©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Die Fälle von Föhn ohne darauffolgenden Niederschlag.

Von

Franz Mayr stud. phil.

(Aus dem Institute für kosmische Physik.)

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

1. Einleitung.

Föhn bezeichnete ursprünglich die Stürme am Nordfuß der Alpen, charakterisiert durch ihr plötzliches Auftreten und ihre hohe Temperatur, meist verbunden mit großer Trockenheit der Luft. Bekannt war lange ihr regelmäßiges Erscheinen, besonders im Herbst, Winter und Frühling, seltener im Sommer und die Bedeutung, welche der Schweizer ihnen für das Schmelzen der ungeheuren Schneemassen zuschrieb.

Die erste Erklärung der Erscheinung, die diese Winde der Sahara entstammen ließ, wie die von Dove aufgestellte Abstammung dieser Winde aus dem karaibischen Meere, wurden 1866 durch Hann widerlegt, der den Nachweis führte, daß ebenso Grönland Föhnwinde habe, die aus Ost oder Südost an der ganzen Westküste direkt in die Fjorde einfallen, wo die Temperatur im Winter durchschnittlich um 12—19° C., oft um 25°, im Herbst und Frühling durchschnittlich um 11° C. erhöht wird. Seitdem hat man auf der Südseite der Alpen den Nordföhn festgestellt, sowie ferner Föhnwinde entdeckt am Absturz des Elbrus-Gebirges zur kaspischen Senkung, in Hermannstadt, wo der Föhn im Rothenturmer Paß aus den transsylvanischen Alpen hervorbricht, auf der Ostseite der Südalpen Neuseelands, in Sibirien zu Nischne-Kolymsk, unter dessen Wehen die Temperatur nach Wrangel meist

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

von -30^0 auf $+5^0$ C. steigt. Für alle diese Föhnerscheinungen hat Hann die Erklärung geliefert in seiner Untersuchung über den Föhn der Alpen [1]).

Föhnwinde sind nach Hann Fallwinde, absteigende Luftströme, die ihre Enstehung nicht dem meteorologischen Zustande jenseits des Gebirges verdanken, sich also nicht als Fortsetzung von jenseits zuströmenden Winden darstellen, sondern durch Gebiete niedern Drucks diesseits der Gebirge bedingt werden. Diese zuweilen fern gelegenen Barometer-Minima ziehen die zwischen ihnen und dem Gebirge liegende Luft in den Wirbelsturm hinein und allmählich auch die den Gebirgen vorlagernden und den Tälern einlagernden Luftmassen. Indem diese Luft von den Gebirgskämmen in die Täler abfließt, wird sie komprimiert und die dabei geleistete mechanische Arbeit in Wärme umgesetzt. In Übereinstimmung mit Theorie und Beobachtung wird sie nun um zirka 1^0 pro 100 m erwärmt und langt somit örtlich relativ warm an der Oberfläche an, da die gewöhnliche Abnahme der Temperatur mit der Höhe in feuchter Luft weniger beträgt (im Winter zirka $0{\cdot}5^0$, im Sommer zirka $0{\cdot}7^0$ pro 100 m); sie langt aber auch wärmer an, als sie im selben Niveau auf der entgegengesetzten Seite aufsteigt, denn die Wärme, welche die dampfreiche Luft beim Aufsteigen in latenter Form besitzt, wird bei der Kondensation auf der Luvseite wieder frei, dient also zur Erhöhung der Temperatur der absteigenden Luft.

Charakteristisch für die Föhnwinde ist somit, daß sie vom Gebirgskamme oder einem Gebirgssattel herabwehen und dabei trocken und warm sind, auch wenn sie von schneebedeckten oder vergletscherten Höhen kommen. Sie folgen der Talrichtung und haben deshalb nicht überall die gleiche Richtung. Auf der Nordseite der Alpen kommt der Föhn aus Südost bis Südwest, im obern Wallis aus

[1]) Hann „Der Föhn in Bludenz" Sitzungsbericht Bd. 85, 1882.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Ost und Nordost und auf der Südseite der Alpen tritt er als warmer Nordwind auf. Im allgemeinen kann jede Windrichtung als Föhn auftreten, es kommt nur auf die Richtung des Gebirgszuges an, welcher denselben erzeugt. Nur sind bei Winden aus niedrigeren Breiten die Föhneigenschaften stets viel intensiver, weil auf der Luvseite die Temperatur viel höher und die relative Feuchtigkeit eine andere ist, und in Folge dessen auf der Leeseite die Temperatur bedeutend erhöht wird und die Luft mit noch geringerer Feuchtigkeit herabfällt.

Die Haupteigenschaften des Föhns sind große Temperaturerhöhung, besonders im Winterhalbjahre und erhebliche Abnahme der relativen Feuchtigkeit. In den Tälern, wo der Föhn am meisten heimisch ist, bringt er mitten im Winter sommerliche Temperaturen und außerordentlich große Lufttrockenheit. Der Föhn weht nicht stetig, sondern zumeist in Stößen und richtet dann nicht selten große Verheerungen in den Wäldern an. Er tritt gerne abends oder nachts ein, oft wird er im Tale unten noch nicht gefühlt, wenn man sein Wehen in einiger Höhe deutlich merken kann. Die Dauer des Föhns ist oft ganz kurz, so daß er in den dreimaligen täglichen Beobachtungen nicht bemerkt wird, dagegen erstreckt er sich auch oft über mehrere Tage.

Eine weitere Eigenschaft des Föhns ist in Innsbruck die Aufheiterung des Himmels während des Wehens, doch weicht der Grad der Bewölkung bei Föhn nach Hann im Allgemeinen nur wenig vom Mittel ab; besonders auffallend ist die sogenannte „Föhnmauer," eine Wolkenwand längs des Gebirgskammes, von welchem der Föhn herabkommt, die unbeweglich dem Kamme auflagert, oder sich noch zum Teil über denselben herabstürzt, ohne jedoch von dem Orte, wo wir sie beobachteten, vorzurücken.

In der Schweiz unterscheidet man nach Wild[1]) zwei

[1]) H. Wild: „Über den Föhn und Vorschlag zur Beschränkung seines Begriffes". Denkschrift der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 38; 2. Hälfte.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Arten von Föhn, den zahmen und den wilden Föhn, die sich im wahren Sinne des Wortes ihrem Namen nach unterscheiden. Beim zahmen Föhn, auch Dimmerföhn genannt, findet nur eine mäßig starke südliche Luftströmung statt, ohne daß selbst auf der Südseite Kondensation stattfände. Es wechselt oft im selben Föhngebiet ein leichter Nordwind mit dem Südwind ab, auch ist die Dauer des zahmen Föhns meist eine kurze. Wir haben es bei diesem Föhne nicht mit einem Überwehen des Gebirges, sondern lediglich mit einem Absteigen der Luft zu thun.

Der wilde Föhn, dem oft der zahme vorausgeht, ist ein heftiger, bis zum Sturm sich steigernder Wind, der anfänglich mit einzelnen Stößen das Tal durchtobt, um dann in einen furchtbaren Sturm auszuarten, der in abwechselnder Stärke 3—4 Tage andauern kann. Bei dem wilden Föhn tritt immer ein Überwehen eines Gebirgszuges ein, und deshalb ist der wilde Föhn meist mit Niederschlag verbunden. Auf der Südseite jenseits des Kammes, von welchem der Föhn weht, ist dann das Wetter meist trübe oder regnerisch, während auf der Nordseite der Himmel meist ziemlich heiter ist bis auf Cirrus oder Cirrostratus. Prinzipiell ist freilich mit dem Überwehen eines Gebirgskammes Kondensation nicht verbunden. Liegt bei der gegebenen relativen Feuchtigkeit der Taupunkt der Luft unter der Temperatur, bis zu welcher sich die Luft beim Aufsteigen abkühlt, dann tritt Kondensation ein und je größer dieser Unterschied ist, um sostärker wird die Kondensation auf der Luvseite sein, um so wärmer und trockener kommt daher die Luft auf der Leeseite an. Ist umgekehrt beim Überwehen des Gebirgskammes der Taupunkt noch nicht erreicht, dann fehlt die Kondensation, aber dann wird auch der Föhn mit denselben Eigenschaften auf der Leeseite ankommen, die er im selben Niveau auf der Luvseite besessen hat.

Der erste Fall wird sich, wenn überhaupt die „Föhnmauer“ auf der Leeseite sichtbar wird, dem Beobachter

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

durch diese kundtun, während die Föhnmauer fehlt, wenn es zu keiner Kondensation kommt.

Wie allgemein bekannt, ist Innsbruck ob seines häufigen Föhns, wenn gleich es ihm seine klimatische Lage verdankt, nicht nur bekannt, sondern auch vielfach gemieden. Aber nicht nur die Häufigkeit sondern auch die lange Dauer des Föhns, mit oft sehr starker Luftbewegung, bevorzugt Innsbruck zu vielfachen Studien über den Föhn.

In dieser Arbeit wurden nun alle Föhnfälle herausgesucht, die sich in dem Dezennium 1897—1906 ereigneten und mindestens eine Dauer von 24 Stunden aufwiesen. Da es sich in erster Linie darum handelt, die Föhnfälle zu untersuchen, auf welche wenigstens in Innsbruck kein Niederschlag erfolgte, war es naturgemäß, dieselben darnach zu gruppieren, ob nach dem Aufhören des Föhns Niederschlag eintrat oder nicht. Die Erfahrung lehrt, daß die letzteren Fälle relativ seltener sind und in den erwähnten 10 Jahren wurde gefunden, daß sich die Anzahl der Föhnfälle ohne Niederschlag zu jenen mit unmittelbar folgendem Niederschlag wie 1 : 6 verhält.

Es handelt sich nun im Nächstfolgenden um die Fragen: Warum fehlen in den ersteren Fällen die Niederschläge? Unterscheiden sich die Fälle mit und ohne darauffolgen Niederschlag lediglich durch die Jahreszeit, oder ist es der Luftdruck oder die relative Feuchtigkeit, welche die Fälle, in denen auf Föhn kein Niederschlag fällt, auszeichnen? Oder ist es die Luftdruckverteilung, welche für die Fälle ohne Niederschlag eine wesentlich andere ist, als für die Föhne, auf welche Niederschlag folgt?

2. Die Häufigkeit des Föhns in Innsbruck.

Die Häufigkeit des Föhns in Innsbruck kann auf viererlei Weise festgestellt werden. Erstlich enthalten die Journalbögen von Innsbruck, welche, wie an allen Sta-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

tionen, die Beobachtungen zu den drei Terminen angeben, Aufzeichnungen über den Wind, sodaß man von diesen Angaben zur Feststellung der Tatsache, ob Föhn geherrscht hat, ausgehen kann. Zweitens wird in dem Wetterbuche das Auftreten von Föhn notiert, auch wenn der Föhn zu einer andern Zeit als zu den Terminen ausbrach. Drittens kann man das Auftreten von Föhn den Autographen, insbesondere den Hygrographen entnehmen und endlich viertens dem charakteristischen Verlauf der Luftdruckverteilung nach der Wetterkarte, welche freilich nur einmal am Tage, um 7 Uhr früh, entworfen wird.

