

# Aktuelle Fragen zu chemischen Wechselwirkungen zwischen Biosphäre und Atmosphäre

**Rüdiger Grote, Renate Forkel, Klaus Schäfer**

Ruediger.Grote@kit.edu

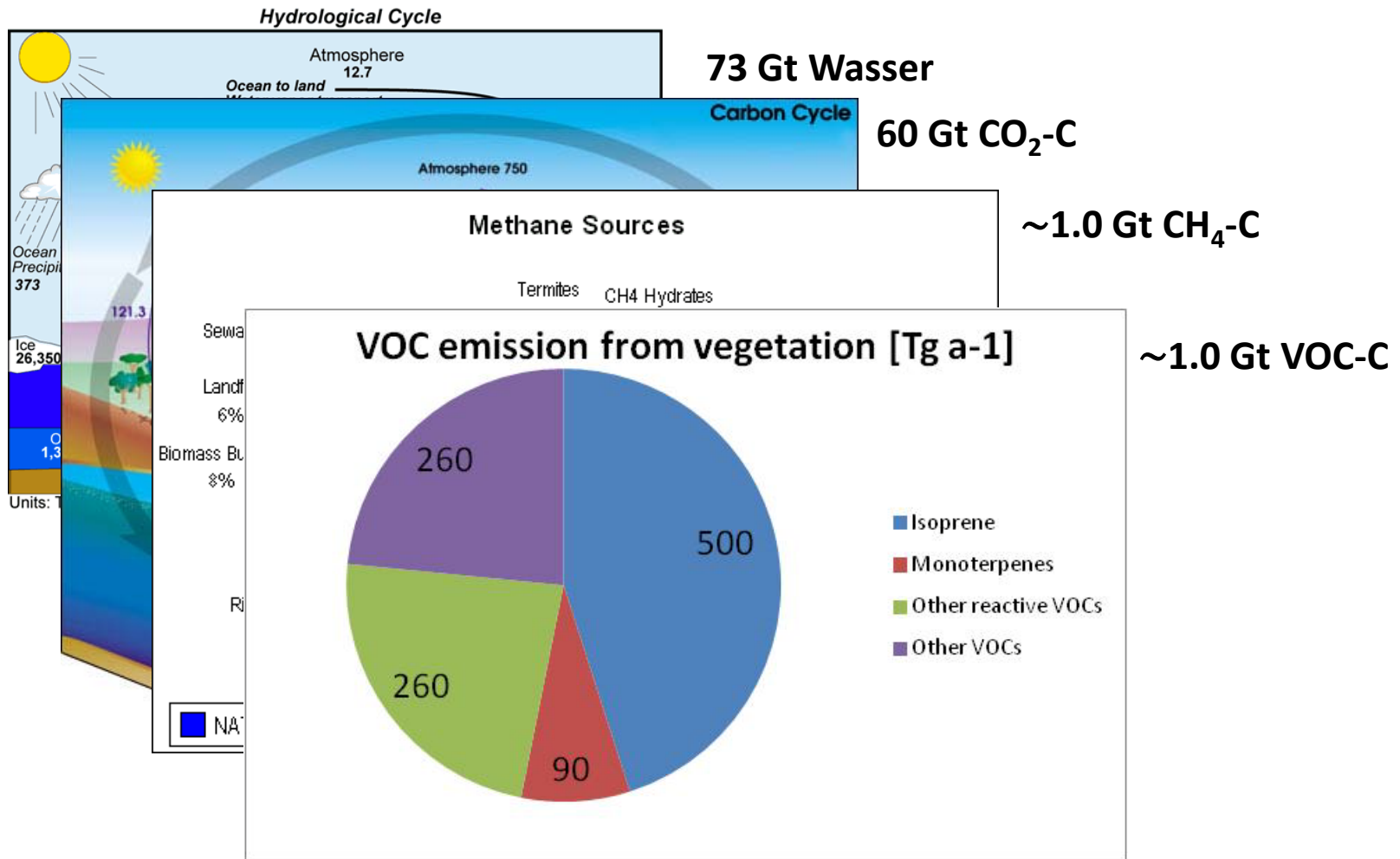
Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)



- Überblick
- Modellierung
- Messungen

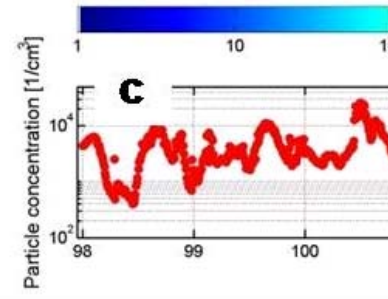
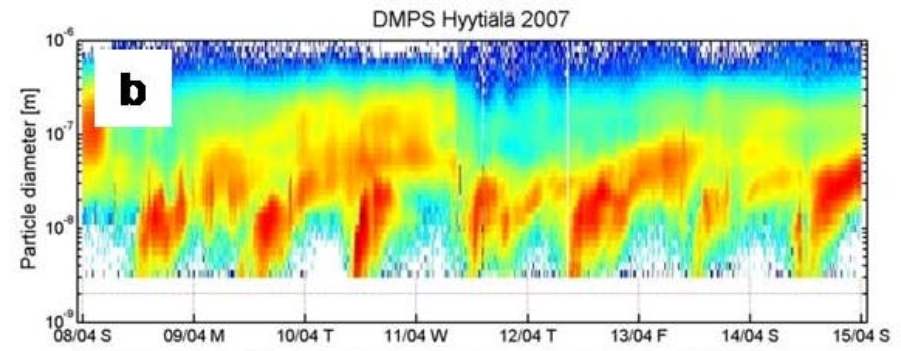
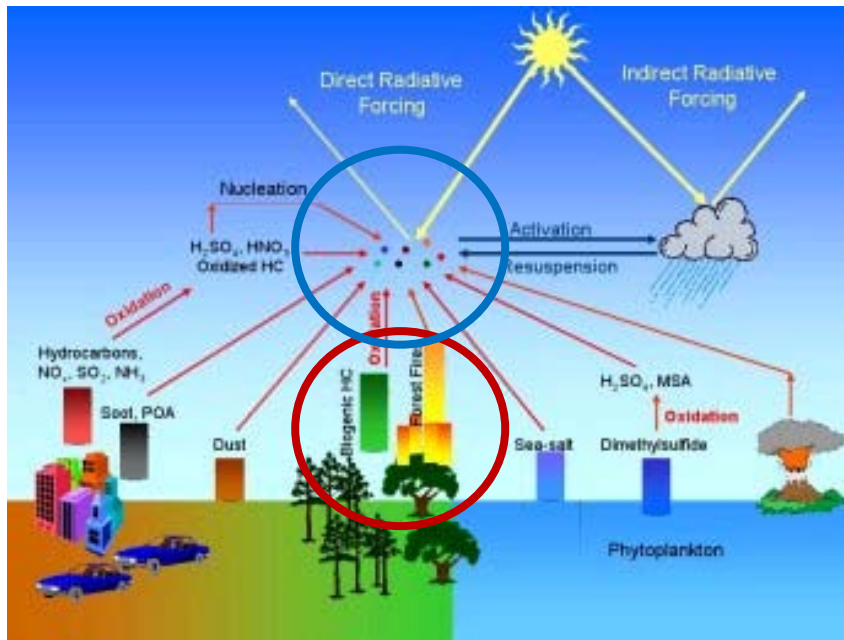
# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Direkte Bedeutung der Biosphäre für die Chemie der Atmosphäre

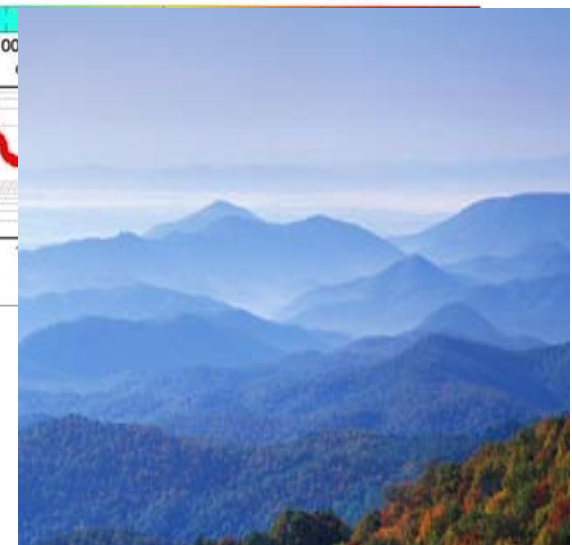


# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Indirekte Bedeutung der Biosphäre für die Chemie der Atmosphäre: Aerosole

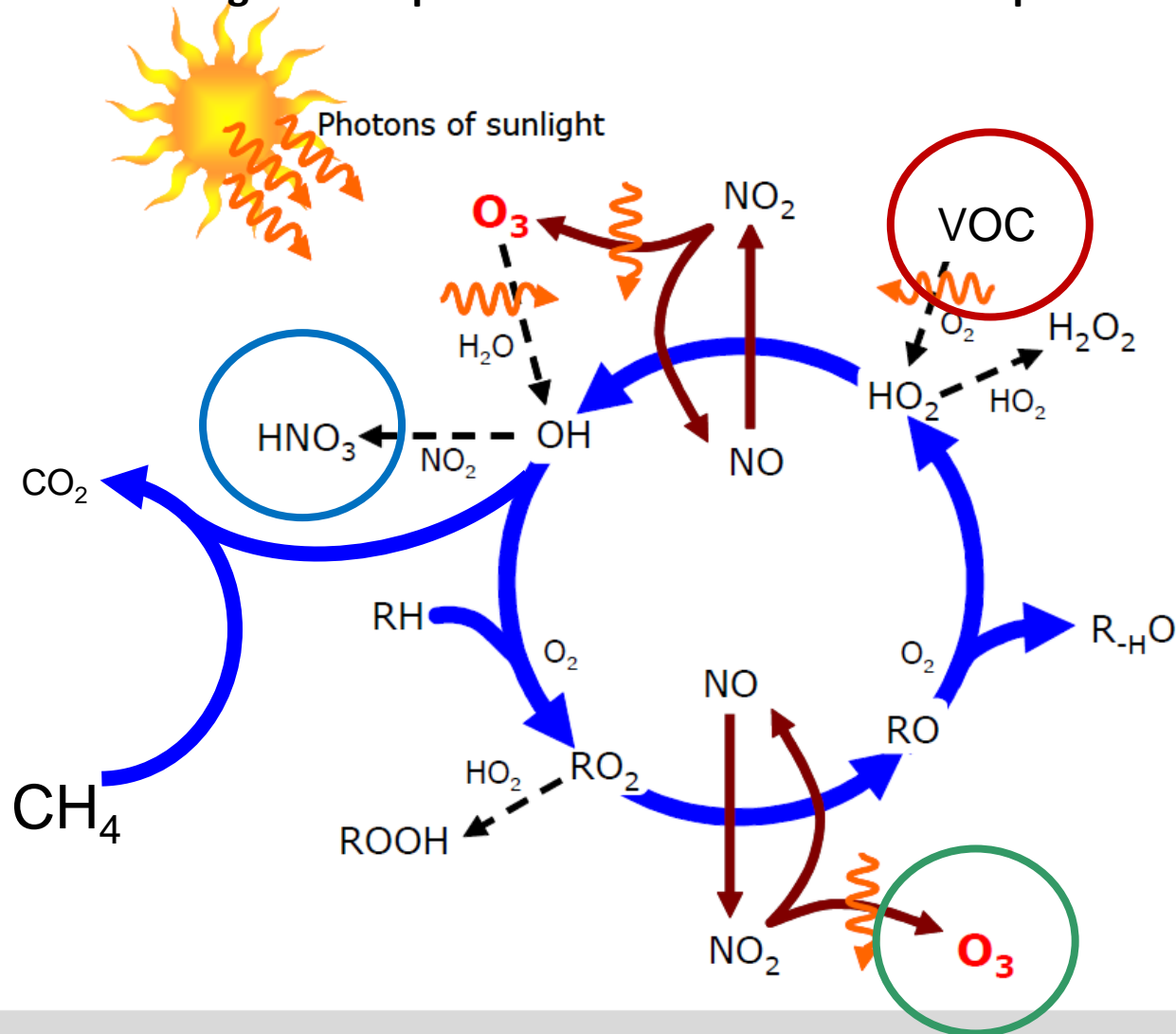


Kulmala et al. 2008



# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

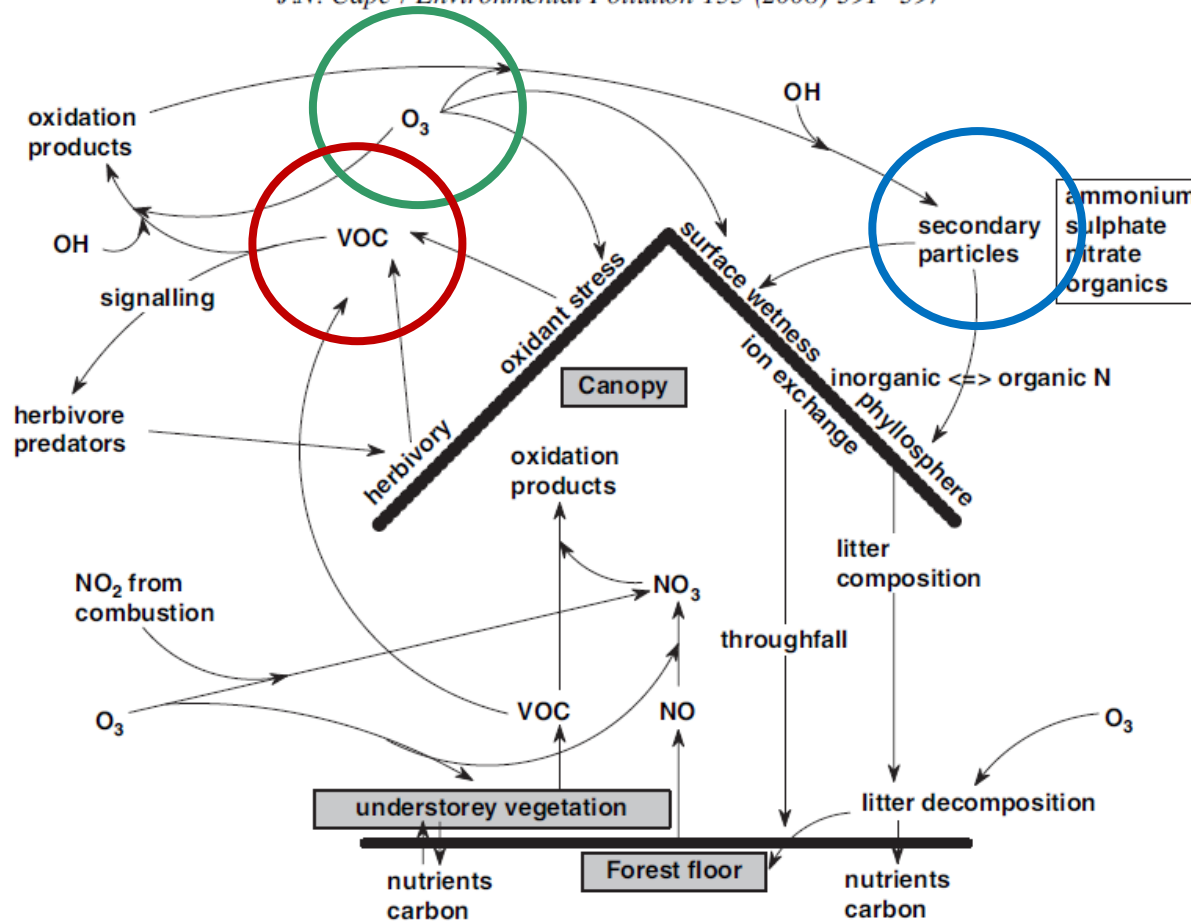
Indirekte Bedeutung der Biosphäre für die Chemie der Atmosphäre: Ozon, (CH<sub>4</sub>)



# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Lokale Wechselwirkungen Biosphäre – Atmosphäre

*J.N. Cape / Environmental Pollution 155 (2008) 391–397*



# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene Fragen

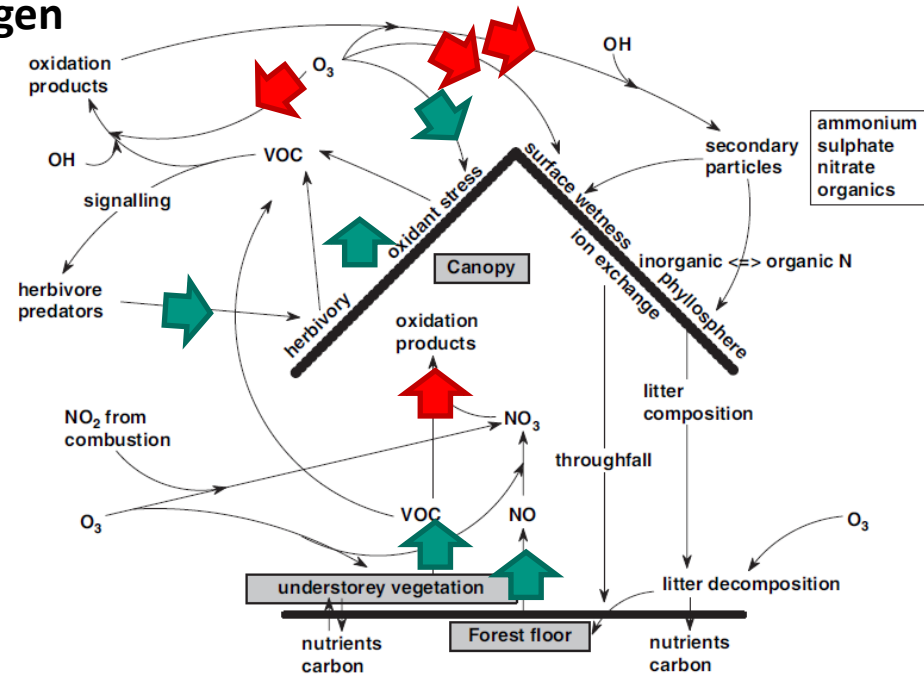
### Physiologie:

- Abhängigkeiten von Umweltbedingungen & Reaktion auf Störungen
- Differenzierung nach Quellen

### Luftchemie:

- Identifikation von Komponenten & Reaktionen
- Differenzierung nach Senken

*J.N. Cape / Environmental Pollution 155 (2008) 391–397*

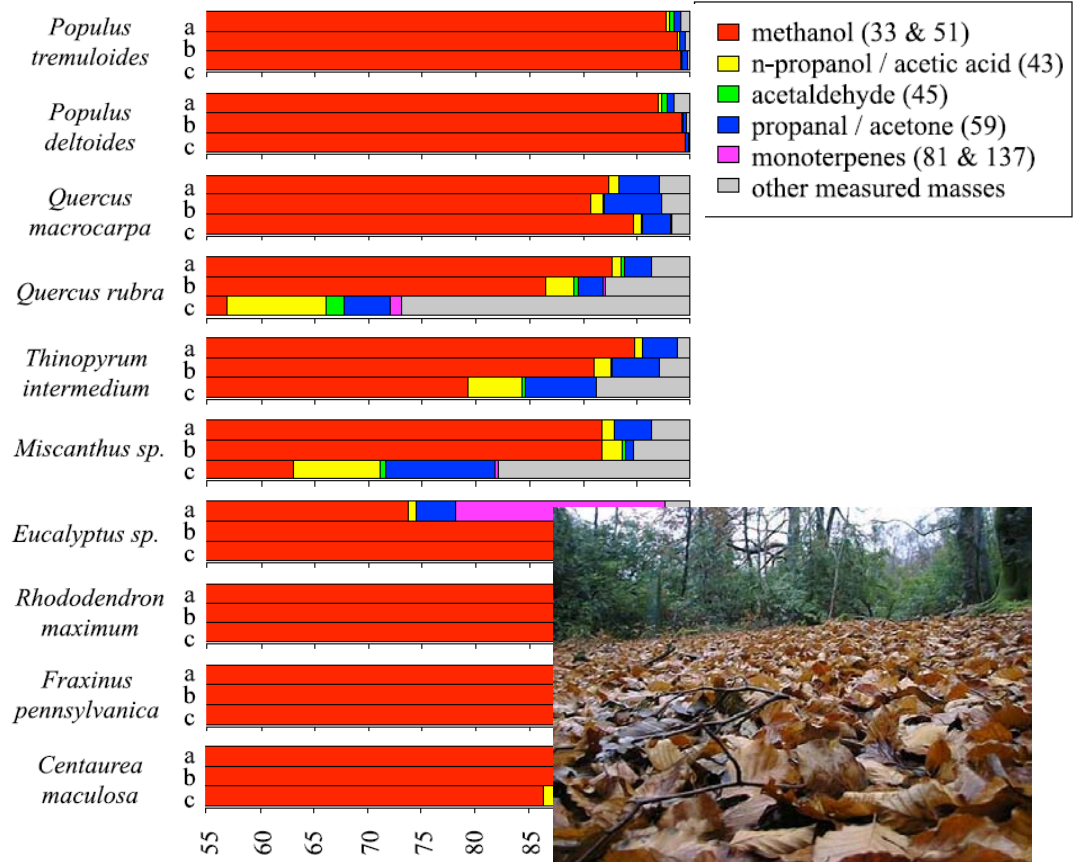




# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene physiologische Fragen

- Woher kommen die BVOC?

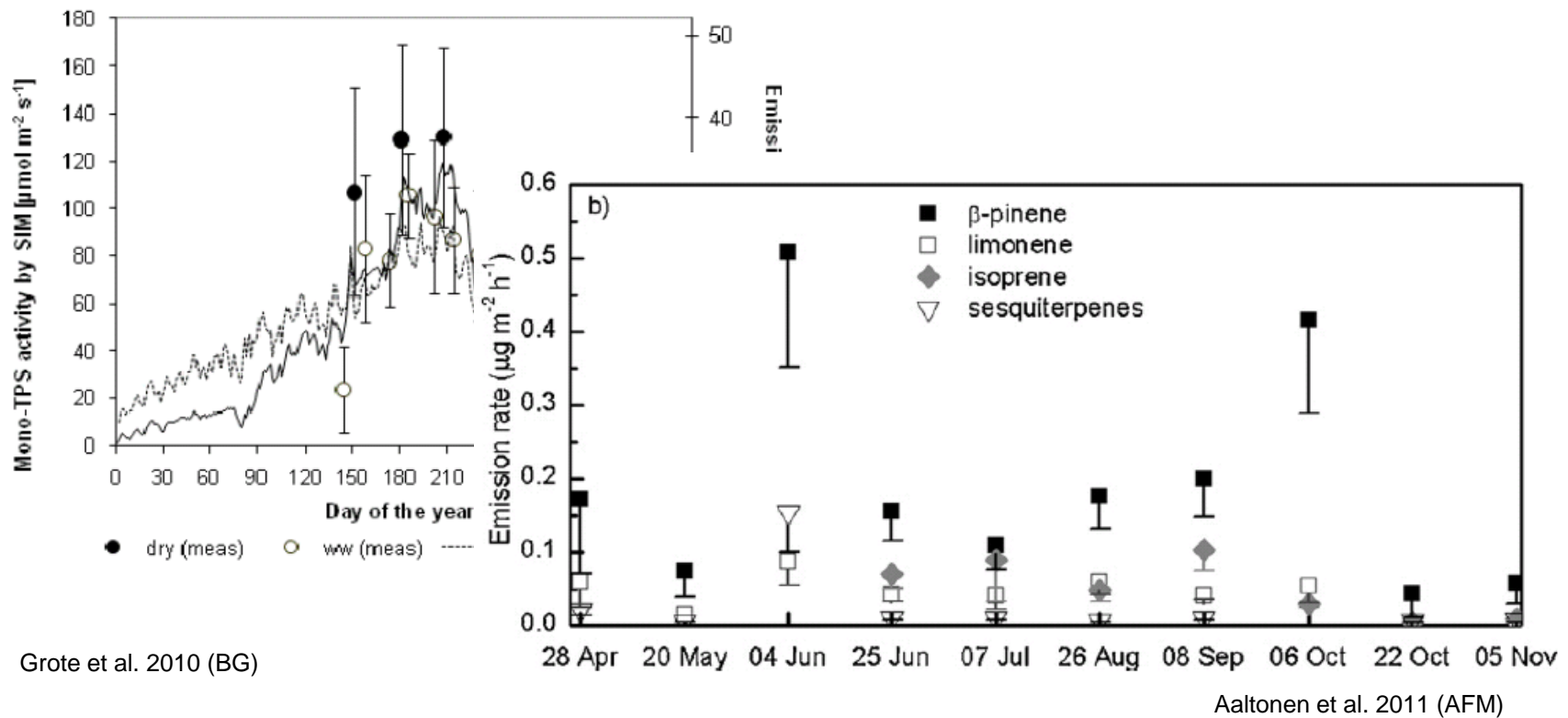


Gray et al. 2010 (JGR): Methanol aus der Streuschicht

# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene physiologische Fragen

- Wie hängt die BVOC Emission von der Jahreszeit ab?



Grote et al. 2010 (BG)

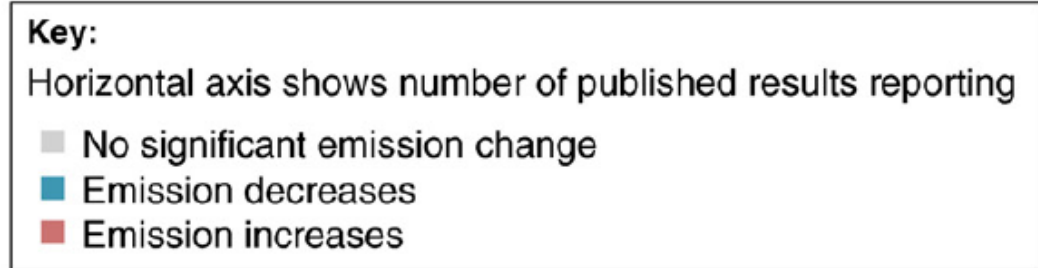
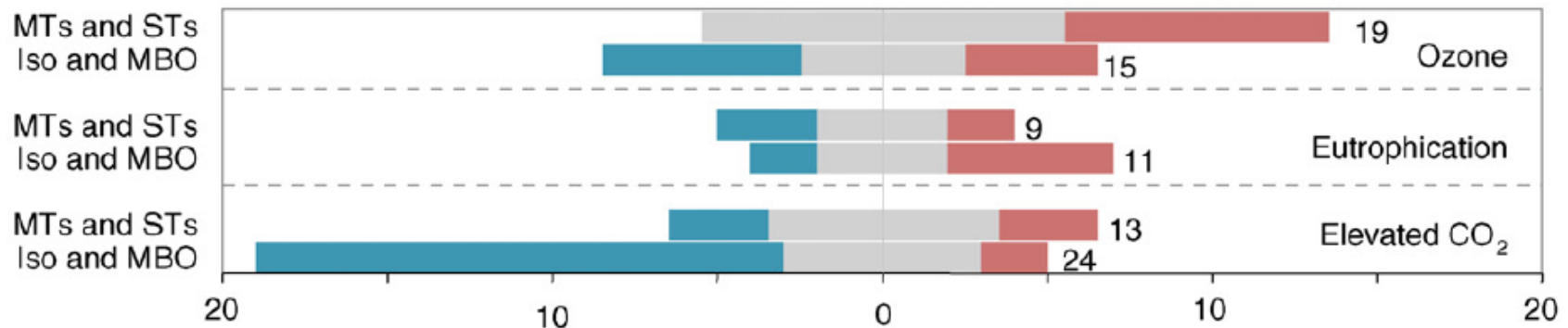
Aaltonen et al. 2011 (AFM)



# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene physiologische Fragen

- Wie beeinflussen CO<sub>2</sub>-, O<sub>3</sub>-, and Stickstoff die Produktion von BVOCS?



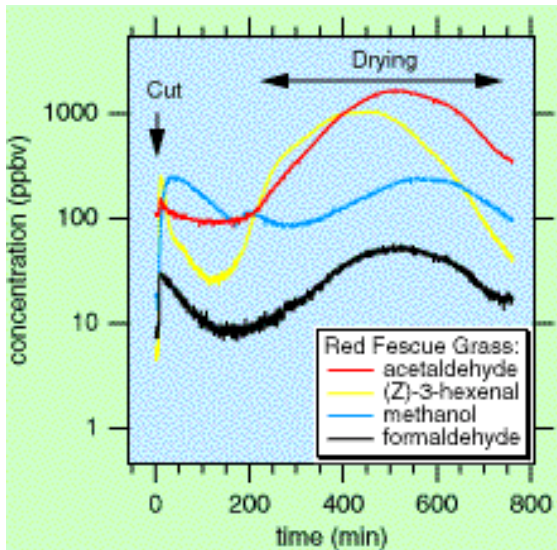
MT: monoterpenes  
 ST: sesquiterpenes  
 Iso: isoprene  
 MBO: 2-methyl-3-buten-2-ol

Penuelas & Staudt 2010 (TPS)

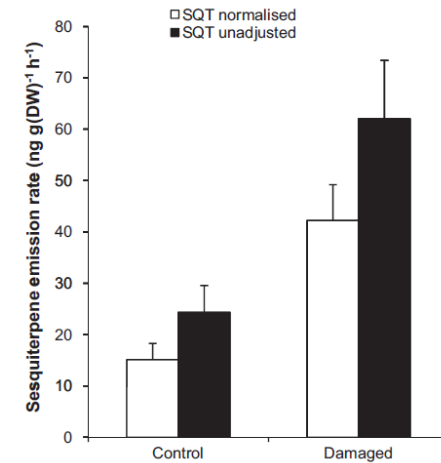
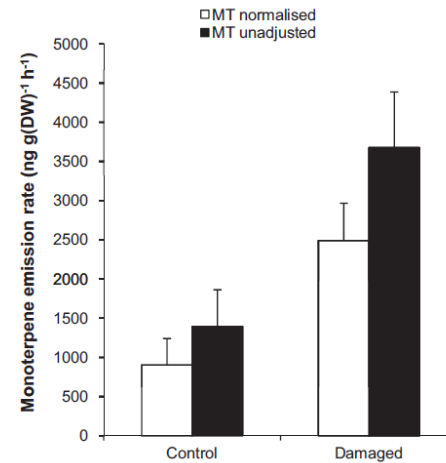
# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene physiologische Fragen

- Welche anderen Faktoren beeinflussen die Produktion von BVOC?



De Gouw et al. 1999



Heijari et al. 2011 (EEB)



# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene luftchemische Fragen

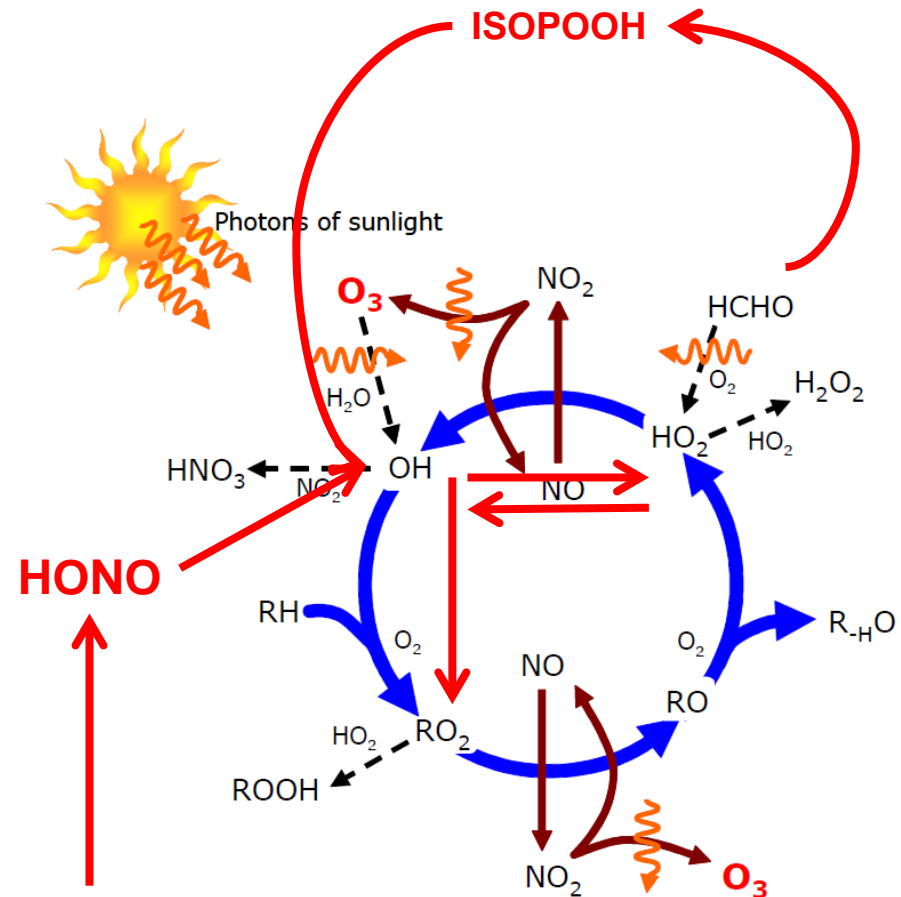
- Gibt es unbekannte Reaktionen?

Hofzumahaus et al. 2009 (Science)  
→ *Neue Regenerationswege*

Paulot et al. 2009 (Science):  
→ *Neue Reaktionskomponenten*

Su et al. 2011 (Science):  
→ *Verstärkte N Emission*

Archibald et al. 2011 (ACP):  
*Still deviations from observations!*



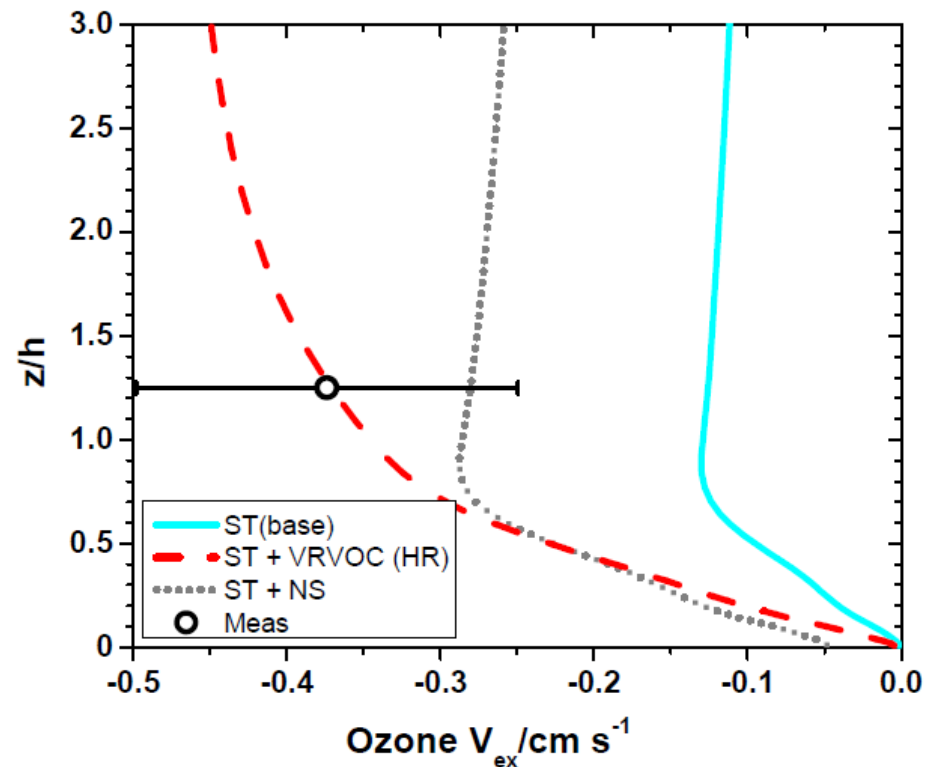
# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene luftchemische Fragen

- Wie kann man die Deposition am besten beschreiben?

Wolfe et al. 2011 (ACP):  
*Ozone Abnahme nicht durch stomatische Aufnahme erklärbar*

- *Neue hochreaktive VOC?*
- *Zerstörung an Oberflächen?*



# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

## Offene luftchemische Fragen

- Welche Einflüsse spielen bei der Aerosolbildung eine Rolle?

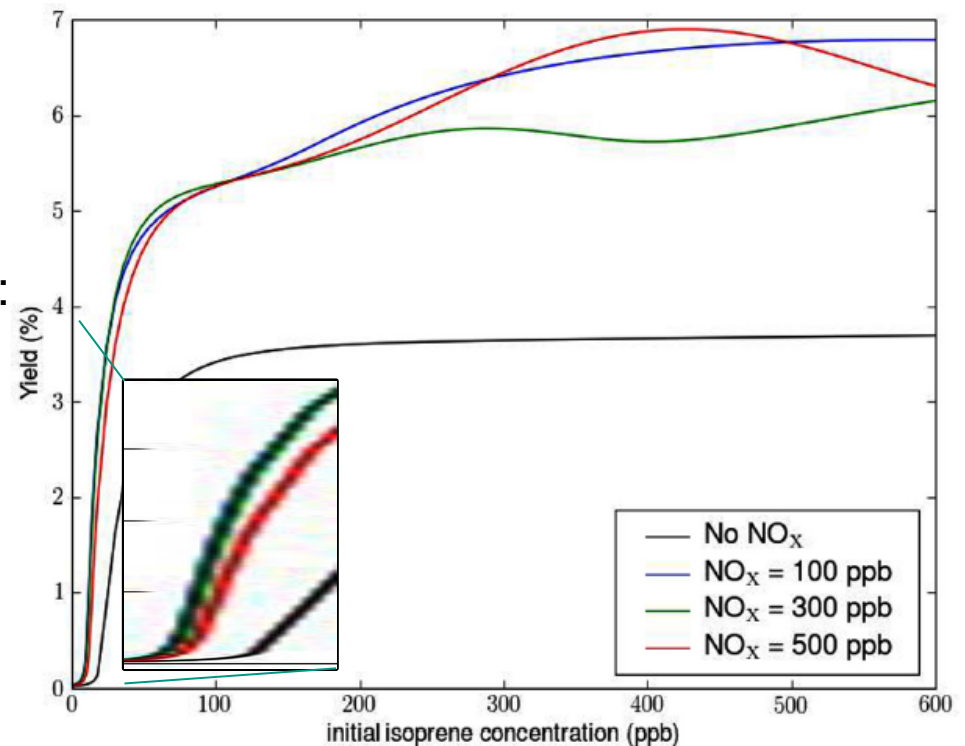
Fry et al. 2011 (ACP):

→ NO<sub>x</sub> steigert die Bildung von Aerosolen aus Isopren.

→ Couvidat & Seigneur 2011 (ACP):  
Neues Modell

Kanawade et al. 2011 (ACP):

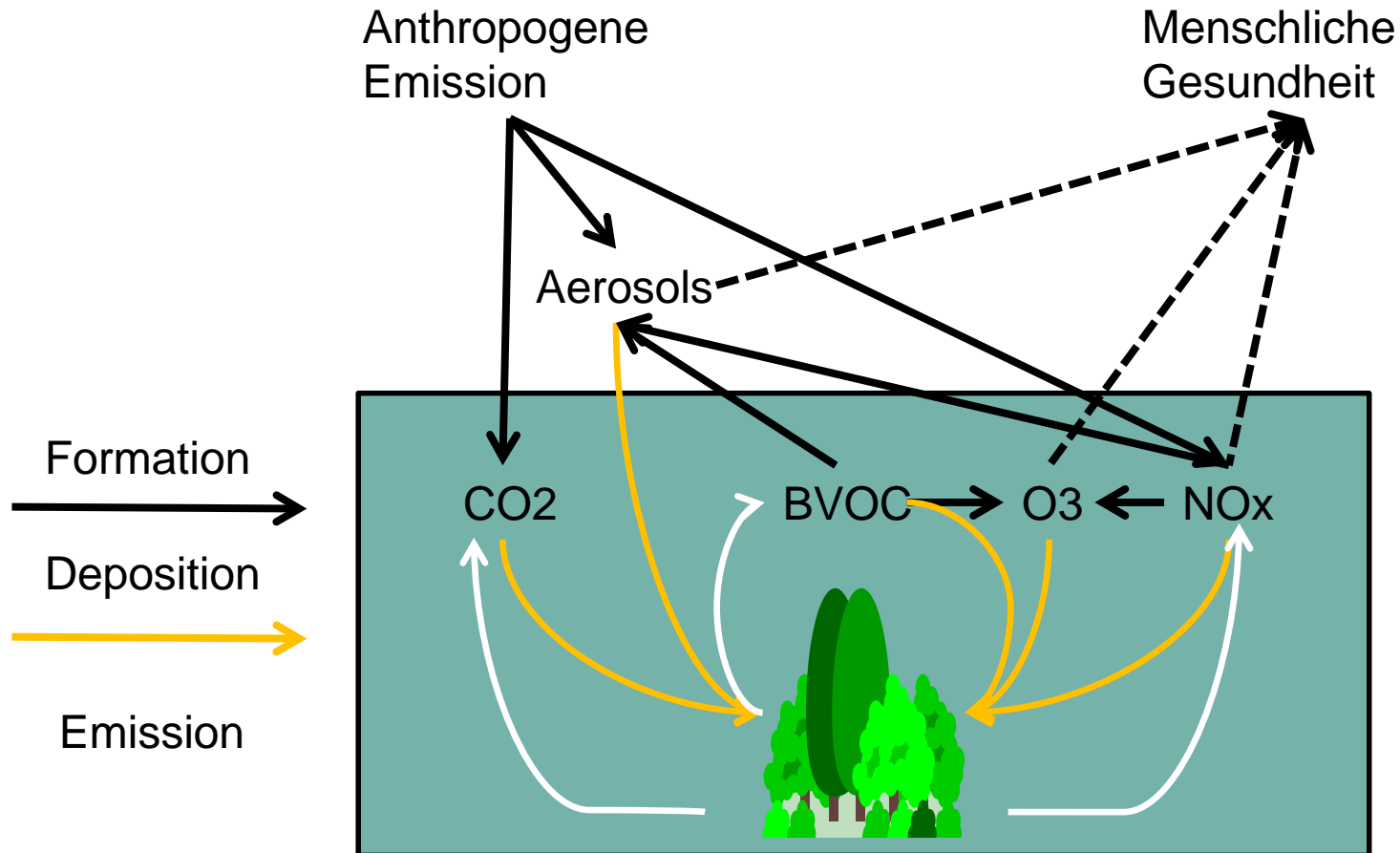
→ kleines Isoprene/ Monoterpen  
Verhältnis verhindert Aerosolbildung





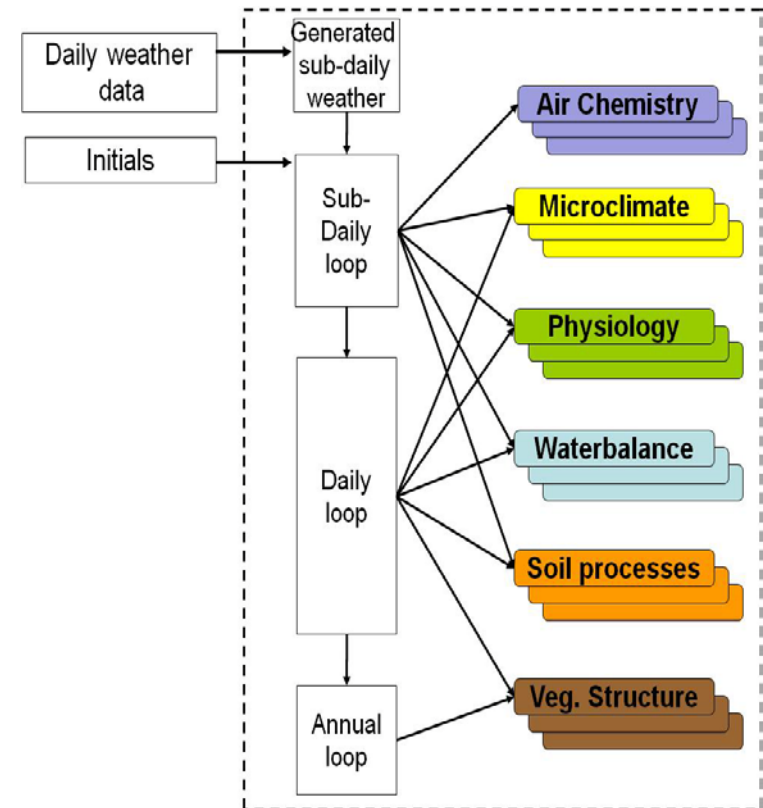
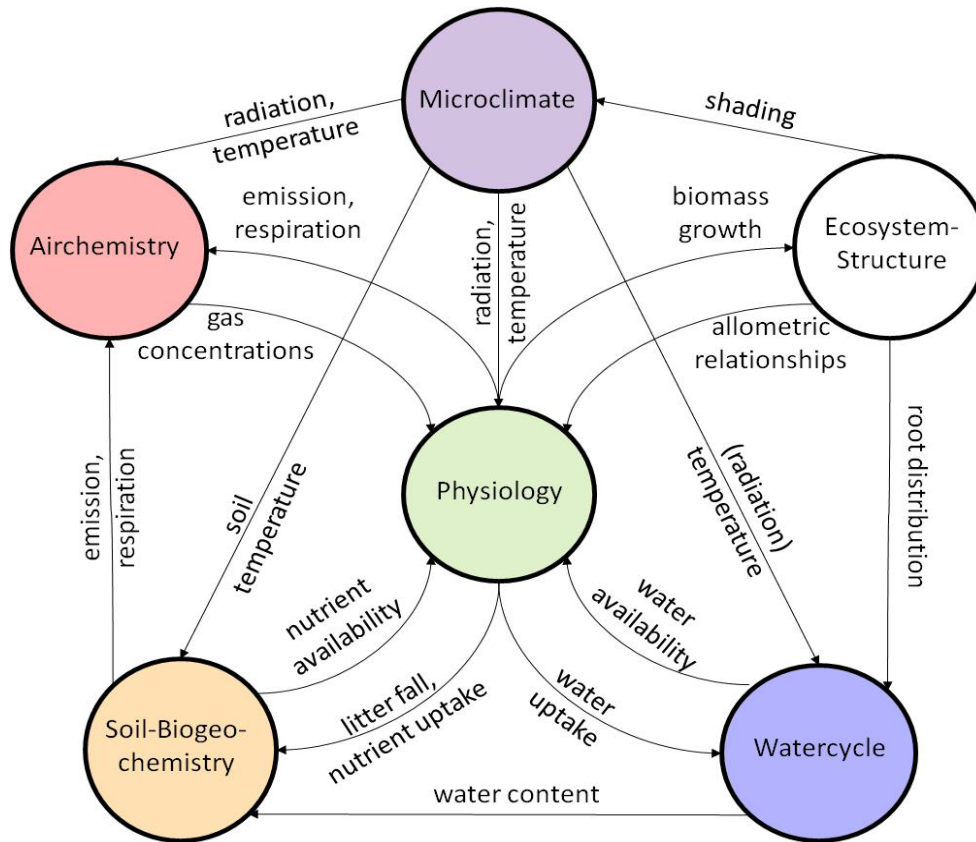
# Chemische Wechselwirkungen Biosphäre-Atmosphäre

Besondere Bedeutung: Stadtluft und Vegetation



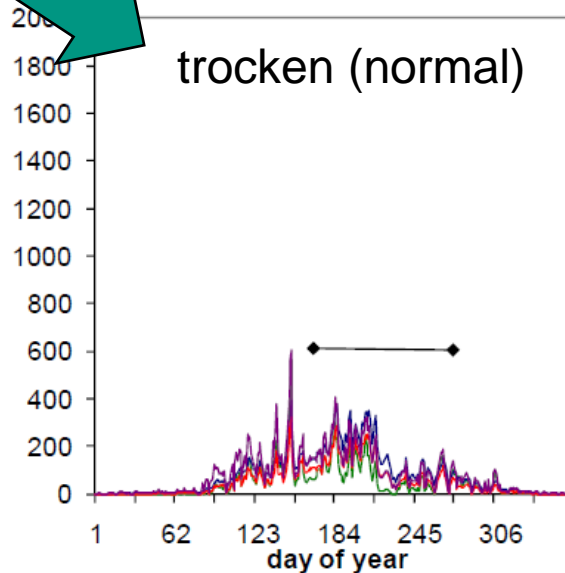
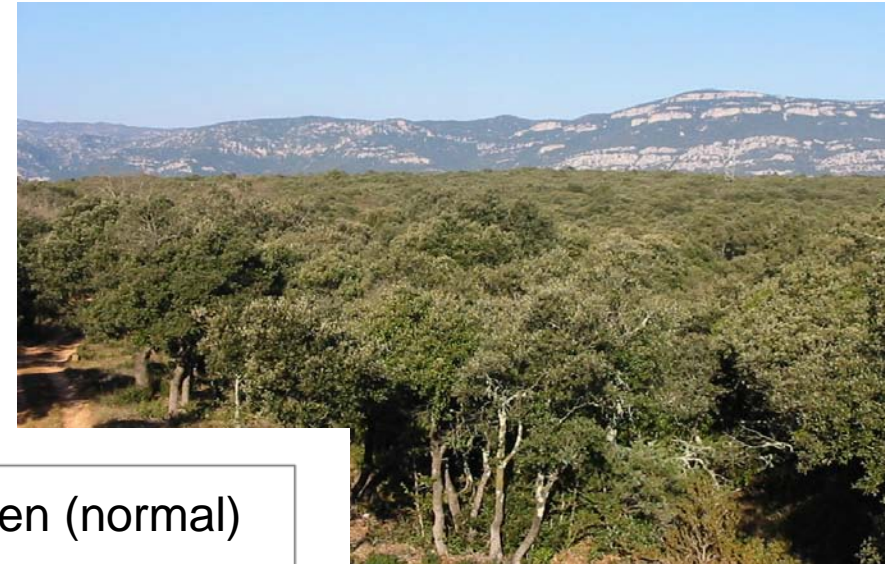
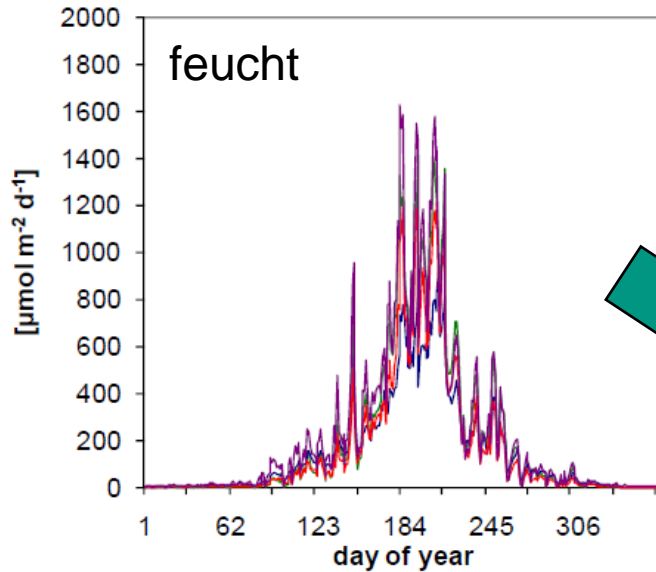
# Ansätze für die Modellierung

## MoBiLE: Ein modularer Biosphärensimulator



# Ansätze für die Modellierung

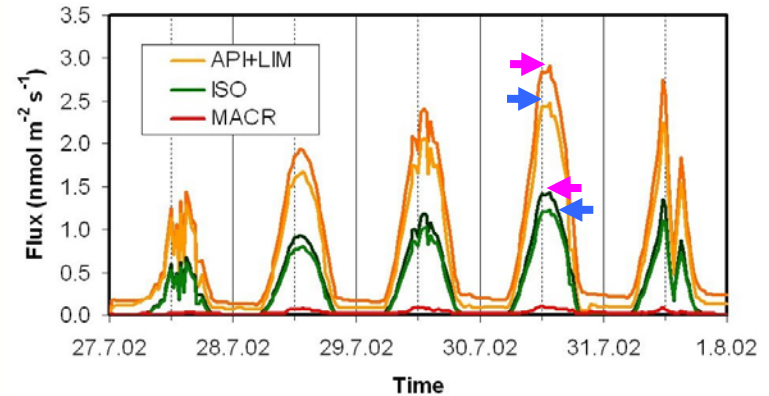
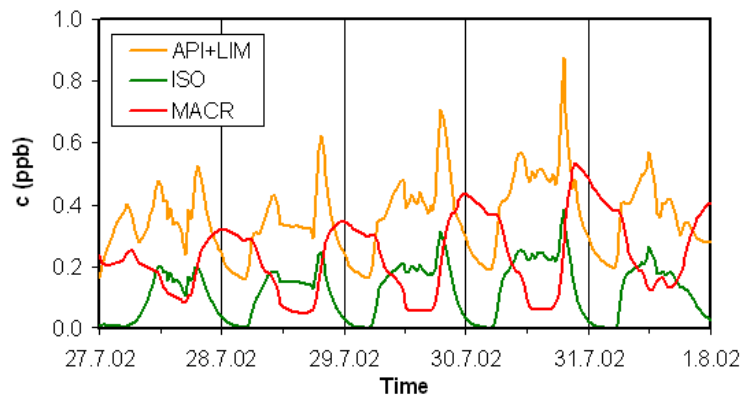
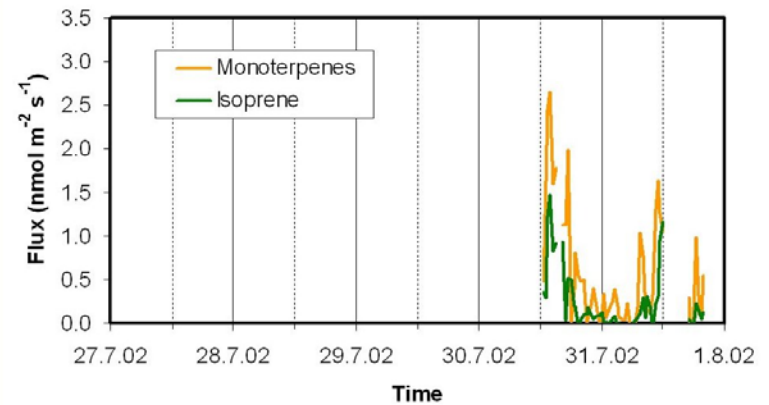
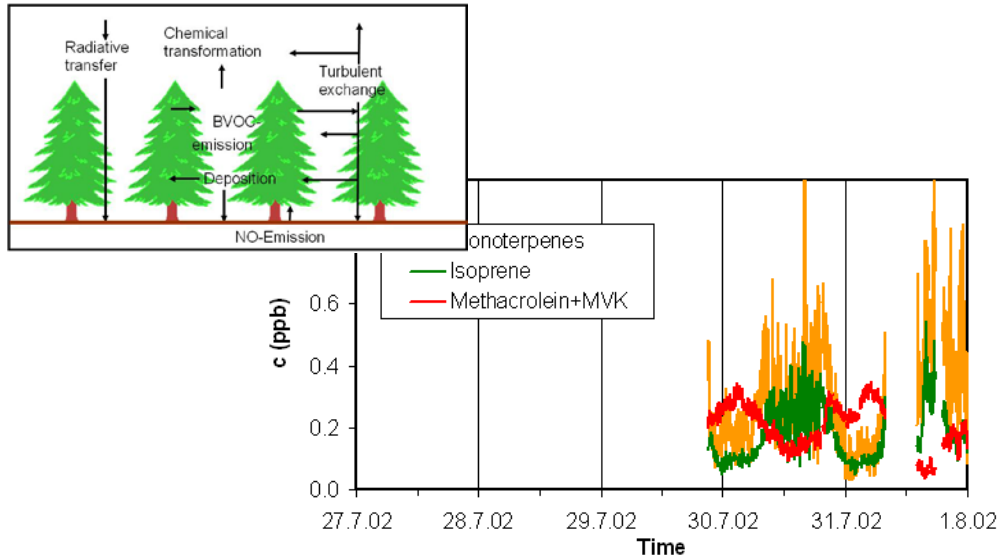
## MoBiLE: Monoterpene Emission im Mediterraner Steineichenwald



(Grote et al. 2010)

# Ansätze für die Modellierung

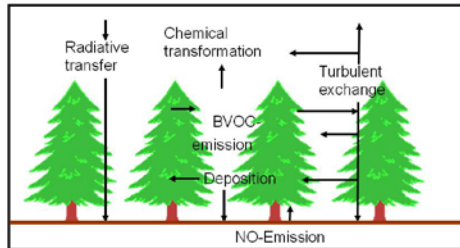
## MoBiLE-CACHE: Emission und Luftchemie über einem Fichtenbestand (Waldstein, 2002)



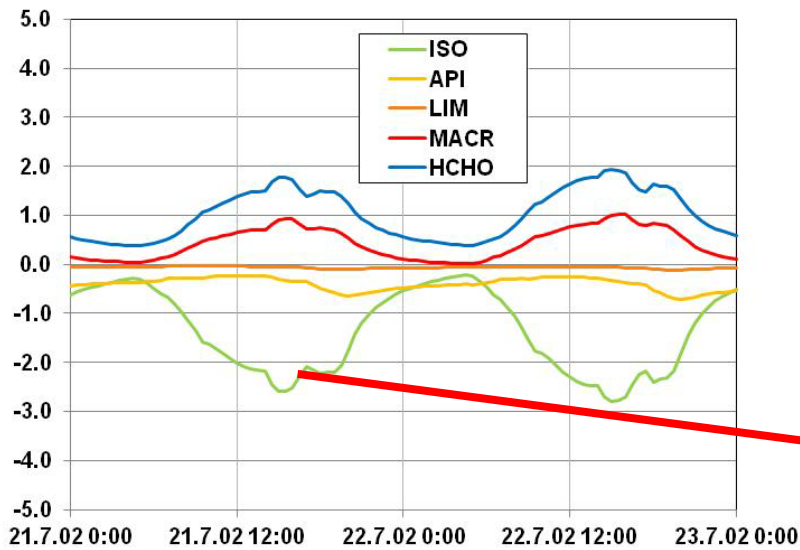
(Forkel et al. 2006)

# Ansätze für die Modellierung

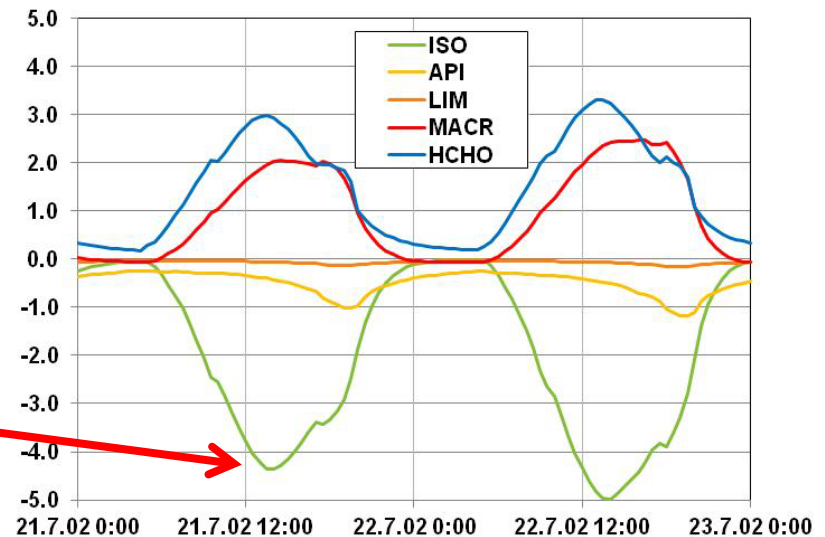
## MoBiLE-CACHE: Emission und Luftchemie über einem Fichtenbestand (Waldstein, 2002)



**-NO<sub>x</sub>**



**+NO<sub>x</sub>**

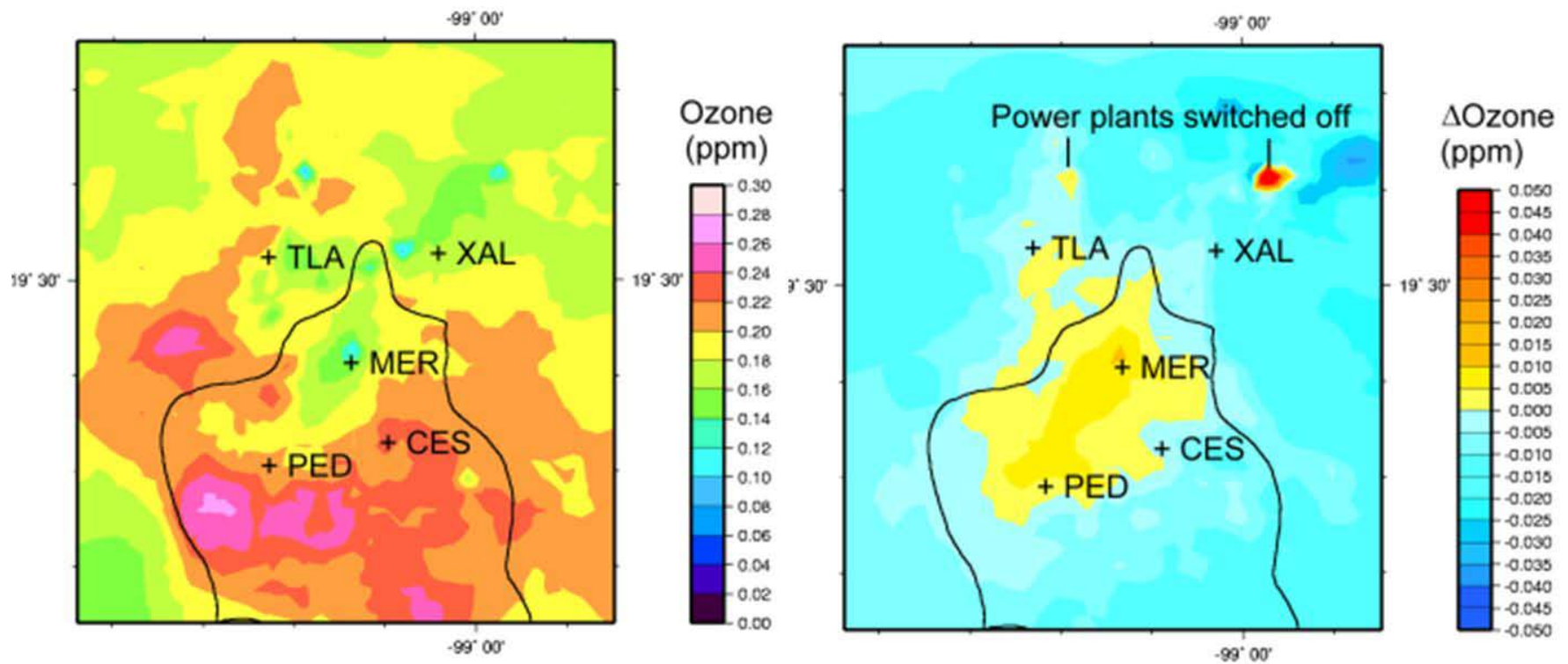


(Forkel et al. 2006)



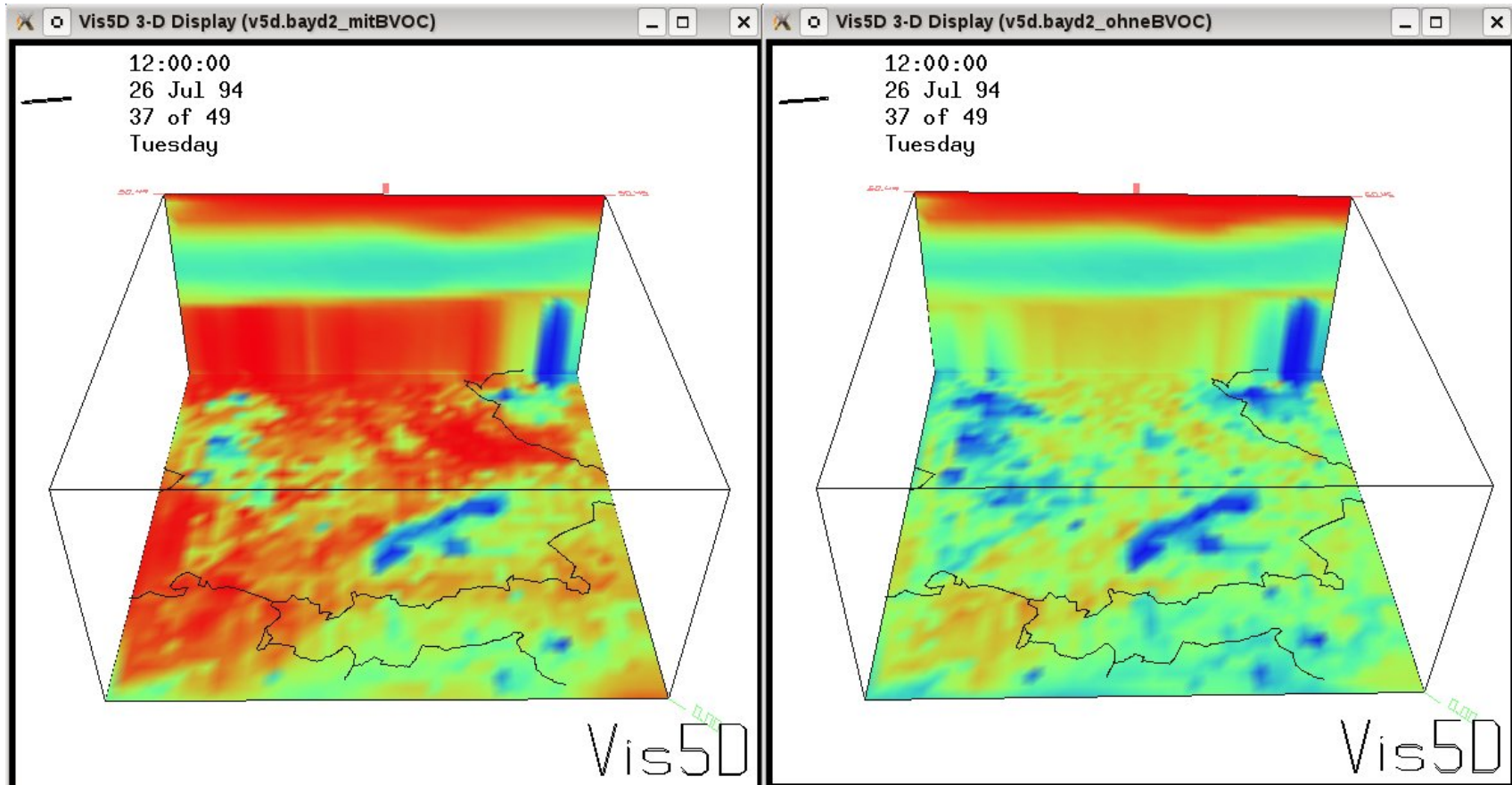
# Ansätze für die Modellierung

**Gekoppelte regionale Klima-Luftchemiemodellierung:  
Beispiel: Wir schalten Kraftwerke in Mexiko ab**



# Ansätze für die Modellierung

**Gekoppelte regionale Klima-Luftchemiemodellierung:  
 Beispiel: Ozonkonzentration in Süddeutschland ohne biogene VOC Emission?**



# Beispiele für Messungen

## Peking





## Beispiele für Messungen



Tägliche  $PM_{2.5}$  Filtermessung mit  
2 'High-volume' Sammlern seit  
21 Jun1 2010

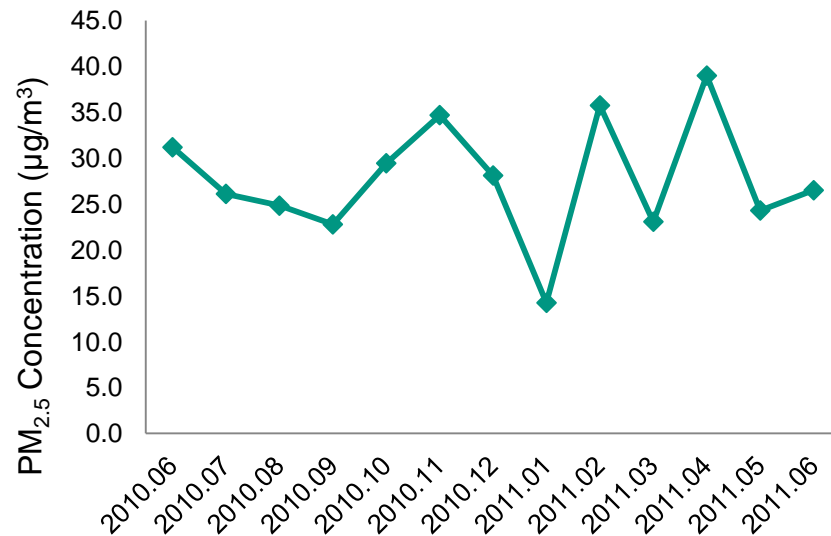
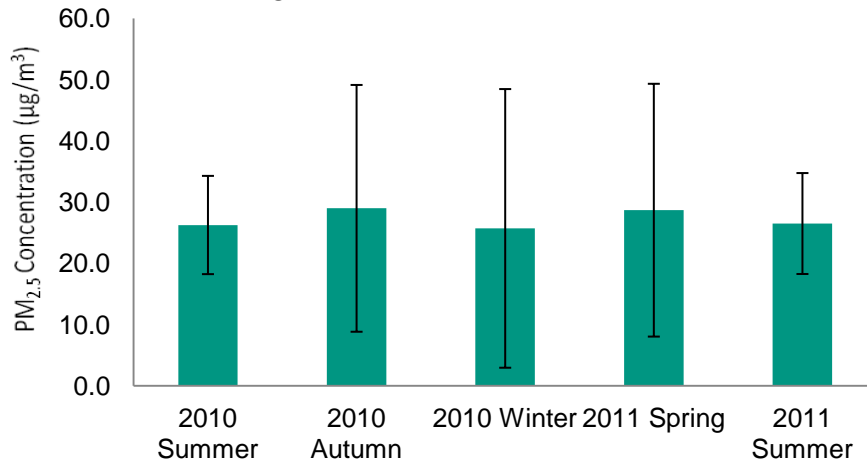
+

Ultra-Sonic Anemometer



# Beispiele für Messungen

## PM<sub>2.5</sub> mass concentration

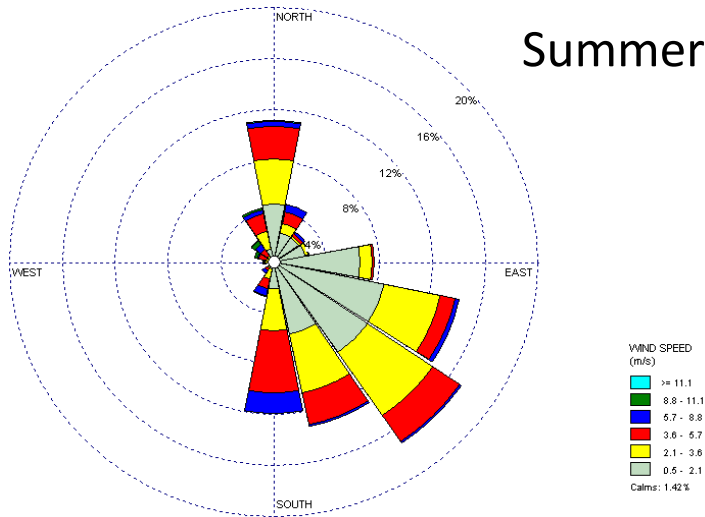


Zeitliche Auflösung!

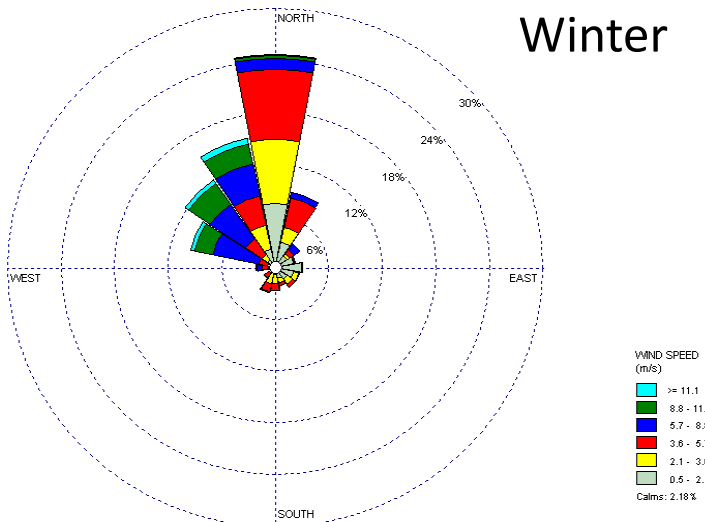


# Beispiele für Messungen

## Summer



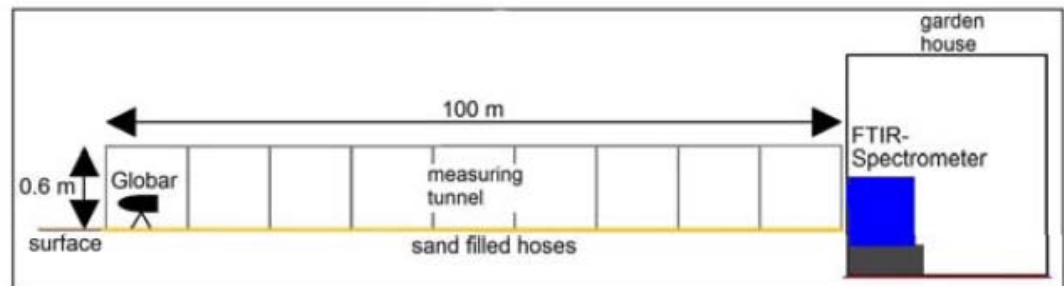
## Winter



Regionales Umfeld!

# Beispiele für Messungen

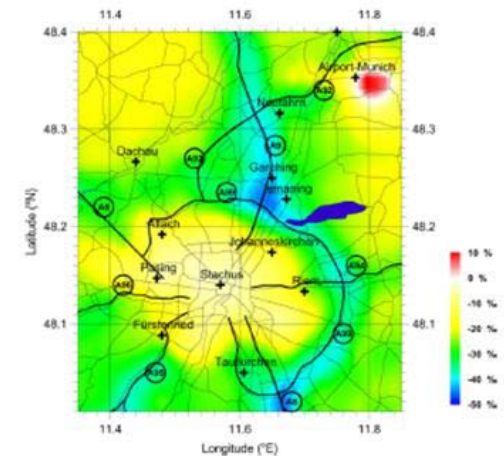
## FTIR Absorptionsspektrometer



Räumliche Auflösung!

## Zusammenfassung ‚Offene Fragen‘

- Quantifizierung von Rückkopplungen zwischen Luftchemie und Biosphäre
- Beschreibung von Wechselwirkungen unter chemisch veränderten Umweltbedingungen
- Modelle zur Beschreibung von Rückkopplungen auf ‚mittlerer‘ Raum- und Zeitskala
- Annäherung der zeitlichen und räumlichen Auflösung von von Messungen und Modellen

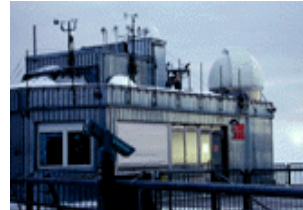


- Quantifizierung von Rückkopplungen zwischen Luftchemie und Biosphäre
- Beschreibung von Wechselwirkungen unter chemisch veränderten Umweltbedingungen
- Modelle zur Beschreibung von Rückkopplungen auf ‚mittlerer‘ Raum- und Zeitskala
- Annäherung der zeitlichen und räumlichen Auflösung von von Messungen und Modellen

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**

# ■ Das IMK-IFU

## Globale Luftverschmutzung



- Laser-Radarmessungen
- Langzeitmessungen der Luftzusammensetzung
- Überprüfung von Satellitendaten

## Emission und Luftqualität



- Messung von Luftschadstoffen
- Wind und Turbulenzmessung
- Messfahrzeuge und Kleinflugzeug

## Regionale Klimaänderung



- Regionales Klima
- Luftqualität
- Hochwasservorhersage

## Biogene Treibhausgase



- Freilanduntersuchungen
- Biogeochemische Modelle
- Emissionskarten
- Beiträge zum Kyoto-Protokoll

## Vegetation und Klima



- Biotechnologie
- Zellkulturen
- Mikroskopie
- Messung pflanzlicher Emissionen

## Prozessmodellierung



- BVOC
- Spuregasemissionen
- Physiologie
- Luftchemie



# ■ AG Kopplung von Biosphäre und Atmosphäre

## Klaus Schäfer, Stefan Emeis



- Messung von Luftschadstoffen
- Wind und Turbulenzmessung

## Renate Forkel



- Regionales Klima
- Luftqualität

## Peter Suppan

- Zusammenhalt der Gruppe
- Kooperationen
- Projektanbahnung

## Rüdiger Grote



- BVOC
- Spurengasemissionen
- Physiologie
- Luftchemie