

32

## **Katalog objektiv-statistischer Wetterprognosen für die Alpensüdseite und das Oberengadin**

**von H. W. Courvoisier**

*Bisher erschienen*

- Nr. 1a    Uttinger H.,    Die Niederschlagsstunden in Zürich.  
22 Seiten, 1962
- Nr. 1b    Ambrosetti Fl., Die Niederschlagsstunden in Locarno-Monti.  
12 Seiten, 1965
- Nr. 2    Thams J. C.,    unter Mitarbeit von A. Aufdermaur, P. Schmid und E. Zenone.  
Die Ergebnisse des Grossversuches III zur Bekämpfung des Hagels im  
Tessin in den Jahren 1957-1963.  
32 Seiten, 1966
- Nr. 3    Grütter M.,    Die bemerkenswertesten Niederschläge der Jahre  
1948-1964 in der Schweiz.  
20 Seiten, 1966
- Nr. 4    Schram K. und Thams J. C., [Redaktion], 9. Internationale Tagung für Alpine  
Meteorologie in Brig und Zermatt, 14.-17. September 1966.  
366 Seiten, 1967
- Nr. 5    Ambrosetti Fl. und Thams J. C., Die direkte Sonnenstrahlung auf die Flächen eines  
nach Süden orientierten Würfels ohne Grundfläche in Locarno-Monti.  
16 Seiten, 1967
- Nr. 6    Schram K. und Thams J. C., Der Tagesgang der Abkühlungs- und  
Aufwärmungsgrösse in Locarno-Monti.  
20 Seiten, 1968
- Nr. 7    Ambrosetti Fl., Schram K. und Thams J. C., Die Intensität der direkten  
Sonnenstrahlung in verschiedenen Spektralbereichen in  
Locarno-Monti.  
13 Seiten, 1968
- Nr. 8    Uttinger H.,    Die Zahl der Tage mit Windspitzen von mindestens  
20 Metern pro Sekunde in Zürich (1934-1967).  
22 Seiten, 1968
- Nr. 9    Mäder F.,    Untersuchung über die Windverhältnisse in Bodennähe  
bei verschiedenen Wetterlagen.  
42 Seiten, 1968
- Nr. 10    Schram K.,    Die Windverhältnisse in der bodennahen Luftschicht  
an einem Hang von etwa 25 Grad Neigung.  
13 Seiten, 1968
- Nr. 11    Schüepp M.,    Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967.  
44 Seiten, 1968 (vergriffen)
- Nr. 12    Ackermann P., Die neue Radiosondenstation Payerne  
der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.  
36 Seiten, 1968 (vergriffen)
- Nr. 13    Junod A.,    Contribution à la méthodologie granulométrique  
des aérosols amicroscopiques.  
70 Seiten, 1969
- Nr. 14    Joss J., Schram K., Thams J. C., Waldvogel A., Untersuchungen zur quantitativen  
Bestimmung von Niederschlagsmengen mittels Radar.  
37 Seiten, 1969 (vergriffen)

551.509.324.2:551.589.1 (494.5)

SZ ISSN 0080-7346

# **Katalog objektiv-statistischer Wetterprognosen für die Alpensüdseite und das Oberengadin**

von **H. W. Courvoisier**

Forschungsabteilung der Schweizerischen Meteorologischen  
Zentralanstalt, Zürich

## Katalog objektiv-statistischer Wetterprognosen für die Alpensüdseite und das Oberengadin

### Zusammenfassung

Es wird eine Methode für Regionalprognosen, auf objektiv-statistischer Grundlage dargelegt. Dazu werden einerseits der Wetterlagenkalender von Schüepp, andererseits die numerischen Prognosenkarten verwendet. Als Anwendungsgebiet für eine solche Prognosenmethode eignet sich wegen der orographischen Effekte am besten die Alpensüdseite.

In einem Katalog werden Zahlenwerte der Sonnenscheindauer, des Niederschlags und der Temperatur für 70 Wetterlagen dargestellt. Es zeigt sich, dass die objektive Prognose ungefähr von gleicher Qualität wie die konventionelle Prognose ist, im Falle von Wetteränderungen etwas besser.

### Résumé

On décrit ici une méthode permettant d'établir des prévisions régionales sur une base objective, c'est-à-dire statistique. Pour ce faire, on utilise d'une part le calendrier des types de temps de Schüepp et d'autre part les cartes numériques en prévision. En raison des effets orographiques, le sud des Alpes est la région qui se prête le mieux à ce genre de méthode de prévisions.

Des valeurs numériques de la durée d'insolation, des précipitations et des températures relevantes pour 70 types de temps sont rassemblées dans un catalogue. Il en résulte que la méthode objective de prévisions est de la même qualité que la méthode conventionnelle. Elle lui est légèrement supérieure dans le cas des changements de temps.

### Riassunto

Viene descritto un metodo che permette di allestire delle previsioni regionali su una base statistico-obiettiva. A questo scopo si utilizza da una parte il calendario dei tipi di tempo di Schüepp e dall'altra le carte numeriche di previsioni. Per ragioni di effetti orografici, il sud delle Alpi è la regione che meglio si addice a questo genere di previsioni.

In un catalogo vengono raggruppati i valori numerici della durata dell'insolazione, delle precipitazioni e della temperatura per 70 situazioni di tempo. Ne risulta che il metodo di previsione oggettiva è più o meno di uguale qualità di quello della previsione convenzionale, anzi in casi di cambiamento di tempo è leggermente migliore.

### Summary

The author discusses a method for regional forecasts on an objective statistical basis using Schüepp's classification of synoptic situations and the numerical prediction charts. Due to orographic effects the southern slope of the Alps is best suited for the application of such a method.

Numerical values of sunshine duration, precipitation and temperature for 70 synoptic situations are presented in a catalogue. The objective forecast is of equal quality as the conventional one and even better in case of weather changes.

## Einleitung

Seit Beginn der Herausgabe numerischer Prognosenkarten besteht prinzipiell die Möglichkeit, regionale Wettervorhersagen auf objektiver Grundlage zu erstellen. Dieses Ziel kann entweder mittels dynamischer Methoden durch Verfeinerung der grossräumigen numerischen Druckfeldprognose zu einem kleinräumigen Modell oder durch eine statistische Interpretation der numerischen Prognosenkarten erreicht werden.

In der Schweiz werden Methoden beider Art entwickelt. Wir befassen uns hier mit der statistischen Methode.

### Objektiv-statistische Wetterprognosen aufgrund des Wetterlagenkalenders von Schüepp und der numerischen Prognosenkarten

Eine statistische Interpretation der numerischen Prognosenkarten setzt voraus, dass historisches Datenmaterial in grösserer Menge vorhanden ist. Dieses Datenmaterial darf nicht nur aus klimatologischen Bodenbeobachtungen bestehen, sondern muss auch in Form einer Wetterlagenklassifikation oder einer Systematisierung der aerologischen Verhältnisse (Luftdruck und Strömung in der Höhe) vorliegen [1].

In der Schweiz steht uns hierfür der Wetter- und Witterungslagenkalender von M. Schüepp [2] zur Verfügung. Dieser Wetterlagenkalender charakterisiert nicht die grossräumige Luftdruckverteilung, sondern diejenige über der Schweiz. Er beschreibt die Wetterlage nicht nur mit einem Ausdruck wie z. B. „zyklonale Nordwestlage“, sondern umfasst quantitative Werte mehrerer atmosphärischer Parameter im Gebiet der Schweiz, wie Richtung der Bodenisobaren, Luftdruckgefälle am Boden quer zu den Alpen, Windrichtung und -geschwindigkeit im 500mb-Niveau, Höhe der 500mb-Fläche, Werte der Relativen Topographie 500/1000mb. Er eignet sich daher sehr gut für Zwecke der statistischen Regionalprognose.

Es stellt sich nun die Frage, wie der Schüepp'sche Wetter- und Witterungslagenkalender optimal mit den numerischen Prognosenkarten in Verbindung gebracht und damit für prognostische Zwecke verwendet werden kann.

Hier besteht zunächst die Möglichkeit, die numerischen Vorhersagekarten als Wetterlage im Gebiet der Schweiz zu interpretieren und aus der Kenntnis der statistischen Beziehung Wetterlage—Einzelwetterelemente eine Regionalprognose zu erstellen. Diese Methode kann z. B. für Zürich aufgrund der Berechnung jahreszeitlicher Mittelwerte der Temperatur, der Niederschlagsmenge, der Sonnenscheindauer und der Wahrscheinlichkeiten für Niederschlag und Hochnebel für 33 Wetterlagen angewendet werden [3]. Als Verfeinerung dieser Methode kann man die Strömungsrichtung (im 500mb-Niveau und in Bodennähe) in Beziehung zu den Einzelwetterelementen setzen. Eine Untersuchung dieser Art wurde von Kirchhofer [4] für die Stationen Säntis, Zürich, Genf, Davos und Lugano gemacht. Am meisten lässt sich jedoch m. E. aus dem Schüepp'schen Wetterlagenkalender für prognostische Zwecke gewinnen, wenn man nicht nur die Strömungsrichtung, sondern auch die Strömungsgeschwindigkeit als Parameter verwendet.

Die für ein Gebirgsland besonders wichtigen orographischen Effekte auf das Wettergeschehen lassen sich am besten mit beiden Eigenschaften der Strömung, ihrer Richtung und ihrer Geschwindigkeit, erfassen (wobei wir uns hier auf die Horizontalkomponente der Geschwindigkeit beschränken müssen). Das Erfahrungsbeispiel, dass im Winter erst Nordwestströmungen grösserer Stärke ergiebige Niederschläge am Alpennordhang bewirken, zeigt die Bedeutung des Parameters Strömungsgeschwindigkeit für eine statistische Prognosemethode.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es nun, durch die Verwendung mehrerer Parameter aus dem Wetterlagenkalender von Schüepp eine Prognosemethode zu entwickeln, die von mindestens gleicher Qualität wie die konventionelle Methode eines Prognostikers ist.

