



## Modul 5: Nachweis von solaren Flares durch Satellitentechnik

Die Wissenschaftler beobachten und registrieren solare Flares auf verschiedene Weise. Das SOFIE-Projekt arbeitet mit bodengestützten Messanlagen (siehe Modul 2). Solare Flares sind immer mit deutlich erhöhter Röntgen- und UV- Strahlung verbunden. Diesen Zusammenhang nutzt beispielsweise der amerikanische Satellit **GOES-16** (<https://www.nasa.gov/content/goes-r/index.html>) aus. Er detektiert auf seiner geostationären Umlaufbahn in knapp 36 000 km Höhe über der Erdoberfläche die Röntgenstrahlung zwecks Nachweis und Kennzeichnung solarer Flares.

### 1. Laufzeit der Röntgenstrahlung von der Sonne bis zum Satelliten

Röntgenstrahlung ist eine elektromagnetische Strahlung, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet. Schätze mittels einer Rechnung ab, wie lange die Röntgenstrahlung vom Verlassen der Sonnenoberfläche bis zum Erreichen des Sensors am Satelliten unterwegs ist. Erde, Satellit und Sonne sollen in dieser Reihenfolge auf einer gedachten Geraden angeordnet sein.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Sonne – Weltraumwetter – Erde



## 2. Informationsquellen zu aufgetretenen solaren Flares

Informationen zu registrierten solaren Flares sind im Internet auf zahlreichen Seiten abrufbar. Die in der Tabelle dargestellten Inhalte wurden beispielsweise aus Angaben der Webseite „polarlicht-vorhersage“ (<https://www.polarlicht-vorhersage.de/>) übernommen. Dort werden immer die aktuellsten solaren Flares ab der sog. Flare-Klasse C dokumentiert. Die Daten basieren auf Messungen der Satelliten GOES-15 und GOES-16.

Ergänze in Tabelle 1 fünf aktuelle solare Flares, die auf der <https://www.polarlicht-vorhersage.de/#goes> hinterlegt sind.

Tab.1: Bisheriges und aktuelles Flare-Geschehen

Beginn in UTC	Maximum in UTC	Ende in UTC	Dauer	Klasse
2020-08-15 06:32	06:47	07:00	28 min	C2.0
2020-08-08 03:42	03:49	03:55	13 min	C1.5
2020-05-29 14:18	14:22	14:27	9 min	C1.0
2020-05-29 10:41	10:46	10:50	9 min	C9.3
2020-05-29 07:13	07:24	07:28	15 min	M1.1



### 3. Einteilung in Flare-Klassen

Die Strahlungsausbrüche schwanken in ihrer Intensität. Die solaren Flares werden in die fünf Klassen A, B, C, M und X eingeteilt. Flares der Klassen A und B beeinflusst die Erdatmosphäre nicht. Ab der Klasse C kann das SOFIE-Messverfahren solare Flares registrieren. Die Auswirkungen auf Ionosphäre und Erde sind aber sehr gering. Flares der M-Klasse können kurzzeitige Störungen im Funkverkehr an den Polregionen der Erde verursachen. Gleichzeitig sind kleinere Sonnenstürme auf Grund koronaler Masseauswürfe in Richtung Erde (vgl. Modul 1) zu verzeichnen. Verbunden mit langanhaltenden, erdgerichteten Sonnenstürmen können X-Klasse-Flares weltweite Funkausfälle hervorrufen. Ein derartiges solares Flare der Klassifizierung X45 mit einer Strahlungsleistung von  $45 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$  wurde beispielsweise am 04.11.2003 registriert.

Tab. 2: Klassifizierung der solaren Flares (<https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/solar-flares-radio-blackouts>)

Klasse	Strahlungsleistung in Watt pro Quadratmeter (W/m <sup>2</sup> )
A	$10^{-8} \dots 10^{-7}$
B	$10^{-7} \dots 10^{-6}$
C	$10^{-6} \dots 10^{-5}$
M	$10^{-5} \dots 10^{-4}$
X	größer $10^{-4}$

Fasse die Angaben in Tabelle 1 bezüglich auftretender Flare-Klassen, ihrer Häufigkeit und Dauer kurz zusammen. Schätze ein, wie groß die Auswirkungen diese solaren Flares auf die Atmosphäre waren.

---



---



---



---



---

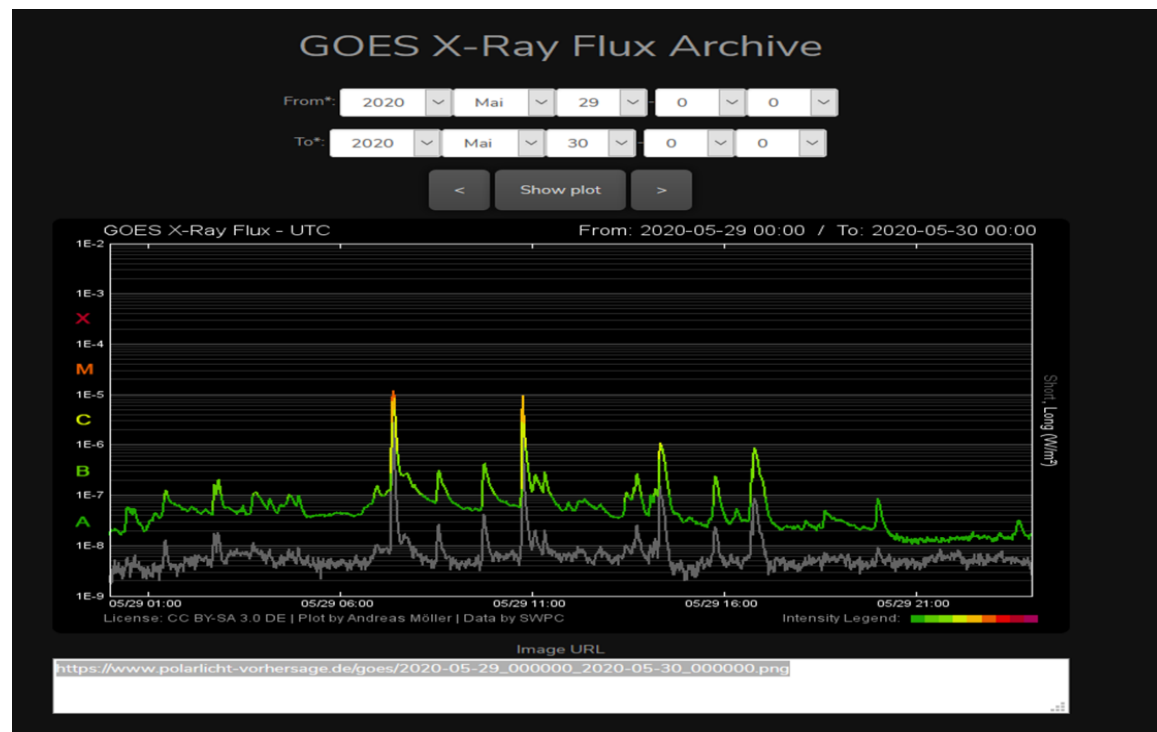


---



#### 4. Registrierung von solaren Flares

Auf den Webseiten von „polarlicht-vorhersage“ befindet sich ein Zugriff auf das Archiv der durch die GOES-Satelliten registrierten solaren Flares. Öffne das Archiv über den Link <https://www.polarlicht-vorhersage.de/goes-archive>. Wähle den Zeitraum vom 29.5.2020 (00:00 Uhr) bis 30.5.2020 (00:00 Uhr) aus. Mit dem Button „Show plot“ wird der ausgewählte Tagesplot dargestellt. Vervollständige die nachfolgende Tabelle mit Hilfe der grafischen Darstellung. Wähle dazu die fünf solaren Flares mit den größten Intensitäten aus. (Hinweis: Vergrößere die Grafik, damit die Zeiten für das Auftreten der solaren Flares leichter ermittelt werden können.



Tab. 3: Auswertung von GOES-Daten

Flare-Klasse	Uhrzeit des Maximums in GMT/UTC	Uhrzeit des Maximums in MEZ	Auswirkungen auf die Ionosphäre