

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM**

**KARLSRUHE**

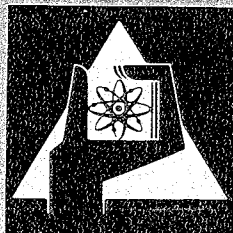
Juli 1975

KFK 2164

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

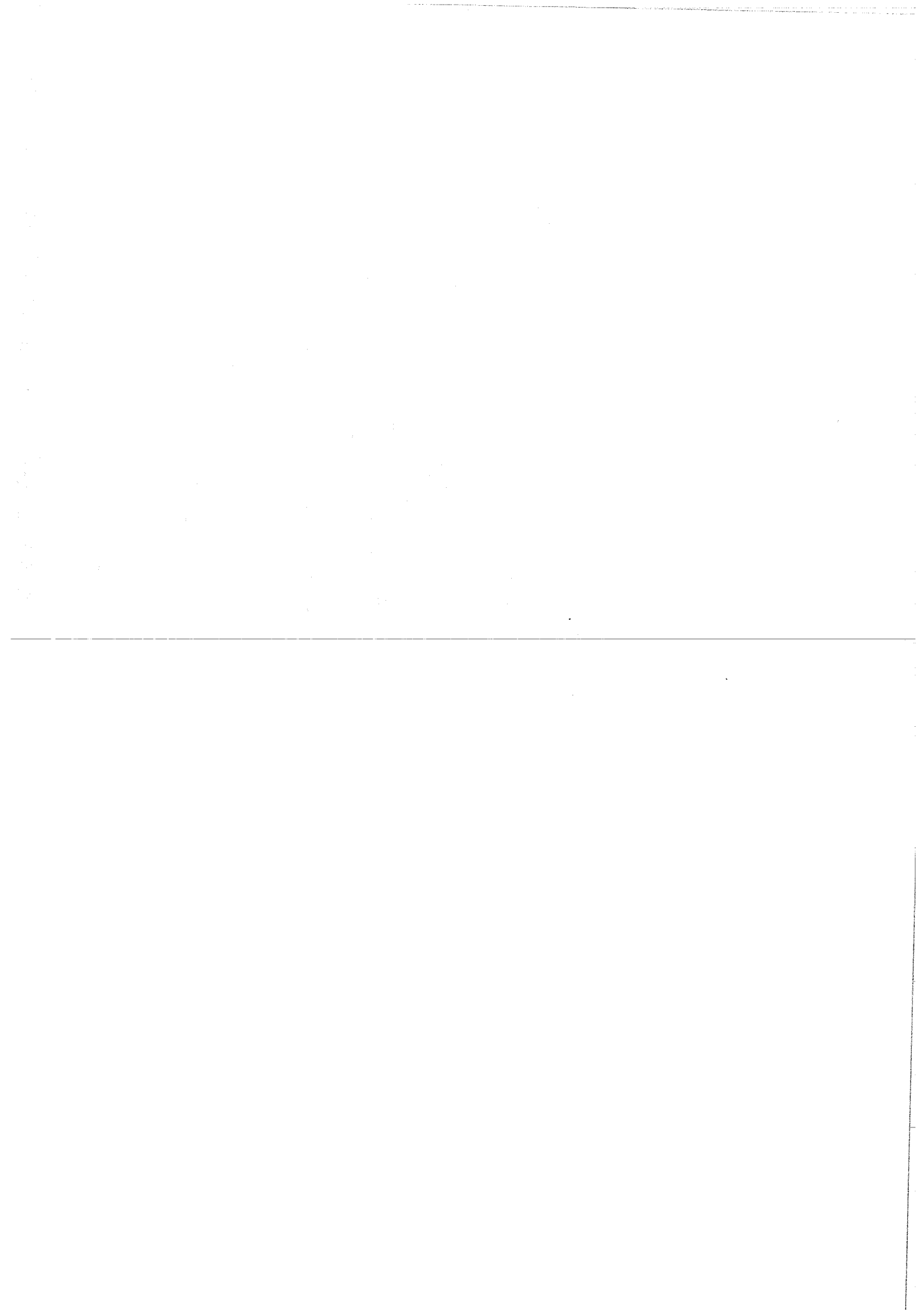
**Statistische Auswertungen des Wind-, Temperatur- und  
Feuchteprofils sowie der Strahlung und der Windrichtungs-  
fluktuation am Kernforschungszentrum Karlsruhe**

H. Dilger, K. Nester, S. Vogt



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

**KARLSRUHE**



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 2164

Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit

Statistische Auswertungen des Wind-, Temperatur-  
und Feuchteprofils sowie der Strahlung und der  
Windrichtungsfluktuation am

---

Kernforschungszentrum Karlsruhe

H. Dilger

K. Nester

S. Vogt

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H. Karlsruhe



## Zusammenfassung

Es wird über die statistische Auswertung der am 200 m hohen Mast des Kernforschungszentrums Karlsruhe durchgeführten Messungen des Wind-, Temperatur- und Feuchteprofils sowie der Strahlung und der Windrichtungsfluktuationen berichtet. Die Auswertung beruht auf den 10-min-Mittelwerten der verschiedenen meteorologischen Parameter und umfaßt den Zeitraum vom 1.12.1972 - 30.11.1974.

Die gewonnenen Statistiken können mit Ausnahme der Windrichtung als repräsentativ für solche Standorte in der Oberrheinischen Tiefebene gelten, deren Mikrometeorologie nicht direkt durch die Talränder geprägt wird.

## Summary

Statistical Evaluations at the Karlsruhe Nuclear Research Center relating to the Wind, Temperature and Humidity Profiles, to the Radiation and to the Fluctuations of Wind Direction

This report presents the statistical evaluation of measurements relating to the wind, temperature, and humidity profiles, to the radiation and to the fluctuations of wind direction, which were performed at the 200 m meteorological tower of the Karlsruhe Nuclear Research Center. The evaluation relies on the 10-min values of the various meteorological parameters and covers the period from December 1, 1972 to November 30, 1974.

Except for the wind direction, the statistical values obtained can be considered as representative of sites in the upper Rhine valley for which the micrometeorology is not directly governed by the borderlines of the valley.



## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Windmessungen	4
2.1 Richtung und Geschwindigkeit	4
2.2 Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit	5
2.3 Windprofil	6
3. Temperaturmessungen	15
3.1 Absoluttemperaturen	15
3.2 Temperaturgradient	16
3.3 Höheninversionen	18
4. Feuchtemessungen	32
5. Strahlungsmessungen	35
6. Windrichtungsfluktuationen	40
Literatur	45
Tabellen	47





## 1. Einleitung

Auf dem Gelände des Kernforschungszentrums Karlsruhe werden an einem 200 m hohen Mast Messungen des Wind-, Temperatur- und Feuchteprofils sowie der Strahlung und der Windrichtungsfluktuation durchgeführt. Das Kernforschungszentrum (110 m ü.NN) liegt im Hardtwald, etwa 10 km nordnordöstlich von Karlsruhe. Die Achse des Rheintales verläuft hier von SW nach NO. Im Osten wird die Rheinebene in etwa 8,5 km Entfernung durch die bis zu 250 m hohen Hänge des Kraichgau und im Westen in etwa 30 km Entfernung durch den 600 m hohen Pfälzer Wald begrenzt. Die Lage des Meßmastes in der näheren Umgebung zeigt Abb. 1.

Die Instrumentierung ist aus Abb. 2 ersichtlich. Alle Meßdaten werden durch einen Prozeßrechner erfaßt und zwischengespeichert. Die anschließende Aufbereitung und Kontrolle der Daten ist in /1/ und /2/ beschrieben.

Über einen Zeitraum von zwei Jahren (1.12.1972 - 30.11.1974) liegen kontinuierlich Daten der obigen meteorologischen Parameter vor. Da derartige umfangreiche Messungen bis 200 m Höhe und über einen längeren Zeitraum im Rheintal nicht vorliegen, für Fragen zum Problem der Luftverschmutzung oder für Genehmigungsverfahren aber immer wieder verlangt werden, erschien es angebracht, eine statistische Auswertung des Datenmaterials vorzunehmen.

Ausgangspunkt aller Statistiken bilden die auf Magnetband vorliegenden 10-min-Mittelwerte der verschiedenen meteorologischen Parameter. Für einen Teil der Auswertungen wurden aus den 10-min-Mittelwerten Halbstunden- bzw. Stundenmittelwerte gebildet. Um jahreszeitliche Unterschiede aufzuzeigen, wurde neben dem gesamten Jahr auch der Sommer und Winter ausgewertet. In diesen Fällen sind unter Sommer die Monate Juni, Juli, August und unter Winter die Monate Dezember, Januar und Februar zu verstehen.

Alle Ergebnisse werden neben einer übersichtlichen Darstellung in Abbildungen auch in Tabellenform im Anhang angegeben.

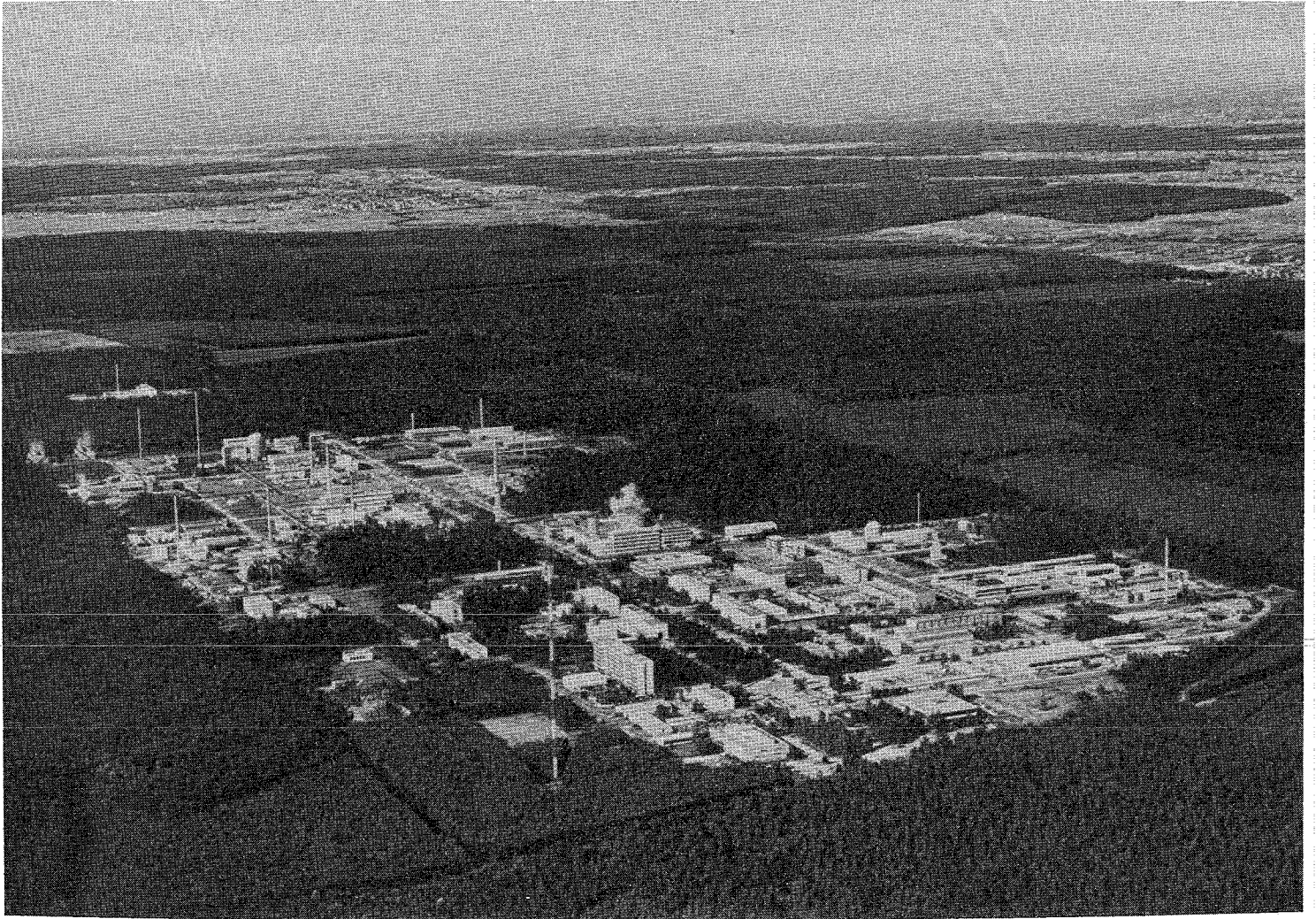


Abb. 1 Umgebung des Meßmastes

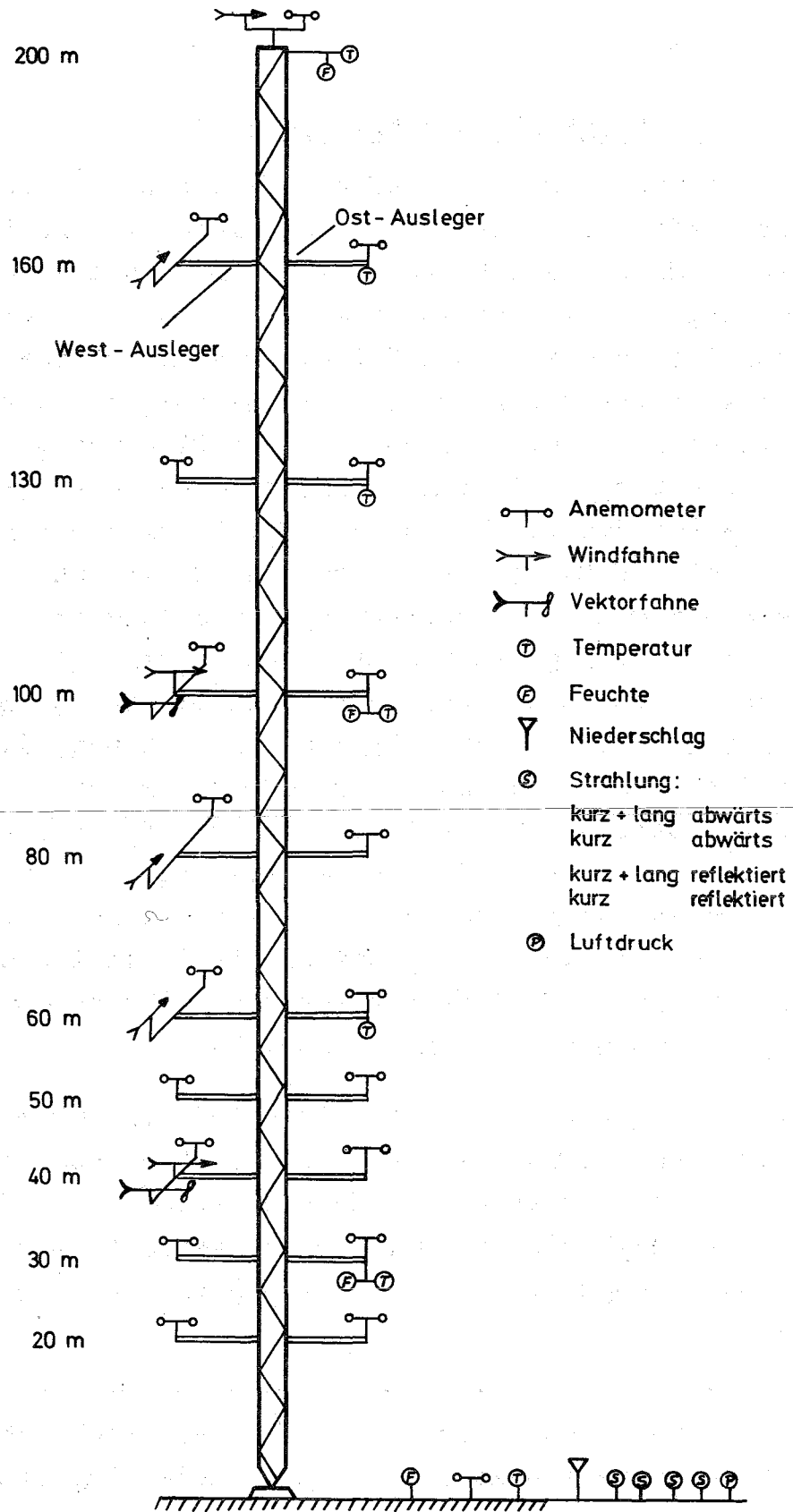


Abb.2 Instrumentierung des Meßmastes

## 2. Windmessungen

### 2.1 Richtung\* und Geschwindigkeit\*\*

Den besten Überblick über die Windverhältnisse an einem Standort liefern Statistiken der Windgeschwindigkeitsverteilung in den 36 Richtungssektoren. Die Abbn. 3 und 4 geben diesen Zusammenhang für die beiden Höhen 60 m und 200 m wieder. Der Auswertung liegen die 10-min-Mittelwerte der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung zugrunde. Die Genauigkeit der Windgeschwindigkeit beträgt  $\pm 0,2$  m/s und die der Richtung  $\pm 3$  Grad. Die Hauptwindrichtung in 60 m Höhe liegt um 220 Grad (Sektor  $215^{\circ}$ - $225^{\circ}$ ) mit einer Häufigkeit von 12,9 %. In diesem Sektor treten auch die meisten Fälle mit Windgeschwindigkeiten über 8 m/s auf. Im Nebenmaximum der Windrichtungsverteilung bei 60 Grad kommen Windgeschwindigkeiten über 8 m/s in dem Auswertzeitraum nur noch in 0,01 % der Zeit vor. Geht man zu 200 m Höhe über, verschiebt sich das Hauptmaximum der Richtungshäufigkeit um 10 Grad auf 230 Grad und das Nebenmaximum von 60 Grad auf den Sektor zwischen 70 Grad und 80 Grad. Diese Verschiebung entspricht qualitativ der in der atmosphärischen Grenzschicht zu erwartenden Richtungsänderung mit der Höhe /3/. Zur Veranschaulichung dieser Drehung dienen die Isolinien der Richtungshäufigkeit je 10 Grad Sektor für die Meßhöhen 40 m, 60 m, 80 m, 100 m, 160 m und 200 m (s. Abb. 5).

Die Häufigkeit der Hauptwindrichtung in 200 m Höhe ist mit 12,4 % zwar etwas geringer als in 60 m Höhe, aber trotzdem ist bei Einbeziehung der Nachbarsektoren das Maximum in 200 m Höhe stärker als in 60 m Höhe ausgeprägt. Das Nebenmaximum der Windrichtungsverteilung tritt dagegen in 60 m Höhe stärker hervor.

---

\*Schwertwindfahne, Typ 1466 H der Fa. Lambrecht

\*\*Schalensternanemometer, Typ 114 H der Fa. Rosenhagen

## 2.2 Mittlerer Tagesgang der Geschwindigkeit

Zur Berechnung der Tagesgänge der Windgeschwindigkeit wurden aus den 10-min-Mittelwerten der Windgeschwindigkeit in den Höhen 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, 60 m, 80 m, 100 m, 130 m, 160 m und 200 m 1-h-Mittelwerte gebildet. Die mittleren Tagesgänge wurden sowohl für den gesamten betrachteten Zeitraum als auch für Sommer und Winter getrennt ausgewertet. In den Abb. 6, 7 und 8 sind diese Tagesgänge in Form einer Isoliniendarstellung wiedergegeben. Im Verlauf der Isolinien spiegelt sich die mittlere tägliche Entwicklung des Impulsaustausches wider. In Bodennähe führt sie zu einem Maximum der Geschwindigkeit am frühen Nachmittag und einem Minimum in der Nacht. In den höheren Schichten stellt sich der umgekehrte Verlauf mit dem Maximum vor Mitternacht und Minimum vor Mittag ein.

Die Unterschiede zwischen Sommer und Winter sind ebenfalls auf die Austauschvorgänge zurückzuführen, die im Sommer sehr viel intensiver sind und erheblich früher als im Winter einsetzen. Vor allem in den frühen Nachmittagsstunden findet man im Sommer im Mittel nur geringe Windgeschwindigkeitsgradienten bis 200 m Höhe. Im Winter sind die Gegensätze zwischen Tag und Nacht nur noch wenig ausgeprägt. In den höheren Schichten sind die Windgeschwindigkeiten im Winter deutlich höher als im Sommer.

Die Entwicklung der mittleren Windgeschwindigkeit sowohl in Abhängigkeit von der Tageszeit als auch von der Jahreszeit enthält Abb. 9. Dargestellt sind die Isolinien der mittleren Windgeschwindigkeit in 40 m Höhe. In den Monaten November, Dezember und Januar sind die Tagesgänge kaum ausgeprägt. Im Februar dagegen ist bereits ein deutlicher Tagesgang festzustellen. In diesem Monat treten um die Mittagszeit die höchsten Geschwindigkeiten auf. Der August zeigt in den Nachtstunden die geringsten Werte.

### 2.3 Windprofil

Aus den Tagesgängen der Windgeschwindigkeit ist bereits die starke tageszeitliche Veränderung des Windprofils aufgefallen. Um diese zu quantifizieren, wurde für die Höhenabhängigkeit der Windgeschwindigkeit  $\bar{u}$  der Potenzansatz

$$\bar{u}(z) = \bar{u}(z_0) \left( \frac{z-d}{z_0-d} \right)^p \quad 10 \leq z \leq 200 \text{ m}$$

gewählt, wobei

- $z_0$  eine Basisanemometerhöhe,
- $z$  die Höhe,
- $d$  die Nullpunktverschiebung aufgrund des Waldes,
- $p$  der Windprofilexponent,
- $\bar{u}(z_0)$  die Windgeschwindigkeit in  $z_0$

bedeuten (siehe auch /4/).

Den Berechnungen liegen 1-h-Mittelwerte der Windgeschwindigkeit in den verschiedenen Höhen zugrunde. Daraus wurde mittels der Methode der kleinsten quadratischen Abweichungen die p-Werte berechnet. Die Summenhäufigkeitsverteilung des Exponenten  $p$  in Abhängigkeit von der Tageszeit ist in Abb. 10 dargestellt. In der Nacht sind in 50 % der Fälle die p-Werte größer als 0,4, wohingegen am Nachmittag nur noch weniger als 5 % der Fälle diesen Wert übersteigen.

Auffällig ist die noch relativ große Häufigkeit kleiner p-Werte in der Nacht, was auf die gelegentliche Entkopplung der Strömung im Rheintal von derjenigen in der darüberliegenden Schicht zurückzuführen ist.

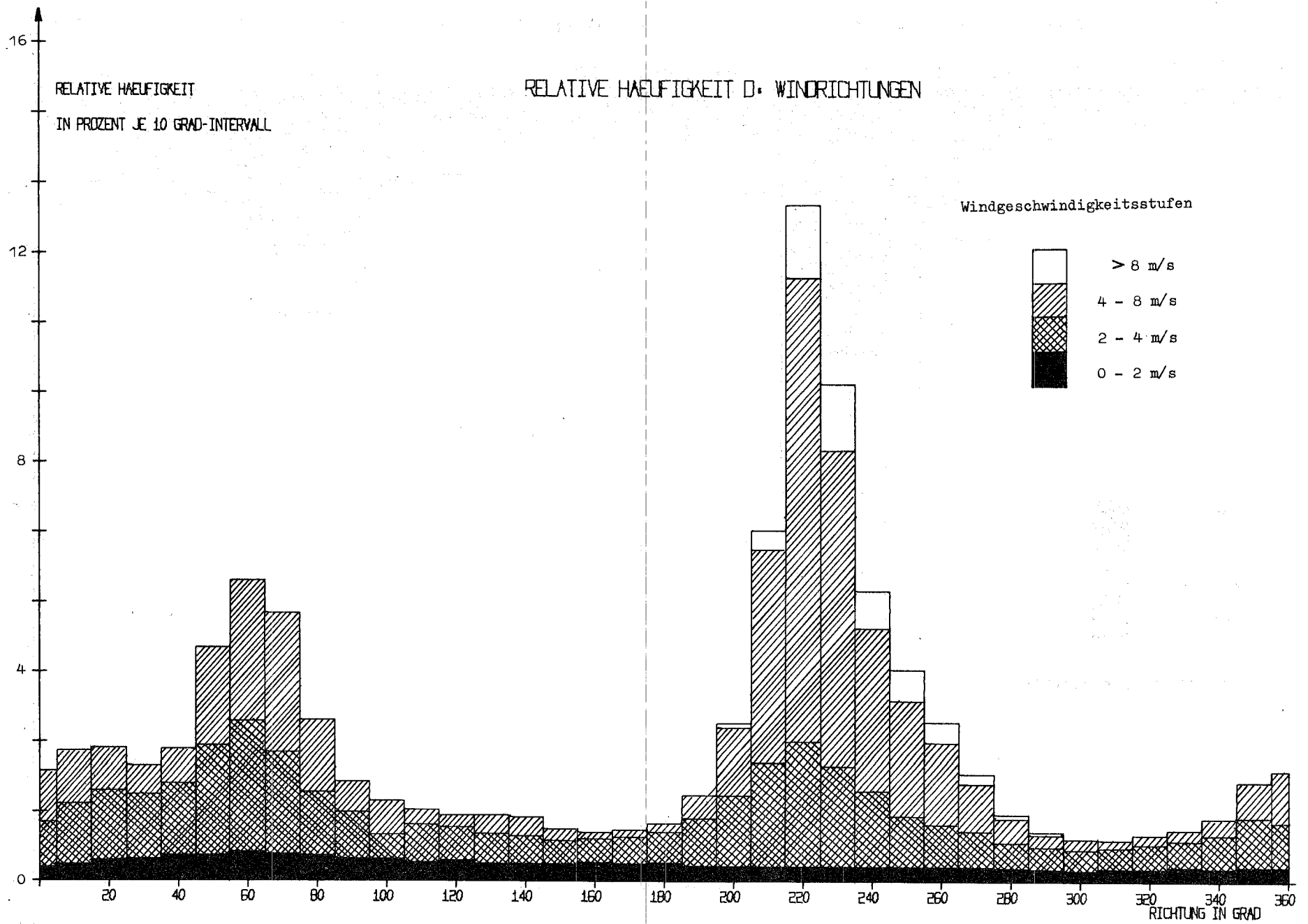


Abb. 3 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung je 10 Grad Sektor in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Höhe 60 m

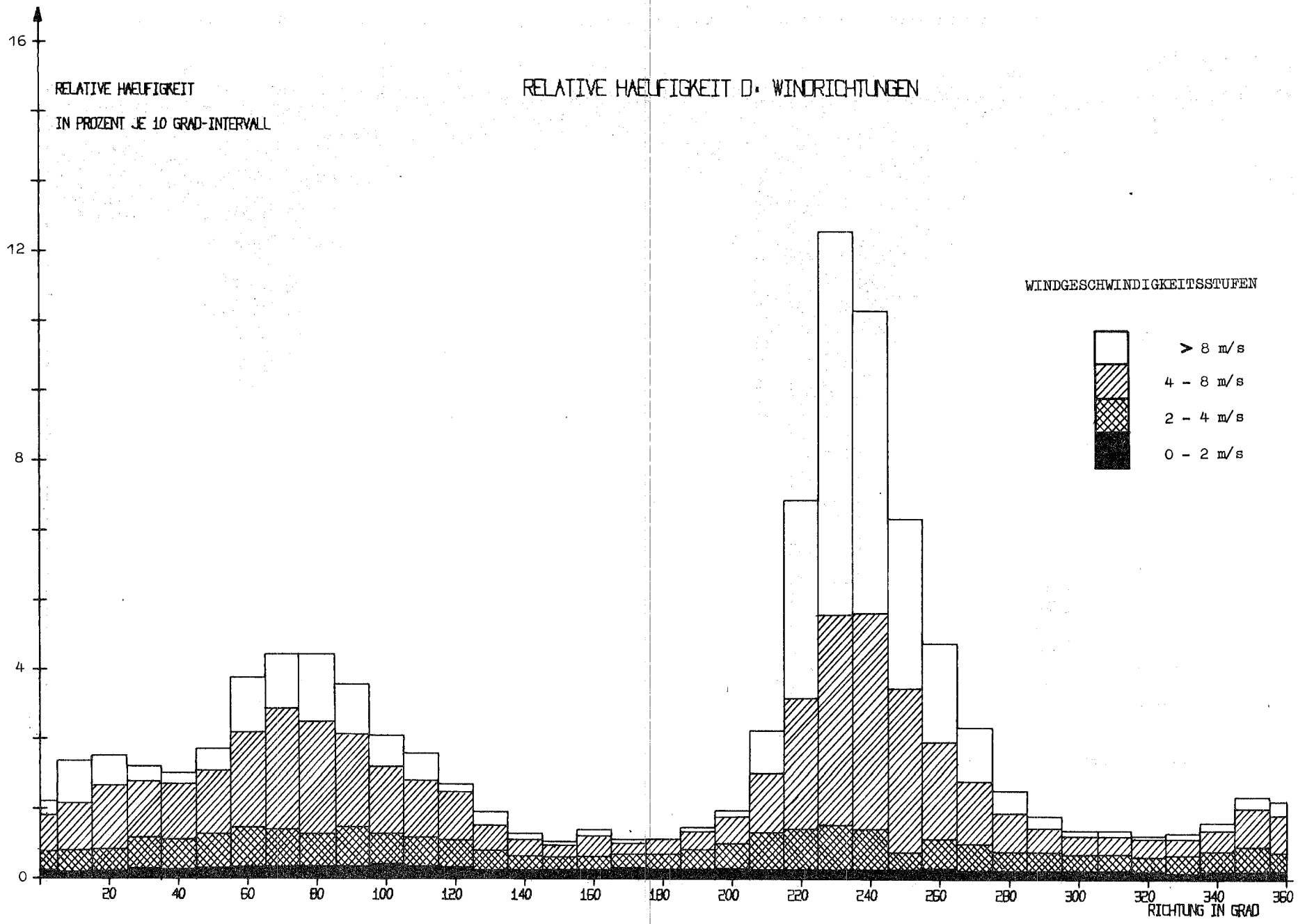


Abb. 4 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung je 10 Grad Sektor in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Höhe 200 m



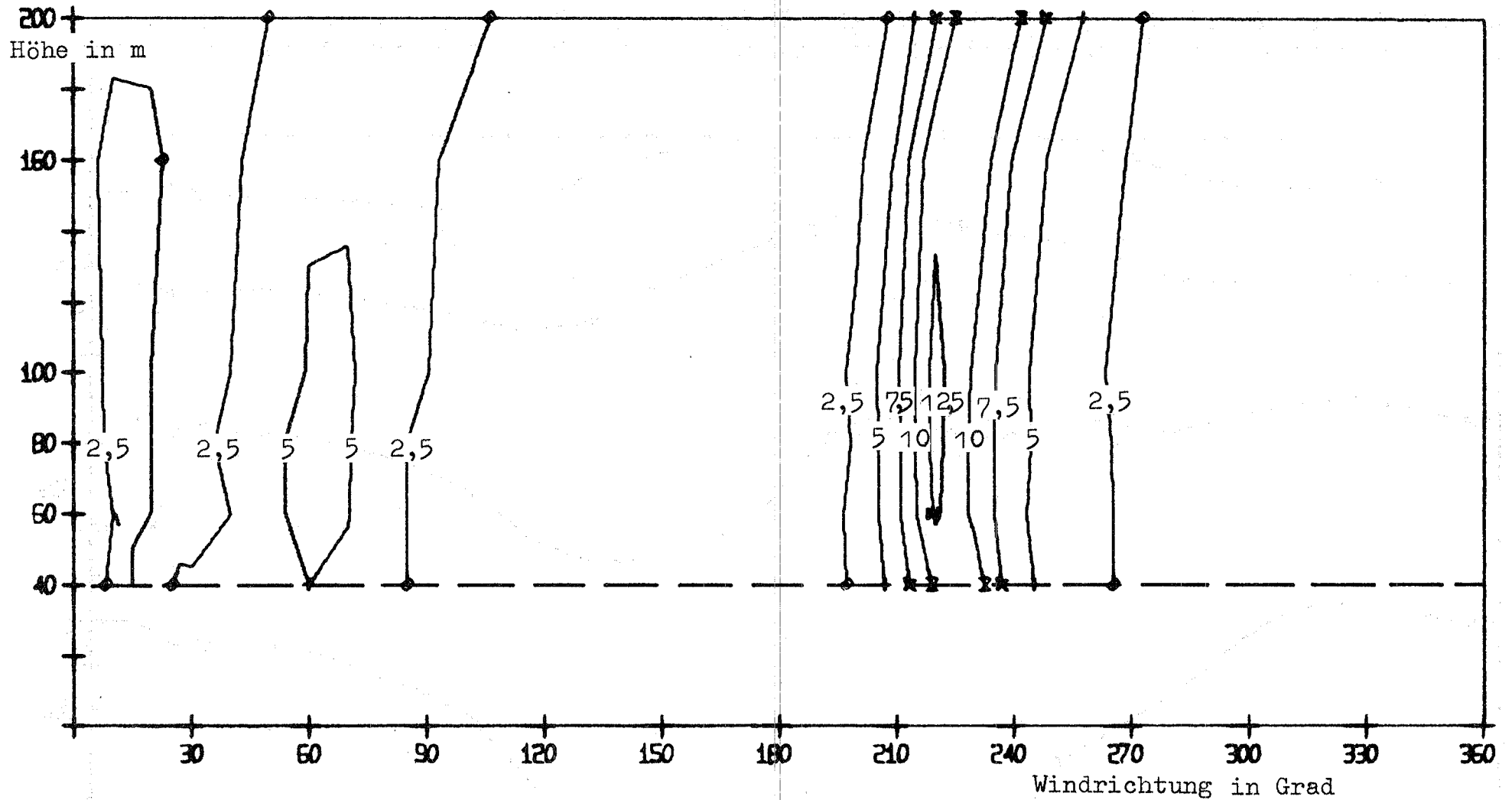


Abb. 5 Isolinien der Häufigkeit der Windrichtung in % je 10 Grad Sektor in Abhängigkeit von der Höhe

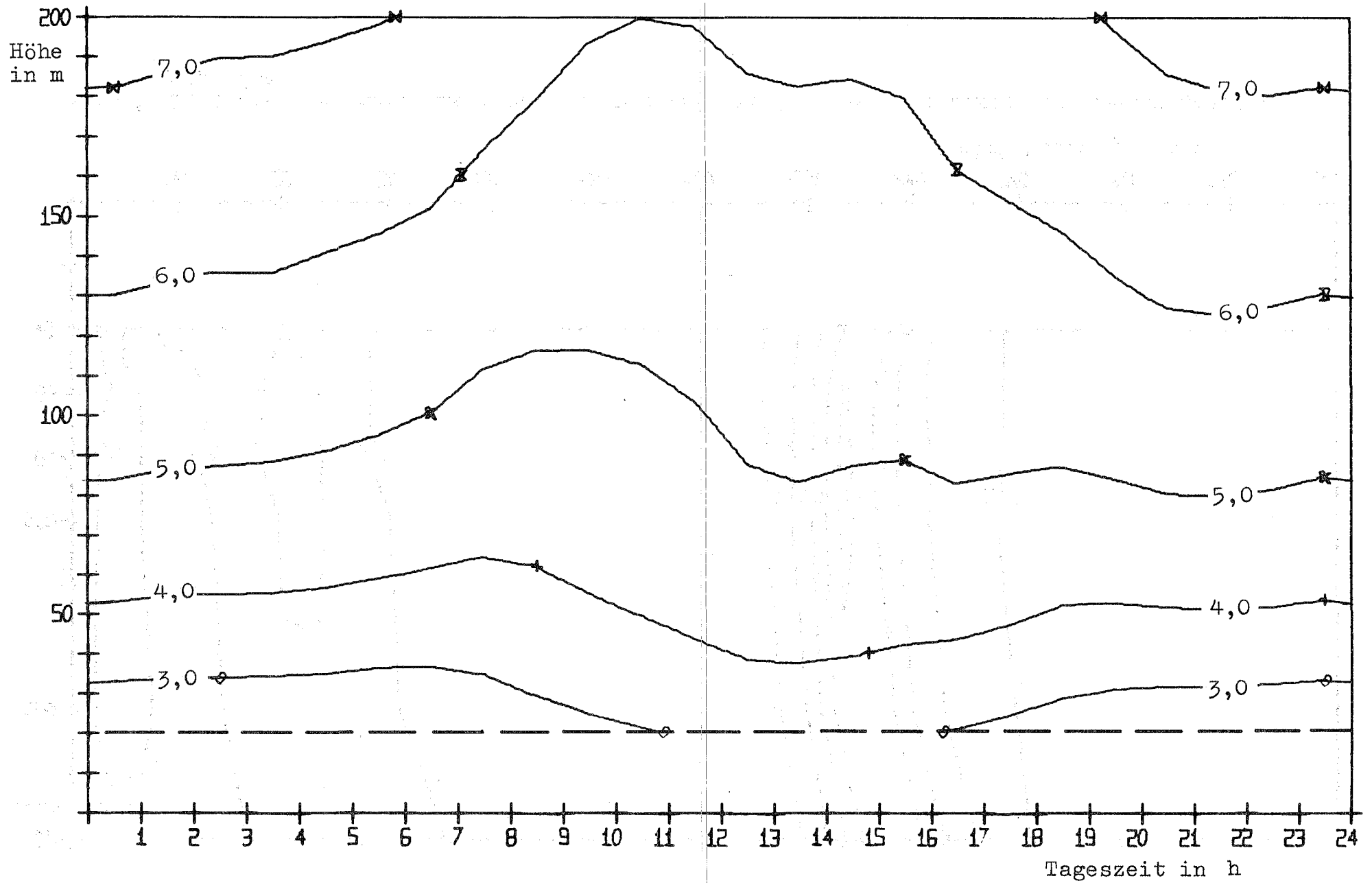


Abb. 6 Isolinien der Windgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Jahresmittel

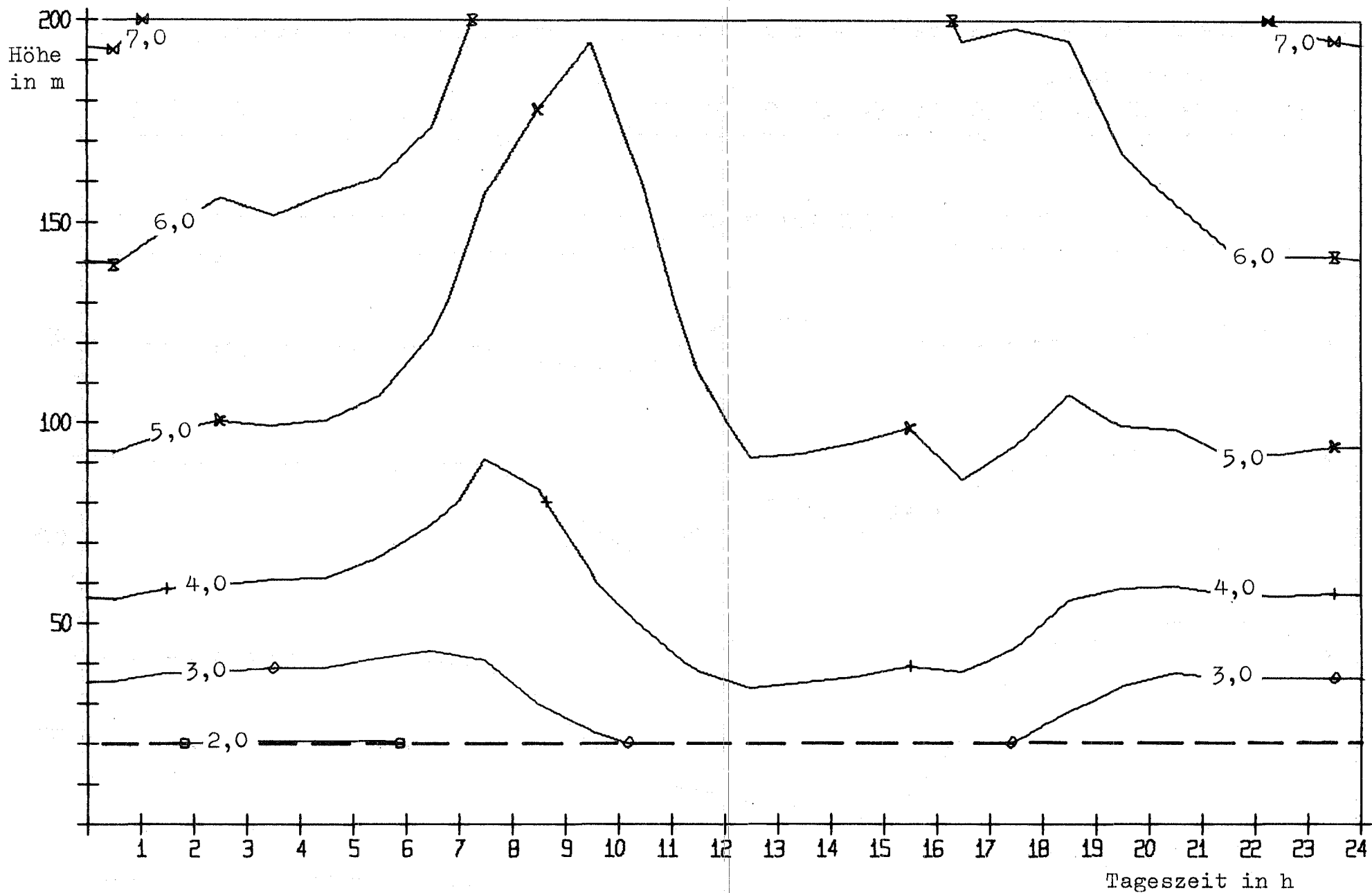


Abb. 7 Isolinien der Windgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Sommer

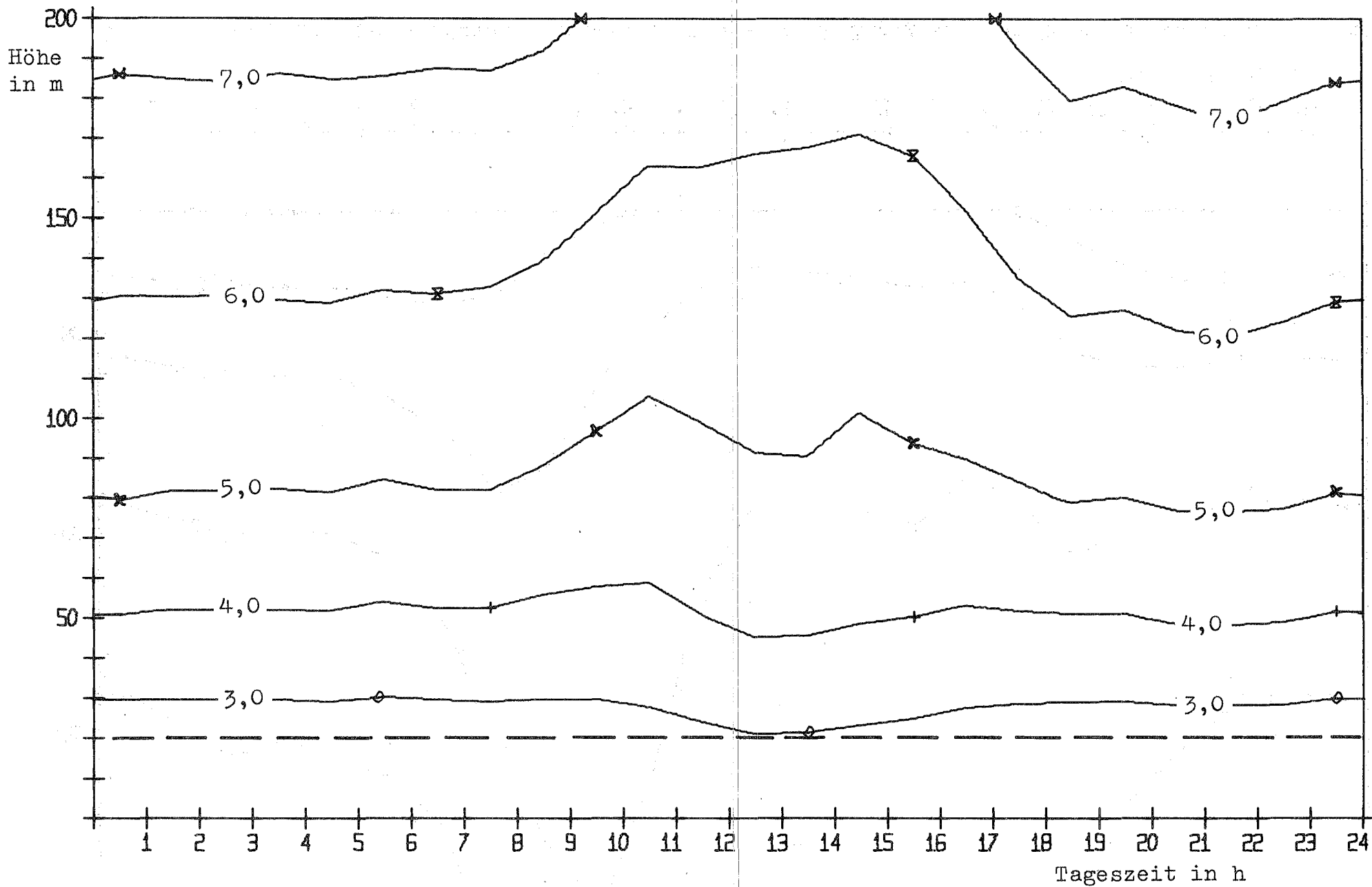


Abb. 8 Isolinien der Windgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Winter

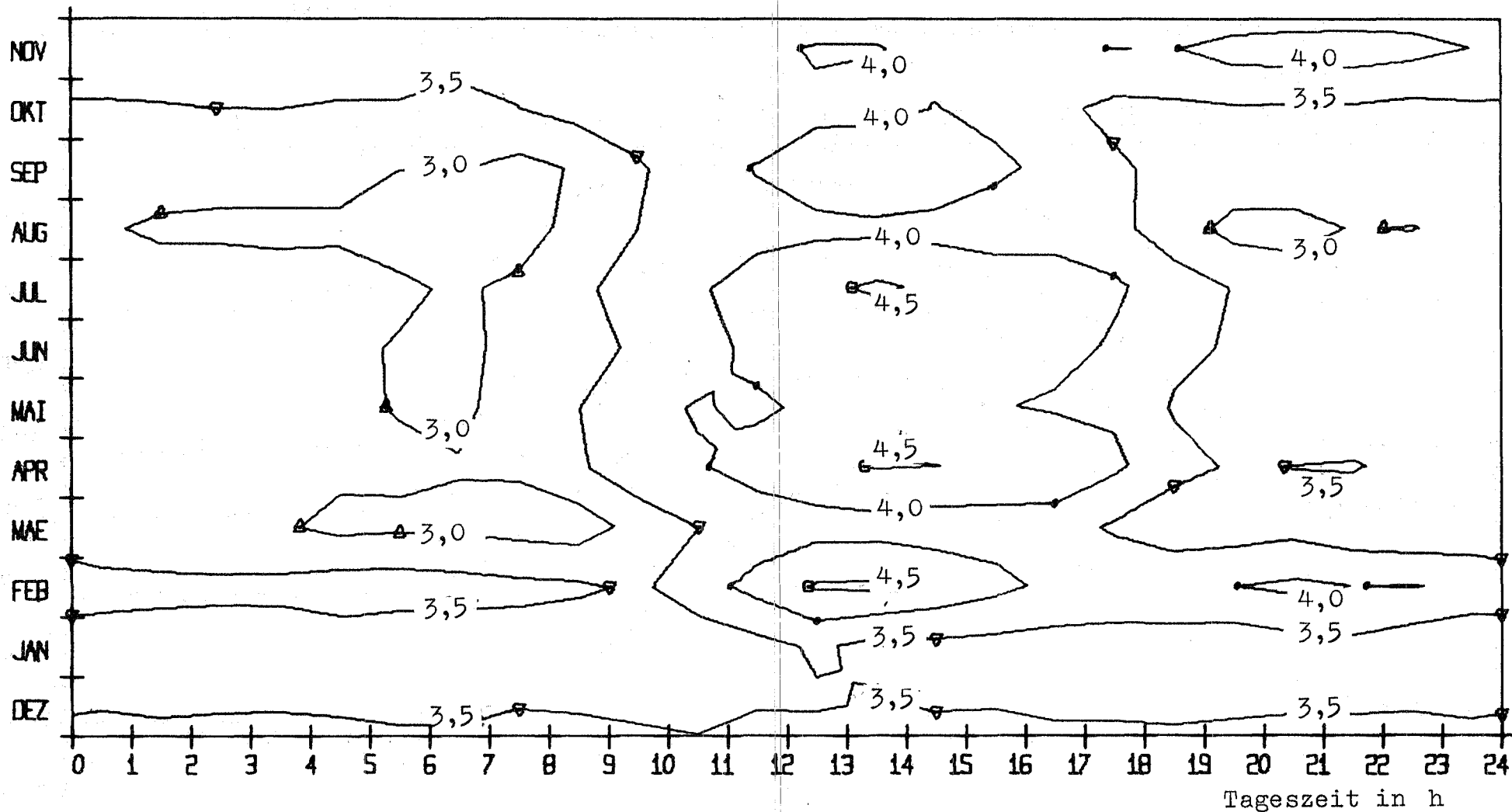


Abb. 9 Isolinien der Windgeschwindigkeit in m/s im Jahres-Tagesgang Höhe 40 m

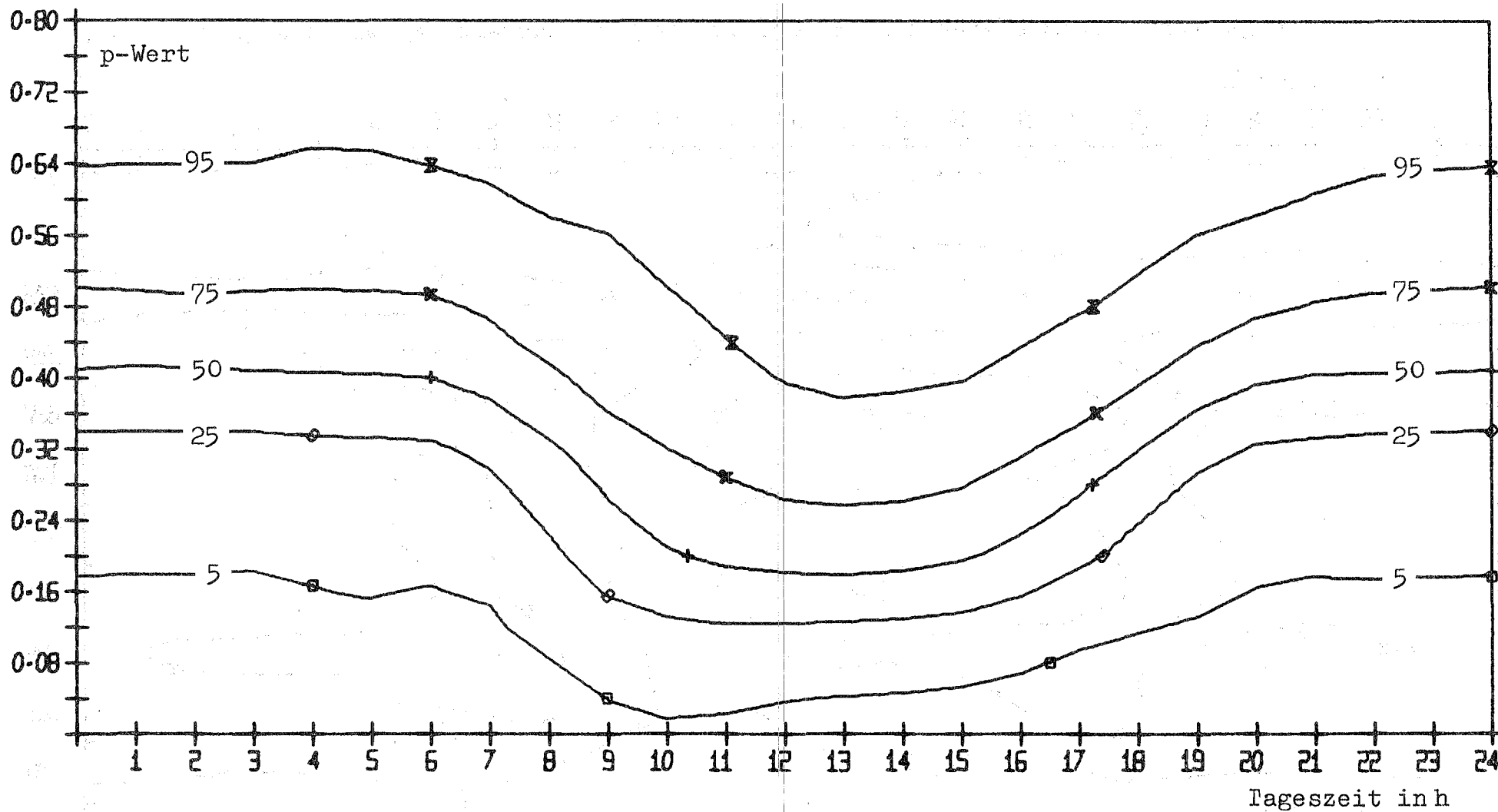


Abb. 10 Isolinien der Summenhäufigkeit des Windprofilexponenten p in % in Abhängigkeit von der Tageszeit

### 3. Temperaturmessungen\*

#### 3.1 Absoluttemperaturen

Den folgenden Auswertungen liegen stündliche Mittelwerte der Temperatur zugrunde. Die Genauigkeit der Absoluttemperaturen beträgt  $\pm 0,02$  K.

Abb. 11 zeigt den täglichen Gang der Temperatur in 2 m Höhe im Jahresablauf. Die Zeiten für Sonnenauf- bzw. -untergang in MEZ sind gestrichelt eingezeichnet. In allen Monaten fällt das tägliche Temperaturmaximum nicht mit dem Zenitdurchgang der Sonne zusammen, sondern wird erst später, in den Sommermonaten bis zu drei Stunden danach, erreicht. KRAUS /5/ zeigte anhand der Energiehaushaltsgleichung einer Luftschicht, daß am Nachmittag der Vorzeichenwechsel der zeitlichen Temperaturänderung stattfindet und damit zeitlich nicht mit dem Maximum der Strahlungsbilanz (siehe Abschnitt 5) zusammenfällt.

Die täglichen Schwankungen zwischen Maximum und Minimum sind im Dezember mit 3,5 K am geringsten. Sie vergrößern sich im Jahresablauf langsam und erreichen im August mit 10,3 K den höchsten Wert. Danach verkleinern sich die Tagesschwankungen ziemlich rasch.

Im folgenden sei noch auf die jährlichen Extrema hingewiesen. Im monatlichen Mittel war es im Dezember zwischen 8.00 Uhr und 9.00 Uhr mit  $-1,1^{\circ}\text{C}$  am kältesten, im August mit  $24,2^{\circ}\text{C}$  zwischen 15.00 Uhr und 16.00 Uhr am wärmsten. Weitaus extremere Temperaturen werden im 10-min-Mittel erreicht. Die niedrigste Temperatur innerhalb von 10 Minuten wurde am 4.12.1973 um 5.50 Uhr mit  $-18,9^{\circ}\text{C}$  angezeigt, am 16.8.1974 um 16.40 Uhr war es mit  $37,7^{\circ}\text{C}$  am wärmsten.

---

\*belüftete Doppel-Pt100-Meßfühler

Der tägliche Temperaturgang in Abhängigkeit von der Höhe wurde aus Messungen in den Höhen 2 m, 30 m, 60 m, 100 m, 130 m, 160 m und 200 m berechnet. Deutlich ist zu erkennen, daß in allen Jahreszeiten die größten Temperaturänderungen in den bodennahen Schichten auftreten, Abb. 12. Im Sommer, Abb. 13, betragen die Änderungen nahezu 10 K, im Winter, Abb. 14, etwa 3,5 K und im Jahresmittel fast 7 K. Die tägliche Temperaturschwankung verringert sich mit der Höhe und erreicht in 200 m nur noch etwas mehr als die Hälfte der obigen Werte.

In allen Jahreszeiten tritt mit zunehmender Höhe eine Phasenverschiebung der täglichen Temperaturwelle zu späteren Zeiten auf. Im Jahresmittel z.B. stellt sich das Minimum in 2 m Höhe etwa 2,5 h früher ein als in 200 m. Für das Maximum geht diese Zeitverschiebung auf 1 h zurück.

### 3.2 Temperaturgradient

Aus den vorangegangenen Auswertungen der Temperatur können zwar ungefähre Abschätzungen über die Schichtungsverhältnisse bis 200 m erhalten werden, doch genaue Aussagen ermöglichen erst Statistiken des Temperaturgradienten. Daher wurden aus den Temperaturdifferenzen der folgenden sechs Höhenstufen 2 m-30 m, 30 m-60 m, 60 m-100 m, 100 m-130 m, 130 m-160 m und 160 m-200 m die Temperaturgradienten berechnet. Der Fehler dieser Gradienten liegt bei  $\pm 0,1$  K. Eine Temperaturzunahme mit der Höhe ergibt einen positiven Gradienten.

Die Schichtungsverhältnisse in Abhängigkeit von der Tageszeit zeigen die Abbn. 15 bis 17 (stündliche Mittelwerte). Im Jahresmittel, Abb. 15, treten tagsüber nach 8.00 Uhr keine positiven Gradienten mehr auf. Nach 17.00 Uhr findet man in den untersten Schichten wieder positive Gradienten, während sie sich in den obersten Schichten erst nach Mitternacht durchsetzen.



Bemerkenswert ist das Auftreten sehr stabiler Schichtungen in Bodennähe mit einem Maximum von 5,3 K/100 m zwischen 21.00 Uhr und 22.00 Uhr. Im weiteren Verlauf der Nacht schwächen sich die extremen positiven Gradienten in Bodennähe ab, und die Mächtigkeit der Bodeninversion nimmt zu. Dieser typische zeitliche Verlauf der Temperaturschichtung wird ausführlich bei BROCKS /6/ beschrieben.

Im Sommer, Abb. 16, werden spätestens zwei Stunden nach Sonnenaufgang die positiven Gradienten in der Schicht zwischen 2 m und 30 m vollständig abgebaut. Sehr rasch stellen sich im weiteren zeitlichen Verlauf überdiabatische Gradienten ein, die bis gegen 11.00 Uhr auf 120 m Höhe angewachsen sind. Noch vor dem täglichen Höchststand der Sonne wird mit -2,6 K/100 m im stündlichen Mittel der negativste Gradient in der untersten Schicht erreicht. Schon eineinhalb Stunden vor Sonnenuntergang beginnt in der bodennahen Schicht der Übergang zu positiven Gradienten. Dieser Übergang verschiebt sich mit zunehmender Höhe zu späteren Zeiten. Wie schon im Jahresmittel wird auch im Sommer zwischen 21.00 Uhr und 22.00 Uhr der positivste Gradient mit 6,9 K /100 m erreicht.

Im Winter, Abb. 17, treten im Mittel weder am Tage noch in der Nacht extreme Temperaturschichtungen auf. Der in dieser Jahreszeit geringe Betrag der Strahlungsbilanz (siehe Abschnitt 5) ist dafür verantwortlich. Überadiabatische Gradienten werden nur noch um die Mittagszeit und nur bis in eine Höhe von 60 m angetroffen.

Um die Variationsbreite des Temperaturgradienten in den verschiedenen Jahreszeiten zu zeigen, wurden die Gradienten in den Höhenstufen in Klassen von 0,5 K/100 m eingeteilt und die Häufigkeitsverteilung der 10-min-Mittelwerte bestimmt.

Im Jahresmittel, Abb. 18, verlaufen die Isolinien der Summenhäufigkeit ab etwa 110 m Höhe nahezu senkrecht, d.h. die Verteilung der Gradienten ist darüber nicht mehr höhenabhängig. Bei Annäherung an den Boden fächern die Isolinien sowohl im labilen als auch im stabilen Bereich auf. In der untersten Schicht liegen nahezu 5 % aller Gradienten unter  $-4,0 \text{ K}/100 \text{ m}$  und 25 % zeigen Werte größer  $+2,0 \text{ K}/100 \text{ m}$ . Während in 180 m Höhe fast 70 % aller Gradienten im neutralen Bereich zwischen  $-1,0 \text{ K}/100 \text{ m}$  und  $+0,0 \text{ K}/100 \text{ m}$  liegen, ist dies in 16 m Höhe nur noch in 26 % aller Fälle gegeben.

Im Sommer, Abb. 19, treten sehr extreme Gradienten noch stärker hervor. Etwas mehr als 10 % der Gradienten sind in der Schicht zwischen 2 m und 30 m noch kleiner als  $-4,0 \text{ K}/100 \text{ m}$ . Am 12. Mai 1974 wurde um 11.40 Uhr der kleinste Gradient mit  $-7,1 \text{ K}/100 \text{ m}$  gemessen.

Im Winter, Abb. 20, ist der Rückgang der überadiabatischen Gradienten in den bodennahen Schichten sehr deutlich. Während z.B. im Sommer noch etwa ein Viertel der Gradienten kleiner als  $-2,0 \text{ K}/100 \text{ m}$  ist, geht dieser Anteil im Winter auf 5 % zurück.

### 3.3 Höheninversionen

Häufigkeit und Dauer von Höheninversionen (Inversionen, deren Untergrenze über dem Boden liegt) wurden aus den Temperaturen in 2 m, 30 m, 60 m, 100 m, 130 m, 160 m und 200 m Höhe berechnet. Die als 10-min-Mittelwerte vorliegenden Messungen wurden zu  $1/2 \text{ h}$ -Mittelwerten zusammengefaßt. Mit der Methode der kleinsten quadratischen Abweichungen wurde das gemessene Temperaturprofil durch zwei lineare Profile optimal angepaßt. Aufgrund dieser Profile wurden die Höheninversionen nach den folgenden drei Bedingungen ermittelt:

$$\text{a) } \left( \frac{dT}{dz} \right)_u \leq - 0,5 \frac{\text{K}}{100 \text{ m}} \quad \text{für die untere Schicht}$$

$$\text{b) } \left( \frac{dT}{dz} \right)_o \geq 0,0 \frac{\text{K}}{100 \text{ m}} \quad \text{für die obere Schicht}$$

$$\text{c) } \left( \frac{dT}{dz} \right)_o - \left( \frac{dT}{dz} \right)_u \geq 1,0 \frac{\text{K}}{100 \text{ m}}$$

Durch diese Einschränkung sollte gewährleistet sein, daß nur die ausgeprägteren Höheninversionen erfaßt werden. Das angewandte Auswerteverfahren und die zur Verfügung stehenden Meßhöhen erlauben nur solche Höheninversionen festzustellen, deren Untergrenze zwischen 20 m und 170 m liegt.

Die Auswertung der Temperaturmessung lieferte in 3,2 % des betrachteten Zeitraums Schichtungen, die den Bedingungen a) bis c) genügten. Die tageszeitliche Verteilung der Höheninversionen im Vergleich zu den Bodeninversionen zeigt Abb. 21. Die Höheninversionen setzen sich aus 419 Fällen zusammen. Die maximale Andauer eines Falles betrug mit 9 h weniger als 1972/7/. In nur 8,4 % der Fälle dauern die Höheninversionen länger als 2,5 h, was einen Anteil von 30 % der Gesamtinversionsdauer ausmacht.

Über die Häufigkeit der Höheninversionen im Jahres-Tagesverlauf gibt Abb. 22 Auskunft. Das tägliche Maximum der Häufigkeit verschiebt sich von (6-7) Uhr im Juni auf (11-12) Uhr im Dezember. Die größte monatliche Häufigkeit von Höheninversionen tritt im Januar auf. Das absolute Häufigkeitsmaximum je 1 h-Intervall beträgt 29,5 % und liegt im August zwischen 7 und 8 Uhr.

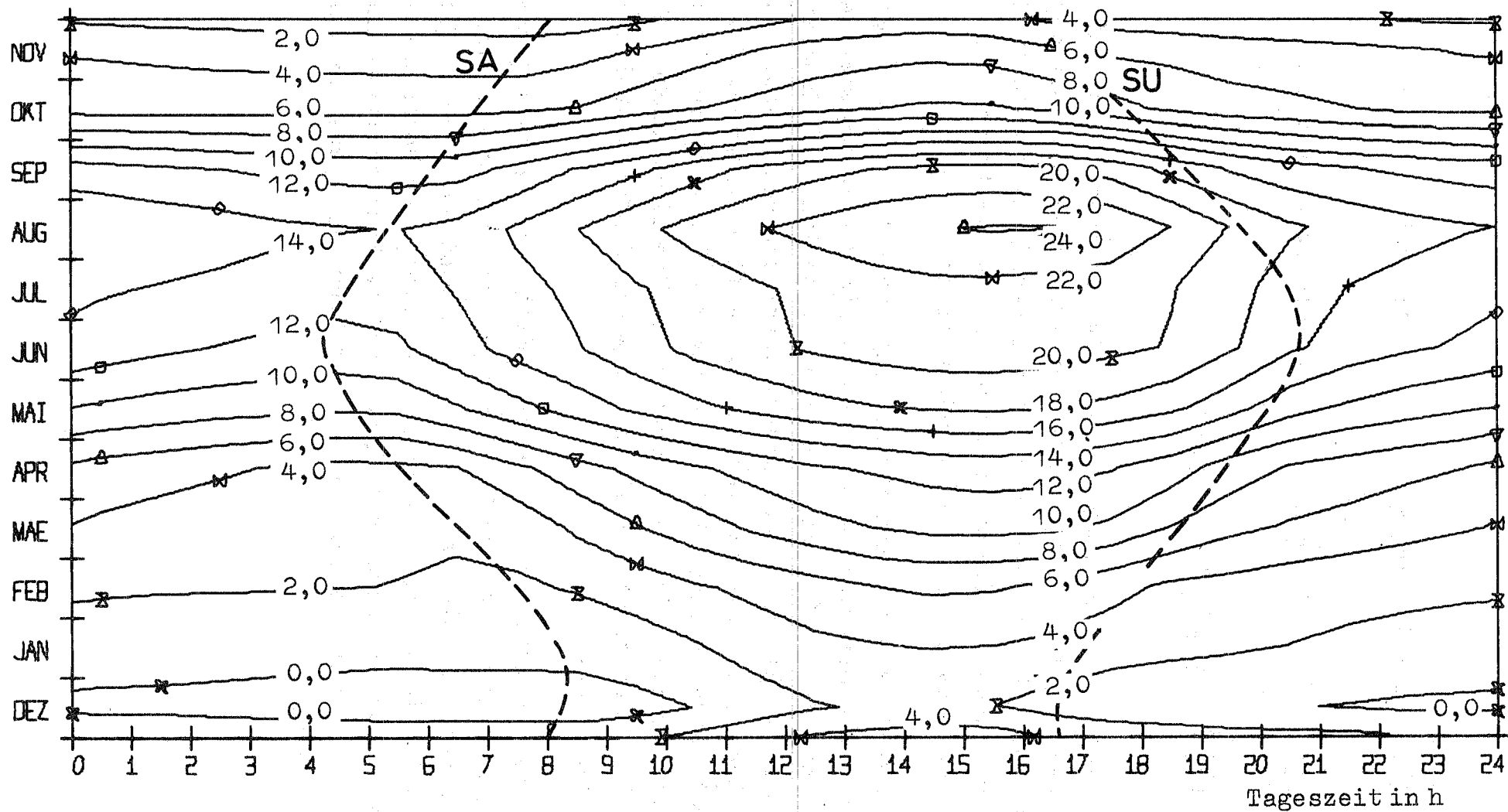


Abb. 11 Isolinien der Temperatur in °C im Jahres-Tagesgang Höhe 2 m

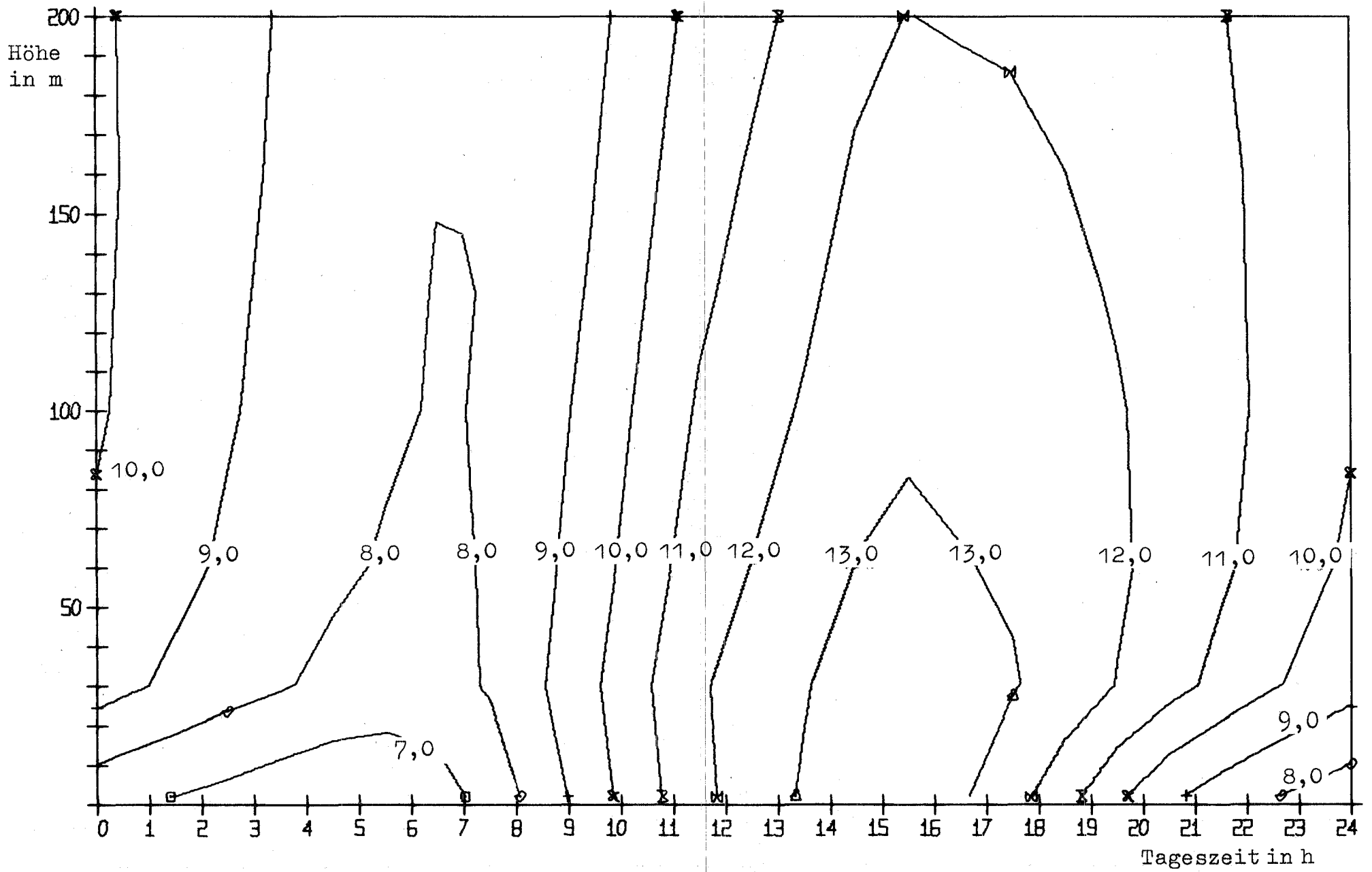


Abb. 12 Isolinien der Temperatur in °C in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Jahresmittel

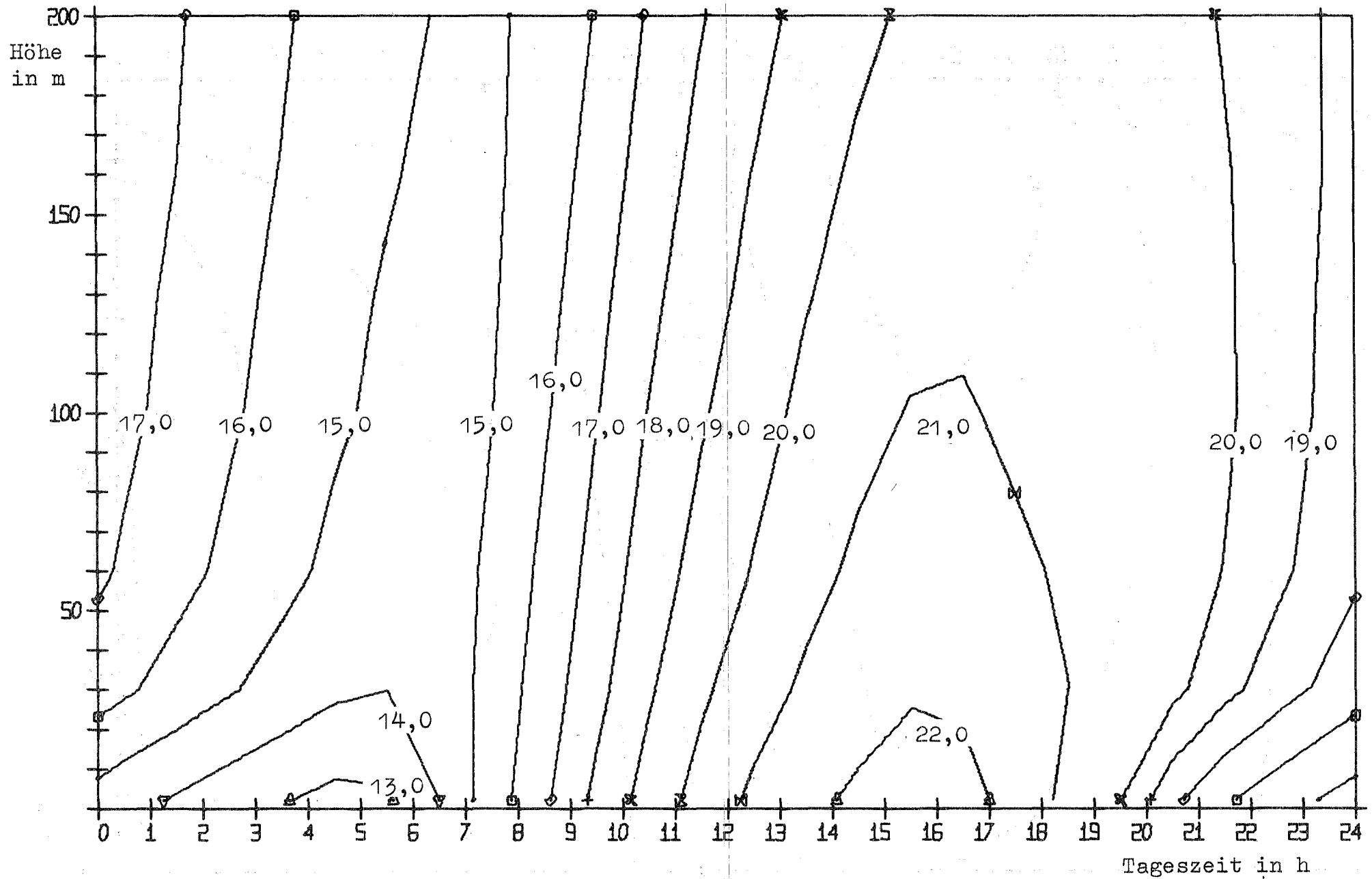


Abb. 13 Isolinien der Temperatur in °C in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Sommer

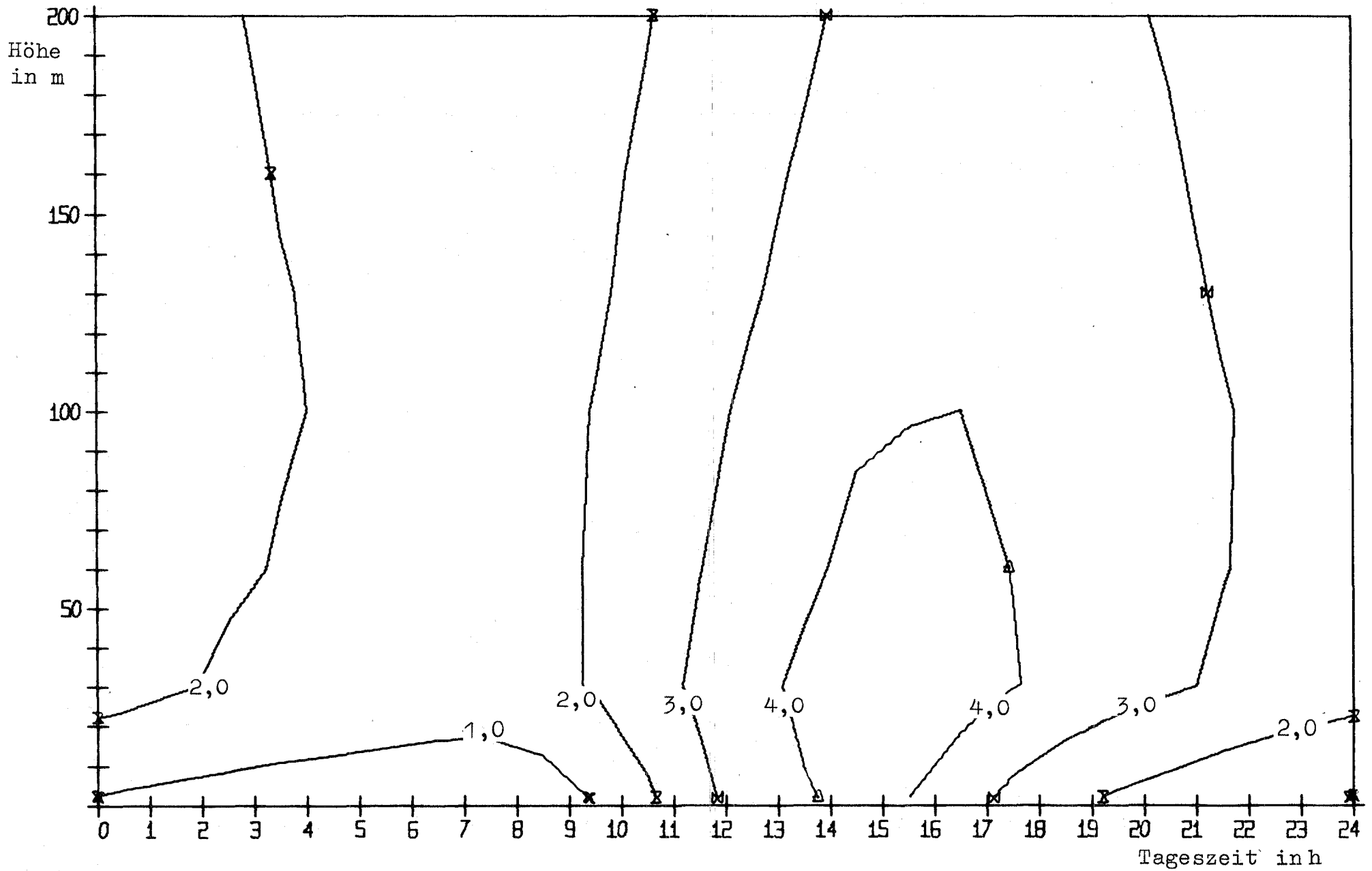


Abb. 14 Isolines der Temperatur in °C in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Winter

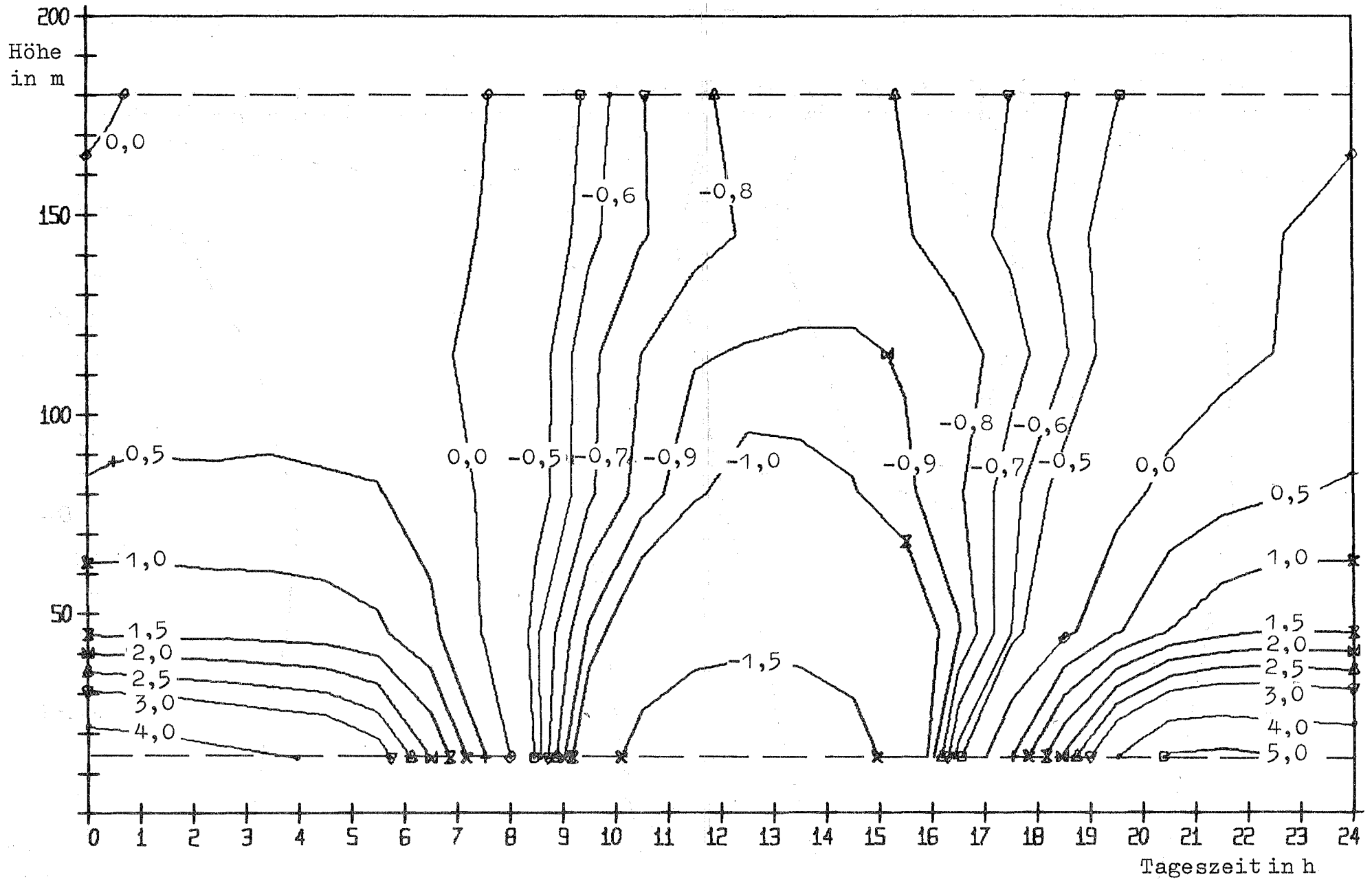


Abb. 15 Isolinien des Temperaturgradienten in K/100 m in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Jahresmittel



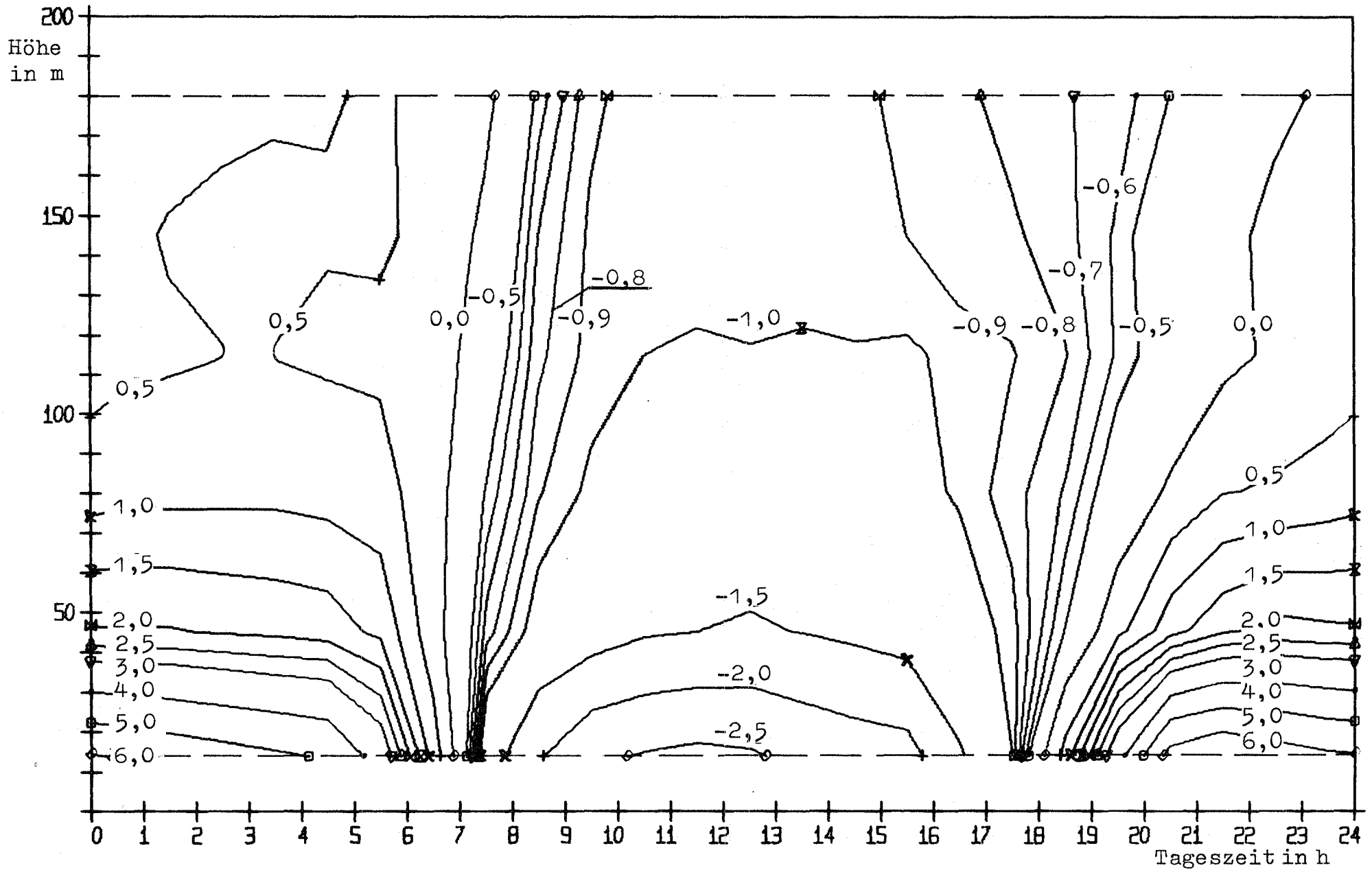


Abb. 16 Isolinien des Temperaturgradienten in K/100 m in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Sommer

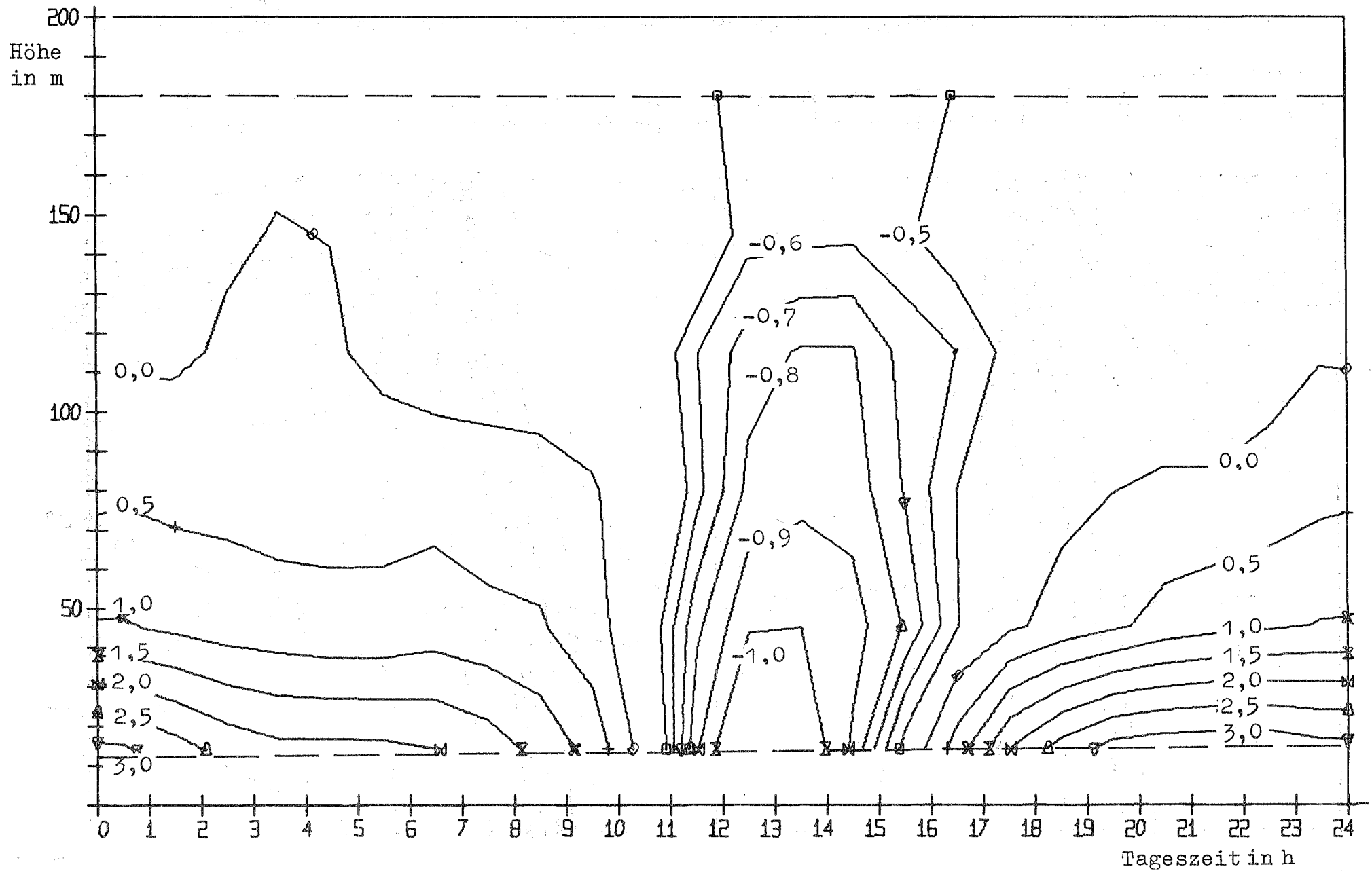


Abb. 17 Isolinien des Temperaturgradienten in K/100 m in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Winter

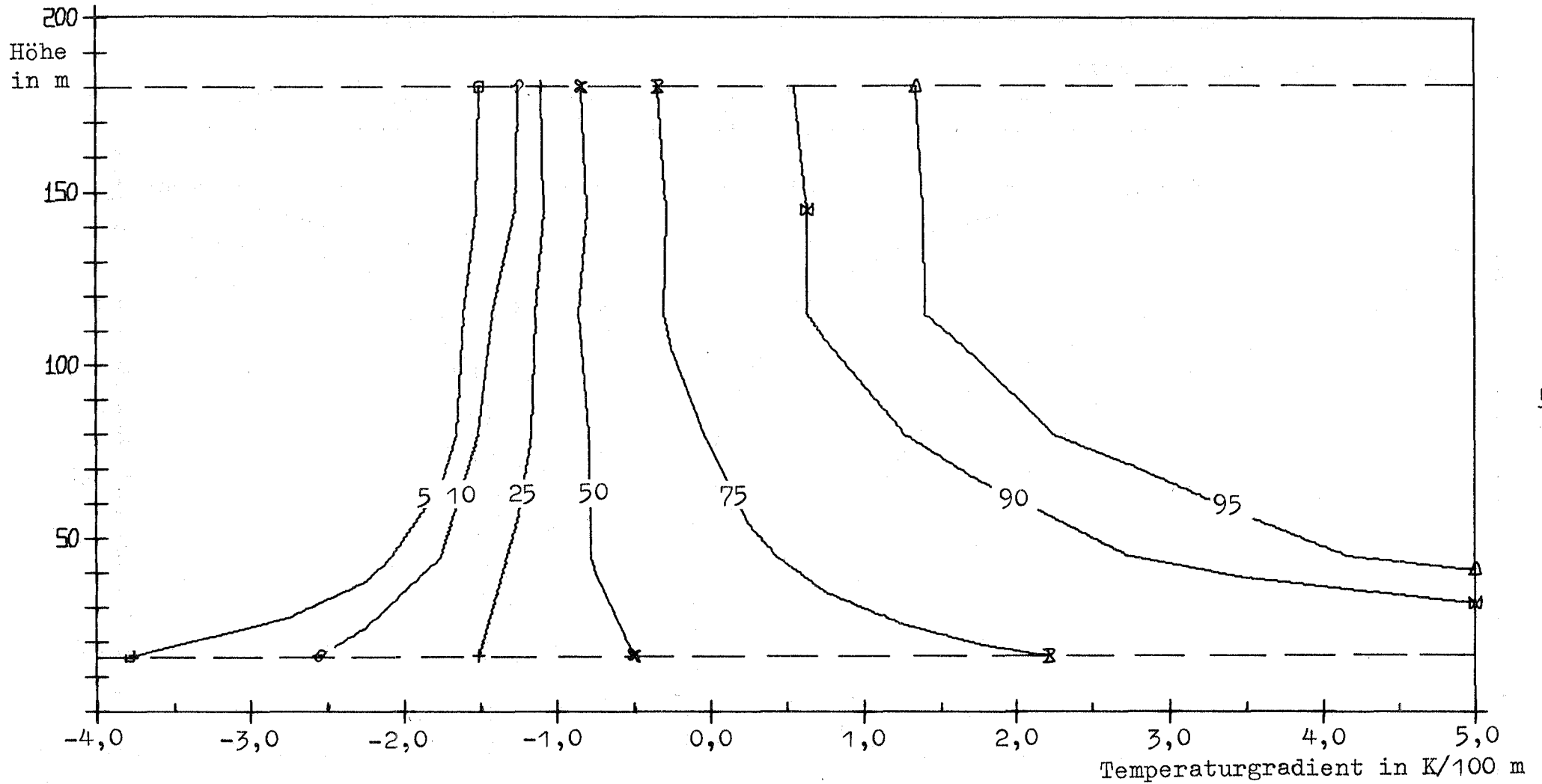


Abb. 18 Isolinien der Summenhäufigkeit des Temperaturgradienten in % in Abhängigkeit von der Höhe Jahresmittel

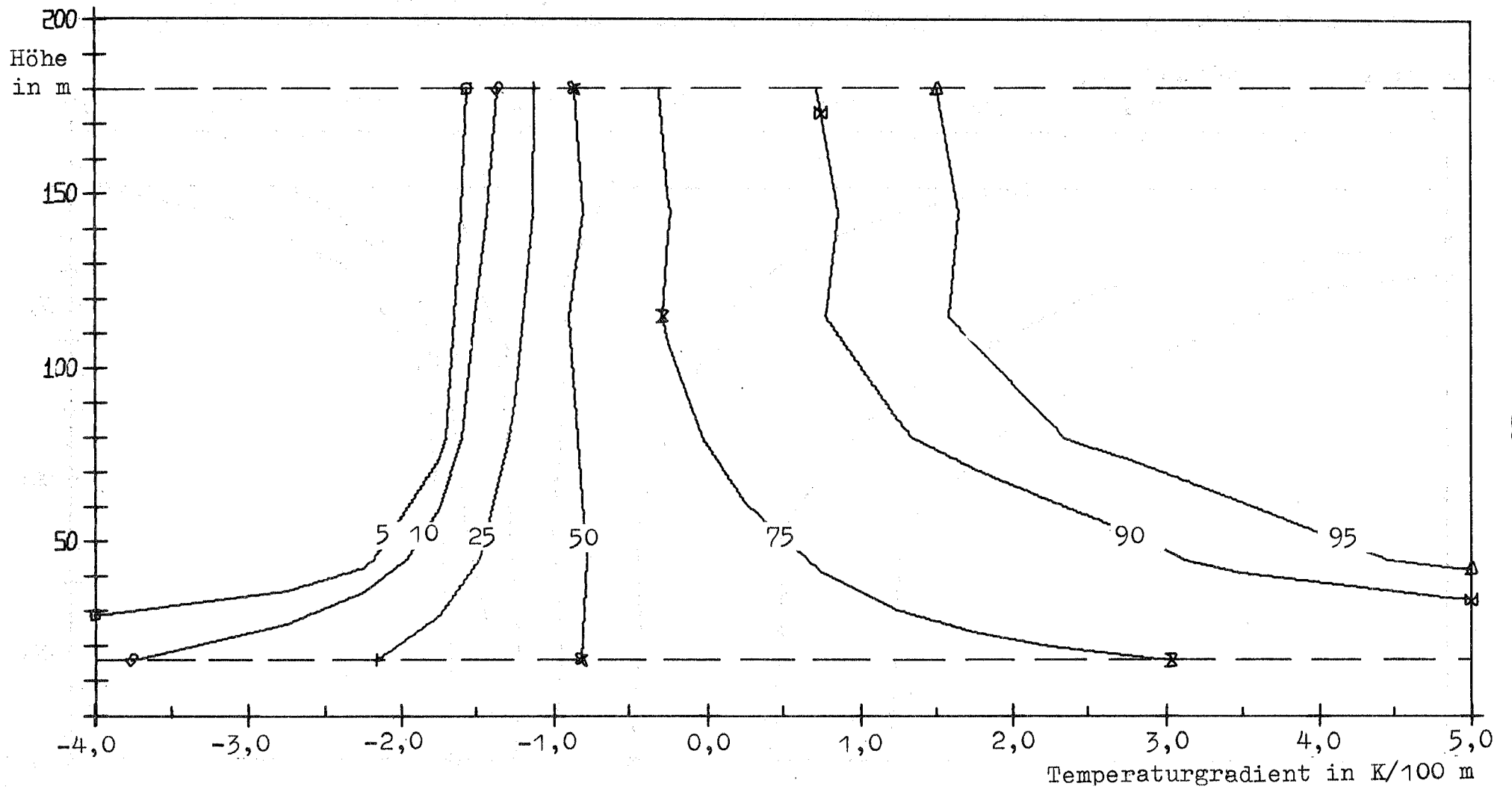


Abb. 19 Isolinien der Summenhäufigkeit des Temperaturgradienten in % in Abhängigkeit von der Höhe Sommer

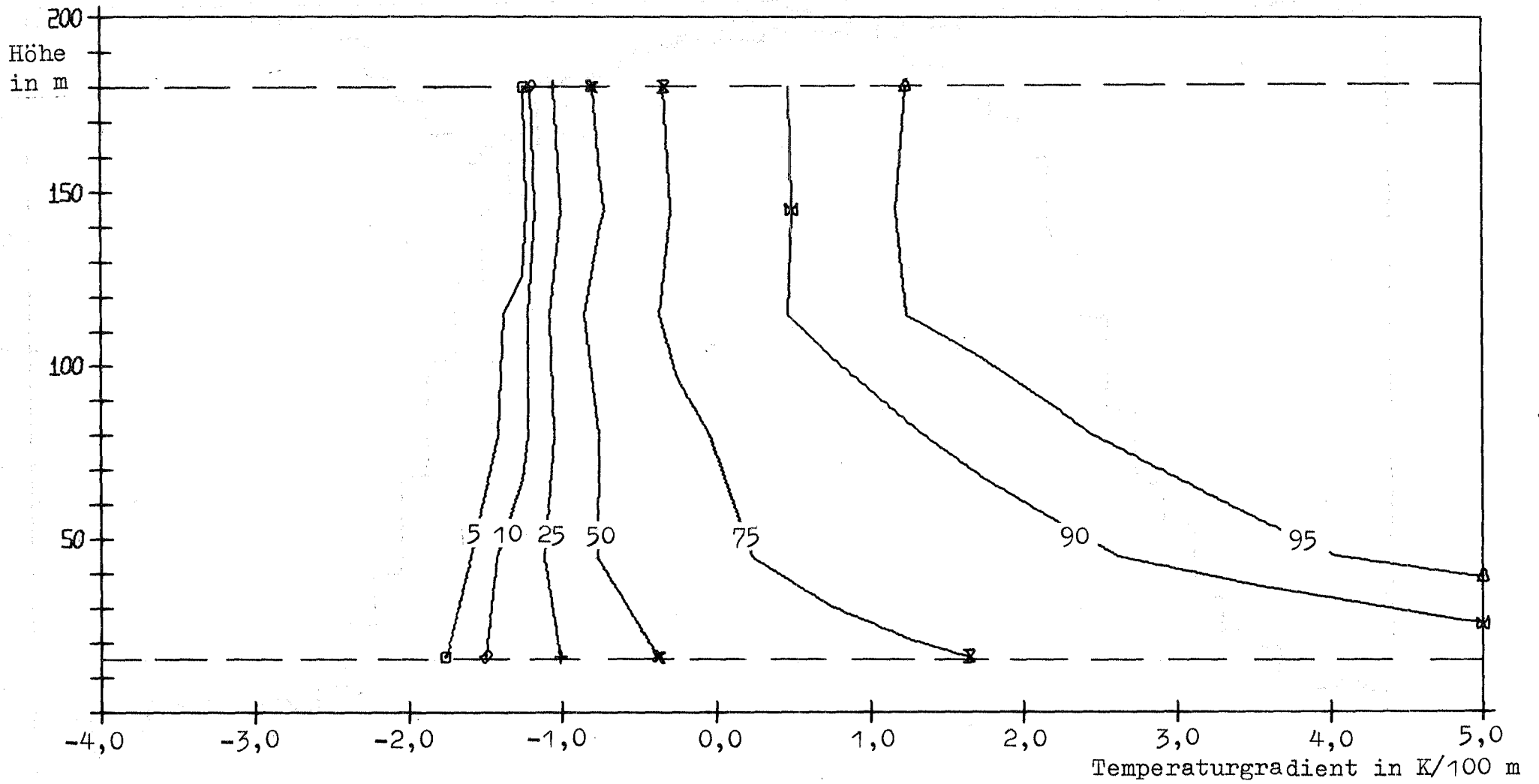


Abb. 20 Isolinien der Summenhäufigkeit des Temperaturgradienten in % in Abhängigkeit von der Höhe Winter

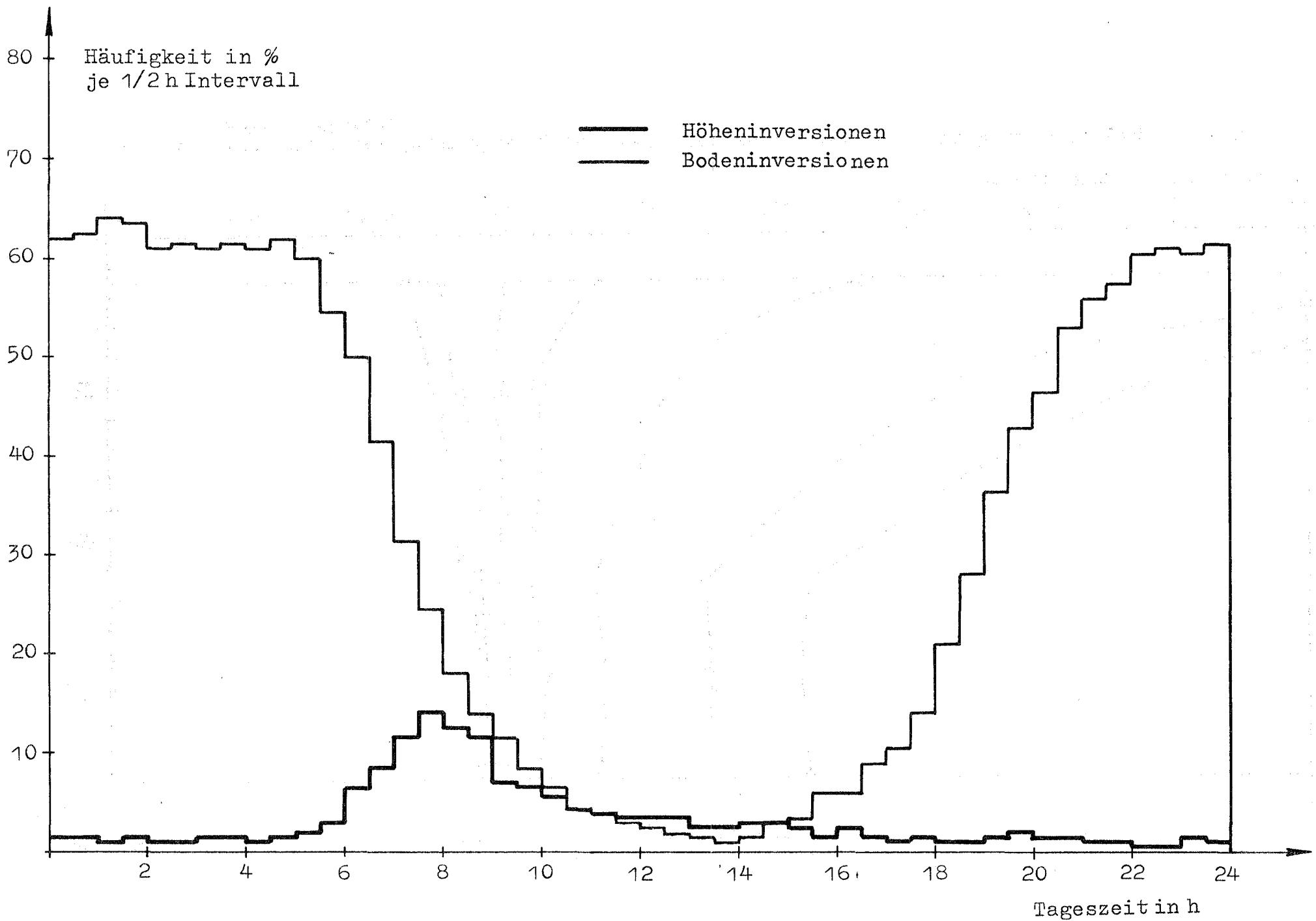


Abb. 21 Häufigkeit der Höhen- und Bodeninversionen im Tagesgang

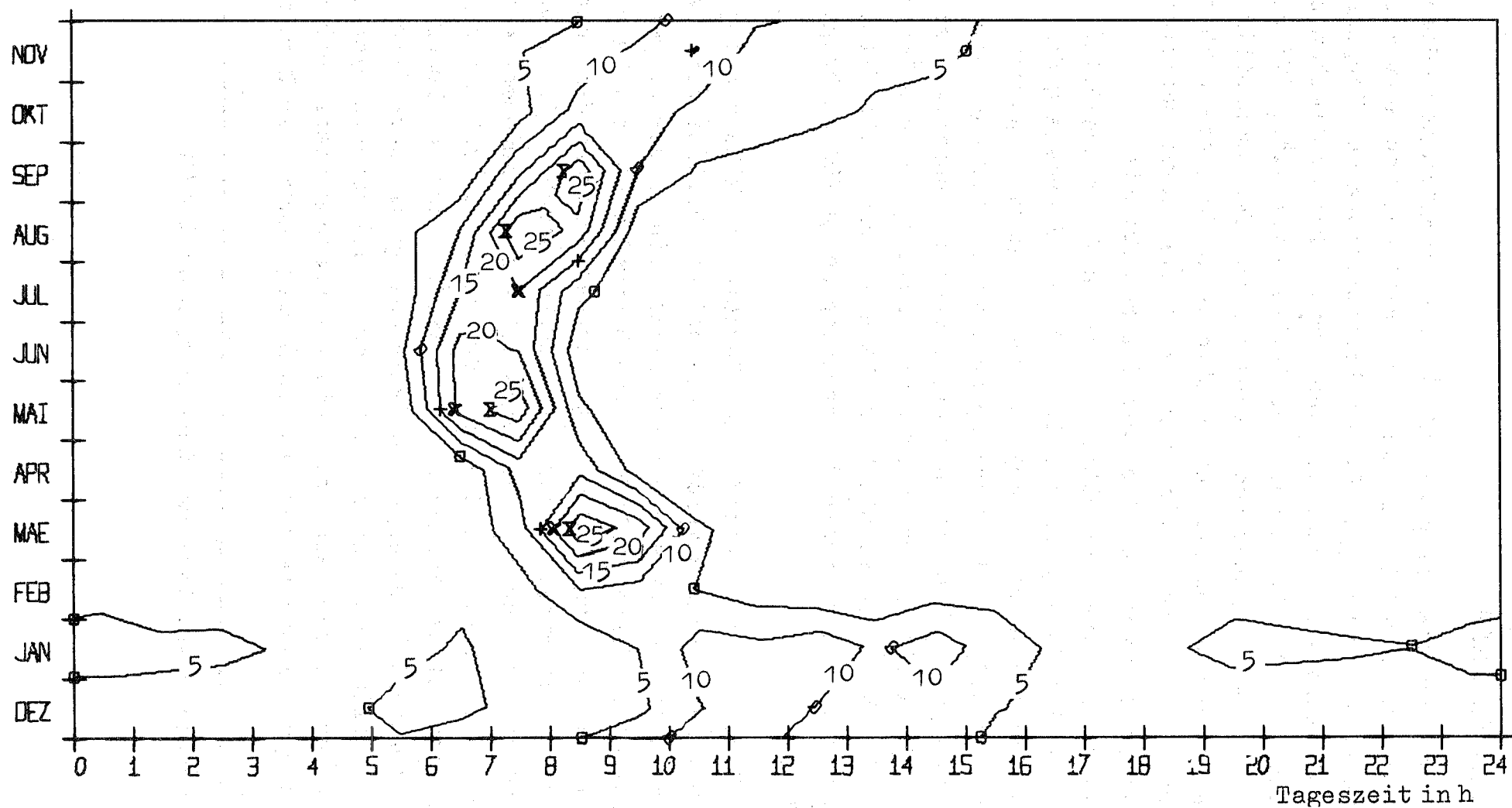


Abb. 22 Isolinien der Häufigkeitsdichte der Höheninversionen in %/h im Jahres-Tagesgang

#### 4. Feuchtemessungen

Die Feuchtemessungen erfolgen mit LiCl-Fühlern\* in den Höhen 2 m, 30 m, 100 m und 200 m. Das Gerät mißt den Taupunkt mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,4$  K. Die Registrierung des Taupunktes liegt vollständig nur über ein Jahr vor, daher erstrecken sich nachfolgende Statistiken über den Zeitraum vom 1.12.1973 bis 30.11.1974. Bei Betrachtungen bezüglich des Feuchteprofils wird üblicherweise die spezifische Feuchte verwendet, die sich aus dem Taupunkt errechnet. Die folgenden Auswertungen basieren auf stündlichen Mittelwerten der spezifischen Feuchte.

Einen Überblick über den jährlichen Verlauf der spezifischen Feuchte in 2 m Höhe gestattet Abb. 23. Der Jahresgang der spezifischen Feuchte weist ein Maximum von 9,4 g/kg im August und ein Minimum von 3,8 g/kg im Dezember auf. Nach MAYER /8/, der anhand einer 10-jährigen Meßreihe den Jahresgang der spezifischen Feuchte für Karlsruhe-Rheinhafen untersuchte, ist der Feuchteanstieg im März 1974 atypisch und kann auf die trübe Witterung mit überdurchschnittlicher Niederschlagsmenge /9/ zurückgeführt werden.

Die Abhängigkeit der spezifischen Feuchte von Höhe und Tageszeit kann Abb. 24 entnommen werden. Der tägliche Verlauf der spezifischen Feuchte gleicht einer Doppelwelle, die in den oberen Schichten allerdings nur noch schwach angedeutet ist. Nach einem anfänglichen Anstieg in den Morgenstunden aufgrund der Verdunstung setzt ein Rückgang der spezifischen Feuchte ein, obwohl die Verdunstung noch zunimmt. Dies ist auf die zunehmende Konvektion zurückzuführen, die so stark wird, daß der Abtransport von Wasserdampf den Nachschub durch Verdunstung vom Boden und vom Waldbestand übersteigt. Im Laufe des späten Nachmittags läßt die Konvektion nach, wodurch die spezifische Feuchte wieder ansteigt. Während der Nacht geht die Verdunstung stark zurück, so daß die spezifische Feuchte in den Morgenstunden ein Minimum erreicht.

---

\*Lithiumchlorid-Fühler; Fa. Sprenger, Modell E712



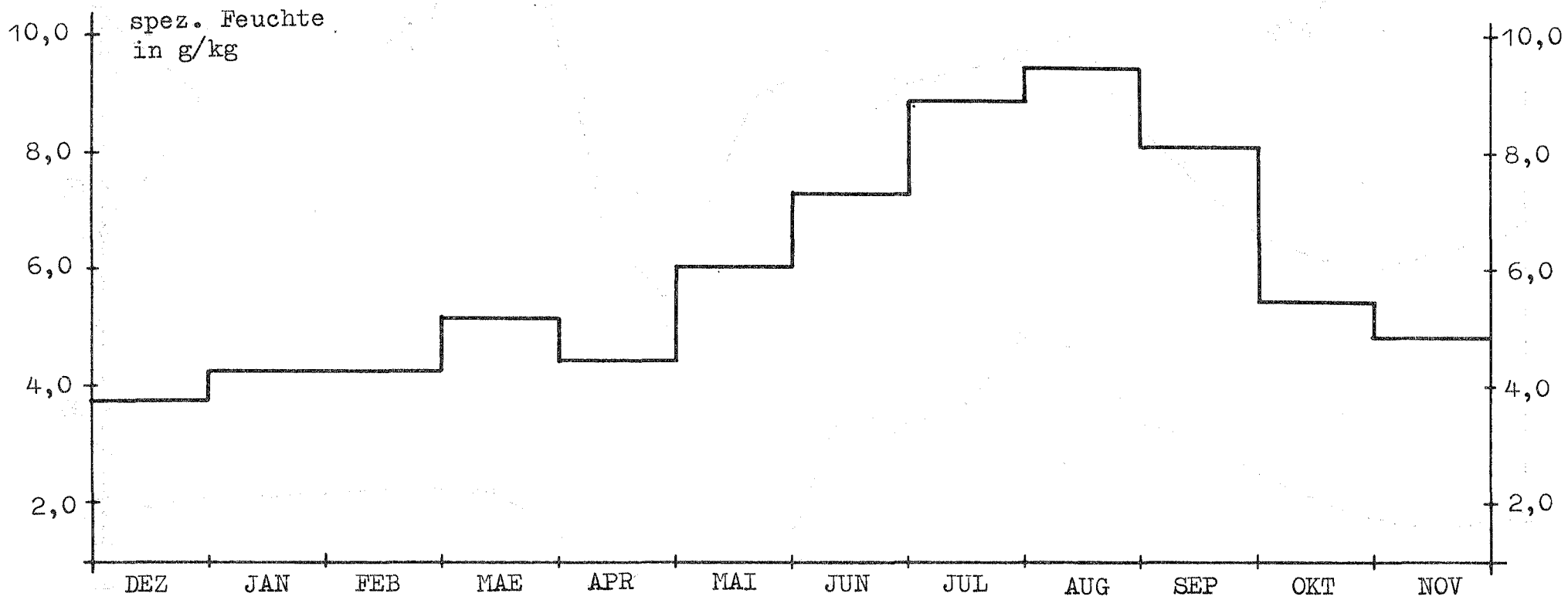


Abb. 23 Jahresgang der spezifischen Feuchte Höhe 2 m

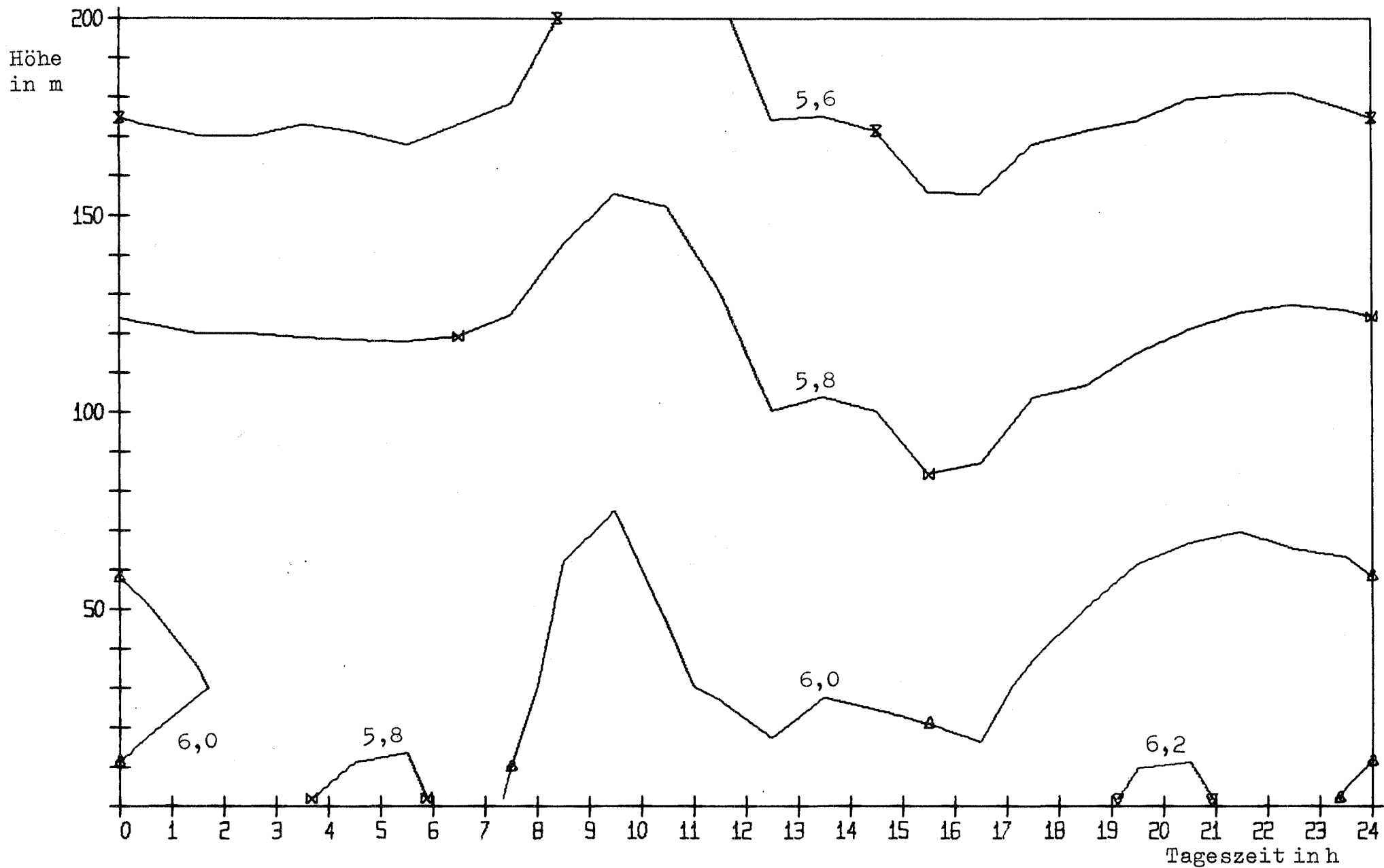


Abb. 24 Isolinen der spezifischen Feuchte in g/kg in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit  
Jahresmittel

## 5. Strahlungsmessungen

Die Strahlungsmessungen erfolgen mit einem Doppel-Pyrano-Pyrradiometer\* in 1,5 m Höhe über einer Grasoberfläche mit einer Genauigkeit von 5 %. Mit diesem Gerät ist es möglich, kurzwellige Strahlung im sichtbaren und nahen infraroten Bereich ( $0,28 < \lambda < 2,9 \mu\text{m}$ ) und die kurz- und langwellige Strahlung im Bereich  $0,30 < \lambda < 50 \mu\text{m}$  zu messen. Die Strahlungen werden im oberen und unteren Halbraum getrennt erfaßt.

In der Abb. 25 sind die Stundenmittelwerte der Globalstrahlung (direkte Sonnenstrahlung und diffuse Himmelsstrahlung) für jeden Monat dargestellt. Das Maximum der Globalstrahlung liegt zwischen 12.00 und 13.00 Uhr im Juni und beträgt  $60,5 \text{ mW/cm}^2$ . Das sind 66 % des maximal in diesem Zeitraum im 10-Minutenmittel gemessenen Wertes. Auffallend ist die relativ geringe Strahlung im Juli. Nach dem monatlichen Witterungsbericht für Baden /9/ betrug die Sonnenscheindauer sowohl 1973 als auch 1974 in diesem Monat nur 80 % des langjährigen Mittels. Der kleinste Monatsmittelwert der Globalstrahlung zwischen 12.00 Uhr und 13.00 Uhr tritt im Januar auf. Mit  $11,6 \text{ mW/cm}^2$  werden hier nur rund 20 % des entsprechenden Stundenmittelwerts vom Juni erreicht.

Die Differenz der kurz- und langwelligen Strahlung aus dem oberen und unteren Halbraum ergibt die Strahlungsbilanz. Sie wurde in Abb. 26 im Jahres-Tagesgang dargestellt. Die höchste Strahlungsbilanz wird wie bei der Globalstrahlung zwischen 12.00 Uhr und 13.00 Uhr im Juni erreicht und beträgt  $37,5 \text{ mW/cm}^2$ . Der maximal gemessene 10-min-Mittelwert belief sich auf  $67,0 \text{ mW/cm}^2$ . Die Strahlungsbilanz wird etwa eine Stunde vor Sonnenuntergang negativ, die Minimalwerte treten kurz nach Sonnenuntergang auf. Die Strahlungsbilanz erreicht im Monat Juli, ebenso wie die Globalstrahlung, nicht die nach dem jahreszeitlichen Verlauf zu erwartenden Werte.

---

\*Typ PD des Physikalisch-Meteorologischen Observatoriums Davos

In Abb. 27 sind die Summenhäufigkeiten für die Globalstrahlung und die Strahlungsbilanz dargestellt. Für beide Größen liegen rund 50 % der Werte zwischen 0 und  $10 \text{ mW/cm}^2$ . Somit treten am Tage Situationen mit schwacher Einstrahlung in etwa der Hälfte der Zeit auf.

Für die beiden Jahre wurde die mittlere Jahressumme der Globalstrahlung und der Strahlungsbilanz gebildet. Die Werte für die Globalstrahlung betragen 1973  $363,3 \text{ kJ/cm}^2$  und 1974  $326,8 \text{ kJ/cm}^2$ . Von München liegen für die entsprechenden Jahre ebenfalls Globalstrahlungswerte vor /10/. Die Jahressummen belaufen sich hier auf  $396,8 \text{ kJ/cm}^2$  für 1973 bzw.  $340,7 \text{ kJ/cm}^2$  für 1974 und sind damit um etwa 10 % bzw. 4 % höher als in Karlsruhe. Um die Gründe für die unterschiedlichen Jahressummen der Globalstrahlung in München und Karlsruhe angeben zu können, bedürfte es langjähriger Meßreihen. Die Jahressumme der Strahlungsbilanz in Karlsruhe lag 1973 bei  $172,1 \text{ kJ/cm}^2$  und 1974 bei  $157,4 \text{ kJ/cm}^2$ .

