

Evaluierung der Studie „Lifecycle Analysis Canola Biodiesel“

Marek Gawor
Stefan Majer

August 2011



Auftraggeber

UFOP Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.

Haus der Land- und Ernährungswirtschaft
Claire-Waldoff-Str. 7
10117 Berlin

Tel.: 0 30 / 31 90 42 02
Fax: 0 30 / 31 90 44 85

info@ufop.de

Ansprechpartner:

**Deutsches BiomasseForschungsZentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Tel.: +49-341-2434-112
Fax: +49-341-2434-133
E-Mail: info@dbfz.de
Internet: www.dbfz.de

Dr.-Ing. Marek Gawor

Tel.: +49-341-2434-538
Fax: +49-341-2434-133
E-Mail: marek.gawor@dbfz.de

Dipl.-Ing. Stefan Majer

Tel.: +49-341-2434-411
Fax: +49-341-2434-133
E-Mail: stefan.majer@dbfz.de

Erstelldatum: 16/08/2011

Projektnummer DBFZ: A BS 11-058

Inhalt

Inhalt	II
Abkürzungsverzeichnis.....	III
Kurzzusammenfassung.....	1
1 Einleitung und Hintergrund.....	2
2 Inhalt der Studie.....	4
2.1 Gliederung der Studie.....	4
2.1.1 Einleitung	4
2.1.2 Rapsanbau bzw. Rapsproduktion	4
2.1.3 Canola-Verarbeitung.....	5
2.1.4 Biodieselproduktion	5
2.1.5 Ergebnisse der Ökobilanzierung	6
2.1.6 Diskussion und Schlussfolgerung – Zusammenfassung der Ergebnisse	6
3 Beurteilung der wesentlichen Eingangsparameter und getroffenen Annahmen	7
3.1 Annahmen und Datenquellen für die analysierte Bilanz	7
3.2 Unsicherheiten in Bezug auf verwendete Eingangsdaten und -annahmen.....	8
3.3 Vergleich der Annahmen und Datenquellen mit den Hintergrundinformationen zum Standardwert der EU-Richtlinie	11
4 Konformität der angewandten Bilanzierungsmethodik mit den Anforderungen der EU-Richtlinie 2009/28/EC	12
5 Gesamtqualität der Studie, Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	12
Abbildungsverzeichnis	13
Tabellenverzeichnis.....	14
Literaturverzeichnis.....	15

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
Canola Studie	“Lifecycle Analysis Canola Biodiesel”, durchgeführt von (S&T)2 Consultants Inc. im Auftrag von Canola Council of Canada (2010) ¹
EU-RED	Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG
FAME	Fatty acid methyl ester/Fettsäuremethylester
THG	Treibhausgas
GWP	Global Warming Potential/ Globales Erwärmungspotenzial
ha	Hektar
HHV	Higher heating value/oberer Heizwert
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
kWh	Kilowattstunde
LCA	Life Cycle Assessment
MJ	Megajoule
t	Tonne

¹ Siehe: http://canola.ab.ca/canola_biodiesel_reduces_lifecycle_greenhouse_gas_by_90_percent_news.aspx

Kurzzusammenfassung

Die Zielstellung der vorliegenden Arbeit war die Auswertung bzw. Evaluierung der Studie “Lifecycle Analysis Canola Biodiesel” zur Treibhausgasbilanz von Biodiesel aus kanadischem Raps (Canola). Dazu wurden die Methodik und die grundlegenden Annahmen der analysierten Studie ausgewertet und das dargestellte Ergebnis mit anderen verfügbaren Studien für Biodiesel aus europäischem Raps verglichen und diskutiert. Einen weiteren Schwerpunkt der Auswertung bildete eine Einschätzung der Konformität der in der analysierten Studie verwendeten Methodik mit den Anforderungen aus der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie 2009/28/EC (EU RED) zur Berechnung von THG-Minderungspotentialen für Biokraftstoffe.

Die analysierte Studie ist grundsätzlich von hoher Qualität. Das Berechnungsverfahren, die verwendeten Hintergrunddaten und –annahmen sind transparent, umfassend und nachvollziehbar dargestellt. Allerdings weicht die verwendete Berechnungsmethodik von den Vorgaben der EU-Richtlinie 2009/28/EC ab, so dass eine direkte Einordnung der Berechnungsergebnisse in den Kontext der sogenannten Standardwerte für Biodiesel aus Raps aus der EU-Richtlinie nicht möglich ist. Aufgrund der verwandten Berechnungsmethodik sind die Studienergebnisse in der vorliegenden Form ebenfalls ungeeignet einen neuen Standardwert für Biodiesel auf Basis von kanadischem Raps einzuführen. Die wesentlichen Unterschiede in Bezug auf die direkte Berechnungsmethodik umfassen dabei die Frage der Nebenproduktallokation, die Berücksichtigung von infrastrukturellen Aufwendungen in der Bilanz sowie die verwendeten Charakterisierungsfaktoren zur Umrechnung der Emission von verschiedenen Treibhausgasen (z. B. CH₄ oder N₂O) in CO₂-Äquivalente. In Hinsicht auf die angeführten Unterschiede ist insbesondere der Umgang mit den Nebenprodukten in der THG-Bilanz hervorzuheben. Im Rahmen der analysierten Studie wurde das Nebenprodukt Presskuchen mit Hilfe einer Emissionsgutschrift berücksichtigt. Diese Berechnungsmethodik findet häufig Anwendung in Ökobilanzen. Für eine Konformität der Berechnungsmethodik mit den Vorgaben der EU-Richtlinie 2009/28/EC ist allerdings eine sogenannte Allokation auf Basis des unteren Heizwertes erforderlich.