Pernter hat in seiner unten angeführten Arbeit[1]) die erste Möglichkeit gewählt und ist von den Terminbeobachtungen ausgegangen. Da er bei derselben Beobachtungen verwendete, die sich über eine 25jährige Zeitdauer erstrecken, kommt seinen Resultaten gewiss ein hoher Wert zu.

Es hat aber Ficker[2]) gezeigt, daß speziell in den Morgenstunden, und damit auch zu der Terminbeobachtung um 7 Uhr früh selbst in Innsbruck an Föhntagen eine Pause desselben eintritt. Auch Pernter hat gefunden, daß bei länger dauernden Föhnen die charakteristischen Eigenschaften in den Morgenstunden, welche doch sonst die Hauptwirkungen des Föhns, die Erhöhung der Temperatur und die Verminderung der Feuchtigkeit, am stärksten aufweisen, oft fast ganz verschwanden.

Da die vom Oberinntal sich einschiebende kalte Luft die Ursache jener Pausen ist, ist es nur selbstverständlich, daß diese letzteren einen sehr starken jährlichen Gang aufweisen. Sie werden im Winter sehr häufig sein, und sie werden um so seltener sein, je weniger sich die Luft im Oberinntal während der Nacht abkühlt.

---

[1]) J. M. Pernter „Über die Häufigkeit, die Dauer und die meteorologischen Eigenschaften des Föhns in Innsbruck". Sitzungsbericht Bd. 44, 1895.

[2]) H. v. Ficker „Innsbrucker Föhnstudien." Beiträge zur Dynamik des Föhns Denkschrift d. Kais. Akad. Bd. 78, 1905.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn nun die Häufigkeit des Föhns nach den Terminbeobachtungen festgestellt wird, so läuft man Gefahr, deshalb im Winter relativ wenig Föhnfälle zu registrieren, weil dieselben um 7 Uhr früh zum guten Teil wegfallen.

Das war der Grund, daß in dieser Arbeit die Autographen als Ausgangspunkt gewählt wurden. Es wurden zunächst als Föhntage solche bezeichnet, bei denen der Hygrograph nicht seinen normalen Gang (ein Maximum in den Frühstunden, ein Minimum um die Mittagszeit) aufweist, vielmehr den ganzen Tag einen eigentümlich hin und her schwankenden Gang erkennen läßt. Nicht nur den ganzen Tag, sondern auch in den Nachtstunden verbleibt die Feuchtigkeit sehr gering. Wer an einem dem Föhne ausgesetzten Orte den Hygrograph beobachtet, vermag bald die Tage mit Föhn von den andern Tagen zu trennen.

Übrigens wurde stets der Thermograph, aber auch das Wetterbuch und die Aufschreibungen zu den Terminbeobachtungen zu Hilfe genommen und ebenso lieferte eine Bestätigung der Tatsachen, daß an den betreffenden Tagen Föhn herrschte, die Wetterkarte, welche in solchen Fällen fast immer das Auftreten von Föhn angab. Es war dies um so notwendiger, als Hygro- und Thermograph alle Fälle liefern, welche die charakteristische Trockenheit und Temperaturerhöhung ergaben, welche in den hervorstechendsten Eigenschaften (Windstärke, Hin- und Herschwanken der Kurven) sich als Föhne erwiesen und auch in Innsbruck als „Föhn" bezeichnet wurden. Unter Umständen ließ sich aber in solchen Fällen ein Wolkenzug aus Nordwest oder Nord erkennen und auch nach der Wetterkarte konnten dieselben — bei aller noch so stark ausgesprochenen Ähnlichkeit mit echten Föhnfällen — nicht als eigentliche Föhne bezeichnet werden.

Eine Unterscheidung, ob man es in dem gegebenen Falle mit einem „Föhne" der letzten Art zu tun hatte, lieferte die Wetterkarte sofort. Es sind übrigens in dem

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

betrachteten 10jährigen Zeitraum nur sehr wenige Fälle in denen nach der Luftdruckverteilung der Wind eine nördliche Richtung hatte, welche nicht als Südföhne zubetrachten sind; sie treten somit gegen die echten Föhne vollkommen zurück.

Kurze Föhnfälle wurden, weil ihnen gewiß keine besondere Bedeutung zukommt, aber auch weil sie schwer zu kontrollieren sind, weggelassen; es wurden daher als Föhnfälle nur solche bezeichnet, an welchen nach den Autographen Föhn mindestens 24 Stunden in Innsbruck herrschte, gleichgültig, ob er morgens, mittags oder abends begann oder aufhörte. Es wurde dabei zur Feststellung von Anfang und Ende der Föhnperiode die zunächst liegende Terminbeobachtung genommen. Auf eventuell auftretende Pausen des Föhns wurde keine Rücksicht genommen. Es genügte, wenn in dem Zeitraume von 24 Stunden der Verlauf der Feuchtigkeit ein unregelmäßiger und niedriger war, wenn somit der Autograph Föhnlage anzeigte.

Da an der Universität Innsbruck erst seit dem Jahre 1897 Autographen aufgestellt, resp. da Aufzeichnungen dieser Autographen erst seit obgenanntem Jahre vollständig und daher verwendbar sind, wurde in dieser Arbeit das Dezennium 1897—1906 herbeigezogen. In diesen Jahren kamen insgesamt 218 Föhnfälle vor, darunter 183, auf welche in dem Zeitraume von 24 Stunden Niederschlag folgte und 35, welche in den nächstfolgenden 24 Stunden keinen Niederschlag hatten.

Wenn in dem Vorausgehenden von Föhnfällen die Rede ist, so sollen darunter alle, auch mehrere Tage dauernden Föhne, wenn nur ihre Dauer größer als 1 Tag war, verstanden werden. Die nachstehende Tabelle I gibt also nicht die Häufigkeit des Föhns, d. h. die Anzahl der Tage, an welchen Föhn geherrscht hat, sondern eine Übersicht der zusammenhängenden, ein Ganzes bildenden Föhnfälle.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Unter dieselben sind alle Fälle aufgenommen, welche nach den Autographen das charakteristische Föhnbild lieferten, welche somit in Innsbruck als „Föhne" bezeichnet werden. Es befinden sich übrigens, wie gesagt, unter denselben nur wenige Fälle, welche allein wegen ihrer Eigenschaften mitgezählt wurden, bei denen aber der Wind, eine nördliche Komponente aufwies (Tabelle I).

Tabelle I.

Föhnfälle 1897—1906, von mindestens einem Tag Dauer													
Jahre	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
1897	3	4	4	3	4	3	2	0	1	1	3	2	30
1898	1	2	2	2	4	0	0	0	0	3	4	3	21
1899	3	2	2	3	1	1	0	0	0	1	1	2	16
1900	2	3	3	1	1	0	0	2	1	1	4	3	21
1901	4	2	2	2	2	0	0	0	1	4	1	5	23
1902	3	1	5	2	1	1	0	2	1	1	4	3	24
1903	1	4	4	1	3	2	1	1	0	3	0	3	23
1904	5	4	4	1	1	1	0	0	2	0	1	3	22
1905	6	3	4	3	1	0	0	1	1	1	4	1	25
1906	1	1	3	3	0	0	1	1	0	1	2	0	13
Summe	29	26	33	21	18	8	4*	7	7	16	24	25	218

Da es erwünscht war, die so gewonnenen Ergebnisse mit den langjährigen Pernters zu vergleichen, wurde die Häufigkeit des Föhns auch in Tagen angegeben. Es sind darin unter Zahl der Tage mit Föhn alle gezählt worden, an denen Föhn mindestens 24 Stunden herrschte, wobei als Ausgangspunkt die Aufzeichnungen des Hygrographen gedient haben.

Es wurde so eine Tabelle erhalten, nach welcher die Verteilung der Föhntage über das Jahr die in Tabelle II gegebene war.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle II.

Durchschnittliche Anzahl der Föhntage pro Jahr												
Jahre	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1897—1906	9·1	8·3	**13·5**	7·8	5·9	3·0	1·6*	1·9	2·4	6·1	7·2	7·8
1870—1894	3·1	3·4	6·0	5·9	5·1	1·5	2·2	1·4*	2·0	**4·7**	4·3	3·0
oder in Prozenten der Gesamtzahl der Tage im Jahr												
1897—1906	12	11	**18**	11	8	4	2*	3	3	8	10	10
1870—1894	7	8	**14**	**14**	12	4	5	3*	5	**11**	10	7

In der zweiten Kolonne wurden jedesmal die von Pernter gefundenen Werte zum Vergleich beigefügt. Nach Pernter (also nach den Terminbeobachtungen) ist die Anzahl der Föhntage im Jahr 42·7, nach den Aufzeichnungen der Autographen 74·6.

Den Grund der Nichtübereinstimmung wird man wohl in der Verschiedenheit der Wahl jener Tage, welche als Föhntage bezeichnet wurden, ansehen dürfen. Da Pernter nur die Terminbeobachtungen herbeizog, wurde mancher Fall nicht aufgenommen, der herbeigezogen wird, wenn die Autographen als Ausgangspunkt gewählt werden. Auch ein weiterer Umstand, welcher auf die Pernter'schen Werte verkleinernd, auf die oben mitgeteilten vergrößernd gewirkt hat, ist, daß Pernter unter Föhn nur starke Winde verstanden hat, nach den Autographen hie und da aber auch dann Föhnlage vorhanden ist, wenn sie sich in den Terminbeobachtungen nicht zu erkennen gibt.

Auch im jährlichen Gang besteht zwischen den von Pernter und den oben mitgeteilten Werten keine volle Übereinstimmung. Die eigentlichen Föhnmonate sind nach dieser Arbeit November bis April, also Winter und Früh-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

ling, während Pernter die Frühlings- und Herbstmonate als die föhnreichsten findet. Der Grund hiefür ist folgender.

