©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Häufigkeit, die Dauer und die meteorologischen Eigenschaften des Föhns in Innsbruck

J. M. Pernter.

Nachdem hauptsächlich durch die Untersuchungen von Hann der Föhn als Fallwind endgiltig erkannt und die physikalische Ursache für seine auffallende Wärme und Trockenheit festgestellt worden, hat das wissenschaftliche Interesse für diesen Wind sich bedeutend verringert. Und doch ist diese merkwürdige Erscheinung noch lange nicht vollständig untersucht, ja es erübrigt vielleicht noch der grössere Theil der Arbeit, um einen erschöpfenden Einblick in die Natur und Ursache des Föhns zu erlangen. Da steht in erster Linie die Frage nach den dynamischen Vorgängen beim Herabstürzen der Luft und dem Abfliessen derselben in den Tiefen der Thäler, über welche wir ziemlich gar keinen Aufschluss zu geben vermögen und deren Kenntniss nicht nur für die volle Erklärung des Föhns von Wichtigkeit ist, sondern eine allgemeine Bedeutung für die Dynamik der Atmosphäre beansprucht. Um diese wissenschaftlich wichtigste Frage beantworten zu können, werden wir aber vorerst genöthigt sein, sowohl die Häufigkeit, Dauer und Heftigkeit des Föhns, das Verhalten und den Gang des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers vor, während und nach demselben in allen Einzelheiten kennen zu lernen, als auch die Luftdruck vertheilung, welche die unmittelbare Ursache desselben ist, eingehend zu untersuchen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Da nun das meteorologische Observatorium der Innsbrucker Universität im Föhngebiete liegt, so ist mir vielfache Anregung und ausgedehntes Beobachtungsmateriale zu diesen Untersuchungen geboten, und ich beginne dieselben mit der vorliegenden Arbeit, in welcher ich mich auf die im Titel gegebenen Punkte beschränke und auch diese nur nach den dreimal täglichen Beobachtungen der letzten 25 Jahre zur Darstellung bringe; in Kürze wird es mir möglich sein, weitere Beiträge zur Kenntniss des Föhns zu liefern.

I. Häufigkeit und Dauer des Föhns.

Um die Häufigkeit des Föhns in Innsbruck zu erhalten, habe ich die Tage, an welchen Föhn herrschte — hier nennt man ihn den »warmen Wind« — aus den Beobachtungsbögen der Jahre 1870 bis 1894 einschliesslich ausgezogen. Ich habe dann die Tage mit Föhn in jedem Monate zusammengezählt und in eine Tabelle (siehe Tabelle I) gebracht, und ich verstehe daher unter Häufigkeit des Föhns die Zahl der Tage mit Föhn. Aus der so erhaltenen Tabelle ergibt sich folgende Vertheilung der Föhntage über das Jahr:

Durchschnittliche Anzahl der Föhntage

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
3·12	3·40	5·98	5·88	5·12	1·48	2·21	1·37	2·04	4·75	4·33	3·00	42·68

oder in Procenten der Gesammtzahl der Tage im Jahre

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
7	8	14	14	12	4	5	3	5	11	10	7

Die eigentlichen Föhnmonate sind daher März, April, Mai und October, November, also Frühling und Herbst; im Winter sinkt die Häufigkeit des Föhns fast auf die Hälfte derjenigen des Frühlings herab, am seltensten ist er in den warmen Monaten Juni, Juli, August und September. Das Maximum der Häufigkeit fällt — mit Rücksicht darauf, dass der April nur 30, der März aber 31 Tage hat — auf den April (20 Procent der Tage), mit dem allerdings der März fast gleiche Häufigkeit aufweist (19 Procent der Tage); das Minimum weist der August

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auf. Eigentlich haben wir ein durch den Juli in zwei Hälften getheiltes Minimum, wovon das weniger tiefe auf den Juni, das tiefere auf den August fällt. Interessant ist die Stellung des Septembers, der die herabgedrückte Häufigkeit der warmen Monate besitzt und sich so von den Herbstmonaten abtrennt.

In den einzelnen Jahren finden wir sehr grosse Unterschiede der Häufigkeit; es gibt nicht einen einzigen Monat, der in den untersuchten 25 Jahren nicht wenigstens in einem Jahre ganz ohne Föhn blieb, selbst der April macht hierin keine Ausnahme, da 1893 während des ganzen Monates kein Föhn auftrat. Anderseits gab es Jahre, in welchen die Hälfte der Tage des Monates Föhntage waren. Folgende Zusammenstellung der Monate ohne Föhn und der Maxima der Föhntage für die einzelnen Monate wird die grosse Veränderlichkeit der Häufigkeit des Föhns von Jahr zu Jahr deutlich zum Ausdrucke bringen.

Kein Föhn im Monate

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
4	3	3	1	4	6	10	10	7	2	1	6mal

Maximum der Zahl der Föhntage im Monate

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
9	7	17	15	15	5	7	5	6	10	10	9 Tage

Man sieht hieraus, dass man für März eine Föhnprognose auf das Intervall: den ganzen Monat kein Föhn bis 17 Tage des Monates Föhn, zu stellen hätte; auch April und Mai können im einen Jahre ohne Föhn bleiben, im anderen während des halben Monates Föhn haben. In der That war der Mai 1871 föhnlos und gleich im folgenden Jahre 1872 stellten sich im selben Monate 15 Föhntage ein.

Bei diesen grossen Schwankungen ist es daher nicht zu verwundern, wenn auch der jährliche Gang der Häufigkeit des Föhns in einzelnen Jahren erheblich von dem mittleren abweicht. Dennoch finden sich in den 25 Jahren nur zwei, welche die Maxima des Frühlings und Herbstes verschieben, nämlich 1886, wo der December, und 1893, wo der Februar der föhnreichste Monat war. Fünf von den untersuchten 25 Jahren

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

geben eine grössere mittlere Häufigkeit für October—November als für die drei Frühlingsmonate.

Aber nicht nur die Vertheilung der Häufigkeit des Föhns über die Monate des Jahres ist veränderlich, auch die absolute Anzahl der Föhntage im Jahre unterliegt bedeutenden Schwankungen. So hatte das ganze Jahr 1875 nur 14 Föhntage, während wir 1891 es auf 63 brachten; diese zwei Jahre stellen die beiden Extreme dar. Im Durchschnitte der untersuchten 25 Jahre fallen auf das Jahr 42·7 Föhntage. Man kann also sagen, dass von den zwölf Monaten des Jahres fast anderthalb Monate Föhn herrscht.

Die auf das Jahr treffende Anzahl der Föhntage ist nun aber nicht in einzelne Tage zerfällt über das ganze Jahr zerstreut, sondern in bald längere, bald kürzere Föhnperioden vereint. Bezeichnet man als Dauer des Föhns die Anzahl der aufeinanderfolgenden Föhntage, so finden wir Föhn von der Dauer 1 Tages bis zur Dauer von 8 Tagen. Tabelle II gibt über die Dauer des Föhns in den einzelnen Monaten und im Jahre Aufschluss; sie gibt an, wie oft diese Dauer 1, 2, 3, . .8 Tage betrug. In den untersuchten 25 Jahren kam nie eine ununterbrochene Dauer von mehr als 8 Tagen vor. Die Jahressumme für die 25 Jahre ergibt folgende Vertheilung der Dauer:

Dauer von	1	2	3	4	5	6	7	8 Tagen
	214	170	61	29	22	5	4	2 mal

Es ergibt sich hieraus, dass fast ein Drittel (2 × 170) der 1046 Föhntage der 25 untersuchten Jahre in der Dauer von 2 Tagen, fast ein Fünftel derselben in der Dauer von 1 Tag und somit etwas mehr als die Hälfte in der Dauer von 1 oder 2 Tagen auftrat, die kleinere erübrigende Hälfte vertheilt sich in ziemlich rasch abnehmender Zahl über die Perioden längerer Dauer, wie aus folgender Gruppirung ersichtlich ist:

Auf die Dauer von

1	2	3	4	5	6	7	8	Tagen

entfallen

214	340	183	120	115	30	28	16	Föhntage.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die längste Dauer von 8 Tagen kam also nur 2mal, und zwar im Jänner 1877 und im Mai 1872 vor. Beim Hereinbruch des Föhns wird man also mit einer Wahrscheinlichkeit von 0·75 auf eine Dauer von 1 bis 3 Tagen rechnen können. Längere Dauer als von 3 Tagen kommt nur in den Frühlingsmonaten häufiger vor.

