

RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

Schwerpunkt

GRENZEN DER WISSENSCHAFT

MEDIZIN: SCHNITTSTELLE MENSCH/MASCHINE

ASTRONOMIE: AN DER GRENZE DES MESSBAREN

THEOLOGIE: GLAUBE ODER WISSENSCHAFT

Kosmische Magnetfelder

UNGEAHRTE ORDNUNG IM ALL



Aufnahme: ESO/IDA/Damish 1.5 m/R. Gendler and J.-E. Ovaldsen

Moderne Radioteleskope fördern Strukturen zutage, die niemand erwartet hätte.

Ein feiner Draht, teils vorm Hintergrund kaum auszumachen, ist alles, was man von der überirdischen Messtechnik der Radioteleskope sieht, die in Jülich in den Himmel schauen. Keine beeindruckend großen Schüsseln und Antennen, nur die pyramidenförmig aufgespannten Metallfäden auf der Wiese. „Es sind ganz normale Drähte, so wie man sie auch als Antenne an einem Radio findet“, erklärt Prof. Dr. Ralf-Jürgen Dettmar, dessen Team am Bau der Teleskopanlage Lofar, kurz für Low Frequency Array, am Forschungszentrum Jülich beteiligt war. Mit ihnen fangen die Astronomen Radiostrahlung von weit entfernten Galaxien auf. Der Jülicher Standort ist dabei nur einer von zahlreichen in Europa, die Daten in ein gemeinsames Netz einspeisen, das im niederländischen Groningen zusammenläuft.

Auch wenn die Teleskopantennen auf den ersten Blick unscheinbar aussehen, steckt Hightech in der Anlage. „Die Daten werden heute alle digitalisiert, sodass die Signale von mehreren Antennen leicht kombiniert und korreliert werden können“, erzählt Ralf-Jürgen Dettmar, der an der Ruhr-Universität den Lehrstuhl für Astronomie leitet. „Damit haben wir die Grenze des Beobachtbaren hinausgeschoben.“ Denn mit der Technik können Forscher Daten mit einer höheren Empfindlichkeit aufzeichnen und aus einem breiteren Frequenzband auswerten als zu nicht-digitalen Zeiten, in denen sämtliche Verbindungen mit kleinen Kabeln hergestellt werden mussten. Das führt auch dazu, dass heute wesentlich mehr Daten anfallen als früher. „Wo wir damals einen Messpunkt hatten, sind es heute 1.024 oder 2.048 oder sogar noch mehr“, verdeutlicht Dettmar. Alle neuen Radioteleskope funktionieren mit digitaler Technik. Die RUB-Gruppe ist an verschiedenen Großforschungsprojekten weltweit beteiligt, indem sie neue Methoden für die Datenanalyse entwickelt und bestimmte kosmische Phänomene untersucht, etwa galaktische Magnetfelder, die sich indirekt mit Radioteleskopen messen lassen.

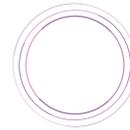
Die Radiostrahlung entsteht durch folgenden Mechanismus: In gewaltigen Sternexplosionen werden freie Elektronen beschleunigt, die aufgrund ihrer Ladung im kosmischen Magnetfeld eine schnelle Kreisbewegung vollführen. Dabei senden sie Strahlung im Radiowellenbereich aus. Da die Kreisbewegung an das Magnetfeld gekoppelt ist, enthält die Strahlung Information über das Magnetfeld selbst. Die Teleskope zeichnen Punkt für Punkt ein Bild der Strahlungsverteilung in einem bestimmten Himmelsbereich auf, und die Forscher können anhand der Radiosignale die Stärke und Richtung des Magnetfeldes berechnen.

Ralf-Jürgen Dettmars Team hat mit dieser Methode schon einige neue Erkenntnisse über die Magnetfelder von Galaxien gesammelt. „Galaxien wie unsere Milchstraße sind relativ platte Objekte, die wir uns als Scheibe vorstellen müs-



Adam Enders (rechts) suchte schon in seiner Bachelor-Arbeit am Lehrstuhl Astronomie, den Ralf-Jürgen Dettmar (links) leitet, nach kleinen Galaxien, sogenannten Zwerggalaxien, mit hoher Sternentstehungsrate. Jetzt will er diese auch bei Radiowellenlängen beobachten. (Foto: dg)

