

Schlussbericht

zum Forschungsvorhaben

„Validierung von SCIAMACHY-Datenprodukten durch MIPAS-B Ballonmessungen“

Förderkennzeichen: 50 EE 0020

Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2000 - 30.06.2006

- Ausführende Stelle: Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-ASF)
Forschungszentrum Karlsruhe
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: 07247-82 5948, Fax: 07247-82 6141
email: hermann.oelhaf@imk.fzk.de
- Leiter des Vorhabens: Hermann Oelhaf (hermann.oelhaf@imk.fzk.de)
- Beteiligte Mitarbeiter: Felix Friedl-Vallon, Anne Kleinert, Anton Lengel, Guido Maucher, Hans Nordmeyer, Annick Olinger, Gerald Wetzel, Guochang Zhang
- Kooperation: Katja Grunow, Barbara Naujokat, Ulrike Langematz
(Meteorologisches Institut der FU Berlin)

Juli 2007

Inhaltsverzeichnis

I.	Zusammenfassende Darstellung	3
I.1	Aufgabenstellung	3
I.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	3
I.3	Planung und Ablauf	4
I.4	Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Vorhabens	5
I.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	5
II.	Eingehende Darstellung	7
II.1	Erzielte Ergebnisse	7
II.1.1	Technische Arbeiten	7
II.1.2	Messkampagnen	9
II.1.3	Analyse der gemessenen Ballondaten	11
II.1.4	Validierungsstudien	11
II.1.4.	Methodik	11
II.1.4.2	Ozon	14
II.1.4.3	NO ₂	17
II.1.5	Dokumentation und Projektmanagement	18
II.2	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit	19
II.3	Erfolgte und geplante Veröffentlichungen	20
II.3.1	Publikationen in referierten Zeitschriften	20
II.3.2	Ausgewählte Tagungsbeiträge und Proceedings	23
II.3.2	Diplomarbeiten und Dissertationen	30
II.3.3	Sonstige Veröffentlichungen (Assessments, Reviews, Technical Notes)	31

I. Zusammenfassende Darstellung

I.1 Aufgabenstellung

Das Ziel des Vorhabens war die Validierung der geophysikalischen Datenprodukte des Envisat-Instruments SCIAMACHY durch Feldmesskampagnen mit MIPAS-B.

Das Vorhaben leistet einen Teilbeitrag zum Gesamtkonzept der geophysikalischen Validierung der Envisat-Instrumente mit Ballon- und Flugzeugexperimenten, sowie mit bodengebundenen Messungen. Das Projekt war insbesondere Teil des Konsortiums zur Validierung von SCIAMACHY Produkten, speziell im Rahmen der ballongebundenen Validierung. Die ballongebundenen Aktivitäten aller Antragsteller des Konsortiums wurden von Prof. Dr. K. Pfeilsticker (Uni Heidelberg) koordiniert.

Die während der Kampagnen gemessenen Daten sollten ausgewertet und in der Datenbank der ESA bei NILU eingespeichert werden, um auch für die Validierung von SCIAMACHY in einem größeren Kontext zur Verfügung zu stehen. Darüber hinaus sollte auf Basis der ausgewerteten MIPAS-B Daten und koinzidenter SCIAMACHY Daten die Qualität der SCIAMACHY Daten bewertet werden.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Wichtigste Voraussetzungen waren der Start des Satelliten Envisat, der mit ca. 15-monatiger Verspätung schließlich am 1. März 2002 erfolgte, sowie die im Rahmen der Envisat-Validierung und anderer Aktivitäten durchgeführten Ballonkampagnen.

In die technischen und wissenschaftlichen Arbeiten dieses Vorhabens war die gesamte Arbeitsgruppe MIPAS-B des IMK, Abteilung „Atmosphärische Fernerkundung und Spurengase (ASF)“ eingebunden, verstärkt durch Diplomanden, Doktoranden und post-Docs. Die schwerpunktmäßig beteiligten Wissenschaftler hatten durchwegs langjährige Erfahrung und fundierte Kenntnisse auf Ihrem Arbeitsgebiet vorzuweisen. Der Projektleiter hatte sich mit seiner Gruppe auf nationaler und internationaler Ebene erfolgreich engagiert, z. B. durch Beteiligung bzw. Koordinierung von Messkampagnen und EU-Projekten, durch Mitarbeit bei der Validierung von europäischen, amerikanischen und japanischen Satellitenexperimenten oder durch Mitarbeit bei der Koordinierung des europäischen Ozonforschungsprogramms.