Wenn ich so die Dauer des Föhns behandle, so muss ich vor einer falschen Auffassung warnen. Es ist höchst selten, dass man behaupten kann, ein und derselbe Föhn dauere 3 Tage an, oft ist sogar der Föhn des zweiten Tages schon ein zweiter, neuer Föhn. Die Dauer eines Föhns zu bestimmen, ist recht schwierig, doch werde ich bei einer kommenden Gelegenheit, wo von der erzeugenden Ursache des Föhns die Rede sein wird, den Versuch machen, die Dauer auch in diesem Sinne zu bestimmen.

Aus dieser ganzen Zusammenstellung über die Häufigkeit und Dauer des Föhns ergibt sich auch, dass, obwohl durchschnittlich ein deutlich ausgeprägter jährlicher Gang der Häufigkeit des Föhns vorhanden ist, das Auftreten des Föhns dennoch nicht die Regelmässigkeit auch nur der meteorologischen Jahreszeiten erreicht, obwohl er offenbar sich denselben anschmiegt, indem er den Frühling und Herbst besonders bevorzugt, den Sommer auffallend vernachlässigt.

II. Die meteorologischen Eigenschaften des Föhns.

Die meteorologischen Eigenschaften des Föhns ergeben sich aus dem Verhalten der meteorologischen Elemente während des Föhns. Um nun den Stand und Gang dieser Elemente zur Föhnzeit richtig zu erkennen und zu beurtheilen, war es nothwendig, vorerst das allgemeine Mittel des Luftdruckes, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Bewölkung, sowie Wind und Regen für die 25 Jahre, welche ich der Untersuchung unterzog, zu ermitteln, um den Vergleichspunkt für dieselben Mittel an den Föhntage zu erhalten. Dieser eine Vergleichspunkt schien mir aber nicht hinreichend, ich hielt es für nothwendig, dieselben Mittel auch für die dem Föhn vorhergehenden Tage einerseits und für die dem Föhn nachfolgenden Tage

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

anderseits zu bilden, um so ein volles Bild des Standes und Ganges der meteorologischen Elemente bei Föhn entwerfen zu können. Ich schrieb daher 1. jeden einem Föhn vorhergehenden Tag, 2. alle Föhntage und 3. jeden einem Föhn oder einer Föhnperiode nachfolgenden Tag in Tabellenform und nach Monaten getrennt heraus und erhielt so drei Reihen von Tabellen für jedes meteorologische Element, die ich bezeichne als: Vortage des Föhns, Föhntage und Folgetage des Föhns. Die Mittelwerthe jedes meteorologischen Elementes 1. im 25jährigen allgemeinen Durchschnitt, 2. für die Vortage des Föhns, 3. für die Föhntage, 4. für die Folgetage des Föhns finden sich im Anhange unter den Tabellen.[1] Die Ergebnisse meiner Untersuchung mögen nun kurz hier zur Darstellung kommen. Es sei mir nur noch hier gestattet zu bemerken, dass ich selbstverständlich alle Mittelwerthe, die aus Beobachtungen von einer verschiedenen Zahl von Monaten oder Tagen zu ermitteln waren, mit richtiger Einführung des Gewichtes der Daten berechnete. Dies gilt ohne Ausnahme für alle folgenden Mittel und es sei dies ein- für allemal festgestellt.

a) Luftdruck.

Die Luftdruckbeobachtungen während der untersuchten 25 Jahre sind nicht durchwegs von tadelloser Beschaffenheit.

---

[1] Die Tabellenköpfe geben die drei Beobachtungszeiten folgendermassen an: Morgens, 2^h p., Abends. Es wurde nämlich bis 1875 einschliesslich und dann wieder von 1891 bis 1894 um 7^h a., 2^h p. und 9^h p., in den dazwischen liegenden Jahren aber um 8^h a., 2^h p. und 8^h p. beobachtet. Ein Reduciren der 8^h-Werthe auf die Stunden 7^h a. und 9^h p. wäre nur nach den Resultaten der selbstregistrirenden Apparate und auch da nur für die allgemeinen Mittel aus den 25 Jahren möglich gewesen; für die Mittelwerthe der Vortage, Föhntage und Folgetage aber wäre dies ganz unthunlich, da die 4 Jahre, seit welchen selbstregistrirende Apparate hier thätig sind, noch keine genügenden Mittel an die Hand geben, um eine solche Reduction für den an Föhntagen gänzlich gestörten täglichen Gang vorzunehmen. Um daher wenigstens relativ vergleichbare Werthe für alle Tabellen zu erhalten, habe ich überall die 7^h a. und 8^h a., 8^h p. und 9^h p. erhaltenen Werthe einfach zu einem Mittel vereinigt und bezeichne daher die einen mit »Morgenbeobachtung«, die anderen mit »Abendbeobachtung«. Für den Zweck der Vergleichung ist dies gewiss gestattet, ohne fürchten zu müssen, dass bei Vornahme der Reduction auf dieselbe Stunde merklich andere Ergebnisse erhalten würden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ich musste daher da, wo der Fehler nicht auffindbar war, Monate ausscheiden. Aber auch so möchte ich nicht für die volle Exactheit der absoluten Höhe der Werthe einstehen, wohl aber ist es zweifellos, dass der Fehler so gering ist, dass er beim Vergleiche der in den Tabellen gegebenen Werthe untereinander von keinem störenden Einflusse ist.

Vergleichen wir nun zuerst die Jahresmittel, so ergibt sich

25 Jahre	Vortage	Föhntage	Folgetage
710·0	709·1	705·8	706·9 *mm*

Der Föhn tritt also meist bei tiefem Barometerstande ein, und zwar ist derselbe im Durchschnitte um 4·2 *mm* niedriger als das 25jährige Mittel. Schon am Vortage steht das Barometer niedriger, erreicht den tiefsten Stand an den Föhntagen, um am Folgetage wieder zu steigen. Dies ergibt sich noch deutlicher, wenn wir fortlaufend den Gang des Barometers für Vortag, Föhntag und Folgetag betrachten:

	Vortag			Föhntag			Folgetag		
	Mo.	2h	Ab.	Mo.	2h	Ab.	Mo.	2h	Ab.
700 +	9·9	8·5	8·8	6·8	5·1	5·4	6·4	6·5	7 9

Obwohl noch eine Spur des täglichen Ganges, wie er im 25jährigen Mittel zu Tage tritt (10·5, 9·4, 10·1), am Vortage und wohl auch am Föhntage, ja sogar noch am Folgetage zu erkennen ist, tritt das Fallen des Barometers am Vortage und Föhntage und das Steigen desselben am Folgetage sehr deutlich hervor.

Die Erniedrigung des Luftdruckes an Föhntagen unter das allgemeine Mittel des betreffenden Monates ist aber in den verschiedenen Monaten verschieden. So beträgt der Unterschied im

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
6·1	5·1	4·0	2·9	2·8	2·8	2·4	1·8	2·2	3·5	5·4	3·9 *mm*

Wie man sieht, ist die Erniedrigung in den kalten Monaten am grössten, in den warmen Monaten am kleinsten. Letzteres trifft mit der geringsten Häufigkeit zusammen, ersteres aber nicht mit der grössten Häufigkeit. Es ist zwar nicht selbst-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

verständlich, liegt aber nahe, die Grösse des Unterschiedes als direct proportional mit der Intensität des Föhns anzunehmen. Dafür spricht die Erfahrung und werden wir bei dem Verhalten der Temperatur während des Föhns ein weiteres Motiv für diese Annahme finden. Allein die Entscheidung können wir erst bei der Untersuchung über die erzeugende Ursache des Föhns treffen.

Die aus den Mittelwerthen gezogenen Schlüsse bedürfen aber einer Ergänzung, um Missverständnisse hintanzuhalten. Der Föhn weht nicht nur während des fallenden Luftdruckes. Im Allgemeinen beginnt er noch bei fallendem Barometer, dauert aber beim darauffolgenden Steigen desselben noch an, ja manchmal beginnt er sogar erst bei steigendem Barometer. Die Ursache des Föhns liegt eben nicht in der Abnahme des Luftdruckes, sondern, wie wir in einer folgenden Arbeit beweisen werden, in besonderen Arten der Luftdruckvertheilung, deren Wirkung auf die Luftbewegung auf der Nordseite der Alpen nicht vom Vorüberziehen einer Depression an sich, sondern von der Gestaltung und der Lage, sowie dem Verlauf der Isobaren abhängt; nur bei gewissen Formen und Lagen der in gewissen Richtungen verlaufenden Isobaren tritt Föhn auf. Das werden wir, wie gesagt, ein anderesmal eingehend darstellen.

b) Temperatur.

