

PRINCE 2006: Konvektionsantrieb durch Grenzschichtprozesse über komplexem Gelände (?)

Ch. Barthlott, U. Corsmeier, S. Wohnsiedler und Ch. Kottmeier

11. Dezember 2006

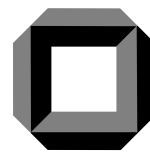
VI-Jahrestreffen Karlsruhe

(Holger Mahlke, 11.7.2006)

Bedeutung konvektiver Prozesse?

- beeinflussen signifikant die Impuls-, Wärme- und Feuchteflüsse zwischen Boden und der oberen Troposphäre (Luftqualität: Transport schadstoffbelasteter Luft aus der atm. Grenzschicht heraus)
- besitzen hohes Gefahrenpotenzial durch Starkregen, Hagel, Sturmböen und Blitze



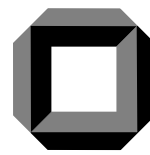


Probleme

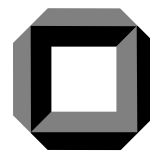
- **quantitative Niederschlagsvorhersage zu ungenau: Ort, Zeit und Menge!**
- **gesamte Prozesskette ist nicht vollständig verstanden (Einfluss der präkonvektiven Bedingungen, Auslösung, Entwicklung,...)**
- **Horizontale Auflösung numerischer Wettervorhersagemodelle meist zu groß → Konvektion muss parametrisiert werden**
- **Kenntnis der Anfangs- und Randbedingungen: hochaufgelöste Messungen sind zur Modellinitialisierung und -validierung notwendig**

Ziele von PRINCE

- **Sommer 2007: großes Feldmessprogramm COPS (Convective and orographically induced precipitation study) in Südwestdeutschland und Ostfrankreich mit internationaler Beteiligung im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms “Quantitative Niederschlagsvorhersage“ ⇒ zeitlich und räumlich flexible Messstrategie zur Erfassung der sich im Tagesverlauf entwickelnden konvektiven Zellen**



- **VI COSI-TRACKS** führt als gemeinschaftliches Messprogramm der beteiligten Institute das Projekt **PRINCE** (Prediction, identification and tracking of convective cells) durch \implies Ziele: Verfahren und Messstrategien zu erarbeiten, zu erproben und auszuwerten
 - Einsatz mobiler Radiosondenstationen und met. Masten am Boden
 - Abstimmung der Scanstrategien bodengebundener Fernerkundungssysteme (LIDAR, RADAR) für zeitgleiche Messungen in gleichen Volumina von Wolken und der Wolkenumgebung
 - Übertragung von RADAR- und Satellitenbildern an Bord des Forschungsflugzeugs DO 128
- **beteiligte Gruppen:**
 - Universität Mainz (IPA)
 - Universität Hohenheim (IPM)
 - Technische Universität Braunschweig (IFF)
 - Universität Karlsruhe/Forschungszentrum Karlsruhe (IMK)



“Kochrezept“ für Konvektion

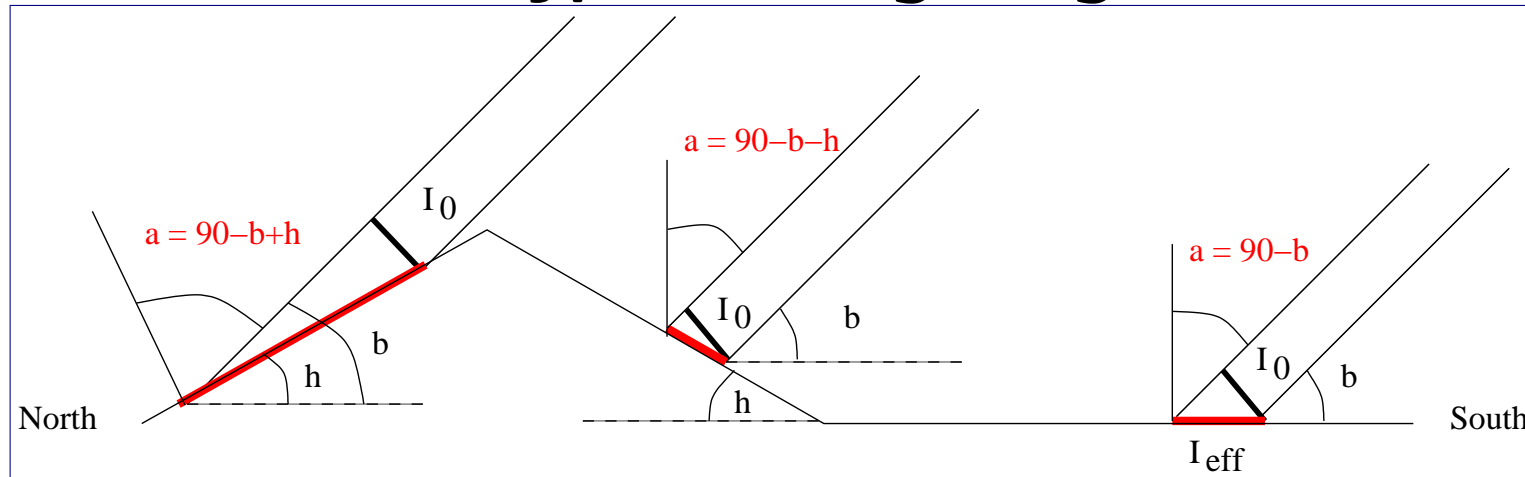
Zutaten

1. ausreichend Feuchte in der unteren Troposphäre (so dass ein aufsteigendes Luftpaket sein Kondensationsniveau erreichen kann \Rightarrow Wolkenbildung)
2. labil geschichtete Atmosphäre (keine oder nur schwache Hemmung von Vertikalbewegungen)

\Rightarrow Auslösemechanismus nötig

- Fronten
- Überströmen von Bergketten
- Aufheizung des Erdbodens durch starke Sonneneinstrahlung
- ...

Wie beeinflusst ein typ. Mittelgebirge die Konvektion?



Exposition (Hangneigung und Ausrichtung) zur Sonne hat großen Einfluss auf Strahlungs- und Energiebilanz in orographisch gegliedertem Gelände!

