

## Kapitel 7

### Erstellen von Luftsportvorhersagen und ihre Präsentationsformen

#### 7.1 Vorgehensweise und Hilfsmittel zur Erstellung von Luftsportvorhersagen

Erfolgreiche Vorhersagen basieren auf einer sorgfältigen Analyse, die sich speziell auf das - synoptisch gesehen - kleinräumige Gebiet der Luftsportaufgabe (z.B. einem Strecken- oder Wettbewerbssegelflug) konzentriert.

Ausgangspunkt ist in jedem Fall eine sorgfältige synoptische Analyse und Diagnose zum Verständnis der aktuellen Wettersituation. Dazu wird zunächst ein vollständiger Satz von Analyse- und Prognosekarten für den Boden und die freie Atmosphäre benötigt. In diesen makroskaligen Rahmen wird dann das detailliertere Bild zur Beschreibung der Wettersituation im kleinräumigeren "Luftsport-Scale" eingepaßt. Hierzu wird auf die routinemäßig verbreiteten Karten der Wetterdienste verwiesen. Diese Standardkartensätze enthalten alle wesentlichen synoptischen Strukturen. Für die genauere Analyse im "Luftsport-Scale" sind Karten mit einem Maßstab von 1:2 oder 1:3 Mio. empfehlenswert.

Zur Erarbeitung der Luftsportvorhersagen wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

##### 1. Synoptische Analyse, Diagnose und Prognose

Zu den Standardkartensätzen der Wetterdienste gehören insbesondere auch Spezialkarten/-produkte, die Hilfsgrößen wie Divergenz, Temperatur- und Vorticityadvektion, Vertikalbewegung, Feuchte, Trajektorien und Niederschlag im benötigten Kartenausschnitt enthalten. Diese Informationen sind für eine sorgfältige Diagnose und Prognose sehr wichtig.

##### 2. Interpretation von mesoskaligen Vorhersagekarten (Konvektionskarten, Windkarten)

Für den "Luftsport-Scale" sind die über pc\_met verfügbaren numerischen Konvektionskarten besonders geeignet. Hier werden die zeitliche Entwicklung der konvektiven Bewölkung mit Wolkenuntergrenzen bzw. Höhe der Blauthermik und die Wolkengattung mit hoher regionaler Auflösung dargestellt (Abb. 7.1).

In gleicher Auflösung sind für verschiedene Höhen numerisch prognostizierte Windfelder verfügbar. In diesen Karten sind neben dem allgemeinen Strömungsfeld insbesondere auch mesoskalige und kleinräumige Strukturen (Konfluenzen, Wirbel, Talwindssysteme, usw.) ersichtlich.