Die charakteristischeste Eigenschaft des Föhns ist die bedeutende Erwärmung der Luft bei demselben. In Innsbruck heisst er im Allgemeinen schlechtweg der »warme Wind«. Bei der gegenwärtigen Bearbeitung der 25jährigen Terminbeobachtungen will ich vorerst den mittleren Temperaturüberschuss der Föhntage zur Darstellung bringen, um dann den Wärmeeinfluss des Föhns auf die Temperatur von Innsbruck zu berechnen. Die hiezu nöthigen Daten finden sich in Tabelle IV zusammengestellt. Ich habe neben dem 25jährigen Mittel, das ich auf die in der Anmerkung, S. 432, dargelegte Weise berechnete, die wahren 30jährigen Mittel nach Hann gesetzt, um zu zeigen, dass die Abweichung, trotz der Verschiedenheit der Morgen- und Abendtermine und obwohl keine Correction zur

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Reducirung auf wahre Mittel angebracht wurde, eine geringe ist. Im Jahresdurchschnitt erhalten wir folgende Temperaturen:

	Morgens	2^h p.	Abends	Mittel
25 Jahre	5·2	11·8	7·5	8 2
Vortage	3·5	10·5	6·1	6·7
Föhntage	6·9	15·0	11·4	11·1
Folgetage	6·7	10·9	6·9	8·2

Man sieht hieraus, dass das Tagesmittel eines Föhntages im Durchschnitte 2·9° über dem allgemeinen Mittel liegt. An den drei Terminen erscheint die Temperatur Morgens am wenigsten erhöht, nämlich um 1·7°, Abends am meisten, nämlich 3·9° und Mittags um 3·2° Die geringe Temperaturerhöhung am Morgen der Föhntage hat aber ihren Grund darin, dass der Föhn sehr häufig nach 8 Uhr Morgens einfällt, so dass dann am ersten Föhntage die Morgentemperatur noch sehr niedrig steht. Vergleicht man die Mittel der Vortage mit den allgemeinen Mitteln, so sieht man sofort, dass die Temperatur der Vortage durchwegs unter dem allgemeinen Mittel liegt, und dass gerade die Morgentemperatur am stärksten herabgedrückt erscheint. Wenn nun der Föhn erst nach 8^h a. einfällt, ist die an diesem Föhntage beobachtete Morgentemperatur sehr niedrig. Aus dem Gesagten erklärt sich die geringe Temperaturerhöhung, welche die Morgenbeobachtung der Föhntage ausweist. Anderseits zeigt ein Vergleich der Mittel der Folgetage mit den übrigen, dass an den Folgetagen des Föhns zur Zeit der Morgenbeobachtung die Temperatursteigerung häufig noch anhält, so dass das Temperaturmittel der Morgenbeobachtung an den Folgetagen fast ebenso hoch ist wie an den Föhntagen, während die Mittags- und Abendbeobachtung für die Folgetage unter die allgemeinen Mittel bedeutend herabgedrückt erscheinen.

Um nun die durch den Föhn verursachte Temperatursteigerung der allgemeinen Mittelwerthe zu erhalten, habe ich für alle Monate die folgende Rechnung gemacht. Es sei y der Werth der Temperatur, welcher Innsbruck zukäme, wenn es keinen Föhn hätte. S die Anzahl aller Tage oder aller Beobachtungen zu der bestimmten Tagesstunde der ganzen unter-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

suchten 25jährigen Periode, W die entsprechende Anzahl der Föhntage und m der Werth der allgemeinen Temperaturmittel, a der entsprechende Werth an den Föhntagen. Dann ist offenbar $S.m = (S - W).y + W.a$. Da der Einfluss des Föhns auch an den Folgetagen bei der Morgenbeobachtung deutlich vorhanden ist, so musste für die Morgenbeobachtung noch ein Glied eingeführt werden, nämlich das Product aus der Anzahl der entsprechenden Folgetage und dem zugehörigen Temperaturmittel, (d. h. $Sm = [S - (W + f)]y + Wa + fb$). Das auf diese Weise ermittelte y habe ich in der folgenden Tabelle wiedergegeben und die entsprechenden Mittelwerthe gleichzeitig beigefügt.

Normaltemperaturen für föhnlose Jahre.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel
Jänner	—7·0	—1·1	—4·7	—4·3
Februar .	—4·1	2·6	—1·5	—1·0
März .	—0·1	7·3	2·6	3·3
April .	5·5	12·9	7·6	8·7
Mai .	9·5	17·1	11·7	12·8
Juni .	13·6	20·3	15·3	16·4
Juli . . .	14·9	22·0	17·6	18·2
August . .	13·8	21·1	16·3	17·1
September	10·7	17·2	13·1	13·7
October . .	4·9	11·4	7·0	7·8
November . .	—0·1	4·9	1·6	2 1
December . . .	—5·3	—1 1	—3·8	—3·5
Jahr . . .	4·7	11·2	6·9	7·6

Ich nenne diese so erhaltenen Temperaturen normale. Dabei ist vorausgesetzt, dass, wenn der Föhn ausbliebe, die Tage, welche bisher Föhn hatten, auf dieselbe mittlere Temperatur herabsinken würden, wie die föhnlosen Tage gegenwärtig sie haben, welche Voraussetzung gewiss vollauf berechtigt ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es lässt sich nun mit Hilfe dieser Normaltemperaturen leicht die durchschnittliche Temperaturerhöhung angeben, welche durch den Föhn, zur Zeit während er weht, bewirkt wird, man hat nur die Angaben dieser Tabelle der Normaltemperaturen von denen der Tabelle für die Föhntage abzuziehen. Man gelangt so zu den folgenden Werthen:

Durchschnittliche Temperaturerhöhung durch den Föhn an Föhntagen.

	Mo.	2^h	Ab.	Mittel
Jänner .	6·3	6·4	8·5	7·1
Februar	4·5	5·9	7·0	5·8
März .	3·6	4·7	5·4	4·5
April .	2 3	3·9	5·0	3·7
Mai .	2·8	3·4	4·3	3·5
Juni .	2·1	4·1	4·5	3·6
Juli. .	1·5	3·7	3·6	2·9
August .	1·2	4·0	4·4	3·2
September ..	1·0	4·6	4·7	3·4
October .	3·7	5·6	6·6	5·3
November	4·0	6·0	6·8	5·6
December .	5·8	7·1	7·5	6·0
Jahr ..		3·8	4·5	3·5

Dass sich hienach die Temperatursteigerung an Föhntagen Morgens bedeutend geringer ergibt als selbst Mittags, erklärt sich daraus, dass wir die Differenz der Föhntage und Normaltage genommen haben und, wie wir wissen, an den Föhntagen Morgens sehr häufig eben noch kein Föhn herrscht und daher das Morgenmittel an Föhntagen nicht reine Föhntemperatur angibt. Die Grösse des Föhneinflusses auf die Morgentemperaturen im Vergleich zu denen der anderen Tageszeiten ersieht man besser, wenn man untersucht, um wie viel die thatsächliche Mitteltemperatur von Innsbruck dadurch erhöht erscheint, dass es so vielfach vom Föhn heimgesucht wird. Um dies zu erfahren, brauchen wir nur die Differenz

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der Tabelle der 25jährigen Mittel und der obigen Tabelle der Normaltemperaturen zu nehmen. Wir erhalten dann:

Temperaturerhöhung der Mittelwerthe für Innsbruck durch den Föhn.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel
Jänner	0·9	0·6	0·9	0·8
Februar	0·8	0·7	0·8	0·8
März	0·9	0·8	1·0	0·9
April	0·6	0·8	1·0	0·8
Mai	0·6	0·6	0·7	0·6
Juni	0·1	0·2	0·2	0·2
Juli	0·1	0·3	0·3	0·2
August	0·1	0·2	0·2	0·1
September	0·1	0·3	0·3	0·2
October	0·8	0·9	1·0	0·9
November	0·9	0·8	1·0	0·9
December	0·9	0·7	0·7	0·8
Jahr	0 5	0·6	0·6	0·6

Man würde von vorneherein wohl geneigt sein, dem Föhn einen grösseren Einfluss auf die Jahrestemperatur von Innsbruck zuzuschreiben. Wie man aus vorstehender Tabelle sieht, beträgt er nur 0·6° C., was etwa einer Erniedrigung der Seehöhe von Innsbruck um 120 *m* oder einer Verschiebung der geographischen Lage um 0·83 Meridiangrade oder wenig über 100 *km* nach Süden entspricht. Es wäre aber dennoch unrichtig, wenn man hiemit den klimatischen Einfluss des Föhns erschöpft wähnen würde. Sein Einfluss auf die Vegetation liegt besonders in der Thatsache, dass er in den Frühlingsmonaten und im October sowohl sehr häufig auftritt, als auch gerade in diesen Monaten eine beträchlich grosse Temperaturzunahme bewirkt.

