

2nd generation biofuels from short rotation plantations are less efficient in climate-change mitigation than reforestation within reasonable timeframes



University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna
Department of Economics and Social Sciences

Gerald KALT, Karl-Heinz ERB, Michaela C. THEURL,
Christian LAUK, Andreas MAYER, Helmut HABERL

Institut für Soziale Ökologie

Projekt „GELUC“, gefördert vom **FWF** Der Wissenschaftsfonds.

11. Internationale Energiewirtschaftstagung
13. – 15. Februar 2019, TU Wien

Inhalt

- Motivation & Zielsetzung
- Untersuchungsgegenstand
- Methodik & Daten
- Ergebnisse
- Diskussion & Schlussfolgerungen

Motivation & Zielsetzung



- Große Bedeutung von **Biomasse** in globalen **Dekarbonisierungsszenarien und -strategien**
 - **Biokraftstoffe der 2.Generation (2G biofuels)** als vermeintlich zentrales Element eines nachhaltigen Transportsektors
- **Energieholzplantagen** („Kurzumtrieb“) ermöglichen geschlossenen Kohlenstoffkreislauf innerhalb kurzer Zeiträume („Kohlenstoffneutralität“)
- **ABER:** Alternativ zu Energieholzplantagen könnten landw. Flächen gezielt als Kohlenstoffsenken genutzt werden (natürliche Sukzession / Renaturierung / Wiederbewaldung) – „Natural climate solutions“

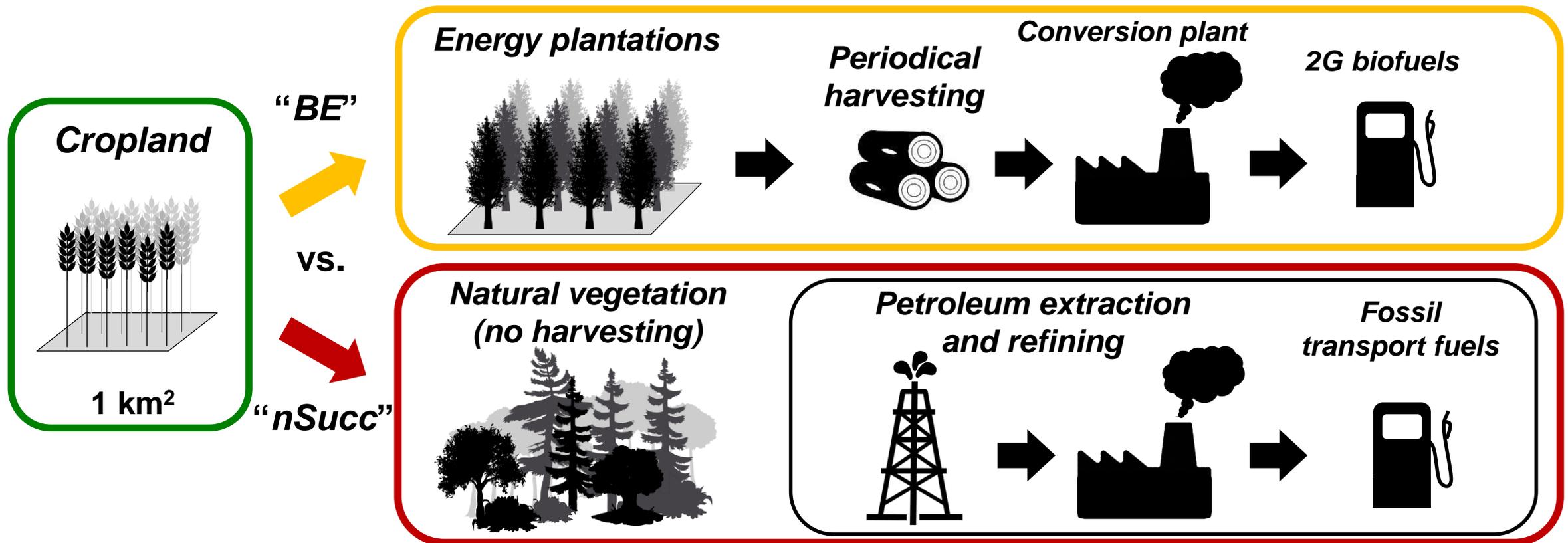
Zielsetzung:

