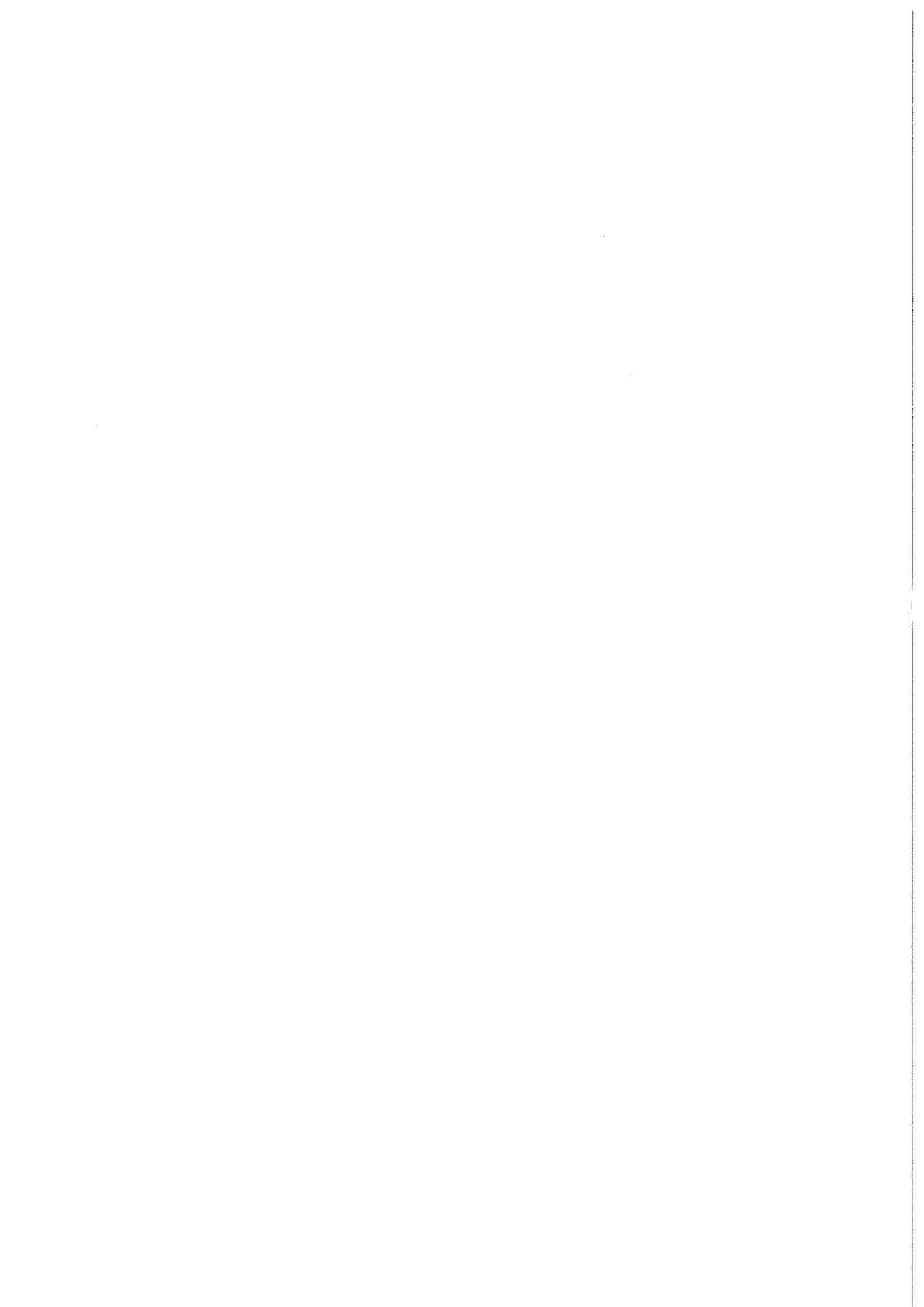


KfK 4337
Januar 1988

Untersuchung von Luftströmungen mit Tetroons während des Stadtklimaexperimentes Karlsruhe

S. Vogt, P. Thomas
Institut für Meteorologie und Klimaforschung

Kernforschungszentrum Karlsruhe



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Meteorologie und Klimaforschung

KfK 4337

Untersuchung von Luftströmungen mit Tetroons während des
Stadtklimaexperimentes Karlsruhe

S. Vogt

P. Thomas

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 7500 Karlsruhe 1

ISSN 0303-4003

Zusammenfassung

Während des Feldexperimentes "Stadtklima Karlsruhe" wurden im September 1986 an fünf Tagen 17 Tetroons mit einem Radar verfolgt. Alle Tetroons trugen Transponder.

Nach einer allgemeinen Beschreibung des Feldexperimentes und seiner Zielsetzung werden die Meßergebnisse der Tetroonflüge als Trajektorien in folgenden Darstellungen angegeben:

- Projektion der Trajektorien auf topographische bzw. schematisierte Landkarten,
- Vertikalprofile der Flüge in Abhängigkeit von Flugdauer und Flugstrecke,
- Projektion der Trajektorien in eine zur mittleren Flugbahn senkrechte Ebene.

Aus den gemessenen und geglätteten Bahndaten der Tetroons wurden weiterhin bestimmt:

- Windgeschwindigkeit und Windrichtung entlang der Flugbahn,
- Zeitreihen der Geschwindigkeitskomponenten,
- Vertikalgeschwindigkeiten,
- Schwingungsperioden,
- Turbulenzintensitäten,
- Impulsflüsse,
- Produktionsterme der Turbulenzenergie.

Abstract

Investigation by Tetroon of the Atmospheric Transport During the City-Climate Experiment-Karlsruhe

In the course of the "Stadtklima Karlsruhe" (Karlsruhe city climate) field experiment 17 tetroons were radar tracked during five days in September 1986. All tetroons carried transponders.

Following a general description of the field experiment and the objectives pursued by it the results of the tetroon flights are shown as trajectories in the following representations:

- projection of the trajectories on topographic and schematized maps, respectively;
- vertikal profiles of the trajectories as a function of travel time and distance;
- projection of the trajectories on a plane normal to the mean flight path.

From the measured and smoothed tetroon data the following quantities have been determined:

- wind velocity and wind direction along the flight path;
- time series of the velocity components;
- vertical velocities;
- oscillation periods;
- turbulence intensities;
- momentum fluxes;
- eddy energy dissipation.

Inhaltsverzeichnis

1. Zielsetzung des Stadtklimaexperiments
2. Beitrag der Tetroons zum Experiment
3. Versuchstechnik
4. Übertragbarkeit von Tetroondaten auf Luftbewegungen
5. Standorte und durchgeführte Flüge
6. Wetterlage und meteorologische Daten
7. Bestimmung der Bahnkoordinaten der Tetroons
8. Darstellung der Trajektorien
9. Geschwindigkeitskomponenten u , v , w
10. Schwingungsperioden der Geschwindigkeitskomponenten
11. Turbulente Größen
12. Ausblick
13. Literatur

1. Zielsetzung des Stadtklimaexperimentes

In der Zeit vom 01.09.1986 bis 12.09.1986 führte das IMK das sog. Stadtklimaexperiment im Stadtgebiet von Karlsruhe durch. Die Abb. 1 zeigt das Stadtgebiet und seine nähere Umgebung. Die dichte Bebauung in der Innenstadt sowie die aufgelockerte Bauweise in den äußeren Bezirken sind durch verschiedene Schraffuren gekennzeichnet.

Eine Stadt zeichnet sich gegenüber dem unbebauten Umland u.a. durch Eigenschaften wie erhöhte Rauigkeit und erhöhte Temperatur (Wärmeinsel) aus.

Bei der Betrachtung der "Störfläche" Stadt gilt es, den Einfluß der Stadt auf das Umland und dessen Reichweite zu typisieren. Über die Typisierung sollen Kriterien abgeleitet werden, die es erlauben, festzustellen, ab welcher Packungsdichte und Größe von Städten es zu Überlagerungseffekten kommt, die ihrerseits Auswirkungen auf das regionale Klima hervorrufen können.

Die Ziele des Stadtklimaexperiments sind im einzelnen:

- 1) Feststellung der Besonderheiten des Stadtklimas im Vergleich zum Klima des dünnbesiedelten Umlandes,
- 2) Bestimmung der Reichweite des Einflusses der Stadt auf das Umland und Beschreibung dieser Auswirkungen durch Abklingfunktionen,
- 3) Ermittlung des Einflusses einer Stadt auf das übergeordnete Strömungsfeld,
- 4) Ermittlung sekundärer Zirkulationssysteme, die durch die Stadt hervorgerufen werden,
- 5) Bestimmung der vertikalen Ausdehnung der von der Stadt beeinflussten Schicht.

Um diese Ziele zu erreichen, waren mehr als 50 Mitarbeiter während vier 24stündiger Intensivmeßphasen an folgenden Meßeinrichtungen im Einsatz:

- sieben Maststationen,
- ein mobiler Luftmeßwagen,
- zwei Fesselballonsysteme,
- zwei Radiosondensysteme,
- ein Doppler-Sodar,
- zwei Flugzeuge,
- ein Radar zur Verfolgung von Tetroons.

Mit diesen Meßeinrichtungen wurden in zur Erdoberfläche senkrechten Ebenen entlang von zweidimensionalen Schnitten die wichtigsten Klimavariablen sowie die Energie- und Feuchtebilanzen gemessen.

Die Maststationen und der mobile Luftmeßwagen erfaßten die bodennahen Werte. Die Fesselballon- und Radiosondenstationen sowie das Sodar erkundeten die Wind-, Temperatur- und Feuchteprofile. Mit den Flugzeugen wurde das Temperatur- und Feuchteprofil sowie der Turbulenzzustand in einigen wenigen 100 m über der Stadt und dem Umland vermessen.

2. Beitrag der Tetroons zum Experiment

Tetroons, auch CLBs genannt, (tetrahedral balloons, constant level balloons) sind freifliegende Ballone, die in Schichten konstanter Luftdichte schweben und sich annähernd wie ein Luftpaket dieser Dichte verhalten.

Mit einem derartigen Meßsystem ist es möglich, Strömungsvorgänge und turbulente Bewegungen in der Atmosphäre im Sinne einer Lagrange'schen Betrachtungsweise zu untersuchen. Diese Betrachtungsweise ist vor allem in mesoskaligen Bereichen der üblichen Euler'schen Betrachtungsweise überlegen (Messungen an ortsfesten Punkten). Weiterhin erlaubt die Experimentiertechnik (s. Kap. 3) eine relativ einfache Auswahl der Höhen der zu untersuchenden Luftschichten.

Der Beitrag der Tetroons zum Stadtklimaexperiment sollte ganz allgemein die Frage beantworten: Wie verhält sich das System Stadt im übergeordneten Strömungsfeld?

Eigene und fremde Experimente /VO82/, /VO84/, /PA62/, /IS68/, /AN68/, AN70/, /AN71/, /AN73/, /NE86/ erwiesen die Vielseitigkeit der Tetroons bei der Lösung folgender Probleme:

- Verlauf der großräumigen Strömungsverhältnisse in Abhängigkeit der Zeit,
- über Raum und Zeit gemittelte charakteristische Größen der Strömung, wie z.B. Richtung und Geschwindigkeit,
- turbulente Größen in ausgewählten Höhenschichten,
- Entstehung von Richtungskonvergenzen über der Stadt (Flurwinde oder Sekundärzirkulationen), die ihre Ursache im Druckfeld der Wärmeinsel haben können,
- Ausbreitung von Luftschadstoffen (horizontaler Ausbreitungsparameter).

3. Versuchstechnik

Die Tetroons (Abb. 2) sind

- tetraederförmig,
- aus roter 51 μm dicker Mylarfolie gefertigt,
- haben ein Eigengewicht von 470 g und
- ein Volumen von 1 m^3 und
- tragen mit Heliumfüllung eine Nutzlast von ca. 500 g.

Das Volumen des Tetroons nimmt während des Aufstiegs nicht zu, da seine Hülle bei den auftretenden Überdrücken sich kaum dehnt. Je nach Temperaturschichtung werden die Tetroons mit Überdrücken zwischen 5 und 40 hPa gefüllt. Labortests /BE77/ ergaben bis 50 hPa Überdruck eine Volumenänderung $< 0,1 \%$. Erst bei Überdrücken größer als 70 hPa vergrößerte sich das Tetroonvolumen um 0,16 % und bei 90 hPa um 1 %. Der Tetroon steigt, bis Gewicht und Auftrieb gleich sind. Er schwebt dann auf Flächen gleicher Luftdichte und verhält sich annähernd wie ein Luftpaket dieser

Dichte. Dies gilt nur, so lange keine weiteren Kräfte in der Vertikalen wirksam werden.

Das Einstellen der gewünschten Flughöhe des Tetroons durch Austarieren am Boden und Anbringen von Ballast ist in /VO84/ beschrieben.

Um den Tetroon für das Radar "sichtbar" zu machen, trägt er einen Transponder (Transmitter-Responder) (Abb. 2). Die Transponder und deren Funktionsweise sind in /VO84/ beschrieben.

Die Tetroons wurden mit dem Radar WF 100-4 (Enterprise Electronic Corporation, USA) des Deutschen Wetterdienstes, Essen verfolgt. Das Radar befindet sich auf einem Unimog und ist mobil (Abb. 3). Die technischen Daten des Radars und der Transponder sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Während der Verfolgung wurden folgende Daten gedruckt und auf Lochstreifen gestanzt:

- Zeit nach Start des Tetroons,
- Schrägentfernung d zwischen Radar und Tetroon,
- Höhenwinkel Φ ,
- Azimut α .

Die beiden Winkelwerte werden bis $0,1^\circ$, die Entfernung wird bis 10 m genau gedruckt und auf Lochstreifen gestanzt. Höhere Dezimale werden dabei abgeschnitten. Die Winkel werden am Bedienungs-pult des Radars auf $0,01^\circ$ genau angezeigt.

4. Übertragbarkeit von Tetroondaten auf Luftbewegungen

Im Gegensatz zu Luft und luftgetragenen Stoffen ändert sich das Tetroonvolumen bei Vertikalbewegungen nicht. Es ist daher zu klären, inwieweit die aus Tetroonbewegungen abgeleiteten Geschwindigkeits- und Turbulenzgrößen auf Luftbewegungen angewendet werden dürfen. Booker /BO65/, Vergeiner /VE70/, Hanna /HA71/, Hoecker /HO75/ und Lamb /LA81/ veröffentlichten hierzu Beiträge.

Nach /LA81/ gilt folgender Zusammenhang zwischen den vertikalen Geschwindigkeitskomponenten w_T des Tetroons und w_L der Luft:

$$m_T \frac{dw_T}{dt} = \rho_L A C_D (w_L - w_T) \left| w_L - w_T \right| + m_L \frac{dw_L}{dt} + \frac{1}{2} m_L \left(\frac{dw_L}{dt} - \frac{dw_T}{dt} \right) + (m_L - m_T) g \quad (1)$$

Dabei sind:

- m_T = Masse des gesamten Tetroongespanns
- m_L = Masse der verdrängten Luft
- ρ_L = Luftdichte
- A = effektive horizontale Fläche des Tetroons bei vertikaler Anströmung
- C_D = Reibungswiderstand des Tetroons
- g = Schwerebeschleunigung

Die Terme auf der rechten Seite von Gl. 1 sind der Reihe nach die folgenden Kräfte, die auf den Tetroon wirken:

- Reibung,
- vertikaler Druckgradient,
- Beschleunigung der virtuellen Masse des Tetroons relativ zur Luft,
- Auftrieb.

Für horizontale Bewegungen gilt ebenfalls Gl.1, wenn w durch u oder v ersetzt und auch A bzw. C_D bezogen auf horizontale Strömung eingesetzt werden. Der letzte Term entfällt dann. Lamb leitet für einen Tetroon, wie wir ihn verwenden, ab

$$u_T = u_L, v_T = v_L. \quad (2)$$

Gl. 2 gilt für alle turbulenten Wirbel, die einen horizontalen Scale haben, der größer als 10 m ist. Der Tetroon ist damit ein

geeignetes Untersuchungsinstrument für horizontale Luftbewegungen bei konvektiven Bedingungen.

Hoecker untersuchte die Vertikalbewegungen an Hand von Gl. 1 und gibt eine Graphik /HO75, Fig. 5, S. 1122/ an, mit deren Hilfe die momentane vertikale Windgeschwindigkeit w_L bestimmt werden kann aus:

- der momentanen vertikalen Tetroonbewegung w_T ,
- der momentanen Abweichung des Tetroons von seiner Gleichgewichtshöhe und
- der Gleichgewichtshöhe des Tetroons.

Diese Graphik ist nur für die Standardatmosphäre streng gültig. Eine andere Temperaturschichtung beeinflusst jedoch die abgeleitete vertikale Geschwindigkeit nach Hoecker kaum: Bei einer Abweichung des Tetroons von 600 m aus seiner Gleichgewichtslage unterscheiden sich die berechneten Vertikalgeschwindigkeiten der Luft um weniger als 4 cm/s, wenn die Standardatmosphäre bzw. eine adiabatische oder isotherme Schichtung zugrunde gelegt wird.

5. Standorte und durchgeführte Flüge

Die Koordinaten der Standorte des Radars sind in Tab. 2 zusammengestellt. Am Montag, den 1.9., wurde ein Funktionstest von Radar und Transponder durchgeführt. Das Radar stand bei Minfeld auf dem Galgenberg. Im zeitlichen Abstand von 4 min wurden zwei Tetroon-Transponder-Gespanne aufgelassen. Der Startplatz lag 15 m unterhalb des Radars und in SSO-Richtung 840 m davon entfernt. Nach einer Verfolgung von mehr als 3,5 h verschwanden beide Tetroons hinter den Hügeln des Kraichgaus.

Am Donnerstag, den 4.9., während der ersten Intensivmeßphase des Stadtklimaexperimentes wurde entsprechend der Windrichtungsprognose der Leitzentrale das Radar wieder auf dem Galgenberg bei Minfeld aufgebaut. Die Verfolgung des ersten Tetroons wurde nach 8 km abgebrochen, da ein Nordwestwind den Tetroon nicht über das Stadtgebiet von Karlsruhe transportierte. Die Leitzentrale

empfahl eine Standortverlegung nach Herxheim. Der Startplatz lag 20 m unterhalb des Radars und 650 m in südöstlicher Richtung davon entfernt. Leider traf die Windrichtungsprognose der Leitzentrale nur für das erste Flugdrittel zu. Der Wind drehte von ursprünglich 300° über Nord auf 40° . Die gesamte Verfolgungszeit betrug nahezu 4 h.

Am Freitag, den 5.9., wurden vier Tetroons in Durlach-Aue gestartet. Der Startplatz lag 30 m unterhalb des Radars und 620 m östlich davon entfernt. Die Tetroons KA8604 und KA8605 überflogen die Stadtmitte von Karlsruhe.

Am Montag, den 8.9., wurden wiederum vier Tetroons gestartet. Zwischen dem Startplatz, südlich des Flughafens Forchheim, und dem Radar, das bei Ettlingen stand, betrug der Abstand dieses Mal 8,1 km. Hohe Bäume verhinderten eine direkte Sichtverbindung zwischen Radar und Startplatz. Alle Tetroons wurden daher "blind" gestartet: Das Radar erfaßte den Transponder erst nach Erreichen einer Flughöhe von etwa 20 m über Grund.

Am Mittwoch, den 10.9., stand das Radar auf dem Kirchberg bei Weingarten. Der erste und letzte Tetroon KA8612 und KA8616 wurde nördlich von Blankenloch gestartet. Die Distanz zum Radar betrug 6,2 km bei direkter Sichtverbindung. Die Tetroons KA8613 bis KA8615 wurden in Weingarten im Abstand von 1,86 km zum Radar gestartet. Die Höhendifferenz Radar-Startplatz betrug jeweils 107 m.

Die Daten der einzelnen Tetroonflüge sind zusammenfassend in Tab. 3 dargestellt. In der letzten Spalte sind die Fundorte der Transponder aufgeführt. Die Fundquote liegt mit 88 % deutlich über dem Durchschnitt bisheriger Meßkampagnen (65 %). Der Mittelwert der Geschwindigkeit ist gleich dem Betrag des Geschwindigkeitsvektors, gemittelt über die Verfolgungszeit. Die Richtung ergibt sich aus der um 180° gedrehten Richtung in der Horizontalebene des Geschwindigkeitsvektors.

6. Wetterlagen und meteorologische Daten

In den Abbn. 4 bis 8 sind für Tage mit Tetroonflügen die Boden-druckkarten (Beobachtungszeit 13 MEZ) der Berliner Wetterkarte wiedergegeben.

In den Tabn. 4 bis 8 sind die wichtigsten, während der Flüge am KfK gemessenen meteorologischen Daten aufgelistet. Sie werden vom Meteorologischen Informationssystem des KfK geliefert /HO83/. In der Kopfzeile der Tabellen stehen die Zeiten in MEZ ($\hat{=}$ CET), zu denen die Erfassung der 10-min-Mittelwerte der meteorologischen Daten abgeschlossen wurde. Hier ist auch die Startzeit jedes Tetroons vermerkt. In den nächsten Zeilen werden die Windrichtungen und die Windgeschwindigkeiten in den Höhen 40 m, 60 m, 100 m, 160 m und 200 m angegeben. Die Standardabweichung der horizontalen und vertikalen Windrichtungen werden in 40 m, 100 m und 160 m Höhe mit Vektorfahnen gemessen. Bei der Bestimmung der Standardabweichungen beträgt die Sammelzeit 180 s und die Mittelungszeit 15 min. Die Standardabweichung der horizontalen Windrichtung einer Schwertwindfahne (Sammelzeit 10 min), der Temperaturgradient, ermittelt aus den Temperaturwerten in 30 m und 100 m Höhe und die Strahlungsbilanz liefern weitere Informationen über den Turbulenzzustand der Atmosphäre während des Versuchs.

In den letzten vier Zeilen werden nach verschiedenen Schemata /NE80/ ermittelte Ausbreitungskategorien angegeben, die für jeweils eine halbe Stunde gültig sind. Das erste Schema verwendet die Standardabweichung der mit einer Vektorfahne in 100 m Höhe gemessenen vertikalen Windrichtung, das zweite Schema die Standardabweichung der mit einer Schwertwindfahne in 100 m Höhe gemessenen horizontalen Windrichtung. Dem dritten Schema liegt der Temperaturgradient (30/100 m) und die Windgeschwindigkeit (40 m) zugrunde. Die synoptischen Beobachtungen der Wolkenhöhe und Wolkenart sowie der Windgeschwindigkeit legen die Kategorien im letzten Schema fest /MA75/.

7. Bestimmung der Bahnkoordinaten

Die alle 10 s angefallenen Radardaten (Schrägentfernung d , Höhenwinkel ϕ , Azimut α) werden offline mit einem "Fenster" von 100 s gleitend so gemittelt, daß zu einem Mittelwert $\overline{M(t)}$ jeweils 11 Momentanwerte $M(t)$ ($M(t-50s)$, $M(t-40s)$, ..., $M(t+40s)$, $M(t+50s)$) beitragen. Aus den Mittelwerten \bar{d} , $\bar{\phi}$, $\bar{\alpha}$ wird anschließend die Lage des Tetroons zu jedem Zeitschritt in x-, y-, z-Koordinaten berechnet. Dieses rechtwinkelige Koordinatensystem ist mit der x-Achse in West-Ost-Richtung orientiert. Der Koordinatenursprung fällt mit dem Radarstandort zusammen.

$$\begin{aligned}x &= \bar{d} \cos \bar{\phi} \sin \bar{\alpha} \\y &= \bar{d} \cos \bar{\phi} \cos \bar{\alpha} \\z &= \bar{d} \sin \bar{\phi}\end{aligned}\tag{3}$$

Bei Berücksichtigung der Erdkrümmung ist die wahre Höhe h des Tetroons:

$$h = z + \frac{d^2}{2R}\tag{4}$$

R (= 6378 km) ist der Erdradius.

Die Brechung des Radarstrahls wird pauschal berücksichtigt, indem der Radius R durch einen "Equivalentradius" $\frac{4}{3} R$ ersetzt wird.

8. Darstellung der Trajektorien

Die Trajektorien aller Flüge werden in drei verschiedenen Darstellungsformen in den Abbildungen 9 bis 29 gezeigt.

Die erste Darstellungsform (s. Abbn. 9 bis 13) ist eine Projektion der Flugbahn auf die x-, y-Ebene. Dabei zeigt die pos. x-Achse nach Osten und die pos. y-Achse nach Norden. Den Trajektorien vom 1.9. und 4.9. ist eine topographische Karte unterlegt. Die übrigen Trajektorien sind in eine weniger detaillierte Landkarte

ingezeichnet, die nur besiedelte Gebiete, Waldflächen und Verkehrswege erkennen läßt.

Die Abbn. 14 bis 18 zeigen die Vertikalprofile einer täglichen Flugserie über der Flugstrecke. Dabei sind Erdkrümmung sowie Brechung des Radarstrahls berücksichtigt (s. Kap. 7). Die Überhöhung der Ordinate beträgt immer 1:12,5. In den Abbn. 19 bis 27 sind die Vertikalprofile derjenigen Flüge dargestellt, die das Stadtgebiet überflogen. Markante überflogene Geländepunkte sind vermerkt.

Die Abbn. 28 und 29 zeigen die Bewegung der Tetroons in einer y-, z-Ebene. y ist hier rechtwinklig zur mittleren Flugrichtung des jeweiligen Tetroons orientiert (s. Tab. 3). Blickt man in Flugrichtung, so ist die positive bzw. negative Achse nach rechts bzw. links gerichtet. Die Abstände der Markierungskreise an den Flugbahnen entsprechen 5 min Flugzeit; die Bewegungsrichtung ist durch Pfeile angezeigt.

Diese Darstellungsform zeigt konvektive Bewegungsvorgänge in der Atmosphäre besonders deutlich. Es werden daher nur die fünf Flüge dargestellt, die ein durch Konvektion geprägtes Flugverhalten zeigen.

9. Geschwindigkeitskomponenten u, v, und w

Für alle Tetroons, die länger als 30 min verfolgt wurden, sind die Geschwindigkeitskomponenten des Windes u, v, und w über der Flugstrecke bzw. -dauer in den Abbn. 30 bis 46 dargestellt. Die longitudinale Komponente u zeigt dabei in Richtung des über die Verfolgungszeit gemittelten Geschwindigkeitsvektors ψ . Die Vertikalgeschwindigkeit des Windes ist dabei nach dem in Kap. 4 beschriebenen Verfahren aus der vertikalen Tetroongeschwindigkeit bestimmt. Die hierzu benötigte Gleichgewichtshöhe H des jeweiligen Tetroonfluges wurde aus dem Flugverlauf abgeleitet und in Tab. 9 in der dritten Zeile aufgeführt.

Zur besseren Verdeutlichung der Ausführungen in Kap. 4 sind in den Abbn. 47 und 48 für die Flüge KA8606 und KA8611 die Vertikalgeschwindigkeiten des Tetroons w_T , sowie die daraus abgeleiteten Vertikalgeschwindigkeiten w_L der Luft, gemeinsam über der Flugstrecke bzw. -dauer gezeichnet. Im unteren Teil dieser Abbildungen ist im 30-s-Abstand über dem Vertikalprofil des Fluges der Vektor der Vertikalgeschwindigkeit w_L aufgetragen. Der Flug KA8606 ist am Vormittag bei ausgeprägter Konvektion durchgeführt worden und zeigt daher periodische Pendelbewegungen um die Gleichgewichtslage. Dagegen stellt KA8611 einen Flug am Abend ohne Konvektion dar.

10. Schwingungsperioden der Geschwindigkeitskomponenten

Die Geschwindigkeitskomponenten wurden einer Fourieranalyse unterzogen und spektrale Dichtefunktionen wurden bestimmt. Dabei bleibt die Aufstiegsphase, während der der Tetroon seine Gleichgewichtshöhe erreicht, außer Betracht. Weiterhin wird das Verfolgungsende soweit vernachlässigt, daß die untersuchte Zeitspanne ein ganzzahliges Vielfaches von 0,5 h ist. Die Schwingungsperiode der Geschwindigkeitskomponenten ist die Zeit, zu der die spektrale Dichtefunktion ihr Maximum hat.

Beispielhaft ist in Abb. 49 die mit der mittleren Geschwindigkeit \bar{v} normierte Dichtefunktion der drei Geschwindigkeitskomponenten des Fluges KA8606 dargestellt. Für die übrigen Flüge werden ähnlich der Abb. 49 meistens mehrere Maxima in der spektralen Dichtefunktion gefunden. In solchen Fällen sind die Schwingungsperioden in Tab. 9 unterstrichen, an denen die Dichtefunktion ihr absolutes Maximum hat.

11. Turbulente Größen

Üblicherweise wird zwischen mittlerer Windströmung und turbulenter Zusatzbewegung unterschieden. Die momentane Windgeschwindigkeit v ist die Summe aus der mittleren Geschwindigkeit \bar{v} und den momentanen Geschwindigkeitsfluktuationen v' . Wird dies auf die Tetroonbewegung übertragen und für jeden Tetroonflug ein

mittlerer Geschwindigkeitsvektor ermittelt, so lässt sich die momentane Geschwindigkeit in Komponenten wie folgt schreiben:

$$\begin{aligned} u &= \bar{u} + u' \\ v &= \bar{v} + v' = v' \\ w &= \bar{w} + w' = w' \end{aligned} \tag{5}$$

Per Definition ist $\bar{v} = \bar{w} = 0$. u', v', w' sind die gleitend gemittelten Momentanwerte (s. Kap. 7). Die Mittelungszeit entspricht der in Kap. 10 erläuterten reduzierten Flugdauer \bar{T} (Tab. 9, 2. Zeile). Die Zeitauflösung beträgt 10 s, sie ergibt sich aus der am Radar eingestellten Abfragefrequenz für die Reichweiten- und die zwei Winkelbestimmungen (Kap. 7).

