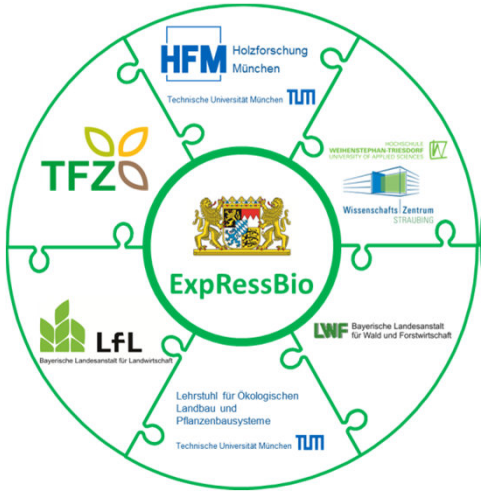
Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum
für Nachwachsende Rohstoffe

Rapsölkraftstoff – Ein Beitrag zum Klimaschutz in der Landwirtschaft



05. Oktober 2016 im LBZ Echem

Dr.-Ing. Daniela Dressler
Karsten Engelmann, Dr. Edgar Remmele

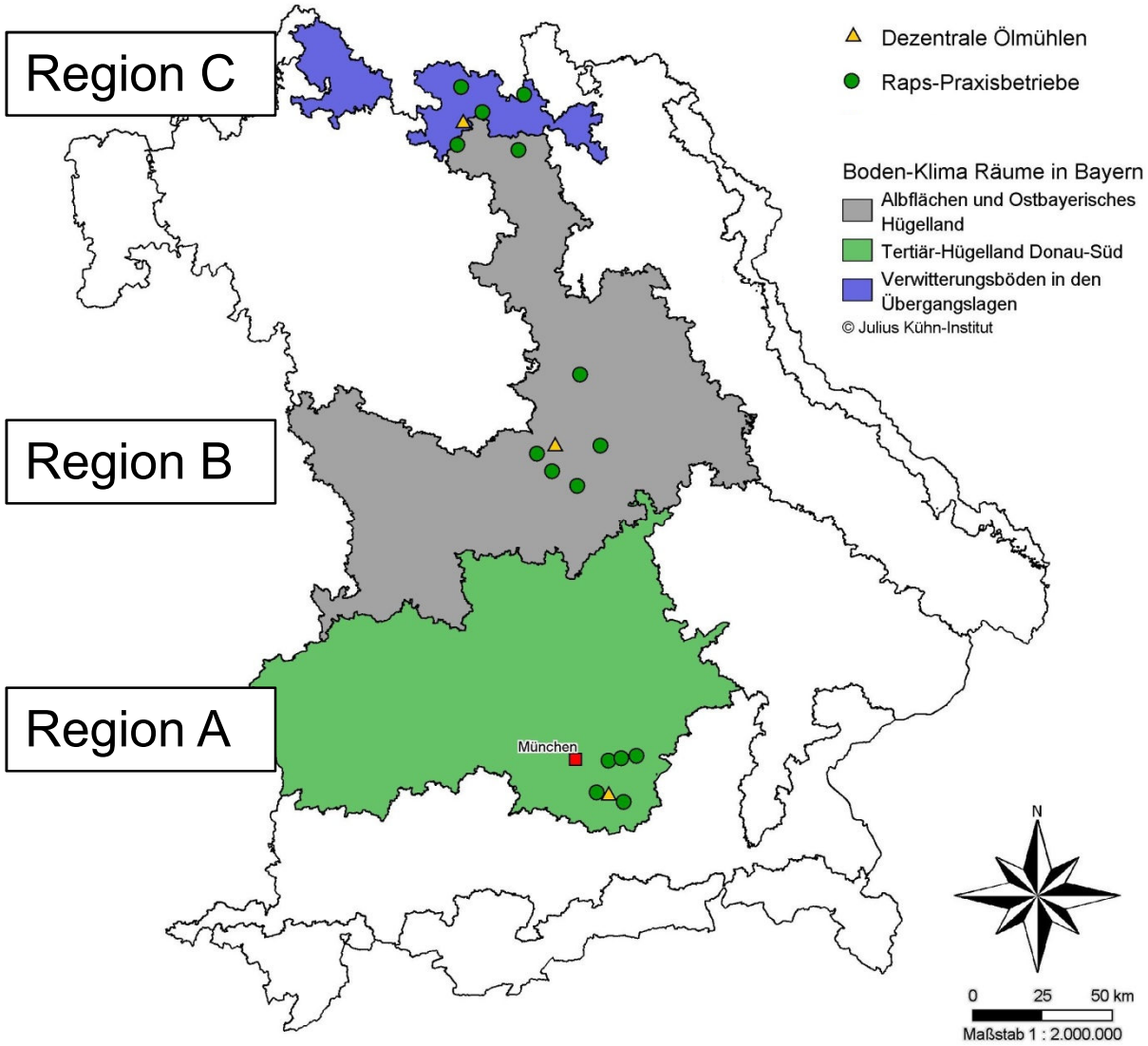
Gliederung

1. Hintergrund
2. Methodisches Vorgehen
3. THG-Emissionen der Rapserzeugung in Bayern
   - Stellschrauben und Beratungsansätze
4. THG-Emissionen der Rapsölkraftstoffproduktion
   - Auswirkung der Methodik zum Umgang mit Koppelprodukten auf die THG-Bilanz
5. Handlungsempfehlungen

Hintergrund

- Beschlüsse der UN-Klimakonferenz 2015 (COP 21) erfordern konkrete Maßnahmen zur Minimierung der Treibhausgas (THG)-Emissionen
  - Einsatz von Biokraftstoffen in der Land- und Forstwirtschaft
- EU-Richtlinie 2009/28/EG (Renewable Energy Directive – EU-RED) legt für die Berechnung der THG-Einsparung von Biokraftstoffen Standardwerte fest:
  - reines Rapsöl aus zentraler, industrieller Produktion:
    57 % THG-Minderung ≙ THG-Emission als CO_2-Äq von 36 g MJ^{-1}
  - Standardwerte sind ohne Berücksichtigung von regional- und standortspezifischen Produktionsbedingungen bei Anbau und Verarbeitung
- Bilanzierung auf Basis von Mittel- und/oder Standardwerten nicht ausreichend
  - keine Berücksichtigung von Standort- und Bewirtschaftungseinflüssen (Boden, Klima, Fruchtfolge…)
  - keine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf regionalspezifische Verhältnisse

Regional- und betriebsspezifische Datenerhebung



Datenerhebung in:

- 15 landwirtschaftlichen Praxisbetrieben
- drei dezentralen Ölmühlen

Harmonisierte Bilanzierung in ExpRessBio

Bezeichnung Produktsystem: Rapserzeugung und dezentrale Rapsölkraftstoffproduktion

Rohstoffgewinnung	Produktion	Anwendung	Reststoff- und Abfallbehandlung	Ergänzende Informationen

☑ [A] Erzeugung und Bereitstellung von Biomasse

[A1] Bestandes-begründung	[A2] Bestandes-führung	[A3] Ernte	[A4] nicht-zuordenbar
☑ [A1.1] Bodenaufbereitung ☑ [A1.2] Pflanzen/Aussaat ☐ [A1.3] sonstige Flächenvorbereitung	☐ [A2.1] Pflege Pflanzung/ Bestand ☐ [A2.2] Zaunbau ☑ [A2.3] Düngung ☐ [A2.4] Kalkung ☑ [A2.5] Pflanzenschutz und Unkrautregulierung ☐ [A2.6] Bau/ Instandhaltung von Wegen	☑ [A3.1] Ernte Biomasse ☐ [A3.2] Vorliefern zur Straße ☐ [A3.3] Aufarbeitungs-prozesse nach Ernte ☐ [A3.4] Aufladen auf LKW/Traktor	☐ [A4.1] C-Speicher Fläche ☑ [A4.2] N_2O-Feldemissionen ☐ [A4.3] andere Feldemissionen ☐ [A4.4] Unterbringung von Personal

☐ [A5] Rohstoffbereitstellung aus vorgelagerten Systemen

☑ [B] Transformation

[B1] Lagerung
- ☑ [B1.1] Biomasselagerung
- ☑ [B1.2] Produktlagerung
- ☐ [B1.3] Ent- und Beladung
- ☐ [B1.4] Verpacken

[B2] Vorbehandlung
- ☑ [B2.1] Reinigung
- ☐ [B2.2] Zerkleinerung
- ☑ [B2.3] Trocknung