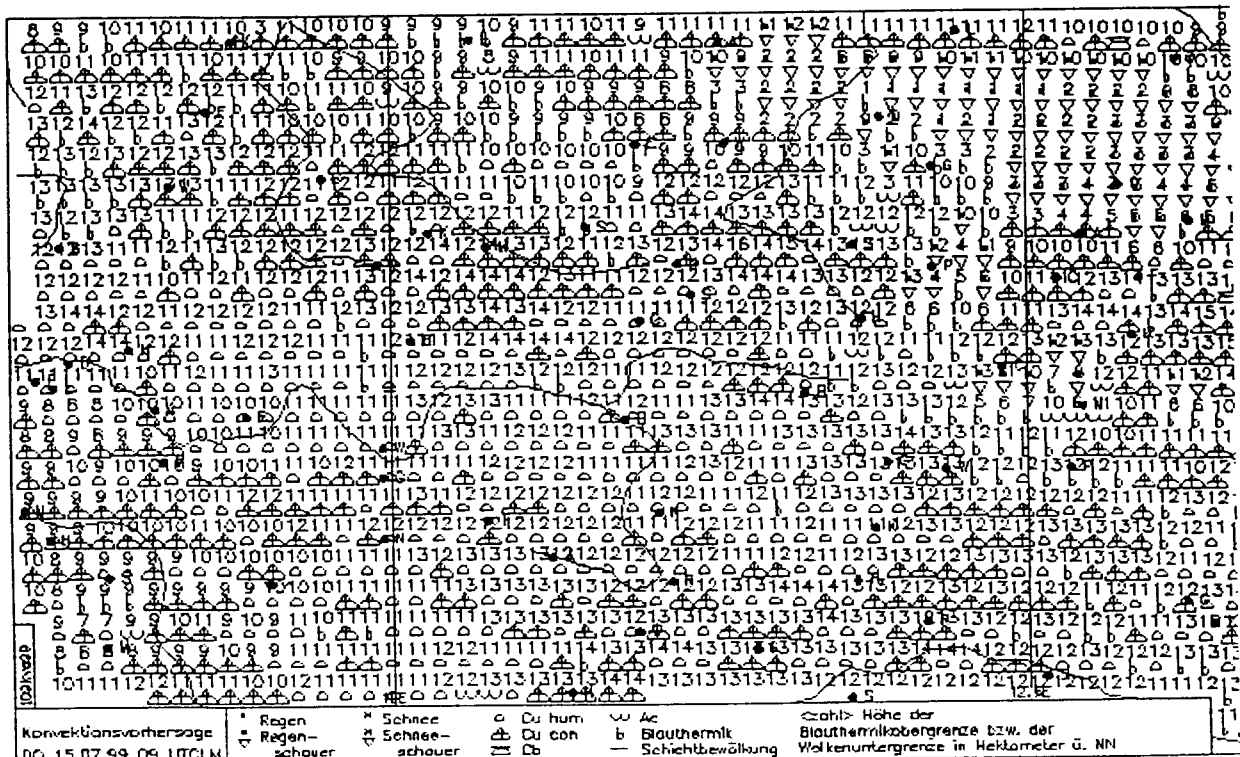
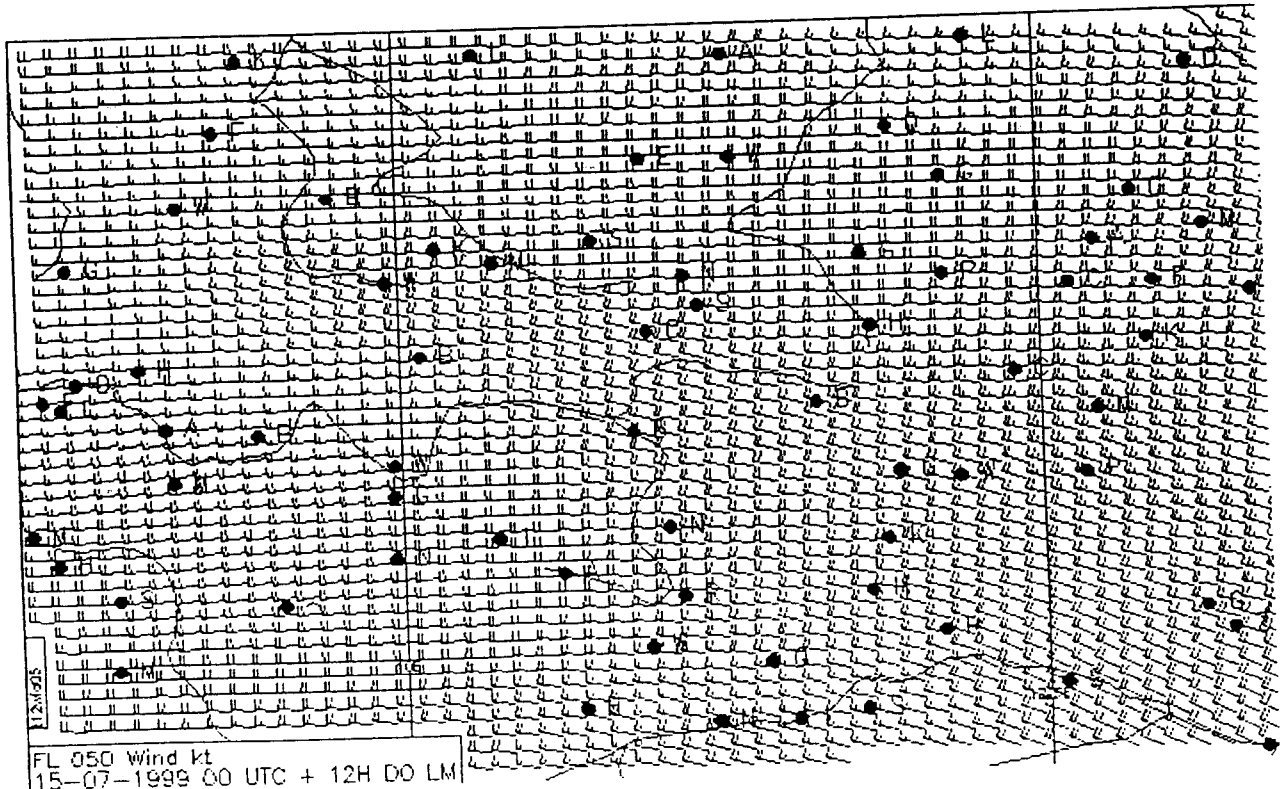