Als Gebiet der Schweiz für eine solche Prognosemethode erscheint die Alpensüdseite besonders geeignet. Als Jahreszeit kommt zunächst das Winterhalbjahr in Betracht, da dann vorwiegend advektive Bewölkung und Niederschläge auftreten, die nur selten ausgeprägt lokalen Charakter haben. Da die Alpensüdseite nur wenig Inversionsbewölkung (Nebel, Hochnebel) aufweist, sind auch in dieser Hinsicht keine wesentlichen Probleme örtlicher Sonnenscheinunterschiede zu erwarten.

Der Hauptgrund für die Wahl der Alpensüdseite ist, dass sie sehr markante orographische Effekte auf das Wetter aufweist. Kein Gebiet in der Schweiz reagiert so stark auf Luv- und Lee-Strömungen wie das mittlere und südliche Tessin (NW-N-Strömungen bewirken nur 0,5 % der Niederschlagsmengen im Verhältnis zu S-SW-Strömungen [Winterhalbjahr]). Die starken Luv- und Lee-Effekte sind übrigens nicht nur ein Charakteristikum der Alpensüdseite der Schweiz, sondern der gesamten Südseite der Alpen vom Piemont bis nach Kärnten. Diese Tatsache ist in vielen witterungsklimatologischen Arbeiten festgehalten worden [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Unterteilt man die Alpensüdseite in zwei Teile – Gebiete nahe des Alpenkammes und Gebiete weiter entfernt von diesem – so gilt folgendes: die ausgeprägtesten Lee-Effekte weisen die vom Alpenkamm weiter entfernten Gebiete auf, während sie für die Gebiete in der Nähe des Alpenkammes nicht so markant sind. Die Grenze zwischen beiden Gebieten liegt im Durchschnitt bei Biasca (ca. 30 km südlich des Alpenkammes). Mit den Lee-Effekten der alpenkammnahen Regionen vergleichbar ist übrigens das östlichste Gebiet der Alpen (Murgebiet der Steiermark), wobei sich dort die geringere Höhe der Alpen gleich auswirkt wie beim Nordtessin und Oberengadin die geringe Distanz zum Alpenkamm [13].

#### **Inhalt des Katalogs objektiv-statistischer Wetterprognosen für die Alpensüdseite und das Oberengadin**

Von den Wetterelementen, die für die Öffentlichkeit zu prognostizieren sind, wurden hier die wichtigsten – Niederschlag, Sonnenscheindauer und Temperatur – als Prediktanden verwendet. Es sind dies die Elemente, die nicht direkt aus Vorhersagekarten entnommen werden können, sondern „übersetzt“ werden müssen. Die Elemente Wind (besonders Höhenwind) und Höhentemperaturen (Nullgradgrenze) können dagegen relativ leicht aus den Prognosenkarten bestimmt werden.

Als Prediktoren aus dem Wetterlagenkalender von Schüepp wurden verwendet: Windrichtung und -geschwindigkeit im 500mb-Niveau und für einen Teil der Wetterlagen auch die Bodenwindrichtung (geostrophisch angenommen), Höhe des Bodendrucks und Höhe der 500mb-Fläche (Unterteilung in antizyklonale und zyklonale Lagen). Für die Temperaturprognose wurde zusätzlich die Relative Topographie 500/1000mb als Prediktor verwendet.

Bei Verwendung der Hauptwindrichtungen NE, E usw. und der Windgeschwindigkeiten 20, 40 Knoten usw. erhält man 70 Wetterlagen. Für den praktischen Gebrauch kann man noch die Zwischenrichtungen NNE, ENE usw. und die Zwischengeschwindigkeiten 30, 50 Knoten usw. interpolieren und erhält dann 170 Wetterlagen. Als klimatologisches Datenmaterial wurden 1678 Tage des Winterhalbjahres (Oktober – März) verwendet, und zwar vor allem aus den Jahren 1963–70, bei Wetterlagen mit geringer Häufigkeit auch aus den Jahren 1954–62 und 1971. Als Grundlagenstationen dienten für das Mittel- und Südtessin Lugano und Locarno-Monti, für den Niederschlag dazu Monte Brè und Magadino, für das Nordtessin und Oberengadin St. Moritz, für den Niederschlag auch Acquarossa. Die Temperaturen basieren auf der Station Lugano allein.

Der Katalog enthält folgende statistische Kenngrößen der Sonnenscheindauer, des Niederschlags und der Temperatur für 70 Wetterlagen:

Für die relative Sonnenscheindauer: Zentralwert, Mittelwert, Wahrscheinlichkeit für gegenteiliges Wetter bezüglich Sonnenschein, Standardabweichung, Variationsbreite und 80 %-Bereich der Variationsbreite (Werte zwischen dem 1. und 9. Dezil). Für den Niederschlag: Wahrscheinlichkeit für eine Menge  $\geq 0,3$  mm,  $\geq 10$  mm und  $\geq 30$  mm; Zentralwert, Mittelwert, Standardabweichung und Variationsbreite der Niederschlagsmenge. Für die Temperatur: Minima und Maxima in Lugano, unterteilt nach Monaten.

## Erklärung der Zahlenwerte

### Spalte

- 1 laufende Nummer
- 2 Ge- N = Werte für Nordtessin und Oberengadin  
biet S = Werte für Mittel- und Südtessin
- 3 Wetterlage
- 4 Anzahl Fälle (statistische Grundlage)  
  
Die **Wetterlage** setzt sich folgendermassen zusammen:  
Strömung im 500 mb-Niveau (z. B. NE 2 = Nordost/  
20 Knoten)  
  
Bodenströmung (nur bei einigen Wetterlagen):  
S = Bodenströmung mit Südkomponente,  
N = Bodenströmung mit Nordkomponente.  
  
Hochdruckeinfluss (H) bzw. Tiefdruckeinfluss (L)  
  
Genauere Definition von S, N, H und L:  
  
S = Bodenströmung aus E-S-W (geostrophisch  
angenommen) oder flache Bodendruckvertei-  
lung (Druckgradient  $< 5$  mb pro  $4^\circ$ )  
  
N = Bodenströmung aus WNW-N-ENE  
(geostrophisch angenommen)  
  
H = Hochdruckeinfluss am Boden und im 500 mb-  
Niveau (Bodendruck  $\geq 1017$  mb, Höhe der  
500 mb-Fläche  $>$  Normalwert in der betr.  
Pentade)  
  
L = Tiefdruckeinfluss am Boden und/oder im  
500 mb-Niveau (Bodendruck  $< 1017$  mb, Höhe  
der 500 mb-Fläche  $\leq$  Normalwert in der  
betr. Pentade)  
  
(Alle Parameter beziehen sich auf den Zentralalpen-  
punkt im Rheinwaldgebiet [46.5° N, 9° E])  
  
Spezielle Wetterlagen am Ende der Spalte 3:  
  
L: Höhentiefzentrum oder Höhentrog mit Dre-  
hung des 500 mb-Windes um  $> 90^\circ$  innerhalb  
des 2°-Umkreises um den Zentralalpenpunkt

im Rheinwaldgebiet und einer 500 mb-Wind-  
geschwindigkeit  $> 15$  Knoten

F: Flachdrucklage (500 mb-Windgeschwindigkeit  
 $\leq 15$  Knoten, Bodendruckgradient  $< 5$  mb  
pro  $4^\circ$ , Höhe der 500 mb-Fläche  $\leq$  Normalwert  
in der betr. Pentade und/oder Bodendruck  
 $< 1017$  mb)

F E, F SE und F S: Flachdrucklage in der Höhe (mit  
Bedingungen wie bei F), jedoch mit Boden-  
strömung aus E bzw. SE, S (geostrophisch  
angenommen, Druckgradient  $\geq 5$  mb pro  $4^\circ$ )

H<sub>Okt.</sub>, H<sub>Nov.</sub> usw.: Hochdruckzentrum im Oktober,  
November usw. (500 mb-Windgeschwindigkeit  
 $\leq 15$  Knoten, Bodendruckgradient  $< 5$  mb pro  
 $4^\circ$ , Höhe der 500 mb-Fläche  $>$  Normalwert in  
der betr. Pentade und Bodendruck  $\geq 1017$  mb)

H E, H SE und H S: Hochdruckzentrum in der Höhe.  
(mit Bedingungen wie bei H<sub>Okt.</sub> usw.); jedoch  
mit Bodenströmung aus E bzw. SE, S (geosto-  
phisch angenommen, Druckgradient  $\geq 5$  mb  
pro  $4^\circ$ )

### Sonnenscheinwerte

#### Spalte

- 5 Z = Zentralwert der relativen Sonnenscheindauer.  
Dieser Wert eignet sich am besten als prognosti-  
scher Wert.
- 6 S = Mittelwert der relativen Sonnenscheindauer.
- 7 Prob G = Wahrscheinlichkeit für eine relative Sonnen-  
scheindauer von 0–10% bei Zentralwerten  
 $> 50$  % bzw. von 90–100 % bei Zentralwerten  
 $< 50$  %.
- 8 s = Standardabweichung der relativen Sonnen-  
scheindauer.
- 9 VB = Variationsbreite der relativen Sonnenschein-  
dauer.

- 10 80 % von VB = 80 %-Bereich der Variationsbreite der  
rel. Sonnenscheindauer (nur Werte zwischen  
dem 1. und 9. Dezil).

Werte in runden Klammern (Sonnenschein und Niederschlag)  
bedeuten, dass die statistische Grundlage klein ist (Anzahl  
Fälle  $< 15$ ); Zentral- und Mittelwerte in eckigen Klammern  
bedeuten, dass sie wegen grosser Standardabweichung relativ  
wenig aussagekräftig sind.