**Je schräger die Sonne ein Terrain bescheint, desto größer ist die beschienene Fläche.
⇒ Strahlungsflussdichte verhält sich invers dazu**

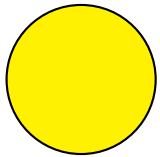
$$\sin h = \frac{A_0}{A_{eff}} = \frac{I_{eff}}{I_0}$$

$$I_{eff} = I_0 \cos a = I_0 \sin b \quad \text{horizontal}$$

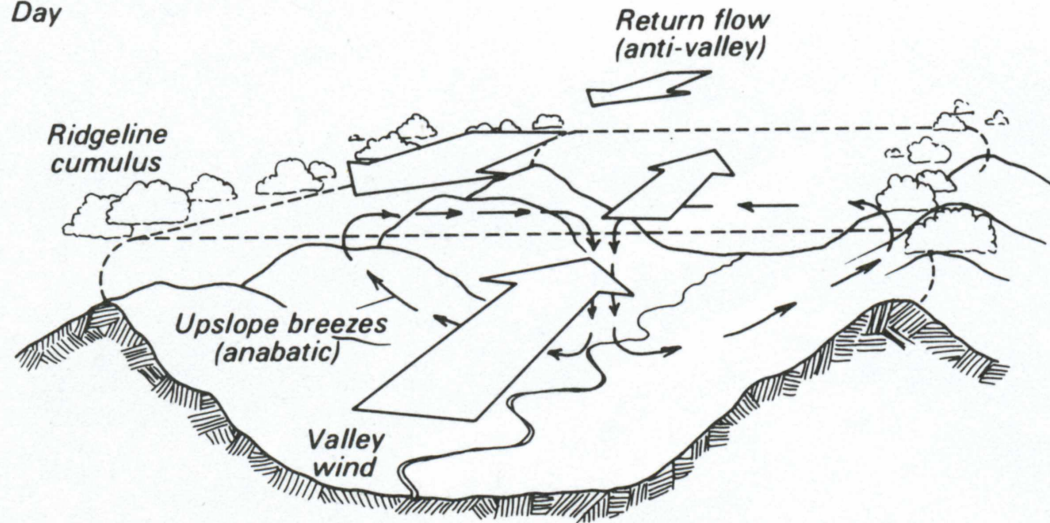
$$= I_0 \sin(b + h) \quad \text{nach S exponiert}$$

$$= I_0 \sin(b - h) \quad \text{nach N exponiert}$$

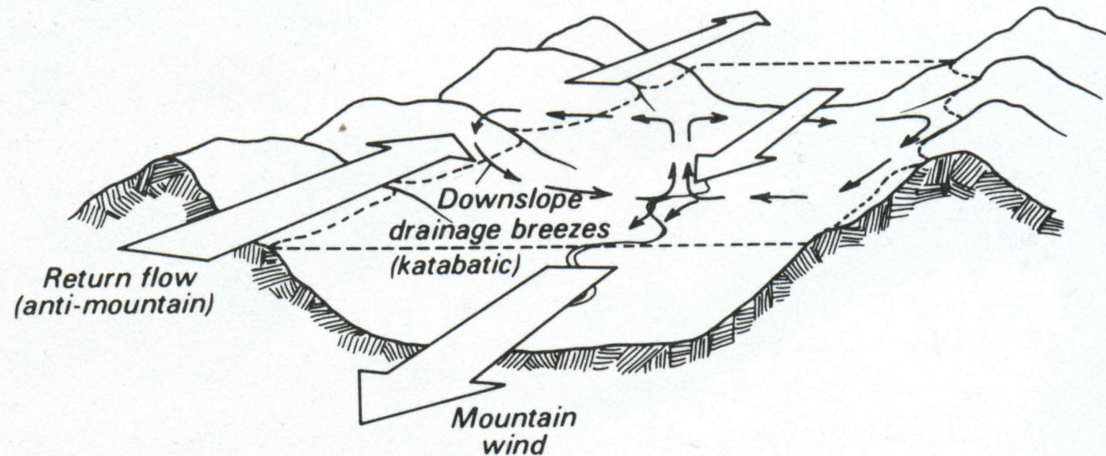
Hang- und Talwinde



(a) Day



(b) Night



Voraussetzung:

- schwacher syn. Grundstrom
- Sonneneinstrahlung

Ursache:

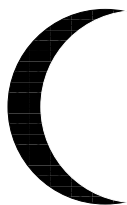
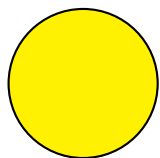
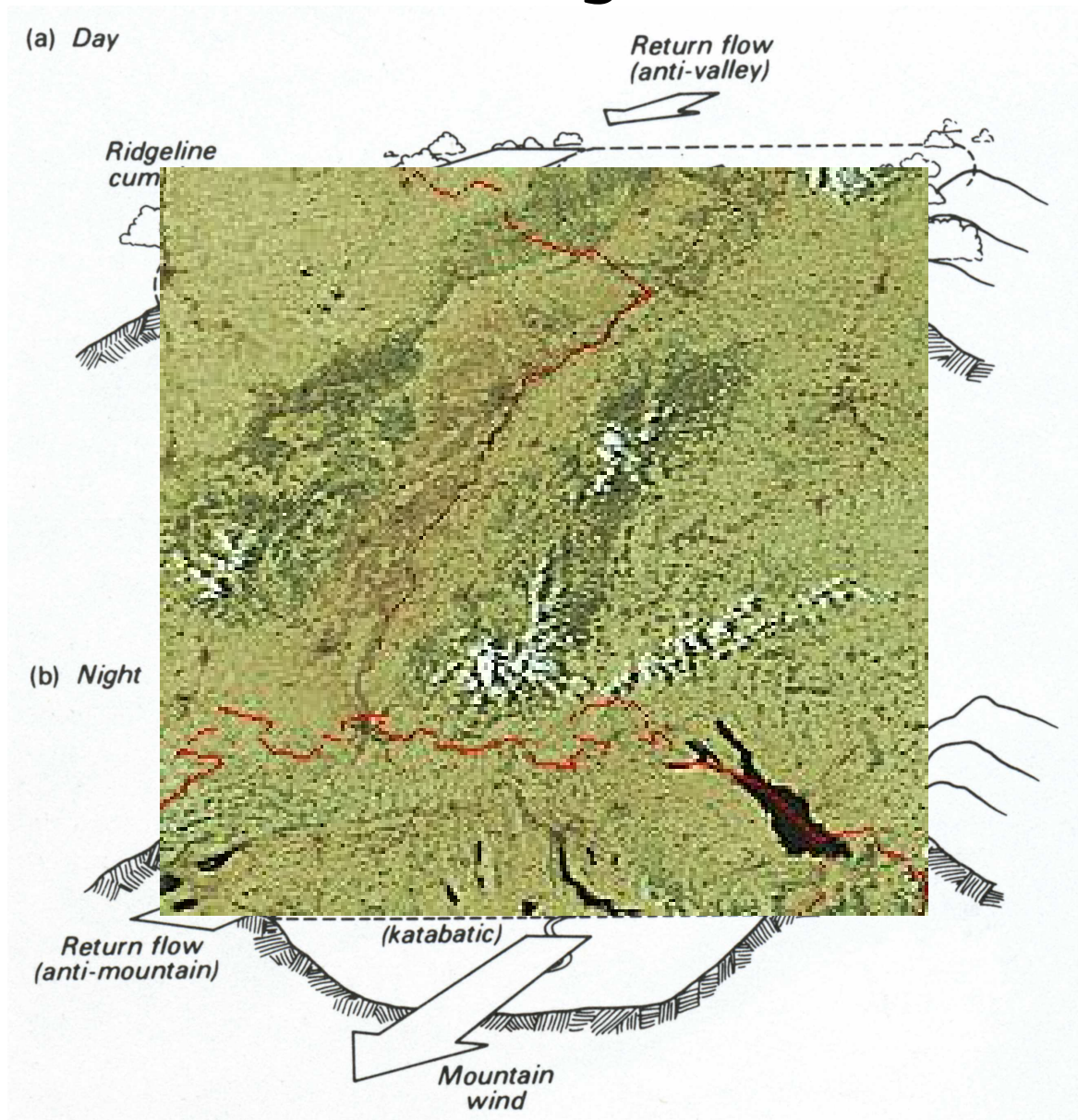
differentielle Erwärmung der Luft über dem Hang und in der Talmitte

- horizontale Temperatur- und Druckunterschiede
- lokale Windsysteme

→ **Auslösemechanismus durch sekundäre Windsysteme!**

Oke
(1987)

Hang- und Talwinde



Oke
(1987)

Voraussetzung:

- schwacher syn. Grundstrom
- Sonneneinstrahlung

Ursache:

differentielle Erwärmung der Luft über dem Hang und in der Talmitte

- horizontale Temperatur- und Druckunterschiede
- lokale Windsysteme

→ **Auslösemechanismus durch sekundäre Windsysteme!**

Das Forschungsflugzeug DO 128 des Instituts für Flugführung (IFF) der Uni Braunschweig



⇒ Wind, Temperatur, Feuchte, Druck, Solar- und Infrarotstrahlung, Erdoberflächentemperatur...

