

Erstellen eines kontinuierlichen Atmosphärenmodells für Auger-Süd

Dorit Epperlein

Institut für Experimentelle Kernphysik
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Schule für Astroteilchenphysik 2009

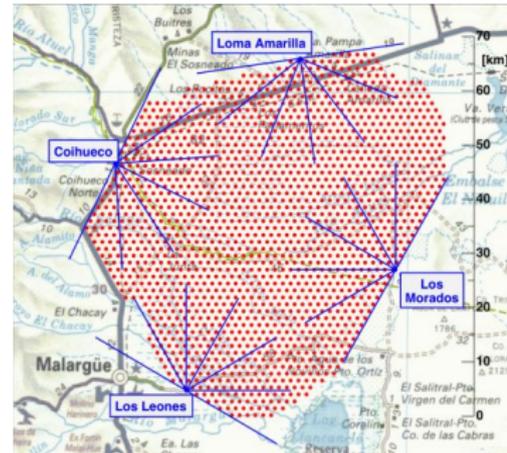


Detektorfeld

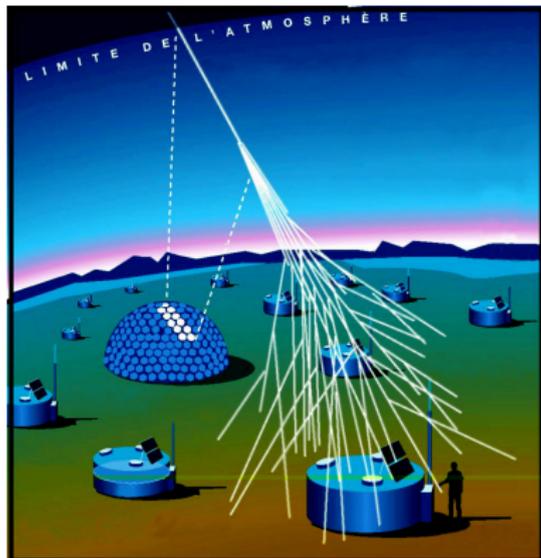
- bei Malargüe/Argentinien
 - $35^{\circ}28'S/69^{\circ}35'W$
 - 1400m üNN
- Fläche: 3000 km²

Hybridtechnik

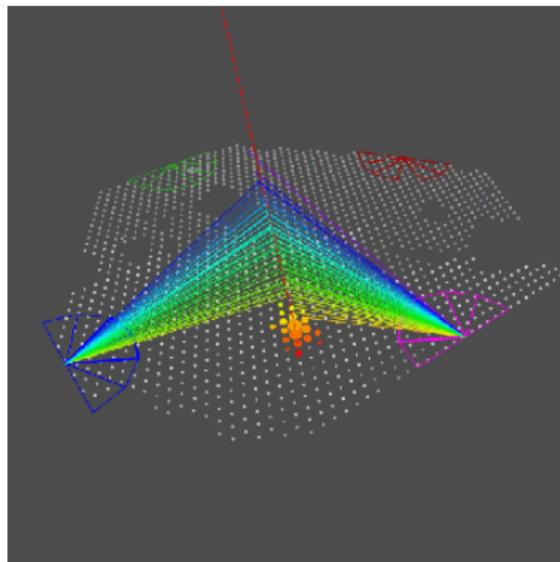
- 24 Fluoreszenzteleskope in 4 Stationen
 - nur während mondloser Nächte
 - Entwicklung der Sekundärteilchen
- 1600 Oberflächendetektoren
 - Wassertanks mit Photomultipliern
 - Energie, Richtung der Primärteilchen



Ausgedehnte Luftschauer



- Kaskade von Sekundärteilchen



- Stereo-Hybrid-Ereignis bei Auger

- Anzahl der detektierten Fluoreszenzphotonen dN_γ aus einer Schicht mit der atmosphärischen Tiefe dX :

$$\frac{dN_\gamma}{dX} = \frac{dE_{dep}^{tot}}{dX} \int Y(\lambda, P, T, u) \cdot \tau_{atm}(\lambda, X) \cdot \varepsilon_{FD}(\lambda) d\lambda$$

(τ_{atm} = Transmissionskoeffizient, ε_{FD} = Effizienz des Detektors)

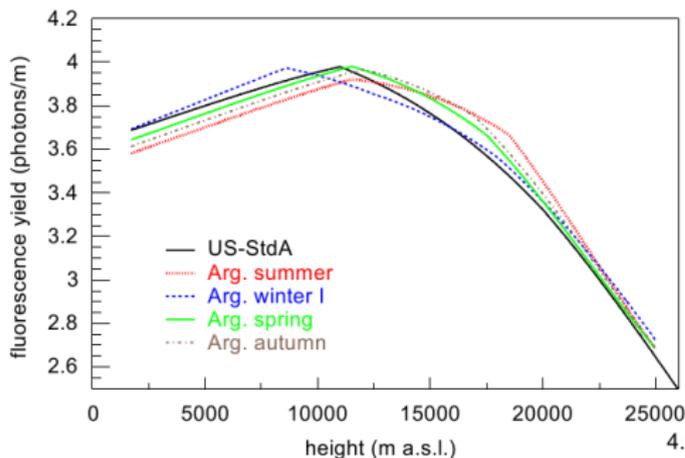
- Fluoreszenzausbeute (= Fluorescence Yield):

$$Y_\lambda = Y_\lambda^0 \frac{1}{1 + P/P'} \quad , \quad P' \propto \sqrt{T}$$

Definition: Fluorescence Yield

Anzahl der emittierten Photonen pro deponierter Energie

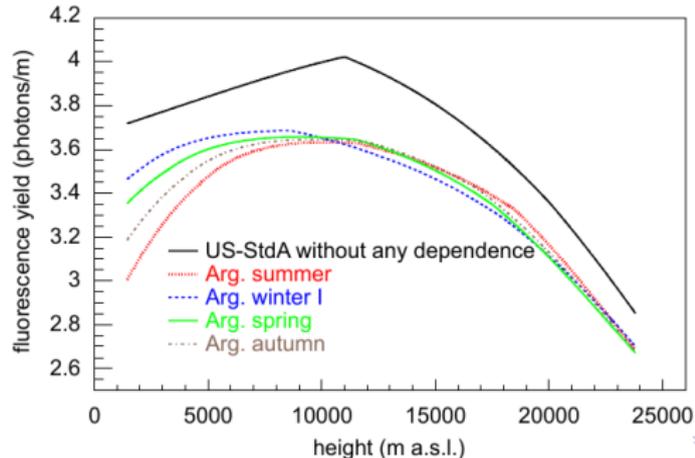
Einfluss der Atmosphäre



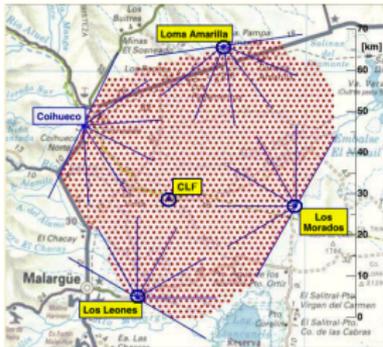
- rechts: zusätzlich mit Einfluss der Luftfeuchte und temperaturabhängigen Wirkungsquerschnitt

Fluoreszenzprofil eines 0,85MeV Elektrons für verschiedene Atmosphärenmodelle

- links: nur mit P - und \sqrt{T} -Abhängigkeit

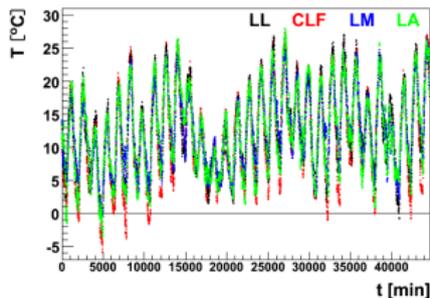


Wetterstationen

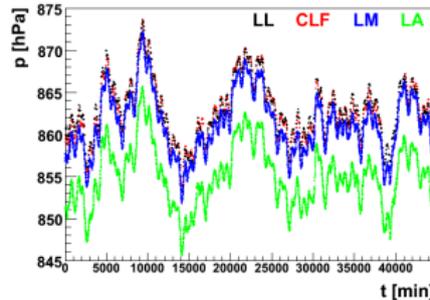


- 4 Wetterstationen messen Temperatur, Druck und Luftfeuchte am Boden
- LL (2002), CLF (2004), LM und LA (2007)
- Werte alle 5 min gemessen
- Luftdichte berechnet: $\rho_{air} = \frac{p \cdot M_m(e)}{R \cdot T} \xrightarrow{\int dh} X$

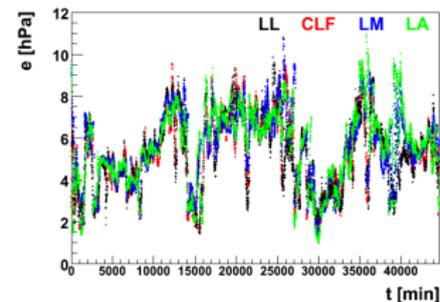
Temperatur



Druck

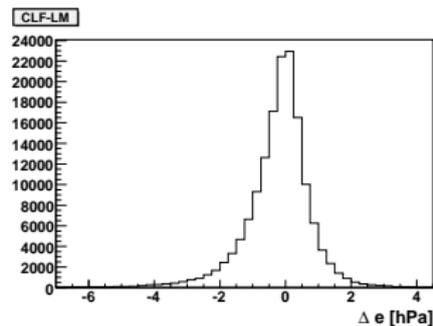
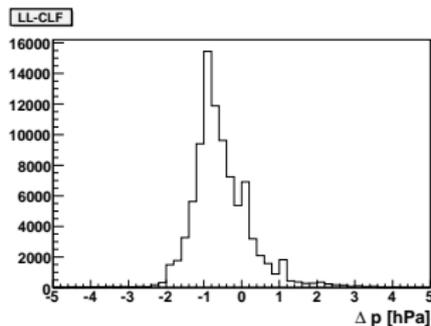
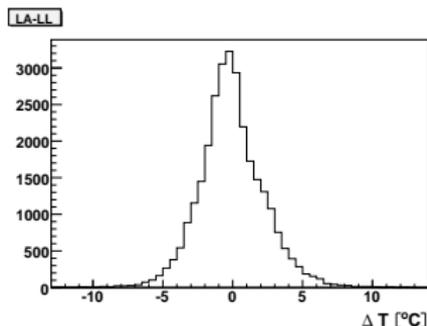


Dampfdruck



⇒ Daten aller Stationen von Oktober 2008

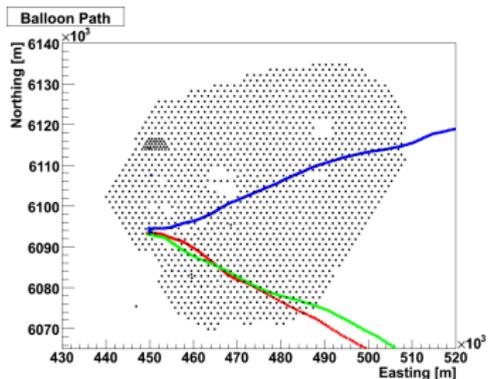
Differenz der Werte zwischen je zwei Stationen



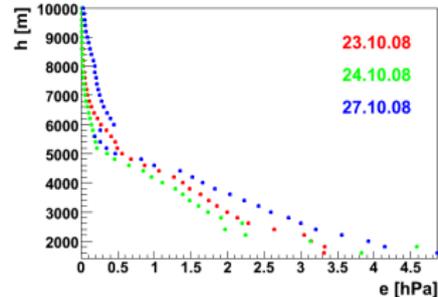
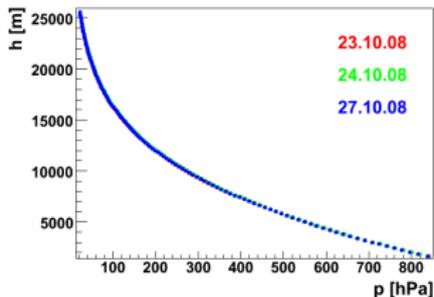
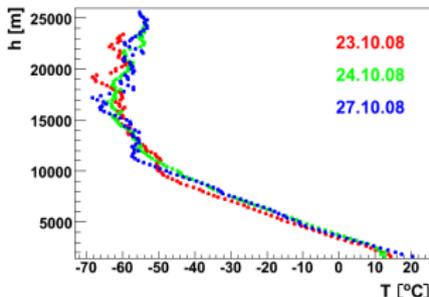
→ nur kleine Abweichungen zwischen allen Stationen

Annahme: Laterale Homogenität

Zu einem beliebigen Zeitpunkt herrschen die gleichen Wetterbedingungen auf dem gesamten Territorium.

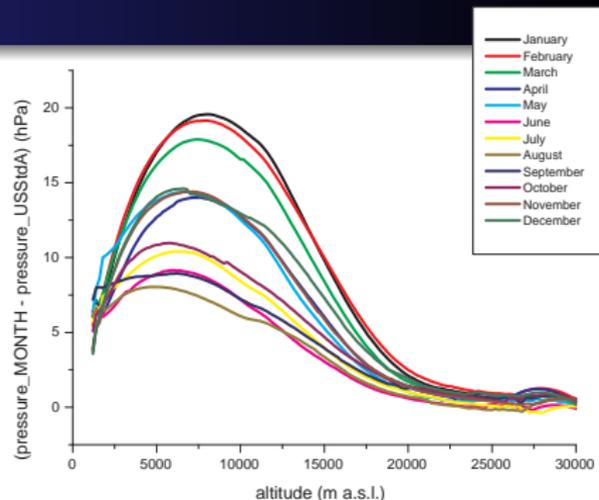
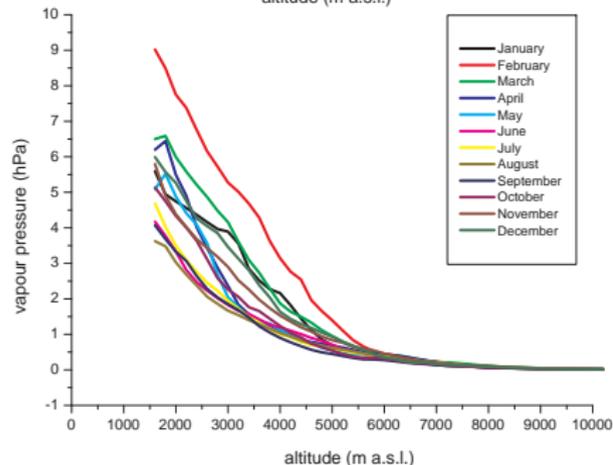
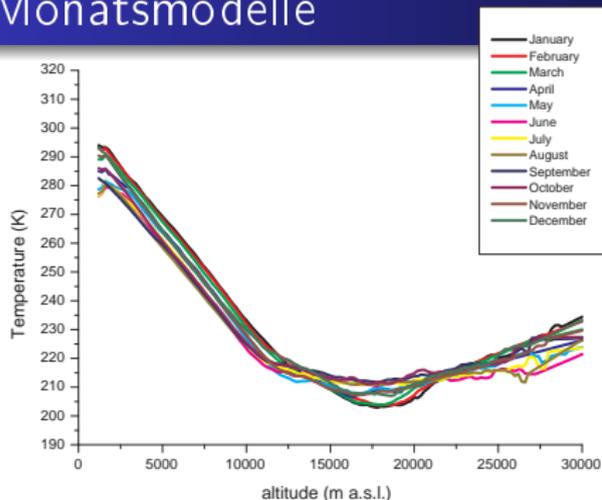


- Wetterballonaufstiege für Vertikalprofile von Temperatur, Druck und Feuchte
- seit August 2002 bis Dezember 2008 insgesamt 277 Profile
- ein Datensatz alle 200m bis zu einer Höhe von $\approx 25\text{km}$



⇒ Mittelwerte aller Profile eines Monats bilden Monatsmodelle

Monatsmodelle



- zwei Probleme:
 - jährlich sehr verschiedene Wettersituationen
 - abrupter Übergang beim Monatswechsel
- besser: kontinuierliches Model
→ neue Daten benötigt

globale Atmosphärenmodelle

- bereits existierende archivierte Daten der vergangenen Jahre
- Verwendung von Bodenstationen, Bojen, Schiffen; Radiosonden, Flugzeugen und Satelliten
- Beobachtungsdaten + Berechnungen numerischer Wettervorhersagemodelle
⇒ Datenassimilierung
- Beispiel: GDAS



Wettersatelliten

- Strahlung in verschiedenen Spektralbereichen gemessen
- gesamte Erdoberfläche abgedeckt
- aber geringere zeitliche und räumliche Auflösung
- Beispiel: AIRS

Global Data Assimilation System

⇒ Model des NCEP→NOAA

⇒ öffentlich zugänglich im Internet

gdas1.oct08.w4
MODEL SOUNDINGGRID POINT 292.00 56.00
LAT/LON+35.00 -69.00

10/27/2008 18Z

- ab 01.12.2004 3-stündlich ein Datensatz (ab 1997 6-stündlich)
- verfügbar für jeden Gitterpunkt der Erde (360x181)
- 23 Vertikalprofile für Temperatur und Feuchte bei konstanten Druckflächen (1000hPa - 20hPa)

PRES HPA	HGT (MSL) M	TEMP C	DEWP C	WDIR DEG	WSPD M/S
20.	26324.	-57.8	-273.1	261.5	5.5
50.	20586.	-62.4	-273.1	292.5	13.0
100.	16318.	-65.0	-273.1	297.1	31.5
150.	13811.	-56.1	-273.1	282.1	43.5
200.	11980.	-56.9	-64.5	279.8	50.3
250.	10557.	-51.4	-54.9	277.8	43.4
300.	9350.	-41.9	-49.0	277.2	41.6
350.	8286.	-33.7	-39.9	275.9	37.7
400.	7338.	-27.6	-43.5	277.5	31.5
450.	6482.	-22.0	-40.7	283.6	26.1
500.	5699.	-16.8	-31.9	289.2	22.8
550.	4976.	-11.6	-19.1	293.4	17.3
600.	4303.	-6.5	-16.2	294.3	13.6
650.	3672.	-1.8	-14.1	285.5	11.1
700.	3078.	3.3	-13.3	275.5	8.9
750.	2513.	8.5	-11.8	273.3	6.5
800.	1976.	13.5	-12.2	281.7	5.2
850.	1463.	18.0	-12.1	291.3	4.3

ARL**Air Resources Laboratory**<http://www.arl.noaa.gov/READYmet.php>**READY**

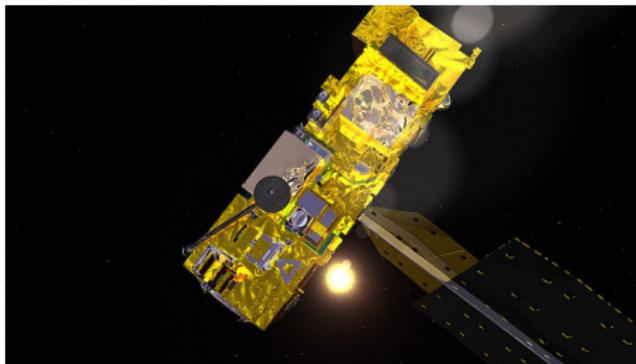
Atmospheric Infrared Sounder

⇒ auf Forschungssatellit Aqua der NASA

⇒ Zugang zu Daten über Ralf Bennartz¹

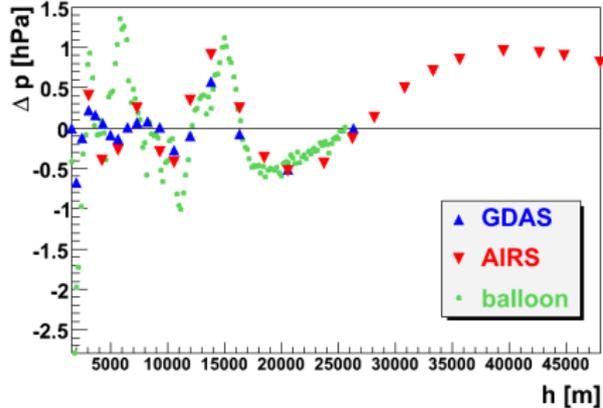
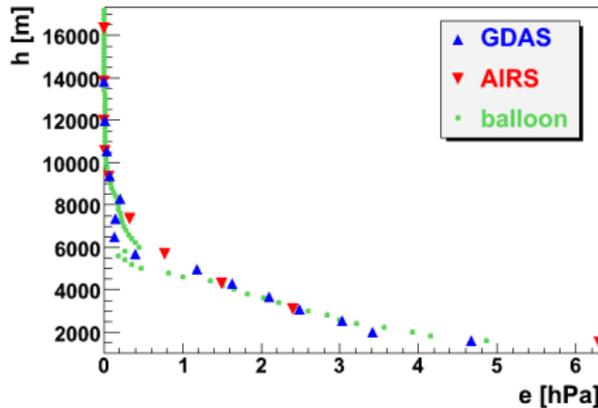
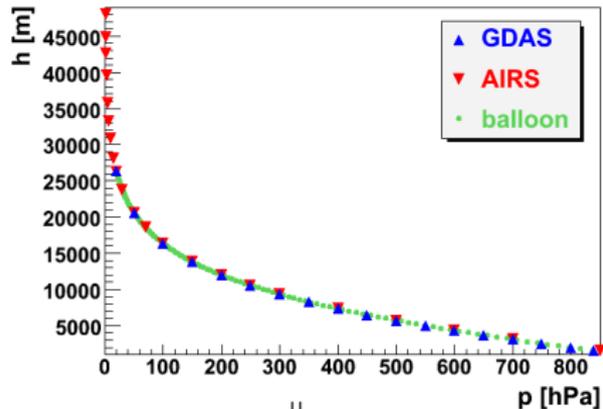
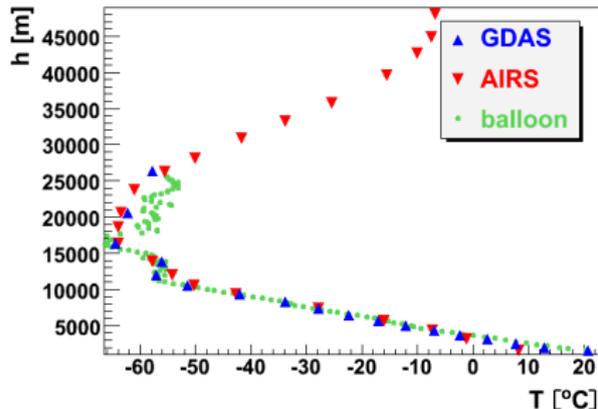


- ab 31.08.2002 täglich ein Datensatz eines 60x60 km² Gebietes über Auger-Süd
- 24 Vertikalprofile für Temperatur und Feuchte bei konstanten Druckflächen (1000hPa - 1hPa)



¹Department of Atmospheric and Oceanic Science, University of Wisconsin, Madison

GDAS vs. AIRS vs. Ballondaten



Zusammenfassung und Ausblick

- zwei Quellen neuer Daten erschlossen
- erste Vergleiche zeigen gute Übereinstimmung mit Ballonaufstiegen
- mit GDAS Daten 3-stündlich neues Atmosphärenmodell
- erweiterbar mit AIRS Daten für obere Atmosphäre und Bodenstationsdaten