Der jährliche Gang der Föhnpausen, welcher bei Pernter mit einfließt, wird sich in dem ausgesprochen doppelten jährlichen Gang widerspiegeln. Bei Zählung der Föhntage nach den Autographen fällt diese Fehlerquelle weg. Volle Übereinstimmung besteht im Sommer. Die an Föhn ärmsten Monate sind die warmen Monate Juni, Juli, August und September. Das Maximum der Häufigkeit fällt nach Pernter auf März-April und Oktober, nach den Aufzeichnungen der Autographen auf März. Das Minimum tritt im Juli auf; nach Pernter im August und Dezember-Jänner. Übrigens mag immerhin die Ungleichheit in der Häufigkeit des Föhns bei der Nichtübereinstimmung der Föhnfälle der 25 Jahre 1870—94 und der Föhnfälle der 10 Jahre 1897—1906 einiges beitragen. So hatte das Jahr 1906 nur 52 Föhntage, während 1897 es auf 118 brachte. Diese zwei Jahre stellen die beiden Extreme dar. Im Durchschnitt der untersuchten 10 Jahre fallen auf das Jahr 74·6 Föhntage; man kann also sagen, daß von den 12 Monaten des Jahres mehr als zwei Monate Föhn herrscht. Pernter findet die beiden Extreme 14 und 63 Föhntage, der Durchschnitt beträgt 42·7.

In den einzelnen Jahren finden wir ziemlich große Unterschiede der Häufigkeit; doch gibt es in dem Dezennium 1897—1906 nur 8 Monate, welche nach der oben gegebenen Definition wenigstens in einem Jahre ganz ohne Föhn blieben, während Pernter sagt: „es gibt nicht einen einzigen Monat, der in den untersuchten 25 Jahren in einem Jahre ohne Föhn blieb." Andererseits gab es Jahre, in welchen mehr als die Hälfte der Tage des Monats Föhntage waren. Folgende Zusammenstellung der Monate ohne Föhn und der Maxima der Föhntage für die einzelnen Monate wird die große Veränderlichkeit der

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Häufigkeit des Föhns von Jahr zu Jahr deutlich zum Audruck bringen. (Vgl. Tabelle III).

Tabelle III.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Kein Föhn im Monat												
1897—1906	0	0	0	0	1	5	7	5	3	1	2	1
1870—1894	4	3	3	1*	4	6	**10**	**10**	7	2	1*	6
Maximum der Zahl der Föhntage im Monat												
1897—1906	**19**	15	**22**	14	16	14	11	7	6*	13	12	14
1870—1894	9	7	**17**	15	15	5*	7	5*	6	10	10	9

Auch hier sind in der zweiten Kolonne die Werte Pernters beigegeben. Wenn Pernter schreibt: „Man sieht hieraus, daß man für März eine Föhnprognose auf das Intervall: den ganzen Monat März kein Föhn bis 17 Tage des Monats Föhn, zu stellen hätte," so hieße es auch nach der Untersuchung der Autographen der letzten 10 Jahre, man könnte für März eine Föhnprognose stellen auf das Intervall: den ganzen Monat März kein Föhn bis 22 Tage des Monats Föhn. Aber auch andere Monate können in einem Jahre ohne Föhn bleiben, im andern während des halben Monats Föhn haben. In der Tat stellten sich im Mai 1897 16 Föhntage ein, und gleich im folgenden Jahre 1898 war der gleiche Monat föhnlos.

Auch der jährliche Gang der Häufigkeit des Föhns weicht in den einzelnen Jahren erheblich ab von dem mittleren; dennoch finden sich in den 10 Jahren keine, welche die Maxima des Winters und Frühlings verschieben, während Pernter in den 25 Jahren deren zwei findet. Jedenfalls ergibt sich für die aus den Autographen ge-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

wonnene Häufigkeit der Föhntage ein Maximum vom November bis inkl. April, ein Minimum in den sechs dazwischen liegenden Monaten.

Vergleicht man nun die Häufigkeit der Föhntage auf welche Niederschlag folgt und auf welche kein Niederschlag erfolgt, so ergibt sich das folgende:

Die Zahl der überhaupt im Lauf des Jahres vorkommenden Föhntage ist 74·6, entsprechend den oben schon erwähnten Föhnfällen von 21·8 pro Jahr. Im allgemeinen Durchschnitt dauert somit ein Föhn etwa $3\,^1/_2$ Tage.

Föhntage, auf welche nach Aufhören des Föhns Niederschlag folgt, gibt es 63·2 (entsprechend 18·3 Föhnfälle), dagegen nur 11·4 Föhntage (entsprechend 3·5 Föhnfälle), welche ohne folgenden Niederschlag bleiben.

Die Dauer des Föhns ist also ziemlich die Gleiche, mag auf denselben Niederschlag folgen oder nicht. Früher ergab sich als Verhältnis der Föhnfälle mit und ohne Niederschlag 5·5, auch jetzt ergibt sich dieselbe Zahl.

Nach Monaten ist die Häufigkeit des Föhns die in Tabelle IV gegebene.

Tabelle IV.

Durchschnittliche Anzahl der Föhntage												
Föhntage	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Mit Niederschlag	6·1	7·0	**11·7**	7·6	5·9	3·0	1·6*	1·9	2·2	5·0	5·6	5·6
Ohne Niederschlag	**3·0**	1·3	1·8	0·2	0·0	0·0	0·0	0·0	0·2	1·1	1·6	2·2
oder in Prozenten der Gesamtzahl der Tage im Jahr												
Mit Niederschlag	10	11	**18**	12	9	5	2*	3	4	8	9	9
Ohne Niederschlag	**26**	11	**16**	2	0	0	0	0	2	9	14	20

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Die eigentlichen Föhnmonate sind auch hier wieder die Winter- und Frühlingsmonate sowohl bei Föhn mit als ohne Niederschlag. Während aber die Föhne mit folgendem Niederschlag, wie überhaupt die Föhntage, das Maximum der Föhnhäufigkeit in den Monaten November bis April erkennen lassen, rückt für die Föhne, auf welche kein Niederschlag folgt, das Maximum vor auf die Monate Oktober bis März. Dezember und Jänner zeigen die meisten Föhnfälle ohne Niederschlag und die Monate Mai bis August haben wenigstens in dem betrachteten Zeitraume überhaupt keinen Föhntag ohne folgenden Niederschlag. In den Wintermonaten November bis März überwiegen sogar die Föhne ohne Niederschlag: (87 % von 11·4 Föhnen ohne Niederschlag gegen 57% von 63·2 Föhnen mit Niederschlag) in den Sommermonaten Mai—August kommen Föhne ohne Niederschlag nicht vor (von den 63·2 Föhnen mit Niederschlag kamen von Mai bis August 19 % vor).

Es steht dies in schönster Übereinstimmung mit den Ergebnissen, zu denen Pernter gelangt ist. Pernter hat in seiner Abhandlung „Über die Häufigkeit, die Dauer und die meteorologischen Eigenschaften des Föhns in Innsbruck" nebenbei das Problem, mit welchem sich die vorliegende Arbeit befaßt, in Angriff genommen und ist auf Grund seines 25 Jahre umfassenden Materials zu dem Resultate gekommen, daß Föhn ohne folgenden Niederschlag am häufigsten im Dezember und Jänner eintritt.

Pernter gibt in seiner Abhandlung die Zahl der Perioden in dem 25 jährigen Zeitraume an, auf welche kein Niederschlag folgte. Ein Vergleich seiner Zusammenstellung, mit der aus den 10 Jahren 1897—1906 zeigt volle Übereinstimmung. (Vgl. Tabelle V).

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle V.

Anzahl der Föhnperioden ohne Niederschlag												
Periode	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1897—1906	**11**	4	4	1	1	0	0	0	0	1	7	6
1870—1894	**21**	14	13	14	8	4	0	3	4	10	16	13
oder in Prozenten der Gesamtzahl der Tage												
1897—1906	**31**	12	11	3	3	0	0	0	0	3	20	17
1870—1894	**18**	12	11	12	7	3	0	2	3	8	13	11

Nachdem auf diese Weise der jährliche Gang von Föhn ohne Niederschlag nach 35 jährigen Beobachtungen der selbe ist, kann dieser Schluß gewiß als ein sehr sicherer betrachtet werden. Damit stimmt auch die Zahl der Föhntage in den einzelnen Monaten überein.

Die Anzahl der Monate in den 10 Jahren, in welchen kein Föhn eintrat, gibt Tabelle VI.

Tabelle VI.

Keinen Föhn im Monat in den 10 Jahren												
Föhn	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Mit Niederschlag	1	0	0	0	1	5	7	5	4	2	2	1
Ohne Niederschlag	3*	7	6	9	**10**	**10**	**10**	**10**	9	7	6	5*

Dezember und Jänner sind jene Monate, in denen am seltesten kein Föhntag ohne darauffolgenden Niederschlag vorkam; im Gegenteil Dezember und Jänner haben nach Tabelle VII die größte Anzahl der Tage, an denen

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

auf Föhn kein Niederschlag folgte. Dem entsprechend zeigen auch Dezember und Jänner die meisten Föhntage, auf welche kein Niederschlag folgte. Von Mai bis August fehlen dieselben ganz.

Tabelle VII.

Maxima der Föhntage im Monat												
Föhn	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Mit Niederschlag	13	16	22	14	16	14	11	7*	6*	13	12	11
Ohne Niederschlag	8	6	6	2	0	0	0	0	2	6	6	8

Aus allen diesen Untersuchungen folgt, daß zwar in der Häufigkeit der Föhnfälle mit und ohne Niederschlag ein gewisser Unterschied im jährlichen Gange vorhanden ist, daß speziell die Föhntage ohne folgenden Niederschlag zur kalten Jahreszeit, im Dezember und Jänner, am häufigsten, dagegen in der warmen Jahreszeit am seltensten sind. Beide Arten lassen aber der Hauptsache nach denselben jährlichen Gang erkennen, ein Maximum im Winter, ein Minimum im Sommerhalbjahr. Ein in die Augen fallender Gegensatz im jährlichen Gang ist bei den Föhnfällen mit und ohne Niederschlag nicht vorhanden; es wird deshalb der vorhandene jährliche Gang von vornherein als eine sekundäre Erscheinung anzusehen sein. Eine Erklärung des im Gefolge des Föhns auftretenden Niederschlags, beziehungsweise die auf ihn folgenden Niederschlagsarmut liefert der jährliche Gang gewiß nicht.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

3. Die meteorologischen Verhältnisse bei Föhn mit und ohne Niederschlag.

Wenn es nun kaum statthaft ist, die Jahreszeit dafür verantwortlich zu machen, ob auf Föhn Niederschlag folgt, oder ob derselbe ausbleibt, so lag es nahe, zu untersuchen, ob die meteorologischen Verhältnisse in den beiden Fällen andere waren.

Da im allgemeinen bei Föhn das Barometer fällt, dagegen zu steigen beginnt, sobald der Niederschlag eintritt, so schien es vorteilhaft, das Verhalten des Barometers bei Föhn, auf den Niederschlag folgte, und bei Föhn, der ohne folgenden Niederschlag blieb, zu untersuchen, zumal das Steigen oder Fallen des Barometers überhaupt als Indicium für Ausbleiben oder Eintreten von Niederschlag angesprochen werden kann.

