

**WIS** wissenschaft  
in die schulen!

# Sonnenforschung auf der Kanzelhöhe

*Das Observatorium Kanzelhöhe für Sonnen- und Umweltforschung der Universität Graz entstand aus einer im Zweiten Weltkrieg von der Deutschen Luftwaffe errichteten Beobachtungsstation. Seine ursprüngliche Aufgabe – die Sonne zu überwachen, um Eruptionen und ihre Auswirkungen auf die Erde zu erforschen – ist heute wieder sehr relevant: Unsere Zivilisation hängt von satellitenbasierten Technologien ab, die dem »Weltraumwetter« ausgesetzt sind.*

Von Gundi Jungmeier, Astrid Veronig und Werner Pötzi

In den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts erfuhr die Sonnenphysik, die bis dahin eher in den Händen interessierter Amateurastronomen gelegen hatte, einen enormen Aufschwung. Das lag nicht zuletzt an der Entwicklung optischer Geräte und Beobachtungsinstrumente, die es ermöglichten, nicht nur die hell strahlende Oberfläche der Sonne, die Photosphäre, sondern auch die darüberliegenden, wesentlich schwächer leuchtenden Schichten zu beobachten: die Chromosphäre und die Korona.

Zu den neuen Entwicklungen gehörten insbesondere Interferenzfilter und Monochromatoren, die es erstmals erlaubten, die Sonne im Licht einzelner Fraunhofer-Linien, beispielsweise der H-alpha-Linie des Wasserstoffs und der H- und K-Linien des ionisierten Kalziums, abzubilden. Erst damit war eine regelmäßige Beobachtung der Sonnenchromosphäre und ihrer dynamischen Prozesse möglich. Zudem schuf der französische Ingenieur Bernard Lyot im Jahr 1930 den ersten Koronografen. Mit diesem Gerät lässt sich eine künstliche Sonnenfinsternis erzeugen: Eine Kegelblende im Primärfokus blockiert das helle

Licht der Sonnenphotosphäre, so dass die millionenfach schwächer leuchtende Korona als Strahlenkranz sichtbar wird.

Zur gleichen Zeit erlebte auch die Funktechnik einen Entwicklungsschub. Im ausgehenden 19. Jahrhundert wurden die ersten funktionierenden Sende- und Empfangsgeräte gebaut. Die Funktechnik wurde sehr rasch zu einem bedeutenden Bestandteil von Kommunikations- und Navigationstechnologien im zivilen und vor allem auch im militärischen Bereich. Innerhalb der Funktechnik nahm wiederum der Kurzwellenfunk einen besonderen Stellenwert ein. Die Kurzwellen, die im Frequenzbereich von 3 bis 30 Megahertz liegen, werden von der Ionosphäre der Erde wie von einem Spiegel reflektiert. Dadurch war es erstmals möglich, Signale über große Distanzen zu senden und weltweit zu kommunizieren.

In den frühen 1930er Jahren erkannten Hans Mögel in Deutschland und John H. Dellinger in den USA, dass ein Zusammenhang zwischen plötzlichen Ausfällen des Kurzwellenempfangs und Strahlungsausbrüchen auf der Sonne (englisch: flares) besteht. Heute weiß man, dass dieser

»Mögel-Dellinger-Effekt« durch die erhöhte Röntgen- und Ultraviolettstrahlung solarer Flares ausgelöst wird. Die energiereiche Strahlung bewirkt kurzzeitig eine verstärkte Ionisierung der Ionosphäre. Mit Beginn des Zweiten Weltkriegs eröffneten sich in Deutschland und anderen Staaten Möglichkeiten, militärische Ressourcen für die Sonnenforschung zu nutzen, da sich die Militärführungen von Vorhersagen sonnenbedingter Störungen im Kurzwellenfunk strategische Vorteile versprochen.

## Sonnenforschung als Kriegssache

Deutschland begann 1939 damit, ein »Funkberatungssystem« aufzubauen, in dem die Überwachung der Sonnenaktivität eine große Rolle spielte: Luftwaffe, Marine, Polizei, Reichswetterdienst sowie die gesamte Wehrmacht wurden mit entsprechenden Störmeldungen versorgt. Im Störfall konnte der Funkverkehr auf niedrigere Frequenzen ausweichen, und da die Ursache der Funkausfälle bekannt war, entfielen auch unnötige Wartungs- oder Reparaturversuche der Funkanlagen. Eine ausführliche und spannende Beschreibung dieses Themas gibt Micha-

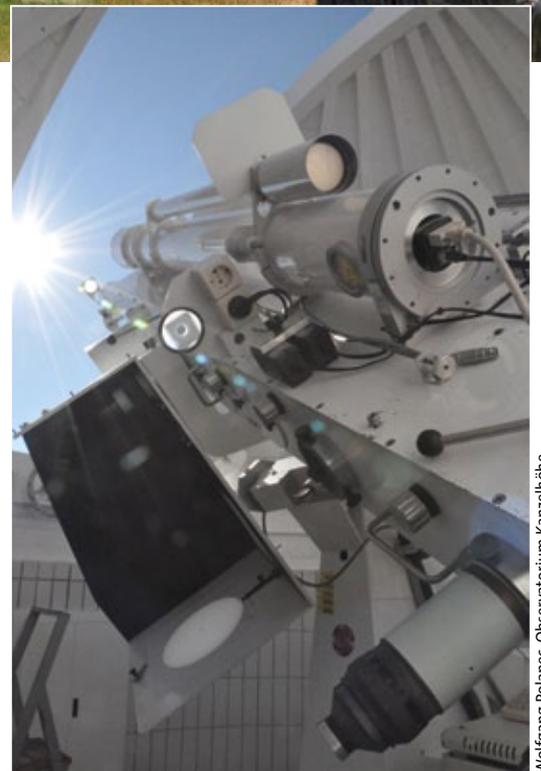


el P. Seiler in seinem 2007 erschienenen Buch »Kommandosache ›Sonnengott‹ – Geschichte der deutschen Sonnenforschung im Dritten Reich und unter alliierter Besatzung«.

