



## **Akustische Laufzeittomographie in der Atmosphäre: Sensitivitätsstudien zu Rekonstruktionstechniken**

G. Fischer, M. Barth, A. Ziemann, A. Raabe

Institut für Meteorologie, Universität Leipzig, Deutschland (gfischer@uni-leipzig.de)

Das bodengebundene Fernerkundungsverfahren der akustischen Laufzeittomographie in der Atmosphäre ermöglicht es, räumlich gemittelte Temperatur- und Strömungsfelder zu berechnen. Diese Methode basiert auf der Laufzeitmessung akustischer Signale zwischen verschiedenen Sender- und Empfängerpositionen. Die gemessenen oder simulierten Laufzeitdaten müssen zunächst hinsichtlich des Temperatur- und Strömungseinflusses getrennt werden. Im Anschluss erfolgt unter Verwendung eines speziellen inversen Rekonstruktionsalgorithmus die Umrechnung des jeweiligen Laufzeitdatensatzes in Schallgeschwindigkeitswerte. Durch die Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit von der Lufttemperatur und dem Windvektor kann für beide meteorologischen Parameter getrennt die räumliche Verteilung ermittelt werden.

Die Genauigkeit der rekonstruierten Felder wird von dem verwendeten Messaufbau und dem tomographischen Rekonstruktionsalgorithmus beeinflusst. Gegenüber den zahlreichen anderen Invertierungsprozessen sind die betrachteten iterativen algebraischen Rekonstruktionstechniken dadurch gekennzeichnet, dass die gesuchte Lösung durch iterative Annäherung bestimmt wird. Das Konvergenzverhalten einiger Methoden aus dieser Gruppe, zu denen die algebraische Rekonstruktionstechnik (ART), die simultane iterative Rekonstruktionstechnik (SIRT) und die multiplikative algebraische Rekonstruktionstechnik (MART) gehören, wird in dieser Studie näher analysiert. In der Atmosphärenforschung finden diese Algorithmen jedoch nicht nur in der hier betrachteten akustischen Laufzeittomographie, sondern ebenso in anderen wissenschaftlichen Gebieten, wie z.B. dem Verfahren der bodengestützten GPS Wasserdampf-Tomographie oder der DOAS (Differentielle optische Absorptionsspektroskopie) Tomographie Verwendung.

Mittels Sensitivitätstest können die Unterschiede der Rekonstruktionsergebnisse unter Verwendung verschiedener Algorithmen sowie deren Vor- und Nachteile herausgearbeitet werden. Dazu werden aus vorgegebenen Schallgeschwindigkeitsverteilungen synthetische Datenreihen erstellt und den verschiedenen Invertierungsalgorithmen übergeben. Die Beurteilung der Qualität der tomographisch rekonstruierten Verteilungen der Lufttemperatur bzw. Strömung erfolgt über den Vergleich zwischen Vorgabe und Tomogramm sowie über weitere quantitative Kriterien.

Die Ergebnisse zeigen, dass die verschiedenen Invertierungsprozesse nach einer bestimmten, aber unterschiedlichen Anzahl von Iterationsschritten abgebrochen werden müssen, weil sonst im rekonstruierten Bild Artefakte entstehen können. Unter Beachtung dessen liefern die einzelnen Rekonstruktionsalgorithmen je nach dem gewählten Messaufbau und den verwendeten Parametern des Iterationsprozesses, z.B. der Glättung der Daten, verschiedene Resultate. Dabei sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Ziel der Untersuchung, beispielsweise einer hohen räumlichen Auflösung der Felder, bestimmte Parameterkombinationen vorteilhafter als andere.

Die Sensitivitätsstudien zu den iterativen algebraischen Rekonstruktionstechniken bieten somit die Möglichkeit einer präzisen Vorbereitung von experimentellen Untersuchungen, da damit schon im Vorfeld eines Experiments die optimale Messgeometrie und der für die Messung am besten geeignete Rekonstruktionsalgorithmus mit den entsprechenden Parametern ermittelt werden kann.