

Für hochauflösende spektroskopische Messungen in der Astronomie werden im Submillimeter-Wellenlängenbereich Heterodynsysteme eingesetzt, die inzwischen Empfindlichkeiten nahe dem Quantenlimit erreichen. Zur weiteren Steigerung der Beobachtungseffizienz liegt daher der Übergang vom Einkanal- zum Mehrkanal-Empfangssystem nahe.

Ein Mehrkanal-Zweifrequenz-Heterodyn-Empfangssystem im Submillimeter-Wellenlängenbereich stellt neue Anforderungen an die benötigten optischen und mechanischen Komponenten.

Um die Abbildungseigenschaften des Empfängers optimieren zu können, wurden umfangreiche Simulationsrechnungen zu den verwendeten abbildenden Spiegeln durchgeführt und ausgewertet. Beugungserscheinungen mussten berücksichtigt werden, da die Wellenlänge fast in der Größenordnung der verwendeten optischen Elemente liegt. Deshalb war die geometrische Optik nur bedingt anwendbar, und genaue Rechnungen konnten am einfachsten numerisch durchgeführt werden. Bei Mehrkanalempfängern treten zusätzlich Abbildungsfehler durch die Abbildung mehrerer Signale mit einem gemeinsamen Spiegel auf, da diese dann nicht mehr alle zentral eingestrahlt werden können. Untersuchungen hierzu wurden ebenfalls in dieser Arbeit durchgeführt.

Für die bei einem Heterodyn-System notwendige LO-Einspeisung wurde mit den kollimierenden Fourier-Gittern ein neues optisches Bauteil zur Aufteilung der Leistung eines Lokaloszillators auf alle bei einer Frequenz verwendeten Empfangskanäle entwickelt.

Bei Mehrkanalempfängern ist es kaum mehr möglich, jeden Empfangskanal einzeln zu justieren. Es ist daher notwendig, neue Fertigungsverfahren zu etablieren, mit denen verschiedene optische Elemente auf einem Bauteil integriert werden können. Dadurch kann der mechanische Aufbau stark vereinfacht und Fehler in der Justage vermieden und so die Empfindlichkeit jedes einzelnen Kanals gewährleistet werden.

Bei dem Aufbau von SMART, dem weltweit ersten Zweifrequenz-Mehrkanal-Empfänger, konnten diese Erkenntnisse erstmals umgesetzt und auf ihre Eignung im praktischen Einsatz getestet werden. Dabei wurden neben verschiedenen Testmessungen im Labor auch astronomische Messungen am KOSMA 3m-Teleskop durchgeführt. Diese bestätigten die hohe Leistungsfähigkeit des neuen astronomischen Messgerätes.