Betrachtet man die gleitend gemittelten Momentanwerte der Vertikalgeschwindigkeit w' getrennt nach positiven und negativen Werten, so lassen sich für aufwärts bzw. abwärts gerichtete Luftbewegungen mittlere Geschwindigkeiten angeben. In Tab. 9 sind zu diesen Mittelwerten die maximalen Vertikalgeschwindigkeiten aufgelistet.

Über die Turbulenzintensitäten

$$\begin{aligned} i_u &= \left(\frac{\overline{u^2}}{\bar{u}^2} \right)^{1/2} \\ i_v &= \left(\frac{\overline{v^2}}{\bar{v}^2} \right)^{1/2} \\ i_w &= \left(\frac{\overline{w^2}}{\bar{w}^2} \right)^{1/2} \end{aligned} \tag{6}$$

lässt sich die atmosphärische Turbulenz quantifizieren. Die Intensitäten sind in Tab. 10 aufgelistet.

Weitere, häufig verwendete Größen sind die Komponenten der turbulenten Impulsflüsse $\overline{u'w'}$, $\overline{v'w'}$ und $\overline{u'v'}$.

Diese sind in Tab. 10 für die ausgewählten Flüge aufgelistet. Betrachtet man den vertikalen Fluß des longitudinalen Impulses $\overline{u'w'}$ aller Flüge in Abhängigkeit der mittleren Flughöhe, so läßt sich im Gegensatz zu /W082/ keine eindeutige Beziehung feststellen. Für unsere Flüge besteht auch keine einheitliche Abhängigkeit des vertikalen Impulsflusses von der Winggeschwindigkeitsscherung der u-Komponente.

Nach Abbildung 50 deutet sich aber eine Abhängigkeit von der Tageszeit an. Flüge am Morgen bis 10.00 Uhr ergeben einen negativen Impulsfluß; während der Mittagszeit ist der mittlere Impulsfluß positiv und geht am Spätnachmittag und Abend auf Werte nahe Null zurück.

Die Umwandlung von mittlerer Strömungsenergie in turbulente kinetische Energie läßt sich ebenfalls aus Tetroondaten ermitteln. Die Anteile der Produktion P der turbulenten kinetischen Energie aus den Windkomponenten u und v lauten:

$$\begin{aligned} P_u &= - \overline{u'w'} \frac{\overline{\delta u}}{\delta z} , \\ P_v &= - \overline{v'w'} \frac{\overline{\delta v}}{\delta z} \end{aligned} \quad (7)$$

$\overline{\frac{\delta u}{\delta z}}$ und $\overline{\frac{\delta v}{\delta z}}$ sind die mittleren vertikalen Gradienten des longitudinalen bzw. lateralen Windes. Sie werden direkt aus den Tetroondaten errechnet. Dabei werden die Differenzen der Geschwindigkeitskomponenten und der Tetroonhöhen der gleitend gemittelten Momentanwerte verwendet. Da die Differenzen benachbarter 10-s-Werte sehr klein sein können, werden die Differenzen aus Werten im 60-s-Abstand gleitend gebildet. Die Windgradienten und die Produktion der turbulenten kinetischen Energie sind in Tab. 10 aufgeführt.

12. Ausblick

Die in den Kapn. 9 bis 11 beschriebenen Auswertungen beziehen sich fast nur auf Tetroondaten, da die Aufbereitung der beim Stadtklimaexperiment mit anderen Meßsystemen erfaßten Daten derzeit noch andauert. Eine integrale Analyse aller Meßdaten ist aber erforderlich, um die in Kap. 1 aufgeführten Zielsetzungen zu erreichen. Der vorliegende Bericht soll eine solche Analyse stimulieren und erleichtern.

Die hier dargestellten Ergebnisse der Tetroonflüge, die einer Lagrange'schen Betrachtungsweise entsprechen, sollten

- zur Verifizierung von Modellrechnungen benutzt werden, bzw.
- solchen Ergebnissen gegenübergestellt werden, die sich auf Euler'sche Messungen (ortsfeste Systeme) beziehen.

So sollte z.B. ein Vergleich der Schwingungsperioden, bestimmt aus Tetroondaten, (s. Kap. 10) mit den Schwingungsperioden der natürlichen Vertikalbewegungen (Brunt-Väisälä Frequenz) durchgeführt werden, sobald die Vertikalsondierungen der Temperaturschichtung ausgewertet vorliegen.

Weitere Vergleiche können sowohl für Windfelder als auch für momentane oder zeitlich gemittelte Turbulenzgrößen durchgeführt werden, wie sie z.B. in Kap. 11 abgeleitet wurden. Vor allem sollten die in Kap. 8 beschriebenen Trajektorien mit solchen verglichen werden, die aus modellierten Windfeldern konstruiert werden.

13. Literatur

- /AN68/ Angell, J.K., Pack, D.H., Dickson, C.R.:
A Lagrangian Study of Helical Circulations in the
Planetary Boundary Layer.
J.of Atm.Scie. 25, pp. 707-717 (1968)
- /AN70/ Angell, J.K., Pack, D.H., Dickson, C.R.,
Hoecker, W.H.:
Urban Influence on Nighttime Airflow Estimated from
Tetroon Flights.
J.of Appl.Meteor. 10, pp. 194-204 (1970)
- /AN71/ Angell, J.K., Pack, D.H., Machta, L., Dickson, C.R.,
Hoecker, W.H.:
Three-Dimensional Air Trajectories Determined from
Tetroon Flights in the Planetary Boundary Layer of the
Los Angeles Basin.
J.of Appl.Meteor. 11, pp. 451-471 (1971)
- /AN73/ Angell, J.K., Hoecker, W.H., Dickson, C.R.,
Pack, D.H.:
Urban Influence on a Strong Daytime Airflow as
Determined from Tetroon Flights.
J.of.Appl.Meteor. 12, pp. 924-936 (1973)
- /BE77/ Beemer, J.D., and Markhardt, T.W.:
Tetroon Evaluation Program.
Rep. R-0477008, Raven Industr.Inc. Sioux Falls SD 5701.
Contract NAS8-32135. G.C. Marshall Space Flight Center,
AL 35812 (1977)
- /BO65/ Booker, D.R., Cooper, L.W.:
Super Pressure Balloons for Weather Research.
J.of Appl.Meteor.4, pp. 122-129 (1965)

- /HA71/ Hanna, S.R., Hoecker, W.H.:
The Response of Constant Density Balloons to Sinusoidal Variations of Vertical Wind Speeds.
J.of Appl.Meteor. 10, pp. 601-604 (1971)
- /HO75/ Hoecker, W.H.:
A Universal Procedure for Deploying Constant-Volume Balloons and for Deriving Vertical Airspeeds from them.
J.of Appl.Meteor. 14, pp. 1118-1124 (1975)
- /HO83/ von Holleuffer-Kypke, R., Hübschmann, W., Süß, F., Thomas, P.:
Meteorologisches Informationssystem des Kernforschungszentrums Karlsruhe.
Atomkernenergie-Kerntechnik 44, pp. 300-304 (1984)
- /IS68/ Isplitzer, N.F., Slade, D.H.:
Chapter 4 in Meteorology and Atomic Energy.
TID-24180, pp. 176 (1968)
- /LA81/ Lamb, R.G.:
A Numerical Investigation of Tetroon Versus Fluid Particle Dispersion in the Convective Planetary Boundary Layer.
J.of.Appl.Meteor. 20, pp. 391-403 (1981)
- /MA75/ Mainer, G.:
Vergleich zwischen Ausbreitungsklassen und Temperaturgradienten.
Meteorol. Rdsch. 28, S. 6-11 (1975)
- /NE80/ Nester, K.:
Statistisch äquivalente Verfahren zur Bestimmung von Ausbreitungskategorien.
Seminar on Radioactive Releases and their Dispersion in the Atmosphere Following a Hypothetical Reactor Accident, Risø, Denmark (1980)

- /NE86/ Neininger, B., Richner, H.:
Lagrangian Turbulence Measurements with Constant
Density Balloons.
Proceedings of ALPEX Conf. in Venice, Italy (1986)
- /PA62/ Pack, D.H.:
Air Trajectories and Turbulence Statistics from Weather
Radar Using Tetroons and Radar Transponders.
Monthly Weather Rev. 90/12, pp. 491-506 (1962)
- /VE70/ Vergeiner, I., and Lilly, D.K.:
The Dynamic Structure of Lee Wave Flow as Obtained from
Balloon and Airplane Observations.
Monthly Weather Rev. 98/3, pp. 220-232 (1970)
- /VO82/ Vogt, S., Thomas, P.:
Investigation of Meso-Scale Atmospheric Transport by
Means of Radar Tracked Tetroons During PUKK.
Contr.Phys.Atmosph. 55/4, pp. 409-416 (1982)
- /VO84/ Vogt, S., Thomas, P.:
Untersuchung mesoskaliger Luftströmungen in der Umge-
bung des Kernforschungszentrums Karlsruhe mit radarver-
folgten Tetroons.
KfK 3565 (1984)
- /WO82/ Wooldridge, G., Thorson, P.A., Furman, R.W.:
Airflow Patterns and Momentum Flux Profiles Around an
Isolated Mountain.
17.Int.Tag. für Alpine Meteorologie, Berchtesgaden
Tagungsbericht S. 140-142 (1982)

	Radar	Transponder
Antennendurchmesser	1,2 m	
Dimension	5,85x2,08x3,05 m ³	15x8x8 cm ³
Gewicht	6,3 t	450 g
Antennengewinn	38 dB	5 dB
Polarisation	linear, vertikal	
Frequenz	9375 MHz	9212 MHz
Peakleistung	60 kW	180 mW
Pulswiederholffrequenz	800 Hz	800 Hz
Pulslänge	0,25/1,0 µs	1,0 µs
Reichweite		>50 km
Betriebsdauer		> 5 h

Tab. 1: Technische Daten des Radar WF 100-4 und der Transponder

Standort	Datum	geograph. Lage				Höhe über NN
Minfeld (Galgenberg)	1.9.1986	49 ^o	5'	3"	n.B.	155 m
	4.9.1986	8 ^o	8'	35"	ö.L.	
Herxheim (Alzheimer Berg)	4.9.1986	49 ^o	9'	46"	n.B.	162 m
		8 ^o	12'	53"	ö.L.	
Durlach	5.9.1986	48 ^o	59'	20"	n.B.	150 m
		8 ^o	28'	26"	ö.L.	
Ettlingen	8.9.1986	48 ^o	59'	58"	n.B.	180 m
		8 ^o	25'	33"	ö.L.	
Weingarten (Kirchberg)	10.9.1986	49 ^o	2'	45"	n.B.	220 m
		8 ^o	31'	59"	ö.L.	

Tab. 2: Standorte des Radars

Teteroon	Datum	Startzeit		Mittelwerte über Verfolgungsstrecke		Richtung** (Grad)	Verfolgt bis		Fundort
		MESZ	MEZ	Höhe* (m)	Geschwindigkeit (m/s)		km	h:min	
KA8601A	1.9.1986	15:00	14:00	645	4,4	261	57	3:35	-
KA8601B	1.9.1986	15:04	14:04	515	4,1	258	53	3:36	Friedenfels
KA8602	4.9.1986	14:30	13:30	615	3,0	330	8	0:45	Wantzenau
KA8603	4.9.1986	16:30	15:30	280	2,3	4	32	3:56	-
KA8604	5.9.1986	8:15	7:15	260	5,1	105	12	0:41	Reipertswiller
KA8605	5.9.1986	9:15	8:15	240	4,6	91	21	1:18	bei Seltz
KA8606	5.9.1986	10:55	9:55	730	2,5	135	17	2:01	bei Schaidt
KA8607	5.9.1986	13:08	12:08	330	2,6	28	5,6	0:36	Ettlingen
KA8608	8.9.1986	13:03	12:03	340	4,3	239	18	1:12	Königsbach
KA8609	8.9.1986	15:30	14:30	440	3,8	230	19	1:24	Heidelsheim
KA8610	8.9.1986	17:30	16:30	370	4,8	256	12	0:44	Bretten
KA8611	8.9.1986	19:40	18:40	475	3,0	295	8	0:44	bei Balingen
KA8612	10.9.1986	10:00	9:00	250	5,2	45	34	1:48	Hohberg (Ortenau)
KA8613	10.9.1986	12:01	11:01	350	3,7	54	20	1:36	bei Offenburg
KA8614	10.9.1986	14:30	13:30	575	3,0	45	11	1:02	Malsch
KA8615	10.9.1986	16:30	15:30	300	3,0	24	17	1:37	bei Ettlingen
KA8616A	10.9.1986	18:30	17:30	25	1,8	355	3,6	0:33	-
KA8616B	10.9.1986	19:16	18:16	255	5,8	11	13	0:38	-

*über Startplatz, gemittelt über gesamte Verfolgungsstrecke

**mittlere Flugrichtung + 180°

Tab. 3: Zusammenfassung der Flugdaten

Tab. 4: Meteorologische Daten des KfK am 1.9.1986

		KA8601A				KA8601B											
		I HEIGHT I	TIME (CET)														
		I I	I 13.40	13.50	14.00	14.10	14.20	14.30	14.40	14.50	15.00	15.10	15.20	15.30	15.40	15.50	16.00
		I (M) I															
WIND DIRECTION (DEGREE)	I 40 I	I 280	294	295	284	278	282	273	279	274	276	267	276	260	266	263	
	I 60 I	I 284	299	293	292	288	286	278	278	279	280	277	275	265	273	269	
	I 100 I	I 285	298	293	297	286	288	284	282	276	280	283	278	267	273	270	
	I 160 I	I 282	292	288	291	279	282	281	276	270	270	278	270	264	269	266	
WIND SPEED (M/S)	I 40 I	I 3.6	3.5	3.6	3.4	2.9	3.4	3.3	2.6	3.0	3.2	2.4	2.4	3.8	3.4	3.0	
	I 60 I	I 4.2	4.1	4.1	3.8	3.3	4.1	3.7	3.1	3.4	3.5	2.6	2.7	4.3	4.0	3.2	
	I 100 I	I 4.8	4.6	4.4	4.2	3.9	4.5	4.1	3.7	3.3	3.6	2.8	2.8	4.6	4.3	3.3	
	I 160 I	I 4.9	4.9	4.9	4.8	4.4	4.8	4.4	4.0	3.4	3.6	3.1	3.0	4.6	4.2	3.5	
STANDARD DEVIATION OF WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I	I 9.4	10.1	10.8	10.7	11.7	11.5	11.0	11.7	11.4	10.4	10.8	12.8	11.6	9.8	8.5	
	I 40 I	I 12.1	13.8	15.0	14.9	16.0	16.6	15.7	15.9	14.8	13.4	12.5	14.4	13.7	12.5	10.6	
WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I	I 6.3	6.9	8.1	8.1	9.2	8.3	8.1	7.4	7.7	7.8	8.3	9.5	8.7	6.5	5.8	
	I 100 I	I 7.1	8.0	8.5	8.9	9.9	9.5	8.3	7.8	7.9	8.3	9.2	10.0	9.1	7.2	6.0	
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I VER. I	I ****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
	I 160 I	I 6.9	6.8	5.9	6.3	7.2	6.9	5.6	5.5	6.3	7.5	8.3	8.8	8.3	6.9	5.7	
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I 30/100 I	I -1.1	-1.0	-1.1	-1.0	-1.1	-1.1	-0.9	-1.1	-0.9	-0.9	-1.1	-1.1	-0.9	-0.8	-0.8	
NET RADIATION	(MW/CM**2) I	I 18.9	21.0	21.9	18.9	20.0	17.8	16.6	16.0	14.3	13.4	21.4	13.9	9.5	8.1	10.4	
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. FLUCTUATION I	I	C			C			C		C		C		D		
	I HOR. FLUCTUATION I	I	D			C			D		C		C		D		
	I TEMP. GRADIENT I	I	C			C			C		C		C		D		
	I SYNOP. OBSERV. I	I	C			C			C		C		C		D		

			I HEIGHT I	TIME (CET)											
			I I	16.10	16.20	16.30	16.40	16.50	17.00	17.10	17.20	17.30	17.40	17.50	18.00
			I (M) I												
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	I	264	259	265	262	264	265	273	269	268	267	260	254
	I	60	I	271	261	270	265	269	268	275	274	273	270	263	259
	I	100	I	269	262	265	263	270	268	274	274	273	269	264	262
	I	160	I	261	257	253	255	264	262	267	267	266	265	260	260
	I	200	I	258	257	253	255	262	260	265	266	265	265	261	261
WIND SPEED (M/S)	I	40	I	2.5	3.0	2.4	3.3	3.3	3.3	3.5	3.1	3.2	3.2	3.1	3.0
	I	60	I	2.8	3.2	3.0	3.8	3.6	3.8	4.5	4.0	4.0	4.0	3.9	3.8
	I	100	I	3.2	3.2	3.3	4.0	3.8	4.3	5.3	4.9	5.3	5.2	4.9	4.7
	I	160	I	3.4	3.4	3.5	3.9	4.0	4.7	5.6	5.9	6.1	5.7	5.5	4.8
	I	200	I	3.5	3.6	3.9	4.1	4.5	5.2	6.0	6.4	6.6	6.1	5.8	5.0
STANDARD DEVIATION OF WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I		I	8.5	9.1	9.6	9.0	8.1	8.1	8.2	8.7	8.5	8.4	8.4	8.1
	I I	40	I												
WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I HOR. I		I	10.5	11.8	12.0	11.4	10.7	11.4	11.2	11.1	10.6	10.5	10.3	10.0
	I I	100	I												
WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I		I	6.3	6.9	7.1	6.2	6.0	5.9	5.5	4.9	4.6	4.4	3.6	3.2
	I I	160	I												
WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I HOR. I		I	7.1	7.7	7.7	7.1	6.6	6.4	6.2	5.4	5.3	5.0	4.0	4.1
	I I	160	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I I		I												
	I I	100	I	12.8	12.3	10.4	7.0	7.3	7.5	5.6	6.3	6.2	4.7	5.2	3.3
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I I		I												
	I I	30/100	I	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2
NET RADIATION	(MW/CM**2)		I	11.7	10.9	8.4	7.9	6.9	4.3	3.7	2.6	2.1	1.6	1.3	1.6
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. FLUCTUATION I		I		D			D			D			D	
	I I		I												
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I HOR. FLUCTUATION I		I		D			D			E			F	
	I I		I												
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I TEMP. GRADIENT I		I		D			D			D			D	
	I I		I												
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I SYNOP. OBSERV. I		I		D			D			D			D	
	I I		I												

Tab. 5: Meteorologische Daten des KfK am 4.9.1986

		KA8602											KA8603												
		I HEIGHT I		TIME (CET)																					
		I I	I I																						
		I (M)	I	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40	13.50	14.00	14.10	14.20	14.30	14.40	14.50	15.00	15.10	15.20	15.30	15.40	15.50	16.00	16.10	16.20	
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	I	298	8	339	345	17	1	358	2	351	17	349	13	13	335	355	342	302	331	301	272	255	
	I	60	I	300	2	346	345	11	1	358	5	345	9	346	10	7	342	346	333	305	332	298	272	259	
	I	100	I	307	351	345	350	15	6	5	13	360	6	344	7	7	346	350	327	304	340	292	279	274	
	I	160	I	305	333	340	345	4	357	358	359	355	348	334	349	352	333	333	313	297	334	291	284	300	
WIND SPEED (M/S)	I	40	I	1.8	2.0	2.4	4.0	4.4	3.9	3.3	2.9	2.2	2.2	2.0	1.8	1.9	1.7	1.8	2.1	2.0	1.6	0.8	1.2	1.6	
	I	60	I	1.9	2.2	2.8	4.6	5.5	4.6	4.2	3.2	2.4	2.6	2.1	2.0	2.1	2.0	1.9	2.2	2.2	1.7	0.9	1.5	1.6	
	I	100	I	2.1	2.2	2.8	5.5	6.4	5.7	4.9	3.7	2.6	3.0	2.6	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.5	1.3	1.4	1.6	
	I	160	I	2.4	2.4	3.2	5.6	6.8	6.4	4.7	3.9	3.0	2.9	2.8	2.4	2.2	2.5	2.0	2.4	2.1	1.8	1.4	1.2	1.8	
STANDARD DEVIATION OF WIND DIR.	I VER. I	I	12.9	13.9	12.8	11.7	11.0	10.2	10.9	11.0	11.5	11.8	10.4	9.8	10.4	11.4	12.4	11.2	10.7	9.9	8.5	8.6	8.1		
	I HOR. I	I	40	I	27.5	23.5	31.7	30.2	23.9	18.7	17.2	16.5	16.6	18.6	15.0	16.2	15.4	****	****	18.7	18.5	16.0	12.9	16.5	14.6
VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I	I	12.3	12.3	12.7	11.2	8.9	7.5	6.3	6.3	8.7	8.8	8.6	8.1	8.5	9.5	11.4	11.1	9.9	9.6	9.0	9.8	9.5		
	I HOR. I	I	100	I	12.1	14.9	13.7	13.0	10.3	8.2	7.2	7.1	9.5	11.9	10.0	10.8	11.2	11.3	12.1	10.2	11.5	10.6	8.8	12.4	12.2
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I VER. I	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
	I HOR. I	I	160	I	11.2	15.0	12.9	11.9	9.2	6.9	6.4	7.4	9.2	10.2	9.0	9.2	9.7	10.1	11.1	10.9	13.0	12.8	10.6	13.9	15.8
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I	I	30/100	I	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.9	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8
NET RADIATION (MW/CM**2)	I	I		I	16.4	23.6	11.9	8.4	4.8	8.6	13.5	13.4	13.3	10.3	11.0	17.8	20.8	25.7	18.8	14.2	9.9	8.9	9.5	9.0	9.8
DIFFUSION CATEGORY	I VER. I	I		I	B			C				C			C		C			C			C		
	I HOR. I	I		I	B			D				C			C		B			C			B		
BASED ON ...	I TEMP. I	I		I	D			D				D			D		C			D			D		
	I SYNOP. I	I		I	C			D				C			C		C			C			C		

Fortsetzung Tab. 5

		I HEIGHT I	TIME (CET)																				
		I (M) I	16.30	16.40	16.50	17.00	17.10	17.20	17.30	17.40	17.50	18.00	18.10	18.20	18.30	18.40	18.50	19.00	19.10	19.20	19.30	19.40	19.50
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	303	25	313	253	288	318	348	51	47	61	64	56	64	59	56	53	56	60	44	51	42
	I	60	285	13	301	269	313	319	348	48	46	69	61	54	51	45	44	44	45	40	32	28	29
	I	100	285	355	296	292	343	281	349	51	58	70	57	43	41	36	37	38	32	33	26	18	24
	I	160	285	323	293	295	248	313	345	46	52	51	44	30	32	24	25	27	20	14	13	13	14
WIND SPEED (M/S)	I	40	1.1	0.7	0.5	0.6	0.2	0.8	0.7	1.9	1.6	1.1	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.6	0.6	0.1	0.0	0.3
	I	60	1.0	0.9	1.0	0.7	0.3	1.0	0.8	2.2	1.8	1.4	1.8	1.6	1.7	1.4	1.7	1.3	1.3	1.3	1.1	1.1	1.5
	I	100	1.2	0.9	1.2	1.0	0.1	0.7	0.6	2.3	1.9	1.7	2.3	2.6	2.3	2.1	2.5	1.8	2.0	1.7	1.5	1.7	2.0
	I	160	0.8	0.4	1.0	1.0	0.2	0.8	0.3	2.3	2.0	2.1	2.7	3.1	3.0	3.0	2.9	2.1	2.4	2.1	2.0	1.9	2.3
STANDARD DEVIATION OF	I VER. I	I	7.5	7.0	7.8	7.6	6.8	8.3	6.4	7.5	7.6	6.9	6.4	6.7	6.7	5.8	5.2	4.4	3.7	3.1	2.3	1.8	1.8
	I HOR. I	I	40																				
WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I	I	17.5	19.7	13.7	17.7	22.4	27.6	22.8	18.5	14.8	13.2	18.3	****	20.6	15.1	11.3	9.2	6.4	4.3	2.4	2.2	1.8
	I HOR. I	I	100																				
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I VER. I	I	8.7	8.1	8.1	8.9	8.8	7.1	6.5	6.7	6.8	7.6	6.9	5.8	4.9	4.9	4.1	3.4	2.9	3.0	2.6	2.6	2.7
	I HOR. I	I	160																				
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I VER. I	I	12.2	15.7	11.7	15.2	13.1	13.4	13.5	13.7	9.7	****	****	15.5	11.6	9.1	6.8	5.3	3.9	4.6	3.1	3.1	3.4
	I HOR. I	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
NET RADIATION (MW/CM**2)	I VER. I	I	11.6	13.2	12.7	15.9	14.3	24.6	18.8	16.6	10.7	****	****	17.6	11.8	7.5	5.5	4.1	3.6	4.2	3.5	3.0	3.2
	I HOR. I	I	100																				
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. FLUCTUATION I	I	27.3	42.8	40.7	24.0	****	****	46.7	8.9	6.0	12.1	7.3	7.8	6.4	7.1	4.1	5.4	8.0	4.1	4.1	6.6	4.2
	I HOR. FLUCTUATION I	I	I																				
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I VER. I	I	C				C			D			D		D		E		E		E		
	I HOR. I	I	A				B			B			D		E		E		E		F		
NET RADIATION (MW/CM**2)	I TEMP. GRADIENT I	I	D				D			D			D		E		E		E		E		
	I SYNOP. OBSERV. I	I	C				C			D			D		E		E		E		E		

Tab. 6: Meteorologische Daten des KfK am 5.9.1986

		KA8604					KA8605					KA8606											
		I HEIGHT I		TIME (CET)																			
		I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I	I I			
		(M)																					
		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I			
		40	68	72	88	77	65	66	52	60	55	59	56	65	61	67	52	61	66	75	79	85	73
		60	77	75	84	78	71	76	60	61	60	64	63	60	60	67	53	61	60	73	79	82	68
		100	99	100	114	112	104	98	82	79	72	81	76	68	68	77	67	72	70	77	78	80	73
		160	117	119	122	121	115	114	110	107	102	102	99	92	88	92	77	77	74	73	69	75	75
		200	114	110	114	115	113	115	114	115	116	123	123	118	110	108	95	90	84	84	78	79	83
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	1.6	1.5	1.5	1.4	1.1	0.9	1.3	1.4	1.7	1.9	1.9	1.7	2.2	2.0	2.1	2.5	2.3	3.2	2.8	3.0	3.0
	I	60	2.8	2.3	1.9	1.7	1.1	1.1	1.3	1.4	1.8	2.1	1.9	2.0	2.3	2.3	2.5	2.8	2.5	3.4	3.3	3.4	3.3
	I	100	3.3	3.0	3.3	3.2	3.4	2.4	1.6	1.5	1.9	2.2	2.2	2.4	2.2	2.5	2.8	3.1	2.8	3.7	3.5	3.6	3.4
	I	160	4.5	4.9	5.2	4.9	4.8	4.9	5.1	4.8	4.2	4.0	3.6	3.1	2.7	3.3	2.8	3.2	3.1	4.0	3.9	3.6	3.9
	I	200	3.3	3.6	4.1	4.5	4.8	4.5	4.6	5.0	5.6	6.0	5.8	5.2	4.5	4.6	3.5	3.5	3.5	4.2	4.4	3.8	4.4
STANDARD DEVIATION OF WIND DIR.	I VER. I	I	2.4	3.4	5.2	5.8	6.7	6.8	6.8	7.6	7.5	8.6	10.3	11.8	12.2	12.3	12.8	13.1	13.4	12.2	12.5	12.7	12.9
VECTOR VANE (DEGREE)	I HOR. I	I	2.8	3.2	6.0	7.5	8.3	9.5	10.1	12.0	14.7	14.6	14.2	15.8	15.1	16.1	14.6	15.5	15.3	15.7	15.1	15.7	16.5
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION	I VER. I	I	2.2	2.1	1.9	1.6	2.0	3.6	5.2	7.1	8.0	8.3	9.0	9.9	10.6	11.1	10.7	9.7	11.6	11.6	12.1	12.1	12.4
WIND VANE (DEGREE)	I HOR. I	I	2.7	2.7	2.4	1.7	1.9	3.5	6.2	8.5	9.4	9.6	9.5	10.6	11.9	12.2	9.9	10.4	10.5	10.9	10.6	11.0	12.5
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I VER. I	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
NET RADIATION (MW/CM**2)	I HOR. I	I	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8	1.1	0.9	1.0	1.6	2.0	3.2	4.9	7.0	9.1	8.5	10.8	11.5	11.8	11.8	12.6	12.9
DIFFUSION CATEGORY	I VER. I	I	2.4	3.1	4.7	3.6	5.8	11.4	15.5	15.2	11.0	13.3	11.7	15.8	17.1	13.7	10.2	13.5	14.5	11.9	16.3	20.5	17.7
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I HOR. I	I	3.5	3.2	2.5	2.2	1.9	0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.2	-1.1	-1.1
NET RADIATION (MW/CM**2)	I HOR. I	I	1.1	1.7	2.2	5.3	2.5	2.3	8.9	13.8	23.6	25.5	27.5	27.3	27.6	28.2	29.8	29.7	31.2	32.6	31.6	32.7	34.6
DIFFUSION CATEGORY	I VER. I	I	E			E				D			C			B			B			B	
TEMPERATURE GRADIENT	I HOR. I	I	F						C			C			C			C			C		
NET RADIATION	I TEMP. I	I	F										C			C			C				
DIFFUSION CATEGORY	I SYNOP. I	I	E										B			B			B				

