

## NORDFÖHN AM SÜDÖSTLICHEN ALPENRAND

Herwig WAKONIGG, Graz\*

mit 3 Abb. und 28 Tab. im Text

### INHALT

1.	Einleitung .....	27
2.	Das direkte Beobachtungsmaterial .....	28
3.	Die Begleitmessungen .....	30
4.	Das amtliche Beobachtungsmaterial .....	34
5.	Direkt beobachtete Nordföhntage und amtliches Beobachtungsmaterial .....	34
6.	Nordföhnhäufigkeit in vier Jahrzehnten .....	40
7.	Die Witterung an Tagen mit Nordföhn .....	42
8.	Der Fallwindcharakter des Nordföhns .....	49
9.	Nordföhn und Wetterlagen .....	51
10.	Die Andauer der Nordföhnsituationen .....	51
11.	Luftdruckverteilung bei stürmischem Nordföhn .....	53
12.	Zusammenfassung .....	54
13.	Literaturverzeichnis .....	55
14.	Summary .....	55

### 1. EINLEITUNG

Nordföhn ist für Graz und den benachbarten südöstlichen Alpenrand eine typische und übliche Erscheinung und wurde auch verschiedentlich beschrieben (H. WAKONIGG 1978, S. 345 ff. und die dort zitierte Literatur), doch gibt es weder systematische Aufzeichnungen darüber, etwa im Sinne der Innsbrucker Föhnstatistik, noch detaillierte oder zusammenfassende Studien. Dazu kommt, daß der Nordföhn nur selten die Charakteristika des "klassischen" Südföhns aufweist, was insbesondere die Temperatur und wohl auch die Heftigkeit und Bösigkeit betrifft, weshalb er weder als "föhnig" empfunden, noch immer und allgemein als Föhn erkannt werden dürfte. Bezeichnend dafür ist, daß

\* o.Univ.-Prof. Dr. Herwig Wakonigg, Institut für Geographie der Universität Graz,  
A-8010 Graz, Heinrichstraße 36

er landläufig weder als Föhn oder Nordföhn bezeichnet, noch mit einem sonstigen regionalspezifischen Namen wie anderswo "Tauernwind", "Oberwind" oder "Tramontana" belegt wird. Andererseits sind einige typische Kennzeichen des Nordföhns in Graz durchaus sehr stark ausgeprägt, so etwa die gute Fernsicht, die geringe Luftfeuchtigkeit, der steile Temperaturgradient und nicht selten auch Heftigkeit, Böigkeit und Lenticularis-Bewölkung. Wegen der Konfiguration der östlichen Alpenketten ist die Beobachtung einer Föhnmauer von Graz aus (über dem Grazer Bergland) eine zufällige und seltene Ausnahme, aber doch auch möglich. Fallweise liegt auch das Temperaturniveau auffallend über der zeitlichen Norm, erwartungsgemäß am ehesten im Hochwinter.

In den Aufzeichnungen der amtlichen meteorologischen Station Graz-Universität sind Nordföhnereignisse anhand der Aufzeichnungen über Sichtweite, Luftfeuchtigkeit, Windstärke und -richtung sowie sonstigen Wetterverlauf usw. durchaus als solche zu erkennen, doch scheiterte eine statistische Auswertung bezüglich Häufigkeit und deren Veränderlichkeit, Andauer, jahreszeitlicher Verteilung und Folgen (z.B. Spätfröste) hauptsächlich am Fehlen von eindeutigen Abgrenzungskriterien, d.h. ab welchen Intensitäten von einem "echten", "eindeutigen" oder nur schwachen Nordföhn gesprochen werden kann (vgl. auch H. WAKONIGG 1978, S. 350 f.).

Nach Ansicht des Verfassers erschien es nun zielführend, eine Föhnstatistik nach subjektiven Ermessungskriterien aufzustellen und deren Ergebnis mit den amtlichen Aufzeichnungen zu vergleichen, um solcherart zu brauchbaren Abgrenzungskriterien oder sogar Intensitätsklassen zu gelangen. Mit diesen sollte dann das amtliche Beobachtungsmaterial auch anderer Stationen über beliebig lange Zeiträume aufzubereiten sein. Damit ist die Arbeitshypothese vorgegeben. Ihre Bestätigung und praktische Anwendung sowie ganz allgemein die Klärung der Nordföhnsituation in Graz sind nun das Ziel der vorliegenden Studie.

## 2. DAS DIREKTE BEOBACHTUNGSMATERIAL

Die direkten Beobachtungen wurden ausschließlich durch den Verfasser durchgeführt und im Jahr 1970 begonnen, wodurch bis Ende 1989 als Grundlage dieser Arbeit 20 Beobachtungsjahre vorlagen. Zuerst wurde nur danach getrachtet, einen eindeutigen Nordföhnstag anhand seiner subjektiv deutlich erkennbaren Kriterien durch eine kurze Notiz festzuhalten. Dabei wurde vor allem auf die Auffälligkeit des Wetters und seine deutliche und spürbare Abhebung vom üblichen Wettergeschehen geachtet, wobei das Hauptaugenmerk auf den Wind gerichtet wurde, welcher wenigstens lebhaft bis kräftig, d.h. ungewohnt und auffallend mit Rauschen in Baumkronen, umherwirbelndem Laub, hörbarem Pfeifen oder Heulen, also wenigstens mit Stärke 4 bis 5 empfunden werden sollte. Die übrigen Kriterien wie Sichtweite und Trockenheit gingen dabei ohnehin meist Hand in Hand mit dem Wind.

Eine klare Beobachtungssystematik oder feste Beobachtungsregeln wurden nicht vorgegeben, zum einen, weil zuerst gar nicht abzusehen war, auf welche Eigenheiten

besonders geachtet werden sollte, zum anderen, weil die bloße Entscheidung ob Nordföhn oder nicht, zuerst als ausreichend erschienen war. Erst im Laufe der Zeit wurden auch Notizen über Intensitätsstufen gemacht, wobei mit den Hinweisen "stark!", "Sturm", "heftig!", "stürmisch", "starker Sturm", "stoßweise heulender Sturm", aber meistens nur durch ein oder zwei Rufzeichen eine größere Intensitätsstufe angezeigt wurde, durch die Beifügungen "mäßig", "schwach" und "leicht" eine geringere als die "normale", welche üblicherweise nicht weiter gekennzeichnet bzw. nur ausnahmsweise mit dem Attribut "normal" versehen wurde. Neben den weiter unten noch zu besprechenden Begleitmessungen wurden noch verschiedenste andere Notizen beifügt, meistens die Dauer betreffend, aber auch Besonderheiten wie bedeckter Himmel, Regenschauer, Föhnmauer, ausgefallene Windrichtungen, Sturmschäden, besondere Fernsicht und auffallende Kälte.

In den genannten Jahren wurden solcherart 198 Nordföhntage registriert, wobei 22 als leicht, 117 als normal und 59 als stark eingestuft wurden. In dieser Aufstellung sind die leichten und starken Fälle aber unterrepräsentiert, weil mit der Klassifizierung ersterer erst 1980, letzterer erst Ende 1973 begonnen wurde. Die zeitliche Veränderung der beobachteten Nordföhntage zeigt folgende Tabelle:

	1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
leicht	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	•
normal	4	6	5	10	3	1	8	4	3	2	6	10
stark	•	•	•	2	•	•	•	1	2	1	8	3
zusammen	4	6	5	12	3	1	8	5	5	3	12	13

	82	83	84	85	86	87	88	89	Summe	Mittel
leicht	•	1	•	•	4	5	7	3	22	1,1
normal	10	6	6	5	6	8	11	3	117	5,8
stark	•	5	7	4	2	10	8	10	59	3,0
zusammen	10	12	13	9	12	23	26	16	198	9,9

Tabelle 1: Zahl der beobachteten Tage mit Nordföhn in Graz 1970-1989

Hier kann davon ausgegangen werden, daß die Tage mit leichtem Nordföhn allgemein zu unregelmäßig und unkonsequent registriert wurden, weshalb ihre angeführte Anzahl statistisch ohne Bedeutung ist, während die Klassifizierung von starken Nordföhntagen ab einschließlich 1978 einen Anteil von 35 % an allen beobachteten Nordföhntagen ergibt. Die hier mitgeteilten Zahlen bleiben wegen der zeitweiligen Abwesenheit des Verfassers vom Beobachtungsort sicher deutlich unter der wahren Anzahl der auffallenden Nordföhntage, was aber nach absoluten Zahlen vermutlich weniger die Sommermonate als vielmehr den traditionellen Exkursionsmonat Mai betreffen dürfte. Zudem wurde auch nicht auf die Vollständigkeit der Erfassung, sondern auf die Erfassung zweifelsfreier und typischer Nordföhntage geachtet, weshalb auch etliche Fälle aus anderen Gründen (Zeitmangel, berufliche Ablenkung) nicht registriert wurden. Trotzdem sollte man die auffallende Häufigkeitszunahme in den letzten Jahren nicht nur auf die gesteigerte Aufmerksamkeit in Anbetracht der konkreten Planung der vorliegenden Veröffentlichung zurückführen, sondern doch auch auf eine reale Zunahme der Häufigkeit, wie sie ja auch aus den amtlichen Beobachtungsergebnissen abzuleiten ist.

Aus den genannten Gründen sollte eine weitere Bearbeitung der direkt beobachteten Tage im Sinne einer Häufigkeitsstatistik unterbleiben. Für erste orientierende Hinweise wird aber hier noch die jahreszeitliche Verteilung mitgeteilt:

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
leicht	2	2	-	2	-	2	1	1	1	-	8	3
normal	20	15	26	10	5	3	-	2	-	11	9	16
stark	5	10	10	9	8	-	-	1	-	3	5	8
Summe	27	27	36	21	13	5	1	4	1	14	22	27
Mittel	1,35	1,35	1,80	1,05	0,65	0,25	0,05	0,20	0,05	0,70	1,10	1,35

Tabelle 2: Jahreszeitliche Verteilung der beobachteten Tage mit Nordföhn in Graz 1970-1989

Die erwartete Grundform des Jahresganges stellt sich also trotz der Beobachtungslücken durchaus ein. Das hochsommerliche Minimum ist weniger auf die Seltenheit trockener rückseitiger Windkomponenten als vielmehr auf die zu geringen Windgeschwindigkeiten zurückzuführen, die solche Tage als nicht besonders auffällig erscheinen lassen.

