

**Zeitschrift:** Mitteilungen / Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn  
**Band:** 36 (1993)

**Artikel:** Der Einfluss des Wetters auf den Menschen : Wetterföhligkeit und Wetterbeschwerden  
**Autor:** Frey, Karl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-543362>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Der Einfluss des Wetters auf den Menschen**

Wetterföhligkeit und Wetterbeschwerden

von Karl Frey

Adresse des Autors:

Dr. Karl Frey  
Haldenstrasse 18  
4600 Olten

# Inhaltsverzeichnis

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 1.     | Wetter und Mensch in früheren Zeiten                    | Seite 105 |
| 1.1.   | Hinweise auf Wettereinflüsse in der Antike              | Seite 105 |
| 1.2.   | Hinweise zur Wetterföhligkeit im 19. Jahrhundert        | Seite 105 |
| 1.3.   | Berühmte wetterföhlige Persönlichkeiten                 | Seite 106 |
| 2.     | Kritische Wetterlagen für den Menschen                  | Seite 106 |
| 2.1.   | Durchgang von Zyklonen                                  | Seite 106 |
| 2.2.   | Durchgang von Zyklonenfamilien                          | Seite 107 |
| 2.3.   | Föhnlagen   | Seite 107 |
| 2.3.1. | Vor- und Hauptstadium des Föhns                         | Seite 107 |
| 2.3.2. | Doppelföhn  | Seite 108 |
| 2.3.3. | Die Medien und der Föhn                                 | Seite 108 |
| 2.3.4. | Die Föhnwolken  | Seite 109 |
| 2.4.   | Bodennebel- und Hochnebellagen                          | Seite 110 |
| 3.     | Komplexe Wechselwirkung zwischen Wetter und Mensch      | Seite 111 |
| 4.     | Vor- und Fernföhligkeit                                 | Seite 112 |
| 5.     | Wetterphasen und Wetterbeschwerden                      | Seite 112 |
| 6.     | Wettergeschehen und Migräne                             | Seite 113 |
| 6.1.   | Abhängigkeit der Migränefälle vom Wetterablauf          | Seite 114 |
| 6.2.   | Höchste Zahl von Migränefällen bei den Wetterphasen 3–5 | Seite 114 |
| 7.     | Die Wetterwirkungstheorien                              | Seite 114 |
| 7.1.   | Theorie der Sauerstoffschwankungen                      | Seite 114 |
| 7.2.   | Theorie der Fremd- und Spurengase                       | Seite 115 |
| 7.3.   | Theorie von geänderten luftelektrischen Verhältnissen   | Seite 115 |
| 7.4.   | Theorie der Luftdruckschwankungen                       | Seite 116 |
| 8.     | Das Bioklima  | Seite 117 |
| 8.1.   | Die Klimazonen der Erde                                 | Seite 117 |
| 8.1.1. | Das Polarklima  | Seite 117 |
| 8.1.2. | Das Klima der Taiga                                     | Seite 117 |
| 8.1.3. | Das Gebirgsklima  | Seite 117 |
| 8.1.4. | Das gemässigte Klima                                    | Seite 117 |
| 8.1.5. | Das Mittelmeerklima                                     | Seite 117 |
| 8.1.6. | Das Monsunklima und subtropische Klima                  | Seite 118 |
| 8.1.7. | Das Steppenklima  | Seite 118 |
| 8.1.8. | Das Wüstenklima   | Seite 118 |
| 8.1.9. | Das Äquatorialklima                                     | Seite 118 |
| 8.2.   | Das Bioklima der Schweiz                                | Seite 118 |
| 8.2.1. | Föhnarme Gebiete  | Seite 118 |
| 8.2.2. | Das Mittelland  | Seite 118 |
| 8.2.3. | Die Nordwestschweiz                                     | Seite 119 |
| 8.2.4. | Das Voralpengebiet                                      | Seite 119 |
| 8.3.   | Klimatherapie   | Seite 119 |
| 8.3.1. | Höhenaufenthalt als Therapie                            | Seite 119 |
| 8.3.2. | Küstenklima   | Seite 119 |
| 8.3.3. | Mittelgebirge   | Seite 119 |
| 8.3.4. | Hochgebirge   | Seite 119 |
| 8.3.5. | Bioklimatologischer Prognosendienst                     | Seite 120 |
| 8.3.6. | Gefahr einer Klimaverschlechterung                      | Seite 120 |
| 9.     | Dank  | Seite 120 |
| 10.    | Literaturverzeichnis                                    | Seite 120 |

# Der Einfluss des Wetters auf den Menschen

Wetterföhligkeit und Wetterbeschwerden

## Zusammenfassung

Der Einfluss des Wetters auf den Menschen, der Auswirkung von Zyklonen mit ihren Fronten und den Föhnlagen, wird aufgrund zahlreicher wissenschaftlicher Publikationen und einer eigenen Untersuchung mit einer Migränepatientin dargelegt.

Besondere Merkmale der komplexen Wechselwirkung zwischen dem Wettergeschehen und seinen Wirkungen auf das Befinden und den gesundheitlichen Zustand des Menschen sind die Vorfühligkeit, die Fernföhligkeit und die Wirkungsweise auch in geschlossenen Räumen. Von den Wetterwirkungstheorien sind besonders hervorzuheben: die kurzperiodischen Luftdruckschwankungen und die hochfrequenten elektromagnetischen Schwingungen.

Abschliessend werden die Klimazonen der Erde, das Bioklima in der Schweiz und die Möglichkeiten für eine Klimatherapie beschrieben.

## Summary

A review of the influence of the weather, the cyclones with their fronts and the situations of foehn on human health and behaviour is given,

together with the author's own observations on a patient who suffered from a sick headache.

The effects of short periodic changes of pressure and those of high frequency electromagnetic oscillations are also discussed. Finally there is a description of the different zones of climate, the bioclimate in Switzerland and the use of the latter in the treatment of symptoms of different diseases.

## Résumé

Revue de la littérature concernant les influences du temps, des cyclones avec leurs fronts et les situations du foehn sur la sensibilité et l'état de santé de l'homme et d'une étude faite par l'auteur avec une personne souffrant de migraine.

Discussion des différentes theories sur l'influence du temps, spécialement des changements de la pression atmosphérique de courte durée et des oscillations électromagnétiques à haute fréquence. Finalement description des différentes zones climatiques de la terre, du bioclimate en Suisse, ainsi que de son utilisation pour le traitement de symptômes divers en médecine.

## 1. Wetter und Mensch in früheren Zeiten

### 1.1. Hinweise auf Wettereinflüsse in der Antike

Schon der griechische Arzt Hippokrates (5. Jh. v. Chr.) hat in seiner Schrift «Luft und Wasser» darauf hingewiesen, dass der Südwind den Menschen krank mache. Der Astronom Andronikus von Kyrrhus erbaute auf dem meistbesuchten Platz von Athen (1. Jh. v. Chr.) den «Achteckigen Turm der Winde» und schilderte den Einfluss der verschiedenen Winde auf den Menschen. Von den Griechen und Römern ist auch eine zwölfteilige Windskala überliefert. Dabei wird dem Südsüdost-Wind, der als Phönix bezeichnet wird, eine besonders nachteilige Wirkung auf das Befinden des Menschen zugeschrieben. Vom Namen Phönix, später auch Favonius

genannt, ist wohl auch der Name Föhn abgeleitet, dem für das Befinden des Menschen einflussreichen Wind in unseren Gebirgen.

### 1.2. Hinweise zur Wetterföhligkeit im 19. Jahrhundert

Einen Ausgangspunkt für die medizinische Wetter- und Föhnforschung stellt der 29. Januar 1819 dar. An diesem Tag wurde die Naturwissenschaftliche Gesellschaft des Kantons St. Gallen gegründet, an der ZOLLIKOFER in seiner Eröffnungsrede wünschte, dass der mit dem Namen Föhn bezeichnete Südwind hinsichtlich Entstehung und Wirkung näher zu erforschen und sein Einfluss auf gesunde und kranke Menschen zu untersuchen sei. In einem Brief vom 24. Januar 1820 an MEISNER, Redaktor des «Naturwissenschaftlichen Anzeigers», gab LUS-SER, Altdorf, die folgende historisch sehr beachtenswer-

te Beschreibung der Föhnwirkungen auf den Menschen: «Apathie bemächtigt sich fast aller Menschen, sehr viele empfinden Kopfweh, besonders in der Stirne, einige bis zur Übelkeit und bis zum Erbrechen. Grosse Mattigkeit, Schläfrigkeit, und dennoch Schlaflosigkeit sind ebenfalls gewöhnlich, desgleichen Einschlafen der Glieder, und Unfähigkeit, etwas Ernsthaftes mit einiger Ausdauer zu Überdenken; andere fühlen Reissen in den Gliedern, besonders schmerzen die sogenannten Wettervögel, jene Stellen, wo Frakturen, Luxationen, Quetschungswunden etc. gewesen, auch leiden arthritischen, atrobiarischen, und alle, die mit Salzflüssen und anderen alten Geschwüren behaftet sind, besonders viel. Gemütskranke, zumal Melancholische werden ebenfalls schlummer. Mit Eintritt des Föhns werden diese Beschwerden wieder erträglicher, oder hören ganz auf, doch Schlaflosigkeit, Mattigkeit und Unlust zu jeder Arbeit dauern fort.»

Der Schulinspektor von Hanau, G.W. RÖDER, verfasste im Jahr 1864 die Schrift «*Der Föhnwind in seinen physikalischen und meteorologischen Erscheinungen und Wirkungen*» und schreibt u.a.:

«Auf den menschlichen Organismus, auf das leibliche und geistige Behagen übt der Föhn einen Einfluss aus, dass er darin fast dem Scirocco gleichkommt. Zwar ist die Empfindlichkeit für die Föhnwirkungen in mehrfacher Beziehung verschieden. Manche Alpenbewohner fühlen nur dieselbe Unbehaglichkeit, wie eine Sommerschwüle überhaupt mitzubringen pflegt; andere dagegen, besonders neue Ansiedler in jenen Gegenden, werden so leidend von ihm gedrückt, dass sie seine Ankunft fürchten müssen.

Die empfänglichsten Personen fühlen die bevorstehende Ankunft des Föhns, besonders zur Winterszeit, manchmal um 1 bis 2 Tage voraus; eine unangenehme Mattigkeit in allen Gliedern, eine gewaltige Aufregung des Blutes, eine grosse Gereiztheit der Nerven, besonders der Kopfnerven, eine drückende Dumpfheit des Lebensgefühls und heftige Kopfschmerzen sind die gewöhnlichen Vorboten des Föhns.

Diese Föhnwirkung ist nur so lange stark, als der Südwind im Anzuge und in der höheren Luft noch im Kampfe mit den nördlichen Strömungen ist; dann, wenn der ‚Afriker‘ die Obermacht gewonnen hat, pflegt das Leid nachzulassen oder gänzlich zu weichen.»

In der umfangreichsten Föhnmonographie des letzten Jahrhunderts beschreibt G. BERNDT im Jahre 1886 die Föhnwirkungen in der folgenden Weise:

«Sensible und nervös reizbare Personen fühlen das Herannahen des Föhns oft schon lange, bevor er sich einstellt, in einer eigentümlichen Mattigkeit und Schwere der Glieder sowie einer oft plötzlich ohne alle Ursache sich einstellenden Bangigkeit und akuten Depression der Gemütsstimmung. Weitere Föhnsymptome sind Steigerung der Herzschlag, Pulsbeschleunigung, Nasenbluten, Kopfschmerz, Appetitverminderung, unruhiger durch beängstigende Träume gestörter Schlaf, Gefühl der Trockenheit der Schleimhäute, Gefühl der Erschlaffung und Indisposition zu körperlicher und geistiger Arbeit, der Mensch ist akuten Krankheiten stärker ausgesetzt.»

Es ist sehr bemerkenswert, dass die Symptome der Wetterföhligkeit und der Wetterbeschwerden schon im letzten Jahrhundert klar erfasst und beschrieben worden sind. Allerdings werden die Einwirkungen des Wetters auf den Menschen fast einseitig dem Föhn zugeschoben und dem Durchzug der Zyklen mit den Fronten und den Luftmassenänderungen wenig Beachtung geschenkt.

