

Professur für
Ökologischen
Landbau



Würzburg, 22.11.2019

JLU

NEUE WEGE. SEIT 1607.

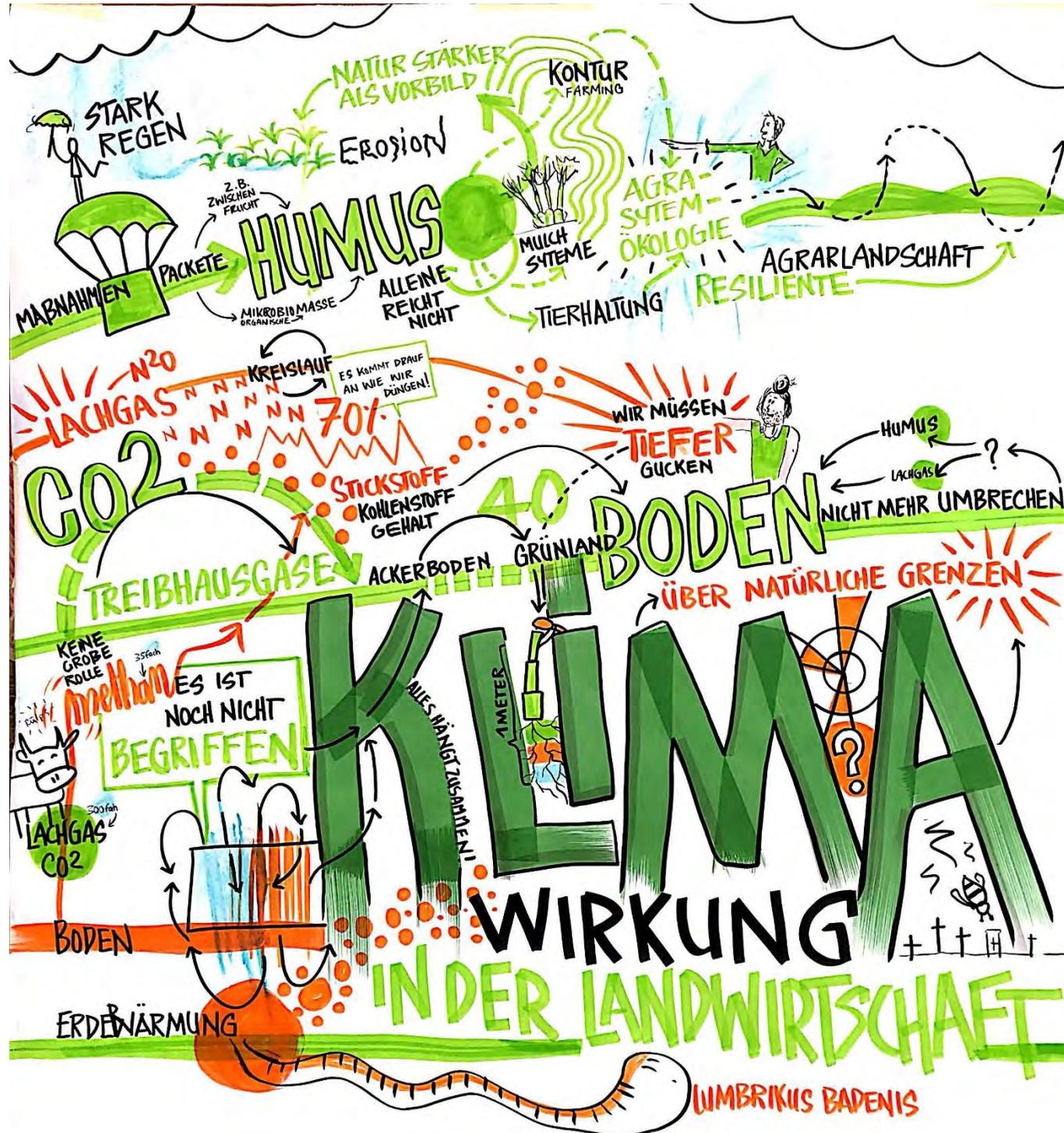
JUSTUS-LIEBIG-
 UNIVERSITÄT
GIESSEN

A wide-angle photograph of a lush green landscape under a blue sky with scattered white clouds. The foreground shows a rolling green field with small trees, leading up to a dense forest on a hillside in the background.

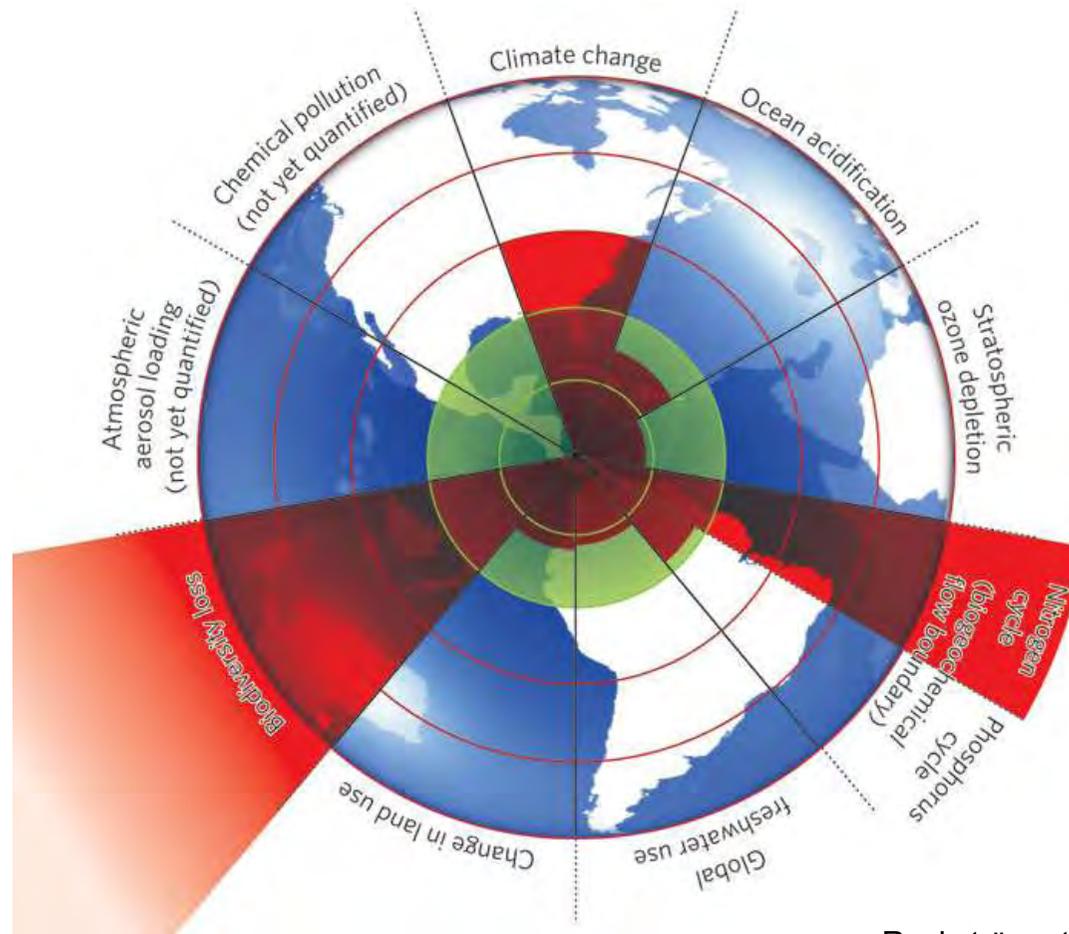
Stickstoffflüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen: Herausforderungen und Lösungen

Andreas Gattinger

andreas.gattinger@agrar.uni-giessen.de



Die globalen Herausforderungen für das Menschenzeitalter (Anthropozän): Biodiversität, N-Kreislauf, Klimawandel...



Rockström et al., 2009, Nature

Wirtschaftsdünger vor allem Gülle bringen Probleme mit sich...

COMMENT

ENVIRONMENT Worse than Deepwater would be an Arctic oil spill **p.162**

BIOTECHNOLOGY Biohackers take biology into the garage **p.167**

ECOLOGY Libyan revolution might protect bluefin tuna, with trawlers grounded **p.169**

OBITUARY Simon van der Meer, who enabled the discovery of W and Z particles **p.170**



Applying liquid manure more precisely than this would be cleaner, reduce odour and emit less ammonia.

Too much of a good thing

Curbing nitrogen emissions is a central environmental challenge for the twenty-first century, argue Mark Sutton and his colleagues.

An analysis published this week calculates that excess nitrogen in the environment costs the European Union (EU) between €70 billion (US\$100 billion) and €320 billion per year¹. It is the first time that an economic value has been placed on the threats posed by nitrogen pollution, including contributions to climate change and biodiversity loss. To put that into perspective, this cost is more than double the value that nitrogen fertilizers are estimated to add to European farm income. This economic valuation is just one

outcome of the five-year European Nitrogen Assessment, which has drawn together 200 experts, including ourselves, to understand the sources, processes and impacts of nitrogen as a basis to inform policy.

Excess reactive nitrogen threatens the quality of air, soil and water. It affects ecosystems and biodiversity, and alters the balance of greenhouse gases. Existing climate and air-pollution policies that aim to reduce energy consumption and fossil-fuel burning, such as the Gothenburg Protocol, are helping to cap nitrogen emissions

SUMMARY

- Nitrogen pollution costs the European Union between €70 billion and €320 billion per year.
- Policies should address farming, meat consumption, use of human sewage and fossil-fuel burning.
- The Gothenburg Protocol is an opportunity to further reduce emissions.
- A global inter-convention nitrogen protocol is needed.

14 APRIL 2011 | VOL 472 | NATURE | 159

© 2011 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

Sutton et al. 2011, Nature

Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft

1. Der Stickstoffkreislauf – das Problem mit dem reaktiven Stickstoff
2. N-Flüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen
3. Möglichkeiten zur Optimierung der N-Salden

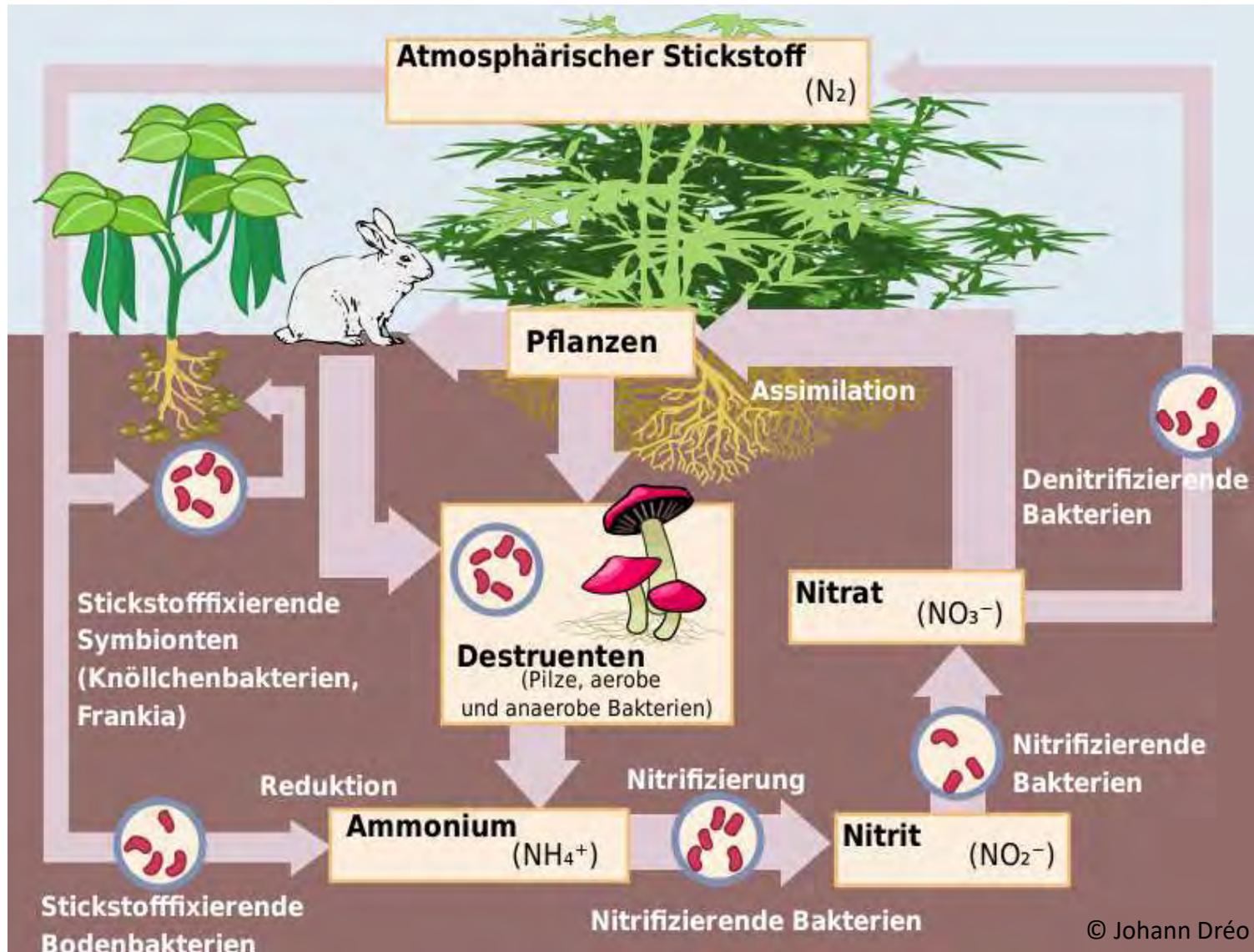


Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft

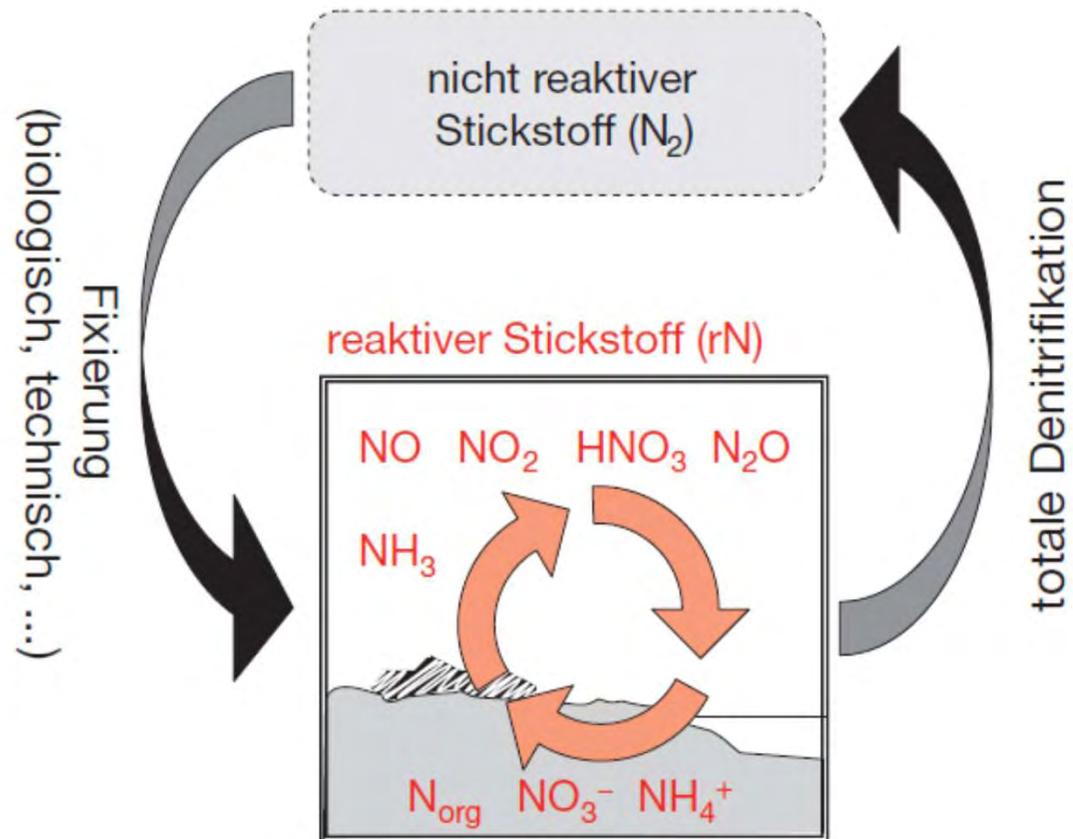
- 1. Der Stickstoffkreislauf – das Problem mit dem reaktiven Stickstoff**
2. N-Flüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen
3. Möglichkeiten zur Optimierung der N-Salden



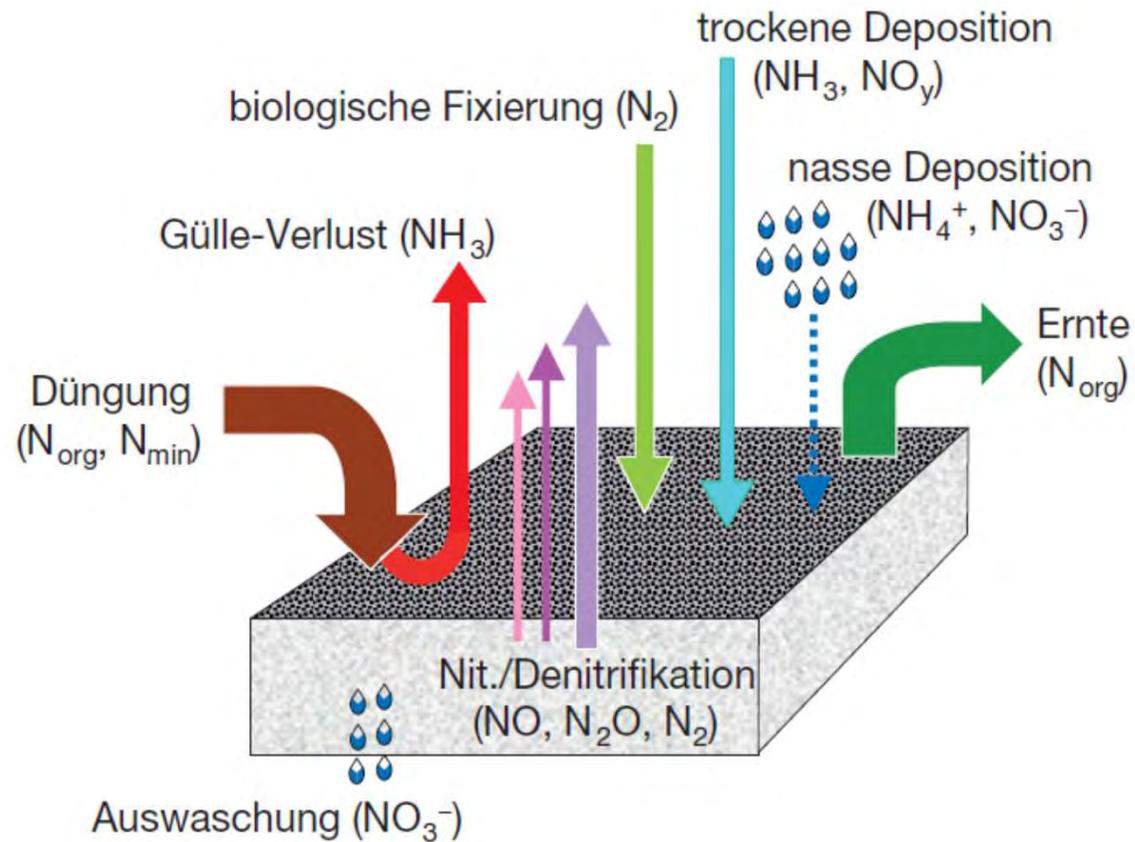
Der Stickstoffkreislauf



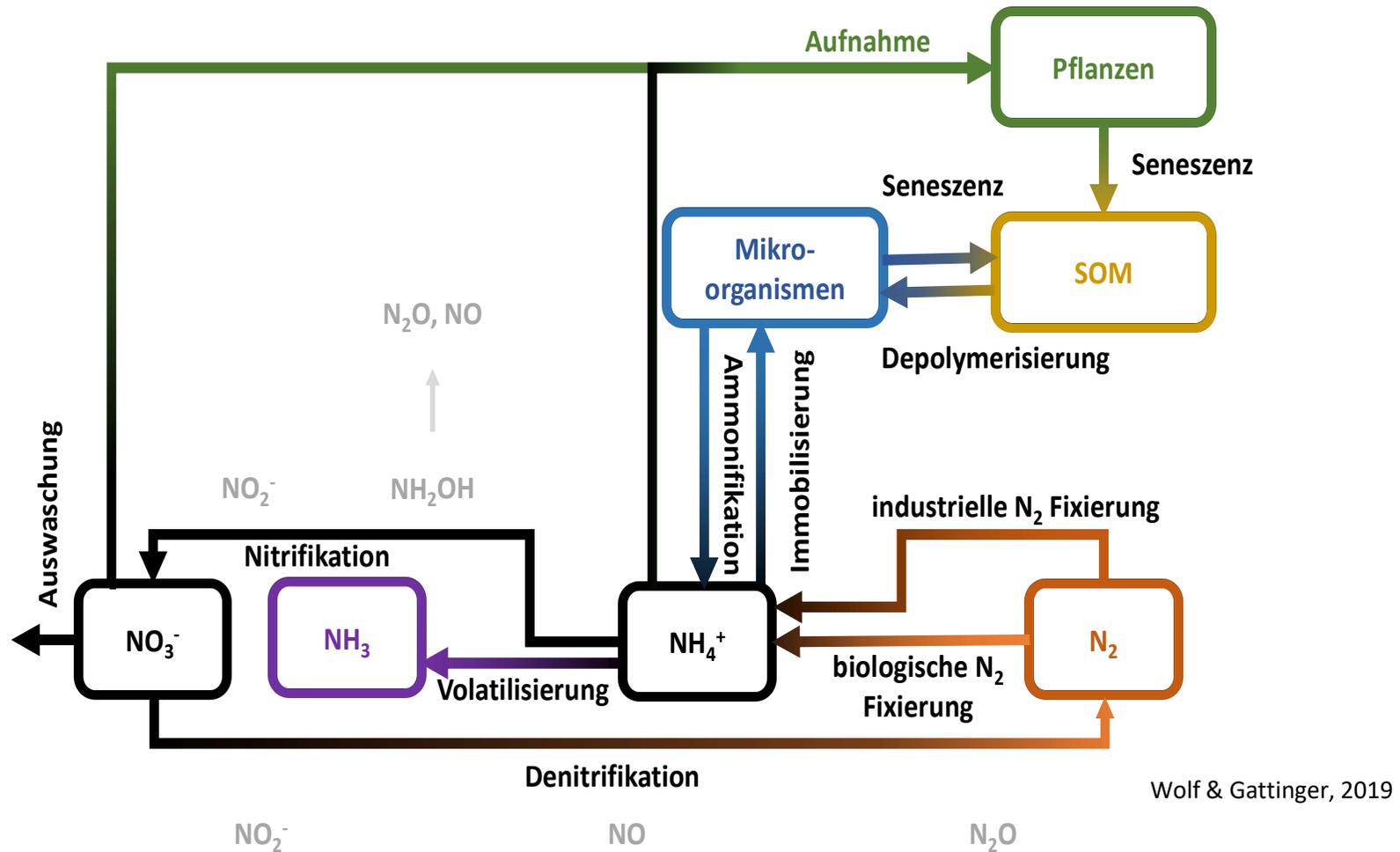
Reaktiver Stickstoff (Nr)



N-Flüsse (Einträge/Austräge) in einem Agrarökosystem

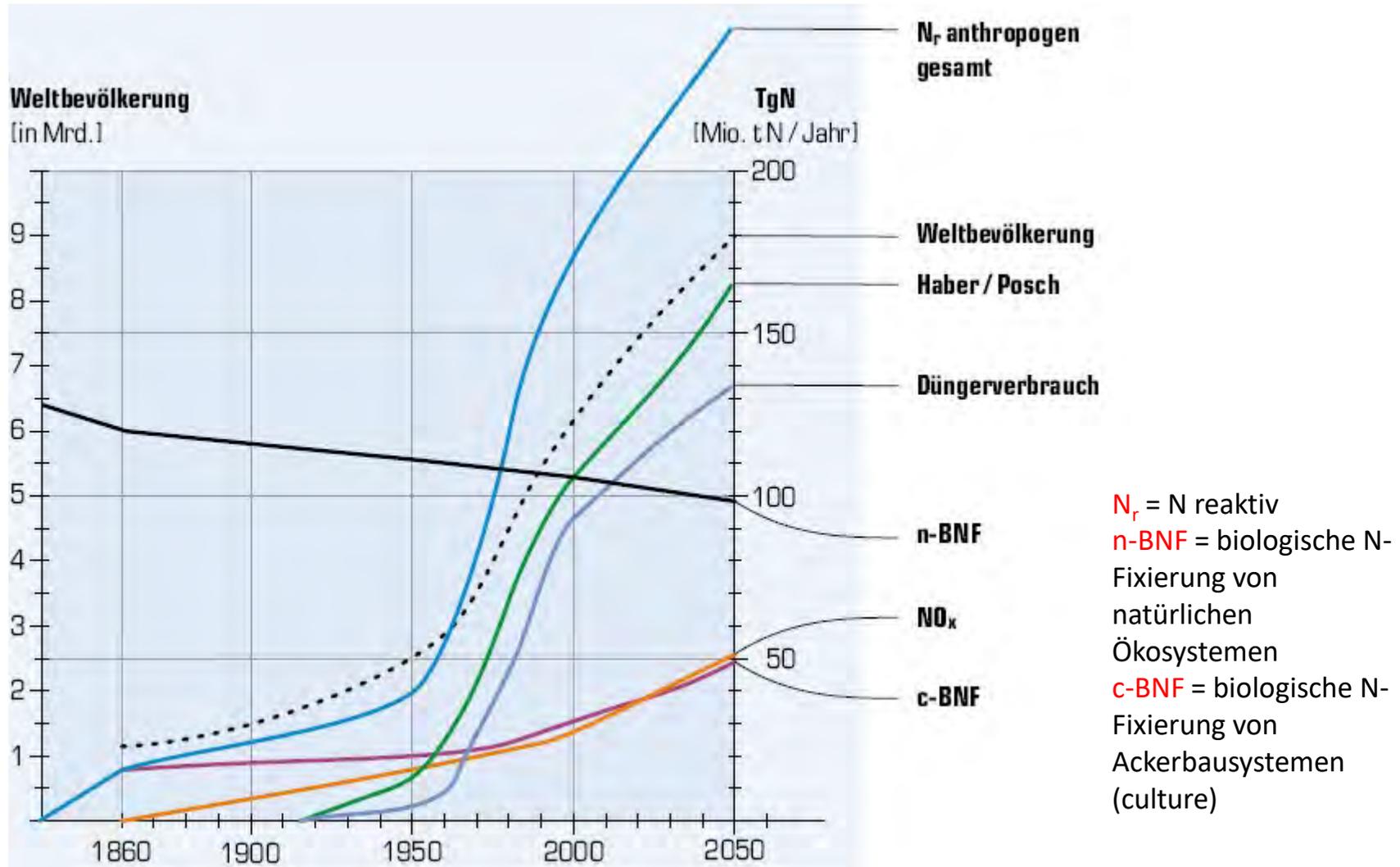


Der Stickstoffkreislauf



Kernprozesse (in schwarzer Schrift) und Spezies des N-Kreislaufs (Nitrat: NO_3^- ; Ammonium: NH_4^+ ; Ammoniak: NH_3 ; molekularer Stickstoff: N_2 ; organische Substanz im Boden: SOM). Die obligaten Intermediate der Prozesse Nitrifikation (Hydroxylamin: NH_2OH und Nitrit: NO_2^-) und Denitrifikation (Nitrit: NO_2^- ; Stickstoffmonoxid: NO und Lachgas: N_2O) und chemischen Nebenprodukte der Nitrifikation (N_2O , NO) sind in grau dargestellt.

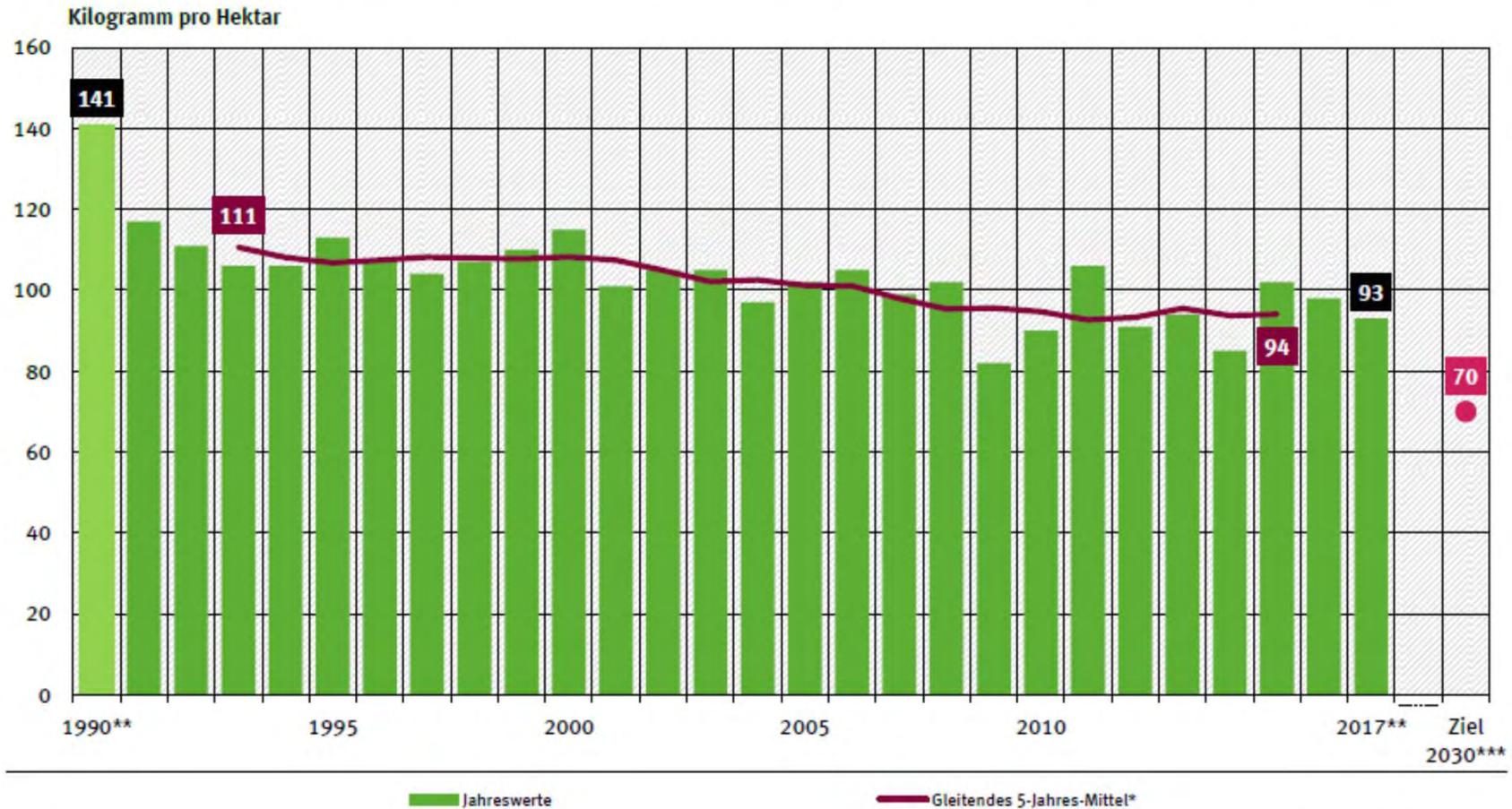
Biologische N-Fixierung (BNF) und Haber-Boschverfahren



Quelle: Johann Sieveking, 2012 Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE, web

Stickstoffüberschuss der Landwirtschaft (Deutschland)

Saldo der landwirtschaftlichen Stickstoff-Gesamtbilanz in Bezug auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche*



* jährlicher Überschuss bezogen auf das mittlere Jahr des 5-Jahres-Zeitraums

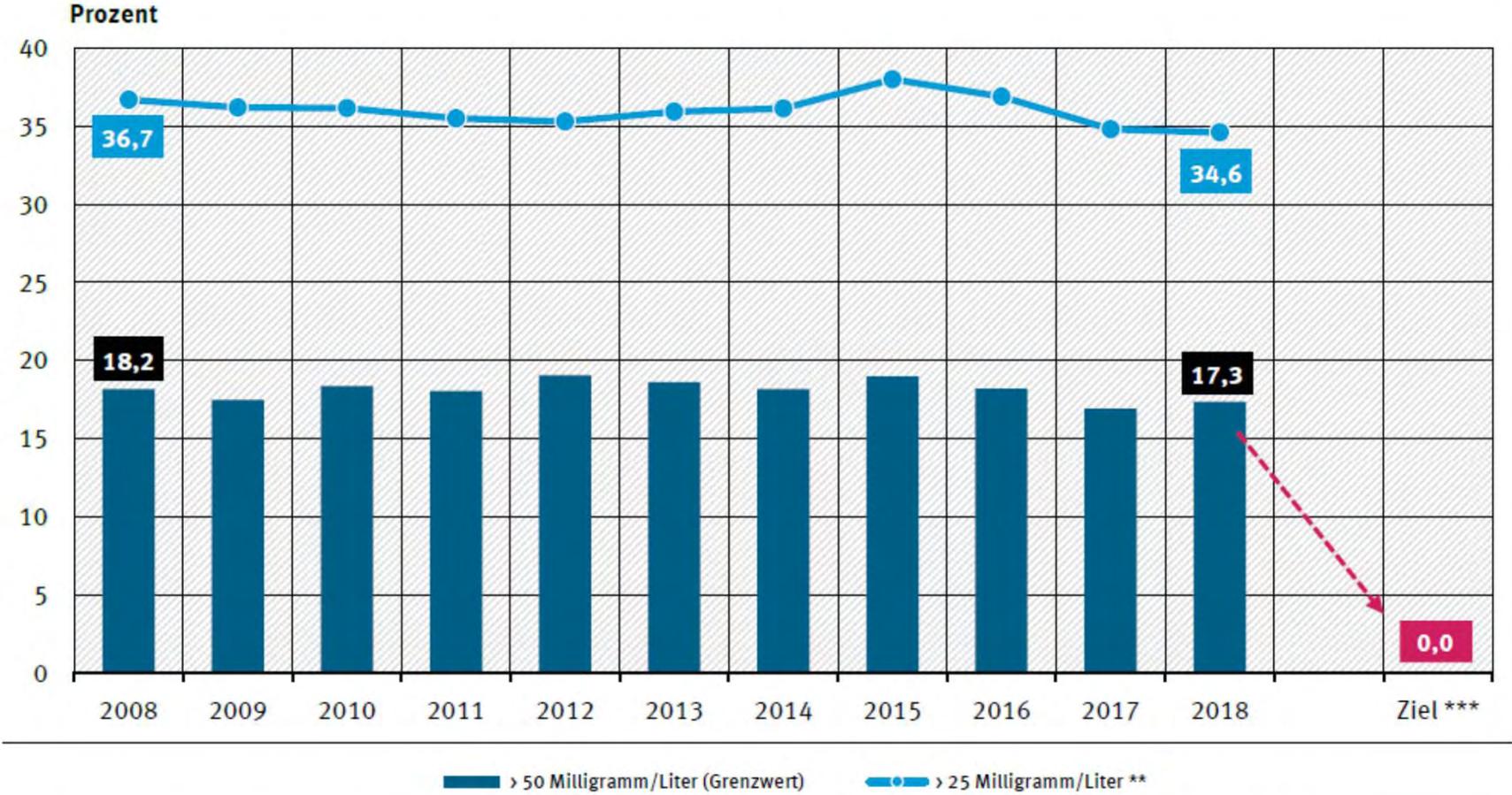
** 1990: Daten zum Teil unsicher, nur eingeschränkt vergleichbar mit Folgejahren, 2017: vorläufige Daten

*** Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, bezogen auf das 5-Jahres-Mittel, d.h. auf den Zeitraum 2028 - 2032

Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 2019, Statistischer Monatsbericht Kap. A Nährstoffbilanzen und Düngemittel, Nährstoffbilanz insgesamt von 1990 bis 2017 (MBT-0111260-0000)

Indikator Nitrat im Grundwasser (Deutschland)

Anteil der Messstellen mit Überschreitung des Grenzwertes für Nitrat im Grundwasser*

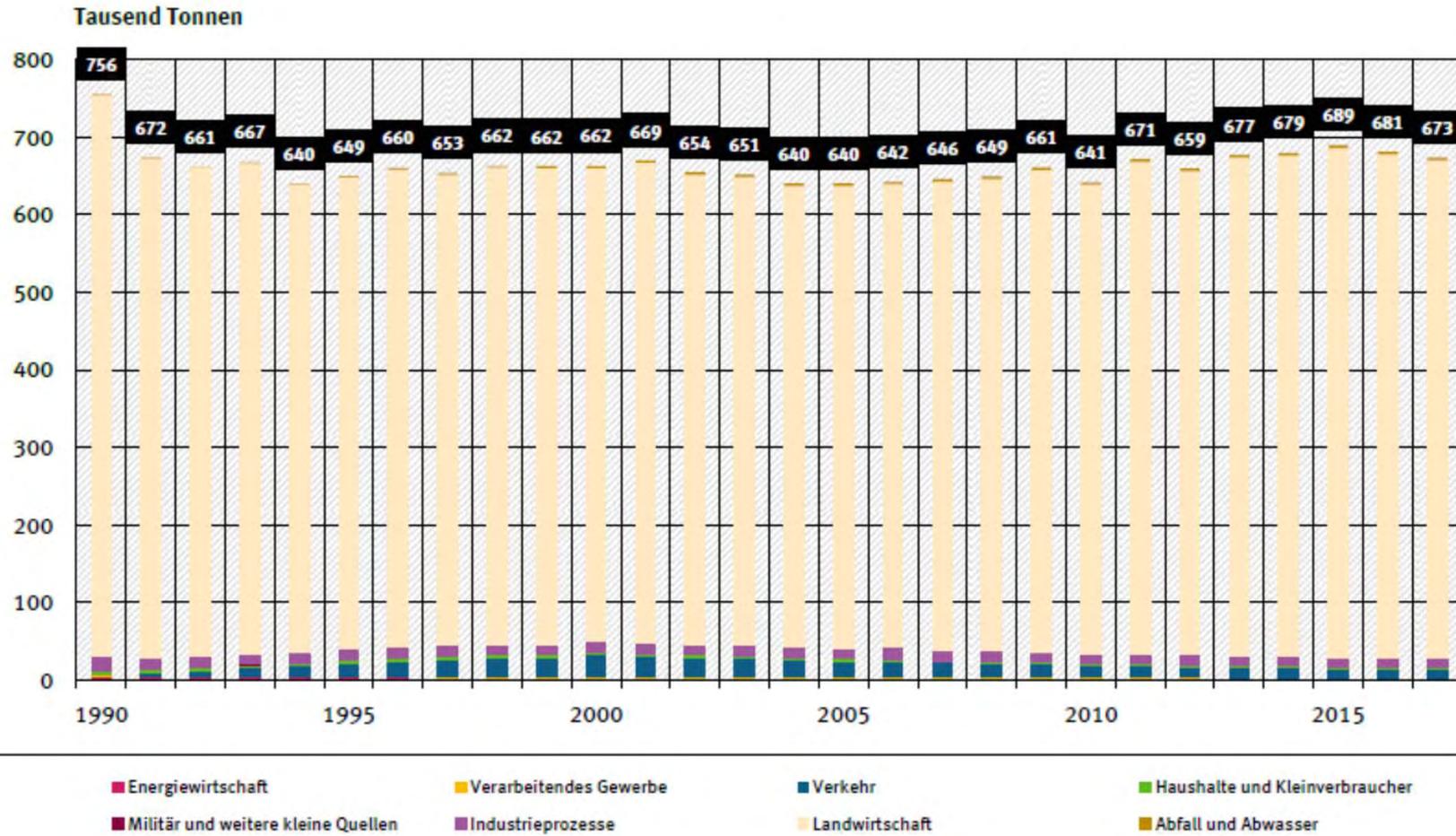


* Basis: EUA-Messnetz; Grenzwert: 50 Milligramm pro Liter im Jahresmittel
 ** Der Wert schließt den Anteil der Messstellen mit > 50 mg/l ein.
 *** Ziel der Nitratrichtlinie sowie der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung

Quelle: Umweltbundesamt und Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) 2019 auf Basis von Daten der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser

Ammoniak-Emissionen (Deutschland)

Ammoniak-Emissionen nach Quellkategorien



Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2017 (Stand 02/2019)

Stickstoffüberschuss – die wichtigsten Fakten

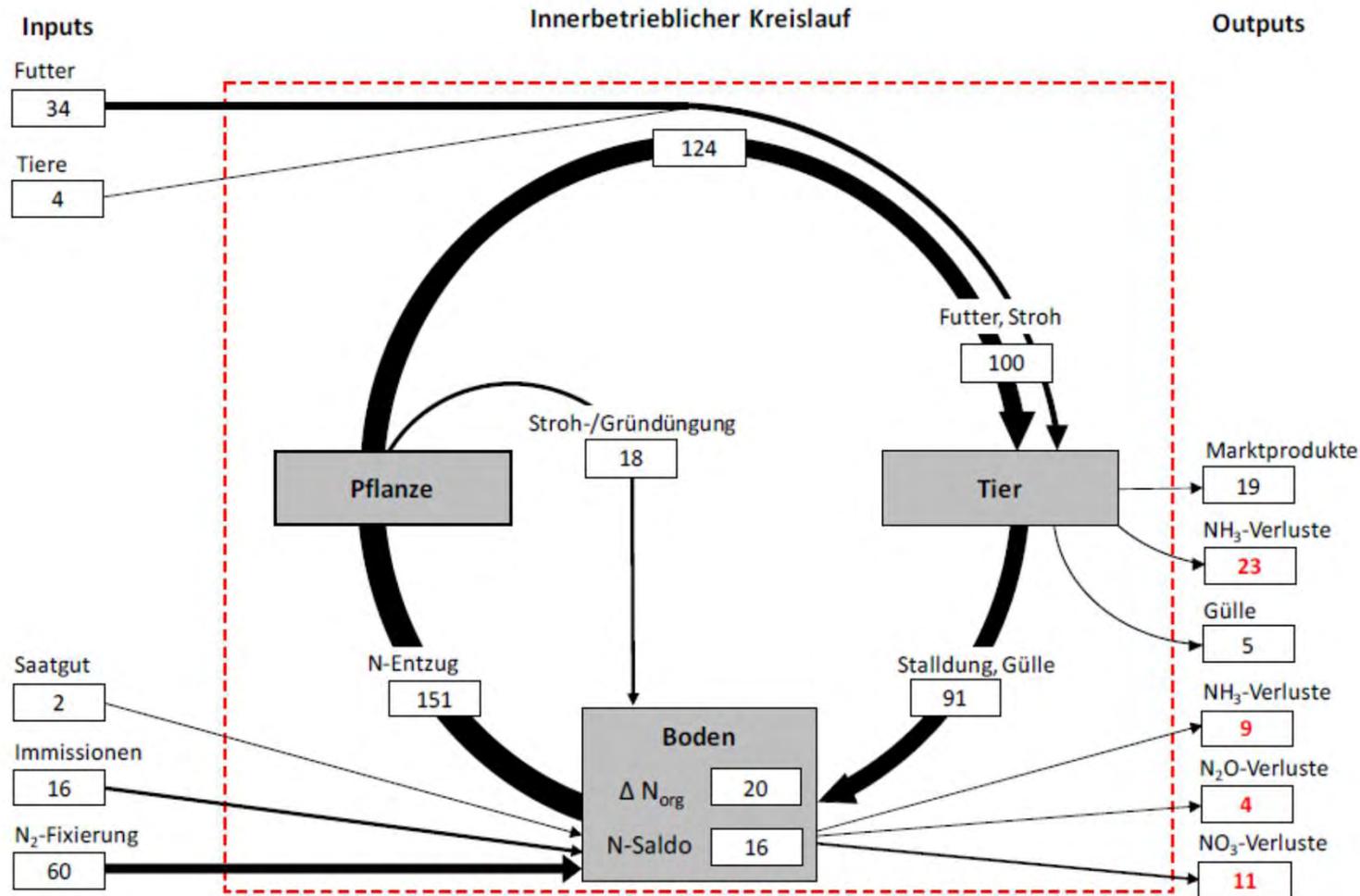
- › Stickstoff ist ein unentbehrlicher Nährstoff für alle Lebewesen
- › 80% der N_2O (vor allem Düngereinsatz) - und 95% NH_3 -Emissionen (vor allem Wirtschaftsdünger u. Tierhaltung, 14% aus min. N-Düngern) stammen aus der Landwirtschaft
- › N-Überschuss pro Hektar landw. LN ist seit 1993 im 5-Jahresmittel um 15% zurückgegangen (2017: +93 kg/ha!)
- › Ziel der Bundesregierung den Stickstoffüberschuss im Mittel der Jahre 2028 bis 2032 auf 70 Kilogramm pro Jahr zu senken
- › Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Anstrengungen deutlich erhöht werden

Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft

1. Der Stickstoffkreislauf – das Problem mit dem reaktiven Stickstoff
- 2. N-Flüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen**
3. Möglichkeiten zur Optimierung der N-Salden



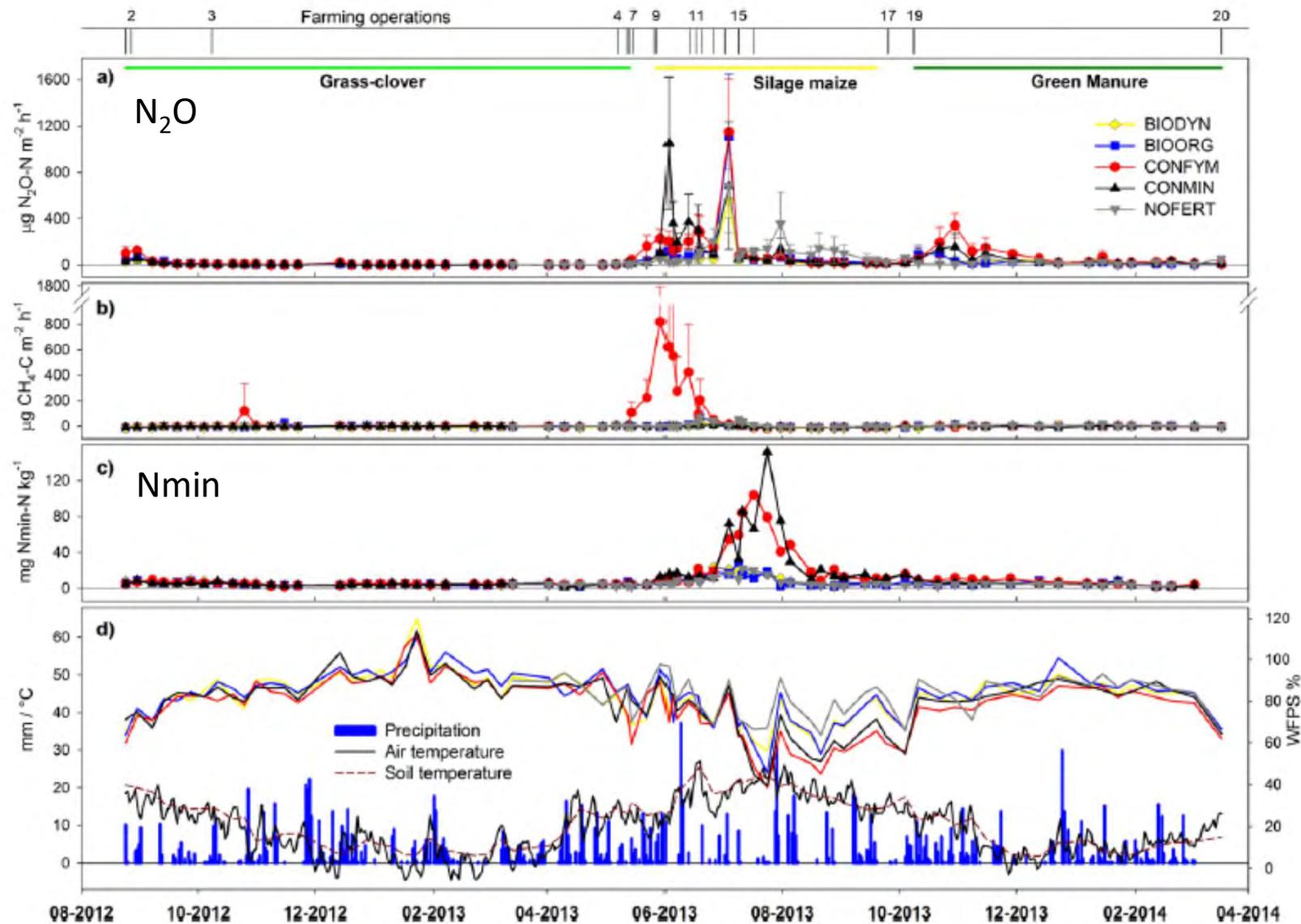
Stickstoffkreislauf in der Praxis: Bsp.: Ökologischer Gemischtbetrieb mit Rinderhaltung



Küstermann et al. 2010

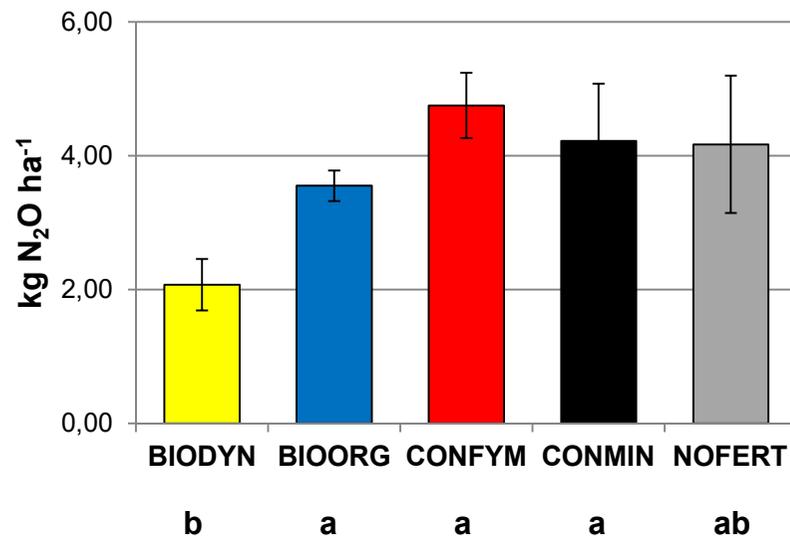
Große Unsicherheiten bei den gasförmigen N-Verlusten!

N-Emissionen im Fruchtfolgeglied Kleegras-Silomais-Winterbegrünung (DOK-Versuch)

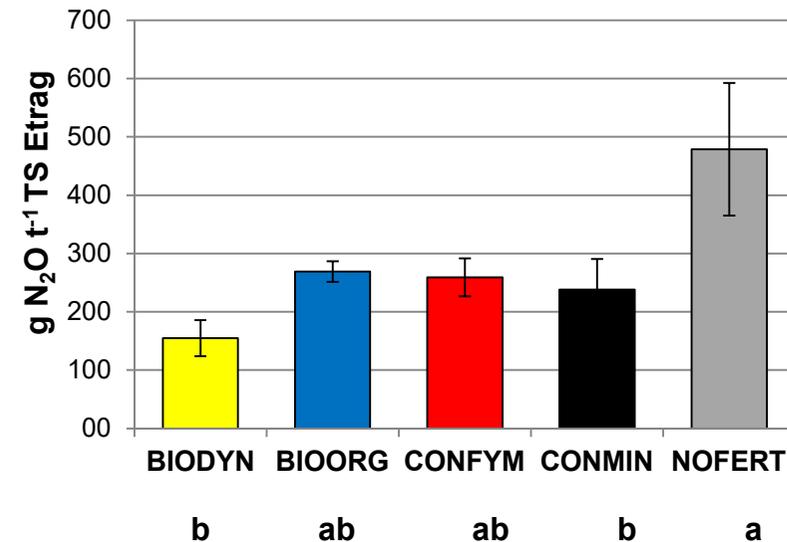


N₂O-Emissionen im Fruchtfolgeglied Klee-gras-Silomais-Winterbegrünung (DOK-Versuch)

- Keine Düngung (= Extensivierung) keine Option zur N₂O -Minderung
- Niedrigste flächen- und ertragsspezifische N₂O -Emissionen in BIODYN



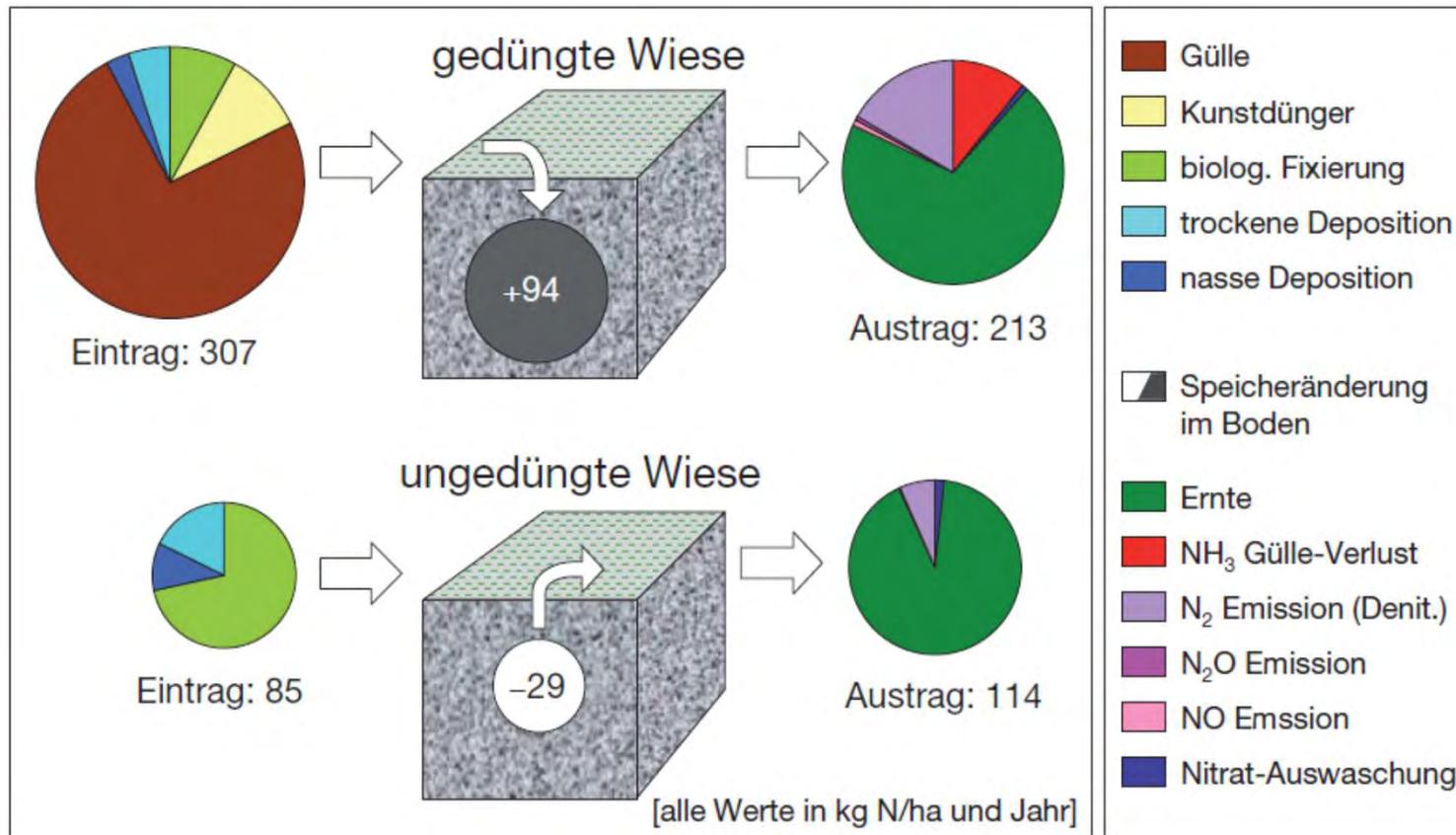
flächenskaliert N₂O in Mais



ertragsskaliert N₂O in Mais



N-Flüsse und Salden bei unterschiedlicher Grünlandbewirtschaftung (Kyoto-Wiese, Oensingen, CH)



Gasförmige N-Verluste bei der Gülleausbringung auf Grünland (44% des Gesamt-N), 2 alpine Grünlandstandorte in Bayern, Graswang und Fendt

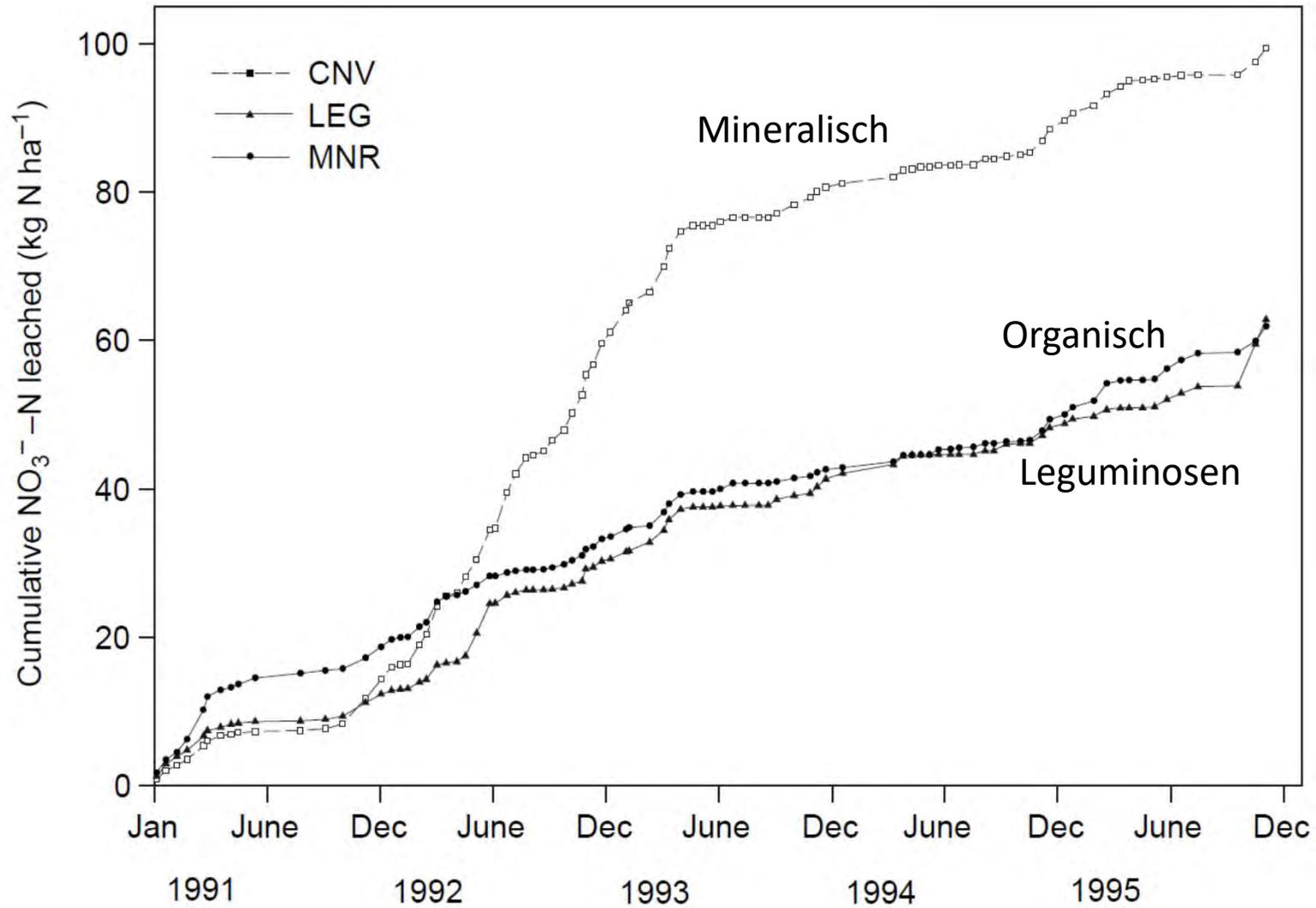
Table 4 Post-fertilization N gas emissions over the incubation period of 2 weeks in experiment II (kg N ha⁻¹) with percentage of applied manure-N in brackets

	HE	LE	Difference LE-HE
Manure-N application	51.2	51.2	
N ₂ emission	16.1 ± 8.3 (31.4%)	21.4 ± 8.2 (41.7%)	5.3
NH ₃ emissions	3.6 ± 1.5 (7.1%)		
N ₂ O emissions	0.52 ± 0.04 (1.0%)	0.23 ± 0.11 (0.5%)	- 0.29
NO emissions	0.24 ± 0.01 (0.5%)	0.02 ± 0.02 (0.04%)	- 0.22
Total N gas emissions	20.6 (40.2%)	24.9 (48.7%)	4.3

Uncertainty is given as SE from then mean (n = 6)

NH₃ sind (wahrscheinlich) mengenmäßig nicht die grössten Verluste bei der Gülleausbringung auf Grünland: Die grössten Verluste nimmt N₂ ein (31-42%) (2 alpine Grünlandstandorte in Bayern, Graswang und Fendt)

Weniger Nitratauswaschung bei Leguminosenfruchtfolge: C:N Verhältnisse der Pflanzenresiduen entscheidend



N-Saldo in Abhängigkeit vom N-Input (40 ökolog. und 40 konv. Betriebe in Deutschland)

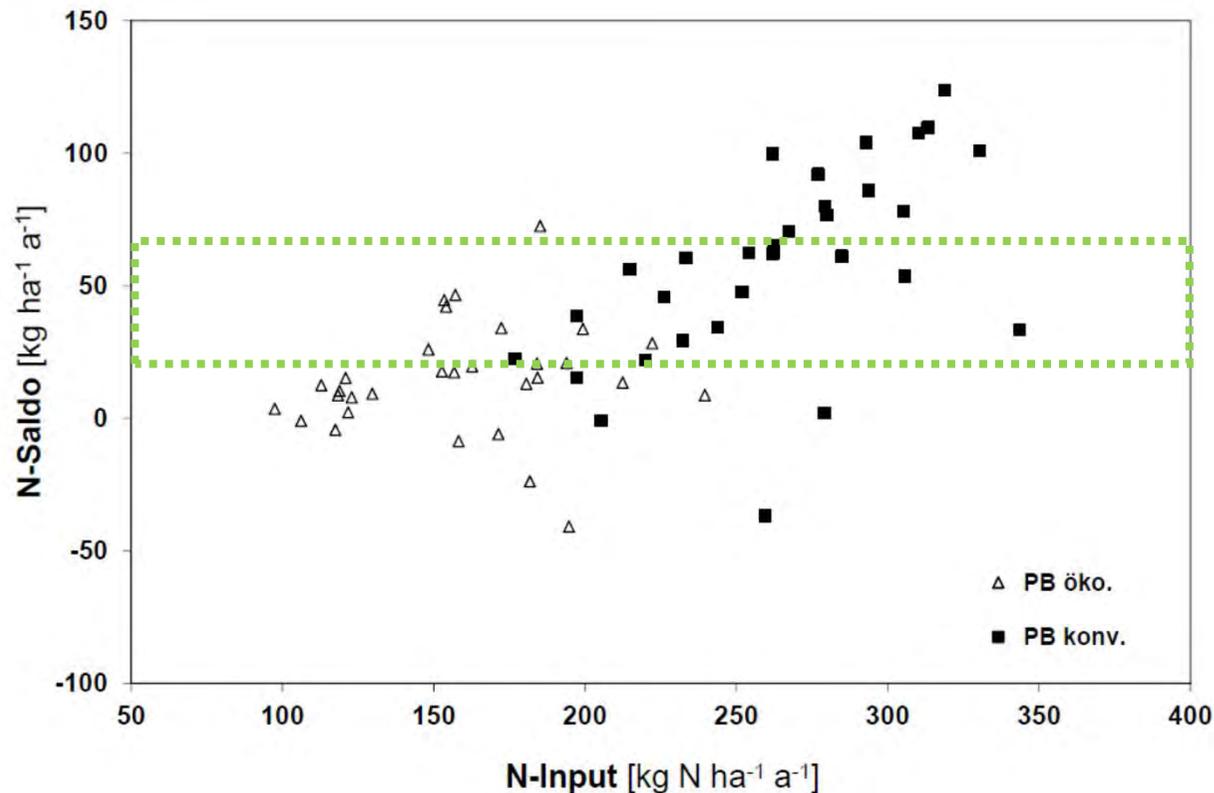


Abbildung 5.3-2: Beziehung zwischen dem N-Input und dem N-Saldo der flächenbezogenen Stickstoffbilanz, mit Berücksichtigung der Boden-N-Vorratsänderung.

Marktfruchtbetriebe: N-Saldo öko: 21 kg (N-Eff. 83%) N-Saldo kon: 74 kg (N-Eff. 77%)

N-Flüsse – die wichtigsten Fakten

- › Nitrat nicht die einzige N-Verlustgröße, kann N_2 überwiegen
- › Niedrigere N-Salden im Ökolandbau, bei 30% niedrigeren Markfruchterträgen
- › Leguminosen-haltige Fruchtfolgen haben Potential zu besserer N-Konservierung
- › Null-Düngung ist keine Option für Ressourcenschutz und bedeutet Bodenaushagerung!

Stickstoffflüsse in der Landwirtschaft

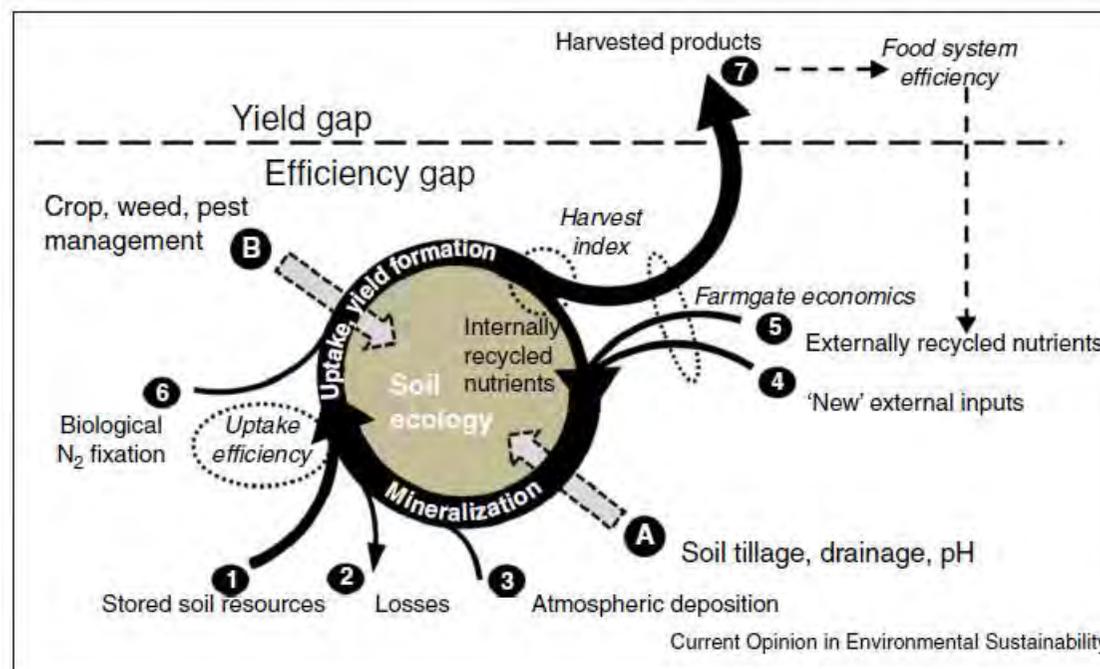
1. Der Stickstoffkreislauf – das Problem mit dem reaktiven Stickstoff
2. N-Flüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen
3. **Möglichkeiten zur Optimierung der N-Salden**



Ökofunktionale Intensivierung zur Überbrückung von Effizienz- und Ertragslücken

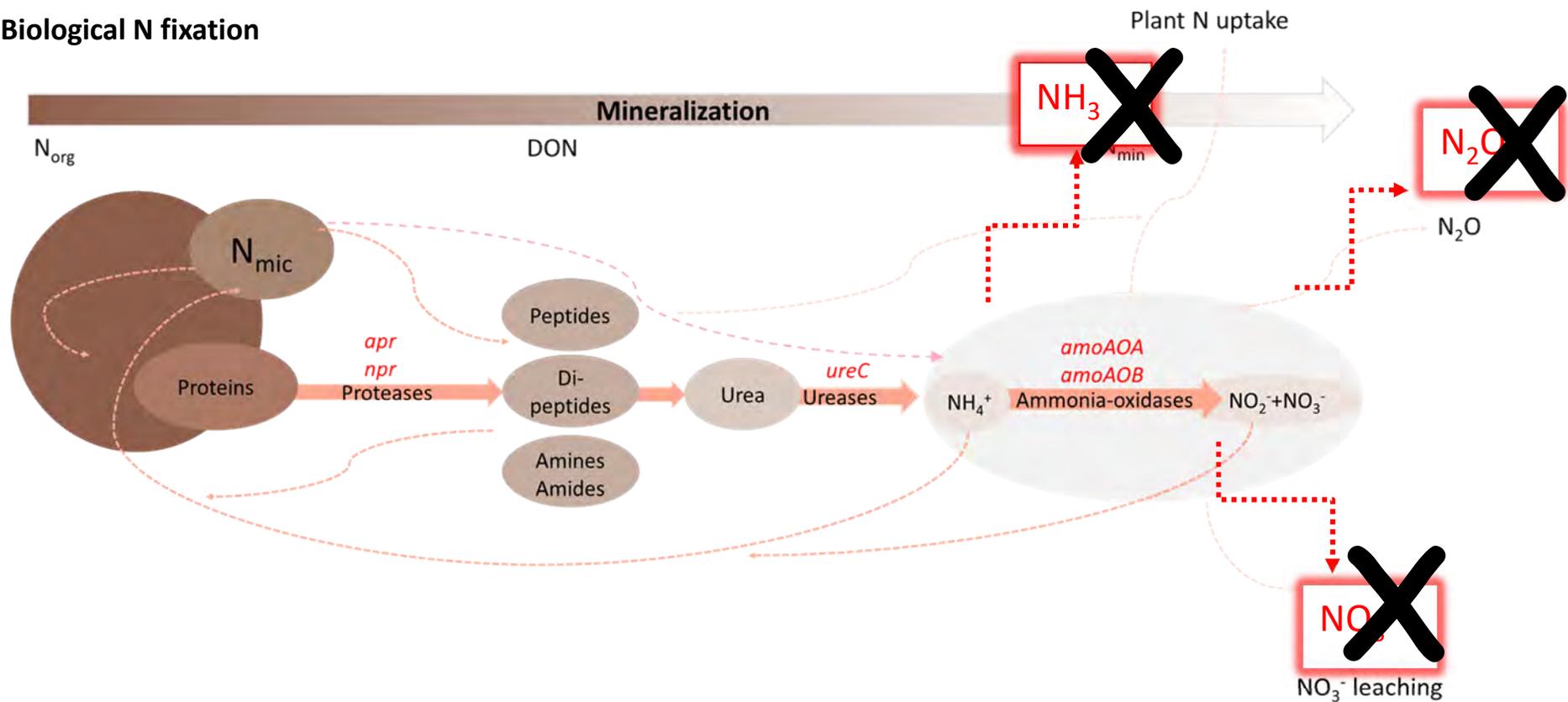
Ökofunktionale Intensivierung gemäß bester Praxis zur Schließung der Ertrags- und Effizienzlücken

- Den Boden in das Zentrum der Bewirtschaftung rücken
- Seine Prozesse und Ökosystemleistungen gezielt nutzen und fördern
- dadurch synthetische Inputs (Dünger, PSM) ersetzen



Biologische N-Fixierung als Motor: Zur Reduktion von reaktiven N-Verbindungen in Boden-Tier-Pflanzensystemen

Biological N fixation



Forschung für eine bessere Düngedbedarfsermittlung erforderlich!

- **Integrative Betrachtung von N-Umsatzprozessen zur Optimierung der Stickstoffeffizienz (eingereicht):** Messung von NH_3 , NO , N_2O , N_2 und NO_3 Austrägen nach Düngerausbringung auf ökolog. und konventionell bewirtschafteten Praxisflächen (unter Begutachtung) in der FNR Ausschreibung: «Minderung der Stickstoffemissionen durch die Verbesserung der Nährstoffeffizienz“
- Außerdem angepasstes N-Düngermanagement unter Klimawandel/Trockenheit: Weniger Düngung bei niedriger Ertragserwartung. Bodenmanagement und Humusaufbau



Große Potenziale durch verbesserte (zeitliche/räumliche) Integration von Tier- und Pflanzenproduktion: e.g. Feed no food



Global potential to use 160 million tons of nitrogen (and other nutrients) from livestock manure more efficiently on cropland (calculated on the basis of 18.3 billion farm animals/FAO)

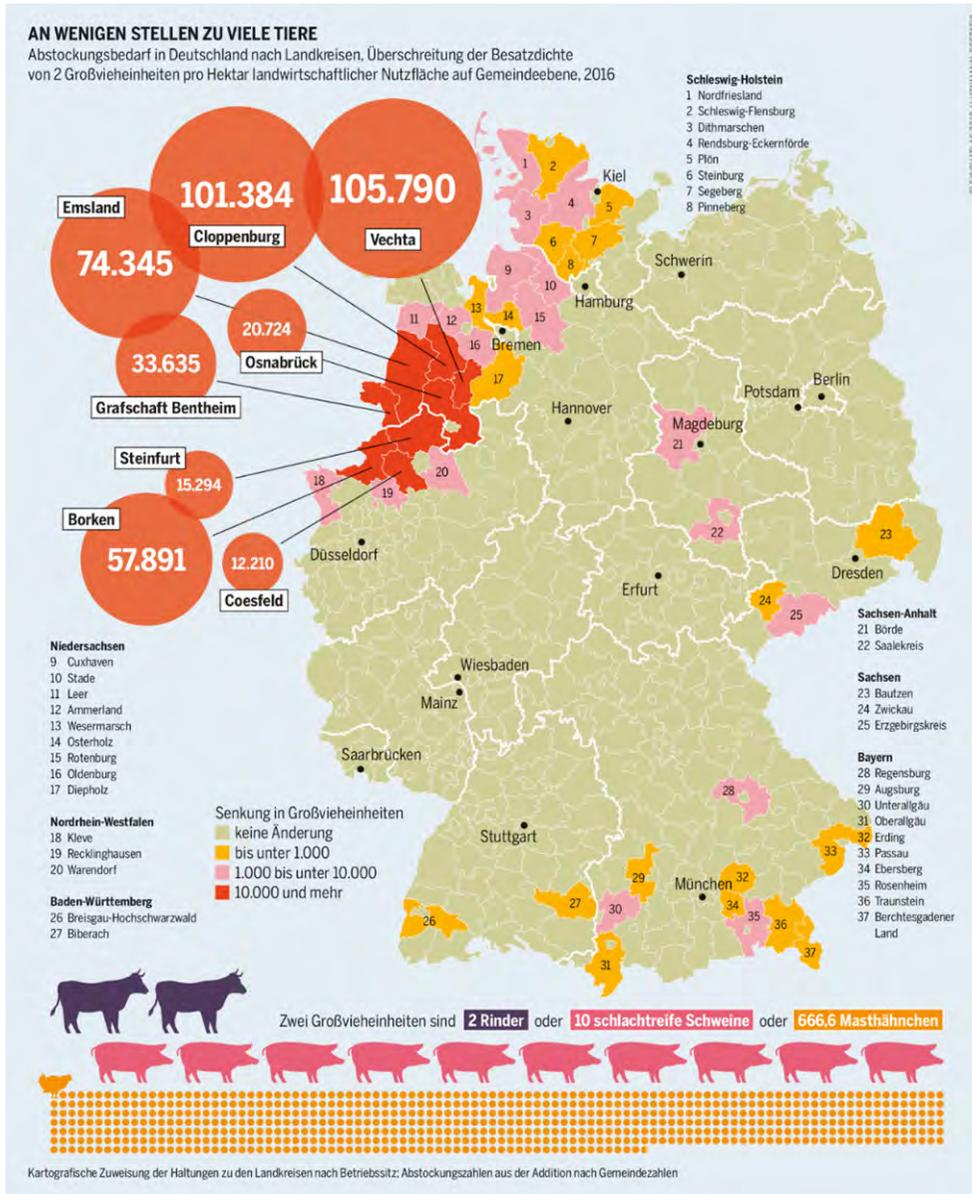


Global potential to produce 140 million tons of nitrogen on cropland (Badgley et al., 2007)



Badgley et al., 2007, Gattinger et al. 2013, Schader et al. 2015

Flächengebundene Tierhaltung: An wenigen Stellen zu viele Tiere: Überdüngung, Futtermittelimporte (LUC), Stallgrößen, Tierwohl,...

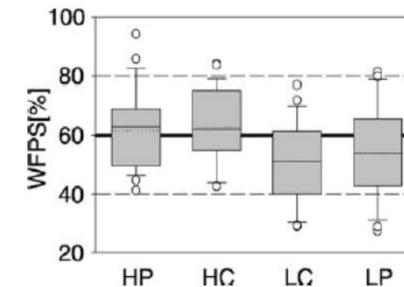
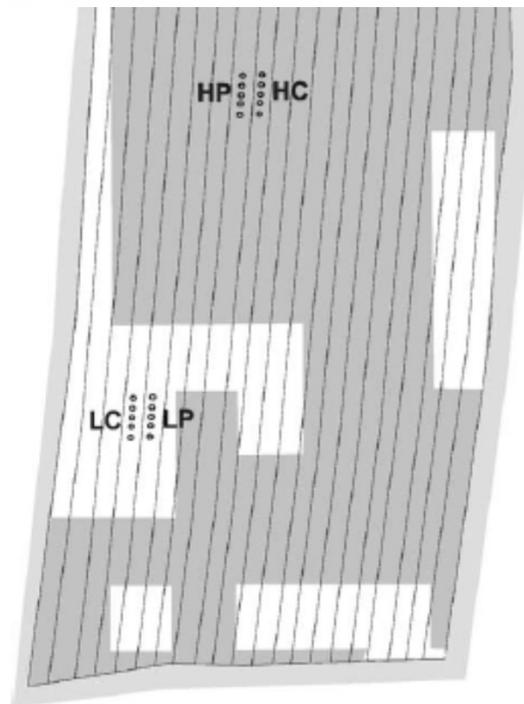


- Benötigte Senkung der Großvieheinheiten (Tierzahlen) in den gelb und rot markierten Gebieten zum Erreichen von 2,0 GVE/ha (= Max. Wert für Ökolandbau, EU Öko VO)
- Verordnung einer naturräumlich vertretbaren, flächengebundenen Tierhaltung per Gesetz?

Potenziale der digitalen Landwirtschaft: N₂O -Minderung durch standortspezifische Düngung ohne Ertragsverlust (Forschungsbetrieb Scheyern)

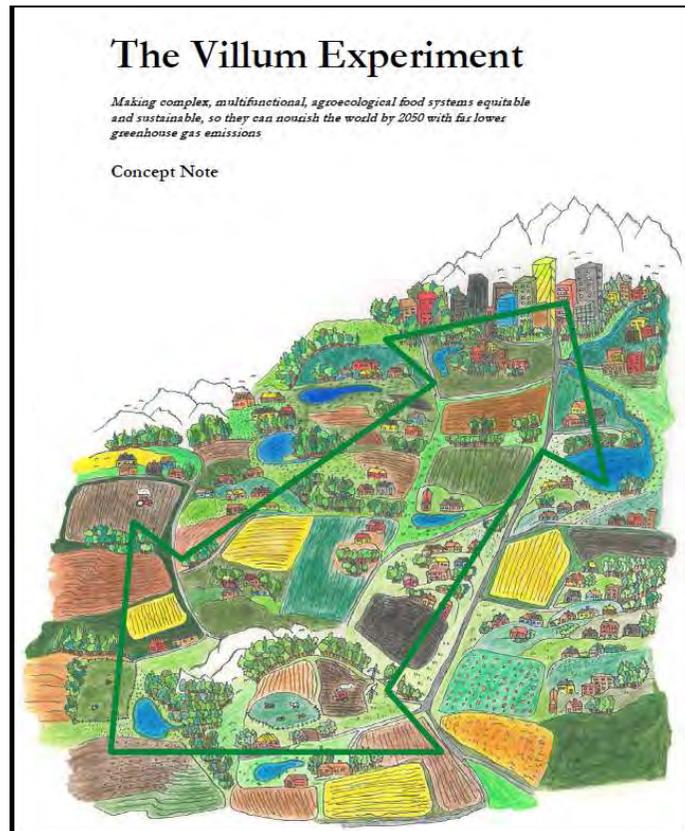
	Treatment			
	HP	HC	LP	LC
N ₂ O emissions (kg N ₂ O-N ha ⁻¹)	5.4 c ± 0.7	5.5 c ± 0.5	2.3 a ± 0.3	3.5 b ± 0.6
N-fertilizer (kg N ha ⁻¹)	175	150	125	150
Yield (t d.wt. ha ⁻¹)	20.9 a ± 2.1	19.3 a ± 2.6	18.2 a ± 1.6	17.7 a ± 1.5
N ₂ O per yield (kg N ₂ O-N t ⁻¹ d.wt.)	0.26 c ± 0.04	0.28 c ± 0.02	0.12 a ± 0.02	0.20 b ± 0.03

^a Data are shown as arithmetic means with standard deviation (n = 5); different letters indicate significant differences between treatments.



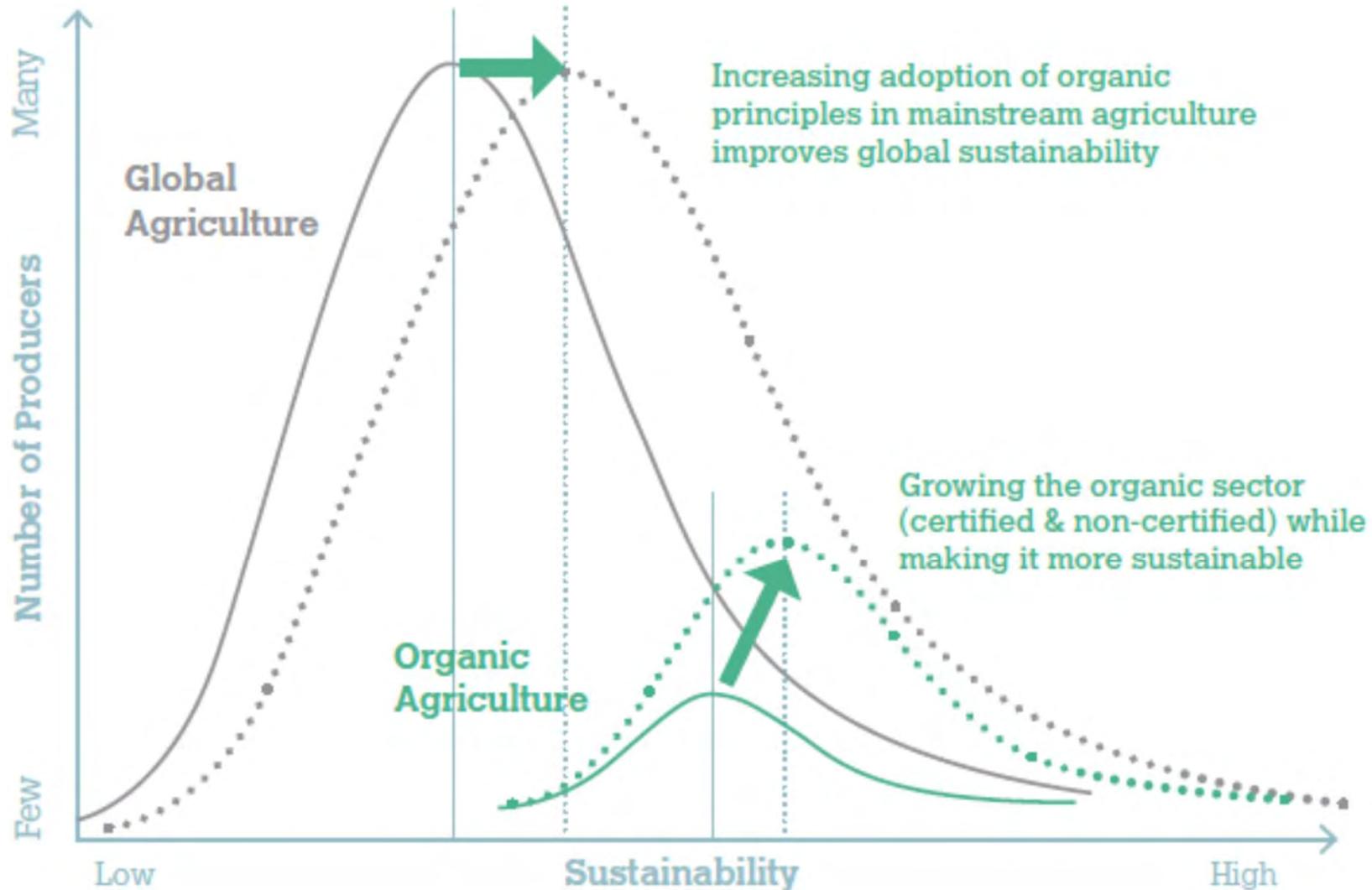
Sehy et al., 2003, AGEE

Regional integrierte, ökologischere Agrar- und Ernährungssysteme. Ökosystemleistungen mit Wertschöpfungsketten verknüpfen: The Villum Experiment



Making complex, multifunctional, agroecological food systems equitable and sustainable, so they can nourish the world by 2050 with far lower greenhouse gas emissions

Ökologisierung der Landwirtschaft und Ernährung: Regionale Ernährungsräume statt globalisierte, anonyme Agrarmärkte



Innovationen auf Stall-Feld-Betriebs- Landschaftsebene

Innovationen



→ Acker/Grünland

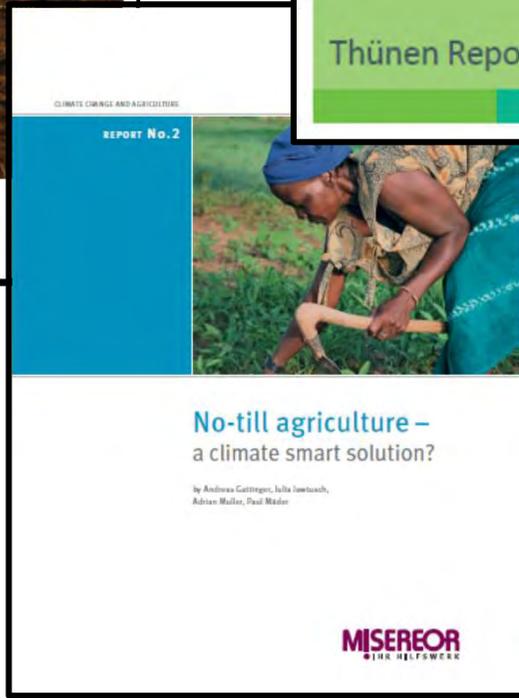
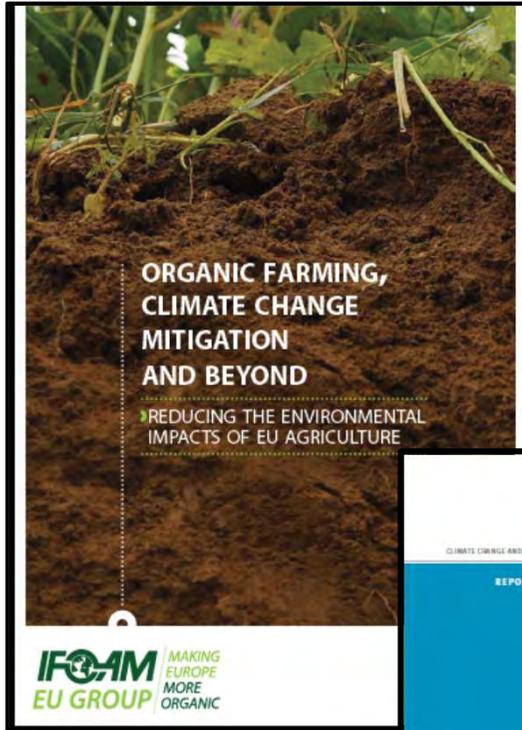


→ Landschaft



...vom Bodenaufbau zu stabilen Agrar- und Ernährungssystemen: Agrarsystemökologie





JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN





Weitere Infos:
andreas.gattinger@agrar.uni-giessen.de
www.ecoserve-project.eu
www.solmacc.eu

Sehen Sie auch:
www.youtube.com/watch?v=koMIhwLNsJg

STIFTUNG MERCATOR SCHWEIZ



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FiBL