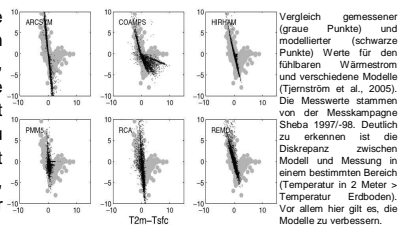




Projekt: Turbulenzmessungen mit Eddy-Kovarianz

Hintergrund

Ein großer Unsicherheitsfaktor in regionalen Klimamodellen sind die bodennahen Energieflüsse, also die Energieumsätze in den untersten Metern der Atmosphäre (auch Mikroturbulenz genannt). In arktischen Regionen können diese Energieflüsse in Bodennähe stark variieren, besonders aufgrund der großen Temperaturunterschiede, die dort zwischen Sommer und Winter auftreten können. Diese kleinräumigen Phänomene wirken sich auch auf die gesamte atmosphärische Grenzschicht (die untersten 1-2 km der Atmosphäre) aus und können damit einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Wetter und Klima haben. Klimamodelle können aufgrund ihrer diesbezüglich zu geringen Auflösung solche kleinräumigen und relativ kurzzeitigen bodennahen Prozesse kaum oder gar nicht berücksichtigen. Daher werden in den Modellen meist Parametrisierungen der bodennahen Prozesse verwendet, die hinsichtlich ihrer Gültigkeit und Exaktheit immer wieder überprüft und angepasst werden müssen. Die Daten zur Validierung liefern hochaufgelöste Messungen der bodennahen Energieflüsse.



Methode + Instrumente

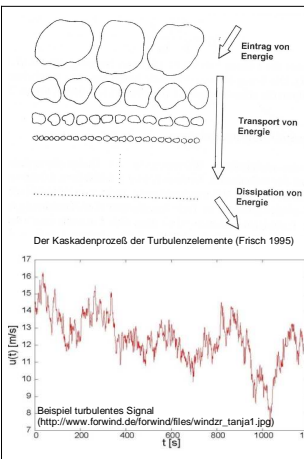
Die momentan einzige direkte Methode zur Bestimmung der Mikroturbulenz ist die sogenannte **Eddy-Kovarianz-Methode**. Dabei werden mit geeigneten Geräten hochaufgelöste Messungen (20 Hz) der turbulenten Fluktuationen kleiner und kleinster Turbulenzelemente (der sogenannten Eddies) durchgeführt. Für die Ermittlung des fühlbaren Wärmestroms, also der Wärme, die man auch als solche empfindet, benutzt man ein:

- **Ultraschallanemometer** zur Detektion der Vertikalwind- und Temperaturfluktuationen

Für die Ermittlung des latenten Wärmestroms (die Energieumsätze durch Verdunstung und Kondensation) finden Verwendung:

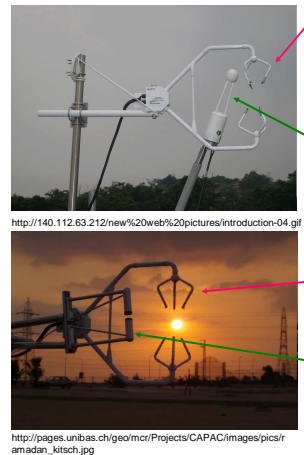
- **optische Hygrometer** zur Bestimmung der Feuchtefluktuationen und wiederum **Ultraschallanemometer** für den Vertikalwind

(Die entsprechenden Geräte sind durch die Pfeifarbe in den Abbildungen ganz rechts gekennzeichnet)



Turbulenzelemente (Eddies):

- Luftpakete mit einheitlichen physikalischen Eigenschaften
- fluktuieren unregelmäßig um einen mittleren Zustand
- Energieaufnahme erfolgt mit der mittleren Strömung
- Weitergabe von Energie durch Zerfall großer Elemente in kleinere. Die kleinsten Eddies zerfallen unter Dissipation (Freisetzung) von Energie.
- die hohe Messfrequenz der Methode gewährleistet, dass alle Fluktuationen, und somit das gesamte Spektrum der Mikroturbulenz, erfasst werden können.



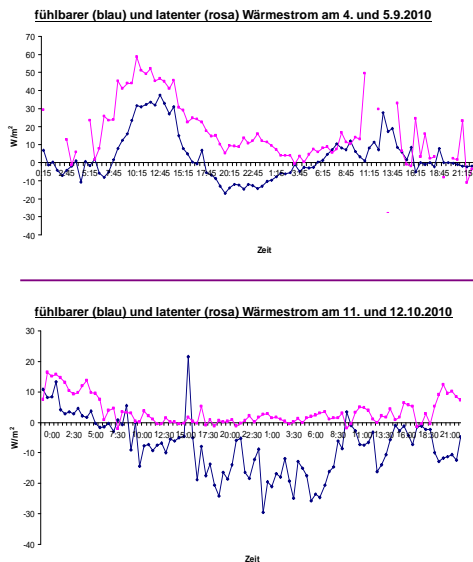
Messungen + Ergebnisse

Seit September 2010 betreibt das AWI Potsdam einen Eddy-Kovarianz-Messkomplex nahe der AWIPEV-Forschungsstation in Ny-Alesund auf Spitzbergen.



Eddy-Kovarianz-System auf Spitzbergen, März 2011; Bild: C. Konrad

Neben den Turbulenzmessungen werden dabei noch an gleicher Stelle diverse andere Größen, wie z.B. Strahlung, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Luftdruck und Bodenoberflächentemperatur in geringerer Auflösung bestimmt, um die gewonnenen Turbulenzdaten besser beurteilen zu können und einen möglichst guten Gesamtüberblick zu gewinnen.



Die beiden nebenstehenden Abbildungen zeigen den fühlbaren und den latenten Wärmestrom für zwei Tage Anfang September und für zwei Tage Mitte Oktober 2010. Die wichtigsten Aussagen:

- Ein Tagesgang im September ist klar erkennbar.
- Die Sonneneinstrahlung ist noch stark genug, um den Boden zu erwärmen und Wasser verdunsten zu lassen.
- Mitte Oktober ist kein Tagesgang mehr zu erkennen.
- Es gibt kaum mehr direkte Sonneneinstrahlung, die Polarnacht steht kurz bevor.
- Verdunstung findet nicht mehr statt, der Boden wird nicht mehr erwärmt, sondern kühlt durch Wärmeabgabe aus => negativer fühlbarer Wärmestrom.

In naher oder mittelfristiger Zukunft soll das Eddy-Kovarianz-Messsystem auf einer Scholle oder einem Schiff noch näher am Nordpol zum Einsatz kommen, um noch repräsentativere Daten für die Arktis zu erhalten.