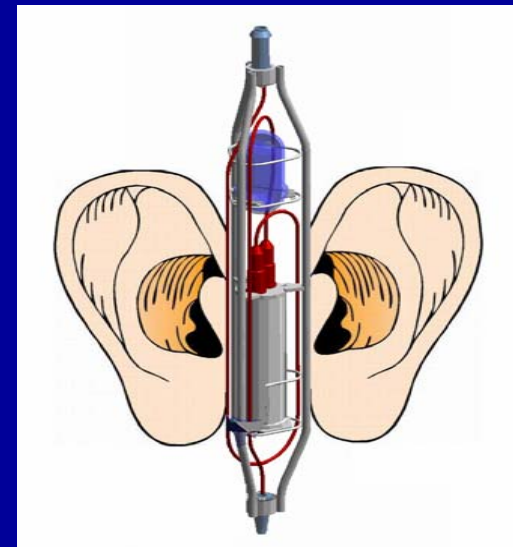
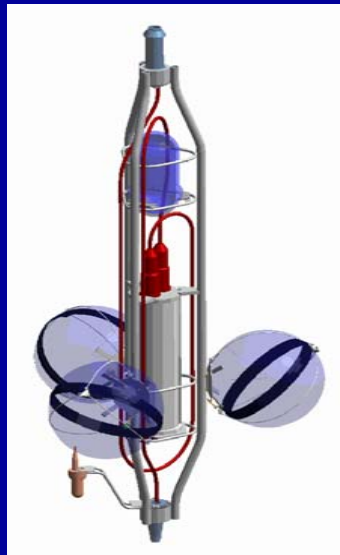




