

SYMOBIO - Trends globaler Fußabdrücke und kontrafaktische Modellierung

2. Statuskonferenz Bioökonomie
Berlin, 19.09.2019

Dr. Christian Lutz, Martin Distelkamp, Lara Ahmann

1. **Datenbasis, Methodik und historische Entwicklungen**
2. **Was wäre gewesen, wenn? Ergebnisse einer kontrafaktischen Modellierung**
3. **Wohin geht die Reise? (Vorläufige) Ergebnisse der Modellierung von Zukunftstrends**

1. Datenbasis, Methodik und historische Entwicklungen

Datenbasis und Methodik

- ▶ **Nationale** (Umwelt-) Berichterstattung fokussiert auf Umweltinanspruchnahme und sozio-ökonomische Dimensionen im Inland
- ▶ **Fußabdruck-Konzepte** fragen nach den **globalen** (Umwelt-) Wirkungen lokalen Handelns
- ▶ Fußabdrücke lassen sich nicht nur **insgesamt**, sondern auch differenziert für **einzelne Produkt(gruppen)** oder **Nachfragekategorien** ermitteln (z.B. Fußabdruck der Energienachfrage, Fußabdruck der Ernährungsgüternachfrage)
- ▶ Fokus der GWS: THG-Fußabdruck, Material-Fußabdruck (biotisch und abiotisch) und die ökonomische Dimension der Bioökonomie

Datenbasis und Methodik

- ▶ Methodische Ansätze für die Abschätzung von makroökonomischen Fußabdrücken
 - ⇒ TRAIL: Umweltstatistik, Handelsdaten, LCA-Daten
 - ⇒ IO-TRAIL: nationale EE-IOT, Handelsdaten, LCA-Daten
 - ⇒ Nationale Statistikämter: nationale EE-IOT, EU EE-IOT
 - ⇒ GRAM: Globale EE-MRIO (z.B. WIOD, EXIOBASE)
- SYMOBIO ▶ EE-MRIO EXIOBASE v 3.4 (rel. Juli 2018)
 - ⇒ Globales Gesamtrechnungssystem
 - ⇒ Zeitraum 1995-2011
 - ⇒ 49 Länder und Regionen mit je 200 Produktionsbereichen und deren Verflechtung via Welthandel
 - ⇒ Detaillierte Infos zu Emissionen, Energie, Ressourcen
 - ⇒ Basis auch für Land- und Wasserfußabdruckberechnungen

EE-MRIO Analyse

MRIO-Analyse in monetären Einheiten

Multiregionale Matrix der Produktion für die Endnachfrage

$X_{cc} =$ Nach Produktionsbereichen differenzierter Vektor der Produktion in Land c (2. Index) für die Endnachfrage in Land c (1. Index)

49 * 200 = 9800 Spalten

$$\begin{matrix} 49 \text{ Zeilen} \\ \begin{bmatrix} x_{aa} & x_{aD} & \dots & x_{az} \\ x_{Da} & x_{DD} & \dots & x_{Dz} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{za} & x_{zD} & \dots & x_{zz} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Multiregionale Leontief Inverse-Matrix

$A_{cc} =$ Nach Produkten [Zeilen] und Produktionsbereichen [Spalten] differenzierte Matrix der Inputkoeffizienten von Produkten aus Land c (1. Index) in Land c (2. Index)

49 * 200 = 9800 Spalten

$$= \begin{bmatrix} I - A_{aa} & -A_{aD} & \dots & -A_{az} \\ -A_{Da} & I - A_{DD} & \dots & -A_{Dz} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -A_{za} & -A_{zD} & \dots & I - A_{zz} \end{bmatrix}^{-1}$$

49 * 200 = 9800 Zeilen

Multiregionale Endnachfrage-Matrix




$Y_{cc} =$ Nach Produkten differenzierter Vektor der Endnachfrage von Produkten aus Land c (1. Index) in Land c (2. Index)




49 Spalten

$$* \begin{bmatrix} y_{aa} & y_{aD} & \dots & y_{az} \\ y_{Da} & y_{DD} & \dots & y_{Dz} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{za} & y_{zD} & \dots & y_{zz} \end{bmatrix}$$




49 * 200 = 9800 Zeilen

Elemente einer MRIO-Analyse für Deutschland

-  Produktion in Deutschland für die deutsche Endnachfrage
-  Produktion in Deutschland für die ausländische Endnachfrage
-  Produktion im Ausland für die deutsche Endnachfrage

-  IO-Koeffizienten des Vorleistungseinsatzes von heimischen Produkten in Deutschland
-  IO-Koeffizienten des Vorleistungseinsatzes von importierten Produkten in Deutschland
-  IO-Koeffizienten des Vorleistungseinsatzes von deutschen Produkten im Ausland

Dimensionen in EXIOBASE v3.3

-  Deutsche Endnachfrage nach heimischen Produkten
-  Deutsche Endnachfrage nach importierten Produkten
-  Ausländische Endnachfrage nach deutschen Produkten

Abschätzung von physischen Flüssen

Vektor der globalen Umweltinanspruchnahme für die (deutsche) Endnachfrage

$p_c =$ Nach Produktionsbereichen differenzierter Vektor der Umweltinanspruchnahme (physisch) in Land c für die Endnachfrage in Deutschland

49 * 200 = 9800 Elemente

$$\begin{bmatrix} p_a & p_D & \dots & p_z \end{bmatrix}$$

Vektor der Umweltintensität der Produktion (Extraktion von Weizen, CO₂-Emissionen, etc.)