Auch das Verhältnis der relativen Feuchtigkeit könnte in beiden Fällen ein verschiedenes sein, da die relative Feuchtigkeit im allgemeinen ein Kriterium dafür ist, ob auf der Luvseite viel oder wenig Kondensation stattgefunden hat. Wenn die Niederschlagsbildung auf der Luvseite eine energische war, wird die relative Feuchtigkeit auf der Leeseite eine geringe sein, man wird dagegen umgekehrt aus großer relativer Feuchtigkeit auf geringen Niederschlag auf der Luvseite schließen können. Unter diesen Umständen könnte größere relative Feuchtigkeit zeigen, daß der auf Föhn zu erwartende Niederschlag ein geringer sein wird.

Weit weniger Aufschluß war von vorneherein von der Temperatur zu erwarten. Wenn ein derartiger Einfluß vorhanden sein sollte, dann müßte er sich in viel wirksamerer Weise bei der relativen Feuchtigkeit äußern; ein Einfluß der Temperatur an sich war kaum zu erwarten. Es wurde deshalb der Einfachheit halber für jeden Föhnfall die Abweichung der Mittel-Temperatur aller Föhnstunden von dem Normalwerte, wie er nach

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

dem 50jährigen Mittel[1]) den betreffenden Monaten in Innsbruck zukommt, gebildet. Auch bei dieser Methode hätten sich (allerdings unwahrscheinliche) Abweichungen herausstellen müssen.

Endlich wurde noch die Bewölkung, welche nach der zehnteiligen Skala geschätzt wurde, für die Föhntage und für die auf den Föhn folgenden Tage ermittelt und ebenso für beide Gruppen die Zahl der trüben Tage angegeben.

Wie schon erwähnt, kamen in den besprochenen 10 Jahren 218 Fälle mit Föhn vor. Darunter trat 183mal wenigstens innerhalb 24 Stunden Niederschlag ein, während in 35 Fällen in den nächsten 24 Stunden kein Niederschlag folgte, so daß diese nach unserer Definition als Föhne ohne folgenden Niederschlag anzusehen sind. Es befanden sich weiter unter denselben 13 Fälle, in denen nach der Wetterkarte die Windrichtung gewiß keine südliche war. Werden diese ausgeschaltet, so verbleiben unter 205 Fällen 176 Föhne mit folgendem Niederschlag, nur 29 Föhne, welchen in dem oben angegebenen Intervall kein Niederschlag folgte.

Um die meteorologischen Eigenschaften der Föhne mit Niederschlag zu erhalten, schien es nicht nötig, aus allen 10 Jahren die Föhnfälle herbeizuziehen; es schien vielmehr im Verhältnis zur geringen Anzahl der Föhnfälle ohne Niederschlag genügend, zur weiteren Untersuchung für die Föhnfälle mit Niederschlag nur die drei letzten Jahre 1904—1906, welche insgesamt 39 echte Föhnfälle aufweisen, zu behandeln.

Die folgenden Tabellen enthalten das Ergebnis dieser Untersuchung. Es wurde dabei, da die Autographen den Ausgangspunkt bildeten, für den Luftdruck aus den Autographen der Stand desselben zu Beginn und Ende der Föhnperiode eingesetzt. Weiter wurde die relative Feuchtig-

---

[1]) W. Trabert, „Isotermen von Österreich", Denkschrift der kais. Akademie Bd. 73; 1901.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

keit angegeben, die während der Föhnperiode im Minimum herrschte und außerdem das Mittel der relativen Feuchtigkeit nach den stündlichen Aufzeichnungen für jene Tage, welche von Beginn und Ende der Föhnperiode eingeschlossen waren, während welcher somit der Föhn wehte.

Von der Temperatur und Bewölkung ist schon im Vorausgehenden gesagt, nach welchem Modus bei ihrer Ermittlung vorgegangen wurde. Außerdem wurde bei den Föhnperioden, auf welche Niederschlag folgte, dieser in mm den Beobachtungen entnommen. Das Ergebnis zeigt Tabelle VIII.

Tabelle VIII.

Föhn-Fälle	Luftdruck in mm			Temp. in ° C.		rel. Feuch. %	
	Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Minim.	Mittel
mit Niedersch.	711	708	709	8·5°	3·2°	33	62
ohne Niedersch.	712	711	711	4·6°	3·4°	41	67

Pernter hat die Zusammenstellung für alle Föhne, gleichgiltig ob auf dieselben Niederschlag folgte oder nicht, gegeben. Er hat bei seinen Untersuchungen Föhntage zugrunde gelegt und ist zu dem folgenden Ergebnis im Jahresmittel gekommen.

Tabelle IX.

Luftdruck in mm		
Vor dem Föhn	Während des Föhns	Nach dem Föhn
709	706	707

Wenn auch der erhaltene Wert des Luftdrucks, wie Pernter ihn angibt, niedriger als in der obigen Tabelle

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

ist, so ist doch nach ihm im allgemeinen ein Fallen des Barometers vorhanden und darin stimmen unsere Föhnfälle mit Niederschlag überein. Der Betrag von ungefähr 3 mm, den Pernter für alle Föhne findet und der sich auch für die Föhnfälle mit Niederschlag ergibt, ist derselbe; für die Föhne ohne folgenden Niederschlag ist zwar auch ein Fallen des Barometers vorhanden, dasselbe ist aber ein entschieden geringeres.

Im Mittel ergibt sich für die Fälle mit Niederschlag 709 mm, dagegen für die Fälle ohne Niederschlag 711 mm also gleichfalls ein höherer Wert.

Die Temperaturabweichung, welche angibt, um wie viel die Temperatur während der Föhnperiode gegenüber jener Temperatur, die normaler Weise geherrscht hätte, abweicht, besagt, dass die beiden Föhnarten miteinander übereinstimmen.

Was die relative Feuchtigkeit anbelangt, so weisen Minimum sowohl als das Mittel aus den stündlichen Aufzeichnungen nur geringen Unterschied auf zwischen den Föhnen mit und ohne Niederschlag. Das Mittel ergibt für die Fälle mit Niederschlag 62%, das Minimum 33%, für die, auf welche kein Niederschlag erfolgt, 67%, das Minimum 41%; es findet sich also ein Unterschied von 5% für das Mittel, von 8% für das Minimum der relativen Feuchtigkeit. Da die Häufigkeit der Föhnfälle ohne Niederschlag sich, wie wir früher gesehen, auf die kalten Wintermonate verteilt, diese letzteren aber, wie schon Pernter gefunden, am wenigsten trocken sind, ist der kleine Unterschied in der relativen Feuchtigkeit genügend begründet.

Wie aus den bisherigen Untersuchungen zu ersehen ist, darf angenommen werden, dass die meteorologischen Eigenschaften der 2 Föhnarten in der Tat in geringer Weise verschieden sind. Um nun diesen eventuellen Einfluß auf Luftdruck und Feuchtigkeit besser übersehen zu können, so wurden die Fälle ohne folgenden Niederschlag

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

darnach geschieden, ob der Niederschlag innerhalb der drei nächsten, dem Föhne folgenden Tage eintrat oder erst später, nach Ablauf von drei Tagen. Eine Veranlassung dazu gab wohl auch Fickers Behauptung, das Erlöschen des Föhns trete auf dem Kamme oft 1—2 Tage später ein, als im Tale, wodurch dann meist der endgültige Eintritt des schlechten Wetters solange verzögert wird.

Diese neue Einteilung lieferte 16 Fälle, auf welche der Niederschlag durch wenigsten drei Tage, meist sogar mehr Tage nach Erlöschen des Föhns ausbleibt, 13 Fälle, auf welche er schon innerhalb der nächsten drei Tage eintritt. Tabelle X zeigt, was die Mittelwerte aus Luftdruck, Temperatur und relativer Feuchtigkeit besagen.

Tabelle X.

Föhnfälle	Luftdruck in mm			Temp. in ° C.		rel. Feuch. %	
	Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Minim.	Mittel
ohne Niederschlag der Niederschlag folgt nach mehr als 3 Tagen	711	712	712	3·0°	3·3°	44	69
ohne Niederschlag der Niederschlag folgt nach weniger als 3 Tagen	713	710	711	6·7°	3·5°	35	64
mit Niederschlag	711	708	709	8·5°	3·2°	33	62

Je später der Niederschlag eintritt, desto höher steht das Barometer. Während der Luftdruck bei den Föhnen ohne Niederschlag um 1 mm fiel, steigt er jetzt bei den Fällen, auf welche mindestens 3 Tage kein Niederschlag folgt, um 1 mm. Bei den Fällen, in welchen der Niederschlag mehr als 24 Stunden aber weniger als 3 Tage ausbleibt, fällt der Luftdruck wie bei den Föhnen mit Niederschlag um 3 mm. Die Temperatur-Abweichung zeigt auch hier keinen Einfluß auf das frühere oder spätere Eintreten des Niederschlages.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Was die relative Feuchtigkeit anbelangt, so stehen Minimum sowohl als das Mittel aus den stündlichen Aufzeichnungen im gleichen Verhältnis, wie der Eintritt des Niederschlages. Je früher der Eintritt des Niederschlages erfolgt, desto trockener war die Luft während der Föhnperiode.

Außerdem wurde noch die Bewölkung untersucht, um zu ersehen, ob diese an Föhntagen, auf welche Niederschlag folgt, eine größere sei, als an jenen Föhntagen, welche zur Niederschlagsbildung nicht neigen. Auch die Anzahl der trüben Tage und ihr Verhältnis zur ganzen Föhnperiode in Prozenten wurde aus diesem Grunde ermittelt und angegeben.

Tabelle XI.

Bewölkung während des Föhns							
Föhnfälle	Bewölkung in %				Trüb. Tg.		
	7 h	2 h	9 h	Mittel	Anzahl	%	
ohne Niederschlag, der Niederschlag tritt ein	nach mehr als 3 Tagen	4·4	3·6	2·5	3·4	22	32
	nach weniger als 3 Tagen	3·1	3·8	1·9			
mit Niederschlag		5·6	5·0	3·5	4·8	73	59

Die Bewölkung nimmt also während der Föhndauer, ohne Unterschied, ob auf den Föhn Niederschlag folgt oder nicht, von morgens, wo sie am größten ist, ab bis abends. Die Abnahme der Bewölkung zu den verschiedenen Tageszeiten resp. Beobachtungsterminen ist bei Föhn mit folgendem Niederschlag geringer als bei jenem ohne Niederschlag. Während sich die Bewölkung vormittags nur wenig ändert, bessert sie sich in den Nachmittags- und besonders Abendstunden ziemlich stark. Der Mittelwert aus der Bewölkung während der ganzen Föhnperiode stellt sich bei Föhn ohne folgenden Niederschlag bedeutend

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

besser als bei Föhn mit Niederschlag. Und wenn man die Anzahl der trüben Tage während der Föhnperioden vergleicht, so weisen die Föhne mit Niederschlag fast die doppelte Zahl vollkommen bewölkter Tage auf, als die ohne folgenden Niederschlag. Je mehr trübe Tage während einer Föhnperiode sich einstellen, desto rascher tritt der Niederschlag ein. Es kommt zwar bei beiden Arten vor, daß es ein- oder das anderemal während des Föhns regnet, dann läßt sich aber nachweisen, daß der betreffende Regen das Ende eines Föhnes markiert, dem sehr bald ein neuer folgt. Es sei hier noch bemerkt, daß Pernter für den Gang der Bewölkung während der Föhnperiode kein Abnehmen, sondern ein Zunehmen findet; er sagt: „An Föhntagen findet eher eine kleine Zunahme der Bewölkung um die Mittagszeit statt, und auch abends ist dieselbe noch immer ein wenig größer als morgens".