### 1.3. Berühmte wetterfühlige Persönlichkeiten

Sensible und gefühlsbetonte Menschen sind in besonderer Weise den Einflüssen des Wetters unterworfen. Unter ihnen findet man bekannte Namen von Dichtern, Musikern, Künstlern, Wissenschaftlern und Entdeckern, wie zum Beispiel:

Byron, Caruso, Columbus, Dante, Darwin, Donizetti, Goethe, Heine, Humboldt, Kepler, Leonardo da Vinci, Luther, Michelangelo, Mozart, Nietzsche, Napoleon, Spitteler und Wagner.

Von diesen wetterfühligen Persönlichkeiten hat sich unser Nobelpreisträger CARL SPITTELER (1845–1924) besonders eingehend mit dem Föhnproblem und dem Einfluss dieses Windes auf das Befinden des Menschen befasst. Der Dichter schrieb im Jahr 1897 zum Thema «*Der Föhn und die Nerven*» die folgenden Zeilen:

«Der Föhn übt auf das Nervensystem des Menschen eine üble Wirkung aus, die der Reisende, vor allem der Fussreisende, kennen muss, um sie in Rechnung zu setzen und sich mit ihr abzufinden; eine Wirkung, die ich mit einem leichten Influenzaanfall vergleichen möchte. Der Föhn drückt auf die Stimmung, er deprimiert, reizt und ermattet. Selbst an den äussersten Grenzen eines Gebietes, zum Beispiel in Luzern, verspüren besonders Empfängliche Unruhe, Kopfschmerz und allerlei Unbehagen. Eine Föhnacht im eigentlichen Föhngebiet (zum Beispiel Altdorf, Amsteg, Meiringen, Brünig oder Glarus) bringt keinen erquickenden Schlaf; ein Spaziergang bei Föhn keine Lust, ein Marsch bei Föhn erschöpft schon in der ersten Stunde. Man fühlt sich abgeschlagen, spürt Migräne, glaubt sich alt und schwach; es ist eine ausgesprochene Hinfälligkeit. Kein Schatten erquickt, keine Ruhe labt, keine Höhe hilft. Flüchte zu den Gletschern, sie erfrischen nicht.»

## 2. Kritische Wetterlagen für den Menschen

In diesem Kapitel wird dargelegt, welche Wettersituatiosn mit einem besonders grossen nachteiligen Einfluss auf den physischen und psychischen Zustand eines Menschen verbunden sind.

### 2.1. Durchgang von Zyklen

Abbildung 1 zeigt den Aufbau einer Zyklone, eines Tiefdruckgebietes, mit den Luftmassengrenzen, den Windströmungen, dem Bewölkungssystem und den Niederschlagsgebieten.

Beim Herannahen einer Zyklone, verbunden mit dem Fallen des Luftdruckes, verschlechtert sich das Befinden der wetterfühligen Personen, das im Bereich der

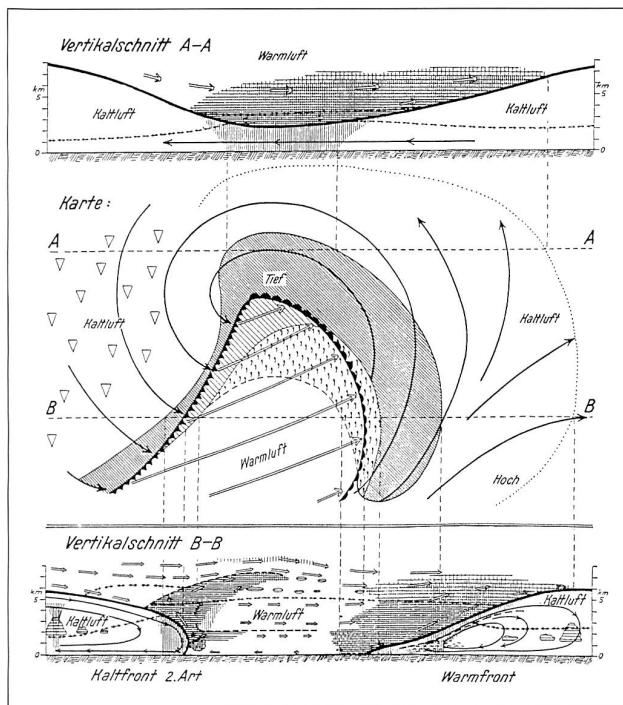


Abbildung 1  
Modell einer jungen Zykloone mit den Vertikalschnitten nördlich und südlich des Tiefdruckzentrums.

Luftmassengrenzen, der Warmfront und der Kaltfront, seinen Tiefpunkt zumeist überschritten hat. Individuell bestehen jedoch in den verschiedenen Stadien eines Durchgangs einer Zykloone sehr verschiedene Krankheitsbilder.

Abbildung 2 zeigt das Werden und das Vergehen einer Zykloone, das gebunden ist an das Vorhandensein von zwei Luftmassen mit unterschiedlichen Eigenschaften, die einen wesentlichen Temperaturunterschied aufweisen. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Zykloone, die sich zunehmend vertieft, nimmt mit dem Alter ab und erstreckt sich auf immer höhere Schichten der Troposphäre. Sobald die Kaltfront die Warmfront eingeholt hat, wird diese neue Luftmassengrenze als Okklusion bezeichnet. Zwischen Geburt und Tod einer Zykloone liegen 5 bis 6 Tage.

## 2.2. Durchgang von Zyklogenfamilien

Eine neu gebildete Zykloone kann die Voraussetzungen zur Entwicklung von weiteren Zyklogen schaffen, so dass sich in vielen Fällen eine Zyklogenreihe, eine Zyklogenfamilie, bilden kann, die sich zumeist von Südwesten nach Nordosten bewegt (Abbildung 3).

Im Bereich der Polarfront, der Grenzzone zwischen Tropik- und Polarluft, bilden sich wellenförmige Ausbuchtungen, wobei sich jede neue Zykloone auf einer südlicheren Bahn bewegt. Zyklogenfamilien tragen auf diese Weise zum Luftaustausch zwischen nördlichen und südlichen Breiten bei.

Beim Durchgang einer Zyklogenfamilie, die zumeist aus vier Einzelzyklogen besteht, wechseln die Symptome der Wetterföhigkeit und der Wetterbeschwerden in besonders intensiver Weise.

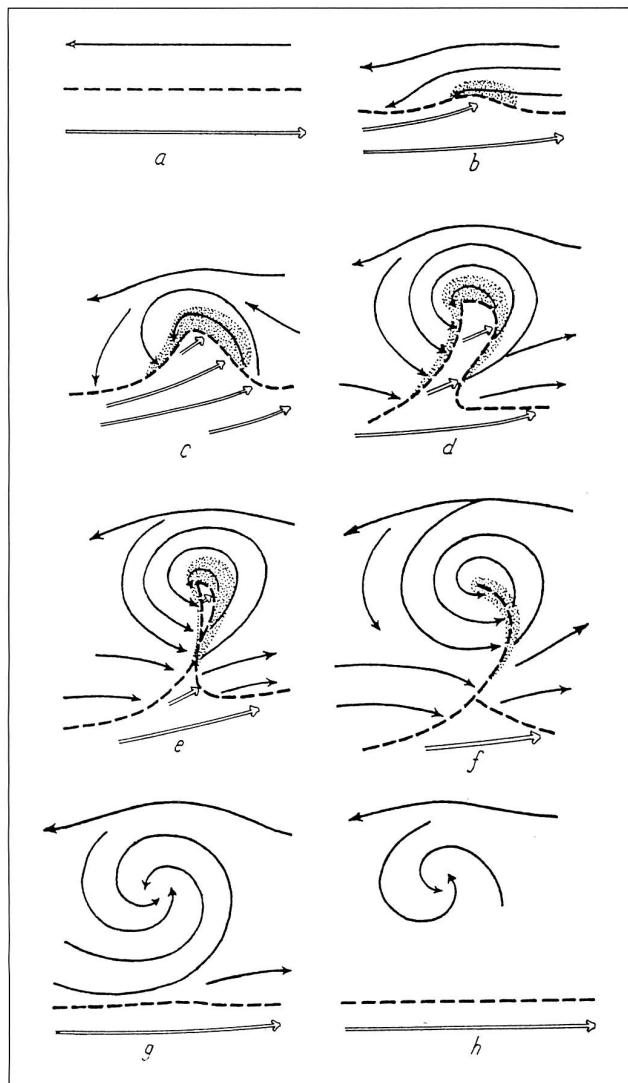


Abbildung 2  
Der Lebenslauf einer Zykloone

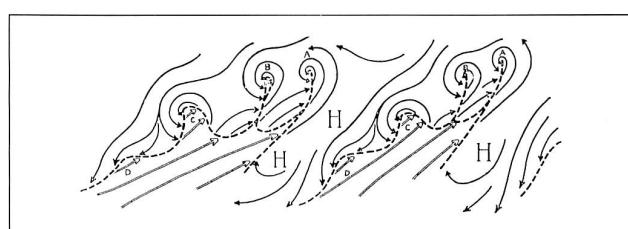


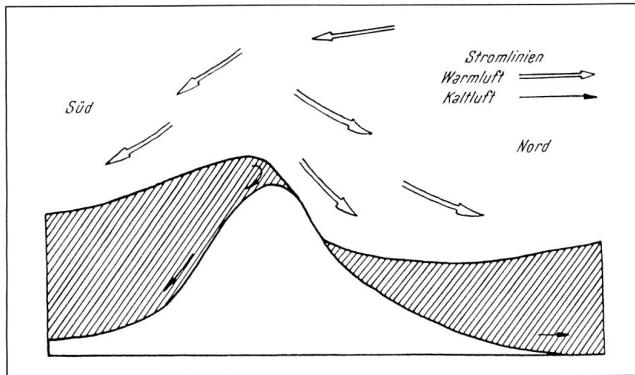
Abbildung 3  
Zwei Zyklogenfamilien an benachbarten Polarfronten

## 2.3. Föhnlagen

### 2.3.1. Vor- und Hauptstadium des Föhns

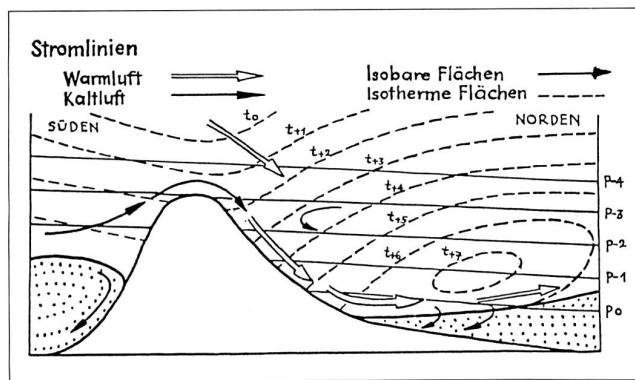
Die klassischen Wetterlagen, unter denen wetterföhlig Personen besonders leiden, sind die Föhnlagen, die auf der Leeseite aller Gebirge eintreten können, sofern eine gebirgsüberquerende Strömungsrichtung der Luftmassen vorhanden ist.

In Abbildung 4 ist das *Vorfohnstadium* (Antizyklonalstadium) bei einer Fönsituation in unseren Alpen dargestellt, bei dem die Anzeichen der Wetterföhligkeit und der Wetterbeschwerden bereits in ausgeprägter Weise in Erscheinung treten können. Über dem Alpenkamm ist ein Divergenzgebiet der Luftmassen vorhanden, das in den höheren Lagen auf der Leeseite einen «*Zwischenföhn*» auslösen kann.



**Abbildung 4**  
Antizyklonalstadium des Föhns. Der Wind dreht nördlich des Alpenkammes auf Süd, während in der Kaltluftschicht in der Niederung schwache Winde wechselnder Richtung auftreten.

In Abbildung 5 ist das *Hauptstadium des Südföhns* abgebildet. Die Darstellungen und Beschreibungen stützen sich auf die Untersuchungen des Verfassers (FREY, 1945, 1953, 1984, 1986).