Akustische Detektion von UHE Neutrinos

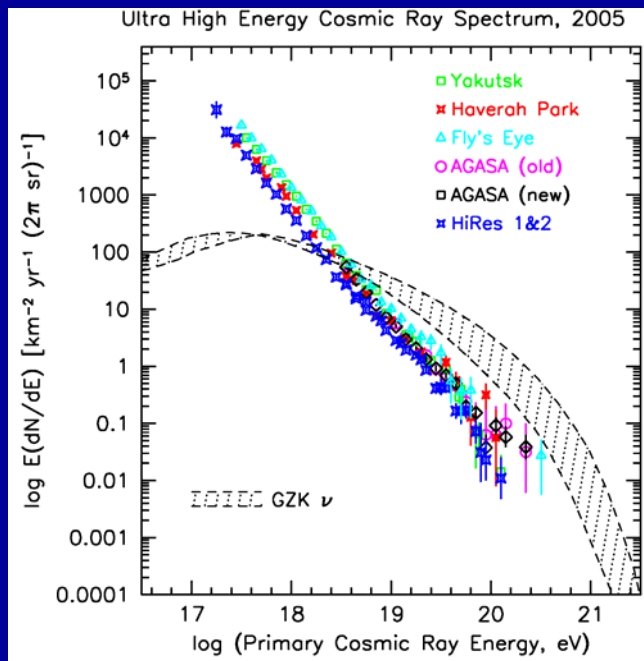
G.Anton, Erlangen



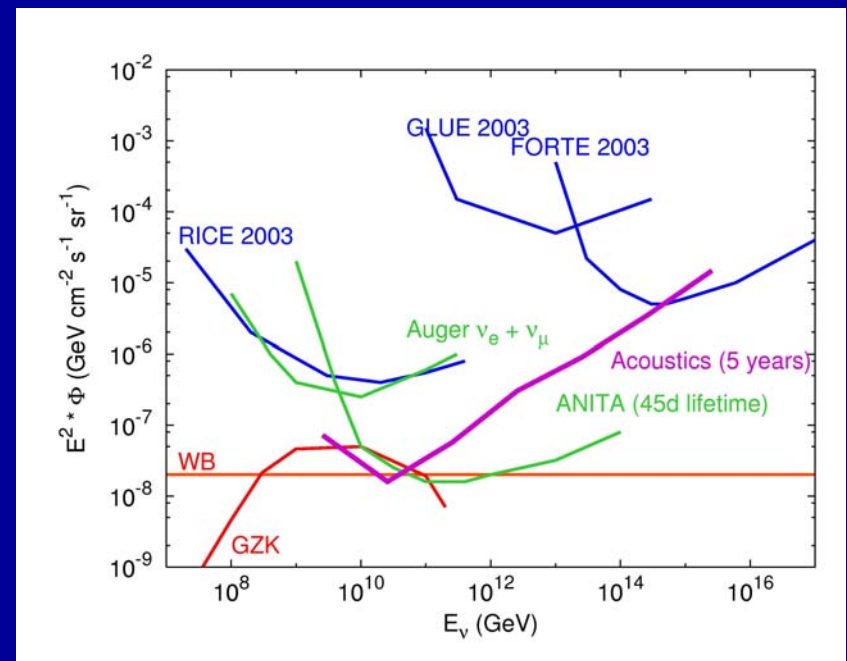
UHE Teilchenflüsse



Cosmic Ray



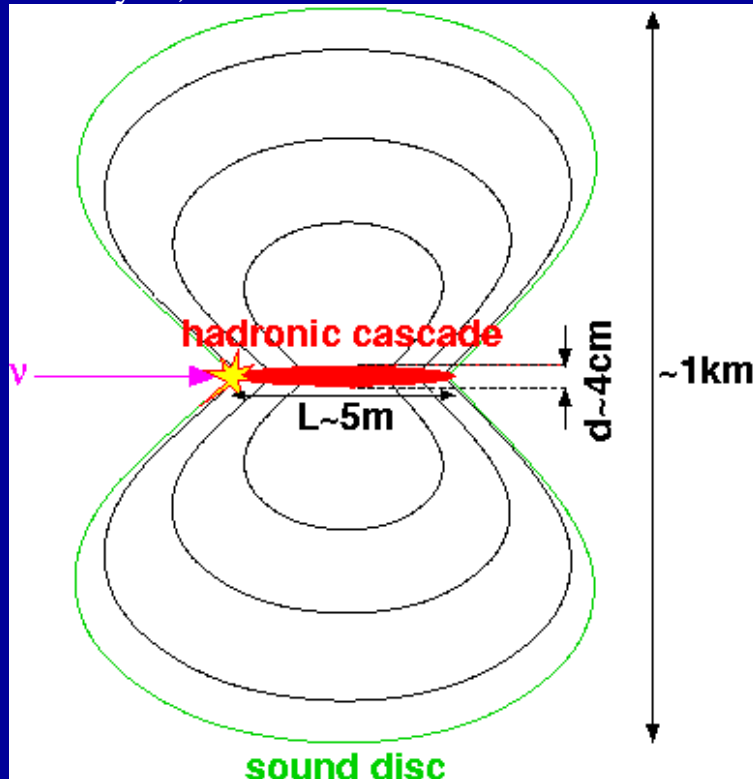
Neutrinos: $\sim E^{-2}$



Akustische Signatur für UHE Shower

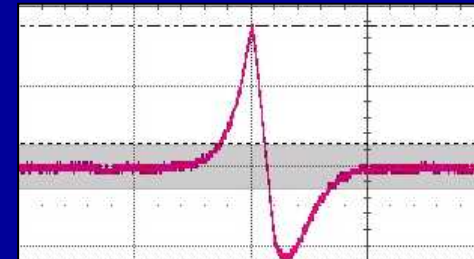


Askaryan, 1979



- ↪ Energiedeposition
- ↪ Wasser wird warm (nK)
- ↪ Ausdehnung
- ↪ Druck-Puls

$$P \sim (\alpha/C_p) \times (c_s/d)^2 \times E$$



$P \sim 1\text{mPa}$
für
 $E \sim 1\text{EeV}$

Vorteil: akustische Abschwächlänge ~ km !!! (???)

Bestätigung der Signatur



Annahme:

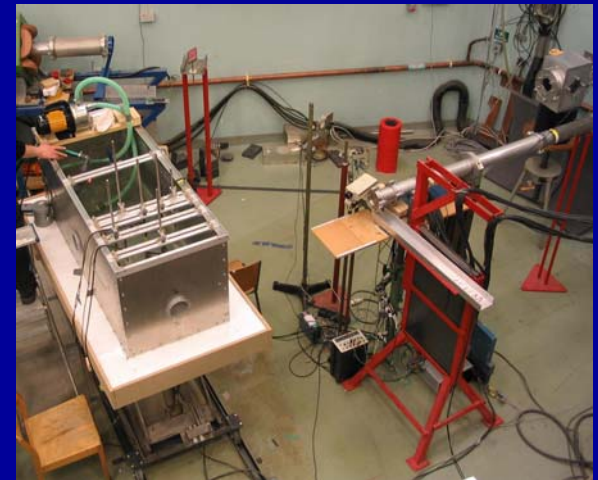
Neutrino-ind. UHE-Shower = Bunch von Protonen

Messung am Protonenstrahl:

gemeinsame Aktivität
Erlangen/Zeuthen/Uppsala

Messungen in Wasser und Eis

quantitative Bestätigung



Akustische Neutrinodetektor-Medien



$$(\rho , \alpha , C_P , v_S)$$

Wasser (Mittelmeer)

Eis (Südpol)

Salzstöcke (USA?)

Weitere Kriterien:

Sensoren

Homogenität des Mediums

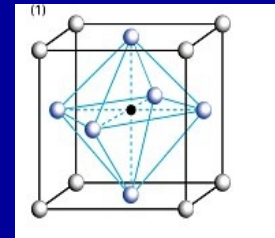
reale Abschwächlänge

akustischer Untergrund

Akustische Sensoren



Sensor: Piezo-Keramik



Gekapselter Sensor:

kommerzielles Hydrophon
optimierte Selbstbau-Hydrophone
Akustisches Modul
Glaciophone (für Eis)



Eigenbau Hydrophon



piezo tube

+



pre-amp+cable



2cm

5cm

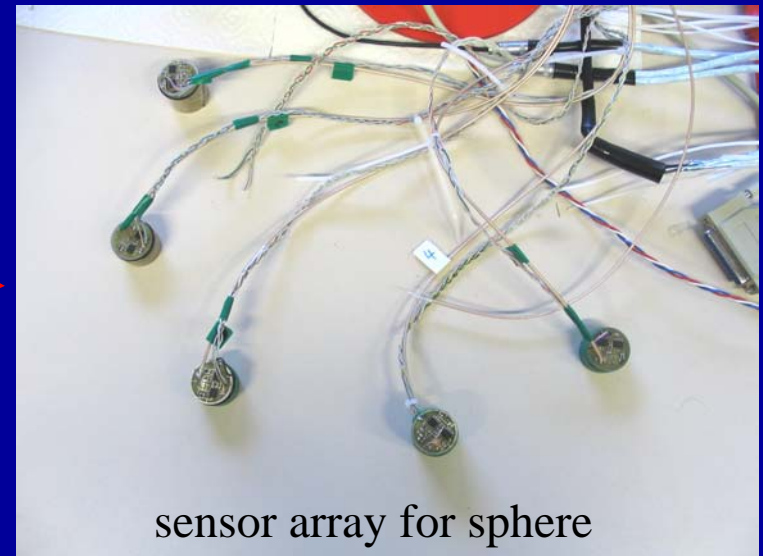
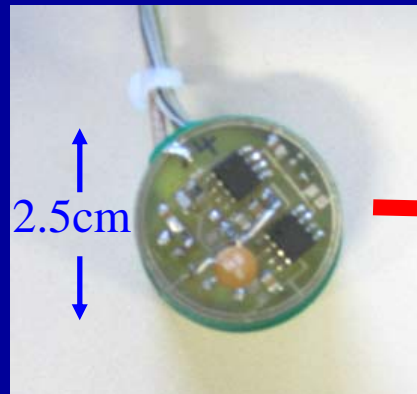
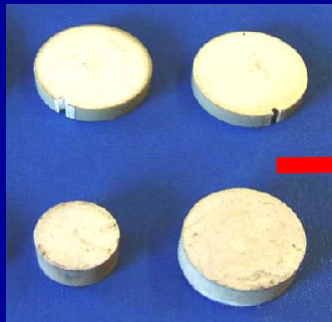
Parameter:

