



**Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt  
Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie  
Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia  
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute**

**Zürich**

No. 21

Zur praktischen Anwendung des Föhntests

von Widmer

von

Dr. Hans W. Courvoisier

und

Dr. Thomas Gutermann

Synoptik und  
Wettervorhersage

551.509.314 : 551.555.3

April 1971

Zusammenfassung :

Der von Widmer entwickelte Föhntest wird zunächst an einem zwei-jährigen Material mit aktuellen Werten auf seine Güte überprüft. Die dabei erhaltenen Trefferraten weichen von denjenigen des ursprünglichen Materials von Widmer nicht wesentlich ab. Im weiteren wird der Föhntest von Widmer zu einem leicht anwendbaren Kurztest vereinfacht. Aufgrund eines Kontrollmaterials von 1 1/2 Jahren ergibt der Kurztest für Altdorf bei Verwendung von Prognosenwerten eine Trefferrate von 70 %. Derselbe Kurztest kann auch für die Prognose des Föhnendes verwendet werden (Trefferrate für Altdorf 72 %).

Summary :

The foehn test developed by Widmer will first be checked according to its quality by means of 2 years data with the corresponding actual values. The so obtained rates of success do not essentially deviate from the original ones received by Widmer. The foehn test by Widmer will further be simplified to an easy applicable short test. The short test for Altdorf shows a 70 % rate of success by using the values of the prognosis according to the control material of 1 1/2 years. The same short test may equally be used for the prognosis indicating the end of the foehn (rate of success for Altdorf 72 %).

## Résumé :

On examine tout d'abord la qualité de la méthode de prévisions de foehn mise au point par Widmer. On utilise pour cela une période de deux ans d'observations. Le nombre de prévisions fausses ne diffère alors pas notablement de celui obtenu par Widmer lui-même. On simplifie ensuite le procédé de Widmer afin d'obtenir une méthode mieux adaptée à un usage pratique. En partant des relevés de 1 année 1/2 d'observations, la nouvelle méthode simplifiée donne 70 % de prévisions justes. Elle a en outre l'avantage d'être également utilisable pour prévoir la fin du phénomène (précision 72 %).

## Zur praktischen Anwendung des Föhntests von Widmer

Da der von Widmer (1,1966) entwickelte Föhntest in der praktischen Anwendung ziemlich kompliziert ist, wird in dieser Arbeit der Föhntest vereinfacht, ohne dass dabei sein prognostischer Wert wesentlich vermindert wird. Ausserdem wird die Güte des Tests kontrolliert.

Widmer hat für die Prognose des Föhnbeginns in Altdorf bei Südlagen drei Tests entwickelt, wovon der erste nur auf aktuellen Werten basiert, die zwei anderen jedoch aktuelle und Prognosenwerte des nächsten und übernächsten Tages verwenden. Für den ersten Test erhielt Widmer aufgrund von 50 Fällen (20 Südlagen mit und 30 ohne Föhn in Altdorf) eine Trefferrate von 76 %. Für den zweiten Test ergab sich eine Trefferrate von 82 % und für den dritten Test eine solche von 88 %. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Trefferraten des zweiten und dritten Tests bei Widmer Idealwerte sind, da er für die Werte des nächsten und übernächsten Tages aktuelle (= effektiv gemessene) und nicht Prognosenwerte verwendet hat. Bei einer Anwendung der Tests in der Praxis müssen jedoch Prognosenwerte verwendet werden, und es sind deshalb prinzipiell geringere Trefferraten zu erwarten.

Es wurden zunächst alle drei Tests für die Jahre 1967 und 1969 kontrolliert. Dabei wurden die Formeln von Widmer unverändert verwendet, und es wurden ebenso wie bei Widmer für die Werte des nächsten und übernächsten Tages aktuelle Werte gebraucht. Ferner wurden nach dem gleichen Kriterium wie bei Widmer nur Tage mit einer 500-mb-Strömungsrichtung von 180 bis 240 Grad verwendet. Aufgrund von 185 Fällen beträgt die Trefferrate für den Test I: 70 % (Widmer 76 %), für den Test II: 86 % (Widmer 82 %) und für den Test III: 88 % (Widmer 88 %).

