

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung  
**Band:** - (2000)  
**Heft:** 47  
  
**Artikel:** Dossier die Sonne : die Sonne heizt der Korona ein  
**Autor:** Daetwyler, Jean-Jacques  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-967700>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Im Zenit des Lebens

Von allen Sternen im All steht uns die Sonne am nächsten:  
«Nur» 150 Millionen Kilometer trennen sie von der Erde. Deshalb ist sie für die Forschung von grossem Interesse. Und sie hat längst noch nicht alle ihre Geheimnisse preisgegeben. Den Forschern bleiben noch 4 bis 5 Milliarden Jahre Zeit. Dann wird die Leuchtkraft der Sonne erlöschen.



S



# Die Sonne heizt der Korona ein

VON JEAN-JACQUES DAETWYLER  
FOTOS ESA

Die schwarze Sonnenscheibe, umrahmt von ihrer Korona wie von einer strahlenden Haarkrone, ist der bleibende Eindruck der letztjährigen Sonnenfinsternis. Wissenschaftler der ETH Zürich haben diese Korona aus wissenschaftlicher Sicht durchleuchtet.

**B**ei Gränichen im Kanton Aargau steht eine einmalige Forschungsanlage. Zwei Schlüsselantennen von sieben und fünf Metern Durchmesser empfangen Radiowellen von der Sonne in einer ungewöhnlichen Vielfalt, von UKW bis Mikrowellen. Die Anlage ist das Radioteleskop mit der weltweit grössten Bandbreite. Die Signale werden über eine Telefonlinie an die ETH weitergeleitet und dort von Forschern des Instituts für Astronomie abgehört.

Sie interessieren sich für Vorgänge in der Korona, der riesigen Gaswolke, die die Sonne umhüllt und erst bei Finsternissen sichtbar wird. Dann erscheint sie wie eine leuchtende Haarkrone um die bedeckte Sonnenscheibe.

«Mit dem Radioteleskop können wir Radiowellen aus der Korona empfangen», erklärt ETH-Professor und Astrophysiker Arnold Benz. «Wir wollen zudem die kurzwellige X- und Gammastrahlung messen: Dafür verwenden wir Hessi, einen amerikanischen-schweizerischen Satelliten, für den PSI und ETH wichtige Hard- und Softwarekomponenten geliefert haben. Die Nasa will Hessi im nächsten März starten.» Weil sich Radio- und Röntgenstrahlung ideal ergänzen, hoffen die Forscher, mit dieser Kombination die Sonneneruptionen zu entschlüsseln und zu verstehen, welche Mechanismen ihnen zugrunde liegen. Aktive Gebiete der Korona leuchten mehrmals pro Tag plötzlich

auf, ein Anzeichen dafür, dass gewaltige Schwärme elektrisch geladener Teilchen explosionsartig herausgeschleudert und in den dort herrschenden starken Magnetfeldern zu riesigen Bögen geformt werden. Da die geladenen Teilchen in diesen Eruptionen starke Beschleunigungen erfahren oder in Schwingungen geraten, senden sie auch eine ganze Palette elektromagnetischer Wellen aus. Die kommenden Monate sind viel versprechend für die Beobachtung solcher Eruptionen. Die Sonne wird im Laufe des Winters das Maximum ihres elfjährigen Zyklus erreichen. Dann ist sie besonders aktiv; grosse Eruptionen kommen häufiger vor.

## Grosse und kleine Eruptionen

Das Interesse der Zürcher Gruppe an den Eruptionen rührt zum Teil aus der Rolle dieser Ereignisse bei der Aufheizung der Korona. Schon in den dreissiger Jahren entdeckten Astronomen, dass in der Korona Temperaturen von mehr als einer Million Grad herrschen. Dies war eine Überraschung. Wie kann die Atmosphäre der Sonne viel heisser sein als ihre Oberfläche, die knapp 6000 Grad warm ist? «Zahlreiche Erklärungen wurden vorgeschlagen. Sogar die Möglichkeit einer Ener-

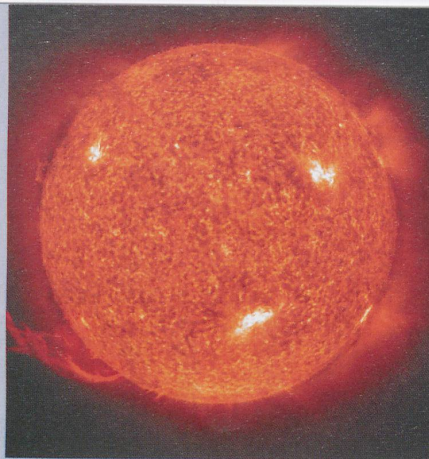


giezufuhr von aussen, zum Beispiel durch Kometen, hat man erwogen», erinnert sich Benz. «Heute ist ziemlich klar, dass die Sonneneruptionen für die hohe Temperatur der Korona verantwortlich sind – allerdings nicht die ganz grossen Ausbrüche.»

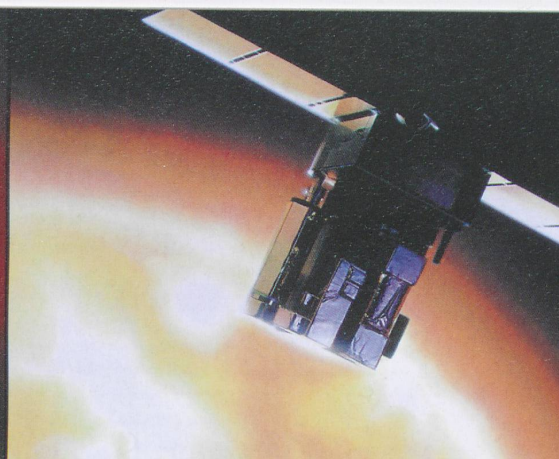
Denn obwohl grosse Eruptionen mehrmals pro Tag stattfinden und jedesmal gewaltige Mengen Energie in den aktiven Gebieten abgeben, würden sie bei weitem nicht genügen, um die gesamte Korona derart zu erhitzen. Wie das Forschungsteam um Arnold Benz mit Hilfe von Instrumenten auf dem europäischen Sonnensatelliten Soho und von Radioteleskopen vor zwei Jahren entdeckt hat, finden aber Eruptionen auch ständig in den ruhigen Zonen der Sonnenatmosphäre statt. «Diese so genannten Mikroflares setzen zwar rund hunderttausendmal weniger Energie frei als die grösseren in den aktiven Gebieten. Sie kommen dafür wesentlich häufiger vor, etwa 30 000-mal pro Sekunde», präzisiert der Forscher. «Bis zu 70 Prozent der Energie der ruhigen Korona stammt von Mikroflares, wie wir sie mit Soho beobachtet haben». Und die restlichen 30 Prozent? «Sie resultieren möglicherweise aus Eruptionen, die noch kleiner sind und deshalb von unseren Instrumenten nicht mehr registriert werden konnten.»

### Rasender Sonnenwind

Die Energie, die durch Wellen und bei einer Vielzahl von vorwiegend kleinen Sonneneruptionen freigegeben wird, heizt nicht nur die Korona auf. Ein Teil davon beschleunigt Elektronen, Wasserstoffkerne und andere Ionen in der dünnen Sonnenatmosphäre. Diese Teilchen verlassen dann die Sonne mit Geschwindigkeiten von mehreren Hundert Kilometern pro Sekunde. Sie breiten sich als so genannter Sonnenwind im Weltall aus. Der Sonnenwind wurde in den Vierzigerjahren entdeckt, eine Theorie für seine Entstehung existiert seit Ende der Fünfzigerjahre. «Doch der Entstehungsmechanismus erweist sich als weitaus komplexer als bisher angenommen. Dies bestätigen jüngste Messdaten, die wir mit dem EUV-Spektrometer Sumer der Soho-Raumsonde der europäischen Weltraumorganisation und der Nasa erhalten haben», erklärt Sami Solanki, ehemals am Astrono-



Die Gewalt der Sonne.



Wie wird die Korona geheizt? Die europäische Raumsonde Soho hat Wesentliches zur Abklärung dieser Frage geleistet.

mischen Institut der ETH, jetzt Direktor am Max-Planck-Institut für Aeronomie.

Dank Sumer lässt sich mit einer bislang unerreichten Empfindlichkeit und Präzision kurzwellige Ultraviolettstrahlung aus der Korona untersuchen. Auf Bildern in diesem UV-Bereich werden grosse dunkle Flächen sichtbar: die so genannten Koronalöcher, die von aktiveren, d.h. stärker abstrahlenden Koronagebieten umgeben sind. «Der Sonnenwind hat eine schnelle und eine langsame Komponente. Die schnellere Komponente des Sonnenwindes kommt aus den Koronalöchern, die langsamere aus den aktiveren Koronagebieten heraus», führt Solanki aus. «Zudem sind in den Koronalöchern die Magnetfeldlinien alle gleich ausgerichtet, zum Beispiel gegen aussen. Ausserhalb der Löcher zeigen sie hingegen in verschiedene Richtungen.»

Offensichtlich quillt der schnelle Sonnenwind zusammen mit dem Magnetfeld aus der Chromosphäre, der Schicht der Sonnenatmosphäre unmittelbar unter der Korona, und wird dann durch die Koronalöcher geführt. «Die Teilchen des schnellen Sonnenwindes werden also bereits nahe der Sonnenoberfläche beschleunigt und nicht, wie man früher glaubte, erst in grösserem Abstand von ihr. Dies ist ein neuer Tatbestand, den wir aus den Daten von Soho ableiten», schliesst Solanki.

Soho hat auch unser Bild vom langsamen Sonnenwind völlig verändert. Es zeigt sich, dass dieser nicht wie früher gedacht einen konstanten Teilchenstrom darstellt, sondern durch explosionsartig ablaufende, riesige Auswürfe von koronalem Material gespeist wird, sodass sich der langsame Sonnenwind eher als eine Abfolge heftiger Böen darstellen lässt.

## TÜCKISCHE SONNENWINDSTÜRME

### Bedrohung für Mensch und Technik

Abgesehen vom wissenschaftlichen Interesse hat ein besseres Verständnis des Sonnenwindes auch praktische Bedeutung für die technischen Errungenschaften der Menschen. Das Erdmagnetfeld und die Erdatmosphäre stehen in ständiger Wechselwirkung mit dem Teilchenfluss aus der Sonne. Dieser beeinflusst die drahtlose Telekommunikation, kann sie bei stärkerer Sonnenaktivität sogar massiv stören. Auch andere technische Anlagen kann es treffen: Das letzte Sonnenfleckenmaximum vor elf Jahren löste eine spektakuläre Stromunterbrechung in Québec aus. Am meisten exponiert bei

Sonnenwindstürmen sind elektronische Geräte in Satelliten, da diese nur gering oder gar nicht den Schutz der Erdatmosphäre geniessen. Auch Kosmonauten sind gefährdet.

Glücklicherweise braucht der Sonnenwind einige Tage, bis er die Erdumlaufbahn erreicht. So kann man bei Aktivitätsausbrüchen rechtzeitig Abwehrmassnahmen treffen, beispielsweise Raumsonden ausschalten oder so ausrichten, dass die empfindliche Elektronik im «Windschatten» steht. Und selbstverständlich jegliche Weltraumspaziergänge sein lassen...