

Technische Einzelheiten und Highlights der CARIBC-Ergebnisse

Zeitplanung für den Einsatz am 20. April 2010: Der außerplanmäßige Einsatz des Containers am 20. April 2010 wurde in Rekordzeit realisiert. Am Sonntag 18. April, hatte Lufthansa angeboten, einen solchen Flug durchzuführen. Der Umbau des Containers, der seit November lief, war kurz vor dem Abschluss. Die Deadline für die Anlieferung der Komponenten des Containers war der 19. April. Aufgrund dieses Umstandes waren alle Geräte vorhanden und konnten innerhalb weniger Stunden in den Container integriert und getestet werden. Die Lufthansa hat derweil für die notwendigen Genehmigungen und Zulassungen für den Flug eingeholt. Während dieses Einsatzes wurde erstmals eine Reihe neuer Geräte eingesetzt. Diese Erweiterung wurde durch die Spende der Fraport AG ermöglicht, die sich insgesamt auf 600.000 Euro über vier Jahre beläuft.

Der Optische Partikelzähler - Funktion und Messwerte: Mit dem neu hinzugekommenen Optischen Partikelzähler (OPC) des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung (IFT) in Leipzig können Größe und Anzahl der in der Luft enthaltenen Partikel in einem Größenbereich von 125 Nanometern bis zwei Mikrometern bestimmt werden. Zum Vergleich: Ein Haar hat einen Durchmesser von etwa 0,05 Millimetern also 50 Mikrometern oder 50.000 Nanometern. Die vom Einlass angesaugte Luft wird in das Gerät geleitet, wo ein Laserstrahl auf die Partikel trifft. Das Licht wird von den Partikeln gestreut und die Streuung gemessen. Aufgrund der Intensität der Streuung kann die Größe der Partikel berechnet werden. Über die Luftmenge kann bestimmt werden, wie viele Partikel insgesamt in der Luft sind. Mit Hilfe der Partikeldichte und der vom OPC gewonnenen Partikelgrößenverteilung lässt sich die Feinstaubbelastung (Partikelmasse) in der Luft berechnen.

Luftproben: Die Kapazität Luftproben zu nehmen wurde stark erweitert. Bisher konnten nur 28 Proben in ultrahochreinen Glasbehältern mit je sieben Litern Luft genommen werden. Der neue Probensammler kann weitere 88 Luftproben in hochreinen Edelstahlbehältern mit je vier Litern nehmen. Somit verfügt CARIBC jetzt über das größte Luftprobensammelsystem weltweit. Die Proben werden in verschiedenen Laboren auf alle Treibhausgase, Kohlenwasserstoffe und Halocarbone untersucht. Auch so hochseltene Spurengase wie Heptafluoropropane (HFC-227ea) mit Konzentrationen von nur 0,6 parts per Trillion – ein Molekül unter einer Trillion Moleküle, eine 1 mit 12 Nullen – können erfasst werden. Dieses Gas wird zum Beispiel in Intertgas-Löschanlagen verwendet.

Wasserstoff- und Sauerstoffisotope im Wasseranteil der Atmosphäre: CARIBC verfügt mit der Erweiterung über das einzige fliegende Lasergerät, um „Wasserisotopen“ in der Atmosphäre zu vermessen. Die veränderlichen Anteile des schweren Wasserstoffs und des Sauerstoffisotops ¹⁸O geben wichtige Informationen über den Wasserkreislauf und die Wolkenbildung. Somit liefert das Gerät des Institutes für Meteorologie und Klimaforschung am Karlsruher Institut für Technologie (IMK-KIT) einzigartige Informationen, die wichtig sind für die Erforschung des Klimas.

Ozon: Ebenfalls vom IMK-KIT sind schnellere und empfindlichere Ozonsensoren entwickelt worden, die Änderungen des Ozons in der Region der Tropopause sichtbar machen, um diese Grenzschicht besser zu definieren.

