

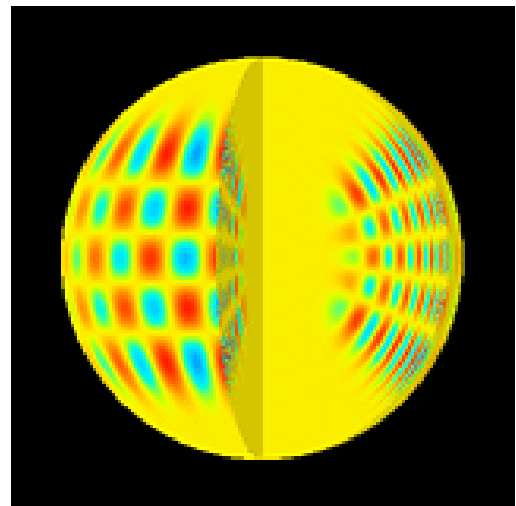
Der Pulsschlag der Sterne

Sterne haben die Menschheit schon immer in ihren Bann gezogen. Der gestirnte Himmel war die Heimstätte von Göttern und Dämonen. Heute ist er Gegenstand von nüchterner, aber nicht weniger faszinierender Forschung. Fast alles, was ein Mensch von einer Stadt aus am Nachthimmel sehen kann, sind Sterne. In der Tat sind Sterne die im Weltall bei weitem am häufigsten vorkommenden, leicht und unmittelbar beobachtbaren Bestandteile.

Bislang war es nur möglich die Theorien zum Aufbau und der Entwicklung von Sternen daran zu testen, wie gut sich die auf den Sternoberflächen beobachtbaren physikalischen Kenngrößen auch tatsächlich aus dem Wirken der Prozesse tief im Sterninneren berechnen ließen. Es war nicht möglich, in das Innere von Sternen zu sehen.

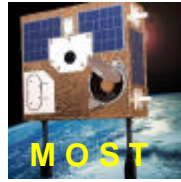
Der erste große Durchbruch gelang, als die Vibration der Sonne mit einer Periode von etwa 5 Minuten entdeckt wurde. Ähnlich wie ein Arzt aus dem Abklopfen des Brustraumes auf den Zustand der Lunge schließen kann, erlaubt auch das Zittern der Sonne ihr Inneres zu untersuchen. Solche Vibrationen sind gegenwärtig die einzige Möglichkeit, in das Innere der Sonne, aber auch von anderen pulsierenden Sternen „schauen“ zu können, was unter Asteroseismologie verstanden wird. Es gelingt sozusagen ein Röntgenbild von Sternen herzustellen, wobei das Prinzip einfach ist.

Wie bei einer Orgelpfeife, hat nämlich jeder mit Gas gefüllte Hohlraum einen charakteristischen „Grundton“, zu dem noch eine Reihe von so genannten Obertönen hinzu kommt. Deren Wellenlänge (Frequenz) und Stärke (Amplitude) hängt von der Beschaffenheit dieses Hohlraums ab. Der Wohlklang eines Instrumentes ist genau durch diese unterschiedlich starken Töne bestimmt, was der Akustiker als „Frequenzspektrum“ eines Instrumentes bezeichnet. In der Asteroseismologie wird nun umgekehrt versucht, aus dem beobachteten Frequenzspektrum pulsierender Sterne auf deren vibrierendes Inneres zurück zu schließen.



Schematische Darstellung eines vibrierenden Sternes. Grüne Felder bewegen sich auf den Beobachter zu, rote von ihm weg. Gelbe Bereiche bleiben die ganze Zeit (fast) in Ruhe und bilden so genannte Schwingungsknoten. Auch im Sterninneren gibt es solche Knoten.

Eine von der Oberfläche ausgehende Welle dringt in das Sterninnere ein, wo sie in einer charakteristischen Tiefe wieder reflektiert wird. Somit bilden die Sternoberfläche und die reflektierende Schicht im Inneren einen Hohlraum, in dem sich stabile Schwingungen (Schwingungsmoden) ausbilden können. Verschiedene Moden haben unterschiedlich tiefe Hohlräume, sodass es möglich ist, wie bei einer Zwiebel eine Schale nach der anderen zu untersuchen und Rückschlüsse auf das Innere eines Sternes zu ziehen.



Die Erfolge dieser neuen Methode, der Asteroseismologie, waren erst durch extrem präzise Messungen der Helligkeit und Bewegung von Sternoberflächen möglich. Durch sehr stark verfeinerte Beobachtungsmethoden ist der „Pulsschlag“ von Sternen nachweisbar geworden. Bei den Beobachtungen von der Erde aus haben die Astronomen allerdings schon fast die Grenze des Möglichen erreicht. Messfehler, bedingt durch die turbulente Erdatmosphäre und das stete Auf- und Untergehen der Sterne, verursachen oft unüberbrückbare Probleme. Zu bedenken ist, dass die Helligkeitsänderungen, die bei Sternen durch ihre Pulsation entstehen, etwa dem Flackern einer Kerze um einen halben Millimeter entsprechen - und dies bei einer Kerze in etwa einem Kilometer Entfernung!

Beobachtungen im Weltraum mit Hilfe von Forschungssatelliten sind durch diese atmosphärischen Probleme nicht gestört. MOST wird in seinem ersten Betriebsjahr das Vibrieren von etwa 15 Sternen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften untersuchen und deren Frequenzspektrum mit bislang unerreichter Genauigkeit bestimmen können. Wesentlich dabei ist auch, dass Schwingungen mit sehr kleinen Amplituden, die von der Erde aus gar nicht mehr nachweisbar sind, dann der Analyse zugänglich gemacht werden.

Wird dieses Projekt, wie erwartet, erfolgreich abgeschlossen sein, steht Österreichs astronomische Forschung in diesem Zweig der Astrophysik international an der vordersten Front.