Unter der Leitung von Karl Otto Kiepenheuer wurden im Auftrag der Deutschen Luftwaffe bis 1943 vier Gebirgsobservatorien zu diesem Zweck gegründet: auf dem Wendelstein nahe Brannenburg in Oberbayern, auf der Kanzelhöhe nahe Villach in Kärnten (siehe Bild oben), auf dem Schauinsland bei Freiburg im Breisgau und auf der Zugspitze nahe Garmisch in Oberbayern. Als Zentrale fungierte das in der Universitätsstadt Freiburg im Breisgau neu geschaffene »Fraunhofer-Institut«. Um wetterbedingte Ausfälle bei den Beobachtungen zu kompensieren, wurden Standorte mit möglichst unterschiedlichen lokalen Wetterverhältnissen und guten Beobachtungsbedingungen ausgesucht. Die 1526 Meter über dem Meeresspiegel gelegene Kanzelhöhe zeichnete sich durch ihre Lage südlich des Alpenhauptkamms aus, wo andere Wetterbedingungen herrschen als an den übrigen Standorten, sowie durch eine hohe Zahl an Sonnenstunden.

Im Frühherbst 1941 begann der Bau des Observatoriums auf der Kanzelhöhe, rund ein Jahr später konnte es bereits teilweise seinen Betrieb aufnehmen (siehe Bild S. 44). Ausgestattet wurde das Observatorium mit einem Turmteleskop. Hierbei gelangte das Sonnenlicht mit Hilfe eines Coelostaten der Firma Zeiss, bestehend aus zwei Spiegeln mit 30 Zentimeter Durchmesser, durch einen Schacht in ein senkrecht darunterliegendes Labor. Das dort erzeugte Abbild der Sonne wurde direkt beobachtet, um die Sonnenfleckenrelativzahl zu bestimmen. Alternativ dazu ließ sich das einfallende Licht auch mittels eines Umlenkspiegels zu einem Spektrohelioskop leiten, wo es spektral zerlegt wurde und ebenfalls visuell beobachtet werden konnte.

Zur Beobachtung der Sonnenkorona befand sich in einem separat stehenden Beobachtungsturm ein Koronograf mit elf Zentimeter Öffnung und 165 Zentimeter Brennweite. Hinzu kamen zwei Refraktoren für visuelle Beobachtungen und zur Fotografie der Sonne im weißen Licht. Während des Kriegs meldete das Observatorium Kanzelhöhe ebenso wie die ande-



Wolfgang Polanec, Observatorium Kanzelhöhe

**Auf der Kanzelhöhe in Kärnten werden Phänomene auf der Sonne und ihr Zusammenhang mit dem Weltraumwetter erkundet (oben). Hauptinstrument des Observatoriums ist das seit den 1970er Jahren bestehende »Überwachungsteleskop« – mehrere Refraktoren auf einer gemeinsamen parallaktischen Montierung (unten).**



Privatsammlung Heiner Ludescher

PROF. DR. KARL OTTO KIEPENHEUER  
1943

**Der Sonnenforscher Karl Otto Kiepenheuer befasste sich im Auftrag des deutschen Militärs mit dem Aufbau eines »Funkberatungssystems«. Bis 1943 entstanden vier Bergobservatorien zur Überwachung der Sonne, eines davon auf der Kanzelhöhe bei Villach.**

**Nach nur einjähriger Bauzeit nahm das Observatorium im Herbst 1942 seinen Betrieb auf. Das Foto zeigt das tief verschneite Observatorium Kanzelhöhe wenige Jahre später, im Winter 1945.**

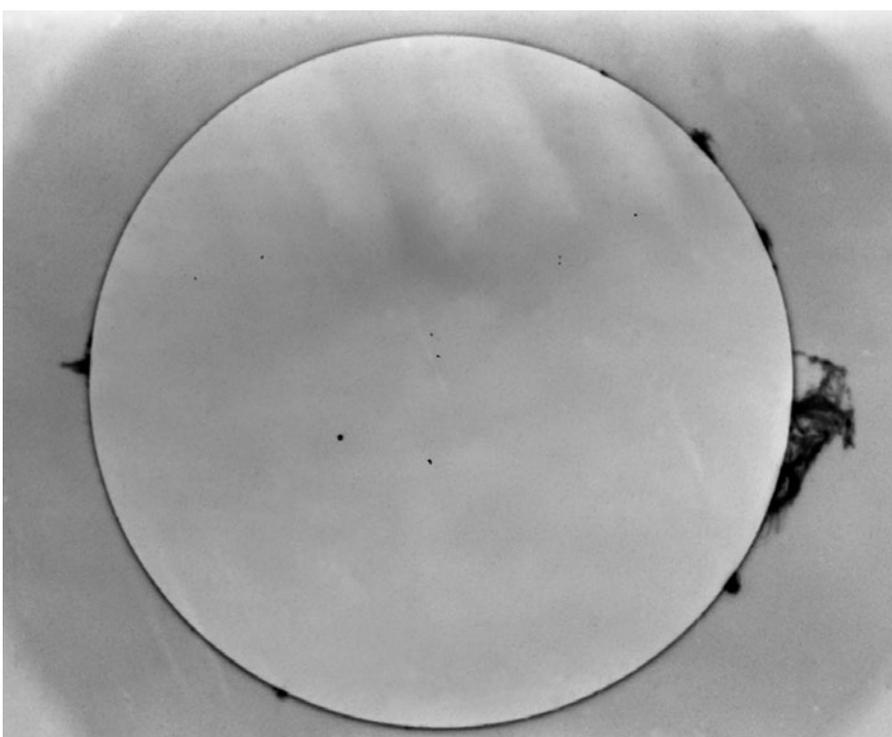


Privatsammlung Heiner Ludescher

ren Observatorien des Netzwerks täglich die folgenden Beobachtungsdaten an das Fraunhofer-Institut: die Sonnenfleckenrelativzahl, die Sonnenfleckentypen, die Stärke der photosphärischen Fackeln und die Fläche von Protuberanzen über dem Sonnenrand.

