



Abb. 1

# Das Gräfenberg Array - Langperiodische Datenqualität nach der Seismometer Umrüstung

R. Widmer-Schmidrig(1,2) und D. Kurrle(2)  
(1) Black Forest Observatory, Universitäten Karlsruhe und Stuttgart  
(2) Institut für Geophysik, Universität Stuttgart

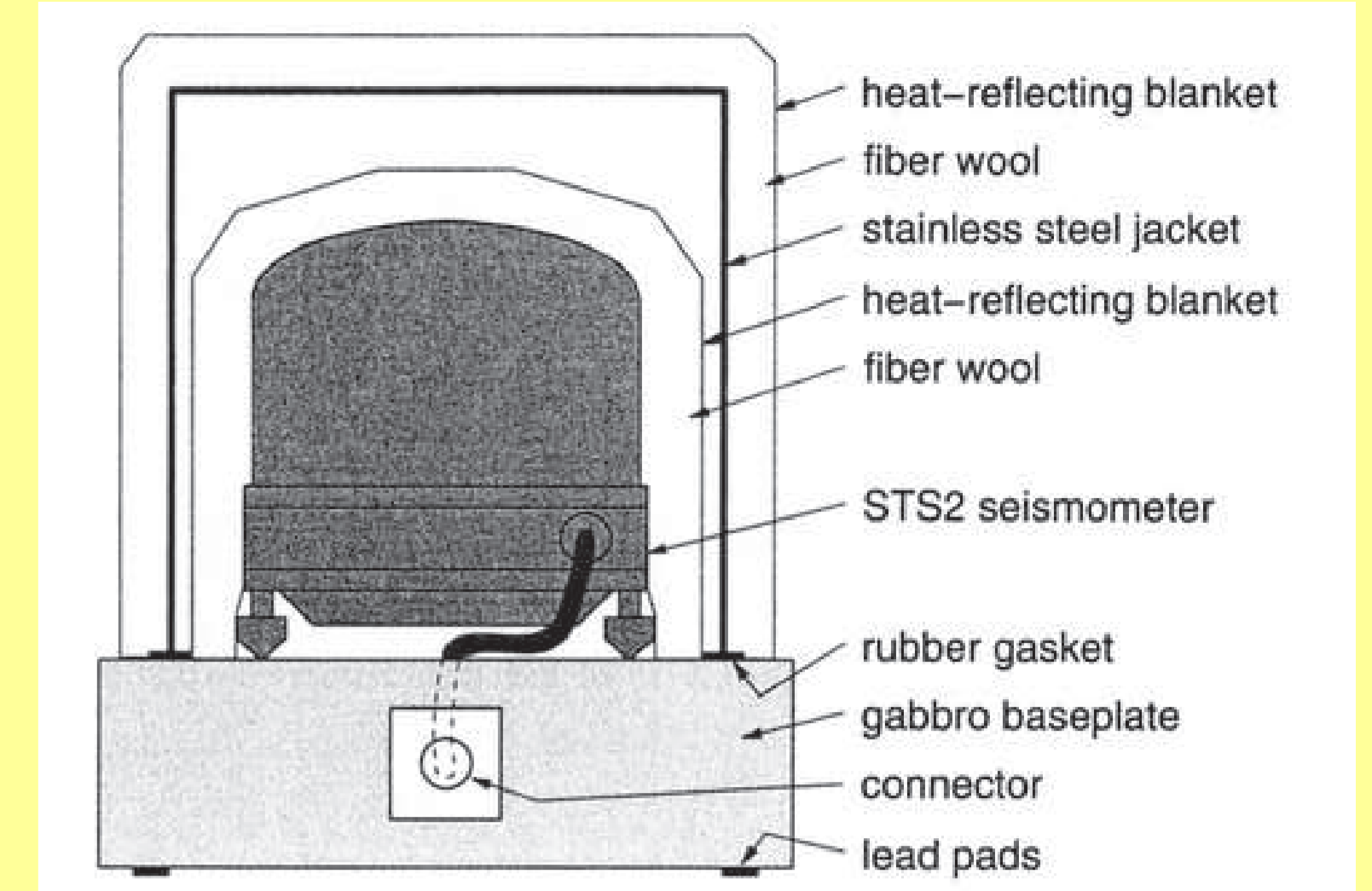


Abb. 6

## Einleitung

Im Vorfeld der Umrüstung des Gräfenberg Arrays (GRF) von Streckseisen STS-1 Seismometern mit 20s Eigenperiode zu den neueren STS-2 Seismometern mit 120s Eigenperiode haben wir darauf gedrängt, dass bei der Installation der Sensoren dieselbe Abschirmung zum Einsatz kommt, wie sie bei der Mehrzahl der Regionalnetzstationen (GRSN) seit Mitte der 90er Jahre realisiert ist: der Sensor wird von einer 15cm dicken Gabbrogrundplatte und einem Edelstahl Kochtopf umschlossen, die zusammen eine druckdichte Abschirmung bilden (Abb. 1). In diesem Beitrag werden die ersten Monate Daten von den neuen Sensoren auf ihre Qualität im Frequenzbereich der Eigenschwingungen der Erde untersucht. Eigenschwingungsspektren des Mw=8.2 Kurilenbebens vom 13. Januar 2007 werden mit zwei der ruhigsten GRSN Stationen verglichen (A).

In unserer Arbeit (Kurrle und Widmer-Schmidrig, 2006) haben wir gezeigt, dass sich das GRSN für das Studium der Hintergrundeigenschwingungen (engl.: Hum) eignet. Hier weisen wir den Hum in den Daten der umgerüsteten GRF Stationen nach (B).

Ein wesentlicher Aspekt der im GRSN und GRF verwendeten Seismometerabschirmung ist die erzielte Amplitudenreduktion der direkt auf das Sensorgehäuse einwirkenden Luftdruckschwankungen. Die Güte der Luftdruckabschirmung wurde quantitativ ermittelt (C).

## A: Erdbebensignale

Ein Maß für die Signalqualität ist das Signal-Rausch-Verhältnis in Eigenschwingungsspektren der registrierten vertikalen (Abb. 2) und horizontalen (Abb. 3) Bodenbewegung nach einem Erdbeben. Hier wurde das Mw=8.2 Kurilenbeben vom 13. Januar 2007 herangezogen. 9 der 13 GRF Stationen haben Spektren mit hervorragender Qualität geliefert, in welchen alle fundamentalen Sphäroidalmoden bis  $\sigma_3$  beobachtet werden können.

Wegen der größeren Dämpfung der horizontal polarisierten Toroidalmoden und wegen des allgemein größeren Rauschpegels in den Horizontalkomponenten werden für solche Signale kürzere Zeitreihen inspiert. Abb. 3 zeigt die Spektren der ersten 36 Stunden nach dem Kurilenbeben. 8 von 13 GRF Stationen weisen ein hervorragendes Signal-Rauschverhältnis auf und sind auch hier durchaus mit den Referenzstationen des GRSN vergleichbar.

Abb. 2 Mw 8.2 Kuriles event 13.1.2007 (108hrs)

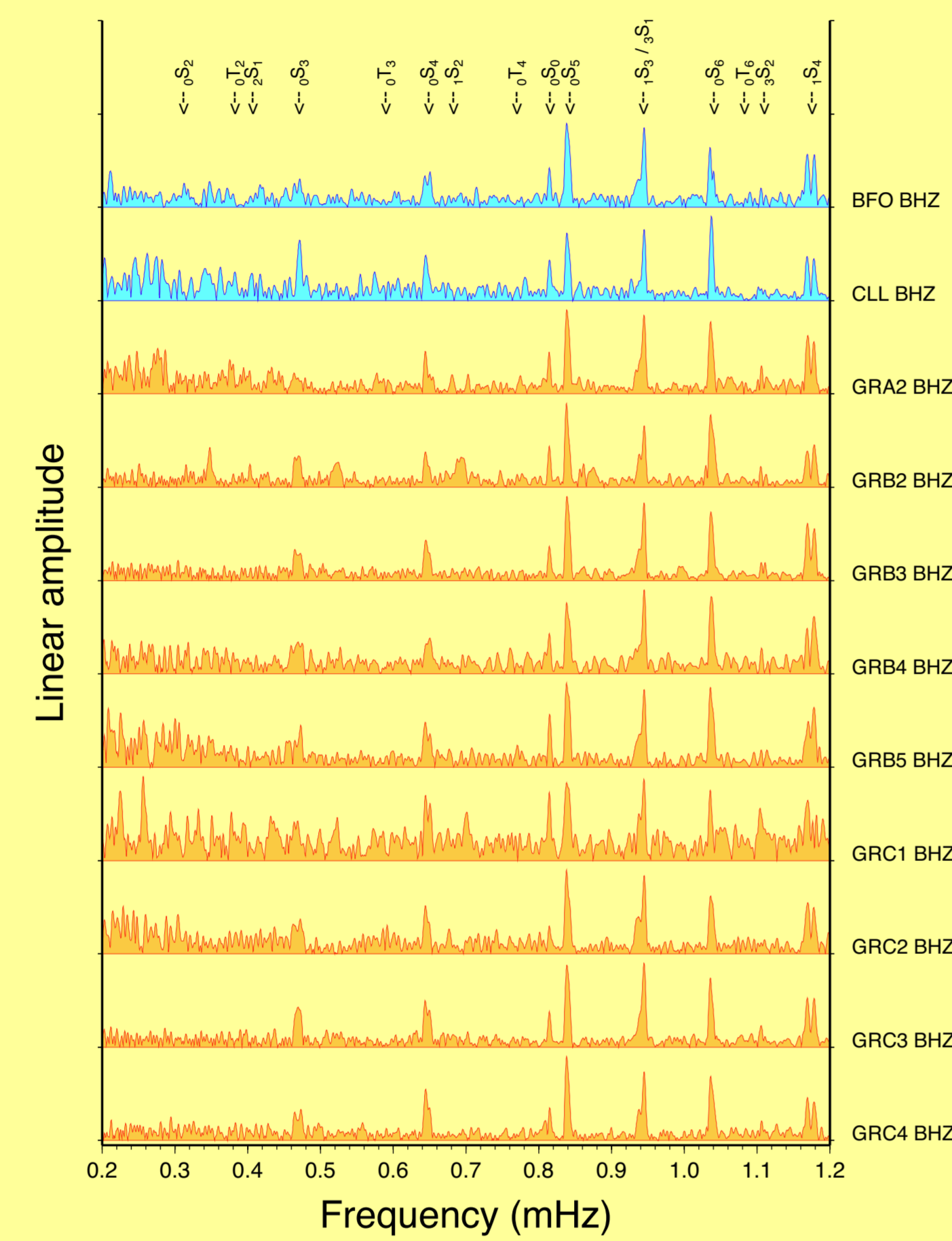
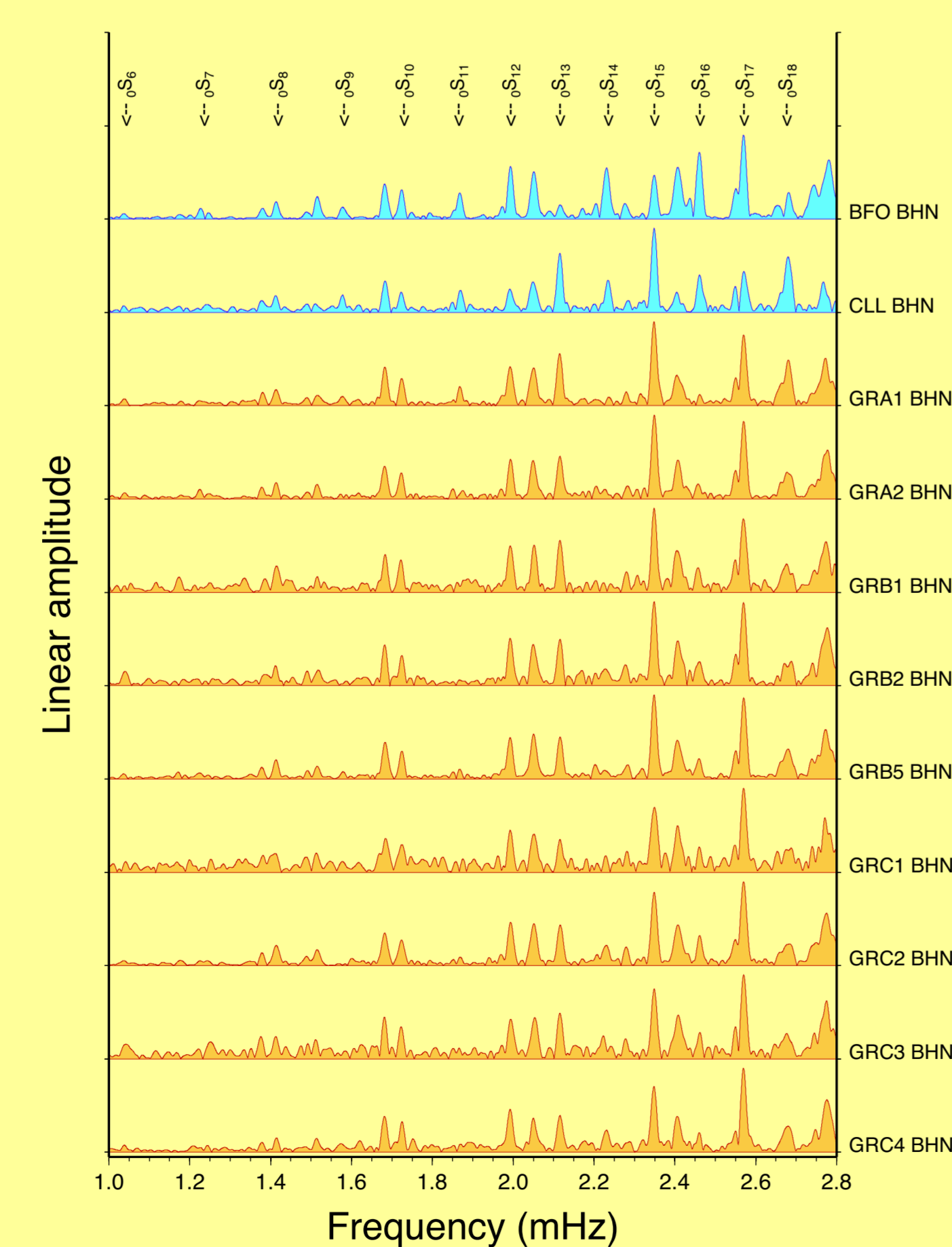


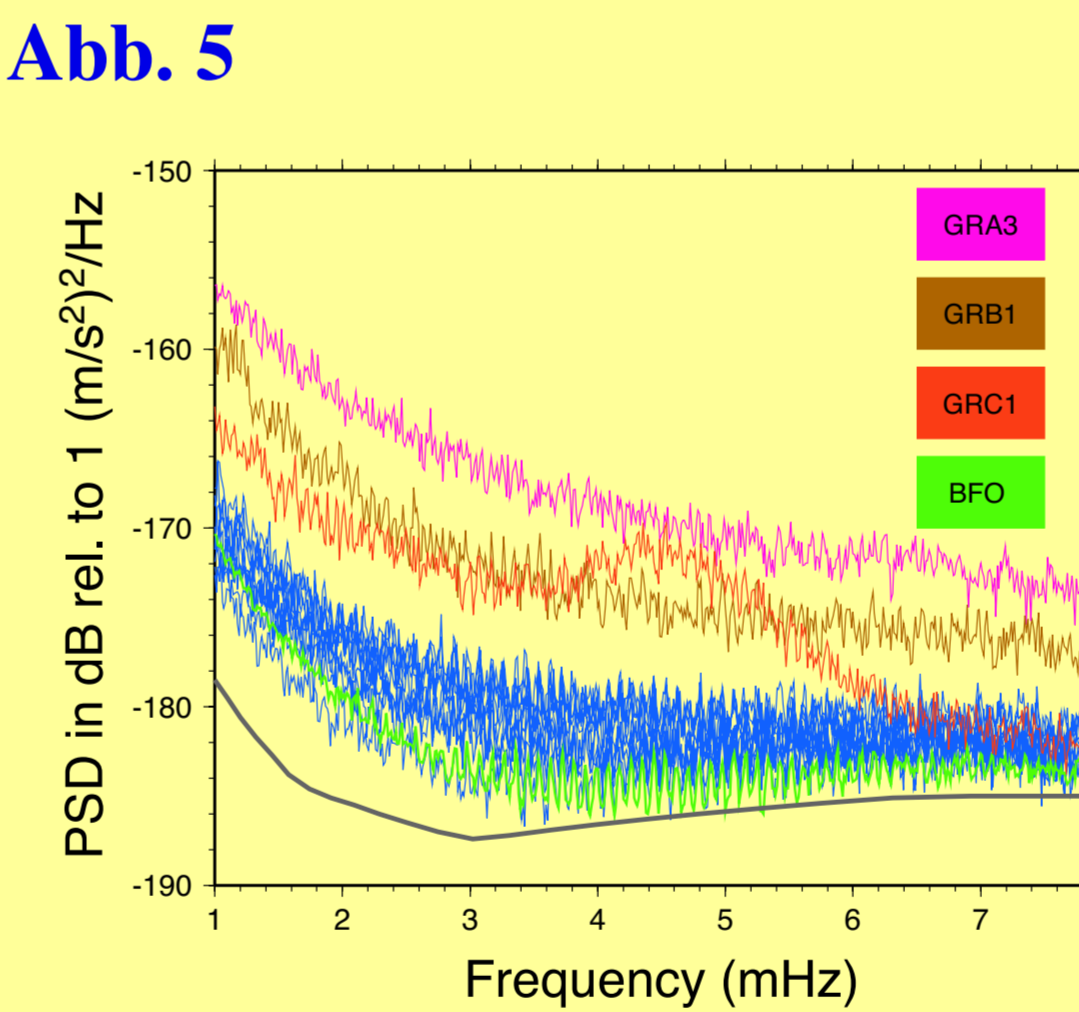
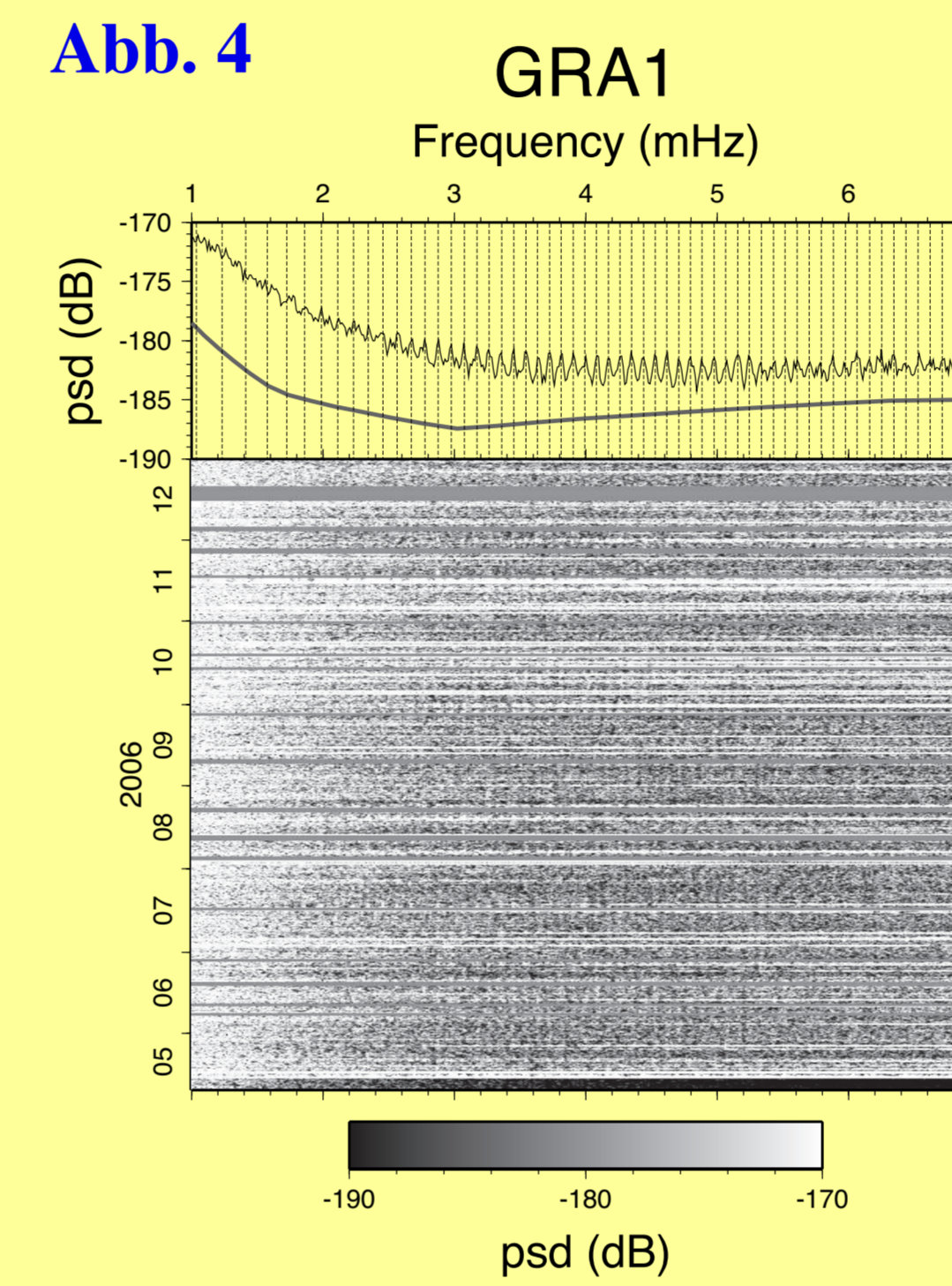
Abb. 3 Mw 8.2 Kuriles event 13.1.2007 (36hrs)



## B: Hintergrundeigenschwingungen

Dass die elastischen Eigenschwingungen der Erde auch zwischen großen Erdbeben angeregt sind ist erst seit Suda et al. (1998) bekannt und die physikalischen Prozesse, die für diese Anregung verantwortlich sind, werden immer noch kontrovers diskutiert. Wegen der geringen Amplitude dieses Signals stellt der Nachweis des Hum immer noch eine instrumentelle Herausforderung dar. Bisher gelang der Humnachweis erst mit supraleitenden Gravimetern, Federgravimetern, STS-1, STS-2 und wenigen KS-54000 Seismometern. Beim STS-2 gelingt der Nachweis nur in besonders günstigen Fällen, oder wenn die Sensoren mit besonderer Sorgfalt vor Umwelteinflüssen abgeschirmt worden sind. Letzteres ist im Regionalnetz (GRSN) der Fall (Wielandt und Widmer-Schmidrig, 2002), und der Hum konnte an der Mehrzahl der Stationen nachgewiesen werden. Im GRF Array wurde nun die Abschirmung vergleichbar mit dem GRSN realisiert. Ein Spektrogramm der ersten 7 Monate Daten der Station GRA1 zeigt Abb. 4. Helle horizontale Bänder kommen durch Beben oder instrumentelle Störungen zustande. Die vertikalen Bänder sind der Nachweis für die permanent angeregten Hintergrundeigenschwingungen. Die Daten des Spektrogramms sind in Abb. 4 oben in eine einzige spektrale Leistungsdichte kollabiert. Gezeigt ist die 1. Quartile als robustes Maß für die psd in bebenfreien Zeiten.

Abb. 5 zeigt ebenfalls die 1. Quartile, jedoch für alle 13 GRF Stationen. Von diesen haben 10 nahezu identisch niedrige psd-Werte, und nur drei (GRA3, GRB1, GRC1) weisen erhöhte Werte auf. Als Referenz ist das NewLowNoiseModel von Peterson (1993) gezeigt. Dieses wird nur an den ruhigsten und mit STS-1 Seismometern ausgerüsteten Stationen erreicht.



## Literaturverzeichnis

- Kurrle und Widmer-Schmidrig, Spatiotemporal features of the Earth's background oscillations observed in central Europe, GRL, 33, 2006.
- Peterson, Observations and modeling of seismic background noise, USGS open file report, 1993.
- Suda et al., Earth's background free oscillations, Science, Vol. 279, 2089-2091, 1998.
- Wielandt und Widmer-Schmidrig, Seismic sensing and data acquisition in the GRSN, in 10 years GRSN, Wiley-Vch publisher, 2002.

## Dank

Den Mitarbeitern des Seismologischen Zentralobservatoriums Erlangen (SZGRF) für die gelungene Umrüstung des Gräfenberg Arrays. Herrn E. Wetzig für die Durchführung der Druckversuche am GRF-Topf. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) für die Finanzierung der neuen STS-2 Seismometer. Die Arbeit von D.K. wurde durch Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt (Wi 1549/3-2)

## C: Druckabschirmung

Der primäre Effekt der Gabbro-Topf Abschirmung (Abb. 6) ist eine Verminderung der Luftdruckschwankungen, die unmittelbar auf das Seismometergehäuse einwirken. Als sekundärer Effekt kann die damit erzielte thermische Abschirmung und der Schutz vor Feuchtigkeit betrachtet werden. Hier wird nur versucht, den ersten Effekt zu quantifizieren. Zu diesem Zweck wurden zwei Mikrobarometer parallel registriert, wobei einer der Sensoren in der Gabbro-Topf Abschirmung eingeschlossen wurde. Am BFO wurde eine in Stuttgart für das GRSN gebaute Gabbro-Topf Abschirmung untersucht. Herr E. Wetzig hat am SZGRF eine für das GRF gebaute Gabbro-Topf Abschirmung getestet. Innen- und Außendruck wurden im Frequenzbereich verglichen: Abb. 6 zeigt die Ergebnisse für die 20 tägige Messung am BFO, und Abb. 8 die Ergebnisse der 60 tägigen Messreihe am SZGRF. Dabei zeigt das obere Teilbild die spektrale Leistungsdichte, das Mittlere den Betrag der Übertragungsfunktion zwischen den zwei Signalen und das untere die Kohärenz der zwei Signale.

Der GRSN Gabbro-Topf zeigt eine frequenzunabhängige Druckreduktion um den Faktor 100. Der GRF Topf zeigt unterhalb von 10000s einen 1/f Verlauf der Übertragungsfunktion  $T_{xy}$  und eine Druckverminderung um den Faktor 30 bei kürzeren Perioden.

Das beobachtete Verhalten interpretieren wir folgendermaßen: ein frequenzunabhängiges Verhältnis zwischen Innen- und Außendruck kann durch instantane elastische Deformation des Gabbro-Topfs erzeugt werden - insbesondere die Gummidichtung zwischen Gabbrogrundplatte und Kochtopf. Eine 1/f proportionale Übertragungsfunktion deutet auf ein kleines Leck - im Fall vom GRF Topf mit einer Zeitkonstante von mehr als 24h.

## D: Zusammenfassung und Ausblick

Anhand der Daten der ersten 6 Monaten seit der Installation der STS-2 Seismometer gelingt es den Hum an 10 von 13 GRF Stationen nachzuweisen. Damit ist die Hum-Ausbeute vergleichbar hoch wie bei den ebenfalls mit Gabbroplatte und Kochtopf abgeschirmten GRSN Stationen und wesentlich besser als bei vergleichbaren, mit STS-2 ausgerüsteten Netzwerken (FNET, GEOFON, SDS-Net).

Zusammen mit dem GRSN lassen diese ersten Ergebnisse mit GRF Daten die berechtigte Vermutung zu, dass mit der druckdichten Gabbroplatte-Kochtopf-Abschirmung die Signalqualität des STS-2 wesentlich verbessert werden kann gegenüber einer ausschließlich nach thermischen Gesichtspunkten ausgelegten Abschirmung.

Basierend auf unseren bisherigen Analysen kann die Umrüstung des GRF zumindest bei den lang-periodischen Signalen als Erfolg gewertet werden. Neben dem zu erwartenden Gewinn durch die größere Eigenperiode des STS-2 haben unsere Analysen gezeigt, dass das GRF auch gegenüber vergleichbar ausgerüsteten Netzwerken sich durch überdurchschnittlich hohe Datenqualität auszeichnet.

Abb. 7 GRSN Gabbro-Topf

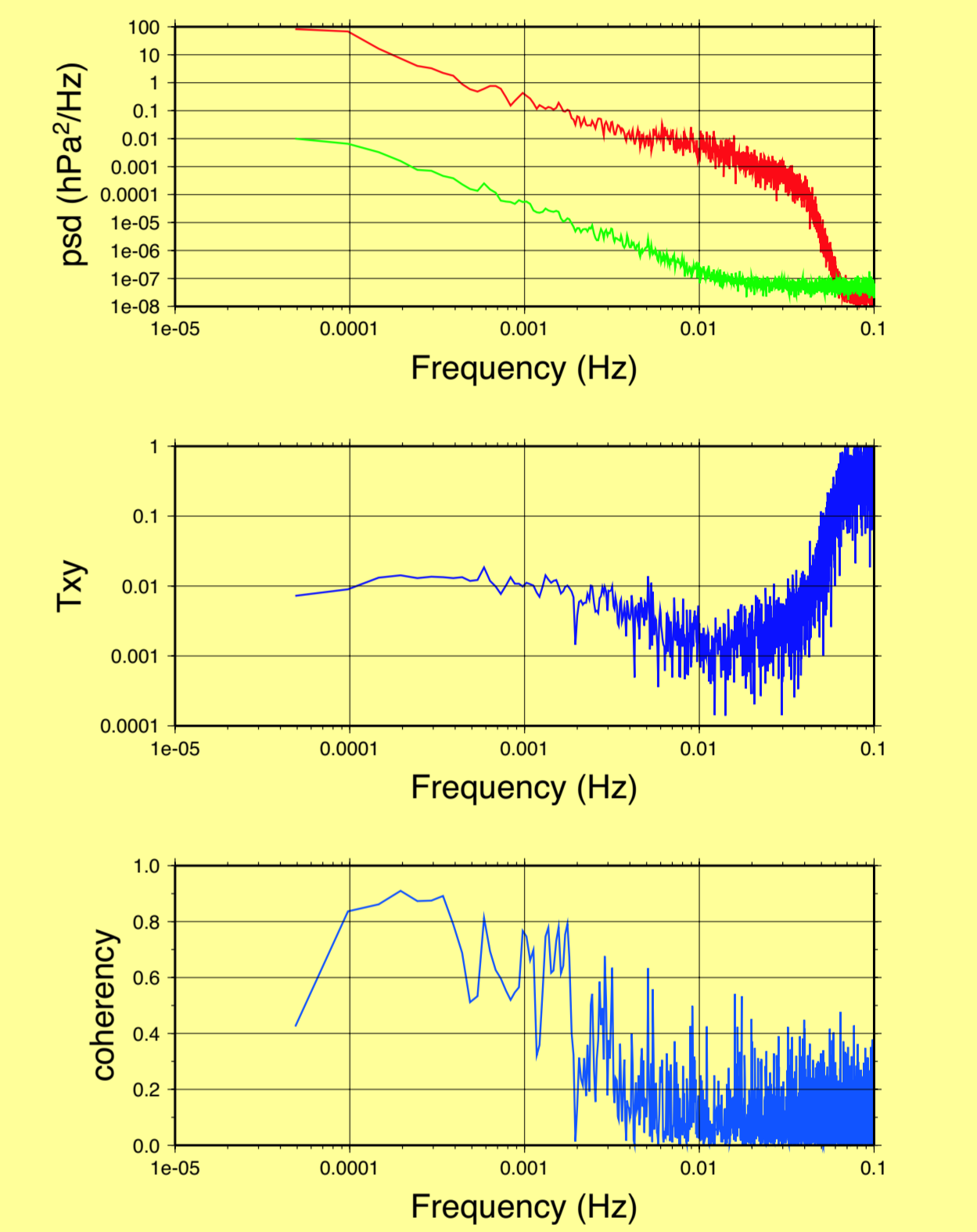


Abb. 8 GRF Gabbro-Topf

