

BIOKRAFTSTOFF- STUDIE



AUSWIRKUNGEN POLITISCHER BESCHLÜSSE AUF BIOKRAFTSTOFFE UND ROHSTOFFMÄRKTE

PROF. DR. JÜRGEN ZEDDIES
DR. NICOLE SCHÖNLEBER

UNIVERSITÄT HOHENHEIM





AUSWIRKUNGEN POLITISCHER BESCHLÜSSE AUF BIOKRAFTSTOFFE UND ROHSTOFFMÄRKTE

PROF. DR. JÜRGEN ZEDDIES
DR. NICOLE SCHÖNLEBER

UNIVERSITÄT HOHENHEIM



Auftraggeber:

**Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP),
Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. (VDB) und
OVID Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V.**

Autoren:

Prof. Dr. Jürgen Zeddies
Dr. Nicole Schönleber

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre (410B)
70593 Stuttgart-Hohenheim

Telefon +49 (0) 5533 6414
+49 (0) 711 459 22573
E-Mail juergen.zeddies@uni-hohenheim.de
nicole.schoenleber@uni-hohenheim.de
Internet www.uni-hohenheim.de

Stand: Juli 2016



 **INHALTSVERZEICHNIS**

Inhaltsverzeichnis	1
Abkürzungsverzeichnis	3
1 Problemstellung und Zielsetzung	4
2 Methodik und Vorgehensweise	5
3 Daten und Annahmen	9
3.1 Kraftstoffsorten	10
3.2 Kraftstoff-Inlandsverbrauch im Straßenverkehr	13
3.3 Kraftstoffpreise	17
3.4 Gesetzliche Vorgaben	19
3.4.1 THG-Minderungsverpflichtung	20
3.4.2 Mindestens 10 % aus erneuerbaren Energien	21
3.4.3 Kraftstoffqualität	22
3.5 Referenz und Szenarien	22
3.5.1 Referenz 2014 und 2015	22
3.5.2 Szenarien	22
4 Kriterien zur Effizienzbewertung und technische Koeffizienten der Kraftstoffe	25
4.1 Kraftstoffbewertung nach Marktpreisen	25
4.2 Bewertung von Futteranfall, Flächenfreisetzung und Netto-Flächenbedarf	29
4.2.1 Nebenprodukt Futtermittel als Besonderheit der Biokraftstoffe	29
4.2.2 Methodischer Ansatz	29
4.2.3 Netto-Flächenbedarf für Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse	30
4.3 Weitere Bewertungsparameter der Biokraftstoffe	32
4.4 Energiegehalt bzw. Heizwert, THG-Emissionen	35
4.5 Rohstoffbedarf, Nebenprodukte und Reststoffe	35
4.6 Gesamtwirtschaftlicher Nutzen	36
4.7 Fiskalische Effekte	37





5	Ergebnisse	38
5.1	Kraftstoffeinsatz im Jahr 2014	38
5.1.1	Kraftstoffeinsatz im Jahr 2015 und die Auswirkungen der Umstellung auf die THG-Minderungspflicht	42
5.1.2	Wichtige Schlussfolgerungen zum Umstieg auf die THG-Minderungspflicht	44
5.1.3	Anpassungen bei Verzicht auf die THG-Minderungspflicht	45
5.2	Wirkungen einer höheren THG-Minderungspflicht ab 2017	49
5.2.1	Erhöhung der THG-Minderungspflicht auf 4 %	50
5.2.2	Wirkungen von iLUC-Faktoren	54
5.2.3	iLUC-Faktoren mit iLUC-freier Bestandsgarantie für historische Biokraftstoffmengen	56
5.3	Wirkungen einer höheren THG-Minderungspflicht ab 2020	57
5.3.1	Gleichzeitige Zielerfüllung 6 % THG-Minderung und 10 % erneuerbare Energie	57
5.3.2	6 % THG-Minderung ohne Sanktionen für das 10 %-Ziel erneuerbare Energie	58
5.4	Steigerungspotenziale erneuerbarer Energien im Verkehr	63
5.4.1	Neue Kraftstoffe E 20 und B 30 bei 6 % THG-Minderungspflicht	64
5.4.2	Neue Kraftstoffe E 20 und B 30 bei 8 bis 12 % THG-Minderungspflicht	64
5.5	Auswirkungen von ‚Upstream Emissions Reduction‘ (UER)	68
5.6	Auswirkungen der Förderung von Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020	71
5.7	Auswirkungen einer kontinuierlichen Erhöhung der THG-Minderungspflicht	75
6	Schlussfolgerungen	79
6.1	Erkennbare Reaktionen beim Übergang zur THG-Minderungspflicht 2015	79
6.2	Wirkungen der Politikvorgaben auf Biokraftstoffe 2017 und 2020	81
6.3	Einführung von iLUC-Faktoren	82
6.4	Wirkungen eines völligen Verzichts auf Förderung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor	83
6.5	Auswirkungen neuer Kraftstoffsorten E 20 und B 30	84
6.6	Auswirkungen von Elektro-Pkw im Verkehr	84
6.7	Kontinuierliche Erhöhung der THG-Minderungspflicht ab 2015 bis 2020 um 0,5 %	85
6.8	Wirkungen auf den Rohstoffbedarf für Biodiesel, den Futtermittelanfall und mögliche Preiseffekte	85
6.9	Abschließende Beurteilung der Politikmaßnahmen und -vorschläge auf die Biokraftstoff- und Rohstoffmärkte	86
7	Zusammenfassung	90
	Quellenverzeichnis	98

Abkürzungsverzeichnis

AK	Arbeitskraft	iLUC	Indirect land use change/ indirekte Landnutzungsänderungen
äq.	Äquivalente	inkl.	inklusive
ARA	Amsterdam Rotterdam Antwerpen	insg.	insgesamt
B 7	B 7 bis zu 7 % vol. Biodieselbeimischung	Kfz.	Kraftfahrzeug
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung	km	Kilometer
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung	kWh	Kilowattstunde
bzw.	beziehungsweise	l	Liter
C	Carbon / Kohlenstoff	LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
c.p.	ceteris paribus	LP	Lineare Programmierung
ca.	circa	LPG	Liquified Petroleum Gas
cif	cost insurance freight	ME	Methylester
CNG	Compressed Natural Gas	Mio.	Millionen
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	MJ	Megajoule
ct.	Cent	MWh	Megawattstunden
DDGS	Dried Distillers Grains with Solubles	MwSt.	Mehrwertsteuer
dgl.	dergleichen	MWV	Mineralölwirtschaftsverband e.V.
E10	Benzin mit bis zu 10 vol-% Ethanolbeimischung	Nabisy	Nachhaltige-Biomasse-System
E5	Benzin mit bis zu 5 vol-% Ethanolbeimischung	NWE	Nordwest Europa
E85	Ethanolkraftstoff mit 85% Ethanol- und 15% Benzin-Anteil	ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz	PJ	Petajoule
EJ	Exajoule	RED	Renewable Energy Directive (2009/28/EC)
EP	Europäisches Parlament	REF	Referenz
ETS	Emissions Trading System	Stck.	Stück
EU	Europäische Union	Sz.	Szenario
evtl.	eventuell	t	Tonne
FAME	Fettsäuremethylester	THG	Treibhausgas(e)
FNR	Fachagentur nachwachsende Rohstoffe	TJ	Terajoule
fob	free on board	TTW	Tank-to-Wheel
foss.	fossil	u.a.	unter anderen/m
FQD	Fuel Quality Directive (2009/30/EC)	UBA	Umweltbundesamt
ha	Hektar	UCO	Used cooking oil
HVO	Hydrotreated vegetable oils	UER	Upstream Emission Reduction(s)
ICE	International Petroleum Exchange	UHOH	Universität Hohenheim
import.	importiert	vgl.	vergleiche
		vol.-bez.	volumenbezogen
		WifOR	Wirtschaftsforschungsinstitut
		z. B.	zum Beispiel

1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Biokraftstoffmärkte sind abhängig von politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen. In den vergangenen Jahren wurde die entsprechende Gesetzgebung regelmäßig geändert bedingt durch öffentlich geführte Diskussionen um pro und contra der Biokraftstoffe. Diese Studie soll Auswirkungen solcher Politikmaßnahmen auf Biokraftstoff- und Rohstoffmärkte untersuchen.

Im April 2015 hatten sich das Europäische Parlament und der Energieministerrat auf einen Kompromiss zur Änderung der Erneuerbare Energien - (2009/28/EG) und der Kraftstoffqualitätsrichtlinie (98/70/EG) verständigt. Die EU-Kommission hatte hierzu einen Vorschlag im Oktober 2012 vorgelegt. Die auch als „iLUC-Richtlinie“ (2015/1513) bezeichnete Änderungsrichtlinie sieht vor, dass auf EU-Ebene eine Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Zucker-, Stärke- und Ölpflanzen eingeführt (7%) wird. Allerdings werden die Mitgliedsstaaten ermächtigt, national eine niedrigere Kappungsgrenze festlegen zu können. National unterschiedliche Quotenvorgaben bzw. Präferenzen für bspw. aus Abfallölen und Abfallfetten hergestelltem Biodiesel (z. B. Großbritannien und Niederlande) führen zu Doppelanrechnung auf die unveränderte Zielvorgabe: 10 Prozent erneuerbare Energien im Transportsektor in 2020. Es ist daher zu untersuchen, ob unter der gegebenen Kappungsgrenze und unter Berücksichtigung der motor- und normtechnischen Restriktionen (E5 / E10, B7) das 10-Prozentziel erreichbar ist.

Die Anrechnung von iLUC-Faktoren erfolgt vorerst nicht, sondern im Wege der Berichterstattung. Der Kompromiss anerkennt den Forschungsbedarf zu dieser Problemstellung. Bei der Berichterstattung soll deshalb jeweils der aktuellste Stand der iLUC-Forschung berücksichtigt werden. Die Änderungsrichtlinie schließt die mögliche Einführung einer verpflichtenden Anrechnung von iLUC-Faktoren nicht aus. Deshalb ist darzustellen, welche Konsequenzen die Einführung von iLUC-Faktoren auf die THG-Werte der jeweiligen Biokraftstoffe und deren Vermarktungsperspektive in der EU haben würde.

Auf nationaler Ebene stellt die Einführung der THG-Minderungspflicht seit 1. Januar 2015 anstelle der bisherigen energetischen Biokraftstoffquotenverpflichtung für die gesamte Warenkette, beginnend mit dem Rohstoffanbau bis zur Biokraftstoffherstellung, eine erhebliche Umstellung dar. Deutschland führt damit als bisher einziges Mitgliedsland der EU als Wettbewerbselement die Treibhausgas- und damit Rohstoffeffizienz ein. Die Auswirkungen sind derzeit noch schwer abschätzbar, die bspw. Nachfrageveränderungen insbesondere für den Biokraftstoff/Rohstoff-Mix und den Anfall der Nebenprodukte (Ölschrote, Glycerin u.a.) betreffen könnten. Hiervon werden auch Handelsströme mit Diesel bzw. Benzin ersetzenden Biokraftstoffen (einschließlich hydriertem Pflanzenöl / HVO) in der EU und Drittländern tangiert werden. Die hiermit einhergehenden dann notwendigen Anpassungseffekte auf die Angebotsmenge an Biokraftstoffen bzw. der hierfür erforderlichen Biomasserohstoffmengen sollen quantifiziert werden. Eine Antwort wird zu der Frage erwartet, ob die in Deutschland eingeführte THG-Minderungspflicht auch als Modellfall für eine zukünftige EU-Regelung geeignet erscheint.

Im Umfeld dieser neuen Rahmenbedingungen spielen Preisänderungen bei fossilen Kraftstoffen und vor allem die Rohstoffpreise für Pflanzenöle bzw. Stärke (Getreide) und Zucker basierte Rohstoffe für die Biokraftstoffherstellung und deren Nebenprodukte sowie die verschiedenen Rohstoff- und Verfahrenstechnologien im Hinblick auf die optimal erreichbare Treibhausgas-effizienz eine entscheidende Rolle.

Ziel ist es, mögliche Wirkungen von Politikmaßnahmen vor deren Einführung (Änderung RED/FQD) zu analysieren und Varianten zu entwickeln und zu bewerten, die den Effizienz- und Nachhaltigkeitszielen optimal dienen. Wie sieht dann der tatsächliche Biomasserohstoffbedarf bzw. das Angebot in einem globalisierten Umfeld unter verschiedenen Annahmen aus, und welche Wirkungen hätte schließlich eine „iLUC-freie“ Basismenge für herkömmliche Biokraftstoffe? Wie lässt sich diese im Umfeld der Diskussion für eine Biokraftstoffpolitik nach 2020 sachgerecht begründen?

Im Folgenden wird zunächst die Ausgangssituation am Kraftstoffmarkt für den Straßenverkehr dargestellt. Im Basisjahr 2014 war eine energetische Quote maßgebliche Vorgabe für die In-Verkehr-Bringung von Kraftstoffen. Es dient als Referenzjahr für einen -ceteris paribus- Vergleich „Energiequote versus THG-Minderungspflicht“ und auch für die Kalibrierung des Modells. Im Vergleich dazu werden das Jahr 2015 nach Einführung der THG-Minderungspflicht mit dem tatsächlichen Kraftstoffverbrauch abgebildet und die Verschiebungseffekte der Biokraftstoffnachfrage und deren Wirkungen auf die Biokraftstoff- und deren Rohstoffpreise dabei besonders analysiert. Als zumindest theoretisch denkbare Alternative wird die Situation bei völligem Verzicht auf eine THG-Minderungsverpflichtung und sonstige Biokraftstoffförderung berechnet und diskutiert. Anschließend werden für die Jahre 2017 und 2020 bei jeweils verändertem Kraftstoffbedarf und erhöhten THG-Minderungsverpflichtungen verschiedene Politikoptionen zu iLUC und anderen Biokraftstoffszenarien untersucht.

2 Methodik und Vorgehensweise

Im Rahmen dieser Studie wird ein linearer Programmierungsansatz (LP) entwickelt, der es ermöglicht, den Inlandsverbrauch an Kraftstoffen (für Verkehr), Rohstoffen und den Anfall von Nebenprodukten abzubilden und eine optimale Bereitstellungsstruktur für Kraftstoffe unter verschiedenen Preisen, Politikzielen und Vorgaben durch Gesetze und Verordnungen zu ermitteln.

Mittels eines linearen Programmierungsansatzes (vgl. Mußhoff und Hirschauer, 2013) können optimale Organisationen verschiedener Verfahren (z.B. Biodiesel- und Bioethanolproduktion auf Basis verschiedener Rohstoffe, fossile Kraftstoffproduktion) und deren Verflechtungen (z.B. identischer Rohstoffeinsatz bei verschiedenen Kraftstoffarten) in Abhängigkeit des unternehmerischen Erfolgs ermittelt werden. Zum einen geht es darum, verschiedene Produktionsverfahren technisch sinnvoll auszulasten und zum anderen, die verschiedenen Produktionsfaktoren im Rahmen der vorgegebenen fixen Faktoren (Rohstoffverfügbarkeit, Anlagenkapazitäten, Energiebedarf, THG-Vermeidung, Marktnachfrage, etc.) zielgerichtet zu kombinieren, um das optimale Produktionsprogramm zu erzielen. Bei der linearen Programmierung handelt es sich um ein mathematisches gleichungsbasiertes Optimierungsmodell, das ein Minimum- (z.B. Minimierung von Produktionskosten) oder Maximum- (Gewinnmaximierung) Problem löst.¹ Der Probleman-

¹ $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \text{MIN! / Max!}$

Restriktionen: $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$
 $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$
 \vdots
 $a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$

Nichtnegativitätsbedingung: $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$

Z... Zielfunktionswert; x_k ... Entscheidungs- bzw. Problemvariablen;

c_k ... Zielfunktionskoeffizienten; b_i ... Rechte Seite der Restriktionen (Kapazitäten);

a_{ik} ... Koeffizienten der Entscheidungsvariablen im Restriktionssystem (Produktionskoeffizienten) (i-te Zeile, k-te Spalte; $i=1, \dots, m$; $k=1, \dots, n$)

satz gibt dabei die Zielfunktion (Z) des mathematischen Modells vor (Minimierung / Maximierung). Der Zielfunktionswert wird durch die lineare Kombination der Entscheidungsvariablen (Umfang einer Aktivität) und der Zielfunktionskoeffizienten ermittelt. Nebenbedingungen bzw. Restriktionen der Produktionsverfahren begrenzen die Lösungsmöglichkeiten des Gleichungssystems. Eine Nichtnegativitätsbedingung vermeidet negative Werte für die Umfänge von Aktivitäten, da dies bei Produktionsverfahren unsinnig ist (entweder wird produziert oder nicht).

In der vorliegenden Studie bildet das lineare Gleichungssystem alle am Markt angebotenen Kraftstoffe als Verwendungsoptionen (Aktivitäten) mit ihren technischen Koeffizienten ab, darunter Energiegehalte, THG-Emissionen, Rohstoffbedarf und Nebenproduktanfall. Die Gleichungen definieren die relevanten Höchst- und Mindestbeschränkungen für die einzelnen Biokraftstoffe und die relevanten Höchst- und Mindestmengen bzw. -anteile für Energie, THG-Emissionen und andere gesetzliche Vorgaben. Die LP-Ergebnisse beinhalten auch sog. Schattenpreise², Grenzverlustwerte³ und Stabilitätsbereiche der Lösungen, aus denen wichtige Schlussfolgerungen zu möglichen Preiseffekten von Szenarien auf Kraftstoff- und deren Rohstoffpreise gezogen werden können.

Die Optimierung läuft unter der folgenden Zielfunktion: Minimierung der Kosten der gesamten Kraftstoffbereitstellung für den Inlandsverbrauch im Verkehrssektor in Deutschland. Damit werden die Kraftstoffe nach ihrer THG-Effizienz bewertet und die günstigsten bis zu den möglichen Normen in B7, E5 und E10 eingesetzt. Neben diesen am Markt stärker vertretenen Kraftstoffblends sind auch E 85, B 100 und Pflanzenölkraftstoffe genormt. Im Rahmen der Absatzmengen und erwarteten Absatzmöglichkeiten sind auch diese mitberücksichtigt. Als Restriktionen werden je nach Szenario berücksichtigt: Kraftstoffbedarfsmengen für Benzin- und Dieselfahrzeuge, Energetische Quote, THG-Minderungspflicht, Höchst- und Mindestanteile bei Beimischungen, Winterqualitäten u.a. Die Situation 2014 ist die Referenz für die seiner Zeit geltende energetische Biokraftstoffquote, die gleichzeitig zur Kalibrierung des Modells dient. Die Kraftstoffverwendung im Jahr 2015 bildet die Referenz unter der THG-Minderungspflicht, an der die Wirkungen von Politikmaßnahmen bzw. -vorschlägen nach 2015 in verschiedenen Szenarien quantifiziert und beurteilt werden.

Die Vorgehensweise ist stringent und klar strukturiert nach den oben definierten Teilzielen der Studie. Zu Beginn erfolgt die Abbildung der Kraftstoffbereitstellung in den Jahren 2014 und 2015. Dabei werden auch HVO-Kraftstoffe und Abfallöle sowie Elektrofahrzeuge mit berücksichtigt. Hier konkurrieren alle am Markt beschaffbaren, aber nach der RED nachhaltig zertifizierte Biokraftstoffe um die zu erfüllenden Verpflichtungen (THG-Minderungspflicht, Höchst- und Mindestanteile nach den geltenden Richtlinien z.B. 10 %-Ziel und *cap*⁴) sowie auch mit der Pönale im Falle der Nichterfüllung der Verpflichtung. Abgebildet werden auch die Rohstoffe und Nebenprodukte der Biokraftstoffe, sowohl nach Mengen als auch nach Herkunft aus dem In- und Ausland und Verdrängungswirkungen im Futtermittelbereich.

² Schattenpreise: für Kapazitäten, die begrenzend auf den Variablenumfang wirken. Geben den Betrag an, um den sich der Zielfunktionswert ändert, wenn sich die Kapazität um eine Einheit verändert.

³ Grenzwertverlust: für Variablen, die in der Optimallösung nicht realisiert werden. Der Zielfunktionswert einer Variablen muss sich mindestens um diesen Betrag erhöhen, damit sie in die Lösung kommt.

⁴ Maximale Obergrenze für Biokraftstoffe der ersten Generation (Energiepflanzenbasiert) in Höhe von 7 %.

Im Rahmen einer Szenarienanalyse werden folgende Politikstrategien untersucht:

- Wechsel von Energetischer Quote (2014) zur THG-Minderungspflicht (2015) in Deutschland und Abschätzung der Entwicklung des Biomasse- bzw. Biokraftstoffmix aufgrund unterschiedlicher THG-Effizienz und Preise
- Berücksichtigung von iLUC-Faktoren
- Bestandsschutz für aktuelle/historische Absatzmengen ohne iLUC-Faktoren
- Erneuerbare Energien, Ziel (10%) im Transportsektor in 2020, bei einem *cap* für Anbau-biomasse in Deutschland von 7%
- Welche Auswirkungen würden von neuen Kraftstoffsorten wie z.B. E 20 und B 30 auf die politischen Ziele der Biokraftstoffstrategie ausgehen und welche zusätzlichen Absatzpotenziale können dadurch eröffnet werden?
- Wie wirkt sich ein steigender Anteil der Elektromobilität aus?
- Welche Auswirkungen gehen von ‚Upstream Emission Reduction‘ (UER) auf die Biokraftstoffe aus?
- Würde sich ein Verzicht auf jegliche Förderung der Biokraftstoffe dahingehend auswirken, dass keine Biokraftstoffe mehr im Markt sind?
- Könnte die Einführung einer THG-Minderungspflicht in anderen EU-Mitgliedstaaten nach dem Vorbild Deutschlands sinnvoll sein?

Die in den Szenarienrechnungen ermittelten Umstrukturierungen der Kraftstoffnachfrage und die daraus folgenden Rohstoff- und Nebenproduktverschiebungen werden durch Optimierung im Linearen Programmierungsmodell bestimmt. An Hand der Gesamtkosten der Kraftstoffbereitstellung wird aus den Szenarienrechnungen auch der Mehr- oder Minderwert einer Politikumstellung, beispielsweise der Umstellung auf eine THG-Minderungspflicht abgeleitet.

Optimiert wird in den Modellrechnungen die Kraftstoffbereitstellung für den Inlandsverbrauch des Personen- und Güterverkehrs. Diesen Teil der Gesamtkosten nennt der Mineralölwirtschaftsverband in seiner Statistik zur Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Benzin und Diesel „Produktenpreis“ (Tabelle 1a bzw. 1b). Die Produktpreise basieren also auf der Notierung Rotterdam und beinhalten nicht Kosten für Transport, Lagerhaltung usw. Es wird davon ausgegangen, dass die Mineralölwirtschaft bestrebt ist, die Produktpreise möglichst niedrig zu halten. Die Unternehmen, die Kraftstoffe herstellen und/oder in Verkehr bringen, optimieren unter dem Ziel Gewinn- bzw. Deckungsbeitragsmaximierung.

Tabelle 1a: Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Superbenzin (95 Oktan, E5)* im Jahr 2015**

	Nettopreis Ct/l	Verbraucherpreis Ct/l	davon: Produktenpreis* Ct/l	Energie- steuer Ct/l	Mehrwert- steuer Ct/l	Deckungsbei- trag** Ct/l
Jan	43,12	129,20	30,51	65,45	20,63	12,61
Feb	47,28	134,15	37,19	65,45	21,42	10,09
Mrz	52,63	140,52	41,33	65,45	22,44	11,30
Apr	56,08	144,62	43,79	65,45	23,09	12,29
Mai	58,94	148,02	45,04	65,45	23,63	13,90
Jun	59,42	148,59	46,46	65,45	23,72	12,96
Jul	60,84	150,28	46,44	65,45	23,99	14,40
Aug	55,61	144,06	39,03	65,45	23,00	16,58
Sep	48,83	135,99	34,67	65,45	21,71	14,16
Okt	46,57	133,30	31,93	65,45	21,28	14,64
Nov	47,52	134,44	33,11	65,45	21,47	14,41
Dez	43,12	129,20	29,53	65,45	20,63	13,59

* Notierung Rotterdam

** Beinhaltet u.a. Kosten für Transport, Lagerhaltung, gesetzliche Bevorratung, Verwaltung, Vertrieb sowie seit Jan. 2007 Kosten für Biokomponenten und die Beimischung

*** Die jeweiligen Monatszahlen werden veröffentlicht, sobald die Angaben vom Statistischen Bundesamt vorliegen (ca. Mitte/Ende des jeweiligen Folgemonats).

QUELLE: STATISTISCHES BUNDESAMT, ENERGIE-INFORMATIONSDIENST, MWV-BERECHNUNGEN

Tabelle 1b: Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Dieselkraftstoff* im Jahr 2015**

	Nettopreis Ct/l	Verbraucherpreis Ct/l	davon: Produk- tenpreis* Ct/l	Energie- steuer Ct/l	Mehrwert- steuer Ct/l	Deckungsbei- trag** Ct/l
Jan	48,24	113,38	34,51	47,04	18,10	13,73
Feb	51,93	117,78	41,89	47,04	18,81	10,04
Mrz	55,33	121,82	41,95	47,04	19,45	13,38
Apr	55,74	122,31	43,66	47,04	19,53	12,08
Mai	58,21	125,25	44,97	47,04	20,00	13,24
Jun	56,05	122,68	43,13	47,04	19,59	12,92
Jul	53,99	120,23	39,54	47,04	19,20	14,45
Aug	49,46	114,84	34,58	47,04	18,34	14,88
Sept	48,54	113,74	34,70	47,04	18,16	13,84
Okt	48,03	113,13	33,37	47,04	18,06	14,66
Nov	48,95	114,23	33,67	47,04	18,24	15,28
Dez	41,96	105,91	26,62	47,04	16,91	15,34

* Notierung Rotterdam

** Beinhaltet u.a. Kosten für Transport, Lagerhaltung, gesetzliche Bevorratung, Verwaltung, Vertrieb sowie seit Jan. 2007 Kosten für Biokomponenten und die Beimischung

*** Die jeweiligen Monatszahlen werden veröffentlicht, sobald die Angaben vom Statistischen Bundesamt vorliegen (ca. Mitte/Ende des jeweiligen Folgemonats).

QUELLE: STATISTISCHES BUNDESAMT, ENERGIE-INFORMATIONSDIENST, MWV-BERECHNUNGEN

Im sog. Deckungsbeitrag sind Kosten für Transport, Lagerhaltung, gesetzliche Bevorratung, Vertrieb, Verwaltung und Kosten für Biokraftstoffe und die Beimischung subsummiert (und auch Gewinnmargen). Mit 10 bis 14 ct/l beträgt er ca. 1/3 des Produktpreises und bietet erheblichen Spielraum für Unternehmensentscheidungen. Dadurch kann es Abweichungen im Einkaufsverhalten von der Kostenminimierung des Produktemix der Linearen Programmierung geben, wenn sich bei bestimmten Kraftstoffsorten höhere oder niedrigere Deckungsbeiträge erzielen lassen.

3 Daten und Annahmen

Für die quantitativen Analysen sind statistische Daten verfügbar, die allerdings bei bestehenden Datenlücken durch Annahmen ergänzt werden müssen. Im Folgenden werden zunächst für die Kraftstoffsorten die Energiegehalte und THG-Emissionen dargestellt. Danach wird der Inlandsverbrauch der Kraftstoffsorten des Referenzjahres 2014 beschrieben. Anschließend werden die Preise der Kraftstoffsorten nach einschlägigen Statistiken diskutiert und die verwendeten Preisannahmen begründet.

3.1 Kraftstoffsorten

Für die Kraftstoffsorten werden die Energiegehalte üblicherweise als Heizwerte angegeben. Die in Tabelle 2 dargestellten Parameter basieren auf Daten, die von der FNR zusammengestellt sind (Basisdaten Bioenergie Deutschland, letzter Jahrgang). Umstritten ist nach wie vor, ob Kraftstoffe neben dem Energiewert auch nach anderen Eigenschaften bewertet werden müssen.

Tabelle 2: Energiegehalte und THG-Emissionen der Kraftstoffe nach RED -Standard und aktualisiert für 2015

Kraftstoff	Dichte in kg / l	Heizwert		THG-Emission	
		MJ / Liter	MJ / kg bzw. kWh / E- PKW	kg CO _{2aq} . je kg Kraftstoff	
				Standard ³⁾	nach BLE 2013 und 2015 ⁴⁾
Superbenzin (rein fossil)	0,74	32,48	43,9	3,67882	3,67882
Diesel (rein fossil) ¹⁾	0,83	35,77	43,1	3,61178	3,61178
E 10 (Bioethanol Getreide, Rüben)	0,75	32,025	42,7	3,50354	3,47550
E 85 (Bioethanol Getreide, Rüben)	0,785	23,00	29,3	1,55040	1,20998
LPG	0,58	26,70	46	3,634	3,634
Erdgas CNG (l und H)	0,68 - 0,79	36,00	40,7 - 46,8	2,97 – 3,42	2,97 – 3,42
Bioethanol Getreide (Erdgas KWK)	0,79	21,06	26,7	1,175	0,774
Bioethanol importiertes Zuckerrohr	0,79	21,06	26,7	0,641	0,641
Bioethanol aus Zuckerrübe	0,79	21,06	26,7	1,068	0,774
Biodiesel, 100 % Palm-ME (mit Methanbindung 37 g/MJ)	0,88	32,65	37,1	1,373	1,076
Biodiesel, 100 % Soja-ME	0,88	32,65	37,1	2,152	1,447
Biodiesel, 100 % Raps-ME	0,88	32,65	37,1	1,929	1,224
Rapsöl	0,92	34,59	37,6	1,354	0,978
Biomethan aus Energiepflanzen	0,72	36,00	52,0	1,144	0,728
HVO Palmöl	0,78	34,30	44,1	1,279	1,103
Biodiesel Abfallstoffe	0,88	32,65	37,1	0,519	0,408
Elektro-PKW 15.000 km/Jahr ²⁾	-	-	3750,0	2,254	2,254

1) Nach Quelle Basisdaten Bioenergie Deutschland

2) E-PKW werden in PKW Einheiten angegeben mit je 15.000 km Jahresleistung. Verbrauch 0,25 kWh/km. Das sind 3.750 kWh/Jahr bzw. 0,0135 TJ je PKW/Jahr. Bei 0,601 kg CO_{2aq}/kWh (0,150 kg CO_{2aq}/MJ) beträgt die THG Emission 2,253 t CO_{2aq}. je E- PKW und Jahr.

3) Die Koeffizienten entsprechen den Standards der RED.

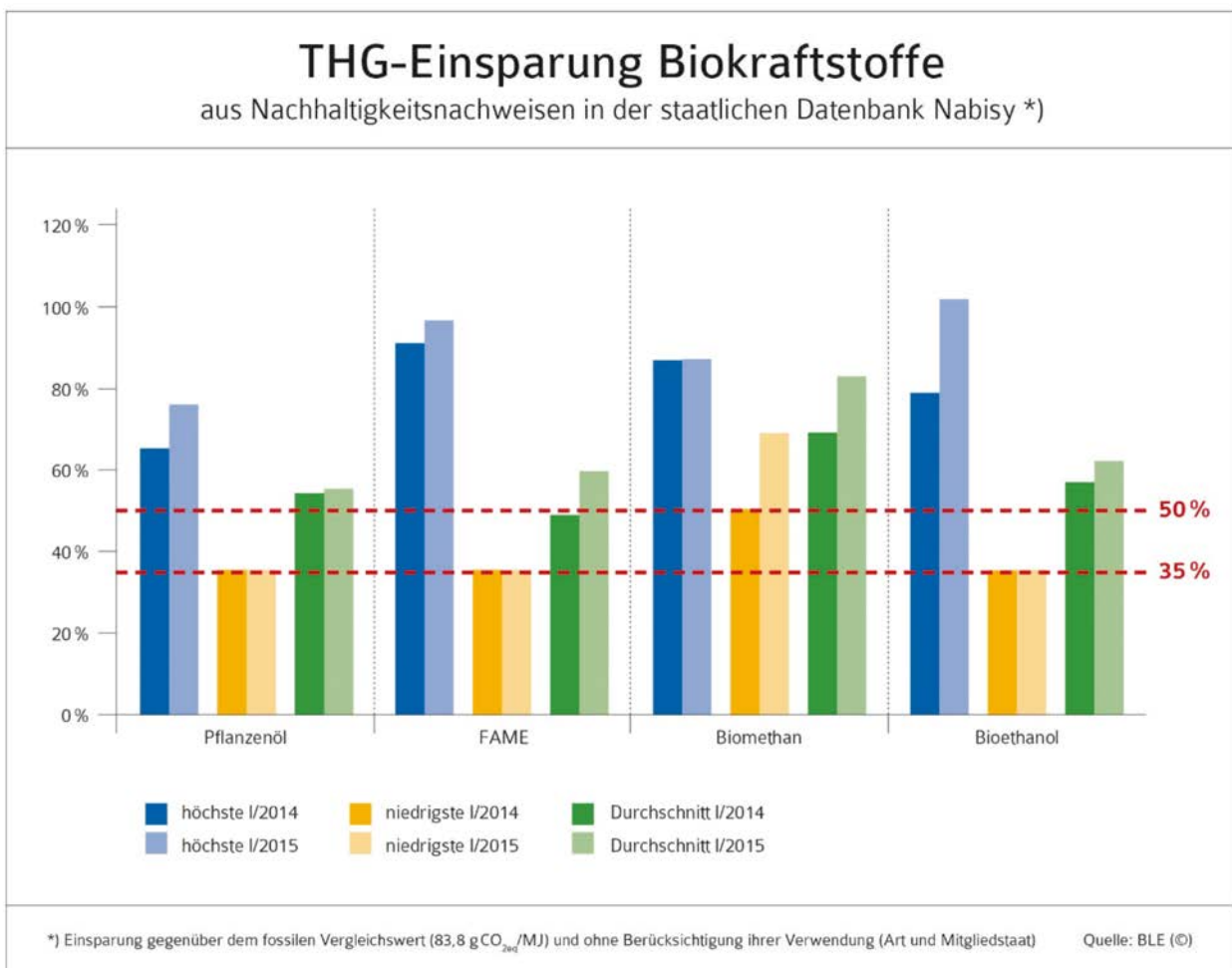
4) Die sog. Aktuellen Koeffizienten basieren auf dem BLE-Evaluationsbericht 2013 und der BLE-Veröffentlichung Q 1/2015. Sie errechnen sich aus MJ je kg mal x g CO_{2aq}/MJ.

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN NACH FNR, ANNEX RED, BLE EVALUIERUNGSBERICHT 2013, BLE Q 1/2015

Ob beispielsweise bei Einsatz von Bioethanol in einem Kraftstoffgemisch eine Kraftstoffersparnis im Vergleich zu Superbenzin entsteht, hängt unter anderem von den Kraftstoffeigenschaften der Mischung, den Motoren und vielen anderen Umständen ab. Gehringer et al. 2008 und Studien vom Joint Research Center (2013) analysieren die Effekte mit Flottentests. Aus beiden Studien ergibt sich, dass bei Beimischung von Bioethanol zu unterschiedlichen Basisbenzinen der tatsächliche Mehrverbrauch um bis zu 50 % geringer ist als der nach dem unteren Heizwert erwartete. In dieser Studie wird jedoch kein Tank-to-Wheel- Effekt⁵ bei Bioethanol unterstellt; auch nicht bei anderen Biokraftstoffen.

Die THG-Emissionen werden als Standardwerte nach der RED ausgewiesen. Sie werden für 2014 angenommen, selbst wenn sie wahrscheinlich eher pessimistisch angesetzt sind. Vor allem als Folge der Ankündigung der THG-Minderungsverpflichtungen ab 2015 zeigen die in Abbildung 1 und der nachfolgenden Tabelle dargestellten Entwicklungen einen deutlichen Trend steigender THG-Einsparungen nach Einführung der THG-Minderungsverpflichtung.

Abbildung 1: Treibhausgasemissionseinsparung durch Biokraftstoffe im Vergleich (jeweils 1. Quartal der Jahre 2014 und 2015)



⁵ Wirkungseffekt vom Kraftstofftank bis zum Rad

THG - Einsparungen eingestellter Nachhaltigkeitsnachweise ausgewählter Biokraftstoffarten						
Biokraftstoffart	gewichteter Durchschnitt		niedrigster Wert		höchster Wert	
	Q1/2015	Q1/2014	Q1/2015	Q1/2014	Q1/2015	Q1/2014
Bioethanol	62,23%	57,07%	35,56%	35,44%	101,96%	79,00%
Biomethan	83,02%	69,24%	69,09%	50,48%	87,25%	86,99%
FAME	59,79%	49,02%	35,56%	35,56%	96,73%	91,17%
Pflanzenöl	55,50%	54,37%	35,56%	35,56%	76,13%	65,39%

QUELLE: [HTTPS://WWW.BLE.DE/DE/02_KONTROLLE/05_NACHHALTIGEBIOMASSEHERSTELLUNG/THG-EINSPARUNGBIOKRAFTSTOFFE.HTML](https://www.ble.de/DE/02_KONTROLLE/05_NACHHALTIGEBIOMASSEHERSTELLUNG/THG-EINSPARUNGBIOKRAFTSTOFFE.HTML)

Für Elektro-Pkw wurde als Bezugsseinheit ein Mix aus Klein- und Lieferwagenwagen (Hacker et al 2015, Öko-Institut, Freiburg) mit einem mittleren Verbrauch von 0,25 kWh je km gewählt (siehe auch Dauertest ADAC 2015). Bei einer Jahreskilometerleistung von 15.000 km verbraucht so ein Elektro-Pkw 3.750 kWh (13.500 MJ/Jahr). Bei Kosten von 0,16 €/kWh (Stromgestehungskosten des deutschen Strommix inklusive 0,06 €/kWh für Ladestation) ergeben sich Jahreskosten von 600 €. Zur Wahrung der Vergleichbarkeit mit konkurrierenden Verbrennungsmotoren sind in den Optimierungsrechnungen für Elektro-Pkw nicht die Kosten und Nutzen von privaten Nutzern relevant. Dann wären Verbraucherpreise für Strom anzusetzen (0,26 bis 0,30 €/kWh), sondern eigentlich die durch Elektro-Pkw zusätzlich entstehenden Stromgestehungskosten. Sie wurden allerdings für den durchschnittlichen Strommix angenommen, damit sie mit den THG-Emissionen korrespondieren. Unterstellt man für diese die gesetzlichen Regelungen, ist von den durchschnittlichen THG-Emissionen der Stromherstellung (0,601 kg CO_{2äq}/kWh) auszugehen. Dann ergeben sich THG-Emissionen von 2.253 kg CO_{2äq} je Elektro-Pkw je Jahr, entsprechend 150 g/km. Damit ergibt sich zwar ein Vorteil im Energieverbrauch je km Fahrleistung aber nicht etwa ein Emissionsvorteil im Vergleich zu einem Verbrennungsmotor. Die Modellrechnungen berücksichtigen, dass ein Elektro-Pkw normalerweise einen bisher genutzten Otto- oder Diesel-Pkw ersetzt. Dadurch gehen der Kraftstoffverbrauch dieses Fahrzeugs und der Gesamtverbrauch des Verkehrssektors um den Energiebedarf des substituierten Verbrennungsmotors zurück und einhergehend damit dessen THG-Emission. Als weiterer Vorteil kann relevant sein, dass bei Elektro-Fahrzeugen im Rahmen des 10%-Ziels (erneuerbare Energie) der erneuerbare Anteil des eigenen Energiebedarfs mit dem Faktor 5 angerechnet wird, bei gleichzeitigem Wegfall des Energieverbrauchs eines substituierten Verbrennungsmotors. Diese Substitutionseffekte sind bei der Modellierung des Kraftstoffverbrauchs zu berücksichtigen, ebenso die fiskalischen Substitutionseffekte auf das Energiesteueraufkommen einschließlich anteilige MwSt.

Bei massiver Förderung von Elektro-Pkw und Zielerreichung von 1 Mio. Stück in 2020 stellt sich allerdings die Frage, ob es richtig ist, die durchschnittlichen Emissionen der Stromherstellung anzusetzen oder doch die marginalen zusätzlichen Emissionen der Stromherstellung für Elektro-Pkw, beispielsweise von Kohlekraftwerken. Selbst wenn der Strombedarf für Elektro-Pkw an erneuerbare Quellen gebunden würde, entstehen Substitutionseffekte in bisher damit bedienten Verbrauchsbereichen, die zu überdurchschnittlichen Zusatzemissionen an THG führen können.

Bei den Stromkosten geht die Freiburger Studie in 2020 von niedrigeren Preisen aus als 2015. Im vorliegenden Modell konkurrieren Elektro-Pkw mit Verbrennungsmotoren, wobei letztere die Energie in Höhe des Produktpreises (Tabelle 1) nutzen. Einigermaßen vergleichbar dazu wären die Stromgestehungskosten. Fossiler Strom wird in Deutschland aus verschiedenen fossilen Rohstoffen bereitgestellt. Die Stromgestehungskosten werden nach Fraunhofer (2013) für Braunkohlekraftwerke bei niedrigen CO₂-Preisen zwischen 4 und 5 ct/kWh, für Steinkohle bei

niedrigen CO₂-Preisen 7 bis 8 Cent und bei modernen Gas- und Dampfkraftwerken bei niedrigen CO₂-Preisen um 8 bis 10 ct/kWh angegeben. Die durchschnittlichen Stromgestehungskosten aus erneuerbarer Energie werden nach Nitsch et al. (2012) in der Größenordnung zwischen 7 und 12 ct/kWh beziffert, nur Biogas und Photovoltaik liegen zumindest z. T. noch deutlich darüber und der Mittelwert erneuerbaren Energietechniken außer Photovoltaik wird in der Größenordnung von 9 bis 10 ct/kWh beziffert.

Unterstellt man wie bei dem Emissionswert einen durchschnittlichen Strommix, sind 16 ct/kWh (einschließlich Ladestation) und 0,601 kg CO_{2äq}/kWh vertretbare Annahmen für Elektrofahrzeuge, die in den Modellrechnungen zugrunde gelegt werden.

3.2 Kraftstoff-Inlandsverbrauch im Straßenverkehr

Fast 54 Mio. Kraftfahrzeuge, darunter ca. 44 Mio. Personenkraftwagen waren Ende des Jahres 2015 zugelassen. Der Inlandsverbrauch an Kraftstoffen für den Straßenverkehr umfasst in dieser Studie den Straßengüterverkehr, Zugmaschinen inkl. Land und Forst, Pkw, Zweiräder und ÖPNV Busse. Insgesamt wurden im Jahr 2014 18,5 und im Jahr 2015 18,3 Mio. t Ottokraftstoff, 36,4 Mio. t Diesekraftstoff (2015 37,0 Mio. t) und ca. 0,7 Mio. t Flüssiggas und Erdgas im Verkehr eingesetzt (BAFA Dezember 2015).

In Tabelle 3 sind die Verbrauchsdaten für die Jahre 2014 (endgültig) und 2015 (vorläufig, Stand Februar 2016) nach Kraftstoffsorten zusammengestellt. Dabei liegen Daten zum Inlandsverbrauch der Biokraftstoffsorten für 2015 noch nicht vor. Sie wurden deshalb geschätzt nach den Verbrauchstrends der letzten Jahre. Die „reinen“ fossilen Kraftstoffe und „reine“ Biokraftstoffe werden getrennt ausgewiesen, weil im zukünftigen Inlandsverbrauch durch Politikvorgaben und Preisentwicklungen in bestimmten Grenzen die Beimischungsanteile verändert werden können. Demgegenüber sind Kraftstoffe für bestimmte Antriebssysteme wie LPG, Erdgas-CNG, Biomechan nur in engen Grenzen mit anderen Kraftstoffen austauschbar, weil sie ein verändertes Kaufverhalten für Kraftfahrzeugantriebe voraussetzen. Da ihre Bedeutung für die Biokraftstoffe gering ist, werden sie als fixe Größe des Inlandsverbrauchs 2014 betrachtet und bis 2020 nicht variiert.

Tabelle 3: Produktion und Verwendung von Kraftstoffen im Straßenverkehr 2014

Produktion und Verwendung von Kraftstoffen im Straßenverkehr 2014 ^{1) 2)}	Einheit	Verbrauch nach MWV, BAFA, BDBe & UFOP		
		Referenz 2014	Referenz 2015	Quelle
Ottokraftstoff insg. mit Beimischungen	t	18.526.635	18.264.787	BAFA
davon Normalbenzin	t	2.011	1.000	BAFA, 2015 geschätzt
davon Super Plus	t	1.061.242	1.050.000	BAFA, 2015 geschätzt
davon Super E 5	t	14.646.518	14.307.119	BAFA, 2015 geschätzt
davon Super E 10	t	2.816.864	2.900.000	BAFA, 2015 geschätzt
E 85	t	10.243	6.668	BAFA
Bioethanol Beimischung in E 5; E 10	t	1.082.024	1.048.646	BAFA, Dt. Bundestag 18/5893
Bioethanol Anteil in ETBE	t	138.775	119.225	BAFA
Bioethanol in E 85 (82,9 % Bioethanol)	t	8.490	5.528	berechnet
Bioethanol insgesamt	t	1.229.289	1.173.399	BAFA, Dt. Bundestag 18/5893
davon aus Getreide	t	928.315	930.684	BAFA, für 2015 geschätzt
davon aus Zuckerrüben	t	261.685	242.715	BAFA, BDBe
davon aus Zuckerrohr	t	23.483	0	BAFA, für 2015 geschätzt
Fossiler Ottokraftstoff (ohne Beimischungen)	t	17.297.346	17.091.388	berechnet
Diesellokraftstoff ohne Pflanzenöl insg.	t	35.587.080	37.004.095	BAFA
davon Biodiesel und HVO	t	2.310.482	2.145.235	BAFA, Dt. Bundestag 18/5893
davon Biodiesel Reinkraftstoffe FAME	t	4.893	3.455	BAFA
davon Pflanzenöl	t	5.528	1.970	BAFA
Fossiler Diesel ohne Beimischung und reiner Biodiesel	t	33.266.177	34.853.435	BAFA
Biodiesel Sommer 58 %	t	1.340.080	1.244.236	Annahme
Winterdiesel 42 %	t	970.402	900.999	Annahme
Rapsöl		5.528	1.970	BAFA
Pflanzenöl (B 100) Land u. Forst	t	2.446	1.727	BAFA
Pflanzenöl (B 100) LKW	t	2.446	1.727	BAFA
Diesel HVO	t	322.245	299.198	BLE, 2015 linear extrapoliert
aus Palmöl	t	322.108	299.071	BLE; 2015 linear extrapoliert
aus Sonnenblumenöl	t	23	21	BLE; 2015 linear extrapoliert
aus speziellen Abfall-/Reststoffen	t	114	106	BLE; 2015 linear extrapoliert
Diesel FAME	t	2.041.779	1.895.750	BLE; 2015 linear extrapoliert
aus Soja	t	22.210	20.622	BLE; 2015 linear extrapoliert
aus Raps	t	1.410.755	1.309.857	BLE; 2015 linear extrapoliert
aus Palmöl	t	88.302	81.987	BLE; 2015 linear extrapoliert
aus Abfall/Reststoffen	t	520.512	483.285	BLE; 2015 linear extrapoliert
LPG (460.000 Pkw)	t	600.000	600.000	DBFZ, SHELL
Erdgas CNG fossil	t	75.000	75.000	DBFZ
Biomethan (lt. BLE 1.750 TJ; 2014: 1.630 TJ)	t	33.653	31.346	BLE; 2015 linear extrapoliert
E-Pkw 2014	Stck.	19.000	19.000	KBA

1) Inlandsverbrauch Straßenverkehr: Straßengüterverkehr, Zugmaschinen inkl. Land und Forst, Pkw, Zweiräder, ÖPNV Busse. Diese Energiemenge muss für die Antriebe bereitgestellt werden.

2) Die eingesetzten Kraftstoffe decken einen Energiebedarf im Jahr 2014 von 2.396.206 TJ, davon 872.083 TJ Ottokraftstoff und 1.524.123 TJ Diesellokraftstoff (im Jahr 2015: 2.444.747 TJ, davon 858.835 TJ Ottokraftstoff und 1.585.912 TJ Diesellokraftstoff).

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN NACH MWV 2015, BAFA 2014, BLE 2013, SHELL 2015, DBFZ 2014, BDBE 2015, STJELF UND UFOP 2015

Im Prinzip gilt das auch für E 85 und Elektro-Pkw. Beide Antriebe können aber zu größeren Marktanteilen ausgebaut werden und sind als Konkurrenzkraftstoffe und -antriebe für derzeitige marktrelevante Biokraftstoffe nicht zu vernachlässigen.

Da die Statistik für 2015 bei Biodieselsorten noch nicht vollständig ist, sind Verbrauchszahlen der BAFA 2015 mit Daten aus dem Evaluierungsbericht der BLE für das Jahr 2014 für bestimmte Biokraftstoffsorten ergänzt worden. Dadurch kann es eine zu vernachlässigende Abweichung zu den endgültigen Ergebnissen des noch nicht veröffentlichten Evaluierungsberichtes der BLE für das Jahr 2015 geben.

Für die Modellierung des Kraftstoffsektors wird der Heizwert als einziger und gemeinsamer Nenner gewählt. Als Summe der einzelnen Kraftstoffe ergibt sich für das Jahr 2014 ein Energiebedarf aller Fahrzeuge von 1.524.123 TJ für Dieselfahrzeuge und 872.083 TJ für Ottokraftfahrzeuge einschließlich der Gasantriebssysteme. Hinzu kommen 257 TJ Strombedarf für Elektrofahrzeuge. Im Jahr 2015 betrug der Energiebedarf aller Fahrzeuge 1.585.912 TJ für Diesel- und 858.835 TJ für Ottokraftfahrzeuge und war folglich bei Diesel 4,05 % höher bzw. 1,52 % niedriger als im Vorjahr.

Die letzte veröffentlichte Prognose des MWV (2011) (Tabelle 4a) weist für das Jahr 2020 einen um 6,6 % geringeren Kraftstoffverbrauch aus als 2014, bei Benzin sogar einen Rückgang um fast 17 %. Eine neue Prognose des MWV ist in Bearbeitung.

Tabelle 4a: Entwicklung des energetischen Kraftstoffverbrauchs nach der Prognose des MWV

Jahr	Diesel TJ	Benzin TJ	Gesamt TJ	% von 2014
2014	1.558.924	862.719	2.421.643	100,0
2015	1.597.898	843.670	2.441.568	100,8
2017	1.549.577	809.080	2.358.657	97,4
2020	1.541.178	720.081	2.261.259	93,4

QUELLE: MWV 2011

Da der Verbrauch an Ottokraftstoff nach vorliegenden Trends im Vergleich zur MWV-Prognose bis 2020 wohl weniger stark zurückgehen wird, wurden die Verbrauchszahlen für 2017 und 2020 durch lineare Trendfortschreibung auf der Basis des Zeitraums von 2011 bis 2015 (Tabelle 4b) wie folgt angenommen (Tabelle 4c): Diesel plus 2,6 %/Jahr, Ottokraftstoff minus 1,4 %/Jahr.

Tabelle 4b: Kraftstoffverbrauch in Tonnen der Jahre 2011 bis 2015

Jahr	Diesel t	Benzin t
2011	33.080.651	19.617.376
2012	33.833.688	18.504.272
2013	34.871.764	18.433.538
2014	35.597.501	18.535.125
2015	37.004.095	18.264.787

QUELLE: NACH ANGABEN DES VERBANDS DER DEUTSCHEN BIOKRAFTSTOFFINDUSTRIE AUF BASIS DER VERBRAUCHSWERTE VON BAFA 2016

Tabelle 4c: Kraftstoffverbrauch in TJ nach Trendfortschreibung der Jahre 2016 bis 2020 auf der Basis 2011 bis 2015

Jahr	Diesel TJ	Benzin TJ
2015	1.585.912	858.835
2016	1.627.145	846.977
2017	1.669.452	835.283
2018	1.712.857	823.751
2019	1.757.391	812.378
2020	1.803.084	801.161

QUELLE: EIGENE ANNAHMEN 2016

Die Nutzung von Biokraftstoffen hat einen großen Einfluss auf den für ihre Herstellung erforderlichen Rohstoffbedarf, den Anfall von Futtermitteln und die Ein- und Ausfuhren der genannten Produkte. In Deutschland hat Raps-ME die weitaus größte Bedeutung. Es wurden 2014 fast 10 Mio. t Rapssaat verarbeitet. Davon wurden gut 6 Mio. t in Deutschland geerntet, der Rest vor allem aus Polen, Frankreich und Ungarn importiert. Das in Deutschland hergestellte Rapsöl (4,2 Mio. t) wird überwiegend zu Raps-ME verarbeitet. Davon wurden in Deutschland 1,4 Mio. t Raps-ME eingesetzt und der Rest exportiert. Sowohl vom Rapsöl als auch vom Rapsschrot (5,4 Mio. t) wurden 20 bzw. 25 % exportiert (BMEL, Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StJELF)). Das zeigt, dass der wichtigste Rohstoff für Biodiesel in erheblichem Umfang (gemessen an der Auslastung der Ölmühlenkapazität) importiert wird und die Ölsaaten verarbeitende Industrie viele Optionen hat, obwohl erhebliche Einschränkungen durch GMO-Regelungen bei Sojaimporten zu beachten sind, Rohstoffe einzukaufen und Nebenprodukte (Sojaöl) abzusetzen. Palm- ist zwar im Nahrungs- und Industriemarkt bedeutend, wird aber in Deutschland nicht produziert. Die Betrachtungen zum Rohstoff beschränken sich deshalb in der quantitativen Wirkungsanalyse vor allem auf Raps und Rapsschrot. Da die Ölschrote in der Verwendung als Futtermittel mit hohen Proteingehalten in Abhängigkeit von der Tierart vollständig (Rinderfütterung) oder teilweise (Geflügel und Schwein) gegeneinander ausgetauscht werden können, stehen ihre Preise in teilweise recht engen Wechselbeziehungen.

3.3 Kraftstoffpreise

Die Preise der konkurrierenden Kraftstoffe spielen für den Kraftstoffmix eine wichtige aber nicht ausschließliche Rolle. So drücken sich Qualitätsunterschiede, Mengenrabatte, exklusive Vereinbarungen, Lieferkonditionen und der Marktplatz (ARA, NWE, ICE u.a.) in teils erheblichen Schwankungen aus. Die veröffentlichten Preisinformationen verschiedener Marktbeobachter basieren auf Befragungen, Meldungen etc. und stellen grundsätzlich keine Vollerhebung sondern eine Stichprobe dar, die in der Regel nicht alle Kraftstoffe umfasst.

Nach Prüfung verschiedener Preisstatistiken wie PLATTS, OMR, ARGUS, erwies sich die Quelle Licht Interactive Data von F.O. Licht als am besten geeignet für den deutschen Markt. Im Übrigen gehen die Anbieter der Preisinformationen weitgehend auf gleiche oder ähnliche Quellen zurück. So verwendet F.O. Licht auch Preisinformationen von PLATTS und ARGUS.

Ausgewertet wurden tägliche und wöchentliche Preisnotierungen für die fossilen und Biokraftstoffe ab 1.1.2014 bis 9.7.2015. Die Durchschnitte (ungewichtet) der Notierungen für das Kalenderjahr 2014 und vom 1.1.2015 bis 9.7.2015 sind in Tabelle 5 dargestellt. Damit ergeben sich zwei signifikant unterschiedliche Preisniveaus, für 2014 hoch und 2015 niedrig. Für die Jahre 2017 und 2020 wird von mittleren Preiserwartungen ausgegangen und der Mittelwert der extremen Preise (2014 und 2015) angenommen. Seriöse Preisprognosen bis 2020 gibt es nicht.

Für die verwendete Preisdatenstatistik spricht, dass die Notierungen Spotpreise darstellen, erhoben an vergleichbaren Orten (ARA, NWE) zu vergleichbaren Konditionen (fob, cif). Nicht ganz sicher zu beantworten ist die Frage, ob diese Preise die durchschnittliche Beschaffungssituation der Nachfrager in Deutschland widerspiegeln. Bei den fossilen Kraftstoffen handelt es sich um Importe, die zu deutschen Raffinerien anzuliefern sind, während Biokraftstoffe überwiegend von deutschen Herstellern zugekauft werden und durchaus andere Kosten am Ort der Verwendung entstehen könnten. Der MWV weist in der Preisstatistik für Benzin und Diesel etwa 10 ct/l, also etwa 125 € je Tonne für Kosten für Transport, Lagerhaltung, Verwaltung und Vertrieb aus (ohne Kosten für Biokomponenten und die Beimischung). Sicher sind nicht alle diese Kosten dem Produktpreis der Notierung Rotterdam hinzuzurechnen. Möglicherweise aber ein Teil davon - z. B. Transportkosten Rotterdam-Deutschland - die bei inländisch erzeugten Biokraftstoffen niedriger ausfallen könnten. Durch diese Unterschiede können systematische Kostennachteile für inländisch hergestellte Biokraftstoffe in den folgenden Rechnungen nicht ausgeschlossen werden. Wichtig für die Qualität der Ergebnisse ist aber eine unverzerrte Preisrelation der konkurrierenden Biokraftstoffe untereinander, die weniger bezweifelt werden muss, wenn es zutrifft, dass Kraftstoff- und Pflanzenölkäufe vor allem an Spotmarktnotierungen ausgerichtet werden.

Grundsätzlich werden die Preisrelationen der Pflanzenöle nicht allein von deren Wettbewerbsfähigkeit als Rohstoffe für Biokraftstoffe bestimmt. Für Rapsöl spielt der Absatz als Biodiesel eine dominierende und in der Nahrungsmittel-Industrie eine geringere Rolle, während Palmöl vor allem im Nahrungsmittelbereich, als technische Öle und für HVO und Biodiesel (Sommerqualität) Absatz findet. Das hat zur Folge, dass die Preisunterschiede zwischen den Biokraftstoffsorten nicht allein den Effizienzunterschieden weder bei Energiequoten noch bei THG-Minderungspflicht entsprechen, sondern Palmöl immer den kostengünstigsten Rohstoff für Biodiesel gegenüber Soja- und Rapsöl darstellt- von wenigen kurzen Ausnahmepetoden abgesehen (W. von Schenck, 2015).

Neben diesen Erläuterungen ist darauf hinzuweisen, dass nach den Preisnotierungen im Durchschnitt längerer Zeiträume nur kurzfristig anhaltende Differenzen zwischen den Kraftstoffen ein-

deutig erkennbar sind. So lag der Durchschnittspreis für Palm-ME in 2014 45 €/t unter dem Preis von Raps-ME (im 1. Halbjahr 2015 33 €/t). Im Zeitverlauf des Jahres 2014 gab es jedoch auch Perioden, in denen die Preise der beiden Biokraftstoffe bis zu 150 €/t und in anderen Perioden nur 5 €/t auseinanderlagen. Auch bei UCO-ME variierten die Preisdifferenzen zu Raps-ME zwischen 0 und 170 €/t, bei einer durchschnittlichen Differenz von 90 bzw. 77 €/t (Abbildung 2). Dadurch verlagert sich der Ankauf vorübergehend stärker auf andere Biokraftstoffe. Die doch vergleichsweise starken Schwankungen der Preisrelationen erklären auch, dass nicht nur ein Biokraftstoff – nach den Durchschnittspreisen wäre das Palm-ME - sondern ein Mix eingesetzt wird. Dabei ist zu beachten, dass Raps-ME für Winterdiesel einen unverzichtbaren Anteil am Biodieseleinsatz einnimmt. Allerdings ist dieser Anteil durch HVO ersetzbar, wobei der Palm-ölabsatz steigen und wiederum Preiseffekte hervorrufen könnte.

Die Durchschnittspreise lagen im Jahr 2014 bei Biodiesel um 10 bis 35 € höher als im 1. Halbjahr 2015. Die Preise für fossilen Diesel und Benzin sind demgegenüber in dem Zeitraum um ca. 180 € je Tonne gefallen. Bioethanol ist im selben Zeitraum um 30 €/t gestiegen, wohl auch dadurch bedingt, dass der Preis 2014 extrem niedrig war.

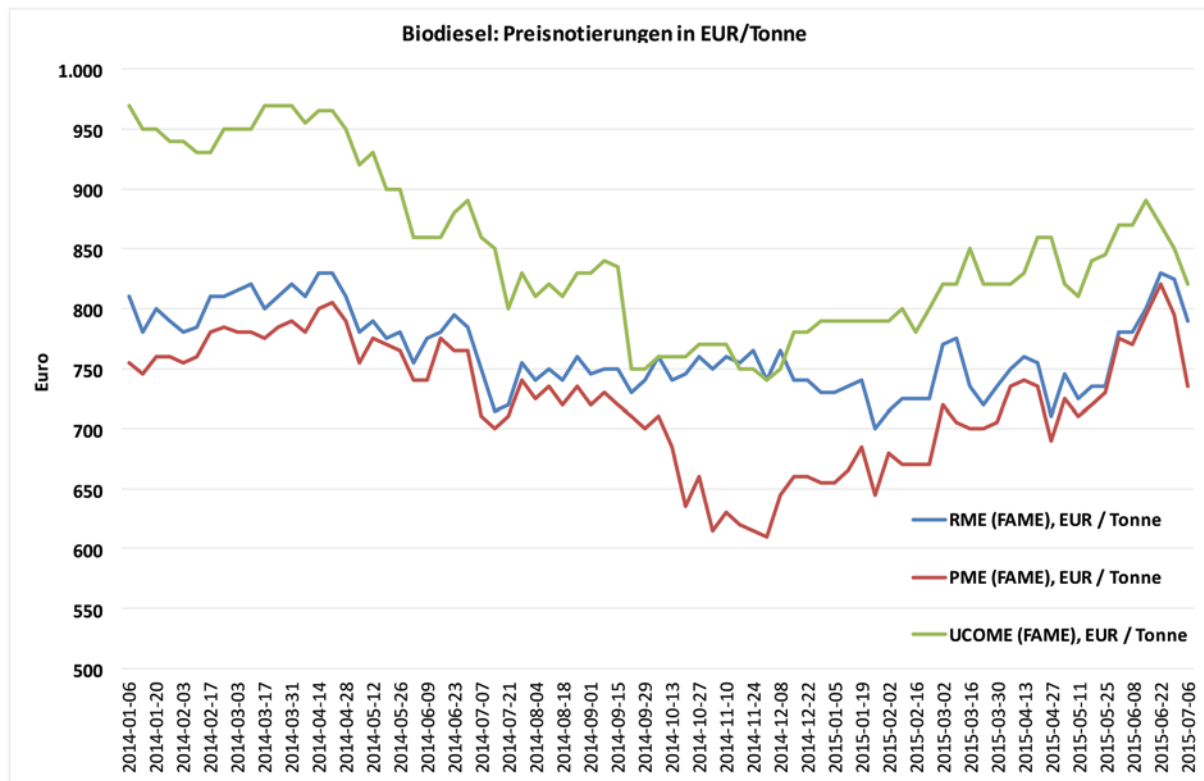
Da zum 1. Januar 2015 die THG-Minderungsverpflichtung die Energiequote für Biokraftstoffe ersetzt hat, können die Preisänderungen auch dadurch verschoben worden sein. Alle biobasierten Dieselkraftstoffsorten haben den gleichen Energiegehalt, Palm-ME (mit Methanbindung) hat aber einen niedrigeren THG- Emissionswert. Ob deshalb der Durchschnittspreis für Palm-ME 2014 bis 2015 (1. Halbjahr) mit 10 €/t (Tabelle 5 und Graphik) weniger gefallen ist als die Preise für Raps-ME (22 €/t) und Soja-ME (20 €/t) wäre als Folge der Umstellung von der Energiequote auf die THG-Minderungspflicht zwar logisch erklärbar aber von vielen anderen Kräften (vor allem von Weltmarktpreisen für Pflanzenöle) abhängig und deshalb nicht eindeutig, zumal die THG-Minderungspflicht bisher nur in Deutschland eingeführt wurde. Im Übrigen hätte man bei UCO-ME (35 €/t) wegen des absolut geringsten THG- Emissionswertes in 2015 einen geringeren Preisrückgang oder gar eine Preissteigerung erwarten können. Bei Bioethanol wäre der Preisanstieg (30 €/t) mit den niedrigen THG-Emissionen gegenüber Diesel erklärbar. Allerdings hätte man in dem Fall auch eine mengenmäßige Steigerung der Nachfrage in 2015 erwartet. Das war nicht der Fall, allerdings war der Rückgang des Inlandsverbrauchs in 2015 bei Bioethanol geringer als bei Biodiesel war.

Tabelle 5: Preisnotierungen 2014 und 2015 und Preisannahmen für 2017 und 2020 in EUR/t

Jahr	Raps-ME	Palm-ME	Soja-ME	UCO-ME	HVO	Bio-ethanol	Benzin	Diesel
	fob ARA	fob ARA	fob ARA	fob ARA	Palmöl	fob Rotterdam	cif NWE	cif NWE
2014	772	727	740	862	860	610	700	670
2015	750	717	720	827	838	640	523	492
2017	761	722	730	844,5	849	625	611,5	581
2020	761	722	730	844,5	849	625	611,5	581

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN NACH F.O. LICHT (2014 UND 2015)

Abbildung 2: Preisnotierungen in den Jahren 2014 und 2015 für ausgewählte Biodieselsorten (in EUR/Tonne)



QUELLE: EIGENE DARSTELLUNG NACH F.O. LICHT (2014 UND 2015)

Eine wichtige Fragestellung dieser Studie sind mengenmäßige Verschiebungseffekte und Auswirkungen auf Preise für Biokraftstoffe und deren Rohstoffe. Entsprechende Effekte werden im Ergebnisteil aus den LP-Rechnungen diskutiert. Die Statistiken der Mengen- und Preisbewegungen deuten sowohl auf geringe mengenmäßige Nachfrageverschiebungen als auch auf geringe Preiseffekte hin. Wenn beispielsweise nach der oben ausgewiesenen Preisbewegung im Zuge der Umstellung von Energiequote auf THG-Minderungspflicht der Preisabstand zwischen Palm-ME und Raps-ME von 45 €/t in 2014 auf 33 €/t in 2015 geschrumpft ist und diese Differenz von 12 €/t voll auf den Rohstoff überwältzt würde, wäre bei 2,4 t Rapssaat je Tonne Raps-ME mit einer Preissenkung von ca. 5 €/t Rapssaat (bei unveränderten Rapsschrotpreisen) zu rechnen. Das Beispiel zeigt, dass selbst größere Preisverschiebungen bei Biokraftstoffen nur gedämpft auf die Rohstoffpreise transformiert werden.

Für weitere nicht in der Tabelle 5 aufgeführte Kraftstoffe, mit geringer Bedeutung für die Biokraftstoffnachfrage, wurden konstante Preise verwendet und die Mengen nach dem Verbrauch des Jahres 2014 fixiert, weil diese Kraftstoffe für die Antriebe unabhängig von der Biokraftstoffpolitik bereitgestellt werden, wie Biomethan, LPG und CNG (fossil). Die Preise für Pflanzenöl und B 100 orientieren sich an den Preisen für Raps-ME sowie E 85 an den Preisen für fossilen Ottokraftstoff und Bioethanol.

3.4 Gesetzliche Vorgaben

Nach der Zustimmung des EU- Parlamentes (EP) im Jahr 2015 zur Änderung der Erneuerbare Energien-Richtlinie (2009/28EG) und der Kraftstoffqualitätsrichtlinie (98/70/EG) ist auf EU-Ebene

die Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Zucker-, Stärke- und Ölpflanzen in Höhe von 7% zu beachten. Darunter fällt auch Biomethan aus Energiepflanzen.

3.4.1 THG-Minderungsverpflichtung

Für Deutschland gilt 2015 die THG- Minderungsverpflichtung von 3,5 %, ab 2017 4 % und ab 2020 6 %. Auch die THG-Minderung von Elektro-Pkw wird zukünftig darauf angerechnet (die konkrete Umsetzung durch das BMUB steht allerdings noch aus). Die THG-Minderungspflicht wird nach der in der BImSch-Verordnung vorgeschriebenen Methode berechnet (Referenzwert mal THG-Minderungspflicht). Übererfüllungsmengen können mit einem THG-Wert von 40,22 g/MJ auf das Folgejahr übertragen werden.

2020 ist ein Zielwert von 10 % aus erneuerbarer Energie am Energieverbrauch zu erreichen. Dabei wird auch der erneuerbare Anteil des Stroms im Schienenverkehr mit der Mehrfachanrechnung 2,5-fach und von Elektro-Pkw 5-fach mitgerechnet. Das bedeutet bei dem erwarteten Energieverbrauch im Verkehr für 2020 in Höhe von rund 2.604.000 TJ (einschließlich Schienenverkehr mit ca. 58.000 TJ)⁶, dass 260.400 TJ aus erneuerbarer Energie geliefert werden muss. Davon werden vom Schienenverkehr derzeit zwar schon etwa 40 % aus erneuerbaren Energieträgern bereitgestellt (Deutsche Bahn). Anrechenbar sind gemäß deutschem Strommix derzeit für den Schienenverkehr aber nur etwa 24 %, das sind bezogen auf den Verbrauch 2020 (58.000 TJ) 14.000 TJ. Bei 2,5-facher Anrechnung (35.000 TJ) sind dadurch 1,35 %- Punkte durch Schienenverkehr erbracht. Aus den übrigen Sektoren des Verkehrs sind noch 225.400 TJ zu erbringen. Diese Menge wurde 2014 von erneuerbaren Energieträgern bei Berücksichtigung von Übererfüllungsmengen und Mehrfachanrechnungen nicht erreicht (siehe nachfolgende Berechnung der Quotenstelle für 2013 in Tabelle 6). Es wurden 2013 nur 120.000 TJ (2014 ca. 124.000 TJ) aus Biokraftstoffen bereitgestellt, ohne Doppelgewichtung und Übertrag aus dem Vorjahr, also nur gut 5 %.

⁶ Quelle: http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Modell_Deutschland_Endbericht.pdf

Tabelle 6: Statistische Angaben zur Erfüllung der Biokraftstoffquote

Jahr 2013 Zur Erfüllung der Biokraftstoffquote erforderliche Mengen in TJ*	
Unterquote Dieselkraftstoff (4,4 %)	64.200
Unterquote Ottokraftstoff (2,8 %)	21.900
Gesamtquote (6,25 %)	140.200
Für die Quotenerfüllung berücksichtigungsfähige Mengen in TJ	
Dieselkraftstoff ersetzend:	
Beimischung	86.400
Reinkraftstoffe	600
Übertrag aus dem Vorjahr	4.800
Ottokraftstoff ersetzend:	
Beimischung (einschl. E85)	32.400
Biogas	1.700
Übertrag aus dem Vorjahr	13.700
zusätzlich anrechenbar wg. doppelter Gewichtung nach Maßgabe des § 7 der 36. BImSchV	16.600
Für das Quotenjahr 2014 anrechenbare Mengen in TJ (Übererfüllung 2013)	
Insgesamt anrechenbar	16.000
Dieselmkraftstoff ersetzend	3.000
Ottokraftstoffe ersetzend	13.000
Bestands- bzw. rechtskräftig festgesetzte Abgabe nach § 37c Abs. 2 BImSchG in 1.000 Euro	3.700

*1 Terajoule = 1.000 Gigajoule

Bei den Angaben handelt es sich um gerundete Werte. Die vorliegende Statistik gibt den Stand zum 01.10.2014 wieder. Änderungen können sich z.B. infolge von Nachmeldungen oder Rechtsbehelfsverfahren ergeben

QUELLE: BMF / QUOTENSTELLE COTTBUS, JAHR 2013

3.4.2 Mindestens 10 % aus erneuerbaren Energien

Wenn im Jahr 2020 tatsächlich die angestrebte Anzahl von 1 Mio. Elektro-Pkw zugelassen würde, ergäbe sich bei 5-facher Anrechnung des Stromverbrauchs ein weiterer Beitrag zum 10 %-Ziel. Der errechnet sich aus dem Stromverbrauch der Elektro-Pkw von 13.500 TJ/Jahr, dem Anteil erneuerbarer Energie im Strommix (24 %) und dem Anrechnungsfaktor 5, somit 16.200 TJ bzw. 0,72 %-Punkte. Folglich könnten Schienenverkehr und Elektro-Pkw zusammen 2,1 %-Punkte zur Deckung des 10-Ziels aus erneuerbarer Energie beitragen. UCOME, ein abfallbasiertes Kraftstoffprodukt, kann zusätzlich verwendet werden, um das 10%-Ziel zu erreichen.

Daraus folgt, dass in Deutschland die 7 % *cap*- Restriktion für Biokraftstoffe der ersten Generation und das 10 %-Ziel erneuerbare Energien wahrscheinlich nicht gleichzeitig oder nur erfüllt werden können, wenn bis 2020 tatsächlich 1 Mio. Elektro-Pkw vorhanden sind. Insofern stellt die

10 %-Vorgabe durchaus auch einen Anreiz dar, außer Biokraftstoffe der 1. Generation mehr erneuerbare Energien im Verkehr einzusetzen.

3.4.3 Kraftstoffqualität

Für die Kraftstoffqualität wird in den Modellrechnungen davon ausgegangen, dass 7 % Biodieselbeimischung und 5 bzw. 10 % Bioethanolbeimischung in Benzin (volumenbezogen) nicht überschritten werden dürfen.

Für Deutschland wird vereinfachend davon ausgegangen, dass Biodiesel für Winterdiesel 5 Monate lang zu 100 % aus Raps-ME bestehen muss. Das entspricht etwa 42 % des jährlichen Biodieselsverbrauchs für Beimischungen. HVO kann in Diesel, der bereits 7% Biodiesel enthält bis zu 26 % beigemischt werden, ohne dass die Normanforderung für Dieselkraftstoff entsprechend der Norm DIN EN 590 verletzt wird. So sind max. 33 % Biokraftstoffanteil möglich und der Kraftstoffmix wäre nach wie vor als „Dieselkraftstoff“ verkehrsfähig nach der 10. BImSchV. (Kraftstoffqualitätsverordnung). Daraus folgt auch, dass HVO den dominierenden Raps-ME im Winterdiesel verdrängen kann.

3.5 Referenz und Szenarien

3.5.1 Referenz 2014 und 2015

Dem Ziel der Studie folgend, werden zunächst die Wirkungen einer Umstellung von der bis 2014 geltenden Bioenergiequote auf die ab 2015 geltende THG-Minderungsverpflichtung untersucht. Dazu wird der reale Kraftstoffverbrauch 2014 als „Referenz 2014“ quantitativ mit Kosten, Energielieferungen, THG-Emissionen, Rohstoffbedarfsmengen und fiskalischen Beiträgen dargestellt. Da die THG-Effizienz in dem Ergebnis 2014 noch keine Lenkungswirkung entwickelt hat, weil es nur auf die Erfüllung der Energiequote (6,25 % aus Biokraftstoffen) ankam, wird in einer Vergleichsvariante ermittelt, welche THG-Minderung erreichbar gewesen wäre, wenn bei den tatsächlich eingesetzten Biokraftstoffen die technologisch möglichen höheren THG-Einsparungen bereits im Jahr 2014 umgesetzt worden wären. Der Vergleich wird zeigen, ob 2015 nicht schon eine im Vergleich zu der 3,5%- Vorgabe gleiche oder sogar höhere THG-Minderung ohne gravierende Veränderungen beim Kraftstoffmix erreichbar gewesen wäre. Dabei muss auch die Übertragung von Bioraftstoffquotenmengen aus 2014 auf 2015 mitberücksichtigt werden. Dies war neben der erwarteten Effizienzsteigerung einer der Gründe, weshalb die Biokraftstoffverbände bereits für 2015 eine höhere Verpflichtungsvorgabe (4%) gefordert hatten, um einen Absatzrückgang zu verhindern. Die jüngsten Absatzzahlen 2015 zeigen, dass vor allem der Biodiesel- und HVO-Absatz im Jahr 2015 tatsächlich zurückgegangen ist.

Der tatsächliche Kraftstoffinlandsverbrauch im Jahr 2015 „Referenz 2015“ ist gleichzeitig die Vergleichsbasis für die Analyse der Verschiebungseffekte im Kraftstoffmix gegenüber 2014 durch die Umstellung auf die THG-Minderungspflicht sowie auch die Basis für die Wirkungsanalyse der ansteigenden THG-Minderungspflicht 2017 und 2020 und die alternativen Politikstrategien beispielsweise iLUC-Faktoren, iLUC-freie Bestandsgarantien, neue Kraftstoffsorten u.a..

3.5.2 Szenarien

Übersicht 1 zeigt eine kurze Charakterisierung der Referenzen und Szenarien.

Übersicht 1: Übersicht der Referenz und Szenarien - Bezeichnungen und Charakterisierung

Abkürzung	Bezeichnung Kurzcharakterisierung
REF	Referenzszenarien für 2014 und 2015
REF 2014 Spalte 1 (in Ergebnistabellen)	Referenz 2014 Bioenergiequote tatsächlicher Kraftstoffverbrauch 2014 realisierte THG-Emissionsfaktoren nach BLE-Bericht tatsächliche Kraftstoffpreise, Preisstatistik 2014
REF 2014 Spalte 2	Vergleichsrechnung mit verbesserten THG-Faktoren
REF 2015 Spalte 3	Referenz 2015 THG-Minderungspflicht 3,5 % tatsächlicher Kraftstoffverbrauch 2015 optimierter Kraftstoffverbrauch der Biokraftstoffsorten realisierte THG-Emissionsfaktoren von 2014, BLE-Bericht tatsächliche Kraftstoffpreise, Preisstatistik 2015 (Januar bis Juli)
REF 2015 Spalte 4	Vergleichsrechnung mit verbesserten THG-Faktoren
Szenariovariante I	Politiksznarien "ganz ohne Förderung durch THG-Minderungspflicht"
REF 2015 Spalte 5	Wie REF 2015, aber ohne THG-Minderungspflicht
Szenariovariante II	Szenarien für 2017 , Mittelwert der Kraftstoffpreise von 2014 und 2015
2017 Spalte 6	THG-Minderungspflicht 4 %
2017 Spalte 7	Vergleichsrechnung mit verbesserten THG-Faktoren
2017 Spalte 8	wie Szenario 2017 Spalte 7 mit iLUC-Faktoren auf alle Kraftstoffe (RED)
2017 Spalte 9	wie Szenario 2017 Spalte 8, Biokraftstoffverbrauchsmenge von 2014 ist iLUC-frei, zusätzliche Verbrauchsmengen sind iLUC-belastet
Szenariovariante III	Szenarien für 2020 , Mittelwert der Kraftstoffpreise von 2014 und 2015
2020 Spalte 10	THG-Minderungspflicht 6 % deutlich geringerer Energieverbrauch im Verkehr als 2015
2020 Spalte 11	Wie Szenario 2020 Spalte 10 mit verbesserten THG-Emissionsfaktoren
2020 Spalte 12	Wie Szenario 2020 Spalte 11, THG-Minderung 6 % und iLUC-Faktoren nach RED auf alle Kraftstoffe
2020 Spalte 13	wie Szenario 2020 Spalte 12, Bestandsschutz der Referenzmenge 2014, Biokraftstoffverbrauchsmenge von 2014 ist iLUC-frei, zusätzliche Verbrauchsmengen sind iLUC-belastet
Szenariovariante IV	Politiksznario "Maximale Nutzung erneuerbarer Energie im Verkehr 2020"
2020 Spalte 14	wie 2020 Sz. 11, aber mit E20 und B30 und ohne <i>cap</i> 7 %, 6% THG-Minderungspflicht
2020 Spalte 15	Wie Szenario 2020 Spalte 14, 8% THG-Minderungspflicht
2020 Spalte 16	Wie Szenario 2020 Spalte 14, 10% THG-Minderungspflicht
2020 Spalte 17	Wie Szenario 2020 Spalte 14, 12% THG-Minderungspflicht

Fortsetzung Übersicht 1

Abkürzung	Bezeichnung Kurzcharakterisierung
Szenariovariante V	Politikscenario "Auswirkungen UER (upstream Emissions Reductions) im Verkehr 2020"
2020 Spalte 18	wie 2020 Sz. 11, aber mit UER 0,5%
2020 Spalte 19	wie 2020 Sz. 11, aber mit UER 1,0%
2020 Spalte 20	wie 2020 Sz. 11, aber mit UER 1,5%
2020 Spalte 21	wie 2020 Sz. 11, aber mit UER 2,0%
Szenariovariante VI	Erhöhung Anteile E-PKW in 2020
2020 Spalte 22	Wie Szenario 2020 Spalte 11, THG-Minderung 6 % und E-PKW bis 1 Mio. Fahrzeuge
Szenariovariante VII	Steigerung der THG-Minderungspflicht um 0,5 % je Jahr ab 2016 bis 2020
2020 Spalte 23	wie Szenario 2017 Spalte 7, für das Jahr 2016 mit THG-Quote 4%
2020 Spalte 24	wie Szenario 2017 Spalte 7, für das Jahr 2017 mit THG-Quote 4,5%
2020 Spalte 25	wie Szenario 2017 Spalte 7, für das Jahr 2018 mit THG-Quote 5%
2020 Spalte 26	wie Szenario 2017 Spalte 7, für das Jahr 2019 mit THG-Quote 5,5%

Für die Jahre 2014 und 2015 liegen die nach der Statistik ausgewiesenen Verbrauchswerte zugrunde. Nur die Inlandsverbrauchsmengen der FAME-Biokraftstoffsorten (Raps-, Palm-, Soja- und UCO-ME) lagen 2015 nicht in den BLE-Berichten vor und werden deshalb nach dem Verhältnis des Jahres 2014 vorgegeben. Für beide Jahre wird eine Vergleichsrechnung mit verbesserten Emissionsfaktoren für 2014 und mit den Standard-Faktoren für 2015 gerechnet, um den effizienzsteigernden Effekt der THG-Minderungspflicht zu analysieren.

Vergleichend zu dem Referenzszenario 2015 wird ein Extremszenario als mögliche Politikoptionen oder eher theoretische Vergleichsergebnisse berechnet, nämlich ein totaler Verzicht auf Politikeingriffe zugunsten von Biokraftstoffen.

Für die Jahre 2017 und 2020 werden jeweils die Kraftstoffe optimiert bei THG-Minderungsverpflichtungen von 4 bzw. 6 %, sowohl ohne als auch mit iLUC-Faktoren und jeweils mit und ohne Bestandsschutz einer iLUC-freien Basismenge, die nach den Inlandsverbrauchsmengen des Jahres 2014 festgesetzt wurde.

Schließlich wird für das Jahr 2020 untersucht, wie sich eine Zielsetzung noch höherer Anteile erneuerbarer Energie im Verkehr auswirken würde. Dazu wird das ‚cap‘ ignoriert und die THG-Minderungspflicht solange erhöht, bis die inländischen Rohstoffressourcen unvertretbar hoch beansprucht werden bzw. erschöpft sind (8, 10 und 12 % THG-Minderungspflicht).

Einem Vorschlag des Verbandes der Biokraftstoffindustrie folgend, wird in einem Szenario die Wirkung einer jährlichen Anhebung der THG-Minderungspflicht um 0,5 % quantitativ untersucht.

In einem Szenario werden die Effekte einer Steigerung der Zahl von Elektro-Pkw gemäß Zielsetzung der Bundesregierung (1 Mio. Elektro-Pkw im Jahr 2020) analysiert und die Sinnhaftigkeit des Ziels beurteilt.