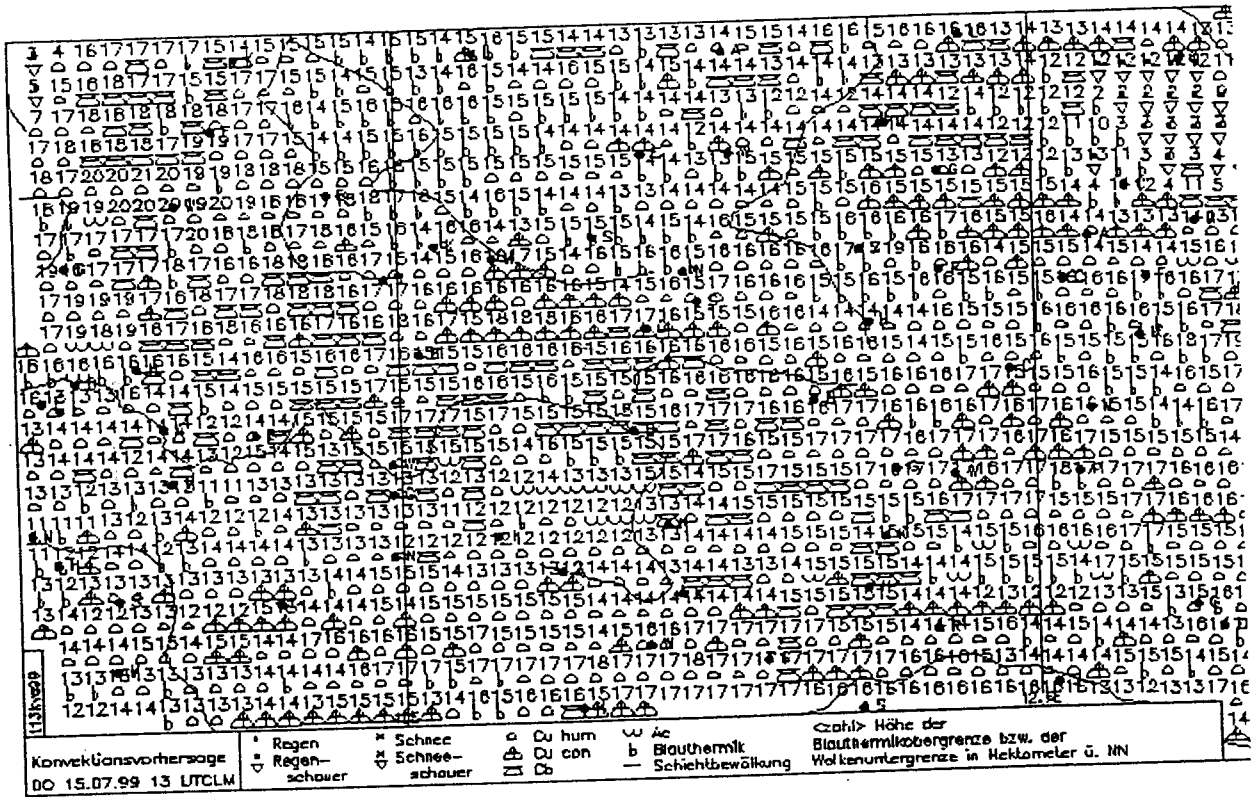
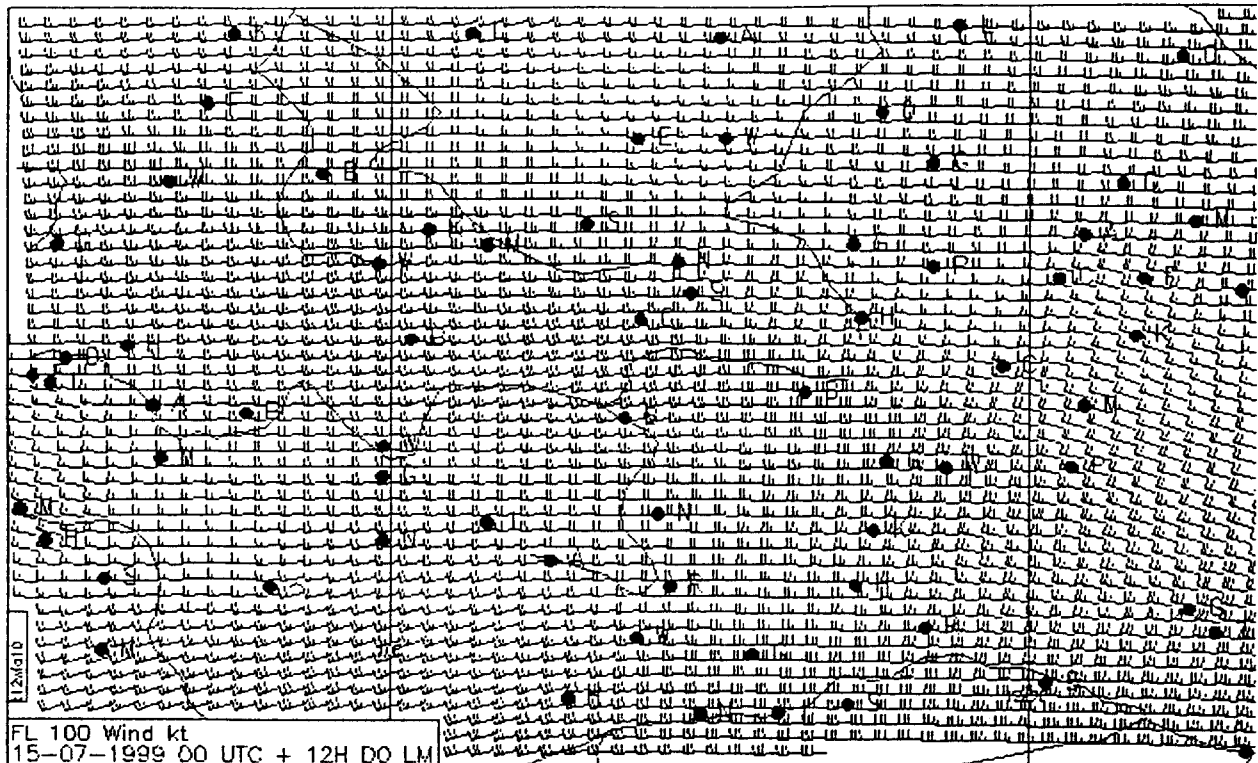


