

## Messung der Dopplershift an Satelliten

### Voraussetzungen für die Messung.

Der Satellit muss einen unmodulierten konstanten Träger oder einen getasteten Träger (CW) aussenden. Völlig ungeeignet sind z.B. sprachmodulierte FM – Signale.

Die Uhr des eigenen Computers muss zum Zeitpunkt der Messung eine Genauigkeit von besser einer Sekunde haben.

Das verwendete Funkgerät muss sich per CAT – Steuerung vom Computer bedienen lassen.

Der Computer muss über eine Soundkarte verfügen.

### Funktionsprinzip.

Das Programm HalloSat steuert auf der Basis aktueller Keplerelemente das Funkgerät so, dass die Empfangsfrequenz auf die zu erwartende Frequenz, also unter Berücksichtigung der Dopplerverschiebung, eingestellt wird. Das in Stellung CW des Receivers empfangene Signal wird der Soundkarte zugeführt. HalloSat analysiert die Tonfrequenz und errechnet die Abweichung zu der vorgewählten Tonfrequenz. Dieser Differenzwert wird der CAT – Steuerung zugeführt und auch gleichzeitig gespeichert. So entsteht eine Kurve der Frequenzabweichung über die Zeit der Hörbarkeit.

Eine so gemessene Kurve zeigt Bild 1. Die Grundabweichung von hier 150 Hz ist für die weitere Betrachtung nicht von Bedeutung. Es interessiert nur die Änderung während der Hörbarkeitsphase, die in Bild 1 gleich Null ist, also dem wünschenswerten Idealfall entspricht. Die teilweise erkennbaren Abweichungen von  $\pm 10$  Hz sind Messunsicherheiten.

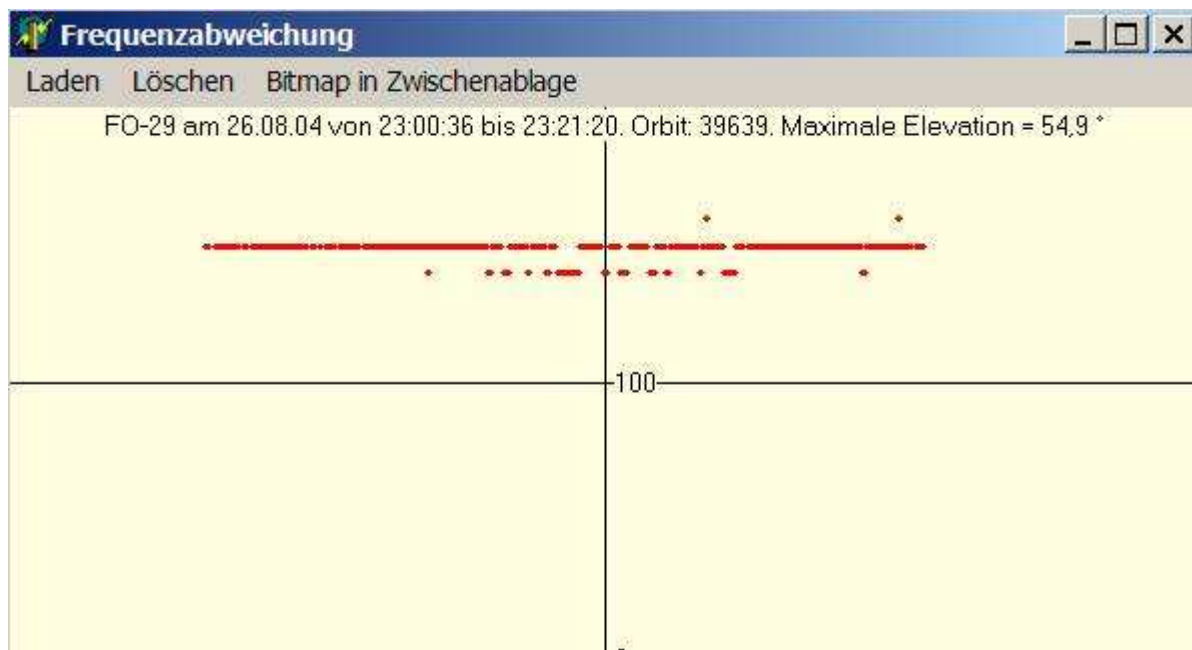


Bild 1

Bild 2 zeigt einen Verlauf, wie er auch noch üblich ist. Über die Zeit der Hörbarkeit des Satelliten verschiebt sich die Empfangsfrequenz um bis zu 80 Hz. Größere Abweichungen habe ich bisher bei Frequenzen um 435 MHz noch nicht gemessen. Der Verlauf der

Frequenzänderung ist aber relativ linear über der Zeit, wobei die Änderung sie auch fallend sein kann. Die Ursache für diesen Effekt ist mir unbekannt.

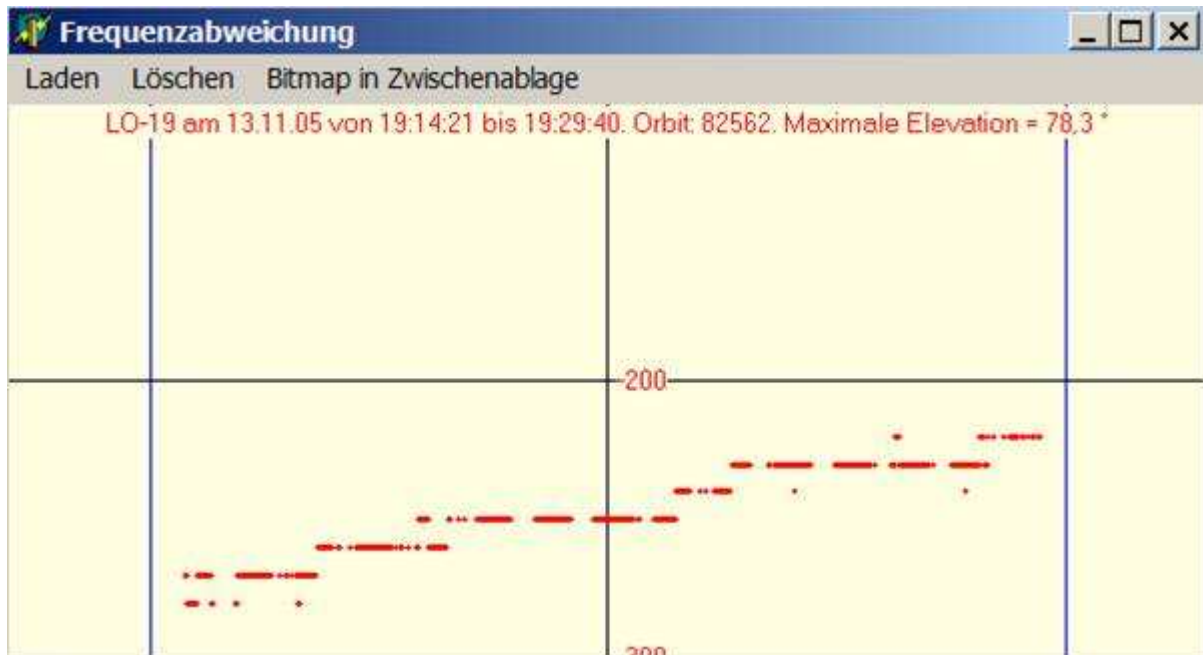


Bild 2

Zeigt die gemessene Kurve in der Mitte einen Berg (Bild 3) oder ein Tal, dann ist diese Abweichung auf eine Zeitdifferenz zurück zu führen. Ursache kann eine um wenige Sekunden falsch laufende Computeruhr oder auch ein falscher Keplerdatensatz sein. Wichtig ist noch zu wissen, dass die Stärke der Ausprägung dieser Überhöhung oder Absenkung von der Zeitdifferenz und von der maximalen Elevation abhängt. Je höher die Elevation, umso stärker wird sich dieser Effekt zeigen.

**Messung an an der Bakensendung auf 435,3265 MHz mit Keplerdatensätzen 28890 und 28893.**

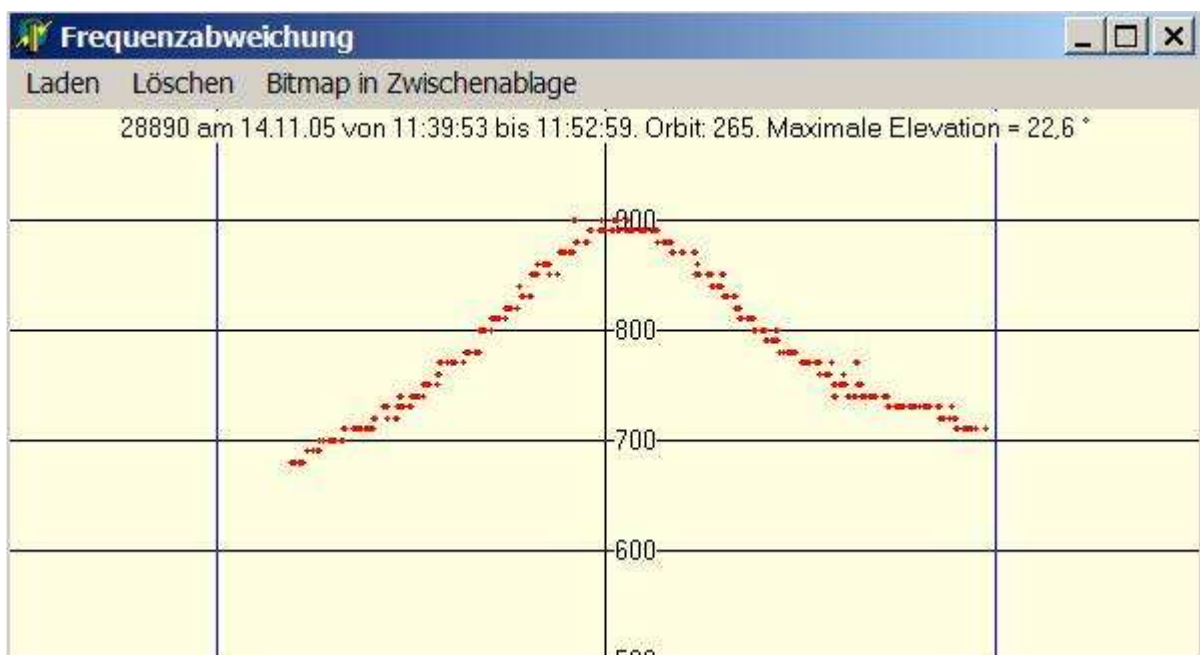


Bild 3

Die Bilder 3 und 4 zeigen Messungen zweier aufeinander folgender Hörbarkeitsphasen des Satelliten, die mit unterschiedlichen Keplerdatensätzen aufgenommen wurden (Daten im Kopf der Bilder). Trotz der sehr niedrigen maximalen Elevation ( $23^\circ$ ) in Bild 3 zeigt sich bei diesen Keplerdaten eine starke Ausprägung einer Überhöhung in der Mitte (ca. 200 Hz). Bei den Messungen in Bild 4 ist auch ein solcher Effekt als Absenkung in der Mitte zu erkennen. Berücksichtigt man die deutlich höhere Elevation ( $55^\circ$ ) und die geringere Absenkung (ca. 60 Hz), dann kann man daraus folgern, dass dieser Keplerdatensatz deutlich besser zu dem Satelliten passt, als der für die Messung in Bild 3.

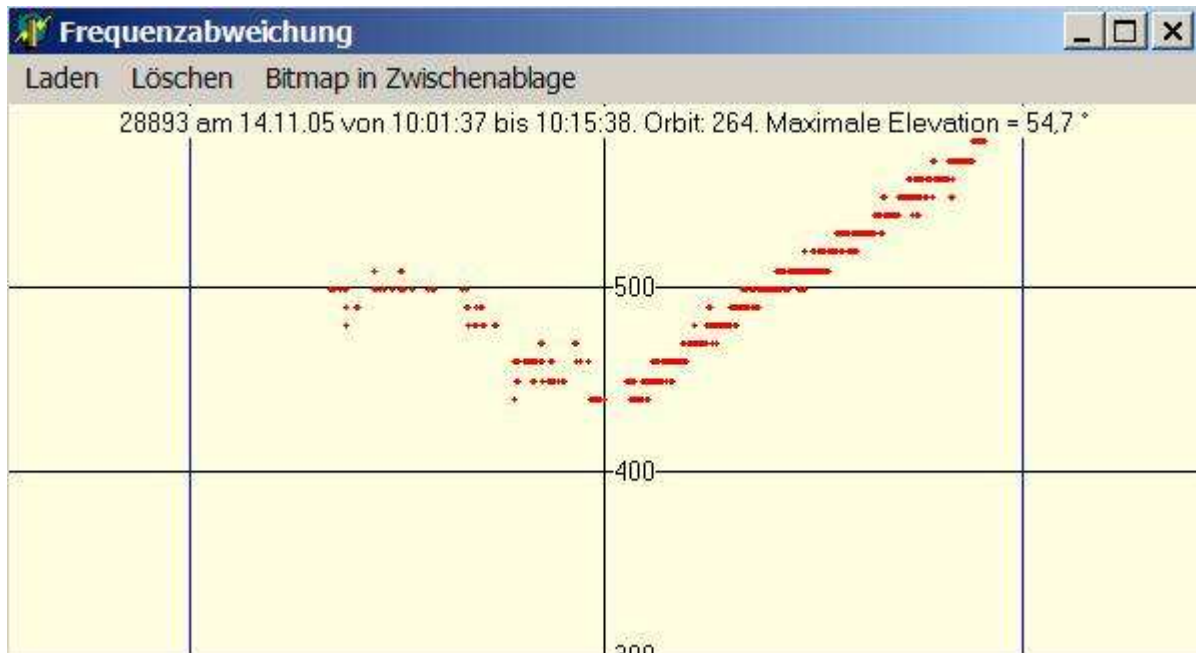


Bild 4

**Fazit.**

Beide Keplerdatensätze beschreiben nicht exakt den richtigen Bahnverlauf. Der Datensatz in Bild 4 nähert sich dem tatsächlichen Bahnverlauf aber deutlich besser an, als der in Bild 3. Daraus kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit der Schluss gezogen werden, dass die Aussendung auf 435,3265 MHz von einem Objekt mit der Katalognummer 28893 stammt.