

Kraftstoffe der Zukunft 2011

8. Internationaler Fachkongress für Biokraftstoffe

Berlin, ICC, 24.1.2011

Problematik der indirekten Landnutzungsänderungen (iLUC) – Grundzüge für eine regionale THG-Kalkulation

Prof. Dr. rer. nat. habil. Uwe Lahl

BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH

Eine Steigerung des Biokraftstoffeinsatzes führt indirekt zu Landnutzungsänderungen (iLUC) und damit zu zusätzlichen Treibhausgasemissionen, die höher sind als deren Einsparungen. Die Biokraftstoffnutzung stellen daher keinen sinnvollen Beitrag zum Klimaschutz dar.

- Teil-These 1. Biokraftstoffe führen indirekt zu Landnutzungsänderungen.
- Teil-These 2: Landnutzungsänderungen führen zu verstärkten Emissionen an Treibhausgasen.
- Teil-These 3: Biokraftstoffe stellen keinen sinnvollen Beitrag zum Klimaschutz dar.

Study	Target year	Shock size (10⁶ m³)	ILUC factor (g CO_{2eq}/MJ)	Range (g CO_{2eq}/MJ)
Searchinger et al. (2008)	2016	56	104	20–200 ^a
Hertel et al.(2010)	2001 ^b	50	27	15–90 ^c
Dumortier et al.(2009)	2018/19	30	n/a	21–118 ^d
USEPA (2010)	2012	7.5	81	62–104 ^e
	2017	14	58	43–76 ^e
	2022	10	34	25–45 ^e
Al Riffai et al. (2010)	2020 ^f	0.47	36	36–53 ^g
Tyner et al.(2010)	2015	7.6	14	14–18 ^h

a Calculated from reported sensitivity results.

b Based on the GTAP-6 2001 database, adjusted for 10Prozent greater corn yield in 2010.

c Based on a combination of high and low values for various economic model parameters.

d Based on evaluating alternative model assumptions.

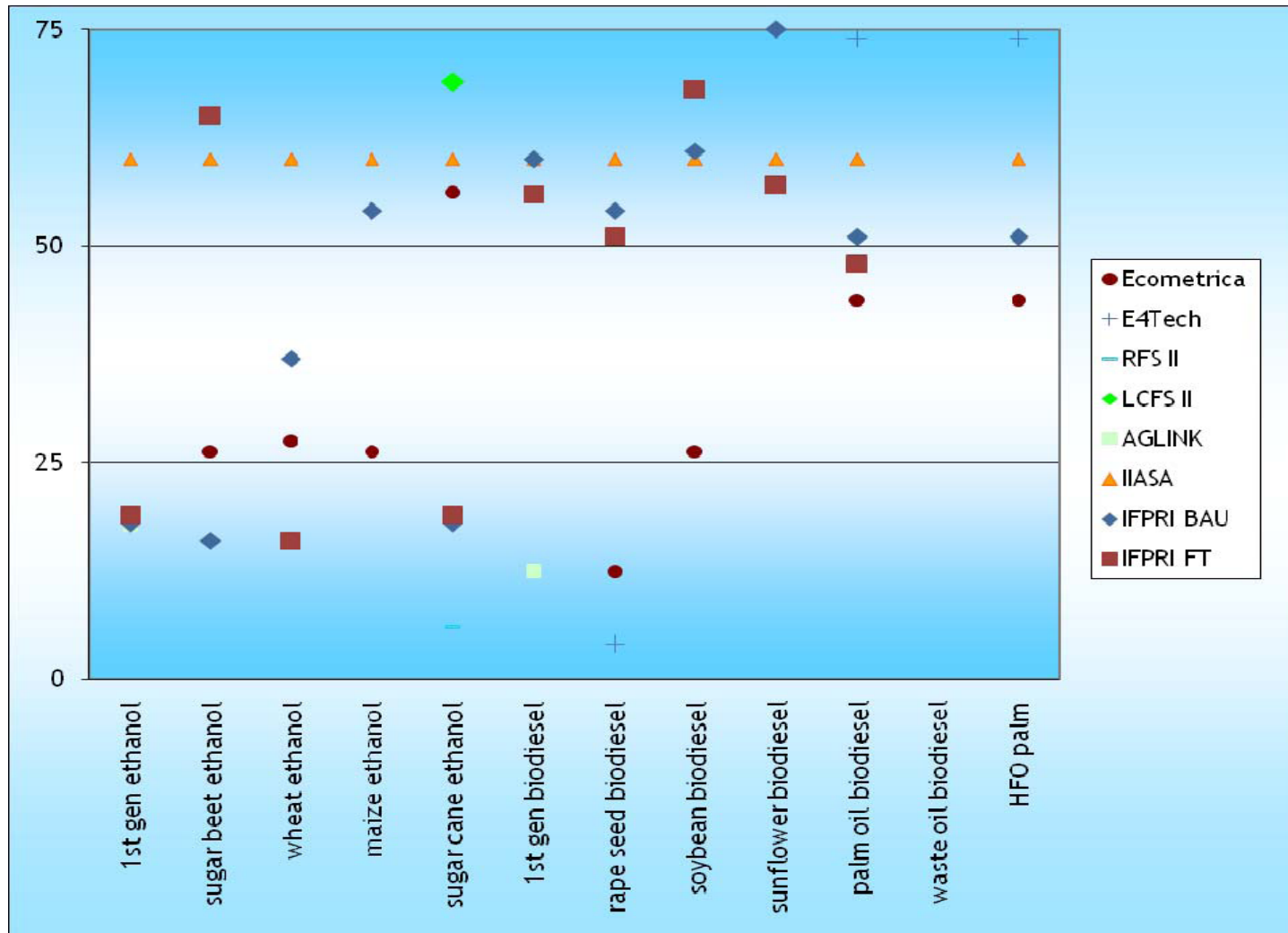
e 95Prozent CI around mean considering only the uncertainty in satellite data analysis and carbon accounting.