**Abbildung 5**  
Das zyklonale Hauptstadium des Föhns. Die Flächen gleicher Temperatur und gleichen Luftdrucks schneiden sich und erzeugen ein Solenoidfeld, das der Föhnströmung eine Absinkbeschleunigung und eine zusätzliche Energie verschafft, um mit stürmischer Gewalt in die Täler hinunter vorzustossen.

Für die Dynamik des Föhns ist es von wesentlicher Bedeutung, dass die Temperatur in den Höhen über dem nördlichen Alpenvorland bereits im Antizyklonalstadium stark angestiegen ist, ein Vorgang, der sich im Zyklonalstadium noch verstärkt, so dass die Luft über dem Alpenkamm bedeutend kälter ist als in gleicher Höhe über der Leesei-

te. Im Mittel betragen die Temperaturdifferenzen zwischen dem Pilatus und dem Gotthard 7°C und in Extremfällen bis zu 12°C (FREY 1984).

Am 15. November 1867 befasste sich Heinrich WILD in seiner Rektoratsrede an der Universität Bern mit dem Thema «*Föhn und Eiszeit*». Dabei stellte er die Frage: «Warum gelingt es dem warmen und leichten Föhn, in die Täler hinunter vorzustossen und dort die dichteren Kaltluftmassen in den Niederungen zu verdrängen?» Zu diesem Problem haben die Meteorologen der Alpenländer in den folgenden Jahrzehnten leidenschaftliche Auseinandersetzungen geführt, wobei Theorien verschiedenster Art aufgestellt worden sind, wie Abfluss- und Luftverdünnungsthesen. Abbildung 5 zeigt jedoch, dass die vom Berner Universitätsrektor vor etwas mehr als 125 Jahren gestellte Frage einen veränglichen Irrtum enthält: Der Föhn ist wohl beim Durchbruch in die Niederung und in den Höhen des nördlichen Alpenvorlandes warm und leicht. Über dem Alpenkamm dagegen ist die Luft bedeutend kälter und damit dichter. Das so lange umstrittene Problem des Hinunterstürzens des Föhns in die Täler findet damit mit der *Solenoidtheorie* eine Erklärung auf physikalischer Grundlage und weist darauf hin, dass die absteigende Strömung im oberen Bereich boraartigen Charakter hat.

Schon im Jahr 1867 hat der Österreicher Julius HANN mit seiner *physikalischen Föhntheorie* gezeigt, dass die Temperatur der absteigenden Föhnströmung nach dem Poissonschen Gesetz pro 100 Meter Höhendifferenz um 1°C zunehmen muss.

Die Föhnströmung gleitet nach dem Durchbruch in die nordalpinen Quertäler über die im Mittelland liegende Kaltluftschicht auf, wobei es am Boden, durch ein Hin- und Herpendeln der Grenzzone zwischen den beiden Luftmassen, zu mehrmaligen Föhnpausen kommen kann. In der Kaltluftschicht, in der schwache und wechselnde, oft auch nördliche Winde wehen, unterliegen wetterföhlig Personen nachteiligen Einwirkungen auf ihr Wohlbefinden, auf deren Ursachen später eingegangen wird.

### 2.3.2. Doppelföhn

Am 13. Dezember 1981 hat der Verfasser (FREY 1986) die seltene Ausbildung eines *Doppelföhns* nachgewiesen, bei dem während vier Stunden der Südföhn in Altdorf und der Nordföhn in Locarno gleichzeitig wehte.

### 2.3.3. Die Medien und der Föhn

Auch die Medien tragen zur Diskussion des Föhnproblems bei.

Am 22. Dezember 1989 brachte die SCHWEIZER ILLUSTRIERTE einen sechsseitigen Sensationsartikel mit der Schlagzeile «*Föhn – das Rätsel ist gelöst*». Den Lesern wird empfohlen, alles zu vergessen, was sie in der Schule über den Föhn gelernt haben. Mit dem Schulbuchwissen müsse aufgeräumt werden, die Geographielehrer hätten umzulernen. Ein Deutscher habe das grösste, jedoch noch nicht das letzte Rätsel um den Föhn gelöst. Dies schrieb ein Jörg Kachelmann. Und welches ist nun die aufsehenerregende Neuentdek-

kung? Es wird dargelegt, dass die Föhnströmung auf der Luvseite, nicht so wie es in den klassischen Darstellungen in den Schulbüchern dargestellt ist, dem Geländeprofil folge, sondern eine Kaltluftschicht von einigen hundert Metern Höhe überwehe. Die Stromlinien verlaufen somit flacher als das Geländeprofil, womit der «*Hebeffekt*» der Luftströmung auf der Südseite der Alpen abgeschwächt wird. Diese zutreffende Feststellung ist allerdings alles andere als eine Neuentdeckung und der Abbildung 5 zu entnehmen, die deutlich zeigt, dass bei Südföhn auf der Luvseite sogar ein «*Luvwirbel*» vorhanden ist in der Niederung, in dem zumeist schwache nördliche Winde wehen. Diese typische Strömungsdarstellung bei Südföhn war in dieser Form schon in meiner Dissertation vom Jahre 1944 enthalten.

#### 2.3.4. Die Föhnwolken

Der Föhn ist oft der Gestalter von prachtvollen Wolkenformen, die der Deutung einen weiten Spielraum lassen, und in ihrer Schönheit den Wetterföhligsten über die ausgelösten Beschwerden hinweg trösten können (Abbildungen 6 und 7)



Abbildung 6

Das chaotische Wolkenbild der «Jahrhundertföhnlage» am 8. November 1982, 09.30 Uhr. Aufgenommen auf der Frohburg, Richtung Voralpen mit Pilatus. Die Druckdifferenz Süd-Nord erreichte um 6 Uhr den bisherigen Höchstwert von 24 Hektopascal.



Abbildung 7

Eine ufoartige Föhnwolke alarmiert den Wetterföhligsten. Aufnahme vom 18. Oktober 1969 auf der Klewenalp.

#### 2.4. Bodennebel- und Hochnebellagen

Bei den bei uns häufigen Wetterlagen mit *Bodennebel oder Hochnebel* (Abbildungen 8 und 9), mit zumeist schwachen Winden in den Niederungen, kann die Anreicherung von Schadstoffen im Nebelbereich derart gross werden, dass sich der gesundheitliche Zustand vieler Personen verschlechtert. Vor allem bei *Smoglagen*, die eine grosse Beständigkeit aufweisen und oben durch eine Inversionsschicht abgegrenzt sind, die den Luftaustausch behindert, treten oft unangenehme und schädliche Nebenwirkungen auf. Smog ist eine Zusammenziehung der englischen Wörter für Rauch, «smoke» und Nebel, «fog».

Im Dezember 1930 starben in Belgien 63 Menschen, weil grosse Mengen eines giftigen Fluorgases, das von Fabriken an der Maas abgegeben wurde, sich in einem engen, oben durch eine Inversion abgeschlossenen Tal in tödlicher Weise angereichert hatten.

Nach einer besonders schlimmen Smogperiode, die fünf Tage lang dauerte, starben in London im Dezember 1952 4000 Menschen an Bronchitis und Lungenentzündung.

Berücksichtigt sind auch die Smoglagen, wie sie in den Industriegebieten von Norditalien und in Osteuropa in der winterlichen Jahreszeit eintreten.

In unserer Region ist eine *bedrohliche Schadstoffsituation letztmals am 16. Januar 1987 eingetreten*. An diesem Tag stieg das Tagesmittel von Schwefeldioxid, bei einem Grenzwert von 100 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), in Trimbach auf  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und beim Frohheimschulhaus in Olten auf  $229 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bei halbstündlichen Höchstwerten von 254 und  $319 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ein kräftiges Hoch über Skandinavien steuerte in den Tagen zuvor sehr kalte Luft nach Mitteleuropa. In den Höhen oberhalb 1500 m ü. M. stieg dann die Temperatur innerhalb von 24 Stunden um  $17\text{--}18^\circ\text{C}$ , und es bildete sich über dem Mittelland eine ausgeprägte Inversion von  $14^\circ\text{C}$ , die den Luftaustausch behinderte.

Schon in den fünfziger und sechziger Jahren unternahm man in Europa grosse Anstrengungen, um die Smoggefahr zu verringern. Durch die Verminderung von umweltschädlichen Brennstoffen in Stadtgebieten, Einschränkungen der zulässigen Emissionen von Fabriksschornsteinen und Umstellung auf Fernheizungen wurde die Verunreinigung der Luft durch Schmutzteilchen von vielerlei Art stark verringert, eine begrüssenswerte Änderung, die allerdings durch den steigenden Autoverkehr stark abgeschwächt wurde.

Gestützt auf das *Umweltschutzgesetz* hat die Schweiz im März 1986 die «*Luftreinhalte-Verordnung*» erlassen, die ständig verbessert wird, um Menschen, Tiere, Pflan-



Abbildung 8  
Nebelmeer am 4. Januar 1989. Foto vom Belchen.



Abbildung 9  
Nebelwasserfall über Frohburg und Hauenstein am 9. Januar 1989. Foto von der Wisenerfluh.

zen und Boden vor den schädlichen Luftverunreinigungen zu schützen. Mit der Entschwefelung des Heizöls konnte der Gehalt unserer Luft an *Schwefeldioxid* stark gesenkt werden. Doch der Schadstoffgehalt der Luft an *Stickstoffoxiden* ist noch stets zu gross und konnte nur in geringem Ausmass reduziert werden, da der motorisierte Verkehr noch immer ansteigt.

Ein bedrohliches Problem ist ebenso der steigende Gehalt an Ozon in der sommerlichen Jahreszeit in der bodennahen Luftsicht, während die Ozonschicht in der unteren Stratosphäre, die uns vor den schädlichen ultravioletten Strahlen schützt, in beängstigender Weise abgebaut wird.

Ein anderes Problem, das zwar keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen hat, ist der steigende Gehalt der Luft an *Kohlendioxid*, der im nächsten Jahrhundert zu einer folgenschweren Erwärmung von 2°–4°C im Jahresmittel und zu einer Klimakatastrophe führen kann. Es fehlt in keiner Weise an Aktivitäten am grünen Tisch, um diese bedrohliche Entwicklung einzudämmen. Es sei erinnert an die *UNO-Konferenz über «Umwelt und Entwicklung»*, die vom 3. bis 14. Juni 1992 in Rio de Janeiro (Brasilien) stattfand. Es ist der Anfang eines Wandlungsprozesses, der uns mit einiger Hoffnung in die Zukunft blicken lässt, bei der es um nichts weniger als um das Schicksal der Erde und der Menschheit geht.

### 3. Komplexe Wechselwirkung zwischen Wetter und Mensch

August SCHMAUSS, Professor in München, war ein Philosoph unter den Meteorologen. Eine seiner Aussagen habe ich als Motto meiner Dissertation vorangestellt: «*Die meteorologischen Vorgänge lassen sich in ihrer Mannigfaltigkeit nur mit Lebensvorgängen vergleichen. Kaum ein anderer Zweig der Naturwissenschaft hat so oft Gelegenheit, das Werden und das Vergehen zu erleben, wie die Meteorologie.*»

Lebensvorgänge und Wettergeschehen werden durch eine Vielzahl von Faktoren geprägt, wobei kleine Ursachen oft grosse Wirkungen auslösen können und die Gesamtheit der Beiträge zum Geschehen im menschlichen Organismus und in der Atmosphäre fast nicht erfasst werden kann. Das Problem wird noch viel schwieriger und komplexer, wenn man die Zusammenhänge zwischen den Wetterereignissen und ihren Einflüssen auf das Befinden des Menschen herleiten will.

Zur nachfolgenden Behandlung dieser *Zusammenhänge zwischen Wetter und Mensch* stützen wir uns im wesentlichen auf die Untersuchungen und Erkenntnisse von DE RUDDER (1948), MÖRIKOFER (1950, 1952, 1957), GENSLER (1973), BULLRICH (1981) und RICHNER (1982, 1983), die in ihren Publikationen teilweise auch einen Überblick über die bisherigen Arbeiten in diesem medizinisch-meteorologischen Bereich enthalten.