- **Systematische Gegenüberstellung** der „climate benefits“ von 2G biofuels aus Energieholzplantagen und natürlicher Sukzession auf Ackerflächen
- Identifikation **zentraler Einflussparameter, regionale Unterschiede**
- Abschätzung der Relevanz von **Unsicherheiten** (technologischer Fortschritt, Erträge etc.)

Untersuchungsgegenstand (1/2)



University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna
Department of Economics and Social Sciences



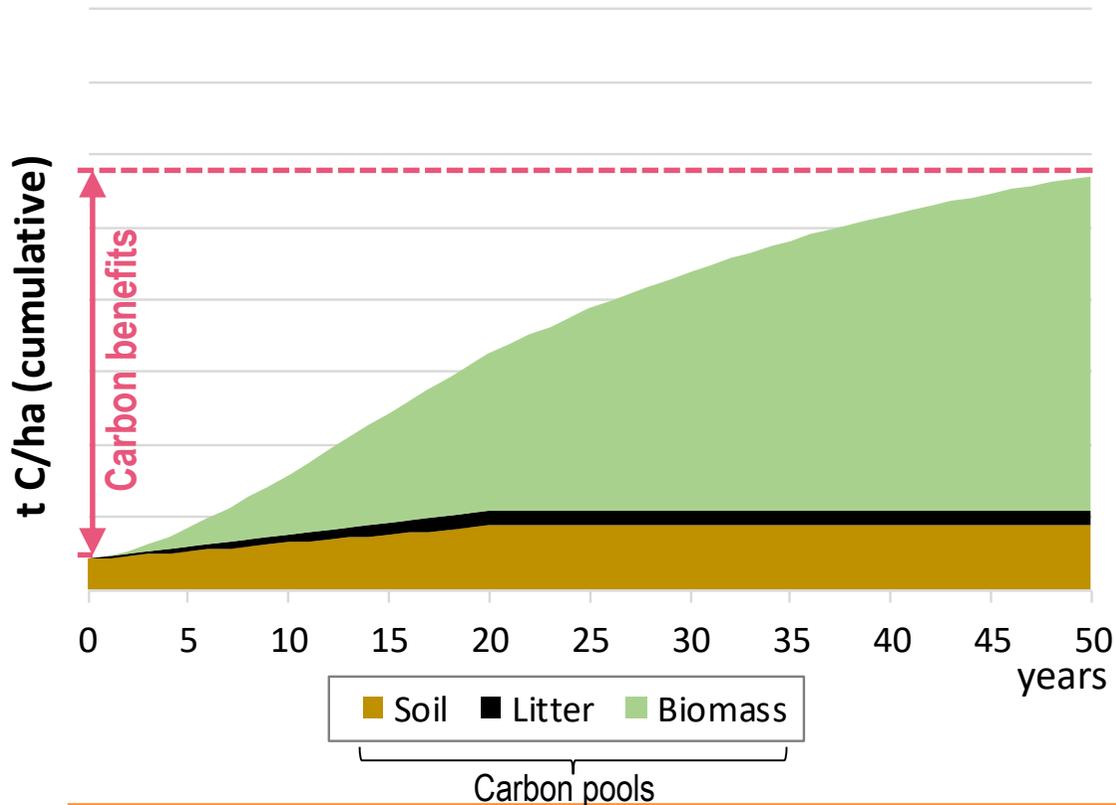
Untersuchungsgegenstand (2/2): Schematisch Darstellung der 'Carbon benefits'



University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna
Department of Economics and Social Sciences

