



Nicolás Masello Quillfeldt, Pierre Alexis Lagadrillière, Robert Metzger
DLR Oberpfaffenhofen, Münchener Strasse 20, D-82234 Wessling

Einführung

Auf einer kleinen Insel, etwa 30 km südwestlich der Nordspitze der antarktischen Halbinsel in unmittelbarer Nachbarschaft zur chilenischen Basis General Bernardo O'Higgins, betreibt seit 1991 das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) die deutsche Antarktisstation GARS O'Higgins.

Die wichtigsten Aufgaben der Station sind Empfang von Erdbeobachtungsdaten polarumlaufender Satelliten und geodätische Messungen der Kontinentaldrift. Hierzu dient

eine 9m Radioantenne, die auch als Radioteleskop verwendet wird.

Außerdem gibt es dort Anlagen zum Empfang von Global Navigation Satellite System (GNSS) Daten und zur Kalibrierung von Satelliten mit Synthetic Aperture Radar (SAR) Systemen, sowie Wetterstationen.

Der Betrieb der Station und die erforderliche Logistik erfolgen primär in enger Zusammenarbeit mit Chile (Instituto Antártico Chileno – INACH, Fuerza Aérea de Chile – FACH, Armada de Chile, Ejército de Chile) sowie Brasilien (Proantar) und Uruguay (Instituto Antártico Uruguayo). Seit 2010 wird die Station ganzjährig mit einer 4-köpfigen Besatzung vor Ort betrieben.



Abb. 1: Die deutsche Antarktisstation GARS O'Higgins (weiß) und die chilenische Station General Bernardo O'Higgins (rot) auf einer kleinen Halbinsel im Nordwesten der Antarktischen Halbinsel

Logistik

O'Higgins ist, abhängig von den Wetterbedingungen, ganzjährig erreichbar. Die Anreise erfolgt entweder mit dem Schiff aus Punta Arenas in Chile. Oder sie erfolgt mit einem Flugzeug von Punta Arenas über King George Island. Von dort geht es mit einem Kleinflugzeug oder Hubschrauber der FACH weiter.

Die Station besteht aus 35 20-Fuß-ISO-Containern, von denen 15 für Forschung und Unterkunft und die Übrigen für die Versorgung verwendet werden. Sie besitzt eine eigene Stromversorgung durch Dieselgeneratoren, eine Salzwasseraufbereitungsanlage zur Gewinnung von Trinkwasser und eine biologische Kläranlage. Abfälle werden gesammelt und zum Festland transportiert. Ein Internet- und Telefonanschluss sind vorhanden und im begrenzten Umfang verfügbar.

Auf der Station befinden sich zwei deutsche Ingenieure und zwei chilenische Kooperationspartner, die jeweils für 2-3 Monate dort bleiben. Die Zimmer sind für eine bis zwei Personen eingerichtet und mit einem Arbeitsplatz ausgestattet. Bis zu zwölf Personen können untergebracht werden.

Die Station verfügt über zwei Küchen samt Kühlschränken und Tiefkühltruhen, sowie Lagerräume für Lebensmittel. Grundsätzlich gilt, dass jeder selbst Essen mitbringt und kocht. Es ist üblich, sich untereinander abzusprechen und gemeinsam zu wirtschaften. Auch am Reinigen der Station ist eine Beteiligung von jedem erwartet.

Vor Ort befinden sich ein Elektroniklabor und eine mechanische Werkstatt mit ausreichend Ersatzteilen. Die Möglichkeit besteht, Teile vor Ort selbst anzufertigen oder zu reparieren.

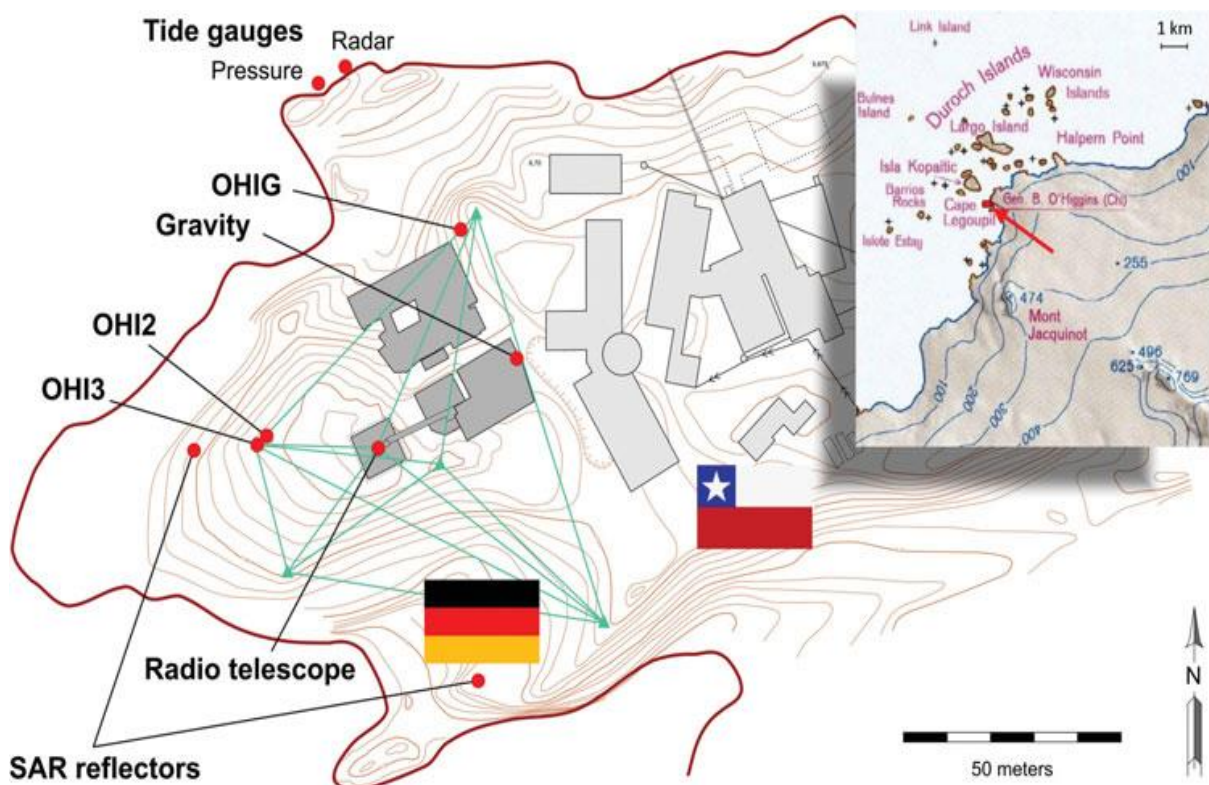


Abb.2: Die Lage der Gebäude und Messinstrumente auf GARS O'Higgins (Meerespegelmessgeräte, OHIG und Gravimeter sind nicht mehr vorhanden)



Abb.3: Die 9m- Radarantenne und im Vordergrund einige einheimische Eselspinguine

Instrumente

Wichtigstes wissenschaftliches Instrument ist die Radioantenne OHG, mit einem Reflektordurchmesser von 9m. Ihre spezielle Konstruktion erlaubt den Betrieb selbst bei für O'Higgins typischen Windgeschwindigkeiten von 180km/h. In Parkposition kann sie Windgeschwindigkeiten von 300km/h standhalten.

OHG empfängt von Satelliten Erdbeobachtungsdaten im X-Band (8025 – 8500 MHz) und Telemetrie im S-Band (2200 – 2300 MHz) und sendet Kommandos im S-Band (2025 – 2120 MHz). Außerdem leistet die Antenne Launch and Early Orbit Phase (LEOP) Unterstützung.

Des Weiteren werden mit der Antenne Very Long Baseline Interferometry (VLBI) Messungen durchgeführt. Aus der Verzögerung der Ankunft eines Signals einer bekannten interstellaren Radioquelle zu 2 Stationen wird die Entfernung zwischen beiden überwacht, um die Kontinentaldrift zu messen. OHG bildet in diesem Rahmen Teil

eines Netzwerks von Radioteleskopen, International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS), die rund um den Globus verteilt sind.

Neben OHG besitzt GARS O'Higgins noch andere geodätische Messinstrumente.

Zwei GNSS Referenzstationen dienen als Referenzpunkte des Internationalen GNSS Service (IGS) und zur Messung der Kontinentalplattenbewegung. An der Küste waren bis 2017 zwei Geräte angebracht, die unter Wasser die Höhe der darüber befindlichen Wassersäule, sowie Temperatur und Salzgehalt gemessen haben und die die Entfernung von einem externen Referenzpunkt zur Wasseroberfläche mit Radartechnik ermittelt haben. Sie sind leider nicht mehr vorhanden, aber es sind langjährige Datensätze des Meeresspiegels in O'Higgins verfügbar.

Zwei Eckenreflektoren dienen als Referenzpunkte für SAR Instrumente an Bord von Satelliten.

Hauptmissionen

OHG empfängt derzeit regelmäßig Daten der TerraSAR-X und TanDEM-X Missionen. Für die Missionen TerraSAR-X, TanDEM-X, und FireBIRD (BIROS und TET-1) leistet OHG Telemetry Tracking and Command (TT&C). OHG hat auch NEOSat, Cassiope und Flying Laptop während ihrer LEOP unterstützt. In der Vergangenheit hat OHG auch für die Grace Mission TT&C geleistet und Daten der European Remote Sensing (ERS) Mission empfangen.



Ergebnisse

Daten, die mit OHG empfangen wurden, dienen u.a. der Kartographie der Antarktis, vor allem der Eisschelfs. Diese Daten werden für Verbesserung des Verständnisses von Gletscher und Eismassenbewegung verwendet. Kleine Strukturen im Eis, wie etwa Spalten, sind auch von Interesse, da detaillierte Karten von diesen die Sicherheit bei der Fortbewegung auf dem Eis deutlich erhöhen.

OHG empfängt auch Daten der TanDEM-X Mission, um durch Radarmessungen ein einheitliches digitales Höhenmodell (DEM) der gesamten Erdoberfläche in sehr präziser

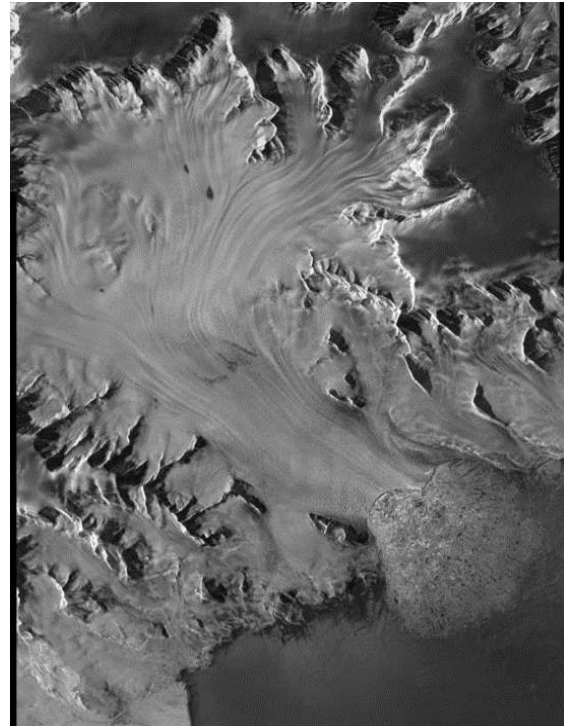


Abb. 4: Radaraufnahme von TerraSAR-X des Drygalski Gletschers auf der Antarktischen Halbinsel

Auflösung zu erstellen. Ohne die Empfangsbereitschaft der Station wäre es nicht möglich, alle hierfür benötigten Daten zu erhalten.

Für die Wissenschaft ist dadurch seit kurzem ein DEM mit 90 Metern Auflösung kostenlos verfügbar. Dieses Modell ist unter der Adresse <https://tandemx-90m.dlr.de/> erhältlich. DEMs mit besserer Auflösungen sind mit einem wissenschaftlichen Antrag verbunden. Mehr Informationen hierzu gibt es unter <https://tandemx-science.dlr.de/>.

Durch Near Real Time (NRT) Datenprozessierung und -übertragung von TerraSAR-X Radaraufnahmen an Forschungsschiffe, kann die Navigation im Meereis verbessert werden. Schiffsbasierte Radarsysteme sind nur lokal aufgelöst und liefern daher ein unvollständiges Bild, wohingegen Satellitenbilder u.a. einen größeren Blickwinkel anbieten. Entsprechende Tests, bei denen den Schiffen auf Anfrage bis zu zweimal täglich Satellitenbilder zugesendet wurden, verliefen sehr positiv.

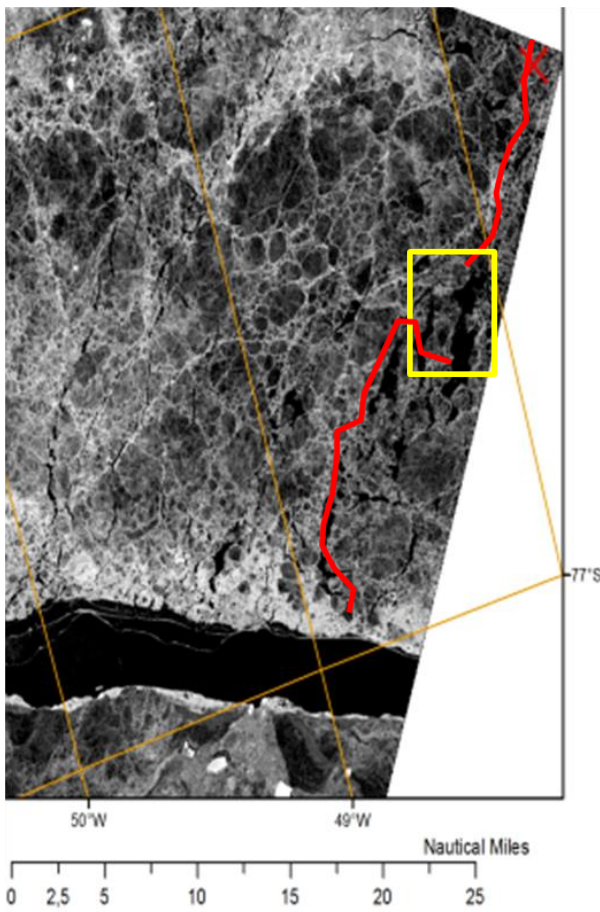
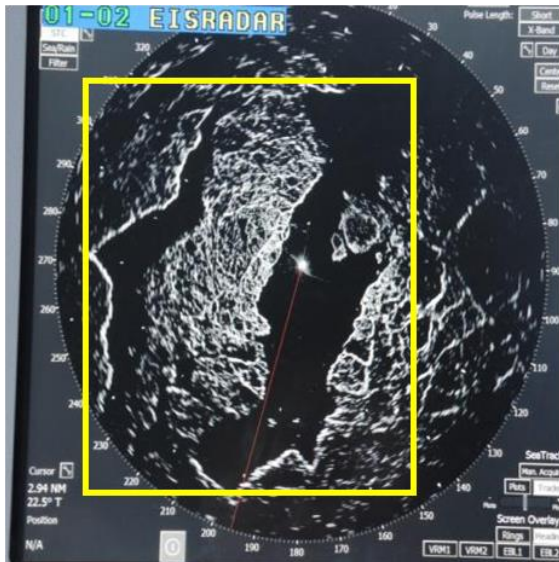


Abb. 5: Eisradar des Eisbrechers Polarstern (oben) verglichen mit dem Radarbild von TerraSAR-X und der optimierten Route durchs Eis (unten)

OHG verbessert durch ihre einzigartige Lage auf hohem südlichem Breitengrad den

terrestrischen IVS Referenzrahmens enorm und steigert so die Genauigkeit geodätischer Messungen, abhängig vom gemessenen Wert, um 5.3% bis 18.1%.

Durch die VLBI Messungen konnte eine relative Plattenbewegung von im Durchschnitt jährlich +5,6mm in Höhe, +15,5mm nach Osten und +9.0mm nach Norden ermittelt werden. Diese Werte stimmen gut mit GNSS Messungen überein, die während der Zeit ebenfalls gemacht wurden.

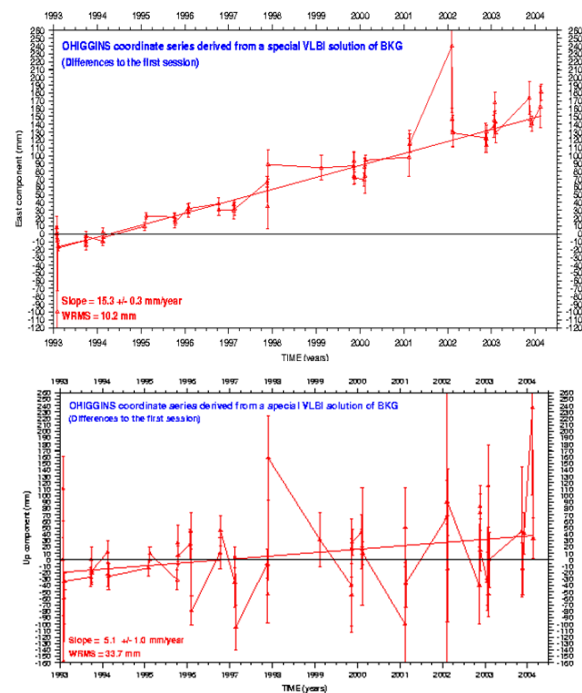


Abb. 6: Geodätische Messungen der Veränderung der Position der Station nach Osten (oben) Norden (Mitte) sowie Veränderungen der Höhe (unten) im Vergleich zur ersten Messung.

Außerdem wurde mit OHG und anderen Antennen eine Vielzahl extraterrestrischer Radioquellen beobachtet, unter anderem Active Galactic Nuclei (AGN), wie etwa das Zentrum der Milchstraße. Auch hier bedeutet die Einbeziehung von OHG eine Zunahme der Genauigkeit der Beobachtung, so konnte das momentan höchst aufgelöste Bild eines AGN, Centaurus A, gemacht werden.

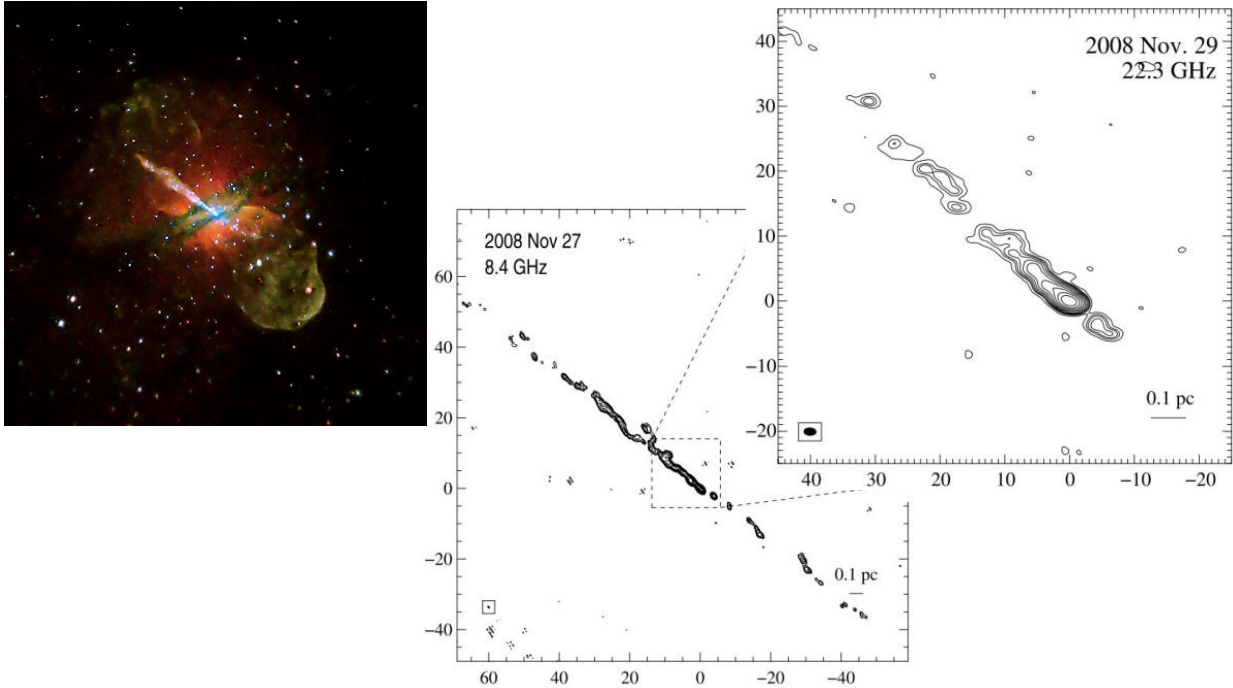


Abb. 7 Die mit OHG aufgenommenen Daten der Galaxie Centaurus A zeigen das aktive Zentrum und die Materiestrahlen, die aus dem Zentrum geschleudert werden (Mitte, rechts). Zum Vergleich eine zusammengesetzte Aufnahme im Röntgenspektrum die vom Chandra Weltraumteleskop der NASA gemacht wurde -NASA/CXC/CfA/R.Kraft et al (links)

Referenzen

Earth and space observation at the German Antarctic Receiving Station O'Higgins -
Thomas Klügel, Kathrin Höppner, Reinhard Falk, Elke Kühmstedt, Christian Plötz, Andreas Reinhold, Axel Rülke, Reiner Wojdziak, Ulrich Bals, Erhard Diedrich, Michael Eineder, Hennes Henniger, Robert Metzsig, Peter Steigenberger, Christoph Gisinger, Harald Schuh, Johannes Böhm, Roopesh Ojha, Matthias Kadler, Angelika Humbert, Matthias Braun, Jing Sun:

https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/1FF42E760BFD6D0F9BEC750EC264E9C9/S0032247414000540a.pdf/earth_and_space_observation_at_the_german_antarctic_receiving_station_ohiggins.pdf

Dual-frequency VLBI study of Centaurus A on sub-parsec scales. The highest-resolution view of an extragalactic jet -

Müller, C., M. Kadler, R. Ojha, J. Wilms, M. Böck, P.G. Edwards, C.M. Fromm, H. Hase, S. Horiuchi, U. Katz, J.E.J. Lovell, C. Plötz, T. Pursimo, S. Richers, E. Ros, R.E. Rothschild, G.B. Taylor, S.J. Tingay, J.A. Zensus:

<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2011/06/aa16605-11.pdf>

Informationen und Kontaktpersonen

Stationsdirektor: Dr. Erhard Diedrich
erhard.diedrich@dlr.de

Stationsmanager: Robert Metzsig
robert.metzsig@dlr.de

Stationsingenieur: Pierre-Alexis Lagadrillière
pierre.lagadrilliere@dlr.de

BKG:
<http://ivs.bkg.bund.de/vlbi/ohiggins/>

DLR:
<https://www.dlr.de/gars/>
https://www.dlr.de/eoc/Portaldata/60/Resources/dokumente/gars/Info_DLR-ground-station-OHG.pdf

TANAMI:
<http://pulsar.sternwarte.uni-erlangen.de/tanami/>

IVS:
<https://ivscc.gsfc.nasa.gov/>

IGS:
<https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/what-gnss>
<http://www.igs.org/>