Die im Rahmen der oben genannten Aktivitäten aufgebauten vielfältigen Kooperationen mit in- und ausländischen Partnern wurden intensiv genutzt und haben damit gewährleistet, dass der aktuelle Stand des Wissens für das Vorhaben verfügbar war. Die MIPAS-B Gruppe hatte sich an der Ausschreibung der ESA zur Nutzung/Validierung der Envisat-Daten beteiligt. Das entsprechende Proposal wurde von der ESA in die höchste Klasse eingestuft.

Der Projektleiter des Vorhabens, Hermann Oelhaf, hat im Rahmen seiner z.T. langjährigen Mitgliedschaft in diversen Gremien der ESA („MIPAS Scientific Advisory Group“, „MIPAS Science Team“, „MIPAS Quality Working Group“) wesentliche Beiträge zum Validierungskonzept der ‚atmospheric chemistry instruments‘ auf Envisat geliefert.

I.3 Planung und Ablauf

Mit MIPAS-B stand zu Beginn des Vorhabens bereits ein etabliertes Balloninstrument zur Verfügung, das im Projektverlauf weiter verbessert wurde. Die Qualität der MIPAS-B Daten war durch Vergleiche mit anderen Messinstrumenten und durch eine Vielzahl von technischen und wissenschaftlichen Publikationen nachgewiesen. Darüber hinaus hatte das Team bereits Erfahrung mit der Validierung amerikanischer und japanischer Satellitengeräte. Der Projektleiter hatte sich mit seiner Gruppe auf nationaler und internationaler Ebene erfolgreich engagiert, z. B. durch Beteiligung bzw. Koordinierung von Messkampagnen, BMBF- und EU-Projekten, durch Mitarbeit bei der Validierung von europäischen, amerikanischen und japanischen Satellitenexperimenten.

Die Projektarbeiten gliederten sich in folgende Schwerpunkte:

- die Abstimmung geplanter Kampagnen mit anderen an der Validierung beteiligten Institutionen im nationalen und internationalen Rahmen
- die Vorbereitung und Qualifizierung der Instrumente sowie die Vorbereitung und Durchführung der Validierungskampagnen (unter Beachtung meteorologischer, wissenschaftlicher und logistischer Aspekte)
- die Überholung des Instrumentes zwischen den Ballonkampagnen
- die Analyse der gemessenen Ballondaten (Qualitätskontrolle, Kalibrierung, Rohdatenauswertung, Retrievals, Fehlerrechnung)
- die eigentlichen Validierungsarbeiten (Beschaffen der Satellitendaten, Trajektorienrechnungen, Modellierung bei notwendiger photochemischer Korrektur, Bewertung der Satellitendaten mittels direkter Vergleiche und unter Anwendung statistischer Verfahren)
- die Dokumentation (upload der Daten auf NILU, Teilnahme an nationalen und internationalen Workshops, Berichte und Veröffentlichungen)

Planung und Ablauf der oben genannten Arbeitspakete sind in den entsprechenden Abschnitten in Kapitel II eingehend dargestellt. In den nachfolgenden Abschnitten werden nur die übergeordneten Aspekte, insbesondere hinsichtlich der Planung und des Ablaufs der Ballonkampagnen zusammengefasst.

Das Validierungskonzept während der Hauptvalidierungsphase (d.h. 0 bis 18 Monate nach Start von ENVISAT) beinhaltete drei koordinierte Ballonkampagnen, die unterschiedliche atmosphärische Bedingungen abdecken sollten.

