

# Lebenszyklus hochreichender Konvektion: Ein Fallbeispiel aus der COPS Kampagne

Kersten Schmidt<sup>1</sup>, Martin Hagen<sup>1</sup>, Evelyne Richard<sup>2</sup>, Hans Volkert<sup>1</sup>

1) Institut für Physik der Atmosphäre, DLR, Oberpfaffenhofen, Germany  
2) Laboratoire d' Aérologie, CNRS and Toulouse University, France

## Motivation

Eines der erklärten Ziele der **COPS** (Convective and Orographically-induced Precipitation Study) Feldkampagne ist die **Verbesserung der Wettervorhersage in bergigen Gelände**. Zur Erfüllung dieses Zieles ist es notwendig, Fallbeispiele zu untersuchen, bei denen sich **Vorhersage und Beobachtung** in auffälliger Weise voneinander **unterscheiden**. Die beste Voraussetzung für fundierte Vergleiche bieten Fälle, bei denen die hochreichende Konvektion nicht entlang sich bewegender Fronten, sondern durch **lokale Prozesse ausgelöst** wird. So einen Fall stellt der **15. Juli 2007** dar, der rechtzeitig zu einer Intensivmessphase (Intensive Observation Period, in diesem Fall: **IOP 8b**) erklärt worden war.

## Wachstumsstadium: zeitlicher und örtlicher Verlauf

**Fig 1:** Konturplot mit 5° C Grenzen der infraroten Strahlungstemperatur (10,8 µm), a) rot: 13:05 UTC, 13:25, blau: 13:55 und b) rot: 14:05, gelb: 14:10, blau: 14:25. Graue Kreise markieren die Radarstandorte, F: Feldberg, T: Türkheim, K: Karlsruhe, P: Poldirad

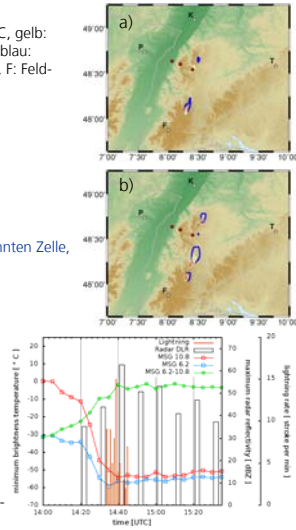
13:05 Erstes Unterschreiten der 5° C Grenze  
13:25 Erstmaliges Erscheinen der nördlichen Zelle  
13:55 Beide Zellen wachsen

14:05 Teilung der nördlichen und südlichen Zelle  
14:10 Stärkeres Wachstum der südlichen Zelle  
14:25 Stärkstes Wachstum der südlichen, abgetrennten Zelle,  
ab 14:20 ist die Zelle für das DLR Radar sichtbar

Kriterien zur Zellentstehung (CI) nach Mecicalski und Bedka (2006)

Kanal 10,8 < 0°C  
Kanal 10,8 µm Zeitrend: < 4°C/15 min  
Kanal 6,5 – 10,8: -35°C ... -10°C  
Kanal 6,5 – 10,8 Zeitrend: > 3°C/15 min

**Fig 2:** Zeitlicher Verlauf der minimalen Strahlungstemperatur bei den Wellenlängen 10,8 µm (rot), 6,2µm (blau), der Differenz der beiden Kanäle (grün), der maximalen Radarreflektivität von POLDIRAD bei 2° Elevation und der Blitzrate von LINET



## Daten

Für die Analyse wurden im wesentlichen folgende Datenquellen benutzt:

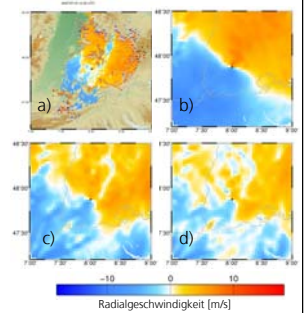
- SEVIRI-Daten verschiedener Kanäle (10,8 µm, 6,2 µm, 12,0 µm) vom **MSG-Satellit**
- **Radar**daten von verschiedenen Bodenstationen (POLDIRAD, Forschungszentrum Karlsruhe, Stationen des DWD am Feldberg und in Türkheim, mobiles DOW-Radar (Doppler on wheel)
- LINET-**Blitz**daten der nowcast GmbH
- Meso-NH- **Modell**daten

Alle benutzten Daten sind auf der **CERA**-Datenbank (<http://cera-www.dkrz.de>) verfügbar.

## Wachstumsstadium: Analyse des Windfeldes

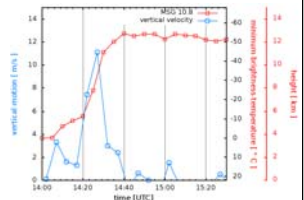
Eine Konvergenzlinie als Indiz für Konvektion konnte sowohl in Messdaten (Radar) als auch in den **Modell**daten (Meso-NH) in ähnlichen Höhenbereichen gefunden werden. Am Boden ist weder in den Messdaten (VERA-Analyse) noch den **Modell**daten eine Konvergenz erkennbar.