Fortsetzung Tab. 6

KA8607

		I HEIGHT I		TIME (CET) ↓																	
		I I	I I	10.30	10.40	10.50	11.00	11.10	11.20	11.30	11.40	11.50	12.00	12.10	12.20	12.30	12.40	12.50	13.00	13.10	13.20
		(M)																			
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	I	68	81	82	80	71	87	108	110	103	85	78	46	13	52	70	34	92	69
	I	60	I	68	77	87	82	70	78	107	104	95	84	83	37	14	53	65	33	52	63
	I	100	I	71	76	82	83	82	85	101	110	100	92	114	36	31	50	68	43	67	68
	I	160	I	76	68	73	74	81	73	101	108	92	95	42	34	33	45	61	60	81	75
	I	200	I	83	75	78	75	87	77	97	106	103	95	50	39	39	42	66	69	89	82
WIND SPEED (M/S)	I	40	I	3.5	3.1	2.7	2.9	2.7	2.2	2.6	2.6	1.5	2.0	1.5	2.5	2.3	2.5	2.3	2.5	1.6	1.4
	I	60	I	3.9	3.7	2.8	3.1	2.7	2.4	3.0	2.8	1.5	2.2	1.8	2.8	2.6	2.7	2.4	2.7	1.6	1.3
	I	100	I	4.1	3.9	3.2	3.4	2.8	2.7	3.0	2.7	1.5	2.2	1.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.5	2.1	1.4
	I	160	I	4.1	3.8	3.0	3.7	3.2	3.1	2.7	2.5	1.5	2.2	1.7	2.6	2.5	2.7	2.9	2.5	2.3	1.4
	I	200	I	4.3	4.1	3.1	3.7	3.5	3.3	2.5	2.5	1.7	2.0	1.7	2.6	2.9	2.6	3.1	2.6	2.7	1.5
STANDARD DEVIATION OF	I VER. I	I	I	12.0	11.7	12.8	12.9	12.7	12.8	12.6	13.7	14.3	14.4	15.0	15.1	15.3	14.5	15.7	15.2	14.2	13.8
	I HOR. I	I	I	40																	
WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I	I	I	14.7	14.0	13.6	15.9	18.4	19.6	22.2	19.8	17.2	18.7	21.3	22.2	20.6	21.5	22.5	18.4	****	33.8
	I HOR. I	I	I	100																	
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I VER. I	I	I	11.3	9.6	11.1	11.6	12.5	16.0	17.1	15.7	13.1	14.8	16.9	15.1	14.6	13.3	14.2	14.5	14.8	14.0
	I HOR. I	I	I	160																	
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I VER. I	I	I	10.7	9.3	9.4	12.3	13.5	13.9	18.6	15.1	11.8	13.3	29.9	29.2	30.4	23.8	21.9	17.8	****	32.1
	I HOR. I	I	I	160																	
NET RADIATION (MW/CM**2)	I VER. I	I	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	I HOR. I	I	I	12.0	10.9	11.5	13.3	14.7	12.9	18.7	16.2	12.4	12.8	****	****	26.3	31.5	****	29.7	28.1	22.9
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. I	I	I	8.4	11.7	22.6	29.6	14.7	27.4	27.9	14.2	15.7	27.1	****	19.5	21.8	20.1	27.7	24.2	46.9	19.6
	I HOR. I	I	I	30/100																	
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I VER. I	I	I	-1.1	-1.0	-1.2	-1.1	-1.1	-0.9	-1.0	-0.9	-0.7	-1.0	-0.7	-1.0	-1.1	-0.9	-0.7	-0.8	-0.7	-0.6
	I HOR. I	I	I																		
NET RADIATION (MW/CM**2)	I VER. I	I	I	36.2	37.1	39.2	39.6	39.2	39.9	41.2	42.9	42.4	41.4	40.3	39.8	41.6	43.3	43.8	43.4	43.0	41.4
	I HOR. I	I	I																		
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. I	I	I	B				B			A			A		B				B	
	I HOR. I	I	I																		
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I VER. I	I	I	C				C			D			D		D				D	
	I HOR. I	I	I																		
NET RADIATION (MW/CM**2)	I VER. I	I	I	B				B			B			B		B				B	
	I HOR. I	I	I																		

Tab. 7: Meteorologische Daten des KfK am 8.9.1986

		KA8608												KA8609													
		I HEIGHT I		TIME (CET)																							
		I I																									
		I (M)																									
		I I																									
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	I 243	297	288	269	264	267	240	236	258	260	241	231	243	258	258	263	246	243	218	252	215	221	233	261	
	I	60	I 249	295	292	272	264	270	246	232	260	259	243	234	253	260	260	267	248	242	226	248	218	216	235	257	
	I	100	I 252	296	290	274	270	267	249	232	255	262	241	233	253	259	263	280	249	243	230	253	221	229	237	254	
	I	160	I 253	284	274	268	262	259	241	233	244	257	231	236	248	245	266	267	247	235	233	249	221	235	238	240	
	I	200	I 263	285	272	269	264	258	236	233	248	261	234	244	256	249	270	269	252	239	245	252	229	241	245	247	
WIND SPEED (M/S)	I	40	I 3.1	3.3	3.0	3.2	2.9	3.5	3.4	2.9	3.3	3.9	3.2	4.2	2.8	2.9	3.5	3.1	3.1	3.3	3.4	3.0	3.4	2.2	3.6	2.5	
	I	60	I 3.4	4.0	3.5	3.7	3.2	3.9	3.6	3.2	3.8	4.1	3.4	4.5	3.0	3.1	3.9	3.2	3.3	3.6	3.6	3.1	3.6	2.3	3.8	2.7	
	I	100	I 3.5	4.1	3.9	3.9	3.6	4.4	3.9	3.9	4.3	4.5	3.7	4.9	3.3	3.5	4.2	3.2	3.7	4.0	4.0	3.7	3.9	2.7	3.9	3.2	
	I	160	I 3.7	4.3	4.4	3.8	3.9	4.4	3.9	4.3	4.5	4.7	3.9	4.9	3.4	3.4	4.3	3.2	4.1	4.2	4.4	3.8	4.0	3.2	3.9	3.7	
	I	200	I 4.1	4.7	5.0	4.3	4.4	4.4	4.0	4.6	5.0	5.1	4.3	5.3	3.4	3.8	4.5	3.5	4.3	4.6	4.9	4.0	4.4	3.5	4.1	3.9	
STANDARD DEVIATION OF WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I	I	I 10.6	11.6	10.7	10.3	10.4	9.8	9.9	11.8	11.3	11.5	11.9	12.1	11.6	12.8	12.7	11.3	10.3	10.9	12.4	12.5	12.4	13.1	12.7	11.7	
	I I	I	I 40	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I HOR. I	I	I 14.3	16.1	14.3	13.5	14.7	13.6	12.2	17.7	19.3	16.8	17.4	17.3	15.6	17.5	19.9	16.8	14.6	14.7	14.1	15.9	13.1	16.9	15.6	15.5	
	I I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I VER. I	I	I 8.1	9.6	8.5	7.8	7.6	6.7	7.1	9.7	9.1	8.9	9.9	10.1	10.2	10.4	10.8	10.0	10.7	10.8	10.8	10.9	11.0	11.8	11.4	10.9	
	I I	I	I 100	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I HOR. I	I	I 9.0	11.2	9.6	8.7	8.9	7.4	6.3	10.6	12.0	10.3	10.9	11.5	11.5	11.1	11.3	10.6	11.6	11.0	11.9	12.4	11.2	13.2	11.9	10.9	
	I I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I VER. I	I	I ****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
	I I	I	I 160	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I HOR. I	I	I 9.3	11.5	9.6	8.6	8.4	7.6	6.8	13.7	14.2	11.4	11.1	12.0	12.4	12.5	13.2	12.1	14.5	12.5	12.6	12.5	11.7	13.1	11.6	10.0	
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I I	I	I 100	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I I	I	I 14.4	17.2	12.2	10.9	13.2	5.9	18.5	19.2	20.2	14.0	17.5	13.6	18.5	15.4	14.1	20.0	13.7	16.3	15.5	16.1	16.2	17.6	12.4	16.9	
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I I	I	I 30/100	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I I	I	I -0.9	-1.1	-0.7	-1.1	-0.9	-0.9	-1.0	-1.1	-0.9	-1.2	-1.0	-0.6	-1.0	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.0	-1.0	-1.1	-0.8	-0.9	-0.8	-0.9	
NET RADIATION (MW/CM**2)	I I	I	I 25.0	15.6	11.9	22.3	12.5	33.8	44.9	34.3	29.2	35.1	25.5	28.0	31.3	25.8	26.0	32.4	32.1	34.7	32.8	31.0	21.7	30.5	29.7	19.8	
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. I	I	I	I C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I HOR. I	I	I	I C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I TEMP. I	I	I	I D	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I SYNOP. I	I	I	I C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	I I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	

Fortsetzung Tab. 7

KA8610

KA8611

		I HEIGHT I		TIME (CET)																								
		I (M)	I	15.50	16.00	16.10	16.20	16.30	16.40	16.50	17.00	17.10	17.20	17.30	17.40	17.50	18.00	18.10	18.20	18.30	18.40	18.50	19.00	19.10	19.20	19.30	19.40	
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	I	232	259	248	253	257	278	277	287	295	305	307	306	309	310	310	310	303	309	308	313	310	304	305	304	
	I	60	I	234	261	255	258	258	282	282	293	296	305	311	310	308	308	308	308	312	304	305	307	310	311	308	311	313
	I	100	I	228	256	256	262	264	299	287	292	296	309	310	308	308	308	308	314	312	306	308	311	314	315	316	317	322
	I	160	I	220	249	253	256	259	297	288	284	292	303	303	300	300	303	308	305	302	304	307	306	309	312	310	317	
	I	200	I	227	255	261	260	264	297	287	284	293	303	301	299	300	304	308	305	305	304	308	306	309	314	312	321	
WIND SPEED (M/S)	I	40	I	3.4	2.9	2.5	2.3	2.0	1.7	1.9	2.7	2.0	1.9	1.8	2.1	1.9	1.8	1.9	2.1	2.0	2.1	2.0	1.6	1.7	1.7	1.6	1.9	
	I	60	I	3.5	3.3	3.0	2.5	2.3	1.9	2.2	3.2	2.4	2.2	2.1	2.6	2.5	2.4	2.4	2.7	3.1	3.1	2.9	2.5	2.5	2.3	2.1	2.7	
	I	100	I	3.8	3.6	3.3	2.7	2.8	2.2	2.3	3.4	2.7	3.0	2.7	3.0	3.5	3.1	3.2	3.7	4.3	4.4	4.0	3.8	3.7	3.8	3.4	4.0	
	I	160	I	3.8	3.6	3.4	3.1	2.9	2.4	2.4	3.4	2.7	3.4	3.5	3.7	4.1	3.5	3.9	4.7	5.0	5.2	4.7	4.7	4.7	4.6	4.6	4.9	
	I	200	I	4.1	3.7	3.7	3.6	3.3	2.6	2.7	3.7	3.2	4.0	4.0	4.4	4.5	3.8	4.5	5.2	5.6	5.8	5.3	5.3	5.0	4.9	5.1	5.3	
STANDARD	I VER. I	I	10.6	10.4	10.2	9.9	9.4	9.0	8.8	8.5	8.7	8.2	8.7	7.7	6.8	6.1	5.0	4.7	5.5	5.3	4.4	3.4	2.4	1.7	1.3	1.3		
DEVIATION OF	I HOR. I	I	13.9	15.1	14.0	13.9	14.6	17.2	16.1	15.2	13.8	14.6	14.2	12.9	11.8	9.5	8.3	7.6	8.2	8.3	7.1	6.1	4.4	3.1	2.8	2.9		
WIND DIR.	I VER. I	I	10.3	9.6	8.8	8.1	7.2	7.2	7.2	6.6	6.7	6.9	6.7	5.7	5.1	4.1	3.6	3.5	3.4	3.0	2.4	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0		
VECTOR VANE	I HOR. I	I	10.3	11.0	9.2	9.0	9.7	10.8	9.0	9.5	8.3	9.6	8.5	7.5	6.9	5.4	5.2	4.4	4.7	4.2	3.6	2.8	2.4	2.2	2.1	2.2		
(DEGREE)	I VER. I	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
	I HOR. I	I	9.3	11.4	9.0	8.6	9.7	10.4	8.1	9.2	8.1	8.5	7.0	5.7	4.8	3.9	3.9	3.1	2.7	2.5	2.1	1.7	1.6	1.3	1.1	1.5		
STAND. DEVIATION OF	I	I	8.2	12.6	11.5	11.6	14.3	23.4	13.5	6.9	12.7	11.5	7.0	6.7	5.1	5.5	5.8	7.0	4.8	3.4	2.1	2.3	3.2	1.8	2.5	6.1		
HOR. WIND DIRECTION	I	I																										
WIND VANE (DEGREE)	I	I																										
TEMPERATURE	I	I																										
GRADIENT	I 30/100	I	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3		
(K/100M)	I	I																										
NET RADIATION	(MW/CM**2)	I	17.1	12.8	11.8	9.5	8.9	8.7	7.1	6.4	6.9	2.0	3.0	1.9	0.8	0.8	0.0	-0.5	-1.2	-2.1	-2.4	-2.6	-3.0	-3.3	-3.5	-3.5		
DIFFUSION	I VER. FLUCTUATION	I		C			C			D				D		D			E			E			F			
CATEGORY	I HOR. FLUCTUATION	I		D			C			D				D		E			E			F			F			
BASED	I TEMP. GRADIENT	I		D			D			D				D		E			E			E			E			
ON ...	I SYNOP. OBSERV.	I		C			C			D				D		D			E			E			F			

Tab. 8: Meteorologische Daten des KfK am 10.9.1986

		KA8612										KA8613														
		HEIGHT		TIME (CET)																						
		(M)	8.50	9.00	9.10	9.20	9.30	9.40	9.50	10.00	10.10	10.20	10.30	10.40	10.50	11.00	11.10	11.20	11.30	11.40	11.50	12.00	12.10	12.20	12.30	12.40
WIND DIRECTION (DEGREE)	I 40	I 23	46	56	45	52	65	52	80	85	77	80	85	76	81	61	40	58	54	75	61	76	87	72	68	
	I 60	I 17	40	41	48	52	66	57	74	80	74	76	85	73	79	58	30	50	55	71	58	71	86	76	58	
	I 100	I 22	43	33	55	57	54	58	73	77	73	77	82	74	76	53	37	43	55	70	64	73	88	79	61	
	I 160	I 35	42	40	53	49	53	51	66	59	61	68	61	64	57	31	36	38	55	63	60	61	78	76	54	
I 200	I 51	52	50	61	56	57	55	64	58	62	63	59	60	51	34	40	45	53	65	64	60	75	75	54		
WIND SPEED (M/S)	I 40	I 1.7	1.8	1.3	2.0	1.9	2.0	2.7	3.1	3.1	3.2	2.5	2.8	2.4	2.5	2.3	2.3	2.2	3.0	3.5	3.1	3.0	2.4	3.0	2.3	
	I 60	I 2.0	1.9	1.3	2.1	2.1	2.4	2.8	3.6	3.2	3.4	2.9	3.3	2.6	2.6	2.5	2.5	2.7	3.5	3.7	3.6	3.3	2.7	3.3	2.4	
	I 100	I 1.9	2.1	1.6	2.2	2.5	2.6	2.6	3.7	3.7	3.5	3.2	3.6	2.8	2.9	2.3	2.9	3.0	3.6	4.2	3.8	3.3	2.9	3.5	2.8	
	I 160	I 2.1	2.1	1.9	2.5	2.7	3.0	2.6	3.5	3.6	3.4	3.1	3.4	3.1	3.0	2.2	3.3	3.2	3.7	4.2	3.8	3.7	3.0	3.5	3.0	
I 200	I 2.5	2.9	2.8	3.0	3.2	3.2	3.0	3.7	3.8	3.6	3.4	3.4	3.4	3.5	1.9	3.2	3.1	3.9	4.4	4.2	4.0	3.3	3.6	3.2		
STANDARD	I VER. I	I 10.8	10.4	10.7	10.7	11.9	12.5	12.6	12.9	13.0	13.8	14.3	14.4	14.6	13.8	13.4	13.9	13.9	14.3	14.3	13.8	13.6	14.6	14.0	14.0	
DEVIATION OF	I HOR. I	I 13.6	14.5	14.6	16.0	14.3	14.6	14.4	20.2	16.9	15.9	15.7	15.3	19.1	19.7	19.2	20.5	21.8	26.0	22.6	18.6	17.8	19.4	18.9	19.0	
WIND DIR.	I VER. I	I 11.0	10.5	10.7	10.2	9.5	10.2	11.9	12.6	10.8	10.0	10.4	10.9	13.4	15.5	15.0	14.3	14.0	13.1	11.8	11.0	11.1	12.4	12.8	14.5	
VECTOR VANE (DEGREE)	I HOR. I	I 12.3	11.7	11.4	12.3	10.6	11.5	14.2	14.9	11.5	10.5	10.4	9.9	11.8	12.9	14.6	15.7	15.4	15.5	12.1	10.0	10.1	12.6	13.8	15.8	
	I VER. I	I ****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	
	I HOR. I	I 13.4	11.3	12.3	12.7	11.6	13.0	14.3	14.6	11.5	9.7	9.7	9.8	12.8	13.5	16.1	16.4	15.6	16.5	12.1	9.7	9.8	13.5	14.0	13.8	
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I 100	I 13.9	13.6	18.7	11.9	13.7	22.3	21.6	14.4	15.4	8.8	13.8	16.7	17.5	18.8	24.9	19.7	19.7	20.2	10.6	9.1	17.5	25.8	17.1	44.2	
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I 30/100	I -1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-1.1	-1.4	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.2	-1.2	-0.9	-0.7	-0.8	-0.7	-0.6	-0.9	
NET RADIATION (MW/CM**2)	I	I 12.7	14.3	17.6	20.8	22.5	22.4	27.8	27.7	27.6	30.6	31.8	33.1	33.6	34.4	35.5	35.8	37.0	36.9	37.5	38.4	37.3	37.9	34.2	38.9	
DIFFUSION CATEGORY	I VER. I	I	B			C			B				C		A			B			B			B		
BASED ON ...	I HOR. I	I	C			C			C				C		B			C			D			A		
	I TEMP. I	I	C			C			B				B		C			C			D			D		
	I SYNOP. I	I	C			C			B				B		B			B			C			C		

Fortsetzung Tab. 8

		KA8614														KA8615													
		I HEIGHT I		TIME (CET)																									
		I (M)	I	12.50	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40	13.50	14.00	14.10	14.20	14.30	14.40	14.50	15.00	15.10	15.20	15.30	15.40	15.50	16.00	16.10	16.20	16.30	16.40		
WIND DIRECTION (DEGREE)	I	40	I	64	124	92	37	83	89	75	38	15	11	357	346	17	5	355	341	2	2	20	12	13	26	25	355		
	I	60	I	63	106	86	30	77	89	75	34	15	3	351	348	14	360	348	344	354	342	17	8	7	24	18	359		
	I	100	I	67	106	89	35	70	87	68	38	23	355	358	349	11	3	358	349	355	347	3	11	9	26	22	5		
	I	160	I	65	100	77	41	65	77	53	20	20	356	355	348	3	356	347	348	343	353	347	357	357	19	13	356		
	I	200	I	73	99	67	48	61	79	60	21	22	2	0	0	3	354	349	360	356	354	****	354	359	21	15	5		
WIND SPEED (M/S)	I	40	I	2.5	1.9	2.5	2.3	2.1	2.4	2.2	3.0	3.4	2.6	2.8	2.8	3.3	2.7	2.6	2.3	2.4	2.4	2.2	2.8	2.8	2.8	3.5	2.2		
	I	60	I	2.7	2.2	2.8	2.8	2.7	2.8	2.5	3.2	3.6	2.7	3.1	3.2	3.7	3.0	3.2	2.4	2.7	2.3	2.3	3.2	3.3	3.3	3.8	2.6		
	I	100	I	2.9	2.6	3.1	2.9	2.9	3.1	3.1	3.3	3.8	3.5	3.2	3.5	4.0	3.4	3.5	2.3	3.1	3.1	2.6	3.6	4.0	3.5	3.7	3.0		
	I	160	I	2.9	2.5	3.3	2.8	3.2	3.2	3.4	3.4	4.2	3.7	3.3	3.8	3.9	3.2	3.7	2.8	3.1	3.5	3.2	3.5	4.0	3.5	3.8	3.6		
	I	200	I	3.1	2.9	3.5	3.0	3.2	3.6	3.5	3.8	4.3	3.5	2.8	3.8	4.2	3.3	3.7	3.1	3.1	3.7	3.0	3.8	4.1	3.6	3.9	3.8		
STANDARD	I VER.	I	I	13.1	14.7	14.7	14.2	14.5	14.7	14.8	14.8	13.6	14.1	14.6	15.0	15.1	14.6	14.9	13.3	12.8	12.2	13.5	13.9	12.3	11.7	10.4	9.9		
DEVIATION OF	I HOR.	I	I	20.2	23.0	20.1	19.9	24.9	23.5	20.7	20.1	20.4	19.4	20.5	21.8	22.4	18.8	22.0	****	30.4	28.8	****	****	****	****	22.3	17.9	15.2	
WIND DIR.	I VER.	I	I	13.7	16.4	15.5	13.1	14.1	14.9	15.4	15.3	14.0	14.2	13.4	12.7	12.4	13.3	13.8	12.4	13.7	12.7	11.9	12.2	11.6	10.6	9.7	9.6		
VECTOR VANE (DEGREE)	I HOR.	I	I	18.2	18.7	14.7	14.4	17.1	15.4	12.8	14.8	15.5	14.1	13.6	15.1	14.2	13.0	14.9	15.1	****	****	23.2	19.2	15.9	13.0	10.6	10.3		
	I VER.	I	I	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****		
	I HOR.	I	I	15.7	17.7	14.7	14.5	16.8	14.9	12.8	14.9	15.3	13.5	14.5	16.4	14.9	13.4	15.2	15.9	15.4	18.5	****	****	22.8	17.0	12.9	11.7		
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I	100	I	21.4	27.1	39.6	16.5	27.1	17.2	33.7	23.1	20.4	23.6	20.7	19.4	14.0	22.0	28.4	24.5	28.3	26.2	27.2	17.3	21.2	10.5	13.3	17.4		
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I	30/100	I	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-1.1	-0.7	-0.6	-1.0	-0.6	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	-0.8		
NET RADIATION (MW/CM**2)	I		I	21.8	40.2	39.6	39.5	38.9	38.0	38.4	23.8	21.3	34.2	29.5	31.3	28.7	27.4	25.5	23.1	21.8	19.7	18.2	16.6	14.7	12.1	11.6	9.3		
DIFFUSION	I VER.	I	I	A				B			A			B			B			B			B			C			
CATEGORY	I HOR.	I	I	A				B			B			B			B			B			B			C			
BASED	I TEMP.	I	I	D				D			D			D			D			D			D			D			
ON ...	I SYNOP.	I	I	B				B			B			B			B			C			C			C			

Fortsetzung Tab. 8

		KA8616A										KA8616B									
		I HEIGHT I		TIME (CET)																	
		I I	I I																		
		I (M)	I 16.50	I 17.00	I 17.10	I 17.20	I 17.30	I 17.40	I 17.50	I 18.00	I 18.10	I 18.20	I 18.30	I 18.40	I 18.50	I 19.00	I 19.10	I 19.20	I 19.30	I 19.40	
WIND DIRECTION (DEGREE)	I 40	I 356	358	5	11	10	7	14	17	18	17	18	20	17	17	23	29	26	21		
	I 60	I 358	358	6	7	9	6	14	13	15	14	14	14	12	10	12	16	16	12		
	I 100	I 3	3	14	14	19	15	16	17	17	16	16	15	15	15	16	19	21	19		
	I 160	I 359	354	6	5	10	12	10	9	9	10	9	7	10	12	14	16	16	14		
	I 200	I 7	3	8	11	****	12	9	8	9	11	10	9	12	14	15	17	17	16		
WIND SPEED (M/S)	I 40	I 2.7	2.8	3.3	2.9	3.2	2.9	3.1	3.6	2.9	2.8	2.9	2.6	2.9	2.8	2.4	2.2	2.2	2.5		
	I 60	I 3.2	3.4	3.8	3.5	3.6	3.5	3.7	4.0	3.6	3.5	3.5	3.5	3.9	4.0	3.8	3.4	3.5	3.9		
	I 100	I 3.7	4.1	4.1	3.9	3.9	3.8	4.3	4.7	4.4	4.4	4.8	5.2	5.2	5.1	5.0	5.0	5.5	5.8		
	I 160	I 3.8	3.9	4.6	4.5	4.2	4.1	4.5	5.5	5.3	5.2	5.6	5.8	5.7	5.7	5.8	6.0	6.0	6.1		
	I 200	I 4.0	4.3	4.7	4.5	4.4	4.1	4.6	5.4	5.4	5.3	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9		
STANDARD DEVIATION OF WIND DIR. VECTOR VANE (DEGREE)	I VER. I 40	I 11.0	9.9	9.8	9.2	8.1	7.4	7.0	6.4	6.0	5.7	4.9	4.5	4.2	3.7	3.3	3.0	2.9	2.6		
	I HOR. I 100	I 15.9	14.6	15.0	14.6	12.5	11.0	10.2	9.1	8.2	7.4	6.6	5.9	5.5	5.1	4.7	4.2	4.1	3.6		
	I VER. I 160	I 8.5	7.4	7.2	6.8	6.2	5.5	5.3	5.0	4.1	3.6	2.8	2.2	1.7	1.4	1.0	0.8	0.9	0.8		
	I HOR. I 160	I 9.9	8.5	9.3	8.7	8.3	7.5	7.3	6.0	4.9	4.2	3.4	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2		
	I VER. I 160	I ****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****		
	I HOR. I 160	I 11.6	10.2	9.9	8.1	7.6	7.3	6.8	5.3	3.8	2.8	2.2	2.1	1.8	1.6	1.5	1.2	1.1	0.9		
STAND. DEVIATION OF HOR. WIND DIRECTION WIND VANE (DEGREE)	I 100	I 15.0	18.1	15.6	9.8	8.3	10.7	5.0	5.0	4.3	2.7	2.0	2.2	1.9	1.3	2.3	1.4	1.2	1.2		
TEMPERATURE GRADIENT (K/100M)	I 30/100	I -0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.1	1.4	1.8	1.9		
NET RADIATION (MW/CM**2)	I	I 8.2	8.1	3.5	-0.1	-0.6	-1.3	-1.8	-2.3	-2.8	-3.1	-3.5	-3.8	-4.0	-4.2	-4.1	-3.9	-3.7	-3.9		
DIFFUSION CATEGORY BASED ON ...	I VER. I	I C				D			D			E		F		F		F			
	I HOR. I	I C				D			F			F		F		F		F			
	I TEMP. I	I D				D			D			E		E		E		F			
	I SYNOP. I	I D				D			E			E		E		E		E			

Tétroon

	KA861A	KA861B	KA8603	KA8604	KA8605	KA8606	KA8608	KA8609	KA8610	KA8611	KA8612	KA8613	KA8614	KA8615
Beginn d. Mittelung $[\overline{MEZ}]$	14:05	14:13	15:40	7:25	8:26	10:06	12:07	14:47	16:37	18:48	9:07	12:05	13:32	15:33
Mittelungszeit \bar{T} $[\overline{min}]$	180	180	120	30	60	90	60	60	30	30	30	60	60	90
Gleichgewichtshöhe \bar{H}^* $[\overline{m}]$	645	515	280	260	240	730	300	420	370	475	250	190	575	300
Vertikale Geschw. w $[\overline{ms^{-1}}]$														
aufwärts Mittel	0,49	0,57	0,39	0,17	0,27	0,44	1,02	0,80	0,32	0,23	0,23	0,42	1,00	0,42
aufwärts Max.	1,93	2,14	1,32	0,43	0,72	1,43	2,63	2,03	1,23	0,59	0,67	2,32	2,98	1,76
abwärts Mittel	-0,50	-0,52	-0,30	-0,19	-0,31	-0,44	-0,84	-0,66	-0,61	-0,21	-0,28	-0,33	-1,37	-0,42
abwärts Max.	-1,83	-1,21	-1,36	-0,27	-0,93	-1,14	-2,03	-1,78	-1,37	-0,22	-1,34	-1,09	-2,16	-1,19
Schwingungsperiode $[\overline{min}]$														
t_u	90 16,4 9	25,7 9,5 5,1	60 20 7,1	7,5 4,3	30 12 6,6	45 12,9 4,5	30 12	30 6 3,3	6 15	15,0 7,5	20 6,7 3,5	14,5 10 4,5	18 7	
t_v	90 6,4	90 25,7 13,3	60 10,9 15		30 4,6	45 6,9	30 8,6 5	30 6 4,6	10 3,8	15 6	7,5	30 8,6 4,6	20 7,3	30 11,3
t_w	60 25,6 6,7	60 15 6,7	24 15 6,6 15		6,6	9	20 4,3	30 8,6	15 3	15	10 3,8	15 8,6	20 7,3	30 11,3

* über Startplatz; gemittelt über die Zeit \bar{T}

Tab. 9: Charakteristische mittlere Größen für ausgewählte Flüge

Tetroon

	KA8601A	KA8601B	KA8603	KA8604	KA8605	KA8606	KA8608	KA8609	KA8610	KA8611	KA8612	KA8613	KA8614	KA8615
Beginn der Mittelung [MEZ]	14:05	14:13	15:40	7:25	8:26	10:06	12:07	14:47	16:37	18:48	9:07	12:05	13:32	15:33
Mittelungszeit \bar{T} [min]	180	180	120	30	60	90	60	60	30	30	30	60	60	90
Turbulenzintensität														
i_u	0,143	0,169	1,112	0,060	0,162	0,346	0,361	0,284	0,092	0,057	0,240	0,298	0,250	0,288
i_v	0,198	0,286	2,026	0,121	0,268	0,398	0,218	0,343	0,110	0,167	0,114	0,314	0,373	0,293
i_w	0,147	0,188	0,456	0,035	0,077	0,243	0,274	0,237	0,116	0,082	0,062	0,152	0,523	0,190
Turbulente Impulsflüsse [$m^2 s^{-2}$]														
$-\overline{u'w'}$	-0,076	0,041	0,135	-0,051	-0,077	0,088	0,804	-0,133	0,084	-0,017	-0,270	0,009	0,223	0,032
$-\overline{v'w'}$	0,083	0,162	-0,288	-0,124	0,091	-0,052	0,382	-0,079	0,156	0,041	0,089	-0,060	0,221	0,204
$-\overline{u'v'}$	-0,061	-0,164	1,190	-0,175	0,836	0,376	0,141	0,467	-0,027	0,046	0,452	0,329	-0,021	-0,171
Produktionsterme [$cm^2 s^{-3}$] der turb. kin. Energie														
$-\overline{u'w'} \frac{\partial u}{\partial z}$	-5,51	1,64	7,67	-17,27	-4,63	1,76	79,44	-3,31	-4,35	0,16	50,30	0,73	4,37	1,80
$-\overline{v'w'} \frac{\partial v}{\partial z}$	-1,90	9,49	-1,76	-13,65	-6,44	0,70	4,51	-2,51	2,87	-0,32	-1,17	-0,17	2,90	-30,84
Windscherung [$10^{-3} s^{-1}$]														
$\frac{\partial u}{\partial z}$	7,25	4,00	5,68	33,86	6,01	2,00	9,88	2,49	-5,18	-0,92	18,63	8,07	1,96	5,64
$\frac{\partial v}{\partial z}$	-2,29	5,86	0,61	11,01	-7,08	-1,35	1,18	3,18	1,84	-0,77	-1,32	0,28	1,31	-15,12

