



Nachhaltige Intensivierung: Wo stehen ökologische Anbauverfahren?

Friedhelm Taube

**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Christian-Albrechts-Universität Kiel**



Inhalt:

- Spannungsfeld Ökonomie-Ökologie: „Nachhaltige Intensivierung“
- Stand der Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie D
- Nachhaltige Intensivierung: Mehr als Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft Deutschlands - Beispiele
- Fazit

- **„Sustainable Intensification“ (Royal Soc. London, 2009)**
- **„Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification (SI) of global agriculture“**
Multifunktionalität der Landnutzung nach Effizienzkriterien (Produktions-, Biodiversitäts-, Wasserschutz-, Klimaschutzfunktion so erfüllen, dass hohe Effizienz gegeben ist > Ökoeffizienz)

Übergeordnetes Ziel: Steigerung weltweite Nahrungsmittelproduktion bei Erhaltung wesentlicher Ökosystemfunktionen

.... welchen Beitrag kann/muss Deutschland im Sinne von „nachhaltiger Intensivierung leisten?

- **Debatte um “nachhaltige Intensivierung”**: Zwei **Extrempositionen** ::
- **“Agrar-industrieller Komplex”**:

“Sicherung der Welternährung” als ethisch motivierte Begründung zur **Intensivierung** und Steigerung der Produktion (keine Flächenstilllegung “greening”; ...)
Argument: Weltweit steigender Bedarf Agrarrohstoffe ~ + 70% 2050
- **“NGO’s”**:

“**Nachhaltigkeit**” durch Ökologischen Landbau, ethisch motivierte Begründung: Ökosystemfunktionen für zukünftige Generationen sichern, Verteilungsgerechtigkeit,...
Argument: Umweltkosten durch N-Verluste Europa: 70-320 Mrd € p.a. (Sutton and van Grinsven; 2011: EU Nitrogen Assessment Report)

und was nicht?

• **Debatte um “nachhaltige Intensivierung”**: Position der Autoren ::

- Garnett & Godfray, 2012 (FCRN): “Sustainable intensification in agriculture: Navigation a course through competing food system priorities”:

*...anstatt den Begriff SI der Beliebigkeit weltweiter Intensivierung zur Erreichung von Produktionszielen auszusetzen, sind im **lokalen Kontext Konzepte** zu entwickeln, die gleichermaßen die Produktionsfunktion und weitere Ökosystemfunktionen befriedigen*
> **“Ökologische Intensivierung”**

...Intensification = environmental factor productivity > eco-efficiency

- Emissionen je Produkteinheit (t Weizen; kg ECM)
- Räumliche Skalenebene: Global (LUC; ILUC)
- Zeitliche Skalenebene: Langfristig > “Resilience”: Steigerung der Stabilität des Ökosystems durch Diversifizierung (zwischen und innerhalb Species)

“More with less”?

I: Ertragssteigerungen landwirtschaftliche Praxis:

Getreide: Stagnation der Erträge seit mehr als 10 Jahren

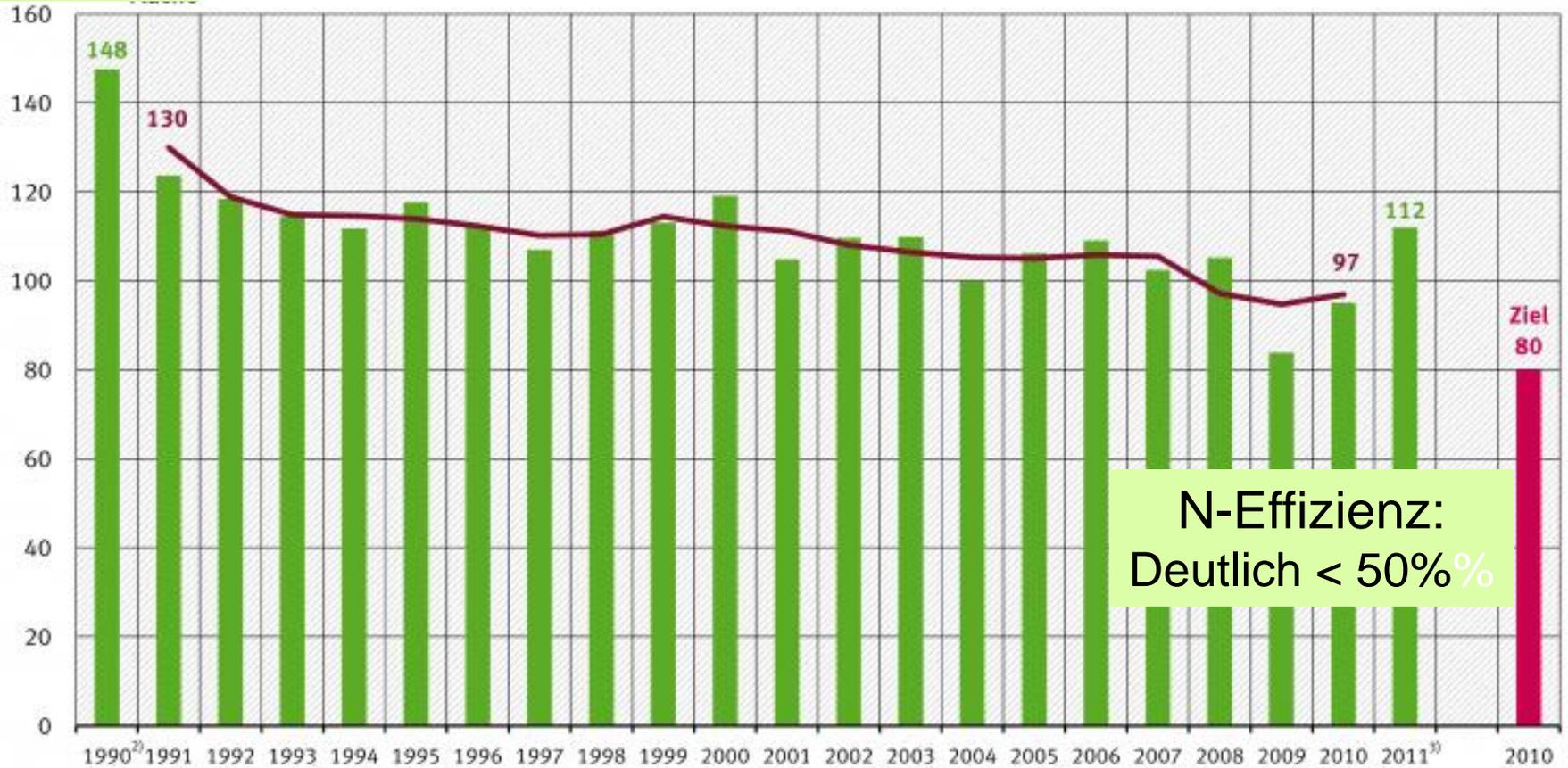
Raps/Zuckerrüben/Mais: ~ 1-2 % p.a.

Gründe vielfältig: Mangelnde Preisanreize; enge FF,
Minimalbodenbearbeitung, Bodenverdichtung, Klimawandel,...

II: Ziele Nachhaltigkeitsstrategie Deutschland:

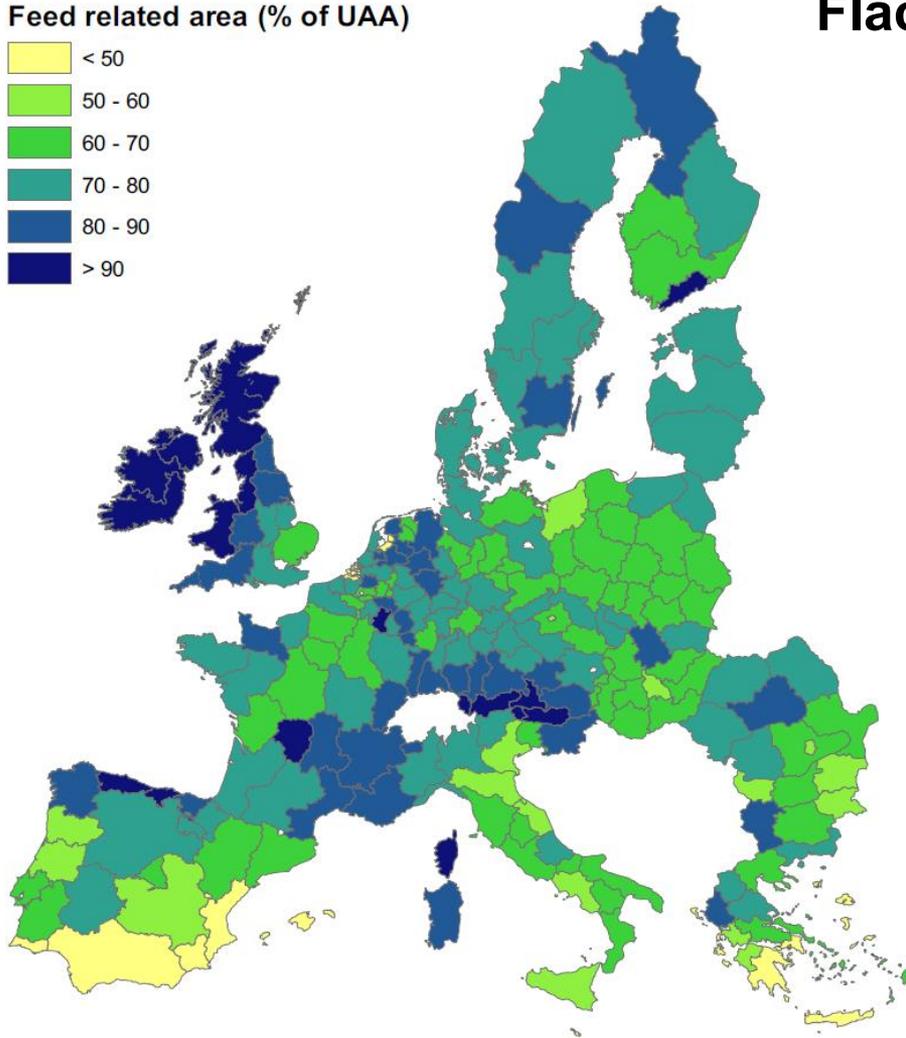
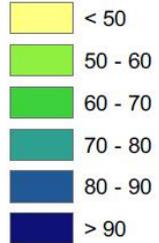
- Reduktion der nationalen N-Bilanzsalden auf max. + 80 kg N/ha LN bis 2010
- Erfüllung der EU-Wasserrahmenrichtlinie „guter chemischer Zustand der Gewässer“ bis 2015
- Klimaschutzziele: NFC Richtlinie
- Biodive **Wurden/werden diese Ziele erreicht?**

Saldo/ha (kg N)



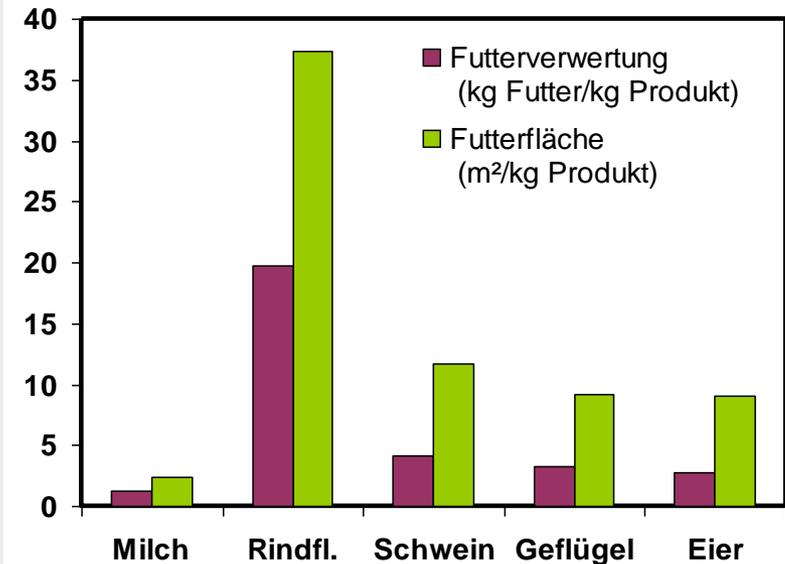
N-Effizienz:
Deutlich < 50%%

Feed related area (% of UAA)



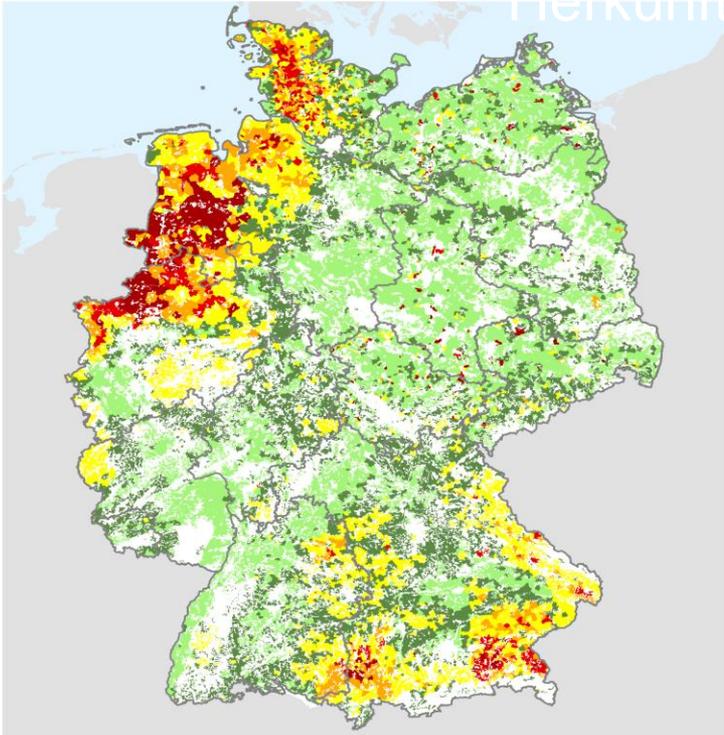
Flächenbedarf Futterproduktion EU-27 (Lesschen et al., 2011)

- 72% der LF für Futterproduktion
- Datenbasis: 2003-2005



Räumliche Verteilung der Tierhaltung in Deutschland; Selbstversorgungsgrad Lebensmittel tierischer

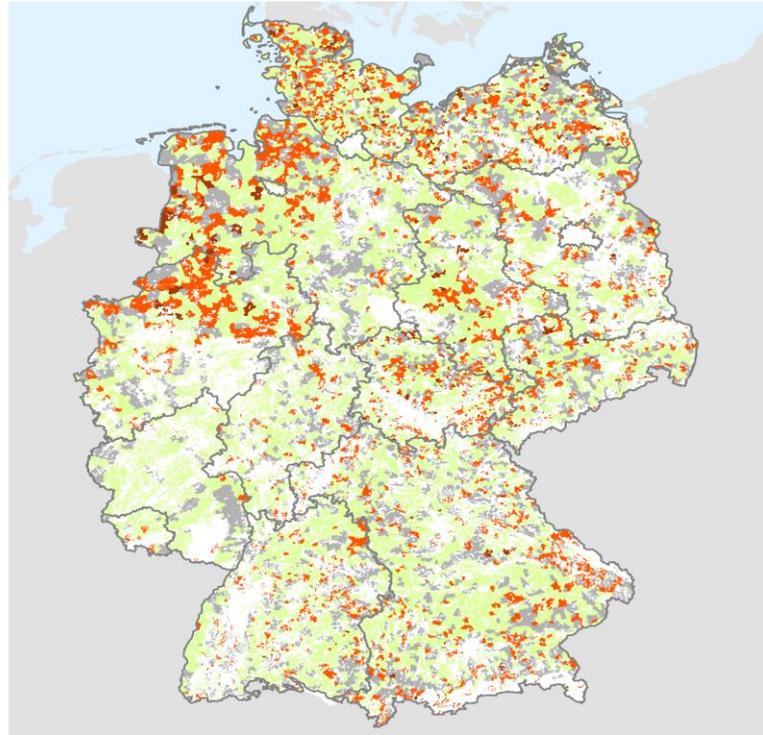
Herkunft



Großvieheinheiten (GVE) 2010 auf LAU2 Ebene
je ha LF



Quelle: Desatis, eigene Berechnungen und Darstellung
VG250, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2010



Veränderung Großvieheinheiten (GVE) 1999 zu 2010
auf LAU2 Ebene je ha LF



Quelle: Desatis, eigene Berechnungen und Darstellung
VG250, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 2010

Selbstversorgungsgrad Deutschland 2012 in Prozent (Veränderung seit 2005 in Prozent):
Schweinefleisch: 116 (+22); Geflügelfleisch: 111 (+28); Milchprodukte: 168 (+33);
Rindfleisch: 109 (-13); Eier: 72 (-1)

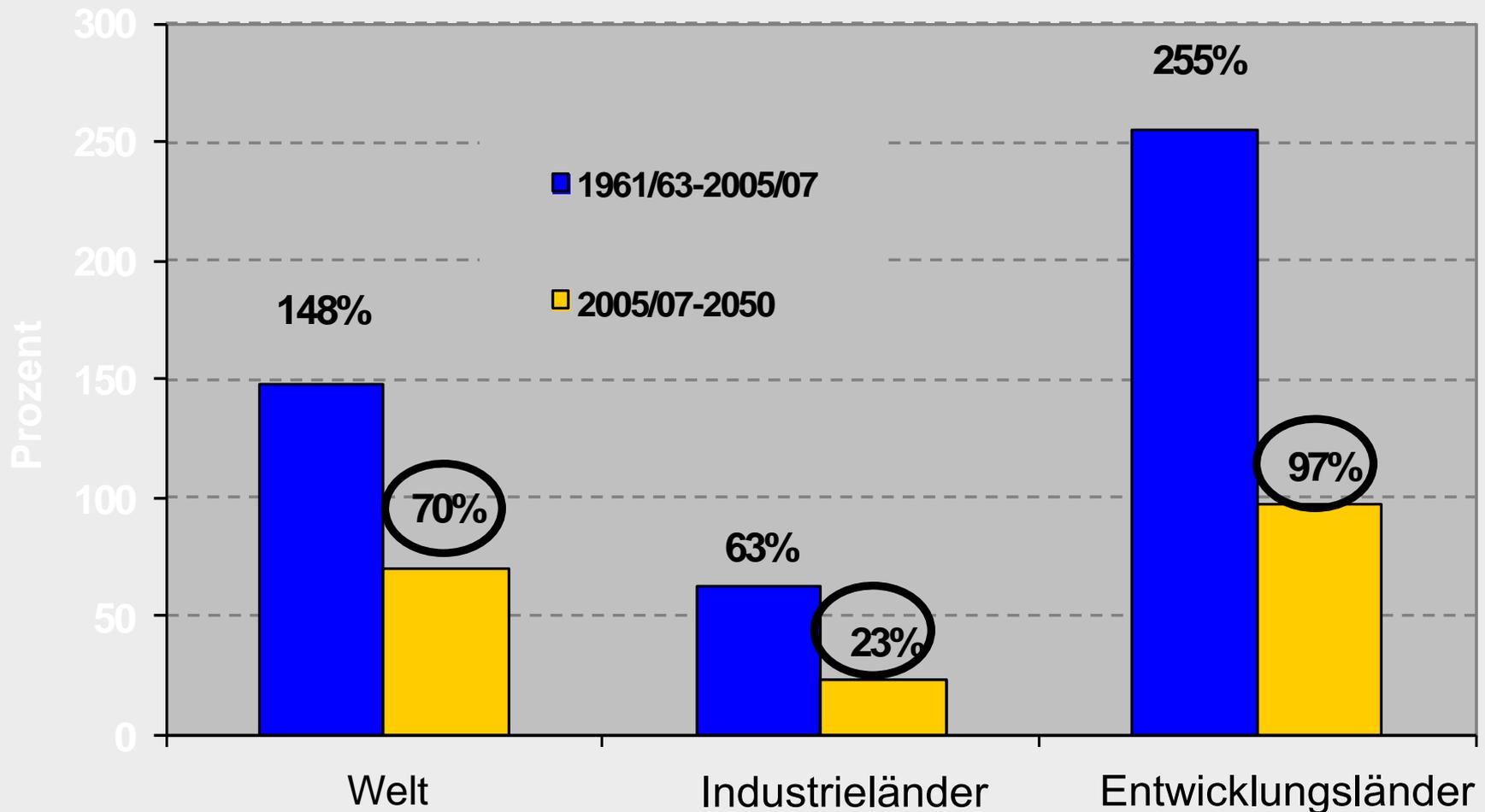
Zielerreichung:

- Reduktion der nationalen N-Bilanzsalden auf max. + 80 kg N/ha LN bis 2010 - **nein**
- Erfüllung der EU-Nitrat und EU-Wasserrahmenrichtlinie „guter chemischer und ökologischer Zustand der Gewässer“ bis 2015 – **nein/ unwahrscheinlich (EU-Vertragsverletzungsverfahren..)**
- NEC Richtlinie – **nein (> 500.000 t Ammoniakemissionen p.a.)**
- Nationale Biodiversitätskonvention – **nein**

➤ Handlungsbedarf Steigerung Ökoeffizienz

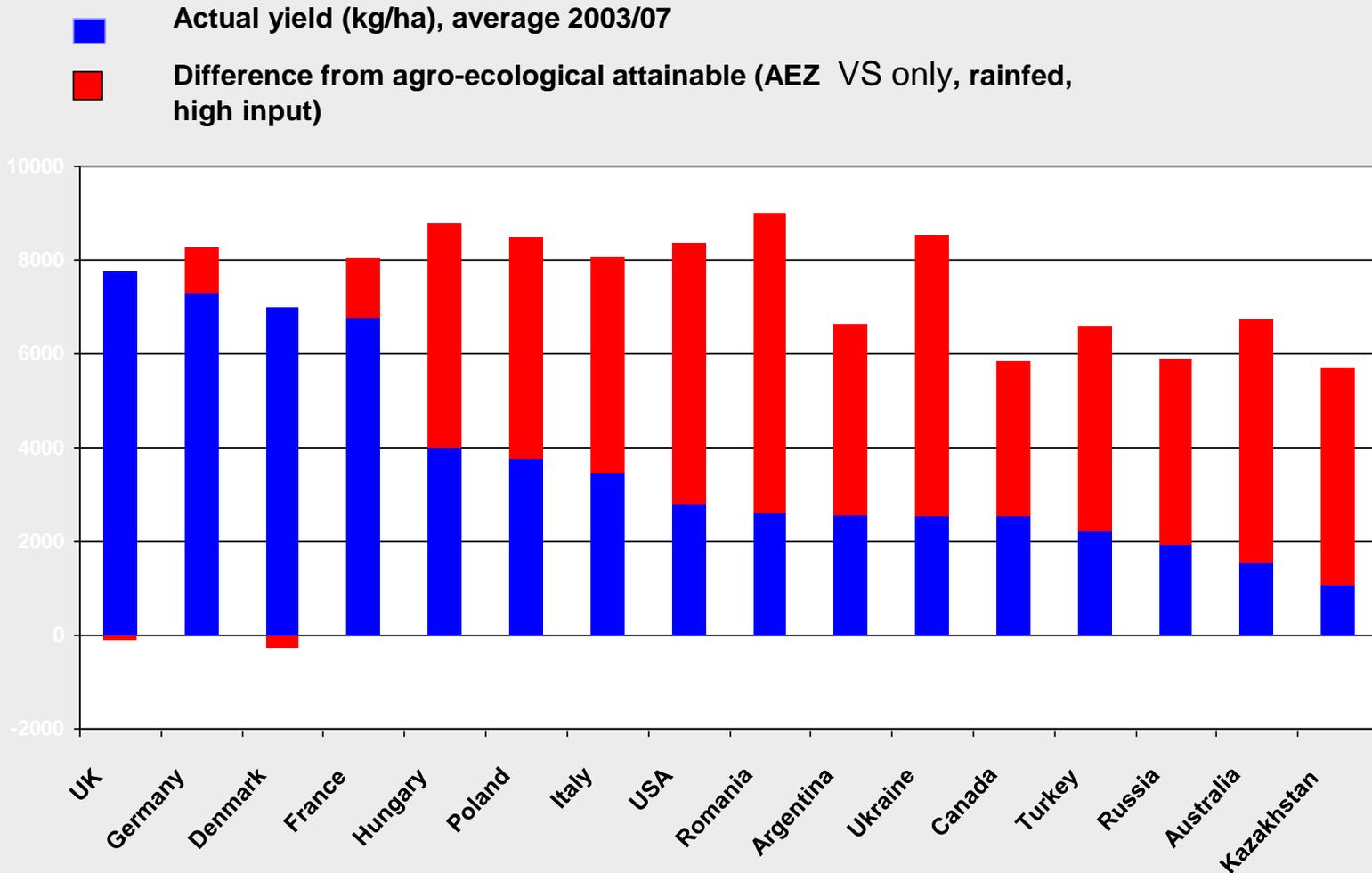
➤ Handlungsbedarf Steigerung Erträge?

Wachstum der Agrarproduktion (FAO 2010)

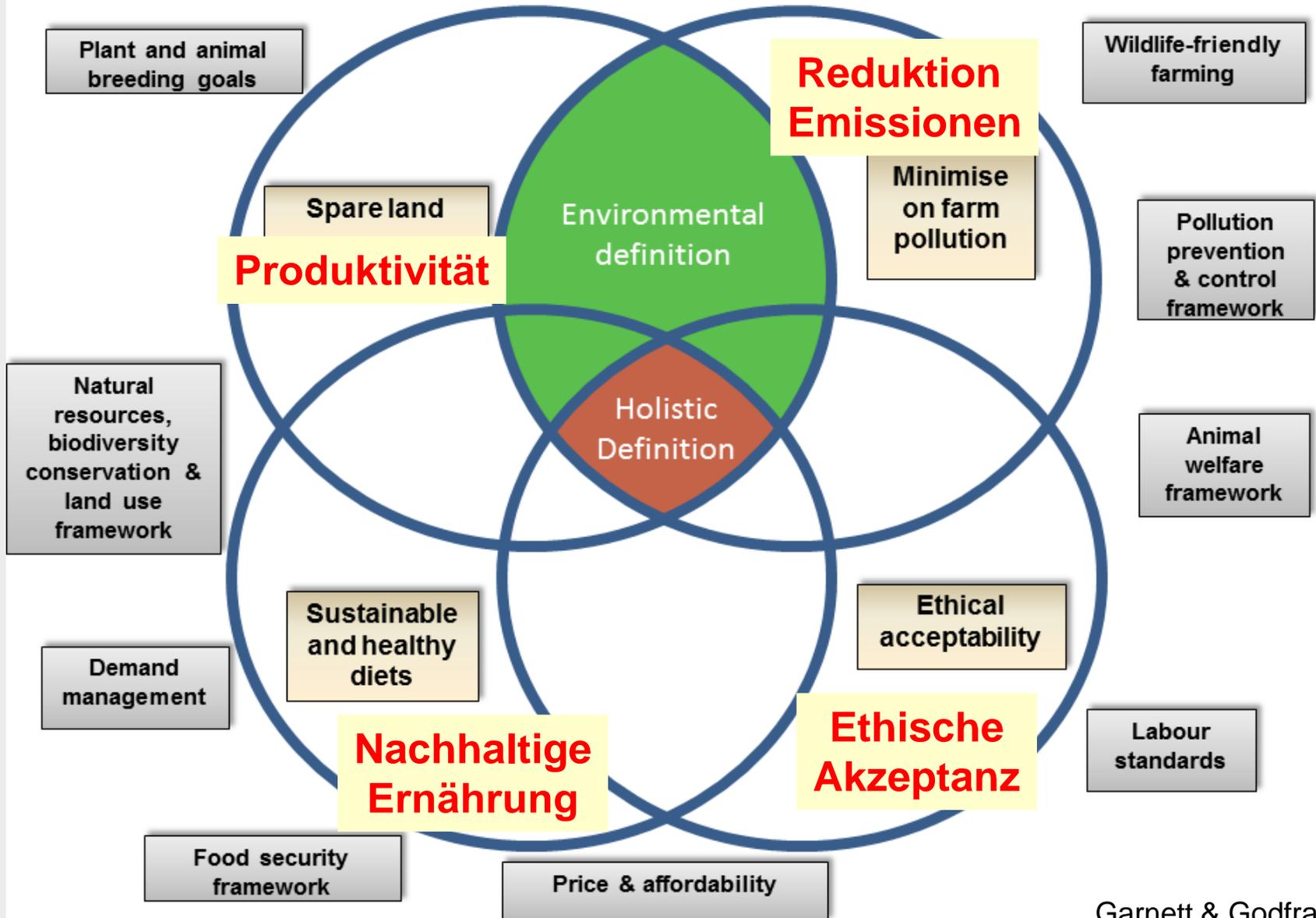


+ 23 % in 40 Jahren: Produktivitäts- + Effizienzsteigerungen!

Weizenerträge : 16 Länder mit mehr als 4 Mio Tonnen Produktion



Produktionssteigerungen Osteuropa – Ökoeffizienzsteigerungen Westeuropa!



AT2050/80: vorläufige Ergebnisse der Ernährungsprojektionen (globale Mittelwerte)

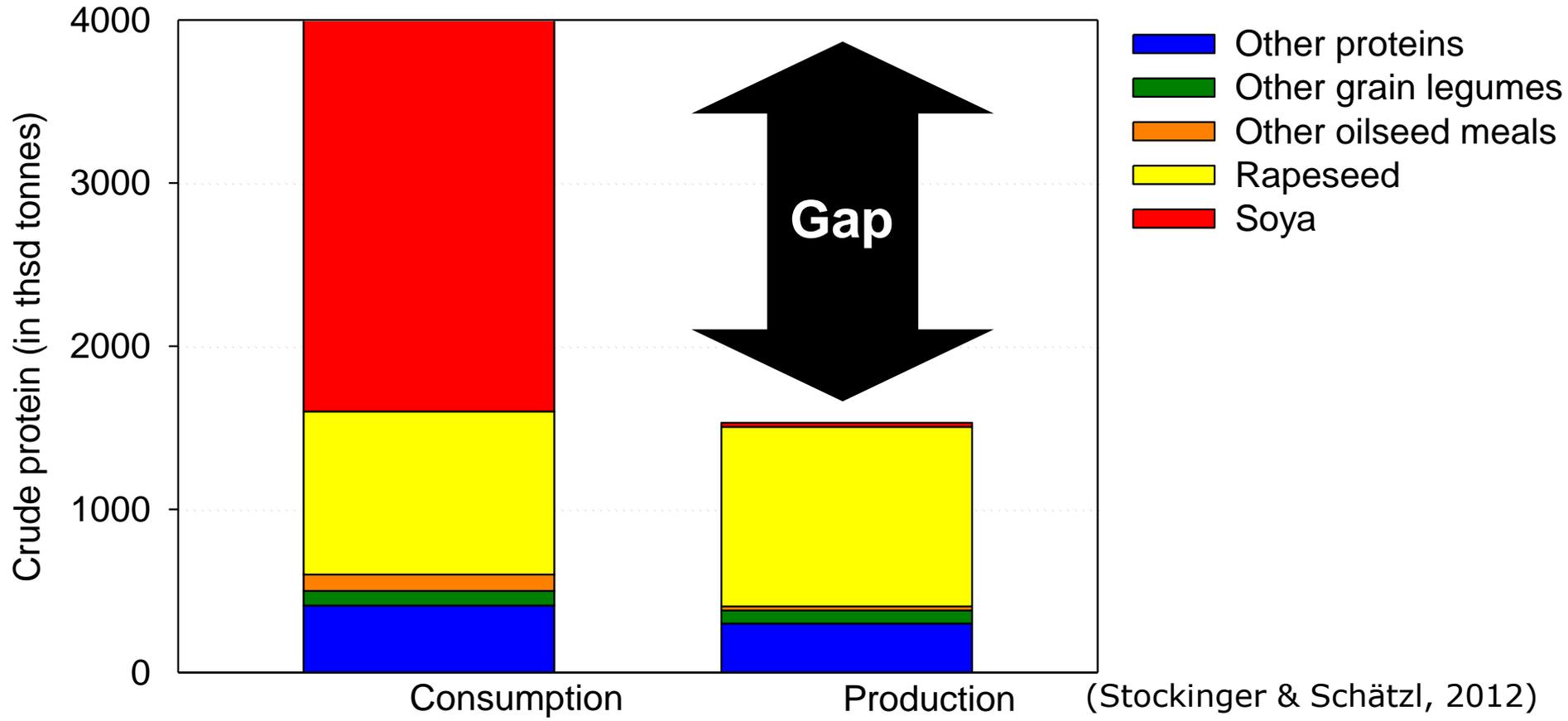
	unterernährt		Prozent der Weltbevölkerung mit kcal/Person/Tag		Adipös	
	%	Mio	>2700	>3000	%	Mio
2005/07	13	844	57	28	9	570
2050	4	330	91	52	15	1400
2080	2	150	98	66	21	2000

Hunger bleibt in erster Linie ein Armuts-/Verteilungsproblem und kein Mengenproblem

- Es spricht einiges dafür, in der Landwirtschaft der Industrienationen als Strategie nachhaltiger Intensivierung einen primären Fokus auf die Reduktion von Emissionen zu setzen
- Dies bedeutet in der Konsequenz, andere Normen zu setzen
> z. B. Düngegesetzgebung: gleichrangige Bedeutung von Pflanzenbedarf und Vermeidung von negativen Umwelteffekten...

➤ 3 Beispiele Ökoeffizienzanalysen

Consumption and production of protein feeds in Germany (2006-2010)



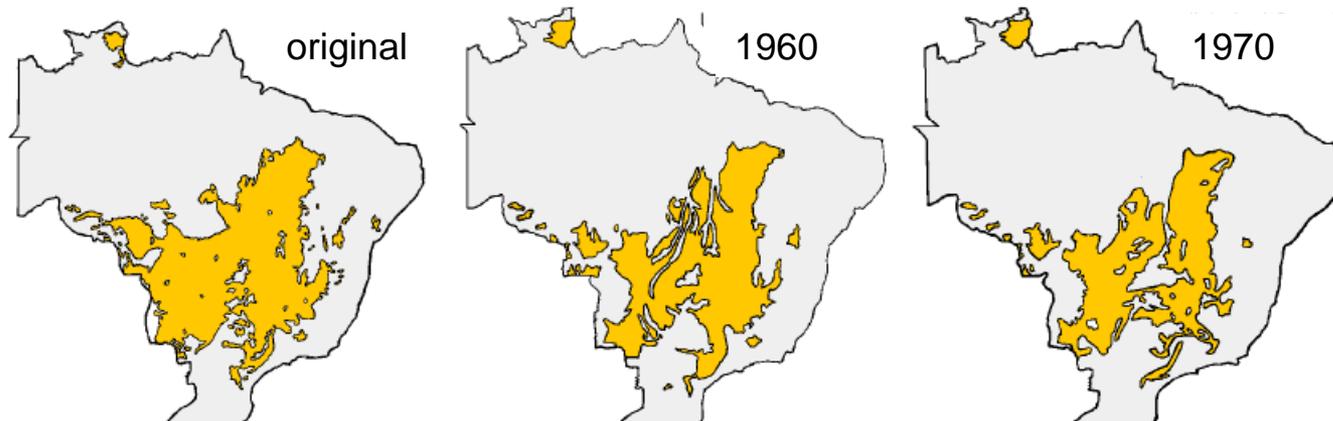
"Virtueller Sojaflächenimport" Deutschland: 3,6 Mio. ha (v. Witzke, 2011)
...entsprechend ~ 600.000.t Stickstoff > ~ 30 kg N/ha LN in D

I Systemvergleich Milcherzeugung

- **Was bedeutet der Sojaimport für Treibhausgasemissionen unserer Milchproduktionssysteme?
(Internationale Dimension nachhaltiger Intensivierung)**

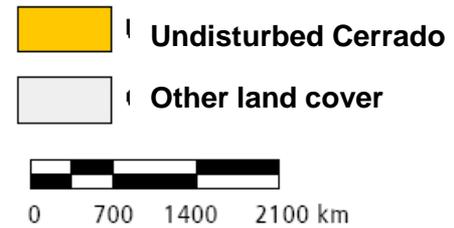
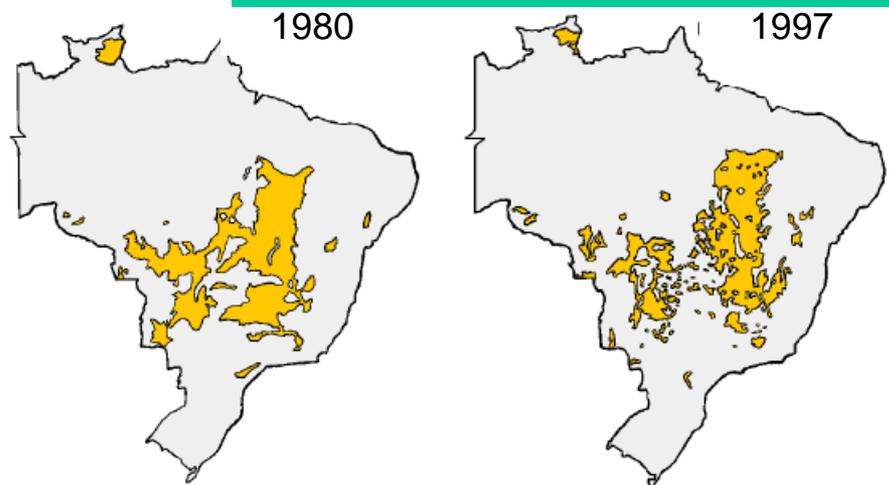
(FAO, 2011)

Development of agriculture in Cerrado/Brazil



Brasilien: ~ 70 % der Flächenausdehnung Soja auf ehemaligen Savanne-Flächen

Increase of soybean area in Cerrado: 10 Mio. ha (1970 – 2000) Fearnside, 2001



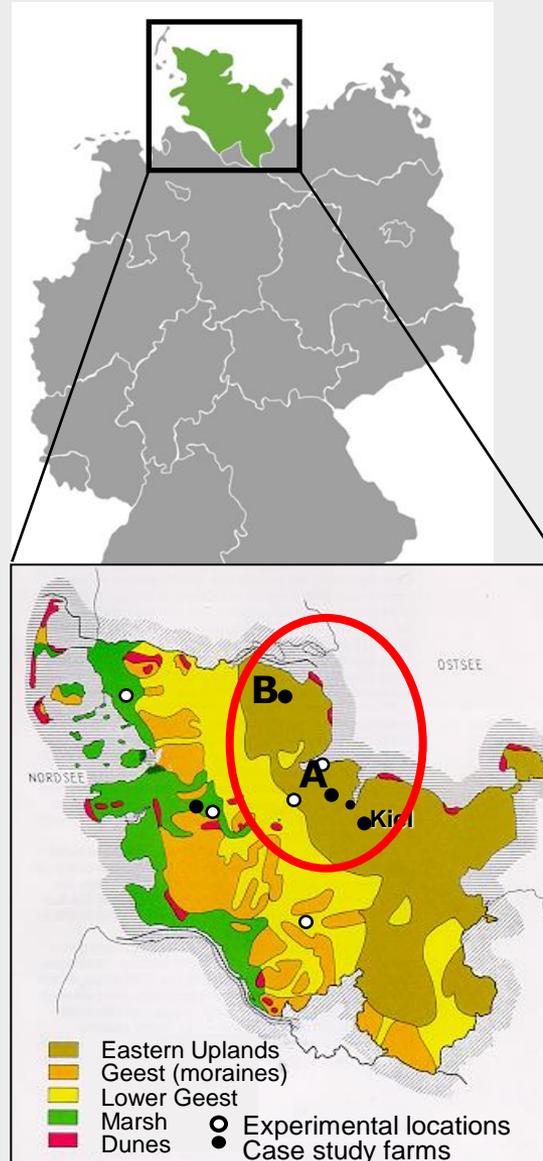
I Systemvergleich Milcherzeugung-Hügelland: High input Stall versus low input Weide

A. High Input

- Milk (kg/cow/yr): 11.000
- Indoor year-round
- Forage: silage (grass, maize)
- Concentrates:
 - >3.000 kg/cow/yr
 - 32% soybean meal
 - 22% rapeseed meal
 - 20% grain
 - 14% molasses
 - 12% others
- Stocking rate: 2.1 LU/ha

B. Low Input

- Milk (kg/cow/yr): 6.000
- Pasturing >9 month
- Forage: grass-clover
- Concentrates:
 - <250 kg/cow/yr
 - 70% maize
 - 30% lupines
- Stocking rate: 1.4 LU/ha

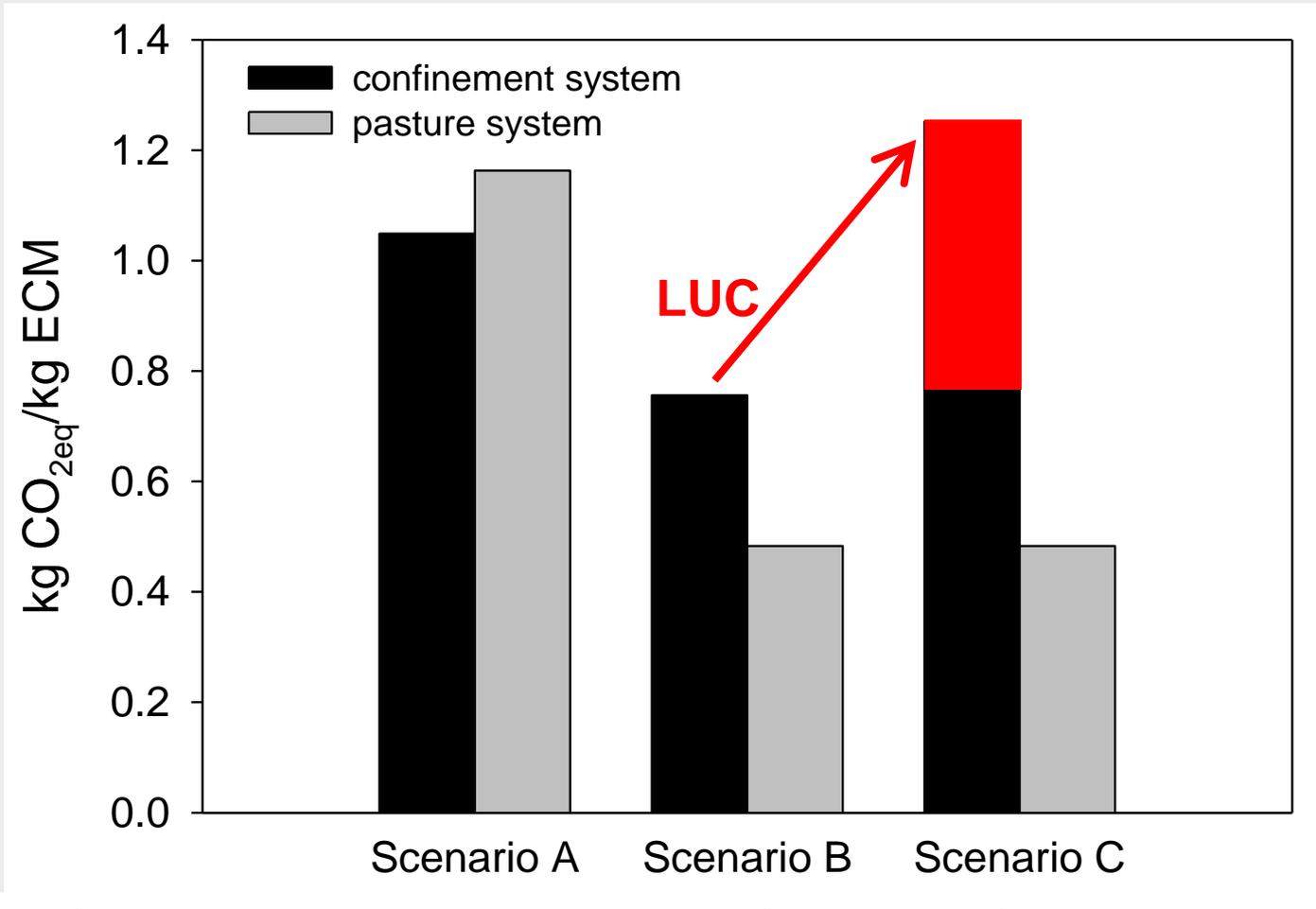


Systemvergleich: „high input Stall“ versus „low input Weide“

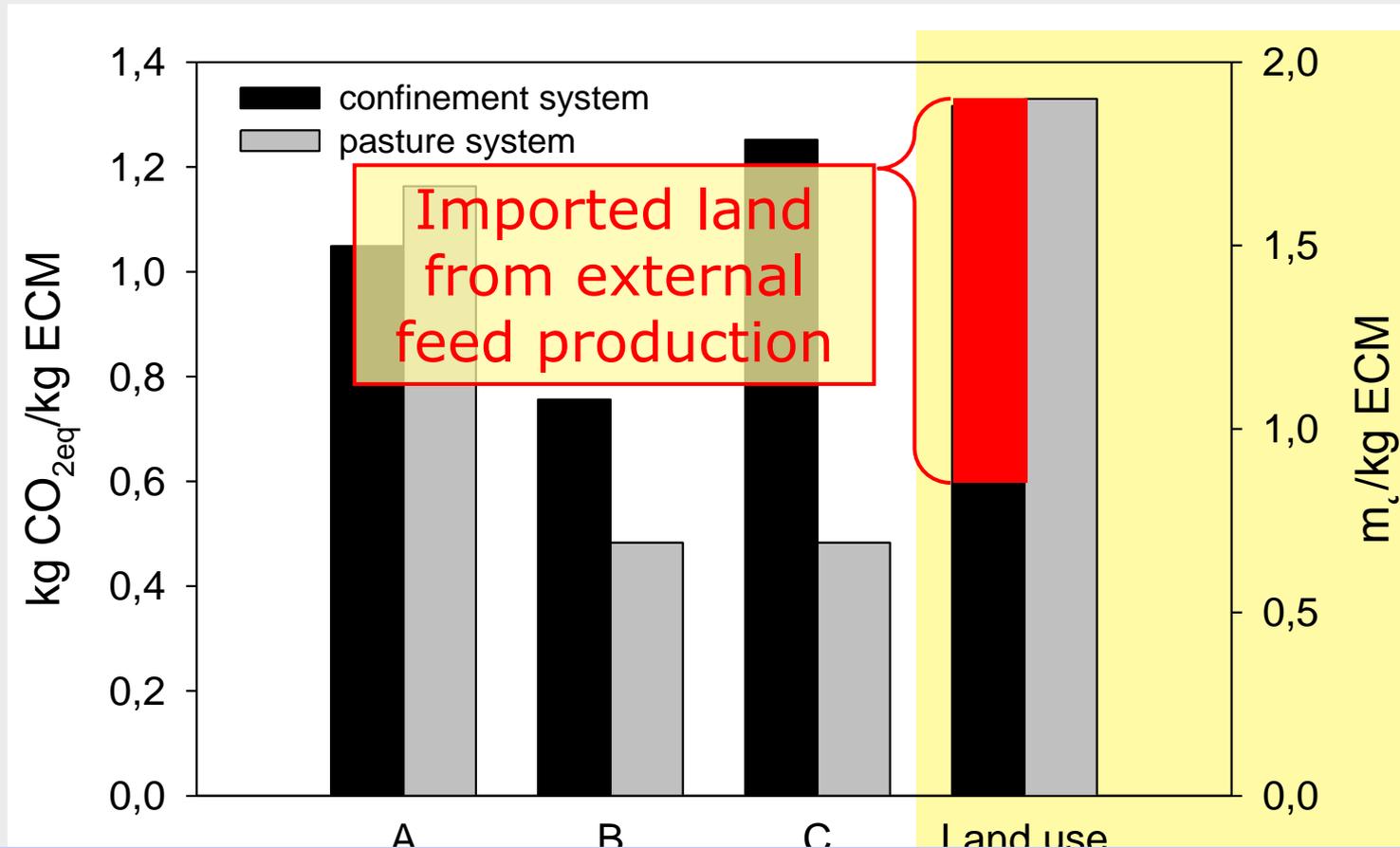
- GHG fluxes:
 - closed-chamber method (+ EC)
 - Year-round
 - Weekly (daily after fertilization/manuring events)
 - IPCC Tier 2
- Leaching
 - Ceramic suction cup method
 - During leaching periods
 - Weekly
- Soil
 - Sampling depth: 0-10 cm and 10-20 cm
 - Sampling frequency: weekly
- Biomass
 - Dry matter yield and productivity >> LCA



THG-Emissionen je kg Milch ganzjährige Stallhaltung versus Vollweide



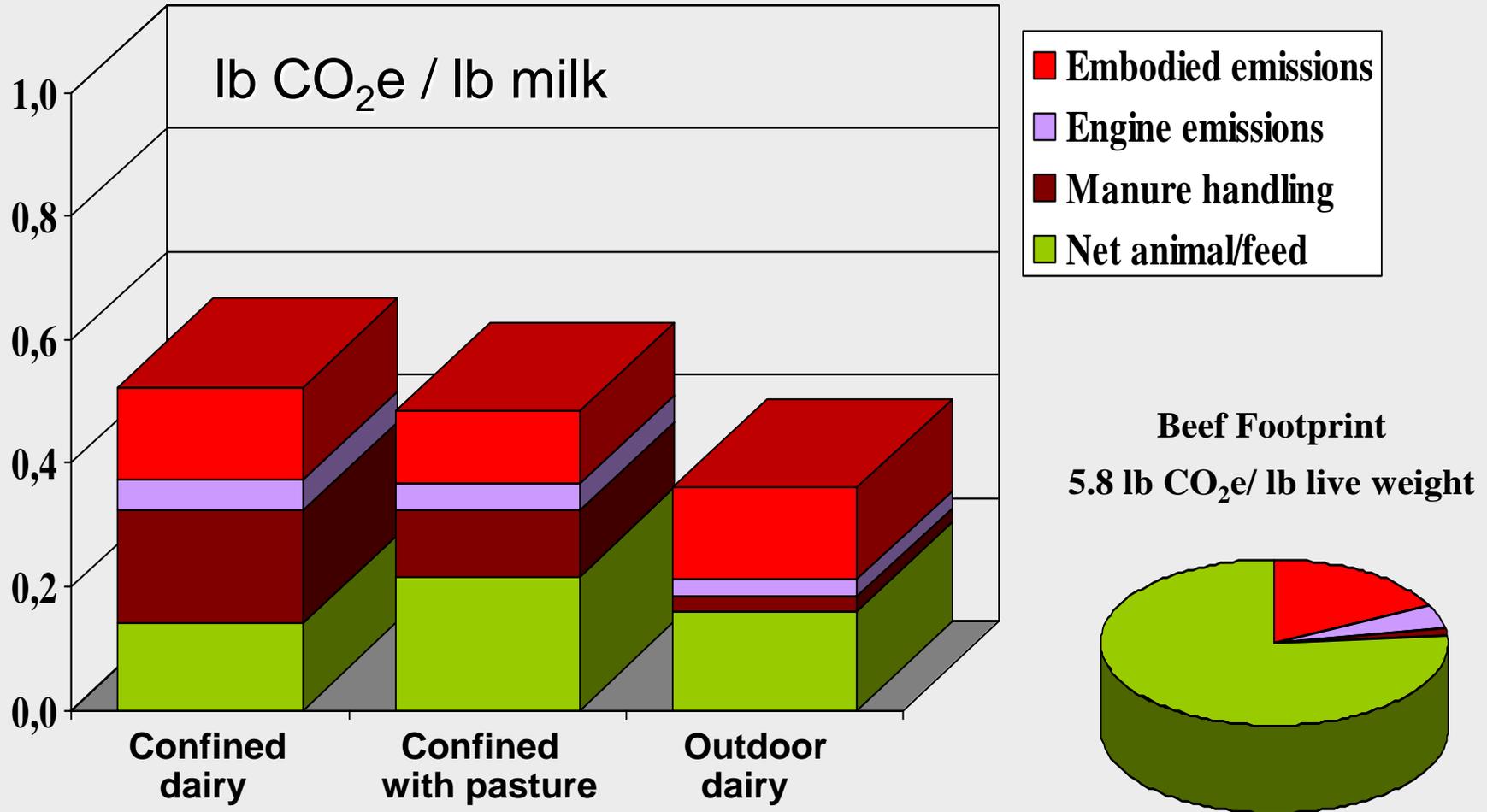
C sequestration forage area:	—	☑	☑
Land use change (LUC):	—	—	☑



Fazit: “Globaler Flächenbedarf” je kg ECM in beiden Systemen ähnlich, Konzepte zur Diversifizierung Futter-/ Milchproduktionssysteme geboten

US: Carbon Footprint (incl. C-Sequestration)

Source: Dawn Sedorovich, Al Rotz, IFSM simulations



Nachhaltige Intensivierung II: Ökologischer Ackerbau auf Gunststandorten?

Projekt Hof Ritzerau-Teilprojekt Pflanzenbau: L. Biernat, R. Loges und F. Taube

On-farm research: Ökoeffizienz im ökologischen und konventionellen Marktfruchtbau



Projekt Hof Ritzerau

Projektziele und Projekthypothese:

- **Erstellung einer Ökoeffizienzanalyse auf abiotischer Ebene für den Marktfruchtbau an einem Hohertragsstandort Schleswig-Holsteins:**
- **Die Analyse umfasst:**
 - zwei ökologisch bewirtschaftete Fruchtfolgen
 - eine konventionell bewirtschaftete Fruchtfolge
 - Referenzsysteme
 - Zusatzflächen (Effekte des Klee grasumbruchtermins)

Welche Ökoeffizienzparameter werden erfasst?

- THG-Emissionen (Klimaschutz; EU-Reduktionsziele)
 - direkte N_2O , CH_4 Flüsse über Feldmessungen
 - indirekte N_2O Flüsse über das Sickerwasser
 - betriebsbedingte CO_2 -Emissionen
 - Humusbilanz (CO_2 -Nettoemissionen Boden)
- N-Austräge über das Sickerwasser (Grundwasserschutz; WRRL; Nitratrichtlinie)

Projekthypothese:

Unter Einbeziehung aller erfassten

Ökoeffizienzparameter ist der ökologische Ackerbau konventionellen Referenz-Systemen sowohl auf Basis der funktionellen Einheit Fläche (ha) als auch auf Basis der funktionellen Einheit Produkt (Getreideeinheit(GE)) überlegen

Projekt Hof Ritzerau

Versuchsaufbau:

Konventionelle Vergleichsfruchtfolge:



Winterraps

Winterweizen

Winterweizen

Zuckerrüben

Winterweizen

- konventionell bewirtschafteter Marktfruchtbetrieb mit ca. 200 ha Ackerfläche
- untersuchte Schlaggrößen zwischen 8 ha und 24 ha
- Lehmige Sande (IS) und Lehme (L) bilden die Hauptbodenarten
- Braunerden, Parabraunerden, Pseudogleye dominieren
- Bodpunkte 35-48
- Düngung überwiegend mineralisch; nur sehr begrenzter Einsatz von Wirtschaftsdüngemitteln (Import Schweinegülle/ Biogas- Gärresten)
- Durchschnittliche N-Gesamtdüngemenge:
 - Winterraps nach Winterweizen 229 kg N ha⁻¹
 - Winterweizen nach Winterraps 171 kg N ha⁻¹
 - Winterweizen nach Winterweizen 240 kg N ha⁻¹
 - Zuckerrüben nach Winterweizen 153 kg N ha⁻¹;
 - Winterweizen nach Zuckerrüben 227 kg N ha⁻¹

Projekt Hof Ritzerau

Versuchsaufbau

Ritzerau N-intensiv



Rotklee gras

Winterweizen

Winterroggen

Erbsen

Winterroggen (Triticale)

Ritzerau N-extensiv



Rotklee gras

Winterweizen (Dinkel)

Winterroggen

Hafer

- Marktfruchtbetrieb mit ca. 180 ha Ackerfläche
- untersuchte Schlaggrößen zwischen 7 und 24 ha
- Braunerden, Parabraunerden, Pseudogleye dominieren
- Bodenpunkte zwischen 38 und 48
- N-Input fast ausschließlich über Leguminosen (Rotklee gras, Körnerleguminosen)

Referenzsysteme:

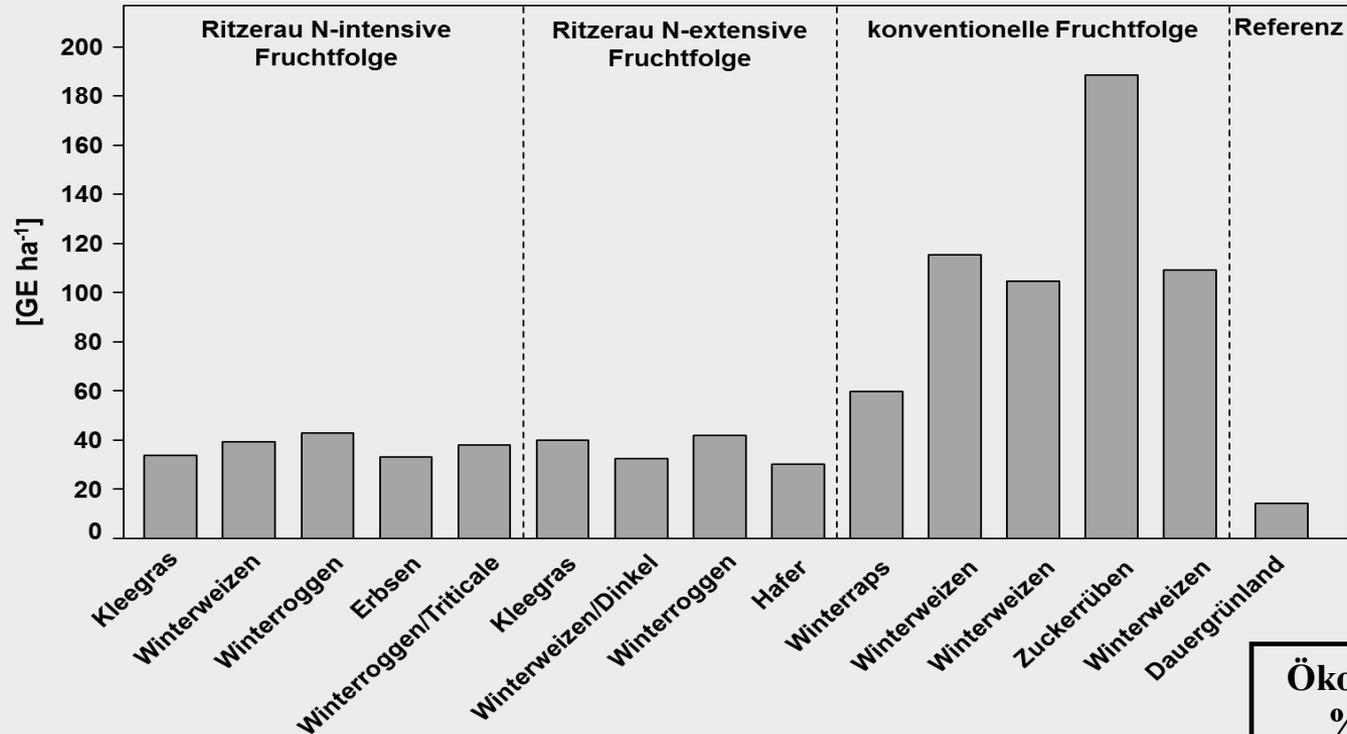


Laubwald



extensives, junges Dauergrünland
(ökologisch bewirtschaftet)

Ergebnisse: Ertragsleistung auf Basis GE



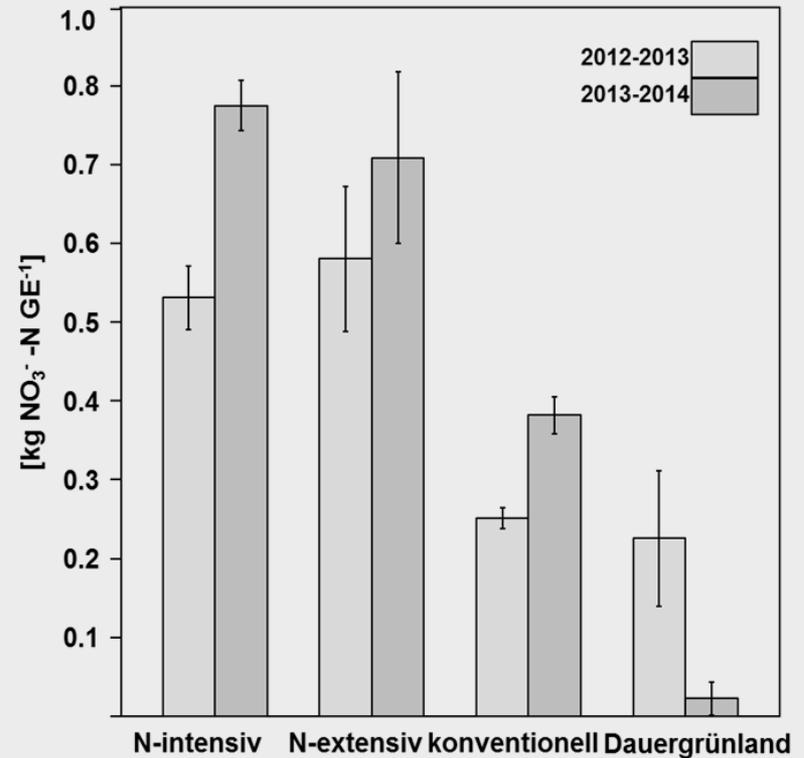
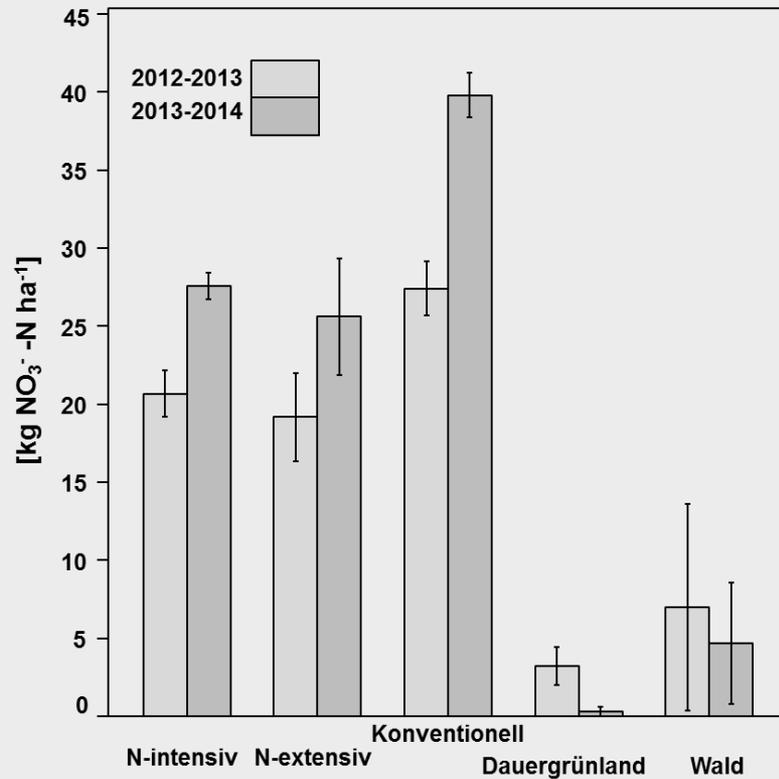
**Ökolandbau erreicht ca. 32
% des konventionellen
Ertragsniveaus!**

Getreideeinheit [GE]:

- dient zur Beschreibung der Produktionsleistung der Landwirtschaft
- beschreibt das Energielieferungsvermögen pflanzlicher Erzeugnisse im Verhältnis zu dem für Futtergerste errechneten Vermögen (1dt Futtergerste= 1GE)

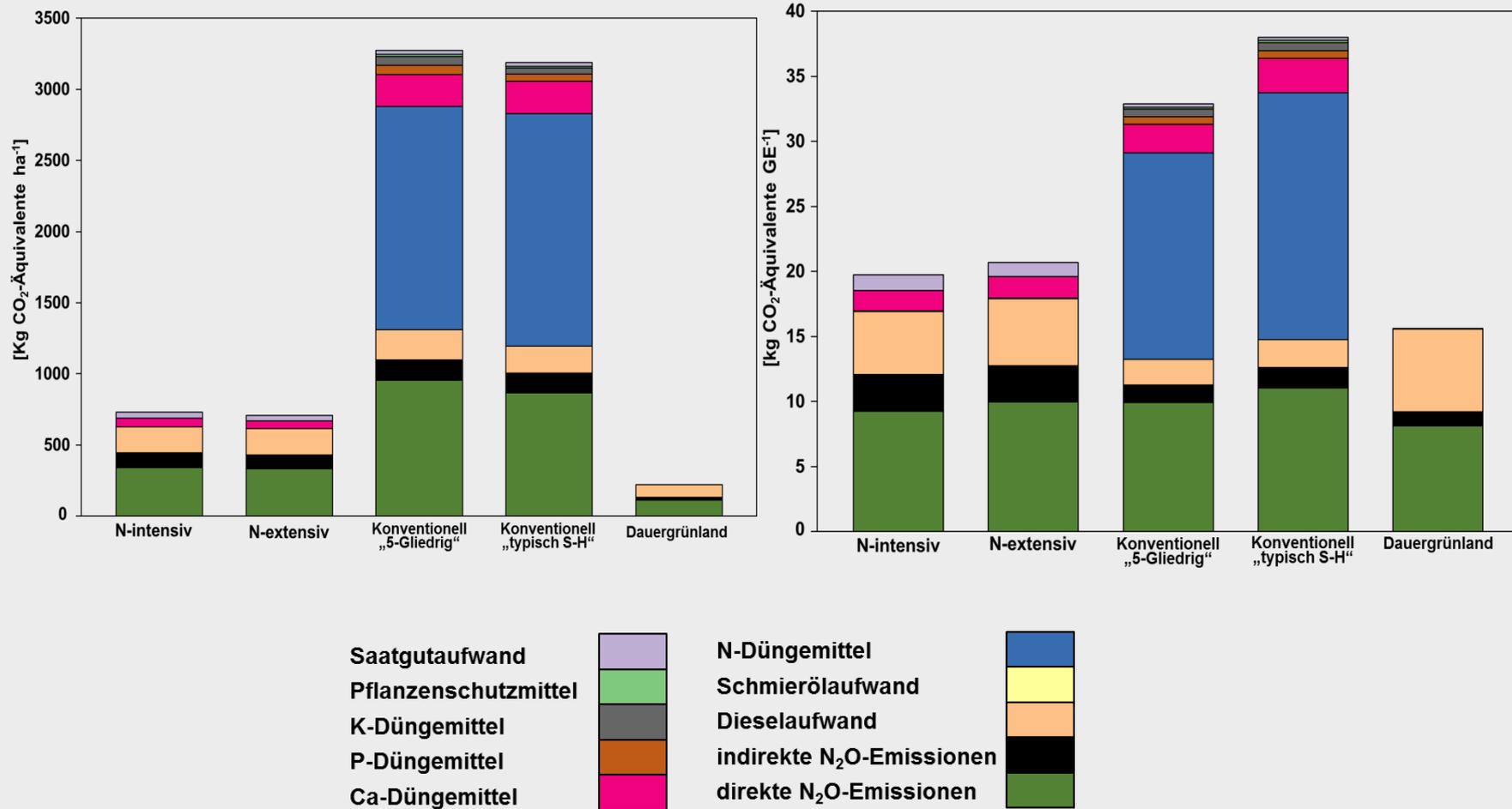


Ergebnisse: **Nitratauswaschung** je Flächen- und Produkteinheit



Projekt Hof Ritzerau

Ergebnisse: Vorläufige **THG-Bilanz** je Flächen- und Produkteinheit über 2 Jahre



Projekt Hof Ritzerau

Fazit Ökoeffizienz:

THG-Emissionen (globales Umweltgut):

- Unter Berücksichtigung betriebsbedingter CO₂-Emissionen deutliche Vorteile für den ökologischen Landbau sowohl bezogen auf die Flächeneinheit (ha) als auch bezogen auf die Produkteinheit (GE)
- CO₂-Nettoemissionen Bodenkohlenstoffvorrat sind nicht in der Bilanz enthalten

Nährstoffausträge (lokales Umweltgut):

- Im Mittel weisen die beiden Öko-Fruchtfolgen je Hektar eine geringere NO₃⁻-Auswaschung auf
- Die konventionelle Fruchtfolge zeigt je Produkteinheit eine deutlich geringere NO₃⁻-Auswaschung

weitere Analysen:

- Erweiterung der Analyse um LUC, ILUC, Bodenkohlenstoff
- Berücksichtigung weiterer Ökosystemdienstleistungen (pos. Biodiversitätseffekte Ökolandbau)

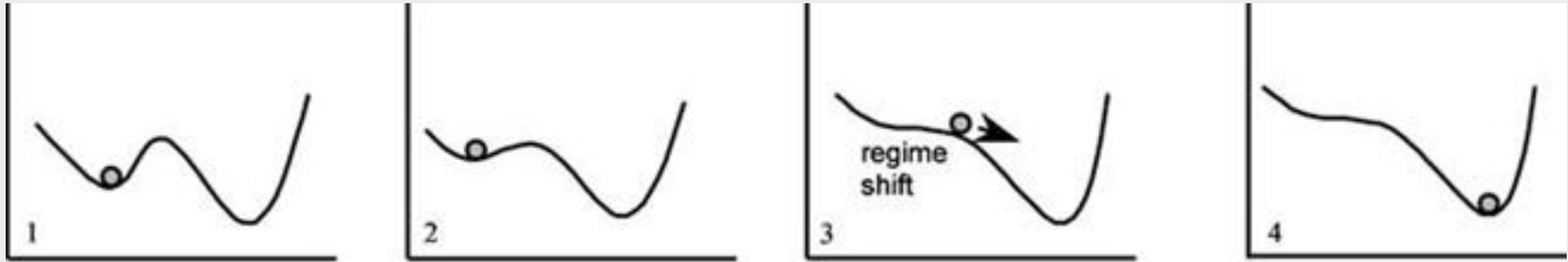
Großflächige Umstellung auf den ökologischen Landbau, können unter Umständen einen indirekten Landnutzungswandel (ILUC) mit sich ziehen, da die hier nicht mehr erzeugten Agrarrohstoffe (68 % Reduktion in vorliegender Studie), die auf den Weltmärkten nachgefragt werden, dann woanders erzeugt würden, mit möglicherweise negativeren ökologischen Auswirkungen als in unseren Gunstregionen des Ackerbaus..., ILUC-Konzept umstritten...

Gesamtfazit:

Auch auf Gunststandorten des Ackerbaus macht gewisser Anteil Ökolandbau Sinn, dann aber langfristig nur als Gemischtbetrieb!



- **Nachhaltige Intensivierung sichert langfristig die Stabilität agrarischer Ökosysteme in Landschaften durch Diversität**
- **Zentrale Bedeutung von Strukturelementen in der Landschaft für Ökosystemleistungen Landwirtschaft (z.B. Bestäuber)**
- **Diskussion um ökologische Vorrangflächen – „greening“
Vorsorgeprinzip Basisausstattung Diversität auf
Landschaftsraumebene**
- **HNV Flächen (19%)?**



Vielfältige FF
mit Herbst- und
Frühjahrs-
ansaaten und
variierender
Boden-
bearbeitung

Vereinfachte FF –
reduzierte Boden-
bearbeitung

Massenvermehrung
Herbstkeimer
Ackerfuchsschwanz
> Zunahme
Herbizid-Resistenz

Totale Herbizid-
resistenz:
Fuchsschwanz-
Dominanz-
bestände

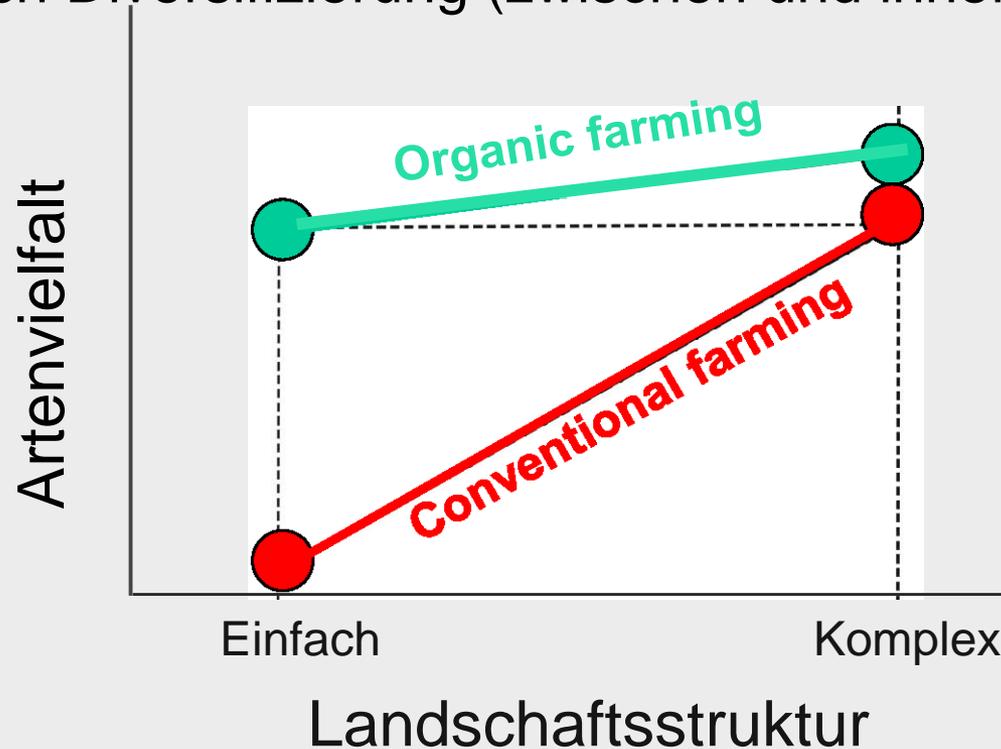
Diversität macht den Unterschied!

Alternate states in a diversity of ecosystems (1, 4) and the causes (2) and triggers (3) behind loss of resilience and regime shifts.

Folke C, Carpenter S, Walker B, Scheffer M, Elmqvist T, Gunderson L and Holling CS 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35:557–81

SI: Zeitliche Skalenebene: Langfristig

- “Resilience”: Steigerung der Stabilität des Ökosystems durch Diversifizierung (zwischen und innerhalb Species)

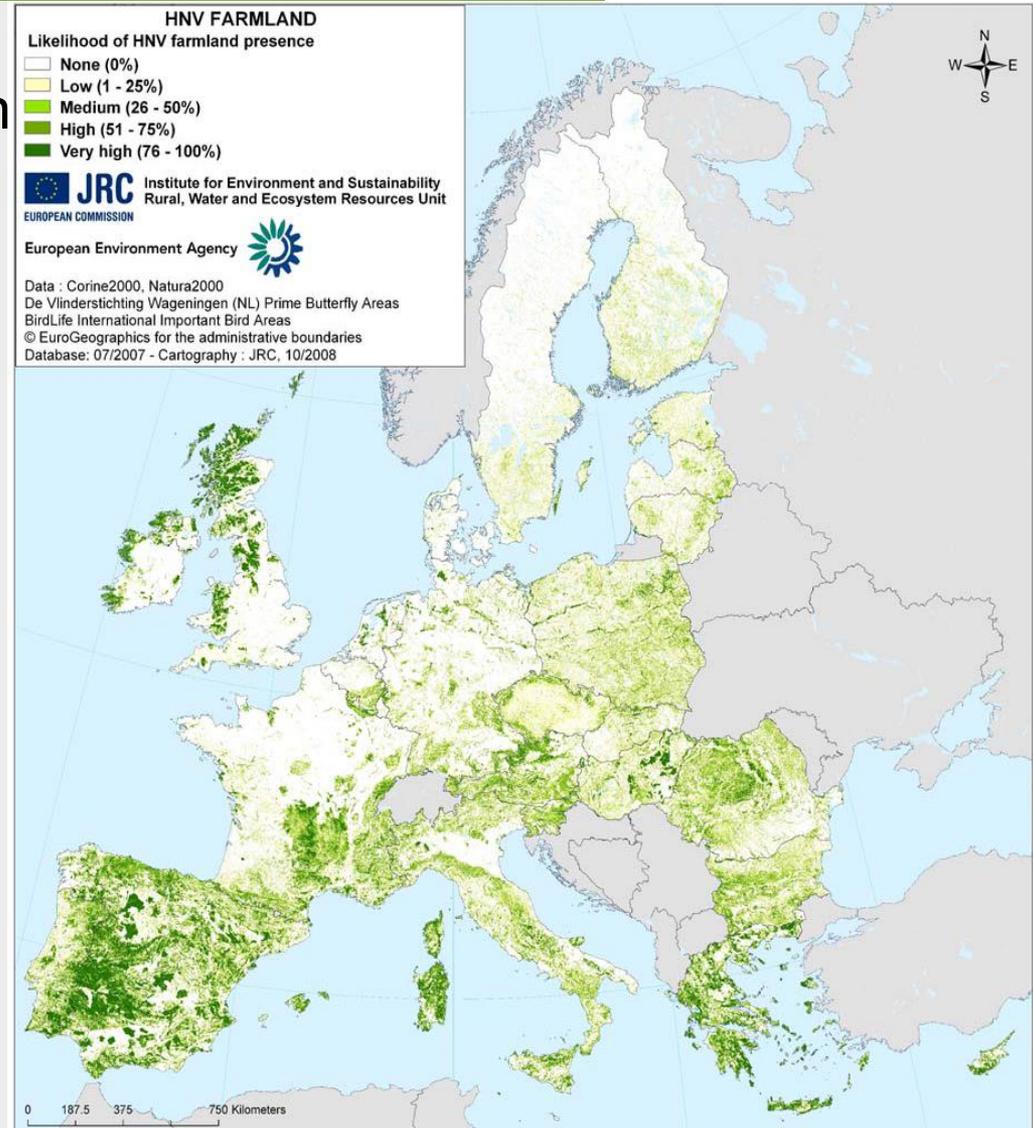


Kompensation lokaler Bodennutzungsintensität durch strukturierte Landschaften (Landschaftselemente, Hecken etc.)

Nach Tscharntke et al. 2005, Ecol Letters, Batary et al. 2010, Proc Roy Soc B

HNV Flächen in vielen Ländern Europas deutlich über 50% -

Effizienter, dort Inventare zu erhalten, als sie bei uns zu schaffen?



Likelihood of HNV farmland presence at EU level

- Nachhaltige Intensivierung ist mehr als Produktionssteigerung, bezieht die Verantwortung der Gesellschaft mit ein (Konsum) ebenso wie die ethische Akzeptanz der Produktionsweise
- Die Akzeptanz intensiver Landnutzung in Deutschland und Europa ist auf das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele angewiesen. Ökoeffizienzanalysen sind eine probate Methode, um nachhaltige Intensivierung zu begründen und regionale Konzepte zu formulieren.
- Ökologischer Landbau kann zur Steigerung der Ökoeffizienz beitragen, solange die Erträge nicht zu stark abfallen (> ILUC-Effekte) und solange Resilienzkriterien erfüllt sind
- Stärkere politische Signale erforderlich, die die Internalisierung externer Kosten berücksichtigen – dann spart ökologische Intensivierung Kosten!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Versuchsgut Lindhof der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät CAU Kiel

Mehr Informationen:

www.grassland-organicfarming.uni-kiel.de

ftaube@email.uni-kiel.de

