

# Ueber den Fön

Autor(en): **Wettstein, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **56 (1873)**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-89984>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## IV.

# Ueber den Fön.

Von H. Wettstein.

---

Der Fön, dieser für unser Land so wichtige Wind, ist in der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft so oft behandelt worden, dass es jedenfalls gewagt ist, ihn in dieser Versammlung noch einmal zur Sprache zu bringen; allein es scheint mir, die regelmässigen Beobachtungen auf unsern schweizerischen meteorologischen Stationen geben in Verbindung mit den Zahlenangaben und synoptischen Karten des Pariser Bulletin international die Mittel an die Hand, die Frage nach den Ursachen und der Natur des Fön um einen bedeutenden Schritt der Lösung näher zu führen.

Die Erde ist so klein, und die Luft ist ein so bewegliches Element, dass durch sie selbst Gegenden von verhältnissmässig bedeutender Entfernung in unmittelbare Verbindung mit einander gebracht werden. In der That hat man ja auch die Quelle des Föns bald in Afrika, bald im Antillenmeer gesucht. Erstere Ansicht ist namentlich von

A. Escher v. d. Linth, dem hochverehrten und tiefbetrauer-ten Mitglied unserer Gesellschaft, letztere von Dove verfochten worden. Die Kontraversen, die hierüber geführt worden, sind allen bekannt. Ich will versuchen, im Folgenden zu zeigen, dass keine dieser Ansichten der Natur der Dinge entspricht, dass die Quelle, aus der die Fönluft fliesst, näher an Afrika, die Ursache ihrer Bewegung dagegen mehr gegen die amerikanischen Küsten hin gelegen ist.

Die Lage unsers Erdtheils zum atlantischen Ozean bringt es mit sich, dass dieser einen grossen Einfluss auf sein Klima ausübt, und dieser Einfluss ist um so grösser, als der nördliche Theil dieses Meeres, westwärts von den europäischen Küsten, durch das Wasser des Golfstroms erwärmt wird. Es ist dieser 5—10° C. wärmer als das umgebende Meer, im Winter sogar um 11—16°, wenigstens vom Cap Hatteras bis zur Neufundlandbank. Wenn auch in der Mitte des Ozeans die Differenz geringer ist, so muss doch jedenfalls über diesem warmen Boden die warme und mit Feuchtigkeit gesättigte Luft einen aufsteigenden Luftstrom bilden, dadurch den Luftdruck an der Meeresoberfläche vermindern und so Ursache zum Herbeiströmen der Luft von den kältern Umgebungen her werden. In der That finden wir im arktischen Archipel das ganze Jahr und im östlichen Theil der Vereinigten Staaten wenigstens während der kältern Jahreszeit, vom September bis zum Frühling, vorwiegend nordwestliche Winde. Der Unterschied zwischen der Temperatur des amerikanischen Festlandes und der des Golfstromes in gleicher geographischer Breite kann dann bis auf mehr als 30° ansteigen. Zwischen dem Golfstrom und den Gewässern längs der amerikanischen Küsten wird die Temperaturdifferenz besonders gross im Frühling, wenn die arktische Strömung das Eis der Baffinsbai und des grönländischen Meeres nach Süden bringt.

Die Luftmassen, die sich von Südwest, West und Nordwest in das warme Auflockerungsgebiet des Golfstromes hineinstürzen, haben in Folge ihres Ursprungs eine Summe von lebendiger Kraft, welche sie nach Osten treibt: sie ergiessen sich gegen die europäischen Küsten hin.

Für die Winde von der Westseite der Windrose, welche in Europa, wie überhaupt in der gemässigten Zone, über alle andern dominiren, haben wir demnach zwei Quellen, einmal den tropikalen Kalmengürtel (die sog. Rossbreiten oder Kalmen des Krebses) und dann den vom Golfstrom erwärmten Theil des atlantischen Ozeans. Die erstere Quelle ist die regelmässig fliessende, die allerdings im Sommer gegen Norden, bis in's südliche Europa, vorrückt und im Winter sich weiter nach Süden zurückzieht, die andre ist grossen und scheinbar regellosen Störungen unterworfen. Jene liefert die regelmässigen Winde, diese verursacht die unregelmässigen Aufregungen unsrer Atmosphäre — wenigstens einen bedeutenden Theil derselben.

Nehmen wir nun einmal an, es gehe vom Golfstrom in Folge zusammenwirkender günstiger Umstände ein besonders starker Luftstrom gegen die europäischen Küsten ab, der dieselben in einer weiten Ausdehnung, etwa in der Richtung gegen Irland hin erreicht. Seine Luft ist verhältnissmässig warm und feucht und aus beiden Gründen leicht. Dieser Strom verdrängt bei seinem Vordringen allmählig die Luft über dem nordwestlichen Europa und nimmt ihre Stelle ein. Er übt aus den eben angegebenen Gründen einen geringern Druck auf den Boden aus, der Barometer fällt. Wahrscheinlich trägt noch etwas anderes hiezu bei: Ein Luftstrom bewegt sich zunächst in gerader, im allgemeinen horizontaler Linie, und diese Richtung behält er nach dem Gesetz der Inertie bei, bis eine von aussen einwirkende Kraft ihn daraus ablenkt; diese Richtung bildet

aber an die Erdoberfläche eine Tangente, d. h. eine Linie, welche sich von der Erdoberfläche entfernt. Der Strom erhält durch seine Fortbewegung eine Tendenz zum Steigen, und diese Tendenz wirkt der Schwerkraft direkt entgegen, d. h. der Druck auf den Boden wird dadurch vermindert.

Nun ergiessen sich gegen die Stelle des verminderten Luftdruckes von den Seiten her die schwereren Luftmassen. Da aber die Mitte jener Stelle von den Rändern weit absteht, so dauert es längere Zeit, bis die Ausgleichung hier stattgefunden hat; es muss demnach der Luftdruck in der Mitte des ganzen Stromes am kleinsten sein und von da nach den Seiten hin zunehmen. Aber der Luftdruck kann auch nicht in der ganzen Länge der Strommitte der nämliche sein, indem auch von der Stirne her die schwereren Luftmassen sich in die verdünnte Stelle hineingeriessen, und indem die Quelle, aus der die ganze Strömung entstanden ist, allmählig versiegt, der Zufluss von Westen her schwächer wird. So muss es kommen, dass sich ein Minimum des Luftdruckes an einer bestimmten, begrenzten Stelle des Stromes befindet, und dass dieses Minimum in der Richtung der Strömung, also im allgemeinen von Westen nach Osten fortschreitet, gewöhnlich vom englischen Kanal gegen die Ostsee hin. Es können auch Abweichungen von dieser Richtung eintreten, wenn sich mit der Strömung aus der Gegend des Golfstroms ein gewöhnlicher sogenannter Aequatorialstrom oder ein irgendwie abgelenkter Polarstrom kombinirt. Auch schon durch den Einfluss der Erdrotation erhält der Strom ein Bestreben, seine Richtung zu ändern, ganz wie die Schwingungsebene des Foucaultschen Pendels.

Aus den korrespondirenden meteorologischen Beobachtungen der letzten Jahre hat es sich ergeben, dass derartige Stürme, bei denen ein Zentrum einer Barometer-

depression vom Kanal gegen die Ostsee hin fortschreitet, eine sehr häufige Erscheinung sind, eine Erscheinung, die wesentlich das Klima von Europa gegenüber demjenigen anderer Theile der gemässigten Zone charakterisirt, und welche tief in das gesammte Naturleben unsers Kontinentes, wenigstens seines westlichen und nordwestlichen Theiles, eingreift.

Gewöhnlich stellt man diese Stürme als Wirbelstürme dar. Man betrachtet dann das Zentrum der Barometerdepression als Zentrum des Wirbels und die Depression als eine Folge der Zentrifugalkraft. Freilich ist an diesen Wirbeln nur der südliche Theil entwickelt, und die Versuche, diesen Umstand zu erklären, sind als gescheitert zu betrachten. Aber man hat auch überhaupt keine Anhaltspunkte, um die Entstehung solcher Wirbel zu begreifen. Man denkt wohl etwa an die Zyklonen Westindiens und betrachtet dann die sogenannten Wirbelstürme Europas als die Fortsetzungen jener. Nun ist aber die Wirbelnatur dieser Zyklonen nicht bloss sehr fraglicher Art, sondern sie sind auch ungleich seltener als unsere europäischen sogenannten Wirbelstürme, indem im Durchschnitt auf das Jahr nur Einer kommt, und sie erscheinen am häufigsten im August bis Oktober, am seltensten im Winter, die europäischen Stürme dagegen kommen gewöhnlich im Winter. Es ist ferner im höchsten Grad unwahrscheinlich, dass ein solcher Wirbelsturm von dem Ort seines Entstehens einen Weg von 8000 und mehr Kilometern über den Ozean zurücklegen und trotzdem noch mit der enormen Wirkungsfähigkeit in Europa anlangen könne, um hier die Luft in einem Kreis von 2—3000 Kilometern Durchmesser in lebhaftere Bewegung zu versetzen. Ein solcher Wirbel müsste vielmehr durch die Widerstände des Bodens und der Luft in ähnlicher Weise zur Ruhe kommen wie ein Dampfschiff

