

# Radioastronomie: Meteor-Beobachtung

Das Plakat «Meteoroid - Meteor - Meteorit» in unserer Sternwarte erklärt den Zusammenhang dieser drei Begriffe. Im Rahmen dieses Artikels «Radioastronomie: Meteor-Beobachtung» interessiert uns nun der Meteor:

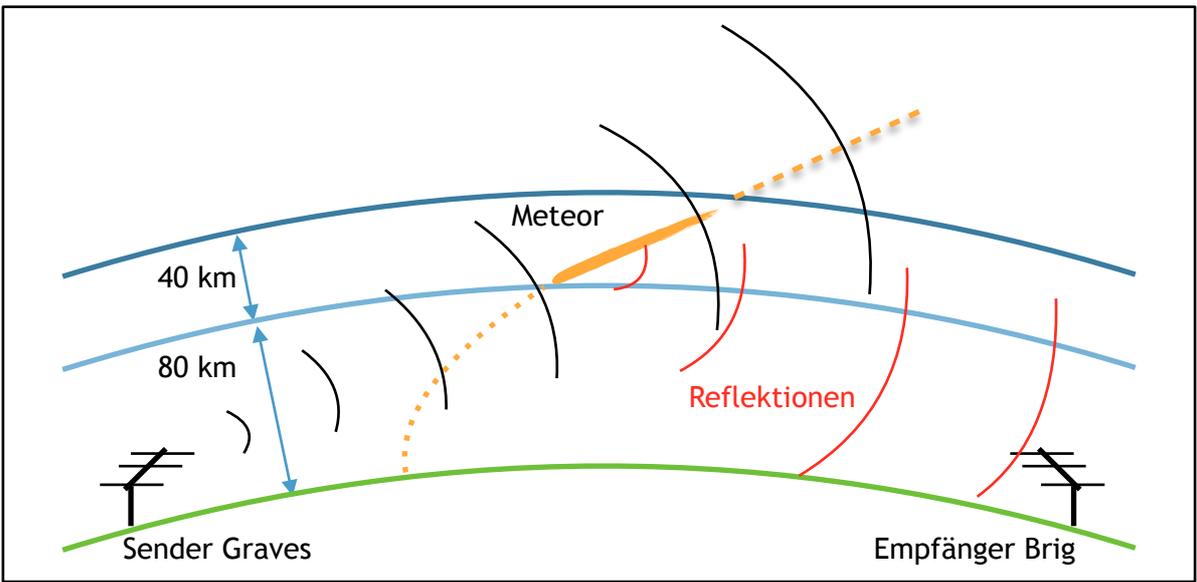
**Meteor**  
 Meteoroiden rasen mit bis zu 72 km/Sek in unsere Erdatmosphäre. Dabei entsteht Energie, die Luftmoleküle ionisieren. Dadurch entsteht eine gut sichtbare Leuchtspur. Meteore leuchten meist in Höhen von 100 - 120 km auf und verglühen 30 - 40 km über der Erdoberfläche.



Dazu einige Ergänzungen: Durch die ionisierten Luftmoleküle entsteht nicht nur eine in der Nacht sichtbare Leuchtspur, es werden auch Radiowellen an der ionisierten Luft reflektiert. Diese reflektierten Radiowellen kann man nicht nur in der Nacht, sondern auch am Tag empfangen.

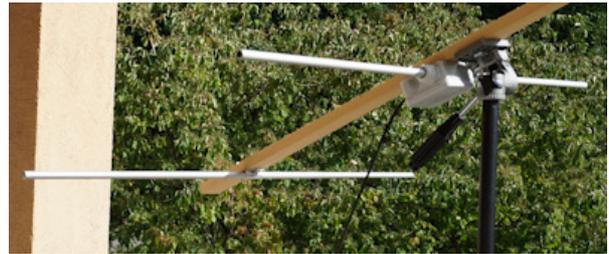
## Meteor-Echos

GRAVES (*grand réseau adapté à la veille spatiale*) ist ein französisches militärisches Radarsystem. Es ist seit 2005 in Betrieb und dient der Bahnbestimmung von künstlichen Erdsatelliten. Der Sender bei Broye-Aubigny-Montseugny (in der Nähe von Besançon) sendet auf einer Frequenz von 143.050 MHz. Der Sender strahlt mit etwa 30° Elevation in den Himmel. Diesen Sender macht man sich zu Nutze, um Meteore zu erfassen. Ein direkter Empfang des Senders ist bei uns nicht möglich. Wenn aber ein Meteor die Luftmoleküle ionisiert, wird das Signal an dieser Schicht zurück auf die Erdoberfläche reflektiert. Wenn man eine Antenne in die Richtung des Senders mit einer Neigung von etwa 45° aufstellt, kann man mit einem Empfänger die reflektierten Signale auffangen.



## Empfangssystem

Auf meinem Balkon steht eine Antenne bestehend aus einem Dipol und einem Reflektor. Das Signal der Antenne wird dann in einem «Software Defined Radio» SDRuno RSP-1A verarbeitet.



## SDR

Der RSP-1A arbeitet in einem Frequenzbereich von 1 KHz bis 2 GHz. Mit der Software kann das gewünschte Signal von 144.050 MHz empfangen werden - die Bandbreite beträgt 3 KHz.



## Software zum Betrieb des SDR

Über eine USB Schnittstelle wird das Signal an einen alten Laptop übermittelt. Hier werkelt die Freeware «Spectrum Lab» und speichert die Daten (ca. 2 MBytes pro Minute) während 590 Sekunden in ein File. Ein PHP Programm sucht während ca. 10 Sekunden in diesen Daten nach Meteor-Echos und speichert jedes Ereignis. Die gefundenen Ereignisse werden dann via Internet auf meine Homepage geladen. Danach werden lokal alle Files gelöscht und ein neuer 600 Sekunden Zyklus beginnt.

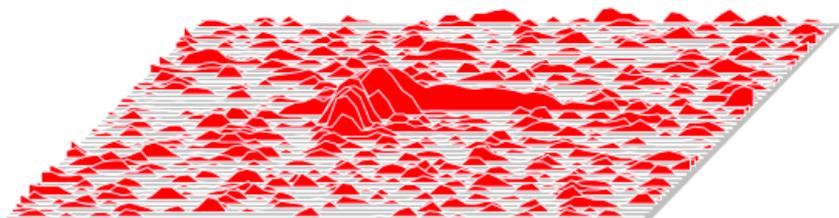
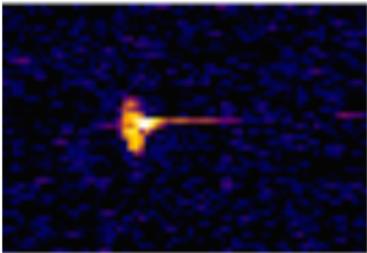
## [astro.vallensis.ch/meteor/](http://astro.vallensis.ch/meteor/)

Wenn eine Abfrage der Meteor-Ereignisse erfolgt, erstellt die PHP-Software aus den Rohdaten die Statistiken und die Grafiken.

Wie sind diese Grafiken zu lesen? Hier ein Beispiel:

### Meteor-Ereignisse 2020-07-07

Bild / Grafik Höhe = Start: 22:19:12.2 UT | Dauer: 3 Sekunden  
Bild / Grafik Breite = 503 Hz | Auflösung: 7.63 Hz  
Ereignis Zeit = Start: 22:19:13.5 UT | Dauer: 0.4 Sekunden  
Ereignis Breite = 198 Hz | Maximum SNR: 35.3 dB - 22:19:13.6 UT  
Link zu den **Rohdaten**



## Die Grafiken sind keine Bilder!

Von oben nach unten läuft die Zeit:

Bild/Grafik Höhe Startzeit um 22:19:12.2 UT Dauer (Länge): 3 Sekunden

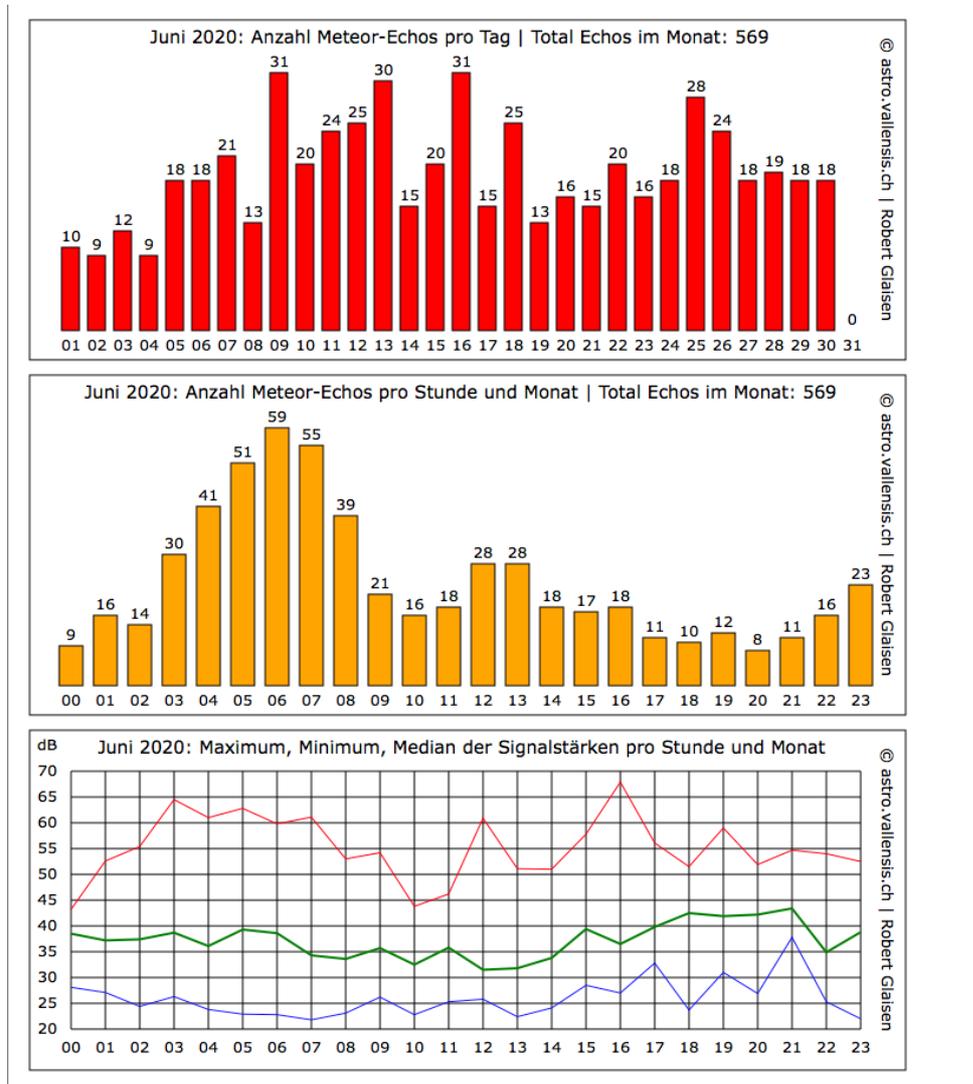
Ereignis Zeit Start 22:19:13.5 Dauer (Länge): 0.4 Sekunden

Der zeitlich Unterschied beträgt 2.6 Sekunden, da jeweils 1.3 Sekunden vor und nach dem Meteor-Echo das empfangene Signal ebenfalls angezeigt wird.

Von links nach rechts wird die Frequenzverschiebung (Dopplereffekt durch die Bewegung des Meteors) angezeigt. Links: tiefere Frequenz = Entfernung zum Empfänger wird grösser, Rechts: höhere Frequenz = Entfernung wird geringer. Auch hier wird zusätzlich zum detektierten Ereignis jeweils 150 Hz links und rechts angezeigt.

Die **Signalstärke** des Echos wird in der Grafik links von schwarz - kein Signal bis weiss - maximales Signal angezeigt. In der rechten 3D-Grafik entspricht die Signalstärke der Höhe.

### Statistik für den Monat Juni



### Zum Schluss

Bei den kommenden Perseiden im August wird sich zeigen, wie gut mein System funktioniert und ob sich Rückschlüsse auf die Häufigkeit/zeitliche Verteilung der Meteore rund um das Maximum des Meteor-Stromes ziehen lassen.

### Link zu meinen Aufzeichnungen

<http://astro.vallensis.ch/meteor/index.php>

### Weiteren Infos zum Thema

<https://www.ursusmajor.ch/downloads/meteor-detektion-durch-forward-scattering.pdf>

<http://www.itr-datanet.com/~pe1itr/graves/>

Orion 3/2020 ab Seite 24: «Système de détection de météores et d'aéronefs»