Dass die Temperaturerhöhung in den warmen Monaten am geringsten und in den kältesten am grössten, ist eine unmittelbare Folge der Temperaturunterschiede der Nord- und Südseite der Alpen zu diesen Jahreszeiten. In den warmen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Monaten ist zur föhnlosen Zeit die Temperatur der (durch den Föhn nach Innsbruck gebrachten) Luft der Südseite nicht so bedeutend grösser als in Innsbruck selbst, wie dies im Winter der Fall ist.

Die wirkliche Temperatur des Föhns erfährt man aber nur, wenn man die Mitteltemperatur aller Beobachtungsstunden nimmt, zu welchen der Föhn thatsächlich ging. Streng genommen müsste man dann aber während des Föhns stündlich beobachten. Ich bearbeite hier von den ganzen 25 Jahren nur die Terminbeobachtungen — die Aufzeichnungen des Thermographen zählen noch nicht 5 Jahre — und so habe ich die Mitteltemperatur des Föhns selbst dadurch bestimmt, dass ich das Mittel aller Beobachtungsstunden nahm, an welchen Föhn herrschte. Ich setze die erhaltenen Resultate hieher, gleichzeitig gebe ich unter Δ die Differenz: Föhntemperatur—Normaltemperatur.

Mittlere Föhntemperatur.

	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
	4·5	6·3	9·3	13·7	17·4	21·1	22·2	22·3	18·9	14·5	9·3	5·0	12·6
Δ	8·8	7·3	6·0	5·0	4·6	4·7	4·0	5·2	5·2	6·7	7·2	8·5	5·0

Aber auch diese Zahlen, welche ja nur die durchschnittliche Wärme des Föhns in den verschiedenen Monaten ausdrücken, geben noch keine genügende Vorstellung von den häufig unheimlichen Erwärmungen, die bei Föhn auftreten; vielleicht vervollständigt sich das Bild durch die folgende kleine Tabelle, in welcher das höchste Tagesmittel — an Tagen, wo der Föhn den ganzen Tag wehte — und das absolute Maximum bei Föhn aus den 25 Jahren zusammengestellt sind.

Höchstes Tagesmittel bei Föhn.

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
12·1	12·0	15·0	17·3	22·9	25·7	27·2	24·0	22·0	21·7	15·9	13·0

Temperaturmaximum bei Föhn.

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
13·4	16·5	20·0	24·2	30·1	30·0	32·5	33·6	28·3	26·2	20·0	16·0

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Man sieht, dass die mittlere Temperatur eines Föhntages mitten im Winter wahre Frühlingstage schafft. Im Sommer bemerkt man den Föhn besonders lästig durch die gleichmässig anhaltende hohe Temperatur, welche auch des Nachts eine nennenswerthe Abkühlung nicht erfährt. Die absoluten Maxima der 25 Jahre fallen übrigens in den eigentlichen Sommermonaten nicht auf Föhntage, klares schönes Strahlungswetter erzeugt Mittags im Sommer sehr häufig höhere Temperaturen als der Föhn.

Zur vollen Charakterisirung der Temperaturverhältnisse bei Föhn müssen wir noch den Gang der Temperatur während des Föhns in Betracht ziehen. Genauer werden wir dies erst ein andermal an der Hand der Aufzeichnungen des Thermographen thun. Aber auch auf Grund der Terminbeobachtungen können wir die Eigenart des Temperaturganges bei Föhn in allem Wesentlichen zur Darstellung bringen.

Zwei Momente sind es, die da eigenartig hervortreten: erstens eine rasche Temperatursteigerung bei Eintritt des Föhns und zweitens die während der ganzen Dauer des Föhns anhaltende hohe Temperatur, derart, dass der normale tägliche Gang der Temperatur vielfach ganz verschwindet, häufig auch umgekehrt, immer aber sehr verflacht wird.

Was die rasche Temperatursteigerung betrifft, so liegt das Hauptgewicht nicht immer in der Grösse der Wärmezunahme. Man hat allerdings vom Föhn die Vorstellung, dass die Grösse des fast plötzlichen Temperaturwechsels das charakteristische Moment sei, allein die genauere Untersuchung belehrt uns eines Anderen. Die Grösse der Temperatursteigerung ist viel häufiger mässig zu nennen als exorbitant. Es kommen allerdings zuweilen Fälle vor, in welchen sich die Temperatur von Morgens bis 2 Uhr Mittags, also in 6 oder 7 Stunden um 20° und mehr steigert, doch diese Fälle sind selten. Öfter, aber auch nicht allzuhäufig kommen Temperaturzunahmen in den 6 oder 7 Stunden von Morgens bis 2 Uhr Nachmittags von 15°, 16° und 17° vor, am häufigsten sind die Temperatursteigerungen (immer in derselben Zeit oder von Morgens bis Abends) von 10—15°, aber auch kleinere Erhöhungen kommen äusserst häufig vor, so dass bei Föhn meist mässige, wenn auch sonst

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ungewöhnliche Temperatursteigerungen zu verzeichnen sind. Das bei weitem Charakteristischere der Temperaturerhöhung bei Föhn liegt in der Dauer der hohen Temperatur, was hauptsächlich in hohen Abend- und Morgentemperaturen zum Ausdrucke gelangt. Dabei kommt es nicht selten vor, dass das Maximum der Temperatur auf die Abendstunde fällt, ja wiederholt tritt dasselbe am Morgen des zweiten Föhntages ein. Bei einer längeren Föhnperiode stellt sich auch meist die Erscheinung ein, dass nicht der erste Föhntag die höchsten Temperaturen bringt, sondern erst der zweite oder dritte Tag, bei sehr langen Perioden sogar auch noch spätere Tage. Ich lasse hier ein paar Beispiele folgen, die als Typen gelten können, da es ja nicht wohl angeht, die riesigen Ziffercolonnen hier zum Abdrucke zu bringen.

Eintägiger Föhn.

	Mo.	2^h p.	Ab.
3. Jänner 1882...	.— 2·3	7·0	7·0
13. Februar 1870.	.— 8·5	12·7	10·0
8. Februar 1894	.— 2·4	6·0	7·3
9. März 1892	.— 6·6	7·8	3·2
17 Juli 1884	18·0	28·4	27·3
23. November 1883.	.— 4·3	8·2	5·2
12. November 1894.	..— 0·5	8·4	10·7

Zweitägiger Föhn.

	Mo.	2^h p.	Ab.
16. Februar 1885	.— 2·0	11·0	6·0
17	10·0	12·0	7·0
10. März 1889	.— 1·2	8·8	9·8
11.	5·0	14·2	11·2
3. Juni 1882..	15·1	24·0	22·0
4.	20·0	25·0	19·0
5. October 1892...	9·2	18·8	17·8
6.	17·0	21·2	20·6
9. December 1884	.— 1·0	4·8	7·5
10.	3·8	4·0	4·5

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Mo.	2h p.	Ab.
10. December 1881	.— 4·0	5·3	6·0
11.	9·0	9·0	2·0

Dreitägiger Föhn.

	Mo.	2h p.	Ab.
11. Jänner 1883	.— 1 1	7·2	8·0
12.	2·2	10·0	2·4
13.	0·4	10·2	9·0
13. April 1882	0·2	15·0	11·0
14.	8·3	15·0	12·0
15.	10·0	16·0	12·3
21. December 1888 . . .	.— 1·4	4·6	7·0
22.	7·8	11·4	8·4
23.	12·0	13·2	5·8

Mehrtägiger Föhn.