### 3. DIE BEGLEITMESSUNGEN

Sofern es die Umstände zuließen, wurden an den unmittelbar beobachteten Nordföhntagen auch orientierende Messungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit mit einem Hand-Aspirationspsychrometer durchgeführt. Die Messungen erfolgten dabei jeweils

unter gleichen Bedingungen in einer Höhe von 14,5 m über Grund (ca. 380 m ü.d.A.) am Außenfenster des alten Institutes für Geographie (Universitätsplatz 2, 2. Stock) in einer Exposition nach NEzE (ca. 55°), wodurch gewährleistet war, daß Verfälschungen durch eine einstrahlungsbedingte Überwärmung der Außenmauer des Institutsgebäudes praktisch ausgeschlossen wurden. Bei dieser Exposition gelangt die sehr helle Mauer schon um ca. 9,40 Uhr in den Vollschatten, durch die vorspringende Dachtraufe sogar schon früher. Dazu kommen der geringe Einfallswinkel der Sonnenstrahlen, ihre geringe Intensität in den hauptsächlich in Frage stehenden Wintermonaten, die fallweise Abschirmung durch Wolken und der starke Windeinfluß. Es wurden zudem niemals Messungen durchgeführt, bei welchen das doppelt strahlengeschützte Gerät der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt war. Von den 97 insgesamt durchgeführten Messungen fallen nur vier in die Zeit mit astronomisch möglicher Besonnung von Gerät bzw. Mauer. Bei allen Messungen erfolgte die Ablesung durch das geschlossene Doppelfenster, wodurch auch eine Beeinflussung durch warm-trockene Innenraumluft ausgeschlossen war.

Das Gelände nordöstlich des alten Institutsgebäudes wird durch einen ca. 250 x 130 m großen, unverbauten Streifen (Sportplätze, Straßen) mit NW-SE verlaufender Längsachse beherrscht, welcher sinngemäß zu einer starken Kanalisierung der Windrichtung führt. Die zeitliche Verteilung der Messungen ergibt folgendes Bild:

Jahr	1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Anzahl	3	3	1	11	3	1	7	3	2	-	2	6

Jahr	82	83	84	85	86	87	88	89	Summe
Anzahl	5	1	-	1	1	5	25	17	97

Tabelle 3: Zahl der Psychrometermessungen von 1970 bis 1989

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Summe
10	16	16	11	9	1	1	-	-	5	14	14	97

Tabelle 4: Jahreszeitliche Verteilung der Psychrometermessungen von 1970 bis 1989

MEZ	7-	7,59 8-	9-	10-	11-	12-	13-	14-	15-	16-	17-	18-	unbek.	Summe
	1	-	5	15	19	8	4	6	19	10	2	3	5	97

Tabelle 5: Tageszeitliche Verteilung der Psychrometermessungen von 1970 bis 1989

Durch mehrmaliges Messen pro Tag (maximal drei Messungen) wurden mit diesen 97 Messungen nur 85 Tage erfasst. In drei Fällen wurde nur die relative Feuchte notiert, weshalb nur 94 Fälle mit Daten über Temperatur und Luftfeuchtigkeit gemeinsam vorliegen.

Die Verteilung der gemessenen Werte zeigt die Abbildung 1. Auffallend ist, daß nur 5 Werte (5 %) bei der Luftfeuchtigkeit über 50 % liegen bzw. nur 15 (15 %) über 40 %. Das Mittel aus 97 Werten beträgt 31,2 %, doch ist zu beachten, daß diese Werte regelhaft deutlich unter den amtlich gemessenen Werten liegen (vgl. Kap. 5). Bei der Temperatur ist die Verteilung nicht so einfach zu interpretieren, da die Werte recht ungleich über das Jahr verteilt sind. Bei einer Auswertung nach Einzelmonaten erhält man folgendes Ergebnis:

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Anzahl	10	16	16	11	9	1	1	-	-	4	12	14	94
Mittel °C	4,8	4,8	6,8	10,4	13,5	(15,7)	(20,4)	-	-	(12,2)	7,4	4,7	7,5
Stand. abw.	5,4	2,7	4,0	2,3	2,1	-	-	-	-	(1,4)	2,6	2,9	(4,6)

Tabelle 6: Jahreszeitliche Verteilung der Temperaturen bei direkt beobachtetem Nordföhn 1970-1989

Trotz des Schwergewichtes der Messungen an den üblicherweise wärmeren Tagesstunden ist der Charakter der wohl überwiegend beteiligten gealterten Polarluft mit ihren stark positiven Abweichungen im Winter unverkennbar, doch sind auch im Frühjahr und Herbst keine höheren negativen Abweichungen gegeben. Insgesamt gab es nur drei Messungen mit negativen Temperaturen. Die tiefste wurde mit  $-3,9^{\circ}$  am 7.1.1982 um 11,15 Uhr registriert. Die höchste Temperatur im Winter wurde am 12.1.1976 um 10 Uhr mit  $12,2^{\circ}$  gemessen.

In der Abbildung 1 ist auch erkennbar, daß in Zeiten mit vergleichbaren Temperaturen offensichtlich eine Beziehung zwischen Temperatur und relativer Feuchte in dem Sinn besteht, daß beide gleichsinnig zunehmen. Der Korrelationskoeffizient für die Wintermonate (40 Wertpaare) beträgt  $+0,48$ , für März und November zusammen (28 Wertpaare)

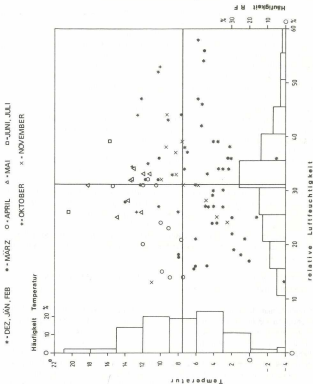


Abb. 1: Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn in Graz, gemessen mit einem Aspirationspsychrometer 1970-1989

+0,21 und für April und Oktober zusammen (15 Wertpaare) +0,45. Dieser Zusammenhang signalisiert, daß die kälteren, weniger gealterten Polarluftmassen aus nördlichen Richtungen offenbar auch relativ trockener sind als die stärker gealterten aus nordwestlicher Richtung, doch ist dieser Zusammenhang nur wenig signifikant. Ein Unterschied zwischen der relativen Luftfeuchte an normalen und starken Nordföhntagen konnte nicht festgestellt werden.

#### 4. DAS AMTLICHE BEOBACHTUNGSMATERIAL

Das Institut für Meteorologie der Universität Graz betreut auch eine der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien zugehörige meteorologische Station mit "üblicher" Ausrüstung und Ablesung in einer Seehöhe von 366 m. Diese Station befand sich bis August 1987 im locker verbauten Universitätsgelände an einem recht schattigen Platz mit starker Dämpfung der Temperaturextreme, und wurde dann an einen sonnigen Standort verlegt. Der erste Standort befand sich knapp 200 m nordwestlich, der neue liegt ca. 160 m westlich der Stelle mit den oben genannten Begleitmessungen. Die Windbeobachtung erfolgte bis Oktober 1980 durch Schätzungen, seit November 1980 durch ein Registriergerät in 30 m über Grund. Seit Juni 1988 ist eine "Meteodat"-Anlage in Betrieb. Seither werden auch maximale Windspitzen in km/h mitgeteilt. Vorher wurden nur die Beaufortgrade zu den drei Beobachtungsterminen (7, 14, 19 Uhr, 1970 aber noch 21 Uhr), dazu die Windstärken zu Zwischenterminen, wenn sie besonders auffällig waren, und schließlich noch fallweise die Windstärken der maximalen Windspitzen mitgeteilt.

Die relative Luftfeuchtigkeit wurde immer über Haarharfen (Hygrograph) ermittelt und für die drei Termine mitgeteilt. Die entsprechenden Streifen sind vorhanden. Bewölkung und Sichtweite wurden geschätzt, die Sichtweite aber nur in bestimmten, durch runde Wertzahlen begrenzten Klassen angegeben, und zwar für größer als 10 km nur mehr in den Klassen 15, 20, 25, 30, > 30, 40, 50, > 50 und > 50 km. Zwischen April und Mai 1972 gab es den einzigen Beobachterwechsel, wodurch 188 der 198 direkt beobachteten Nordföhntage in eine einzige Beobachtertra fallen und wenigstens von dieser Seite her homogenes Beobachtungsmaterial vorliegt.

