

Quantifizierung von Austauschprozessen im Gebirge

Effekte der Stabilität und der Gebirgshöhe

Daniel Leukauf, Johannes Wagner, Christian Posch, Alexander
Gohm, Mathias W. Rotach

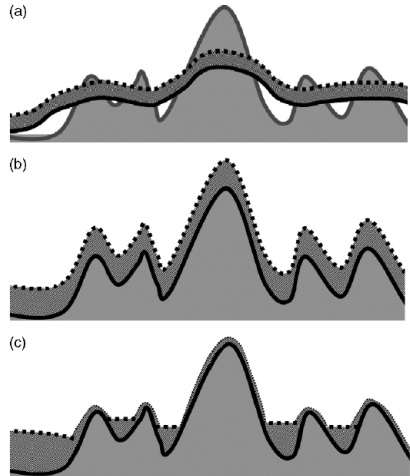
Institut für Meteorologie and Geophysik (IMGI)
Universität Innsbruck

7. und 8. November 2013

5. MeteorologInnentag,
Feldkirch, Vorarlberg

Problemstellung

- Globale Modelle: zu grobmaschig für komplexes Gelände (EZ 17 km)
- Lokale Zirkulationen werden nicht aufgelöst.
- Damit fehlen wichtige Austauschmechanismen.
- PBL Struktur nicht korrekt abgebildet.
- MAP-Riviera Feldstudie



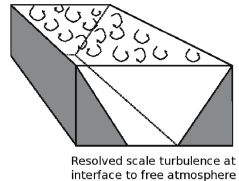
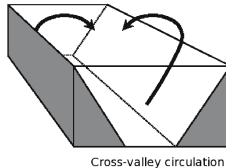
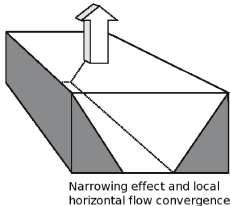
Rotach und Zardi 2007

Ziele des Projekts QUEMOUNT

Quantifying **E**xchange Processes over **M**ountainous Terrain.

Austausch von:

- Wärme
 - Feuchte
 - Impuls
- Austauschprozesse:
Tal \Leftrightarrow freier
Atmosphäre



Weigel et al, 2007

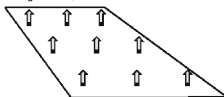
Ziele des Projekts QUEMOUNT

Quantifying **E**xchange Processes over **M**ountainous Terrain.

Austausch von:

- Wärme
- Feuchte
- Impuls
- Austauschprozesse:
Tal \Leftrightarrow freier
Atmosphäre

Weigel et al, 2007



Exchange in coarse numerical
model not resolving valley

Weigel et al, 2007

Welche Parameter sind wichtig?

- **Stabilität**
- **Terraingometrie**
- Strahlung
- Bodenfeuchte

$$N = \sqrt{\frac{g}{\Theta} \frac{\partial \Theta}{\partial z}}$$



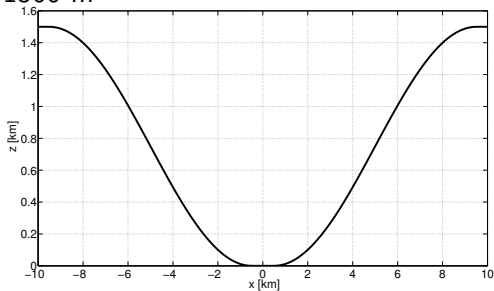
Ein virtuelles Labor

WRF Modell

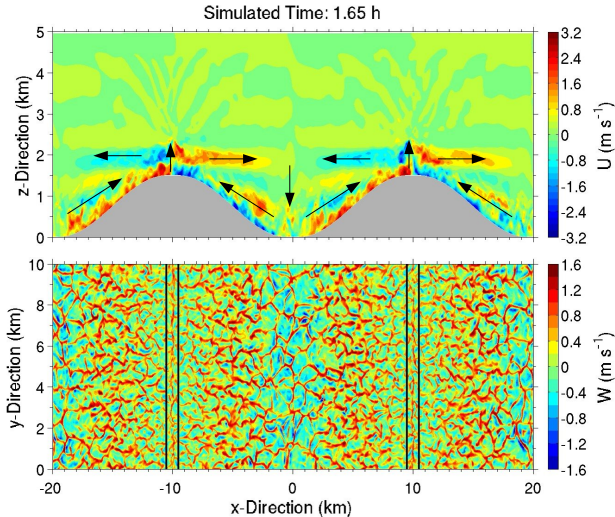
- LES: Hohe Auflösung ($\Delta x \leq 200$ m)
- Keine PBL Parametrisierung
- Volle Modellphysik (Strahlung, Bodenmodell)
- Idealisierte Topographie:
Sinusförmiger Berg, $H = 1500$ m

Anfangsbedingungen

- $N = 0.01 \text{ s}^{-1}$
- 40% RH
- 20 % Bodenfeuchte
- $u = v = 0 \text{ m/s}$



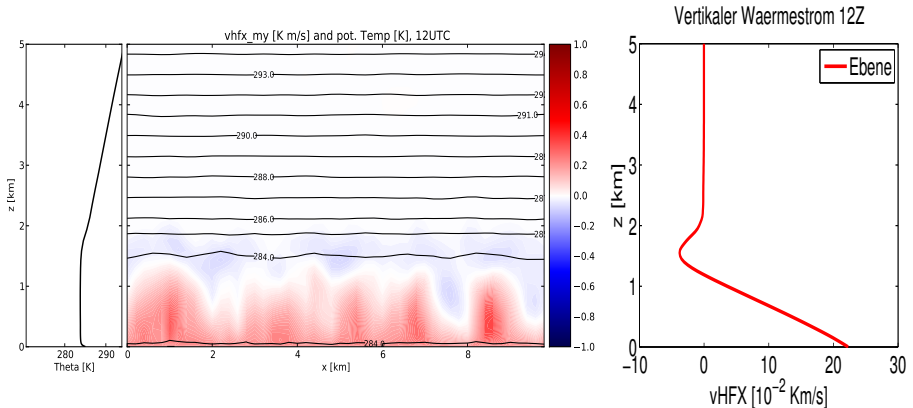
Konvektive Grenzschicht im Gebirge



J.Wagner

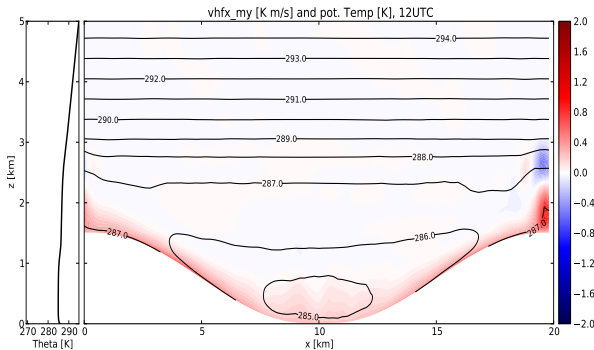
Vertikaler Wärmestrom: Ebene

$$\nu HFX \approx \overline{w'\Theta'}$$

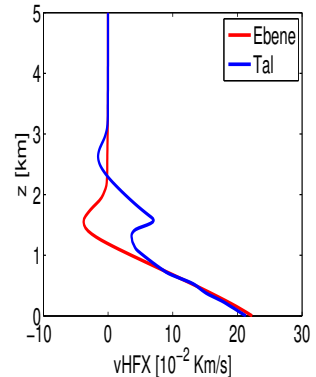


Vergleich Ebene-Tal

$$vHFX \approx \overline{w'\Theta'}$$



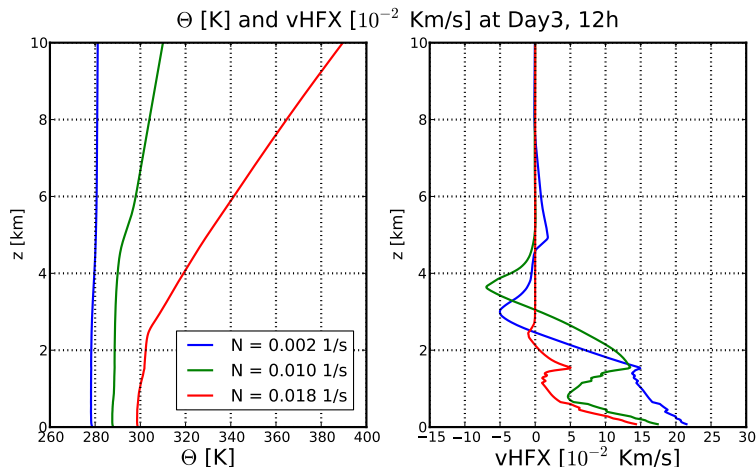
Vertikaler Waermestrom 12Z



Einfluss der Stabilität(1)

Initialisiert um 6Z, mit $N=\text{const.}$

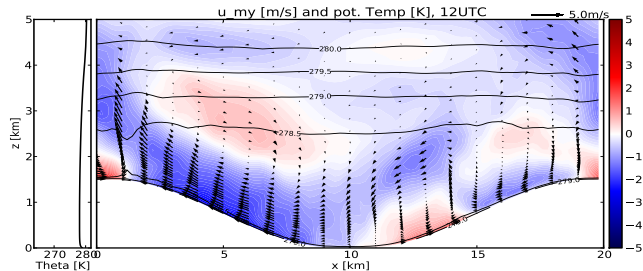
Nach 54 h:



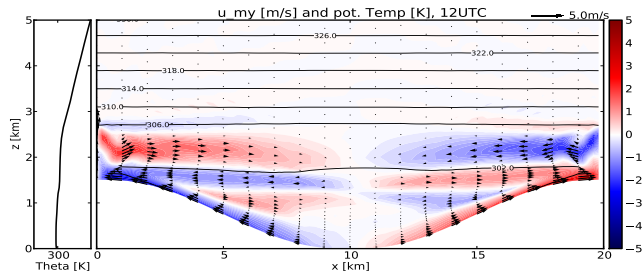
Influss der Stabilität(2)

u [m/s]

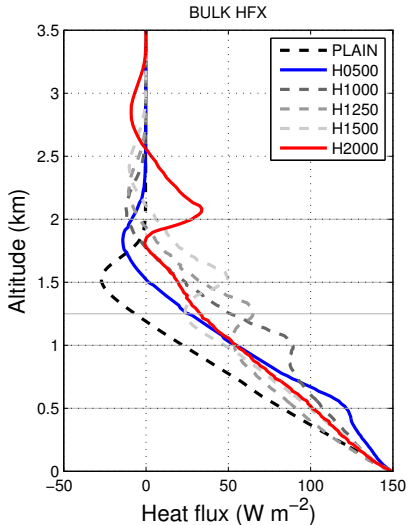
$$N = 0.002 \text{ s}^{-1}$$



$$N = 0.018 \text{ s}^{-1}$$



Einfluss der Gebirgshöhe



→ Poster von
Johannes Wagner

Take-Home-Messages

- Globale Modelle lösen Gebirgswinde nicht richtig auf → Einfluss auf Austauschprozesse

Take-Home-Messages

- Globale Modelle lösen Gebirgswinde nicht richtig auf → Einfluss auf Austauschprozesse
- Systematische Parameterstudien
Fernes Ziel: Entwicklung einer Parametrisierung

Take-Home-Messages

- Globale Modelle lösen Gebirgswinde nicht richtig auf → Einfluss auf Austauschprozesse
- Systematische Parameterstudien
Fernes Ziel: Entwicklung einer Parametrisierung
- Stabilität: Bandbreite der Unterschiede: $\approx 0.10 \text{ Km/s}$
- Gebirgshöhe: Bandbreite der Unterschiede: $\approx 0.05 \text{ Km/s}$
Aber: $v_{\text{HFX}} = f(z)$!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Turbulente Variablen

Turbulente variable $\tilde{\psi}$

$$\tilde{\psi} = \overline{\psi} + \psi' + \psi'' \quad (1)$$

Modell liefert:

$$\psi = \overline{\psi} + \psi' \quad (2)$$

$$\psi' = \psi - \overline{\psi} \quad (3)$$

Vertikaler Wärmestrom:

$$\overline{\tilde{w}\tilde{\Theta}} = \underbrace{\overline{w\Theta}}_{\text{MEA}} + \underbrace{\overline{w'\Theta'}}_{\text{RES}} + \underbrace{\overline{w''\Theta''}}_{\text{SGS}} \quad (4)$$

Turbulente Variablen

Mittelungsoperator mit $L_y = 10$ km und $T = 40$ min:

$$\overline{\psi(\mathbf{x}, t)} = \frac{1}{L_y T} \iint_{y - \frac{L_y}{2}, t - \frac{T}{2}}^{y + \frac{L_y}{2}, t + \frac{T}{2}} \psi(x, y^*, z, t^*) dt^* dy^* \quad (5)$$

Vertikaler Wärmestrom als Profil:

$$\text{vHFX}(z, t) = \langle \text{MEA} + \text{RES} + \text{SGS} \rangle_{x,y} = \langle \overline{w\theta} + \overline{w'\theta'} - k_{hv} \frac{\partial \theta}{\partial z} \rangle_{x,y} \quad (6)$$