### Niederschlagswerte

#### Spalte

- 11 Wahrscheinlichkeit für eine 24-stündige Niederschlags-  
menge  $\geq 0.3$  mm.
- 12 Wahrscheinlichkeit für eine 24-stündige Niederschlags-  
menge  $\geq 10$  mm.
- 13 Wahrscheinlichkeit für eine 24-stündige Niederschlags-  
menge  $\geq 30$  mm.
- 14 Z = Zentralwert der Niederschlagsmenge. Dieser  
Wert eignet sich am besten als prognostischer  
Wert.
- 15  $\bar{R}$  = Mittelwert der Niederschlagsmenge.
- 16 s = Standardabweichung der Niederschlagsmenge
- 17 VB = Variationsbreite der Niederschlagsmenge

### Temperaturwerte

#### Spalte

- 18 (+) = Rel. Topographie 500/1000 mb  
546–60 Dm (im Okt.  $> 560$  Dm)
  - (o) = Rel. Topographie 500/1000 mb  
531–45 Dm (im Okt. 546–60 Dm)
  - (–) = Rel. Topographie 500/1000 mb  
516–30 Dm (im Okt. 531–45 Dm)
- (auch die Werte der Rel. Topographie beziehen sich  
auf den Zentralalpenpunkt im Rheinwaldgebiet)

Spalten 19 bis 24: Temperaturminima/maxima in Lugano

Ifd. Nr.	Gebiet	Wetterlage			Sonnenscheinwerte					Niederschlagswerte						Temperaturextrema in Lugano								
			Anz. Fälle	Z %	S %	Prob G %	s %	Variat.-Br. VB %	80 % v. VB %	Wahrscheinlichkeit %				Z mm	R mm	s mm	VB mm	Rel. Top.	Okt. °C	Nov. °C	Dez. °C	Jan. °C	Feb. °C	März °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	N	NE 2	H 26	82	79	0	18	40-100	54-99	0			0	0	0	0	0							
	S			94	80	8	29	0-100	41-99	0			0	0	0	0	0	(+)	10/20	5/13	1/9	1/9	2/11	5/16
																		(o)	8/19	3/12	-1/8	-1/7	0/10	3/14
2	N	NE 2	L 24	[ 82]	[ 60]	25	41	0-100	0-100	4			0	0.1	0.4	0	2							
	S			[ 76]	[ 63]	13	36	0-100	0-98	13			0	0.1	0.3	0	1.3	(o)	9/18	4/11	0/7	0/6	1/8	3/13
																		(-)	7/16	2/9	-2/5	-3/4	-1/7	1/11
3	N	NE 4	H 26	77	73	4	28	0-100	37-100	0			0	0	0	0	0							
	S			93	82	0	22	21-99	53-97	0			0	0	0	0	0	(o)	8/18	3/11	-1/7	-2/6	0/9	2/13
4	N	NE 4	L 24	[ 66]	[ 54]	17	35	0-100	5-96	4			0	0.1	0.3	0	1.6							
	S			96	85	0	22	16-100	52-100	0			0	0	0	0	0	(o)	8/19	3/12	-1/8	-1/7	0/10	3/14
																		(-)	7/16	2/9	-2/5	-2/4	-1/7	1/11
5	N	NE 6	H 18	81	76	0	22	23-100	47-100	0			0	0	0	0	0							
	S			96	86	6	25	0-100	77-100	0			0	0	0	0	0	(o)	9/19	4/12	0/8	0/7	1/10	4/14
6	N	NE 6	L 7	( 65	58	0	28	14-89	30-83	0			0	0	0	0	0							
	S			( 90	86	0	20	43-100	84-100	0			0	0	0	0	0	(-)	6/15	1/8	-3/4	-3/3	-2/6	1/10
7	N	NE S	15	98	85	7	27	0-100	71-100	0			0	0	0	0	0							
	S			[ 80]	[ 66]	13	35	0-98	11-92	0			0	0	0	0	0	(o)	9/17	4/10	0/6	-1/5	1/8	3/12
																		(-)	5/14	1/7	-3/3	-4/2	-2/5	0/9



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
8	N	E	2	H	42	84	76	5	27	0-100	41-100	0	0	0	0	0	0							
	S					89	75	7	32	0-100	16-99	0	0	0	0	0	(+)	11/20	6/13	2/9	2/8	4/11	6/15	
																	(o)	9/17	4/10	0/6	-1/5	1/8	3/12	
9	N	E	2	L	39	[ 59]	[ 45]	38	40	0-100	0-97	23	0	0.7	2	0								
	S					[ 45]	[ 47]	18	36	0-100	0-96	23	8	0	1.5	4	0	(o)	9/16	4/9	0/5	0/5	-1/7	4/12
																	(-)	6/13	1/6	-3/2	-3/1	-2/4	1/8	
10	N	E	4	H	30	86	81	3	24	0-100	57-100	3	0	0.1	0.4	0								
	S					89	75	6	31	0-100	32-99	3	0	0.0	0.1	0	(o)	9/17	4/11	0/7	0/6	2/9	4/13	
11	N	E	4	L	13	( [ 81]	[ 61]	31	42	0-99	0-96	15	0	0.1	0.2	0								
	S					( [ 65]	[ 55]	23	41	0-100	0-100	31	0	0.7	2	0	(o)	8/16	3/9	-1/5	-1/4	0/7	3/11	
																	(-)	6/13	1/7	-3/3	-4/2	-2/4	0/9	
12	N	SE	2	H	31	[ 74]	[ 64]	16	36	0-100	1-98	13	0	0.2	0.5	0								
	S					[ 42]	[ 47]	26	40	0-100	0-99	23	0	0.7	2	0	(+)	11/18	6/12	2/8	1/7	3/10	5/14	
																	(o)	10/17	5/10	1/6	1/5	3/8	5/12	
13	N	SE	2	L	17	0	20	0	27	0-81	0-51	76	12	2	3	6								
	S					0	5	0	12	0-39	0-6	76	41	6	7	9	11	(o)	11/16	6/9	2/5	1/4	3/7	5/11
14	N	SE	4	L	8	( 0	2	0	4	0-12	0-6	88	50	13	8	13	16							
	S					( 0	4	0	10	0-28	0-0	88	63	38	21	23	21	(o)	9/14	4/7	0/3	0/2	2/5	4/9
15	N	S	2	H	25	[ 68]	[ 61]	15	36	0-100	1-100	23	0	0.5	1.1	0								
	S					[ 70]	[ 54]	31	40	0-100	0-99	23	8	0	1.4	4	0	(+)	10/18	5/11	1/7	1/6	3/9	5/13
																	(o)	9/17	4/10	0/6	0/5	1/8	4/12	

Hfd. Nr.	Gebiet	Wetterlage		Sonnenscheinwerte						Niederschlagswerte						Temperaturextrema in Lugano								
				Anz. Fälle	Z %	S %	Prob %	s %	Variat.-Br. VB %	80 % v. VB %	Wahrscheinlichkeit %			Z mm	R mm	s mm	VB mm	Rel. Top.	Okt. °C	Nov. °C	Dez. °C	Jan. °C	Feb. °C	März °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
16	N	S 2 L	29	0	11	0	22	0-74	0-50	86	7		1.5	3	4	0-15								
	S			0	10	7	25	0-95	0-21	75	32	4	3	8	12	0-63	(o) (-)	10/14 9/13	5/7 4/6	1/3 0/2	1/3 0/1	3/5 2/4	5/10 4/8	
17	N	S 4 H	6	[ 45]	[ 47]	33	51	0-100	0-93	67	50		7	7	7	0-16)								
	S			[ 0]	[ 28]	0	43	0-87	0-80	67	50	17	9	13	15	0-39)	(o)	10/15	5/8	1/4	0/3	2/6	4/10	
18	N	S 4 L	48	0	11	0	24	0-78	0-64	92	63	15	13	17	16	0-75								
	S			0	3	0	12	0-71	0-4	94	77	48	29	30	24	0-100	(+) (o) (-)	13/17 10/14 7/12	8/10 5/7 3/5	4/6 1/3 -2/1	4/5 1/2 -2/0	6/8 3/5 0/3	8/12 5/9 2/7	
19	N	S 6 L	8	( 0	2	0	6	0-17	0-0	100	75	38	16	23	18	4-49)								
	S			( 0	0	0	0	0-0	0-0	100	63	50	33	36	30	2-76)	(o)	10/14	5/7	1/3	1/2	2/5	5/9	
20	N	S N	16	0	6	0	20	0-79	0-0	100	31	6	4	8	11	0.5-40								
	S			0	4	0	14	0-56	0-2	81	38	19	4	15	21	0-63	(o)	11/14	6/8	2/4	1/3	3/5	5/10	
21	N	SW 2 H	32	[ 61]	[ 55]	19	36	0-100	0-98	31	3		0	1.2	3	0-10								
	S			[ 57]	[ 52]	28	39	0-100	0-97	34	9		0	3	6	0-25	(+) (o)	12/19 10/16	7/12 5/10	3/8 1/6	2/7 1/5	4/10 2/8	6/14 4/12	
22	N	SW 2 L	36	4	17	0	24	0-89	0-47	72	19	3	2	5	7	0-30								
	S			4	22	3	30	0-91	0-64	75	39	8	6	10	14	0-61	(o) (-)	10/15 8/12	5/8 3/5	1/4 -1/1	1/4 -1/1	2/6 0/3	4/11 2/7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
23	N	SW 4 H	25	[ 7]	[ 33]	8	39	0-100	0-85	60	12		1	3	4	0-13							
	S			[ 2]	[ 25]	8	35	0-100	0-78	64	24		2	6	7	0-25	(+)	12/17	7/10	3/6	3/5	4/8	6/12
																	(o)	11/15	6/8	2/4	1/3	3/6	6/10
24	N	SW 4 L	51	0	8	0	8	0-71	0-20	98	51	10	10	14	14	0-62							
	S			0	3	0	11	0-55	0-2	98	73	31	17	24	26	0-111	(+)	12/14	7/8	3/4	2/3	4/5	6/10
																	(o)	11/14	6/7	2/3	1/2	3/5	5/9
25	N	SW 6 L	48	0	2	0	10	0-55	0-0	100	79	25	17	22	16	1-66							
	S			0	2	0	7	0-28	0-3	100	79	44	20	29	23	0.3-99	(+)	12/15	7/8	3/4	2/3	4/6	7/10
																	(o)	10/13	5/6	1/2	0/1	2/4	4/8
26	N	SW N	29	0	19	7	31	0-98	0-76	55	14		1	4	5	0-19							
	S			[ 14]	[ 32]	17	36	0-99	0-96	48	14	3	0	4	7	0-31	(o)	11/17	6/10	2/6	2/5	3/8	6/12
																	(-)	8/14	3/7	-1/3	-2/2	0/5	2/9
27	N	W 2 SH	36	[ 77]	[ 61]	19	36	0-100	0-98	17			0	0.2	0.6	0-3							
	S			[ 69]	[ 56]	25	38	0-99	0-96	19			0	0.6	1.5	0-7	(+)	12/19	7/12	3/8	3/7	4/10	6/14
																	(o)	10/17	5/10	1/6	1/5	3/8	5/12
28	N	W 2 SL	33	37	36	6	29	0-95	0-72	39			0	0.6	1.0	0-3							
	S			47	46	12	32	0-98	0-95	36	3		0	1.7	3	0-10	(o)	9/15	4/9	0/5	-1/4	1/7	3/11
																	(-)	7/13	2/7	-2/3	-3/2	-1/5	1/9
29	N	W 4 SH	21	[ 33]	[ 41]	10	36	0-92	0-88	33			0	0.6	1.0	0-3							
	S			32	38	10	30	0-92	4-79	19			0	0.4	0.9	0-3	(+)	13/20	8/13	4/9	3/8	5/11	7/15
																	(o)	10/17	5/10	1/6	0/5	2/8	4/12
30	N	W 4 SL	49	16	28	4	31	0-100	0-73	69	8		1	3	5	0-19							
	S			38	42	10	34	0-100	0-86	61	12	2	1	4	7	0-34	(+)	11/18	6/11	2/7	1/6	3/9	5/13
																	(o)	9/16	4/9	0/5	0/4	1/7	4/11
																	(-)	8/14	3/8	-1/4	-2/3	0/6	2/10

Ifd. Nr.	Gebiet	Wetterlage			Sonnenscheinwerte					Niederschlagswerte						Temperaturextrema in Lugano									
				Anz. Fälle	Z %	S %	Prob G %	s %	Variat.-Br. VB %	80 % v. VB %	Wahrscheinlichkeit %			Z mm	R mm	s mm	VB mm	Rel. Top.	Okt. °C	Nov. °C	Dez. °C	Jan. °C	Feb. °C	März °C	
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
31	N	W	6	SH	12	( [ 40]	[ 38]	8	37	0-90	0-89	33		0	1.0	2	0	-6)							
	S					( 36	38	8	33	0-90	0-85	25		0	1.1	2	0	-8)	(+)	12/19	7/12	3/8	3/7	5/10	7/14
																			(o)	11/17	6/11	2/7	1/6	3/9	5/13
32	N	W	6	SL	25	0	19	8	33	0-92	0-79	80	20	4	2	6	8	0	-33						
	S					17	31	12	34	0-96	0-89	44	12	4	0	6	12	0	-54	(+)	11/18	6/11	2/7	1/6	2/9
																			(o)	9/14	4/8	0/4	-1/3	1/6	3/10
33	N	W	8	SL	11	( 0	27	0	34	0-88	0-80	82	18		4	6	7	0	-23)						
	S					( [ 29]	[ 41]	18	44	0-98	0-97	64			2	2	2	0	-6)	(o)	11/18	6/11	2/7	1/6	3/9
34	N	W	2	NH	6	( 75	68	17	33	8-100	58-92	33			0	1.7	4	0	-9)						
	S					( 85	82	0	15	61-99	67-95	17			0	1.3	3	0	-8)	(o)	9/19	4/12	0/8	0/7	2/10
35	N	W	2	NL	21	43	40	0	28	0-84	0-76	24			0	0.4	1.0	0	-4						
	S					83	70	0	28	23-100	29-97	19	5		0	0.6	2	0	-11	(o)	9/19	4/12	0/8	-1/7	1/10
																			(-)	8/17	3/10	-1/6	-2/5	0/8	2/12
36	N	W	4	NH	16	[ 28]	[ 39]	13	37	0-99	0-84	13			0	0.3	0.8	0	-3						
	S					52	51	13	34	3-100	14-90	13			0	0.2	0.8	0	-3	(+)	12/20	7/13	3/9	2/8	4/11
																			(o)	11/19	6/12	2/8	2/7	3/10	5/14
37	N	W	4	NL	30	18	28	3	29	0-91	0-65	57			0.5	1.2	1.6	0	-5						
	S					72	66	13	30	0-100	10-94	20			0	0.6	1.8	0	-8	(o)	9/18	5/11	1/7	0/6	2/9
																			(-)	7/16	2/9	-2/5	-2/4	-1/7	2/11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
38	N	W 6	NL	22	14	27	5	31	0-100	0-61	59		0.8	1.7	2	0	-	6							
	S				59	57	14	30	0-98	5-96	27	5	0	1.1	3	0	-	11	(o)	11/19	6/12	2/8	1/8	3/10	5/15
																			(-)	9/16	4/10	0/6	0/5	1/8	3/12
39	N	W 8	NL	7	[ 0]	[ 20]	14	37	0-100	0-29	86	29	5	6	6	0	-	18)							
	S				[ 44]	[ 41]	14	38	0-93	0-73	71		0.7	2	3	0	-	8)	(o)	11/17	6/11	2/7	1/6	3/8	5/13
40	N	NW 2	H	33	[ 72]	[ 59]	15	35	0-100	1-98	0		0	0	0	0	-	0							
	S				77	69	6	30	0-99	29-98	3		0	0.0	0.1	0	-	0.5	(+)	9/18	4/11	0/7	-1/6	1/9	3/13
																			(o)	8/17	3/10	-1/6	-2/6	0/8	2/13
41	N	NW 2	L	20	39	40	10	31	0-100	0-72	20		0	0.5	1.2	0	-	5							
	S				85	79	0	21	36-100	50-100	0		0	0	0	0	-	0	(o)	9/19	4/12	0/8	0/7	1/10	4/14
																			(-)	7/17	2/10	-2/6	-2/5	-1/8	2/12
42	N	NW 4	H	21	66	58	10	31	0-100	15-95	14		0	0.1	0.2	0	-	0.5							
	S				84	77	0	26	13-100	35-98	0		0	0	0	0	-	0	(+)	12/21	7/15	3/11	3/10	5/13	7/17
																			(o)	10/20	5/14	1/10	1/9	3/11	4/16
43	N	NW 4	L	30	[ 35]	[ 38]	10	35	0-98	0-89	33		0	0.5	1.1	0	-	5							
	S				91	80	7	28	0-100	45-100	0		0	0	0	0	-	0	(o)	9/19	4/12	0/8	-1/7	1/10	3/14
																			(-)	7/16	2/10	-2/6	-2/5	0/7	2/12
44	N	NW 6	H	25	[ 53]	[ 42]	32	36	0-94	0-86	24		0	1.0	2	0	-	8							
	S				91	77	0	27	17-100	39-100	8		0	0.1	0.4	0	-	2	(+)	12/23	7/16	3/12	3/11	5/14	7/18
																			(o)	10/21	5/14	1/10	0/9	2/12	4/16
45	N	NW 6	L	25	[ 0]	[ 28]	12	37	0-99	0-84	68	4	1.0	2	4	0	-	20							
	S				[ 76]	[ 66]	16	37	0-100	3-99	8		0	0.2	0.7	0	-	3	(o)	10/19	5/13	1/9	1/8	3/10	5/15
																			(-)	7/17	2/10	-2/6	-2/5	0/8	2/12

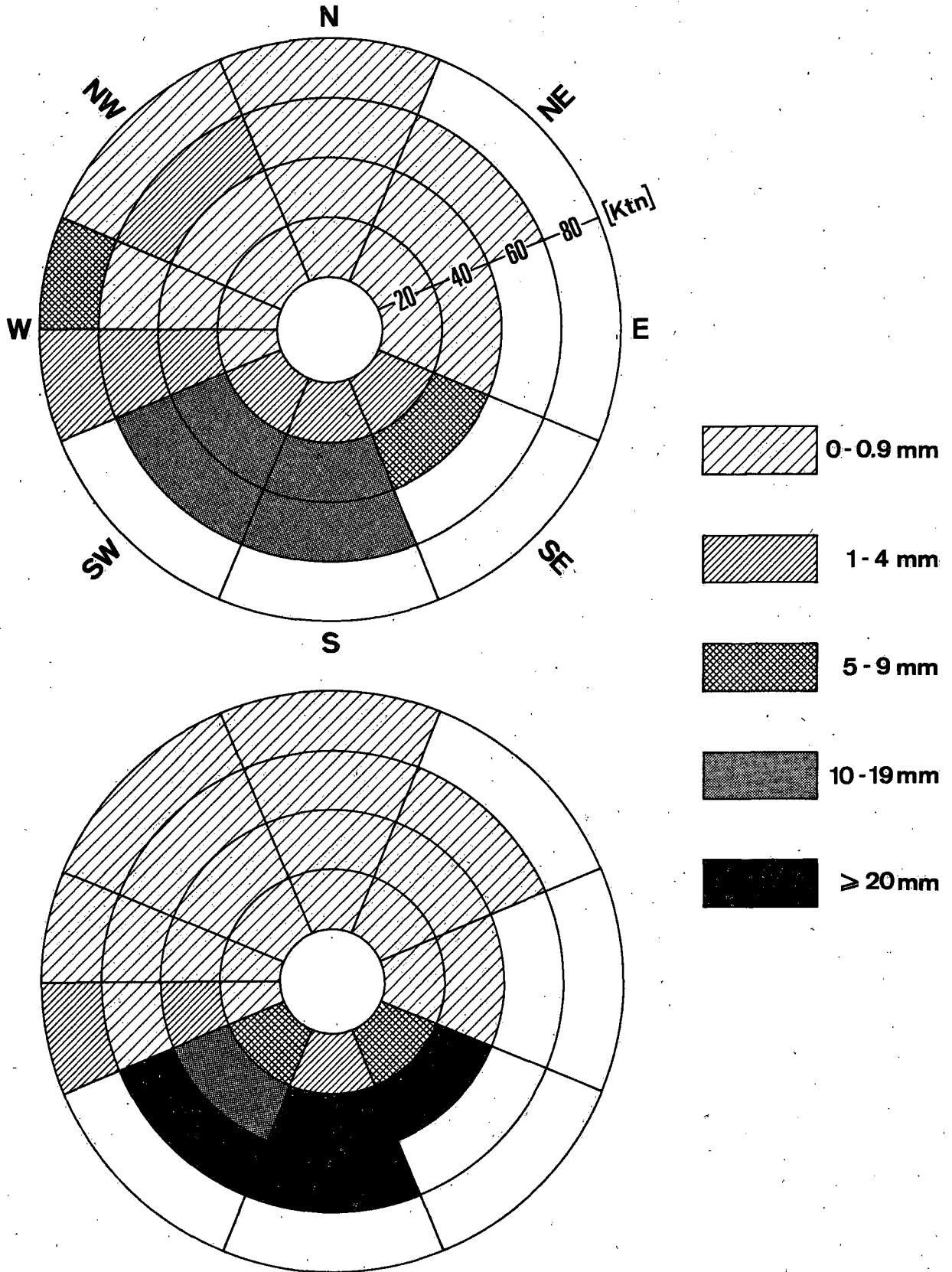
Ifd. Nr.	Gebiet	Wetterlage			Sonnenscheinwerte					Niederschlagswerte							Temperaturrextrema in Lugano									
					Z %	S %	Prob G %	s %	Variat.-Br. VB %	80 % v. VB %	Wahrscheinlichkeit %			Z mm	R mm	s mm	VB mm	Rel. Top.	Okt. °C	Nov. °C	Dez. °C	Jan. °C	Feb. °C	März °C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
46	N	NW	8	H	11	( 0	14	0	23	0-74	0-37	82	9		2	3	4	0	-11)							
	S					( 53	41	27	34	0-93	0-75	9			0	0.0	0.1	0	-0.5)	(+)	11/20	7/13	3/9	3/8	5/11	7/15
						(o)														(o)	10/18	5/11	1/7	1/6	3/9	5/13
47	N	NW	8	L	18	[ 4]	[ 32]	11	41	0-100	0-87	61	17	6	0.9	5	9	0	-31							
	S					[ 92]	[ 72]	11	36	0-100	14-99	28			0	1.1	3	0	-9	(+)	11/22	6/15	2/11	1/10	3/13	5/17
						(o)														(o)	9/19	4/13	0/9	0/8	2/11	4/15
48	N	NW	S		23	54	48	17	31	0-100	0-90	17			0	0.3	0.8	0	-3							
	S					63	52	22	34	0-100	4-91	9			0	0.1	0.4	0	-2	(+)	10/18	5/11	1/7	0/6	2/9	4/13
						(o)														(o)	9/16	4/9	0/5	-1/4	1/7	3/11
49	N	N	2	H	32	85	73	6	30	0-100	23-100	0			0	0	0	0	-0							
	S					87	80	3	25	0-100	53-100	3			0	0.0	0.0	0	-0.3	(+)	10/20	5/13	1/9	1/8	3/11	5/15
						(o)														(o)	8/18	4/11	-1/7	-1/6	1/9	3/13
50	N	N	2	L	20	[ 75]	[ 60]	15	35	0-100	2-91	10			0	0.3	1.3	0	-6							
	S					94	85	0	20	34-100	59-98	0			0	0	0	0	-0	(o)	9/17	4/11	0/7	0/6	1/8	3/13
						(-)														(-)	7/16	2/9	-2/5	-2/4	-1/7	1/11
51	N	N	4	H	31	[ 52]	[ 51]	26	38	0-100	0-98	0			0	0	0	0	-0							
	S					91	78	3	27	0-100	47-100	0			0	0	0	0	-0	(+)	11/22	6/15	2/11	2/10	3/13	6/17
						(o)														(o)	9/19	4/12	0/8	0/7	2/10	4/14
52	N	N	4	L	20	[ 62]	[ 50]	35	41	0-100	0-99	25			0	0.8	1.9	0	-7							
	S					97	88	0	20	19-100	77-100	0			0	0	0	0	-0	(o)	9/19	4/13	0/9	0/8	1/11	3/15
						(-)														(-)	7/17	2/10	-2/6	-2/5	-1/8	2/12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
53	N	N	6	H	28	[ 68]	[ 55]	18	36	0-100	0-96	14		0	0.1	0.3	0	-	1.5							
	S					96	92	0	9	56-100	85-100	0		0	0	0	0	-	0	(o)	10/21	5/14	1/10	0/9	2/12	4/16
54	N	N	6	L	20	[ 26]	[ 37]	10	39	0-100	0-88	40		0	0.9	1.8	0	-	6							
	S					97	86	0	20	43-100	50-100	0		0	0	0	0	-	0	(-)	7/16	3/10	-1/6	-2/5	0/8	2/12
55	N	N	8	L	8	( [ 27]	[ 35]	13	39	0-94	0-72	50		0.3	0.6	1.0	0	-	3)							
	S					( 95	88	0	14	60-100	74-99	0		0	0	0	0	-	0)	(o)	9/18	4/11	0/7	0/6	1/9	3/13
56	N	N	S		16	76	66	13	32	0-100	47-100	13		0	0.1	0.3	0	-	1							
	S					47	41	13	33	0-100	0-82	6		0	0.1	0.2	0	-	1	(o)	9/16	4/9	0/5	0/4	1/7	3/11
57	N	L			32	[ 16]	[ 36]	13	42	0-100	0-98	28		0	0.6	1.3	0	-	6							
	S					[ 68]	[ 53]	31	42	0-100	0-98	16	9	0	1.8	5	0	-	22	(o)	9/17	4/10	0/6	-1/5	1/8	3/12
																				(-)	7/14	2/7	-2/3	-3/2	-1/5	1/9
58	N	F			24	[ 59]	[ 50]	29	37	0-97	0-91	21		0	0.6	1.6	0	-	7							
	S					[ 41]	[ 45]	21	38	0-96	0-94	21	4	0	1.2	3	0	-	11	(o)	10/17	5/10	1/6	1/5	3/8	5/12
																				(-)	7/14	2/7	-2/3	-2/2	0/5	2/9
59	N	H	E		23	80	65	13	34	0-100	7-95	0		0	0	0	0	-	0							
	S					[ 96]	[ 71]	17	39	0-100	0-99	4		0	0.0	0.1	0	-	0.6	(+)	11/20	6/13	2/9	2/8	3/11	6/15
																				(o)	9/19	5/12	1/8	0/7	2/10	4/14
60	N	F	E		23	6	24	4	32	0-94	0-76	35		0	0.7	1.4	0	-	5							
	S					[ 30]	[ 42]	22	38	0-97	1-95	48	4	0	1.7	3	0	-	15	(o)	11/18	6/11	2/7	2/6	3/9	5/13
																				(-)	9/15	4/8	0/4	-1/3	1/6	3/10

Ifd. Nr.	Gebiet	Wetterlage			Sonnenscheinwerte					Niederschlagswerte							Temperaturextrema in Lugano						
					Anz. Fälle	Z %	S %	Prob G %	s %	Variat.-Br. VB %	80% v. VB %	Wahrscheinlichkeit %			Z mm	R mm	s mm	VB mm	Rel. Top.	Okt. °C	Nov. °C	Dez. °C	Jan. °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
61	N	H SE	11	( 66	61	9	30	0 - 100	26 - 97	36			0	0.4	0.6	0 - 1.4)							
	S			( [ 1 ]	[ 22 ]	9	36	0 - 98	0 - 84	27			0	1.3	3	0 - 9)	(o)	10/14	5/ 8	1/ 4	1/ 3	2/ 5	4/10
62	N	F SE	13	( [ 51 ]	[ 50 ]	15	35	0 - 98	8 - 96	54			0.4	0.6	0.7	0 - 1.3)							
	S			( 6	21	8	31	0 - 98	0 - 60	54			0.3	1.5	2	0 - 6)	(o)	9/14	4/ 7	0/ 3	0/ 2	1/ 5	3/ 9
63	N	H S	34	85	72	12	31	0 - 100	7 - 97	18			0	0.3	0.7	0 - 3							
	S			[ 64 ]	[ 50 ]	32	38	0 - 99	0 - 92	24	3		0	1.0	2	0 - 10	(+) (o)	11/18 9/16	6/11 4/ 9	2/ 7 0/ 5	2/ 7 0/ 4	4/ 9 1/ 7	6/14 4/11
64	N	F S	9	( 40	34	0	26	0 - 68	0 - 65	56			0.3	2	3	0 - 9)							
	S			( 3	4	0	4	0 - 9	0 - 8	67	11		1.2	4	5	0 - 12)	(o)	11/15	6/ 8	2/ 4	1/ 3	3/ 6	5/10



Ifd. Nr.	Gebiet	Wetterlage		Sonnenscheinwerte						Niederschlagswerte							Temperaturextrema in Lugano							
				Anz. Fälle	Z %	$\bar{S}$ %	Prob G %	s %	Variat.-Br. VB %	80% v. VB %	Wahrscheinlichkeit %			Z mm	$\bar{R}$ mm	s mm	VB mm	Rel. Top.	Okt. °C	Nov. °C	Dez. °C	Jan. °C	Feb. °C	März °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
65	N	H	Okt.	31	93	89	0	11	51 - 100	76 - 98	0			0	0	0	0							
	S				90	81	3	23	1 - 100	52 - 99	0			0	0	0	0	0	(+)	10/20				
66	N	H	Nov.	24	93	83	4	19	8 - 100	65 - 100	0			0	0	0	0							
	S				92	75	8	34	0 - 100	14 - 99	0			0	0	0	0	0	(+)	4/12				
67	N	H	Dez.	26	96	86	8	25	0 - 100	77 - 100	0			0	0	0	0							
	S				94	78	8	31	0 - 100	40 - 99	4			0	0.0	0.1	0	0	(+)	2/10				
68	N	H	Jan.	26	95	86	0	18	36 - 100	70 - 98	0			0	0	0	0							
	S				93	76	12	31	0 - 100	44 - 97	0			0	0	0	0	0	(+)			2/ 8		
69	N	H	Feb.	26	99	86	8	28	0 - 100	77 - 100	0			0	0	0	0							
	S				97	86	8	29	0 - 100	85 - 100	8			0	0.1	0.2	0	0	(+)				4/13	
70	N	H	März	33	92	84	3	23	6 - 100	53 - 100	0			0	0	0	0							
	S				85	76	3	27	0 - 100	30 - 97	0			0	0	0	0	0	(+)					6/17
																		(o)						4/15