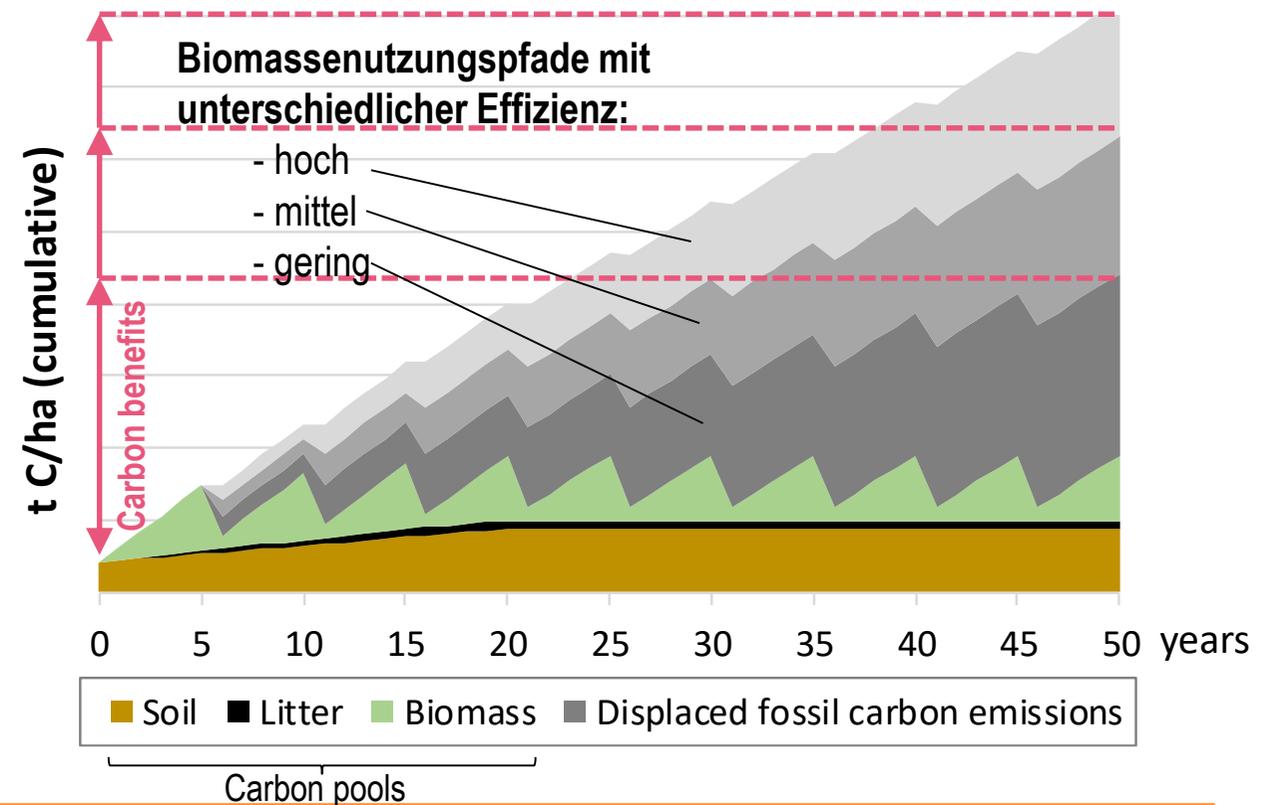
Carbon benefits bei nat. Sukzession (nSucc)

Zuwachs bei Kohlenstoffbeständen ('C stock change')



Carbon benefits bei 2G biofuels

C stock change + Vermeidung fossiler Emi.