⇒ Fallsonden + Chemiemodul (optional)

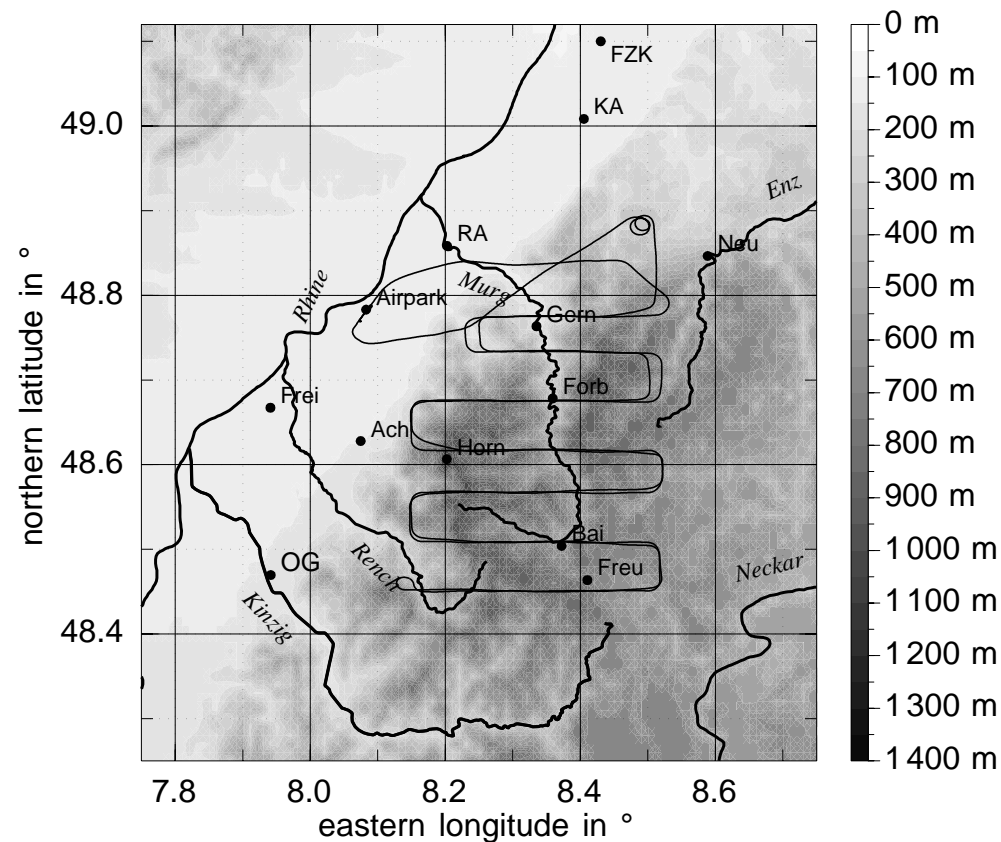
⇒ Reichweite ca. 1500 km/4 h, Fluggeschw. 65 m/s, max. Gipfelhöhe 7 km

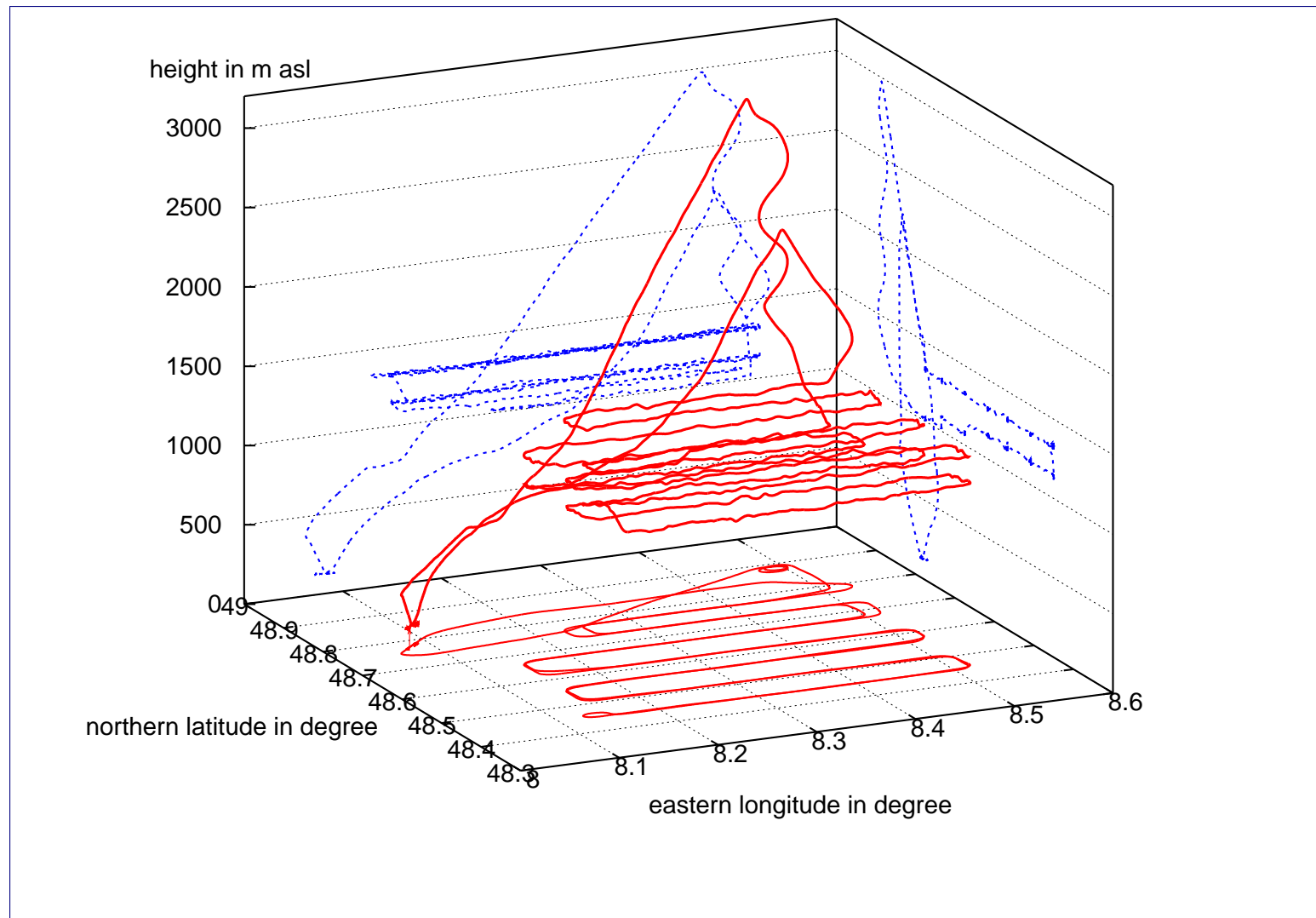
Flugmuster bei PRINCE 2006

Vor- und nachmittags matrattenförmig in 2 Höhen (150-300 m über max. Geländehöhe) rechtwinklig zur Talachse des Murgtals

Einzelzellen vorhanden? → Umflug + Abwurf von Dropsonden in die Zelle bzw. deren Randbereich

IBUF flight 1 11-07-2006
Flightpath and topography

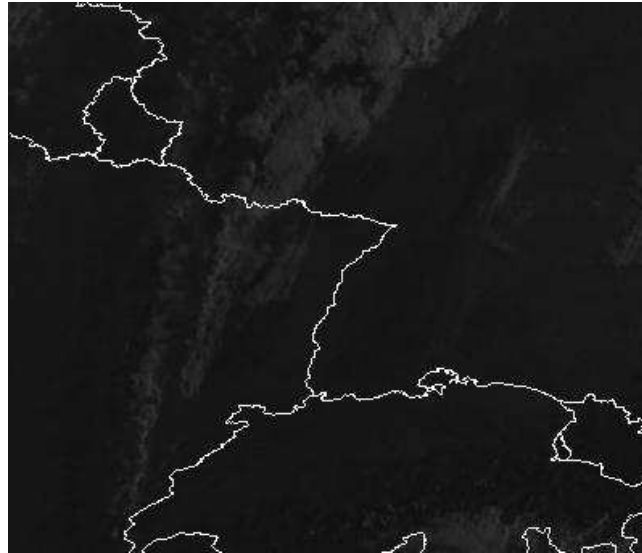




Slow Normal Fast Pause/Resume gif extern avi extern

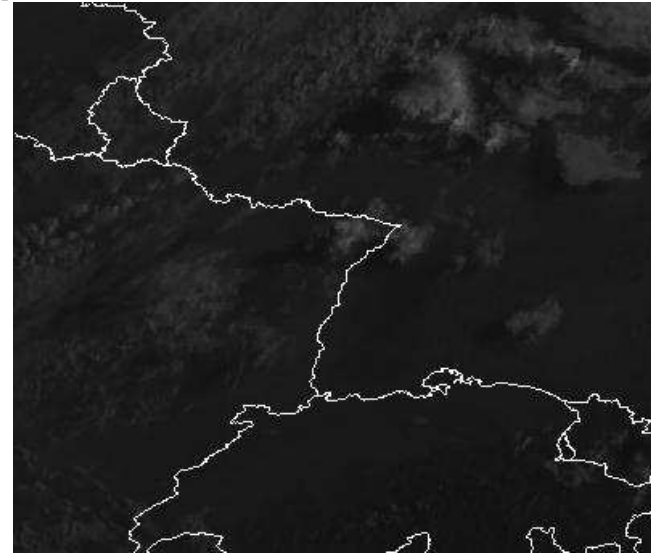
4 Intensivmessphasen

11.7.



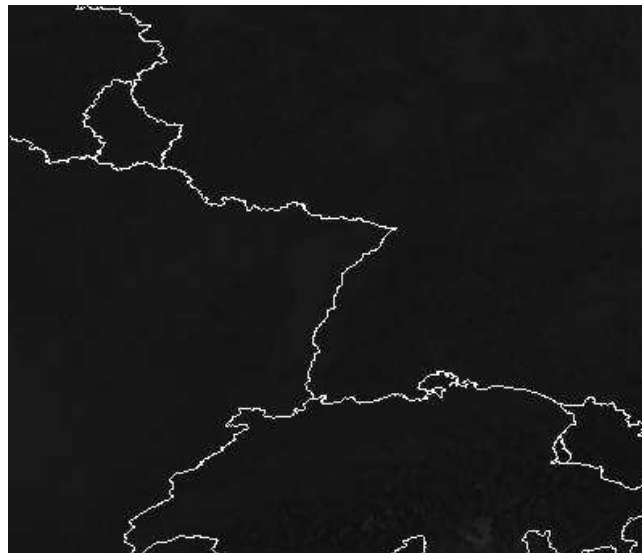
Slow Normal Fast Pause/Resume [avi extern](#)

12.7.



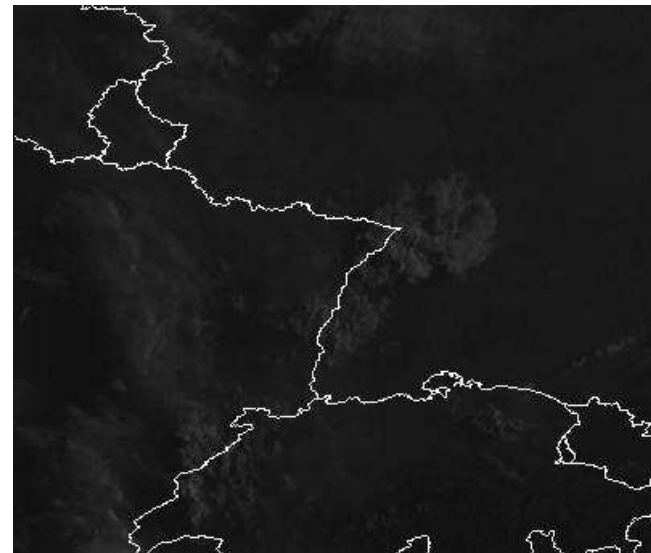
Slow Normal Fast Pause/Resume [avi extern](#)

19.7.



Slow Normal Fast Pause/Resume [avi extern](#)

20.7.