$e_c =$ Nach Produktionsbereichen differenzierter Vektor der Umweltinanspruchnahme (physisch) je Produktion (monetär) in Land c

49 * 200 = 9800 Elemente

$$\begin{bmatrix} e_a & e_D & \dots & e_z \end{bmatrix}$$



Vektor der Produktion für die (deutsche) Endnachfrage



$X_{Dc} =$ Nach Produktionsbereichen differenzierter Vektor der Produktion (monetär) in Land c (2. Index) für die Endnachfrage in Deutschland

49 * 200 = 9800 Elemente



$$\begin{bmatrix} x_{Da} & x_{DD} & \dots & x_{Dz} \end{bmatrix}$$

Elemente einer MRIO-Analyse für Deutschland

-  Umweltinanspruchnahme in Deutschland
-  Umweltinanspruchnahme im Ausland

-  Umweltintensität der Produktion in Deutschland
-  Umweltintensität der Produktion im Ausland

Dimensionen in EXIOBASE v3.3

-  Produktion in Deutschland für die deutsche Endnachfrage
-  Produktion im Ausland für die deutsche Endnachfrage

Historische Entwicklungen (Auswahl I)

- Hier: weite Abgrenzung der Bioökonomie (inkl. Dienstleistungsbereiche)

Werte in Mt CO ₂ eq	1995	2011
THG-Emissionen der dt. Bioökonomie und deren Anteil an den gesamten THG-Emissionen	122,9 11,2%	114,4 12,0%
THG-Emissionen der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln in DE	91,2	83,1
THG-Fußabdruck der Nahrungsmittelnachfrage in DE	183,3	152,0
davon Nachfrage Fleisch & Fisch	71,7	53,7
davon FA der Nachfrage Milch & Molkereiprod.	44,6	32,8

Werte in Mio. (Erwerbstätige) bzw. Mrd. € (Wertschöpfung)	1995	2011
Erwerbstätige in der dt. Bioökonomie und Anteil an den gesamten Erwerbstätigen	5,48 14,4%	5,36 12,9%
Bruttowertschöpfung der dt. Bioökonomie und Anteil an der gesamten Bruttowertschöpfung	194,7 10,2%	228,0 8,8%

Historische Entwicklungen (Auswahl II)

Verwertete incl. Entnahme biotischer Rohstoffe in Mt	1995	2011
Primär-Anbaupflanzen	86,2	97,0
Stroh, Futterpflanzen und Grünland	124,5	157,3
Biomasse aus der Forstwirtschaft	24,1	34,7

Material-Fußabdruck biotischer Rohstoffe in Mt	1995	2011
Primär-Anbaupflanzen	151,7	187,0
Stroh, Futterpflanzen und Grünland	199,4	243,2
Biomasse aus der Forstwirtschaft	50,6	55,3

2. Was wäre gewesen, wenn?

Ergebnisse einer kontrafaktischen Modellierung

Kontrafaktische Modellierung - Methode

- ▶ Die tatsächliche Entwicklung der Jahre 1995 bis 2010 (wie in EXIOBASE und weiteren Statistiken berichtet)

im Vergleich zu

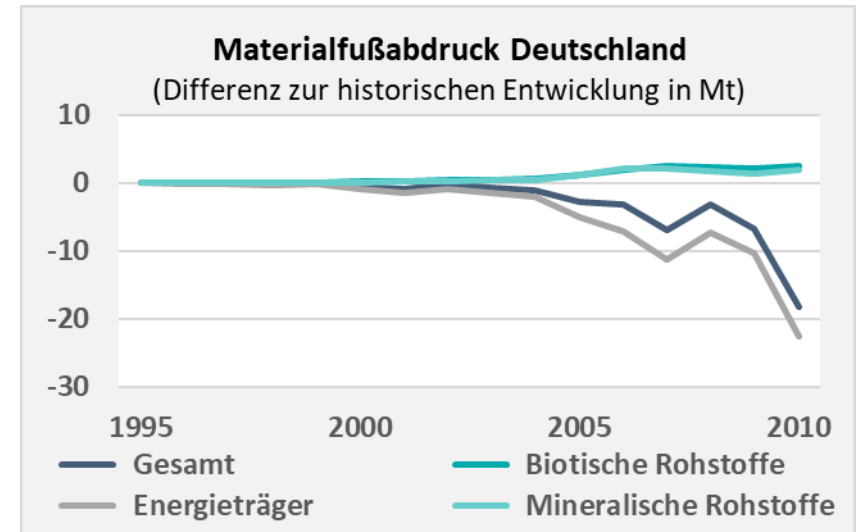
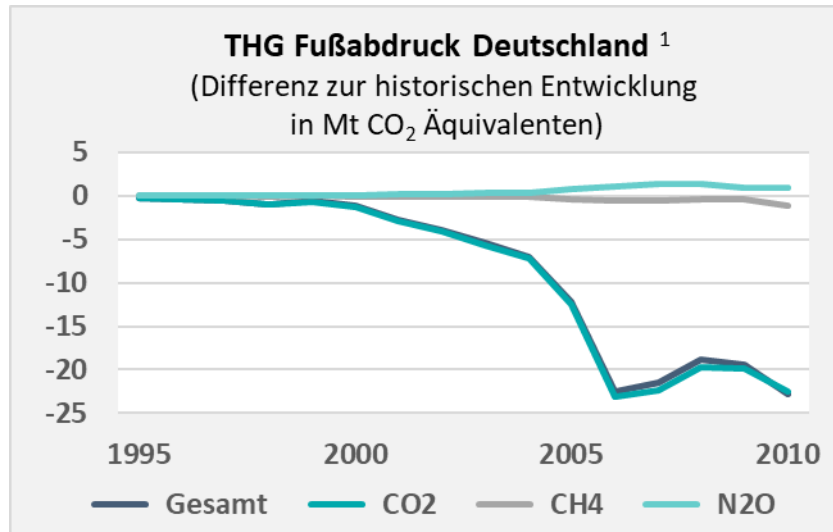
- ▶ einer hypothetischen, kontrafaktischen Entwicklung in den Jahren 1995 bis 2010, in der ...
 - ⇒ die Produktion von Elektrizität durch Biomasse (ohne Holz) und Abfall in Deutschland nicht ausgeweitet worden wäre
 - ⇒ der Ausbau von Biogasanlagen in Deutschland nicht stattgefunden hätte
 - ⇒ der Einsatz von Biokraftstoffen in Deutschland nicht zugenommen hätte

Kontrafaktische Modellierung - Annahmen

- ▶ Substitution von Biogas für Wärme durch Erdgas
- ▶ Substitution von biogas-basiertem Strom durch Rest-Strom-Mix
- ▶ Substitution von Biokraftstoffen durch konv. Benzin und Diesel

Kontrafaktische Modellierung – Ergebnisse I

Wirkung der Bioenergie-Expansion auf

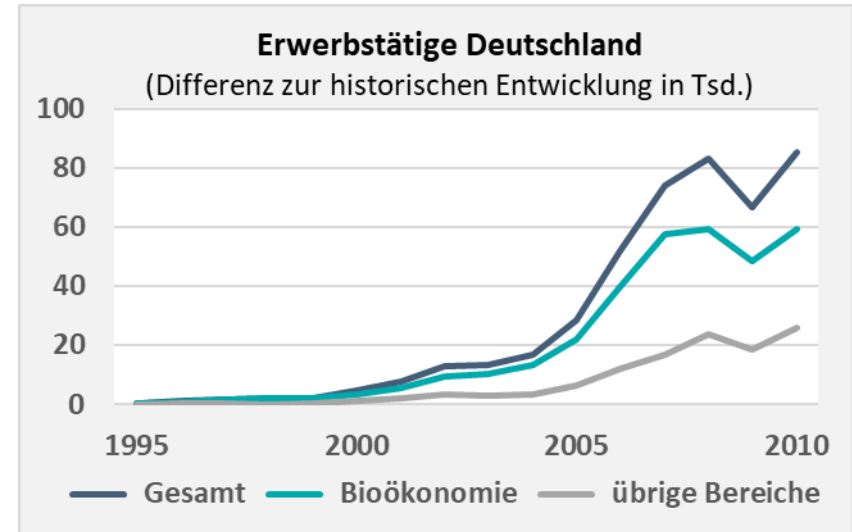
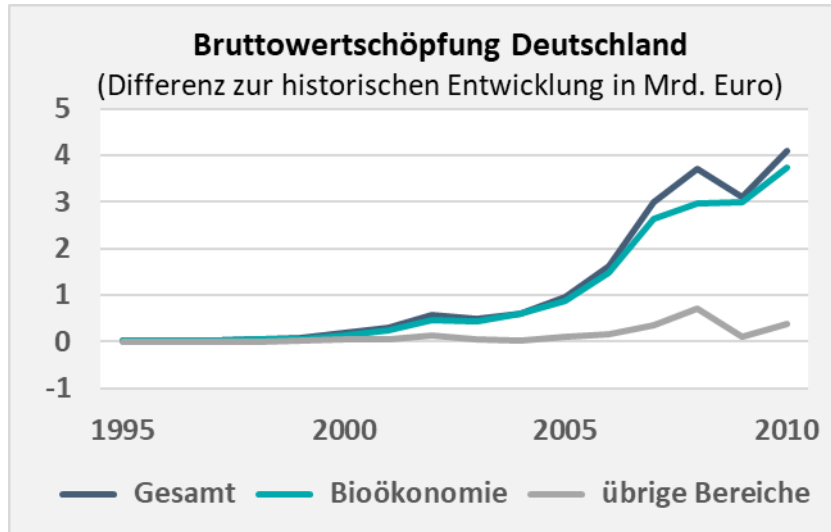


¹ ohne iLUC

- ▶ Die verstärkte energetische Nutzung von biotischen Rohstoffen bewirkte direkt und indirekt:
 - ⇒ einen insgesamt niedrigeren THG-Fußabdruck (ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen etc.; vgl. Debatte um Biokraftstoffimporte)
 - ⇒ einen bis zu 1 % niedrigeren Materialfußabdruck

Kontrafaktische Modellierung – Ergebnisse II

Wirkung der Bioenergie-Expansion auf



- ▶ Bruttowertschöpfung und Erwerbstätigkeit konnten nicht nur direkt, sondern auch indirekt gesteigert werden.

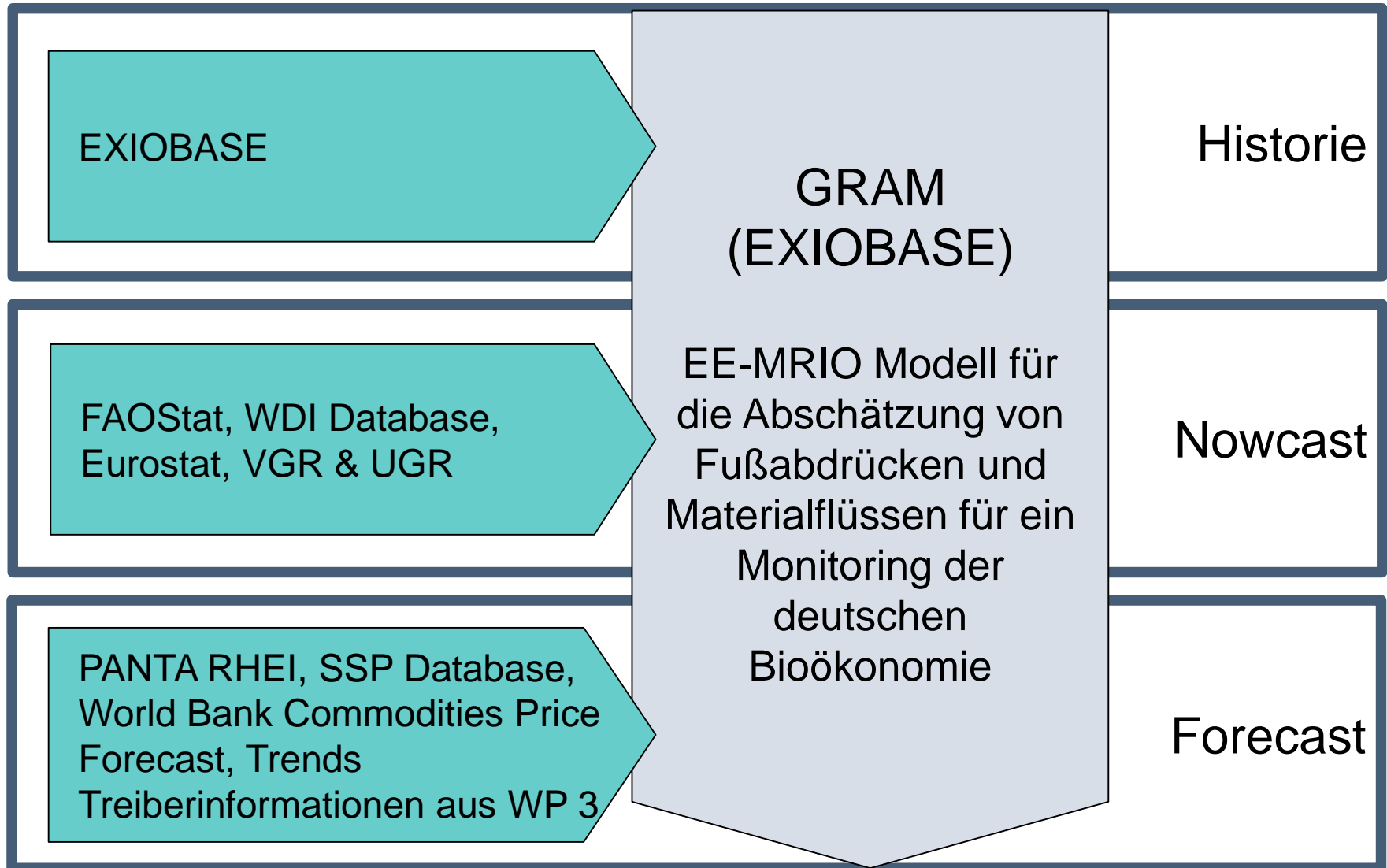
3. Wohin geht die Reise?

(Vorläufige) Ergebnisse der Modellierung von Zukunftstrends

Zukunftstrends - Methode

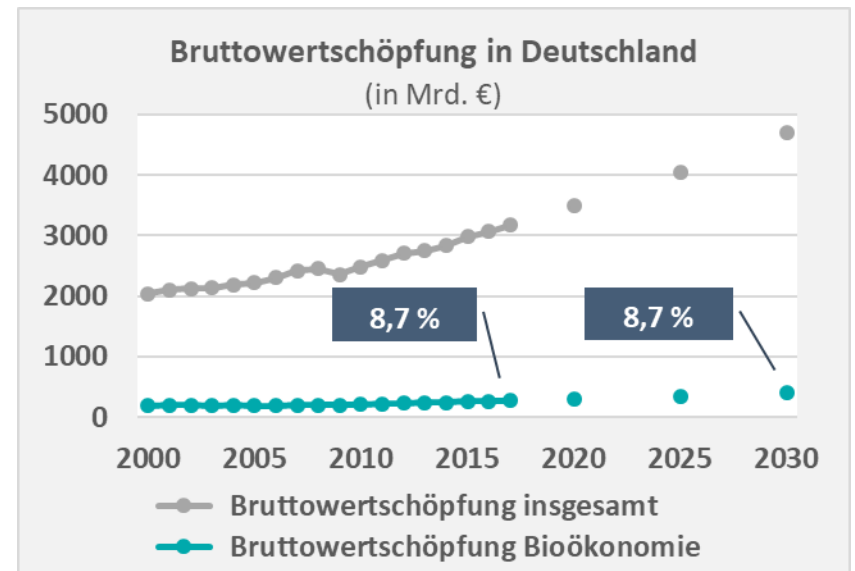
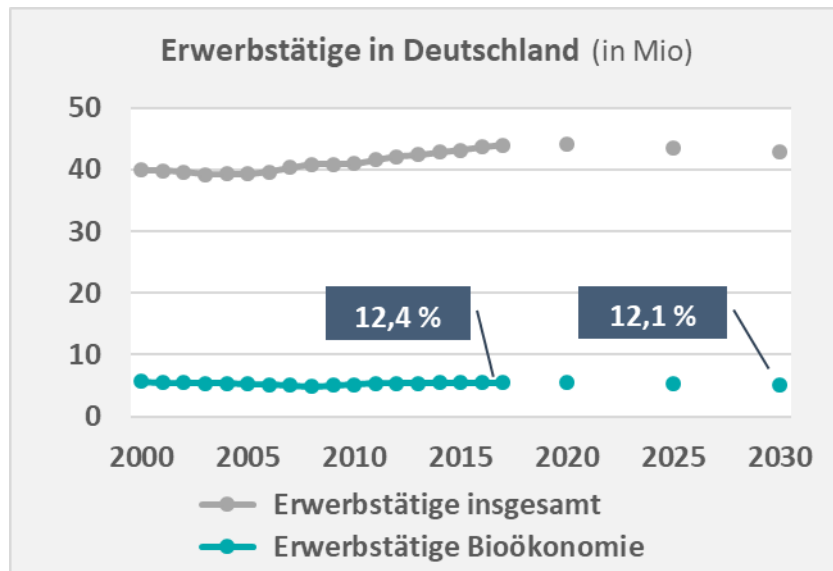
- ▶ EXIOBASE endet mit Berichtsjahr 2011
 - ⇒ Nowcast für 2012 bis 2017 auf Grundlage verfügbarer Informationen aus der amtlichen Statistik
 - National: VGR, UGR
 - International: FAO, Eurostat, Weltbank, etc.
 - ⇒ Projektion für 2030: Grundlage SSP2 („middle of the road“)
 - PANTA RHEI Szenario „Trend“
 - SSP Database (BIP, Bevölkerung, THG-Emissionen & landwirtschaftl. Produktionsmengen nach 5 Weltregionen)
 - Spezifische Treiberinformationen aus SYMOBIO AP 3
- ▶ Fortschreibung der EXIOBASE Datenbank für alle Länder, Fokus auf Deutschland & bioökonomie-relevante Aspekte

Zukunftstrends - Methode



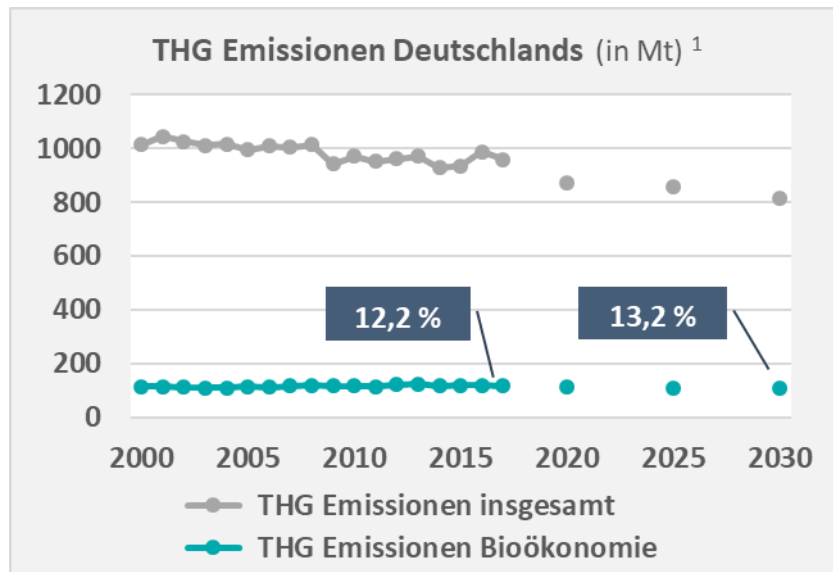
Zukunftstrends – Erste Ergebnisse

- ▶ Ergebnisse der Zukunftsmodellierung sind noch vorläufig



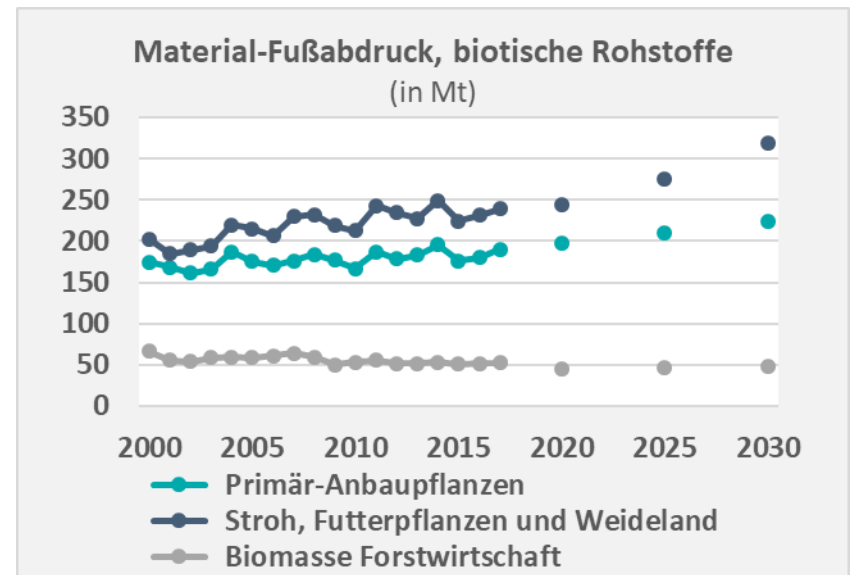
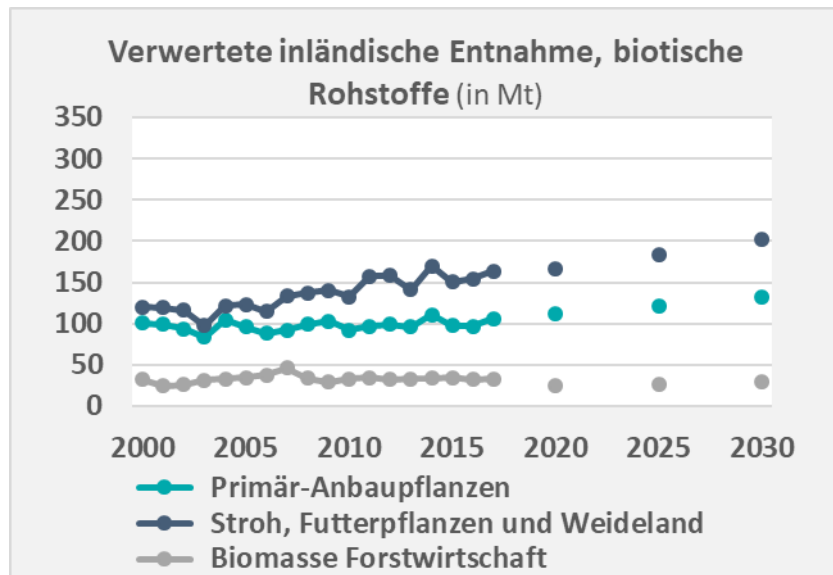
- ⇒ Unter Trendannahmen kann die Bioökonomie ihre wichtige gesamtwirtschaftliche Position auch in Zukunft behaupten

Zukunftstrends – Erste Ergebnisse

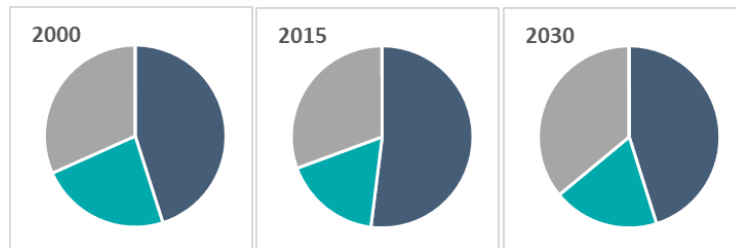


- ⇒ Die Bioökonomie ist aber auch für mehr als 12% der deutschen THG-Emissionen verantwortlich
- ⇒ Die Klimaziele für 2030 werden nicht von alleine erreicht werden

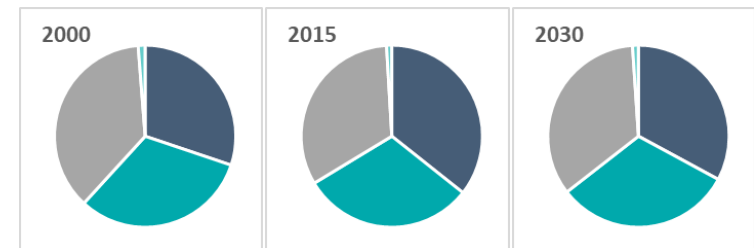
Zukunftstrends – Erste Ergebnisse



Primär-Anbaupflanzen

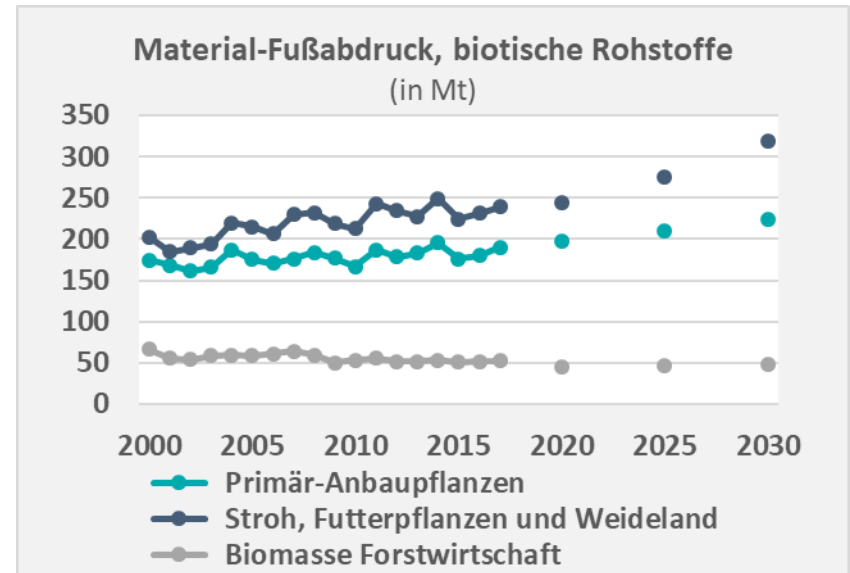
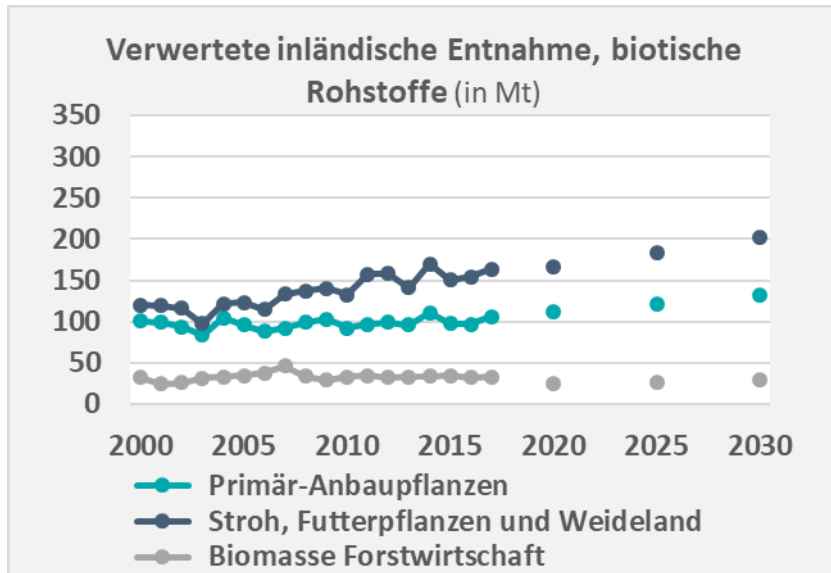


Getreide, Reis
 Gemüse, Obst

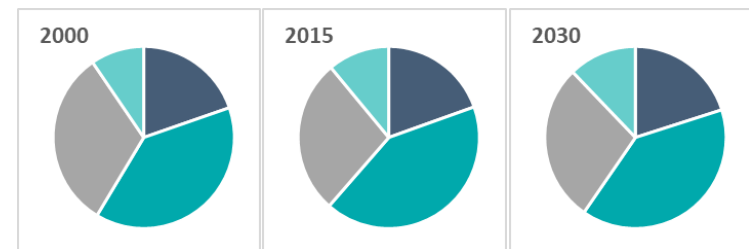
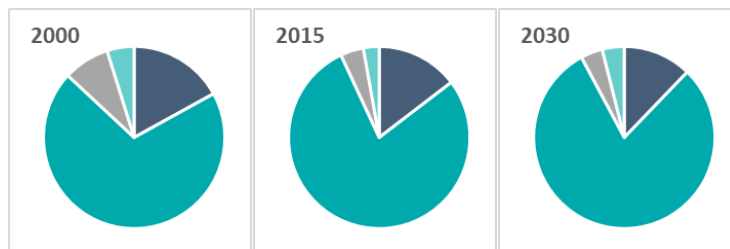


Ölsaaten, Zucker
 Sonstige

Zukunftstrends – Erste Ergebnisse



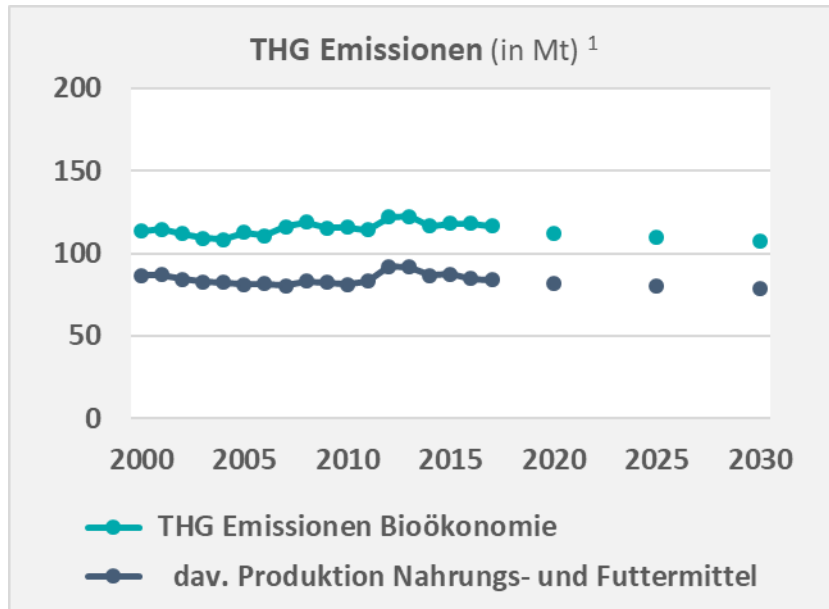
Pflanzenrückstände (verwendet), Futterpflanzen und geweidete Biomasse



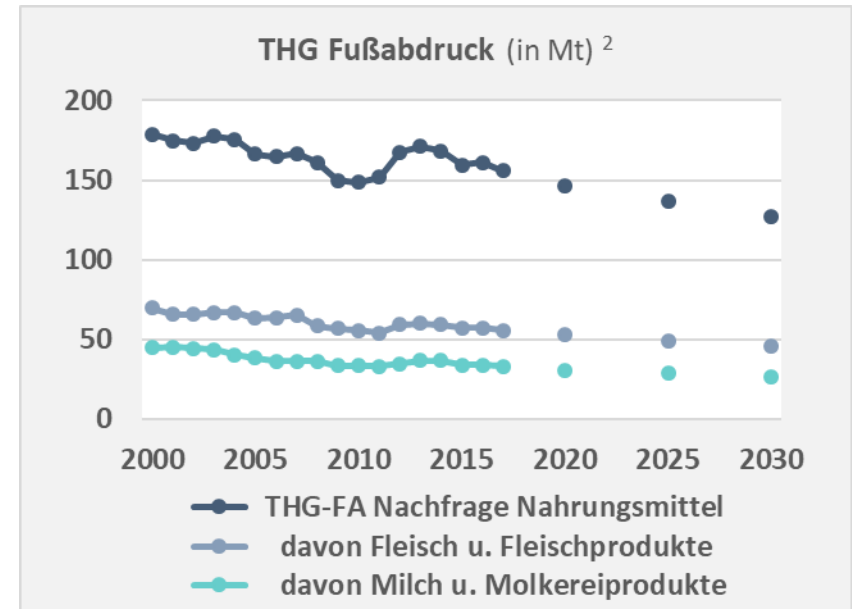
Stroh
 Futterpflanzen
 Grünland
 Sonstige

Zukunftstrends – Erste Ergebnisse

► Teilbereich Nahrungs- und Futtermittel



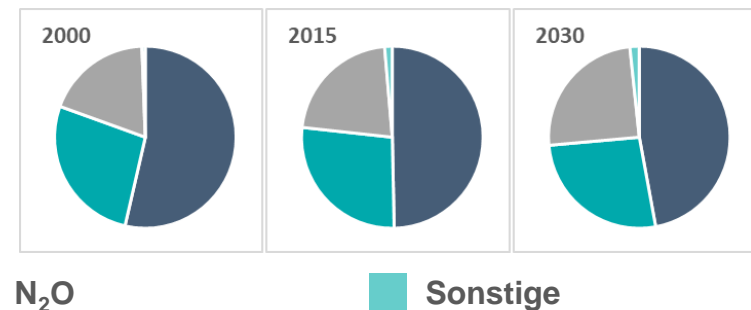
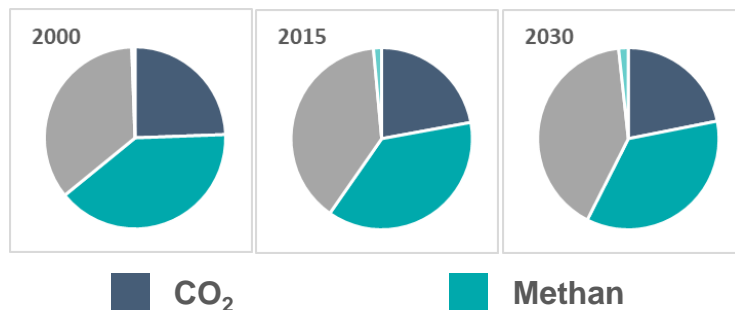
¹ ohne LULUCF



² ohne iLUC

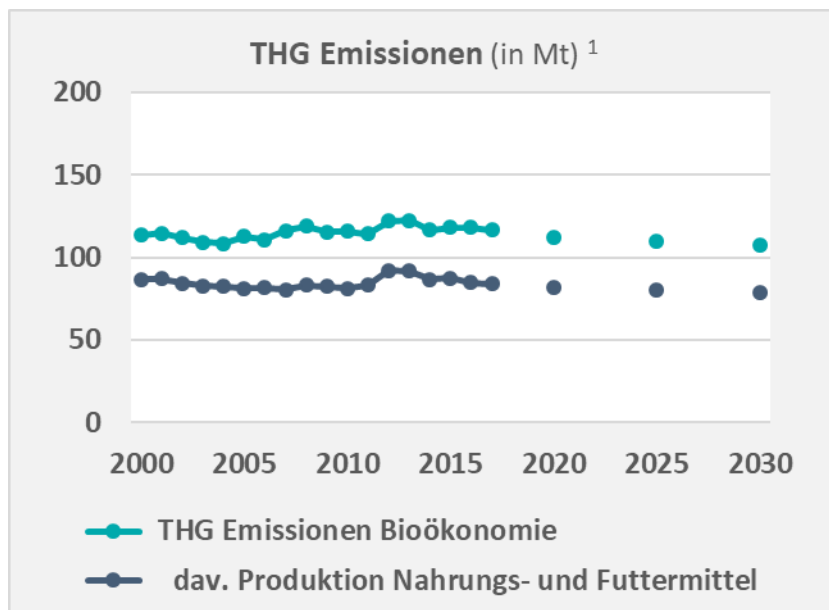


Nahrungs- und Futtermittel

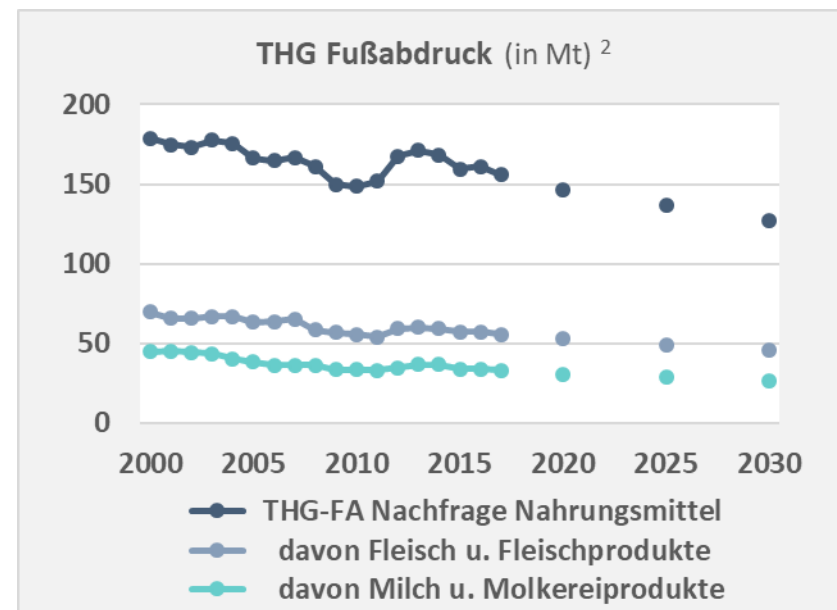


Zukunftstrends – Erste Ergebnisse

► Teilbereich Nahrungs- und Futtermittel



¹ ohne LULUCF



² ohne iLUC

- ⇒ THG-Fußabdruck der inl. Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln ist seit 2000 leicht rückläufig (-0,8% p.a.)
- ⇒ Bis 2030 wird unter Trendbedingungen ein Rückgang dieses THG-Fußabdrucks um etwa 18% projiziert
- ⇒ Auch in 2030 wird der THG-Fußabdruck der inl. Nachfrage die Emissionen der inl. Produktion deutlich übersteigen (+61%)

Zusammenfassung & Ausblick

- ▶ Globale EE-MRIO Datensätze als Basis für die Berechnung von Fußabdrücken
- ▶ Im Projekt – Sensitivitätsrechnungen bis 2030:
 - ⇒ Ernährungsverhalten
 - ⇒ Kaskadennutzung von Holz
 - ⇒ Energetische Nutzung von Biomasse (außer Holz)
- ▶ Über das Projekt hinaus (im Pilotbericht zu umreißen):
 - ⇒ Bedarf Datenaktualität und -qualität zu verbessern
 - ⇒ Verknüpfung mit weiteren Datensystemen (u.a. Dim. 1)
 - ⇒ Erfassung der innovativen Teile der Bioökonomie
 - ⇒ Möglichkeiten eines entwickelten, ausgebauten Monitoring-Systems verdeutlichen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.

IHRE KONTAKTPERSONEN



Dr. Christian Lutz

T +49 (0) 541 40933 - 120

E lutz@gws-os.com

Geschäftsleitung, Bereichsleitung der
Forschungsgruppe Energie und Klima



Martin Distelkamp

T +49 (0) 541 40933 - 160

E distelkamp@gws-os.com

Projektleiter der Forschungsgruppe Globale
Entwicklungen und Ressourcen



Lara Ahmann

T +49 (0) 541 40933 - 288

E ahmann@gws-os.com

Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsgruppe
Energie und Klima

Zukunftstrends - Methode

► Beispiel Nahrungsmittelnachfrage und Agrarproduktion