Inhalt

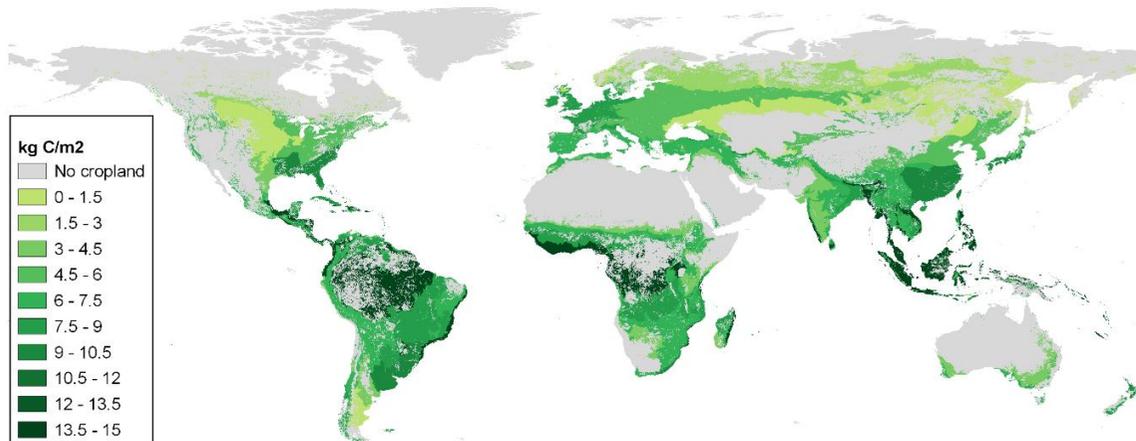
- Motivation & Zielsetzung
- Untersuchungsgegenstand
- **Methodik & Daten**
- Ergebnisse
- Diskussion & Schlussfolgerungen

Methodik & Daten (1/2): Berechnung von Kohlenstoffbeständen (C stocks)



- Basierend auf **IPCC Guidelines (Tier 1)** und diversen Standard-Parametern lt. IPCC (2006)
- **C-Speicher:** Böden, tote und lebende Biomasse
- **Dynamik von C stock changes** i.A. abhängig von Klima, Bodentyp & ökologischer Zone
 - **BE:** Literaturdaten zu Erträgen von Kurzumtriebsplantagen (spezifisch nach Weltregionen); C stock-Entwicklungen werden daraus abgeleitet
 - **nSucc:** Linearer Verlauf der BM-Akkumulation mit Wachstumsraten und Sättigungslevels lt. IPCC (2006) („natural forest“)

a)



b)

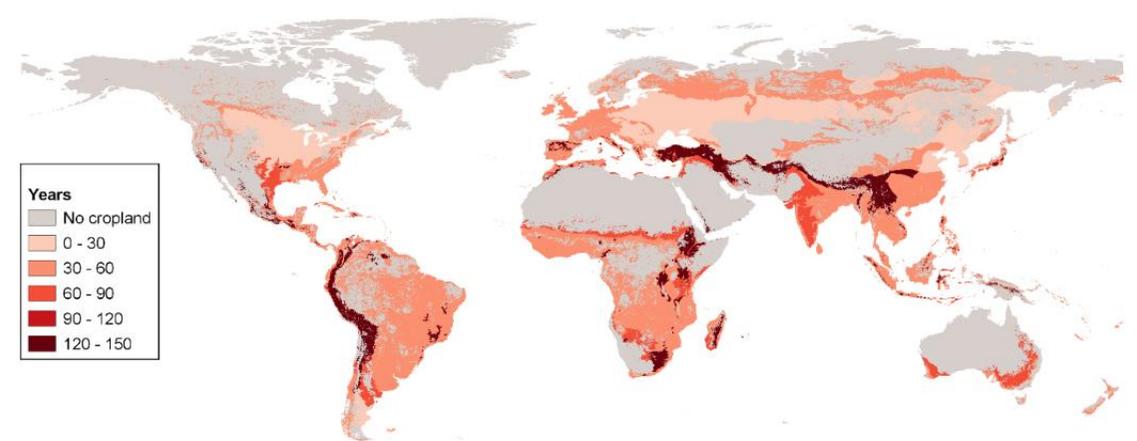


Abb.: Biomasse C stocks in „natural forest“ basierend auf IPCC (2006). a) Sättigungslevel in kg C/ha; b) Dauer bis zum Erreichen des Sättigungslevels unter Annahme linearen Wachstums (in Jahren); Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Erb et al. (2007), FAO (2012) and JRC (2018)

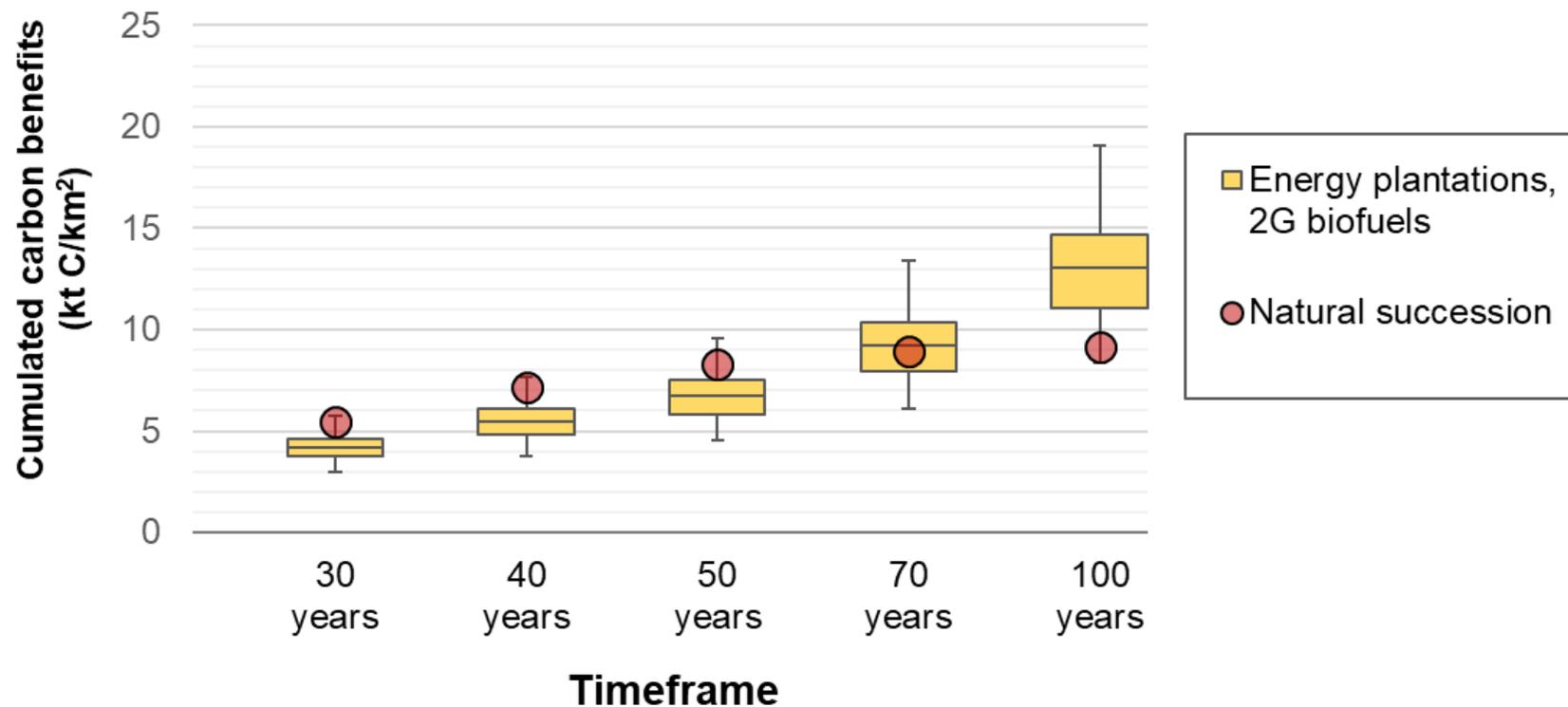
- **Globale Betrachtung**
 - basierend auf geographischer Verteilung der Ackerflächen
 - Annahme: Verteilung von Energieplantagen entspricht jener des ges. Ackerlandes in der jeweiligen Region
 - Berechnung der Carbon benefits pro Flächeneinheit (km²)
- Berücksichtigung unsicherer Parameter mittels **Monte Carlo-Simulation** (n = 10.000);
Variierte Parameter:
 - **Feedstock-to-Fuel-Effizienzen** von 2G biofuel technologies: Bandbreiten lt. Literatur
 - Weltregions-spezifische **Erträge** von Kurzumtriebsflächen: “Best guess” +/-20%
 - Differenz NPP-Energieholz auf Kurzumtriebsflächen: 10% - 30%