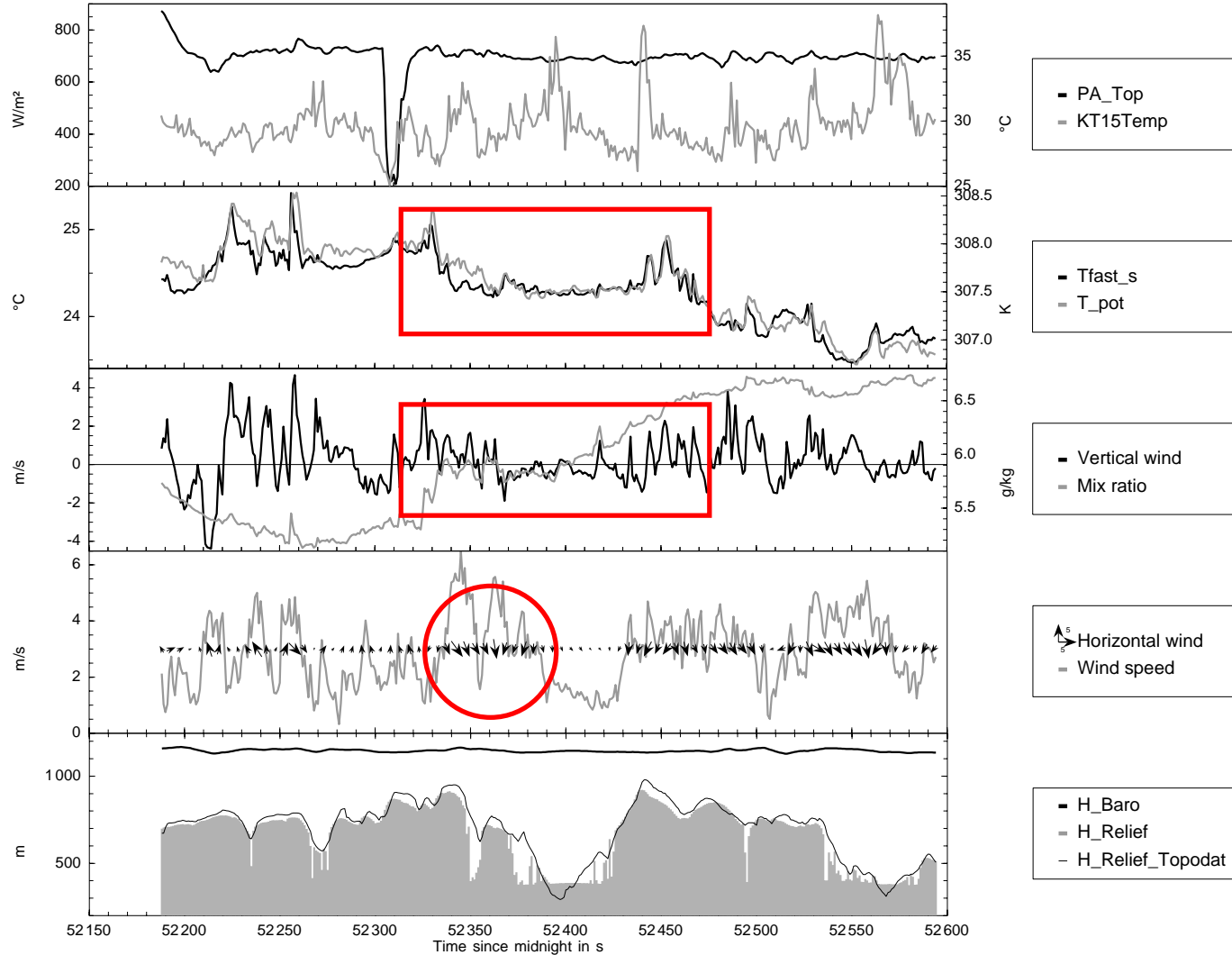


Slow Normal Fast Pause/Resume [avi extern](#)

Flache Konvektion am 19.7.2006

PRINCE IBUG flight 1

Date: 19-07-2006 Time: 14:29 - 14:36 pm Flight direction: westward High: 1146 m Eventnr.: 7



**Murgtal: Temp. nahezu konst.
Über Bergrücken wärmer; $\sigma^2 \uparrow$**

**schwaches Absinken Murgtal
Aufsteigen über Bergrücken**

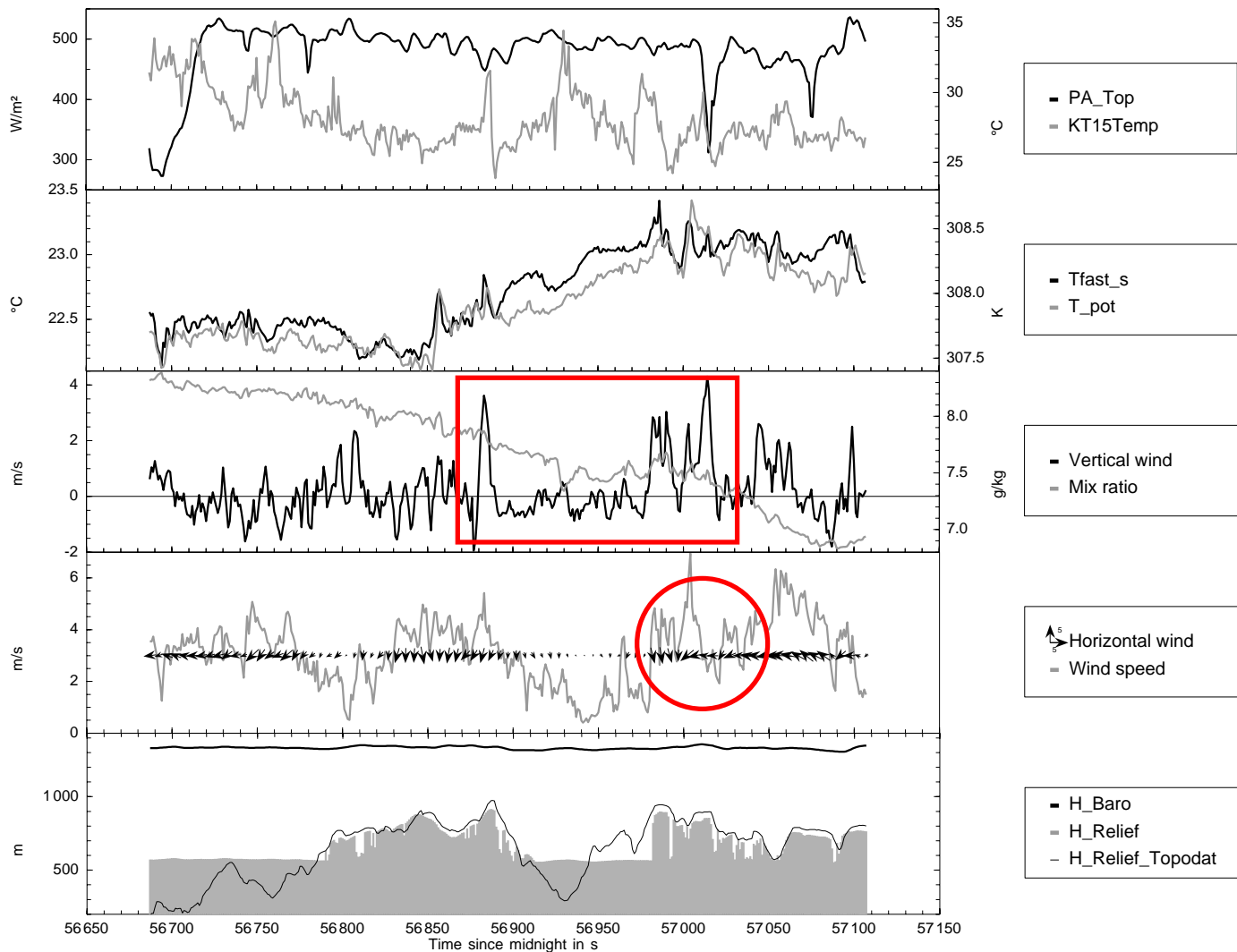
Richtungskonvergenz

Ostseite Murgtal Westseite

gleiches Leg in höherer Flughöhe (1h 10 min später):

