

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

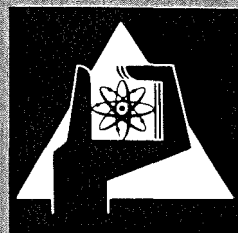
Februar 1977

KFK 2383

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit
Projekt Nukleare Sicherheit

Statistik besonderer Ausbreitungssituationen

H. Dilger



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 2383

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit
Projekt Nukleare Sicherheit

Statistik besonderer Ausbreitungssituationen

H. Dilger

Gesellschaft für Kernforschung mbH., Karlsruhe

Zusammenfassung

Es wird aufgrund einer 3-jährigen Statistik von meteorologischen Daten, die am 200 m hohen Mast des Kernforschungszentrums Karlsruhe gemessen wurden, die Häufigkeit und jahreszeitliche Verteilung besonderer Ausbreitungssituationen berechnet. So werden solche Verhältnisse bezeichnet, die nicht mit dem normalen GAUSS-Modell beschrieben werden können, wie Windscherung, Höheninversion, Schwachwind, Niederschlag und Nebel. Die Windscherungen übertreffen mit 18 % Häufigkeit im Jahresmittel alle übrigen besonderen Ausbreitungssituationen. Diese bleiben im Jahresmittel alle unter 5 % Häufigkeit.

Summary

Statistics of particular diffusion conditions.

Based on 3 years statistical records of meteorological data measured at the 200 m high meteorological tower of the Karlsruhe Nuclear Research Center the frequencies and seasonal distribution have been calculated of particular diffusion conditions. Conditions are indicated which cannot be described by the normal GAUSS model, such as wind shear, high-level inversion, light wind, precipitation, and fog. The wind shears having a mean annual frequency of 18% exceed all the rest of particular conditions occurring at a frequency of less than 5%.

1. Einleitung

Das in der Ausbreitungsrechnung für Kurzzeitemissionen überwiegend verwendete Modell nimmt eine vertikale und azimutale Verteilung der Schadstoffe in der Abluftfahne entsprechend einer GAUSS-Verteilung und totale Reflexion am Boden an. Bei einer kontinuierlich emittierenden Punktquelle ergibt sich die Bodenkonzentration C nach der folgenden Formel:

$$C(x,y,0) = \frac{\dot{A}}{\pi \bar{u} \sigma_y(x) \sigma_z(x)} \exp - \left[\frac{y^2}{2\sigma_y^2(x)} + \frac{H^2}{2\sigma_z^2(x)} \right]$$

C = Konzentration in Ci/m^3 oder g/m^3
 \dot{A} = Emissionsrate in Ci/s oder g/s

σ_z, σ_y = vertikaler bzw. horizontaler Ausbreitungsparameter in m
 \bar{u} = mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit in m/s
 H = Emissionshöhe in m
 x = Koordinate in Ausbreitungsrichtung in m
 y = Koordinate senkrecht zur Ausbreitungsrichtung in m

Es wird vorausgesetzt, daß sich durch die turbulente Durchmischung der Atmosphäre ein homogener, stationärer Zustand eingestellt hat und eine vorherrschende Windrichtung vorhanden ist. Weitere physikalische bzw. chemische Prozesse, die von der Wettersituation abhängen, werden nicht berücksichtigt.

In dem vorliegenden Bericht werden die Häufigkeit und jahreszeitliche Verteilung besonderer Ausbreitungssituationen berechnet, die nicht mit dem oben beschriebenen GAUSS-Modell erfaßt werden können.

2. Besondere Ausbreitungssituationen

Bei diesen Situationen sind die oben gemachten Voraussetzungen für die Anwendung des unmodifizierten GAUSS-Modells nicht gegeben.

Die turbulente Durchmischung der Atmosphäre führt nicht immer zu homogenen Zuständen. Solche Situationen sind einmal größere Windscherungen (Richtungsänderungen mit der Höhe), die überwiegend bei stabiler Schichtung auftreten, zum anderen Höheninversionen, die ihre Untergrenze oberhalb der Kaminmündung haben.

Bei Windscherung kann eine Erniedrigung oder Erhöhung der Schadstoffkonzentration im Vergleich zu der mit dem GAUSS-Modell berechneten eintreten. Bei Höheninversionen oberhalb der Kaminmündung, die den vertikalen Abtransport der Abluft in größere Höhen unterdrücken, steigt die Schadstoffkonzentration am Boden im Vergleich zu den Berechnungen mit dem GAUSS-Modell an /1/.

In einem instationären Zustand befindet sich die Atmosphäre bei Schwachwindlagen. Hier gibt es keine vorherrschende Windrichtung. Es können zeitweise höhere Schadstoffkonzentrationen auftreten, als mit dem GAUSS-Modell bei den entsprechenden Ausbreitungskategorien errechenbar ist.

Langperiodische Windrichtungsdrehungen mit Periodendauer $T > 20$ min, die hauptsächlich bei stabilen Wetterlagen auftreten, können durch Vergrößerung des horizontalen Ausbreitungsparameters σ_y mit dem GAUSS-Modell erfaßt werden /4/.

Außer den turbulenten Vorgängen in der Atmosphäre treten spezielle physikalische Prozesse wie Niederschlag oder Tröpfchenbildung sowie chemische Umwandlung von Schadstoffen auf. Niederschläge führen zu einer Auswaschung der Schadstoffe aus der Luft. Mit zunehmender Entfernung von der Quelle nimmt daher die Schadstoffkonzentration der Luft im Verhältnis zum GAUSS-Modell ab. Andererseits werden die Schadstoffe durch die Auswaschung am Boden angereichert, am stärksten in Quellnähe.

Bei Nebel kann es durch Anlagerung von Wasser zu einem Wachstum der Schadstoffaerosole kommen. Dieses Wachstum ist um so stärker, je höher die relative Feuchte ist /3/. Dabei können Tröpfchen mit einem Radius bis zu etwa $10 \mu\text{m}$ entstehen. Bei dieser Tropfengröße tritt eine Sinkgeschwindigkeit von $1,2 \text{ cm/s}$ auf /2/, die etwa um den Faktor 3 bis 5 größer als bei der trockenen Ablagerung ist. Dadurch wird die Schadstoffkonzentration in der

Luft im Verhältnis zum GAUSS-Modell erniedrigt. Andererseits tritt eine Ablagerung am Boden auf, die proportional der Luftkonzentration in Bodennähe ist.

3. Statistische Auswertungen

3.1. Datenmaterial

Ausgehend von einer 3-jährigen Statistik meteorologischer Daten, die am 200 m hohen Mast des Kernforschungszentrums Karlsruhe gemessen wurden /5/, /6/, wurde die Häufigkeit und jahreszeitliche Verteilung der besonderen Wetterlagen berechnet. Zur Definition der besonderen Wetterlagen wurden die folgenden Kriterien verwendet.

3.2. Kriterien für die besonderen Wetterlagen

3.2.1. Windscherung

Als Windscherung werden die Situationen angesehen, in denen die Windrichtungsdifferenz zwischen einer angenommenen Emissionshöhe in 100 m und der Meßstelle in 40 m (10 m oberhalb der wirksamen Oberfläche) $\geq 2\sigma_{\theta 100}$ ist. $\sigma_{\theta 100}$ ist die mittlere quadratische Abweichung der horizontalen Windrichtung θ , die mit schwachbedämpften Schwertwindfahnen im Periodenbereich $10 \text{ min} \geq T \geq 8 \text{ s}$ gemessen wird. $\sigma_{\theta 100}$ wird aus 150 Einzelwerten pro 10-min-Intervall berechnet. Für $\sigma_{\theta 100}$ wurden die unten aufgeführten Werte verwendet /4/. Bei der so definierten Windscherung und beispielsweise Kategorie E sind in 1000 m Entfernung die Achsen zweier Abluftfahnen, die in 100 m bzw. 40 m Höhe übereinander emittiert werden, mindestens 220 m voneinander entfernt.