Ein Vergleich der Bewölkung jener Föhntage, auf welche durch wenigstens 3 Tage kein Niederschlag eintritt, und jener, bei welchen der Niederschlag höchstens 3 Tage ausbleibt, wurde nicht angestellt, weil diese zwei Gruppen zu wenig Fälle aufweisen, um sichere Mittelwerte zu liefern. Im allgemeinen ist also die Bewölkung während der Föhndauer größer und weist mehr trübe Tage auf, wenn wenigstens 24 Stunden nach Erlöschen des Föhns Niederschlag eintritt.

Da jene Tage nach dem Föhn, auf welche nach mindestens 24 Stunden Niederschlag folgt, Regentage sind, und somit die Bewölkung eo ipso eine sehr große ist, so schien es von Interesse zu sein, die Bewölkung jener Tage nach dem Föhn zu untersuchen, auf welche kein Niederschlag eintrat. Auch während dieser Periode, vom Erlöschen des Föhns in Innsbruck bis zum Eintritt des Niederschlags, wurde die Anzahl der trüben Tage und ihr Verhältnis zu dieser Periode in Prozenten ermittelt und angegeben.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle XII.

Bewölkung nach dem Föhn							
Föhnfälle		Bewölkung in %				Trüb. Tg.	
		7 h	2 h	9 h	Mittel	Anzahl	%
ohne Niederschag, der Niederschlag tritt ein	nach mehr als 3 Tagen	4·2	3·6	2·4	4·2	44	24
	nach weniger als 3 Tagen	5·6	5·3	4·2			

Auch nach dem Föhn nimmt die Bewölkung von morgens, wo sie am größten ist, ab bis abends. Aus dem gleichen Grunde wie früher, werden auch hier die Mittelwerte sowie die Anzahl der trüben Tage und ihr Verhältnis zur ganzen Periode bis zum Eintritt des Niederschlages aus beiden Arten zusammen genommen. In der Tat nimmt die Bewölkung im Laufe des Föhns zu, denn während der Föhndauer betrug sie 34%, während sie nach dem Föhn 42% beträgt. Die Anzahl der trüben Tage nach dem Föhn ist noch geringer als während des Föhns.

Die Theorie verlangt, daß bei herabfallender Luft, das in ihr suspendierte Wasser infolge 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 Zentralalpenkamm bei Föhn meist sich auftürmt — ziehen vielfach leichte cirrus-ähnliche 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 dichtes Gewölk auftritt. Die Wolkenformen

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

sind übrigens bei Föhn sehr veränderlich, wie auch die Größe der Himmelsbedeckung bedeutenden und vielen, fast fortwährenden Schwankungen unterliegt.

Die Untersuchung der meteorologischen Verhältnisse bei Föhn mit und ohne folgenden Niederschlag liefert also nachstehende Ergebnisse:

1. Der Luftdruck ist höher bei Föhn ohne Niederschlag als mit Niederschlag, und er ist um so höher, je später der Niederschlag eintritt.

2. Bei Föhn ohne Niederschlag ist ein viel geringeres Fallen des Barometers zu bemerken als bei Föhn mit Niederschlag und dieses Fallen ist um so stärker ausgesprochen je schneller auf den Föhn Niederschlag folgt.

3. Die relative Feuchtigkeit ist bei Föhn ohne Niederschlag um einen geringen Prozentsatz größer als bei Föhn mit Niederschlag und dieser Unterschied ist um so stärker, je länger kein Niederschlag eintritt.

4. Die Temperatur-Abweichung zeigt keinen Einfluß auf den Eintritt des Niederschlages.

5. Die Bewölkung ist während des Föhns ohne folgenden Niederschlag geringer und weist weniger trübe Tage auf, als bei Föhn mit Niederschlag. Auch an den Tagen nach Föhn ist die Bewölkung umso kleiner, je später der Niederschlag eintritt.

Wir kommen somit zu dem Resultate, daß auf Föhntage, welche schon von Hause aus durch größeren Luftdruck und geringere Bewölkung zu schönen Tagen neigen, seltener Niederschlag folgt, als dies bei anderen Tagen der Fall ist. Es ist dies um so ausgesprochener, je weniger sich im Verlaufe des Föhns der Luftdruck erniedrigt oder, wenn gar das Fallen in ein Steigen übergeht, je stärker dieses Steigen zutage tritt.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

4. Die allgemeine Luftdruckverteilung bei Föhn mit und ohne Niederschlag.

Nachdem also, wie in den früheren Kapiteln gezeigt wurde, weder die Jahreszeit noch die Eigenschaften des Wetters bei Föhn ausschlaggebend waren, ob auf denselben Niederschlag folgte oder nicht, wurde der Versuch gemacht, die Wetterkarten daraufhin anzusehen, ob etwa in der allgemeinen Luftdruckverteilung die Ursache für das Nichteintreten des Niederschlages gelegen sei. Hann[1]) beschreibt die Entstehung des Föhns folgendermaßen: „Aus den auf den telegraphischen Witterungsberichten basierten täglichen Wetterkarten von Europa hat sich auch ergeben, warum die Luft zeitweilig stürmisch von den Alpenkämmen in die Täler herabstürzt und so den Föhn erzeugt. Es hängt dies zusammen mit dem Heranrücken der atlantischen Barometer-Minima oder Sturmzentren gegen West-Europa. Wenn ein Barometer-Minimum im Westen oder Nordwesten sich befindet, auf der Linie zwischen der Bay von Biscaya und Irland, so strömt die Luft über dem Alpenvorlande als Südost- oder Südwind gegen den Ort kleinsten Luftdrucks hin, aber auch die Luft aus den Alpentälern wird gegen diese Stelle hingezogen, gleichsam, aus den Tälern herausgesaugt. Da die Alpenmauer hier das direkte Zufließen aus dem Süden hemmt, so muß die Luft aus der Höhe, von den Alpenkämmen herab, zum Ersatz herbeifließen."

Die Situation, bei welcher dieser Vorgang stattfindet, kann eine recht verschiedene sein. Pernter hat in seiner Abhandlung „Die allgemeine Luftdruckverteilung und die Gradienten bei Föhn"[2]), die Föhnlagen je nach der Lage

---

[1]) Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart Engelhorn 1883 S. 215.

[2]) Pernter, Sitzungsberichte der Kais. Akad. Bd. 105, 1896.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

der Depression in neun Gruppen eingeteilt und unterschied jede nochmals in drei Unterabteilungen, je nachdem eine sekundäre Ausbuchtung an der Nordseite der Alpen vorhanden war oder nicht. War eine solche vorhanden, so bezeichnete er die Föhnlagen noch mit dem Buchstaben b, fehlte die sekundäre Ausbuchtung bei sonst gleicher Luftdruckverteilung, so bezeichnete dies Pernter mit den Buchstaben a und c, und zwar mit a, wenn das Gefälle vom Alpenkamm zum Minimum deutlich ausgesprochen war, und mit c, wann zwar eine der eben besprochenen Gruppen 1—9 vorlag, aber vom Alpenkamm her weit hinaus in die Alpenvorlande kein irgend nennenswertes Gefälle zu erkenneu war, trotzdem noch weiter fort das Minimum gut ausgebildet war.

Auch bei der vorliegenden Untersuchung wurde nun nach den täglichen Wetterkarten der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik nachgesehen, welche Druckverteilung den einzeln untersuchten Südföhnen entspreche. Es sollte dadurch ermittelt werden, ob sich die 29 in den 10 Jahren 1897—1906 auftretenden Föhne, auf welche kein Niederschlag folgte, in wesentlicher Weise von den Fällen unterscheiden, in welchen Niederschlag im Gefolge des Föhns auftrat. Wie erwähnt, stammen die insgesamt 39 Fälle mit folgendem Niederschlag aus den 3 Jahren 1904—1906.

Es schien von vornherein aussichtsreicher, die Föhne nicht nach der eingehenden Einteilung Pernters in 9 Gruppen zu teilen, sondern eine einfachere Gruppierung in nur 2 Gruppen vorzunehmen. Als erste Gruppe, die wir im nachfolgenden immer als Typus I bezeichnen wollen, wurde jene gewählt, in welcher die Isobaren einen Keil hohen Luftdruckes von Ost bildeten. Die Situation kommt ziemlich häufig vor und ist dadurch charakterisiert, daß der tiefe Luftdruck im Westen oder Nordwesten seinen Sitz hat, während hoher Luftdruck den Nordosten, insbesonders das russische Reich bedeckt. Über den Alpen

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

nehmen in diesem Falle die Isobaren längs der Alpenkette eine gekrümmte von West nach Ost gerichtete Gestalt an, so daß sich eine Nase hohen Druckes auf der Südseite der Alpen bildet. Zu diesem Typus gehören die Gruppen 3—9 von Pernter.

Bei der andern Gruppe, dem Typus II, die sich mit den Gruppen 1 und 2 von Pernter deckt, war der tiefe Luftdruck gegen West-Europa weiter vorgerückt und der hohe Luftdruck wesentlich südlicher gelagert. Der tiefe Luftdruck befand sich somit hauptsächlich im Nordwesten oder Norden, während der hohe Luftdruck den Süden bedeckte. Über der Alpenkette bildete sich deshalb nicht wie bei dem früheren Typus die charakteristische Nasenform aus, der Verlauf derselben war, wenn man sich so ausdrücken darf, ein normaler, d. h. der Luftdruckverteilung entsprechend und die Alpenkette prägte sich nur insoferne aus, als die Isobaren in aller Deutlichkeit ein Anschmiegen an dieselben erkennen ließen.