#### 5. DIREKT BEOBACHTETE NORDFÖHNTAGE UND AMTLICHES BEOBACHTUNGSMATERIAL

Vergleicht man die mit dem Psychrometer gewonnenen 91 Werte der relativen Luftfeuchtigkeit, für die auch die Uhrzeit notiert wurde, mit den aus den Hygrographenstreifen gewonnenen Werten, so ergeben sich beträchtliche Unterschiede: Im Durchschnitt sind die aus den Streifen entnommenen Werte um 9,9 % höher, wobei die größte Abweichung +30 %, die kleinste -8 % beträgt. Allerdings zeigen nur 6 Werte negative Abweichungen. Auch sind die Abweichungen im zeitlichen Ablauf recht unterschiedlich: So ist die durchschnittliche Abweichung von 1970 bis Mitte 1973 nur +5,9 % (11 Werte, Standardabweichung  $s = 3,7$ ) von Mitte 1973 bis Ende 1982 aber +18,4 % (31 Werte  $s = 6,0$ ) und von Anfang 1983 bis Ende 1989 +5,4 % (49 Werte,  $s = 6,2$ ), unter Weglassung von zwei "Ausreißern" sogar nur +4,5 % ( $s = 4,5$ ). Demgegenüber beträgt die Standardabweichung der gesamten Reihe 8,5 %. Das läßt den Schluß zu, daß einerseits Anfang 1983 ein neues Gerät eingesetzt wurde, und andererseits, daß von 1973 bis 1982 auch Werte bis nahe 60 %, bei den Terminen sogar noch höher, als Nordföhntage gewertet werden können, wenn die sonstigen Kennzeichen (Wind und Sichtweite) dies signalisieren. Von den 31 Streifen-Werten dieser Periode lagen 13 (= 42 %) über 49 % (Maximum 63 %); bei den 14 Uhr-Werten sind es 9 (= 29 %). Das Maximum war 72 % (vor



Föhnaustrich), gefolgt von 70 %, ebenfalls vor Föhnaustrich. Als Terminmittel aus 91 Streifen-Werten erhält man 41,4 % ( $s = 10,7$ ), als Mittel der 79 14 Uhr-Streifen-Werte, d.h. ohne die beiden Werte vor Föhnaustrich und vermindert um die Mehrfachmessungen an einem Tag, 39,4 % ( $s = 10,3$ ).

Die Auswertung der Windverhältnisse erfolgt nun für alle 198 beobachteten Nordföhn-tage. Gegliedert nach den drei beobachteten Stärkeklassen für Nordföhn (= NF) erhält man folgende Windstärkeverteilung (vgl. Tabelle 7).

Dabei ist zu beachten, daß die Klassifizierung des Nordföhns nach seiner Stärke nicht konsequent erfolgte. Doch ist immerhin das Fehlen größerer Windstärken bei der Gruppe "leicht" auffallend. Der eine Fall mit nur Windstärke 1 bei starkem Nordföhn erklärt sich aus der direkten Beobachtung des Föhns im nördlichen Stadtteil St. Veit, der sich aber

#### a) absolut

NF-Klasse	Windstärke						Summe
	1	2	3	4	5	6	
leicht	-	18	4	-	-	-	22
normal	9	47	36	19	6	-	117
stark	1	12	29	14	2	1	59
zusammen	10	77	69	33	8	1	198

#### b) Prozentanteile

NF-Klasse	Windstärke						Summe
	1	2	3	4	5	6	
leicht	-	82	18	-	-	-	100
normal	8	40	31	16	5	-	100
stark	2	20	49	24	3	2	100
zusammen	5	39	35	17	4	0	100

Tabelle 7: Windstärkehäufigkeit an der Station Graz-Univ. an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn 1970-1989 zum jeweiligen Termin mit dem höchsten Wert

nicht bis zur Universität durchgesetzt hat. Nach der Überlegung, daß ein subjektiv auffallender Nordföhn wenigstens Windstärke 4 erreichen sollte, jedoch 76 % der Terminwerte der normalen und starken Fälle diesen Wert nicht erreichen, kann angenommen werden, daß es sich beim Nordföhn häufig nur um recht kurzfristige, nur für wenige Stunden wirksame Ereignisse handelt bzw. die auffallenden Windstärken nur phasenweise, eben bei Einzelböen, erreicht werden. Näheren Aufschluß darüber gibt die Auswertung der Zwischenbeobachtungen.

NF-Klasse	keine Angabe	Windstärke						Summe abs.
		3	4	5	6	7	8	
leicht	32	-	36	27	5	-	-	22
normal	18	1	21	41	15	4	-	117
stark	1,5	-	7	46	29	15	1,5	59
zusammen	15	0	19	40	19	7	0	198

Tabelle 8: Häufigkeit der max. Windstärke zu Zwischenterminen an der Station Graz-Univ. an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn 1970-1989 in Prozenten

Somit wird die oben geäußerte Annahme voll bestätigt: Wenn überhaupt Angaben zu Zwischenterminen gemacht wurden, dann wurde praktisch immer wenigstens Stärke 4 als maximale Windstärke angegeben, zu 77 % wenigstens Stärke 5 und zu 31 % wenigstens Stärke 6.

Aufschlußreich ist auch die Häufigkeit der maximalen Windspitzen, welche aber nur recht selten notiert wurden:

NF-Klasse	keine Angabe	Windstärke						Summe abs.
		5	6	7	8	9	10	
normal	79	6	5	9	1	-	-	117
stark	46	1,5	29	13,5	7	1,5	1,5	59

Tabelle 9: Häufigkeiten der max. Windspitzen an der Station Graz-Universität (zu Zwischenterminen) an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn 1970-1989 in Prozenten

Insgesamt wurden fünfmal Zwischenwerte oder Spitzen von wenigstens Stärke 8 und je einmal von Stärke 9 und 10 angegeben. Es sind dies die Tage: 4.4.1973, 3.2.1985, 6./7.5.1987 (nachts), 23.3., 30.4. und 2.5.1989, der 21.3.1978 und schließlich der 5. März 1977 mit dem bisher heftigsten Nordföhn mit Stärke 9-10 und "argen Sturmschäden" (laut Klimabogen).

Gemessene maximale Windspitzen werden leider erst seit Juni 1988 angegeben, d.h. nur über 8 % des Untersuchungszeitraumes, in den aber immerhin 28 (= 14 %) der direkt beobachteten Nordföhntage fallen.

NF-Klasse	Anzahl	Windstärke			
		Mittel	Stand. Abw.	Max.	Min.
leicht	8	31	8,1	48	21
normal	6	36	5,4	46	31
stark	13*	51	10,6	69	35

\* ohne einen Tag mit Nordföhn in St. Veit, nicht aber an der Universität

Tabelle 10: Maximale Windspitzen der Station Graz-Universität an direkt beobachteten Nordföhntagen in km/h zwischen Juni 1988 und Dezember 1989

Die subjektive Einschätzung wird demnach recht gut bestätigt. Für eine nähere Interpretation ist die Zahl der Beobachtungen aber noch zu gering, doch finden sich darin die drei Sturmtage mit Stärke 8 des Jahres 1989 mit den Windspitzen 66, 69 und 62 km/h. Diese können aber von hochsommerlichen Gewitterböen noch deutlich übertroffen werden (z.B. 3. August 1988: 93 km/h).

Die Verteilung der Windrichtungen, gegliedert nach der Häufigkeit der dabei aufgetretenen Windstärken, zeigt die Abbildung 2. Es handelt sich dabei wieder um Terminwerte, und zwar um jene Termine, an denen die größten Stärken verzeichnet wurden. Bei Gleichheit wurde der 14 Uhr-Termin herangezogen. Der Einfachheit halber wurden alle 198 Tage zusammengefaßt. Zählt man die Richtungen W, NW, N und NE zu den "echten" Nordföhnrichtungen, so werden damit 96 % aller Fälle erfaßt. Der Rest kann dahingehend interpretiert werden, daß der Nordföhn nur zwischen den drei Beobachtungsterminen wirksam war. Im starken Übergewicht der Nordwestrichtung (80 %) spiegelt sich die Kanalisierung durch das Murtal wider, wobei de facto wohl eher NNW- oder NWzN-Richtungen auftreten dürften, aber in der groben Gliederung in 8 Haupthimmelsrichtungen nicht mehr zum Ausdruck kommen.

Die Häufigkeitsverteilung der Sichtweiten ergibt sich wie folgt (vgl. Tabelle 11):

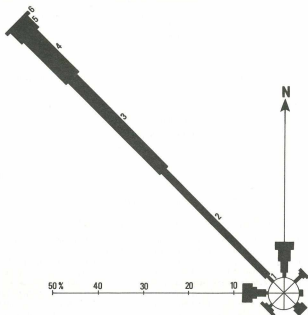


Abb. 2: Verteilung der Windrichtungen an der Station Graz-Universität an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn, gegliedert nach Windstärken zum jeweiligen Termin mit der größten Windstärke 1970-1989

	Sichtweite (km)									Summe
	7-10	15	20	25,>25	30	40	50	>50	+ 50	
Tage	4	4	12	15	22	7	83	42	9	198
Prozent- anteil	2	2	6	8	11	3	42	21	5	100

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung der maximalen Sichtweiten (nach Terminbeobachtungen) an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn in Graz 1970-1989

Die widersprüchlichen Sichtweiten von weniger als 20 km sind wohl durch die nur kurzfristige Wirkung des Föhns außerhalb der Beobachtungstermine zu erklären. Immerhin war die Sichtweite in 82 % aller Fälle über 30 km, in zwei Dritteln aller Fälle wenigstens 50 km.

Auch die Verteilung der Bewölkung zeigt durchaus die "leeseitige" Aufheiterung:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Summe	Mittel	Stand. Abw.
Tage	49	50	26	19	5	6	8	13	11	8	3	198	2,7	2,9
Prozent- anteil	25	25	13	10	2	3	4	7	6	4	1	100	-	-

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der minimalen Bewölkung (nach Terminbeobachtungen) in Zehnteln an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn in Graz 1970-1989

Die Tage mit hohen Bedeckungsgraden sind dabei keine "Irrtümer", sondern durchaus real, wie aus den Notizen hervorgeht, z.B. "bedeckt aber stürmisch" und dergleichen. Auch wird durch die relative Feuchte ein Fallwind in der Grundschicht angezeigt. Für die 35 Nordföhntage mit dem Bewölkungsminimum von 7 und darüber erhält man ein mittleres Minimum der relativen Luftfeuchtigkeit nach den Hygrographenstreifen von 40,5 % ( $s = 7,4$ ), aus 12 Begleitmessungen mit dem Psychrometer an 11 Tagen ein solches von 33,1 % ( $s = 5,9$ ), das ist um 5 % weniger als das mittlere Minimum aus den Streifen aus diesen Tagen. Für die 11 Tage mit dem Bewölkungsminimum von wenigstens 9 ist das mittlere Minimum aus den Streifen auch nur 43 %.