Die Lofar-Anlage in Jülich hat zwar keine großen Schüsseln, bildet aber trotzdem ein leistungsfähiges Teleskop. Mit dünnen Drähten, die diagonal von einer zentralen Stange zum Boden führen, fängt die Anlage Radiostrahlung aus dem All auf. (Foto: Forschungszentrum Jülich)



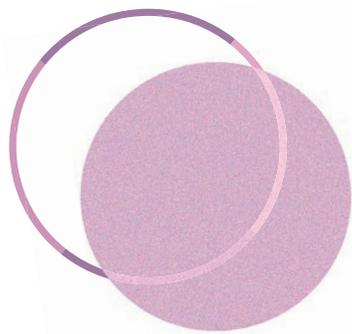
sen“, veranschaulicht er. „Früher hat man geglaubt, dass die Magnetfelder in der Scheibe gefangen sind.“ Die Bochumer Astronomen belegten jedoch, dass das nicht stimmt. „Wir haben gezeigt, dass das Magnetfeld aus der Scheibe herausguckt“, erzählt Dettmar. Ähnlich wie das Erdmagnetfeld unseren Planeten umgibt, erstreckt sich das galaktische Magnetfeld von der Scheibe in das intergalaktische Medium, also den Raum zwischen den Galaxien. „Aber das wirklich Überraschende war: Das Magnetfeld der ersten Galaxie, die wir untersucht hatten, hatte eine großskalige reguläre Struktur“, so der Astronom. Das ist erstaunlich, wenn man den Ursprung der Magnetfelder betrachtet. Sie entstehen durch den turbulenten Prozess der Sternexplosion. Immer wieder gehen Sterne einer Galaxie in Supernovae unter, wobei die Folgen einer solchen Explosion über Millionen von Jahren nachwirken. Die Energieausbrüche aller Supernovae zusammengenommen erzeugen das Magnetfeld der Galaxie. Dass aus einem solch chaotischen Prozess ein großräumig geordnetes Magnetfeld hervorgeht, verblüffte die Forscher. Die zugrunde liegenden Mechanismen sind bislang nicht vollständig verstanden.

Zunächst galt es für die Bochumer Astronomen und Astronomen zu zeigen, dass ihre Beobachtung kein Einzelfall war. „Die Messtechnik ist durch die Digitalisierung so viel besser geworden, dass wir eine größere Stichprobe erheben konnten“, sagt Ralf-Jürgen Dettmar. Im ersten Anlauf hatten die Forscher nur drei Galaxien untersuchen können. Inzwischen liegen ihnen Daten von rund 40 Galaxien vor, die in 400 Stunden Messzeit an einer nordamerikanischen Teleskopanlage erhoben wurden. Die Aufzeichnung erfolgte

bereits 2011 und 2012; fünf Jahre später liegen nun erste Ergebnisse der Analysen vor. „Durch die Digitalisierung fielen plötzlich so viele Daten an, dass wir erst einmal eine passende Ausstattung brauchten, um sie handhaben zu können“, erzählt Dettmar. Auch die alten Analysemethoden waren nicht mehr ausreichend; neue Algorithmen mussten her, um Magnetfeldstärke und -ausrichtung aus dem großen Datenvolumen berechnen zu können.

Auf die Magnetfeldstärke schließen die Forscher anhand der Intensität der gemessenen Radiostrahlung. Die Magnetfeldrichtung berechnen sie aus der Polarisationsrichtung der empfangenen Strahlung. „Die Strahlung kommt allerdings aus einem turbulenten Medium, in dem Teilchen mit hohen Geschwindigkeiten verwirbelt werden“, beschreibt der Astronom. „Die Magnetfeldlinien sind also alle miteinander verwoben, und es ist nicht allzu einfach, die Richtung zu berechnen.“ Dennoch traten die großräumigen Strukturen in den galaktischen Magnetfeldern klar zutage.

Fast alle untersuchten Galaxien weisen ein großräumig strukturiertes Magnetfeld auf, allerdings gibt es ein paar Ausreißer, bei denen keine solche Struktur zu erkennen ist. Hinzu kommt, dass die Struktur nicht bei allen Galaxien identisch ist. „Bislang können wir nur spekulieren, woran das liegt“, sagt Dettmar. „Es könnte etwas mit der jeweiligen Art der Galaxie zu tun haben. Aber wir wissen es noch nicht.“ Diese Frage wird ihn und seine Arbeitsgruppe weiter umtreiben. Ebenso wie ein paar andere Rätsel, die die kosmischen Magnetfelder bislang noch aufgeben. Unklar ist zum Beispiel, wie groß das Magnetfeld ist, das eine Galaxie umgibt. „Wir sehen bislang keine Kante“, erklärt Dettmar.