Es ist selbstverständlich, daß sich zwischen diesen beiden Typen Übergänge erkennen ließen, so daß es manchmal schwer war, zu unterscheiden, welche der beiden Gruppen vorlag. Die Gruppierung aller Wetterkarten in die erwähnten zwei Typen wurde übrigens von vorneherein vorgenommen, ehe überhaupt die Frage nach der Luftdruckverteilung bei Föhn in Angriff genommen war; es ist somit bei der Einteilung gewiß Voreingenommenheit ausgeschlossen gewesen. Schien die Einteilung zweifelhaft, so wurde dies durch ein beigesetztes Fragezeichen kenntlich gemacht. Außerdem wirkte es hie und da hinderlich, daß einerseits die Wetterkarten nur für die Stunde der Morgenbeobachtung gezeichnet sind, andererseits, daß im Verlaufe einer Föhnperiode mehrmals ein Typus in den andern überging. Dauerte die Föhn-Situation mehrere Tage an, so hatte der erste Übelstand nicht viel zu bedeuten, da es in diesem Falle leicht war, zu beurteilen, ob die Situation dem einen oder andern Typus beizu-

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

zählen sei. Nur bei kurzen Föhnen wird es schwer, in dieser Beziehung ein Urteil zu fällen. Was den zweiten Umstand anbelangt, so hatte derselbe deshalb für uns nichts zu bedeuten, weil es allein darauf ankam, welcher Typus am Schluße des Föhnfalles herrschte. Die in den Tabellen beigesetzten Angaben über den Typus, beziehen sich deshalb immer auf den letzten Föhntag.

Wenn nun schon auch ein flüchtiger Blick auf die beiden Fälle ein starkes Überwiegen von Typus I bei jenen Föhnen ergab, auf welche kein Niederschlag erfolgte, schien es doch geraten, die behandelten Föhnfälle, sowohl jene, auf welche Niederschlag folgte, wie jene, bei denen dies nicht der Fall war, derart in Unterabteilungen zu teilen, daß bei jeder derselben gradweise Unterschiede stattfanden, der Art, daß bei den einen eine Stufenfolge von den allerschlechtesten Fällen zu den schlechten und am wenigsten schlechten Fällen stattfand, bei den andern von den besten Fällen zu den am wenigsten guten, die sich schon halb und halb als Übergangsfälle zu den Schlechtwetter-Föhnen geltend machten.

Es wurden deshalb zunächst unter allen Wetterkarten von den Tagen mit Föhnfällen, auf welche nach den Aufzeichnungen innerhalb 24 Stunden Niederschlag folgte, jene zu einer Unterabteilung zusammengelegt, bei welchen tiefer Luftdruck wenn nicht ganz Europa, so doch Mittel-Europa beherrschte. Der Luftdruck war bei denselben meist niedrig, der auf den Föhn folgende Niederschlag zumeist intensiv. Er betrug im Mittel 7·7 mm und schwankte pro Tag zwischen 1·3 mm und 45·8 mm. Es waren dies insgesamt 22 Fälle. Zu einer zweiten Gruppe — 6 Fälle — wurden jene vereinigt, bei welchen im Laufe des Föhns die Isobare 760 mm aus NW—W gegen Mittel-Europa vorrückte und die Depression die Herrschaft über Mittel-Europa übernimmt. Auch auf diese Fälle folgte meist kräftiger Regen. Im Mittel 4·2 mm, der Niederschlag schwankte zwischen 1·2 mm und 8·9 mm pro Tag.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Eine dritte Gruppe endlich (7 Fälle) enthielt jene Fälle, bei denen zwar auch, wie bei der zweiten Gruppe die Isobare 760 mm gegen Mittel-Europa im Vorrücken begriffen war, die sich aber dadurch von der ersten Gruppe sehr wesentlich unterschied, daß der Luftdruck ein höherer war. Auch im Mittel ist daher der Luftdruck um etwa 3 mm höher. Der Niederschlag schwankt zwischen 1·2 mm und 9·5 mm. Er beträgt im Mittel 5·0 mm.

Die restlichen Föhnfälle mit Niederschlag, bei denen übrigens dieser letztere nur 0·7 mm in Mittel betrug, auch dann, wenn nicht bloß der 24stündige Niederschlag, sondern jener in der ganzen, dem Föhn folgenden Schlechtwetterperiode zusammengefaßt wurde, wurden zusammen mit jenen Fällen, bei welchen nach dem Föhn nur unmeßbarer Niederschlag oder dieser erst innerhalb der nächsten drei Tage eintrat, als Übergangsfälle behandelt.

Die eben genannten drei Gruppen — insgesamt 35 Föhnfälle — stellen somit Fälle dar, bei denen im Gefolge des Föhns Niederschlag gewiss eintritt. Der Niederschlag ist stets intensiv und in allen Fällen größer als 1·0 mm pro Tag. Er dauert im allgemeinen 2 Tage. Es ist deshalb in der Tabelle außer der pro Tag nach dem Föhn fallenden Niederschlagsmenge auch die gesammte Niederschlagsmenge angegeben worden.

Diesen Schlechtwetter-Föhnen wollen wir die Föhne, auf welche kein Niederschlag folgt, gegenüberstellen. Da erstlich das Interwall von 24 Stunden ein willkürlich gewähltes ist, da es weiters auch möglich ist, daß der nächste Tag nur wegen der Lage von Innsbruck nicht als Föhntag erscheint und dieser in einem höheren Niveau weiter weht, wurden zunächst nur jene Fälle zu dieser Gegenüberstellung herangezogen, bei denen der Niederschlag, wenn er erfolgte, doch mehr als drei Tage ausblieb. Es wurden übrigens auch diese Föhnfälle in 3 weitere Unterabteilungen je nach dem Grade der Bewölkung zerlegt. Die erste Gruppe umfaßt jene, bei welcher sowohl am letzten Föhntag,

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

als auch am ersten und zweiten Tage nach Aufhören des Föhns die Bewölkung im Maximum 50% betrug. Die erste Gruppe umfaßt daher die besten Föhnfälle, welche überhaupt in dem 10jährigen Zeitraume vorkamen. An diese schließen sich an jene Fälle, bei denen am ersten Tag nach dem Föhn eine leichte Trübung eintrat, bei denen aber am letzten Föhntage, sowie am zweiten Tage nach dem Föhn, die Bewölkung eine geringe war. Bei dieser zweiten Gruppe war somit die Bewölkung am letzten Föhntag kleiner als 50%, am ersten Tag nach dem Föhn größer als 50% und dann wieder geringer.

Endlich bei der dritten Gruppe wurde als maßgebend angesehen, daß schon am letzten Föhntage die Bewölkung eine ziemlich große ist. In der Tat überwiegen denn auch unter diesen Fällen jene, bei welchen nach dem Föhn Trübung auftrat.

Tabelle XIII gibt Aufschluß über das Vorkommen dieser Föhnfälle in den besprochenen 10 Jahren. Unter

Tabelle XIII.

Gruppe Bewölk.	Lezter Föhntag		Erster Folgetag		Zweiter Folgetag	
	0-50 %	50-100 %	0-50 %	50-100 %	0-50 %	50-100 %
I	4. XI. 97 15. XII. 97 13. XII. 02 14. XII. 03 1. I. 04 5. I. 04		5. XI. 97 16. XII. 97 14. XII. 02 15. XII. 03 2. I. 04 6. I. 04		6. XI. 97 17. XII. 97 15. XII. 02 16. XII. 03 3. I. 04 7. I. 04	
II	10. I. 98 20. XI. 02 24. XII. 03 9. I. 04 3. XII. 04			11. I. 98 21. XI. 02 25. XII. 03 10. I. 04 4. XII. 04	12. I. 98 22. XI. 02 26. XII. 03 11. I. 04 5. XII. 04	
III		11. I. 97 16. X. 97 16. XI. 97 10. III. 99 2. III. 02	17. X. 97 3. III. 02	12. I. 97 17. XI. 97 11. III. 99	13. I. 97 18. X. 97	18. XI. 97 12. III. 99 4. III. 02

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

insgesamt 16 Fällen, umfaßt die erste Gruppe 6, die zweite 5, die dritte ebenfalls 5 Fälle.

Diese drei Gruppen jeder Art bilden somit eine Abstufung von ausgesprochen schlechten resp. guten zu ziemlich schlechten resp. guten Fällen. Ein Vergleich der entsprechenden Gruppen jeder Art liefert dann auch die krassesten Unterschiede in den meteorologischen Verhältnissen zwischen Föhn mit und ohne Niederschlag.

Die folgende Tabelle XIV enthält eine Übersicht der meteorologischen Verhältnisse bei den Föhnfällen mit und ohne folgenden Niederschlag. Es ist ferner bei den Föhnen ohne folgenden Niederschlag eine Zusammenstellung der Witterungsverhältnisse für jeden einzelnen Fall mitgeteilt worden. (Tabelle XV).

Föhne mit Niederschlag

Tabelle XIV. (Niederschlag binnen 24 Stunden).

Gruppen	Föhndauer	Niederschlag in mm			Luftdruck in mm			Temp. in ° C.		relative Feuchtig in 0|0	
		pro Tag nach dem Föhn	Dauer in Tagen	Gesamtmenge	Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Min.	Mittel
I. Gruppe (22 Fälle)	3	7·7	2	15·5	710	706	708	7·0	2·4	34	64
II. Gruppe (6 Fälle)	4	4·2	3	10·6	710	706	708	8·4	6·0	36	63
III. Gruppe (7 Fälle)	2	5·0	3	16·0	710	713	711	12·1	2·5	31	54
allg. Mittel (35 Fälle)	3	6·6	2	14·8	710	707	708	8·2	3·0	34	62

Föhne ohne Niederschlag

(Niederschlag nach mehr als 3 Tagen).

I. Gruppe (6 Fälle)	2·5	—	—	—	711	713	712	0·6	2·6	48	70
II. Gruppe (5 Fälle)	1	—	—	—	712	713	712	1·2	3·0	49	71
III. Gruppe (5 Fälle)	4	—	—	—	711	711	711	7·6	4·5	36	67
allg. Mittel (16 Fälle)	2	—	—	—	711	712	712	3·0	3·3	44	69

Tabelle XV.

Föhnfälle ohne Niederschlag (Niederschlag nach mehr als 3 Tagen).