Zunächst ist einsehbar, dass ein schöner und strahlender Tag sich positiv auf die Psyche des Menschen auswirkt, zumeist verbunden mit einer Steigerung des gesundheitlichen Wohlbefindens. Ein düsterer und nebliger Novembertag kann dagegen Depressionen auslösen und den physischen Zustand auch nachteilig beeinflussen.

Schon an diesem einfachen Beispiel ist ersichtlich, dass an der *Biotropie* des Wetters, das ist die Tatsache, dass Wettervorgänge, insbesondere Wetterwechsel, auf zahlreiche Menschen biologisch wirksam sind, kaum gezweifelt werden kann. Dies haben auch zahlreiche Untersuchungen gezeigt.

Ein neuerer Wissenszweig, der das biologische Verhalten des Menschen in Abhängigkeit von den Tages- und von den Jahreszeiten untersucht, wird als *Chronobiologie* bezeichnet. Das gesamte Wissensgebiet, das sich mit der Wirkung von Wetter und Klima auf den Menschen befasst, nennt man *Biometeorologie*.

Die vom Wettergeschehen ausgelösten Reize treffen jeden Menschen. Der Gesunde kann diese jedoch so ausregulieren, dass keine spürbaren Beeinträchtigungen im Wohlbefinden eintreten. Bei Menschen jedoch, die eine erniedrigte Reizschwelle des vegetativen Nervensystems aufweisen, wird der Wettereinfluss nicht mehr voll kompensiert, wobei sich dann die typischen Merkmale der Wetterföhligkeit und der Wetterbeschwerden einstellen. Gefühlsbetonte und sensible Menschen sind den wechselnden Einflüssen des Wetters in besonderer Weise ausgesetzt.

Untersuchungen in der Schweiz ergaben, dass von 100 Personen der Wetterföhligkeit unterliegen, je nach Region und Alter: Im Voralpengebiet 20, im Flachland 30–40 (Jugendliche 20–30) und in Städten bis 50. Mit dem Alter

ist eine Zunahme festzustellen, wobei besonders während der Wechseljahre eine kritische Phase eintritt. Patienten sind nach Operationen, Depressive und Neurotiker jederzeit sehr anfällig auf Wetterbeschwerden im Ausmass von 60 bis 90 Prozent.

Die durch *biotrope Wetterlagen* verursachten *meteotropen Wirkungen* auf den menschlichen Organismus können physischer (körperlicher) oder psychischer (seelischer) Natur sein.

*Physische meteotrope Symptome:* Körperschmerzen, Migräne, Schwindel, Augenflimmern, Ermüdung, Übelkeit, Atembeschwerden, Asthma, Allergien, Blutdruckschwankungen, Herz- und Kreislaufstörungen, Entzündungen, Blutungen, Lungenembolien und Thrombosen.

*Psychische meteotrope Symptome:* Seelische Unausgeglichenheit, Gereiztheit, vitale Unlust, Zwang zum Grübeln, Apathie, Müdigkeit, Unlust zur Arbeit, Unsicherheit, Angst, Depression und erhöhte Gefahr von Selbstmord. Auch in föhnfreien Regionen sind Todesfälle bei Warmluftzufuhr höher als während eines Kaltluftregimes. Allerdings reagieren Herz- und Kreislaufpatienten intensiver auf Kaltfronten und labile Aufgleitvorgänge. Auch die Zahl der Embolien ist bei dieser Wettersituation gesteigert.

Ganz allgemein ist die Biotropie des Wetters vor einem Wetterumschlag mit Frontdurchgang am ausgeprägtesten.

#### 4. Vor- und Fernfähigkeit

Mit *Vorfähigkeit* bezeichnen wir die überraschende Tatsache, dass wetterempfindliche Personen Verschlechterungen ihres Zustandes verspüren, bevor ein Wetterumschlag mit einer kritischen, meteotropen Wetterlage eingetreten ist. Diese «Vorahnung» der Umstellung einer Wetterlage stellt sich bereits ein, wenn eine herannahende Zyklone mit ihrer Warmfront den Westen unseres Kontinents erreicht hat und im Alpengebiet das Vorstadium des Föhns beginnt (Abbildung 4). Häufig machen sich die meteotropen Symptome schon bemerkbar, bevor die in Höhen von 8 bis 12 Kilometern aufziehenden Cirruswolken Hinweise für die heranziehende Zyklone geben.

Nahe verwandt mit der Vorfähigkeit ist die *Fernfähigkeit*. Man kann im Mittelland den Föhn verspüren, der in der Höhe über die in den Niederungen liegenden Kaltluftschichten hinwegweht. Zudem lösen die Schichtgrenzen zwischen zwei Luftmassen über grössere Distanzen Wirkungen aus, beispielsweise vor und unter der Aufgleitfläche einer Warmfront.

Die Ursachen der Wetterfähigkeit und der Wetterbeschwerden liegen somit zumeist nicht im Bereich der durchgebrochenen Föhnströmung oder in der aus Westen heranziehenden Warmluft, sondern müssen auf Fernwirkungen von Diskontinuitätsflächen (Grenzflächen) verschiedenartiger Luftmassen auf den darunter befindlichen Luftbereich zurückgeführt werden.

Für die Wetter- und die Fernfähigkeit ist eine besonders bemerkenswertes Kriterium, dass die meteotropen Wirkungen in Häusern, auch bei geschlossenen Fenstern und Türen, in gleicher Weise auftreten wie im Freien.

Diese Tatsache ist zu berücksichtigen, wenn man klären will, welche meteorologischen Ursachen die Wetterfähigkeit und die Wetterbeschwerden auslösen. Dies zeigt, dass die *Milieuhypothesen*, die eine Auslösung der meteotropen Symptome auf Einwirkungen der umgebenden Luft zurückführen wollen, nicht im Einklang stehen mit der Vor- und Fernfähigkeit und nicht mit der Einwirkung auf den Menschen in geschlossenen Räumen.

#### 5. Wetterphasen und Wetterbeschwerden

Nachfolgend sollen nun die Auswirkungen von *sechs verschiedenen Wetterphasen*, die beim Durchzug einer Zyklone entstehen (Abbildung 1) auf den physischen und psychischen Zustand des menschlichen Organismus nach bisherigen Untersuchungen und Erfahrungen gezeigt werden. Die sich ständig ändernden Wetterfaktoren üben nicht nur einzeln eine Wirkung aus, sondern haben eine Akkordwirkung, mit einer fast unübersehbaren Zahl von Möglichkeiten und Kombinationen.

Bei den sechs Wetterphasen stimmt die Phase 3 zumeist mit dem Vorföhnstadium und die Phase 4 mit dem Durchbruch des Föhns in die Niederungen und dem Durchzug der Warmfront überein. In der Phase 5 zieht die Kaltfront durch, die einen Druckanstieg auf der Nordseite der Alpen bewirkt und oft zu Nordföhn südlich der Alpen führt.

Die Phasen 1 und 2 sind die längsten, die Phase 3 hat Übergangscharakter und die Phasen 4 und 5 zeigen zumeist einen raschen Ablauf im Wettergeschehen. Den einzelnen Wetterphasen werden nun die auftretenden Symptome der *Wetterfähigkeit* der *Wetterbeschwerden* und der *Krankheitsbilder* zugeordnet.

**Wetterphase 1:** Schönwetter im Bereich der kälteren Ostseite eines Hochdruckgebietes. Im Winter oft Hochnebel, kalt und Bise. Oberhalb 1500–2000 m ü. M. meist wolkenlos und absinkende Luftbewegung bis zur Obergrenze einer Inversion.

**Symptome:** Verbesserung des Wohlbefindens. Eiweißanstieg im Blut.

**Wetterphase 2:** Sonnige Schönwetterlage im Einflussbereich eines Hochdruckzentrums. Nachmittags im Sommer Wärmegewitter. Im Winter häufig Talnebel mit Obergrenze in 800–1000 m ü. M.

**Symptome:** Geringe Beschwerden und gesteigerte Reaktionsfähigkeit. Im Winter kann eine tagelange Nebel- oder Hochnebelbeschicht, mit einem durch eine Inversion behinderten Luftaustausch, zu einer Anreicherung von Schadstoffen führen. Dies kann sich ungünstig auf das Wohlbefinden auswirken und Atemwegerkrankungen fördern.

**Wetterphase 3:** Föhnige Schönwetterlage an der West-

seite eines warmen und sich abschwägenden Hochdruckgebietes mit ab sinkenden Luftbewegungen und Trockenheit in der Höhe (Abbildung 4). Im Winter oft ganztägiger Hochnebel. In der Höhe sind die ersten aufziehenden Cirruswolken sichtbar, die das Heranziehen einer Zyklone ankündigen. Ebenso weisen Wolkenfische in mittleren Höhen, Altocumulus lenticularis, auf die Ausbildung einer Föhnlage hin. Es stellen sich die ersten Befindungsstörungen ein: Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, nervöse Erregbarkeit, Schlafstörungen, Arbeitsunlust, abnehmende Leistungsfähigkeit, Konzentrationsschwäche, erhöhte Unfallgefahr, rheumatische Schmerzen, Schmerzen an Operationsnarben.

*Symptome:*

*Wetterphase 4:* Höhepunkt des Wetterumschlages. Bei verstärktem Luftdruckfall Föhneinbruch in den Alpentälern (Abbildung 5). Weitere Zunahme hoher, mittlerer und später auch tiefer Bewölkung mit einer Abnahme der Sicht. Mit dem Aufgleiten von feuchtwarmen Luftmassen über die in den Niederungen bestehende Kaltluftschicht setzen Niederschläge ein, oft auch Eisregen im Winter, bevor die durchziehende Warmfront auch am Boden eine bedeutende Temperaturerhöhung bringt.

*Symptome:* Neigung zu Herzinfarkten, Embolien, Thrombosen, Nierenkoliken, ausgeprägter Migräne und asthmatischer Bronchitis. Eine Reaktionszeitverlängerung tritt ein mit einer Zunahme der Betriebs- und Verkehrsunfälle sowie der Todesfälle. Allgemeine Verschlechterung des Allgemeinzustandes depressiv veranlagter Menschen.

Sofern sich hinter der Warmfront ein ausgedehnter Warmluftsektor mit einer Bewölkungsauflockerung ausbildet, insbesondere in der winterlichen Jahreszeit, so tritt eine deutliche, jedoch nur vorübergehende Abnahme der Beschwerden ein.

*Wetterphase 5:* Vollzogener Wetterumschlag und Föhnezusammenbruch. Durchgang einer Kaltfront oder eines Tiefdrucktroges mit Temperaturrückgang, Regen- oder Schneeschauern, oft verbunden mit Gewittern und Windböen. Bei einem Druckanstieg auf der Nordseite der Alpen bildet sich in den Alpen eine Staulage, mit oft tagelangen Niederschlägen, während sich südwärts der Alpen allmählich eine Nordföhnlage einstellt.

*Symptome:* Magen- und Darmerkrankungen, Koliken, Angina pectoris, Schlaganfälle, Herzinfarkte, arterielle Embolien, epi-

leptische Anfälle, Migräne, gesteigerte Zahl von Todesfällen und Selbstmordneigung. Bei einer gesteigerten Risiko- freudigkeit besteht weiterhin die Gefahr von Unfällen.

*Wetterphase 6:* Beginnende Beruhigung der Wetterlage, bei abklingendem Rückseitenwetter und weiterem Luftdruckanstieg. Erwärmung in höheren Lagen und Bodennebel oder Hochnebel in der winterlichen Jahreszeit.

*Symptome:* Deutliche Abnahme der Befindungsstörungen, mit einem zunehmendem Wohlbefinden und einer gesteigerten Reaktionsfähigkeit.

Günstige Einwirkungen auf den Menschen haben die Wetterphasen 1, 2 und der zweite Teil der Phase 6. Bei den Wetterphasen 3, 4 und 5 ist die Anfälligkeit für Wetterbeschwerden und eine Verschlimmerung der Krankheitsbilder am grössten. Ganz allgemein gilt, dass der Einfluss des Wetters auf das Befinden der Menschen am günstigsten ist bei antizyklonalen Wetterverhältnissen mit Absinkbewegungen der Luftmassen in mittleren Höhen. Meteotrop besonders nachteiligen Einfluss haben Aufgleitvorgänge mit labilen und subtropischen Luftmassen sowie besonders intensive Warm- und Kaltfronten und Okklusionen.