Ähnliches gilt für den Wind:

	Keine Angabe	Windstärke					Summe abs.
		4	5	6	7	8	
Max. Windstärke	17	6	43	23	8	3	35
Max. Windspitze	60	-	-	14	20	6	35

Tabelle 13: Häufigkeit der maximalen Windstärken zu Zwischenterminen an der Station Graz-Universität an direkt beobachteten Tagen mit Nordföhn mit einem Bewölkungsminimum von wenigstens 7 Zehnteln in Prozenten

Ein Vergleich mit den Tabellen 8 und 9 zeigt, daß die Windwirkung an stark bewölkten Tagen eher größer ist als an gering bewölkten Tagen. Allein für die vier stark bewölkten

Nordföhnstage des Jahres 1989 erhält man dreimal als Windspitze Stärke 8 bzw. als mittlere Geschwindigkeit der Spitzenbö 63 km/h. Somit ist geringe Bewölkung kein entscheidendes Kriterium zur Charakterisierung von Nordföhn (wie auch von Südföhn).

Ein *idealer* Nordföhnstag hat demnach eine Luftfeuchtigkeit (Psychrometermessung) von höchstens 40 % bzw. (Hydrograph) 45 % zur Zeit seiner Herrschaft, eine Terminwindstärke von wenigstens 3, Zwischentermin-Stärke von wenigstens 5 und maximale Windspitze von wenigstens 6, bei einer Sichtweite zum günstigsten Termin von wenigstens 50 km. Für weniger ausgeprägte Nordföhnstage ist eine Luftfeuchte bis 55 (60 %), Terminwindstärke von 2, Zwischentermin-Stärke von 4 und Sichtweite von 20 Kilometern tolerierbar, aber nicht im Zusammenwirken, sondern nur als Einzelkomponente der angesprochenen Klimatelemente. Nach diesen Kriterien wurde nun ein 40-jähriger Zeitraum (1950-1989) untersucht.

## 6. NORDFÖHNHÄUFIGKEIT IN VIER JAHRZEHNTE

Nach den oben angegebenen Kriterien wurde nun das Beobachtungsmaterial der Station Graz-Universität von 1950 bis 1989 durchgesehen. Dabei wurden insgesamt 813 Nordföhnstage (20,3 pro Jahr) erfaßt, wobei das Minimum mit 8 Tagen 1969 ermittelt wurde, gefolgt von 9 Tagen 1963. Das Maximum wurde 1985 mit 33 Tagen ermittelt, gefolgt von je 32 Tagen 1973 und 1988. Innerhalb der 40 Jahre ist aber ein starker Zunahmetrend mit der Form  $y = 14,435 + 0,287 x$  festzustellen, wobei  $y$  die Zahl der Nordföhnstage und  $x$  die Zahl der Jahre (1950 = 1 1989 = 40) bedeutet. Demnach beträgt die Zunahme in 40 Jahren 11,5 Tage bzw. 14,4 Tagen im Jahr Null (1949) auf 25,9 Tage im Jahr 1989. Dieser Zunahme liegt wohl zum überwiegenden Teil eine reale Zunahme durch die Änderung der Häufigkeit bestimmter Wetterlagen zugrunde (insbes. im Spätherbst/Frühwinter), doch könnte ein Teil auch durch unterschiedliche Beobachtungsmethoden erklärt werden, da seit 1973 die Notierung der Windstärken zu Zwischenterminen ungleich konsequenter erfolgt ist als vorher und somit wohl auch mehr Nordföhnstage "entdeckt" wurden. Der Anteil der beobachtungsbedingten Zunahme ist aber nicht abschätzbar. Die jahreszeitliche Verteilung der Nordföhnstage zeigt Tabelle 14.

Somit ist das völlige Fehlen von Nordföhn in allen Monaten möglich, im August und September sogar häufiger als sein Auftreten. Beim Trend wird die Zunahme in Tagen im Gesamtzeitraum von 40 Jahren angegeben.

Die jahreszeitliche Verteilung zeigt die erwartete Form, kann aber im einzelnen noch interpretiert werden: Im Winter, der Jahreszeit mit den üblicherweise stärksten Luftdruckgegensätzen in Europa wird häufiges Durchgreifen des Nordföhns durch kräftige Hochdruckwetterlagen über Europa selbst, sowie durch die stabile Schichtung der Grundschicht verhindert. Im Frühjahr wird bei Labilisierung der Grundschicht und hoher Meridional Komponente der Zirkulation das Häufigkeitsmaximum erreicht, während der starke Rückgang im Sommer wohl hauptsächlich auf Kosten zu schwacher Druckgradienten geht. Im Gegensatz zum Südföhn ist das zweite Häufigkeitsmaximum im Herbst

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
Summe	85	96	115	119	83	71	33	30	25	35	66	55	813
Tage/Jahr	2,1	2,4	2,9	3,0	2,1	1,8	0,8	0,7	0,6	0,9	1,7	1,4	20,3
Stand.Abw.	1,0	2,0	2,5	2,2	2,1	1,9	0,9	1,1	0,9	0,9	1,4	1,4	6,9
Max.	7	6	9	9	8	8	4	4	3	4	7	6	33
Trend	+0,18	+0,64	+0,03	+0,96	+1,44	+2,23	-0,11	+1,18	+0,75	+0,45	+1,25	+2,50	+11,44
Monate													
ohne NF	10	10	7	5	8	8	17	23	24	17	5	14	
Anteil %	25	25	18	13	20	20	43	58	60	43	13	35	

Tabelle 14: Jahreszeitliche Verteilung der Tage mit Nordföhn in Graz 1950-1989

kaum ausgeprägt bzw. wird überhaupt durch das jahreszeitliche Minimum ersetzt, was einerseits auf die Stabilisierung der Grundschicht, andererseits auf die seltenere Nordkomponente bei der meridionalen Zirkulation gegenüber der Südkomponente zurückgeht. Diese Eigenheit ist auch anhand von Wetterlagen- bzw. Windrichtungshäufigkeiten nachweisbar. In diesem Zusammenhang sei aber darauf hingewiesen, daß gerade im September, dem bezüglich Nordföhn untypischsten Monat einer der heftigsten Nordföhnfälle aufgetreten ist: Am 22. September 1964 herrschte in Graz stürmischer Nordföhn mit einer Stärke von 8-9 an Zwischenterminen. In Klagenfurt war dieser Tag einer von nur fünf im gesamten Zeitraum von 1957-76, an dem eine Terminwindstärke von 6 angegeben wurde, wobei es sich bei den anderen vier Tagen nicht um Nordföhntage, sondern um Kaltlufteinbrüche (Kaltfrontdurchgänge, Gewitterböen) handelte (H. WAKONIGG 1981, S. 110-112).

Beim Zunahmetrend ist insbesondere jener im Spätherbst und Frühwinter (November, Dezember) zu beachten, da es sich dabei um reale Witterungstrends und nicht um beobachtungsbedingte Änderungen handelt. Im Dezember wurden im letzten von vier Jahrzehnten allein 29 von 55 Nordföhntagen beobachtet (= 53 %) im November 26 (= 39 %). So hat diese Jahreszeit im letzten Jahrzehnt viel von ihrem Schrecken (nässende Hochnebel, starke Bewölkung) verloren und in den Jahren 1988 und 1989 wurden im Dezember jeweils zwei Sonnenschein-Rekordwerte registriert, im Jahr 1989 sogar nach dem vorangegangenen Rekord-November!

Der Zunahmetrend der Sonnenscheindauer beträgt im Dezember in 40 Jahren 45,4 Stunden (!), d.h. von 44 auf 89,4 (Mittel 67,3), im November sind es 41 Stunden, von 65,6 auf 106,6 (Mittel 86,6). In beiden Monaten beträgt somit die Zunahme über eine Stunde pro Jahr. Entsprechend ergibt sich bei der Bewölkung ein Abnahmetrend im Dezember um 1,5 Zehntel (von 8,1 auf 6,6; Mittel 7,3) und im November um 1,5 Zehntel (von 8,1 auf 6,6; Mittel 7,3) und im November um 1,4 Zehntel (von 7,7 auf 6,3; Mittel 7,0). Auch bezüglich der Häufigkeit der Nordföhn auslösenden Wetterlagen wird dieser Trend

bestätigt: Nord- und Nordwestströmung zusammen (nach dem System der "ostalpinen Wetterlagen") zeigen im Dezember einen Zunahmetrend um 4,8 Tage pro Monat von 1,0 auf 5,8 in 40 Jahren (Mittel 3,5), im November um 4,7 Tage von 0,8 auf 5,5 (Mittel 3,2). Selbstunter der Vorstellung der sehr subjektiven und uneinheitlichen Wetterlagenklassifikation ist diese Zunahme einfach zu stark, um nicht real zu sein. Auch die mittlere Windstärke nimmt im Dezember um ein Drittel zu, während sie im November gleich bleibt.

Mit dieser Häufigkeitsstatistik werden sicher nicht nur sehr markante, sondern auch schwächere Nordföhnfälle erfaßt, denn 20 Tage pro Jahr sind wohl etwas mehr als die Zahl der wirklich auffälligen Nordföhnfälle. Daher wird das Gesamtkollektiv nochmals in 3 Stufen gegliedert, wobei schwacher Nordföhn bei Terminwindstärken von höchstens 2, Zwischenterminstärken von höchstens 4, starker Nordföhn bei Stärken von mindestens 5 bzw. 6 (Spitzen 7) angenommen wird.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Jahr	%	T/J
leicht	9	8	6	4	12	9	6	4	3	4	10	7	82	10	2,1
auffällig	51	52	71	71	43	44	15	16	10	18	40	38	469	58	11,7
stark	25	36	38	44	28	18	12	10	12	13	16	10	262	32	6,6

Tabelle 15: Häufigkeitsverteilung der Tage mit Nordföhn in Graz gegliedert nach der Stärke

Die Zahl der leichten Nordföhntage ist eigentlich von geringem Belang. In ihnen finden sich etliche unklare und wenig ausgeprägte Fälle. Somit bleiben 732 auffällige bis starke Nordföhntage oder 18,3 pro Jahr, davon 262 oder 6,6 starke. Dabei ist der Anteil der nach den amtlichen Aufzeichnungen als stark einzuschätzenden Nordföhnfälle auffallend ähnlich jenem nach subjektiver Einschätzung ermittelten (35 %). An den Grundzügen des Jahresganges ändert sich nichts. April und März bleiben Spitzenreiter, nur das Minimum an starkem Nordföhn ist jetzt neben dem August auch im Dezember verwirklicht.