Kat.	$\sigma_{\theta 100}$ (Grad)
A	44,0
B	32,1
C	22,2
D	12,9
E	6,3
F	4,6

Maximale Streuung der horizontalen Windrichtungsfluktuation σ_{θ} in 100 m Höhe in Abhängigkeit von der Ausbreitungskategorie.

3.2.2. Höheninversionen

Die Höheninversionen werden nach einer in /6/ beschriebenen Methoden aus dem Temperaturprofil ermittelt. Als Höheninversion wird eine Situation bezeichnet, wenn

a) unterhalb der Inversion

$$(dT/dz)_u \leq 0,5 \text{ K/100 m}$$

b) in der Inversionsschicht

$$(dT/dz)_o \geq 0,0 \text{ K/100 m und}$$

c) $(dT/dz)_u - (dT/dz)_o \geq 1,0 \text{ K/100 m}$ ist.

Als besondere Ausbreitungssituation werden solche Fälle angesehen, bei denen die Untergrenze der Inversion etwas oberhalb des Emissionsniveaus, in diesem Fall 100 m, liegt. Das Rechenverfahren kann bei der vorgegebenen Höhe der Meßstellen Inversionen bis zu 160 m Untergrenze erfassen.

3.2.3. Schwachwind

Als Schwachwindlagen werden solche Situationen angesehen, bei denen in 40 m Höhe die mittlere Windgeschwindigkeit $\bar{u} \leq 1,0 \text{ m/s}$ ist.

3.2.4. Niederschlag

Alle Situationen, bei denen die Niederschlagsmenge innerhalb von 10 min $\geq 0,05 \text{ mm}$ ist, werden mit Niederschlag bezeichnet.

3.2.5. Nebel

Als Nebellagen werden Situationen angesehen, bei denen die relative Feuchte in 30 m oder 100 m $\geq 99 \%$ ist. Diese Grenze wurde deshalb gewählt, weil die Tröpfchenkondensation schon knapp unterhalb 100 % relativer Feuchte merklich wird und die Meßgeräte eine Meßunsicherheit von $\pm 2 \%$ relative Feuchte haben.

Sonnenaufgangs festzustellen. Das Maximum der Schwachwindlagen liegt etwa drei bis vier Std. nach Sonnenaufgang und tritt hier in bis zu 9 % aller Fälle auf. Im Jahresmittel beträgt die Häufigkeit der Schwachwindlagen 4 %.

Die Zeiten mit Niederschlag verteilen sich gleichmäßiger über den Tag als die vorher besprochenen Sonderlagen, vgl. Tab. 6. Die Monate Juni, Oktober und November haben mit etwa 7 % die höchste Niederschlagshäufigkeit, der August mit 4 % die geringste. Andererseits weist der August die größte, der Oktober eine unterdurchschnittliche monatliche Niederschlagsmenge auf. Dies ist dadurch bedingt, daß im August die Intensität des Niederschlags viel größer als im Oktober ist. In Tab. 7 und Abb. 8 ist die Summenhäufigkeit des Niederschlags aufgeführt. In 65,0 % der Zeit, in der Niederschlag fällt, ist die Intensität kleiner als 0,10 mm / 10 min; in 1,8 % der Zeit fallen 1,0 oder mehr mm / 10 min.

	<0,1	<0,2	<0,3	<0,4	<0,5	<1,0	≥1,0	mm / 10 min
SH in %	65,0	79,3	87,5	92,5	94,5	98,2	1,8	

Tab. 7: Summenhäufigkeit des Niederschlags

5. Diskussion

In Tab. 8 sind die Jahresmittel, die maximalen Monatsmittel und die maximalen monatlichen Stundenmittel der Häufigkeiten für das Auftreten der fünf besonderen Ausbreitungssituationen aufgeführt. Die Windscherungen übertreffen alle übrigen besonderen Wettersituationen sowohl im Jahresmittel als auch im maximalen monatlichen Stundenmittel. Nebel und Höheninversionen treten im Jahresmittel selten auf, können aber zu bestimmten Monaten und Stunden einen größeren Anteil der Wettersituationen ausmachen. Situationen mit Schwachwind oder Regen treten weder im Jahresmittel noch zu bestimmten Monaten oder Stunden besonders hervor. Die oben erwähnten besonderen Ausbreitungssituationen treten teilweise gleichzeitig auf. Insgesamt kann das unmodifizierte GAUSS-Modell in 28 % der Zeit nicht angewendet werden.

Besondere Ausbreitungssituationen	Jahresmittel	Häufigkeiten in % maximales Monatsmittel und Monat	maximales monatliches Stundenmittel und Monat mit Uhrzeit
Windscherungen	18	22 Sep	48 Sep 3-4
Höheninversionen	2	3 Dez, Jan, Aug	24 Aug 8-9
Nebel	5	17 Okt	37 Okt 4-5
Schwachwind	4	6 Jan	9 Jan 11-12; Jun 6-7, Okt 7-8, Nov 11-12
Regen	5	7 Jun, Okt, Nov	12 Nov 5-6, 7-8

Tab. 8: Häufigkeiten für das Auftreten von besonderen Ausbreitungssituationen

Literatur

- /1/ D.H. Slade ed., Meteorology and Atomic Energie 1968, TID-24190
- /2/ F. Möller, Einführung in die Meteorologie, Bd. 1, B.I. Hochschul-
taschenbücher, Bd. 276, 1973
- /3/ G. Hänel, Messung und Berechnung physikalischer Eigenschaften atmos-
phärischer Schwebeteilchen als Funktion der relativen Luftfeuchte,
Diss. Joh. Guttenberg-Universität Mainz 1972
- /4/ H. Dilger, K. Nester und S. Vogt, Lateraler Ausbreitungsparameter σ_y ,
in Jahresbericht 1975 der Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit,
KFK- 2266, S. 91
- /5/ H. Dilger, Das meteorologische Meßsystem des Kernforschungszentrums
Karlsruhe, KFK 2347, 1976
- /6/ H. Dilger, K. Nester und S. Vogt, Statistische Auswertungen des Wind-
Temperatur- und Feuchteprofils sowie der Strahlung und der Windrichtungs-
fluktuation am Kernforschungszentrum Karlsruhe, KFK-2164, Juli 1975

- /7/ H. Dilger und K. Nester
Aufstellung und Vergleich verschiedener Schemata zur Bestimmung von
Ausbreitungskategorien, Met. Rdsch. 28 (1975) S. 12-17
- /8/ P. Thomas a. K. Nester, Experimental Determination of the Atmospheric
Dispersion Parameters over Rough Terrain, Part 2, Evaluation of
Measurements, KFK-2286, Juli 1976

HÄUFIGKEIT
IN %
32 %

WINDSCHERUNG 1
HÖHENINVERSION 2
NEBEL 3
SCHWACHWIND 4
REGEN 5

24

16

8

0

4

8

12

16

20

24 UHR

1

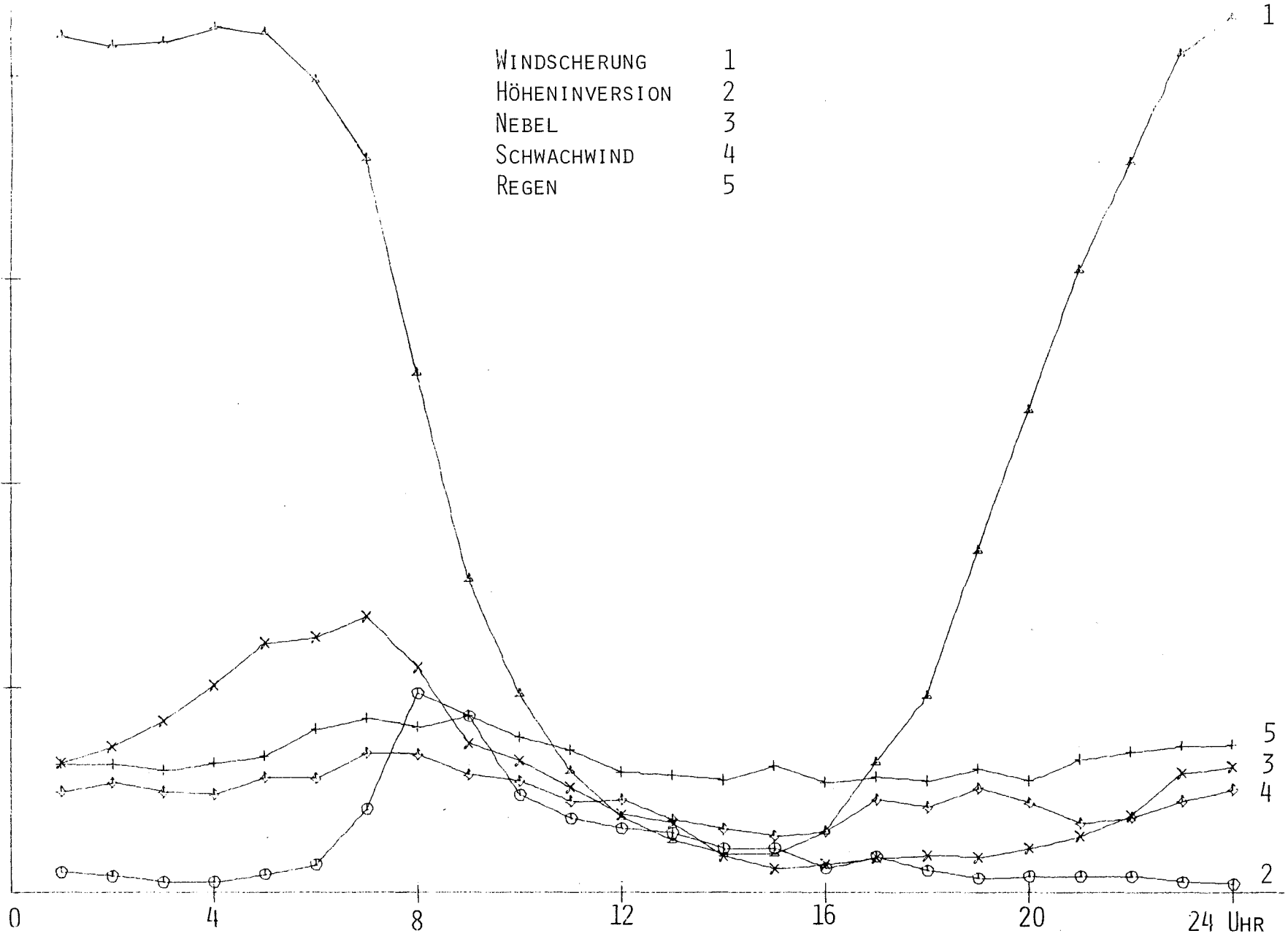
5

3

4

2

ABB. 1 TAGESGANG DER BESONDEREN AUSBREITUNGSSITUATIONEN



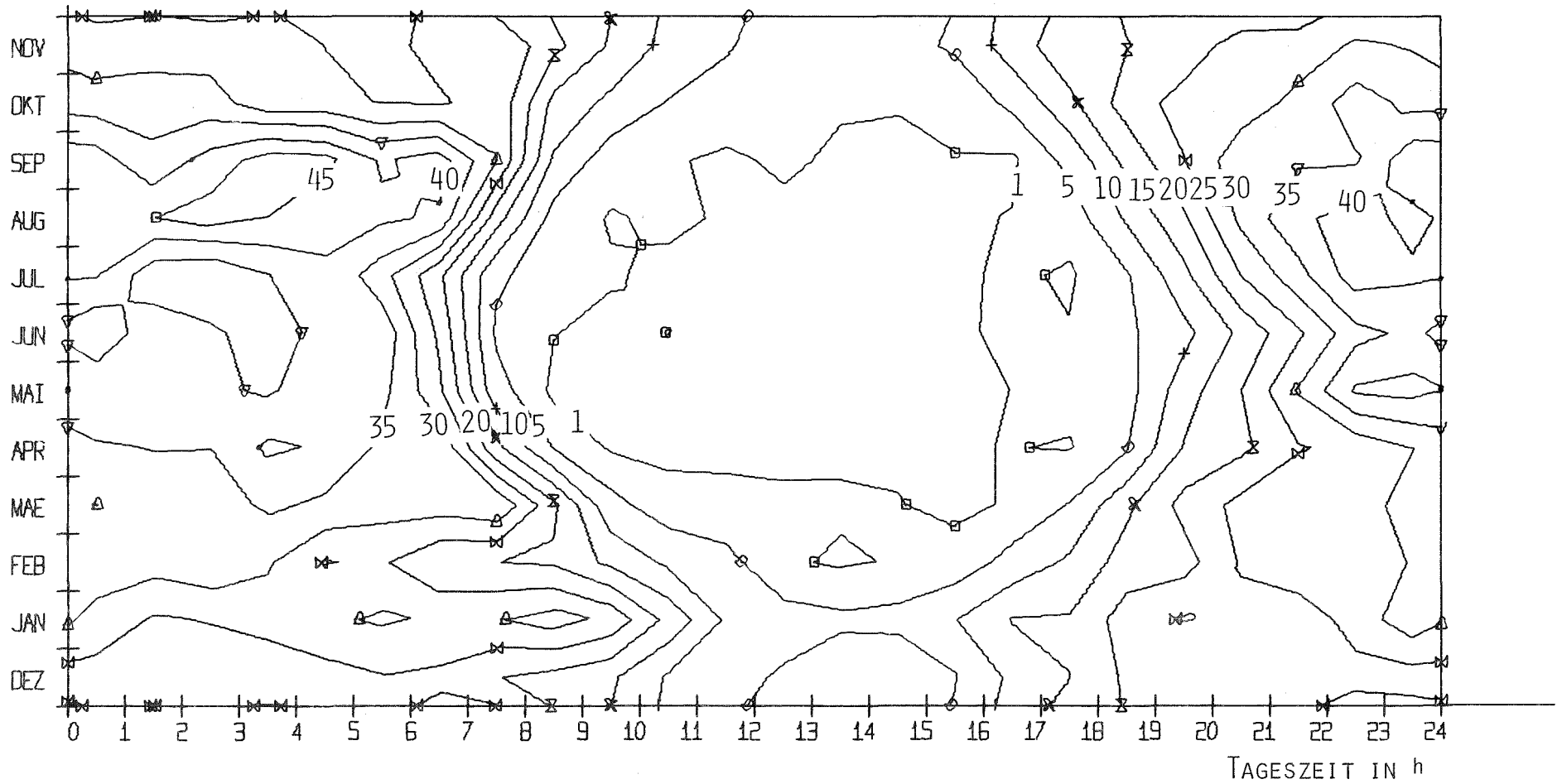


ABB. 2 ISOLINIEN DER HÄUFIGKEITSDICHTE DER SCHERUNGEN IN % / h IM JAHRES-TAGESGANG

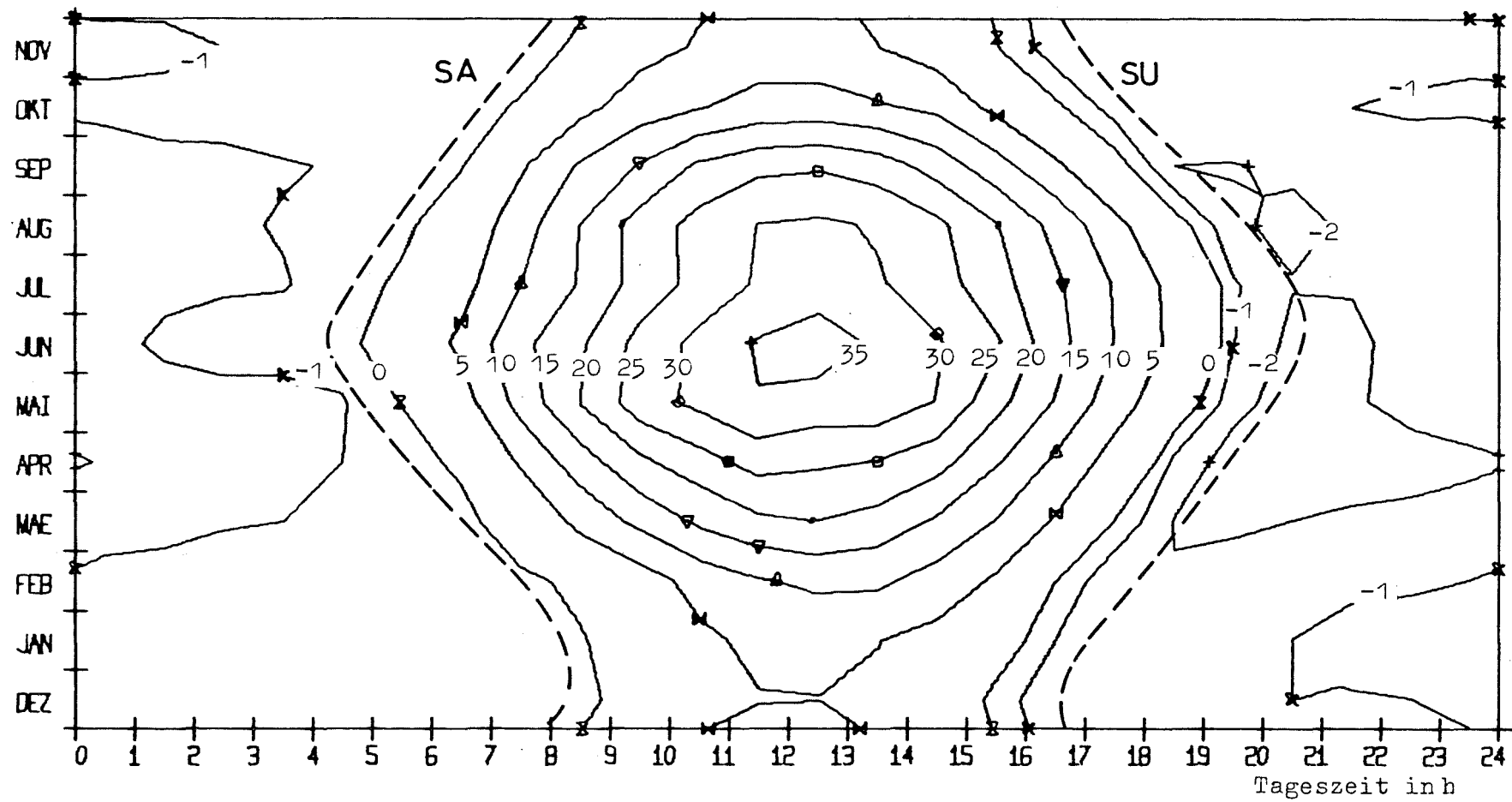


Abb. 3 Isolinien der Strahlungsbilanz in mW/cm^2 im Jahres-Tagesgang

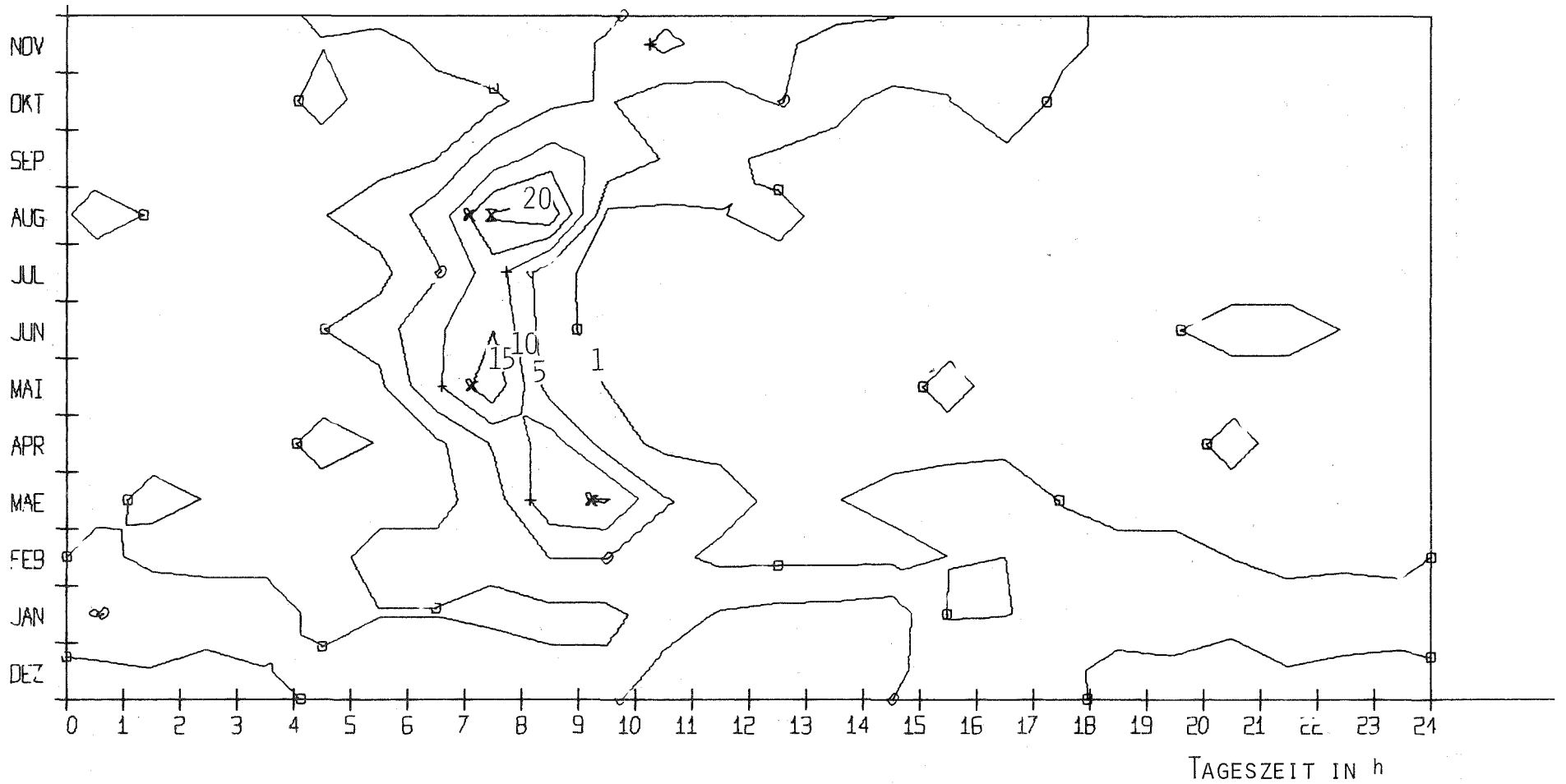
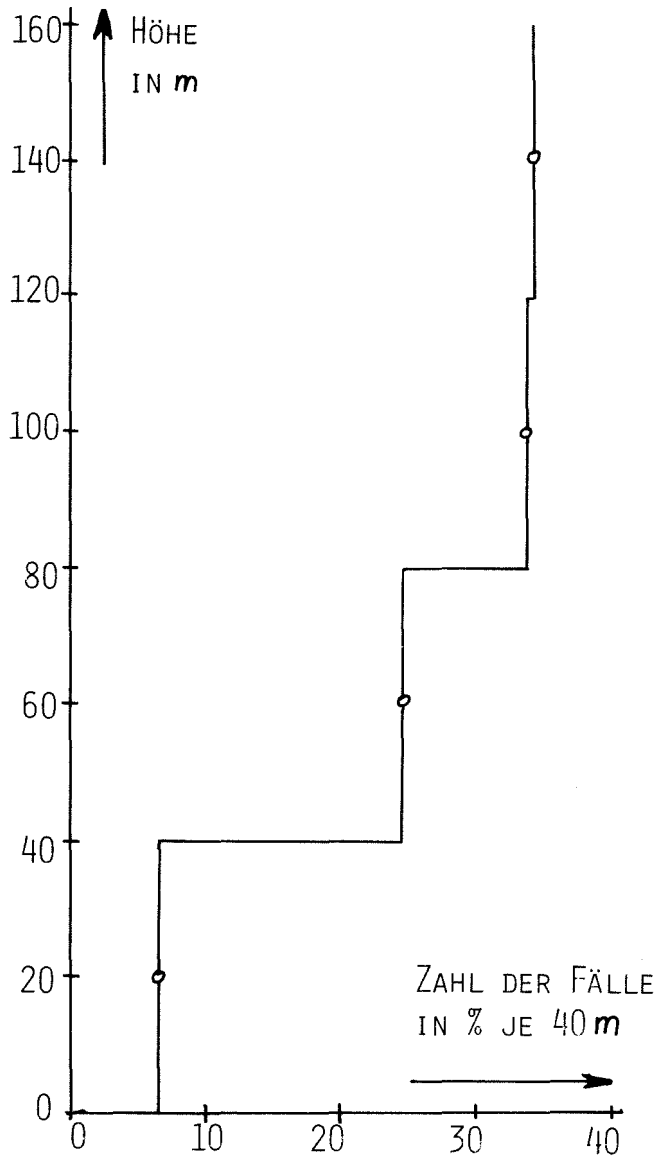


ABB. 4 ISOLINIEN DER HÄUFIGKEITSDICHTE DER HÖHENINVERSION IN % / h IM JAHRES-TAGESGANG

ABB. 5 HÄUFIGKEITVERTEILUNG DER UN-
TERGRENZE DER HÖHENINVERSIONEN
IN % JE 40m



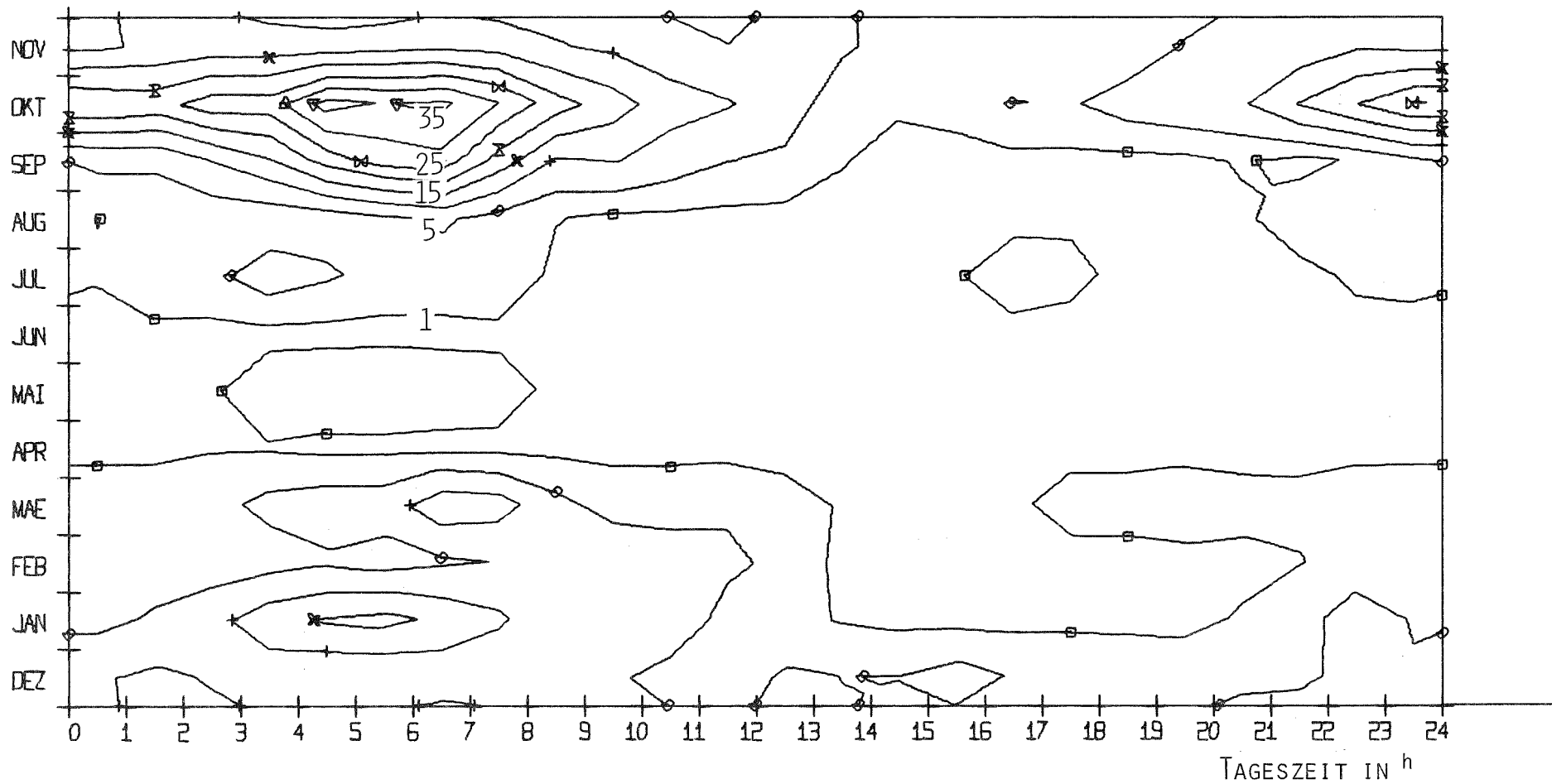


ABB. 6 ISOLINIEN DER HÄUFIGKEITSDICHTE VON NEBEL IN % / h IM JAHRES-TAGESGANG

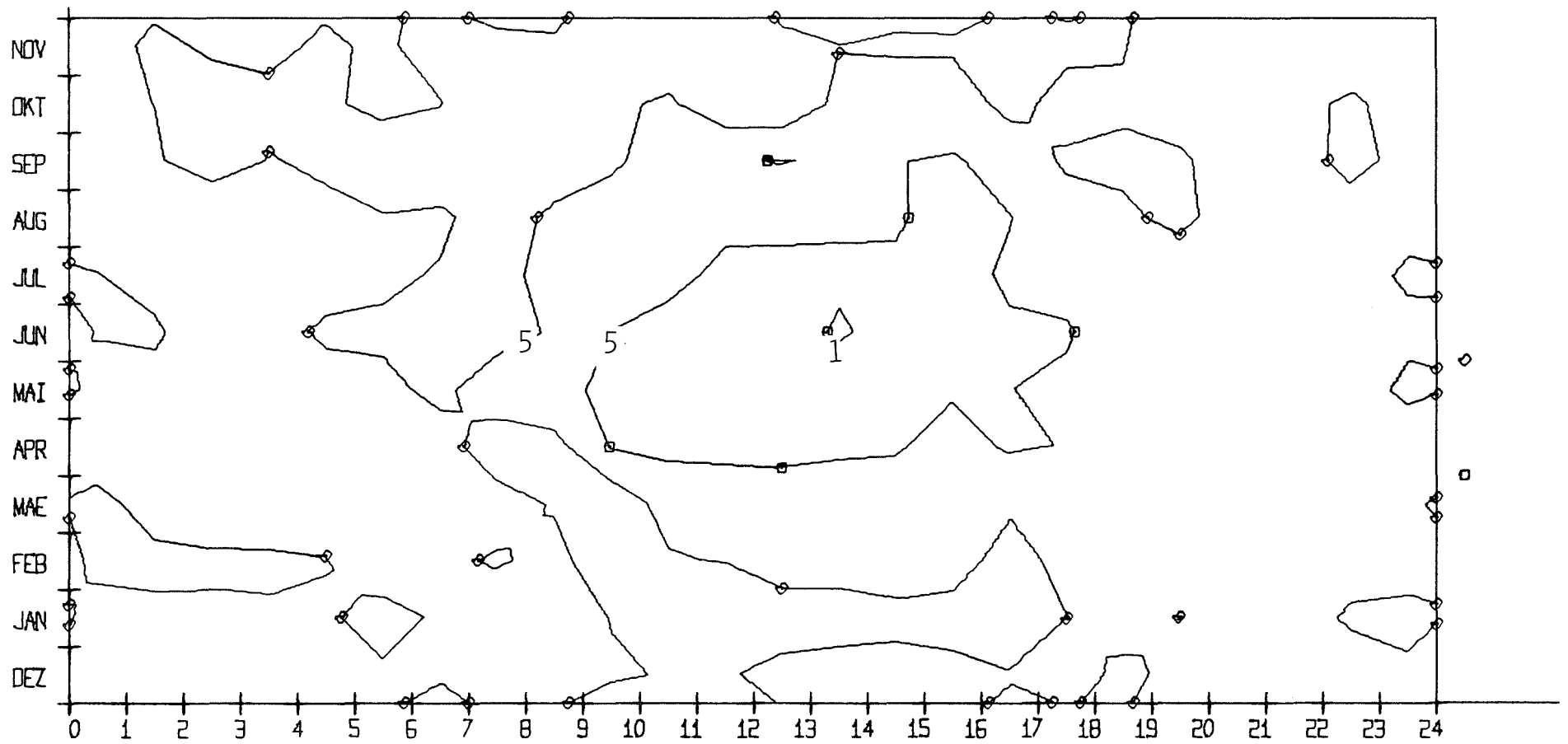
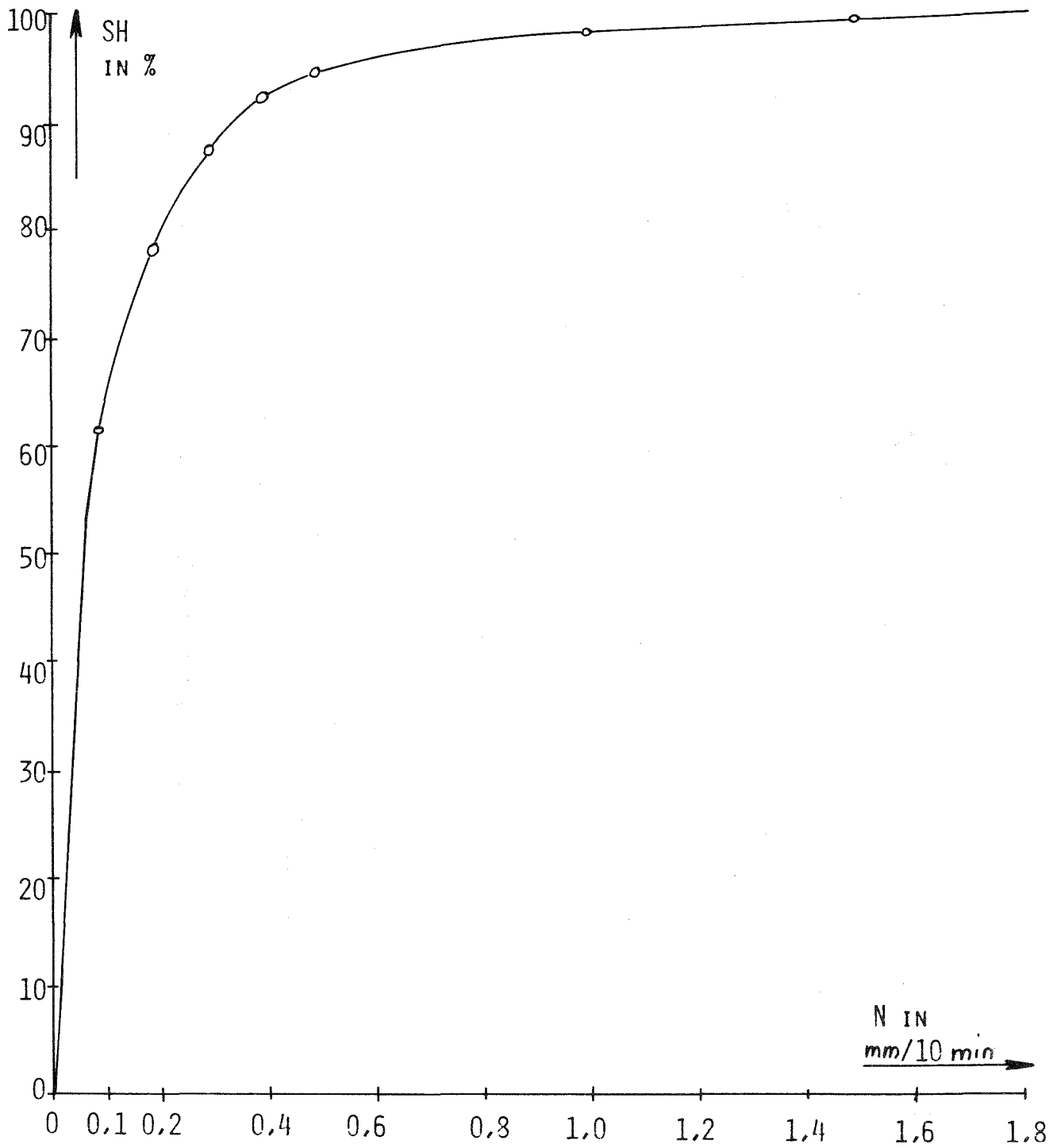


Abb. 7 ISOLINIEN DER HÄUFIGKEITSDICHTE VON SCHWACHWIND IN PROZENT / h IM JAHRES-TAGESGANG

ABB. 8 SUMMENHÄUFIGKEIT SH IN % DES
NIEDERSCHLAGS N IN *mm/10 min*



	<u>Tageszeit in Stunden</u>																							
	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. Scherungen	33,6	33,2	33,3	33,9	33,7	31,8	28,7	20,3	12,2	7,7	4,7	2,9	2,0	1,5	1,5	2,3	5,0	7,7	13,3	18,8	24,4	28,6	32,9	34,3
2. Höheninversionen	0,7	0,6	0,4	0,4	0,7	1,1	3,3	7,8	6,9	3,8	2,9	2,5	2,3	1,7	1,7	0,9	1,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,3
3. Nebel	5,1	5,7	6,7	8,1	9,7	9,9	10,8	8,8	5,8	5,1	4,1	3,0	2,7	1,4	0,9	1,0	1,3	1,4	1,3	1,7	2,2	3,0	4,6	4,9
4. Schwachwind	3,9	4,3	3,9	3,8	4,5	4,4	5,4	5,4	4,6	4,3	3,5	3,6	2,8	2,4	2,2	2,3	3,6	3,3	4,0	3,5	2,7	2,9	3,5	4,0
5. Regen	5,0	5,0	4,7	5,0	5,3	6,4	6,8	6,4	6,9	6,0	5,5	4,7	4,5	4,3	4,9	4,2	4,4	4,3	4,8	4,3	5,2	5,5	5,7	5,7

TAB. 1 HÄUGIGKEIT DER BESONDEREN AUSBREITUNGSSITUATIONEN IN PROZENT IM TAGESGANG

TAGESZEIT IN STUNDEN

MONAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MITTEL
DEZ	23.1	22.6	20.9	21.1	23.3	24.9	24.0	20.2	18.1	15.9	9.3	6.2	4.6	2.3	1.4	4.8	11.2	14.9	20.9	18.1	17.3	20.1	23.2	22.9	16.3
JAN	27.9	24.5	25.4	27.4	28.9	30.8	29.3	29.6	32.4	28.5	18.6	9.3	6.6	5.8	6.4	9.9	15.3	15.5	22.5	25.4	23.4	21.6	27.2	33.6	21.9
FEB	33.7	32.1	34.3	30.6	24.8	25.7	20.5	20.1	19.2	13.8	9.0	6.2	1.8	0.4	1.4	2.1	6.7	10.8	17.3	17.8	25.5	29.1	27.9	30.2	18.4
MAE	29.9	33.0	32.4	36.0	33.9	32.0	32.4	34.5	21.3	6.4	2.0	2.0	1.6	1.7	1.1	0.3	1.3	5.3	13.7	21.7	26.5	28.3	28.6	31.3	19.1
APR	34.6	35.2	35.1	40.9	39.4	34.0	34.2	16.6	4.6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.7	1.1	0.7	4.6	15.3	18.9	24.6	26.4	29.9	16.6
MAI	38.7	39.3	36.2	34.2	38.1	36.6	26.0	6.9	0.2	0.0	0.0	0.9	0.7	0.8	0.7	0.4	1.0	2.1	3.2	12.6	20.0	30.5	40.8	41.6	17.2
JUN	30.9	38.2	36.1	32.1	36.9	38.4	24.1	4.1	1.1	0.0	1.0	0.0	0.7	0.3	0.2	0.2	2.2	1.2	4.2	8.5	16.2	24.1	33.3	36.2	15.4
JUL	40.4	31.7	30.3	34.9	39.3	32.0	21.1	6.0	2.4	1.4	0.2	0.2	0.0	0.6	0.3	0.4	1.6	0.6	4.4	13.5	25.0	33.1	42.6	40.8	16.8
AUG	42.3	44.8	47.4	45.0	41.3	41.0	39.2	17.0	3.1	0.7	1.7	0.6	0.2	0.5	0.3	0.6	1.1	2.4	10.6	19.2	31.2	39.1	41.9	38.6	21.3
SEP	42.4	36.1	41.8	47.7	46.6	39.3	42.4	30.1	9.2	2.5	1.4	0.4	1.6	0.4	0.6	0.8	0.4	6.3	16.5	24.8	33.7	34.3	34.4	43.6	22.4
OKT	32.6	32.9	32.1	27.1	26.9	24.6	23.9	28.8	13.5	8.7	4.8	3.2	3.6	1.4	1.1	2.3	5.9	13.8	22.2	27.0	27.1	31.6	37.3	33.5	19.4
NOV	26.1	27.4	27.6	29.4	24.8	22.4	27.8	29.7	21.4	14.2	8.4	5.5	2.5	3.4	3.6	5.6	12.7	18.2	19.8	22.1	27.5	26.9	30.8	29.5	19.5

TAB. 2 HÄUFIGKEIT DER WINDSCHERUNGEN IN PROZENT IM JAHRES-TAGESGANG

TAGESZEIT IN STUNDEN

MONAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MITTEL
DEZ	0.0	0.9	0.0	0.9	1.8	3.5	3.6	3.6	1.8	1.8	6.4	7.3	8.1	7.3	6.4	1.8	2.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.5
JAN	5.2	3.5	2.6	2.6	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	2.7	5.4	5.3	6.4	7.3	0.9	0.9	1.8	2.6	3.5	1.8	2.6	3.5	2.6	2.7
FEB	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	5.2	5.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.2
MAR	0.0	1.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	13.8	15.5	5.5	2.7	0.0	0.9	1.8	2.7	3.6	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.2
APR	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.9	0.0	5.6	12.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	1.0
MAI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	18.8	2.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4
JUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.7	9.2	14.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.9	1.8	1.8	0.9	0.0	1.5
JUL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	12.5	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
AUG	1.7	0.9	0.0	0.0	0.9	2.6	7.1	20.6	23.8	0.0	0.0	0.9	1.8	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	2.6
SEP	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	7.4	12.4	8.5	4.7	1.9	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6
OKT	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	3.7	5.5	1.8	3.6	5.4	1.8	0.0	0.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
NOV	0.0	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0	1.8	4.6	2.9	5.7	11.4	7.5	5.6	3.8	3.8	1.9	3.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3

TAB. 3 HÄUFIGKEIT DER HÖHENINVERSIONEN IN PROZENT IM JAHRES-TAGESGANG

TAGESZEIT IN STUNDEN

MONAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MITTEL
DEZ	9.5	11.2	9.5	6.3	5.4	5.2	7.2	5.8	7.1	6.0	2.6	2.3	5.8	4.9	5.2	7.0	4.6	4.6	4.0	3.1	4.0	4.3	6.0	5.4	5.7
JAN	3.6	5.6	8.2	13.3	15.5	16.9	13.5	10.9	6.0	6.4	8.8	2.9	1.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.4	7.2	4.7	5.4
FEB	2.5	2.5	2.5	3.0	4.3	2.8	4.3	5.2	7.0	8.8	7.4	6.1	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.5	2.5	2.7
MAR	3.2	3.5	3.6	6.2	7.4	7.4	13.2	12.1	6.5	3.4	3.1	4.2	2.3	0.7	0.0	0.0	0.4	2.3	2.3	3.1	2.3	1.9	3.1	3.5	4.0
APR	0.0	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
MAI	0.0	0.0	0.5	3.4	4.1	4.6	3.4	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
JUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
JUL	1.2	4.1	3.7	7.6	5.6	3.5	3.1	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	3.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.9	1.8
AUG	1.0	1.8	1.8	1.8	2.3	4.2	5.8	3.1	1.2	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.4	2.9	4.4	3.2	1.5
SEP	6.1	5.9	10.2	14.6	22.2	26.9	28.4	17.6	9.2	10.3	7.3	5.0	4.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	1.4	4.1	7.3
OKT	24.3	22.8	27.8	27.3	37.2	34.7	36.2	30.0	22.2	17.3	12.2	10.4	7.3	2.5	1.4	2.0	5.2	4.6	7.2	8.6	9.5	15.2	19.9	25.2	17.1
NOV	9.2	10.9	11.8	11.9	11.9	13.1	14.0	13.3	10.4	9.0	7.1	5.0	7.3	5.6	3.4	3.0	2.5	3.0	2.2	5.3	7.2	7.0	9.5	8.2	8.0

TAB. 4. HÄUFIGKEIT VON NEBEL IN PROZENT IM JAHRES-TAGESGANG

TAGESZEIT IN STUNDEN

MONAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MITTEL
DEZ	1.3	2.0	3.1	3.0	3.9	4.6	4.6	1.5	4.1	4.6	5.2	5.5	3.5	1.7	2.8	3.2	4.8	4.1	5.5	4.4	2.1	2.6	1.8	3.4	3.5
JAN	3.3	4.2	4.2	4.6	4.5	6.0	4.6	3.1	2.8	5.1	8.6	5.3	7.7	8.6	6.6	7.4	7.2	5.0	4.0	5.0	3.4	2.3	5.9	7.4	5.5
FEB	6.2	6.1	5.8	5.7	5.1	3.1	4.2	5.4	4.1	7.0	5.4	4.7	2.3	1.6	1.8	2.5	7.6	2.9	2.2	3.0	1.2	3.3	2.6	1.4	4.0
MAE	6.4	3.2	2.4	2.2	3.6	2.0	3.4	3.5	5.3	7.4	3.6	2.0	2.4	3.8	3.0	2.7	4.1	3.0	5.0	2.8	1.4	2.1	4.3	4.4	3.5
APR	2.2	2.6	1.8	2.4	3.8	2.7	3.4	7.1	6.2	0.9	0.2	0.6	0.2	0.0	0.6	2.6	0.6	1.1	2.6	1.3	1.1	2.2	2.2	1.4	2.1
MAI	4.3	2.5	3.0	4.1	3.0	4.2	5.9	2.7	1.8	0.4	0.3	0.4	0.6	0.2	0.4	0.6	1.0	1.6	2.1	3.3	2.7	3.7	2.2	6.4	2.4
JUN	5.1	5.7	2.3	2.8	5.9	5.7	9.1	6.6	4.6	1.0	0.6	0.4	0.2	1.2	0.4	0.0	0.6	0.6	3.2	1.4	1.6	2.7	2.0	3.6	2.8
JUL	5.1	3.6	3.7	2.7	2.6	4.2	5.3	6.6	3.4	4.0	1.4	0.7	0.3	0.7	0.6	0.0	1.4	2.6	4.1	3.4	3.9	3.0	3.0	5.8	3.0
AUG	3.1	3.5	1.4	3.5	4.0	4.7	4.2	7.0	4.1	2.4	2.2	1.3	1.6	1.2	1.3	0.0	0.9	3.5	4.5	5.7	3.5	2.8	3.8	3.4	3.1
SEP	3.3	4.6	7.2	4.8	5.8	8.1	3.0	5.3	7.6	5.9	2.7	1.1	1.0	1.1	1.1	0.6	2.9	5.4	5.6	5.4	3.8	3.8	5.8	4.2	4.4
OKT	4.4	5.0	7.5	6.2	5.7	3.8	4.8	9.2	5.8	5.8	4.4	7.8	7.9	4.2	1.9	3.3	6.0	3.9	4.6	3.8	4.2	4.4	5.4	4.1	5.2
NOV	2.2	6.3	4.3	3.8	5.8	4.2	7.3	6.5	5.3	7.4	7.8	9.4	5.8	5.1	5.8	5.4	6.0	5.7	5.2	2.3	3.0	2.0	3.5	2.6	5.1

TAB. 5 HÄUFIGKEIT VON SCHWACHWINDLAGEN IN PROZENT IM JAHRES-TAGESGANG

TAGESZEIT IN STUNDEN

MONAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MITTEL
DEZ	6.1	7.2	4.4	2.1	1.8	5.6	5.6	6.1	5.9	6.4	9.0	6.0	6.6	5.4	4.6	3.7	3.9	4.2	4.1	3.0	3.0	4.7	4.8	6.0	5.0
JAN	2.8	2.3	3.1	5.4	6.6	8.3	5.8	6.7	7.9	5.8	5.0	5.4	3.8	1.0	2.6	3.8	3.5	4.2	3.9	3.7	3.4	4.3	5.0	4.4	4.5
FEB	6.3	8.1	9.0	8.0	7.2	6.1	5.6	6.5	7.4	5.4	6.4	4.2	3.7	3.7	5.5	3.2	2.6	3.0	3.8	3.8	3.6	6.2	7.0	5.8	5.5
MAE	8.1	8.6	7.8	8.2	6.8	4.9	6.6	7.2	6.2	5.9	4.9	3.7	2.2	3.9	5.8	4.8	3.1	3.6	5.6	7.7	5.1	4.9	3.4	7.1	5.7
APR	1.4	1.7	0.9	1.2	2.8	2.6	1.7	5.4	7.0	6.1	4.7	4.2	3.9	4.5	5.8	6.1	8.2	7.4	5.5	4.3	5.3	5.9	2.7	1.3	4.2
MAI	4.0	2.3	2.9	4.0	1.7	2.6	4.7	4.5	5.3	3.6	2.4	2.4	5.2	4.5	4.6	3.8	1.1	1.1	4.2	4.6	5.3	6.9	7.1	6.0	3.9
JUN	8.1	10.3	9.8	7.9	5.9	10.0	10.1	4.8	7.2	3.1	3.1	4.1	6.2	6.0	7.2	4.1	5.5	7.1	9.5	5.2	9.3	7.9	8.6	6.9	7.0
JUL	5.0	2.6	3.0	2.6	5.4	5.5	3.8	2.8	2.8	5.8	5.1	7.0	5.8	4.2	5.7	6.2	8.3	2.8	5.2	3.8	6.6	6.6	7.2	7.2	5.0
AUG	1.3	2.2	1.6	3.5	3.9	5.4	7.4	5.0	5.5	3.0	3.4	3.4	4.1	6.2	5.0	2.7	1.9	1.8	2.7	2.6	4.4	4.1	4.6	2.3	3.7
SEP	3.3	1.3	1.5	4.2	4.7	5.1	7.7	6.6	7.4	7.3	5.3	3.5	4.1	3.8	4.2	4.6	3.8	4.2	2.5	2.6	5.0	3.4	2.9	4.7	4.3
OKT	7.3	8.0	7.8	8.1	8.3	8.8	11.0	9.4	9.2	9.1	8.0	6.0	4.3	3.3	2.8	4.2	5.5	5.8	5.3	5.0	5.5	6.3	8.6	8.5	6.9
NOV	6.2	5.2	4.9	5.2	8.4	11.5	11.4	12.2	10.6	10.8	9.0	6.1	4.5	5.7	5.2	3.8	5.8	6.3	4.9	5.3	5.3	4.3	6.2	8.6	7.0

TAB. 6 HÄUFIGKEIT VON REGEN IN PROZENT IM JAHRES-TAGESGANG