Rauschen und spektr. Sensitivität (Resonanzen !!) des Piezos

Rauschen und spektr. Verstärkung des Preamp

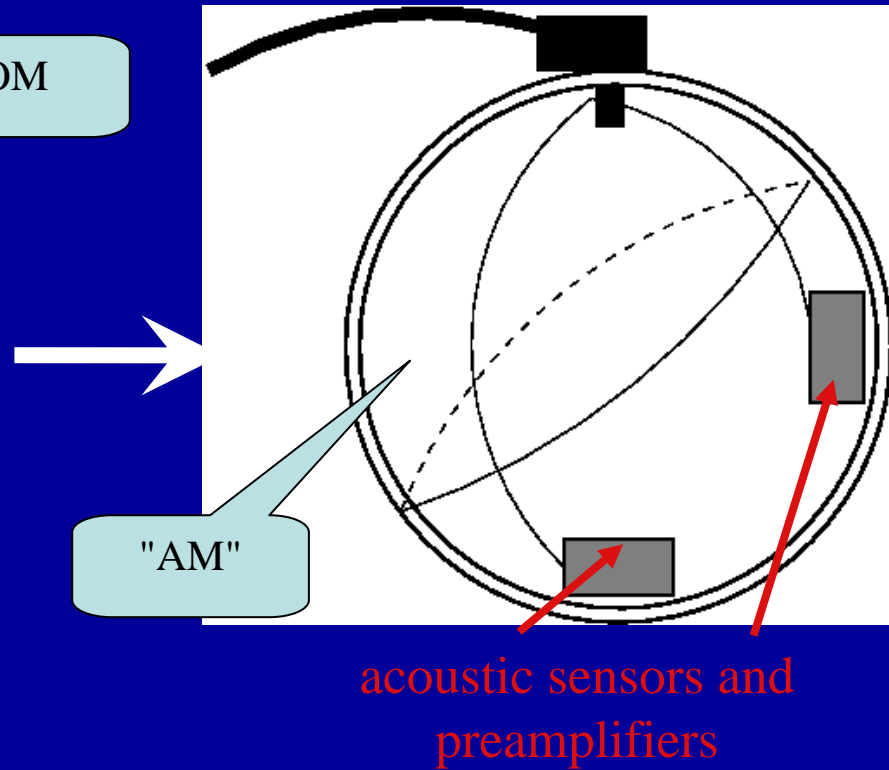
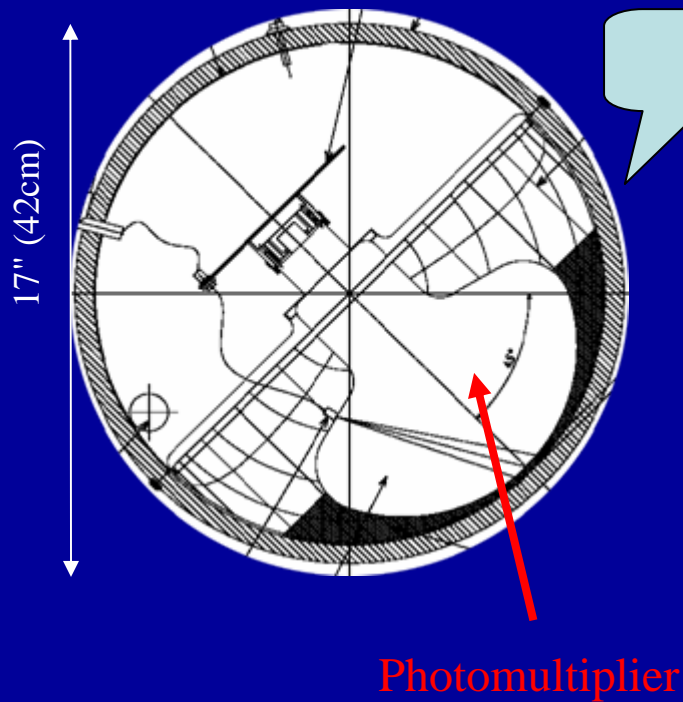
Akustische Impedanzen (Piezo-Plastik)

Sensoren für Akustisches Modul



sensor array for sphere

Akustisches Modul



Testmessungen im Labor...

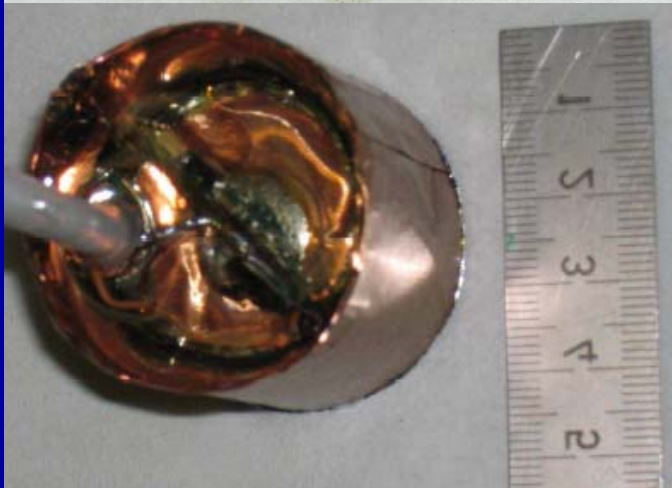
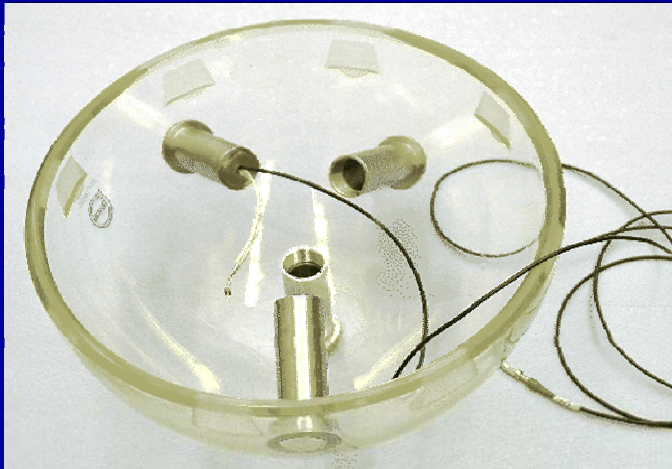