## 7. DIE WITTERUNG AN TAGEN MIT NORDFÖHN

Wie schon erwähnt, zählen die Elemente relative Feuchte, Sichtweite und Wind zu den spezifischen Eigenheiten bei Nordföhn, Temperatur und Bewölkung zu den weniger typischen. Die Verteilung der Temperatur im Jahresgang zeigt Tabelle 16.

Mit dem mittleren täglichen Maximum der Temperatur werden am ehesten die Verhältnisse bei voll wirksamem Nordföhn erfaßt, obwohl es auch genug Fälle gibt, bei denen es gar nicht durch den Nordföhn beeinflusst wird, etwa wenn dieser erst später wirksam wird. Allgemein zeigt sich wieder die stark maritime Komponente dieses Wettertyps in positiven Abweichungen gegenüber dem Normalen im Winter und Negativen im Sommerhalbjahr. Dabei mag der Nordföhn von den spezifischen Klimaelementen her eine re-



	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
NF-Max.	3,2	4,7	8,9	11,9	16,8	19,6	21,2	19,3	17,4	13,2	8,0	6,6	12,6
Stand.Abw.	4,7	3,7	4,9	3,6	2,9	3,4	2,7	2,2	3,2	3,4	3,6	4,8	-
Normal-Max.	1,4	4,1	9,3	14,8	19,6	22,9	24,6	23,8	20,0	14,3	7,3	2,8	13,7
Stand.Abw.	2,3	2,9	2,8	1,7	1,7	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,9	2,2	-
Differenz	+1,8	+0,6	-0,4	-2,9	-2,8	-3,3	-3,4	-4,5	-2,6	-1,1	+0,7	+3,8	-1,1
NF-Min.	-3,4	-2,3	0,4	4,1	8,0	10,6	12,4	11,8	9,1	4,8	1,1	-0,3	4,7
Stand.Abw.	4,1	3,3	2,9	3,2	3,0	3,5	3,1	2,4	3,1	3,4	2,8	2,6	-
Normal-Min.	-4,5	-2,9	0,5	4,9	9,1	12,7	14,2	13,7	10,7	5,8	1,1	-2,5	5,2
Stand.Abw.	2,3	2,7	1,9	1,2	1,2	1,0	1,2	0,9	1,4	1,6	1,8	1,9	-
Differenz	+1,2	+0,6	-0,1	-0,8	-1,1	-2,1	-1,8	-1,9	-1,6	-1,0	0,0	+2,2	+0,5
NF-Mittel	-0,1	1,2	4,7	8,0	12,4	15,1	16,8	15,5	13,3	9,0	4,6	3,1	8,6
Normal-Mit.	-1,6	0,6	4,9	9,8	14,4	17,8	19,4	18,7	15,3	10,0	4,2	0,1	9,5
Stand.Abw.	2,2	2,8	2,2	1,3	1,4	1,1	1,3	1,0	1,4	1,3	1,6	2,0	-
Differenz	+1,5	+0,6	-0,2	-1,8	-2,0	-2,7	-2,6	-3,2	-2,0	-1,0	+0,4	+3,0	+0,9
NF-Tages- schw.	6,6	7,0	8,4	7,8	8,9	8,9	8,8	7,5	8,3	8,5	6,8	6,9	7,9
Stand.Abw.	3,2	3,0	3,9	3,1	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,7	2,9	3,5	-
Normal- Tageschw.	5,9	7,0	8,8	9,9	10,4	10,2	10,4	10,0	9,3	8,5	6,2	5,3	8,5
Stand.Abw.	1,2	1,4	1,8	1,2	1,2	0,9	1,0	1,3	1,0	1,5	1,7	1,4	-
Differenz	+0,7	0,0	-0,4	-2,1	-1,5	-1,3	-1,6	-2,5	-1,0	0,0	+0,6	+1,6	-0,6

Tabelle 16: Temperaturen an der Station Graz-Universität an Tagen mit Nordföhn im Vergleich mit den Normalwerten

lativ einheitliche Witterungsform darstellen. Bezüglich der Temperatur ist er es aber sicher nicht, sondern im Gegenteil eine äußerst heterogene Angelegenheit. Wie ja auch aus der Wetterlagenanalyse hervorgeht, können dabei von Westlagen über Nordwestlagen bis zu Nordostlagen verschiedenste Wetterlagen und damit auch Luftmassen beteiligt sein, von maritimer Subtropikluft über die "normale" gealterte Polarluft bis zur maritimen Arktikluft. Daraus erklärt sich die auffallend hohe Standardabweichung des Temperaturmaximums bei Nordföhn. Im Dezember wurden dazu noch die drei Rekordtemperaturen des "West-Föhns" aus dem Jahr 1989 mit 17,6°, 15,2° und 19,2° mit einbezogen. Ohne diese wäre das mittlere Maximum nur mehr 6,0° und die Standardabweichung 4,1°. Ansonsten wurde aber danach getrachtet, die seltenen ausgesprochenen Süd- oder Südwestföhnfälle ("Jauk" in der Südweststeiermark) nicht zum Nordföhn einzubeziehen.

Auch beim mittleren täglichen Minimum zeigt sich die maritime Dämpfung, wenn auch nicht so stark wie beim Maximum. Sicher ist, daß der Nordföhn normalerweise nicht die ganze Nacht hindurch anhält, wodurch die aperiodische Tagesschwankung an Tagen mit Nordföhn im Winter sogar größer wird als im von wesentlich wolkenreicherer Witterung bestimmten Durchschnitt aller Tage. Auch hier zeigt die hohe Standardabweichung die Heterogenität der Witterung: Bei gänztägig anhaltendem Nordföhn, zumal bei starker Bewölkung sinkt die Tagesschwankung auf 2-3 K, bei wolkenarmer Witterung und nächtlicher Windruhe erreicht sie normalerweise 8-10 K und kann maximal auf 21 K ansteigen.

Beim Tagesmittel der Temperatur ist zu beachten, daß es nach der einfachen Methode (Max + Min) : 2 gebildet wurde, wodurch die Monatsnormalwerte um einige Zehntel Grade zu hoch ausfallen. Die Jahresschwankung bei Nordföhnwetter beträgt nur 16,9 K gegenüber dem Normalwert von 21 K. In Meereshöhe entsprechen die Grazer Nordföhn-Temperaturen den Normalwerten im Bereich Dänemark - Schleswig-Holstein.

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
NF-Min.	40	38	36	38	41	42	43	44	41	42	41	41	40
Stand.Abw.	7,9	7,5	8,5	9,1	8,4	8,5	6,6	7,1	10,2	7,0	9,3	10,7	-
Normal-													
Minel	79	75	71	67	69	71	72	76	80	81	82	82	75
Stand.Abw.	5,6	6,5	6,3	5,3	5,0	3,7	4,4	4,6	4,0	4,6	4,6	4,8	-

Tabelle 17: Die relative Luftfeuchtigkeit an der Station Graz-Universität an Tagen mit Nordföhn im Vergleich mit den Normalwerten

Auch bei der relativen Luftfeuchtigkeit ist zu erwarten, daß das Termin-Minimum (meist 14 Uhr) die Bedingungen bei Nordföhn am ehesten wiedergibt. Allerdings sind die Inhomogenitäten bei der Messung zu beachten. Zudem wurden die Monatsmittel im Laufe der 40 Jahre unterschiedlich berechnet, wodurch der Standardabweichung in beiden Fällen nur sehr eingeschränkte Aussagekraft zukommt. Immerhin zeigt sich bei Nordföhn ein Minimum im Spätwinter und Maximum im Spätsommer, was vielleicht im Zusammenhang mit dem Kondensationsniveau im nördlichen Staugebiet zu sehen ist bzw. auch mit der thermischen "Verspätung" der maritimen Luftmassen. Hier wird wieder von einer positiven Korrelation zwischen Temperatur und relativer Feuchte ausgegangen (vgl. Tabelle 18).

An Tagen mit Nordföhn herrscht ein auffallend starker Tagesgang der Bewölkung mit einem sehr tiefen Minimum, aber hoher Standardabweichung dieses Minimums, d.h. daß Nordföhn meist irgendwann zu wolkenlosem oder fast wolkenlosem Himmel führt, jedoch einige bedeckte Situationen eingestreut sind. Dabei herrscht beim Minimum wie beim Tagesmittel ein auffälliger Jahresgang mit Winterminimum und Spätsommerma-

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
NF-Min.	2,3	3,0	3,2	4,1	3,2	3,6	3,5	4,6	2,6	2,4	2,3	2,1	3,1
Stand.Abw.	3,0	3,4	3,4	3,1	2,8	2,9	2,9	3,3	2,9	2,7	3,0	2,8	-
NF-Mittel	4,9	5,2	5,5	6,2	5,2	6,0	5,8	6,5	5,0	4,8	4,7	4,8	5,4
Stand.Abw.	2,7	2,9	2,8	2,4	2,4	2,1	2,3	2,2	2,5	2,4	2,6	2,2	-
Normal-													
Mittel	7,0	6,8	6,6	6,6	6,5	6,5	5,9	5,8	5,8	5,9	7,0	7,3	6,5
Stand.Abw.	1,0	1,0	1,2	0,8	0,8	0,6	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,1	-
Differenz	-2,1	-1,6	-1,1	-0,4	-1,3	-0,5	-0,1	+0,7	-0,8	-1,1	-2,3	-2,5	-1,1

Tabelle 18: Die Bewölkung in Zehnteln an der Station Graz-Universität an Tagen mit Nordföhn im Vergleich mit den Normalwerten

ximum, was wieder in Einklang mit unterschiedlichen Kondensationshöhen/Wolkenuntergrenzen zu bringen wäre. Somit setzen sich die Nordföhntage im Winter sehr markant als trocken-heiter-klare und windige Tage vom üblichen Wetter ab, während die Unterschiede im Sommer wesentlich geringer sind und bei der Bewölkung praktisch verschwinden. Im Hinblick auf die Seltenheit der Fälle (nur 1,9 Tage mit auffälligem bis starkem Nordföhn von Juli bis September) ist Nordföhn somit im Sommer eine nur wenig auffallende und kaum typische Witterungskomponente.