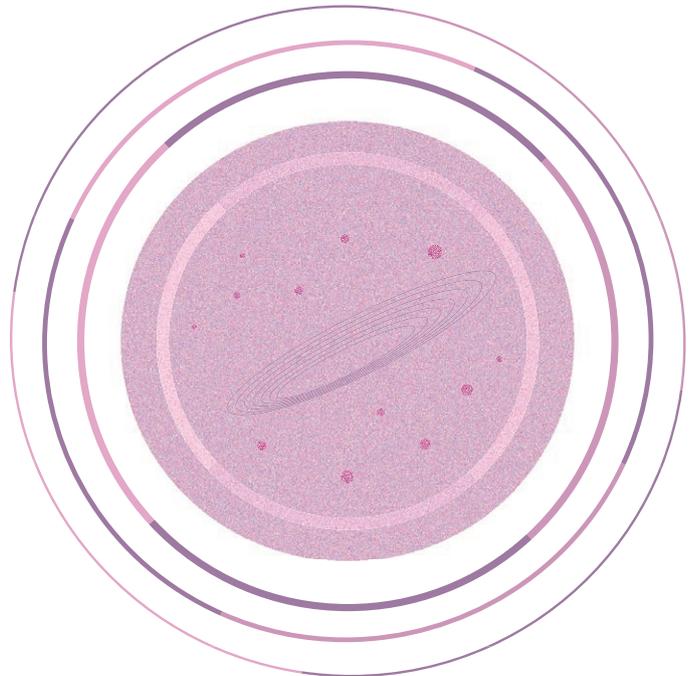


Dr. Arpad Miskolczi (links) und Ralf-Jürgen Dettmar diskutieren neue Messungen zu Magnetfeldern in Galaxien ähnlich unserer Milchstraße, die mit dem Lofar-Teleskop gewonnen wurden. Miskolczi ist auch für die Technik an der Lofar-Station der RUB am Forschungszentrum Jülich zuständig. (Foto: dg)

Mit zunehmender Entfernung von der Galaxie wird das Magnetfeld schwächer – und somit auch schwerer zu beobachten. Je länger die Astronomen ihre Teleskope darauf richten, desto empfindlicher ist die Messung, da Signale aus einem größeren Zeitfenster integriert werden können. Je länger sie also eine Galaxie beobachten, desto schwächere und ausge dehntere Magnetfelder sehen sie, weil sie auch die schwächeren Bereiche detektieren können. Ein Ende haben sie bislang nicht entdeckt.

Dettmar hofft, dass die Technik eines Tages sensibel genug ist, um auch den intergalaktischen Magnetfeldern auf die Schliche zu kommen. „Es gibt Theorien, dass das intergalaktische Medium von Magnetfeldern erfüllt ist, aber sie müssten wesentlich schwächer sein als die galaktischen Felder“, sagt er. „Im Moment können wir sie nicht direkt beobachten, es ist an der Grenze des Machbaren.“ Ein detailliertes Verständnis der Magnetfelder im Weltall könnte helfen, andere kosmische Phänomene zu ergründen. Etwa wie sich die Materie so auf die Galaxien verteilt hat, wie wir es heute beobachten, oder was die Quellen der kosmischen Strahlung sind. Solche Fragen an der Schnittstelle verschiedener Disziplinen bearbeiten die Mitglieder im Ruhr Astroparticle Plasma Physics Center, dem auch Ralf-Jürgen Dettmar angehört. Die Einrichtung versammelt 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Ruhrgebiet, die in der Astro-, Teilchen- und Plasmaphysik forschen. Gemeinsam wollen sie künftig Fragen beantworten, die keine Disziplin für sich alleine klären kann.