Wassertank: 3m x 2m x 2m



Erlangen

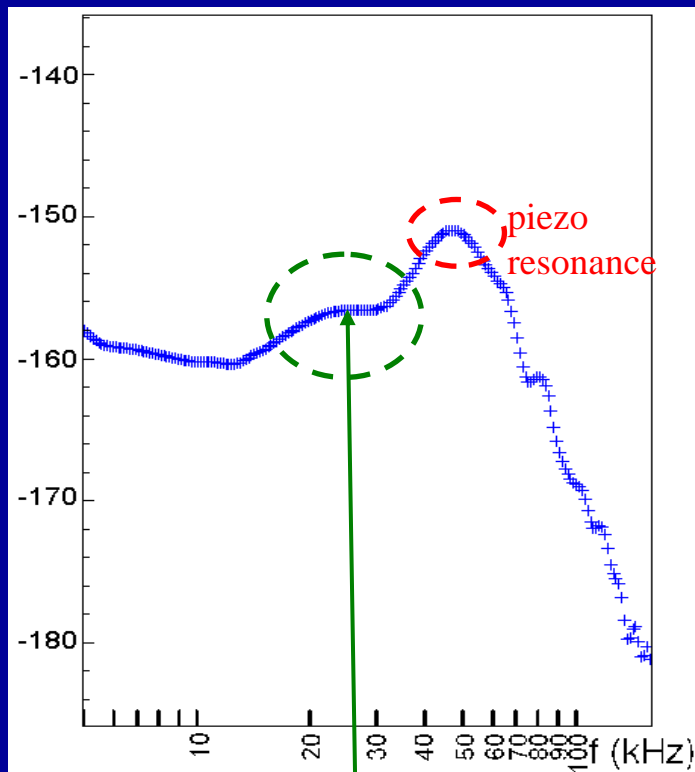
Akustische Module für Eis



Spektrale Sensitivität der Hydrophone



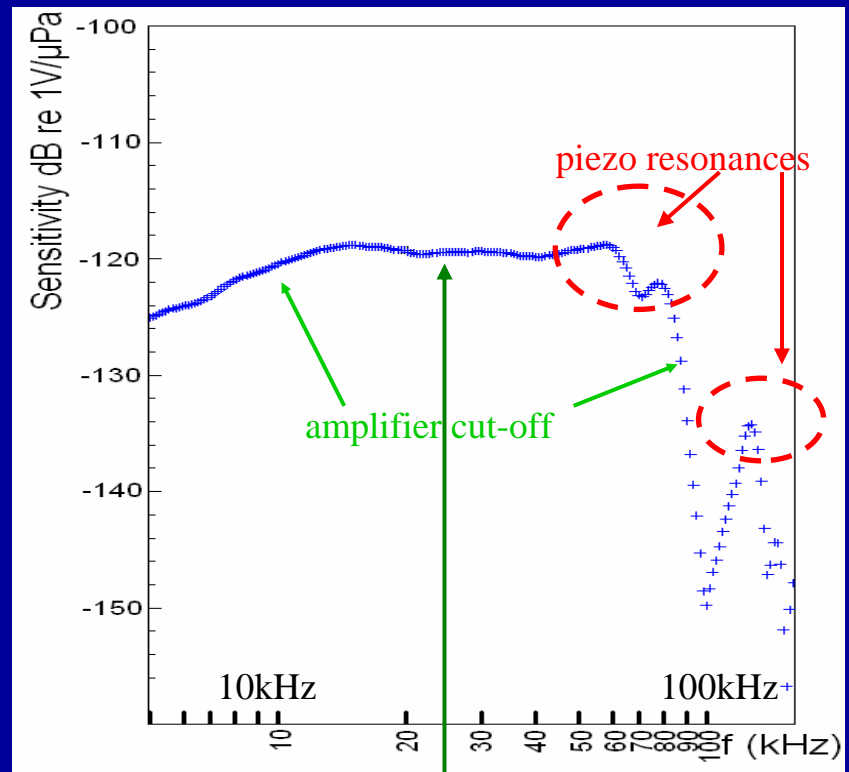
Com. hydr. with pre-amp (HTI)



-156.7 dB re (V/μPa) (=14.6 mV/Pa)

HTI data sheet: -156 dB re (V/μPa)

