

Radarkarte eines Asteroiden

In *Sterne und Weltraum* 1/2016 ist auf Seite 16 die Radarkarte des »Halloween-Asteroiden« 2015 TB₁₄₅ zu sehen. Der obere Rand des Objekts erscheint hell erleuchtet, der untere Rand ist dunkel als läge er im Schatten. Ich habe schon viele Radarkarten von Asteroiden gesehen. Immer ist der obere Rand hell, der untere dunkel. Mir erscheint unwahrscheinlich, dass das reflektierte Radarsignal diesen Unterschied verursacht. Auch thermische oder optische Ursachen (Sonneneinstrahlung) schließe ich aus, denn warum sollte die Sonne immer von oben einstrahlen? Ist es also nur eine künstlich im Computer erzeugte Beleuchtungsquelle, um einen dreidimensionalen Körper mit Bergen und Tälern plastischer darzustellen, zum Beispiel mit Schattenwurf?
REINHOLD MÜLLER-MELLIN, KIEL

RADAR steht für »Radio Detection and Ranging«. Radar ist keine bildgebende Beobachtungstechnik. Hierbei werden starke, gerichtete Radiosignale über ein Radioteleskop ausgesandt und das zurückkommende Echo analysiert. Über die exakte Signallaufzeit lässt sich die Entfernung des reflektierenden Objekts sehr genau bestimmen (»ranging«).

Das ausgesandte Signal ist zeitlich scharf begrenzt, das Echo dagegen ist zeitlich etwas verschmiert, da die Reflexionen an verschiedenen Oberflächenstrukturen stattfinden, die in leicht unterschiedlichen Entfernungen zum Beobachter/Teleskop liegen – für weiter entfernte Stellen sind die Laufzeiten länger. Zusätzlich verändert sich die Intensität des Echos je nach beitragender Oberflächengröße. Aus der Gesamtdauer des Echos lässt sich die Größe des Zielobjekts grob abschätzen (Dauer mal halbe Lichtgeschwindigkeit), zumindest im Fall einer annähernd runden Form des Kleinplaneten.

Kleinplaneten rotieren, und damit bewegt sich ein Teil der Oberfläche auf den Beobachter zu, ein anderer Teil vom Beobachter weg. Diese Bewegung verändert die Frequenz des auftretenden Radiosignals durch den Dopplereffekt. Die Frequenzverbreiterung ist somit ein Maß für die scheinbare, vom Beobachter aus gesehene Rotationsgeschwindigkeit des Kleinplaneten.

Als Ergebnis ist das Echo des ursprünglich scharfen Radiosignals nicht nur zeitlich, sondern auch in der Frequenz verbreitert. Die so genannten »Radarbilder« sind grafische Darstellungen der detektierten Signalreflektion, üblicherweise mit der Frequenz (oder Wellenlänge) auf der horizontalen Achse und der Zeit in der

vertikalen Achse. Die Angabe einer räumlichen Auflösung von vier Metern in SuW 1/2016 ist also nur in senkrechter Richtung korrekt.

Die Intensität des Echos in jedem Punkt des »Bilds« hängt von der Oberflächengröße, der Ausrichtung relativ zum Beobachter und der relativen Bewegungsgeschwindigkeit ab. Das stärkste Echo kommt vom Zentralbereich des Asteroiden, der die geringste Entfernung zum Teleskop aufweist: Das Signal hat die kürzeste Laufzeit, oberer Bereich des Bilds. Die senkrecht zum Beobachter ausgerichteten Stellen reflektieren im Allgemeinen am besten, was zu dem hellen oberen Rand führt. Weiter entfernte Oberflächenstrukturen erscheinen auf Grund der etwas längeren Signallaufzeit nach unten versetzt und auf Grund der Dopplerverschiebung auch nach links und rechts verschoben, je nach relativer Bewegungsrichtung der Oberflächenanteile.

Die Übersetzung dieses »Radarbilds« aus Zeit- und Frequenzinformationen in einen rotierenden 3-D-Körper ist nicht einfach, meist nicht eindeutig und erfolgt immer unter Modellannahmen zu Rotationsachse, -geschwindigkeit oder auch der Form des Kleinplaneten. Eine realistische Interpretation ist meist nur mit Hilfe zusätzlicher Daten möglich.

THOMAS MÜLLER arbeitet am MPI für extraterrestrische Physik in Garching und ist unter anderem Projektkoordinator des EU-geförderten Projektes »Small bodies near and far (SBNAF)«, das im April 2016 mit Projektpartnern in Polen, Ungarn und Spanien angelaufen ist.



NASA / JPL-Caltech / GSSR / NRAO / GB

Am 31. Oktober 2015 wurden mit den Radioteleskopen von Goldstone und Green Bank diese Radarbilder des etwa 600 Meter großen Asteroiden 2015 TB₁₄₅ während seiner dichtesten Annäherung an die Erde aufgenommen.



Das Radarecho von Asteroid 2015 TB₁₄₅ in einer Zeitsequenz:
<https://goo.gl/gZJEIO>

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um Antwort und stellen die interessantesten Beiträge vor.