Die Ueberprüfung der Föhntests ergibt also für den Test I eine etwas schlechtere, für den Test II eine etwas bessere und für den Test III die gleiche Trefferrate wie bei Widmer.

Nachdem bei Versuchsprognosen festgestellt worden war, dass sich der Test III für die praktische Anwendung am besten eignet, wurde dieser Test zunächst vereinfacht und dann mit Prognosenwerten kontrolliert. Die Vereinfachung des Tests besteht erstens aus der Vernachlässigung der Variablen  $x_1$  (Abs.Topogr. 500 mb, aktuell) und  $x_2$  (24-stündige Änderung der Rel.Topogr. 500/1000 mb) der Trennformel 3

$$Y = 0.045x_1 + 0.440x_2 + 6.20x_3 + 5.91x_4 \quad (1, S.370) ,$$

da diese beiden Variablen von unwesentlichem Einfluss sind, und zweitens in der Umformung der Trennformel 3 derart, dass der Grenzwert  $\bar{Y}$ , der bei Widmer 116 ist, null wird. In der neuen Trennformel werden die ursprünglichen Variablen  $x_3$  und  $x_4$  mit  $x_1$  und  $x_2$  bezeichnet. Diese noch verbleibenden Variablen (Prädiktoren)  $x_1$  und  $x_2$  sind die Druckdifferenz Venedig - Tours in der 24-stündigen Bodenprognose und die Höhendifferenz Rijeka - Valence in der 48-stündigen 500-mb-Prognose.

Als vereinfachte Trennformel ergibt sich:

$$Y = 0.44x_1 + 0.22x_2 - 4.05 \quad (1) .$$

Durch Multiplikation der Gleichung (1) für  $Y=0$  (=Trennlinie Föhnfälle/Nichtföhnfälle) mit 4.5 folgt:

$$Y = 2x_1 + x_2 - 18.3 \quad (2) ,$$

wobei auch hier  $Y > 0$  Föhn in Altdorf innert 36 Stunden und  $Y < 0$  keinen Föhn in Altdorf innert 36 Stunden bedeutet.

Als Faustregel I für die Prognose des Föhnbeginns gilt daher:

$$2x_1 + x_2 \left\{ \begin{array}{l} > 18.3 : \text{Föhn in Altdorf innert 36 Stunden} \\ < 18.3 : \text{kein Föhn in Altdorf innert 36 Stunden} \end{array} \right.$$

- $x_1$  = 24-stündige Bodenprognose, Druckdifferenz  $45^\circ\text{N}/12.5^\circ\text{E}$  (~Venedig)  
-  $47.5^\circ\text{N}/0^\circ$  (~ Tours), in mb ;
- $x_2$  = 48-stündige 500-mb-Prognose, Höhendifferenz  $45^\circ\text{N}/15^\circ\text{E}$  (~Rijeka)  
-  $45^\circ\text{N}/5^\circ\text{E}$  (~ Valence), in Dm. \*)

Zur Faustregel müssen noch einige Einschränkungen gemacht werden:

- 1) Theoretisch wäre es möglich, dass bei hohem positivem Wert von  $x_1$  und beträchtlich negativem Wert von  $x_2$  die Summe der Variablen noch über dem Grenzwert von 18.3 läge (z.B.  $x_1 = 16$ ,  $x_2 = -12$ ). Es hat sich aber in allen betrachteten Fällen gezeigt, dass die untere Grenze des Schwankungsbereiches der Variablen  $x_2$  (Verwendung aktueller Werte!) bei -10 Dm liegt.

Es gilt daher als 1. Zusatzbedingung:

$x_2$  (Höhendifferenz 500 mb  $45^\circ\text{N}/15^\circ\text{E}$  -  $45^\circ\text{N}/5^\circ\text{E}$  in der 48-stündigen Prognose) muss  $\geq -10$  Dm sein.

Zum obigen Zahlenbeispiel ist hinzuzufügen, dass ein  $x_1$  von 16, d.h. eine Bodendruckdifferenz von 16 mb zwischen Venedig und Tours in der 24-stündigen Prognose und gleichzeitig eine 500-mb-Höhendifferenz von -12 Dm ( $=x_2$ ) zwischen Rijeka und Valence in der 48-stündigen Prognose, selbst bei Berücksichtigung der Ungenauigkeit von Prognosenwerten, kaum je vorkommen wird.