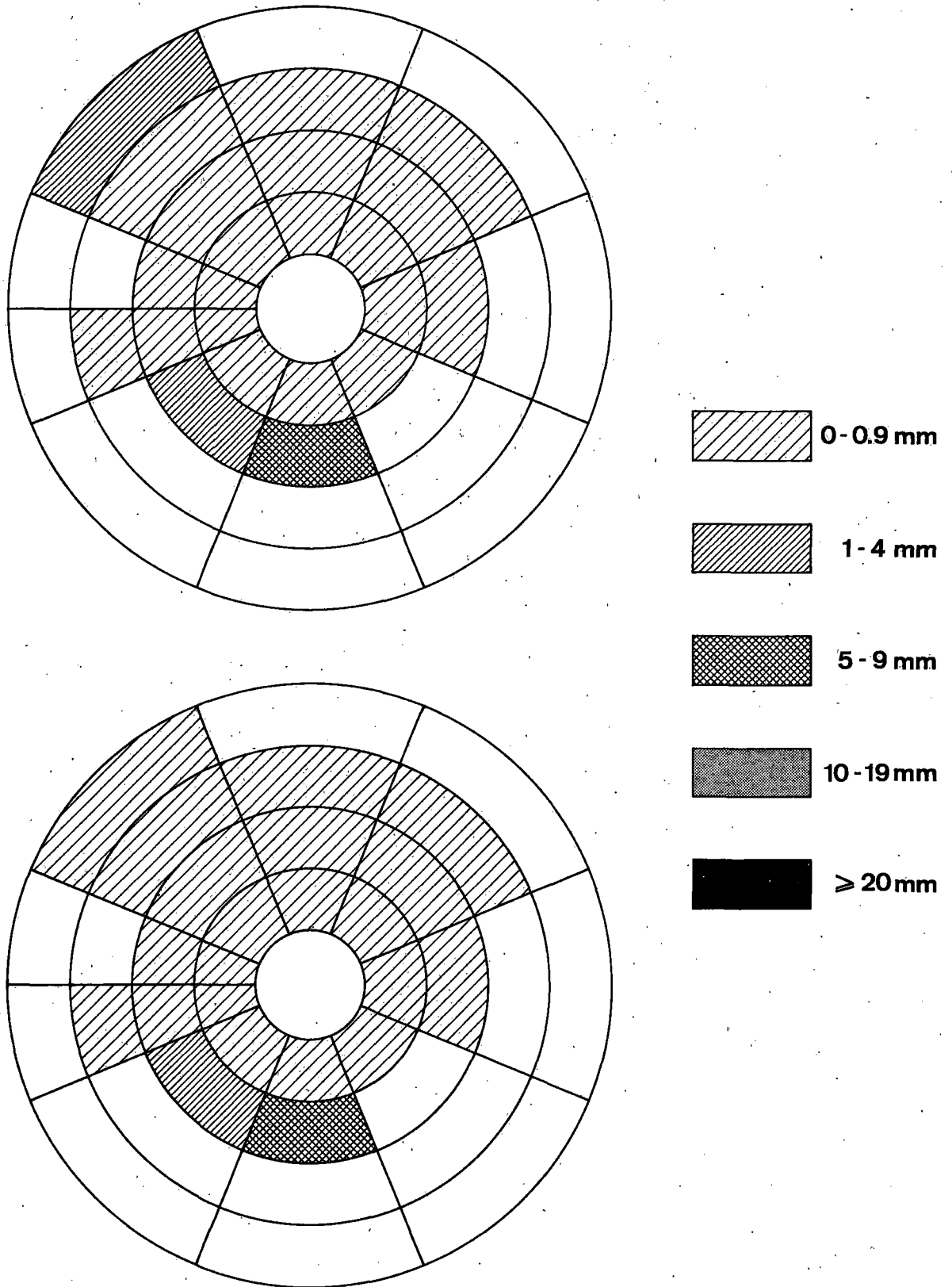
**Abb. 1/2:** Niederschlagsmenge, zyklonale Wetterlagen. Oben Nordtessin und Oberengadin, unten Mittel- und Südtessin.

Die Bezeichnungen NE, E usw. und 20, 40 Knoten usw. beziehen sich auf das 500mb-Niveau.

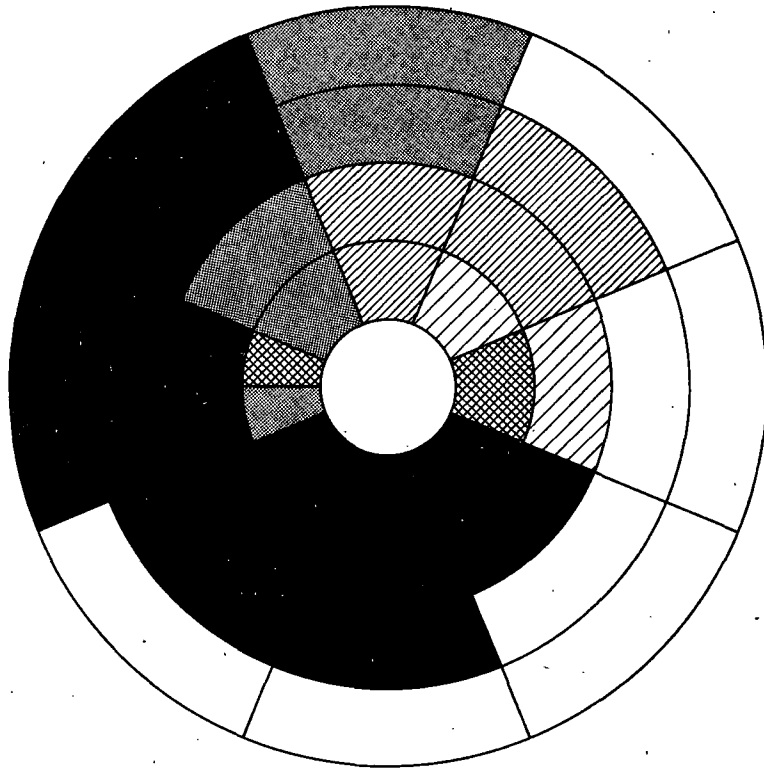
Unterteilung der West-Höhenströmungen in 2 Sektoren:

oberer Sektor: Strömung in Bodennähe aus WNW-N-ENE,

unterer Sektor: Strömung in Bodennähe aus E-S-W oder flache Bodendruckverteilung (Druckgradient < 5 mb pro 444 km).



**Abb. 3/4:** Niederschlagsmenge, antizyklonale Wetterlagen. Oben Nordtessin und Oberengadin, unten Mittel- und Südtessin.