Abbildung 7.1 Beispiel hochaufgelöster Konvektions- und Windkarten (hier für den Wettbewerbsraum der WM 99 in Bayreuth)





### 3. Auswertung von Meteogrammen

In Meteogrammen wird der zeitliche Verlauf verschiedener meteorologischer Parameter an einem Modellgitterpunkt dargestellt (Abb. 7.2).

### 4. Auswertung und Interpretation repräsentativer Vertikalsondierungen (vgl. Kapitel 2)

Nach sorgfältiger Auswahl repräsentativer Radiosondenaufstiege müssen die Einflüsse von Advektionsvorgängen und von großräumigen Vertikalbewegungen auf das vertikale Temperatur- und Feuchteprofil abgeschätzt werden.

Die von den Wetterdiensten verwendeten aerologischen Diagramme sind für die Luftsportvorhersage geeignet. Für die unteren Atmosphärenschichten sollte dabei nach Möglichkeit ein kleinerer Maßstab verwendet werden. Dies ermöglicht dem Wetterberater beispielsweise einstrahlungsbedingte Veränderungen des "Temp" zu konstruieren, ohne die Übersichtlichkeit zu beeinträchtigen.

Falls eine entsprechende Hard- und Softwareausrüstung verfügbar ist, sollte die Tempauswertung rechnergestützt durchgeführt werden. Damit können bei großer Zeitersparnis ggü. der manuellen Methode eine Vielzahl von Temps analysiert werden, so daß flächenhafte Aussagen möglich sind.

Mit pc\_met oder Micromet können im tlogp -Diagramm die advektiven Änderungen und Hebungsprozesse an aktuellen und Vorhersagetemps ausgewertet und visualisiert werden.

TOPTHERM stellt bereits ein fertiges Vorhersageprodukt dar, in das sowohl Bodenbeobachtungs- und Radiosonden- als auch numerische Prognosedaten eingehen. In Deutschland werden damit Konvektionsvorhersagen für die 64 GAFOR-Gebiete in Form von Zeit-Höhen-Schnitten mit Thermikstärke, Höhe der konvektiven Schicht, Bedeckungsgrad sowie Unter- und Obergrenzen der konvektiven Bewölkung bereitgestellt. Zusätzlich wird sowohl die stündliche als auch die über den Tagesverlauf kumulierte potentielle Flugdistanz (PFD) für Segelflüge angeboten (siehe hierzu Abschnitt 2.3.3).

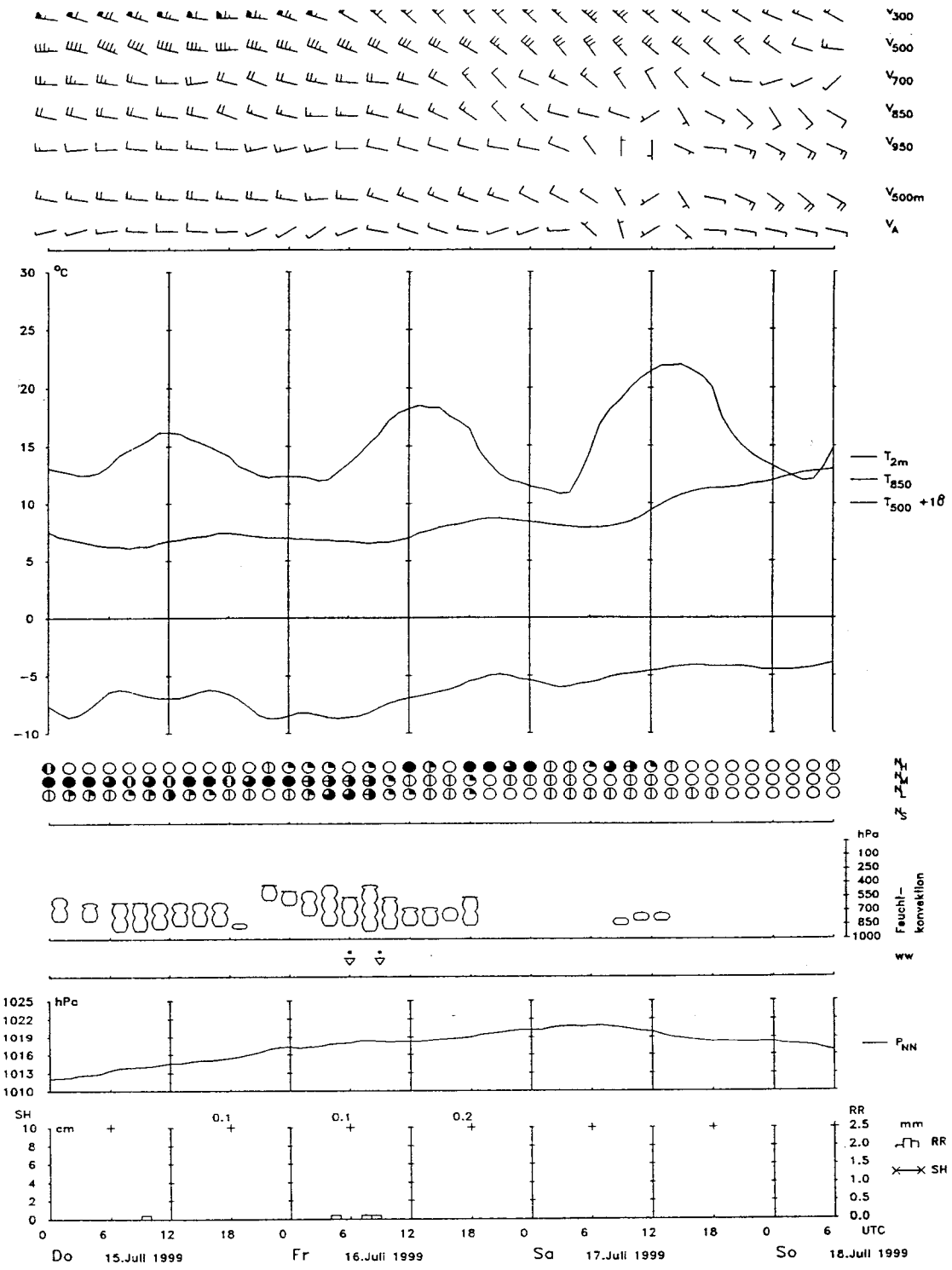


Abbildung 7.2 Beispiel eines Meteogramms für einen Modellgitterpunkt (Bayreuth)

## 7.2 Checkliste für die Segelflugwettervorhersage

Als Arbeitsunterlage hat sich ein Geographie/Topographie-Kartenunterdruck vom Vorhersagegebiet mit Höhenschichtlinien bewährt. Für Wettbewerbe ist die geographische Zuordnung der vorgesehenen Wendepunkte zweckmäßig.