Inhalt

- Motivation & Zielsetzung
- Untersuchungsgegenstand
- Methodik & Daten
- **Ergebnisse**
- Diskussion & Schlussfolgerungen

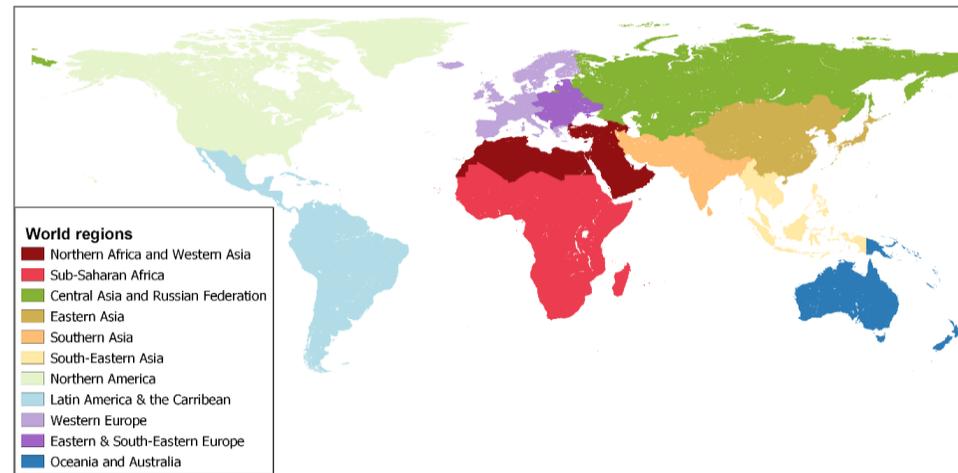
Ergebnisse (1/2): Vergleich der kumulierten carbon benefits

Kumulierte carbon benefits der beiden Alternativen (nSucc & BE) für 5 verschiedene Zeiträume.
Box-Plots für BE basieren auf 10.000 „Monte Carlo-Berechnungen“

