



Ulrich v. Kusserow  Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen

Die „überheiße“ Korona unserer Sonne

Credit: Miloslav Druckmüller u.a., Brno University of Technology

Die „überheiße“ Korona unserer Sonne

Ulrich v. Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen

Babylonische Astronomen berichteten vor mehr als 3000 Jahren darüber, dass der „Tag zur Nacht wurde“ und dass ein „Feuer inmitten des Himmels“ zu sehen war. Sie hatten den strahlend leuchtenden Sonnenkranz, die als Korona bezeichneten äußeren Atmosphärenschichten der Sonne während einer vom Mond verursachten Sonnenfinsternis beobachtet. Nach Entdeckung der Spektroskopie als wissenschaftlicher Methode zur Erforschung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Sterne am Ende des 19. Jahrhunderts konnten die Astronomen eine merkwürdige grüne Spektrallinie im koronalen Sonnenspektrum identifizieren, deren Entstehungsursache sich die Wissenschaftler aber erst etwa 50 Jahre später erklären konnten. Diese Linie wird von Fe XIV-Atomen ausgesandt, von ionisierten Eisenatomen, die 13 ihrer Elektronen aus der äußeren Hülle „verloren“ haben, was aber nur bei Temperaturen von mehr als einer Millionen Grad möglich ist. Die Temperaturen der Photosphäre, der im optischen Lichtbereich für uns Menschen sichtbaren Sonnenoberfläche, betragen aber nur weniger als 6000 Grad. Wie kann da die Aufheizung der darüber liegenden Sonnenatmosphäre auf mehr als eine Millionen Grad gelingen, die ja auch für die Aussendung und notwendige Beschleunigung des stetig von der Sonne ausströmenden Sonnenwindes erforderlich ist?

Die gesamte Energieproduktion der Sonne übersteigt zwar den Bedarf für die Aufheizung der Korona erheblich. Die thermischen Eigenschaften einer in Teilen kurzzeitig bis zu 20 Millionen Grad heißen äußeren Atmosphäre lassen sich aber nicht durch Energieeintrag mittels der in der Photosphäre ablaufenden rein thermodynamischen Prozesse erklären. Die Wirkung der in der nach außen an die Photosphäre angrenzenden Chromosphäre, in der darauf folgenden, durch plötzliche Veränderungen wichtiger physikalischer Parameter charakterisierten Transitregion sowie der in der Korona selbst ablaufenden magnetisch vermittelten Prozesse ist

stattdessen für den starken Temperaturanstieg in der nach außen zunehmend dünner werden- den Sonnenatmosphäre wesentlichen verantwortlich. Noch ist nicht zufriedenstellend geklärt, welche dieser Prozesse die Bereitstellung, den Transport und die Dissipation der für die Auf- heizung notwendigen Energie in welchem Umfang und Detail bewerkstelligen. Sind es die in solaren Feldstrukturen auf unterschiedlichen Längen- und Zeitskalen ablaufenden Rekonnexionsprozesse, die gespeicherte magnetische Energien in sogenannten Flares freiset- zen? In welchem Ausmaß sind es magnetohydrodynamische Wellenphänomene, die den Transport und die Umwandlung der Wellenenergien in Wärme ermöglichen? Oszillationen und Konvektionsströmungen in der Photosphäre, Rekonnexionsprozesse mit Instabilitäten in entstandenen Stromschichten sowie in der Chromosphäre ausgelöste Eruptionen regen solche Schwingungen magnetischer Flussröhren an, die sich wellenartig in höhere Atmosphären- schichten ausbreiten können. Welche Rolle spielen Rekonnexions- und turbulente Prozesse auch für die Heizvorgänge in bogenförmigen koronalen Magnetfeldstrukturen, deren Fuß- punkte in der brodelnden, turbulenten Sonnenatmosphäre ständig hin und her bewegt werden? Und wie sehr tragen die an gleichzeitig etwa 60 000 Stellen spritzartig heiße Materie entlang magnetischer Feldstrukturen in die Chromosphäre schießenden Spikulen zur Aufheizung der Korona bei? Wie und wo genau werden schließlich die Teilchen des Sonnenwindes im Zu- sammenhang mit der Aufheizung der weit in den interplanetaren Raum hinausreichenden so- laren Atmosphärenschichten beschleunigt?

In diesem durch umfangreiches Bildmaterial, Animationen und Videosequenzen unterstützten Vortrag sollen anschauliche Erklärungen für die beobachtete Aufheizung der Sonnenkorona zusammengetragen werden. Zunächst werden historische Aspekte beleuchtet und typische Phänomene vorgestellt, die die Korona unserer Sonne für viele Menschen, natürlich auch für Sonnenforscher, zu einem faszinierenden Forschungsobjekt gemacht haben. Im folgenden werden der Aufbau des Sonneninneren und der Sonnenatmosphäre erläutert sowie die für die Erklärung der hohen atmosphärischen Temperaturen wichtigen solaren Strukturen und deren Entwicklungen beschrieben. Es wird aufgezeigt, warum die hohen koronalen Temperaturen so verwunderlich erscheinen, warum sie für die Existenz des kontinuierlich abströmenden Son- nenwindes von so zentraler Bedeutung sind. Schwerpunktthema dieses Vortrags ist die sich anschließende ausführlichere Darstellung relevanter physikalischer Prozessabläufe, die die Aufheizung der Sonnenkorona verständlich machen. Von der oszillierenden, turbulent und in Konvektionsströmungen durchmischten Photosphäre ausgehende Schallwellen, die Anregung, Ausbreitung und Dissipation magnetohydrodynamischer Wellen, kleinskalige, auch in koronalen Bögen wirksame magnetische Rekonnexionsprozesse sowie Vorgänge in Spikulen und bei solaren Eruptionen entstehende Bugstoßwellen werden in diesem Zusammenhang besprochen. Entspannende Eindrücke von einer Vielzahl unterschiedlichster Sonnenphäno- mene beschließen den Vortrag zur „überheißen“ Korona unserer Sonne.

Inhaltsangabe

1. Historisches und Wissenswertes über die Sonnenkorona
2. Solare Phänomene und der Aufbau des Sonneninneren und der Sonnenatmosphäre
3. Der Sonnenwind und das Problem der „überheißen“ Korona
4. Heizungs- und Transportprozesse in der Sternatmosphäre
5. Wir beobachten die faszinierende Sonne

Nähere Informationen zum Vortrag können Sie erhalten durch:

Ulrich v. Kusserow

Besselstraße 32-34

28203 Bremen

Tel.: 0421-75160

E-mail: uvkusserow@t-online.de

Internet: <http://uvkusserow.magix.net/website/>, <http://kosmischemagnetfelder.wordpress.com/>

Dipl. - Phys. Ulrich v. Kusserow, Olbers-Gesellschaft e.V. Bremen



Ulrich v. Kusserow unterrichtete nach dem Studium der Astrophysik (Diplomarbeit zum Thema „Stationäre sphärische $\alpha\omega$ -Dynamos und das Erdmagnetfeld“) als Gymnasiallehrer für Mathematik und Physik. Er war viele Jahre Vorsitzender der Bremer Olbers-Gesellschaft, ist Mitglied der Astronomischen Gesellschaft (AG) sowie der Deutsch Physikalischen Gesellschaft (DPG). Mehrere Jahre hat er zum Thema „Lernen über Kosmische Magnetfelder“ am Institut für Didaktik der Physik an der Universität Potsdam mitgewirkt. Er betreut heute Praktikumsversuche der Universität Bremen zur Sonnenphysik, schreibt Artikel und hält Vorträge, unter anderem auch bei Veranstaltungen zur Lehrerfortbildung, schwerpunktmäßig über didaktische Aspekte der modernen Astrophysik zu den Themenbereichen solare und kosmische Magnetfelder, Weltraumphysik, Planeten-, Stern- und Galaxienentstehung sowie Umwelt- und Klimaprobleme. Den Bremer PALAZZI-Verlag unterstützt er bei der Erstellung des jährlich in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift „Bild der Wissenschaft“ herausgegebenen „Sternzeit“-Kalenders.

Im Oktober 2013 ist beim Springer Spektrum Verlag ein Buch des Referenten erschienen.



Ergänzendes Material zum Vortrag und Buch finden Sie im Internet unter
<http://uvkusserow.magix.net/website#Vortr%C3%A4ge>
<http://kosmischemagnetfelder.wordpress.com/>
<http://www.springer.com/springer+spektrum/sachbuch/book/978-3-642-34756-6>