Bei der Sichtweite sind so einfache Mittelwerte und Streuungen nicht ableitbar. Zum einen ist die Skala der Sichtweiten mathematisch-statistisch eher als Nominalskala, denn als Rationalskala zu behandeln. Zum anderen wurden die Schätzungen von den einzelnen Beobachtern so unterschiedlich gehandhabt, daß eine Homogenität keineswegs gewährleistet ist. So wurden vom ersten Beobachter fast immer stereotyp 50 km eingetragen, von der dritten Beobachterin wurden 50 km hingegen gar nicht verwendet (nur kürzere Distanzen). Die Auswertung der Sichtweiten erfolgte daher erst ab August 1972 (seit der gleichen Beobachter) und umfaßt nur mehr 429 Tage (53 %). Die Häufigkeitsauszählung ergibt folgendes Bild:

km	7,10	15,20	25,>25	30	>30-40	50	>50	>50	Summe
Tage	4	36	39	50	24	154	106	16	429
Anteil %	1	8	9	12	5	36	25	4	100

Tabelle 19: Häufigkeitsverteilung der maximalen Sichtweiten (nach Terminbeobachtungen) an der Station Graz-Universität an Tagen mit Nordföhn von August 1972 bis Dezember 1989

In die Klasse über 50 km fallen die in jüngster Vergangenheit fallweise angegebenen Weiten von 60, in  $\approx$  50 jene von 80 km. Diese Verteilung unterscheidet sich höchstens graduell von jener an Tagen mit direkt beobachtetem Nordföhn (vgl. Tabelle 11). Eine jahreszeitliche Verteilung ist nur schwer abzuleiten. Die geringsten Sichtweiten bzw. geringsten Anteile von wenigstens 50 km finden sich jetzt eher im Winter und Frühjahr, die größeren im Sommer und Herbst.

Geringe Sichtweiten sind nicht unbedingt mit Lufttrübung sensu strictu in Zusammenhang zu bringen, sondern eher mit starker Bewölkung. So fallen an 38 Tagen seit 1972 mit Bewölkungsminima von 9 oder 10 Zehnteln nur mehr 40 % auf wenigstens 50 km, 34 % auf 25-40 km und 26 % auf 7-20 km. Offenbar wird geringe Sichtweite vermerkt, wenn die orientierenden Berggipfel in den Wolken stecken, auch wenn die Bodenschicht unter der Wolkenbasis hohe Sichtweiten zuließe.

Was die Niederschläge anlangt, so sind sie ja gleichzeitig mit Nordföhn nicht zu erwarten. Eine tatsächlich zu errechnende Niederschlagswirksamkeit entsteht also nur durch die Übergangssituation vom Schlechtwetter des Vortages (seltener zum Schlechtwetter des Folgetages), durch die Starrheit der Meßtermine (Niederschlagsmessung jeweils um 7 Uhr und Zurechnung zum Vortag) sowie die häufig recht kurzfristige Wirksamkeit des Nordföhns an sich. Die solcherart ermittelte Niederschlagswirksamkeit sagt somit über die spezifische Witterung bei Nordföhn selbst nichts aus (vgl. Tabelle 20).

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
VT Bereit-													
schaft %	37	33	33	58	72	79	62	82	55	44	51	45	51
VT Menge													
pro Tag	1,0	1,4	1,1	2,3	5,3	4,4	4,2	10,4	4,4	2,4	2,4	0,7	2,78
NPT Bereit-													
schaft %	19	16	16	8	16	24	27	3	12	23	12	18	16
NPT Menge													
pro Tag	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	1,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,21
NT Bereit-													
schaft %	26	15	24	26	33	52	21	10	10	19	12	25	24
NT Menge													
pro Tag	0,4	0,3	0,5	0,7	0,4	2,6	0,8	0,1	0,1	0,7	0,4	0,7	0,69
NT Ni-													
Dichte	1,6	2,1	2,3	2,5	1,3	5,1	4,3	0,7	0,7	3,8	3,4	2,9	2,9

Tabelle 20: Niederschlagswirksamkeit an der Station Graz-Universität an Nordföhntagen (NPT), den jeweiligen vorausgehenden Tagen (VT) und nachfolgenden Tagen (NT) 1950-1989

Trotz alledem kann die Niederschlagswirksamkeit an Tagen mit Nordföhn als überraschend gering angesehen werden, zumal in Anbetracht der beteiligten labilen Polarluftmassen. Nur im Juni und Juli ist eine erhöhte Schauerneigung bzw. ein häufigeres Erfassen der Übergangssituationen gegeben. Dazu muß aber beachtet werden, daß in diesen beiden Monaten der Nordföhn eine sehr untypische und kurzfristige Angelegenheit ist, offenbar meist nur der Kaltluftzustrom nach dem Durchgang der Kaltfront, und daß die allgemeine Niederschlagswirksamkeit (Häufigkeit und Menge) in diesen beiden Monaten ihr Maximum erreicht.

Insgesamt ist der Nordföhn ja nur eine Phase oder Episode in einem längeren und typischen Witterungsablauf; im Gegensatz zum Südföhn im Sinne eines Übergangs von Schlechtwetter zum Schönwetter oder genauer des Aufbaus eines Hochs oder Zwischenhochs nach Kaltfrontdurchgang und nachfolgender Kaltluftzufuhr (mP, mPs, mA) mit nordwestlichen und nördlichen Strömungen. Demzufolge ist an den Vortagen höhere Niederschlagswirksamkeit, an den Nachfolgetagen geringere zu erwarten.

Das wird durch die Tabelle 20 weithin bestätigt, doch gibt es dabei einige interessante Aspekte: An Vortagen ist die Niederschlagsbereitschaft ( $\geq 0,1$  mm) in allen Jahreszeiten deutlich über der Norm, am wenigsten noch im Hoch- und Spätwinter, in dem sogar die Mengen kaum übernormal, ja sogar knapp unternormal (Dezember, März) sind. Dagegen zeigt sich im Sommer die ungleich höhere Niederschlagswirkung durch die gewittrigen Kaltfronten des Vortages. Geradezu musterhaft ist die Abfolge Regentag - Nordföhntag - Schönwettertag im August entwickelt.

Die Nachfolgetage zeigen überraschenderweise wieder eine leichte Zunahme der Niederschläge, meist in Form kurzfristiger Schauer oder sogar durch den Übergang zu nachfolgendem Schlechtwetter, bleiben aber mit Ausnahme des Juni unter der normalen Niederschlagswirkung. Von Juli bis Oktober ist aber die generelle Wetterbesserung vom Vortag über den Nordföhntag bis zum Nachfolgetag recht gut ausgeprägt.

Während der Nordföhntage selbst muß also mit mehr oder weniger langem Anhalten der Zufuhr der labilen gealterten Polarluft und entsprechender Stauwirkung im Nordstaugebiet gerechnet werden, was durch die Niederschlagswirkung in Salzburg bestätigt wird:

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mal	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
Bereitschaft %	80	70	72	77	70	73	64	57	64	77	69	78	73
Menge pro Tag	2,7	2,0	2,7	4,3	4,8	3,9	8,0	5,2	2,7	3,5	2,7	4,1	3,6

Tabelle 21: Niederschlagswirksamkeit in Salzburg (434 m) an Tagen mit Nordföhn in Graz

Auch der Jahresgang der Niederschlagsbereitschaft mit höheren Werten im Winter und niedrigeren im Sommer bestätigt die Vorstellung der Stauniederschläge mit tieferer Kondensationshöhe im Winter und höherer im Sommer. Die durchschnittlichen Tagesmengen sind dabei mit Ausnahme des Juli auffallend gering und liegen kaum über dem Normalwert aller Tage von 3,4 - 3,5 mm. Darin spiegelt sich die Tatsache, daß die Hauptniederschläge der Kaltfront meist schon vorüber sind (Juni!) und die Witterung schon stark antizyklonal beeinflusst wird, was sich auch im hohen Anteil der Hochdrucklagen bestätigt, und daß die Stauniederschläge in Salzburg selbst nicht annähernd so wirksam sind wie in den Hauptstaugebieten ("Regenlöchern") etwa am Altausee usw. In den meisten Fällen hört der Niederschlag im Laufe des Tages auf, ist also nur mehr der "Nachregen" des Vortages.

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
Temp.Min.	-5,6	-3,8	-0,5	2,6	6,9	10,2	11,8	10,4	7,2	3,2	-1,3	-3,0	3,2
Abw. von													
Tagen m.NP	-2,2	-1,5	-0,9	-1,5	-1,1	-0,4	-0,6	-1,4	-1,9	-1,6	-2,4	-2,7	-1,5
Bewölkung													
Tagesmittel	5,2	5,2	5,8	6,1	5,8	6,7	4,8	5,2	4,2	4,8	4,8	5,9	5,4
Abw. von													
Tagen m.NP+0,3	0,0	0,0	+0,3	-0,1	+0,6	+0,7	-1,0	-1,3	-0,8	0,0	+0,1	+1,1	0,0

Tabelle 22: Sonstige Witterung an der Station Graz-Universität an Nachfolgetagen nach Nordföhn 1950-1989

Beim Temperaturminimum ist allgemein eine Abkühlung feststellbar, am stärksten im Winter, am geringsten im Sommer, was mit den unterschiedlichen Strahlungsbedingungen in diesen Jahreszeiten in gutem Einklang steht.

Bei der Bewölkung ist ein weiterer Rückgang nur im Sommer und Frühherbst festzustellen, ansonsten überwiegt die Zunahme. Diese ist für den Dezember durch rasch sich bildende Nebel oder Hochnebel noch verständlich, während im Mai und Juni wohl der rasche Witterungswechsel innerhalb von Perioden mit generell maritim-rückseitiger Tendenz dafür maßgeblich sein dürfte.

Die Verteilung der Windrichtungen unterscheidet sich praktisch nicht von der Verteilung an den direkt beobachteten Nordföhntagen (vgl. Abb. 2). Dabei ist zu beachten, daß auch hierbei subjektive Ermessensfragen eine Rolle spielen. So wurde von den ersten Beobachtern die Nordrichtung stark bevorzugt, während vom letzten Beobachter fast ausschließlich Nordwestrichtung angegeben wurde.

	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	Summe
absolut	1	5	74	495	200	29	5	4	813
Prozente	0,1	0,6	9,1	60,9	24,6	3,6	0,6	0,5	100,0

Tabelle 23: Verteilung der Windrichtungen an der Station Graz-Univ. an Tagen mit Nordföhn zum Termin mit der max. Windstärke (meist 14 Uhr) 1950-1989

Zwischenhimmelsrichtungen wurden den benachbarten Hauptrichtungen (gewichtet nach deren Häufigkeit) zugeordnet. Zählt man die Richtungen von W bis NE zu den "echten" Nordföhnrichtungen, so erfaßt man damit nicht weniger als 98,2 %, die besonders typischen Richtungen N und NW umfassen noch 85,5 %. Die völlig atypischen Ausreißer sind zu selten, um hier noch erklärt werden zu müssen. Wie schon erwähnt, ist wegen der Kanalisierung durch das Murtal ohnehin die NNW-Richtung die häufigste und typischste, wurde aber nicht konsequent vermerkt.

## 8. DER FALLWINDCHARAKTER DES NORDFÖHNS

Der Fallwindcharakter des Nordföhns läßt sich am ehesten durch den Nachweis trocken-adiabatischer Gradienten bestätigen. Da in Graz keine Messungen von Radiosonden zur Verfügung stehen, wurde auf die recht freie Gipfelstation des Schöckls in 1.436 m, 14,5 km nördlich der Universität zurückgegriffen. Zur Ermittlung der vertikalen Temperaturgradienten wurden jeweils die Maxima der Universität mit jenen des Schöckls verglichen, wobei letztere der Einfachheit halber den amtlichen Wetterkarten entnommen wurden, was einerseits den Nachteil hat, daß durch Beobachtungs- und Meldungsausfälle nur 702 Tage (86 %) erfaßt wurden, andererseits, daß die Temperaturen nur in ganzen, gerundeten Graden vorliegen, was sich aber in Summe wieder ausgleichen dürfte. Der Höhenunterschied wurde mit 10,7 Hm in Rechnung gestellt.

Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
0,88	0,91	0,92	0,91	0,87	0,91	0,85	0,88	0,90	0,89	0,90	0,92	0,90

Tabelle 24: Jahresgang der mittleren vertikalen Temperaturgradienten zwischen Graz-Universität (367 m) und Schöckl (1.436 m) an Tagen mit Nordföhn, berechnet aus der Differenz der Tagesmaxima

Die jahreszeitlichen Unterschiede sind dabei auffallend gering. Die hohen Werte im Spätherbst und Winter sind wieder ein Indiz für die Auffälligkeit und deutliche Absetzung des Nordföhnwetters von der üblichen, durch stabilere Gradienten (November, Dezember 0,23 bis 0,26 K) bestimmten Winterwitterung.

Gradienten													Summe abs.
0,2-0,29	0,3-	0,4- 0,5-	0,6-	0,7-	0,8-	0,9-	1,0-	1,1-	1,2-	1,3-	1,4-1,49		
0	1	1	2	5	11	22	36	18	3	1	0	0	702
Anteile %													

Tabelle 25: Häufigkeitsverteilung der vertikalen Temperaturgradienten zwischen Graz-Universität und Schöckl an Tagen mit Nordföhn in Prozenten

In den Klassen 0,7 K bis 1,1 K pro 100 m hat man die aerologisch-physikalischen "Normalsituationen" zu sehen, das sind 86 % aller Fälle. Für die Ausreißer nach unten und oben gibt es verschiedene Ursachen, und zwar gereiht nach ihrer wahrscheinlichen Bedeutung:

1. Die Temperaturmaxima werden gar nicht durch den Nordföhn bewirkt, welcher erst später einsetzt. Dadurch werden insbesondere die kleinen Gradienten unter 0,6 K verständlich, die insgesamt knapp 4 % ausmachen, von denen aber 89 % in die Monate Oktober bis März fallen, gegen 60 % aller erfaßten Nordföhntage.
2. Es handelt sich tatsächlich um keinen echten Fallwind mit vollkommener Durchmischung. Insbesondere bei nordöstlichen Windrichtungen (HF-Lagen) wurden zwar heftige Winde und geringe Feuchtwerte, häufig aber auch kleinere Gradienten registriert. Auch bei zyklonalen Lagen gelangt Graz unter Umständen schon in den Einfluß kalter Rückseitenwinde, während zum Schöckl noch eine Winddrehung bzw. -scherung auf westlichere Richtungen wirksam ist.
3. Ablese- und Meßfehler, Irrtümer

Die selteneren Ausreißer nach oben sind schwerer zu erklären. Immerhin gibt es aber genug Fälle, in denen bei anhaltendem Wettersturz und stark unterdrücktem Tagesgang das Maximum an der Universität um Null Uhr (aus dem Streifen) ermittelt, auf dem Schöckl aber zum Mittagstermin gewonnen wurde. Die solcherart völlig unvergleichbaren Werte ergeben dann "Pseudogradienten" bis 1,5 K; sie wurden in Einzelfällen auch eliminiert, wenn sie als solche erkannt wurden. Das gelingt am besten im Vergleich mit den 14 Uhr-Werten oder Thermographenstreifen, was für diese Studie aber nicht durchgeführt wurde.

Trotz all dieser Einschränkungen kann die Konzentration der Gradienten auf die typischen Klassen als befriedigend bezeichnet werden und solcherart ist wohl auch der weitaus überwiegende Anteil der erfaßten Situationen den echten Fallwinden zuzuordnen. Die Wucht und Heftigkeit von Luftlawinen in Gebieten mit hoher Reliefenergie wird dabei nicht erreicht, auch ist die Böigkeit geringer als in den angesprochenen Gebieten.



## 9. NORDFÖHN UND WETTERLAGEN

Die Zuordnung der Tage mit Nordföhn in Graz zu den Wetterlagen nach dem "System ostalpiner Wetterlagen" (nach F. LAUSCHER) zeigt die Tabelle 26. Hier ist zu beachten, daß zwar wieder 813 Nordföhntage erfaßt wurden, wegen der häufig mehrtägigen Andauer aber nur 579 Nachfolgetage. Die wichtigste Nordföhnlage ist die Nordwestströmung, gefolgt von der Nordströmung. Letztere hat zwar eine ungleich größere Neigung zu Nordföhn, ist aber seltener. Da der Nordföhn eine "rückseitige" Wettererscheinung ist, kann man alle Wetterlagen, denen wenigstens teilweise rückseitige Witterungskomponenten zugeschrieben werden, großzügig zusammenfassen, und zwar: H, h, HF, N, NW, TS, Vb, TK, TR. Auf sie entfallen 95 % aller Nordföhntage. Auf die eindeutig "vorderseitigen" Lagen (HE, SW, S, TB, TSW, TwM) aber immerhin noch 2,6 %. Dabei handelt es sich entweder um Übergangstage, um nicht eindeutige Wetterlagenklassifikationen, um nicht eindeutig erfaßte Nordföhntage oder um Tage mit Umlenkung des Windes in Graz auf für Nordföhn typische Richtungen.

Auffallend ist die starke Antizyklonalität der Witterung an Nordföhntagen, wie der hohe Anteil der Hochdrucklagen anzeigt. Umgekehrt sind knapp nach Kaltfrontdurchgang bei Tiefdrucklagen mit unmittelbarer Wirksamkeit (TS, Vb, TK, TR) Nordföhnfälle ebenfalls auffallend häufig. Was die Nachfolgetage anlangt, so ist gemäß der allgemeinen Tendenz der Wetterentwicklung eine Wetterbesserung im Sinne der Entwicklung oder Verstärkung von Hochdrucklagen zu erwarten, was durch die Tabelle 26 auch gut bestätigt wird. Nordföhn, in Graz selbst gar nicht zum Schlechtwetter zu rechnen, leitet im allgemeinen von Schlecht- zu Schönwetter über, wie auch schon an Hand der Niederschlagswirksamkeit gezeigt werden konnte.

## 10. DIE ANDAUER DER NORDFÖHNSITUATIONEN

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß Nordföhn in Graz im allgemeinen ein kurzfristiges Ereignis von wenigen bis mehreren Stunden ist und während der Nacht meist Windruhe oder starke Windabschwächung herrscht. Zählt man aber unabhängig davon die Aufeinanderfolge der Nordföhntage aus, so kommt man auf das in Tabelle 27 zusammengefaßte Ergebnis.

Somit ergibt sich die einfache Beziehung, daß in Monaten mit größerer Nordföhnhäufigkeit auch die längste mittlere bzw. maximale Andauer zu erwarten ist. Die "Nordföhnneigung", d.h. Nordföhnperioden mit Lücken von einem oder mehrmals einem Tag, kann dagegen viel länger anhalten: So war z.B. in den 10 Tagen vom 28. April bis 8. Mai 1989 nur der 4. Mai ohne Nordföhn. Für ihn wurden um 19 Uhr (MEZ) 48 % Feuchte, 15 km Sichtweite, NW-Wind mit Stärke 2 und an Zwischenterminen 3-4 (max. 24 km/h) angegeben. Demgegenüber betrug die maximale Windgeschwindigkeit an den übrigen 9 Tagen wenigstens 35 km/h (höchstens 69), die Windstärke zu Zwischenterminen wenigstens 5 (höchstens 8) und die maximale Sichtweite wenigstens 30 km (höchstens 50), bei einer minimalen Feuchte von wenigstens 67 (höchstens 37) Prozenten.

Wetterlage	Nordföhntage	Nachfolgetage
Hochdruck (H)	11	24
Zwischenhoch schwacher Hochdruck (h)	9	12
zonale Hochdruckbrücke (HZ)	2	4
Hoch über Fennoskandien (HF)	4	5
Hoch im Osten (HE)	1	3
<b>Zwischensumme H-Lagen</b>	<b>27</b>	<b>48</b>
Nordströmung (N)	16	8
Nordwestströmung (NW)	30	17
Westströmung (W)	8	12
Südwestströmung (SW)	0	1
Südströmung (S)	-	0
<b>Zwischensumme horizontale Strömungen</b>	<b>54</b>	<b>38</b>
Tief über d. Brit. Inseln (TB)	0	2
Tief im Südwesten (TSW)	0	1
Tief über d. westl. Mittelmeer (TWM)	0	0
Tief im Süden (TS)	4	2
Tief auf d. Zugstraße Adria-Polen (Vb)	2	0
Tief über d. Kontinent (TK)	8	5
meridionale Tiefdruckrinne (TR)	4	2
<b>Zwischensumme T-Lagen</b>	<b>18</b>	<b>12</b>
<b>gradientenschwache Lagen (g)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabelle 26: Anteil der ostalpinen Wetterlagen an den Tagen mit Nordföhn in Graz bzw. an den Nachfolgetagen in Prozenten (1950-1989)

	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	JAHR
Mittel	1,41	1,46	1,65	1,67	1,51	1,31	1,18	1,36	1,32	1,09	1,15	1,23	1,40
Maximum	4	5	6	5	4	5	3	3	3	2	3	4	6

Tabelle 27: Mittlere und maximale Andauer von Nordföhnsituationen in Graz 1950-1989 in Tagen

Die Verteilung der Häufigkeit der Andauer des Nordföhns in Tagen zeigt, daß fast 3/4 aller Fälle nur einen Tag beherrschen bzw. nur 8,3 % wenigstens drei Tage lang wirksam sind. Auch hier gibt es gewisse jahreszeitliche Unterschiede: Von Juni bis Dezember dauern 82 % aller Fälle nur einen Tag (Oktober 91 %), von Jänner bis Mai dauert aber gut ein Drittel (34 %) aller Fälle wenigstens zwei Tage (April 40 %).

	T a g e						Summe
	1	2	3	4	5	6	
absolut	424	107	27	13	6	2	579
Prozente	73,2	18,5	4,7	2,2	1,0	0,4	100,0

Tabelle 28: Häufigkeit der Andauer von Nordföhnsituationen in Graz 1950-1989 in Tagen

## 11. LUFTDRUCKVERTEILUNG BEI STÜRMISCHEM NORDFÖHN

Es wurde getrachtet, für die Tage mit stürmischem Nordföhn (max. Windstärke wenigstens 8) aus der Berliner Wetterkarte die mittlere Druckverteilung in Meeresebene über Mitteleuropa abzuleiten. Da jedoch die genannte Wetterkarte hier erst ab Mitte 1985 zur Verfügung steht, erwies sich die Anzahl solcher Tage als viel zu klein, weshalb die Tage mit Windstärke 7 mit einbezogen wurden. Insgesamt waren das dann 18 (12.6.86; 11.4., 13.4., 7.5., 21.5., 22.5.1987; 25.2., 26.2., 26.3., 21.5., 13.12.1988, 23.3., 15.4., 30.4., 1.5., 2.5., 6.5., 7.5.1989). Der 17. und 23.12.1989 wurden wegen der untypischen Druckverteilung (W- bis SW-Lage) weggelassen. Die mittlere Druckverteilung zeigt nun die Abbildung 3. Deutlich ist der hohe Druck über Westeuropa mit nach Osten zunehmendem Druckgefälle zu erkennen, wobei über dem östlichen Mitteleuropa eine reine Nordströmung in der Grundschicht angezeigt wird, die - noch vor der Modifizierung durch den Alpenkörper - ihre größte Stärke (Druckgradienten) im östlichen Niederösterreich (48°- 49° N, 16°-17° E) erreicht. Durch den Alpenkörper selbst kommt es zur Aufsteilung eines scharfen Druckgefälles mit wenigstens 7 hPa in der östlichen Schweiz, welches im Einzelfall aber 12 hPa erreichen kann (z.B. 12.6.1986). Auch die sogenannte "Föhnnaase" im nördlichen Alpenvorland ist - wenn auch nur schwach - entwickelt.

Aufschlußreich ist auch die Verteilung der Standardabweichung des Luftdrucks. Im Bereich der zur Berechnung herangezogenen Gradfelder wird das Maximum mit 10,7 hPa in 55°N und 0°E erreicht, in einem Gebiet, in dem sowohl Nordseezyklonen, als auch weit nach Norden vorgeschobene Hochdruckkeile vorkommen können, welche aber für die Bodenströmung im Grazer Raum ohne Belang sind. Von dort nimmt die Standardabweichung sowohl nach Osten auf etwa 6, wie nach Süden auf fast 4 hPa ab. Somit erweist sich der Luftdruck im Bereich Zentralmassiv-Rhôneetal als am beständigsten. Auch im gesamten Alpenbogen liegen die Werte nur zwischen 4,4 und 6,4, von SW nach NE zunehmend. Der hohe Druck über Frankreich und das starke Druckgefälle über dem Alpenraum sind somit recht konstante Faktoren bei stürmischem Nordföhn in Graz.

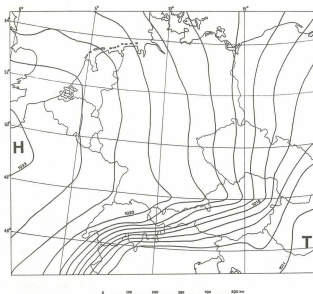


Abb. 3: Mittlere Druckverteilung im Meeresniveau an 18 Tagen mit Nordföhn in Graz mit Windspitzen von wenigstens 7 Beaufort 1986-1989, abgeleitet aus den Berliner Wetterkarten

## 12. ZUSAMMENFASSUNG

Beginnend mit dem Jahr 1970 wurden Tage mit auffallendem Nordföhn in Graz notiert, zudem wurde die Witterung meist noch mit einigen kurzen Hinweisen bzw. durch Stichprobenmessungen mit einem Aspirationspsychrometer teilweise beschrieben. Für die solcherart ermittelten Tage wurde dann die Witterung an Hand der Aufzeichnungen der meteorologischen Station Graz-Universität bezüglich der wichtigsten Elemente bestimmt und beschrieben, und weiters mit den ermittelten Grenz- oder Signalwerten die Häufigkeit der Tage mit Nordföhn für den Zeitraum von 1950 bis 1989 beschrieben. Dazu wurden Mittelwerte oder Häufigkeiten der Elemente Temperatur, Wind, relative Luftfeuchtigkeit, Sichtweite, Bewölkung, Niederschläge und vertikaler Temperaturgradient

berechnet. Schließlich wurde die Zuordnung der Tage mit Nordföhn zu den ostalpinen Wetterlagen bestimmt, wie auch für 18 stürmische Tage die mittlere Druckverteilung im Meeresniveau über Mitteleuropa.

Im Durchschnitt sind in Graz etwa 20 Tage mit Nordföhn im Jahr zu erwarten, davon am meisten im Frühjahr und am wenigsten im Spätsommer und Herbst. Die Witterung wird durch böige Winde, geringe Luftfeuchte, große Sichtweiten, geringe Bewölkung, fast fehlende Niederschläge sowie leicht übernormale Temperaturen im Winter, aber zu kalte im Sommerhalbjahr charakterisiert. Nordföhn kommt bei starkem Druckgefälle von W nach E mit einer Nordströmung im Bodendruckfeld und sehr hohen Gradienten über dem Alpenkörper selbst (bis 12 hPa) vor.

### 13. LITERATURVERZEICHNIS

WAKONIGG H. (1978), Witterung und Klima in der Steiermark. In: Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz, 23, S. 1-473.

WAKONIGG H. (1981), Die Witterungsverhältnisse in Klagenfurt. In: Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz, 24, S. 107-122.

### 14. SUMMARY

#### Herwig Wakonigg: The north Föhn in the south-eastern Alpine border zone

Beginning in 1970, days with well-marked north Föhn wind were recorded, together with some short notes on the general weather situation, supported by some sample measurements using a whirling psychrometer. The official meteorological data for these days were then obtained from Graz University, which enabled certain diagnostic and limiting weather characteristics of days with north Föhn wind to be established. An attempt was then made to identify the frequency of such days for the period 1950-89. In the course of this work, the mean values and frequencies of temperature, wind, relative humidity, visibility, cloudiness, precipitation and vertical temperature gradient were calculated. Finally, it was established to which east Alpine weather types the north Föhn days were related, and also in the case of 18 stormy days, the mean pressure distribution in central Europe at sea level.

On average, it is expected that there will be about 20 days a year in Graz with north Föhn wind, most occurring in spring and fewest in late summer and autumn. The weather at the time is characterised by gusty winds, low humidity, high visibility, little cloud, almost no precipitation, and slightly above-normal temperatures in winter and below-normal in summer. The north Föhn is related to a strong west-east pressure gradient, with a northerly flow in the lower-atmosphere pressure field and very high pressure gradients over the Alps themselves (up to 12 hPa).

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische  
Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der  
Österreichischen Geographischen](#)

Gesellschaft

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 132

Autor(en)/Author(s): Wakonigg Herwig

Artikel/Article: Nordföhn am südöstlichen  
Alpenrand 27-55