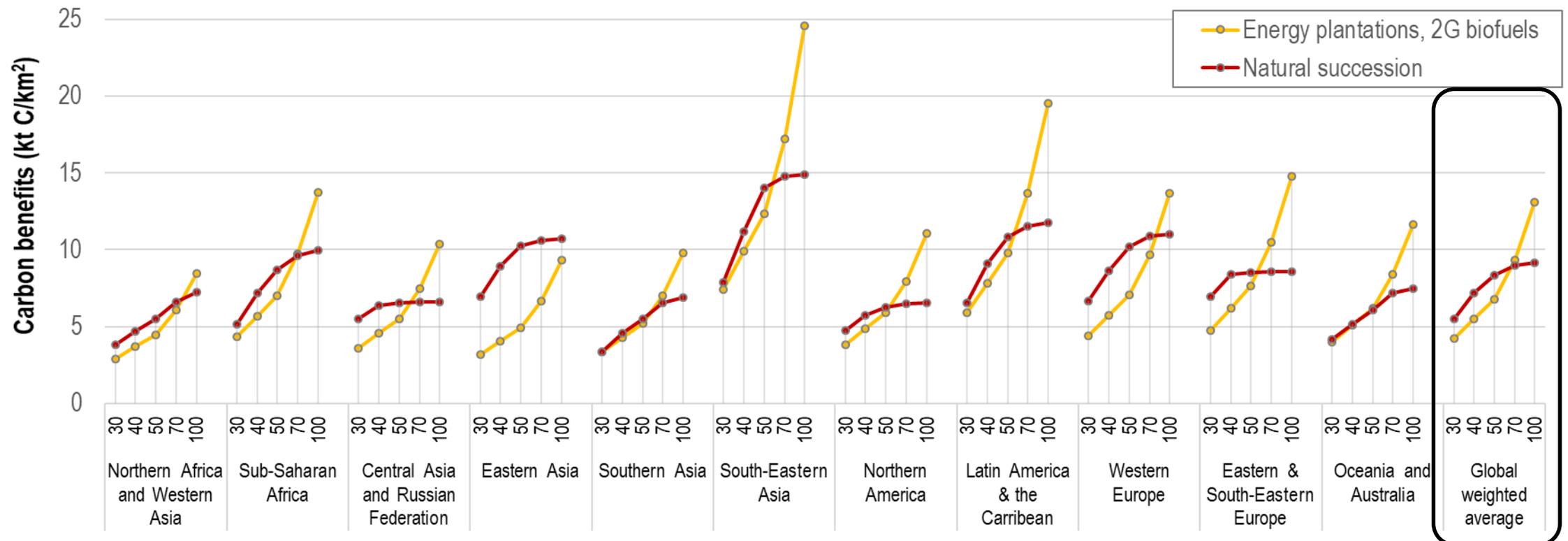


Ergebnisse (2/2): Vergleich für Weltregionen

Basierend auf default Parameterwerten;
keine Monte Carlo-Simulation

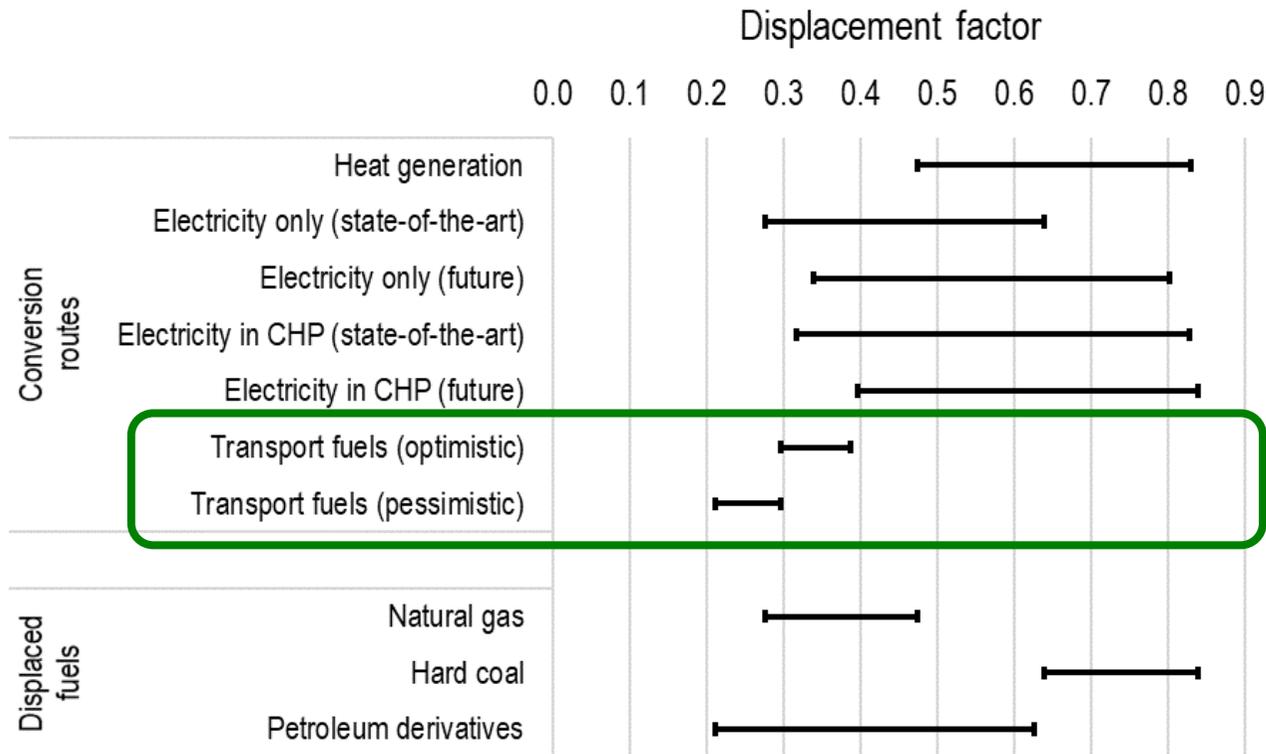


University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna
Department of Economics and Social Sciences



Exkurs:

„Carbon displacement factors” (DF) von Bioenergie-Technologien



$$DF = \frac{\eta_{BE}}{\eta_{ref}} \cdot \frac{CE_{ref}}{CE_{BE}}$$

ηEfficiency

CEC emissions per energy unit during combustion

Index “ BE ”....Bioenergy technology/fuel

Index “ ref ”.....Reference technology/fuel

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von IPCC (2006) und Technologiedaten nach Nian et al. (2016); FNR (2007), Danish Energy Agency (2018), Kalt & Kranzl (2011), Cosijns & D’haeseleer (2007); Sims et al. (2006), Thornley et al. (2009); Wetterlund et al. (2009); Wetterlund & Söderström (2010), IAMC (2018), Ail & Dasappa (2016); Hamelinck & Faaij (2006); Lynd et al. (2017); O’Connor (2013), Daioglou et al. (2019).

Inhalt

- Motivation & Zielsetzung
- Untersuchungsgegenstand
- Methodik & Daten
- Ergebnisse
- **Diskussion & Schlussfolgerungen**

Diskussion & Schlussfolgerungen (1/2)



- **Natürliche Sukzession** auf landwirtschaftlichen Flächen führt mit hoher Wahrscheinlichkeit für Zeiträume bis 50 Jahre zu höheren C-Einsparungen pro Flächeneinheit als 2G biofuels aus Kurzumtriebsplantagen (-> 2070)
- Diese Erkenntnis ist **robust ggü. den erheblichen Unsicherheiten** bei zentralen Einflussparametern (Erträge von Kurzumtriebsplantagen, Umwandlungseffizienzen,...)
- **Einschränkungen** der hier präsentierten Ergebnisse:
 - Nur Kurzumtriebsplantagen betrachtet, keine Energiegräser
 - Vereinfachte Wachstumskurven für natürliche Sukzession
 - Bioraffinerien nicht betrachtet

Diskussion & Schlussfolgerungen (2/2)



- Hinsichtlich der Umsetzung als klimapolitische Instrumente ist eine **umfangreiche Bewertung beider Optionen** erforderlich
 - **Co-benefits** (z.B. positive Auswirkungen auf Biodiversität bei nSucc, Erhöhung der Versorgungssicherheit durch 2G biofuels?)
 - **Langfristige Sicherstellung** positiver Klimaeffekte (z.B. Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien bei BE; bei nSucc muss Erhaltung der C stocks garantiert werden können)
 - **Kosten** geeigneter Förderinstrumente
- **Nicht-technische, “natürliche“ Ansätze zum Klimaschutz** können mitunter durchaus mit forschungsintensiven technischen Ansätzen konkurrieren und müssen in Klimastrategien ernsthaft in Betracht gezogen werden.



**University of Natural Resources
and Life Sciences, Vienna**
Department of Economics and Social Sciences

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

DI Dr. Gerald Kalt

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Institut für Soziale Ökologie (SEC)

Schottenfeldgasse 29

1070 Vienna

gerald.kalt@boku.ac.at

+43-1-47654 73744

www.boku.ac.at/sec

FWF Der Wissenschaftsfonds.

Die Forschung erfolgte im Rahmen des Projektes GELUC “Greenhouse gas effects of global land-use competition”, gefördert vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF).