

NEUMAYER-STATION III

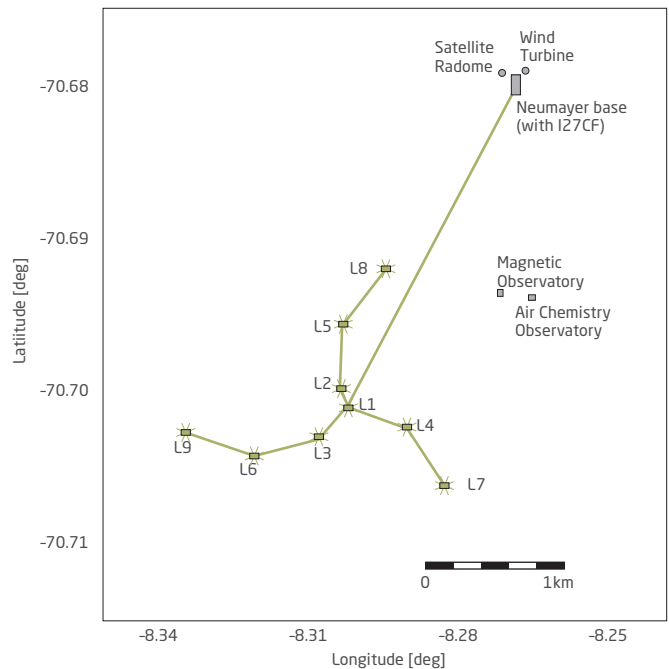


Infraschall-Messanlage IS27 zur Überwachung des Kernwaffenteststoppvertrages

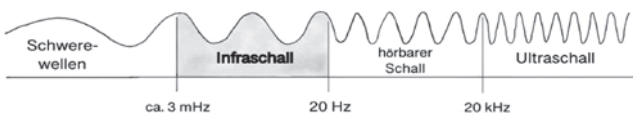
INFRASCHALL

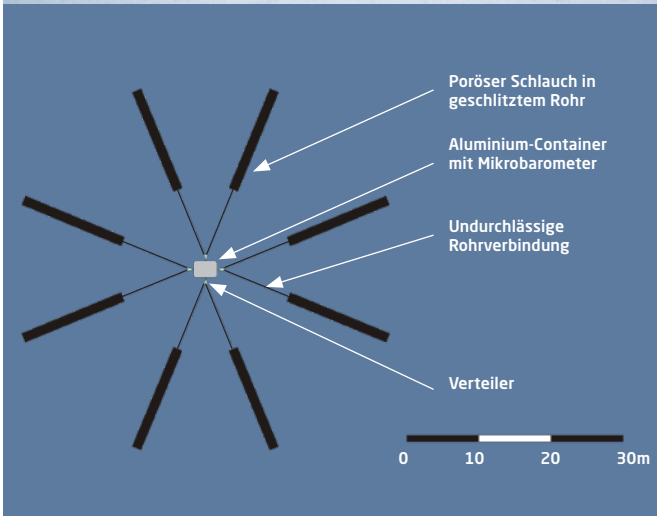
Die Infraschall-Messanlage IS27 in der Antarktis

Die in der Nähe der Neumayer-III-Station installierte Infraschall-Messanlage misst winzige Luftdruckschwankungen in der Atmosphäre. Infraschall ist für Menschen unhörbarer Schall unterhalb einer Frequenz von 20 Hz. Natürliche Infraschall-Quellen sind Vulkanausbrüche, Meteoroiden, Schelfeisabbrüche oder starke Tiefdruckgebiete über den Ozeanen. Auch künstliche Quellen wie Sprengungen, der Überschallknall von Flugzeugen oder in der Atmosphäre stattfindende Kernwaffentests erzeugen Druckwellen, die sich über große Entfernungen ausbreiten können. Die spezielle Anordnung von neun Drucksensoren an der Infraschall-Messanlage IS27 erlaubt die Detektion und Bestimmung der Herkunftsrichtung von atmosphärischen Druckwellen. Durch die kombinierte Auswertung weltweit verteilter Stationen ist eine genaue Lokalisierung der Schallquelle möglich. IS27 ist eine von 60 Infraschall-Messanlagen (Stationen), die für die Überwachung des Kernwaffenteststoppvertrages seit 1999 neu errichtet wurden.



Lage des Infraschall-Messfeldes ca. 2 km südwestlich der Neumayer-Station III: L1 bis L9 bezeichnen die einzelnen Messelemente, die von der Neumayer-Station über Kabel mit Energie versorgt werden. Ein spezielles WLAN-System funkt die Messdaten Richtung Zentrale in der Neumayer-Station, via Satellit erreichen die Daten mit nur wenigen Sekunden Verzögerung die BGR in Hannover und die CTBTO in Wien.

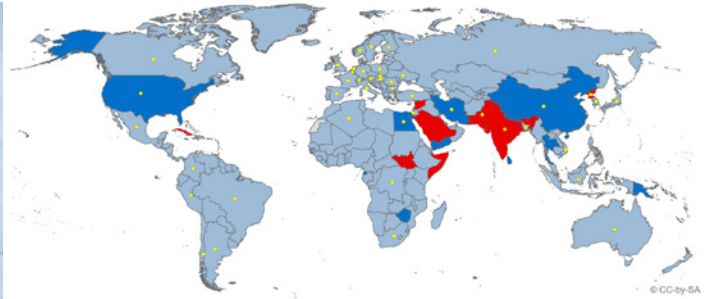




Der prinzipielle Aufbau eines einzelnen Messelements: Um Störungen durch Windeinfluss abzuschwächen, ist ein flächiger Lufteinlass in Form eines Sterns verbaut. Poröse Schläuche innerhalb der geschlitzten Schutzrohre leiten die winzigen Druckwellen zu dem zentral angeordneten Mikrobarometer. Ein Digitalisierer konvertiert analoge Messsignale zu digitalen Daten.



Nahaufnahme eines geschlitzten Rohres, kurz nach der Höhersetzung: Ein jährlicher Schneezutrag von lokal bis zu 1,5 m lässt das komplette System scheinbar versinken. Jedes Jahr zu Beginn des antarktischen Sommers werden alle neun Elemente ausgegraben und wieder auf dem Niveau der Schneeoberfläche installiert.



- Vertrag ratifiziert
- Vertrag unterschrieben
- Vertrag noch nicht anerkannt
- Staaten mit zivilem bzw. militärischem Atomprogramm, deren Ratifizierung für das Inkrafttreten des Vertrages zwingend ist

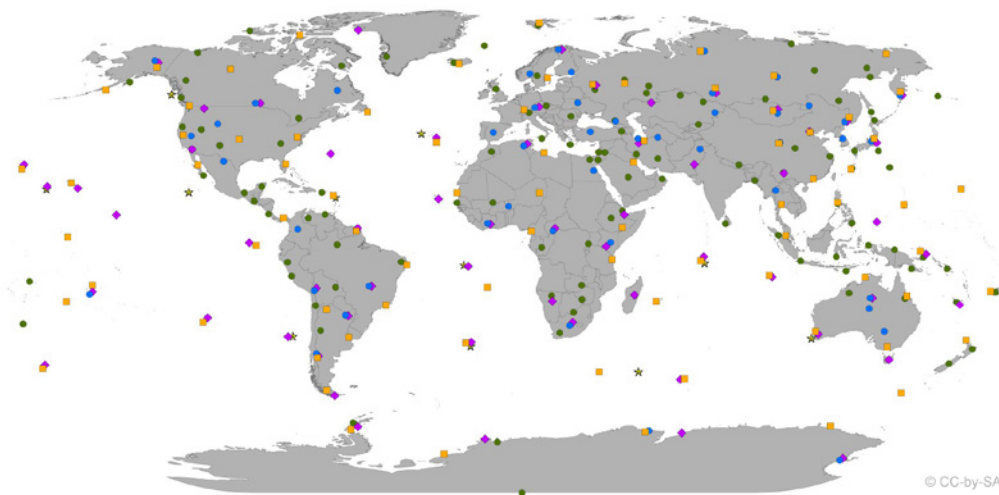
Im September 1996 unterzeichnete und im August 1998 ratifizierte die Bundesrepublik Deutschland den umfassenden Kernwaffenteststoppvertrag (CTBT - Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty), der die Durchführung von Atomtests unter der Erde, im Wasser und in der Luft verbietet.



Quelle: CC-L der CTBTO

Der politische Hintergrund

Seit 1945 fanden mehr als zweitausend Kernwaffentests statt. Eine weltweit gefährliche Zunahme der Radioaktivität in der Atmosphäre führte 1963 zum Partiellen Kernwaffenteststoppabkommen, das Kernwaffentests in der Atmosphäre, im Weltraum und in den Ozeanen verbietet. Seit 1996 liegt der internationalen Staatengemeinschaft der umfassende Kernwaffenteststoppvertrag (CTBT, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty) vor, der auch unterirdische Kernwaffenversuche verbietet. Der Vertrag wurde bisher von 184 Staaten unterzeichnet. Von den 44 namentlich genannten Staaten mit Nukleartechnologie fehlen noch 8 Staaten, die den Vertrag ratifiziert haben müssen, ehe er in Kraft treten kann. Außer Nordkorea halten sich alle Staaten seit 1998 an ein selbst gesetztes Moratorium, auf jeglichen Kernwaffentest zu verzichten. Deutschland hat den Vertrag 1998 ratifiziert und in nationale Gesetze überführt.

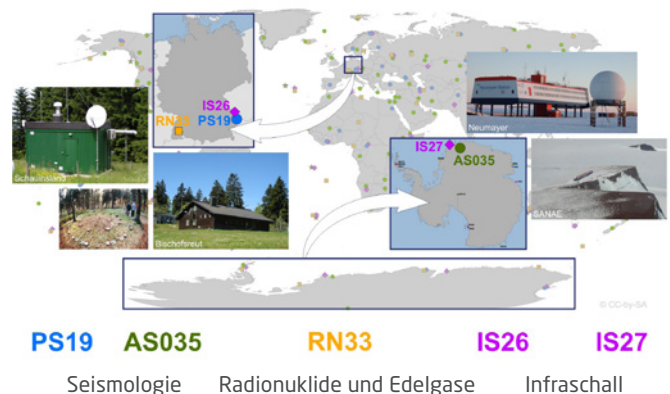


- 170 seismische Primärstationen
- Hilfsstationen
- 60 Infraschall-Messstationen
- ★ 11 hydroakustische Messstationen
- 80 Radionuklid-Messstationen

Zur Überprüfung der Einhaltung des Kernwaffenteststoppvertrages wird ein internationales Überwachungssystem (IMS - International Monitoring System) aufgebaut. Es besteht aus insgesamt 321 empfindlichen Messstationen.

Die CTBTO

Zur Überprüfung der Einhaltung des umfassenden Kernwaffenteststoppvertrages wurde eine Organisation mit Sitz bei den Vereinten Nationen in Wien gegründet (CTBTO, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization), die dafür ein internationales Datenzentrum (IDC, International Data Center) betreibt und ein weltweites Überwachungssystem (IMS, International Monitoring System) aufgebaut hat. Dabei werden vier verschiedene Technologien eingesetzt: Seismik, Infraschall und Hydroakustik dienen zur Aufdeckung von Explosionen unter der Erde, in der Atmosphäre und in den Ozeanen. Radionuklidmessungen erbringen den Nachweis des nuklearen Ursprungs einer Explosion. Das Überwachungsnetz ist dank seiner hohen Zuverlässigkeit in der Lage, weltweit jede nukleare Explosion einer Stärke von einer Kilotonne TNT-Äquivalent und höher zu entdecken, zu lokalisieren und zu identifizieren. Besteht nach der Auswertung aller Messungen der Verdacht einer Vertragsverletzung, wird eine Vor-Ort-Inspektion durchgeführt. Das IMS ist ein Netzwerk von 321 Messstationen: 170 für Seismik, 60 für Infraschall, 11 für Hydroakustik und 80 für Radionuklide. Viele der IMS-Stationen werden von nationalen Datenzentren (NDC) betrieben.



- die Infraschallstation IS27 in der Antarktis in Zusammenarbeit mit dem AWI
- die seismische Station AS35 in der Antarktis in Kooperation mit Südafrika
- die Radionuklidstation RN33 im Schwarzwald, die durch das Bundesamt für Strahlenschutz betrieben wird.

Die vertraglich geforderte Datenverfügbarkeit von 80 % innerhalb von 5 Minuten wird u.a. durch die Durchführung regelmäßiger Wartungseinsätze und der Installation von redundanten Systemen erreicht.

Die Aufgaben der BGR als Nationales Datenzentrum (NDC)

Für Deutschland nimmt die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover die Aufgaben eines NDC wahr und koordiniert die deutsche Beteiligung zur Erfüllung der vertraglichen Verpflichtungen. Dazu gehören u. a. die Beratung der Bundesregierung bei der Verifikation des CTBT und der Aufbau und Betrieb von fünf IMS-Messstationen:

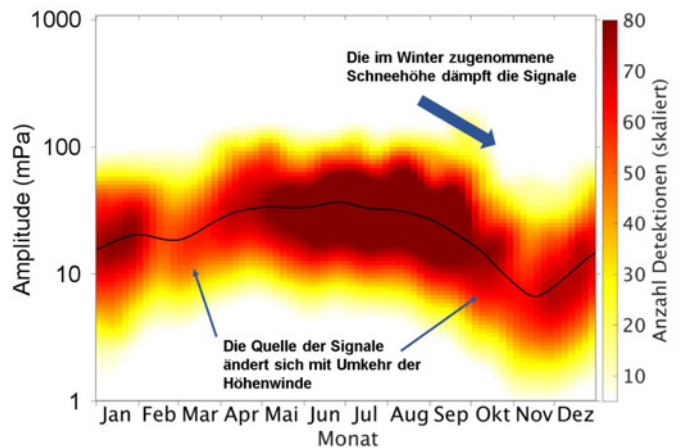
- die seismische Station PS19 und die Infraschallstation IS26 im Bayerischen Wald

Lauschen für den Weltfrieden und für die Wissenschaft

Die weltweite Überwachung der Einhaltung des Kernwaffenteststopps kann nur mit einem global verteilten Netz von Überwachungsstationen garantiert werden. Auf Grund ihrer einzigartigen Lage in der spärlich instrumentierten Südpolarregion kommt IS27 hierbei eine bedeutende Rolle bei der Überwachung atmosphäri-

scher Explosionen zu. Infraschallstationen gehören zu den wenigen, weltweit verteilten Messinstrumenten, die auch über große Entfernung die Signaturen in die Erdatmosphäre eintretender Meteoroiden registrieren können. Dazu gehören Informationen über Trajektorie, Größe und mögliche Einschlagsorte. An der Station IS27 wurden schon vielfach Signaturen großer Meteoroiden registriert. Der Einschlag der Tscheljabinsk-Feuerkugel von 2013 über Russland wurde nach 25.000 km(!) Schallausbreitung in der Antarktis deutlich nachgewiesen. Auch weitere Antarktis-Meteoriten und weltweite Feuerkugel-Ereignisse wurden im Laufe der letzten Jahre mit IS27 beobachtet. Infraschallmessungen helfen bei der Erforschung und Überwachung des nahen Erdorbits und der Erdatmosphäre.

Daten von Infraschallstationen können in einer gemeinsamen Auswertung mit Seismometerdaten als sogenannte Seismo-Akustik genutzt werden, um oberflächennahe Ereignisse wie Erdbeben und Sprengungen zu identifizieren und zu unterscheiden. Bei IS27 können die Infraschalldaten im Zusammenspiel mit den (AWI-) Seismometern des Watzmann-Arrays genutzt werden und geben so etwa wertvollen Aufschluss über Eisbeben und Eisabbrüche an der Schelfeiskante. Die Daten der deutschen IMS-Stationen stehen der weltweiten Forschergemeinschaft in Echtzeit zur Verfügung.



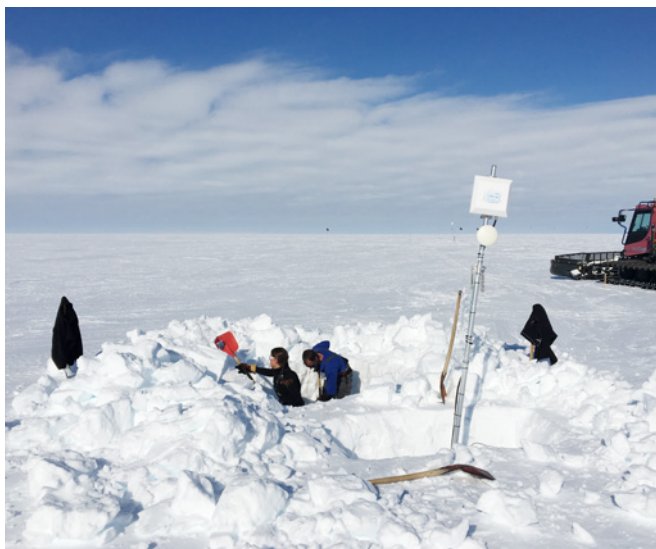
Jahresgang der Amplitude von Mikrobarom-Signalen

Die Anzahl der Detektionen (farbkodiert) ist im Hemisphären-Winter (April bis September) größer als im hiesigen Sommer (Dezember bis Februar). Auch deren Amplitude weist einen ähnlichen Jahresgang auf (schwarze Linie: gleitendes Mittel).

Von Februar bis April sowie von September bis November ändert sich die Zirkulation in der mittleren Atmosphäre. In dieser Zeit werden weniger Signale registriert und ihre Amplituden sind schwächer, da die Ausbreitung bis zur Station gedämpft wird.

Die starke Abnahme der Amplitude von September bis November ist in der im Winter in der angewachsenen Schneedecke mit monatlich etwa 7 bis 8 cm begründet. Diese dämpft die ankommenden Signale an den Sensoren auf natürliche Weise.

Die lokalen Besonderheiten jeder Infraschallstation beeinflussen das Detektionsvermögen des weltweiten Infraschallnetzes.



Hebung eines IS27-Elements durch ein AWI-Bauteam

Zusammenarbeit mit dem AWI

Ohne die Unterstützung des AWI wäre der Betrieb der Infraschall-Messanlage nicht möglich - unter anderem durch Bereitstellung von Infrastruktur, wie z. B.:

- Energieversorgung und Kommunikationsanbindung oder auch Unterkunft und Verpflegung von BGR-Mitarbeitern während des Wartungseinsatzes
- Medizinische Betreuung
- Logistische Unterstützung: An- und Abreise per Flugzeug, Transport von Ausrüstung und Ersatzteilen per Schiff
- Zwei Überwinterer werden speziell geschult und sind während des Polarwinters für den zuverlässigen Betrieb der Infraschall-Messanlage verantwortlich

Kontakt zu den Experten



Mathias Hoffmann
Dipl. Geophysiker, BGR Hannover
mathias.hoffmann@bgr.de



Torsten Grasse
Dipl. Ingenieur, BGR Hannover
torsten.grasse@bgr.de