- 2) Ähnlich verhält es sich bei sehr hohen positiven Werten von  $x_2$  (z.B. 24) und leicht negativen Werten von  $x_1$  (z.B. -2). Hier liegt die untere Grenze des Schwankungsbereiches von  $x_1$  (Verwendung aktueller Werte!) bei null.

Es gilt daher als 2. Zusatzbedingung:

$x_1$  (Bodendruckdifferenz  $45^\circ\text{N}/12.5^\circ\text{E}$  -  $47.5^\circ\text{N}/0^\circ$  in der 24-stündigen Prognose) muss  $\geq 0$  sein.

-----  
\*) vor dem Eintreffen der 48-stündigen NVK gültig für 00z am Vormittag, bzw. der 48-stündigen NVK gültig für 12z am Abend ist das Mittel der 48-stündigen und der 72-stündigen NVK zu verwenden

3) Die Variable  $x_2$  hat prinzipiell positive Werte, wenn die 500-mb-Strömung im Bereich des 45. Breitengrades eine Südkomponente aufweist. Die Südkomponente kann dabei durch eine Südwest-, Süd- oder Südostströmung zustande kommen. Eine südöstliche Höhenströmung verursacht jedoch nur in den Monaten März bis Oktober Föhn im Reusstal, während in den Monaten November bis Februar in allen betrachteten Fällen beim Richtungssektor Südost nie Föhn in Altdorf auftrat.

Es gilt daher als 3. Zusatzbedingung:

In den Monaten November bis Februar muss die 500-mb-Windrichtung über den Alpen in der 48-stündigen Prognose  $\geq 180^\circ$  sein.

Ist eine der drei Zusatzbedingungen nicht erfüllt, so sollte keine Föhnprognose ausgegeben werden.

Wie gross ist nun die Trefferrate bei Verwendung von prognostizierten Variablenwerten des vereinfachten Föhntests, also jene, die man im praktischen Dienst zu erwarten hat? Aufgrund von 127 Fällen \*) der Jahre 1969 und 1970 (1. Hälfte) beträgt die Trefferrate des vereinfachten Föhntests 70 %. Gegenüber der Trefferrate von 88 % beim entsprechenden Widmer-Test III, der auf aktuellen Werten basiert, ergibt sich also eine Verminderung der Trefferrate um 18 %. Wenn dies auch eine beträchtliche Verminderung ist, so darf man wohl die Trefferrate von 70 % für eine so schwierige Prognose, wie es die Föhnprognose ist, noch als befriedigend bezeichnen. Diese Trefferrate wird sich entsprechend der in Zukunft zu erwartenden Verbesserung der Prognosenkarten erhöhen. Von den beiden verwendeten Prognosenkarten (Boden und 500 mb) weist heute noch die Bodenprognose den grösseren Teil an Fehlern auf.

-----  
\*) getestet wurde an Tagen mit Föhnbeginn in Altdorf sowie an den Vortagen eines Föhnbeginns, wenn der Beginn zwischen 00 und 12 GMT stattfand; ferner wurde an allen Tagen, an denen die Summe  $2x_1 + x_2 \geq 11$  war (föhnverdächtige Tage) getestet.

Für die Prognose des Föhnzusammenbruchs wäre es vorteilhaft, den gleichen Test wie für die Prognose des Föhnbeginns verwenden zu können. Es wurde daher geprüft, ob der vereinfachte Föhntest auch zur Prognose des Föhnzusammenbruchs verwendet werden kann, und zwar in dem Sinne, dass eine Summe  $2x_1 + x_2$  von  $> 18.3$  ein Andauern des Föhns bis zum Folgetag und eine Testsumme von  $< 18.3$  einen Föhnzusammenbruch vor 24 h des betreffenden Tages bedeuten würde. Die Ueberprüfung anhand von 48 Fällen der Jahre 1969 und 1970 ergab eine Trefferrate von 72 %. Widmer hatte drei Tests für die Prognose des Föhnzusammenbruchs entwickelt, deren praktische Anwendung einen grösseren Arbeitsaufwand erfordert. Für den dritten Widmer-Test auf Föhnzusammenbruch wurde in (1) eine Trefferrate von 87 % (Verwendung aktueller Werte !) errechnet; werden dagegen für diesen Test Prognosenwerte verwendet, so sinkt die Trefferrate auf 71 %. Da letztere nicht höher liegt als diejenige des vereinfachten Tests, kann für die Prognose von Föhneinsatz und -ende derselbe Kurztest verwendet werden.

