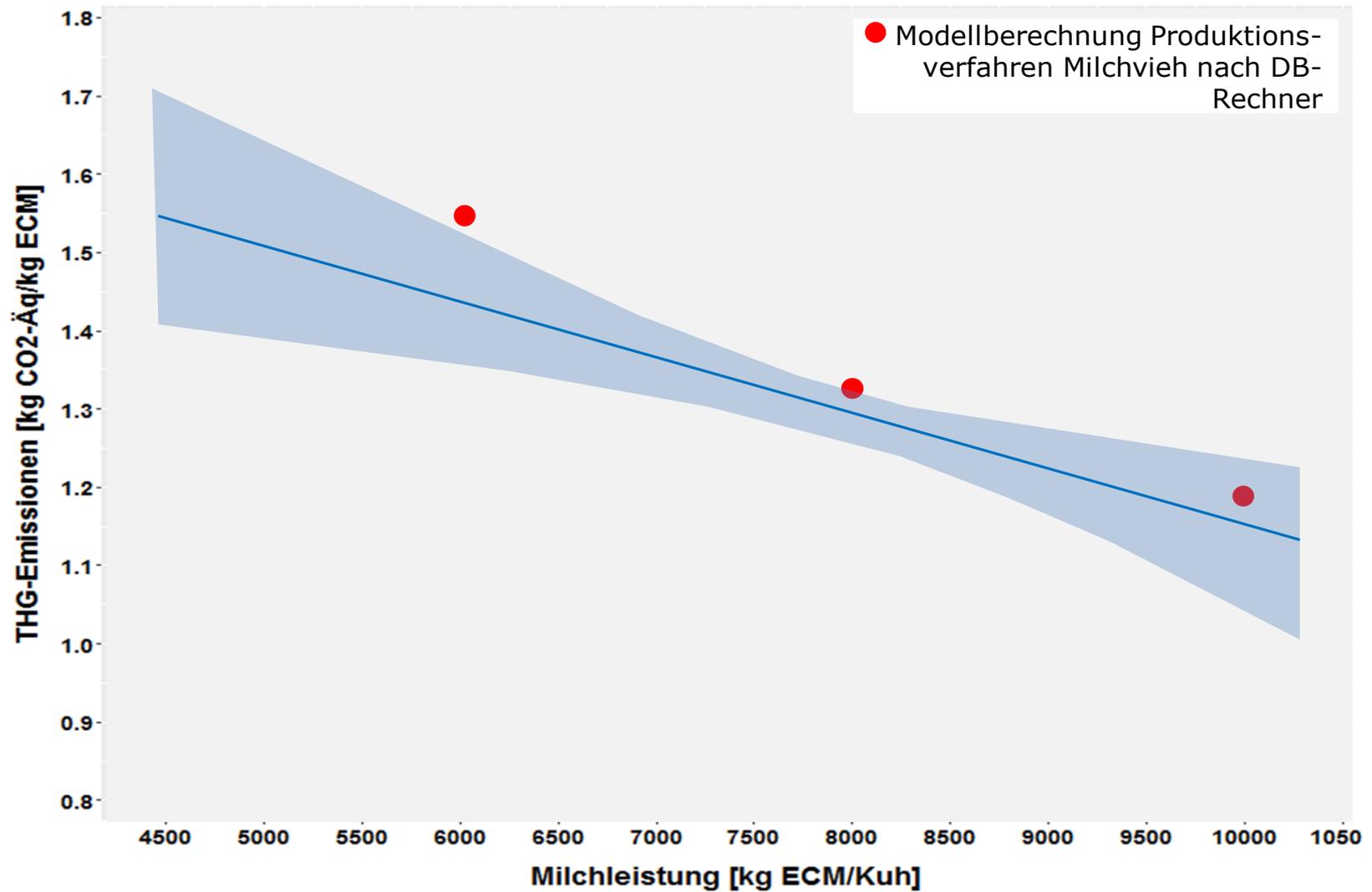


Beurteilung landtechnischer Maßnahmen zur Vermeidung von THG-Emissionen

Arbeitsforum Treibhausgasbilanzierung und Klimaschutz in
der Landwirtschaft
Bianca Zerhusen
11.10.2017, LfL Freising



Beurteilung landtechnischer Maßnahmen zur Vermeidung von THG-Emissionen



Beurteilung landtechnischer Maßnahmen

Bewertungsschema:

1. Bereich der Emissionsminderung
2. Name der Maßnahme bzw. Technologie
3. Primäre Ziele der Maßnahme
4. Wirkung auf spezifische THG
5. Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen
6. Wechselwirkung
7. Machbarkeit und Erfolgsfaktoren

Beurteilung landtechnischer Maßnahmen

Bewertungsschema:

- 1. Bereich der Emissionsminderung**
- 2. Name der Maßnahme bzw. Technologie**
3. Primäre Ziele der Maßnahme
4. Wirkung auf spezifische THG
5. Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen
6. Wechselwirkung
7. Machbarkeit und Erfolgsfaktoren

THG-Emissionen und technische Maßnahmen in der Landwirtschaft

CO₂ Äquivalente (Mt a⁻¹)

150

Informationstechnik zur strategischen Planung, Farm Management Systeme, Automatisierung, Effizienz (Ertragssteigerung, Verlustreduktion)

Informationstechnik, Sensorik, Ernte in Weide- & Grünlandmanagement

Exkl. Vorleistung Saatgut, Pflanzenschutzmittel

Exkl. CO₂ aus Kalkeinsatz, Maschinen

120

Erneuerbare Energie, Energieeffizienz in Pflanzenbau und Tierhaltung

Futtermittelimporte

Herstellung von Mineraldüngern

LCA

90

Technik auf wiedervernässten Mooren, Grünlandnutzung (Bioenergie, -raffinerie, Paludikultur), Biokohle

Energieverbrauch (Strom, Wärme, Diesel)

CO₂ Drainierte Moore, Landnutzungsänderung

NIR

N₂O N Düngung der Böden (Inkl. Ernterückstände)

CH₄, N₂O Wirtschaftsdünger in Stall und Lager

CH₄ Verdauung der Wiederkäuer

30

Ausbringtechnik für Wirtschaftsdünger, Gülle-/Gärproduktaufbereitung, Bodenschonende Technik, Teilflächenspezifische N-Düngung

Biogas, WD-Lagerung (Kühlung, Belüftung/Verdichtung), Stalltechnik &-gestaltung

0

Intelligente Fütterungssysteme

Quelle: Freibauer, 2015 nach German NIR 2013; ergänzt um landtechnische THG-Minderungsmaßnahmen

Beurteilung landtechnischer Maßnahmen

Bewertungsschema:

1. Bereich der Emissionsminderung
2. Name der Maßnahme bzw. Technologie
- 3. Primäre Ziele der Maßnahme**
4. Wirkung auf spezifische THG
5. Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen
6. Wechselwirkung
7. Machbarkeit und Erfolgsfaktoren

Entstehung von landtechnischen Maßnahmen zur THG-Minderung



Beispiel 1: Strip-Till + Automatische Spurführungshilfen/CTF:

Bodenschutz vor Schadverdichtung,
Auswaschung und Erosion

Beispiel 2: Erneuerbare Energie und Energieeffizienz:

Klimaschutz im Energiesektor,
Kostenreduktion oder Autarkie des
Betriebs



Milchtank
(Lagertemperatur der Milch 4-5°C)



Beurteilung landtechnischer Maßnahmen

Bewertungsschema:

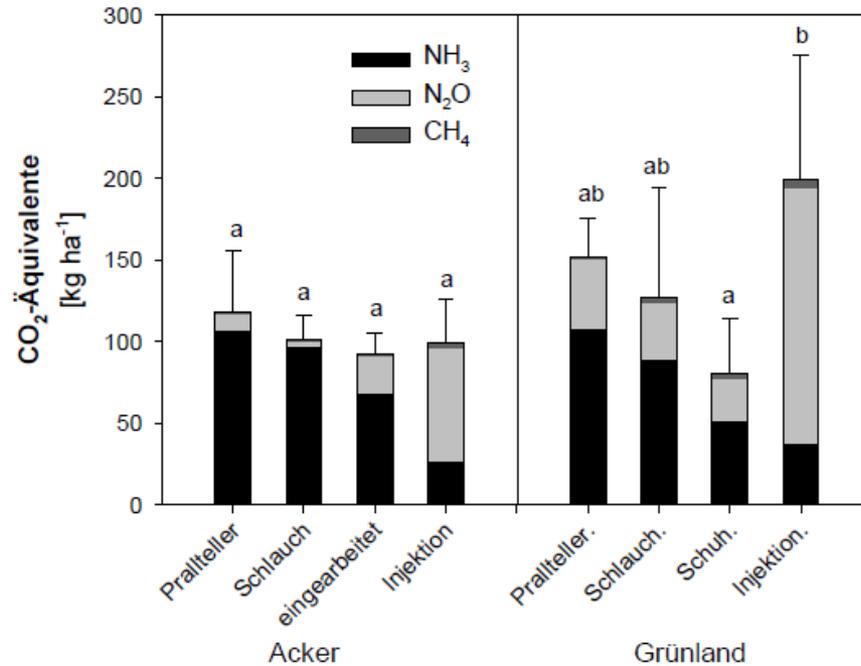
1. Bereich der Emissionsminderung
2. Name der Maßnahme bzw. Technologie
3. Primäre Ziele der Maßnahme
- 4. Wirkung auf spezifische THG**
- 5. Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen**
6. Wechselwirkung
7. Machbarkeit und Erfolgsfaktoren

Beurteilungsschema für landtechnische Maßnahmen

Maßnahme	Name der Maßnahme bzw. Technologie	Hauptbereich der THG-Emissionsminderung	Primäre Ziele	Wirkung auf spezifische THGs
				(N ₂ O-Feldemissionen dir./indir., Wirtschaftsdünger- management, Produktionsvolumen, N-Effizienz, Produktions-Effizienz, Ressourcenverbrauch, Gutschriften, sonstiges)
Emissionsarme Ausbringtechnik	Ausbringtechnik (Schleppschlauch, Schleppschuh, Injektion, Einarbeitungszeit)	N ₂ O-Feldemissionen indir., N-Effizienz	Luftreinhaltung und N-Düngeeffizienz (NH ₃ ↓)	NH ₃ ↓ und damit sinken indir. N ₂ O
				Düngeeffizienz ↑ (weniger N-Verluste, Düngeapplikation im Wurzelraum) und Einsatz min. Düngemittel kann reduziert werden
				N ₂ O ↑
				Dieselbedarf ↑

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik



Einflussfaktoren:

- N-Effizienz (während und nach Vegetationsperiode),
- Ertrag und Qualität je nach Düngenniveau,
- Bodenart,
- Witterung,
- Düngemittleigenschaften

Abb. 2-6: Düngerinduzierte Emission von CO₂-Äquivalente nach der Ausbringung von Kofermentationsrückstand auf Acker und Grünland mit verschiedenen Techniken. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) innerhalb der einzelnen Versuche an.