4 Kriterien zur Effizienzbewertung und technische Koeffizienten der Kraftstoffe

Um konkurrierende Kraftstoffe fossiler oder erneuerbarer Ressourcen korrekt zu bewerten, müssen neben Preisen, Energiegehalt und Treibhausgasminderung weitere Kriterien herangezogen werden. Am Markt spiegelt sich zum einen der energetische Substitutionswert von Biokraftstoffen zu den fossilen Kraftstoffen wider. Nicht am Markt honoriert werden gegebenenfalls weitere Vorteile der Biokraftstoffe wie Transaktionskosten der Beschaffung, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, Fiskaleffekte, Vorfrucht- und Humuswirkungen, Produktverwertung von Grenzstandorten, Versorgungsbeiträge für Eiweißfuttermittel und die Schonung fossiler Ressourcen.

Im Rahmen dieser Studie stehen die marktrelevanten Parameter (Preise, Energieäquivalenz, THG-Äquivalenz) im Vordergrund, während für die nicht marktrelevanten Parameter (Futternenbenprodukte, Beschäftigung, Wertschöpfung, Nutzen der THG-Minderung u.a.) geeignete Indikatoren ermittelt und ergänzend in eine Beurteilung der Szenarien mit einbezogen werden.

4.1 Kraftstoffbewertung nach Marktpreisen

Wenn Biokraftstoffe eingesetzt werden, substituieren sie fossile Kraftstoffe in dem Maße, dass das Energieangebot für die Antriebe gleichbleibt. Unter Vorgabe der zu erfüllenden Energiequote im Jahr 2014 sind die Kraftstoffe ausschließlich nach der Energie- und Kostenäquivalenz zu bewerten. Unter Vorgabe einer THG-Minderungspflicht ab 2015 bestimmen die THG-Minderungskosten unter Beachtung der Kraftstoffenergieäquivalenz die Bewertung der Kraftstoffe. Bei einem Wechsel zwischen den Vorgaben, d.h. von der Energiequote zur THG-Minderungspflicht, entstehen die erwarteten Verschiebungseffekte im optimalen Kraftstoffmix. Im Folgenden wird der Zusammenhang an einem einfachen Beispiel erläutert (Tabelle 7).

Es werden Rapsöl, Raps-ME, Palm-ME und UCO-ME betrachtet, die mineralischen Diesel ersetzen können sowie Bioethanol und Biomethan als Benzinersatz. Die Kraftstoffbewertung ergibt sich unter Berücksichtigung der Dichte und des Heizwertes jeweils zum fossilen Substitut Diesel oder Benzin. Die Energie-Äquivalenz von Raps-ME zu Diesel ist beispielsweise 0,8608. D.h. um 1 Tonne herkömmlichen Diesel zu ersetzen, müssen 1,16 t Raps-ME eingesetzt werden. Für den Austausch von einer Tonne Benzin werden gemäß Heizwert 1,65 t Bioethanol bzw. 0,88 t Biomethan einzusetzen sein.

Dividiert man den Marktpreis durch den Kraftstoff-Äquivalenzfaktor, ergibt sich die Kostenäquivalenz des Biokraftstoffs zum mineralischen Kraftstoff (750 €: 0,8608 bei RME = 871 €). Die Differenz beider drückt die mit der Substitution verbundenen Mehrkosten aus. Der energieäquivalente Ersatz einer Tonne Diesel durch 1,16 t Raps-ME erhöhte bei den bisherigen extrem niedrigen Rohölpreisen von Januar bis Juli 2015 die Kosten um 379 € je Tonne Diesel; der Ersatz einer Tonne Benzin durch 1,65 t Bioethanol aus Weizen erhöhte die Kosten sogar um 529 €. Die Kosten der energieäquivalenten Substitution waren bei Palm-ME (341 €/t) geringer als bei Raps-ME (371 €/t) und bei Biomethan (381 €/t) geringer als bei Bioethanol. Im Jahr 2014 waren die Kostenunterschiede bei den hohen Benzin- und Dieselpreisen natürlich wesentlich geringer.

Zur weiteren Erläuterung der Kraftstoffbewertung wird in den in dieser Studie eingesetzten LP-Optimierungsmodellen auch die Kostensteigerung durch Biokraftstoffe gegen fossile je Energieeinheit ausgewiesen. So entsteht bspw. eine Kostensteigerung bei Raps-ME von 8,18 €/GJ, die

sich aus der Kostensteigerung durch Raps-ME je t Diesel dividiert durch den Energiegehalt von Diesel (43,1 MJ/kg bzw. 43,1 GJ/t) ergibt. Biokraftstoffe mit den niedrigsten Zusatzkosten besitzen die höchste Energieeffizienz in einer Substitution fossiler Kraftstoffe. Palm-ME und Biomechan sind wiederum kostengünstiger aus energetischer Sicht als die anderen Biokraftstoffe.

Für Quotenverpflichtete ist neben den Biokraftstoffen auch die Pönale immer eine Option. Sie betrug 2014 unter der Energiequote 19 €/GJ und war mehr als doppelt so hoch wie die Zusatzkosten der meisten Biokraftstoffe. Da bei Nichterfüllung der Quotenverpflichtung die Pönale droht, kann den Biokraftstoffen ein Bruttonutzen zugeordnet werden, der sich aus dem Energiegehalt des Biokraftstoffes, multipliziert mit den Pönalen ergibt. Bspw. spart eine t Raps-ME durch 37,1 GJ/t Energie 705 € Pönale. Zieht man die Kostensteigerung des Biokraftstoffeinsatzes davon ab (379 €), ergibt sich der Nettonutzen in €/t Biokraftstoff (326 €). Dieser ist bei Palm-ME (364 €) höher als bei den anderen Biokraftstoffen. Bei Bioethanol ist der Nettonutzen negativ, d.h. die Pönale wäre bei den niedrigen Benzinpreisen 2015 nicht hoch genug gewesen. Wenn in 2015 noch die Energiequote gegolten hätte, hätte das zur Folge gehabt haben können, dass auf Bioethanol verzichtet worden wäre. Im Jahr 2015 galt aber schon die THG-Minderungspflicht. Im Jahr 2014 war die Preisdifferenz zu den damals hohen Benzinpreisen wesentlich vorteilhafter zugunsten von Bioethanol, sodass es 2014 einen positiven Netto-Nutzen auch für Bioethanol gab.

Schließlich ist in Tabelle 7 der Gleichgewichtspreis nach Energiegehalt ausgewiesen, wenn es keine Pönale, also keine Förderung der Biokraftstoffe durch Quotenverpflichtung gegeben hätte. Dabei ergibt sich der Wert des Biokraftstoffes aus der Multiplikation des jeweiligen Energiegehaltes mit den Kosten der Energieeinheit im fossilen Kraftstoff. Der Energie-Gleichgewichtspreis von Raps-ME ergibt sich aus dem Dieselpreis (492 €/t), dividiert durch 43,1 GJ/t und multipliziert mit dem Energiegehalt von Raps-ME (37,1 GJ/t). Raps-ME wäre kostengleich mit Diesel bei einem Preis von 424 €/t, Bioethanol wäre nur bei einem Preis von 318 €/t mit Benzin konkurrenzfähig.

Der Energie-Gleichgewichtspreis gibt also die Höhe des Marktpreises an, bei dem die konkurrierenden Kraftstoffe kostengleich ausgetauscht werden könnten, wenn keine Quotenverpflichtung bzw. Energie-Pönale existieren würde.

Tabelle 7: Bewertungsparameter nach Energie- und THG-Effizienz

Kostenvergleich und Gleichgewichtspreise bei Energie- und THG-Minderungspflicht, Preise Jan.-Juli 2015										
	Einheit	Diesel	Raps- öl	Palm- ME	Raps- ME	UCO- ME	Benzin	Bio- eth. Wei- zen	Bioeth. Z-Rohr	Biome- than ¹⁾
Dichte	kg/l	0,83	0,92	0,88	0,88	-	0,74	0,79	0,79	0,72
Preis je Liter	ct/l	0,41	0,69	0,63	0,66	-	0,39	0,51	0,54	0,74
Preis je Tonne	€/t	492	750	717	750	827	523	640	680	1030
Energiegehalt	MJ/kg oder GJ/t	43,1	37,6	37,1	37,1	37,1	43,9	26,7	26,7	50
Kraftstoffäquivalenz energetisch	1 zu	1	0,872	0,861	0,861	0,861	1	0,608	0,608	1,139
Kostenäquivalenz zu 1 t fossilem Kraftstoff auf Energiebasis	€/t	492	860	833	871	961	523	1052	1118	904
Kostensteigerung durch Biokraftstoff je t fossilem Kraftstoff auf Energiebasis	€/t	-	368	341	379	469	-	529	595	381
Kostensteigerung € je GJ Bioenergie	€/GJ	-	8,53	7,91	8,80	10,88	-	12,06	13,55	8,69
Brutto-Nutzen je t Biokraftstoff gegen Pönale 19 €/ GJ	€/t	-	714	705	705	705	-	507	507	950
Netto-Nutzen je t Biokraftstoff gegen Pönale 19 €/GJ	€/t	-	347	364	326	236	-	-22	-88	569
Energie- Gleichgewichtspreis ohne Pönale je t Biokraftstoff	€/t	492	429	424	424	424	523	318	318	596
THG- Emission je t des Kraftstoffs	t CO _{2aq} /t	3,618 3,612	1,35	1,076	1,224	0,519	3,679	0,774	0,641	1,144
THG- Emission bei Kraftstoffäquivalenz je t Diesel/Benzin	t CO _{2aq} /t	3,612	1,55	1,25	1,42	0,60	3,679	1,27	1,05	1,00
THG-Minderung durch Biokraftstoff je t Diesel/Benzin	t CO _{2aq} /t	-	2,06	2,36	2,19	3,01	-	2,41	2,63	2,67
THG- Minderungskosten je t je t Diesel/Benzin	€ / t CO _{2aq} .	-	178	144	173	156	-	220	227	143
THG-Minderungs- kosten je t Biokraft- stoff	€ / t CO _{2aq} .	-	155	124	149	134	-	134	138	162

¹⁾ Preis: 1,03 €/kg

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN. QUELLEN SIEHE TABELLE 2.

Nach der Umstellung von der energetischen Quote 2014 auf eine THG-Minderungspflicht ab 2015 müssen die Biokraftstoffe nach den spezifischen THG-Minderungskosten bewertet werden. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass die kosten- und THG-effizientesten Kraftstoffe eingekauft und eingesetzt werden. Um das zu gewährleisten, wird die THG-Emission des Biokraftstoffs mit dem Kraftstoffäquivalenzfaktor auf die THG-Emission des Biokraftstoffs bei energieäquivalenter Kraftstoffsubstitution umgerechnet und damit die THG-Einsparung gegenüber einer Einheit des fossilen Kraftstoffs berechnet. Bspw. beträgt die THG-Emission je t Raps-ME 1,224 t CO_{2äq.} Bei Kraftstoffäquivalenz zu dem Substitut Diesel (1,16 t), beträgt die Emission von 1,16 t Raps-ME 1,422 t CO_{2äq.}, bezogen auf eine Tonne Diesel. Die THG-Einsparung ist also im Vergleich zu einer Tonne Diesel (3,61 t CO_{2äq.}) 2,19 t CO_{2äq.} Das ergibt sich aus 3,61 minus 2,19). Bezieht man diese THG-Minderung auf die Mehrkosten des Biokraftstoffs, ergeben sich die THG-Minderungskosten. Beispielsweise ergibt sich für Raps-ME bei Austausch gegen eine Tonne Diesel bezogen auf die Mehrkosten des Raps-ME (379 €/t) 173 € je Tonne CO_{2äq.} bei Dieselsubstitution.

Die niedrigsten Mehrkosten weist unter den Biodieselsorten Palm-ME aus (144 €/t CO_{2äq.}). Unter den Benzinsubstituten ist Biomethan mit 143 €/t CO_{2äq.} das günstigste Substitut, das allerdings nur für spezielle Antriebe, insofern also nur in kleinen Mengen einsetzbar ist. Die Biodieselskraftstoffe weisen bei den Preiskonstellationen des Jahres 2015 etwas niedrige THG-Minderungskosten je t CO_{2äq.} aus als die Benzinsubstitute. Im Übrigen muss erwähnt werden, dass im Jahr 2015 die THG-Minderungskosten deutlich höher waren als im Jahr 2014, weil die fossilen Kraftstoffpreise vergleichsweise stark gefallen waren. weil die. Ergänzend werden nicht marktpreisrelevante Kriterien betrachtet:

Nicht im Marktpreis beinhaltetete Effekte von Biokraftstoffen sind vielfältig wie die folgenden Kriterien zeigen:

- Flächenansprüche, Rohstoffbedarf und Nebenprodukte
- Beiträge zu inländischen Versorgungszielen (z.B. Eiweißfutter)
- Beiträge zu Humusbilanz und Reststrohverfügbarkeit
- Gesamtwirtschaftliche Nutzen,
 - vor allem durch THG-Minderung
 - Wertschöpfung, Beschäftigung, Einkommen
- Gesamtwirtschaftliche Kosten, vor allem durch höhere Biokraftstoffpreise
- Fiskalische Effekte (Energie- und Mehrwertsteuer, Subventionen)

Entsprechende quantitative Parameter werden bei der Ergebnisdarstellung ausgewiesen und erläutert.

4.2 Bewertung von Futteranfall, Flächenfreisetzung und Netto-Flächenbedarf

4.2.1 Nebenprodukt Futtermittel als Besonderheit der Biokraftstoffe

Im Unterschied zu fossilen Kraftstoffen fallen bei der Herstellung von Biokraftstoffen in erheblichem Umfang Futtermittel an. Deren Effekte auf Handelsströme und Freisetzung von Anbauflächen müssen sachgerecht bewertet werden, weil es sonst zu Fehlbeurteilungen der relativen Vorzüglichkeit der Biokraftstoffe kommt.

4.2.2 Methodischer Ansatz

Um Effekte des Nebenproduktes sachgerecht zu beschreiben, sind zwei Ansätze notwendig. Zum einen wird dabei nach den (Außen-)Handelseffekten im Futter- und Nahrungsmittelbereich gefragt und zum anderen geht es um eine korrekte Einbeziehung von Nebenprodukten nicht nur in die THG-Bilanz sondern auch im Netto-Flächenbedarf für Biokraftstoffe.

Handelseffekte entstehen bei der Biokraftstoffproduktion durch Einsatz der Futtermittelnebenprodukte und die daraus folgende Verdrängung anderer Futtermittel. Da die Vielfalt der Futtermittel, in denen Nebenprodukte aus Biokraftstoffen eingesetzt werden groß ist, wird vereinfachend eine Substitution im Rinderfutter nur unter Berücksichtigung der Energie- und Proteininhalte unterstellt, dass beispielsweise 1 t Rapsschrot, im Inland in der Fütterung verwendet, bei wirkungsäquivalenter Kombination 0,26 t Weizen und 0,64 t importiertes Sojaschrot ersetzt. Analog wird angenommen, dass eine Tonne DDGS etwa 0,17 t Weizen und 0,82 t Sojaschrot ersetzt.

Bei der Berechnung der Flächenfreisetzung durch Futter-Nebenprodukte müssten für importiertes Sojaschrot die Flächenerträge der Lieferländer (z.B. Argentinien, Brasilien, USA u.a.) angesetzt werden. Wegen der dort geringeren Intensität des Anbaus und entsprechend niedrigeren Erträgen würde den Futter-Nebenprodukten dabei eine hohe Flächenfreisetzung zugewiesen (außer USA). Außerdem müssten auf den im Ausland freigesetzten Flächen weitere Anbau- bzw. Substitutionsfolgen betrachtet werden, was mit vertretbarem Aufwand nicht seriös möglich ist. Deshalb werden möglichst realistische vereinfachende Annahmen getroffen und eine vereinfachte Methodik angewendet, die wie folgt vorgeht:

- Ermittelt wird zunächst die Substitutionskombination durch Einsatz des jeweiligen Nebenproduktes Rapsschrot bzw. -kuchen oder DDGS in der Fütterung im Herstellungsland (Deutschland). Auf der Basis der Substitutionsmengen wird die dadurch freiwerdende Fläche in nur einem wichtigen Sojaexportland berechnet.
- Die Auswahl der durch das Nebenprodukt (Rapsschrot/DDGS) ersetzten Futtermittel kann unter zwei Szenarien erfolgen:
 - (a) Die globale Betrachtung: relevant sind die vorherrschenden kostengünstigsten Leitfuttermittel, in der Regel Weizen und Sojaschrot (liberales Handelsszenario)
 - (b) Die versorgungsorientierte „Eiweißstrategie“ in Form einer Beschränkung auf inländische Futtermittel, in der Regel Weizen und Leguminosen oder Soja aus der EU u.a.

- In der globalen Betrachtung werden für substituiertes Sojaschrot als Hersteller die Hauptlieferländer Argentinien oder Brasilien oder USA jeweils ausschließlich oder anteilig und die dort erzielten Erträge angenommen. Für die Nutzung der dort freigesetzten Sojaflächen wird eine Anbauausdehnung des Produktes unterstellt, für das bereits ein Einfuhrbedarf nach Deutschland oder in die EU besteht, das ist insbesondere Mais. Der Import von Mais aus Südamerika nach Deutschland setzt wiederum in Deutschland Futterfläche frei nach Maßgabe der deutschen Durchschnittserträge. Wird beispielsweise in Argentinien durch die deutsche Biodieselerzeugung von einem Hektar Raps in Deutschland 1 ha Sojafläche freigesetzt, kann auf dieser Fläche entweder der Anbau von Soja weiter betrieben werden, der in andere Länder zusätzlich exportiert wird, oder es wird auf der freigesetzten Fläche Körnermais (in Argentinien sogar auch GMO-freie Sorten) erzeugt, der nach Deutschland oder in andere EU-Länder exportiert wird. Da in Argentinien nur 4 t/ha Mais, in Deutschland aber 10 t/ha geerntet werden, beträgt die Flächenfreisetzung in Deutschland 0,4 ha. Hinzu kommen Flächenfreisetzungen durch Verdrängung des inländisch erzeugten Weizens im Futtersektor (0,26 t je t Rapsschrot bzw. 0,0325 ha). Bei Anwendung dieser Methode wird die Flächenfreisetzung durch die Futter-Nebenprodukte unter Berücksichtigung der Produktivität der von den Substitutionen betroffenen Länder mit berücksichtigt.
- Bei einer Einschränkung des Sojaanbaues in Übersee fällt auch weniger Sojaöl an. Es sind wegen der niedrigen Erträge in Südamerika und infolge des geringen Ölgehaltes in Sojabohnen etwa 500 Liter/ha. Für das nicht produzierte Sojaöl muss technisches (fossiles) Öl eingesetzt werden. Da das Sojaöl massebezogen und wertmäßig das Nebenprodukt darstellt - denn Soja wird in Süd- und Nordamerika wegen der attraktiven Sojaschrotexporte angebaut – wird auch der Einfachheit halber von weiteren Flächeneffekten abgesehen.
- In einem nationalen Szenario, das eine „Eiweißstrategie“ zur Voraussetzung hat, wird unterstellt, dass die Nebenprodukte Rapskuchen bzw. -schrot oder DDGS in der Mischfutterindustrie in Deutschland eingesetzt werden und dabei nur inländische Futtermittel als Substitute in Frage kommen. Berechnet wird die wirkungsgleiche Kombination aus Weizen und anstelle von Sojaschrot Ackerbohnen oder Erbsen oder (EU-) inländisches Sojaschrot. Auch Rapssaat könnte als inländisches Substitut z. B. DDGS ersetzen. Technisch bestehen daran kaum Zweifel, zumal es sich um relativ geringe Mengen am gesamten Futtermittelleinsatz handelt und der Schalenanteil in Rapssaat und Rapsschrot züchterisch verringert wurde (Angenendt, 2014). Es wäre wohl aber nicht wirtschaftlich und außerdem derzeit politisch nicht mit Nachdruck gefördert und wird deshalb hier nicht in Erwägung gezogen. Im Ergebnis käme aber eine noch höhere Flächenfreisetzung durch die Futter-Nebenprodukte dabei heraus.

4.2.3 Netto-Flächenbedarf für Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse

In Übersicht 2 sind die Ableitungen für den Netto-Flächenbedarf dargestellt. Sie führen zum Ergebnis, dass die Biodieselproduktion etwa 0,37 ha und Bioethanol 0,51 ha Futterfläche freisetzen. Der Netto-Flächenanspruch je ha Biomasseanbau für Biokraftstoffe ist somit nur 0,63 ha für Raps-Biodiesel bzw. 0,49 ha für Weizen-Bioethanol. Oder anders ausgedrückt: bei Biodiesel reichen 0,63 ha Rapsanbau und bei Bioethanol 0,51 ha Weizenanbau einer begrenzten Flächenkapazität, um die Erträge von einem Hektar bereitzustellen.

Im Einzelnen ergibt sich nach der Darstellung in Übersicht 2 folgendes:

- Ein ha Rapsanbau für Biodiesel stellt ca. 2,4 t Rapsschrot bereit
- Eine Tonne Rapsschrot ersetzt 0,26 t Weizen und 0,62 t Sojaschrot in Futtermischungen
- 2,4 t Rapsschrot je ha Raps ersetzen 0,63 t Weizen und 1,54 t Sojaschrot. Dadurch werden 0,08 ha Weizen in Deutschland bzw. EU und ca. 0,74 ha Sojafläche (Argentinien) freigesetzt; wobei Erträge von 2,6 t Sojabohnen und 2,08 t Sojaschrot unterstellt werden. Wird auf der freigesetzten Sojafläche Mais statt Soja erzeugt, kann beim Mais-Durchschnittsertrag (Argentinien 4 t/ha) ca. 2,9 t Mais erzeugt und zusätzlich nach Deutschland exportiert werden
- In Deutschland wird dadurch bei 10 t Hektarertrag 0,29 ha weniger Körnermaisfläche benötigt
- Die hier unterstellte Substitution setzt also 0,38 ha Futterfläche frei (bei Bioethanol aus Weizen errechnet sich analog 0,51 ha und bei Raps für Pflanzenöl 0,4 ha)

Die in Übersicht 2 dargestellte Berechnung könnte bei höherem Genauigkeitsanspruch erweitert werden, indem analog zu Argentinien die Flächenfreisetzung für nach Deutschland importiertes Sojaschrot aus Brasilien, USA und weitere Lieferländer ermittelt und mit den Anteilen am Import gewichtet würde. Die explizite Berücksichtigung der Sojaimporte aus Brasilien würde das Ergebnis nur geringfügig verändern, weil die Soja- und Maiserträge beider Länder sich kaum unterscheiden. In den USA liegen die Sojaerträge etwa doppelt und der Maisertrag etwa drei Mal so hoch wie in Argentinien und Brasilien, und der Maisertrag ist auch höher als in Deutschland. Ändert man die für Argentinien unterstellten Werte für die USA entsprechend auf 5 t Sojaertrag und 12 t Maisertrag, errechnet sich eine Flächenfreisetzung von 0,37 ha (statt 0,3 ha) in Deutschland durch die Soja-Maissubstitution in den USA, zuzüglich 0,08 ha Flächenfreisetzung aus Weizen, insgesamt also eine etwas höhere Futterflächenfreisetzung von 0,45 ha je ha Rapsanbau für Biodiesel, die mit dem Importanteil der USA am gesamten Sojaimport nach Deutschland zu gewichten wäre. Der Zugewinn an Genauigkeit bleibt begrenzt. Wichtig ist bei solchen einfachen Berechnungen, dass die Handelsströme überhaupt und bei Flächenabschätzungen die hohen Produktivitätsdifferenzen grundsätzlich berücksichtigt werden.

Bei dieser Vorgehensweise wird der Flächenfreisetzungseffekt der Futtermittel noch unterschätzt, wenn auf der freigesetzten Fläche in Deutschland wiederum Biokraftstoffproduktion stattfindet und dabei wiederum Futterfläche freigesetzt wird. Es handelt sich dann um eine geometrische Reihe, was dazu führt, dass bei Raps-Biodiesel bspw. nicht nur 0,37 sondern sogar 0,51 ha Fläche freigesetzt und dementsprechend nicht 0,63 sondern nur 0,49 ha Netto-Fläche der Nahrungsfläche entzogen werden. Dieses Potenzial spielt aber nur dann eine wesentliche Rolle, wenn alle Futter- und Nahrungserzeugungspotenziale ausgeschöpft sind, was sich auf den Märkten derzeit aber nicht widerspiegelt.

Festzuhalten bleibt, dass beim Anbau von Raps für Biodiesel etwa 40 % und bei Weizen für Bioethanol etwa 50 % der beanspruchten Fläche durch die Futter-Nebenprodukte wieder freigesetzt werden.

Übersicht 2: Beispiel zur Berechnung der Futterflächenfreisetzung durch Biokraftstoffe

		Raps Biodiesel	Bioethanol
Ertrag Raps	t / ha	4,00	
Ertrag Weizen	t / ha		8,00
Rapsschrot (60%)	t / ha Raps	2,40	
DDGS	t / ha Weizen		2,81
Substitutionsmengen			
Weizen	t je t Nebenprodukt	0,26	0,17
	t / ha Nebenprodukt	0,62	0,48
	t / ha Ertrag Weizen	8,00	8,00
	ha Flächenfreisetzung D bzw. EU	0,08	0,06
Sojaschrot	t je t Nebenprodukt	0,64	0,83
	t / ha Nebenprodukt	1,54	2,33
	t / ha Ertrag Sojabohnen (ARG)	2,60	2,60
	ha Soja bei 20% Ölgehalt	0,74	1,12
Körnermais	t / ha Ertrag Mais (ARG)	4,00	4,00
	t / ha Ertrag Mais D bzw. EU	10,00	10,00
	ha Flächenfreisetzung D bzw. EU	0,30	0,45
Summe Flächenfreisetzung ha je ha Biomasseanbau		0,8	0,51

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Analog durchgeführte Rechnungen unter einem Szenario einer „nationalen Eiweißstrategie“ führten zu dem Ergebnis einer sehr viel höheren Netto-Flächenfreisetzung durch Biokraftstoffe, wenn nur Ackerbohnen oder inländisch angebaute Sojabohnen als Substitute eingesetzt werden dürfen. Deren Erträge und Wettbewerbsfähigkeit sind deutlich geringer als die von Sojaschrot aus Südamerika und USA. Umgekehrt führt das zu einem noch geringeren Netto-Flächenbedarf der Biokraftstoffe. Deshalb wurde der Weg nicht weiterverfolgt.

4.3 Weitere Bewertungsparameter der Biokraftstoffe

Die Inlandsbereitstellung und Optimierung der Kraftstoffe im Verkehr wird mit einem linearen Programmierungsmodell analysiert und simuliert. Die oben beschriebenen Annahmen und Daten bilden die Matrix der technischen Koeffizienten, die im Folgenden in Kürze dargestellt und erläutert werden (Tabelle 8).

Tabelle 8: Kraftstoffeigenschaften, Ansprüche und Lieferungen im LP-Modell

Kraftstoffsorten jeweils je Tonne									
Parameter	Einheit	Super Benzin	Diesel	Biodiesel					
				Raps-ME	Soja-ME	Palm-ME	UCO-ME	HVO Palmöl	Raps-Öl
Energie/Heizwert	MJ je t	43.900	43.100	37.100	37.100	37.100	37.100	44.100	37.600
THG-Effekte									
THG-Emission RED Standard	t CO _{2aq}	3,679	3,612	1,929	2,152	1,373	0,515	1,279	1,354
dgl. 2015 verbessert nach BLE 2015	tCO _{2aq}	3,679	3,612	1,224	1,447	1,076	0,408	1,103	0,978
THG-Minderung RED Standard	t CO _{2aq}	-	-	1,1798	0,9572	1,7363	2,5896	2,4167	1,7973
dgl. 2015 verbessert ?	t CO _{2aq}	-	-	1,8847	1,6621	2,0331	2,7009	2,5931	2,0605
THG-iLUC-Faktoren RED	t CO _{2aq}	-	-	2,041	2,041	2,041	-	2,426	2,068
Rohstoffe									
Rohstoffbedarf Inland	t	-	-	2,4039	-	-	-	-	2,4039
Futter-Nebenprodukt	t	-	-	1,45	4	0,1	-	0,1	1,45
Rohstoff Glycerin	t	-	-	0,1110	0,111	0,111	0,111		
Flächenanspruch (Inland)	ha	-	-	0,6010	-	-	-	-	0,6944
Futterflächenfreisetzung (Inland)	ha	-	-	0,2244	-	-	-	-	0,2778
Humusbilanzüberschuss	t Stroh	-	-	1,1	-	-	-	-	1,1
Gesamtwirtschaftliche Nutzen und andere Effekte									
aus THG-Einsparung (2015 verbessert)	€	-	-	167	152	178	224	154	158
Brutto-Wertschöpfung	€	-	-	516	-	-	-	-	516
davon Einkommenszuwachs	€	-	-	182	-	-	-	-	182
Beschäftigte	Personen	-	-	0,0084	-	-	-	-	0,0084
Fiskalische Effekte									
Energiesteuer	€	884	567	535	535	535	535	535	511
darauf MwSt.	€.	168	108	102	102	102	102	102	97
Fisk. Effekte der Wertschöpfung	€	-	-	333	-	-	-	-	333

Fortsetzung Tabelle 8

Kraftstoffsorten jeweils je Tonne								
Parameter	Einheit	Bioethanol			Biomethan Mais	CNG foss.	LPG	Elektro- PKW (ein Pkw)
		Getreide	Z.-Rüben	Z.-Rohr				
		t	t	t				
Energie/Heizwert	MJ je t	26.700	26.700	26.700	52.000	36.000	46.000	13.500
THG-Effekte								
THG-Emission RED Standard	t CO _{2aq}	1,175	1,068	0,641	1,144	2,6300	3,6340	2,2540
dgl.2015 verbessert, nach BLE 2015	t CO _{2aq}	0,774	0,774	0,641	0,728	2,6300	3,6340	2,2540
THG-Minderung RED Standard	t CO _{2aq}	1,0627	1,1695	1,5967	3,2136	-	-	-0,21
dgl.2015 verbessert (s. Abb. 1, S. 11)	t CO _{2aq}	1,4632	1,4632	1,5967	3,6296	-	-	-0,21
THG-iLUC-Faktoren RED	t CO _{2aq}	0,320	0,347	0,347	0,624	-	-	
Rohstoffe								
Rohstoffbedarf Inland	t	3,4178	12,66	-	-	-	-	-
Futter-Nebenprodukt	t	1,2025	3,0	-	-	-	-	-
Rohstoff Glycerin	t	-	-	-	-	-	-	-
Flächenanspruch (Inland)	ha	0,4272	0,1667	-	0,3667	-	-	-
Futterflächenfreisetzung (Inland)	ha	0,2121	-	-	-	-	-	-
Humusbilanzüberschuss	t Stroh	1	-0,3	-	-0,3	-	-	-
Gesamtwirtschaftliche Nutzen und andere Effekte								
aus THG-Einsparung (2015 verbessert)	€	203	203	213	177	-	-	18
Brutto-Wertschöpfung	€	516	516	-	516	-	-	-
davon Einkommenszuwachs	€	182	182	-	182	-	-	-
Beschäftigte	Persone	0,0084	0,0084	-	0,0084	-	-	-
Fiskalische Effekte								
Energiesteuer	€	828	828	828	201	39	183	-
darauf MwSt.	€	157	157	157	38	7	35	-
Fisk. Effekte der Wertschöpfung	€	333	333	-	333	-	-	-
Direktzahlungen	€	-	-	-	1.933	-	-	167

QUELLE: EIGENE ZUSAMMENSTELLUNG NACH FNR, ANNEX RED, BLE EVALUIERUNGSBERICHT 2013 UND BLE 2015

- Für die Kraftstoffe werden die THG-Emissionen in $\text{CO}_{2\text{äq}}$ je t nach RED-Standardwerten und in aktueller Höhe 2015 ausgewiesen
- Entsprechend dazu die THG-Einsparungen
- Der Rohstoffbedarf wird nur für inländisch erzeugte Biokraftstoffe unter Annahme deutscher Flächenerträge ausgewiesen
- Futternebenprodukte sind für alle Kraftstoffe genannt, auch wenn sie teilweise im Land des Anbaus bzw. der Verarbeitung anfallen
- Inländisch erzeugte Biokraftstoffe beanspruchen Anbaufläche (außer UCO-ME)
- Sie setzen durch Nebenprodukte, die in der Fütterung eingesetzt werden, Futterfläche frei. Ausgewiesen ist die freigesetzte Futterfläche, bspw. 0,2244 ha je t Raps-ME
- Der Flächenanspruch abzüglich Futterflächenfreisetzung gibt den Netto-Flächenanspruch je t an, bspw. 0,601 minus 0,2244 gleich 0,3766 ha je t Raps-ME Bei Bioethanol aus Rüben fällt Rübenmark an, das auch aus Vereinfachungsgründen nicht als Futternebenprodukt ausgewiesen wurde, weil es auch energetisch verwendet werden kann.

Unterschiedliche Wirkungen auf den Humus- bzw. C-Gehalt des Bodens werden auf die freigesetzte oder gebundene Strohmenge umgerechnet, weil Stroh als Nebenprodukt der Fruchtfolge auch als Rohstoff für Kraftstoff oder andere Energieträger verwendet werden kann. Der Quantifizierungsansatz wird später erläutert, ebenso die gesamtwirtschaftlichen Nutzen und weitere Effekte.

4.4 Energiegehalt bzw. Heizwert, THG-Emissionen

Als einheitliche Bezugsbasis für die Kraftstoffe wurde die Gewichtseinheit Tonne gewählt, weil auch die maßgebliche Statistik (BAFA) diese Einheit verwendet. Lediglich bei Elektro-Pkw ist als Bezugsbasis ein Pkw mit einer Fahrleistung von 15.000 km/Jahr zugrunde gelegt worden. Der Energiebedarf beträgt 3.750 kWh bzw. 13.500 MJ/Jahr. Die Kraftstoffe liefern Energie nach dem jeweiligen Heizwert (MJ/t) für die zu versorgende Fahrzeugflotte, Tank-to-Wheel-Effekte werden nicht berücksichtigt.

Die THG-Emissionen der Biokraftstoffe aus inländischer Produktion werden differenziert zum einen nach RED und zum anderen als aktuelle verbesserte THG-Werte (s. Abb.1, BLE 2015) nach Einführung der THG-Minderungsverpflichtung unterstellt ($\text{CO}_{2\text{äq}}$ in t/t Kraftstoff). Bei Elektro-Pkw wird die in Tabelle 2 erläuterte Eigenemission von 2,254 t $\text{CO}_{2\text{äq}}$ /Jahr unterstellt. Die THG-Einsparung ergibt sich aus der Substitution eines entsprechenden Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor, der für 15.000 km 750 Liter Benzin verbrauchen würde. Die entsprechende THG-Emission wäre 2,041 t $\text{CO}_{2\text{äq}}$ /Jahr und damit um 0,21 t $\text{CO}_{2\text{äq}}$ geringer. Die Differenz von 0,21 t $\text{CO}_{2\text{äq}}$ ist dem Elektro-Pkw als Netto- THG-Emission zuzuordnen.

4.5 Rohstoffbedarf, Nebenprodukte und Reststoffe

Inländisch erzeugte Biokraftstoffe benötigen Anbauflächen für Rohstoffe und liefern Futtermittel, die wiederum Flächen aus der Nahrungs- und Futtermittelproduktion freisetzen sowie andere Stoffe wie z.B. Glycerin. Getreide und Raps liefern organische Substanz zur Humusbildung, Zuckerrüben (bei Verbleib des Rübenblattes auf dem Feld) und Silomais „zehren“ Humus. Der mit Abstand wichtigste Humuslieferant ist Getreide- und Rapsstroh, das im Falle eines Bilanzüber-

schusses der Fruchtfolge als Getreidestroh für Wärme, Strom und Kraftstoff eingesetzt werden kann. Die Mengenverschiebung durch Biokraftstoffe auf die Strohpotenziale wird berechnet. Strohüberschüsse können durch Nutzung zu weiteren THG-Einsparungen führen (z. B. Bioethanol aus Stroh) oder bei Verbleib im Humuskreislauf CO₂ im Boden binden. Dieser Nutzen der THG-Minderung wird in den Berechnungen nicht berücksichtigt, obwohl er nicht unerheblich ist, wie weiter unten abgeleitet wird.

4.6 Gesamtwirtschaftlicher Nutzen

Bei einem funktionsfähigen EU-EmissionsTradingSystem (ETS) würde der Marktpreis für Verschmutzungsrechte eine Orientierung für die Bewertung von THG-Einsparungen geben. Letzterer hängt entscheidend von dem Volumen der ausgegebenen Zertifikate und dem Deckungsgrad des ETS ab. Der in letzter Zeit sich bildende Zertifikatspreis in der Größenordnung um 5 bis 10 €/t CO₂ ist kein realistischer Indikator für die externen Kosten.

Entsprechende Studien des Umweltbundesamtes (UBA 2007) empfehlen zur Schätzung der Klimafolgeschäden als zentralen Wert 70 €/t CO_{2aq}. Sensitivitätsrechnungen in dieser Studie haben allerdings gezeigt, dass die Werte zwischen 20 und 280 €/t liegen können. Der zentrale Wert (70 €/t CO_{2aq}) umfasst jedoch nicht die Schadenskosten von CO₂ ausschließlich in Deutschland, sondern er ergibt sich aus einer Gewichtung der Kosten aus verschiedenen Ländern. Angesichts der internationalen Verpflichtungen Deutschlands im Rahmen von Klimaschutzkonventionen spricht einiges dafür, diesen zentralen Wert als Schadens- bzw. Nutzengröße anzunehmen. Daraus ergeben sich Nutzen um ca. 160 €/t CO_{2aq} für Energiepflanzen basierten Biodiesel, um 200 € für Bioethanol und 220 € für UCO-ME.

An dieser Stelle ist auf ein grundsätzliches Bewertungsproblem hinzuweisen. UCO-ME wird in Nutzenbewertungen stets vergleichsweise günstig beurteilt, weil THG-Emissionen der Ausgangsstoffe für UCO-ME stets ausschließlich den Vornutzungen angelastet werden, was durchaus problematisch ist.

Die oben genannten Nutzen müssten bei Berücksichtigung der Humusbilanz für Biokraftstoffe aus Getreide und Raps um 25 € je Tonne Stroh erhöht werden, wobei unterstellt ist, dass je Tonne Stroh bei Einarbeitung in den Boden 100 kg Humus-C akkumuliert wird (Triebe und dort angeführte Literatur, 2007). Nach der Summenformel für CO₂ (stöchiometrisch) entspricht das 367 kg CO₂-Äquivalente, folglich ca. 25 €. Bei Biokraftstoffen aus Raps wären 28 €/t Biodiesel als Nutzen anzusetzen und bei Bioethanol aus Zuckerrüben 8 €/t als Aufwand abzuziehen.

Die Effekte der Bioenergie auf Wertschöpfung, Beschäftigung und Einkommen sind insgesamt erheblich. Bspw. weist die vom BMWi geförderte Studie zu Beschäftigung durch erneuerbare Energien für das Jahr 2013 etwa 25.600 Beschäftigte im Biokraftstoffbereich (inkl. Landwirtschaft) aus. Der Gesamtumsatz wird mit 4,4 Mrd. € beziffert. Ähnlich liegen die Größenordnungen einer neueren Studie zu Bioethanol (WifOR, Berlin 2013). Eine Brutto-Wertschöpfung von 516 € je Tonne Bioethanol aus Getreide wurde dort berechnet, was wohl nur zutrifft, wenn Schwarzbrache als Alternative gegengerechnet wird. Ein Verzicht auf heimische Biokraftstoffe bedeutet aber nicht gleichzeitig ein Verzicht auf Agrarproduktion, sondern wohl eher eine Ausdehnung der Agrarexporte. Deshalb erscheinen die Werte überschätzt. Als Teil der Brutto-Wertschöpfung werden die Einkommen aus Geschäftstätigkeit in Höhe von 182 €/t Bioethanol beziffert, die aus gleichen Gründen überschätzt scheinen, wenn statt Schwarzbrache für den Export angebaut wird.

Schließlich sind Beschäftigungseffekte zu beachten. Durch erneuerbare Energien sind fast 400.000 Arbeitsplätze dem gesamten Wirtschaftssektor zugeordnet, davon ca. 130.000 dem Bereich Bioenergie (BMU, 2013). WifOR (2013) gibt die Beschäftigung mit 0,0084 Personen je t Bioethanol an. Wenn auch die Ergebnisse dieser Studie zum einen überschätzt erscheinen und zum anderen nur für Bioethanol gelten, werden sie herangezogen, um zumindest Größenordnungen dieser Effekte beim Vergleich mit reinen Importstrategien deutlich zu machen.

4.7 Fiskalische Effekte

Neben gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen tangiert die Biokraftstoffpolitik auch fiskalische Effekte. Die Energiesteuer auf Kraftstoffe und die Fördermittel stehen im Mittelpunkt der folgenden Betrachtungen.

Die Energiesteuer auf die auch MwSt. erhoben wird, ist eine eindeutig berechenbare Größe (Ottokraftstoff 654,50 €/1.000 l; Diesel 470,40 €/1.000 l). Beide Steuerarten erreichen derzeit etwa 45 Mrd. €/Jahr. Mit verstärktem Einsatz energiearmer Kraftstoffe zu Lasten energiereicher steigen beide an und umgekehrt, da sie volumenbezogen sind. Unterschiedliche Steuern werden auf einige weniger bedeutende Kraftstoffe erhoben. Bei Biomethan und CNG fossil wird 13,90 €/MWh und bei LPG Flüssiggas 180 €/t angesetzt. Elektro-Pkw sind von der Kfz-Steuer befreit. Ersetzen sie Verbrennungsmotoren, entstehen darüber hinaus Mindereinnahmen bei der Energiesteuer, die modellintern berücksichtigt werden.

Bei Biomethan aus Energiepflanzen werden zur spezifischen Förderung (EEG) beträchtliche Zahlungen gewährt. Hier wurde vom EEG 2009 ausgegangen (nach EEG 2014 wird nicht nennenswert produziert), wo sich die Direktzahlung aus EEG-Stromvergütung, verschiedene Boni, entgangene Strom- und Erdgassteuer zusammensetzt, in der Summe 1.933 €/t Biomethan.