 81-100%

 61-80%

 41-60%

 21-40%

 0-20%

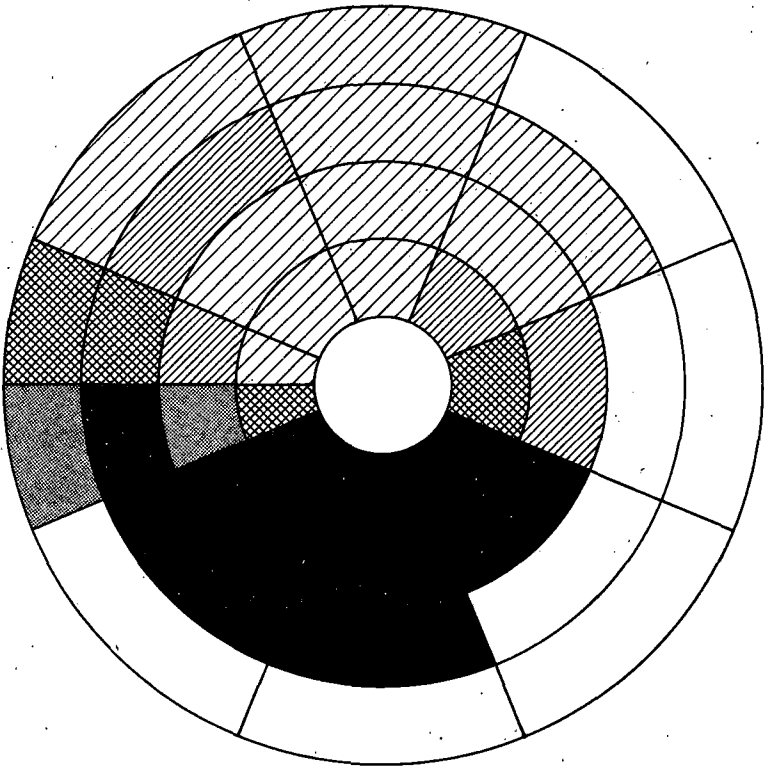
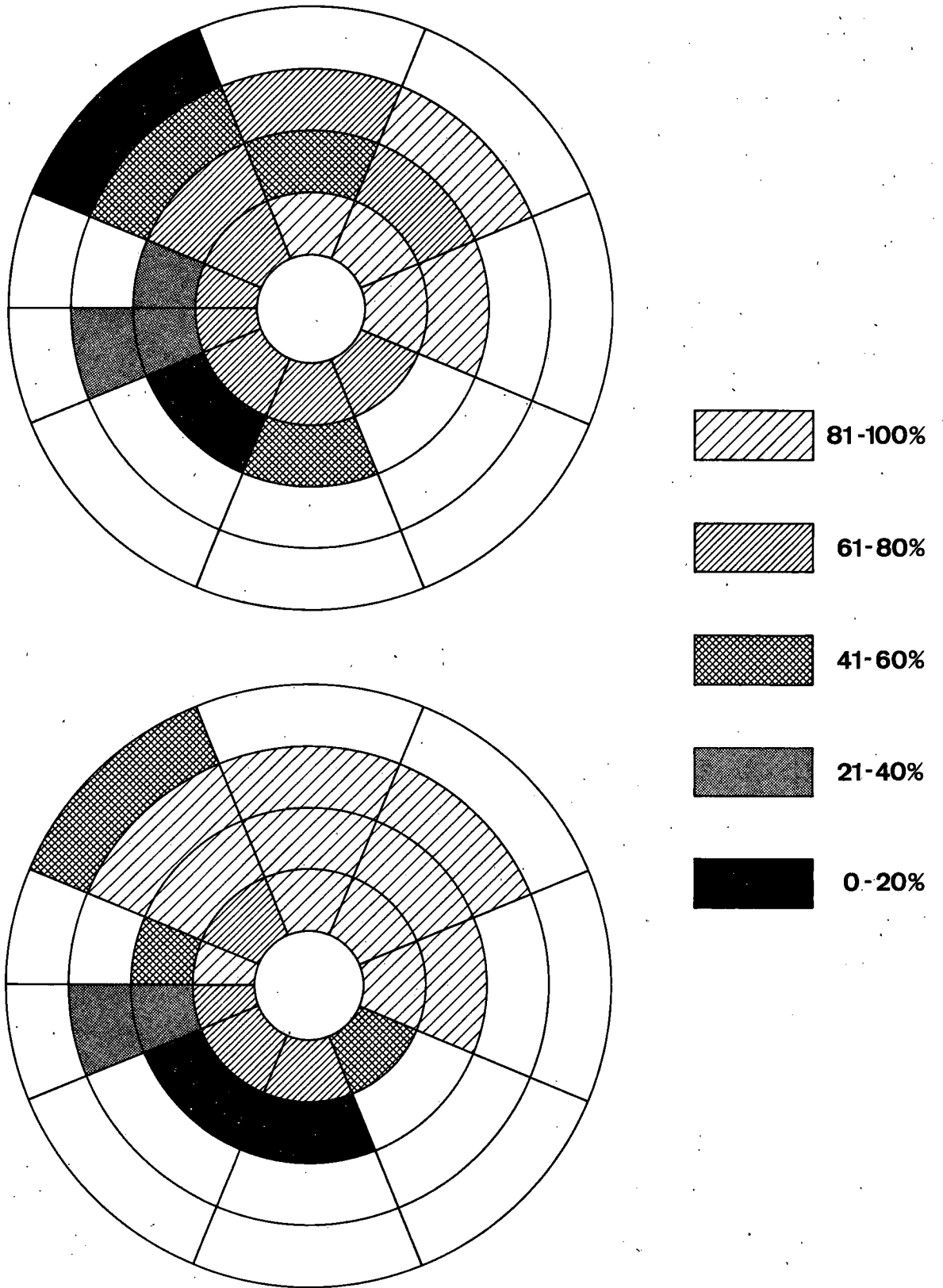


Abb. 5/6: Sonnenscheindauer, zyklonale Wetterlagen. Oben Nordtessin und Oberengadin, unten Mittel- und Südtessin.



**Abb. 7/8:** Sonnenscheindauer, antizyklonale Wetterlagen. Oben Nordtessin und Oberengadin, unten Mittel- und Südtessin.

### Auswirkungen der Wetterlagen auf Niederschlag, Sonnenschein und Temperatur

Für den Niederschlag und den Sonnenschein gilt allgemein, dass Strömungen aus südlichen Richtungen niederschlagsreich und sonnenscheinarm, Strömungen aus nördlichen Richtungen dagegen niederschlagsarm und sonnenscheinreich sind — mit Ausnahme der zyklonalen Lagen für die Region Nordtessin und Oberengadin. Es sei hierzu eine quantitative Angabe für den Niederschlag gemacht: 100 Tage mit S-SW-Strömungen aller Geschwindigkeiten bewirken im Mittel- und Südtessin 1719 mm Niederschlag, 100 Tage mit NW-N-Strömungen dagegen nur 9 mm. Die entsprechenden Zahlenwerte im Nordtessin und Oberengadin sind: 100 Tage mit S-SW-Strömungen 1041 mm, 100 Tage mit NW-N-Strömungen 82 mm. Man sieht daraus, dass im Nordtessin und Oberengadin weniger grosse Mengen bei Südströmungen auftreten und dass andererseits die Nordströmungen nicht so extrem niederschlagsarm sind wie im Mittel- und Südtessin.

Betrachten wir weitere wesentliche Unterschiede zwischen den Wetterlagen (s. Abb. 1-8). Zunächst beim Niederschlag: Westströmungen haben wesentlich weniger Niederschlag als Südströmungen: im Mittel- und Südtessin 100 S-SW-Strömungen 1719 mm, 100 W-Strömungen dagegen nur 189 mm, im Nordtessin und Oberengadin 1041 mm bei S-SW-Strömungen und nur 191 mm bei W-Strömungen. Die Übereinstimmung der Mengen in beiden Regionen bei Westlagen zeigt übrigens, dass Westströmungen für beide Gebiete gleiche, sozusagen orographisch „indifferente“ Auswirkungen haben. Die Abhängigkeit des Niederschlages von der Höhenwindgeschwindigkeit zeigt sich deutlich: im Mittel- und Südtessin bei den zyklonalen SE-, S- und SW-Lagen und bei den antizyklonalen Südlagen; im Nordtessin und Oberengadin bei den zyklonalen S- und SW-Lagen sowie bei den antizyklonalen Südlagen. Dies bedeutet, dass mit der Verwendung des Prediktors Höhenwindgeschwindigkeit eine verfeinerte Unterteilung der Wetterlagen möglich geworden ist und damit auch eine bessere Prognosengrundlage als nur mit der Höhenwindrichtung gegeben ist.

Im weiteren kommen die Unterschiede zwischen Antizyklonallagen und Zyklonallagen gut zum Ausdruck: im Mittel- und Südtessin bei den SE-, S- und SW-Lagen, im Nordtessin und Oberengadin bei den SW-Lagen. Die Ostströmungen, die nur mit geringerer Windstärke häufiger vorkommen, zeigen selbst unter Tiefdruckeinfluss weniger Niederschlag, als man erwarten würde. Nur Südostströmungen weisen im Mittel- und Südtessin stärkere Niederschläge auf. Ein quantitativer Vergleich zwischen Ost- und Westströmungen ergibt folgendes: Mittel- und Südtessin 100 Ostströmungen 55 mm, 100 Westströmungen (gleicher Stärke) 153 mm; Nordtessin und Oberengadin 100 Ostströmungen 25 mm, 100 Westströmungen (gleicher Stärke) 116 mm. Die Alpensüdseite verhält sich also prinzipiell nicht anders wie die Gebiete nördlich der Alpen, indem die atlantisch-maritimen Strömungen mit höherem Wasserdampfgehalt grössere Mengen als die kontinentalen Strömungen mit trockeneren Luftmassen bewirken. Die meisten Ostströmungen im Alpengebiet sind grossräumige Ostströmungen und führen daher Luftmassen vom nördlichen Balkan und Südrussland heran, während Ostströmungen, die umgelenkte Südströmungen mit mediterraner Herkunft sind, selten sind. Die Mittelmeerluftmassen treffen dagegen im 500mb-Niveau meistens mit einer Südkomponente auf die Alpen.

Betrachten wir den Sonnenschein: Wesentliche Unterschiede bestehen zwischen Antizyklonallagen und Zyklonallagen in beiden Gebieten bei geringen Windstärken aus SE bis SW. Auch die Ostströmung zeigt in beiden Regionen bei geringer Windgeschwindigkeit unter Tiefdruckeinfluss 40 % weniger Sonnenschein als unter Hochdruckeinfluss. Eine wesentliche Zunahme des Sonnenscheins von Süd- zu Westströmungen tritt im Mittel- und Südtessin bei zyklonalen Lagen auf. Im Nordtessin und Oberengadin haben erst Nordströmungen unter Tiefdruckeinfluss und mit Windstärken bis 40 Knoten wesentlich mehr Sonnenschein als zyklonale Südströmungen. Die Nordwestströmung zeigt im Nordtessin und Oberengadin bis 60 Knoten Windstärke wesentlich mehr Sonnenschein bei Antizyklonallagen gegenüber Zyklonallagen [14]. Ausgeprägte Unterschiede zwischen Westhöhenströmungen mit südlicher und solchen mit nördlicher Bodenströmung bestehen nur im Mittel- und Südtessin bei zyklonalen Lagen.

Die Temperaturen schliesslich sind dadurch charakterisiert, dass der Tagesgang in Lugano bei Südströmungen wesentlich geringer als bei Nordströmungen ist. Dabei haben die Minima bei Südströmungen durchschnittlich etwas höhere Werte als bei Nordströmungen, die Maxima bei Südströmungen tiefere Werte als bei Nordströmungen. Das letztere ist sehr typisch für die Alpensüdseite (Südtau/Nordföhn). Bei den Minima ist die Wirkung des Nordföhns offenbar gering, denn zur Zeit des Temperaturminimums treten oft Föhnpausen auf und dabei kommt der Ausstrahlungseffekt bei der meist geringen Bewölkung stärker zur Geltung.

**Die Schneefallwahrscheinlichkeit in Lugano in Abhängigkeit von der Relativen Topographie 500/1000mb**

Da auf der Alpensüdseite — wie in der Poebene — bei Luvströmungen häufig ein stagnierender Kaltluftsee in den unteren Schichten liegt, ist es von besonderem Interesse zu wissen, wie sich die Schneefallwahrscheinlichkeit in den Niederungen in Abhängigkeit vom Wärmegehalt der unteren Troposphäre verhält. Für die Niederungen der Alpennordseite gelten 528–30 Dm der Relativen Topographie 500/1000mb als markante Grenze zwischen Regen und Schneefall. Niederschlag aus Cumulonimben wird auch noch bei 532 Dm beobachtet; bei höheren Werten tritt aber nur sehr selten noch Schneefall auf.