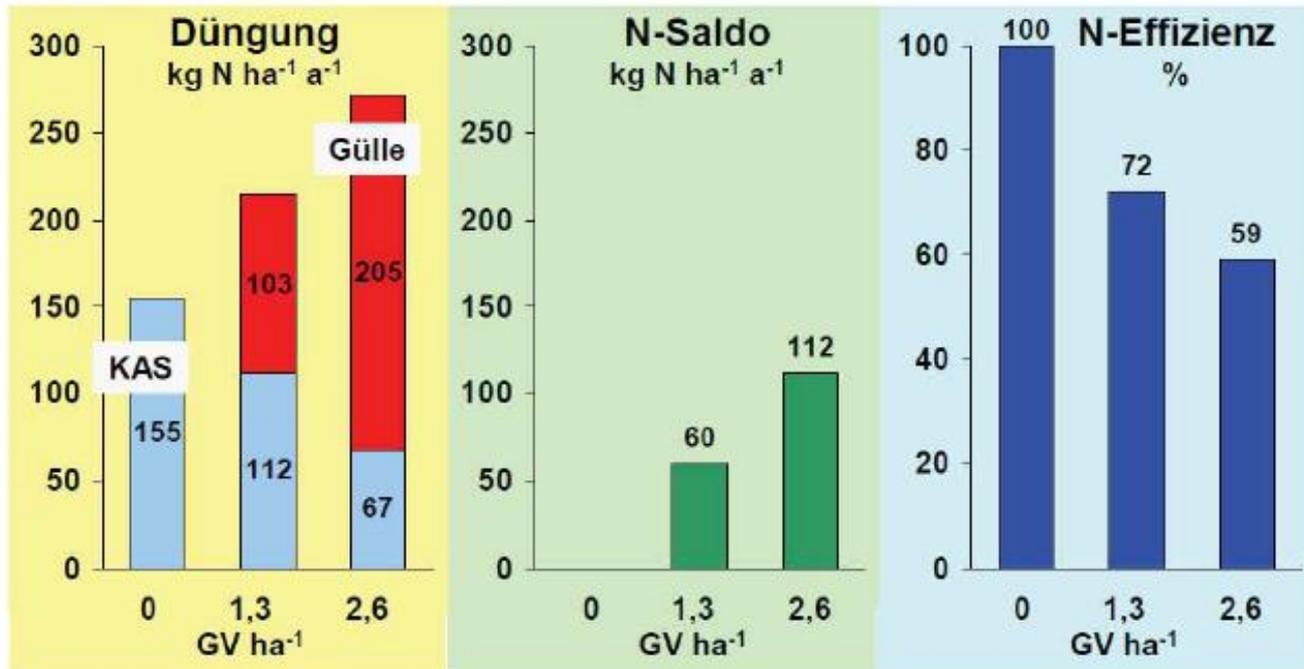
Quelle: Wulf et al., 2003

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik

Langzeitexperiment zur N-Effizienz von Rindergülle (11 Jahre)

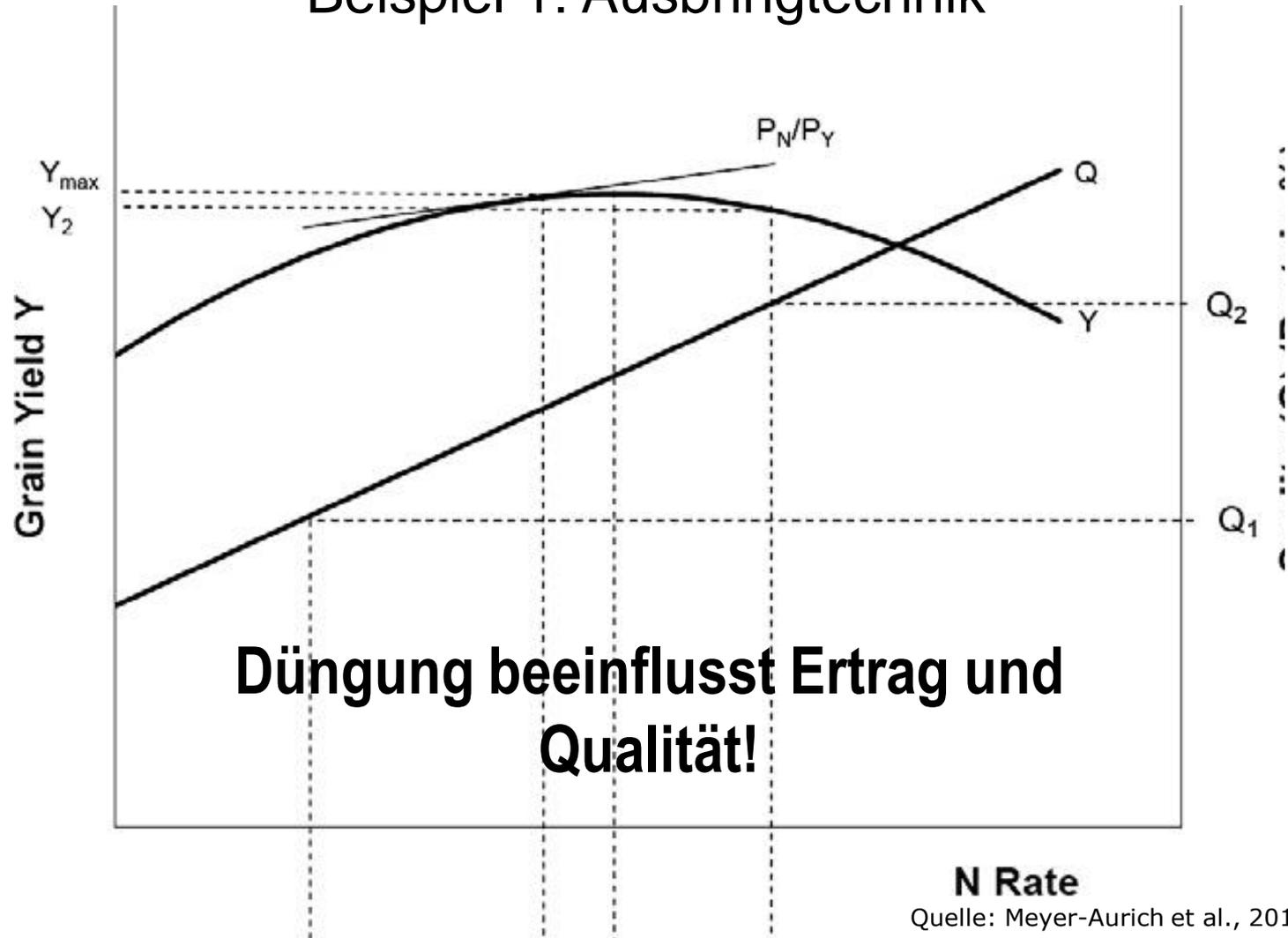
Mineraldünger (KAS) / Gülle – Kombinationen zur Erzielung gleicher N-Abfuhr über Ernteprodukte (SiMais – WiWeizen – WiGerste): 155 – 160 kg N ha⁻¹ a⁻¹



Quelle: Gutser R. und Ebertseder Th., 2005

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik



Quelle: Meyer-Aurich et al., 2010

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik

Dieserverbrauch im Ackerland



Quelle: Schmidt, 2014

Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen

- Qualitative Beurteilung der Klimaschutzwirkung: Eindeutige Wirkungsrichtung?
- Betriebliche Ausgangssituation bzw. Rahmenbedingungen für hohes THG-Minderungspotenzial?
- Kombinierbarkeit mit anderen Maßnahmen?

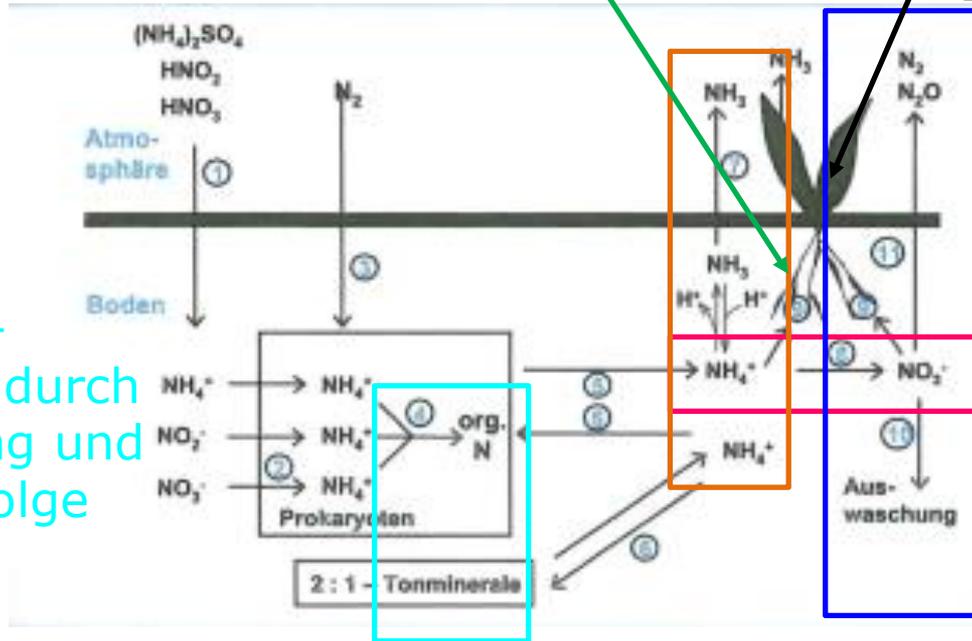
Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen

Strategien aus passenden Maßnahmen zusammenstellen:

Düngemittleigenschaften?

N-Bedarf? Düngemenge?
Anzahl Düngegaben?
Zeitpunkt?

Humus-
Aufbau durch
Düngung und
Fruchtfolge



Ureaseinhibitoren,
Ausbringtechnik

Nitrifikationsinhibitoren

Winterzwischenfrucht,
Mulchsaat

Quelle: Schubert, 2011, verändert

Spezifische THG: Einflussparameter

CO₂ Äquivalente (Mt a⁻¹)

150

Informationstechnik zur strategischen Planung, Farm Management Systeme, Automatisierung, Effizienz (Ertragssteigerung, Verlustreduktion)

Informationstechnik, Sensorik, Ernte in Weide- & Grünlandmanagement

Exkl. Vorleistung Saatgut, Pflanzenschutzmittel

Exkl. CO₂ aus Kalkeinsatz, Maschinen

120

Erneuerbare Energie, Energieeffizienz in Pflanzenbau und Tierhaltung

Futtermittelimporte

Herstellung von Mineraldüngern

LCA

90

Energieverbrauch (Strom, Wärme, Diesel)

CO₂ Drainierte Moore, Landnutzungsänderung

NIR

Technik auf wiedervernässten Mooren, Grünlandnutzung (Bioenergie, -raffinerie, Paludikultur), Biokohle

N₂O N Düngung der Böden (Inkl. Ernterückstände)

CH₄, N₂O Wirtschaftsdünger in Stall und Lager

CH₄ Verdauung der Wiederkäuer

30

Ausbringtechnik für Wirtschaftsdünger, Gülle-/Gärproduktaufbereitung, Bodenschonende Technik, Teilflächenspezifische N-Düngung

Biogas, WD-Lagerung (Kühlung, Belüftung/Verdichtung), Stalltechnik &-gestaltung

0

Intelligente Fütterungssysteme

Quelle: Freibauer, 2015 nach German NIR 2013; ergänzt um landtechnische THG-Minderungsmaßnahmen

Spezifische THG: Einflussparameter

CO₂ Äquivalente (Mt a⁻¹)

150

Informationstechnik zur strategischen Planung, Farm Management Systeme, Automatisierung, Effizienz (Ertragssteigerung, Verlustreduktion)

Informationstechnik, Sensorik, Ernte in Weide- & Grünlandmanagement

Exkl. Vorleistung Saatgut, Pflanzenschutzmittel

Exkl. CO₂ aus Kalkeinsatz, Maschinen

120

Erneuerbare Energie, Energieeffizienz in Pflanzenbau und Tierhaltung

Futtermittelimporte

Herstellung von Mineraldüngern

LCA

90

Technik auf wiedervernässten Mooren, Grünlandnutzung (Bioenergie, -raffinerie, Paludikultur), Biokohle

Energieverbrauch (Strom, Wärme, Diesel)

CO₂ Drainierte Moore, Landnutzungsänderung

NIR

N₂O N Düngung der Böden (Inkl. Ernterückstände)

CH₄, N₂O Wirtschaftsdünger in Stall und Lager

CH₄ Verdauung der Wiederkäuer

30

Ausbringtechnik für Wirtschaftsdünger, Gülle-/Gärproduktaufbereitung, Bodenschonende Technik, Teilflächenspezifische N-Düngung

Biogas, WD-Lagerung (Kühlung, Belüftung/Verdichtung), Stalltechnik &-gestaltung

0

Intelligente Fütterungssysteme



Quelle: Freibauer, 2015 nach German NIR 2013; ergänzt um landtechnische THG-Minderungsmaßnahmen

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 2: Biogasproduktion -

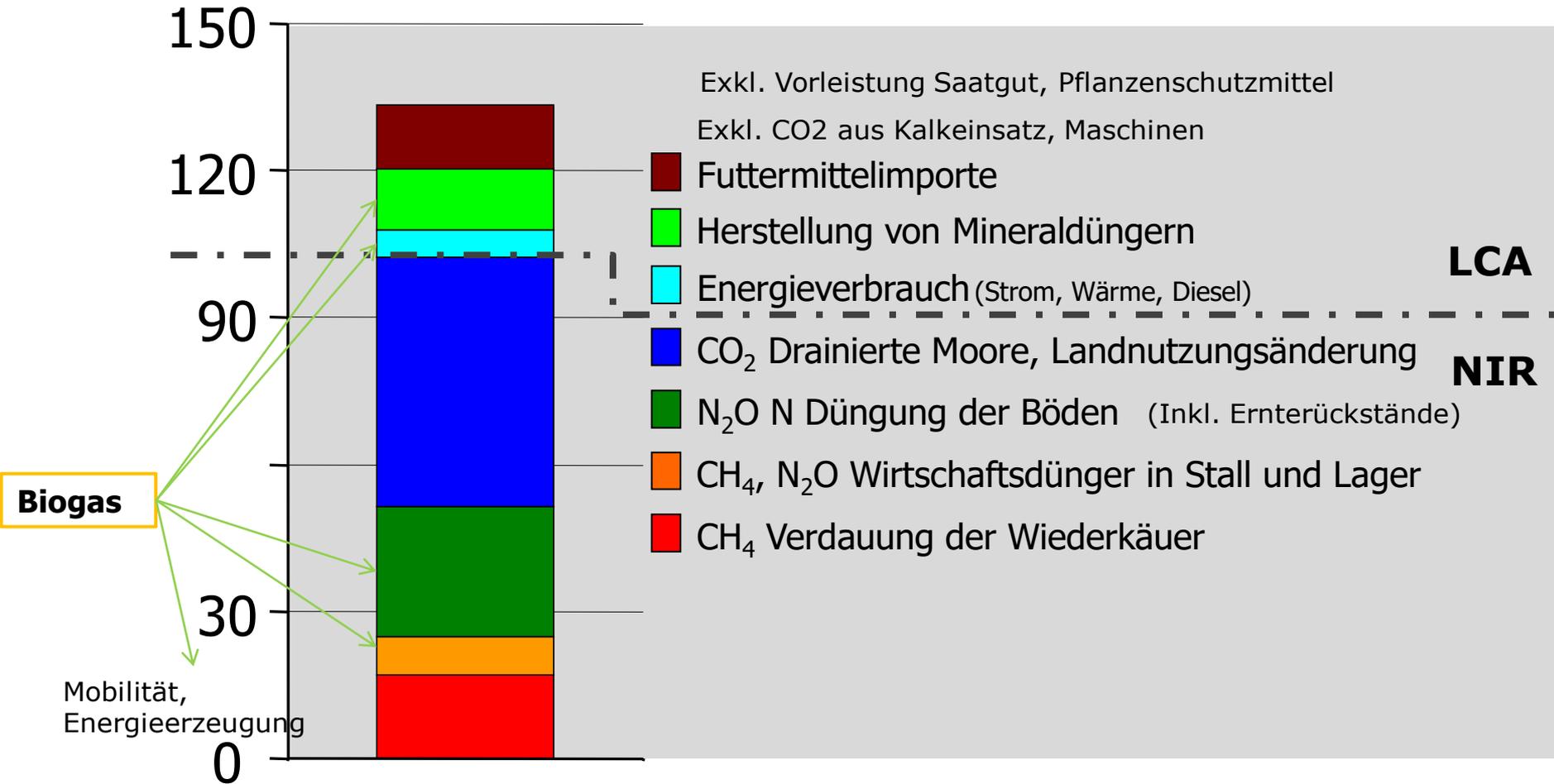
Chancen

- Verringerung von N_2O und CH_4 Emissionen aus offener Gülle-/Mistlagerung
- Einsparung fossiler Energieträger zur Strom und Wärmeerzeugung, flexible Energieerzeugung zur Netzstabilisierung oder Biogas als Kraftstoff
- Effizientere C- und N-Kreisläufe im Betrieb (Legume N-Fixierung und Humus):
 - Mehrerträge im Marktfruchtbau oder Einsparung von Mineraldüngemitteln (insb. Klee grasvergärung in Ökobetrieben, aber auch vermehrter Anbau von Zwischenfrüchten und Leguminosen)
 - Langjährige Nährstoffnachlieferung



Spezifische THG: Einflussparameter

CO₂ Äquivalente (Mt a⁻¹)



Quelle: Freibauer, 2015 nach German NIR 2013; ergänzt um landtechnische THG-Minderungsmaßnahmen

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 2: Biogasproduktion -

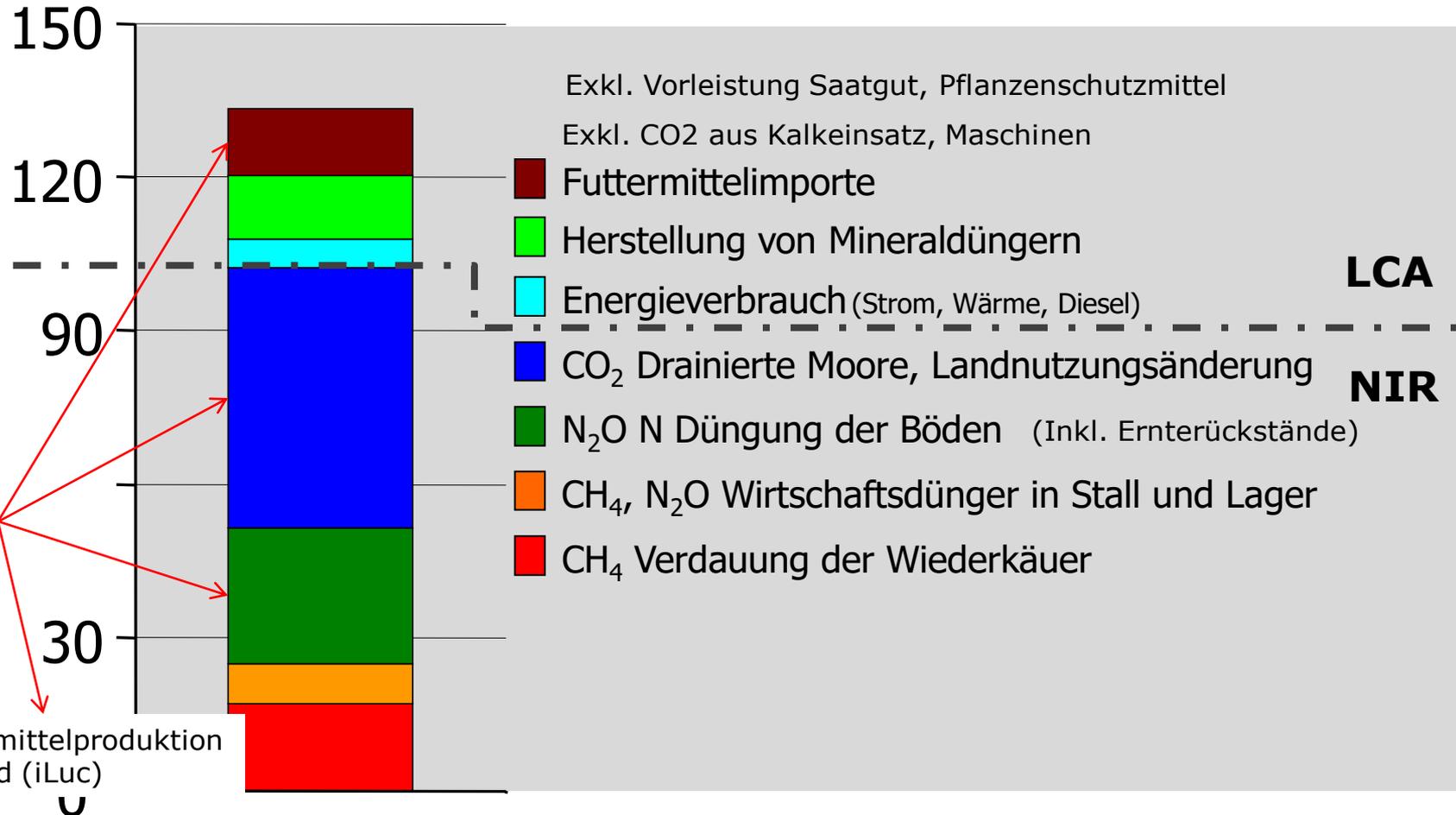
Risiken

- Intensivierung von Ackerbau und Grünland und dadurch höhere Emissionen und Verringerung von Bodenfruchtbarkeit
- Druck zu Grünlandumbruch und damit Verlust an C-Speicher im Boden
- Gefahr der Verdrängung von Nahrungsmittelproduktion (Flächenknappheit)



Spezifische THG: Einflussparameter

CO₂ Äquivalente (Mt a⁻¹)



Quelle: Freibauer, 2015 nach German NIR 2013; ergänzt um landtechnische THG-Minderungsmaßnahmen

Beurteilung landtechnischer Maßnahmen

Bewertungsschema:

1. Bereich der Emissionsminderung
2. Name der Maßnahme bzw. Technologie
3. Primäre Ziele der Maßnahme
4. Wirkung auf spezifische THG
5. Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen
- 6. Wechselwirkung**
7. Machbarkeit und Erfolgsfaktoren

Intensivierung im Grünland

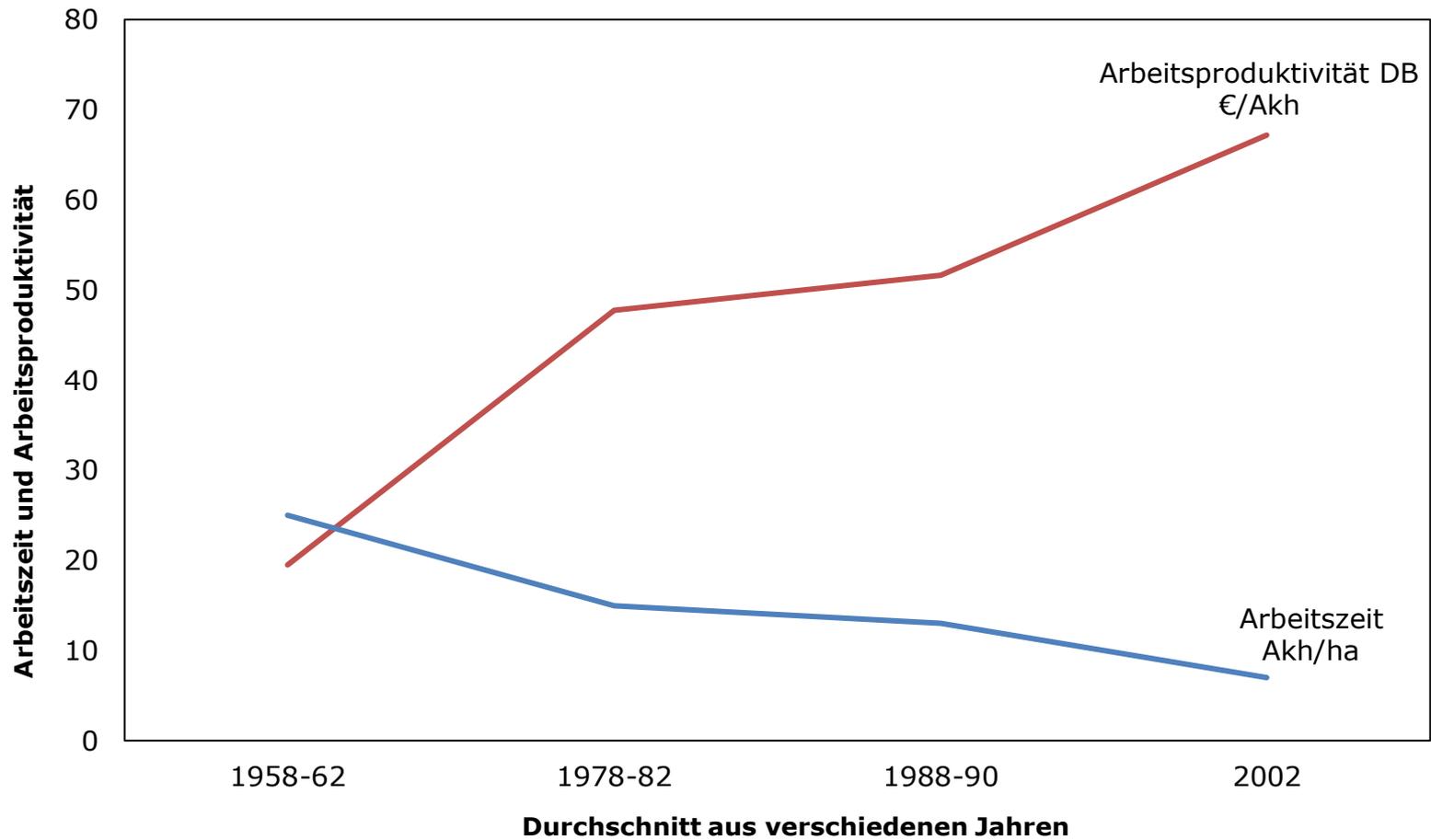


Abnahme der Biodiversität (Pflanzen, Insekten):

- Seltene Arten
- Gesamte Artenzahl

Landtechnik

Arbeitsentwicklung im Winterweizen



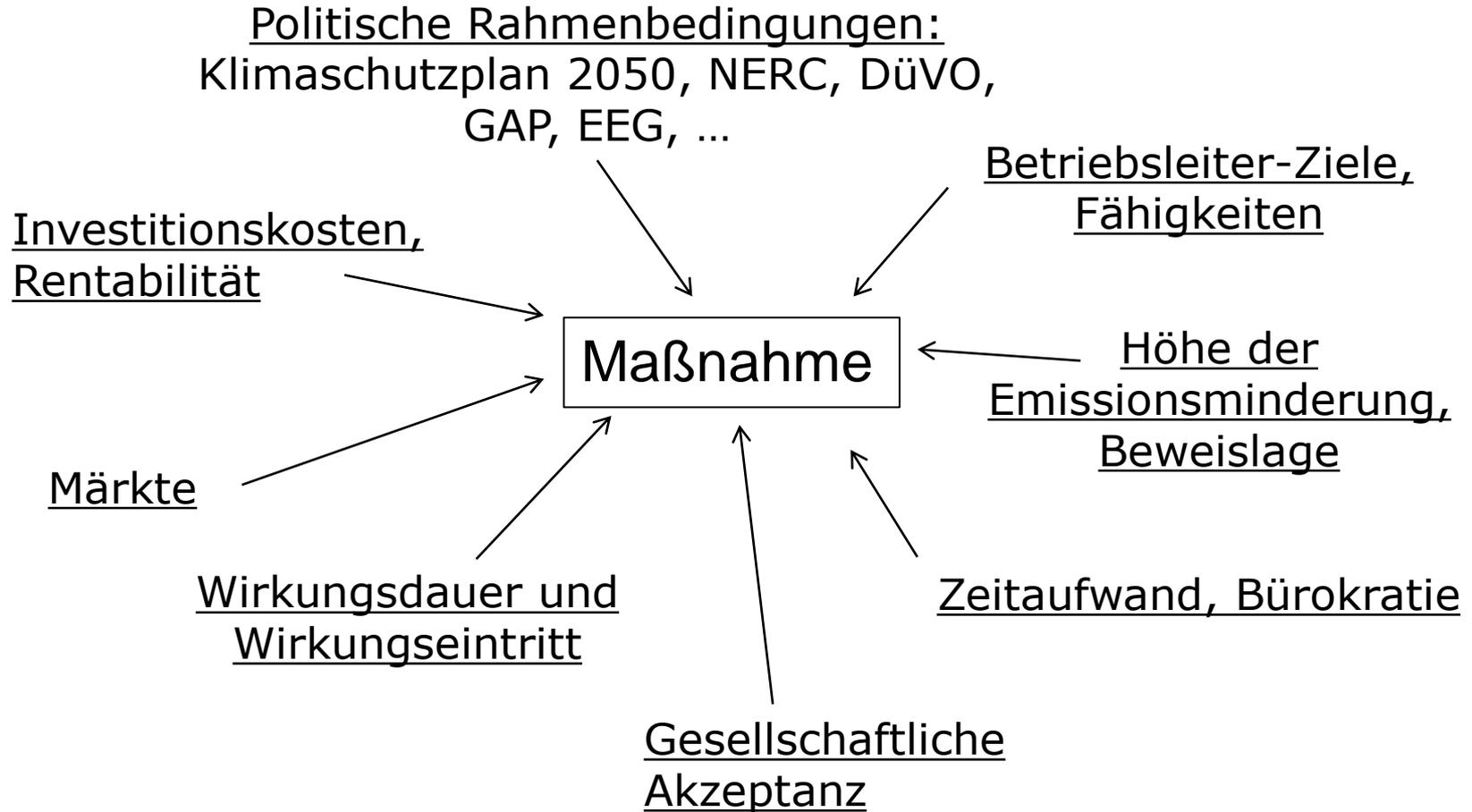
Quelle: Eigene Darstellung nach Zeddis, 2003

Beurteilung landtechnischer Maßnahmen

Bewertungsschema:

1. Bereich der Emissionsminderung
2. Name der Maßnahme bzw. Technologie
3. Primäre Ziele der Maßnahme
4. Wirkung auf spezifische THG
5. Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen
6. Wechselwirkung/Zielkonflikte
- 7. Machbarkeit und Erfolgsfaktoren**

Machbarkeit und Erfolgsfaktoren



Machbarkeit und Erfolgsfaktoren:

Beispiel: Teilflächenspezifische N-Düngung:

- **Inhomogene Flächen** – Verstärkte Relevanz mit zunehmendem Klimawandel
- **Hoher N-Überschuss**, hohe Ertragsunterschiede, Schwelle zu einer höheren Qualität
- **Dokumentationspflichten** und weitere Anforderungen auf Teilflächen: Gewässerschutz, Vertragsnaturschutz, Vertragsanbau
- **Große Betriebe (Skaleneffekte) und Flächen** – Maschinenkosten und Sensorkosten → Lohnunternehmen? Leasing?
- **Big Data**
 - Mängel bei der Modellierung für effektive Anpassung des Managements
- **Ausbildung, Beratung: Informationssysteme, Hinweise/Empfehlungen**
 - Kenntnisse von Geo-Informationssystemen, Datenverarbeitung
 - Gerätebedienung
 - Komplexe Zusammenhänge und Steuerungsmöglichkeiten
 - Probenahme, Sensoreinsatz, Standortkenntnisse
- **Sichtbarkeit des Erfolgs? Maßnahmen-Controlling?** THGs nicht messbar - Finanzielle „Belohnung“?

Zusammenfassung

- Es gibt nicht die eine Maßnahme für den Betrieb
- Bestimmte Maßnahmen sind für manche Betriebe mit höheren Emissionseinsparungen verbunden als in anderen, denn sie müssen zum Gesamtkonzept, Betriebsleiter & Standort passen
- Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren müssen geklärt/bekannt sein, um erfolgreich THG einzusparen
- Wir benötigen den Blick über den Tellerrand: Kann die landtechnische Maßnahme kombiniert werden und ist sie bei Betrachtung der kompletten Produktionskette sinnvoll für den Klimaschutz bzw. unter welchen Bedingungen?
- Viele kleine Stellschrauben optimal kombiniert für hohe Emissionseinsparungen – Strategie statt Maßnahme

Projekt-Ausblick

- Maßnahmenkatalog in Bearbeitung: Qualitative Beurteilung – Quantifizierbar, Forschungsbedarf, Machbarkeit?
- Betriebliche THG-Minderungspotenziale unter genau definierten Rahmenbedingungen (Expertenwissen) modellieren, mit Fokus auf ausgewählte Techniken und Kulturen
- Zusammenarbeit mit „Leuchtturmbetrieben“ und Prüfung der Zusammenhänge in der Praxis



Literatur

- KNITTEL, H.; ALBERT, E.; EBERTSEDER, TH. (2012): Praxishandbuch Dünger und Düngung. Agrimedia Verlag, 2. Auflage. ISBN: 978-3-86263-009-7
- GUTSER, R. UND EBERTSEDER, TH. (2005): Grundregeln der guten fachlichen Praxis für den Einsatz organischer Düngemittel. In Bundesarbeitskreis Düngung (BAD) (Hrsg.): Nährstoffmanagement, Bodenfruchtbarkeit und nachhaltige Landwirtschaft. Tagung VLK/BAD 2005. BAD, Frankfurt/Main, 43-59.
- WULF, S. (2003): Untersuchung der Emission direkt und indirekt klimawirksamer Spurengase (NH₃, N₂O und CH₄) während der Lagerung und nach der Ausbringung von Kofermentationsrückständen sowie Entwicklung von Verminderungsstrategien. Abschlußbericht Deutsche Bundesstiftung Umwelt: DBU-AZ 08912.
- HAFNER, S. D.; SOMMER, S. G.; PACHOLSKI, A. (2017): A flexible semi-empirical model for ammonia emission from field-applied manure. University of Southern Denmark, Odense. Konferenz EmiLi, St-Malo, 22 May 2017.
- BACHMAIER, H. (2012): Treibhausgasemissionen und fossiler Energieverbrauch landwirtschaftlicher Biogasanlagen. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Wien. [<http://permalink.obvsg.at/bok/AC07814917>]
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland 10. unveränderte Auflage, November 2012. [<http://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040117/>]
- FREIBAUER, A. (2015) nach German NIR (2013); ergänzt um landtechnische THG-Minderungsmaßnahmen
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (2017): Treibhausgas-Emissionen in bayerischen landwirtschaftlichen Betrieben. Verknüpfung von erhobenen Betriebsdaten, Modellen und Geodaten als Grundlage für die Bewertung von Treibhausgas-Vermeidungsoptionen. ISSN 1611-4159. [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/treibhausgas-emissionen-bay-landwirtschaft_lfl-schriftenreihe.pdf]
- MEYER-AURICH, A.; WEERSINK, A.; GANDORFER, M.; WAGNER P. (2010): Optimal site-specific fertilization and harvesting strategies with respect to crop yield and quality response to nitrogen. Agricultural Systems Volume 103, Issue 7, September 2010, Pages 478-485.
- ZEDDIS, J. (2003): Beiträge der Landtechnik zur nachhaltigen Pflanzenproduktion. IN: Bewertung von Umweltschutzleistungen in der Pflanzenproduktion. KTBL Schrift 415
- SCHMIDT, J. (2014): Potentiale der Energieeinsparung im Ackerbau und Grünland. Vortrag 2. Land-Energie-Tag im Landkreis Starnberg. Landtechnik- und Energieberater FZ 3.11 AELF Ingolstadt.
- SCHUBERT, S. (2011): Pflanzenernährung. 2. Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. ISBN: 978-3-8001-2951-5.
- KWS (2017): Roggen-Anbau-Düngung. [<https://www.kws.de/aw/Roggen/Anbau/Duengung/~fycf>]

DANKE!

Wechselwirkungen – Beispiel Biogas

1			
2	Maßnahme	Name der Maßnahme bzw. Technologie	Wechselwirkung (Zielkonflikt -, Win-win +)
3			
24	Biogasproduktion	Energiepflanzenvergärung	Einsparung fossiler Energieträger (Strom, Wärme, Kraftstoff)+
25			Biogas kann zur Netzstabilisierung beitragen durch Flexibilisierung +
26			Fruchtfolgediversifizierung und damit effizientere C- und N-Betriebskreisläufe (C-Speicher, N-Fixierung), Biodiversität in der Fruchtfolge +
27			Einkommenschance und Wertschöpfungssteigerung +
28			Alternativer Absatzmarkt für Nahrungsmittelpflanzen und damit unabhängiger bei Weltmarktschwankung +
29			Flächenverbrauch (Teller/Trog/Werkbank) -
30			Pachtpreise und Druck zur Intensivierung mit negativen Folgen für Ökologie wie Monokultur Mais, Konkurrenzfähigkeit von Lebensmittelerzeugenden Betrieben, weniger Biodiversität im Grünland, mehr Erosion und Hochwasser-Stauungs-Gefahr -
		Reststoffverwertung	Energieversorgung aus einem Reststoff in Kaskadennutzung +

◀ ▶
Maßnahmen grob
Maßnahmen Umsetzung
Landtechnische Maßnahm

Bereit

Entstehung von landtechnischen Maßnahmen zur THG-Minderung



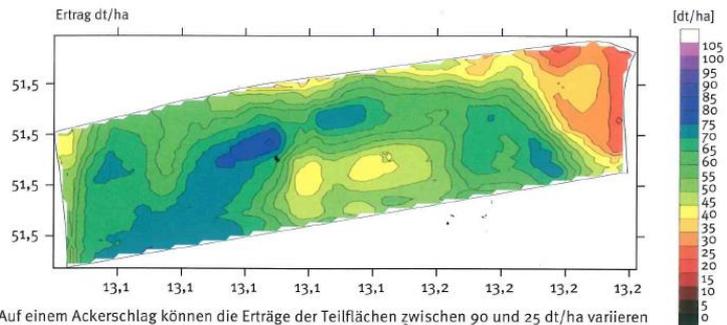
Beispiel 3: Biogaserzeugung:

Erneuerbare Stromerzeugung (Klimaschutz im Energiesektor, Ersatz fossiler Ressourcen),
Wertschöpfung für die Landwirtschaft

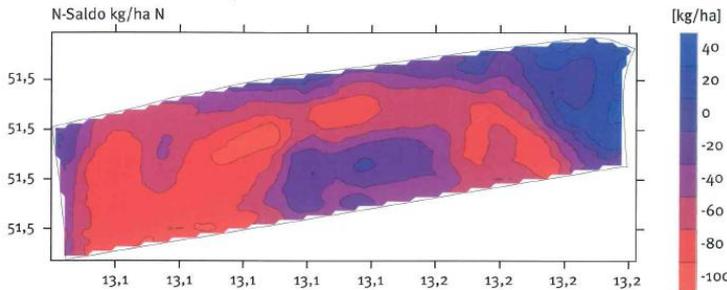


Beispiel 4: Bodennahe Ausbringetechnik Schleppschuh: Ammoniak-Emissionen vermeiden

Entstehung von landtechnischen Maßnahmen zur THG-Minderung



Auf einem Ackerschlag können die Erträge der Teilflächen zwischen 90 und 25 dt/ha variieren
Abb. 2-2: Ertrag von Winterweizen



Mit unterschiedlichen Erträgen werden unterschiedliche Stickstoffmengen von den Teilflächen abgefahren
Abb. 2-3: N-Saldo von Winterweizen

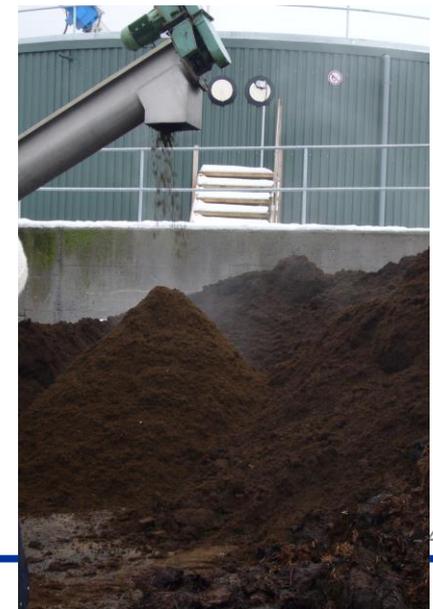
Quelle: Knittel et al., 2012

Beispiel 5: Precision Agriculture

Betriebsmitteleinsparung, Ertragseffizienz,
Qualitätssicherung, Betriebsorganisation,
Umwelt, Tiergesundheit + Tierwohl

Beispiel 6: Gülle/Gärprodukt-Aufbereitung:

Begrenze Lagerkapazität, Rezirkulat, Export von überschüssigem Stickstoff aus Regionen mit intensiver Tierhaltung (Luftreinhaltung und Eutrophierung) und Verkauf von Dünger statt Verschwendung

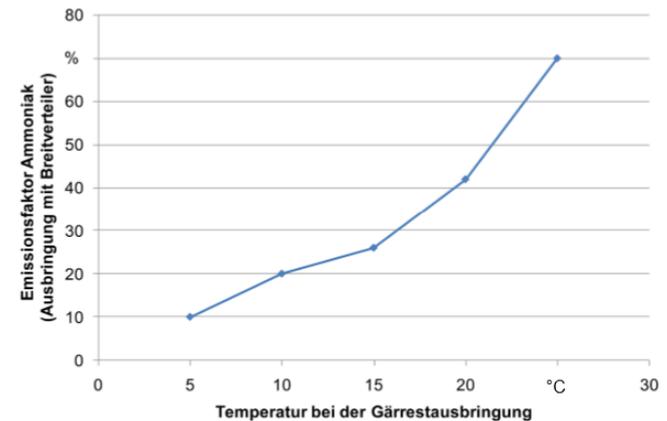
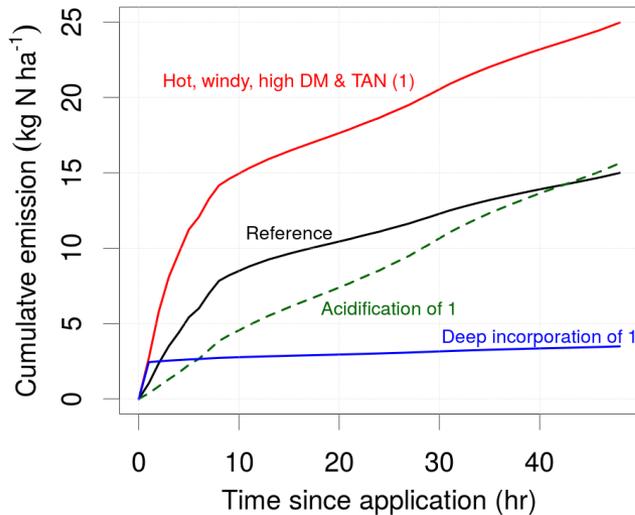
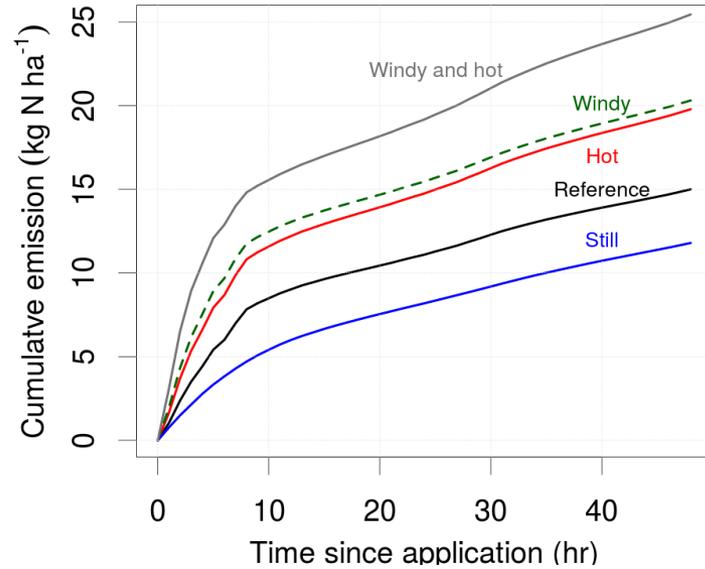
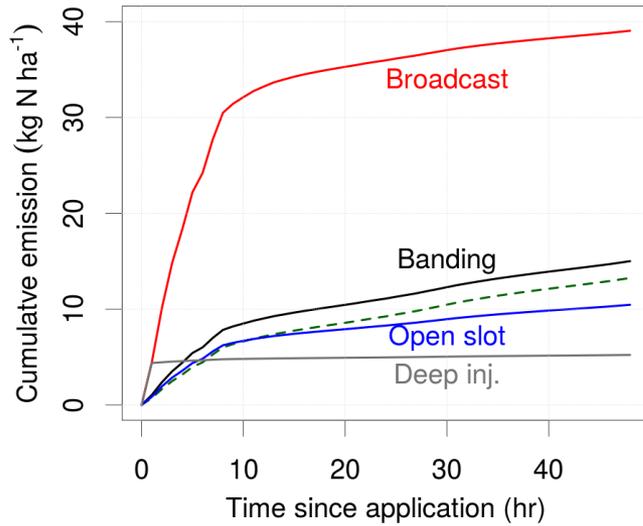


Einführung: Aktuelle polit. Maßnahmen

- EU-Agrarreform für mehr Nachhaltigkeit (GAP-Greening, 2. Säule)
- Klimaschutzplan 2050 (**Landwirtschaft: -34%** bis 2030):
 - Verringerung der N-Bilanzüberschüsse von 100 auf 70 kg N/ha im Jahr 2028-32 (Novellierung der Düngeverordnung)
 - Reduktion der Ammoniak-Emissionen durch NERC-Richtlinie (bis 2030 NH₃-Emissionen: -29% im Vergleich zu 2005)
 - ca. 20% der landwirtschaftlich genutzten Fläche ökologisch bewirtschaften

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik



Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik

Tabelle 38: Güllekalender

Empfohlene Ausbringzeiten und -mengen an flüssigen org. Düngern (m³/ha)

Früchte	Empfohlene max. Menge*) m ³ /ha u. Jahr	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Silomais, Körnermais	60										30-60	20-30 ¹⁾	
Futterrüben	50									20-50			
Kartoffeln	30									20-30			
Wintererbsen	50		20							20-40			
Winterweizen, Triticale	60									20-60 ²⁾			
Wintergerste	50		20							20-40			
Sommerweizen	50									20-50 ³⁾			
So-Gerste (Futter), Hafer	25									20-25			
Kleegras	45	15-25								15-25			15-25
Feldfutter (Hauptfr., ohne Legum.)	80	20-25		20-25 ⁴⁾						20-40			20-25
Zwischenfrucht ⁴⁾	20	20											
Zwischenfrucht abgefahren	40	15-25								15-25			
Getreidestroh ⁵⁾	20	20											
Grünland	80	15-25 ⁶⁾		15-25 ⁶⁾						15-25 ⁶⁾		15-25 ⁶⁾	

*) Die empfohlene Aufwandmenge pro ha und Jahr gilt für ein Ertragsniveau von z. B. 80 dt/ha Weizen.

1) bis 6): Nebenstehende Hinweise zur Ausbringung beachten:

- | | |
|---|--|
| 1) Zwischen die Reihen einarbeiten | 5) Strohdüngung ohne Zwi-frucht meist nicht empfehlenswert |
| 2) Zweimalige Gabe möglich | 6) Einzelgabe von 25 m ³ /ha und max. Gesamtgüllemenge nur bei intensiver Bewirtschaftung |
| 3) Nur bei überwinternden Pflanzenbeständen | |
| 4) Zwi-frucht überwintern oder möglichst spät einarbeiten | |

 Empfohlene Ausbringzeit bei durchschn. Standortbedingungen

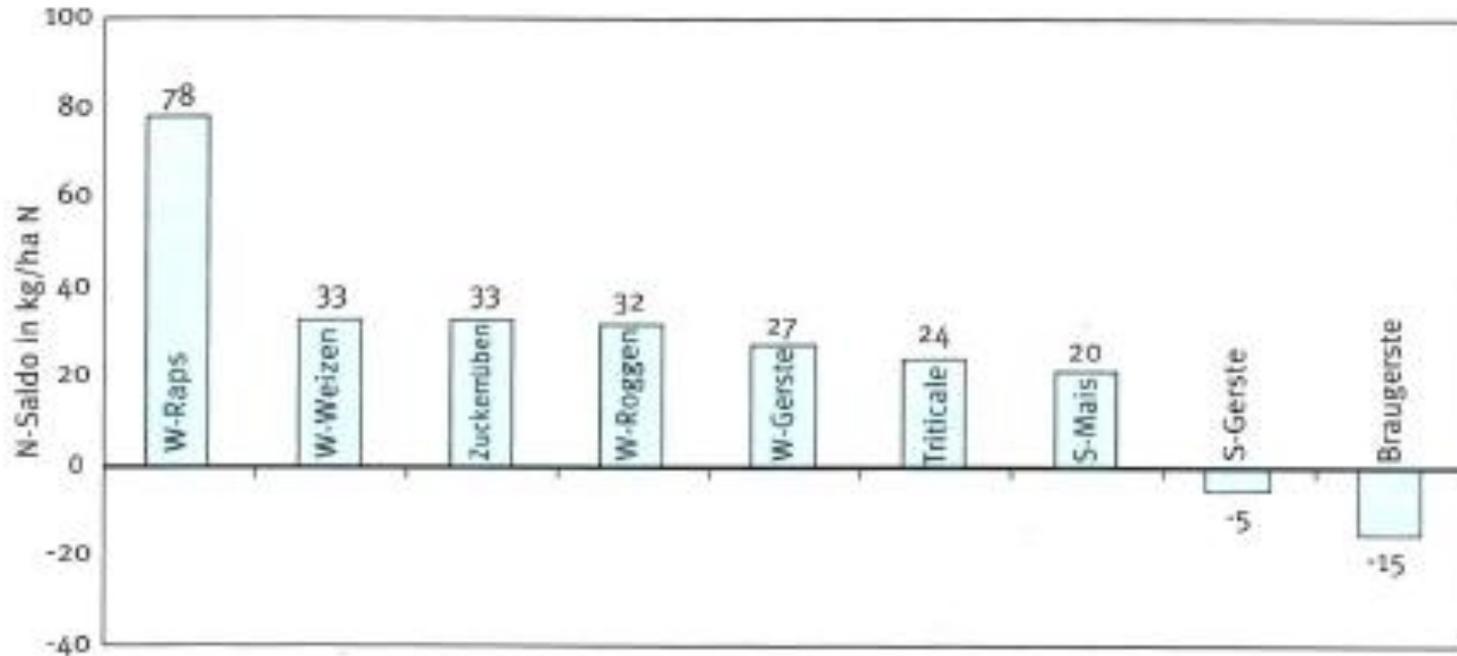
 15-25 Empfohlene Menge (m³/ha) an flüssigen org. Düngern mit 3,5 kg Ges.-N/m³ ohne Berücksichtigung von NH₄-Verlusten nach der Ausbringung

 Ausbringverbot vom 01. Nov. bis 31. Jan.; bei Grünland vom 15. Nov. bis 31. Jan.

Quelle: LfL, 2012

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik



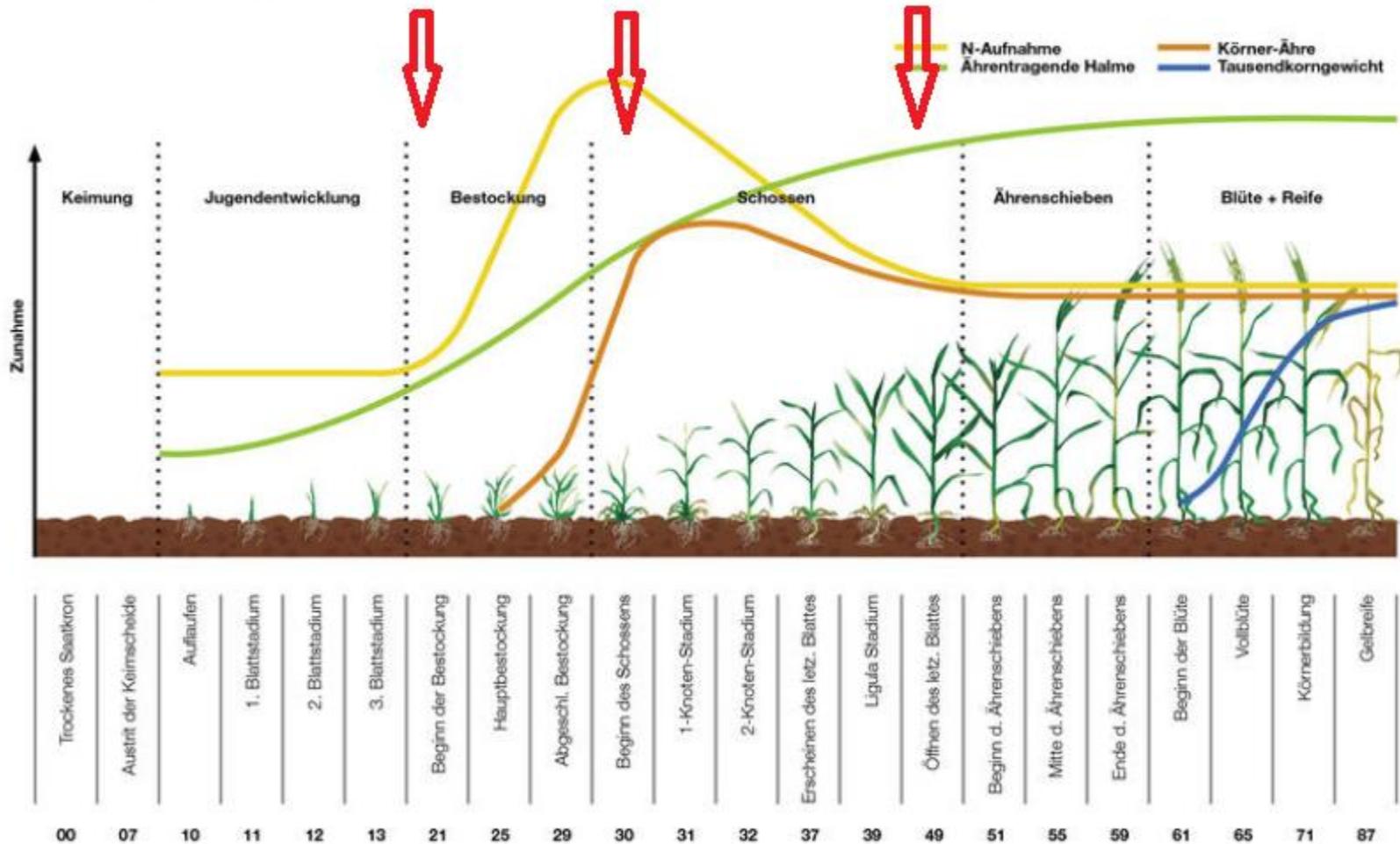
Das N-Saldo der Anbaufrüchte hat eine große Bandbreite

Quelle: Knittel et al., 2012 nach Albert, 2010

Spezifische THG: Einflussparameter

Beispiel 1: Ausbringtechnik

Düngung von Roggen



Quelle: KWS, 2017; verändert

Spezifische THG: Einflussparameter

Lachgasemissionen:

- 1) Bodenart: Corg, Feuchte, Bodenaggregatgefüge (wie dicht gelagert?),
- 2) Witterungseinflüsse - Niederschlagsverteilung? Frost-Tau-Zyklen
- 3) Ertrag und Düngenniveau – N-Überschuss und N-Effizienz! N nach Ernte in Ernterückständen und Boden
- 4) Spezifische THG: Ertrag und Qualität?

THG-Minderungsmaßnahmen - Potenzialangaben?

- Oft „aggregierte“ Untersuchungen
(International/National/Region/Produktionssystem)
- Wenige bzw. nicht vergleichbare Einzeluntersuchungen:
Wenige Maßnahmen, wenig Betriebe (Betriebskonzept,
Standort, Klima, Management); Modelle \leftrightarrow Realität?
- Unterschiedliche Bilanzierungsmethoden:
Untersuchungsrahmen, Emissionsfaktoren,
Allokationsmethoden, Bezugsgröße
- Oft fehlt auch die Berücksichtigung von Wechselwirkungen
im Modell und die Bewertung von Auswirkungen

Exkurs: Darstellung von Potenzialen der THG-Vermeidung

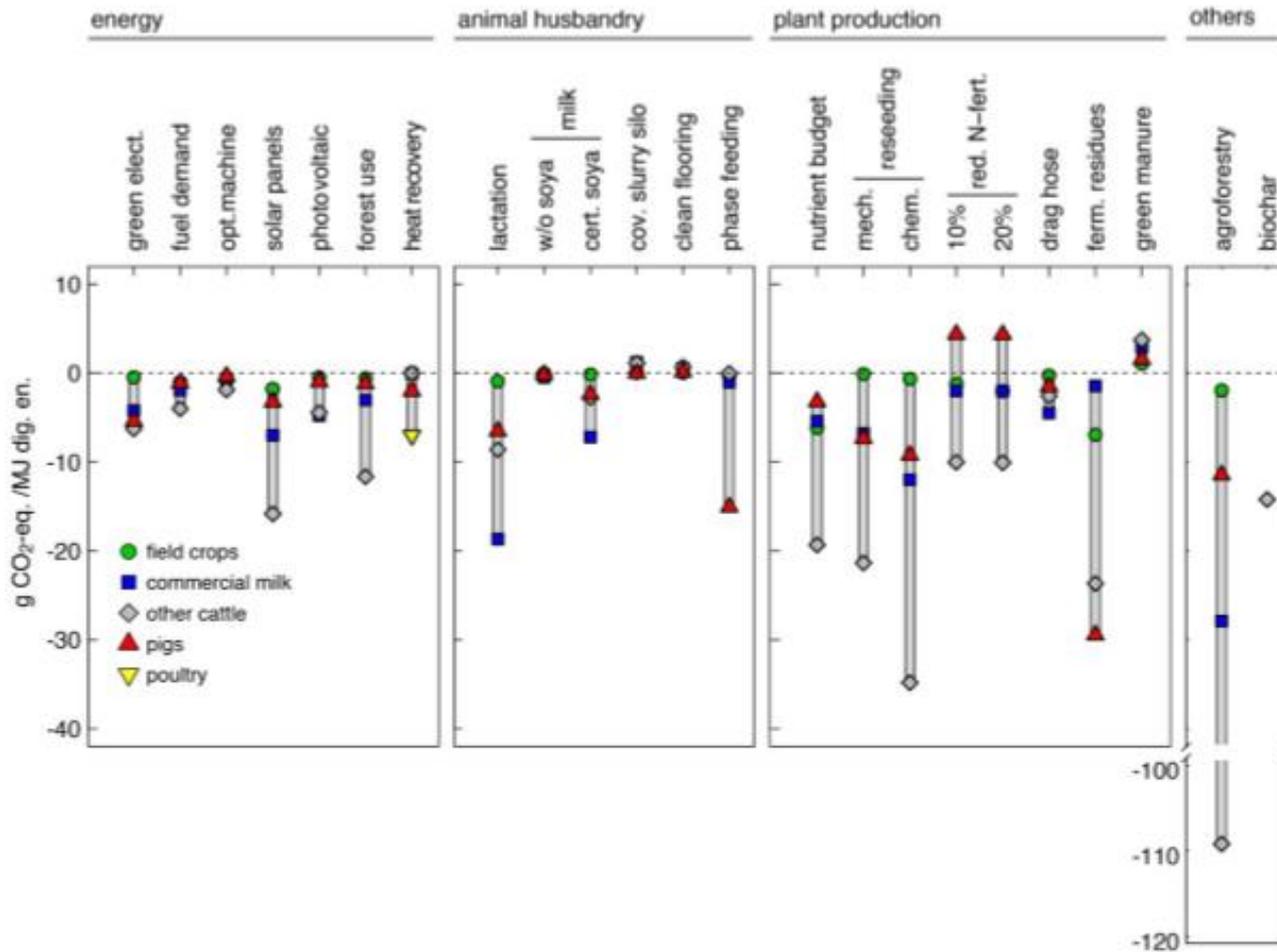
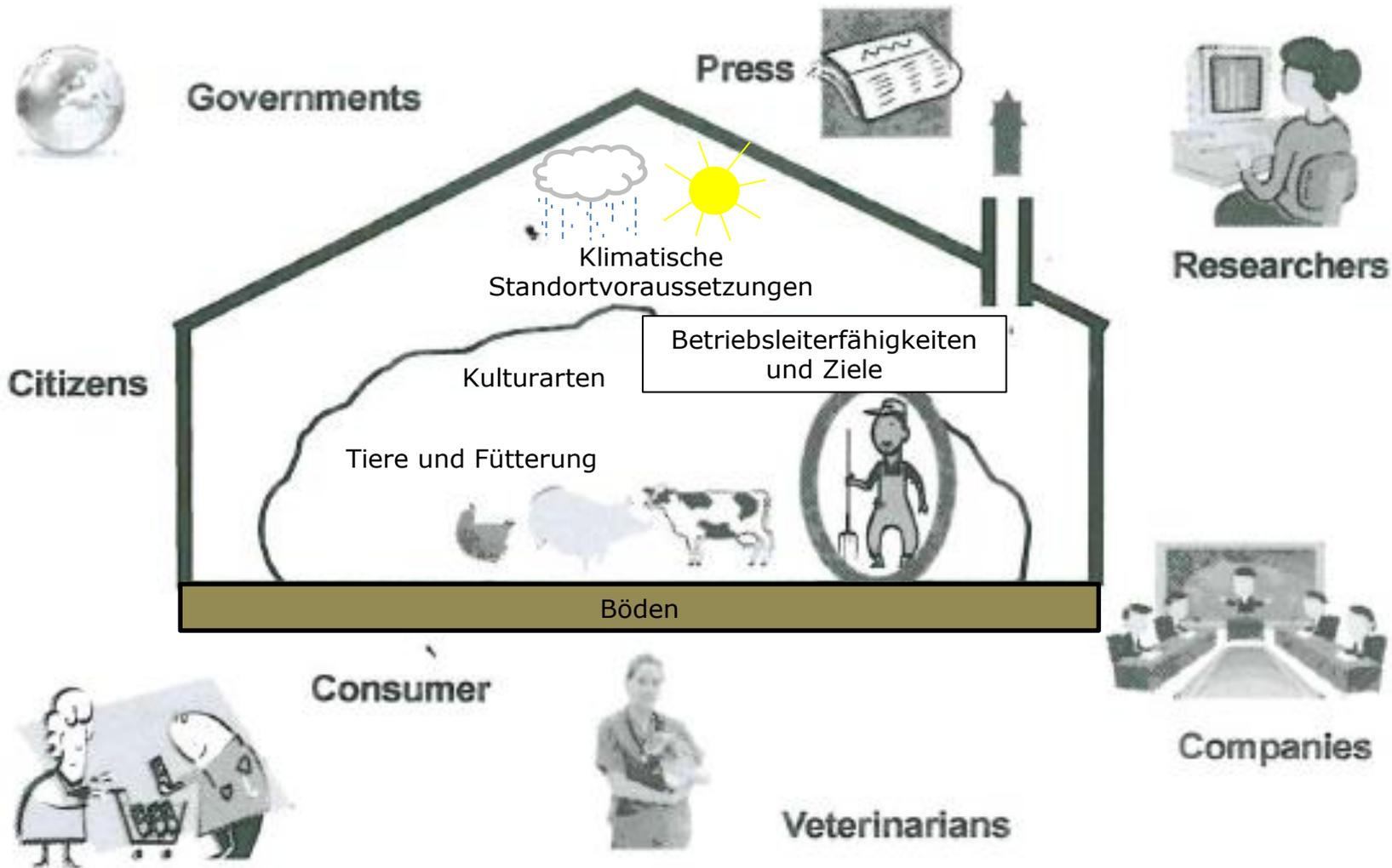


Figure 1: Overview of greenhouse-gas reduction achieved by the 20 analyzed measures. For the measure 'heat recovery', the 'poultry' model farm was taken into account in addition to the four selected model farms.

Quelle: Alig et al., 2015

Betriebliche Ausgangssituation und Anforderungen

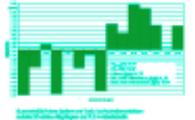


Rahmenbedingungen für den Erfolg von THG-Minderungsmaßnahmen

Auswahl- und Bewertungskriterien

§ rechtliche
Rahmenbedingungen

Verteilgenauigkeit



Bodendruck

?! Welche
Verfahrenstechnik
ist für meinen
Betrieb geeignet
!?

Ausbringen im
Bestand



Einfaches
Einstellen der
Verteilmenge

Verfahrenskosten €



Ammoniakverluste



Phosphat-
Verlagerung



Geruchsemissionen

Informationstechnik für den Einsatz in Landmaschinen

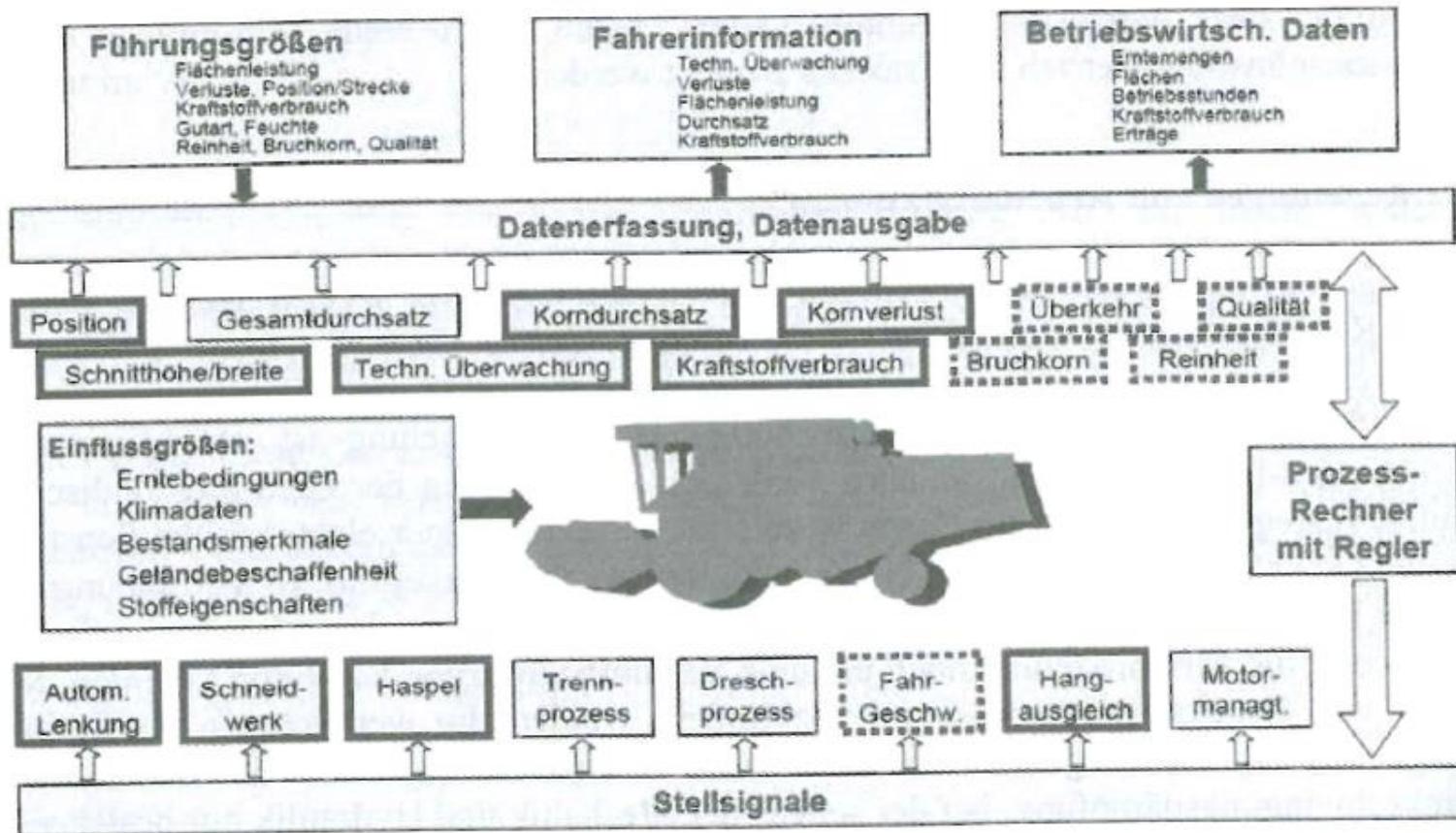


Abbildung 2: Stand der Regelungstechnik am Mähdrescher. Stark umrandet: Serieneinsatz, gestrichelt: erste Lösungen vorhanden, teilweise im Markt eingeführt. Nach Ku88, aktualisiert,

Quelle: Böttinger, 2010

Was heißt Qualität?

Mit N-Spätdüngung Winterweizen:

- **Ernährungsphysiologische Qualität** nimmt ab:
 - Anteile der Rohproteinfraktionen verschieben sich (Albumine, Globuline↓, Prolamine, Gluteline↑)
 - essentielle Aminosäuren(Lysin)/Protein Gesamt ↓
- **Backqualität/Teigelastizität** nimmt mit N-Düngemenge ab (insbesondere, wenn S-Mangel vorliegt):
 - Cysteinkonzentration↓
 - Glutenine (Protein mit Sulfhydrylgruppen) ↓
- **Verdünnungseffekt** durch „Luxus-Konsum“ z.B. durch geringe Mobilität der Nährstoffe wie Ca im Phloem (junge Pflanzenteile und später auch das Haferkorn haben eine geringere Konzentration als ältere bzw. das Stroh)

THG-Emissionen deutsche Landwirtschaft - Vorleistung

Tabelle 2.3: Kumulierte THG-Emissionen aus der Bereitstellung von Vorleistungen für die Landwirtschaft (2007)

Vorleistungen der Landwirtschaft	Einheit	Inlandsabsatz	kumulierte THG-Emissionen in Mio. t CO ₂ -Äq
Sojamehl/-kuchen ¹⁾	t	4.569.000	3,8
N-Dünger	t N	1.679.607	9,6
P-Dünger	t P ₂ O ₅	25.856	0,0
K-Dünger	t CaO	238.525	0,1
Ca-Dünger ²⁾	t CaO	1.538.299	0,3
Pestizide	t Wirkstoff	40.983	0,2
Bauten ³⁾	Mio. €	1.700	0,7
Ausrüstung (Fahrzeuge und Landmaschinen)	Mio. €	5.925	2,2
Instandhaltung (Maschinen und Bauten)	Mio. €	2.618	0,4
Dienstleistungen (inkl. Tierarzt und Medikamente)	Mio. €	7.391	1,0
Gas, Strom, Brenn- und Treibstoffe ⁴⁾	Mio. €	1.264	9,5
Vorleistungen insgesamt			27,8

Anm: 1) ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen.

2) Kohlensaurer Kalk und Branntkalk; ohne Ca-Absatz in der Forstwirtschaft.

3) ohne Wohnbauten, landw. Wegebau oder andere staatl. Infrastrukturmaßnahmen für Landwirtschaft.

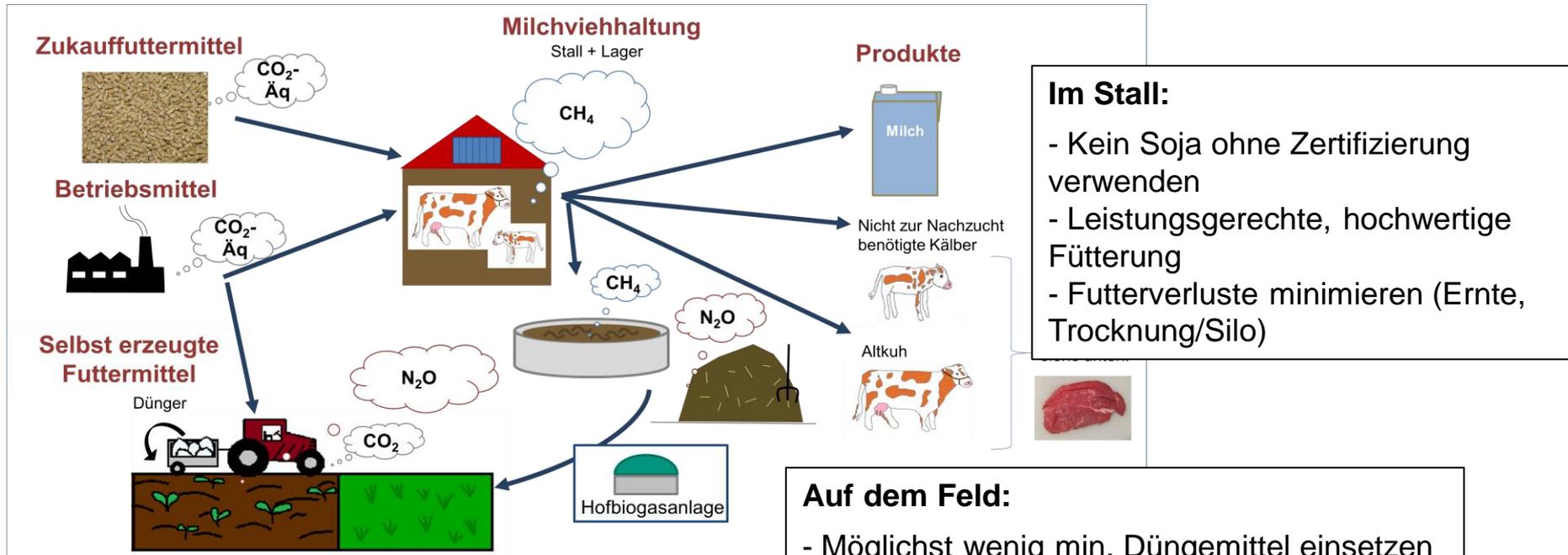
4) auf Brenn- und Treibstoffe entfallen ca. 6 Mio. t CO₂-Äq

Quelle: Berechnungen von Osterburg et al. (2013a: 17).

Quelle: TI, 2016

Quellen der Treibhausgase (THG) Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) in der Milcherzeugung

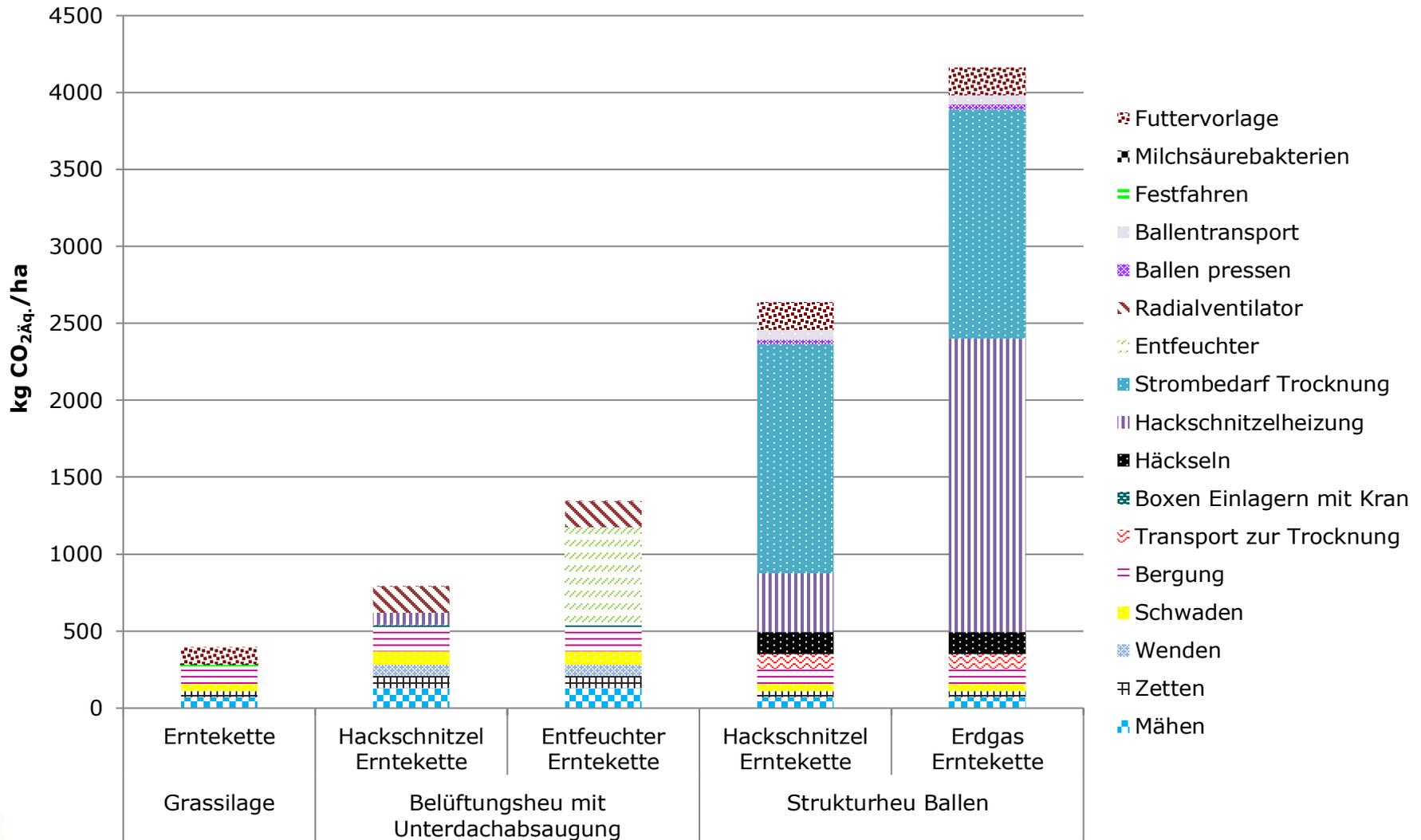
Geringste THG-Emissionen, wenn:



Auf dem Hof:

- Möglichst wenig Nährstoffverluste auf dem Feld und im Stall
- Wirtschaftsdünger in einer Hofbiogasanlage verwerten
- Gülle-Separationstechnik um N-Dünger aus intensiven Regionen zu exportieren
- Precision farming
- Erneuerbare Energie und Energieeffizienz

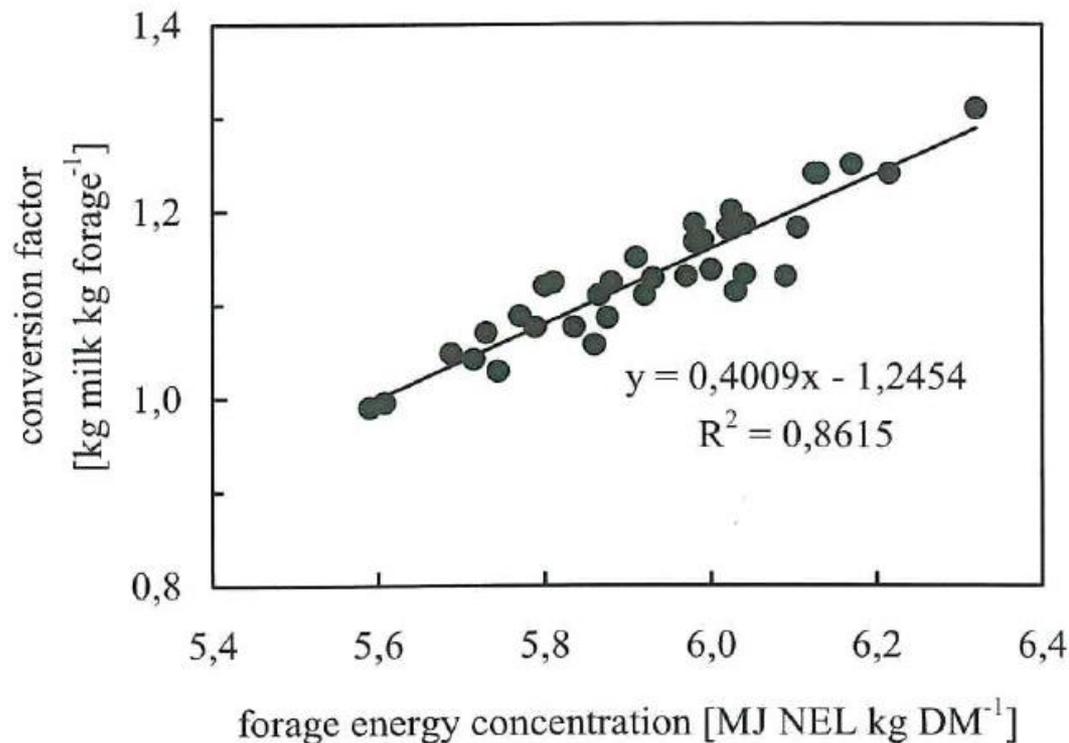
Energieeffizienz im Pflanzenbau



Was ist mit Futterqualität?

Weide: Modellierung des N-Kreislaufs

- Positiver Zusammenhang zwischen N-Bilanzüberschuss und der Menge an Konzentratfutter ($R^2=0,97$)
- Positiver Zusammenhang zwischen Milchleistung und der Menge an Konzentratfutter ($R^2=0,66$)



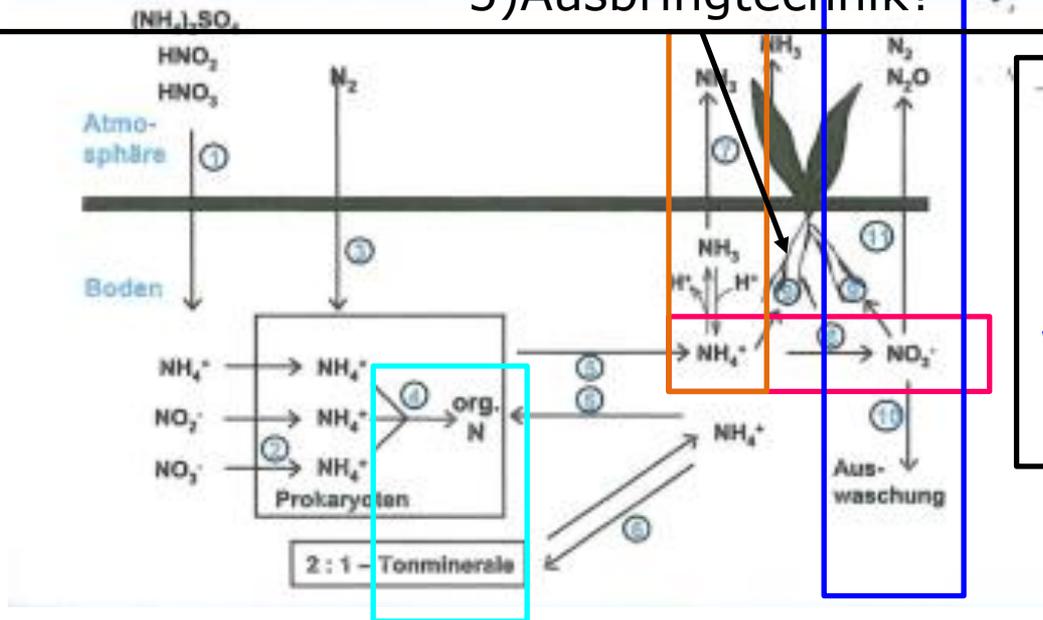
Quelle: Schellberg & Rademacher, 2005

Minderungspotenziale, Güte und betriebliche Ausgangsbedingungen

Strategien aus passenden Maßnahmen zusammenstellen:

Düngeplanung:

- 1) Wahl der Düngemittel? Zusatzstoffe z.B. **Ureaseinhibitoren**, **Nitrifikationsinhibitoren**? **Humus-Aufbau durch Düngung**?
- 2) Düngemengen? 3) Anzahl Düngegaben? 4) Zeitpunkt?
- 5) Ausbringtechnik?



Anbauplanung:
Humus-Aufbau durch Düngung und Fruchtfolge?
Winterzwischenfrucht?
, Mulchsaat?

Quelle: Schubert, 2011, verändert

Zielkonflikte – Lösbar oder Relevant?

Beispiel Biogas:

- Verstärkte ganzjährige Wirtschaftsdüngervergärung widerspricht gesellschaftlichem Wunsch zu verstärkter Weidehaltung

Beispiel bodennahe Ausbringtechnik:

- Ammoniak-Reduktion und Lachgas Anstieg – lösbar/abschwächbar durch Nitrifikationsinhibitoren?