Elektro-Pkw sind nicht nur steuerlich begünstigt (Kfz-Steuer), sondern sie mindern durch ihren 4-fach geringeren Energieverbrauch je gefahrenen Kilometer bei Verdrängung von Benzin- und Dieselfahrzeugen die Energiesteuereinnahmen ebenfalls beträchtlich. Ein dem Elektro-Pkw vergleichbares Benzinfahrzeug erbringt Kfz-Steuern, die hier mit 167 €/Jahr angenommen werden. Der Rückgang der Kfz-Steuer wäre bei 1 Mio. Elektro-Pkw 167 Mio. €. Außerdem ginge der Kraftstoffverbrauch je Elektro-Pkw um 750 l bzw. um ca. 0,555 t zurück. Daraus ergäbe sich bei 1 Mio. Elektro-Pkw (ersetzt durch Benziner) rund 460 Mio. € Mindereinnahmen an Energiesteuer zuzüglich knapp 87 Mio. € darauf entfallende MwSt. Zusammen beläuft sich der Steuerausfall auf über 700 Mio. € pro Jahr bzw. 700 € je Elektro-Pkw. Zu vernachlässigen sind die Beträge also nicht. Gleichwohl stünden sie in keinem Verhältnis zu der Anschaffungsprämie von 4.000 €/Elektro-Pkw von insgesamt 4 Mrd. € für 1 Mio. Fahrzeuge. Die fiskalischen Effekte der Wertschöpfung (WifOR, Berlin 2013), ergeben sich aus den Umsätzen der inländisch produzierten Biokraftstoffe und den Lohn- und Einkommensteuern der Beschäftigten. Ihre Höhe ist aber mit der oben beschriebenen Unsicherheit behaftet. Gleichwohl sind sie offenbar nicht zu vernachlässigen.

Abschließend ist klarzustellen: eine gesamtwirtschaftliche Bewertung der Kraftstoffe muss alle genannten Kriterien betrachten und bewerten, relevant für die Marktnachfrage der Unternehmen der Mineralölbranche sind allerdings nur der Energiegehalt und die THG-Minderung in Verbindung mit den Marktpreisen. Deshalb wird eine Optimierung des Kraftstoffmix nur nach dem Unternehmenskalkül gesteuert, während die sich dabei ergebenden Veränderungen bei den anderen Kriterien saldiert und in eine Beurteilung der Ergebnisse mit einbezogen werden.

5 Ergebnisse

Die Präsentation der Ergebnisse erfolgt nach den Fragestellungen bzw. den in Übersicht 1 definierten Szenarien, insbesondere zur Wirkung von Energiequoten versus THG-Minderungspflicht, iLUC-Faktoren, *cap* u.a. Die Analyse und Beurteilung der Wirkungen solcher Maßnahmen muss stets am Referenzsystem erfolgen, das ist die Situation in den Jahren 2014 und 2015, die zu nächst erläutert wird.

5.1 Kraftstoffeinsatz im Jahr 2014

Der tatsächliche Kraftstoffinlandsverbrauch für Personen- und Güterverkehr (siehe Kapitel 3.2) ist in Tabelle 9 in den Spalten 1 und 2 dargestellt. Der Inlandsverbrauch der Kraftstoffe ist nach der Statistik der BAFA für fossile und Biokraftstoffe differenziert ausgewiesen. Verwendet wurden im Jahr 2014 in Super E 5 und E 10 etwa 1,22 Mio. t Bioethanol und in B 7 etwa 2,36 Mio. t Biodiesel und HVO. In allen Kraftstoffen wurden 2.386.275 TJ Energie für Verkehr bereitgestellt. Die Biokraftstoffe verminderten die Gesamtemissionen im Straßenverkehr um 5.422.067 t CO_{2äq.}, dies entsprach wegen der vergleichsweise niedrig angesetzten THG-Standardwerte der Biokraftstoffe nur 2,7 %.

In Spalte 1 sind die Standard-THG-Emissionen unterstellt worden, die unter der Vorgabe der Energiequote aus Biokraftstoffen in 2014 wohl zutreffend waren, was der Evaluations- und Erfahrungsbericht der BLE (2013) weitgehend bestätigt. Wäre schon 2014 eine THG-Minderungspflicht zwingend zu erfüllen gewesen, hätten sich alle Marktpartner um eine verbesserte THG-Effizienz bemüht und bei gleicher Kraftstoffverbrauchsstruktur die in Spalte 2 ausgewiesene THG-Minderung von 3,6 % im Straßenverkehr erreichen können. Die THG-Minderung durch Biokraftstoffe errechnet sich aus der THG-Einsparung durch Biokraftstoffe (Spalte 1, 5.422.067 t) dividiert durch die Summe der THG-Emissionen aller Kraftstoffe ohne LPG und CNG (192.554.102 t) plus THG-Emissionen durch Biokraftstoffe (5.422.067 t). Der sog. Referenzwert beträgt also 197.976.169 t.

2014 wurden nach den Berechnungen in dieser Studie aus erneuerbaren Kraftstoffen 126.282 TJ, darunter 105.688 TJ aus Biokraftstoffen von Energiepflanzen bereitgestellt, das waren 4,4 % am Gesamtverbrauch im Straßenverkehr. Die Menge deckt sich auch ungefähr mit der Berechnung der Quotenstelle Cottbus 2013 (Tabelle 6). Die zur Erfüllung der Biokraftstoffquote (6,25 %) erforderliche Menge (140.200 TJ) wurde 2013 nur erreicht durch Überträge aus dem Vorjahr und Doppelanrechnungen. Für 2014 liegt die Rechnung der Quotenstelle vom 26.5.2016 vor. Eine deutliche Abweichung ist 2014 gegenüber 2013 nicht eingetreten. Infolgedessen ist ein in der Höhe vergleichbarer Übertrag aus 2014 auf das Quotenjahr 2015 von ca. 19.000 TJ anrechenbar.

Die Anteile von Biokraftstoffen am gesamten Energieeinsatz im Verkehr waren mit 6,3 bzw. 6,7(Masse-) % etwa gleich verteilt auf Otto- und Dieselmotorkraftstoffbeimischungen.

Tabelle 9-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2014 und 2015

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien		Einheit	1	2	3	4
			I REF 2014 (standard)	I REF 2014 (THG aktuell)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (standard)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe						
Fossile	reiner Ottokraftstoff			1.051.000	1.051.000	
	Superbenzin (E5)		15.709.771	15.709.771	15.155.850	15.155.850
	Superbenzin (E10)		2.816.864	2.816.864	2.900.000	2.900.000
	fossiler Ottokraftstoff für E85		1.767	1.767	1.150	1.150
	reiner foss. Dieselloskraftstoff	Tonnen			0	0
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		33.266.177	33.266.177	34.853.435	34.853.435
	LPG		600.000	600.000	600.000	600.000
	Erdgas CNG foss.		75.000	75.000	75.000	75.000
Bio	Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide		978.085	978.085	848.731	848.731
	Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		0	0	76.286	76.286
	Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		12.295	12.295	0	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		230.419	230.419	242.714	242.714
	Bioethanol Import aus Zuckerrohr		0	0	0	0
	Bioethanol Import aus Getreide		0	0	0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps		440.353	440.353	408.858	408.858
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja		22.210	22.210	20.622	20.622
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl	Tonnen	88.302	88.302	81.987	81.987
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO		520.512	520.512	483.285	483.285
	Biodiesel FAME (Winter), Raps		970.402	970.402	900.999	900.999
	HVO aus Palmöl		322.245	322.245	299.198	299.198
	Pflanzenöl, Raps		5.528	5.528	1.970	1.970
	Biomethan		33.653	33.653	31.346	31.346
	E85 Reinkraftstoff		10.243	10.243	6.668	6.668
	Pflanzenöl Land und Forst		2.446	2.446	1.727	1.727
	Pflanzenöl LKW		2.446	2.446	1.727	1.727
Elektro	E-PKW 2014	Stück	19.000	19.000	19.000	19.000
	E-PKW ab 2015		0	0	0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 9-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2014 und 2015, THG-Effekte und Energieanteile

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	1	2	3	4
		I REF 2014 (standard)	I REF 2014 (THG aktuell)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (standard)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)
Klimaschutzeffekte					
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	194.106.602	192.470.122	198.192.068	196.663.294
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	192.554.102	190.917.622	196.639.568	195.110.794
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	189.011.098	189.011.098	193.430.229	193.430.229
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	5.422.067	7.058.585	5.063.203	6.591.973
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	2,7	3,6	2,5	3,3
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	4.328.578	4.328.578	4.020.961	4.020.961
Energieanteile					
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.386.275	2.386.275	2.430.743	2.430.743
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	257	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	105.688	105.688	98.803	98.803
dgl. relativ	%	4,4	4,4	4,1	4,1
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	126.282	126.282	118.015	118.015
dgl. relativ	%	5,3	5,3	4,9	4,9
Biodiesel von Diesel insg.	%	6,7	6,7	5,9	5,9
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	6,2	6,2	5,8	5,8

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 9-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2014 und 2015, Agrarrohstoffe und Nebenprodukte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	1	2	3	4
		I REF 2014 (standard)	I REF 2014 (THG aktuell)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (standard)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)
Eingesetzte Agrarrohstoffe					
Raps		3.418.359	3.418.359	3.162.475	3.162.475
Getreide		3.372.577	3.372.577	3.180.820	3.180.820
Zuckerrübe	Tonnen	3.072.759	3.072.759	3.072.759	3.072.759
Palmöl (import.)		410.547	410.547	381.185	381.185
Sojabohnen (import.)		111.050	111.050	103.110	103.110
Flächenbedarf Nebenprodukte					
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	1.193.740	1.193.740	1.124.185	1.124.185
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	2.055.422	2.055.422	1.902.795	1.902.795
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	41.055	41.055	38.119	38.119
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	88.840	88.840	82.488	82.488
Glycerin	Tonnen	227.180	227.180	210.812	210.812
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.467.174	2.467.174	2.295.276	2.295.276
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.328.951	1.328.951	1.240.165	1.240.165
Futterflächenfreisetzung	ha	533.448	533.448	497.314	497.314

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 9-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2014 und 2015, ökonomische Effekte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	1	2	3	4
		I REF 2014 (standard)	I REF 2014 (THG aktuell)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (standard)	II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)
Kosten, Steuern Wertschöpfung					
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen			0	0
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	37.444.235.709	37.444.235.709	37.888.254.720	37.888.254.720
MwSt auf Energiesteuer	€	7.114.254.707	7.114.254.707	7.198.431.919	7.198.431.919
Subventionszahlung	€	68.944.385	68.944.385	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	893.883.072	893.883.072	839.168.591	839.168.591
Saldo Steuern u. Subventionen	€	45.383.429.103	45.383.429.103	45.861.584.488	45.861.584.488
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen	€	379.544.677	494.100.948	354.424.175	461.438.134
Bruttowertschöpfung direkt , indirekt	€	1.385.116.112	1.385.116.112	1.300.333.313	1.300.333.313
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	22.602	22.602	21.219	21.219
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	488.548.706	488.548.706	458.644.696	458.644.696

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Für die Biokraftstoffe errechnet sich der Rohstoffbedarf an Energiepflanzen aus den Konversionsraten des spezifischen Rohstoffs zu dem Biokraftstoff nach Tabelle 8 (nicht nach einer Statistik). Bei Palmöl erfolgt der Import des reinen Öls, sodass der Palmkuchen im Herstellerland verbleibt, und bei Soja ist der Import von Sojabohnen und der Anfall von Sojaschrot in Deutschland angenommen worden.

Der Biokraftstoffeinsatz im Inland liefert Krafftutter mit einem Futterwert der Soja im Verhältnis von etwa 1 zu 0,9 ersetzen kann. Im Jahr 2014 fielen etwa 3,38 Mio. t proteinreiches Krafftutter an, wovon nur ein kleiner Anteil Palmkuchen in Übersee anfiel (ca. 41.000 t). Die ausgewiesene Glycerinmenge (227.180 t) bezieht sich auf die Herstellung aller Methylester aus Raps, Soja, Palmöl und UCO (wobei UCO in den vorliegenden Berechnungen als reines Abfallprodukt betrachtet wird).

Durch Raps- und Getreideanbau für Biokraftstoffe verbessert sich die Humusbilanz, so dass 2,47 Mio. t Stroh als Rohstoff für Bioenergie genutzt oder CO₂-bindend dem Boden zugeführt werden können. Dieser Effekt ist dem Biokraftstoff als Koppelprodukt zuzuordnen. Als Referenz für Raps und Getreide wird dabei eine humusneutrale Nutzung unterstellt. Durch den Energiepflanzenanbau für Biokraftstoffe fallen Futtermittel an, die wiederum rund 533.448 ha aus der Nahrungs- und Futtermittelbereitstellung freisetzen. Etwa 1,33 Mio. ha Anbaufläche entfielen auf Biokraftstoffe aus Getreide, Zuckerrüben, Silomais und Raps. Dabei befindet sich ein Teil der Anbauflächen in anderen EU-Ländern und MOE-Staaten. Der Netto-Flächenbedarf, nach Abzug der Futterflächenfreisetzung, der in Verdrängung von Nahrungs- und Futterpflanzen erfolgte, betrug also nur etwa 800.000 ha. Für den Straßenverkehr summierten sich die Kosten der Ausgangsprodukte zur Herstellung der Kraftstoffe (sog. Produktenpreis nach Tabelle 1) im Jahr 2014 bei überdurchschnittlich hohem Preisniveau auf ca. 38,4 Mrd. €. Basis dieser Rechnung sind die Preis-Notierungen ARA. Die Beschaffungskosten „loco Hof“, also am Ort der Händler oder Verwender, können davon abweichen (in der Regel nach oben).

Die auf den Verbraucherpreis erhobene Energiesteuer und die darauf anteilig entfallende MwSt. sind preisunabhängige Einnahmen. Subventionen und Steuerermäßigungen bei Biogas, LPG und Elektro-Pkw fallen im Vergleich dazu nicht ins Gewicht. Die fiskalischen Effekte der Wertschöpfung durch Biokraftstoffe sind kritisch zu hinterfragende Schätzgrößen (vgl. Kapitel 4.5 und 4.6), insgesamt aber nicht sehr bedeutend. Der Saldo für die Staatseinnahmen aus dem Verkehr

betrug 2014 etwa 45,4 Mrd. € und war eindeutig von der Energiesteuer auf Kraftstoffe dominiert. Die Summe unterstreicht die Bedeutung der Energiesteuereinnahmen für den Bundeshaushalt.

Auf der Nutzenseite ergab sich 2014 eine THG-Minderung von gut 5,42 Mio. t CO_{2äq}. Unterstellt man einen Wert von 70 €/t CO_{2äq}, sind das ca. 380 Mio. €. Unterstellt man weiterhin eine Wertschöpfung nach der WifOR-Studie (2013) für alle Biokraftstoffe, ergibt sich ein Betrag von mehr als 1,76 Mrd. € bei ca. 22.600 Beschäftigten, die ein Einkommen aus Geschäftstätigkeit von etwa 490 Mio. € bzw. 22.700 € je Beschäftigten erzielten. Letztere ist in der Bruttowertschöpfung bereits enthalten. Addieren sollte man die Nutzenparameter nicht, weil sie Doppelzählungen enthalten und ohnehin nur grobe Richtwerte darstellen. Gleichwohl sollte man sie nicht ganz ignorieren. Allein die Nutzen aus der THG-Minderung und den Einkommen aus Geschäftstätigkeit der inländisch verbrauchten Biokraftstoffe belaufen sich auf rund 870 Mio. €. Bezieht man diese Teilnutzen auf die Biokraftstoffe aus Raps, Getreide, Rüben und Mais (ca. 2,7 Mio. t vom Inlandsverbrauch an Biokraftstoffen), ergibt sich eine theoretische Gutschrift gegenüber Kraftstoffimporten von ca. 320 € je Tonne Biokraftstoff, die die Preisdifferenz zu fossilen Kraftstoffen schon übersteigt.

Folgt man den Erwartungen der Biokraftstoffbranche, die davon ausgeht, dass schon 2014 unter Vorgabe einer THG-Minderungsverpflichtung verbesserte THG-Emissionen möglich gewesen wären, hätte das Ergebnis in Spalte 2 erreicht werden können. Bei sonst unverändert angenommener Kraftstoffverbrauchsstruktur wären 3,6 statt 2,7 % THG-Minderung und ein um 115 Mio. € höherer Nutzen der Emissionsminderung durch Biokraftstoffe möglich bzw. zu erwarten gewesen. Weitere THG-Minderungen wären eingetreten durch Umstrukturierung des Kraftstoffensatzes, der im folgenden Kapitel dargestellt wird.

Aus dem Verpflichtungsjahr 2014 (Energiequote) kann für 2015 eine Übererfüllungsmenge geltend gemacht werden. Sie wird aus der energetischen Übererfüllung 2014 (19.100 TJ BMF / QUOTENSTELLE COTTBUS, JAHR 2014) mit dem THG-Minderungsfaktor 40,22 g/MJ berechnet. Eine entsprechende Berechnung ergibt eine für 2015 anrechenbare Menge von 768.000 t CO_{2äq}.

5.1.1 Kraftstoffeinsatz im Jahr 2015 und die Auswirkungen der Umstellung auf die THG-Minderungspflicht

Gegenüber 2014 ist nur noch die THG-Minderungspflicht relevant, während die energetische Quote völlig obsolet ist. Die Kraftstoffe werden nach der THG-Effizienz eingesetzt.

Wegen der geringen Umstellungsflexibilität und insgesamt geringeren Bedeutung der Kraftstoffe für spezielle Antriebe wird vereinfachend unterstellt, dass sie unverändert eingesetzt werden (LPG, E 85, Biogas, CNG).

Neben der Umstellung von der Energiequote für Biokraftstoffe (6,25 %) auf die THG-Minderungspflicht durch erneuerbare Kraftstoffe haben sich auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen geändert, die die Veränderungen im Inlandsverbrauch der Kraftstoffe mit beeinflusst haben. Dazu gehören die extrem niedrigen Preise für fossile Kraftstoffe 2015 und Umstrukturierungen in Fahrzeugflotte, Fahrleistung im Verkehr sowie emissionsmindernde Maßnahmen bei der Herstellung der Kraftstoffe, insbesondere der Biokraftstoffe.

Die wichtigsten Änderungen 2015 gegenüber 2014 im Kraftstoff-Inlandsverbrauch in Kürze:

- Der Energieeinsatz aller Kraftstoffe einschließlich Strom für Elektro-Pkw im Inlandsverbrauch ist noch einmal gegenüber dem Vorjahr um 1,86 % gestiegen.

- Der Verbrauch an Superbenzin (E 5), einschließlich Normalbenzin und Super plus, ging um 2,3 % zurück (351.652 t)
- Der Verbrauch an E 10 stieg um knapp 3 % (83.136 t)
- Der Inlandsverbrauch an Bioethanol in Ottokraftstoff (inkl. E 85) ging um 4,5 % zurück (55.920 t)
- Der Verbrauch an Diesekraftstoff (ohne Pflanzenöl) stieg um 4 % (1.411.590 t)
- Der Inlandsverbrauch an Biodiesel und HVO ging um 7,3 % zurück (170.243 t)
- Der Einsatz von fossilem Diesel stieg um 4,8 %, bzw. fast 1,59 Mio. t
- Die Verschiebung der Einsatzmengen der einzelnen Biodieselsorten wird erst mit Veröffentlichung des Evaluations- und Erfahrungsberichts für das Jahr 2015 der BLE bekannt sein. Würde der Absatzrückgang bei Biodiesel und HVO proportional auf alle Biodieselsorten entfallen, wäre bei Raps-ME mit einem Absatzrückgang von ca. 100.000 t zu rechnen.

Insgesamt folgt daraus, dass 2015 deutlich weniger Biokraftstoffe eingesetzt wurden. Während 2014 noch ca. 126.000 TJ aus Biokraftstoffen bereitgestellt wurden, waren es 2015 nur noch 118.000 TJ, somit fast 7 % weniger.

Bei den Klimaschutzindikatoren ergaben sich folgende Verschiebungen:

- Eine entscheidende Wirkung der THG-Minderungspflicht war die Steigerung der THG-Einsparung der Biokraftstoffe (Abbildung 1). Nach den Nachhaltigkeitsnachweisen der staatlichen Datenbank Nabisy betrug sie ca. 5 % bei Bioethanol und ca. 10 % bei Biodiesel.
- In 2015 betrug die THG-Emission (ohne LPG und CNG) ca. 195 Mio. t (Tab. 9, Spalte 4). Die THG-Minderungspflicht (3,5 %) wäre absolut 7 Mio. t, bezogen auf den Referenzwert 202 Mio. t.
- Bei dem deutlich geringeren Einsatz von Biokraftstoffen betrug die THG-Einsparung aus Biokraftstoffen im Jahr 2015 nur 6,6 Mio. t, bzw. 3,3 % (genau 3,27 %). Der Zielwert von 3,5 % wurde also um 0,23 %-Punkte unterschritten. Gegenüber 2014 lag die THG-Minderung jedoch um 0,53 %-Punkte höher.
- Mit einer höheren Abgabe (Pönale) ist 2015 dennoch nicht zu rechnen, weil aus 2014 Übertragungen von etwa 0,77 Mio. t CO_{2äq.} geltend gemacht werden können („Quotenstelle Cottbus“ 26.5.2016)
- Die Übertragungen aus 2014, die von der Quotenstelle (26.5.2016) vorgelegt wurden, ergeben sich wie folgt:
 - Die Gesamtquote für Biokraftstoffe 2014 lag bei 142.500 TJ (6,25 %).
 - Erfüllt wurde die Energiequote durch rund 124.000 TJ aus Biokraftstoffen plus
 - Übertrag aus 2013 ca. 16.200 TJ plus
 - anrechenbar wegen doppelter Gewichtung 21.000 TJ (v.a. UCO-ME)
 - festgesetzte Abgabe nach § 37c 1.150 TJ.

Für das Quotenjahr 2015 anrechenbar ist danach eine Übererfüllung von 19.100 TJ. Dem entspricht eine THG-Minderung (40,22 t je TJ) von 768.000 t CO₂äq. Für 2015 anrechenbar sind somit 6,6 Mio. t plus 0,768 Mio. t Übertrag, somit 7,368 Mio. t THG-Einsparung durch Biokraftstoffe. Damit wurde die THG-Minderungspflicht von 3,5 % bzw. 7 Mio. t CO₂äq. um etwa 5 % übertroffen.

- Wäre die THG-Einsparung der Biokraftstoffe von 2014 auf 2015 nicht so kräftig gestiegen, wäre die THG-Minderung durch Biokraftstoffe von 2014 bis 2015 sogar auf 2,5 % zurückgefallen (Tabelle 9, Spalte 3).
- Ein Vergleich der Ergebnisse des Jahres 2014 bei gegebenen THG-Standardwerten (2,7 genau 2,74 %) zu THG-Werten (3,6 genau 3,56%), die allein durch die Umstellung auf das THG-Ziel verbessert wurden, zeigt, dass allein dem THG-Einsparungseffekt bei den Biokraftstoffen 0,8 %-Punkte zuzurechnen sind.

Die am Potenzial gemessen zu niedrige Zielsetzung von 3,5 % THG-Minderung für 2015 hat es der Mineralölwirtschaft ermöglicht, die Beimischung von Biokraftstoffen gegenüber 2014 deutlich zurückzufahren, nämlich um rund 226.000 t Bioethanol und Biodiesel, HVO. Wäre das Ziel für 2015 auf 4 % THG-Minderung gesetzt worden, hätten diese 226.000 t ausgereicht um ein 4 %-Ziel zu erfüllen. Wegen des ungewöhnlich großen Preisabstandes zwischen fossilen und Biokraftstoffen im Jahr 2015 hatte die Mineralölwirtschaft einen hohen Anreiz, den Einsatz von Biokraftstoffen möglichst gering zu halten.

5.1.2 Wichtige Schlussfolgerungen zum Umstieg auf die THG-Minderungspflicht

Aus den Ergebnissen der vorangestellten Rechnungen lassen sich folgende Aussagen zum Umstieg von der Energiequote auf die THG-Minderungspflicht hervorheben:

- Die energetische Quote für Biokraftstoffe von 6,25 % am Energieeinsatz im Verkehr wurde im Jahr 2014 mit den eingesetzten Biokraftstoffmengen „real“ nicht erfüllt (5,3 %). Durch Übertrag aus dem Quotenjahr 2013 und erhebliche Mengen mit doppelter Gewichtung wurde die Quotenverpflichtung jedoch „formal“ erfüllt.
- Unter der energetischen Biokraftstoffquote war Biodiesel bei den in 2014 vorherrschenden Preisen wegen des höheren Energiegehaltes wettbewerbsfähiger als Bioethanol. Deshalb wurde Biodiesel fast bis zur Einsatzgrenze der FQD verwendet. Bioethanol wurde in E 5 bis an die Grenze (5%) eingesetzt und in E 10 konnte nicht mehr als 20 % des Bioethanols abgesetzt werden. Bei höherer Akzeptanz von E 10 hätte doppelt so viel Bioethanol in Benzin abgesetzt werden können.
- Wegen der hohen Pönale (19 € je GJ) hat die Mineralölwirtschaft die Quotenverpflichtung im Jahr 2014 leicht übererfüllt. Die Berechnungen der Quotenstelle Cottbus weisen auch für 2014 einen Übertrag nach 2015 zugunsten der THG-Minderungspflicht 2015 aus. Infolgedessen decken die Übertragungen aus 2014 ca. 10 % bzw. 0,35 Prozentpunkte der zu erbringenden THG-Minderungspflicht. Die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsnachweise aus Nabisy zeigen die erwartete aber dennoch überraschend starke Verbesserung der THG-Einsparung der Biokraftstoffe 2015 gegenüber 2014. Es waren 5 %-Punkte bei Bioethanol und 10 %-Punkte bei FAME. Daraus ergibt sich eine Erhöhung der THG-Minderung -bezogen auf das Jahr 2014- von ca. 0,8 %-Punkte. Die Umstellung von der Biokraftstoffquote auf die THG-Minderungspflicht hat allein dadurch einen großen klimapolitischen Fortschritt erbracht.

- Die für 2015 vorgegebene THG-Minderungspflicht von 3,5 % war so niedrig angesetzt, dass sie bei unverändertem Biokraftstoffanteil allein durch eine Steigerung der THG-Effizienz bei der Herstellung der Biokraftstoffe hätte erreicht werden können.
- Durch die Effizienzsteigerung bei den Biokraftstoffen konnte die Mineralölwirtschaft den Einsatz von Biokraftstoffen unter dem Anreiz niedriger Preise für fossile Kraftstoffe deutlich einschränken.
- Der Inlandsverbrauch an Biokraftstoffen ist im Jahr 2015 gegenüber 2014 nach bisher vorliegenden vorläufigen Ergebnissen (Dezember 2015) bei Biodiesel um 7,3 % und bei Bioethanol um 4,5% zurückgegangen. Dennoch sind offenbar keine gravierenden Preisverschiebungen weder bei den Rohstoffen noch bei den Biokraftstoffen eingetreten, weil ein Ausgleich auch durch Außenhandel erfolgt.

Die Biokraftstoffwirtschaft sieht sich daher bestätigt, dass die THG-Minderungsvorgaben zu niedrig angesetzt wurden und damit ein höherer Beitrag zur THG-Minderung im Verkehr praktisch verhindert wurde.

5.1.3 Anpassungen bei Verzicht auf die THG-Minderungspflicht

Eine eher hypothetische Frage stellt sich nach den möglichen Auswirkungen eines völligen Verzichts auf die THG-Minderungspflicht. In Tabelle 10 sind die Ergebnisse dieses hypothetischen Szenarios für 2015 im Vergleich zu den realen Ergebnissen von 2015 bei 3,5 % THG-Minderungspflicht dargestellt.

Der Vergleich zeigt, dass die 3,36 Mio. t Biokraftstoffe wegen des hohen Preises nicht mehr eingesetzt und durch Mehreinsatz von etwa 0,33 Mio. t Benzin und 2,2 Mio. t Diesel ersetzt würden. Dadurch wären die Beschaffungskosten der Kraftstoffe um 1 Mrd. € geringer, wenn 2015 auf die THG-Minderungspflicht und infolgedessen auf den Einsatz aller Biokraftstoffe verzichtet worden wäre – also etwa um 300 € je Tonne Biokraftstoff (errechnet sich aus 1 Mrd. € dividiert durch 3,36 Mio. t Biokraftstoff). Gleichzeitig würde auf 6,47 Mio. t THG-Minderung verzichtet (6,6 - 0,13 Mio. t). Im Durchschnitt kostet die THG-Vermeidung folglich 155 €/t CO_{2äq.} (errechnet aus 1 Mrd. € dividiert durch 6,47 Mio. t CO_{2äq.}; Tabelle 10). Dieser Wert für die THG-Vermeidung liegt im Vergleich zu den Vorjahren besonders hoch und ist dadurch bedingt, dass der Preisunterschied zwischen fossilen und Biokraftstoffen extrem groß war.

Tabelle 10-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2015 real und im theoretischen Modell ohne THG-Minderungspflicht

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien		Einheit	4	5
			II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	II REF 2015 (ohne THG-Mind.pflicht 3,5%) (THG aktuell)
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe				
Fossile	reiner Ottokraftstoff	Tonnen	1.051.000	18.622.889
	Superbenzin (E5)		15.155.850	0
	Superbenzin (E10)		2.900.000	0
	fossiler Ottokraftstoff für E85		1.150	
	reiner foss. Diesellokraftstoff		0	37.069.497
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		34.853.435	0
	LPG		600.000	600.000
	Erdgas CNG foss.		75.000	75.000
Bio	Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide	Tonnen	848.731	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		76.286	0
	Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		0	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		242.714	0
	Bioethanol Import aus Zuckerrohr		0	0
	Bioethanol Import aus Getreide		0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps		408.858	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja		20.622	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl		81.987	0
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO		483.285	0
	Biodiesel FAME (Winter), Raps		900.999	0
	HVO aus Palmöl		299.198	0
	Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970
	Biomethan		31.346	31.346
	E85 Reinkraftstoff		6.668	6.668
	Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727
	Pflanzenöl LKW		1.727	1.727
Elektro	E-PKW 2014	Stück	19.000	19.000
	E-PKW ab 2015		0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 10-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2015 real und im theoretischen Modell ohne THG-Minderungspflicht, THG-Effekte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	5
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	II REF 2015 (ohne THG-Mind.pflicht 3,5%) (THG aktuell)
Klimaschutzeffekte			
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	196.663.294	204.029.716
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	195.110.794	202.477.216
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	193.430.229	203.949.625
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	6.591.973	132.634
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	3,3	0,1
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	4.020.961	32.498
Energieanteile			
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.430.743	2.441.568
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	98.803	2.027
dgl. relativ	%	4,1	0,1
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	118.015	3.310
dgl. relativ	%	4,9	0,1
Biodiesel von Diesel insg.	%	5,9	0,0
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	5,8	0,0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 10-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2015 real und im theoretischen Modell ohne THG-Minderungspflicht, Agrarrohstoffe und Nebenprodukte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	5
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	II REF 2015 (ohne THG-Mind.pflicht 3,5%) (THG aktuell)
Eingesetzte Agrarrohstoffe			
Raps		3.162.475	13.775
Getreide		3.180.820	19.371
Zuckerrübe	Tonnen	3.072.759	0
Palmöl (import.)		381.185	0
Sojabohnen (import.)		103.110	0
Flächenbedarf Nebenprodukte			
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	1.124.185	11.824
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	1.902.795	3.502
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	38.119	0
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	82.488	0
Glycerin	Tonnen	210.812	383
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.295.276	2.230
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.240.165	17.360
Futterflächenfreisetzung	ha	497.314	2.553

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 10-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2015 real und im theoretischen Modell ohne THG-Minderungspflicht, ökonomische Effekte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	5
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	II REF 2015 (ohne THG-Mind.pflicht 3,5%) (THG aktuell)
Kosten, Steuern Wertschöpfung			
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	0	0
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	37.888.254.720	37.608.417.162
MwSt auf Energiesteuer	€	7.198.431.919	7.145.493.361
Subventionszahlung	€	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	839.168.591	14.131.787
Saldo Steuern u. Subventionen	€	45.861.584.488	44.703.771.568
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen			
Bruttowertschöpfung direkt , indirekt	€	461.438.134	9.284.385
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	1.300.333.313	21.897.905
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	21.219	357
	€	458.644.696	7.723.680

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Die gravierendsten Wirkungen eines totalen Verzichts auf die Förderung der Biokraftstoffe wären auf den Rohstoffmärkten für Biokraftstoffe und deren Nebenprodukte zu erwarten. Totaler

Verzicht auf Förderung bedeutet auch, dass der bestehende Außenschutz für Bioethanol aufgegeben würde.

Entscheidend ist die THG-Minderungspflicht. Es würden- sowohl mit als auch ohne Außenschutz für Bioethanol- keine Biokraftstoffe mehr eingesetzt, ausgenommen kleine Mengen für bestimmte Antriebe und Nachfragepräferenzen wie Pflanzenöl, E 85 und andere. Der Absatz von Rapsöl für den Inlandsverbrauch an Biodiesel würde um etwa 1,3 Mio. t und der Bedarf an Rapssaat um 3,2 Mio. t einbrechen. Auch die Rohstoffe für Bioethanol würden im Umfang von 3,2 Mio. t Getreide und 3 Mio. t Zuckerrüben nicht mehr benötigt und schließlich müssten etwa 3,1 Mio. t Futtermittel aus der inländischen Biokraftstoffherzeugung durch Sojaimporte und inländisches Getreide ersetzt werden.

Wenn im Fall eines Verzichts auf Biokraftstoffe im Verkehr der Anbau von Raps nicht zurückgefahren würde und keine attraktiven Absatzmöglichkeiten für Rapsöl beispielsweise im Export gefunden würden, könnte die Mineralölwirtschaft nur den Energie-Äquivalenzpreis für Raps-ME bieten (Tabelle 7). Das wäre 2015 ein um 290 € niedrigerer Preis im Vergleich zur ARA-Notierung gewesen. Für Rapssaat könnte in dieser Verwendung dann nur noch ein um 120 €/t niedriger Preis erzielt werden. Allerdings stellen so starke Preissenkungen nur theoretische Maximalwerte dar, die durch den Speiseölsektor und die technischen Verwendungen sowie Reaktionen im Außenhandel abgedeckt würden.

Insgesamt folgt aus den Ergebnissen, dass ein Verzicht auf Förderung der Biokraftstoffe einem Verzicht auf Biokraftstoffe gleichkommt. Diese Aussage trifft für die hier durchgeführten Berechnungen für das Jahr 2015 ebenso zu, wie auch für alle späteren noch zu betrachtenden Zeitpunkte. Deshalb werden in den folgenden Szenarien zum Verzicht auf jegliche Biokraftstoffförderung keine weiteren Rechnungen mehr angestellt.

5.2 Wirkungen einer höheren THG-Minderungspflicht ab 2017

Im Jahr 2017 wird eine THG-Minderungspflicht von 4 % gelten. Gegenüber 2015 wird mit einer Steigerung des Inlandsverbrauchs an Dieselkraftstoff von ca. 5,2 % und einer Verminderung des Verbrauchs an Ottokraftstoff von 2,8 % gerechnet (Tabelle 4). Die THG-Einsparungen der Biokraftstoffe könnten noch einmal verbessert werden, gleichwohl gehen die weiteren Annahmen davon aus, dass sie gegenüber 2015 unverändert bleiben.

Während die für 2014 und 2015 dargestellten Ergebnisse reale Daten sind, werden die folgenden Ergebnisse durch Optimierungsrechnungen ermittelt. Dabei wird eine Eingrenzung der Mengenbewegungen der Biokraftstoffsorten vorgenommen. Sie wird in einem Variationsbereich zwischen +15 % und -15 % im Vergleich zu den Verbrauchsmengen des Jahres 2014 festgesetzt.

Es ergeben sich die Ergebnisse in den Spalten 6 und 7 der Tabelle 11. Dabei sind die Daten in Spalte 7 mit aktuellen THG-Emissionswerten als das realistisch erwartbare Ergebnis anzusehen, während die Zahlen in Spalte 6 (THG- Standardwerte) nur als historische Vergleichsgrößen betrachtet werden.

Ungewiss ist, ob im Jahr 2017 das Preisniveau und die Preisrelation der Biokraftstoffe noch denen des Jahres 2015 entsprechen. Die Preisentwicklung kann aber auch wieder in Richtung derjenigen des Jahres 2014 verlaufen. In dieser Studie wird für 2017 bis 2020 ein mittleres

Preisniveau angenommen, d.h. der mittlere Wert der Kraftstoffpreise der Jahre 2014 und 2015 (Tabelle 5).

5.2.1 Erhöhung der THG-Minderungspflicht auf 4 %

In Tabelle 11 sind zunächst in den Spalten 6 und 7 die Ergebnisse bei einer THG-Minderungspflicht von 4 % für den Inlandsabsatz der Kraftstoffe, die Klimaschutzeffekte, die Rohprodukte und Nebenprodukte und die finanziellen Auswirkungen dargestellt. Im Vergleich dazu stehen in den Spalten 8 und 9 die entsprechenden Ergebnisse bei Anwendung von iLUC-Faktoren ohne und mit einer Bestandsgarantie für iLUC-freie Mengen des Jahres 2014.

Mit Übertragungen wegen „Übererfüllung“ in Vorjahren wird nicht gerechnet, weil sie für die Quotenabrechnung 2015 wegen zu geringer Erfüllung der THG-Minderungspflicht in Anspruch genommen wurden.

Die Ergebnisse der Optimierung für das Jahr 2017 zeigen sowohl bei Standard- als auch bei verbesserten THG-Faktoren (Tabelle 11, Spalte 6 und 7), dass bei den dann unterstellten (mittleren) Preisen die maximal mögliche Bioethanolmenge (1,114 Mio. t) in Super E 5- und die als maximal möglich angenommene E 10-Menge (3,52 Mio. t) sowie die maximale Biodieselmenge (2,73 Mio. t) beigemischt wird. Zusammen sind das etwa 3,85 Mio. t Biokraftstoff. Der Biodieselanteil erhöht sich gegenüber 2015 noch weiter auf 7,1 Masse-%. Der Bioethanoleinsatz geht gegenüber 2015 absolut zurück, weil weniger Ottokraftstoff abgesetzt wird, er geht auch relativ zurück, weil weniger Super E 5 und mehr E 10 verbraucht wird.

Von den dieseleretzenden Kraftstoffen besitzen bei der höheren THG-Minderungspflicht und gegebenen Preisen HVO und UCO-ME die höchste Wettbewerbsfähigkeit, weil HVO einen höheren Energiegehalt und UCO-ME eine höhere THG-Einsparung als andere Biodiesel besitzen. Aber auch Palm-ME und Raps-ME sind im Kraftstoffmix unverzichtbar, weil insbesondere HVO nur begrenzt verfügbar sind.

Bei Ottokraftstoff beschränken der hier unterstellte begrenzte Absatz von E 10 und die FQD-Beimischungsgrenzen den Einsatz von Bioethanol. Um eine höhere THG-Einsparung mit Bioethanol zu erreichen, wird auf heimisches Getreide-Bioethanol verzichtet und stattdessen auf Bioethanol aus bisher meist teurerem Zuckerrohr mit höherer THG-Einsparung zurückgegriffen. In den Rechnungen wurde ein um 40 €/t höherer Preis bei importiertem Zuckerrohrethanol unterstellt; das derzeit wegen des höheren Preises kaum am Markt ist. Bei der höheren THG-Minderungspflicht 2017 wird Bioethanol aus Zuckerrohr aber auch bei einem um 40 €/t höheren Preis attraktiver. Es bleibt unter Fortbestehen des Zolltarifs und höheren Transaktionskosten bis zum Verbraucher als Bioethanol aus deutscher Herstellung nur bei hohen THG-Minderungspflichten attraktiv. Es ist schwer abschätzbar, welche Mengen Ethanol aus Zuckerrohr überhaupt kostengünstig am deutschen Markt bereitgestellt werden könnten.

Eine weitgehende Verdrängung von Bioethanol aus Getreide und Zuckerrüben durch Zuckerrohr erscheint insofern eher theoretischer Natur, weil sie mit erheblichen Preisänderungen vor allem bei Bioethanolimporten einhergehen würde, die die Verwendung inländisch hergestellten Bioethanols wiederum begünstigen würde.

Die Effekte der höheren THG-Minderungspflicht auf Klimaschutz, Rohstoffbedarf und Nebenprodukte sowie finanzielle Parameter verschieben sich abgesehen von der höheren THG-Einsparung nur marginal. Allerdings erweisen sich die Begrenzungen für die Biokraftstoffbeimischungen schon bei 4 % THG-Minderungspflicht als so restriktiv, dass etwa 613.202 t CO₂äq.

nicht mehr physisch, sondern nur durch die Pönale erbracht werden können. Allerdings sind das nur etwa 6 % der THG-Zielvorgabe von 2017, die durch konsequentere Auswahl der Biokraftstoffe nach ihrer THG-Einsparung im Jahr 2017 problemlos erbracht werden könnten.

An dieser Stelle sei auch für alle folgenden Ergebnisse darauf hingewiesen, dass die Pönale ein theoretisches Ventil darstellt, die genutzt wird, wenn andere Optionen ausgeschöpft sind. So wird die Mineralölwirtschaft beispielsweise mit höheren Absatzmengen von E 10, mit B100, Pflanzenölkraftstoff, E 85, Biomethan und höheren HVO-Anteilen in Dieselkraftstoff weitere Erfüllungsoptionen nutzen und die Pönale nur als Ultima Ratio, also letzte mögliche Lösung heranziehen, um die hohen Kosten zu umgehen.

