in der verschiedenen Richtung der Gebirgsketten ihre einfache Erklärung finden.