f Based on the GTAP-7 2004 database, using the model to project out to 2020.

g Effect of additional 10⁶ GJ after meeting 5.6Prozent mandate. Higher value is for greater trade liberalization.

h Based on 2006 data constructed from 2001 GTAP database. Low value includes yield and population growth.

iLUC-Faktoren für Biokraftstoffe nach verschiedenen Studien [g CO₂eq/MJ]



- Fast alle Modelle versuchen, den iLUC-Effekt auf **globaler Ebene** zu erfassen und zu quantifizieren.
- Unterschiede zwischen den Regionen werden in den Modellen zumeist nicht berechnet bzw. erfasst.
- Mehrproduktion durch landwirtschaftliche Intensivierung oder durch Nutzung von Agrarbrachen ist schwer zu modellieren.
- **Die Ergebnisse der Modellberechnungen streuen sehr stark und führen selbst bei der Eingabe von identischen Sachverhalten zu großen Ergebnisunterschieden.**

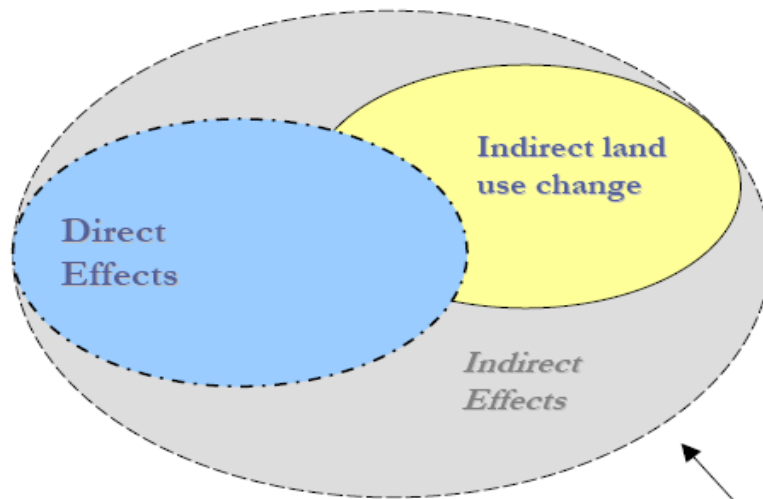
Kohlenstoffbestand (in Vegetation und Boden) für unterschiedliche Landnutzungen, in Mg C/ha

Landnutzung	Kohlenstoffbestand „CS“	Landnutzung	Kohlenstoffbestand „CS“
„Rain Forest“, Default	300 Mg C/ha	Grassland, Default	100 Mg C/ha
„Rain Forest“, Asien, Boden = 0	205 Mg C/ha	„Busch“, Afrika	90 Mg C/ha
„Rain Forest“, Asien, Torfboden	970 Mg C/ha	„Woody Cerrado“, Südamerika	75 Mg C/ha
„Rain Forest“, Amazonas	265 Mg C/ha	„Grassy Cerrado“, Südamerika	65 Mg C/ha
		„Savanne“ feucht	130 Mg C/ha
„Forest“, Default	150 Mg C/ha	„Grassland“ tropisch	75 Mg C/ha
„Forest“ Nordamerika	140 Mg C/ha	„Grassland“ gemäßigt	70 Mg C/ha
„Forest“ Europa	130 Mg C/ha	„Weide“ gemäßigt, minimal	40 Mg C/ha
Plantage	110 – 130 Mg C/ha		
Wetland	100 Mg C/ha	„Cropland“ jährliche Ernte, Default	55 Mg C/ha
		„Cropland“ jährliche Ernte, Boden = 40	45 Mg C/ha
		„Cropland“ jährliche Ernte, minimal	30 Mg C/ha

- Dieser Teil der iLUC-Hypothese ist deutlich klarer fassbar als deren erster Teil. Im Grundsatz ist unstrittig, dass beispielsweise eine Umwandlung einer Waldfläche in eine Ackerfläche einen Verlust des in der Vegetation und im Boden gespeicherten Kohlenstoffs zur Folge hat, weil dieser über kurz oder lang als Treibhausgas Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangt. Auch ist eine internationale Verständigung gelungen, welche Kohlenstoffvorräte für welche Flächen bzw. Flächennutzungen zu unterstellen sind (IPCC).

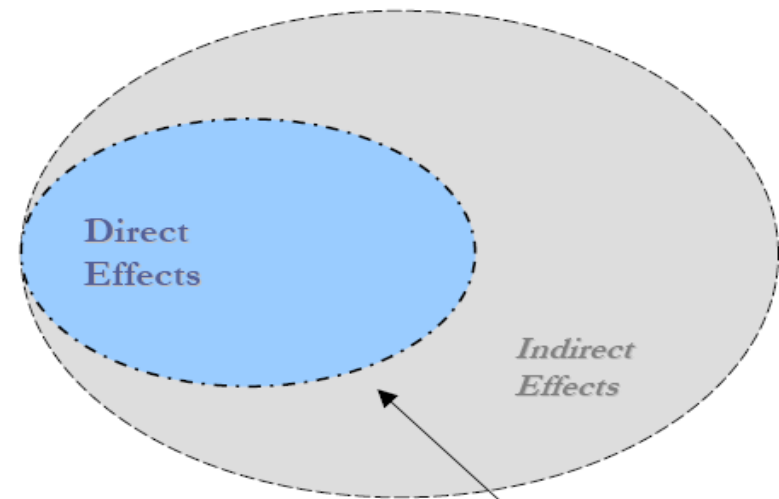
Inconsistent LCA System Boundaries

LCA System Boundary for Biofuels



Biofuels System Boundary

LCA System Boundary for Petroleum



Petroleum System Boundary

Direct Effects: Carbon Emissions Attributable to Producing & Using Fuel

Indirect Effects: Market-Mediated Carbon Emissions Derived From Economic Modeling or Behavioral Analysis Often Occurring Far From Point of Production/Use

- Es gibt keine grundsätzlichen methodischen Schwierigkeiten gibt, einen Vergleich der Treibhausgasbilanzen eines Biokraftstoffes und von konventionellen Kraftstoffen durchzuführen. Allerdings ist die Schlussfolgerung in vielen Studien, dass Biokraftstoffe generell einen zu geringen oder keinen Treibhausgasvorteil aufweisen, so nicht gerechtfertigt. Einerseits ist die wissenschaftliche Quantifizierung des iLUC-Effekts auf globaler Ebene sehr unsicher und **andererseits wurden bisher in der Regel die indirekten Effekte für die Ermittlung der Treibhausgasbilanz von konventionellen Kraftstoffen nicht (oder nicht ausreichend) mit einbezogen.**

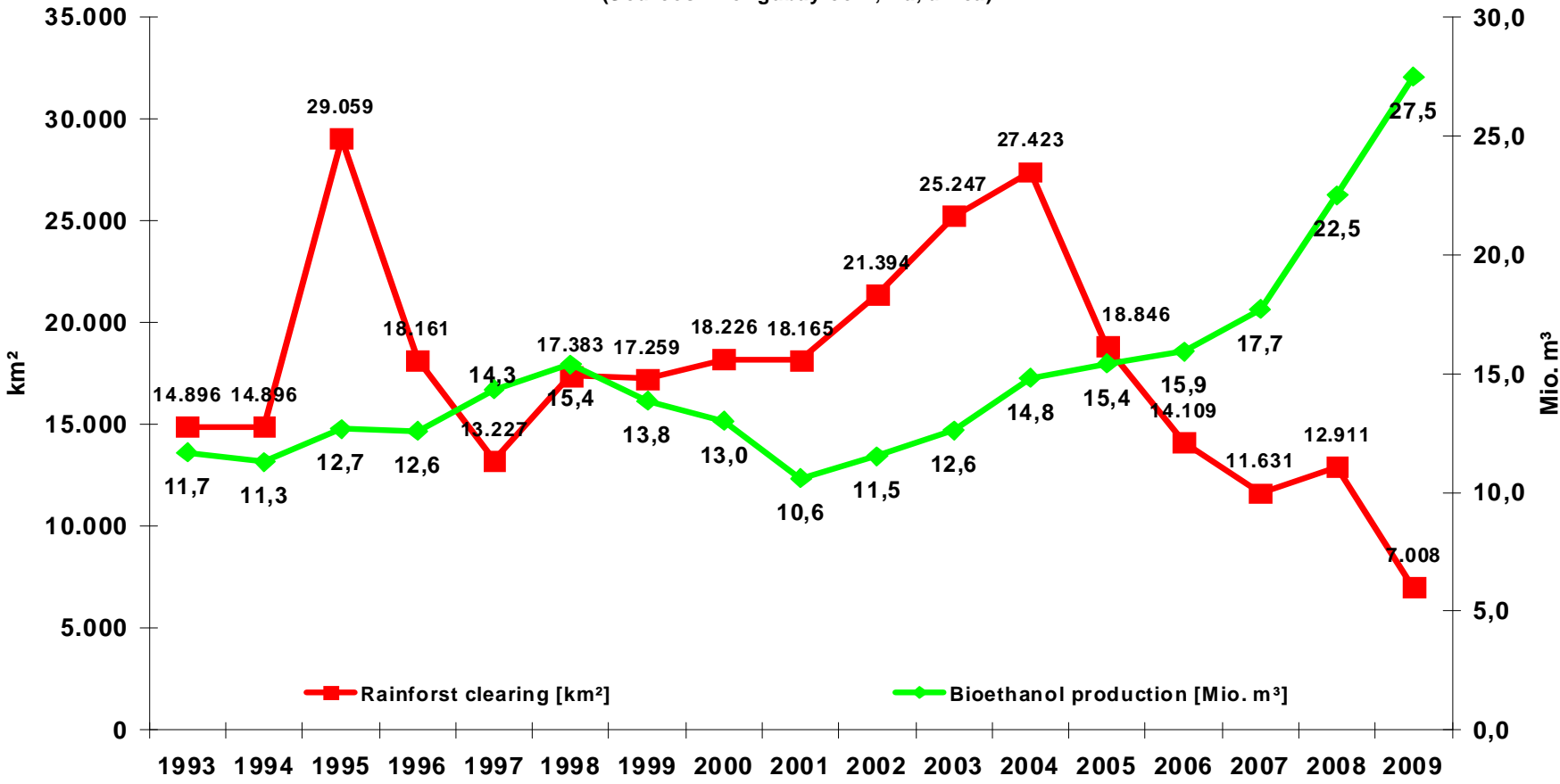
Land	LUC, 1995 – 2007 in Mio. ha/a	LUC, Waldverluste 1995 – 2001 % / a	LUC, Waldverluste 2001 – 2007 % / a
Brasilien	- 2,9	-0,55%	-0,65%
Indonesien	- 1,9	-1,84%	-2,07%
Sudan	- 0,6	-0,82%	-0,86%
Burma	- 0,5	-1,31%	-1,43%
Sambia	- 0,4	-0,98%	-1,04%
Tansania	- 0,4	-1,08%	-1,04%
Nigeria	- 0,4	-2,94%	-3,56%
Kongo	- 0,4	-0,36%	-0,24%
Zimbabwe	- 0,3	-1,59%	-1,75%
Mexiko	- 0,3	-0,50%	-0,40%
Venezuela	- 0,3	-0,58%	-0,60%
Bolivien	- 0,3	-0,45%	-0,46%
Australien	- 0,2	-0,18%	-0,12%

- Man könnte eine Liste von Ländern erstellen, in denen es in den letzten Jahren zu netto-Waldvermehrung gekommen ist.
- Eine Relativierung des LUC-Problems ist aber nicht beabsichtigt.
- Es gibt i.Ü. auch Positivbeispiele in den Tropen, leider noch zu wenige.
- Und schließlich sollen über das UN-REDD Programm die Positivbeispiele deutlich vermehrt werden.

- Es gibt relevanten LUC/iLUC Effekte.
- Aber zwischen den Ländern sehr starke Unterschiede.
- Globale Agrar-Modelle streuen sehr stark.
- Hohes rechtliches Risiko, sie regulatorisch einzusetzen.
- Deterministische Modelle auf globaler Ebene noch weniger geeignet.
- Lenkungswirkung von iLUC-Globalfaktoren zweifelhaft, weil über alle Regionen gemittelt wird „*alles über einen Kamm*“.

Bioethanol production and Rainforest clearing in Brazil

(Sources: mongabay.com, rfa, unica)



Quelle Daten: www.earth-policy.org/datacenter/xls/book_pb4_ch4-5_32.xls und <http://www.mongabay.com/brazil.html>

- Was tun?
- Regionaler Ansatz:
 - Bessere Basisdaten.
 - 90 % der Agrarproduktion bleibt in der Region.
 - **... der Schlüssel zum Verständnis der iLUC-Effekte ist nicht in globalen ökonomischen oder gar deterministischen Agrarmodellen zu suchen, sondern in den jeweiligen Entscheidungen und Entscheidungsstrukturen in den Regionen bzw. Ländern.**
 - Lenkungswirkung ist differenziert.

- **Der Rechengang für das entwickelte Modell erfolgt in fünf Schritten:**
- Schritt 1 – Ermittlung von LUC
- Schritt 2 – Ermittlung der CO₂-Emission durch LUC
- Schritt 3 – Ermittlung des Biokraftstoffsektor-Anteils an den CO₂-Emission durch LUC
- Schritt 4 – Ermittlung der CO₂-Emission des Biokraftstoffsektors durch iLUC (über dLUC)
- Schritt 5 – Optionen zur Allokation der iLUC-Emissionen

Case A	Medium sized country, 30Prozent of tropical forest	Relevant Input Figures (GE = Getreideeinheit = grain unit)		ILUC in g CO _{2eq} /MJ
A 1	Palm oil diesel fuel: In the reference year rainforest is converted at today's common level of 0.5Prozent for the production of agricultural product x, which has formerly been produced on other areas. Biofuel industry is a key driver for this development.	LUC ^R	= 75 000 ha	37
		CS ^{RF}	= 265 Mg C	
		CS ^{Sa}	= 130 Mg C	
		Δ Agr	= 8 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel}	= 3,5 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie}	= 3,05 E+11 MJ	
A 2	Palm oil diesel fuel: In the reference year rainforest is converted at today's common level of 0.05Prozent for the production of agricultural product x, which has formerly been produced on other areas. Biofuel industry is a key driver for this development.	LUC ^R	= 7 500 ha	3,7
		CS ^{RF}	= 265 Mg C	
		CS ^{Sa}	= 130 Mg C	
		Δ Agr	= 8 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel}	= 3,5 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie}	= 3,05 E+11 MJ	
A 3	Palm oil diesel fuel: In the reference year rainforest is converted at today's common level of 0.01Prozent for the production of agricultural product x, which has formerly been produced on other areas. Biofuel industry is a key driver for this development.	LUC ^R	= 1 500 ha	0,7
		CS ^{RF}	= 265 Mg C	
		CS ^{Sa}	= 130 Mg C	
		Δ Agr	= 8 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel}	= 3,5 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie}	= 3,05 E+11 MJ	
A 4	Palm oil diesel fuel: In the reference year rainforest is converted at today's common level of 0.1Prozent for the production of agricultural product x, which has formerly been produced on other areas. Biofuels industry shows much less increase, as it is not the key driver of this development.	LUC ^R	= 15 000 ha	0,4
		CS ^{RF}	= 265 Mg C	
		CS ^{Sa}	= 130 Mg C	
		Δ Agr	= 8 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel}	= 0,1 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie}	= 1,57 E+11 MJ	

Case B	Large tropical country, 35Prozent of the land is tropical forest	Relevant Input Figures (GE = Getreideeinheit = grain unit)	ILUC in g CO₂eq/MJ
B 1	Worst case bioethanol: In the reference year 0.17Prozent of rainforest is converted. Livestock farming is replaced by sugar cane cultivation. Bioethanol production is a major reason for this.	LUC ^R = 714 000 ha	159
		CS ^{RF} = 265 Mg C	
		CS ^{GLtrop} = 75 Mg C	
		Δ Agr = 150 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 29 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 4,23 E+11 MJ	
B 2	Bioethanol: In the reference year 0.17Prozent of rainforest is converted. Livestock farming is replaced by sugar cane cultivation. Bioethanol production is not a major reason for this.	LUC ^R = 714 000 ha	22
		CS ^{RF} = 265 Mg C	
		CS ^{GLtrop} = 75 Mg C	
		Δ Agr = 150 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 3,5 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 3,76 E+11 MJ	
B 3	Soybean oil diesel fuel: In the reference year 0.17Prozent rainforest is converted to grassland. Pasture is replaced by soybean cultivation. Soybean oil-diesel shows no big increase.	LUC ^R = 714 000 ha	44
		CS ^{RF} = 265 Mg C	
		CS ^{GLtrop} = 75 Mg C	
		Δ Agr = 150 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 3,1 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 2,81 E+10 MJ	
B 4	Soybean oil diesel fuel: In the reference year 0.17Prozent rainforest is converted to grassland. Pasture is replaced by soybean cultivation. Soybean oil-diesel shows a large increase.	LUC ^R = 714 000 ha	39
		CS ^{RF} = 265 Mg C	
		CS ^{GLtrop} = 75 Mg C	
		Δ Agr = 150 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 78 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 7,98 E+11 MJ	
B 5	Worst Case soybean oil diesel fuel: In the reference year 0.60Prozent rainforest is converted to grassland. Pasture is replaced by soybean cultivation. Soybean oil-diesel shows a large increase.	LUC ^R = 2 520 000 ha	136
		CS ^{RF} = 265 Mg C	
		CS ^{Sa} = 75 Mg C	
		Δ Agr = 150 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 78 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 7,98 E+11 MJ	

Case C	Land in moderate climate zone	Relevant Input Figures (GE = Getreideeinheit = grain unit)	ILUC in g CO _{2eq} /MJ
C 1	Bioethanol: 0.01Prozent of the forest is converted to the benefit of arable land. Grain farming has a share in producing bioethanol.	LUC ^R = 1 000 ha	1,8
		CS ^F = 130 Mg C	
		CS ^{Cl} = 45 Mg C	
		Δ Agr = 3 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 0,6 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 1,71 E+10 MJ	
C 2	Bioethanol: Low surface portion is converted from grassland to arable land. Grain farming has a share in producing bioethanol.	LUC ^R = 1 000 ha	0,5
		CS ^F = 70 Mg C	
		CS ^{Cl} = 45 Mg C	
		Δ Agr = 3 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 0,6 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 1,71 E+10 MJ	
C 3	Bioethanol: Higher surface portion is converted from grassland to arable land. Grain farming has a share in producing bioethanol.	LUC ^R = 25 000 ha	13,0
		CS ^F = 70 Mg C	
		CS ^{Cl} = 45 Mg C	
		Δ Agr = 3 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 0,6 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 1,71 E+10 MJ	
C 4	Rapeseed oil Biodiesel: Large areas of grassland are converted into arable land. Rapeseed for bioethanol extraction is the key driver.	LUC ^R = 60 000 ha	1,9
		CS ^F = 70 Mg C	
		CS ^{Cl} = 45 Mg C	
		Δ Agr = 3 Mio. Mg GE	
		Δ Agr _{fuel} = 0,6 Mio. Mg GE	
		Agr _{fuel, Energie} = 1,72 E+11 MJ	

- Das Berechnungsmodell liefert reproduzierbare Ergebnisse, ist transparent in seinem Berechnungsgang und lenkt dergestalt, dass “good governance” bezogen auf die Flächennutzungsproblematik auch „belohnt“ würde.
- Einschränkungen:
 - Kohlenstoffgehalt in Vegetation und Böden
 - iLUC-Effekte zwischen Ländern
 - Spielraum für Ertragssteigerungen
 - Korrekturfaktoren
 - Grenzüberschreitende Produktionskette
- **Insgesamt kann trotz der dargestellten Kritik und Einschränkungen festgestellt werden, dass das hier vorgestellte Modell sich im Grundsatz eignen würde, die regionalen iLUC-Effekte zu erfassen und einen “regionalen iLUC-Faktor” zu ermitteln.**

Unterschiedliche Optionen zur Bekämpfung von indirect Land Use Change (iLUC]

• Problemlösungen an der Wurzel

- Gleichbehandlung aller Agrarsektoren durch eine umfassende dLUC-Regelung
- Flächennutzungsplanung
- Abschließen einer internationale Konvention zum Flächenschutz / REDD

• Übergangslösungen

- No action
- Übergangslösung "Anforderungen nach EE-Richtlinie verschärfen"
- Übergangslösung "Zusätzliche Boni"
- Übergangslösung "Schwarze Liste"
- Übergangslösung "Bilaterale Verträge"
- Übergangslösung "Einführung von regionalen iLUC-Faktoren"
- Übergangslösung "Einführung eines globalen iLUC-Faktors"
- Übergangslösung Einführung eines iLUC-Modells

• Analyse der unterschiedlichen Handlungsoptionen im Vergleich

- Scheinlösungen sind gefährlich
- Biomasse wird für die Klimaschutzpolitik der nächsten Jahre eine stetig steigende Bedeutung haben.
- Ohne eine deutliche Steigerung der Biomassegewinnung wird das 2-Grad-Ziel nicht erreichbar sein.
- Daher ist eine echte Problemlösung erforderlich.
- Daher langfristig dLUC-Regelungen für alle Agrarsektoren !
- Zwischenschritte für den Übergang erforderlich.
- Aber regional differenzierte Regelungen.
- Biokraftstoffsektor kann weiter als „Eisbrecher“ wirken.

- Die vorliegende Studie kommt zu dem Ergebnis, dass Land Use Change (LUC) – die Umwandlung von Naturwald-, Weideland- oder Brachland in Ackerland – in einigen Regionen der Welt nach wie vor ein **großes Problem** darstellt, nicht nur für den Klimaschutz.
- **Globale Modelle**, die iLUC z.B. über ökonometrische Berechnungen ermitteln, sind nicht ausreichend belastbar und weisen beträchtliche Ergebnisunterschiede auf. Sie bestrafen in der Tendenz „good governance“ vice versas
- **Regionale Modelle** weisen dem gegenüber Vorteile auf: Bessere Daten, exaktere Ergebnisse, Abbildung der regionalen Situation, „good governance“ wird belohnt und damit verstärkt.
- Es wird empfohlen, die EE-Richtlinie um eine Option zu ergänzen: Die EU-Kommission sollte in die Lage versetzt werden, bei definierten politischen Randbedingungen gegenüber einem Nationalstaat einen regionalen iLUC-Faktor ermitteln und festsetzen zu können.
- **EU: Insgesamt wird ein Handlungsmix aus einer mittel- bis langfristig anzustrebenden internationalen Problemlösung und kurzfristigeren Übergangslösungen über unterschiedliche „bilaterale Verträge“, unterstützt durch eine regionale iLUC-Regelung in der EE-Richtlinie, empfohlen.**