

## CO<sub>2</sub>-Flüsse über den Wäldern der Médoc/Landes (F) und in Folgeprojekten

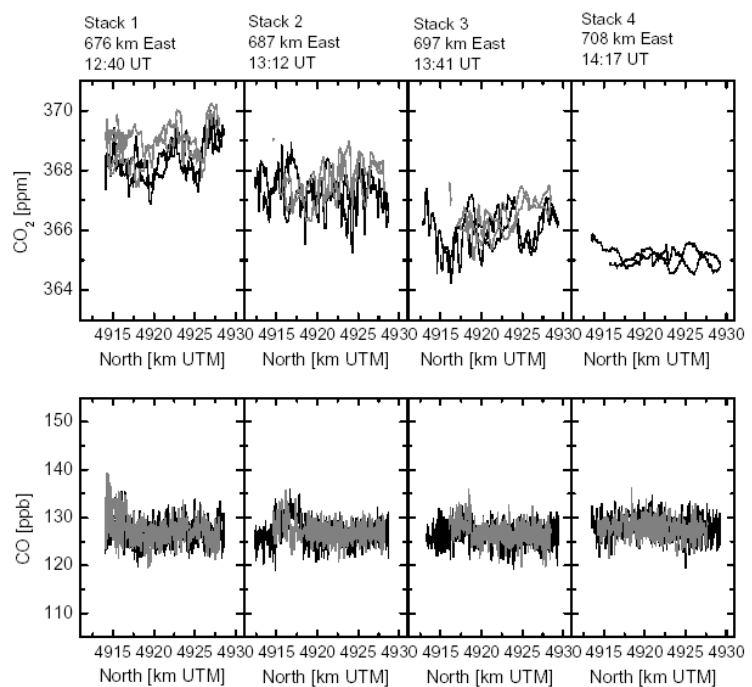
Bruno Neininger, Martin Bäumle, Heiner Geiss, Ingeborg Levin,  
Bettina Löscher, Rolf Neubert, Uwe Rascher, Andreas Volz-Thomas

MetAir AG, [bruno.neininger@metair.ch](mailto:bruno.neininger@metair.ch), [mbaeumle@bluewin.ch](mailto:mbaeumle@bluewin.ch)  
Forschungszentrum Jülich, [a.volz-thomas@...](mailto:a.volz-thomas@...), [h.geiss@...](mailto:h.geiss@...), [u.rascher@fz-juelich.de](mailto:u.rascher@fz-juelich.de)  
Universität Heidelberg, [ingeborg.levin@iup.uni-heidelberg.de](mailto:ingeborg.levin@iup.uni-heidelberg.de)  
Universität Groningen, [b.loescher@...](mailto:b.loescher@...), [r.neubert@phys.rug.nl](mailto:r.neubert@phys.rug.nl)

MetAir betreibt seit 14 Jahren ein Kleinflugzeug für die Umweltforschung. Der Schwerpunkt der Instrumentierung lag anfänglich in der Meteorologie und Photochemie (Ozon, Stickoxide und VOC's), wurde aber seit 2001 in Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner FZJ und den zwei weiteren oben aufgeführten Institutionen mit Sensorik für CO<sub>2</sub> und CO ausgebaut, sowie für die manuelle und automatische Probenahme für Laboranalysen. Bisherige Anwendungen untersuchten in drei verschiedenen Zeit- und Raumskalen CO<sub>2</sub>-Umsätze in der Troposphäre:

- A) Saisonal/kontinental: Monatliche Vertikalsondierungen (in-situ und Laborproben) im Rahmen von AEROCARB/CarboEurope-IP.
- B) Regionale Bilanzen (Stunden/30 km).
- C) Kleinräumige Vertikalflüsse und Turbulenzstrukturen (Minuten/sub-Kilometer).

Fig. 1: CO<sub>2</sub>- und CO-Konzentrationen am 23. Juni 2001 an vier quer zur mittleren Strömung liegenden Traversen (Stacks, je drei Höhen), welche zeitlich so aufeinander folgten, dass jedes Mal die selbe Luftmasse durchquert wurde (Lagrange'sche Messung). CO<sub>2</sub> (obere Reihe) nahm um rund 3 ppm ab, während CO konstant blieb. Letzteres zeigt (zusammen mit anderen, hier nicht gezeigten Fakten), dass keine anderen Luftmassen eingemischt wurden und dass die Messung nicht durch anthropogene Quellen beeinflusst war. Die aus dem Windfeld (im Flug gemessen) und der Konzentrationsabnahme errechnete CO<sub>2</sub>-Aufnahme (NEE) betrug  $16 \pm 2.5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (gegenüber  $18.8 \pm 3.3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  aus Eddy Korrelation an einem Turm und  $14.1 \pm 3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  aus Modellrechnungen).



Der Vortrag diskutiert primär ein erstes, nun abgeschlossenes und publiziertes Feldexperiment zum Thema "Regionale Bilanzen" über dem ausgedehnten Waldgebiet südlich von Bordeaux (Schmitgen et al., 2004). Dieses homogene, mit maritimer Luft angeströmte, bereits durch lokale Flussmessungen an einem Turm gut untersuchte Gebiet erlaubte es, eine neue Methode zu testen: Statt Vertikalflüsse mit "eddy covariance" wurden integrale Box-Bilanzen gemessen, was sehr hohe Messgenauigkeit erfordert. Eine Luftmasse wurde mit mehreren Quertraversen von ca. 20 km Länge über eine Strecke von ca. 30 km verfolgt und die CO<sub>2</sub>-Aufnahmerate aus der CO<sub>2</sub>-Konzentrationsabnahme ermittelt. Um Verdünnungseffekte oder anthropogene Emissionen zu detektieren und allenfalls auszufiltern, wurde nicht mit den CO<sub>2</sub>-Konzentrationen alleine gearbeitet, sondern mit deren Verhältnis zum CO, welches nicht an den biogenen Umsätzen beteiligt ist und im einfachsten Fall (Figur 1) konstant war. Das Resultat des besten Messtages (perfektes Lagrange-Pattern und andere ideale Randbedingungen) ist in Figur 1 zusammengefasst.

Nebst den hier dargestellten Konzentrationen von CO und CO<sub>2</sub> wurden weitere Substanzen wie Stickoxide und VOC's (Kohlenwasserstoffe von C<sub>4</sub> bis C<sub>10</sub>, mit Gaschromatograph im Flugzeug) gemessen, was weitere Einblicke in die Austauschprozesse erlaubt (z.B. zusätzliche Charakterisierung von anthropogenen Einflüssen oder Isopren-Emissionen parallel zur CO<sub>2</sub>-Aufnahme).

Auch die unter A) und C) erwähnten Skalen werden kurz mit Resultaten vorgestellt: Monatliche Vertikalsondierungen am Schauinsland (Freiburg i.Brsg.) seit August 2001, mit ihren typischen saisonalen Strukturen, inklusive der O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> -Verhältnisse und Vergleiche mit der Bodenstation Schauinsland. Ab August 2003 wurden diese Sondierungen in die Region Jungfraujoch auf 4000 mMSL ausgedehnt.

Das letzte Experiment fand im August 2004 über dem durch aktive Zuckerrübenfelder und abgeerntete Getreideflächen geprägten Gebiet südöstlich von Jülich statt. Dort wurden die Skalen B) und C) kombiniert, indem einerseits Boxen befliegen wurden, welche eine Bilanzierung erlauben (diesmal unter erschwerten Bedingungen, mit markanten anthropogenen Emissionen aus einem Braunkohlekraftwerk). Andererseits wurden kleinskalige Strukturen gesucht, mit der Arbeitshypothese, dass sich der markante Wechsel von CO<sub>2</sub>-Aufnahme (Zuckerrüben) und -Abgabe (Getreidestroh) in den turbulenten Flüssen von CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O auf 100 bis 300 mGND zeigen sollte. Dieses Experiment wurde mit einer Fernerkundungsmethode (Hyperspectral Scanner plus Video) unterstützt.

Der Vortrag soll auch zeigen, wie die Flugzeugmessungen (skalenübergreifend, multi-Parameter, nicht ortsgebunden) für regionale Kohlenstoffbilanzen in der Schweiz – z.B. in Gebirgsgegenden – eingesetzt werden könnten.

*Schmitgen, Sandra; Geiß, Heiner; Ciais, Philippe; Neininger, Bruno; Brunet, Yves; Reichstein, Markus; Kley, Dieter; Volz-Thomas, Andreas (2004): Carbon dioxide uptake of a forested region in southwest France derived from airborne CO<sub>2</sub> and CO measurements in a quasi-Lagrangian experiment. J. Geophys. Res., 109, D14, 2004 ( doi:10.1029/2003JD004335).*

---