

## Bachelor-/Masterarbeit in experimenteller Quantenoptik

### Charakterisierung eines optischen Oszillators mit einer extrem hohen Langzeit-Frequenzstabilität für den Einsatz in Bodenstationen der ESA

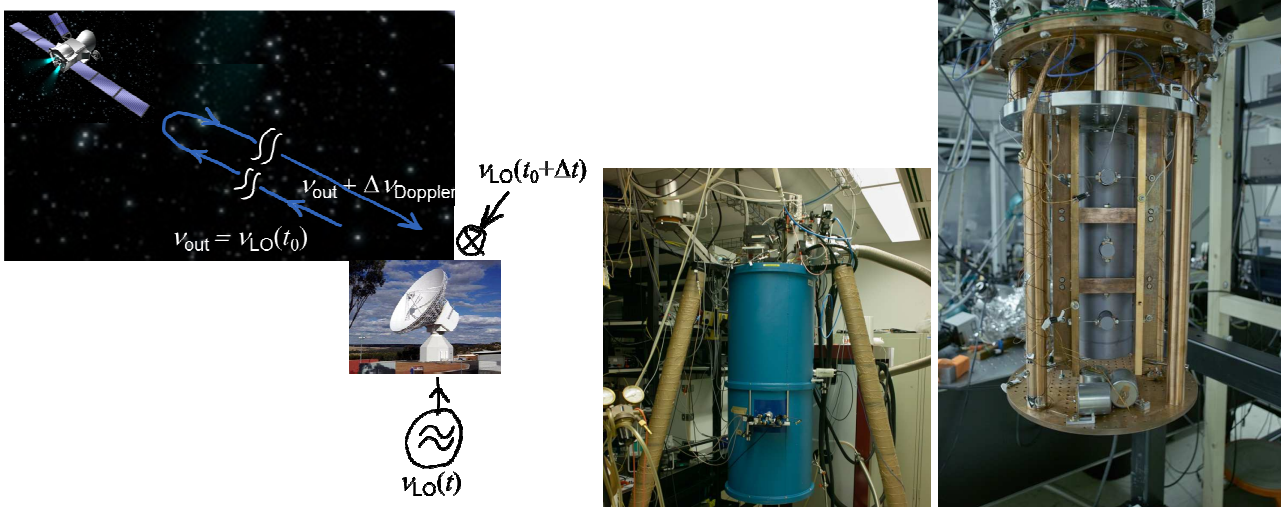
Düsseldorf, 27. 8. 2013

Die ESA navigiert Raumsonden, indem Radiosignale von Bodenstationen zu den Sonden sendet, und die reflektierten Wellen empfängt (s. Abb.). Aus der Laufzeit ergibt sich der Abstand, aus der Doppler-Verschiebung die Geschwindigkeit. Für eine möglichst hohe Genauigkeit diesbezüglich sollte die Frequenz des Oszillators in der Bodenstation möglichst stabil sein. In einem ESA-finanzierten Projekt entwickeln wir eine neue Generation von ultrastabilen Oszillatoren für diese Anwendung. Sie sollten in der Zukunft Wasserstoffmaser ersetzen und in die Bodenstationen der ESA installiert werden, insbesondere in einer Station in Chile.

Unser Ansatz beruht auf kryogen betriebenen Siliziumresonatoren, auf die ein Laser in seiner Frequenz stabilisiert ist. Die Kombination aus geringer Temperatur und kristallinem Material sichert eine sehr hohe dimensionale Stabilität und daher auch Frequenzstabilität. Unser Ziel ist eine Instabilität unter  $1 \times 10^{-16}$  auf der Zeitskala von 3 Stunden. Wir haben bereits einen modernen Kryostaten (1.5 K) und zwei Siliziumresonatoren vorentwickelt (s. Abb.). Im Rahmen der Masterarbeit sollen die optischen und thermischen Aufbauten um diese Resonatoren optimiert werden, und verschiedene Parameter des Gesamtaufbaus charakterisiert werden, z.B. die Empfindlichkeit der Frequenz auf optische Leistung, Kryostat- und Labor-Temperatur, Strahlrichtung, Zeit, Neigung. Wo nötig, sollen die daraus resultierenden Störungen auf ein notwendiges Maß reduziert werden.

Durch Vergleich der Frequenzen der beiden vorhandenen Resonatoren, und unserer Wasserstoff-Maser, sowie der optischen Uhr in Düsseldorf werden wir sehr genaue Charakterisierungen durchführen können, und die ESA-Ziele nachweisen. Darüber hinaus eröffnen sich Anwendungen für optische Uhren.

Stephan Schiller



**Abbildung:** Links: Prinzip der Satellitennavigation. Mitte: moderner Kryostat für optische Experimente. Er erreicht 1.4 K. Rechts: der Siliziumresonator in seiner Halterung.