

Mars, der erdähnlichste Planet in unserem Sonnensystem, ist einer der wenigen Himmelskörper, der durch seine kurze Entfernung zur Erde, grundlegende atmosphärische Studien erlaubt. Das Verständnis der chemischen und physikalischen Prozesse in der Marsatmosphäre, einschließlich der Zusammensetzung, Temperatur, Wind und thermodynamischer Effekte, ist für die Entwicklung allgemeiner Zirkulationsmodelle (GCM) und für langfristige Klimaprognosen unerlässlich. Sowohl die Häufigkeitsverteilung verschiedener molekularer Spezies innerhalb der Atmosphäre, als auch physikalische Randbedingungen wie Temperaturen und Windgeschwindigkeiten lassen sich aus der spektroskopischen Analyse von Linienprofilen atmosphärischen Ursprungs ableiten.

Voraussetzung für solche Messungen ist eine ultrahohe spektrale Auflösung ($>10^6$), die im infraroten (IR) Wellenlängenbereich nur mittels Heterodynspektroskopie erreicht werden kann. Das Prinzip dahinter ist recht einfach: Die zu analysierende Breitband-IR Strahlung wird mit einer monochromatischen Emissionsquelle überlagert, einem sogenannten Lokaloszillator (LO). Die Abbildung der überlagerten Strahlen auf einen Fotomischer erzeugt ein Hochfrequenzsignal, welches die spektrale Information des ursprünglichen IR-Signals enthält.

Das Vorhandensein von Methan in der Atmosphäre des Mars konnte durch Messungen von Mumma et al. im Jahr 2003 gezeigt werden. Daraufhin meldeten verschiedenen Gruppen starke Variation der Methankonzentration mit der Jahreszeit, Breitengrad und Längengrad. Jedoch beschränken sich fast alle Messungen auf eine Wellenlänge von $3.3 \mu\text{m}$. Ziel der Beobachtungen mit dem Kölner Tuneable Heterodyne Infrared Spectrometer (THIS), welche im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden, war der erste eindeutige Nachweis für das Vorhandensein von Methan in der Marsatmosphäre bei einer Wellenlänge von $7.8 \mu\text{m}$.

Darüber hinaus wurde eine Methode zur Temperaturbestimmung in der Mesosphäre des Mars mittels bodengestützten Beobachtungen mit THIS und NASA/Goddard Heterodyne Instrument for Planetary Wind and Composition (HIPWAC) entwickelt. Dabei wurde der Einfluss eines ausgedehnten Sichtfelds sowie die Variabilität der Temperatur / Druck- Profile, welche auf Satellitendaten und Modellrechnungen beruhen, in der unteren Marsatmosphärenschicht berücksichtigt.

Der zweite Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung und Evaluation eines Quanten Kaskaden Laser (QCL) Systems mit einem externen Resonator (external cavity: EC) als Lokal Oszillator. Ein solches System wird einfache, effiziente und kostengünstige Untersuchungen von Emissions- und Absorptionslinien verschiedener molekularer Spezies ermöglichen. Primäres Ziel ist der Nachweis anderer Moleküle im Zusammenhang mit Methan wie zum Beispiel SO_2 in der Marsatmosphäre, die zusätzliche Hinweise über die Herkunft des Methans sowie atmosphärische Randbedingungen liefern.