



Landnutzungsbedingte Treibhausgas-Emissionen: Modellierung und erste Ergebnisse

Rene Dechow, Martin Henseler, Katrin Brautzsch,
Thomas Leppelt, Sören Gebbert

Gefördert durch


Gliederung



- Motivation und Zielsetzung
- Beschreibung der Vorgehensweise
 - Daten auf Plotskala
 - Empirischer Modellansatz
 - Regionalisierung
 - Aggregation (Landkreis)
 - Regional differenzierte Emissionspotentiale
- Zwischenergebnisse
 - Einfluss der Steuergrößen
 - Vergleich anderer Modelle mit MODE
 - Ergebnisse der MODE-RAUMIS Kopplung
- Zusammenfassung
- Ausblick


Zwischenkonferenz / Dechow
2

Landwirtschaft und Landnutzung emittieren ca. 10% der deutschen Treibhausgas-Emissionen

CC-LandStratD
 Climate Change – Land Use Strategies

Treibhausgas-Emissionen aus:	Treibhausgase	Anteil an deutschen Treibhausgas-Emissionen
- organischen Böden	Kohlendioxid, Methan, Lachgas	4,70 %
- mineralischen Böden	Lachgas	3,70 %
- der Tierhaltung	Methan	2,20 %
- Wirtschaftsdünger-management	Lachgas, Methan	0,87 %
- Landnutzungswechsel (mineralische Böden)	Kohlendioxid	-0,30 %
- Sequestrierung in Wäldern	Kohlendioxid	-2,20 %

Quelle: NIR 2011

THÜNEN Zwischenkonferenz / Dechow 3

Motivation und Zielsetzung

CC-LandStratD
 Climate Change – Land Use Strategies

- Motivation:
 - etwa 10% der dt. THG Emissionen stammen aus den Sektoren Landwirtschaft und Landnutzung/ Landnutzungsänderung
 - hohe Unsicherheiten bei der Bilanzierung mit vereinfachenden Modellansätzen (IPCC)
 - wesentliche Steuerfaktoren bleiben bei einfachen Ansätzen unberücksichtigt
- Ziele:

Verbesserte Modellansätze
 Einfache Schnittstellen zu agrarökonomischen Modellen

Bewertung der Klimarelevanz von Landnutzungsstrategien

THÜNEN Zwischenkonferenz / Dechow 4

Beispiel: direkte Lachgasemissionen

Klimaberichterstattung (IPPC 1996, 2006) Deutschland:

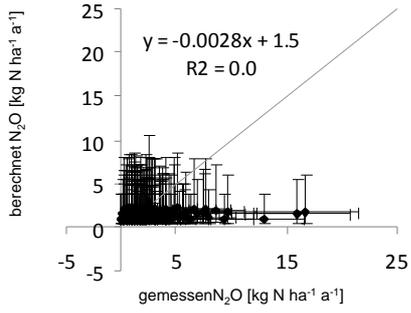
$$THG = \text{Stickstoffquelle} \cdot \text{Emissionsfaktor}$$

Basiert auf Modell nach Bouwman et al. (1996) :

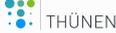
$$THG = \text{Basisemission} + \text{Stickstoffdüngung} \cdot \text{Emissionsfaktor}$$







- hohe Modellunsicherheit
- wesentliche Steuerfaktoren werden nicht berücksichtigt
- Basisemission und Emissionsfaktor sind abhängig von anderen Steuerfaktoren



Zwischenkonferenz / Dechow

5

Beschreibung der Vorgehensweise





- Vorgehensweise:
 - Basis: Repräsentative Messungen
 - Modellansatz wählen
 - Modellanwendung für landwirtschaftlich genutzte Flächen Deutschlands (Regionalisierung)
 - Bildung langjähriger Mittel der Modellergebnisse für Landkreise (Aggregierung)
 - Ableitung regionaler Emissionspotentiale



Zwischenkonferenz / Dechow

6

Die Grundlage bilden „Punktdaten“



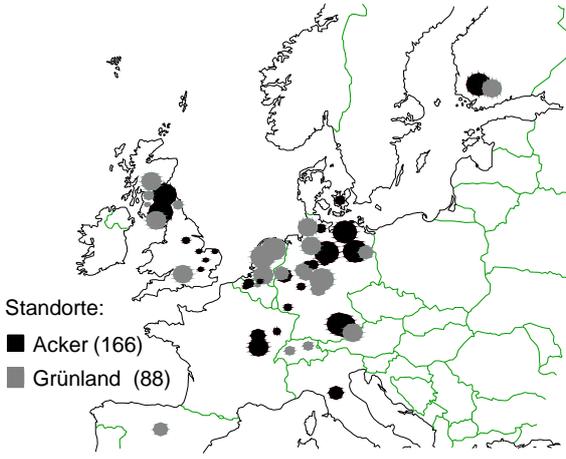
Daten auf Plotskala

Empirischer Modellansatz

Regionalisierung

Aggregation (Landkreis)

Regionale Emissionspotentiale



Standorte:
 ■ Acker (166)
 ■ Grünland (88)

Lachgas Messungen
 Jährliche Werte
 (Stehfest and Bouwman, 2004)
 grassland: 85 variants at 24 sites
 cropland 164 variants at 30 sites

Meteorologische Daten
 REMO
 Saisonaler Wasserhaushalt

Bodeneigenschaften
 Textur

Pflanzen
 Ackerfrüchte

Art der Düngung
 Düngersorte



Zwischenkonferenz / Dechow

7

Das Modellkonzept MODE



Daten auf Plotskala

Empirischer Modellansatz

Regionalisierung

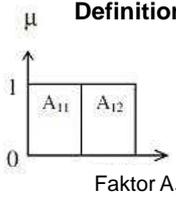
Aggregation (Landkreis)

Regionale Emissionspotentiale

MODE (MODEl Ensemble):

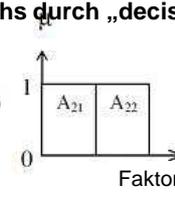
- Modellensemble empirischer Modellansätze
- „Fuzzy decision tree“ mit Wichtung zur Berücksichtigung kategorischer Variablen
- Modellbildung umfasst die Faktorensuche, Kalibrierung und Validierung

Abb.: Prinzip der Unterteilung eines zweidimensionalen Definitionsbereichs durch „decision trees“



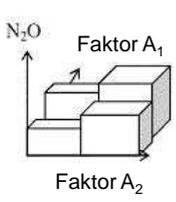
Faktor A₁

AND



Faktor A₂

THEN



N₂O

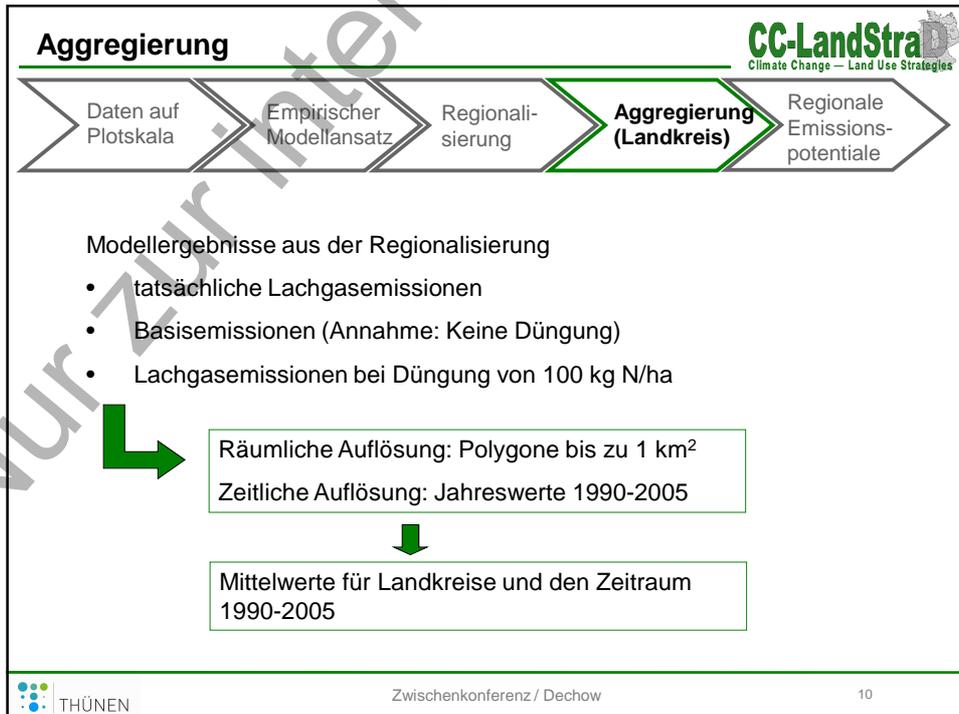
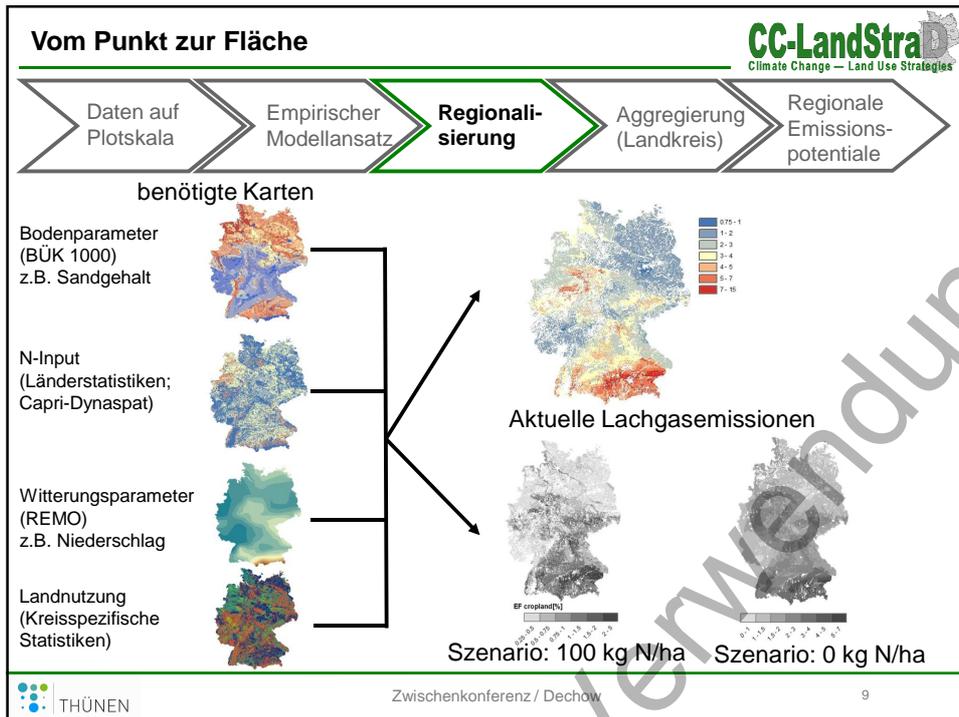
Faktor A₁

Faktor A₂



Zwischenkonferenz / Dechow

8



CC-LandStrat
Climate Change – Land Use Strategies

Daten auf Plotskala
Empirischer Modellansatz
Regionalisierung
Aggregation (Landkreis)
Regionale Emissionspotentiale

$$N_2O = N_2O_{\text{Basisemission}} + EF \cdot N_{\text{input}}$$

$$EF = (N_2O_{100\text{kg}} - N_2O_{\text{Basisemission}}) / 100 \text{ kg N/ha}$$



Szenario: 100 kg N/ha



Szenario: 0 kg N/ha

THÜNEN Zwischenkonferenz / Dechow 11

CC-LandStrat
Climate Change – Land Use Strategies

Standorteigenschaften sind entscheidend...

Ergebnisse aus der Modellerstellung

Modellierungsfaktoren	Steuergrößen	Acker	Grünland
Stickstoffeintrag	Düngung	geringer Einfluss auf die Variabilität der Lachgasflüsse	Stickstoffeintrag erklärt einen Großteil der Variabilität
Witterung	Wintertemperatur	Frost-Tau-Zyklen erhöhen die jährliche Emission	Wintertemperatur und jährliche Lachgasemissionen sind proportional
	Herbstniederschlag	hoher Einfluss auf Lachgasflüsse	
Bodeneigenschaften		Sandgehalt	pH
Landnutzung	weitere Managementfaktoren	Fruchtart	

THÜNEN Zwischenkonferenz / Dechow 12

MODE versus Wirklichkeit (Messungen)

CC-LandStrad
 Climate Change – Land Use Strategies

- Vergleich der Emissionsfaktoren mit anderen Modellen:

IPCC (1996)	IPCC (2006)	MODE	DNDC (Leip et al. 2011)
1.25	1.0	0.91	1.7 (2.6)

- Verteilung von Emissionsfaktoren:

Häufigkeit

Emissionsfaktor

Legend:
 ■ IPCC
 ■ Gemessen – Emissionsfaktoren weltweit
 ■ MODE – Emissionsfaktoren in Deutschland

THÜNEN
 Zwischenkonferenz / Dechow
 13

Ergebnisse im Vergleich zu anderen Modellansätzen

CC-LandStrad
 Climate Change – Land Use Strategies

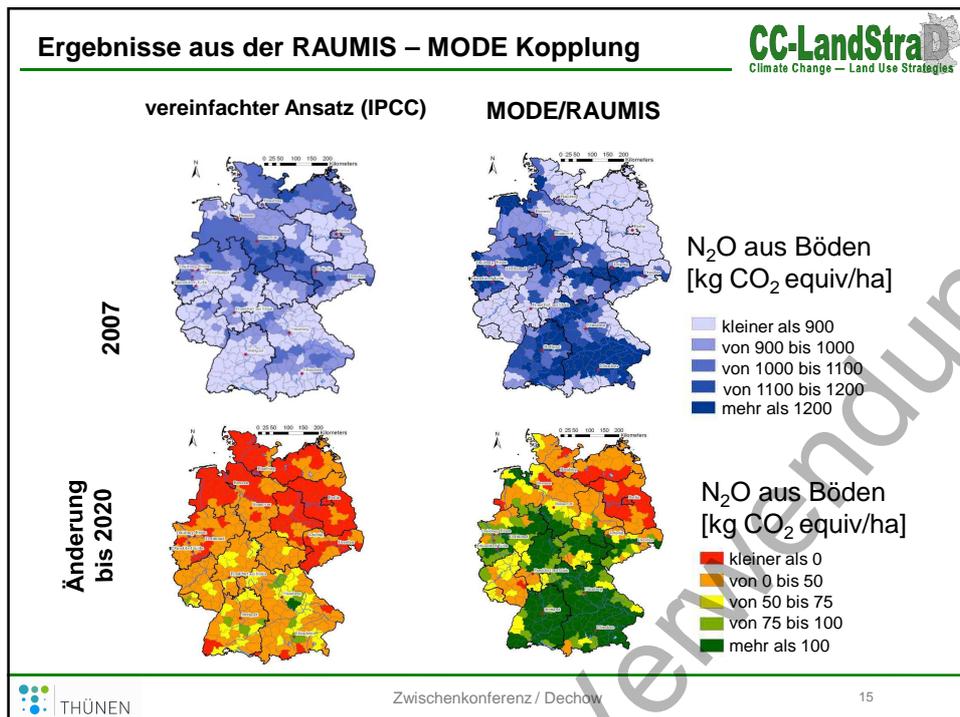
- Messungen der Lachgaskonzentration an europaweit verteilten Messtürmen erlauben in Kombination mit Wettermodellen die Abschätzung regionaler Lachgasmissionen (Corazza et al. 2005)
- beide Modellergebnisse zeigen einen Gradienten zunehmender Quellstärke von Nordost nach Südwest

N2O [g/ha]

Direkte N2O Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden Deutschlands (Mittel 1990-2005)

N2O Emissionen Deutschlands im Jahr 2005 (aus Corazza et al. 2011)

THÜNEN
 Zwischenkonferenz / Dechow
 14



Zusammenfassung

CC-LandStrad
Climate Change – Land Use Strategies

- Emissionsfaktor von 0.9 versus 1.25 (IPCC 1996) und 1.0 (IPCC 2006)

Ergebnisse von MODE sind ähnlich zu IPCC, aber die regionale Auflösung ist höher

- starke, regional differenzierte Unterschiede in den Emissionspotentialen
- Effiziente Lachgas-Reduktion bei Konzentration von Massnahmen in Regionen mit hohem Emissionspotential
- Ergebnisse zeigen die Bedeutung von multifaktoriellen Kriterien bei der Bewertung des Stickstoffmanagements (Auswaschung, N Deposition, Oberflächenabfluss)

THÜNEN
Zwischenkonferenz / Dechow
16

Ausblick



- Integration weiterer Modellansätze im Modellverbund CC-LandStraD
 - Modul zur Berechnung von THG Emissionen aus organischen Böden
 - RAUMIS-MODE, Verbesserung bisheriger Ansätze
 - RAUMIS-GAS-EM, Modellierung von täglichen Lachgasflüssen
 - SWIM-MODE_{Daily}, Modellierung von täglichen Lachgasflüssen
- indirekte Lachgas-Emissionen durch Nitratauswaschung, Präzisierung der aqbgeschätzten Auswaschungsverluste in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung



Zwischenkonferenz / Dechow

17



**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit !**



Zwischenkonferenz / Dechow

18