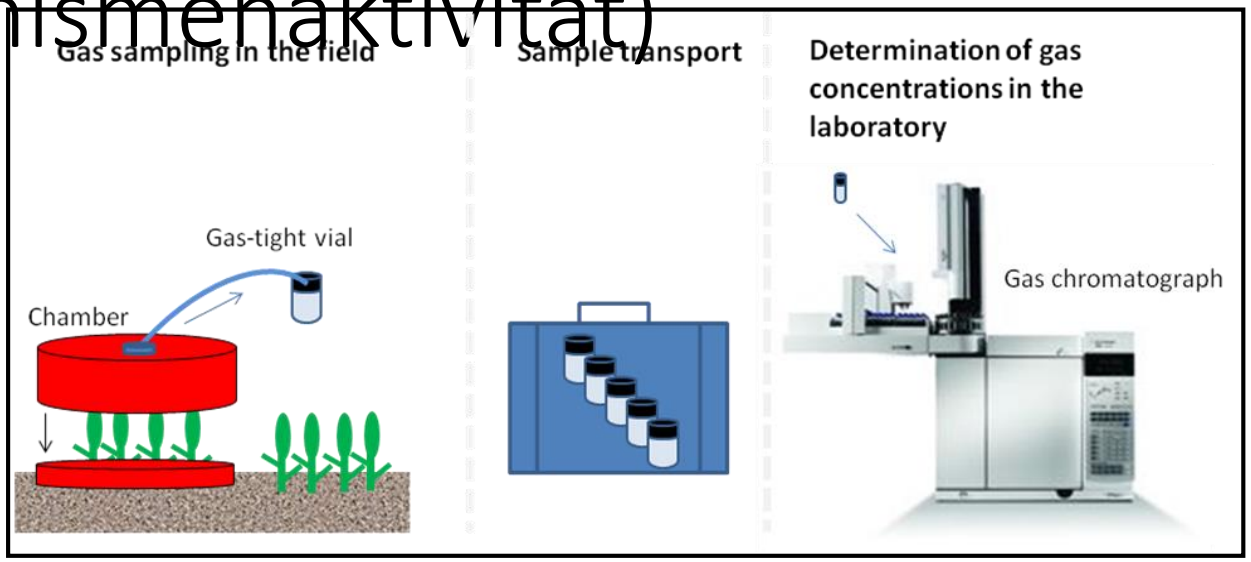
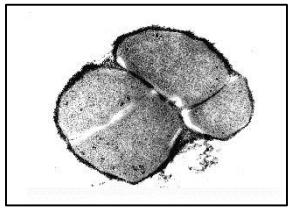
Flüssen
(indirekter Nachweis der Organismenaktivität)



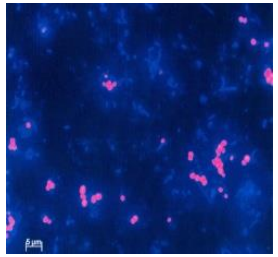
Nachweis der beteiligten Organismen

kultivierungs-abhängige Charakterisierung von Reinkulturen



- Isolation von Bakterien
- Morpholgie (z.B. Zellform, Zellwand, Beweglichkeit, Sporen)

- Physiologie (z.B. Substrate, Temperaturregime)
- Biochemie (z.B. Enzyme, Lipide, G+C-Gehalt)

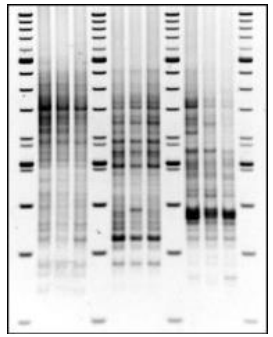


Black-Box Methoden

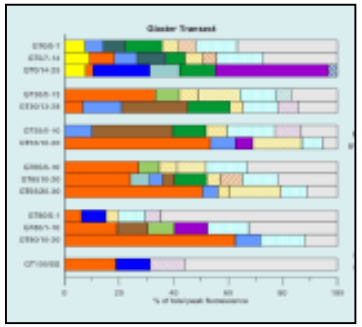
- Zellzahlen (z.B. MPN, Epifluoreszenzmikroskopie)
- Messung der Stoffwechselaktivität
- Simulationsexperimente (z.B. Permafrost-Mikrokosmos)

molekularökologische Methoden

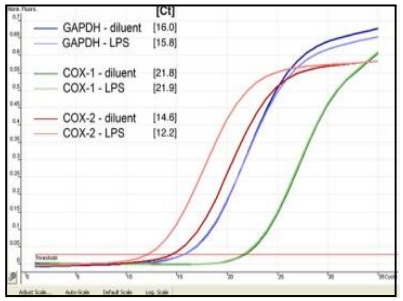
➡ kultivierungs-unabhängige Charakterisierung von mikrobiellen Gemeinschaften



- DNA- oder RNA-basierte Methoden
- Amplifikation (PCR)
- Fingerprint-Methoden (DGGE, T-RFLP)



- Klonierung
- 16S rRNA Sequenz-Analysen (z.B. Pyrosequenzierungen)
- Fettsäure-Profile (Biomarker-Analysen)



- Abundanz (FISH, qPCR)

Erfassung von Lachgas-relevanten Organismen durch quantitative Bestimmung der funktionellen Gene des N-Kreislaufs

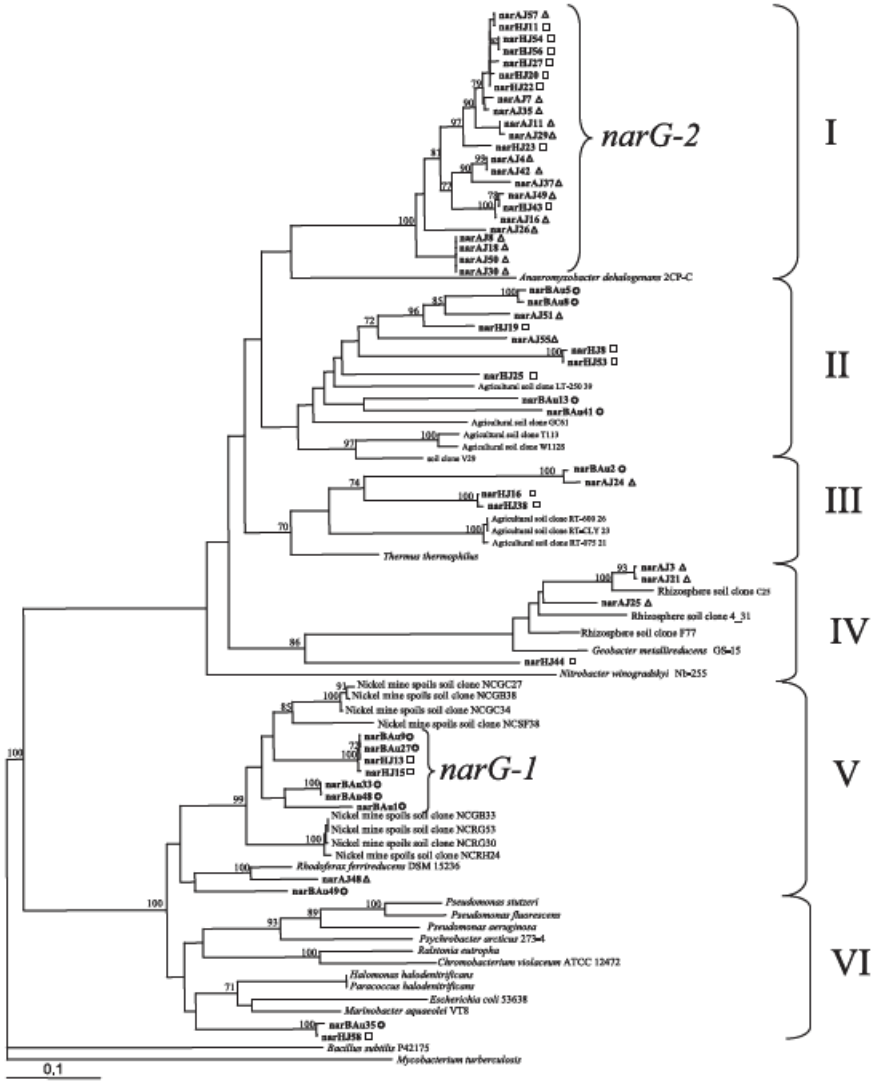
TABLE 2. Thermal profiles and primers used for real-time PCR quantification of different functional genes[a]

Target gene	Source of standard (reference)	Thermal profile	No. of cycles	Primers (reference)	Primer concn (10 μM)	DMSO[c]
nifH	*Sinorhizobium meliloti*	95°C, 45 s; 55°C, 45 s; 72°C, 45 s	40	nifHF (30), nifHR (30)	0.3	
amoA AOA	Fosmid clone 54d9 (37)	94°C, 45 s; 55°C, 45 s; 72°C, 45 s	40	amo19F (25), CrenamoA616r48x (32)	0.5	
amoA AOB	*Nitrosomonas* sp.	94°C, 45 s; 58°C, 45 s; 72°C, 45 s	40	amoA1F (31), amoA2R (31)	0.75	
nirK	*Azospirillum irakense*	95°C, 15 s; 63-58°C, 30 s; 72°C, 30 s	5[b]	nirK876 (20), nirK5R (7)	0.5	0.625
		95°C, 15 s; 58°C, 30 s; 72°C, 30 s	40			
nirS	*Pseudomonas stutzeri*	95°C, 45 s; 57°C, 45 s; 72°C, 45 s	40	cd3aF (26), R3cd (36)	0.5	0.625
nosZ	*Pseudomonas fluorescens*	95°C, 30 s; 65-60°C, 30 s; 72°C, 30 s	5[b]	nosZ2F (21), nosZ2R (21)	0.5	
		95°C, 15 s; 60°C, 15 s; 72°C, 30 s	40			

[a] PCR mixtures consisted of Power Sybr green master mix (12.5 μl), BSA (3%, 0.5 μl), and template (2 μl, 0.5 to 2.6 ng μl^{-1}), as well as primer and DMSO, as referenced in the table (in μl).
[b] Touchdown: −1°C $cycle^{-1}$.
[c] DMSO, dimethyl sulfoxide.

Bannert et al., 2011

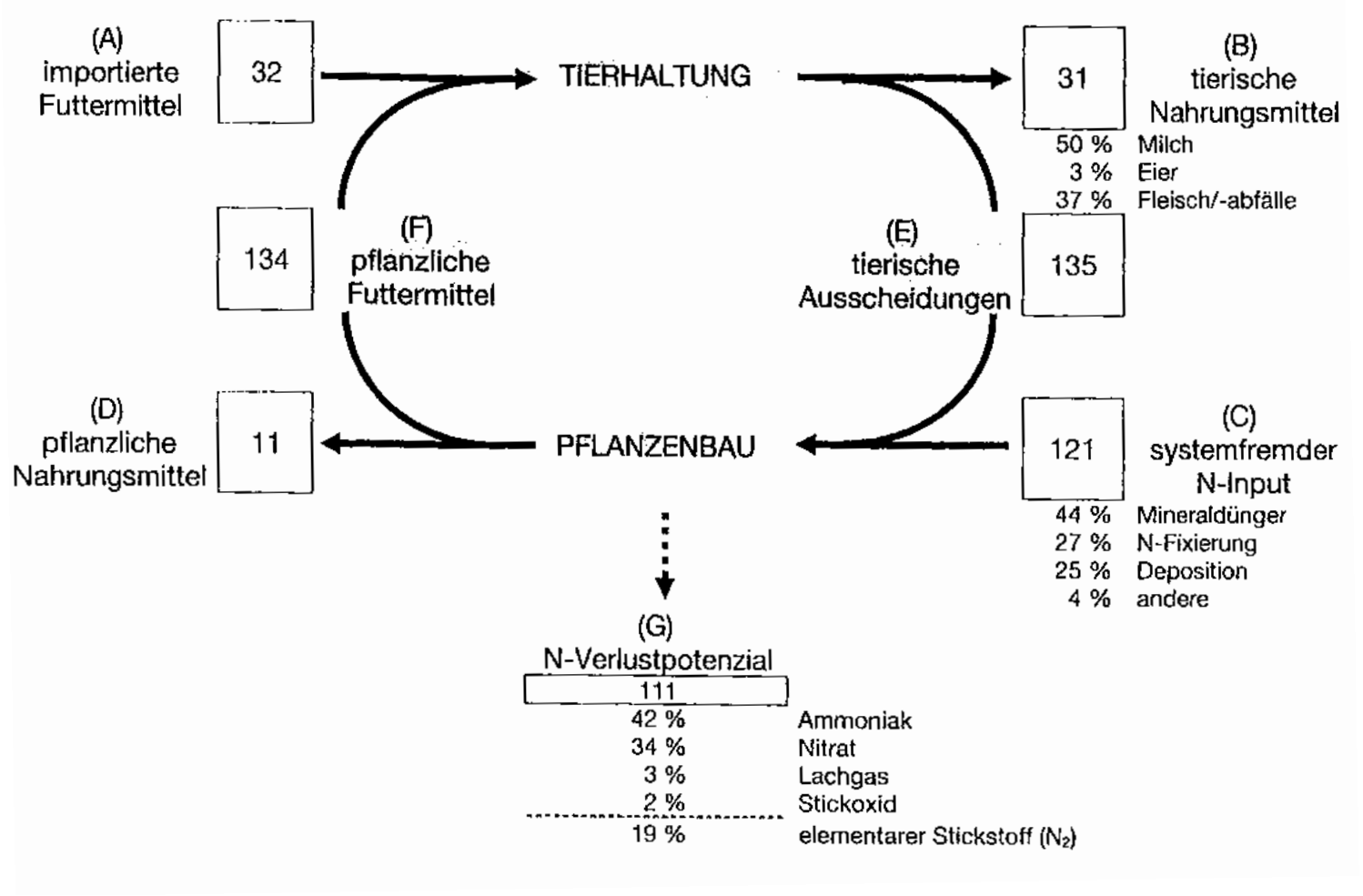
Diversität von nitratreduzierenden Organismen in Umwelthabitaten



C. Smith et al., 2007

Reduktion der Lachgasemissionen

Der Schweizerische Stickstoffhaushalt



Mittelwerte 2000-2003, in 1000 t

Steuerung von Lachgasflüssen im Boden

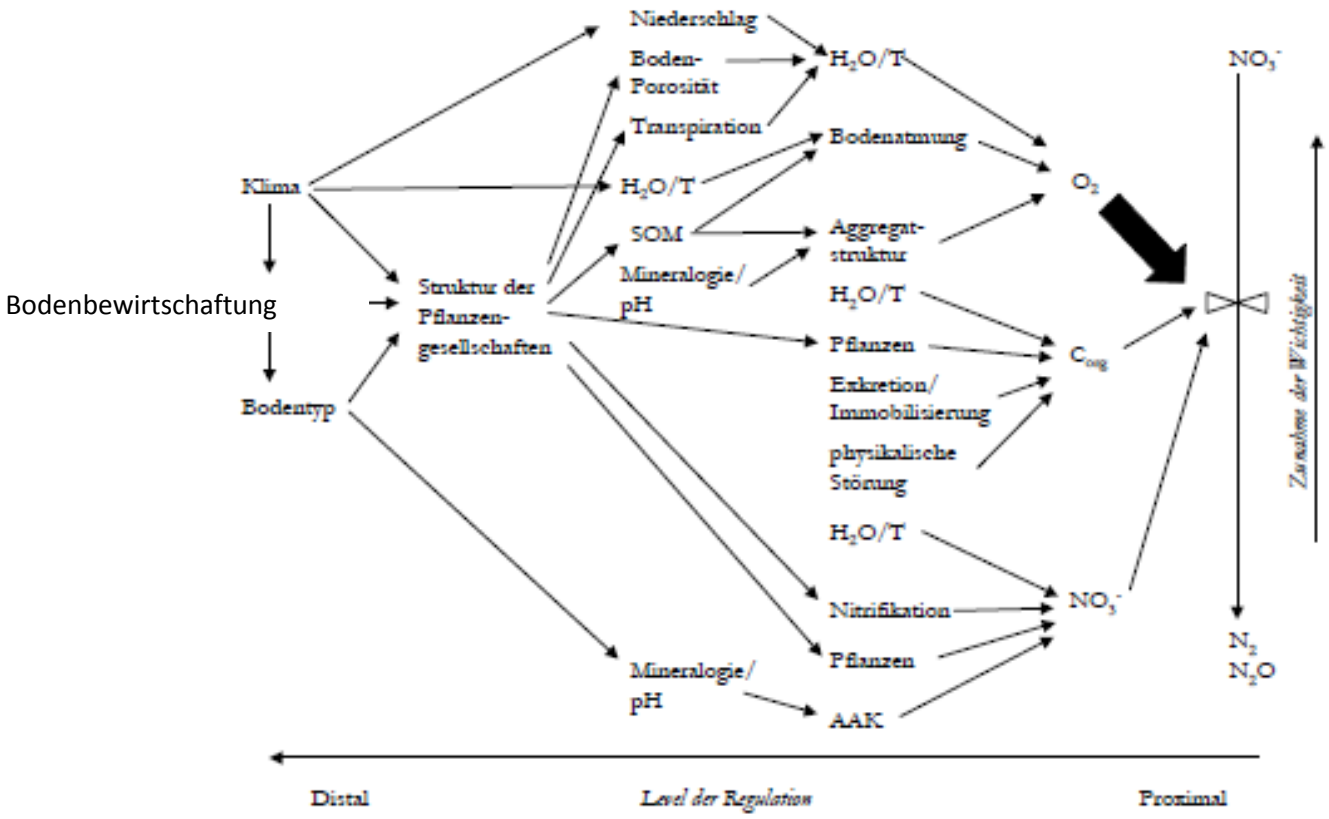


Abb. 2.3: Modell der Regelgrößen der Denitrifikation in Böden, verändert nach ROBERTSON (1989).

Sehy, 2003

N_2O-Emissionen aus Böden

Proximale Einflussfaktoren (Direkte Faktoren)

- Nitrat- und Ammoniumverfügbarkeit
- Bodenwasser <-> Sauerstoffgehalt
- Verfügbarkeit von Kohlenstoff
- pH-Wert

Steuerung von Lachgasflüssen im Boden

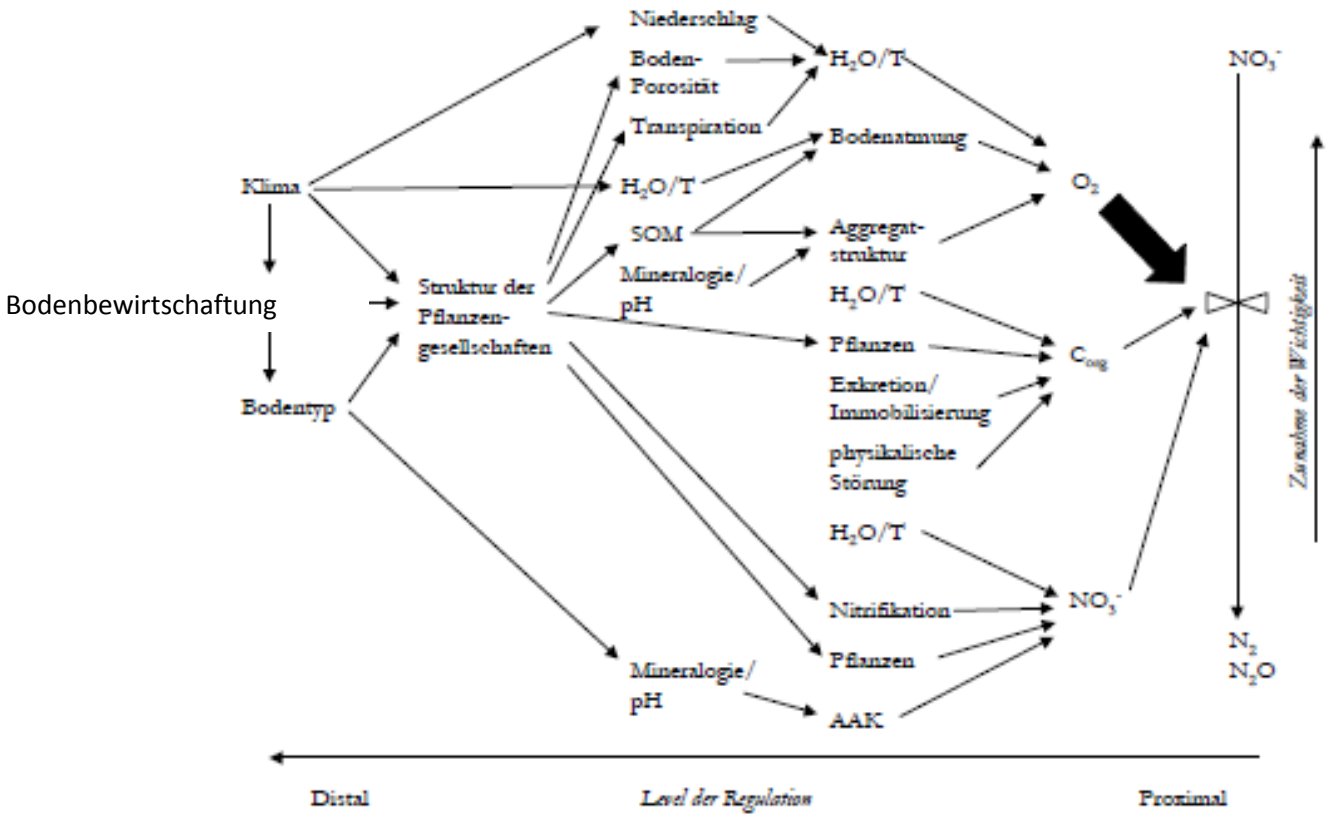


Abb. 2.3: Modell der Regelgrößen der Denitrifikation in Böden, verändert nach ROBERTSON (1989).

Sehy, 2003

N_2O-Emissionen aus Böden

Distale Einflussfaktoren (Indirekte Faktoren)

- Klima: Temperatur und Niederschläge; Frost-Tau Zyklen
- Boden: Bodentyp; Textur (z.B. Tongehalt)
- Bodenbewirtschaftung: Düngungsintensität u. Düngeform (1 kg N-Dünger bewirkt 0.3-3.0 kg N2O-N/ha (IPCC); Bodenbearbeitung; Kalkung (Hemmung der N2O-Reduktion bei tiefen pH-Werten)

Verbesserung der N-Effizienz

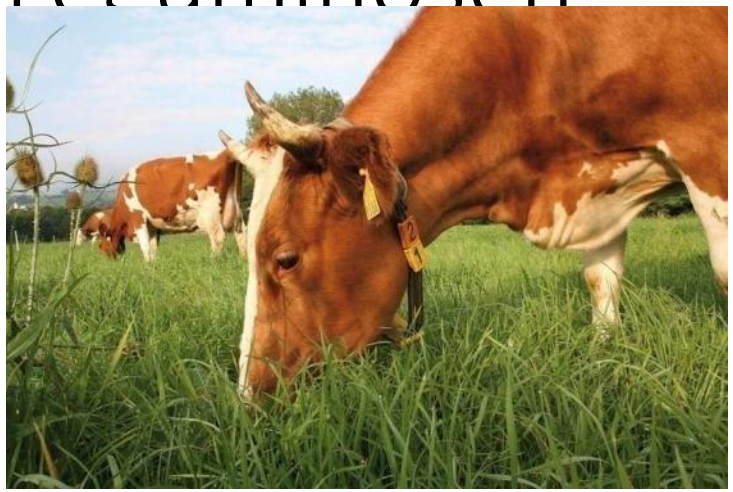
- Bedarfsgerechte Ausbringung von synthet. N-Düngern:
  Erfassung des Bedarfs: N_{min}-, Chlorophylluntersuchungen
  Präzise, effiziente Ausbringung: Precision Farming, N-Sensor, Depotdüngung/CULTAN

- Bedarfsgerechte Ausbringung von organ. N-Düngern:
  Erfassung des Bedarfs: N_{min}-, Chlorophylluntersuchungen
  Präzise, verlustarme Ausbringung: Schleppschläuche, Injektionsschare, CULTAN auch mit (Biogas)Gülledüngung?

- Mineralische Düngung: ca. 30% weniger N2O bei standort-spezif. Düngung (Precision Farming) (Sehy et al., 2003); hohes N-Einsparungspotential bei CULTAN: > 25% weniger N-Einsatz

- Individuelle Düngekonzepte zur optimalen Verwertung von synthet. N- (Zukaufsdünger) und organ. N-Dünger (Hofdünger); Kooperation mit Biogasanlagen und viehhaltenden Betrieben. Integration von Tierhaltung und Ackerbau…

Verbessertes Management der organischen Dünger und Nutzung von Leguminosen



Wirtschaftsdünger von 18.3 Milliarden Nutztieren (FAO): zirka 160 Millionen Tonnen N (plus andere Nährstoffe und Biomasse)

Potential von 140 Millionen Tonnen N, welches mit Untersaaten, Zwischen- und überwinternden Deckfrüchten im Ackerbau fixiert werden könnte (Badgley et al., 2007).

100 Millionen Tonnen N aus Erdöl

III. Bodenmikroorganismen und Methan

„Because rice fields are managed environments, it is feasible to contemplate possible strategies for mitigation of CH_4 emissions."

R. Conrad (2002)