Tabelle 11-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch im Jahr 2017

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien		Einheit	6	7	8	9
			III 2017 THG-Quote 4% (standard)	III 2017 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc all (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc limit (THG aktuell)
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe						
Fossile	reiner Ottokraftstoff		0	0	0	0
	Superbenzin (E5)		15.346.648	15.346.648	15.351.957	15.346.648
	Superbenzin (E10)		3.521.073	3.521.073	3.521.073	3.521.073
	fossiler Ottokraftstoff für E85	Tonnen	1.150	1.150	0	1.150
	reiner foss. Dieselkraftstoff		0	0	28.454.090	6.694.224
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		36.311.032	36.311.032	9.715.540	29.982.459
	LPG		600.000	600.000	600.000	600.000
	Erdgas CNG foss.		75.000	75.000	75.000	75.000
Bio	Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide		162.117	465.510	765.775	465.510
	Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		348.935	149.296	142.628	142.628
	Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		303.393	0	0	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		0	199.639	206.307	206.307
	Bioethanol Import aus Zuckerrohr		300.000	300.000	0	300.000
	Bioethanol Import aus Getreide		0	0	0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps		698.975	698.975	0	525.004
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja		18.879	18.878	0	18.878
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl	Tonnen	110.378	110.378	0	75.057
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO		650.640	650.640	650.640	614.117
	Biodiesel FAME (Winter), Raps		852.141	852.141	0	674.137
	HVO aus Palmöl		402.806	402.806	0	402.806
	Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970	1.970	1.970
	Biomethan		31.346	31.346	31.346	31.346
	E85 Reinkraftstoff		6.668	6.668	0	6.668
	Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727	1.727	1.727
	Pflanzenöl LKW		1.727	1.727	1.727	1.727
Elektro	E-PKW 2014		19.000	19.000	19.000	19.000
	E-PKW ab 2015	Stück	0	0	0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 11-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2017, THG-Effekte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	6	7	8	9
		III 2017 THG-Quote 4% (standard)	III 2017 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc all (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc limit (THG aktuell)
Klimaschutzeffekte					
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	203.265.436	201.670.069	205.943.137	202.506.892
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	201.712.936	200.117.569	204.390.637	200.954.392
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	198.015.297	198.015.297	204.742.469	199.335.949
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	8.524.322	8.396.717	8.648.547	8.432.136
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	4,1	4,0	4,1	4,0
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	4.811.802	4.809.210	393.343	4.018.935
Energieanteile					
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.504.735	2.504.735	2.504.735	2.504.735
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	257	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	111.871	111.871	31.595	97.467
dgl. relativ	%	4,5	4,5	1,3	3,9
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	137.293	137.293	57.016	98.749
dgl. relativ	%	5,5	5,5	2,3	3,9
Biodiesel von Diesel insg.	%	7,0	7,0	1,7	5,9
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	5,6	5,6	5,6	5,6

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 11-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2017, Agrarrohstoffe und Nebenprodukte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	6	7	8	9
		III 2017 THG-Quote 4% (standard)	III 2017 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc all (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc limit (THG aktuell)
Eingesetzte Agrarrohstoffe					
Raps		3.742.425	3.742.425	13.775	2.888.029
Getreide		1.769.423	2.101.235	3.104.667	2.101.235
Zuckerrübe	Tonnen	3.840.949	2.611.845	2.611.845	2.611.845
Palmöl (import.)		513.184	513.184	0	477.863
Sojabohnen (import.)		94.393	94.392	0	94.392
Flächenbedarf Nebenprodukte					
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	627.583	744.331	1.097.390	739.323
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	2.252.620	2.252.620	3.502	1.742.258
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	51.318	51.318	0	47.786
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	75.514	75.514	0	75.514
Glycerin	Tonnen	259.126	259.126	72.604	143.532
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.129.493	2.255.704	843.073	1.868.532
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.218.840	1.244.136	437.406	1.032.013
Futterflächenfreisetzung	ha	461.793	482.871	198.546	403.114

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 11-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2017, ökonomische Effekte

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	6	7	8	9
		III 2017 THG-Quote 4% (standard)	III 2017 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc all (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4%, iluc limit (THG aktuell)
Kosten, Steuern Wertschöpfung					
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	2.335.570	613.202	5.528.695	1.508.620
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	38.795.999.090	38.795.999.090	38.733.404.397	38.776.580.716
MwSt auf Energiesteuer	€	7.371.133.927	7.371.122.525	7.359.240.936	7.367.444.436
Subventionszahlung	€	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	802.196.611	802.196.611	383.442.748	684.989.202
Saldo Steuern u. Subventionen	€	47.068.548.802	46.947.971.597	46.798.826.010	46.870.347.012
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen	€	433.212.618	544.999.718	218.389.597	484.313.743
Bruttowertschöpfung direkt, indirekt	€	1.243.043.397	1.243.043.397	594.163.538	1.061.424.710
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	20.284	20.284	9.695	17.320
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	438.437.787	438.437.787	209.569.310	374.378.483

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Zieht man an dieser Stelle ein Fazit aus den Ergebnissen für 2017 ist Folgendes festzustellen:

- Die THG-Minderungsverpflichtung bis 4 % wäre ohne große Umstrukturierung des Biokraftstoffeinsatzes des Jahres 2014 zu erreichen Allerdings müssen weitere technisch auch mögliche Effizienzsteigerungen zur Verbesserung der THG-Emissionen der Biokraftstoffe umgesetzt und weiter forciert werden.
- Da der Inlandsverbrauch an Ottokraftstoff rückläufig ist, kann nur weniger Bioethanol abgesetzt werden. Selbst ein höherer E 10-Absatz gleicht den Minderverbrauch nicht aus, weil bei einem Ersatz von einer Tonne Super E 5 durch E 10 immer auch 5 % Bioethanol entfallen und der Zusatzverbrauch nur 5 % Beimischung ist. Die mit der Substitution von E 10 gegen E 5 verbundene Steigerung des Bioethanolabsatzes gleicht den Absatzrückgang durch abnehmenden Ottokraftstoffverbrauch also nicht aus.
- Die Mineralölwirtschaft muss erkennen, dass mit einer kräftigen Substitution von E 5 durch E 10 der Bioethanoleinsatz deutlich erhöht werden könnte; bei vollem Austausch von E 5 gegen E 10 allerdings auch nur von 1,114 Mio. auf maximal 1,8 Mio. t Bioethanol in 2017.
- Unter der bis 2014 geltenden Energiequote für Biokraftstoffe und den Beimischungshöchstmengen für Biokraftstoffe in Otto- und Dieselmotoren ist ein vielseitiger Biokraftstoffmix entstanden, der auch weiter nachgefragt wird.
- Die Ergebnisse zeigen auch, dass 2017 gegenüber 2015 etwa 540.000 t mehr Biodiesel und HVO nachgefragt werden könnte, um bei gestiegenem Diesel-Inlandsverbrauch die höhere THG-Minderungspflicht zu erfüllen. Der Absatz von Raps-ME könnte um 250.000 t zunehmen, während eine Mehrnachfrage auch bei HVO und UCO-ME zu erwarten wäre, wenn die Verfügbarkeit gegeben ist.
- Trotz deutlicher Verschiebungen der Preisrelationen von 2014 nach 2015, sowohl bei fossilen als auch bei Biokraftstoffen, reagiert die Nachfrage nach den Kraftstoffsorten offenbar wenig elastisch. Bei Raps-ME und Rapssaat hängt das auch damit zusammen, dass Biodiesel im Winter zu sehr hohem Anteil aus Raps-ME bestehen muss und nur durch das teure HVO ersetzt werden könnte, was aus Verfügbarkeitsgrenzen derzeit

auch nur teilweise möglich ist. Immerhin werden 2015 etwa 1,2 Mio. t Biodiesel für Winterdiesel eingesetzt, wovon 0,9 Mio. t von Raps-ME und 0,3 Mio. t von HVO bereitgestellt wird. Um 0,9 Mio. t Raps-ME als Winterdieselbeimischung zu ersetzen, müssten weitere 235.000 t HVO bereitgestellt werden.

- Bei den herrschenden Preisen in 2014 und unter der Energiequote besaß Biodiesel eine höhere Wettbewerbsfähigkeit als Bioethanol. Bei den Preisen des Jahres 2015 (Januar bis Juli) und nach Umstellung auf die THG-Minderungspflicht hat Bioethanol zumindest an Wettbewerbsfähigkeit gewonnen.
- Trotz der verbesserten THG-Effizienz wirken sich die Umstellung auf die THG-Minderungspflicht und die Erhöhung auf 4 % in 2017 eher rückläufig auf die Bioethanolnachfrage aus. Eine Absatzsteigerung ist deshalb nicht zu erwarten, weil die Beimischungsgrenze bei E 5 und die Absatzkapazität bei E 10 erreicht ist bzw. erreicht zu sein scheint und die Gesamtnachfrage nach Benzin zurückgeht. Stellt sich bis 2017 ein mittleres Preisniveau ein, behält Biodiesel dennoch seine eindeutige Vorzüglichkeit gegenüber Bioethanol, im Übrigen auch, wenn es bei den gegenwärtig niedrigen Preisen für fossile Kraftstoffe und Bioethanol bliebe.
- Solange E 10 am Ottokraftstoffsegment keine größeren Marktanteile gewinnt, die wegen des Verbraucherverhaltens und der Preispolitik der Kraftstoffanbieter kurzfristig kaum erreichbar erscheinen und aus der Sicht der Mineral- und Automobilindustrie möglicherweise auch nicht wünschenswert sind, bleiben dem Biodiesel die Marktanteile erhalten. Sie sind bei höheren THG-Minderungsverpflichtungen allerdings nur noch weiter steigerungsfähig, wenn neue Dieselsorten angeboten und nachgefragt werden.
- Begrenzender Faktor ist die Norm für die Dieselmotorkraftstoffe, die nur eine Beimischung von max. 7 Vol.% Biodiesel ermöglicht. Die inzwischen veröffentlichte europäische Norm für die Verwendung B20 bzw. B30 in geschlossenen Flotten des Schwerlastverkehrs wäre eine mengenwirksame Option nachhaltige und THG-effiziente Biokraftstoffe gerade in diesem von einem weiteren Anstieg des Kraftstoffverbrauchs geprägten Sektor einzusetzen.

Insgesamt folgt daraus, dass die 2015 neu eingeführte THG-Minderungspflicht in Verbindung mit verbesserten THG-Emissionsfaktoren und einer moderat d.h. eher niedrig angesetzten THG-Minderungspflicht den Biodieseleinsatz begünstigt. Dieser lässt sich aber ohne Anpassung der Kraftstoffnorm für Diesel (B7) und damit der FQD nur über einen höheren HVO-Anteil vergrößern. Zu einer Verringerung des Biodieseleinsatzes wird es aber auch nicht kommen, selbst wenn mehr E 10 abgesetzt würde, weil Biodiesel die THG-Minderungspflicht kostengünstiger erfüllt als Bioethanol. Entscheidende Bedeutung kommt der THG-Effizienzsteigerung der Biokraftstoffe zu. Ohne die hätte schon die Einführung der THG-Minderungspflicht von 3,5 % im Jahr 2015 Pönale in Höhe von 1,53 Mio. t CO_{2aq} bzw. 720 Mio. € nach sich gezogen (Tabelle 9, Spalten 3 und 4). Eine so hohe drohende Abgabe hätte die Mineralölwirtschaft natürlich veranlasst, andere Optionen wie höhere Absatzmengen von E 10, B100, Pflanzenölkraftstoff, E 85, Biomechan und HVO in Dieselmotorkraftstoff zu nutzen.

5.2.2 Wirkungen von iLUC-Faktoren

Die Einführung von iLUC-Faktoren ist im EU-Trilog abgelehnt worden, stattdessen wurde eine Berichtspflicht eingeführt. Da nicht völlig auszuschließen ist, dass iLUC im Verfolg der nach der

„iLUC-Richtlinie“ fortzuführenden wissenschaftlichen Diskussion (GLOBIOM-Projekt der EU-Kommission schon 2017 wieder ernsthaft diskutiert wird, wurden die dadurch zu erwartenden Wirkungen schon 2017 in Verbindung mit der THG-Minderungspflicht 4 % analysiert. Die Ergebnisse in Tabelle 11, Spalte 8 sind für den Fall berechnet, dass alle Biokraftstoffe aus Energiepflanzenanbau mit iLUC-Faktoren belastet werden (iLUC all). In Spalte 9 (iLUC limit) bleiben die Biokraftstoffe mit den Absatzmengen von 2014 iLUC-frei. Das führt zu folgenden Ergebnissen:

- Die Pflanzenöl-ME und HVO können wegen der geringen THG-Minderung überhaupt nicht mehr eingesetzt werden, außer UCO-ME. Die Verfügbarkeit ist jedoch begrenzt und für die Rechnungen im Jahr 2017 auf maximal 0,65 Mio. t festgesetzt. Das sind schon 170.000 t mehr als der Verbrauch des Jahres 2015. Es ist möglich aber schwer abschätzbar, ob mehr UCO-ME aus Ländern mit energetischer Quote importiert wird. Die iLUC-Regelung würde demzufolge einen Hersteller in Europa begünstigen, wenn er beispielsweise weitere Anlagen in Italien und Frankreich betreibt und Mengenverschiebungen zwischen Ländern mit unterschiedlichen gesetzlichen Regelungen vornimmt.
- Für Winterdiesel gäbe es keine Beimischungsmöglichkeit von Biodiesel mehr und auch HVO aus Pflanzenöl wäre nicht zulässig, es sei denn HVO würde aus Abfallöl hergestellt.
- Von Superbenzin sollte so viel wie möglich als E 10 abgesetzt werden. Hier wird angenommen, dass der Markt maximal 3,52 Mio. t (2017) aufnimmt. Der Beimischungsanteil von Bioethanol zu Ottokraftstoff bliebe weitgehend unverändert (5,6 %), weil auch in E 5 nicht mehr Bioethanol beizumischen ist. Allerdings ist einschränkend zu bemerken, dass logischerweise der iLUC-Faktor für Bioethanol neu berechnet werden müsste, wenn Biodiesel und/oder HVO aus Anbaubiomasse praktisch entfallen, um die hierdurch entstehenden Marktverschiebungseffekte zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere dann, wenn E20 in der EU zugelassen würde.
- Die THG-Minderungspflicht 4 % wäre bei iLUC-Faktoren auf allen Biokraftstoffen nicht erfüllbar, trotz Nutzung aller Biokraftstoffpotenziale, die noch mehr als 50 % THG-Minderung erbringen. Beträchtliche THG-Fehlmengen müssten durch andere, teurere Optionen und wahrscheinlich auch durch die Pönale gedeckt werden; immerhin 5,53 Mio. t CO_{2äq.} von etwa 8,65 Mio. t CO_{2äq.} THG-Minderungsverpflichtung insgesamt. Es wäre gar nicht möglich, solche Fehlmengen durch noch verbleibende Optionen bei Ottokraftstoffen durch Mehrabsatz von E 10 und E 85 und Bereitstellung von UCO-ME zu decken. Die Pönale wäre die letzte mögliche Lösung.
- Es würde wohl kaum zu rechtfertigen sein, dafür ca. 2,6 Mrd. € Strafgeld zu erheben, die keinen Effekt auf die THG-Minderung in Deutschland hätte. Gleichwohl würden die globalen THG-Emissionen mutmaßlich eingesparter iLUC-Effekte gegenüber der Referenz (Spalte 7, THG aktuell) um ca. 4,4 Mio. t CO_{2äq.} zurückgehen (4.809.210 minus 393.343 t).
- Die Wirkung der iLUC-Faktoren wäre kontraproduktiv, weil die erwünschte THG-Minderung zu hohem Anteil (ca. 64 %) real gar nicht erreicht, sondern nur durch die Pönale geleistet würde und zum anderen, weil die meisten der ausgeschlossenen Biokraftstoffe trotz iLUC-Belastung noch einen – wenn auch geringen- Beitrag zum THG-Ziel erbracht hätten. Schließlich wären die iLUC-Emissionen auch bei Anwendung der iLUC-Faktoren nicht null, sondern durch die noch eingesetzten Biokraftstoffe 393.343 t. Deshalb verwundert es nicht, dass bei einer Bilanzierung der nationalen und globalen THG-Emissionen bei Anwendung von iLUC-Faktoren weniger THG-Einsparungen erzielt werden als bei Verzicht darauf. Die

„reale“ THG-Einsparung bei iLUC all ergibt sich aus der THG-Einsparung der Biokraftstoffe (8.648.547 t CO_{2äq.}) minus Pönale (5.528.695 t) minus weiter entstehende globale iLUC-Emissionen der noch eingesetzten Biokraftstoffe (393.343 t) in Höhe von 2.726.509 t CO_{2äq.} Die Referenz ohne iLUC-Faktoren (Spalte 7) führt bei analoger Bilanzierung zu Einsparungen von 2.974.305 t CO_{2äq.}

- Der Beimischungsanteil an Biodiesel und HVO würde von 6,7 % in 2014 auf 1,7 % absinken. Gegenüber dem Absatz von Rapssaat des Jahres 2014 (3,42 Mio. t) würde Raps-ME und infolgedessen auch Rapssaat für Biodiesel nicht mehr abzusetzen sein, es sei denn nur zum Energie-Gleichgewichtspreis zu fossilem Diesel. Dann könnte Raps-ME nur noch zu einem um 290 € niedrigeren Preis abgesetzt werden und für Rapssaat könnte in dieser Verwendung nur noch ein um 120 €/t niedriger Preis erzielt werden (Kapitel 4.1). Allerdings stellen so starke Preissenkungen nur theoretische Maximalwerte dar, die durch den Speiseölsektor und die technischen Verwendungen sowie Reaktionen im Außenhandel abgedeckt werden.
- Die wirtschaftlichen und fiskalischen Wirkungen sprechen ebenfalls nicht für eine Anwendung von iLUC-Faktoren. Die Kosten der Kraftstoffbereitstellung steigen um ca. 1,76 Mrd. € (einschließlich Pönale) und die Nutzen allein aus den „realen“ THG-Einsparungen, ohne Wertschöpfung und Beschäftigung fallen um ca. 60 % zurück.

5.2.3 iLUC-Faktoren mit iLUC-freier Bestandsgarantie für historische Biokraftstoffmengen

Anstatt iLUC-Faktoren auf alle Biokraftstoffe zu erheben, wurde wiederholt vorgeschlagen, doch nur zusätzliche Mengen gegenüber einer historischen Referenz zu belasten, weil die historischen Bestandsmengen doch keine neuen Landnutzungsänderungen mehr verursachen würden.

Die Berechnungsergebnisse (Tabelle 11, Spalte 9) zeigen, dass die 4 % THG-Minderungspflicht in 2017 bei iLUC-freien Bestandsmengen theoretisch eine höhere Pönale (1,5 Mio. t) nach sich ziehen würde, die aber durch andere Optionen umgangen werden könnten. Es würde weniger Biodiesel beigemischt (5,9 %) als in den iLUC-freien Szenarien (7,0 %). Die Beimischungsmenge für Diesel bliebe etwa auf dem Niveau der historischen Referenz 2014. Es gäbe keine mengenmäßige Erweiterung des Biodieseleinsatzes, außer bei UCO-ME. Und bei Ottokraftstoff könnte nur mehr Bioethanol eingesetzt werden, wenn der Absatz von E 10 auf Kosten von E 5 weiter ausgedehnt werden könnte. In diesem Szenario würde aber noch ein großer Anreiz bestehen bleiben, die THG-Emissionen insbesondere bei Biodiesel weiter zu verbessern. Bei iLUC-Faktoren ohne historische Freimengen wäre das nicht der Fall.

Insgesamt folgt aus den Überlegungen zur Bestandsgarantie iLUC-freier Kraftstoffe, dass sie gravierende Verschiebungseffekte bei Kraftstoffen, Rohstoffen und Futtermittelanfall stark zu begrenzen vermag. Allerdings erweist sich der Vorschlag, bei Einführung von iLUC-Faktoren historische Absatzmengen von der Belastung auszunehmen, für die damit zu schützende Biodieselbranche auch nur als zweitbeste Lösung. Wenn zum Beispiel die Absatzmengen aller Biokraftstoffe des Jahres 2014 von iLUC-Belastungen ausgenommen würden, erbringen diese Kraftstoffe schon 3,6 % THG-Minderung (vergl. Spalte 2 Tabelle 9) und bei der erwarteten weiteren Verbesserung der THG-Effizienz bis 2017 etwa 4 %.

Wenn als Alternative in politischen Verhandlungen nur die Belastung aller Biokraftstoffe mit iLUC-Faktoren in Frage kommt, erscheint sie als das kleinere Übel. Wenn man allerdings eine

iLUC-freie Bestandsgarantie als ‚second best‘ Lösung einräumt, muss überzeugend begründet werden, dass diese Kompromisslösung besser ist als ein völliger Verzicht auf iLUC-Faktoren. Die in den quantitativen Berechnungen abgeleiteten marginalen Unterschiede rechtfertigen die ‚second best‘ Lösung eigentlich nicht, wenn man als Alternative dazu den vollkommenen Verzicht auf iLUC-Faktoren betrachtet, weil dabei die THG-Einsparung aus nationalen und globalen iLUC geringer wäre.

5.3 Wirkungen einer höheren THG-Minderungspflicht ab 2020

Ab dem Jahr 2020 gelten für Deutschland verschiedene Änderungen in den Rahmenbedingungen: Es sind 6 % THG-Minderung zu erbringen.

- Die im Verkehr eingesetzte Energie soll zu mindestens 10 % aus erneuerbaren Energien bestehen, wobei der erneuerbare Strom aus Elektro-Pkw 5-fach und der Anteil aus Elektroenergie im Schienenverkehr 2,5-fach angerechnet wird. Wie in Kapitel 3.4 ausgeführt, sind 2020 nach Abzug des Schienenverkehrs 191.125 TJ (226.125 TJ minus Schienenverkehr 35.000 TJ) aus erneuerbaren Energien, d.h. im Wesentlichen aus Biokraftstoffen einschließlich Elektro-Pkw bereitzustellen. Im Jahr 2014 wurden aus erneuerbaren Energien ca. 126.000 TJ bereitgestellt. Das 10 %- Ziel würde wahrscheinlich gar nicht und nur mit großen Mengen aus innovativen erneuerbaren Energien zu erfüllen sein. Die Wettbewerbsfähigkeit des energiearmen Bioethanols wäre nur dann nachteilig betroffen, wenn bei Nichterfüllung des 10 %-Ziels auch dafür Abgabe (Pönale) eingeführt würde. HVO würde dann gegenüber Biodiesel und Bioethanol deutlich wettbewerbsfähiger.
- Der Anteil der Biokraftstoffe aus Energiepflanzen am gesamten Energieeinsatz im Verkehr darf 7 % (*cap*) nicht überschreiten.
- Bis 2020 werden weitere Veränderungen eintreten. Der Energiebedarf für Verkehr wird gemäß Trendfortschreibung gegenüber dem Jahr 2015 bei Diesel um 2,6 %/Jahr zunehmen und bei Ottokraftstoff um 1,4 %/Jahr zurückgehen. Es wird angenommen, dass der Absatz von E 10 gegenüber 2014 um 30 % erhöht werden kann. Diese Steigerung wird auch für die begrenzt verfügbaren Biokraftstoffe HVO und UCO-ME angenommen.
- Die Bundesregierung erwartet 1 Mio. Elektro-Pkw, deshalb wird trotz erheblicher Bedenken angenommen, dass im Vergleich zum Bestand 2014 (rd. 19.000) bis 2020 maximal weitere 980.000 Elektro-Pkw zugelassen werden könnten, die eine entsprechende Zahl von Kleinwagen mit Verbrennungsmotoren mit gleicher km-Leistung pro Jahr ersetzt.

5.3.1 Gleichzeitige Zielerfüllung 6 % THG-Minderung und 10 % erneuerbare Energie

Nach gegenwärtigem Stand der Richtlinien, Gesetze, Verordnungen und Politikziele sollen im Jahr 2020 in Deutschland bzw. der EU sowohl eine THG-Minderung von 6 % als auch das 10 %-Ziel erneuerbare Energie unter Einhaltung der FQD und 7 %-Grenze für Biokraftstoffe aus Energiepflanzenanbau (*cap*) entsprechend der „iLUC-Richtlinie“ umgesetzt werden.

Die quantitativen Berechnungen in dieser Studie führen ganz eindeutig zu dem Ergebnis, dass die genannten Zielvorgaben für das Jahr 2020 nicht gleichzeitig erfüllbar sind. Das ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:

1. 10 % aus erneuerbaren Energien bedeutet im Jahr 2020 ca. 260.000 TJ; nach Abzug des anrechenbaren Schienenverkehrs (2,5-fach) 225.000 TJ. Im Jahr 2014 haben die

erneuerbaren Kraftstoffe nur rund 126.000 und 2015 nur 118.000 TJ (Tabelle 9) beigetragen. Das waren 5,3 bzw. 4,9 %-Punkte.

2. Selbst bei voller Ausschöpfung der 7 %-Grenze für Biokraftstoffe aus Energiepflanzenanbau (cap), würden diese - wegen des geringeren Energiegehalts von Bioethanol gegenüber fossilem Kraftstoff – ausgenommen HVO- nur etwa 6 %-Punkte zum 10 %-Ziel bereitstellen. UCO-ME würde beim Verbrauch von derzeit 0,5 Mio. t unter Berücksichtigung des (geringeren) Energiegehaltes gegenüber Diesel weitere 0,75 %-Punkte und bei einer angenommenen Steigerung auf 1 Mio. t bis 2020 etwa 1,5 %-Punkte beitragen. Für die bis zum 10 %-Ziel noch fehlende erneuerbare Energie (2,5 %-Punkte bzw. ca. 46.000 TJ) wären bei 5-facher Anrechnung ca. 670.000 Elektro-Pkw im Austausch gegen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren erforderlich. Dabei ist die 5-fache Anrechnung von Elektro-Pkw keine reale Zielerfüllung. Um sie mit Elektro-Pkw real zu erreichen, müssten 2020 ca. 3,5 Mio. Elektro-Pkw zugelassen sein, was auch in optimistischen Szenarien einschlägiger Studien nicht erwartet wird (z. B. Hacker et al 2015).

Aus den Überlegungen zu den Zielen der Biokraftstoffpolitik 2020 kann gefolgert werden, dass die „harten Kriterien“ wie 6 % THG-Minderung, 7 % cap und Normierungsvorgaben der Kraftstoffe erfüllt oder mit Pönale sanktioniert werden, während das 10 %-Ziel erneuerbare Energie zwar angestrebt aber nicht sanktioniert wird und deshalb wohl auch nicht zwingend umgesetzt wird. Die Mitgliedstaaten werden dazu berichten müssen. Eine Sanktion, wie etwa bei der THG-Minderungspflicht, ist derzeit für das 10 %-Ziel nicht bekannt. Deshalb werden in den folgenden Rechnungen keine zwingenden Vorgaben und Sanktionen für das 10 %-Ziel vorgenommen, der Grad der Zielerreichung wird aber jeweils ausgewiesen.

5.3.2 6 % THG-Minderung ohne Sanktionen für das 10 %-Ziel erneuerbare Energie

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse für 6 % THG-Minderung ohne Sanktionen für das 10 % Ziel erneuerbare Energien in den Spalten 10 bei Standard-THG-Faktoren und 11 bei verbesserten THG-Faktoren dargestellt. Relevant für die Situation in 2020 sind die Zahlen in Spalte 11, die Daten in Spalte 10 für die Emissionsfaktoren des Jahres 2014 sind nur als Vergleich interessant und werden nicht im Detail kommentiert.

Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die THG-Minderungspflicht von 6 % ist auch bei verbesserten THG-Einsparungen (Spalte 11) nicht zu erfüllen, obwohl die unter den Vorgaben möglichen Einsatzpotenziale für Biokraftstoffe voll genutzt werden. Dabei wird für E 10 der als maximal mögliche Absatz von rund 3,66 Mio. t angenommen. Bioethanol stößt so bei durchschnittlich 5,7 % (massebezogen) und Biodiesel bei 7,0 % (massebezogen) Beimischung an die Einsatzgrenzen. Von 13,5 Mio. t THG-Minderungspflicht können 5,35 Mio. t nicht erbracht werden, und es müssen theoretisch entsprechende Pönalezahlungen von ca. 2,5 Mrd. € geleistet werden. Die Mineralölwirtschaft würde versuchen so hohe Abgaben zu umgehen. Unter entsprechendem Kostendruck würden andere Optionen wie noch höhere Absatzmengen von E 10, B100, Pflanzenölkraftstoff, E 85, Biomethan und HVO in Dieselmotoren weiter ausgeschöpft. Sie werden die Fehlmengen wahrscheinlich nicht voll abdecken, und es wird an Versuchen nicht fehlen die THG-Minderungspflicht wieder zu reduzieren.

2. In der Variante mit iLUC-Faktoren auf alle Biokraftstoffe (Spalte 12), kommen keine Biodieselsorten außer UCO-ME zum Einsatz, wodurch sogar 10 Mio. t THG-Minderung nicht erbracht werden können.
3. In der Variante mit iLUC-freien Bestandsmengen (Spalte 13) werden die iLUC-freien Biokraftstoffe natürlich eingesetzt. Sie reichen aber mengenmäßig lediglich aus, um 5 % THG-Minderungspflicht zu erfüllen, es sei denn, andere Optionen gleichen die Fehlmengen aus, was in diesem Szenario durchaus möglich erscheint.
4. Die Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Energiepflanzen von 7 % (*cap*) wirkt nicht begrenzend, denn der Energieeinsatz aus Energiepflanzen liegt nur bei 4,5 %. Die engere Begrenzung für den Biokraftstoffeinsatz liegt in den Beimischungshöchstgrenzen und darin, dass UCO-ME nicht zu Energiepflanzen zählt. Der Prozentanteil errechnet sich aus dem Energieanteil aus Energiepflanzen (117.853 TJ) und dem Gesamtbedarf der Kraftfahrzeuge an Energie (2.604.245 TJ) (Tab. 12, Spalte 11).
5. Die in Tabelle 12 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass auch bei einer hohen THG-Minderungspflicht von 6 % im Jahr 2020 Elektro-Pkw zum Ersatz von Pkw mit Verbrennungsmotoren nicht genutzt werden. Sie sind wegen ihrer THG-Emission und Kosten gegenüber dem Verbrennungs-Pkw nicht attraktiv. Ob die Fahrzeughalter zu überzeugen sind, in großer Zahl Elektro-Pkw zu kaufen, hängt davon ab, ob die Jahreskosten deutlich niedriger gestaltet werden können als bei einem vergleichbaren Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Das ist vor allem wegen des höheren Anschaffungspreises derzeit nicht der Fall und wird durch die Befreiung von der Kfz-Steuer auch bei weitem nicht ausgeglichen (ADAC, 2015). Studien gehen allerdings davon aus, dass die Vollkosten der Elektro-Pkw bis 2020 deutlich sinken (Anschaffungswert und Stromkosten), sodass in einem „optimistischen Szenario“ durchaus mit bis zu 700.000 E-Pkw gerechnet werden kann. In einem mittleren Szenario wird allerdings nur mit 80.000 E-Pkw gerechnet (Hacker et al., 2015 Ökoinstitut Freiburg).

Die wichtigste Schlussfolgerung aus den Berechnungen zu den Zielen in 2020 besteht darin, dass die Optionen für höhere THG-Minderungsverpflichtungen eng sind und nur mit neuen Kraftstoffsorten bzw. veränderten Normen die angestrebten Ziele des Klimaschutzes im Transportsektor erreicht werden können.

Die Pönale (470 € je Tonne THG) ist so hoch angesetzt, dass rational agierende Marktteilnehmer sie vermeiden werden. Das ist mit mehreren Optionen möglich, beispielsweise im Marktsegment des Ottokraftstoffs:

- Änderung der Preisdifferenzierung zwischen E 5 und E 10, um mehr E 10 abzusetzen
- Einführung einer preislich attraktiven Biokraftstoffsorte, z.B. E 15 oder E 20
- E 85 würde viel Bioethanol in den Markt bringen, wäre aber wegen der Infrastrukturvoraussetzungen nicht oder nur nach fundamentalem Richtungswechsel in der Biokraftstoffpolitik denkbar, da Antriebe und Tankstelleninfrastruktur geändert werden müssten.

Im Fall einer Preissenkung bei E 10 wäre eine kompensierende Preisanhebung bei E 5 denkbar und durchsetzbar, ohne dass ein Nachfragerückgang bei Ottokraftstoff zu befürchten wäre. Denn die Benzinnachfrage ist kurz- und mittelfristig unelastisch.

Im Marktsegment des Dieselkraftstoffs wären folgende Optionen möglich:

- Erhöhung des Biodieselanteils auf über 7 % (Änderung Kraftstoffqualitätsrichtlinie)
- Eine neue Kraftstoffsorte für Schwerlastfahrzeuge, z.B. B 30
- Auch B 100 könnte viel Biodiesel im Schwerlastverkehr in den Markt bringen. Obwohl es zahlreiche Freigaben für B 100 Fahrzeuge gibt, wäre wegen der motortechnischen Voraussetzungen kurzfristig ein bedeutender Absatzzuwachs nicht denkbar.

Die genannten Optionen sind durch die Entwicklungen der letzten Jahre und die damit entstandene Pfadabhängigkeit nur gegen mehr oder weniger große Widerstände und teilweise hohe Zusatzkosten umsetzbar. Wenn jedoch mehr Klimaschutz im Verkehr angestrebt wird, sind die oben genannten Alternativen zu prüfen und zumindest teilweise zu realisieren. Dazu gehört auch die Erschließung weiterer Biomasseressourcen (Reststoffe, neue Biomassequellen, im Rahmen der ohnehin politisch unterstützten Bioökonomie- und Bioraffineriestrategie). Hier entstehen Synergieeffekte, weil über die Verpflichtungsvorgaben ein Markt entsteht, der auch für die stoffliche Nutzung im Rahmen der Dekarbonisierungsstrategie der Bundesregierung (Klimaschutzaktionsplan 2050) Synergieeffekte entstehen, die diesen Umstellungsprozess beschleunigen. Die Schaffung von zunächst geringen verpflichtenden Unterzielen für die sog. 2. Generation von Biokraftstoffen könnte in diesem Sinne die Entwicklung antreiben. Die Kommission hatte in der iLUC-Richtlinie ein für die Mitgliedsstaaten zunächst unverbindliches Ziel von 0,5 Prozent vorgesehen.

Tabelle 12-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2020 (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien		Einheit	10 IV 2020 THG-Quote 6% (standard, ohne 10% EU-Ziel)	11 IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	12 IV 2020 THG-Quote 6%, iluc all (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	13 IV 2020 THG-Quote 6%, iluc limit (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe						
Fossile	reiner Ottokraftstoff	Tonnen	0	0	0	0
	Superbenzin (E5)		14.415.815	14.415.815	14.415.815	14.415.815
	Superbenzin (E10)		3.661.916	3.661.916	3.661.916	3.661.916
	fossiler Ottokraftstoff für E85		1.150	1.150	1.150	1.150
	reiner foss. Dieselmotorkraftstoff		0	0	31.143.576	0
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		39.230.243	39.230.243	10.104.162	39.798.129
	LPG		600.000	600.000	600.000	600.000
	Erdgas CNG foss.		75.000	75.000	75.000	75.000
Bio	Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide	Tonnen	103.550	419.079	719.079	419.079
	Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		362.893	163.254	163.254	47.364
	Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		315.528	0	0	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		0	199.639	199.639	315.528
	Bioethanol Import aus Zuckerrohr		300.000	300.000	0	300.000
	Bioethanol Import aus Getreide		0	0	0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps		784.661	784.661	0	194.782
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja		18.879	18.879	0	18.878
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl		114.793	114.793	0	114.793
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO		676.666	676.666	676.666	703.279
	Biodiesel FAME (Winter), Raps		927.482	927.482	0	1.004.360
	HVO aus Palmöl		418.919	418.919	0	273.908
	Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970	1.970	1.970
	Biomethan		31.346	31.346	31.346	31.346
	E85 Reinkraftstoff		6.668	6.668	6.668	6.668
	Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727	1.727	1.727
	Pflanzenöl LKW	1.727	1.727	1.727	1.727	
Elektro	E-PKW 2014	Stück	19.000	19.000	19.000	19.000
	E-PKW ab 2015		0	0	0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 12-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2020, THG-Effekte (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	10	11	12	13
		IV 2020 THG-Quote 6% (standard, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, iluc all (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, iluc limit (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Klimaschutzeffekte					
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	211.333.609	209.631.986	214.249.929	210.905.985
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	209.781.109	208.079.486	212.697.429	209.353.485
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	205.772.077	205.772.077	213.058.826	207.823.157
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	13.713.788	13.509.629	13.282.826	11.065.153
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	6,1	6,1	5,9	5,0
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	5.178.388	5.175.472	384.990	3.779.885
Energieanteile					
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.604.245	2.604.245	2.604.245	2.604.245
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	257	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	117.853	117.853	30.899	92.390
dgl. relativ	%	4,5	4,5	1,2	3,5
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	144.240	144.240	57.286	119.764
dgl. relativ	%	5,5	5,5	2,2	4,6
Biodiesel von Diesel insg.	%	7,0	7,0	1,6	5,5
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	5,7	5,7	5,7	5,7

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 12-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2020, Agrarrohstoffe und Nebenprodukte (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	10	11	12	13
		IV 2020 THG-Quote 6% (standard, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, iluc all (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, iluc limit (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Eingesetzte Agrarrohstoffe					
Raps		4.129.512	4.129.512	13.775	2.888.029
Getreide		1.616.961	1.990.249	3.015.565	1.616.961
Zuckerrübe	Tonnen	3.994.587	2.611.845	2.611.845	3.994.587
Palmöl (import.)		533.711	533.711	0	388.701
Sojabohnen (import.)		94.393	94.393	0	94.392
Flächenbedarf Nebenprodukte					
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	573.938	705.280	1.066.039	568.930
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	2.486.111	2.486.111	3.502	1.742.258
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	53.371	53.371	0	38.870
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	75.514	75.514	0	75.514
Glycerin	Tonnen	280.379	280.379	75.493	226.006
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.258.373	2.400.361	817.003	1.694.071
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.298.576	1.327.034	426.268	990.283
Futterflächenfreisetzung	ha	488.242	511.955	192.886	373.125

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 12-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch 2020, ökonomische Effekte (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	10	11	12	13
		IV 2020 THG-Quote 6% (standard, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, iluc all (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, iluc limit (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Kosten, Steuern Wertschöpfung					
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	7.254.272	5.349.094	10.124.670	4.191.388
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	39.865.714.736	39.865.714.736	39.798.002.087	39.849.907.760
MwSt auf Energiesteuer	€	7.574.379.900	7.574.368.498	7.561.503.095	7.571.376.575
Subventionszahlung	€	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	844.491.831	844.491.831	374.247.950	674.175.469
Saldo Steuern u. Subventionen	€	48.728.114.755	48.594.740.899	48.378.209.314	48.324.586.204
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen	€	452.166.127	571.391.146	221.224.575	481.163.597
Bruttowertschöpfung direkt , indirekt	€	1.309.377.345	1.309.377.345	580.711.151	1.044.668.294
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	21.366	21.366	9.476	17.047
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	461.834.645	461.834.645	204.824.476	368.468.274

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

5.4 Steigerungspotenziale erneuerbarer Energien im Verkehr

Wenn im Verkehrssektor deutlich mehr erneuerbare Energien eingesetzt werden sollen, sind die Absatzrestriktionen des Ottokraftstoffs E10 zu beseitigen und neue motortechnisch unbedenkliche Biokraftstoffe attraktiv anzubieten. Dann würden noch auf absehbare Zeit mehr Rohstoffe aus dem Energiepflanzenanbau benötigt. Deutschland führt Bioethanol als Kraftstoff und für Biodiesel die Rohstoffe als Rapssaat und als Pflanzenöl zu erheblichem Anteil ein. Allerdings ist Deutschland auch der größte Exporteur von Biodiesel in der EU. Bei Bioethanol liegt die Einfuhrücke vor allem daran, dass die wechselhaften politischen Rahmenbedingungen zahlreiche Investoren abgeschreckt und zur Schließung von Anlagen geführt haben. Auch die Unsicherheit des Fortbestehens des Außenschutzes für Bioethanol kann dabei eine Rolle spielen. Bei Biodiesel gibt es einen Außenschutz nicht, und besonders die deutsche Ölmühlen- und Biodieselinindustrie besitzt eine traditionell starke internationale Stellung im Bereich des Rohstoffbezugs und der Verarbeitung sowie der industriellen Verwendung und im Nahrungsmittelsegment. In beiden Industriezweigen gibt es erhebliche nicht genutzte Verarbeitungskapazitäten.

Ob mehr Biokraftstoffe aus Energiepflanzen in Deutschland abgesetzt werden sollen, ist zurzeit und in mittelfristiger Zukunft nicht eine Frage der Verfügbarkeit der Energiepflanzen und Pflanzenöle, die die Märkte nach erfolgter Globalisierung problemlos bereitstellen würden. Es ist auch nicht eine Frage der Kosten und Verbraucherbelastung, weil sie alternativlos und durchaus zumutbar ist, sondern es ist eine Frage der politischen Zielsetzung.

Ungeachtet der politischen Entscheidung geht es in dieser Studie darum, für den Fall einer politisch gewollten Steigerung der erneuerbaren Energie im Verkehr die Wirkungen transparent zu machen. Deshalb werden im Folgenden exemplarisch zwei neue Kraftstoffsorten eingeführt und untersucht, welche Restriktionen gelockert werden müssten, und welche Mengeneffekte auf THG-Minderung, Rohstoffbedarf und Nebenproduktafall eintreten würden.

Für Ottokraftstoff wird E 20 betrachtet, der entweder als Ersatz für E 10 oder – als theoretische Alternative- parallel angeboten werden könnte.

Für Diesel wird B 30 betrachtet, der für den Schwerlastverkehr motortechnisch und logistisch weniger Probleme bereitet. Rund 20 Mio. t Diesel für Schwerlastfahrzeuge könnten maximal oder teilweise als B 30 abgesetzt werden.

Da die Ergebnisse für 2020 schon gezeigt haben, dass eine weitere Steigerung der Biokraftstoffanteile an die *cap*-Grenze (7 %) stoßen könnte, wird diese Beschränkung in den folgenden Rechnungen aufgehoben. Gleichzeitig wird die THG-Minderungspflicht erhöht, und es wird angenommen, dass der Absatz der neuen Kraftstoffsarten durch geeignete Maßnahmen (Preisgestaltung, Werbung u.a.) sukzessive erhöht werden könnte.

5.4.1 Neue Kraftstoffe E 20 und B 30 bei 6 % THG-Minderungspflicht

Die Effekte der neuen Biokraftstoffsarten E 20 und B 30 sind erheblich und zielführend. Sie sind in Tabelle 13, Spalte 14 dargestellt und im Vergleich mit dem entsprechenden Szenario in Tabelle 12, Spalte 11 zu beurteilen.

Neue Biokraftstoffsarten ermöglichen es, mehr Biokraftstoff den fossilen Kraftstoffen beizumischen. So kann mehr vom kostengünstigsten fossilen Kraftstoff abgesetzt werden. Die hohe Pönale der Szenarien ohne die neuen Biokraftstoffe wird vermieden.

Der Kraftstoff E 20 ist dem B 30 wiederum wirtschaftlich unterlegen. Er wird deshalb nur im Mindestumfang von gut 1 Mio. t Bioethanol eingesetzt. Das Modellergebnis weist zwar 3,66 Mio. t E10, 4,23 Mio. t E 20 und 10,22 Mio. t reinen Ottokraftstoff als optimale Kombination aus, diese unterscheidet sich aber nur unwesentlich von allen bisherigen Optimierungsergebnissen ohne den neuen Kraftstoff E 20. Das heißt: die optimale Menge Bioethanol könnte auch wie bisher in E 5 und 3,66 Mio. t E10 eingesetzt werden.

Der Lkw-Kraftstoff B 30 ist dem Pkw-Kraftstoff B 7 wirtschaftlich überlegen. Er wird immer bis an die Grenze des Absatzpotenzials eingesetzt, d.h. 3 Mio. t zusammen mit 10 Mio. t fossilem Diesel, also die Hälfte des abzusetzenden Lkw- Diesel. Darüber hinaus werden 12 Mio. t Biodiesel B 7 für Pkw eingesetzt. Das heißt, B 30 wird nur an Lkw- Halter mit eigener Kraftstofflagerung verkauft und an den üblichen Tankstellen gibt es B 7. Die durchschnittliche Biodieselbeimischung stieg auf 11,8 %. Die Biokraftstoffe aus Energiepflanzen erreichten 6,9 %, der Anteil erneuerbarer Energie 8,7 %. Pönale würde nicht anfallen.

Insgesamt könnten 1,2 Mio. t Bioethanol und 5 Mio. t Biodiesel und HVO beigemischt und damit die 6 % THG-Minderungspflicht ohne Pönale erfüllt werden. Voraussetzung wäre dazu, dass die Hälfte des Dieselmotorkraftstoffs im Güterverkehr als B 30 Abnehmer findet.

Im Vergleich zum Szenario im Jahr 2020 bei 6 % THG-Minderungspflicht ohne E 20 und B 30 zeigt, dass die Kosten der Kraftstoffe sich um 1,94 Mrd. € vermindern würden. Die Kraftstoffe werden durch den höheren Biokraftstoffanteil zwar teurer, aber die Kostensteigerung wird durch die eingesparte Pönale überkompensiert.

5.4.2 Neue Kraftstoffe E 20 und B 30 bei 8 bis 12 % THG-Minderungspflicht

Auch eine THG-Minderungspflicht in Höhe von 8 % (Tabelle 13, Spalte 15) wäre mit neuen Kraftstoffsarten keine Utopie. Gegenüber dem Szenario THG 6 % wäre an Stelle von reinem Benzin nur E 10 (ca. 2,4 Mio. t) und E 20 (ca. 16,6 Mio. t) anzubieten. Dadurch könnten etwa 3,45 Mio. t Bioethanol dem Benzin beigemischt werden. Im Durchschnitt sind das 15,4 % Beimischung im Ottokraftstoff.

Tabelle 13-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch im Jahr 2020 mit E 20 und B 30 (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

		Einheit	14 IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	15 IV 2020 THG-Quote 8% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	16 IV 2020, THG-Quote 10% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	17 IV 2020, THG (o.10%)- Quote 12% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe						
Fossile	reiner Ottokraftstoff		10.225.706	0	0	0
	Superbenzin (E5)		0	0	0	11.006.784
	Superbenzin (E10)		3.661.916	2.394.329	2.394.329	3.661.916
	Superbenzin (E20)		4.234.707	16.612.188	16.612.188	3.616.667
	fossiler Ottokraftstoff für E85	Tonnen	0	1.150	1.150	1.150
	reiner foss. Diesellochstoff		0	0	0	0
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		29.702.188	29.702.188	29.702.188	19.918.425
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B30		7.692.308	7.692.308	7.692.308	15.384.615
	LPG		600.000	600.000	600.000	600.000
	Erdgas CNG foss.		75.000	75.000	75.000	75.000
Bio	Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide		0	0	0	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		362.893	237.276	237.276	362.893
	Bioethanol f. Beimischung E20, Getreide		613.314	3.015.623	3.015.623	700.000
	Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		0	0	0	249.032
	Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		0	0	0	0
	Bioethanol f. Beimischung E20, Zuckerrübe		206.307	199.639	199.639	0
	Bioethanol Import aus Zuckerrohr		0	0	0	300.000
	Bioethanol Import aus Getreide		0	0	0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps		0	0	0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja		102.879	102.879	0	14.998
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl		0	0	0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO		155.760	155.760	258.639	0
	Biodiesel FAME (Winter), Raps	Tonnen	1.730.487	1.730.487	1.730.487	0
	HVO aus Palmöl		0	0	0	1.318.919
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps - LKW B30		745.384	745.384	745.384	1.024.842
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja - LKW B30		0	0	102.878	171.880
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl - LKW B30		324.793	324.793	324.793	520.313
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO - LKW B30		1.060.905	1.060.905	958.027	1.756.666
	Biodiesel FAME (Winter), Raps - LKW B30		0	0	0	2.526.299
	HVO aus Palmöl - LKW B30		868.919	868.919	868.918	0
	Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970	1.970	1.970
	Biomethan		31.346	31.346	31.346	31.346
	E85 Reinkraftstoff		0	0	0	0
	Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727	1.727	1.727
	Pflanzenöl LKW		1.727	1.727	1.727	1.727
Elektro	E-PKW 2014	Stück	19.000	19.000	19.000	19.000
	E-PKW ab 2015		0	0	0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 13-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und THG-Effekte im Jahr 2020 mit E 20 und B 30 (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

		14 IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	15 IV 2020 THG-Quote 8% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	16 IV 2020, THG-Quote 10% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	17 IV 2020, THG (o.10%)- Quote 12% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30
	Einheit				
Klimaschutzeffekte					
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	204.903.380	201.572.214	201.572.214	199.036.251
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	203.350.880	200.019.714	200.019.714	197.483.751
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	198.931.726	193.837.716	193.837.716	190.402.137
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	12.891.337	17.263.653	22.417.930	27.212.499
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	6,0	7,9	10,1	12,1
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	8.447.306	9.176.759	9.176.759	12.452.281
Energieanteile					
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.604.245	2.604.245	2.604.245	2.604.245
davon Energiebedarf Strom E-PKW		257	257	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	179.446	240.234	240.234	261.197
dgl. relativ	%	6,9	9,2	9,2	10,0
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	225.867	286.655	286.655	327.652
dgl. relativ	%	8,7	11,0	11,0	12,6
Biodiesel von Diesel insg.	%	11,8	11,8	11,8	17,2
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	6,1	15,4	15,4	8,1

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 13-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und Agrarrohstoffe und Nebenprodukte im Jahr 2020 mit E 20 und B 30 (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

		14 IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	15 IV 2020 THG-Quote 8% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	16 IV 2020, THG-Quote 10% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	17 IV 2020, THG (o.10%)- Quote 12% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30
	Einheit				
Eingesetzte Agrarrohstoffe					
Raps		5.965.397	5.965.397	5.965.397	8.550.187
Getreide		3.336.400	11.117.499	11.117.499	3.632.669
Zuckerrübe	Tonnen	2.611.845	2.611.845	2.611.845	3.237.162
Palmöl		1.193.711	1.193.711	1.193.711	1.839.231
Sojabohnen		514.393	514.393	514.392	934.393
Flächenbedarf Nebenprodukte					
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	1.178.926	3.916.717	3.916.717	1.283.168
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	3.593.515	3.593.515	3.593.515	5.152.658
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	411.684	119.371	119.371	183.923
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	411.514	411.514	411.514	747.514
Glycerin	Tonnen	457.726	457.726	457.726	668.048
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	3.634.335	5.911.028	5.911.028	4.889.001
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.954.272	2.926.909	2.926.909	2.645.733
Futterflächenfreisetzung	ha	768.849	1.263.143	1.263.143	1.028.958

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 13-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und ökonomische Effekte im Jahr 2020 mit E 20 und B 30 (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

	Einheit	14 IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	15 IV 2020 THG-Quote 8% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	16 IV 2020, THG-Quote 10% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30	17 IV 2020, THG (o.10%)- Quote 12% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel) mit E20B30
Kosten, Steuern Wertschöpfung					
Kosten der Kraftstoffe (Produktenpreis ARA)	€	37.422.459.389	38.489.029.604	40.911.539.734	42.162.962.755
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	0	1.043.346	6.197.622	8.456.228
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	39.955.269.149	40.616.368.754	40.616.368.754	40.158.245.162
MwSt auf Energiesteuer	€	7.591.395.239	7.716.992.761	7.716.992.761	7.629.949.279
Subventionszahlung	€	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	1.229.972.946	1.988.111.676	1.988.111.676	1.633.352.606
Saldo Steuern u. Subventionen	€	48.712.366.592	50.330.236.642	50.691.036.023	49.949.212.269
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen					
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen	€	902.393.585	1.135.575.202	1.135.575.202	1.313.092.645
Bruttowertschöpfung direkt , indirekt	€	1.906.699.434	3.081.472.961	3.081.472.961	2.531.756.203
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	31.113	50.283	50.283	41.313
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	672.518.017	1.086.876.122	1.086.876.122	892.983.777

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Diesel würde als B 30 für Lkw an Lkw-Halter direkt abgesetzt (es besteht aus 7,7 Mio. t fossilem Diesel und 3 Mio. t Biodiesel) und als B 7 (23,4 Mio. t fossiler Diesel und ca. 2 Mio. t Biodiesel) an Tankstellen. Insgesamt würden 5 Mio. t Biodiesel und HVO eingesetzt, das sind immerhin im Durchschnitt 11,8 % Beimischung. Es wird angenommen, dass von B 30 nicht mehr absetzbar ist, es sei denn, dass im Schwerlastverkehr nicht nur die Hälfte des Verbrauchs, sondern bis zu 100 %, das wären 6 Mio. t Biodiesel abgesetzt werden könnte.

Wegen der Beimischungsrestriktionen kommt es bei dem 8 % THG-Szenario theoretisch zur Zahlung von Pönale (1,043 Mio. t bzw. 0,5 Mrd. €). Sie könnte umgangen werden, wenn die bereits verfügbaren Optionen (Pflanzenöl, B 100, E 85 u.a.) besser genutzt würden und der Absatz von E 20 auf Kosten von E 5 erhöht werden könnte.

Gegenüber dem Szenario 6 % THG-Minderungspflicht steigen die Kosten der Kraftstoffbeschaffung bei 8 % THG-Minderungspflicht um ca. 1,07 Mrd. €, sie wären aber noch um mehr als 0,86 Mrd. € niedriger als bei 6% THG-Minderungspflicht ohne E 20 und B 30 (Tab. 12, Spalte 11).

Eine weitere Erhöhung der THG-Minderungspflicht auf 10 % (Tabelle 13, Spalte 16) ändert an der Kraftstoffeinsatzstruktur nichts, wenn die Beimischungsrestriktionen unverändert bleiben und wenn man von einer stärkeren Nutzung anderer schon bestehender Optionen (Pflanzenöl, B 100, E 85) absieht. Dann würde lediglich die Pönale zur Deckung der THG-Defizite auf 6,2 Mio. t erhöht, und die Kosten würden gegenüber der 8 %-Variante um ca. 2,4 Mrd. € ansteigen.

Die Szenarien mit 10 und 12 % THG-Minderungspflicht sind aber durchaus realitätsnah, wenn es gelingt, den Absatz von B 30 im gesamten Schwerlastverkehr unterzubringen, d.h. 6 Mio. t Biodiesel von insgesamt 20 Mio. t Dieselbedarf für den Güterverkehr. Da unter diesen Annahmen (Spalte 17) trotzdem noch für 8,5 Mio. t Pönale zu zahlen wäre, müssten andere bereits mögliche Optionen (Pflanzenöl, B 100, E 85) parallel genutzt werden. Geschieht das nicht, läge eine noch realistische maximale THG-Minderungspflicht bei 10 %. Dann sollte aber versucht werden im gesamten Güterverkehr B 30 abzusetzen.

Bei 12 % THG-Minderungspflicht und Absatz von B 30 im gesamten Güterverkehr könnten bis zu maximal 7,3 Mio. t Biodiesel und HVO eingesetzt werden, neben 1,6 Mio. t Bioethanol, zusammen also 9 Mio. t Biokraftstoff. Das wäre etwa die 2,7-fache Menge von 2015.

Allerdings wären in einem solchen Szenario Grenzen seitens der Rohstoffbereitstellung für Biodiesel zu beachten. Der Bedarf an Raps, Soja, Palmöl und UCO würde sich gegenüber 2015 fast verdreifachen. Damit stiege der Flächenanspruch für Energiepflanzen aus inländischem Anbau von 1,2 Mio. ha auf 2,9 Mio. ha bei gleichzeitiger Futterflächenfreisetzung von 1,2 Mio. ha. Der Netto-Flächenbedarf wäre bei 12 % THG-Minderungspflicht 2020 gegenüber 2015 nur etwa 1 Mio. ha höher. Davon entfielen der größte Teil auf zusätzliche Rapsflächen, die derzeit in Deutschland bei 1,466 Mio. ha liegen. Die Futtermittelnebenprodukte der Biodieselindustrie würden von gut 3 Mio. t auf bis zu 8 Mio. t ansteigen und die Proteineinfuhrücke fast vollständig schließen.

Man mag ein solches 12 % THG-Ziel-Szenario für utopisch halten. Die, wenn auch hypothetischen, Ergebnisse zeigen aber auf, erstens, dass der Ersatz fossiler Energieträger im Verkehr durch Anbaubiomasse begrenzt ist und zweitens, dass eine Verdreifachung des Einsatzes von Biokraftstoffen in Deutschland durchaus umsetzbar ist, sicher kaum bis zum Jahr 2020, aber bei rechtzeitiger Ankündigung doch innerhalb des nächsten Jahrzehnts.

Weniger begrenzend scheint der Investitionsbedarf in Biodieselanlagen, weil es dort sehr hohe Leerkapazitäten gibt.

5.5 Auswirkungen von ‚Upstream Emissions Reduction‘ (UER)

Eine weitere Möglichkeit zur Verringerung der THG-Emissionen besitzt die Mineralölwirtschaft nach der FQD bei der Erdölgewinnung, die als sogenannte *Upstream Emissions Reduction* bezeichnet wird (UER). In diesem Bereich bestehen offenbar große Potentiale. Da konkrete Richtlinien noch vage erscheinen, wird im Folgenden davon ausgegangen, dass UER-Maßnahmen (vor dem Raffinerieprozess) im Jahr 2020 im Bereich von 0,5 bis 2 % THG-Minderung ausmachen können. Um die möglichen Auswirkungen von UER zu beschreiben, wird in dieser Spanne die THG-Minderungspflicht des Jahres 2020 proportional reduziert, d.h. von 6 % (ohne UER) auf 5,5%; 5%; 4,5% und 4 %. Dabei wird davon ausgegangen, dass neue Kraftstoffblends (E 20, B 30 und andere Optionen wie B 100, E 85) nicht stärker genutzt werden. Von den Ergebnissen werden nur die wichtigsten Indikatoren in Tabelle 14 dargestellt.

- Die wichtigste Änderung gegenüber der Referenz 6 % THG-Minderung 2020 ohne UER besteht darin, dass mit jeder Verbesserung von UER entweder der Biokraftstoffanteil reduziert oder die Pönale proportional vermindert werden kann, und zwar um etwa 1,2 Mio. t CO_{2äq.} bzw. 570 Mio. € je 0,5 % UER.
- Da die THG-Minderungspflicht im Jahr 2020 (6 %) ohne stärkere Nutzung neuer Kraftstoffblends und anderer Optionen nur durch Pönale (5,35 bzw. 0,613 Mio. t) erfüllt werden kann, ändert sich durch UER von 0 bis zu 2 % an der Einsatzstruktur der Kraftstoffe durch UER im variierten Bereich nichts.
- Es werden in allen UER-Varianten 1,08 Mio. t Bioethanol und 2,94 Mio. t Biodiesel und HVO eingesetzt und auch an der dafür benötigten Menge an Rohstoffen ändert sich dadurch nichts

- Für die Mineralölwirtschaft wird UER ab 2020 hoch attraktiv, weil sie Pönale oder höhere Kosten durch andere bereits mögliche Optionen spart und in gleicher Höhe die Kosten der Kraftstoffbereitstellung inklusive Pönale deutlich geringer werden. Bei höheren THG-Minderungsverpflichtungen ergibt sich daraus für die Mineralölwirtschaft ein attraktiver Anlass UER zu erreichen.
- Die THG-Minderung durch die Kraftstoffe im Inlandsverbrauch ändert sich zwar nicht, allerdings entstehen vorgelagert im Bereitstellungsprozess der fossilen Kraftstoffe je 0,5 % UER THG-Minderungen von etwa 1,2 Mio. t CO₂äq.
- Nur bei niedrig angesetzter THG-Minderungspflicht (< 4 %) reduziert UER den Absatz von Biokraftstoffen proportional.

Aus der Sicht der Mineralölwirtschaft werden hohe UER-Erfolge und niedrige THG-Minderungsverpflichtungen angestrebt werden. Die Biokraftstoffverbände streben nach höherem oder zumindest gesichertem Biokraftstoffabsatz. Der Staat bzw. der Gesetzgeber ist im Sinne höherer Beiträge zum Klimaschutz aufgefordert, die Potenziale aus beiden Quellen zu nutzen.

Tabelle 14-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch im Jahr 2020 mit UER-Maßnahmen (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	18	19	20	21
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5,5% (UER 0,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5% (UER 1%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4,5% (UER 1,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4% (UER 2%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe						
Fossile						
reiner Ottokraftstoff		0	0	0	0	0
Superbenzin (E5)		14.415.815	14.415.815	14.415.815	14.415.815	14.415.815
Superbenzin (E10)		3.661.916	3.661.916	3.661.916	3.661.916	3.661.916
fossiler Ottokraftstoff für E85		1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
reiner foss. Dieselloststoff	Tonnen	0	0	0	0	0
foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		39.230.243	39.230.243	39.230.243	39.230.243	39.230.243
LPG		600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Erdgas CNG foss.		75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Bio						
Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide		419.079	419.079	419.079	419.079	419.079
Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		163.254	163.254	163.254	163.254	163.254
Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		0	0	0	0	0
Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		199.639	199.639	199.639	199.639	199.639
Bioethanol Import aus Zuckerrohr		300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Bioethanol Import aus Getreide		0	0	0	0	0
Biodiesel FAME (Sommer), Raps		784.661	784.661	784.661	784.661	784.661
Biodiesel FAME (Sommer), Soja		18.879	18.879	18.879	18.879	18.879
Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl	Tonnen	114.793	114.793	114.793	114.793	114.793
Biodiesel FAME (Sommer), UCO		676.666	676.666	676.666	676.666	676.666
Biodiesel FAME (Winter), Raps		927.482	927.482	927.482	927.482	927.482
HVO aus Palmöl		418.919	418.919	418.919	418.919	418.919
Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970	1.970	1.970	1.970
Biomethan		31.346	31.346	31.346	31.346	31.346
E85 Reinkraftstoff		6.668	6.668	6.668	6.668	6.668
Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727	1.727	1.727	1.727
Pflanzenöl LKW		1.727	1.727	1.727	1.727	1.727
Elektro						
E-PKW 2014	Stück	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000
E-PKW ab 2015		0	0	0	0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 14-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und THG-Effekte im Jahr 2020 mit UER-Maßnahmen (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	18	19	20	21
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5,5% (UER 0,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5% (UER 1%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4,5% (UER 1,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4% (UER 2%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Klimaschutzeffekte						
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	209.631.986	209.631.986	209.631.986	209.631.986	209.631.986
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	208.079.486	208.079.486	208.079.486	208.079.486	208.079.486
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	205.772.077	205.772.077	205.772.077	205.772.077	205.772.077
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	13.509.629	12.265.048	11.042.573	9.842.052	8.663.331
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	6,1	5,6	5,0	4,5	4,0
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	5.175.472	5.175.472	5.175.472	5.175.472	5.175.472
Energieanteile						
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.604.245	2.604.245	2.604.245	2.604.245	2.604.245
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	257	257	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	117.853	117.853	117.853	117.853	117.853
dgl. relativ	%	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	144.240	144.240	144.240	144.240	144.240
dgl. relativ	%	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Biodiesel von Diesel insg.	%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 14-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und Agrarrohstoffe und Nebenprodukte im Jahr 2020 mit UER-Maßnahmen (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	18	19	20	21
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5,5% (UER 0,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5% (UER 1%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4,5% (UER 1,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4% (UER 2%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Eingesetzte Agrarrohstoffe						
Raps		4.129.512	4.129.512	4.129.512	4.129.512	4.129.512
Getreide		1.990.249	1.990.249	1.990.249	1.990.249	1.990.249
Zuckerrübe	Tonnen	2.611.845	2.611.845	2.611.845	2.611.845	2.611.845
Palmöl (import.)		533.711	533.711	533.711	533.711	533.711
Sojabohnen (import.)		94.393	94.392	94.392	94.393	94.392
Flächenbedarf Nebenprodukte						
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	705.280	705.280	705.280	705.280	705.280
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	2.486.111	2.486.111	2.486.111	2.486.111	2.486.111
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	53.371	53.371	53.371	53.371	53.371
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	75.514	75.514	75.514	75.514	75.514
Glycerin	Tonnen	280.379	280.379	280.379	280.379	280.379
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.400.361	2.400.361	2.400.361	2.400.361	2.400.361
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.327.034	1.327.034	1.327.034	1.327.034	1.327.034
Futterflächenfreisetzung	ha	511.955	511.955	511.955	511.955	511.955

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 14-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und ökonomische Effekte im Jahr 2020 mit UER-Maßnahmen (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	18	19	20	21
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5,5% (UER 0,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 5% (UER 1%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4,5% (UER 1,5%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 4% (UER 2%, THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Kosten, Steuern Wertschöpfung						
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	5.349.094	4.104.512	2.882.037	1.681.516	502.795
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	39.865.714.736	39.865.714.736	39.865.714.736	39.865.714.736	39.865.714.736
MwSt auf Energiesteuer	€	7.574.368.498	7.574.368.498	7.574.368.498	7.574.368.498	7.574.368.498
Subventionszahlung	€	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	844.491.831	844.491.831	844.491.831	844.491.831	844.491.831
Saldo Steuern u. Subventionen	€	48.594.740.899	48.507.620.183	48.422.046.940	48.338.010.450	48.255.499.990
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen	€	571.391.146	571.391.146	571.391.146	571.391.146	571.391.146
Bruttowertschöpfung direkt , indirekt	€	1.309.377.345	1.309.377.345	1.309.377.345	1.309.377.345	1.309.377.345
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	21.366	21.366	21.366	21.366	21.366
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	461.834.645	461.834.645	461.834.645	461.834.645	461.834.645

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

5.6 Auswirkungen der Förderung von Elektro-Fahrzeugen im Jahr 2020

Bei derzeitigem Stand der Technik sind Elektro-Fahrzeuge (Mix aus Pkw und Lieferwagen) für private und gewerbliche Fahrzeughalter nicht wirtschaftlich. Die hohen Anschaffungskosten, geringere Wiederveräußerungswerte und logistische Nachteile überwiegen die Vorteile des geringeren Energieverbrauchs, der geringeren Steuern und Wartungskosten. Die am 18. Mai 2016 vom Bundeskabinett beschlossene Anschaffungsbeihilfe für Elektro-Fahrzeuge in Höhe von 4.000 € (und 3.000 € für Plug-In Hybridfahrzeuge) mögen ein Kaufanreiz sein, ob der zu 1 Mio. Elektro-Pkw bis 2020 führt, ist nicht vorhersehbar.

Im Zusammenhang mit der Klimaschutzpolitik im Verkehr sind die Elektro-Pkw nach gesamtwirtschaftlichen Parametern zu bewerten. In den einführenden Darlegungen zu den Eigenschaften und Kosten der Kraftstoffe (Kap. 3.1) wurde zur Bewertung der Elektro-Pkw schon festgestellt:

- Zur Wahrung der Vergleichbarkeit mit konkurrierenden Verbrennungsmotoren sind in den Optimierungsrechnungen für Elektro-Pkw nicht die Kosten und Nutzen von privaten Nutzern relevant, sondern die durch Elektro-Pkw zusätzlich entstehenden Stromgestehungskosten und Klimaschutzeffekte.
- Die Stromkosten werden allerdings für den durchschnittlichen Strommix angenommen, auch, damit sie mit den vorgegebenen THG-Emissionen korrespondieren. Folgt man den gesetzlichen Regelungen, ist von den durchschnittlichen THG-Emissionen der Stromherstellung (0,601 kg CO_{2äq}./kWh) auszugehen. Dann ergeben sich THG-Emissionen von 2.253 kg CO_{2äq}. je Elektro-Pkw je Jahr bei 15.000 km Fahrleistung, entsprechend 150 g/km.
- Ein Elektro-Pkw ersetzt normalerweise einen bisher genutzten Otto- oder Diesel-Pkw. Dadurch entfällt der Kraftstoffverbrauch dieses Verbrennungsmotors und einhergehend damit dessen THG-Emission. Die ist allerdings geringer als die des Elektro-Pkw.
- Als weiterer Vorteil kann relevant sein, dass bei Elektro-Pkw im Rahmen des 10%-Ziels (erneuerbare Energie) der erneuerbare Anteil des eigenen Energiebedarfs mit dem Fak-

tor 5 angerechnet wird, bei gleichzeitigem Wegfall des Energieverbrauchs eines substituierten Verbrennungsmotors. Dies hat keine wirtschaftlichen Auswirkungen, wenn eine Nichterfüllung des 10 %-Ziels nicht sanktioniert wird.

- Unterstellt man wie bei dem Emissionswert einen durchschnittlichen Strommix, sind 16 ct/kWh (einschließlich Ladestation) und 0,601 kg CO_{2aq}/kWh vertretbare Annahmen für Elektro-Pkw, die in den Modellrechnungen zugrunde gelegt werden.

Im Folgenden wird angenommen, dass im Jahr 2020 die angestrebten 1 Mio. Elektro-Pkw die gleiche Zahl leistungsgleicher Benzin-Verbrennungsmotoren ersetzt haben. Weiter wird angenommen, dass es noch keine neuen Biokraftstoffsorten (E 20, B 30) gibt.

Tabelle 15-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch im Jahr 2020 bei 1 Mio. Elektro-PKWs (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien			11 IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	22 IV 2020 THG-Quote 6%, E-PKW 1 Mio. (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
		Einheit		
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe				
Fossile	reiner Ottokraftstoff		0	0
	Superbenzin (E5)		14.415.815	13.718.822
	Superbenzin (E10)		3.661.916	3.661.916
	fossiler Ottokraftstoff für E85		1.150	1.150
	reiner foss. Diesellokraftstoff	Tonnen	0	0
	foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		39.230.243	39.230.243
	LPG		600.000	600.000
	Erdgas CNG foss.		75.000	75.000
Bio	Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide		419.079	384.312
	Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		163.254	163.254
	Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		0	0
	Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		199.639	199.639
	Bioethanol Import aus Zuckerrohr		300.000	300.000
	Bioethanol Import aus Getreide		0	0
	Biodiesel FAME (Sommer), Raps		784.661	784.661
	Biodiesel FAME (Sommer), Soja		18.879	18.879
	Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl	Tonnen	114.793	114.793
	Biodiesel FAME (Sommer), UCO		676.666	676.666
	Biodiesel FAME (Winter), Raps		927.482	927.482
	HVO aus Palmöl		418.919	418.919
	Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970
	Biomethan		31.346	31.346
	E85 Reinkraftstoff		6.668	6.668
	Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727
	Pflanzenöl LKW		1.727	1.727
Elektro	E-PKW 2014		19.000	19.000
	E-PKW ab 2015	Stück	0	1.000.000

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 15-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und THG-Effekte im Jahr 2020 bei 1 Mio. Elektro-PKWs (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	22
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, E-PKW 1 Mio. (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Klimaschutzeffekte			
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	209.631.986	209.422.856
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	208.079.486	207.870.356
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	205.772.077	203.335.867
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	13.509.629	13.549.192
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	6,1	6,1
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	5.175.472	5.164.333
Energieanteile			
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.604.245	2.604.245
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	13.757
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	117.853	116.925
dgl. relativ	%	4,5	4,5
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	144.240	210.811
dgl. relativ	%	5,5	8,1
Biodiesel von Diesel insg.	%	7,0	7,0
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	5,7	5,7

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 15-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und Agrarrohstoffe und Nebenprodukte im Jahr 2020 bei 1 Mio. Elektro-PKWs (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	22
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, E-PKW 1 Mio. (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Eingesetzte Agrarrohstoffe			
Raps		4.129.512	4.129.512
Getreide		1.990.249	1.871.425
Zuckerrübe	Tonnen	2.611.845	2.611.845
Palmöl (import.)		533.711	533.711
Sojabohnen (import.)		94.393	94.392
Flächenbedarf Nebenprodukte			
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	705.280	663.472
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	2.486.111	2.486.111
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	53.371	53.371
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	75.514	75.514
Glycerin	Tonnen	280.379	280.379
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.400.361	2.365.594
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.327.034	1.312.181
Futterflächenfreisetzung	ha	511.955	504.407

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 15-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und ökonomische Effekte im Jahr 2020 bei 1 Mio. Elektro-PKWs (ohne Verpflichtung zur Erreichung des 10%-Ziels für erneuerbare Energien der EU)

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	11	22
		IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)	IV 2020 THG-Quote 6%, E-PKW 1 Mio. (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Kosten, Steuern Wertschöpfung			
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	5.349.094	6.558.271
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	39.865.714.736	39.251.519.920
MwSt auf Energiesteuer	€	7.574.368.498	7.457.671.483
Subventionszahlung	€	64.270.742	231.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	844.491.831	832.914.463
Saldo Steuern u. Subventionen	€	48.594.740.899	47.769.914.063
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen			
Bruttowertschöpfung direkt , indirekt	€	1.309.377.345	1.291.437.640
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	21.366	21.073
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	461.834.645	455.507.075

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Wie der Vergleich der Ergebnisse ohne und mit Elektro-Pkw 2020 in Tabelle 15 zeigt, bewirken 1 Mio. Elektro-Pkw folgende Effekte im gesamten Kraftstoffsektor:

- Der gesamte Energieverbrauch im Verkehr geht um 16.500 TJ (0,6 %) zurück.
- Der Verbrauch an Ottokraftstoff geht um etwa 697.000 t (3,8 %) zurück. Wenn auch Diesel-Pkw ersetzt werden, vermindert sich alternativ der Dieserverbrauch. Der Rückgang beim gesamten Kraftstoffverbrauch ist 1,2 %. Das sind 0,7 t je Elektro-Pkw.
- Der Stromverbrauch steigt von 257 auf 13.757 TJ bzw. 3.750.000 MWh bzw. 3.750 kWh je Elektro-Pkw
- Elektro-Pkw vermindern auch den Einsatz von Bioethanol- weil ja nur Benzinbeimischung angeboten wird und Klein-Pkw nicht bevorzugt Super plus tanken- um 34.767 t bzw. 3,2 %; alternativ entsprechend, wenn Diesel-Pkw substituiert werden. Das sind 35 kg je Elektro-Pkw.
- THG-Einsparungen aus erneuerbaren Kraftstoffen steigen um ca. 40.000 t CO_{2äq.}, allerdings sind sie um die um 1.209.177 t höhere Pönale zu korrigieren. Das heißt, es entstehen per Saldo rund 1,17 Mio. t mehr THG-Emissionen, das sind 1,17 t je Elektro-Pkw. Ein Klimaschutzeffekt wird nicht erzielt. Ein Beitrag zur Luftreinhaltung kann entstehen, wenn die Elektro-Pkw in hoch belasteten Smoggebieten überdurchschnittlich eingesetzt werden.
- Die Kosten aller Kraftstoffe einschließlich Strom und Pönale steigen um 742 Mio. €, d.h. je Elektro-Pkw um 742 €. Selbst wenn die Stromkosten je Elektro-Pkw (angesetzt wurden 600 € bei 16 ct/kWh) mit null angesetzt würden, rechnen sich Elektro-Pkw nicht (wenn andere Umwelteffekte nicht berücksichtigt werden). Geht man davon aus, dass die Mineralölwirtschaft Pönale durch andere bereits bestehende Optionen umgeht, werden Elektro-Pkw aus gesamtwirtschaftlicher Sicht auch nicht rentabel.
- Jedes Elektro-Auto mindert auch die Einnahmen aus der Energiesteuer und die anteilig darauf entfallende MwSt. und die KFZ-Steuer, per Saldo um 825 €. Die Ankaufbeihilfe wurde hier nicht berücksichtigt.

Insgesamt folgt aus den Ergebnissen, dass die Elektro-Mobilität nach privatwirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Rechnungen noch zu teuer ist und bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung keinen Beitrag zum Klimaschutz bietet, gleichwohl aber zur Verminderung der Luftverschmutzung in Problemzonen beitragen kann. Elektro-Pkw sind keine Alternative zu Biokraftstoffen, sondern nur eine mögliche Ergänzung in Smogregionen bei durchgreifenden Fortschritten in der Batterieentwicklung.

5.7 Auswirkungen einer kontinuierlichen Erhöhung der THG-Minderungspflicht

Die Biokraftstoffverbände haben vorgeschlagen, statt der derzeit für 2017 auf 4 % und 2020 auf 6 % festgesetzten THG-Minderungspflicht eine jährlich konstante Erhöhung um 0,5 % vorzugeben. Beginnend im Jahr 2015 mit 3,5 % wären schon 2016 4%; 2017 4,5%, 2018 5%, 2019 5,5% und 2020 6% zu erbringen. Obwohl in den Jahren 2015 und 2020 die gleichen Anforderungen an die Mineralölwirtschaft gestellt würden, müssten 2016 und 2017 0,5% höhere THG-Einsparungen und 2018 sogar 1% und 2019 1,5% mehr erbracht werden.

Geht man im Durchschnitt der Jahre von 2016 bis 2019 von THG-Emissionen in Höhe von ca. 200 Mio. t (Referenzwert = Summe Emissionen plus Einsparungen aus erneuerbaren Energien) aus, müsste die Mineralölwirtschaft bis 2020 akkumuliert 3,5% mehr THG-Minderung erbringen; das sind etwa 7 Mio. t CO_{2äq.} und entspricht damit etwa den THG-Minderungen der Biokraftstoffe eines Jahres mit 3,5% THG-Minderung.

Die Ergebnisse für die Jahre 2017 (Kapitel 5.2) und 2020 (Kapitel 5.3) bei derzeit geltender THG-Minderungspflicht haben schon gezeigt, dass die Anforderung 4 % THG-Minderung gerade noch erfüllt werden kann. Die Ergebnisse in Tabelle 14 zeigen, dass die höheren THG-Verpflichtungen von 2018 bis 2020 nur mit einer hohen (höheren) Pönale gedeckt werden können, es sei denn, dass andere bereits mögliche Optionen wie B 100, E 85 u.a. genutzt werden oder bestehende Absatz- und Beimischungsgrenzen ab 2017 schon geändert würden. Deshalb erscheint der Vorschlag der Biokraftstoffverbände nur zielführend und umsetzbar zu sein, wenn ab 2018 sowohl die THG-Einsparungen bei Biokraftstoffen als auch die Absatzmenge für E 10 noch einmal erheblich gesteigert oder andere bereits bestehende Optionen genutzt werden können. Wenn dies in der Kürze der Zeit zumindest schwierig ist und hohe Pönale im Prinzip auch von der Mineralölwirtschaft unerwünscht sind, erscheint es nicht ausgeschlossen, dass die Mineralölwirtschaft bei höheren THG-Minderungspflichten höhere UER anstrebt und umgesetzt. Das wäre grundsätzlich zu begrüßen, liefe aber gegen die Interessen der Biokraftstoffverbände, weil die von ihr gewünschten Absatzimpulse auf Biokraftstoffe ausblieben.

In Tabelle 14 sind die Änderungen wichtiger Ergebnisparameter gegenüber der geltenden Regelung für die Jahre 2015 bis 2020 dargestellt, wiederum unter der einschränkenden Annahme, dass andere bereits bestehende Optionen nicht genutzt werden.

- Ab 2015 bleiben die Einsatzmengen an Bioethanol wegen des abnehmenden Ottokraftstoffverbrauchs und nur geringem Anstieg des E 10-Absatzes zurück: bis 2020 um ca. 80.000 t. Der Einsatz von Biodiesel und HVO steigt wegen der zunehmenden Absatzmengen von Dieselmotoren von knapp 2,2 Mio. t in 2015 auf 2,94 Mio. t, also um 0,74 Mio. t. Gleichzeitig würde die Pönale von 0,6 Mio. t in 2016 auf 5,35 Mio. t in 2020 ansteigen, wenn nicht andere bereits mögliche Optionen verfolgt werden.
- Der Absatz von Raps für Biodiesel würde von 2015 bis 2020 um fast 1 Mio. t je Jahr zunehmen. Der Absatz von Getreide für Bioethanol könnte zurückgehen, weil die Gefahr besteht, dass ab 2016 auf Bioethanol aus Zuckerrohr mit den höheren THG-Einsparungen zurückgegriffen wird.
- Nach derzeitiger Einschätzung der Märkte für die Rohstoffe und die EU- und globalen Rohstoffpotenziale sind keine gravierenden Grenzen der Bereitstellung erkennbar, zumal es beträchtliche Überkapazitäten in der Biokraftstoffindustrie gibt. Außerdem gehen die Berechnungen von einer Stagnation bei den THG-Einsparungen der Biokraftstoffe aus. Sehr wahrscheinlich ist aber eine Fortsetzung des Trends steigender THG-Einsparungen, etwa im Tempo der Entwicklung vor der Umstellung auf die THG-Minderungspflicht von etwa 1 bis 2 %-Punkte je Jahr. Dann würde bis 2020 der Effizienzfortschritt eintreten, der allein im Jahr der Umstellung auf die THG-Minderungspflicht in 2015 umgesetzt und mit etwa 0,8 %-Punkten THG-Minderung berechnet wurde. Allerdings reicht diese Effizienzsteigerung allein nicht aus, um 2019 und 2020 ganz ohne Pönale auszukommen, wenn andere bereits mögliche Optionen nicht verfolgt werden.

Aus diesen Überlegungen folgt, dass der Vorschlag der Biokraftstoffverbände umsetzbar und sinnvoll erscheint, wenn flankierend einige absatzfördernde Maßnahmen greifen. Dann könnte bis zum Jahr 2020 ein ca. 25% höherer Beitrag der Biokraftstoffe zum Klimaschutz geleistet werden.

Tabelle 16-1: Kraftstoff-Inlandsverbrauch in den Jahren 2016-2020 bei kontinuierlicher Anpassung der THG-Minderungspflicht

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	23	24	25	26	11
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	III 2016 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4,5% (THG aktuell)	III 2018 THG-Quote 5% (THG aktuell)	III 2019 THG-Quote 5,5% (THG aktuell)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Verbrauch/Nachfrage Kraftstoffe							
Fossile							
reiner Ottokraftstoff		1.051.000	0	0	0	0	0
Superbenzin (E5)		15.155.850	15.618.336	15.346.648	15.078.724	14.814.494	14.415.815
Superbenzin (E10)		2.900.000	3.521.073	3.521.073	3.521.073	3.521.073	3.661.916
fossiler Ottokraftstoff für E85		1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
reiner foss. Dieselloskraftstoff	Tonnen	0	0	0	0	0	0
foss. Diesel für Biodieselbeimischung B7		34.853.435	35.382.933	36.311.032	37.263.219	38.240.173	39.230.243
LPG		600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Erdgas CNG foss.		75.000	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Bio							
Bioethanol f. Beimischung E5, Getreide		848.731	479.062	465.510	452.145	438.965	419.079
Bioethanol f. Beimischung E10, Getreide		76.286	149.296	149.296	149.296	45.543	163.254
Bioethanol f. Beimischung E5, Zuckerrübe		0	0	0	0	0	0
Bioethanol f. Beimischung E10, Zuckerrübe		242.714	199.639	199.639	199.639	303.393	199.639
Bioethanol Import aus Zuckerrohr		0	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
Bioethanol Import aus Getreide		0	0	0	0	0	0
Biodiesel FAME (Sommer), Raps		408.858	662.926	698.975	735.960	773.907	784.661
Biodiesel FAME (Sommer), Soja		20.622	18.878	18.879	18.879	18.879	18.879
Biodiesel FAME (Sommer), Palmöl		81.987	110.378	110.378	110.378	110.378	114.793
Biodiesel FAME (Sommer), UCO		483.285	650.640	650.640	650.640	650.640	676.666
Biodiesel FAME (Winter), Raps		900.999	826.036	852.141	878.923	906.402	927.482
HVO aus Palmöl		299.198	402.806	402.806	402.806	402.806	418.919
Pflanzenöl, Raps		1.970	1.970	1.970	1.970	1.970	1.970
Biomethan		31.346	31.346	31.346	31.346	31.346	31.346
E85 Reinkraftstoff		6.668	6.668	6.668	6.668	6.668	6.668
Pflanzenöl Land und Forst		1.727	1.727	1.727	1.727	1.727	1.727
Pflanzenöl LKW		1.727	1.727	1.727	1.727	1.727	1.727
Elektro							
E-PKW 2014	Stück	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000	19.000
E-PKW ab 2015		0	0	0	0	0	0

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 16-2: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und THG-Effekte in den Jahren 2016-2020 bei kontinuierlicher Anpassung der THG-Minderungspflicht

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	23	24	25	26	11
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	III 2016 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4,5% (THG aktuell)	III 2018 THG-Quote 5% (THG aktuell)	III 2019 THG-Quote 5,5% (THG aktuell)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Klimaschutzeffekte							
THG-Emis. Summe nach RED (mit LPG und CNG)	Tonnen	196.663.294	199.202.011	201.670.069	204.240.400	206.915.270	209.631.986
THG-Emis. Summe nach RED (ohne LPG und CNG)	Tonnen	195.110.794	197.649.511	200.117.569	202.687.900	205.362.770	208.079.486
davon THG aus foss. Kraftstoffen	Tonnen	193.430.229	195.612.840	198.015.297	200.517.906	203.122.881	205.772.077
THG-Einsparung Biokraftstoffe	Tonnen	6.591.973	8.294.045	9.538.472	10.837.511	12.194.028	13.509.629
THG-Minderung durch Biokraftstoffe	%	3,3	4,0	4,5	5,1	5,6	6,1
iLUC-Emissionen (Biokraftstoffe)	Tonnen	4.020.961	4.686.727	4.809.210	4.935.045	5.066.915	5.175.472
Energieanteile							
Bedarf Kraftfahrzeuge Energie	TJ/Jahr	2.430.743	2.474.122	2.504.735	2.536.608	2.569.769	2.604.245
davon Energiebedarf Strom E-PKW	TJ/Jahr	257	257	257	257	257	257
Energie aus Biokraftstoffen CAP	TJ/Jahr	98.803	109.927	111.871	113.880	115.956	117.853
dgl. relativ	%	4,1	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5
Energie aus erneuerbaren Kraftstoffen (10% Ziel)	TJ/Jahr	118.015	135.349	137.293	139.302	141.377	144.240
dgl. relativ	%	4,9	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Biodiesel von Diesel insg.	%	5,9	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Bioethanol von Ottokraftstoff insg.	%	5,8	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 16-3: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und Agrarrohstoffe und Nebenprodukte in den Jahren 2016-2020 bei kontinuierlicher Anpassung der THG-Minderungspflicht

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	23	24	25	26	11
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	III 2016 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4,5% (THG aktuell)	III 2018 THG-Quote 5% (THG aktuell)	III 2019 THG-Quote 5,5% (THG aktuell)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Eingesetzte Agrarrohstoffe							
Raps		3.162.475	3.593.017	3.742.425	3.895.711	4.052.985	4.129.512
Getreide		3.180.820	2.147.552	2.101.235	2.055.559	1.678.702	1.990.249
Zuckerrübe	Tonnen	3.072.759	2.611.845	2.611.845	2.611.845	3.840.949	2.611.845
Palmöl (import.)		381.185	513.184	513.184	513.184	513.184	533.711
Sojabohnen (import.)		103.110	94.392	94.392	94.393	94.393	94.393
Flächenbedarf Nebenprodukte							
Futternebenprodukte DDGS	Tonnen	1.124.185	760.628	744.331	728.260	595.662	705.280
Futternebenprodukte Rapskuchen	Tonnen	1.902.795	2.162.497	2.252.620	2.345.082	2.439.950	2.486.111
Futternebenprodukte Palmkuchen (non-EU)	Tonnen	38.119	51.318	51.318	51.318	51.318	53.371
Futternebenprodukte Sojakuchen	Tonnen	82.488	75.514	75.514	75.514	75.514	75.514
Glycerin	Tonnen	210.812	252.227	259.126	266.204	273.466	280.379
Strohüberschuss durch Biokraftstoffe	Tonnen	2.295.276	2.200.887	2.255.704	2.312.483	2.245.060	2.400.361
Flächenanspruch (Anbaufläche netto)	ha	1.240.165	1.212.573	1.244.136	1.276.748	1.285.140	1.327.034
Futterflächenfreisetzung	ha	497.314	471.866	482.871	494.279	485.020	511.955

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

Tabelle 16-4: Kraftstoff-Inlandsverbrauch und ökonomische Effekte in den Jahren 2016-2020 bei kontinuierlicher Anpassung der THG-Minderungspflicht

Referenz 2014/2015 und verschiedene Szenarien	Einheit	4	23	24	25	26	11
		II REF 2015 THG-Quote 3,5% (THG aktuell)	III 2016 THG-Quote 4% (THG aktuell)	III 2017 THG-Quote 4,5% (THG aktuell)	III 2018 THG-Quote 5% (THG aktuell)	III 2019 THG-Quote 5,5% (THG aktuell)	IV 2020 THG-Quote 6% (THG aktuell, ohne 10% EU-Ziel)
Kosten, Steuern Wertschöpfung							
Pönale (470 €/t THG)	Tonnen	0	607.841	1.754.957	2.953.369	4.205.865	5.349.094
Energiesteuer (volumenbezogen)	€	37.888.254.720	38.475.927.451	38.795.999.090	39.133.907.773	39.490.002.039	39.865.714.736
MwSt auf Energiesteuer	€	7.198.431.919	7.310.308.914	7.371.122.525	7.435.325.175	7.502.994.488	7.574.368.498
Subventionszahlung	€	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742	64.270.742
Fiskalische Effekte außer Energie- und MwSt	€	839.168.591	786.012.220	802.196.611	818.980.678	836.378.429	844.491.831
Saldo Steuern u. Subventionen	€	45.861.584.488	46.550.526.743	47.027.894.461	47.530.678.744	48.059.514.765	48.594.740.899
Nicht internalisierter Nutzen aus THG-Einsparungen	€	461.438.134	538.187.929	544.999.718	552.043.548	559.171.407	571.391.146
Bruttowertschöpfung direkt, indirekt	€	1.300.333.313	1.217.964.882	1.243.043.397	1.269.051.140	1.296.009.818	1.309.377.345
Beschäftigte direkt, indirekt	AK	21.219	19.875	20.284	20.708	21.148	21.366
Einkommen aus Geschäftstätigkeit	€	458.644.696	429.592.265	438.437.787	447.611.061	457.119.742	461.834.645

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

6 Schlussfolgerungen

Eine Beurteilung der Wirkungen einer veränderten Biokraftstoffpolitik ist außerordentlich komplex. Das liegt vor allem daran, dass eine Vielzahl von Regelungen der RED und FQD und nationale Vorgaben zu berücksichtigen sind. Das in dieser Untersuchung verwendete Lineare Programmierungsmodell ist gut geeignet, die Wirkungszusammenhänge transparent zu machen und Verschiebungseffekte zu beschreiben.

Die Schlussfolgerungen sind in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil geht es um die Darstellung der Ausgangssituation im Jahr 2014 noch unter der Energiequote für Biokraftstoffe von 6,25 % und Veränderungen nach Einführung der THG-Minderungspflicht im Jahr 2015, und im zweiten Teil geht es um die Einschätzung zu erwartender Verschiebungseffekte bei Biokraftstoffen durch weitere Politikmaßnahmen und deren Auswirkungen auf die Kraftstoff- und Rohstoffpreise.

6.1 Erkennbare Reaktionen beim Übergang zur THG-Minderungspflicht 2015

- Im Jahr 2014 hatten die Unternehmen, die Kraftstoffe in Verkehr brachten, eine energetische Quote von insgesamt 6,25 % Biokraftstoffe zu erfüllen. Durch Doppelgewichtung und Übertragungen aus dem Vorjahr bewegte sich der Einsatz der Biokraftstoffe an der Grenze der Quote, um die prohibitiv hohe Pönale zu vermeiden. Biodiesel wurden fast bis an die Höchstmenge nach der FQD mit 6,3 (Masse) % beigemischt. Auch das energiereiche Bioethanol wurde in E 5 und E 10 fast in zulässiger Höchstmenge beigemischt, allerdings konnte E 10 nur weit unter dem Absatzpotenzial in Verkehr gebracht werden.
- Nach Einführung der THG-Minderungsverpflichtung 2015 reagierten die Biokraftstoffhersteller auf den deutlichen Anstieg der Nachfrage nach Biokraftstoffen mit höheren THG-Einsparungen. Die Berichterstattungen zu den „Nabisy-Nachhaltigkeitsnachweisen“ bestätigen einen durchschnittlichen Anstieg der THG-Einsparungen im ersten Quartal 2015 gegenüber dem 1. Quartal 2014 von ca. 5 %-Punkten bei Bioethanol und 10 %-Punkten bei Biodiesel. Da immer noch eine große Differenz zwischen den niedrigsten und höch-

ten Einsparungswerten besteht, kann auch zukünftig noch von weiteren Verbesserungen der THG-Effizienz bei Biokraftstoffen ausgegangen werden.

- Der Inlandsverbrauch an Kraftstoffen ist im Jahr 2015 von Januar bis Dezember gegenüber 2014 bei Ottokraftstoffen um 1,4 % gesunken und bei Dieselmotorkraftstoffen um 4 % gestiegen. Der Inlandsverbrauch von Bioethanol ist um 4,5 % und der Biodieselvebrauch um 7,3 % zurückgegangen. Die Einführung der THG-Minderungspflicht verschafft Bioethanol wegen der günstigeren THG-Einsparungen und Wegfall der Energiequote eine höhere relative Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Biodiesel. Gleichwohl sind die Verschiebungen im Kraftstoffmix zwischen fossilen und Biokraftstoffen sowie zwischen Bioethanol und Biodiesel im Jahr 2015 vergleichsweise gering geblieben. Die Verschiebungen zwischen Biodieselsorten (Raps-, Palm-, UCO-ME) sind bisher noch nicht bekannt.
- Insgesamt folgt daraus, dass 2015 deutlich weniger Biokraftstoffe eingesetzt wurden. Während 2014 noch ca. 126.000 TJ aus Biokraftstoffen bereitgestellt wurden, waren es 2015 nur noch 118.000 TJ, somit fast 7 % weniger.
- Der Inlandsverbrauch an Biodiesel und HVO ging um 7,3 % zurück (170.243 t). Die Verschiebung der Einsatzmengen der einzelnen Biodieselsorten wird erst mit Veröffentlichung des Evaluations- und Erfahrungsberichts für das Jahr 2015 der BLE bekannt sein. Würde der Absatzrückgang bei Biodiesel und HVO proportional auf die Biodieselsorten durchschlagen, wäre bei Raps-ME mit einem Absatzrückgang von ca. 100.000 t zu rechnen. Bei dem deutlich geringeren Einsatz von Biokraftstoffen betrug die THG-Einsparung aus Biokraftstoffen im Jahr 2015 nur 6,6 Mio. t, bzw. 3,3 % (genau 3,27 %). Der Zielwert von 3,5 % wurde also um 0,23 %-Punkte unterschritten.
- Durch Übertragung von Übererfüllungen der Energiequote aus dem Jahr 2014 wird die THG-Minderung 2015 von 3,5 % um 0,35 %-Punkte übererfüllt.
- Die THG-Minderungspflicht war bei der Ersteinführung so niedrig festgesetzt, dass sie nahezu ganz ohne Veränderungen im Kraftstoffmix hätte erfüllt werden können.
- Die am Potenzial gemessen zu niedrige Zielsetzung auf 3,5 % THG-Minderung für 2015 hat es der Mineralölwirtschaft ermöglicht, die Beimischung von Biokraftstoffen gegenüber 2014 deutlich zurückzufahren, nämlich um rund 226.000 t Bioethanol und Biodiesel, HVO. Wäre das Ziel für 2015 auf 4 % THG-Minderung gesetzt worden, hätten diese 226.000 t ausgereicht um ein 4 %-Ziel zu erfüllen.
- Die Einkaufspreise für fossile Kraftstoffe sind nach den Notierungen im 1. Halbjahr und anhaltend bis Dezember 2015 gegenüber dem Durchschnitt des Jahres 2014 drastisch gefallen; im Durchschnitt bei Diesel und Benzin etwa 180 €/t. Biodieselsorten sind zeitgleich nur um 10 bis 35 €/t gefallen und Bioethanol ist sogar um 30 €/t im Preis gestiegen. Ob die Preisänderung bei Biokraftstoffen überhaupt von den Preissenkungen bei den fossilen Kraftstoffen beeinflusst war oder globale Wirtschafts- und Technologieentwicklungen den Rohölpreis und Effekte des Angebots (Ernteaussichten, Produktion) und der Nachfrage (technische Öle) bei Pflanzenölen die Preisänderungen verursacht haben ist nur spekulativ zu beantworten.
- Hypothetisch lässt sich folgern: wenn die Biodieselpreise beispielsweise für Raps-ME um 22 €/t gesunken sind, könnte das bei hoher Preistransmission durch eine Verminderung des Erzeugerpreises für Rapssaat 2015 gegenüber 2014 schon um ca. 10 €/t kompen-

siert worden sein (bei sonst unveränderten Preisen für Rapsschrot). Das heißt: die Preiselastizität ist infolge der fixen Vorgaben der FQD, der RED und der nationalen Regelungen gering, weil der Rohstoffbedarf um den Faktor 2 bis 4 höher ist und das Futtermittelprodukt den Preisbewegungen des Rohstoffs nicht generell proportional folgt, weil sie auch anderen Bestimmungsfaktoren unterliegen.

6.2 Wirkungen der Politikvorgaben auf Biokraftstoffe 2017 und 2020

- In den Jahren bis 2020 verschärfen sich die Rahmenbedingungen und Anforderungen für Biokraftstoffe, insbesondere die THG-Minderungspflicht und die Begrenzung der Biokraftstoffe aus Energiepflanzenanbau.
- Die im Jahr 2020 geforderte THG-Minderungspflicht von 6 % ist zu erfüllen, wenn weitere Umstrukturierungen im Kraftstoffmix realisiert werden. Der Einsatz von E 10, UCO-ME und HVO könnten weiter gesteigert werden und HVO die Anteile der Biokraftstoffbeimischung erhöhen. Sowohl die Absatzpotenziale von E10 als auch die Verfügbarkeit von UCO-ME und HVO sind schwer prognostizierbar aber doch begrenzt.
- Die Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Energiepflanzenanbau von 7 % (*cap*) wirkt auch bei einer THG-Minderungspflicht von 6 % nicht begrenzend, sie liegt infolge der Beimischungshöchstgrenzen bei knapp unter 6 %.
- Das 10 %-Ziel für erneuerbare Energie in 2020 ist mit konventionellen Biokraftstoffen (1. Generation) nicht zu erfüllen. Dazu bedarf es einer Einführung von fortschrittlichen Biokraftstoffen (2. Generation) aus erneuerbaren Energieträgern, die die fehlenden 3-4 %-Punkte beisteuern.
- Da die Biokraftstoffe im Szenario 2020 bei 6 % THG-Minderungspflicht wegen der vorgegebenen maximalen Beimischungsanteile für Bioethanol (E5, E10) und Biodiesel (B7) nicht mehr erhöht werden können, müssten die unerfüllbaren THG-Minderungsverpflichtungen schließlich durch Verwendung von Kraftstoffblends mit höheren Biokraftstoffanteilen erfüllt werden (B30, B100, Pflanzenölkraftstoff, höhere Anteile HVO, Biomethan).
- Die Pönale (470 € je Tonne THG) ist so hoch angesetzt, dass rational agierende Marktteilnehmer sie vermeiden werden. Neben den bereits möglichen Optionen wäre das mit mehreren Optionen möglich, beispielsweise im Marktsegment des Ottokraftstoffs durch:
 - Änderung der Preisdifferenzierung zwischen E 5 und E 10, um mehr E 10 abzusetzen.
 - Im Fall einer Preissenkung bei E 10 wäre eine kompensierende Preisanhebung bei E 5 denkbar und durchsetzbar, ohne dass ein Nachfragerückgang bei Ottokraftstoff zu befürchten wäre. Denn die Benzinnachfrage ist kurz- und mittelfristig unelastisch
 - Preisattraktivität von E85 erhöhen
 - Etablierung der Kraftstoffsorte E20.

- Im Marktsegment des Dieselmotorkraftstoffs wären folgende Optionen möglich:
 - Eine neue Kraftstoffsorte für Schwerlastfahrzeuge, z.B. B 30
 - Auch B 100 könnte viel Biodiesel in den Markt bringen
 - Mehr HVO, weil dieser Kraftstoff höhere Beimischungsanteile ermöglicht.

Mit Blick auf die allgemeinen Absichten der Dekarbonisierung muss der Transportsektor die Potenziale stärker nutzen und neue Konzepte zur Reduzierung der THG-Emissionen umsetzen.

6.3 Einführung von iLUC-Faktoren

- Die Einführung von iLUC-Faktoren ist bisher nicht beschlossen worden, stattdessen eine Berichtspflicht durch die Mitgliedstaaten der EU.
- Die THG-Minderungspflicht wäre bei iLUC-Faktoren (auf alle Biokraftstoffe) sowohl bei 4 als auch bei 6 % nicht zu erfüllen. Bei 4 % THG-Minderungspflicht wären immerhin 5,5 Mio. t CO_{2äq.} von etwa 8,6 Mio. t THG-Minderungsverpflichtung insgesamt durch die Pönale zu decken. Außer etwaiger fiskalischer Vorteile macht so ein Kraftstoffszenario klimapolitisch keinen Sinn.
- Die durch die iLUC-Faktoren hoch belasteten Biodiesel aus Pflanzenöl und HVO würden überhaupt nicht mehr eingesetzt. Nur UCO-ME liefert noch anrechenbare THG-Einsparungen. Die Verfügbarkeit ist jedoch begrenzt.
- Der Beimischungsanteil an Biodiesel würde von 6,7 % in 2014 auf 1,7 % absinken.
- Die Wirkung der iLUC-Faktoren wäre kontraproduktiv aus zwei Gründen. Zum einen, weil die erwünschte THG-Minderung zu hohem Anteil (ca. 60 %) gar nicht erreicht, sondern durch die Pönale geleistet werden müsste und zum anderen, weil die meisten der ausgeschlossenen Biokraftstoffe trotz iLUC-Belastung noch einen Beitrag zum THG-Ziel erbracht hätten. Die klimawirksame THG-Einsparung fällt dadurch von 4 auf 1 % zurück. Die Kosten der Kraftstoffbereitstellung steigen um ca. 1,8 Mrd. € und die Nutzen aus THG-Einsparungen, Wertschöpfung und Beschäftigung fallen um ca. 60% zurück.
- Bei einer Bilanzierung der nationalen und globalen THG-Emissionen bei Anwendung von iLUC-Faktoren werden weniger THG-Einsparungen erzielt werden als bei Verzicht darauf.
- Gegenüber dem Absatz im Jahr 2014 würden 1,3 Mio. t Raps-ME und infolgedessen ca. 3,4 Mio. t Rapssaat für Biodiesel nicht mehr abzusetzen sein. Denn Raps-ME könnte nur noch zu einem um 290 €/t niedrigeren Preis abgesetzt werden und für Rapssaat könnte in dieser Verwendung nur noch ein um 120 €/t niedriger Preis erzielt werden. Allerdings stellen so starke Preissenkungen nur theoretische Maximalwerte dar, die durch den Speiseölsektor und die technischen Verwendungen sowie Reaktionen im Außenhandel abgefedert würden.
- Der Vorschlag, bei Einführung von iLUC-Faktoren historische Absatzmengen von der Belastung auszunehmen, erweist sich für die damit zu schützende Biodieselbranche als zweitbeste Lösung. Die von iLUC-Belastungen ausgenommene Biokraftstoffmenge würde 2017 etwa 4 % THG-Minderung erbringen. Eine Bestandsgarantie für iLUC-freie Kraftstoffe vermag jedoch gravierende Verschiebungseffekte bei Kraftstoffen, Rohstoffen

und Futtermittelanfall stark zu begrenzen. Im Jahr 2020 müssten zur Erfüllung von 6 % THG-Minderung höhere Pönale trotz iLUC-freier Bestandsmengen in Kauf genommen werden, wenn die Option höherer Beimischungs- und Marktanteile bei Biodiesel (B20/B30) und Bioethanol (E10) nicht realisiert wird.

- Wenn als Alternative in politischen Verhandlungen nur die Belastung aller Biokraftstoffe mit iLUC-Faktoren in Frage kommt, erscheint sie als das kleinere Übel. Wenn man allerdings eine iLUC-freie Bestandsgarantie als „second best Lösung“ in Erwägung zieht, muss überzeugend begründet werden, dass diese Kompromisslösung besser ist als ein völliger Verzicht auf iLUC-Faktoren. Die Berechnungen zeigen, dass die THG-Einsparungen bei Anwendung von iLUC-Faktoren aus nationalen und globalen iLUC geringer wären als bei einem Verzicht darauf.
- Im Übrigen wirken sich iLUC-Faktoren negativ auf die Futtermittelversorgung aus durch Rückgang der heimischen Proteinfuttermittel-Versorgung. Die Fehlmengen werden überwiegend durch größere Importe von Sojabohnen und Sojaschrot ausgeglichen. Dies kann wiederum Auswirkungen auf Landnutzungsänderungen haben, zumal Sojaschrot mit etwa 80 Prozent Masseanteil das Hauptprodukt bei der Verarbeitung ist. Eine globale Anbauausdehnung wird zur Kompensation des Angebotsausfalls aus EU-Biodieselproduktion erfolgen.

6.4 Wirkungen eines völligen Verzichts auf Förderung erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

- Bei einem völligen Verzicht auf die THG-Minderungspflicht, beispielsweise im Jahr 2015, hätten die bisher eingesetzten 3,36 Mio. t Biokraftstoffe durch Mehreinsatz von etwa 0,33 Mio. t Benzin und 2,2 Mio. t Diesel ersetzt werden müssen. Dadurch wären die Beschaffungskosten der Kraftstoffe um 1 Mrd. € geringer gewesen – also etwa um etwa 300 € je Tonne Biokraftstoff. Gleichzeitig wären ca. 6,47 Mio. t THG-Einsparungen entfallen, das sind im Durchschnitt 155 €/t CO_{2äq}.
- Der Absatz von Rapsöl für den Inlandsverbrauch an Biodiesel wäre um etwa 1,3 Mio. t und der Bedarf an Rapssaat um 3,2 Mio. t eingebrochen. Auch die Rohstoffe für Bioethanol wären im Umfang von 3,2 Mio. t Getreide und 3 Mio. t Zuckerrüben nicht mehr benötigt worden und schließlich hätten etwa 3,1 Mio. t Futtermittel aus der inländischen Biokraftstoffherzeugung durch Sojaimporte und inländisches Getreide ersetzt werden müssen.
- Biokraftstoffe könnten nur wettbewerbsfähig bleiben, wenn der Preis auf den Energie-Gleichgewichtspreis für Diesel und Benzin (Tabelle 7) zurückginge. Das wäre bei RapsME im Vergleich zum Marktpreis 2015 ein Rückgang von 750 €/t auf 424 €/t. Das könnte zwar durch eine Preissenkung des Rohstoffs Rapssaat von 136 €/t kompensiert werden; allerdings würde das Marktsegment Biodiesel aus Raps unter dem Preisdruck nicht mehr beliefert werden. Auch bei Bioethanol würde eine Preissenkung beim Rohstoff Getreide von etwa 100 €/t zur Kompensation erforderlich sein, die natürlich zu einer Einstellung der Verwendung für Bioethanol führen würde.

Ob ein Verzicht auf Biokraftstoffe vertretbar ist, muss politisch entschieden werden. Wichtig ist dabei aber, dass den oben erwähnten Zusatzkosten die Nutzen der THG-Einsparung und der

Wertschöpfung der inländisch hergestellten Biokraftstoffe gegenübergestellt werden. Die in den Tabellen ausgewiesenen Nutzen der Biokraftstoffe von rund 1,76 Mrd. € sind in den zitierten Studien sicher zu hoch geschätzt, sie machen aber deutlich, dass sie nicht zu vernachlässigen sind. Sie können die Zusatzkosten der Biokraftstoffe durchaus überschreiten. Außerdem müssten 3,1 Mio. t Proteinfutter zusätzlich importiert werden.

6.5 Auswirkungen neuer Kraftstoffsorten E 20 und B 30

Bei den gegebenen gesetzlichen und technischen Rahmenbedingungen können höchstens 4 % THG-Minderung bei Nutzung der Biokraftstoffpotenziale in Kraftstoffen erreicht werden. Dazu bedarf es noch einer erheblichen Steigerung der Biokraftstoffbeimischung gegenüber 2015, wo nur 3,27 % THG-Minderung realisiert wurde. Bei 4 % THG-Minderungspflicht werden die Grenzen der 7 % Beimischung in Dieselmotoren und die 5 bzw. 10 % Beimischung in Ottomotoren erreicht. Nur geringer Spielraum bestünde noch für höhere THG-Minderungen, wenn der Absatz von E 10, E 85, B 100 und Pflanzenöl deutlich ausgedehnt werden könnte.

Das bedeutet, dass schon im Jahr 2020 ein Ventil für weitere Biokraftstoffe geöffnet werden muss, um höhere THG-Minderungsziele zu erreichen. Ob neue Kraftstoffsorten schon im Jahr 2020 größere Marktanteile besetzen können, ist ungewiss.

Insgesamt könnten mit E 20 und B 30 etwa 1,2 Mio. t Bioethanol und 5 Mio. t Biodiesel und HVO beigemischt und damit die 6 % THG-Minderungspflicht ohne Pönale erfüllt werden. Voraussetzung wäre dazu, dass die Hälfte des Dieselmotors im Güterverkehr als B 30 Abnehmer findet. Die hohe Pönale setzt die Mineralölwirtschaft unter starken Druck. Entweder gelingt es bereits verfügbare Optionen zu nutzen sowie neue Biokraftstoffsorten den Kunden attraktiv zu machen oder es gelingt die Pönale durch UER zu umgehen.

Mit neuen Biokraftstoffsorten kann bei guter Akzeptanz der Verbraucher insbesondere im Güterverkehr auch eine THG-Minderungspflicht von 8 % ohne Pönale erreicht werden. Auch 10 % THG-Minderungspflicht sind nicht illusorisch, wenn der gesamte Güterverkehr B 30 verbraucht und E 20 beim Ottomotoren einen hohen Marktanteil erobert. Die Einsatzgrenzen sind allerdings bei 3,5 Mio. t Bioethanol und 7 Mio. t Biodiesel und HVO erreicht.

6.6 Auswirkungen von Elektro-Pkw im Verkehr

Elektro-Pkw sind derzeit ohne massive Förderung aus der Sicht der Fahrzeughalter in der Regel nicht wirtschaftlich. Aus gesamtwirtschaftlichen Überlegungen können sie förderungswürdig sein, wenn sie die THG-Minderung günstiger bereitstellen als Verbrennungsmotoren oder andere Vorteile bieten.

Ein Elektro-Fahrzeug ersetzt normalerweise ein bisher genutztes Otto- oder Diesel-Fahrzeug. Dadurch entfällt der Kraftstoffverbrauch dieses Verbrennungsmotors und einhergehend damit dessen THG-Emission. Die ist allerdings geringer als die des Elektro-Pkw.

Ein Elektro-Pkw, der einen Benzin- oder Diesel-Pkw ersetzt, spart bei 15.000 Jahres-km etwa 0,585 t Kraftstoff, benötigt aber 3750 kWh. Infolgedessen stehen 2,253 t des Elektro-Pkw 2,1 t THG-Emission eines Verbrennungsmotors gegenüber. Einen Klimaschutzeffekt erzielen die Elektro-Pkw also nicht.

Legt man Stromgestehungskosten des durchschnittlichen Strommix zugrunde, inklusive Kosten der Ladestruktur, belaufen sich die Energiekosten des Elektro-Pkw auf 600 €/Jahr gegenüber dem des Verbrennungsmotors, der bei 585 kg Benzin 306 €/Jahr beträgt.

Jedes Elektro-Auto mindert auch die Einnahmen aus der Energiesteuer und die anteilig darauf entfallende MwSt. und die KFZ-Steuer, per Saldo um 825 €. Eine Ankaufbeihilfe wurde hier nicht berücksichtigt.

Insgesamt folgt daraus, dass bei gegenwärtigem Stand der Technik die Elektro-Mobilität nach privatwirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Rechnungen (noch) zu teuer ist und bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung keinen Beitrag zum Klimaschutz bietet, gleichwohl aber zur Verminderung der Luftverschmutzung in Problemzonen.

6.7 Kontinuierliche Erhöhung der THG-Minderungspflicht ab 2015 bis 2020 um 0,5 %

Die Biokraftstoffverbände haben vorgeschlagen, statt der derzeit für 2017 auf 4 % und 2020 auf 6 % festgesetzten THG-Minderungspflicht eine jährlich konstante Erhöhung um 0,5 % vorzugeben. Beginnend im Jahr 2015 mit 3,5 % wären schon 2016 4%; 2017 4,5%, 2018 5%, 2019 5,5% und 2020 6% zu erbringen.

Über den Zeitraum der 5 Jahre müssten im Vergleich zu den bestehenden Vorgaben insgesamt ca. 7 Mio. t THG-Minderung mehr erbracht werden. Für die Jahre 2016 und 2017 könnten mehr Biokraftstoffe abgesetzt werden. Die höhere THG-Minderungspflicht müsste aber flankiert werden durch Nutzung bereits verfügbarer Optionen für höhere Biokraftstoffanteile (Pflanzenöle, B 100, E 85 u.a.), um höhere Pönale zu vermeiden. Vorteile hat das Konzept auch, wenn relativ hohe UER erwartet werden, die die THG-Minderungspflicht und dadurch den Biokraftstoffeinsatz einschränken.

6.8 Wirkungen auf den Rohstoffbedarf für Biodiesel, den Futtermittelanfall und mögliche Preiseffekte

Der Bedarf an Rapssaat für die Herstellung von 1,3 Mio. t Raps-ME betrug im Jahr 2014 rund 3,15 Mio. t, das waren etwa 35 % der verarbeiteten Rapssaat in Deutschland. Die jüngste Statistik der BAFA weist für 2015 einen Absatzrückgang bei Biodiesel (FAME) und HVO gegenüber 2014 von 7,3 % aus. Bei unveränderten Anteilen der Biodieselsorten untereinander wäre dadurch mit einem Rückgang von 100.000 t RME bzw. 240.000 t Rapssaat zu rechnen. Preiseffekte würden von dieser Verschiebung um 7,3 % kaum ausgehen, zumal die Rapsernte 2015 auch etwas geringer ausgefallen ist.

Auf die THG-Minderungspflicht im Jahr 2015 haben die Kraftstoffanbieter mit einem geringeren Einsatz von Biokraftstoffen und mit verbesserten THG-Einsparungen reagiert. Selbst bei anhaltendem Trend weiter steigender THG-Einsparungen bei Biokraftstoffen werden auch die Anteile der Biokraftstoffe im Jahr 2017 weiter erhöht werden müssen. Nach den Berechnungen (Tabelle 11) könnten der Bedarf im Jahr 2017 gegenüber 2015 an Raps-ME um ca. 250.000 t und der Bedarf an Rapssaat um rund 600.000 t ansteigen. Das wäre eine Zunahme von ca. 20 % des Rapssaatbedarfs von 2015.

Ökonometrische Analysen sprengen den Rahmen dieser Studie, könnten aber zeigen, dass von Mengenveränderungen dieser Größenordnung kaum Preiseinflüsse auf Rapssaat nachzuweisen

wären, zumal nicht absehbar ist, wie sich das Rapsöl im Export absetzen ließe und ob ein Mehr- oder Minderbedarf von Rapssaat für Biodiesel auch zu Lasten der Importe ginge.

Im Jahr 2020 würde die vorgesehene Anhebung der THG-Minderungspflicht auf 6 % theoretisch einen weiteren Nachfragezuwachs für Biodiesel und Rapssaat bedingen. Allerdings verhindert die Beimischungsgrenze von 7 % in Dieselkraftstoff deren Einsatz im Verkehr auf eine Menge um 4 Mio. t Rapssaat (ca. 1,7 Mio. t Raps-ME), wenn nicht neue Absatzmöglichkeiten durch neue Kraftstoffsorten und andere bereits bestehende Optionen geschaffen werden.

Insgesamt zeigen die Berechnungen und Überlegungen, dass die zu erwartenden Preiseffekte doch vergleichsweise moderat sein werden. Im Übrigen werden sie von Ernteeffekten deutlich übertroffen und häufig überlagert.

6.9 Abschließende Beurteilung der Politikmaßnahmen und -vorschläge auf die Biokraftstoff- und Rohstoffmärkte

Aus den vorangestellten quantitativen Analysen und Bewertungen lassen sich die folgenden Einschätzungen zu den 2014 eingeleiteten und bis 2020 beabsichtigten Politikvorschlägen auf die Rohstoff- und Futtermittelmärkte ableiten:

- Die 2015 eingeführte THG-Minderungspflicht ist ordnungspolitisch das sachgerechtere Instrument zur Erzielung von Klimaschutzeffekten im Verkehr. Es wirkt zielführender als die bisher geltende Energiequote (6,25 %), weil alle eingesetzten Kraftstoffe auf allen Ebenen nach der THG-Effizienz unter Berücksichtigung der Kosten bewertet und eingesetzt werden.
- Die „Nabisy“-Berichte zeigen, dass schon in der Umstellungszeit erhebliche Effizienzsteigerungen stattgefunden haben, die bei dem wichtigsten Biokraftstoff Biodiesel etwa 10 %-Punkte und bei Bioethanol 5 %-Punkte betragen. Ferner bewirkt die THG-Minderungspflicht auf längere Sicht eine Ausdifferenzierung der Biokraftstoffpreise nach der Höhe der THG-Einsparungen und verdrängt so die wenig effizienten Produkte nach marktwirtschaftlichen Parametern. Allerdings geschieht das erst nach einer Übergangszeit und erst dann, wenn die THG-Minderungspflicht stärkere Anpassungen und höhere THG-Einsparungen der Kraftstoffe erfordert. Bleibt es allerdings bei der THG-Minderungspflicht ausschließlich in Deutschland, tritt eine Preisdifferenzierung nicht oder nur verzögert ein, weil Biokraftstoffe mit geringer THG-Einsparung ohne Preisabzug in anderen Mitgliedstaaten abgesetzt werden können.
- Die Vorgabe für 2015 und 2016 von 3,5 % THG-Minderungspflicht war ein vorsichtiger Einstieg und sicher im Sinne der Mineralölwirtschaft. Unter dem Ziel des Klimaschutzes wäre eine höhere THG-Minderungspflicht möglich und ohne höhere Pönale umsetzbar gewesen.
- Die Entwicklung des Inlandsverbrauchs der Biokraftstoffe von 2014 nach 2015 zeigt, dass die Kraftstoffanbieter den Einsatz von Biokraftstoffen stärker zurückgenommen haben als nach der THG-Minderungspflicht erforderlich gewesen wäre. Nur mit Übertragungen der Energiequote 2014 wird das 3,5 % Ziel 2015 erreicht und sogar um ca. 0,35 %-Punkte übererfüllt.
- Die Erfüllung der THG-Minderungspflicht von 4 % in 2017 und 6 % in 2020 ist von Seiten der Bereitstellung der Biokraftstoffe und Rohstoffe überhaupt kein Problem. Die Beimi-

schungsgrenzen nach der FQD und die Angebotsstrategien der Mineralölwirtschaft behindern die weitere Steigerung des Biokraftstoffanteils und könnten 2020 zu Zahlungen der Pönale führen, wenn nicht andere bereits bestehende Optionen für Biokraftstoffe genutzt werden.

- Die iLUC-Richtlinie fordert 2017 mindestens 50 % und seit Oktober 2015 mindestens 60 % THG-Einsparung bei Neuinvestitionen. Weniger effiziente Biokraftstoffe fallen aus der Quotenberechnung heraus und werden damit nicht „gefördert“. Das war zu Zeiten der Energiequote für Biokraftstoffe bis 2014 eine sinnvolle Nebenbedingung im Sinne des Klimaziels. Nach Einführung der THG-Minderungspflicht ist diese Grenzwertsetzung obsolet. Der Markt regelt die Produktion und Verwendung, indem er den Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien einen an der THG-Effizienz orientierten Preis zuordnet. Allerdings funktioniert dieser Markt erst, wenn die THG-Minderungspflicht auch für die wichtigsten Mitgliedstaaten der EU gelten würde.
- Die im Jahr 2015 eingeführte Kappungsgrenze für Biokraftstoffe (7 %) aus Energiepflanzenanbau ist ein ordnungspolitisch fragwürdiges Instrument. Es orientiert sich nicht an Marktsignalen, die zurzeit auf große globale Angebotspotenziale hindeuten und ist wegen der engen Beimischungsgrenzen in fossile Kraftstoffe nach der FQD und der geringen Bedeutung der Rein-Biokraftstoffe derzeit nicht erforderlich.
- Die Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Energiepflanzenanbau war der politische Kompromiss zur Plafondierung der aus dieser Biomasse hergestellten Biokraftstoffe bis 2020. Hiermit wurde der Tank/Teller- und anderen umweltpolitisch kritisch geführten Diskussion Rechnung getragen. Es ist aber eine fragwürdige Entscheidung, weil perspektivisch nach 2020 aus diesem Bereich der Biokraftstoffproduktion dann keine nachhaltig zertifizierten Biokraftstoffmengen zur Verfügung stehen werden. Die Politik muss sich vergegenwärtigen, dass damit auch die inzwischen geschaffenen 18 freiwilligen Zertifizierungssysteme und die entsprechenden Zertifizierungsstellen überflüssig werden. Es ist besonders herauszustellen, dass mit der RED EU-Recht in Drittstaaten verankert wurde und zudem durch sogenannte Wittnessaudits, die durch die nationalen zuständigen Stellen veranlasst werden können, die Zertifizierungsqualität überprüft wird. Die Biokraftstoffe haben damit im Sinne einer nach EU-Recht global eingeführten Nachhaltigkeitszertifizierung die Vorreiterrolle in der Bioökonomie übernommen.
- Das 10 %-Ziel für erneuerbare Kraftstoffe ist in Ländern mit THG-Minderungspflicht ebenfalls obsolet und kontraproduktiv. Es sollte nur den Charakter einer Vergleichsgröße haben, niemals aber eine zu erfüllende Pflicht mit Sanktionen. So ist es wohl auch gedacht. Wird ein Energieziel für Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien angestrebt und gezielt sanktioniert, werden energiereiche Kraftstoffe, z.B. HVO, und energiesparende Antriebe, z.B. Elektro-Pkw begünstigt, obwohl sie höhere THG-Minderungskosten verursachen.
- Aus der Sicht der EU-Politik ist das 10 % Ziel durchaus anders zu beurteilen. Das für alle Mitgliedsstaaten verbindliche Ziel von 10 Prozent Anteil erneuerbare Energien im Jahr 2020 gemäß der Erneuerbare Energien-Richtlinie 2009, hat sich als die treibende Kraft erwiesen, im Wege nationaler Gesetzesinitiativen die Markteinführung nachhaltig zertifizierter Biokraftstoffe voran zu treiben. Hierzu mussten die Mitgliedsstaaten nationale Aktionspläne vorlegen. Im Umkehrschluss bedeutet die Beendigung dieser verbindlichen

Zielvorgabe einen umweltpolitischen Rückschritt, weil insbesondere im Transportsektor und hier besonders im Güterlastverkehr die Treibhausgasemissionen weiterhin steigen werden. Im Sinne einer kongruenten Fortführung der Markteinführung alternativer Kraftstoffe muss die Politik vor dem Hintergrund der bisher noch nicht am Markt spürbaren Initiativen zur Förderung der sogenannten zweiten Generation Biokraftstoffe wie auch der Elektromobilität ein integratives Konzept verfolgen, so dass sich die Alternativen zwar ergänzen, aber zugleich auch in einem Effizienzwettbewerb stehen. Insbesondere der Wechsel auf einen neuen Antrieb ist eine vergleichsweise hohe Hürde für den Verkehr. Dies wird besonders deutlich bei den aktuellen Vorbehalten über die Kosten und zur Subventionierung (Kaufprämien) der E-Mobilität.

