

HORIZON
2020

Probing the origin of intergalactic magnetic fields and cosmic rays with gamma-ray cascades

Ergebnisse in Kürze

Schwächere „Seed“-Magnetfelder im Weltraum aufspüren

Unser Universum ist angefüllt mit schwachen Magnetfeldern – selbst die spärlichsten und schwächsten kosmischen Bereiche, in denen scheinbar wenig passiert, sind voller Magnetismus. EU-finanzierte Forscherinnen und Forscher suchen nach einer Evidenz für Magnetismus in hochenergetischem Licht aus fernen Galaxien.



GRUNDLAGENFORSCHUNG



WELTRAUM



© Lauritta, Shutterstock

Magnetfelder erstrecken sich über Millionen Lichtjahre quer durch das Universum. Sehr schwache Felder, etwa eine Million Mal schwächer als das Magnetfeld der Erde, können sich durch und zwischen die Sterne unserer Milchstraße ziehen oder wie riesige Fäden ferne Galaxien miteinander verbinden. Sie tun dies still und schweigen über ihre Aktivitäten, bis sie sich einwickeln und so spektakuläre Erscheinungen wie aktive galaktische Kerne erschaffen.

Wie das Universum sein primordiales Magnetfeld erhielt

Die Erklärung des Ursprungs dieser schwachen Magnetfelder und deren Verstärkung bis zu ihren heutigen Werten bleibt ein großes Rätsel.

Die plausibelste Erklärung dafür, wie aus Seed-Feldern stärkere Magnetfelder entstehen konnten, ist der Dynamo-Effekt. „Das Konzept ist damit vergleichbar, eine kleinere Menge an fermentiertem Teig mit einer größeren Menge zu mischen, und zu sehen, wie die Mischung aufgeht. In ähnlicher Weise führten bei der Entstehung von Galaxien in der Frühzeit des Universums winzige Seed-Felder, die durch den Dynamoeffekt entzündet wurden, zur Erzeugung stärkerer Magnetfelder“, erläutert Manuel Meyer, Koordinator des Projekts GammaRayCascades, das im Rahmen der Marie-Sklodowska-Curie-Maßnahmen finanziert wurde.

Diese Erklärung ist eine Antwort auf dieses Mysterium, aber es stellt sich auch die Frage, woher die Seed-Felder ursprünglich stammen. Unabhängig von ihrem Entstehungsmechanismus ist zu erwarten, dass sie in den leeren Regionen des Universums zu finden sind. Diese Felder können ein Milliardstel eines Milliardstels des Magnetfeldes der Erde groß sein.

Gammastrahlen als Sonden für winzige Magnetfelder

„Wir haben unsere Forschung auf die indirekte Beobachtung der Seed-Magnetfelder konzentriert, indem wir Gammastrahlenbeobachtungen von fernen Galaxien nutzen. Diese Strahlung ist viel energiereicher als Röntgenstrahlung und wird von geladenen Teilchen erzeugt, die sich nahe der Lichtgeschwindigkeit in Plasmaausströmungen aktiver galaktischer Kerne, so genannter Blazare, bewegen“, erklärt Meyer.

Auf ihrem Weg zur Erde kollidieren hochenergetische Gammastrahlen mit niedrigerenergetischen Photonen aus der kosmischen Hintergrundstrahlung, annihilieren und erzeugen dabei Elektron-Positron-Paare. Die geladenen Teilchen „spüren“ das schwache Magnetfeld und beginnen, in diesem Feld zu kreisen. Solange es freie Photone gibt, die durch das Universum strömen, wird die Gammastrahlung diese Photonen auf höhere Energien „kicken“ und eine Gammastrahlenkaskade sowie Elektron-Positron-Paare erzeugen.

Dabei muss zwischen Gammastrahlen aus dem Kaskadensignal und solchen direkt aus der Quelle (Blazare) unterschieden werden. „Da die Elektronen und Positronen gekrümmten Bahnen im Magnetfeld folgen, scheinen die Gammastrahlen auf ihrem Weg zur Erde vom Blazar abgelenkt zu werden und diesen punktförmigen Blazar mit einem Strahlungshalo zu umgeben“, so Meyer.

Warum Seed-Magnetfelder so wichtig sind

Durch die Kombination von Beobachtungsdaten vom [Fermi Large Area Telescope](#)  und dem [HESS](#)  konnten die Forschenden den Schwellenwert, den die Stärke des Seed-Feldes überwinden muss, um diesen Halo zu entdecken, wie nie zuvor einengen.

Die Forschenden berichteten außerdem, dass die 50-stündige Beobachtung eines bestimmten Blazars mit dem zukünftigen [Cherenkov Telescope Array](#) dazu beitragen könnte, die bisher nicht beobachteten Stärken der Seed-Magnetfelder zu untersuchen. Ihre Ergebnisse wurden [hier](#) veröffentlicht.

„Die Bestimmung der Stärke der Seed-Magnetfelder könnte ein Beitrag für groß angelegte Simulationen der Galaxienbildung sein. Mit solchen Messungen könnte auch bestimmt werden, wie stark die kosmische Strahlung von jenseits der Milchstraße auf ihrem Weg zur Erde abgelenkt wird“, so Meyer. Eine ähnliche Studie, in der untersucht wurde, wie Magnetfelder die Radiosignale polarisieren, wurde von [LODESTONE](#) durchgeführt.

„Letztlich könnte unsere Forschung Aufschluss darüber geben, ob die Seed-Felder im extrem heißen Urplasma kurz nach dem Urknall oder während Sternexplosionen entstanden sind, bei denen ausgestoßenes Gas und innere Magnetfelder den Rest des Universums ‚verunreinigt‘ haben“, schließt Meyer.

Schlüsselbegriffe

GammaRayCascades, Gammastrahlen, Blazar, Seed-Magnetfelder, aktive galaktische Kerne, Galaxienbildung, Dynamoeffekt, Elektron-Positron-Paare, Halo

Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich



[Neuer Szintillationsdetektor nutzt hochintensive Neutronenstrahlen](#)





Eine Quanteninformationsverarbeitung im größeren Maßstab – von der Theorie zur Realität



Mit spukhaften Neutrinos und dunkler Materie die Dominanz der Materie über die Antimaterie erklären



Die Lücke zwischen Vorhersagen und Beobachtungen in der NeutrinoPhysik schließen



Projektinformationen

GammaRayCascades

ID Finanzhilfevereinbarung: 843800

[Projektwebsite](#)

DOI

[10.3030/843800](https://doi.org/10.3030/843800)

Projekt abgeschlossen

Finanziert unter

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie Actions

Gesamtkosten

€ 174 806,40

EU-Beitrag

€ 174 806,40

Koordiniert durch

EK-Unterschriftsdatum

27 März 2019

Startdatum

1 Oktober 2019

Enddatum

30 September 2021

FRIEDRICH-ALEXANDER-
UNIVERSITAET ERLANGEN-
NUERNBERG Germany**Letzte Aktualisierung:** 22 Juli 2022**Permalink:** <https://cordis.europa.eu/article/id/436677-tracing-weaker-seed-magnetic-fields-roaming-in-space/de>

European Union, 2025