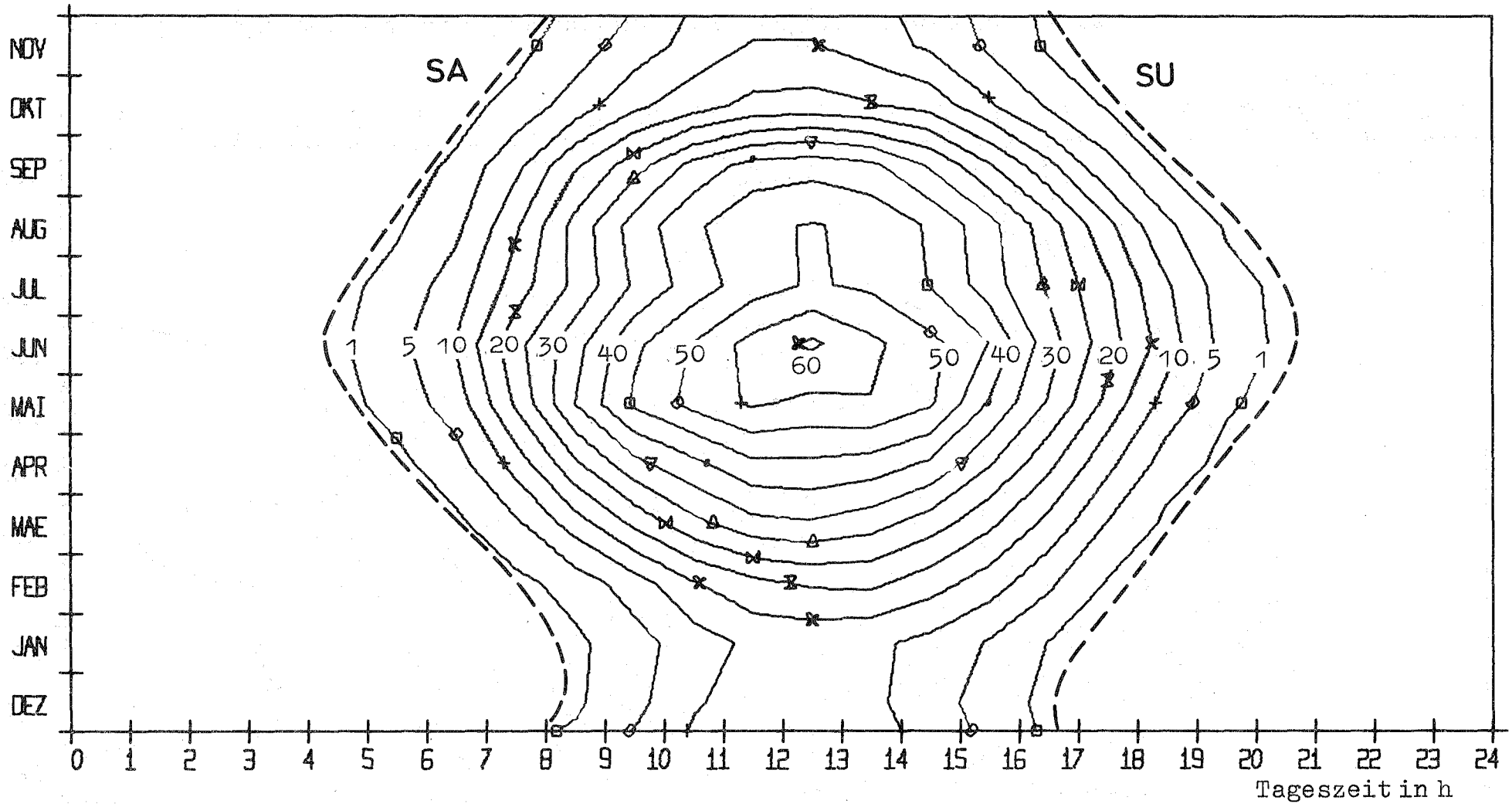


Abb. 25 Isolinien der Globalstrahlung in  $\text{mW}/\text{cm}^2$  im Jahres-Tagesgang

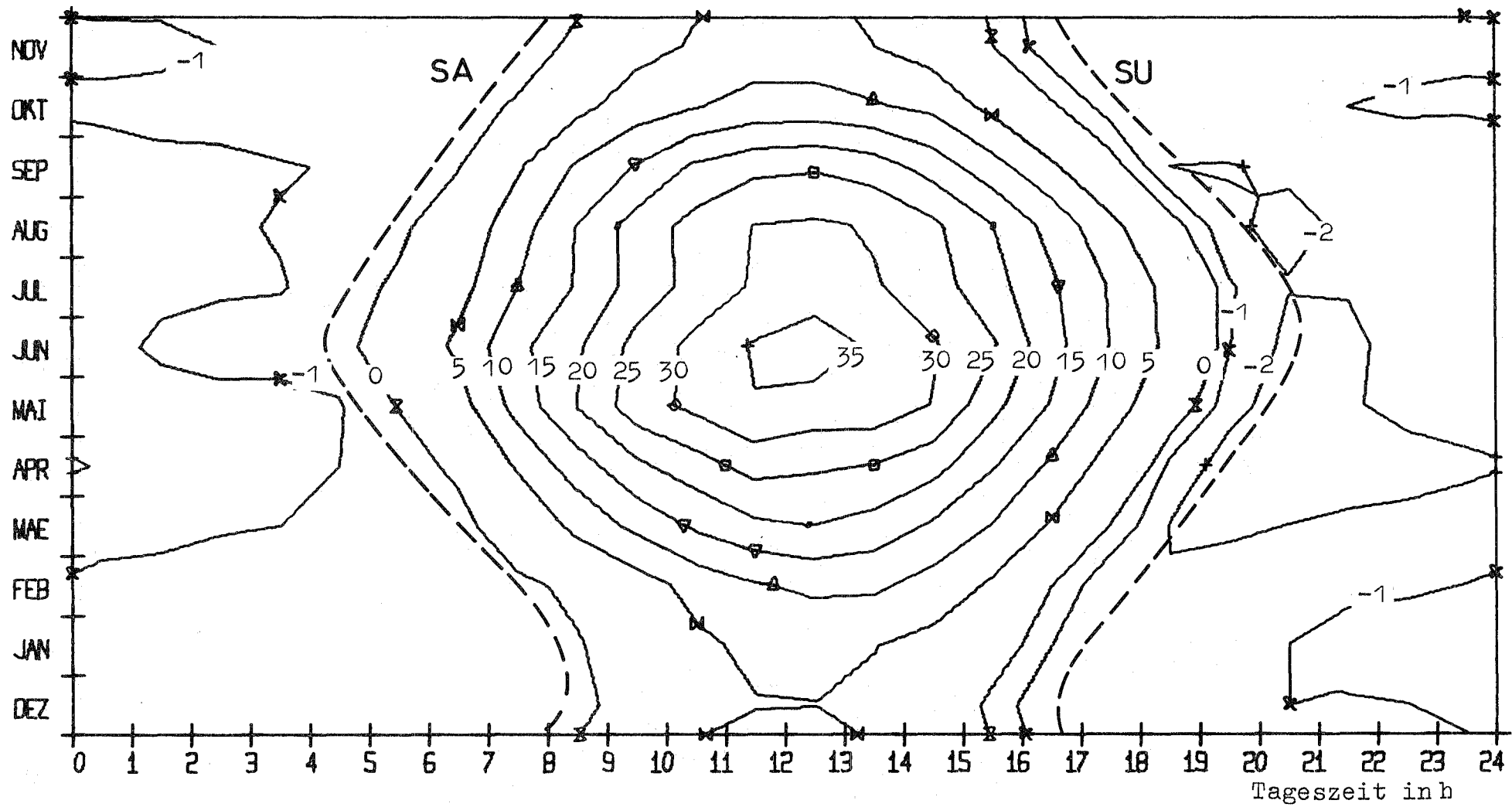


Abb. 26 Isolinien der Strahlungsbilanz in  $\text{mW/cm}^2$  im Jahres-Tagesgang

Strahlungsbilanz  $S$  in  $\text{mW}/\text{cm}^2$

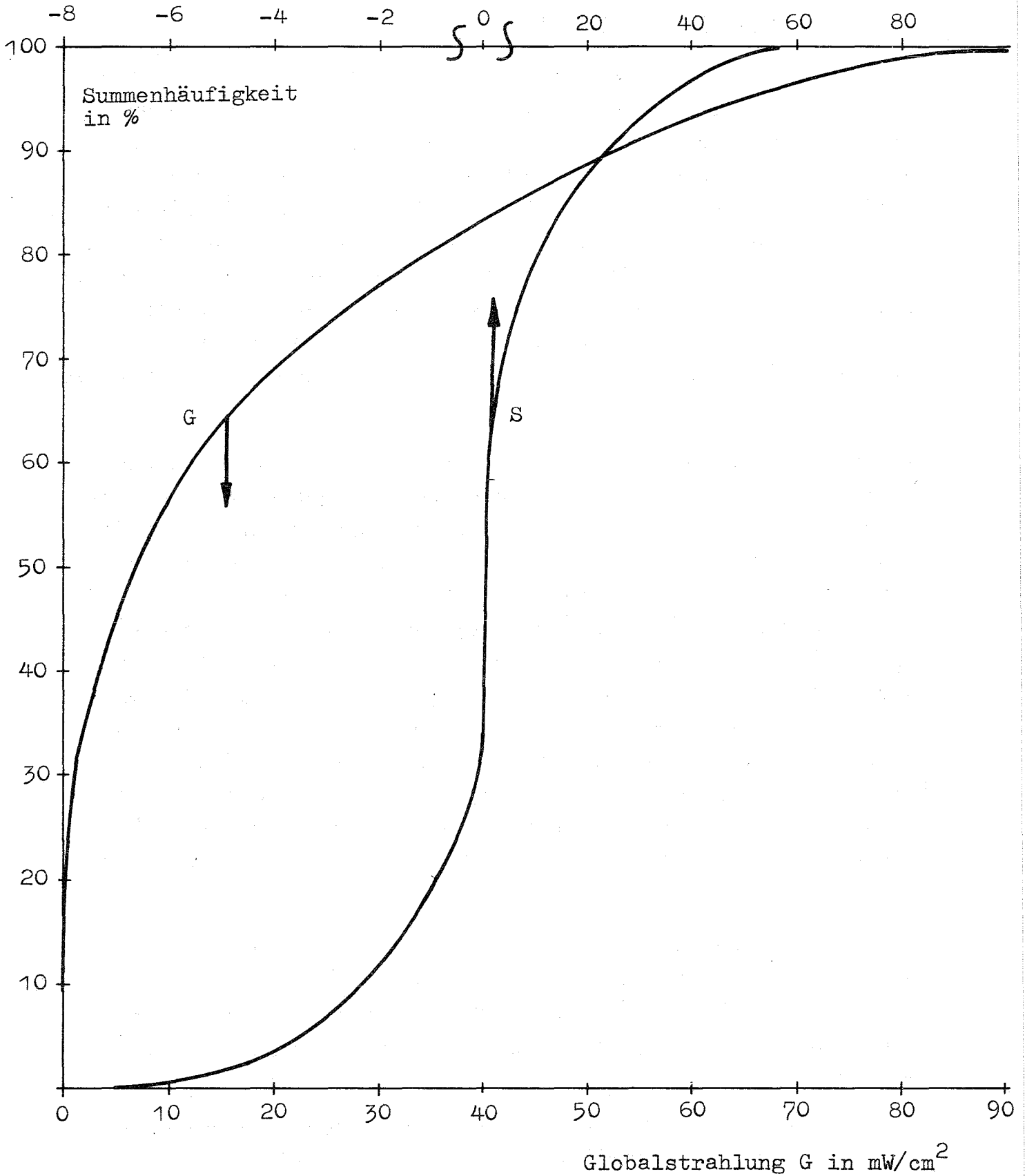


Abb. 27 Summenhäufigkeit der Globalstrahlung und der Strahlungsbilanz

## 6. Windrichtungsfluktuationen

Die Auswertungen der Windrichtungsfluktuationen beziehen sich auf Messungen mit einer Vektorfahne\* in 100 m Höhe und auf Messungen mit sechs Schwertwindfahnen\*\* in 40, 60, 80, 100, 160 und 200 m Höhe. Die Vektorfahne erfaßt Fluktuationen der horizontalen und vertikalen Windrichtung mit einer Periodendauer  $T \leq 180$  s. Aus diesen Fluktuationen werden elektronisch die mittleren quadratischen Abweichungen  $\sigma_{\theta}$  (horizontal) und  $\sigma_{\phi}$  (vertikal) erzeugt. Im Gegensatz zur Vektorfahne werden bei der Schwertwindfahne die  $\sigma_{\theta}$ -Werte aus 150 Einzelwerten pro 10-min-Intervall berechnet. Somit werden Fluktuationen mit einer Periodendauer  $8 \leq T \leq 600$  s erfaßt.

Die Windrichtungsfluktuationen beruhen auf mechanischen und thermischen Ursachen. Der Jahres-Tagesgang der Streuungen ist dabei überwiegend durch denjenigen der Strahlungsbilanz bedingt (vgl. Abb. 26), das Jahresmittel ist dagegen von der Rauigkeit des Untergrunds und der Meßhöhe abhängig. Die Abbn. 28 und 29 zeigen den mit der Vektorfahne gemessenen Jahres-Tagesgang.  $\sigma_{\phi}$ -Werte über  $9^{\circ}$  werden bereits im April erreicht. Zwischen April und September weist der monatliche Gang um die Mittagszeit keine großen Änderungen auf. Dies läßt darauf schließen, daß ab einer Strahlungsbilanz von etwa  $20 \text{ mW/cm}^2$  eine Erhöhung der Strahlung im Mittel zu keiner entsprechenden Verstärkung der Fluktuationen in dem betrachteten Frequenzbereich führt. Die kleinsten Streuungen treten im August kurz nach Sonnenuntergang auf.

Bei  $\sigma_{\theta}$  setzt der Anstieg im Frühjahr eher ein und ist stärker ausgeprägt als bei  $\sigma_{\phi}$ . Bei der Berechnung von  $\sigma_{\theta}$  werden auch Windrichtungsänderungen erfaßt. Dies macht sich in dem unregelmäßigeren Verlauf der Isolinien von  $\sigma_{\theta}$  im Vergleich zu  $\sigma_{\phi}$  bemerkbar.

---

\*Vectorvane, Model 1053 III-2, Meteorology Research, Inc.

\*\*Schwertwindfahne, Modell 1466H, Fa. Lambrecht



In Abb. 30 sind die aus den Messungen der Schwertwindfahnen berechneten Isolinien von  $\sigma_{\ominus}$  im Höhen-Jahresgang dargestellt. Die Maximalwerte werden in allen Höhen im Juni erreicht. Die Minimalwerte liegen oberhalb von 100 m im November, darunter zwischen Oktober und Dezember.

Die Amplitude des Jahresgangs nimmt mit der Höhe zu; in 40 m Höhe beträgt sie  $1,2^{\circ}$ , in 160 m Höhe dagegen  $1,8^{\circ}$ . Dies ist darauf zurückzuführen, daß der thermische Einfluß auf die Windrichtungsfluktuationen weniger mit der Höhe abnimmt, als der Einfluß der Bodenrauigkeit. Der thermische Anteil an den Windrichtungsfluktuationen, der, wie oben erwähnt, die Jahresamplitude hervorruft, wird somit im Vergleich zum mechanischen Anteil mit zunehmender Höhe immer größer.

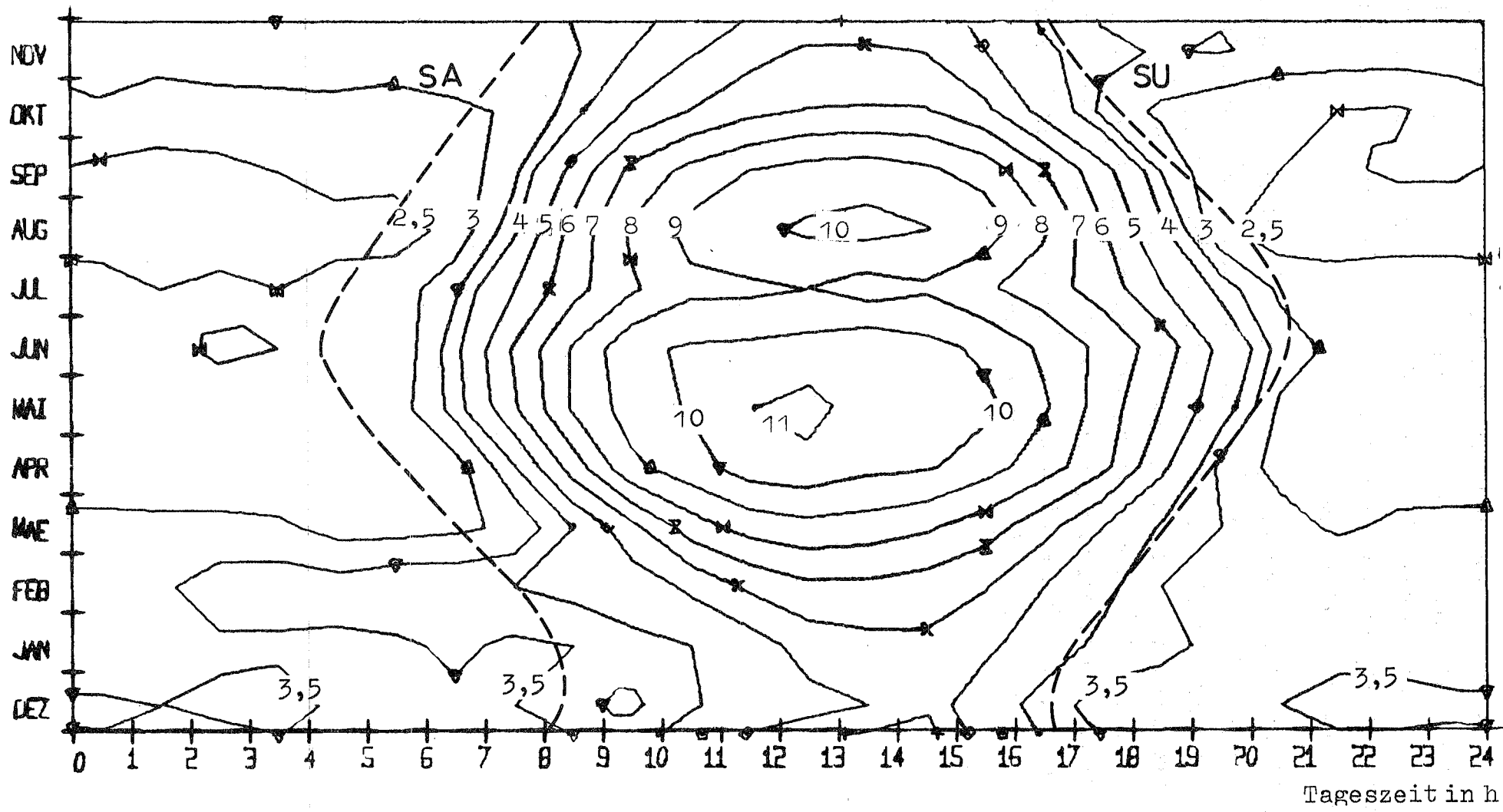


Abb. 28 Isolinien der Streuung der vertikalen Windrichtungsfluktuationen in Grad im Jahres-Tagesgang Höhe 100 m

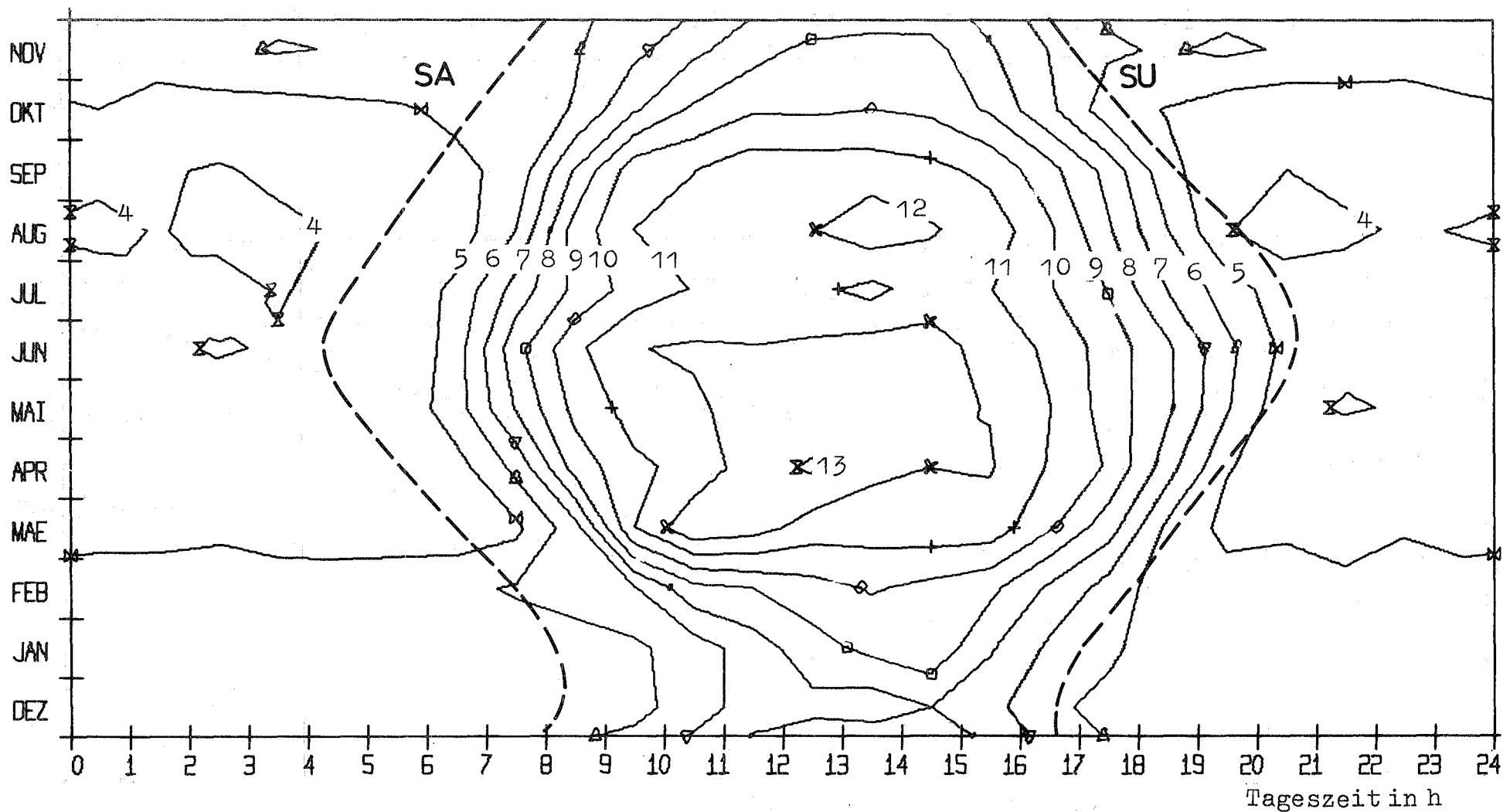


Abb. 29 Isolinien der Streuung der horizontalen Windrichtungsfluktuationen in Grad im Jahres-Tagesgang Höhe 100 m

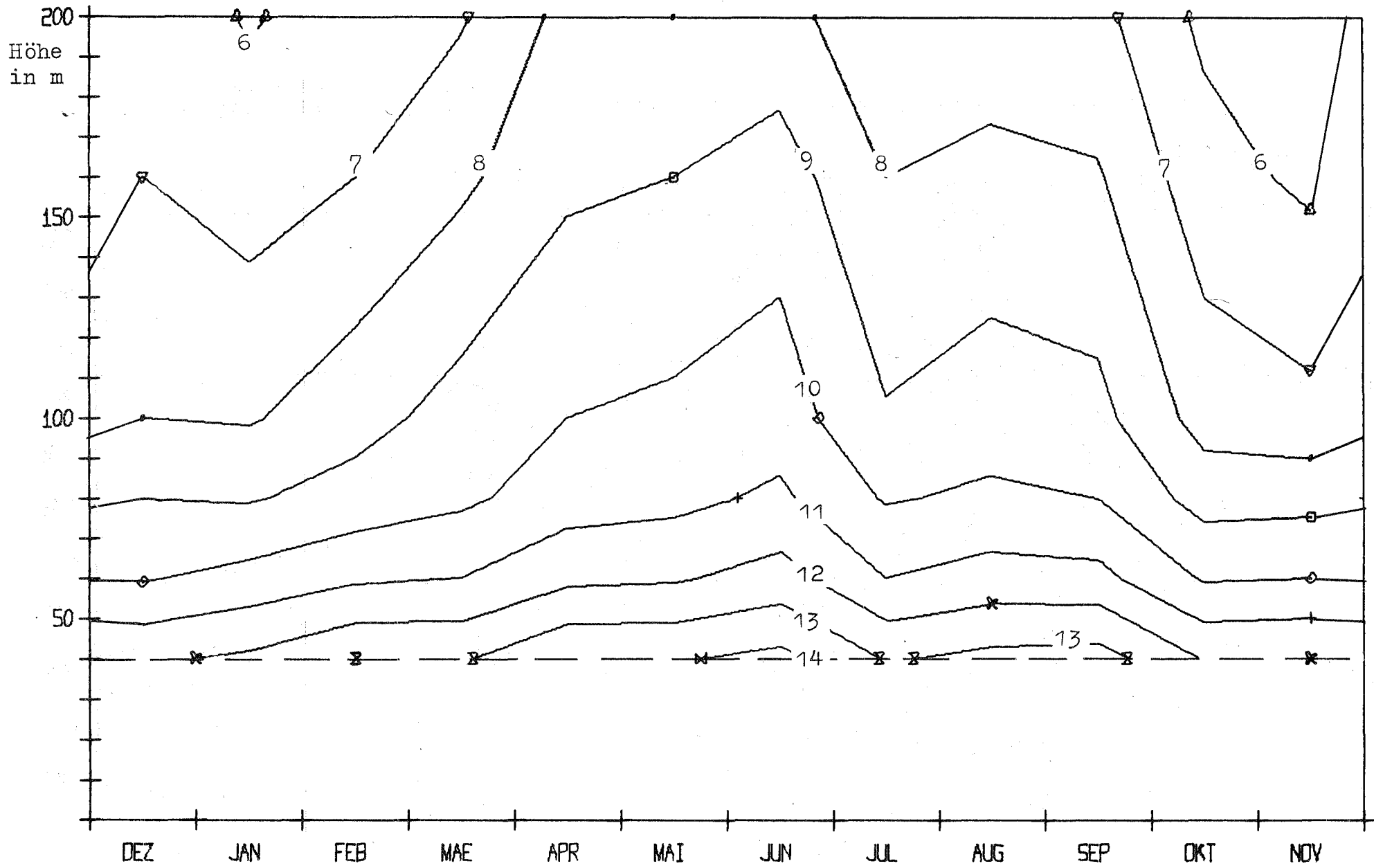


Abb. 30 Isolinien der Streuung der horizontalen Windrichtungsfluktuationen in Grad in Abhängigkeit von Höhe und Jahreszeit

Literatur

- /1/ Süß, F., P. Thomas;  
On-line Datenerfassung in einer Kopplung meteorologischer  
Turm - PDP-8/I - CALAS-System, KFK 1934, April 1974
- /2/ Nagel, D., P. Thomas;  
Aufbereitung der meteorologischen Daten und Beschreibung  
der Datenträger, KFK 1948, April 1974
- /3/ Lettau, H.;  
Atmosphärische Turbulenz, Akademische Verlagsgesellschaft,  
1939
- /4/ Nester, K.;  
Statistische Auswertungen der Windmessungen im Kernfor-  
schungszentrum Karlsruhe aus den Jahren 1968/69,  
KFK 1606, Juni 1972
- /5/ Kraus, H.;  
Wie entsteht der Tagesgang der Lufttemperatur?  
Zeitschrift für Meteorologie 17, 339-342, 1966
- /6/ Brocks, K.;  
Über den täglichen und jährlichen Gang der Höhenabhängig-  
keit der Temperatur in den unteren 300 m der Atmosphäre  
und ihren Zusammenhang mit der Konvektion, B.d.DWD,  
Nr. 5, 1948
- /7/ Hübschmann, W. et.al.;  
Digitale Datenerfassung meteorologischer Meßwerte,  
Staub-Reinhaltung der Luft, 33, 245-248, 1973
- /8/ Mayer, H.;  
Temperatur und Feuchte in der bodennahen Atmosphäre über  
Karlsruhe, Dissertation Universität Karlsruhe, 1974

/9/ Monatlicher Witterungsbericht für Baden, Wetteramt  
Freiburg, 1974

/10/ Baumgartner, A., G. Gietl;  
Globalstrahlung in München 1960-1974, Universität München -  
Meteorologisches Institut, Wiss., Mitt. Nr. 25, Feb. 1975

GRAD	WINDGESCHWINDIGKEITSTUFEN IN M/S																				SUM	
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
10	1	4	25	50	68	50	30	12	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
20	0	6	34	60	75	51	19	5	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	254
30	1	6	35	58	66	33	17	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221
40	1	5	41	64	77	36	17	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	251
50	0	8	42	83	126	106	53	21	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	445
60	0	7	50	90	161	154	77	27	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	574
70	1	8	43	68	125	148	80	31	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512
80	0	9	40	55	66	70	44	16	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308
90	0	9	35	44	42	35	21	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
100	0	8	34	41	37	22	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153
110	0	7	29	39	31	23	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
120	0	7	32	37	27	17	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
130	1	6	26	34	24	20	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127
140	1	7	25	29	24	16	16	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
150	1	7	24	26	21	13	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
160	1	9	26	29	17	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
170	1	6	26	35	17	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
180	1	6	27	35	27	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
190	1	6	23	44	47	29	11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163
200	0	5	25	50	84	74	38	14	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
210	0	6	24	62	136	175	141	66	25	16	7	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	668
220	0	4	26	72	163	283	307	195	106	58	32	20	13	5	4	1	0	0	0	0	0	1291
230	0	5	24	67	124	184	190	137	94	61	30	20	8	3	1	0	0	0	0	0	0	950
240	1	4	25	58	85	89	95	73	52	32	17	10	6	3	2	1	0	0	0	0	0	553
250	0	5	25	43	52	55	64	59	40	29	16	6	4	3	2	1	0	0	0	0	0	404
260	0	3	26	39	43	43	46	40	24	19	10	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	303
270	0	4	24	36	32	30	25	22	14	10	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	207
280	0	3	23	27	20	21	12	9	5	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	129
290	0	4	19	25	18	13	7	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
300	0	4	17	22	17	9	6	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
310	0	4	21	25	15	6	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
320	0	4	21	29	17	10	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
330	1	5	22	29	22	10	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
340	0	5	21	32	31	17	7	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
350	0	4	24	41	54	39	16	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190
360	0	4	24	36	48	51	30	13	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212
SUM	15	207	1009	1615	2041	1961	1428	795	417	246	125	72	38	17	10	3	1	0	0	0	0	10000

Tab. zu Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in 1/100 % je 10 Grad-Sektor in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Höhe 60 m

GRAD

WINDGESCHWINDIGKEITSTUFEN IN M/S

	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	24	SUM	
10	0	2	12	18	27	30	30	29	24	16	13	9	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	224
20	0	2	11	25	32	38	32	26	25	16	10	8	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	234
30	0	3	16	26	33	30	30	26	24	13	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
40	0	3	15	27	31	34	29	26	17	10	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201
50	0	4	16	30	35	32	37	29	22	16	14	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247
60	2	6	15	29	45	55	47	41	40	35	31	21	12	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	384
70	1	5	18	25	44	57	64	59	51	43	28	16	12	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	429
80	2	4	18	26	36	39	50	64	61	55	35	21	11	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	428
90	1	4	19	36	39	36	44	50	47	39	28	15	7	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	372
100	1	6	21	27	31	30	36	35	28	21	20	11	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	273
110	1	3	20	28	27	22	28	32	28	22	15	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238
120	1	3	19	23	27	23	21	21	18	11	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181
130	1	2	15	18	18	14	12	10	12	9	8	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
140	1	4	12	15	12	9	10	7	6	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
150	1	3	13	14	10	6	9	6	4	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
160	1	3	14	14	12	11	14	7	5	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
170	2	5	14	15	11	8	7	4	3	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
180	2	5	13	17	14	8	6	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
190	1	4	14	20	17	13	10	7	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98
200	1	4	15	23	24	19	13	10	9	6	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130
210	1	3	15	29	41	34	33	28	18	16	18	16	11	7	6	3	2	0	0	0	0	0	0	282
220	0	3	15	30	47	65	61	58	64	62	53	60	48	49	32	20	13	14	10	7	5	6	6	723
230	0	2	16	32	54	77	90	111	122	122	132	132	108	75	56	35	26	19	17	8	3	4	4	1239
240	0	3	15	30	48	68	90	122	131	134	124	94	69	53	35	26	19	14	6	3	1	2	2	1087
250	1	3	15	26	40	55	68	70	86	77	66	59	47	28	19	9	5	4	3	2	2	3	3	687
260	1	4	16	24	32	39	44	50	51	49	41	38	25	14	8	5	4	2	1	1	0	1	0	450
270	1	4	13	23	24	25	30	31	36	30	25	19	13	7	5	1	1	1	0	1	0	0	0	289
280	0	3	14	19	20	18	19	17	15	12	8	6	6	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	168
290	1	4	12	21	15	12	12	10	11	6	5	3	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	120
300	1	3	12	16	14	9	9	9	9	6	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
310	1	6	11	15	14	9	8	10	8	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94
320	1	3	11	15	14	11	8	9	7	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
330	0	3	10	18	15	11	9	7	6	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
340	0	2	12	22	17	18	9	8	5	4	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
350	0	2	12	25	23	23	18	16	16	9	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157
360	0	3	12	19	19	23	22	15	10	9	6	6	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	148
SUM	27	125	521	818	962	1009	1058	1066	1028	881	739	588	412	269	175	106	72	56	38	22	12	16	9999	

Tab. zu Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in 1/100 % je 10 Grad-Sektor in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit Höhe 200 m



WR	HOEHE IN METERN					
	40	60	80	100	160	200
10	2.6	2.5	2.6	2.7	2.9	2.2
20	2.4	2.5	2.5	2.5	2.7	2.3
30	2.6	2.2	2.2	2.1	2.0	2.1
40	3.7	2.5	2.7	2.5	2.1	2.0
50	4.9	4.5	4.6	3.9	3.4	2.5
60	5.0	5.7	5.6	5.1	4.9	3.8
70	4.5	5.1	5.2	5.3	4.8	4.3
80	3.1	3.1	3.2	3.7	3.9	4.3
90	1.9	1.9	1.8	2.6	2.6	3.7
100	1.5	1.5	1.7	1.5	2.3	2.7
110	1.4	1.4	1.4	1.7	1.7	2.4
120	1.3	1.3	1.1	1.3	1.4	1.8
130	1.3	1.3	1.1	1.0	1.0	1.3
140	1.3	1.2	1.3	1.2	0.8	0.9
150	1.2	1.0	0.9	1.1	0.9	0.7
160	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9
170	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.8
180	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8
190	1.7	1.6	1.5	1.5	1.1	1.0
200	2.8	3.0	2.7	2.9	2.0	1.3
210	6.0	6.7	6.8	6.9	5.2	2.8
220	10.5	12.9	13.3	13.4	11.8	7.2
230	11.5	9.5	9.3	9.7	12.0	12.4
240	5.7	5.5	5.7	5.8	7.4	10.9
250	4.4	4.0	4.1	3.9	4.6	6.9
260	3.1	3.0	2.9	2.8	3.3	4.5
270	2.0	2.1	2.1	2.0	2.4	2.9
280	1.3	1.3	1.4	1.4	1.6	1.7
290	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2
300	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9
310	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
320	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8
330	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
340	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
350	1.5	1.9	1.9	1.7	1.4	1.6
360	2.0	2.1	2.1	1.9	1.8	1.5

WR=WINDRICHTUNG IN GRAD

Tab. zu Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in % je 10 Grad-Sektor in Abhängigkeit von der Höhe

TAGESZEIT IN STUNDEN

HOEHE IN M	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	
20	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.5	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.0	2.8	2.5	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.5	
30	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	2.8	3.0	3.3	3.4	3.6	3.8	3.8	3.7	3.6	3.5	3.4	3.1	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	
40	3.4	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.0	3.9	3.9	3.7	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.3	3.5
50	3.9	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	4.4	4.4	4.3	4.2	4.1	3.9	3.9	3.9	4.0	3.9	3.9	4.0	
60	4.3	4.2	4.2	4.2	4.1	4.0	4.0	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.4	4.3	4.3	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	
80	4.9	4.8	4.8	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	4.9	4.9	5.0	4.9	4.8	4.9	5.0	5.0	5.0	4.9	4.8	
100	5.4	5.4	5.3	5.3	5.2	5.1	5.0	4.8	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.3	5.3	5.4	5.5	5.5	5.4	5.4	5.2	
130	6.0	5.9	5.9	5.9	5.8	5.7	5.6	5.4	5.2	5.2	5.2	5.3	5.4	5.5	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.1	6.1	6.0	5.7	
160	6.6	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.2	5.9	5.7	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7	5.8	6.0	6.1	6.2	6.4	6.6	6.6	6.6	6.5	6.1	
200	7.4	7.3	7.2	7.2	7.1	7.0	6.9	6.6	6.4	6.1	6.0	6.0	6.2	6.2	6.2	6.2	6.5	6.6	6.8	7.1	7.3	7.3	7.4	7.4	6.8	

Tab. zu Abb. 6: Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit      Jahresmittel

		TAGESZEIT IN STUNDEN																							
HOEHE IN M	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
20	2.1	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	2.1	2.3	2.6	2.9	3.1	3.3	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.0	2.6	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5
30	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.5	2.5	2.7	3.0	3.3	3.5	3.8	3.9	3.8	3.8	3.7	3.7	3.5	3.1	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7	3.1
40	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	3.0	3.3	3.6	3.8	4.1	4.2	4.2	4.1	4.0	4.1	3.9	3.5	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2	3.5
50	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6	3.4	3.3	3.3	3.5	3.8	4.0	4.3	4.4	4.4	4.4	4.3	4.4	4.2	3.8	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8
60	4.2	4.1	4.0	4.0	4.0	3.8	3.6	3.5	3.7	4.0	4.2	4.5	4.7	4.6	4.6	4.5	4.6	4.4	4.1	4.1	4.0	4.1	4.2	4.1	4.2
80	4.7	4.6	4.6	4.6	4.5	4.4	4.1	3.9	4.0	4.2	4.5	4.8	4.9	4.9	4.9	4.8	4.9	4.8	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.6
100	5.2	5.1	5.0	5.0	5.0	4.9	4.5	4.1	4.2	4.3	4.6	4.9	5.1	5.1	5.1	5.0	5.2	5.1	4.9	5.0	5.0	5.2	5.2	5.1	4.9
130	5.8	5.7	5.6	5.6	5.5	5.5	5.2	4.6	4.5	4.6	4.8	5.1	5.3	5.3	5.2	5.2	5.4	5.3	5.3	5.5	5.6	5.8	5.8	5.8	5.3
160	6.4	6.2	6.1	6.1	6.1	6.0	5.7	5.0	4.8	4.7	5.0	5.3	5.5	5.5	5.4	5.4	5.7	5.6	5.6	5.9	6.1	6.3	6.3	6.4	5.7
200	7.1	6.9	6.7	6.8	6.7	6.7	6.5	5.8	5.3	5.0	5.3	5.6	5.8	5.8	5.8	5.8	6.1	6.0	6.1	6.4	6.7	6.9	7.0	7.1	6.3

Tab. zu Abb. 7: Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Sommer

		TAGESZEIT IN STUNDEN																							
HOEHE IN M	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
20	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.6	2.8	2.9	2.9	2.8	2.7	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5
30	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.0	3.0	3.1	3.0	3.0	3.1	3.4	3.5	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.1
40	3.5	3.4	3.4	3.4	3.5	3.4	3.4	3.5	3.4	3.3	3.4	3.6	3.8	3.8	3.7	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.4	3.5
50	4.0	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	4.0	4.2	4.2	4.1	4.0	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1	3.9	4.0
60	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0	4.2	4.4	4.4	4.3	4.2	4.2	4.3	4.4	4.3	4.5	4.5	4.4	4.3	4.3
80	5.0	5.0	5.0	4.9	5.0	4.9	5.0	5.0	4.8	4.7	4.6	4.7	4.9	4.9	4.7	4.7	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.0	4.9
100	5.5	5.5	5.5	5.4	5.5	5.4	5.4	5.4	5.2	5.1	4.9	5.0	5.1	5.1	5.0	5.1	5.2	5.4	5.5	5.5	5.6	5.6	5.5	5.4	5.3
130	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.8	5.6	5.4	5.5	5.5	5.5	5.4	5.5	5.7	5.9	6.1	6.1	6.2	6.2	6.1	6.0	5.9
160	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.4	6.1	5.9	6.0	5.9	5.9	5.8	5.9	6.1	6.5	6.6	6.5	6.7	6.7	6.6	6.5	6.4
200	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2	6.9	6.7	6.6	6.5	6.5	6.5	6.6	6.8	7.1	7.4	7.3	7.4	7.5	7.4	7.3	7.1

Tab. zu Abb. 8: Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit in m/s in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Winter

MONAT	TAGESZEIT IN STUNDEN																								MITTEL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
DEZ	3.5	3.4	3.4	3.5	3.4	3.3	3.4	3.5	3.4	3.3	3.3	3.5	3.4	3.6	3.5	3.5	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
JAN	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.3	3.6	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.4	3.2	3.0	3.3
FEB	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.8	3.7	3.6	3.6	3.4	3.8	4.2	4.6	4.6	4.4	4.1	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	3.9	3.9
MAE	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.8	2.7	3.2	3.5	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.4	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3.1	3.3
APR	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1	3.1	3.0	3.1	3.4	3.9	4.0	4.2	4.4	4.5	4.5	4.4	4.5	4.1	3.7	3.4	3.5	3.5	3.4	3.3	3.7
MAI	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	3.2	3.5	3.9	4.0	3.9	4.1	4.3	4.2	4.0	3.9	3.9	3.5	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.5
JUN	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.0	2.9	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.3	4.0	4.1	4.1	4.2	3.9	3.6	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5
JUL	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	2.9	3.1	3.4	3.7	3.9	4.2	4.4	4.6	4.4	4.2	4.4	4.1	3.7	3.5	3.3	3.3	3.4	3.2	3.6
AUG	3.1	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	3.2	3.5	3.7	3.9	3.9	3.9	3.9	3.8	3.7	3.6	3.2	2.8	2.8	3.0	3.0	3.1	3.3
SEP	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.0	3.0	2.8	3.0	3.4	3.8	4.0	4.2	4.4	4.3	4.1	3.9	3.6	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.2	3.5
OKT	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	3.8	3.9	3.8	4.0	3.9	3.6	3.4	3.4	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6
NOV	3.9	3.8	3.9	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8	4.1	4.0	3.9	3.9	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	4.3	4.2	4.0	3.9

Tab. zu Abb. 9: Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit in m/s im Jahres-Tagesgang Höhe 40 m

## TAGESZEIT IN STUNDEN

P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
-0.50	30	31	16	15	0	46	31	30	31	92	46	30	60	90	45	46	30	15	74	44	30	30	30	60
-0.12	0	46	0	15	0	0	46	30	31	46	61	30	30	15	0	0	0	29	29	15	0	15	15	15
-0.08	60	31	0	31	0	31	15	30	108	92	92	121	30	45	15	76	0	15	29	0	0	0	15	30
-0.04	30	15	47	0	31	31	61	46	92	168	153	136	120	90	61	46	90	74	29	30	15	30	30	30
0.0	90	62	63	77	31	92	31	46	123	229	366	242	254	225	258	106	75	15	44	74	89	60	30	15
0.04	60	62	110	31	61	77	46	91	261	550	626	742	688	511	576	622	181	206	133	74	30	75	90	60
0.08	75	93	78	124	183	107	61	167	584	840	885	1152	1136	1216	1000	880	618	236	162	148	134	120	45	60
0.12	90	77	125	139	214	184	77	365	829	1176	1603	1576	1794	2117	1833	1426	1222	707	251	193	89	105	211	149
0.16	151	185	125	93	214	123	245	472	768	1191	1328	1636	1734	1787	1803	1851	1312	1134	339	178	208	211	105	194
0.20	226	262	203	247	275	214	322	594	876	901	901	1227	1271	1006	1394	1138	1373	1193	531	237	268	256	226	149
0.24	331	262	282	371	321	413	505	822	814	763	992	712	972	871	985	1077	1146	1105	1136	533	402	422	361	269
0.28	648	756	610	711	856	689	904	974	1014	962	885	833	673	796	803	1017	1237	1325	1401	1007	863	753	663	732
0.32	1325	1404	1518	1360	1131	1302	1348	1507	1321	1053	718	682	688	601	515	759	1071	1429	1475	1585	1280	1325	1431	1555
0.36	1536	1219	1455	1561	1498	1608	1394	1355	906	534	504	348	149	270	303	470	588	943	1563	1600	1533	1446	1581	1480
0.40	1250	1358	1424	1221	1239	980	1348	1096	645	321	244	91	179	45	152	228	437	604	973	1422	1354	1416	1386	1211
0.44	934	1358	1158	1159	948	1225	812	639	553	382	137	91	30	90	61	61	347	412	855	1052	1265	994	934	972
0.48	1099	926	814	757	933	965	965	570	292	153	122	106	75	45	91	121	136	265	339	815	923	783	753	1151
0.52	904	710	720	804	627	689	735	350	200	76	61	121	0	30	0	46	45	177	221	415	759	723	768	628
0.56	407	355	532	417	428	352	306	259	230	137	46	30	30	0	45	0	15	15	206	267	342	572	602	374
0.60	316	262	266	325	367	352	291	167	138	137	92	45	90	30	30	15	15	59	88	133	223	256	331	374
0.64	105	216	250	185	260	168	107	91	77	0	15	15	0	30	15	0	0	15	59	59	119	181	136	179
0.68	151	93	31	155	107	107	107	61	15	61	15	15	0	15	0	0	0	15	29	44	15	60	151	105
0.72	15	93	47	31	46	107	61	0	15	61	0	0	0	15	15	0	15	0	0	15	30	45	30	75
0.76	166	123	125	170	229	138	184	137	77	76	107	15	0	60	0	15	45	15	29	59	30	120	75	135
1.50																								

SUMME 10000  
 Tab. zu Abb. 10: Häufigkeitsverteilung des Windprofilexponenten p in 1/100 % in Abhängigkeit von der Tageszeit

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	-0.5	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-0.7	0.1	1.0	1.8	2.2	2.4	2.0	1.1	0.6	0.3	0.1	0.1	-0.1	-0.3	-0.4	0.1
JAN	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.8	1.2	1.8	2.8	3.5	3.8	4.1	4.0	3.6	3.0	2.6	2.3	2.0	1.7	1.5	1.4	1.9
FEB	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	2.1	2.8	3.7	4.5	5.2	5.9	6.4	6.2	5.7	4.6	3.7	3.3	2.9	2.6	2.4	2.3	3.4
MAE	3.6	3.2	2.9	2.6	2.3	2.2	2.2	2.6	4.3	5.8	7.1	8.3	9.3	10.0	10.5	10.6	10.5	9.7	8.0	6.6	5.8	5.2	4.6	4.2	5.9
APR	5.2	4.7	4.3	3.9	3.4	3.5	3.9	5.5	7.1	8.5	9.7	10.8	11.7	12.2	12.8	13.0	12.8	12.2	11.1	9.1	7.9	7.2	6.6	6.1	8.1
MAI	9.7	9.2	8.8	8.6	8.3	8.3	9.7	11.3	12.9	14.3	15.4	16.5	17.2	17.9	18.2	18.3	18.1	17.5	16.6	14.8	12.8	11.7	10.9	10.3	13.2
JUN	13.0	12.4	11.9	11.5	11.2	11.6	13.2	14.7	15.8	17.3	18.5	19.4	20.3	20.7	21.1	21.3	21.1	20.6	19.9	18.3	16.4	15.1	14.4	13.7	16.4
JUL	14.2	13.8	13.5	13.2	12.8	13.0	14.1	15.4	16.4	17.8	18.8	19.7	20.6	21.1	21.5	21.5	21.4	21.0	20.1	18.8	17.0	16.0	15.4	14.8	17.2
AUG	15.8	15.3	14.9	14.4	14.1	13.9	14.6	16.3	17.9	19.5	20.7	21.8	22.6	23.4	23.8	24.2	24.1	23.5	22.0	20.0	18.3	17.4	16.6	16.2	18.8
SEP	12.7	12.4	12.1	11.6	11.3	11.1	11.1	12.4	14.1	15.5	17.1	18.4	19.4	20.0	20.4	20.5	20.1	19.1	17.3	15.7	14.6	14.1	13.5	13.0	15.3
OKT	5.4	5.4	5.3	5.4	5.3	5.3	5.3	5.4	6.0	6.9	7.9	8.5	9.3	9.9	10.3	10.2	9.7	8.8	7.6	6.9	6.5	6.1	5.7	5.4	7.3
NOV	3.7	3.4	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8	3.2	4.0	4.9	5.9	6.5	7.0	7.4	7.2	6.3	5.6	5.4	5.0	4.7	4.4	4.1	3.9	4.6

Tab. zu Abb. 11: Stundenmittelwerte der Temperatur in °C im Jahres-Tagesgang Höhe 2 m

TAGESZEIT IN STUNDEN

HOEHE IN M	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
2	7.3	7.0	6.7	6.4	6.2	6.2	6.6	7.4	8.4	9.6	10.7	11.7	12.5	13.1	13.6	13.5	13.1	12.4	11.4	10.2	9.2	8.6	8.1	7.6	9.5
30	9.2	8.8	8.4	8.1	7.8	7.6	7.6	8.1	8.9	9.9	10.9	11.9	12.4	12.9	13.4	13.6	13.4	13.1	12.6	12.0	11.4	10.7	10.1	9.6	10.5
60	9.6	9.2	8.9	8.5	8.2	7.9	7.8	8.1	8.8	9.6	10.6	11.5	12.0	12.5	13.0	13.2	13.1	12.9	12.6	12.1	11.7	11.1	10.6	10.1	10.6
100	9.9	9.5	9.1	8.7	8.4	8.1	7.9	8.1	8.6	9.3	10.2	11.1	11.6	12.1	12.6	12.8	12.7	12.6	12.4	12.1	11.7	11.3	10.8	10.3	10.5
130	9.9	9.6	9.2	8.8	8.5	8.2	8.0	8.0	8.4	9.1	10.0	10.8	11.3	11.8	12.3	12.6	12.5	12.4	12.2	11.9	11.6	11.2	10.8	10.3	10.4
160	10.0	9.6	9.2	8.9	8.5	8.3	8.0	8.0	8.3	8.9	9.8	10.6	11.1	11.6	12.1	12.3	12.2	12.2	12.0	11.8	11.6	11.2	10.8	10.3	10.3
200	10.0	9.6	9.3	9.0	8.6	8.4	8.1	8.0	8.2	8.7	9.5	10.3	10.8	11.2	11.8	12.0	11.9	11.9	11.8	11.6	11.4	11.1	10.7	10.3	10.2

Tab. zu Abb. 12: Stundenmittelwerte der Temperatur in °C in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit      Jahresmittel



TAGESZEIT IN STUNDEN

HÖHE IN M	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
2	14.4	13.9	13.5	13.1	12.7	12.9	14.0	15.5	16.8	18.3	19.4	20.4	21.2	21.8	22.2	22.4	22.3	21.7	20.7	19.0	17.2	16.1	15.5	14.9	17.5
30	16.1	15.6	15.1	14.6	14.2	14.0	14.4	15.3	16.5	17.7	18.9	19.8	20.6	21.2	21.6	21.9	21.9	21.4	21.0	20.2	19.3	18.3	17.5	16.8	18.1
60	16.9	16.3	15.8	15.3	14.8	14.5	14.5	15.2	16.2	17.3	18.5	19.4	20.1	20.7	21.2	21.5	21.5	21.2	20.9	20.4	19.8	19.0	18.2	17.5	18.2
100	17.2	16.7	16.1	15.6	15.2	14.8	14.6	15.0	15.9	16.9	18.0	18.9	19.6	20.2	20.7	21.0	21.1	20.8	20.6	20.3	19.8	19.2	18.5	17.8	18.1
130	17.4	16.8	16.3	15.8	15.3	14.9	14.7	14.9	15.6	16.6	17.7	18.6	19.3	19.9	20.4	20.7	20.8	20.6	20.4	20.1	19.7	19.1	18.5	17.9	18.0
160	17.4	17.0	16.5	16.0	15.4	15.1	14.8	14.8	15.4	16.4	17.4	18.3	19.0	19.6	20.1	20.5	20.6	20.3	20.1	19.9	19.6	19.1	18.6	17.9	17.9
200	17.5	17.1	16.6	16.2	15.6	15.3	15.0	14.9	15.2	16.0	17.0	17.9	18.6	19.3	19.8	20.1	20.2	20.0	19.9	19.6	19.4	18.9	18.5	17.9	17.8

Tab. zu Abb. 13: Stundenmittelwerte der Temperatur in °C in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Sommer

		TAGESZEIT IN STUNDEN																							
HOEHE IN M	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
2	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.6	1.1	1.9	2.8	3.5	3.9	4.2	4.0	3.4	2.7	2.2	1.9	1.7	1.4	1.2	1.1	1.8
30	2.3	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.7	2.1	2.6	3.2	3.8	4.2	4.5	4.5	4.4	4.1	3.7	3.4	3.1	2.9	2.6	2.5	2.8
60	2.5	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.8	2.1	2.4	3.0	3.5	3.8	4.2	4.3	4.2	4.0	3.7	3.5	3.3	3.0	2.8	2.7	2.8
100	2.6	2.3	2.2	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.8	2.0	2.3	2.8	3.2	3.5	3.9	4.0	4.0	3.9	3.6	3.4	3.2	3.0	2.9	2.8	2.8
130	2.6	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.8	1.9	2.2	2.5	2.9	3.3	3.6	3.8	3.8	3.7	3.5	3.3	3.1	2.9	2.8	2.7	2.7
160	2.5	2.3	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5	3.6	3.6	3.6	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6
200	2.5	2.2	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.7	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.2	3.3	3.4	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.4

Tab. zu Abb. 14: Stundenmittelwerte der Temperatur in °C in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Winter

TAGESZEIT IN STUNDEN

HOEHE IN M	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
16	4.8	4.6	4.3	4.1	3.9	3.3	2.0	0.5	-0.6	-1.2	-1.7	-1.9	-1.9	-1.7	-1.3	-0.6	0.5	2.1	4.0	5.1	5.3	5.0	4.9	1.7	
45	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.1	0.6	-0.0	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.4	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.6	-0.1	0.4	1.0	1.4	1.5	1.5	0.1
80	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0	-1.1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.4	0.5	-0.2
115	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	0.1	-0.3
145	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	-0.0	-0.3	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3	-0.1	-0.0	0.0	-0.3
180	-0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.3

Tab. zu Abb. 15: Stundenmittelwerte des Temperaturgradienten in K/100 m in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit      Jahresmittel

TAGESZEIT IN STUNDEN

HOEHE IN M	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	
16	6.0	5.7	5.4	5.2	4.9	3.6	0.8	-1.2	-2.0	-2.4	-2.6	-2.6	-2.6	-2.4	-2.2	-2.2	-1.5	-1.0	0.7	3.7	6.4	6.9	6.5	6.2	1.6	
45	2.0	2.1	1.9	1.9	1.8	1.4	0.2	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6	-1.5	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.5	0.3	1.3	1.9	2.2	2.1	0.2	
80	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.2	-0.5	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-0.8	-0.7	-0.4	0.1	0.5	0.6	0.7	-0.2	
115	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	-0.3	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.2	-0.4
145	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.4	-0.1	-0.7	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.3	-0.2	0.1	0.2	-0.3	
180	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.1	-0.5	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.1	0.1	-0.3	

Tab. zu Abb. 16: Stundenmittelwerte des Temperaturgradienten in K/100 m in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Sommer

TAGESZEIT IN STUNDEN

HOEHE IN M	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
16	3.1	2.7	2.3	2.1	2.1	2.1	2.0	1.8	1.3	0.8	-0.3	-0.9	-1.2	-1.1	-0.9	-0.4	0.8	2.0	2.7	3.2	3.3	3.3	3.3	3.2	1.6
45	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.2	-0.4	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.5	-0.1	0.2	0.4	0.7	0.9	0.9	1.0	0.2
80	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.0	-0.2	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	-0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	-0.1
115	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.1	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.0	-0.3
145	-0.1	-0.0	-0.1	0.0	-0.0	-0.0	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3
180	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3

Tab. zu Abb. 17: Stundenmittelwerte des Temperaturgradienten in K/100 m in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit Winter

Temperaturgradientstufen in K/100 m

HOEHE IN M	-7.1	-5.0	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	12.0	33.9
16	0.2	4.1	3.5	5.1	7.3	9.7	13.8	12.0	8.4	4.5	2.7	2.0	1.6	1.2	2.1	3.7	10.5	7.4	
45	0.0	0.1	0.2	1.9	7.7	17.5	23.9	13.9	7.9	5.4	3.8	2.9	2.6	2.3	3.3	3.9	2.6	0.0	
80	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	17.8	33.2	18.5	9.3	5.6	4.0	3.0	2.2	1.6	1.9	1.2	0.2	0.0	
115	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	14.0	44.3	17.7	9.4	5.1	3.2	1.9	1.3	0.8	0.8	0.6	0.1	0.0	
145	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	9.7	43.5	22.5	9.7	5.4	3.2	1.9	1.3	0.8	0.8	0.5	0.1	0.0	
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	9.3	48.8	20.2	8.6	4.7	2.8	1.9	1.3	0.8	0.8	0.4	0.1	0.0	

Tab. zu Abb. 18: Häufigkeit des Temperaturgradienten in Prozent in Abhängigkeit von der Höhe      Jahresmittel

Temperaturgradientstufen in K/100 m

HOEHE IN M	-7.1	-5.0	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	12.0	25.1
16	0.4	8.4	6.4	8.1	9.3	9.0	9.8	6.9	6.0	4.0	2.1	1.6	1.3	1.0	2.0	3.5	11.8	8.3	
45	0.0	0.0	0.3	3.0	11.9	18.9	17.0	12.0	7.4	5.4	3.9	3.0	2.8	2.4	3.9	4.8	3.1	0.0	
80	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	24.2	28.1	15.9	9.0	5.6	3.8	3.1	2.2	1.7	2.0	1.3	0.2	0.0	
115	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	19.4	41.4	14.3	8.4	5.2	3.7	2.2	1.4	0.9	1.1	0.6	0.1	0.0	
145	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	14.9	39.1	20.2	8.6	5.8	3.9	2.5	1.6	1.0	1.1	0.6	0.1	0.0	
180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	12.5	47.6	16.7	8.1	5.1	3.5	2.4	1.5	1.0	0.9	0.4	0.0	0.0	

Tab. zu Abb. 19: Häufigkeit des Temperaturgradienten in Prozent in Abhängigkeit von der Höhe Sommer

Temperaturgradientstufen in K/100 m

HOEHE IN M	-5.0	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	12.0	30.6
16	0.0	0.2	0.9	3.9	9.8	21.1	18.6	10.9	4.9	3.2	2.3	1.9	1.3	2.6	5.1	9.8	4.2	
45	0.0	0.0	0.0	0.5	14.4	36.0	16.8	7.5	4.9	3.2	2.9	2.3	2.0	3.1	3.9	2.6	0.1	
80	0.0	0.0	0.0	0.3	7.0	43.4	20.3	9.4	5.1	4.0	2.8	2.1	1.8	1.9	1.9	0.3	0.0	
115	0.0	0.0	0.0	0.1	6.3	53.9	18.9	8.7	4.5	2.5	1.7	1.2	0.7	0.6	0.5	0.4	0.0	
145	0.0	0.0	0.1	0.2	2.0	45.7	28.8	10.4	5.3	2.8	1.6	1.1	0.6	0.6	0.5	0.3	0.0	
180	0.0	0.0	0.1	0.2	4.4	49.6	24.8	8.8	4.5	2.6	1.8	1.1	0.8	0.6	0.6	0.3	0.0	

Tab. zu Abb. 20: Häufigkeit des Temperaturgradienten in Prozent in Abhängigkeit von der Höhe Winter



Tageszeit in h	Häufigkeit in % je 1/2 h Intervall		Tageszeit in h	Häufigkeit in % je 1/2 h Intervall	
	Höhenin- versionen	Bodenin- versionen		Höhenin- versionen	Bodenin- versionen
0.30	1,5	62,1	12.30	3,7	2,6
1.00	1,3	62,3	13.00	3,4	2,2
1.30	1,0	64,0	13.30	2,5	1,6
2.00	1,5	63,3	14.00	2,5	1,1
2.30	1,1	61,2	14.30	2,9	1,7
3.00	1,0	61,3	15.00	2,8	3,1
3.30	1,4	60,8	15.30	2,5	3,7
4.00	1,7	61,7	16.00	1,7	5,9
4.30	1,1	60,5	16.30	2,3	5,8
5.00	1,5	61,9	17.00	1,7	9,2
5.30	1,8	60,2	17.30	1,2	10,6
6.00	3,0	54,7	18.00	1,6	14,1
6.30	6,5	49,8	18.30	1,2	21,1
7.00	8,6	41,4	19.00	1,2	28,2
7.30	11,4	31,6	19.30	1,3	36,6
8.00	13,8	24,5	20.00	1,8	43,2
8.30	12,6	18,1	20.30	1,3	46,7
9.00	11,6	13,8	21.00	1,3	52,9
9.30	6,9	11,4	21.30	1,2	56,2
10.00	6,4	8,6	22.00	0,9	57,6
10.30	5,3	6,7	22.30	0,7	60,4
11.00	4,7	4,3	23.00	0,6	60,8
11.30	4,2	4,2	23.30	1,3	60,6
12.00	3,7	3,1	24.00	1,0	61,3

Tab. zu Abb. 21: Häufigkeit der Höhen- und Bodeninversionen 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	0.0	1.9	0.0	1.9	2.8	7.5	5.8	3.9	3.0	4.1	9.7	13.3	9.8	9.3	8.3	5.2	4.1	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.9	3.9
JAN	9.3	7.0	6.9	4.3	1.7	2.6	6.0	0.9	0.9	5.1	12.2	11.2	13.3	9.1	12.8	7.3	4.3	3.4	4.2	7.6	6.8	5.9	5.1	8.5	6.5
FEB	2.0	0.0	1.0	1.0	0.0	2.1	3.1	3.1	10.2	8.2	4.8	2.4	1.1	0.0	2.4	3.7	1.2	2.3	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.2
MAE	0.0	1.7	0.9	2.6	1.7	2.5	1.7	7.7	28.7	22.9	5.9	2.5	0.0	0.8	1.6	2.4	3.3	0.8	0.8	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	3.7
APR	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.8	0.0	12.2	13.6	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	1.4
MAI	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	21.7	28.3	6.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	1.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.6
JUN	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	3.4	21.9	19.6	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.5	2.6	1.7	1.7	0.9	0.0	2.5
JUL	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	15.0	20.0	6.1	2.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.9	1.9	0.9	0.9	0.0	1.9	2.4
AUG	1.6	0.8	0.0	0.0	0.8	3.3	9.8	29.5	23.6	1.6	0.0	0.8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	3.3
SEP	0.8	1.7	0.8	1.7	0.0	0.0	0.8	13.8	28.6	9.8	4.5	1.8	0.0	0.9	0.9	0.0	0.9	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.8	1.8	2.9
OKT	2.0	2.0	1.0	4.0	5.0	3.0	2.0	3.1	11.6	13.0	8.3	9.4	6.9	4.2	1.1	1.0	3.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
NOV	0.0	0.0	1.9	1.0	1.0	1.9	1.9	4.8	6.8	10.8	15.4	7.8	8.7	6.8	7.7	2.9	3.6	1.8	1.8	1.8	2.8	0.9	0.9	0.0	3.8

Tab. zu Abb. 22: Häufigkeit der Höheninversionen in Prozent im Jahres-Tagesgang

	MONAT												
	DEZ	JAN	FEB	MAE	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	MITTEL
SPEZ.FEUCHTE IN G/KG	3.8	4.3	4.2	5.2	4.5	6.0	7.4	8.9	9.5	8.1	5.5	4.9	6.0

Tab. zu Abb. 23: Jahresgang der spezifischen Feuchte in g/kg Höhe 2 m

HOEHE IN M	TAGESZEIT IN STUNDEN																								
	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
2	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1	6.0	6.0
30	6.1	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.1	6.1	6.0	6.0	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0
100	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	5.9	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
200	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5

Tab. zu Abb. 24: Stundenmittelwerte der spezifischen Feuchte in g/kg in Abhängigkeit von Höhe und Tageszeit . Jahresmittel

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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.5	9.6	11.8	12.1	11.1	7.3	2.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
JAN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.0	7.6	11.1	11.6	10.8	8.3	4.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
FEB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.3	7.6	14.9	19.4	21.7	21.7	17.8	12.8	5.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
MAE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.0	12.3	21.1	28.4	33.3	34.8	32.5	27.7	21.2	13.4	4.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8
APR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.9	11.9	23.9	33.4	38.8	43.9	43.8	43.1	39.3	30.6	21.6	11.3	2.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5
MAI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.1	7.3	20.4	34.6	45.6	51.0	54.6	52.6	53.9	50.8	39.8	30.1	18.8	7.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6
JUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.6	10.5	23.6	33.4	43.9	50.7	56.7	60.5	55.8	51.1	44.8	32.1	22.1	12.3	2.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0
JUL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.1	7.1	17.3	26.6	36.4	43.1	48.8	51.6	49.8	45.6	38.1	29.7	21.0	10.6	2.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9
AUG	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.8	13.7	26.4	36.9	43.8	48.6	50.0	48.6	44.3	36.3	26.8	15.9	5.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7
SEP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	8.4	19.0	27.7	37.0	41.9	42.5	40.0	34.0	25.3	15.9	6.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5
OKT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	7.1	13.7	17.7	21.0	21.8	19.9	17.8	10.8	4.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
NOV	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.4	7.0	11.5	14.9	14.9	12.0	9.1	4.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2

Tab. zu Abb. 25: Stundenmittelwerte der Globalstrahlung in  $\text{mW/cm}^2$  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	-0.8	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	0.7	4.1	4.8	4.9	4.0	1.7	-0.5	-1.8	-1.6	-1.3	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-0.9	0.1
JAN	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	-0.1	1.1	4.1	6.1	6.3	5.1	3.2	0.9	-0.9	-1.3	-1.0	-1.1	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	0.6
FEB	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	0.4	2.8	7.0	10.0	11.7	11.3	8.2	4.3	0.0	-1.8	-2.0	-1.7	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	1.6
MAE	-1.4	-1.3	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.6	1.4	6.3	11.4	15.8	19.1	20.2	18.3	14.5	9.8	4.3	-0.1	-2.0	-2.2	-2.1	-1.9	-1.8	-1.6	4.2
APR	-1.8	-1.5	-1.4	-1.4	-1.0	-0.6	0.4	5.7	12.4	18.9	22.8	26.9	25.5	24.9	21.9	15.5	9.1	2.8	-1.2	-2.4	-2.3	-2.3	-2.3	-2.1	6.8
MAI	-1.5	-1.4	-1.3	-1.3	-1.0	0.1	3.0	11.6	20.0	27.6	31.0	34.0	32.5	32.6	29.8	21.9	15.0	7.3	1.3	-1.7	-2.4	-2.0	-1.6	-1.5	10.4
JUN	-1.3	-0.7	-0.7	-0.7	-0.4	1.1	6.0	13.9	19.4	26.7	31.5	35.3	37.5	33.9	30.3	25.5	16.8	9.8	3.8	-0.9	-2.3	-2.1	-1.7	-1.6	11.5
JUL	-1.3	-1.3	-1.0	-1.0	-0.8	0.3	3.1	10.1	15.7	22.4	27.1	31.3	32.7	31.0	27.8	22.2	16.0	9.7	3.4	-0.8	-1.9	-1.9	-1.6	-1.4	9.9
AUG	-1.3	-1.3	-1.0	-0.9	-0.8	-0.4	1.1	7.8	14.9	21.8	26.7	30.0	30.6	29.3	25.8	20.0	13.1	6.0	0.6	-1.9	-2.2	-1.8	-1.5	-1.4	8.8
SEP	-1.4	-1.3	-1.1	-1.1	-0.9	-0.8	-0.1	4.2	10.5	15.2	20.9	23.7	23.9	21.9	17.7	11.8	5.6	0.6	-2.0	-2.1	-1.8	-1.6	-1.6	-1.5	5.8
OKT	-0.8	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8	-0.7	0.1	3.3	7.3	9.6	11.6	11.8	10.3	8.4	3.6	0.2	-1.5	-1.8	-1.4	-1.2	-1.1	-1.0	-0.9	2.1
NOV	-1.2	-1.3	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	0.3	3.1	5.3	7.1	6.8	5.0	2.9	0.1	-1.5	-1.8	-1.6	-1.8	-1.5	-1.4	-1.3	-1.0	0.4

Tab. zu Abb. 26: Stundenmittelwerte der Strahlungsbilanz in  $\text{mW/cm}^2$  im Jahres-Tagesgang

	Strahlungsstufen in $\text{mW/cm}^2$																						
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Global- strahlung								30,2	4,6	3,7	3,6	3,1	11,2	12,5	8,3	6,2	5,2	4,5	3,5	2,4	1,0		
Strahlungs- bilanz	0,3	1,2	2,0	3,1	5,6	6,9	12,9	29,2	3,0	2,6	2,6	2,1	7,5	8,3	5,7	3,8	2,4	0,7	0,1				

Tab. zu Abb. 27: Häufigkeit der Globalstrahlung und der Strahlungsbilanz in %

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	3.6	3.5	3.6	3.7	3.4	3.3	3.4	3.5	3.6	3.4	3.9	4.5	4.7	5.0	5.4	4.4	3.7	3.3	3.3	3.4	3.5	3.7	3.7	3.6	3.8
JAN	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	3.6	3.4	3.5	3.8	4.0	4.5	5.4	5.7	5.8	5.2	4.4	3.8	3.6	3.4	3.3	3.3	3.2	3.1	3.9
FEB	3.4	3.4	3.8	3.8	3.7	3.9	3.9	4.0	4.2	4.4	5.2	6.2	6.8	6.8	6.6	6.1	5.0	4.2	3.5	3.3	3.4	3.5	3.5	3.4	4.4
MAE	3.1	3.1	3.1	3.1	2.8	2.8	2.9	3.1	4.0	5.7	7.5	8.4	8.7	8.6	8.2	7.5	6.4	5.0	3.9	3.5	3.2	2.9	3.1	3.1	4.8
APR	2.8	2.8	2.8	2.6	2.7	2.6	2.8	3.8	6.4	8.8	9.5	10.4	10.7	10.3	10.1	9.4	8.4	7.3	5.2	3.3	2.8	2.8	2.8	2.8	5.6
MAI	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.8	3.6	5.8	8.1	9.4	10.1	10.9	11.3	10.5	10.6	10.3	9.1	7.6	6.0	4.3	2.9	2.6	2.5	2.8	6.0
JUN	2.7	2.6	2.4	2.5	2.6	2.6	3.8	6.1	8.1	9.8	10.1	10.2	10.4	10.8	10.3	9.8	8.8	7.8	6.6	4.8	3.3	2.9	2.8	2.8	6.0
JUL	2.7	2.5	2.6	2.5	2.6	2.7	3.4	4.9	6.6	7.8	8.8	8.8	9.0	8.5	8.8	8.1	7.4	6.5	5.1	3.8	2.9	2.7	2.8	2.8	5.2
AUG	2.3	2.4	2.3	2.3	2.3	2.4	2.6	3.8	6.3	8.1	9.3	9.8	10.1	10.3	10.0	9.6	8.2	6.1	4.1	2.6	2.2	2.3	2.3	2.3	5.1
SEP	2.4	2.4	2.3	2.5	2.6	2.6	2.7	3.3	5.3	7.3	8.3	9.0	9.4	9.5	9.1	8.6	7.0	5.3	3.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.6	4.8
OKT	2.9	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	3.0	3.6	5.1	6.0	6.7	7.1	7.1	7.0	6.3	4.7	3.3	2.9	2.6	2.5	2.5	2.4	2.6	3.9
NOV	3.3	3.3	3.3	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3	3.4	4.0	4.8	5.6	6.1	6.1	5.9	5.1	4.1	3.6	3.4	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.9

Tab. zu Abb. 28: Stundenmittelwerte der vertikalen Windrichtungsfluktuation in Grad im Jahres-Tagesgang Höhe 100 m



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	5.5	5.7	5.6	5.4	5.2	5.5	5.5	5.4	5.9	5.7	6.5	7.5	7.7	7.4	8.0	7.3	6.2	5.7	5.7	5.5	5.7	5.8	5.9	5.8	6.1
JAN	5.0	5.1	5.5	5.8	5.5	5.7	5.6	5.5	5.6	5.8	6.5	7.5	8.6	9.3	9.8	8.1	6.8	6.2	5.4	5.2	5.4	5.2	5.1	5.1	6.2
FEB	5.3	5.3	5.9	5.6	5.4	5.7	5.8	6.1	6.4	6.9	8.7	9.0	9.6	10.1	9.8	9.3	7.8	6.6	5.4	5.4	5.7	5.3	5.5	5.3	6.7
MAE	4.8	4.8	4.6	4.4	4.6	4.4	4.3	4.8	6.6	11.0	12.8	12.5	11.5	11.5	11.5	11.5	10.2	8.4	5.8	4.7	4.8	4.4	4.9	4.7	7.3
APR	4.5	4.4	4.4	4.1	4.4	4.4	4.6	6.3	9.3	10.8	11.3	12.6	13.1	12.3	12.0	12.1	10.9	9.9	7.4	5.1	4.5	4.6	4.3	4.4	7.6
MAI	4.1	4.2	4.3	4.2	4.0	4.2	5.6	8.0	10.3	11.4	11.8	12.4	12.3	12.2	12.3	11.9	11.0	9.5	8.2	6.1	4.3	3.9	4.1	4.3	7.7
JUN	4.1	4.1	3.9	4.1	4.3	4.0	5.5	8.6	10.8	11.9	12.1	12.0	12.2	12.5	12.4	11.6	10.8	9.5	8.2	6.3	4.8	4.3	4.4	4.1	7.8
JUL	4.3	4.0	4.4	3.9	4.1	4.3	5.3	7.4	9.3	10.4	11.0	11.1	11.3	10.7	11.5	11.0	10.1	8.9	7.0	5.5	4.4	4.3	4.4	4.4	7.2
AUG	3.8	4.0	3.8	3.8	4.0	4.2	4.4	6.0	9.4	11.0	11.5	11.8	11.9	12.6	12.1	11.6	10.2	8.1	6.1	4.0	3.6	3.8	4.1	3.9	7.1
SEP	4.2	4.1	3.9	4.2	4.9	4.8	4.8	5.3	8.0	10.6	10.9	11.6	11.5	11.5	11.3	10.8	9.3	7.7	5.3	4.1	4.0	4.3	4.1	4.4	6.9
OKT	5.0	4.4	4.6	4.6	4.8	4.8	5.2	5.5	6.0	7.8	9.1	9.8	9.8	10.0	9.8	8.8	7.3	5.4	4.9	4.4	4.3	4.3	4.3	4.7	6.3
NOV	5.8	5.7	5.7	6.1	5.9	5.9	5.8	5.9	5.9	6.7	7.8	8.6	9.3	9.6	9.3	8.1	7.0	6.1	5.9	6.2	5.9	5.8	5.8	5.8	6.8

Tab. zu Abb. 29: Stundenmittelwerte der horizontalen Windrichtungsfluktuation in Grad im Jahres-Tagesgang Höhe 100 m

HOEHE IN M	MONAT												
	DEZ	JAN	FEB	MAE	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	MITTEL
40	11.8	12.2	13.0	12.9	13.9	13.9	14.3	12.9	13.3	13.4	11.9	12.0	13.0
60	9.9	10.3	10.8	11.0	11.8	11.9	12.4	11.0	11.4	11.3	9.9	10.0	11.0
80	9.0	8.9	9.4	9.8	10.5	10.7	11.2	9.9	10.2	10.0	8.6	8.7	9.7
100	8.0	7.9	8.6	9.4	10.0	10.2	10.5	9.1	9.5	9.3	7.6	7.3	9.0
160	7.0	6.5	7.0	7.8	8.8	9.0	9.5	8.0	8.3	8.1	6.4	5.8	7.7
200	6.8	5.9	6.5	6.9	8.3	8.0	8.3	7.4	7.4	7.3	5.8	5.2	7.0

Tab. zu Abb. 30: Monatsmittelwerte der horizontalen Windrichtungsfluktuation in Grad in Abhängigkeit von Höhe und Jahreszeit