- Die Kraftstoffanbieter verfolgen Absatzstrategien, die das THG-Minderungspotenzial für Biokraftstoffe derzeit nicht ausschöpfen. Bei Benzin werden in 2015 nur etwa 20 % des Bioethanolverbrauchs in E 10 beigemischt, 80 % in E 5. Bei gegebener Preisdifferenzierung für den Verbraucher und der praktizierten Absatzförderung bleibt der E 10 Absatz gering. Der Preisabstand zwischen E 5 und E 10 an den Tankstellen von 2 bis 3 ct/Liter entspricht etwa der Wertdifferenz nach dem Energiegehalt. Sie schafft keinen genügenden Anreiz, E 10 für größere Käufergruppen attraktiv anzubieten. Im Dieselsegment wäre eine neue Dieselmotorsorte für den Güterverkehr z. B. mit 30 % Biodieselbeimischung eine Option.
- iLUC-Faktoren sind schon wegen der fehlenden wissenschaftlichen Belastbarkeit umstritten. Die Berechnungen in dieser Studie zeigen darüber hinaus, dass sie die beabsichtigte Wirkung auf die THG-Minderung verfehlen würden. Wie in den Kapiteln 5.2.2 und 5.2.3 ausgeführt wurde, tragen iLUC-Szenarien weniger zum THG-Minderungsziel bei als Szenarien ohne iLUC-Faktoren. Zur Erfüllung einer gegebenen THG-Minderungspflicht müssten extrem hohe Pönale hingenommen werden, die nicht durch Vermeidungsstrategien umgangen werden könnten. Die Kosten der Kraftstoffbereitstellung würden um mehr als 1 Mrd. € steigen und die Nutzen aus THG-Einsparungen, Wertschöpfung und Beschäftigung fielen um ca. 60 % zurück.
- Wenn iLUC-Faktoren (politisch) nicht zu verhindern sind, sollte die THG-Minderungspflicht so gesenkt werden, dass keine Pönale zu zahlen ist. In jeder Hinsicht effektiver wäre ein iLUC-freier Bestandsschutz auf eine historische Menge zum Beispiel nach dem Inlandsverbrauch eines Referenzzeitraums (z.B. 2014) oder in Höhe der nach der iLUC-Richtlinie vorgegebenen Kappungsgrenze von 7 Prozent, um größere Verwerfungen auf den Märkten zu verhindern oder zumindest abzufedern. Insofern eine dringend zu empfehlende Option.
- Die Politik lässt die Kraftstoffstrategie der Zukunft nach 2020 offen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen eindeutig, dass bei mehr als 4 % THG-Minderung bestehende und neue Optionen für Biokraftstoffe umgesetzt werden müssten. Bei Einführung neuer Kraftstoffsorten könnte das Potenziale der Biokraftstoffe viel umfassender genutzt werden, ohne signifikante Verknappung der Rohstoffbasis. Die Politik ist dringend gefordert, das Spektrum der Kraftstoffsorten auf die Zukunftsentwicklungen im Verkehrssektor auszurichten. E 20, B 30 und B 100 bieten Potenziale, die eine THG-Minderung von 10 oder später sogar 12 % nicht illusorisch erscheinen lassen.

- Der Wettbewerb um die beste Treibhausgaseffizienz als Voraussetzung für den Marktzugang bestätigt bereits in Deutschland, dass die Umstellung auf diese neuen förderrechtlichen Rahmenbedingungen den umweltpolitischen Effekt zeigt, dass mit weniger treibhausgaseffizienteren Biokraftstoffen das Treibhausgasminderungsziel erreicht werden kann. Es folgt naturgemäß daraus, dass gemessen an der umweltpolitischen Herausforderung zur THG-Minderung im Verkehr, eine analoge Regelung ebenso auf EU-Ebene eingeführt werden sollte. Hier stehen die Biokraftstoffwirtschaft wie auch die Fahrzeugindustrie allerdings in der Pflicht, einige Vorbehalte gegenüber erneuerbare Biokraftstoffe zu reduzieren und an einer funktionierenden Umsetzung mitzuwirken.
- Die Einführung von iLUC-Faktoren ist grundsätzlich auch aus wissenschaftlicher Sicht problematisch zu bewerten. Die vorliegenden Studienergebnisse und Stellungnahmen von Modellierungsexperten bestätigen, dass eine Ursache/Wirkungsbeziehung zwischen den in der Europäischen Union produzierten Biomasserohstoffen für die Biokraftstoffverwendung und indirekten Landnutzungseffekten in Drittstaaten nicht rechtssicher begründet werden kann. Diese Rechtsunsicherheit sollte die Politik mit Blick auf andere Verwertungsbereiche von Biomasse im Rahmen der angestrebten Dekarbonisierung (Bioökonomiestrategie) vorausschauend vermeiden. Die Politik begibt sich andernfalls in das Dilemma, das auch jede Art der umweltpolitisch gewünschten und staatlich geförderten Extensivierung ein „iLUC-Effekt“ zugewiesen werden müsste. Überdies ist festzustellen, dass in anderen Agrarexportländern, die ebenfalls zu den Unterzeichnerstaaten des Pariser Klimaschutzabkommens zählen, die Bedeutung der Biokraftstoffe der 1. Generation auch im Hinblick auf die langfristige strategische Ressourcen- und Umweltpolitik daran abzulesen ist, dass bspw. in den USA, Argentinien, Brasilien, Indonesien oder auch Malaysia die nationalen Quotenvorgaben für die Beimischung von Biodiesel oder Bioethanol erhöht werden. Es ist davon auszugehen, dass in diesen Ländern traditionelle Biokraftstoffe und deren Förderung bspw. durch Beimischungsverpflichtungen Steuerungselemente der vorzulegenden Klimaschutzaktionspläne sein werden. Brasilien macht vor, dass durch eine flexible Quotenanpassung zugleich die strukturellen Überschüsse des Zuckersektors in die Kraftstoffnutzung umgelenkt werden. Die Aufgabe der Biokraftstoffförderung der 1. Generation in der Europäischen Union würde damit lediglich zu Marktverschiebungseffekten in diesen Ländern führen. Insbesondere ausgelöst durch Mengen- und Preisdruck wird die Verwendung von Biokraftstoffen eher verstetigt und ist zugleich als Maßnahme zur Reduzierung bzw. Vermeidung marktstruktureller Überschüsse anzuerkennen.

Da sich Preise für Kraftstoffe, deren Rohstoffe, Nebenprodukte sowie Versorgungssituationen und Politikstrategien und neue Technologien im Verkehrssektor ändern, sind begleitende quantitative Untersuchungen des Verkehrssektors ein hilfreiches Instrument, die sehr komplexen Wirkungszusammenhänge zu analysieren um darauf zu reagieren.

7 Zusammenfassung

Einleitung

Durch den Klimawandel, damit einhergehende Unwetterkatastrophen und die Ergebnisse der Klimaverhandlungen in Paris steigen Betroffenheit, öffentliches Bewusstsein und der Handlungsdruck für Maßnahmen zum Klimaschutz. Hierbei spielen Erneuerbare Energien eine Schlüsselrolle. Praktisch ohne Ausnahme zeichnen sich die Märkte für Erneuerbare Energien heute durch komplexe förderpolitische und regulatorische Rahmenbedingungen aus.

Europäische und nationale Gesetze zum Klimaschutz wurden in den vergangenen Jahren häufig geändert. Dies führte zu wechselnden Rahmenbedingungen für die Wirtschaft mit negativem Einfluss auf die Investitionsbereitschaft für Klimaschutz. Zum Beispiel stehen in den kommenden Monaten und Jahren weitgreifende politische Entscheidungen über die Zukunft von Biokraftstoffen an, die letztlich Einfluss auf die gesamte Wertschöpfungskette und folglich auf den heute schon möglichen Beitrag zur Treibhausgasminderung haben werden. Diese Studie beleuchtet die Auswirkungen von Politikmaßnahmen auf Biokraftstoff- und Rohstoffmärkte, um daraus Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Förderpolitische Rahmenbedingungen und Untersuchungsgegenstand

Im April 2015 hatten sich das Europäische Parlament und der Europäische Rat auf einen Kompromiss zur Änderung der für Biokraftstoffe maßgeblichen Richtlinien (2009/28/EG und 98/70/EG) geeinigt. Die als „iLUC-Richtlinie“ bezeichnete Änderungsrichtlinie (2015/1513/EG) sieht vor, dass auf EU-Ebene eine Kappungsgrenze von max. sieben Prozent Anteil für Biokraftstoffe aus Getreide, Zucker-, Stärke- und Ölpflanzen eingeführt wird.

Die nationale Umsetzung für die Zielerreichung erfolgt in den Mitgliedsstaaten überwiegend auf Basis einer verpflichtenden energetischen Quote. Dies bedeutet, dass gemessen an den insgesamt verbrauchten fossilen Kraftstoffmengen ein bestimmter prozentualer Anteil als Biokraftstoff in Verkehr gebracht werden muss, andernfalls drohen den verpflichteten Unternehmen der Mineralölwirtschaft Strafzahlungen (Pönale).

Deutschland hat 2015 auf Grundlage der geänderten Kraftstoffqualitätsrichtlinie (98/70/EG) als bisher einziges Mitgliedsland der EU seine Fördermaßnahmen ausschließlich auf eine Pflicht zur Treibhausgasminderung umgestellt. Die Inverkehrbringer von Kraftstoffen müssen eine prozentuale Treibhausgasminderung (THG-Minderung) nachweisen. In den Jahren 2015 und 2016 beträgt die Treibhausgasminderungspflicht 3,5 Prozent, ab 2017 vier Prozent und ab 2020 sechs Prozent. Die EU-Richtlinie sieht zur Erfüllung der Treibhausgasminderung neben Biokraftstoffen weitere Optionen vor, beispielsweise andere erneuerbare Kraftstoffe (strombasierte Kraftstoffe, z. B. Wasserstoff, PtL, PtG), Elektromobilität und Maßnahmen zur Treibhausgasminderung bei der Erdölförderung (UER-Maßnahmen).

Für die Wirtschaftlichkeit der Biokraftstoffproduktion sind Marktpreise und die spezifische (rohstoff- und verfahrenstechnisch optimierte) Treibhausgaseinsparung von großer Bedeutung. Ebenso wichtig sind Verfügbarkeit, Preise von Rohstoffen, Nachfrage nach Biokraftstoffen sowie Absatz der Nebenprodukte (Eiweißfuttermittel, Glycerin, etc.) Mit der Umstellung auf die THG-Minderungspflicht soll erreicht werden, dass sich der Marktpreis an der THG-Einsparung der

Biokraftstoffe orientiert (Rohstoff- und Klimaschutzeffizienz). Ziel dieser Studie ist es, die Quotenstellung sowie verschiedene Politikmaßnahmen zu analysieren und deren Auswirkungen auf zuvor genannte Punkte in Verbindung mit der Frage zu bewerten: Ist die in Deutschland umgesetzte THG-Minderungspflicht ein Modell für die grundsätzliche Ausrichtung der Biokraftstoffpolitik in der EU nach 2020?

Szenarien und Politikstrategien

Im Rahmen einer Szenarienanalyse werden folgende Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr hinsichtlich ihres Einflusses auf die Wertschöpfungskette von Biokraftstoffen, deren Nebenprodukte und Rohstoffmärkte untersucht:

- Umstellung von energetischer Quote auf THG-Minderungspflicht in Deutschland
- Stufen der THG-Minderungspflicht (4; 6; 8; 10 und 12 Prozent)
- Abschätzung und Entwicklung des Biomasse- bzw. Biokraftstoffmix (Einfluss von Treibhausgaseffizienz und Preis)
- Berücksichtigung von iLUC-Faktoren
- Bestandsschutz für historische Absatzmengen
 - 10 Prozent Erneuerbare Energien-Ziel im Transportsektor im Jahr 2020 (mit sieben Prozent-Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Getreide, Zucker-, Stärke und Ölpflanzen)
- Zusätzliche Absatzpotenziale der Kraftstoffsorten E20, B30 und B100
- Ansteigender Anteil der Elektromobilität
- Auswirkungen THG-Minderungsmaßnahmen bei der Erdölförderung, sog. ‚Upstream Emission Reduction‘ (UER-Maßnahmen)
- Verzicht auf Förderung von Biokraftstoffen aus Getreide, Zucker-, Stärke- und Ölpflanzen
- Einführung einer THG-Minderungspflicht in anderen EU-Mitgliedstaaten nach dem Vorbild Deutschlands

Methodik und Vorgehensweise

Im Rahmen dieser Studie wurde ein linearer Programmierungsansatz entwickelt, der es ermöglicht, den Inlandsverbrauch an Kraftstoffen, Rohstoffen und den Anfall von Nebenprodukten abzubilden und eine optimale Bereitstellungsstruktur für Kraftstoffe unter verschiedenen Preisen, Politikzielen und Vorgaben durch Gesetze und Verordnungen zu ermitteln.

Mittels eines linearen Programmierungsansatzes können optimale Organisationen verschiedener (Bio-)Kraftstoffproduktionen und deren Rohstoffverwendung in Abhängigkeit des unternehmerischen Erfolgs ermittelt werden. Es geht darum, verschiedene Produktionsverfahren technisch sinnvoll auszulasten und die verschiedenen Produktionsfaktoren im Rahmen der vorgegebenen fixen Faktoren zielgerichtet zu kombinieren. Bei der linearen Programmierung handelt es sich um ein mathematisches gleichungsbasiertes Optimierungsmodell, das ein Minimum- oder Maximum-Problem löst.

Die Studie bildet das lineare Gleichungssystem alle am Markt angebotenen Kraftstoffe als Verwendungsoptionen (Aktivitäten) mit ihren technischen Koeffizienten ab, darunter Energiegehalte, THG-Emissionen, Rohstoffbedarf und Nebenproduktanfall. Die Gleichungen definieren die relevanten Höchst- und Mindestbeschränkungen für die einzelnen Biokraftstoffe und die relevanten Höchst- und Mindestmengen bzw. -anteile für Energie, THG-Emissionen und andere gesetzliche Vorgaben.

Die Optimierung läuft unter der folgenden Zielfunktion: Minimierung der Kosten der gesamten Kraftstoffbereitstellung für den Inlandsverbrauch im Verkehrssektor in Deutschland. Mit dieser Vorgehensweise werden die Kraftstoffe nach ihrer THG-Effizienz bewertet und die günstigsten Kraftstoffblends bis zu den möglichen Kraftstoffnormen eingesetzt. Dabei wurden alle genormten Kraftstoffblends (E5, E10, E85, B7, B30, B100, Pflanzenöl) sowie E20 berücksichtigt.

Als Restriktionen werden je nach Szenario berücksichtigt: Kraftstoffbedarfsmengen für Benzin- und Dieselfahrzeuge, Energetische Quote, THG-Minderungspflicht, Höchst- und Mindestanteile (E85) bei Beimischungen, Winterqualitäten.

Als Referenz für die energetische Biokraftstoffquote und zur Kalibrierung des Modells dient das Jahr 2014. Als Referenz für die THG-Quote dient das Jahr 2015, hieran wurden die Wirkungen von Politikmaßnahmen bzw. -vorschlägen in den verschiedenen Szenarien quantifiziert und beurteilt.

Neben den oben genannten Kraftstoffen wurden auch HVO (hydrierte Pflanzenöle), abfallbasierte Biokraftstoffe und Elektrofahrzeuge berücksichtigt. Um die Erfüllung der THG-Minderungspflicht konkurrieren alle zuvor genannten Optionen miteinander; auch eine mögliche Pönalezahlung wurde in der Studie berücksichtigt. Abgebildet werden auch die Rohstoffe und Nebenprodukte der Biokraftstoffe, sowohl nach Mengen als auch nach Herkunft und deren Auswirkungen im Futtermittelbereich.

Für die einzelnen Szenarien wurde anhand der Gesamtkosten der Kraftstoffbereitstellung der Mehr- oder Minderwert verschiedener Politikmaßnahmen, beispielsweise die Umstellung auf eine THG-Minderungspflicht, abgeleitet.

Optimiert wurde in den Modellrechnungen die Kraftstoffbereitstellung für den Inlandsverbrauch des Personen- und Güterverkehrs. Es wird davon ausgegangen, dass die Mineralölwirtschaft bestrebt ist, die sog. „Produktenpreise“ (Verbraucherpreis ohne Kosten für Transport und Lagerhaltung) möglichst niedrig zu halten. Die Unternehmen, die Kraftstoffe herstellen und/oder in Verkehr bringen, optimieren unter dem Ziel Gewinn- bzw. Deckungsbeitragsmaximierung.

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Im Jahr 2014 hat die Mineralölindustrie in Deutschland die ihr gesetzlich vorgeschriebene energetische Quote für Biokraftstoffe erfüllt. Bei Annahme der THG-Standardwerte entsprach die THG-Minderung durch Biokraftstoffe bereits ein Jahr vor Einführung der THG-Quote 2,7 Prozent (5,4 Mio. t CO_{2äq}).
- Den Berechnungen dieser Studie zufolge wurde 2015 die neu eingeführte THG-Minderungspflicht von 3,5 Prozent mit Biokraftstoffen (6,6 Mio. t CO_{2äq}) und Übertragungen aus dem Vorjahr (0,8 Mio. t CO_{2äq}) erfüllt. Die **Einsatzmenge von Biokraftstoffen sank bei Bioethanol um 4,5 Prozent und bei Biodiesel um 7,3 Prozent.**

Übersicht über die wichtigsten quantitativen Ergebnisse der Szenarien 2014 bis 2020

	Einheit	Referenz, THG Standard	3,5% THG- Minderung (ohne E20, B30)	4% THG- Minde- rung (ohne E20, B30)	Potenziale 2020 Biokraftstoffe ohne cap 7 % mit E20 und B30 THG-Minderungspflicht in %			
		2014	2015	2017	6%	8%	10%	12%
Kraftstoff Inlandsverbrauch								
Foss. Benzin	Mio. t		1,05		10,23			
Bioethanol		1,22	1,17	1,18	1,18	3,22	3,22	1,00
E 5		15,71	15,16	15,35	0,00	0,00	0,00	11,01
E 10		2,59	2,90	3,52	3,3			3,66
E 20					3,42	16,61	16,61	3,62
Foss. Diesel			0,00		0,00			
B 7		33,27	34,85	36,31	29,70	29,70	29,70	19,92
B 30					7,69	7,69	7,69	15,38
Biodiesel		2,31	2,53	2,73	3,96	3,86	3,86	7,32
davon Raps-ME		1,30	1,31	1,55	2,48	2,48	2,48	3,55
Beimischungsanteile								
Erneuerbare Energie	%	5,29	4,86	5,48	8,67	11,01	11,01	12,58
Energiepflanzen		5,24	4,06	4,47	6,89	9,22	9,22	10,03
Biodiesel		6,66	5,94	7,01	11,78	11,78	11,78	17,21
Bioethanol		6,26	5,76	5,58	6,13	15,37	15,37	8,10
THG-Minderung	%	2,7	3,3	4,0	6,0	7,9	10,1	12,1
	Mio. t	5,4	6,6	8,4	12,9	17,3	22,4	27,2
Rohstoffbedarf								
Rapssaat	Mio. t	3,42	3,16	3,74	5,97	5,97	5,97	8,55
Getreide	Mio. t	3,37	3,18	2,10	3,34	11,12	11,12	3,63
Zuckerrüben	Mio. t	3,07	3,07	2,61	2,61	2,61	2,61	3,24
Ölschrote (ohne Palm- kuchen) und DDGS	Mio. t	3,38	3,11	3,07	5,18	7,92	7,92	7,18
Fläche Energiepflanzen	Mio. ha	1,86	1,74	1,73	2,72	4,19	4,19	3,67
Freisetzung Futterfläche	Mio. ha	0,53	0,50	0,48	0,77	1,26	1,26	1,03
Zahlungstransfers, Nutzen, Kosten								
Pönale	Mio. €					490	2.913	3.974
THG-Einsparung bei 70 €/t CO _{2aq}	Mio. €	380	461	545	902	1.136	1.136	1.313
dgl. je t Biokraftstoff	€	107	125	161	189	160	160	158
Wertschöpfung (brutto)	Mio. €	1.385	1.300	1.243	1.907	3.081	3.081	2.532
dgl. je t Biokraftstoff	€	392	352	367	399	435	435	304
Kosten der Kraftstoffe	Mio. €	38.388	29.627	35.759	37.422	38.489	40.912	42.163

QUELLE: EIGENE BERECHNUNGEN

- Im Jahr 2017 erfordert die THG-Minderungspflicht in Höhe von vier Prozent einen insgesamt höheren Einsatz von Biokraftstoffen und die Ausnutzung der möglichen Beimischungsgrenzen in Otto- und Dieselmotoren. Etwa **1,1 Mio. t Bioethanol und 2,6 Mio. t Biodiesel und HVO werden benötigt, um 4 Prozent THG-Minderung zu erfüllen**. Im Jahr 2014 wurden 1,2 Mio. t Bioethanol und 2,4 Mio. t Biodiesel und HVO eingesetzt.
- Im Jahr **2020 sind neue Kraftstoffsorten** (mit höheren Biokraftstoffanteilen) Voraussetzung einer Erfüllung der höheren THG-Minderungspflicht von sechs Prozent, sofern andere Optionen (insbesondere Elektromobilität, strombasierte Kraftstoffe und UER) keinen erheblichen Beitrag leisten. Eine Lösung wäre der verstärkte Einsatz von E20 und B30. Eine B30-Norm für Fahrzeugflotten existiert bereits.
- Eine **THG-Minderungspflicht von acht Prozent für die Mineralölindustrie** ließe sich nur erfüllen, wenn die in der iLUC-Richtlinie (2015/1513/EG) festgelegte Kappungsgrenze für Biokraftstoffe aus Getreide, Zucker-, Stärke- und Ölpflanzen überschritten und auch das 10 Prozent-Erneuerbare Energie-Ziel übererfüllt würde. Bioethanol müsste in Ottomotoren E5 und E20 beigemischt und einen Anteil von 8,8 Vol.-% erreichen. Voraussetzung ist, dass E20 genormt und für die Verbraucher preislich attraktiv angeboten wird. Biodiesel würde für Pkw als B7 und für Fahrzeugflotten als B30 (3 Mio. t in 50 Prozent des Lkw-Diesels) abgesetzt. Der durchschnittliche Beimischungsanteil läge bei 14 Vol.-% bei Dieselmotoren.
- Eine weitere Anhebung der **THG-Minderungspflicht auf zehn Prozent** und sogar **zwölf Prozent** ließe sich umsetzen, wenn der gesamte Dieseleinsatz im Güterverkehr auf B30 umgestellt würde oder ein Teil der Lkw-Flotte B100 (reinen Biodiesel) nutzen würde. Der Biodieselanteil könnte durchschnittlich auf über 20 Prozent wachsen.
- Vor dem Hintergrund der Ziele der Kraftstoffpolitik zeigen die Ergebnisse eine Zuordnung von Politikprioritäten zu Biokraftstoffpotenzialen auf:
 - Steht die Einhaltung der sieben Prozent Kappungsgrenze im Vordergrund, ist eine THG-Quote von 6 Prozent anzustreben; bei Überschreitung der THG-Quote von 6 Prozent setzt dies eine Verbesserung der THG-Einsparungen konventioneller Biokraftstoffe (maximal sieben Prozent aus Getreide, Zucker-, Stärke- und Ölpflanzen) und die Markteinführung von fortschrittlichen Biokraftstoffen (sog. 2. Generation) voraus.
 - Steht die Erfüllung des 10 Prozent-Ziels aus erneuerbarer Energie im Vordergrund, sollte eine THG-Minderungspflicht von acht Prozent angestrebt werden.
 - Steht ein maximaler Beitrag zum Klimaschutz im Verkehr im Vordergrund, ist eine THG-Minderungspflicht von 11 bis 12 Prozent möglich; dies setzt einen Entfall der sieben Prozent Kappungsgrenze voraus.

Schlussfolgerungen und Politikvorschläge

In der Studie sind umfangreiche quantitative Analysen durchgeführt worden, die zu folgenden Schlussfolgerungen führen:

1. Die 2015 eingeführte **THG-Minderungspflicht ist ordnungspolitisch das sachgerechte Instrument** zur Erzielung von Klimaschutzeffizienz im Kraftstoffbereich.
2. Seit in Kraft treten der THG-Quote im Jahr 2015 haben erhebliche **Effizienzsteigerungen** bei den THG-Einsparungen der Biokraftstoffe stattgefunden. Biokraftstoffpreise bilden sich nach der Höhe der THG-Einsparungen. Die THG-Minderungspflicht führt zu einer Verdrängung wenig effizienter Produkte und Herstellungsverfahren.
3. Die für 2015 und 2016 vorgegebene **THG-Minderungspflicht von 3,5 Prozent** war ein vorsichtiger Einstieg. Eine höhere THG-Minderungspflicht wäre umsetzbar gewesen.
4. Auch die Erfüllung der **THG-Minderungspflicht von vier Prozent in 2017 und sechs Prozent in 2020** ist von Seiten der Bereitstellung der Biokraftstoffe und Rohstoffe überhaupt kein Problem. Für eine weitere Steigerung des Biokraftstoffanteils sind über die Kraftstoffsorten E5, E10 und B7 hinaus auch die anteilige Anwendung von B30, E85, B100, Biomethan oder höherer HVO-Anteile erforderlich.
5. Ein Markt, der einer THG-Minderungspflicht unterliegt, regelt die Produktion und Verwendung von Biokraftstoffen, indem er den Kraftstoffen einen an der THG-Effizienz orientierten Preis zuordnet. Die in der **Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung** geforderten THG-Mindesteinsparungen von 50 (Bestandsanlagen) bzw. 60 Prozent (Neuanlagen) werden daher durch die Einführung der THG-Minderungspflicht obsolet.
6. Eine **europaweite Einführung einer THG-Minderungspflicht würde die Effizienzsteigerung** von Biokraftstoffen weiter **begünstigen**. Je eher die Harmonisierung erfolgt, desto weniger kommt es zu ineffizienten Umlenkungen von Handelsströmen mit Biokraftstoffen und ihren Rohstoffen.
7. Die Berechnung von **iLUC-Faktoren** weist eine **mangelnde Belastbarkeit** auf. Die Anrechnung von iLUC-Faktoren würde die Erfüllung der THG-Minderungspflicht verhindern. Beträchtliche THG-Fehlmengen müssten durch andere, teurere Optionen und Pönalezahlungen gedeckt werden. iLUC-Faktoren erhöhen die Kosten der Kraftstoffbereitstellung und vermindern den Nutzen aus THG-Einsparungen, Wertschöpfung und Beschäftigung um ca. 60 Prozent.
8. Die bestehende Biokraftstoffproduktion führt zu keiner zusätzlichen Rohstoffnachfrage, sodass keine indirekten Landnutzungseffekte auftreten können. Um größere **Marktverwerfungen** und negative Verlagerungseffekte (Landwirtschaft, Rohstoffmärkte, Wertschöpfung, Arbeitsplätze) zu **verhindern**, sollte auch bei der Anrechnung von iLUC-Faktoren ein **iLUC-freier Bestandschutz in Höhe von sieben Prozent** beibehalten werden (analog zur „iLUC-Richtlinie“).
9. **Elektro-Pkw** setzen sich auch bei einer hohen THG-Minderungspflicht kaum durch, weil sie unter der Annahme des aktuellen Strommixes höhere THG-Emissionen verursachen als die durch sie ersetzten Verbrennungsmotoren. Ob sich Elektro-Fahrzeuge trotzdem durchsetzen werden, hängt davon ab, ob die Jahreskosten für die Nutzer deutlich niedriger gestaltet werden.

10. **Biokraftstoffe könnten einen größeren Beitrag zur THG-Minderung** liefern, wenn der Absatz verfügbarer Bioethanol-Kraftstoffe forciert (E10, E20) oder motortechnisch unbedenkliche Biodieselbeimischungen für den Schwerlastverkehr (B30) angeboten würden. Hier mangelt es an einer europäischen Biokraftstoffstrategie.
11. Das **THG-Minderungspotential der Biokraftstoffe wird nicht ausgeschöpft**. Die Kraftstoffanbieter verfolgen Absatzstrategien zur kosteneffizienten Erfüllung der THG-Minderungspflicht.
12. Die Biokraftstoffpolitik hat erheblichen Einfluss auf die **Preise und Absatzchancen der Rohstoffe** aus heimischem Anbau und die Futtermittelmärkte. Der Bedarf an Rapsaat für die Herstellung von 1,3 Mio.t Raps-Biodiesel betrug im Jahr 2014 rund 3,15 Mio. t, das waren etwa 35 Prozent der verarbeiteten Rapsaat in Deutschland. Ferner werden 3,3 Mio. t Getreide und 3,1 Mio.t Zuckerrüben für Bioethanol benötigt und der Futtermittelmarkt wird mit etwa **3,4 Mio. t Sojaschrotäquivalenten** versorgt.
13. Die **politischen Rahmenbedingungen für Klimaschutz im Verkehr gewährleisten bis 2020 die bestehenden Absatzmöglichkeiten** der eingesetzten Rohstoffe. Bei einer THG-Quote von sechs Prozent (ab 2020) steigt die potenzielle Nachfrage nach Rohstoffen für Bioethanol und Biodiesel, solange der zusätzliche Bedarf an THG-Einsparungen nicht durch andere Optionen erfüllt wird.
14. **Ohne den Einsatz von Biokraftstoffen** zur Quotenerfüllung würden die bisher eingesetzten 3,5 Mio. t Biokraftstoffe durch **Mehreinsatz von etwa 0,33 Mio. t Benzin und 2,2 Mio. t Diesel ersetzt**. Dadurch würden die Beschaffungskosten der Kraftstoffe um 1 Mrd. € verringert. Die Verwendung von Biokraftstoffen wäre dann nur noch ökonomisch sinnvoll, wenn der Preis für Raps-Biodiesel auf das Preisniveau fossiler Kraftstoffe fallen würde. Dies entspricht beispielsweise bei Raps-Biodiesel einem Rückgang von etwa 290 €/t und einer Preissenkung des Rohstoffs Rapsaat um 120 €/t. Beim Rohstoff Getreide zur Herstellung von Bioethanol läge die Preisdifferenz bei etwa 100 €/t. Allerdings würden die Landwirte zu diesen Preisen nicht mehr liefern.
15. Ohne den Einsatz von Biokraftstoffen zur Quotenerfüllung würde der Absatz von Rapsöl für den Inlandsverbrauch an Biodiesel um etwa 1,3 Mio. t und der **Bedarf an Rapsaaten um 3,2 Mio. t einbrechen**. Auch die Rohstoffe für Bioethanol würden im Umfang von **3,2 Mio. t Getreide** und **3 Mio. t Zuckerrüben nicht mehr benötigt**, und schließlich müssten etwa **3,1 Mio. t Futtermittel** aus der inländischen Biokraftstofferzeugung durch Sojaimporte und inländisches Getreide **ersetzt** werden.
16. Ob ein **Verzicht auf Biokraftstoffe** vertretbar ist, muss politisch entschieden werden. Den oben erwähnten Zusatzkosten sind die Nutzen der THG-Einsparung und der Wertschöpfung der inländisch hergestellten Biokraftstoffe gegenüberzustellen. Ohne herkömmliche Biokraftstoffe steht die Mineralölwirtschaft vor dem Problem, trotzdem die THG-Quote erfüllen zu müssen. Die Folge sind hohe Pönalezahlungen, die letztendlich ohne Klimaschutznutzen in den Endverbraucherpreis eingepreist werden müssten. Die **Wertschöpfung übertrifft die Zusatzkosten** der Biokraftstoffe. Der Nutzen der THG-Minderung beträgt bei einem Wertansatz von 70 €/t CO_{2äq.} durchschnittlich 106 € je t eingesetzte Biokraftstoffe. Darüber hinaus trägt eine Tonne Biokraftstoff mit 386 € zur Brutto-Wertschöpfung bei.

17. Neue globale politische Ziele des Klimaschutzes (beispielsweise COP 21) rechtfertigen die Umstellung auf die effizientere THG-Minderungspflicht. **Neue Kraftstoffsorten (z. B. E20 und B30) ermöglichen höhere THG-Minderungsziele** durchaus im Bereich von zehn bis zwölf Prozent. Sie setzen allerdings auch Anpassungen bei der Mineralölwirtschaft und Automobilindustrie voraus, die durch rechtzeitige Ankündigung durchaus bis 2025 vollzogen werden könnten.
18. Der Vorschlag der Biokraftstoffverbände, die **THG-Minderungsverpflichtung jedes Jahr um 0,5 Prozentpunkte zu erhöhen**, würde eindeutige Signale setzen. In der Entwicklung von 2015 bis 2025 könnten Biokraftstoffe die THG-Minderung von 6,6 Mio. t auf 22 bis 27 Mio. t CO_{2ä q.} steigern.
19. Der **Bedarf an Rohstoffen für Bioethanol und Biodiesel** würde bei einer THG-Minderungsquote um zehn Prozent unter Berücksichtigung der Nebenprodukte etwa um das Dreifache steigen. Der Netto-Flächenbedarf würde von derzeit 0,75 Mio. ha auf 1,6 Mio. ha ansteigen. Die Märkte für Getreide und Rapssaaten sind mit den europäischen Überschussländern Frankreich, Polen und Ungarn sowie Ukraine bis Südrussland eng verzahnt und verfügen in diesem Raum über ein hohes und wachsendes Rohstoffpotenzial, das nicht ausschließlich durch Export auf den Nahrungsmittelmärkten mit auskömmlichen Preisen abzusetzen ist. Deutschland verfügt über eine leistungsfähige Pflanzenölindustrie mit derzeit erheblichen Überkapazitäten und erfüllt wie kaum ein anderes Land die Voraussetzungen für einen Ausbau der Biokraftstoffe im Verkehrssektor.
20. Ein wichtiges Argument gegen einen Ausbau der Biokraftstoffe im Verkehr sind die aktuellen **Kostenunterschiede zwischen fossilen und Biokraftstoffen**. Sie spiegeln die gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen gar nicht oder nicht umfassend an den Nachhaltigkeitszielen orientiert wider.
21. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass **Biokraftstoffe** noch über Jahre unverzichtbar sind, um nennenswerte THG-Einsparungen durch **erneuerbare Energie im Verkehr** zu erreichen.

Diese Studie ist ein erster umfassender Ansatz, die Situation und Entwicklungspotenziale der Biomasse im Verkehr zu analysieren, quantitativ darzustellen und zu optimieren. Da sich Preise für Kraftstoffe, deren Rohstoffe, Nebenprodukte sowie Versorgungssituationen und Politikstrategien und neue Technologien im Verkehrssektor ändern, sind begleitende quantitative Untersuchungen des Verkehrssektors ein hilfreiches Instrument, die komplexen Wirkungszusammenhänge zu analysieren, um darauf rechtzeitig reagieren zu können. Deshalb stellt sich die Frage, ob der mit dieser Studie geschaffene methodische Ansatz für eine Verstetigung der Evaluierung weiterentwickelt werden sollte.

Quellenverzeichnis

- ADAC (2015): *E-Mobilität- Kaufen oder warten?* ADAC Motorwelt, Heft 4/2015, Seite 18 - 26
- Argus (2015): *Statistische Daten zu Rohöl- und Kraftstoffpreisen*, auf: <https://www.argusmedia.com/>
- BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle): (2015): *Mineralöl- und Dieselöl- und Biokraftstoffdaten für die Bundesrepublik Deutschland. Aufkommen zum Inlandsverbrauch an Otto-, Diesel- und Biokraftstoffen.*
http://www.ausfuhrkontrolle.info/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/index.html?fold=false&articleId=101565
- BDBe (Bundesverband der Bioethanolwirtschaft e.V.) (2015): *Marktdaten- Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen.* Auf: http://bdbe.de/branche/marktdaten_e10-verbrauch/
- Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (2009): *Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung -Biokraft-NachV).*Auf: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biokraft-nachv/gesamt.pdf>
- BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2014): *Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2013 – Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung.*
Auf: http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/02_Kontrolle/05_NachhaltigeBiomasseerzeugung/Evaluationsbericht_2013.pdf?__blob=publicationFile
- BMF (Bundesministerium der Finanzen) (2015): *EnergieStG 4/2014*
- BMU (2013): *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 - eine erste Abschätzung.* Stand: 20. März 2013 auf: http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente_PDFs_/bruttobeschaeftigung_ee_2012_bf.pdf
- BMWi (2014): *Referentenentwurf - Entwurf eines Gesetzes zur grundlegenden Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften des Energiewirtschaftsrechts, Stand: 4. März 2014.* Auf: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Gesetz/entwurf-eines-gesetzes-grundlegenden-reform-eeg,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- DBFZ (2014): *Monitoring Biokraftstoffsektor (2. Auflage).* DBFZ Report Nr. 11. Auf: https://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/DBFZ_Reports/DBFZ_Report11A_web.pdf
- EEG 2009: *Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz -EEG).* Auf: https://www.clearingstelle-eeg.de/files/EEG_2009_juris_Stand_110501.pdf
- EEG 2012: *Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.* Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 42, Seite 1634, 4. August 2011. Auf: http://www.bgbl.de/Xaver/text.xav?bk=Bundesanzeiger_BGBI&start=//**%5B@attr_id%3D'bgbl111s1633.pdf'%5D&wc=1&skin=WC#_Bundesanzeiger_BGBI_%2F%2F**%5B%40attr_id%3D'bgbl111042.pdf'%5D_1393925888770
- Energie-Infodienst (2015): Auf: <http://www.esb.de/home/>
- Erdgas mobil e.V. (2013): *Entwicklung einer Tankstelleninfrastruktur für Erdgas und Biomethan. Beitrag im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung.* Auf http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/UI-MKS/mks-referentenmaterialien-fachgesprach3-5.pdf?__blob=publicationFile
- Europäische Kommission (1998): *Richtlinie 98/70/EG des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung*

der Richtlinie 93/12/EWG des Rates. Auf: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0070:20090625:DE:PDF>

Europäische Kommission (2009): 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.

Europäische Kommission (2009): Richtlinie 2009/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Spezifikationen für Otto-, Diesel- und Gasölkraftstoffe und die Einführung eines Systems zur Überwachung und Verringerung der Treibhausgasemissionen sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/32/EG des Rates im Hinblick auf die Spezifikationen für von Binnenschiffen gebrauchte Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 93/12/EWG. Auf: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0088:0113:DE:PDF>

Europäische Kommission (2015): Richtlinie (EU) 2015/1513 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen und zur Änderung der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Auf: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1513&from=DE>

Fraunhofer ISE (2013): Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Studie, November 2013. Auf: <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf> (Zugriff November 2013)

F.O. Licht (versch. Jahrgänge): F.O. Lichts World Ethanol & Biofuels Report.

FNR (2014): Biokraftstoffe. 4. Auflage. Auf: <https://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie/biokraftstoffe/biokraftstoffe.html>

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2013): Basisdaten Bioenergie Deutschland, August 2013. Auf: http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/a/basisdaten_9x16_2013_web_neu2.pdf

Gehring, B., F. Holub und M. Urbanek (2008): Bioethanol - Alltagstauglichkeit und weiteres Potenzial im motorischen Einsatz. Vortrag im Rahmen des ÖAMTC_Experten Forums Umwelt „Bioethanol als Kraftstoff“, Wien, 21.5.2008. Auf: http://www.oekoenergie-blog.at/wp-content/uploads/2008/06/geringer_bioethanol.pdf

Hacker, F., R. von Waldenfels und M. Mottschall (2015): Wirtschaftlichkeit von Elektrofahrzeugen in gewerblichen Anwendungen. Betrachtung von Gesamtnutzungskosten, ökonomischen Potenzialen und möglicher CO₂-Minderung. Auf: http://ikt-em.de/media/Gesamtbericht_Wirtschaftlichkeit_von_Elektromobilitaet.pdf

Joint Research Center (2013): Effect of oxygenates in gasoline on fuel consumption and emissions in three Euro 4 passenger cars. Final Report. Report EUR 26381 EN. DOI: 10.2790/1136. Auf: http://bookshop.europa.eu/en/effect-of-oxygenates-in-gasoline-on-fuel-consumption-and-emissions-in-three-euro-4-passenger-cars-pbLD-NA26381/?pgid=y8dIS7GUWmSR0EAIMEUUsWb0000Fb6lbH6Q;sid=fW6kGA68L7ukAI2h46v2yZ363YSKx_AT4=?CatalogCategoryID=YysKABsty0YAAAEjqJEY4e5L

KBA (Kraftfahrt-Bundesamt) (2015), auf: http://www.kba.de/DE/Statistik/statistik_node.html

MWV (Mineralölwirtschaftsverband) (2015): Statistische Daten zu Rohöl- und Kraftstoffpreisen und Mengen, auf: <http://www.mwv.de/index.php/daten>

- Nitsch et al. (2012): *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*, Schlussbericht BMU - FKZ 03MAP146, Stand 29. März 2012.
- OMR (Oil Market Report) (2015): *Statistische Daten zu Rohöl- und Kraftstoffpreisen*, auf: <https://www.omr.de/neu/>
- OVID (Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland) (2015): *mündliche Auskunft*.
- PLATTS (2015): *Weekly Global Biodiesel Report*. McGraw Hill Financial, Kingsman Report.
- Quotenstelle Cottbus *Statistische Angaben zur Erfüllung der Biokraftstoffquote, Jahre 2013 und 2014*
- Schenck, Wienke von: *Preisverfall der Pflanzenöle*. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH. 27.8.2015.
- Shell Deutschland Oil GmbH, Hamburg. *Shell Flüssiggas-Studie*. Hamburg 2015.
- Statistisches Bundesamt (2015): *Statistische Daten zu Rohöl- und Kraftstoffpreisen und -mengen*, auf: <https://www.destatis.de/>
- Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StJELF) (versch. Jahrgänge), auf: <http://www.bmelv-statistik.de/de/statistisches-jahrbuch/>
- Triebe, S. (2007): *Reduktion von Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft: dargestellt für die Bundesländer Brandenburg und Niedersachsen*. Reihe: Agrarökonomie – Band 1, Josef Eul Verlag GmbH, Lohmar-Köln
- UBA (2014): *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013*. Auf: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/emissionsbilanz-erneuerbarer-energetraeger-2013>
- UBA (Umweltbundesamt) (2007): *Ökonomische Bewertung von Umweltschäden – Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten*. Auf: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/oekonomische-bewertung-von-umweltschaeden-0>
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.) (2015): *mündliche Auskunft*.
- VDB (Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie) (2015): *mündliche Auskunft*.
- WifOR (Wirtschaftsforschung) (2013): *Die ökonomische Bedeutung der Bioethanolproduktion der CropEnergies-Gruppe in Deutschland*. WifOR Darmstadt und Berlin. Auf: http://www.wifor.de/tl_files/wifor/PDF_Publikationen/130430%20oekonomische%20Bedeutung%20CropEnergies%20Bioethanol%20GmbH.pdf
- Zeddies J., Bahrs E., Schönleber N. und Gamer W. (2014): *Optimierung der Biomassenutzung nach Effizienz in Bereitstellung und Verwendung unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen und Welternährungssicherung*. Auf: https://www.uni-hohenheim.de/i410b/download/publikationen/UHOH%20410B%20FNR_BMELV%20FKZ11NR039%20Optimierung%20Biomassenutzung%20final%20report.pdf