Wie im Erst-Antrag und in den Aufstockungsanträgen des Vorhabens erläutert worden war, konnten durch die bereits erfolgte Startverschiebung des Envisat auf März 2002 die ersten Ballonkampagnen nicht wie vorgesehen im Frühjahr und Frühsommer 2002 (Kampagnen ‚ASA‘ und ‚GAP‘) stattfinden, da bis dahin die vorher notwendigen Envisat-Instrumententests und die Level-Ib-Validierung (sog. Commissioning Phase) vermutlich noch nicht abgeschlossen sein würden. Als mögliche Sequenz der Ballonkampagnen war deshalb vorgeschlagen worden:

- a) August 2002, Kiruna, Hohe Breiten Sommer
- b) Februar/März 2003, Kiruna, Hohe Breiten Winter
- c) Mai/Juni 2003, Aire sur l'Adour/Gap, Mittlere Breiten Frühsommer

Erhebliche organisatorische Schwierigkeiten der CNES machten es trotz harter Verhandlungen unmöglich, den August 2002 Termin für die Kampagne in Kiruna einzuhalten. Stattdessen wurde die Kampagne im Juni/Juli 2003 durchgeführt, was wegen der dann herrschenden meteorologischen Bedingungen zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Erreichung der Ziele geführt hat.

Die Sequenz der Ballonkampagnen wurde nach Absprache mit ESA und CNES sowie dem Projektträger wie folgt durchgeführt:

- a) Mittlere Breiten, Herbst, Sept./Okt. 2002, Aire sur l'Adour, Frankreich
- b) Hohe Breiten, Winter/Frühling, Feb./März 2003, Kiruna, Schweden
- c) Hohe Breiten, Sommer, Juni/Juli 2003, Kiruna, Schweden
- d) Äquatoriale Breiten, QBO-West, Mai/Juni 2005, Teresina, Brasilien

Der verspätete Start von Envisat und massive Verzögerungen bei der Durchführung der Messkampagnen (siehe Kap. II.1.2) haben zu Verzögerungen bei der Erreichung der Projektziele geführt. Dank mehrmaliger Aufstockungen und kostenneutraler Verlängerungen sowie der Investition erheblicher Eigenmittel konnten die Projektziele dennoch ohne weitere Einschränkung erreicht werden.

I.4 Wissenschaftlich-technischer Stand zu Beginn des Vorhabens

Der wissenschaftlich-technische Stand zu Beginn des Vorhabens wurde im entsprechenden Forschungsantrag ausführlich beschrieben. Der Stand des MIPAS-B Experimentes im Besonderen wie auch die Expertise des Projektteams zu Beginn des Vorhabens kann den Ausführungen in den entsprechenden Abschnitten in Kapitel I.2 und II (Eingehende Darstellung) entnommen werden.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Anzahl und Verteilung der Ballonkampagnen basierte auf den Vereinbarungen zwischen DLR, ESA und CNES zur ersten und zweiten Phase der Envisat Validierung (ESABC-1, ESABC-2).

Für die Realisierung der Kampagnen waren allerdings umfangreiche meteorologische Studien, Beratungen unter den beteiligten Ballonwissenschaftlern und Verhandlungen mit der CNES notwendig. In die meteorologische Beratung war insbesondere das Meteorologische Institut der FU Berlin eingebunden. Diese Unterstützung umfasste meteorologische Studien zur Entscheidungsfindung hinsichtlich Ort und Zeit der Kampagnen, meteorologische Beratung während der Kampagnen und Trajektorienrechnungen während und nach den Kampagnen.

Unter den am Envisat-Validierungsprogramm beteiligten Wissenschaftlern fand ein reger Austausch von Ideen und Daten statt, um die Messstrategien und die Validierungsqualität zu steigern. So wurden z.B. vom MIPAS-B Team des IMK Tools entwickelt, um die Envisat Koinzidenzen besser beurteilen zu können, und die entsprechenden Informationen wurden den anderen Gruppen zur Verfügung gestellt. Das IMK fungierte auch regelmäßig als Kontaktstelle zur ESA. Insbesondere zwischen den deutschen Gruppen (Unis Heidelberg und Frankfurt, FZ Jülich) wurden