

# Symbio: agricultural Land Footprint (aLF)

Klaus Hennenberg, Hannes Böttcher, Christian Winger,  
Kirsten Wiegmann, Florian Anthony, Katja Hünecke  
Florian Wimmer, Rüdiger Schaldach (CESR), Martin  
Distelkamp (GWS)

Auf dem Weg in eine nachhaltige Bioökonomie:  
Bausteine für ein Monitoring. 2. Statuskonferenz.  
19. September 2019, Berlin



# Inhalt

- Zielsetzung
- Methodischer Ansatz zum globalen agricultural Land Footprint (aLF)
- Beispielergebnisse zum aLF (vorläufig)
- Ausblick:
  - Agrarmodel für Deutschland
  - Fisch-Aquakultur als neue Technologie

# Ziel

- Welchen Fußabdruck hat die Biomassenutzung in Deutschland auf die landwirtschaftliche Landnutzung in Herkunftsländern?
- agricultural Land Footprint (aLF) für
  - Biodiversität
  - Boden (nicht vorgestellt)
- Analyse auf unterschiedlichen Ebenen und Bezügen
  - aLF für einzelne Feldfrucht aus Land X ..... alle Feldfrüchte weltweit
  - aLF für Importe versus inländische Produktion
  - aLF für Deutschland und pro Einwohner in Deutschland

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Methodik

- Ökobilanz: Flächennutzung, aber keine Aussage zur Qualität der Fläche
- Differenziertere Aussage zu **Biodiversität** und **Boden**

Unkritisch (Ackerland, Brache)

**Flächenumwandlung** von:

- ... Schutzgebiet
- ... Primärwald
- ... biodiverser Wald
- ... biodiverses Grünland
- ... anderes biodiverses Land
- ... Torfmoor
- ... Feuchtgebiete
- ... Wälder
- ... ungenutztes Grünland
- ... genutztes Grünland

Eignung für Anbau

- Ackerland, Brache
  - hoch
  - mittel
  - niedrig
- umgewandelte Fläche
  - hoch
  - mittel
  - niedrig

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Methodik

- Ökobilanz: Flächennutzung, aber keine Aussage zur Qualität der Fläche
- Differenziertere Aussage zu Biodiversität und Boden
- Daten aus der globalen Modellierung (Uni Kassel + GWS)

$$\text{Ertrag} = \frac{\text{Biomasse}}{\text{Fläche}} \quad [\text{t/ha}]$$

$$\text{Flächennutzung} = \frac{\text{Fläche}}{\text{Biomasse}} \quad [\text{ha/t}]$$

$$\text{agricultural Land Footprint (aLF)} = \text{Biomassenutzung} * \frac{\text{Fläche}}{\text{Biomasse}} \quad [\text{ha}]$$

- Ansatz entspricht der Destatis-Methode zur Flächenbelegung

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Methodik – Funktion

*aLF (Nutzregion, Herkunftsregion, Zeit, Biomassenutzung, Biomasse) = Fläche*



$$\text{agricultural Land Footprint (aLF)} = \text{Biomassenutzung} * \frac{\text{Fläche}}{\text{Biomasse}} \quad [\text{ha}]$$

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Methodik – Funktion

$aLF$  (Nutzregion, Herkunftsregion, Zeit, *Biomassenutzung*, *Biomasse*) = *Fläche*

- Nahrung - pflanzliche
- Milchprodukte
- Fleischprodukte
- nicht spezifiziert
- Getränke und Tabak
- Energie - Holz
- Biomasse und Abfall
- Fossil und Kernenergie
- Strom, Gas, Warmwasser

Holzprodukte...

Bergbau...

Erzeugung...

Dienstleistungen...

- Ölpflanzen
- Weizen
- Andere Getreide
- Zuckerpflanzen
- Reis
- Gemüse, Früchte, Nüsse
- Faserpflanzen
- Andere Feldfrüchte

Unkritisch (Ackerland, Brache)

**Flächenumwandlung** von:

- ... Schutzgebiet
- ... Primärwald
- ... biodiverser Wald
- ... biodiverses Grünland
- ... anderes biodiverses Land
- ... Torfmoor
- ... Feuchtgebiete
- ... Wälder
- ... ungenutztes Grünland
- ... genutztes Grünland

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Methodik – Funktion

$aLF$  (Nutzregion, Herkunftsregion, Zeit, Biomassenutzung, Biomasse) = Fläche

Deutschland

Regionen/Länder

- 28 EU-Mitgliedsstaaten
- Norwegen, Schweiz, Rest of Europe
- China, India, Japan, South Korea, Taiwan, Indonesia, Rest of Asia and Pacific
- United States, Canada, Mexico, Brazil, Rest of America
- Russia
- Australia
- Turkey, Rest of Middle East
- South Africa, Rest of Africa

Historisch

- 1995, 2000, 2005, 2010

Zukunft

- 2015, 2020, 2025, 2030, ...

Flächenumwandlung:

- 1995-2000
- 2000-2005
- ...

Unkritisch (Ackerland, Brache)

**Flächenumwandlung** von:

- ... Schutzgebiet
- ... Primärwald
- ... biodiverser Wald
- ... biodiverses Grünland
- ... anderes biodiverses Land
- ... Torfmoor
- ... Feuchtgebiete
- ... Wälder
- ... ungenutztes Grünland
- ... genutztes Grünland



# agricultural Land Footprint (aLF)

## Ergebnisse

*aLF (Nutzregion, Herkunftsregion, Zeit, Biomassenutzung, Biomasse) = Fläche*

↓                      ↓                      ↓                      ↓                      ↓

*DE                      Brasilien                      2000                      Nahrung                      Ölpflanzen*  
*(Soja, Palmöl, Raps)*

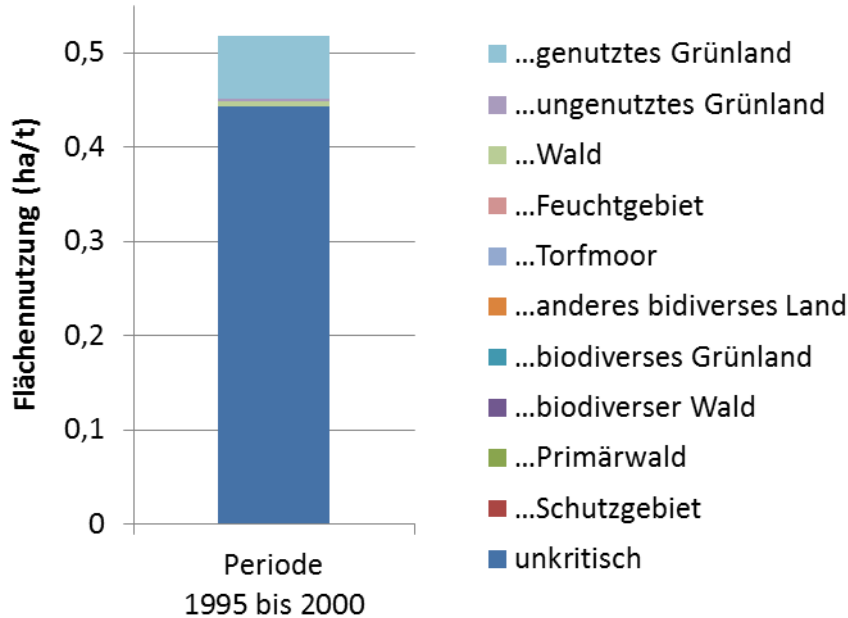
### Biomasse-Konsum in Deutschland:

- a) Import → Importe in Rohmaterialäquivalente (RME)
- b) Inland → inländische Produktion abzüglich Exporte in RME

# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, Brasilien, 2000, Nahrung, Ölpflanzen)

## Flächennutzung für Ölpflanzen



$$\text{Flächennutzung} = \frac{\text{Fläche}}{\text{Biomasse}}$$

→ Basiswerte

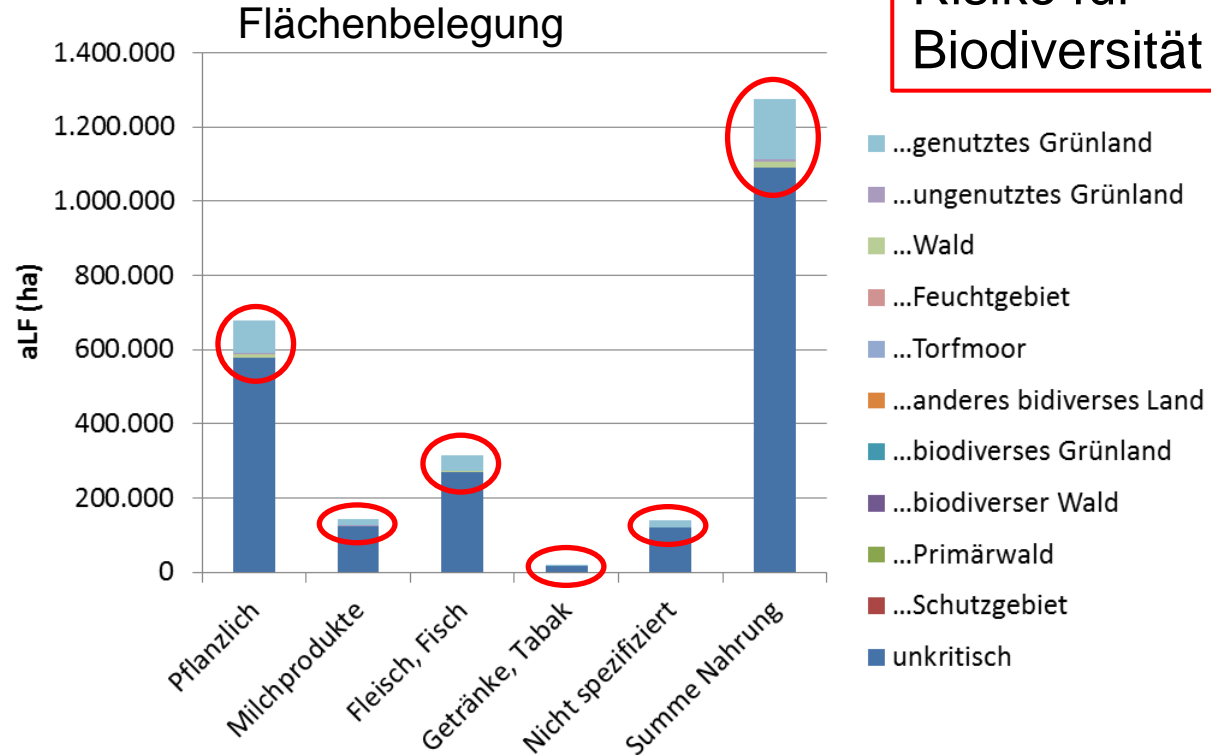
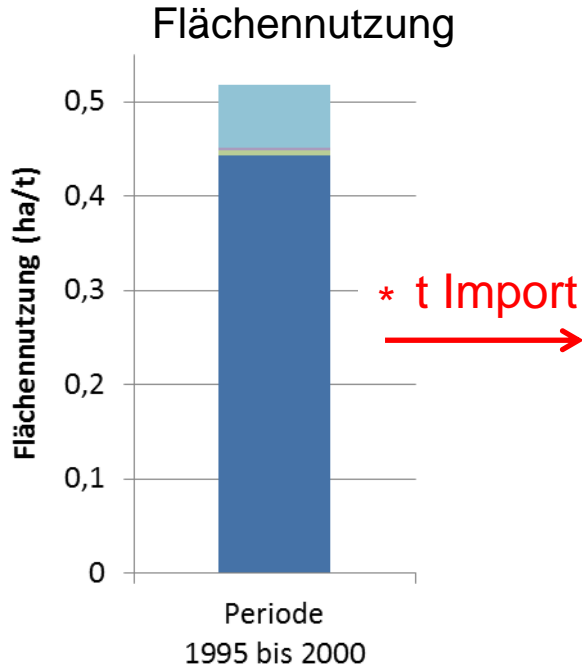
- aLF-Auswertungen
- Aggregation auf höherer Ebene
- Ökobilanzen, statistische Daten

→ Auswertung von Exiobase-Daten

# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, Brasilien, 2000, Nahrung, Ölpflanzen)

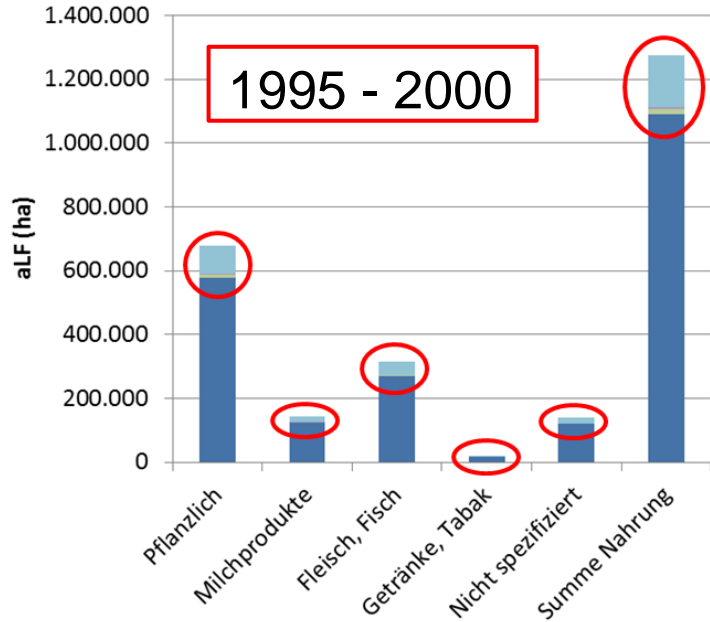
Risiko für Biodiversität



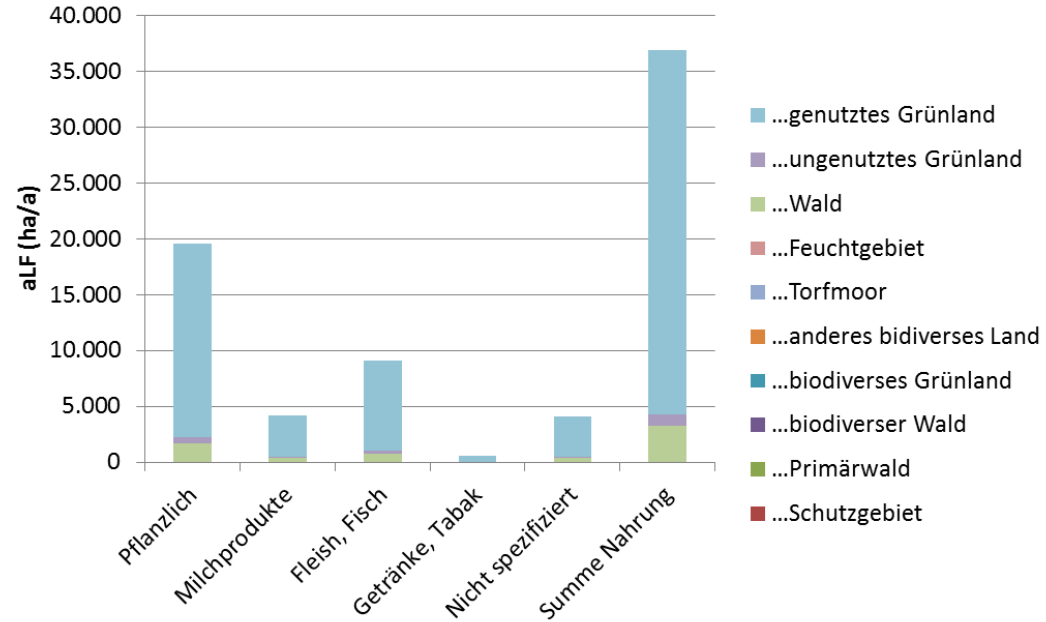
# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, Brasilien, 2000, Nahrung, Ölpflanzen)

## Flächenbelegung



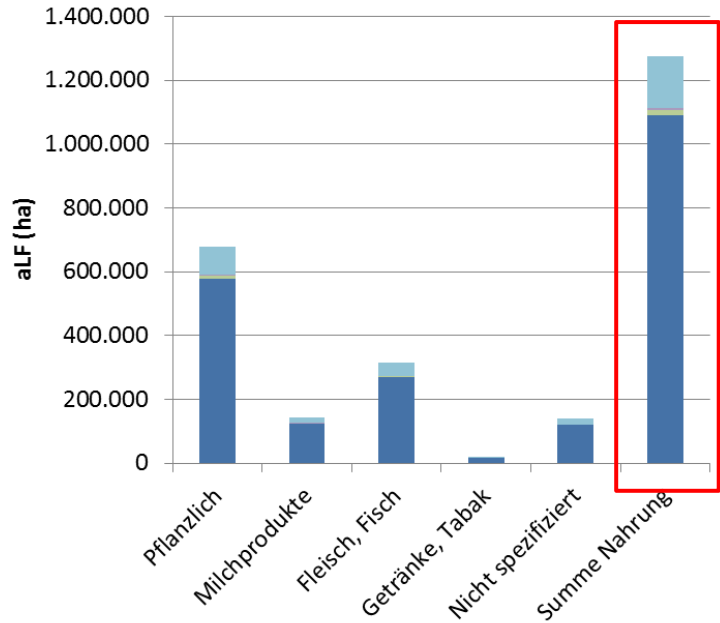
## Flächenumwandlungsrate



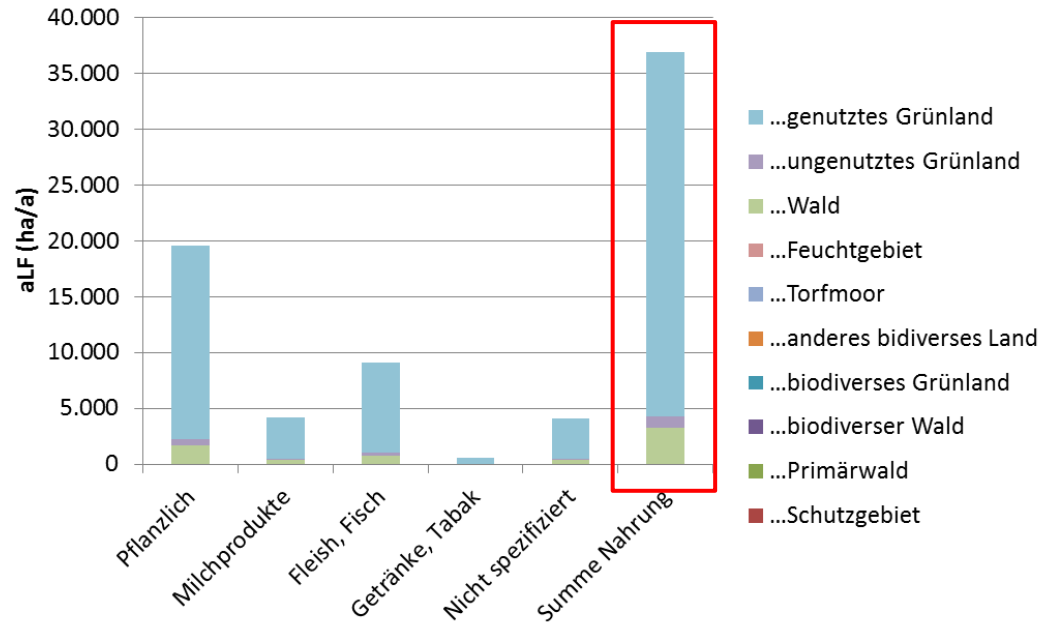
# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, Brasilien, 2000, Nahrung, Ölpflanzen)

## Flächenbelegung

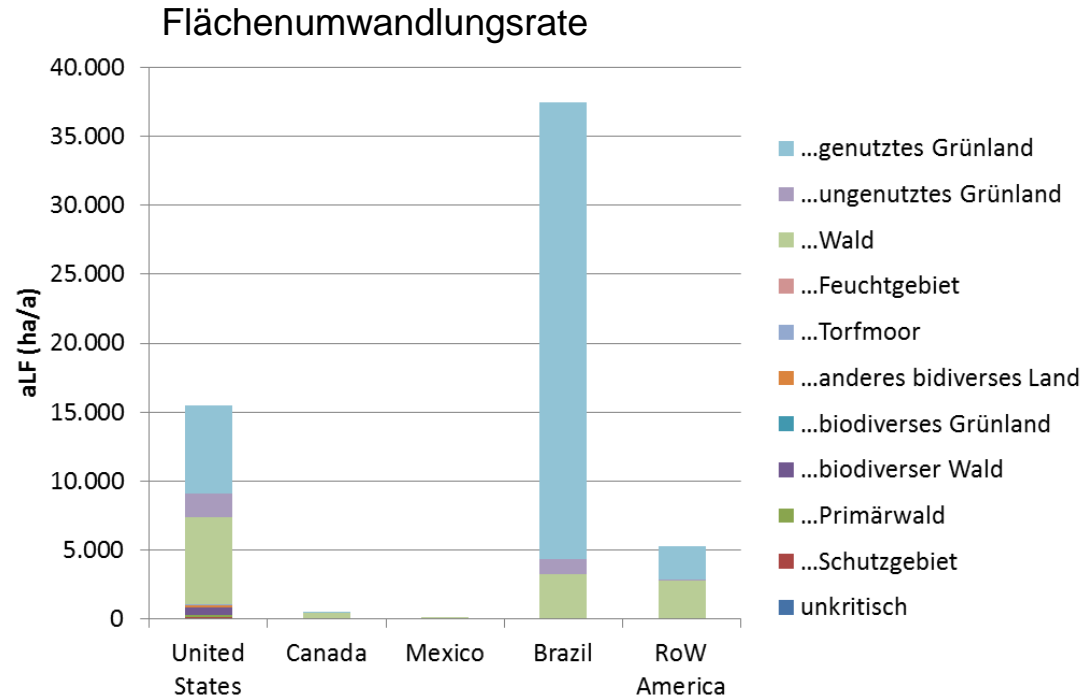
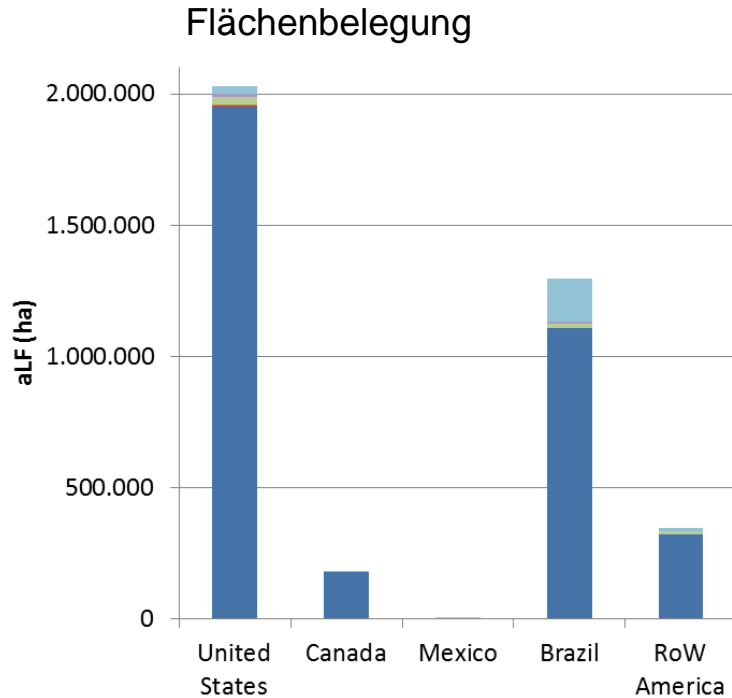


## Flächenumwandlungsrate



# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, Nord-/Südamerika, 2000, Nahrung, Ölpflanzen)

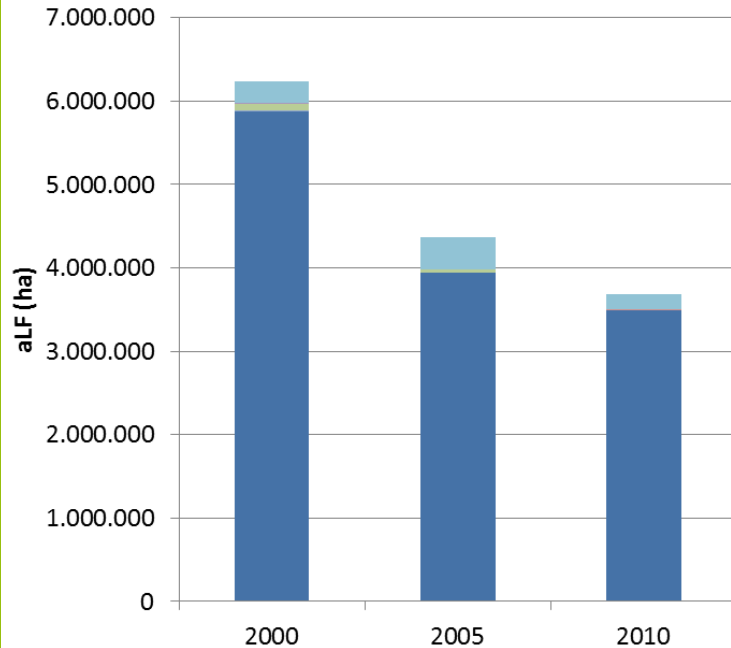


# agricultural Land Footprint (aLF)

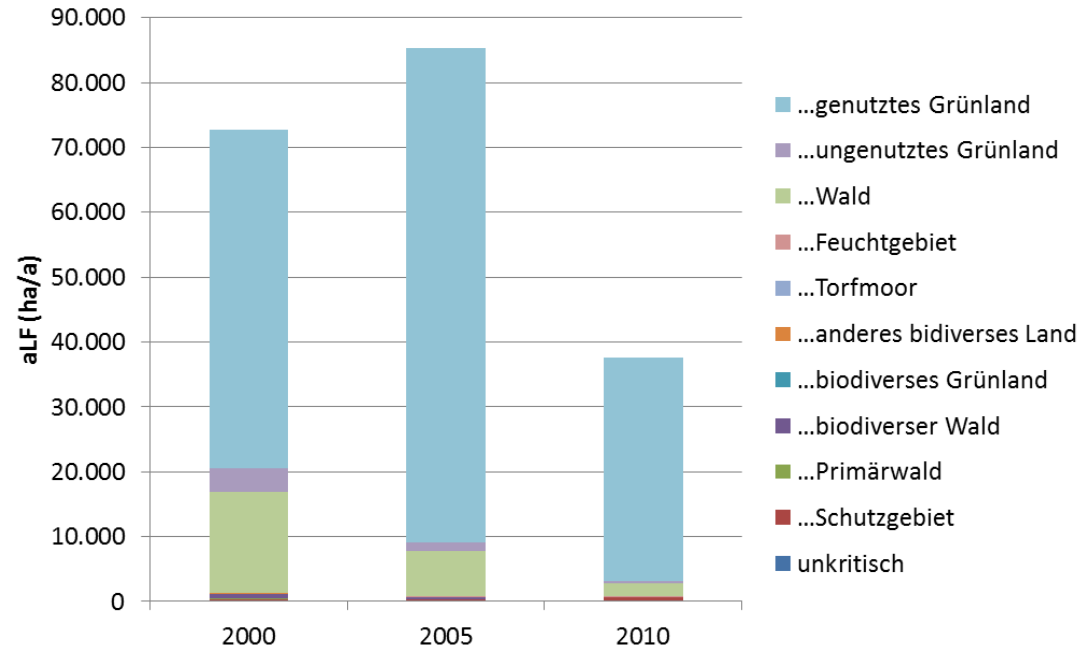
Ergebnisse: aLF (DE, *Import\_total*, 2000-2010, Nahrung, Ölpflanzen)

www.oeko.de

Flächenbelegung



Flächenumwandlungsrate

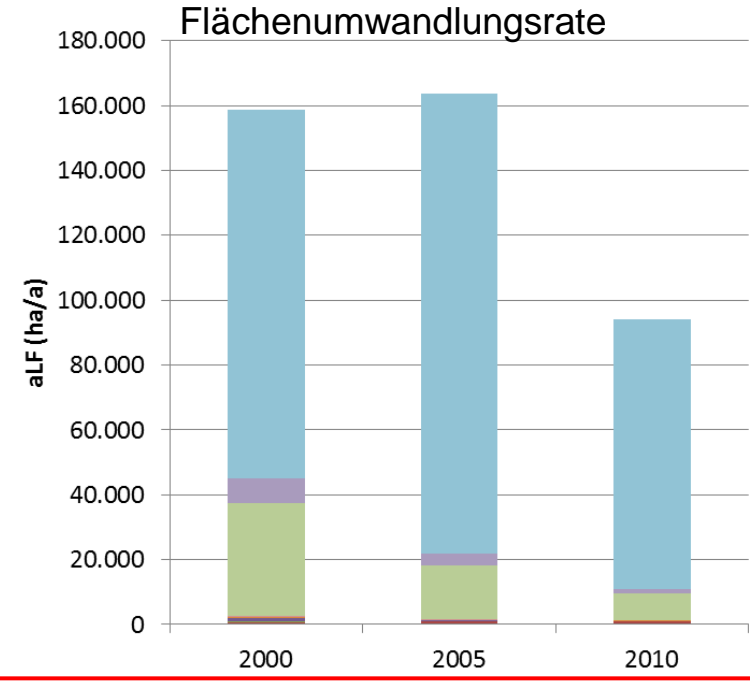
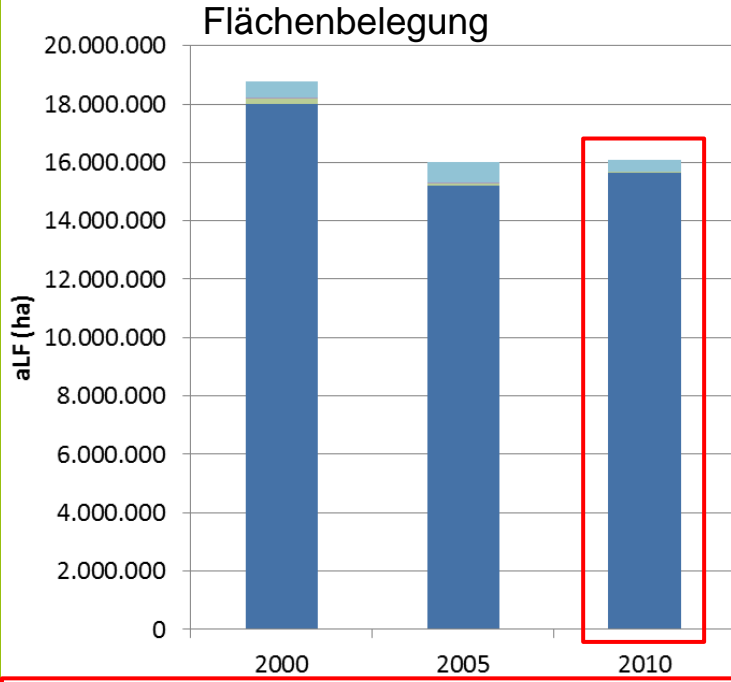


# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, Import\_total, 2000-2010, alle Nutzungen, ...)

Ölpflanzen + Weizen + Getreide + Zucker + Reis

www.oeko.de



- ...genutztes Grünland
- ...ungenutztes Grünland
- ...Wald
- ...Feuchtgebiet
- ...Torfmoor
- ...anderes biodiverses Land
- ...biodiverses Grünland
- ...biodiverser Wald
- ...Primärwald
- ...Schutzgebiet
- unkritisch

Destatis (2018): ca. **14,5 Mio. ha** Flächenbelegung in 2010 durch Import  
 (Erzeugnisse pflanzlichen Ursprungs, Futtermittel, Ernährungsgüter tierischen Ursprungs; ohne Gemüse, Früchte, Kakao etc.)



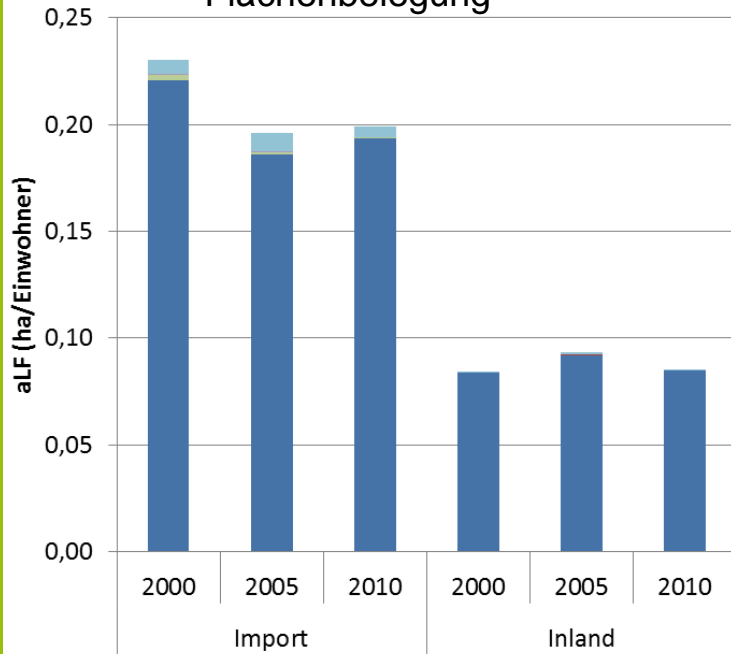
# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse: aLF (DE, *Import\_total* / DE, 2000-2010, alle Nutzungen, ...)

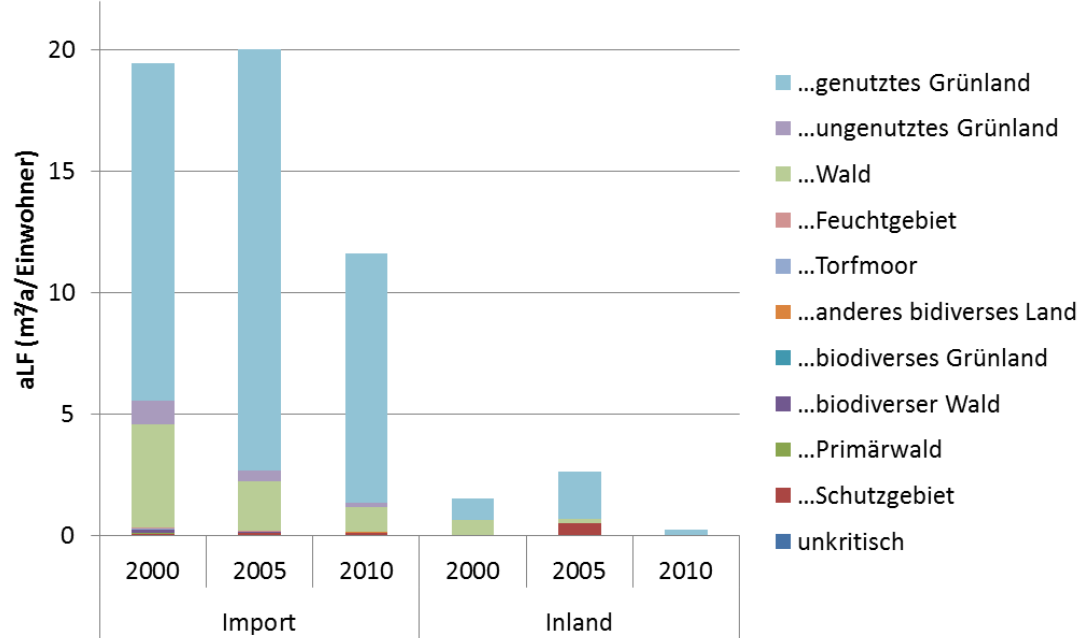
Bezug: je Einwohner

Ölpflanzen + Weizen + Getreide + Zucker + Reis

Flächenbelegung



Flächenumwandlungsrate



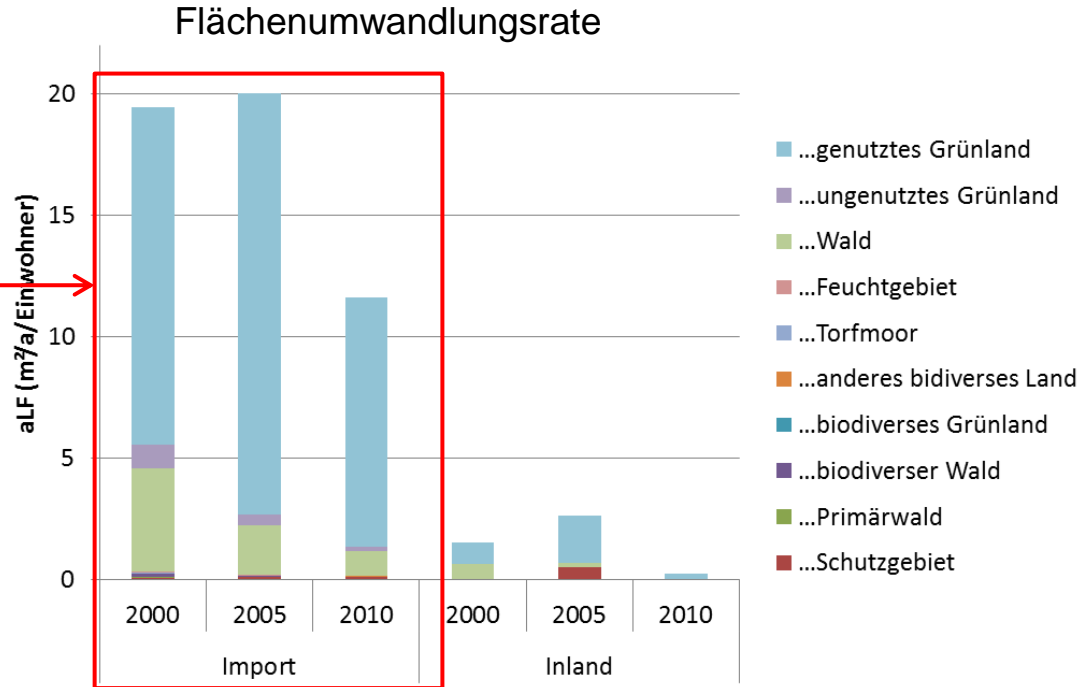
# agricultural Land Footprint (aLF)

Ergebnisse:  $aLF (DE, Import\_total / DE, 2000-2010, alle\ Nutzungen, \dots)$

Bezug: je Einwohner

Ölpflanzen + Weizen + Getreide + Zucker + Reis

Welche importierte Feldfrucht dominiert die Flächenumwandlung?



# agricultural Land Footprint (aLF)

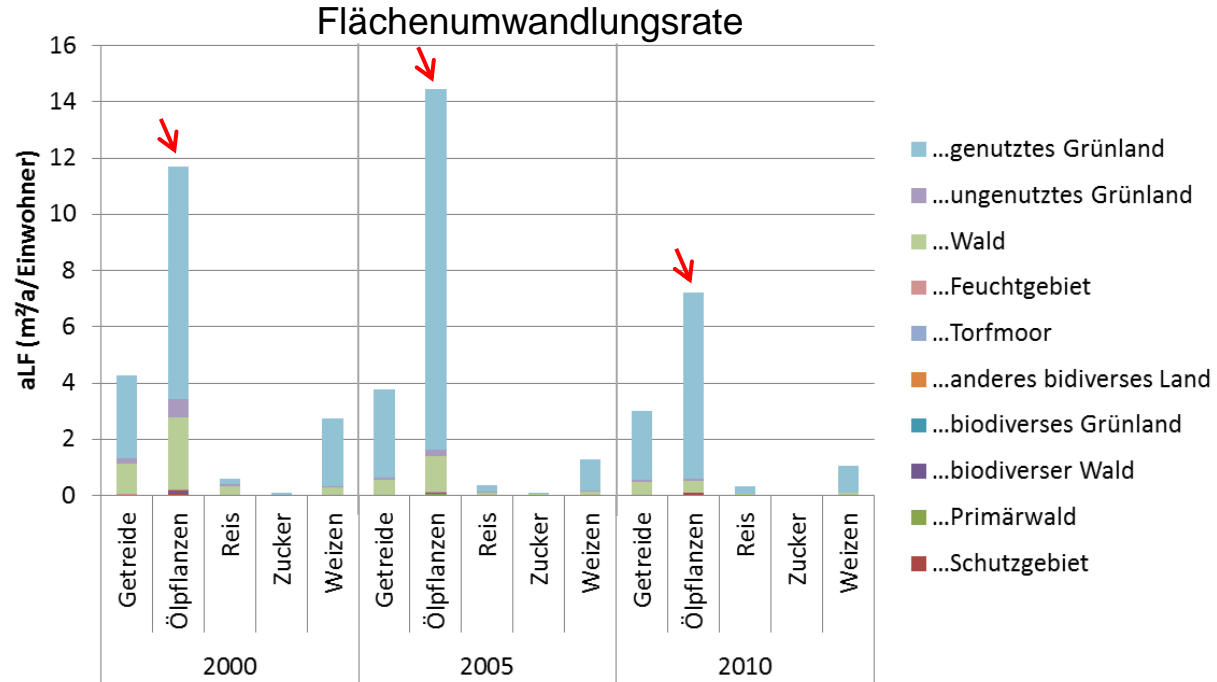
Ergebnisse: aLF (DE, *Import\_total*, 2000-2010, alle Nutzungen, ...)

Bezug: je Einwohner

Ölpflanzen + Weizen + Getreide + Zucker + Reis

Welche importierte Feldfrucht dominiert die Flächenumwandlung?

→ Ölpflanzen 60-70%



# agricultural Land Footprint (aLF)

## Fazit (1)

- Methodik
  - aLF für Biodiversität und Boden entwickelt
  - aLF ist anwendbar auf diversen Skalenebenen; Bezug: Fläche oder Fläche/Einwohner
  - aLF-Ansatz kann einfach in Ökobilanzen integriert und auf statistische Daten angewandt werden
- Unsicherheiten
  - Vergleichbarkeit zwischen DESTATIS und EXIOBASE schwierig, da Kategorien unterschiedlich (z.B. Feldfrüchte, Produktgruppen)
    - Ackernutzung: Größenordnung stimmt überein
    - Grünlandnutzung: große Unterschiede, noch in Qualitätsprüfung
  - LandSHIFT und EXIOBASE sind noch nicht abschließend harmonisiert (Gemüse, Obst, Nüsse etc.)

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Fazit (2)

- Was leistet der aLF?
  - Qualitative Aussage zur Flächenbelegung → Biodiversität und Boden
- Konsum in Deutschland (Hauptfeldfrüchte):
  - Flächenbelegung von ca. 0,2 ha/EW (Ausland) und 0,09 ha/EW (Inland)
  - Flächenumwandlung von 12-20 m<sup>2</sup>/a/EW (Ausland) und 0,3-2,5 m<sup>2</sup>/a/EW (Inland)
  - Flächenumwandlung vorrangig auf genutztem Grünland, Wald und ungenutztem Grünland
  - Primärwälder, Schutzgebiete, biodiverse Flächen deutlich seltener betroffen
  - In der Tendenz nimmt die Flächenumwandlung von 2000 bis 2010 ab
  - Importe: Ölpflanzen dominieren die Flächenumwandlung mit 60-70%

# agricultural Land Footprint (aLF)

## Nächste Schritte

- Analyse zu
  - Zukünftige Trends
  - Kontrafaktische Modellierung
  - Deutsche Exporte
  - Betrachten gezielter Fragestellungen
- Auswahl für eine Darstellung im Bioökonomiemonitoring
- Bereitstellen einer Datenbank für Ökobilanzierung

# Ausblick

# Sektormodell Landwirtschaft (Deutschland)

## Motivation

- Globale Indikatoren auf Basis globaler Datensätze erlauben verhältnismäßig grobe Aussagen
- Auf nationaler Ebene sind detailliertere Datensätze und Informationen verfügbar
- Indikatoren sinnvoll, die weitere Themenfelder adressieren
- Fokus der Modellierung: zukünftige Entwicklungen



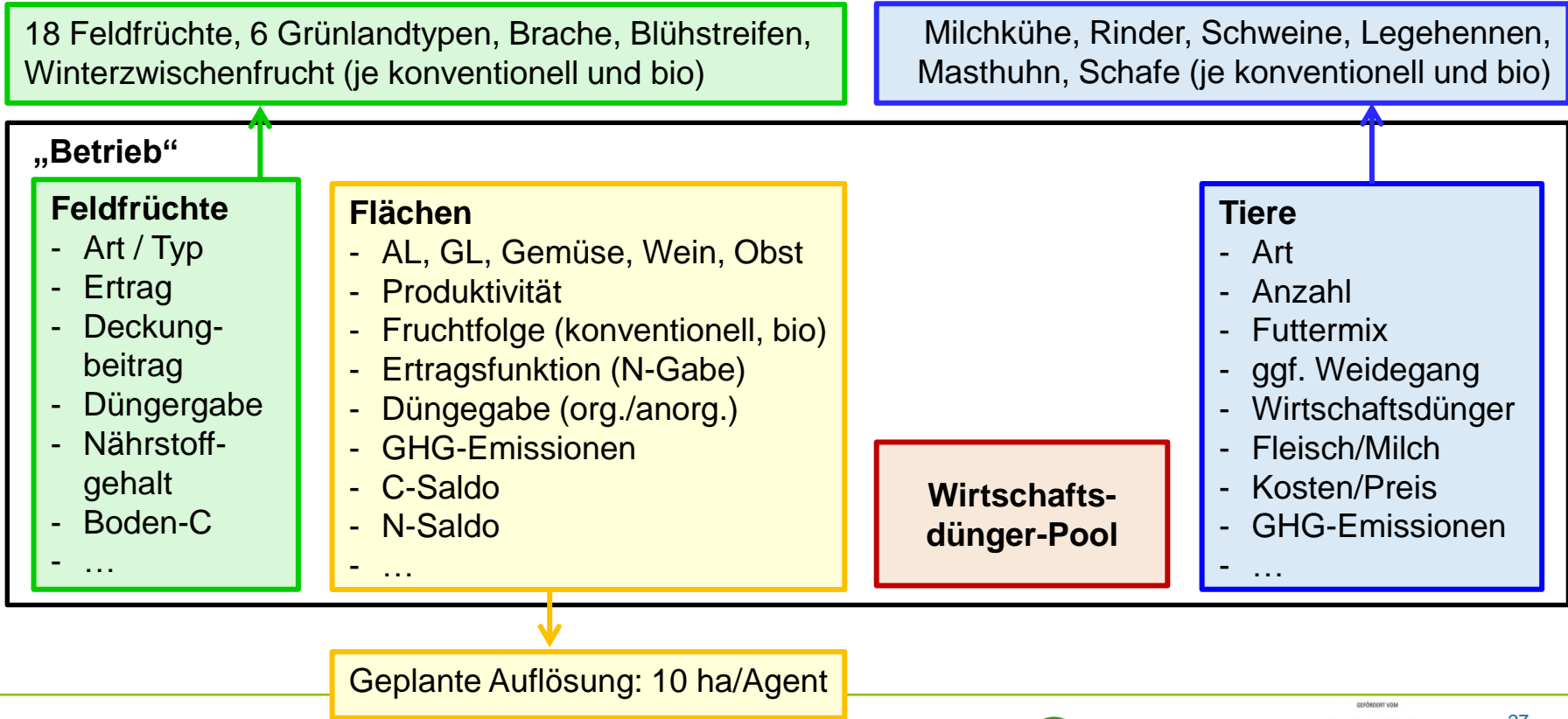
# Sektormodell Landwirtschaft (Deutschland)

## Arbeitsstand

- Landwirtschaftsmodell für Deutschland entwickelt
- Angebunden an die Ergebnisse der globalen Modellierung
  - Anzahl der Tiere → Futteranbau
  - Anbau von Feldfrüchten
- Agentenbasierter Modellansatz:
  - Zwei „Betriebe“ je Landkreis (konventionell, bio)
  - Daten aus Bundes-/Länderstatistiken und der Literatur
  - Umsetzung in Python (Funktionalitäten implementiert, Daten recherchiert, Testphase für kleine Datensätze läuft)
  - Offen: Einbindung von Biogas...
  - Open Source angestrebt

# Sektormodell Landwirtschaft (Deutschland)

## Modellstruktur



# Sektormodell Landwirtschaft (Deutschland)

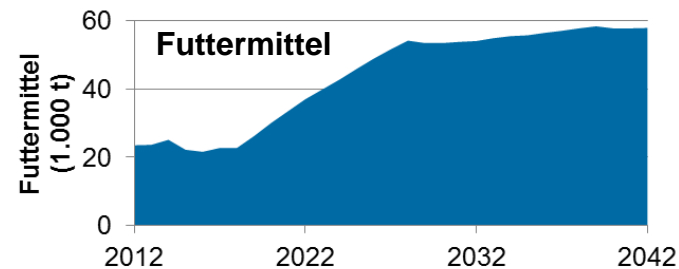
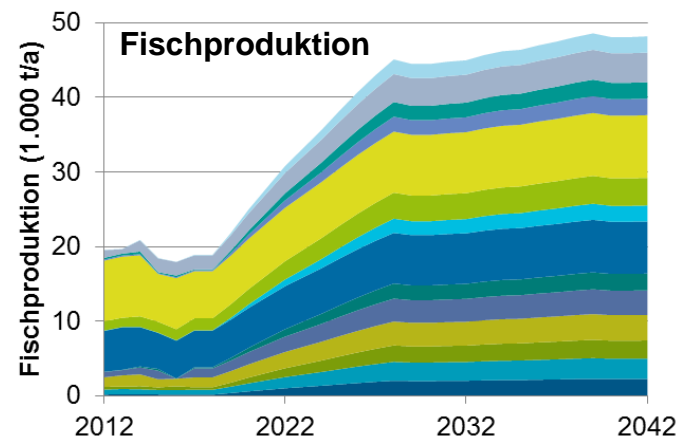
## Indikatoren

Indikator	Anmerkung	Für...
Treibhausgase	Lachgas LW-Fläche, Methan Tierhaltung, ...	Pflanzenbau, Tierhaltung
Wasserqualität	N-Überhang der LW-Fläche	Pflanzenbau
Stickstoffsaldo	Schlag- und Hoftorbilanz	Pflanzenbau, Tierhaltung
Humussaldo	Ackerflächen nach VDLUFA	Pflanzenbau
Biodiversität	Biotopwerte	Pflanzenbau
Ökonomie	Deckungsbeiträge und Produktionsmengen	Pflanzenbau, Tierhaltung

# Aquakulturmodell Fische (DE)

## Neue Technologie

- Recirculating Aquaculture System (RAS):
  - landbasierte Aquakultur mit (weitgehend) geschlossenem Kreislaufsystem
- Teiche, Becken/Fließkanäle, Netzgehege
- Anbindung an Modelle:
  - Nachfrage Tierprodukte
  - Futterbedarf (tierisch/pflanzlich Bestandteile)
- Indikatoren
  - Treibhausgase
  - Klärschlamm, Stickstofffracht
  - Wasser(inanspruchnahme)
  - Kopplung mit klassischen Ökobilanz-Indikatoren



## Ihre Ansprechpartner

**Klaus Hennenberg**  
Senior Researcher

**Öko-Institut e.V.**  
Büro Darmstadt  
Rheinstraße 95  
64295 Darmstadt

Telefon +49 6151 8191-177  
E-Mail: [k.hennenberg@oeko.de](mailto:k.hennenberg@oeko.de)

**Hannes Böttcher**  
Senior Researcher  
Projektleitung Symobio

**Öko-Institut e.V.**  
Büro Berlin  
Schicklerstraße 5-7  
10179 Berlin

Telefon +49 30 405085-389  
E-Mail: [h.boettcher@oeko.de](mailto:h.boettcher@oeko.de)

**Florian Antony**  
Senior Researcher  
(Aquakultur)

**Öko-Institut e.V.**  
Geschäftsstelle Freiburg  
Postfach 17 71  
79017 Freiburg

Telefon: +49 761 45295-260  
E-Mail: [f.antony@oeko.de](mailto:f.antony@oeko.de)