PRINCE IBUG flight 1

Date: 19-07-2006 Time: 15:44 - 15:51 pm Flight direction: eastward High: 1332 m Eventnr.: 27



starkes Signal im Vertikalwind

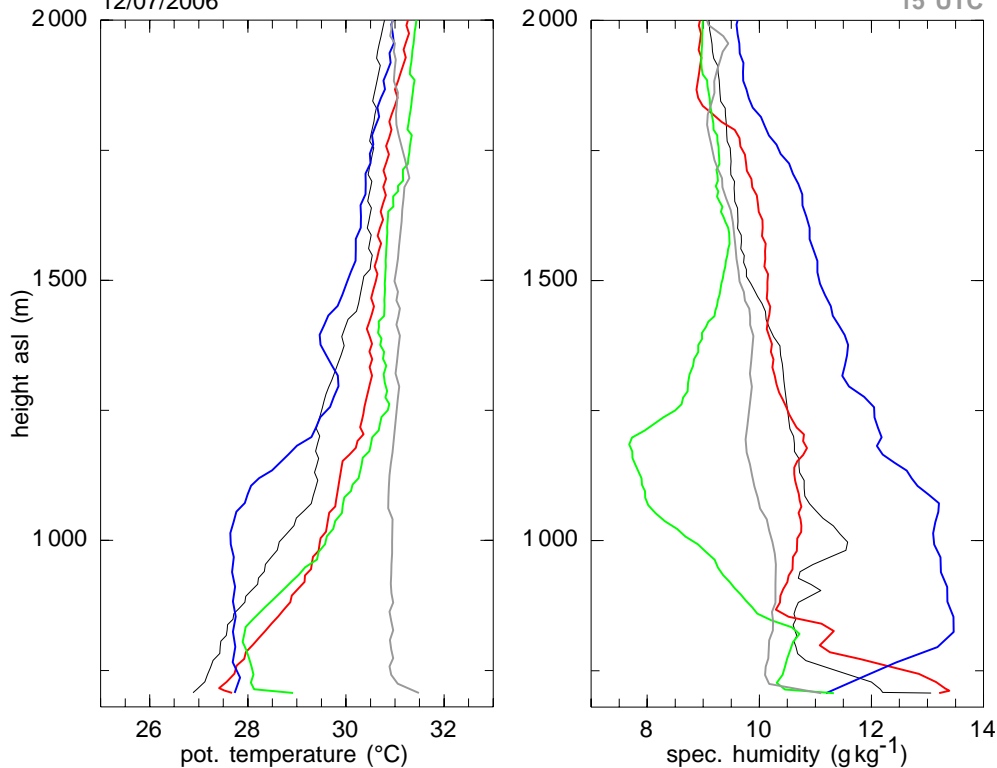
Richtungskonvergenz

Westseite Murgal Ostseite

Tiefe Konvektion am 12.7.2006

PRINCE 2006
Radiosonde Brandmatt
12/07/2006

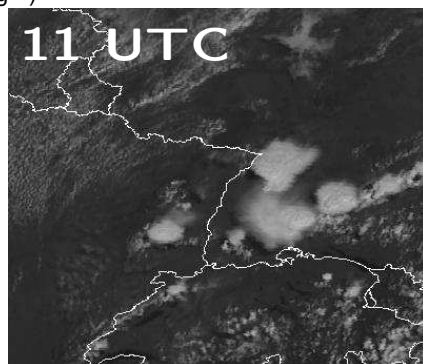
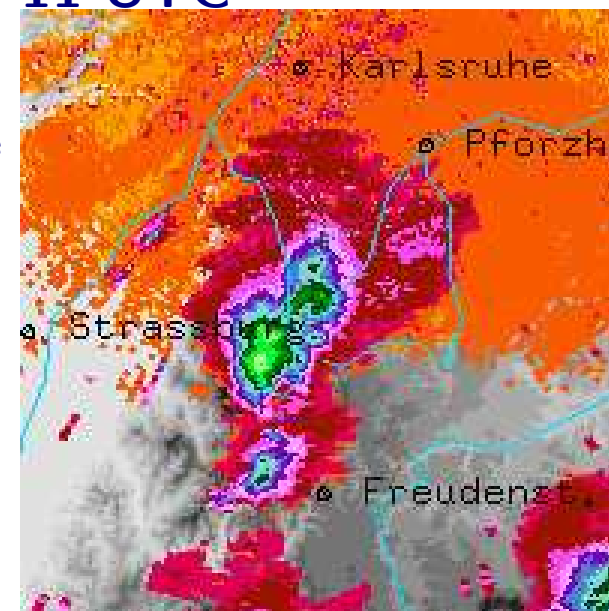
7 UTC
9 UTC
11 UTC
13 UTC
15 UTC

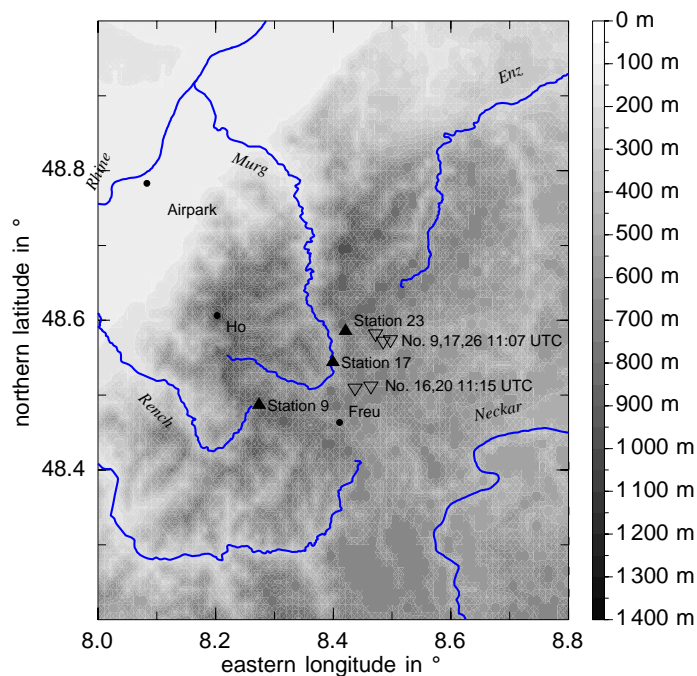


- 11 UTC: deutliche Zunahme der Feuchte, 2 h später starker Rückgang
- Erwärmung erst nach Wolkenauflösung

→ hohe zeitliche Variabilität

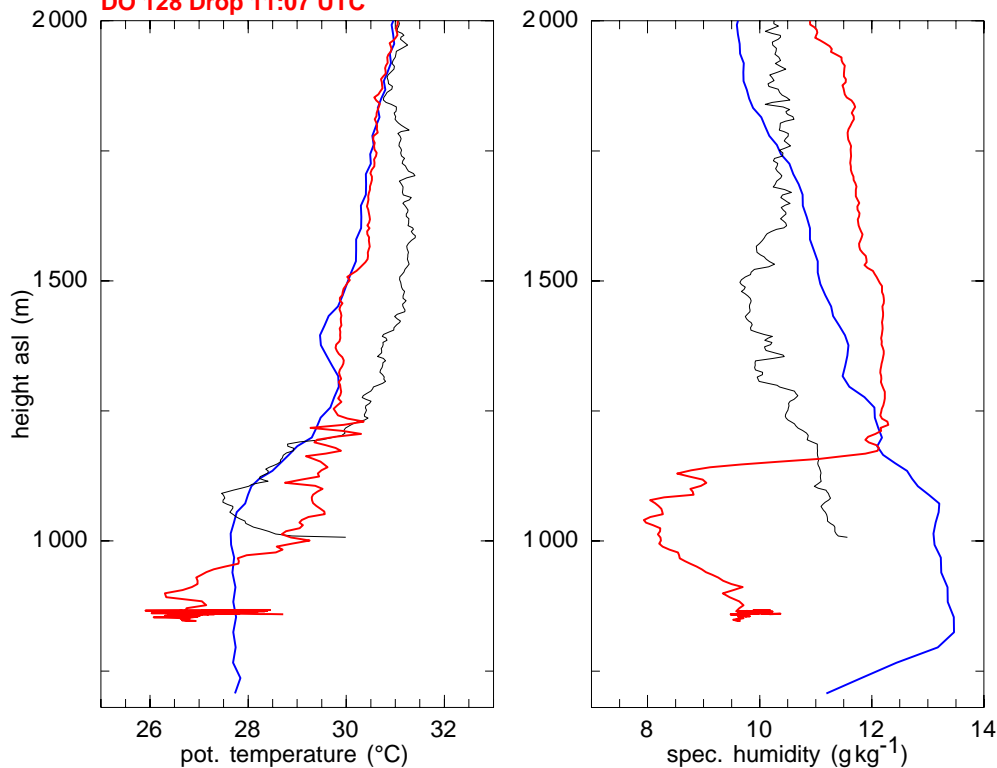
11 UTC



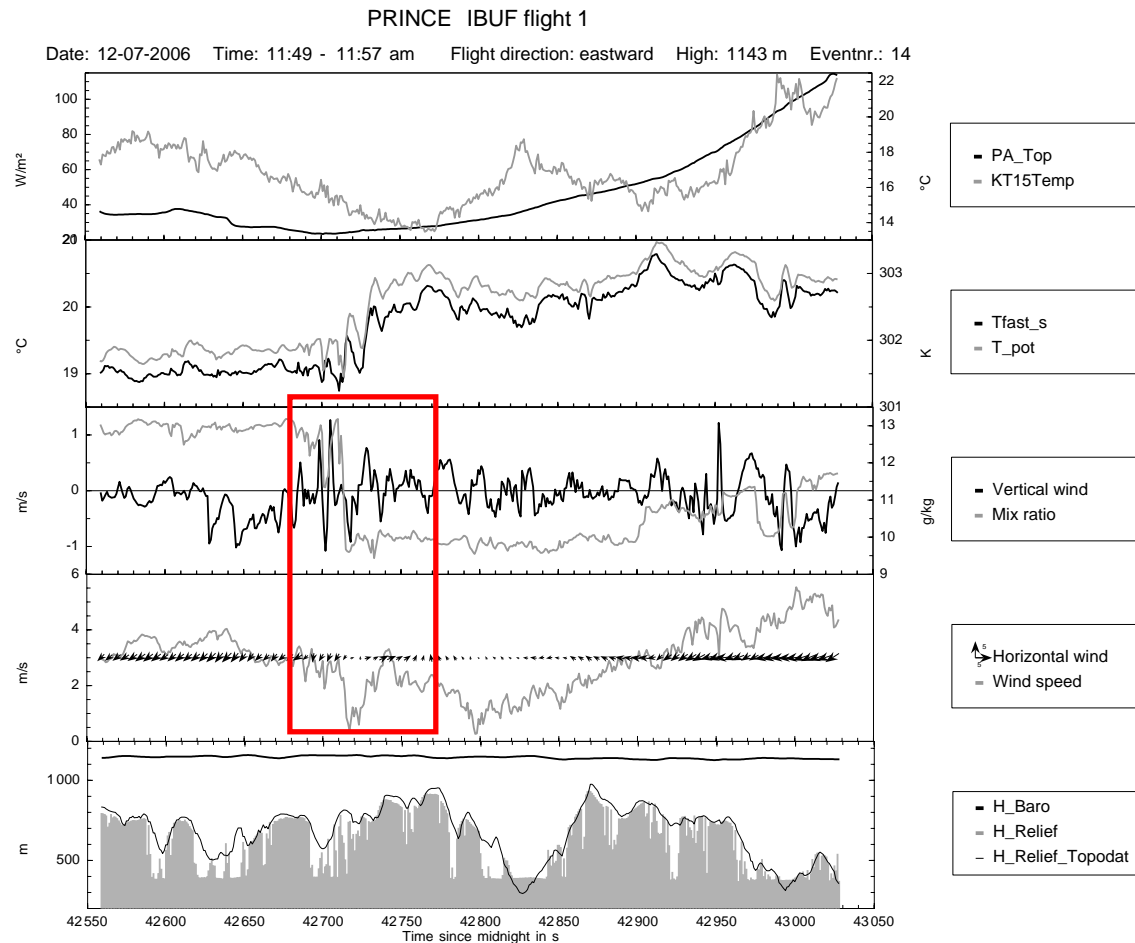


Station 9: 11:41, 12:08, 12:45, 13:13 UTC
 Station 23: 11:36, 12:26, 12:46 UTC
 Station 17: 12:23, 12:44, 13:17 UTC