Zusätzlich zu diesen Unterschieden in der Berechnungsmethodik existieren in der analysierten Studie einige Annahmen und Hintergrunddaten, die mit einem gewissen Maß an Unsicherheit behaftet sind. Diese betreffen in erster Linie den verwandten Berechnungsansatz zur Bestimmung von Stickstoffemissionen aus dem Rapsanbau sowie die Emissionseinsparungen durch Kohlenstoffanreicherungen im Zuge pflugloser Bodenbearbeitung.

1 Einleitung und Hintergrund

Anthropogene Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) gelten als wesentlicher Treiber für den globalen Klimawandel. Eine politisch geförderte Maßnahme zur Reduktion dieser Emissionen stellt die verstärkte Nutzung von Biomasse zur Produktion von Strom, Wärme und Kraftstoffen dar. Die Nachhaltigkeit der Nutzung von Bioenergie in größerem Maßstab ist jedoch umstritten und auch die THG-Einspareffekte durch die Nutzung von Biokraftstoffen können in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (z. B. angewandte landwirtschaftliche Praktiken, Typ und Größe der Konversionsanlage, eingesetzte Hilfsstoffe und Chemikalien usw.) stark unterschiedlich ausfallen. Um durch den Einsatz von Biokraftstoffen eine gewisse Minderung von THG-Emissionen sicherzustellen, hat die Europäische Kommission im Jahr 2009 mit der sogenannten Erneuerbaren-Energien-Richtlinie verbindliche THG-Minderungsvorgaben für Biokraftstoffe eingeführt. Gemäß diesen Vorgaben müssen Biokraftstoffproduzenten seit der Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht nachweisen, dass durch die Nutzung ihres Biokraftstoffes mindestens 35% weniger THG-Emissionen als durch den Einsatz von fossilem Kraftstoff emittiert werden. Die Höhe dieser Einsparvorgaben wird zudem ab dem Jahr 2017 auf 50% bzw. auf 60% für Neuinstallationen angehoben. In Kombination mit anderen politischen Maßnahmen (z. B. der Kraftstoffqualitätsrichtlinie 2009/30/EG oder einer THG-orientierten Biokraftstoffquote) wird das THG-Einsparpotential eines Biokraftstoffs zukünftig signifikant durch dessen Marktpreis bestimmt.

Es ist zu erwähnen, dass die Veröffentlichung der EU-Richtlinie bereits eine Art von THG-Wettbewerb ausgelöst hat. Produzenten aus Nicht-EU-Staaten versuchen die teilweise Vorteilhaftigkeit ihrer Kraftstoffe in Bezug auf die THG-Bilanz herauszustellen und eine Anpassung der EU-Standardwerte bzw. eine Festsetzung neuer Standardwerte zu erwirken.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die THG-Bilanz von Biokraftstoffen zunehmend an Bedeutung und Marktteilnehmer beginnen die Umweltwirkungen ihrer Biokraftstoffe zu untersuchen (siehe z. B. [9], [7]). Zu diesem Zweck kommt häufig die Methodik der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA) zum Einsatz. Eine solche Ökobilanz zur Quantifizierung der Umweltwirkungen (im Fokus stehen dabei die THG-Emissionen) der Biodieselproduktion aus kanadischem Raps (nachfolgend "Canola-Studie" genannt) wurde 2010 im Auftrag des Canola Council of Canada von der (S&T)² Consultants Inc. durchgeführt [1]. Im Rahmen der hier vorliegenden Studie wurde die Canola-Studie ausgewertet und schwerpunktmäßig auf folgende Fragestellungen untersucht:

- Welche Datenquellen bzw. Annahmen wurden in der Studie verwendet? Wie sind diese im Vergleich zu anderen Literaturveröffentlichungen sowie gegenüber den Produktionsbedingungen für Raps innerhalb der EU einzuordnen?
- Welche Methodik wurde zur Berechnung der THG-Bilanz verwendet? Ist diese Methodik im Einklang mit der Methodik der EU-Richtlinie 2009/28/EG?
- Kann das Ergebnis der Canola-Studie direkt mit den Standardwerten der EU-Richtlinie für Biodiesel aus Raps verglichen werden bzw. ist es möglicherweise geeignet, einen neuen Standardwert für Biodiesel auf der Basis von kanadischem Canola einzuführen?