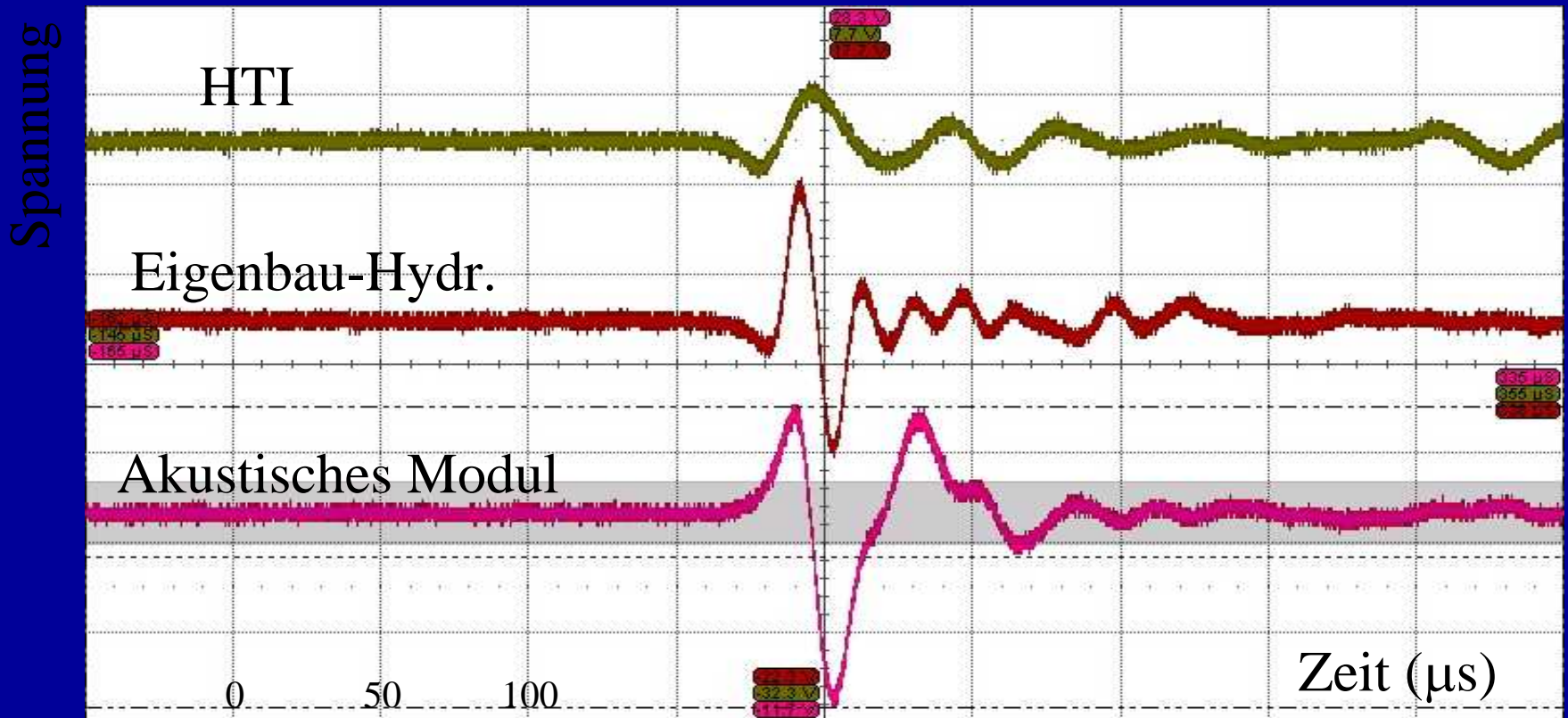
Piezo+Pre-Amp of our Module



~ -120 dB re (V/μPa) (=1 V/Pa)

between 10 and 50 kHz

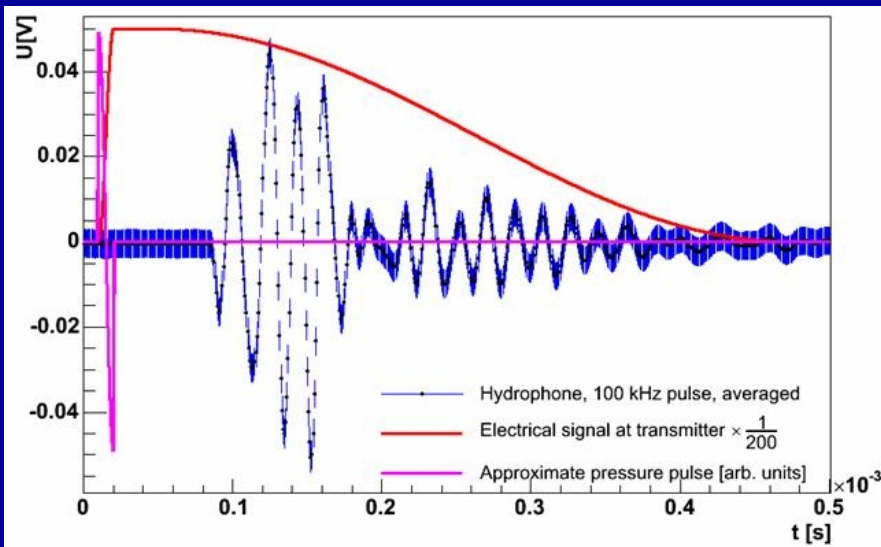
Detektion eines bipolaren Signals



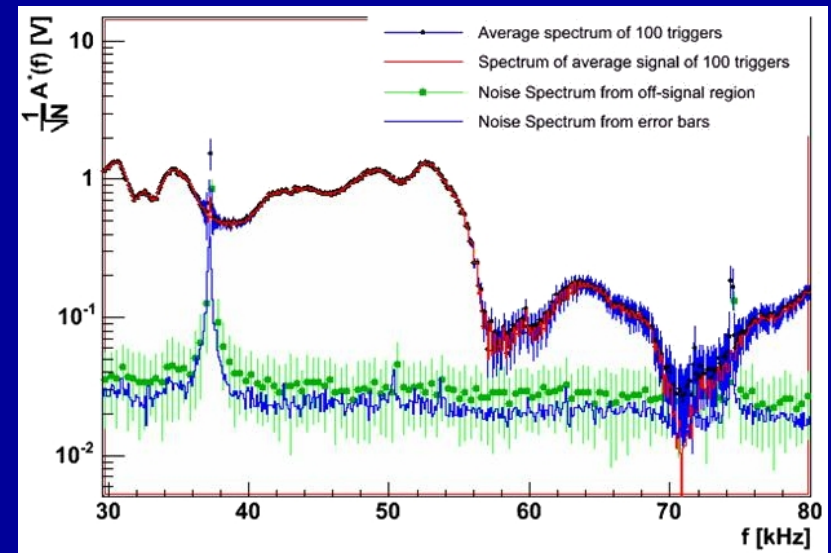
Sensitivität der Glaciophone



Impulsantwort



Spektrale Sensitivität



ACOUSTIC DETECTION

got very promising results in laboratory

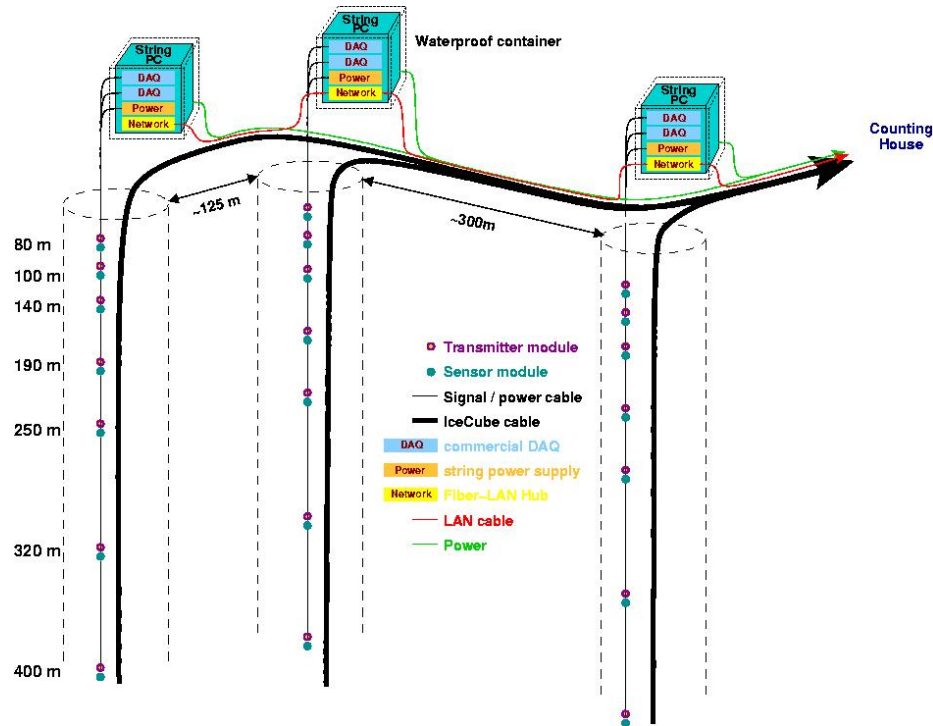
S. Böser et al., ICRC 2005

need experimental proof of basic
properties of target material:

- SPATS -

South Pole Acoustic Test Setup

SPATS - SOUTH POLE ACOUSTIC TEST SETUP



- Use IceCube holes
3 distant holes
down to 400 m
- 7 stations per hole
sensor, transmitter,
auxiliary det. per
station
- Deployment
January 2006
- Results
Summer 2006

Measure in-situ at South Pole:
acoustic attenuation length + noise level

Akustische Teststrings für Ice



Sender für
Testpulse

Empfänger (Glaciophon)

DESY-Zeuthen

Akustische Detektion in Wasser



Wasser:

sehr homogen!

Erzeugungs- und Ausbreitungsbedingungen
für akustische (Teilchen)Signale sehr gut bekannt !

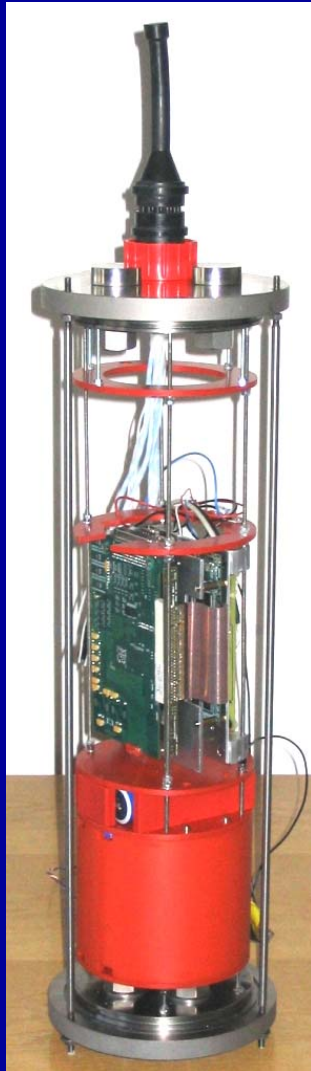
Ziel:

Studien zum akustischen Untergrund

Autonomes Testsystem AMADEUS



An ANTARES Site: März 2005



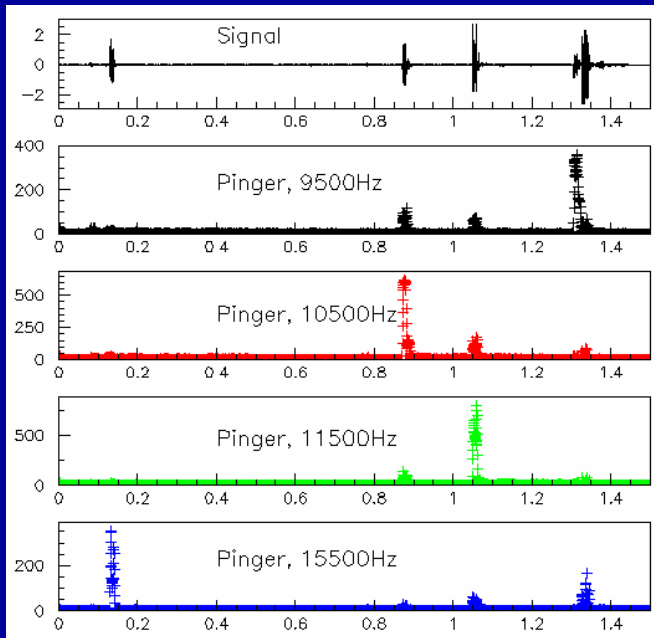
4 Piezos an Wand
1 Piezo an Deckel



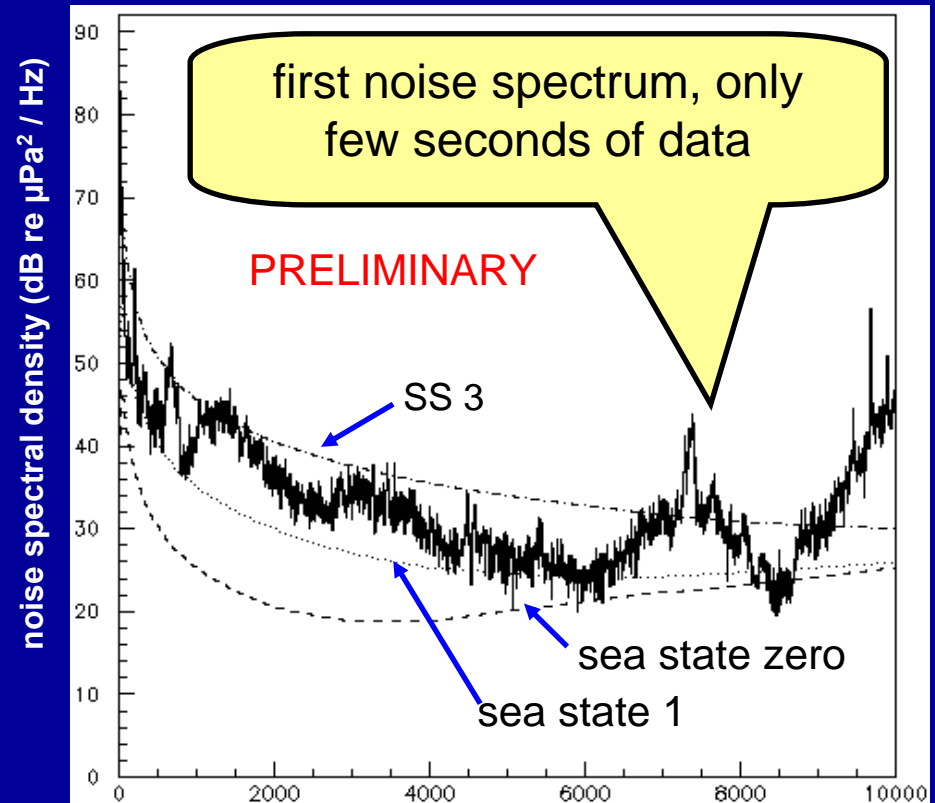
AMADEUS = Autonomous Module for
the Acoustic DEtection Under the Sea

Erlangen

AMADEUS: Sound of the Sea



Akustische Pinger



Quellen für bipolaren Untergrund



Allgemeine Untergrund-Beiträge:

- Eigenrauschen der Sensoren
- Temperaturrauschen des Wassers
- Wellenrauschen o.ä.
- Punktquellen....

Bipolare Untergrund-Beiträge:

BIP (Bipolar Pressure Signal) - Verteilung ???



!! Messung der BIP-Quellendichte mit ANTARES !!

Akustische Sensoren in ANTARES

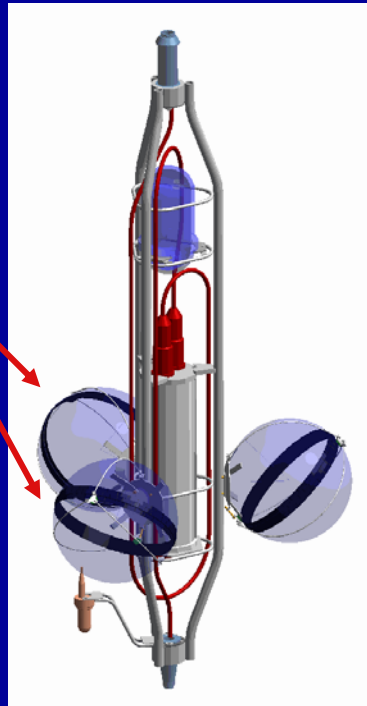


Erste Längenskala: ~ 1 m

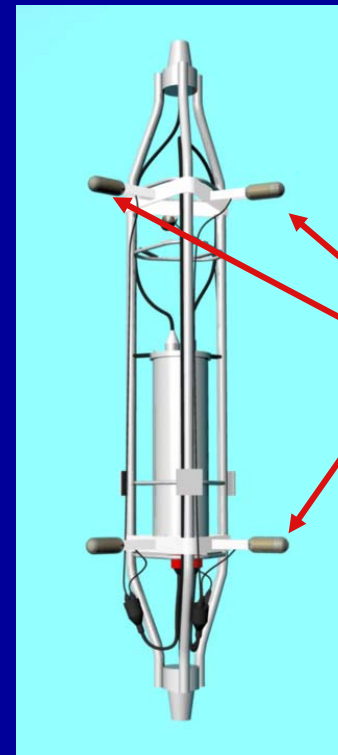
Lokale Koinzidenzen und Rekonstruktion der Wellenfront

--> lokale BIP Quellendichte mit kleiner Amplitude

Akust. Module



Hydrophone



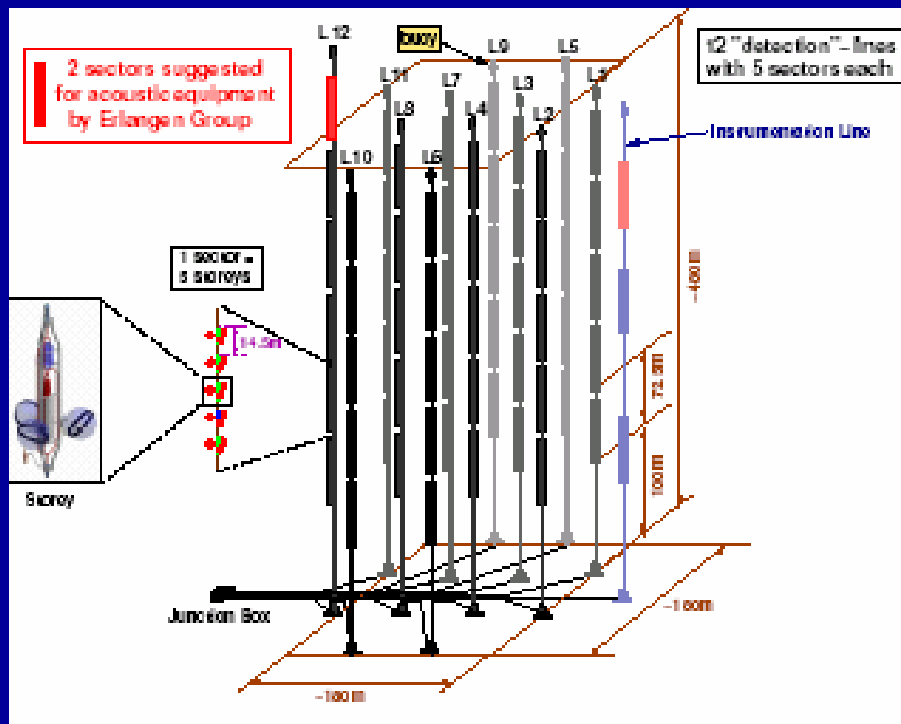
Akustische Sensoren in ANTARES



Zweite Längenskala: ~ 100 m

Detektion korrelierter Signale: Orts- und Amplitudenrekonstruktion und Konsistenz mit lokaler Wellenfront

--> BIP Quellendichte mit grösserer Amplitude geringerer Dichte



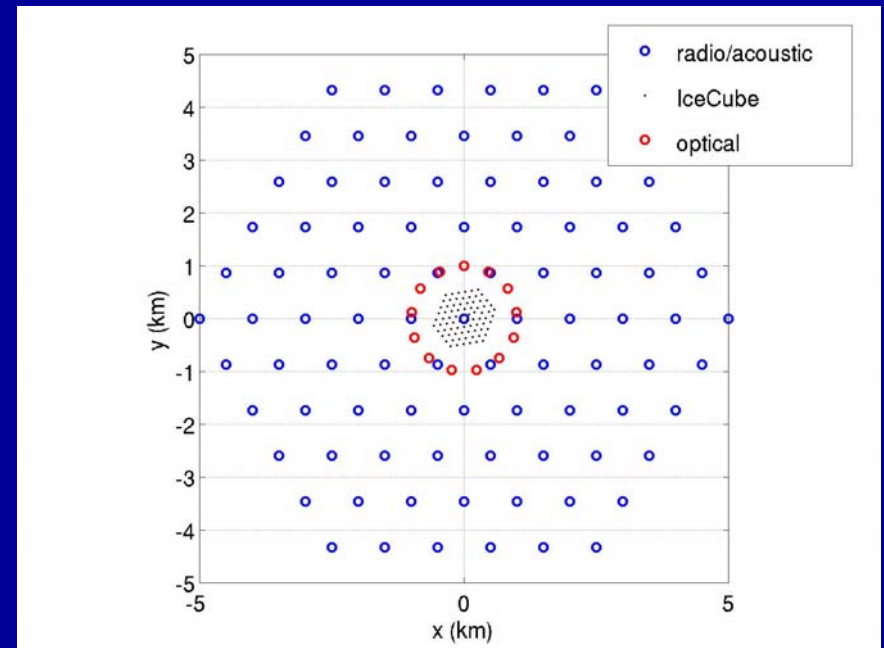
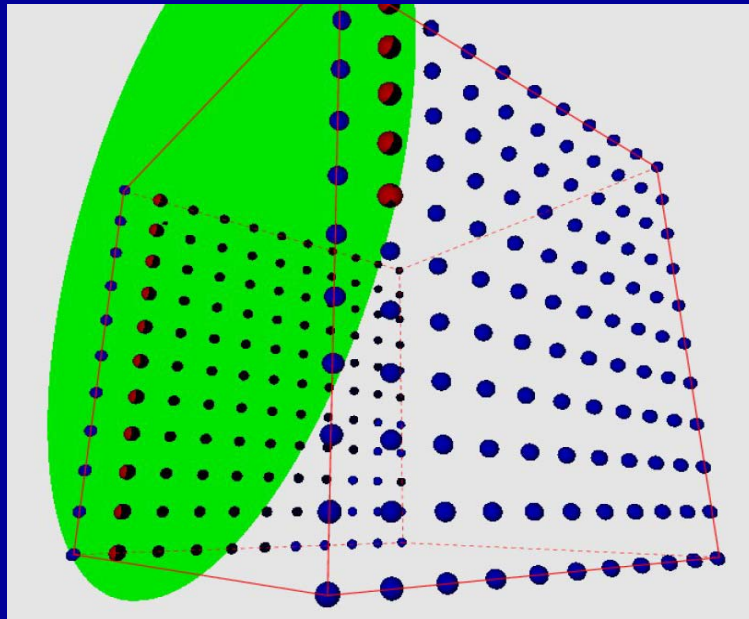
Insgesamt
60 Sensoren

Deployment
Ende 2006

Detektorkonzepte



Simulationsrechnungen.....



IceCube-Erweiterung:
optisch-radio-akustischer Detektor

Ende



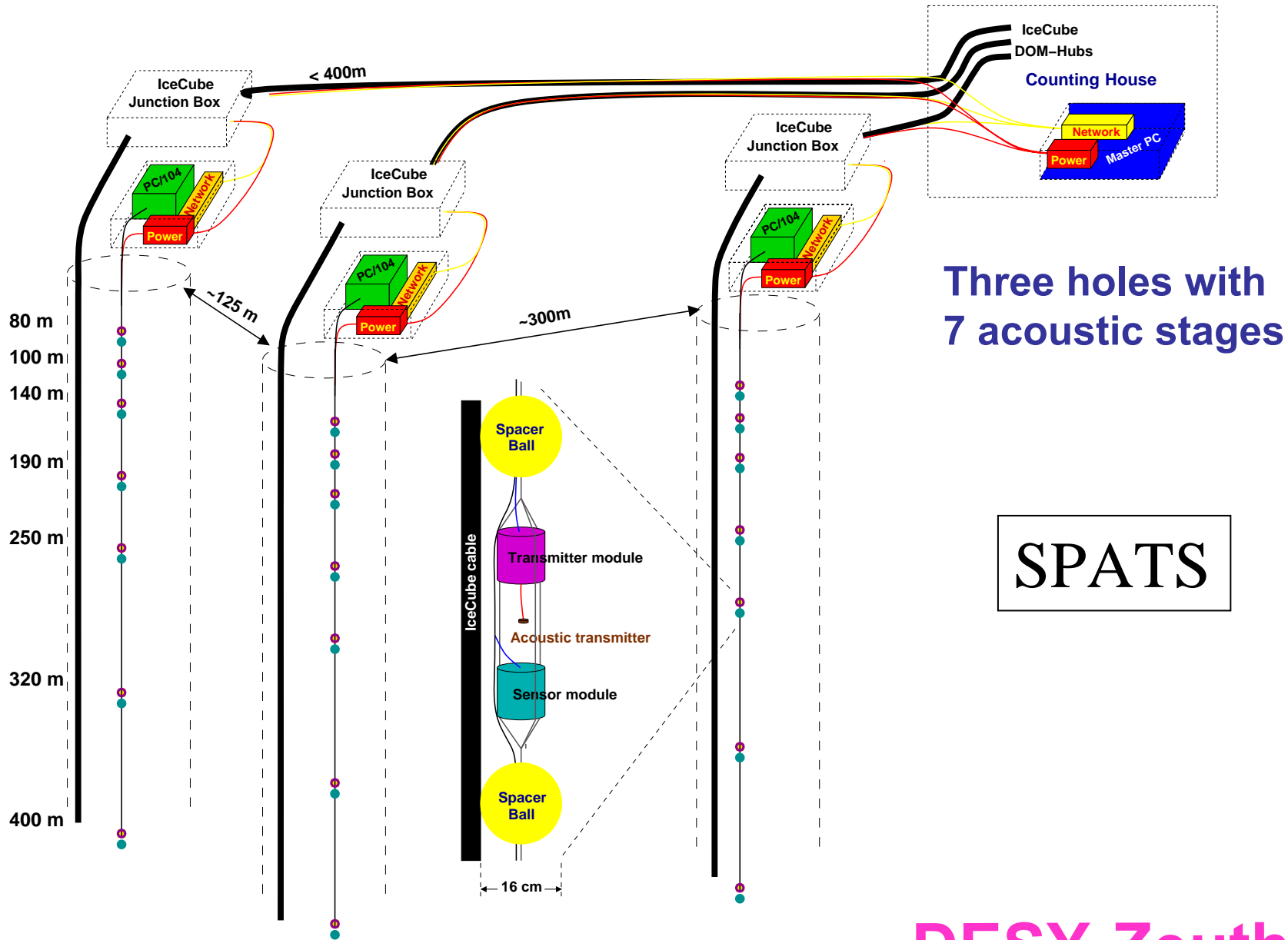
Beiträge von:

Akustik-Gruppe Zeuthen:

S.Böser, J.Fischer, K.Krieger, R.Nahnauer

Akustik-Gruppe Erlangen:

G.Anton, K.Graf, J.Höfl, A.Kappes, T.Karg,
U.Katz, R.Lahmann, Ch.Naumann, H.Laschinski,
K.Salomon



DESY-Zeuthen