Tab. 10: Turbulente Größen für ausgewählte Flüge

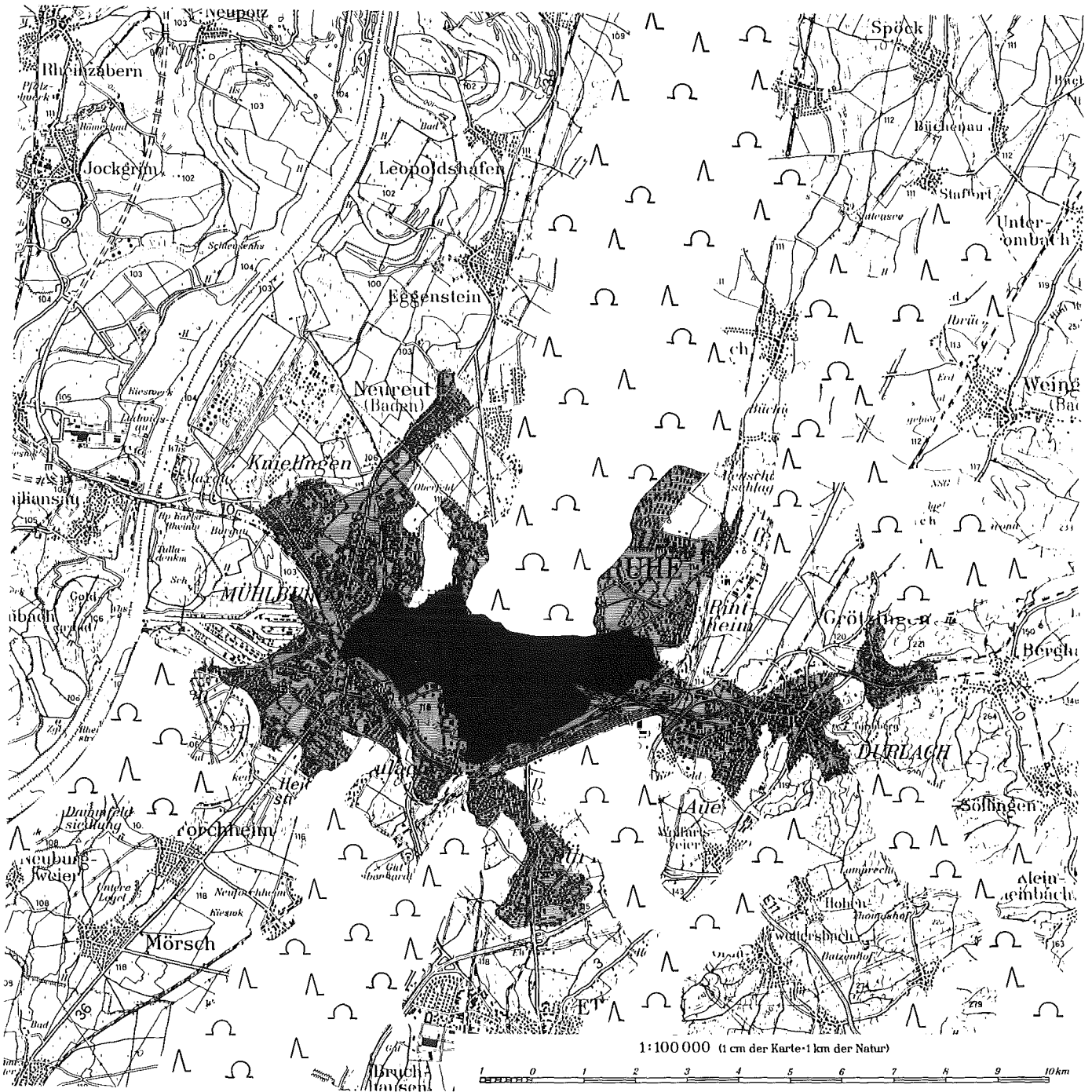


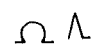


Abb. 1: Stadtgebiet und Umgebung von Karlsruhe

-  Innenstadt, dichte Bebauung
-  äußere Stadtbereiche, lockere Bebauung
-  Waldgebiete

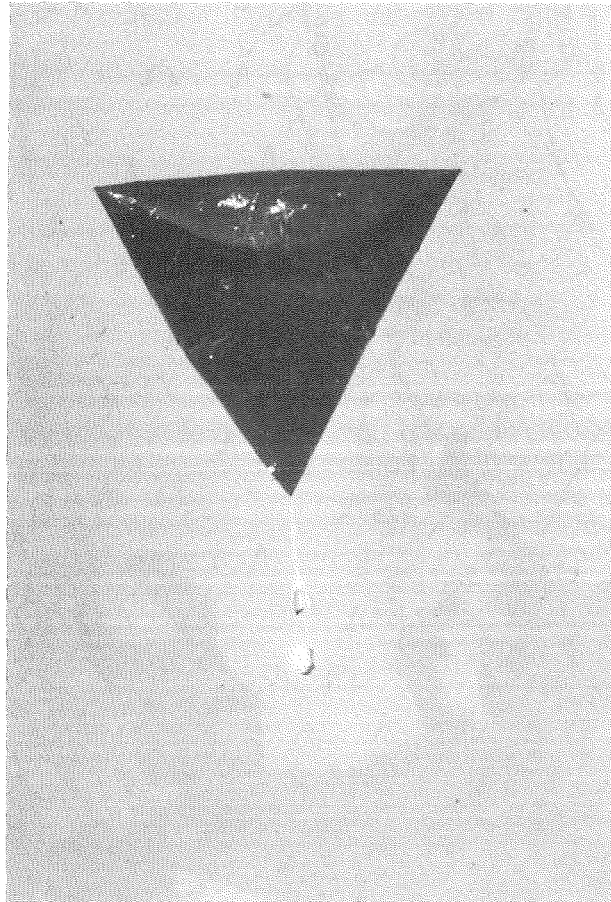


Abb. 2: Tetroon mit Transponder



Abb. 3: Radar

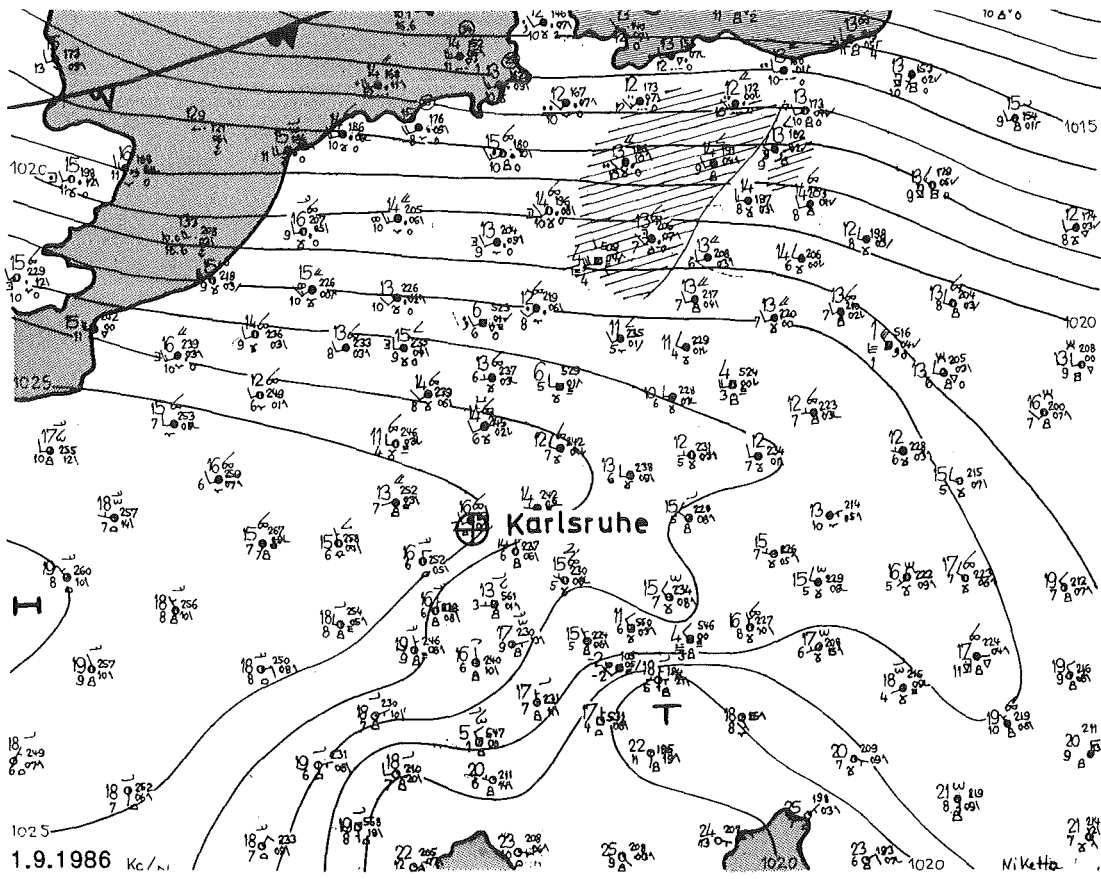


Abb. 4: Wetterlage am 1.9.1986 13.00 MEZ

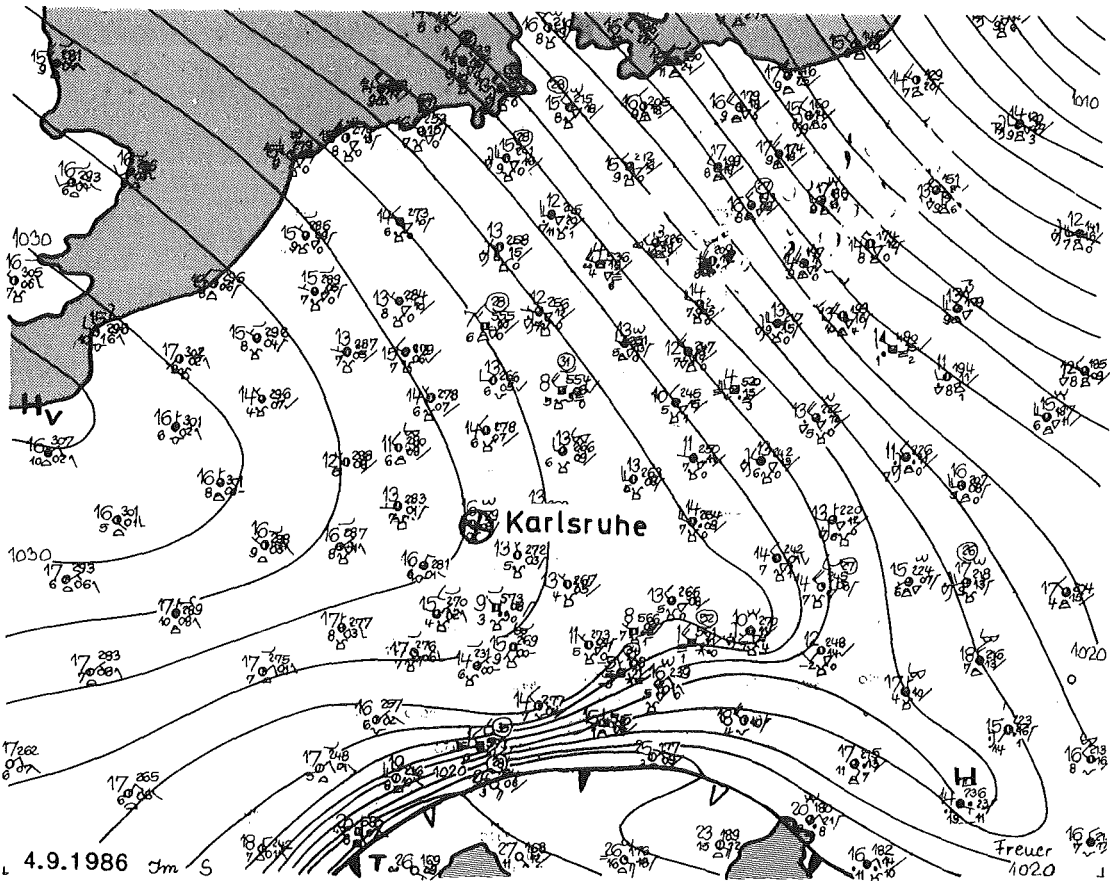


Abb. 5: Wetterlage am 4.9.1986 13.00 MEZ

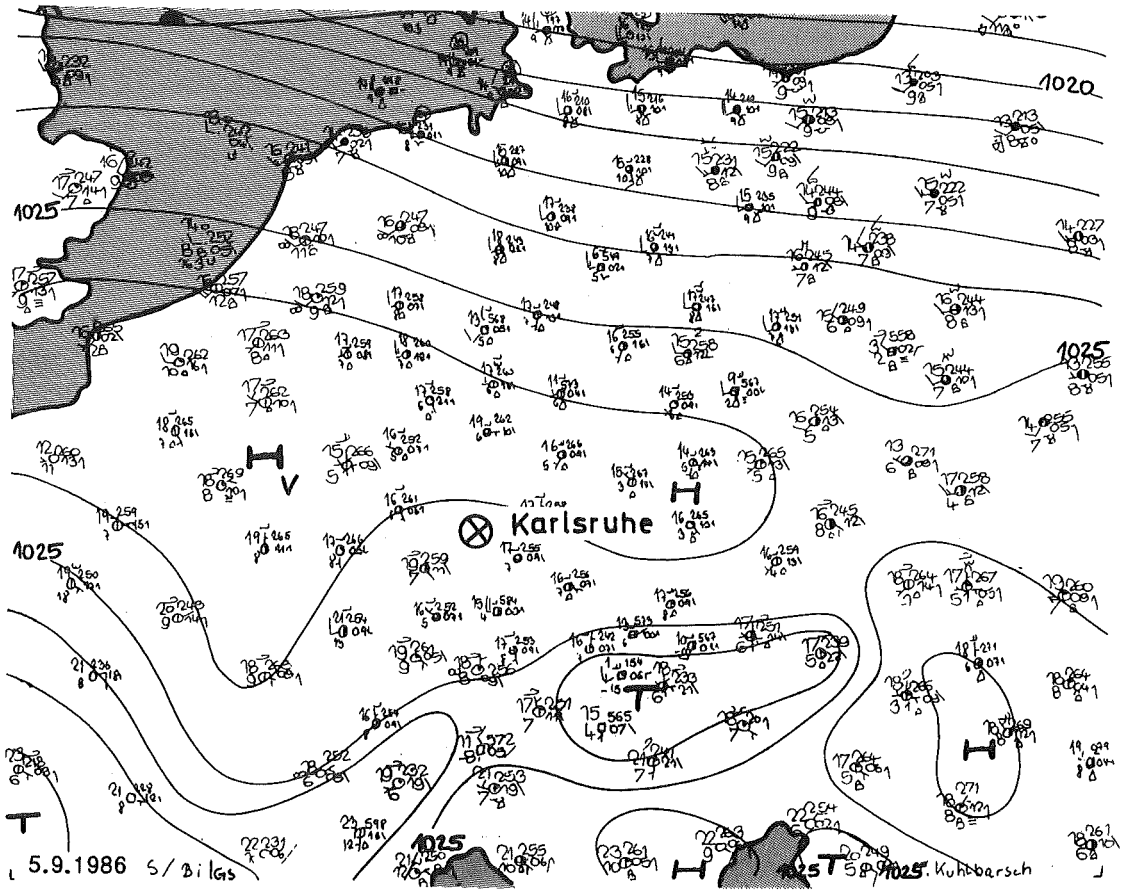


Abb. 6: Wetterlage am 5.9.1986 13.00 MEZ

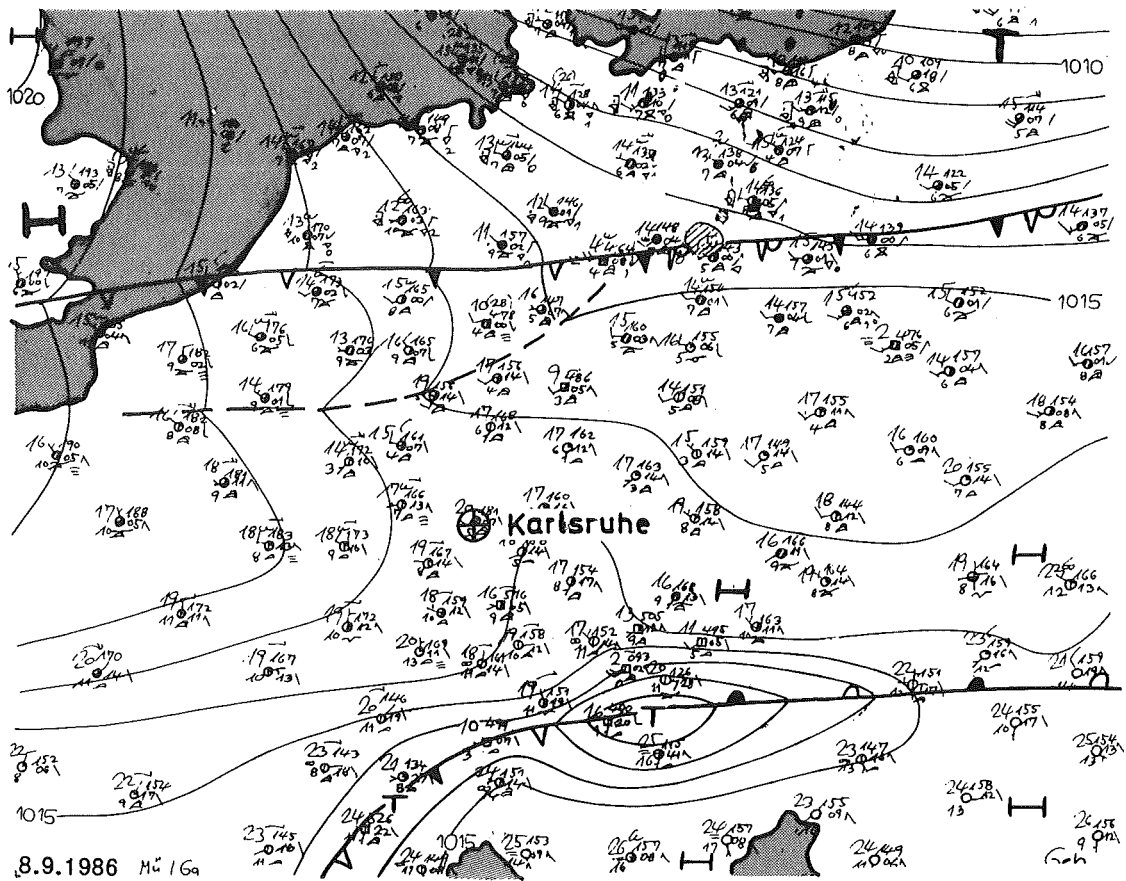


Abb. 7: Wetterlage am 8.9.1986 13.00 MEZ

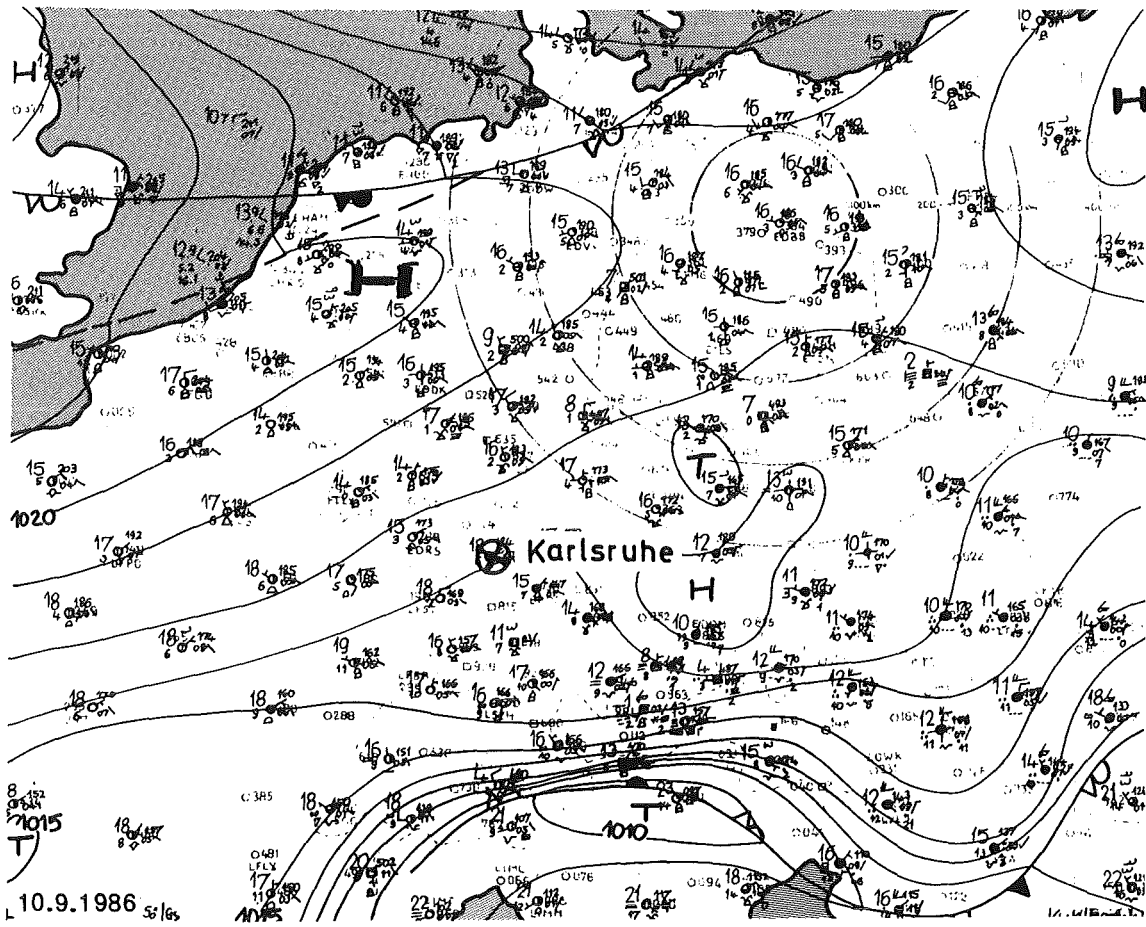


Abb. 8: Wetterlage am 10.9.1986 13.00 MEZ



Abb. 9: Projektion der Trajektorien auf den Erdboden am 1.9.1986

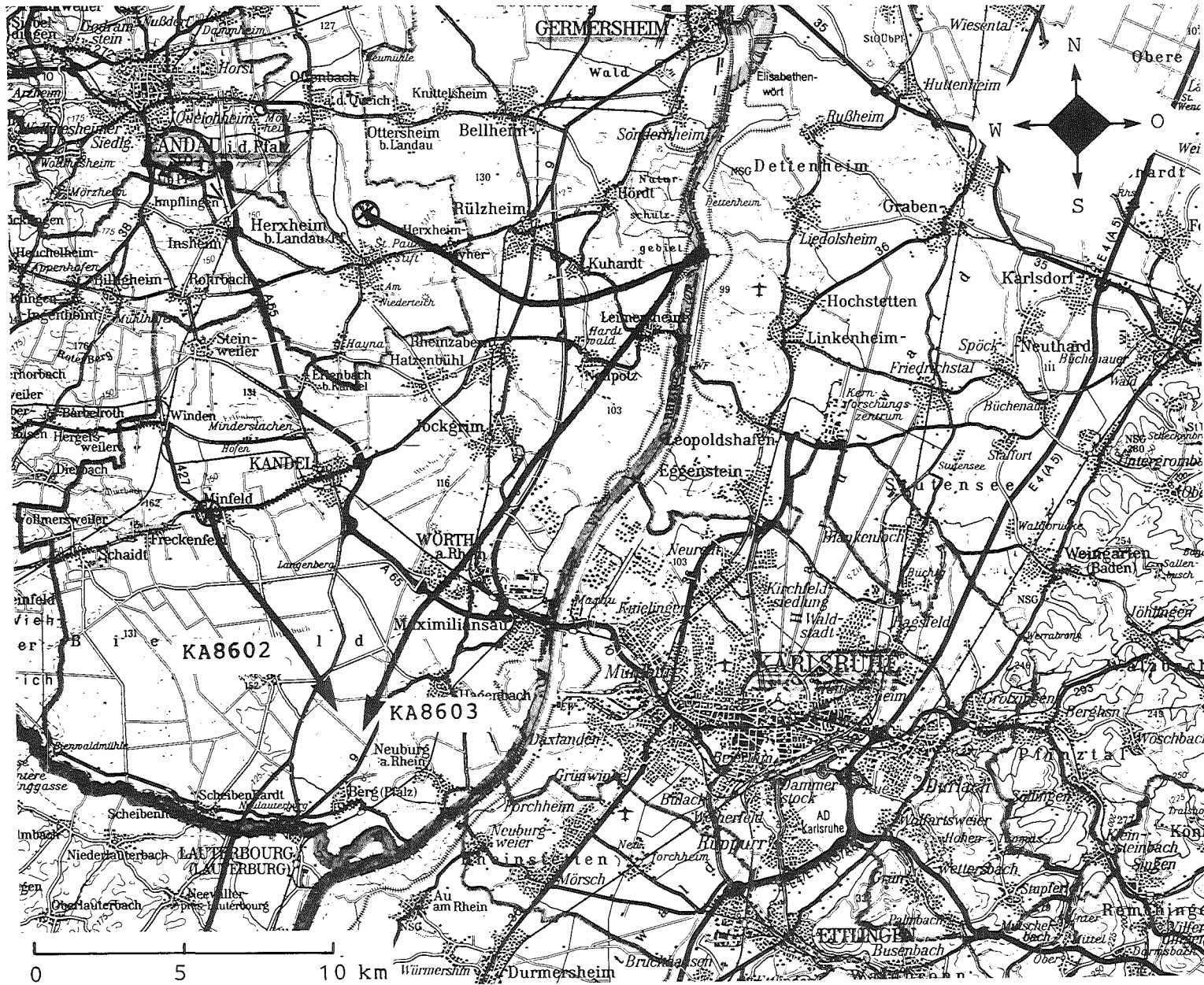


Abb. 10: Projektion der Trajektorien auf den Erdboden am 4.9.1986

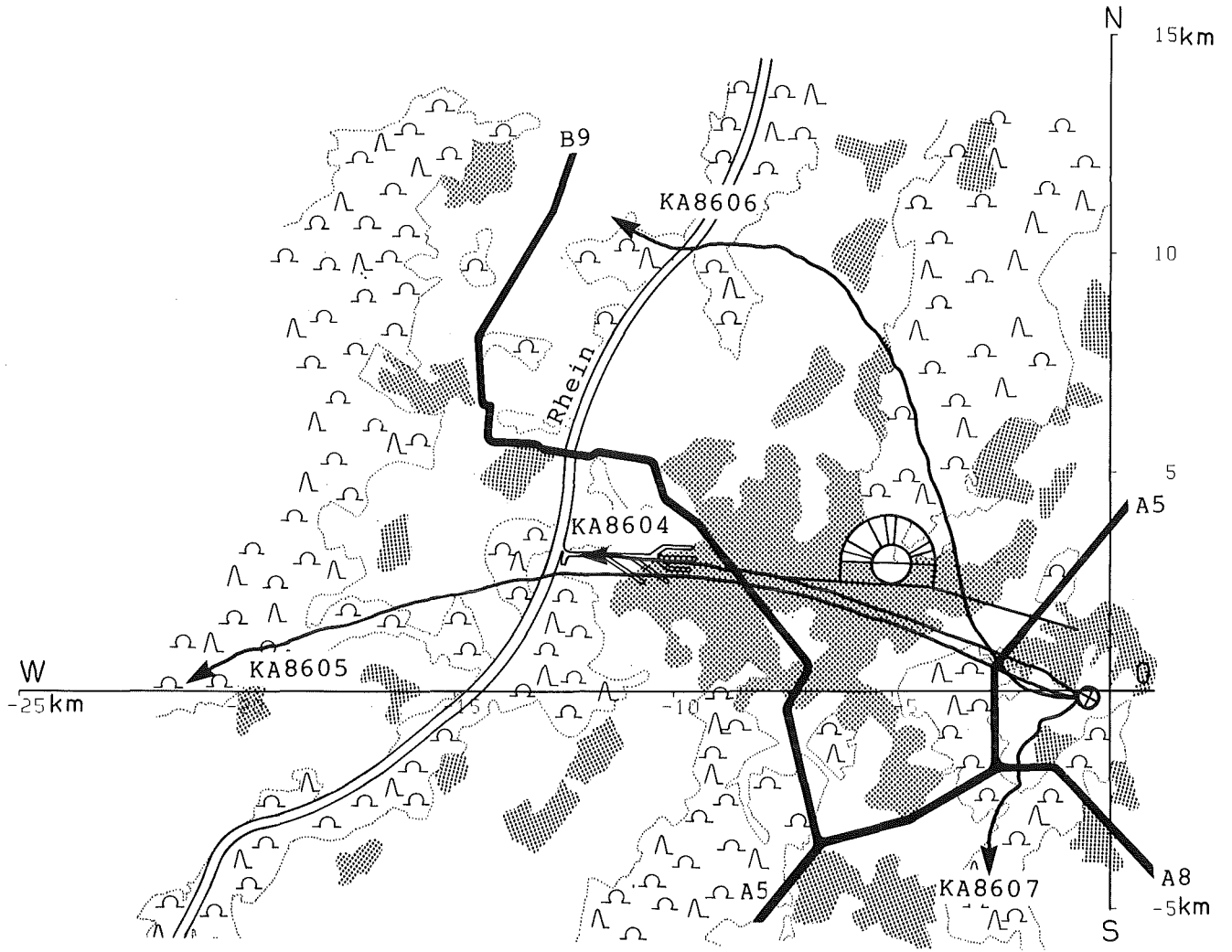


Abb. 11: Projektion der Trajektorien auf den Erdboden am 5.9.1986

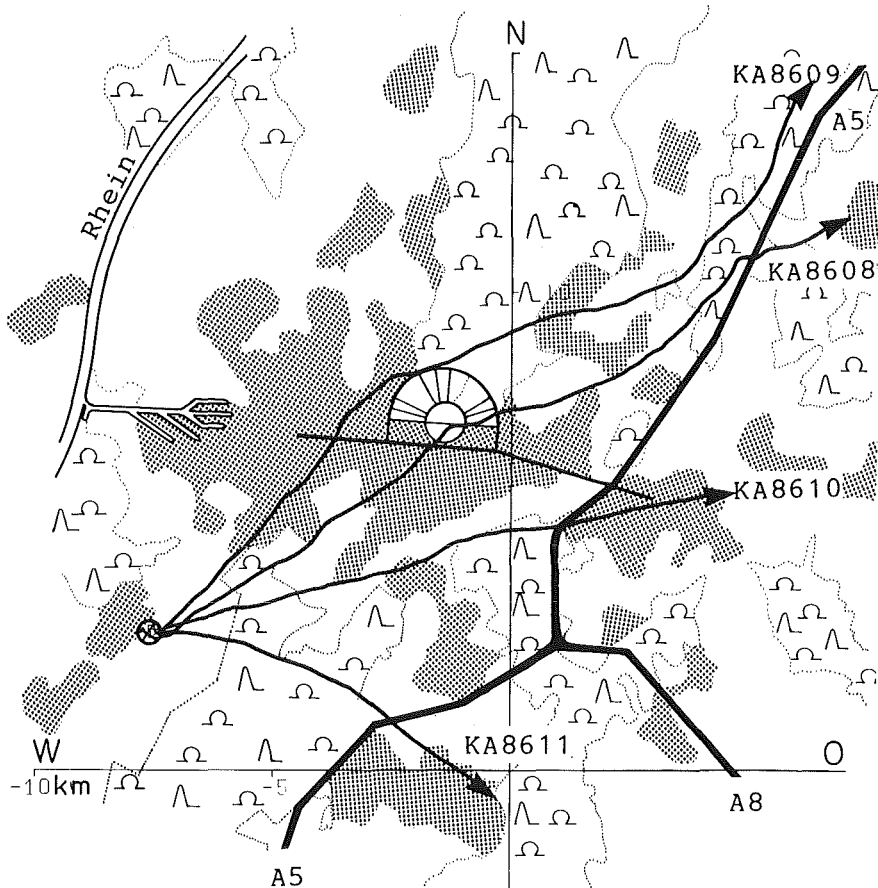


Abb. 12: Projektion der Trajektorien auf den Erdboden am 8.9.1986



Abb. 13: Projektion der Trajektorien auf den Erdboden am 10.9.1986

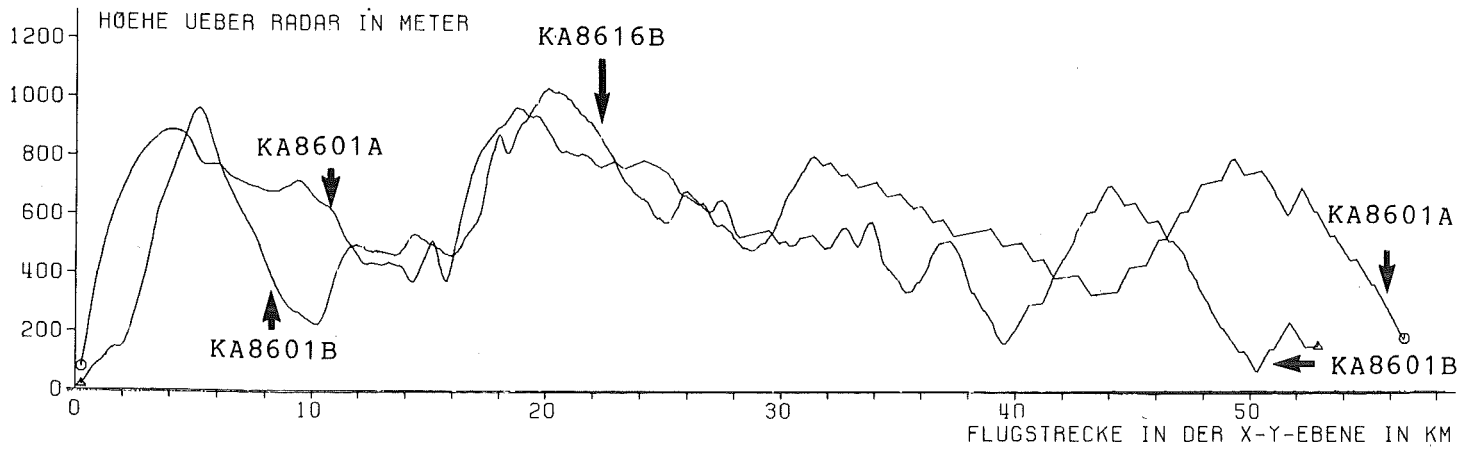


Abb. 14: Vertikalprofile der Flüge am 1.9.1986

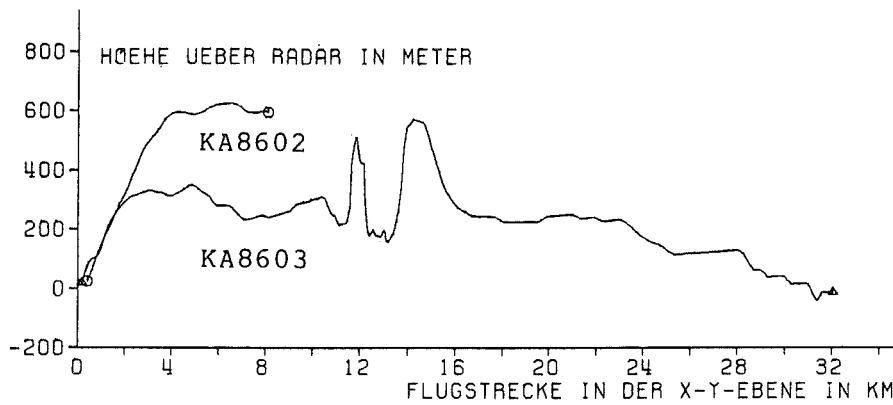


Abb. 15: Vertikalprofile der Flüge am 4.9.1986

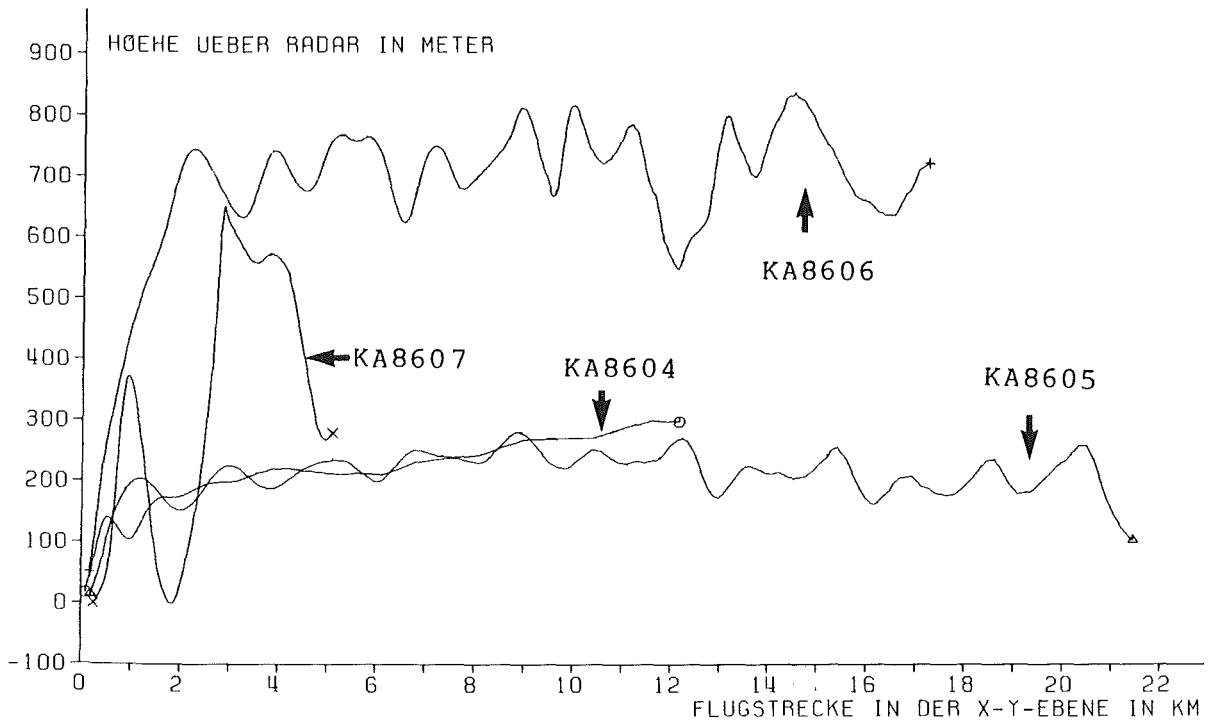


Abb. 16: Vertikalprofile der Flüge am 5.9.1986

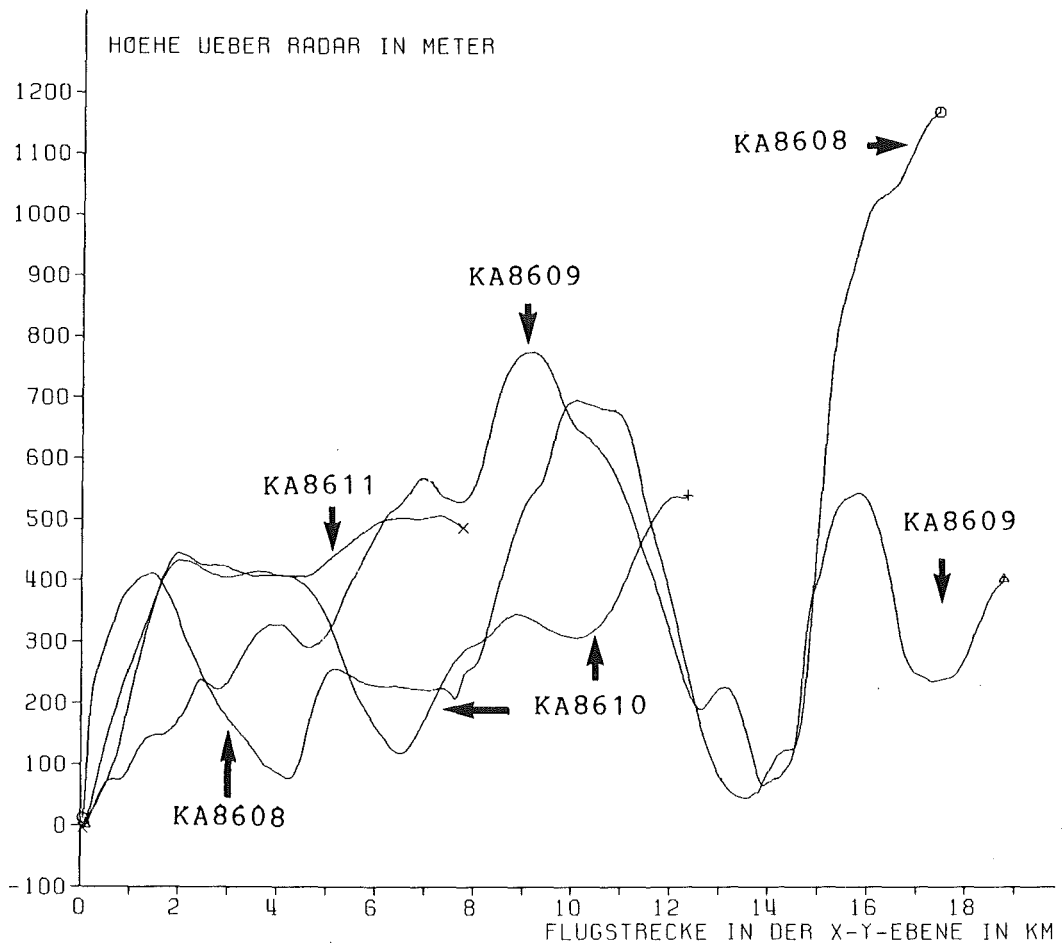


Abb. 17: Vertikalprofile der Flüge am 8.9.1986

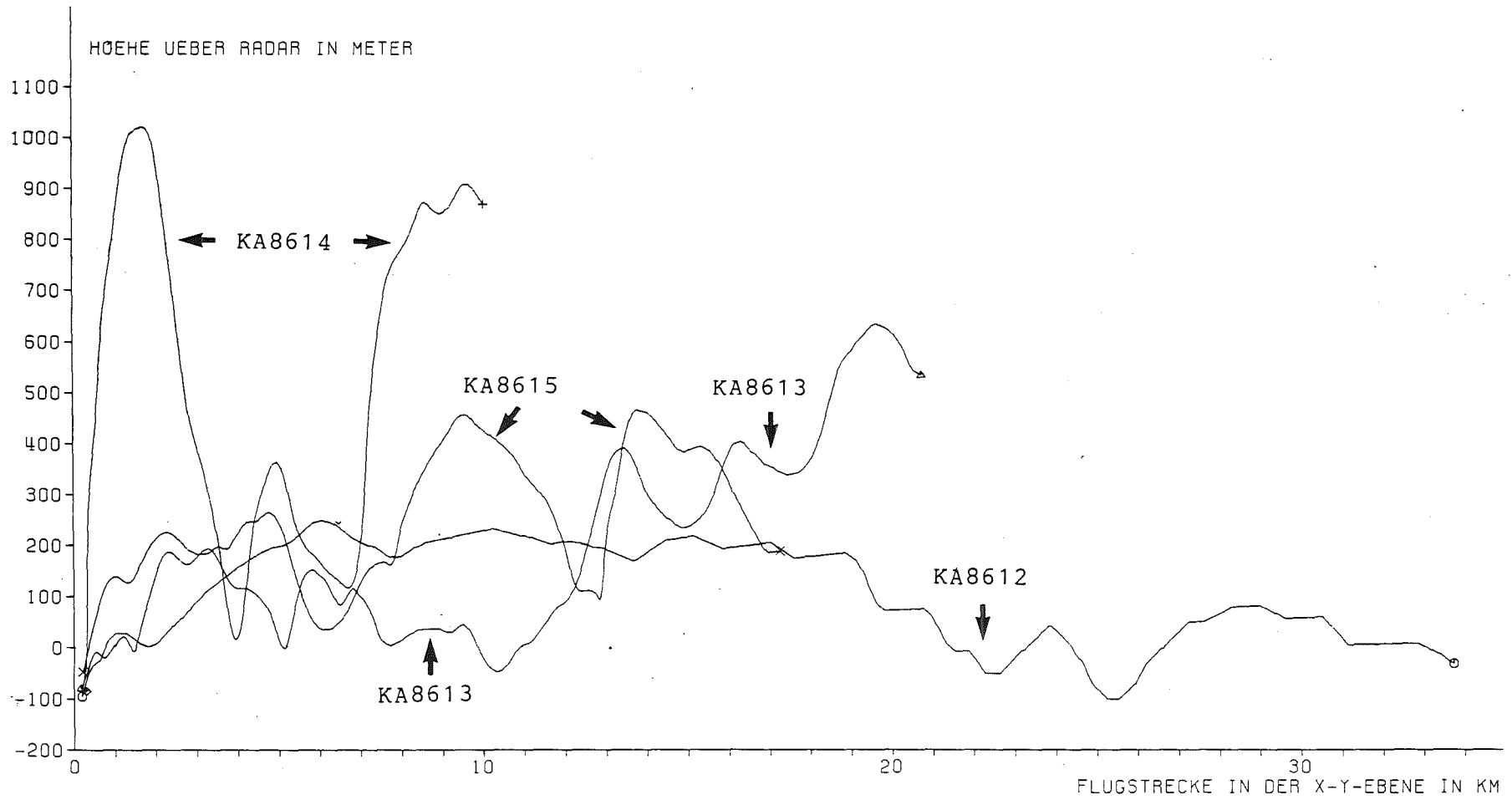


Abb. 18: Vertikalprofile der Flüge am 10.9.1986

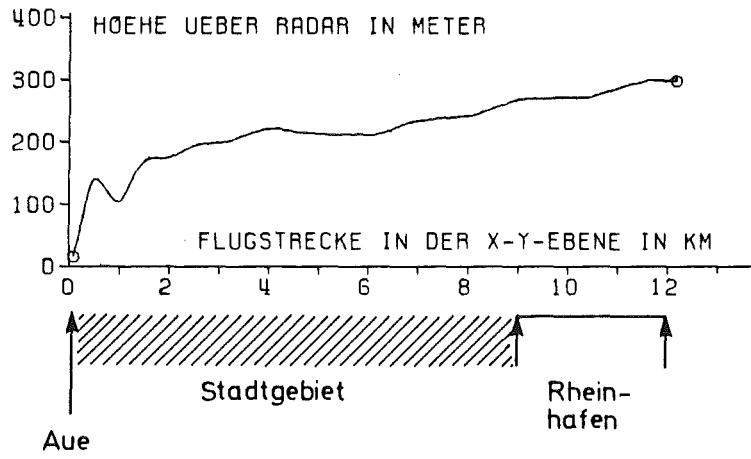


Abb. 19: Vertikalprofil von Flug KA8604 über markantem überflogenem Gelände

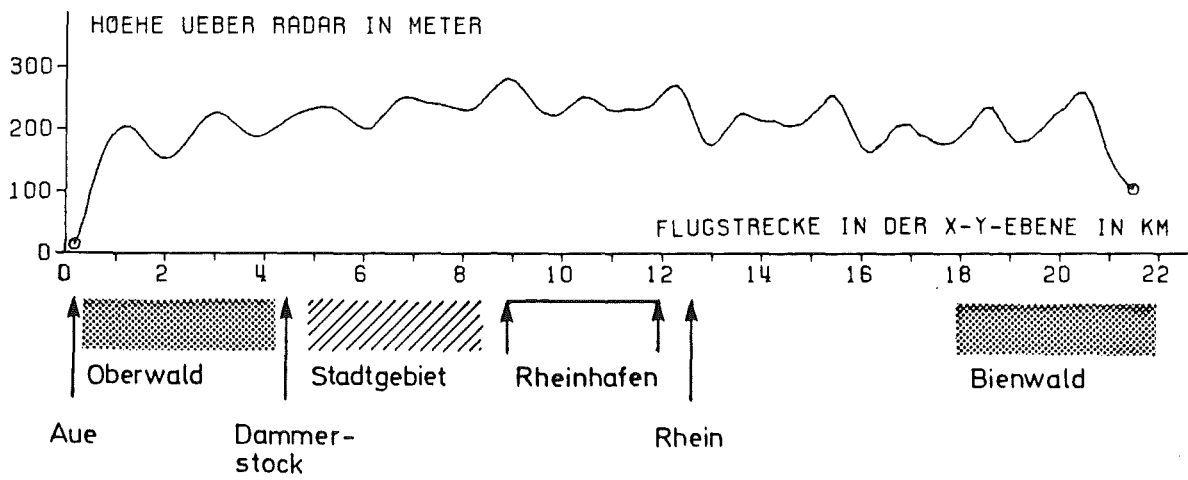


Abb. 20: Vertikalprofil von Flug KA8605 über markantem überflogenem Gelände

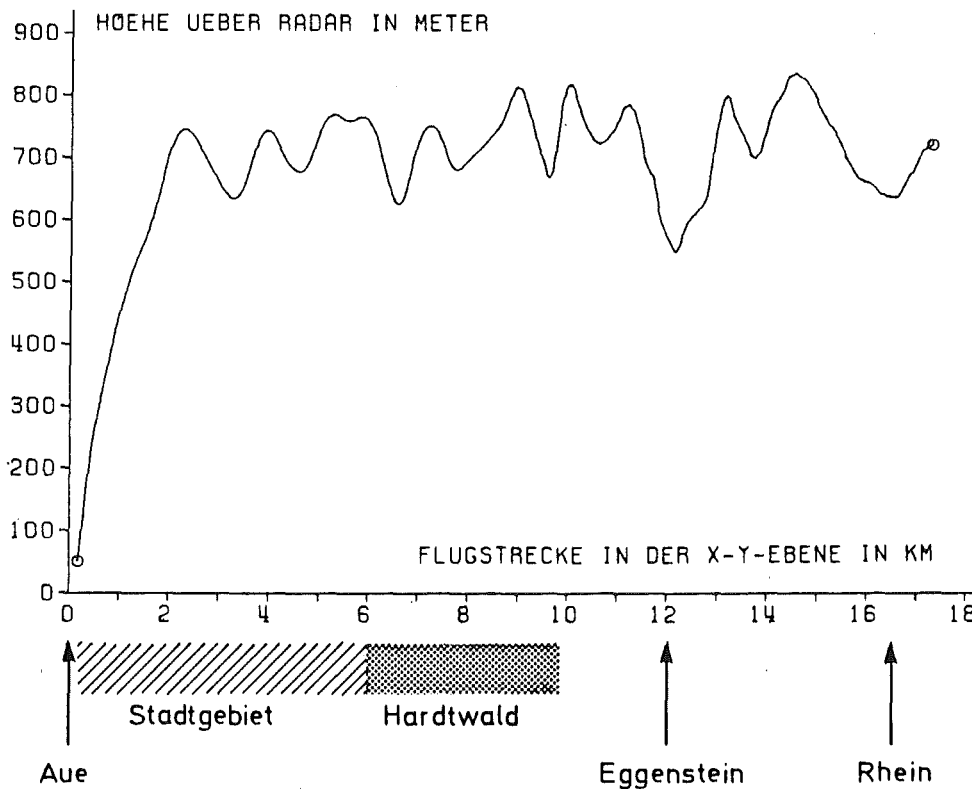


Abb. 21: Vertikalprofil von Flug KA8606 über markantem überflogenem Gelände

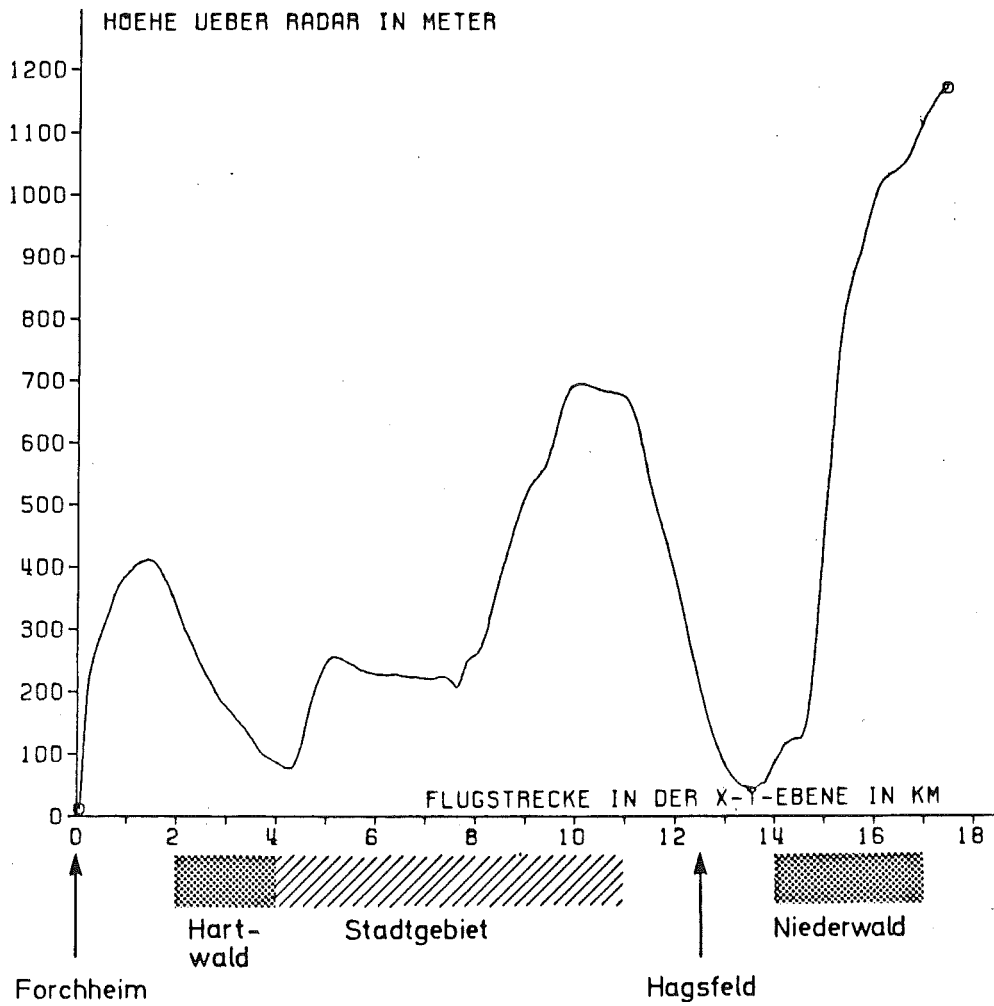


Abb. 22: Vertikalprofil von Flug KA8608 über markantem überflogenem Gelände

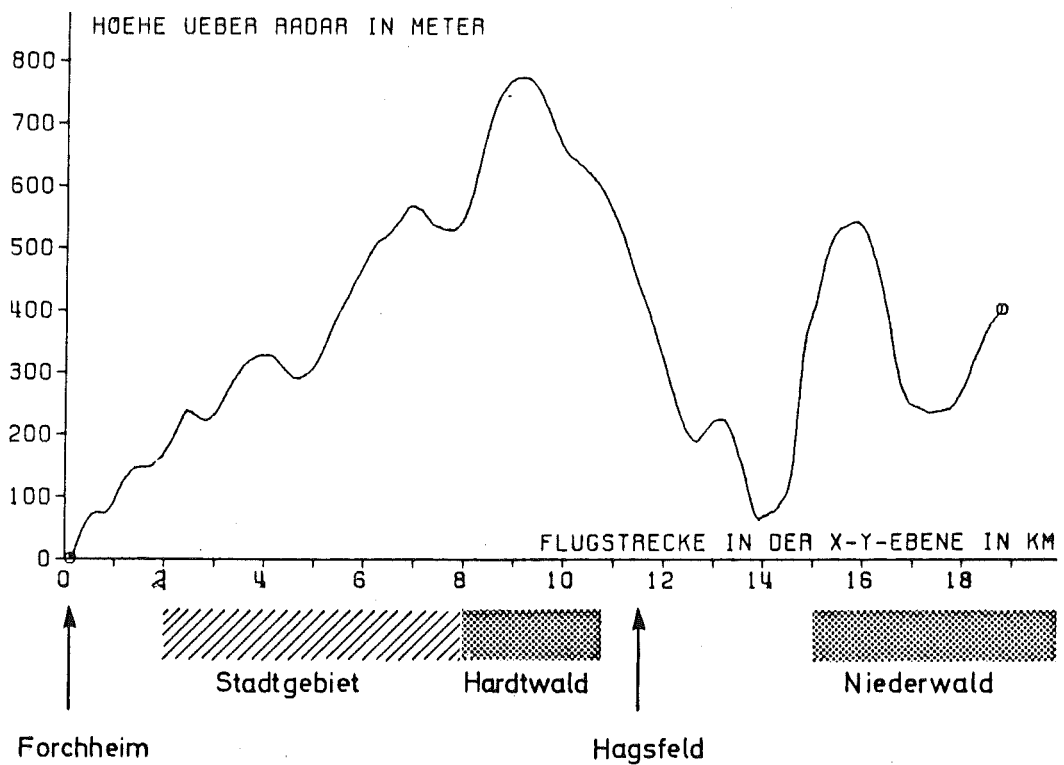


Abb. 23: Vertikalprofil von Flug KA8609 über markantem überflogenem Gelände

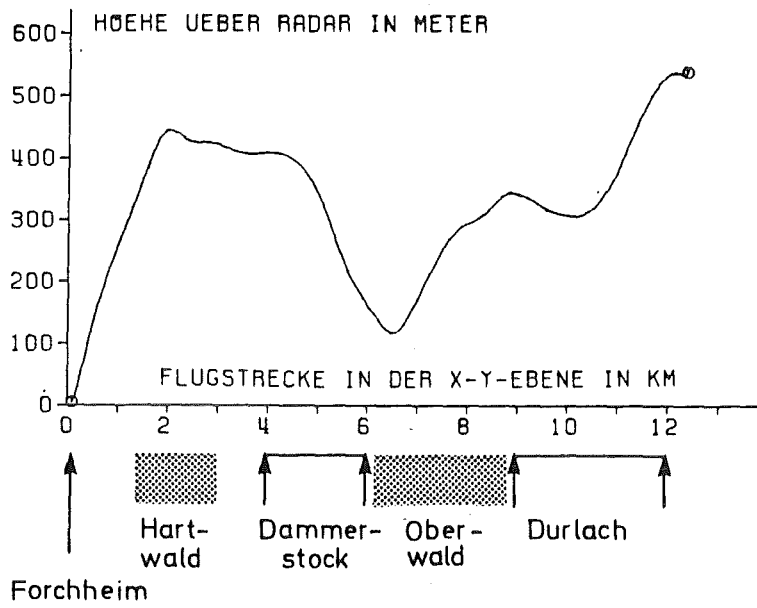


Abb. 24: Vertikalprofil von Flug KA8610 über markantem überflogenem Gelände

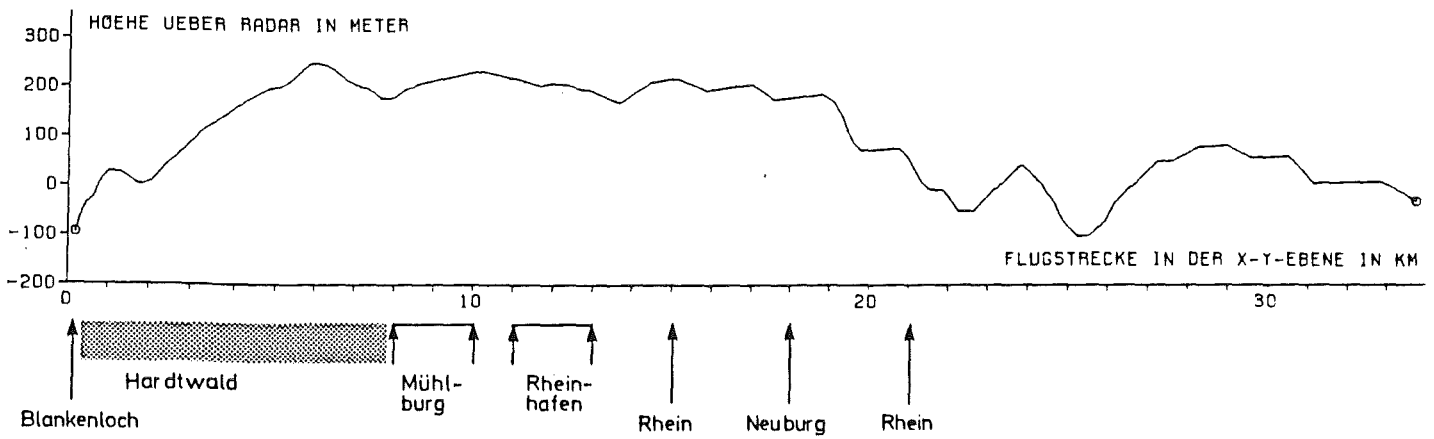


Abb. 25: Vertikalprofil von Flug KA8612 über markantem überflogenem Gelände

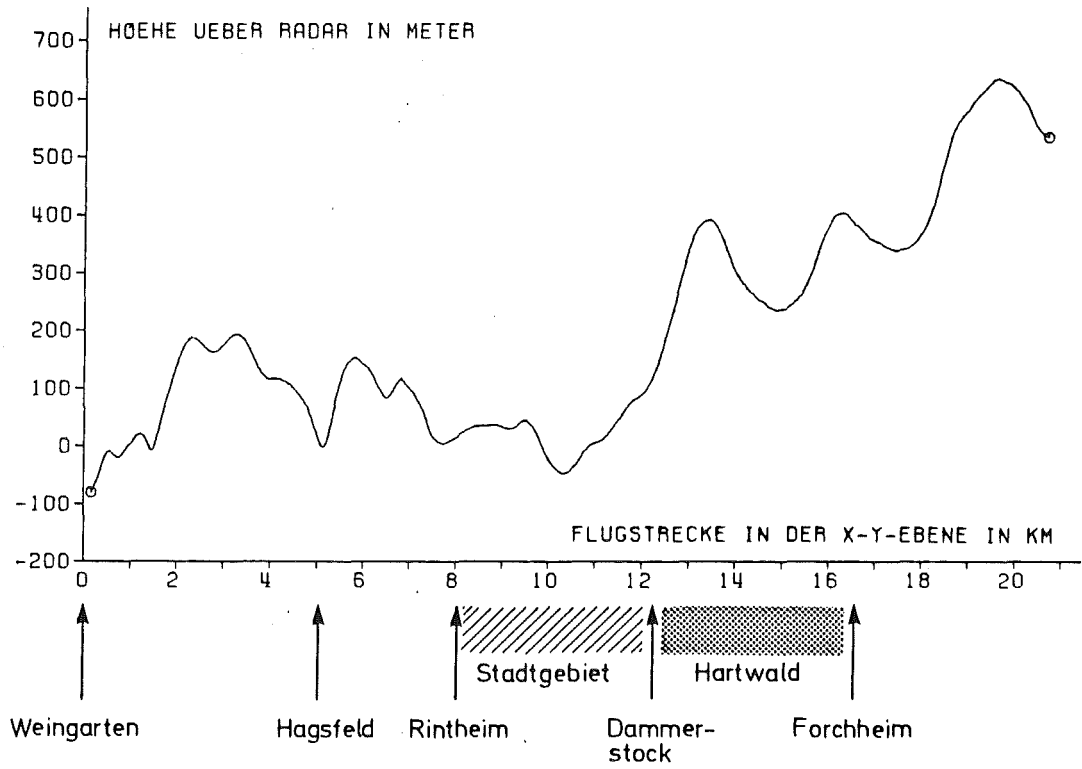


Abb. 26: Vertikalprofil von Flug KA8613 über markantem überflogenem Gelände

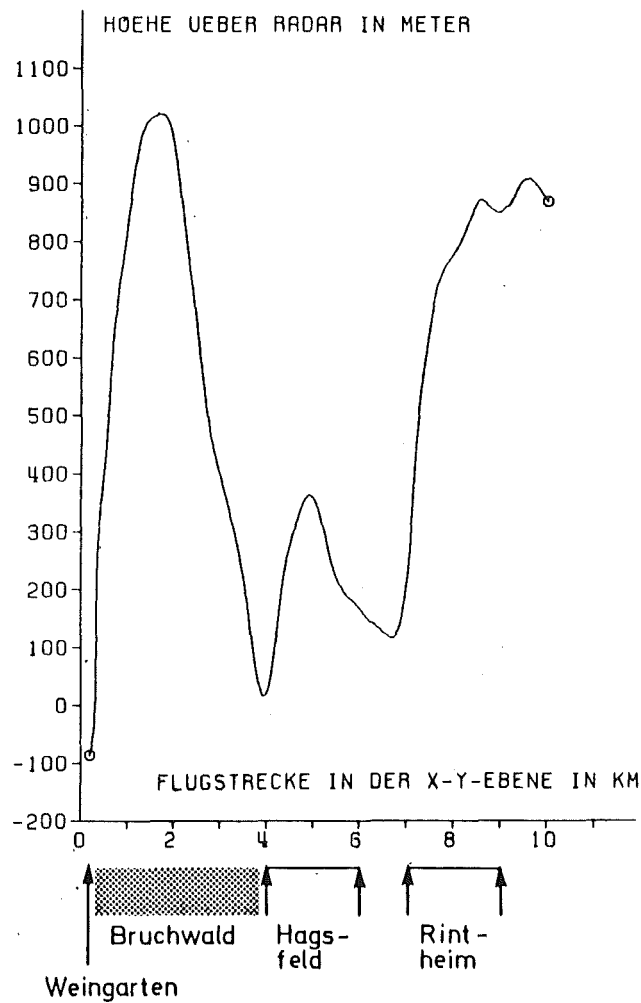


Abb. 27: Vertikalprofil von Flug KA8614 über markantem überflogenem Gelände

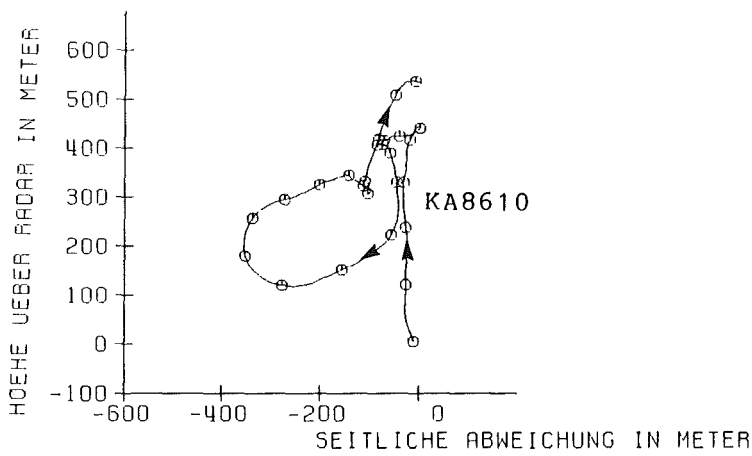
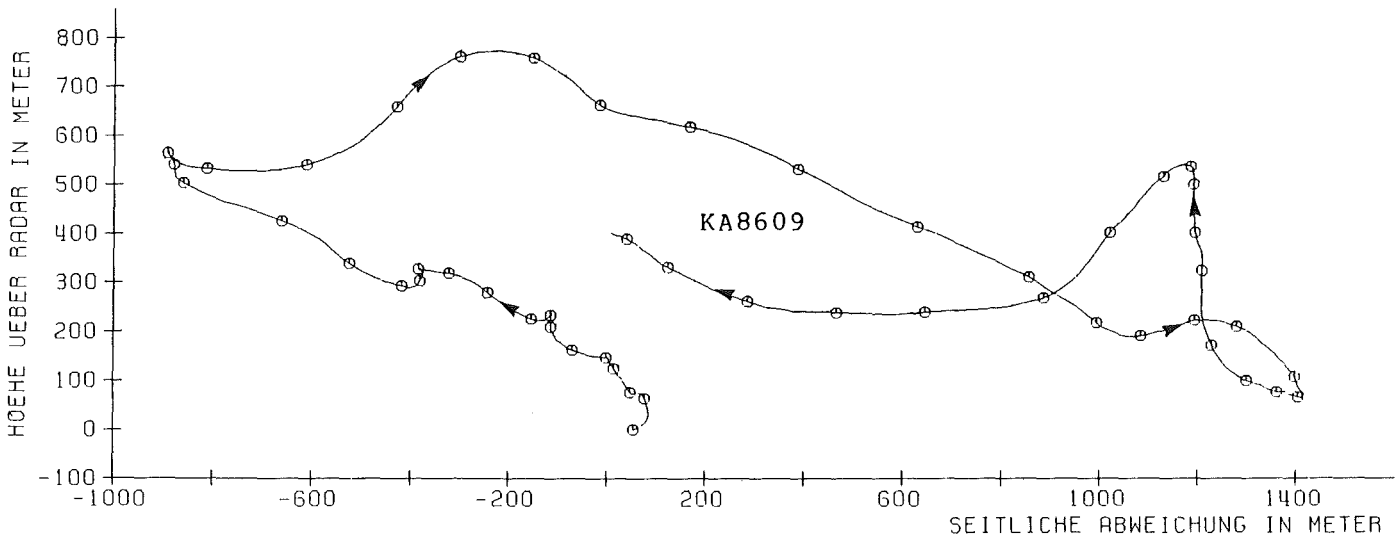
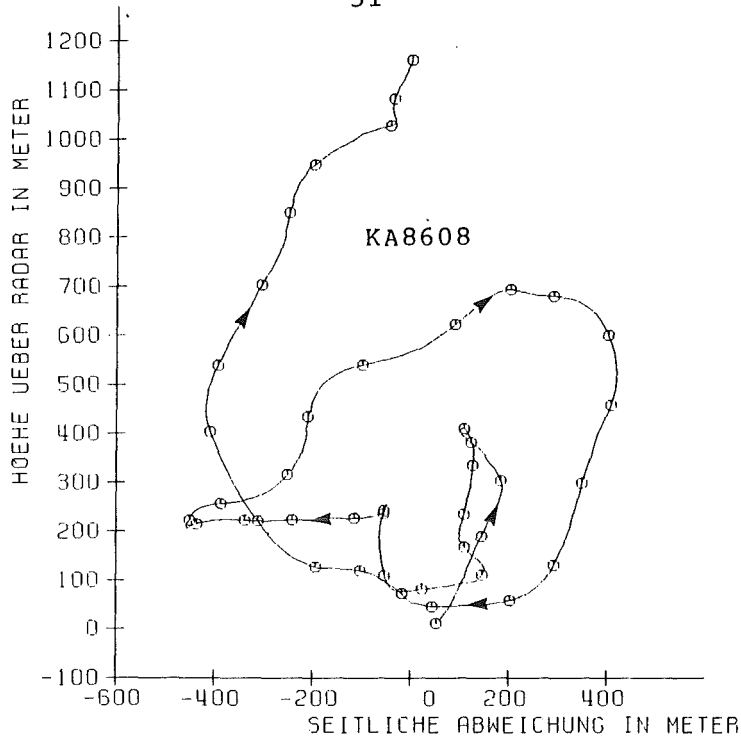


Abb. 28: Höhe in Abhängigkeit der seitlichen Abweichung von der mittleren Flugbahn. Ausgewählte Flüge am 8.9.1986

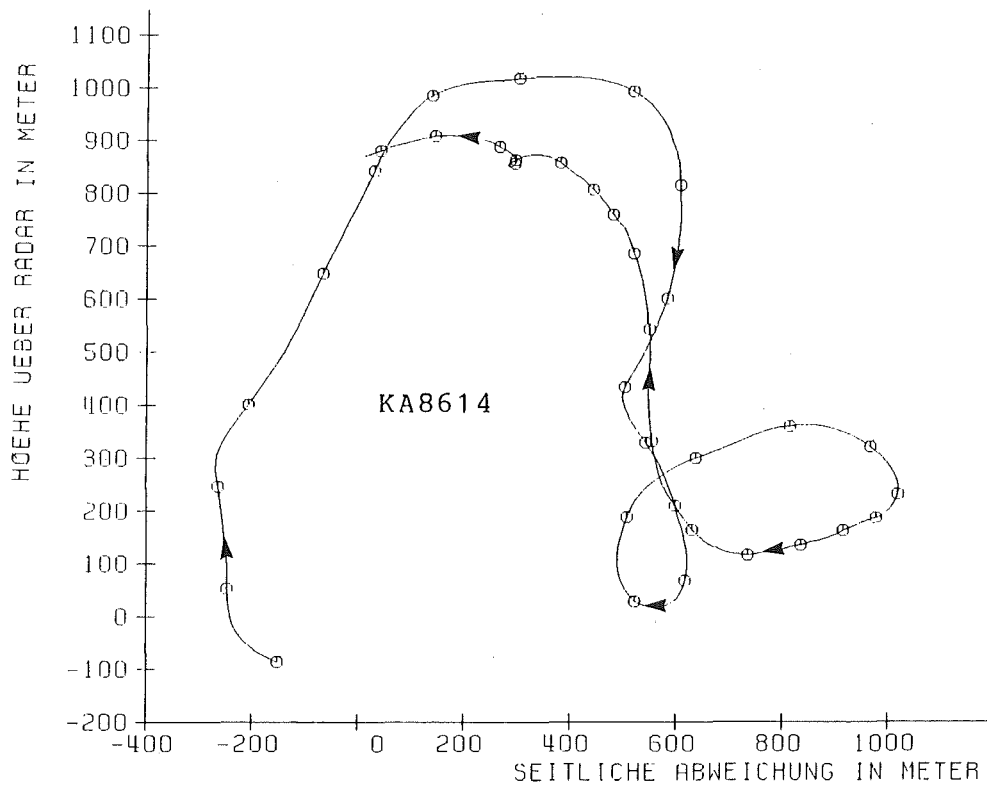
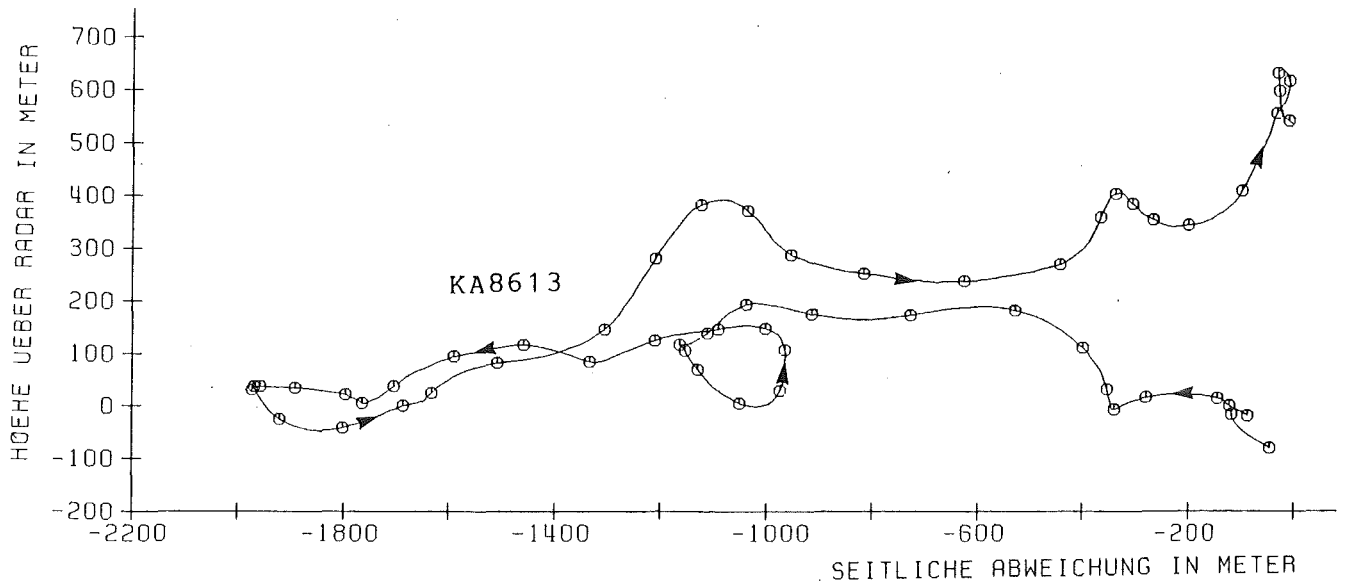


Abb. 29: Höhe in Abhängigkeit der seitlichen Abweichung von der mittleren Flugbahn.
Ausgewählte Flüge am 10.9.1986

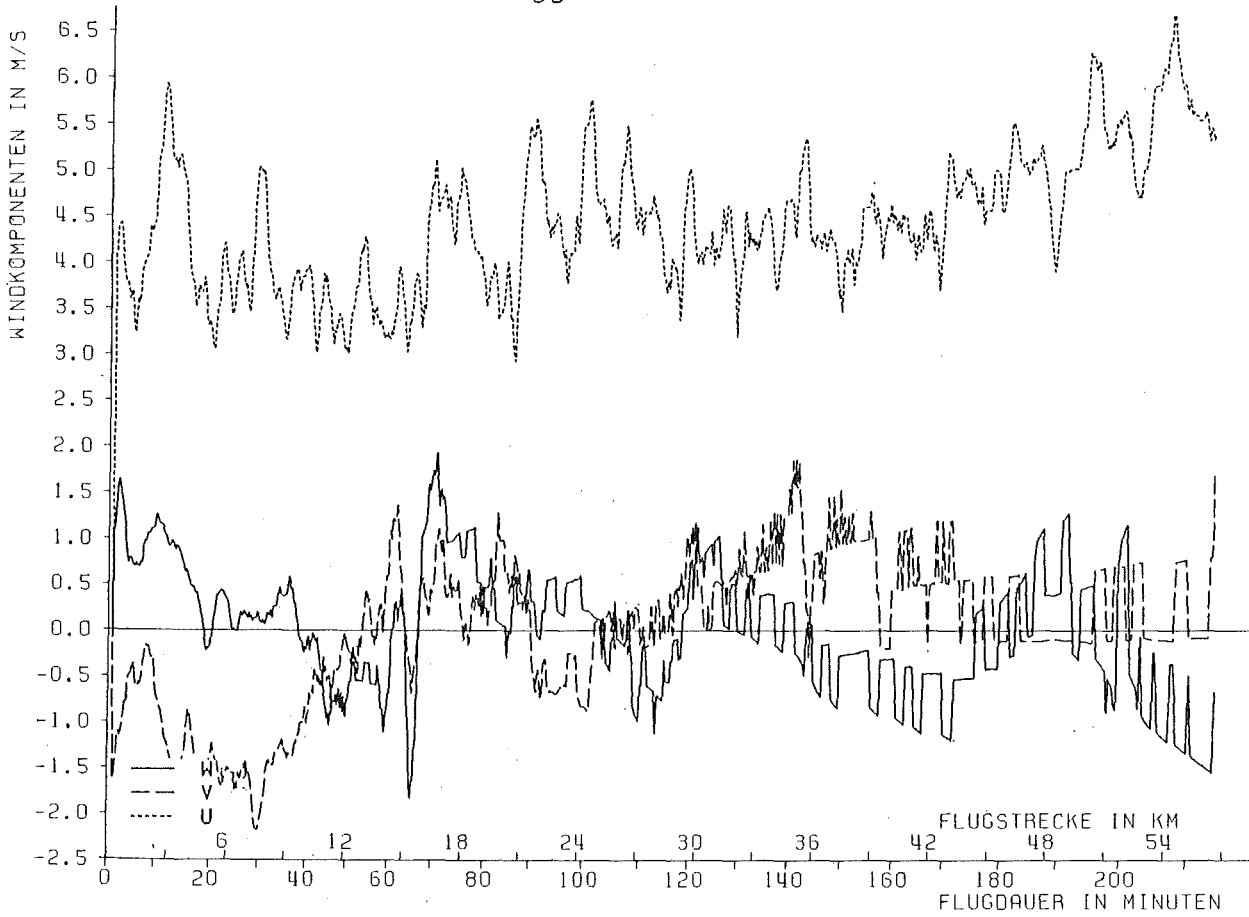


Abb. 30: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8601A

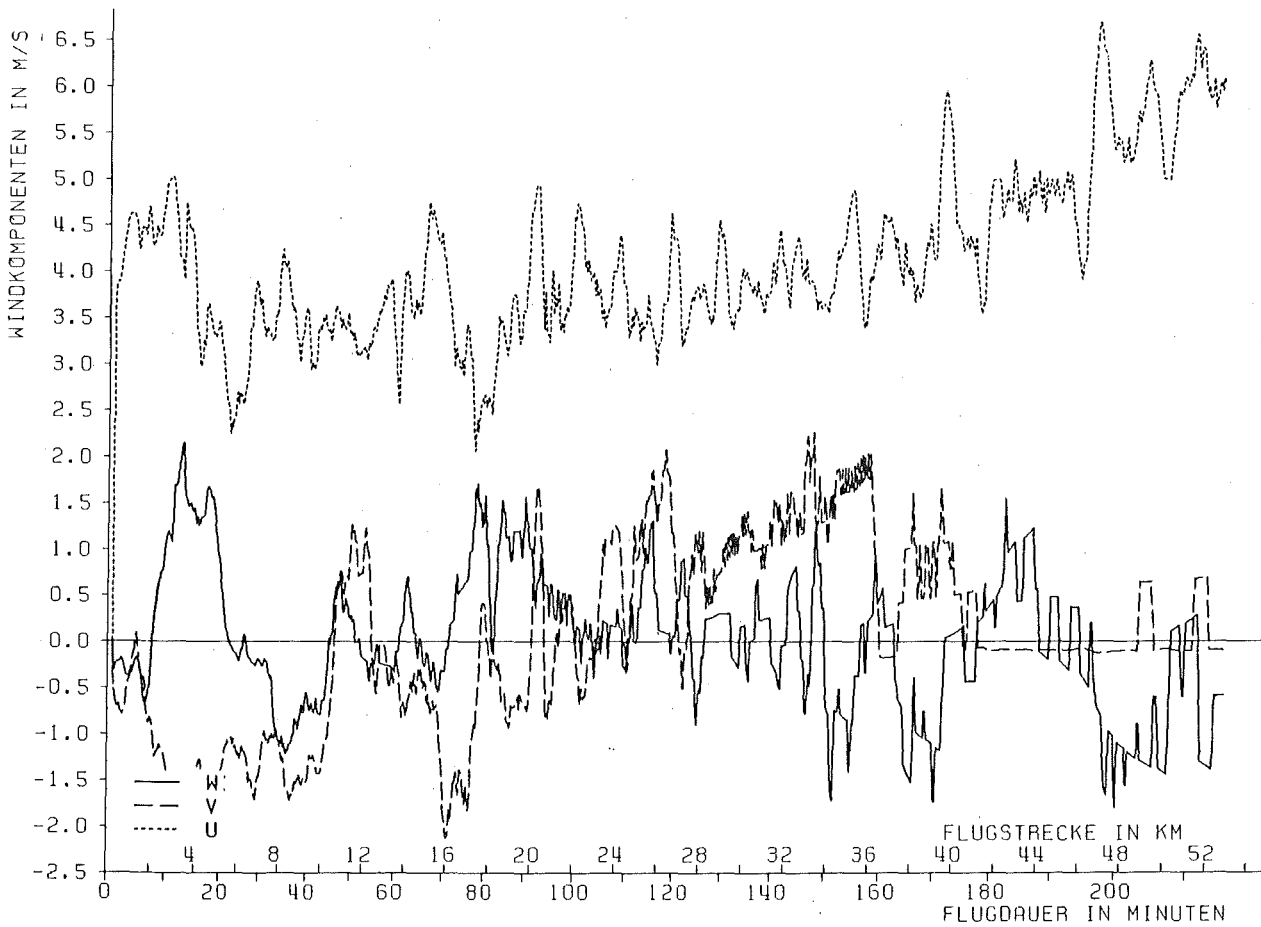


Abb. 31: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8601B

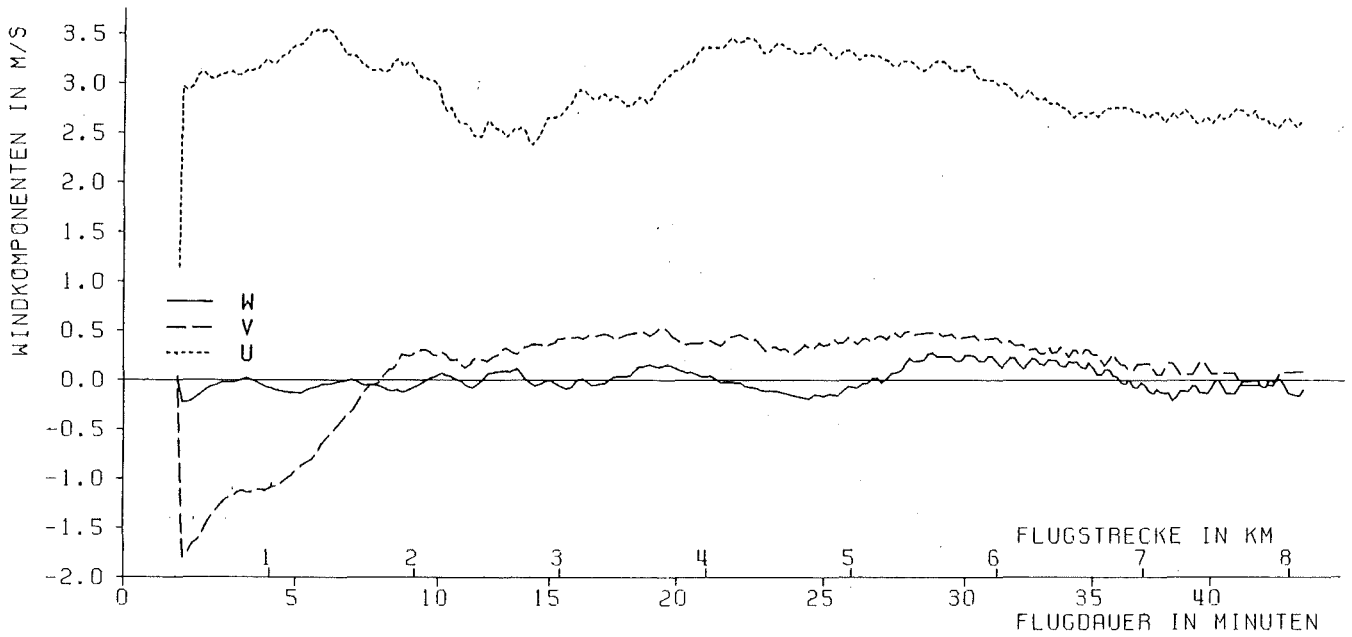


Abb. 32: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8602

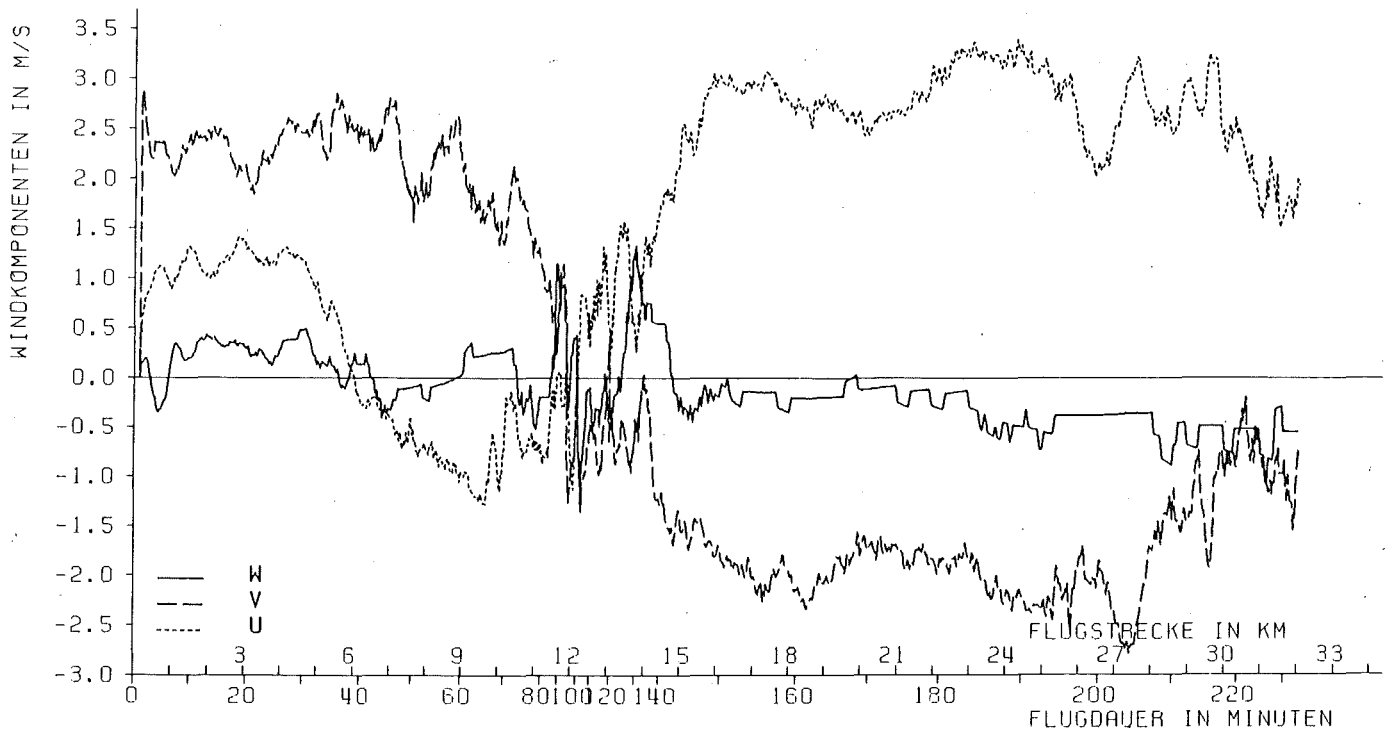


Abb. 33: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8603

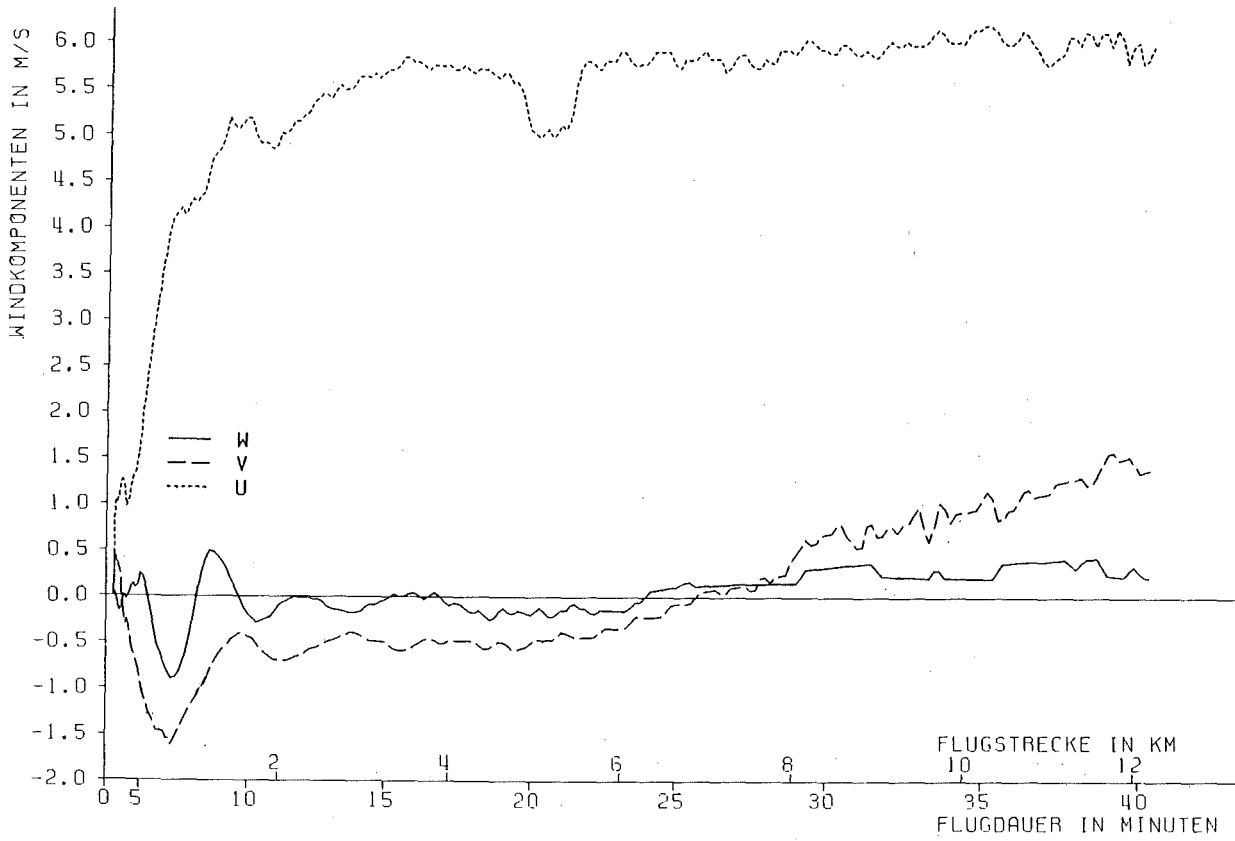


Abb. 34: Geschwindigkeitskomponenten u, v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8604

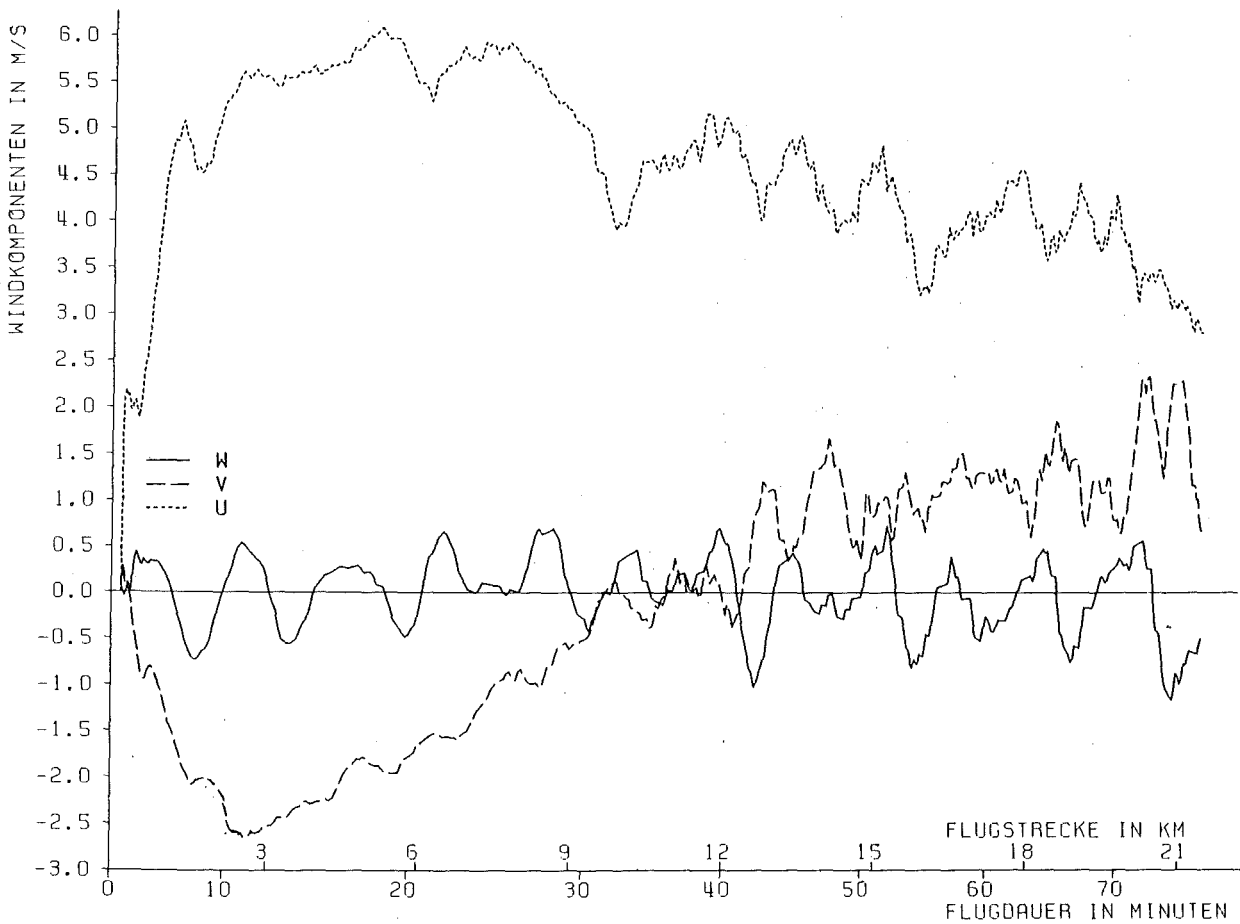


Abb. 35: Geschwindigkeitskomponenten u, v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8605

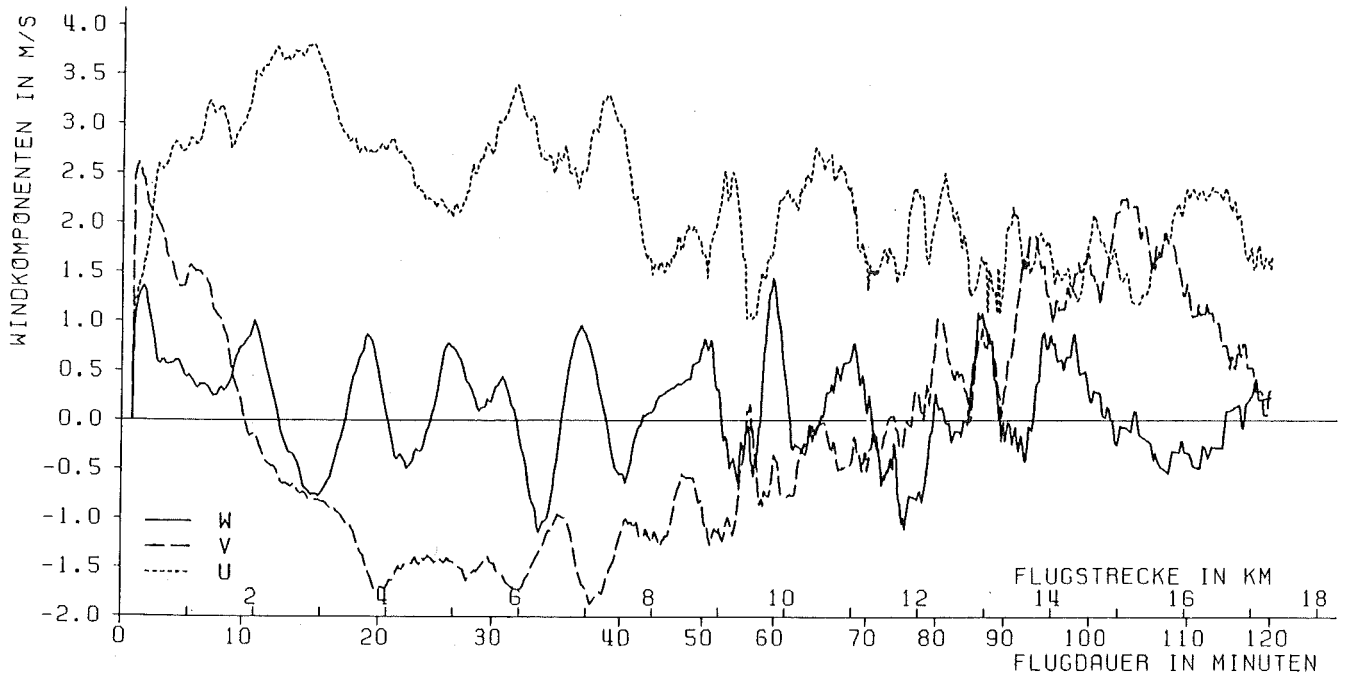


Abb. 36: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8606

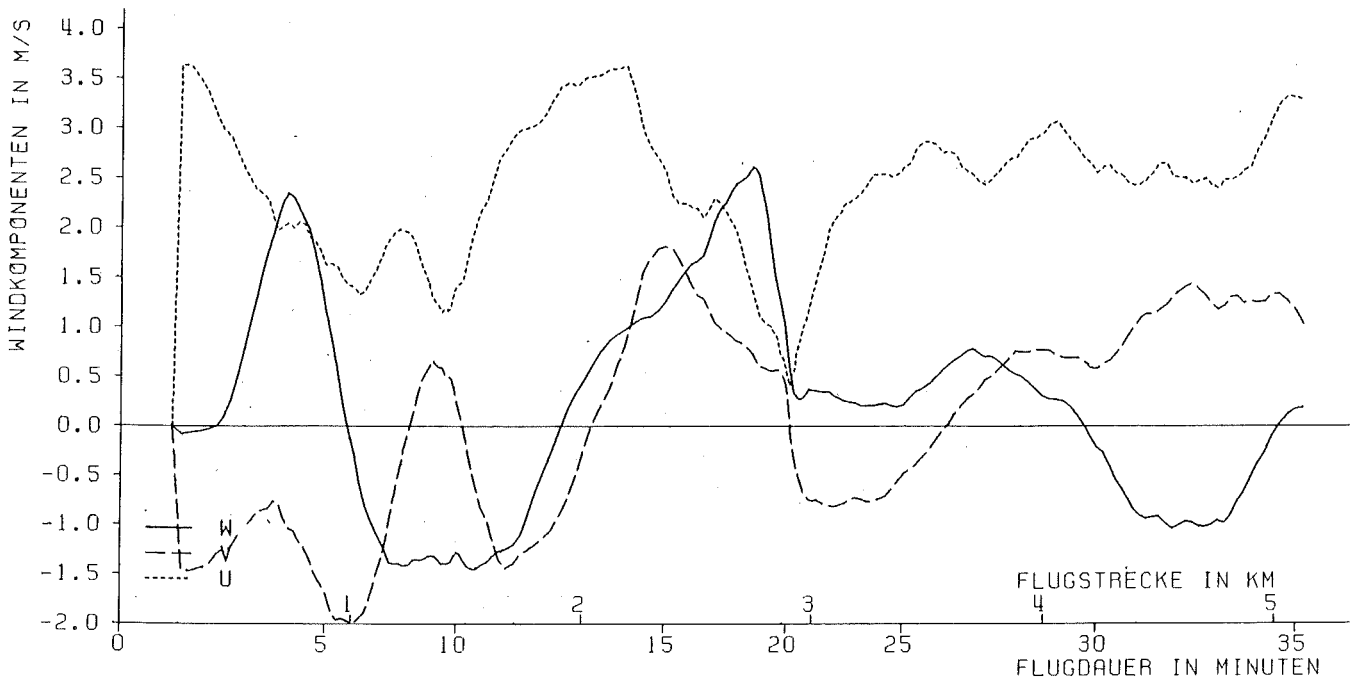


Abb. 37: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8607

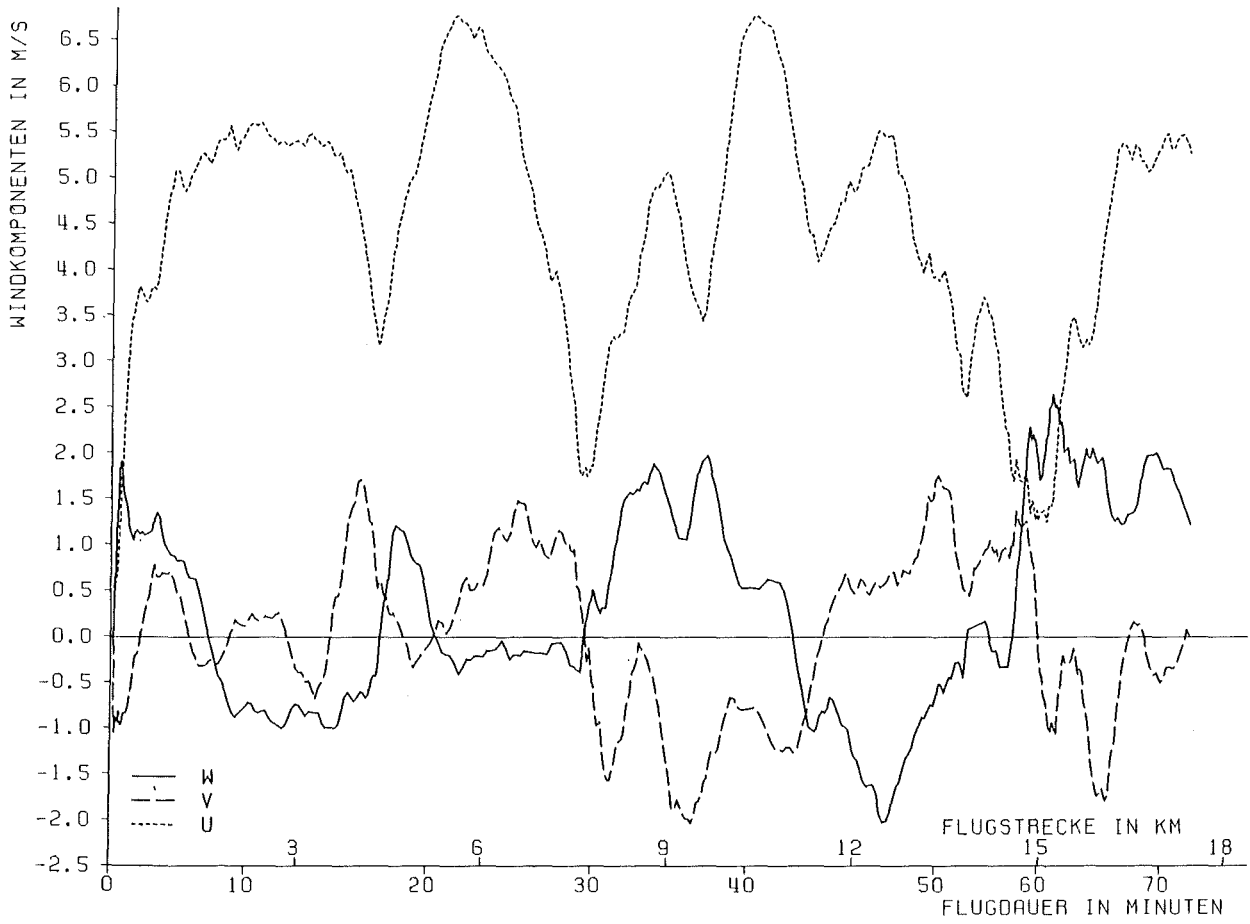


Abb. 38: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8608

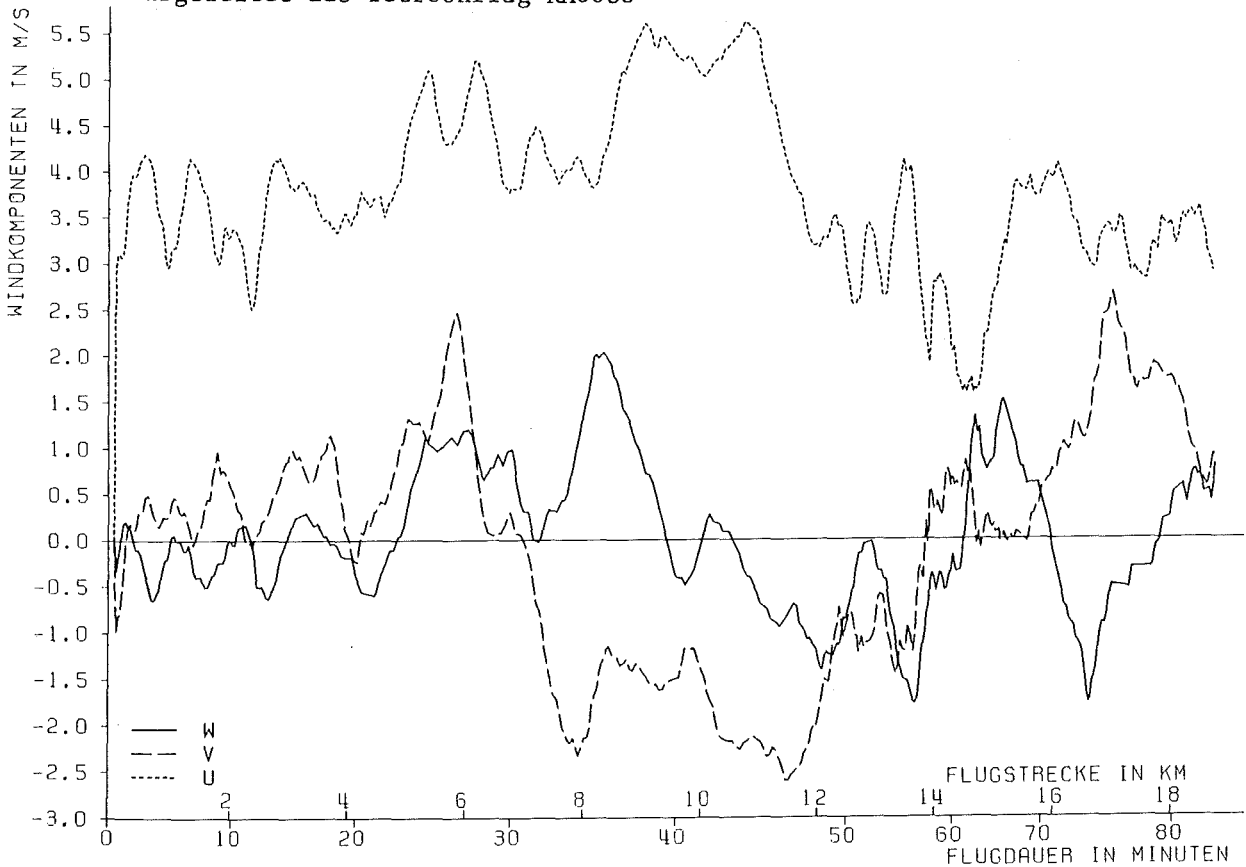


Abb. 39: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8609

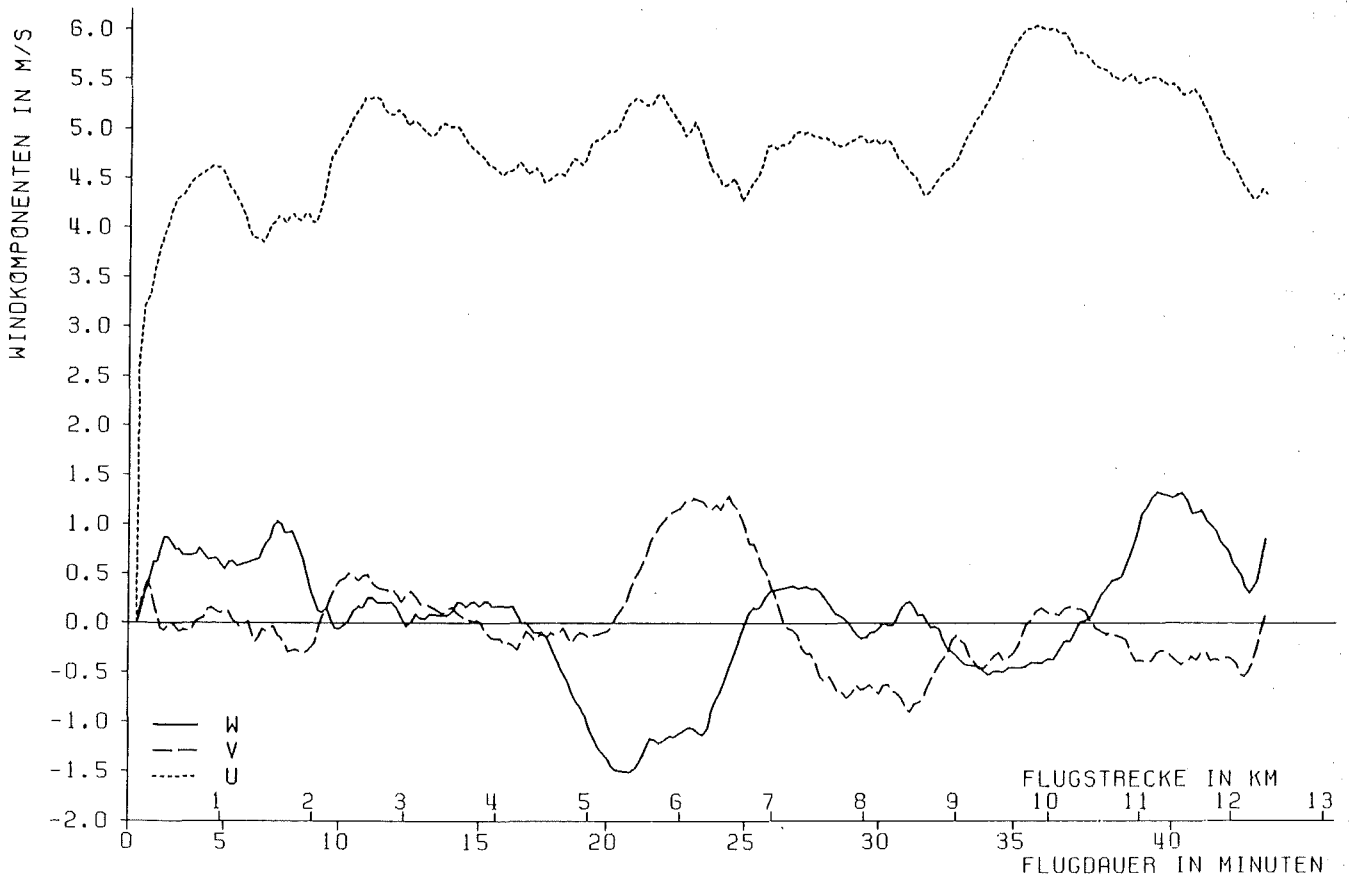


Abb. 40: Geschwindigkeitskomponenten u, v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8610

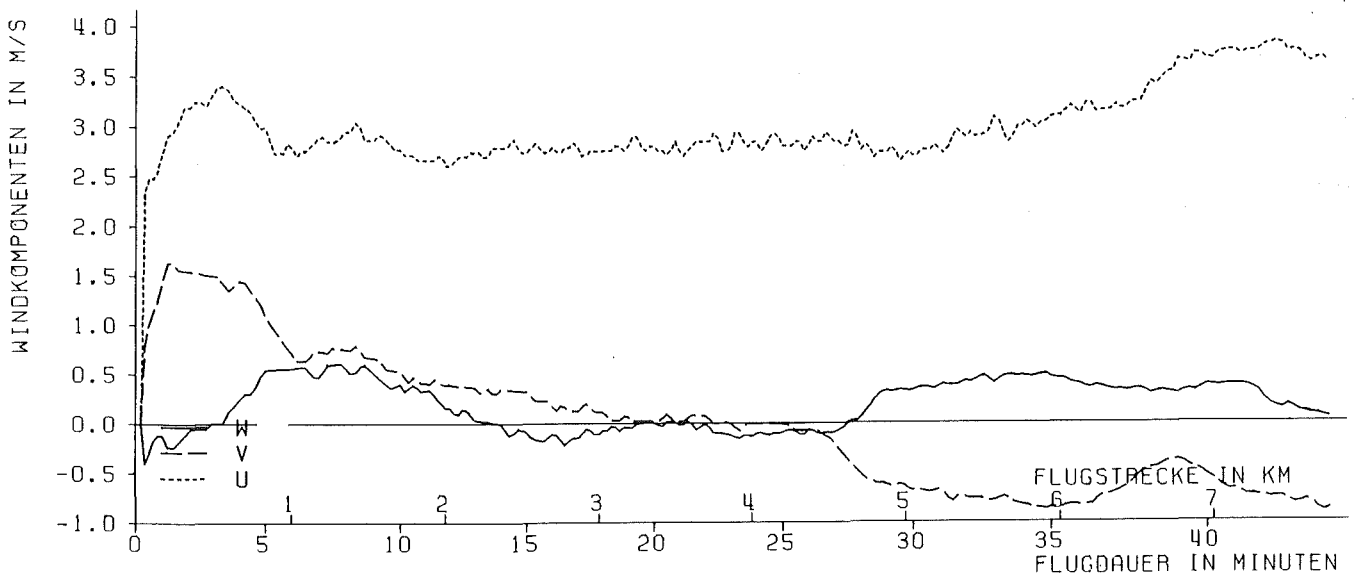


Abb. 41: Geschwindigkeitskomponenten u, v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8611

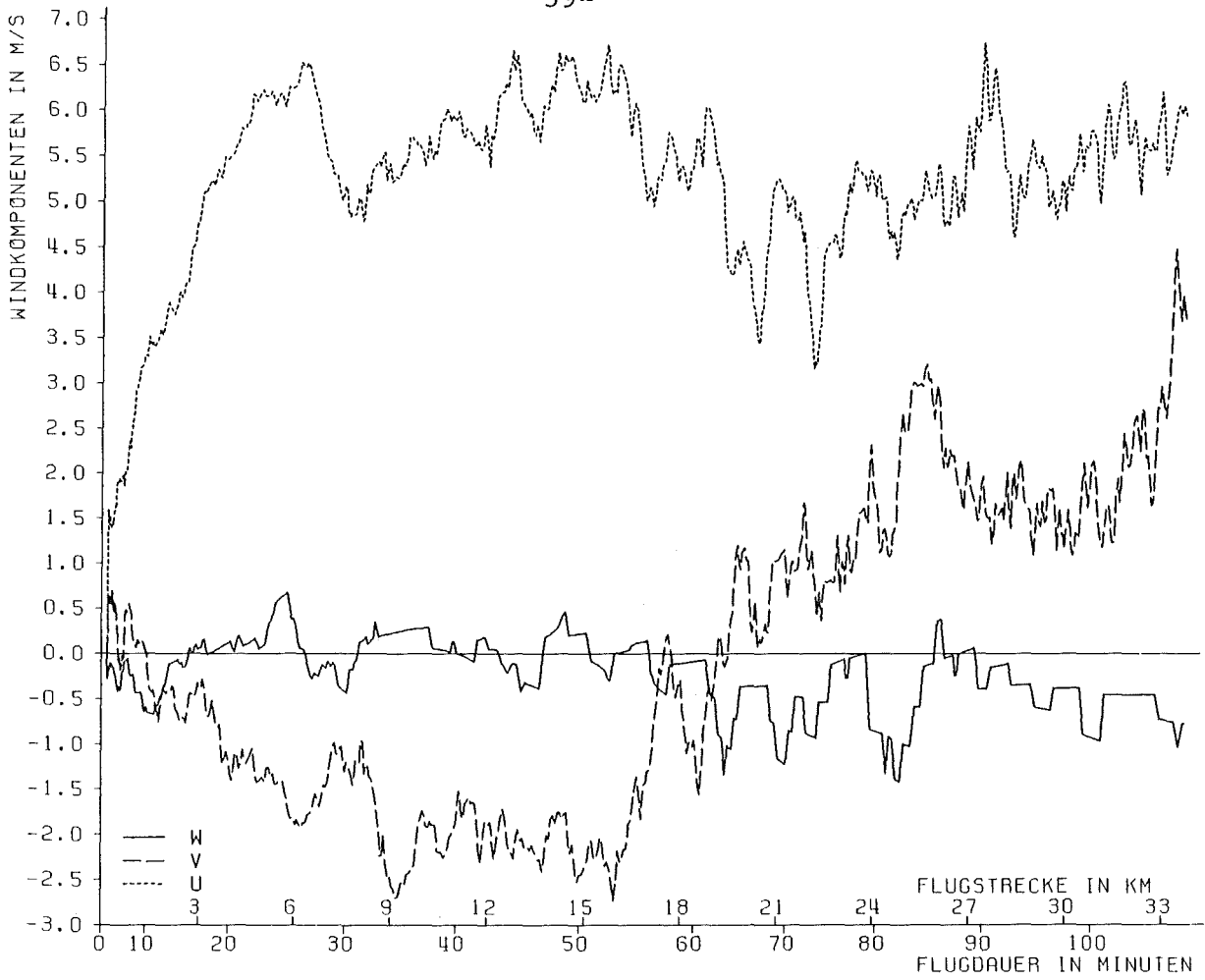


Abb. 42: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8612

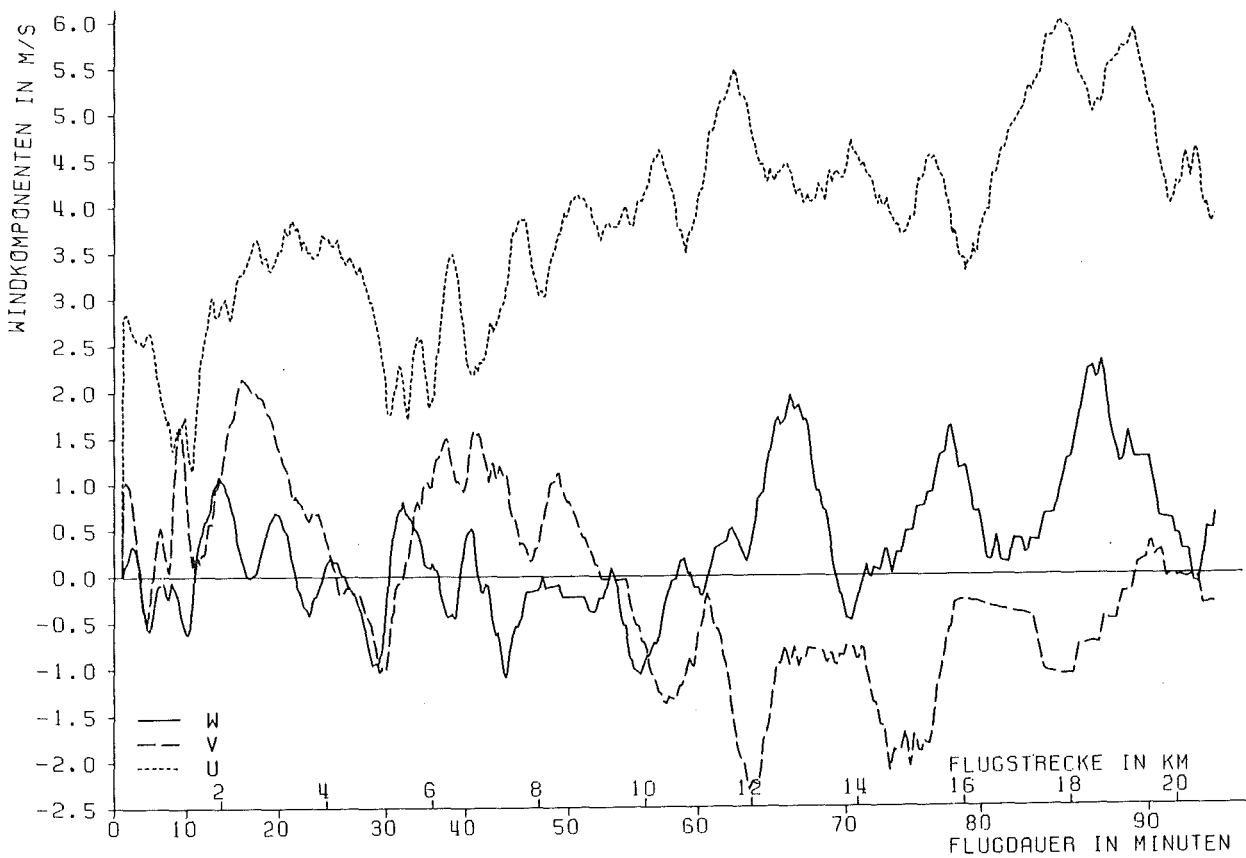


Abb. 43: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8613

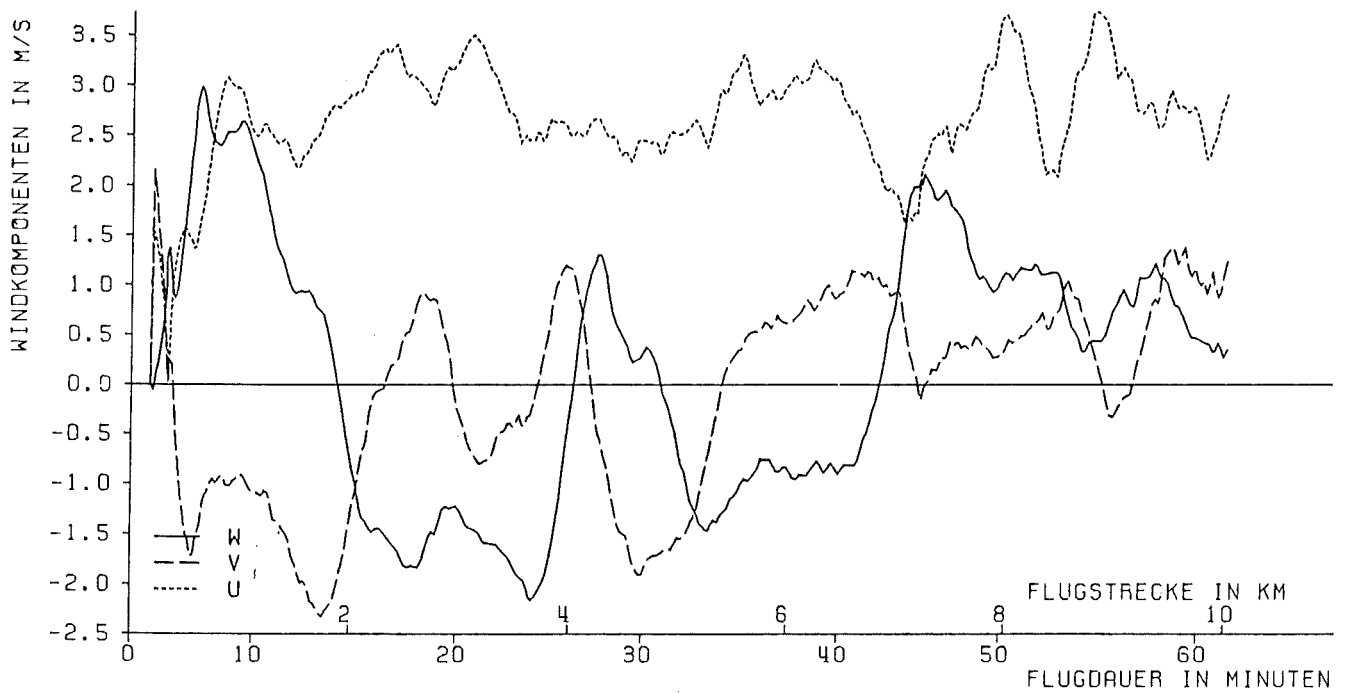


Abb. 44: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8614

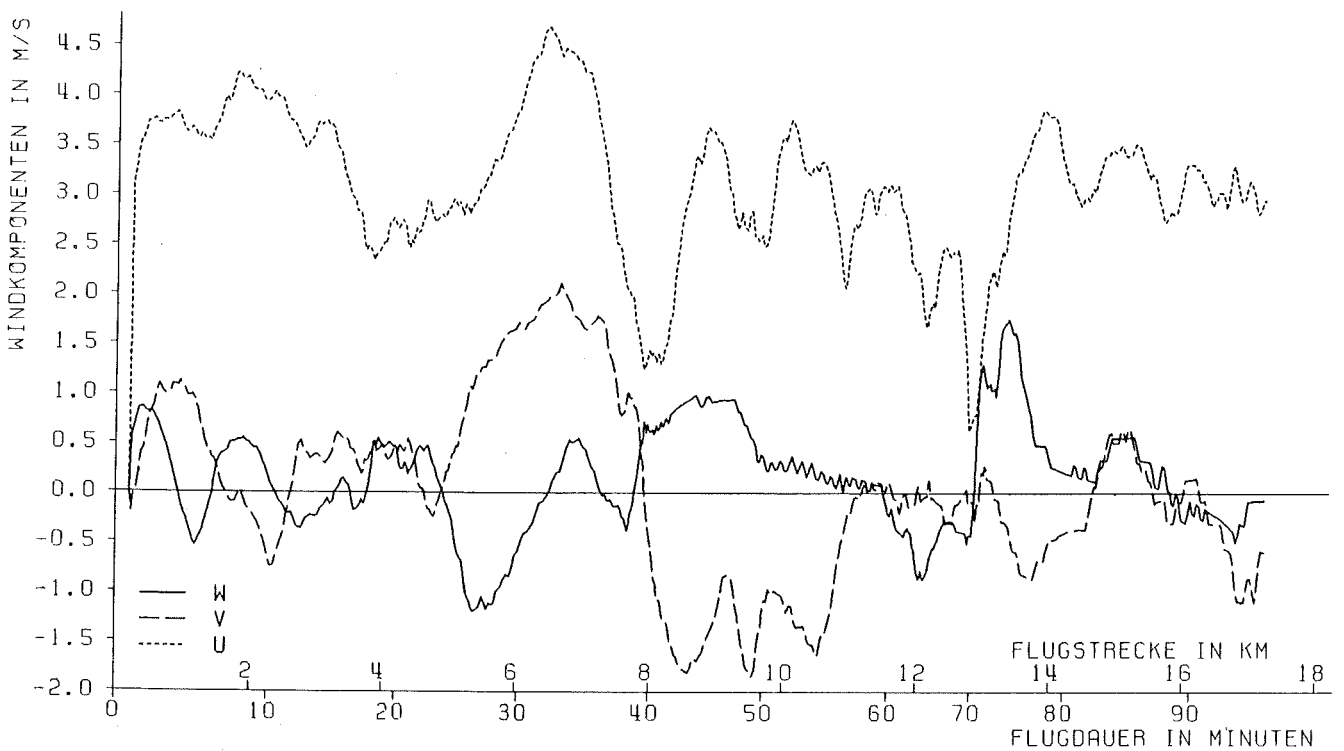


Abb. 45: Geschwindigkeitskomponenten u , v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8615

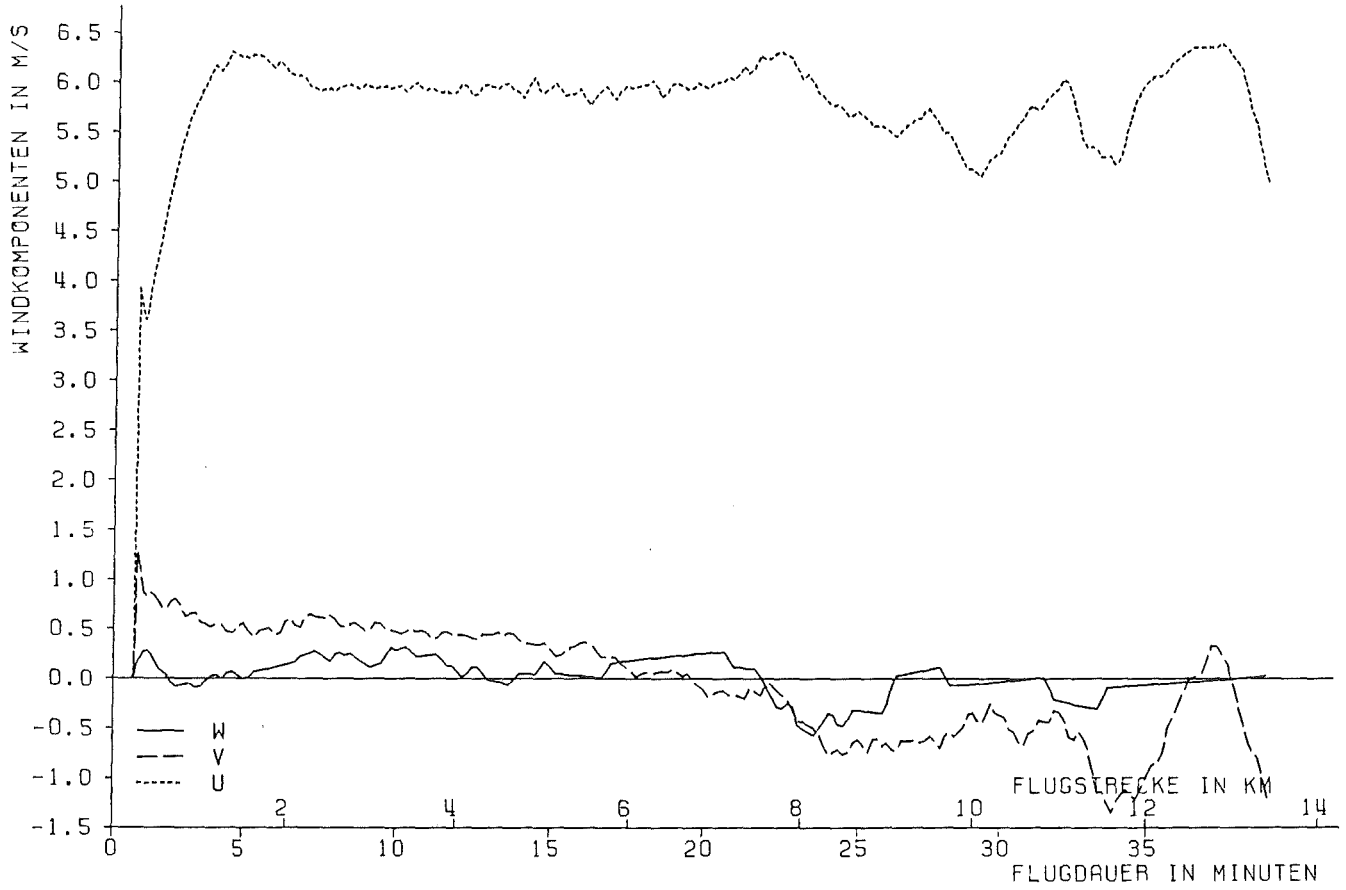


Abb. 46: Geschwindigkeitskomponenten u, v und w des Windes abgeleitet aus Tetroonflug KA8616B

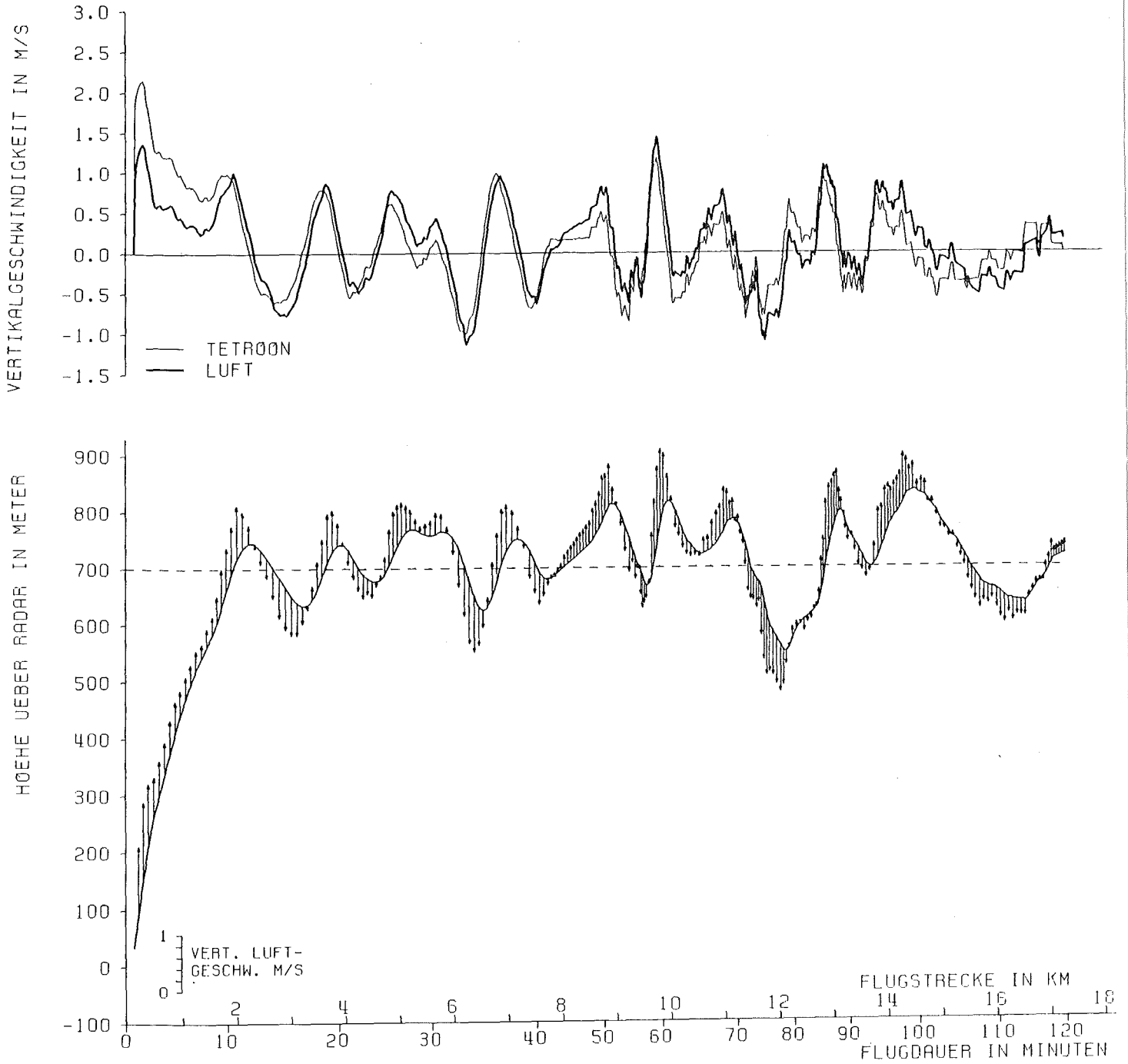


Abb. 47: Vertikalgeschwindigkeiten von Tetroon und Luft bei Flug KA8606

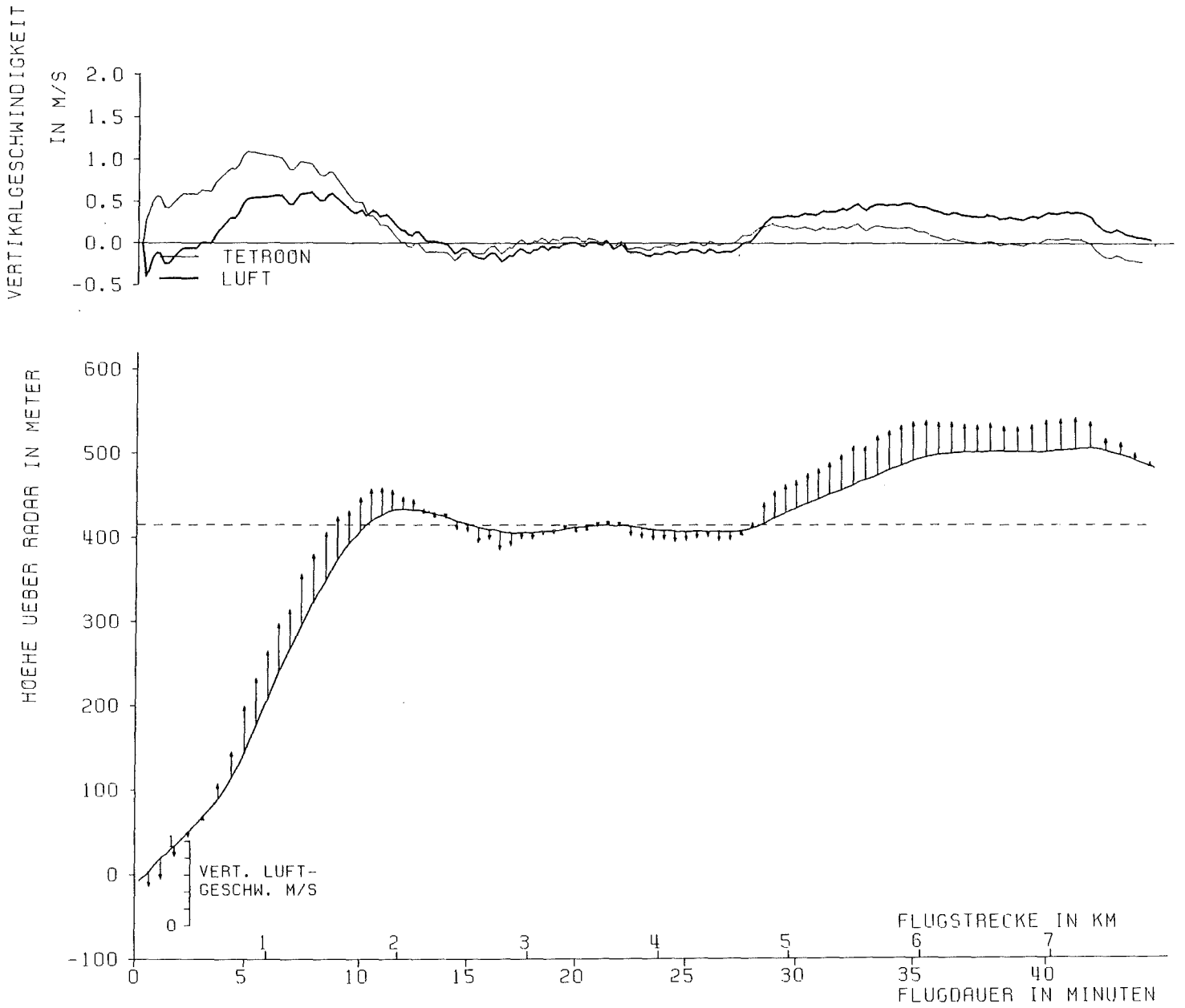


Abb. 48: Vertikalgeschwindigkeiten von Tetroon und Luft bei Flug KA8611

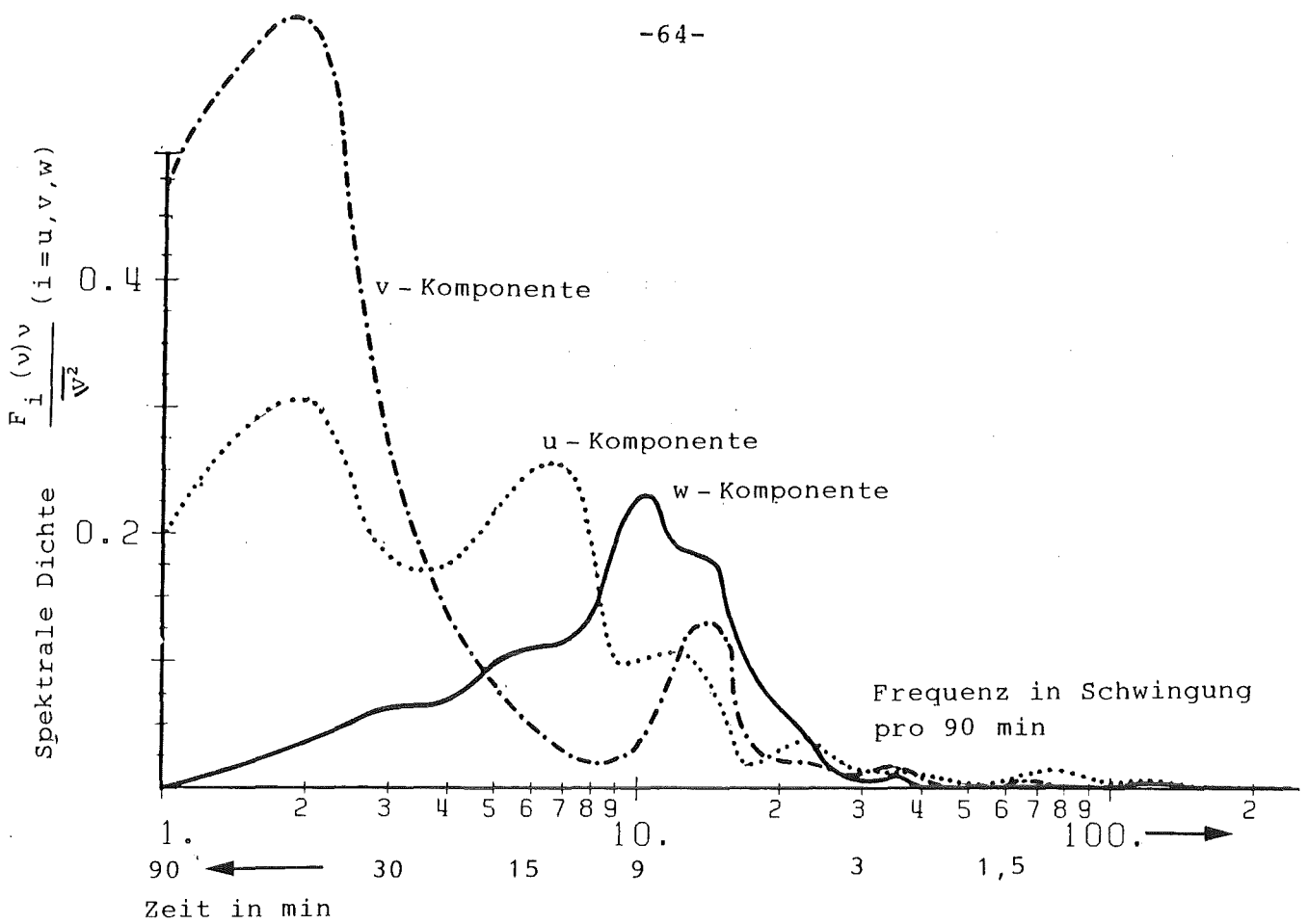


Abb. 49: Spektrale Dichtefunktion für die Geschwindigkeitskomponenten bei Flug KA8606

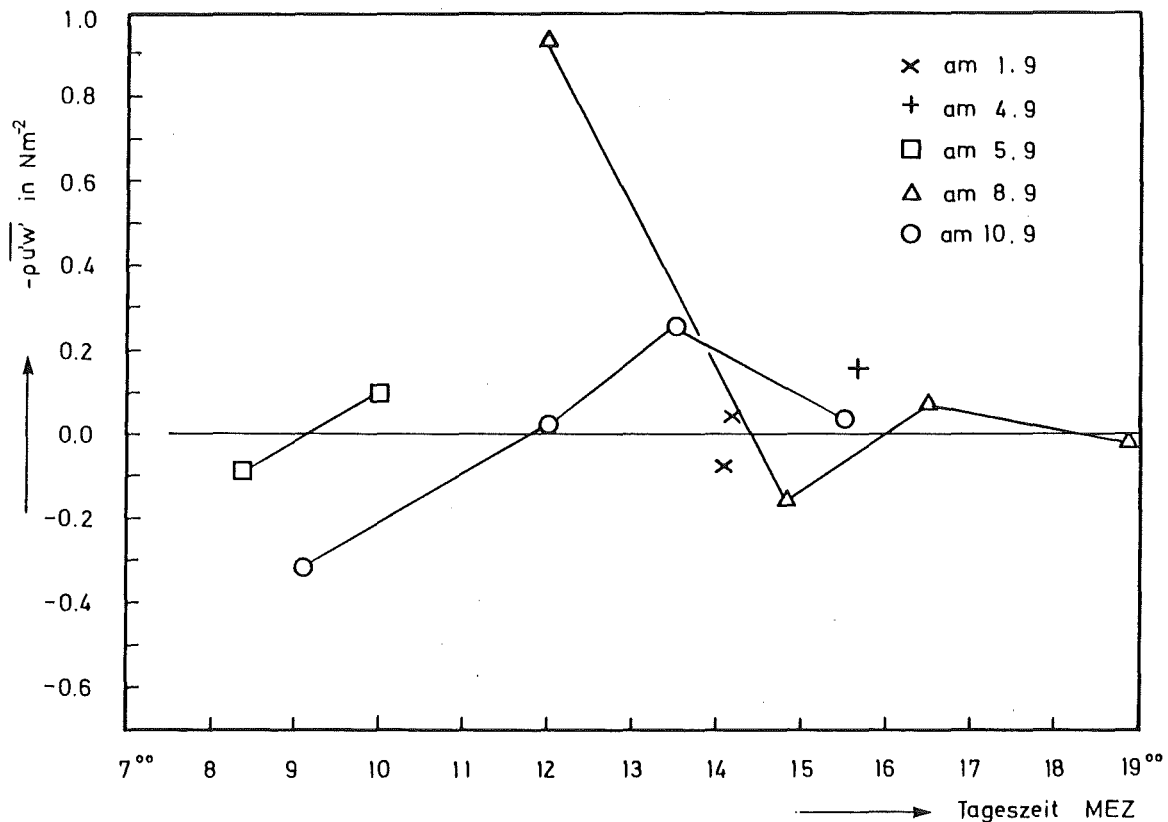


Abb. 50: Impulsfluß als Funktion der Tageszeit