



## Biosphäre-Atmosphäre-Austausch von C- und N-Spurengasen in tropischer Savanne in Burkina Faso und in semi-arider Steppe in der Inneren Mongolei, VR China

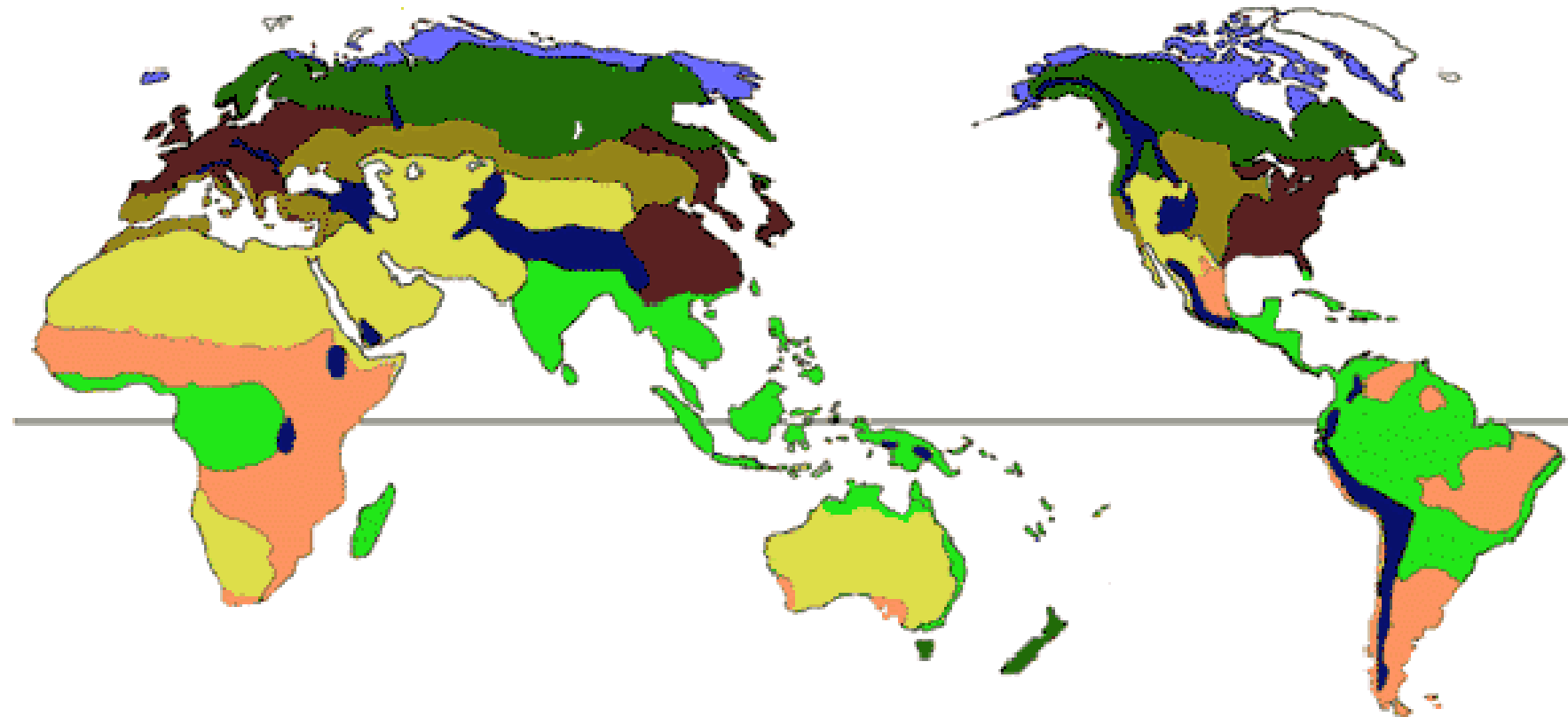
Nicolas Brüggemann



Forschungszentrum Karlsruhe  
Institut für Meteorologie und Klimaforschung  
Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)  
Kreuzeckbahnstraße 19  
D-82467 Garmisch-Partenkirchen



# Globale Bedeutung des Biome Grasland/Savanne

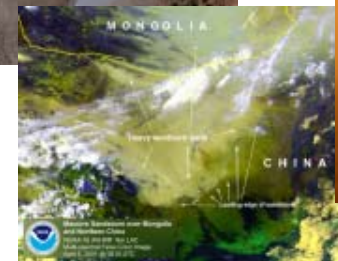
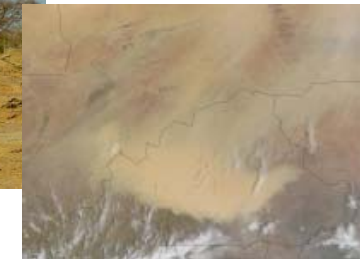


# Problemstellung

Die zunehmende Nutzung von temperatem und tropischem Grasland stellt eine der wichtigsten Komponenten des globalen Wandels dar.

## Folgen

- Degradation der Böden
- Desertifikation
- Wind- und Wassererosion
- Mobilisierung der C- und N-Speicher
- Veränderungen des Wasserkreislaufes

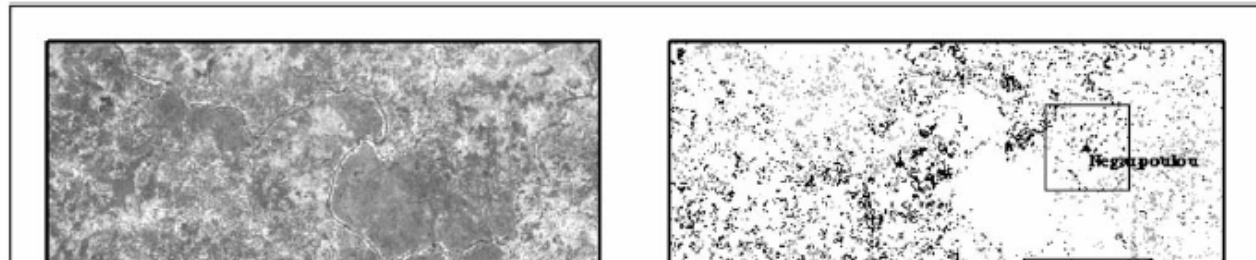


## Ziele

- Prozessverständnis
- Bewertung der Nachhaltigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen
- Ableitung von Handlungskonzepten für eine nachhaltige Nutzung

- Burkina Faso
- Innere Mongolei

# Problematik in Westafrika: Landnutzungswandel



*D. Andrew Wardell et al. / Global Environmental Change 13 (2003) 235–254*

247

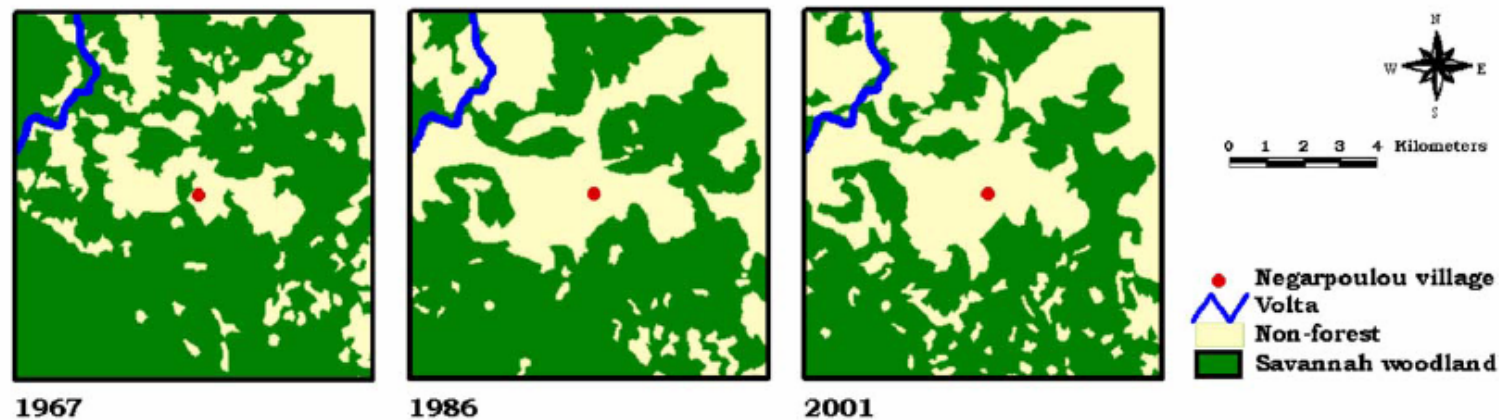
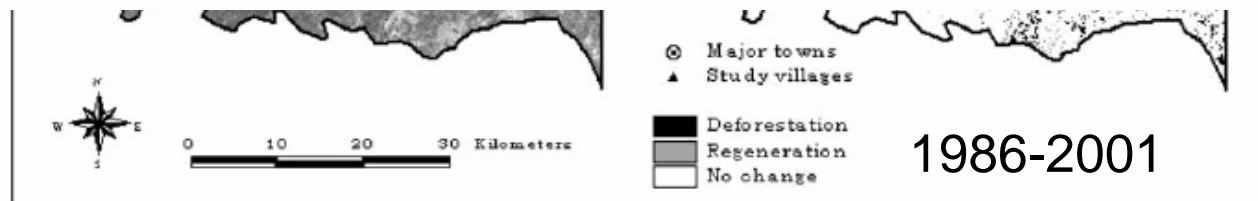
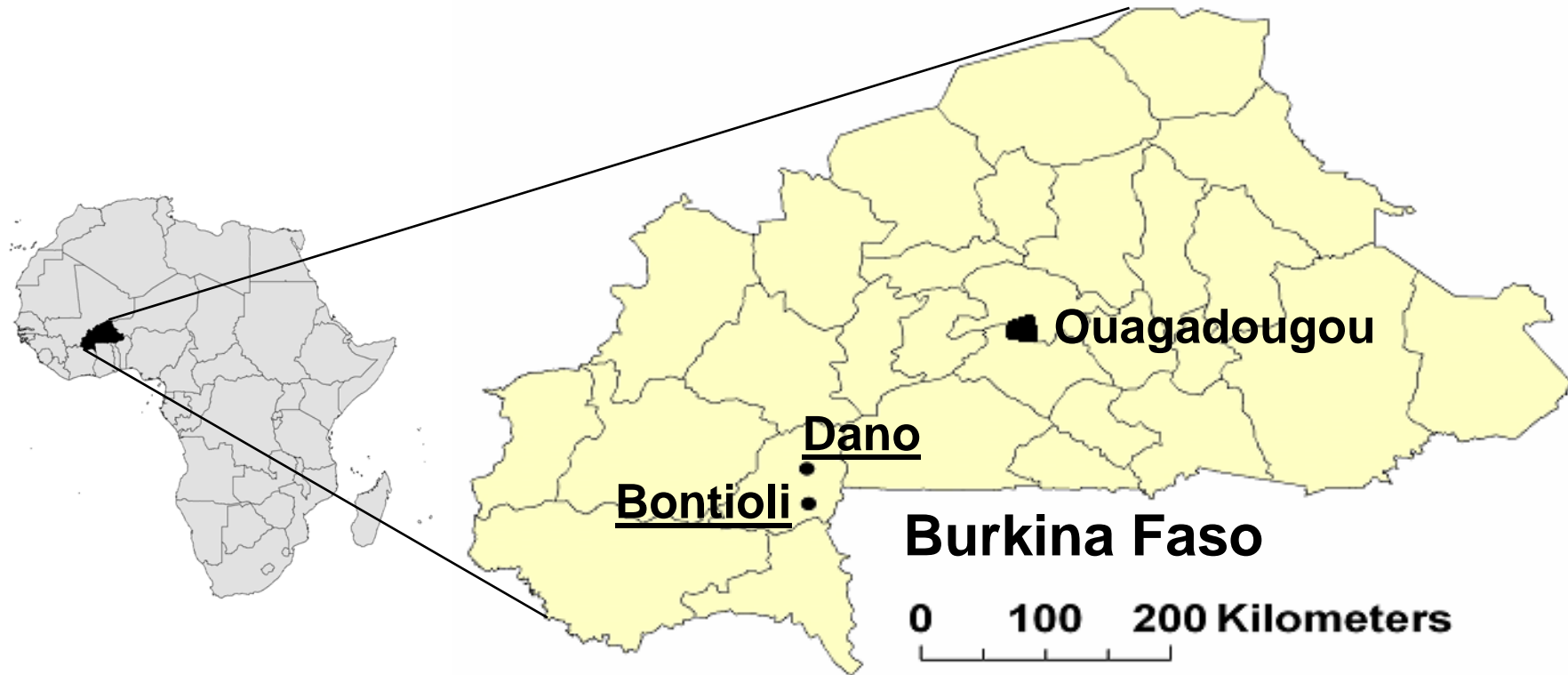


Fig. 7. Change in forest cover 1967–2001 around Negarpoulou Village in Burkina Faso. Maps from 1967 are based on CORONA data; 1986 on Landsat TM figure 2001 on Landsat ETM+. The corresponding statistics are given in Table 10.



*D. Andrew Wardell et al. / Global Environmental Change 13 (2003) 235–254*

# Lage der Versuchsgebiete in Burkina Faso



## Klima

Mittlere jährliche Lufttemperatur:	29.5 °C
Mittlerer jährlicher Niederschlag:	926 mm
Regenzeit:	Mai bis Oktober

# Versuchsflächen in Burkina Faso

## Bontioli



### Bontioli

Naturschutz-  
gebiet , keine  
Landwirtschaft,  
keine Bodenbe-  
arbeitung, kein  
Vieh

Kultiviert seit 15  
Jahren

## Dano



Kultiviert seit  
mehreren  
Jahrzehnten

# Durchgeführte Experimente in Burkina Faso

- CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Bodenflüsse
- Effekt von N-Düngung auf N<sub>2</sub>O-Bodenflüsse
- Laborstudie zur potenziellen N<sub>2</sub>O- und NO-Emission
- CO<sub>2</sub>-/H<sub>2</sub>O-/Energieflüsse mittels Eddy Covariance

## Landwirtschaftliche Praxis

Aussaat im Mai, keine Düngung (außer im Düngereperiment), der Oberboden wird nach der Aussaat alle 2 bis 4 Wochen mit Hacken aufgelockert, Ernte im Oktober.

# Manuelle und automatisierte Kammermessungen



Probenahme mit Spritzen im Feld

Manuell:  
4 Kammern  
auf jedem  
Feld,  
1-3 mal pro  
Woche  
gemessen



GC-Analyse am folgenden Tag



Pneumatisch betriebene Kammern

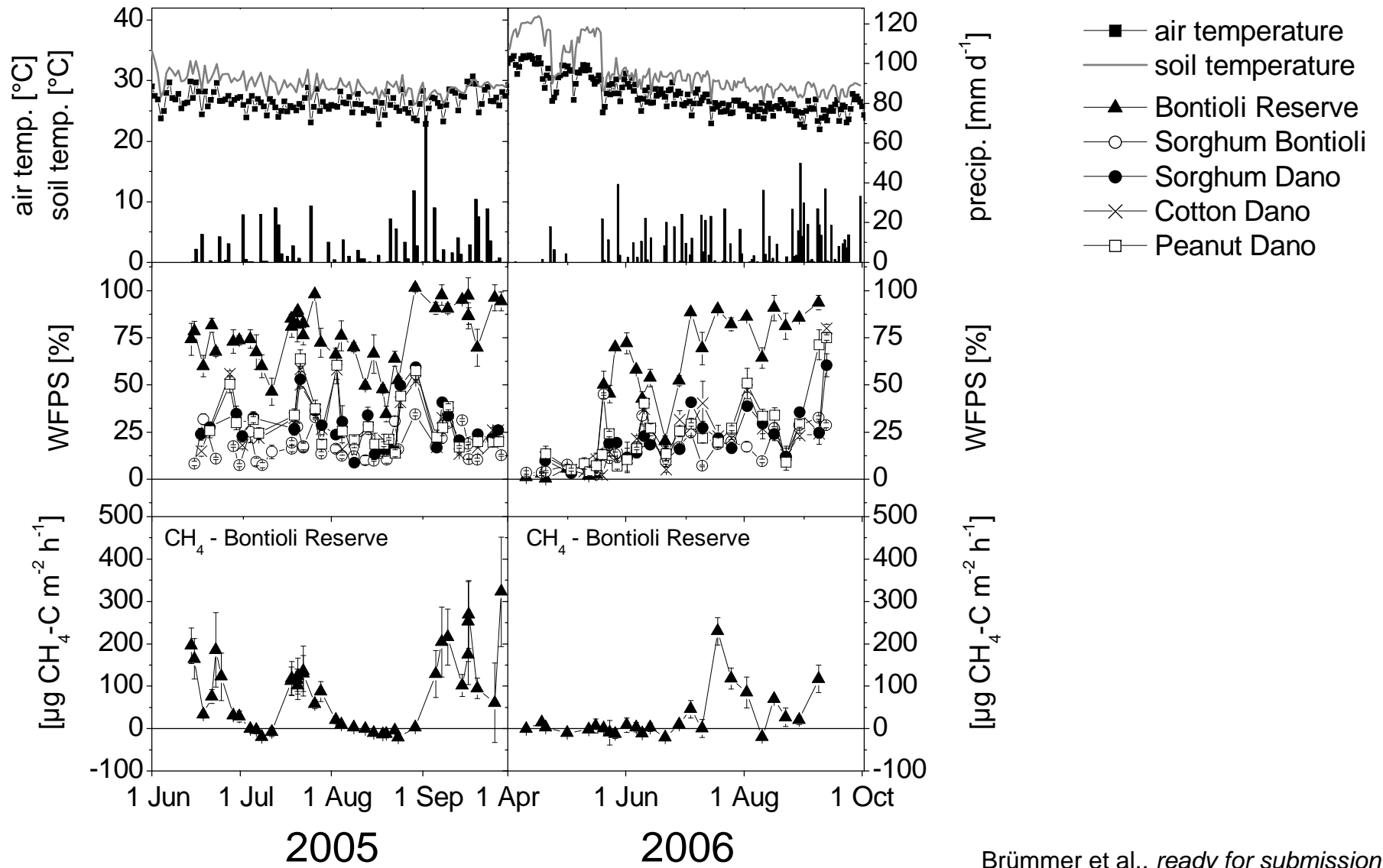
Automatisch:  
3 Kammern  
auf jedem  
Feld,  
10 mal pro  
Tag  
gemessen



On-line-GC-Analyse im Feld

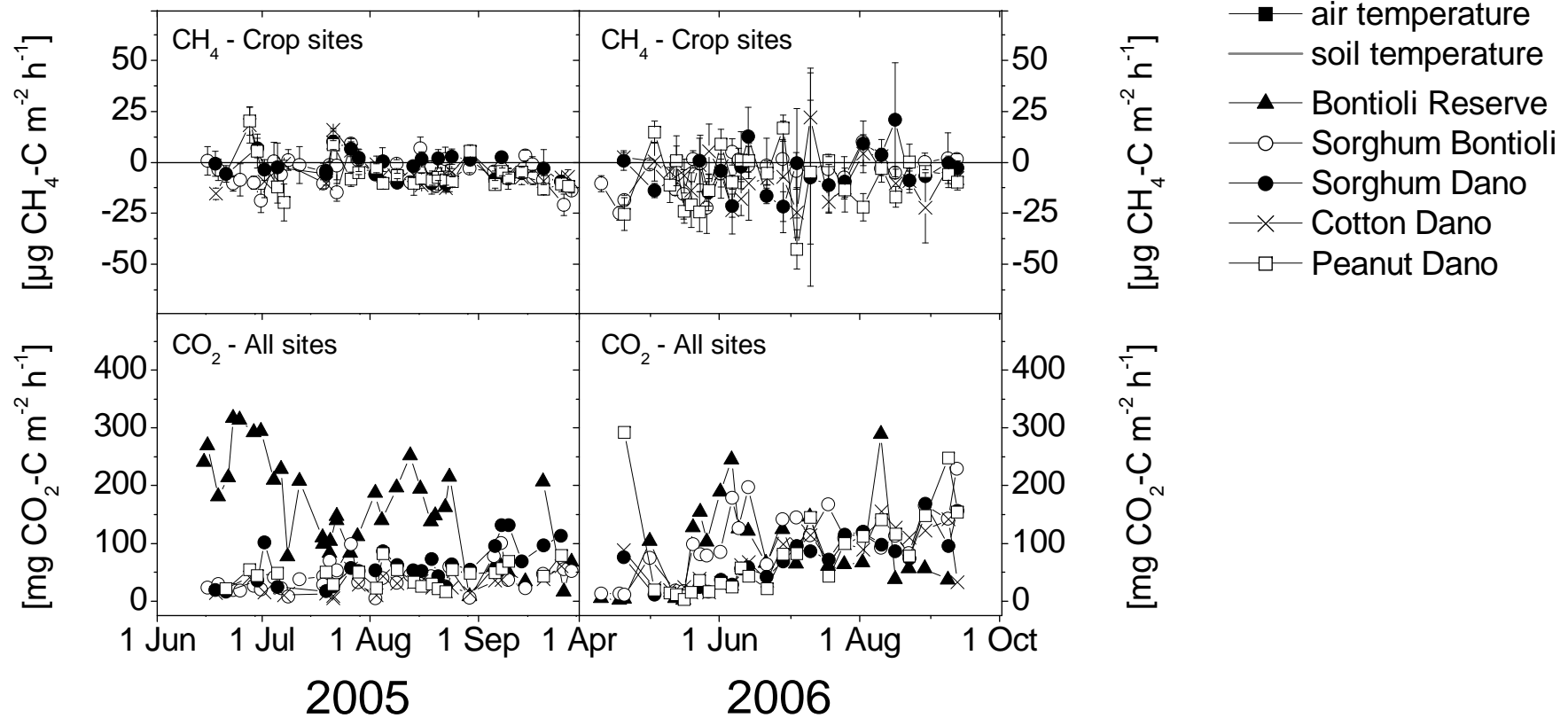


# Manuelle Messungen: CH<sub>4</sub> (Savanne)



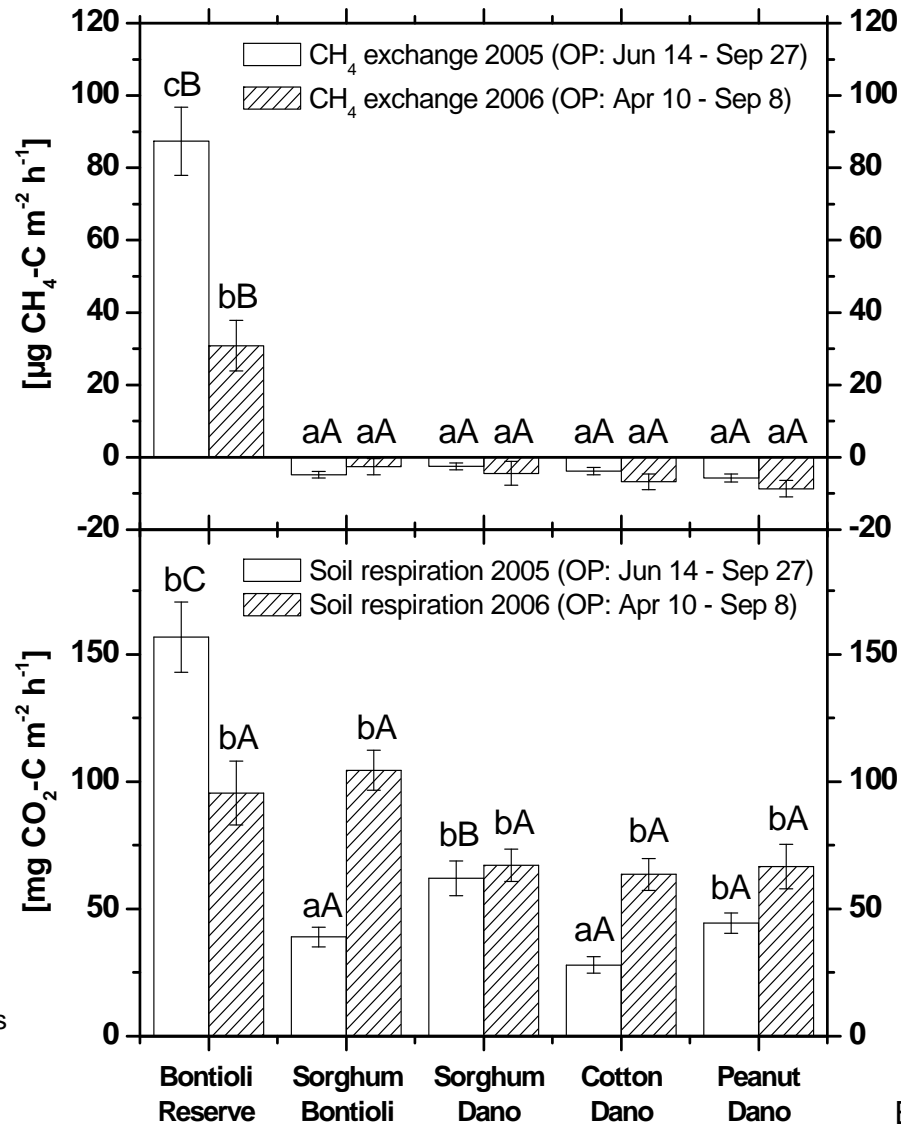
Brümmer et al., *ready for submission*

# Manuelle Messungen: CH<sub>4</sub> (Landwirtschaft) und CO<sub>2</sub>



Brümmer et al., *ready for submission*

# Mittlere CH<sub>4</sub>- und CO<sub>2</sub>-Flüsse



Lowercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) among years within each respective site. Uppercase letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) among sites within each of the two years.

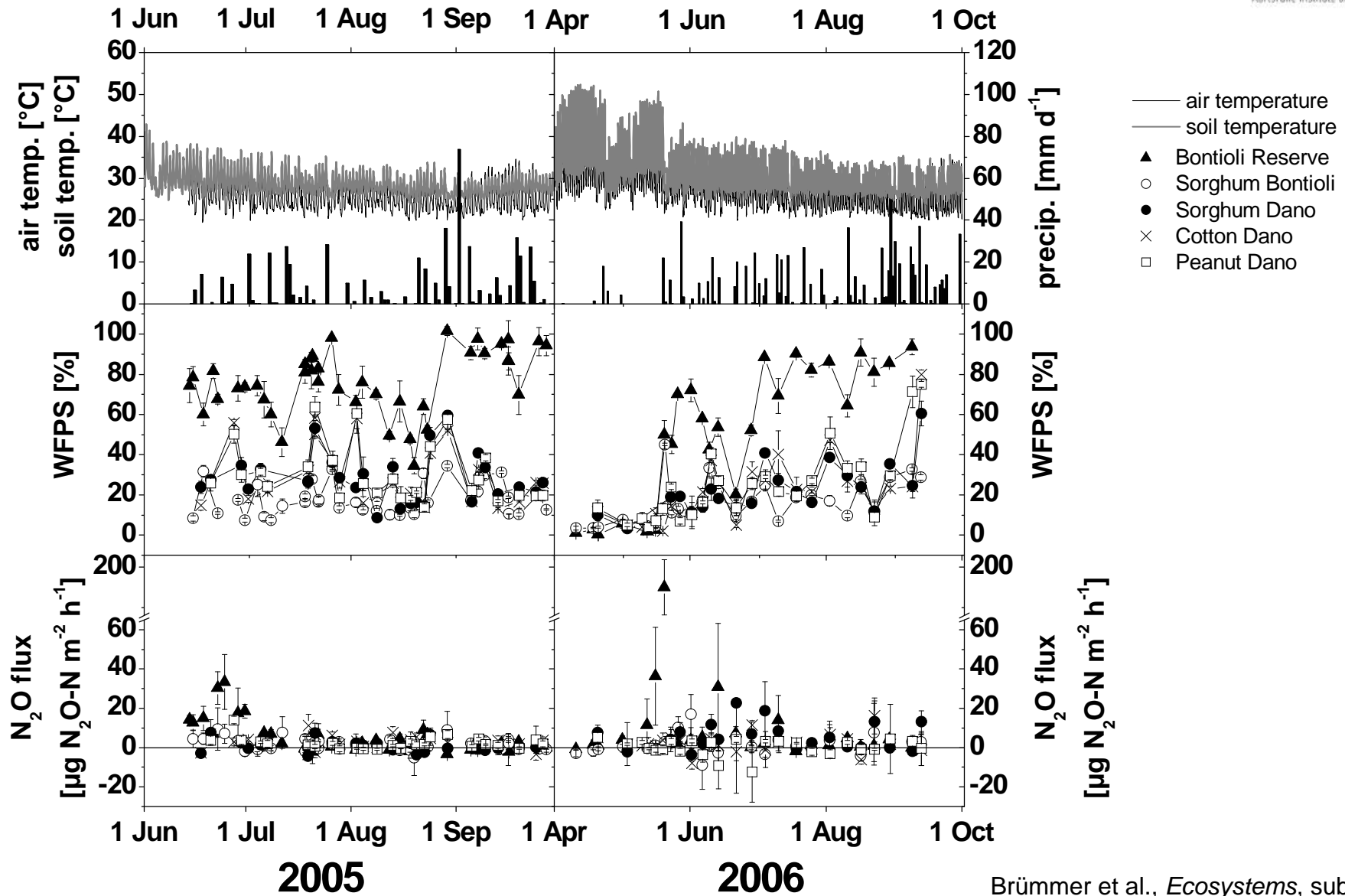
**Natursavanne im Mittel starke CH<sub>4</sub>-Quelle!**

**Ackerflächen im Mittel schwache CH<sub>4</sub>-Senke**

**CO<sub>2</sub>-Emissionen 2005 signifikant höher in Bontoli als auf den Ackerflächen**

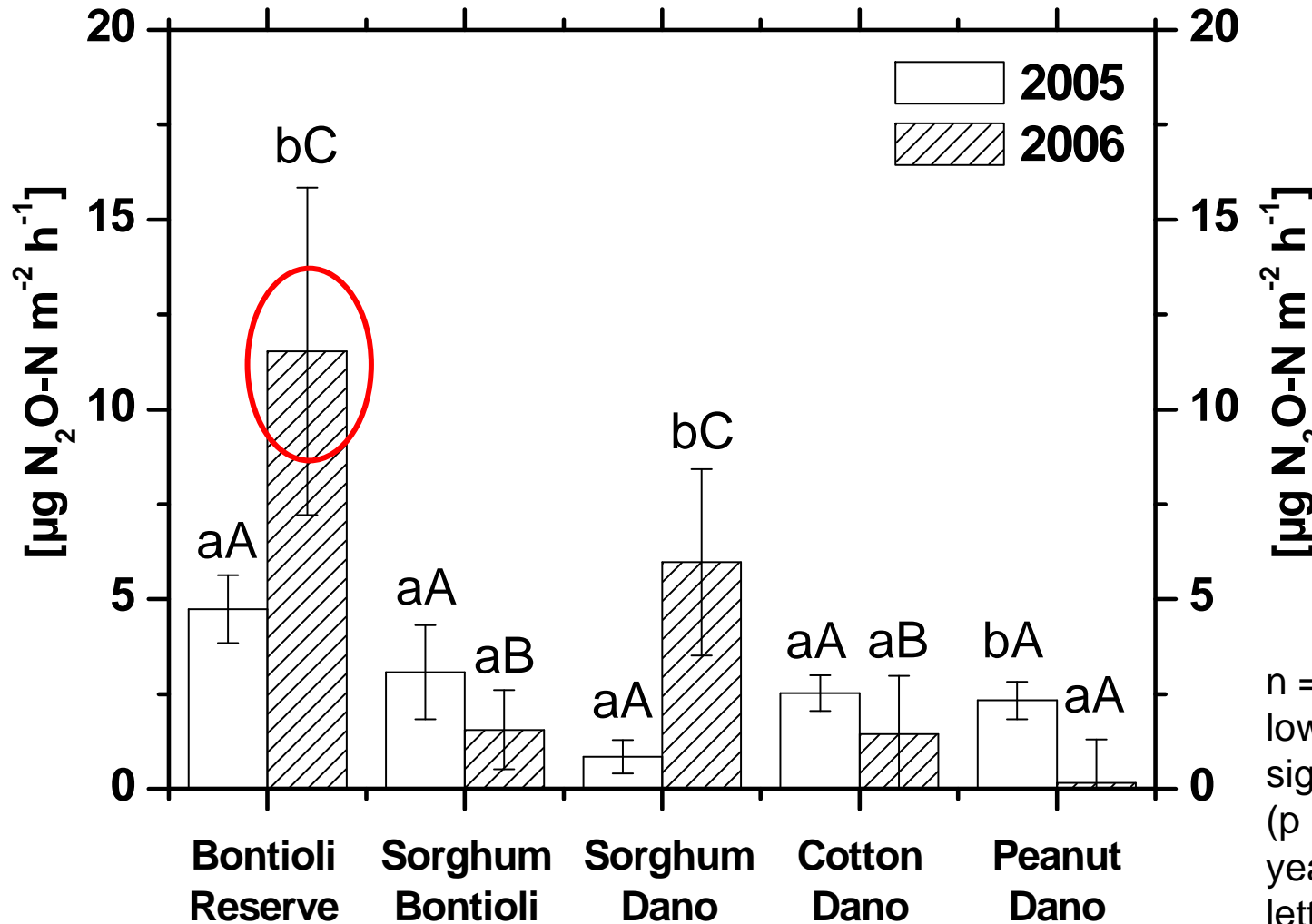
Brümmer et al., *ready for submission*

# Manuelle Messungen: N<sub>2</sub>O



Brümmer et al., *Ecosystems*, submitted

# Mittlere N<sub>2</sub>O-Flüsse

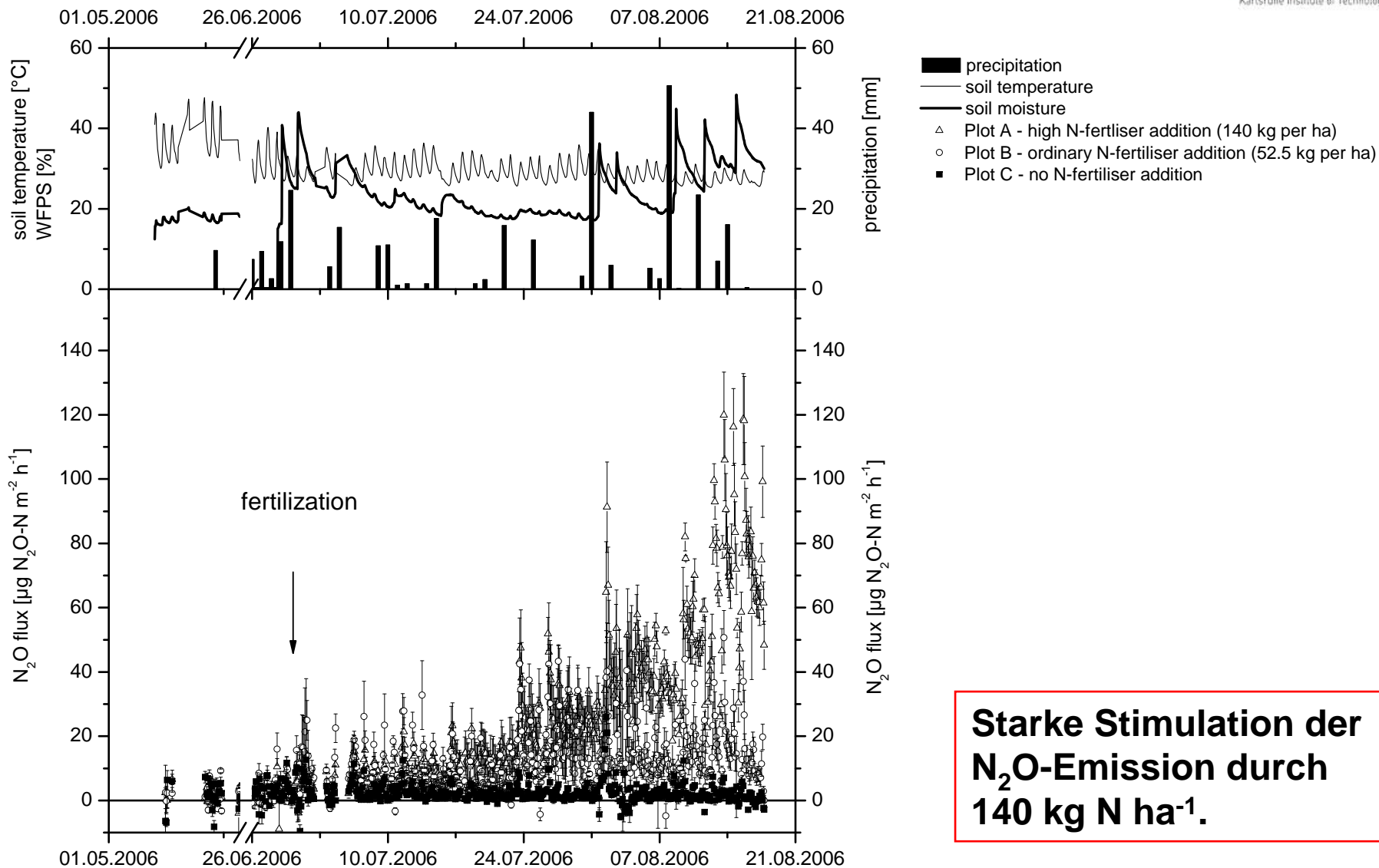


Im Mittel alle Flächen schwache N<sub>2</sub>O-Quelle

n = 79-162, ± SE;  
 lowercase letters = significant differences (p < 0.05) between years; uppercase letters = between sites

Brümmer et al., *Ecosystems*, submitted

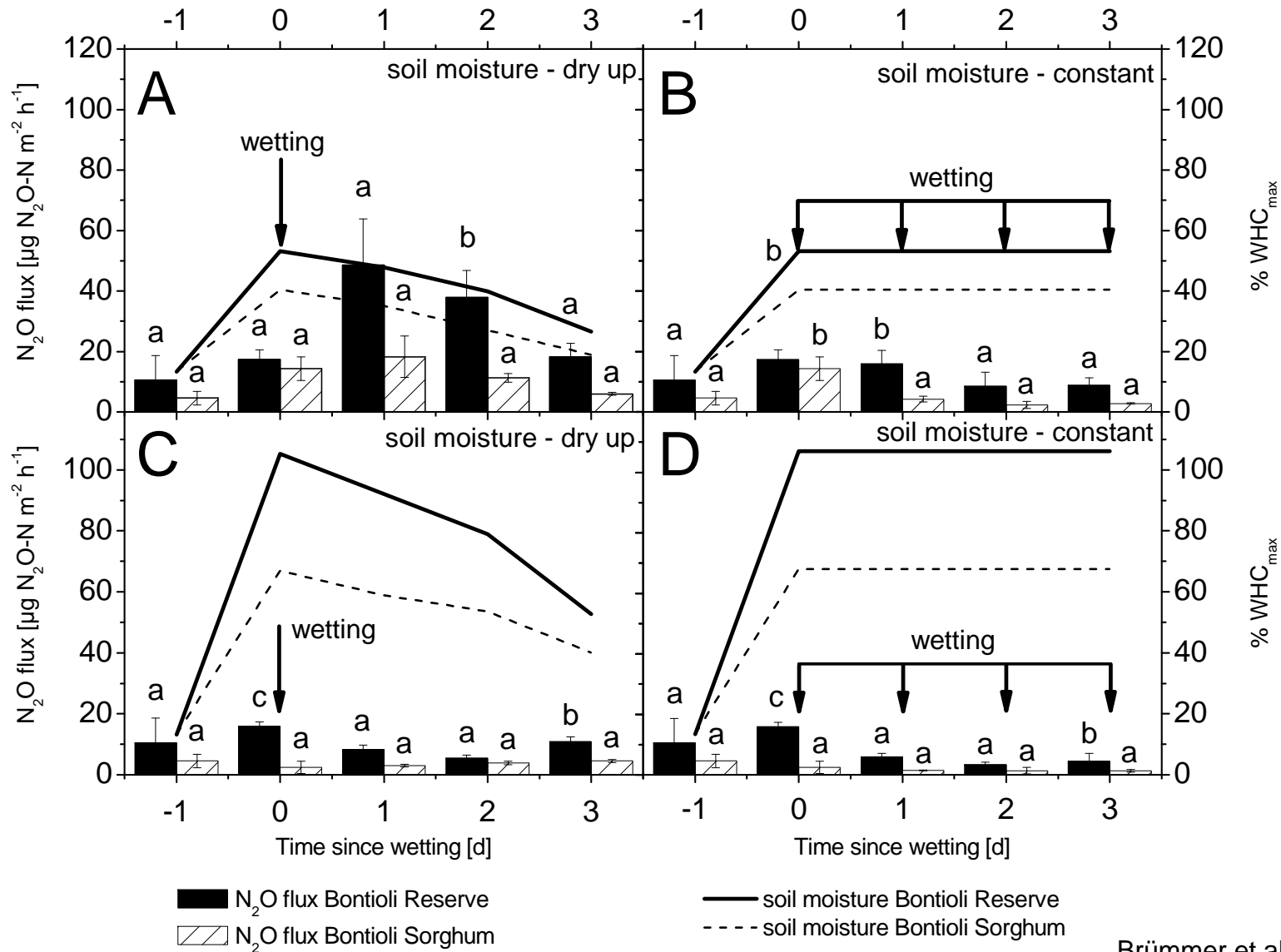
# Effekt von N-Düngung auf N<sub>2</sub>O-Flüsse



**Starke Stimulation der N<sub>2</sub>O-Emission durch 140 kg N ha<sup>-1</sup>.**

Brümmer et al., *Ecosystems*, submitted

# Effekt einmaliger und wiederholter Bewässerung auf N<sub>2</sub>O



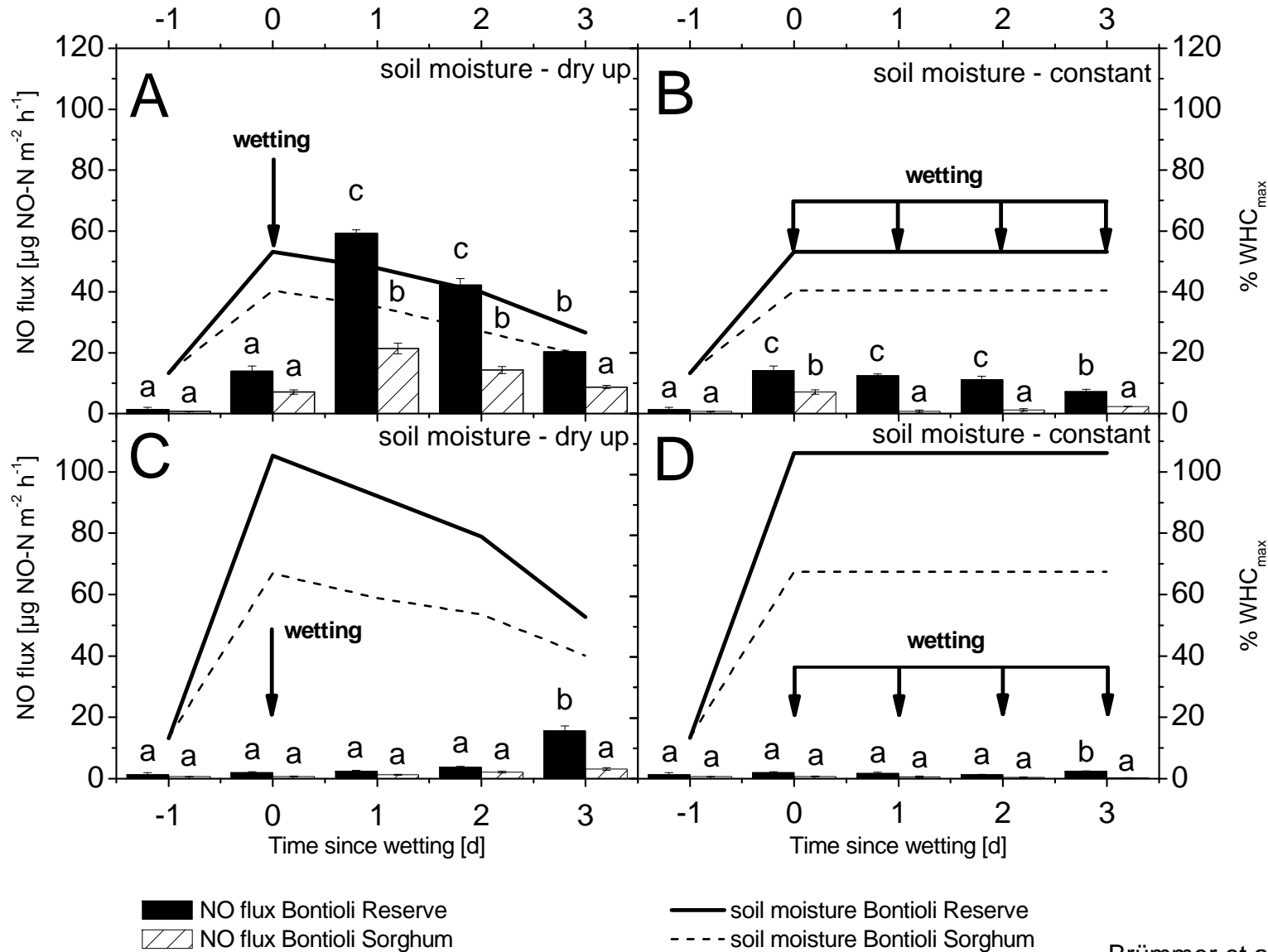
Mittlerer Wassergehalt

Hoher Wassergehalt

(n = 3, ± SE)

Brümmer et al., *Ecosystems*, subm.

# Effekt einmaliger und wiederholter Bewässerung auf NO



Mittlerer Wassergehalt

Hoher Wassergehalt

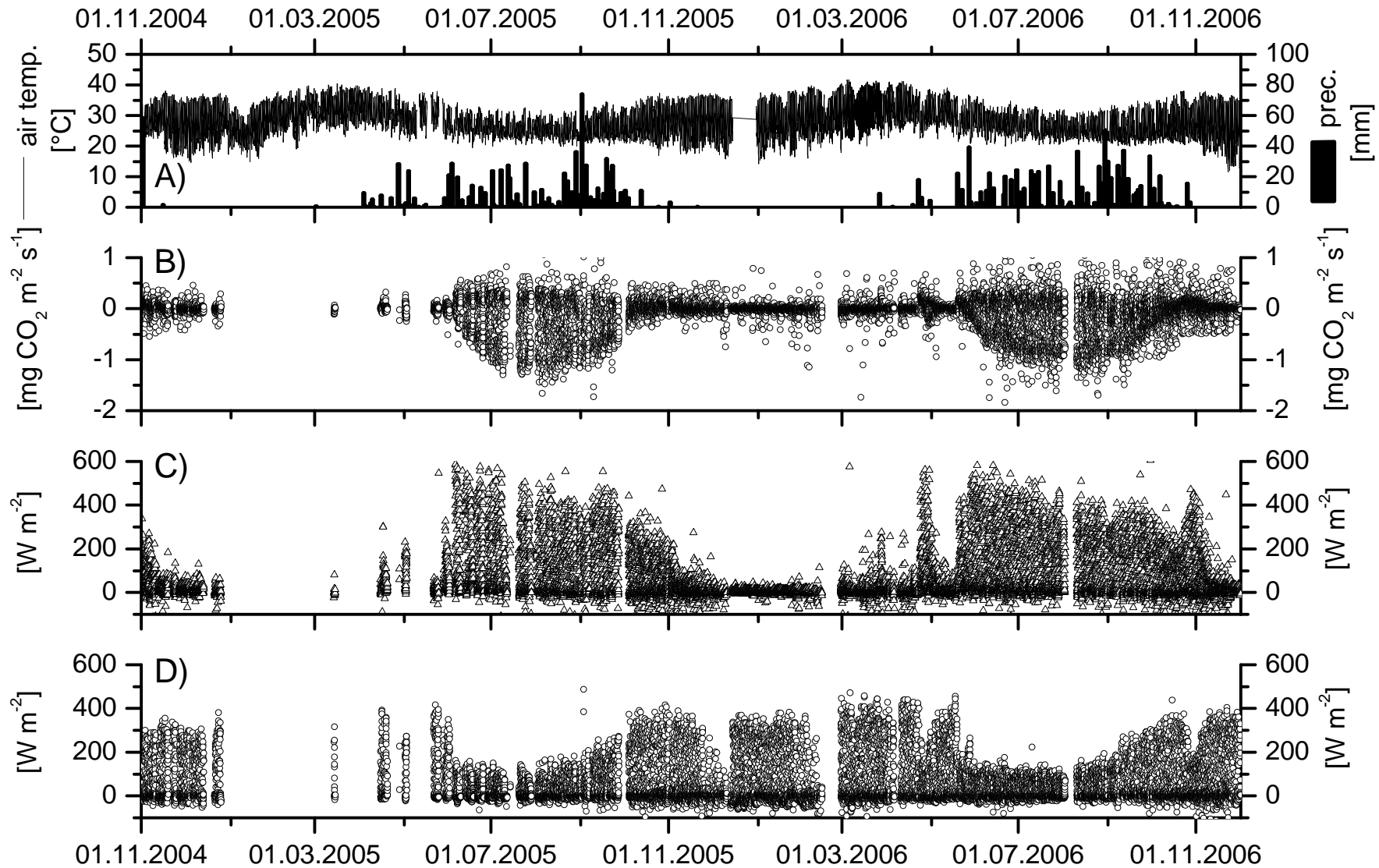
(n = 3, ± SE)

Brümmer et al., *Ecosystems*, subm.



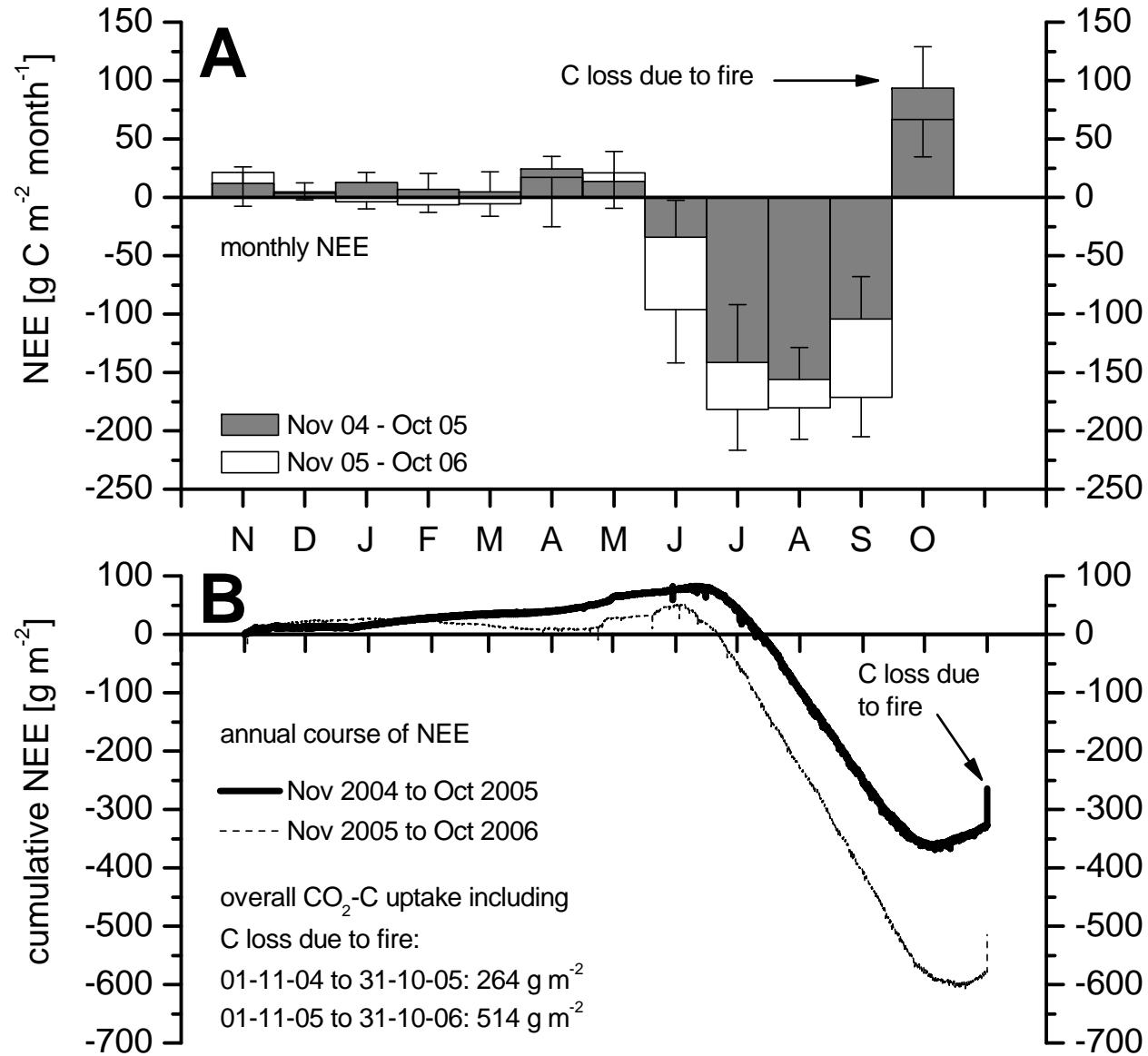


# CO<sub>2</sub>- und Energieflüsse in Bontioli (Burkina Faso)



Brümmer et al., *JGR*, subm.

# Monatlicher und kumulativer NEE in Bontoli



**Im Mittel starke CO<sub>2</sub>-Senke!**

Brümmer et al., *JGR*, subm.

# Problematik in Inneren Mongolei: Überweidung



# Lage des Versuchsgebiets in der Inneren Mongolei



## Klima

Mittlere jährliche Lufttemperatur:

-0.2 °C

Mittlerer jährlicher Niederschlag:

343 mm

Hauptniederschlagszeit:

Mai bis September

# Versuchsflächen in der Inneren Mongolei



- **CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Bodenflüsse in typischer Steppe**
- **Topographieeffekte auf Spurengasflüsse**
- **Dunghaufen und Schafpferche als Punktquellen für Spurengase**
- **Laborinkubationen zu mikrobiellen N-Umsetzungen**
- **Frost-/Auftaueffekte auf Spurengasflüsse**

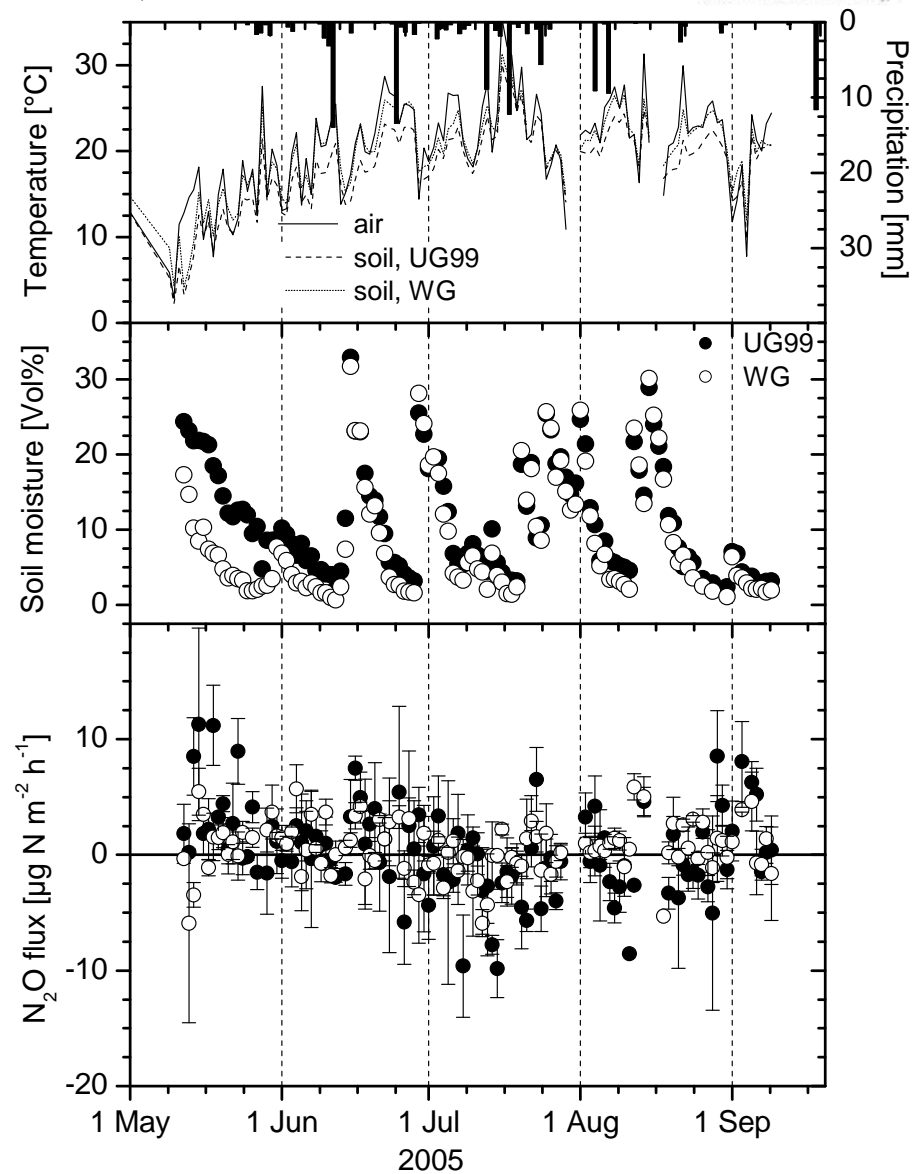
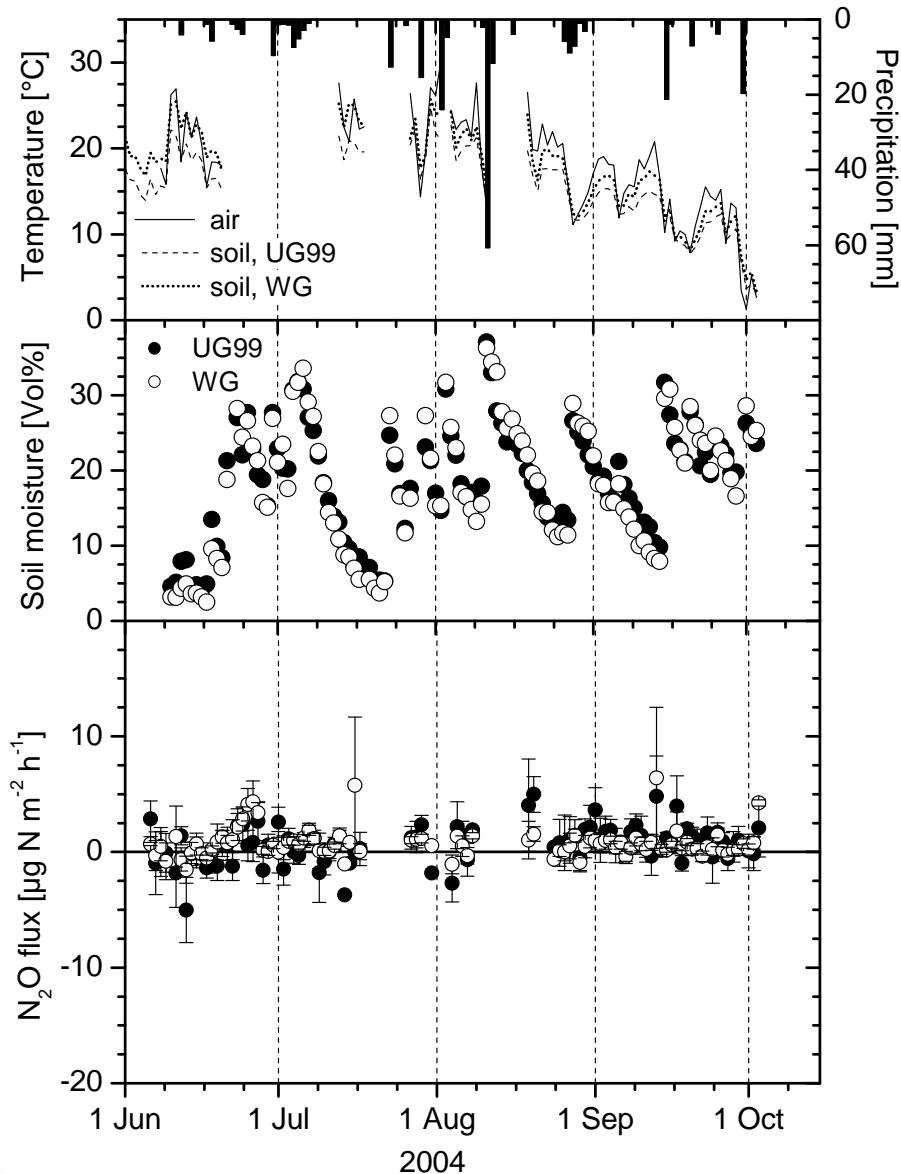
# Automatisierte und manuelle Kammermessungen





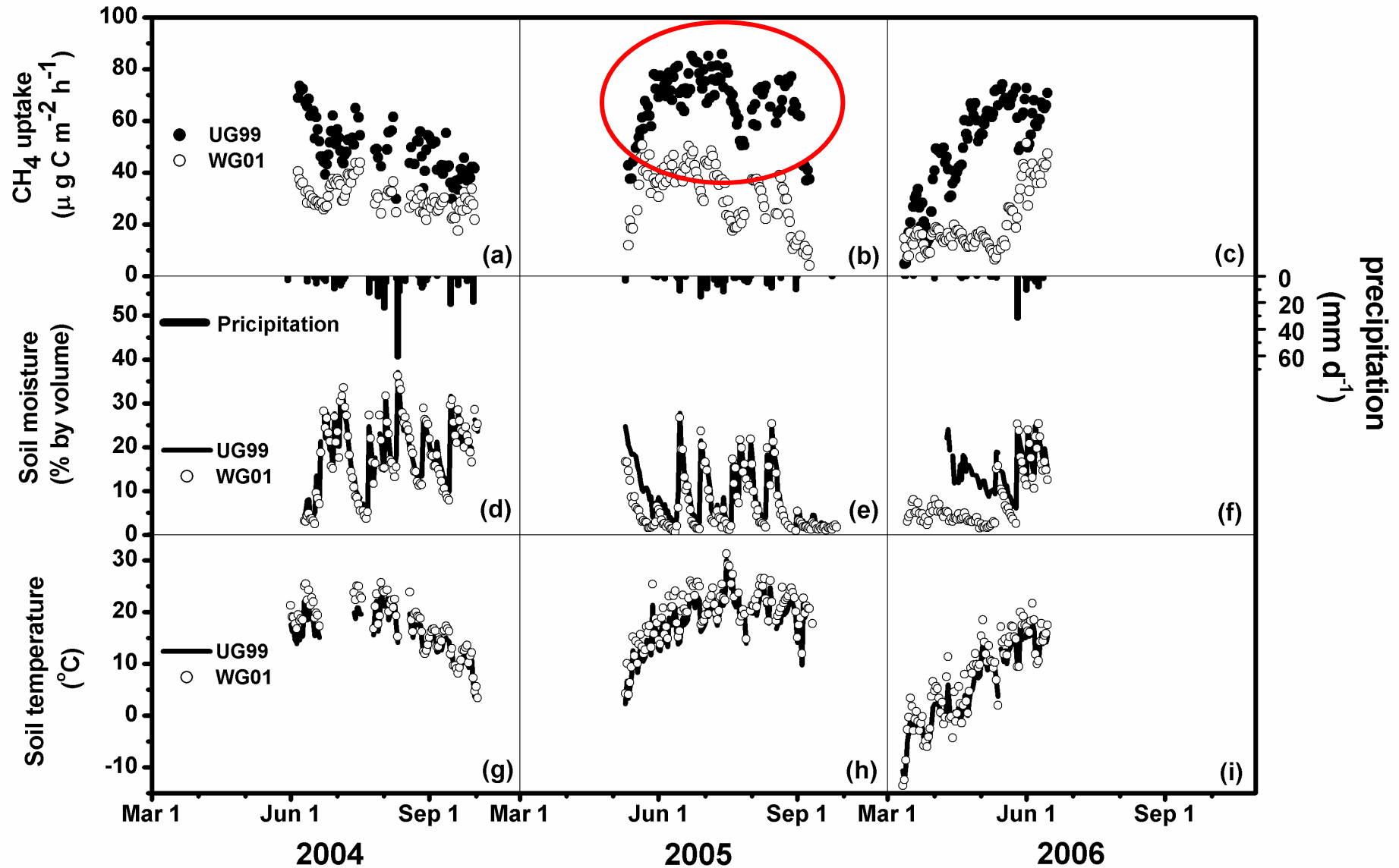
# Automatisierte Messungen: N<sub>2</sub>O

Holst et al. 2007, *Ecosystems* 10, 623–634



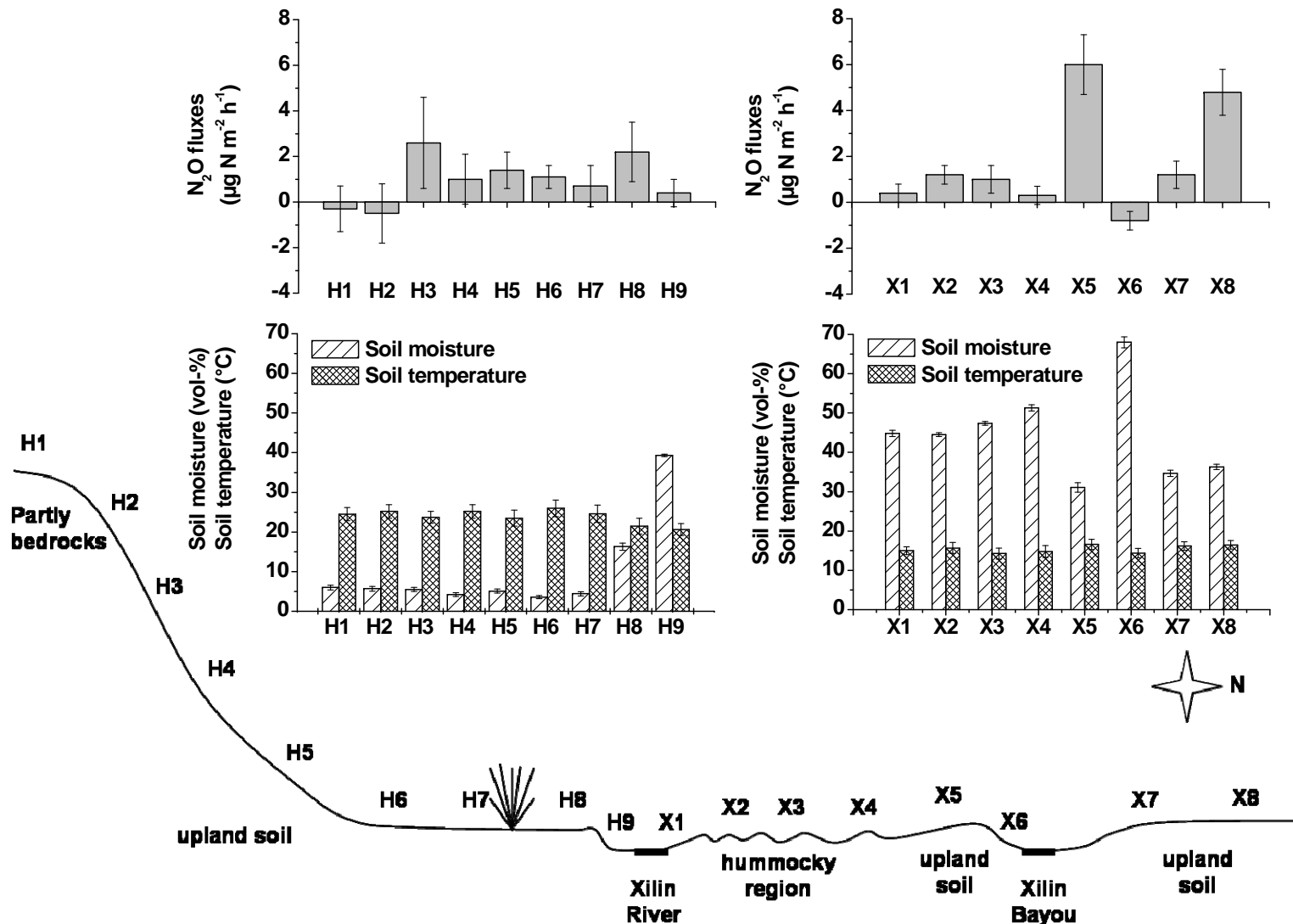
# Automatisierte Messungen: CH<sub>4</sub>

Liu et al. 2007, *Atmospheric Environment* 41, 5948–5958



# Topographieeffekte auf N<sub>2</sub>O-Flüsse

Holst et al. 2007, *Plant Soil* 296, 209–226



# Zusammenfassung Innere Mongolei

- **N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Bodenflüsse in typischer Steppe**
  - **N<sub>2</sub>O: sehr geringe Flüsse, keine signifikanten Unterschiede zwischen beweideten und unbeweideten Flächen**
  - **CH<sub>4</sub>: starke Reduktion (ca. -50%) der Methanaufnahme durch Beweidung**
- **Topographieeffekte auf Spurengasflüsse**
  - **Keine signifikanten Topographie-Effekte auf Spurengase, außer in den Uferzonen des Xilin-Flusses => CH<sub>4</sub>-Emission statt Aufnahme, erhöhte N<sub>2</sub>O-Emissionen**
- **Dunghaufen und Schafpferche als Punktquellen für Spurengase**
  - **Durch die extreme Nährstoffkonzentration sind insbesondere Schafpferche extreme Punktquellen für N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>**
- **Laborinkubationen zu mikrobiellen N-Umsetzungen**
  - **Signifikant höhere Brutto-Mineralisierung und Brutto-Nitrifikation auf unbeweideten Flächen**
- **Frost-/Auftaueffekte auf Spurengasflüsse**
  - **Erhebliche Stimulation der N<sub>2</sub>O-Emissionen**

# Schafpferche: N<sub>2</sub>O-Emissionen

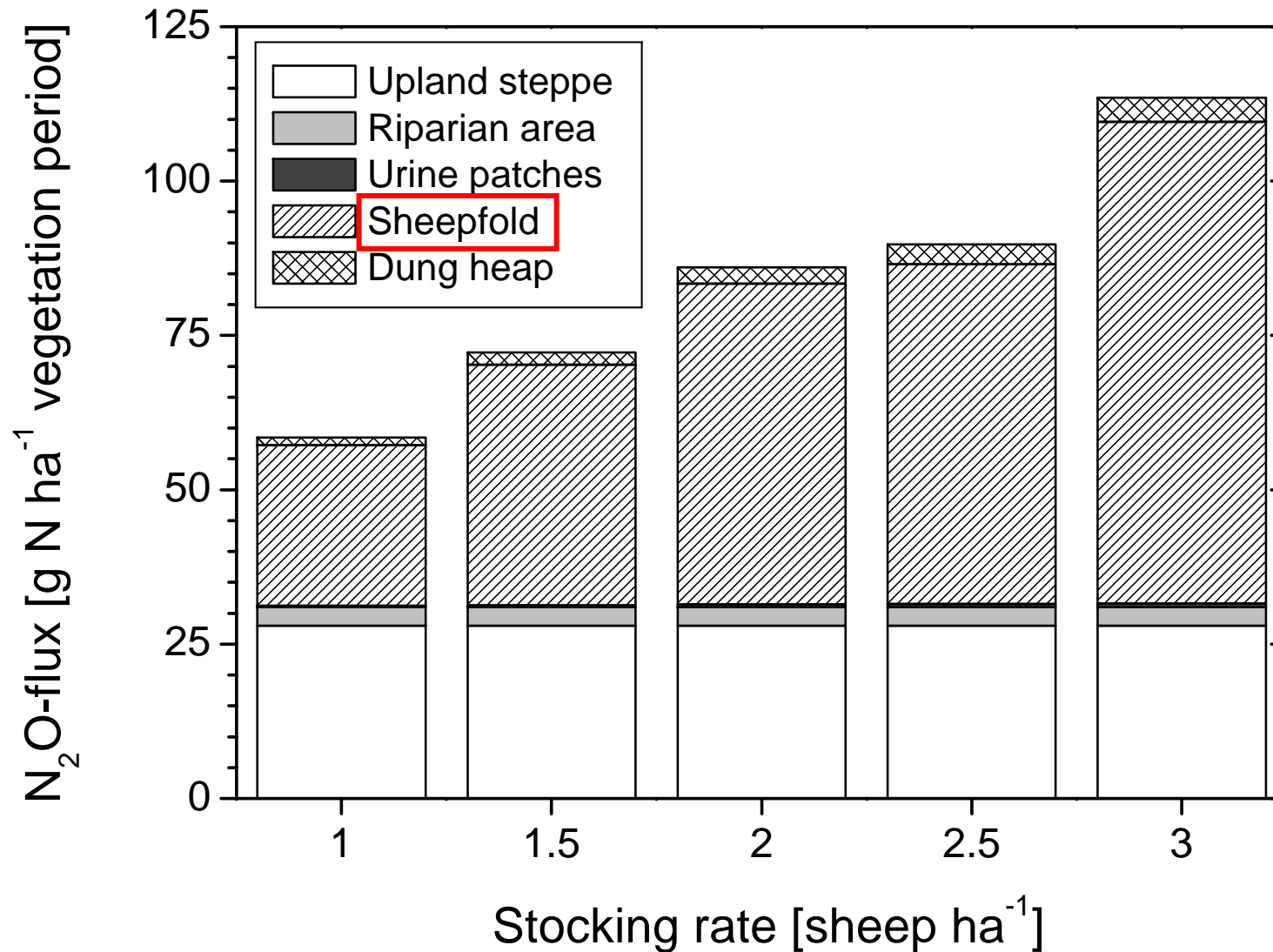
Holst et al. 2007, *Plant Soil* 296, 209–226



Precipitation  
(mm)

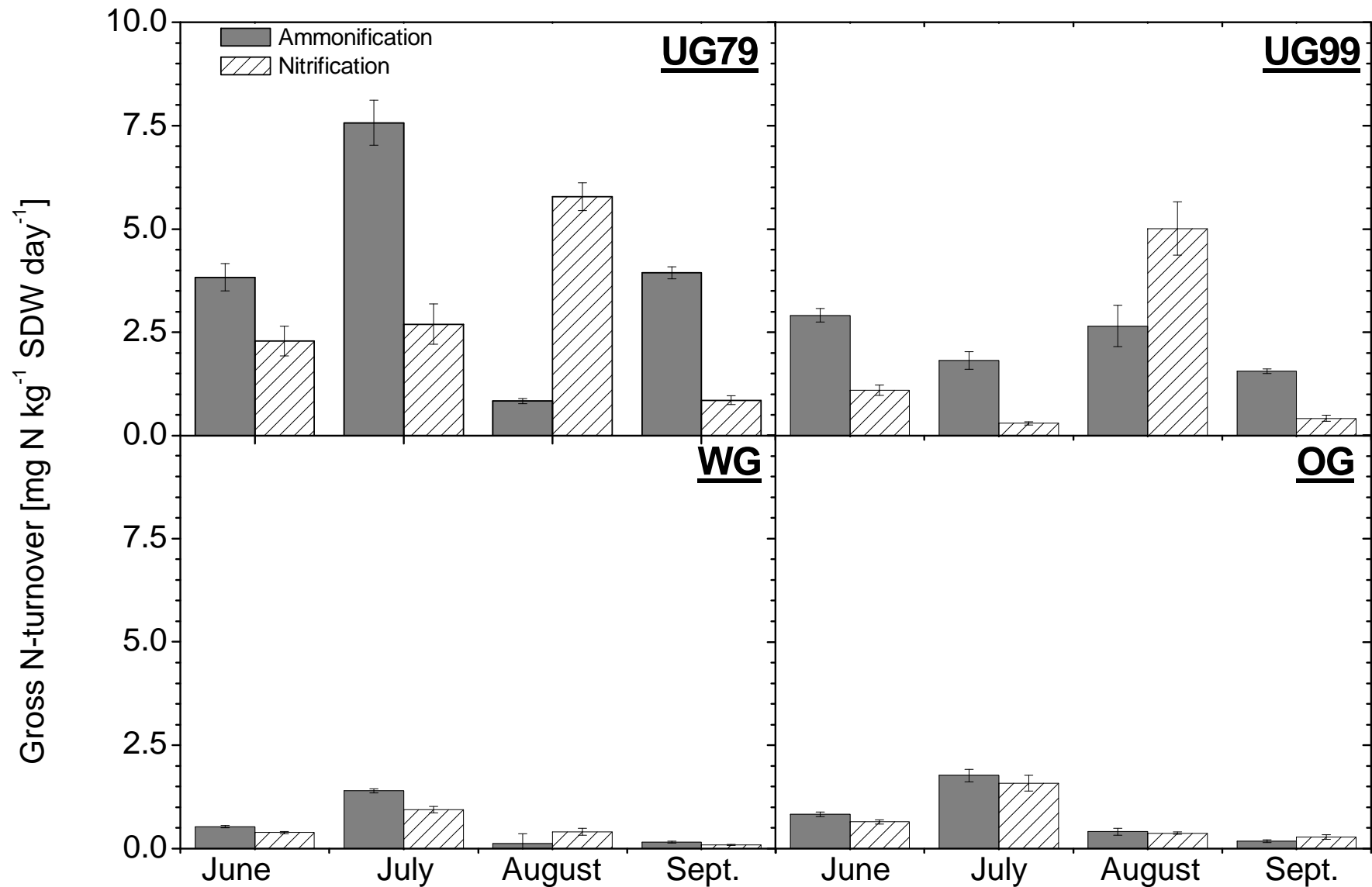
# Beitrag von Punktquellen zur regionalen N<sub>2</sub>O-Emission

Holst et al. 2007, *Plant Soil* 296, 209–226



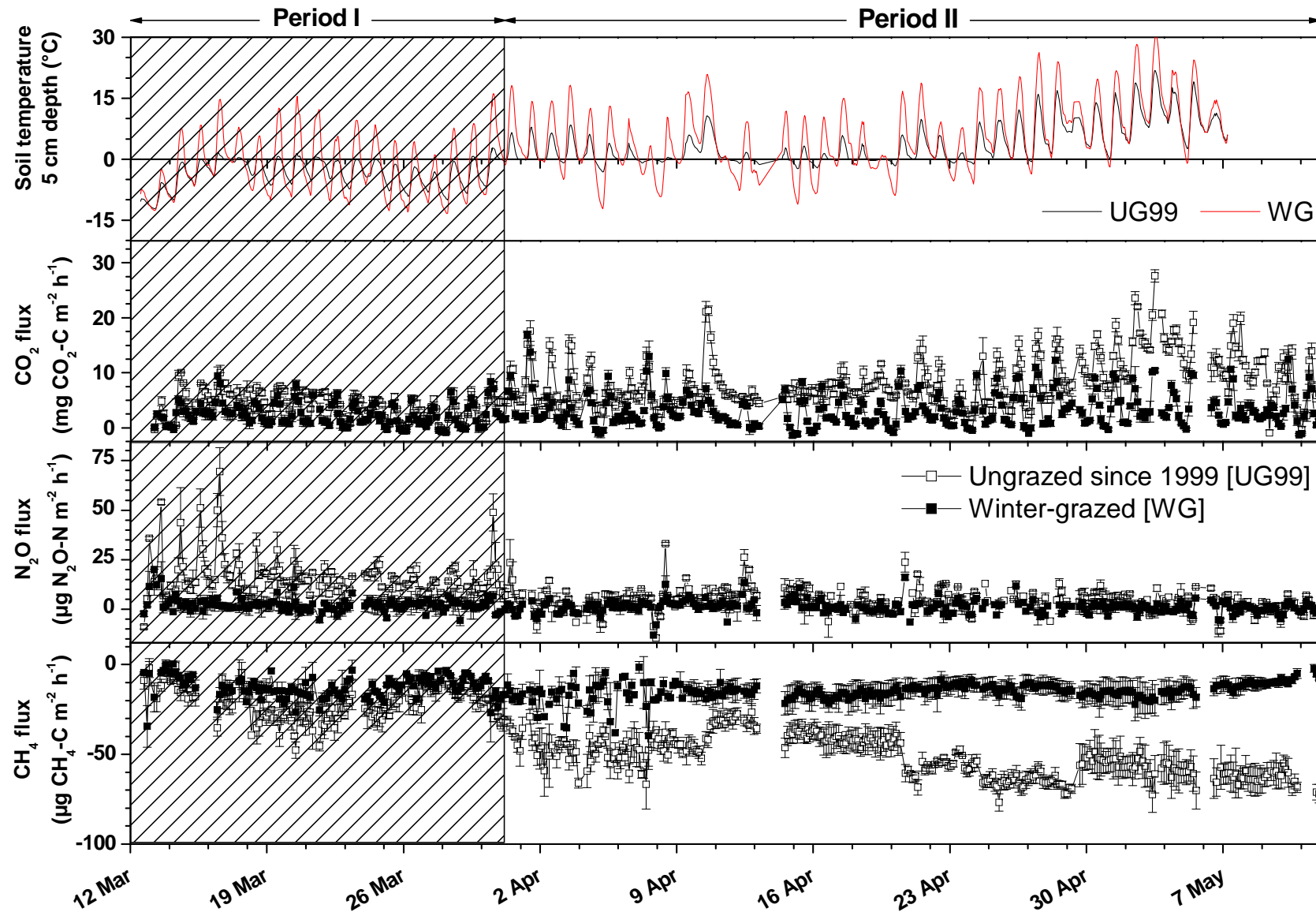
# Mikrobielle Brutto-N-Umsatzraten

Holst et al. 2007, *Ecosystems* 10, 623–634



# CO<sub>2</sub>-, N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Flüsse in der Auftauphase

Holst et al., *Plant Soil*, submitted





# Zusammenfassung Burkina Faso

- **CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Bodenflüsse**
  - **CO<sub>2</sub>:** Bodenemissionen 2005 signifikant höher in Bontoli als auf den Ackerflächen, ansonsten im Bereich 50-100 mg CO<sub>2</sub>-C m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>
  - **CH<sub>4</sub>:** Natursavanne im Mittel starke CH<sub>4</sub>-Quelle, Ackerflächen im Mittel schwache CH<sub>4</sub>-Senke
  - **N<sub>2</sub>O:** Im Mittel alle Flächen schwache N<sub>2</sub>O-Quelle
- **Effekt von N-Düngung auf N<sub>2</sub>O-Bodenflüsse**
  - **Starke Stimulation der N<sub>2</sub>O-Emission durch 140 kg N ha<sup>-1</sup>**
  - **Schwächere Stimulation durch 50 kg N ha<sup>-1</sup>**
- **Laborstudie zur potenziellen N<sub>2</sub>O- und NO-Emission**
  - **Einmalige Wiederbewässerung nach Trockenheit mit anschließendem Wiederaustrocknen führt zu höheren N<sub>2</sub>O- und NO-Emissionen als Bewässerung mit nachfolgend konstantem Bodenfeuchtegehalt**
- **CO<sub>2</sub>-/H<sub>2</sub>O-/Energieflüsse**
  - **Natursavanne im Mittel starke CO<sub>2</sub>-Senke**

# Danksagung



## **Burkina Faso**

### Förderung

Virtuelles Institut VH-VI-001, Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren

### Beteiligte Personen

**Christian Brümmer**, Klaus Butterbach-Bahl, Hans Papen, Reiner Wassmann, Ulrike Falk, Jörg Szarzynski, Konrad Vielhauer, Paul Vlek, Dominik Schmengler, Gildas Boko, Leama Paulin, Sawadogo Oussoumane, and Dramane Barry

## **Innere Mongolei**

### Förderung

Forschergruppe 536 „MAGIM“, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), National Natural Science Foundation of China (NSFC, project no. 40331014)

### Beteiligte Personen

**Jirko Holst, Chunyan Liu**, Klaus Butterbach-Bahl, Xunhua Zheng, Ursula Berger, Georg Willibald, Jiangxin Gu, Zhisheng Yao, Zhihong Yu, Shubin Yu