



LOFAR (Low Frequency Array) ist ein neuartiges Radioteleskop für kosmische Meter-Wellen (1.25-30 Meter bzw. 10-240 MHz) und bildet die größte vernetzte Teleskopanlage der Welt, bestehend aus 40 Stationen in den Niederlanden, 6 Stationen in Deutschland und weiteren Stationen in anderen Ländern Europas. Die Station Effelsberg ist seit 2007 in Betrieb.



Schematische Darstellung des LOFAR-Netzwerks mit Zentrum in den Niederlanden und weiteren Stationen in Deutschland und anderen europäischen Ländern. (© Spektrum der Wissenschaft/Emde-Grafik)

LOFAR wird erstmals in der Lage sein, langwellige Radiostrahlung von Wasserstoffgas aus der Frühzeit des Universums zu messen; Radiostrahlung, die durch die Expansion des Weltalls von ursprünglich 21cm auf etwa die zehnfache Wellenlänge "auseinander gezogen" wurde. Radiostrahlung im Meterwellenbereich stammt auch von schnellen Elektronen, die sich in schwachen Magnetfeldern bewegen. Die deutschen Wissenschaftler möchten mit LOFAR Magnetfelder in Milchstraßensystemen, in Galaxienhaufen und in der Umgebung von Schwarzen Löchern beobachten. Planeten in anderen Sonnensystemen können ebenfalls durch ihre langwellige Radiostrahlung aufgespürt werden. Auch die Radiostrahlung von Eruptionen auf der Sonne lässt sich mit LOFAR in einer bislang unerreichten Präzision verfolgen. Damit kann der Einfluss der Sonne auf die Erde und unsere Zivilisation besser verstanden werden.

Das MPIfR Bonn leitet das internationale "Key Science" Projekt über "Kosmische Magnetfelder" und das Astrophysikalische Institut Potsdam das Projekt "Sonnenphysik und Weltraumwetter".



Standorte der ersten fünf LOFAR-Stationen in Deutschland (2007-2011, rote Symbole), der geplanten Station in Hamburg (orange) sowie des LOFAR-Kerns aus 24 Stationen bei Exloo in den Niederlanden. (© D. Lehmann, AIP)

Klassische Radioteleskope sammeln – ähnlich wie Satellitenschüsseln - die Strahlung mit Metallspiegeln, und computergesteuerte Motoren bewegen das Teleskop am Himmel. LOFAR ist das erste digitale Radioteleskop, das keine beweglichen Teile und Motoren mehr benötigt. Das Teleskop besteht aus einer großen Zahl von Antennen, die fest am Boden montiert und in Stationen (Antennenfeldern) angeordnet sind. Damit wird der gesamte Himmel auf einmal erfasst. Die Blickrichtung wird elektronisch gesteuert. LOFAR kann in mehrere Richtungen gleichzeitig "sehen", also mehrere Astronomen-Teams mit Daten versorgen.

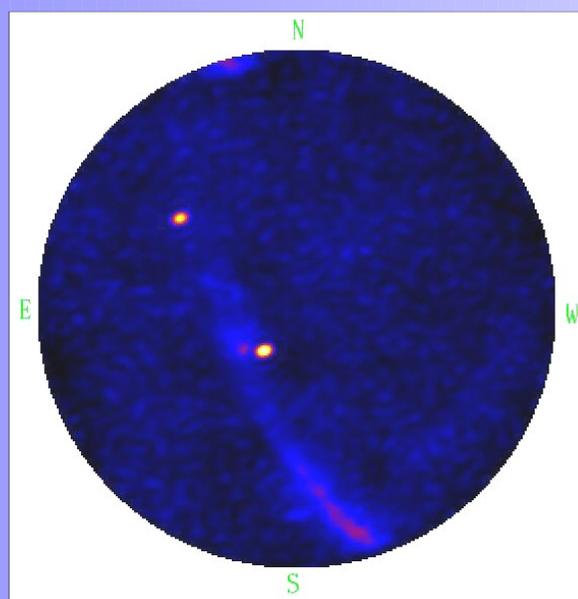


LOFAR-Antenne für Radio-Wellenlängen 4 bis 30 Meter bzw. Frequenzen 10-80 MHz (oben) und 1.25 bis 3 Meter bzw. 110-240 MHz (unten). Je 96 Antennen (oben) und 96 x16 Antennen (unten) bilden eine Station. (© MPIfR / ASTRON)

Das radioastronomische Institut ASTRON in den Niederlanden baut 2005-2012 40 Stationen mit dem Kern bei Exloo (Westfriesland), die das niederländische LOFAR bilden. Das zentrale Rechenzentrum mit einem Blue Gene/P, einer der schnellsten Rechner der Welt, und mehreren Rechenclustern, arbeitet an der Universität von Groningen. Seine Rechenleistung von 35 Teraflops und sein Datenspeicher von einem Petabyte (10^{15} Byte) reichen aus, um die gewaltige Datenrate von rund 250 Gbit/s, die ständig von den Stationen eingeht, in Echtzeit verarbeiten zu können.



Die erste deutsche LOFAR-Station mit einer Ausdehnung von etwa 130 x 60 Metern in unmittelbarer Nähe des 100m-Radioteleskops bei Bad Münstereifel-Effelsberg. (© James M. Anderson, MPIfR)



Radiobild des gesamten Himmels der Effelsberger LOFAR-Station, gemessen am 10. November 2009 bei 120 MHz mit 96 der 1536 Antennen für kurze Wellenlängen, in nur 2 Minuten Messzeit. Von oben links bis unten rechts ist die Radiomilchstraße zu erkennen. Die helle Quelle oben links ist der Supernova-Überrest Cas A und in der Mitte die Radiogalaxie Cyg A. (© James M. Anderson, MPIfR)

LOFAR erstreckt sich über große Teile Europas und erreicht damit eine Winkelauflösung unterhalb einer Bogensekunde. Die Stationen werden mithilfe modernster Datenleitungen verbunden. Die erste deutsche LOFAR-Station wurde 2007 in unmittelbarer Nähe des 100m-Radioteleskops bei Bad Münstereifel-Effelsberg in Zusammenarbeit zwischen ASTRON und dem Bonner Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) aufgebaut. Weitere vier deutsche LOFAR-Stationen (Garching, Tautenburg, Bornim bei Potsdam und Jülich) sind seitdem dazugekommen. Mit den 40 niederländischen Stationen und jeweils einer Station in England, Frankreich und Schweden stellt LOFAR bereits die größte vernetzte Teleskopanlage der Welt dar.