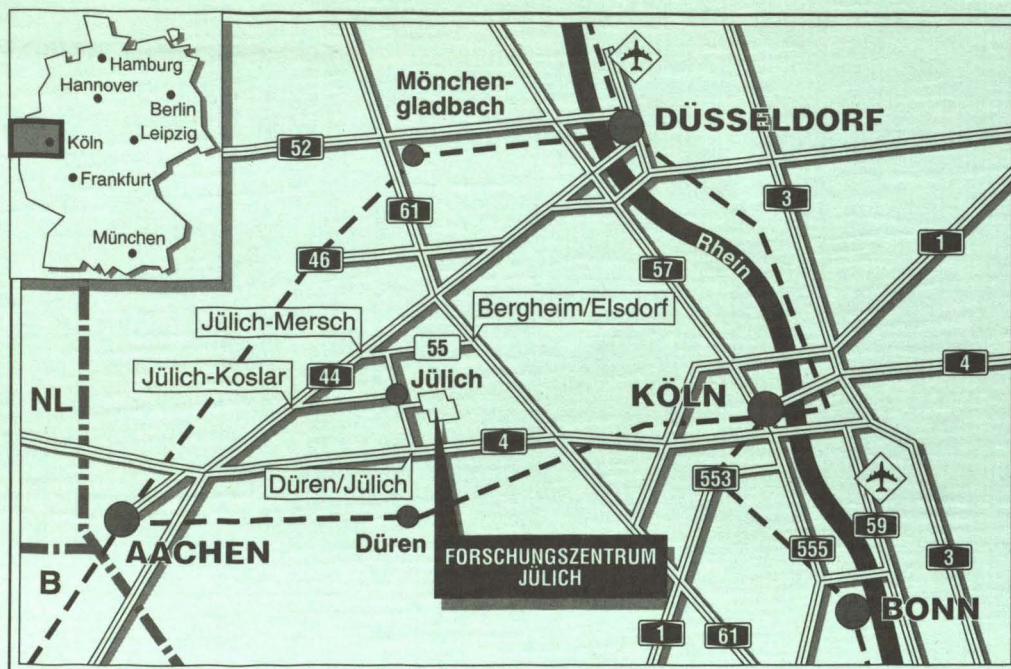


Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz

**Untersuchungen zur atmosphärischen Ausbreitung
von Schadstoffen nach Kurzzeitemissionen in
nicht ebenem Gelände**

**Zweite Intensivmeßphase
im Juni / Juli 1987 und
Ausbreitungsexperimente 1-12
von Juni 1987 bis Juli 1988
im Gebiet der Sophienhöhe**

G. Zeuner, K. Heinemann
M. Möllmann-Coers, Ch. Mönig



Berichte des Forschungszentrums Jülich ; 2476

ISSN 0366-0885

Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz Jül-2476

Zu beziehen durch: Forschungszentrum Jülich GmbH · Zentralbibliothek
Postfach 1913 · D-5170 Jülich · Bundesrepublik Deutschland
Telefon: 02461/61-6102 · Telefax: 02461/61-6103 · Telex: 833556-70 kfa d

**Untersuchungen zur atmosphärischen Ausbreitung
von Schadstoffen nach Kurzzeitemissionen in
nicht ebenem Gelände***

**Zweite Intensivmeßphase
im Juni / Juli 1987 und
Ausbreitungsexperimente 1-12
von Juni 1987 bis Juli 1988
im Gebiet der Sophienhöhe**

G. Zeuner, K. Heinemann
M. Möllmann-Coers, Ch. Mönig

*finanziell gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit, St.Sch. 1011

INHALT

Abbildungsverzeichnis	ii
Tabellenverzeichnis	v
1. Problemstellung	1
2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	4
3. Meteorologisches Langzeitmeßnetz	7
3.1 KFA-Turm	7
3.2 Masten Sophienhöhe	8
3.3 Doppler-SODAR	11
4. Ausbreitungsexperimente Nr. 1 - 12 (30.06.87 - 27.07.88)	20
4.1 Tracer-Emission und Probenahmenetz	20
4.2 Konzentrationsmessungen	26
4.3 Ergebnisse und Diskussion	45
5. Zweite Intensivmeßphase (meteorologische Messungen)	64
5.1 Analyse der Wetterlage 29.06. - 07.07.87 und Planung der Experimente	64
5.2 Kontinuierlich messende meteorologische Systeme	74
5.3 Ballon- und Sondaufstiege	78
5.4 Ergebnisse	88
Literatur	104
Danksagung	105
Anhang A: Meteorologische Daten zu den Ausbreitungs- experimenten 1 - 12	106
Anhang B: Beschreibung der Datensätze der 2. Intensiv- meßphase und der Ausbreitungsexperimente 1 - 12 auf Magnetband	160
Anhang C: Beschreibung der topographische Daten	187
Anhang D: Teilnehmer der 2. Intensivmeßphase	188

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Lage der verschiedenen meteorologischen Meßsysteme im Bereich der Sophienhöhe während der 2. Intensivmeßphase.	3
Abb. 2.1	Topographische Karte des Untersuchungsgebietes	6
Abb. 3.1	Meteorologisches Langzeitmeßnetz im Bereich der Sophienhöhe	16
Abb. 3.1.1	Der meteorologische Turm der KFA	17
Abb. 3.2.1	Mast 1 auf der Sophienhöhe	18
Abb. 3.2.2	Mast 2 auf der Sophienhöhe	18
Abb. 3.3.1	SODAR KFA am Westhang der Sophienhöhe	19
Abb. 3.3.2	SODAR KFA am Nordhang der Sophienhöhe	19
Abb. 4.1.1	Probenahmemeeßnetz bei Südwestwind für die ersten Ausbreitungsexperimente (bis Versuch 8)	24
Abb. 4.1.2	Meßpositionen der neuen Probenahmenetze (ab Versuch 9)	25
Abb. 4.2.1	SF ₆ -Probenahmestationen	28
Abb. 4.2.2	Tracer-Probenahmestationen "Wasserstation" und "automatischer Probensammler"	28
Abb. 4.2.3	Typisches Chromatogramm des HP-Integrators (Messung von Pos. 668, Experiment 1)	29
Abb. 4.2.4	Typisches Chromatogramm des Spectra Physics Integrators (Messung von Pos. 436, Experiment 12)	29
Abb. 4.3.1	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 1	52
Abb. 4.3.2	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 2	53
Abb. 4.3.3	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 3	54
Abb. 4.3.4	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 4	55

Abb. 4.3.5	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 5	56
Abb. 4.3.6	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 6	57
Abb. 4.3.7	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 7	58
Abb. 4.3.8	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 8	59
Abb. 4.3.9	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 9	60
Abb. 4.3.10	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 10	61
Abb. 4.3.11	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 11	62
Abb. 4.3.12	Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 12	63
Abb. 5.1.1	Höhenwetterkarte (500 hPa) vom 29.06.87	66
Abb. 5.1.2	Bodenwetterkarte vom 29.06.87	67
Abb. 5.1.3	Bodenwetterkarte vom 30.06.87	68
Abb. 5.1.4	Höhenwetterkarte (500 hPa) vom 01.07.87	69
Abb. 5.1.5	Bodenwetterkarte vom 01.07.87	70
Abb. 5.1.6	Bodenwetterkarte vom 02.07.87	71
Abb. 5.1.7	Höhenwetterkarte (500 hPa) vom 03.07.87	72
Abb. 5.1.8	Bodenwetterkarte vom 03.07.87	73
Abb. 5.2.1	SODAR LIS Hannover vor dem Westhang der Sophienhöhe	77
Abb. 5.4.1 a-c	Meteorologische Messungen am KFA-Turm, 30.06.1987	91
Abb. 5.4.2 a,b	Messungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit am KFA-Turm und an den Masten 1 - 5 Sophienhöhe, 30.06.87	92
Abb. 5.4.3 a-c	Meteorologische Messungen am KFA-Turm, 01.07.1987	93
Abb. 5.4.4 a,b	Messungen der Windrichtung und Standardabweichung der Windrichtung am KFA-Turm und an den Masten 1 - 4 Sophienhöhe, 01.07.87	94

Abb. 5.4.5 a,b	Messungen der horizontalen und vertikalen Windgeschwindigkeit am KFA-Turm und an den Masten 1 - 5 Sophienhöhe, 01.07.87	95
Abb. 5.4.6 a-c	Meteorologische Messungen am KFA-Turm, 02.07.1987	96
Abb. 5.4.7 a-c	Messung der Windrichtung, der horizontalen und vertikalen Windgeschwindigkeit am KFA-Turm und an den Masten 1 - 5 auf der Sophienhöhe, 02.07.87	97
Abb. 5.4.8	Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Bereich der Sophienhöhe, 01.07.87 13:00 - 13:30	98
Abb. 5.4.9	Pilotballonaufstiege während des 2. Ausbreitungsexperimentes vom 01.07.1987	99
Abb. 5.4.10	Vertikalprofile von Windrichtung und -geschwindigkeit (geglättet), Temperatur und relativer Feuchte am Standort 'KFA' während des Ausbreitungsexperimentes vom 01.07.1987	100
Abb. 5.4.11	Vertikalprofile von Windrichtung und -geschwindigkeit (geglättet), Temperatur und relativer Feuchte am Standort 'KFA' während des Ausbreitungsexperimentes vom 02.07.1987	101
Abb. 5.4.12	Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Bereich der Sophienhöhe, 02.07.87, 21:00 - 21:30	102
Abb. 5.4.13	Tetroonflüge am Abend des 02.07.1987 während des 3. Ausbreitungsexperimentes	103

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Abschätzung der Rauigkeitslänge für den Bereich der Sophienhöhe und Umgebung sowie die Emissionsorte	5
Tab. 3.1	Koordinaten der Meßsysteme des kontinuierlichen Langzeitmeßnetzes	14
Tab. 3.1.1	Zusammenstellung der Meßgeräte am meteorologischen Turm des Forschungszentrums Jülich	14
Tab. 3.2.1	Instrumentierung der Masten 1 - 5 auf der Sophienhöhe	15
Tab. 3.3.1	Vorgaben der Meßhöhen SODAR KFA	15
Tab. 3.3.2	Meßzeiten und Standorte des SODAR KFA Juni 87 - Juli 88	15
Tab. 4.1.1	SF ₆ -Tracer Emissionsdaten	21
Tab. 4.1.2	Koordinaten der Emissionspunkte	21
Tab. 4.1.3	Zuordnung der Meßpunkte des Probenahmernetzes zu den Meßorten (bis Versuch 8)	22
Tab. 4.1.4	Zuordnung der Positionsnummern auf der Sophienhöhe (ab Versuch 9)	23
Tab. 4.2.0	Technische Daten zu den Gaschromatographen	27
Tab. 4.2.1 - 4.2.12	Tracer-Konzentrationen für Experiment Nr. 1 - 12	30-44
Tab. 4.3.1	Überblick über die Ausbreitungsexperimente und meteorologischen Bedingungen	45
Tab. 5.2.1	Koordinaten der kontinuierlich messenden meteorologischen Systeme in der 2. Intensivmeßphase	77
Tab. 5.3.1	Radiosondenaufstiege Wetteramt Essen	79
Tab. 5.3.2	Radiosondenaufstiege IGM Köln	80
Tab. 5.3.3	Pilotballonaufstiege in der KFA (Radarwinddaten) des Wetteramtes Essen	82

Tab. 5.3.4	Pilotballonaufstiege im Westteil der Sophienhöhe, Wetteramt Essen	83
Tab. 5.3.5	Position des Koordinatenursprungs (Theodolith Nord) und des Startplatzes der Doppelanschnitt-Pilotierungen	84
Tab. 5.3.6	Tetroonflüge KfK während der 2. Intensivmeßphase	85
Tab. 5.3.7	Tetroonaufstiege KfK	86
Tab. 5.3.8	Fesselsondenaufstiege IGM Köln	87
Tab. A-1a - A-12a	Daten des meteorologischen Turmes der KFA	107
Tab. A-1b - A-12b	Daten der meteorologischen Türme auf der Sophienhöhe	119
Tab. A-1c - A-12c	Meteorologische Daten des SODAR KFA, Beispiele	131
Tab. A-9d - A-12d	Ultraschallanemometermessungen am KFA-Turm, Beispiele	149
Tab. A2-e	Meteorologische Daten des SODAR LIS Hannover	152
Tab. A2-f	Meteorologische Daten des SODAR TÜV Essen	154
Tab. A2-g	Meteorologische Daten des SODAR KfK	155
Tab. A2-h	Radiosonde Essen, Aufstieg Nr. 86	157
Tab. A2-i	Radarwind-Daten Essen, Aufstieg Nr. 86	157
Tab. A2-j	Pilotballon Essen, Aufstieg Nr. 48	158
Tab. A2-k	Tetroon Aufstieg Nr. 5	159

1. Problemstellung

Zur Bewertung der Auswirkung von Emissionen auf die Umwelt und den Menschen benötigt man u.a. Ausbreitungsrechnungen, die die räumliche Verteilung der bodennahen Konzentrationen als Funktion der atmosphärischen Bedingungen, der Quelldistanz und Quellkonfiguration beschreiben. Zur Zeit werden die meisten Ausbreitungsrechnungen mit dem Gaußschen Fahnenmodell durchgeführt. Bei Langzeitbetrachtungen, wie sie für Genehmigungsverfahren benötigt werden, liefert dieses Modell für ebenes Gelände in der Regel befriedigende Ergebnisse. Bei Kurzzeitausbreitungsrechnungen wie sie z.B. bei Unfällen erforderlich sind, kann das Gaußsche Fahnenmodell allerdings zu Fehlinterpretationen führen, wenn die Ausbreitungsbedingungen sich schnell ändern oder wenn das Gelände nicht eben ist.

Um für stark gegliedertes Gelände realistische Immissionsprognosen erstellen zu können, wurden in den vergangenen Jahren Strömungs- und Ausbreitungsmodelle entwickelt, die auf fortgeschrittenen Modellansätzen beruhen. Um solche Modelle allgemein anwenden zu können, müssen sie anhand von experimentellen Daten validiert werden, die folgende Informationen enthalten müssen:

1. eine mathematische Beschreibung eines gut vermessenen, befahrbaren und nicht ebenen Versuchsgeländes.
2. simultan zu Ausbreitungsexperimenten eine möglichst umfassende Ausmessung des Windfeldes mit allen für die Windfeld- und Ausbreitungsmodelle nötigen Eingangsparametern und
3. Ausbreitungsexperimente mit möglichst vielen Meßpunkten zur Ermittlung der bodennahen Verteilungsfunktion des Spurenstoffes für unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen.

Zur Erstellung solcher Datensätze förderte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit seit dem Jahr 1986 Ausbreitungsuntersuchungen im Bereich der Sophienhöhe, einer Abraumhalde etwa 2 km nordöstlich des Forschungszentrums Jülich.

In Abb. 1 ist auf einer skizzierten Landkarte das Versuchsgelände gestrichelt und die Aufstellung unterschiedlicher Meßsysteme als Kreise dargestellt. Das Versuchsgelände wird ausführlicher in Kapitel 2 beschrieben. Bei den Eintragungen handelt es sich neben dem vom Forschungszentrum Jülich (KFA) betriebenen meteorologischen Langzeitmeßnetz, das in Kapitel 3 erläutert wird, auch um die Orte der zusätzlichen Doppler-SODAR-Geräte und die Startpunkte für Ballonaufstiege, die während der 2. Intensivmeßphase eingesetzt waren.

Die Konzeption der Versuche sah vor, daß das Windfeld kontinuierlich in einem Langzeitmeßnetz erfaßt wird. Während der Intensivmeßphasen, die jährlich stattfanden, wurde das meteorologische Meßnetz und das Probenahmenetz für den Spurenstoff der Ausbreitungsexperimente verdichtet, um eine bessere Information zu erhalten. An der zweiten Intensivmeßphase, die vom 29. Juni bis 3. Juli durchge-

führt wurde, haben folgende Gruppen mit ihren Meßgeräten teilgenommen (in Klammern sind die im Text benutzten Abkürzungen angegeben):

- Wetteramt Essen, Radiosondenaufstiege mit Radarverfolgung, Pilotballons, Tetroonverfolgung mit Radar
- Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln (IGM Köln), Fesselsonde, Radiosonden
- Landesamt für Immissionsschutz, Arbeitsmedizin und Strahlenschutz Hannover (LIS Hannover), Doppler-SODAR (SODAR LIS Hannover)
- Rheinisch-Westfälischer Technischer Überwachungsverein e.V. Essen (TÜV Essen), Doppler-SODAR (SODAR TÜV Essen)
- Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Kernforschungszentrums Karlsruhe (KfK), Tetroons, Doppler-SODAR (SODAR KfK)

In Kapitel 4 werden die Ausbreitungsexperimente 1 - 12 dargestellt, die bis zum Beginn der 3. Intensivmeßphase durchgeführt wurden. Die meteorologischen Messungen während der 2. Intensivmeßphase werden in Kapitel 5 beschrieben.

Für den Zeitraum der 12 Ausbreitungsexperimente sind die meteorologischen Daten des Langzeitmeßnetzes sowie beispielhaft für ein Experiment der Intensivmeßphase die Resultate aller Meßsysteme in Anhang A zusammengestellt.

Die Beschreibung aller Meßwerte und der topographischen Daten des Versuchsgeländes, so wie sie auf Datenträger verfügbar sind, erfolgt in den Anhängen B und C.

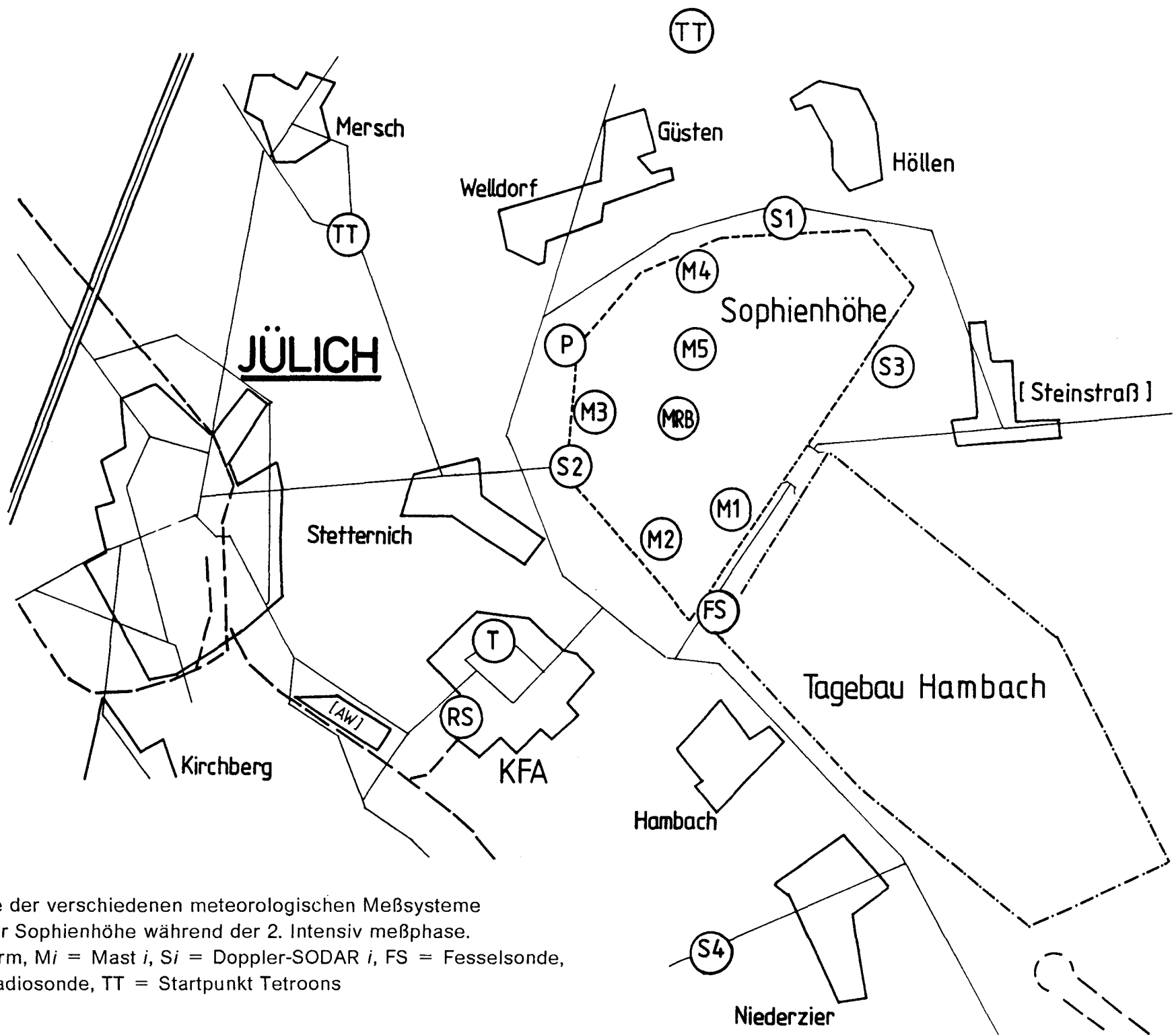


Abb. 1.1: Lage der verschiedenen meteorologischen Meßsysteme im Bereich der Sophienhöhe während der 2. Intensiv meßphase.

T = KFA - Turm, M_i = Mast i , S_i = Doppler-SODAR i , FS = Fesselsonde, RS = Start Radiosonde, TT = Startpunkt Tetroons

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Seit 1980 ist in 2 km Entfernung nordöstlich der KFA eine ca. $4 \times 3 \text{ km}^2$ große Abraumhalde, die "Sophienhöhe", die sich ca. 185 m über das Umland erhebt, durch den Tagebau Hambach der Firma Rheinbraun entstanden. Südöstlich der Sophienhöhe schließt sich mit einer Fläche von $\approx 5 \times 2,5 \text{ km}^2$ und einer Tiefe von 200 m (1987) das Abbaugebiet an (Abb. 2.1). Im Jahre 1987 war die Aufschüttung der Sophienhöhe noch nicht abgeschlossen, sie wurde im nordöstlichen Teil bis 1990 weiter fortgesetzt. Das Gebiet im Umkreis von mehr als 10 km um die Sophienhöhe und den Tagebau ist leicht wellig, die Höhen schwanken zwischen 85 m und 105 m über NN. Die mittlere Höhe am Fuß der Sophienhöhe beträgt $\approx 100 \text{ m}$ über NN.

Die Sophienhöhe ist mit Ausnahme des nordöstlichen Teils sehr gut zugänglich. Auf den waagerechten Absätzen am Hang, den sogenannten Bermen, führen Wege in Höhenabständen von 20 - 35 m um die Sophienhöhe herum. Diese Wege werden mit "125 m-", "150 m-", "185 m-", "220 m-" und "240 m-Berme" bezeichnet. Auffällig erscheinen zwei muldenförmige Einbuchtungen im Südwesten und Norden der Halde. Hier erreichen die Bermenflächen Breiten bis 100 m. Die mittlere Hangneigung liegt zwischen 10° und 15° , wobei die geringere Neigung von $\approx 10^\circ$ nur innerhalb der Einbuchtung vorzufinden ist. Im oberen Bereich der Halde sind die Böschungen stärker geneigt ($15^\circ - 20^\circ$) als im unteren Bereich ($10^\circ - 15^\circ$). Die Hochfläche liegt im Höhenbereich von 230 - 285 m über NN d.h. 130 - 185 m höher als das Umland, die Hangneigung beträgt dort maximal 5° .

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Jülicher Börde in der Niederrheinischen Bucht und wird bis auf kleinere Waldgebiete im Südwesten und Westen vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. Die Sophienhöhe wird forstlich kultiviert. Dichte Mischwaldbepflanzung zeigt sich am deutlichsten im südlichen Bereich der Halde, wo die Bäume eine Höhe von ca. 5 m erreichen. Nach Norden zu nimmt die Höhe der Bäume ab. Der Nordhang des Hügels ist entweder mit Sträuchern oder kleinen Bäumen bepflanzt (1987). Eingelagert bilden Teiche und Tümpel im Bereich der Einbuchtungen Feuchtbiotope. Die Hochfläche zeichnet sich durch eine artenreiche Bepflanzung mit kleinen Bäumen und Sträuchern aus.

Die Bodenbeschaffenheit bestimmt die Rauhigkeit und damit das Windprofil und den turbulenten Austausch der Luft in Bodennähe. Die Rauhigkeit wird durch die Rauheitslänge z_0 charakterisiert. Sie wird in vielen Modellen als Eingabeparameter benötigt. Als mittlere Werte für z_0 werden 0,1 - 0,2 m für Böden bzw. Agrarflächen, 0,5 - 1,0 m für Ortschaften und 1,0 - 3,0 m für Waldgebiete angenommen. Auf der Sophienhöhe werden für die Bereiche mit Baumanpflanzung 10% der Baumhöhe als Rauheitslänge gesetzt. Damit werden für die Sophienhöhe, den Tagebau und das Umland die in Tab. 2.1 enthaltenen Rauheitslängen abgeschätzt.

Lage	Rauhigkeitslänge (m)
<i>Sophienhöhe</i>	
Süd-/Südwesthang	0,5
Westhang	0,4
Nordwesthang	0,3
Nordhang	0,2
Nordosthang	0,1
Hochfläche	0,1 - 0,2
<i>Tagebau</i>	0,1
<i>Umland</i>	
Nordwest-/Nord-/Ostteil	0,2
Westteil	0,15 - 1,5
Südwestteil	0,5 - 1,5
<i>Emissionsorte für SF₆ (vgl. Kap. 4.1)</i>	
E1, KFA-Turm	1,7
E2, Wasserturm, Randbereich	0,2 - 1,5
Ackerland/Wald	
E3, Feuerwehrleiter, Südrand von Welldorf	0,2 - 0,5
E4, Sophienhöhe	0,5
E5, Feuerwehrleiter, Umland Ost	0,2

Tab. 2.1: Abschätzung der Rauhigkeitslänge für den Bereich der Sophienhöhe und Umgebung sowie die Emissionsorte



Abb. 2.1: Topographische Karte des Untersuchungsgebietes

Abstand der Gitterlinien = 2 km

3. Meteorologisches Langzeitmeßnetz

Das meteorologische Langzeitmeßnetz umfaßt den KFA-Turm, fünf Masten auf der Sophienhöhe und das SODAR KFA. Hinzu kommt ein Mast der Firma Rheinbraun auf der Hochfläche der Halde. Es werden im folgenden Instrumentierung, Lage und Datenverfügbarkeit dieser Meßsysteme beschrieben. Eine Übersicht der Meßpositionen gibt die Abb. 3.1, die Koordinaten der Meßorte sind Tab. 3.1 zu entnehmen.

Die Daten wurden jeweils als Zehnminuten-Mittelwerte auf Datenträger gespeichert. Einige Meßergebnisse werden im Zusammenhang mit der 2. Intensivmeßphase bzw. mit den Ausbreitungsexperimenten in Kap. 5.4 und in Anhang A dargestellt.

3.1 KFA-Turm

Der meteorologische Turm der KFA ist 124 m hoch und befindet sich in einer Waldlichtung des Geländes des Forschungszentrums in 91 m über NN. Der Turm ist von einem aufgelockerten Wald, in den größere Freiflächen eingelagert sind, umgeben. Diese Bodenoberflächenbeschaffenheit charakterisiert die Umgebung des Turmes bis zu Entfernungen von 500 - 1000 m in Nord- und Ostrichtung bzw. von mehr als 1000 m in die anderen Richtungen. Die Bäume am Rande der Lichtung sind 20 m - 50 m vom Turm entfernt und erreichen eine Höhe von 20 m - 25 m. Somit sind die untersten Meßhöhen am Turm mehr oder weniger windgeschützt. Die mittlere Rauigkeitslänge abgeleitet aus Windprofilen beträgt 1,7 m.

Der KFA-Turm wird als Basisstation für ebenes und sehr rauhes Gelände betrachtet. Für Windrichtungen zwischen 160° und 360° wird an diesem Ort kein oder nur geringer Hügeleinfluß erwartet.

Am KFA-Turm werden die folgenden meteorologischen Parameter gemessen (Abb. 3.1.1):

- Windgeschwindigkeit und Temperatur in 8 Höhen (2 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 80 m, 100 m und 120 m)
- Windrichtung in 30 m, 50 m und 120 m Höhe
- Windfluktuationen σ_θ , σ_ϕ mit Vektorwindfahne in 50 m Höhe
- Strahlungsbilanz und Sonnenscheindauer in 30 m bzw. 20 m Höhe
- Feuchte in 2 m, Niederschlag und Druck in 1 m Höhe.

Eine detaillierte Beschreibung des meteorologischen Turmes findet man in Polster et al. (1986). In Tab. 3.1.1 sind die wichtigsten Meßwertgeber zusammengestellt. Die Daten werden zentral zu einem DEC PDP11 Rechner übertragen, über 10 Minuten gemittelt (falls nicht schon vorher am Sensor geschehen) und anschließend zum KFA-Großrechner übertragen. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß die Daten

der Vektorwindfahne keine 10-Minuten Mittel, sondern gleitende Mittelwerte von etwa 50 Minuten darstellen. Dies bedeutet, daß insbesondere bei labiler Schichtung die meist relativ großen Schwankungen der Turbulenzgrößen geglättet und langwellige Winddrehungen mit einbezogen werden, bzw. daß in der Übergangsphase von neutral zu stabil eine zeitlich nachhinkende Beschreibung der realen Turbulenz erfolgt.

Ferner werden am KFA-Turm klimatologische Beobachtungen zu den üblichen Klimaterminen gemacht (Bergs et al., 1986).

In der Datenbank sind die Meßdaten für den Zeitraum 29. Juni, 0.00 Uhr - 3. Juli, 24.00 Uhr enthalten.

3.2 Masten Sophienhöhe

Auf der Sophienhöhe wurden in der Zeit von September 1986 - April 1987 fünf Masten von 10 m bzw. 15 m Höhe aufgebaut. Vier Masten befinden sich an den Südsüdost-, Südwest-, West- und Nordwesthängen und ein Mast auf der Hochfläche des Hügels. Es war beabsichtigt, die Masten an den Hängen in mittlerer Höhe aufzustellen, um auch Hangwinde zu erfassen. Einige Einschränkungen gab es jedoch bei der Auswahl des Meßortes. Der Nordost- bzw. Ostteil des Hügels war unzugänglich und Mast 1 am Südsüdost-Hang wurde im Vergleich zu den übrigen Masten 50 m höher aufgestellt, da keine geeignete tiefer gelegene Stelle gefunden werden konnte. Die Masten 2-4 stehen in nahezu gleicher Höhe am Hang auf der 150 m Berme.

An den fünf Masten wurden die folgenden Parameter gemessen:

- Windrichtung in 10 m oder 15 m Höhe
- Vertikalwindgeschwindigkeit in 10 m oder 15 m Höhe
- Horizontale Windgeschwindigkeit in 2-4 Höhen
- Trocken- und Feuchttemperatur in 2 Höhen.

Eine Übersicht der Instrumentierung der Masten und der Meßhöhen gibt die Tabelle 3.2.1.

Die Daten werden von einer portablen Meßwerterfassungsanlage, bestehend aus Hewlett-Packard Komponenten und anderen, in der KFA entwickelten Elektronikelementen aufgenommen. Das Hewlett-Packard Interface Loop System besteht aus einem HP 3421 A Digital Multimeter, einem HP-71 B Rechner und einem HP 82161 A Kassettenrekorder (128 kByte Speicherkapazität). Die anderen für dieses System entwickelten Elektronikelemente dienen zur Signalanpassung und zur Filterung hoher Störfrequenzen.

Die Meßwerte werden in einem Zyklus von 10 Sekunden abgefragt und zu Zehnminuten-Mittelwerten (zumeist auch mit Standardabweichung) zusammengefaßt und auf Kassette übertragen. Aufwind- und Abwindgeschwindigkeit werden getrennt aufgenommen. Die Datenbank (Anhang B) enthält die Messungen für den Zeitraum

29. Juni, 0.00 Uhr - 3. Juli, 24.00 Uhr. Ausgefallen ist für diese Zeit die Windrichtungsmessung an Mast 5.

Mast 1

Der Mast 1 wurde auf der 220 m Berme in einer Höhe von 209 m über NN im süd-südöstlichen Bereich der Sophienhöhe an dem Hang aufgestellt, der nach Südosten in Richtung zur Grube hin abfällt. Der Mast befindet sich 107 m über der Basis der Halde bzw. 118 m über dem Fußpunkt des KFA-Turmes. Die Meßwertgeber in 10 m Höhe liegen damit 120 m - 130 m höher als das Gelände in der Umgebung des Hügels.

Der Mast steht an einer Weggabelung in 1 m Entfernung zum talseitigen Hang (Abb. 3.2.1). Der Hang ist dicht mit Bäumen von ca. 5 m Höhe bepflanzt. Die 220 m Berme an diesem Standort verläuft in südwest-nordöstlicher Richtung (35° - 215°), d.h. die auf den Hügel zuströmende Luft kann in diese Richtung abgelenkt werden. Diese Ablenkung wird insbesondere bei stabiler atmosphärischer Schichtung möglich, wenn die Strömung nicht genügend kinetische Energie zur Überströmung des Hindernisses besitzt. Die mittlere Hangneigung in Ost-West Richtung beträgt ca. 13° bzw. in Südost-Nordwest Richtung etwa 17° .

Mast 2

Der Mast 2 steht im Bereich einer Einbuchtung im Südwestteil der Sophienhöhe in einer Höhe von 155 m über NN. In einer Einbuchtung sind die Bermen breiter als gewöhnlich und die Wege biegen etwas in Richtung Hügelmitte ab. Der Mast steht am Rand des talseitigen Hanges und ist ebenfalls von Bäumen umgeben. Die Baumbepflanzung ist aber etwas aufgelockerter im Vergleich zur Umgebung von Mast 1 (Abb. 3.2.2); sie erreicht eine Höhe von 4 m - 5 m. Die Anströmung des Windes in dieser Region kann zu einer Ablenkung des Windes parallel zu den Fahrwegen, die in Richtung 140° - 320° verlaufen, führen. Dieser Hang neigt sich in Südwest-Nordwest- Richtung um ca. 11° .

Mast 3

In 152 m über NN am Westhang der Sophienhöhe ist der 10 m hohe Mast 3 aufgerichtet. Die Meßwertgeber in 10 m Höhe befinden sich somit in einer Höhe von 71 m oberhalb der Basis des meteorologischen Turmes der KFA. Der Mast steht in der Mitte einer relativ breiten Wegkreuzung in 6 m Entfernung zum talseitigen Hang. Der aufgelockerte Baumbestand erreicht eine Höhe von durchschnittlich 3 m. Die 150 m Berme verläuft in Nord-Süd-Richtung, die Hangneigung beträgt etwa 15° .

Mast 4

Der Mast 4 befindet sich in einer Einbuchtung im nördlichen Teil der Sophienhöhe, 1 m entfernt vom talseitigen Hang. Der Nordteil der Halde ist mit jungen, niedrigen Bäumen bepflanzt. Die Hangneigung beträgt etwa 12° in Nord-Süd-Richtung. Windströmungen aus Nordwest über Nord bis Nordost könnten in Richtung 80°-260° abgelenkt werden.

Mast 5

Auf der Hochfläche der Sophienhöhe befindet sich der Standort des fünften Mastes. Die Hügelspitze (286 m über NN) liegt 300 m südöstlich vom Standort dieses Mastes. Bezogen auf die Basis des KFA-Turmes, steht dieser Mast 175 m höher. Die Hochfläche weist nur ein geringes Gefälle auf, sie beträgt maximal 4° nach Nordwesten zu. Der Meßort ist durch Gras und kleine Büsche charakterisiert, d.h. hier ist die Bodenoberflächenrauigkeit klein.

Mast Rheinbraun/Erftverband

Seit 1985 betreibt die Firma Rheinbraun bzw. der Erftverband einen 10 m hohen Mast auf der Hochfläche der Sophienhöhe. Die Station befindet sich 500 m südlich der Hügelspitze und 800 m südlich von Mast 5. Das Gefälle an dieser Stelle ist klein mit maximal 2°-3° in südwestliche Richtung. Die Bodenoberfläche ist durch Gräser und Büsche gekennzeichnet (vgl. auch Mast 5).

Die folgenden Parameter werden gemessen:

- Windgeschwindigkeit in 2 m, 5 m und 10 m
- Windrichtung in 10 m
- Lufttemperatur in 0,2 m und 2 m
- relative Feuchte in 2 m Höhe
- Niederschlag und Sonnenscheindauer.

Die Instrumentierung und die Datenerfassung wurden von der Firma Lambrecht bezogen. Es sei betont, daß die Windrichtung nur einmal am Ende des 10-Minuten Intervalls erfaßt wird.

3.3 Doppler-SODAR

Beschreibung des Meßsystems

Das SODAR (SOund Detection And Ranging) ist ein Fernerkundungssystem, das einen Schallimpuls als Informationsträger benutzt und aus der Energie des Signals, das in verschiedenen Höhen zurückgestreut wird, ein Vertikalprofil ableitet. Ein 3D-Doppler-SODAR liefert Vertikalprofile der Komponenten des dreidimensionalen Windvektors, sowie deren Standardabweichungen. Weitere Größen, wie zum Beispiel Inversionshöhe, können aus diesen Informationen abgeleitet werden.

Das KFA Doppler-SODAR wurde Ende 1986 von der französischen Firma REMTECH erworben. Es ist ein monostatisches System, d.h. Sender und Empfänger sind am gleichen Ort, und besteht aus drei trichterförmigen Schallantennen, von denen eine vertikal ausgerichtet ist und zwei Antennen geneigt sind. Innerhalb jeder Antenne befindet sich im Brennpunkt eines Parabolreflektors je eine Lautsprecher-/Mikrofonkombination. Die 3 Lautsprecher werden zyklisch, etwa alle 5 Sekunden, mit einem Schallimpuls von ca. 1600 Hz angesteuert. Nach dem Senden wird sofort auf Empfang umgeschaltet und das von Dichte-Inhomogenitäten in der Atmosphäre zurückgestreute Echo erfaßt. Die Herkunft des Echos (Höhe) wird aus der Signallaufzeit bestimmt. Über die Doppler-Verschiebung erhält man je Schallantenne eine radiale Geschwindigkeitskomponente. Die Höhenreichweite ist von den Ausbreitungs- und Schichtbedingungen in der Atmosphäre abhängig und liegt etwa zwischen 150 m und 600 m. Wegen der erforderlichen Umschaltzeit (Sendung/Empfang) muß man einen unteren Totbereich von 30 m - 35 m (unterste Meßhöhe) hinnehmen.

Die Funktion des SODARs kann durch äußere Beeinflussung (Umgebungsärm, unerwünschte Reflektionen u.a.) gestört werden. Innerhalb der Mitteilungszeit (z.B. 10 Minuten) werden möglichst viele Einzeldaten einer Komponente gesammelt und anschließend zu einem Mittelwert zusammengefaßt. Ein Validierungsprogramm sorgt für eine ausreichende Sicherheit der meisten Parameter. Eine Ausnahme bildet derzeit der Auswertungsmodus der Standardabweichung der horizontalen Windrichtung σ_θ , der entweder zu viele Daten verwirft oder einige wenige, unglaublich kleine Werte als richtig erachtet. Die Messungen von σ_θ sind noch in den Datensätzen in Anhang A und B enthalten, sie sollten aber nicht weiter verwendet werden.

Meßanordnung und -parameter, Datenverfügbarkeit

Die Anordnung der SODAR-Antennen während des Untersuchungszeitraumes Juni 1987 - Juli 1988 im Bereich der Sophienhöhe zeigen die Abb. 3.3.1 und 3.3.2.

Die 3 Antennen des Doppler-SODARs sind auf einem Anhänger montiert. Die SODAR-Elektronik, der Rechner mit Peripherie sowie eine unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlage (USV) befindet sich in einem Bauwagen. Weiterhin wird im Bereich der Sophienhöhe ein Generator benötigt, da dort keine Stromversorgung zur Verfügung steht. Die USV-Anlage ist zur Stabilisierung möglicher Spannungs- und Frequenzschwankungen des Generators installiert.

Das 3D-SODAR wurde in diesem Zeitraum mit der REMTECH-Software in der Version vom 10.05.1987 betrieben, einer Spezialentwicklung für die Systemkonfiguration des SODAR KFA. Auf dem integrierten DEC Rechner Mikro PDP 11/73 war das Betriebssystem RT11SJ, Version 5.0 implementiert.

Für die Datenerfassung wurden folgende Kenngrößen gewählt:

- Pulslänge: 0,20 Sekunden
- Mittelungszeit: 10 Minuten
- Anzahl der Höhenstufen: 30
- minimales Signal-Rausch-Verhältnis: 20

Als unterste Meßhöhe wurde entweder 40 m oder 50 m entsprechend der Tab. 3.3.1 vorgegeben. Mit Höhenintervallen von 20 m ergab sich damit als maximal erreichbare Meßhöhe 620 m oder 630 m.

Die folgenden Meßgrößen wurden als Zehnminutenintervall erfaßt.

- Echointensität in mV
- Standardabweichung der Echointensität in mV
- Horizontale Windgeschwindigkeit in cm/s
- Windrichtung in Grad
- Standardabweichung der horizontalen Windrichtung σ_θ in Grad
- Vertikalgeschwindigkeit in cm/s (positive Werte = Aufwind, negative Werte = Abwind)
- Standardabweichung der Vertikalgeschwindigkeit σ_w in cm/s
- Dissipationsrate in cm^2/s^3

Der Wert -9999 in den Tabellen des Anhang A bedeutet, daß der Meßwert verworfen wurde.

Im betrachteten Untersuchungszeitraum, der die 2. Intensivmeßphase und die Ausbreitungsexperimente 1 - 12 umfaßt, wurde das SODAR KFA an drei verschiedenen Standorten betrieben (Tab. 3.3.2). Die Zeiten, für die SODAR-Messungen vorliegen, sind aus Tab. 3.3.2 ersichtlich. Ausfallzeiten waren bedingt durch Reparatur- und Wartungsarbeiten (vorwiegend Generator), Umbauarbeiten (USV-Anlage), Meßortverlegung, Testphasen, sowie Vorbereitung zur 3. Intensivmeßphase. SODAR-Daten liegen vollständig vor für die 2. Intensivmeßphase sowie die Ausbreitungsexperimente 1 - 4 und 6 - 10 (siehe Anhang A). Einige Meßergebnisse des Doppler-SODAR KFA sind in Anhang A tabellarisch und in Kap. 5.4 graphisch dargestellt.

Beschreibung der SODAR-Standorte

a) Sophienhöhe West

Der Hauptstandort des SODAR KFA war der Punkt S2 (Abb. 1.1) direkt vor dem Westhang der Sophienhöhe. Dieser Meßplatz wurde ausgewählt, um ein Vertikalprofil des Windes im Anströmbereich des Hügels bei Südwestwind zu erhalten. Die kurze Entfernung (20 m) und die Ausrichtung der geneigten Antennen zum Hang ermöglichten hangnahe Messungen (Abb. 3.3.1). Es wurden keine Festechos festgestellt, die durch Schallreflektionen am Boden oder an Hindernissen hervorgerufen werden und die SODAR-Messungen stören.

Die Oberflächenbeschaffenheit des Geländes vor dem Hügel ist nicht homogen. Bei südlichen bis westlichen Richtungen überstreicht der Wind für 600 m - 700 m vor dem Meßort eine landwirtschaftlich genutzte Fläche. In 800 m - 1200 m Entfernung südwestlich des Standortes liegt der Ort Stetternich. Bei Windrichtung West bis Nordwest überstreicht der Wind ein Waldstück in einer Länge von etwa 700 m (Windrichtung um 270° bzw. 315°) bis maximal 1500 m (Windrichtung um 285°). Die Ortschaft und der Wald mit sehr rauen Oberflächen können damit zu einer Erhöhung der Turbulenz bzw. des Geräuschpegels am Meßort führen. Der Westhang der Sophienhöhe ist mit ca. 3 - 4 m hohen Bäumen bepflanzt. An diesem Meßort wurden Messungen während der Ausbreitungsexperimente 4 - 10 durchgeführt.

b) Sophienhöhe Nord

Für die Zeit der 2. Intensivmeßphase wurde das SODAR KFA an den Punkt S1 (siehe Abb. 1.1) dicht vor den Nordhang der Sophienhöhe verlegt. Die Achsen der geneigten Antennen waren zum Hang hin ausgerichtet (Abb. 3.3.2). Dieser Standort wurde gewählt, um bei Südwestwind in Lee und bei Nordwind in Luv des Hügels Windmessungen durchzuführen.

Der Nordhang ist mit jungen Bäumen und Büschen bepflanzt; das vorgelagerte Gelände ist eben und durch Ackerbau gekennzeichnet.

KFA-Gelände

In den Wintermonaten 1987/88 wurden SODAR-Messungen auf dem KFA-Gelände durchgeführt, um einen ersten Vergleich mit den Windmessungen am meteorologischen Turm des Forschungszentrums zu bekommen. Eine Beschreibung des KFA-Geländes sowie nähere Einzelheiten zu den Messungen an diesem Standort findet man in Adiga und Zeuner (1990).

	Position in m Gauss-Krüger-Koordinaten		Höhe (m) über	
	O - W	N - S	Fuß der Halde	NN
KFA-Turm	28847	41742	-	91
Mast 1, Berme 220	31465	43165	107	209
Mast 2, Berme 150	30610	42810	52	155
Mast 3, Berme 150	28865	44210	49	152
Mast 4, Berme 150	31075	45720	57	151
Mast 5, Hochfläche	31085	44880	168	271
Mast Rheinbraun	30840	44125	165	268
KFA SODAR: Soph. West	29725	43540	-	105
KFA SODAR: Soph. Nord	31940	46185	-	89
KFA SODAR: KFA	28560	41690	-	91

Tab. 3.1: Koordinaten der Meßsysteme des kontinuierlichen Langzeitmeßnetzes.

Meßgerät	Meßgröße	Genauigkeit	Anlaufwert/ Zeitkonstante	Abtastezeit	Meßhöhe
Windfahne (Kunkis R-fdsm)	Windrichtung	1 Grad	0,2 m/s	10 s	30 m, 50 m, 120 m
Schalenkreuz- anemometer (Lambrecht 1469 I 2m)	Windgeschwindigkeit	0,1 m/s	0,2 m/s	Integration 10 min	2 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m, 80 m, 100 m, 120 m
Vektorwindfahne (MR I 1053 III)	Turbulenz (Windschwankungen σ_θ , σ_ϕ)	0,1 m/s bzw. D = 0,4-0,7*	0,34 m/s	gleit. Mittel ca. 50 min	50 m
Ventilierte Thermometer (Friedrichs 3 PP 115)	Temperatur	0,1 K	<20 s	1 min	2 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50m, 80m, 100m, 120m
Strahlungsbilanzmesser (Schulze-Lange)	Strahlungsbilanz (0,3-60 μ m)	ca. 10 %		50 s	30 m
Meßgerät für Sonnen- scheindauer (Kunkis Helior KS-S)	Sonnen- scheindauer			Integration 10 min	20 m
Niederschlagsmesser, Ombrometer HP (Thies)	Niederschlag	0,005 mm/Impuls		Integration 10 min	1 m
Anmerkung: * Dämpfungsgrad					

Tab. 3.1.1: Zusammenstellung der Meßgeräte am meteorologischen Turm des Forschungszentrums Jülich

Meßgerät	Meßgröße	Ber. von Mittel = 1 Mittel + St.abw. = 2	Anlauf- wert/ Zeitkonst.	Meßhöhe
Windfahne 4.31.20.10 (Thies)	Windrichtung	2	0,5 m/s	10 m (Mast 1,3), 15 m (Mast 2,4,5)
Schalen- kreuz- anemometer 4.31.05.10 (Thies)	Horizontale Windgeschw.	2	0,5 m/s	5,5 m (Mast 1), 5 m, 10 m (Mast 3), 2 m, 6 m, 11 m, 15 m (Mast 2), 6 m, 11 m, 15 m (Mast 4), 2 m, 6 m, 11 m, 15 m (Mast 5)
Gill-Propeller- Anemometer 27106 (Young)	Vertikalge- schwindigkeit	1*	0,2-0,4 m/s	10 m (Mast 1,3), 15 m (Mast 2,4,5)
Psychrometer 1.1130.12 (Thies)	Trocken-/ Feuchttem- peratur	1	22 s	1 m (Mast 5), 2 m, 13 m (Mast 1-5)
Anmerkung: * unterschieden in Aufwärts- und Abwärtsgrößen				

Tab. 3.2.1: Instrumentierung der Masten 1-5 auf der Sophienhöhe

Zeitraum	unterste Meßhöhe	oberste Meßhöhe (max.)
29.06.87-03.07.87	40 m	620 m
31.08.87-14.01.88	50 m	630 m
14.01.88-27.06.88	40 m	620 m

Tab. 3.3.1: Vorgaben der Meßhöhen SODAR KFA

Zeitraum		Meßort
Monat/Jahr	Datum	
Juni - Juli 87	28.06. - 03.07.	Sophienhöhe Nord
Aug - Sept 87	14.08. - 25.09.	Sophienhöhe West
Okt - Dez 87	07.10. - 14.12.	"
Dez 87 - März 88	14.12. - 07.01.	KFA
	13.01. - 01.02.	"
	05.02. und 16.02.	"
	06.03. - 18.03.	"
	17.03. - 21.03.	"
April - Juni 88	11.04. - 06.05.	Sophienhöhe West
	11.05. - 27.06.	"

Tab 3.3.2: Meßzeiten und Standorte des SODAR KFA Juni 87 - Juli 88

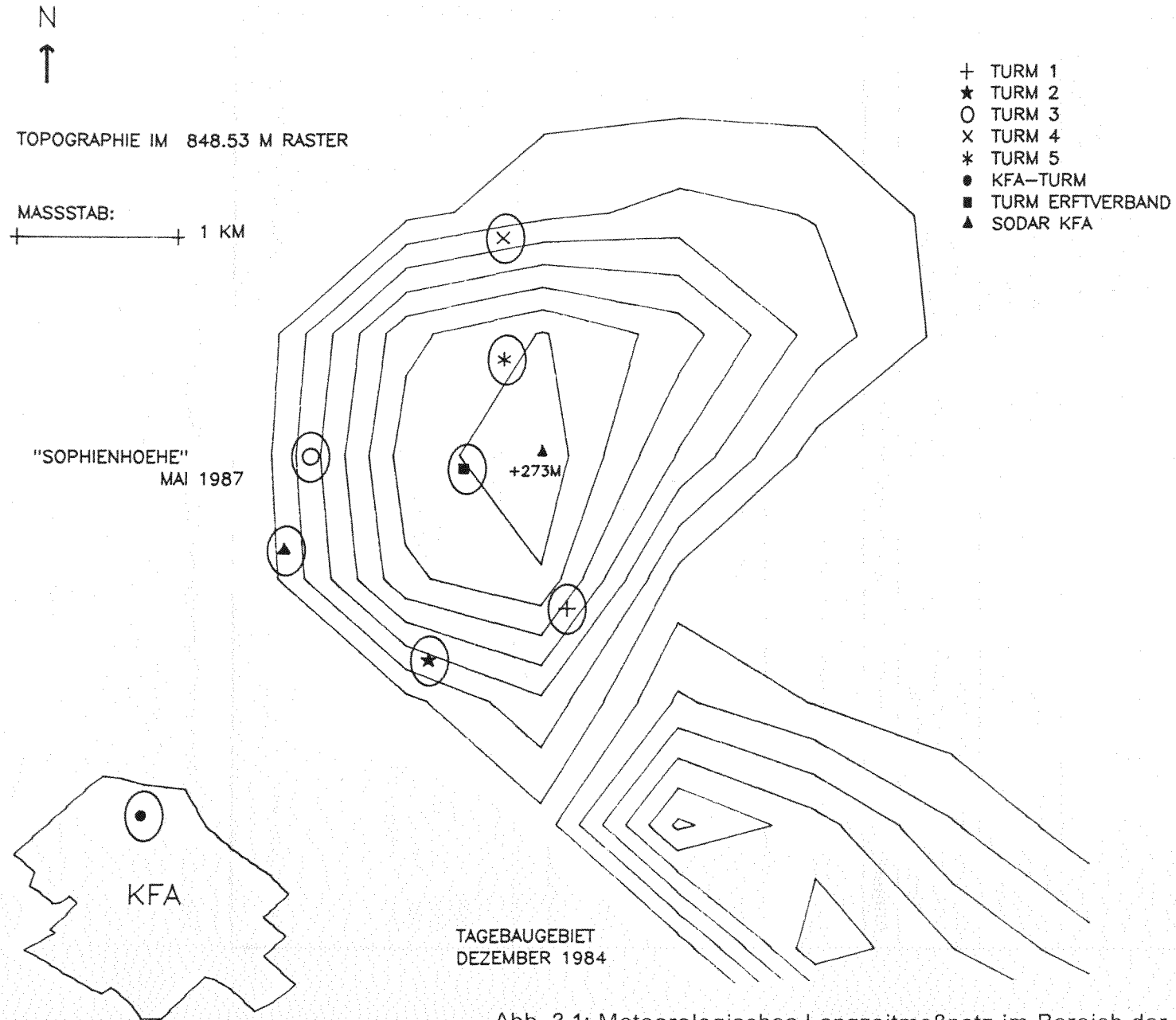


Abb. 3.1: Meteorologisches Langzeitmeßnetz im Bereich der Sophienhöhe

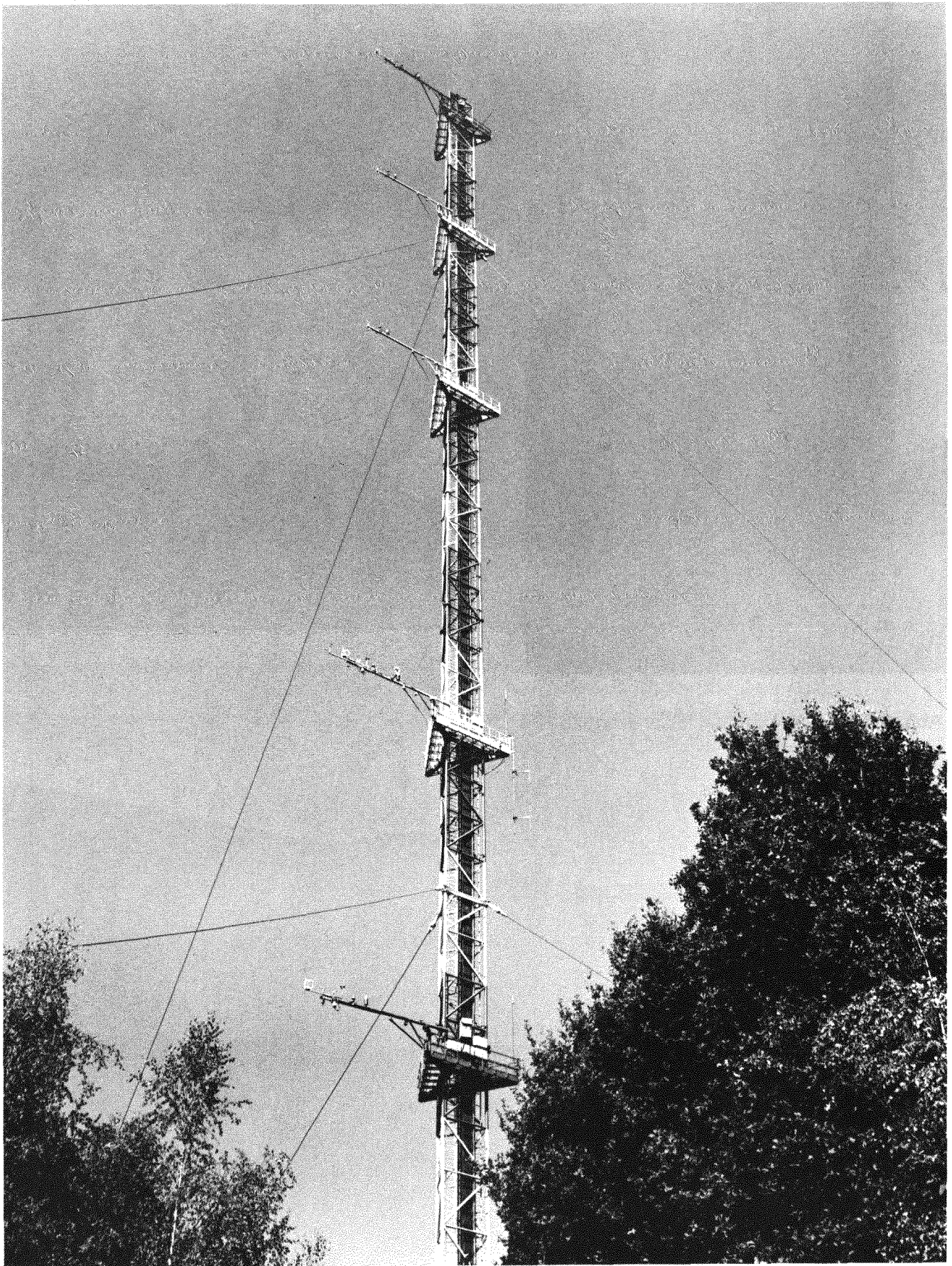


Abb. 3.1.1: Der meteorologische Turm der KFA



Abb. 3.2.1: Mast 1 auf der Sophienhöhe

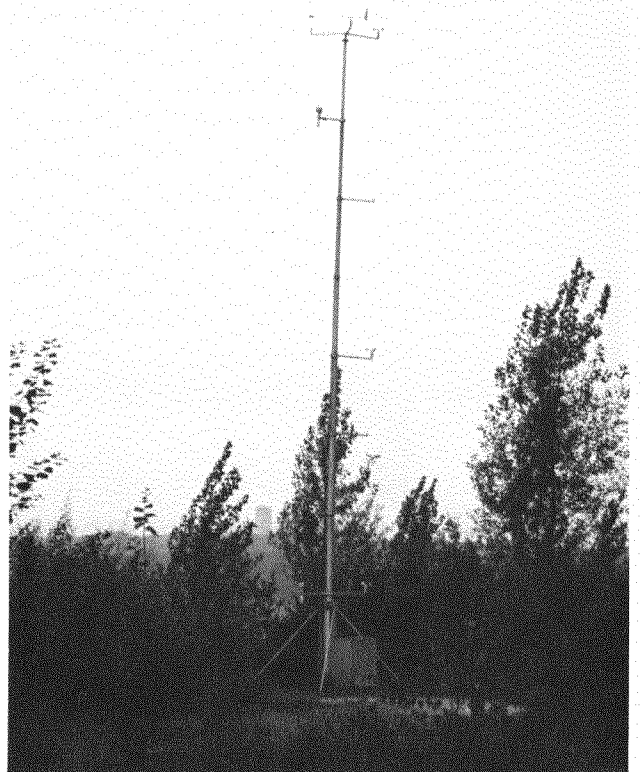


Abb. 3.2.2: Mast 2 auf der Sophienhöhe

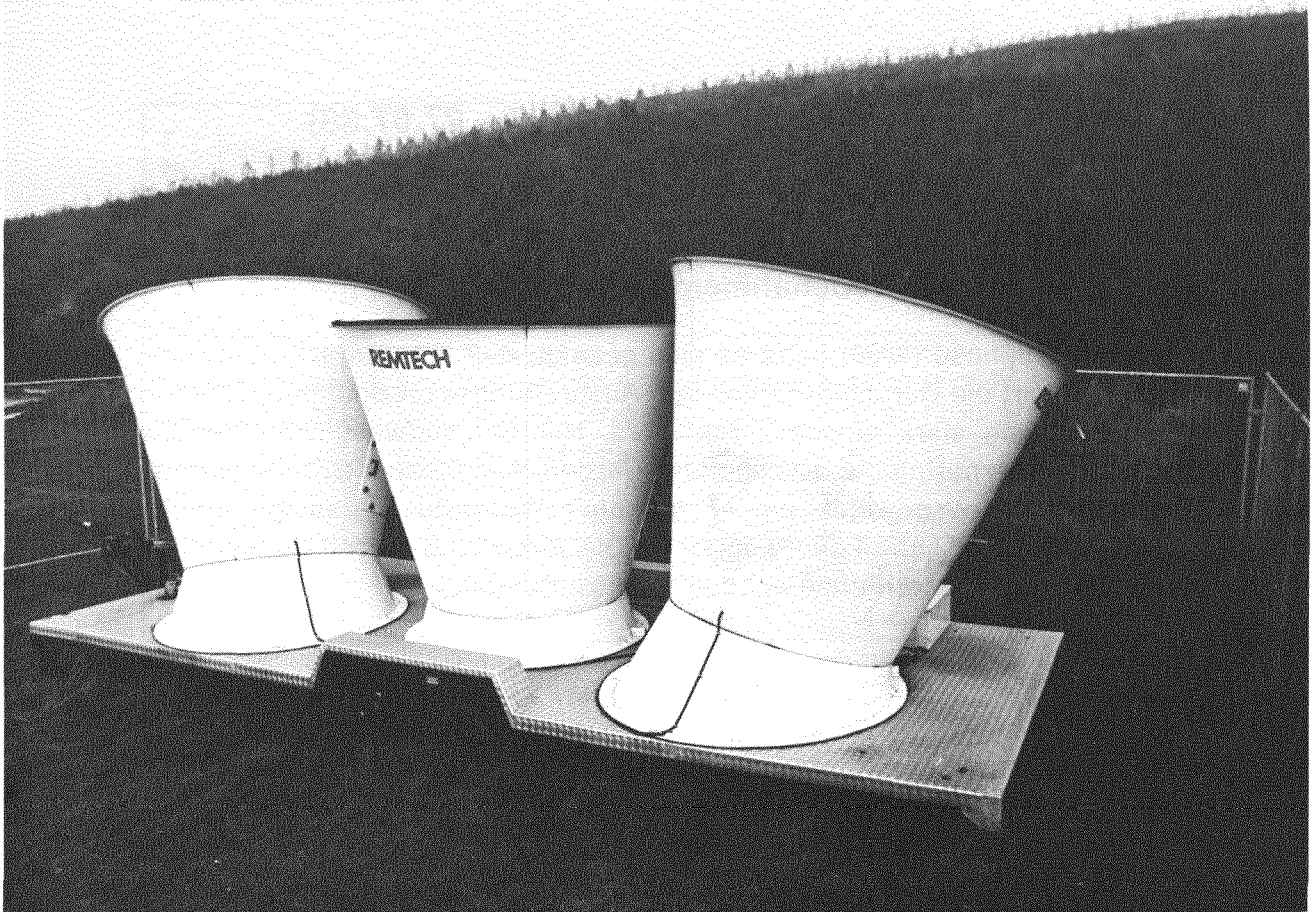


Abb. 3.3.1: SODAR KFA am Westhang der Sophienhöhe

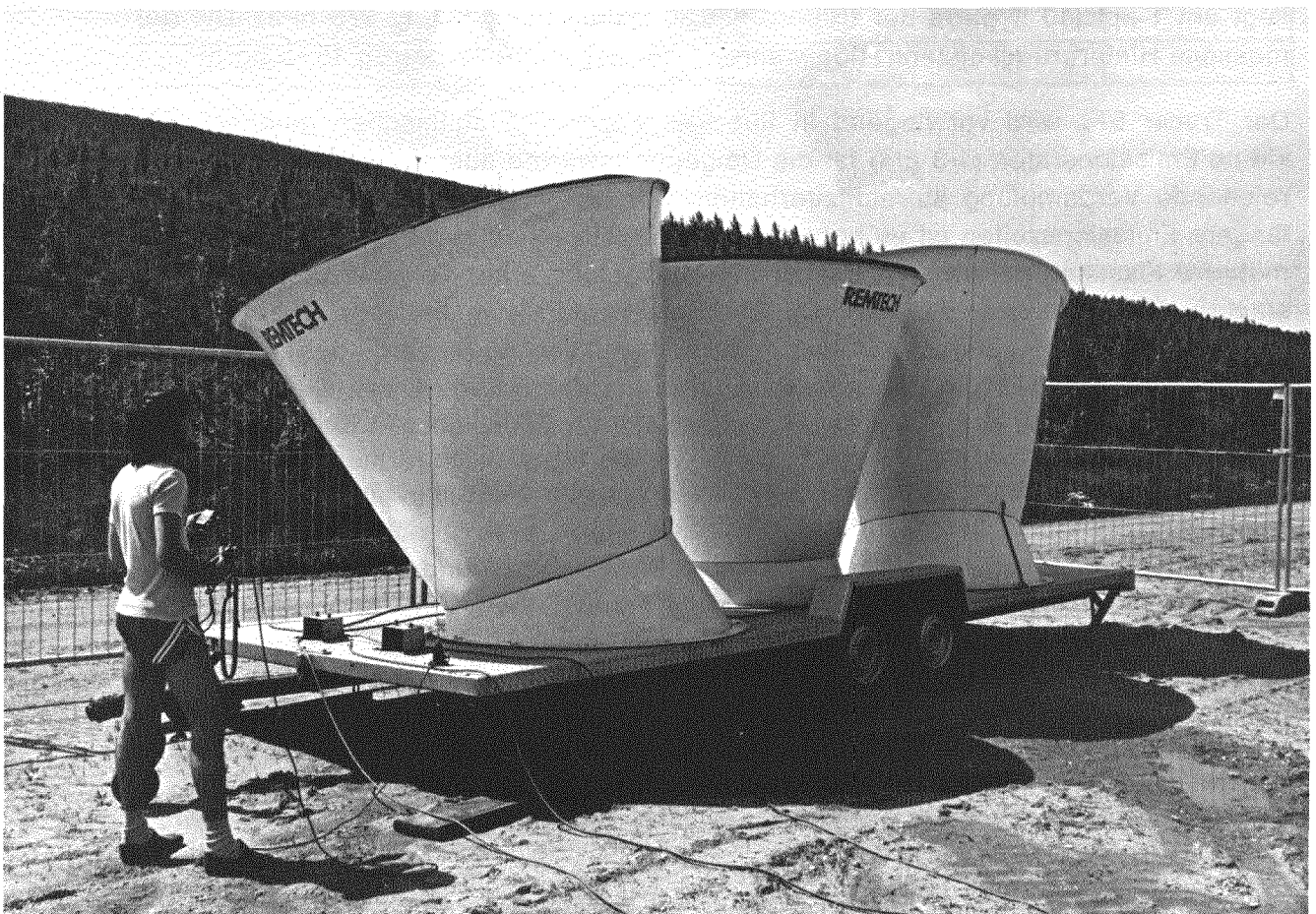


Abb. 3.3.2: SODAR KFA am Nordhang der Sophienhöhe

4. Ausbreitungsexperimente 1 - 12 (30.06.87 - 27.07.88)

4.1 Tracer-Emission und Probenahmemessnetz

In der 1. Intensivmeßphase (1986) hatte es sich gezeigt, daß mit dem KFA-Turm als einzigem Emissionsort die Durchführbarkeit von Ausbreitungsexperimenten während der Intensivmeßphasen stark eingeschränkt wird. Nur bei südwestlichen Winden könnten Ausbreitungsexperimente durchgeführt werden. Aus diesem Grunde wurden weitere Emissionsorte ausgewählt, ein 47 m hoher Wasserturm und als mobile Emissionsstelle eine 30 m hohe Feuerwehroleiter. Die Auswahl der Emissionsorte erfolgte mit dem Ziel, die Tracer-Fahne auf den Berg zu richten.