nach Absperrung des Dampfes. Endlich — und das dürfte die Haupteinwendung gegen die Annahme sein, dass weit-  
ausgedehnte Stürme als Wirbel aufgefasst werden können — lässt der Einfluss der Erdrotation einen Wirbel nicht bestehen, sobald er eine gewisse Ausdehnung überschreitet. Wenn einer der europäischen Stürme über einen Raum von 10, von 20 und mehr Breitengraden dahinbraust, wie es in der That in vielen Fällen beobachtet wird, von Algier bis zum weissen Meer, so muss seine Luft durch den Einfluss der Erdrotation, bei der raschen Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit in diesen Breiten, eine von West nach Ost gerichtete Bewegung von 50, von 100 und mehr Metern Geschwindigkeit (per Sekunde) annehmen, d. h. sich sehr rasch in einen fast reinen Westwind verwandeln, denn diese Geschwindigkeit übertrifft diejenige der wirbelnden Bewegung der Luftmassen um das 5- und 10fache. Daraus ergibt sich mit Sicherheit, dass kein Wirbel einen bedeutenden Raum in der Richtung von Süd nach Nord einnehmen kann. Schon ein Breitenunterschied von 2 Grad hat in der Gegend des 45. Parallels eine west-östliche Bewegung von gegen 12 Metern Geschwindigkeit zur Folge. Die gleiche Erscheinung, nur in entgegengesetzter Richtung, müsste auf der Westseite des Wirbels eintreten, es müsste hier aus der nach Süd strömenden Wirbelluft ein Ostwind entstehen. Diese entgegengesetzten Winde, West und Ost, würden sich gleichsam von der Wirbelachse abwickeln. —

Gehen wir nun nach dieser Abschweifung wieder zu unsrer Barometerdepression im westlichsten Europa zurück. Gegen dieselbe und speziell gegen das Zentrum derselben ergiesst sich von den Seiten her Luft; aber da dieses Zentrum fortrückt, so werden diese Zuströme ihre Richtung allmähig ändern, und zwar wird diese Aenderung in dem Sinn von Ost durch Süd nach West vor sich gehen, wenn

die Barometerdepression von Südwest nach Nordost oder von West nach Ost fortschreitet und der Beobachtungsort südöstlich von dieser Linie, etwa in der Schweiz, gelegen ist. Die nämliche Richtungsänderung kommt auch durch den Einfluss der Erdrotation zu Stande. Wenn die Luft aus der Schweiz gegen die Depression hin abfließt, so entsteht eine Strömung von Südost oder Süd her in unser Land, die Bewegung der Luft pflanzt sich von Nord nach Süd fort, und in jedem folgenden Moment kommt die Luft aus einer etwas südlicheren Gegend nach dem Beobachtungsorte hin, sie muss daher immer mehr aus der Südost- in die Südwestrichtung übergehen. Da ferner die strömende Luft am Boden mehr Bewegungshindernisse findet und durch die Berührung mit diesem leichter seine Rotationsgeschwindigkeit annimmt als die in bedeutender Höhe, so ist vor auszusehen, dass im Süden von dem Zentrum der Barometerdepression über einer südöstlichen oder südlichen Strömung am Boden eine südwestliche in der Höhe wegfliessen muss. —

Der bekannteste unter allen diesen Zuströmen ist der Fön.

Seine stärkste Entwicklung erreicht dieser Wind in den Thälern unmittelbar nördlich von den Zentralalpen, doch erstreckt sich sein Einfluss westwärts noch über den Jura hinaus bis nach Besançon, nordwärts bis zum mittleren Württemberg (Freudenstadt, Schopfloch), ostwärts bis gegen Salzburg. Die südliche Schranke ist überall die Hauptalpenkette. Seine stärkste Entwicklung erreicht er in den Thälern des Rheins bis zum Bodensee, der Linth bis nach Zürich, der Reuss mit der Engelbergeraa bis etwa nach Muri, der Aare bis Bern, der Rhone bis zum Genfersee. Im obern Theil der Thäler des Rheins, der Linth und der Reuss und im untern des Rhonethales entfaltet er sich zum



rasenden Orkan; mit der Entfernung von der Hauptalpenkette nimmt er im Allgemeinen an Stärke ab und wird im grössern Theil der schweizerischen Hochebene, im Jura und jenseits der nördlichen Schweizergrenze nur noch in seinen Wirkungen auf die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, wenig oder gar nicht als bewegende Kraft wahrnehmbar.

Der Fön tritt nicht alle Jahre mit gleicher Häufigkeit auf. So gab es 1864 11, 1865 16, 1866 19, 1867 19, 1868 14, 1869 19, 1870 17 deutlich entwickelte Föne in der Schweiz.

Diese 112 Föne vertheilen sich folgendermassen auf die Jahreszeiten :

Frühling	35
Sommer	20
Herbst	25
Winter	32

Es ist mithin der Frühling die fönreichste Jahreszeit, der Sommer die fönarmste, und der Winter übertrifft den Herbst. Noch auffallender wird der Fönreichtum des Frühlings, wenn man die einzelnen Tage zählt, an denen der Fön geherrscht hat. Es fallen nämlich von den 286 Föntagen der 7 Jahre von 1864—1870

auf den Frühling	121	oder	42%
» » Sommer	34	»	12%
» » Herbst	67	»	23%
» » Winter	64	»	22%

Auf das einzelne Jahr berechnet trifft es

auf den Frühling	17
» » Sommer	5
» » Herbst	9
» » Winter	9
<hr/>	
auf das Jahr	40 Föntage.

Die mittlere Dauer einer Fönperiode beträgt ungefähr  $2\frac{1}{2}$  Tage.

Die Bewegungsrichtung des Föns ist zwar nicht überall die nämliche, aber doch im allgemeinen südlich, an manchen Stationen ziemlich regelmässig südöstlich, an andern südwestlich. Rein südlich ist der Fön fast immer auf dem Rigi, in Marschlins, Altstetten, Zernetz, Auen, Thusis, Bex, und bei gut entwickelten Fönen weht auch auf dem Splügen, dem Bernhardin und St. Gotthard regelmässig ein Südwind von grosser Heftigkeit. Südöstlich ist der Fön in Glarus, Altorf, Engelberg, Klosters, Sargans. Südwestlichen Fön trifft man in Platta, Churwalden, Chur; ebenso ist auf dem Julier, Simplon und St. Bernhard bei Fönwetter der Südwest vorherrschend.

Ohne Zweifel haben die lokalen Verhältnisse an jedem einzelnen Ort auf die Richtung des Föns einen bedeutenden Einfluss, wie überhaupt die Bergketten die Windrichtung modifiziren; erscheint doch z. B. auf dem adriatischen Meer der sog. Aequatorialstrom, der im übrigen Europa südwestliche Richtung hat, regelmässig als Südost, entsprechend der Richtung der jenes Meer beiderseits einschliessenden Bergketten.

Ein wichtiges Faktum ist der Umstand, dass sich die Wolken während des Föns mit dem Südwestwind bewegen, dass also über dem Fön, in der Höhe, im allgemeinen ein Südwestwind herrschend ist.

Um die Stationen nördlich von der Hauptalpenkette zu erreichen, muss der Fön sich abwärts bewegen. Die Station Auen hat einen horizontalen Abstand von 10000 Meter von dem ihr südlich vorliegenden Gebirgskamm des Tödi. Die Luft, die von jenem Kamm aus nach Auen kommt, muss sich demnach unter einem Winkel von

9° gegen die Horizontale abwärts bewegen. In Engelberg ist der Horizontalabstand zwischen der Station und dem Gebirgskamm der Titliskette, von dem aus der Fön sich in's Thal ergiesst, nur 6000 Meter gross, und die Höhendifferenz beträgt ebenfalls 2000 Meter, hier bildet daher die Bewegungsrichtung der Fönluft mit der Horizontalen einen Winkel von 12°9'. Das Creux du Champ im Hintergrund des Thales von Ormont ist nur etwa 3000 Meter von dem um 2000 Meter höhern Gebirgskamm der Diablerets entfernt. Hier macht sich der Fön sehr lebhaft geltend, und es beträgt sein Neigungswinkel 24°54'. In den Alpenthälern macht sich auch der Fön zunächst in der Höhe geltend, man hört ihn von der Thalsohle aus dahinbrausen, und nur allmählig, stossweise, gelangt er von oben her zur vollen Herrschaft. Dabei erreicht er eine ausserordentliche Stärke, er macht die Schiffahrt auf dem Urnerarm des Vierwaldstättersees zu Zeiten unausführbar, und wenn Feuer ausbricht, so wird es fast zur Unmöglichkeit, seinem Umsichgreifen Einhalt zu thun (Brände von Altorf 1794, von Glarus 1861 u. a.).

Den grössten Einfluss auf das Klima übt der Fön durch seine Wärme und seine Trockenheit, und daran ist sein Vorhandensein auch an Orten zu erkennen, wo er nicht als ein Wind von der oben angegebenen Richtung wahrgenommen wird, also im grössten Theil des Föngebietes im weitern Sinn.

Die Wärme des Föns ist am auffallendsten in den eigentlichen Fönlokalitäten, in den oben genannten Alpenthälern. Hier steigt die mittlere Temperatur der Föntage auf 10° (z. B. 16. II. 1867), ja auf 15° (z. B. 14—17. XI. 1867) über das Monatsmittel. Selbst im Sommer kommen Unterschiede von 10° vor. Diese Wärmezunahme wird noch in die Augen fallender, wenn man sie mit der

Temperatur der unmittelbar vorhergehenden oder nachfolgenden Tage vergleicht. Die Erhöhung der Temperatur nimmt im allgemeinen ab, wenn man sich von den eigentlichen Fönstationen entfernt, so betrug sie bei dem Fön vom 14—17. November 1867 in

Altorf	15°,0,
Bern	8,5,
Zürich	8,1,
Basel	7,1,
Genf	6,0,

In andern Fällen ist die Vertheilung der Wärme gleichförmiger, wie es scheint, dann, wenn der Fön weniger entwickelt und die Temperatursteigerung überall nicht sehr bedeutend ist. So betrug sie z. B. bei dem Fön vom 23—28. April 1867 in

Altorf	4°,8,
Bern	4,9,
Zürich	3,3,
Basel	4,0,
Genf	3,9,

Steigt man von den Fönstationen gegen die Alpenkämme hinauf, von denen der Fön herkommt, so vermindert sich die Temperaturzunahme. So betrug sie z. B. am 1. Februar 1869 in

Altorf	7°,9,	Altstetten	7°,9,
Andermatt	2,3,	Chur	4,6,
St. Gotthard	—1,8,	Bernhardin	—2,3,

(immer im Vergleich mit dem Monatsmittel).

Es ist selten, dass auf dem Gotthard bei Fönwetter das Thermometer um 4—6° über das Monatsmittel steigt (12. V. 1867, 15. XI. 1867).

Dufour hat ausgerechnet, um wie viel man bei Fönwetter steigen müsse, um das Thermometer um 1°C. sinken

zu sehen. Er fand für den Fön vom 23. IX. 1866 bei Vergleichung von

Bex und St. Bernhard 102 Meter,  
 Altorf und St. Gotthard 94 »  
 Chur und Bernhardin 95 »

Bei allen Fönwinden findet man ähnliches, z. B.

Zeit.	Orte.	1° C. Temperaturabnahme auf eine Höhendifferenz von	1° C. Temperaturabnahme nach den Monatsmitteln auf eine Höhendifferenz von
15. XI. 1867	Altorf-St. Gotthard	85 Meter	161 Meter
16. II. 1867	» » »	85 »	135 »
23. VII. 1867	» » »	103 »	147 »

Selbstverständlich bedeuten diese Zahlen nichts andres, als dass beim Fön die Temperatur im Thal stärker steigt als auf dem Gebirge.

In den Stationen südlich von der Hauptalpenkette ist das Steigen der Temperatur während der Fönperioden immer nur unbedeutend, oder es findet sogar ein Fallen unter das Monatsmittel statt. So findet man z. B. in Lugano

ein Steigen des Thermometers um 3°,3 am 26. IV. 1867  
 » » » » » 3,8 » 12. V. 1867  
 » » » » » 3,6 » 17. XI. 1867  
 » Fallen » » » 3,0 » 28. II. 1866  
 » » » » » 4,6 » 19. III. 1866

Am 1. Februar 1869 beträgt die Temperaturzunahme über das Monatsmittel in

Altorf 7°,9, Altstetten 7°,9,  
 Andermatt 2,3, Chur 4,6,  
 St. Gotthard — 1,3, Bernhardin — 2,3,  
 Airolo — 3,9, Brusio — 4,1,  
 Bellinzona — 4,4, S. Vittore — 4,4,

Aehnliche Beispiele finden sich in Menge. In den südlichen Stationen wird in der Regel ein nördlicher Wind beobachtet, wenn nördlich vom Hauptalpenkamm der Fön haust. Falls noch eine Steigerung der Luftwärme eintritt, so erreicht sie ihr Maximum in der Regel etwas später als in den nördlichen Stationen; diese Verzögerung beträgt 1—3 Tage.

Dureh die zahlreichen sorgfältigen Beobachtungen, welche seit 10 Jahren auf den schweizerischen meteorologischen Stationen angestellt worden sind, ist es ausser allen Zweifel gestellt, dass der Fön ein trockner Wind ist. Diese Trockenheit macht sich nicht blos in den nördlichen Alpenthälern geltend, sondern sie wird, allerdings in geringerem Grade, auch im ganzen weitem Föngebiet wahrgenommen. Während sonst die mittlere relative Feuchtigkeit in unsern Gegenden etwa 70—80% beträgt, sinkt sie beim Fön auf 50, 40, ja in der Nähe der Alpen auf 30, selbst auf 24%. Und diese Trockenheit hält tagelang an. Man braucht in den meteorologischen Tabellen nur die für die Feuchtigkeitsverhältnisse bestimmten Rubriken zu überblicken, um sogleich die Fönperioden zu entdecken. Es ist sehr beachtenswerth, dass die Feuchtigkeit auch da abnimmt, wo der Fön sich sonst nicht als eine charakteristische Luftbewegung fühlbar macht, dass ferner diese Feuchtigkeitsabnahme in den höhern Stationen weniger bedeutend ist als in den tiefern, und dass südwärts von der Hauptalpenkette die Feuchtigkeit eher grösser ist als gewöhnlich.

---

**Relative Feuchtigkeit in der Fönperiode vom  
31. Jan. und 1. Februar 1869.**

Mittlere Feuchtigkeit.

Ort.	des Januar.	des Februar.	29. I.	30. I.	31. I.	1. II.	2. II.
Basel	82%	77%	87%	75%	68%	67%	73%
Genf	83	81	100	73	52	59	93
Zürich	90	78	93	84	76	57	80
Altorf	80	73	80	73	26	30	91
Altstetten	84	70	88	79	27	35	75
Chur	81	64	54	75	31	38	84
Bex	81	78	70	73	40	50	93
Platta	68	71	53	78	38	61	100
Grimsel	73	73	74	83	83	67	82
Bellinzona	77	74	90	90	72	87	94
Lugano	77	77	90	87	84	89	94

Wenige Stunden gewöhnlich, nachdem der Fön in den nördlichen Alpenthälern zu wehen begonnen hat, erfolgen auf dem Alpenkamm und seinen südlichen Abhängen Niederschläge, Regen und Schnee, oft von ungewöhnlicher Reichlichkeit. Beim Fön vom 23—27. III. 1867 beginnen in Lugano heftige Regengüsse am 27., und es fallen an diesem und den zwei folgenden Tagen 100,6 mm. Regen, in Bellinzona allein am 28. 95,5 mm. Auf dem Gotthard zeigen sich am 26. und 27. Spuren von Schnee, vom 28—30. fallen 85 Centimeter. In Altorf beginnt der Regenschauer erst am 28. mit 15,9 mm., während der Fön schon am 27. aufgehört hat zu wehen und überall, wo er sich gezeigt hatte, in Südwest bis Nordwest übergegangen ist.

Bei dem oben angeführten Fön vom 31. I—1. II. 1869

beginnen die Regen- und Schneefälle erst am 2. II., nachdem der Fön überall zu wehen aufgehört hat und veränderliche oder ausgesprochen nördliche Winde eingetreten sind.

In der Regel fallen die stärkern Niederschläge (über 10 mm. Wasser per Tag) in der ganzen Schweiz auf Fönperioden. Ausnahmen von dieser Regel sind selten, kommen aber bisweilen vor. Gewöhnlich erfolgen diese Niederschläge im Westen (Genf) um 1 Tag früher als im Osten (Remüs im Unterengadin).

Wegen der engen Beziehung, in der Wind und Luftdruck von einander stehen, ist es besonders wichtig, dass die Schwankungen des letztern während der Fönperioden beobachtet werden. Bei der geringen Ausdehnung unseres Landes und der grossen Geschwindigkeit der Luftströmungen sollte man nun freilich von verschiedenen Stationen, z. B. Basel, Genf, Bern, Zürich, Chur, Altorf, Gotthard, Bellinzona, Lugano, Brusio, Remüs, stündliche Beobachtungen besitzen, am besten solche durch selbstregistrirende Instrumente. Die dreimaligen täglichen Beobachtungen, wie sie bisher auf allen Stationen (mit Ausnahme von Bern) ausgeführt wurden, um 7<sup>h</sup> a. m., 1<sup>h</sup> und 9<sup>h</sup> p. m., stehen zu weit aus einander, um ein klares Bild der Luftdruckschwankungen daraus konstruieren zu können. Immerhin lassen sich auch so einige für die Theorie des Föns wichtige Schlüsse ableiten, besonders wenn man den Blick über die Grenzen des Landes hinauswirft und die gleichzeitigen meteorologischen Ereignisse im übrigen Europa vergleicht, was an der Hand des Bulletin international mit seinen synoptischen meteorologischen Karten möglich ist.

Untersucht man eine grössere Anzahl von Fönperioden und bestimmt die Zeitpunkte, an denen auf den verschiedenen schweizerischen Stationen das Sinken des Barometers unter den mittleren Stand des Monats beginnt, oder auch die-



jenigen, an denen der tiefste Stand des Barometers eintritt, so springen sogleich zwei wichtige Thatsachen in die Augen:

- 1) Diese Erscheinungen treten zunächst an den nördlichen und westlichen Stationen ein, etwas später am Nordfuss der Alpen, noch später auf den Alpenpässen und in der Regel zuletzt südlich davon.
- 2) Die Barometerdepression ist am bedeutendsten an den nördlichen und westlichen Stationen, schwächer in den Alpenthälern und noch schwächer auf den Passhöhen. Südwärts von den Alpen ist die Depression geringer als nordwärts, oft nicht stärker als auf den Passhöhen.

Aus vielen Beispielen mögen folgende als Beweis für diese zwei Sätze genügen:

#### Eintritt des Sinkens unter das Monatsmittel.

1867.	Basel.		Genf.		Gotthard.		Lugano.	
	Tag.	Stunde.	Tag.	Stunde.	Tag.	Stunde.	Tag.	Stunde.
März	26	1	—	—	27	1	27	1
April	18	9	18	1	20	1	20	9
»	24	1	24	1	26	7	25	1
August	15	7	15	7	15	9	15	9
Novemb.	11	1	—	—	15	1	16	7
Dezemb.	17	7	—	—	18	1	18	9

Anmerkung. In der Stundenrubrik bedeuten die Zahlen 7 Uhr Morgens, 1 Uhr Mittags und 9 Uhr Abends.

### Eintritt des tiefsten Barometerstandes.

Betrag unter dem Monatsmittel in Millimetern.

	Genf.			Basel.			Altorf.			Gotthard.			Lugano.		
	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.	Tag.	Stunde.	Betrag.
1868. Oktober	18	1	—13,3	18	9	—13,4	18	9	—13,1	19	9	—9,1	19	9	—10,3
1868. November	23	7	—6,1	23	7	—6,8	23	1	—5,8	24	7	—0,7	24	7	+2,8
1869. Januar	29	7	—11,1	29	7	—14,2	29	1	—12,5	29	9	—4,8	30	7	—6,8
1869. Februar	1	1	—11,2	1	1	—11,8	1	1	—9,9	2	1	—7,8	2	1	—8,5
1870. April	9	1	—9,2	9	1	—10,0	9	7	—8,3	10	7	—4,4	10	7	—3,5
1870. Oktober	9	7	—14,3	9	7	—15,3	9	1	—15,0	9	1	—10,9	9	9	—14,5

Man begreift die Bedeutung dieser beiden Umstände, wenn man einen Blick auf die synoptischen Karten des Bulletin international wirft, hiebei zeigt sich nämlich sogleich, dass ein Fön in der Schweiz allemal zusammen-

fällt mit einer Depression des Luftdruckes im Nordwesten, in Irland, dem Kanal und dem biscayschen Meer, während gleichzeitig südwärts von den Alpen, in Italien und dem adriatischen Meer, ein höherer Luftdruck sich findet als in den Alpen.

Eine Barometerdepression im Nordwesten und Südosten zugleich lässt den Fön nicht zur Entwicklung kommen. Ebenso hat eine Depression im Norden (Schottland, Nordsee) oder im Nordosten keinen Fön im Gefolge.

Was den Zeitpunkt des Eintrittes der Depression betrifft, so erkennt man aus den Beobachtungen bald, dass sowohl ihr Beginn als ihr Maximum in der Schweiz um 1—2 Tage später erfolgen als im Kanal. Ferner ist der Betrag der Depression um so grösser, je mehr man sich diesem Zentrum derselben nähert. So erklärt sich auf natürliche Art sowohl der frühere Eintritt des Sinkens des Barometers als sein tieferer Stand bei Vergleichung von Basel mit den südlichen schweizerischen Stationen. Das ganze Gebiet von Italien bis nach Irland bildet ein zusammenhängendes meteorologisches System.

Auch bei diesen Vergleichen ist der Umstand ein Hinderniss, dass die Beobachtungen durch zu grosse Zeiträume von einander getrennt sind. Das Bulletin international giebt dieselben gewöhnlich nur für 8 Uhr Morgens. Immerhin erweist sich aus den folgenden Angaben über einige Fönperioden des Jahres 1867, die man leicht vielfach vermehren könnte, die Richtigkeit der obigen Auseinandersetzungen.

**Gang des Barometers während einigen Fönperioden  
des Jahres 1867.**

		Valentia.	Cherbourg.	Basel.
		Barometerstand in Millimetern.		Barometerstand im Vergleich mit dem Monatsmittel.
1) Januar	5		761,0	+7,4
	6		749,8	+10,6
	7		746,6	+8,3
	8		736,8	-5,4
	9		742,8	-7,1
	10		743,4	-11,5
	11		753,0	-6,1
	12		759,7	-2,8
2) März	17		761,5	+2,8
	18		747,8	-5,1
	19	745,1	743,7	-6,9
	20	753,2	748,7	-8,6
	21		757,7	-3,7
	22	751,0	754,5	+2,8
3) April	18	753,3	760,8	+2,0
	19		754,7	-1,9
	20	743,5	746,4	-5,3
	21		750,9	-5,4
	22		759,0	-0,6
	23		759,0	+2,7

		Valentia.	Cherbourg.	Basel.
		Barometerstand in Millimetern		Barometerstand im Vergleich mit dem Monatsmittel.
4) April	24	750,5	754,8	+1,4
	25		756,1	-1,3
	26		756,8	-3,4
	27		750,6	-5,4
	28		750,9	-7,1
	29		760,0	-4,7
	30		755,9	+1,2
5) Mai	9	753,6	760,3	+1,6
	10		759,4	-0,7
	11	746,3	750,2	-3,8
	12		747,1	-0,7
	13	748,0		-7,2
	14	752,3	752,2	-5,9
	15		755,6	-4,6
	16	762,2	761,2	-3,7
	17	762,4	766,0	+0,2
6) Juli	20	757,0	760,6	-1,3
	21		756,6	+0,3
	22	745,8	756,9	-0,5
	23	751,4	755,8	-2,9
	24	754,1	755,6	-3,2
	25	755,7	756,5	-3,3
	26	762,2	751,9	-3,2
	27	761,5	762,0	+1,3

		Valentia.	Cherbourg.	Basel.
		Barometerstand in Millimetern.		Barometerstand im Vergleich mit dem Monatsmittel.
7) November	11	769,0	769,8	+ 0,8
	12	765,9	766,5	— 1,1
	13	759,0	762,8	— 3,5
	14	750,5	754,1	— 4,5
	15	750,5	752,0	— 7,5
	16	759,0	750,2	—14,5
	17		753,8	—17,8
	18		765,8	— 7,7
	19		769,0	+ 0,9

Wenn die Depression im Nordwesten von einer schwächeren im Südosten, in Italien, begleitet ist, so dass die Linie grössten Druckes durch die Schweiz geht, so entwickelt sich zwar kein allgemeiner und deutlich charakterisierter Fön, aber es zeigen sich doch manchmal Erscheinungen, die sonst den Fön begleiten. So wehen z. B. vom 4—7. und vom 10—14. September 1867 auf den Alpenpässen und an den meisten Stationen südöstliche, südliche bis südwestliche Winde mit einer entsprechenden Steigerung der Temperatur und unter Abnahme der Feuchtigkeit, und am Ende dieser Perioden erfolgen Niederschläge, z. Theil von bedeutender Mächtigkeit, so in Castasegna am 10. 36,7 mm., vom 15—22. 285 mm. (am 16. allein 122mm.). Aehnliche Wassermassen fallen auf dem Bernhardin; nördlich von den Alpen sind die Niederschläge zwar schwächer, aber immer noch reichlich genug. Wir haben also bei der angegebenen Vertheilung des europäischen Luftdrucks einen nicht ganz zur Entwicklung gelangten Fön.

Ganz ähnliche Erscheinungen: Zunahme der Temperatur, Abnahme der Feuchtigkeit, südöstliche bis südwestliche Winde, Fön an einzelnen Stationen (Chur, Marschlins, Bex) und Niederschläge am Ende der Periode zeigen sich am 4.—6. Februar 1867, während das europäische Minimum des Luftdruckes sich im Norden, über Schottland und der Nordsee befindet.

Wenn das Minimum des Luftdruckes im Westen gelegen ist statt im Nordwesten, wie vom 14. bis 16. November 1867, während zugleich ein Maximum desselben sich im Südosten befindet, so beobachtet man neben den herrschenden südlichen Winden auch östliche und selbst nordöstliche, namentlich auf einigen westlichen Stationen, und der Fön erreicht eine ausnahmsweise starke Entwicklung in solchen Thälern, die von Ost nach West gerichtet sind, z. B. in dem des Brienersees, in Brienz und Interlacken, wo sonst der Fön seltener eine bedeutende Kraft erlangt. Eine ähnliche Erscheinung, doch mit geringerer Intensität, zeigt sich vom 27.—30. April 1866.

Der Einfluss der allgemeinen Vertheilung des Luftdruckes in Europa auf die Winde der Schweiz offenbart sich auch sehr schön durch den sog. Nordfön. Dieser Nordfön erscheint in den Stationen südlich von der Alpenkette: Airolo, Faido, Bellinzona, Lugano, Mendrisio, Castasegna, Brusio, mehr nur andeutungsweise auch im Engadin: in Sils, Bevers, Zernetz, Remüs, welche Stationen südwärts von der hohen Kette der Engadiner Alpen (vom Maloja bis Selvretta) liegen. Er zeichnet sich in ähnlicher Art wie der eigentliche Fön durch verhältnissmässig hohe Temperatur und geringe Feuchtigkeit aus. Jene Erhöhung der Wärme wird besonders deutlich daraus ersichtlich, dass bei seiner Herrschaft die Temperatur mit zunehmender absoluter Höhe etwa 2mal rascher sinkt als sonst (um 1° C. bei

90—100 m. Höhendifferenz). Stimmen hierin beide Arten von Fön überein, so steht dagegen beim Nordfön das Barometer hoch, und der Wind weht von Nord und Nordost auch auf den Alpenpässen.

Diese Nordföne sind ebenso häufig wie die gewöhnlichen Föne. So erfolgten im Jahr 1868 19, 1869 19, 1870 (ohne Dezember) 16 solcher charakteristischer Winde.

Bei Vergleichung der Angaben des Bulletin international findet man jedesmal während des Nordföns ein Minimum des Luftdrucks im Südosten, ein Maximum im Nordwesten von den Alpen, d. h. also eine Anordnung desselben, welche derjenigen beim gewöhnlichen Fön gerade entgegengesetzt ist. Es ist klar, dass diese Verschiedenheit in der Anordnung des Luftdruckes die Verschiedenheit in der Richtung des Föns und des Nordföns vollständig begreiflich macht. Auch darin stimmt der Nordfön mit dem echten Fön überein, dass während seiner Dauer auf entgegengesetzten Seiten der Alpen entgegengesetzte Winde wehen, nämlich nördlich von denselben südwestliche, südlich von ihnen nordöstliche. Ein wesentlicher Unterschied zeigt sich auf den Alpenpässen: hier weht beim echten Fön der Südost- bis Südwind, beim Nordfön der Nordost bis Nord.

Wenn der stärkste Luftdruck sich im Norden, statt im Nordwesten, und der schwächste sich im Süden, statt im Südosten, befindet, so entsteht kein Nordfön, wohl aber zeigen sich manche Erscheinungen, die ihn andeuten, namentlich eine auffallende Verminderung der Luftfeuchtigkeit an einzelnen Stationen (2—6. III. 1867 und in vielen andern Fällen) — also die vollkommenste Analogie zum echten Fön.

Es giebt auch etwa einmal einen echten Fön bei steigendem Barometer und hohem Luftdruck. Ein solcher zeigte sich vom 13.—19. Oktober 1867. Das Steigen des Barometers beginnt auf den südlichen Stationen am



12., ebenso auf den Alpenpässen ohne Ausnahme und auf den ihnen unmittelbar benachbarten Stationen auf der Nordseite der Alpen: Engadin, Rheinwald, Ursern, Oberwallis. Auf den übrigen Stationen dagegen tritt es am 13. ein, und dieses Steigen dauert bis zum 16. und 17. Gleichzeitig mit dem Barometer, am 13., beginnt auch das Thermometer zu steigen (während sonst die beiden Instrumente bekanntlich entgegengesetzte Bewegungen ausführen) und erreicht seinen höchsten Stand (in Altdorf  $9^{\circ},2$  über dem Monatsmittel) am 17. Zu gleicher Zeit nimmt die Trockenheit an den Fönstationen zu und kommen die charakteristischen Süd- und Südostwinde zur Geltung.

Die synoptischen Karten des Bulletin international zeigen, dass bei diesem Fön die nämliche Vertheilung des europäischen Luftdruckes vorhanden ist wie bei den andern: geringer Druck im Nordwesten, starker im Südosten von den Zentralalpen. Aber während sonst während der Fönperiode der Luftdruck in Italien abnimmt, wächst er in unserem Falle, und diese Zunahme schreitet von Südost nach Nordwest fort, sie erreicht desswegen die Südseite der Alpen früher als den Nordabhang, daher der oben auseinander gesetzte Gang des Barometers. Der Luftabfluss nach dem Depressionszentrum im Nordwesten wird hier durch den Zufluss von dem Zentrum des Luftdruckmaximums im Südosten mehr als aufgewogen. Wie ein geringerer Luftdruck südwärts von den Alpen den Fön nicht zur Entwicklung gelangen lässt, weil die Aspirationen von beiden Seiten sich das Gleichgewicht halten, so kann umgekehrt eine ausnahmsweise starke Vermehrung desselben die Aspiration von Nordwesten her unterstützen und damit selber zur kräftigen Entwicklung des Föns mitwirken.

Ueberblicken wir nun die Gesammtheit der Erscheinungen, so erhalten wir etwa folgendes Bild vom Fön.

Wenn in der Schweiz ein deutlich entwickelter Fön entstehen soll, so muss sich im Nordwesten, über Irland und dem Kanal, der Luftdruck vermindern, während er im Südosten, über Italien und dem adriatischen Meer, unverändert bleibt oder zunimmt. Nachdem sich jenes Depressionszentrum gebildet hat, wirkt es aspirierend auf die Umgebung, d. h. durch den stärkern Druck wird von den Seiten her Luft nach dieser Stelle hingetrieben. Es ist klar, dass diese Bewegung am stärksten von der Seite des Luftdruckmaximums, also von Südosten her, erfolgen wird. So begleiten denn auch wirklich in Cherbourg, an der Küste der Bretagne und Normandie südöstliche bis südliche Winde die Bildung jenes Depressionszentrums. Diese Bewegung schreitet ziemlich rasch nach Südosten hin fort und erreicht die nördliche Schweiz im Durchschnitt nach etwa 24 Stunden, den Kamm der Zentralalpen nach vielleicht 30 Stunden oder weniger. Da das aspirierende Depressionszentrum von der Schweiz etwa 1000 Kilometer entfernt ist, so ergibt sich daraus eine Bewegungsgeschwindigkeit dieser zuströmenden Luft von 11—12 Meter per Sekunde. Diese Bewegung schreitet in den höhern Regionen der Atmosphäre rascher fort als am Boden, wo die Reibungswiderstände zahlreiche Hindernisse und ablenkende Ursachen in den Weg legen. Die Strömung erreicht also den Kamm der Zentralalpen, noch ehe sie an ihrem Fuss wahrnehmbar geworden ist. Gewöhnlich beginnt der Südwind auf dem Gotthard fast einen Tag früher zu wehen als der Fön in Altorf. Auch sind Wolken, die sich über das Gebirge lagern, Fönmauern, und eine Trübung des Himmels gewöhnlich Vorboten des Föns.

Wenn nun die Luft auf der Südseite des Gebirges und in der Höhe seines Kammes fortfließt, so muss fort-

während solche aus südlicheren Gegenden und aus tieferen Regionen nachströmen, und diese wird durch das Aufsteigen zu jenen Niederschlägen disponirt, welche auf den Alpenkämmen fallen.

Dass die warme Fönluft der Wirkung der Schwerkraft entgegen in die Thäler niedersinkt, statt, wie andre erwärmte Luft, in die Höhe zu steigen, klingt paradox und fordert eine Erklärung. Wild findet sie in der saugenden Wirkung des über die obere Oeffnung der Thäler hinfegenden Sturmes. Wäre aber diese saugende Wirkung vorhanden, so müsste wohl in den Fönthälern das Barometer tiefer sinken als an jedem andern Ort, und da man hievon nichts, vielmehr eher das Gegentheil beobachtet, so kann jene Erklärung kaum richtig sein. Es scheint vielmehr jenes Herabsteigen Folge der Reibungswiderstände am Boden zu sein. In einem Flusse bewegen sich die Wassertheilchen, wie Culmann gezeigt hat, in Folge der Reibungswiderstände am Boden, in krummlinigen Bahnen, in Radlinien; das nämliche muss auch in einem Luftstrom geschehen, nur dass diese Bahnen wegen der grössern Beweglichkeit der Luft eine entsprechend grössere Ausdehnung besitzen, es entsteht eine Luftbrandung von weiter Erstreckung. Die Folge davon ist, dass auf einem Bergabhang die Luftmassen durch fortgesetzte Wiederholung dieser Bewegung im Bogen in die Tiefe niedersteigen. In Folge ihrer Bewegung hat diese Luft eine gewisse Summe von lebendiger Kraft, mit der sie den Widerstand der Thalluft überwindet und diese vor sich her verdrängt. Wenn aber die Luft der Höhen in die Tiefe niedersteigt, so kommt sie unter einen stärkern Luftdruck zu stehen, sie wird verdichtet und nimmt einen kleinern Raum ein, dadurch entsteht fortwährend wieder Raum für neue aus der Höhe kommende Luftmassen: der beginnende Fön öffnet so die Bahn für nachfolgende Luft-

massen, er trägt die Ursache einer Steigerung der Strömung, der Entwicklung eines Sturmes im Thalgrund, in sich selber. Also nicht blos das Niedersteigen in die Thäler sondern auch die merkwürdige Steigerung der Heftigkeit der Bewegung, welche mit diesem Niedersinken verbunden ist, wird auf diese Art erklärt.

Mit dem Niedersinken der Fönluft hängt die Erwärmung derselben aufs Innigste zusammen, denn bekanntlich erwärmt sich die Luft jedesmal, wenn sie auf ein kleineres Volumen zusammengepresst wird. Man findet die so entstehende Temperatur nach der Formel

$$t_2 = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} (a + t_1) - a,$$

wenn  $p_1$  der anfängliche,  $p_2$  der schliessliche Druck,  $\alpha$  das Verhältniss der spezifischen Wärme der Luft bei konstantem Druck zur spezifischen Wärme der Luft bei konstantem Volumen oder 1,41,  $a$  der absolute Nullpunkt der Temperatur, 273, und  $t_1$  die anfängliche Temperatur bezeichnet.

Bei dem Fön vom 22.—25. September 1866 war am 23. die mittlere Temperatur auf dem St. Gotthard  $4^{\circ},5$ , der Barometerstand 592,2 mm.; in Altorf betrug dieser Barometerstand gleichzeitig 717,7 mm., die Temperatur der Luft  $23^{\circ},6$ . Nach obiger Formel finden wir die Temperatur der von der Höhe des Gotthard nach Altorf heruntersinkenden Luft gleich

$$t_2 = \left( \frac{717,7}{592,2} \right)^{\frac{0,41}{1,41}} (273 + 4,5) - 273 = 20^{\circ},5.$$

Die wirklich beobachtete Temperatur in Altorf war mithin um  $3^{\circ},1$  höher. Diese Abweichung erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Luft nur zu einem sehr kleinen Theil unmittelbar in der Passhöhe von 2093 m. vorüberzog, dass weitaus die meiste aus grösserer Höhe ins Thal herniederstürzte, und dass die Temperatur dieser höhern

Luft wegen der durch die heftige Bewegung der Luftmassen bedingten Vermischung derselben kaum niedriger sein konnte als die auf der Passhöhe selber beobachtete. Wir finden auch auf dem um 111 m. höhern Julierpass eine noch höhere Temperatur, nämlich  $7^{\circ},6$ . Uebrigens ist es ja auch sehr wahrscheinlich, dass die herabströmende Luft am kalten Boden durch Berührung mit diesem eine niedrigere Temperatur annimmt als die in einiger Höhe. Ein ähnliches Verhalten findet man bei vielen Fönen. Bei andern ist die Temperatur in Altorf etwas niedriger als sich aus der Rechnung ergibt, z. B. am 19. Januar 1868 um  $3^{\circ},4$ . Dies ist indess ein schwacher Fön mit verhältnissmässig langsam bewegter Luft, und diese Luft strömt über einen stark abgekühlten schneebedeckten Boden.

Ein ganz analoges Verhalten beobachtet man beim Nordfön. So findet man am 29. Januar 1868 die Temperatur in Bellinzona um  $4^{\circ},2$  niedriger, als die Berechnung nach der Formel ergibt, dagegen am 31. Juli 1868 um  $1^{\circ},2$  wärmer, jenes also im Winter bei schneebedecktem Boden, dieses im Sommer. —

Durch die Vermehrung des Luftdruckes beim Hinabsteigen ins Thal wird das Volumen der Luft verkleinert, durch die damit verbundene Erwärmung aber vergrössert. Wir können mit Berücksichtigung dieser beiden Faktoren ihr schliessliches wirkliches Volumen berechnen. Es beträgt für den oben angeführten Fön vom 23. September 1866 für die vom Gotthard nach Altorf heruntersteigende Luft

$$\frac{592,2}{717,7} (1 + 0,003665 \cdot 19,1) = 0,883.$$

Diese Volumenverminderung um mehr als  $\frac{1}{9}$ , begünstigt offenbar, wie oben bemerkt, das Nachsinken neuer Luft aus der Höhe, es entsteht vor der niedersinkenden Luft

vorweg ein luftverdünnter Raum. Ist das Niedersinken einmal eingeleitet, so wird es hiedurch im Fortgang erhalten.

Die Erhöhung der Temperatur durch Kompression der Luft beim Niedersinken erklärt auch die so auffallende Verminderung der relativen Feuchtigkeit der Fönluft (Hann). Wenn die Luft auf dem St. Gotthard  $4^{\circ},5$  warm und mit Wasserdampf gesättigt ist (23. IX. 1866), so enthält sie im Kubikmeter 7,4 Gramm Wasser. Erwärmt sie sich beim Niedersinken nach Altorf auf  $23^{\circ},6$ , so steigt ihre Kapazität für Wasserdampf auf 20,8 Gramm per Kubikmeter; sie enthält mithin nur 34% der Wassermenge, die sie enthalten könnte. Berücksichtigt man nun noch die eintretende Verminderung des Volumens, so erhält man eine relative Feuchtigkeit von 38%. In der Wirklichkeit beobachtete man in Altorf 46%. Dieses Mehr von 8% lässt sich dadurch erklären, dass mechanisch Wassertheilchen mit hinübergerissen und in der beim Niedersinken wärmer werdenden Luft wieder aufgelöst werden. Beim Fön vom 18. Jan. 1868 ist die relative Feuchtigkeit in Altorf 36%, während aus der Rechnung 38% folgen, also etwas geringer als die Rechnung sich ergibt, wenn man nämlich die Luft auf dem Gotthard als vollständig gesättigt annimmt, was indessen aus den meteorologischen Tabellen nicht mit Sicherheit zu erkennen ist.

Da sich auch im ganzen weitem Föngebiet eine Erwärmung der Luft und eine Abnahme ihrer relativen Feuchtigkeit kundgibt, so muss auch hier ein Niedersinken der Luft aus höhern Regionen angenommen werden.

Dufour macht darauf aufmerksam, dass bei dem Fön vom 23. September 1866 sich in Algier ganz ähnliche Verhältnisse des Druckes, der Temperatur, Feuchtigkeit und Bewegung wie in der Schweiz gezeigt haben. Algier liegt aber am Nordfuss des Atlasgebirges in ähnlicher Art wie

unsre Fönstationen am Nordabhang der Alpen gelegen sind, und wenn seine Lage südlicher ist als die der Schweiz und somit entfernter vom Depressionszentrum, so wird diese grössere Entfernung in der Richtung des Meridians wieder kompensirt durch seine westlichere Lage.

So weit sich die Witterungsverhältnisse aus den Angaben des Bulletin international erkennen lassen, stimmen während der Fönperioden auch die Beobachtungen an den Stationen Spaniens in auffallender Weise mit den in der Schweiz gemachten überein. Es sind hiebei von Wichtigkeit die Stationen an der Südküste: S. Fernando bei Cadix, Tarifa, Alicante, Palma (auf Mallorca) und Barcelona und an der Nordküste Bilbao. Tarifa und Alicante liegen nahe an der afrikanischen Küste, gleichsam am Nordfuss des Atlas, Bilbao unmittelbar am Nordfuss der westlichen Fortsetzung des Pyrenäengebirges, etwa 600 m. unter der tiefsten Einsenkung in dieser Kette, deren benachbarte Partien noch 600 m. höher aufsteigen. An diesen Stationen findet man in der Regel während der schweizerischen Fönperioden südöstliche Winde angemerkt, und es findet dannzumal eine solche Temperaturerhöhung statt, dass in Bilbao sehr gewöhnlich das Thermometer höher steht als an allen übrigen europäischen Stationen, mit Ausnahme etwa von Alicante. Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind aus dem Pariser Bulletin nicht ersichtlich, dagegen sind die Bewegungen des Barometers analog den in der Schweiz beobachteten. Die höchste Temperatur fällt auf die Zeit des tiefsten Barometerstandes oder 1 Tag später. So steht am 9. März 1867 das Thermometer in Bilbao auf  $20^{\circ},0$  bei ziemlich starkem Südostwind; die höchsten gleichzeitigen Temperaturen finden sich in Barcelona ( $15^{\circ},0$ ), Palermo ( $16^{\circ},0$ ), Alicante ( $17^{\circ},6$ ), während das Barometer schon am 8. in Bilbao seinen tiefsten Stand von 740,0 mm. erreicht hat und am 9. auf

742,7 mm. gestiegen ist. Am 18. April 1867 hat Bilbao bei einem Barometerstand von 755,2 mm. (Minimum) eine Temperatur von 23°,4 (Maximum), die höchste in ganz Europa, denn S. Fernando hat 20°,6, Tarifa 20°,7, Alicante 21°,0 — alles bei Südostwind. Am folgenden Tag, 19. April, hat Bilbao noch 20°,1 bei fortdauerndem Südost, Alicante dagegen 25°,0 bei ziemlich starkem Südwind, S. Fernando bloss noch 17°,1. Am 20. April zeigt sich die auffallende Thatsache, dass Alicante mit 25°,4 und Altorf mit 18°,7 (um 7<sup>h</sup> Morgens) die beiden wärmsten Punkte in ganz Europa sind.

Aehnliche Beispiele kann man in grosser Zahl auffinden. Inwiefern der Solano, ein heisser Südostwind Andalusiens, mit den Fönperioden in Zusammenhang steht, ist bei dem Mangel an korrespondirenden Beobachtungen, etwa in Granada, Cordoba und Sevilla nicht zu entscheiden. Immerhin ist es auffallend, dass auch dieser heisse Südost von einem hohen Gebirge, der Sierra Nevada, herkommt.

Ob nicht der Scirocco dem Fön analog ist? Die einander widersprechenden Angaben über seinen Feuchtigkeitsgehalt schon scheinen darauf hinzudeuten, ebenso seine hohe Temperatur, bis 35° in Palermo. Er weht von Südosten: ist er durch Pression in der afrikanischen Wüste oder durch eine Depression im Nordwesten entstanden? Dass er aus der Wüste kommt, scheint sich mit Sicherheit aus seinen Staubwolken zu ergeben.

In Kutais, östlich vom Schwarzen Meer, kommt ein sehr heftiger fönartiger Wind von ONO aus dem Suramgebirge, welches Mingrelien von Georgien trennt und den Kaukasus mit dem armenischen Gebirge verbindet. Solche Föne fehlen gerade dann, wenn östlich von den Bergen die trockene Zeit herrscht.

Sehr intensiv kommt der Fön in Lenkoran, am west-



lichen Ufer des kaspischen Meeres, vor. Am 23. und 24. Februar 1870 stieg in Folge davon die Temperatur auf 26°,2. Auch in Baku waren Wärme und Trockenheit sehr fühlbar. In Lenkoran kommt er von Südwest, vom Küstengebirge herab, das gegen 2000 m. Höhe besitzt. Die Gegend ist sehr feucht; wenn aber der Fön kommt, so krachen alle Gegenstände aus Holz und werfen sich, alles trocknet rasch.

In der persischen Provinz Gilan, am südwestlichen Ufer des kaspischen Meeres, steigert ein im Winter plötzlich einsetzender Südwind, obwohl er von schneebedeckten Gebirgen herweht, nicht nur die Temperatur gewaltig, sondern trocknet sofort dermassen alles Holz aus, dass wegen Feuersgefahr jedes Feuer im Lande gelöscht werden muss. 24 Stunden darauf folgt fast unausbleiblich Schnee und Regen (Klöden).

Auf der Südinsel von Neu-Seeland wehen die West- und Nordwestwinde, welche von den gletscherbedeckten neuseeländischen Alpen herkommen, als heisse und trockne Winde über die Ebene von Canterbury (Hochstetter).

Beim tiefsten Barometerstand erscheint im südlichen und nördlichen Grönland häufiger als im mittleren von Ost oder Südost her über das eisbedeckte Innere ein warmer Wind, zuerst in der Höhe stossweise, dann in die Tiefe steigend. Er bringt viel Regen, weht er aber mehrere Tage, so ist er so trocken, dass der Schnee rasch weg-dunstet. Er erhöht die Temperatur im Winter oft um 25° C., durchschnittlich um 12—19°, im Herbst und Frühling um 11°. Ihm folgen gewöhnlich Süd und Südwest mit tiefhängenden Wolken, Schnee und Regen. Also ein ächter Fön. (Hann). —

Eine auffallende Uebereinstimmung in der Zeit zeigt sich zwischen den Fönperioden in der Schweiz und

den Nordwestwinden in Washington. Es tritt das besonders zu Tage, wenn man ausser den eigentlichen Föntagen, an denen der heisse, trockne Wind in den Alpen-thälern sich geltend macht, auch diejenigen Tage zählt, an denen bei niedrigem Barometerstand auf dem St. Gotthard und andern Alpenpässen südöstliche und südliche Winde regieren. Von 52 amerikanischen Beobachtungen des Jahres 1866 stimmen 40, von 48 schweizerischen stimmen 36 damit überein, d. h. unter 4 Fällen entsprechen sich immer 3 und nur einer macht eine Ausnahme. Weitaus in den meisten Fällen ist der Nordwestwind in Washington von einer Barometerdepression begleitet, analog wie der Fön in der Schweiz, dagegen zeigen die Temperaturverhältnisse keine Uebereinstimmung: das Alleghannygebirge, von welchem her jener Wind kommt, ist theils zu niedrig, theils zu weit entfernt, um seinen Einfluss in ähnlicher Art geltend zu machen wie die Alpen der Schweiz.

Diese zeitliche Uebereinstimmung zwischen unsern Fönen und den nordamerikanischen Nordwestwinden scheint den Schluss zu rechtfertigen, dass beide durch die nämliche Ursache hervorgerufen werden, nämlich eben durch den Gegensatz zwischen den warmen Gewässern des Golfstroms und ihrer kältern Umgebung. Fortgesetzte Beobachtungen, namentlich auch solche über den Zustand des Golfstromgebietes können hierüber allein Gewissheit verschaffen.

Es sei erlaubt, hier noch etwas von dem rothen Schnee zu sagen, nicht von den intensiv rothen Flecken, welche nicht selten im Schnee der Hochalpen gefunden werden, und die von einer mikroskopischen Alge herrühren, sondern von dem gelblichen oder röthlichen Schnee, der weitausgedehnte Gegenden in ein paar Stunden mit Tausenden von Zentnern einer staubartigen Masse von meist unorganischer Natur überdeckt. Das am besten untersuchte

Beispiel ist der rothe Schnee vom 15. Januar 1867. Er bedeckte in den Morgenstunden des genannten Tages den Kanton Graubünden in seiner ganzen Ausdehnung, und die Masse seines Staubes wird von Dr. Killias auf 30000 Zentner geschätzt. Mit Unrecht nennt man etwa diesen und ähnliche Stauffälle Fönstaub. Fön herrschte an vielen Orten der Schweiz vom 7.—10. Januar, aber am 15. wird nur in Zernetz ein solcher angemerkt. Dagegen herrschten an diesem Tag in der nördlichen und westlichen Schweiz Nord-, Nordost- und Nordwestwinde, meist von geringer Stärke. Auf den Alpenpässen wehen heftige Südwinde, und auch die Wolken gehen mit Südwind. Die nämliche Richtung hat der Wind in den Stationen südwärts von den Alpen, doch ist er hier schwächer; manche Stationen in der Nähe der Alpen haben Südwest. Leider fehlen sichere Angaben über die Windrichtung während der Zeit, da der rothe Schnee wirklich fiel. Das Barometer stand überall tief, und die Temperatur war in allen westlichen und nördlichen Stationen unter dem Monatsmittel, zum Theil bedeutend, und das selbst in einem grossen Theil Bündens; auf den Passhöhen dagegen und in den Hochthälern des Engadin und Davos stand sie bis 8° über dem Monatsmittel. Auch die südlichen Stationen zeigen eine Erhöhung der Temperatur. Die Niederschläge nehmen gegen die Alpenpässe hin an Reichlichkeit zu und sind auf der Südseite der Alpen bedeutender als auf der Nordseite: So hat Bellinzona 59 mm. Regen, die Grimsel 181,7 mm. (= 114 cm. Schnee), Zürich 10,6 mm.

Ein Blick auf die synoptische meteorologische Karte dieses Tages zeigt, dass die Verhältnisse des europäischen Luftdruckes denen beim Fön fast direkt entgegengesetzt sind. Ein Druckminimum von 745 mm. liegt im Golf von Genua, ein Druckmaximum von 765 mm. über der irischen

See. So nimmt denn auch der Druck in der Schweiz von Süden nach Norden zu; es beträgt das Sinken des Barometers unter das Monatsmittel in Lugano, Castasegna, Faido 13,1—13,3 mm., in Chur 9,8 mm., in Zürich 8,6 mm., in Basel 8,3 mm. Woher rührt nun jenes Depressionszentrum im Golf von Genua? Auf der pyrenäischen Halbinsel findet man an diesem und dem vorhergehenden Tage theils östliche Winde (Bilbao), theils nordöstliche (Coruna), theils nördliche (Barcelona, Alicante, Tarifa), theils südöstliche (Oporto, Madrid), nur in Fernando nordwestliche und in Lissabon nordnordwestliche, nirgends aber einen Südwestwind, nirgends einen gewöhnlich sogenannten Aequatorialstrom, und auch an den zwei folgenden Tagen ist kein solcher entwickelt. Ebenso wenig findet man einen derartigen Wind in Italien, hier regieren südöstliche bis südliche Winde. Daraus folgt, dass die Barometerdepression im Golf von Genua am 15. nicht durch einen Aequatorialstrom veranlasst wird. Leider fehlen meteorologische Angaben von Sardinien, Sizilien und der Nordküste Afrikas; aber die Richtung der isobarischen Kurven scheint neben andern Gründen anzudeuten, dass der Luftstrom, der jene Depression erzeugt, von Afrika ausgeht, dass er aus der Sahara stammt. Es scheint auf diese südliche Abstammung auch die Kraft hinzudeuten, mit welcher er in südlicher, nicht etwa in südwestlicher und westlicher Richtung über die Kämme der Alpen hinüberstürmt. Indem dieser Windstoss sich in die feuchte Luft über dem Mittelmeer hineinstürzt und sich mit ihr mischt, treibt er sie durch seine lebendige Kraft gegen die Alpen, nöthigt sie zum Aufsteigen und veranlasst sie so zur Ausscheidung ihres Wassergehaltes in Form von Regen und Schnee, und indem dieser Wind nordwärts von dem Hauptalpenkamm mit den dort herrschenden Winden von mehr nördlicher, also entgegen-

gesetzter, Richtung zusammentrifft, neutralisiren sie gegenseitig ihre Bewegung oder mässigen dieselbe wenigstens, es entsteht relative Ruhe, und der röthliche Staub, den die Saharaluft mit sich geführt hat, fällt mit dem Schnee zu Boden. Für den saharischen Ursprung dieses Staubes spricht, ausser seinem allgemeinen Aussehn, seine mit der Farbe des Wüstensandes übereinstimmende gelbröthliche Färbung, sein bedeutender Gypsgehalt, und die mikroskopische Untersuchung (von Prof. Cramer) beweist wenigstens nichts gegen den afrikanischen Ursprung.

Ohne Zweifel macht die südliche Strömung nordwärts von den Alpen in ähnlicher Art wie beim echten Fön eine abwärts gehende Bewegung; allein die Wärme, welche hiedurch nothwendig entstehen muss, kann nicht zur Geltung kommen wegen der Mischung mit der kalten nördlichen Strömung am Boden. Nur wo diese durch vorliegende Gebirge in ihrer Entwicklung gehemmt ist, wie in den Hochthälern des Davos und des Engadin, wird jene durch Luftkompression erzeugte Wärme wahrnehmbar und bewirkt ähnliche Erscheinungen, wie sie beim echten Fön beobachtet werden. —

Man hat vielfach die Möglichkeit bestritten, dass Winde aus Afrika die Schweiz erreichen können, weil sie durch die Wirkung der Erdrotation fast unmittelbar nach ihrem Entstehen in südwestliche und südsüdwestliche Strömungen umgelenkt und nach dem schwarzen und kaspischen Meer hingeführt werden. Allein es ist zu bedenken, dass diese Wirkung der Erdrotation nicht immer zu freier Entwicklung gelangen kann, dass oft Hindernisse im Wege stehen, sonst müsste ja in unsern Breiten nach Analogie der scheinbaren Drehung der Schwingungsebene des Foucaultschen Pendels jede Luftströmung in Zeit von circa 33 Stunden durch alle Striche des Kompasses gehen, sonst wäre auch die immer



den italischen Scirocco, in der heissen Wüste Afrika's entstehen lassen. Nun gebe es aber nach Wettstein, Wild und Andern anderwärts ebenfalls solch' warme, trockene (schneefressende) und die Menschen eigenthümlich afficirende Winde, die man deshalb qualitativ füglich Föhne nennen könne; da sie aber nicht selten aus südöstlicher, ja sogar aus nordwestlicher Richtung herblasen, so sei man für diese wohl genöthigt eine andere Heimstätte als die Sahara zu suchen. Die richtige Theorie des Föhnes sei nun die, welche alle »Föhne«, gleichgültig wo und in welcher Richtung streichend, ihrer Entstehung und ihrem eigenthümlichen d. h. warm-trockenen Charakter noch zu erklären vermöge. In Graubünden, z. B. in Chur, sei man gewohnt einen warmen Wind, dort allgemein Föhn geheissen, mit Ende August einziehen und den ganzen Monat September wehen und schön Wetter machen zu sehen; er sei für diesen Kanton der eigentliche Traubenkocher und auf sein Eintreffen und seine Beständigkeit gründen sich die Hoffnungen und Befürchtungen der weinreichen »Herrschaft« auf die Lese hin. Die Aspirationstheorie des Herrn Wettstein sei in der That sehr gewinnend denn die transalpinen nördlichen Föhne machen ihr nicht mehr Schwierigkeit als die südlichen, und wenn sie, nebst anderem, auch diese bündnerische »Beständigkeit« des Föhns durch entsprechende Barometerdepressionen über dem atlantischen Ocean zu belegen vermöge, so dürfte wenig oder nichts mehr ihrer Aufnahme in der Wissenschaft entgegenstehen.

P. S. des Opinanten. Von den ächten Föhnen sind aber ganz bestimmt die sogenannten »Thauwinde« die gewöhnlich aus Südwest, meist aber aus West herwehen, erheblich feucht sind, warmen Regen bringen und deshalb allerdings auch das rasche Aufthauen und Verschwinden von Eis und Schnee im Gefolge haben, zu unterschei-

den. Bei uns wehen sie vorwaltend in den Monaten Januar, Februar, März, April, so dass z. B. in Muri\*) deutliche südliche, incl. westliche Winde, den nördlichen incl. östlichen das Gleichgewicht halten oder die letztern an Häufigkeit um die Hälfte übertreffen, während in allen andern Monaten diese die südlichen um das doppelte und dreifache übersteigen. Es ist klar, dass diese feuchten Thauwinde nichts anderes als der abgelenkte Aequatorialpassat sind, mit welchem Dore unrichtiger Weise den ächten Föhn, den er partout feucht haben wollte, identificirt hat.

Damit soll nicht gesagt sein, dass nicht, gemäss H. Wild, der cisalpine, ächte Föhn aus dem feuchten Aequatorialstrom oder Südwestpassat durch Compression bei der Aspiration in die tiefeingeschnittenen Alpthäler sich entwickeln könne. Das Wesentliche der Wild'schen Föhntheorie besteht darin, dass sie den Südwestpassat als Wirbelwind (Cyclon) voraussetzt, dessen Kreistouren dann fest normal auf unsern Alpentractus fallen, so dass unsere cisalpinen Föhne nothwendig als südliche bis südöstliche Winde erscheinen müssen. Wettsteins Aspirationstheorie — wenn wir sie recht verstanden haben — geht blos von einer nördlich oder südlich der Alpen oder eines beliebigen Kettengebirges gelegenen dilatirten Luftzone als Aspirationsherd aus; ihm wäre also der Föhn zwar auch durch die Terraingestaltung lokal physiognomisirter Wind, nicht aber integrireder Bestandtheil des cyclonisch fortschreitenden Südwestpassats. Die Zahlenbelege können hierüber allein entscheiden. Jedenfalls darf man Herrn Professor Desor zutrauen, wenn er zur weiteren Prüfung der Föhnfrage,

---

\*) Meteorologische Statistik von Muri in das Mineral- und Soolbad zum Löwen in Muri Kt. Aargau von Dr. Simler 1868, Seite 23 und folgende.



insbesondere von Schweizergebiet aus aufmuntert, und die Sache durch die allerdings viel Klarheit gebracht habenden Abhandlungen Wild's und seine glänzende Zurückweisung Doves noch nicht als gänzlich abgeklärt ansieht.

\* \* \*

Herr Brunner von Wattenwyl bemerkt, dass eine Theorie des Fön auch die in den carnischen Alpen auftretende Bora berücksichtigen sollte, indem dieser Wind in seinem Auftreten viel Aehnlichkeit mit dem Fön zeigt. Mit grosser Gewalt stürzt er aus dem Hochgebirge des Karst einerseits nach den Küsten des adriatischen Meeres, anderseits über den Nordabhang und zeigt eine genau abgegrenzte, relativ kleine geographische Verbreitung, welche sich durch die vollständige Abwesenheit der Baum-Vegetation in dem Verbreitungsbezirke der Bora erkennen lässt.

Er fordert die schweizerischen Meteorologen auf, zunächst eine Vergleichung der Zeit des Auftretens der beiden Winde zu machen mit Benutzung der am Karst gemachten Beobachtungen, welche von der meteorologischen Reichsanstalt in Wien leicht zu erhalten wären.

(Die übrigen Einwürfe in Bezug auf den Nordfön sind im Vortrag selber hinlänglich widerlegt).

---