Für Lugano wurden nun aufgrund von 218 Fällen folgende prozentuale Anteile von Schneefall am Niederschlag festgestellt:

≤ 525 Dm	100 %	532–34 Dm	36 %	541–43 Dm	5 %
526–28 Dm	57 %	535–37 Dm	14 %	544–46 Dm	2 %
529–31 Dm	50 %	538–40 Dm	9 %	≥ 547 Dm	0 %

Man sieht daraus, dass der Übergangsbereich von Regen zu Schneefall auf der Alpensüdseite ziemlich breit ist; es ist daher zu beachten, dass auch noch bei Werten über 535 Dm Schneefall in den Niederungen möglich ist.

**Test der objektiv-statistischen Prognose und Vergleich mit der subjektiven Prognose**

Es wurden die Trefferraten der objektiv-statistischen Prognosen für 7 Monate (März 1972 und Oktober 1972 bis März 1973) berechnet und mit den Prognosen des Wetterdienstes in Locarno-Monti verglichen (die letzteren werden nicht nur in Textform, sondern auch als Zahlenwerte intern erstellt). Beide Prognosen wurden um ca. 11 Uhr für den Folgetag ausgegeben (der Niederschlag bezieht sich jedoch bei der objektiven Prognose auf 07–07 Uhr, bei der subjektiven auf 19–19 Uhr). Als Grundlage für die objektiven Prognosen wurden die 48-stündigen numerischen Vorhersagekarten des Vortages, gültig für 12 Uhr des Folgetages, verwendet.

Das Resultat für die einzelnen Elemente ist:

a) Relative Sonnenscheindauer; sie wurde folgendermassen bewertet:

Trefferrate = 100 – Fehler(prog.-beob.) [in %]

Trefferrate	objektiv	subjektiv (Locarno-Monti)
Mittel- und Südtessin	76 %	76 %
Nordtessin und Oberengadin	77 %	77 %

Im weiteren wurden noch speziell die Tage mit einer grösseren Änderung der Sonnenscheindauer (mindestens 4 Stunden Differenz von Tag zu Tag) bewertet; dadurch kann der Faktor Persistenz, der die subjektive Prognose erleichtert, eliminiert werden:

Trefferrate	objektiv	subjektiv (Locarno-Monti)
Mittel- und Südtessin	65 %	59 % (58 Tage)
Nordtessin und Oberengadin	63 %	59 % (43 Tage)

b) Niederschlag; er wurde folgendermassen bewertet: (kein) Niederschlag vorhergesagt, (kein) Niederschlag beobachtet: Trefferrate 100 %, im gegenteiligen Fall Trefferrate 0 % (wobei Mengen bis zu 1 mm noch zu kein Niederschlag gezählt wurden)

Trefferrate	objektiv	subjektiv (Locarno-Monti)
Mittel- und Südtessin	89 %	91 %
Nordtessin und Oberengadin	86 %	85 %

c) Temperatur in Lugano; hier wurde direkt der Fehler in °C verwendet:

Mittlerer Fehler	objektiv	subjektiv (Locarno-Monti)
Minimum	1.8°	1.6°
Maximum	2.2°	1.8°

Auch bei den Temperaturen wurden noch speziell die Tage mit einer grösseren Änderung der Minima bzw. Maxima (mindestens 4° Differenz von Tag zu Tag) bewertet:

Mittlerer Fehler	objektiv	subjektiv (Locarno-Monti)
Minimum	3.0°	3.5° (26 Tage)
Maximum	3.6°	4.0° (30 Tage)

Es zeigt sich also, dass die objektive Prognosenmethode ungefähr von gleicher Qualität wie die subjektive Prognose ist, im Falle von Wetteränderungen etwas besser. Für die Temperaturprognose wird es vorteilhaft sein, die objektive Prognose nur im Falle von wesentlichen Temperaturänderungen zu verwenden, also vor allem beim Übergang von südlichen zu nördlichen Strömungen und umgekehrt.

Versuche einer Anwendung dieser Prognosenmethode auch für die Alpennordseite und für das Sommerhalbjahr werden in Zukunft gemacht werden; ob das Resultat brauchbar sein wird, wird sich zeigen müssen.



Literatur

- [1] LOENNOQVIST, O.: Experiments with automatic interpretation of meteorological forecast charts. Sver. Met. Hydrol. Inst., Meddelanden, Ser. B (28), 1968.
- [2] SCHÜEPP, M.: Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967 im zentralen Alpengebiet. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 11, 1968
- [3] FLIRI, F. und SCHÜEPP, M.: Witterungsklimatologie. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 4, 1967, p. 215
- [4] KIRCHHOFER, W.: Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 23, 1971.
- [5] COURVOISIER, H. W.: Grosswetterverhältnisse, Entstehung und Vorauserkennung mehrtägiger Niederschlagsperioden im Westalpengebiet. Arch. Met. Geoph. Biokl. A, 10, 1957, p. 43
- [6] FLIRI, F.: Wetterlagenkunde von Tirol. Tiroler Wirtschaftsstudien, Band 13, Innsbruck 1962
- [7] FLIRI, F.: Die Niederschlagsverhältnisse eines alpinen Querprofils in Beziehung zu Wetterlage und Höhenwind. Wetter und Leben, 1962, Heft 9-10, p. 185
- [8] GRESSEL, W.: Die Auswirkungen der europäischen Wetterentwicklung im Südalpenbereich. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Nr. 4, 1967, p. 176
- [9] GRESSEL, W.: Die europäische Wetterentwicklung und ihr Einfluss auf den Südalpenraum. Carinthia II, Klagenfurt 1973, p. 253
- [10] KLETTER, L.: Die Verwertung der Höhenwetterkarte zur Beurteilung der Wetterwirksamkeit von Kaltfronten in den Südalpen. Arch. Met. Geoph. Biokl. A, 1, 1949, p. 384
- [11] MERTZ, J.: Essai de classification des types de temps sur les Alpes d'après la disposition des isohypes à 500mb. La Météorologie, 1957, IV
- [12] STEINHÄUSSER, H.: Orographische und dynamische Einflüsse bei Föhn- und Staulagen in den Südalpen. Meteorologische Rundschau 12, 1959
- [13] WAKONIGG, H.: Witterungsklimatologie der Steiermark. Verlag Notring, Wien 1970
- [14] GENSLER, G.: Die Wechselwirkung zwischen Ablula- und Berninakette als Wetter-scheiden bei Nordstau. Wetter und Leben, 1953, Heft 1-2, p. 5

Adresse des Verfassers:

Dr. H. W. Courvoisier  
Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt  
Krähbühlstrasse 58,  
CH-8044 Zürich

- Nr. 15 Courvoisier H.W., Die quantitative Niederschlagsprognose winterlicher zyklonaler Witterungslagen auf der Alpennordseite der Schweiz. (vergriffen)  
15 Seiten, 1970
- Nr. 16 Schram Karin und Thams J.C., Die kurzweilige Globalstrahlung und die diffuse Himmelsstrahlung auf dem Flugplatz Zürich-Kloten.  
18 Seiten, 1970
- Nr. 17 Kasser P., Schram Karin und Thams J.C., Die Strahlungsverhältnisse im Gebiet der Baye de Montreux.  
46 Seiten, 1970
- Nr. 18 Gutermann Th., Vergleichende Untersuchungen zur Föhnhäufigkeit im Rheintal zwischen Chur und Bodensee.  
68 Seiten, 1970.
- Nr. 19 Ginsburg Theo, Die statistische Auswertung von langjährigen Temperaturreihen.  
42 Seiten, 1970
- Nr. 20 Primault B., Du risque de gel et de sa prévision.  
20 Seiten, 1971
- Nr. 21 Piaget A., Utilisation de l'ozone atmosphérique comme traceur des échanges entre la troposphère et la stratosphère.  
72 Seiten, 1971
- Nr. 22 Zenone E., Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen.  
24 Seiten, 1971
- Nr. 23 Kirchhofer W., Abgrenzung von Wetterlagen im zentralen Alpenraum.  
72 Seiten, 1971
- Nr. 24 Primault B., Le climat, élément du plan d'aménagement. Das Klima, eine der Grundlagen der Landesplanung. The climate as an element of the land management.  
28 Seiten und eine Karte, 1971
- Nr. 25 Fröhlich C. und Wierzejewski, Die verschiedenen Messverfahren zur Bestimmung der Strahlungsintensität mit dem Kompensationspyheliometer und die Entwicklung eines verbesserten Modells.  
36 Seiten, 1972
- Nr. 26 Bouët M., Le foehn du Valais  
12 Seiten, 1972
- Nr. 27 Zenone E., Die Gewitterverhältnisse in den südlichen Zentralalpen und Voralpen (Fortsetzung von Nr. 22)  
II Die einzelnen Gewitter und ihre Verteilung  
III Die Dauer der Gewitter  
32 Seiten, 1972
- Nr. 28 Catzeflis J., Primault B., Strehler H., Analyse de la pluviosité dans le Valais central  
15 Seiten, 1972
- Nr. 29 Courvoisier H. W., Die Niederschlagswirksamkeit markanter, hochreichender Kaltluftinbrüche im Sommer in der Schweiz  
11 Seiten, 1973
- Nr. 30 Sevruck B., Erfahrungen mit Totalisatoren mit schiefen, geneigten und bodenebenen Auffangflächen im Einzugsgebiet der Baye de Montreux  
Einfluss der Temperatur auf die Messung des Niederschlages mit Totalisator  
44 Seiten, 1973
- Nr. 31 Strehler H. Beziehung zwischen Witterung und Zuckerrübenmerkmalen im Spätsommer  
20 Seiten, 1975
- Nr. 32 Courvoisier H. W., Katalog objektiv-statistischer Wetterprognosen für die Alpensüdseite und das Oberengadin  
24 Seiten, 1975

