

Zusammenfassung

Am Institut für Meteorologie und Klimaforschung wird seit 1995 die zweite Version eines kryogenen, ballongetragenen Fourierspektrometers zur Fernerkundung der Stratosphäre und oberen Troposphäre eingesetzt. Das Michelson Interferometer für passive atmosphärische Sondierung (MIPAS-B2) mißt mit dem Verfahren der Horizontsondierung Emissionsspektren im mittleren Infrarot-Spektralbereich, in dem zahlreiche klimarelevante Spurengase Signaturen aufweisen. Aus den gemessenen Spektren werden mit Hilfe eines Inversionsverfahrens die Höhenprofile von Spurengaskonzentrationen abgeleitet (Retrieval). Ein Charakteristikum der Spektren ist die Veränderung der ursprünglich vorhandenen Linienform durch das Spektrometer. Diese instrumentelle Eigenschaft wird durch die Instrumenten- oder Apparatfunktion (ILS, engl.: instrumental line shape) beschrieben und äußert sich in den Interferogrammen durch die Veränderung der Modulation.

Ziel dieser Arbeit war es zum einen zu quantifizieren, wie genau die Apparatfunktion bekannt sein muß, damit ihr Einfluß auf die abgeleiteten Volumemischungsverhältnisse (VMR) der Spurengas-Höhenprofile unter 1 % bleibt. Zum anderen sollte ein Verfahren entwickelt werden, mit dem es möglich ist, die Apparatfunktion von MIPAS-B2 mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen.

Rechnungen mit simulierten Spektren haben ergeben, daß für die geforderte Genauigkeit der VMR-Werte die Halbwertsbreite der Instrumentenfunktion wellenzahlabhängig auf ca. 1.7 – 3 % genau bestimmt werden muß. Oberhalb dieser Grenze muß beim Retrieval die Regularisierung so stark erhöht werden, daß eine Reduzierung der Höhenauflösung von Temperatur- und Spurengasprofilen von über 20 % auftreten kann.

Zur ILS-Bestimmung wurde ein Entfaltungsverfahren entwickelt, mit dem gleichzeitig aus allen Linien in einem kleinen Wellenzahlfenster die Apparatfunktion berechnet werden kann. Dies ist notwendig, da fast überall in den Spektren die Linien sehr dicht auftreten. Das mittlere Signal/Rauschverhältnis über das Entfaltungsfenster dient dabei als Anhaltspunkt, wo die Linien-Intensität in den

Spektren für die Entfaltung ausreicht. Unter bestimmten Voraussetzungen kann aus den einzelnen Wellenzahlfenstern eine wellenzahlunabhängige charakteristische Modulationsfunktion berechnet werden, die für den ganzen spektralen Kanal Gültigkeit besitzt. Damit wurde ein Verfahren geschaffen, das den Fehler der daraus berechneten Instrumentenfunktion vermindert. Gleichzeitig ermöglicht die charakteristische Modulationsfunktion die Parametrisierung der ILS des ganzen Kanals, wodurch diese für eine beliebige Wellenzahl des Kanals angegeben werden kann.

Eine Reihe von Testrechnungen zeigt, wie die ermittelte Apparatfunktion vom Rauschen und von den Ungenauigkeiten in den für die Entfaltung verwendeten Temperatur- und VMR-Profilen abhängt. Rauschen ist in den einzelnen Fenstern dann von Bedeutung, wenn der gemittelte Wert des Signal/Rauschverhältnisses 2 oder weniger beträgt. Bei neueren Meßflügen wird dieser Wert für genügend viele Bereiche in allen Kanälen überschritten. Der Fehler der Halbwertsbreite durch Ungenauigkeiten in den Profilen bleibt bei realistischen Annahmen unter 2 %. Mit Verwendung der charakteristischen Modulationsfunktion kann er sogar unter 1 % gesenkt werden.

Für die untersuchten MIPAS-B2-Flüge zeigt sich, daß die Apparatfunktion selten mehr als 1 % von der theoretischen Halbwertsbreite eines homogen ausgeleuchteten Interferometers abweicht. Dies demonstriert den sehr guten Justierungszustand des Instruments. Sollte in zukünftigen Meßflügen eine größere Abweichung auftreten, so muß die berechnete ILS beim Retrieval der VMR-Profile angegeben werden. Durch die Anwendung der beschriebenen Verfahren wird auch in diesem Fall der Einfluß der Apparatfunktion auf die VMR-Werte unter 1 % gehalten.