**Fig 3:** Radialgeschwindigkeiten mit dem Feldberg als Bezugspunkt, a) Messwerte vom DWD Radar am Feldberg um 13:00 UTC (0,8 ° Elevation), b) Meso-NH Modelllevel: 2 km, c) 1 km, d) 750 m



Mit der Annahme feuchtadiabatischer Abkühlung (0,6 K / 100 m) der Wolkenobergrenze wurde eine maximale Auftriebsgeschwindigkeit von 11,5 m/s aus der Änderungsrate der Strahlungstemperatur (10,8 µm) abgeschätzt.

**Fig 4:** Ableitung einer Vertikalgeschwindigkeit der Wolkenobergrenze aus der minimalen Strahlungstemperatur des SEVIRI Infrarotkanals (10,8 µm)



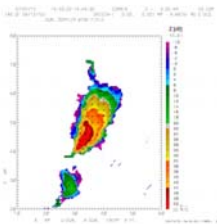
## Reifestadium: 3D-Windfeld

Vorgehen zur Ableitung des 3D-Windfeldes

- 1) Transformation auf kartesisches Gitter
- 2) Berechnung der horizontalen Windkomponenten
- 3) Bestimmung und Minimierung der Fehlergrößen
- 4) Berechnung des Vertikalwinds
- 4a) Identifikation von Auf- und Abwindbereichen
- 5) 3D-Analyse von Divergenz und Rotation

Vorläufige Ergebnisse:

- Transformation mit hoher Auflösung (0,2 x 0,2 x 0,5 km<sup>3</sup>)
- Test von verschiedenen Gewichtsfunktionen (closest point, exponentielles Gewicht)
- Abgeleitete Horizontalwinde in verschiedenen Höhenstufen
- Starke Windgradienten erzeugen bisher zu hohe Vertikalgeschwindigkeitsfehler

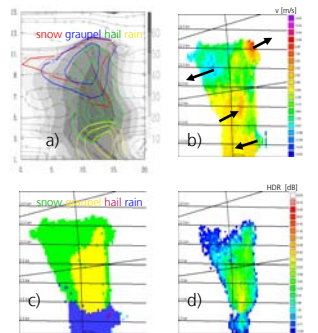


**Fig 5:** Radarkomposite aus Reflektivitätswerten mit Horizontalwinden in 3 km Höhe 14:50 UTC

## Reifestadium: Hydrometeorverteilung

Gute Übereinstimmung von Reflektivität und Geschwindigkeitsfeld zwischen Radarmessung und Modell

Modell und Radarmessung lassen auf Vorkommen von Hagel im unteren Bereich der Gewitterwolke schließen (Hydrometeor-klassifizierung, Hagelsignal-HDR, Hailspike)

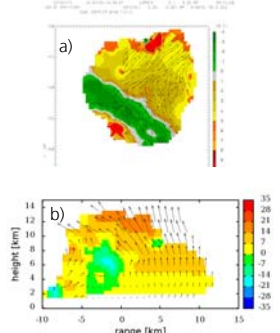


**Fig 6:** Vergleich von a) simulierter Reflektivität, Windfeldern und Mischungsverhältnissen von Meso-NH mit b) Radialgeschwindigkeiten c) Hydrometeor-klassifizierung nach Höller (1994) und d) Hagelsignal nach Aydin (1986)

## Zerfallsstadium

Die Analyse der Windstruktur zeigt bei allen Radargeräten im südlichen Bereich der Gewitterwolke eine starke Divergenzzone. An dieser Stelle teilt sich die Zelle: der nördliche Teil bewegt sich nordostwärts, der südliche Teil bleibt stationär.

**Fig 7:** Radialgeschwindigkeiten vom Feldberg-Radar mit horizontalen Windvektoren a) Horizontalschnitt bei 3 km, b) Vertikalschnitt bei 38°



## Zusammenfassung

- Detaillierte Analyse des Gewitterfalles vom 15.7.2007, der "Golden Day" der COPS-Messkampagne unter Einbeziehung von MSG (SEVIRI), verschiedenen Radar- und Blitzdaten
- Anwendung von Multiple-Doppler Methoden zur Ableitung des Windfeldes und Klassifizierung der Hydrometeore aus polarimetrischen Radarmessungen
- Vergleich von Beobachtungsergebnisse mit **Modell**daten von Meso-NH
- Beschreibung des Lebenszyklus sowie Identifizierung und Quantifizierung physikalischer Prozesse:
  - Ort und Zeit der Zellentstehung und Entwicklung
  - Teilung der Zelle aufgrund starker Winddivergenzen