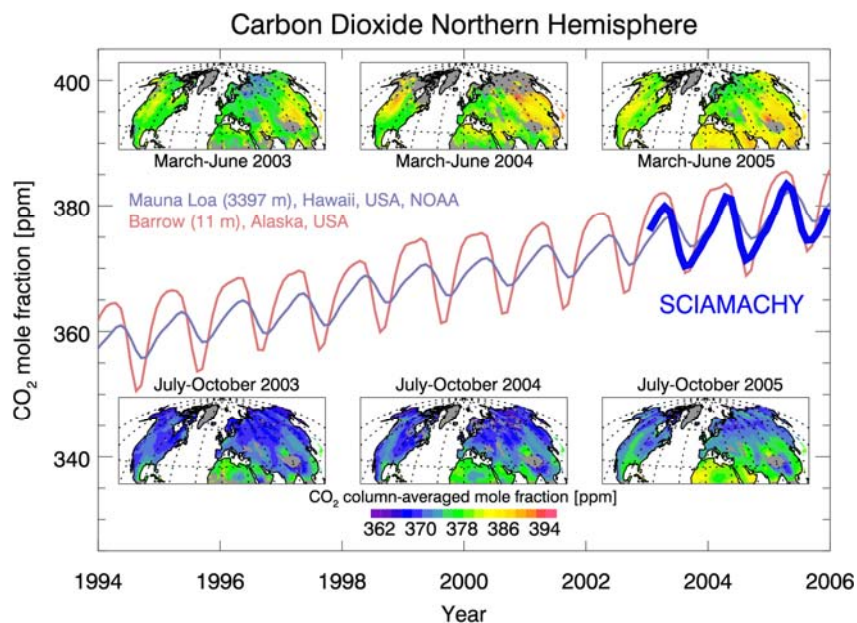


## SCIAMACHY — Globaler Blick auf Kohlendioxid und Methan

### Treibhausgas-Emissionen und Klimawandel

Der globale Klimawandel ist das wichtigste Umweltproblem unserer Zeit (siehe IPCC und OECD Berichte). Er resultiert aus dem Anstieg langlebiger Gase wie Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid (Lachgas) und Fluorchlorkohlenwasserstoffen, sowie der Erzeugung kurzlebiger Treibhausgase wie troposphärischem Ozon. Die beiden wichtigsten Treibhausgase, deren atmosphärische Konzentration signifikant durch vom Menschen verursachte (anthropogene) Aktivitäten beeinflusst wird, sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Methan (CH<sub>4</sub>). Die globale mittlere Konzentration beider Gase in Bodennähe ist gut bekannt, sowohl die derzeitige als auch die unter ungestörten vorindustriellen „natürlichen“ Bedingungen. Die zuverlässige Vorhersage zukünftiger atmosphärischer Konzentrationen bleibt jedoch eine Herausforderung aufgrund mangelnden Wissens über regionale CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Quellen und -Senken und die durch den Klimawandel aktivierten Rückkopplungsmechanismen. Um zuverlässig den Einfluss des globalen Klimawandels einzuschätzen, bedarf es einerseits realistischer Prognosen zukünftiger anthropogener Treibhausgasemissionen und andererseits einer besseren Kenntnis der Quellen und Senken sowie ihrer Reaktion auf ein wärmeres Klima.