Als Faustregel II für die Prognose des Föhnzusammenbruchs gilt daher:

$$2x_1 + x_2 \begin{cases} > 18.3 : \text{Föhn in Altdorf dauert länger als bis} \\ & \text{um 24 h des betreffenden Tages an} \\ < 18.3 : \text{Föhn in Altdorf bricht vor 24 h des} \\ & \text{betreffenden Tages zusammen} \end{cases}$$

( $x_1$  und  $x_2$  haben die gleiche Bedeutung wie bei der Faustregel I.)

Zur Faustregel II ist zu bemerken, dass sie nur eine sehr kurzfristige Aussage enthält. Zum Entscheid (der bereits am Vormittag gefällt werden muss), ob der Föhn im Laufe des Folgetages zusammenbricht oder noch bis 24 h andauert, kann die Faustregel II nicht beitragen.

Zur Verwendung des Föhntests für andere Alpentäler als für das Reusstal ist folgendes zu sagen: Der Föhntest wurde von Widmer für Altdorf im Reusstal entwickelt und ist daher strenggenommen nur für Altdorf gültig. Bekanntlich ist die Föhnhäufigkeit in den



verschiedenen Alpentälern stark unterschiedlich. Nach Gutermann (2) unterscheidet sich das Rheintal bei Bad Ragaz vor allem dadurch vom Reusstal bei Altdorf, dass die Dauer der einzelnen Föhnfälle in Bad Ragaz durchschnittlich länger ist als in Altdorf. Für die anderen Alpentäler werden vermutlich die gleichen Föhnkriterien der atmosphärischen Felder wie für das Reusstal massgebend sein, jedoch mit anderen Faktoren und Grenzwerten in die Trennformel eingehen. Für das Rheintal, welches leichter auf Föhn anspricht als das Reusstal, wäre der Grenzwert in der Faustregel (für Altdorf = 18.3) vermutlich kleiner. Prinzipiell dürfte der Föhntest auch für andere Alpentäler brauchbar sein, wobei die Trefferraten jedoch von denjenigen für Altdorf abweichen können.

Was schliesslich die Bewölkungs- und Niederschlagsprognose am Alpennordhang und im Mittelland betrifft, so ist diese nur indirekt mit dem Föhntest zu erfassen. Im Spätherbst und Winter ist der Himmel, besonders im Mittelland bei Föhnlagen, oft stark bewölkt oder bedeckt, z.T. durch Nebel oder Hochnebel. Auch am Alpennordhang ist es in etwa der Hälfte der Föhnfälle stark bewölkt, und das föhnige Absinken bewirkt dann nur relativ kleine Föhnlucken. In den übrigen Jahreszeiten wird jedoch die Prognose "mindestens teilweise sonnig" sowohl für den Alpennordhang wie für das zentrale und östliche Mittelland meistens zutreffen. Nicht mit dem Föhntest zu erfassen sind allerdings jene nicht seltenen Fälle, in denen bei schwacher Südströmung (Testsumme < 18.3), ohne Föhn in den Alpentälern, gleichwohl föhniges Absinken mit nur leicht bewölktem Himmel über dem Alpennordhang und dem Mittelland auftritt.

Niederschlag kann bei Föhnlagen vereinzelt vorkommen, und zwar sowohl im Mittelland als auch am Alpennordhang selbst (hier bei Dimmerföhn). Im allgemeinen trifft aber die Prognose "keine oder nur geringe Niederschläge" für den Alpennordhang und das zentrale und östliche Mittelland zu.

## LITERATUR

- (1) Widmer, R.: Statistische Untersuchungen über den Föhn im Reusstal und Versuch einer objektiven Föhnprognose für die Station Altdorf. Diss. Vierteljahrsschrift NG Zürich 111 (3/4), S. 331-375, Zürich 1966
- (2) Gutermann, Th.: Vergleichende Untersuchungen zur Föhnhäufigkeit im Rheintal zwischen Chur und Bodensee. Diss. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 18, 68 S., Zürich 1970