Das zyklonale Wettergeschehen verändert die Atmosphäre innerhalb von wenigen Stunden vollständig. Alle meteorologischen Grundelemente und damit auch die komplexen Wetterfaktoren unterliegen starken Schwankungen und führen zu bestimmten biotropen Reaktionen.

## 6. Wettergeschehen und Migräne

In der Fachliteratur, die sich mit dem Einfluss des Wetters auf das Befinden des Menschen befasst, sind Statistiken, die sich über viele Jahre erstrecken und auf die Auswirkungen auf dieselbe Person beziehen, sehr selten.

Im Wetterdienst unserer Armee, dem ich während drei Jahrzehnten angehörte, war mein militärischer Vorgesetzter Omar WEBER, damals Chef des Flugwetterdienstes Kloten. Dieser führte über die typischen und häufigen *Migräneanfälle* seiner Ehefrau eine sehr genaue Statistik, die sich über den Zeitraum vom September 1944 bis zum Juni 1956, somit über fast 12 Jahre erstreckte. Diese Migränestatistik, die mit den Intensitätsstufen 1 bis 3 versehen war, habe ich mit meinen eigenen graphischen Wetteraufzeichnungen verglichen, die vom Jahre 1940 bis heute lückenlos vorhanden sind. Die Wetteraufzeichnungen geben für jeden Tag ein umfassendes Bild über die Wetterentwicklung in der Schweiz, mit der Änderung der verschiedenen Wetterfaktoren und insbesondere auch über das Eintreten von Süd- und Nordföhnlagen sowie von Inversionen über dem Mittelland.

## 6.1. Abhängigkeit der Migränefälle vom Wetterablauf

An den 4320 Tagen traten bei der Versuchsperson an 850 Tagen Anfälle von Migräne auf, ungefähr an jedem 5. Tag. Um erste Anhaltspunkte über Zusammenhänge zwischen Wettergeschehen und Migräneanfällen zu erhalten, habe ich 10 einfache meteorologische Kriterien verwendet, die ohne Schwierigkeiten den Wetteraufzeichnungen entnommen werden konnten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Kriterien in der gesamten Untersuchungsperiode in ungleicher Häufigkeit auftreten. So treten die Kriterien «*Beginnender Luftdruckfall*» und «*Südliche Winde über dem Alpenkamm*» weit häufiger auf als die Kriterien «*Südlicher und nördlicher Talföhn*».

Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt die prozentuale Verteilung der 850 Migränefälle auf die Gesamtzahl der ausgewählten Kriterien.

|  |       |
|--|-------|
| 1. <i>Beginnender Luftdruckfall:</i>   | 50,3% |
| 2. <i>Höhepunkt des Luftdruckfalls:</i>  | 17,3% |
| 3. <i>Beginnender Luftdruckanstieg:</i>  | 17,7% |
| 4. <i>Höhepunkt des Luftdruckanstiegs:</i>   | 14,7% |
| 5. <i>Südliche Winde über den Alpen ohne Talföhn:</i>  | 45,3% |
| 6. <i>Südföhn in den nordalpinen Tälern</i>  | 5,5%  |
| 7. <i>Nordföhn in den südalpinen Tälern</i>  | 7,2%  |
| 8. <i>Warmlufteinbruch mit einem Temperaturanstieg von mindestens 7°C in den untersten 4000 m:</i> | 29,8% |
| 9. <i>Kaltluft einbruch mit einem Temperaturfall von mindestens 7°C in den untersten 4000 m:</i>   | 24,6% |
| 10. <i>Ausgeprägte Inversion über dem Mittelland</i>   | 23,2% |

## 6.2. Höchste Zahl von Migränefällen bei den Wetterphasen 3–5

Als wichtigste Ergebnisse des Zusammenhangs zwischen den Wetterfaktoren und den Migräneanfällen können festgehalten werden:

- Bei fallendem Luftdruck ist die Zahl der Migräneanfälle mehr als doppelt so gross als bei steigendem Luftdruck.
- Bei südlichen Winden über dem Alpenkamm – zumeist Höhenföhn – besteht eine bemerkenswert hohe Anfälligkeit für Migräne.
- Ein Temperaturanstieg oder ein Temperaturfall von mindestens 7°C im unteren Bereich der Troposphäre, bezogen auf die letzten 24 Stunden, ist ebenfalls mit einer hohen Beeinträchtigung des Wohlbefindens verbunden.
- Verhältnismässig gering ist die Zahl der Migränefälle der in Zürich wohnhaften Versuchsperson bei Süd föhn, der bis in die Täler hinunter vorgestossen ist.
- Ausgeprägte Inversionen in Höhenlagen von 800–1400 m ü.M., die den Luftaustausch behindern, sind mit einem grossen Anteil an Migränefällen verbunden. Im November 1953 verzeichnete man auf der Nordseite der Alpen 23 Tage mit Inversionen. An 19 Tagen von diesen hatte die Versuchsperson Anfälle von Migräne.

«*Luftdruckfall, Höhenföhn und Warmlufteinbruch*» sind Wettererscheinungen, die gewissermassen einen Akkord bilden, gemeinsam oder kurz nacheinander auftreten. Diese Wetterfaktoren bilden einen Wirkungskomplex, der sich hinsichtlich Wetterföhligkeit und Wetterbeschwerden in besonderer Weise bemerkbar macht und den Wetterphasen 3 und 4 zugeordnet werden kann. Von fast ebenso grosser Bedeutung ist biometeorologisch der Wirkungskomplex «*Föhnzusammenbruch, Kaltluft einbruch, Frontgewitter*», entsprechend der Wetterphase 5. Einen ähnlichen nachteiligen Einfluss hat auch das Vorhandensein einer hartenäckigen und luft austauschbehindernden «*Inversionslage*» mit einer Anreicherung von Luftschadstoffen.

Die Wechselbeziehungen «*Wettergeschehen-Migräne beschwerden*» sind allerdings nicht eindeutig, was bei diesem komplexen Problem auch kaum erwartet werden konnte. In rund 9% aller Fälle traten bei der Versuchsperson Migräneanfälle auf, ohne dass einer der zehn Wetterfaktoren Besonderheiten zeigte. Nicht unbedeutend ist ebenso die Zahl der kritischen meteotropen Wetterlagen, bei denen sich keine Beschwerden einstellten.

## 7. Die Wetterwirkungstheorien

Es soll nun dargelegt werden, welchen Wetterfaktoren die Eigenschaft zugeschrieben werden kann, auf den physischen und psychischen Zustand des Menschen einwirken zu können und dafür auch eine physiologische Erklärung zu finden.

Nach den bisherigen Erfahrungen müssen für das Auftreten von *meteotropen Effekten* die folgenden Kriterien erfüllt sein:

- Die Wirkungen erstrecken sich über ein flächenmässig weites Gebiet.
- Der Ursprung einer Befindensstörung befindet sich nicht innerhalb einer Luftmasse, sondern geht von Luftmassengrenzen, von Diskontinuitätsflächen aus.
- Die Vor- und Fernföhligkeit ist ein wesentlicher Bestandteil des Wirkungskomplexes.
- Die meteotropen Effekte machen sich auch in geschlossenen Räumen bemerkbar.

Diese Kriterien zeigen schon deutlich, dass die Milieuhypothesen, die Befindensstörungen auf Einwirkungen aus der umgebenden Luft zurückführen wollen, zur Erklärung ausser Betracht fallen. Nachfolgend erwähnen wir nun einige Wetterwirkungstheorien, in der Reihenfolge ihrer zunehmenden Übereinstimmung mit der komplexen Wechselwirkung «*Wetter-Mensch*», Theorien, die auch historisch erwähnenswert sind.

### 7.1. Theorie der Sauerstoffschwankungen

Beim Einsetzen des «*Äquatorialstromes*», dem Einbruch von wärmeren und feuchteren Luftmassen, sinkt der Prozentgehalt der Luft an Sauerstoff, da die Luft dann mehr Wasserdampf enthält.

BERNDT (1886) vertrat die These, dass ein gewisser Sauerstoffmangel das Befinden des Menschen ungünstig beeinflusse. Auch REGENER (1941) hat diese These aufgenommen, jedoch festgestellt, dass der Sauerstoffgehalt der Luft bei einsetzendem Föhn wieder steige. Es sei diese Sauerstoffschwankung, die von kreislaufgefährdeten und psycholabilen Menschen schwer ertragen werde.

Gegen diese Wirkungstheorie können auch medizinische Gründe geltend gemacht werden, da Untersuchungen aus der Luftfahrtmedizin ergeben haben, dass kleine Änderungen des Sauerstoffsgehaltes der Luft mit keinen spürbaren Auswirkungen auf den menschlichen Organismus verbunden sind. Dieser Milieuhypothese der Sauerstoffschwankungen kann deshalb nur noch ein historisches Interesse zugeschrieben werden.

### 7.2. Theorie der Fremd- und Spurengase

KESTNER fand 1923, dass die von einer Bogenlampe abgesaugte Luft Stickoxydul ( $N_2O$ ) enthält, das beim Einatmen zu einer Blutdrucksenkung führt und auch das Gefühl der Schwüle auslöst. Der Anteil von Stickoxydul werde durch eine verstärkte Ultravioletstrahlung in höheren Luftsichten vergrössert und gelange durch absinkende Luftbewegungen bis in die menschenbewohnte Biosphäre. Die merkwürdigen Empfinden beim Föhn und beim Scirocco seien eine Folge des erhöhten Gehaltes der Luft an Stickoxydul der Fallwinde.

Auch CURRY vertrat 1947 die Ansicht, dass ein wechselnder Anteil von Spurengasen in der Atmosphäre einen nachteiligen Einfluss hat. Er suchte in Luftanalysen nach oxidierenden Substanzen und fand, dass in diesem Zusammenhang das Ozon ( $O_3$ ) eine entscheidende Rolle spielt. Für alle oxidierenden Gase führte er die Sammelbezeichnung Aran ein.

Beim Einsetzen des Föhns, und noch in vermehrtem Mass im Vorföhnstadium, ist der Gehalt der Luft an Aran deutlich tiefer. Klimakammerversuche und Beobachtungen bei anderen Wetterlagen ergaben, dass gewisse Menschentypen auf diese Verminderung der Arankonzentration mit vielerlei Beschwerden reagieren, die bei Zufuhr von künstlichem Ozon sofort wieder verschwinden. CURRY klassifizierte verschiedene Menschenarten, die sich in den Lebensgewohnheiten und Verhaltensweisen unterscheiden und die auf eine Stimulierung des vegetativen Nervensystems, dies auch durch eine Änderung der Arankonzentration der Atemluft, in verschiedenartiger Weise reagieren. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls zu erwähnen, dass die Zunahme von Schadstoffgasen, wie Schwefel- und Stickstoffoxide, bei austauscharmen Wetterlagen für viele Menschen mit negativen Auswirkungen verbunden ist.

### 7.3. Theorie von geänderten luftelektrischen Verhältnissen

Von Guillaume LEMMONIER, dem Leibarzt LUDWIGS XVI., stammt wohl die älteste bioklimatologische Hypothese. Mit Hilfe einer blitzleiterartigen Versuchsanlage konnte dieser Arzt am 22. September 1752 erstmals bei klarem Wetter den Nachweis für eine elektrische Ladung in der Luft erbringen. Der Leibarzt des französischen

Königs war der Überzeugung, dass die luftelektrischen Verhältnisse einen Einfluss auf das Befinden des Menschen ausüben.

CZERMAK vertrat 1901 die Ansicht, dass die Leitfähigkeit der Luft, im Zusammenhang mit einer geänderten Ionisation, wetterempfindliche Menschen beeinflussen könne.