Methan und Kohlendioxid: Die neuen Messgeräte für Methan und Kohlendioxid können jetzt während des Fluges etwa im Sekundentakt die Konzentrationen dieser beiden wichtigen Treibhausgase messen. Bisher waren die Messungen nur über die Luftproben nachträglich im Labor möglich.

Stickoxide: Mit einem neuen Messgerät des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist es jetzt möglich alle wichtigen Formen der Stickoxide zu messen. So hoffen die Wissenschaftler die Beiträge der verschiedenen Quellen von Stickoxiden – namentlich Blitze, Bodenemissionen, Luftverschmutzung und Flugzeugemissionen – in der durchflogenen Höhe besser quantifizieren zu können.

Fernerkundung: In Zusammenarbeit mit dem Institut für Umweltphysik in Heidelberg wurde das Fernerkundungsgerät DOAS (siehe Hintergrundinformationen in der Pressemitteilung Erste Ergebnisse zum Messflug) wesentlich verbessert. Das Messverfahren, das auch in Satelliten zum Einsatz kommt, vermisst über die Analyse des Lichtspektrums die Zusammensetzung der Atmosphäre. So liefert es Informationen über Gase wie Schwefeldioxid aus Vulkanen oder Bromverbindungen, die Ozon abbauen. Das neue Gerät ist jetzt wesentlich empfindlicher als vorher.

Highlights von CARIBIC (www.caribic.de):

Kasatochi Vulkanwolke über Frankfurt 2008: Bereits 2008 durchflog CARIBIC über Frankfurt eine Vulkanwolke, ausgestoßen vom Kasatochi in Alaska. Neben Vulkanasche konnten auch deutlich erhöhte Schwefeldioxid-Werte gemessen werden. Erstmals wurden in den Aschepartikeln hohe Werte von Kohlenstoff gefunden. Zudem verglichen die Wissenschaftler die Messungen mit Satellitenmessungen, die fast zeitgleich stattfanden. Die Abweichungen der Schwefeldioxidkonzentration waren mit sieben Prozent sehr gering.

Überlebenszeit von Schwebeteilchen in der Atmosphäre (reguläre Bedingungen): Mit den regelmäßigen CARIBIC-Messflügen konnten die IFT Wissenschaftler Markus Hermann und Andreas Weigelt herausfinden, wie lange Teilchen in der Atmosphäre schweben. Die Teilchen im Bereich von 0,02 Mikrometern verschwinden innerhalb von etwa zwei Tagen, vermutlich, weil sie sich zu größeren Teilchen zusammenlagern bzw. sich an größere Teilchen anlagern. Durch Konvektion steigen vom Boden immer wieder frische Luftmassen auf und liefern Nachschub aus bodennahen Schichten.

Sulfat in der Atmosphäre: CARIBIC hat nachgewiesen, dass die Tendenz von Sulfat in der Atmosphäre steigend ist. Verursacher sind nicht Vulkane, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach die große Zahl chinesischer Kohlenkraftwerke.

Treibhausgase aus Südostasien: Arbeiten mit den CARIBIC-Daten von Dr. Tanja Schuck helfen zu klären, wie viel Methan und andere Treibhausgase aus dem südostasiatischen Raum stammen.

Quecksilber: CARIBIC-Daten haben nachgewiesen, dass Waldbrände eine wichtige Quelle für atmosphärisches Quecksilber sind.

Verschmutzung durch Holzfeuer: Auf Flügen zwischen Manila und Deutschland konnte anhand der CARIBIC-Daten nachgewiesen werden, dass die vielen Holz-Kochfeuer in Indien einen bedeutenden Beitrag zur Luftverschmutzung haben.

Azeton: Mittels CARIBIC konnten zum ersten Mal systematische globale Informationen über die Verteilung von Azeton in der Atmosphäre erhoben werden. Azeton wird auch direkt emittiert, ist aber zum größeren Teil ein Abbauprodukt. Die CARIBIC-Messungen belegen wie weit diese Azetonwolke in die Stratosphäre eindringen kann.