Folgende Schritte sind durchzuführen:

1. Diagnose der Wetterlage und Prognose der Wetterentwicklung anhand der synoptischen Auswertung der Analyse- und Prognosekarten sowie Analyse der Luftmasseneigenschaften.
2. Abgrenzung der Gebiete, die infolge von Fronten, Niederschlagsgebieten oder großflächigen Abschirmungen nicht fliegbar sind durch Vergleich der Analysen mit den Modellprognosen und Satellitenloops. Die Eintragung der zeitlichen Verlagerung (in 1-3 stündigen Intervallen) der Grenzen des signifikanten Wetters in eine Karte ermöglicht eine genaue zeitliche Abschätzung sowie eine rasche Reaktion für erforderliche Vorhersagekorrekturen.
3. Vorhersage und Beurteilung der Boden- und Höhenwindfelder (850, 700 hPa) für den Flugraum
  - a) Einfluß auf Thermik und Turbulenz
  - b) im Gebirge zusätzlich Einfluß auf die Entwicklung von Hangwind und Wellen
  - c) Einfluß von zeitlichen Änderungen auf die Tagesaufgabe.
4. Einschätzung der Einstrahlungsbedingungen. Hierzu dienen in erster Linie Feuchtekarten und Wolkenvorhersagekarten.
5. Thermikauswertung repräsentativer Radiosondenaufstiege (manuell oder mit einem Tempauswerteprogramm).
6. Thermikauswertung in Bezug auf die regionale Verteilung
  - a) im Flachland mit TOPTHERM und Konvektionskarten
  - b) im Gebirge mit TOPTHERM/WALPTHERM und Konvektionskarten.

Stehen keine numerischen Vorhersagetemps zur Verfügung, so läßt sich bei Advektionswetterlagen das repräsentative Einzugsgebiet der Luftmasse mit rückwärts gerechneten Trajektorien bestimmen. Für die dynamischen Komponenten sind die Vorticityadvektions- und Vertikalbewegungskarten hilfreich. Auf diese Weise lassen sich Stabilitätsänderungen und Feuchteänderungen abschätzen. Bei vorangegangenen Niederschlag muß der Einfluß der Bodenfeuchte (aus Synopmeldungen) berücksichtigt werden.

Ergebnis der meteorologischen Überlegungen:

1. Seitliche Eingrenzung des segelfliegerisch nutzbaren Raumes (Wetterfenster) mit groben richtungsbezogenen Möglichkeiten von Flugstrecken.
2. Thermikbeginn, Thermikende im Startgebiet.
3. Tagesgang der Konvektionshöhe und der Steigwerte einschließlich PFD (potentielle Flugdistanz), (TOPTHERM).
4. Bedeckungsgrad und Wolkenentwicklung (Art, Basis, Tops).
5. Besonderheiten:
  - a) Windeinfluß:
    - Wolkenstraßen, Thermikwellen, zerrissene Thermik, Turbulenz;
    - im Gebirge zusätzlich: Leewellen, Hangwinde, andere Luv-Leewirkungen;
    - in Küstennähe zusätzlich: Seebrise, Seewindfront
  - b) Feuchteinfluß:
    - Abschirmung, Ausbreitung, Überentwicklung, Niederschläge, Abtrocknung, Blauthermik
  - c) Temperatureinfluß und Schichtung:
    - Stabilisierung, Labilisierung, Kaltluft-/Warmluftadvektion
  - d) Orographie und lokale Besonderheiten:
    - künstliche Thermikquellen, Inhomogenitäten
  - e) Gefahren:
    - Gewitter, Hagel, Böen, Turbulenz, Sichtbeeinträchtigungen.

## 7.3 Präsentationsformen von Wettervorhersagen für den Luftsport

### 7.3.1 Tägliche Routinevorhersagen

In vielen Ländern werden routinemäßig tägliche Segelflugwetterberichte und Ballonwetterberichte erstellt und über automatische Anrufbeantworter, Telefax, T-online, Internet, pc\_met, Rundfunk und Videotext verbreitet.

#### 7.3.1.1 Formblatt für den Segelflugwetterbericht

Abb. 7.3 zeigt das in Deutschland verwendete Formblatt für den Segelflugwetterbericht. Der größte Teil ist selbsterklärend.

Unter "Wetterlage" sind insbesondere auch die wesentlichen Veränderungen im Tagesverlauf anzusprechen (z.B. Schauerentwicklung oder frontale Aufzugsbewölkung).

Im Abschnitt "Thermik" wird die Entwicklung der Thermik im Tagesverlauf mit Thermikstärke und Thermikeigenschaften (z.B. zerrissene Thermik) beschrieben.

Als Mindesthöhe für den "Thermikbeginn" wird im allgemeinen eine Höhe von 600 m angenommen. Im Bergland können in Absprache mit den Nutzern auch andere Höhen benutzt werden.

Unter "Besondere Hinweise und Warnungen" sollten ergänzende Hinweise zu Hang- und Wellenflugbedingungen, Thermikwellen, Wolkenstraßen, Seewindfronten und anderen Konvergenzlinien sowie Warnungen vor gefährlichen Wettererscheinungen, wie z.B. Gewitter, Hagel, starke Böen, Rotoren und Turbulenz aufgeführt werden. Im Bergland muß auch auf den Verlust der Bodensicht durch sich schließende Wolkenlücken bei Wellenflügen und ein erwartetes Absinken der Wolkenbasis hingewiesen werden, weil diese Bedingungen die Rückkehr zum Flugplatz verhindern können.

#### 7.3.1.2 Formblatt für den Ballonwetterbericht

Abb. 7.4 zeigt das in Deutschland verwendete Formblatt für den Ballonwetterbericht. Bei dieser Vorhersage sollte auf ein möglichst genaues vertikales Windprofil Wert gelegt werden.

### 7.3.2 Vorhersage für Wettbewerbe

Die meteorologische Betreuung von Wettbewerben gliedert sich in 3 Aufgabenschwerpunkte:

1. Meteorologische Beratung des Tasksetters bei der Erstellung der Tagesaufgaben
2. Durchführung des Wetterbriefings für Piloten und Ausgabe der aufgabenbezogenen Flugwetterdokumentation
3. Wetterüberwachung und ggf. Ausgabe von Wetterwarnungen und -informationen.

#### 7.3.2.1 Symbole

Um die Sprachbarriere bei internationalen Wettbewerben zu überwinden, empfiehlt es sich, die in Abb. 7.5 aufgeführten Symbole zu verwenden. Neben den in der Zivilluftfahrt gebräuchlichen ICAO-Symbolen sind zusätzliche Symbole für spezielle Phänomene des Luftsports enthalten.

#### 7.3.2.2 Flugwetterdokumentation für Wettbewerbsflüge (hier: Segelflug)

Wenn die Möglichkeit besteht, soll den Piloten eine Flugwetterdokumentation, bestehend aus einem Segelflugwetterbericht, einem Zeit-Höhen-Schnitt (repräsentativ für die Streckenaufgabe) und/oder einer Vorhersagekarte unter Verwendung der oben genannten Symbole ausgehändigt werden.

Die Zeit-Höhen-Schnittdarstellung (time cross section) (Abb. 7.6) zeigt die zeitlichen Änderungen der meteorologischen Bedingungen entlang der ausgeschriebenen Strecke. Auf der horizontalen Achse ist daher neben der Zeit (oben) und der Temperatur (unten) auch das Profil der Orographie mit aufgenommen. Die schräg verlaufende Doppellinie (unten links) zeigt die Obergrenze der Trockenthermik. Wolkenthermik wird durch symbolisierte Wolken angezeigt. Die vertikale Ausdehnung der Cumuli wird durch die Größe des Symbols, der Bedeckungsgrad durch eine zusätzliche Zahl dargestellt (4 Cu bedeutet 4/8 Cumulus). Schauer werden durch schematisierte Fallstreifen unterhalb der Wolkensymbole angedeutet. Auf der vertikalen Achse sind die Höhe (links) und die zugehörigen Höhenwinde (rechts) dargestellt. Der vorhergesagte Wind bezieht sich auf einen mittleren Zeitpunkt während der Flugzeit. Diese Darstellungsart sollte hauptsächlich für Wettbewerbsaufgaben mit vorgegebener Streckenführung, bzw. für Aufgaben innerhalb homogener Wettergebiete gewählt werden.

Zusätzlich oder anstelle der Zeit-Höhen-Darstellung kann eine regionale Übersicht über das Vorhersagegebiet in Kartenform angeboten werden (Abb. 7.7). Diese Karte zeigt für einen festen Zeitpunkt das flächenhaft zu erwartende Wetter in symbolischer Darstellung. Diese Form (fixed time prog chart) sollte vorzugsweise dann verwendet werden, wenn die Piloten die Aufgabe selbst wählen und Anzeichen für regional unterschiedliche Wetterverhältnisse bestehen. Ist auch der zeitliche Ablauf unterschiedlich, so kann dies mit mehreren Karten dargestellt werden.

Deutscher Wetterdienst  
Segelflugwetterbericht für \_\_\_\_\_

ausgegeben von \_\_\_\_\_

am \_\_\_\_\_ um \_\_\_\_\_ Uhr

gültig für \_\_\_\_\_ , den \_\_\_\_\_

Wetterlage: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Wolken und Niederschlag: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Thermik: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Thermikbeginn: gegen \_\_\_\_\_ Uhr bei \_\_\_\_\_ Grad C

Thermikbeginn im Bergland: bis 1500 m Höhe (nur für Süddeutschland)  
gegen \_\_\_\_\_ Uhr bei \_\_\_\_\_ Grad C

Vorhergesagte Tageshöchsttemperatur:  $T_{Max}$  \_\_\_\_\_ Grad C

Thermikende: voraussichtlich gegen \_\_\_\_\_ Uhr

Wetterwirksame Sperrschichten: zwischen \_\_\_\_\_ m und \_\_\_\_\_ m

\_\_\_\_\_

Bodensicht: \_\_\_\_\_

Nullgradgrenze: \_\_\_\_\_ m \_\_\_\_\_

Bodenwind: \_\_\_\_\_ km/h \_\_\_\_\_

Höhenwinde für \_\_\_\_\_ Uhr und Temperaturen von \_\_\_\_\_ Uhr in:

1000 m \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ km/h \_\_\_\_\_ Grad C

1500 m \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ km/h \_\_\_\_\_ Grad C

2000 m \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ km/h \_\_\_\_\_ Grad C

3000 m \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ km/h \_\_\_\_\_ Grad C

Besondere Hinweise und Warnungen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

QNH: in \_\_\_\_\_ um \_\_\_\_\_ Uhr \_\_\_\_\_ hPa

Tendenz: \_\_\_\_\_

Aussichten für Folgetag: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Bemerkung:** Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN, alle Zeitangaben auf MESZ (bzw. MEZ).  
Der nächste Bericht folgt um \_\_\_\_\_ Uhr.

Deutscher Wetterdienst  
Ballonwetterbericht für \_\_\_\_\_

ausgegeben von \_\_\_\_\_

am \_\_\_\_\_ um \_\_\_\_\_ Uhr  
gültig für \_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_ 199 von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ Uhr

Sonnenaufgang: \_\_\_\_\_ Uhr Sonnenuntergang: \_\_\_\_\_ Uhr

Wetterlage: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Wolken und Niederschlag: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Bodensicht: \_\_\_\_\_ (zum Sonnenaufgang/Nachmittag, Abend)

Bodentemperatur:  
bei Sonnenaufgang \_\_\_\_\_ Grad Celsius  
2 Std. vor Sonnenuntergang \_\_\_\_\_ Grad Celsius  
Vorhergesagte Tageshöchsttemperatur: \_\_\_\_\_ Grad Celsius

Thermik: (keine; schwach; mäßig; gut; sehr gut)

Thermikbeginn: \_\_\_\_\_ Uhr bei \_\_\_\_\_ Grad Celsius  
Thermikende gegen: \_\_\_\_\_ Uhr

QNH:  
in \_\_\_\_\_ um \_\_\_\_\_ Uhr \_\_\_\_\_ Hektopascal  
in \_\_\_\_\_ um \_\_\_\_\_ Uhr \_\_\_\_\_ Hektopascal

Bodenwind: \_\_\_\_\_ (Trend) \_\_\_\_\_ Böen: \_\_\_\_\_

Höhenwinde in:  
500 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten  
1000 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten  
1500 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten  
2000 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten  
3000 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten  
5000 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten  
10000 Fuß \_\_\_\_\_ Grad \_\_\_\_\_ Knoten

Inversion zwischen: \_\_\_\_\_ Fuß und \_\_\_\_\_ Fuß  
Nullgradgrenze: \_\_\_\_\_ Fuß

Besondere Hinweise und Warnungen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Aussichten für den Abend/Folgetag: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Bemerkung: Alle Höhenangaben beziehen sich auf NN; alle Zeitangaben auf MESZ (bzw. MEZ).  
Der nächste Bericht folgt um \_\_\_\_\_ Uhr.



Abbildung 7.5

Wettersymbole für die Flugwetterdokumentation bei Wettbewerben

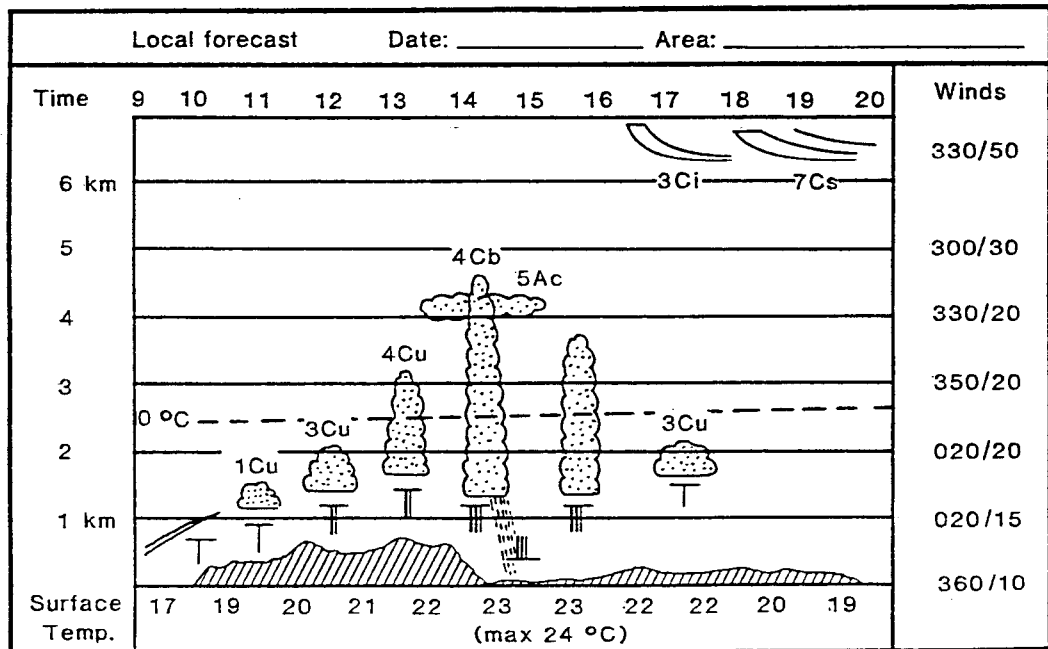
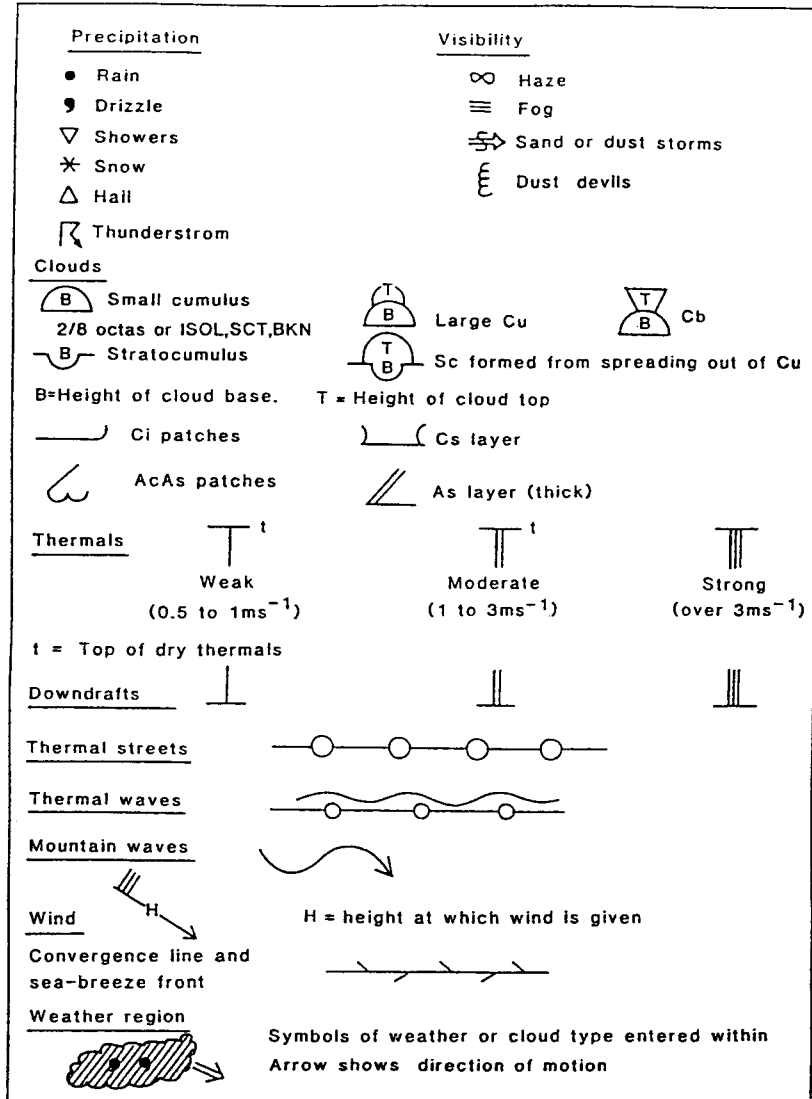


Abbildung 7.6 Zeit-Höhen-Darstellung (time cross section)

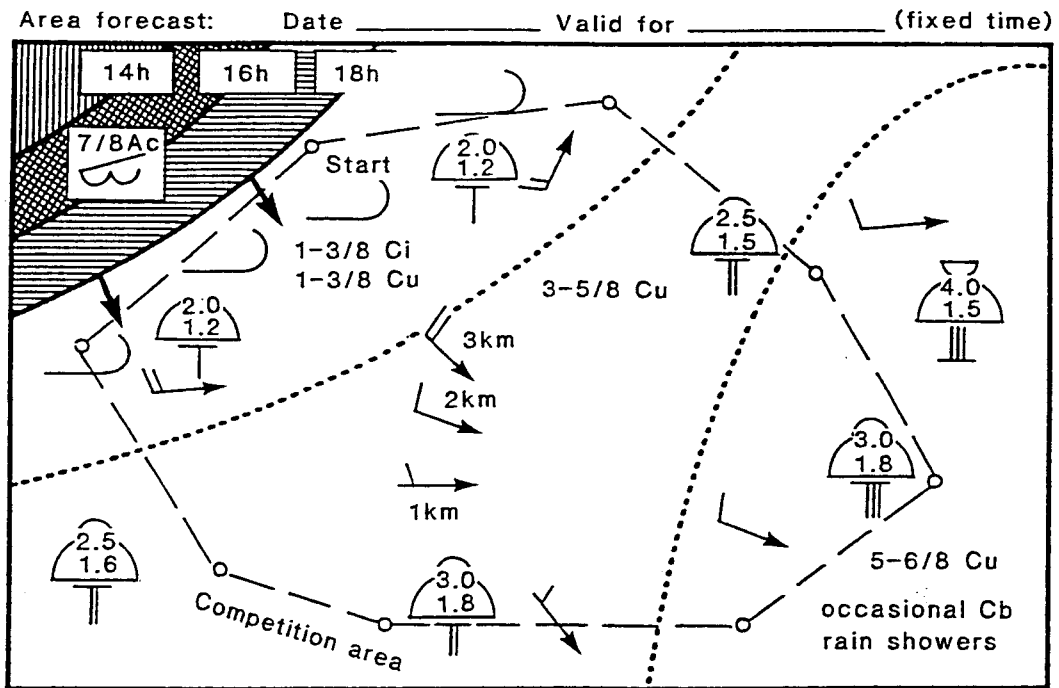


Abbildung 7.7 Regionale Vorhersagekarte für Wettbewerbsflüge (fixed time prog chart)

### 7.3.2.3 Wetterüberwachung

Die Wetterentwicklung muß insbesondere bis zum Beginn der Flugaufgabe genau verfolgt werden, um eventuelle Auswirkungen auf die gestellte Aufgaben feststellen und an den Tasksetter weitergeben zu können. Nach dem Start ist die Wetterentwicklung weiter zu beobachten, um ggf. z.B. bei Gefahrensituationen rechtzeitig Wetterwarnungen ausgeben zu können. Die Bildung und Verlagerung von Niederschlagszellen kann am besten anhand von Radar- und Satelliteninformationen beurteilt werden.