SCHORER glaubte 1931 die Föhnwirkungen durch ein Überwiegen der negativen Leitfähigkeit der Luft erklären zu können. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Ionenbestand der Luft das variabelste und am leichtesten zu beeinflussende Luftelement darstellt, das durch Faktoren, die nicht mit dem Wettergeschehen in Zusammenhang stehen, wie Heizung und Rauch, stark beeinflusst werden kann. Auch das statische elektrische Feld der Atmosphäre, die Folge der Spannungsdifferenz zwischen Luft und Erde, das innerhalb von geschlossenen Räumen nicht in Erscheinung tritt, scheidet für eine biologische Wirkungsweise aus.

In der modernen Industriegesellschaft ist der Mensch in zunehmenden Mass elektrischen Feldern ausgesetzt, insbesondere auch von Hochspannungsleitungen bis zu 380 Kilovolt mit einem hochpulsierenden Feld von 50 bis 60 Hertz. Zahlreiche Menschen scheinen elektrosensibel zu sein und reagieren auf diese unerwünschten Einflüsse mit Kopfschmerzen, Nervosität, Schlafstörungen und Allergien. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Menschen auch vielen anderen Störfaktoren ausgesetzt sind, wie Erdstrahlen, Wasseradern, Radioaktivität, chemischen Dämpfen und anderen Einflüssen, die das Wohlbefinden beeinträchtigen können, so dass die eigentlichen Ursachen von Befindensverschlechterungen oft nur schwer zu ermitteln sind.

Die Baubiologie befasst sich mit diesen Problemen und kann die elektrischen Felder in Wohnräumen ausmessen. Durch eine Verlegung von Elektroinstallationen und eine Abdichtung von Leitungen kann oft eine Verbesserung für elektrosensible Menschen erreicht werden. Zahlreiche Studien in den USA, in Kanada, Australien und Schweden haben sogar zum Verdacht geführt, dass sich in der Nähe befindliche Hochspannungsleitungen das Risiko für Krebs- und Leukämieerkrankungen erhöhen.

Ein Bericht vom Institut für «Sozial- und Präventivmedizin» der Universität Bern vom Juni 1993 hat sich mit den gesundheitlichen Beeinträchtigungen von Personen befasst, die in der Umgebung des Kurzwellensenders Schwarzenburg wohnhaft sind. Nach den subjektiven Erfahrungen mit 450 Testpersonen ist «ein Effekt von amplitudenmodulierten nichtionisierenden Strahlen» auf das Befinden des Menschen wahrscheinlich, wobei die folgenden Beschwerden im Vordergrund stehen: Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Schwindelgefühl, Nervosität, Gliederschmerzen und Bluthochdruck. Es wird nun versucht, eine Objektivierung dieses Befundes auf biophysikalischer Grundlage anzustreben, um subjektive psychologische Belastungen auszuschliessen, die allein auf die Anwesenheit des Senders zurückzuführen sind.

Über die Gefahren und Risiken, die von elektromagnetischen Feldern ausgehen, sind sich die Wissenschaftler und Experten in verschiedenen Ländern noch nicht einig.

### 7.3.1. Hochfrequente elektromagnetische Schwingungen

Für einen Einfluss auf den Menschen bedeutsam werden seit Jahrzehnten hochfrequente elektromagnetische Schwingungen betrachtet, die in der Größenordnung von 1 Million Oszillationen pro Sekunde liegen. Diese haben bei meteotropen Wetterlagen ihren Ursprung in Grenzschichten von zwei verschiedenartigen Luftmassen. Diese vermögen auch in geschlossene Räume einzudringen und erfüllen ebenso die wichtigen Kriterien der Vor- und Fernföhligkeit. Eine befriedigende physiologische Erklärung, in welcher Weise derartige hochfrequente Schwingungen die Symptome der Wetterföhligkeit und der Wetterbeschwerden auszulösen vermögen, mit einer Beeinflussung des vegetativen Nervensystems, ist bis jetzt jedoch nicht vorhanden.

### 7.4. Theorie der Luftdruckschwankungen

Schon im Jahr 1911 hat der Föhnforscher VON FICKER darauf hingewiesen, dass an der Grenzfläche zwischen dem Höhenföhn und der Kaltluft der Niederung, Temperatur- und Windsprünge auftreten. Diese lösen am Grunde der Kaltluftschicht Druckschwankungen aus, die schon damals mit empfindlichen Instrumenten bestimmt werden konnten. Alle notwendigen Kriterien, die an eine meteotrop wirksame meteorologische Größe gestellt werden müssen, werden durch diese Luftdruckschwankungen erfüllt, da diese insbesondere auch in geschlossene Räume einzudringen vermögen und die Vor- und Fernföhligkeit erklärbar machen. Medizinisch stellt sich jedoch die wichtige Frage, ob derartige Druckwellen über das Ohrlabyrinth das vegetative Nervensystem beeinflussen können und in welcher Weise sie die typischen Symptome der Wetterföhligkeit und der Wetterbeschwerden auslösen.

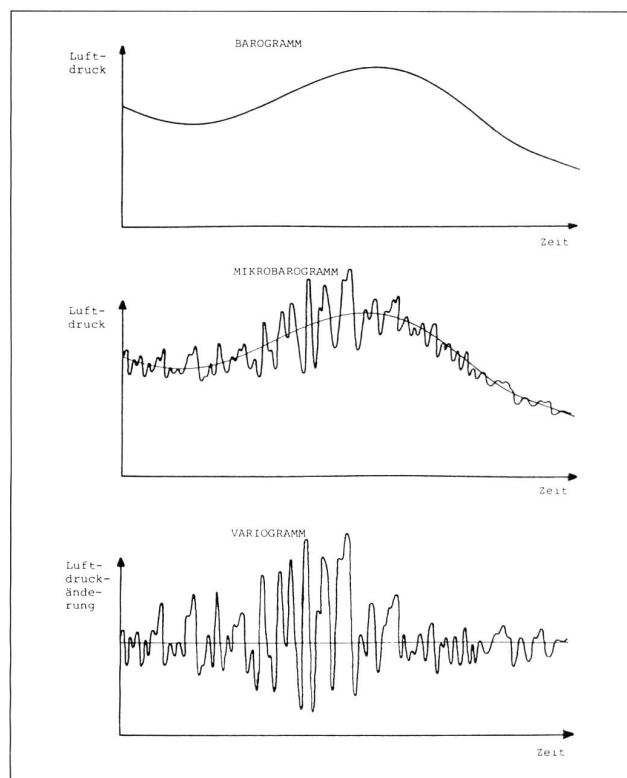
Zahlreiche Forscher, insbesondere auch RICHNER (1982/1983), haben das Problem der Druckwellen und ihren Zusammenhang mit dem menschlichen Befinden näher untersucht. Ein vom Schweizerischen Nationalfonds gefördertes Forschungsprojekt führte zu aufschlussreichen Ergebnissen.

Den allgemein bekannten, mit der Wetterlage verbundenen Druckänderungen sind rasche Druckschwankungen überlagert, die mit empfindlichen Instrumenten gemessen und aufgezeichnet werden können (Abbildung 10).

Die raschen Druckschwankungen haben im Mittel eine Amplitude von unter einem Zehntel Hektopascal (kleiner als 0,075 Millimeter) bei Hochdrucklagen und wachsen bei Föhnlagen und Frontdurchgängen auf rund 1 Hektopascal an, mit einer Periodendauer zwischen 1 bis 40 Minuten. Bei einer Periodendauer von 3 Minuten besteht eine Lücke und eine kürzere Periodendauer ist sehr selten.

Die Amplituden der Druckschwankungen sind um so grösser, je ausgeprägter die Temperatur- und Windunterschiede an der Grenzfläche von zwei unterschiedlichen Luftmassen auftreten, beispielsweise bei einer Inversion oder bei Fronten.

Statistische Auswertungen, die sich bei einer Untersuchung von 200 Personen über einen Zeitraum von sie-



*Abbildung 10  
Druckänderungen, aufgezeichnet auf einem Barographen, mit der Feinstruktur, erfasst mit einem Mikrobarographen und den raschen Druckänderungen, wie sie von einem Variographen gemessen werden können.*

ben Monaten ergaben, dass sich das Befinden der Beteiligten verschlechtert und sich die Beschwerden häufen, wenn die Amplituden der Druckschwankungen zunehmen. Bei Frauen erwies sich diese Abhängigkeit als grösser. Erstmals ist es mit dieser Untersuchung gelungen, statistisch gesicherte Zusammenhänge zwischen den Befindungsstörungen von Menschen und kurzperiodischen Druckschwankungen nachzuweisen, die eine Periodendauer zwischen 4 und 20 Minuten haben. Überblickt man die bisher bestehenden Wetterwirkungstheorien, so kommen für die Auslösung von Wetterbeschwerden bei wetterföhlichen Personen wohl die beiden folgenden Vorgänge in unserer Atmosphäre in Frage: **Hochfrequente elektromagnetische Schwingungen** und insbesondere **kurzperiodische Druckschwankungen**. Beide Erscheinungen treten auf, wenn sich Grenzflächen von verschiedenartigen Luftmassen in der Nähe befinden und der Ablauf der Wetterphasen 3 bis 5 besonders intensiv ist.

Ob derartige meteotrope Einflüsse von den Organismen gewisser Personen nicht wirksam kompensiert werden können und welche physiologischen Reaktionen bei dieser komplexen Wechselwirkung ausgelöst werden, ist ein medizinisches Problem, für das eine befriedigende Erklärung noch aussteht.

## 8. Das Bioklima

### 8.1. Die Klimazonen der Erde

Die Klimazonen der Erde gehören zu den wichtigsten Merkmalen unseres Planeten. Sie bestimmen die Landschaft, die Vegetation und das Tierleben und setzen der Eroberung der Umwelt durch den Menschen eine Grenze. Die Klimaverhältnisse der verschiedenen Regionen haben einen weitgehenden Einfluss auf die menschliche Kultur und auf die Lebensweisen der Menschen. Die Klimabedingungen bestimmen in entscheidender Weise den Grad der wirtschaftlichen Entwicklung. Es ist kein Zufall, dass die industriell entwickelten Länder fast ausnahmslos im gemässigten Klimagürtel liegen und sich die Bewohner der *Dritten Welt* zum grössten Teil im Bereich der Tropen befinden.

Die verschiedenen Klimazonen unserer Erde unterscheiden sich durch Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Niederschlag, Strahlung und Wind. Das Klima, das im Laufe der Jahrtausende starken Änderungen unterworfen war, hat die Entwicklung der Menschheit in wesentlicher Weise mitgeprägt. Global unterscheidet man die folgenden Klimagebiete:

#### 8.1.1. Das Polarklima

In Polnähe wird das Klima durch arktische und polare Luftmassen bestimmt, die das ganze Jahr hindurch sehr kaltes und trockenes Wetter verursachen, unterbrochen von kurzen sonnigen Sommern. Die Arktis ist ein mit Packeis bedeckter Ozean, umgeben von Grönland, Nordamerika und Eurasien. Die 10°-C-Juli-Isotherme gibt die südliche Grenze der Arktis an. Die Antarktis ist ein mit Eis bedeckter Kontinent. Arktis und Antarktis beeinflussen das Wetter und das Klima der Erde in ausgeprägter Weise.

#### 8.1.2. Das Klima der Taiga

Die Taiga erstreckt sich in einem weiten Gürtel durch ganz Eurasien und Nordamerika. Ihre Nordgrenze ist die 10°-C-Juli-Isotherme. Im Süden ist die Grenze in dem Gebiet, wo es mindestens während vier Monaten wärmer ist als 10°C. Die klimatischen Bedingungen der nördlichen Waldregionen, die mit dem Namen Taiga bezeichnet werden, sind sehr streng. Die langen und kalten Winter werden durch nur kurze und warme Sommer unterbrochen. In keinem anderen Klima der Erde sind die Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter so stark wie in dieser Region. In Werchojansk beträgt die Mitteltemperatur im Januar –47°C und im Juli +16°C bei winterlichen Tiefstwerten bis zu –63°C. In Westkanada in Mayo (64° N) betrug die Temperatur am 4. Mai 1969 +36,1°C im etwas südlicher gelegenen Snag (61,5° N) dagegen am 3. Februar 1947 –62,8°C. Dies entspricht einem Temperaturschied von 99°C bei zwei Stationen, die nur 190 Kilometer voneinander entfernt sind.