jwe



DAS GRÖSSTE RADIOTELESKOP DER WELT

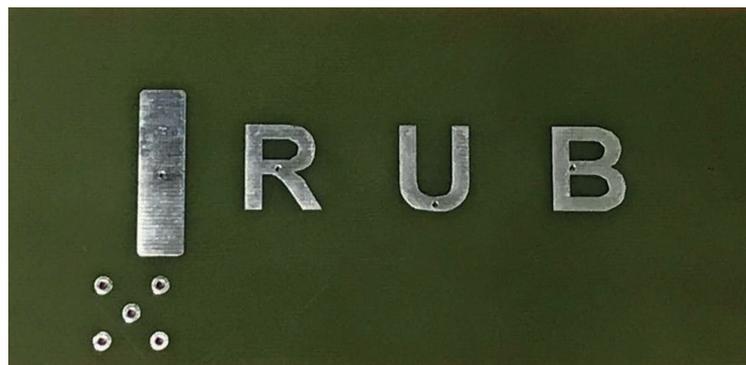
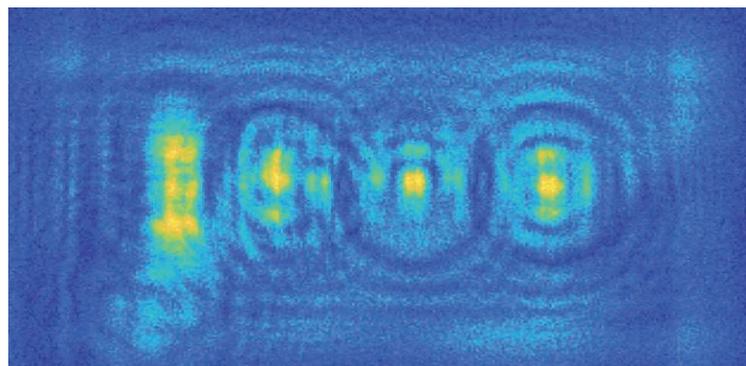


Das Team von Ralf-Jürgen Dettmar ist an verschiedenen Radioastronomie-Projekten weltweit beteiligt, unter anderem auch am Bau des künftig größten Radioteleskops der Erde. Anders als die Lofar-Anlage in Jülich wird das sogenannte Square Kilometre Array in Südafrika und Australien Radioteleskope in Form von großen Schüsseln beherbergen. Unterstützt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung entwickeln die Bochumer Forscher neue Methoden für die Auswertung der Daten, die das Square Kilometre Array produzieren wird.

REDAKTIONSSCHLUSS

Mit Radartechnik kann man durch Wände schauen und Unsichtbares sichtbar machen. Zeichnet man ein Radarbild auf, ist es allerdings, als würde man mit einer Kamera fotografieren, der die Linse zum Fokussieren fehlt. Die Fokussierung erfolgt nachträglich im Computer. Dafür braucht es spezielle Algorithmen, so wie Dr. Jan Barowski sie während seiner Doktorarbeit am Lehrstuhl für Hochfrequenzsysteme entwickelt hat. Das obere Motiv zeigt das mit Barowskis Algorithmen korrigierte Radarbild einer Platine mit dem Schriftzug „RUB“. Die Originalplatine ist ganz unten zu sehen. Das mittlere Bild zeigt die unkorrigierte Rohversion des Radarbildes. Im fokussierten Bild kann man in Hellblau sogar die Leiterbahnen sehen, die auf der Rückseite der Platine vom Koaxialstecker (fünf gelbe Punkte) zu den Buchstaben verlaufen. (Aufnahmen: Jan Barowski)

➔ news.rub.de/radar-bildgebung



IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT: Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Astrid Deuber-Mankowsky (Philologie), Prof. Dr. Reinhold Gleis (Philologie), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Michael Hübner (Elektrotechnik/Informationstechnik), Prof. Dr. Denise Manahan-Vaughan (Medizin), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Andreas Ostendorf (Prorektor für Forschung, Transfer und wissenschaftlichen Nachwuchs), Prof. Dr. Michael Roos (Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Martin Tegenthoff (Medizin), Prof. Dr. Michael Wala (Geschichtswissenschaft)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md)

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 66, 44809 Bochum, Tel.: 0176/29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Agentur der RUB

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos für die Seiten 12, 24, 58: Roberto Schirdewahn; Teaserfoto für Seite 18: Fotolia, Oticki; Teaserfoto für Seite 28: Damian Gorczany; Teaserbild für Seite 34: ESO/IDA/Danish 1.5 m/R. Gendler and J.-E. Ovaldsen; Teaserfoto für Seite 54: Tim Kramer

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ: Agentur der RUB, www.rub.de/agentur

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110, www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 4.500

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: RUBIN erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter rubin.rub.de/abonnement.

ISSN: 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren