

A novel LN₂ fill level meter

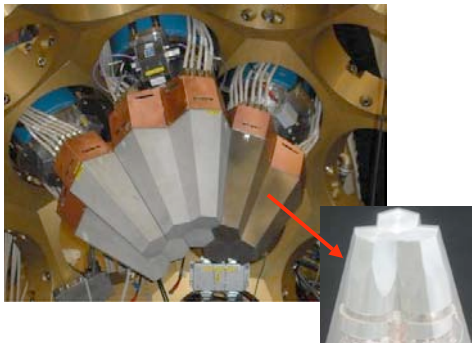
D.Lersch, B. Birkenbach, B. Bruyneel, J. Eberth, H. Hess, G. Pascovici,
P. Reiter, H.G.Thomas*, A. Wiens

IKP-Köln, *CTT

16.03.2010



Motivation



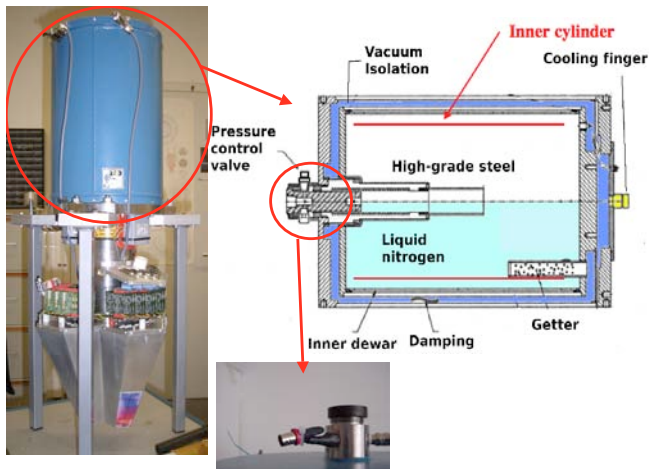
- AGATA: 4π - γ -Spektrometer mit 60 Triple-Clustern
- Jeder Cluster: 3 Ge-Kristalle und 111 FET bei 90 K und $p \approx 10^{-7}$ mbar

- Unkontrolliertes Aufwärmen: Beschädigung der Elektronik im kalten Teil
- Lange Ausfallzeiten des Detektors
- Temperatur-Monitor via PT100-Sensor: Kryostat reagiert träge auf Temperaturänderungen
- Leckstrom-Monitor: Detektor nicht mehr betriebsbereit
- **Direkte Überwachung des LN₂-Levels**

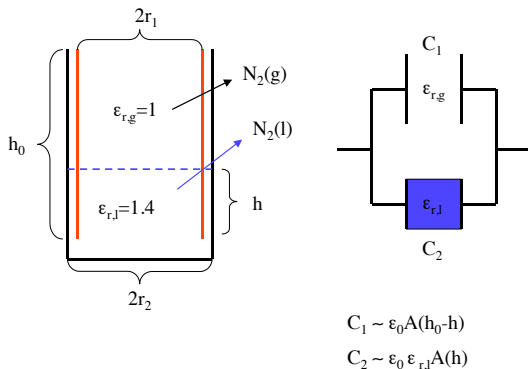


Der kapazitive LN₂-Level-Monitor

- Metallzylinder im Inneren des AGATA-Dewars → **Zylinderkondensator**
- Kapazität des Dewars als Funktion des LN₂-Spiegels



Der Kapazitive LN₂-Level-Monitor

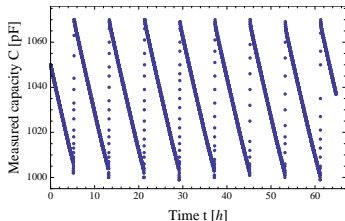
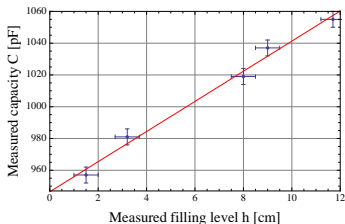


Kapazität C als Funktion des LN₂-Füllstandes h :

$$C(h) = C_1 + C_2 = 2\pi\epsilon_0 \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^{-1} \cdot (h_0 + 0.4h)$$

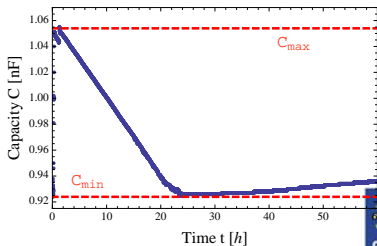


Der Kapazitive LN₂-Level-Monitor



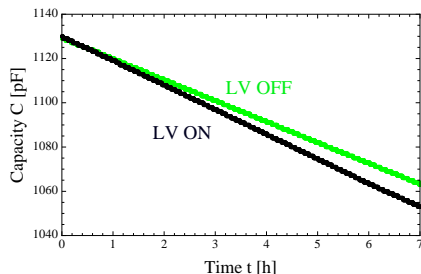
- Kapazität ist lineare Funktion des Füllstandes
- Kapazität ist auch lineare Funktion der Zeit
- Abstand ΔC zwischen vollem und leeren Dewar:

$$\Delta C = C_{max} - C_{min} = 1054 \text{ pF} - 924 \text{ pF} \approx 12 \%$$



LN₂-Verbrauchsmessungen

- Vorteil der kapazitiven LN₂-Auslese: Information über Stickstoffverbrauch
- Verbrauch ist abhängig von Konfiguration im kalten Teil (z.B. Verkabelung, Vakuum, angelegte Spannung)



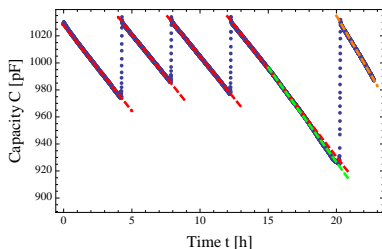
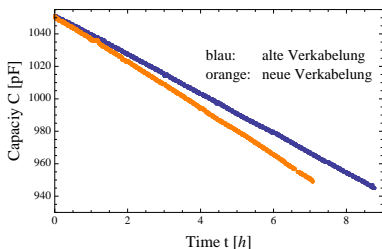
LV	$\nu \left[\frac{\text{ml}}{\text{h}} \right]$	$\tau [\text{h}]$
An	419 ± 19	11 ± 0.5
Aus	378 ± 23	12 ± 0.7



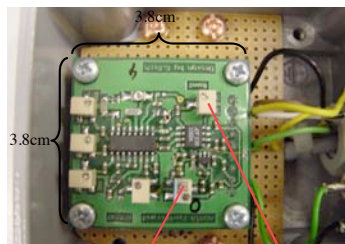
Der Kapton-Kabel-Test



Test einer neuen internen Verkabelung im kalten Teil → Überwachung des Stickstoffverbrauchs mit LN₂-Monitor:

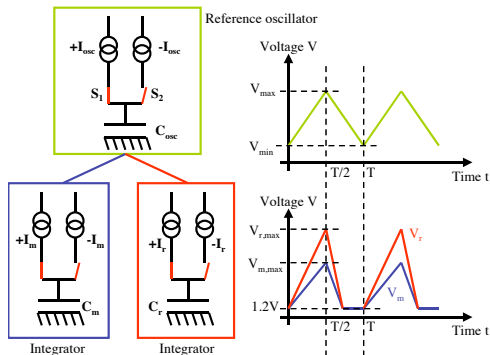


Der C/V-Wandler



adjustable offset O

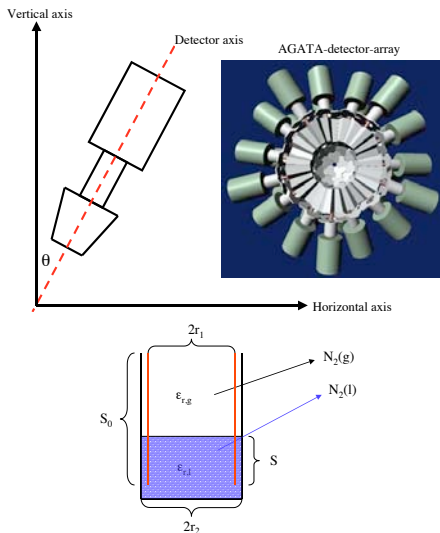
adjustable gain G



- C/V-Wandler: Misst Differenz: $C_m - C_r$
- Laden/Entladen eines Kondensators mit konstantem Strom \rightarrow Dreiecksignal
- Referenzoszillator steuert zwei Integratoren C_r und C_m
- Füllkapazität C_m wird in DC-Signal mit variablem Gain G und Offset O übersetzt: $V(G, O, C_m) = m(G) \cdot C_m + V_0(G, O)$



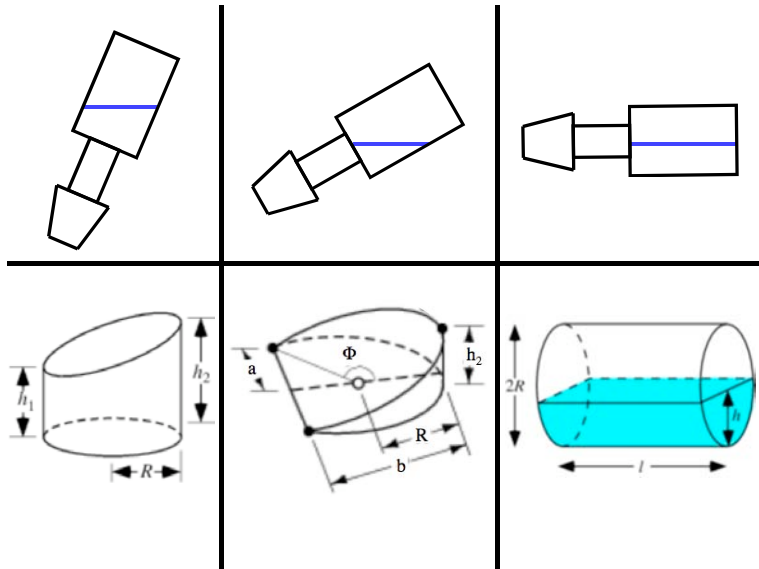
Positionsabhängige Messungen



- Verschiedene Detektorpositionen im Array
- Einfluss der Inklination θ auf die LN_2 -Auslese
- Geometrische Form des Stickstoffes im Dewar
- Parametrisierung: Fläche $S(\theta)$ bedeckt mit fl. Stickstoff ist proportional zur Kapazität C :
 $S(\theta) \propto C$

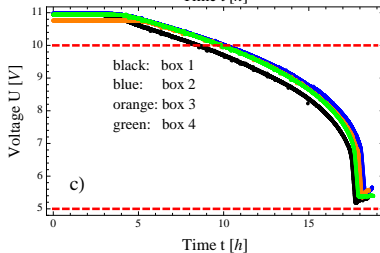
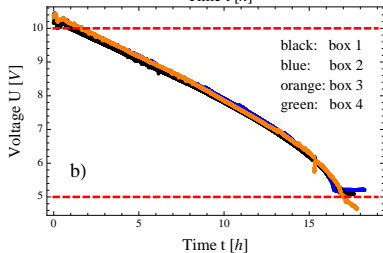
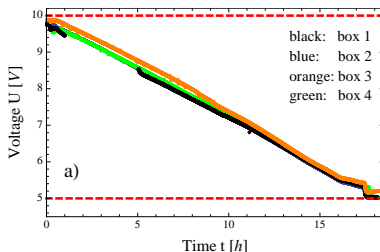
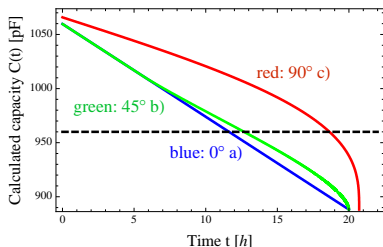


Geometrische Formen des LN₂ im Dewar



Positionsabhängige Messungen

Berechnung und Ergebnisse



Zusammenfassung und Ausblick

- Kapazitive LN_2 -Auslese funktioniert
 - ▶ C ist eine Funktion der Füllhöhe h
 - ▶ Unterschied zwischen leerem und vollem Dewar: $\Delta C \sim 12\%$
- Implementierung des C/V-Wandlers
- Positionsabhängige Messungen der Füllkapazität
 - ▶ Inklinationen haben Einfluss auf Auslese
 - ▶ Gemeinsame Operationszeit
 - ▶ Definiere gemeinsame Schwelle für Notfüllung
- Integration des C/V-Wandlers in AGATA-Demonstrator in Legnaro