Doch schon im ersten Betriebsjahr zeigte sich, dass die atmosphärischen Bedingungen über der Kanzelhöhe für den Einsatz des Koronografen nicht optimal waren (siehe Bild unten). Provisorische Beobachtungen auf dem 400 Meter oberhalb des Observatoriums gelegenen Gipfel der Gerlitzen Alpe ergaben, dass die Luft dort klarer und die Luftunruhe geringer ist. Daher sollte die Koronografenbeobachtung dorthin verlegt werden, wofür eigens ein noch größerer Koronograf mit 20 Zentimeter Öffnung bei Zeiss in Jena in Auftrag gegeben wurde. In die Konstruktion dieses Instruments flossen bereits Erfahrungen der Observatorien Zugspitze und Wendelstein ein.

Trotz der kriegsbedingten Ressourcenknappheit begann noch im Jahr 1944 der Bau eines weiteren Beobachtungsturms auf dem Gipfel der Gerlitzen Alpe – allerdings wurde er vor Kriegsende nicht mehr fertig gestellt. Nur Bauteile für die Kuppel des neuen Koronografen trafen noch ein. Das Instrument selbst wurde in Jena beschlagnahmt, als Reparation in die damalige UdSSR gebracht und in der Folge in einem Observatorium bei Almaty im heutigen Kasachstan eingesetzt.



Observatorium Kanzelhöhe für Sonnen- und Umweltforschung

### Neubeginn nach dem Krieg

Zwar hatten die Gebäude des Observatoriums den Krieg unbeschadet überstanden, doch kam es in der Folgezeit zu umfangreichen organisatorischen Änderungen. Da die Anlage als einzige Einrichtung des Fraunhofer-Instituts in Österreich und in der britischen Besatzungszone lag, war sie von ihrem ehemaligen Netzwerk abgeschnitten. In den ersten Nachkriegstagen setzte die provisorische Landesregierung Kärntens kurzerhand den Mathematiker Josef Fell als neuen Leiter für das Observatorium ein. In weiterer Folge wurde die

**Feine Details wie diese Sonnenprotuberanzen am 12. Oktober 1947 im Bild festzuhalten, wurde durch eine zu große Luftunruhe auf der Kanzelhöhe erschwert. Deshalb suchten die Beobachter für den Koronografen einen neuen Standort.**



Am 22. Juni 1946 besuchte der Astronomer Royal, Sir Harold Spencer Jones (links), das Observatorium Kanzelhöhe. Er vereinbarte mit dessen neuem Leiter, dem Mathematiker Josef Fell, unterstützende Maßnahmen zur Wiederinbetriebnahme.

Bei tiefwinterlichen Verhältnissen übergaben Vertreter der britischen Militärregierung am 27. November 1947 den neu erbauten Beobachtungsturm feierlich an die Republik Österreich.

nahe gelegene Universität Graz, die sich ebenfalls in der britischen Zone befand, gebeten, das Observatorium zu übernehmen, was im Herbst 1945 auch geschah. Im darauf folgenden Jahr initiierte Fell eine Zusammenarbeit mit dem britischen Royal Observatory in Greenwich, um das Observatorium wieder in ein internationales Beobachtungsnetzwerk einzubinden.

Der Astronomer Royal, Sir Harold Spencer Jones, sandte schließlich im Jahr 1947 seinen Stellvertreter Robert d'Escourt Atkinson zum Observatorium Kanzelhöhe, um die Instrumente vor Ort kennen zu lernen und die österreichischen Mitarbeiter bei deren Betrieb zu unterstützen. Der unfertige Beobachtungsturm auf dem Gipfel der Gerlitzen Alpe war inzwischen von der Royal Air Force zu einer Funkstation ausgebaut worden. Um dennoch die Koronabeobachtungen wieder aufnehmen zu können, hatte Atkinson die Idee, auf dem Berggipfel einen weiteren Turm zu erbauen und dort den vorhandenen Koronografen zu installieren. Britische Pioniertruppen errichteten das Gebäude im Rahmen einer Truppenübung, das im Herbst 1947 der Republik Österreich übergeben wurde (siehe Bild rechts oben).

Nach dem Krieg bestand das Observatoriumspersonal nicht mehr aus Soldaten, die vom Militär bereitgestellt und versorgt wurden, sondern es wurden zivile

Mitarbeiter eingesetzt, die mitunter ihre Familien mitbrachten. Die ersten Nachkriegsjahre zeichneten sich für sie durch Ressourcen- und Platzmangel aus. Lebensmittelzuweisungen waren knapp bemessen, und es stand nur sehr wenig Wohnraum zur Verfügung. So ist noch 1952 in einem Bericht zu lesen: »Der zweite Beobachter [...] schläft auf einer Couch im zweiten Laboratorium, wo das äußerst wertvolle Registriermikrophotometer eingebaut ist. Diesem sind die Kochdünste usw. der Wirtschaftsführung äußerst abträglich.« Erst der Ankauf eines Personalwohnhauses im Jahr 1954 verbesserte die Situation.

Beim Bau des Observatoriums hatten es die Verantwortlichen der zuständigen nationalsozialistischen Militärbehörden unterlassen, die Eigentumsverhältnisse der Grundstücke zu regeln. So waren sämtliche Anlagen »wild« errichtet worden. Auch die britischen Militärbehörden waren diesem Problem beim Bau des von ihnen errichteten Turms ausgewichen. Die Entschädigung der betroffenen Grundbesitzer erfolgte erst Mitte der 1950er Jahre.

### Das Observatorium heute

Das Observatorium Kanzelhöhe widmet sich auch heute noch der Erforschung der Sonnenaktivität und ihrer Auswirkungen auf das »Weltraumwetter«. Unter diesem



Begriff wird die Gesamtheit aller veränderlichen physikalischen Phänomene im interplanetaren Raum zusammengefasst (siehe SuW 2/2014, S. 72, und SuW 3/2014, S. 70). Das Weltraumwetter in der Umgebung der Erde beeinflusst den Zustand des Erdmagnetfelds und kann geomagnetische Stürme auslösen. Sie führen zu starken Strömen in der Erdionosphäre, die Satellitennavigationssysteme, Funkverbindungen und Stromnetze beeinträchtigen können.

Des Weiteren können energiereiche geladene Partikel (Protonen, Elektronen und Heliumionen) empfindliche elektronische Geräte an Bord von Satelliten zerstören. Somit ist die Entwicklung eines zuverlässigen Überwachungs- und Vorhersagesystems des Weltraumwetters eine dringende Herausforderung für das 21. Jahrhundert.

Zusätzlich zur Sonnenforschung wurde das Arbeitsgebiet des Observatoriums Kanzelhöhe um die Bereiche Umweltphysik und Strahlungsmessungen erweitert. Die Beobachtungstürme auf der Gerlitzen Alpe werden mittlerweile nicht mehr vom Observatorium genutzt, da die atmosphärischen Verhältnisse Beobachtungen der Sonnenkorona mit wissenschaftlichem Qualitätsanspruch nicht zulassen. Um das Streulichtproblem in der Erdatmosphäre

## Die Sonne als Motor des Weltraumwetters

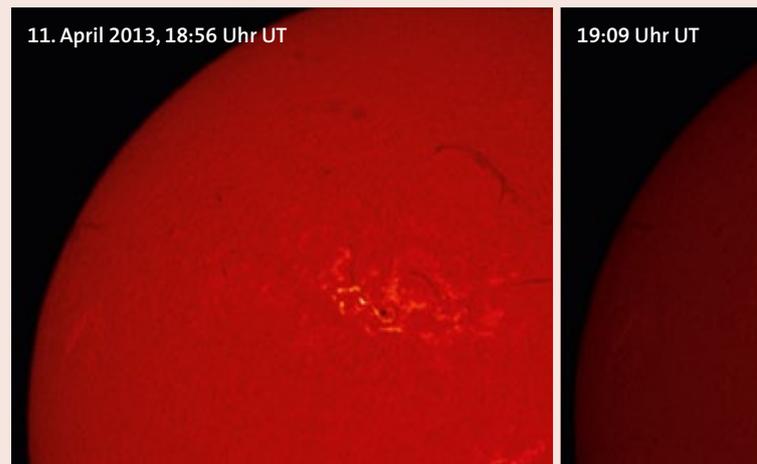
Für den irdischen Beobachter, der die Sonne durch ein Teleskop im weißen Licht betrachtet, scheint sich das Tagesgestirn nur langsam zu verändern: Sonnenflecken entstehen und bilden sich allmählich wieder zurück. Von Tag zu Tag lassen sich Veränderungen in der Form und Anzahl der Flecken ausmachen. Die Beobachter erfassen solche Entwicklungen systematisch durch die Sonnenfleckenrelativzahl, die ein Maß für die Sonnenaktivität ist.

Das starke Magnetfeld in Sonnenflecken stört den Energie-transport vom Sonneninneren an die Oberfläche, weswegen Sonnenflecken kühler als ihre Umgebung sind und daher dunkler erscheinen. Im Bereich der Flecken liegt die Temperatur bei 3000 bis 4000 Grad Celsius, wohingegen sie in der umgebenden ruhigen Sonne etwa 5500 Grad Celsius beträgt.

Doch der scheinbar ruhige Eindruck, den die Sonne im weißen Licht hinterlässt, täuscht – denn das Magnetfeld der Flecken ist das Energiereservoir für energetische Ausbrüche, die unser Weltraumwetter durcheinanderwirbeln können: Strahlungsausbrüche (englisch: Flare) und koronale Massenauswürfe (englisch: coronal mass ejection, CME). Für das Verständnis und mögliche Voraussagen des Weltraumwetters in der Umgebung der Erde sind sie von zentraler Bedeutung.

Flares sind abrupte Helligkeitsanstiege in lokal begrenzten Regionen der Sonne, die sich im gesamten elektromagnetischen Spektrum, von den Radiowellen bis zur hochenergetischen Röntgen- und Gammastrahlung, bemerkbar machen können. Koronale Massenauswürfe sind riesige Wolken aus Sonnenmaterie mit eingeschlossenem Magnetfeld, die von der Sonne weggeschleudert

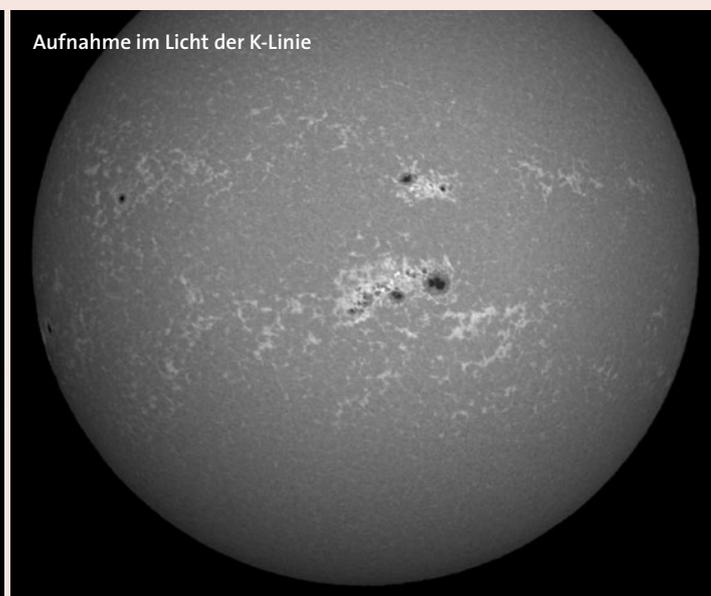
**Am 8. Januar 2014 zeigten sich in der Sonnenphotosphäre im weißen Licht große Fleckengruppen (links). Die Aufnahme im Licht der K-Linie des einfach ionisierten Kalziums (Mitte) zeigt die über der Photosphäre liegende Chromosphäre gemeinsam mit den Sonnenflecken und den sie umgebenden hellen Fackelgebieten. Zusätzlich verraten sich in der H-alpha-Aufnahme rechts lang gezogene dunkle Filamente auf der Sonnenscheibe.**

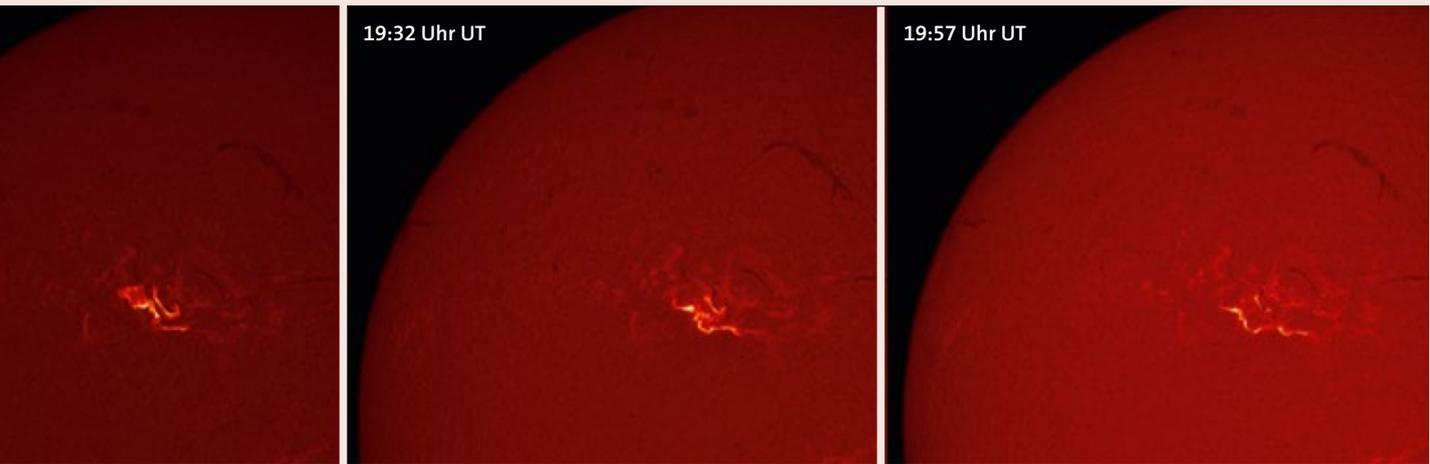


werden. Sie breiten sich mit Geschwindigkeiten von bis zu zehn Millionen Kilometern pro Stunde durch den interplanetaren Raum aus. Die schnellsten CMEs können die Erde in weniger als einem Tag erreichen. Eine ausführliche Beschreibung der Ursachen und Auswirkungen von Sonneneruptionen auf unser Weltraumwetter findet sich in den aktuellen Beiträgen von Michael Hunnekuhl in SuW 2/2014, S. 72, und SuW 3/2014, S. 70.

Aufnahmen der Sonne im H-alpha-Licht offenbaren lang gezogene Strukturen, die sich dunkel vor der Sonnenscheibe abheben. Diese Filamente sind lokale Materieverdichtungen innerhalb der Sonnenkorona. Befindet sich ein solches Filament aus der Sicht des irdischen Beobachters über dem sichtbaren Sonnenrand, so erscheint es im H-alpha-Licht leuchtend und wird als Protuberanz bezeichnet. Innerhalb von Filamenten ist das koronale Plasma etwa 100-mal so dicht gepackt wie in der umgebenden Korona, aber zugleich etwa 100-mal weniger heiß – statt 1 Million etwa 10 000 Grad Celsius. Die verdichtete Sonnenmaterie in den Filamenten »schwebt« gleichsam innerhalb der Korona, ohne auf die Sonnenoberfläche zu fallen.

Der Grund hierfür liegt in den gekrümmten Magnetfeldern der Filamente. Sie bewirken eine magnetische Kraftkomponente nach

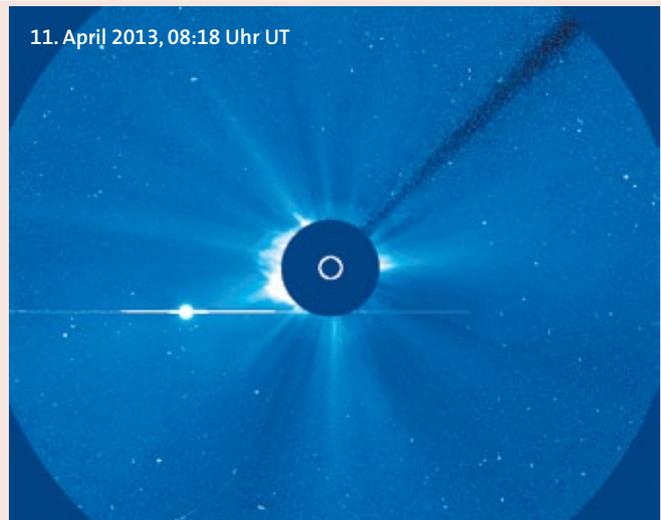




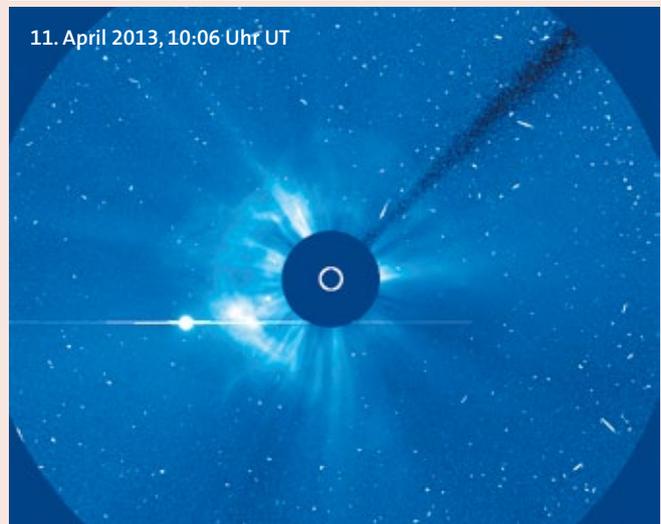
Observatorium Kanzelhöhe

oben, die der Schwerkraft entgegen gerichtet ist und mit dieser ein Gleichgewicht herstellt. Jedoch können Plasmaströmungen innerhalb der Photosphäre, in der die Magnetfelder verankert sind, den Gleichgewichtszustand stören. Kippt dieses Gleichgewicht, so wird das Filament durch die Korona in den interplanetaren Raum geschleudert und kann sich zu einem koronalen Massenauswurf entwickeln.

Für die erdgebundene Überwachung von energetischen Ausbrüchen der Sonne, die das Weltraumwetter in Erdnähe stören können, sind Beobachtungen im Licht der H-alpha-Linie von zentraler Bedeutung. Bei der Wellenlänge der optisch dicken H-alpha-Spektrallinie des neutralen Wasserstoffs von 656,3 Nanometern wird ein Großteil des aus der Photosphäre kommenden Lichts von der darüberliegenden Chromosphäre absorbiert. Daher zeigen die H-alpha-Filtergramme die Details der Chromosphäre sowie die in die Korona eingebetteten »kühlen« Filamente als dunkle Strukturen. Die H-alpha-Beobachtungen der Sonnenchromosphäre helfen den Astronomen insbesondere beim Nachweis und bei der Analyse solarer Flares sowie von eruptiven Filamenten, welche die ersten Anzeichen von koronalen Massenauswürfen darstellen (siehe Bilder oben und rechts).



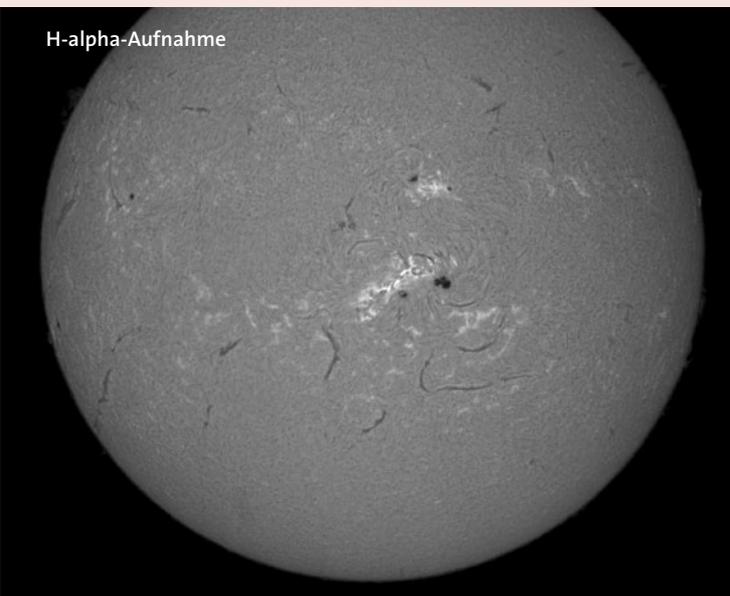
11. April 2013, 08:18 Uhr UT



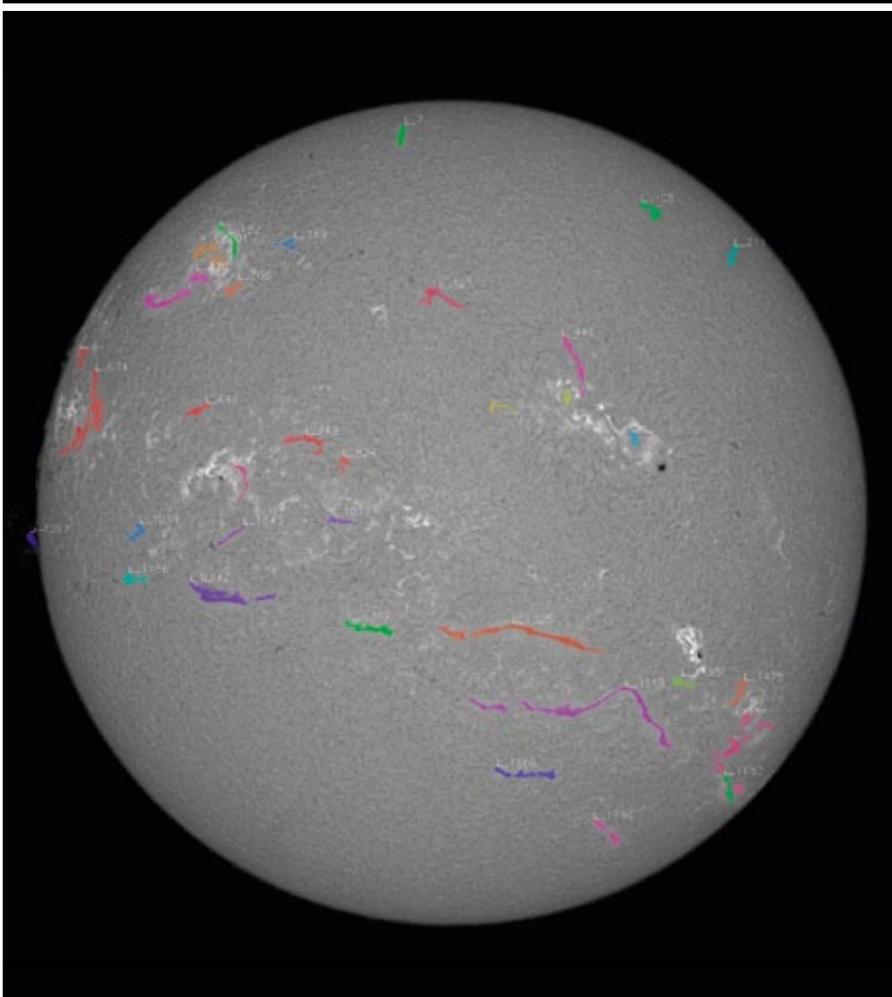
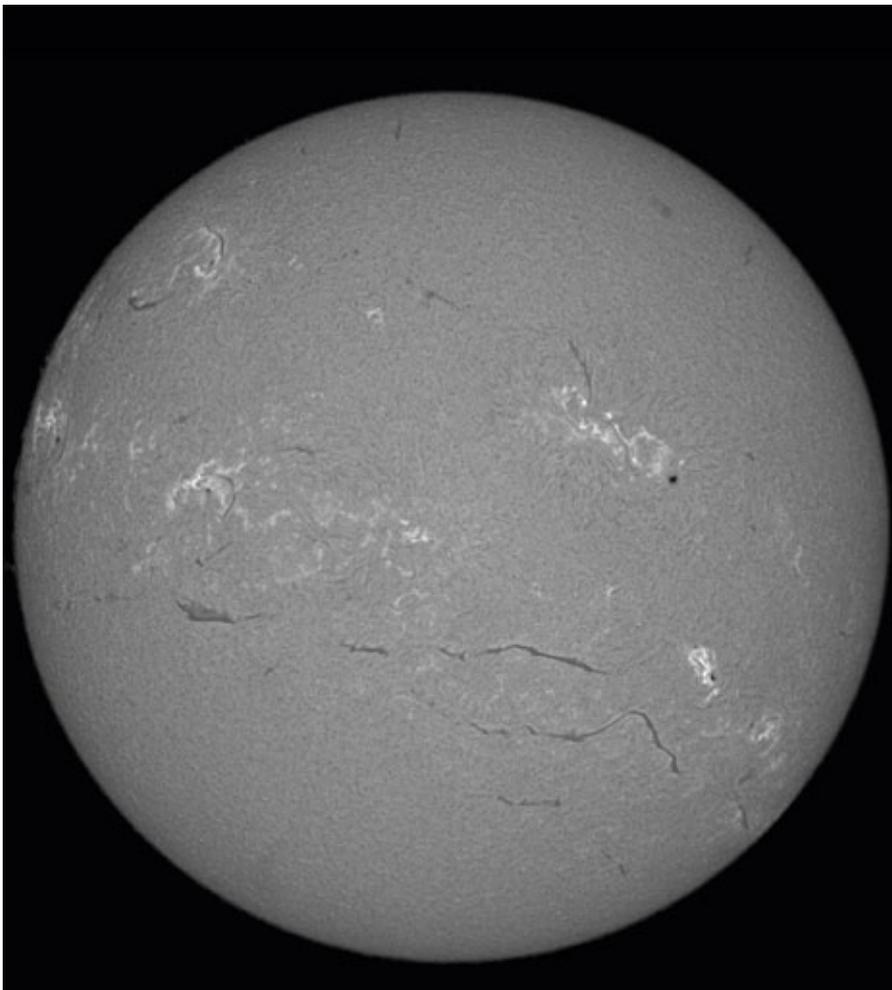
11. April 2013, 10:06 Uhr UT

ESA / NASA / SOHO

H-alpha-Aufnahme



Diese H-alpha-Aufnahmen des Observatoriums Kanzelhöhe (ganz oben) entstanden während eines großen Flares am 11. April 2013, das hier in Form von zwei länglichen hellen Bändern erscheint, die sich im Lauf der Zeit voneinander wegbewegen. Eine solche Entwicklung ist typisch für eruptive Flares, die in Zusammenhang mit einem koronalen Massenauswurf auftreten (Bilder oben). Der zugehörige koronale Massenauswurf war ein »Halo-CME«, der sich mit einer Geschwindigkeit von drei Millionen Kilometern pro Stunde Richtung Erde bewegte.



zu umgehen, wird die Korona heute vornehmlich vom Weltraum aus studiert.

Das Hauptinstrument zur Sonnenbeobachtung am Observatorium ist das »Überwachungsteleskop«, das seit den frühen 1970er Jahren in Betrieb ist und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt wurde (siehe Bild S. 43). Es besteht aus mehreren Refraktoren auf einer gemeinsamen parallaktischen Montierung. Sie beobachten die Sonne in unterschiedlichen Wellenlängen mit hoher zeitlicher Abfolge, im gelb-grünen Kontinuum sowie im Licht der H-alpha-Linie des Wasserstoffs und der K-Linie des einfach ionisierten Kalziums (siehe Infokasten S. 46).

Pro Tag werden bis zu 10000 Sonnenbilder aufgenommen, automatisch verarbeitet und archiviert. Zudem gibt es eine Projektionsvorrichtung, an der täglich eine Sonnenfleckenzeichnung angefertigt wird. Das System klassifiziert die Flecken und ermittelt die Relativzahl – ein wichtiges Maß für die Sonnenaktivität – und sendet sie an internationale Datenzentren. Das Datenarchiv des Observatoriums reicht bis in das Jahr 1944 zurück und ist für alle Interessierten online unter <http://cesar.kso.ac.at> zugänglich.

### International vernetzt

Im Jahr 2009 initiierte die Europäische Weltraumbehörde ESA das Programm »Space Situational Awareness« (SSA), das sich der Weltraumsicherheit und Überwachung des Weltraums widmet. Das SSA-Programm umfasst im Wesentlichen drei Elemente:

- die Beobachtung von Asteroiden, Kometen und großen Meteoroiden, die auf ihrer Bahn der Erde so nahe kommen können, dass sie eine mögliche Kollisionsgefahr darstellen;

**Filamente auf der Sonne werden am Observatorium Kanzelhöhe automatisch erfasst, wie in diesem Beispiel vom 20. März 2014, das in Echtzeit am Beobachtungssystem errechnet wurde. Die in der H-alpha-Aufnahme oben registrierten Filamente erhalten eine Identifikationsnummer (ID) und werden anschließend durch weitere Aufnahmen zeitlich verfolgt. Im Fall einer Filamenteruption wird ein Verschwinden der entsprechenden ID registriert und automatisch ein »Alert« ausgegeben.**

■ die detaillierte Überwachung von Teilen des Weltraumschrotts und die Entwicklung von Strategien zur Reduktion von Weltraumtrümmern, der eine Gefährdung für Satelliten im All sowie insbesondere auch für die Internationale Raumstation ISS darstellt;

■ die Entwicklung eines Systems zur Überwachung und Vorhersage des Weltraumwetters.

Das Observatorium Kanzelhöhe ist die europäische Hauptstation zur bodengestützten Beobachtung und Nachweis von Sonneneruptionen im Weltraumwetter-Segment des SSA-Programms. Im Jahr 2013 wurde im Auftrag der ESA am Observatorium ein System zur automatischen Erkennung von Flares und Filamenteruptionen entwickelt, um Vorwarnungen zu Störungen des Weltraumwetters zu geben. Im Standard-Beobachtungsmodus nimmt es zehn Bilder pro Minute im Licht der H-alpha-Linie auf und publiziert sie live auf der Website des Observatoriums sowie im Weltraumwetter-Portal der ESA. Alle Bilder werden annähernd in Echtzeit verarbeitet und mittels automatischer Bilderkennungsalgorithmen analysiert (siehe Bilder links).

Die nachgewiesenen Filamenteruptionen und Flares werden quasi in Echtzeit online im Weltraumwetter-Portal der ESA veröffentlicht. Im nächsten Entwicklungsschritt wird es demnächst für interessierte Nutzer die Möglichkeit geben, sich am Portal zu registrieren, um die »Alerts« automatisch per E-Mail zu erhalten.

Das Observatorium Kanzelhöhe ist außerdem Kooperationspartner zahlreicher internationaler Forschungseinrichtungen und trägt mit seinen Sonnenbeobachtungen zu den wichtigsten Sonnendatenzentren bei, wie dem Solar Influences Data Center (SIDC) in Brüssel, dem World Data Center (WDC) in Paris und der US-amerikanischen Wetterbehörde NOAA, die auch für Vorhersagen des Weltraumwetters zuständig ist.

Außerdem ist das Observatorium Kanzelhöhe seit 2013 die österreichische Vertretung im International Space Environment Service (ISES). In dieser Funktion bereitet es seine Datenprodukte im Bereich Sonnenbeobachtung und Voraussagen des Weltraumwetters auf der Website [weltraumwetter.at](http://weltraumwetter.at) für die interessierte Öffentlichkeit auf. ©

[www.sterne-und-weltraum.de](http://www.sterne-und-weltraum.de)



**GUNDI JUNGMEIER** studierte Geschichte mit Schwerpunkt Technikgeschichte an der Universität Wien. Zu ihren wissenschaftlichen Veröffentlichungen zählen Arbeiten in den Bereichen Alltagsgeschichte sowie Erinnerungskultur- und Identitätsforschung. Seit 2013 ist sie als selbstständige Historikerin und Autorin tätig.



**ASTRID VERONIG** ist Astrophysikerin an der Universität Graz und Leiterin des Observatoriums Kanzelhöhe. Ihre Forschungsschwerpunkte sind solare Flares, koronale Massenauswürfe und ihre Auswirkungen auf das Weltraumwetter in Erdnähe.



**WERNER PÖTZI** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Observatorium Kanzelhöhe. Seine Aufgabenbereiche reichen von der Sonnenbeobachtung, über Programmierung und Datenprozessierung bis hin zur Datenarchivierung.

### Literaturhinweise

**Hufbauer, K.:** Exploring the Sun. Solar Science since Galileo. Johns Hopkins University Press, Baltimore 1991

**Hunnekuhl, M.:** Wie der Sonnenwind weht. Teil 1: Der Ursprung geomagnetischer Stürme. In: Sterne und Weltraum 2/2014, S. 72–82

**Hunnekuhl, M.:** Wie der Sonnenwind weht. Teil 2: Geomagnetische Stürme und Polarlichter. In: Sterne und Weltraum 3/2014, S. 70–79

**Seiler, M. P.:** Kommandosache »Sonnergott« – Geschichte der deutschen Sonnenforschung im Dritten Reich und unter alliierter Besatzung. Acta Historica Astronomiae 31. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main 2007

Dieser Artikel und Weblinks unter:  
[www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1294907](http://www.sterne-und-weltraum.de/artikel/1294907)

# ASA DDM160 – Die Sternwartenmontierung

**Die gekonnte Kombination von Direktantrieben mit 160 mm starken Achsen und Encodern ermöglicht die Fertigung einer der stabilsten Montierungen der Welt.**

- Direct Drive Antrieb
- Kein Getriebe, daher kein Backlash
- Autoslew Kontrollsoftware
- Encoder auf beiden Achsen
- Tragkraft 300 kg
- Twin-Konfiguration 600 kg
- Sehr hohe Genauigkeit
- Kein Meridienflip mit Knicksäule
- Interne Verkabelung
- Internet - Remotebetrieb
- Betriebsspannung 24V (1 - 3 A/Tracking)
- Pointing < 8" RMS mit Pointingmodel\*
- Nachführgenauigkeit < 0,25" RMS in 5 Min.\*
- Encoderauflösung 0,007" an den Achsen
- Positioniergeschwindigkeit 13°/Sek.

\*(abhängig von der Steifigkeit des Teleskops)



**ASA**  
[www.astrosysteme.at](http://www.astrosysteme.at)