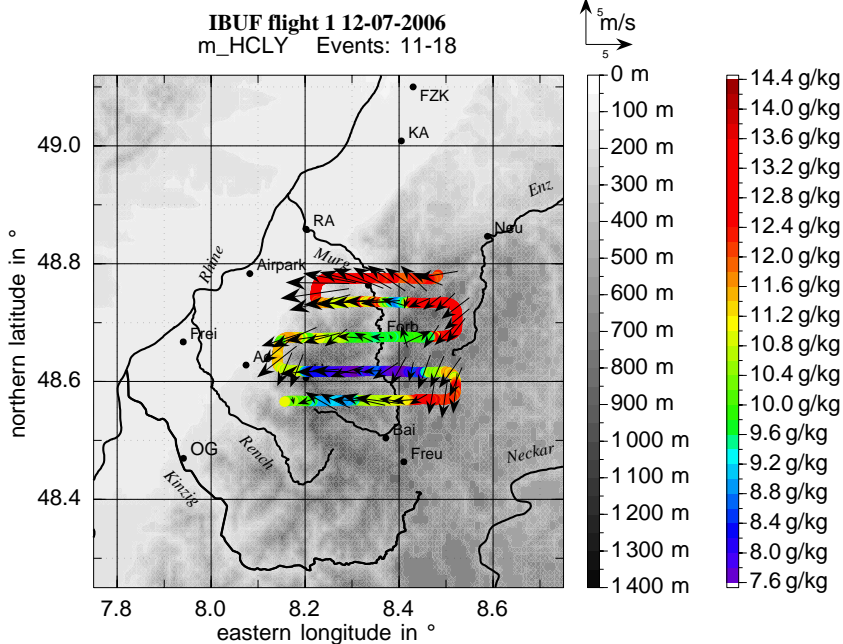
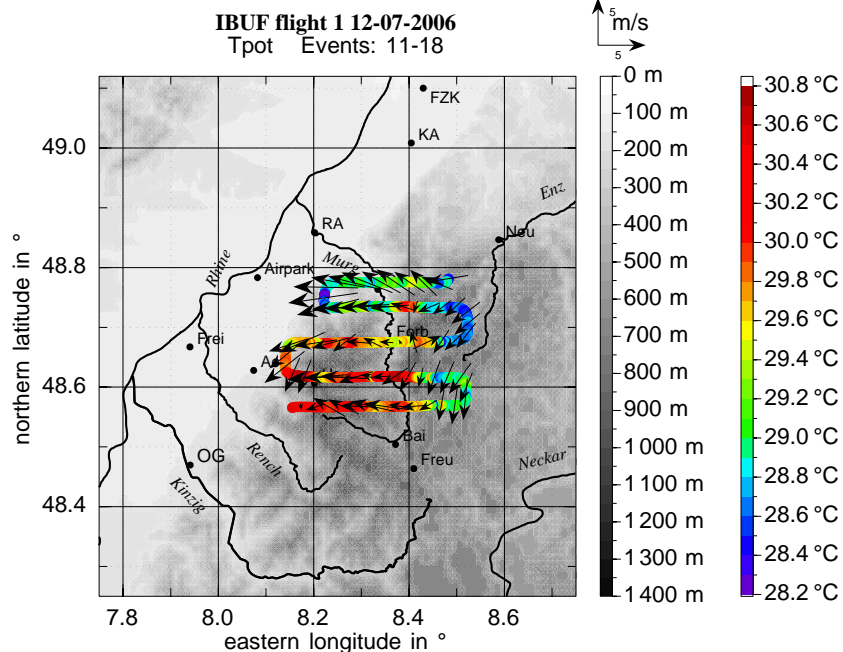
Radiosonde Brandmatt 11 UTC
Dropup Station 9 11:41 UTC (ascending)
DO 128 Drop 11:07 UTC



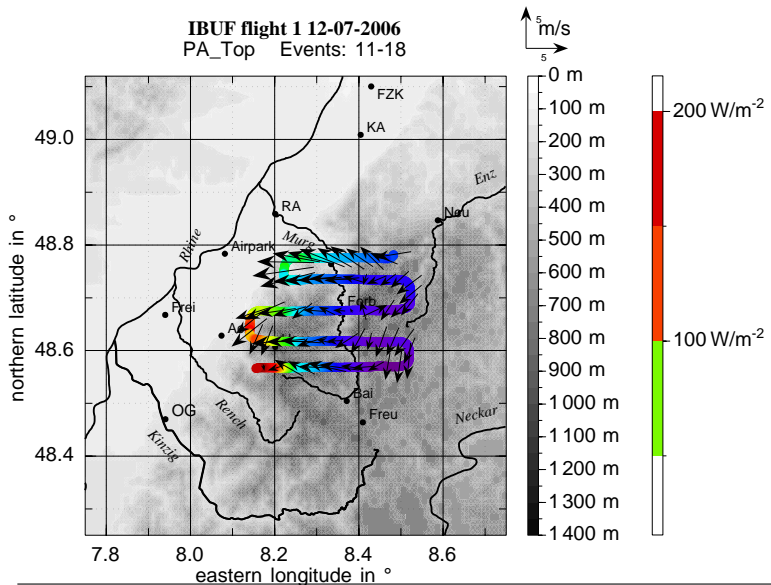
Dropsondenabwurf in Randbereich der Zelle \Rightarrow hohe räumliche Variabilität



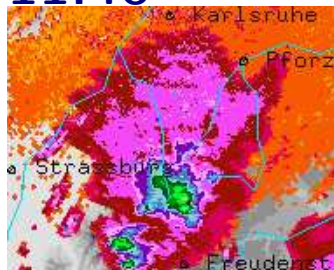
- signifikanter Feuchterückgang verbunden mit hoher Varianz des Vertikalwindes
- Absinken mit Richtungsdivergenz
- 180° Windscherung auf hor. Strecke von etwa 1500 m



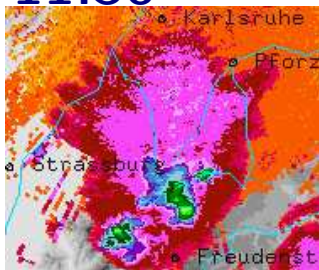
DO 128: 11:39-12:12 UTC



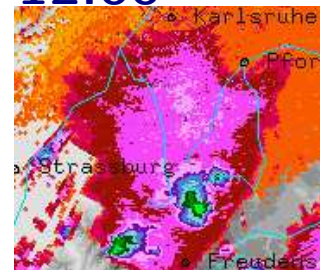
11:40



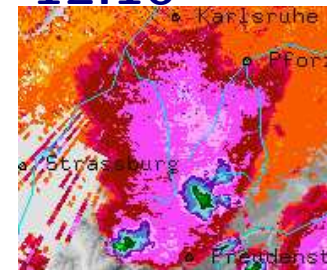
11:50



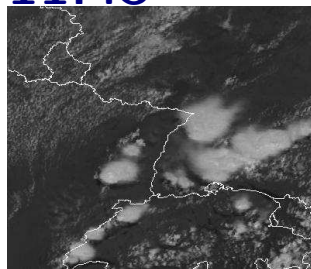
12:00



12:10



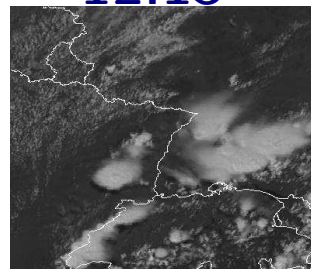
11:45



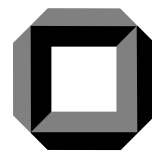
12:00



12:15

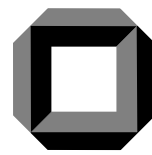


Lebenszyklus/DO-Pos.



Zusammenfassung

- 4 Intensivmessphasen bei PRINCE 2006 mit unterschiedlichen Konvektionstypen
- erste Ergebnisse zeigen orographisch induzierten Konvektionsantrieb für den 19.7. bei flacher Konvektion
- in oberer Flughöhe seltener Effekte der Orographie, lediglich Reduzierung der hor. Windgeschwindigkeit über Murgtal
- nicht gezeigt: starke Unterschiede in Erdoberflächentemperaturen gefunden (6°C)
- bei hochreichender Konvektion sind die gemessenen Variablen räumlich und zeitlich in hohem Maße variabel
- Entwicklung der Grenzschicht wird in diesem Fall von konvektiver Zelle gesteuert



Ausblick

- **genauere Analyse der Vertikalsondierungen sowie Flugzeugposition gegenüber der konvektiven Zellen am 19.7.**
- **Auswertung der turbulenten Flüsse**
- **Auswertung der Wolkenumflüge**
- **Synergie der Daten aller unterschiedlichen Messsysteme für bestmögliches Gesamtbild der Prozesse**