	Mo.	2h p.	Ab.
19. Februar 1892.	1·4	6·1	6·7
20.	9·4	12·0	12·2
21.	3·3	13·8	11·8
22.	.10·4	13·7	11·4
23.	..10·4	13·8	11·8
24.	5·4	14·2	8·8
13. April 1880	5·0	16·0	12·2
14.	.10·6	16·2	14·2
15.	.15·4	19·0	15·6
16.	.12·2	21·2	17·0
17.	.13·4	18·0	12·2
5. October 1880..	8·2	20·0	18·4
6.	..15·6	21·0	20·4
7.	..22·0	22·0	21·0
8.	..13·4	21·0	11·0

In diesen ausgewählten Beispielen sind alle Fälle des Temperaturganges während der Dauer des Föhns zur Darstellung gebracht. Nur eine Eigenthümlichkeit, welche aus den Termin-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beobachtungen nicht ersehen werden kann, kommt dabei nicht zur Anschauung, wir werden dieselbe erst mit Hilfe der Aufzeichnungen des Thermographen deutlich erkennen lernen; es ist die häufige, bedeutende Schwankung der Temperatur in grösseren und kleineren Intervallen, wie ich davon ein Beispiel gegeben habe in einer Notiz über die Föhnperiode vom 13. bis 16. Jänner 1895 (Meteorolog. Zeitschrift, Bd. XXX, 1895, S. 72).

Wir müssen nun noch auf die grossen Unterschiede der Erwärmung hinweisen, welche der Föhn selbst in derselben Jahreszeit und in denselben Monaten hervorbringt. Es stellt sich hier die Frage zur Beantwortung, warum bringt der Föhn, scheinbar unter denselben Verhältnissen, bald nur eine Erwärmung von wenigen Graden, bald eine ganz ungewöhnliche Erhöhung der Temperatur? Diese Frage ist aus den Beobachtungen der Föhnstationen allein nicht zu beantworten. Man muss dabei offenbar die Untersuchung auf jene Stationen ausdehnen, von welchen bei Föhn die Luft zuerst auf die Höhen des Alpenkammes aspirirt wird, um von da zu den Föhnstationen abzustürzen. Es wäre wohl denkbar, dass auch die Stärke, mit welcher der Föhn auftritt, hierauf einen Einfluss hat. Für heute bin ich nicht in der Lage, die obige Frage aus den Beobachtungen zu beantworten, ich werde aber später meine Untersuchungen über den Föhn auch darauf ausdehnen.

c) Feuchtigkeit.

Es ist ein Postulat der Theorie der Fallwinde, dass dieselben eine bedeutende Trockenheit besitzen müssen, wenn sie in der Niederung ankommen. Die Trockenheit des Föhns ist in den Föhngebieten von jeher aufgefallen und die Beobachtungen bestätigen dieselbe vollauf. Ich verweise zunächst auf Tabelle V, welche die Mittel der Feuchtigkeit im vieljährigen Durchschnitt, für die Föhntage, sowie für die Vortage und die Folgetage des Föhns wiedergibt. Leider stehen mir da keine 25jährigen Mittel zur Verfügung, sondern nur 18jährige, weil von den Jahren Jänner 1876 bis August 1882 die Psychrometerbeobachtungen fehlen. Was die Güte der Psychrometerbeobachtungen betrifft, so dürfte sie wohl manchmal etwas unsicherer Natur sein; es ist aber das Psychrometer überhaupt so manchen Unsicher-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

heiten unterlegen, dass man für die Feuchtigkeit gar oft bei den besten Beobachtungen keine tadellosen Werthe erhalten kann. Jedenfalls geben unsere Mittel im Wesentlichen eine richtige relative Darstellung der Feuchtigkeitsverhältnisse von Innsbruck bei den verschiedenen Witterungsverhältnissen.

Wir ersehen aus den Jahresmitteln, dass die Föhntage zu allen Tageszeiten und besonders des Abends eine bedeutend geringere Feuchtigkeit aufweisen als der langjährige Durchschnitt. Es sind aber nur die Föhntage selbst, welche eine solche Herabdrückung der Feuchtigkeit bewirken, denn an den Vortagen haben wir vollständig die Feuchtigkeit des langjährigen Durchschnittes, an den Folgetagen aber sogar noch eine grössere, wie die folgenden Zahlen beweisen:

	Mo.	2^h p.	Ab.	Mittel
18jähriges Mittel	86	67	82	78
Vortage.	86	66	82	78
Föhntage	76	49	62	62
Folgetage	85	71	84	80

Es ist somit zweifellos eine specifische Eigenschaft des Föhns, dass er eine beträchtliche Trockenheit besitzt. Der Föhn ist am trockensten in den Frühlingsmonaten, am wenigsten trocken im December, wie sich aus den Monatsmitteln an Föhntagen ergibt:

Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
63	65	60	56	56	59	63	64	65	64	63	73

Von den Tagesstunden erscheint die Mittagsstunde als die trockenste, geradeso wie im langjährigen Durchschnitt. Die Herabdrückung der Feuchtigkeit durch den Föhn ist aber des Abends am grössten, Morgens am geringsten. Die Morgenmittel der Föhntage geben nun freilich nicht schlechterdings die Trockenheit des Föhns zur Morgenstunde wieder, denn es sind darin alle Feuchtigkeiten auch enthalten, welche an jenen Föhntagen — und es ist dies eine grosse Anzahl — gemessen wurden, an welchen der Föhn erst nach der Morgenbeobachtungsstunde einfällt. Allein selbst in mehrtägigen Föhnperioden

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zeigt sich die auffallende Erscheinung, dass die Morgenstunde des zweiten, dritten u. s. w. Föhntages sehr häufig bedeutende Feuchtigkeiten aufweist. Es ist dies vielleicht dadurch zu erklären, dass der Föhn bei längeren Perioden des Morgens einlullt und dadurch die normalen Abkühlungsursachen mehr zur Wirkung gelangen, wodurch die Temperatur wieder etwas herabgedrückt, die Feuchtigkeit aber erhöht werden muss. In der That zeigt auch die Morgentemperatur bei längeren Föhnperioden meist eine Herabdrückung unter die Temperatur der betreffenden Föhnperiode.

Dass bei Föhn sehr grosse, ja exorbitante Trockenheit vorkommt, ist wohl allgemein angenommen. Wenn ich nun auch nicht behaupten will, dass die Feuchtigkeitsbeobachtungen, wie sie mir vorliegen, eine volle Gewähr für die exacte Grösse der Feuchtigkeit bieten, so ist doch jedenfalls aus denselben zu ersehen, dass die bei Föhn erreichten Trockenheiten in den meisten Fällen zwischen 40 und 50 Procent betragen, und dass die Trockenheiten von 30 bis 40 Procent sehr häufig vorkommen. Hingegen sind Trockenheiten von 25 bis 30 Procent schon seltener und solche unter 25 Procent sehr selten. Ich habe die letzteren ausgezogen und lasse die Daten hier folgen:

4. Februar 1871	.22%	16. Mai 1873.	..23%
25. 1873	..20	20. 1886.	.24
30. März 1872.	17	1. 1891.	..23
13. 1873.	.16	14. September 1884	.21
9. 1892.	.23	25. October 1891	.20

Will man nicht die Werthe unter 25 Procent als exorbitant trocken ansehen, so ergeben die Beobachtungen zu Innsbruck keine exorbitanten Trockenheiten bei Föhn, wohl aber sehr bedeutende Herabdrückung der Feuchtigkeit der Luft gegenüber anderen Tagen. Es sei aber hier bemerkt, dass besonders zur Zeit, da das Wintermaximum des Luftdruckes über den Alpen lagert, auch ganz bedeutende Trockenheiten zu verzeichnen sind. Jedenfalls aber ist der Föhn ein sehr trockener Wind.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

d) Bewölkung.

Die Theorie verlangt, dass bei herabfallender Luft das in ihr suspendirte Wasser in Folge Erwärmung verdampfe, dass also bei Fallwinden Ausheiterung eintrete. Die Beobachtungen ergeben nun, dass während des Föhns zeitweise ganz heiterer Himmel wohl vorkommt, dass aber fast immer eine Bewölkung vorhanden ist, welche einer Bedeckung fast der Hälfte des Himmels entspricht. Diese Bewölkung ist ziemlich eigenartig; von der bekannten Föhnmauer — dem dichten schweren Gewölke, das auf der Südseite über dem Centralalpenkamm bei Föhn meist sich aufthürmt — ziehen vielfach leichte, cirrusähnliche Wolken an dem Himmel empor, oft durchbrochen von blauen Flecken und Streifen. In grösserer Höhe ist häufig vollkommen blauer Himmel, während auf der Nordseite häufig wieder dichteres Gewölk auftritt. Die Wolkenformen sind übrigens bei Föhn auch sehr veränderlich, wie auch die Grösse der Himmelsbedeckung bedeutenden und vielen fast fortwährenden Schwankungen unterliegt.

Über den Gang der Bewölkung vor, während und nach Föhn geben uns die Zahlen der Tabelle VI Aufschluss. Ich setze die Jahresmittel hieher; als Vergleichsnorm folgt auch das 25jährige Mittel.

Gang der Bewölkung bei Föhn.

	Mo.	2^h p.	Ab.	Mittel
Vortage	..5·9	4·8	4·0	4·9
Föhntage	.4·8	5·0	4·9	4·9
Folgetage	.7·3	7·1	6·6	7·0
25jähriges Mittel	.5·9	5·3	5 1	5·4

Im Allgemeinen nimmt also die Bewölkung von Morgens, wo sie am grössten ist, ab bis Abends. Diesen Charakter behalten auch die Vortage und die Folgetage des Föhns bei, nur an den Föhntagen geht er gänzlich verloren. An Föhntagen findet eher eine kleine Zunahme der Bewölkung um die Mittagszeit statt und auch Abends ist dieselbe noch immer

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ein wenig grösser als Morgens. Der Unterschied zu den verschiedenen Tageszeiten ist aber so gering, dass man eher sagen kann, während des Föhns bleibt die Bewölkung ziemlich constant und nur wenig unter dem langjährigen Mittel. Der Gang der Bewölkung vor, während und nach dem Föhn verläuft, wie man sieht, derart, dass am Vortage eine ziemlich beträchtliche Abnahme erfolgt, worauf dann während des Föhns eine ziemliche Constanz der Bewölkung platzgreift — nur in den Sommermonaten finden wir eine ausgesprochene Zunahme der Bewölkung tagsüber — worauf dann am Folgetage eine hohe Bewölkung sich einstellt. Thatsächlich kann man meistens bei Abflauen des Föhns eine rasche Zunahme der Himmelsbedeckung mit folgenden Niederschlägen beobachten. Die Beziehung der letzteren zum Föhn möge noch kurz dargestellt werden.

e) Niederschläge.

Man weiss, dass gerade die häufigen und starken Niederschläge, die in Folge des Föhns auftreten, von Dove gegenüber den Schweizer Naturforschern seinerzeit benützt wurden, um die von letzteren erkannte und behauptete Trockenheit des Föhns zu bekämpfen und lächerlich zu machen. Die Beobachtungen ergeben nun Folgendes: Im Allgemeinen folgen dem Föhn Niederschläge, oftmals recht reichliche Niederschläge. Während einer längeren Föhnperiode kommt es wohl auch vor, dass es ein- oder das anderemal regnet, dann lässt sich aber leicht nachweisen, dass der betreffende Regen das Ende eines Föhns markirt, dem allerdings bald ein neuer Föhn folgt. Diese so eingestreuten Regen sind fast durchwegs nur schwach. Wir können also im Allgemeinen den Satz aufstellen: Niederschläge treten immer nur nach dem Föhn, nie während des Föhns auf. Obgleich nun diese Niederschläge nach Föhn sehr häufig sind, so sind sie doch keine nothwendige Folge des Föhns. Von den 491 Föhnperioden der untersuchten 25 Jahre blieben 120, also 24·4 Procent, ohne folgende Niederschläge. In den Monaten des Jahres ergibt sich folgende Anzahl von Föhnperioden ohne folgenden Niederschlag während der 25 Jahre:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
	21	14	13	14	8	4	0	3	4	10	16	13
in Proc.	62	33	24	24	16	14	0	13	15	18	28	34

Am häufigsten sind also Föhne ohne folgenden Niederschlag im Jänner und in den kalten Monaten, am seltensten in den warmen Monaten. Nach den Beobachtungen der letzten 25 Jahre kommt ein Föhn ohne folgenden Niederschlag im Juli überhaupt nicht vor; es scheint daher im Juli der Föhn stets den bekannten Juliregen voranzugehen. Um einen Überblick über die Grössenverhältnisse der Niederschläge und ihre Vertheilung nach Föhn zu bieten, gebe ich die nachfolgende kleine Tabelle, welche die in den 25 Jahren gefallenen Niederschläge in ihrer Gesammtheit, sowie die an den Vortagen des Föhns vorgekommenen in Vergleich setzt mit den unmittelbar nach dem Föhn, sei es noch an Föhntagen selbst, sei es am ersten Folgetag gemessenen. Es kam freilich wiederholt vor, dass es zwei und mehr Tage nach Föhn regnete; die auf Föhn folgenden Niederschläge sind daher eigentlich beträchtlich höher als die Tabelle ausweist.

Niederschlagsummen.

	Jän.	Febr.	März	April	Mai	Juni
25 Jahre	785·9	892·4	1045·4	1379·7	1793·4	2386·9
an Vortagen . . .	3·6	42·6	34·1	65·4	73·0	43·7
nach Föhntagen.	100·4	143·9	212·6	378·9	347·8	285·6

	Juli	August	Sept.	October	Nov.	Dec.	Jahr
25 Jahre	3276·8	2703·0	2029·5	1518·0	1053·0	1184·5	20048·5
an Vortagen	48·1	31·2	6·4	105·7	69·5	6·0	529·3
nach Föhntagen	448·5	193·8	216·3	487·3	320·2	152·1	3287·7

Man ersieht hieraus, dass in den letzten 25 Jahren 16 Procent aller Niederschläge unmittelbar nach Föhn fielen. Die Niederschläge an Vortagen erfolgen stets so, dass ihnen Ausheiterung, wenigstens theilweise, folgt, ehe der Föhn einsetzt; sie betragen übrigens nicht ganz 3 Procent der Gesammtsumme und nur 16 Procent von den unmittelbar nach Föhn folgenden.

Hiemit ist die Untersuchung des Verhaltens der meteorologischen Elemente bei Föhn, soweit sie aus den Beobachtungen der letzten 25 Jahre geführt werden konnte, zum

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abschlusse gelangt. Man wird sich wundern, dass wir über das, wie es scheinen muss, wichtigste Element, den Wind selbst, seine Richtung und Stärke, seine Schwankungen u. s. w. keine Angaben machen. Es geschieht dies desshalb, weil die Innsbrucker Beobachtungen hiezu fast ganz untauglich sind. Die Schätzungen der Windstärke sind von Beobachter zu Beobachter derart verschieden, dass es ganz unmöglich ist, aus ihren Angaben eine Untersuchung über die Windstärke des Föhns durchzuführen. Ja nicht einmal die Aufzeichnungen bezüglich der Windrichtung bieten ein sicheres Material. Ich muss daher eine längere Periode der Thätigkeit des erst heuer aufgestellten Anemometers abwarten, um die Untersuchung auf den Wind selbst ausdehnen zu können. Nur das Eine ist schon aus den bisherigen Beobachtungen zu erkennen, dass der Föhn offenbar sowohl als SW, als S, wie auch als SE auftritt, und dass es ein grosser Irrthum wäre zu meinen, dass der Föhn immer nur als Sturm oder nur als heftiger Wind auftritt. Zwar weht er stets mit Unterbrechungen und stossweise, »herrisch«, wie das Volk sagt, aber er ist oft nur ein mässiger oder gar nur schwacher Wind, wenngleich er wieder andere Male zur Gewalt eines starken Sturmes sich erhebt.

Zusammenfassung.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

Die Häufigkeit des Föhns, ausgedrückt in der Anzahl von Tagen, an welchen der Föhn wehte, beträgt im Durchschnitte der 25 untersuchten Jahre 43 Tage im Jahre. Diese Anzahl ist über das Jahr derart vertheilt, dass die grösste Häufigkeit auf die drei Frühlingsmonate fällt, von denen jeder durchschnittlich 5—6 Föhntage hat; die nächstgrösste Häufigkeit besitzt October und November mit 4—5 Föhntagen jeder; diesen folgen die Wintermonate December, Jänner, Februar, mit durchschnittlich 3 Föhntagen in jedem Monate; am seltensten ist der Föhn in den Sommermonaten und im September, wo monatlich nur 1—2 Föhntage durchschnittlich auftreten.

Die Dauer des Föhns vertheilt sich auf Perioden von 1 bis 8 Tagen. Am häufigsten sind die kürzesten Perioden von 1 und

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2 Tagen; je länger die Periode ist, desto seltener kommt sie vor. Von den längeren Perioden werden fast nur die Frühlingsmonate bevorzugt.

Das Verhalten des Luftdruckes bei Föhn zeigt durchschnittlich ein Fallen des Barometers an den Vortagen, den niedrigsten Stand an den Föhntagen und ein entschiedenes Steigen an den Folgetagen.

Die Temperatur wird bei Föhn durchwegs und meist sehr beträchtlich erhöht. Gegenüber dem 25jährigen Mittel ergibt sich das Mittel der Föhntage um 2·9° C. zu hoch. Die Temperaturerhöhung durch Föhn gegenüber der normalen Temperatur, welche Innsbruck ohne Föhn haben müsste, beträgt aber im Jahresmittel 5·0° C. Es erhellt daraus weiter, dass Innsbruck dem Föhn eine Erhöhung seiner Jahrestemperatur um 0·6° C. verdankt, was einer Erniedrigung der Seehöhe von Innsbruck um 120 *m* oder einer Verschiebung nach Süden um 100 *km* entspricht. Für die Herbst-, Winter- und Frühlingsmonate ist diese Temperaturerhöhung sogar 0·8° C. Es ist für Föhn charakteristisch, dass er die Temperatur bei seinem Einsetzen rasch und beträchtlich erhöht und dann dieselbe, mitunter mit vollkommener Zerstörung des normalen täglichen Ganges, hoch über der der Jahreszeit entsprechenden während seiner ganzen Dauer erhält, so dass bei Föhn selbst im December oder Jänner Tagesmittel von 12 und 13° C. vorkommen. Diese Temperaturerhöhung ist in den Wintermonaten am grössten, in den Sommermonaten am kleinsten.

Die Feuchtigkeit wird bei Föhn sehr stark herabgedrückt, im Jahresdurchschnitt um 18 Procent. Die grössten bei Föhn vorkommenden Trockenheiten waren 16, 17 und 20 Procent. Der Föhn erweist sich als ein sehr trockener Wind.

Die Bewölkung ist bei Föhn im Durchschnitte 4 9 der 10theiligen Bewölkungsscala und daher etwa 0·5 unter dem allgemeinen Durchschnitt. Während des Föhns ist sie ziemlich constant. Der normale tägliche Gang der Bewölkung ist bei Föhn vollkommen verwischt. Vor Föhn nimmt sie beträchtlich und rasch ab, nach dem Föhn nimmt sie aber sehr rasch zu, und sehr häufig folgen dann — oft sehr ergiebige — Niederschläge.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Niederschläge bei Föhn folgen stets dem Föhn nach, niemals fallen sie während der Dauer des Föhns. Sie sind aber keine nothwendige Folge des Föhns, da in 24·4 Procent aller Fälle keine Niederschläge nach Föhn eintraten. Am häufigsten bleiben dieselben im Jänner und in den Wintermonaten aus, im Juli gab es in den letzten 25 Jahren keinen Fall, wo es nach Föhn nicht geregnet hatte.

Der Föhn tritt in Innsbruck sowohl als SW, als S, wie auch als SE auf. Er weht immer mit kürzeren oder längeren Unterbrechungen und stossweise, »herrisch«. Seine Stärke ist sehr verschieden; er tritt ebensowohl als starker Sturm, wie als schwacher Wind auf.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle I. Häufigkeit der Föhntage.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Octob.	Novemb.	Decemb.	Jahr
1870	1	1	0	2	2	0	2	2	2	3	8	1	24
71	2	1	10	2	0	2	3	2	0	0	5	0	27
72	7	3	9	6	15	0	0	1	0	9	1	5	56
73	2	5	7	7	5	2	0	0	1	4	5	1	39
74	4	5	7	5	3	1	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	fehlt	(42)
75	3	1	0	5	1	0	0	0	0	1	3	0	14
76	fehlt	6	11	7	0	1	0	1	1	7	7	6	(50)
77	9	7	10	8	9	2	4	5	3	2	3	0	62
78	0	0	3	6	8	3	0	1	0	5	6	5	37
79	4	6	7	10	2	0	4	0	1	1	5	1	41
80	0	5	0	4	0	0	0	0	0	7	2	6	24
81	8	5	7	5	5	3	7	3	3	6	4	4	60
82	1	3	3	9	5	2	7	2	5	6	9	4	56
83	4	3	3	6	4	1	1	0	4	4	5	0	35
84	2	4	5	5	3	3	1	0	4	1	0	3	31
85	4	5	6	4	6	1	0	2	3	6	5	3	45
86	3	1	4	4	8	0	7	0	0	8	6	9	50
87	3	2	3	15	5	2	0	0	3	5	10	0	48
88	1	6	13	8	7	2	7	0	0	1	6	4	55
89	1	0	5	12	11	3	5	2	1	10	1	3	54
90	7	1	6	8	7	1	2	1	5	0	3	2	43
91	0	0	17	3	9	5	0	3	6	10	2	8	63
92	1	7	8	1	11	1	2	5	4	10	1	2	53
93	0	7	1	0	0	1	0	0	2	5	4	5	25
94	8	1	4	5	2	1	1	3	1	3	3	0	32
Summe	75	85	149	147	128	37		33	49	114	104	72	(1066) 1046

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle II. Dauer des Föhns während der 25 Jahre.

Tage:	1	2	3	4	5	6	7	8
Jänner	17	13	3	1	1	1	0	1-mal
Februar	23	13	6	0	1	1	1	0
März	20	15	7	6	8	0	2	0
April	16	21	11	7	3	1	1	0
Mai	18	17	8	6	4	0	0	1
Juni	15	8	2	0	0	0	0	0
Juli	11	10	3	2	1	0	0	0
August	12	9	1	0	0	0	0	0
September	13	12	1	1	1	0	0	0
October	29	17	9	2	2	1	0	0
November	24	20	7	2	1	1	0	0
December	16	15	3	3	1	0	0	0
Jahr	214	170	61	30	23	5	4	2-mal

Tabelle III. Luftdruckmittel.

1. 25jähriges Mittel.

	Mo.	2^h	Ab.	Mittel	Zahl der Monate
		700+			
Jänner	12·1	11·3	11·9	11·8	22
Februar	11·2	9·6	10·8	10·5	23
März	8·7	7·7	8·2	8·2	23
April	7·6	6·6	7·2	7·1	23
Mai	9·7	8·4	9·1	9·1	23
Juni	11·0	9·8	10·6	10·5	24
Juli	11·4	10·1	10·8	10·8	23
August	11·2	9·7	10·5	10·5	23
September	12·1	10·7	11·4	11·4	23
October	10·5	9·2	9·8	9·8	23
November	10·5	9·4	10·2	10·0	22
December	10·9	10·4	11·0	10·8	22
Jahr	10·5	9·4	10·1	10·0	274

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Föhntage.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
		700+			
Jänner	6·4	5·2	5·5	5·7	75
Februar	6·3	5·0	5·0	5·4	85
März	5·4	3·5	3·7	4·2	149
April	5·3	3·6	3·7	4·2	142
Mai	7·2	5·5	6·1	6·3	128
Juni	9·1	6·4	6·4	7·7	37
Juli	10·0	7·5	7·8	8·4	53
August	10·1	7·7	8·4	8·7	33
September	10·6	8·3	8·6	9·2	49
October	7·2	5·6	6·0	6·3	114
November	5·5	4·1	4 1	4·6	104
December	7·3	6·5	6·8	6·9	67
Jahr	6·8	5·1	5·4	5·8	1036

3. Vortage des Föhns.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
		700+			
Jänner	11·8	10·5	10·5	10·9	39
Februar	8·9	7·5	8·0	8·1	46
März	8·1	6·8	7·3	7·4	60
April	9·3	7·8	8·2	8·4	56
Mai	7·4	6·4	6·9	6·9	45
Juni	11·5	9·0	8·9	10·1	27
Juli	12·3	10·5	10·8	11·2	24
August	12·0	10·4	10·5	11·0	21
September	11·7	10·1	10·7	10·8	31
October	10·0	8·7	9·0	9·2	57
November	9·2	8·2	8·2	8·5	55
December	10·7	9·4	9·1	9·7	33
Jahr	9·9	8·5	8·8	9·1	494

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4. Folgetage des Föhns.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
		700+			
Jänner	5·9	6·5	8·4	6·9	34
Februar	6·5	7·0	8·2	7·2	43
März	3·9	4·6	5·9	4·8	54
April	4·3	4·1	5·3	4·6	57
Mai	6·7	6·8	8·7	7·4	51
Juni	8·5	8·3	9·1	8·6	28
Juli	8 4	8·5	9·6	8·8	24
August	10·0	9·5	10·8	10·1	23
September	9·7	9·4	10·7	9·9	27
October	6·7	6·2	7·1	6·7	56
November	5 1	5·7	7·1	6·0	55
December	7·4	7·8	9·8	8·0	37
Jahr	6·4	6·5	7·9	6·9	489

Tabelle IV. Temperaturmittel.

1. 25jähriges Mittel.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel	Zahl der Monate	30jähriges Mittel nach Hann[1]
			Celsius			
Jänner	−6·1	−0 5	−3·8	−3 5	24	−3·4
Februar	−3·3	3·3	−0·7	−0·2	25	−0·5
März	0·8	8·1	3·6	4·2	25	3·5
April	6·1	13·7	8·6	9·5	25	9·1
Mai	10·1	17·7	12·4	13·4	25	13·0
Juni	13·7	20·5	15·5	16·6	25	16·4
Juli	15·0	22·3	17·9	18·4	24	17·9
August	13 9	21·3	16·5	17·2	24	17·2
September	10·8	17·5	13·4	13·9	24	14·2
October	5·7	12·3	8·0	8·7	24	9·3
November	0·8	5·7	2 6	3·0	24	2·4
December	−4·4	−0·4	−3·1	−2·6	24	−2·6
Jahr	5·2	11·8	7·5	8·2	293	8·0

[1] Die Temperaturverhältnisse der österreichischen Alpenländer. III. Theil, S. 101. (Diese Sitzungsberichte; Bd. 92, II. Abth.)

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Föhntage.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
	Celsius				
Jänner	—0·7	5·3	3·8	2·8	75
Februar	0·4	8·5	5·5	4·8	85
März	3·5	12·0	8·0	7·8	149
April	7·8	16·8	12·6	12·4	147
Mai	12·3	20·5	16·0	16·3	128
Juni	15·7	24·4	19·8	20·0	37
Juli	16·4	25·7	21·2	21·1	53
August	15·0	25·1	20·7	20·3	33
September	11·7	21·8	17·8	17·1	49
October	8·6	17·0	13·6	13·1	114
November	3·9	10·9	8·4	7·7	104
December	0·5	6·0	3 7	3·4	72
Jahr	6·9	15·0	11·4	11·1	1046

3. Vortage des Föhns.

	Mo.		Ab.	Mittel	Zahl der Tage
	Celsius				
Jänner	—7·4	—1·4	—5·1	—4·3	39
Februar	—3·8	3·8	—0·5	—0·2	46
März	—0·6	7·1	2·5	3·0	60
April	5·4	13·4	8·2	9·0	57
Mai	10·2	16·2	11·9	12·8	45
Juni	14·0	22·7	17·1	17·9	27
Juli	13·6	21·9	16·7	17·4	24
August	12·9	22·2	13·8	16·3	21
September	10·1	19·1	13·6	14·3	31
October	5·4	11·8	7·3	8·2	57
November	0·0	5·3	1·6	2·3	55
December	—4·2	1·1	—1·8	—1·6	34
Jahr	3·5	10·5	6·1	6·7	496

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4. Folgetage.

	Mo.	2h	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
	Celsius				
Jänner	—0·9	2·9	—0·7	0·4	34
Februar	—0·2	4·9	1 0	1·9	43
März	2·8	7·8	3·0	4·6	54
April	7 5	12·4	7·9	9·3	58
Mai	11·7	16·2	11·5	13·1	51
Juni	14·6	18·4	15·1	16·0	28
Juli	15·5	18·5	15 1	16·4	24
August	15·2	20·4	16·2	17·3	23
September	12·1	17·7	12·4	14·1	27
October	8·2	12·1	8·3	9·5	56
November	3·4	6·3	3·0	4·2	55
December	1·2	3·9	0·7	1·9	38
Jahr	6·7	10·9	6·9	8·2	491

Tabelle V. Feuchtigkeit.

1. 18jähriges Mittel.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Monate
Jänner	88	76	86	83	17
Februar	86	75	84	82	18
März	86	67	79	77	18
April	83	56	73	71	18
Mai	80	55	74	70	18
Juni	84	60	80	75	18
Juli	86	60	81	76	17
August	89	64	84	79	18
September	89	67	85	80	18
October	89	68	84	80	18
November	87	73	85	82	18
December	86	81	87	83	18
Jahr	86	67	82	78	214

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Föhntage.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
Jänner	74	57	67	63	51
Februar	77	54	63	65	52
März	75	47	59	60	108
April	71	41	55	56	93
Mai	68	42	57	56	98
Juni	73	45	58	59	26
Juli	82	47	63	63	31
August	81	44	68	64	23
September	82	45	67	65	41
October	80	51	62	64	85
November	79	55	64	63	77
December	78	65	75	73	50
Jahr	76	49	62	62	735

3. Vortage des Föhns.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
Jänner	85	80	83	83	31
Februar	86	71	84	80	26
März	85	61	77	78	39
April	84	51	74	70	35
Mai	80	56	79	72	32
Juni	80	51	77	69	18
Juli	87	58	81	75	15
August	89	55	82	75	14
September	92	62	84	79	25
October	92	72	89	84	42
November	88	76	88	84	40
December	88	75	85	83	24
Jahr	86	66	82	78	341

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4. Folgetage des Föhns.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
Jänner	89	80	86	83	25
Februar	86	72	82	80	25
März	86	64	83	78	36
April	82	64	80	75	32
Mai	74	60	79	71	36
Juni	84	69	84	79	19
Juli	87	75	85	82	15
August	87	63	86	79	15
September	87	70	88	82	22
October	84	75	87	82	40
November	88	81	89	86	41
December	88	79	83	83	28
Jahr	85	71	84	80	334

Tabelle VI. Bewölkung.

1. 25jähriges Mittel.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Monate
Jänner	5·8	4·5	4·2	4·8	24
Februar	5·2	4·1	4·2	4·5	25
März	5·7	5·0	4·6	5·1	25
April	5·9	5·6	5·1	5·5	25
Mai	5·6	6·1	5·8	5·8	25
Juni	5·9	6·1	6·2	6·1	25
Juli	5·7	5·7	6·1	5·8	24
August	5·4	5·4	5·4	5·4	24
September	5·9	5·1	5·0	5·3	24
October	6·4	5·3	4·9	5·5	24
November	6·6	5·6	5·3	5·8	24
December	6·3	5·1	4·9	5·4	24
Jahr	5·9	5·3	5·1	5·4	293

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Föhntage.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
Jänner	5·2	5·3	4·7	5·1	75
Februar	4·9	4·3	3·8	4·3	85
März	4·9	5·1	4·6	4·9	149
April	4·7	4·8	4·4	4·6	147
Mai	4·4	5·2	5·1	4·9	128
Juni	3·7	4·3	5·5	4·3	37
Juli	3·7	4·9	5·6	4·7	53
August	3·6	4·0	5·1	4·2	33
September	3·3	3·1	3·9	3·4	49
October	5·3	5·1	5·2	5·2	114
November	5·9	6·1	5·5	5·8	104
December	6·2	6·0	5·6	5·9	72
Jahr	4·8	5·0	4·9	4·9	1046

3. Vortage des Föhns.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Monate
Jänner	4·6	3·6	2·9	3·4	39
Februar	6·0	4·9	4·3	4·7	46
März	5·5	4·1	3·2	4·3	60
April	6·2	5·1	3·8	5·0	57
Mai	6·4	5·8	5·4	5·9	45
Juni	3·3	4·6	4·0	4·0	27
Juli	6·2	4·2	4·8	5·1	24
August	5·6	3·9	3·3	4·3	21
September	5·5	4·2	2·6	4·1	31
October	6·9	5·2	4·9	5·7	57
November	6·7	5·2	4·0	5·3	55
December	6·1	5 4	4·0	5·2	34
Jahr	5·9	4·8	4·0	4·9	496

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

4. Folgetage des Föhns.

	Mo.	2h p.	Ab.	Mittel	Zahl der Tage
Jänner ...	6·2	6·6	6·4	6·4	34
Februar ..	6·2	5·6	5·7	5·8	43
März ...	8·3	7·1	5·2	6·9	54
April ..	7·4	7·8	7·3	7·5	58
Mai ..	7·0	7·8	7·2	7·3	51
Juni	6·3	7·1	7·0	6·8	28
Juli....	7·5	8·0	7·1	7·5	24
August.. .	6·1	6·7	7·1	6·6	23
September	7·3	6·5	5·9	6·6	27
October	8·2	7·4	6·6	7·4	56
November	7·9	7·1	7·0	7·3	55
December	8·2	7·2	6·1	7·2	38
Jahr	7·3	7·1	6·6	7·0	491

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 104_2a

Autor(en)/Author(s): Pernter Josef Maria

Artikel/Article: Über die Häufigkeit, die Dauer und die meteorologischen Eigenschaften des Föhns in Innsbruck. 427-461