Föhnzeit	Föhndauer	folgt Niederschlag	Luftdruck in mm			Temperatur ° C.		rel. Feuchtigkeit in %		Typus
			Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Min	Mittel	
I. Gruppe										
3. XI. Abd.—4. XI. Abd. 1897	1	25. XI.	715	718	716	6·3	3·6	52	72	I
10. XII. Mittg.—15. XII. Mittg. 1897	5	2. I. 98	707	714	710·5	1·3	3·9	49	78	I
11. XII. Mittg.—13. XII. Früh 1902	2	17. XII.	717	719	718	1·7	4·3	32	50	I
10. XII. Mittg.—14. XII. Mittg. 1903	4	14. I. 04	706	706	706	1·5	4·1	42	75	I
31. XII. 03. Früh—1. I. Mittg. 1904	1	14. I.	710	710	710	—4·3	—1·0	57	72	I
3. 1. Mittg.—5. I. Mittg. 1904	2	14. I.	714	710	712	—2·8	0·5	54	74	I
II. Gruppe										
9. I. Früh—10. I. Früh 1898	1	22. I.	711	714	712	4·8	8·1	55	72	I
18. XI. Mittg.—20. XI. Früh 1902	2	26. XI.	711	712	711	3·4	0·7	32	60	I
23. XII. Mittg.—24. XII. Abd. 1903	1	14. I. 04	713	712	712	—3·3	—0·7	55	73	I
8. I. Mittg.—9. I. Mittg. 1904	1	14. I.	716	715	715·5	—1·4	1·9	54	80	I?
2. XII. Mittg.—3. XII. Abd. 1904	1	7. XII.	710	710	710	2·4	5·0	49	69	I
III. Gruppe										
7. I. Früh—11. I. Abd. 1897	5	22. I.	714	703	708	3·9	7·2	51	69	I
14. X. Abd.—16. X. Abd. 1897	2	20. X.	712	713	712	14·1	5·3	39	68	I
13. XI. Früh—16. XI. Früh 1897	3	25. XI.	718	720	719	6·5	3·8	44	70	I
5. III. Früh—10. III. Abd. 1899	6	18. III.	704	712	708	4·4	0·7	10	68	I
28. II. Mittg.—2. III. Früh 1902	2	8. III.	706	708	707	9·1	5·4	36	59	I?

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Wie aus der Tabelle XIV ersichtlich, unterscheiden sich schon die beiden Arten von Föhn, wenn man auf die Abstufung Rücksicht nimmt, durch den Luftdruck. Bei den zwei vorausgehenden Gruppen von Schlechtwetterföhnen fällt der Luftdruck um 4 mm, bei den sehr guten Fällen ist derselbe im Steigen begriffen, und steigt um volle 2 mm. Die Temperatur weist, wie wir schon sahen, auch hier keinen Einfluß auf. Die relative Feuchtigkeit hält sich im Mittel wie im Minimum ziemlich gleich. Sehr auffallend ist dagegen der Gegensatz bei beiden Föhnarten in der Verteilung des Luftdruckes. Bei den Schlechtwetter-Föhnen überwiegt Typus II, dagegen bei der andern Art von Fällen in aller Deutlichkeit der Typus I. Speziell die erste Gruppe der Föhne ohne Niederschlag, also jene Fälle, welche gewiß als Gutwetterföhne bezeichnet werden dürfen, zeigen durchaus einen Keil hohen Luftdrucks aus Osten. Es ist dies aber auch bei der II. und III. Gruppe von Föhnfällen ohne Niederschlag der Fall.

Bei den Fällen mit folgendem Niederschlag überwiegt besonders bei den Föhnen der ersten Gruppe der Typus II. Es stehen hiebei 15 Fällen des Typus II nur 7 Fälle des Typus I gegenüber.

Wir dürfen aus dieser Zusammenstellung schließen, daß in der Tat, bei jenen Föhnfällen in deren Gefolge kein Niederschlag eintritt, die Luftdruckverteilung eine andere ist, als dies bei folgendem Niederschlag der Fall ist Wenn die Luftdruckverteilung jene ist, welche dem Typus II entspricht, wenn sich also der hohe Luftdruck im Süden hält und das Tiefdruckgebiet im Nordwesten oder Norden liegt, dann folgt auf diese Art von Föhn stets Niederschlag binnen 24 Stunden und derselbe ist ein ziemlich ergiebiger.

Umgekehrt haben wir es bei Schönwetter-Föhnen stets mit einer Nase hohen Luftdruckes zu tun, die sich von dem im Nordosten liegenden Luftdruck bis auf die Südseite der Alpen hin erstreckt. Der hohe Luftdruck über Rußland oder dem Nordosten von Zentral-Europa rückt

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

hiebei stets vor, so daß sich über der Alpenkette ein Barometer-Maximum ausbildet. Es darf aber hieraus nicht geschlossen werden, daß niemals bei Typus I Niederschlag folgt. Es gibt auch unter den Schlechtwetter-Föhnen Situationen, bei denen wir es zweifellos mit Typus I zu tun haben, bei denen aber das Tiefdruckgebiet durch nachrückenden hohen Druck im Westen zum Vorstoß gezwungen wird.

Eine Bestätigung der im Vorausgehenden gewonnenen Resultate liefern 17 Fälle, welche als Übergangsfälle von der bisherigen Betrachtung ausgeschlossen waren. Es wurden zu denselben von den Schlechtwetter-Föhnen jene vier Fälle gerechnet, bei denen der Niederschlag kleiner als 1 mm pro Tag war und von den Gutwetter-Föhnen diejenigen 13 Fälle, auf welche der Niederschlag binnen 3 Tagen folgte. Unter diesen befinden sich übrigens 6 Fälle, bei denen es ungewiß bleibt, ob in der Tat auf sie kein Niederschlag folgt, da es zweifelhaft ist, ob in Wirklichkeit der Föhn sein Ende erreicht hatte, als er in Innsbruck aufhörte. Die dazwischen liegende Zeit ist größer als 24 Stunden, wir haben deshalb den Föhn als solchen ohne Niederschlag zu bezeichnen. Dann aber folgt Niederschlag. Es ist somit der Fall als Schlechtwetter-Föhn zu behandeln, wenn in Wirklichkeit der Föhn in einem höheren Niveau noch länger angedauert hat. Die Schönwetter-Föhne mit Niederschlag binnen 3 Tagen sind im Folgenden angegeben worden. Die erwähnten 5 Fälle, bei denen die Zugehörigkeit zweifelhaft ist, sind mit einem Fragezeichen versehen worden. Tabelle XVI gibt eine Zusammenstellung dieser Fälle.

Tabelle XVI.

Föhne ohne Niederschlag (folgt nach weniger als 3 Tagen)	Föhndauer	folgt Niederschlag	Luftdruck in mm			Temperatur in °C.		rel. Feuchtigkeit in %		Typus
			Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Min.	Mittel	
12. XI. Mittg.—13. XI. Abd. 1898	1	16. XI.	715	716	715·5	6·4	3·7	52	7	I
20. I. Mittg.—22. I. Abd. 1899	2	24. I.	715	712	713	0·6	3·9	50	80	II
30. X. Abd.—6. XI. Mittg. 1899	6	8. XI.	714	711	712	10·6	7·9	35	80	I
23. III. Mittg.—28. III. Abd. 1903	5	31. III.	718	715	716	12·9	9·2	18	46	I
23. II. Mittg.—25. II. Früh 1905	1	27. II.	710	715	712	1·0	1·6	39	68	I
2. I. Abd.—4. I. Früh 1906	1	5. I.	713	717	715	0·7	4·0	41	64	I
16. I. Mittg.—18. I. Mittg. 1905 [1])	2	25. I.	713	704	708	—1·3	2·0	31	50	I?
3. IV. Abd.—6. IV. Abd. 1906	3	8. IV.	721	719	720	5·9	—2·9	17	57	I
24. II. Mittg.—28. II. Abd. 1903	4	3. III.	719	711	715	5·4	6·0	29	59	II?
30. IV. Mittg.—2. V. Abd. 1903	3	4. V.	706	706	706	13·4	0·5	27	51	II?
23. III. Früh—26. III. Abd. 1904	4	30. III.	710	711	710·5	4·2	0·5	40	68	I?
30. X. Früh—2. XI. Früh 1905	3	3. XI.	711	698	705	7·3	4·6	37	6	II?
18. XI. Mittg.—20. XI. Früh 1905	2	22. XI.	716	708	712	9·8	7·1	42	72	I?

1) Nach mehr als 24 Stunden folgt ein neuer Föhn mit Niederschlag.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

5. Nordwestföhne.

Einer eigenen Behandlung bedürfen jene Fälle, deren allgemeine Luftdruckverteilung keine von den Pernterschen neun Föhnlagen, vielmehr, wie erwähnt, eine nach der Wetterkarte leicht ersichtliche nördliche Windrichtung aufwiesen, obgleich sie die charakteristische Trockenheit und Temperaturerhöhung zeigten, und in den Beobachtungsbögen von Innsbruck vielfach als Föhn bezeichnet werden. Nicht selten sind sie auch nur eine weitere Ausbildung eines „echten" Föhns.

Im Kapitel über die Häufigkeit des Föhns wurden sie denn auch bereits unter die echten Föhne eingereiht, doch kann ihre geringe Anzahl in keiner Weise gegenüber der großen Mehrheit der wirklich echten Föhne einen Ausschlag geben.

Die Benennung „Nordwestföhne", welche wir den Winden dieser Art geben wollen, stammt von der Windrichtung, die im allgemeinen nördlich, im besonderen zumeist eine nordwestliche ist.

Bei der Bearbeitung dieser Föhnart wurde in jeder Beziehung in gleicher Weise vorgegangen, wie bei den früher behandelten Fällen. In dem Dezennium 1897—1906 fanden sich 6 Fälle, auf welche binnen 24 Stunden kein Niederschlag eintrat, in den letzten 3 Jahren 1904—1906 sieben Fälle, auf welche innerhalb dieser Zeit Niederschlag folgte. Tabelle XVII macht ersichtlich, in welcher Weise sich dieselben auf die Monate des Jahres verteilen.

Tabelle XVII.

Föhnfälle	Januar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Summe
NW.-Föhne	4	3	2	0	0	1	0	0	0	1	1	1	13
NW.-Föhne ohne Niedersch.	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
NW.-Föhne mit Niedersch.	1	1	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	7

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Wie hieraus zu ersehen ist, verteilen sich die Föhne dieser Art auf alle vier Jahreszeiten, doch zeigt sich das Maximum in Winter. Jene ohne folgenden Niederschlag finden wir nur in den Wintermonaten, mit einem Maximum im Jänner, während jene mit folgendem Niederschlag sich auf Frühling, Herbst und Winter in gleicher Stärke verteilen, mit einem Maximum im März; der Sommer ist nur mit einem Fall vertreten. Wenngleich diesem Ergebnis wegen der geringen Anzahl der Fälle kein großer Wert zugeschrieben werden kann, so scheint doch das Auftreten dieser Windart im Winter und zu Beginn des Frühlings am häufigsten zu sein.

Was die Dauer dieser Winde anbelangt, so sind jene auf welche binnen 24 Stunden kein Niederschlag folgt, meist von kurzer Dauer, während jene auf welche dieser mit Aufhören des Windes eintritt, von langer Dauer bis zu sieben Tagen sind.

Was den Eintritt des Niederschlags selbst betrifft, so ersieht man aus den sechs Fällen, auf welche derselbe nicht sofort eintritt, daß nur ein Fall vorhanden ist, bei welchem der Niederschlag nach mehr als drei Tagen erst eintritt; bei den übrigen fünf Fällen folgt er schon innerhalb der nächsten drei Tage, ja zumeist schon am zweiten Tage. Man sieht hieraus, daß sie, gleich wie die Übergangsfälle der Schönwetter-Föhne, große Neigung zu Niederschlag zeigen, daß sie zu den Schlechtwetter-Föhnen neigen. Man kann fast sagen, auf diese Art von Föhnen folgt immer Niederschlag.

Fälle ohne nachfolgenden Niederschlag treten nicht jedes Jahr auf, in den untersuchten 10 Jahren finden sich nur 4 Jahre, welche solche aufweisen.

Auffallende Unterschiede zeigen übrigens die meteorologischen Eigenschaften dieser Föhngattung gegenüber den bisher besprochenen.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle XVIII.

Föhngattung	Luftdruck in mm			Temp. in ° C.		rel. Feuch. in %	
	Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Min.	Mittel
NW.-Föhne ohne Niederschlag	714	722	718	1·1	3·3	42	74
Echte Föhne ohne Niederschlag	711	712	712	3·0	3·3	44	69
NW.-Föhne mit Niederschlag	710	710	710	5·0	0·5	34	67
Echte Föhne mit Niederschlag	711	708	709	8·5	3·2	33	62

Für die Föhne ohne folgenden Niederschlag haben wir ein Steigen des Barometers während der Föhnperiode gefunden, darin stimmen auch diese Fälle ohne Niederschlag überein, nur ist hier ein viel intensiveres Steigen zu bemerken. Betrug dieses Steigen bei den früher behandelten Föhnen 1 mm, so beträgt es bei diesen Fällen 8 mm. Während die Föhne mit Niederschlag ein Sinken des Barometers von 3 mm aufweisen, zeigen diese einen konstanten Stand des Luftdruckes im Mittel, im besonderen zumeist auch ein Steigen. Im Mittel ergibt sich für die Fälle mit Niederschlag 710 mm, dagegen für die Fälle ohne Niederschlag 718 mm, also gleichfalls ein viel höherer Wert.

Die Temperaturabweichung, welche angibt, um wie viel die Temperatur während der Föhnperiode gegenüber jener Temperatur, die normaler Weise geherrscht hätte, abweicht, besagt, daß die beiden Windarten nach unserer Tabelle einen Unterschied aufweisen; denn diese Abweichung beträgt bei den Fällen mit Niederschlag 0·5° C., die Temperatur hat sich also fast gar nicht erhöht, bei jenen ohne Niederschlag 3·3° C., d. h. die Temperatur hat sich hier im gleichen Grade erhöht, wie bei allen früher behandelten Föhnen.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Was die relative Feuchtigkeit anbelangt, so weisen Minimum sowohl als das Mittel aus den stündlichen Aufzeichnungen nur geringe Unterschiede auf zwischen den Fällen mit und ohne Niederschlag und diese betragen für das Minimum 8%, für das Mittel 7%, also fast die gleichen Werte wieder, die sich zwischen den echten Föhnen mit und ohne Niederschlag ergaben.

Wenngleich diesen Werten wegen der geringen Anzahl der Fälle keine große Sicherheit zugesprochen werden kann, so darf doch das rasche Steigen des Barometers bei den Fällen ohne Niederschlag als sicher gestellt angesehen werden.

Eine bessere Übersicht über die meteorologischen Verhältnisse dieser Winde erhält man aus den Mittelwerten aller 13 Fälle. Eine Berechtigung zu dieser Zusammenstellung ist die vorher erwähnte kurze Dauer bis zum Eintritt des Niederschlages.

Tabelle XIX.

NW-Föhne	Luftdruck in mm			Temp. in °C.		rel. Feuch. in %	
	Anfang	Ende	Mittel	Mittel	Abweich.	Min.	Mittel
13 Fälle	712	716	714	3·2	1·8	38	68

Auch diese Werte ergeben für die Nordwestföhne im allgemeinen ein starkes Steigen des Barometers während der Föhnperiode, geringe Temperaturabweichung und geringe Trockenheit im Mittel wie im Minimum. In allen drei Elementen sticht diese Gattung Winde gegen die echten Föhne etwas ab. Wir betrachten noch die Bewölkung:

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle XX.

Fönfälle	Bewölkung				Trübe Tage	
	7 h	2 h	9 h	Mittel	Min.	Prozent
Bewölkung während des Föhns						
NW-Föhn ohne Niederschlag	8·5	6·0	5·7	6·7	5	63%
NW-Föhn mit Niederschlag	7·0	7·0	4·0	6·0	14	56%
Bewölkung nach dem Föhn						
NW-Föhne ohne Niederschlag	3·3	4·0	3·0	3·4	4	25%

Die Bewölkung nimmt also, während der Wind geht, ohne Unterschied, ob auf ihn Niederschlag folgt oder nicht, von morgens, wo sie am größten ist, ab bis abends. Die Abnahme der Bewölkung zu den verschiedenen Tageszeiten resp. Beobachtungsterminen ist bei den Fällen mit folgendem Niederschlag geringer als bei jenen ohne Niederschlag; doch ist die Bewölkung bei beiden Arten größer als 50%. Im Verhältnis zur Föhndauer weisen beide Fälle fast gleich viel trübe Tage auf während ihres Wehens. Während sich die Bewölkung vormittags nur wenig ändert, bessert sie sich in den Nachmittags- und besonders Abendstunden ziemlich stark.

Bei jenen sechs Fällen, auf welche der Niederschlag binnen 24 Stunden nicht eintritt, hält sich die Bewölkung nach Aufhören des Windes fast gleichmäßig an, bis zum Eintritt des Niederschlages, mit einer leichten Zunahme der Bewölkung um die Mittagszeit.

Wenn diese Fälle auch in den drei besprochenen Elementen, Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit, große Ähnlichkeit mit den echten Föhnen aufweisen, ist doch die Bewölkung eine viel größere, sie ist für einen Fallwind gewiß ziemlich groß.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

Den äußerlich kennbarsten Unterschied von den echten Föhnen liefert für diese Föhnart die Wetterkarte. Während die allgemeine Luftdruckverteilung der echten Föhne entweder einen Keil hohen Luftdruckes von Osten zeigt, der hohe Luftdruck also den Nordosten besonders Rußland bedeckt, der tiefe Luftdruck im Westen oder Nordwesten seinen Sitz hat, oder der Verlauf der Isobaren ein deutliches Anschmiegen an die Alpenkette zeigt, wobei der hohe Luftdruck den Süden bedeckt, der tiefe sich im Nordwesten oder Norden lagert, finden wir bei diesen Winden einen Keil hohen Luftdruckes aus Westen. Die Situation kommt bei allen Fällen ohne Unterschied, ob darauf Niederschlag folgt oder nicht, vor, und ist dadurch charakterisiert, daß der tiefe Luftdruck im Norden (NW—NE) seinen Sitz hat, während hoher Luftdruck den Westen (NW—SW) insbesondere Frankreich bedeckt. Vor den Alpen nehmen in diesen Fällen die Isobaren eine gekrümmte Gestalt an, sodaß sich eine Nase hohen Luftdrucks von Westen her auf der Nordseite der Alpen bildet.

Ein Unterschied zwischen den Fällen mit und ohne Niederschlag besteht insoferne, als bei denen, auf welche kein Niederschlag binnen 24 Stunden folgt, der hohe Luftdruck gegen Zentral-Europa vorrückt und die Herrschaft darüber übernimmt, während bei jenen mit Niederschlag der hohe Luftdruck im Westen stehen bleibt, der tiefe Luftdruck aber von Norden aus gegen Zentral-Europa vorrückt. In dem Vorrücken hohen Luftdruckes ist das starke Steigen des Barometers begründet, ebenso wie der konstante Luftdruck bei den Fällen mit Niederschlag in der konstanten Lage des hohen Luftdruckes im Westen.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

VI. Zusammenfassung.

Ausgangspunkt für diese Untersuchung waren die Angaben der Autographen des Instituts für kosmische Physik an der Universität Innsbruck aus den zehn Jahren 1897—1906. Aus denselben ergab sich:

1. Die Häufigkeit des Föhns ist am größten im Winter und Frühling, am kleinsten im Sommer.

Die Häufigkeit ergibt ein regelmäßiges Ansteigen bis zum März, um welche Zeit die Häufigkeit ihr Maximum erreicht. Das Sommerhalbjahr hat wenig Föhnfälle, das Minimum fällt auf den Monat August.

2. Eine Gegenüberstellung der Föhne, auf welche, wie es Regel ist, Niederschlag folgt, und auf welche binnen 24 Stunden kein Niederschlag folgt, ergibt, daß der jährliche Gang bei beiden Föhnarten eine kleine Abweichung zeigt. Föhne ohne Niederschlag haben ihre größte Häufigkeit im Dezember und Jänner, sie sind ein Winterphänomen.

3. Die meteorologischen Verhältnisse bei Föhn mit und ohne folgenden Niederschlag geben aber gleichfalls eine gewisse Verschiedenheit.

Bei Föhn ohne Niederschlag ist das Fallen des Barometers ein geringeres und die relative Feuchtigkeit ist — vermutlich des jährlichen Ganges wegen — eine größere.

Bei Föhnen, auf welche Niederschlag erst nach längerer Zeit folgt (nach mehr als 3 Tagen) ist sogar ein Steigen des Barometers vorhanden; die Feuchtigkeit ist eine größere als in den andern Fällen. Auch die Bewölkung ist bei Föhn ohne Niederschlag eine geringere.

4. Die Luftdrucksituation nach der Wetterkarte ist bei beiden Föhnarten am stärksten verschieden.

Bei Schönwetterföhnen überwiegt jener Typus, bei dem hoher Luftdruck im Nordosten vorhanden ist und eine Nase hohen Drucks im Süden der Alpenkette sich vorschiebt.

©Naturwiss. med. Ver. Innsbruck, download unter www.biologiezentrum.at

5. Zur Erklärung des fehlenden Niederschlags an Tagen nach dem Föhn können weder der jährliche Gang noch die meteorologischen Verhältnisse, wie Luftdruck, Feuchtigkeit und Bewölkung herangezogen werden. Der Grund liegt vielmehr in der Verschiedenheit der Situation.

6. Zur Prognose des auf Föhn folgenden oder des an den Folgetagen fehlenden Niederschlags ergibt sich in vorliegender Arbeit kein Anhaltspunkt.

7. Eine Untersuchung jener Fälle, welche bei ausgesprochen nordwestlicher Luftströmung vorkommen, ergibt, daß bei ihnen fast jedesmal Niederschlag folgt. Nur bei kurzen Fällen bei welchen der Luftdruck während des Föhns sehr stark steigt, kann der Niederschlag ausbleiben. Ein Steigen des Barometers ist denselben aber überhaupt eigen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Mayr Franz

Artikel/Article: Die Fälle von Föhn ohne darauffolgenden Niederschlag. 121-166