

## Sonnen- und Ionosphären-Monitoring durch Beobachtung von VLF-Sendern

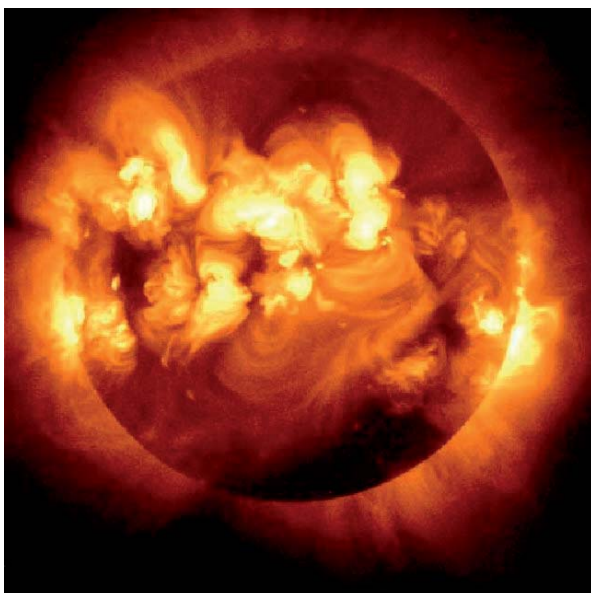
Das im heliophysikalischen Jahr 2007 gestartete Projekt SIMONE verfolgt das Ziel, Schülerinnen und Schüler an das wissenschaftliche Arbeiten heranzuführen, Informationen über Vorgänge in der unteren Ionosphäre und den Sonneneruptionen zu gewinnen. SIMONE steht für „Sonnen und Ionosphären Monitoring Netzwerk“. Wissenschaftlich begleitet wird das Projekt vom Institut für Kommunikation und Navigation des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) am Standort Neustrelitz [7] und vom Institut für Astrophysik der Universität Göttingen. Federführend sind Dr. Norbert Jakowski und Dr. Volker Bothmer.

### Flares

Strahlungsausbrüche der Sonne, sogenannte solare Flares, sind mit den Eruptiven von Röntgenstrahlung verbunden. Kurze Zeit nach einem solchen Ausbruch auf der Sonne dringt die Strahlung in die Ionosphäre der Erde ein. Die dabei ablaufenden Wechselwirkungsvorgänge dokumentieren sich in einer gestörten Ausbreitung elektromagnetischer Raumwellen.

Der mit jedem Flare emittierte Teilchenstrom erreicht die Erde zeitverzögert gegenüber der Röntgenstrahlung und führt zu den bekannten Magnetstürmen und den damit verbundenen Polarlichtern. Die Registrierung der Röntgenstrahlung kann als Vorwarnung des folgenden Teilchensturms angesehen werden, und Betreiber von Telekommunikationseinrichtungen können entsprechende Sicherheitsmaßnahmen einleiten.

Abb. 1: Solare Flares [1]



### Einfluss auf die Längstwellenausbreitung

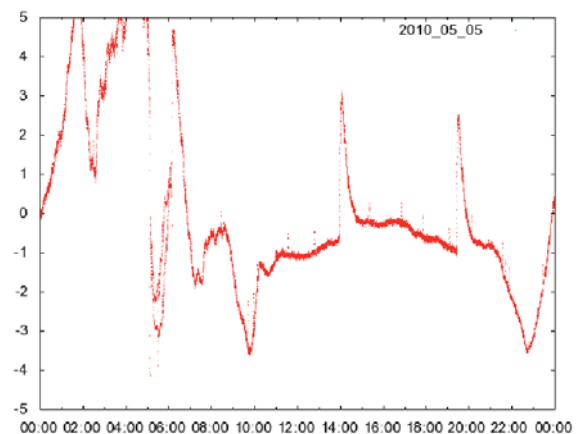
Für den Nachweis des Eintretens der Röntgenstrahlung in die Ionosphäre wird das zeitliche Verhalten der Radiowellenamplitude der Marinefunkstelle Cutler/USA, also eines VLF-Senders, erfasst, der auf der Frequenz 24kHz sendet. Einige der am SIMONE-Projekt teilnehmenden Schulen wurden dazu mit einem SID-Monitor der Universität Stanford ausgerüstet. SID steht für Sudden Ionospheric Disturbances. Dieser Empfänger wird mit allen Schaltbildern und sonstigen Details sowie einer Bauanleitung für eine geeignete VLF-Antenne unter [4] vorgestellt. Mitarbeiter des DLR Neustrelitz entwickelten im Folgenden einen eigenen Empfänger und die notwendige Software dazu.



Abb. 2: Ein solcher Empfänger [4] ermöglicht die Langzeitbeobachtung von Anomalien bei der Ausbreitung des 24kHz-Signals in der Ionosphäre.

Am Friedrich-Franz-Gymnasium in Parchim [6] wurde ein solcher Empfänger mit Schülern und der Unterstützung von Rolf Haase DL2CBB aufgebaut, die erforderliche Rahmenantenne von ca. 1m Durchmesser angefertigt

Abb. 3: Der Verlauf des Signals am 5. Mai 2010. Gegen 14.00 Uhr wurde ein Flare der Stärke C8.8 registriert. Die Grafik wurde mit GNU PLOT erstellt.



und die notwendige Rechentechnik eingerichtet. Die Software speichert selbstständig alle fünf Minuten einen Messwert des empfangenen Signals. Nach 24 Stunden wird automatisch eine neue Datei angelegt.

Nachdem die Anlage im Schuljahr 2008/2009 errichtet wurde, konnten mit Beginn des Schuljahres 2009/2010 regelmäßige Aufzeichnungen vorgenommen werden. Da sich tagsüber ein relativ stabiles Signalverhalten ausbildet, das eine Identifizierung der beschriebenen Anomalien im Signalverlauf möglich macht, können die Flares nur am Tag registriert werden. Am 16. Dezember 2009 war es dann soweit. An diesem Tag konnte das erste Flare der Stärke C3.6 mit dem SIMONE-Empfänger in Parchim nachgewiesen werden.

### Auswertung der Daten

Für das Jahr 2010 liegen fast durchgängig die mit der eigenen Anlage in Parchim aufgenommenen Messwerte vor, die momentan genauer untersucht und ausgewertet werden. Mit dieser Arbeit beschäftigt sich eine Schülerin, die im Rahmen ihrer Qualifikation in der gymnasialen Oberstufe eine besondere Lernleistung zu dieser Thematik im Sommer dieses Jahres zum Abschluss bringen wird. Die Betreuung erfolgt im Projektunterricht „Angewandte Naturwissenschaften“.

### Ausblick

Das DLR\_School\_Lab Neustrelitz arbeitet an der Entwicklung eines neuen Empfängers mit integriertem Webserver, der die Daten automatisch in einer zentralen Datenbank zur wissenschaftlichen Auswertung ablegen kann. Hierzu

werden in der Zukunft diverse Schülergruppen gefordert sein.

### Individuelle Signalbeobachtung

Die Beobachtung der Signale auf 24kHz ist selbstverständlich auch mit anderen Empfängern und außerhalb dieses Projektes möglich. Dr. Karsten Hansky, DL3HRT, hat die mit seinem SDR [5] empfangenen Signale aufgezeichnet und einen Screenshot erstellt, der den VLF-Bereich mit dem 24-kHz-Signal sehr anschaulich wiedergibt.

### Quellen

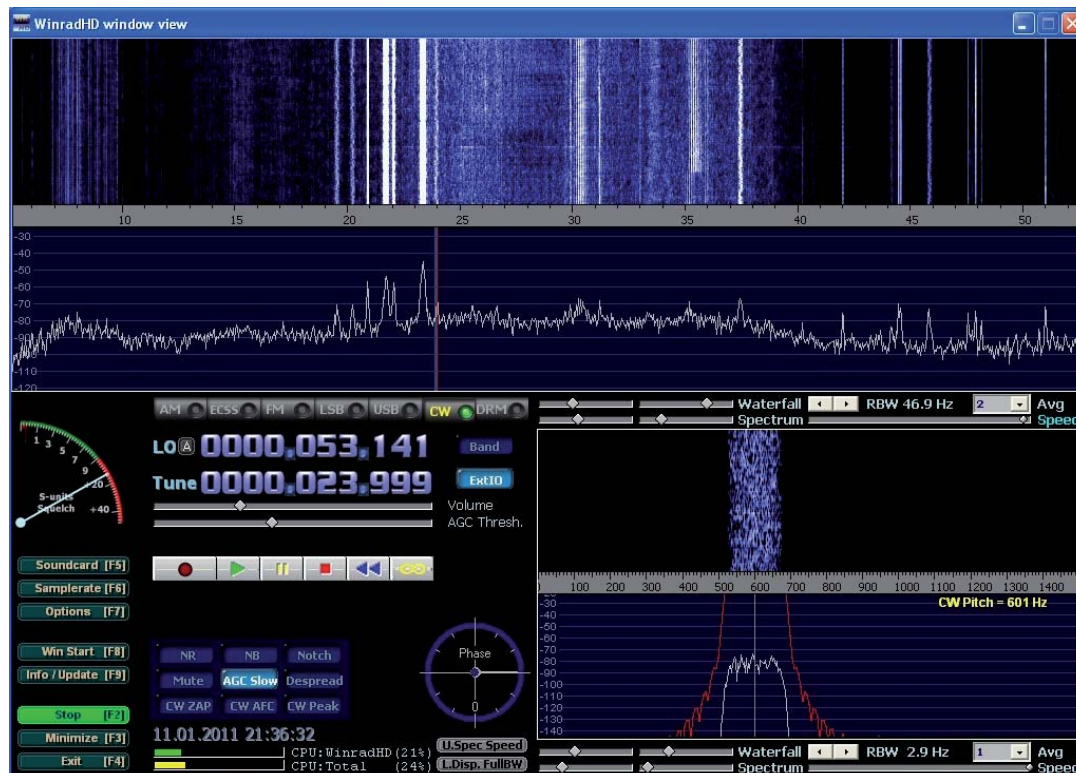
- [1] [http://www.nasa.gov/images/content/158528main\\_solarflare\\_516.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/158528main_solarflare_516.jpg)
- [2] [http://de.wikibooks.org/wiki/Längstwellenempfang\\_mit\\_dem\\_PC:\\_Galerie\\_von\\_VLF-Signalen](http://de.wikibooks.org/wiki/Längstwellenempfang_mit_dem_PC:_Galerie_von_VLF-Signalen)
- [3] [http://de.wikipedia.org/wiki/Marinefunkstelle\\_Cutler](http://de.wikipedia.org/wiki/Marinefunkstelle_Cutler)
- [4] <http://solar-center.stanford.edu/SID/sidmonitor/>
- [5] <http://www.ov-lennestadt.de>
- [6] [www.gymnasium-parchim.de](http://www.gymnasium-parchim.de)
- [7] [schoollab-neustrelitz@dlr.de](mailto:schoollab-neustrelitz@dlr.de)

### Autor

Roland Seidel · DC1RSN  
eMail: roland.seidel@web.de

*Auszug aus dem „Praxisheft 21 für Amateurfunk und Elektronik in Schule und Freizeit“ mit freundlicher Genehmigung durch den Herausgeber Wolfgang Lipps / AATIS e.V.“*

Abb.4: Die Empfangseinrichtung bestand aus einem modifizierten FiFi-SDR [5] und einer Aktivantenne unter Dach. Vor den FiFi-SDR wurde ein 40kHz-Tiefpass eingeschleift. Auf 24kHz erkennt man das Signal von Cutler, welches für das Projekt SIMONE genutzt wird. Extrem stark ist der deutsche Marinesender DO38 auf 23.4kHz., der mit einer Leistung von circa 800kW sendet! Da er nur 600Hz neben Cutler [3] liegt, muss der Empfänger ordentlich selektiv oder großsignalfest sein.



der mit einer Leistung von circa 800kW sendet! Da er nur 600Hz neben Cutler [3] liegt, muss der Empfänger ordentlich selektiv oder großsignalfest sein. Auf 19.6kHz empfängt man einen britischen Sender, knapp darüber welche aus Frankreich und Italien, und auf 37.5kHz ist ein Sender aus Island recht kräftig.

Foto: DL3HRT