4.1.1 Tracer-Emission

Für die Ausbreitungsexperimente wurde Schwefelhexafluorid (SF_6) als Tracer eingesetzt. Schwefelhexafluorid empfiehlt sich, da es ein inertes, geruch- und farbloses, nicht brennbares und ungiftiges Gas ist, das gegen Temperatur, Licht und Feuchtigkeit sehr beständig ist. Die beschriebenen Eigenschaften verhindern eine chemische Umwandlung oder eine Ablagerung am Boden. Weiterhin ist SF_6 bis zu sehr niedrigen Konzentrationen gut nachweisbar. Es gibt keine natürlichen und nur wenige künstliche Quellen für SF_6 . Die Hintergrundkonzentration ist daher sehr niedrig und liegt um 1 ppt (10^{-12} parts per trillion = $6,36 \text{ ng/m}^3$ bei 0°C und 976 hPa). Die gemessene Hintergrundkonzentration während der Experimente betrug $15 \pm 5 \text{ ng/m}^3$.

Der Tracer SF_6 wird vorwiegend in flüssiger Form in Stahlflaschen gelagert. Für kleine Emissionsraten (1-3 g/s) ist die Umgeungswärme ausreichend, um eine hinreichende Verdampfung aufrechtzuerhalten. Für hohe Emissionsraten (10 g/s) und längere Emissionszeiten ist es notwendig, die Gasflaschen zu heizen oder alternativ mehrere Flaschen parallel einzusetzen. Zur Regelung einer vorgewählten und konstanten Emissionsrate werden ein Strömungswiderstand und ein einstellbares Druckminderventil benutzt. Über einen Plastikschauch wird das Gas zum Emissionsort geleitet. Die Emissionsrate wird aus der Differenz des Gewichtes der Gasflaschen vor und nach dem Experiment sowie der Emissionszeit berechnet.

In den Ausbreitungsexperimenten 1 - 12 wurden verschiedene Emissionsorte und -raten entsprechend der jeweiligen Windrichtungen und -geschwindigkeiten und Emissionshöhen ausgewählt. An den beiden Positionen E1 und E2 (KFA-Turm, Wasserturm) sind Tracer-Emissionseinrichtungen fest installiert. Für die übrigen 3 Positionen wurde die Emissionseinrichtung kurz vor dem Experiment in einem Fahrzeug bzw. an einer 30 m Drehleiter der KFA-Feuerwehr angebracht.

Die Emissionsraten für die einzelnen Ausbreitungsexperimente und die Koordinaten der Emissionsorte sind in den folgenden Tabellen 4.1.1 und 4.1.2 aufgeführt.

Exp. Nr.	Datum	Emissionspunkt und -höhe	SF ₆ -Em.-Rate (g/s)	Emissionszeit MEZ	Probenahmezeit MEZ	Anz. der Meßp.
1	30.06.87	Südrand Welldorf, E3 30m	8,5	11:45-12:30	12:00-12:30	50
2	01.07.87	Südrand Welldorf, E3 30m	7,9	12:45-13:30	13:00-13:30	56
3	02.07.87	Südspitze Sophienhöhe (240 m Berme), E4 4 m	7,8	20:45-21:30	21:00-21:30	31
4	10.09.87	KFA-Turm, E1 50 m	7,2	11:10-12:00	11:30-12:00	29
5	25.09.87	KFA-Turm, E1 50 m	5,3	11:10-12:00	11:30-12:00	46
6	22.10.87	KFA-Turm, E1 50 m	6,5	12:45-13:30	13:00-13:30	42
7	11.11.87	KFA-Turm, E1 50 m	1,0	12:45-13:30	13:00-13:30	46
8	05.02.88	KFA-Turm, E1 50 m	2,6	12:05-13:00	12:30-13:00	56
9	27.04.88	Feuerwehr, E5 30 m	2,6	20:50-21:41	21:15-21:45	67
10	31.05.88	KFA-Turm, E1 50 m	1,6	11:00-11:45	11:15-11:45	55
11	07.07.88	KFA-Turm, E1 50 m	1,9	13:45-14:30	14:00-14:30	63
12	27.07.88	Wasserturm, E2 46 m	1,6	14:45-15:30	15:00-15:30	52

Tab. 4.1.1: SF₆-Tracer Emissionsdaten

Emissionsort	Koordinaten				kürzeste Entfernung Em.-ort - Soph. (m)
	Gauß-Krüger		Höhe in m		
	x (O-W)	y (N-S)	über Grund	über NN	
E1, KFA-Turm	28847	41742	50	141	1800
E2, Wassert.	28380	44095	47	155	1250
E3, Feuerw.	29185	45825	30	128	900
E4, Soph.	31050	42655	4	230	-
E5, Feuerw.	33870	43945	30	125	600

Tab. 4.1.2: Koordinaten der Emissionspunkte

4.1.2 Probenahmemeißnetz

Vor Durchführung der ersten Ausbreitungsexperimente wurde ein Probenahmemeißnetz im Nordosten der KFA eingerichtet. Das Meßnetz umfaßte die folgenden drei Bereiche I - III:

- I Nahbereich (innerhalb der KFA)
- II Bereich außerhalb der Sophienhöhe
- III Sophienhöhe

Es war geplant, Ausbreitungsexperimente zunächst vom KFA-Turm als Emissionsort bei Südwestwind durchzuführen. Ausgehend vom KFA-Turm wurden Meßpunkte strahlenförmig in Richtung Nord bis Ost mit einem Winkelabstand von ca. 10° festgelegt. Die Meßpunkte wurden auf Feldwegen, Straßen bzw. Bermen auf der Sophienhöhe in der Weise vermessen und markiert, daß sie ringartig um den Emissionsort lagen. Je nach Möglichkeit wurden pro Ring 5-11 Meßpunkte eingerichtet und auf diese Weise ein Ausbreitungssektor von 40°-110° erfaßt.

Die Zuordnung der Punkte ist in Tab. 4.1.3 zusammengefaßt.

Bereich	Fahrweg	Meßpunkte	Anzahl der Meßpunkte
I	Straße nahe KFA-Turm	1010-1100	10
I	KFA-Zaun	301-310	10
II	Waldweg	1-11	11
II	Straße	12-22	11
II	Westl. Sophienhöhe	23-28	6
III	Fuß der Halde	64-71	8
III	125 m Berme	74-81	8
III	150 m Berme	82-89	8
III	185 m Berme	90-94	5
III	220 m Berme	95-99	5
III	240 m Berme	100-113	6
III	Hochfläche	104-110, 117	6
II	Straße (Leeseite des Hügels)	29-37	9

Tab. 4.1.3: Zuordnung der Meßpunkte des Probenahmernetzes zu den Meßorten (bis Versuch 8)

Abbildung 4.1.1 gibt einen Überblick über die Positionen der Meßpunkte.

Während der 2. Intensivmeßphase traten keine südwestlichen Winde auf, so daß das vorhandene Probenahmemeßnetz nicht genutzt werden konnte. Um dennoch Ausbreitungsexperimente durchzuführen, wurden während der Meßphase für die Emissionsorte E3 und E4 (siehe Abb. 4.1.2) zwei Meßnetze kurzfristig aufgebaut und die Meßpositionen ausgemessen. Die beiden Meßnetze wurden nach der Intensivmeßphase nicht weiter benutzt und sind hier daher nicht in einer Abbildung dargestellt.

Im Frühjahr 1988 erfolgte eine wesentliche Erweiterung des Probenahmernetzes mit Ausrichtung auf Südwest-, West-, Nordwest- und Nordwinde. Da während der 3. Intensivmeßphase sich auch auswärtige Gruppen mit SF₆-Probenahmestationen beteiligten, wurden die neu aufgebauten Meßnetze zusätzlich verdichtet. Ausgehend von 4 vorgesehenen Emissionsorten wurden jeweils 100-150 Meßpositionen mit einem Strahlenabstand von ca. 5° bis zu einer Entfernung von 11 km neu markiert. Die Positionen des bis Versuch 8 vorhandenen Meßnetzes wurden neu bezeichnet.

Die markierten Positionen auf den Bermen der Sophienhöhe wurden wie in der folgenden Tabelle 4.1.3 vom südöstlichen Teil des Hügels beginnend im Uhrzeigersinn in aufsteigender Reihenfolge bis in den nordöstlichen Hügelbereich nummeriert.

Markierte Punkte Sophienhöhe	Lage
100-199	Fuß des Hügels
200-299	Berme 125
300-399	Berme 150
400-499	Berme 185
500-599	Berme 220
600-699	Berme 240
700-720	Hochfläche

Tab. 4.1.4: Zuordnung der Positionsnummern auf der Sophienhöhe (ab Versuch 9)

Positionsnummern kleiner als 100 oder größer als 1000 wurden für Probenahmeorte außerhalb des Hügels reserviert. Die Meßpositionen des Südwest- und West-Probenahmemeßnetzes zeigt Abb. 4.1.2. Diese beiden Meßnetze wurden in den Ausbreitungsversuchen 10-12 benutzt. Während des Ausbreitungsversuches 9 wurde bei stabiler atmosphärischer Schichtung vom Emissionsort E5 (siehe Abb. 4.1.2) östlich des Hügels SF_6 emittiert und unter Nutzung des neuen Meßnetzes mit Luftprobensammlern bestückt.

Bei den Ausbreitungsexperimenten wurden jeweils die durch die vorherrschende Windrichtung betroffenen Meßpositionen des entsprechenden Probenahmernetzes bestückt.

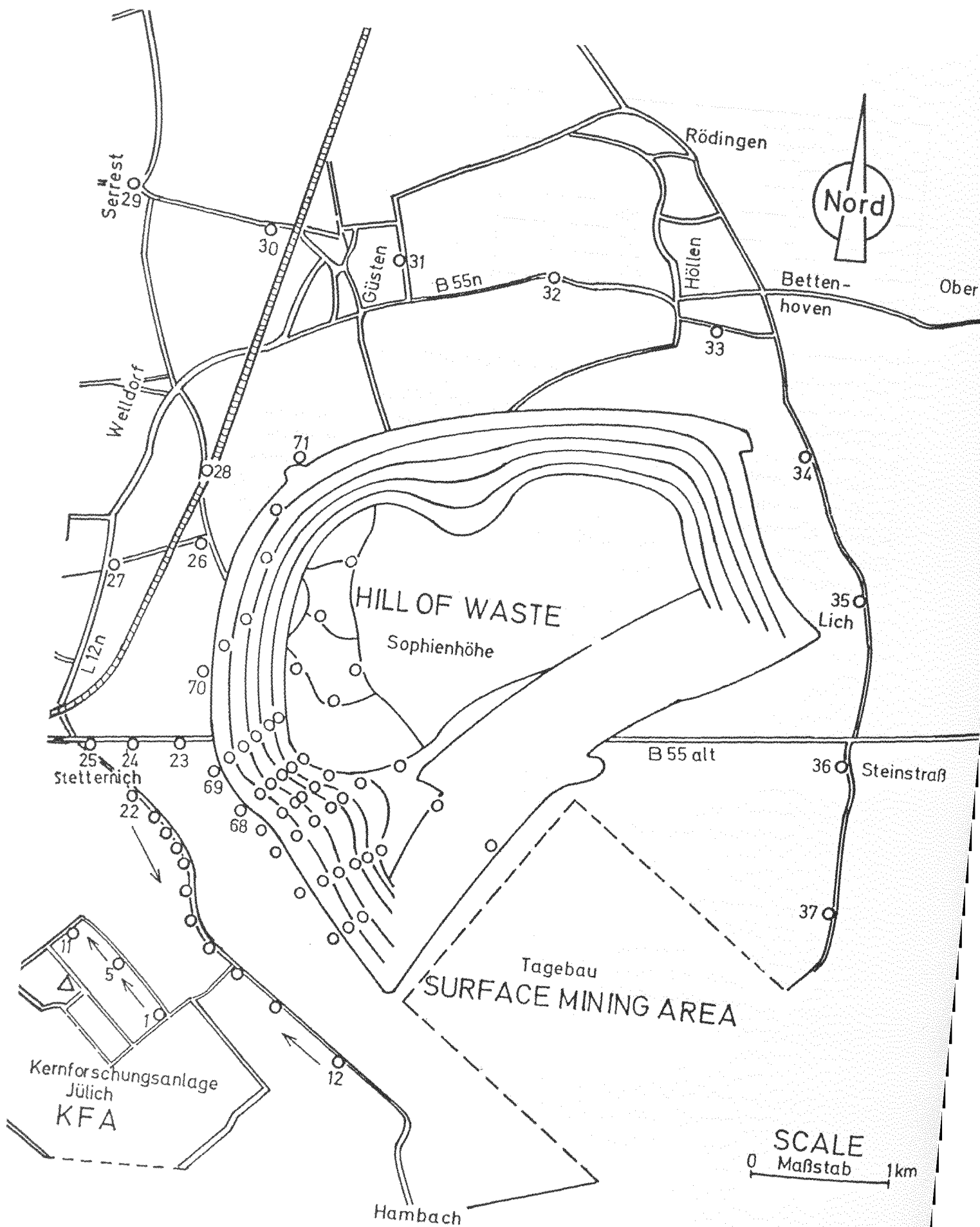


Abb. 4.1.1: Probenahmemeßnetz bei Südwestwind für die ersten Ausbreitungsexperimente (bis Versuch 8)

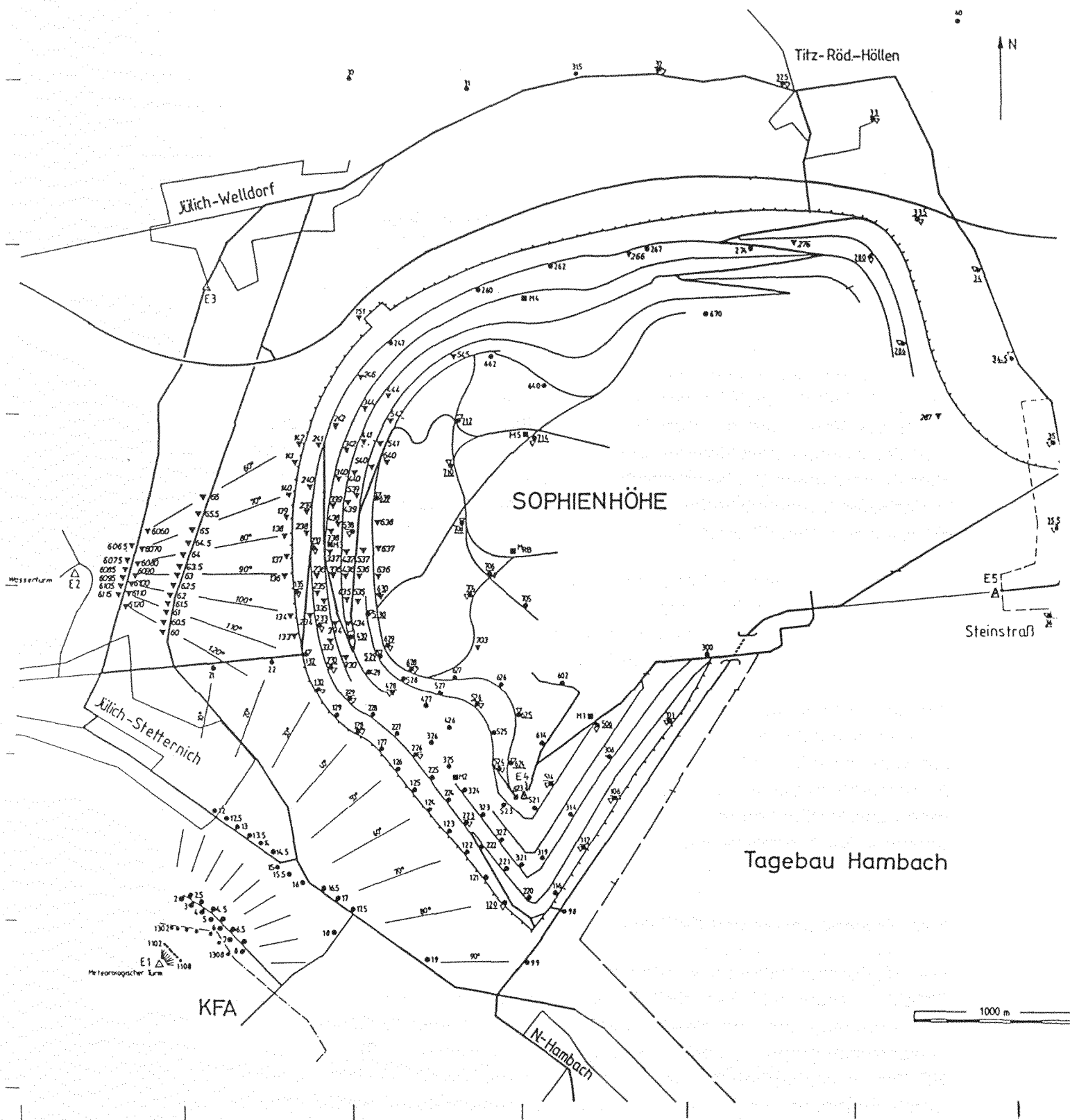


Abb. 4.1.2: Meßpositionen der neuen Probenahmenetze (ab Versuch 9) Südwest (●), West (▼), beide Südwest und West (▼●); E1-E5 Tracer-Emissionspunkte

4.2 Konzentrationsmessungen

4.2.1 Luftprobensammler

Zur Probennahme des SF_6 wurden zwei Gerätetypen, sogenannte Wasserstationen bzw. automatische Probensammler, verwendet (Abb. 4.2.1 und 4.2.2).

Die Wasserstation besteht aus einem mit Wasser gefüllten Plexiglaszylinder (3), einem Impulsmagnetventil (4), einer Kapillare (5), einer Digitalschaltuhr (6) und einem Batteriekasten (7) zur Stromversorgung des Ventils. Nach Aufstellen des Sammlers wird der Wasserablauf (8) des Zylinders geöffnet. Sobald das Magnetventil von der Schaltuhr geöffnet wird, zieht das ausströmende Wasser gleichmäßig die Luft durch das Ventil und die Kapillare in den Plexiglaszylinder. Nach dem Experiment wird der Zylinder geschlossen. Zur Auswertung der Luftprobe wird im Labor die Luft über einen dünnen Schlauch durch den mit einem Septum versehenen Füllstopfen (9) in den Gaschromatographen geleitet, indem der Zylinder über ein Rohr (10) wieder mit Wasser aufgefüllt wird.

Beim automatischen Probensammler sind eine Reihe der Bauteile identisch mit denen der Wasserstation: Impulsmagnetventil (4), Kapillare (5), Digitalschaltuhr (6) und Batteriekasten (7). Hinzu kommen eine Membranpumpe (11) und ein 10 l Aluminium beschichteter Kunststoffbeutel mit Verschlußventil zur Aufnahme der Luftprobe.

Sobald die Schaltuhr die Membranpumpe eingeschaltet und das Magnetventil geöffnet hat, strömt die zu sammelnde Luft mit einer Rate von 200 ml/min durch das Ventil, die Kapillare und die Pumpe in den Kunststoffbeutel. Die Kunststoffbeutel werden zur Auswertung direkt mit dem Gaschromatographen verbunden und die zu analysierende Luft wird mit einer kleinen Pumpe in die Meßschleife des Gaschromatographen gepumpt. Nach Analyse werden die Kunststoffbeutel evakuiert.

4.2.2 Tracer-Analyse und Kalibrierung

Die SF_6 -Konzentrationen wurden mittels Gaschromatograph mit Elektroneneinfang-Detektor bestimmt. Für die Auswertung der Experimente 1 - 8 wurde ein Gaschromatograph von Hewlett-Packard (5830 A) und ab Experiment 8 ein neuer Gaschromatograph von Siemens (Sichromat 3) verwendet. Der HP-Gaschromatograph konnte während der Experimente hinsichtlich der SF_6 -Analyse durch Änderung des Trägergases bzw. der Temperaturen weiter optimiert werden. Dadurch konnte die Empfindlichkeit für SF_6 bei niedrigen Konzentrationen bis hinunter zum Background ($\sim 15 \text{ ng/m}^3$) gesteigert werden. Für die Versuche 1 - 4 betrug die niedrigst zu messende Konzentration noch 170 ng/m^3 . Die Empfindlichkeit des neuen Gaschromatographen lag deutlich unter Background (ca. 1 ng/m^3). Einige technische Daten zu den Gaschromatographen gibt die Tabelle 4.2.0 wieder.

Der Signalausgang des HP-Gaschromatographen wurde mit dem Integrator HP 18850 A verbunden. Aus der ausgegebenen Fläche für SF_6 ca. 1 1/2 Minuten nach Eingabe der Probe in die Trennsäule wurde später mit einer Kalibrierkurve die SF_6 -Konzen-

tration bestimmt. Einen typischen Integrator-Ausdruck zeigt Abb. 4.2.3. In der Abbildung erkennt man den SF₆-Peak vor dem großen O₂-Peak.

Experiment Nr.	Gas-chromat.	Ofentemp. (Trennsäule) (°C)	Detektor-temperatur (°C)	Trärgas	Durchfluß Trärgas (ml/min)	Retentionszeit für SF ₆ (min)
1 - 3	HP	40°	100°	Argon-Methan	≈60	≈1,7
4	HP	40°	240°	Argon-Methan	"	"
5 - 8	HP	80°	320°	hochgereinigtes N ₂	"	≈1,4
8 - 12	Siemens	100°	100°	hochgereinigtes N ₂	25	≈1,5
Trennsäule: Molekularsieb 5A, 60 - 80 mesh, Länge 4 m Probenschleife: 1 ml (HP), 1 ml oder 100 µl (Siemens)						

Tab. 4.2.0: Technische Daten zu den Gaschromatographen

Die Auswertung des Siemens-Gaschromatographen erfolgte mit einem Integrator von Spectra Physics (Typ 4270). Durch Programmierung der Kalibrierkurve für die Umwandlung der Integratorfläche für SF₆ in Konzentrationen konnte mit diesem Integrator direkt die gemessene SF₆-Konzentration ausgegeben werden. Abbildung 4.2.4 zeigt einen typischen Ausdruck für diesen Integrator. Dabei fehlt der Sauerstoff-Peak, da nach der SF₆-Messung die Restgase am Detektor vorbeigeleitet werden. Dadurch wird erreicht, daß die Detektorempfindlichkeit längere Zeit stabil bleibt und die Analyse schneller erfolgen kann.

Zur Ermittlung der Kalibrierkurve wurden 5 Kalibriermischungen (50, 100, 500, 1000 und 10000 ng/m³) aus 100% SF₆ hergestellt. Die Verdünnungen wurden in zwei oder drei Schritten mittels Einspritzung von 1 ml oder 10 ml in 1 l oder 10 l mit Stickstoff gefüllte Volumenkalibrierte Linde-Kunststoffbeutel. Bei einem Vergleichstest im Dezember 1987 zwischen KFA und National Environmental Research Institute (Dänemark) ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung in der Bestimmung der SF₆-Konzentrationen; die Abweichungen lagen zwischen 1 - 15% (Zeuner und Heinemann, 1990). Die Kurzzeit-Reproduzierbarkeit der Messungen, bestimmt durch wiederholtes Messen derselben Luftprobe, lag bei ca. 5% bei dem HP-Gaschromatographen (durch das Alter bedingt) und war besser als 1% bei dem Siemens-Gaschromatographen.

Der relative Fehler für die gemessenen Konzentrationen einschließlich Probenahme wird auf ±10% bis ±15% geschätzt.

Die Tabellen 4.2.1 - 4.2.12 geben einen Überblick über die SF₆-Konzentrationen, dabei ist der Background von ca. 15 ng/m³ von den Meßwerten nicht abgezogen worden. Die Meßpositionen sind in Polarkoordinaten angegeben, wobei R der Abstand zum Emissionsort und ϕ der Winkel zwischen 0° (Nord) und der Ausbreitungsrichtung im Uhrzeigersinn bezeichnet. Ebenso sind die Meßpositionen in relativen Gauß-Krüger Koordinaten als Abstand zum Emissionsort in Richtung Ost-West (XREL) bzw. Nord-Süd (YREL) angegeben. Die Höhenangabe ist in *m über NN*. Die Koordinaten wurden aus Karten mit dem Maßstab 1:5000 und 1:10000 der Firma Rheinbraun bestimmt. Der Fehler für die Ortsangaben beträgt ca. 10 m - 20 m.

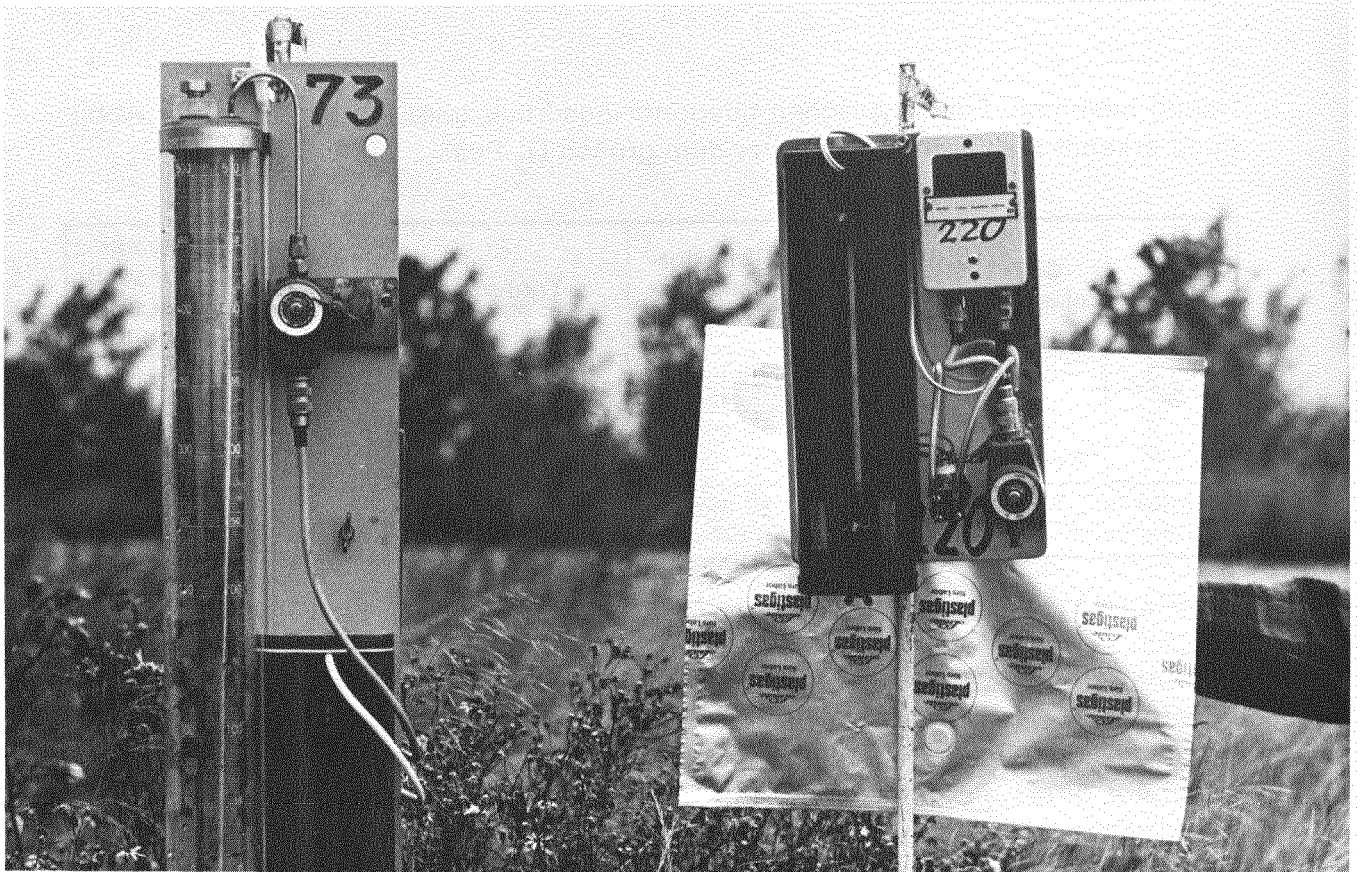
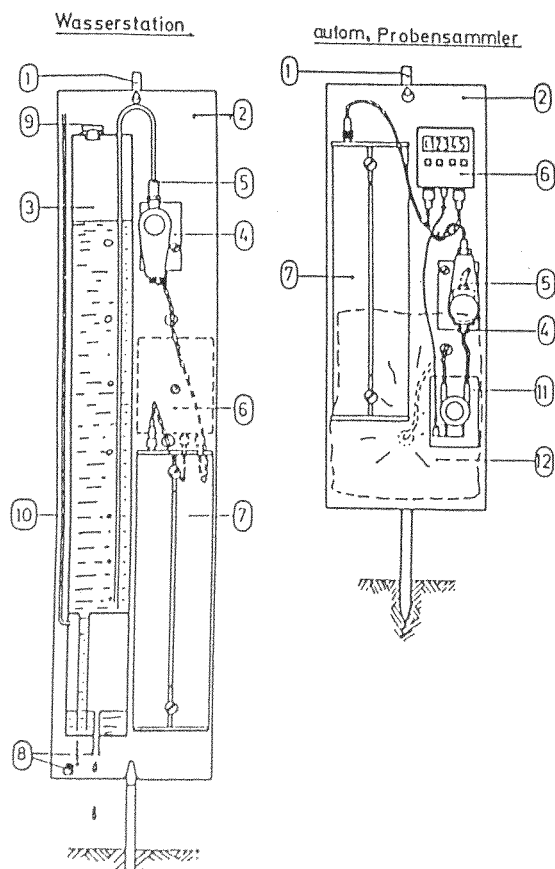


Abb. 4.2.1: SF_6 -Probenahmestationen



Probenahmestationen für SF_6

- (1) Eisenstange
- (2) Montierplatte
- (3) Wasserbehälter (Zylinder aus Plexiglas)
- (4) Magnetventil, geschaltet durch elektrischen Impuls
- (5) Strömungswiderstand
- (6) Schaltuhr für Magnetventil
- (7) Batteriekasten
- (8) Wasserablaufrohr mit Verschluss
- (9) Wassereinflussverschluß mit Septum
- (10) Belüftungsrohr
- (11) Membran-Pumpe
- (12) Plastikbeutel (aluminiumbeschichtet)

Abb. 4.2.2: Tracer-Probenahmestationen "Wasserstation" und "automatischer Probensammler"

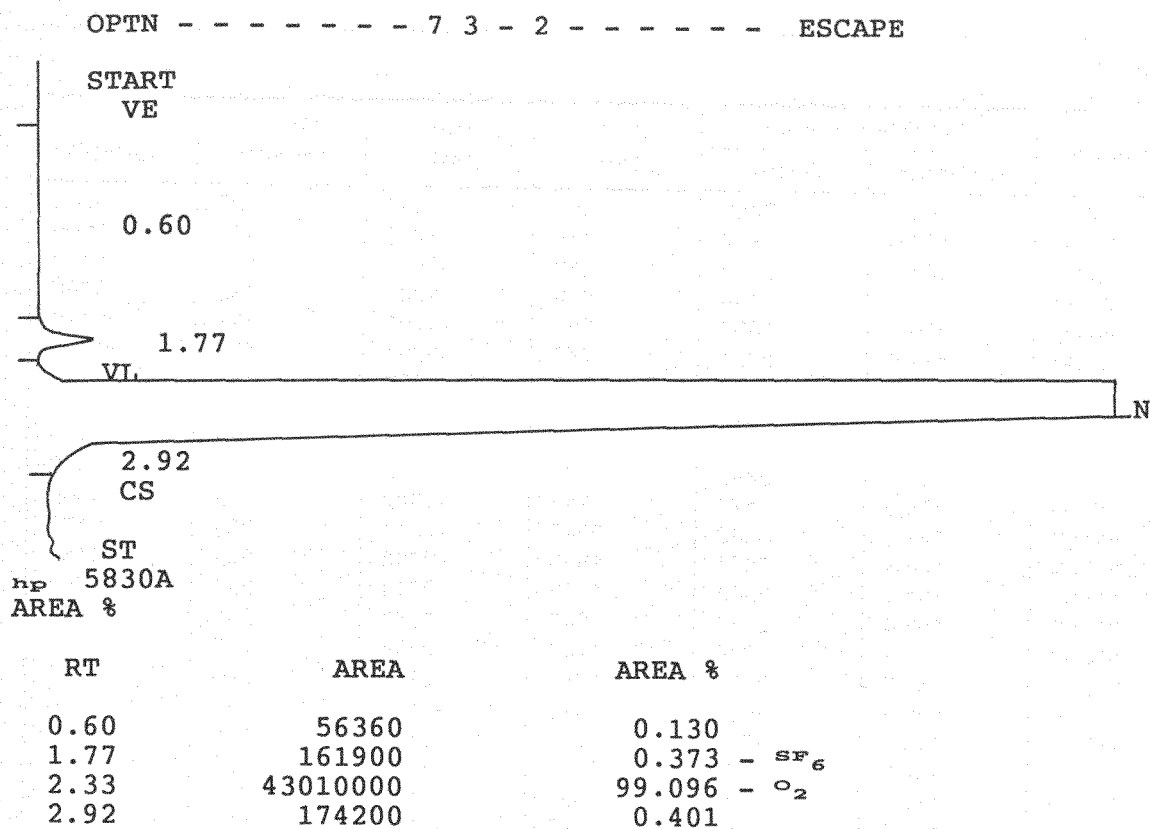
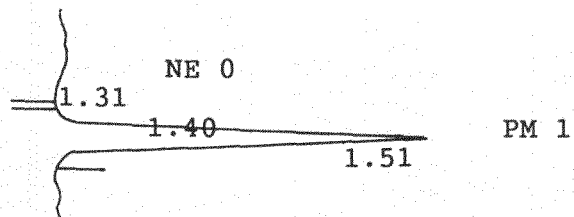


Abb. 4.2.3: Typisches Chromatogramm des HP-Integrators (Messung von Pos. 668, Experiment 1)

PRINT "***** 436-216 *****
***** 436-216 *****

CHANNEL A INJECT 28-07-88 09:13:20



VERSUCH NR.12 27.7.1988 27-07-88 09:13:20 CH= "A" PS= 3

FILE 1. METHOD 5. RUN 4 INDEX 1

ANALYST: LAUFER

SAMPLE 1 10-10000NG

NAME	NG/M3	RT	AREA BC	RF	RRT
1	0.	1.31	604 02		0.868
2	0.	1.4	152 02		0.927
SF6	273.794	1.51	61608 01	225.019	1.

Abb. 4.2.4: Typisches Chromatogramm des Spectra Physics Integrators (Messung von Pos. 436, Experiment 12)

Tab. 4.2.1: Tracer-Konzentrationen für Experiment 1, 30.06.87, 12:00 - 12:30
Emissionsort: Feuerwehrleiter, 30 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
69.00	166.1	2463	591	-2392	105	75000
70.00	165.0	1834	475	-1772	103	6000
78.00	161.0	2734	889	-2586	133	< 170
79.00	163.9	2438	676	-2343	130	1360
80.00	160.7	1803	596	-1702	128	< 170
87.00	161.6	2351	742	-2231	153	< 170
88.00	156.7	1667	658	-1532	153	< 170
93.00	157.8	2643	1000	-2447	183	< 170
94.00	159.1	2273	812	-2124	182	< 170
97.00	149.9	2885	1445	-2498	217	320
99.00	155.9	2171	888	-1982	213	4900
100.00	141.3	3342	2087	-2611	255	< 170
101.00	146.8	2851	1559	-2388	242	1150
102.00	154.4	2563	1106	-2313	234	460
103.00	153.4	2111	946	-1888	239	980
104.00	143.3	2916	1743	-2338	255	460
112.00	146.7	3254	1788	-2719	240	460
113.00	149.9	3622	1816	-3135	229	6000
115.00	149.4	3253	1653	-2802	216	2400
117.00	137.3	2271	1540	-1670	265	1250
601.00	182.3	1401	-55	-1400	104	< 170
602.00	178.0	1150	40	-1150	102	< 170
603.00	173.0	947	115	-940	102	< 170
650.00	82.6	2778	2755	360	89	600
664.00	166.4	2299	540	-2235	105	< 170
666.00	162.2	1574	480	-1500	102	50000
667.00	153.8	1203	530	-1080	101	22500
668.00	146.1	1048	585	-870	101	16000
669.00	138.9	974	640	-735	100	1250
669.00	138.9	974	640	-735	100	< 170
670.00	163.4	2097	600	-2010	128	< 170
671.00	160.1	1706	580	-1605	127	< 170
672.00	155.5	1434	595	-1305	126	< 170
674.00	145.9	1177	660	-975	126	200
681.00	160.3	2065	695	-1945	151	< 170
682.00	150.2	1410	700	-1225	150	< 170
684.00	140.2	1210	775	-930	150	< 170
685.00	126.9	1132	905	-680	149	320
690.00	156.8	1984	780	-1825	181	460
691.00	153.2	1719	775	-1535	181	< 170
693.00	147.4	1466	790	-1235	180	< 170
694.00	137.2	1280	870	-940	179	460
700.00	151.5	1821	870	-1600	211	6000
701.00	143.5	1487	885	-1195	211	850
707.00	147.6	1757	940	-1485	231	850
711.00	144.5	2659	1545	-2165	256	320
712.00	137.6	2438	1645	-1800	263	6000
713.00	132.1	2028	1505	-1360	269	1800
714.00	127.4	1794	1425	-1090	263	600

Tab. 4.2.2: Tracer-Konzentrationen für Experiment 2, 10.07.87, 13:00 - 13:30
Emissionsort: Feuerwehrleiter, 30 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
69.00	166.1	2463	591	-2392	105	< 170
70.00	165.0	1834	475	-1772	103	2300
71.00	100.0	1056	1040	-184	96	16500
79.00	163.9	2438	676	-2343	130	< 170
80.00	160.7	1803	596	-1702	128	< 170
81.00	119.7	1040	904	-516	125	12000
88.00	156.7	1667	658	-1532	153	< 170
89.00	138.0	1188	794	-884	151	< 170
94.00	159.1	2273	812	-2124	182	< 170
96.00	149.4	3253	1653	-2802	216	600
98.00	156.0	2603	1059	-2378	214	600
99.00	155.9	2171	888	-1982	213	1500
100.00	141.3	3342	2087	-2611	255	460
101.00	146.8	2851	1559	-2388	242	630
102.00	154.4	2563	1106	-2313	234	8500
103.00	153.4	2111	946	-1888	239	5200
104.00	143.3	2916	1743	-2338	255	1800
106.00	146.1	1866	1040	-1550	238	8200
110.00	121.1	1655	1417	-856	255	4300
112.00	146.7	3254	1788	-2719	240	600
113.00	149.9	3622	1816	-3135	229	1600
117.00	137.3	2271	1540	-1670	265	12500
601.00	182.3	1401	-55	-1400	104	1200
602.00	178.0	1150	40	-1150	102	1300
603.00	173.0	947	115	-940	102	750
650.00	82.6	2778	2755	360	89	260
664.00	166.4	2299	540	-2235	105	3300
665.00	164.3	1776	480	-1710	103	11000
666.00	162.2	1574	480	-1500	102	1300
667.00	153.8	1203	530	-1080	101	16000
668.00	146.1	1048	585	-870	101	860
669.00	138.9	974	640	-735	100	2200
670.00	163.4	2097	600	-2010	128	< 170
672.00	155.5	1434	595	-1305	126	750
674.00	145.9	1177	660	-975	126	1200
675.00	105.3	1151	1110	-305	123	3100
676.00	96.5	1358	1350	-155	122	9000
681.00	160.3	2065	695	-1945	151	< 170
682.00	150.2	1410	700	-1225	150	600
685.00	126.9	1132	905	-680	149	7500
686.00	110.7	1197	1120	-425	149	4900
687.00	101.1	1401	1375	-270	150	6000
690.00	156.8	1984	780	-1825	181	< 170
691.00	153.2	1719	775	-1535	181	750
693.00	147.4	1466	790	-1235	180	< 170
694.00	137.2	1280	870	-940	179	< 170
695.00	123.6	1218	1015	-675	178	5000
696.00	111.1	1302	1215	-470	178	3300
697.00	102.7	1517	1480	-335	180	3300
700.00	151.5	1821	870	-1600	211	2600
701.00	143.5	1487	885	-1195	211	460
710.00	135.3	1442	1015	-1025	228	37000
711.00	144.5	2659	1545	-2165	256	1200
712.00	137.6	2438	1645	-1800	263	2800
713.00	132.1	2028	1505	-1360	269	4400

Tab. 4.2.3: Tracer-Konzentrationen für Experiment 3, 20.07.87, 21:00 - 21:30
Emissionsort: Sophienhöhe, 2 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
64.00	200.6	536	-189	-502	105	5000
65.00	245.5	468	-426	-194	105	1300
66.00	277.5	645	-640	85	104	< 170
73.00	156.2	518	209	-474	104	1300
74.00	201.1	400	-144	-374	135	< 170
75.00	253.8	375	-361	-105	131	600
82.00	189.7	357	-60	-352	158	255000
83.00	255.9	290	-282	-71	157	< 170
90.00	261.2	188	-186	-29	185	320
95.00	278.5	94	-93	14	219	460
113.00	305.5	60	-49	35	229	< 170
500.00	191.3	1172	-230	-1150	98	2050
501.00	166.5	858	200	-835	105	600
502.00	151.7	664	315	-585	105	320
506.00	160.7	619	205	-585	104	5400
507.00	113.0	510	470	-200	103	390
511.00	145.1	481	275	-395	104	740
512.00	100.3	472	465	-85	103	< 170
513.00	142.6	371	225	-295	129	36000
514.00	68.7	590	550	215	127	< 170
515.00	56.2	890	740	495	126	< 170
517.00	158.7	316	115	-295	154	< 170
521.00	139.4	184	120	-140	182	< 170
524.00	166.0	61	15	-60	218	1200
530.00	190.0	2020	-350	-1990	92	8500
531.00	204.6	1776	-740	-1615	91	390
532.00	225.6	1679	-1200	-1175	90	460
550.00	57.0	119	100	65	217	460
551.00	95.0	286	285	-25	152	320
552.00	98.1	388	385	-55	129	600
553.00	177.9	550	20	-550	132	155000

Tab. 4.2.4: Tracer-Konzentrationen für Experiment 4, 10.09.87, 11:30 - 12:00
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
4.00	71.2	489	463	158	90	20000
6.00	51.0	441	343	278	90	93000
7.00	44.6	439	308	313	90	95000
15.00	68.9	1129	1053	408	98	2800
16.00	60.0	1043	903	523	98	25000
17.00	50.9	1099	853	693	100	38000
18.00	39.7	1257	803	968	102	7200
19.00	29.0	1369	663	1198	104	250
65.00	68.0	1916	1777	719	105	1400
66.00	57.5	1854	1563	998	104	14000
67.00	48.0	1849	1375	1237	103	8900
68.00	38.3	1826	1131	1434	108	970
69.00	28.8	1929	929	1691	105	< 170
75.00	66.3	2011	1842	808	131	2900
77.00	48.3	1957	1460	1304	136	10000
78.00	39.4	1935	1227	1497	133	530
79.00	30.2	2013	1014	1740	130	< 170
86.00	39.3	2018	1278	1562	154	750
87.00	30.3	2143	1080	1852	153	< 170
93.00	39.3	2113	1338	1636	183	650
95.00	66.3	2304	2110	927	219	1800
97.00	48.4	2385	1783	1585	217	8000
304.00	39.8	271	174	209	91	42000
305.00	50.1	305	234	196	91	62000
306.00	60.0	369	320	185	90	50000
1020.00	19.7	89	30	84	91	530
1030.00	29.9	84	42	73	91	< 170
1050.00	50.0	82	63	53	91	55000
1060.00	60.1	84	73	42	91	44000

Tab. 4.2.5: Tracer-Konzentrationen für Experiment 5, 25.09.87, 11:30 - 12:00
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
3.00	79.3	527	518	98	90	30000
4.00	71.2	489	463	158	90	28000
5.00	63.3	462	413	208	90	40000
6.00	51.0	441	343	278	90	21500
7.00	44.6	439	308	313	90	5800
14.00	77.2	1208	1178	268	96	12500
15.00	68.9	1129	1053	408	98	7500
16.00	60.0	1043	903	523	98	255
17.00	50.9	1099	853	693	100	15
18.00	39.7	1257	803	968	102	160
33.00	39.8	6550	4193	5033	88	78
34.00	49.4	6461	4903	4208	88	15
64.00	78.5	2055	2014	411	105	5000
65.00	68.0	1916	1777	719	105	1500
66.00	57.5	1854	1563	998	104	250
67.00	48.0	1849	1375	1237	103	15
68.00	38.3	1826	1131	1434	108	15
72.00	68.8	3035	2830	1099	102	2600
73.00	79.7	2451	2412	439	104	2650
74.00	75.4	2128	2059	539	135	5800
75.00	66.3	2011	1842	808	131	1350
76.00	57.4	1967	1656	1062	132	110
77.00	48.3	1957	1460	1304	136	15
78.00	39.4	1935	1227	1497	133	15
82.00	75.4	2215	2143	561	158	4600
83.00	66.4	2097	1921	842	157	1300
84.00	58.9	2065	1768	1068	156	110
85.00	48.3	2063	1540	1374	155	30
90.00	66.4	2202	2017	884	185	1400
91.00	57.3	2187	1841	1182	184	30
92.00	48.3	2188	1633	1457	184	15
93.00	39.3	2113	1338	1636	183	15
96.00	57.3	2367	1991	1281	216	110
97.00	48.4	2385	1783	1585	217	15
98.00	39.3	2204	1397	1705	214	15
101.00	48.2	2543	1897	1695	242	15
102.00	39.2	2284	1444	1770	234	15
104.00	50.0	2715	2081	1745	255	15
112.00	57.3	2525	2126	1364	240	15
113.00	66.3	2353	2154	948	229	1800
304.00	39.8	271	174	209	91	26000
305.00	50.1	305	234	196	91	25500
306.00	60.0	369	320	185	90	44000
307.00	70.3	396	373	134	90	44000
1050.00	50.0	82	63	53	91	3200
1060.00	60.1	84	73	42	91	3150

Tab. 4.2.6: Tracer-Konzentrationen für Experiment 6, 22.10.87, 13:00 - 13:30
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
2.00	88.8	608	608	13	90	13000
3.00	79.3	527	518	98	90	2650
4.00	71.2	489	463	158	90	21000
5.00	63.3	462	413	208	90	11000
6.00	51.0	441	343	278	90	4900
7.00	44.6	439	308	313	90	550
8.00	33.6	429	238	358	90	60
14.00	77.2	1208	1178	268	96	1300
15.00	68.9	1129	1053	408	98	165
16.00	60.0	1043	903	523	98	15
17.00	50.9	1099	853	693	100	98
18.00	39.7	1257	803	968	102	460
64.00	78.5	2055	2014	411	105	140
65.00	68.0	1916	1777	719	105	15
66.00	57.5	1854	1563	998	104	15
67.00	48.0	1849	1375	1237	103	15
68.00	38.3	1826	1131	1434	108	15
72.00	68.8	3035	2830	1099	102	15
73.00	79.7	2451	2412	439	104	65
74.00	75.4	2128	2059	539	135	15
75.00	66.3	2011	1842	808	131	15
76.00	57.4	1967	1656	1062	132	15
77.00	48.3	1957	1460	1304	136	15
78.00	39.4	1935	1227	1497	133	15
82.00	75.4	2215	2143	561	158	15
83.00	66.4	2097	1921	842	157	15
84.00	58.9	2065	1768	1068	156	15
90.00	66.4	2202	2017	884	185	15
95.00	66.3	2304	2110	927	219	15
97.00	48.4	2385	1783	1585	217	15
100.00	58.8	2836	2425	1472	255	15
101.00	48.2	2543	1897	1695	242	15
112.00	57.3	2525	2126	1364	240	15
113.00	66.3	2353	2154	948	229	15
115.00	57.3	2367	1991	1281	216	15
304.00	39.8	271	174	209	91	420
305.00	50.1	305	234	196	91	450
306.00	60.0	369	320	185	90	14000
513.00	75.8	2505	2428	618	129	15
516.00	61.4	3704	3253	1773	125	15
1050.00	50.0	82	63	53	91	1000
1060.00	60.1	84	73	42	91	1100

Tab. 4.2.7: Tracer-Konzentrationen für Experiment 7, 11.11.87, 13:00 - 13:30
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
3.00	79.3	527	518	98	90	110
4.00	71.2	489	463	158	90	15
5.00	63.3	462	413	208	90	570
6.00	51.0	441	343	278	90	18000
7.00	44.6	439	308	313	90	48000
8.00	33.6	429	238	358	90	73000
9.00	25.0	433	183	393	90	33000
15.00	68.9	1129	1053	408	98	60
16.00	60.0	1043	903	523	98	280
17.00	50.9	1099	853	693	100	6500
19.00	29.0	1369	663	1198	104	11000
32.00	30.0	6025	3013	5218	90	360
33.00	39.8	6550	4193	5033	88	1700
34.00	49.4	6461	4903	4208	88	15
35.00	59.2	6262	5378	3208	91	15
65.00	68.0	1916	1777	719	105	15
66.00	57.5	1854	1563	998	104	15
67.00	48.0	1849	1375	1237	103	5200
68.00	38.3	1826	1131	1434	108	16000
69.00	28.8	1929	929	1691	105	8500
75.00	66.3	2011	1842	808	131	15
76.00	57.4	1967	1656	1062	132	15
77.00	48.3	1957	1460	1304	136	2600
78.00	39.4	1935	1227	1497	133	15000
79.00	30.2	2013	1014	1740	130	9100
83.00	66.4	2097	1921	842	157	15
84.00	58.9	2065	1768	1068	156	15
85.00	48.3	2063	1540	1374	155	7600
86.00	39.3	2018	1278	1562	154	13000
87.00	30.3	2143	1080	1852	153	8200
90.00	66.4	2202	2017	884	185	15
92.00	48.3	2188	1633	1457	184	3800
93.00	39.3	2113	1338	1636	183	14000
94.00	30.4	2271	1150	1959	182	7700
101.00	48.2	2543	1897	1695	242	1800
102.00	39.2	2284	1444	1770	234	11000
103.00	30.3	2542	1284	2195	239	5600
104.00	50.0	2715	2081	1745	255	440
106.00	28.6	2883	1378	2533	238	3400
108.00	28.9	3159	1528	2765	246	2600
110.00	28.6	3673	1755	3227	255	1300
304.00	39.8	271	174	209	91	120000
305.00	50.1	305	234	196	91	30000
306.00	60.0	369	320	185	90	3700
1050.00	50.0	82	63	53	91	36000
1060.00	60.1	84	73	42	91	12000

Tab. 4.2.8: Tracer-Konzentrationen für Experiment 8, 05.02.88, 12:30 - 13:00
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
4.00	71.2	489	463	158	90	1900
5.00	63.3	462	413	208	90	21500
6.00	51.0	441	343	278	90	40500
7.00	44.6	439	308	313	90	35000
8.00	33.6	429	238	358	90	22000
15.00	68.9	1129	1053	408	98	415
16.00	60.0	1043	903	523	98	7300
17.00	50.9	1099	853	693	100	10000
18.00	39.7	1257	803	968	102	3900
19.00	29.0	1369	663	1198	104	85
32.00	30.0	6025	3013	5218	90	1000
34.00	49.4	6461	4903	4208	88	750
35.00	59.2	6262	5378	3208	91	420
36.00	69.3	5754	5383	2033	94	50
64.00	78.5	2055	2014	411	105	15
65.00	68.0	1916	1777	719	105	65
66.00	57.5	1854	1563	998	104	2350
67.00	48.0	1849	1375	1237	103	4200
68.00	38.3	1826	1131	1434	108	600
69.00	28.8	1929	929	1691	105	15
70.00	19.4	2449	813	2311	103	15
74.00	75.4	2128	2059	539	135	15
76.00	57.4	1967	1656	1062	132	2700
77.00	48.3	1957	1460	1304	136	4050
78.00	39.4	1935	1227	1497	133	760
79.00	30.2	2013	1014	1740	130	15
80.00	21.4	2557	934	2381	128	15
82.00	75.4	2215	2143	561	158	15
83.00	66.4	2097	1921	842	157	185
84.00	58.9	2065	1768	1068	156	2150
85.00	48.3	2063	1540	1374	155	3500
87.00	30.3	2143	1080	1852	153	15
88.00	21.3	2738	996	2551	153	15
90.00	66.4	2202	2017	884	185	155
91.00	57.3	2187	1841	1182	184	2350
92.00	48.3	2188	1633	1457	184	2650
93.00	39.3	2113	1338	1636	183	500
94.00	30.4	2271	1150	1959	182	15
95.00	66.3	2304	2110	927	219	150
96.00	57.3	2367	1991	1281	216	1600
97.00	48.4	2385	1783	1585	217	2600
98.00	39.3	2204	1397	1705	214	280
100.00	58.8	2836	2425	1472	255	1070
101.00	48.2	2543	1897	1695	242	2200
102.00	39.2	2284	1444	1770	234	450
103.00	30.3	2542	1284	2195	239	15
104.00	50.0	2715	2081	1745	255	1900
110.00	28.6	3673	1755	3227	255	15
112.00	57.3	2525	2126	1364	240	1700
113.00	66.3	2353	2154	948	229	160
119.00	40.8	3010	1968	2278	262	195
304.00	39.8	271	174	209	91	33000
305.00	50.1	305	234	196	91	63000
306.00	60.0	369	320	185	90	34000
1050.00	50.0	82	63	53	91	13500
1060.00	60.1	84	73	42	91	12000

Tab. 4.2.9: Tracer-Konzentrationen für Experiment 9, 27.04.88, 21:15 - 21:45
Emissionsort: Feuerwehrleiter, 30 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
12.00	226.6	3865	-2810	-2655	100	228
13.00	236.9	4085	-3420	-2235	100	222
14.00	243.3	4304	-3845	-1935	96	292
17.00	250.1	4434	-4170	-1510	100	206
25.00	265.1	4888	-4870	-420	105	6626
31.00	314.8	4331	-3070	3055	93	55
32.00	326.3	3623	-2010	3015	90	201
34.00	356.6	2008	-120	2005	88	824
35.00	19.5	1065	355	1005	91	37
36.00	115.2	398	360	-170	94	32
89.00	254.5	1712	-1650	-460	100	20869
90.00	250.5	1867	-1760	-625	101	23298
91.00	247.2	2034	-1875	-790	102	19251
92.00	244.5	2200	-1985	-950	103	14860
93.00	242.2	2375	-2100	-1110	103	7242
94.00	240.0	2553	-2210	-1280	104	2209
95.00	238.2	2737	-2325	-1445	105	1506
96.00	236.5	2921	-2435	-1615	105	949
97.00	235.2	3106	-2550	-1775	105	1818
99.00	231.4	3888	-3040	-2425	105	126
106.00	243.3	2455	-2193	-1104	102	6738
114.00	236.0	3151	-2611	-1764	104	988
120.00	239.3	3502	-3009	-1792	105	504
126.00	255.2	3773	-3648	-966	103	2463
128.00	258.9	3967	-3892	-769	108	4274
130.00	262.9	4125	-4094	-512	105	7687
134.00	268.7	4201	-4200	-95	105	1723
138.00	275.1	4221	-4205	375	102	25
141.00	280.9	4232	-4155	805	102	31
152.00	295.7	3962	-3570	1720	96	23
164.00	308.8	3361	-2625	2100	92	22
170.00	319.0	2945	-1930	2225	89	22
174.00	325.8	2707	-1520	2240	88	29
180.00	340.3	2310	-780	2175	91	28
200.00	256.4	1842	-1790	-435	125	13142
203.00	250.2	2152	-2025	-730	125	18820
210.00	241.5	2754	-2420	-1315	127	2602
225.00	246.4	3473	-3181	-1395	131	759
300.00	257.3	1922	-1875	-425	145	10940
376.00	331.2	2286	-1100	2005	141	35
400.00	255.7	2198	-2130	-545	177	15150
470.00	314.7	2658	-1890	1870	173	29
506.00	252.2	2520	-2400	-770	209	11317
512.00	249.1	2741	-2560	-980	211	7254
521.00	244.7	3070	-2775	-1315	218	2248
524.00	252.2	3194	-3040	-980	215	4960
528.00	262.2	3660	-3626	-498	214	9795
535.00	270.2	3545	-3545	15	211	216
552.00	297.4	3267	-2900	1505	211	35
562.00	301.3	2834	-2420	1475	210	31

Tab. 4.2.9 Fortsetzung:

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
574.00	324.6	2176	-1260	1775	204	28
606.00	254.5	2708	-2610	-725	254	10648
629.00	266.1	3688	-3680	-255	232	4190
640.00	282.2	3770	-3685	800	229	30
704.00	269.6	3190	-3190	-25	261	1325
706.00	271.5	3061	-3060	80	262	350
708.00	278.2	3213	-3180	460	268	31
710.00	283.2	3354	-3265	770	263	25
712.00	287.3	3425	-3270	1020	252	28
714.00	288.6	2933	-2780	935	271	28
6015.00	299.7	4745	-4120	2355	96	54
6020.00	293.9	5056	-4620	2055	98	70
6025.00	288.5	5020	-4760	1595	100	55
6030.00	282.5	5137	-5015	1115	103	63
6035.00	278.8	5070	-5010	780	105	23
6060.00	274.6	5106	-5090	415	106	23
6110.00	270.6	5180	-5180	55	107	679

Tab. 4.2.10: Tracer-Konzentrationen für Experiment 10, 31.05.88, 11:15 - 11:45
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
4.00	71.2	489	463	158	90	14136
6.00	51.0	441	343	278	90	19271
8.00	33.6	429	238	358	90	2587
14.00	77.2	1208	1178	268	96	2546
15.00	68.9	1129	1053	408	98	4046
16.00	60.0	1043	903	523	98	3351
17.00	50.9	1099	853	693	100	689
18.00	39.7	1257	803	968	102	18
32.00	30.0	6025	3013	5218	90	13
33.00	39.8	6550	4193	5033	88	24
34.00	49.4	6461	4903	4208	88	17
35.00	59.2	6262	5378	3208	91	179
64.50	70.5	1944	1833	648	104	1342
66.00	57.5	1854	1563	998	104	886
67.00	48.0	1849	1375	1237	103	53
68.00	38.3	1826	1131	1434	108	12
69.00	28.8	1929	929	1691	105	15
73.00	79.7	2451	2412	439	104	445
74.00	75.4	2128	2059	539	135	1124
75.00	66.3	2011	1842	808	131	1457
75.50	62.5	1987	1763	918	131	1383
76.00	57.4	1967	1656	1062	132	647
76.50	53.3	1955	1568	1168	134	207
77.00	48.3	1957	1460	1304	136	34
78.00	39.4	1935	1227	1497	133	12
79.00	30.2	2013	1014	1740	130	13
82.00	75.4	2215	2143	561	158	1114
83.00	66.4	2097	1921	842	157	1406
86.00	39.3	2018	1278	1562	154	10
87.00	30.3	2143	1080	1852	153	10
92.00	48.3	2188	1633	1457	184	33
93.00	39.3	2113	1338	1636	183	13
94.00	30.4	2271	1150	1959	182	12
97.00	48.4	2385	1783	1585	217	31
98.00	39.3	2204	1397	1705	214	13
99.00	30.3	2432	1226	2101	213	10
100.00	58.8	2836	2425	1472	255	200
101.00	48.2	2543	1897	1695	242	23
102.00	39.2	2284	1444	1770	234	11
103.00	30.3	2542	1284	2195	239	12
112.00	57.3	2525	2126	1364	240	323
113.00	66.3	2353	2154	948	229	657
115.00	57.3	2367	1991	1281	216	436
180.00	70.8	1940	1833	638	105	1342
181.00	42.8	2601	1768	1908	131	1383
182.00	53.6	1960	1578	1163	131	207

Tab. 4.2.10 Fortsetzung:

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
210.00	71.4	2758	2613	883	128	803
303.00	29.9	244	122	212	91	2114
304.00	39.8	271	174	209	91	9537
305.00	50.1	305	234	196	91	12713
306.00	60.0	369	320	185	90	9199
702.00	33.7	2744	1523	2283	246	12
704.00	40.2	2842	1833	2173	260	13
706.00	40.8	3014	1968	2283	211	13
708.00	34.6	3239	1838	2668	262	13
710.00	30.6	3458	1758	2978	263	12
712.00	28.6	3673	1755	3227	252	12
1060.00	60.1	84	73	42	91	4828

Tab. 4.2.11: Tracer-Konzentrationen für Experiment 11, 07.07.88, 14:00 - 14:30
Emissionsort: KFA-Turm, 50 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
4.00	40.7	441	288	335	90	10332
5.50	55.2	451	371	258	90	5979
6.00	61.0	466	408	226	90	3977
6.50	65.3	480	436	201	90	2381
7.00	70.1	496	467	169	90	848
8.00	79.8	547	539	97	90	45
14.50	45.2	934	663	658	96	3695
15.00	51.0	952	740	600	99	3002
15.50	55.9	964	798	541	99	2324
16.00	60.0	996	863	498	99	1371
16.50	64.9	1053	953	448	99	908
17.00	70.3	1118	1053	378	99	41
17.50	75.8	1189	1153	293	96	115
18.00	80.1	1145	1128	198	92	29
33.00	39.8	6528	4179	5016	87	59
34.00	49.6	6410	4877	4160	87	117
101.00	64.7	3469	3135	1486	101	23
106.00	69.3	3016	2821	1068	102	16
112.00	75.0	2667	2576	691	103	15
121.00	74.9	1994	1926	520	105	15
122.00	70.2	1939	1825	658	105	16
124.00	60.7	1869	1630	915	105	315
126.00	50.9	1848	1435	1166	103	1204
128.00	41.2	1839	1211	1384	103	974
220.00	80.2	2220	2188	378	132	15
221.00	75.2	2120	2050	543	133	19
222.00	70.4	2058	1938	693	130	16
223.00	65.0	1993	1806	843	131	31
224.00	59.8	1965	1698	990	131	244
225.00	54.9	1953	1598	1123	132	837
226.00	50.2	1965	1510	1258	131	1195
227.00	45.1	1945	1377	1374	131	1082
228.00	40.4	1933	1253	1473	131	915
321.00	75.3	2215	2143	562	157	14
322.00	70.3	2149	2023	726	157	16
324.00	60.2	2065	1791	1028	156	300
325.00	55.0	2101	1721	1206	154	707
326.00	50.6	2108	1630	1338	155	1090
506.00	61.5	2991	2627	1431	209	81
514.00	65.1	2640	2395	1111	213	26
521.00	68.2	2430	2256	905	217	17
524.00	60.2	2296	1992	1142	216	279
525.00	55.4	2400	1975	1365	215	534
526.00	50.7	2431	1881	1541	217	865
527.00	45.3	2286	1623	1610	214	926
528.00	40.8	2217	1449	1678	214	788

Tab. 4.2.11 Fortsetzung:

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
602.00	55.2	2913	2391	1664	257	304
614.00	60.2	2681	2327	1333	248	203
623.00	66.4	2356	2159	944	226	22
624.00	60.1	2411	2089	1205	231	246
625.00	55.2	2593	2130	1480	243	448
626.00	50.0	2602	1993	1673	243	716
628.00	40.6	2285	1486	1737	234	753
704.00	40.0	2841	1827	2176	260	349
705.00	45.9	3046	2188	2120	264	685
706.00	41.0	3011	1976	2272	262	361
1105.00	50.4	90	70	58	91	620
1106.00	60.8	104	91	51	91	473
1304.00	40.8	275	180	209	91	34528
1305.00	50.2	313	241	201	90	7170
1306.00	59.6	375	324	190	91	2140
1307.00	69.8	404	380	140	90	1051
1308.00	79.7	417	411	75	90	64

Tab. 4.2.12: Tracer-Konzentrationen für Experiment 12, 27.07.88, 15:00 - 15:30
Emissionsort: Wasserturm, 47 m

Position	Polarkoordinaten		Xrel (m)	Yrel (m)	Höhe (m NN)	Konz. (ng/m ³)
	ϕ (Grad)	R (m)				
60.00	120.8	576	495	-295	106	23
60.50	115.8	560	505	-244	106	21
61.00	110.2	558	524	-193	108	23
61.50	103.7	568	552	-135	107	22
62.00	99.2	585	578	-94	107	41
62.50	93.4	611	610	-37	107	546
63.00	89.0	631	631	12	106	20
63.50	84.4	662	659	65	106	5640
64.00	79.9	690	680	122	106	8123
64.50	74.1	734	706	201	105	9568
65.00	69.2	791	740	282	104	11247
65.50	64.1	861	775	377	104	8186
66.00	59.2	951	817	488	103	5636
133.00	106.4	1286	1234	-363	106	23
134.00	100.8	1316	1293	-247	106	25
136.00	89.1	1286	1286	21	103	272
140.00	68.9	1416	1322	510	102	2849
229.00	116.2	1753	1573	-775	130	24
230.00	112.7	1602	1478	-618	128	28
233.00	104.6	1470	1423	-372	128	21
234.00	99.4	1427	1408	-233	128	22
235.00	94.5	1306	1302	-103	127	52
236.00	90.3	1402	1402	-9	127	167
237.00	85.0	1393	1388	123	127	593
238.00	79.6	1412	1389	256	127	1618
239.00	74.2	1455	1400	398	127	1586
241.00	61.5	1666	1464	796	126	2384
330.00	107.8	1630	1552	-500	153	23
334.00	99.4	1518	1498	-249	152	24
335.00	94.7	1489	1484	-124	152	28
336.00	90.0	1474	1474	-1	152	229
337.00	85.0	1477	1472	130	152	686
338.00	80.7	1503	1483	245	151	1426
340.00	69.6	1624	1523	566	149	1667
434.00	98.6	1620	1602	-243	181	25
436.00	88.8	1583	1583	35	179	274
438.00	80.1	1611	1587	279	180	1675
440.00	69.4	1740	1629	612	179	1686
629.00	101.9	1833	1794	-378	232	24
636.00	90.0	1749	1749	-2	231	202
638.00	80.0	1779	1752	311	230	1422
640.00	70.1	1928	1813	658	229	1320
703.00	100.0	2430	2393	-424	257	21
704.00	94.4	2301	2295	-177	260	23
708.00	82.5	2325	2305	305	267	228
712.00	68.5	2391	2225	876	252	922
6070.00	68.7	401	374	146	107	11206
6085.00	83.1	349	347	42	107	4729
6090.00	88.2	337	337	11	107	3319
6095.00	92.4	328	328	-14	107	472
6100.00	97.6	322	320	-43	108	40
6110.00	107.0	313	300	-92	108	20

4.3 Ergebnisse und Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Ausbreitungsexperimente 1 - 12 vorgestellt und diskutiert. Die ersten drei Experimente fanden in der 2. Intensivmeßphase, die Experimente 4 - 12 zwischen der 2. und 3. Intensivmeßphase statt. Die Tabelle 4.3.1 gibt einen Überblick der Ausbreitungsexperimente einschließlich einiger meteorologischer Daten am Emissionsort. Falls keine Messungen am Emissionsort vorlagen, wurden die Meßwerte vom KFA-Turm in 50 m Höhe herangezogen (Experimente 1, 2, 12).

Exp. Nr.	Datum	Emissionsort und -höhe	Probenahmezeit	Meteorologische Daten am Emissionsort			Atm. Schicht.
				Windrichtung (Grad)	Windgeschw. (m/s)	Temp. grad. (120m -20m)	
1	30.06.87	E3, 30 m	12:00-12:30	326*	2,1*	-1,3*	labil
2	01.07.87	E3, 30 m	13:00-13:30	317*	4,3*	-1,4*	labil
3	02.07.87	E4, 4 m	21:00-21:30	15	4,5	+1,1*	stabil
4	10.09.87	KFA-Turm E1, 50 m	11:30-12:00	244	6,4	-0,9	neutral
5	25.09.87	KFA-Turm E1, 50 m	11:30-12:00	257	4,3	-1,3	labil
6	22.10.87	KFA-Turm E1, 50 m	13:00-13:30	282	2,8	-1,0	neutral
7	11.11.87	KFA-Turm E1, 50 m	13:00-13:30	225	7,0	-1,0	neutral
8	05.02.88	KFA-Turm E1, 50 m	12:30-13:00	237	4,0	-1,3	labil
9	27.04.88	E5, 30 m	21:15-21:45	85	4,7	+0,1*	stabil
10	31.05.88	KFA-Turm E1, 50 m	11:15-11:45	241	7,3	-1,8	neutral
11	07.07.88	KFA-Turm E1, 50 m	14:00-14:30	223	6,6	-2,1	labil
12	27.07.88	Wasserturm E2, 46 m	15:00-15:30	259*	4,4*	-1,4*	labil
Anmerkung: * Messung am KFA-Turm (E1)							

Tab. 4.3.1: Überblick über die Ausbreitungsexperimente und meteorologischen Bedingungen

Aus der Tabelle ersieht man, daß von den 12 Experimenten 6 bei labiler, 4 bei neutraler und 2 bei stabiler atmosphärischer Schichtung durchgeführt wurden. Weitere meteorologische Meßergebnisse sind in Anhang A und Kap. 5 zusammengestellt.

Eine Übersicht der Tracer-Konzentrationsverteilung für die 12 Experimente geben die Abb. 4.3.1 - 4.3.12. Die Meßergebnisse sind als vertikale Striche dargestellt, deren Länge proportional zur Konzentration ist. Jedes Experiment ist in zweifacher Weise auf einer Seite dargestellt. Die jeweils obere Abbildung zeigt sämtliche Meßergebnisse; die Strichlänge ist auf die gemessene Maximalkonzentration normiert. Um auch die niedrigen und mittelhohen Konzentrationen besser zu verdeutlichen, sind in der unteren Abbildung die als Striche dargestellten Meßergebnisse um den Faktor 5 im Vergleich zur oberen Abbildung vergrößert. Die hohen Konzentrationen sind dabei nicht gezeichnet. Die Kreise bedeuten entweder Untergrundkonzentrationen oder niedrige Konzentrationen ($< 1/1000$ der in der jeweiligen Abbildung dargestellten Maximalkonzentration). Die dargestellten Raster-elemente für ebenes Gelände entsprechen einer Größe von 250 m $\times$ 250 m. Die

Sophienhöhe und das Tagebaugebiet sind durch Höhenlinien mit einem Abstand von 25 m charakterisiert. Das KFA-Gelände ist als Polygonzug und der Emissionsort als dicker schwarzer Strich gezeichnet.

Ausbreitungsexperiment 1 am 30.06.87, 12:00 - 12:30

Der Tracer SF_6 wird aus 30 m Höhe mit Hilfe einer Drehleiter der Feuerwehr nordwestlich der Sophienhöhe emittiert. Die bodennahe atmosphärische Schichtung ist aufgrund der starken Sonneneinstrahlung labil. Während der Probenahmezeit ist die Windrichtung, gemessen in 50 m Höhe am KFA-Turm, konstant bei 325° entsprechend einer Ausbreitungsrichtung von 145° . Im West- bzw. Nordteil der Sophienhöhe werden schwache Westnordwest-Winde aus $280^\circ - 290^\circ$ registriert (vgl. Messungen an den Masten 3 und 4, Tab. A-1b). Die SF_6 -Konzentrationsmessungen zeigen keinerlei Ähnlichkeit mit einer Gaußverteilung. Die höchsten Konzentrationen werden am Fuß des Hügels in Ausbreitungsrichtung 165° gemessen. Deutlich erkennbar ist die Tracer-Fahne auch im oberen Hügelbereich. Im Vergleich zum Kippenfuß sind die höchsten Konzentrationen um etwa den Faktor 10 kleiner und liegen in Ausbreitungsrichtung 145° . Auffallend ist der mittlere Hangbereich, wo zumeist sehr niedrige Konzentrationen oder "background" gemessen werden. Die Windmessungen am KFA-Turm bzw. auf der Sophienhöhe können diese Konzentrationsverteilung insbesondere im unteren Hangbereich nicht erklären. Ebenso zeigen auch die Pilotballonaufstiege westlich der Sophienhöhe keine Strömungsablenkung nach Süden, die das Konzentrationsmaximum in Ausbreitungsrichtung 165° erklären könnte. Offensichtlich sind bei diesen labilen Wetterbedingungen die Wetterverhältnisse am Emissionsort und am Hang des Hügels sehr komplex. So könnten möglicherweise thermische Aufwinde die Fahne vom Hang ferngehalten haben.

Ausbreitungsexperiment 2 am 01.07.87, 13:00 - 13:30

Dieses Experiment ist mit dem 1. Ausbreitungsexperiment vergleichbar, da eine ähnliche Wetterlage (labile Schichtung, Nordwestwind) herrscht. Der Emissionsort stimmt mit dem in Versuch 1 überein. Die Konzentrationsverteilung in Abb. 4.3.2 zeigt wiederum ein komplexes Muster. In Ausbreitungsrichtung $130^\circ - 155^\circ$ werden am Fuß und im oberen Hangbereich hohe, in mittlerer Hanghöhe dagegen niedrige Konzentrationen festgestellt (vgl. auch Tab. 4.2.2). In Ausbreitungsrichtung $100^\circ - 130^\circ$ werden hohe Konzentrationen in mittlerer Hanghöhe gefunden.

Die vorliegenden meteorologischen Daten können dieses komplexe Muster nur teilweise erklären, da bei diesen atmosphärischen Bedingungen die Ausbreitung durch verschieden starke thermische Aufwinde und lokale Zirkulationen beeinflusst wird. In den Tabellen A-2a-k sind neben den Ergebnissen der kontinuierlichen Messungen (KFA-Turm, Masten Sophienhöhe, SODAR KFA) auch die Meßdaten zusammengestellt, die während des Ausbreitungsexperimentes zusätzlich in der 2. Intensivmeßphase gewonnen wurden.

Die am KFA-Turm in 50 m Höhe gemessene Windrichtung von $310^\circ - 329^\circ$ innerhalb der Probenahmezeit wird im Bereich der Sophienhöhe nur an wenigen Meßorten

leicht verändert. So deuten die Messungen des SODAR KFA im Norden der Sophienhöhe (vgl. Abb. 1.1) auf eine Drehung des Windes nach Westen hin. Dieses erklärt die hohen Konzentrationen in mittlerer Hanghöhe in Richtung Westnordwest (s.o.). Am SODAR LIS Hannover, das sich am südlichen Rand der Tracer-Fahne befindet, schwankt die Windrichtung im Höhenbereich von 40 m bis 140 m zwischen 310° und 270°. Stärkere Aufwinde werden mit 0,6 - 1,0 m/s an den Masten 3 und 4 und mit maximal 2,1 m/s am Standort des SODAR Hannover gemessen. Auf der Leeseite des Hügels werden dagegen leichte bis mäßige Abwinde vorgefunden (SODAR TÜV Essen, Mast 1).

Die labile atmosphärische Schichtung verursacht erhöhte Turbulenz. Dies zeigt sich beispielsweise anhand der Standardabweichungen des Vertikalwindes σ_w oder der horizontalen Windrichtungsfluktuation σ_θ . Die Doppler-SODAR Messungen verdeutlichen die erhöhte Turbulenz im Luv- und Leebereich des Hügels. Dort liegen die σ_w -Werte mit 80 - 110 cm/s (SODAR LIS Hannover und SODAR TÜV Essen) deutlich über den Werten der beiden anderen SODARs. Am Standort des SODAR KFA ist die Strömung nahezu hangparallel. Der Standort des SODAR KfK repräsentiert die Bedingungen für ebenes Gelände geringer Rauigkeit. Auf der Sophienhöhe werden die höchsten Werte von σ_θ an den Masten 1 und 3 gemessen.

Im Nordwesten der Sophienhöhe werden Pilotballons gestartet. Sie fliegen teilweise in mehr östliche und teilweise in mehr südliche Richtung. Dieses unterstreicht, daß sich die Tracer-Fahne recht unterschiedlich ausbreitet.

Ausbreitungsexperiment 3 am 02.07.87, 21:00 - 21:30

Die Tracer-Emission erfolgt von der Südspitze der 240 m Berme auf der Sophienhöhe. Zur Zeit des Experimentes hat sich eine Bodeninversion ausgebildet (vgl. Tab. A-3a). Die am Emissionsort gemessene Windrichtung um Nordnordost entspricht der in 120 m Höhe am KFA-Turm. Währenddessen wird vom KFA-Turm und SODAR KFA eine Windscherung zum Boden hin in Richtung Nordnordwest beobachtet. Auf der Sophienhöhe kommen die Winde aus nördlichen bis nordöstlichen Richtungen, sie sind in Luv der Halde schwach (Mast 4) und in Lee mäßig stark (Mast 1, 2). In Lee werden Hangabwinde mit Vertikalgeschwindigkeiten von ca. 0,6 m/s gemessen.

Die Konzentrationsverteilung zeigt eine recht schmale Tracer-Fahne, die sich nach Süden hangabwärts ausbreitet (Abb. 4.3.3). Die höchsten Konzentrationen ($> 2000 \text{ ng/m}^3$) liegen zwischen Ausbreitungsrichtung 178° - 190° bzw. 142° - 160°, d.h. zumindest zeitweise wird der Tracer auch von nordnordwestlichen Hangwinden erfaßt. Das Tracer-Meßnetz ist jedoch für diesen Emissionsort nicht dicht genug, um genauere Aussagen zur Tracer-Ausbreitung zu machen.

Ausbreitungsexperiment 4 am 10.09.87, 11:30 - 12:00

Dieses Experiment wird bei bedecktem Himmel und frischen südwestlichen Winden mit dem KFA-Turm als Emissionsort durchgeführt; die Atmosphäre ist daher neutral geschichtet (vgl. Tab. 4.3.1). Die Windrichtung am Emissionsort ist während der

Emissionszeit sehr konstant und beträgt 244° , was einer Ausbreitungsrichtung von 64° entspricht (Tab. A-4a). Im Bereich der Sophienhöhe wird lediglich am Westhang eine Ablenkung des Windes in Richtung Südsüdwest festgestellt (Mast 3, SODAR KFA). Im Anströmbereich, d.h. am Südwesthang, werden starke Hangaufwinde mit Vertikalgeschwindigkeiten von 1,5 - 2,0 m/s gemessen.

Die SF_6 -Fahne überströmt den Südwesthang der Sophienhöhe. Die Maximalkonzentrationen werden vor dem Hügel in Ausbreitungsrichtung 45° - 50° , 440 m entfernt vom KFA-Turm, gefunden. Am Hügel zeigt die Ausbreitungsachse in Richtung 48° - 57° . Damit liegt die Ausbreitungsachse vor und am Hügel etwas nördlich von der aus der Windrichtung erwarteten Achse in Richtung 64° (s.o.). Diese Nordverschiebung des Konzentrationsmaximums insbesondere in der Nähe des Emissionsortes wird auch in anderen Experimenten gefunden.

Ausbreitungsexperiment 5 am 25.09.87, 11:30 - 12:00

Infolge der Sonneneinstrahlung ist die Atmosphäre leicht labil geschichtet. Sowohl am Emissionsort als auch auf der Sophienhöhe herrscht Wind aus Westsüdwest (240° - 260°) vor. Im Vergleich zur Höhe 30 m am KFA-Turm ist die Windgeschwindigkeit am Südwesthang etwas höher, am Westhang dagegen niedriger. Am Südwesthang werden Vertikalgeschwindigkeiten von 1,4 m/s gemessen.

Die Ausbreitung des Tracers erfolgt in Richtung Südhang der Sophienhöhe. Das gemessene Konzentrationsmaximum liegt knapp 400 m von der Quelle entfernt in Richtung 60° - 70° . Auf der Sophienhöhe werden die höchsten Konzentrationen in Richtung 75° gemessen. Aus den Meßdaten in Kap. 4.2 ist weiterhin zu sehen, daß in Ausbreitungsrichtung 40° - 60° relativ hohe Konzentrationen im Nahbereich der Quelle (bis 500 m Entfernung), dagegen Untergrund-Konzentrationen auf der Sophienhöhe gefunden werden.

Ausbreitungsexperiment 6 am 22.10.87, 13:00 - 13:30

Während in der Vorbereitungsphase des Experimentes noch Südwestwinde vorhergesagt werden, dreht kurz vor der Tracer-Emission der Wind auf westliche Richtungen. Dadurch wird die Sophienhöhe nicht mehr von der SF_6 -Fahne erfaßt. Lediglich im Nahbereich der Quelle wird noch SF_6 gefunden. Hier ist während der Probenahmezeit die mittlere Windrichtung kurzzeitig 267° (Tab. A-6a) gegenüber 284° - 289° am Südwesthang der Halde (vgl. Mast 2, Tab. A-6b).

Ausbreitungsexperiment 7 am 11.11.87, 13:00 - 13:30

Der Himmel ist stark bewölkt bei kräftigem Südwestwind; die Atmosphäre ist somit gut durchmischt (neutrale Schichtung). In Emissionshöhe (50 m) beträgt die Windgeschwindigkeit 7,0 m/s bei einer Windrichtung von 225° ; in 30 m Höhe am KFA-Turm werden noch 5,2 m/s gemessen. Letztere Meßhöhe befindet sich 10 m über dem Störniveau (Wald) und erlaubt damit einen Vergleich mit den Messungen auf der

Sophienhöhe. Danach ist der Wind auf der Sophienhöhe an nahezu allen Meßorten stärker, an Mast 5 auf der Hochfläche werden 9,9 m/s erreicht. Dies stimmt mit der gemessenen Windgeschwindigkeit in 120 m Höhe am KFA-Turm überein. Die Windrichtung auf der Sophienhöhe ist ähnlich der am Emissionsort, lediglich im Westteil ist eine leichte Umlenkung in Richtung Süd festzustellen (siehe Mast 3, Tab. A-7b).

Die Konzentrationsverteilung zeigt die höchsten Konzentrationen in Richtung 34° - 40° sowohl vor als auch auf der Sophienhöhe. Der Hügel wird in seinem Südwest- bis Westteil überströmt, die maximalen Konzentrationen sind auf den einzelnen Bermen am Hang etwa gleichgroß. Das absolute Konzentrationsmaximum wird in 270 m Entfernung vom Emissionsort gemessen.

Ausbreitungsexperiment 8 am 05.02.88, 12:30 - 13:00

Das Experiment findet bei leicht labiler Schichtung in einem Wintermonat (Februar) statt. Der mäßige Wind aus Südwest wird nur geringfügig durch die Sophienhöhe modifiziert.

Die Konzentrationsmessungen zeigen eine gaußähnliche Verteilung. Die Ausbreitungsachse liegt in der Mitte des Probenahmenetzes, so daß die SF₆-Fahne vollständig erfaßt wird. Die Strömung und damit die Ausbreitung führt ohne merkliche Richtungsänderung über den Südwesthang des Hügels. Die höchsten SF₆-Konzentrationen am Hang nehmen kontinuierlich mit zunehmender Höhe ab. Vor dem Hügel wird das Konzentrationsmaximum 300 m entfernt vom Emissionsort gefunden.

Ausbreitungsexperiment 9 am 27.04.88, 21:15 - 21:45

Bei diesem Nachtexperiment wird SF₆ etwa 1,5 km östlich der Sophienhöhe freigesetzt. Die bodennahe Atmosphäre ist stabil geschichtet. An sämtlichen Meßmasten auf der Sophienhöhe wird eine bodennahe Inversion festgestellt. Am Emissionsort sowie am KFA-Turm werden mäßig starke östliche Winde aus 85° - 90° gemessen. Auf der Sophienhöhe stellen sich die Windverhältnisse unterschiedlich dar. So werden in Lee der Halde (Mast 2 und 3) zeitweise sehr schwache Winde unterschiedlicher Richtung angetroffen. Auf der Hochfläche und im Norden der Halde (Mast 5 und 4) ist dagegen der Wind konstant und kommt aus 100° - 110°.

Die Konzentrationsverteilung, dargestellt in Abb. 4.3.9, zeigt ein sehr komplexes Muster. Hohe SF₆-Konzentrationen werden nicht nur in Luv, sondern auch in Lee der Halde gefunden. Der größte Teil der Tracer-Fahne überströmt die Südflanke der Sophienhöhe. Wie die Messungen andeuten, wird die Strömung vor der Halde zuerst etwas nach Süden und hinter der Halde wieder nach Norden abgelenkt. So werden in Luv der Sophienhöhe die höchsten Konzentrationen in Ausbreitungsrichtung 260° - 265° gemessen. Weiterhin deuten die Messungen auch auf eine Umströmung des Hügels hin. Auf der Hochfläche werden merkliche SF₆-Konzentrationen nur im südlichen Teil gefunden.

Ausbreitungsexperiment 10 am 31.05.88, 11:15 - 11:45

Die Wetterlage ist durch eine kräftige südwestliche Strömung charakterisiert. In Emissionshöhe am KFA-Turm wird bei labiler Temperaturschichtung eine Windgeschwindigkeit von 7,3 m/s gemessen. Eine leichte Windscherung von 253° in 30 m auf 241° in 50 m Höhe wird am KFA-Turm beobachtet. Im Anströmbereich der Sophienhöhe (Mast 2) schwankt die Windrichtung zwischen 230° und 260° und es werden Vertikalgeschwindigkeiten bis zu 2,8 m/s erreicht.

Die in Abb. 4.3.10 dargestellte Konzentrationsverteilung zeigt, daß die Ausbreitung von SF₆ über den Südteil der Sophienhöhe erfolgt. Die SF₆-Konzentrationen auf der Sophienhöhe sind relativ niedrig. Dort wird die höchste Konzentration mit 1450 ng/m³ auf der 125 m Berme in Ausbreitungsrichtung von ca. 65° gefunden. Das gemessene Konzentrationsmaximum vor dem Hügel liegt 450 m von der Emissionsquelle entfernt mit einem etwas nördlichen Versatz von ca. 10° gegenüber der erwarteten Tracer-Achse. Dieser nördliche Versatz des Konzentrationsmaximums im Nahbereich der Quelle gegenüber dem aus der Windrichtung am KFA-Turm abgeleiteten bzw. erwarteten Ort wird häufiger bei Experimenten festgestellt. Als Ursache werden lokale Effekte vermutet, da Einnordungsfehler des Windgebers ausgeschlossen werden können.

Ausbreitungsexperiment 11 am 07.07.88, 14:00 - 14:30

Zur Zeit des Ausbreitungsexperimentes ist die Atmosphäre labil geschichtet und die Windgeschwindigkeit ist mit 6,6 m/s in Emissionshöhe relativ hoch. Während am Emissionsort ein sehr konstanter Wind aus 220° - 225° weht, sind leichte Windrichtungsschwankungen im Bereich von 220° - 244° am West- bzw. Südwesthang zu verzeichnen.

Aus der Konzentrationsverteilung (Abb. 4.3.11) ist zu erkennen, daß vor dem Hügel nur die südliche Hälfte der SF₆-Fahne durch das Probenahmenetz erfaßt wird. Die höchste Konzentration wird in 275 m Entfernung von der Quelle in Ausbreitungsrichtung 40° gemessen. Am Hang der Sophienhöhe liegt die Ausbreitungsachse in Richtung 45° - 50°, wobei die SF₆-Konzentrationen dort langsam mit zunehmender Höhe und damit verbunden leicht zunehmender Entfernung abnehmen.

Ausbreitungsexperiment 12 am 27.07.88, 15:00 - 15:30

Während der Planung dieses Versuches wird eine westliche Windströmung vorhergesagt. Daher wird der Tracer vom Wasserturm westlich der Sophienhöhe freigesetzt. Die Windrichtungsmessungen am KFA-Turm ergeben Mittelwerte zwischen 252° und 259° (120 m bzw. 30 m Höhe).

Die Konzentrationsmessungen zeigen zwei Maxima in Ausbreitungsrichtung von etwa 70° , jeweils 400 m bzw. 800 m vom Wasserturm entfernt. In etwa gleicher Ausbreitungsrichtung bzw. leicht nördlich davon werden die höchsten SF_6 -Konzentrationen im unteren Hangbereich gefunden. Die Windmessungen an Mast 3 am Westhang zeigen kurzzeitig eine Winddrehung auf 236° , was die leichte Nordverschiebung der Tracer-Achse erklären könnte.

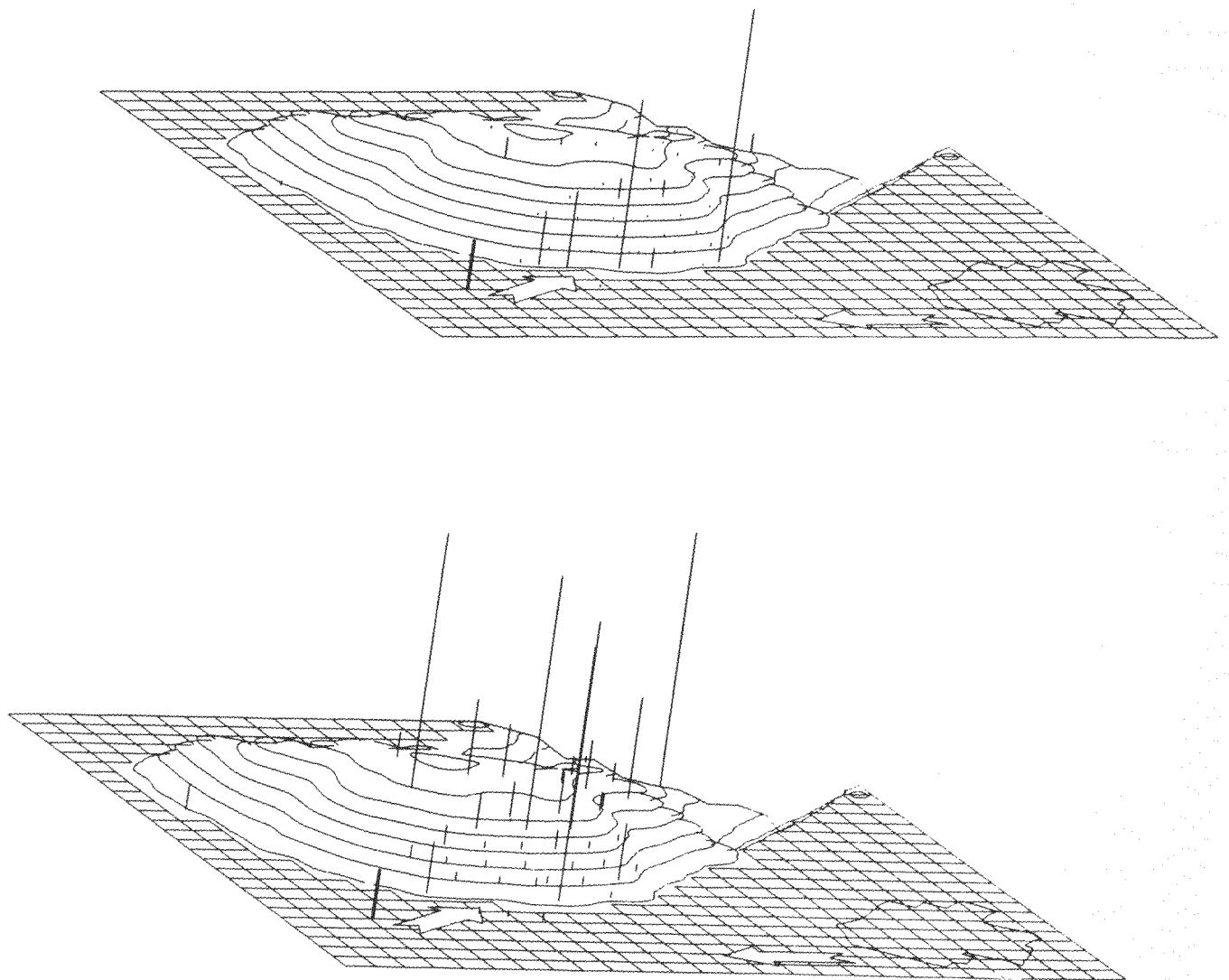


Abb. 4.3.1: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 1,
 30.06.1987, 12:00 - 12:30
 Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
 Maximalkonz.: 75000 ng/m³
 Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
 oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
 tionen sind weggelassen
 Kreise:
 Background oder niedrige Konzentrationen

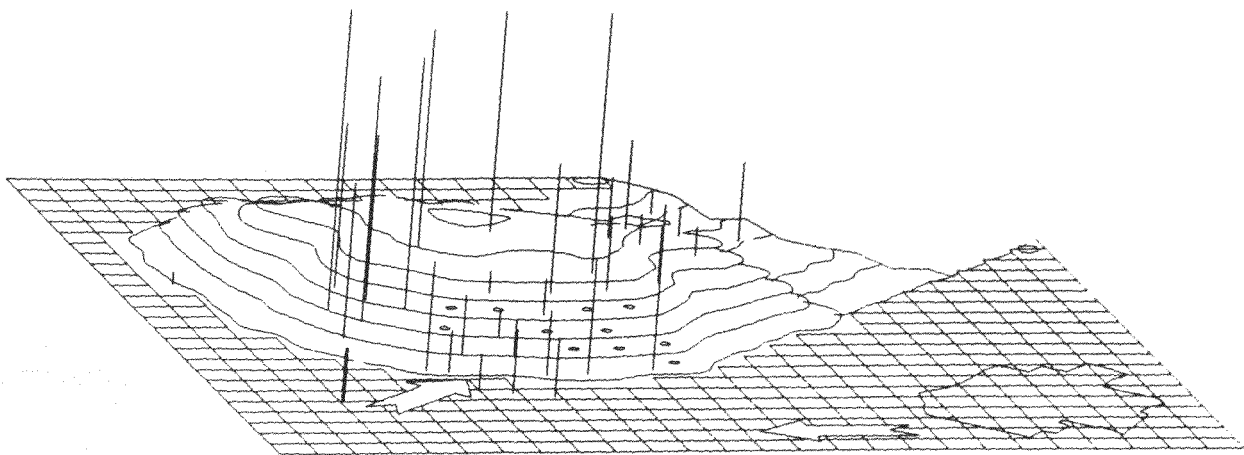
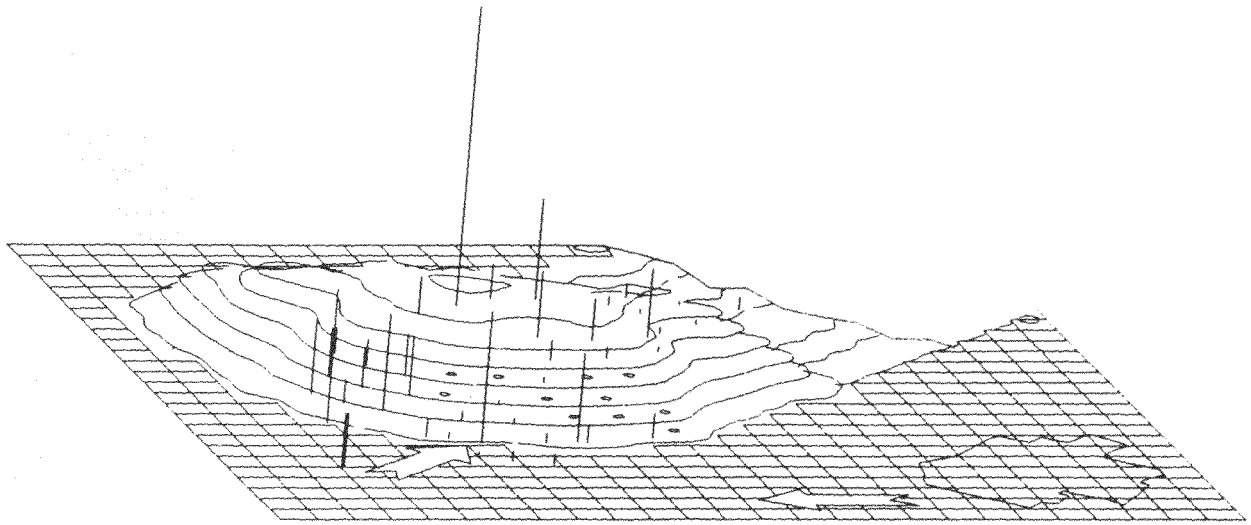


Abb. 4.3.2: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 2,
01.07.1987, 13:00 - 13:30

Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
Maximalkonz.: 37000 ng/m³

Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
tionen sind weggelassen

Kreise: Background oder niedrige Konzentrationen

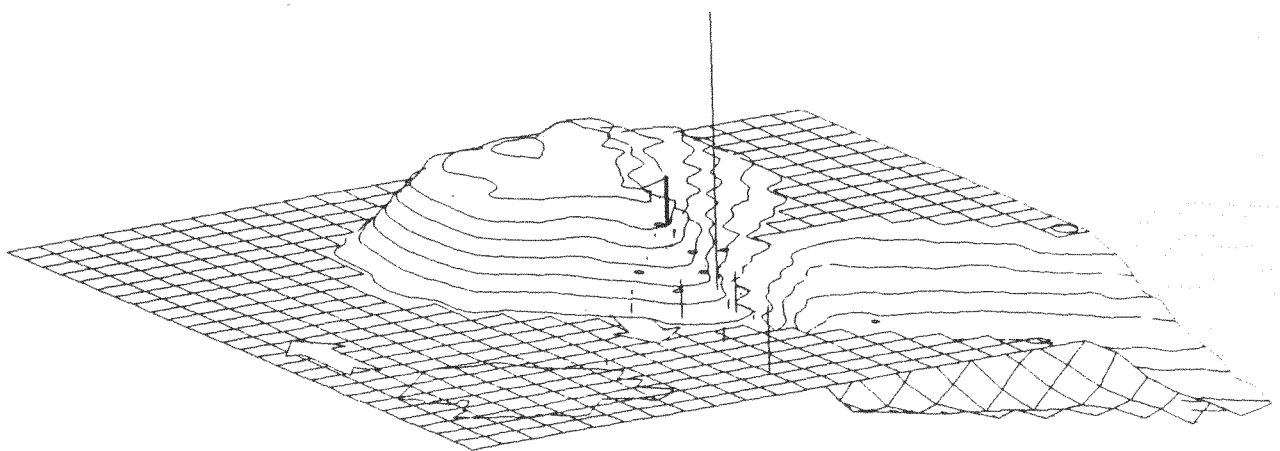
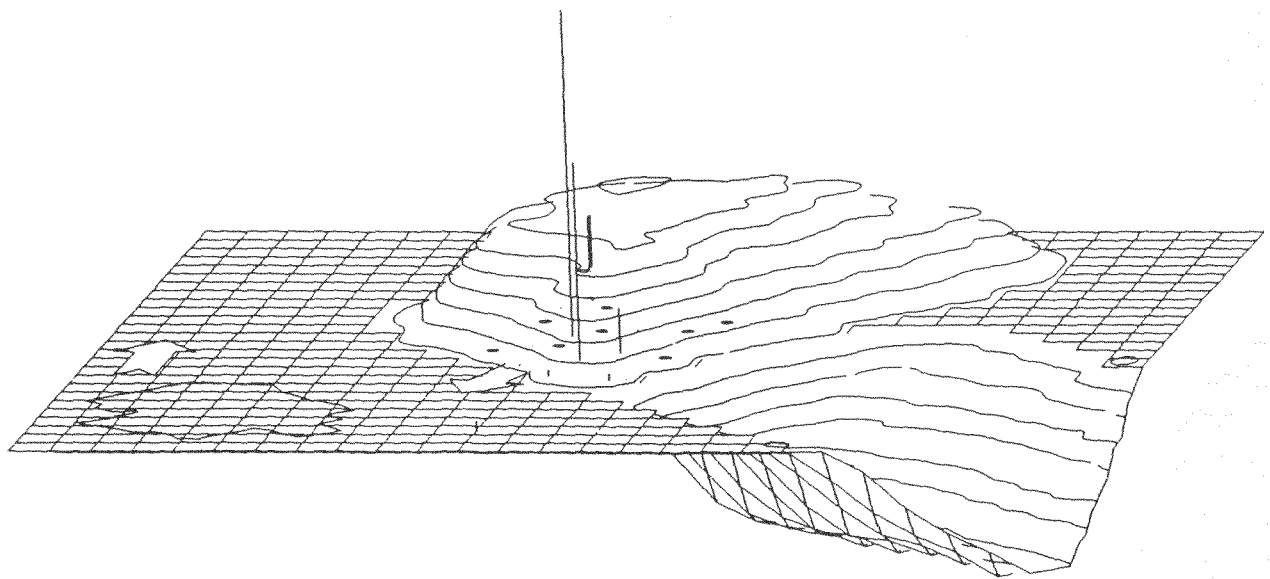


Abb. 4.3.3: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 3,
02.07.1987, 21:00 - 21:30

Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
Maximalkonz.: 255000 ng/m³

Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
tionen sind weggelassen

Kreise: Background oder niedrige Konzentrationen

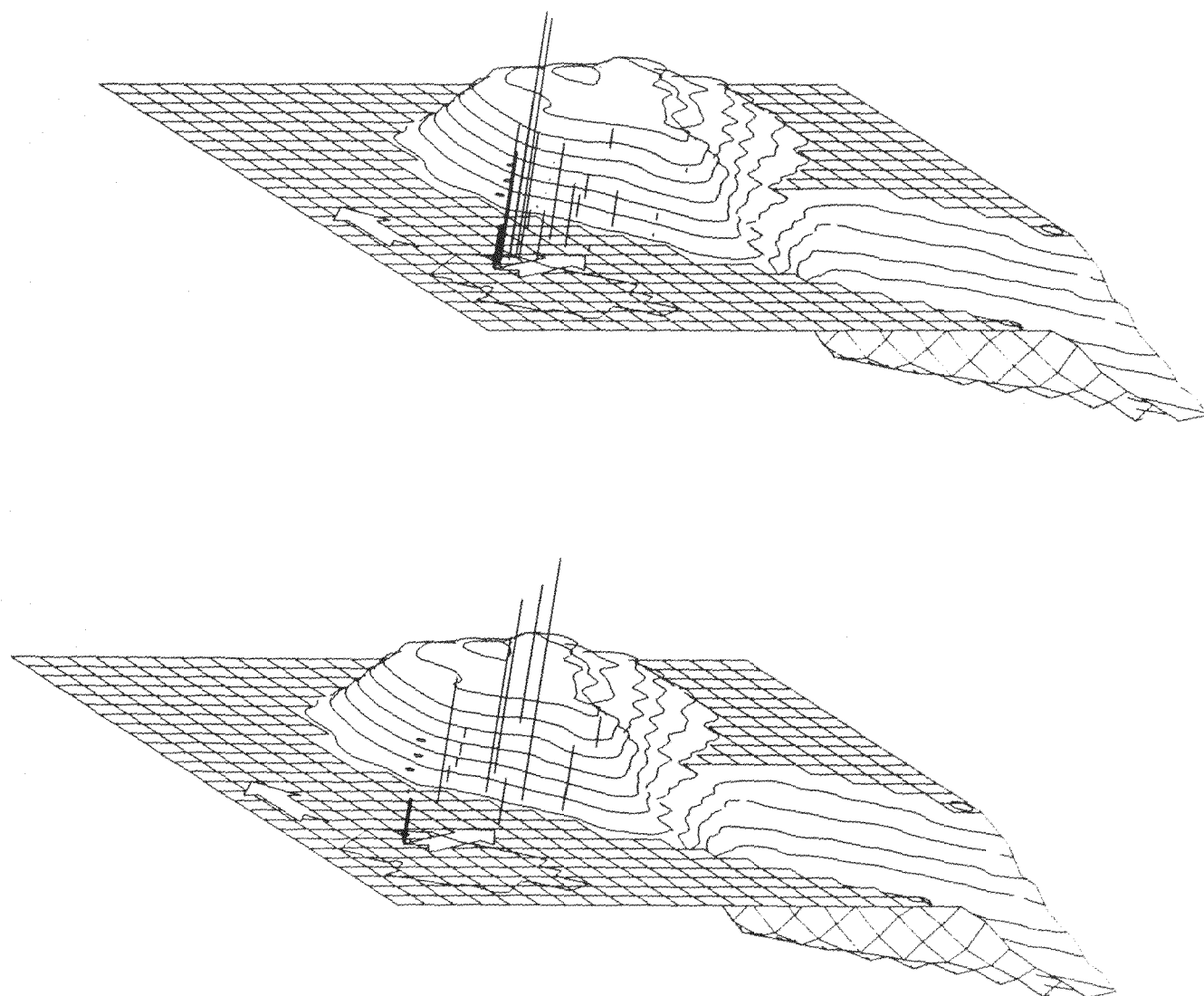


Abb. 4.3.4: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 4,
 10.09.1987, 11:30 - 12:00
 Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
 Maximalkonz.: 95000 ng/m³
 Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
 oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
 tionen sind weggelassen
 Kreise:
 Background oder niedrige Konzentrationen

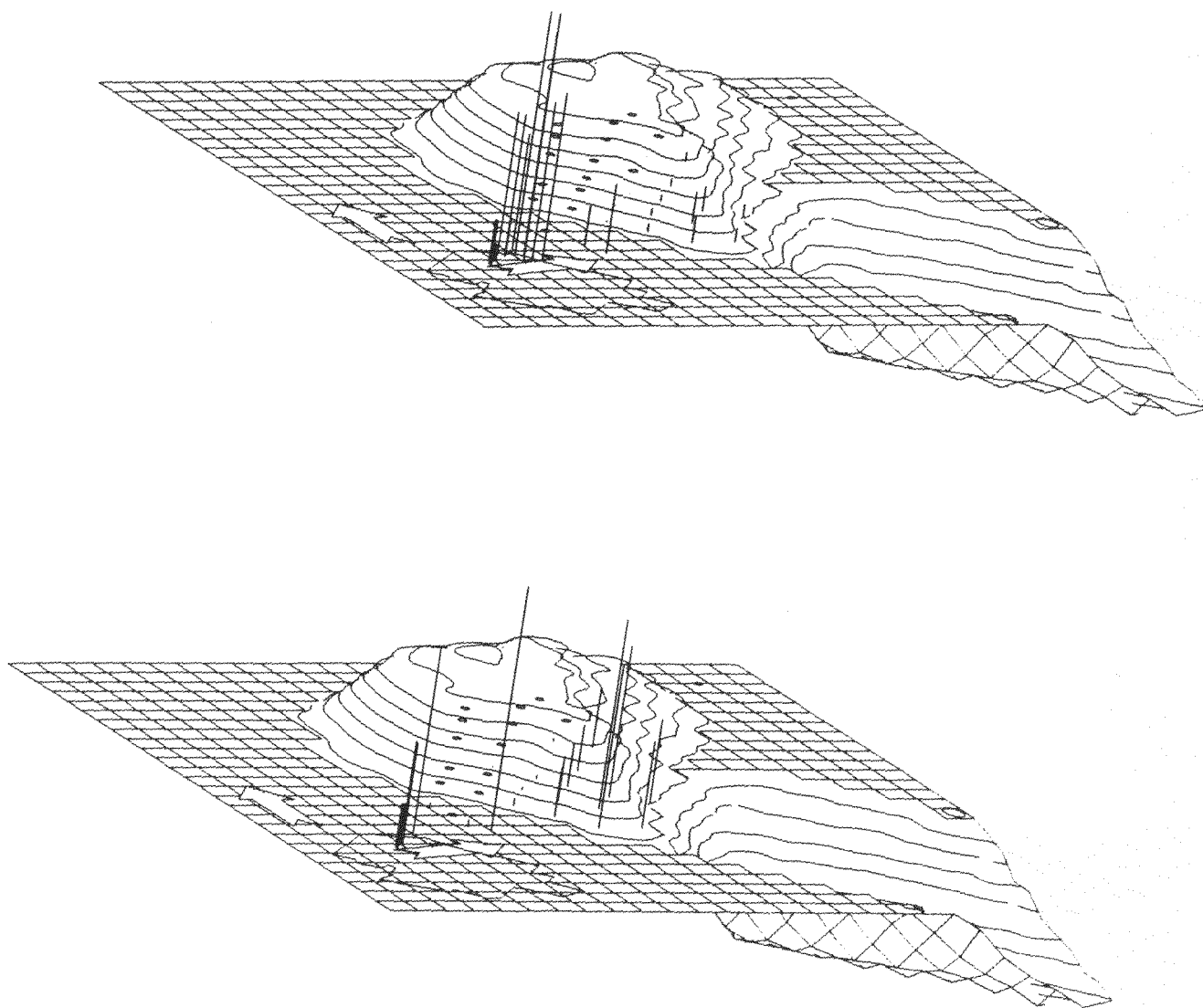


Abb. 4.3.5: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 5,
 25.09.1987, 11:30 - 12:00
 Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
 Maximalkonz.: 44000 ng/m³
 Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
 oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
 tionen sind weggelassen
 Kreise:
 Background oder niedrige Konzentrationen

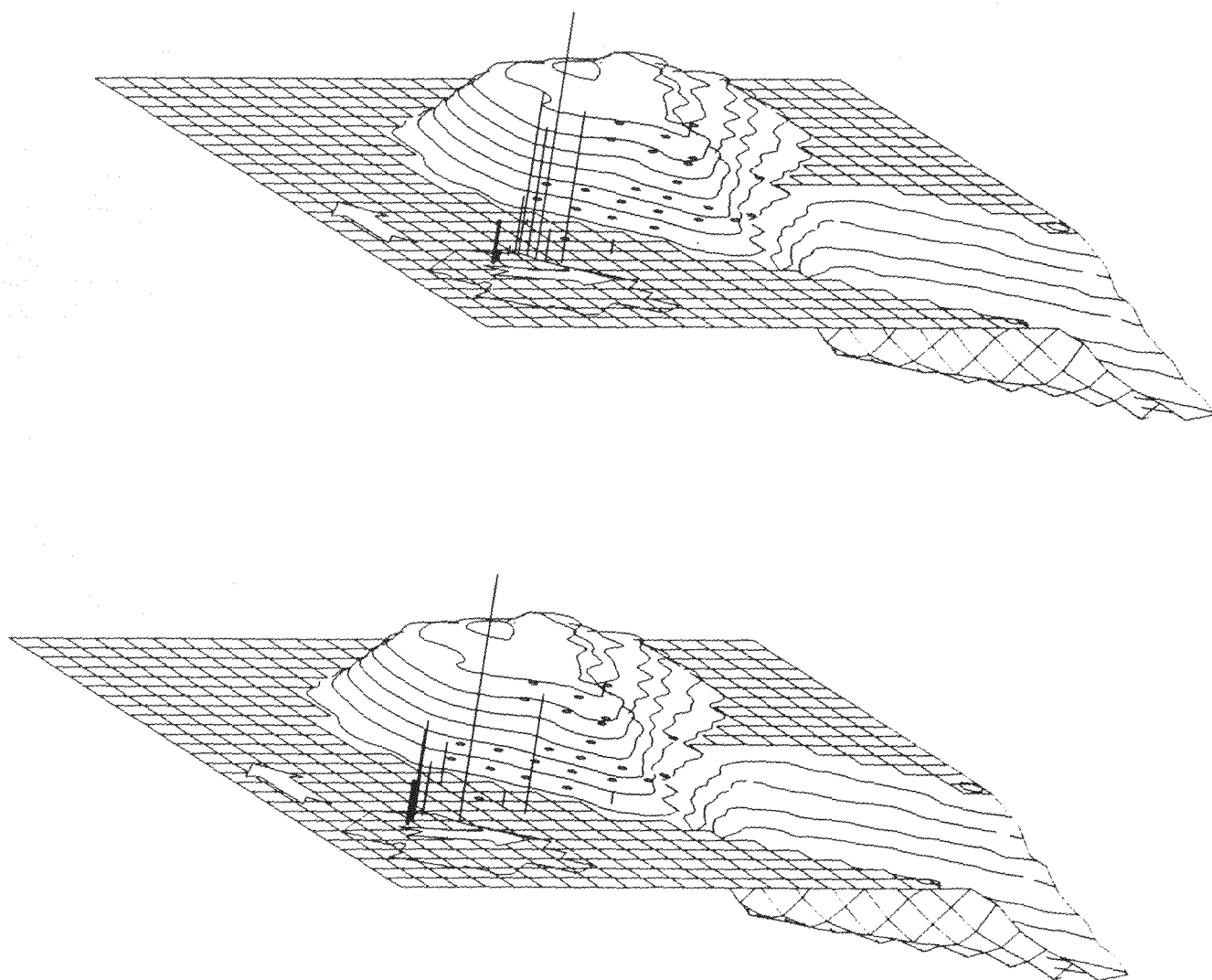


Abb. 4.3.6: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 6,
 22.10.1987, 13:00 - 13:30
 Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
 Maximalkonz.: 21000 ng/m³
 Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
 oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
 tionen sind weggelassen
 Kreise:
 Background oder niedrige Konzentrationen

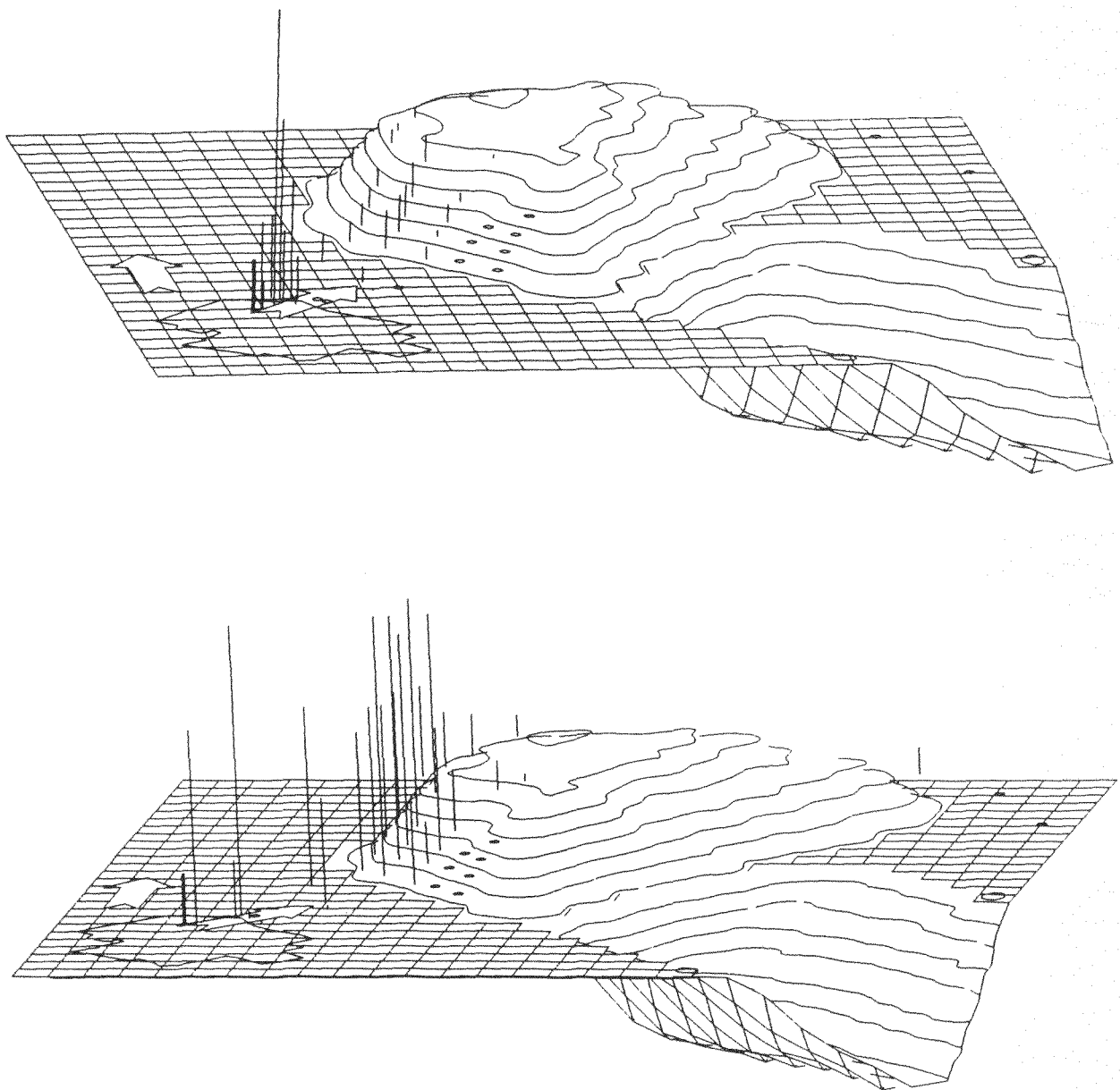


Abb. 4.3.7: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 7,
11.11.1987, 13:00 - 13:30

Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
Maximalkonz.: 120000 ng/m³

Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
tionen sind weggelassen

Kreise: Background oder niedrige Konzentrationen

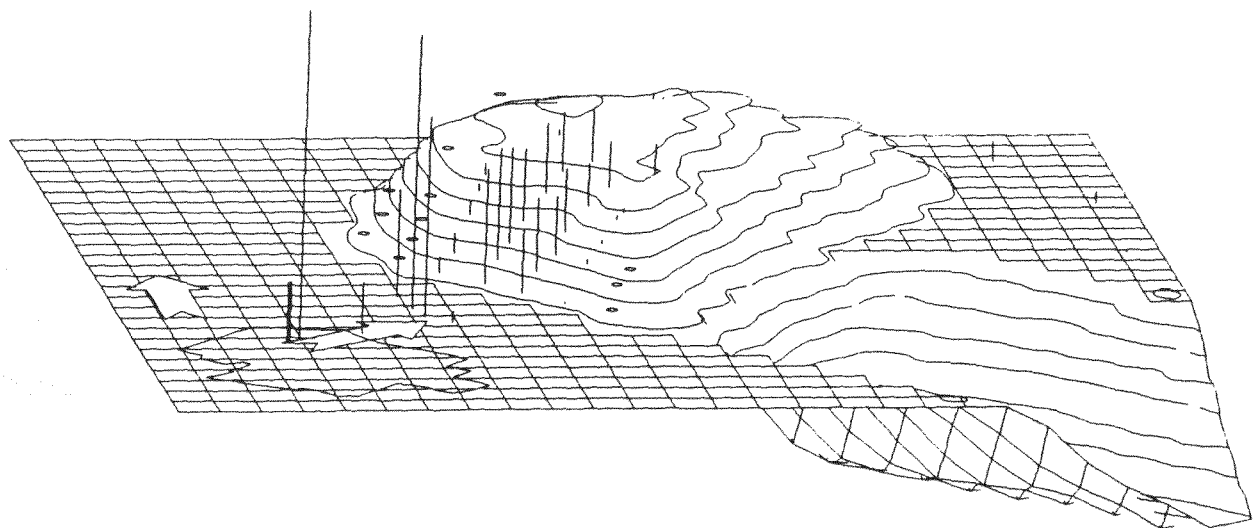
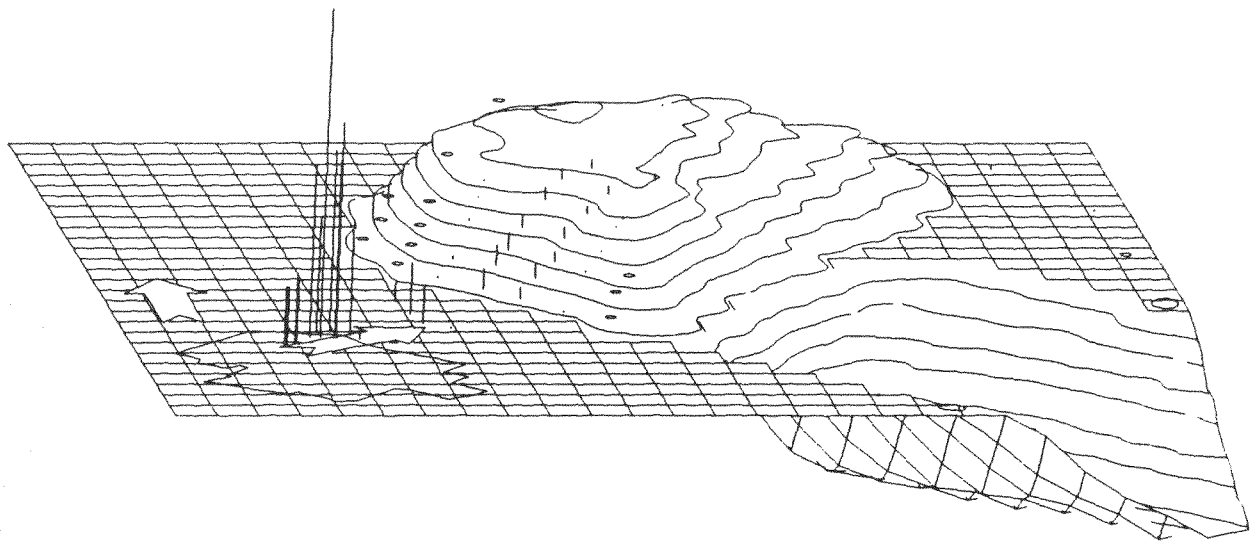


Abb. 4.3.8: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 8,
05.02.1988, 12:30 - 13:00

Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
Maximalkonz.: 63000 ng/m^3

Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
tionen sind weggelassen

Kreise: Background oder niedrige Konzentrationen

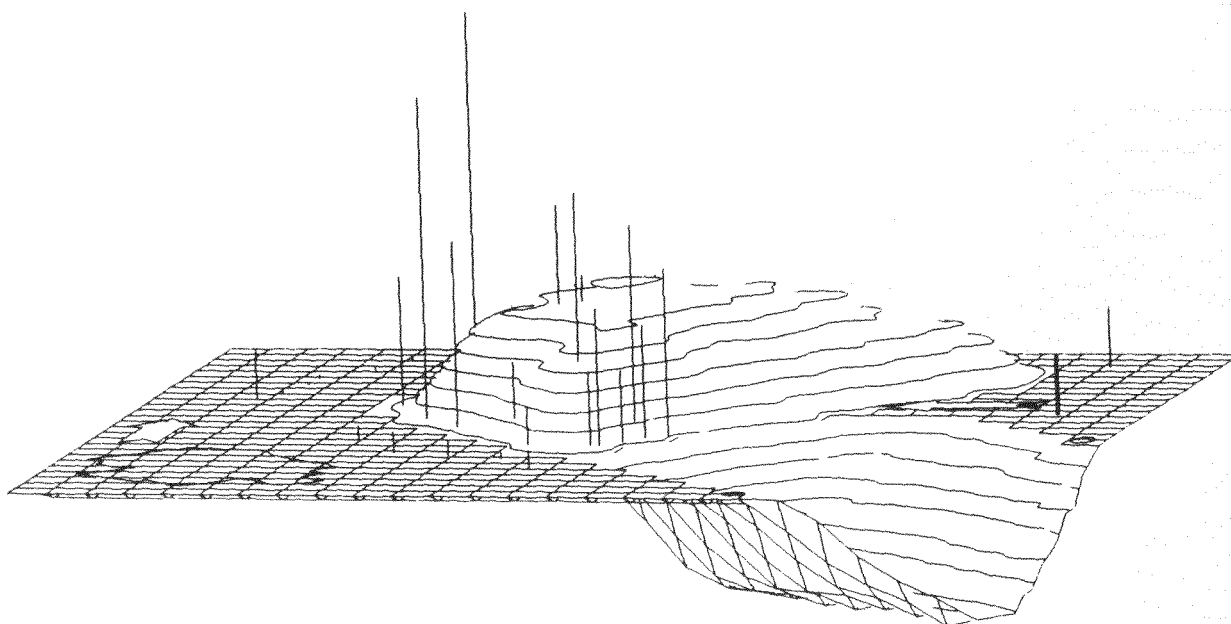
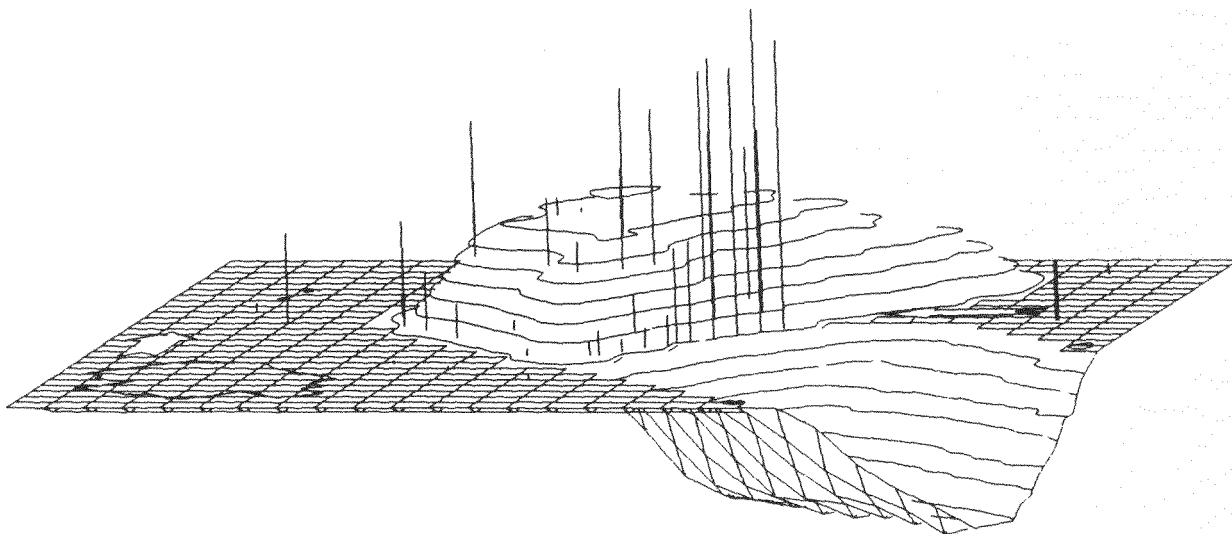


Abb. 4.3.9: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 9,
27.04.1988, 21:15 - 21:45

Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
Maximalkonz.: 23298 ng/m^3

Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
tionen sind weggelassen

Kreise: Background oder niedrige Konzentrationen

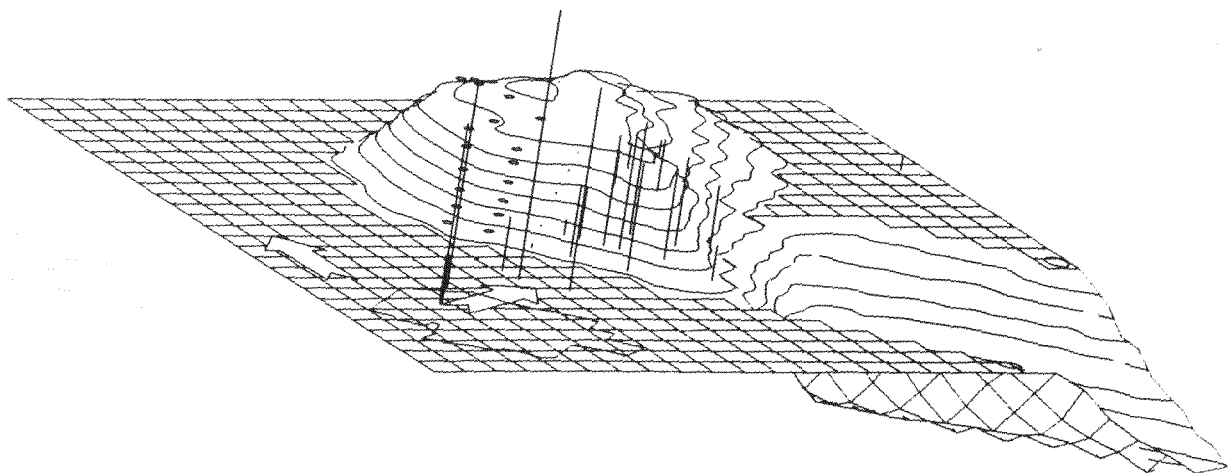
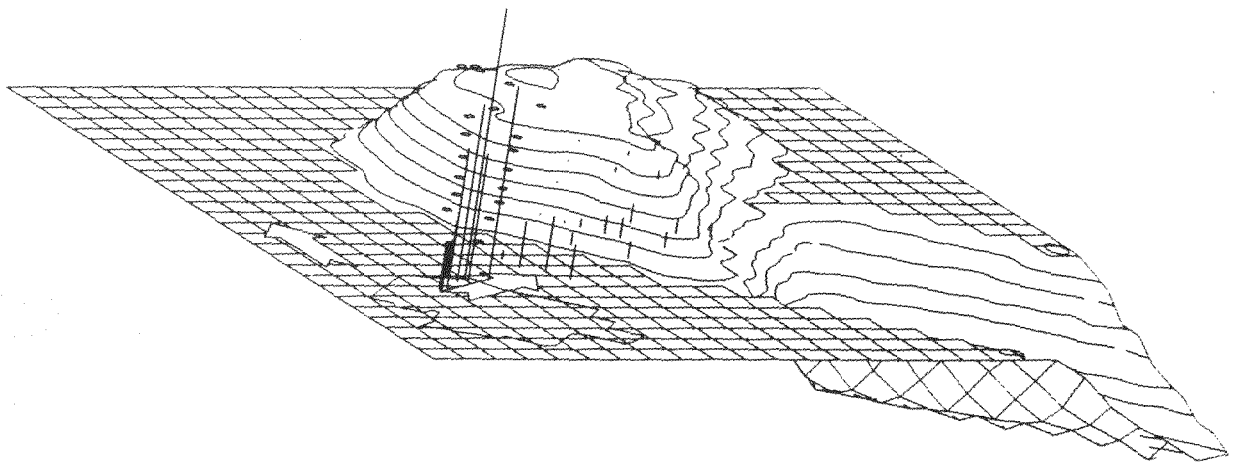


Abb. 4.3.10: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 10,
 31.05.1988, 11:15 - 11:45
 Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
 Maximalkonz.: 19271 ng/m³
 Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
 oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
 tionen sind weggelassen
 Kreise:
 Background oder niedrige Konzentrationen

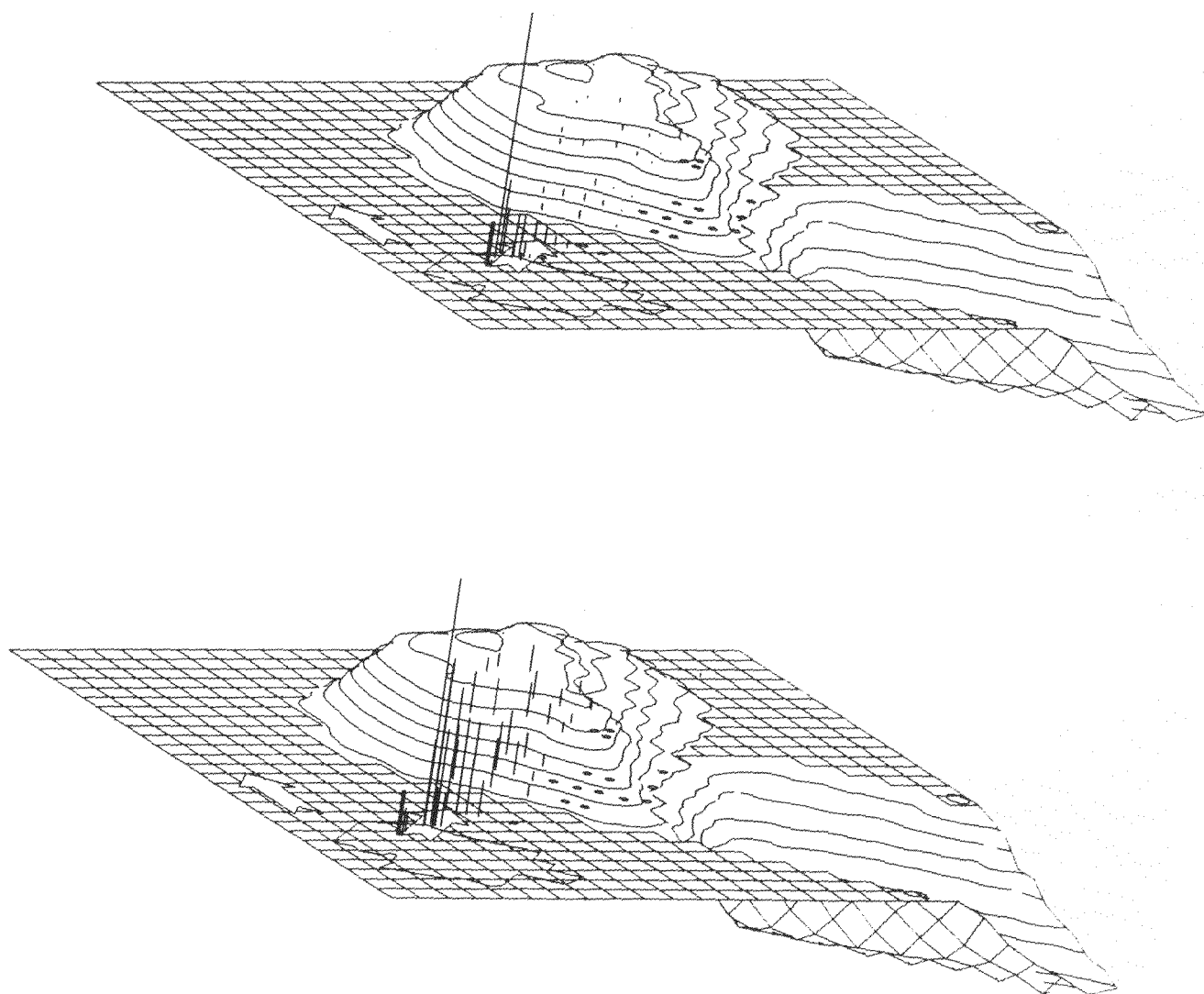


Abb. 4.3.11: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 11,
 07.07.1988, 14:00 - 14:30
 Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
 Maximalkonz.: 34508 ng/m³
 Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
 oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
 tionen sind weggelassen
 Kreise:
 Background oder niedrige Konzentrationen

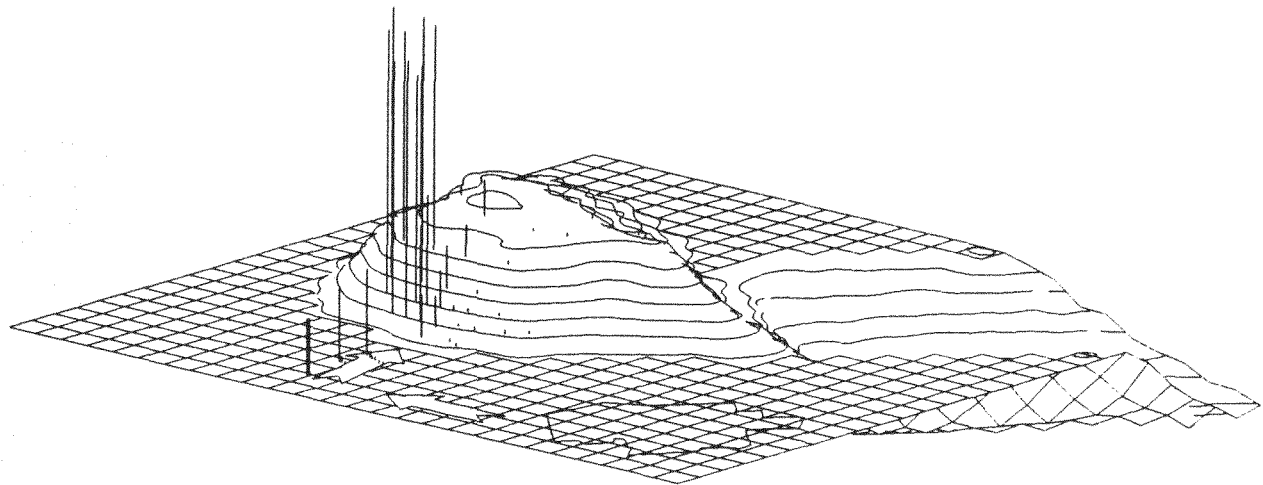
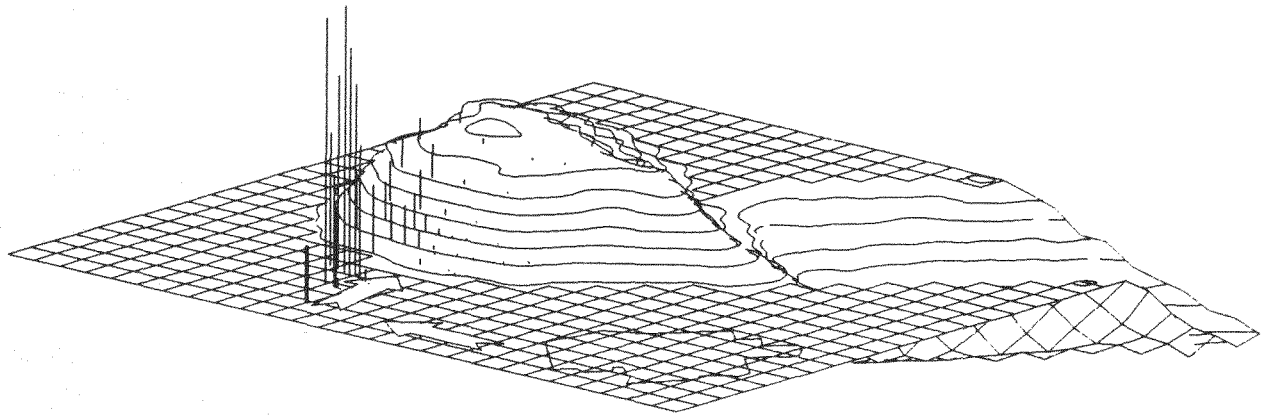


Abb. 4.3.12: Konzentrationsverteilung von Ausbreitungsexperiment 12,
27.07.1988, 15:00 - 15:30

Obere Abb.: Darstellung aller Meßergebnisse,
Maximalkonz.: 11247 ng/m³

Untere Abb.: Meßergebnisse sind um den Faktor 5 im Vergleich zur
oberen Abb. vergrößert dargestellt, hohe Konzentra-
tionen sind weggelassen

Kreise: Background oder niedrige Konzentrationen

5. Zweite Intensivmeßphase (meteorologische Messungen)

5.1 Analyse der Wetterlage 29.06. - 03.07.1987 und Planung der Experimente

29. Juni

Die Höhenwetterkarte (500 hPa) zeigt einen Hochdruckrücken über West- und Mitteleuropa (Abb. 5.1.1). Die Frontalzone verbunden mit stärkeren Höhenwinden liegt über den Britischen Inseln und Skandinavien. In unserem Raum herrscht eine schwache bis mäßige Höhenströmung aus West bis Nordwest.

Am Boden liegt eine Hochdruckzone über Mittel- und Osteuropa (Abb. 5.1.2). Die Winde sind schwach und kommen aus südöstlichen Richtungen. Die Bewölkung ist gering und die Luft erwärmt sich am Nachmittag auf über 29°C. Über der Nordsee liegt eine Wellenstörung, deren Kaltfront quer über die Britischen Inseln verläuft. Diese Kaltfront verlagert sich nach Südosten und wird für den kommenden Tag in Westdeutschland erwartet.

30. Juni

Im Laufe des Tages nähert sich die am Vortag über England gelegene Kaltfront von Nordwesten her unserem Untersuchungsraum (Abb. 5.1.3). Der Kaltfront ist eine Konvergenzzone vorgelagert, die in einigen Gebieten Westdeutschlands kräftige Gewitter verursacht. Der Jülicher Raum bleibt von Gewittern verschont.

Am frühen Morgen dreht der Wind zunächst auf Südwest und gegen 10 Uhr auf Nordwest, ohne daß damit besondere Wettererscheinungen verbunden sind. Nachmittags ist die Bewölkung gering, und es wird heiß mit Temperaturen über 30°C. Gegen Abend verdichtet sich die Bewölkung, aber es fällt nur geringfügig leichter Regen.

Die großräumige Wetterlage ist ungünstig für Ausbreitungsexperimente mit dem KFA-Turm als Emissionsort. Auch für die nächsten Tage besteht keine Aussicht auf südwestliche Winde. Daher wird entschieden, am Nachmittag ein Ausbreitungsexperiment für Nordwestwind unter Einsatz der Feuerwehrleiter nordwestlich der Sophienhöhe durchzuführen.

1. Juli

In der Höhe verlagert sich das europäische Hoch weiter nach Osten (Abb. 5.1.4). Zwischen diesem Höhenhoch und einem Höhentief über Island ist eine südwestliche Strömung vorzufinden, die sich bis in unser Gebiet erstreckt.

Die Kaltfront ist nach Osten abgezogen und am Boden baut sich ein Hochdruckkeil vom Ostatlantik über Frankreich bis nach Deutschland auf (Abb. 5.1.5). In der frischen Meeresluft, die aus Nordwest einströmt, lockert die am Morgen aufgezugene starke Bewölkung nachmittags auf. Es ist aber merklich kühler als am Tage zuvor; die Temperaturen erreichen nur 22°C.

Für die kommenden Tage wird mit einer Drehung des Windes nach Nordosten gerechnet. Diese Windverhältnisse sind aber noch ungünstiger für Ausbreitungsexperimente (Kippenbereich der Sophienhöhe). Daher wird am Nachmittag ein weiteres Ausbreitungsexperiment bei Nordwestwind durchgeführt.

2. Juli

Am Südrand eines ausgedehnten Höhentiefs über Skandinavien bis Grönland verbleibt unser Gebiet weiterhin in einer westlichen Höhenströmung. In der Bodenwetterkarte (Abb. 5.1.6) erkennt man eine ausgedehnte Hochdruckzone über den Britischen Inseln und der Nordsee. Dies führt zu einer schwachen nördlichen Strömung im Nordwesten Deutschlands.

Obwohl der Himmel meist nur gering bewölkt ist, steigt in der kühlen Meeresluft die Nachmittagstemperatur nur auf 20°C an. Für den Abend wird eine Stabilisierung der bodennahen Schicht mit Inversionsbildung erwartet. Da diese Bedingungen den stärksten Einfluß des Hügels auf die Windströmung erwarten lassen, wird ein drittes Experiment mit Tracer-Emission von der Hochfläche des Hügels aus geplant.

3. Juli

Während über Mittel- und Nordeuropa die westliche Höhenströmung bestehen bleibt (Abb. 5.1.7), dehnt sich am Boden die Hochdruckzone weiter nach Osten aus (Abb. 5.1.8). In der Nacht klart der Himmel auf, und es kühlt sich auf 13°C ab. Am Morgen ist es sonnig, und es wehen schwache Winde aus Nord bis Nordost.

Die Abbildungen 5.1.1 - 5.1.8 entstammen aus dem Europäischen Wetterbericht, herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst.

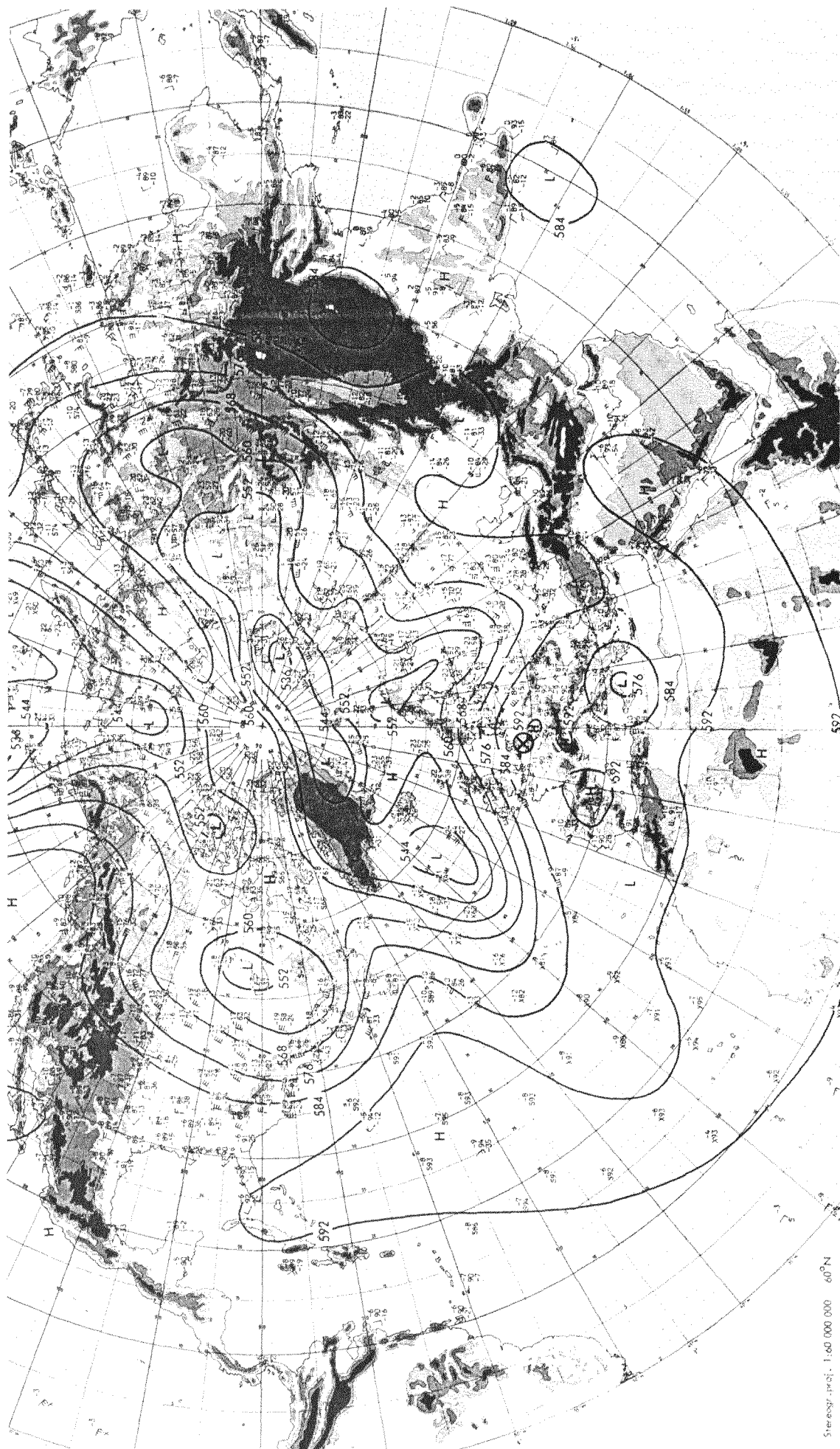


Abb. 5.1.1: Höhenwetterkarte (500 hPa) vom 29.06.87, 0:00 Uhr UTC
 ⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

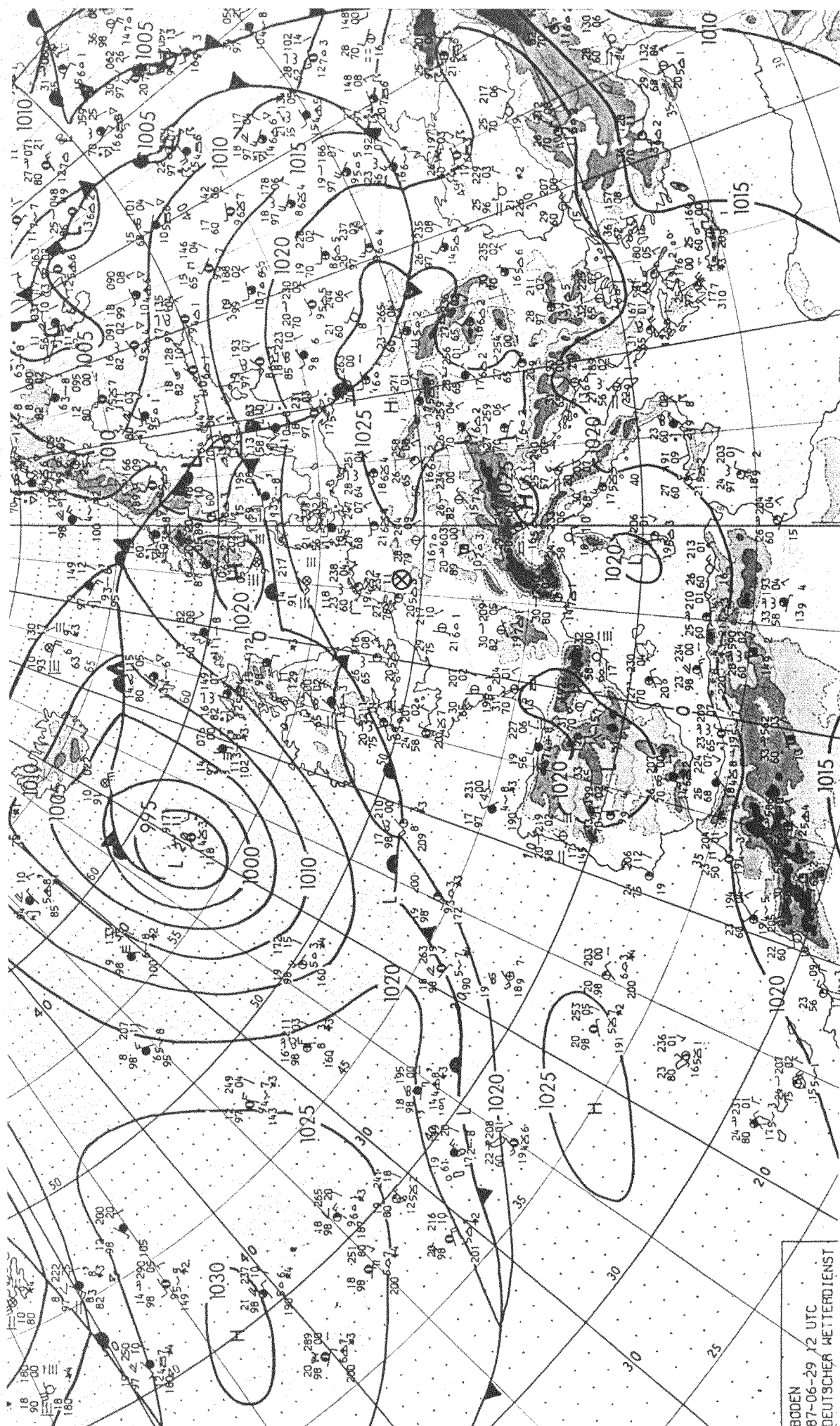


Abb. 5.1.2: Bodenwetterkarte vom 29.06.87, 12:00 Uhr UTC

⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

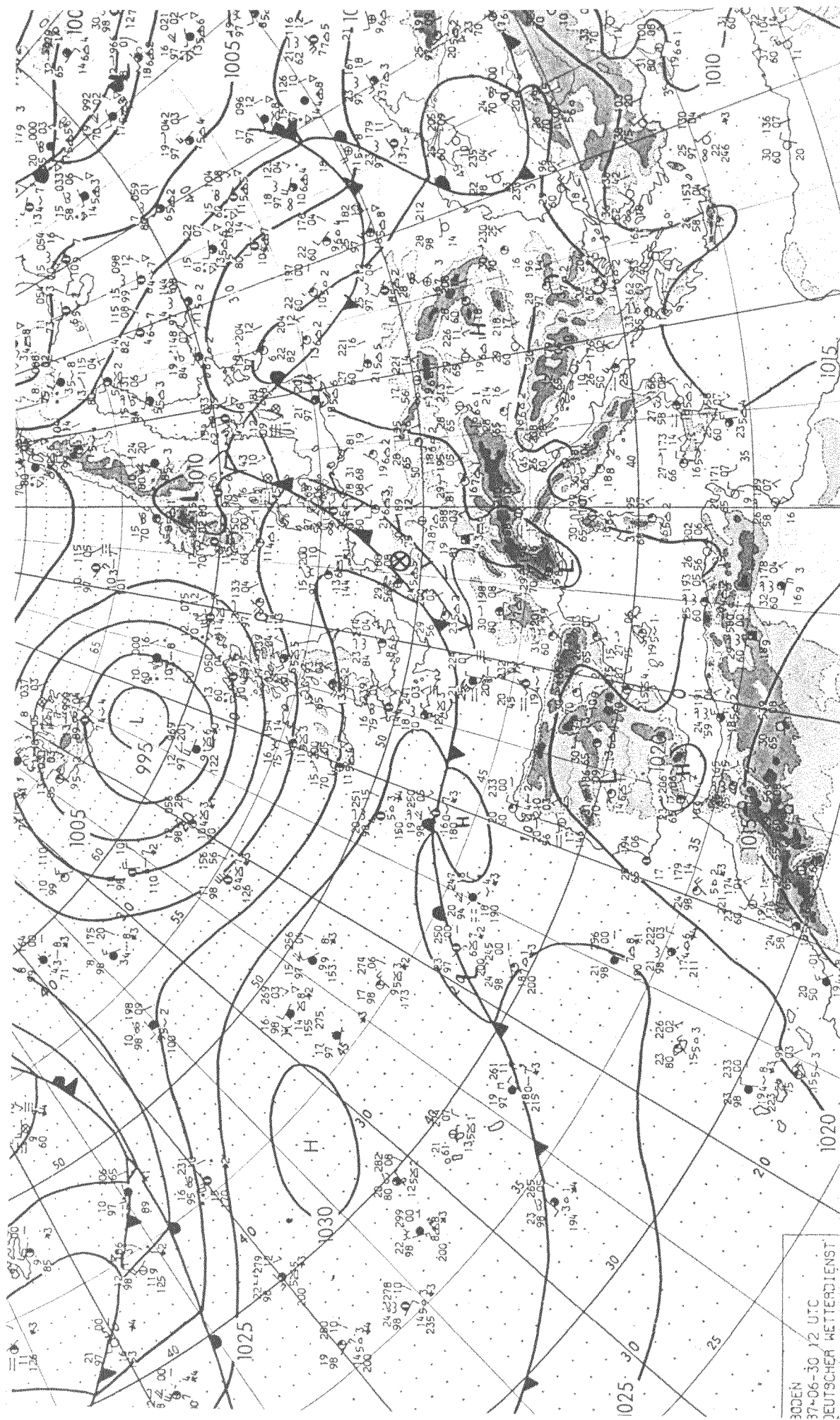


Abb. 5.1.3: Bodenwetterkarte vom 30.06.87, 12:00 Uhr UTC
⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

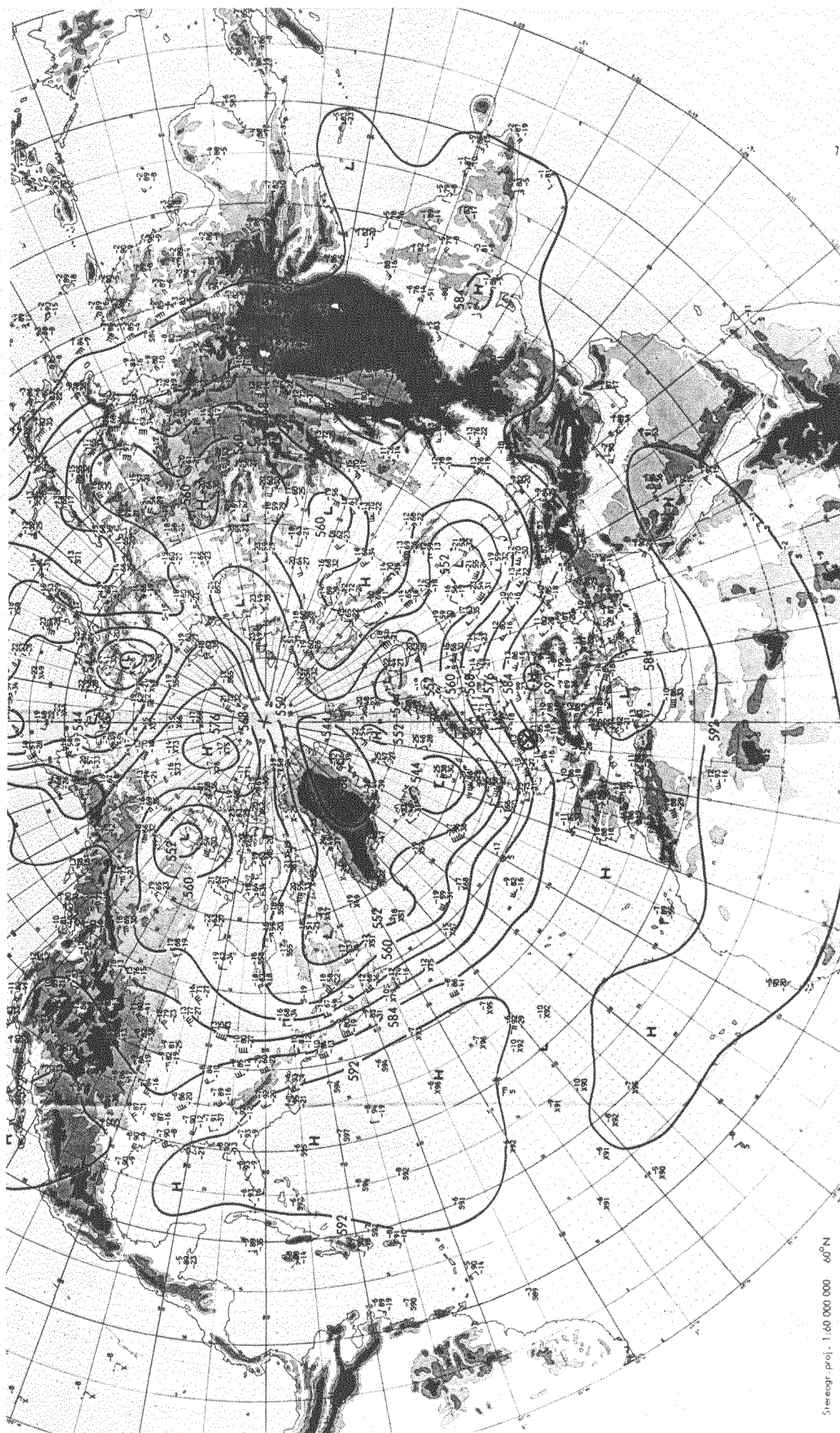


Abb. 5.1.4: Höhenwetterkarte (500 hPa) vom 01.07.87, 0:00 Uhr UTC
 ⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

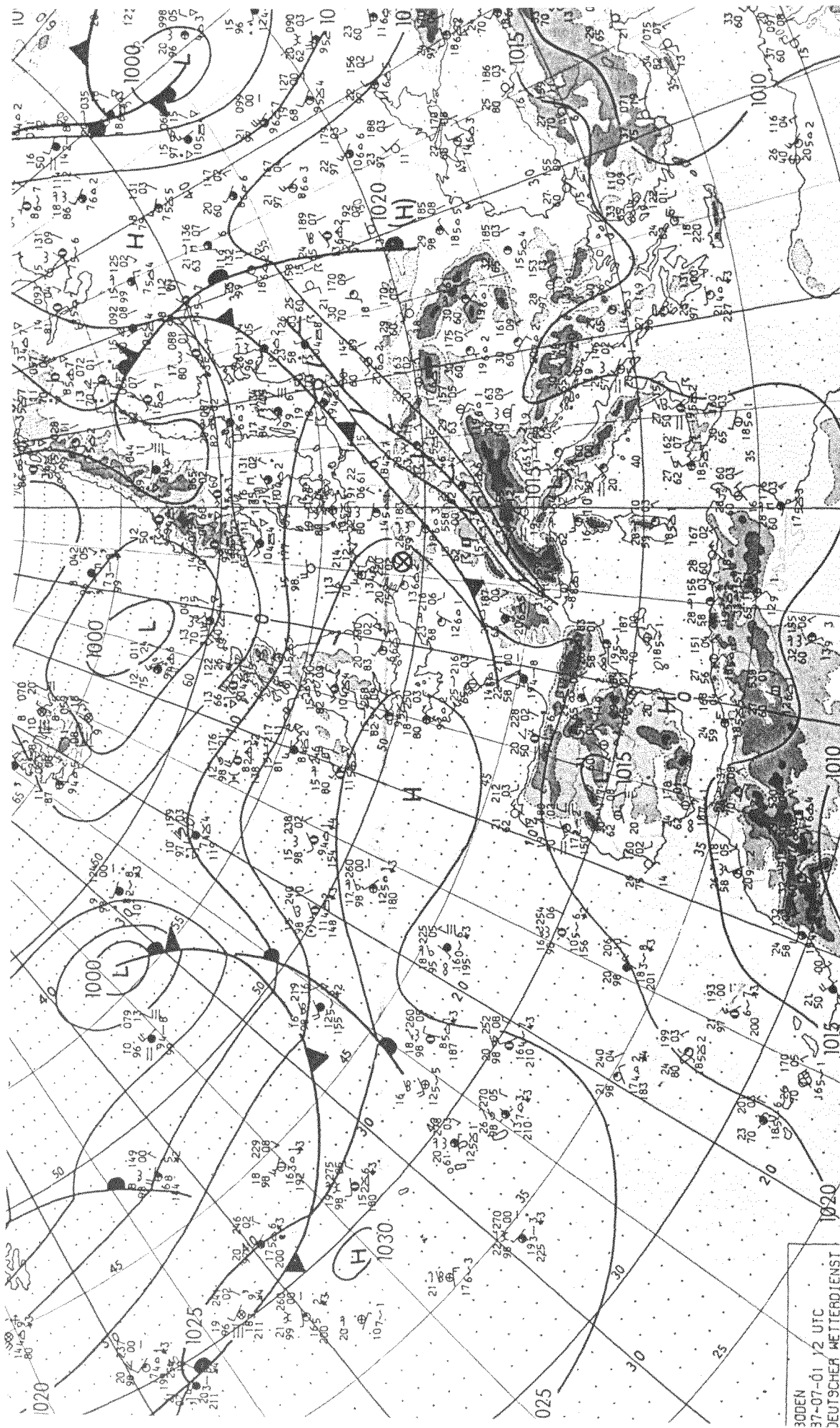
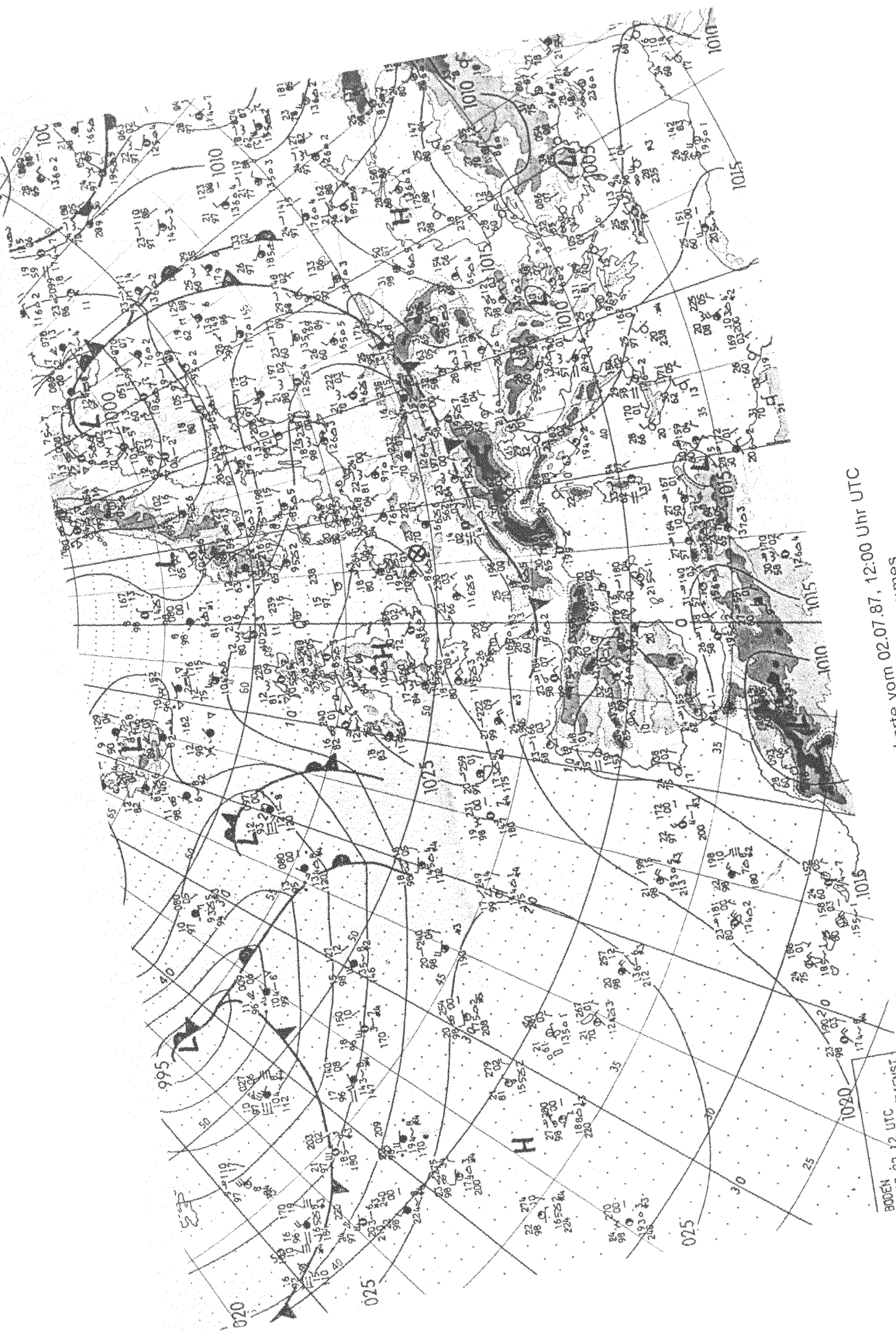


Abb. 5.1.5: Bodenwetterkarte vom 01.07.87, 12:00 Uhr UTC
⊗ = Lage des Untersuchungsraumes



UTC

12:00 Uhr

02.07.87,

02.07.87,

02.07.87,

02.07.87,

02.07.87,

02.07.87,

02.07.87,

Abb. 5.1.6: Bodenwetterkarte vom 02.07.87, 12:00 Uhr UTC

⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

BODEN
87-07-02 12 UTC
DEUTSCHER WETTERDIENST

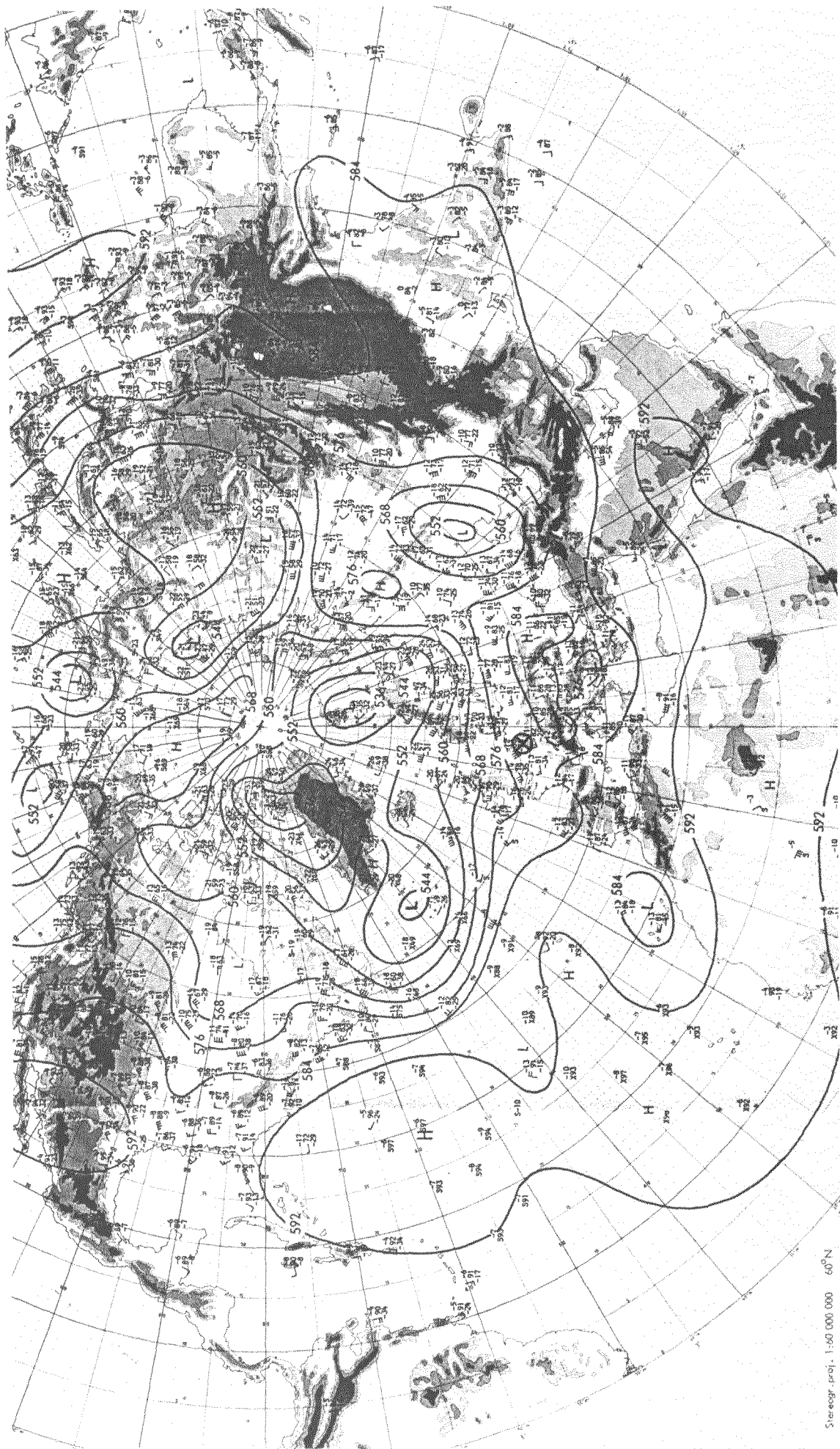


Abb. 5.1.7: Höhenwetterkarte (500 hPa) vom 03.07.87, 0:00 Uhr UTC
 ⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

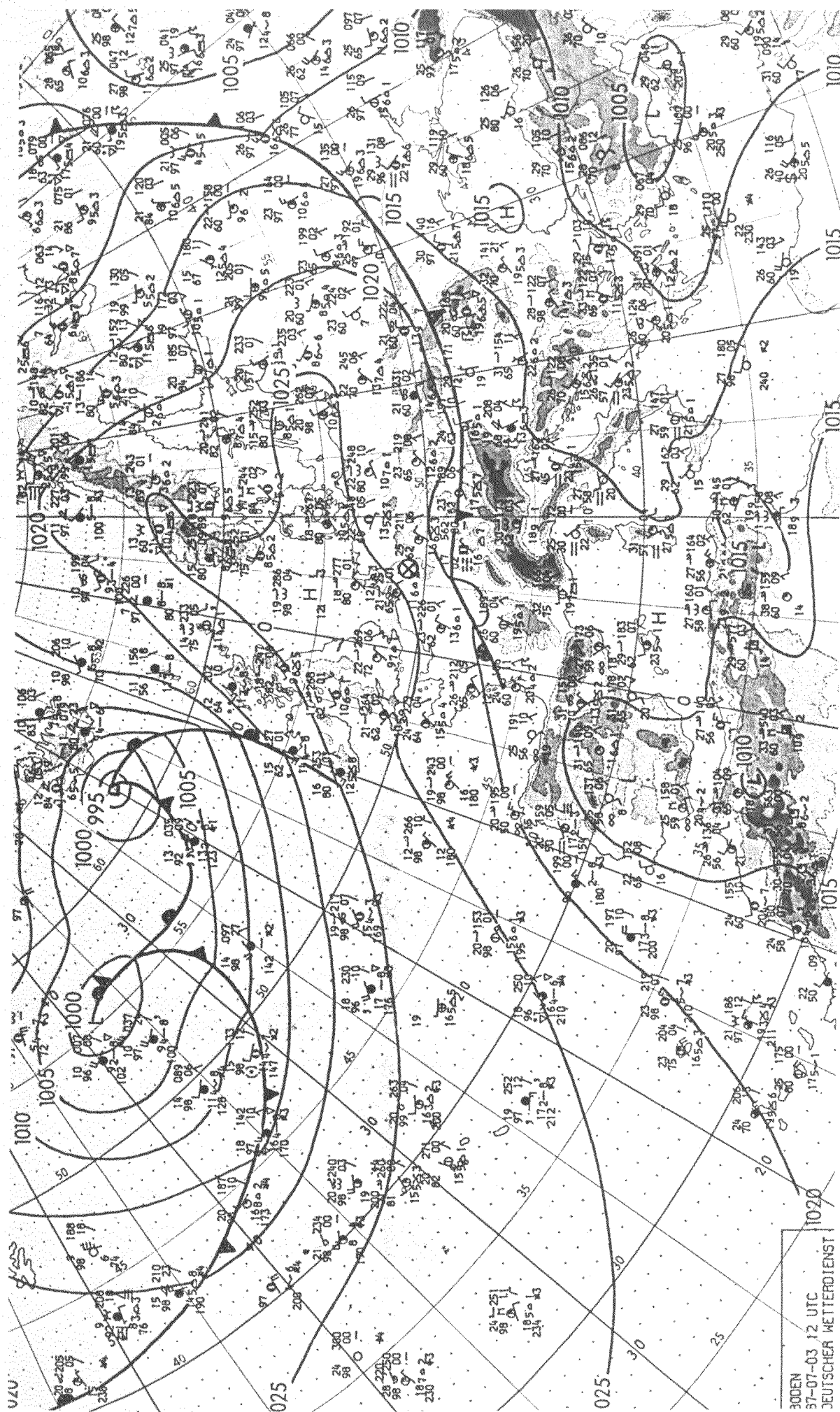


Abb. 5.1.8: Bodenwetterkarte vom 03.07.87, 12:00 Uhr UTC

⊗ = Lage des Untersuchungsraumes

5.2 Kontinuierlich messende meteorologische Systeme

Es werden hier die während der Intensivmeßphase eingesetzten kontinuierlich messenden Systeme beschrieben, wobei auf die bereits in Kap. 3 genannten Systeme nicht mehr eingegangen wird. Die Daten lagen bis auf eine Ausnahme (SODAR KfK) als Zehnminuten-Mittelwerte vor und wurden in der Datenbank (Anhang B) zu einer einheitlichen Form gebracht. Die Meßzeiten wurden vereinheitlicht und auf volle 10 Minuten gerundet, falls die Zehnminutenmittel nicht exakt zur vollen Stunde begannen. Damit sind die Daten aller Meßsysteme in einem einheitlichen Zeitraster synchronisiert.

Die Standorte der Meßsysteme sind aus Abb. 1.1 ersichtlich; die Koordinaten der Meßorte sind in Tab. 5.2.1 zusammengefaßt. Einzelne Meßergebnisse sind in Kap. 4.3 und 5.4 dargestellt.

KFA-Turm, Masten Sophienhöhe, SODAR KFA

Die meteorologischen Messungen am KFA-Turm, an den Masten auf der Sophienhöhe sowie mit dem Doppler-SODAR wurden bereits in Kap. 3 beschrieben.

Die Datenbank (vgl. Anhang B) enthält die in Kap. 3 angegebenen Meßgrößen bis auf die Windrichtung an Mast 5 (Ausfall aufgrund eines defekten Potentiometers).

SODAR TÜV Essen

Das Doppler-SODAR DS 100 (Fa. Rosenhagen) wurde am meteorologischen Institut der Universität Hamburg entwickelt. Es ist wie das REMTECH-SODAR (Kap. 3.3) ein monostatisches 3 Komponenten Doppler-SODAR System. Das Meßprinzip solcher Doppler-SODARs wurde schon im Kap. 3.3 beschrieben. Das DS 100 unterscheidet sich vom REMTECH-SODAR insbesondere in der Schallantennenkonfiguration (so enthält zum Beispiel beim DS 100 jede Antenne ein Aggregat von 7 Lautsprechern) und in der Signalverarbeitung.

Der Standort des SODAR TÜV Essen lag östlich der Sophienhöhe in etwa 100 m Entfernung zum Osthang des Verkippsgebietes. Die zwei um 20° gegen die Vertikale geneigten Antennen waren nach Osten bzw. Süden ausgerichtet. Die Meßelektronik befand sich in einem Meßwagen, die Stromversorgung erfolgte über einen Generator. Dieser Standort wurde gewählt, um zum Beispiel bei Südwest- oder Westwind das Wind- und Turbulenzprofil in Lee des Hügels zu erfassen. Hinsichtlich des Lärmpegels erwies sich der Standort als weniger günstig im Vergleich zu den drei anderen SODAR Meßorten, da Baustellenfahrzeuge und allgemeiner Tagebaubetrieb zeitweise Lärmquellen darstellten. Das Gelände östlich des Hügels war eben und wurde vorwiegend landwirtschaftlich genutzt oder für den Tagebau umgestaltet. Der Nordoststrand der Tagebaugrube lag südlich 2 km entfernt. Die Haldenfußlinie des Osthanges erstreckte sich in Richtung Südsüdost-Nordnordost (25° - 205°). Dies bedeu-

tet, daß östliche Winde durch den Hügel in diese Richtung umgelenkt werden konnten.

Das SODAR wurde auf den Meßhöhenbereich zwischen 40 m und 500 m mit Höhenstufenintervallen von 20 m eingestellt. Folgende Meßgrößen wurden erfaßt:

- Rückstreuamplitude in mV
- Windrichtung in Grad
- Horizontalgeschwindigkeit in m/s
- Vertikalgeschwindigkeit in cm/s (negativ = Abwind, positiv = Aufwind)
- Standardabweichung der Vertikalgeschwindigkeit in cm/s

Der Originaldatensatz enthält außerdem Fehlerkodierungen für die 3 Radialkomponenten, um mögliche realistische Daten bei Einzelauswertungen nicht zu verlieren. In der Datenbank wurden die potentiell fehlerbehafteten Daten eliminiert. Meßdaten stehen für die Zeiträume 29. Juni, 13:40 - 02. Juli, 19:30 sowie 03. Juli, 09:00 - 12:00 zur Verfügung.

SODAR LIS Hannover

Das Doppler-SODAR DS 100 der Landesanstalt für Immissionsschutz, Arbeitsmedizin und Strahlenschutz Hannover stand am Westhang der Sophienhöhe (vgl. Punkt S2 in Abb 1.1). Dieser Standort wurde in Kap. 3.3 als "Sophienhöhe West" beschrieben, da nach der Intensivmeßphase das SODAR KFA an diesen Ort verlegt wurde.

Das SODAR LIS Hannover ist vom gleichen Typ wie das SODAR TÜV Essen. Die Anordnung der Schallantennen am Standort ist aus Abb. 5.2.1 zu ersehen. Die beiden um 20° gegen die Vertikale geneigten Schallantennen waren nach Südosten bzw. Südwesten ausgerichtet. Die SODAR-Elektronik befand sich in einem Container; die Stromversorgung erfolgte über einen Generator. Folgende Meßgrößen wurden erfaßt:

- Rückstreuamplitude in mV
- Windrichtung in Grad
- Horizontalgeschwindigkeit u in cm/s
- Vertikalgeschwindigkeit in cm/s (negativ = Abwind, positiv = Aufwind)
- Standardabweichung der Vertikalgeschwindigkeit σ_w in cm/s

Als abgeleitete Größe wurde die Standardabweichung des Vertikalwindes σ_ϕ nach der Formel $\sigma_\phi = \arctan(\frac{\sigma_w}{u})$ errechnet und ist zusätzlich im Datensatz enthalten.

Der Meßhöhenbereich betrug zu Anfang (29. Juni, 12:00 - 19:40 Uhr) 20 m - 365 m in 15 m Schritten und ab 29. Juni, 20:00 Uhr 20 m - 480 m mit 20 m Höhenstufeninter-

vallen. Das SODAR lieferte bis auf wenige kurzzeitige Stromausfälle durch den Generator Meßdaten für den Zeitraum 29. Juni, 12:00 Uhr bis 03. Juli, 09:30 Uhr.

SODAR KfK

Das Doppler-SODAR des Kernforschungszentrums Karlsruhe wurde 3,5 km südlich der Sophienhöhe auf dem Gelände eines Wasserwerkes nahe der Ortschaft Berg aufgebaut. Neben den drei SODARs am Fuße des Hügels sollte dieses SODAR als Referenz Meßprofile für ebenes, nicht vom Hügel beeinflusstes Gelände liefern. Das Gebiet um den Meßort wird landwirtschaftlich genutzt, d.h. die Bodenrauhigkeit ist im Gegensatz zum Gelände der KFA gering. Die nächste, größere Ortschaft Niederzier liegt 1 km entfernt.

Das REMTECH SODAR KfK ist vom ähnlichen Typ wie das SODAR KFA (vgl. Kap. 3.3). Als eines der ersten REMTECH SODARs unterscheidet es sich vom SODAR KFA im wesentlichen nur durch das benutzte Auswertungsprogramm sowie die Hardware des Rechners. Dadurch bedingt wurde abweichend von den übrigen Meßsystemen die Mittelungszeit erhöht und auf 30 Minuten eingestellt. Sonst hätten zu viele Meßdaten verworfen werden müssen.

Mit Höhenstufenintervallen von 20 m wurden im Meßhöhenbereich von 40 m - 420 m die folgenden Parameter gemessen:

- Rückstreuamplitude in mV
- Standardabweichung der Rückstreuamplitude in mV
- Windrichtung in Grad
- Standardabweichung der horizontalen Windrichtung in Grad
- Horizontalgeschwindigkeit in m/s
- Vertikalgeschwindigkeit in cm/s (negativ = Abwind, positiv = Aufwind)
- Standardabweichung der Vertikalgeschwindigkeit in cm/s

Für die folgenden Zeiträume liegen Meßdaten vor: 1) 29.06. 13:30 - 15:30, 2) 30.06. 09:00 - 10:00, 3) 30.06. 23:00 - 01.07. 22:30, 4) 02.07. 09:00 - 03.07. 11:00.

Die hohen Lufttemperaturen in den ersten Tagen der Meßkampagne führten zur Überhitzung im Leihfahrzeug, in dem die SODAR-Elektronik installiert war, und damit zu mehreren Ausfällen im Rechner-Datenerfassungssystem. Dadurch ist der Meßausfall von etwa 40% bedingt.

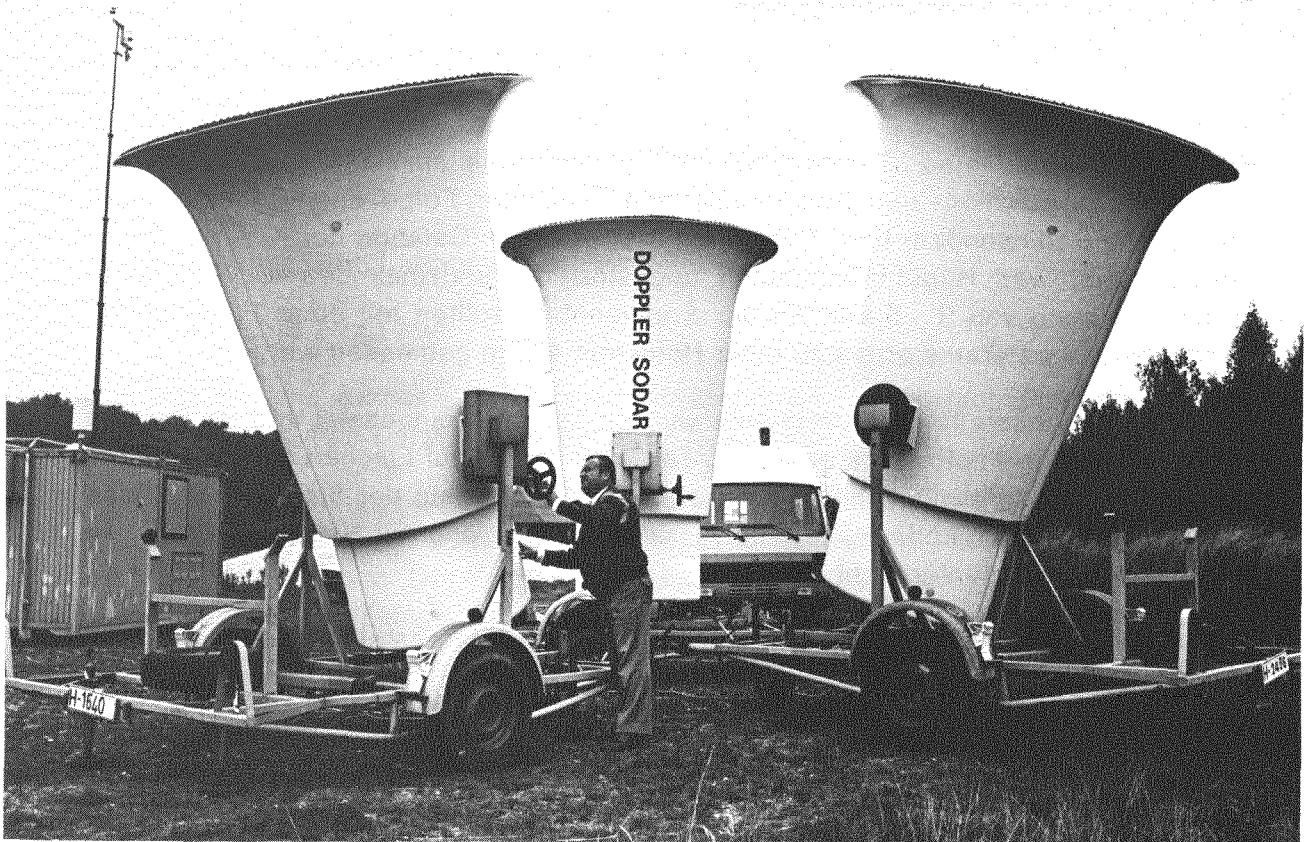


Abb. 5.2.1: SODAR LIS Hannover vor dem Westhang der Sophienhöhe

	Position in m Gauss-Krüger-Koordinaten		Höhe (m) über	
	O - W	N - S	Fuß der Halde	NN
KFA-Turm	28847	41742	-	91
Mast 1, Berme 220	31465	43165	107	209
Mast 2, Berme 150	30610	42810	52	155
Mast 3, Berme 150	28865	44210	49	152
Mast 4, Berme 150	31075	45720	57	151
Mast 5, Hochfläche	31085	44880	168	271
Mast Rheinbraun	30840	44125	165	268
SODAR KFA	31940	46185	-	89
SODAR LIS Hannover	29725	43540	-	105
SODAR TÜV Essen	33210	44470	-	94
SODAR KfK	31380	38450	-	102

Tab. 5.2.1: Koordinaten der kontinuierlich messenden meteorologischen Systeme in der 2. Intensivmeßphase

5.3 Ballon- und Sondenaufstiege

Zur Ermittlung des Wind-, Temperatur- und Feuchteprofils am Hügel und abseits des Hügels wurden Ballon- und Sondenaufstiege in dichter Folge durchgeführt. Dabei dienten die Radiosonden- bzw. Pilotballonaufstiege vom Gelände der KFA der Erfassung des nicht vom Hügel beeinflussten, ungestörten Grundzustandes der Atmosphäre bis in Höhen von 3 - 5 km. An der Sophienhöhe sollten mit einer Fesselsonde atmosphärische Parameter bis zu einer Höhe von 400 m gemessen werden.

Während der Ausbreitungsexperimente wurden Tetroons eingesetzt und im Bereich der Sophienhöhe Pilotballons gestartet. Tetroons driften auf Flächen gleicher Dichte mit dem Wind und ermöglichen eine horizontale Sondierung der Strömung. Mit den Pilotballonaufstiegen können die Windverhältnisse am Hang der Halde insbesondere im Anströmbereich untersucht werden.

Einige Meßergebnisse der Aufstiege werden in Kap. 5.4 dargestellt und diskutiert. Die Aufstiege des Wetteramtes Essen sind vom Beginn der 1. Intensivmeßphase an durchnummeriert.

5.3.1 Radiosonden- und Pilotballonaufstiege

5.3.1.1 Radiosondenaufstiege

Vom Gelände der KFA aus (Kläranlage) wurden Radiosondenaufstiege durchgeführt. Das Wetteramt Essen führte 20 Aufstiege in den Nachmittags- und Abendstunden (Tab. 5.3.1) und das Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln führte 12 Aufstiege in den Morgenstunden durch (Tab. 5.3.2). Die Aufstiege fanden in etwa zweistündigem Abstand in der Zeit von 3:00 Uhr bis 22:00 Uhr MEZ statt.

Das Wetteramt Essen benutzte Temperatur-Druck-Feuchtesonden TDFS-82, die 1982 vom Instrumentenamt München entwickelt wurden. Die von der Sonde gesendeten Signale wurden von der Bodenstation KS 75 aufgenommen und verarbeitet. Der Meßfehler bei der Temperatur- und Feuchtemessung (Psychrometerprinzip) ist mit $\pm 0,4$ K und bei der Psychrometerdifferenz mit $\pm 0,2$ K angegeben. Der Trägheitskoeffizient der Perlthermistoren beträgt bei Bodenluftdruck und 6 m/s Belüftung ca. 2 s; der des befeuchteten Thermometers wird bei Eisansatz größer. Die Meßunsicherheit bei der Luftdruckmessung beträgt ± 2 hPa. Die Aufstiegeschwindigkeit der Radiosonde betrug 150 - 180 m/min.

Die Daten der Aufstiege des Wetteramtes Essen waren so strukturiert, daß Temperatur- und Feuchte für markante Punkte (Druck- bzw. Höhenstufe) vorlagen. Zwischen den markanten Punkten war linear zu interpolieren. Aus den Meßwerten wurden die Höhe mit Hilfe der barometrischen Höhenformel und der virtuellen Temperatur, der Taupunkt und die relative Feuchte nach der Psychrometerformel sowie der Temperaturgradient berechnet. In die Datenbank wurden die folgenden Parameter aufgenommen:

- Trockentemperatur in °C
- Feuchttemperatur in °C
- relative Feuchte in %
- Druck in hPa
- Höhe über Grund in gpm (geopotentielle Meter $\simeq$ Meter)
- Zeit nach Start in min

Die während der Radiosondenaufstiege ausgeführten Radarwindmessungen wurden in einen getrennten Datensatz (siehe 5.3.1.2) aufgenommen.

Das IGM Köln benutzte Radiosonden des Typs Vaisala RS-80-15 zur Messung von Druck, Temperatur und Feuchte. Ein kompletter Datensatz wurde innerhalb von 30 Sekunden übertragen. Der Empfang geschah über den Vaisala PTU Prozessor PP11. Der Fehler bei der Temperatur- und Feuchtemessung wird mit $\pm 0,2$ K bzw. $\pm 2\%$ rel. Feuchte angegeben. Die Trägheit der Sensoren beträgt nach Werkskalibrierung 2,3 s für die Temperatur bzw. 1 s für die Feuchte. Die Genauigkeit der Luftdruckmessung liegt bei ± 5 hPa. Die mittlere Aufstiegs geschwindigkeit betrug etwa 100 m/min. Aufgrund von zeitweise auftretenden Empfangsstörungen waren im Originaldatensatz auch fehlerhafte Daten enthalten. Die Daten wurden daher mit einem Programm auf Plausibilität geprüft und fehlerhafte Werte eliminiert.

Die Datenbank enthält die folgenden Parameter:

- Trockentemperatur in °C
- relative Feuchte in %
- Druck in hPa
- Höhe über Grund in m
- Zeit nach Start in min

Es wurden nur die Daten bis zu einer Höhe von maximal 5000 m berücksichtigt (vgl. Tab 5.3.2). Die Höhe wurde mit Hilfe der barometrischen Höhenformel berechnet.

Aufstiegs Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeit (min)	Maximale Höhe (m)
41	29.06.87	13.00	19.60	3521
44		16.00	23.45	3733
46		18.03	25.85	3712
48		20.00	26.10	3685
50		21.30	25.20	3743

Tab. 5.3.1: Radiosondenaufstiege Wetteramt Essen

Aufstiegs Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeit (min)	Maximale Höhe (m)
65	30.06.87	13.00	15.30	3521
68		16.03	23.35	3649
70		18.00	25.60	3660
72		20.00	26.10	3858
74		21.30	20.55	3834
86	01.07.87	13.00	22.70	3687
90		16.00	26.05	3509
92		18.00	24.00	3773
94		20.00	19.00	2545
96		21.30	21.95	3706
106	02.07.87	13.00	21.25	3592
110		16.00	21.60	3613
112		18.00	20.95	3521
114		20.00	22.40	3602
120		21.30	23.70	3602

Tab. 5.3.1 Fortsetzung: Radiosondenaufstiege Wetteramt Essen

Datum	Startzeit (MEZ)	Endzeit* (MEZ)	Max. Höhe (m)
30.06.87	4.34	4:37	179
	5.28	5:31	663
	7.38	8:16	5000
	9.14	9:31	4635
	11.00	11:27	5000
01.07.87	4.17	4:47	4448
	5.30	5:43	3095
	7.31	7:55	5000
	9.01	9:28	5000
	10.55	11:29	5000
02.07.87	4.11	4:34	5000
	5.39	6:06	5000
	7.20	7:43	5000
	8.55	9:25	5000
	11.01	11:27	5000
03.07.87	4.10	4:21	2572
	5.37	5:52	5000
	7.27	7:35	1543
	9.08	9:31	5000
Anmerkung: * reduzierter und korrigierter Datensatz			

Tab. 5.3.2: Radiosondenaufstiege IGM Köln

5.3.1.2 Radarwinddaten

Das Radiosondensystem des Wetteramtes Essen diente gleichzeitig als Pilotballonsystem, da ein 21cm großer Reflektor als Ziel zur Radarverfolgung am Ballon angebracht war. Zwischen den Radiosondenaufstiegen wurden am selben Standort zusätzlich Pilotballons gestartet. Die Bestimmung der Vertikalprofile von Windrichtung und -geschwindigkeit erfolgte mit dem mobilen RADAR-Gerät EEC WF

100-4 (Fa. Enterprise Electronics Corporations, USA) des Deutschen Wetterdienstes in Frankfurt. Mit diesem Gerät wurden Höhen- und Azimutwinkel (Auflösung 0,1°) sowie Schrägentfernung (Auflösung 10 m) des Ziels in Abständen von 20 s gemessen. Mit dem Programm LOTUS wurden alle Rechnungen zur Bestimmung der geforderten Meßgrößen durchgeführt. Die Datenbank enthält folgende Parameter:

- Zeit nach Start (min)
- Höhe über Grund (m)
- Windrichtung (Grad)
- Windgeschwindigkeit (m/s)

Die Höhe über Grund entspricht der mittleren Höhe der Schicht, die der Ballon in 20 Sekunden durchflog. Insgesamt sind Radarwinddaten für Radiosonden- oder Pilotballonaufstiege in etwa stündlichem Abstand in der Zeit von 5:00 Uhr bis 22:00 Uhr MEZ vorhanden (Tab. 5.3.3).

5.3.1.3 Pilotballonaufstiege Sophienhöhe

Doppelanschnitt-Pilotierungen mit sehr langsam steigenden Ballons wurden vom Wetteramt Essen bei den Ausbreitungsexperimenten am 30.06., 01.07. und 02.07.87 im Westteil der Sophienhöhe durchgeführt. In etwa 100 m Entfernung zum Hang wurden die Pilotballone während der beiden ersten Experimente im Westen (Experiment 1) bzw. Nordwesten (Experiment 2) der Sophienhöhe gestartet. Am 02.07. (Experiment 3) war die obere Kante des Westhanges (240 m Berme) Startpunkt der Ballone. Eine Zusammenstellung der insgesamt 37 Flüge gibt die Tab. 5.3.3.

Mit 2 Theodoliten wurden alle 30 Sekunden jeweils Höhen- und Azimutwinkel bestimmt. Die weitere Datenverarbeitung wurde vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Kernforschungszentrums Karlsruhe vorgenommen. Mit dem Programm "TETROON" wurden für alle Pilotballonflüge Zeichnungen der Flugbahn erstellt; diese Auswertungen konnten zur Interpretation und Auswahl (vgl. Kap 5.4) der Flüge herangezogen werden.

Im Datensatz sind die x-y-Koordinaten des Startplatzes in m bezogen auf den Koordinatenursprung angegeben; die verschiedenen Koordinatenursprünge sind Tab. 5.3.5 zu entnehmen. Die x- bzw. y-Koordinate ist negativ, falls der Startplatz westlich bzw. südlich des Koordinatenursprungs liegt. Im Abstand von 30 Sekunden sind folgende Daten errechnet worden:

- Zeit nach Start (min)
- x-y-z-Koordinate (m)
- Flugweg in der x-y-Ebene (m)
- Flugweg im x-y-z-Raum (m)
- Ballongeschwindigkeit u, v, w (m/s)
- Momentane Windrichtung in der x-y-Ebene, berechnet aus der Bahntrajektorie (Grad)

Als Beispiel sind einige Pilotballonflüge des 2. Ausbreitungsexperimentes in Kap. 5.4 dargestellt.

Aufstieg Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeit (min, sec)	Maximale Höhe (m)
42	29.06.87	14:00	36.00	4154
43		15:00	34.00	4132
44		16:00	25.00	4008
45		17:00	29.00	4069
46		18:00	29.00	4028
47		19:00	28.00	3834
48		20:00	28.00	3863
49		20:50	27.00	3852
50		21:30	27.00	3911
51	30.06.87	04:00	25.00	4058
52		05:00	24.40	4051
54		06:10	24.40	4157
55		07:00	27.00	3994
56		08:00	26.40	4333
57		09:00	26.40	4375
59		11:00	08.20	1528
60		11:20	10.00	1513
62		12:00	07.20	1545
63		12:20	09.20	1877
64		12:40	09.20	1523
65		13:00	06.20	1744
66		14:00	18.40	2780
67		15:00	17.40	2593
68		16:00	19.20	2872
69		17.10	20.40	3385
70		18.00	23.00	3133
71		19.00	23.20	3611
72		20.00	22.00	3172
73		20.50	21.20	3342
74		21.30	20.00	3660
75	01.07.87	04.00	17.20	2805
76		05.00	20.00	2662
77		06.00	19.20	3096
78		07.00	19.00	2959
79		08.00	18.00	2736
80		09.00	17.20	2952
81		10.00	19.00	3394
83		12.00	11.40	1884
84		12.20	09.00	1544
85		12.40	09.00	1561
86		13.00	15.00	2436
87		13.25	13.00	1826
88		14.00	18.00	2981
89		15.00	17.40	2980
90		16.00	18.20	2164
91		17.00	15.20	2878
92		18.00	19.20	2853
93		19.00	19.00	3362
94		20.00	20.00	2660
95		20.50	17.00	2856
96		21.30	22.20	3674

Tab. 5.3.3: Pilotballonaufstiege in der KFA (Radarwinddaten) des Wetteramtes Essen

Aufstieg Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeit (min, sec)	Maximale Höhe (m)
97	02.07.87	04.00	27.00	4326
98		05.00	25.00	4098
99		06.00	23.20	4033
100		07.00	23.40	4085
101		08.00	28.40	4751
102		09.00	25.40	3894
103		10.00	24.00	4071
105		11.10	23.00	4426
106		12.00	21.20	4088
107		13.00	26.00	4130
108		14.00	27.00	4432
109		15.00	23.00	3869
110		16.00	27.00	4145
111		17.00	23.00	3989
112		18.00	27.00	4231
113		19.00	26.00	4217
114		20.00	12.00	1931
116		20.30	10.00	1501
117		20.45	10.00	1536
118		21.00	10.00	1557
119		21.15	10.00	1546
120		21.30	10.20	1492
121		21.45	10.00	1577
122		22.00	10.00	1579
123	03.07.87	04.00	25.00	4179
124		05.00	25.00	4364
125		06.00	24.00	4036
126		07.00	25.00	4305
127		08.00	24.00	4066
128		09.00	28.00	4670
129		10.00	24.40	4166
130		11.00	24.00	4166

Tab. 5.3.3 Fortsetzung: Pilotballonaufstiege in der KFA (Radarwinddaten) des Wetteramtes Essen

Aufstieg Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeitende (MEZ)	Flugweg (m)
38	30.06.87	11.25	11.29.00	704.23
39		11.48	11.56.00	1443.49
40		12.01	12.09.00	1815.61
41		12.28	12.36.00	1365.76
42		12.41	12.47.00	1550.28
44		13.08	13.12.30	854.08
45		15.01	15.17.00	4731.30

Tab. 5.3.4: Pilotballonaufstiege im Westteil der Sophienhöhe, Wetteramt Essen

Aufstieg Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeitende (MEZ)	Flugweg (m)
47	01.07.87	12.38	12.45.00	2188.98
48		12.57	13.03.30	1347.57
49		13.08	13.12.30	1382.21
50		13.21	13.22.30	398.42
51		13.28	13.32.00	1363.24
53		13.58	14.01.00	900.71
54		14.08	14.17.00	3257.48
55		14.28	14.31.00	1023.91
56		14.38	14.40.30	943.85
57	02.07.87	16.15	16.23.00	2053.22
58		16.30	16.36.00	1176.87
59		16.42	16.51.00	2123.59
60		17.10	17.21.20	1798.00
61		17.42	17.49.00	1956.25
62		17.59	18.08.20	2484.02
63		18.21	18.30.20	1830.77
64		18.40	18.45.40	1209.22
65		19.04	19.10.00	787.52
66		19.20	19.21.00	105.18
67		19.29	19.36.20	2349.97
68		19.49	19.52.20	695.95
69		20.10	20.14.40	1625.20
70		20.30	20.33.20	1117.06
71		20.15	20.17.40	700.60
72		21.08	21.12.40	2106.99
73		21.30	21.32.40	649.37
74		21.46	21.55.20	4344.74

Tab. 5.3.4 Fortsetzung: Pilotballonaufstiege im Westteil der Sophienhöhe, Wetteramt Essen

Aufstieg Nr.	Datum	Theo Nord			Start-Punkt	
		X (m)	Y (m)	H (m)	X (m)	Y (m)
38	30.06.87	29567	44983	101.5	29617	44513
39 - 45	30.06.87	29567	44983	101.5	29667	44423
47 - 56	01.07.87	30215	45790	95.5	29929	45520
57 - 74	02.07.87	29430	43250	105.0	30320	43450

Tab. 5.3.5: Position des Koordinatenursprungs (Theodolith Nord) und des Startplatzes der Doppelanschnitt-Pilotierungen

(X und Y = Gauß-Krüger Koordinaten, H = Höhe über NN)

5.3.1.4 Tetroonflüge

Tetroons sind freifliegende, tetraederförmige Ballons die sich in der Atmosphäre auf Flächen gleicher Dichte bewegen und mit dem Wind mitdriften. Dabei verhalten sie sich näherungsweise wie Luftpakete dieser Dichte. Tetroons gestatten es auf diese Weise, Strömungen und Turbulenz der Atmosphäre in einer Lagrange'schen Betrachtungsweise zu untersuchen. (In Gegensatz dazu stehen die ortsfesten Meßsysteme mit der Eulerschen Betrachtungsweise).

Versuchstechnik

Die eingesetzten Tetroons tragen bei einem Volumen von 1 m³ und einem Eigengewicht von 470 g bei Heliumfüllung eine Nutzlast von ca. 500 g. Im Rahmen der hier durchgeführten Flüge wurden die Tetroons von einem Radar (WF 100-4 der Enterprise Electronic Corporation, USA) vom Deutschen Wetterdienst verfolgt. Zur besseren Radarerfassung trugen die Tetroons Transponder, deren Funktionsweise in (Vogt, 1984) beschrieben ist.

Auswertung

Die horizontale Windgeschwindigkeit wird aus den Flugbahndaten unmittelbar bestimmt. Die Vertikalbewegungen der Luft ergeben sich nach einem Verfahren von Hoecker (Hoecker, 1975) aus der Kenntnis der momentanen vertikalen Tetroonbewegung, der Gleichgewichtshöhe des Tetroons und der momentanen Abweichung des Tetroons von seiner Gleichgewichtshöhe. Turbulenzgrößen lassen sich aus den Abweichungen von der über die beobachtete Strecke gemittelten Windrichtung und Geschwindigkeit ableiten (Thomas et al., 1987).

Durchgeführte Flüge

Insgesamt wurden im Laufe der Intensivmeßphase neun Flüge durchgeführt. Eine Übersicht über die Tetroonflüge gibt nachfolgende Tabelle. Die Auflaßpositionen sind in Gauß-Krüger-Koordinaten angegeben.

Tetroon	Datum	Auflaßzeit MEZ	Auflaßposition		Experiment	Stabilität
			X	Y		
SO8701	30.06.	12:06	28338	48372	1	labil
SO8702	30.06.	13:08	28358	46582	1	"
SO8703	30.06.	15:05	28298	46596	1	"
SO8704	01.07.	12:00	27935	44988	2	"
SO8705	01.07.	13:04	27939	45020	2	"
SO8706	01.07.	15:01	28395	46427	2	"
SO8707	01.07.	22:00	29973	47897	2	stabil
SO8708	02.07.	20:01	31225	48825	3	"
SO8709	02.07.	21:00	31174	48851	3	"

Tab. 5.3.6: Tetroonflüge KfK während der 2. Intensivmeßphase

Bei allen Flügen stand das Verfolgungsradar an derselben Position (29100, 48650; 98 m über NN). Die Tagflüge fanden alle bei starker Sonneneinstrahlung und damit verbundener konvektiver Situation statt. Während am 30.06. die Tetroons in großem Bogen die Sophienhöhe umflogen, verliefen die Flugbahnen der Tag-Tetroonflüge am 01.07. durchweg direkt über die Halde. Bei den Nachtflügen SO8707 und SO8708 ist kein deutlicher Haldeneinfluß auf die Luftströmung zu erkennen. Bemerkenswert ist jedoch das Schwingungsverhalten des Tetroons SO8707 ca. 7 km nach Überfliegen

der Sophienhöhe. Ein deutlicher Haldeneinfluß auf die stabil geschichtete Luftströmung ist bei Tetroon SO8709 im Bereich der Sophienhöhe zu erkennen.

Aufstieg Nr.	Datum	Startzeit (MEZ)	Flugzeitende (MEZ)	Flugweg (m)
SO8701	30.06.87	12.06	13.03.00	12273.04
SO8702		13.08	13.58.10	12301.39
SO8703		15.05	16.37.00	25346.25
SO8704	01.07.87	12.00	12.11.40	3477.52
SO8705		13.04	13.36.40	9470.52
SO8706		15.01	15.29.50	11460.02
SO8707		22.00	22.52.40	22248.81
SO8708	02.07.87	20.01	20.12.10	4276.35
SO8709		21.00	21.47.00	14436.99

Tab. 5.3.7: Tetroonaufstiege KfK

5.3.1.5 Fesselsondenaufstiege

Eine Fesselsondenstation wurde an der Südspitze der Sophienhöhe zwischen Hügel und Tagebaugrube vom IGM Köln betrieben. Das Meßsystem der Fa. AIR Inc. (USA) bestand aus einer Fesselsonde, Typ TS-1A 1 und einem Empfänger, Typ TS-2AR. Die Sensoren für Trocken- und Feuchttemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Druck waren zusammen mit dem Sender an einer Styroporbox angebracht, die an einem 3,5 m³ großen Ballon hing. Die Genauigkeit der Temperatur- und Druckmessungen war mit $\pm 0,5$ K und 1 hPa, die der Windgeschwindigkeit- und Windrichtungsmessungen mit 0,25 m/s und 5° angegeben.

Die Fesselsonde sendete in einer Minute jeweils 6 Meßwerte pro Parameter. Um eine ausreichende Anzahl von Meßwerten einerseits und eine nicht zu große Gesamtmeßzeit andererseits zu gewährleisten, wurde folgendes Verfahren gewählt:

1. Aufstieg:

- für Höhen bis 100 m: 15 s steigen; 60 s konstante Höhe.
- für Höhen >100 m: 30 s steigen; 60 s konstante Höhe

2. Abstieg: kontinuierlich von maximaler Höhe bis Boden

Zwecks Datenreduktion wurden die Messungen gemittelt und die mittleren Werte in den Datensatz aufgenommen. Mit den gemessenen Grundgrößen wurden der absolute Druck, die relative Feuchte und die Höhe über Grund berechnet, letzteres mit der barometrischen Höhenformel und Virtuelltemperatur.

Der Datensatz enthält folgende Parameter:

- Druck (hPa)
- Windrichtung (Grad)

- Windgeschwindigkeit (m/s)
- Höhe über Grund (m)
- Trocken- und Feuchttemperatur (°C), rel. Feuchte (%)

Am 01.07. und 02.07.87 wurden insgesamt 20 Fesselsondenaufstiege durchgeführt. Da bei zahlreichen Aufstiegen Probleme mit der Übertragung der Meßwerte auftraten, sind nur die Daten von 9 Sondierungen im Datensatz enthalten (Tab. 5.3.8). An den ersten beiden Tagen und am letztem Tag konnten die vorgesehenen Fesselsondenaufstiege aufgrund der Reparatur der Empfangsanlage, dem Verlust eines mit Helium gefüllten Fesselballons und der Undichtigkeit des Ersatzballons nicht durchgeführt werden.

Datum	Start (MEZ)	Max. Höhe / Zeit (m) (ca.)		Stop (Abstieg)
1. Juli 1987	10:45	130	11:05	-
2. Juli 1987	4:00	200	4:25	4:40
	5:30	245	5:45	-
	10:40	239	10:55	11:10
	12:40	214	12:55	13:10
	13:46	229	14:05	14:26
	15:37	208	16:02	16:20
	17:35	187	17:55	18:15
	19:45	138	20:05	20:25

Tab. 5.3.8: Fesselsondenaufstiege IGM Köln

5.4 Ergebnisse

Aus der Fülle der gewonnenen meteorologischen Daten werden im folgenden einige Einzelergebnisse vorgestellt. Zunächst werden für drei Tage der Meßphase, den 30.06., 01.07. und 02.07.1987, Tagesgänge ausgewählter Parameter des meteorologischen Langzeitmeßnetzes beschrieben, um die Windverhältnisse auf der Sophienhöhe im Vergleich zum KFA-Turm zu verdeutlichen. Anschließend werden beispielhaft Ergebnisse von Meßsystemen diskutiert, die während des 2. und 3. Ausbreitungsexperimentes eingesetzt wurden.

Tagesgänge

In Abb. 5.4.1 sind für den 30.06.87 die kontinuierlichen Messungen der Windrichtung und -geschwindigkeit sowie der Temperatur am KFA-Turm für jeweils drei Höhen dargestellt. In den Nacht- und frühen Morgenstunden bis kurz vor 8:00 Uhr ist eine starke Inversion und Windscherung zu erkennen. Einer mäßig starken Südwestströmung in 120 m Höhe steht eine schwache Süd- bis Südostströmung in Bodennähe gegenüber. Morgens in der Zeit von 8:00 Uhr - 10:00 Uhr dreht der Wind in allen Höhen auf Nordwest, bleibt aber zunächst schwach. Gegen 16:00 Uhr weist der markante Temperaturabfall von ca. 5 K innerhalb von 30 Minuten sowie das Auffrischen des Windes auf den Durchzug einer Kaltfront hin. Abends flaut der Wind zwar ab, eine Inversion bildet sich aber nicht aus.

Nächtliche Inversion und Windscherung beeinflussen merklich die Strömungsverhältnisse im Bereich der Sophienhöhe (Abb. 5.4.2). Gegenüber vergleichbarer Meßhöhe am KFA-Turm (30 m Höhe) ist eine Zunahme der Windgeschwindigkeit auf der Hochfläche und am Nordhang (Mast 4) zu verzeichnen. Die Halde wird im oberen Höhenbereich von Südwesten her angeströmt; damit liegt der Nordhang auf der Leeseite des Hügels, was aufgrund der stabilen Schichtung zu einer Windbeschleunigung führt. Hinweise auf eine Haldenumströmung zeigen die Messungen der Masten 2 und 3. Im westlichen Teil der Halde (Mast 3) wird eine südliche Strömung und im südwestlichen Teil (Mast 2) zeitweise eine westliche Strömung angetroffen. Zusätzlich abgebremst wird der Wind am Südwesthang. Am Tage sind die Windrichtungsdifferenzen zwischen den verschiedenen Meßorten gering. Erst am späten Abend sind wiederum Tendenzen zur Umströmung erkennbar. Die sich dem Hügel nähernde Nordwestströmung wird in eine Nord- bzw. Westströmung aufgespalten (vgl. Messungen an den Masten 3 und 4 am West- bzw. Nordhang).

Am folgenden Tag, dem 01.07.87, bleibt die nordwestliche Strömung im wesentlichen erhalten (Abb. 5.4.3a). Erst am späten Abend dreht der Wind langsam auf Nord bis Nordost und es bildet sich eine Inversion aus. Den Hügелеinfluß auf die Windströmung zeigen insbesondere die Messungen am Nordhang (Mast 4). Nachts wird die Grundströmung aus Nordwest in eine westliche und abends die Grundströmung aus Nord in eine östliche Strömung in diesem Bereich modifiziert (Abb. 5.4.4a). Die Turbulenz, dargestellt am Beispiel der Standardabweichung der Windrichtung, ist schwach in Luv und stark in Lee der Halde ausgeprägt (Abb. 5.4.4b). Die höchsten

Windgeschwindigkeiten werden nachmittags am Nordhang und auf der Hochfläche gemessen (Abb. 5.4.5a). Dabei werden am Nordhang Vertikalwindgeschwindigkeiten (Hangaufwind) um 1 m/s erreicht (Abb. 5.4.5b).

Am 02.07.87 bleibt die nördliche bis nordöstliche Grundströmung, die sich am Vorabend entwickelt hat, erhalten (Abb. 5.4.6a). In der Nacht zeigen die Messungen am KFA-Turm unterschiedliche Windverhältnisse; schwache Winde unterschiedlicher Richtung wechseln sich mit mäßigen Winden aus Nordost ab. Am Tage ist die Atmosphäre labil geschichtet und gut durchmischt, daher sind keine merklichen Differenzen der Windrichtung und -geschwindigkeit in den einzelnen Meßhöhen festzustellen. Am Abend bildet sich nach 20:00 Uhr eine Inversion aus, die mit einer starken Winddrehung verbunden ist. Der Wind ist in Bodennähe schwach und kommt aus Nordwest, dreht mit zunehmender Höhe nach Nordost und erreicht Geschwindigkeiten um 5 m/s. Der Hügелеinfluß wird zu dieser Zeit besonders am Nordhang deutlich (Abb. 5.4.7). Dort wird der Wind abgebremst und in eine östliche Strömung umgelenkt. Charakteristisch für die Vertikalwindmessungen sind tagsüber die Hangaufwinde am Nordhang sowie nachts die Hangabwinde am Südwesthang.

Messungen zu Ausbreitungsexperiment 2

Die Windverteilung auf und abseits der Sophienhöhe, basierend auf den Messungen der Masten und der SODARs, ist für den Zeitraum des 2. Ausbreitungsexperimentes in Abb. 5.4.8 dargestellt. Die am KFA-Turm bzw. SODAR KfK gemessene nordwestliche Grundströmung wird im Bereich der Sophienhöhe nicht oder nur wenig verändert. Eine leichte Drehung der Windrichtung nach Westen zeigt das SODAR KFA, das direkt vor dem Nordhang aufgebaut ist. Das SODAR LIS Hannover im Westen der Sophienhöhe befindet sich am südlichen Rand der Tracer-Fahne (vgl. Abb. 4.4.2). Die Windrichtung schwankt zwischen 270° und 300°, ohne daß eine eindeutige Winddrehung mit der Höhe feststellbar ist. Die nordwestlich der Sophienhöhe gestarteten Pilotballons fliegen einerseits mehr in östliche Richtung über die Nordseite des Hügels und andererseits mehr in südliche Richtung über die Westseite der Sophienhöhe (Abb. 5.4.9).

Die nordwestliche Strömung bis in Höhen von 500 m wird durch die Pilotballonaufstiege in der KFA verdeutlicht (Abb. 5.4.10). Der Radiosondenaufstieg zeigt uns eine Inversion in 1300 m Höhe, d.h. bis zu dieser Höhe erstreckt sich die bodennahe Grenzschicht zur Zeit des Ausbreitungsexperimentes (Abb. 5.4.10).

Messungen zu Ausbreitungsexperiment 3

Aus den Radiosondenaufstiegen ist zu entnehmen, wie sich im Laufe des Abends eine Bodeninversion ausbildet (Abb. 5.4.11). Es existiert eine beträchtliche Windscherung; so dreht der Nord- bis Nordnordwestwind in Bodennähe mit zunehmender Höhe auf Nordost und oberhalb 1100 m über Ost auf Süd in 1500 m. Die zeitliche Entwicklung der Windströmung verdeutlichen die fünf aufeinanderfolgenden Pilotballonaufstiege in der Zeit von 20:00 - 22:00 Uhr. So dreht der Wind außer in Bodennähe in allen Höhen im Uhrzeigersinn bis um maximal ca. 30° und die

Windscherung (-drehung) nimmt in den untersten 200 m im Laufe des Abends zu (Abb. 5.4.11). Die Windgeschwindigkeit nimmt von 1 - 3 m/s in Bodennähe auf 8 - 9 m/s in etwa 200 m Höhe zu (Windmaximum) und nimmt darüber kontinuierlich ab.

Die Windverteilung im Bereich der Sophienhöhe zeigt die Abb. 5.4.12. Auch hier wird an den Meßorten mit Höhenprofilmessungen eine Winddrehung mit der Höhe beobachtet. Weiterhin ist zu erkennen, daß der Wind im Anströmbereich des Hügels abgebremst wird. So ist die Windgeschwindigkeit in 60 m Höhe im Bereich des SODAR KFA deutlich niedriger im Vergleich zur Leeseite der Halde (SODAR LIS Hannover und SODAR KfK). Ebenso ist die Windgeschwindigkeit, gemessen in 15 m Höhe, am Nordhang um fast die Hälfte geringer als am Südhang.

In der nachfolgenden Abbildung 5.4.13 sind die Tetroonflüge SO8708 und SO8709 (vgl. Kap. 5.3.1.4) als Trajektorien in Schrägsicht dargestellt. Senkrechte schwarze Balken geben die Position der kleinen Masten auf der Halde, der SODAR-Geräte am Fuß der Halde und des meteorologischen Turms der KFA (rechts im Vordergrund als Polygenzug skizziert) an.

Tetroon SO8708, in der Abbildung mit "1" markiert, startet um 20 Uhr 01 MEZ. Zu diesem Zeitpunkt hat bereits die abendliche Abkühlung des Bodens durch Ausstrahlung begonnen und die Atmosphäre stabilisiert sich. Der Tetroon übersteigt die Halde und wird nach 4 km vom Radar verloren als er in den Funkschatten der Halde eintaucht.

Als um 21 Uhr 00 Tetroon SO8709 (markiert mit "2") startet, hat sich schon eine über 200 m hohe Inversion ausgebildet. Die Gleichgewichtshöhe des Tetroons ist infolge der Abkühlung niedriger als beim vorhergehenden Flug und bleibt unter der Gipfelhöhe der Halde. Durch Umströmungseffekte wird er über die westliche Flanke der Sophienhöhe abgedrängt und beginnt in Lee der Halde zu schwingen. Unter der Voraussetzung, daß vertikale Druckschwankungen bezogen auf den mittleren Druck gegenüber entsprechenden Temperaturschwankungen vernachlässigt werden können, lassen sich diese Schwingungen als Brunt-Vaisäla-Schwingungen interpretieren.

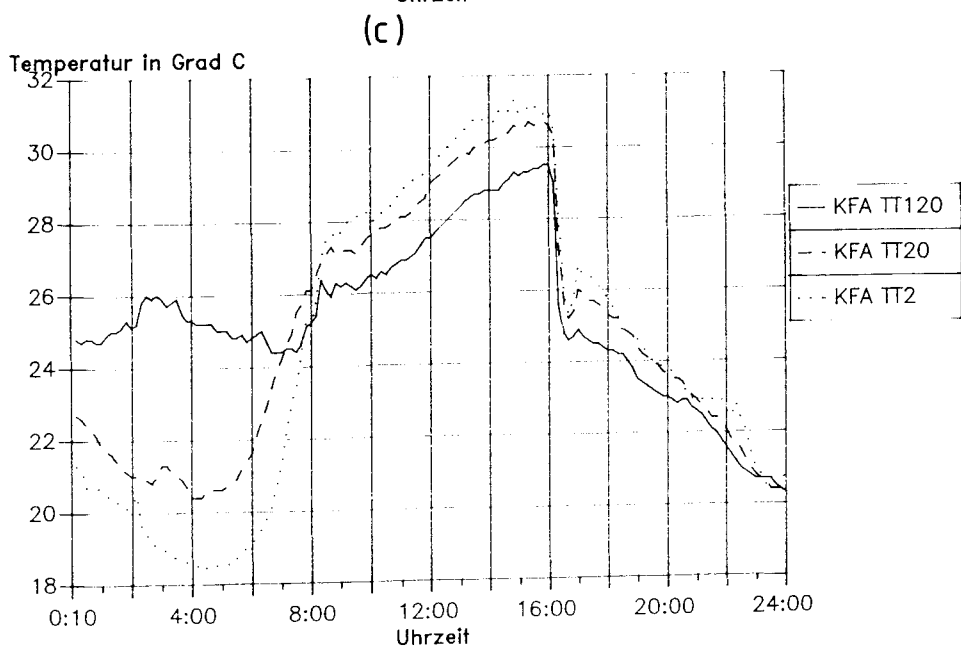
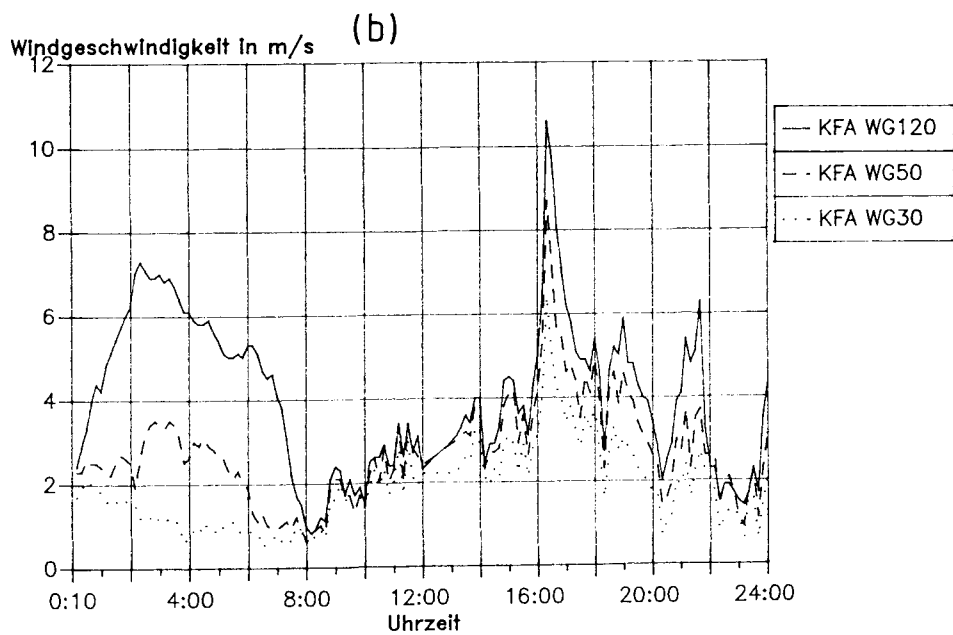
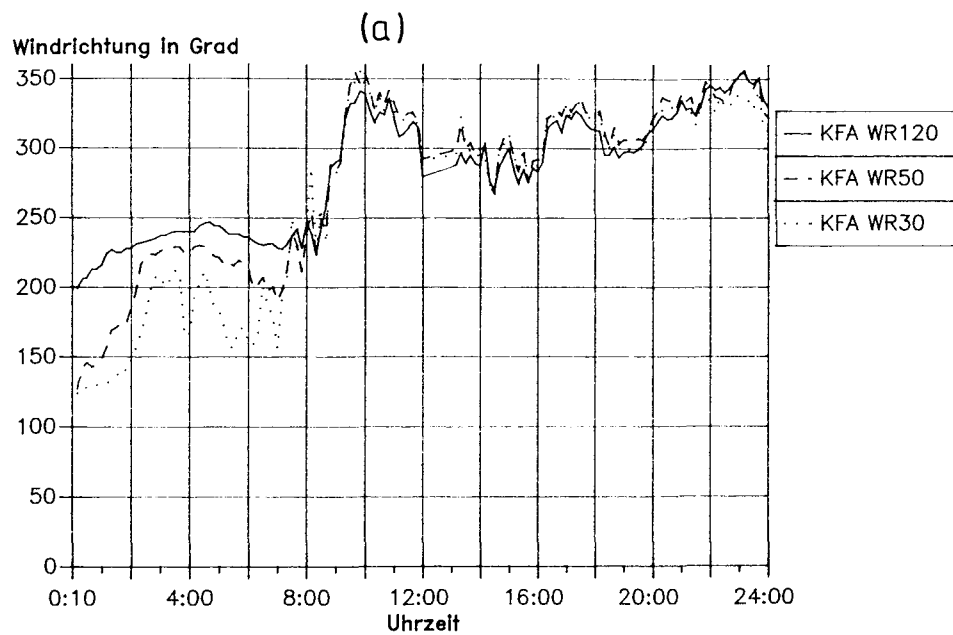
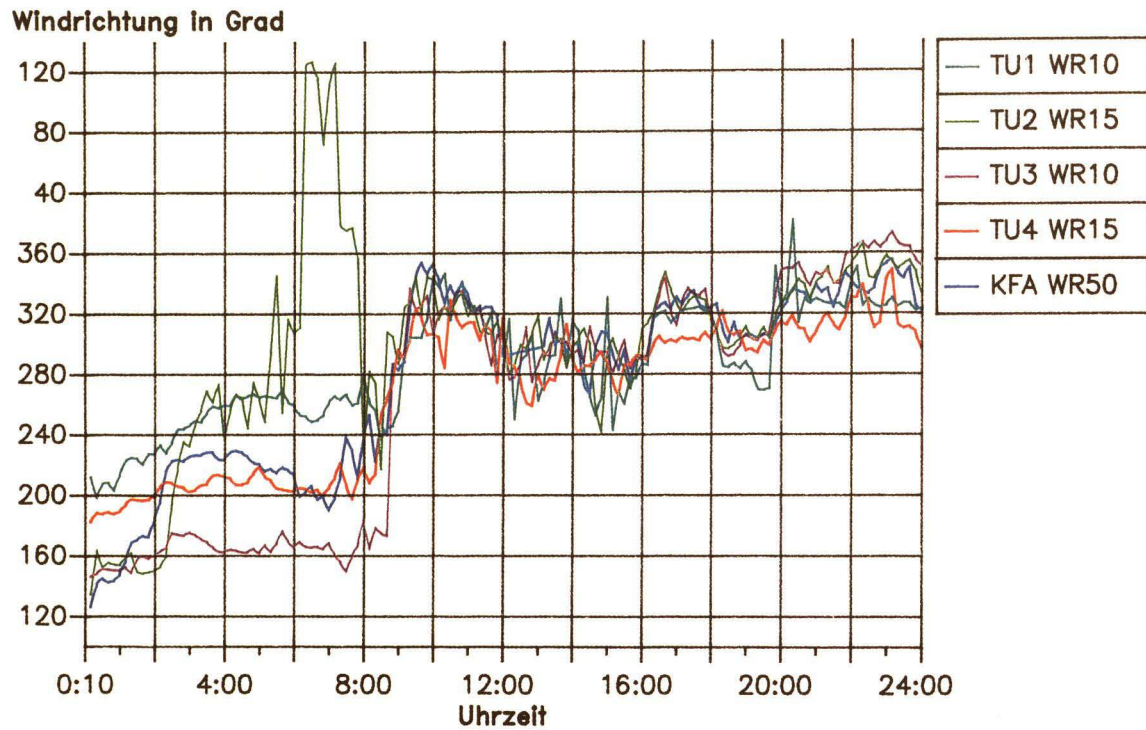


Abb. 5.4.1 a-c: Meteorologische Messungen am KFA-Turm, 30. Juni 1987
 WR 30, 50, 120: Messungen der Windrichtung in 30 m, 50 m, 120 m
 WG 30, 50, 120: Messungen der Windgeschwindigkeit in 30 m, 50 m, 120 m
 TT 2, 20, 120 : Messungen der Temperatur in 2 m, 20 m, 120 m

(a)



(b)

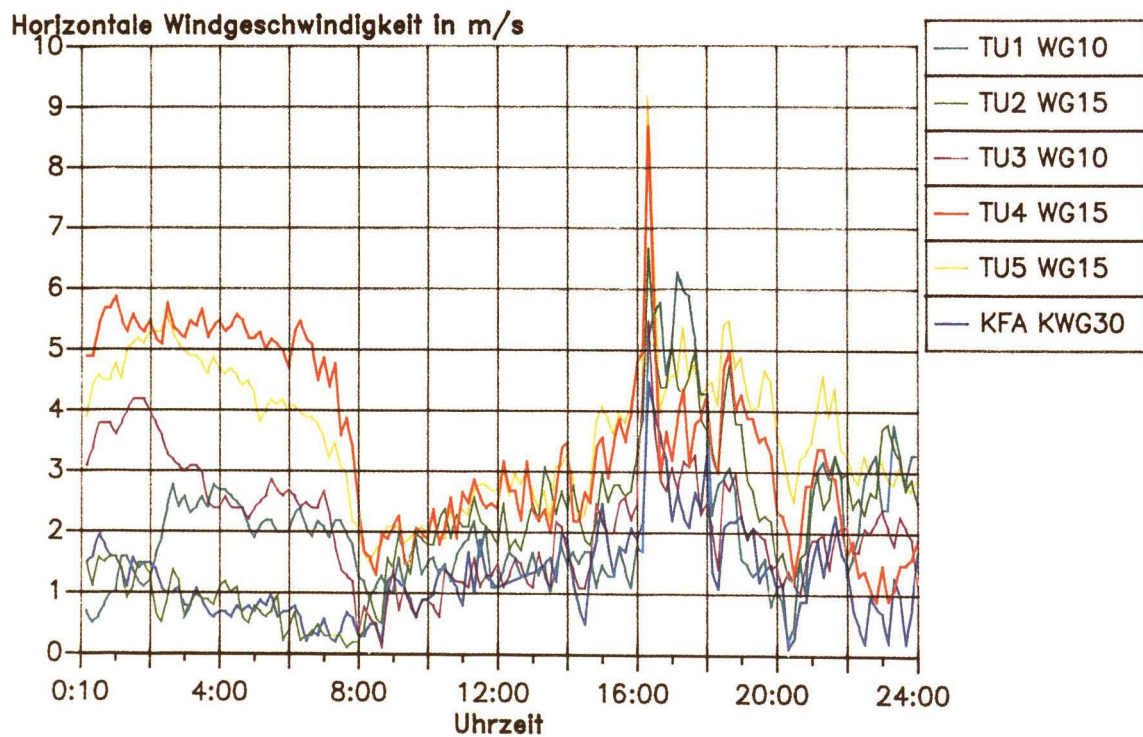


Abb. 5.4.2 a,b: Messungen der Windrichtung WR (a) und Windgeschwindigkeit WG (b) am KFA-Turm und an den Masten 1 - 5 Sophienhöhe, 30.06.87
Meßhöhen: 10 m, 15 m, 30 m, 50 m

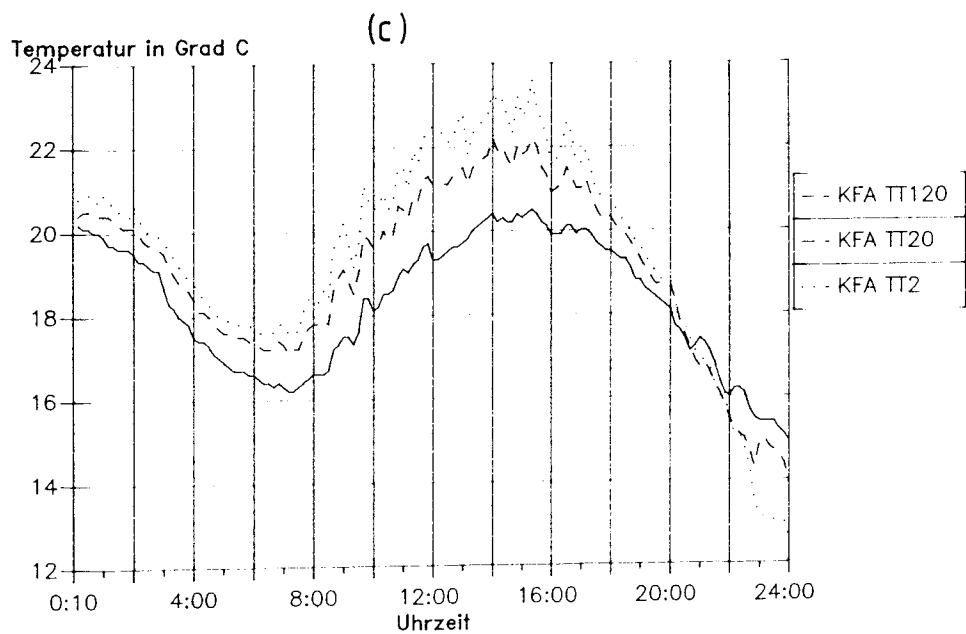
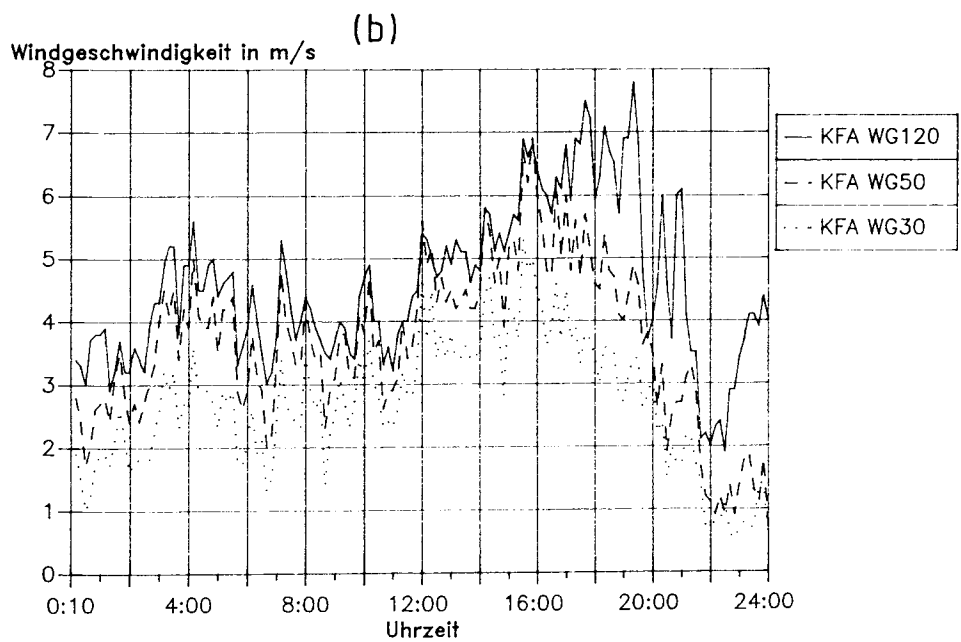
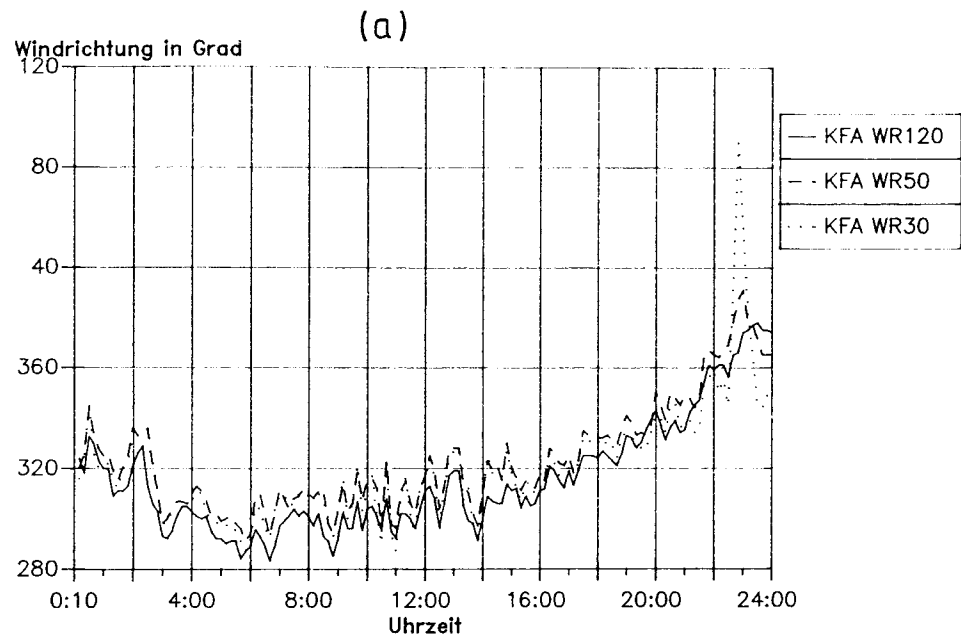


Abb. 5.4.3 a-c: Meteorologische Messungen am KFA-Turm, 1. Juli 1987
 WR 30, 50, 120: Messungen der Windrichtung in 30 m, 50 m, 120 m
 WG 30, 50, 120: Messungen der Windgeschwindigkeit in 30 m, 50 m, 120 m
 TT 2, 20, 120 : Messungen der Temperatur in 2 m, 20 m, 120 m

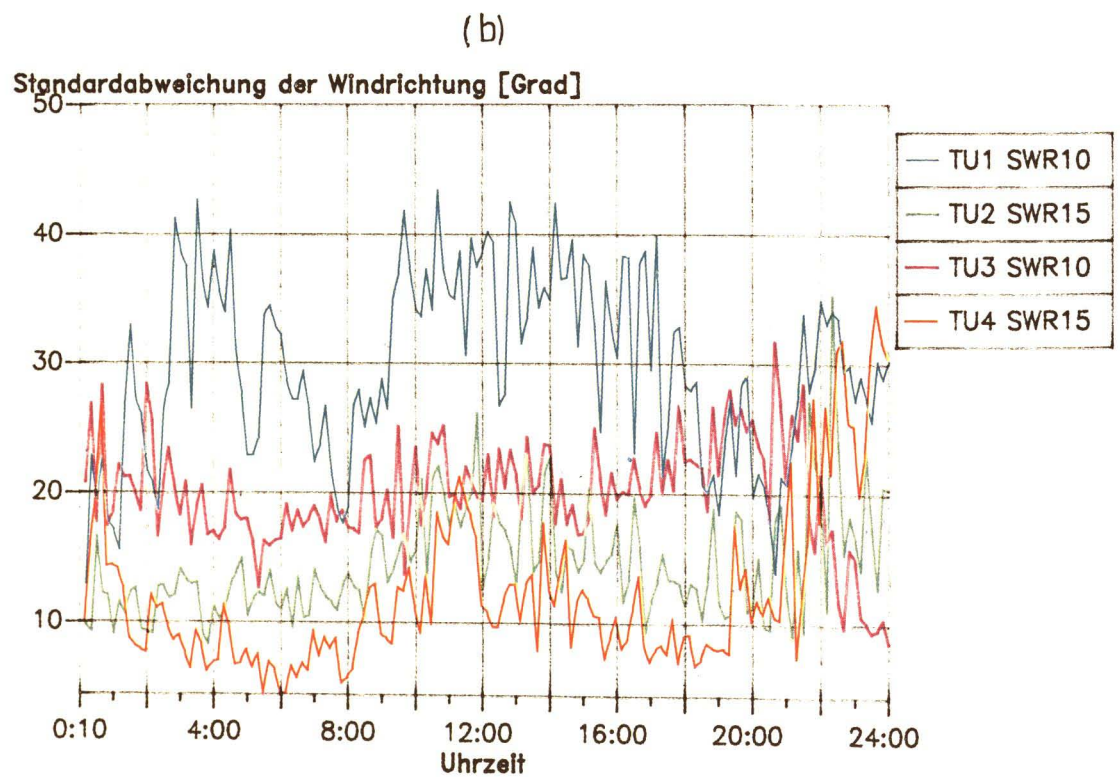
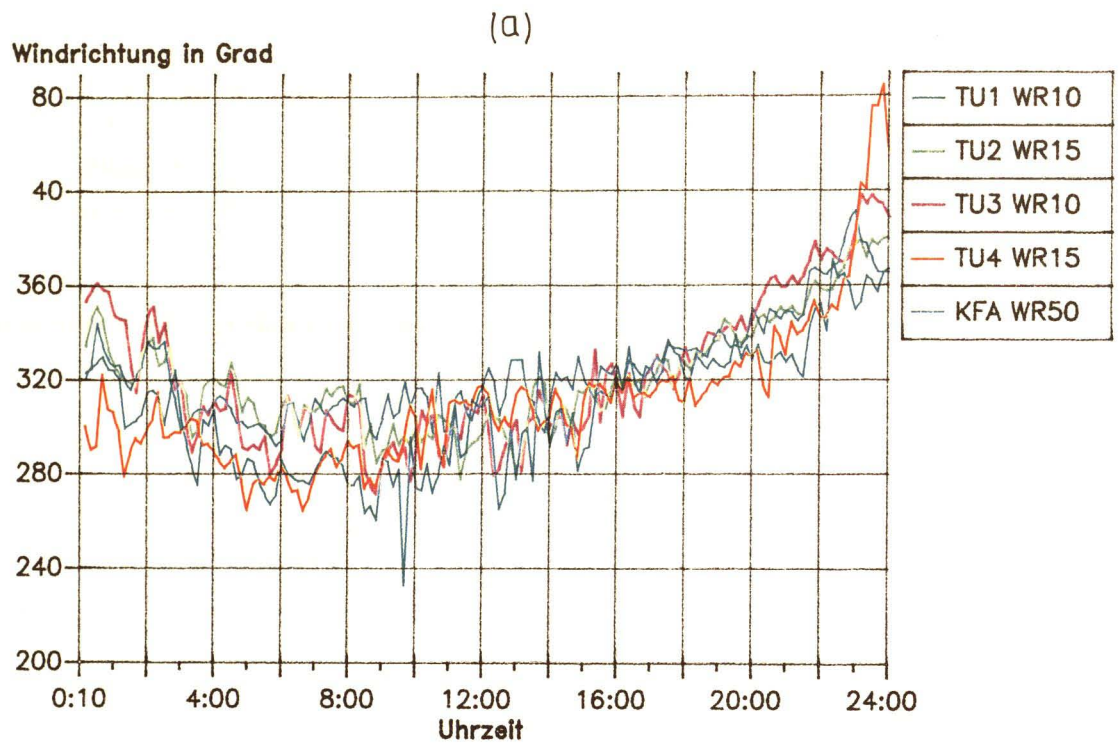
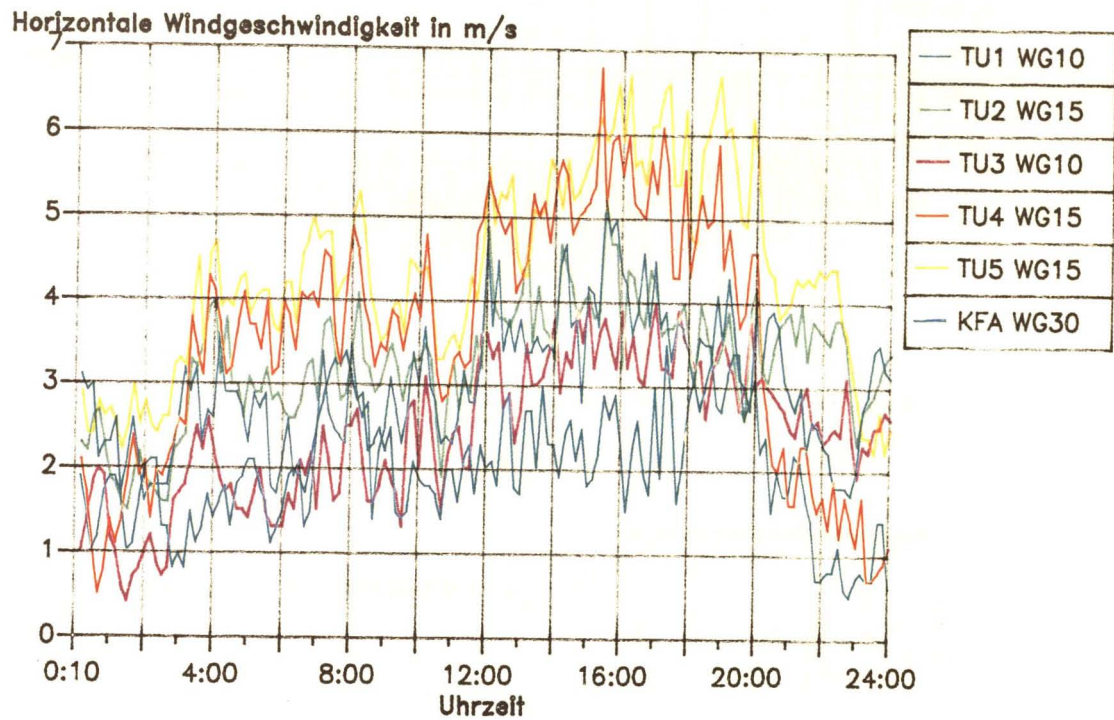


Abb. 5.4.4 a,b: Messungen der Windrichtung WR (a) und Standardabweichung der Windrichtung SWR (b) am KFA-Turm und an den Masten 1 - 4 Sophienhöhe, 01.07.87
Meßhöhen: 10 m, 15 m, 50 m

(a)



(b)

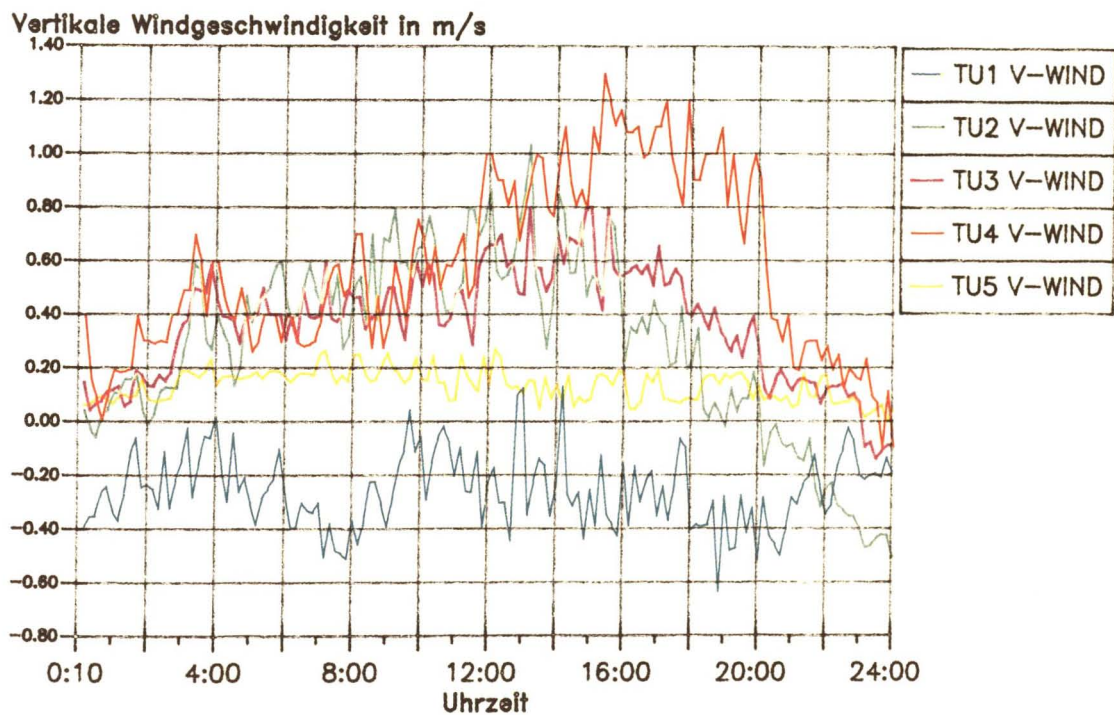


Abb. 5.4.5 a,b: Messungen der horizontalen (a) und vertikalen (b) Windgeschwindigkeit am KFA-Turm und an den Masten 1 - 5 Sophienhöhe, 01.07.87
Meßhöhen: 10 m, 15 m, 30 m

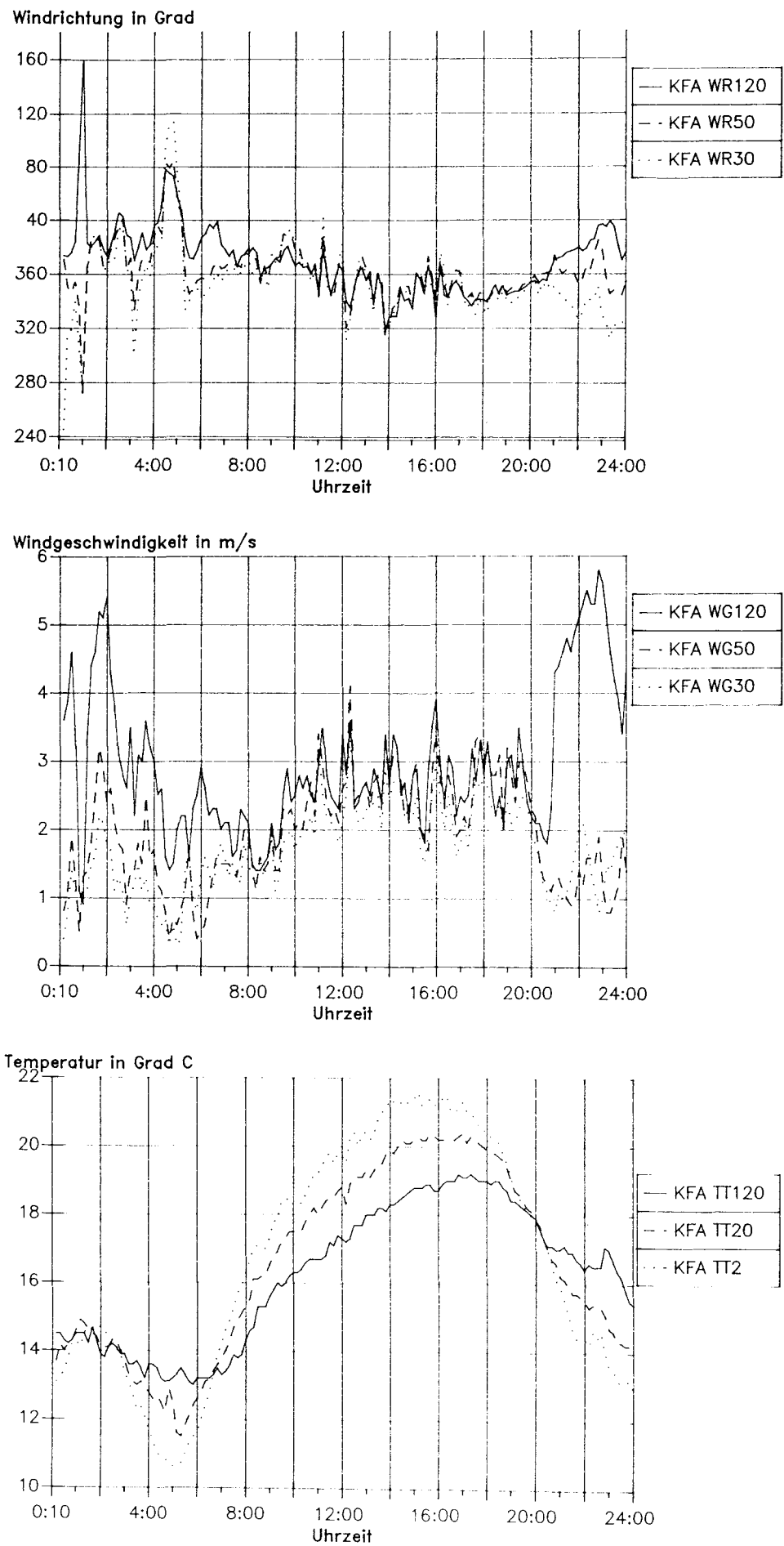


Abb. 5.4.6 a-c: Meteorologische Messungen am KFA-Turm, 2. Juli 1987

WR 30, 50, 120: Messungen der Windrichtung in 30 m, 50 m, 120 m

WG 30, 50, 120: Messungen der Windgeschwindigkeit in 30 m, 50 m, 120 m

TT 2, 20, 120 : Messungen der Temperatur in 2 m, 20 m, 120 m

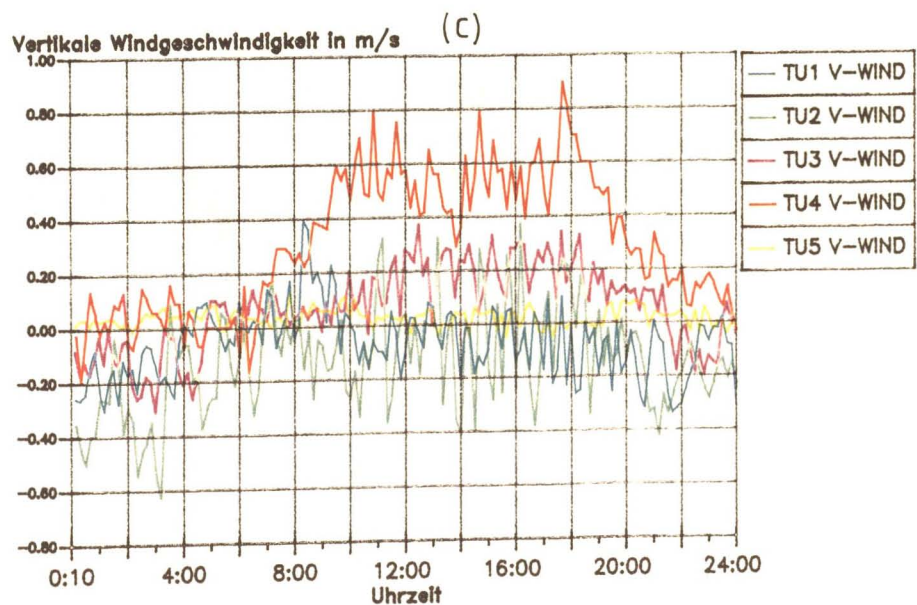
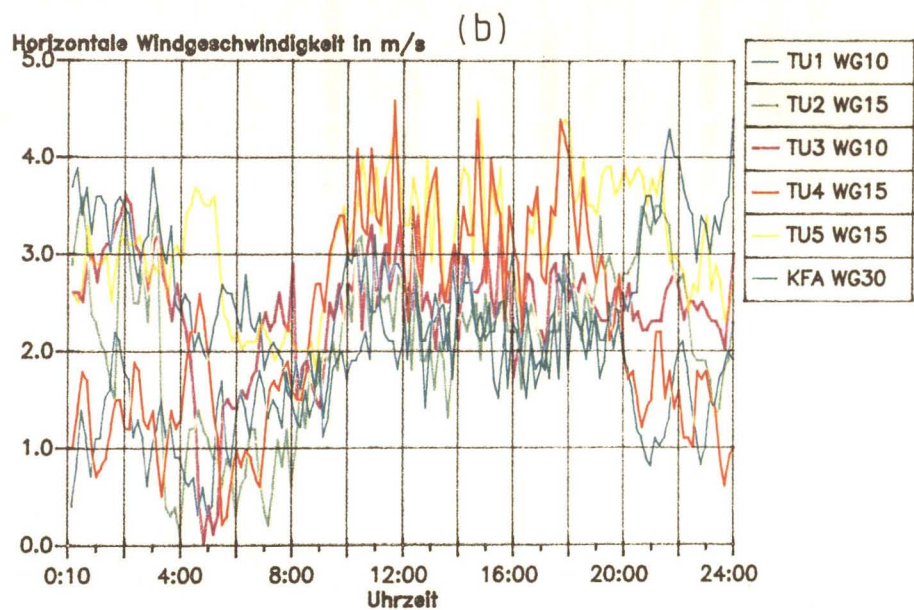
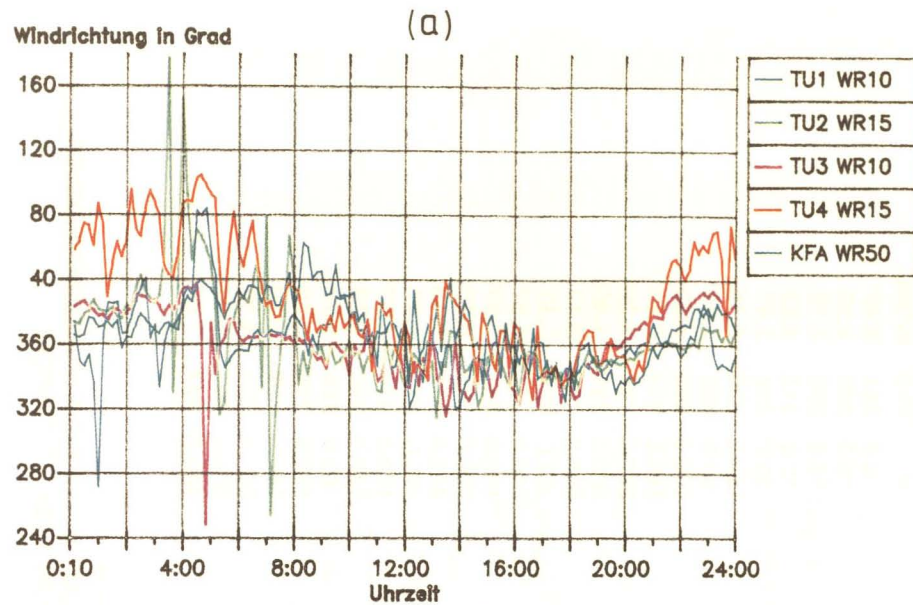


Abb. 5.4.7 a-c: Messung der Windrichtung WR (a), der horizontalen (b) und vertikalen (c) Windgeschwindigkeit am KFA-Turm und an den Masten 1 - 5 auf der Sophienhöhe, 02.07.87
Meßhöhen: 10 m, 15 m, 30 m, 50 m

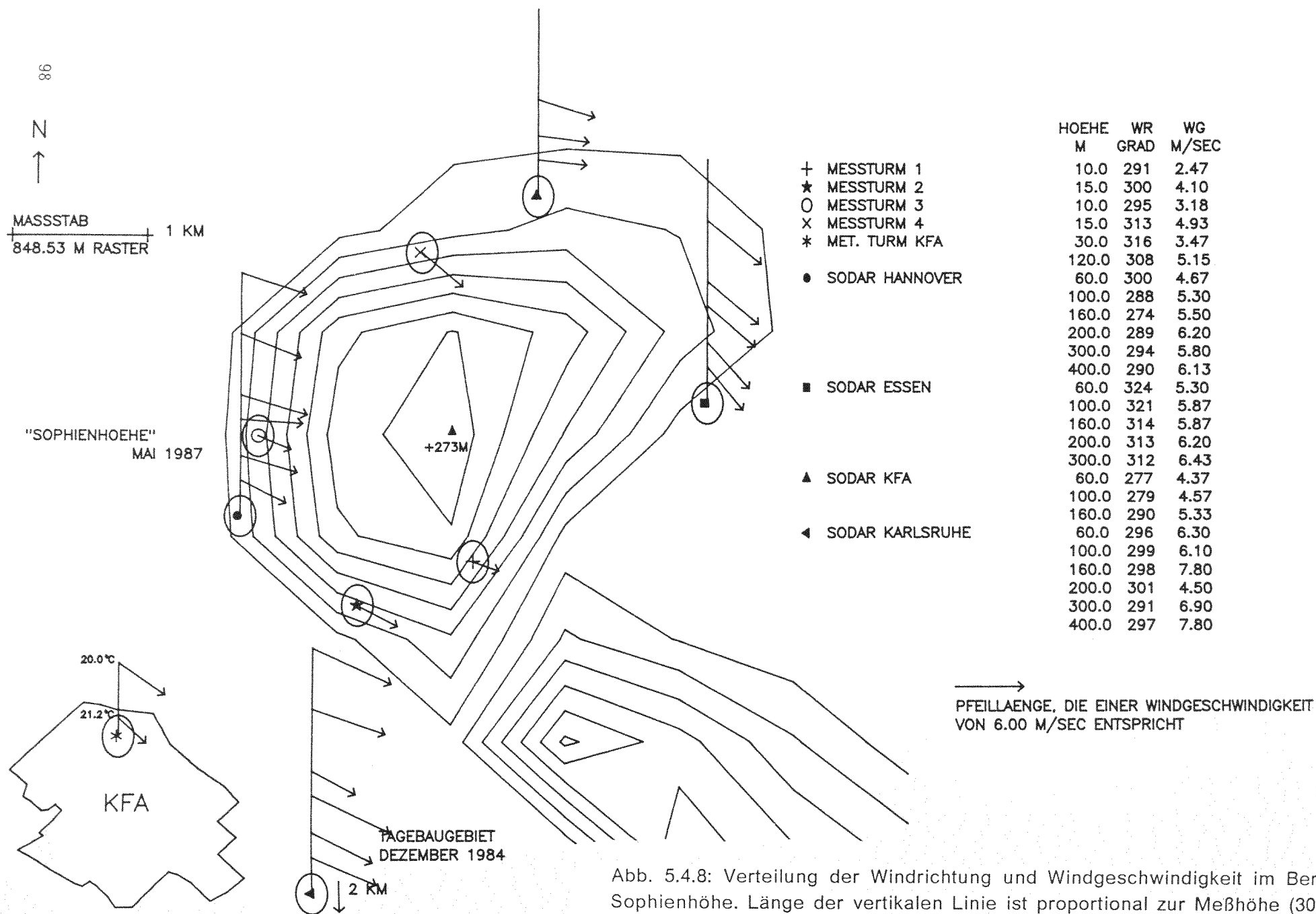


Abb. 5.4.8: Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Bereich der Sophienhöhe. Länge der vertikalen Linie ist proportional zur Meßhöhe (30 m - 400 m). Zeitraum: 01.07.1987, 13:00 - 13:30 Uhr

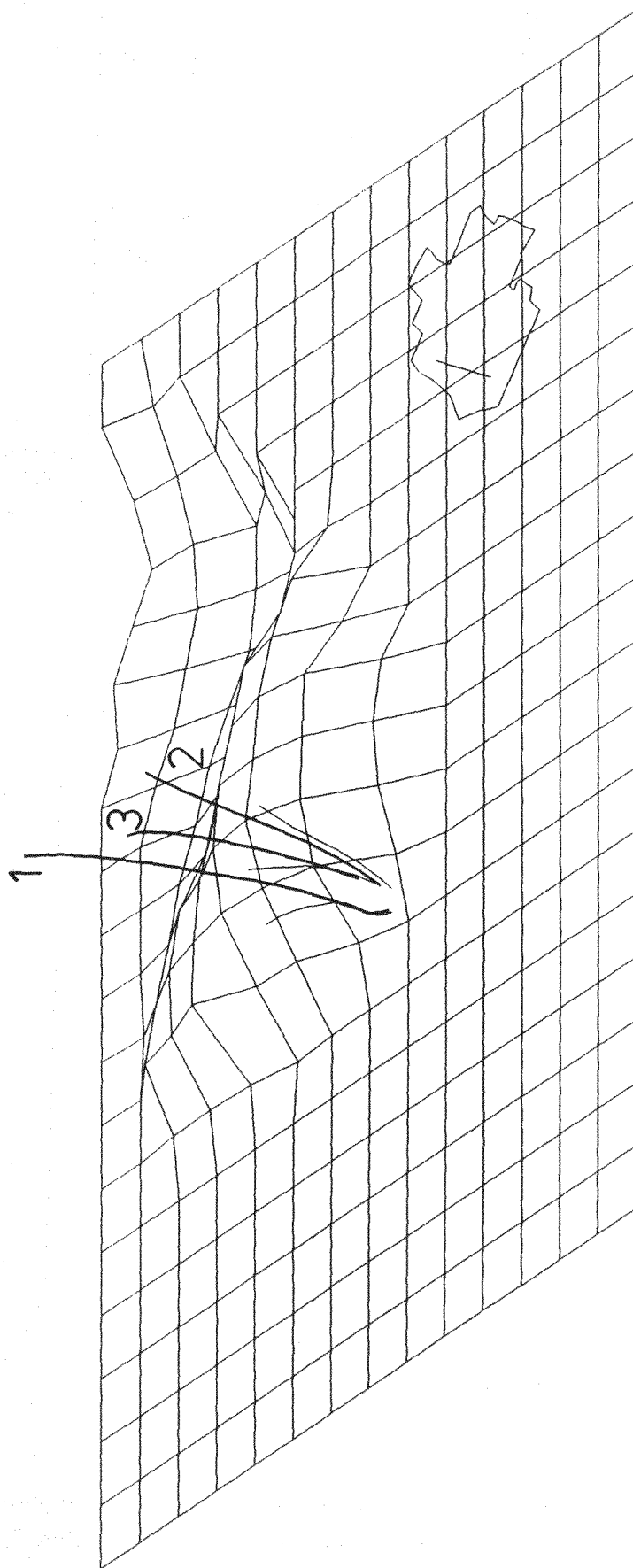


Abb. 5.4.9: Pilotballonaufstiege während des 2. Ausbreitungsexperimentes, 01.07.1987; dargestellt sind Flugwege (dicke Linie) und deren Projektion auf die Bodenoberfläche (dünne Linie)

- 1 Aufstieg Nr. 48, gestartet 12:57 (MEZ)
- 2 Aufstieg Nr. 49, gestartet 13:08 (MEZ)
- 3 Aufstieg Nr. 51, gestartet 13:28 (MEZ)

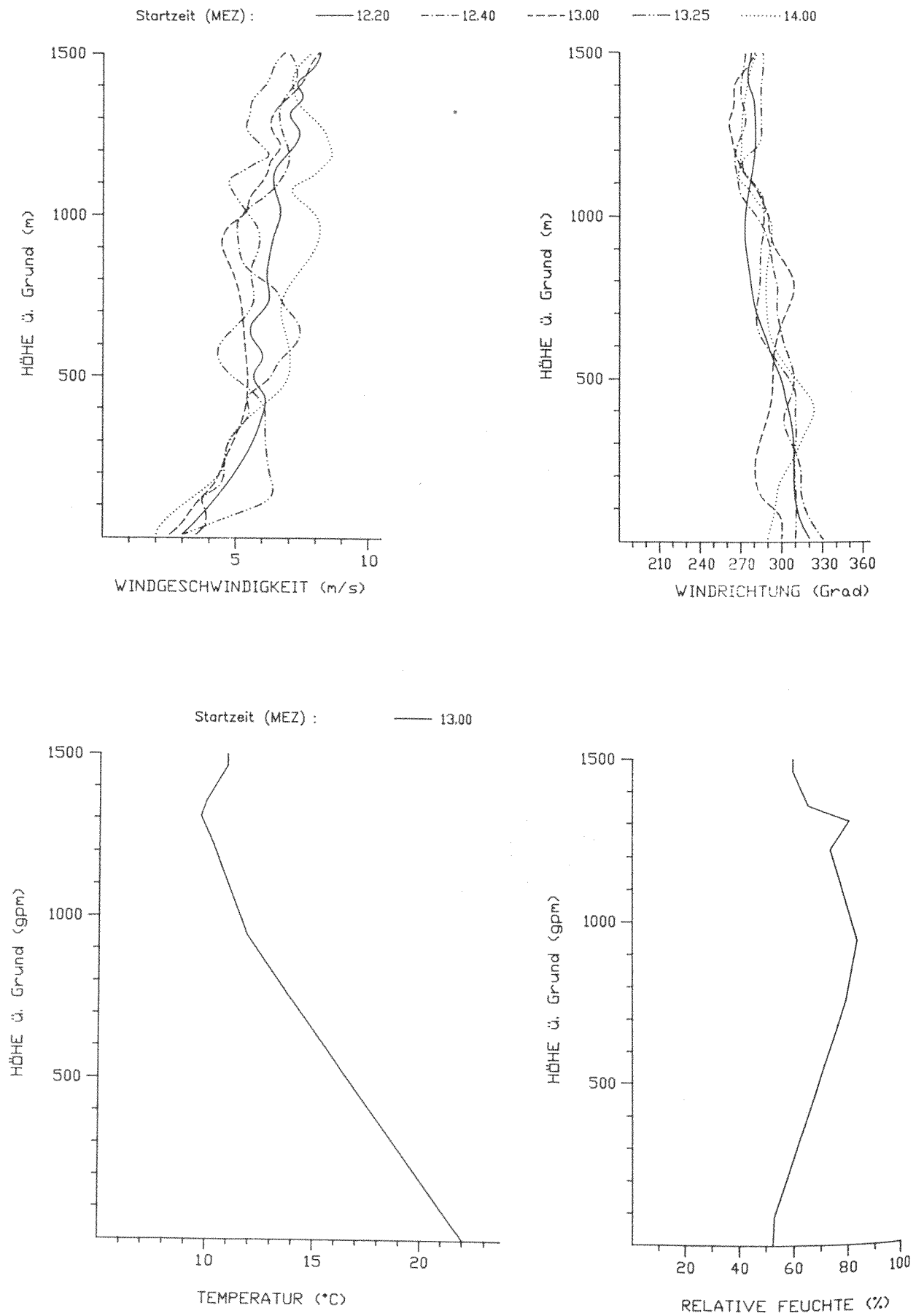


Abb. 5.4.10: Vertikalprofile von Windrichtung und -geschwindigkeit (geglättet), Temperatur und relativer Feuchte am Standort 'KFA' während des Ausbreitungsexperimentes vom 01.07.1987

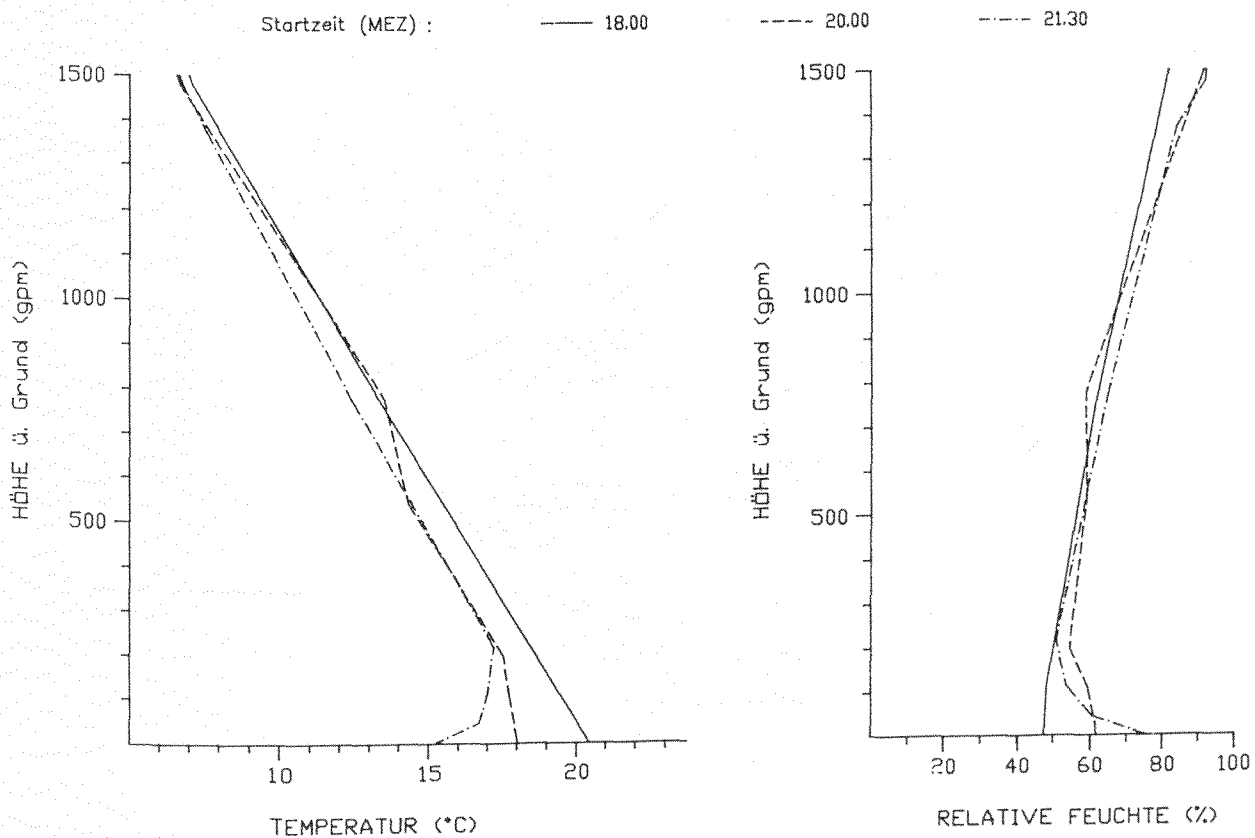
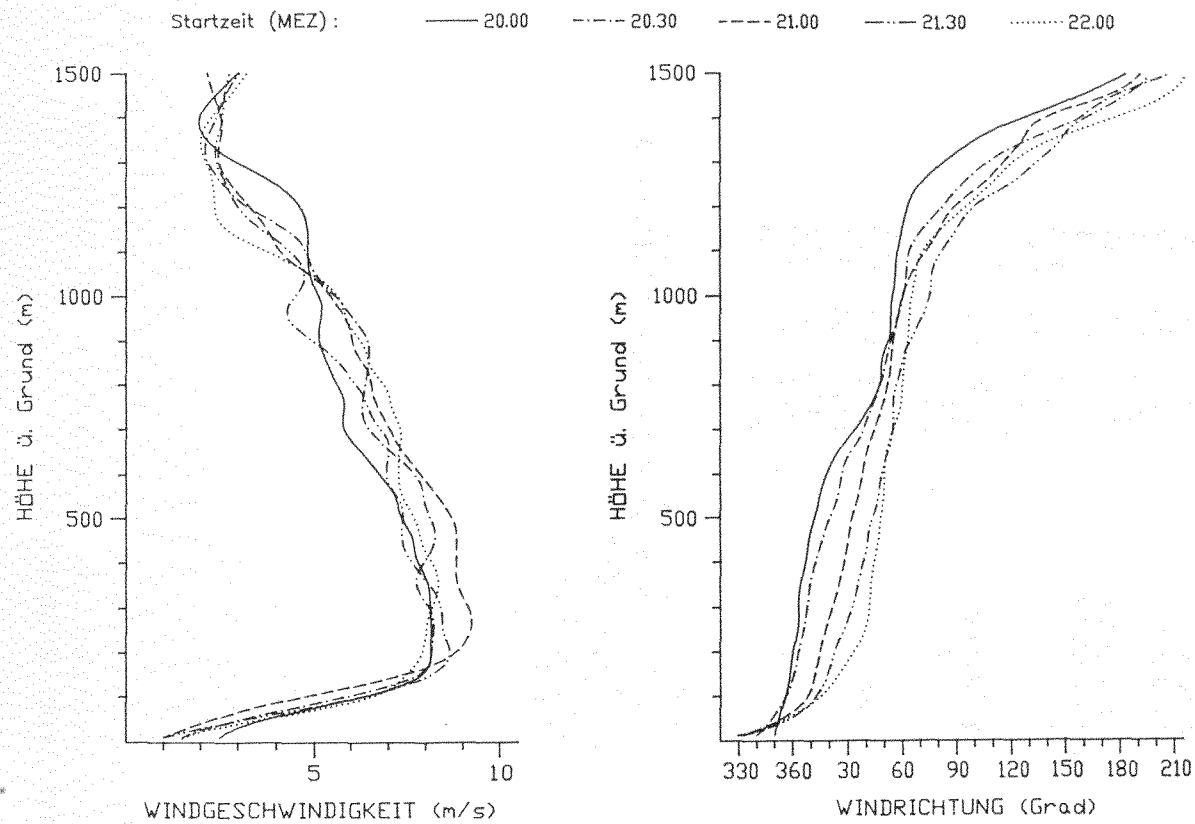


Abb. 5.4.11: Vertikalprofile von Windrichtung und -geschwindigkeit (geglättet), Temperatur und relativer Feuchte am Standort 'KFA' während des Ausbreitungsexperimentes vom 02.07.1987

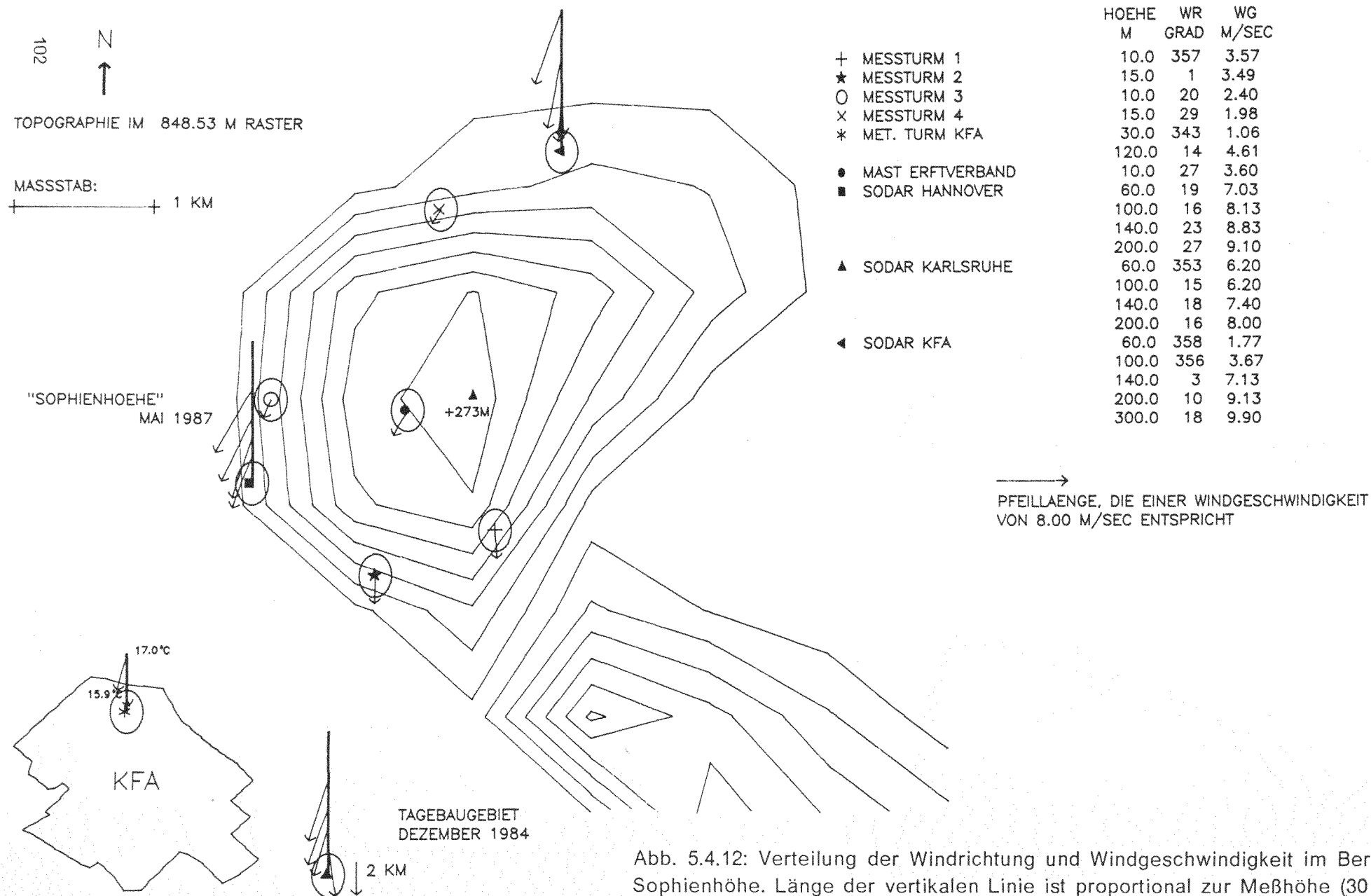


Abb. 5.4.12: Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Bereich der Sophienhöhe. Länge der vertikalen Linie ist proportional zur Meßhöhe (30 m - 400 m). Zeitraum: 02.07.1987, 21:00 - 21:30 Uhr

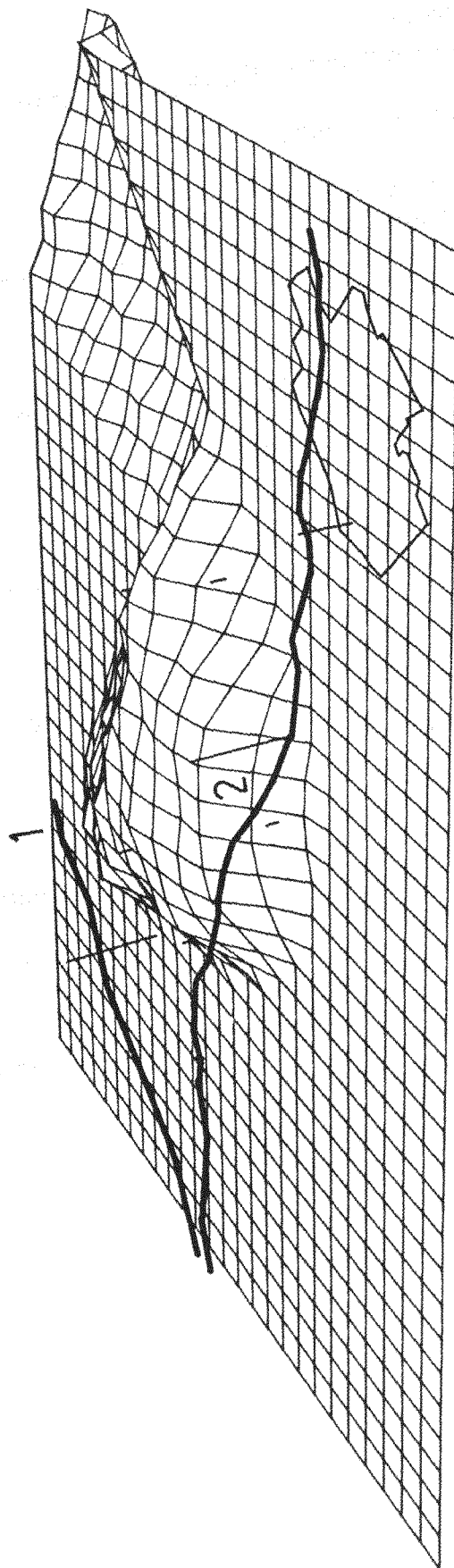


Abb. 5.4.13: Tetroonflüge am Abend des 02.07.1987 während des 3. Ausbreitungsexperimentes

Danksagung

Die Autoren möchten an dieser Stelle allen danken, die in irgendeiner Weise zum Gelingen der 2. Intensivmeßphase sowie zur Erstellung dieser Dokumentation beigetragen haben.

Insbesondere seien die Institutionen genannt, durch deren engagierte und kollegiale Zusammenarbeit die Intensivmeßphase erfolgreich durchgeführt werden konnte: Landesamt für Immissionsschutz, Arbeitsmedizin und Strahlenschutz Hannover, Rheinisch-Westfälischer Technischer Überwachungsverein Essen, Institut für Meteorologie und Klimaforschung Kernforschungszentrum Karlsruhe, Wetteramt Essen und Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln.

Für die großzügige logistische Unterstützung im Bereich der Sophienhöhe gilt unser Dank der Firma Rheinbraun, Betriebsführung Tagebau Hambach.

Darüber hinaus danken wir allen Kolleginnen und Kollegen in der Abteilung Sicherheit und Strahlenschutz für ihre vielfältige und tatkräftige Unterstützung während der Vorbereitung und Durchführung der Meßphase.

Für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens sei hier dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gedankt.

Anhang A:

Meteorologische Daten zu den Ausbreitungsexperimenten 1 - 12

Die folgenden Tabellen A-1 - A-12 beinhalten die Meßdaten der Systeme des meteorologischen Langzeitmeßnetzes für jeweils eine Stunde. Die Daten beginnen jeweils eine halbe Stunde vor der Probenahme des Tracers. In der Tabellenbezeichnung bezieht sich die Ziffer auf die Nummer des Ausbreitungsexperimentes und der sich anschließende Buchstabe auf das meteorologische System in folgender Weise:

Tabellenbezeichnung (Beispiel)	A-2	a	b	c	d
Bezug auf:	Experiment Nr. 2	KFA-Turm	Masten Sophienhöhe	SODAR KFA	Ultraschall- anemometer

Vom KFA-Turm und von den Masten auf der Sophienhöhe liegen Meßdaten für alle Experimente vor. SODAR-Messungen wurden zu den Experimenten 1 - 4 und 6 - 10 sowie Ultraschallanemometer-Messungen zu den Experimenten 9, 10 und 12 durchgeführt.

In den Tabellen A-2e-k sind zusätzlich für das 2. Ausbreitungsexperiment Beispiele für die in der 2. Intensivmeßphase durchgeführten Messungen anderer meteorologischer Systeme aufgeführt.

Die in den Tabellen A-1b bis A-12b benutzten Abkürzungen haben folgende Bedeutung:

Abkürzung	Bedeutung
WG2, WG5, WG6, WG11, WG15	Windgeschwindigkeit in m/s in den Höhen 2 m, 5 m, 6 m, 11 m und 15 m
SWG2, SWG5, SWG6, SWG11, SWG15	Standardabweichung der Windgeschwindigkeit in m/s in den Höhen 2 m, 5 m, 6 m, 11 m und 15 m
WR	Windrichtung in Grad
SWR	Standardabweichung der Windrichtung in Grad
ABW, AUFW	Mittlere Abwind- bzw. Aufwindgeschwindigkeit in m/s
-N, +N	Häufigkeit von Ab- bzw. Aufwinden in 10 min (Max. Häufigk. = 60)
TT2, TT10, TT13	Lufttemperatur in °C in den Höhen 2 m, 10 m und 13 m
TF2, TF10, TF13	Feuchttemperatur in °C in den Höhen 2 m, 10 m und 13 m

TABELLE A-1a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 30.06.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
11:40	0.8	1.3	1.8	2.1	2.8	2.9	2.9	2.7	326	325	319	19	15	20
11:50	0.7	1.1	1.6	1.9	2.6	3.2	3.3	3.1	316	319	315	27	21	24
12:00	0.8	1.4	2.1	2.2	2.4	2.4	2.4	2.3	291	292	279	30	32	28
12:10	0.5	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.2	2.3	328	328	305	23	21	18
12:20	0.9	1.6	2.0	2.3	2.8	3.2	3.3	3.1	326	327	313	21	18	17
12:30	0.8	0.9	1.5	1.5	1.8	2.0	2.2	2.3	334	323	302	33	29	24

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCH EIN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
11:40	29.2	28.8	28.5	28.5	27.9	27.5	27.0	27.3	530.25	10.00	0.00
11:50	29.3	28.8	28.6	28.6	28.2	27.7	27.3	27.5	523.27	9.79	0.00
12:00	29.5	29.2	29.0	28.8	28.4	27.8	27.4	27.5	544.21	9.67	0.00
12:10	29.7	29.3	28.9	28.9	28.4	27.9	27.4	27.6	565.24	10.00	0.00
12:20	29.8	29.3	29.9	29.0	28.4	27.9	27.5	27.7	576.81	10.00	0.00
12:30	29.7	29.2	29.0	29.1	28.6	28.1	27.6	27.7	565.26	10.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
11:40									756.2	B	17.1	16.3
11:50									756.1	B	17.1	17.3
12:00									756.1	B	17.2	17.3
12:10									756.0	B	23.1	17.9
12:20									756.0	B	21.7	18.8
12:30									755.9	B	21.0	19.2

TABELLE A-2a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 01.07.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
12:40	1.0	2.1	3.0	3.8	4.7	4.7	4.8	4.8	312	313	306	23	22	14
12:50	1.0	1.9	2.7	3.4	4.3	4.9	5.2	5.2	323	328	317	19	13	8
13:00	0.9	2.1	3.0	3.8	4.5	4.7	4.9	4.9	327	328	319	19	13	7
13:10	0.9	2.0	2.8	3.4	4.2	4.9	5.2	5.3	328	328	319	20	12	11
13:20	1.0	2.1	2.9	3.4	4.3	4.8	5.0	5.1	307	313	305	21	19	13
13:30	1.0	2.3	2.9	3.6	4.5	4.6	4.9	5.1	312	310	299	17	15	8

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCH EIN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
12:40	22.2	21.6	21.3	21.0	20.5	20.0	19.6	19.6	565.14	10.00	0.00
12:50	22.6	21.8	21.4	21.2	20.7	20.1	19.7	19.6	565.14	10.00	0.00
13:00	22.8	21.8	21.5	21.2	20.6	20.1	19.7	19.7	586.07	10.00	0.00
13:10	21.8	21.3	21.1	20.9	20.5	20.0	19.7	19.8	300.01	4.29	0.00
13:20	22.3	21.8	21.5	21.3	20.9	20.4	20.0	20.0	411.64	6.88	0.00
13:30	22.5	21.9	21.6	21.3	20.9	20.5	20.1	20.1	495.37	9.04	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
12:40									757.4	B	15.6	12.9
12:50									757.2	B	17.4	12.4
13:00									757.2	B	16.3	12.4
13:10									757.1	C	15.4	12.2
13:20									757.0	B	14.8	12.6
13:30									757.0	B	15.2	12.5

TABELLE A-3a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 02.07.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
20:40	0.1	0.4	0.7	1.1	1.2	1.8	2.1	1.8	348	1	355	14	19	7
20:50	0.0	0.4	0.7	0.9	1.1	1.6	1.5	2.3	354	2	3	18	20	6
21:00	0.2	0.3	0.8	0.8	1.3	3.0	3.4	4.3	349	14	11	16	15	5
21:10	0.2	0.5	1.0	1.1	1.3	3.4	3.4	4.4	348	5	12	17	13	4
21:20	0.2	0.3	0.8	1.0	1.1	3.4	4.1	4.6	341	0	13	13	16	6
21:30	0.0	0.2	0.9	1.1	1.0	3.0	4.0	4.8	340	3	16	13	15	5

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHEN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
20:40	16.6	16.7	16.7	16.8	16.9	16.8	16.9	17.1	-69.77	0.00	0.00
20:50	16.1	16.5	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	17.0	-76.75	0.00	0.00
21:00	15.9	16.1	16.2	16.3	16.5	16.6	16.7	17.0	-83.72	0.00	0.00
21:10	15.5	15.9	16.1	16.2	16.5	16.7	16.8	17.1	-83.72	0.00	0.00
21:20	15.1	15.4	15.9	16.1	16.5	16.7	16.7	16.9	-83.72	0.00	0.00
21:30	14.6	15.0	15.7	16.0	16.3	16.5	16.6	16.9	-83.72	0.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
20:40										F	15.4	15.5
20:50										F	15.4	15.4
21:00										F	15.1	15.0
21:10										F	14.5	14.7
21:20										F	14.2	14.6
21:30										F	14.1	14.6

TABELLE A-4a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 10.09.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
11:10	0.6	1.0	1.7	2.4	3.4	4.4	5.0	5.3	245	247	241	24	16	11
11:20	1.0	1.8	2.8	4.3	5.9	7.3	7.6	7.5	239	240	232	19	16	9
11:30	1.1	1.5	2.6	4.0	5.6	6.9	7.6	7.9	245	241	233	25	16	8
11:40	0.8	1.1	2.0	3.0	4.6	5.9	6.7	7.2	243	246	233	20	15	9
11:50	1.2	1.7	2.9	4.7	6.5	8.2	8.9	9.1	239	244	231	22	17	10
12:00	1.4	2.5	3.9	5.7	8.2	9.9	10.6	10.6	242	242	235	20	13	6

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHEN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
11:10	18.2	18.1	18.0	17.9	17.8	17.4	17.1	17.2	118.61	0.00	0.00
11:20	18.3	18.2	18.1	18.0	17.9	17.6	17.3	17.3	69.77	0.00	0.00
11:30	18.1	18.0	17.9	17.8	17.8	17.4	17.2	17.2	55.82	0.00	0.00
11:40	18.3	18.1	18.0	17.9	17.8	17.5	17.2	17.3	104.65	0.00	0.00
11:50	18.6	18.4	18.4	18.2	18.1	17.7	17.4	17.4	160.47	0.00	0.00
12:00	19.0	18.7	18.5	18.4	18.2	17.8	17.5	17.5	216.29	0.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
11:10									753.7	D	14.4	
11:20									753.7	D	14.6	
11:30									753.6	D	14.4	
11:40									753.6	D	14.6	
11:50									753.5	D	14.7	
12:00									753.5	D	14.5	

TABELLE A-5a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 25.09.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
11:10	1.0	1.7	2.6	3.4	4.5	5.1	5.4	5.4	243	237	245	20	21	13
11:20	1.0	1.7	2.8	3.8	4.7	5.0	5.0	5.0	264	258	252	21	21	14
11:30	0.9	1.8	2.6	3.7	5.2	6.0	6.1	5.9	266	262	257	17	18	5
11:40	0.9	1.2	2.1	2.8	4.0	4.5	4.6	4.5	250	243	254	26	19	10
11:50	0.8	1.3	2.5	3.5	4.6	4.8	5.0	5.0	270	267	262	15	18	17
12:00	0.9	1.5	2.1	3.0	4.2	4.4	4.7	4.7	270	262	260	23	28	19

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHIN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
11:10	14.7	14.3	14.2	13.8	13.4	12.8	12.5	12.5	313.96	8.97	0.00
11:20	14.7	14.3	14.2	13.9	13.4	13.0	12.6	12.6	265.13	6.41	0.00
11:30	14.7	14.2	14.1	13.8	13.4	12.9	12.6	12.6	272.10	6.62	0.00
11:40	14.8	14.5	14.3	14.1	13.7	13.1	12.8	12.8	258.15	6.28	0.00
11:50	14.4	14.1	14.0	13.8	13.6	13.2	12.9	12.9	167.45	4.40	0.00
12:00	15.2	14.8	14.7	14.4	14.1	13.7	13.4	13.4	313.96	8.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
11:10									748.3	B	15.1	
11:20									748.3	B	16.2	
11:30									748.3	B	15.7	
11:40									748.2	B	14.7	
11:50									748.2	C	15.1	
12:00									748.1	C	15.4	

TABELLE A-6a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 22.10.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
12:40	0.5	1.0	1.8	2.4	3.1	3.6	3.8	3.8	266	272	269	16	18	14
12:50	0.5	1.0	1.6	1.7	2.3	2.5	2.6	2.7	286	282	283	16	14	9
13:00	0.5	0.9	1.4	1.4	2.0	2.2	2.5	2.7	292	285	291	21	20	15
13:10	0.4	1.0	1.6	1.9	2.6	2.7	2.9	2.9	297	297	296	27	25	15
13:20	0.4	0.9	1.7	2.2	3.0	3.1	3.2	3.1	273	267	269	18	21	18
13:30	0.7	1.3	2.0	2.2	2.8	3.1	3.4	3.4	284	281	280	22	15	8

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHEN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
12:40	12.0	11.7	11.6	11.5	11.3	10.9	10.6	10.6	69.77	0.00	0.00
12:50	12.1	11.8	11.8	11.6	11.4	11.0	10.7	10.7	62.79	0.00	0.00
13:00	12.2	11.9	11.9	11.7	11.5	11.1	10.8	10.8	55.82	0.00	0.00
13:10	12.3	12.0	11.9	11.7	11.5	11.2	10.9	10.9	83.72	0.00	0.00
13:20	12.4	12.1	12.1	11.9	11.7	11.3	11.0	11.0	62.79	0.66	0.00
13:30	12.3	12.0	12.0	11.8	11.7	11.3	11.0	11.0	41.86	0.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
12:40									757.4	C	12.1	
12:50									757.3	B	13.8	
13:00									757.3	B	13.8	
13:10									757.3	B	15.6	
13:20									757.3	C	13.4	
13:30									757.2	D	15.3	

TABELLE A-7a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 11.11.87

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
12:40	1.4	2.3	3.7	5.1	6.6	8.2	9.2	9.4	241	232	231	26	15	7
12:50	1.4	2.3	3.9	5.5	7.8	9.2	10.3	10.5	234	226	229	20	12	8
13:00	1.1	2.1	3.4	4.7	6.9	8.1	9.2	9.3	231	221	229	23	17	9
13:10	1.3	2.3	3.5	5.0	7.0	8.3	9.4	9.5	231	228	225	24	13	8
13:20	1.4	2.0	3.6	5.3	7.3	8.6	9.5	10.1	234	225	221	28	14	10
13:30	1.4	2.3	3.8	5.2	7.0	8.7	9.5	9.9	234	223	221	24	17	11

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHNEIN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
12:40	10.3	10.1	10.0	9.8	9.6	9.2	8.9	8.8	104.65	0.66	0.00
12:50	10.5	10.3	10.2	10.0	9.8	9.3	9.0	9.0	104.65	0.10	0.00
13:00	10.5	10.3	10.2	10.0	9.8	9.4	9.1	9.1	76.75	1.71	0.00
13:10	10.7	10.4	10.3	10.1	10.0	9.5	9.2	9.2	111.63	1.77	0.00
13:20	10.6	10.4	10.3	10.2	10.0	9.6	9.4	9.4	48.84	0.00	0.00
13:30	10.5	10.4	10.4	10.2	10.1	9.7	9.5	9.5	13.95	0.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
12:40									750.6	D	15.5	10.8
12:50									750.6	D	16.5	10.7
13:00									750.5	C	15.7	10.5
13:10									750.4	D	16.0	11.0
13:20									750.2	D	15.9	10.9
13:30									750.0	D	15.7	10.8

TABELLE A-8a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 05.02.88

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
12:10	0.9	1.4	2.3	3.0	3.8	4.4	4.5	4.4	251	237	232	18	20	13
12:20	1.0	1.5	2.4	2.9	3.7	4.4	4.7	4.7	248	241	234	22	20	11
12:30	1.0	1.5	2.6	3.3	4.2	4.6	5.0	5.0	246	240	235	16	11	9
12:40	1.0	1.2	2.1	2.6	3.4	3.9	4.2	4.5	246	238	229	19	13	10
12:50	1.0	1.9	3.1	4.1	5.0	5.7	6.0	6.0	240	237	230	14	12	8
13:00	0.9	1.3	2.1	2.6	3.5	3.9	4.1	4.4	241	237	226	23	15	12

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCH EIN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
12:10	8.0	7.8	7.9	7.7	7.4	6.8	6.4	6.4	167.45	10.00	0.00
12:20	8.3	8.1	8.1	7.9	7.5	6.9	6.6	6.5	188.38	10.00	0.00
12:30	8.3	8.1	8.1	7.8	7.5	6.9	6.6	6.6	174.42	9.09	0.00
12:40	8.5	8.3	8.2	7.9	7.6	7.0	6.7	6.8	160.47	6.78	0.00
12:50	8.5	8.1	8.0	7.7	7.5	7.0	6.7	6.7	104.65	0.20	0.00
13:00	8.5	8.1	8.1	7.8	7.6	7.1	6.8	6.8	104.65	0.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
12:10									990.9	B	15.6	12.6
12:20									990.9	B	15.9	13.2
12:30									990.9	B	15.8	12.8
12:40									990.7	B	15.4	13.1
12:50									990.7	C	15.0	12.9
13:00									990.7	B	14.7	13.4

TABELLE A-9a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 27.04.88

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
20:50	0.3	1.2	1.9	2.6	4.0	4.9	5.4	6.3	83	85	75	13	8	5
21:00	0.4	0.7	1.6	2.3	3.8	5.1	5.6	6.4	86	87	78	17	10	5
21:10	0.3	0.8	1.5	2.6	4.2	5.3	5.8	6.4	87	85	79	14	10	5
21:20	0.4	1.3	2.2	3.0	4.4	5.6	6.1	7.0	92	91	81	10	9	4
21:30	0.4	1.2	2.2	2.8	4.3	5.2	5.7	6.4	89	92	82	12	8	4
21:40	0.4	1.1	2.1	3.0	4.4	5.3	5.9	6.7	89	91	82	12	8	6

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCH EIN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
20:50	9.7	10.6	10.7	10.7	10.9	10.8	10.7	10.7	-90.70	0.00	0.00
21:00	9.8	10.4	10.5	10.5	10.7	10.7	10.6	10.6	-90.70	0.00	0.00
21:10	9.8	10.3	10.4	10.4	10.6	10.6	10.5	10.5	-90.70	0.00	0.00
21:20	9.9	10.3	10.4	10.4	10.6	10.5	10.5	10.6	-90.70	0.00	0.00
21:30	9.7	10.2	10.3	10.3	10.5	10.4	10.4	10.5	-90.70	0.00	0.00
21:40	9.6	10.2	10.4	10.3	10.5	10.4	10.3	10.4	-83.72	0.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
20:50	62.2	59.2	58.1	59.1	59.6	59.5	57.1	54.3	1005.9	D	12.5	8.2
21:00	62.6	60.0	58.9	60.2	60.3	59.8	57.5	54.7	1006.0	E	12.4	8.1
21:10	63.3	60.6	59.3	61.1	60.9	60.2	58.5	55.8	1006.0	E	12.3	8.0
21:20	63.2	60.8	59.7	61.5	61.2	60.5	58.6	55.7	1006.0	E	12.6	7.9
21:30	64.0	60.8	59.7	61.9	61.6	60.8	59.3	56.0	1005.9	E	12.1	7.9
21:40	64.5	61.1	59.8	61.6	61.5	61.2	59.1	56.1	1006.0	E	11.8	7.7

TABELLE A-10a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 31.05.88

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
10:50	1.7	2.3	4.0	6.2	8.9	9.7	10.5	10.6	234	226	226	21	13	6
11:00	1.4	2.4	3.7	5.5	7.8	8.7	9.4	9.7	243	235	237	23	15	11
11:10	1.6	2.9	4.2	6.1	8.1	8.5	9.2	9.8	234	229	235	24	15	8
11:20	1.4	2.4	4.0	5.6	7.5	8.1	8.8	9.2	253	239	242	15	10	7
11:30	1.5	2.6	4.0	5.4	7.2	7.9	8.1	8.1	256	245	246	17	13	7
11:40	1.4	2.5	3.9	5.3	7.2	7.6	7.8	8.0	251	239	237	26	16	12

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCH EIN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
10:50	15.1	14.5	14.3	13.8	13.4	12.6	12.2	12.3	551.18	10.00	0.00
11:00	15.7	14.9	14.8	14.2	13.7	13.0	12.7	12.6	572.11	9.64	0.00
11:10	16.1	15.2	15.1	14.6	14.1	13.4	13.0	12.9	523.27	6.48	0.00
11:20	14.8	14.4	14.3	13.9	13.6	13.1	12.7	12.6	223.26	0.33	0.00
11:30	15.5	14.7	14.6	14.1	13.7	13.2	12.8	12.8	509.32	9.47	0.00
11:40	16.0	15.3	15.2	14.7	14.3	13.7	13.2	13.2	523.27	10.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
10:50	56.5	57.2	56.9	59.5	61.9	62.4	60.7	63.5	999.8	C	15.3	11.2
11:00	54.8	56.0	55.2	58.2	60.9	61.5	60.2	62.8	999.8	C	15.9	11.2
11:10	52.7	54.1	53.3	55.8	58.4	58.8	57.5	60.0	999.9	C	15.4	11.1
11:20	54.3	55.0	54.1	56.4	58.7	59.1	57.7	59.8	999.8	C	15.6	10.9
11:30	54.9	55.3	54.1	56.9	59.4	59.7	58.3	60.7	999.7	C	15.4	10.7
11:40	51.9	52.7	51.2	54.0	55.8	56.1	54.8	56.8	999.7	C	14.4	10.9

TABELLE A-11a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 07.07.88

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
13:40	1.1	1.5	2.6	3.8	5.6	6.6	7.1	7.4	230	220	230	23	16	10
13:50	1.4	2.0	3.0	4.4	6.6	7.2	7.7	8.1	230	220	228	26	11	7
14:00	1.3	2.0	3.0	4.7	6.9	7.8	8.2	8.4	234	224	229	27	17	10
14:10	1.6	2.3	3.7	5.2	6.8	8.1	8.6	8.8	231	221	230	23	17	8
14:20	1.5	2.0	3.4	4.9	6.8	7.1	7.3	7.5	231	224	230	23	16	10
14:30	1.3	1.9	3.0	4.5	6.3	7.2	7.8	8.1	238	225	226	26	16	11

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHEN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
13:40	21.1	20.6	20.5	20.1	19.8	19.0	18.7	18.7	481.41	6.99	0.00
13:50	21.0	20.6	20.5	20.1	19.7	19.0	18.7	18.7	488.39	7.43	0.00
14:00	21.6	21.0	21.0	20.4	20.0	19.3	18.9	18.9	579.09	10.00	0.00
14:10	21.6	21.1	21.0	20.4	20.0	19.3	19.0	18.9	558.16	10.00	0.00
14:20	21.8	21.3	21.2	20.5	20.2	19.5	19.2	19.1	558.16	10.00	0.00
14:30	21.9	21.2	21.2	20.5	20.2	19.5	19.1	19.1	530.25	10.00	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
13:40	39.5	44.6	40.4	41.8	44.1	44.0	41.5	40.9	1008.3	B	15.1	11.5
13:50	39.2	44.3	40.0	41.4	43.7	43.4	40.9	40.1	1008.3	B	15.7	11.4
14:00	38.4	43.3	39.2	40.5	43.1	42.7	40.4	39.4	1008.2	B	16.0	11.5
14:10	38.0	43.4	39.2	40.5	43.3	42.9	40.6	39.9	1008.2	C	16.0	11.7
14:20	38.0	43.5	39.1	40.1	43.3	43.0	40.6	40.1	1008.1	B	16.3	11.4
14:30	37.1	42.8	38.4	39.3	42.6	42.1	39.7	39.1	1008.0	B	15.6	11.3

TABELLE A-12a : DATEN DES METEOROLOGISCHEN TURMES DER KFA, 27.07.88

UHRZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (M/S)								WINDRICHTUNG IN (Grad)			WINDRICHTUNGSSCHWANKUNG IN (GRAD)		
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m	30m	50m	120m	30m	50m	120m
14:40	0.9	1.4	2.4	3.2	4.6	5.2	5.5	5.8	268		261	26		15
14:50	1.1	2.0	2.9	3.8	5.2	5.7	6.0	6.0	275		258	22		17
15:00	1.1	1.8	2.9	4.1	5.6	6.4	6.9	7.3	260		257	23		15
15:10	0.9	1.7	2.6	3.5	4.6	5.0	5.2	5.4	261		253	26		14
15:20	1.0	1.5	2.6	3.7	4.9	5.6	5.5	5.5	255		247	22		13
15:30	0.6	1.4	2.0	2.5	3.6	4.0	4.2	4.4	261		257	22		13

UHRZEIT	TEMPERATUR IN (Grad C)								STRAHLUNGSBILANZ IN (W/m**2) 30m	SONNENSCHEN IN (min) 20m	NIEDERSCHLAG IN (mm/10min)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m			
14:40	19.7	19.1	18.8	18.5	18.2	17.6	17.2	17.2	530.25	9.62	0.00
14:50	19.5	18.9	18.7	18.4	18.1	17.6	17.2	17.2	397.69	6.09	0.00
15:00	19.4	18.9	18.7	18.5	18.1	17.6	17.3	17.3	390.71	5.84	0.00
15:10	20.1	19.4	19.2	18.9	18.5	17.9	17.6	17.5	481.41	9.69	0.00
15:20	19.5	19.0	18.8	18.6	18.3	17.7	17.4	17.4	209.31	3.57	0.00
15:30	18.5	18.1	18.1	18.0	17.8	17.4	17.1	17.1	97.68	0.88	0.00

UHRZEIT	RELATIVE FEUCHTE IN (%)								DRUCK IN (hPa)	DIFFUSIONSKATEGORIE	HORIZ.FLUK. IN (Grad)	VERT.FLUK. IN (Grad)
	2m	10m	20m	30m	50m	80m	100m	120m				
14:40	45.9	46.7	44.4	47.2	48.9	47.5	47.2	46.6	1009.8	B	18.6	11.2
14:50	45.0	46.4	43.5	46.6	48.2	46.6	46.3	45.6	1009.8	B	19.1	10.9
15:00	47.2	46.9	43.9	46.6	48.2	46.5	46.3	45.7	1009.9	C	18.1	11.6
15:10	45.6	46.5	43.6	46.6	48.3	46.9	46.7	46.1	1009.9	B	18.6	11.8
15:20	48.1	48.0	45.0	47.9	49.5	47.8	47.6	47.3	1010.0	B	18.5	12.2
15:30	50.9	50.5	46.9	49.4	50.1	48.7	48.1	47.6	1010.1	D	18.9	11.6

TABELLE A-1b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 30.06.87

TURM 1															
UHRZEIT	WG5	WG10	SWG5		SWG10	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10
11:40	1.7	2.1	0.8	0.8		322	24	-0.61	51	0.25	8	28.2	27.8	22.5	22.5
11:50	0.9	1.1	0.8	0.7		280	37	-0.52	29	0.44	21	28.5	28.2	22.7	22.8
12:00	1.0	1.1	0.7	0.7		280	44	-0.31	27	0.38	21	28.7	28.1	23.1	22.7
12:10	1.0	1.4	0.8	0.8		317	41	-0.52	33	0.44	13	28.7	28.3	22.8	22.8
12:20	1.5	1.7	0.6	0.7		250	26	-0.52	29	0.33	18	28.9	28.6	22.7	22.7
12:30	1.4	1.6	0.7	0.7		289	35	-0.51	35	0.51	21	29.0	28.5	22.7	22.6

TURM 2																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
11:40	0.8	1.6	2.2	2.1	0.3	0.8	0.9	0.8	306	21	-0.32	18	0.48	35	29.3	28.5	23.1	22.4
11:50	0.7	1.4	2.1	2.0	0.3	0.6	0.6	0.5	316	17	-0.33	20	0.52	36	29.7	28.7	23.3	22.4
12:00	0.7	1.3	1.9	1.8	0.4	0.9	1.1	0.9	305	24	-0.41	14	0.64	42	29.7	28.9	23.2	22.4
12:10	0.9	1.6	2.8	2.5	0.2	1.0	1.0	0.9	280	16	-0.34	8	0.72	50	30.0	29.2	23.2	22.3
12:20	0.7	1.0	1.8	1.7	0.2	0.6	0.6	0.5	286	27	-0.17	5	0.55	53	30.0	29.1	23.3	22.4
12:30	0.7	1.5	2.2	1.9	0.3	0.7	0.6	0.4	300	24	-0.43	16	0.57	41	30.2	29.3	23.3	22.5

TURM 3															
UHRZEIT	WG5	WG10	SWG5		SWG10	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10
11:40	0.6	1.3	0.6	1.0		286	26	-0.34	5	0.41	51	28.9	28.8	24.1	23.0
11:50	0.6	1.3	0.5	0.7		307	22	-0.15	7	0.36	49	29.3	28.9	23.9	23.0
12:00	0.7	1.5	0.5	0.8		307	30	-0.21	5	0.44	51	29.3	28.9	23.9	23.0
12:10	0.4	1.1	0.4	0.5		277	23	-0.08	5	0.31	52	29.1	29.2	23.8	22.6
12:20	0.4	1.3	0.4	0.7		279	19	-0.13	3	0.39	54	29.6	29.4	24.1	22.8
12:30	0.5	1.6	0.6	1.2		288	21	-0.29	5	0.44	54	29.5	29.4	24.0	22.8

TURM 4																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
11:40		2.1	2.3	2.4		0.7	0.7	0.8	309	19	-0.25	4	0.48	44	28.8	28.6	23.3	22.6
11:50		2.0	2.3	2.5		0.6	0.6	0.5	274	16	-0.19	7	0.50	43	28.7	28.5	23.3	22.6
12:00		2.2	2.4	2.4		0.9	1.0	1.0	318	20	-0.37	7	0.52	40	29.1	28.8	23.4	22.6
12:10		2.5	3.0	3.2		0.8	0.8	0.8	288	14	-0.33	3	0.65	48	29.1	29.0	23.4	22.5
12:20		2.2	2.5	2.7		0.8	0.8	0.8	285	17	-0.20	8	0.57	46	29.3	29.1	23.6	22.7
12:30		2.3	2.5	2.7		1.0	1.1	1.1	277	17	-0.22	10	0.58	41	29.3	29.1	23.3	22.6

TURM 5																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
11:40	2.0	2.4	2.6	2.8	0.5	0.7	0.6	0.6			-0.09	8	0.12	45	27.9	27.8	22.5	21.8
11:50	1.9	2.3	2.6	2.7	0.5	0.6	0.6	0.5			-0.11	16	0.10	29	28.2	28.1	22.4	21.5
12:00	1.9	2.3	2.6	2.7	0.6	0.7	0.6	0.6			-0.11	11	0.14	41	28.6	28.5	22.8	21.9
12:10	2.1	2.7	3.0	3.1	0.6	0.6	0.7	0.7			-0.10	15	0.11	34	28.4	28.3	22.5	21.6
12:20	1.8	2.2	2.5	2.6	0.6	0.6	0.6	0.6			-0.10	12	0.12	31	28.4	28.4	22.5	21.7
12:30	2.2	2.7	3.0	3.0	0.5	0.7	0.7	0.7			-0.09	22	0.14	32	28.7	28.7	22.6	21.7

TABELLE A-2b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 01.07.87

TURM 1																		
UHRZEIT	WG5	WG10				SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10
12:40	2.5	2.9				1.0	1.1		272	28	-0.89	42	0.38	14	21.5	20.9	15.2	15.1
12:50	1.6	1.8				1.0	1.0		300	43	-0.60	24	0.63	35	21.7	21.1	15.7	15.5
13:00	1.2	1.7				0.8	0.8		277	41	-0.81	23	0.80	35	21.8	21.2	15.9	15.8
13:10	2.2	2.7				1.0	1.1		296	31	-0.77	43	0.80	11	21.7	21.2	15.9	15.9
13:20	2.4	2.7				1.0	1.1		299	34	-0.87	37	0.75	21	21.8	21.1	15.9	15.7
13:30	1.7	2.0				1.0	1.0		276	39	-0.76	33	0.59	24	21.7	21.2	16.0	15.9
TURM 2																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
12:40	1.2	2.6	3.9	3.7	0.3	1.1	1.1	0.9	296	17	-0.28	7	0.86	51	22.7	21.5	15.8	14.6
12:50	1.3	2.7	4.0	3.9	0.3	1.0	0.9	0.7	293	16	-0.19	4	0.99	54	22.9	21.7	15.9	14.8
13:00	1.5	2.9	4.4	4.1	0.4	1.1	1.1	0.9	282	13	-0.48	2	1.18	57	22.7	21.9	16.0	15.2
13:10	1.5	2.8	4.7	4.7	0.6	1.2	1.4	1.3	284	20	-0.30	3	1.39	55	23.1	22.4	16.4	15.6
13:20	1.3	2.5	3.6	3.5	0.5	1.0	1.0	0.9	300	23	-0.42	14	1.04	46	23.2	21.8	16.5	15.3
13:30	1.4	3.0	4.3	4.2	0.6	1.0	1.2	1.1	317	14	-0.33	10	0.80	48	23.2	22.0	16.5	15.6
TURM 3																		
UHRZEIT	WG5	WG10				SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10
12:40	1.3	2.9				0.7	0.9		291	20	0.00	0	0.79	60	22.9	21.6	17.2	15.1
12:50	1.1	2.3				0.7	0.9		296	23	-0.15	2	0.61	57	22.9	21.8	17.1	15.5
13:00	1.3	2.7				0.6	0.7		303	21	-0.17	3	0.63	56	22.8	21.7	17.3	15.8
13:10	1.5	3.5				0.6	1.0		280	18	0.00	0	1.02	59	23.1	21.8	17.7	15.8
13:20	1.3	3.0				0.9	1.4		301	24	-0.14	2	0.81	57	22.7	21.6	17.4	15.9
13:30	1.2	3.0				0.8	1.0		304	20	-0.39	2	0.76	58	22.8	21.6	17.4	15.8
TURM 4																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
12:40		4.4	4.8	5.0		0.9	0.8	0.8	304	12	0.00	0	1.13	59	21.9	21.7	15.8	15.2
12:50		3.6	3.9	4.1		0.9	0.8	0.8	299	13	-0.18	2	0.84	55	22.1	21.5	16.0	15.3
13:00		3.9	4.2	4.3		0.8	0.8	0.7	313	13	0.00	0	1.05	60	22.3	21.6	16.4	15.7
13:10		4.2	4.4	4.5		0.9	0.8	0.8	317	10	0.00	0	1.08	58	21.3	21.1	16.0	15.7
13:20		4.9	5.2	5.3		0.9	0.8	0.8	315	13	0.00	0	1.21	60	21.8	21.7	16.0	15.9
13:30		4.6	5.0	5.0		0.9	0.9	0.9	307	14	-0.10	1	1.24	59	22.7	22.4	16.7	16.2
TURM 5																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
12:40	3.6	4.5	5.2	5.5	0.9	1.0	0.8	0.7			-0.33	9	0.24	48	21.0	20.6	15.1	14.1
12:50	3.4	4.1	4.5	4.6	0.7	0.7	0.7	0.7			-0.15	14	0.26	46	21.3	20.9	15.4	14.5
13:00	3.1	3.8	4.2	4.3	0.8	0.9	0.9	0.9			-0.20	14	0.25	43	21.5	21.1	15.7	14.7
13:10	3.1	3.8	4.1	4.3	0.8	0.7	0.7	0.8			-0.17	8	0.21	47	21.8	21.3	15.9	15.1
13:20	3.6	4.3	4.8	5.1	0.7	0.8	0.8	0.7			-0.27	7	0.22	50	21.2	20.9	15.7	14.9
13:30	3.6	4.4	4.8	5.0	0.7	0.7	0.7	0.7			-0.20	11	0.19	46	21.3	21.1	15.6	14.9

TABELLE A-3b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 02.07.87

TURM 1 UHRZEIT	WG5	WG10	SWG5	SWG10	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10
20:40	2.6	3.3	0.9	1.2	342	22	-0.83	36	0.37	22	17.0	16.8	11.8	11.8
20:50	2.7	3.6	0.8	1.1	349	24	-0.73	34	0.62	23	16.9	16.7	11.7	11.7
21:00	2.8	3.6	0.8	0.9	360	31	-0.55	31	0.63	26	16.9	16.7	11.5	11.5
21:10	2.8	3.3	0.8	0.8	352	33	-0.75	25	0.44	30	16.9	16.7	11.4	11.4
21:20	2.7	3.4	0.8	0.9	359	27	-0.68	31	0.49	27	16.8	16.6	11.3	11.3
21:30	3.3	4.0	0.7	0.9	360	32	-0.61	39	0.34	17	16.8	16.6	11.3	11.3

TURM 2 UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
20:40	1.5	2.4	3.4	3.5	0.4	0.5	0.4	0.4	357	18	-0.40	41	0.17	14	16.7	16.9	11.8	11.9
20:50	1.7	2.6	3.4	3.4	0.4	0.6	0.4	0.4	357	32	-0.47	51	0.16	7	16.7	16.9	11.7	11.8
21:00	1.3	2.2	3.1	3.2	0.4	0.6	0.5	0.5	358	29	-0.45	47	0.14	9	16.4	16.8	11.5	11.7
21:10	1.3	2.3	3.5	3.5	0.4	0.6	0.5	0.5	1	22	-0.57	50	0.11	7	16.3	16.7	11.2	11.4
21:20	1.5	2.5	3.6	3.5	0.6	0.6	0.5	0.5	1	28	-0.49	43	0.21	13	16.3	16.6	11.1	11.3
21:30	1.3	2.3	3.5	3.4	0.5	0.5	0.4	0.4	2	25	-0.60	45	0.20	13	16.2	16.5	11.0	11.2

TURM 3 UHRZEIT	WG5	WG10	SWG5	SWG10	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10
20:40	1.9	2.2	0.4	0.4	15	9	-0.16	12	0.22	37	16.5	16.7	12.4	12.0
20:50	1.8	2.2	0.3	0.4	13	11	-0.17	13	0.21	31	16.6	16.8	12.3	11.9
21:00	1.9	2.3	0.4	0.3	19	22	-0.13	13	0.22	34	16.3	16.7	12.0	11.7
21:10	2.0	2.3	0.4	0.4	18	9	-0.16	16	0.18	32	16.3	16.7	11.8	11.4
21:20	2.1	2.3	0.4	0.4	17	9	-0.17	9	0.26	34	16.2	16.6	11.7	11.3
21:30	2.3	2.6	0.4	0.4	26	8	-0.19	30	0.23	15	16.1	16.5	11.6	11.2

TURM 4	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
UHRZEIT																		
20:40		0.8	1.0	1.2		0.3	0.4	0.4	344	23	-0.34	3	0.28	30	16.8	17.3	11.9	12.5
20:50		1.0	1.2	1.4		0.3	0.3	0.3	3	20	-0.15	5	0.24	40	16.6	17.2	11.8	12.4
21:00		1.2	1.4	1.5		0.6	0.7	0.7	31	25	-0.14	6	0.49	41	16.3	17.1	11.5	12.2
21:10		1.6	1.9	2.2		0.7	0.7	0.7	27	21	-0.16	4	0.33	40	16.1	17.0	11.3	12.0
21:20		1.6	2.0	2.2		0.7	0.8	0.8	20	24	-0.27	6	0.41	46	16.1	16.8	11.2	11.9
21:30		1.0	1.3	1.5		0.4	0.4	0.4	39	23	-0.22	8	0.28	35	15.8	16.6	11.1	11.9

TURM 5 UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
20:40	1.7	2.5	3.4	3.8	0.5	0.5	0.5	0.5			-0.08	8	0.07	39	15.9	16.5	11.4	11.3
20:50	1.8	2.5	3.2	3.5	0.5	0.6	0.5	0.6			-0.10	7	0.06	36	15.8	16.4	11.3	11.2
21:00	2.0	2.6	3.4	3.8	0.6	0.7	0.7	0.7			-0.14	15	0.11	31	15.6	16.3	11.1	11.0
21:10	1.9	2.5	3.2	3.6	0.6	0.6	0.7	0.7			-0.15	15	0.08	35	15.5	16.1	10.9	10.9
21:20	2.1	2.8	3.5	3.9	0.7	0.7	0.7	0.8			-0.19	14	0.14	40	15.4	16.1	10.8	10.8
21:30	1.6	2.2	2.9	3.3	0.5	0.5	0.6	0.6			-0.11	19	0.08	33	15.2	15.8	10.7	10.7

TABELLE A-4b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 10.09.87

TURM 1																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2
11:10	2.5	3.5			0.9	0.9					-0.54	29	0.26	26	17.0	17.1	14.3
11:20	3.1	3.9			1.5	1.6					-0.48	36	0.57	18	17.1	17.2	14.4
11:30	3.8	5.0			1.1	1.2					-0.67	37	0.40	20	16.9	17.0	14.1
11:40	3.4	4.5			1.0	0.9					-0.50	36	0.34	16	17.0	17.1	14.3
11:50	3.3	4.5			1.5	1.7					-0.50	34	0.51	21	17.4	17.5	14.6
12:00	4.5	5.6			1.8	1.7					-0.75	36	0.37	20	17.9	18.0	14.7
TURM 2																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
11:10	0.8	2.1	3.1	2.8	0.3	0.7	0.7	0.6	253	19	-0.10	1	1.04	58	17.9	17.7	14.2
11:20	1.5	3.9	5.0	4.5	0.8	1.5	1.6	1.4	241	17	-0.48	6	1.70	54	18.0	17.9	14.1
11:30	1.8	4.5	5.7	5.0	0.7	1.4	1.5	1.4	240	17	-0.15	1	1.81	59	17.6	17.8	13.6
11:40	1.5	3.9	5.0	4.5	0.6	1.1	1.2	1.1	245	16	-1.48	1	1.45	59	17.8	17.9	13.9
11:50	1.7	4.0	5.2	4.7	0.6	1.2	1.4	1.1	245	18	-0.37	2	1.71	58	18.4	18.2	14.2
12:00	2.3	5.2	6.5	5.8	1.0	1.9	1.8	1.6	239	21	-0.66	4	2.13	56	18.9	18.6	14.4
TURM 3																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2
11:10	1.5	3.8			0.8	1.9			228	18	-0.27	2	0.84	57	17.7	17.7	14.0
11:20	1.8	3.7			0.9	2.5			233	25	-0.37	5	0.95	54	17.7	17.8	13.8
11:30	1.7	2.8			1.0	1.9			220	23	-0.27	8	0.59	52	17.5	17.6	13.9
11:40	2.0	3.6			1.0	1.7			223	20	-0.25	4	0.66	54	17.7	17.8	13.9
11:50	1.6	2.9			0.6	1.6			223	20	-0.25	6	0.59	53	18.2	18.1	14.4
12:00	1.9	3.8			1.0	2.2			221	19	-0.31	6	0.64	51	18.7	18.5	14.6
TURM 4																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
11:10		4.7	5.5	6.2		1.2	1.1	1.1	242	12	-0.62	19	0.76	40	17.6	17.6	13.6
11:20		5.0	5.8	6.6		1.3	1.4	1.5	240	10	-0.59	27	0.53	32	17.9	17.9	13.7
11:30		5.8	6.9	7.4		1.4	1.6	1.6	240	11	-0.70	27	0.92	28	17.8	17.8	13.6
11:40		4.8	5.6	6.2		1.3	1.3	1.3	239	11	-0.64	22	0.66	36	17.8	17.8	13.7
11:50		5.0	5.5	6.1		1.1	1.2	1.3	237	11	-0.51	28	0.46	30	18.1	18.1	13.9
12:00		5.1	5.8	6.3		1.3	1.3	1.3	244	13	-0.49	25	0.55	33	18.5	18.4	14.2
TURM 5																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
11:10	4.9	5.8	6.7	7.1	1.2	1.1	1.3	1.2			-0.05	1	0.00	0	16.8	16.9	13.1
11:20	5.7	6.8	7.7	8.2	1.4	1.5	1.6	1.6			-0.05	4	0.04	2	17.0	17.1	13.1
11:30	5.5	6.5	7.2	7.6	1.1	1.2	1.2	1.1			-0.05	6	0.00	0	16.8	17.0	13.1
11:40	5.4	6.7	7.6	8.1	1.2	1.2	1.4	1.4			-0.05	3	0.00	0	16.9	17.0	13.1
11:50	4.7	5.7	6.4	6.8	1.0	1.1	1.1	1.3			-0.04	1	0.00	0	17.4	17.3	13.5
12:00	6.0	7.1	8.2	8.6	1.5	1.6	1.9	1.9			-0.06	5	0.00	0	17.7	17.6	13.6

TABELLE A-5b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TÜRME AUF DER SOPHIENHÖHE, 25.09.87

TURM 1 UHRZEIT	WG5	WG10	SWG5	SWG10	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10
11:10	2.5	3.3	1.2	1.1			-0.52	34	0.41	19	14.0	14.0
11:20	2.2	2.9	1.3	1.2			-0.64	29	0.29	25	14.1	14.1
11:30	2.7	3.6	1.0	1.0			-0.60	31	0.41	22	14.3	14.2
11:40	2.8	3.4	1.1	1.2			-0.54	38	0.68	18	15.0	14.8
11:50	2.6	3.1	1.3	1.1			-0.75	33	0.41	20	14.8	14.7
12:00	1.7	2.1	1.1	1.1			-0.47	25	0.49	27	15.0	15.0

TURM 2 UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13
11:10	1.4	3.4	4.4	4.0	0.5	1.0	1.2	0.9	256	20	-0.45	5	1.36	54	14.7	14.1
11:20	1.3	3.2	4.4	3.8	0.5	1.0	1.1	0.8	261	22	-0.16	2	1.23	58	15.6	14.8
11:30	1.4	3.3	4.2	3.8	0.4	0.9	0.9	0.7	255	20	-0.40	1	1.30	58	15.1	14.5
11:40	1.3	3.2	4.2	3.7	0.4	0.8	1.0	0.7	242	19	-0.12	1	1.50	59	16.2	14.7
11:50	1.5	3.1	4.2	3.9	0.5	0.8	1.0	0.9	265	24	-0.43	2	1.35	58	16.0	15.2
12:00	1.2	2.8	3.6	3.1	0.4	0.9	0.9	0.7	252	21	0.00	0	1.28	59	16.2	15.0

TURM 3 UHRZEIT	WG5	WG10	SWG5	SWG10	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10
11:10	1.2	2.7	0.6	1.7	231	22	0.00	0	0.68	55	14.9	14.2
11:20	1.3	2.9	0.6	1.4	234	23	-0.18	11	0.61	48	15.4	14.5
11:30	0.7	1.7	0.5	1.1	255	26	-0.56	1	0.68	57	15.3	14.7
11:40	0.7	1.5	0.6	1.3	252	25	-0.15	3	0.61	55	14.7	14.2
11:50	0.8	1.6	0.5	1.1	236	23	-0.11	4	0.56	55	15.7	15.0
12:00	0.8	2.0	0.5	1.4	260	26	0.00	0	0.72	59	15.4	14.8

TURM 4 UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13
11:10	3.3	4.1	4.5		0.9	0.9	1.1		258	14	-0.51	15	0.44	43	14.0	13.6
11:20	3.2	4.0	4.4		1.1	1.0	1.1		255	14	-0.41	12	0.39	38	13.5	13.3
11:30	3.6	4.4	5.1		1.1	1.1	1.1		258	13	-0.27	11	0.51	48	14.0	13.7
11:40	4.2	4.8	5.1		1.2	1.1	1.0		249	14	-0.32	15	0.44	38	15.2	14.5
11:50	3.8	4.4	4.7		0.9	0.9	0.9		251	18	-0.32	16	0.52	40	15.1	14.5
12:00	3.6	4.5	4.9		1.1	1.0	1.0		265	15	-0.26	13	0.61	44	15.5	14.9

TURM 5 UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG5	SWG10	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13
11:10	3.7	4.6	5.2	5.4	0.9	1.0	1.1	1.2	253	15	0.00	0	0.00	0	13.2	12.8
11:20	4.1	5.0	5.3	5.7	1.2	1.3	1.5	1.4	246	11	0.00	0	0.04	1	13.9	13.3
11:30	3.9	4.7	5.2	5.4	1.1	1.1	1.2	1.1	251	14	0.00	0	0.00	0	13.8	13.4
11:40	3.9	4.7	5.3	5.5	0.8	0.8	0.8	0.7	262	10	0.00	0	0.00	0	13.7	13.7
11:50	3.6	4.3	4.8	4.9	0.8	0.9	0.9	0.9	253	12	0.00	0	0.00	0	14.1	13.8
12:00	3.8	4.4	5.0	5.2	0.7	0.8	0.8	0.8	256	13	0.00	0	0.00	0	14.5	14.1

TABELLE A-6b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TÜRME AUF DER SOPHIENHOEHE, 22.10.87

TURM 1																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	
12:40	0.6				0.4					-0.29	16	0.39	6	11.1	11.0	9.1	
12:50	0.2				0.3					-0.32	17	0.18	5	11.2	11.0	9.2	
13:00	0.8				0.5					-0.49	25	0.31	8	11.2	11.1	9.0	
13:10	1.2				0.7					-0.45	27	0.12	10	11.3	11.1	9.1	
13:20	1.7				0.7					-0.50	26	0.10	9	11.3	11.2	9.1	
13:30	1.2				0.8					-0.51	28	0.24	6	11.6	11.5	9.1	
TURM 2																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
12:40	0.8	1.5	1.8	1.8	0.2	0.4	0.6	0.5	282	15	-0.18	1	0.64	57	11.9	11.5	9.3
12:50	0.7	1.7	2.3	2.2	0.3	0.6	0.6	0.5	297	18	-0.28	1	0.65	57	11.9	11.5	9.3
13:00	0.9	2.0	2.9	2.7	0.3	0.5	0.6	0.5	304	11	-0.17	2	0.66	58	12.1	11.6	9.3
13:10	1.0	2.0	2.7	2.5	0.3	0.4	0.5	0.3	289	12	0.00	0	0.50	56	12.1	11.6	9.3
13:20	1.1	2.0	2.3	2.2	0.4	0.6	0.6	0.5	286	18	-0.13	7	0.61	52	12.3	11.8	9.4
13:30	1.0	1.9	2.2	2.1	0.4	0.7	0.7	0.6	284	20	-0.17	6	0.58	52	12.7	12.2	9.5
TURM 3																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	
12:40	1.0	2.3			0.4	0.4		290	17	0.00	0	0.68	60	12.1	11.5	10.4	
12:50	0.9	1.9			0.5	0.6		265	15	-0.07	2	0.55	52	12.3	11.6	10.3	
13:00	1.0	2.0			0.4	0.4		266	18	0.00	0	0.60	59	12.4	11.7	10.5	
13:10	1.4	2.8			0.5	0.5		277	19	0.00	0	0.80	59	12.7	11.9	10.6	
13:20	1.7	3.1			0.6	0.6		279	15	-0.08	1	0.92	59	13.4	12.4	10.9	
13:30	1.0	2.2			0.5	0.4		288	20	0.00	0	0.58	60	12.3	11.8	10.3	
TURM 4																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
12:40	1.0	2.1	2.6	2.8	0.5	0.6	0.5	0.5	279	11	-0.17	5	0.32	50	11.7	11.4	9.4
12:50	0.9	1.5	2.1	2.3	0.4	0.4	0.4	0.4	265	13	-0.14	7	0.33	46	11.6	11.5	9.3
13:00	0.8	1.9	2.3	2.4	0.4	0.4	0.4	0.4	290	11	-0.11	1	0.39	53	11.9	11.6	9.5
13:10	1.0	2.0	2.5	2.7	0.5	0.5	0.5	0.5	283	16	-0.10	4	0.45	54	12.1	11.8	9.6
13:20	1.2	2.4	3.0	3.2	0.4	0.5	0.5	0.5	280	13	-0.11	4	0.46	50	12.9	12.3	9.9
13:30	1.1	2.1	2.6	2.8	0.6	0.8	0.6	0.6	269	13	-0.24	11	0.51	40	12.8	12.2	9.9
TURM 5																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
12:40	2.2	2.6	2.9	3.1	0.4	0.4	0.4	0.4	281	8					10.8	10.6	8.6
12:50	2.0	2.4	2.7	2.9	0.4	0.4	0.3	0.3	280	7					10.7	10.5	8.5
13:00	1.9	2.3	2.6	2.8	0.4	0.3	0.3	0.3	275	11					11.0	10.7	8.7
13:10	2.3	2.8	3.1	3.3	0.4	0.4	0.3	0.3	284	10					11.2	10.9	8.8
13:20	2.7	3.0	3.3	3.5	0.6	0.6	0.6	0.5	282	8					11.9	11.5	9.0
13:30	2.4	2.7	3.1	3.3	0.5	0.5	0.5	0.5	291	13					11.6	11.3	8.9

TABELLE A-7b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TÜRME AUF DER SOPHIENHÖHE, 11.11.87

TURM 1																		
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10	
12:40	4.4	5.7			1.6	1.6		228	15	-0.52	28	0.65	29	9.2	9.2	6.8	6.3	
12:50	4.2	5.4			1.2	1.5		225	19	-0.49	24	0.59	31	9.2	9.2	6.8	6.3	
13:00	4.2	5.6			1.9	2.0		222	23	-0.61	29	0.80	29	9.4	9.4	6.9	6.5	
13:10	3.6	4.7			1.9	1.8		213	21	-0.73	20	0.87	34	9.9	9.8	7.2	6.7	
13:20	4.5	6.2			1.8	1.8		211	21	-0.67	18	0.88	41	9.6	9.6	7.0	6.6	
13:30	3.9	5.2			1.8	1.6		211	19	-0.61	21	0.77	35	9.4	9.4	6.8	6.4	
TURM 2																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	
12:40	3.2	6.1	6.4	5.7	1.0	1.7	1.5	1.3	239	17	0.00	0	1.75	59	9.8	9.7	6.8	
12:50	3.0	5.8	6.1	5.4	1.2	1.8	1.9	1.7	234	23	-0.39	3	1.74	56	9.9	9.8	7.0	
13:00	3.1	6.5	6.6	5.9	0.8	1.6	1.4	1.3	218	16	-0.59	4	1.96	56	10.1	9.8	7.0	
13:10	3.8	6.9	7.3	6.7	1.4	2.1	2.1	1.9	227	21	-1.40	6	2.15	52	10.3	10.0	7.2	
13:20	2.5	5.2	5.6	5.0	1.1	2.0	1.9	1.7	223	19	-0.47	1	1.62	59	10.4	10.1	7.2	
13:30	3.1	5.9	6.4	5.5	1.2	1.7	1.8	1.3	211	15	-0.22	7	1.68	53	10.0	9.9	7.0	
TURM 3																		
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2	TF10	
12:40	5.1	6.8			1.3	1.5		208	15	-0.41	7	1.04	52	10.0	9.6	7.7	6.7	
12:50	5.9	7.5			1.4	1.6		219	18	-0.27	5	1.37	53	10.0	9.7	7.7	6.8	
13:00	5.3	6.9			1.6	1.7		207	13	-0.28	8	0.90	52	10.3	9.8	7.9	6.9	
13:10	5.3	7.0			1.6	1.6		214	14	-0.26	5	1.08	54	10.8	10.2	8.2	7.1	
13:20	5.7	7.5			1.5	1.7		199	14	-0.41	9	0.80	49	10.3	9.9	7.8	6.9	
13:30	7.2	9.6			1.8	1.9		207	11	-0.47	5	1.19	55	10.1	9.9	7.6	6.8	
TURM 4																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	
12:40	4.0	5.1	5.9	6.5	1.2	1.2	1.2	1.4	232	10	-0.49	32	0.62	25	9.7	9.6	6.9	
12:50	4.5	5.8	6.4	6.8	1.2	1.4	1.4	1.4	232	14	-0.75	25	0.81	30	9.6	9.6	6.9	
13:00	4.7	6.2	6.9	7.8	1.7	1.9	2.0	2.1	227	11	-0.88	35	0.62	23	9.8	9.7	6.9	
13:10	4.3	5.4	6.2	6.7	1.5	1.6	1.6	1.6	226	13	-0.82	31	0.66	24	10.0	9.9	7.1	
13:20	4.1	5.3	6.1	6.9	1.1	1.1	1.3	1.5	224	13	-0.75	31	0.82	28	10.2	10.0	7.1	
13:30	4.1	5.3	6.2	7.2	1.2	1.4	1.6	1.6	223	12	-1.06	35	0.73	23	10.0	10.0	7.0	
TURM 5																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG5	SWG10	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
12:40	6.4	7.7	8.4	8.8	1.2	1.3	1.4	1.5	222	8					8.7	8.5	6.2	5.9
12:50	6.2	7.3	8.3	8.6	1.4	1.6	1.4	1.5	225	9					8.6	8.5	6.2	5.9
13:00	6.6	7.8	8.7	9.1	1.1	1.3	1.3	1.2	221	10					8.8	8.6	6.3	6.0
13:10	7.1	8.7	9.9	10.2	1.6	1.8	1.9	1.8	217	8					9.2	8.9	6.5	6.1
13:20	7.6	9.1	10.4	10.8	1.8	1.9	1.9	2.0	221	8					9.0	8.9	6.4	6.1
13:30	7.1	8.6	9.4	10.1	1.7	1.9	1.8	2.0	215	9					9.0	8.9	6.3	6.1

TABELLE A-8b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 05.02.88

TURM 1																		
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10			
12:10	2.5	3.2			1.1	1.0		223	22	-0.50	16	0.47	37	9.1	8.1			
12:20	3.2	3.9			1.2	1.2		230	18	-0.72	26	0.42	30	8.3	7.7			
12:30	3.2	3.9			1.3	1.1		225	20	-0.54	26	0.55	33	8.7	8.1			
12:40	2.5	3.4			1.0	1.0		213	21	-0.40	16	0.67	41	8.7	7.8			
12:50	2.9	3.5			0.9	0.8		229	21	-0.40	23	0.42	33	7.8	7.2			
13:00	2.4	3.1			1.3	1.3		226	23	-0.36	19	0.52	38	8.0	7.4			
TURM 2																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13		
12:10	2.6	3.9	4.1	4.1	0.8	1.1	1.0	1.0	222	16	-0.18	2	1.23	56	8.2	7.6		
12:20	2.6	3.9	4.1	4.2	0.9	1.0	0.9	0.8	227	24	-0.72	1	1.36	58	8.6	8.0		
12:30	2.9	4.3	4.5	4.5	0.7	0.8	0.9	0.9	232	21	-0.21	3	1.38	55	8.7	8.2		
12:40	2.5	3.7	3.9	3.9	0.5	0.7	0.7	0.8	217	19	-0.25	1	1.14	59	8.9	8.1		
12:50	2.5	3.9	4.1	4.2	0.8	1.0	0.9	0.8	229	19	-0.63	4	1.15	55	8.0	7.5		
13:00	2.4	3.8	3.9	3.8	0.8	1.0	1.0	1.0	236	26	-0.34	2	1.13	57	8.2	7.8		
TURM 3																		
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10		WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10			
12:10	4.3	5.4			1.1	1.2		212	12	-0.25	5	0.68	52	8.3	7.8			
12:20	4.6	5.8			1.1	1.2		219	11	-0.13	3	0.98	54	8.3	7.9			
12:30	4.2	5.4			0.9	1.1		218	14	-0.29	3	0.90	57	8.1	7.7			
12:40	4.0	5.1			0.9	0.9		224	16	-0.21	2	0.97	57	8.2	7.7			
12:50	3.7	4.7			0.7	1.0		222	14	-0.49	4	0.93	55	8.2	7.6			
13:00	4.2	5.1			1.1	1.1		229	14	-0.33	4	0.99	54	8.1	7.6			
TURM 4																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13		
12:10	2.9	3.8	4.3	4.8	0.7	0.8	0.8	0.8	238	11	-0.41	26	0.55	29	7.6	7.0		
12:20	2.9	3.8	4.3	4.7	0.9	0.9	0.9	0.8	239	12	-0.42	15	0.56	38	7.7	7.2		
12:30	3.6	4.5	5.0	5.4	1.1	1.0	1.1	1.2	237	11	-0.30	25	0.50	32	7.6	7.2		
12:40	3.4	4.6	5.2	5.7	1.0	1.1	1.0	1.1	235	9	-0.45	31	0.51	24	7.2	7.0		
12:50	3.7	4.5	5.1	5.7	1.1	1.2	1.1	1.2	235	14	-0.60	21	0.49	35	7.3	7.1		
13:00	3.4	4.3	4.9	5.5	0.9	0.9	1.0	1.1	236	12	-0.53	27	0.44	27	7.5	7.3		
TURM 5																		
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2	TF13
12:10	5.1	5.8	6.5	6.9	0.7	0.7	0.8	0.8	232	9	-0.21	8	0.51	49	6.9	6.6		3.6
12:20	4.9	5.8	6.4	6.6	0.9	1.1	1.2	1.1	239	12	-0.33	10	0.48	49	7.4	7.1		3.9
12:30	5.9	6.8	7.4	7.7	1.0	1.1	1.0	1.2	235	9	-0.30	9	0.50	47	7.0	6.8		3.8
12:40	4.7	5.4	6.0	6.3	0.9	1.0	1.1	1.2	233	10	-0.18	14	0.42	42	6.8	6.6		3.7
12:50	4.4	5.2	5.9	6.2	0.9	0.9	1.0	1.0	229	12	-0.22	9	0.47	48	6.7	6.5		3.7
13:00	4.6	5.4	6.0	6.2	0.7	0.8	0.8	0.7	233	9	-0.27	13	0.48	43	6.7	6.6		3.7

TABELLE A-9b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TÜRME AUF DER SOPHIENHÖHE, 27.04.88

TURM 1																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2
20:50	3.7	4.5			0.9	0.8			86	10	-0.43	2	0.62	55	9.7	9.9	5.9
21:00	3.5	4.2			0.8	0.7			88	10	-0.20	2	0.67	53	9.6	9.7	5.8
21:10	2.7	3.5			0.8	0.7			90	9	0.00	0	0.61	48	9.3	9.5	5.7
21:20	2.6	3.2			0.6	0.7			96	10	-0.41	2	0.39	46	9.2	9.4	5.7
21:30	2.2	2.6			0.5	0.5			110	14	-0.20	3	0.48	32	9.2	9.4	5.6
21:40	1.7	2.1			0.4	0.4			113	13	-0.13	2	0.32	15	9.0	9.3	5.5
TURM 2																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
20:50	0.1	0.1	0.3	0.5	0.1	0.1	0.2	0.2	178	22	-0.17	13	0.29	22	9.5	10.3	5.7
21:00	0.3	0.3	0.5	0.7	0.2	0.3	0.3	0.4	124	31	-0.27	18	0.31	10	9.9	10.3	5.9
21:10	1.1	1.4	1.6	1.9	0.6	0.7	0.7	0.8	106	23	-0.60	33	0.24	17	9.9	10.3	5.9
21:20	1.7	2.0	2.3	2.7	0.6	0.6	0.6	0.6	92	18	-0.59	48	0.22	6	10.0	10.2	6.0
21:30	1.6	1.9	2.3	2.8	0.6	0.7	0.9	0.7	83	15	-0.61	50	0.38	8	9.9	10.0	5.9
21:40	1.4	1.8	2.3	2.7	0.8	0.8	1.0	0.8	77	20	-0.76	47	0.32	11	9.7	9.9	5.8
TURM 3																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2
20:50	0.0	0.4			0.0	0.2			351	36	-0.34	14	0.11	5	9.0	9.9	5.7
21:00	0.1	0.5			0.1	0.4			28	43	-0.41	17	0.43	26	9.1	9.9	5.7
21:10	0.1	0.6			0.2	0.3			288	42	-0.33	11	0.36	17	9.3	9.9	5.8
21:20	0.1	0.6			0.1	0.4			342	44	-0.42	20	0.25	23	9.1	9.8	5.8
21:30	0.1	0.5			0.2	0.4			213	45	-0.40	24	0.38	11	9.3	9.8	5.8
21:40	0.1	0.5			0.1	0.3			182	44	-0.37	27	0.16	18	9.2	9.7	5.8
TURM 4																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
20:50	1.0	3.3	4.0	4.4	0.4	0.5	0.5	0.4	98	5	-0.19	26	0.10	14	9.8	10.8	6.1
21:00	1.1	3.2	4.0	4.3	0.4	0.5	0.4	0.4	101	5	-0.17	14	0.11	20	9.6	10.6	6.0
21:10	1.3	3.3	4.1	4.5	0.4	0.4	0.4	0.4	104	5	-0.17	24	0.12	19	9.6	10.5	6.0
21:20	1.2	3.3	3.9	4.1	0.3	0.4	0.4	0.4	103	6	-0.15	22	0.13	17	9.5	10.4	5.9
21:30	1.0	3.2	3.9	4.1	0.3	0.4	0.5	0.5	103	5	-0.30	26	0.14	13	9.3	10.3	5.8
21:40	1.6	3.3	3.9	4.2	0.5	0.5	0.3	0.3	109	5	-0.21	28	0.15	16	9.4	10.3	5.9
TURM 5																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
20:50	2.8	3.4	4.0	4.2	0.5	0.5	0.6	0.6	94	7	-0.27	15	0.35	35	9.0	9.9	5.4
21:00	3.3	3.9	4.4	4.5	0.6	0.7	0.6	0.6	97	6	-0.26	16	0.33	38	9.1	9.8	5.5
21:10	3.5	4.0	4.6	4.7	0.6	0.6	0.6	0.6	100	7	-0.23	13	0.34	37	9.0	9.8	5.4
21:20	3.3	3.9	4.5	4.6	0.6	0.6	0.7	0.7	100	6	-0.21	18	0.28	37	8.9	9.7	5.4
21:30	3.0	3.7	4.2	4.4	0.6	0.6	0.7	0.6	97	7	-0.26	18	0.41	34	8.8	9.6	5.3
21:40	3.0	3.7	4.3	4.4	0.4	0.5	0.5	0.5	100	7	-0.21	21	0.23	29	8.7	9.5	5.3

TABELLE A-10b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 31.05.88

TURM 1																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	
10:50	5.2	6.4			1.8	1.6			239	18	-1.01	39	0.59	16	14.6	14.6	
11:00	4.4	5.6			1.8	1.6			233	21	-0.86	30	0.64	28	15.1	15.0	
11:10	5.3	6.8			1.9	1.8			240	17	-1.05	36	0.66	21	15.1	15.1	
11:20	5.1	6.3			2.1	2.0			245	17	-0.91	36	0.56	21	14.0	14.2	
11:30	3.4	4.6			1.5	1.6			240	25	-0.81	30	0.69	27	15.5	15.1	
11:40	3.7	4.5			1.6	1.7			239	24	-0.71	45	0.73	15	15.6	15.5	
TURM 2																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
10:50	2.9	6.7	7.8	8.0	1.2	2.0	2.1	2.1	231	22	-0.85	4	2.20	56	14.9	13.9	10.2
11:00	2.9	6.9	7.8	7.9	1.3	2.0	1.8	1.7	236	14	0.00	0	2.11	60	15.1	14.2	10.2
11:10	2.3	5.7	6.7	7.0	0.8	1.5	1.7	1.8	242	21	-0.50	3	2.29	56	16.4	15.0	11.1
11:20	2.2	5.9	6.8	7.0	0.8	1.8	1.8	1.6	230	20	-0.17	2	2.77	58	15.4	14.6	10.5
11:30	2.2	5.7	6.8	6.8	0.9	1.9	1.6	1.5	260	19	-0.48	5	1.86	55	15.4	15.1	10.3
11:40	2.1	5.4	6.3	6.3	0.9	1.3	1.4	1.4	258	19	0.00	0	1.81	60	16.2	15.8	10.7
TURM 3																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	TF2
10:50	5.8	8.8			1.8	1.8			219	18	-0.29	4	1.48	56	15.4	14.5	10.9
11:00	4.6	7.9			1.7	1.7			233	20	0.00	0	1.69	60	15.4	15.3	11.1
11:10	4.1	7.0			1.3	1.6			241	19	-0.34	2	1.52	57	14.5	14.6	10.4
11:20	3.4	6.1			1.1	1.3			249	14	0.00	0	1.47	59	14.4	14.7	10.5
11:30	3.3	5.6			1.3	1.4			243	18	-0.38	3	1.18	57	15.6	15.2	11.2
11:40	4.1	6.9			1.4	1.8			227	16	-0.52	1	1.30	59	16.0	15.3	11.2
TURM 4																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
10:50	5.0	7.3	8.7	9.4	1.6	2.0	1.6	1.8	253	12	-0.54	20	0.83	37	14.6	13.9	10.2
11:00	4.5	6.4	7.4	7.9	1.5	1.8	1.9	1.9	241	12	-0.91	28	1.04	31	14.3	13.7	10.0
11:10	4.7	6.3	7.1	7.9	1.3	1.5	1.6	1.5	244	14	-0.97	16	1.00	39	14.8	14.0	10.4
11:20	4.0	6.0	7.1	7.9	1.2	1.5	1.4	1.5	258	10	-0.58	16	0.82	41	14.2	13.9	10.1
11:30	3.2	4.8	5.8	6.3	1.6	1.7	1.8	1.8	251	12	-0.34	20	0.71	35	13.8	13.5	9.9
11:40	4.4	6.6	7.7	8.2	1.7	2.0	1.8	1.7	256	13	-0.43	19	0.94	37	15.1	14.5	10.5
TURM 5																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
10:50	7.9	9.2	10.3	10.9	1.7	1.7	1.9	1.7	235	10	-0.53	22	0.96	36	14.2	13.3	9.8
11:00	7.1	8.4	9.2	9.7	1.8	1.8	1.9	1.8	240	12	-0.76	6	0.87	52	13.9	13.3	9.6
11:10	6.6	8.0	9.1	9.5	1.2	1.5	1.5	1.4	245	9	-0.35	11	0.86	43	13.6	13.4	9.3
11:20	5.8	7.1	7.8	8.5	1.5	1.5	1.8	1.7	254	9	-0.52	12	0.79	46	13.4	13.7	9.3
11:30	5.4	6.3	7.0	7.4	1.1	1.2	1.3	1.3	248	12	-0.41	14	0.73	42	13.8	13.6	9.5
11:40	5.1	6.1	6.8	7.0	1.0	1.3	1.4	1.5	245	9	-0.37	15	0.86	41	15.0	14.3	10.0

TABELLE A-11b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TUERME AUF DER SOPHIENHOEHE, 07.07.88

TURM 1																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	
13:40	2.9	4.1			1.4	1.4			230	21	-0.55	29	0.53	25	18.9	18.9	
13:50	3.3	4.2			1.4	1.3			232	21	-0.69	30	0.51	28	18.8	18.9	
14:00	3.4	4.6			1.3	1.3			236	20	-0.62	29	0.49	28	20.2	20.0	
14:10	2.6	4.1			1.7	1.6			224	27	-0.51	27	0.66	28	20.1	20.1	
14:20	3.2	4.4			1.5	1.7			231	24	-0.61	34	0.35	17	20.7	20.5	
14:30	3.7	5.1			1.4	1.7			233	18	-0.76	44	0.78	14	20.4	20.2	
TURM 2																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	
13:40	1.5	4.2	5.3	5.4	0.6	1.2	1.3	1.3	239	22	-1.39	1	1.82	59	20.7	19.9	
13:50	1.6	4.6	5.8	5.9	0.6	1.3	1.2	1.4	228	22	-2.06	1	1.86	57	20.8	19.6	
14:00	1.6	4.7	5.8	6.1	0.7	1.5	1.6	1.5	233	23	0.00	0	2.01	59	21.7	20.1	
14:10	1.8	4.5	5.7	5.8	0.7	1.5	1.5	1.6	226	20	-0.04	1	1.98	58	22.4	20.6	
14:20	1.7	4.5	5.5	5.6	0.8	1.5	1.5	1.3	242	22	0.00	0	1.94	60	22.7	21.1	
14:30	1.9	5.5	6.9	7.1	0.7	1.5	1.6	1.5	230	20	0.00	0	2.03	60	22.5	20.8	
TURM 3																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	
13:40	4.5	6.9			1.6	1.7			220	18	-0.63	4	1.16	56	21.0	20.4	
13:50	4.0	6.4			1.5	1.6			220	18	-0.11	3	1.11	55	21.4	20.6	
14:00	3.5	6.2			1.6	1.7			235	20	-0.35	3	1.46	56	21.5	20.9	
14:10	2.8	5.3			1.1	1.3			244	21	-0.13	3	1.39	56	22.7	21.7	
14:20	3.8	6.4			1.6	1.8			220	19	-0.29	5	1.15	53	22.0	21.1	
14:30	3.5	5.8			1.3	1.6			222	19	-0.14	3	1.12	56	22.3	21.4	
TURM 4																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	
13:40																	
13:50																	
14:00																	
14:10																	
14:20																	
14:30																	
TURM 5																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
13:40	6.1	7.3	8.2	8.6	1.4	1.5	1.4	1.4	233	8	-0.42	10	0.88	47	19.5	19.1	12.5
13:50	5.5	6.6	7.6	7.9	1.1	1.2	1.2	1.1	242	10	-0.38	18	0.73	39	19.8	19.5	12.6
14:00	5.0	6.2	7.0	7.5	1.2	1.4	1.5	1.5	234	12	-0.39	13	0.62	40	19.6	19.3	12.7
14:10	5.0	6.0	6.8	7.2	1.3	1.5	1.6	1.5	248	14	-0.31	12	0.74	45	20.2	19.9	13.0
14:20	5.0	6.1	7.1	7.2	1.0	1.2	1.2	1.3	230	15	-0.35	20	0.64	36	20.2	19.8	13.0
14:30	4.5	5.5	6.3	6.7	1.1	1.2	1.1	1.1	233	14	-0.57	13	0.82	43	20.5	19.9	13.1

TABELLE A-12b : DATEN DER METEOROLOGISCHEN TÜRME AUF DER SOPHIENHÖHE, 27.07.88

TURM 1																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	
14:40	2.4	3.4			1.3	1.4			256	25	-0.65	37	0.33	21	18.3	18.1	
14:50	2.2	3.2			1.3	1.3			240	25	-0.70	38	0.29	14	17.5	17.4	
15:00	1.1	2.0			0.9	1.0			238	32	-0.39	27	0.28	18	17.4	17.4	
15:10	2.5	3.4			1.1	1.3			247	28	-0.68	41	0.43	14	18.5	18.2	
15:20	2.3	3.0			1.2	1.0			252	25	-0.60	39	0.33	15	18.2	17.9	
15:30	1.1	2.0			0.8	1.0			238	25	-0.37	31	0.18	13	16.9	17.1	
TURM 2																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	
14:40	1.2	3.6	4.6	4.7	0.5	1.2	1.2	1.1	248	19	-0.05	1	1.55	59	19.4	18.5	
14:50	1.1	3.1	4.1	4.1	0.4	1.0	1.0	1.0	253	21	0.00	0	1.29	60	19.9	18.7	
15:00	1.0	3.1	4.2	4.4	0.4	1.2	1.2	1.2	248	19	0.00	0	1.36	59	18.2	18.2	
15:10	1.1	3.4	4.4	4.5	0.5	1.3	1.4	1.3	254	21	-0.63	6	1.26	52	20.1	18.9	
15:20	1.2	3.6	4.9	5.1	0.6	1.1	1.0	1.0	266	22	-0.10	1	1.40	59	20.4	19.8	
15:30	1.0	3.1	3.9	4.0	0.4	1.1	1.2	1.2	261	19	-0.42	3	1.17	57	18.0	18.4	
TURM 3																	
UHRZEIT	WG5	WG10			SWG5	SWG10			WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT10	
14:40	1.5	3.2			0.7	0.9			249	17	-0.19	2	0.88	58	19.5	18.7	
14:50	2.0	4.2			0.9	1.1			259	21	0.00	0	1.19	60	18.7	18.4	
15:00	1.7	3.7			0.8	1.1			254	19	-0.14	1	0.99	58	18.7	18.3	
15:10	1.8	3.8			0.7	1.2			262	21	0.00	0	1.04	58	20.0	19.4	
15:20	2.6	4.9			0.9	1.2			236	21	-0.22	2	1.09	58	20.0	19.2	
15:30	1.5	3.0			0.6	0.9			266	21	0.00	0	0.79	59	18.6	18.2	
TURM 4																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	
14:40	1.5	3.2	4.4	4.8	0.7	1.0	0.9	1.0	271	13	-0.18	4	0.57	53	18.0	18.1	
14:50	2.0	3.8	4.7	5.1	0.8	1.3	1.4	1.5	268	17	-0.24	13	0.57	44	19.2	18.8	
15:00	1.6	2.8	3.4	3.9	0.6	1.0	1.1	1.2	255	14	-0.18	12	0.42	30	17.5	17.7	
15:10	1.0	2.1	3.1	3.5	0.5	0.8	1.0	1.1	274	13	-0.05	1	0.44	40	17.4	17.7	
15:20	1.5	3.3	4.4	4.8	0.6	0.9	0.8	0.7	277	11	-0.23	6	0.48	43	18.1	18.3	
15:30	1.3	3.4	4.5	5.1	0.7	1.3	1.5	1.4	282	16	-0.46	4	0.97	51	19.3	19.3	
TURM 5																	
UHRZEIT	WG2	WG6	WG11	WG15	SWG2	SWG6	SWG11	SWG15	WR	SWR	ABW	-N	AUFW	+N	TT2	TT13	TF2
14:40	4.1	5.0	5.4	5.6	0.8	0.8	0.9	1.0	271	11	-0.29	10	0.56	48	18.5	18.8	12.6
14:50	3.1	3.8	4.5	4.9	0.7	0.8	0.9	1.0	275	10	-0.30	14	0.57	41	16.9	17.4	12.0
15:00	3.2	3.9	4.4	4.7	0.8	0.9	0.9	0.9	265	13	-0.19	17	0.43	41	17.0	17.3	12.1
15:10	3.4	4.3	4.7	4.9	0.8	1.0	1.0	1.0	261	13	-0.33	12	0.45	45	17.6	17.7	12.4
15:20	3.2	3.9	4.5	4.7	0.9	1.1	1.0	1.0	267	16	-0.27	11	0.47	41	18.1	18.1	12.6
15:30	4.0	4.7	5.4	5.6	0.9	1.0	1.2	1.2	260	10	-0.24	15	0.54	43	18.1	18.4	12.7

TABELLE A-1c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA,

30. 6.87

WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11:40		2.7	3.0	2.2	2.6	2.0	2.2	3.0	2.3	2.3	2.8	1.9	3.2		3.5	1.6		3.9	2.6					
11:50				3.7	2.9	3.4	3.5	3.0		3.1	3.9	2.8	3.8	2.4	3.1	3.6	2.4	2.1		2.0	4.0	2.3		
12: 0			2.6	2.3	3.2	3.6	3.7	3.9	3.3	2.8	3.9	4.3	4.3	3.6	2.6	4.2	4.1	4.3	2.9	2.0	3.3			
12:10		3.7	3.9	4.4	4.3	4.3	4.1	4.3	4.2	3.3	4.1	4.5	2.9	5.7		4.6	3.5	5.5		4.6				
12:20		2.5	4.1	3.5	3.6	3.9	3.8	3.7	4.0	4.0	3.6	3.7	4.1	3.9	3.8	4.5	4.3	4.0	4.1	4.2				
12:30		3.6	3.3	3.9	4.3	3.6	3.9	4.6	4.3	4.2	4.8	4.6	5.3	5.4	4.5	5.6	4.8	3.1		4.3				

VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11:40	-0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3					
11:50	-0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	1.0	1.1	1.2	0.8	0.8	1.2	1.1	0.6	1.1	1.3		1.2	1.6	1.3		
12: 0		0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.0	0.1	0.2	0.6	0.3	0.5	0.3	0.5	0.7	0.3			
12:10		-0.1	0.2	0.2	-0.2	-0.1	0.0	-0.4	0.0	0.3	0.1	0.1	0.6	1.0		0.2	0.5	-0.1	0.4	0.8				
12:20	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.4	0.3	0.6				
12:30		0.3	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.6	0.4	1.0				

ZEIT	WINDRICHTUNG IN (Grad)																								
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11:40		298	296	282	289	278	283	289	282	268	273	276	276		293	255		296	305						
11:50				274	272	263	273	280		250	232	274	273	281	269	301	255	255		286	206	252			
12: 0			282	275	288	290	295	297	274	284	298	292	299	306	288	305	285	290	322	265	312				
12:10		287	277	267	268	250	260	280	256	252	284	294	264	237		297	297	298		259					
12:20		282	267	259	250	258	249	259	271	240	245	245	239	245	235	260	243	259	261	255					
12:30		290	286	272	284	286	287	308	288	291	296	295	300	302	306	306	296	313		240					

ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11:40	96	316	247	237	178	192	162	142	130	108	97	88	79	83	74	75	77	61	87					
11:50	102	274	252	273	254	182	191	165	165	178	187	106	199	94	125	108	94	97		82	96	79		
12: 0		231	246	221	202	167	169	137	141	146	102	98	118	107	96	78	81	61	71	56	56			
12:10		315	308	234	167	91	150	108	104	107	115	140	138	128		83	70	60	69	58				
12:20	109	278	250	244	221	202	140	157	129	113	108	102	101	92	69	60	54	48	45	61				
12:30		323	260	224	190	191	165	138	135	120	117	115	101	94	98	82	87	93	76	102				

FORTSETZUNG TABELLE A-1c:

STANDARDABWEICHUNG DER VERTIKALEN WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11:40	0.0	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5						
11:50	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	0.8	0.6		0.5	0.6	0.7			
12: 0		0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	0.8				
12:10		0.5	0.5	0.7	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1		1.0	0.7	0.6	0.5	0.4					
12:20	0.0	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4					
12:30		0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.3					

STANDARDABWEICHUNG DER WINDRICHTUNG IN (Grad)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11:40			9		20	19	7	1	1	6	21		1												
11:50				29				1																	
12: 0			1	1	1	1	1	1	1	1	4	10	9	1											
12:10																									
12:20				1	1	1	1	1	4	15		9													
12:30					1	1		20	5	1		4	6												

STANDARDABWEICHUNG DER ECHOINTENSITAET IN (mV)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11:40	23	18	37	51	68	60	49	59	53	53	40	32	24	30	40	43	29	22	34						
11:50	17	36	34	57	74	54	86	47	42	62	48	29	153	28	56	31	29	31		20	22		6		
12: 0		47	49	48	53	53	50	54	51	56	41	45	43	45	20	33	48	28	30	13	20				
12:10		23	39	58	96	77	69	55	49	42	47	62	32	21		46	26	27	22	15					
12:20	14	29	48	55	58	77	57	51	58	58	56	58	66	31	36	30	20	23	11	25					
12:30		13	30	52	63	74	68	52	51	49	26	38	32	31	41	44	49	37	30	23					

DISSIPATIONSRATE IN (cm**2/s**3)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11:40	3	57	82	88	87	93	105	107	110	117	116	107	99	91	75	73	83	88	100					
11:50	78	71	79	89	98	110	117	120	120	113	113	116	111	99	112	139	140	123						
12: 0		116	105	116	132	139	137	134	138	146	149	141	132	128	124	125	122	107	107	132	144			130
12:10		105	110	134	155	162	167	171	166	160	161	170	182	188	7	173	136	111	107	82				
12:20	12	80	107	107	113	127	122	112	112	122	127	125	121	116	113	118	121	112	92	80				
12:30		58	78	98	115	130	138	143	144	132	120	120	119	118	122	118	119	123	98	73				

TABELLE A-2c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA,

1. 7.87

		WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40																										
12:50																										
13: 0			4.0	4.3	4.7	4.6	5.3	4.4		3.9	3.9															
13:10			4.5	5.3	5.4	4.8	4.4		4.3																	
13:20			4.9	5.2	5.3	5.5	5.5	6.4	6.1																	
13:30			3.7	4.2	3.0	3.2	4.6		5.1	3.7																

		VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40																										
12:50																										
13: 0		0.0	0.0	0.4	0.2	0.2	0.0	0.8		0.8	0.8															
13:10		0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2		0.1																	
13:20		0.0	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.2	0.1	0.1																	
13:30			0.3	0.0	0.1	-0.3	-0.3	-0.1	0.2	0.2																

		WINDRICHTUNG IN (Grad)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40																										
12:50																										
13: 0			289	264	290	284	285	261		274	269															
13:10			256	267	264	272	274		296																	
13:20			306	292	296	303	287	292	287																	
13:30			271	307	276	310	301		284	282																

		ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40																										
12:50																										
13: 0		104	315	358	320	324	235	286		280	246															
13:10		114	280	290	304	278	270		283																	
13:20		127	271	303	310	305	361	310	307																	
13:30			309	285	301	298	311	340	404	379																

FORTSETZUNG TABELLE A-2c :

[illegible][illegible][illegible][illegible]

TABELLE A-3c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA, 2. 7.87

		WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
20:40			1.7	2.0	3.4	5.2	6.5	7.9	8.5	9.5	9.9	9.5	9.9	9.8	9.9	8.8	9.6	9.9	9.7	10.0						
20:50			1.3	1.2	3.1	5.3	6.9	8.5	9.0	9.4	9.3	9.4	7.9	10.4	10.5	9.5	9.9		10.2							
21: 0			0.8	1.7	3.1	4.9	7.2	8.2	8.7	9.3	10.1	10.7	8.7													
21:10			1.2	2.2	3.5	6.1	8.3	7.7	9.8	7.9	7.8	10.8	11.0	6.9	10.5		10.3									
21:20			1.8	2.6	3.9		6.5	9.7	10.8	10.3	8.0	8.1	7.8	8.7	9.0	9.4										
21:30			2.4	2.5	3.6	4.8	6.6	7.9	8.5	9.2	9.5	9.6	10.0	9.0	10.1	9.3	10.7	9.8			10.0	10.1	9.8			

		VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/-	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
20:40		0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4															
20:50		-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.0	0.2	0.1	0.5	0.3												
21: 0		-0.2	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4													
21:10		0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3		0.8												
21:20		0.1	-0.1	-0.2	0.1	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3												
21:30		-0.3	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1										

		WINDRICHTUNG IN (Grad)																								
ZEIT	/\	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
20:40			326	322	338	348	348	354	355	358	1	1	357	3	4	4	3	4	4	11						
20:50			308	337	344	347	354	354	357	359	2	2	10	2	5	7	8		7							
21: 0			326	357	2	358	1	3	5	8	5	6	13													
21:10			11	350	355	358	0	5	2	9	13	11	10	28	17		17									
21:20			345	345	355		8	8	7	12	17	23	22	22	17	17										
21:30			359	352	358	358	0	5	7	9	11	14	14	21	19	25	21	19			27	24	28			

		ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	/\	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
20:40		106	238	242	300	294	253	162	109	64	43															
20:50		96	228	230	353	306	260	142	96	62	66	61	56	62												
21: 0		102	265	311	417	444	254	166	115	100	82	65	52													
21:10		116	242	316	463	349	235	118	74	63	63	45		44												
21:20		128	295	317	413	508	321	135	63	58	49	46	38	39												
21:30		108	229	266	370	480	357	263	147	125	93	87	54	47	45	42										

FORTSETZUNG TABELLE A-3c :

STANDARDABWEICHUNG DER VERTIKALEN WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
20:40	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.2														
20:50	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0											
21: 0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0												
21:10	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0		0.1											
21:20	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0										
21:30	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0									

STANDARDABWEICHUNG DER WINDRICHTUNG IN (Grad)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
20:40		59	15	1	1	1	2	1	1																
20:50			15	1		1	1	1																	
21: 0																									
21:10		30	8	1			1																		
21:20		21	1				1																		
21:30		47	12	1	1	1	1	1	1	1				1											

STANDARDABWEICHUNG DER ECHOINTENSITAET IN (mV)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
20:40	14	25	38	31	29	23	23	24	18	20															
20:50	19	26	38	32	36	64	28	36	30	31	28	14	14												
21: 0	21	20	37	23	28	31	29	26	32	23	15	18													
21:10	10	21	24	18	31	30	31	17	20	29	13		18												
21:20	10	14	25	16	21	17	39	38	41	32	19	18	16												
21:30	14	26	39	27	23	32	38	29	46	47	32	27	20	17	18										

DISSIPATIONSRATE IN (cm**2/s**3)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
20:40	89	68	60	59	44	17	3	25	54	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
20:50	87	56	51	52	35	17	14	15	22	43	62	49	3	0	0	0		0						
21: 0	65	64	61	50	43	43	39	40	35	15	3	3												
21:10	59	49	64	48	29	36	25	16	35	37	3	0	21	0		0								
21:20	3	18	35	31	26	32	26	27	28	19	22	20	3	0	0									
21:30	28	10	7	12	21	38	40	24	20	28	21	6	18	32	3	0	0			0	0	0		

TABELLE A-4c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA, 10. 9.87

WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																										
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m		
11:10	5.3		4.7	5.2	7.4	8.1	11.1	7.7	5.8	7.7	8.2	8.3	6.9	7.4	7.9	12.1	12.4	12.0	13.3							
11:20	6.7	5.8	5.4	8.8	9.6	9.4	6.4	7.7	10.3	7.0	8.3	7.1	7.5	11.1	11.2	12.8										
11:30	8.8	5.4	5.3	5.6	5.9		8.6	7.5	7.7	9.6	10.0	7.3	10.2		9.4	11.0	10.3	10.4	9.8						10.6	12.2
11:40	6.2	7.5	5.9	5.9	5.7	8.2		8.7	8.5	9.7	8.9		10.6	8.1	9.7	10.9										10.2
11:50	5.8	6.9	6.3	5.4	8.3	9.3		10.3	7.7	7.9	11.4	11.4	11.2	12.4	8.3	12.4										
12: 0	3.1		7.2	6.9	7.7	8.9	9.8		9.9	10.7	10.7	11.0	11.6	12.8	12.7	10.3	13.4									

VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																										
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m		
11:10	0.5	0.8	0.7	0.8	0.6	0.6	0.4	0.6	0.8	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.8	0.4	0.3									
11:20	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.7	0.6	0.5	0.8	0.6	0.8	0.8	0.3	0.3		0.7	0.6								
11:30	-0.2	0.4	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.0	0.4	-0.1			0.3									0.7	0.2
11:40	0.4	0.1	0.0	0.3	0.2	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0										
11:50	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	-0.1			0.8	0.0	0.2	0.1								
12: 0	0.6	0.5		0.0	0.2	0.2	-0.1	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	-0.1	0.3	0.6	-0.1									

WINDRICHTUNG IN (Grad)																										
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m		
11:10	227		232	222	229	234	241	234	233	233	226	232	223	228	225	236	232	237	234							
11:20	243	247	229	246	246	242	234	238	240	235	231	232	237	234	239	241										
11:30	215	209	204	208	221		223	220	215	228	228	230	228		234	232	232	233	237						240	236
11:40	222	223	225	217	218	222		225	225	230	240		229	233	237	246									227	
11:50	228	218	213	217	232	228		238	228	225	230	232	227	229	223	232		235								
12: 0	226		225	228	231	234	240		237	239	239	234	236	235	236	229	237									

ECHOINTENSITAET IN (mV)																										
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m		
11:10	190	203	174	143	125	109	94	84	86	63	82	68	81	76	67	70	68									
11:20	181	179	137	124	94	104	96	75	65	73	69	70	68	65	71		66	68								
11:30	134	178	156	133	129	100	77	71	68	75	71	69	71			70									66	60
11:40	165	128	87	84	66	68	68	96	66	74	76	72	75	70	70	83										
11:50	165	130	120	97	89	83	84	86	70	74	64	74			67	60	66	62								
12: 0	127	123		109	109	121	114	99	97	80	78	83	71	77	71	61	73									

FORTSETZUNG TABELLE A-4c :

STANDARDABWEICHUNG DER VERTIKALEN WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11:10	0.4	0.7	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3								
11:20	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3		0.1	0.5							
11:30	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5			0.2						0.6	0.5		
11:40	0.0	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6									
11:50	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3			0.8	0.3	0.3	0.0							
12: 0	0.7	0.8		0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3								

STANDARDABWEICHUNG DER WINDRICHTUNG IN (Grad)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11:10					1																				
11:20					1																				
11:30			1	1																					
11:40																									
11:50																									
12: 0			1																						

STANDARDABWEICHUNG DER ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11:10	21	38	35	45	32	35	27	40	39	19	31	26	19	16	27	20	21							
11:20	23	28	33	43	37	54	42	47	29	26	32	21	36	27	40		25	26						
11:30	29	36	47	44	29	29	17	28	22	20	48	32	20			24						31	19	
11:40	26	42	32	37	34	17	24	93	33	21	24	17	20	24	28	16								
11:50	25	31	29	17	30	25	31	28	27	27	23	16			17	24	31	16						
12: 0	32	31		41	30	31	35	30	31	28	30	25	32	25	21	19	17							

DISSIPATIONSRATE IN (cm**2/s**3)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11:10	77	123	141	133	111	102	98	96	104	111	120	113	114	128	118	97	63	0	0					
11:20	114	116	119	125	120	113	118	120	115	114	113	96	83	81	73	0	33	93				0	0	
11:30	137	124	124	130	126	115	107	97	98	93	84	98	99		0	38	0	0	0			116	98	
11:40	2	83	92	91	92	97	115	128	127	123	123	126	125	111	102	110								
11:50	99	96	93	102	122	133	136	126	103	94	93	74	16	0	136	74	66	2						
12: 0	127	132	6	119	129	129	117	112	115	106	101	93	63	48	66	61	58							

TABELLE A-6c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA, 22.10.87

WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	2.7	2.8	2.9	2.6	2.9	4.0	4.0	3.9	3.4	3.5	3.7	3.1		4.0	3.9	3.8	3.4	6.2	6.8						
12:50	2.6	3.1	3.2	3.7	3.4	3.8	3.8	3.9	4.5	4.4	4.2	4.1		3.7	4.0	3.0			4.3					4.5	
13: 0	1.4	3.4	4.4	3.9	4.1	4.0	4.2	4.4	4.0	4.5	4.6	4.8	4.4	5.1				4.9							
13:10	3.4	3.4	4.0	2.9	3.9	4.3	4.5	4.5	5.0	3.5	2.5	4.7	3.9	3.8	2.2		4.3								
13:20	3.4	3.1	3.5	3.3	4.0	4.1	2.6	3.7	4.9	3.8	2.7	4.3		3.9	2.8	3.6	3.5	3.7							
13:30	1.8	2.4	2.7	2.3	2.5	3.2		3.0	2.2	5.2	7.0	6.5	6.3	4.9	5.4	2.8	3.2			4.9					

VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.4	0.4	0.3	0.6		0.4	0.4	0.6	0.6	0.2							
12:50	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1		0.1		-0.3	-0.3		
13: 0	0.4	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3				-0.4							
13:10	-0.2	0.0	-0.3	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.1	0.2	-0.3	0.0	0.0	0.4										
13:20	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5							
13:30	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.7	-1.2	-1.0	-1.0	-0.7	-0.7	-0.2	0.0	0.3		0.0					

WINDRICHTUNG IN (Grad)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	268	288	293	287	290	276	281	284	287	293	289	306		288	286	284	292	267	274						
12:50	285	271	276	278	273	275	272	269	277	276	269	281		288	283	291			282					300	
13: 0	272	272	270	269	272	267	272	273	274	269	277	285	276	276				281							
13:10	278	274	264	261	261	264	258	261	259	267	272	261	263	269	294		266								
13:20	272	271	277	273	289	279	264	266	262	263	279	254		282	294	287	294	276							
13:30	271	289	290	281	286	277		272	282	264	257	252	260	276	278	274	287			283					

ECHOINTENSITAET IN (mV)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	160	186	165	144	120	118	115	92	96	71	76	84		76	61	74	103	67							
12:50	162	175	132	125	87	79	69	59	58	57	55	54	45	46	60	63	50	52		43		64	65		
13: 0	185	178	168	110	79	80	70	60	56	49	50	50	53	50			59								
13:10	184	220	184	134	88	94	84	77	65	102	83	66	72	86	93										
13:20	199	270	233	255	227	193	188	178	128	165	155	116	116	121	130	113	108	112							
13:30	178	174	150	117	80	88	99	91	80	69	100	112	104	103	116	74	107	107		88					

FORTSETZUNG TABELLE A-6c :

STANDARDABWEICHUNG DER VERTIKALEN WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4		0.3	0.3	0.2	0.2	0.0							
12:50	0.5	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0		0.0		0.1	0.0		
13: 0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1				0.0							
13:10	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.0										
13:20	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8							
13:30	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5		0.4					

STANDARDABWEICHUNG DER WINDRICHTUNG IN (Grad)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40		19		1	1		5	1																	
12:50		6	2	1	2	3	1																		
13: 0				10	3	1																			
13:10																									
13:20																									
13:30																									

STANDARDABWEICHUNG DER ECHOINTENSITAET IN (mV)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	24	40	63	63	67	57	50	62	41	49	29	24		30	13	43	25	17							
12:50	28	37	42	47	41	54	33	26	34	35	29	21	19	30	36	26	27	26		13		31	25		
13: 0	25	51	67	71	61	75	68	52	80	21	25	25	26	4				21							
13:10	30	25	49	64	56	40	52	41	30	23	38	16	21	11	24										
13:20	17	32	44	45	52	46	54	61	65	77	56	51	66	49	33	40	48	37							
13:30	21	35	54	39	44	68	54	52	30	42	37	17	30	35	45	22	32	24		16					

DISSIPATIONSRATE IN (cm**2/s**3)																									
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:40	83	75	64	67	60	37	28	23	36	66	85	89		71	70	48	41	2	0						
12:50	96	69	80	81	63	54	43	34	45	58	64	51	36	47	48	43	39	2	0	2		28	2	0	
13: 0	22	61	64	60	68	78	80	74	59	35	27	39	47	30				2							
13:10	52	58	64	64	57	57	65	69	67	63	55	53	60	47	2		0								
13:20	2	40	60	67	70	80	99	114	117	115	112	108	102	103	113	127	137	133							
13:30	38	60	70	76	64	55	72	94	96	70	46	39	42	52	49	43	58	90		81					

WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
12:40	7.4		5.9	5.5		6.6	8.5	7.5	7.9	8.6														
12:50		7.2	6.9	7.4	6.8	7.4	9.3	8.7	11.1		9.0	11.1	13.0								12.2			
13: 0	9.6	8.7	8.4	7.6			11.4	10.2				10.6				7.9								
13:10		9.8	8.9	8.5		9.4	11.5		7.9		12.7		13.3	14.1		14.5								
13:20		8.0	7.2	9.9		10.1				12.0					15.5									
13:30	7.0		9.2	10.0	11.5		10.2								15.1									

VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
12:40	-0.1	0.3	0.2	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5														
12:50		0.6	0.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.5	0.1		0.6	0.4	-0.1							0.7	0.6			
13: 0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	0.4	0.0	0.3	0.8	0.7	0.8	0.3	1.2			1.8								
13:10		-0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	-0.4		0.8	0.6														
13:20	-0.1	0.1	0.1	0.0		0.2		0.1	0.2	0.2	0.0	0.1		0.3	-0.3									
13:30	0.5	0.8	0.1	0.6	0.3		0.6		-0.3		0.3		0.3		0.3									

WINDRICHTUNG IN (Grad)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
12:40	214		205	209		194	204	199	204	216														
12:50		210	209	209	214	202	216	208	220		219	209	222								198			
13: 0	197	202	202	217		214	219					216				176								
13:10		199	196	196		210	211		190		220		226	222		227								
13:20		190	199	212		201				207					209									
13:30	203		206	205	198		198								209									

ECHOINTENSITAET IN (mV)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
12:40	183	167	151	140	171	120	114	119	126	111														
12:50		172	153	140	108	129	124	125	140		118	119	120							115	112			
13: 0	146	194	177	144	145	153	111	145	129	133	122	131	109			107								
13:10		180	159	143	136	137	110		144	123														
13:20	129	154	160	127		131		111	126	115	124	109		132	137									
13:30	170	194	157	157	160		144		171		152		132		105									

FORTSETZUNG TABELLE A-7c :

[illegible][illegible][illegible][illegible]

TABELLE A-8c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA, 5. 2.88

		WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:10			4.2	4.8	5.3	5.3	5.2	6.4	6.8	7.6	7.3															
12:20	4.8	5.5		4.8	5.4	5.4	6.8	6.8	7.4	6.1																
12:30	8.9	4.6	4.8	4.5	4.2	4.8	5.4	5.7	5.9	6.2																
12:40		4.6	4.5	4.5	5.0	5.1	5.7	5.4	5.9	5.9																
12:50		3.3	3.9	4.6	4.2	5.0	5.9	6.4	6.1	7.1																
13: 0		3.1	4.0	4.0	4.9	5.3	5.3	5.8	6.2	5.6																

		VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:10		-0.1	0.2	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.6															
12:20			-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.1	-0.1															
12:30			0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	0.0	0.1	0.2															
12:40	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	0.3															
12:50			0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.5														
13: 0			-0.1	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	0.0															

		WINDRICHTUNG IN (Grad)																								
ZEIT	/-	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:10			255	235	243	237	231	230	229	232	214															
12:20		229	240		227	229	226	241	236	232	229															
12:30		205	237	222	231	222	224	231	231	224	221															
12:40			230	238	222	237	230	238	232	234	225															
12:50			230	222	229	225	210	217	216	226	216															
13: 0			226	219	220	211	228	234	222	217	207															

		ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
12:10		123	333	348	277	258	236	168	139	155	105															
12:20			342	367	382	352	293	246	216	180	134															
12:30			308	316	289	238	222	210	192	195	199															
12:40		128	295	277	241	152	126	107	112	107	121															
12:50			319	321	350	252	206	138	117	86	101															
13: 0			309	292	259	205	148	160	150	121	94															

[illegible][illegible][illegible][illegible]

WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
20:50	1.3	6.0	5.7	9.5	8.5	12.5	9.9	10.0	10.5	10.2	10.2	10.8	9.8	9.8			10.0							
21: 0			8.2	7.7	11.5	9.6	12.6	10.2	10.2	10.4	10.7	10.0	10.0	9.7	9.2	8.9		9.6	8.8					
21:10		5.5	7.3	7.8	7.9	8.7	9.3	9.7	9.5	9.6	8.8	9.0				9.7	9.6							
21:20		4.3	5.9	6.6	7.8	8.0	9.7	10.1	10.9	9.0	9.5	9.7	10.2	10.1	9.2	10.6								
21:30		6.4	7.2	8.0	9.5	9.7		10.7	9.6	9.8	10.4	9.7	10.0	9.8										
21:40		5.9	6.7	7.6	8.3	10.2	9.8	9.7	9.5	8.9	9.2	9.9	9.0											

VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
20:50	-0.8	-0.2	-0.5	-0.4	-0.7	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.9	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-1.0							
21: 0		-0.4	-0.3	-0.6	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.9	-0.8					
21:10	-0.2	-0.5	-0.5	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9		-0.8	-0.8	-0.9							
21:20	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-1.2	-0.7								
21:30	-0.3	-0.5	-0.6	-0.8	-0.6	-0.9	-0.7	-0.7	-1.0	-0.9	-0.7	-0.9	-0.9	-1.0										
21:40		-0.9	-0.8	-1.0	-1.1	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9											

WINDRICHTUNG IN (Grad)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
20:50	107	70	83	74	77	78	85	88	93	90	99	101	103	107			111							
21: 0			76	79	75	81	81	92	93	96	98	98	106	104	110	105		113	108					
21:10		85	87	85	86	89	96	95	99	97	102	101				106	105							
21:20		96	90	89	88	88	92	92	94	99	100	100	103	106	114	110								
21:30		87	85	86	87	89		94	101	100	103	102	108	111										
21:40		85	81	84	86	88	88	94	96	102	100	103	106											

ECHOINTENSITAET IN (mV)

ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
20:50	131	350	399	414	359	250	187	142	95	74	57	39	39	43	38	33	42							
21: 0		341	361	381	383	263	142	113	83	72	63	53	47	41	41	50	55	61	54					
21:10	124	336	396	363	336	348	113	83	52	51	50	51	53		45	55	58							
21:20	122	345	385	380	364	321	270	155	58	49	67	84	76	78	63	47								
21:30	130	352	409	399	312	225	159	114	69	68	76	84	72	65										
21:40		353	368	346	229	112	104	94	58	66	69	71	49											

[illegible][illegible][illegible][illegible]

TABELLE A-10c : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS DER KFA,

31. 5.88

		WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11: 0		6.8		8.3				7.0			7.5				7.6	5.7	6.4			8.5						
11:10		10.1	6.5		11.3					6.8	7.3	13.7	13.6	13.0		8.0										
11:20		5.1	7.0	4.4		6.8	6.8	7.2			13.2	13.9		12.9						17.4		9.7				
11:30		5.3			10.9	10.6		10.2				10.3	11.3	11.6	11.3	9.9	5.4	12.5			12.1					
11:40		8.3	10.1	10.6	10.8	9.9	10.2	9.9		9.9		8.6	9.8	10.0	8.9	11.0	12.3	10.5	10.0							
11:50					8.7	9.2	10.0			9.4	7.6	7.8		6.7	8.6	12.1	10.2	7.2		1.4						

		VERTIKALE WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11: 0		0.9	0.9	1.3	1.8	2.2	1.8	2.4	3.2	2.9	2.6			2.0	2.2	2.9	2.5	2.3		2.4						
11:10	1.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.9		0.8	1.2	0.9	0.5	0.2	0.2			1.0										
11:20		1.0	0.9	1.2	1.0	1.0	1.3	1.1	1.0	0.3	0.4			0.7	0.5	1.3						0.8				
11:30		0.7	0.8	0.9	0.3	0.2	0.2	0.2	0.0	0.3	-0.2	0.2	-0.1	0.0			1.1									
11:40			0.4	-0.2	0.0		-0.1	-0.4		0.8	0.3		-0.4	-0.2	0.4		-0.1									
11:50				0.4	0.2	0.2	0.1	0.5	0.2	0.7	0.5			1.0	0.7	0.3	0.8	1.4		2.4						

		WINDRICHTUNG IN (Grad)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11: 0		197		220				231			220				222	200	223			225						
11:10		241	222		241					233	239	240	239	240		239										
11:20		245	244	222		240	241	235			241	246		242						239		239				
11:30		224			243	236		241				247	238	236	235	240	237	237								
11:40		239	246	228	229	235	236	244		246		231	236	239	232	234	245	238	231		243					
11:50					236	236	231			234	240	230		225	230	242	237	233		242						

		ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	/	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m	
11: 0			338	460	490	486	414	409	405	448	445	383		297	243	246	197	228		235						
11:10	116		342	360	317	288	259		251	251	224	190	178	155		128										
11:20			279	288	288	284	261	239	219	200	124	184		156	150	153								107		
11:30			322	312	281	234	231	235	196	151	167	132	150	140	196		173									
11:40				279	289	262		230	183		137	129		188	117	190		121								
11:50					393	324	313	201	253	180	268	222		170	169	161	199	115		162						

FORTSETZUNG TABELLE A-10c :

STANDARDABWEICHUNG DER VERTIKALEN WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11: 0		0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	1.3		1.4	1.2	0.9	0.7	1.1		0.9					
11:10	0.2	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8		0.8	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3		0.5									
11:20		0.4	0.7	0.8	0.7	0.6	0.8	1.1	1.1	1.0	0.9		0.6	0.3	0.6							1.4		
11:30		0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.7		0.7								
11:40			0.6	1.1	1.2		1.0	1.1		1.3	1.2		0.8	0.9	1.0		1.1							
11:50				0.7	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.1	1.2	1.3	1.3	1.3		0.7					

STANDARDABWEICHUNG DER WINDRICHTUNG IN (Grad)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11: 0																								
11:10																								
11:20							5																	
11:30																								
11:40																								
11:50																								

STANDARDABWEICHUNG DER ECHOINTENSITAET IN (mV)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11: 0		9	11	14	31	38	34	31	23	29	40		41	40	30	12	21		31					
11:10	7	11	29	33	45	28		37	37	44	44	24	35		27									
11:20		18	30	36	52	44	64	44	84	35	63		31	20	42							26		
11:30		10	38	39	62	85	57	44	44	46	40	34	56	56		20								
11:40			11	47	43		52	39		18	20		47	29	31		19							
11:50				42	54	57	43	40	41	32	45		22	22	36	38	25		15					

DISSIPATIONSRATE IN (cm**2/s**3)																								
ZEIT	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m	500m
11: 0		136	132	126	134	164	177	166	156	165	201		218	191	155	129	184		163					
11:10	46	100	112	116	124	140		148	83	84	110	110	72		103									
11:20		84	129	147	136	114	138	180	186	166	159		119	71	121				0		216			
11:30		152	137	133	118	131	135	112	115	123	107	82	88	135	0	129	0			0				
11:40		0	118	187	197	0	178	180	0	207	198	0	143	158	167	0	182	0						
11:50				129	135	156	166	166	171	167	166		186	193	206	206	204		128					

KFA-TURM: MESSHÖHE = 30 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
20:50	2.99	1.09	71.5	12.4	0.10	0.47	8.9	0.88	0.64
21:00	2.57	1.27	75.4	16.9	0.11	0.50	11.1	1.06	0.69
21:10	2.84	1.14	77.0	15.3	0.03	0.51	10.1	0.88	0.72
21:20	3.31	1.31	81.7	11.8	0.03	0.54	9.3	1.14	0.66
21:30	3.17	1.04	81.2	12.6	0.05	0.50	9.0	0.77	0.69
21:40	3.38	1.16	81.2	13.0	0.11	0.52	8.7	0.88	0.75

KFA-TURM: MESSHÖHE = 50 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
20:50	4.27	1.07	78.7	8.5	0.32	0.48	6.4	0.88	0.60
21:00	4.02	1.23	80.7	10.7	0.34	0.53	7.4	0.99	0.71
21:10	4.44	1.21	80.3	10.1	0.21	0.57	7.4	0.97	0.72
21:20	4.59	1.21	87.0	9.4	0.33	0.55	6.8	0.95	0.74
21:30	4.44	1.08	86.9	8.8	0.32	0.49	6.2	0.85	0.66
21:40	4.62	1.14	87.9	9.4	0.38	0.53	6.5	0.88	0.72

KFA-TURM: MESSHÖHE = 120 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
20:50	6.20	0.88	86.3	4.9	0.39	0.39	3.6	0.71	0.51
21:00	6.30	0.84	89.2	4.9	0.37	0.34	3.1	0.63	0.54
21:10	6.24	0.86	90.8	5.4	0.32	0.40	3.7	0.61	0.60
21:20	6.85	0.72	93.9	4.0	0.44	0.36	3.0	0.53	0.48
21:30	6.36	0.86	95.4	5.1	0.34	0.41	3.7	0.65	0.56
21:40	6.56	0.87	94.2	5.8	0.37	0.44	3.8	0.58	0.65

SA = Standardabweichung

SA (Geschw.), Longit = Stand.abw. der Windgeschw.
in mittl. Windrichtung
Lateral = Stand.abw. der Windgeschw.
quer zur mittl. Windrichtung

Vertikalwind: Aufwind = Positive Werte

TABELLE A-10d : ULTRASCHALLANEMOMETERMESSUNGEN
ABFRAGEZYKLUS: 1 HZ

31.05.88

KFA-TURM: MESSHÖHE = 30 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
10:50	5.92	3.03	230.5	21.9	-0.52	1.41	13.4	2.54	1.74
11:00	5.23	3.25	239.3	27.1	-0.35	1.34	14.3	2.47	2.15
11:10	5.58	3.28	230.3	26.9	-0.60	1.47	14.8	2.48	2.21
11:20	5.60	2.33	247.9	17.5	-0.58	1.13	11.4	1.71	1.64
11:30	5.35	2.91	254.1	20.0	-0.55	1.21	12.8	2.51	1.56
11:40	4.89	3.08	247.0	27.3	-0.33	1.24	14.3	2.12	2.26

KFA-TURM: MESSHÖHE = 50 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
10:50	8.92	2.69	234.1	11.8	-0.41	1.24	7.9	2.12	1.68
11:00	7.67	3.01	242.7	16.2	-0.15	1.28	9.5	2.14	2.12
11:10	7.98	3.08	236.0	15.1	-0.24	1.40	10.0	2.39	1.95
11:20	7.57	2.31	246.3	11.3	-0.37	1.10	8.3	1.88	1.36
11:30	7.33	2.75	252.9	12.4	-0.44	1.06	8.2	2.40	1.40
11:40	7.00	2.98	248.5	17.3	-0.14	1.15	9.3	2.03	2.19

KFA-TURM: MESSHÖHE = 120. M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
10:50	11.29	1.62	231.9	6.0	-0.48	0.89	4.5	1.15	1.14
11:00	10.10	2.66	242.6	11.6	-0.08	1.33	7.5	2.05	1.70
11:10	10.26	2.70	240.1	9.4	-0.04	1.27	7.0	2.22	1.54
11:20	9.61	2.08	247.9	8.5	-0.26	1.06	6.3	1.63	1.30
11:30	8.65	2.13	252.0	7.0	-0.19	0.88	5.8	1.90	1.00
11:40	8.48	1.93	243.6	10.1	-0.16	1.06	7.1	1.29	1.44

SA = Standardabweichung

SA (Geschw.), Longit = Stand.abw. der Windgeschw.
in mittl. Windrichtung

Lateral = Stand.abw. der Windgeschw.
quer zur mittl. Windrichtung

Vertikalwind: Aufwind = Positive Werte

TABELLE A-12d : ULTRASCHALLANEMOMETERMESSUNGEN
 ABFRAGEZYKLUS: 1 HZ

27.07.88

KFA-TURM: MESSHÖHE = 50 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
14:40	4.55	2.47	268.0	23.0	0.06	0.90	11.2	1.64	1.84
14:50	5.22	2.37	270.1	21.9	-0.04	0.96	10.4	1.82	1.52
15:00	5.36	2.74	257.5	21.9	0.08	1.05	11.1	1.85	2.01
15:10	4.57	2.20	256.2	19.7	0.01	0.91	11.2	1.60	1.50
15:20	4.90	2.35	248.5	21.6	-0.02	0.98	11.3	1.71	1.61
15:30	3.84	1.50	260.5	17.5	-0.07	0.59	8.7	1.04	1.08

KFA-TURM: MESSHÖHE = 120 M

UHRZEIT	HORIZONTALWIND				VERTIKALWIND			SA (GESCHW.)	
	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	RICHTUNG (GRAD)	SA (GRAD)	GESCHW. (M/S)	SA (M/S)	SA (GRAD)	LONGIT. (M/S)	LATERAL (M/S)
14:40	5.57	2.08	265.3	17.2	0.15	0.96	9.8	1.28	1.64
14:50	5.54	2.28	264.1	19.1	0.39	1.10	11.2	1.52	1.67
15:00	6.94	2.39	258.9	16.1	-0.05	0.99	8.1	1.52	1.84
15:10	5.19	1.81	258.1	15.6	0.26	0.93	10.1	1.25	1.28
15:20	5.36	1.81	246.9	13.9	0.38	0.96	10.1	1.32	1.18
15:30	4.56	1.35	259.1	12.7	0.01	0.67	8.4	0.87	1.03

SA = Standardabweichung

SA (Geschw.), Longit = Stand.abw. der Windgeschw.
in mittl. Windrichtung

Lateral = Stand.abw. der Windgeschw.
quer zur mittl. Windrichtung

Vertikalwind: Aufwind = Positive Werte

TABELLE: A2-e : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS HANNOVER, 1. 7.87

ZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																							
	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m
12:40	4.9	3.1	4.8	6.0	6.0	6.5	5.1	5.3	5.6	6.0	5.2	5.0	5.6	5.6	7.1	6.1	6.1		6.6		7.5	6.1		
12:50		3.5	5.0	4.6	6.0	6.3	5.1	6.1	6.9	7.5	6.1	5.6	6.1	6.6	5.7		6.9		7.2	6.8	8.2			
13: 0																								
13:10	4.9	3.9	5.3	5.9	5.8	6.1	6.4	5.4	6.1	6.3	5.9	6.3	5.6	5.8	5.6	7.1	6.6	7.8	8.7	6.2	8.2	5.5		
13:20		3.5	4.4	5.5	5.5	7.4	6.6	6.4	6.8	6.2	7.1	6.1	5.5	5.9		5.4		8.5		5.7		24.9		
13:30		4.0	4.3	4.9	4.6	4.7	5.2	4.7	5.1	6.1	6.4	5.8	6.7	7.5	6.1	7.5	6.2	6.5		6.5		7.7	9.6	

ZEIT	VERTIKALGESCHWINDIGKEIT IN (cm/s)																							
	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m
12:40	-11	21	5	10	6	19	56	53	63	51	60	62	68	71	58	77	51	49	55	52		115		430
12:50	3	27	16	23	20	48	93	65	32	48	92	85	74	41	118	80	92	77	133	32	64	35	29	-7
13: 0																								
13:10	-5	-7	21	33	63	44	28	61	38	69	61	93	96	132	104	77	157	76	46	80	78	169		
13:20	-2	75	42	62	88	215	67	181	109	118	127	121	80	50	86	106	25	18	142	38	35		399	
13:30	3	29	27	74	83	109	118	109	54	59	82	104	117	80	58	29	106	81	172	225	71	74		

ZEIT	WINDRICHTUNG IN (Grad)																							
	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m
12:40	319	314	316	320	322	319	308	312	305	308	305	303	316	309	313	301	304		301		320	266		
12:50		296	305	313	304	300	286	299	308	305	289	288	285	306	276		275		258	289	267			
13: 0																								
13:10	321	319	306	302	295	305	306	300	304	296	299	283	288	281	295	298	277	304	309	292	295	250		
13:20		274	282	289	282	238	291	246	267	274	275	271	288	302		288		315		330		35		
13:30		311	311	295	288	279	271	277	299	296	290	296	283	289	292	305	274	295		247		280	302	

	RUECKSTREUAMPLITUDE IN (mV)																							
ZEIT	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m
12:40	599	589	441	463	374	328	305	268	213	204	159	153	130	108	64	46	39	35	34	30		31		26
12:50	628	703	591	559	495	458	368	295	238	186	160	143	122	106	87	73	70	58	46	36	33	32	33	28
13: 0																								
13:10	622	705	681	480	382	301	297	251	232	187	181	169	118	113	98	75	62	56	40	37	29	25		
13:20	661	716	629	512	348	294	307	252	236	286	160	163	129	106	78	62	52	43	36	32	29		16	
13:30	678	738	709	626	611	554	504	458	357	307	238	176	129	104	88	71	60	45	40	36	30	26		

FORTSETZUNG TABELLE A2-e:

ZEIT	STANDARDABWEICHUNG VERTIKALGESCHWINDIGKEIT IN (cm/s)																							
	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m
12:40	78	69	70	65	68	69	74	78	80	85	88	84	79	71	96	104	117	107	108	121		122		
12:50	95	96	90	86	90	91	94	97	96	97	91	104	100	106	103	95	90	101	108	110	106	107	118	77
13: 0																								
13:10	85	88	71	81	79	92	85	83	90	94	81	91	102	93	107	86	107	102	118	112	123	119		
13:20	93	96	86	82	98	120	112	122	114	98	110	105	103	95	95	94	82	73	75	83	48			
13:30	87	95	81	80	76	87	90	84	92	84	80	84	95	90	94	98	99	102	129	135	111	99		

ZEIT	STANDARDABWEICHUNG VERTIKALWIND IN (Grad)																							
	20m	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m	440m	460m	480m
12:40	9	13	8	6	7	6	8	8	8	8	10	10	8	7	8	10	11		9			11		
12:50		15	10	11	9	8	11	9	8	7	9	11	9	9	10		7		9	9	7			
13: 0																								
13:10	10	13	8	8	8	9	8	9	8	8	8	8	10	9	11	7	9	8	8	10	9	12		
13:20		15	11	9	10	9	10	11	10	9	9	10	11	9		10		5		8				
13:30		14	11	9	9	10	10	10	10	8	7	8	8	7	9	8	9	9		12		7		

[illegible]

TABELLE A2-g : METEOROLOGISCHE DATEN DES SODARS KARLSRUHE, 1. 7.87

ZEIT	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40	7.8	6.2	6.1	5.7	6.1	5.4	6.9	6.7	6.6	6.7	5.0	5.5	4.9	6.8	5.8	5.1	7.2	5.6	5.6	4.8
12:50	7.8	6.2	6.1	5.7	6.1	5.4	6.9	6.7	6.6	6.7	5.0	5.5	4.9	6.8	5.8	5.1	7.2	5.6	5.6	4.8
13: 0	7.8	6.2	6.1	5.7	6.1	5.4	6.9	6.7	6.6	6.7	5.0	5.5	4.9	6.8	5.8	5.1	7.2	5.6	5.6	4.8
13:10	5.1	6.3	6.9	6.1	7.4	7.0	7.8	7.9	4.5	4.4	6.9	4.7	6.8	6.9	7.8	7.9	7.7	8.2	7.8	8.5
13:20	5.1	6.3	6.9	6.1	7.4	7.0	7.8	7.9	4.5	4.4	6.9	4.7	6.8	6.9	7.8	7.9	7.7	8.2	7.8	8.5
13:30	5.1	6.3	6.9	6.1	7.4	7.0	7.8	7.9	4.5	4.4	6.9	4.7	6.8	6.9	7.8	7.9	7.7	8.2	7.8	8.5

ZEIT	VERTIKALGESCHWINDIGKEIT IN (cm/s)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40	-28	-21	-21	-10	-37	-39	-32	-21	-28	-20	-50	-39	-52	-32	-46	-45	-23	-42	-49	-47
12:50	-28	-21	-21	-10	-37	-39	-32	-21	-28	-20	-50	-39	-52	-32	-46	-45	-23	-42	-49	-47
13: 0	-28	-21	-21	-10	-37	-39	-32	-21	-28	-20	-50	-39	-52	-32	-46	-45	-23	-42	-49	-47
13:10	-18	-9	-12	-6	-24	-33	-21	-32	-59	-59	-26	-53	-35	-15	-31	-36	-18	-32	-23	-58
13:20	-18	-9	-12	-6	-24	-33	-21	-32	-59	-59	-26	-53	-35	-15	-31	-36	-18	-32	-23	-58
13:30	-18	-9	-12	-6	-24	-33	-21	-32	-59	-59	-26	-53	-35	-15	-31	-36	-18	-32	-23	-58

ZEIT	WINDRICHTUNG IN (Grad)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40	297	307	313	310	314	313	306	308	305	311	308	309	303	304	301	306	299	305	304	312
12:50	297	307	313	310	314	313	306	308	305	311	308	309	303	304	301	306	299	305	304	312
13: 0	297	307	313	310	314	313	306	308	305	311	308	309	303	304	301	306	299	305	304	312
13:10	304	296	305	299	303	300	298	300	301	306	294	296	290	291	299	298	302	303	297	291
13:20	304	296	305	299	303	300	298	300	301	306	294	296	290	291	299	298	302	303	297	291
13:30	304	296	305	299	303	300	298	300	301	306	294	296	290	291	299	298	302	303	297	291

ZEIT	RUECKSTREUAMPLITUDE IN (mV)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40	208	327	265	228	175	131	139	124	127	118	109	99	88	93	87	94	94	89	85	98
12:50	208	327	265	228	175	131	139	124	127	118	109	99	88	93	87	94	94	89	85	98
13: 0	208	327	265	228	175	131	139	124	127	118	109	99	88	93	87	94	94	89	85	98
13:10	185	356	317	254	229	177	188	137	128	109	133	96	100	103	84	76	79	77	77	70
13:20	185	356	317	254	229	177	188	137	128	109	133	96	100	103	84	76	79	77	77	70
13:30	185	356	317	254	229	177	188	137	128	109	133	96	100	103	84	76	79	77	77	70

FORTSETZUNG TABELLE A2-g:

ZEIT	STANDARDABWEICHUNG VERTIKALGESCHWINDIGKEIT IN (cm/s)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40	10	41	51	47	45	46	50	54	53	53	56	56	52	52	56	56	53	51	55	62
12:50	10	41	51	47	45	46	50	54	53	53	56	56	52	52	56	56	53	51	55	62
13: 0	10	41	51	47	45	46	50	54	53	53	56	56	52	52	56	56	53	51	55	62
13:10	52	40	47	55	56	61	64	62	55	53	60	62	59	60	61	58	49	47	59	69
13:20	52	40	47	55	56	61	64	62	55	53	60	62	59	60	61	58	49	47	59	69
13:30	52	40	47	55	56	61	64	62	55	53	60	62	59	60	61	58	49	47	59	69

ZEIT	STANDARDABWEICHUNG WINDRICHTUNG IN (Grad)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40		4	10	8	5	5	4	4	3	2	1	3	5	3	1	1	1	1	2	8
12:50		4	10	8	5	5	4	4	3	2	1	3	5	3	1	1	1	1	2	8
13: 0		4	10	8	5	5	4	4	3	2	1	3	5	3	1	1	1	1	2	8
13:10		1	3	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	6	4	3	8
13:20		1	3	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	6	4	3	8
13:30		1	3	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	6	4	3	8

ZEIT	STANDARDABWEICHUNG RUECKSTREUAMPLITUDE IN (mV)																			
	40m	60m	80m	100m	120m	140m	160m	180m	200m	220m	240m	260m	280m	300m	320m	340m	360m	380m	400m	420m
12:40	16	32	58	78	67	88	77	81	65	57	65	48	40	48	41	43	35	40	54	42
12:50	16	32	58	78	67	88	77	81	65	57	65	48	40	48	41	43	35	40	54	42
13: 0	16	32	58	78	67	88	77	81	65	57	65	48	40	48	41	43	35	40	54	42
13:10	13	27	47	59	77	66	62	76	69	61	96	64	58	50	53	58	42	46	39	32
13:20	13	27	47	59	77	66	62	76	69	61	96	64	58	50	53	58	42	46	39	32
13:30	13	27	47	59	77	66	62	76	69	61	96	64	58	50	53	58	42	46	39	32

TABELLE A2-h : RADIOSONDE ESSEN, AUFSTIEG NR.86
VON 13: 0 BIS 13:23

1. 7.87

ZEIT SEIT START IN (min)	HOEHE UEBER GRUND IN (m)	TEMPERATUR IN (Grad C)	FEUCHTTTEMPERATUR IN (Grad C)	FEUCHTE IN (%)	DRUCK IN (hPa)
0.00	1	22.0	15.9	53	1010
0.45	90	21.0	15.1	53	1000
2.95	756	13.8	11.7	79	925
4.05	940	11.9	10.3	83	905
6.10	1222	10.3	7.8	73	875
6.85	1308	9.7	7.9	80	866
7.20	1356	10.0	6.7	65	861
8.00	1463	11.0	7.0	59	850
8.75	1572	11.0	7.0	59	839
12.80	2241	7.3	5.3	77	774
15.30	2644	6.3	3.3	66	737
17.05	2869	4.4	1.9	70	717
17.75	2971	4.1	0.6	58	708
18.45	3064	3.8	0.5	60	700
20.15	3287	2.5	-0.3	65	681
20.60	3358	2.0	0.2	76	675
22.70	3687	0.5	-2.3	63	648

TABELLE A2-i : RADARWIND-DATEN ESSEN, AUFSTIEG NR.86
VON 13: 0 BIS 13:12

1. 7.87

ZEIT SEIT START IN (min)	HOEHE UEBER GRUND IN (m)	WINDGESCHWINDIGKEIT IN (m/s)	WINDRICHTUNG IN (Grad)
0.33	33	5.10	329
0.67	88	5.30	291
1.00	135	4.80	304
1.33	189	5.40	302
1.67	249	4.80	309
2.00	304	5.90	315
2.33	360	4.00	305
2.67	418	4.20	298
3.00	473	3.00	294
3.33	527	4.40	293
3.67	572	2.90	295
4.00	615	3.20	296
4.33	662	3.30	282
4.67	715	4.10	290
5.00	773	4.80	288
5.33	826	4.40	287
5.67	872	4.60	292
6.00	918	5.00	290
6.33	973	5.80	285
6.67	1027	6.30	283
7.00	1078	6.80	279
7.33	1132	7.80	280
7.67	1185	7.30	282
8.00	1234	7.30	283
8.33	1286	7.60	287
8.67	1342	8.10	287
9.00	1403	8.50	286
9.33	1463	8.20	280
9.67	1527	8.40	280
10.00	1595	8.00	278
10.33	1637	5.30	272
10.67	1684	8.40	275
11.00	1754	10.30	274
11.33	1819	10.30	275
11.67	1884	11.50	269

TABELLE A2-J : PILOTBALLON ESSEN, AUFSTIEG NR. 48
VON 12:57 BIS 13: 4

1. 7.87

ZEIT SEIT START IN (min)	x- KOORD. IN (m)	y- KOORD. IN (m)	z- KOORD. IN (m u MS)	FLUGWEG IN x,y EBENE IN (m)	FLUGWEG IM x,y,z RAUM IN (m)	BALLONGESCHWINDIGKEITSKOMponentEN			MOMENTANE WINDRICHTUNG IN x,y-EBENE IN (Grad)
						u IN (m/s)	v IN (m/s)	w IN (m/s)	
1.00	30019	45516	115	91	93	2.07	0.41	0.32	267
1.50	30084	45518	126	155	159	2.23	0.13	0.35	269
2.00	30153	45503	136	226	230	2.24	-0.56	0.49	282
2.50	30211	45464	155	297	303	2.28	-1.11	0.96	304
3.00	30277	45416	193	378	393	2.42	-1.20	1.71	306
3.50	30343	45370	258	459	497	2.66	-0.71	2.50	305
4.00	30428	45349	343	546	619	3.19	-0.11	2.89	284
4.50	30531	45333	431	650	755	3.51	0.06	2.96	279
5.00	30637	45319	521	757	894	3.68	0.27	2.90	277
5.50	30752	45314	605	872	1037	4.02	0.63	2.71	273
6.00	30881	45319	683	1001	1188	4.58	0.89	2.19	268
6.50	31031	45324	736	1152	1348	5.14	0.82	1.30	268

TABELLE A2-k : TETROON, AUFSTIEG NR. 5 1. 7.87
 VON 13: 4 BIS 13:36 (hier sind nur Daten bis 13:15 dargestellt)

ZEIT SEIT START IN (min)	x- KOORD. IN (m)	y- KOORD. IN (m)	z- KOORD. IN (m u MS)	FLUGWEG IN x,y EBENE IN (m)	FLUGWEG IM x,y,z RAUM IN (m)	TETROONGESCHWINDIGKEITSKOMPONENTEN u IN (m/s)	v IN (m/s)	w IN (m/s)	VERTIKAL- GESCHWINDIGKEIT IN (m/s)	MOMENTANE WINDRICHTUNG IN x,y-EBENE IN (Grad)
1.17	27939	45021	157	143	160	3.39	0.59	1.22	0.78	292
1.33	27972	45005	169	179	199	3.61	0.51	1.25	0.83	296
1.50	28005	44989	182	216	238	3.70	0.48	1.38	0.98	296
1.67	28038	44971	197	254	278	3.78	0.36	1.51	1.13	297
1.83	28071	44952	212	292	319	4.01	0.20	1.59	1.23	300
2.00	28107	44930	228	334	364	4.15	0.05	1.57	1.25	302
2.17	28141	44906	244	375	408	4.16	-0.14	1.50	1.20	305
2.33	28174	44881	259	417	453	4.41	-0.29	1.56	1.28	307
2.50	28211	44852	275	463	502	4.61	-0.35	1.58	1.34	308
2.67	28247	44823	290	510	551	4.48	-0.51	1.44	1.25	309
2.83	28279	44794	304	554	597	4.54	-0.69	1.22	1.07	312
3.00	28314	44761	314	601	646	4.64	-0.82	0.99	0.89	313
3.17	28347	44728	324	648	693	4.67	-0.92	0.82	0.84	315
3.33	28381	44693	331	697	742	4.76	-1.00	0.58	0.67	315
3.50	28414	44658	335	745	791	4.64	-1.13	0.33	0.45	317
3.67	28445	44623	338	792	838	4.40	-1.26	0.11	0.24	319
3.83	28473	44588	337	837	883	4.40	-1.29	-0.08	0.04	321
4.00	28504	44552	336	884	930	4.36	-1.24	-0.22	-0.10	320
4.17	28531	44518	333	927	974	4.25	-1.13	-0.43	-0.33	320
4.33	28561	44486	327	972	1018	4.26	-1.05	-0.68	-0.61	318
4.50	28590	44453	319	1015	1062	4.24	-0.99	-0.86	-0.93	318
4.67	28620	44421	310	1059	1107	4.15	-0.86	-0.95	-1.07	316
4.83	28649	44392	300	1100	1149	4.02	-0.75	-0.97	-1.13	315
5.00	28678	44364	291	1141	1191	3.96	-0.64	-1.02	-1.21	314
5.17	28708	44337	280	1180	1232	3.88	-0.56	-1.04	-1.26	313
5.33	28736	44311	270	1219	1272	3.91	-0.40	-1.02	-1.26	312
5.50	28768	44287	260	1259	1313	4.00	-0.22	-1.00	-1.27	308
5.67	28800	44263	250	1299	1355	3.85	-0.16	-0.87	-1.16	306
5.83	28830	44241	242	1336	1392	3.75	-0.14	-0.70	-1.01	307
6.00	28861	44219	236	1374	1431	3.70	-0.08	-0.64	-0.96	305
6.17	28890	44198	229	1410	1468	3.65	-0.08	-0.58	-0.90	305
6.33	28920	44176	224	1447	1505	3.72	-0.06	-0.44	-0.77	305
6.50	28951	44155	221	1485	1542	3.67	-0.06	-0.27	-0.61	305
6.67	28980	44134	219	1521	1579	3.64	-0.11	-0.16	-0.50	305
6.83	29010	44112	217	1557	1615	3.67	-0.17	-0.05	-0.40	306
7.00	29039	44090	218	1594	1652	3.68	-0.19	0.09	-0.25	307
7.17	29069	44068	219	1631	1689	3.72	-0.13	0.20	-0.14	307
7.33	29099	44046	222	1669	1727	3.76	-0.08	0.35	0.01	306
7.50	29130	44025	226	1706	1765	3.83	-0.06	0.43	0.10	305
7.67	29162	44002	231	1745	1804	3.89	-0.10	0.47	0.15	305
7.83	29193	43979	236	1784	1843	3.92	-0.22	0.56	0.24	306
8.00	29225	43955	242	1824	1883	3.93	-0.30	0.64	0.33	308
8.17	29255	43930	249	1863	1923	3.88	-0.30	0.68	0.39	309
8.33	29285	43906	255	1901	1962	3.92	-0.25	0.65	0.37	309
8.50	29317	43882	262	1941	2002	3.97	-0.19	0.66	0.39	307
8.67	29349	43859	268	1981	2043	3.95	-0.18	0.70	0.45	307
8.83	29381	43835	276	2020	2083	4.02	-0.15	0.67	0.44	306
9.00	29414	43811	282	2061	2124	4.09	-0.19	0.60	0.39	306
9.17	29446	43786	288	2102	2166	4.14	-0.19	0.53	0.33	307
9.33	29480	43761	293	2144	2208	4.15	-0.16	0.46	0.27	306
9.50	29513	43737	297	2186	2249	4.23	-0.19	0.39	0.21	306
9.67	29548	43711	300	2229	2293	4.36	-0.17	0.40	0.23	307
9.83	29584	43685	305	2273	2337	4.41	-0.11	0.40	0.25	306
10.00	29620	43660	308	2317	2381	4.48	-0.07	0.40	0.27	305
10.17	29657	43634	313	2363	2427	4.62	-0.11	0.41	0.30	305
10.33	29695	43606	316	2409	2474	4.66	-0.16	0.42	0.33	306
10.50	29733	43579	321	2456	2521	4.68	-0.17	0.47	0.42	306

Anhang B:

Beschreibung der Datensätze der 2. Intensivmeßphase und der Ausbreitungsexperimente 1 - 12 auf Magnetband

Vom 29. Juni bis zum 3. Juli 1987 fand im Bereich der Abraumhalde 'Sophienhöhe' die 2. Intensivmeßphase mit 17 verschiedenen Meßstationen statt. Die in diesem Zeitraum gesammelten meteorologischen Daten sind zusammengefaßt und in einer einheitlichen Form auf das Magnetband KFAIMP87 gebracht worden. Im Anschluß an diesen Datensatz sind auf dem gleichen Magnetband KFAIMP87 die während der Ausbreitungsexperimente 1 - 12 gewonnenen Daten, so wie sie in Kap. 4.2 und Anhang A dargestellt sind, enthalten.

B 1 Kenngrößen des Magnetbandes

Name:	KFAIMP87
Code:	EBCDIC, formatiert
Dichte:	6250 Bpl
Spuren:	9
Label:	NL
Recordformat:	F
Recordlänge:	von File zu File verschieden
Blocklänge:	von File zu File verschieden
Inhalt:	30 Datenfiles, 1 Programmfile

B 2 Struktur der Files

Filetyp 1

Daten kontinuierlich messender Stationen sind in folgender Form, im Text als Typ 1 bezeichnet, organisiert:

- 1. Record:
 - Nummer der Station,
 - Name der Station,
 - Anfangsdatum, Enddatum der Meßreihe
(jeweils: Jahr, Monat, Tag, Stunde in MEZ),
 - Anzahl np der Parameter

Format: A(2), A(30), 8 F(3), F(3)

- Folgende np Records:
 - Parameterkennung (siehe Parameterliste)
 - Anzahl Meßhöhen (m_i ; $i = 1, \dots, np$)
 - m_i Höhen

Format: F(2), F(2), m_i F(6,1)

- Übrige Records:

Entweder:

- Datenkennung = '1'
- Datum des Zehnminutenintervalls (Monat, Tag, Stunde, Minute in MEZ)
- Meßwerte (für jeden Parameter jeweils alle Höhen) ($mp = \sum_{i=1}^{np} m_i$)
(9.9999E + 04 steht für Meßausfall)

Format: A(1), F(5), 3F(3), mp E(11,4)

Oder:

- Meßausfallkennung = '2'
- Anzahl Zehnminutenintervalle, in denen für alle Höhen aller Parameter Meßausfälle stehen

Format: A(1), F(5)

Beispiel zu Typ 1

Andruck der ersten Records der Station 1

```
01TURM KFA                        87  6 29 12 87  7  3 12  8
  1 8    2.0  10.0  20.0  30.0  50.0  80.0 100.0 117.5
  7 3    30.0  50.0 117.5
10 8    2.0  10.0  20.0  30.0  50.0  80.0 100.0 117.5
13 1     1.0
14 1     1.0
15 1    30.0
16 1    30.0
20 3    30.0  50.0 117.5
1    6 29 11 10 7.1667E-01 1.1533E+00 1.5533E+00 1.5133E+00 1.6833E+00 1.96...
1    6 29 11 20 6.7000E-01 8.1667E-01 1.2600E+00 1.2267E+00 1.6567E+00 1.90...
1    6 29 11 30 8.6667E-01 1.2767E+00 1.7467E+00 1.9100E+00 2.0500E+00 1.91...
.
.
.
```

Filetyp 2

Ballon- und Sondenaufstiegsdaten sind in folgender, als Typ 2 bezeichneten Form organisiert:

- 1. Record:
 - Nummer der Station
 - Name der StationFormat: A(2), A(30)
- 2. Record:
 - Anzahl der Parameter (np)
 - Anzahl der Aufstiege (na)Format: F(3), F(3)
- 3. Record:
 - np Parameterkennungen (siehe Parameterliste)Format: np F(3)
- 4. bis (na + 3). Record:
 - Anzahl der Datenrecords jeweils eines AufstiegsFormat: F(4)
- Übrige Records: Pro Aufstieg jeweils ein Headerrecord, sowie die entsprechende Anzahl Datenrecords. Die Reihenfolge der Datenrecords entspricht dem zeitlichen Ablauf des Aufstiegs.

Headerrecord:

- 'H' Kennung für Aufstiegsheader
 - Anfangs- und Endzeit des Aufstiegs
(jeweils Jahr, Monat, Tag, Stunde und Minute in MEZ)
- Format: A(1), 10 F(3)

Datenrecord:

- 'D' Kennung für Datenrecord
 - Meßwerte; alle Parameter für eine Höhe
(9.9999E + 04 steht für Meßausfall)
- Format: A(1), np E(11,4)

Beispiel zu Typ 2

Andruck der ersten Records der Station 12

12RADIOSONDE ESSEN

6 20

10 11 12 13 23 24

13

12

15

13

16

16

13

17

15

17

17

16

17

12

14

13

12

11

12

16

H 87 6 29 13 0 87 6 29 13 20

D 2.7000E+01 2.1200E+01 5.9000E+01 1.0130E+03 1.0000E+00 0.0000E+00

D 2.5700E+01 2.0700E+01 6.4000E+01 1.0000E+03 1.1700E+02 4.5000E-01

D 2.0000E+01 1.7300E+01 7.7000E+01 9.4100E+02 6.4800E+02 2.5500E+00

.

.

.

B 3 Informationen zu den einzelnen Files

1.

- Station: TURM KFA
- Label: 1
- Anzahl Records: 586
- Format: F, LRECL 301
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(2,10,20,30,50,80,100,117.5m),
Windrichtung(30,50,117.5m),
Trockentemperatur(2,10,20,30,50,80,100,117.5m),
Druck(1m), Niederschlag(1m),
Sonnenscheindauer(30m), Strahlungsbilanz(30m),
Standardabweichung Windrichtung(30,50,117.5m)
- Bemerkung: Die Vektorwindfahnenmessungen sind nicht im Datensatz enthalten, da sie nicht 10-Minuten-Mittelwerte repräsentieren (vgl. Kap. 3.1).
Für die Ausbreitungsexperimente sind jedoch die Messungen in Anhang A enthalten.

2.

- Station: TURM RHEINBRAUN
- Label: 2
- Anzahl Records: 589
- Format: F, LRECL 114
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(2,5,10m), Windrichtung(10m),
Trockentemperatur(0.2,2m), Feuchte(2m),
Niederschlag, Sonnenscheindauer

3.

- Station: TURM 1 SOPHIENHÖHE
- Label: 3
- Anzahl Records: 594
- Format: F, LRECL 180

- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(5,10m),
Vertikalgeschwindigkeit(10m),
Vertikalgeschwindigkeit abwärts(10m),
Häufigkeit der Abwinde(10m),
Vertikalgeschwindigkeit aufwärts(10m),
Häufigkeit der Aufwinde(10m), Windrichtung(10m),
Trockentemperatur(2,10m), Feuchtttemperatur(2,10m),
Standardabweichung Windgeschwindigkeit(5,10m),
Standardabweichung Windrichtung(10m)

4.

- Station: TURM 2 SOPHIENHÖHE
- Label: 4
- Anzahl Records: 594
- Format: F, LRECL 224
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(2,6,11,15m),
Vertikalgeschwindigkeit(15m),
Vertikalgeschwindigkeit abwärts(15m),
Häufigkeit der Abwinde(15m),
Vertikalgeschwindigkeit aufwärts(15m),
Häufigkeit der Aufwinde(15m), Windrichtung(15m),
Trockentemperatur(2,13m), Feuchtttemperatur(2,13m),
Standardabweichung Windgeschwindigkeit(2,6,11,15m) ,
Standardabweichung Windrichtung(15m)

5.

- Station: TURM 3 SOPHIENHÖHE
- Label: 5
- Anzahl Records: 594
- Format: F, LRECL 180
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(5,10m)
Vertikalgeschwindigkeit(10m),
Vertikalgeschwindigkeit abwärts(10m),
Häufigkeit der Abwinde(10m),
Vertikalgeschwindigkeit aufwärts(10m),
Häufigkeit der Aufwinde(10m), Windrichtung(10m),

Trockentemperatur(2,10m), Feuchttemperatur(2,10m),
Standardabweichung Windgeschwindigkeit(5,10m),
Standardabweichung Windrichtung(10m)

6.

- Station: TURM 4 SOPHIENHÖHE
- Label: 6
- Anzahl Records: 594
- Format: F, LRECL 224
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(2,6,11,15m),
Vertikalgeschwindigkeit(15m),
Vertikalgeschwindigkeit abwärts(15m),
Häufigkeit der Abwinde(15m),
Vertikalgeschwindigkeit aufwärts(15m),
Häufigkeit der Aufwinde(15m), Windrichtung(15m),
Trockentemperatur(2,13m), Feuchttemperatur(2,13m),
Standardabweichung Windgeschwindigkeit(2,6,11,15m),
Standardabweichung Windrichtung(15m)

7.

- Station: TURM 5 SOPHIENHÖHE
- Label: 7
- Anzahl Records: 594
- Format: F, LRECL 224
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit(2,6,11,15m),
Vertikalgeschwindigkeit(15m),
Vertikalgeschwindigkeit abwärts(15m),
Häufigkeit der Abwinde(15m),
Vertikalgeschwindigkeit aufwärts(15m),
Häufigkeit der Aufwinde(15m), Windrichtung(15m),
Trockentemperatur(2,13m), Feuchttemperatur(2,13m),
Standardabweichung Windgeschwindigkeit(2,6,11,15m),
Standardabweichung Windrichtung(15m)

8.

- Station: SODAR ESSEN
- Label: 8
- Anzahl Records: 495
- Format: F, LRECL 1335
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit,
Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Windrichtung, Rückstreuamplitude,
Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
alle Meßgrößen von 40 m bis 500 m
in 20 m Schritten

9.

- Station: SODAR KFA
- Label: 9
- Anzahl Records: 573
- Format: F, LRECL 2127
- Struktur: Typ 1
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit,
Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Windrichtung, Rückstreuamplitude,
Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Standardabweichung Windrichtung,
Standardabweichung Rückstreuamplitude,
Dissipationsrate
alle Meßgrößen von 40 m bis 500 m
in 20 m Schritten

10.

- Station: SODAR KARLSRUHE
- Label: 10
- Anzahl Records: 294
- Format: F, LRECL 1555
- Struktur: Typ 1

- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit,
Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Windrichtung, Rückstreuamplitude,
Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Standardabweichung Windrichtung,
Standardabweichung Rückstreuamplitude,
alle Meßgrößen von 40 m bis 420 m
in 20 m Schritten
- Bemerkung: 3 × 10 Minuten gleiche Werte

11.

- Station: SODAR HANNOVER
- a.
 - Label: 11
 - Anzahl Records 48
 - Format: F, LRECL 1599
 - Struktur: Typ 1
 - Meßgrößen: Windgeschwindigkeit,
Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Windrichtung, Rückstreuamplitude,
Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Standardabweichung Vertikalwind,
alle Meßgrößen von 20 m bis 365 m
in 15 m Schritten
 - Bemerkung: Daten bis 29.06.87 19 Uhr
- b.
 - Label: 12
 - Anzahl Records 515
 - Format: F, LRECL 1599
 - Struktur: Typ 1
 - Meßgrößen: Windgeschwindigkeit,
Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Windrichtung, Rückstreuamplitude,
Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit[cm/s],
Standardabweichung Vertikalwind,
alle Meßgrößen von 20 m bis 480 m
in 20 m Schritten
 - Bemerkung: Daten ab 29.06.87 19 Uhr

12.

- Station: RADIOSONDE ESSEN
- Label: 13
- Anzahl Aufstiege: 20
- Anzahl Records: 330
- Format: F, LRECL 67
- Struktur: Typ 2
- Meßgrößen: Trockentemperatur, Feuchttemperatur, Feuchte, Druck, Höhe über Grund, Zeit seit Start

13.

- Station: RADIOSONDE KÖLN
- Label: 14
- Anzahl Aufstiege: 19
- Anzahl Records: 15425
- Format: F, LRECL 56
- Struktur: Typ 2
- Meßgrößen: Trockentemperatur, Feuchte, Druck, Höhe über Grund, Zeit seit Start
- Bemerkung:
 - Die Aufstiegsdaten wurden nur bis zu einer Höhe von 5000 m berücksichtigt.
 - Die Höhe wurde wie folgt aus den zugehörigen Druck- und Temperaturwerten und den Messungen der nächsttieferen Höhe ermittelt:

$$z = z_0 - \frac{T_m \cdot R}{g} \cdot \ln\left(\frac{p}{p_0}\right)$$

$$\text{mit: } T_m = \frac{T_0 + T}{2}$$

z_0, T_0, p_0 Schicht n

z, T, p Schicht n + 1

$R = 286.8 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{grad}^{-1}$

$g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2}$

T [°K], p [hPa], z [m]

14.

- Station: RAWINSONDE ESSEN
- Label: 15
- Anzahl Aufstiege: 83
- Anzahl Records: 5147
- Format: F, LRECL 45
- Struktur: Typ 2
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Höhe über Grund, Zeit seit Start

15.

- Station: FESSELSONDE KÖLN
- Label: 16
- Anzahl Records: 334
- Format: F, LRECL 78
- Struktur: Typ 2
- Meßgrößen: Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Trockentemperatur, Feuchttemperatur, Feuchte, Druck, Höhe über Grund
- Bemerkung: Mit einem Programm der Uni Köln wurden die Feuchte und die Höhe über Grund bestimmt.

16.

- Station: PILOTBALLON ESSEN
- Label: 17
- Anzahl Aufstiege: 34
- Anzahl Records: 546
- Format: F, LRECL 122
- Struktur: Typ 2
- Meßgrößen: Zeit sei Start, X-Koordinate, Y-Koordinate, Z-Koordinate, Flugweg in der X,Y-Ebene, Flugweg im X,Y,Z-Raum, Ballongeschwindigkeitskomponente u,

Ballongeschwindigkeitskomponente v,
Ballongeschwindigkeitskomponente w,
Vertikalgeschwindigkeit (mit Tetroom-Programm
errechnet, aber nicht sinnvoll),
Momentane Windrichtung in der X,Y-Ebene

17.

- Station: TETROON
- Label: 18
- Anzahl Aufstiege: 9
- Anzahl Records: 2266
- Format: F, LRECL 122
- Struktur: Typ 2
- Meßgrößen: Zeit sei Start, X-Koordinate, Y-Koordinate,
Z-Koordinate, Flugweg in der X,Y-Ebene,
Flugweg im X,Y,Z-Raum,
Tetroongeschwindigkeitskomponente u,
Tetroongeschwindigkeitskomponente v,
Tetroongeschwindigkeitskomponente w,
Vertikalgeschwindigkeit,
Momentane Windrichtung in der X,Y-Ebene

B 4 Struktur der Daten der Ausbreitungsexperimente

Die Daten zu den Ausbreitungsexperimenten sind in Tabellenform auf das Band gebracht worden. Die Tabellen sind in Kap. 4.2 und Anhang A beschrieben. Zu jedem der 12 Ausbreitungsexperimente findet man zuerst eine Tabelle der Konzentrationsmessungen, dann die meteorologischen Daten des KFA-Turms und der Masten auf der Sophienhöhe und falls vorhanden Daten des Sodars der KFA und der Ultraschallanemometer.

Informationen zu den Files der Ausbreitungsexperimente

1.

- Experiment Nr. : 1
- Datum: 30.06.87, 12:00
- Label: 19
- Anzahl Records: 257
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

2.

- Experiment Nr. : 2
- Datum: 01.07.87, 13:00
- Label: 20
- Anzahl Records: 263
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

3.

- Experiment Nr. : 3
- Datum: 02.07.87, 21:00
- Label: 21
- Anzahl Records: 239

- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

4.

- Experiment Nr. : 4
- Datum: 10.09.87, 11:30
- Label: 22
- Anzahl Records: 237
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

5.

- Experiment Nr. : 5
- Datum: 25.09.87, 11:30
- Label: 23
- Anzahl Records: 153
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe

6.

- Experiment Nr. : 6
- Datum: 22.10.87, 13:00
- Label: 24
- Anzahl Records: 250
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

7.

- Experiment Nr. : 7
- Datum: 11.11.87, 13:00
- Label: 25
- Anzahl Records: 254
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

8.

- Experiment Nr. : 8
- Datum: 05.02.88, 12:30
- Label: 26
- Anzahl Records: 264
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar

9.

- Experiment Nr. : 9
- Datum: 27.04.88, 21:15
- Label: 27
- Anzahl Records: 320
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar, Ultraschallanemometer

10.

- Experiment Nr. : 10
- Datum: 31.05.88, 11:15
- Label: 28
- Anzahl Records: 311

- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, KFA-Sodar, Ultraschallanemometer

11.

- Experiment Nr. : 11
- Datum: 07.07.88, 14:00
- Label: 29
- Anzahl Records: 170
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe

12.

- Experiment Nr. : 12
- Datum: 27.07.88, 15:00
- Label: 30
- Anzahl Records: 190
- Format: F, LRECL 127
- Tabellen: Konzentrationsmessungen, KFA-Turm, Masten
Sophienhöhe, Ultraschallanemometer

B 5 Leseprogramm IMPLES

Name des Programms

IMPLES

Position auf dem Magnetband KFAIMP86

als 31. File nach den 30 Datenfiles, LRECL 80

Programmiersprache

PL/I

Aufruf

CALL IMPLES

Eingabedatensatz

Liste der Labels der Stationen, deren Daten
ausgedruckt werden sollen (pro Zeile eine Nummer)

Ausgabedatensatz

Meßwerte der entsprechenden Stationen, nach
Parameter, Höhe und Zeit aufgeschlüsselt

Programmlisting

```
IMPLES: PROC OPTIONS(MAIN);

/*      PROGRAMM ZUM LESEN DER DATEN DER INTENSIVMESSPHASE 1987      */
/*      VON MAGNETKASSETTE.                                          */
/*      CH. MOENIG, 14.12.90                                          */
/*                                                                    */

/*      PROGRAMMKONSTANTEN:                                          */
/*                                                                    */

DCL  ANZSTAT INIT(18) BIN FIXED(31),
     STAT_TYP(ANZSTAT) INIT((12) 1, (6) 2) BIN FIXED(31),
     STAT_RECL(ANZSTAT) INIT(301,114,180,224,180,224,224,
                             1335,2127,1555,1599,1599,67,56,45,78,122,122)
     BIN FIXED(31),
     MAXPAR INIT(33) BIN FIXED(31),
     MAXHOE INIT(24) BIN FIXED(31),
     MAXAUF INIT(83) BIN FIXED(31),
     PARTXT(MAXPAR) INIT('WG','VWG','VWGABW','HAEUFAB',
                         'VWGAUF','HAEUFAUF','WR','TT','FT',
                         'FEUCHTE','DRUCK','NIEDERS','SONNE','STRAHL','RCKSTR',
                         'STWG','STVWG','STWR','STVW','STRCKSTR','HOEHE','ZEIT',
                         'X-KO','Y-KO','Z-KO','XY-WEG','XYZ-WEG','U-GES','V-GES',
                         'W-GES','XY-WR','GLOBSTR','DISSRAT') CHAR(9);

DCL (STATNUM, LABNUM, TAG(4), MONAT(4), JAHR(4), STUNDE(4),
     MINUTE(4), SEKUNDE(4), NA, NP, NH, PARKEN(MAXPAR),
     ANZHOE(MAXPAR), IPOS, IRECL, I, J, K, L, M,
     REC_AUF(MAXAUF)) BIN FIXED(31),
     HOEHE(MAXPAR,MAXHOE) DEC FLOAT(6),
     ENDFRCK LABEL,
     STATNAM CHAR(30),
     TITEL CHAR(6) INIT('STAT '),
     KENNUNG CHAR(1),
     EINZEI CHAR(*) CTL,
     EOF BIT(1),
     MIN BUILTIN,
     SUBSTR BUILTIN,
     STRING BUILTIN,
     SYSIN FILE STREAM INPUT,
     TAPE FILE STREAM INPUT,
     SYSPRINT FILE STREAM OUTPUT;
```

```

ON ENDFILE(TAPE) BEGIN;
  EOF='1'B;
  GOTO ENDFRCK;
END;

ON ENDFILE(SYSIN) GOTO $ENDE;

ON ENDPAGE(SYSPRINT) BEGIN;
  IF (STAT_TYP(LABNUM)=2) THEN DO;
    PUT EDIT('STATION',STATNUM,', ',STATNAM,' VOM ',
      TAG(1),'. ',MONAT(1),'. ',JAHR(1),STUNDE(1),': ',
      MINUTE(1),' UHR BIS ',TAG(2),'. ',MONAT(2),'. ',
      JAHR(2),STUNDE(2),': ',MINUTE(2),' UHR')
      (PAGE,A,F(3),3 A,2(2 (P'99',A),P'99',
      X(1),P'99',A,P'99',A));
    PUT EDIT((PARTXT(PARKEN(K)) DO K=1 TO NP))
      (SKIP(2),X(2),(NP) (X(2),A,X(2)));
    PUT EDIT('') (SKIP,A);
  END;
  ELSE DO;
    PUT EDIT('STATION',STATNUM,', ',STATNAM,' VOM ',
      TAG(1),'. ',MONAT(1),'. ',JAHR(1),STUNDE(1),
      ' UHR BIS ',TAG(2),'. ',MONAT(2),'. ',
      JAHR(2),STUNDE(2),' UHR')
      (PAGE,A,F(3),3 A,2(2 (P'99',A),P'99',
      X(1),P'99',A));
    PUT EDIT('') (SKIP(2),A);
  END;
END;

OPEN FILE(SYSPRINT) LINESIZE(132);

/*      GEWUENSCHTE STATIONSNUMMER EINLESEN:      */

DO WHILE(1=1);
  GET SKIP LIST(LABNUM);
  PUT STRING(SUBSTR(TITEL,5,2)) EDIT(LABNUM) (P'99');

/*      IST DAS FORMAT DES ENTSPRECHENDEN FILES VOM TYP 1 ODER 2 ?      */

IF (STAT_TYP(LABNUM)=1) THEN DO;
  ENDFRCK=$ENDST1;
  OPEN FILE(TAPE) TITLE(TITEL);

```

```

/*      EINLESEN DES ERSTEN RECORDS:                                */

      GET FILE(TAPE) EDIT(STATNUM,STATNAM,(JAHR(1),MONAT(1),TAG(1),
      STUNDE(1) DO I=1 TO 2),NP)
      (COL(1),F(2),A(30),8 F(3),F(3));

/*      EINLESEN DER PARAMETER-MESSHOEHEN RECORDS:                  */

      DO I=1 TO NP;
      GET FILE(TAPE) EDIT(PARKEN(I),ANZHOE(I),
      (HOEHE(I,J) DO J=1 TO ANZHOE(I)))
      (COL(1),F(2),F(2),(ANZHOE(I)) F(6,1));
      END; /* DO I=1 TO NP */
      STUNDE(1)=STUNDE(1)-1;
      IF (STUNDE(1)=-1) THEN STUNDE(1)=23;
      SIGNAL ENDPAGE(SYSPRINT);

/*      EINLESEN DER MESSDATEN:                                      */

      IRECL=STAT_RECL(LABNUM);
      ALLOCATE EINZEI CHAR(IRECL);

      EOF='0'B;
      DO WHILE( EOF);

      GET FILE(TAPE) EDIT(EINZEI) (COL(1),A(IRECL));

/*      DATENRECORD ODER MESSAUSFALLRECORD?                          */

      GET STRING(EINZEI) EDIT (KENNUNG) (A(1));
      IF (KENNUNG='1') THEN DO;
      GET STRING(EINZEI) EDIT (MONAT(3),TAG(3),STUNDE(3),
      MINUTE(3)) (X(1),F(5),3 F(3));

      PUT EDIT(TAG(3),'. ',MONAT(3),'. ',JAHR(1),STUNDE(3),': ',
      MINUTE(3))
      (SKIP(2),P'99',A,P'99',A,P'99',X(1),P'99',A,P'99');
      IPOS=5;

/*      HOEHEN UND ZUGEHÖRIGE MESSWERTE AUSGEBEN:                  */

      DO I=1 TO NP;

```

```

DO K=1 TO ANZHOE(I)/10+1;
  L=(K-1)*10;
  M=MIN(10,ANZHOE(I)-L);
  PUT EDIT(' ',(HOEHE(I,J+L),'M' DO J=1 TO M))
    (SKIP,A,(M) (X(2),F(6,1),X(1),A(1),X(2)));
  PUT EDIT(PARTXT(PARKEN(I)),
    (SUBSTR(EINZEI,IPOS+J*11,11) DO J=1 TO M))
    (SKIP,A,(M) (X(1),A(11)));
  IPOS=IPOS+M*11;
END;
END;
END;

/*      KOMMENTAR BEI MESSAUSFALL:      */

ELSE DO;
  GET STRING(EINZEI) EDIT(1) (X(1),F(5));
  PUT SKIP(2) EDIT('>>>> MESSAUSFALL FUER DIE FOLGENDEN ',I,
    ' ZEHNMINUTENINTERVALLE <<<<<')
    (A,F(4),A);
END;
$ENDST1:END; /* DO WHILE */
FREE EINZEI;
END; /* IF STAT_TYP()=1 */

/*      BEARBEITUNG EINES FILES VOM TYP 2:      */

ELSE IF (STAT_TYP(LABNUM)=2) THEN DO;
  ENDFRCK=$ENDST2;
  OPEN FILE(TAPE) TITLE(TITEL);

/*      EINLESEN DER ERSTEN VIER RECORDS:      */

  GET FILE(TAPE) EDIT (STATNUM,STATNAM) (COL(1),F(2),A(30));
  GET FILE(TAPE) EDIT (NP,NA) (COL(1),2 F(3));
  IRECL=STAT_RECL(LABNUM);
  ALLOCATE EINZEI CHAR(IRECL);
  GET FILE(TAPE) EDIT ((PARKEN(I) DO I=1 TO NP))
    (COL(1),(NP) F(3));
  GET FILE(TAPE) EDIT ((REC_AUF(I) DO I=1 TO NA))
    ((NA) (COL(1),F(4)));
  GET FILE(TAPE) EDIT(EINZEI) (COL(1), A(IRECL));

  EOF='0'B;

```

```

DO WHILE( EOF);

/*      START- UND ENDZEIT DES AUFSTIEGS:      */

      GET STRING(EINZEI) EDIT (KENNUNG,(JAHR(I),MONAT(I),TAG(I),
                                STUNDE(I),MINUTE(I) DO I=1 TO 2))
                                (A(1),10 F(3)));

/*      AUSDRUCKEN DER KOPFZEILE:      */

      PUT EDIT('>>>>> AUFSTIEGSBEGINN <<<<<') (PAGE,A);
      PUT EDIT('STATION',STATNUM,', ',STATNAM,' VOM ',
                TAG(1),'. ',MONAT(1),'. ',JAHR(1),STUNDE(1),': ',
                MINUTE(1),' UHR BIS ',TAG(2),'. ',MONAT(2),'. ',
                JAHR(2),STUNDE(2),': ',MINUTE(2),' UHR')
                (SKIP,A,F(3),3 A,2(2 (P'99',A),P'99',
                X(1),P'99',A,P'99',A));
      PUT EDIT((PARTXT(PARKEN(K)) DO K=1 TO NP))
                (SKIP(2),X(2),(NP) (X(2),A,X(2)));

      GET FILE(TAPE) EDIT(EINZEI) (COL(1), A(IRECL));
      KENNUNG=SUBSTR(EINZEI,1,1);

/*      MESSWERTE EINLESEN UND AUSGEBEN:      */

      DO WHILE(KENNUNG='D');
        PUT EDIT((SUBSTR(EINZEI,2+I*11,11) DO I=0 TO NP-1))
                (SKIP,(NP) (X(1),A(11),X(1)));
        GET FILE(TAPE) EDIT(EINZEI) (COL(1), A(IRECL));
        KENNUNG=SUBSTR(EINZEI,1,1);
      END;

$ENDST2:  END;  /* DO WHILE */
      FREE EINZEI;
      END;  /* IF STAT_TYP=2 */
      CLOSE FILE(TAPE);
      END;  /* DO WHILE(1=1) */
$ENDE:  END;  /* IMPLIES */

```

Outputbeispiele

Typ 1:

STATION 1, TURM KFA

VOM 29.06.87 11 UHR BIS 03.07.87 12 UHR

29.06.87 11:10

	2.0 M	10.0 M	20.0 M	30.0 M	50.0 M	80.0 M
WG	7.1667E-01	1.1533E+00	1.5533E+00	1.5133E+00	1.6833E+00	1.9600E+0
	30.0 M	50.0 M	117.5 M			
WR	1.4300E+02	1.3800E+02	1.3700E+02			
	2.0 M	10.0 M	20.0 M	30.0 M	50.0 M	80.0 M
TT	2.7184E+01	2.7097E+01	2.6522E+01	2.6625E+01	2.5797E+01	2.5440E+0
	1.0 M					
DRUCK	7.6012E+02					
	1.0 M					
NIEDERS	0.0000E+00					
	30.0 M					
SONNE	1.0000E+01					
	30.0 M					
STRAHL	5.5824E+02					
	30.0 M	50.0 M	117.5 M			
STWR	1.5800E+01	2.3000E+01	2.5100E+01			

29.06.87 11:20

	2.0 M	10.0 M	20.0 M	30.0 M	50.0 M	80.0 M
WG	6.7000E-01	8.1667E-01	1.2600E+00	1.2267E+00	1.6567E+00	1.9000E+0
	30.0 M	50.0 M	117.5 M			
WR	1.1100E+02	1.0500E+02	1.0500E+02			
	2.0 M	10.0 M	20.0 M	30.0 M	50.0 M	80.0 M
TT	2.7312E+01	2.7432E+01	2.6719E+01	2.6845E+01	2.5904E+01	2.5414E+0
	1.0 M					
DRUCK	7.6008E+02					
	1.0 M					
NIEDERS	0.0000E+00					
	30.0 M					
SONNE	1.0000E+01					
	30.0 M					
STRAHL	4.9544E+02					
	30.0 M	50.0 M	117.5 M			
STWR	2.7100E+01	2.6900E+01	2.7700E+01			

.
.
.

Typ 2:

>>>> AUFSTIEGSBEGINN <<<<<					
STATION 12, RADIOSONDE ESSEN			VOM 29.06.87 13:00 UHR BIS 29.06.87 13:20 UHR		
TT	FT	FEUCHTE	DRUCK	HOEHE	ZEIT
2.7000E+01	2.1200E+01	5.9000E+01	1.0130E+03	1.0000E+00	0.0000E+00
2.5700E+01	2.0700E+01	6.4000E+01	1.0000E+03	1.1700E+02	4.5000E-01
2.0000E+01	1.7300E+01	7.7000E+01	9.4100E+02	6.4800E+02	2.5500E+00
1.8900E+01	1.7600E+01	8.8000E+01	9.2500E+02	7.9600E+02	3.3000E+00
1.6600E+01	1.5800E+01	9.2000E+01	8.8900E+02	1.1360E+03	5.4500E+00
1.6300E+01	1.5000E+01	8.8000E+01	8.7900E+02	1.2330E+03	6.1000E+00
1.7000E+01	1.3100E+01	6.6000E+01	8.7100E+02	1.3110E+03	6.6500E+00
1.6800E+01	1.1800E+01	5.7000E+01	8.5000E+02	1.5190E+03	7.9000E+00
1.5000E+01	1.0900E+01	6.3000E+01	8.0800E+02	1.9500E+03	1.0200E+01
1.4000E+01	9.0000E+00	5.5000E+01	7.8700E+02	2.1730E+03	1.1400E+01
7.3000E+00	3.9000E+00	6.4000E+01	7.0000E+02	3.1500E+03	1.7400E+01
5.9000E+00	2.8000E+00	6.5000E+01	6.8500E+02	3.3280E+03	1.8500E+01
5.3000E+00	1.2000E+00	5.4000E+01	6.6900E+02	3.5210E+03	1.9600E+01
>>>> AUFSTIEGSBEGINN <<<<<					
STATION 12, RADIOSONDE ESSEN			VOM 29.06.87 16:00 UHR BIS 29.06.87 16:24 UHR		
TT	FT	FEUCHTE	DRUCK	HOEHE	ZEIT
3.0100E+01	2.3200E+01	5.6000E+01	1.0110E+03	1.0000E+00	0.0000E+00
2.8900E+01	2.2500E+01	5.8000E+01	1.0000E+03	1.0100E+02	4.0000E-01
2.1600E+01	1.9000E+01	7.9000E+01	9.2500E+02	7.8800E+02	3.1500E+00
1.6700E+01	1.5200E+01	8.6000E+01	8.5000E+02	1.5170E+03	8.6000E+00
1.5900E+01	1.4800E+01	9.0000E+01	8.4100E+02	1.6080E+03	9.2000E+00
1.7100E+01	1.1600E+01	5.4000E+01	8.3100E+02	1.7100E+03	9.9000E+00
1.6500E+01	1.0700E+01	5.2000E+01	8.1300E+02	1.8970E+03	1.1050E+01
1.4600E+01	9.6000E+00	5.6000E+01	7.9200E+02	2.1190E+03	1.2550E+01
1.2000E+01	7.0000E+00	5.4000E+01	7.4900E+02	2.5890E+03	1.6200E+01
7.8000E+00	4.5000E+00	6.5000E+01	7.0000E+02	3.1520E+03	2.0150E+01
4.2000E+00	1.6000E+00	6.9000E+01	6.6200E+02	3.6090E+03	2.2750E+01
3.6000E+00	4.0000E-01	6.2000E+01	6.5200E+02	3.7330E+03	2.3450E+01
.					
.					
.					

Parameterliste

Kennung Bedeutung

1	Windgeschwindigkeit [m/s]
2	Vertikalgeschwindigkeit [m/s], falls gesondert angegeben auch [cm/s]
3	Vertikalgeschwindigkeit abwärts [m/s]
4	Häufigkeit der Abwinde [Anzahl]
5	Vertikalgeschwindigkeit aufwärts [m/s]
6	Häufigkeit der Aufwinde [Anzahl]
7	Windrichtung [Grad]
8	Trockentemperatur [Grad C]
9	Feuchttemperatur [Grad C]
10	Feuchte [%]
11	Druck [hPa]
12	Niederschlag [mm]
13	Sonnenscheindauer [min]
14	Strahlungsbilanz [W/m ²]
15	Rückstreuamplitude [mV]
16	Standardabweichung Windgeschwindigkeit (horiz., mittl.) [m/s]
17	Standardabweichung Vertikalgeschwindigkeit [m/s], falls gesondert angegeben auch [cm/s]
18	Standardabweichung Windrichtung [Grad]
19	Standardabweichung Vertikalwind [Grad]
20	Standardabweichung Rückstreuamplitude [mV]
21	Höhe über Grund [m]
22	Zeit seit Start [min]
23	X-Koordinate [m]
24	Y-Koordinate [m]
25	Z-Koordinate [m]

26	Flugweg in der X,Y-Ebene [m]
27	Flugweg im X,Y,Z-Raum [m]
28	Ballon- bzw. Tetroongeschwindigkeitskomponente u [m/s]
29	Ballon- bzw. Tetroongeschwindigkeitskomponente v [m/s]
30	Ballon- bzw. Tetroongeschwindigkeitskomponente w [m/s]
31	Momentane Windrichtung in der X,Y-Ebene [Grad]
32	Globalstrahlung [W/m^2]
33	Dissipationsrate [cm^2/s^3]

Anhang C: Beschreibung der topographische Daten

Für das Untersuchungsgebiet, der Sophienhöhe und der Tagebaugrube, stehen topographische Daten der Firma Rheinbraun als 8 m-Raster zur Verfügung. Dieses sogenannte "Rheinbraun-Raster" ist um 45° gegen das Gauß-Krüger System gedreht. Der Ursprung dieses Systems x_0, y_0 (2549 km, 5596 km) liegt im Süden des Untersuchungsraumes. Das Raster umfaßt 5504 Punkte in nordöstliche und eine variable Anzahl von Punkten in nordwestliche Richtung. Unser Datensatz enthält die Nummer des Rasterpunktes und die Höhe für das Gebiet der Sophienhöhe und der Tagebaugrube.

Die aktuelle Topographie ist auf Mai 1987 (Sophienhöhe) bzw. Dezember 1984 (Tagebaugrube) datiert.

Für unsere Zwecke wurden mit einem Rechenprogramm die Daten des Rheinbraun-Systems in ein Nord-Süd orientiertes System überführt. Als kleinster Wert für die x-Koordinate wurde zum Beispiel der Westrand der KFA gewählt. Gebiete, die keine Höhenangabe enthielten, bekamen eine konstante Höhe zugeordnet. Ebenso kann die Rasterdichte mit dem Parameter GD variiert werden. Der Abstand der Rasterpunkte beträgt dann: $GD \times 8 \times \sqrt{2} \text{ m}$ im Nord-Süd orientierten System. Beispielsweise ergibt sich mit $GD = 75$ ein Rasterabstand von 848,5 m (vgl. Abb. 5.4.8). Damit ist eine beträchtliche Datenreduktion ermöglicht.

Angegeben werden die folgenden Parameter:

- x-Koordinate des Rasters in m relativ zum Ursprung des Rheinbraun-Systems
- y-Koordinate des Rasters in m relativ zum Ursprung des Rheinbraun-Systems
- z Höhe in m über NN
- n Anzahl der Rasterpunkte in x-Richtung
- m Anzahl der Rasterpunkte in y-Richtung
- $z_{\min}, z_{\max}$ niedrigste, größte Höhe für z
- $l_{\min}, l_{\max}$ Zeilen- bzw. Spaltenindex der niedrigsten, größten Höhe für z

Diese Daten sind nicht im allgemeinen Datensatz (Anhang B) enthalten, stehen aber auf Anfrage für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung.

Anhang D: Teilnehmer der 2. Intensivmeßphase

Wetteramt Essen	K. Beckers	E. Mandt
	B. Bliss	L. Müller
	H.D. Hasse	K. Nitzgen
	G. Krol	W. Schmentin
	G. Lenze	W. Vogelpoth
LIS Hannover	W.J. Müller	W. Rummler
	H. Riedel	R. Beyer
TÜV Essen	J. Frank	K.R. Röber
KfK, Kernforschungszentrum Karlsruhe, Institut für Meteorologie und Klimaforschung	S. Vogt	K.H. Pfeffer
Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln	R. Blazek	M. van Gels
	M.M. Moelders	S. Blonsky
	M. Stendel	W. May
	A. Gabriel	N. Mölders
	A. Gottmann	D. Jasbinschek
	D. Rymarczyk	Th. Sperling
	C. Chagué	J. Wefers
	B. Hoetger	J. Müller
GRS, Gesellschaft für Reaktorsicherheit, Köln	K. Maßmeyer	
KFA, Abteilung Sicherheit und und Strahlenschutz	W. Bergs	E. Pomplun
	R. Fünter	G. Riegel
	R. Fleischer	E. Schneiders
	K. Heinemann	P. Steinbusch
	M. Möllmann-Coers	W. Voß
	G. Polster	G. Zeuner
KFA, ICH 4	H.D. Narres	

Jül-2476

Mai 1991

ISSN 0366-0885