



Welt am Sonntag, 25.09.2022, Nr. 39, S. 59 / Ressort: Wissenschaft

Rubrik: Wissenschaft

Blick in die Sonne

Die Oberfläche unseres Zentralgestirns ist turbulent. Mit Teleskopen lassen sich Eruptionen, leuchtende Bögen und Sonnenflecken beobachten. Raffinierte Messmethoden können auch enthüllen, was im Inneren der Sonne passiert

Norbert Lossau

Kaum ein Forscher leitet eine Abteilung mit einem so schönen und neugierig machenden Namen wie der französische Physiker Laurent Gizon. Er ist Direktor des Ressorts "Das Innere der Sonne und der Sterne" am Göttinger Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung. Dort erforscht er Prozesse, die sich - wie könnte es anders sein - im Inneren der Sonne abspielen. Gizon möchte etwa verstehen, wie das Magnetfeld der Sonne entsteht.

Sein 40-köpfiges Team wertet Messdaten von Satelliten und irdischen Sonnentelaskopen aus. Das eröffnet völlig neue Perspektiven auf den Stern im Zentrum unseres Planetensystems. "Wir können nicht nur in die Sonne hineinblicken, sondern sogar durch sie hindurch", sagt Gizon, "wir haben es jetzt sogar geschafft, Sonnenflecken auf der Rückseite der Sonne zu detektieren."

Das klingt beinahe wie Magie. Wie soll es denn möglich sein, mit optischen Teleskopen durch den riesigen Feuerball hindurch Dinge zu sehen, die sich auf dessen Rückseite abspielen? "Einfach ist das natürlich nicht", sagt Gizon, der seit 2005 an dem Göttinger Institut forscht. Er holt etwas aus und erklärt, wie das scheinbar Unmögliche durch jahrzehntelange Forschungsarbeit eben doch möglich geworden ist.

Gizons Arbeit ähnelt der von Erdbebenforschern. Diese können aus der Messung von Erdbebenwellen auf Strukturen und Vorgänge im Inneren der Erde schließen. In der Sonne gibt es zwar keine Erdbebenwellen, doch der Stern ist durchflutet von akustischen Wellen.

"Die Sonne oszilliert in unterschiedlichen Bereichen bei verschiedenen Frequenzen", erklärt Gizon, "die Sonne verfügt über Zehntausende unterschiedliche Schwingungsarten. Manche Wellen sind so lang, wie die Sonne groß ist. Die kleinsten Wellenlängen sind etwa 100-mal kürzer. Die Kombination dieser unterschiedlichen Wellen ermöglicht es uns, in das Innere der Sonne zu sehen." Das erklärt jedoch noch nicht, wie die Forscher Schwingungen in der Sonne vermessen können. Schließlich können sie kein Netzwerk von Sensoren auf der Oberfläche der Sonne aufstellen. Vielmehr registrieren die Göttinger Wissenschaftler das aus der Sonne kommende Licht und zerlegen es mithilfe von Spektrometern in die verschiedenen Wellenlängen. Daraus lassen sich Informationen über Schwingungen und das Strömen von Materie ableiten.

Wie jede Materie absorbieren auch die Atome im Inneren der Sonne Licht mit ganz bestimmter Wellenlänge. Im Spektrum erscheinen an diesen Stellen schwarze Linien - die sogenannten Absorptionslinien. Sie sind charakteristisch für bestimmte Atome. Dass die Sonne vorwiegend aus Wasserstoff und Helium besteht, konnte aus der Existenz der betreffenden Linien geschlossen werden.

Für diese Absorptionslinien interessieren sich auch die Göttinger Wissenschaftler. Dass sie daraus auf Wellen und Bewegungen im Inneren der Sonne schließen können, ist nur dank des Doppler-Effekts möglich, jenes Phänomens, das jeder von vorbeifahrenden Polizeiautos mit Martinshorn kennt. Nähert sich der Wagen, ist die Tonfrequenz höher, als wenn er sich von uns entfernt. Da sich die Materie in der Sonne bewegt, verschiebt sich auch die Wellenlänge im Absorptionsspektrum gemäß Doppler-Effekt ein wenig zu kleineren oder größeren Werten - je nachdem, ob sich die betreffende Materie in Richtung Messinstrument bewegt oder sich von diesem entfernt.

Aus Spektren der Forschungssatelliten "Soho" ("Sonnen- und Heliosphären-Observatorium") und "SDO" ("Solar Dynamics Observatory") sowie irdischer Sonnentelaskope konnten sich die Göttinger Forscher ein umfassendes Bild der Materieströme im Inneren der Sonne verschaffen. Sie entdeckten charakteristische Strömungen unterhalb von Sonnenflecken. Deshalb ist es möglich, auch auf der Sonnenrückseite auf die Existenz von Flecken zu schließen.

Sonnenstürme

Diese Messungen könnten praktischen Nutzen haben. Große Sonnenflecken sind verbunden mit einer erhöhten Aktivität des Sonnenwinds, also der Abstrahlung energiereicher Teilchen ins All. Da sich die Sonne in 27 Stunden einmal um die eigene Achse dreht, ist absehbar, wann ein noch auf der erdabgewandten Seite der Sonne befindlicher Fleck auf der Vorderseite erscheinen wird. Dann könnte der Erde ein stärkerer Sonnenwind drohen. Dieser kann empfindliche Satelliten im Erdborbit unbrauchbar machen. Das ist keine graue Theorie: Im Februar 2022 verlor das Unternehmen SpaceX durch einen heftigen Sonnensturm 40 Satelliten. Bessere Vorhersagen des Weltraumwetters könnten große wirtschaftliche Schäden verhindern.

Gizons Arbeiten helfen auch bei der Entschlüsselung der Frage, wie die Sonne ihr Magnetfeld erzeugt, wie also ihr innerer Dynamo funktioniert. Die Rotation der Sonne führt dazu, dass an ihrer Oberfläche Materie aus der Äquatorregion in Richtung Pole fließt. Die Geschwindigkeit dieser Strömung, so fanden die Wissenschaftler heraus, liegt bei zwei Kilometern pro Sekunde.

"Wir haben zudem einen Materiefluss in Nord-Süd-Richtung entdeckt, der unter der Oberfläche liegt", sagt Gizon. Das könne erklären, warum der Zyklus der Sonnenflecken elf Jahre und der magnetische Zyklus 22 Jahre beträgt. "Es gibt verschiedene Modelle, wie der Sonnendynamo funktioniert", sagt Gizon, "unsere Erkenntnisse über den Rückstrom zum Äquator passen jedenfalls sehr gut zu einem dieser Modelle - dem sogenannten Flusstransport-Dynamo." Die Anhänger anderer Modelle sind naturgemäß noch nicht davon überzeugt, dass ihre Modelle damit bereits obsolet sind.

Aus den "seismologischen" Messungen im Sonneninneren konnten die Forscher weitere Erkenntnisse ableiten - etwa den Temperaturverlauf zwischen Kern und Oberfläche. So wie die Schallgeschwindigkeit von der Temperatur der Luft abhängt, so ist im Inneren der Sonne die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Druckschwingungen ebenfalls temperaturabhängig. In der Sonne gilt: Die Temperatur ist proportional zum Quadrat der Wellengeschwindigkeit.

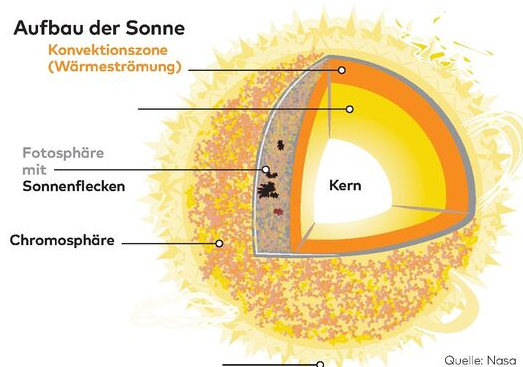
Eine weitere Erkenntnis: Die Sonne rotiert nicht gleichförmig. An den Polen rotiert sie langsamer als am Äquator. Je weiter man von der Oberfläche nach innen kommt, umso schneller rotiert die Sonne. Ab einer gewissen Tiefe - in der sogenannten Strahlungszone - bleibt die Rotation konstant. Auch diese Effekte spielen eine Rolle für die "Dynamofunktion".

Griff nach den Sternen

Doch mit der alleinigen Erforschung der Sonne begnügt sich Gizon nicht. Die Verfahren, die er und sein Team anwenden, können auch Aufschluss über Himmelskörper geben, die noch viel weiter von uns entfernt sind als die Sonne. Doch dabei gibt es ein Problem: "Da die Sterne so weit entfernt sind und nur als Punkte am Himmel erscheinen, können viel weniger Oszillationen beobachtet werden", sagt Gizon, "statt Zehntausende können wir da nur zehn bis 20 verschiedene Frequenzen messen."

Dennoch können die Forscher daraus bereits wichtige Erkenntnisse ableiten - etwa die Dichte der Sterne, die Dicke der Konvektionszone und die mittlere Rotationsgeschwindigkeit. Durch eine Kombination der gemessenen Frequenzen mit Modellen zur Evolution von Sternen lasse sich sogar das Alter von fernen Himmelsobjekten ermitteln.

Norbert Lossau



Bildunterschrift: Flecken und Bögen aus heißer Materie an der turbulenten Oberfläche der Sonne

Quelle:	Welt am Sonntag, 25.09.2022, Nr. 39, S. 59
Ressort:	Wissenschaft
Rubrik:	Wissenschaft
Dokumentnummer:	206923116

Dauerhafte Adresse des Dokuments:

https://www.wiso-net.de/document/WAMS_d1b1de3ed5cd2540f4abe897350226340b60b399

Alle Rechte vorbehalten: (c) WeltN24 GmbH