[B3] Umwandlung
- ☐ [B3.1] chemische Transformation
- ☑ [B3.2] mechanische Transformation
- ☐ [B3.3] biologische Transformation

☐ [C] Konversion
- ☐ [C1] Stromerzeugung
- ☐ [C2] Wärmeerzeugung
- ☐ [C3] Kombinierte Strom und Wärmeerzeugung
- ☐ [C4] Bereitstellung Antriebsenergie (z. B. für Mobilität)
- ☐ [C5] Abgasreinigung

☐ [D] Nutzung
- ☐ [D1] C-Speicher Produkt
- ☐ [D2] Energie-speicherung

☐ [E] Abfall-bewirtschaftung
- ☐ [E1] Vorbereitung zur Wiederverwendung
- ☐ [E2] stoffliche Verwertung
- ☐ [E3] energetische Verwertung
- ☐ [E4] Beseitigung

☐ [F] Effekte außerhalb der Systemgrenze
- ☐ [F1] Gutschriften für vermiedene Lasten
- ☐ [F2] Direkte Landnutzungs-änderung
- ☐ [F3] Indirekte Landnutzungs-änderung
- ☐ [F4] Gutschriften für vermiedenes Referenzsystem Koppelprodukte
- ☐ [F5] Gutschriften für vermiedene Roh- und Brennstoffe durch Abfallbewirtschaftung

☐ [L] Betriebliche Logistik
- ☐ [L1] außerbetrieblicher Transport
- ☐ [L2] innerbetrieblicher Transport

☑ [T] Transporte
- ☑ [T1] Transport Biomasse
- ☐ [T2] Transport Zwischenprodukte
- ☐ [T3] Transport Endprodukte
- ☐ [T4] Transport Koppel-produkte und Abfälle

☑ [V] Vorleistungen
- ☑ [V1] Herstellung/Instandhaltung von Maschinen und Geräten
- ☑ [V2] Bau/Instandhaltung von Gebäuden und Infrastruktur
- ☑ [V3] Produktion von Pflanzmaterial und Saatgut
- ☑ [V4] Bereitstellung von Kraft- und Brennstoffen
- ☑ [V5] Bereitstellung von Prozess- und Hilfsenergien
- ☑ [V6] Bereitstellung von Mineral- und Kalkdüngern
- ☑ [V7] Bereitstellung von Pflanzenschutzmitteln
- ☑ [V8] Bereitstellung von Betriebsstoffen und Verbrauchsmaterialien

☐ [G] Substitution von Produkten eines Referenzsystems
- ☐ [G1] Referenzsystem Hauptprodukt

Geographische Repräsentativität:

Rapserzeugung:
Boden-Klima-Räume (BRK) nach Roßberg et al. (2007)
(A) Tertiär-Hügelland Donau-Süd
(B) Albflächen und Ostbayerisches Hügelland
(C) Verwitterungsböden in den Übergangslagen

Zeitliche Repräsentativität:

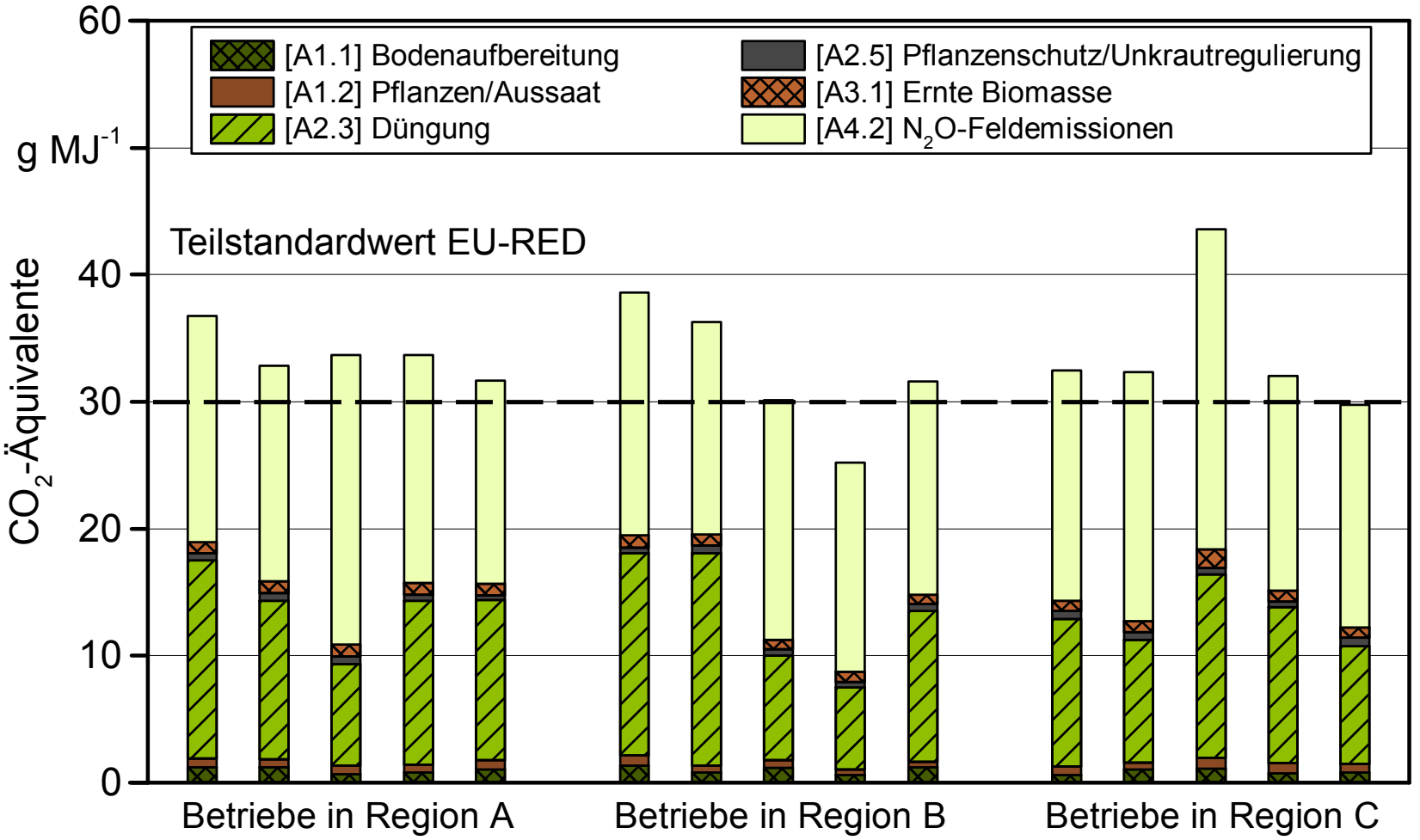
Primärdaten:
Erntejahre Rapssaat: 2013 - 2015
Verarbeitungsjahre Rapssaat: 2013/2014 und 2014/2015

Sekundärdaten:
Datenbanken der GaBi-Software und ecoinvent Stand 2015

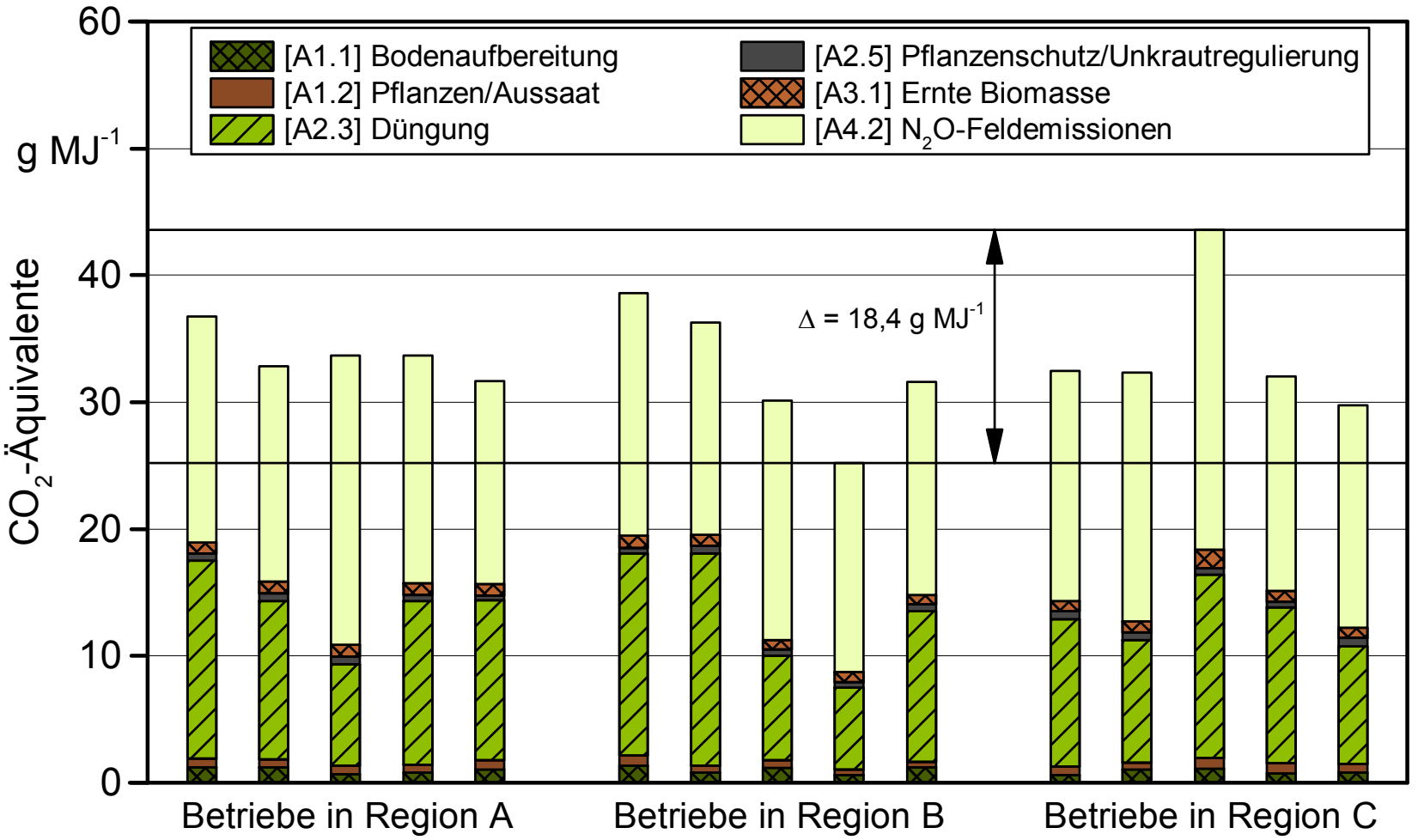
Anmerkungen:

Umgang mit Koppelprodukt (Rapspresskuchen): Allokation nach Heizwert
Heizwert von Rapsölkraftstoff = 37,5 MJ / kg
Heizwert von Rapspresskuchen = 20,7 MJ / kg

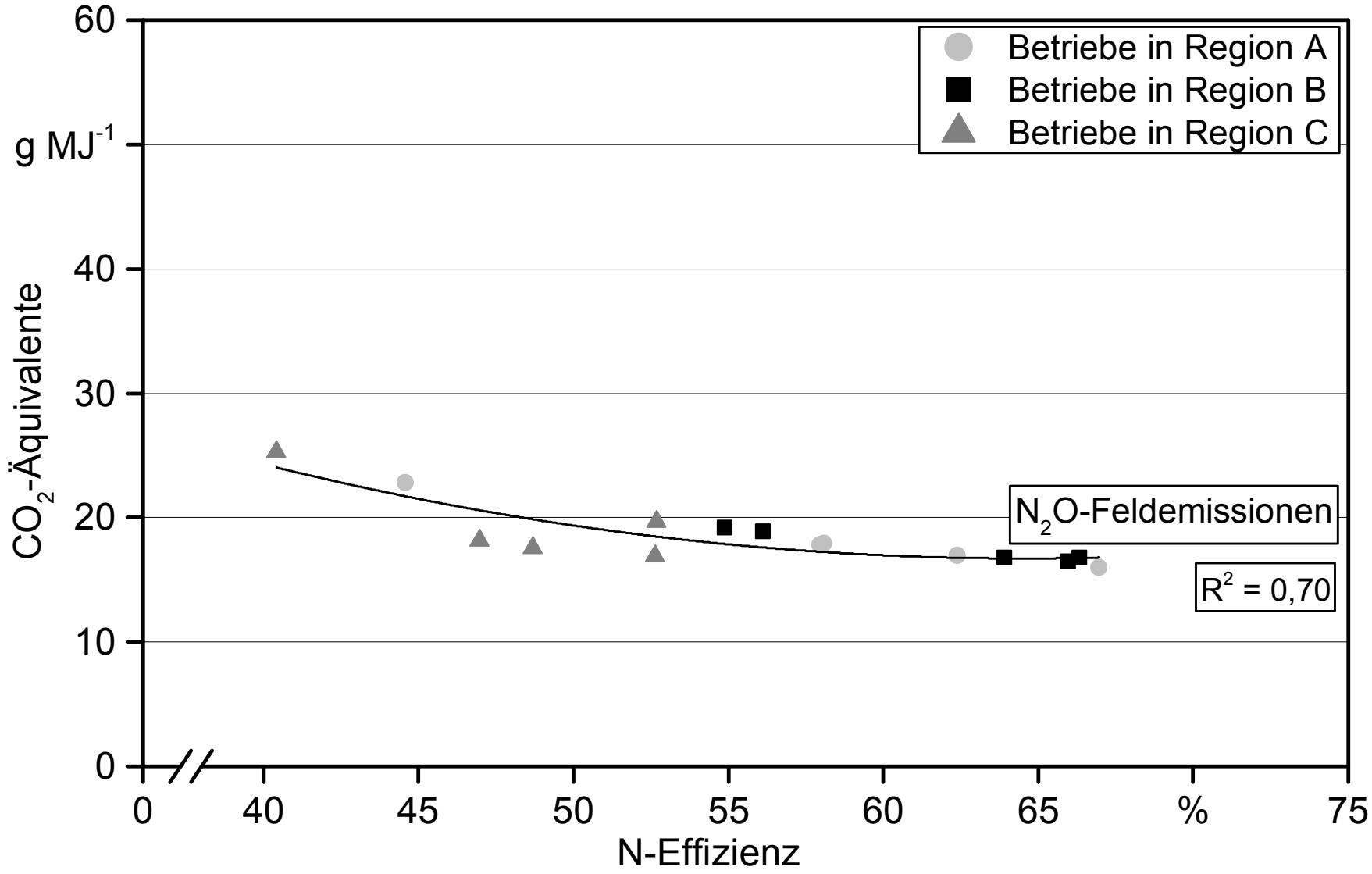
Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapserzeugung für die Rapsölkraftstoffproduktion (Mittelwerte 2013 – 2015)



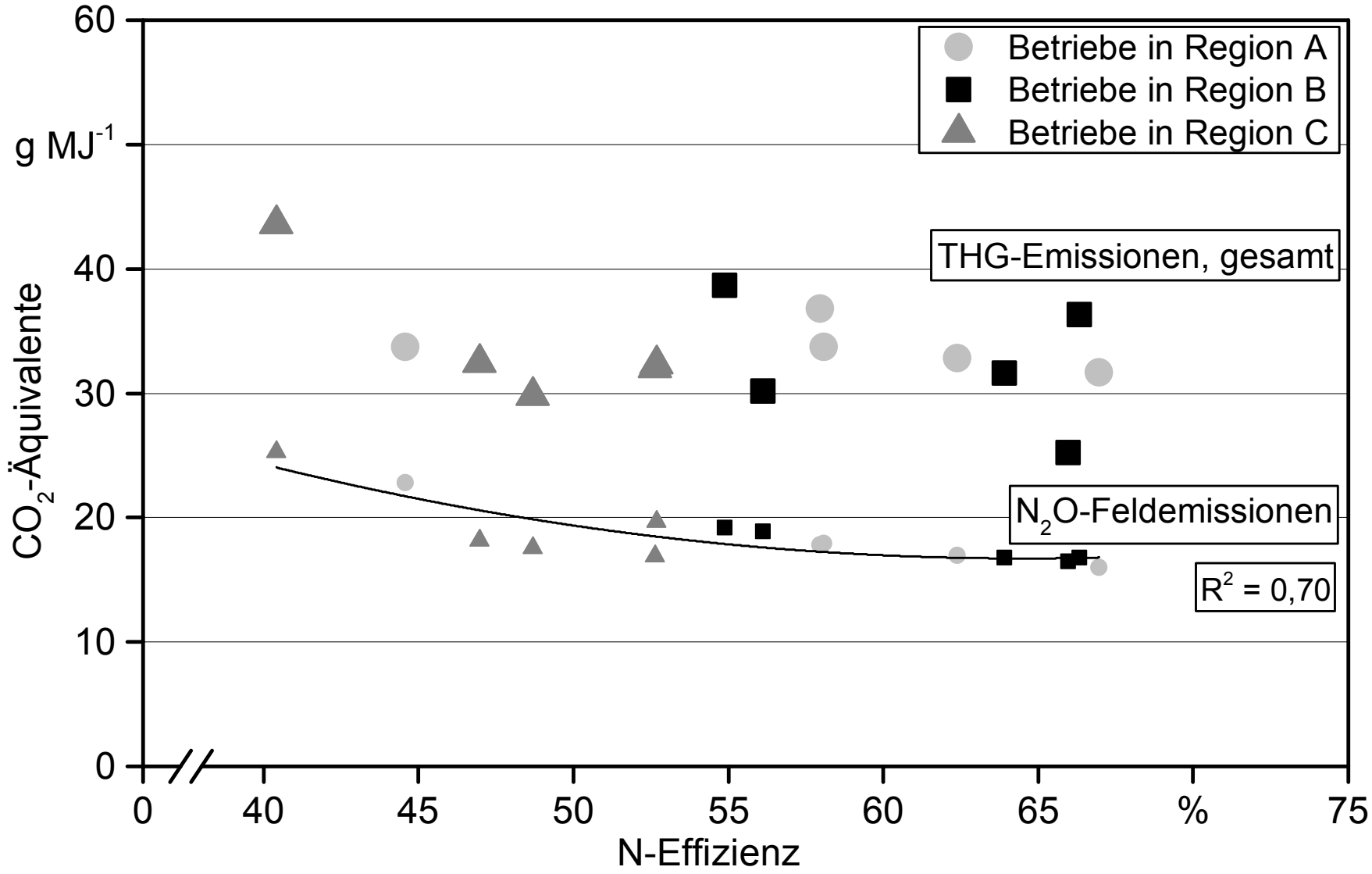
Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapserzeugung für die Rapsölkraftstoffproduktion (Mittelwerte 2013 – 2015)



Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapserzeugung in Abhängigkeit der N-Effizienz

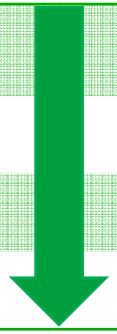


Einzelbetriebliche THG-Emissionen der Rapserzeugung in Abhängigkeit der N-Effizienz



Emissionsfaktoren und Wirkgeschwindigkeiten

Stickstoffformen	THG-Emissionsfaktor der Herstellung	Wirkgeschwindigkeit des Stickstoffs
Nitrat	sehr groß	sehr schnell
Harnstoff	groß	langsam
Ammonium	groß	schnell
Wirtschaftsdünger	ohne	langsam



- regionalspezifische und einzelbetriebliche Beratung zum Düngemanagement erforderlich

Fazit und weiterer Handlungsbedarf

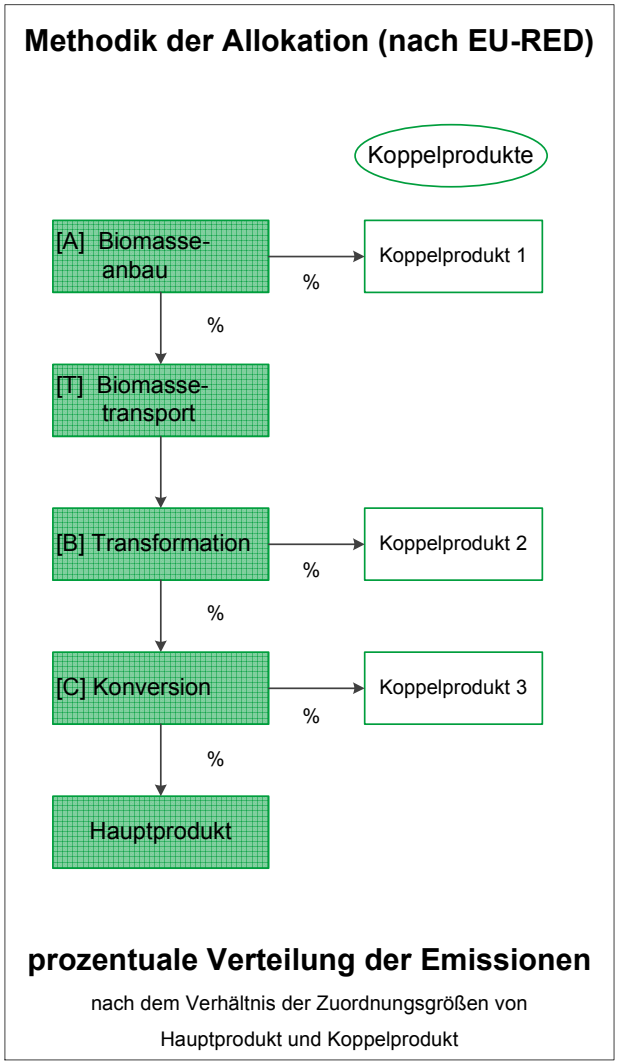
- THG-Bilanz der regional- und betriebsspezifischen Rapserzeugung in Bayern zeigt:
  - deutliche einzelbetriebliche Unterschiede
    - → Ergebnisse der THG-Bilanz der Rapserzeugung variieren zwischen 25,2 und 43,6 g MJ^{-1} Rapsölkraftstoff
  - Düngemanagement für die Rapserzeugung ist wesentliche Einflussgröße (Düngeeffizienz und Düngerart)

→ **Ausweitung der Untersuchungen zur Rapserzeugung in der Fläche zur Erfassung und Auswertung des tatsächlichen Düngemanagements für die einzelbetriebliche Beratung notwendig**

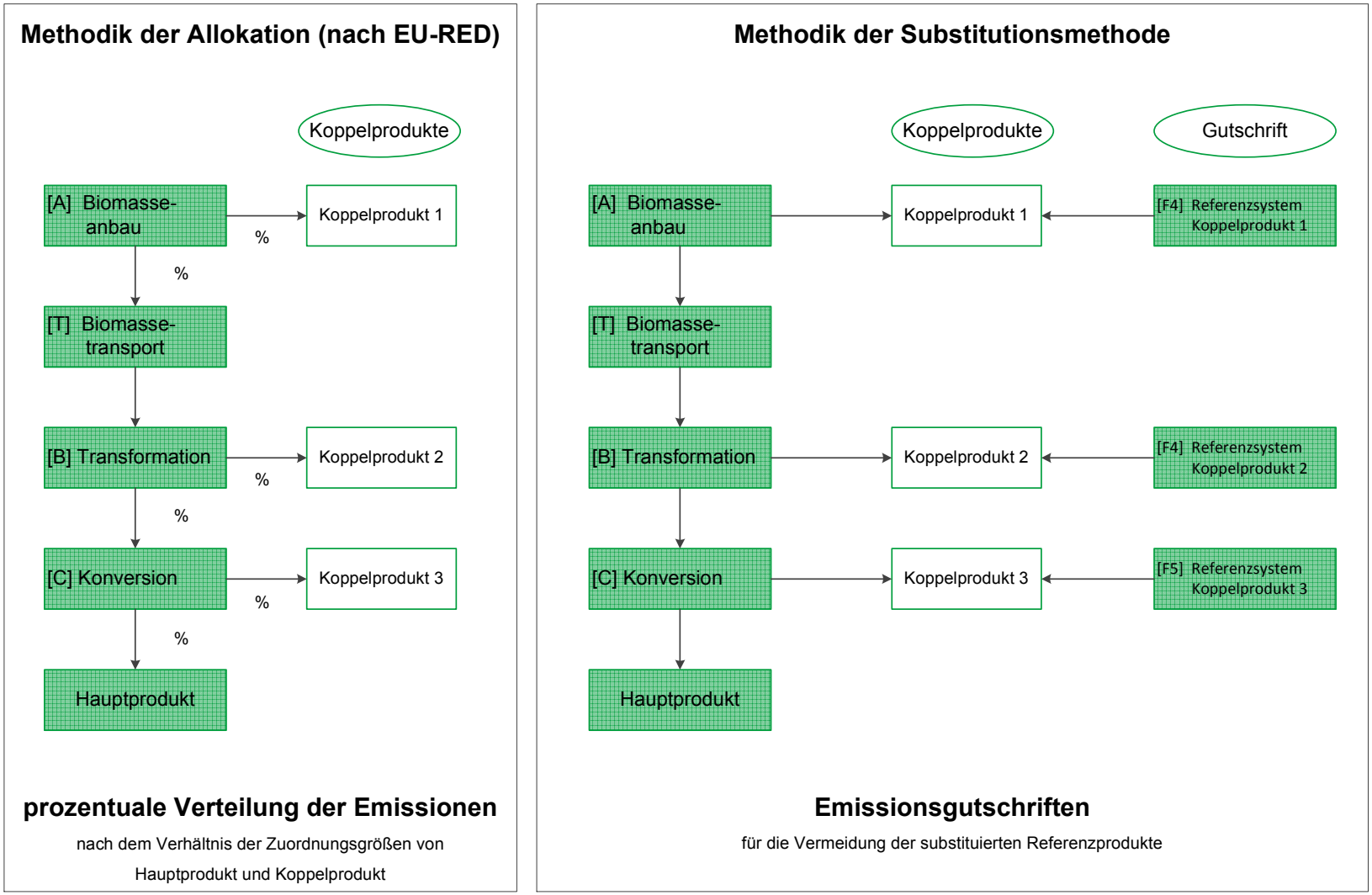
Gliederung

1. Hintergrund
2. Methodisches Vorgehen
3. THG-Emissionen der Rapserzeugung in Bayern
   - Stellschrauben und Beratungsansätze
4. THG-Emissionen der Rapsölkraftstoffproduktion
   - Auswirkung der Methodik zum Umgang mit Koppelprodukten auf die THG-Bilanz
5. Handlungsempfehlungen

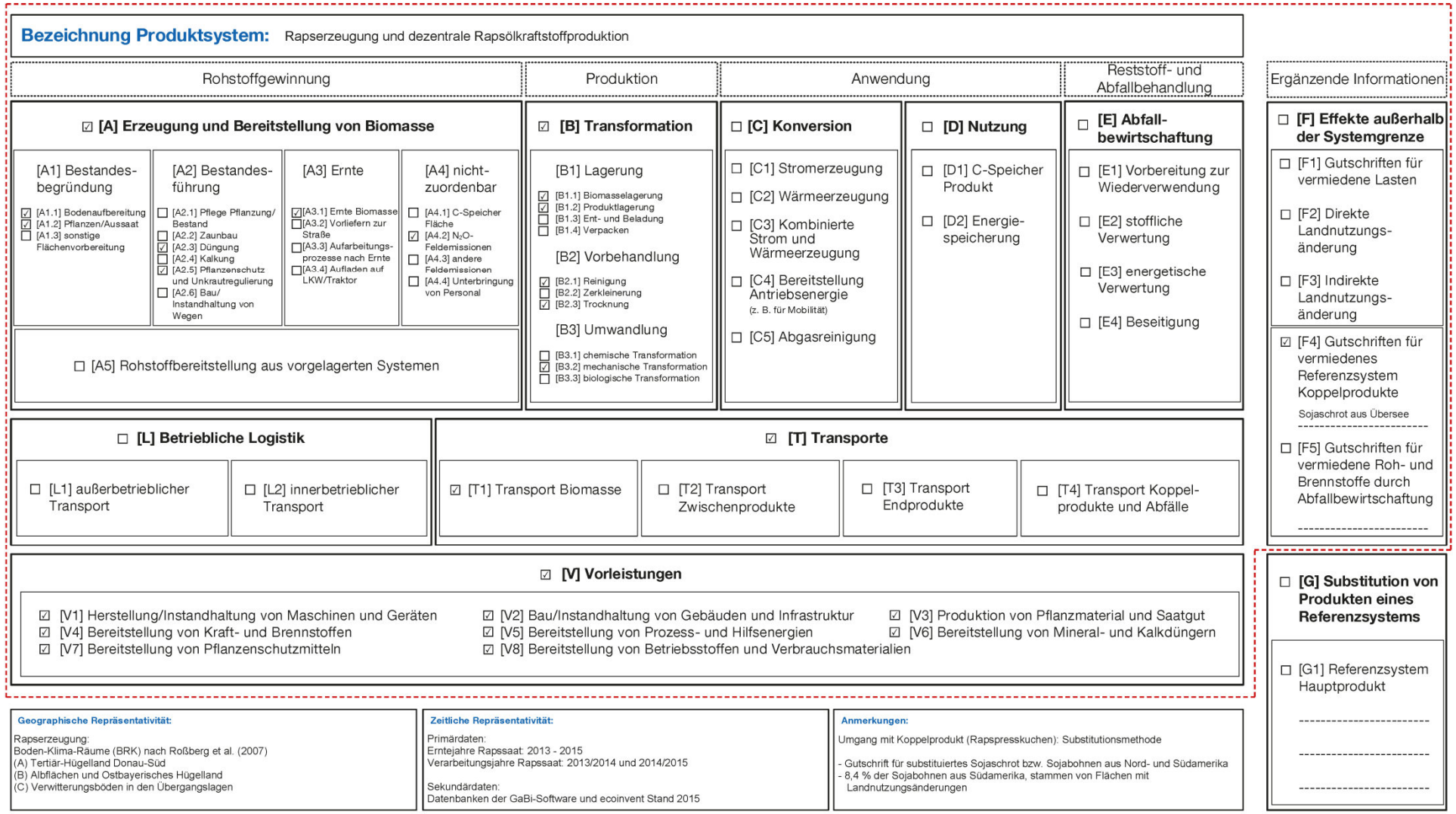
Methoden zur Bewertung der Koppelprodukte



Methoden zur Bewertung der Koppelprodukte



Harmonisierte Bilanzierung in ExpRessBio



Festlegungen für die Substitutionsmethode

- Substitution von importiertem Sojaschrot auf Basis des nutzbaren Rohproteingehaltes (nXP)
  - Rapspresskuchen aus dezentraler Ölgewinnung: 208[1] g nXP kg^{-1} TM
  - Sojaextraktionsschrot[1]: 319 g nXP kg^{-1} TM
  - → **1,53 kg Rapspresskuchen können 1 kg Sojaextraktionsschrot in der Rinderfütterung ersetzen**

- Herkunftszusammensetzung des substituierten Sojaschrotes
  - 50 % des Sojaschrotes wird direkt importiert und stammt zu 95% aus Südamerika
  - 50 % des Sojaschrotes wird aus importierten Sojabohnen gewonnen. Die Bohnen stammen zu 55 % aus Nordamerika und zu 45 % aus Südamerika
  - → **75 % des substituierten Sojaschrotes stammt aus Südamerika**
    25 % des substituierten Sojaschrotes stammt aus Nordamerika

[1]Preissinger et al. (2004)

Festlegungen für die Substitutionsmethode

- Anbau der Sojabohnen in Nord- und Südamerika
  - **Systemgrenze 1:** keine Berücksichtigung von Flächennutzungen und direkte Landnutzungsänderungen (LUC)
  - **Systemgrenze 2:** Berücksichtigung von direkten Landnutzungsänderungen beim Sojaanbau in Südamerika aufgrund des Flächenanstiegs um durchschnittlich 1,7 Mio. Hektar pro Jahr (Betrachtungszeitraum 2000 – 2004, Brasilien)

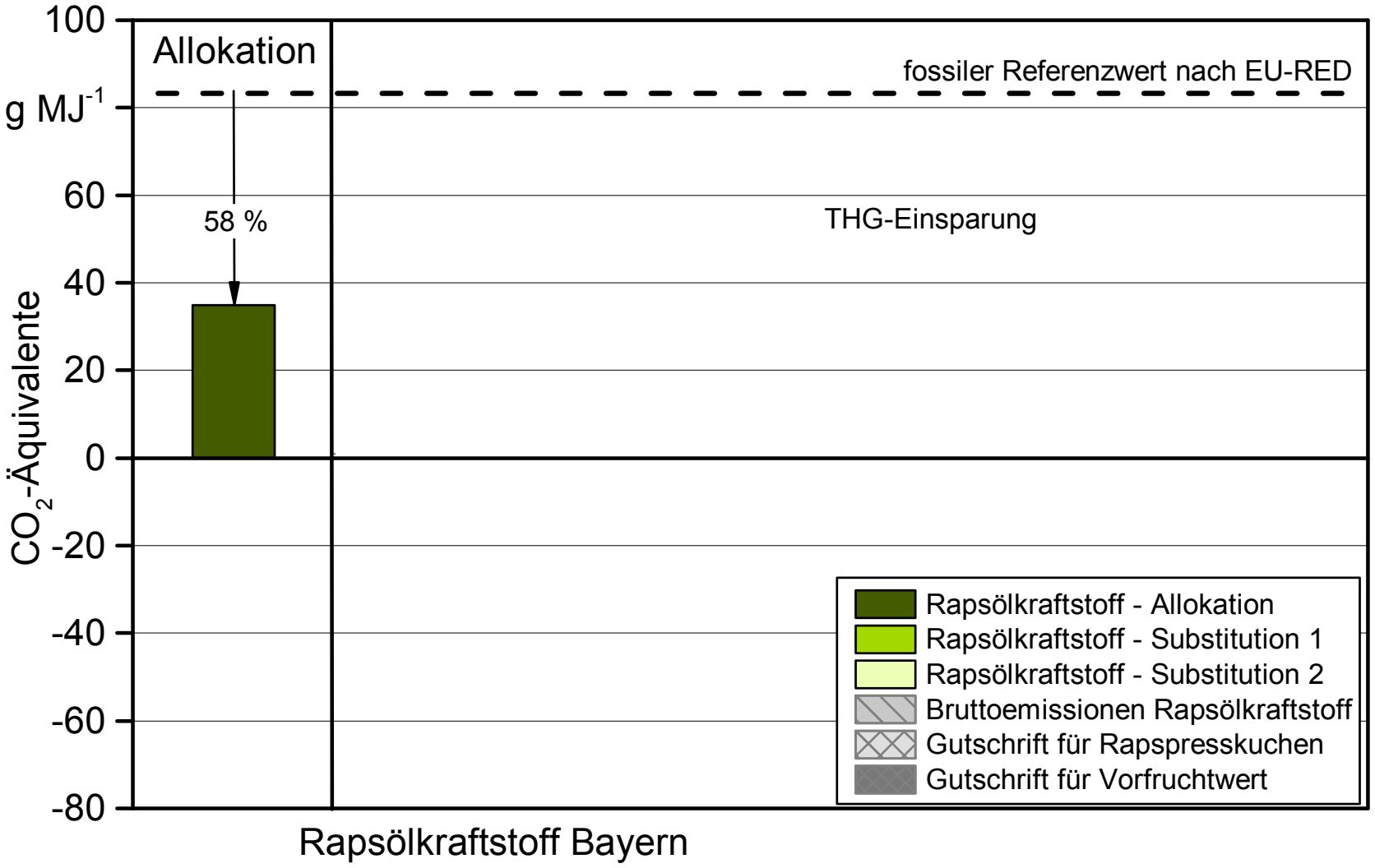
    → **anteilige Landnutzungsänderung (LUC) von 8,4 % bezogen auf den Anbau von 1 kg Sojabohnen** [2]

- Vorfruchtwert von Raps für Weizen auf Basis von Feldversuchsdaten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel[3]

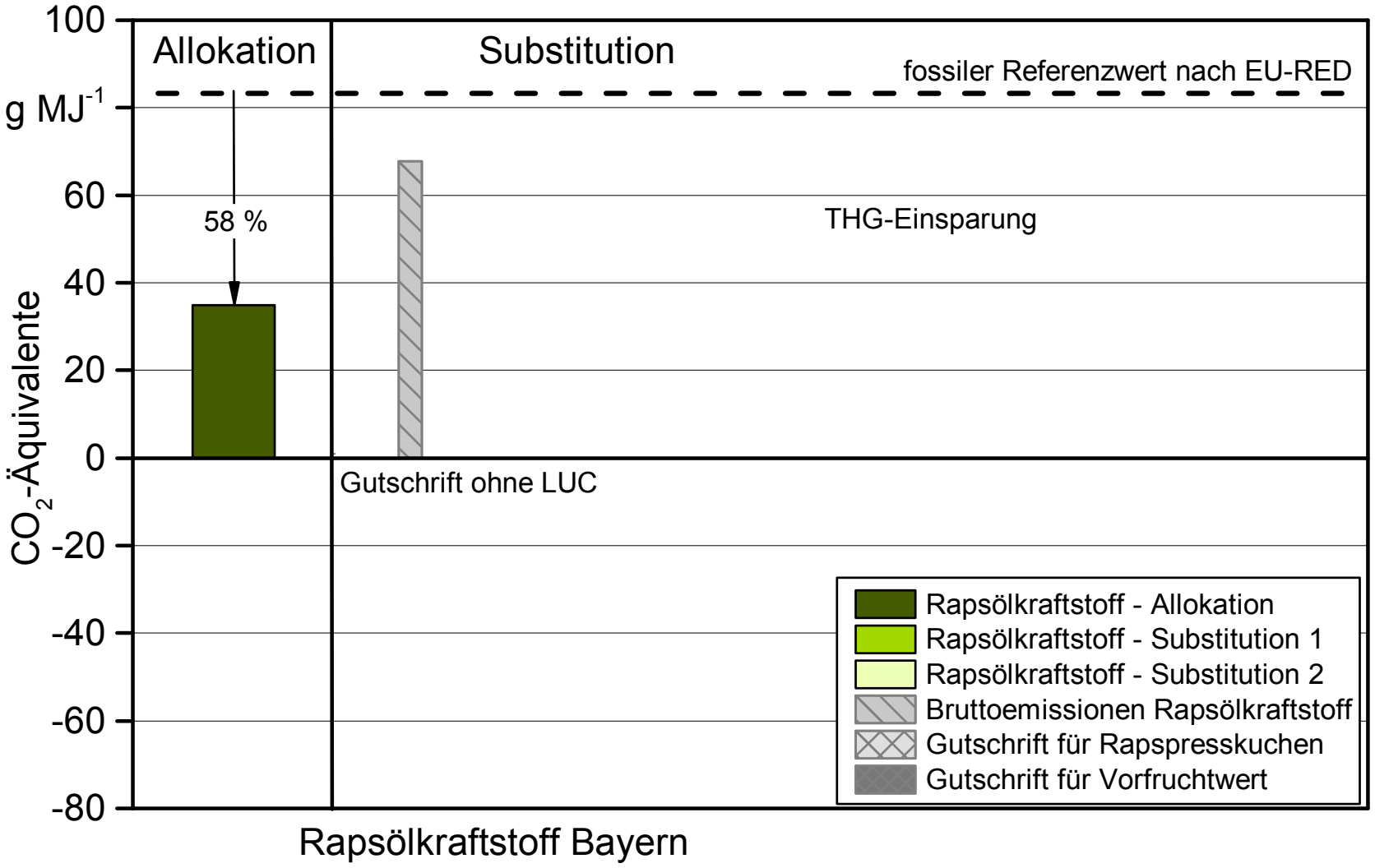
  → **spezifische CO_2-Äquivalente von Ethanol aus „Rapsweizen“ im Vergleich zu Ethanol aus Stoppelweizen um 7,3 g MJ^{-1} geringer**

[2] Sutter (2006)
[3] Kage & Pahlmann (2013)

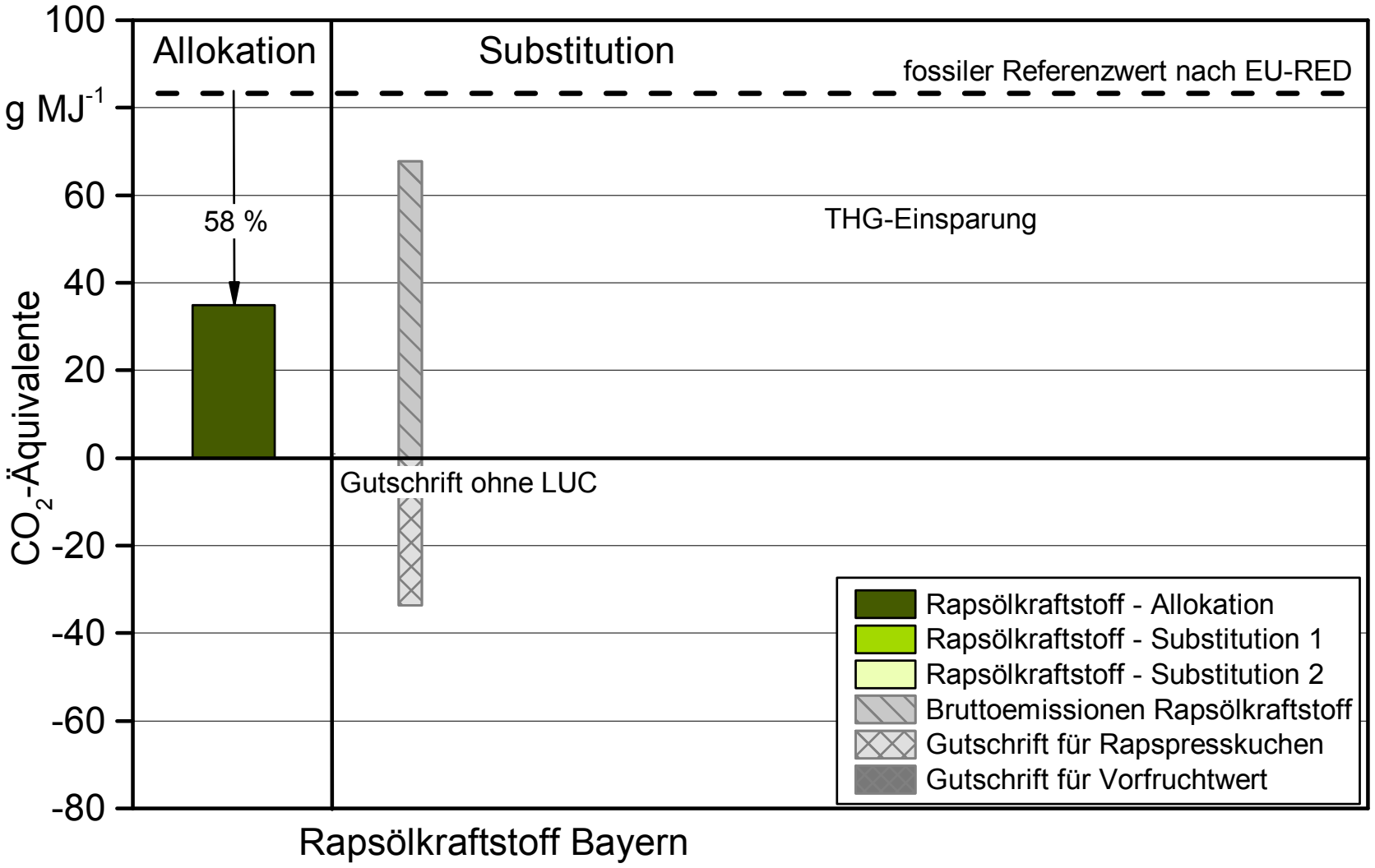
Einfluss der Methode zur Bewertung der Koppelprodukte



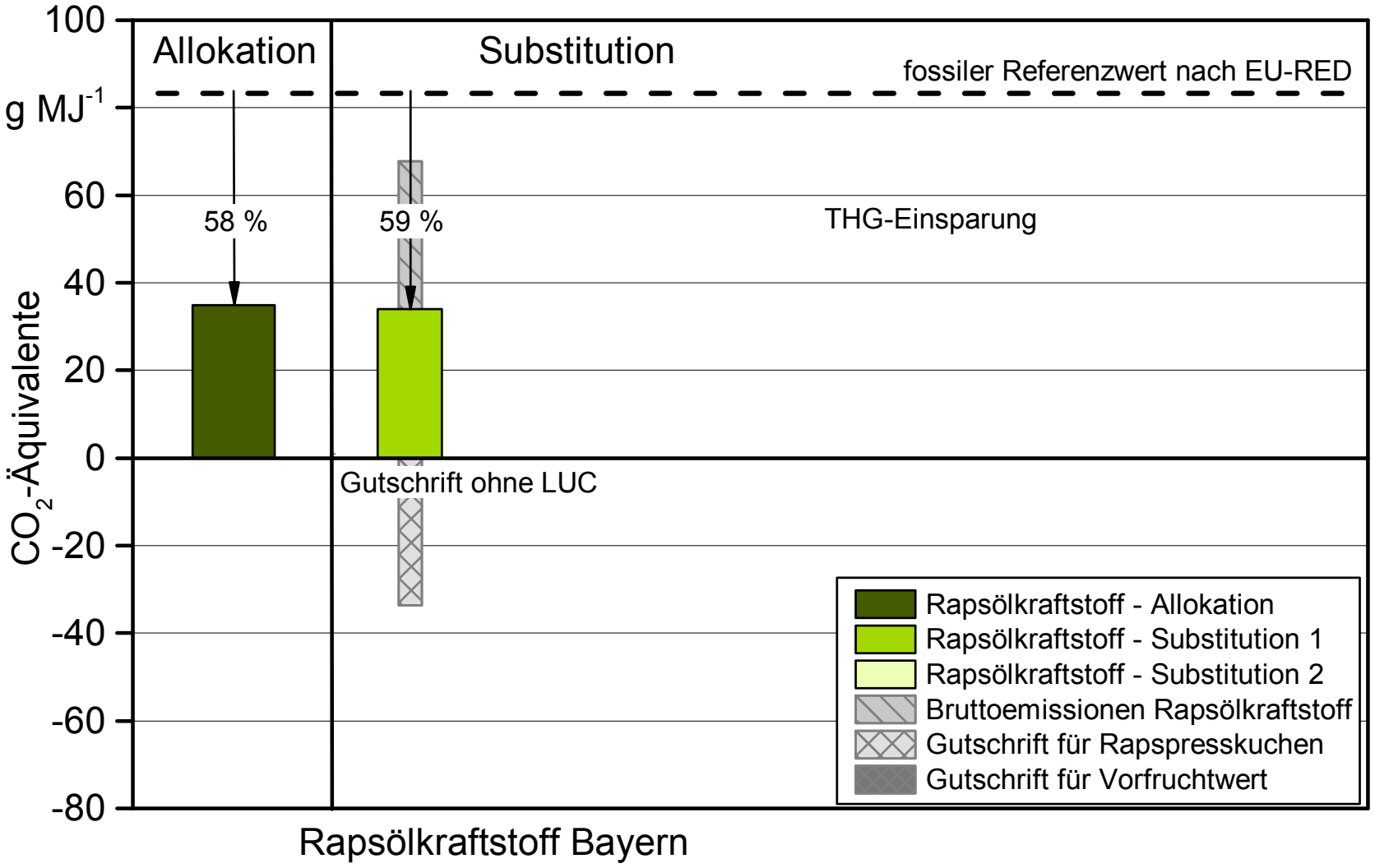
Einfluss der Methode zur Bewertung der Koppelprodukte



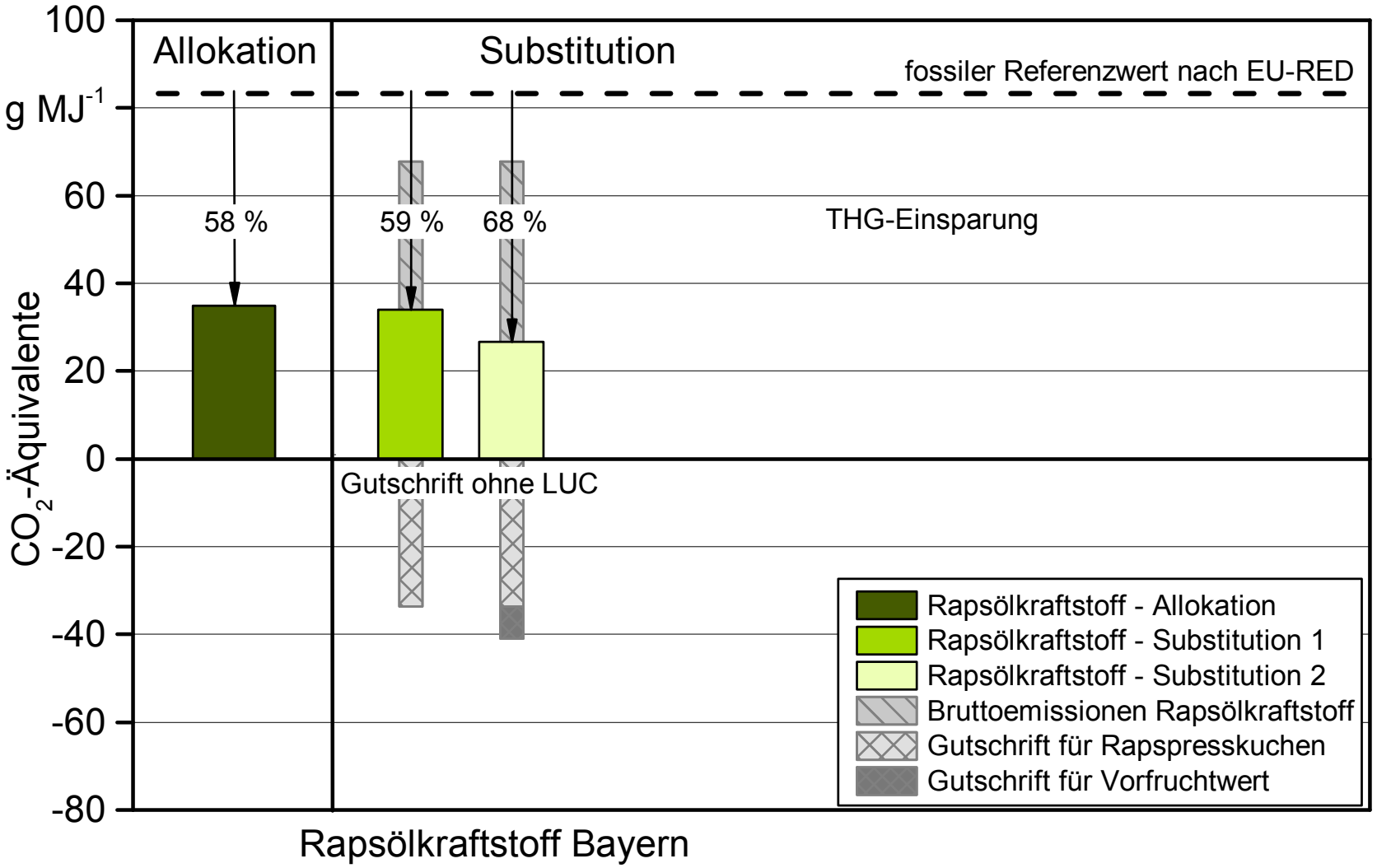
Einfluss der Methode zur Bewertung der Koppelprodukte



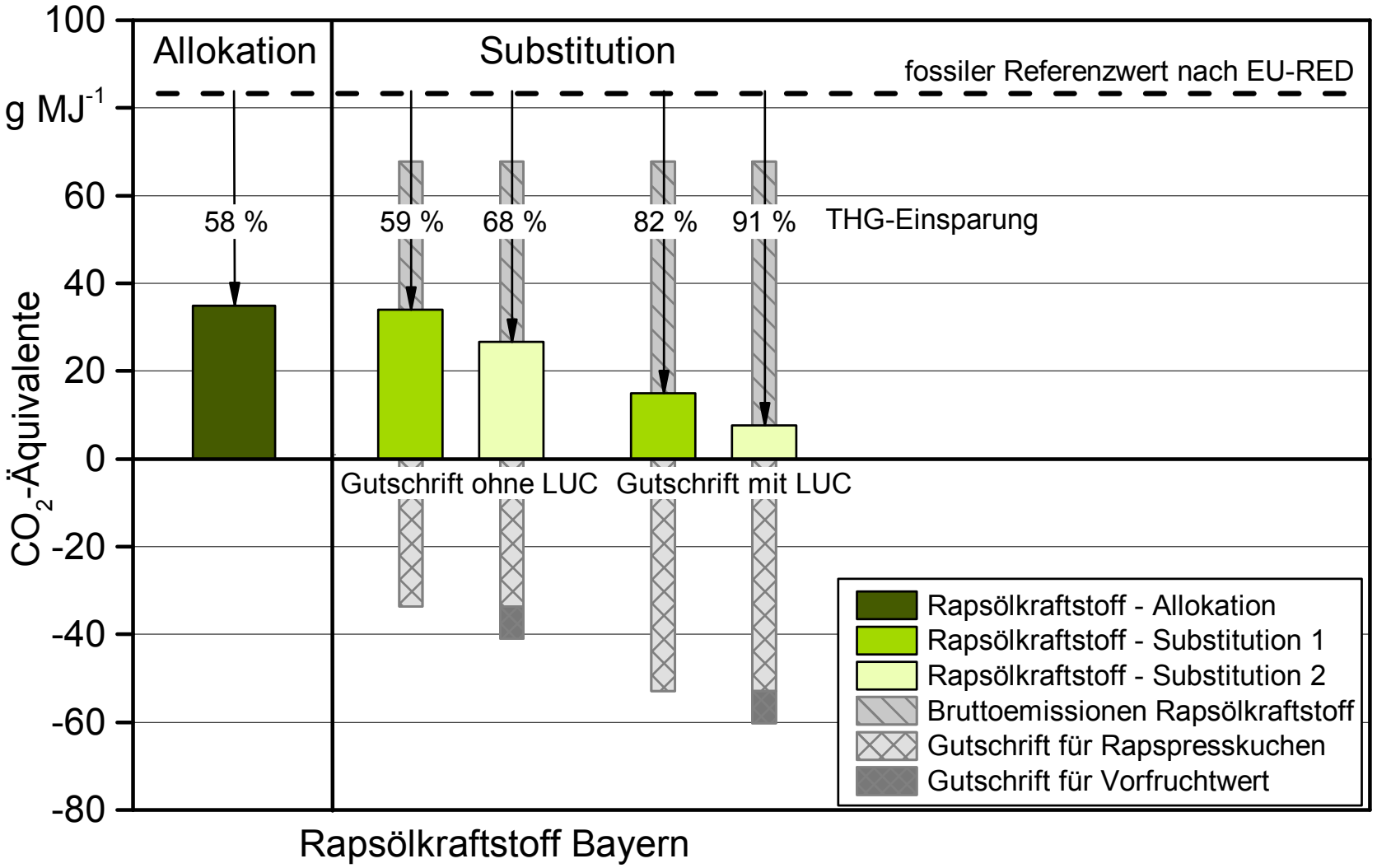
Einfluss der Methode zur Bewertung der Koppelprodukte



Einfluss der Methode zur Bewertung der Koppelprodukte



Einfluss der Methode zur Bewertung der Koppelprodukte



Fazit und weiterer Handlungsbedarf

Der Methodenvergleich für die Bewertung der Koppelprodukte zeigt:

- Im Berechnungsergebnis unterschiedliche THG-Minderungspotentiale bei Anwendung der Gutschriftenmethode
  - → 59 bzw. 68 % bei Substitution des Presskuchens durch Sojaschrot ohne Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen
  - → 82 bzw. 91 % bei Substitution des Presskuchens durch Sojaschrot mit Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen

- Ergebnisse ohne Landnutzungsänderungen liegen in derselben Größenordnung wie die Ergebnisse bei Anwendung der Energie-Allokation.

- Durch den vermehrten Sojaanbau in Südamerika können direkte Landnutzungsänderungen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden
  - → **eine zusätzliche Ergebnisausweisung mit Berücksichtigung der direkten Landnutzungsänderungen wird empfohlen**

Handlungsempfehlungen zur Optimierung der THG-Bilanzierungsmethodik

- THG-Bilanzen zeigen, dass natürliche Standortbedingungen (z. B. Boden und Klima) sowie Betriebsstrukturen einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse haben

  → **Berücksichtigung von regionalspezifischen Gegebenheiten für Beratung zwingend erforderlich**

- Das THG-Minderungspotenzial von Rapsölkraftstoff, bei dessen Herstellung Eiweißfuttermittel entstehen, wird in Folge der methodischen Berechnungsvorgaben durch die EU-RED als zu gering bewertet. Fruchtfolgewirkungen des Rapsanbaus bleiben gänzlich unberücksichtigt.

  → **Abbildung der Wechselwirkungen zwischen der Biomasse- und Nahrungserzeugung (Marktfruchtbau, Tierhaltung) mittels Substitutionsmethode als ergänzende Bewertung zu empfehlen**

Handlungsempfehlungen zur Optimierung der THG-Bilanz von Rapsölkraftstoff

- Das Düngemittelmanagement bei der Rapserzeugung weist ein erhebliches Optimierungspotenzial auf. Neben einer bedarfsgerechte Düngung spielen hierbei auch qualitative Aspekte der eingesetzten Düngerarten bzw. -formen hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen eine entscheidende Rolle

  → **Beratung zu THG- und kostenoptimiertem Einsatz von Stickstoffdüngemitteln wird empfohlen**

- Pflanzenölkraftstoff aus dezentraler Ölgewinnung weist gegenüber fossilen Kraftstoffen ein enormes THG-Minderungspotenzial auf. Speziell Rapsöl ist ein regional produzierter Kraftstoff, der niedrige volkswirtschaftliche Kosten (ggf. sogar volkswirtschaftliche Leistungen) aufweist. Die Ölmühle bringt Arbeitsplätze und Wertschöpfung für die Region.

  → **Substitution von fossilem Dieselkraftstoff zum Betrieb von Land- und Forstmaschinen durch Pflanzenölkraftstoff wird empfohlen**

Einladung

Abschlusstagung ExpRessBio

Klima- und Ressourcenschutz in der bayerischen Land- und Forstwirtschaft

am 07. und 08. Dezember 2016
im Bayerischen Staatsministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
in München

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum
für Nachwachsende Rohstoffe

Diese Studie wurde finanziert vom:

Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit