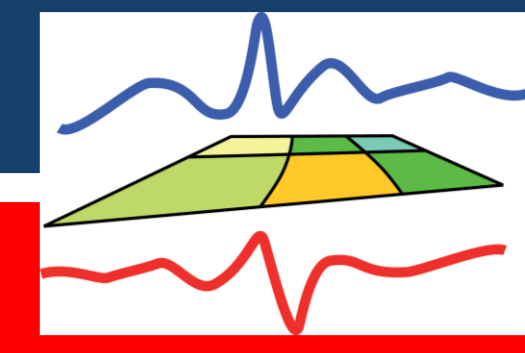


Zweidimensionale Wasserdampffelder gemessen mit zwei Mikrowellenradiometern



Steinke, S.¹, U. Löhnert¹ und S. Crewell¹

¹ Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln

1 Messungen

Im Rahmen des Projekts Transregio 32 "Patterns in Soil-Vegetation-Atmosphere-Systems" wurden im August und September 2009 Messungen mit zwei Mikrowellenradiometern vom Typ Humidity And Temperature PROFiler (HATPRO) durchgeführt. Mit Hilfe von zwei verschiedenen Ansätzen sollen Retrieval zur Berechnung eines **zweidimensionalen Wasserdampfes** erstellt werden. Diese sollen die Beschreibung der räumlichen Variabilität des Wasserdampfs verbessern.

HATPRO:

- 7 Frequenzen entlang der 22,235 GHz Rotationslinie des Wasserdampfs zur Ableitung des Wasserdampfprofils
- 7 Frequenzen entlang des Sauerstoffkomplexes bei ca. 60 GHz zur Ableitung des Temperaturprofils

Messgeometrie:

- Entfernung zwischen den Radiometern: ca. 6,7 km
- Messungen jeweils bei 9 Elevationswinkeln zwischen 13° und 90°

Korrektur der Messungen:

- Wegen **Interferenzen mit Richtfunkstrecken** (Abb. 2) wurden nur 3 Frequenzen verwendet: 23,84 GHz, 27,84 GHz, 31,40 GHz
- Systematische Offset-Korrektur zwischen den Radiometern in Inden und Jülich

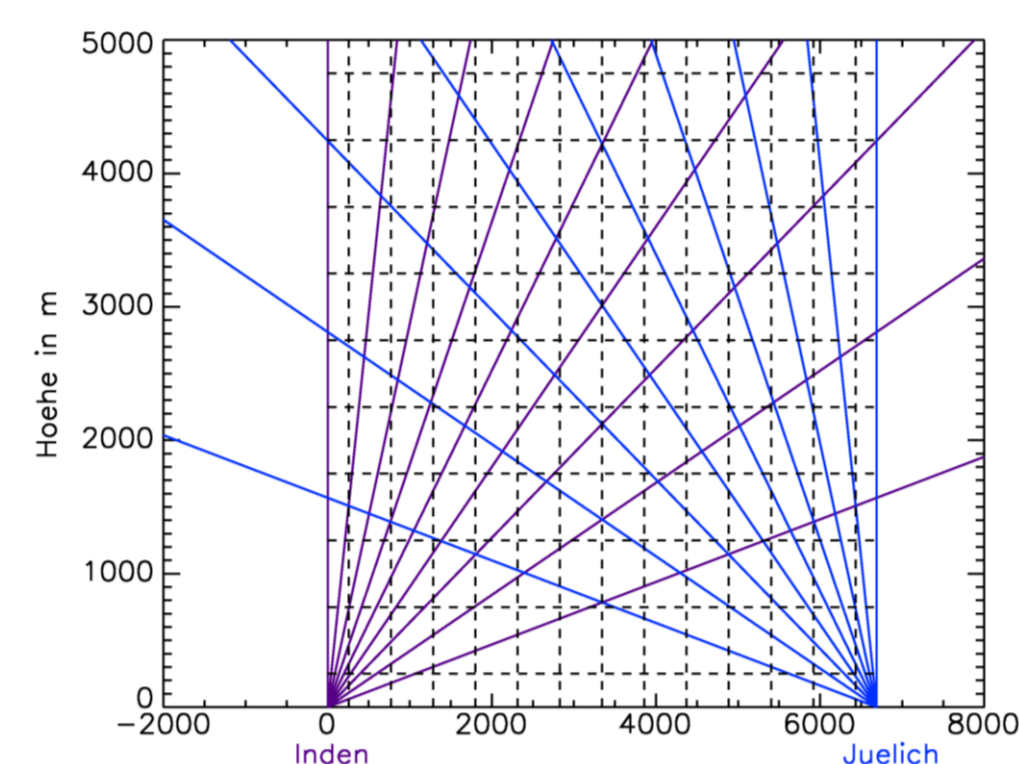


Abb. 1: Messgeometrie der HATPRO: Messstrahlen des HATPRO in Inden (violett); Messstrahlen des HATPRO in Jülich (blau); Gitterbox, für die das Wasserdampfprofil berechnet wurde (schwarz gestrichelt)

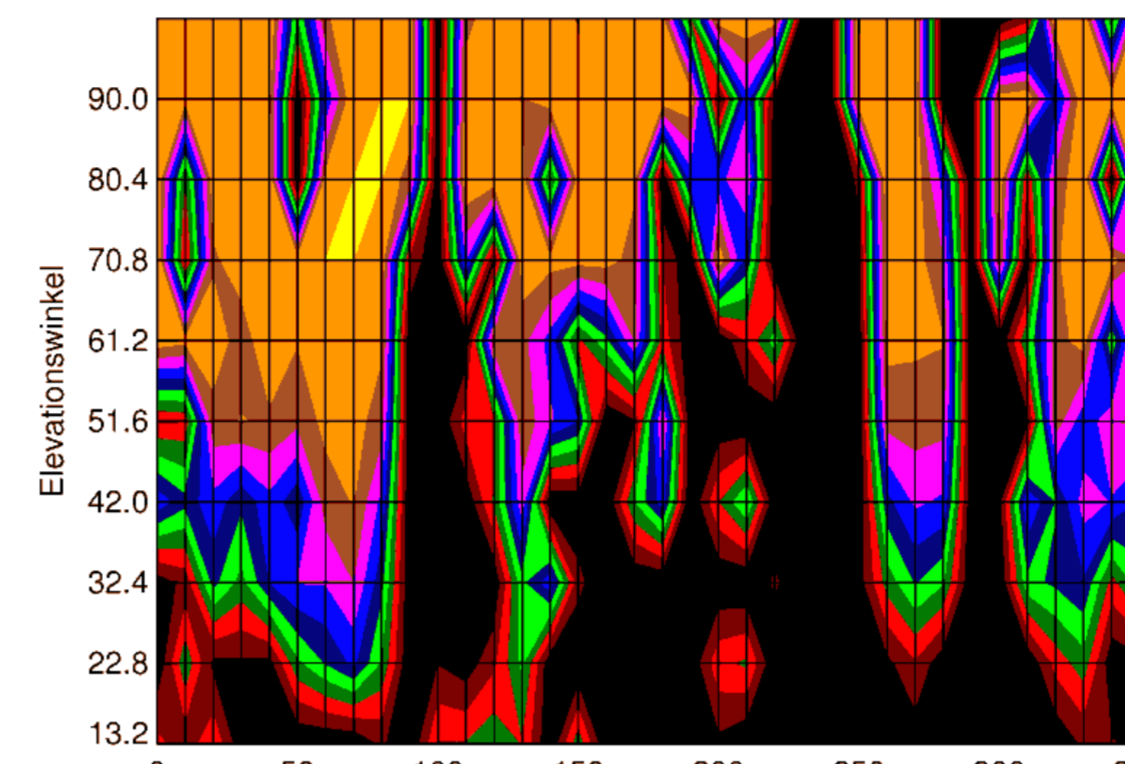


Abb. 2: Häufigkeit, dass die maximale Differenz der Strahlungstemperaturen bei 23,04 GHz (oben) und bei 23,84 GHz (unten) für verschiedene Elevationswinkel über alle Azimutwinkel größer als 1 K ist. Es wurden 100 wolkenfreie Messungen aus Jülich verwendet.

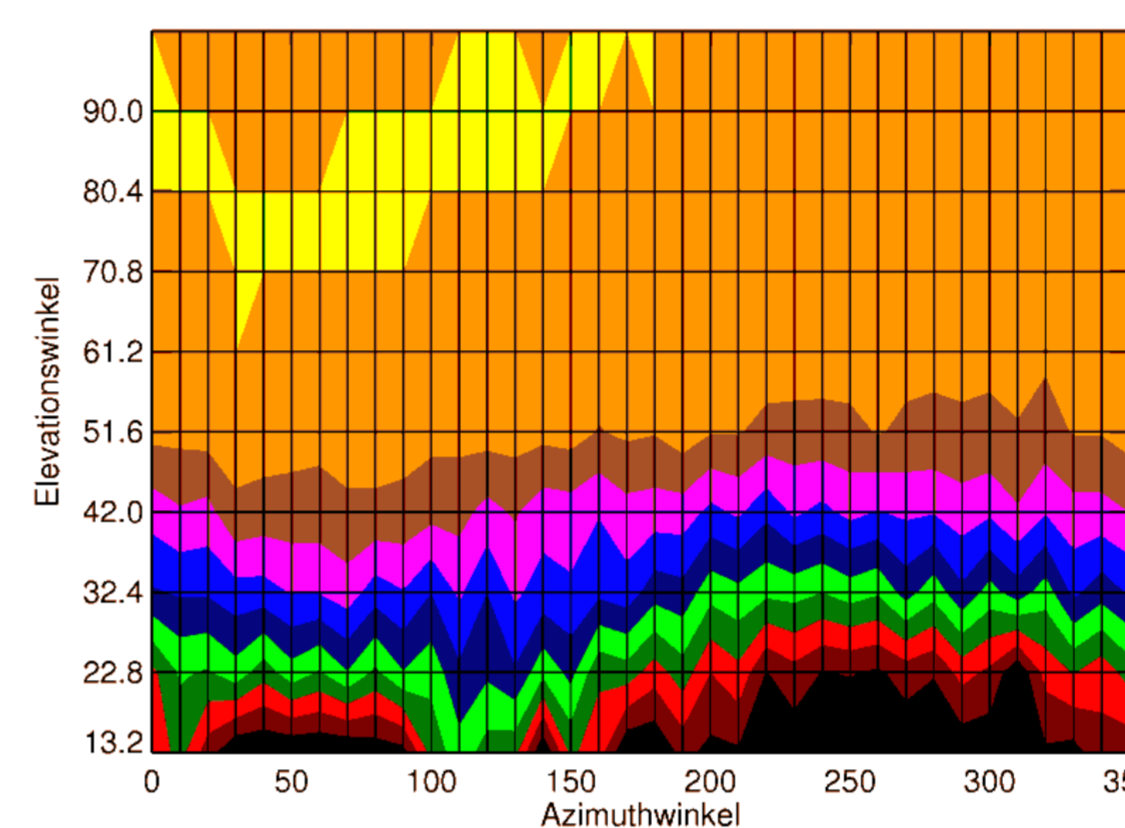
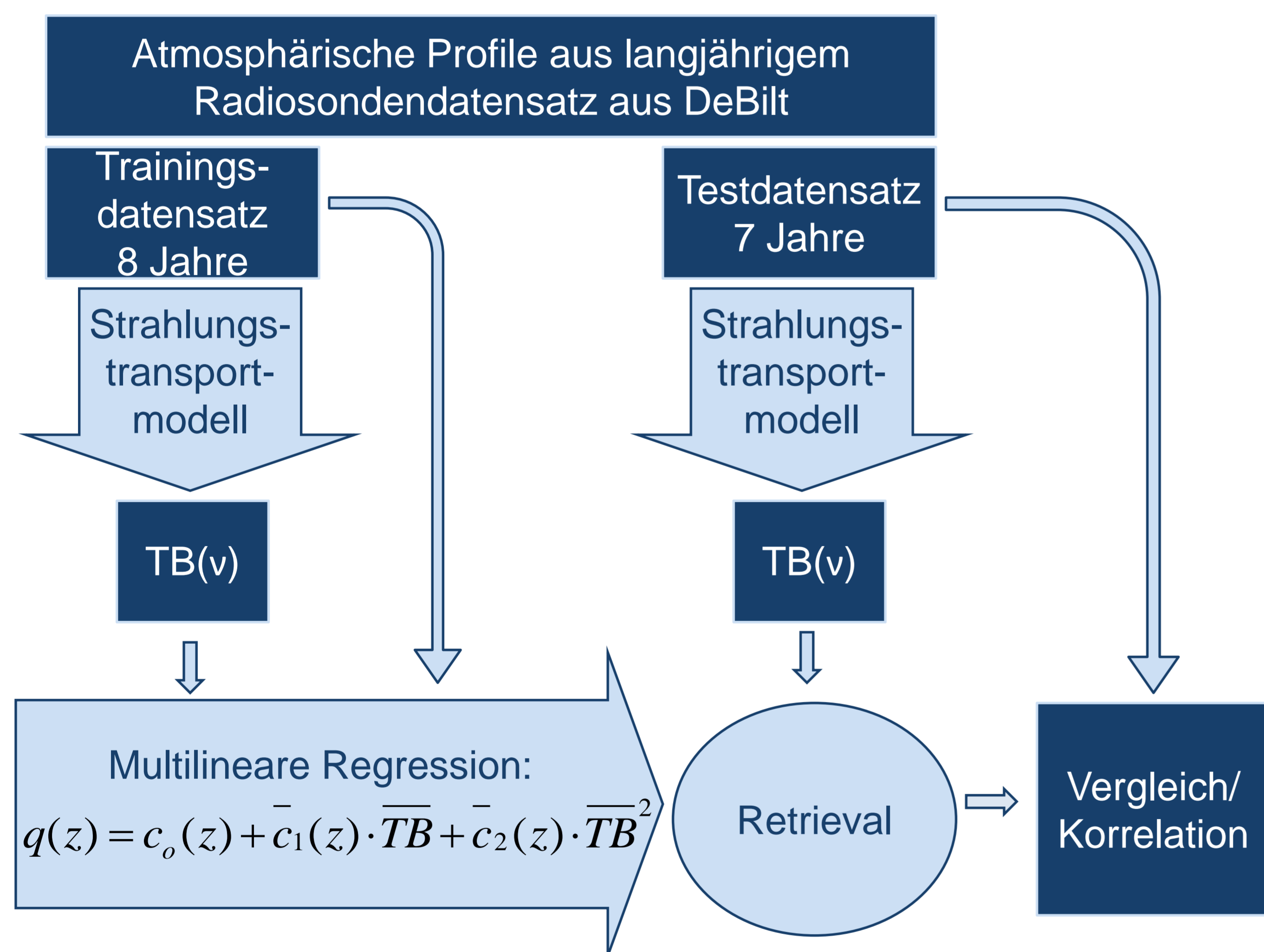
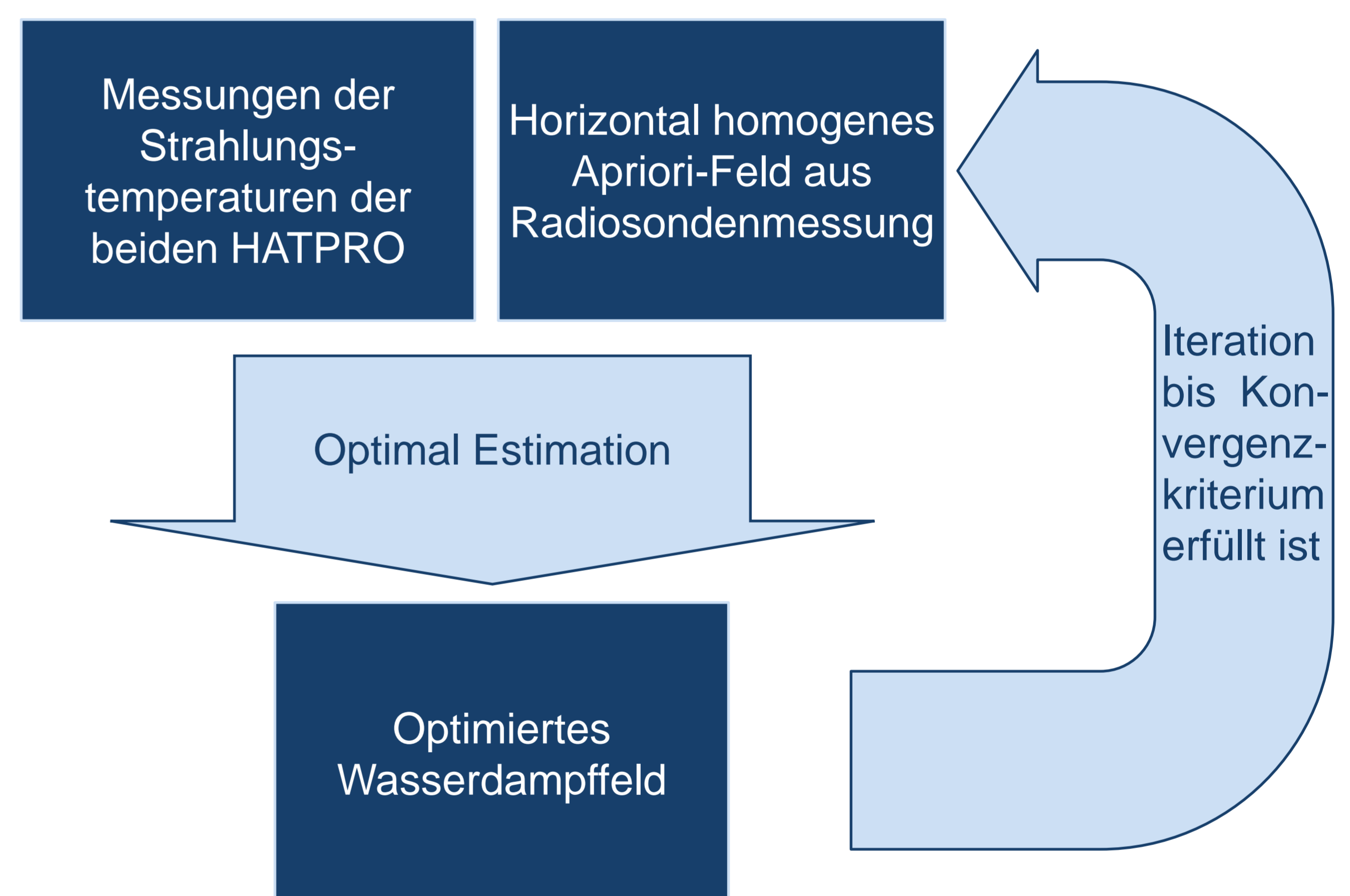


Abb. 3: Standorte der beiden HATPRO (Quelle: Google earth)

2a Retrieval mit Multilinearer Regression



2b Retrieval mit Optimal Estimation



Verfahren:

Das Feld hat eine horizontale Ausdehnung von 400 km und ist 30 km hoch. Bei dem variationellen Verfahren wird nur das Feld zwischen den beiden Radiometern bis zu einer Höhe von 5 km geändert. Das äußere Feld bleibt während den Iterationen des Retrievals unverändert. Es wird für die Berechnungen mit dem Vorwärtsmodell benötigt.

Messwerte:

Zur Retrievalentwicklung werden die Strahlungstemperaturen beider Mikrowellenradiometer gleichzeitig verwendet. Die Kovarianzmatrix der Messungen ist eine Diagonalmatrix mit den zufälligen Messfehlern der Radiometermessungen bei den jeweiligen Frequenzen auf der Diagonalen.

Apriori-Feld:

Aus einer Radiosondenmessung wird ein horizontal homogenes Feld konstruiert. Die Kovarianzen der Pixel des Apriori-Feldes werden berechnet, indem ihre Varianz mit ihrer Entfernung voneinander gewichtet werden:

$$S_a(i, j) = \sigma^2 \exp(-\sqrt{(x(i) - x(j))^2 + (z(i) - z(j))^2} \cdot h^{-1})$$

Die Ergebnisse werden mit zeitgleichen, abtastenden DIAL Messungen der Universität Hohenheim validiert werden.

Literatur:

Padmanabhan, S., S. Reising, J. Vivekanandan, and F. Iturbide-Sanchez, 2009: Retrieval of atmospheric water vapor density with fine spatial resolution using three-dimensional tomographic inversion of microwave brightness temperatures measured by a network of scanning compact radiometers, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 47, no. 11, 3708-3721 p.

3a Ergebnis mit Multilinearer Regression

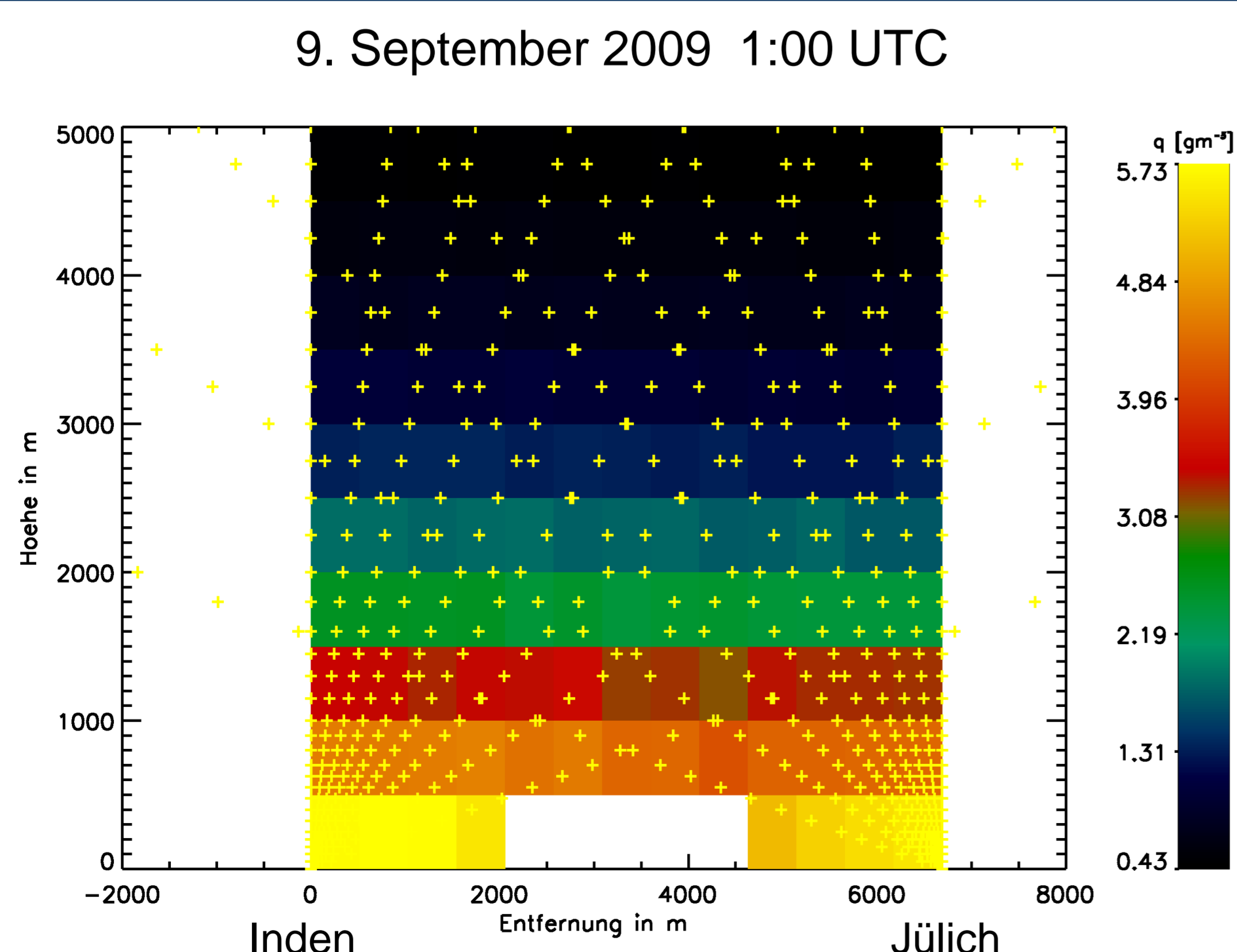


Abb. 4: Aus den Strahlungstemperaturen beider Radiometer wurden einzeln für alle Winkel und für jedes Radiometer mit Hilfe des Retrievals die Werte der absoluten Feuchte (gelbe Pluszeichen) berechnet. Diese wurden anschließend auf ein regelmäßiges Gitter interpoliert.