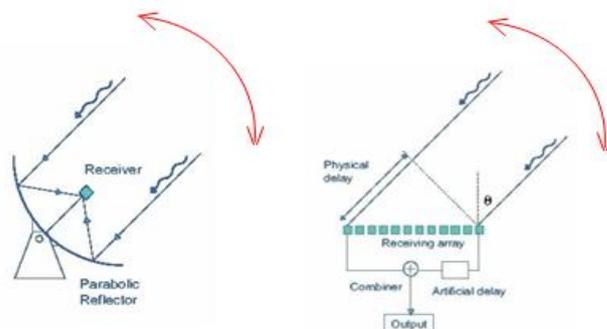


LOFAR, was ist das ?

LOFAR ist das Akronym für **LOw Frequency Array**. Dahinter verbirgt sich ein neuer Teleskoptyp im Radiofrequenzbereich. LOFAR besteht nicht, wie bisher üblich, aus einem kompakten Instrument, sondern aus einer Vielzahl von einfachen Dipolantennen, wie man sie auch zum Radioempfang oder im Funkverkehr verwendet. Um eine scharfe, schwenkbare Richtcharakteristik mit einer für astronomische Anwendungen hinreichenden Winkelauflösung zu erhalten, werden die Dipole über weite Areale verteilt und elektronisch zusammengeschaltet.

Aufgabe eines Teleskops ist, die parallel auf die Linsen- oder Spiegeloberfläche einfallende ebene Wellenfront von Licht oder Radiosignalen in jedem Flächenelement zeitlich so zu verzögern, dass sich in einem bestimmten Abstand von der Linse bzw. dem Spiegel ein Fokus bildet. Diese zeitliche Verzögerung wird normalerweise durch die Form des optischen Mediums bewirkt (Linse oder Parabolspiegel), sie kann aber auch auf elektronischem Wege erreicht werden. Dazu muss man nur eine einfache planare Anordnung von getrennten Empfangssegmenten aufbauen und das Licht bzw. die Radiowellen für jedes einzelne Segment getrennt in ein elektrisches Signal umwandeln. Dieses wird dann entsprechend den einfallenden Phasen der Wellen individuell so verzögert, dass alle Signale im Fokus zeitgleich ankommen. Das Prinzip entspricht einem sogenannten **phased array**, also einer Phasen-gesteuerten Antenne (siehe Bild 1). Die elektronische Steuerung der einzelnen Zeitverzögerungen gestattet

Bild 1



Quelle: MPIfR Bonn

Prinzip: Phased array

auch die mechanische horizontale Drehung und vertikale Schwenkung des Teleskops nachzubilden. Die **Winkelauflösung** des arrays wird, wie bei jedem anderen Teleskop durch das Verhältnis **Apertur (Öffnungsweite) zu Wellenlänge** bestimmt. Da man derartige planare Anordnungen z. B. einfacher Dipolantennen über extrem große Areale aufbauen kann, lassen sich erheblich bessere Winkelauflösungen als bei konventionellen Radioteleskopen erreichen und das mit vergleichsweise minimalem, so gut wie wartungsfreiem Hardwareaufwand.

LOFAR ist nun ein solches riesiges array, bei dem in einem gesamteuropäischen Projekt derzeit (Stand 2014) 38 Stationen in den Niederlanden, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien u. a. (siehe Bild 2) über schnelle Datenleitungen mit einem Zentralrechner in Holland verbunden und dort zu einem riesigen **virtuellen Radioteleskop** zusammengeschaltet sind. Eine dieser Stationen befindet sich auch in Effelsberg unterhalb des 100 m-Spiegels (siehe Bild 3). Sie besteht aus zwei Dipol-Feldern, aufgeteilt in zwei

Frequenz-bänder, von jeweils 10 MHz – 80 MHz und 110 MHz - 240 MHz. Das Feld des unteren Frequenzbandes besteht aus 96 x 2 Dipolen, das des oberen Bandes aus 96 x 16 Antennen.

Bild 2



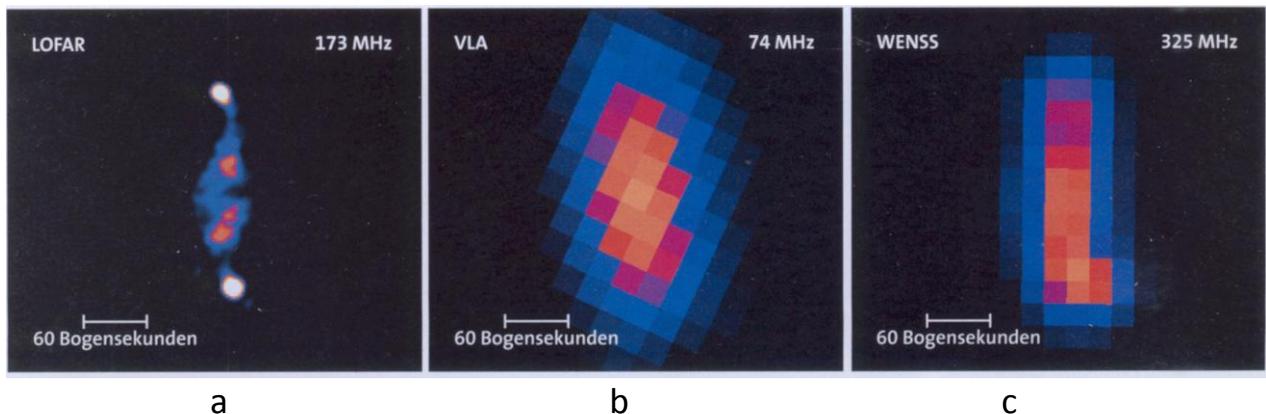
Quelle: faculty.jacobs-university.de

Bild 3



Quelle: MPIfR-Bonn

Wie leistungsfähig LOFAR im Vergleich zu anderen großen Radioteleskopen schon jetzt ist – es soll später noch weiter ausgebaut werden –, ist in Bild 4 zu erkennen. Insbesondere der einfache konstruktive Aufbau mit den fast unbegrenzten Erweiterungsmöglichkeiten ist faszinierend.



Quelle: Reinout van Weeren
(University of Leiden)

Bild 4

Radiogalaxie 3c61.1,
Vergleich der Auflösung von:

- a **Lofar** 20 Stationen, Europa, 173 MHz
- b **Very Large Array**, New Mexico, 74 MHz
- c **Westerbork Synthesis Radio Telescope**, Niederlande, 325 MHz

Peter Steffen