Die Niederschlagsmenge ist geringer, meist weniger als 500 Millimeter pro Jahr.

#### 8.1.3. Das Gebirgsklima

Die grossen Gebirge, wie die Kordilleren in Nord- und

Südamerika und die Alpen in Europa, haben ein sehr vielgestaltiges Klima, weil sie sich über viele Breitengrade erstrecken, sich die Temperatur mit der Höhe ändert und die Niederschlagsverhältnisse durch Föhn- und Stauerscheinungen modifiziert werden.

Die Intensität der Sonnenstrahlung, insbesondere der Anteil an ultravioletter Strahlung, nimmt mit der Höhe zu. An einem klaren Tag dringt ungefähr 75 Prozent der Sonnenenergie bis auf 2000 m ü. M. durch, während nur 50 Prozent das Meeressniveau erreicht.

#### 8.1.4. Das gemässigte Klima

In den mittleren Breiten beider Hemisphären trifft warme subtropische Luft auf kühle subpolare Luft, was zu wechselhaftem Wetter führt. Gemässigte Klimabedingungen bestehen im grössten Teil Europas, an der Nordwestküste und in Teilen des Ostens von Nordamerika, in Ostasien und Neuseeland. Es besteht ein deutlicher Unterschied zwischen den maritim beeinflussten westlichen Randzonen von Eurasien und Nordamerika und den extremeren Bedingungen in den im Inneren und am Ostrand gelegenen Regionen.

Der ausgleichende Einfluss der Ozeane bewirkt in den maritim beeinflussten Zonen des gemässigten Klimas kühle Sommer und milde Winter. Es ist vor allem der Golfstrom, der im Winter warmes Wasser an die Westküste Europas führt. Die 0°-C-Isotherme verläuft im Winter nordöstlich an Grossbritannien vorbei bis weit über den Polarkreis hinaus, wobei die Küsten Norwegens bis zum Nordkap hinauf in 71° Breite eisfrei bleiben. Im Gegensatz zum Golfstrom besteht im Westteil des Nordatlantiks kein warmer Meeresstrom und der St.-Lorenz-Strom ist schon in einer Breite von 50° N im Winter für mehrere Monate durch Eis blockiert.

Ein Merkmal der gemässigten Zone ist ein Zeitabschnitt von einem bis fünf Monaten, in dem das Wachstum ruht und in dem die mittlere Temperatur unter die für das Wachstum notwendige Grenze von 6°C fällt.

Obwohl die gemässigten Klimazonen nur etwa 7 Prozent der Erdoberfläche umfassen, werden sie von über 40 Prozent der Erdbevölkerung bewohnt.

#### 8.1.5. Das Mittelmeerklima

Das Mittelmeerklima besteht an den Küsten des Mittelmeeres und auch in Teilen von Kalifornien, Chile, Südafrika und Südwestaustralien. Die Sommer sind heiss und trocken, die Winter mild und feucht, und die Sonnenscheindauer ist während des ganzen Jahres gross. Die Länder mit Mittelmeerklima liegen zwischen der subtropischen Hochdruckzone und der Westwindzone der mittleren Breiten. Ihr Merkmal sind deutliche jahreszeitliche Veränderungen, mit subtropischer Trockenheit im Sommer und feuchtem windreichem Wetter im Winter. Die monatlichen Durchschnittstemperaturen liegen zwischen 21°C und 27°C im Sommer sowie zwischen 4°C und 13°C im Winter. Die jährlichen Regenmengen schwanken zwischen 380 und 760 Millimetern.

Eine Reihe von Winden gehört zum Mittelmeerklima: Der Scirocco (Ursprung in der Sahara), der Mistral (Rhonetal), die Bora (Adria), die Etesienwinde (östliches Mittelmeer) und der Santa-Ana-Wind (Küstenebene Südkalifornien).

### 8.1.6. Das Monsunklima und subtropische Klima

Das Monsunklima herrscht auf dem indischen Subkontinent, in den gemässigten Monsunländern und den subtropischen Gebieten von Afrika, Australien und Südamerika. Die Durchschnittstemperaturen aller Monate liegen über 18°C und die Jahreszeiten sind sehr deutlich ausgeprägt.

Der Monsun Südasiens, der sogenannte «*Indische Monsun*» stellt alljährlich die eindrucksvollste meteorologische Erscheinung in den Subtropen dar. Arabischen Seefahrern waren diese jahreszeitlichen Winde zuerst bekannt, die in einer Hälfte eines Jahres von Südwesten und in der anderen Hälfte von Nordosten wehen.

In den regenreichen Monsungebieten betragen die jährlichen Niederschlagsmengen oft über 2000 Millimeter, und es gibt dort die immergrünen Monsunwälder, die eine Ähnlichkeit haben mit den tropischen Regenwäldern.

Gemässigte Monsunklima sind Abarten des klassischen Monsunklimas und kommen vor am Ostrand von Landmassen in Mittelchina, Japan, dem Südosten der Vereinigten Staaten und im Osten von Australien. Im Unterschied zum typischen Monsunklima fällt hier während des ganzen Jahres Regen, meist zwischen 1000 und 2000 Millimetern.

Auch die Savannen Afrikas, Südamerikas und Australiens sind beeinflusst von einem subtropischen Monsunklima. In der Trockenzeit sorgen absinkende Luftmassen des subtropischen Hochdruckgebietes für wolkenlosen Himmel mit Höchsttemperaturen zwischen 27°C bis zu 38°C.

### 8.1.7. Das Steppenklima

Die Steppen Eurasiens und die Prärien Nordamerikas liegen im Herzen der beiden grossen Landmassen auf der nördlichen Halbkugel. Da sie weit von dem mässigenden Einfluss der Ozeane entfernt sind, sind die Unterschiede der Temperaturen zwischen Tag und Nacht und über das Jahr hinweg gross. In den warmen und kurzen Sommern schwanken die Mitteltemperaturen zwischen 17°C und 20°C, liegen im Winter jedoch weit unter dem Gefrierpunkt. Die Niederschläge sind gering und lassen nur das charakteristische Steppengras gedeihen.

Die Weid- und Steppengebiete der Südhalbkugel, in Argentinien, Südafrika und im Südosten von Australien haben ein wärmeres und gleichmässigeres Klima, weil sie näher am Äquator und Meer liegen.

Einige südlich gelegene Steppengebiete konnten, dank günstigen klimatischen Bedingungen und fruchtbarem Boden, in Kornkammern der Welt umgewandelt werden.

### 8.1.8. Das Wüstenklima

Die Gebiete mit Wüstenklima befinden sich auf breiten Zonen beidseits des Äquators mit hohem Luftdruck, wo die Luft durch eine absteigende Bewegung sehr warm und trocken wird. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt weniger als 250 Millimeter.

Die Wüsten sind die heissten Gebiete der Erde, wobei Temperaturen bis zu 57°C erreicht werden können und

weisen sehr grosse Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht auf.

«*Heisse Wüsten*», wie Sahara und Kalahari, haben keine kalte Jahreszeit. «*Kalte Wüsten*» dagegen, wie Gobi und das Grosse Becken in Nevada, weisen mindestens einen Monat auf mit einer Durchschnittstemperatur von unter 6°C.

### 8.1.9. Das Äquatoralklima

Dieses Klima, auch Tropisches Klima genannt, besteht zwischen 10° Nord und 10° Süd des Äquators. Die Durchschnittstemperaturen betragen 26°C und schwanken während des Jahres um nicht mehr als 3°C. Der Regen ist gleichmässig über das ganze Jahr verteilt, wobei die Niederschlagssumme mindestens 1500 Millimeter erreicht. Sehr typisch ist der Tagesgang des Wetters: Am Morgen steigen die Temperaturen rasch an und lösen die Frühnebel auf. Am Nachmittag bilden sich mächtige Cumulonimbuswolken, die dann heftige Gewitter mit wolkenbruchartigen Regenschauern bringen. Diesen Regengüssen folgen schöne Abende.

Die Wärme und die ergiebigen Regenfälle bilden die Grundlage für die typische Vegetation der tropischen Regenwälder. Diese spielen im Kohlenstoffdioxidzyklus der Atmosphäre eine grosse Rolle. Die leider schon weit vorangeschrittene Abholzung der tropischen Regenwälder ist mit grossen Gefahren für die Entwicklung des globalen Klimas verbunden und kann das Ökosystem der Erde, das in seiner Vielfalt und seinem Artenreichtum einzigartig ist, in einem nicht wieder gut zu machenden Ausmass zerstören.

## 8.2. Das Bioklima in der Schweiz

Wenn auch die Menschen auf Wettereinflüsse physisch und psychisch sehr unterschiedlich reagieren, so kann nachfolgend eine knappe Übersicht über das schweizerische Bioklima gegeben werden.

### 8.2.1. Föhnarme Gebiete

Zu den föhnarmen Gebieten gehört der westliche Teil des Juras und das Genfergebiet westlich von Lausanne. Ganz allgemein auch die nördlichen Regionen der Schweiz, da der Föhn nur selten bis in und über den Bereich von Zürich, Luzern und Bern vorstösst. Allerdings löst der in der Höhe über die Kaltluftschicht wehende Föhn auch in der nördlichen Hälfte der Schweiz die Föhn- und Wetterbeschwerden aus, wie dies schon dargelegt worden ist. Föhnarm ist auch das Oberengadin, das jedoch empfindlichen Personen in der sommerlichen Jahreszeit wegen des Malojawindes nicht immer zuträglich ist.

Der auf der Südseite der Alpen häufig auftretende Nordföhn, vor allem bei Kaltluftteinbrüchen nördlich der Alpen, hat weit weniger nachteilige Auswirkungen auf das Befinden der Menschen. Dies wohl auch deshalb, weil vor dem Föhneinbruch die Höheninversionen zumeist fehlen.

### 8.2.2. Das Mittelland

Verhältnismässig ungünstig auf das Befinden sensibler und wetteranfälliger Personen wirkt das Bioklima des

Mittellandes zwischen dem Waadtland und dem Bodensee. Die Durchmischung der Luftmassen ist hier häufig ungenügend. Im Winter sammelt sich oft Kaltluft an, was die Bildung von Boden- oder Hochnebellagen mit den darüber liegenden Inversionen begünstigt, die den Luftaustausch behindern und darunter zu einer Anreicherung von Schadstoffen führen. Die Temperatur- und Windsprünge oberhalb der Grenzschicht bewirken dann, vor allem in einem Vorföhnstadium, die früher beschriebenen kurzperiodischen Druckschwankungen, die in der Niederung zu meteotropen Wirkungen auf empfindliche Menschen führen. Vor allem ist es das Stadtklima in industriereichen Regionen, das die Luftverschmutzung und die Tendenz zu Smogsituationen in ungünstiger Weise fördert. Besonders in der winterlichen Jahreszeit wird das Stadtgebiet zu einer Art «Wärmeinsel», in der die Temperatur um 1°C bis 2°C höher ist als in der landwirtschaftlich geprägten Umgebung. Durch die erhöhte Wärmekonvektion sind die Niederschlagsmengen über einer Stadt oft auch etwas höher als in der weiteren Umgebung.

#### 8.2.3. Die Nordwestschweiz

Diese Region, Nordseite des Juras mit dem Gebiet von Basel, wird nur ausnahmsweise vom Föhn erfasst. Doch zeigen sich bei den typischen Föhnlagen auch die charakteristischen abschmelzenden Föhnwolken in mittleren Höhen, die Wolkenart, die mit dem Namen Altocumulus lenticularis bezeichnet wird. Auch aus der Region Basel werden bei Föhn und bei Frontaufzügen häufig Wetterbeschwerden gemeldet.

Günstiger ist in dieser Region die geringere Nebelhäufigkeit. Die Zahl der jährlichen Nebeltage ist hier nur halb so gross wie am Südfuss des Juras. Oft löst sich die Nebeldecke über dem Mittelland nördlich des Juras föhnartig auf, wobei sich die Erscheinung eines «Nebelwasserfalls» zeigt (Abbildung 9).

In der Westschweiz treten Wetterbeschwerden zumeist etwas später auf, wenn der Luftdruckfall und die Warmluftzufluss aus dem westlichen Mittelmeer den Höhepunkt erreicht hat, entsprechend der Wetterphase 4. Doch in dieser Region wirkt sich die häufig und kräftig wehende Bise oft unangenehm aus, wobei manchmal auch Beeinflussungen vom Mistral aus dem französischen Rhonetal auftreten.

#### 8.2.4. Das Voralpengebiet

Ganz allgemein sind die Höhen oberhalb 1000 m ü. M. im Jura- und Voralpengebiet bioklimatisch eine günstigere Region, erfordern jedoch von Flachlandbewohnern eine mit der Höhe zunehmende Akklimationszeit. Die ersten 3–4 Tage sind besonders kritisch, vor allem, wenn der menschliche Organismus zu rasch und zu stark beansprucht wird und zudem biotope Wetterlagen wie Fronten und Gewitter bestehen. Auch ist zu beachten, dass in Bergregionen Wetterwechsel oft plötzlicher und intensiver erfolgen und verschiedene Menschen sehr ungleich auf die geänderten meteorologischen Umweltbedingungen reagieren.

### 8.3. Klimatherapie

Es gibt eine Vielfalt von Bioklimaregionen, bei denen die örtliche Geländegestaltung, mit ihren witterungsklimatologischen Besonderheiten in den einzelnen Jahreszeiten, und insbesondere auch die Höhenlage, eine wichtige Rolle spielen und die für eine Therapie geeignet sind. In der Bioklimatologie unterscheidet man zwischen einem Reizklima und einem Schonklima. Das Reizklima regt den Sympathikus des vegetativen Nervensystems an, während das Schonklima mehr den Parasympathicus anspricht. Je nach dem physischen und psychischen Zustand und den Krankheitsbildern eines Patienten kann als Therapie ein Aufenthalt in einem Reiz- oder in einem Schonklima verordnet werden.

#### 8.3.1. Höhenaufenthalt als Therapie

In den Föhnregionen aller Gebirge treten nachteilige Wirkungen auf das Befinden der Menschen besonders häufig auf, die noch verstärkt werden bei raschen Wetterwechseln, verbunden mit ausgeprägten Fronten. Wetterfühlige bei Föhn können eine Milderung ihrer Beschwerden erreichen, wenn sie die vom Höhenföhn überströmte Kaltluftschicht verlassen, da sich in dieser die kurzperiodischen Druckschwankungen auswirken. In der bioklimatologisch günstigeren Lage oberhalb der Inversionsschicht kommt es in den meisten Fällen zu einer Verbesserung des gesundheitlichen Zustandes. Mit einer Dislokation in eine höhere Region kann man ebenfalls den nachteiligen Wirkungen einer hartnäckigen winterlichen Nebel- oder Hochnebellage mit den Schadstoffanreicherungen entfliehen. Nachfolgend sind einige weitere Möglichkeiten für eine Heilbehandlung mit klimatologischer Therapie angegeben, die mit einer Standortverlagerung verbunden sind.

#### 8.3.2. Küstenklima (Seeklima bis ungefähr 30 km landeinwärts)

Thermische Reize entstehen durch erhöhte Werte der Abkühlungsgröße, besonders durch den Wind und intensive Sonnen- und Himmelsstrahlung. Positive Wirkungen bei Erkältungskrankheiten, Bronchitis, Asthma, Tuberkulose, Herz- und Kreislaufkrankheiten, Herzmuskelbeschädigungen, Rheuma und Stoffwechselkrankheiten.

#### 8.3.3. Mittelgebirge (700–1200 m ü. M.)

Es ist ein reizmildes Klima, geeignet für Heilwirkungen bei Erkältungskrankheiten, Asthma, Arthritis, Herz- und Kreislaufstörungen, Rheuma, Basedow, Muskelspannungsstörungen und Hautkrankheiten.

#### 8.3.4. Hochgebirge (oberhalb 1500 m ü. M.)

Die Reize sind erhöht durch grössere Werte der Abkühlungsgröße infolge tieferer Temperatur, intensivere Sonnen- und Himmelsstrahlung sowie verminderter Luftdruck und Sauerstoffanteil. Positive Heilwirkungen bei Erkältungskrankheiten, Bronchialkatarrh, Asthma, Herz- und Kreislaufkrankheiten, Arteriosklerose, Blutkrankheiten, Arthritis, Tuberkulose, Stoffwechselleiden und Hauterkrankungen.

### *8.3.5. Bioklimatologischer Prognosendienst*

Bioklimogramme, wie sie der deutsche Wetterdienst täglich veröffentlicht, orientieren Mediziner und Spitäler fortlaufend über die momentanen und die zu erwartenden Wettersituationen mit den Wetterfaktoren, die mit pathologischen Einwirkungen auf das Befinden von Patienten und wetterfühligen Personen verbunden sind. Auf diese Weise ist oft eine Therapie ohne Standortverlagerung möglich. Ebenso kann vor einer zusätzlichen Belastung von depressiven Menschen und einer erhöhten Unfallgefahr gewarnt werden. In gewissen Spitätern werden nicht dringende Operationen bei wetteranfälligen Patienten verschoben, sofern die Wetterphasen 3 bis 5 bestehen.

### *8.3.6. Gefahr einer Klimaverschlechterung*

Schon in der Antike wurde erkannt, dass ein ganzheitliches Denken erforderlich ist, um die Spaltung zwischen Mensch und Natur zu überbrücken. Durch menschliche Aktivitäten, die unserer Umwelt und Natur nicht mit der erforderlichen Rücksicht und Ehrfurcht begegnen, kann die selbstregulierende und selbsterhaltende Kraft unserer Erde derart in Mitleidenschaft gezogen werden, dass eine ökologische Zerstörung unseres Planeten eine ernsthafte Gefahr für die Zukunft darstellt. Mit der steigenden Luftverschmutzung, verbunden mit einem erhöhten Treibhauseffekt, besteht die Möglichkeit für eine folgenschwere Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur von 2°C bis 4°C im nächsten Jahrhundert mit unabsehbaren Folgen. Eine Erhöhung des Meeresspiegels, mit einer Überschwemmung weiter Küstengebiete könnte eintreten, zudem eine Veränderung und Verlagerung der Klimazonen, Merkmale einer eigentlichen Klimakatastrophe, die mit verhängnisvollen Einschränkungen für die Bewohnbarkeit unserer Erde verbunden wären. Weltweit koordinierte und wirksame Massnahmen sind ein dringendes Erfordernis unserer Zeit, um der unheilvollen Entwicklung Einhalt zu gebieten und das Weltklima in einem für die Menschen erträglichen Rahmen zu halten. Es sollte nicht dazu kommen, dass Wetter und Klima einen derart verheerenden Einfluss ausüben, dass die Existenz von allem Leben auf unserer Erde in schwerwiegender Weise gefährdet wird.

## **9. Dank**

Der Regierungsrat Solothurn und die folgenden solothurnischen Unternehmen haben die Gestaltung dieses Beitrages in wohlwollender Weise mit einem finanziellen Beitrag unterstützt: Aare-Tessin AG, Olten; Solothurnische Handelsbank, Solothurn/Olten; Rentsch AG, Rickenbach. Damit wurde es möglich, das Titelblatt und ein Foto auf Seite 109 farbig zu drucken und zudem eine genügende Zahl von Separatabzügen zu erstellen, die an Behörden, Schulen, Universitäten, meteorologische Institute und Bibliotheken im In- und Ausland verteilt werden.

Dem Regierungsrat und diesen Firmen möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen. Mein Dank richtet sich ebenfalls an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Werkdirektion der Stadt Olten, die mich bei meinen meteorologischen Arbeiten stets in wirksamer Weise unterstützen.

## **10. Literatur**

- BERNDT, G. 1886: Der Alpenföhn und sein Einfluss auf Natur- und Menschenleben. Petermanns Mitteilungen 83.
- BULLRICH, K. 1981: Atmosphäre und Mensch. Umweltbau Verlag. 184 S.
- CHROMOW, S.P. 1940: Einführung in die synoptische Wetteranalyse. Springer Verlag Wien. 532 S.
- CZERMAK, P. 1904: Über Elektrizitätszerstreuung in der Atmosphäre. Wiener Denkschriften 64.
- CURRY, M. 1947: Bioklimatik. Riederau am Ammersee.
- DE RUDDER, B. 1948: Das medizinische Föhnproblem. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig. 65–111.
- FREY, K. 1945: Eine neue Ansicht über die Entwicklung des Föhns. Teildruck der Basler Dissertation. Trimbach. 18 S.
- FREY, K. 1953a: Die Entwicklung des Süd- und des Nordföhns. Archiv A für Meteorologie und Geophysik V Wien. 432–477.
- FREY, K. 1953b: Der Übergang einer antizyklonalen in eine zyklonale Föhnlage. Tagung Deutsche Meteorologische Gesellschaft. Berlin. 16 S.
- FREY, K. 1957: Zur Diagnose des Föhns. Meteorologische Rundschau 6, 181–185.
- FREY, K. 1984: Der Jahrhundertföhn vom 8. November 1982. Meteorologische Rundschau 37, 209–220.
- FREY, K. 1986: Gleichzeitigkeit von Nord- und Südföhn. Archiv A für Meteorologie und Geophysik. Wien, 349–366.
- VON FICKER, H. 1911: Der physiologische Einfluss der Föhnwinde. Meteorologische Zeitschrift. Wien. 530 S.
- HANN, J. 1866: Zur Frage über den Ursprung des Föhns. Zeitschrift für Meteorologie. Wien. 337–346.
- HARDY/WRIGHT 1982: Das Wetterbuch. Christian Verlag München. 224 S.
- HELLY, K. 1920: Föhnwirkungen und Pathologie. Schweizerische medizinische Wochenschrift. St. Gallen, S. 108.
- KESTNER, O. 1931: Über eine physiologische Einwirkung des Föhns. Strahlentherapie 41, 171.
- KUHN, M. 1989: Föhnstudien. Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt. 504 S.
- LUSSER, F. 1820: Beobachtungen über den Föhnwind. Anzeiger Schweizerische Gesellschaft für Naturwissenschaft 9, 75.

MÖRIKOFER, W. 1950: Zur Meteorologie und Meteorobiologie des Alpenföhns. Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. S.12–32. (Eröffnungsansprache Davos) .

MÖRIKOFER, W. 1952: Meteorologische Gesichtspunkte zur Föhn- und Wetterfähigkeit. Schweizerische Akademie der medizinischen Wissenschaften 8, 495–503.

MÖRIKOFER, W. 1957: Unsere heutigen Anschauungen zum Problem der Wetterfähigkeit. Schweizerische Gesellschaft für Balneologie und Bioklimatologie. 46/48.

REGENER, E. 1941: Zur Erklärung der physiologischen Wirkungen des Föhns. Naturwissenschaft. S. 30.

RICHNER, H. 1982: Neuere Erkenntnisse über die physikalischen Ursachen der Föhnbeschwerden. Schweizerische Gesellschaft für Balneologie und Bioklimatologie 8, 99–108.

RICHNER, H. 1983: Krank vom Wetter? «Föhnfieber», Unionsverlag Zürich. 494–503.

RÖDER, G.W. 1864: Der Föhnwind in seinen physikalischen und meteorologischen Erscheinungen und Wirkungen. Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft zu Hanau.

SCHORER, G. 1931: Über die Einwirkung der Luftelektrizität auf gesunde und kranke Menschen. Schweizerische medizinische Wochenschrift. S. 417.

SCHWEIZER ILLUSTRIERTE ZEITUNG 1989: Föhn – das Rätsel ist gelöst. 52.

SPITTELER, C. 1897: Der Föhn und die Nerven. «Föhnfieber». Unionsverlag Zürich. 94–97.

WILD, H. 1867: Über Föhn und Eiszeit. Rektoratsrede Universität Bern vom 15. November.

ZOLLIKOFER 1819: Entstehung und Wirkung des Föhns. Eröffnungsrede zur Gründung der naturwissenschaftlichen Gesellschaft St. Gallen. Anzeiger Schweizerische Gesellschaft für Naturwissenschaft 7, 75.