Der folgende Abschnitt erläutert zunächst schematisch den Inhalt der Canola-Studie und fasst die wesentlichen Ergebnisse und Schlussfolgerungen zusammen. Im Anschluss werden die in der Studie verwendeten Datenquellen und Annahmen beschrieben, wobei eine Gegenüberstellung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede mit den Hintergrunddaten für die Berechnung des Standardwertes

für Biodiesel aus europäischem Raps erfolgt. Die weiteren Abschnitte dieser Arbeit analysieren die in der Canola-Studie verwendete Bilanzierungsmethodik und stellen die Annahmen, welche ggf. mit größeren Unsicherheiten behaftet sind, dar.

2 Inhalt der Studie

2.1 Gliederung der Studie

Die Studie beginnt mit einer Kurzzusammenfassung, die neben der Motivation der Autoren auch erste Aussagen zur verwandten Methodik, angewandten Werkzeugen (GHGenius) sowie eine zusammenfassende Ergebnisdarstellung enthält. Im Folgenden werden die einzelnen Studienabschnitte kurz zusammengefasst.

2.1.1 Einleitung

Der erste Abschnitt der Studie beschreibt detailliert den Hintergrund der Untersuchungen, die sich aus einer Sensibilisierung der Öffentlichkeit für aktuelle Umweltprobleme und der zunehmenden Bedeutung der THG-Bilanz von Biokraftstoffen ergeben. Eine der am häufigsten angewandten Methoden zur Quantifizierung (und im Idealfall auch zur Verringerung) von Umweltauswirkungen eines Produktes ist die Ökobilanzierung. Dieses Werkzeug wurde auch zur Bestimmung der THG-Bilanz im Rahmen der Canola-Studie eingesetzt.

Kapitel 1 der Studie stellt die Methodik und die verschiedenen Abschnitte der angewandten Ökobilanz dar, die erkennbar in Anlehnung an den ISO 14040 Standard strukturiert wurde (vgl. Abb. 1-1 und 1-2 der Studie). Die Autoren setzten die Systemgrenzen dabei so, dass die Bilanz die Wertschöpfungskette von der Rohstoffproduktion über den Rohstofftransport bis zur Konversion und Verteilung der Biokraftstoffe (Well-to-Wheel) umfasst (vgl. Abb. 1-3 der Canola-Studie). Die Studie berücksichtigt auch Emissionen aus sogenannten infrastrukturellen Aufwendungen, d. h. Emissionen, die beispielsweise durch den Bau der Ölmühle oder der Biodieselanlage verursacht werden. Um Nebenprodukte in die Bilanz einzubeziehen, verwendeten die Autoren die Substitutionsmethodik. Dabei wird angenommen, dass ein erzeugtes Nebenprodukt (z. B. Rapspresskuchen) in der Gesellschaft ein anderes Produkt (z. B. Sojaschrot) ersetzt. Die durch diese Substitution vermiedenen Emissionen (hier wird angenommen, dass das ersetzte Produkt nicht mehr produziert wird) werden dem betrachteten Produktsystem gutgeschrieben. Für die Bilanzierung arbeiteten die Autoren mit der Ökobilanzsoftware GHGenius. Diese Software ist insbesondere in Nordamerika weit verbreitet. Für die Umrechnung der verschiedenen bilanzierten Treibhausgase in CO₂-Äquivalente wurden Charakterisierungsfaktoren des IPCC aus dem Jahr 2007 verwendet.

2.1.2 Rapsanbau bzw. Rapsproduktion

Im zweiten Abschnitt der Studie werden die Randbedingungen der Rapsproduktion in Kanada unter Berücksichtigung statistischer Daten (in einer Zeitspanne von 1965 bis 2007) sowie die wesentlichen Annahmen für die durchgeführten Berechnungen zur Rapsproduktion erläutert. Diese getroffenen Annahmen umfassen Informationen zu:

- den Ernteerträgen;
- den Düngemittelmengen für die Herstellung von transgenen und konventionellen Raps (die Autoren unterschieden hier z. B. auch zwischen verschiedenen Düngemittelarten);
- der Verwendung von Chemikalien in der Landwirtschaft (z. B. Herbizide);
- dem Dieselverbrauch für die Anbau- und Ernteprozesse in Abhängigkeit von Bodenzonen und -typen sowie der landwirtschaftlichen Praxis;
- den Auswirkungen der angewandten landwirtschaftlichen Praktiken auf die Freisetzung von N₂O, auf eine mögliche Kohlenstoffsequestrierung durch pfluglose Bodenbearbeitung sowie auf den Wasserverbrauch zur Rapsproduktion;

- den angenommenen Entfernungen für den Rapstransport zur Konversionsanlage.

2.1.3 Canola-Verarbeitung

Der dritte Abschnitt der Canola-Studie erläutert detailliert die Prozessschritte bezüglich der Ölgewinnung aus Canola-Raps. Anschließend stellen die Autoren ihre wesentlichen Annahmen zur Bilanzierung dieser Prozessstufe (z. B. Energiebedarf, Ölertrag, etc.) dar. Der inhaltlich größte Anteil dieses Kapitels widmet sich jedoch der Beschreibung der Substitutionsmethodik, die von den Autoren verwendet wurde, um das Nebenprodukt Rapspresskuchen in der Bilanz zu berücksichtigen.

Bei vielen Prozessen in der Prozesskette zur Biokraftstoffproduktion entsteht mehr als ein Produkt. Im Rahmen von ökobilanziellen Bewertungen ergibt sich in diesen Fällen die Frage, wie entsprechende Nebenprodukte in der Bilanz berücksichtigt werden können. Bei den Nebenprodukten, die wirtschaftlich für andere Zwecke als das Hauptprodukt verwendet werden, ist es sinnvoll, einen Teil der bis zu diesem Prozess entstandenen Emissionen zwischen dem Hauptprodukt und dem Nebenprodukt aufzuteilen. Grundsätzlich gibt es dazu mehrere methodische Ansätze. Der folgende Abschnitt charakterisiert zwei Methoden, die sehr häufig in Ökobilanzen Anwendung finden:

- a) Eine Allokation der Emissionen auf der Grundlage physikalischer (z. B. Masse), ökonomischer (Wert des Hauptproduktes und des Nebenproduktes) oder anderer Eigenschaften (z. B. Energieinhalt). Hier existieren zahlreiche unterschiedliche Ansätze, die zu verschiedenen Ergebnissen führen können. Der Ansatz der Allokation (im Speziellen auf der Basis des unteren Heizwertes der Produkte) ist ebenso die Methodik, welche für Berechnungen bezüglich der EU-Richtlinie 2009/28/EC anzuwenden ist (vgl. [2])
- b) Im Rahmen der Systemraumerweiterung (auch als Substitutions- oder Gutschriftenmethode bezeichnet) wird dem Hauptprodukt eine Gutschrift für die durch das Nebenprodukt vermiedenen Emissionen zugewiesen. Dabei wird abgeschätzt, welche Produkte ggf. in der Gesellschaft durch das entstandene Nebenprodukt ersetzt werden können. Die durch die Substitution vermiedenen Emissionen werden dem Hauptprodukt als Gutschrift zugeschrieben. Aufgrund der Anwendung dieses Ansatzes kann es in bestimmten Fällen zu negativen Gesamtergebnissen kommen. Dies ist möglicherweise dann der Fall, wenn durch das Nebenprodukt sehr hohe Emissionen vermieden und dadurch auch entsprechend hohe Emissionsgutschriften vergeben werden. Die Herausforderungen bzw. größten Unsicherheiten in Bezug auf diese Methodik liegen in erster Linie bei der Wahl eines realistischen Substitutionsszenarios.

Die Autoren der Canola-Studie wählten in ihrer Arbeit den Substitutionsansatz. Abschnitt 3 des Berichtes beschreibt ausführlich ihr Vorgehen bei der Bestimmung der entsprechenden Gutschrift für das Nebenprodukt Rapspresskuchen.

2.1.4 Biodieselproduktion

Abschnitt 4 des Berichtes enthält eine detaillierte Beschreibung des Herstellungsprozesses von Biodiesel aus Pflanzenöl einschließlich einzelner Unterprozessschritte (z. B. Mischung von Methanol und Katalysator, Reaktion, Entfernung des Methanols, etc.) im Anschluss werden die grundlegenden Eingangsdaten für die Modellierung vorgestellt.

2.1.5 Ergebnisse der Ökobilanzierung

Die Abschnitte 5 und 6 der Canola-Studie stellen die wesentlichen Berechnungsergebnisse vor. Abschnitt 5 gibt dabei einen Überblick über die LCA Ergebnisse und ordnet diese im Vergleich zur THG-Bilanz von konventionellem Diesel auf Erdölbasis ein.

Die Energiebilanz von Biodiesel auf der Basis von kanadischem Raps (verbrauchte Energie pro Einheit erzeugter Energie) ist nach dem Ergebnis der Canola-Studie ungefähr vergleichbar mit der von konventionellem Diesel. Im Gegensatz dazu entsprechen die THG-Emissionen aus der Produktion des bewerteten Canola-Biodiesel nur etwa einem Viertel der THG-Emissionen der Produktion von konventionellem Diesel. Die Gesamtemissionen werden dabei deutlich durch die für das Nebenprodukt Rapspresskuchen vergebene Gutschrift reduziert. Die Ergebnisse für den gesamten Lebenszyklus (einschließlich die Kraftstoffnutzung im Verbrennungsmotor) zeigen eine THG-Minderung von 90% für Canola-Biodiesel im Vergleich zu fossilem Kraftstoff (vgl. Tabelle 6-5 der Canola-Studie).

2.1.6 Diskussion und Schlussfolgerung – Zusammenfassung der Ergebnisse

Der letzte Abschnitt des Berichts enthält die Schlussfolgerungen der Autoren. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Biodiesel auf der Basis von kanadischem Raps zeigt sowohl gegenüber konventionellem Diesel als auch gegenüber europäischem Biodiesel aus Raps ein großes THG-Einsparpotential;
- Das sehr gute Ergebnis ist im Wesentlichen auf den Einsatz von emissionsarmen Stickstoffdünger, der in effizienten industriellen Anlagen hergestellt wird, eine energieeffiziente Produktionsweise mit geringem Kraftstoffeinsatz sowie eine reduzierte bis pfluglose Bodenbearbeitung (die Autoren setzen hier sogar eine THG-Gutschrift für eine Kohlenstoffsequestrierung an) zurückzuführen.

Im Rahmen einer sogenannten Sensitivitätsanalyse untersuchten die Autoren des Weiteren die Auswirkungen der Änderung bestimmter Grundannahmen auf das Bilanzierungsergebnis. Dabei wurden folgende Annahmen variiert: Anpassung des Düngemitelesinsatzes nach europäischen Bedingungen, Erhöhung der N₂O-Feldemissionen, Einsatz von Kalk zur Anpassung des pH-Wertes im Boden, Variation der Dieselmenge für die Kultivierung und Ernte sowie die Auswirkungen von Änderungen in der Bodenkohlenstoffmenge auf die THG-Bilanz des Biodiesels. Die Ergebnisse dieser Sensitivitätsrechnungen führen jedoch zu keiner Änderung in der Aussage des bereits diskutierten Ergebnisses.

Durch eine weitere Sensitivitätsrechnung wurde die Methodik zur Berücksichtigung des Nebenproduktes Rapspresskuchen variiert. Im Vergleich zu der bisher angewandten Substitutionsmethodik wurde der Rapspresskuchen durch eine energiebezogene Allokation ersetzt. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Anwendung einer massen- bzw. energiebezogenen Allokation für das Nebenprodukt Rapspresskuchen zu ähnlichen Ergebnissen führt wie die Anwendung der Gutschriftenmethodik. Für das Nebenprodukt Glycerin hat die Wahl der Allokationsmethodik einen weitaus größeren Einfluss auf das finale Berechnungsergebnis.

3 Beurteilung der wesentlichen Eingangsparameter und getroffenen Annahmen

3.1 Annahmen und Datenquellen für die analysierte Bilanz

Die Autoren der Studie griffen in ihrer Arbeit auf verschiedene Daten zurück, die überwiegend von Institutionen und Fachverbänden stammen. Tabelle 1 stellt die wichtigsten Quellen der verwandten Datensätze zusammen und gibt eine Einschätzung zur Datenqualität und Relevanz der Daten.

Tabelle 1 Verwendete Datenquellen in der Canola-Studie [1].

Nr.	Datentyp	Herkunft und Datum	Qualität und Relevanz	Seitenzahl
1.	Emissionen von konventionell bzw. alternativ betriebenen Motoren; Datensätze zu Lebenszyklusemissionen verschiedener Kraftstoffe	GHGenius (2010)	Hoch	4
2.	Rapsanbau in Kanada [Fläche] 1965 – 2007	Verschiedene Quellen	Hoch	7
3.	Rapsanbau in den verschiedenen kanadischen Provinzen 2005 – 2008	Statistics Canada 2010	Hoch	8
4.	Rapsanbaufläche in Kanada in Relation zur kanadischen Gesamtfläche 1997 – 2001	Unbekannt	Mittel	8
5.	Ernteerträge 1943-2006	Statistics Canada, 2010	Hoch	8-9
6.	Eingesetzte Düngemittel und Düngemittelmengen; Umfrage unter kanadischen Landwirten	Canola council, 2000-2001	Mittel	9
7.	Nutzungsgrad von Hybrid-Saatgut	Canola council 2006	Hoch	10
8.	Nutzung und eingesetzte Mengen von Stickstoffdüngemitteln	Canadian Fertilizer Institute 2009	Hoch	10
9.	Effizienz der Stickstoffdüngemittelindustrie	NRCan 2007	Mittel	11
10.	Verwendung von Chemikalien in der Landwirtschaft (Herbizide, Kalk)	Brimmer et al 2005, Statistics Canada 2006	Hoch	11-12
11.	Energieverbrauch	Verschiedene Quelle, 1999, 2000, 2010	Hoch	12
12.	Verbreitung und Einsatz von Hybridsorten in Kanada	Unbekannt, 2006	Mittel	13
13.	N ₂ O Feldemissionen	Rochette et al 2008, 2008b	Hoch	14
14.	Bodenbearbeitungsverfahren	Statistics Canada 2006	Hoch	14
15.	Einfluss verschiedener Anbaupraktiken auf die Bodenkohlenstoffmenge	Environment Canada 2007	Hoch	15
16.	Bewässerung	Canola council 2000	Hoch	15
17.	Transport	Annahme	Hoch	15
18.	Beschreibung des Ölgewinnungsprozesses	Canola council 2010	Hoch	16-17

