Die Sonne einmal anders beobachten

Neben der konventionellen Sonnenbeobachtung mit entsprechenden Sonnenfiltern, lässt sich das Tagesgestirn auch in ganz anderen Frequenzen beobachten. So etwa können Radiobursts (Radioblitze) aufgezeichnet werden.

Beitrag: **Peter Hirt**

In der optischen Astronomie spricht man von First Light, wenn ein neues Teleskop Licht vom Sternenhimmel empfängt. Auch in der Radioastronomie spricht man von First Light, wenn ein neues Radioteleskop Radiostrahlung von kosmischen Objekten empfängt. Mein Radioteleskop hat sein First Light am 17. Juli 2018 gehabt, damals konnte ein kleiner solarer Radioburst von der Sonne empfangen werden. In der Zwischenzeit hat die «laute» Radiostrahlung von der Sonne massiv zugenommen, die Sonne bewegt sich ja zum Aktivitätsmaximum des 25. Sonnenfleckenzyklus' hin. Mein Radioteleskop besteht aus einer selbst gebauten LWA-Antenne, Frontend-Elektronik, einem Long Wavelength Array Power mit Quadratur-Koppler, einem Up-Converter (Heterodyne Receiver) sowie dem Radiospektrometer eCallisto, welches von der ETHZ entwickelt wurde, um die Sonne im Radiowellenlängenbereich zu beobachten. Die ETHZ baute ein globales Empfangsnetzwerk auf mit diesem Radiospektrometer eCallisto. Meine Station

Abbildung 1: Mit der LPDA-Antenne (Vordergrund) wird die Sonne im Frequenzbereich von 150-870MHz beobachtet. Die Antenne wird dabei der Sonne im Azimut nachgeführt. Die LWA-Antenne (Hintergrund) registriert die Radioburst von der Sonne im Frequenzbereich 20-80MHz. Der Frontend-Verstärker befindet sich übrigens im weissen Gehäuse oben auf der Antenne.

Bild: Peter Hirt

Abbildung 2: Die empfangene Radiostrahlung von der LWA-Antenne wird zunächst vorverstärkt mit dem Frontend-Verstärker (befindet sich auf der LWA-Antenne), im Long Wavelength Array Power mit Qadratur-Koppler aufbereitet, mit dem Heterodyne Verstärker in einen Frequenzbereich hochgemischt, welche dann im Radiospektrometer eCallisto in Form eines Spektrogramms an einen Computer weitergeleitet und anschliessend an einen Datenserver gesendet wird. Es werden dabei zwei Polarisationen registriert. Die Anlage läuft automatisch und zeichnet seit 5 Jahren die Radioburst der Sonne permanent auf.

Bild: Peter Hirt

hat den Namen SWISS-MUHEN und liefert ebenfalls die aufgezeichneten Daten diesem Netzwerk. Die Daten werden auf einem Datenserver der Fachhochschule Nordwestschweiz aufbereitet und archiviert.

In den vergangenen fünf Jahren wurden einige 100 Radioburst mit Hilfe der Station SWISS-MUHEN aufgezeichnet. In den Radiospektrogrammen auf Seite 64 sind einige Radioburst zusammengetragen, welche in der Übersicht rechts erklärten Radioburst-Typen zeigen. <

Den solaren Radioblitzen auf der Spur

Erst in vergangenen Februar ist es Wissenschaftlern gelungen, die Signale von Radioblitzen in der Sonnenatmosphäre zu orten. Bei sogenannten Solar Radio Bursts handelt es sich um intensive Ausbrüche von Radiowellen, die in direktem Zusammenhang mit Sonneneruptionen stehen. Die Forscherinnen und Forscher konnten die Quelle des Signals während einer Sonneneruption der Klasse C, der drittstärksten Kategorie auf der fünfstufigen Einteilung was die Röntgenstrahlungsenergie anbelangt, etwa 5'000 km über der Sonnenoberfläche orten.

Bei Sonnenstürmen bewegen sich die Magnetfelder der Sonne aufeinander zu, was zu einem fortwährenden Zusammenbruch und einer Neubildung führt. Dort, wo sich die Feldlinien neu verbinden, vermuten die Sonnenforscher die Quelle des Radiosignals. Offenbar gibt es aber noch eine weitere Quelle, und zwar entlang der heliosphärischen Stromschicht (abgekürzt HCS). Es handelt sich hierbei um einen elekrischen Strom in der Heliosphäre, etwa 10'000 km mächtig, der sich bis weit in den Kuiper-Gürtel erstreckt. Man konnte einen pulsierenden Radio Burst registrieren. Die Forscher wollen nun herausfinden, inwiefern die beiden Quellen zusammenhängen.

Typ	Charakteristik	Dauer	Frequenz	Ursache
I	Kurze schmalbandige Ereignisse, die normalerweise in grosser Anzahl überlagert auf einem breiteren Kontinuum auftreten.	Einzelburst: ca. 1 Sekunde / Sturm: Stunden bis Tage	80 – 200	Eng mit aktiven Regionen verbunden. Der Burst kann durch eine Fackel ausgelöst worden sein. Genauer Mechanismus ist noch unbekannt.
II	Langsame Drift von hohen zu niedrigen Frequenzen (Driftrate von 2 MHz/s). Zeigen manchmal auch neben Grundfrequenz erste harmonische Frequenz.	3 – 30 Minuten	20 – 150	Fackel, Protonenemission, magneto-hydrodynamische Schockwellen
III	Schnelle Drift von hohen zu niedrigen Frequenzen (Driftrate von 2 – 20 MHz/s). Kann einzeln oder in grossen Gruppen auftreten, oft mit einem Kontinuum.	Einzelburst: 1 – 3 Sekunden Gruppen: 1 – 5 Minuten Sturm: Minuten bis Stunden	0.01 – 1'000	Fackel, welche energetische Elektronen (v = 0.5c) freisetzen
IV	Stationär: Breitbandkontinuum mit feiner Struktur	Stunden bis Tage	20 – 2'000	Fackel, Protonenemission
	Dynamisch: Breitbandig, langsame Frequenzdrift, glattes Kontinuum	30 Minuten bis 2 Stunden	20 – 400	Eruptive Protuberanzen, magneto-hydrodynamische Schockwellen
	Flare Kontinuum: Breitbandiges, glattes Kontinuum	3 – 45 Minuten	25 – 200	Fackel, Protonenemission
V	Glattes, kurzlebiges Kontinuum. Es folgen einige Typ III Burst, treten niemals isoliert auf.	1 – 3 Minuten	10 – 200	Elektronen, die in koronalen Magnetfeldlinien gefangen sind, Synchrotonstrahlung
VI	Serie von Typ III Burst	10 – 30 Minuten	siehe Typ III	siehe Typ III
VII	Serie von Typ III und Typ V Burst	Länger als 10 Minuten	siehe Typ III und Typ V	siehe Typ III und Typ V
U	Die Frequenz driftet zuerst schnell nach unten wie bei den Typ III Burst, danach driftet die Frequenz wieder nach oben.	Typisch 10 Sekunden	siehe Typ III	Plasmawellen, Elektronenströme welche den Magnetfeldlinien in Korona folgen.
DCIM / P	Dezimeter-Burst kommen recht häufig vor, Burst kommen rechtszirkularer Polarisation vor, während gleichzeitig linkszirkulare Polarisation nichtgepulst, sondern im Kontinuum erscheinen.		bis 1'000	
DCIM / F	Intermediate Drift Burst von einem DCM-Ereignis ausgelöst wird. Faserartige Strukturen		bis 4'000	Fackel
CTM	Breitband dekametrische Kontinuumsstrahlung			

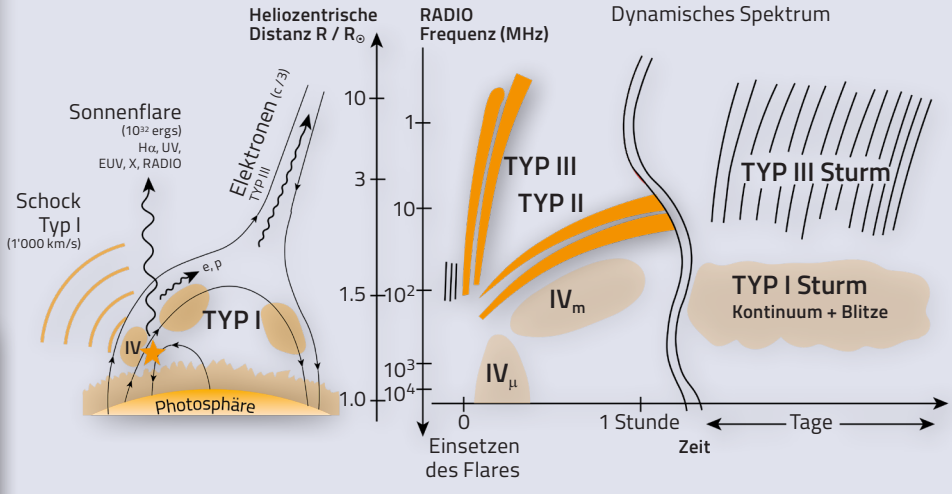

Abbildung 3: Klassische Korrelation zwischen verschiedenen Fackel-Phänomenen und dem Typ von Radiobursts.

Quelle: nach M. R. Kundu, 1965

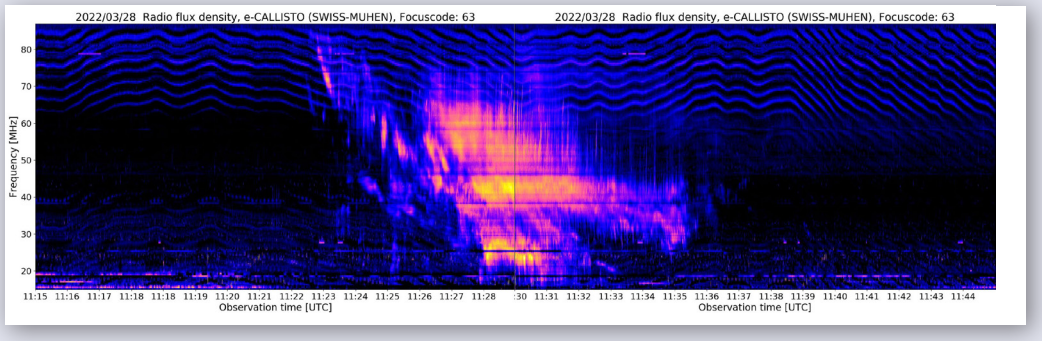

Abbildung 4: Radioburst vom Typ II registriert am 28. März 2022 mit der LWA-Antenne. Der Radioburst stammt vom Aktivitätsgebiet AR2975.

Quelle: Peter Hirt

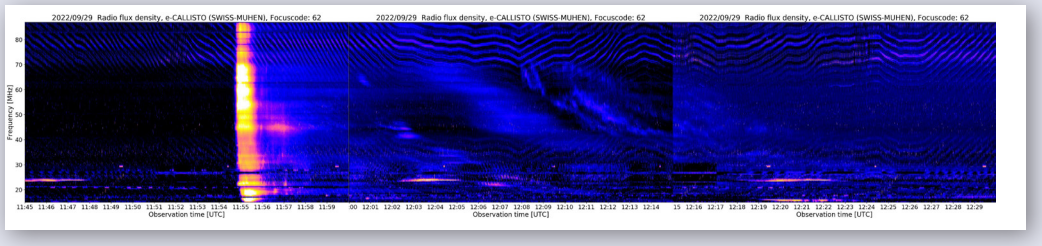

Abbildung 5: Radioburst vom Typ V mit anschliessendem Radioburst vom Typ II registriert am 29. Sept. 2022 mit der LWA-Antenne.

Quelle: Peter Hirt

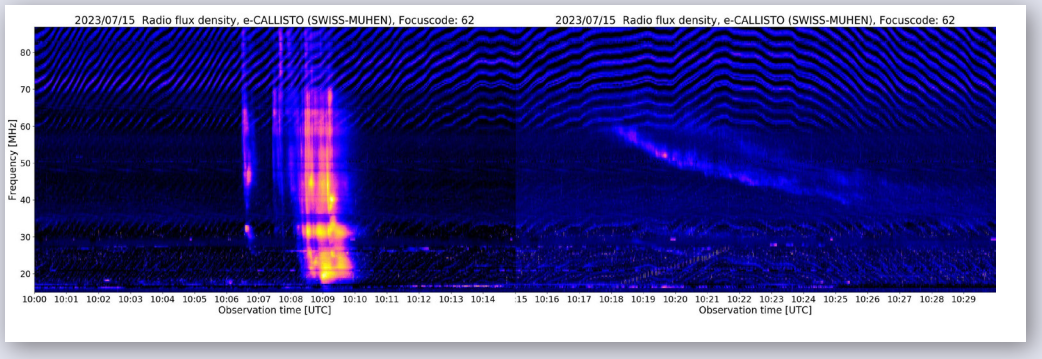

Abbildung 6: Radioburst vom Typ III mit anschliessendem Radioburst vom Typ II registriert am 15. Juli 2023 mit der LWA-Antenne. Der Radioburst stammt von dem Aktivitätsgebiet AR3372.

Quelle: Peter Hirt

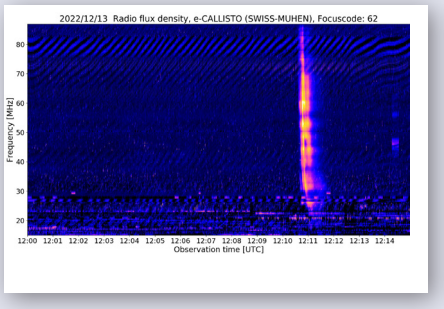

Abbildung 7: Radioburst vom Typ III registriert am 13. Dezember 2022 mit der LWA-Antenne.

Quelle: Peter Hirt

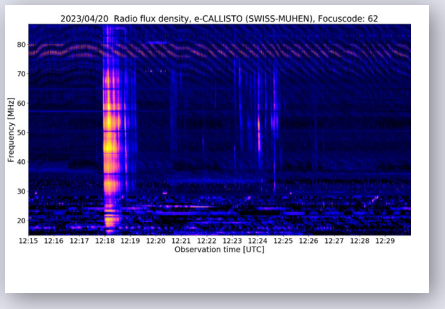

Abbildung 8: Radioburst vom Typ VI registriert am 20. April 2023 mit der LWA-Antenne. Der Radioburst stammt vom Aktivitätsgebiet AR3272.

Quelle: Peter Hirt

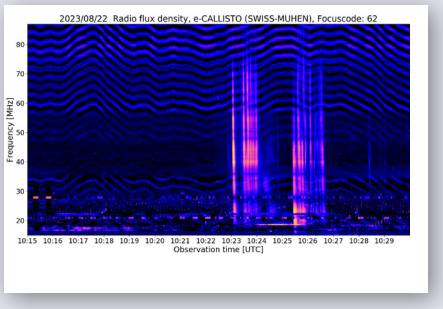

Abbildung 9: Radioburst vom Typ III registriert am 22. August 2023 mit der LWA-Antenne. Der Radioburst stammt vom Aktivitätsgebiet AR3405.

Quelle: Peter Hirt

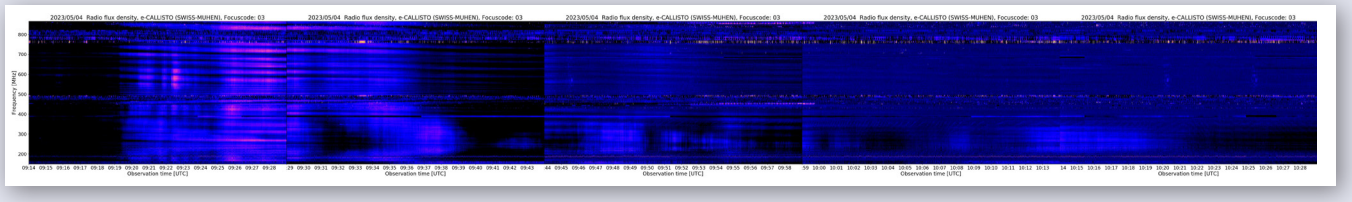

Abbildung 10: Radioburst vom Typ CTM registriert am 04. May 2023 mit der LPDA-Antenne (Frequenzbereich 150 – 870 MHz). Diese Radioburst sind eher selten und können über Stunden oder Tagen dauern.

Quelle: Peter Hirt