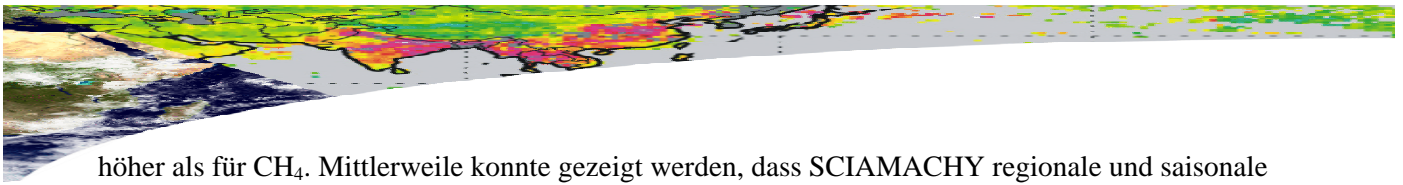


### Die Notwendigkeit weltraumgestützter Treibhausgas-Messungen

Informationen über Treibhausgasflüsse (Emission oder/und Aufnahme am Erdboden) kann man aus räumlichen und zeitlichen Fluktuationen ihrer atmosphärischen Konzentration erhalten. Mittels Satellit kann die Anzahl der Treibhausgasmoleküle pro Flächeneinheit über dem Erdboden bestimmt werden. Für die langlebigen Gase CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> sind die durch regionale Quellen und Senken verursachten Variationen jedoch sehr klein und daher nicht einfach zu bestimmen; die Hintergrundkonzentration ist sehr hoch und wird durch natürliche Prozesse moduliert. Das existierende Netzwerk bodennaher Messstationen liefert hochgenaue Messungen, jedoch gibt es nur wenige Stationen. Für große Teile der Welt, insbesondere in den Tropen, gibt es keine Messungen. Satellitenmessungen haben hier den großen Vorteil, dass sie globale Abdeckung gewährleisten. Die geforderte Genauigkeit der Messungen stellt jedoch eine große technische und wissenschaftliche Herausforderung dar, der sich das SCIAMACHY-Projekt erstmals stellt.

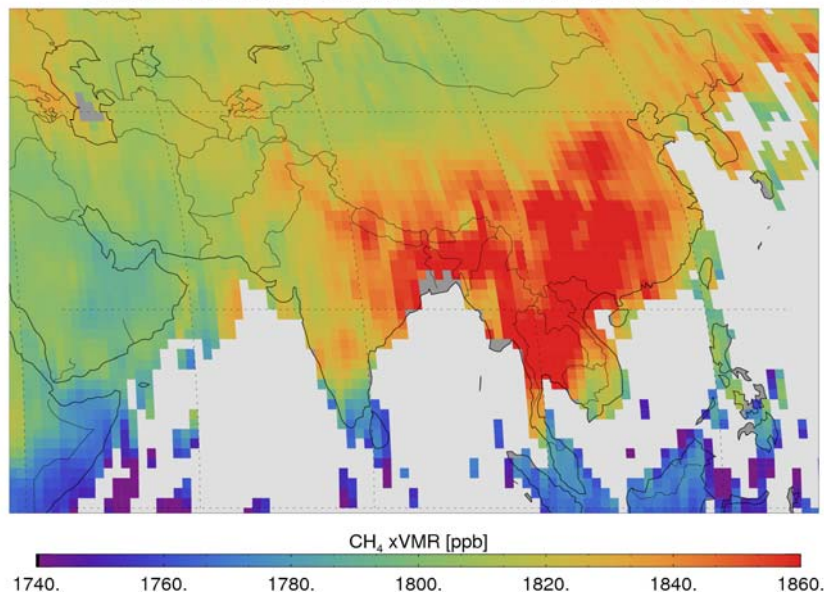
### Treibhausgas-Messungen mit SCIAMACHY

SCIAMACHY ist weltweit das erste und derzeit einzige Satelliteninstrument, welches vertikale Säulen der Treibhausgase CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> mit hoher Empfindlichkeit bis hinunter zum Erdboden detektieren kann, also auch dort, wo die Quellen- und Senkensignale am stärksten sind. CO<sub>2</sub> trägt deutlich mehr zum Klimawandel bei als CH<sub>4</sub>. Regionale und zeitliche Variationen der CO<sub>2</sub>-Säule, welche durch anthropogene Aktivitäten und natürliche Prozesse verursacht werden, sind jedoch im Vergleich zu Methan geringer. Daher ist die Herausforderung genauer CO<sub>2</sub> Messungen vom Weltraum aus deutlich



höher als für  $\text{CH}_4$ . Mittlerweile konnte gezeigt werden, dass SCIAMACHY regionale und saisonale Variationen des  $\text{CO}_2$  über Land detektieren kann. SCIAMACHY sieht sogar die jahreszeitlichen Schwankungen der atmosphärischen  $\text{CO}_2$ -Konzentration durch Aufnahme von Pflanzen während ihrer Wachstumsphase im Sommer und durch  $\text{CO}_2$ -Freisetzung bei der Zersetzung herabgefallener Blätter im darauffolgenden Herbst bis Frühling. Diese natürliche Schwankung wird überlagert von einem vergleichsweise schwachen aber stetigem Anstieg von etwa 0.5 % pro Jahr, welcher primär aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe resultiert, aber zum Teil auch durch Verbrennung von Biomasse verursacht wird. Auch dieser Anstieg ist aus den SCIAMACHY-Daten bestimmbar. Die aktuelle Forschung zielt darauf ab, Unsicherheiten bezüglich der  $\text{CO}_2$ -Flüsse mit SCIAMACHY-Daten zu reduzieren. Schwerpunkt hierbei sind die natürlichen Quellen und Senken, da bei den natürlichen Prozessen die Unsicherheiten derzeit bei weitem größer sind als bei den anthropogenen Emissionen. Die Fähigkeit von SCIAMACHY, regionale anthropogene  $\text{CO}_2$ -Erhöhungen zu detektieren, ist ebenfalls eines der Gebiete, auf denen derzeit intensiv geforscht wird.

Methane as seen from SCIAMACHY, rice emission peak season Aug-Oct 2004



Erstmalig konnten mit SCIAMACHY hochqualitative globale Karten der atmosphärischen Methanverteilung erstellt werden. Sie zeigen unter anderem hohe Konzentrationen über Asien, resultierend aus der Reisproduktion, der Viehhaltung und dem Kohlebergbau in China und Indien. Über den meisten Regionen zeigte sich gute Übereinstimmung mit globalen Modellsimulationen. Über den Tropen jedoch zeigten die SCIAMACHY-Daten überraschenderweise deutlich höhere Konzentrationen. Diese konnten mittlerweile durch Flugzeugmessungen und eine kleine Anzahl von Bodenmessungen im Gebiet des amazonischen Regenwaldes bestätigt werden. Die große Differenz zu den Modellsimulationen deutet auf eine wichtige Wissenslücke bezüglich unseres Verständnisses der Methanquellen insbesondere in den Tropen hin. Hieran wird derzeit intensiv geforscht.

Die SCIAMACHY-Daten und die Auswerteverfahren zur Ableitung atmosphärischer  $\text{CO}_2$ - und  $\text{CH}_4$ -Informationen haben entscheidend zur Planung zukünftiger satellitengestützter Treibhausgas-Missionen beigetragen, insbesondere zur  $\text{CO}_2$ -Mission „Orbiting Carbon Observatory“ (OCO) der NASA und zur japanischen Mission „Greenhouse gas Observing SATellite“ (GOSAT), welche ab Ende 2008 bzw. Anfang 2009 in der Umlaufbahn sein werden. Auch Europa sollte die mit SCIAMACHY erfolgreich begonnene Messreihe in der nächsten Phase des Anthropozäns fortsetzen. Derzeit jedoch zeichnet sich eine mehrjährige Datenlücke zwischen dem Ende von ENVISAT und neuen europäischen operationellen meteorologischen Missionen ab, also etwa von 2013–2020. Auf längere Sicht wird die Überwachung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen mit Satelliten eine einzigartige Komponente zur objektiven Überwachung von Treibhausgasemissionen im Rahmen des Kyoto-Protokolls und dessen Nachfolgevereinbarungen zur Umweltpolitik liefern.

SCIAMACHY ist ein gemeinsames Projekt Deutschlands, der Niederlande und Belgiens.