Nr.	Datentyp	Herkunft und Datum	Qualität und Relevanz	Seitenzahl
19.	Energiebedarf für der Ölproduktion	Canadian Oilseed Processors Association	Hoch	18
20.	Ölgehalt bzw. -ertrag von kanadischem Raps	Statistics Canada	Hoch	18
21.	Beschreibung verschiedener Aspekte der Ökobilanzierungsmethodik	Verschiedene Quelle, 1999, 2002	Hoch	19, 22-23
22.	Weltweite Handelsströme proteinhaltiger Futtermittel	USDA 2010	Hoch	21
23.	Transportszenarien	Annahme	Hoch	24
24.	Beschreibung des Biodieselherstellungsprozesses	National biodiesel Board 2002	Hoch	25-26
25.	Biodiesel-Ertrag, chemische Inputs, Nebenprodukte und Energieverbrauch	National Biodiesel Board 2009	Hoch	26-27
26.	Transportszenarien	Annahme	Hoch	28

Der überwiegende Teil der von den Autoren verwendeten Datensätze ist transparent belegt und aktuell. Ein großer Teil der modellierungsrelevanten Daten entstammt statistischen Datensätzen von offiziellen Stellen. Dies erhöht die Glaubwürdigkeit dieser Datensätze zusätzlich.

Obwohl die Qualität der meisten verwendeten Datensätze sehr hoch scheint, sind einige Eingangswerte bzw. die Wahl einiger Datensätze mit gewissen Unsicherheiten verbunden. Im folgenden Abschnitt werden einzelne dieser Unsicherheiten in den getroffenen Annahmen beschrieben.

3.2 Unsicherheiten in Bezug auf verwendete Eingangsdaten und -annahmen

Ein durchaus kritischer Punkt in den Eingangsdaten der Canola-Studie sind die getroffenen Annahmen in Bezug auf die N₂O-Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Produktionsprozess sowie auf eine eventuelle Steigerung des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs durch eine pfluglose Bearbeitung (siehe Tabellen 2-1 und 2.6 der Canola-Studie). Die Autoren griffen als Eingangsgröße für die Berücksichtigung von N₂O-Emissionen aus dem Prozess der Rapsproduktion auf statistische Werte für die westlichen Bereiche Kanadas zurück. Diese sind durch niedrige N₂O-Emissionswerte gekennzeichnet.

So sind beispielsweise die durchschnittlichen N₂O-Bildungsraten für Westkanada mit 0,76% des eingetragenen Stickstoffs angegeben. Die Bildungsrate für Zentralkanada beträgt im Vergleich dazu 1,47%. Das Gleiche gilt im Wesentlichen für die Höhe des Bodenkohlenstoffs. Abbildung 2-2 sowie Tabelle 2-1 der Canola-Studie zeigen, dass mehr als 70% des Rapses in den kanadischen Provinzen Alberta und Saskatchewan angebaut wird. Obwohl beide Provinzen eher zentral als westlich liegen, verwendeten die Autoren dennoch die deutlich günstigeren Werte für Westkanada (vgl. Abbildung 1, Abbildung 2).



Abbildung 1 Regionen des Rapsanbaus in Kanada [1].

Ein weiterer sensibler Punkt betrifft die Eingangsdaten zur eingesetzten Düngemittelmenge. Die aktuellen und historischen Datensätze der kanadischen Regierung zeigen im Hinblick auf den Einsatz von Stickstoff, Phosphat, Kalium und Schwefel zur Rapsproduktion in Kanada zum Teil deutlich höhere Werte als von den Autoren angenommen (vgl.

Tabelle 2). Dies lässt den Schluss zu, dass die Autoren den Düngemiteleinsatz in ihrer Modellierung unterschätzen. Der Einsatz von Stickstoffdüngemitteln hat insbesondere für die THG-Bilanz des Rapsanbauprozesses eine wichtige Bedeutung und beeinflusst signifikant das Ergebnis.

Tabelle 2 Vergleich verschiedener Inputdaten aus der Canola-Studie mit anderen kanadischen Quellen (vgl. [3-5])

Nr.	Dünger- mittel	Düngemiteleinsatz Canola-Studie	Düngemiteleinsatz (Quelle: „Agriculture and Rural Development, Alberta (2011)“)	Düngemiteleinsatz (Quelle: „Manitoba Agriculture, Food and Rural Initia- tives (2011)“)	Düngemiteleinsatz (Quelle: „Ministry of Agriculture and Food, British Columbia (1985)“)
1.	N [kg/t]	49	59	0 – 65	58 - 65
2.	P ₂ O ₅ [kg/t]	19	26	15 – 29	-
3.	K ₂ O [kg/t]	3.7	47	22 - 43	min. 19
4.	S [kg/t]	8.4	12	15	13 - 16



Abbildung 2 Politische Karte von Kanada [3].

Weitere Fragen ergeben sich auch in Bezug auf die verwendeten Eingangsdaten zur Modellierung der Effekte einer pfluglosen Bodenbearbeitung bzw. reduzierter Bodenbearbeitungstechniken. Der umstrittenste Punkt ist hierbei sicherlich die Vergabe einer Gutschrift für eine Kohlenstoffanreicherung durch pfluglose Bodenbearbeitung.

Die Autoren stellen heraus, dass gegenwärtig etwa zwei Drittel der kanadischen Rapsernte exportiert werden (vgl. Seite 8 der Canola-Studie). Ihrer Meinung nach ist die THG-Bilanz von kanadischem Raps insbesondere auf Grund der pfluglosen Bearbeitung deutlich besser als die von europäischem Raps.

Hinsichtlich dieser These sollten jedoch einige Punkte erwähnt werden:

- Direktsaat bzw. pfluglose Bodenbearbeitung und reduzierte Bodenbearbeitung erfordern zunächst (nach dem Übergang von der konventionellen Bodenbearbeitung) einen erhöhten Chemikalieneinsatz (z. B. Pestizide oder Herbizide). Nach einigen Jahren stabilisiert sich die Verwendung von Chemikalien wieder auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Autoren haben diesen anfänglich hohen Einsatz von Chemikalien nicht in der Bilanz berücksichtigt.

- Die Autoren führen einen direkten Vergleich zwischen europäischem und kanadischem Biodiesel aus Raps durch, ohne entsprechende Transportentfernungen für Überseetransporte zu berücksichtigen (vgl. Seite 28 der Canola-Studie).
- Ein weiterer wesentlicher Kritikpunkt an der Canola-Studie betrifft ebenfalls den direkten Vergleich der THG-Bilanz von europäischem und kanadischem Raps. Während die Bilanzierung des Biodiesels aus kanadischem Raps auf zum Teil sehr optimistischen Daten für den Rapsanbau und sehr guten Daten (z. B. in Bezug auf Energieverbräuche) für die Biomassekonversion beruht, wurden für die Modellierung des Wertes für europäischen Biodiesel sehr konservative und teilweise veraltete Eingangsgrößen verwendet. Aktuelle Studienergebnisse zeigen deutlich bessere Werte in der THG-Bilanz für Biodiesel auf der Basis von europäischem Raps (vgl. [7], [8]).

3.3 Vergleich der Annahmen und Datenquellen mit den Hintergrundinformationen zum Standardwert der EU-Richtlinie

Tabelle 3 zeigt eine Gegenüberstellung wesentlicher Eingangsparameter und Annahmen aus der Canola-Studie im Vergleich zu den entsprechenden Eingangsgrößen zur Berechnung des Standardwertes für Biodiesel aus Raps aus der EU-Richtlinie 2009/28/EC (in Anlehnung nach [7]). Es wird deutlich, dass die meisten Eingangsdaten der Canola-Studie in einem ähnlichen Wertebereich wie die Eingangsdaten des europäischen Standardwertes bleiben. Einen wesentlichen Unterschied gibt es jedoch in der Höhe der N₂O-Emissionen aus der Rapsproduktion. Es ist zu beachten, dass die Standardwerte der EU-Richtlinie keine LCA Ergebnisse für Biokraftstoffpfade nach dem Stand der Technik darstellen. Sie bilden vielmehr konservative Werte, die Biokraftstoffproduzenten motivieren sollen, eigene THG-Bilanzen für ihre Produkte zu berechnen. Daher erscheint der direkte Vergleich der Studienergebnisse mit den konservativen Standardwerten der EU-Richtlinie durch die Autoren wenig sinnvoll.

Tabelle 3 Vergleich ausgewählter Eingangsdaten der Canola-Studie mit den Hintergrunddaten des EU Standardwertes für Biodiesel aus Raps [4]

Nr.	Inputdaten	Canola-Studie	EU-RED Raps
1.	N-Düngemittel	49 kg/t	44 kg/t
2.	P ₂ O ₅	19 kg/t	11 kg/t
3.	K ₂ O	3.7 kg/t	16 kg/t
4.	Energieverbrauch für landwirtschaftliche Maschinen	1550 MJ/ha	2963 MJ/ha
5.	N ₂ O Feldemissionen (Bildungsrate in Bezug auf den eingebrachten Stickstoff)	0.76 %	1.4 %
6.	Energieverbrauch der Ölmühle	49 kWh	40 kWh
7.	Ölgehalt	42.8%	40.5%

4 Konformität der angewandten Bilanzierungsmethodik mit den Anforderungen der EU-Richtlinie 2009/28/EC

Die im Rahmen der Canola-Studie durchgeführte THG-Bilanz orientiert sich im Wesentlichen an den Vorgaben der ISO 14040 ff. Normen [8, 9]. Die angewandte Methodik ist dabei im Detail im Abschnitt 1 dieser Studie erläutert. Um die Einhaltung der in der EU-Richtlinie 2009/28/EC definierten THG-Minderungsvorgaben für Biokraftstoffe zu kontrollieren, hat die Europäische Kommission in der gleichen Richtlinie ein (im Vergleich zur klassischen Ökobilanzierung) stark vereinfachtes THG-Bilanzierungsmodell eingeführt. Diese Methodik erlaubt, im Gegensatz zur Ökobilanzierung auf Basis der ISO 14040 ff. Normen, die Berechnung dauerhaft vergleichbarer Werte für verschiedene Biokraftstoffe.

Zusätzlich zur Bilanzierungsmethodik enthält die EU-Richtlinie auch die bereits erwähnten Standardwerte für verschiedene Biokraftstoffe. Diese können von den Biokraftstoffproduzenten als Nachweis zur Erfüllung der Minderungsvorgaben verwendet werden, wenn diese keine eigenen Berechnungen vornehmen wollen. Wie zuvor dargestellt sind die Default-Werte jedoch bewusst auf der Basis konservativer Annahmen erstellt.

Der Vergleich des Berechnungsergebnisses einer Ökobilanz, die in Anlehnung an die ISO 14040 Methodik erstellt wurde und zum Teil auf sehr optimistischen Eingangsdaten beruht, mit konservativen Standardwerten der EU-Richtlinie ist daher wenig zielführend. Um einen eventuellen Vorteil in der THG-Bilanz von Biodiesel aus kanadischem Raps gegenüber Biodiesel aus europäischem Raps aufzuzeigen, wäre ein Vergleich auf Basis einer identischen Berechnungsmethodik und einer vergleichbaren Konservativität bei der Auswahl der Eingangsdatensätze notwendig.

Der größte methodische Unterschied zwischen dem Berechnungsansatz in der Canola-Studie und den Anforderungen der EU-Richtlinie liegt in der Methodik der Nebenproduktbewertung. Die Verwendung des so genannten Substitutionsansatzes entspricht nicht den Vorgaben der EU-Richtlinie.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Ergebnisse der Canola-Studie sich nicht direkt mit den aktuellen Standardwerten der EU Richtlinie vergleichen lassen. Neben den beschriebenen Unterschieden in der Methodik existieren insbesondere Differenzen im Grad der Konservativität der einzelnen Eingangsparameter.

5 Gesamtqualität der Studie, Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Trotz der dargestellten Unsicherheiten im Hinblick auf die getroffenen Annahmen und erzielten Ergebnisse ist die Studie insgesamt von hoher Qualität. Die Berechnungen folgen einer nachvollziehbaren Methodik und sind transparent erläutert. Für einen direkten Vergleich der Studienergebnisse und die eventuelle Einführung eines zusätzlichen Standardwertes für Biodiesel aus kanadischem Raps sind jedoch weitere Anpassungen in der Berechnungsmethodik (z. B. Allokationsmethodik für Nebenprodukte) sowie in der „Konservativität“ der gewählten Eingangsdaten (hier insbesondere bezüglich der eingesetzten Düngemittelmengen und Lachgasbildungsraten).

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 REGIONEN DES RAPSANBAUS IN KANADA [1].	9
ABBILDUNG 2 POLITISCHE KARTE VON KANADA [3].	10

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 VERWENDETE DATENQUELLEN IN DER CANOLA-STUDIE [1].	7
TABELLE 2 VERGLEICH VERSCHIEDENER INPUTDATEN AUS DER CANOLA-STUDIE MIT ANDEREN KANADISCHEN QUELLEN (VGL. [3-5])	9
TABELLE 3 VERGLEICH AUSGEWÄHLTER EINGANGSDATEN DER CANOLA-STUDIE MIT DEN HINTERGRUNDDATEN DES EU STANDARDWERTES FÜR BIODIESEL AUS RAPS [4].	11

Literaturverzeichnis

- [1] (S&T)2 Consultants Inc.: Lifecycle Analysis Canola Biodiesel. Canola Council of Canada, 2010a
- [2] European Union: *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*. 2010b
- [3] mapsof.net: Political map of Canada.
- [4] European Union: Updated figures communicated - Update on Data on pathways for RES Directive. 2010d
- [5] International Organization for Standardization (ISO): ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. 2006e6]
- [6] International Organization for Standardization (ISO): ISO 14044:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. 2006f
- [7] Majer, S.; Oehmichen, K.; Approaches for optimising the greenhouse gas balance of biodiesel produced from rapeseed. UFOP, 2010
- [8] Majer, S.; Müller-Langer, F.; Zeller, V.; Kaltschmitt, M.: Implications of biodiesel production and utilisation on global climate – A literature review, *International Journal of Lipid Science and Technology*, Vol. 11, 2009
- [9] OMNI TECH INTERNATIONAL: "Life Cycle Impact of Soybean Production and Soy Industrial Products". 2010