

# **Stratflut - Simulation von Transport und Chemischer Transformation von Flugzugemissionen im Tropopausenbereich**

**Abschlußbericht der ersten Phase des Projektes 'STRATFLUT'**

Laufzeit des Vorhabens: 01.06. - 30.09.95

Förderkennzeichen: 01119113

# Abschlußbericht der ersten Phase des Projektes 'STRATFLUT'

## 1. Einleitung

### 1.1 Zielsetzung

In dem Vorhaben 'Simulation von Transport und chemischer Transformation von Flugzeugemissionen im Tropopausenbereich (STRATFLUT)' sollten der Transport und die chemische Umwandlung von Flugzeugemissionen auf der Mesoskala untersucht werden. Dazu gehören auch Untersuchungen des Luftmassenaustausches zwischen unterer Stratosphäre und oberer Troposphäre. Bei diesen Austauschprozessen spielen Tropopausenfaltungen und Kaltlufttropfen eine besondere Rolle. Diese nämlich können von tiefen Intrusionen stratosphärischer Luft in die Troposphäre und gleichzeitig von entgegengesetzt gerichteten Masseflüssen in die Stratosphäre begleitet sein.

Die Untersuchungen konzentrieren sich auf den Luftraum über Europa und dem nördlichen Atlantik (nordatlantischer Flugkorridor), der durch hohes Flugverkehrsaufkommen besonders belastet ist. Sie liefern als besonderen Beitrag zum Verbundprogramm 'Schadstoffe in der Luftfahrt' mesoskalige Simulationen der Auswirkungen des Flugverkehrs durch Schadstoffemissionen.

Die angesprochenen Untersuchungen werden mit Hilfe von Modellen durchgeführt, die auf einem dreidimensionalen dynamischen Modell aufbauen, welches ein Chemie-Transport-Modul beinhaltet. Hierbei handelt es sich um eine auf die spezifische Aufgabenstellung dieses Vorhabens angepaßte Version des EURAD (EUropäisches Ausbreitungs- und Depositions)-Modellsystems, welches am Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln betrieben wird. Wesentliche Änderungen des ursprünglichen EURAD Modells beinhalten die Anhebung des oberen Modellrandes von 100 hPa auf 10 hPa, die Einführung dynamischer Anfangs- und Randbedingungen, sowie die Neuentwicklung eines Chemiemechanismus, der sowohl troposphärischen als auch stratosphärischen Bedingungen genügt.

Der stratosphärisch-troposphärische Austausch wird mit dem meteorologischen Modell MM5 untersucht, das ebenfalls ein Bestandteil des EURAD-Modellsystems ist.

Ursprünglich dazu gedacht, Änderungen im chemischen Teil des EURAD-Modells schnell und separat testen zu können, hat sich die Boxversion des Chemiemoduls zu einem wichtigen Werkzeug zur Verfolgung der Ziele des Vorhabens entwickelt. Mit aus anderen Teilprojekten des Verbundprogrammes gewonnenen Erkenntnissen über die dynamische Entwicklung von Flugzeug - Abgasfahnen wurden mehrere Versionen von Boxmodellen, die zur Untersuchung der chemischen Vorgänge gerade im jungen Flugzeug - Abgasstrahl eingesetzt werden. Hiermit wird es in Zukunft möglich sein, für die Mesoskala und die globale Skala effektive Emissionsindizes zu berechnen.

Um den Effekt der Flugzeugemissionen von Umverteilungsprozessen isoliert zu untersuchen, aber auch um die sekundären durch vertikale und horizontale Umverteilung

hervorgerufenen chemischen Effekte genauer auswerten zu können, wurden spezielle Analysewerkzeuge entwickelt, die auch den Massenfluß durch die Modellränder quantifizieren.

## 1.2 Zusammenarbeit

Das Vorhaben STRATFLUT ist Teil des Verbundprogrammes 'Schadstoffe in der Luftfahrt'. Ziel des Verbundprogramms 'Schadstoffe in der Luftfahrt', hier des atmosphärenwissenschaftlichen Teils, ist die Bestimmung der Auswirkung des Luftverkehrs durch seine Emissionen auf den Zustand der Atmosphäre. Im Vordergrund steht dabei die Frage nach der Änderung der Ozonverteilung und des Klimas. Die Beantwortung dieser Frage ist wichtig, um Entscheidungen für die künftige umweltverträgliche Gestaltung des Luftverkehrs wissenschaftlich vorzubereiten.

Um die Frage überhaupt beantworten zu können, ist eine enge Zusammenarbeit mit den Partnern im Verbundprogramm wie auch mit Kollegen, die nicht in dieses Programm involviert sind, notwendig. Insgesamt war und ist das Modellvorhaben (STRATFLUT) auf die Ergebnisse anderer Vorhaben des Verbundprogramms angewiesen und trägt umgekehrt zur Unterstützung dieser Vorhaben bei.

Kooperation erfolgte innerhalb der Modellgruppe des Verbundprogrammes besonders mit den globalen Modellierern im Hinblick auf Klimafragen und mit experimentellen Gruppen bezüglich Modellevaluierung.

Das Regionalmodell ist auf realistische Emissionsdaten als Funktion von Raum und Zeit angewiesen. Um die Bedeutung von Emissionsverteilungen (Raum- und Zeitabhängigkeit, Auflösung von Katastern) zu untersuchen war daher eine intensive Zusammenarbeit mit den Emissionsspezialisten im Verbundprogramm (Schmitt, Lecht, Deidewig) notwendig, die auch weiterhin gepflegt wird. Um konsistente und belastbare Aussagen über alle im Verbundprogramm betrachteten Skalenbereiche treffen zu können ist eine Abstimmung der Modelle bzw. der Schnittstellen der Modelle und ein reger Datenaustausch notwendig. So wird zur Mikroskala hin eng mit den Gruppen Kärcher und Stockwell — sowie über das Verbundprogramm hinaus mit Weibring und Krüger — zusammengearbeitet. Insbesondere bei der Entwicklung des neuen Chemiemoduls war der Austausch mit Stockwell von großer Wichtigkeit. Diese Zusammenarbeit wird sich jetzt auf die Parametrisierung mikrophysikalischer Prozesse, die im Zusammenhang mit heterogenen Reaktionen wichtig sind, konzentrieren. Die Dispersionsrechnungen waren nur mit den Ergebnissen von Schumann und Kollegen möglich, die jene in Zusammenarbeit mit den Meßgruppen erzielten. Speziell bei den Dispersionsrechnungen besteht zur Zeit eine enge Zusammenarbeit mit Sausen, die die Bestimmung effektiver Emissionsindizes für die Mesoskala und die globale Skala zum Ziel hat. Darüberhinaus wird das Abgasfahnenmodell eine direkte Vergleichbarkeit der numerischen Simulation mit den Messungen erlauben.

Um die Ergebnisse globaler Rechnungen mit unseren Simulationen vergleichen zu können, war und ist die Zusammenarbeit mit allen auf der globalen Skala arbeitenden Kollegen im Verbundprogramm (Rohrer, Sausen, Schmitz und Zimmermann) hervorzuheben.

Neben den oben aufgeführten Zusammenarbeiten mit Partnern im Verbundprogramm besteht auch eine enge Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen im Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln, insbesondere mit der EURAD – Gruppe