

**Abschlussbericht Projekt FKZ: 22020203**

gefördert durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) bzw. die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

**Sachstandsbericht der FAL zur Verwendung von Biodiesel in der Landwirtschaft**

**„Verwendung von Biodiesel in der Landwirtschaft  
– Möglichkeiten und bestehender Handlungsbedarf –“**

**September, 2004**

**Inhaltsverzeichnis**

Vorwort.....	3
1. Rahmenbedingungen aufgrund der vorgeschlagenen neuen Agrardiesel-Vergütung.....	3
2. Gesamtausgangssituation 2003.....	5
Nordamerika.....	5
3. Abschätzung der möglichen Biodieselproduktion.....	6
4. Abschätzung der Bereitstellung von RME durch öffentliche Tankstellen und Hof-tankstellen.....	10
5. Analyse des Bedarfs im Bereich der Landwirtschaft aus technischer Sicht.....	12
6. Kostensituation.....	16
6.1 Fahrzeugbedingte Kosten.....	16
6.2 Analyse der Kraftstoff- und Servicekosten.....	17
7. Zu klärende Fragen.....	32
8 Generelle Betrachtungen.....	33
8.1 Emissionen.....	33
8.2 RME vs. Rapsöl – Motorischer Vergleich.....	36
8.3 RME vs. Rapsöl – Ökologischer Vergleich.....	37
8.4 Zukünftige Verwendung von RME.....	37
Literatur.....	39
Anhang 1.....	40
Anhang 2.....	46
Anhang 3.....	53
Anhang 4.....	57

## Vorwort

Mit einem Auslaufen bzw. einer Reduzierung der Agrardieselvergütung würden die Steuereinnahmen des Staates erhöht und die Belastungen der betroffenen Landwirte vergrößert. Damit stiege indirekt die Chance, vermehrt alternative Kraftstoffe einzusetzen, die von einer steuerlichen Schlechterstellung ausgenommen werden bzw. zusätzlich geringer steuerlich belastet werden. Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, hier speziell Biodiesel als Ersatz für den teurer werdenden fossilen Dieselmotorkraftstoff (DK), zum Antrieb von Landmaschinen kann evtl. einen gewissen Ausgleich bei der entstehenden Verteuerung der landwirtschaftlichen Produktion bewirken. Es ist jedoch anzumerken, dass eine Nutzung von Biodiesel in der Landwirtschaft in Deutschland eine nationale Einzelmaßnahme darstellt, die im Umfeld zum Gesamtbereich der Energieversorgung in der Bundesrepublik, der EU und der ganzen Welt zu sehen ist.

Um den Einsatz neuer Verfahren, Techniken oder Rohstoffe wie hier nachwachsender Rohstoffe zu fördern, ist es erforderlich, die Zielsetzung sachlich und klar aber frei von ideologischen Vorurteilen zu definieren. Dabei kann man sich nicht nur auf die Darstellung der Vorzüge einer einzelnen Zielfunktion beschränken, sondern es sind alle bekannten Aspekte vorurteilsfrei zu beleuchten. Nicht vorhersehbare Nebenwirkungen werden sich von selber zeigen. Um im vorliegenden Fall des Einsatzes alternativer Kraftstoffe eine ausreichende Akzeptanz zu finden, muss ein einheitliches Zielprodukt gefunden werden, das für den Endverbraucher einen problemlosen und risikofreien Gebrauch sicherstellt. Im Interesse eines einfachen Wechsels von bisher eingesetzten Kraftstoffen, überwiegend Diesel, zu den alternativen Produkten, sollten diese eine ausreichende Ähnlichkeit in den wesentlichen Parametern aufweisen, damit die in aufwendigen Verfahren optimierten Motoren weiterhin ohne bzw. nur mit geringen Änderungen eingesetzt werden können. Die neuen Produkte müssen außerdem zuverlässig in ihren Zusammensetzungen und ihrer Verfügbarkeit sein. Kein Hersteller von Motoren und kein Nutzer der Maschinen wird sich für den Einsatz alternativer Kraftstoffe erwärmen können, wenn er bei ihrem Einsatz keine Garantie für eine risikofreie Nutzung erhält. Mit einfachen Worten gesagt: „Der Anwender darf es überhaupt nicht merken, ob er herkömmliche oder neue Produkte einsetzt, es sei denn am Geldbeutel“.

Dieser Beitrag ist ein Versuch, eine wertfreie Darstellung der technischen Möglichkeiten und wirtschaftlichen Voraussetzungen für eine Beurteilung zu liefern.

## 1. Rahmenbedingungen aufgrund der vorgeschlagenen neuen Agrardiesel-Vergütung

Die vorgeschlagenen neuen Bestimmungen zur Agrardiesel-Verordnung schaffen unabhängig von allen anderen Gesichtspunkten einen Kostenrahmen, der hinsichtlich Einsatz oder Nichteinsatz von Biodiesel in der Landwirtschaft wichtig ist. Die beiden **Abbildungen 1-1** und **1-2** zeigen die diskutierte Agrardiesel-Vergütung mit Einbehalt von 400 € und Deckelung auf 10.000 L/a, wobei der im Jahre 2003 gültige Vergütungssatz von 0,2148 €/L zugrunde gelegt wurde.

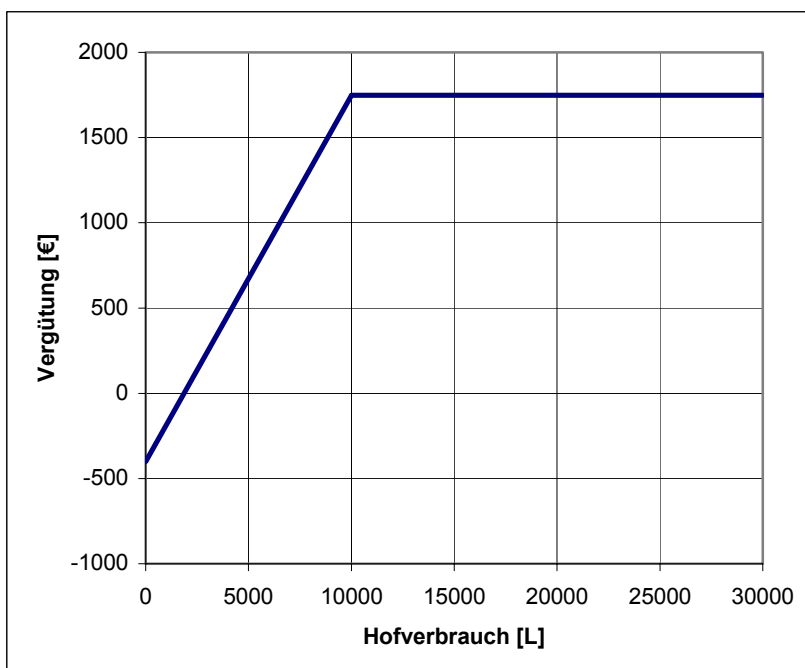


Abbildung 1-1: Verlauf der vorgeschlagenen Agrardiesel-Vergütung als Funktion des Hofverbrauchs

Aus den beiden Kurvenverläufen lassen sich folgende Schlussfolgerungen hinsichtlich einer Kostenminimierung für den Landwirt ziehen. Geht man von einem Tankstellenpreis für Biodiesel aus, der ca. 0,10 €/L unter dem Preis für mineralischen Dieselkraftstoff liegt sowie einem volumetrischen Mehrverbrauch von etwa 5%, so kann man einen derzeit resultierenden Preisvorteil für Biodiesel von ca. 0,07 €/L ansetzen. Die Kurve der spezifischen Agrardiesel-Vergütung liegt jedoch erst ab 2.762 L oberhalb von 0,07 €/L. Dies bedeutet, dass ein Landwirt mit einem Verbrauch bis zu 2.762 L/a günstiger fährt, wenn er die Agrardiesel-Vergütung nicht in Anspruch nimmt, sondern Biodiesel tankt. (Bei einem Verbrauch von unter 1.862 L/a wäre im übrigen ohnehin kein Gewinn aus der Vergütung zu ziehen, da die Vergütung geringer als der Einbehalt ausfiele.)

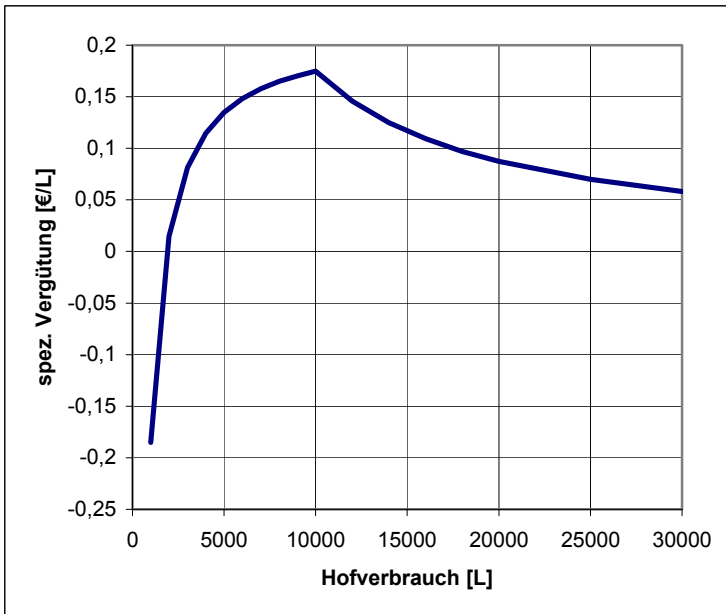


Abbildung 1-2: Verlauf der spezifischen Agrardiesel-Vergütung als Funktion des Hofverbrauchs

Für Großverbraucher wäre die wirtschaftlichste Strategie, 10.000 L fossilen Dieselkraftstoff zu verbrauchen, dafür die volle Vergütung von 2.148 € - 400 € = 1.748 € zu erhalten, und jeglichen darüber hinaus gehenden Kraftstoffverbrauch mit Biodiesel zu decken. Diese Überlegungen sind rein verbrauchsorientiert, berücksichtigen also keine für Biodiesel gesondert zu tätigen Investitionen. So kann ein Landwirt, der nur geringfügig oberhalb von 10.000 L/a liegt, durchaus günstiger fahren, wenn er keine Biodiesel-spezifischen Investitionen tätigt und die gesamte Flotte mit fossilem Dieselkraftstoff betankt. Dies ergibt sich aus dem relativ flachen Kurvenverlauf der spezifischen Vergütung oberhalb 10.000 L.

Im Falle der Alternative „*ausschließlich fossiler Dieselkraftstoff*“ gegenüber „*ausschließlich Biodiesel*“ ergibt sich im übrigen erst beim Unterschreiten der Kurve der spezifischen Vergütung unter die 0,07 €/L - Grenze, also bei 24.970 L/a, ein Vorteil für Biodiesel. Hierbei wurden Preise von 0,69 €/L für Dieselkraftstoff und 0,58 €/L für Biodiesel zugrunde gelegt (Landwirtschaftszeitung Weser-Ems, Oktober 2003, Abnahme von 5.000 L), so dass auch hier ein Verbrauchs-bereinigter Preisvorteil für Biodiesel mit ca. 0,07 €/L angesetzt werden kann.

## 2. Gesamtausgangssituation 2003

**Tabelle 1: Weltmineralölverbrauch 1996 – 2002<sup>1)</sup>** (Inlandsverbrauch, Bunker, Militär, Raffinerieeigenverbrauch) in Millionen Tonnen

Kontinent		1996	1997	1998	1999	2000	2001 <sup>2)</sup>	2002 <sup>2)</sup>
Nordamerika		909,6	925,0	940,6	967,8	979,3	973,5	977,5
Mittel- und Südamerika		289,1	307,0	313,9	314,0	317,9	310,1	306,4
Europa								
	Belgien	27,5	28,6	29,2	27,6	28,5	28,8	26,6
	Dänemark	11,9	11,0	10,7	10,6	10,3	10,5	9,7
	Deutschland	136,9	135,9	136,2	132,1	129,4	131,3	127,0
	Finnland	9,9	9,8	10,1	10,2	9,9	10,0	10,2
	Frankreich	92,2	92,7	96,4	95,8	94,6	95,9	93,6
	Griechenland	18,2	18,5	19,4	18,9	19,8	19,7	20,5
	Großbritannien	85,1	82,6	81,9	81,4	78,8	78,3	76,5
	Irland	6,0	6,6	7,4	8,3	8,2	8,4	8,2
	Italien	94,1	94,6	94,8	91,9	90,4	91,5	93,4
	Luxemburg	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5
	Niederlande	37,1	38,6	38,4	39,6	40,7	42,7	43,0
	Österreich	11,6	11,9	12,1	12,1	11,8	12,7	11,9
	Portugal	13,3	14,1	15,7	16,2	16,0	16,4	17,1
	Schweden	18,1	17,0	17,1	16,9	16,3	15,3	16,2
	Spanien	57,6	61,2	65,7	67,7	69,7	72,6	74,8
Europäische Union		621,3	625,0	637,1	631,4	626,6	636,5	631,2
	Norwegen	10,0	10,0	10,0	10,1	9,5	9,3	8,6
	Schweiz	12,8	12,5	13,1	13,1	12,8	13,7	13,2
	Bulgarien	5,6	4,4	4,8	4,5	4,0	4,0	4,0
	Polen	17,1	18,1	18,9	20,0	19,3	19,4	17,9
	Rumänien	13,2	13,6	12,0	9,8	10,0	9,9	10,0
	Tschechische Republik	8,2	7,8	8,2	8,1	7,9	8,3	8,1
	Ungarn	7,0	7,1	7,6	7,6	7,5	7,1	6,8
	Türkei	30,0	29,6	29,3	29,1	30,2	28,7	29,0
	Sonstige	19,6	20,9	21,2	20,6	20,9	20,9	20,7
Übriges Europa		123,5	124,0	125,1	122,9	122,1	121,3	118,3
GUS (UdSSR)		188,7	186,8	180,6	177,0	170,3	173,6	177,2
Naher Osten		191,0	199,5	206,5	205,6	214,5	220,9	226,5
Afrika		103,4	105,3	107,3	111,6	113,9	115,5	117,0
Ferner Osten		891,1	925,8	907,1	947,0	968,2	975,4	989,1
Welt		3317,7	3398,4	3420,2	3477,3	3512,8	3526,8	3543,2

1) teilweise revidiert 2) vorläufige Ergebnisse  
 Quellen: UN; OECD; Angaben von Mitgliedsfirmen  
 MWV, Mineralöl-Zahlen 2002

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe als Kraftstoff wird allgemein als Beitrag gesehen, den Verbrauch von fossilen Rohstoffen zu reduzieren oder zu ersetzen. Damit wird gleichzeitig der Ausstoß von CO<sub>2</sub> reduziert.

Die derzeitige Situation der Möglichkeiten mag man aus den Zahlen der **Tabelle 1** erkennen. Der geschätzte Weltbedarf (siehe auch Grafik 1 im Anhang 1) an Mineralöl beträgt für das Jahr 2002 3.543,2 Millionen Tonnen, wovon in Deutschland etwa 3,6 % = 127,9 Millionen Tonnen verbraucht werden. Der Weltverbrauch ist leicht steigend in den letzten Jahren von 3.317,7 Millionen Tonnen im Jahre 1996 auf 3.543,2 Millionen Tonnen im Jahre 2002. Die Differenz von 225,5 Millionen Tonnen entspricht etwa dem 1,8-fachen Betrag des Bedarfs der Bundesrepublik Deutschland.

Der deutsche Bedarf (siehe **Tabelle 2** und Grafik 2 im Anhang 1) gliedert sich in die folgenden Produkte:

**Tabelle 2: Mineralölverbrauch in Deutschland**

Mineralölverbrauch in Deutschland in Mio. t <sup>-1</sup> )							
Jahr	Gesamtbedarf	Ottokraftstoff	Diesel	Heizöl, leicht	Heizöl, schwer	Rohbenzin	Sonstige
2001	129,3	27,9	28,5	31,9	6,9	16,7	17,6
2002	124,8	27,2	28,6	28,5	6,9	16,4	17,2
2003	123,3	25,8	28,0	29,0	6,7	16,5	17,3
2004	124,0	25,4	29,2	29,0	6,4	16,7	17,3
2005	123,8	25,1	30,2	28,4	6,0	16,9	17,2

2006	123,7	24,7	30,9	27,8	5,8	17,1	17,4
2007	123,5	24,4	31,3	27,3	5,6	17,4	17,5
2010	119,7	23,0	30,8	24,8	5,2	18,0	17,9
2015	114,4	20,2	29,2	22,9	4,8	18,7	18,6
2020	107,9	16,7	26,8	21,1	4,7	19,0	19,6

MWV, Mineralöl-Zahlen 2002

Der Verbrauch des Diesels (siehe **Tabelle 3** und Grafik 3 im Anhang 1) verteilt sich folgendermaßen auf den Straßenverbrauch und auf den Verbrauch in der Landwirtschaft:

**Tabelle 3: Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff in Deutschland**

Sektoraler Verbrauch von Dieselmotorkraftstoff in 1000 t <sup>1)</sup>						
Jahr	Gesamt	Straße	Straße %	Landwirtschaft	Landwirtschaft in Milliarden L	Landwirtschaft %
1996	25.982	22.453	86,42	1.688	2,0256	6,50
1997	26.186	22.802	87,08	1.729	2,0748	6,60
1998	27.106	23.784	87,74	1.715	2,0580	6,33
1999	28.775	25.515	88,67	1.777	2,1324	6,18
2000	28.922	25.794	89,18	1.723	2,0676	5,96
2001	28.545	25.570	89,58	1.668	2,0016	5,84
2002	28.631	25.761	89,98	1.650	1,9800	5,76

MWV, Mineralöl-Zahlen 2002

Diese Verbrauchs- oder Schätzzahlen des Mineralölwirtschaftsverbandes stimmen recht gut mit den Angaben des BMVEL und des Hauptzollamtes Stuttgart überein, die für 2002 von 2,0 Milliarden L vergütungsfähigem Dieselmotorkraftstoff ausgehen; daraus lässt sich für 2002 nach Angaben des BMVEL bei einem geschätzten Anteil von nicht vergütungsfähigem Dieselmotorkraftstoff in Höhe von 10% ein Bedarf von ca. 2,2 Milliarden L ableiten. Dieser Bedarf wird sich in den nächsten Jahren nur unwesentlich ändern, wobei die Nachfrage sinkt. Dieser Gesamtbedarf der Landwirtschaft stellt den oberen Grenzwert als Maximalbedarf dar, der als energieäquivalenter Bedarf von alternativen Kraftstoffen abgedeckt werden müsste. Aus motortechnischen, logistischen und preislichen Gründen ist der tatsächliche Bedarf jedoch erheblich niedriger anzusetzen.

### 3. Abschätzung der möglichen Biodieselproduktion

Die in Deutschland bestehende Produktionskapazität an Biodiesel beträgt für 2003 (UFOP, Bockey) 936.000 t/a, das ergibt annähernd 1.123 Millionen L Biodiesel. Die Kapazität wird 2003 durch neue Anlagen erweitert, so dass man für den Beginn 2004 von 1,109 Millionen t (etwa 1.331 Millionen L) Produktionskapazität ausgehen kann. Die dynamische Entwicklung der Produktionskapazität gibt **Tabelle 4** (sowie Grafik 4, im Anhang 1) wieder

**Tabelle 4: Entwicklung der Produktionskapazität für Biodiesel in Deutschland**

Jahr	Produktionskapazität [t <sup>1)</sup>	Produktionskapazität [L]	Produktionskapazität [t <sup>2)</sup>	Produktionskapazität [L]
1998	50.000	56.820.000		
1999	140.000	136.400.000		
2000	200.000	227.300.000	249.500	283.523.000
2001	460.000	522.727.000	490.500	557.386.000
2002	730.000	829.545.000	835.500	949.432.000
2003	1.109.000	1.260.230.000	1.170.500	1.330.110.000
2004			1.207.500	1.372.160.000

<sup>1)</sup> Nach UFOP, Bockey      <sup>2)</sup> nach IWR

Im europäischen Raum verfügt Deutschland über Hälfte der Produktionskapazität an Biodiesel (siehe **Tabelle 5** und Grafik 5 im Anhang 1).

**Tabelle 5: Produktionskapazität für Biodiesel in Europa**

Land	Kapazität [t] <sup>1)</sup>	Kapazität[L]	Kapazität [L] <sup>2)</sup>
Dänemark	60.000	68.181.800	
Deutschland	1.109.000	1.260.230.000	1.372.160.000
Frankreich	440.000	500.000.000	
Großbritannien	30.000	34.090.900	
Italien	350.000	397.727.000	
Österreich	45.000	51.136.400	
Schweden	30.000	34.090.900	
Slowakei	30.000	34.090.900	
Tschechien	60.000	68.181.800	
Gesamt	2.154.000	2.447.730.000	

<sup>1)</sup> Nach UFOP, Bockey

<sup>2)</sup> nach IWR 2004

Der Absatz hat in Deutschland nicht mit der Ausweitung der Produktionskapazität Schritt gehalten, siehe **Tabelle 6** und **Grafik 6** im Anhang 1.

**Tabelle 6: Entwicklung des Absatzes an Biodiesel in Deutschland**

Jahr	Absatz [t]	Absatz [L]
1994	25.000	28.409.000
1995	45.000	51.136.000
1996	60.000	68.182.000
1997	100.000	113.636.000
1998	100.000	113.636.000
1999	130.000	147.727.000
2000	340.000	386.364.000
2001	450.000	511.364.000
2002	550.000	625.000.000
2003	650.000	738.634.000

Nach UFOP, Bockey

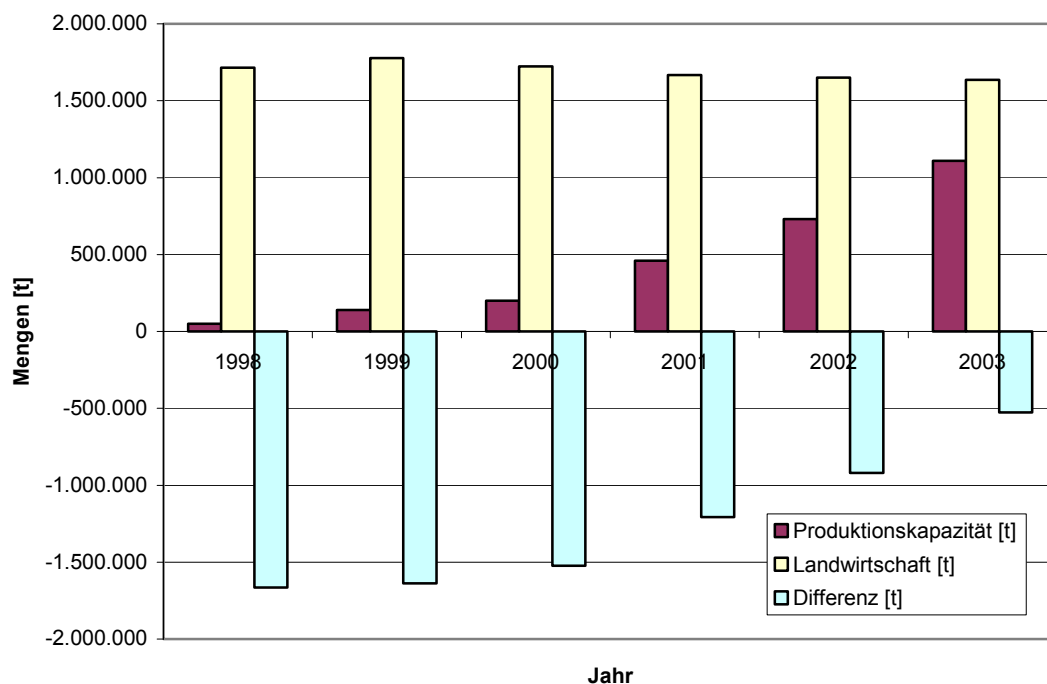


Abbildung 3-1: Mögliches Angebot an Biodiesel im Vergleich zum theoretischen Bedarf durch die Landwirtschaft

Stellt man dem Maximalbedarf der Landwirtschaft die derzeit möglichen Produktionsmengen gegenüber, so ergibt sich die in **Abbildung 3-1** gezeigte Situation. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die gesamte produzierte Biodieselmenge der Landwirtschaft zur Verfügung steht, was in der Praxis nicht umzusetzen ist. Ein geringer anzusetzender Energieinhalt des Biodiesel ist hier vernachlässigt. Will man die bisherigen Vertriebswege, ca. 30 % der Biodieselmenge geht an freie Tankstellen, der Rest wird an Großkunden ausgeliefert, nicht stören, so steht für den Einsatz in der Landwirtschaft die Differenzmenge zwischen der maximal möglichen Produktion und der derzeitigen Absatzmenge zur Verfügung.

Theoretisch ist gegenwärtig auf der Herstellerseite bei Auslastung der vollen Kapazität eine Zusatzmenge von 559.000 t/a Biodiesel verfügbar, wenn die ausreichende Menge an Rohstoffen aus der Inlandproduktion oder aus Importen zur Verfügung steht. Notwendige Maßnahmen, wie eine vermehrte Nutzung stillgelegter Flächen usw., mögen von berufener Stelle untersucht und beurteilt werden. Inwieweit Importmengen zur Verfügung stehen, ist ebenfalls nicht Gegenstand der hier angestellten Betrachtungen.

Hier nur einige Grafiken zur Darstellung der Produktions- und Verbrauchslage. **Abbildung 3-3** zeigt die Erzeugung von Ölsaaten für die wichtigsten Sorten. Während sich die Erzeugung von Sojabohnen kontinuierlich erhöht, schwankt die produzierte Menge an Rapsaaten, dem Basisprodukt von RME, in den zurückliegenden Jahren ohne einen deutlichen positiven Trend zu zeigen. Ebenso schwankt die Produktion von Sonnenblumensaaten. Ähnliches gilt für die Produktion von pflanzlichen Ölen, wie aus **Abbildung 3-4** zu erkennen ist.

Soll RME oder Biodiesel, wie von der EU-Kommission geplant (siehe **Tabelle 7, Abbildung 3-2**), verstärkt Verwendung finden, so ist zuerst die Rohstoffversorgung sicher zu stellen.

**Tabelle 7: Geplante Biokraftstoffproduktion in der Europäischen Union (in 1000 t RÖE, RÖE Rohöleinheiten)**

Jahr / Mindestanteil (Basis 1998)	Benzinverbrauch		Dieselverbrauch		Gesamt	
	EU	Deutschland	EU	Deutschland	EU	Deutschland
2005 / 2,00 %	2.341	602	2.532	497	4.873	1.099
2006 / 2,75 %	3.219	827	3.482	683	6.701	1.510
2007 / 3,50 %	4.096	1.053	4.431	869	8.527	1.922
2008 / 4,25 %	4.974	1.278	5.381	1.055	10.355	2.333
2009 / 5,00 %	5.852	1.504	6.331	1.241	12.183	2.745
2010 / 5,75 %	6.730	1.730	7.280	1.427	14.010	3.157

Nach UFOP, Bockey,

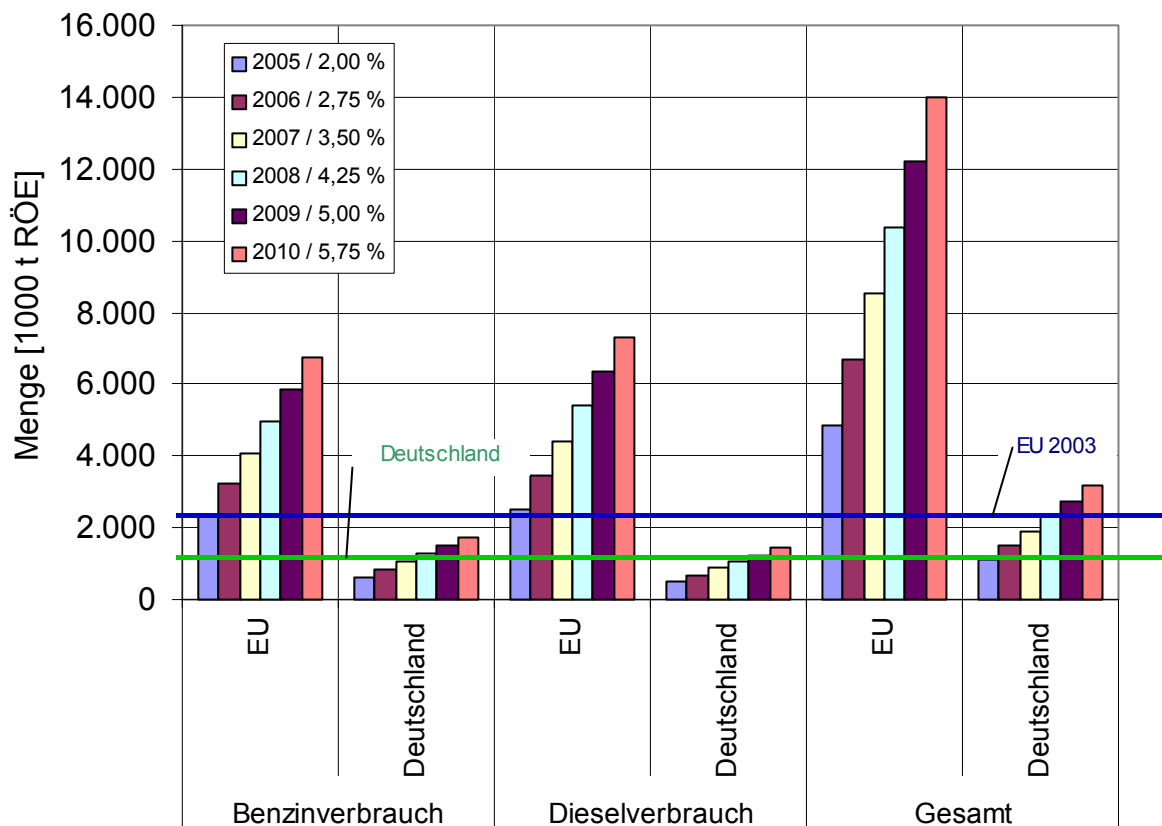


Abbildung 3-2: Geplante Biokraftstoffproduktion in der Europäischen Union (in 1000 t RÖE, RÖE Rohöleinheiten)



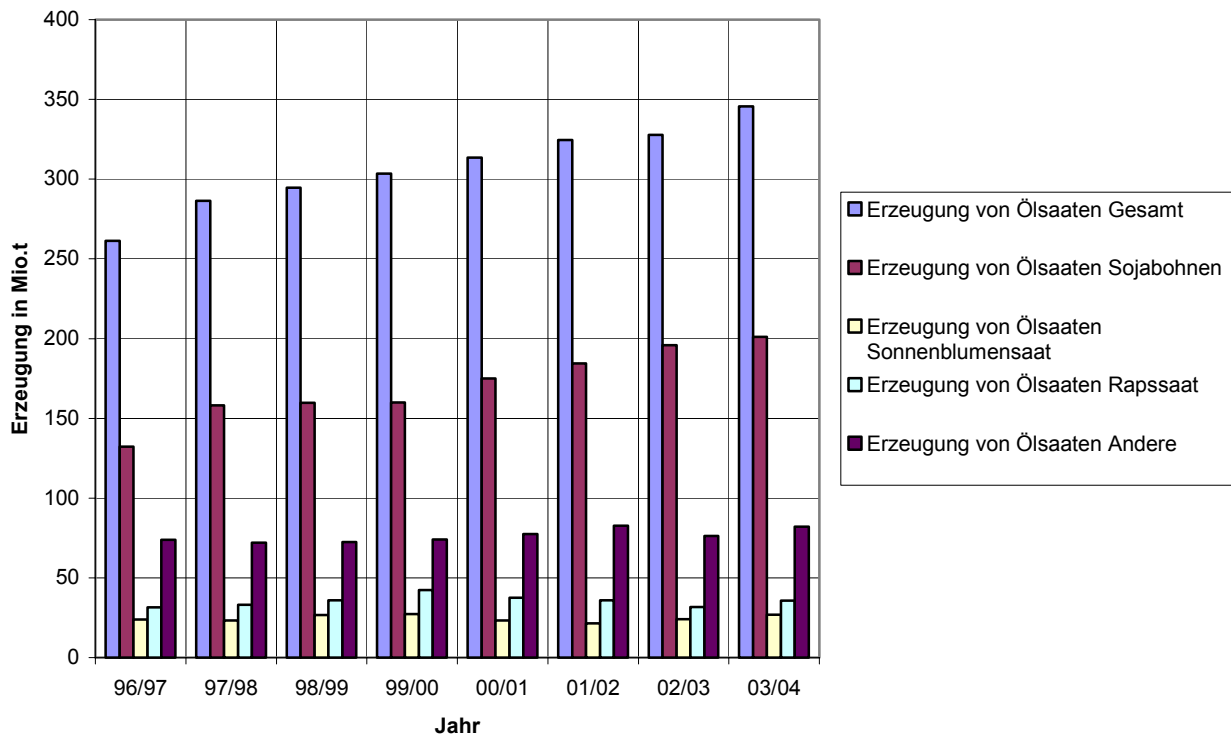


Abbildung 3-3: Erzeugung von Ölsaaten für die wichtigsten Sorten (nach Toepfer International)

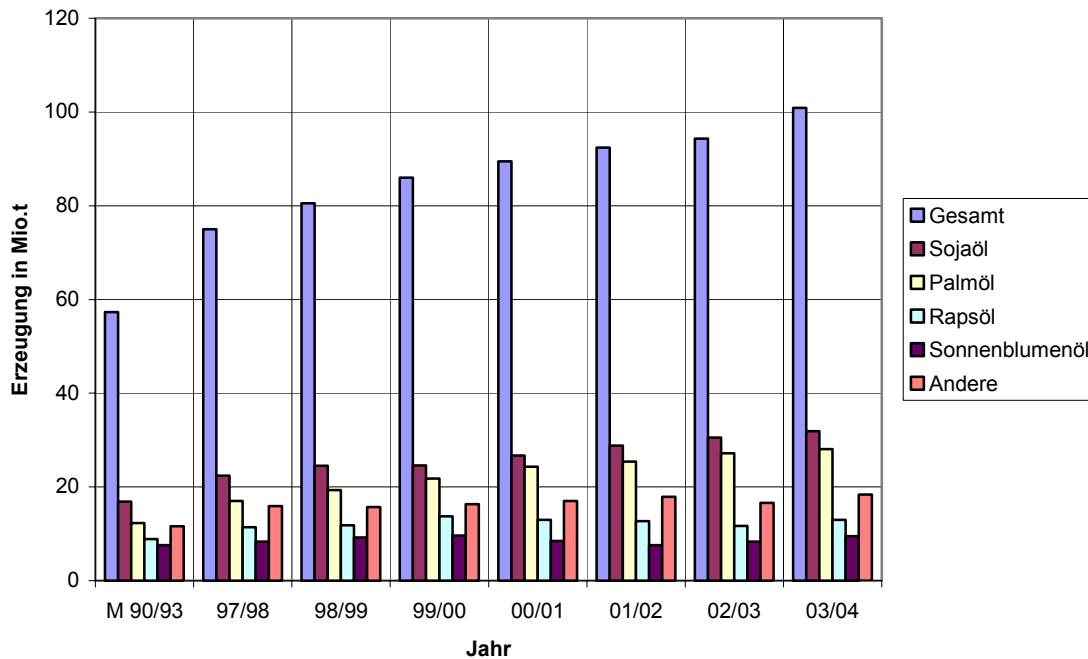
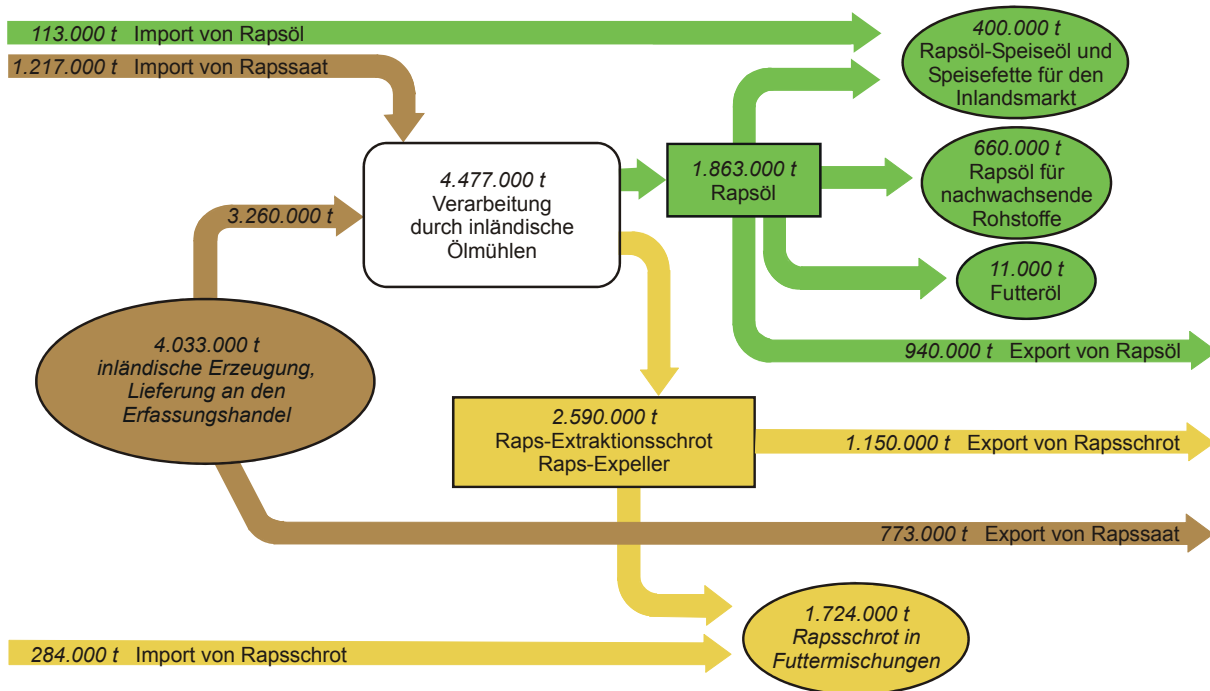


Abbildung 3-4: Die Erzeugung der wichtigsten pflanzlichen Öle (nach Toepfer International)

Der Erzeugung von Ölpflanzen und ihren Produkten steht der Verbrauch gegenüber. So ist der Verbrauch von Ölen und Fetten, inklusive der tierischen Öle und Fette, von 1991/1992 bis 2001/2002 von 81,8 Mio. t auf 120,6 Mio. t gestiegen, d.h. um nahezu 50 %. Dieser Mehrbedarf konnte in der Vergangenheit gedeckt werden. Mit einem weiteren Anstieg ist zu rechnen, so dass vom Weltmarkt steigende Mengen in den Nahrungsmittelverbrauch gehen werden und die Zunahme der Produktion nicht alleine zur Erzeugung von Kraftstoffen abgezweigt werden kann.

Die Aufteilung der Produkte und der Absatz von Ölen und Fetten in Deutschland ist exemplarisch für Raps in **Abbildung 3-5** gezeigt.



Quelle: nach CMA

Abbildung 3-5: Absatzwege für Rapsprodukte in Deutschland

#### 4. Abschätzung der Bereitstellung von RME durch öffentliche Tankstellen und Hoftankstellen

Neben der Produktion von Biokraftstoffen kommt der Bereitstellung für den landwirtschaftlichen Verbraucher eine entscheidende Bedeutung zu. Insbesondere für Kleinverbraucher ist an eine Versorgung durch öffentliche Tankstellen zu denken, deren Zahl sich aktuell auf 1717 beläuft. Rein rechnerisch ergibt sich eine mittlere Tankstellendichte von:  $357.031 \text{ km}^2 / 1717 = 207,94 \text{ km}^2$  pro Tankstelle  $\rightarrow$  1 Tankstelle pro  $207,94 \text{ km}^2$

Legt man quadratische Flächen zu Grunde, ergäben sich Quadrate mit einer Kantenlänge von 14,42 km in deren Mitte sich eine Tankstelle befände. Somit wäre der weiteste Weg zu einer Tankstelle ca. 10 km lang ohne die örtlichen Straßenverläufe zu berücksichtigen; der mittlere Weg könnte mit 5,5 km angenommen werden. Dies würde bedeuten, dass der Landwirt im Mittel etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde für einen Tankvorgang gebrauchen würde, was evtl. noch zu tolerieren wäre. In der Praxis sind die Tankstellen jedoch sehr unterschiedlich verteilt, wie ein Blick in verfügbare Karten zeigt. Daher ist davon auszugehen, dass nur ein Bruchteil der in Frage kommender Betriebe mit dieser Variante zu versorgen ist. Eine grobe und gewagte Schätzung mag ca. 20 % der 280.000 Betriebe (Zahlen vom Statistischen Bundesamt, 2000) mit einer Betriebsgröße zwischen 2 – 30 ha ergeben.

Diese Betriebe sind wie in **Tabelle 8** und **Abbildung 4-1** und **4-2** gezeigt zu untergliedern. In den Zahlen der Tabellen 8 und 9 ist der geringfügig unterschiedliche Energieinhalt von RME und DK vernachlässigt, da sie ohnehin Abschätzungen beinhalten.

Tabelle 8: Geschätzter Bedarf an RME durch die Landwirtschaft, der an öffentlichen Tankstellen getankt werden kann.

1 Betriebsgröße [ha]	2 Anzahl	3 Korrigierte Anzahl Spalte 2 * 0,2	Mittlerer Verbrauch [L/a]	Gesamtverbrauch RME [L/a]	Integral RME [L/a]	Integral Diesel [L/a]
2 – 5	76.000	15.200	550	8.360.000	8.360.000	33.440.000
5 – 10	68.000	13.600	1.100	14.960.000	23.320.000	93.280.000
10 – 20	84.000	16.800	2.200	36.960.000	60.280.000	241.120.000
20 – 30	52.000	10.400	3.600	37.440.000	97.720.000	390.880.000

Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes

Wenn keine anderen Hinderungsgründe vorliegen, kann für diese Gruppe der Betriebe ein Gesamtverbrauch von ca. 100.000.000 L oder 88.000 t RME (60.000.000 L oder 52.800 t RME, wenn man die Grenze für Betriebsgrößen unterhalb 20 ha legt) geschätzt werden.

Anders stellt sich die Situation für größere Betriebe (> 30 ha) dar. Hier werden jährlich mehr als 6.000 L Kraftstoff verwendet, der überwiegend in Form der Selbstversorgung auf eigenen Hoftankstellen zum Einsatz kommt. In den geschätzten Zahlen der Tabelle 9 sind die Verbrauchsanteile von Lohnunternehmen und Maschinenringern mit enthalten. Theoretisch könnte in dieser Gruppe der gesamte auftretende Bedarf von 1.730.800.000 L Kraftstoff durch RME ersetzt werden. In Ansatz ist in der Tabelle 9 jedoch ein Anteil von 50 % gebracht worden. Damit ergibt sich ein Bedarf von ca. 860 Mio. L

oder 756,800 t RME (900 Mio. L oder 792.000 t RME, wenn Betriebe mit der Größe zwischen 20 – 30 ha hinzugezählt werden).

Tabelle 9a: Geschätzter Bedarf an RME durch die Landwirtschaft, der an Hoftankstellen getankt werden kann.

1 Betriebsgröße [ha]	2 Anzahl	3 Korrigierte Anzahl Spalte 2 * 0,5	Mittlerer Verbrauch [L/a]	Gesamtverbrauch RME [L/a]	Integral RME [L/a]	Integral Diesel [L/a]
30 – 50	58.000	29.000	6.000	174.000.000	174.000.000	174.000.000
50 – 100	54.000	27.000	12.000	324.000.000	498.000.000	498.000.000
100 – 200	17.800	8.900	25.000	222.500.000	720.500.000	720.500.000
> 200	8.400	4.200	32.500	136.500.000	857.000.000	857.000.000

Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes / Ernährungs- und agrarpolitischen Berichtes der Bundesregierung, Anhang S. 10f

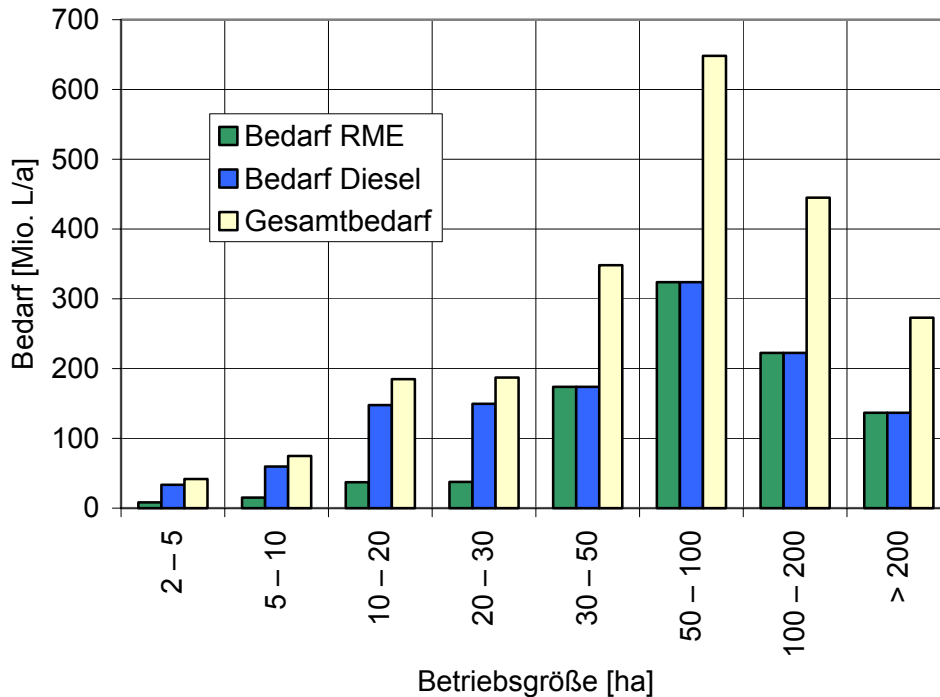


Abbildung 4-1: Bedarf an Kraftstoff nach Betriebsgrößen

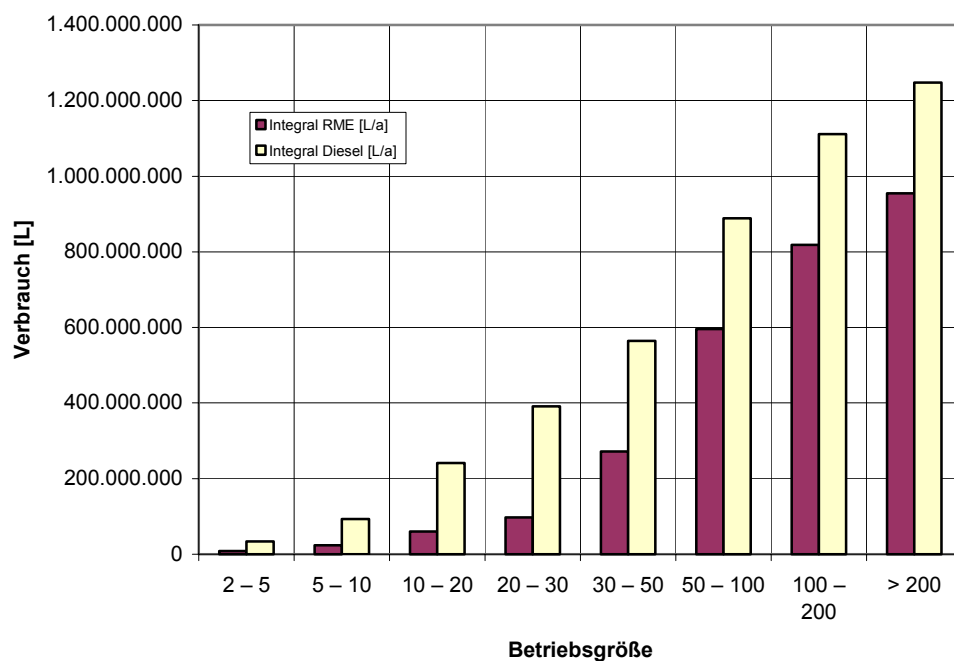


Abbildung 4-2: Summenwerte des geschätzten Bedarfs an RME und Biodiesel

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 1 angestellten Überlegungen könnte sich eine wesentlich andere Verteilung zwischen Diesel und RME ergeben. Hiernach ist für den Bereich der landwirtschaftlichen Großkunden lediglich noch von einem Bedarf von ca. 359 Mio. L Biodiesel auszugehen. Unter Einschluss der „Tankstellenkunden“ ergäbe sich ein Bedarf von ca. 459 Mio. L Biodiesel.

Tabelle 9b: Korrigierter geschätzter Bedarf an RME durch die Landwirtschaft, der an Hoftankstellen getankt werden kann.

1 Betriebsgröße [ha]	2 Anzahl	3 Korrigierte Anzahl Spalte 2 * 0,5	Mittlerer Verbrauch [L/a]	Gesamtverbrauch RME [L/a]	Integral RME [L/a]	Integral Diesel L/a]
30 – 50	58.000	29.000	6.000	0	0	348.000.000
50 – 100	54.000	27.000	12.000	0	0	996.000.000
100 – 200	17.800	8.900	25.000	222.500.000	222.500.000	1.218.500.000
> 200	8.400	4.200	32.500	136.500.000	359.000.000	1.355.000.000

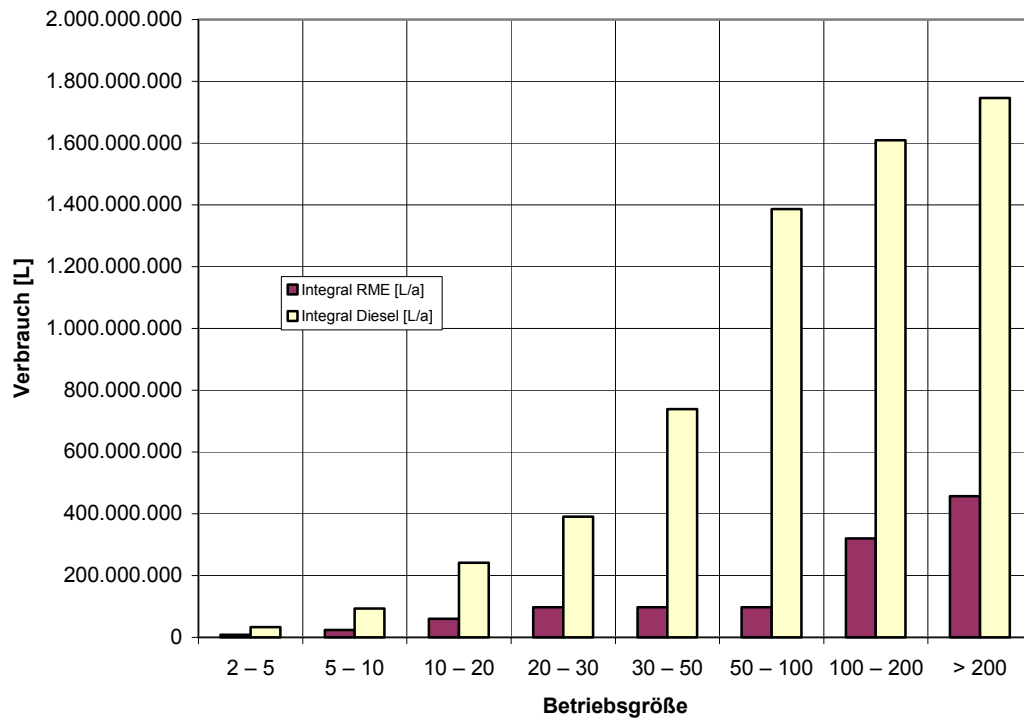


Abbildung 4-3: Summenwert des geschätzten Bedarfs an RME und Diesel unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen neuen Agrardiesel-Vergütung

Bei der Nutzung von Hoftankstellen und dem Transport von RME sind entsprechende Vorschriften zu beachten. Hierfür hat die Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. V. Merkblätter erarbeitet, die im Anhang 2 beigefügt sind. Für die Verwendung von RME sind nach eigenen und fremden Recherchen sowohl Tanks als auch Aggregate wie Pumpen, Durchflussmengenmesser, Leitungen, Schläuche und Zapfinrichtungen am Markt verfügbar. Für die Beurteilung, ob eine Nutzung von RME sich günstiger auf die entstehenden Kosten auswirkt, kann aus diesen Zahlen nicht abgeleitet werden. Diese Gesichtspunkte werden in Kapitel 6 näher untersucht.

**Besonders hinzuweisen ist auf die zollrechtlichen Bestimmungen zum Umgang mit Dieseldieselkraftstoff, RME und Mischungen beider Kraftstoffe in den Selbstverbraucheranlagen.**

### 5. Analyse des Bedarfs im Bereich der Landwirtschaft aus technischer Sicht.

Der Gesamtbedarf an ca. 2,2 Milliarden L Dieseldieselkraftstoff wird in den fahrenden landwirtschaftlichen Maschinen und z.T. in stationären Maschinen verbraucht. Für diese Maschinen liegen die folgenden z.T. geschätzten Zahlen für 2003 vor.

Tabelle 10: Bestand an landwirtschaftlichen Maschinen (Stand 1. Januar 2003)

Ackerschlepper <sup>1)</sup>	Mähdrescher <sup>2)</sup>	Feldhäcksler <sup>2)</sup>	Rübenroder <sup>2)</sup>	Gesamt
906.749 92,9 %	60.000 6,15 %	5.000 0,5 %	4.000 0,4 %	975.749 100 %

<sup>1)</sup> nach Kraftfahrt-Bundesamt KBA

<sup>2)</sup> geschätzte Zahlen vom LAV

Während für die Angaben der Ackerschlepper vom Kraftfahrt-Bundesamt detaillierte Zahlen hinsichtlich der Leistungsklassen, Zulassungstermine usw. vorliegen, sind diese für die anderen Geräte kurzfristig nicht zu beschaffen. Andererseits repräsentieren die Ackerschlepper mit ca. 93 % des Gesamtbestandes den überwiegenden Anteil. Daher sind die weite-

ren Analysen auf den Schlepperzahlen aufgebaut. In der Grafik, **Abbildung 5-1**, ist der Bestand an landwirtschaftlichen Schleppern aufgeführt; die zugehörige Tabelle 11 befindet sich im Anhang 1. Die Summenwerte sind in **Abbildung 5-1** gezeigt (zugehörige Tabelle 12 im Anhang 1). Es ist zu erkennen, dass landwirtschaftliche Schlepper insbesondere der niedrigen Leistungsklassen sehr alt werden; mehr als die Hälfte der Schlepper unter 31 kW ist älter als 40 Jahre, für Schlepper zwischen 31 und 50 kW liegt dieses Alter bei 28 Jahren und auch für Schlepper der Klasse zwischen 51 und 70 kW sind hierfür immerhin 18 Jahre anzusetzen. Erst die Schlepper in größeren Leistungsklassen sind jüngeren Datums. Dies wirkt sich auch auf die Möglichkeiten des Einsatzes von RME für die Landmaschinen aus.

Eine ähnliche Entwicklung der Motorenleistung ist auch für Mähdrescher festzustellen. So nahm die installierte Maximalleistung in Mähdreschern von 1980 bis 2000 von 180 kW auf 320 kW zu (Kutzbach, 2001).

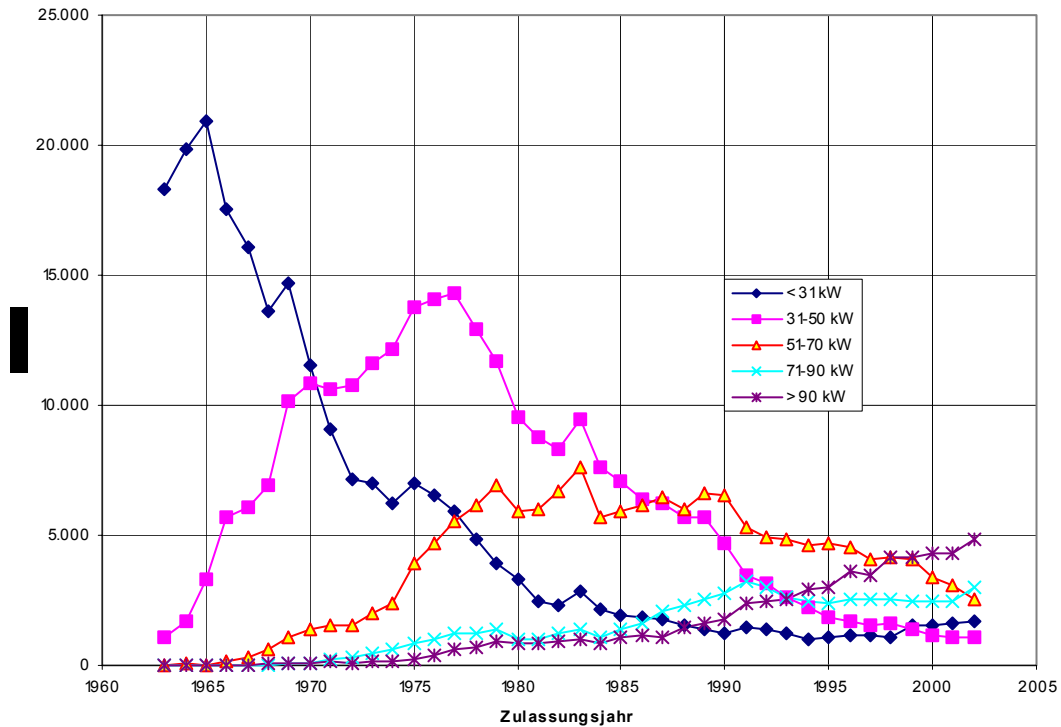


Abbildung 5-1: Bestand an landwirtschaftlichen Schleppern nach Zulassungsjahr und Leistungsklassen

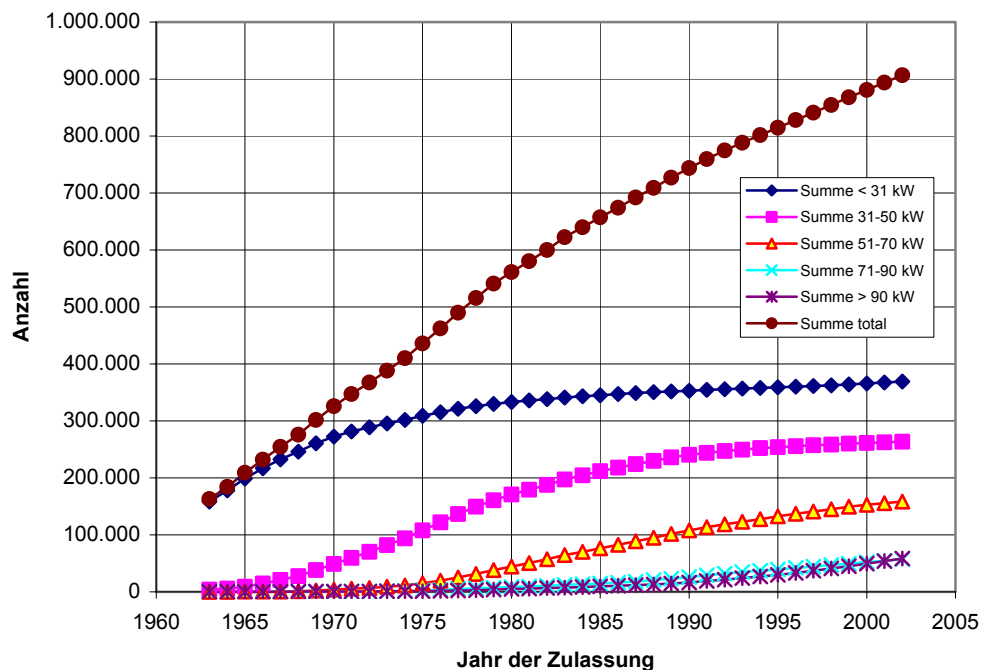


Abbildung 5-2: Summenwerte der Anzahl an landwirtschaftlichen Schleppern nach Zulassungsjahr und Leistungsklassen

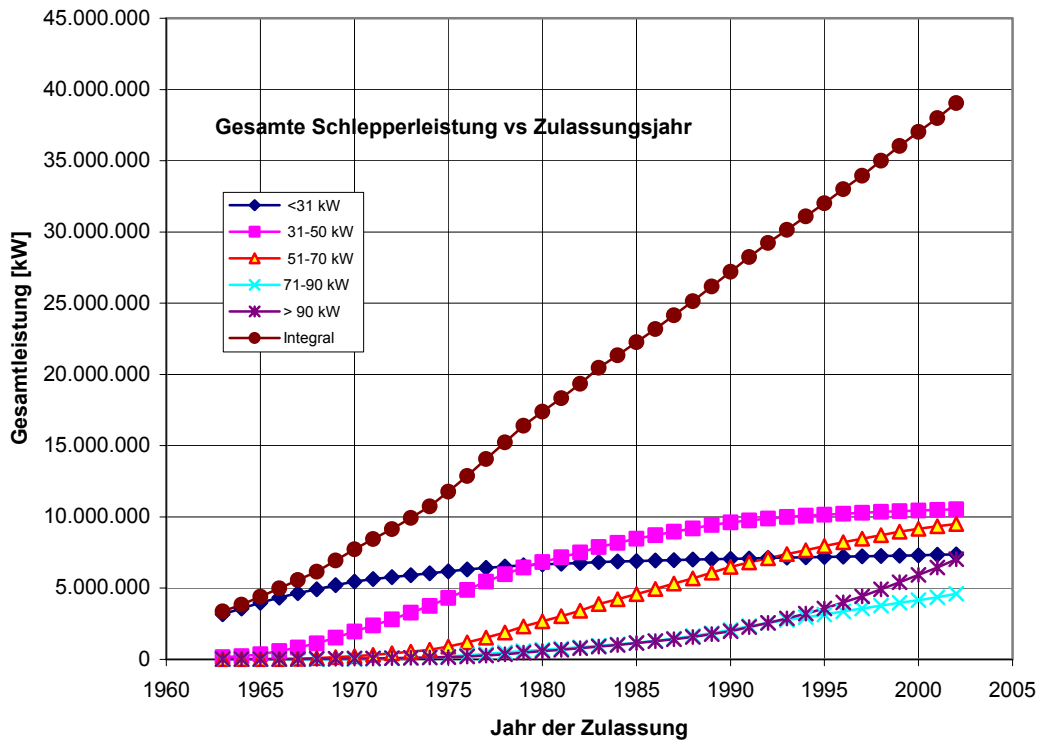


Abbildung 5-3: Gesamte installierte Schlepperleistung nach Zulassungsjahr und Leistungsklasse

Für die Abschätzung des Kraftstoffbedarfs ist zusätzlich zu den Bestandszahlen die Leistung der Schlepper zu berücksichtigen. Damit ergibt sich die in **Abbildung 5-3** (zugehörige Tabelle 13 im Anhang 1) gezeigte Situation. Hier gewinnen zunehmend Schlepper in den Leistungsklassen oberhalb 51 kW an Boden. Um aus diesen Leistungsangaben auf den Kraftstoffbedarf schließen zu können, ist ein Ansatz, eine Altersgrenze der Schlepper festzulegen, ab der eine Nutzung möglich erscheint. Hierzu sollten am Motor keine oder nur geringe Änderungen erforderlich sein. In der folgenden **Abbildung 5-4** ist die Grenze auf 15 Jahre gesetzt worden.

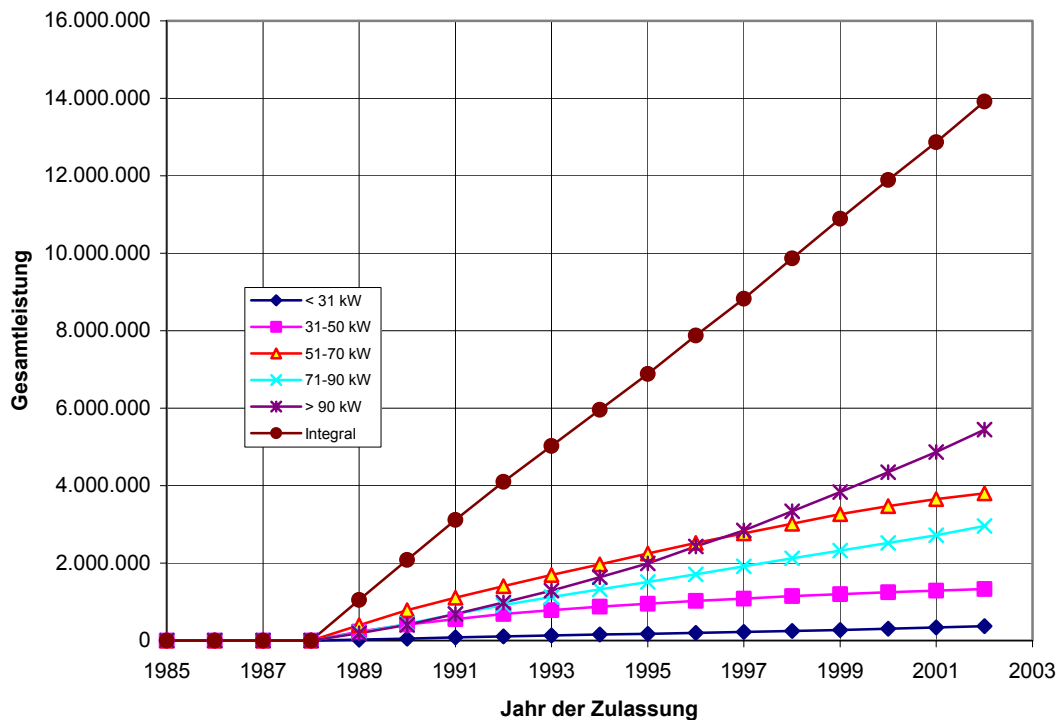


Abbildung 5-4: Installierte Schlepperleistung nach Zulassungsjahr und Leistungsklasse, für die eine Nutzung von RME möglich erscheint (Schlepper jünger als 15 Jahre)

Legt man für diese Schlepper eine mittlere Betriebszeit von 800 h/a und eine mittlere tatsächliche Leistung von 40 % (nach Welschhof, 1981) der Gesamtleistung zu Grunde, kann ein Bedarf von 1.344 Mio. L angenommen werden:

$$14.000.000 * 800 * 0,4 * 0,3 = 1.344.000.000 \text{ L}$$

$$\text{Inst. Leistung} * \text{Betriebszeit} * 40 \% * \text{spez. Verbrauch} \quad [\text{kW} * \text{h} * \text{L}/(\text{kWh})]$$

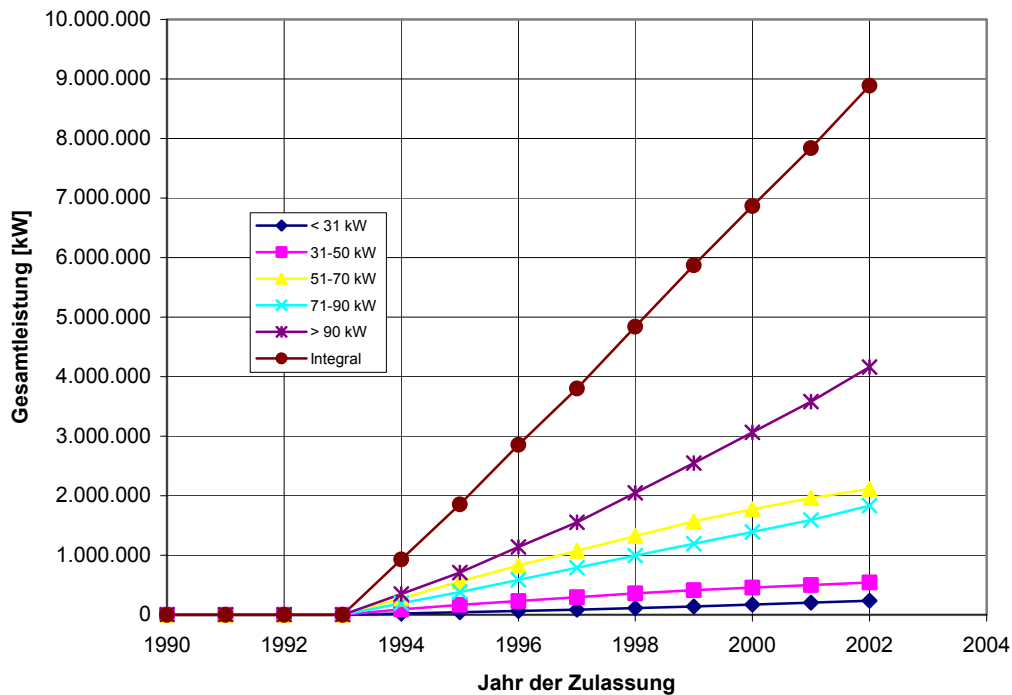


Abbildung 5-5: Installierte Schlepperleistung nach Zulassungsjahr und Leistungsklasse, für die eine Nutzung von RME möglich erscheint (Schlepper jünger als 10 Jahre)

Reduziert man das Alter der Schlepper auf 10 Jahre, ergibt sich die in Abbildung 5-5 gezeigte Aufteilung der installierten Leistung und ein Bedarf von 864 Mio. L RME per annum:

$$9.000.000 * 800 * 0,4 * 0,3 = 864.000.000 \text{ L}$$

$$\text{Inst. Leistung} * \text{Betriebszeit} * 40 \% * \text{spez. Verbrauch} \quad [\text{kW} * \text{h} * \text{L}/(\text{kWh})]$$

Zu fragen bleibt bei dieser Betrachtung, ob die angenommene Zahl an Schleppern tatsächlich für den Betrieb mit RME freigegeben ist. Die Aussagen der Hersteller sind z.T. sehr vage und widersprüchlich, wie aus den von der UFOP angeordneten Analysen (siehe auch Anhang 3) hervorgeht. Es scheint, dass die Hersteller z.Zt. nur bedingt mit diesem Themenkomplex konfrontiert worden sind. Anscheinend nutzen nur sehr wenige landwirtschaftliche Betriebe Biodiesel, was auch aus den Zahlen des Hauptzollamtes Stuttgart hervorgeht, wonach nur ein Biodieselanteil von 0,1 %, bezogen auf den vergütungsfähigen Diesel, zur Vergütung beantragt wurde. Es bleibt zu hoffen oder zu erwarten, dass sich die Hersteller mit steigendem Anteil an Biodiesel dieser Thematik verstärkt widmen. Unseres Erachtens lassen sich die technischen Probleme beim Einsatz von RME lösen, wenn hauptsächlich die Hersteller der Einspritzanlagen sich dieser Frage widmen.

Weitere technische Aspekte ergeben sich aus den verschärften Abgasbestimmungen für Verbrennungsmotoren. Zu diesem Fragenkomplex wird im Kapitel 8 Stellung bezogen.

## 6. Kostensituation

Neben den Kapitel 1 dargelegten Aspekten, die sich auf die reinen Kraftstoffkosten beziehen, ergeben sich weitere Gesichtspunkte, die näher zu untersuchen sind.

### 6.1 Fahrzeugbedingte Kosten

Zusatzaufwendungen können laufend oder einmalig beim Betrieb des Fahrzeuges mit Biodiesel entstehen.

#### 6.1.1 Einmalige Kosten

An freigegebenen Fahrzeugen entstehen hier gegenüber dem Betrieb mit DK keine Kosten. Anders verhält es sich bei bedingt oder nicht freigegebenen Fahrzeugen. Abgesehen von Kostenrisiken in Verbindung mit einer Gewährleistung ist bei diesen mit Mehraufwendungen für eine Umrüstung bzw. Nachrüstung der Tank-, Filter-, Leitungs- und Einspritzanlage zu rechnen. Der Aufwand für die Um- oder Nachrüstung ist hersteller- und typabhängig, so dass keine allgemein gültigen Aussagen zu machen sind, zumal sich die Hersteller in den Umfragen zur Freigabe abgesehen von Ausnahmen sehr bedeckt halten. In drei Erprobungsversuchen (UFOP: Erfahrungsbericht: „Biodiesel in Linienomnibussen“ und UFOP: „4 Jahre Einsatzerfahrung mit Biodiesel und Biohydraulikölen in einem Forstbetrieb“) wurden im Bereich der Forstwirtschaft und für zwei Nahverkehrsunternehmen Untersuchungen im Praxisbetrieb durchgeführt. Während in dem Bericht aus dem Forstbetrieb Umrüstkosten zwischen 20 und 250 € je nach Typ angegeben werden, belaufen sich die Kosten für die Linienomnibusse laut Bericht auf durchschnittlich 550 €. Bei den landwirtschaftlichen Fahrzeugen ist mit ähnlichen Größenordnungen zu rechnen. Dieser Betrag ist als niedrig anzusehen, so dass er für sich keinen Hinderungsgrund für den Einsatz von RME darstellen müsste.

#### 6.1.2 Laufende Kosten

Zu den einmaligen Kosten der Um- oder Nachrüstung ist nach Angaben der Hersteller mit erhöhten laufenden Kosten für einen vermehrten Wechsel von Motoröl und Kraftstofffiltern zu rechnen. Durchgängig wird eine Halbierung des Ölwechselintervalls empfohlen, in einigen Fällen soll das Intervall auf ein viertel des dieselüblichen Intervalls gesenkt werden. Die Kraftstofffilter sind ebenfalls häufiger auszutauschen als beim Betrieb mit DK. Dem entgegen stehen die Aussagen aus den Berichten der Praxistests. Hier wird generell gesagt, dass das Motoröl nicht häufiger gewechselt werden musste. Insgesamt wird der Problembereich der Motorölverdünnung als nicht so gravierend angesehen.

### 6.2 Kosten bei der Selbstversorgung mit Kraftstoff

Bei der Betrachtung der Kosten, die bei einer Selbstversorgung entstehen, sind zwei Fälle zu unterscheiden. Wird komplett von Diesel auf RME umgestellt, kann in den meisten Fällen die Selbstverbraucheranlage weiterhin genutzt werden. Es sind an dieser nur einige Komponenten auszuwechseln, was mit einem relativ geringen Kostenaufwand verbunden ist. Hierzu zählen im wesentlichen die Pumpen, Zähl- und Zapfeinrichtungen. Für kleine Anlagen (Durchfluss  $\leq 50$  l/min) ist nach eigenen Recherchen im Internet mit ca. 500 € zu rechnen, wenn Pumpe, Zähler, Schlauch und Zapfpistole gewechselt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass der Tank weiter verwendet werden kann. Einwandige RME-taugliche Kunststofftanks kosten ca. 530 € bei 1000 L Fassungsvermögen und ca. 850 € bei 2000 L.

Teurer wird die Angelegenheit, wenn zusätzlich zu der vorhandenen Dieselanlage eine komplett neue Einrichtung für RME installiert werden muss. Dazu einige Verkaufspreise:

Anlage	Größe/ Leistung	Bemerkung	Preis € (o. MwSt)
Zapfsäule	50 L/min	Mit Zähler	1.250
Zapfsäule	50 L/min	Benutzerverwaltung	1.780
Zapfsäule	100 L/min	Mit Zähler	1.470
Zapfsäule	100 L/min	Benutzerverwaltung	1.990
Kunststofftank	1.000 L	Oberirdisch	530
Kunststofftank	2.000 L	Oberirdisch	850
Stahltank	5.000 L	Doppelwandig	3.300
Stahltank	7.500 L	Doppelwandig	4.000
Stahltank	10.000 L	Doppelwandig	4.500
Stahltank	16.000 L	Oberirdisch	8.200
Stahltank	25.000 L	Oberirdisch	10.300
Tankanlage	3.000 L	Komplett	2.750
Tankanlage	6.000 L	Komplett	4.600
Tankanlage	10.000 L	Komplett	5.500

Hinzu kommen Kosten für Genehmigungen und evtl. für Baumaßnahmen. Kostenmildernd wirkt sich die Tatsache aus, dass der bezogene Kraftstoff bei der Selbstverbraucheranlage um einige Cent preiswerter zu beziehen ist als an öffentlichen Tankstellen.



## 6.2 Analyse der Kraftstoff- und Servicekosten

In den folgenden Diagrammen sind die Verläufe der Kosten für Kraftstoff, Kraftstoff und Service für unterschiedliche Szenarien dargestellt. Dabei sind folgende Annahmen gemacht:

Alle Kosten verstehen sich ohne Mehrwertsteuer

Die Kosten für den Service ergeben sich aus den Ölkosten, den Kosten für Filter und den Arbeitskosten:

Angenommen sind 15 L Motoröl / 100 kW Leistung mit einem Preis von 2 €/L

Kosten für Filter usw. in Höhe von 30 €

Arbeitskosten in Höhe von 30 €

In den Kosten für RME ist ein Mehrverbrauch von 4 % enthalten.

In den Kosten für Dieseldieselkraftstoff ist die Regelung der vorgeschlagenen Agrardiesel-Vergütung mit 0,2148 €/L bei einem Einbehalt von 350 € und einer Kappungsgrenze von 10.000 L Diesel je Betrieb berücksichtigt.

Als Serviceintervall ist für den Dieseldieselbetrieb ein Zeitraum von 500 Betriebsstunden angenommen, Für den RME-Betrieb sind Intervalle von 125 (¼ des Dieseldieselintervalls), 250 (½), 375 (¾) und 500 (1) Betriebsstunden eingesetzt.

Neben den Kraftstoff- und Servicekosten sind keine weiteren Aufwendungen für Tankanlagen usw. berücksichtigt.

Die Diagramme in den Abbildern 6.2-1, 6.2-2, 6.2-3, 6.2-4 zeigen die Situation der reinen Kraftstoffkosten, die entstehen, wenn entweder nur Dieseldieselkraftstoff oder nur RME eingesetzt wird,; dabei ist unterstellt, dass bei der Verwendung von RME keine Zusatzmaßnahmen notwendig sind. Hierbei ist ein Dieseldieselpreis von 0,72 €/L zu Grunde gelegt. Der RME-Preis ist mit 0,66 €/L in Abbildung 6.2-1, 0,64 €/L in Abb. 6.2-2, 0,62 €/L in Abb. 6.2-3 und 0,60 €/L in Abb. 6.2-4 angenommen.

### Preisdifferenz 0,06 € zwischen DK und RME

Bei einer Preisdifferenz von 0,10 € ergeben sich folgende Kosten und Differenzen in den Kosten (siehe Abb. 6.2-1). Es zeigt sich, dass RME außer für sehr geringe Mengen und für sehr große Verbräuche (> 50.000 L) teurer ist; die Differenz Kosten für DK – Kosten für RME liegt im negativen Bereich..

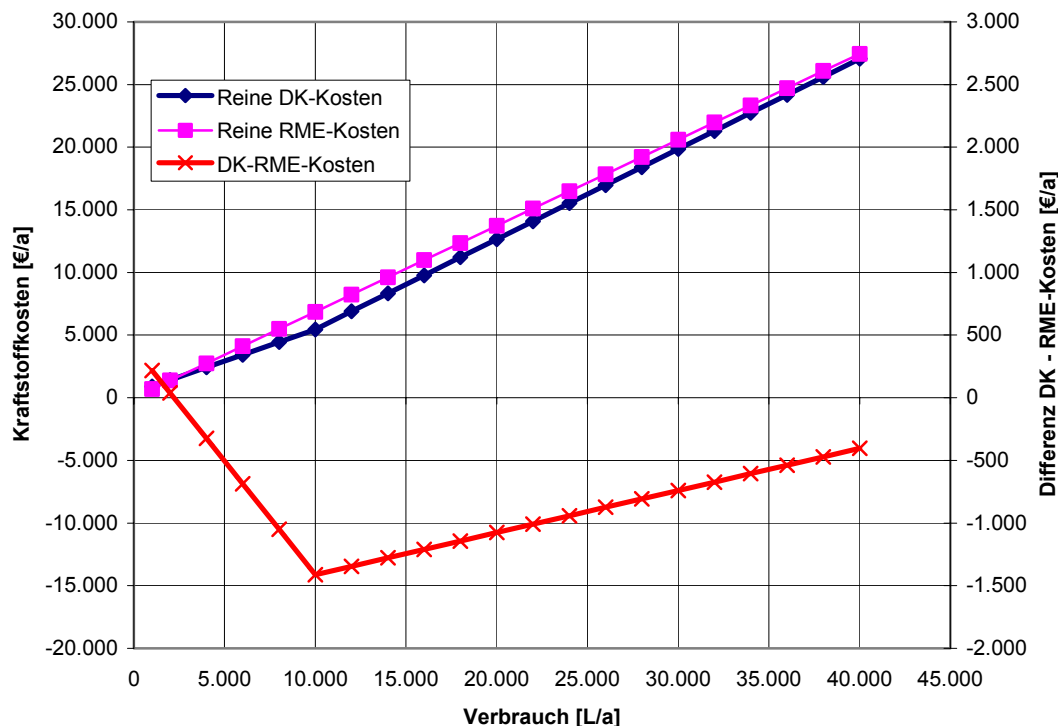


Abbildung 6.2-1: Verlauf der reinen Kraftstoffkosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 €/L, RME = 0,66 €/L] (0,6864 €/L wenn der Mehrverbrauch berücksichtigt wird)

Kommen zu den reinen Kraftstoffkosten erhöhte Wartungskosten für den Gebrauch von RME hinzu, wie in Abb. 6.2-1.1, 6.2-1.2, 6.2-1.3 und 6.2-1.3 dargestellt, so werden die Verhältnisse für den Einsatz von Biodiesel noch ungünstiger. Bei einem auf ¼ verkürztem Wartungsintervall laufen die Kosten auch jenseits der 10.000 L Grenze weiter auseinander, was den Einsatz von RME aus reinen Kostengründen ausschließt. Obwohl sich dieser Trend bei günstigeren Serviceannahmen umdreht, ist davon auszugehen, dass bei einer Preisdifferenz von lediglich 6 Cent zwischen DK und RME sich ein reiner Einsatz von Biodiesel nicht lohnt.

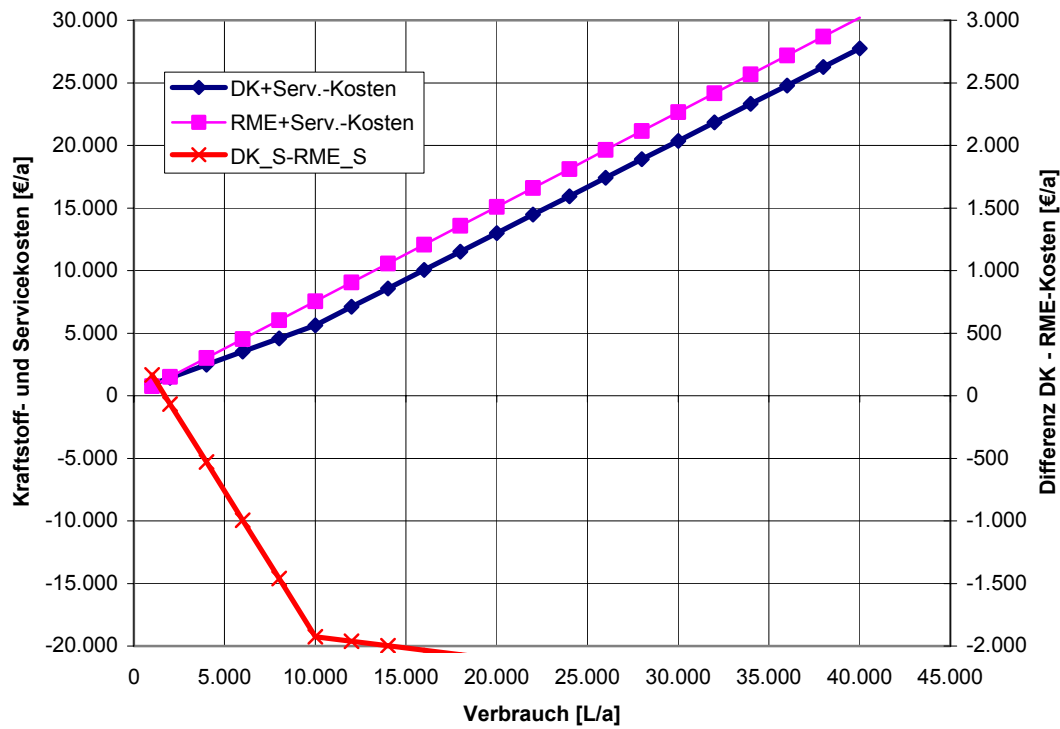


Abbildung 6.2-1.1: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,66 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/125h]

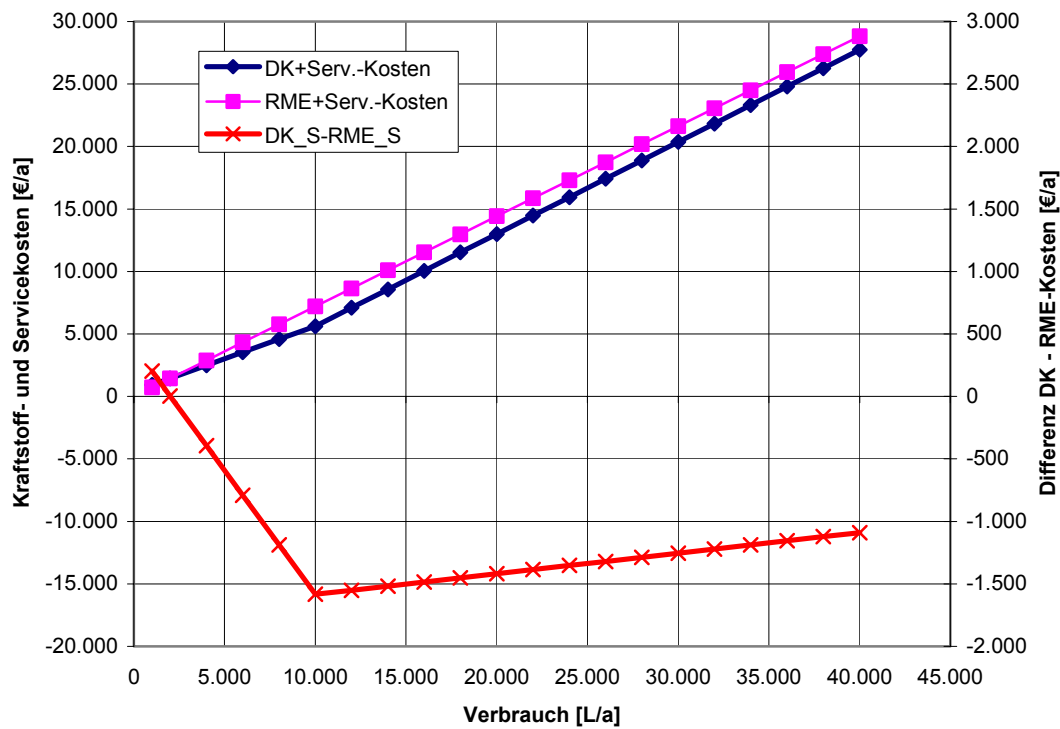


Abbildung 6.2-1.2: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,66 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/250h]

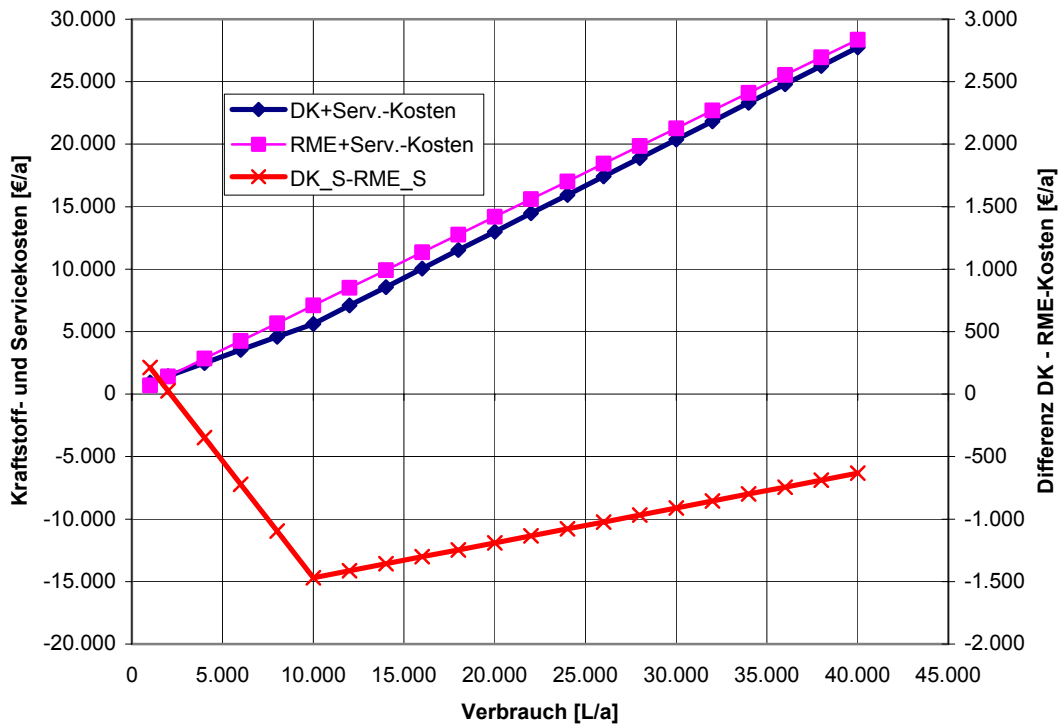


Abbildung 6.2-1.3: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,66 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/375h]

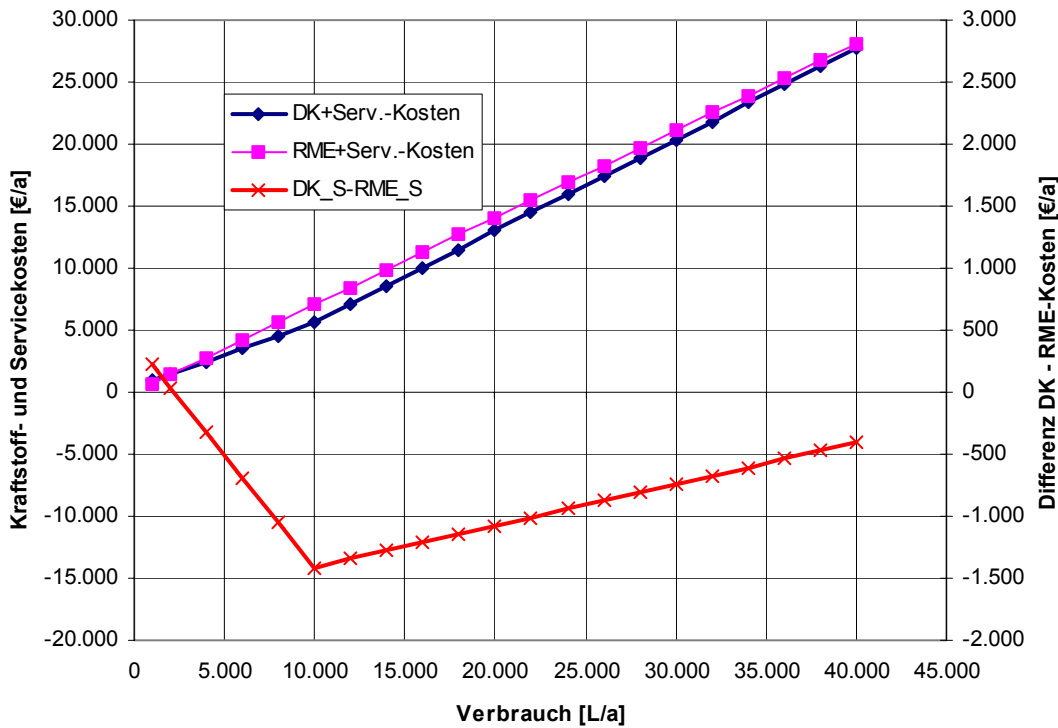


Abbildung 6.2-1.4: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,66 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/500h]

Preisdifferenz 0,08 € zwischen DK und RME

Vergrößert sich der Preisunterschied auf 8 Cent/L so verbessern sich zwar die Verhältnisse zu Gunsten des RME, jedoch erscheint ein reiner Biodieseleinsatz aufgrund der Kostenstruktur als zweifelhaft.

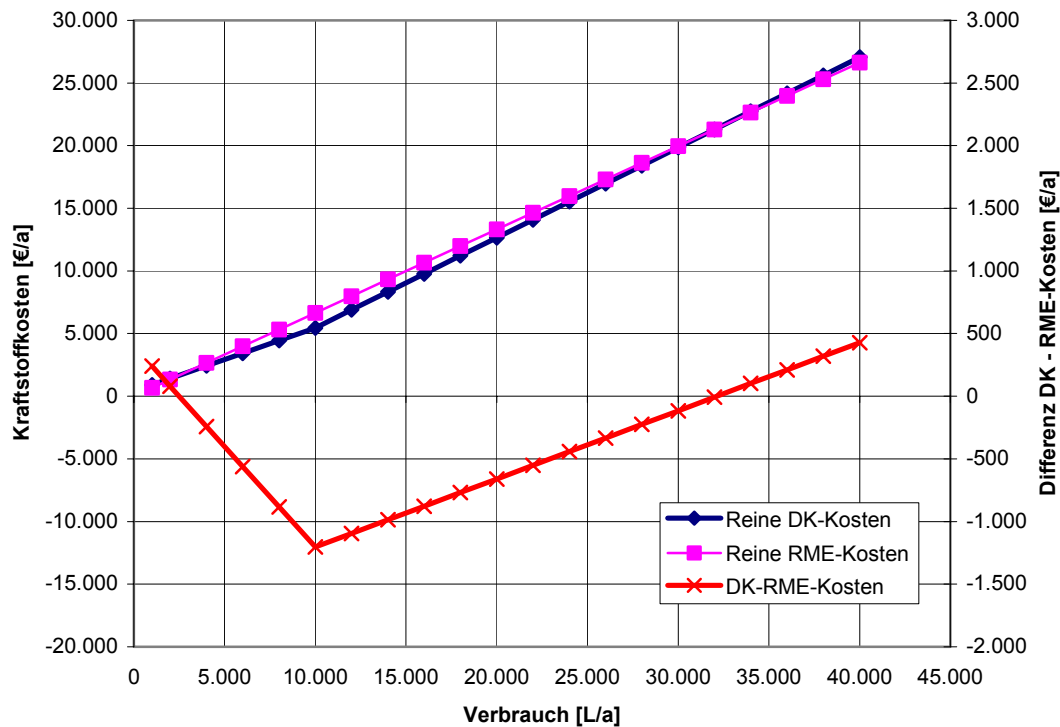


Abbildung 6.2-2: Verlauf der reinen Kraftstoffkosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,64 [€/L] (0,6656 €/L bei Berücksichtigung des Mehrverbrauchs)

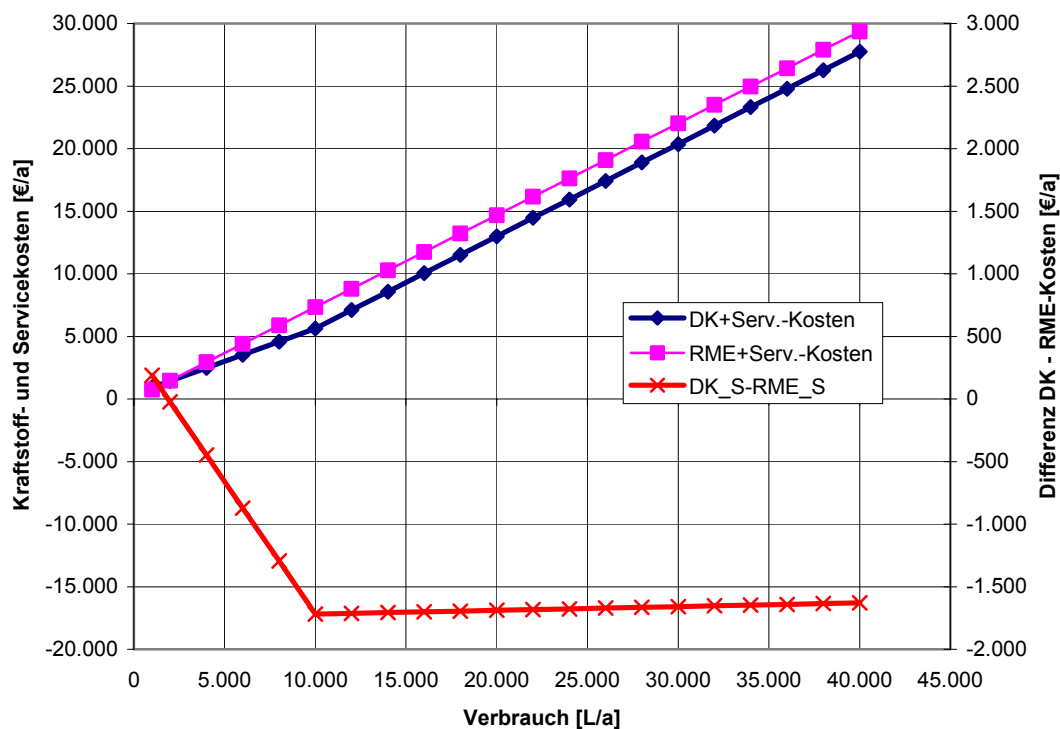


Abbildung 6.2-2.1: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,64 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/125h]

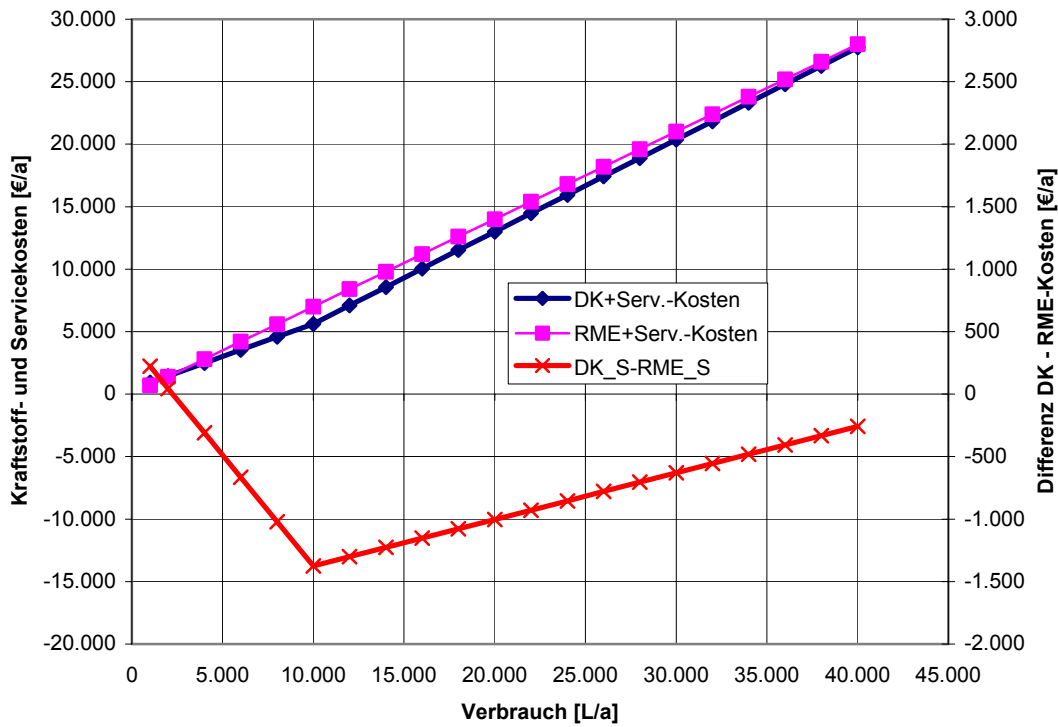


Abbildung 6.2-2.2: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,64 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/250h]

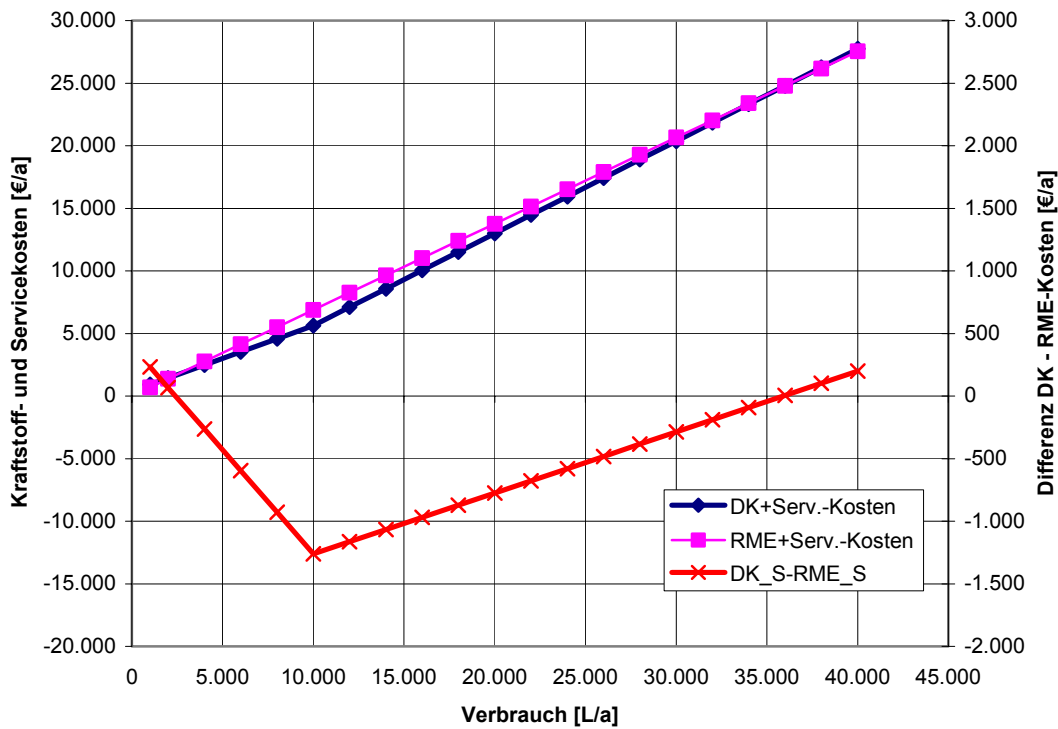


Abbildung 6.2-2.3: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,64 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/375h]

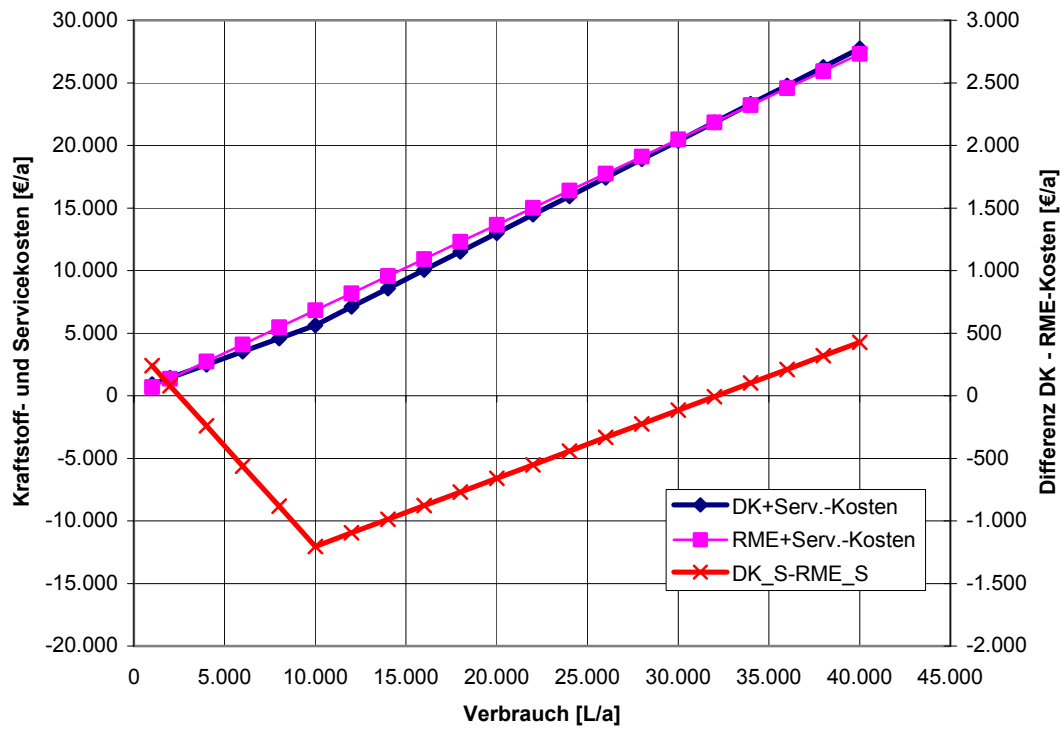


Abbildung 6.2-2.4: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,64 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/500h]

Preisdifferenz 0,10 € zwischen DK und RME

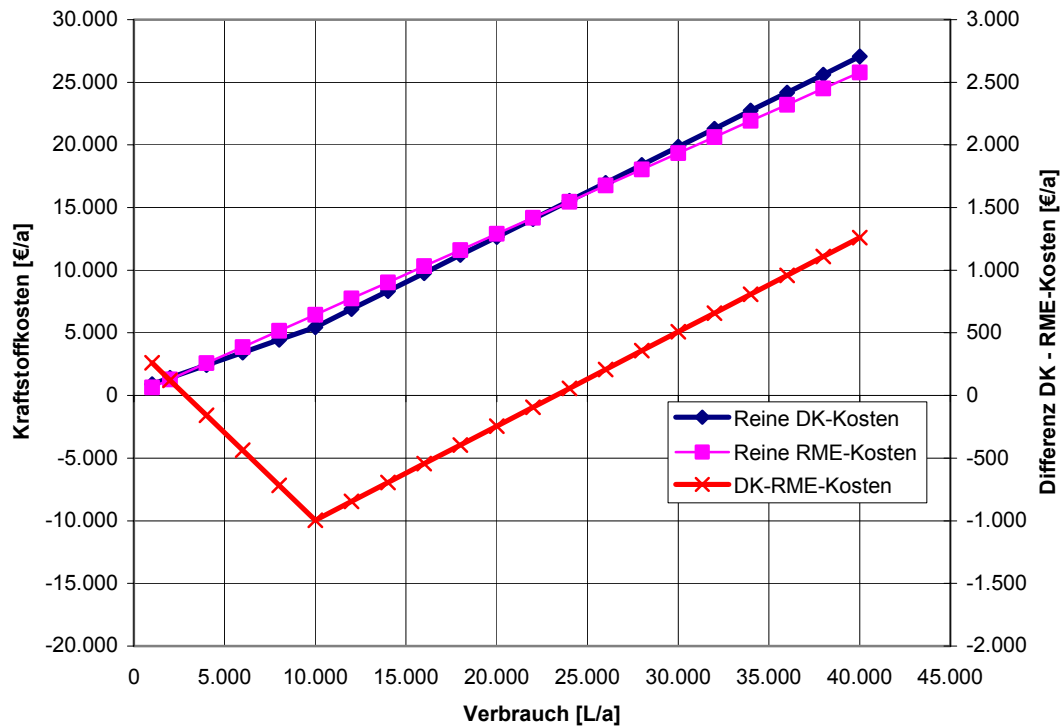


Abbildung 6.2-3: Verlauf der reinen Kraftstoffkosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L] (0,6448 €/L bei Berücksichtigung des Mehrverbrauchs)

Ab einer Preisdifferenz von 10 Cent/L kann der reine Einsatz von Biodiesel für Großverbraucher interessant werden, wenn die erhöhten Servicekosten sich in Grenzen halten. Bei einer Verkürzung der Wartungsintervalle auf einen Wert kleiner ein Halb des Dieselwartungsintervalls kann auch hier noch nicht mit einem reinen RME-Einsatz gerechnet werden.

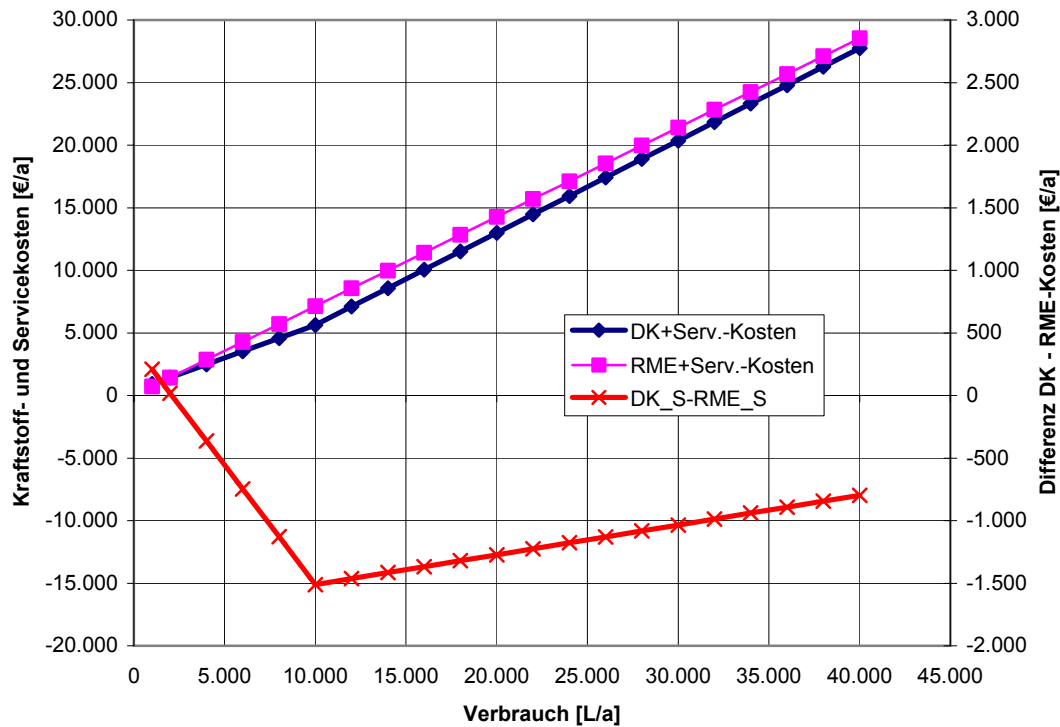


Abbildung 6.2-3.1: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/125h]

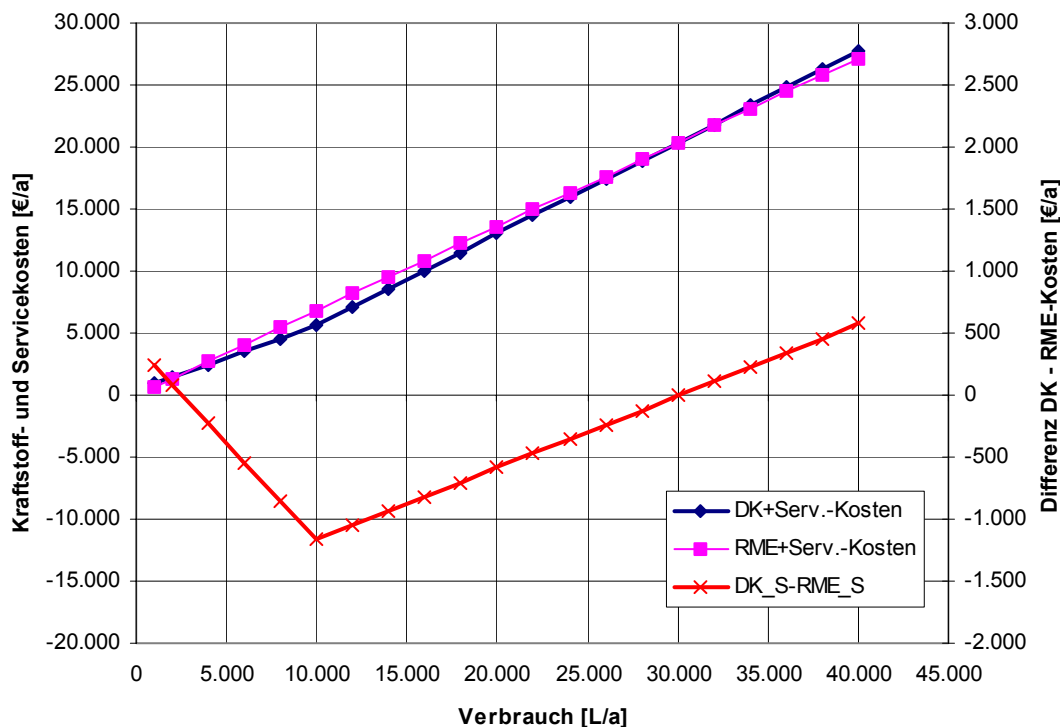


Abbildung 6.2-3.2: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/250h]

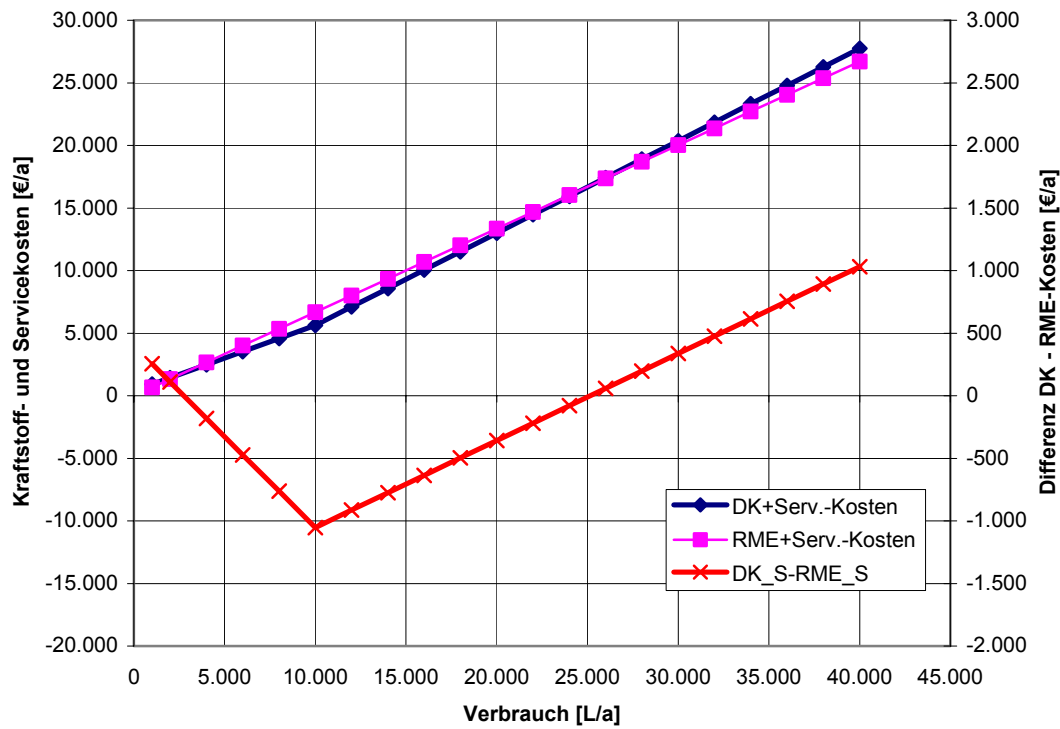


Abbildung 6.2-3.3: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/375h]

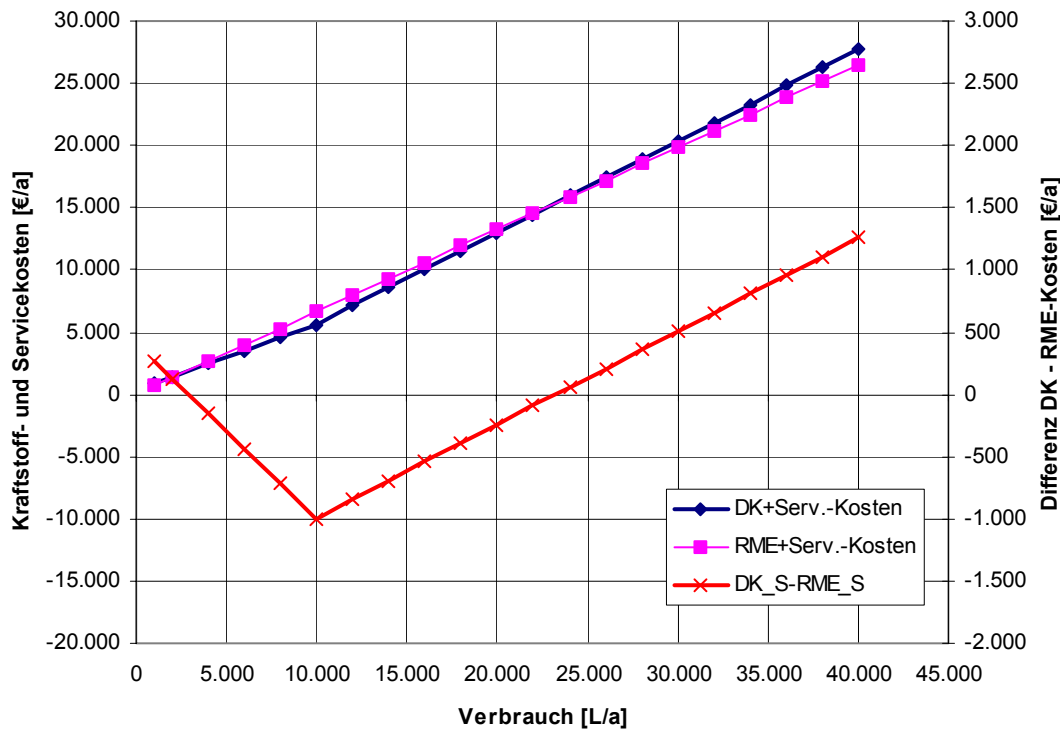


Abbildung 6.2-3.4: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/500h]



Preisdifferenz 0,12 € zwischen DK und RME

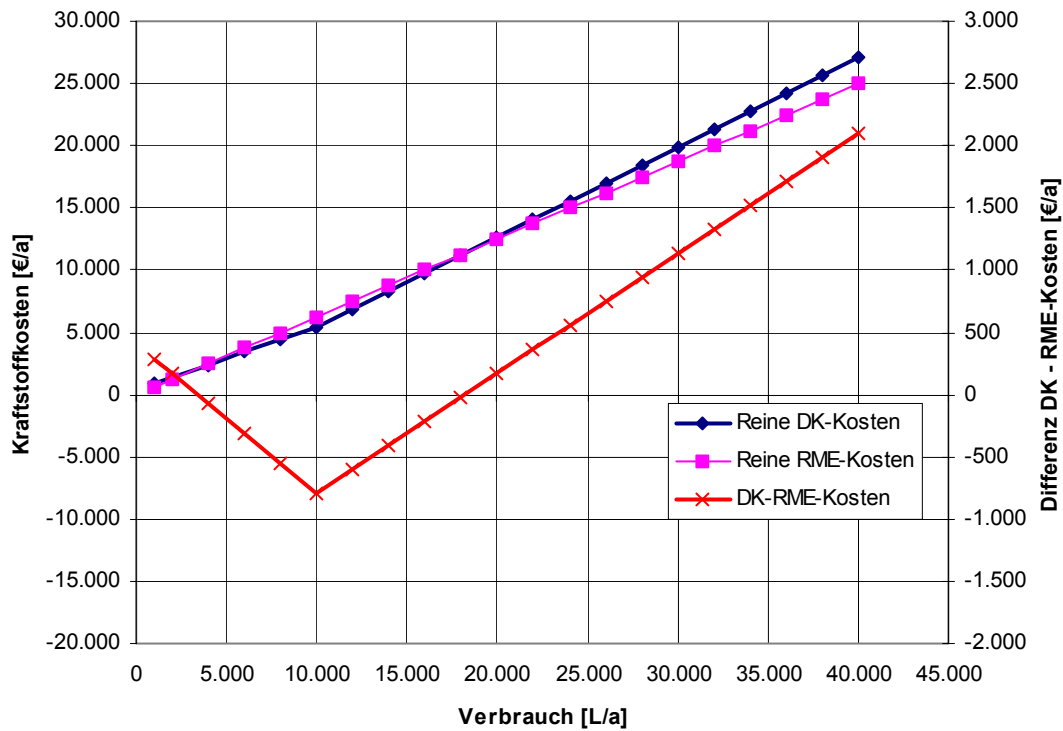


Abbildung 6.2-4: Verlauf der reinen Kraftstoffkosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,60 [€/L] (0,624 €/L bei Berücksichtigung des Mehrverbrauchs)

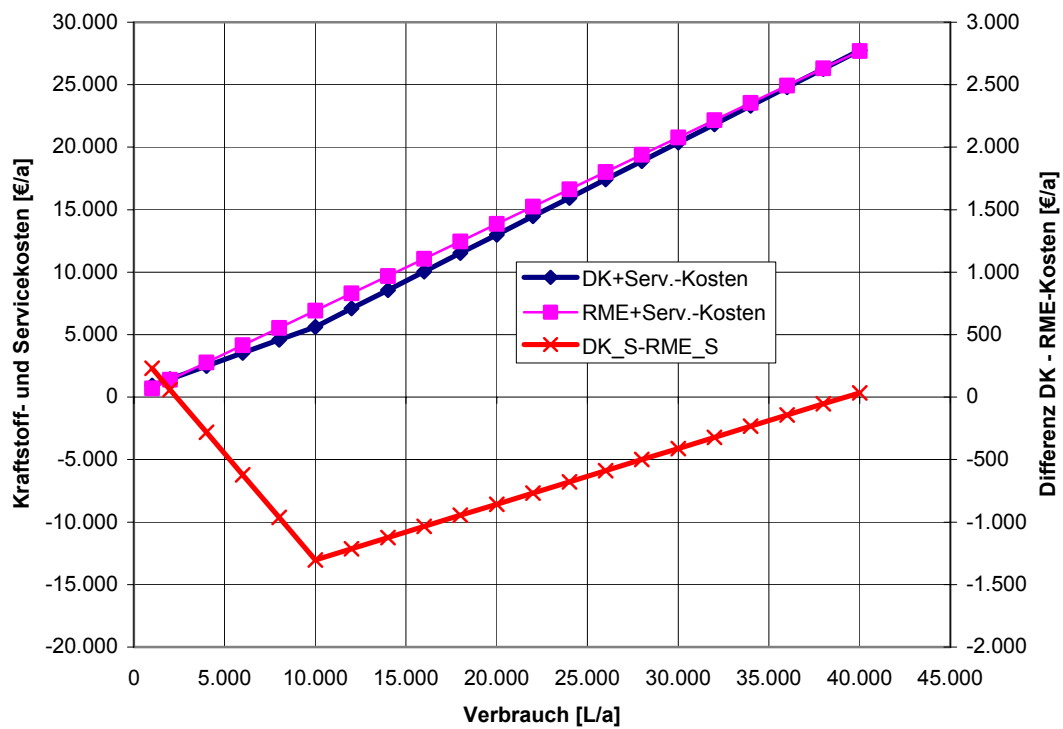


Abbildung 6.2-4.1: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,60 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/125h]

Erst ab einer Preisdifferenz von 12 Cent/L wird es auch für Betriebe ab einer Größe von 100 ha mit einem Kraftstoffverbrauch oberhalb von 18.000 L/a aus Kostengründen interessant, sich für einen reinen Biodieseleinsatz zu erwärmen; auch hier dürfen keine wesentlich erhöhten Servicekosten anfallen.

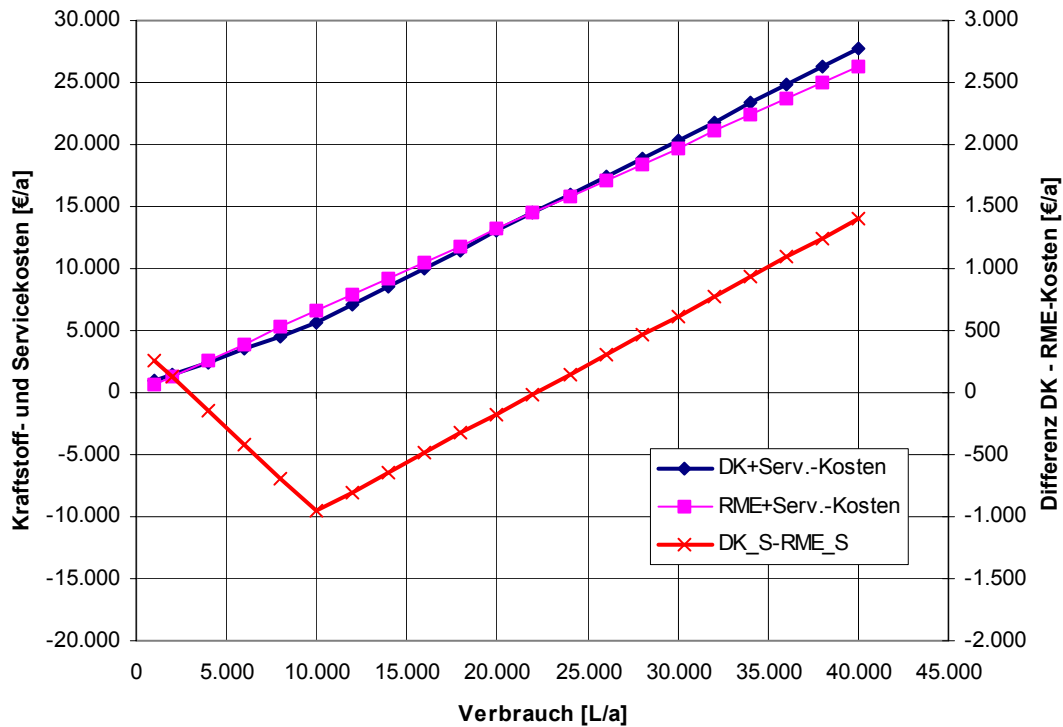


Abbildung 6.2-4.2: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,60 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/250h]

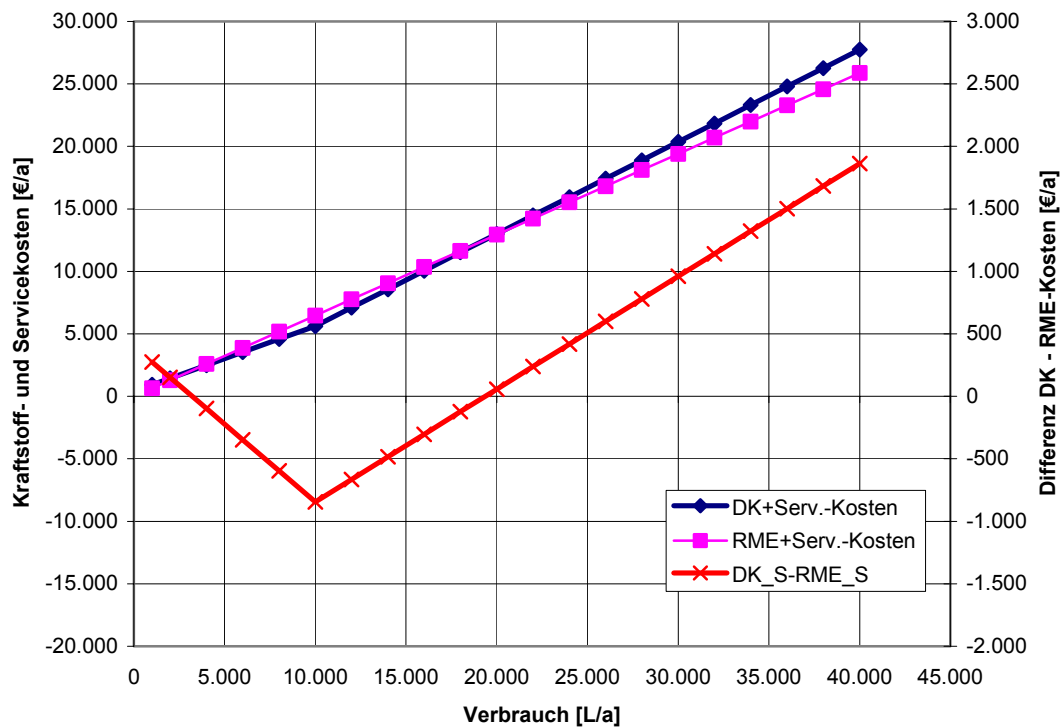


Abbildung 6.2-4.3: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,60 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/375h]

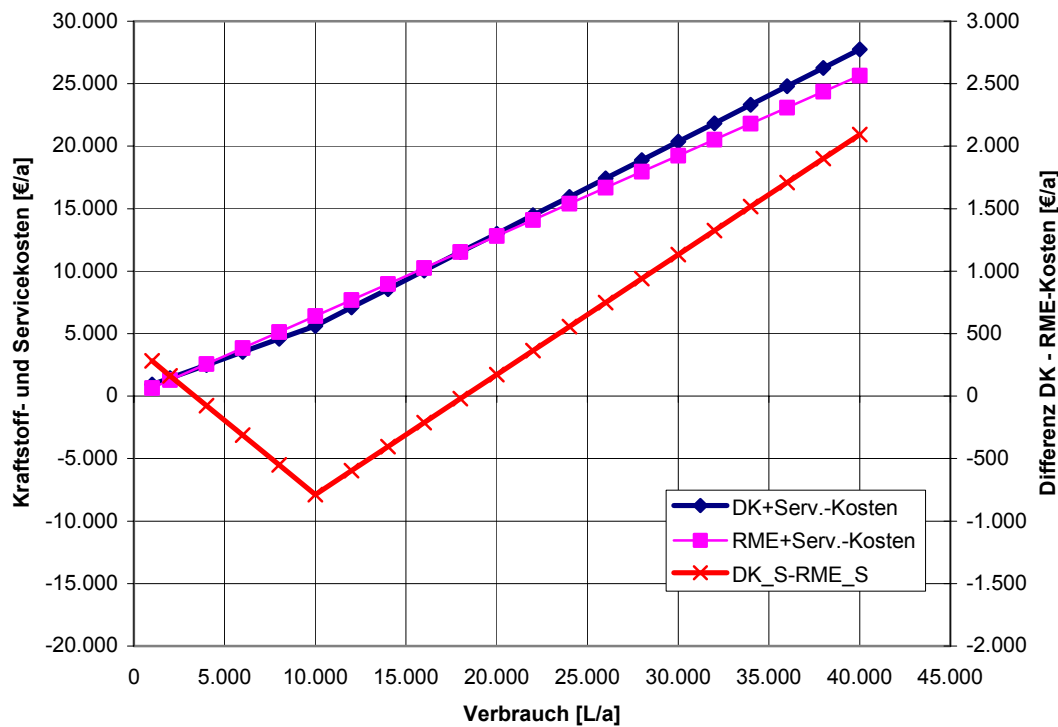


Abbildung 6.2-4.4: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten und deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,60 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/500h]

#### Zusammenstellung der Differenzen zwischen Kraftstoff- und Servicekosten bei dem Einsatz von DK und RME

Im Anhang 4 ist der Verlauf der Differenz der Kraftstoff- und Servicekosten beim Einsatz mit RME und DK für die zuvor genannten Preisdifferenzen grafisch dargestellt.

#### Nutzung von Diesel bis 10.000 L und RME oberhalb dieser Grenze

Anders sieht die Situation aus, wenn man sich für den Einsatz beider Kraftstoffe entscheidet. Hier ist zu sagen, dass abgesehen von Kleinverbrauchern unter 2000 L/a bis zu einem Bedarf von 10.000 L/a der reine Dieselbetrieb vorzuziehen ist. Hier kann die volle Höhe der Agrardiesel-Vergütung in Anspruch genommen werden. Wird der Bedarf darüber hinaus mit RME gedeckt, wie in Kap. 1 bereits ausgesagt, so fährt man bei einer Preisdifferenz von 0,10 € in jedem Fall günstiger als mit Diesel, was aus den Grafiken 6.2-5 folgende zu erkennen ist.

Die mit Überschuss gekennzeichnete Kurve stellt die Summe aus der vorgeschlagenen Agrardiesel-Vergütung und dem Preisvorteil bei Einsatz von RME oberhalb von 10.000 L Kraftstoff dar. Voraussetzung hierfür ist, dass die Kosten der zusätzlichen Wartung den Preisvorteil durch billigeres RME nicht zunichte machen.

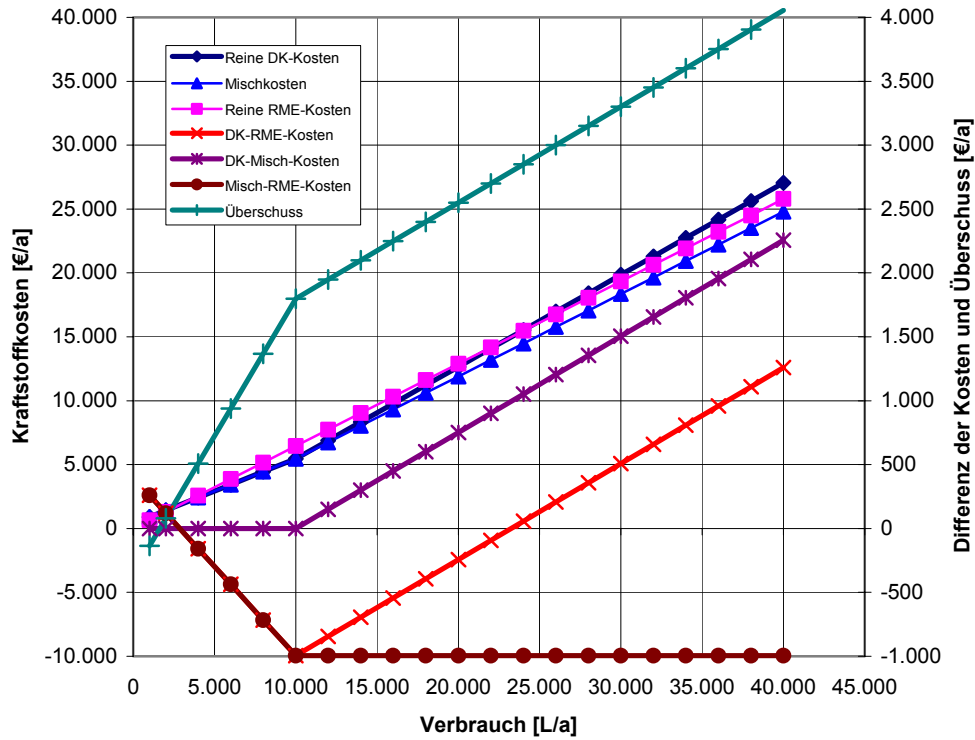


Abbildung 6.2-5: Verlauf der reinen Kraftstoffkosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenzen und der Überschuss über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L]

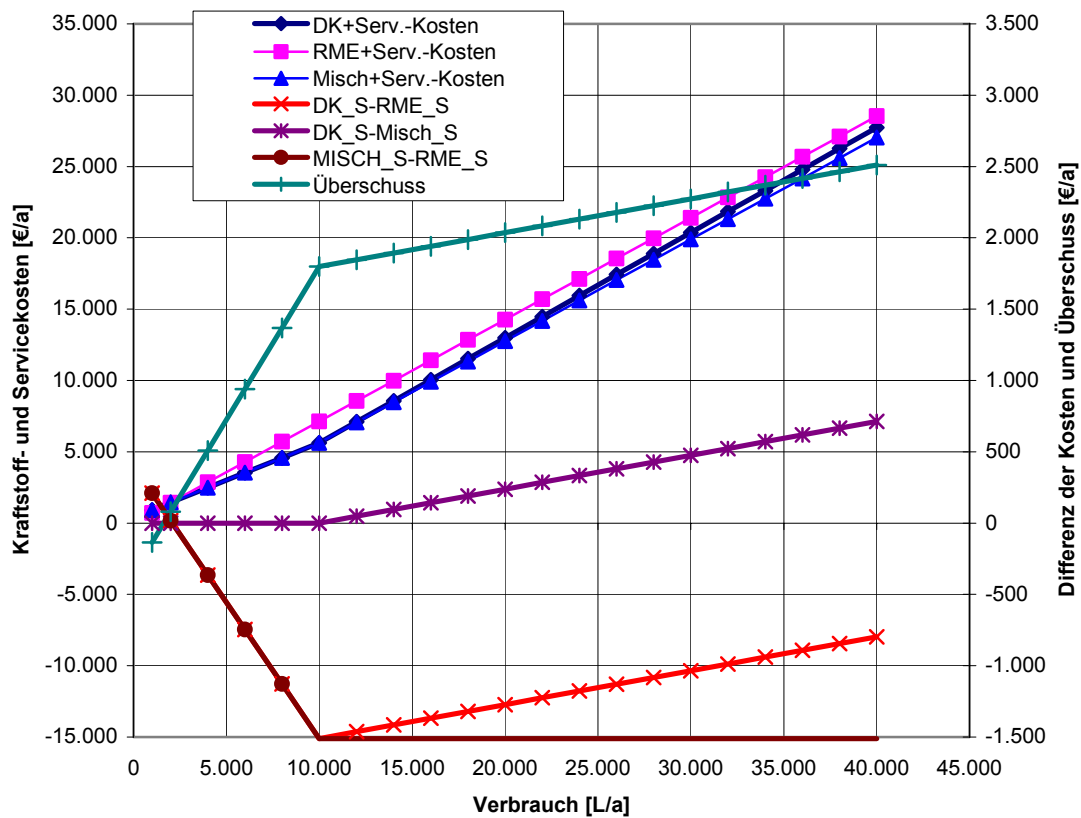


Abbildung 6.2-5.1: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenzen und der Überschuss über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/125h]

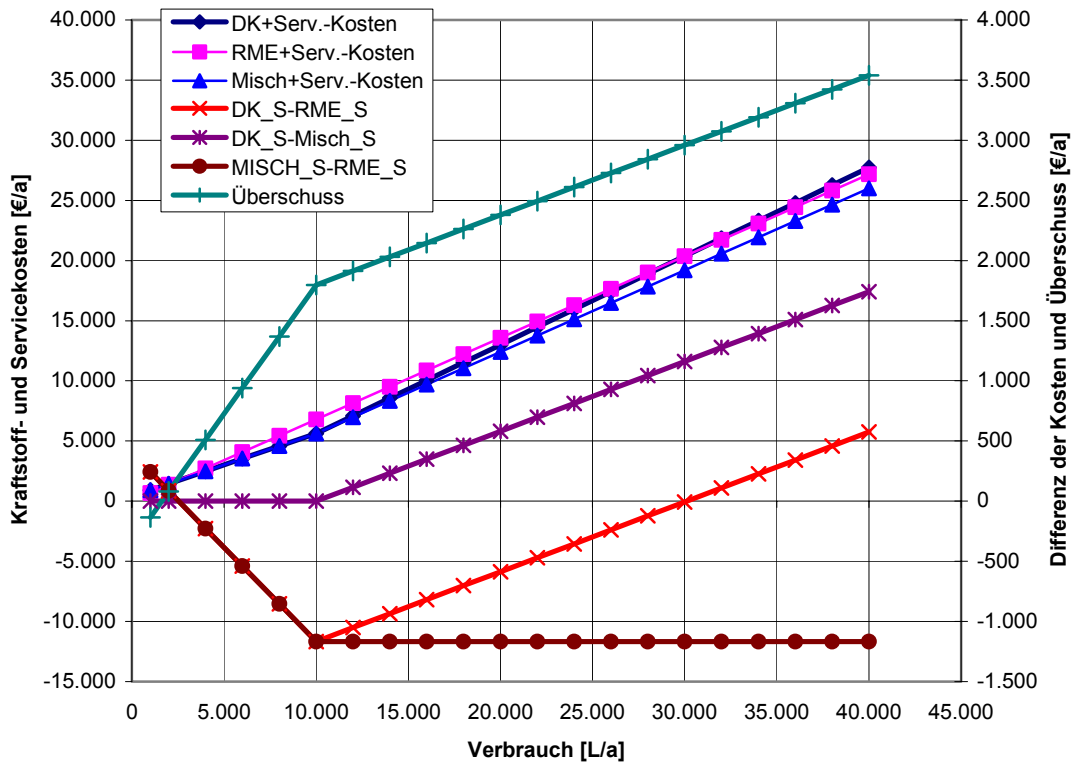


Abbildung 6.2-5.2: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenzen und der Überschuss über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselpetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/250h]

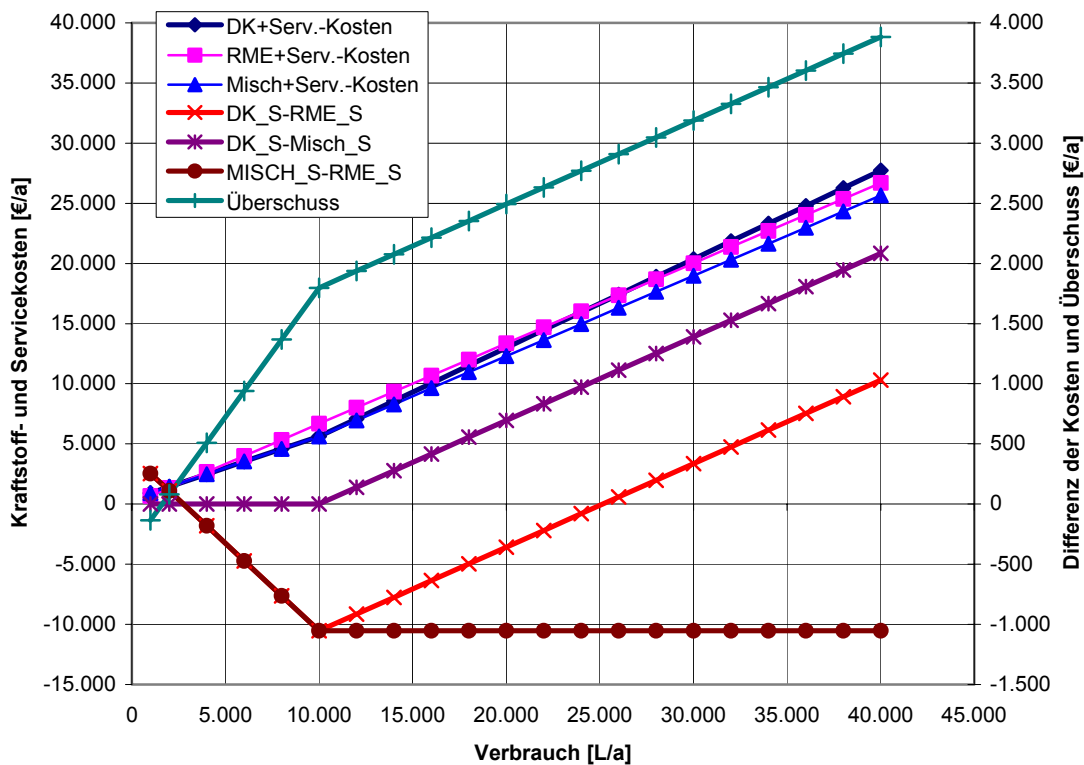


Abbildung 6.2-5.3: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselpetrieb = 90 [€/375h], Servicekosten bei RME = 90 [€/375h]

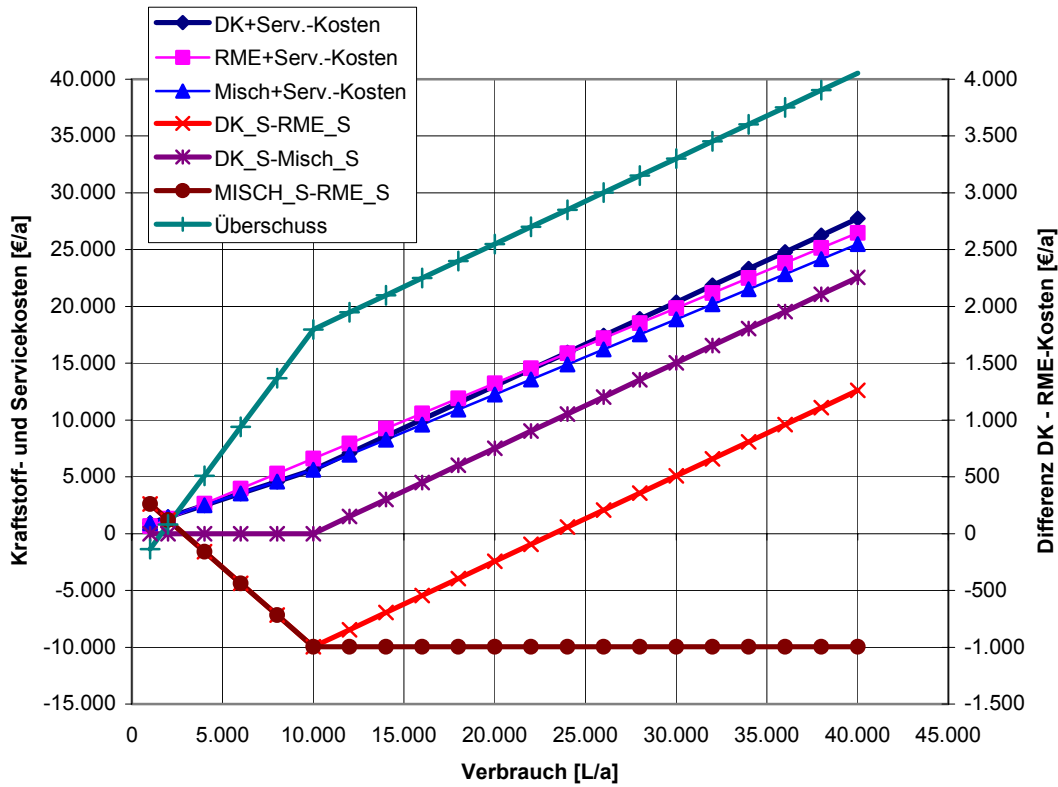


Abbildung 6.2-5.4: Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenz über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,62 [€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/500h]

Grenzsituation bei einem halbierten Wartungsintervall und einer Preisdifferenz von 0,045 € zwischen DK und RME

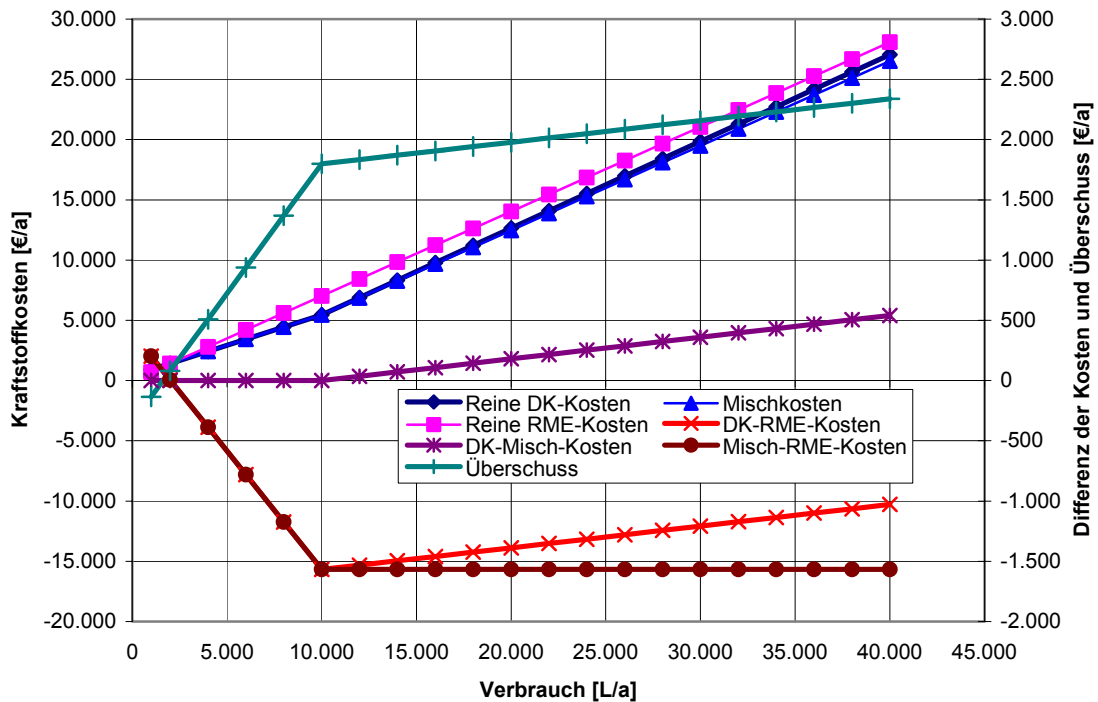


Abbildung 6.2-6: Verlauf der reinen Kraftstoffkosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenzen und der Überschuss über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,675€/L]

In den Abbildungen 6.2-6 und 6.2-6.1 wird eine Grenzsituation bei einer Preisdifferenz von 4,5 Cent/L gezeigt. Während im Fall der gleichen Servicekosten noch ein geringer Überschuss bei der Nutzung von RME entsteht, verschwindet dieser, wenn die Wartungsintervalle für RME halbiert werden müssen. Die Agrardiesel-Vergütung in Höhe von 1798 bleibt in jedem Fall erhalten.

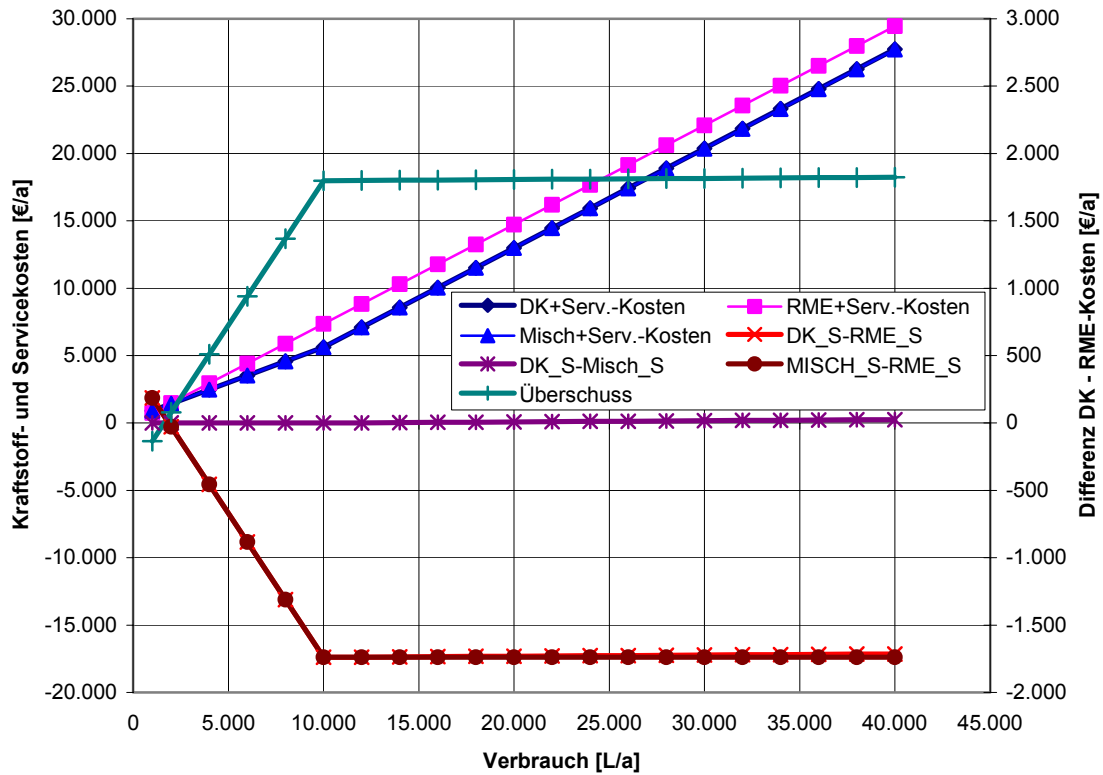


Abbildung 6.2-6.1 Verlauf der Kraftstoff- und Servicekosten für Diesel, Mischbetrieb und RME sowie deren Differenzen und der Überschuss über dem jährlichen Verbrauch; DK = 0,72 [€/L], RME = 0,675[€/L], Servicekosten bei Dieselbetrieb = 90 [€/500h], Servicekosten bei RME = 90 [€/250h]

### Zusammenfassung der Kostenanalyse

Zusammenfassend kann aus der Kostensicht folgendes gesagt werden:

In den Genuss einer Vergütung kommt nur derjenige, der über 1629 L/a Diesel verbraucht.

Der Einsatz von reinem Biodiesel rechnet sich erst für Großverbraucher.

Eine gemischte Nutzung von Diesel bis zu einem Verbrauch von 10.000 L/a und eine Nutzung von Biodiesel für den darüber hinausgehenden Bedarf lohnt sich nur dann, wenn die Kosten für zusätzliche Wartungsarbeiten und für die Bereitstellung einer zusätzlichen Tankanlage geringer ausfallen als der Kostenvorteil durch billigeren Biodiesel. Die Grenzen lassen sich aus den Diagrammen ablesen.

Für eine objektive Abschätzung der Kostensituation ist eine exakte Analyse der spezifischen Verbrauchswerte von DK und RME erforderlich.

Ein wesentliches Augenmerk ist auf Kosten der Selbstverbraucheranlagen zu richten. Hierbei sind Fördermaßnahmen ebenso von Bedeutung wie eine kostentreibende Verschärfung der Zulassungsgenehmigungen, die in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich gehandhabt werden.

### Weitere Gesichtspunkte

Von den Herstellern der Motoren sind eindeutige Aussagen zu dem Emissionsverhalten sowie zur Freigabe der Nutzung von RME inklusive der Gewährleistungsbedingungen zu treffen. Hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf das Verhalten der Hersteller der Einspritzanlagen und der kraftstoffführenden Komponenten zu richten.

Von den Kraftstoffherstellern ist die Einhaltung sauber definierter Qualitätsmerkmale sowie die Modifikation der Kraftstoffe in Hinblick auf verschärfte Emissionsgrenzwerte zu fordern.

Für die Servicebetriebe sind eindeutige Richtlinien zum Umgang mit RME oder anderen biogenen Kraftstoffen zu schaffen.

**Für eine Akzeptanz alternativer Kraftstoffe sind eindeutige Aussagen der beteiligten Gruppen zu den aufgeworfenen Gesichtspunkten eine Basisvoraussetzung.**

## **7. Zu klärende Fragen**

Steuerunschädliches Mischen im Lagertank:

Nach Mineralölsteueränderungsgesetz ist das Mischen von DK und Biodiesel im Lagertank zulässig. Wie kann die Steuerpflicht vermieden werden, wenn ein Landwirt derartig gemischten Kraftstoff auch an andere Landwirte weiter verkauft?

Nach Mineralölsteueränderungsgesetz ist das Mischen von DK und Biodiesel im Lagertank zulässig. Es entsteht dann aber ein nicht normgerechter Kraftstoff. Erlischt dann die Garantie bei Neufahrzeugen – oder erklärt sich die Schlepperindustrie bereit, diese unter dem Vorbehalt zu gewähren, dass der Kunde die Mischung nachweislich mit DK nach EN 590 und Biodiesel nach DIN 14214 herstellen ließ? Allerdings müsste die Rückverfolgbarkeit durch Nachweise oder Proben sicher gestellt sein.



## 8 Generelle Betrachtungen

Ein Umstieg der deutschen Landwirtschaft auf den alternativen Kraftstoff Biodiesel kann nur empfohlen werden, wenn die Umweltwirkungen, die ökologische Bilanzierung, die Bilanzierung gegenüber anderen ebenfalls verfügbaren Alternativen und die zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten positiv bewertet werden können.

Diese Aspekte sollen in den folgenden Kapiteln 8.1 – 8.4 betrachtet werden.

### 8.1 Emissionen

Im Hinblick auf die Abgasemissionen beim Einsatz von Rapsölmethylester im Vergleich zu fossilem Dieselmotorkraftstoff in modernen Dieselmotoren ist eine Vielzahl von Veröffentlichungen bekannt. Ein Überblick findet sich bei Krahl (2002). Generell kann man bemerken, dass bei Verwendung von RME im Vergleich zu DK einem Anstieg der Stickoxidemissionen um etwa 10 % sowie einer Erhöhung des Ausstoßes von Ozonvorläufersubstanzen (Krahl et al., 2000) eine deutliche Absenkung der Kohlenmonoxid-, Kohlenwasserstoff- und Partikelmassenströme gegenübersteht. Zwei neuere Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass Ozonvorläufersubstanzen und Aldehyde bei RME vor dem Hintergrund steigender NO<sub>x</sub>-Emission auch abgesenkt sein können (Munack et al., 2003 und Syassen et al., 2003)

Beim Einsatz in der Landwirtschaft ist die Erhöhung der genannten Abgaskomponenten nicht als kritisch zu werten, da Sommersmogbildung aus Stickoxiden und Ozonvorläufersubstanzen unter Lichteinwirkung hauptsächlich in Ballungsgebieten mit sehr hohem Verkehrsaufkommen auftritt und zu gesundheitlichen Problemen führen kann.

In einer schwedischen Veröffentlichung (Pedersen et al., 1999) wurde von erheblichen Anstiegen an Abgasemissionen von RME im Vergleich mit schwedischem Dieselmotorkraftstoff MK1 berichtet; insbesondere wurde eine Erhöhung der Benzol-emissionen um den Faktor zehn (!) angegeben. Allerdings wurden diese Ergebnisse in einem kleinen Rohrreaktor bei 550 °C unter Atmosphärendruck ermittelt, so dass eine Übertragbarkeit auf die Verbrennungsverhältnisse in Dieselmotoren von vornherein fragwürdig erschien. Vergleichende Untersuchungen der dieselmotorischen Verbrennung von MK1 und RME waren jedoch seinerzeit nicht bekannt. Derartige Messreihen wurden jedoch inzwischen abgeschlossen und publiziert (Munack et al., 2003). Dabei wurden neben MK1 und RME auch handelsüblicher deutscher Dieselmotorkraftstoff (DK) und ein aromatenreicher Kraftstoff mit relativ flach verlaufender Siedelinie (DK05) eingesetzt. Im Ergebnis der Messungen an einem Mercedes-Benz-Dieselmotor OM 904 LA im 13-Stufen-Test ist festzustellen, dass bei RME nur Benzol als aromatischer Kohlenwasserstoff im Abgas gefunden wurde. Dieses wies jedoch gegenüber konventionellem DK eine um ca. 85 % abgesenkte Konzentration auf. Bei den fossilen Vergleichskraftstoffen konnten auch andere aromatische Verbindungen – oft in der Größenordnung der Benzol-Emission bei RME – nachgewiesen werden; vgl. **Abbildung 8-6**. Somit ist die Behauptung aus der schwedischen Chalmers-Universität, dass RME gegenüber MK1 zu erheblich schlechteren Abgaswerten – insbesondere für Benzol – führe, eindeutig falsch und widerlegt.

In der gleichen Untersuchung der FAL wurde auch der Partikelaustritt der vier Kraftstoffe miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass RME und MK1 deutliche Vorteile gegenüber DK haben; eine Verminderung der Partikelmasse um ca. 40 % wurde ermittelt. Hinsichtlich der Partikelgrößenverteilungen wurde festgestellt, dass RME im sogenannten Nukleationsbereich bis 40 nm (elektrischer Mobilitätsdurchmesser) zu einer Erhöhung der Partikelanzahl führt, während im Akkumulationsbereich (> 40 nm) eine Absenkung der Partikelanzahl gegenüber DK und MK1 von nahezu einer Zehnerpotenz ermittelt wurde; vgl. **Abbildung 8-5**. Weitere Untersuchungen sind auch mit Blick auf die starke Pressewirksamkeit der Ergebnisse der Chalmers Universität dringend nötig, um Aufschluss über die Zusammensetzung der Partikel in den einzelnen Größenklassen zu erhalten. Theoretische Überlegungen legen den Schluss nahe, dass die Feinstpartikel bei RME zu einem Teil aus unverbranntem Kraftstoff und nicht aus Ruß bestehen könnten.

Aus Untersuchungen des mutagenen Potenzials der Abgaspartikel ist bekannt, dass bei RME ein höherer Anteil organisch löslicher Substanzen festgestellt wurde.

Im Ergebnis der Mutagenitätsuntersuchungen mit dem Teststamm TA98 (Ames-Test) wurde eine deutliche Reduzierung für MK1 gegenüber DK gefunden. RME-Abgaspartikel erwiesen sich gegenüber MK1 nochmals als mit deutlich vermindertem mutagenem Potenzial (Faktor 2-3) behaftet; **Abbildung 8-7**.

Einige der Ergebnisse der Untersuchungen sind in den **Abbildungen 8-1 bis 8-7** wiedergegeben. **Abbildung 8-8** zeigt darüber hinaus die im Institut für Technologie und Biosystemtechnik der FAL vorhandenen Analysemöglichkeiten zur Ermittlung von Dieselmotoremissionen.

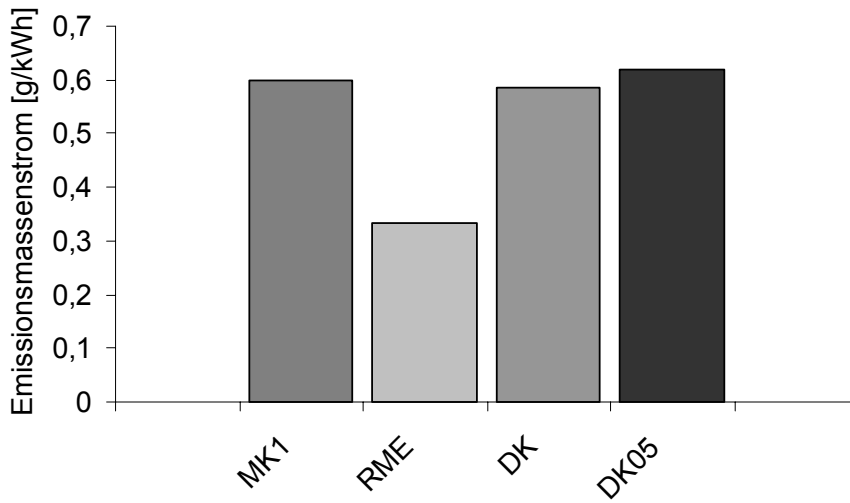


Abbildung 8-1: Spezifische CO-Emissionsmassenströme im 13-Stufen-Test

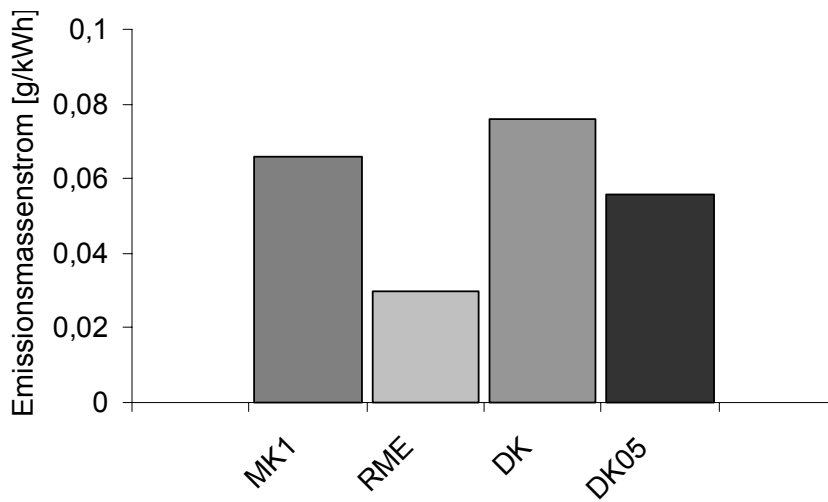


Abbildung 8-2: Spezifische HC-Emissionsmassenströme im 13-Stufen-Test

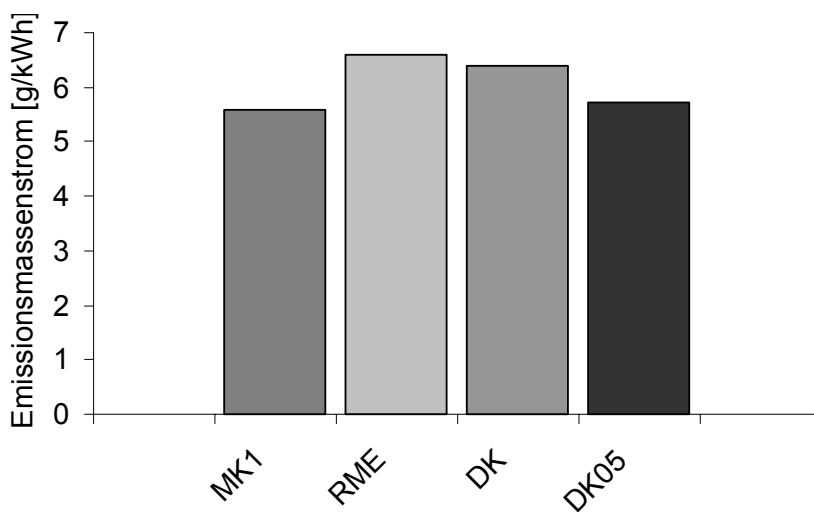


Abbildung 8-3: Spezifische NO<sub>x</sub>-Emissionsmassenströme im 13-Stufen-Test

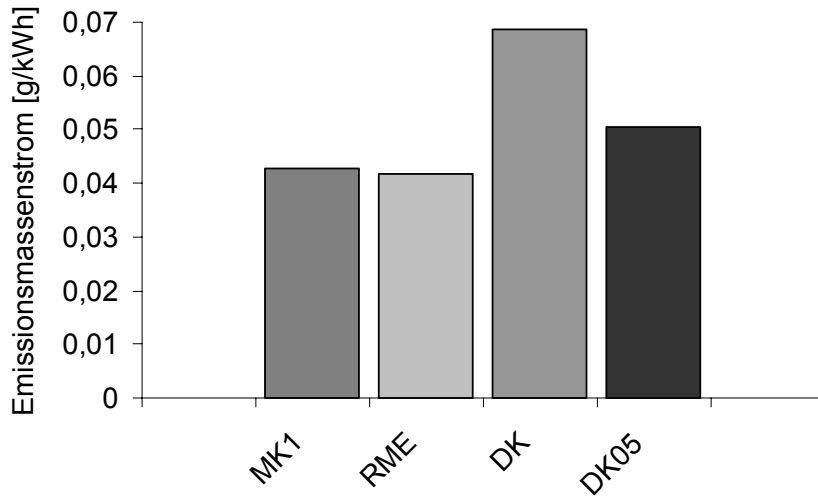


Abbildung 8-4: Spezifische PM-Emissionsmassenströme im 13-Stufen-Test

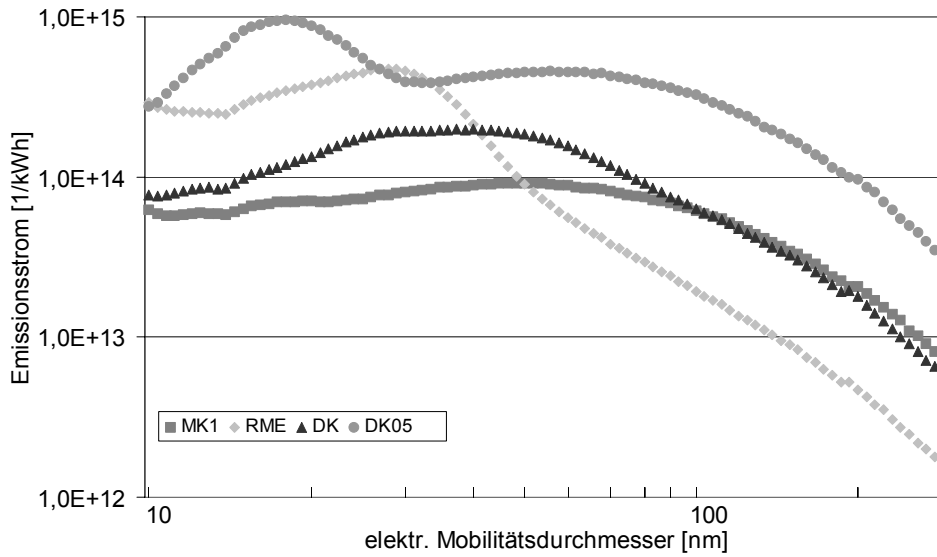


Abbildung 8-5: Partikelanzahlstrom im 13-Stufen-Test

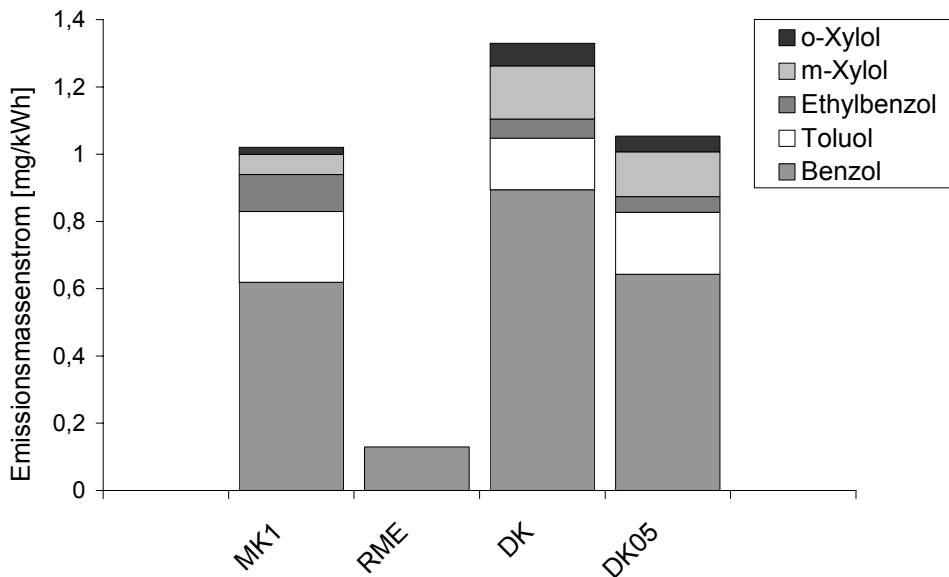


Abbildung 8-6: Spezifische Aromaten-Emissionsmassenströme im 13-Stufen-Test

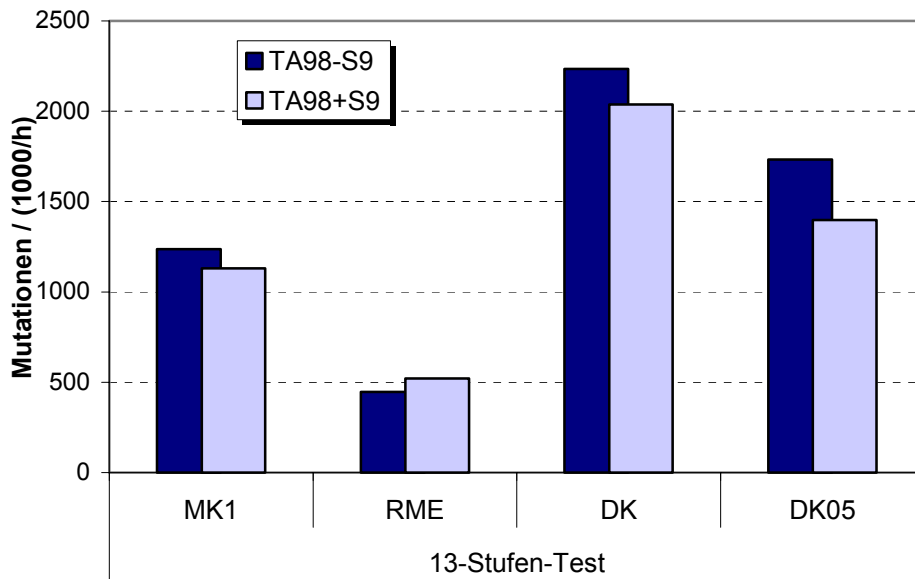


Abbildung 8-7: Mutagenität der Partikelextrakte im Teststamm TA98 (13-Stufen-Test)

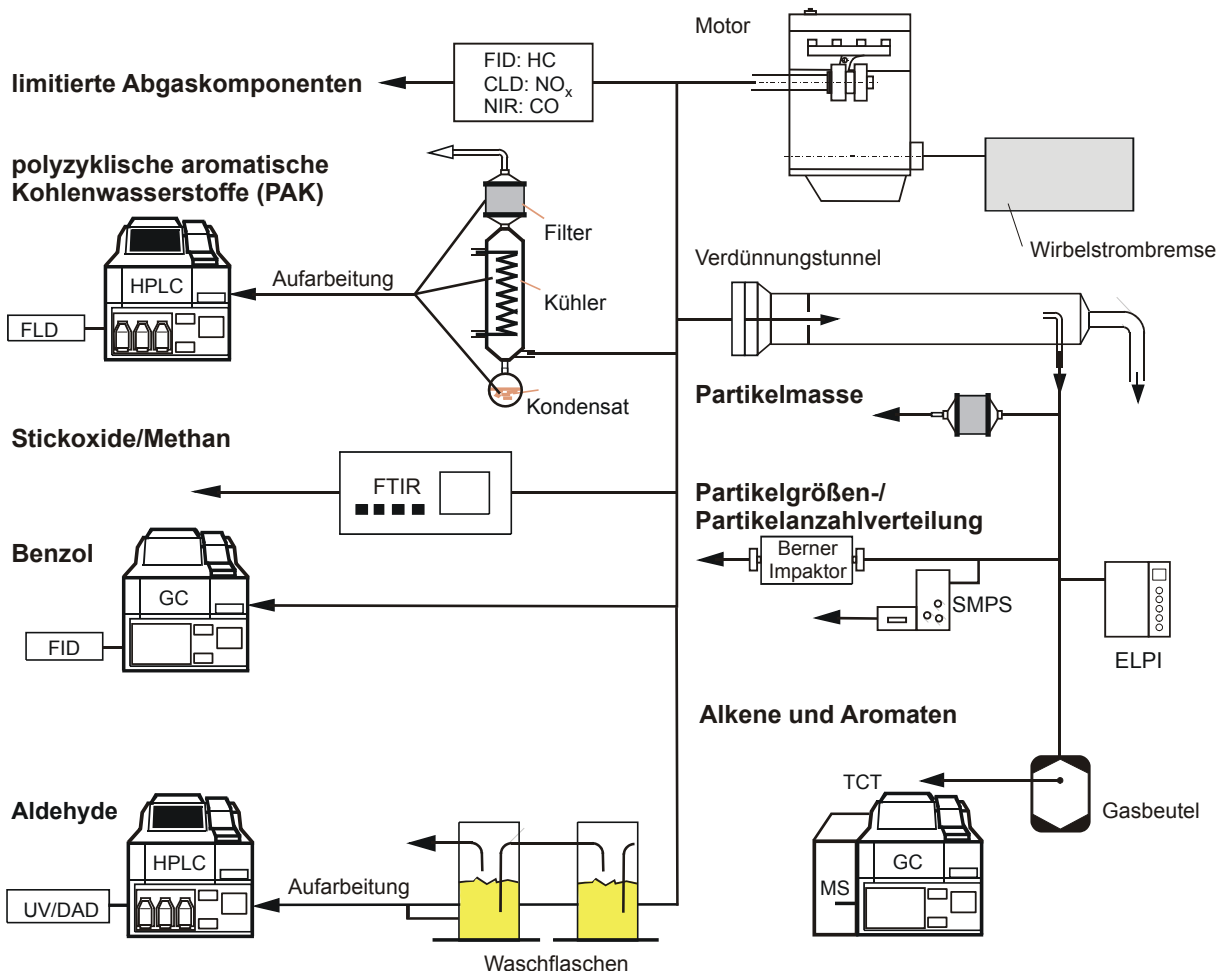


Abbildung 8-8: Übersicht über die in der FAL vorhandene Analytik zu Dieselmotor-Emissionen

### 8.2 RME vs. Rapsöl – Motorischer Vergleich

Verschiedentlich wurde angeregt, den Umesterungsschritt mit Methanol vom Rapsöl (= Triglyzerid) zum Methyl ester einzusparen und Rapsöl direkt in Dieselmotoren einzusetzen. Erster Protagonist dieser Bewegung war übrigens Rudolf Die-

sel selbst, der 1912 verkündete, dass seine Motoren problemlos mit Erdnussöl zu betreiben seien (Diesel, 1912). Allerdings sind Dieselmotoren seit dieser Zeit erheblich weiterentwickelt worden. Die in der FAL in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts durchgeführten Experimente belegen, dass sich Rapsöl in unmodifizierten direkt einspritzenden Motoren nicht ohne Motorschäden einsetzen lässt (Vellguth, 1982). Nimmt man aber Modifikationen mit dem Ziel vor, reines Rapsöl zu verwenden, dann ist zu erwarten, dass der so modifizierte Motor bei Betankung mit fossilem Dieseldieselkraftstoff nicht optimal funktioniert, also zumindest die Abgasvorschriften nicht einzuhalten gestattet. Misch- bzw. Wechselbetankung ist jedoch im praktischen Einsatz nicht immer auszuschließen.

Eine Reihe der Probleme, die beim Einsatz von Rapsöl als Kraftstoff auftreten, zeigte sich auch im Rahmen des so genannten 100-Schlepper-Programms, dessen Zwischenergebnisse im Frühjahr 2003 vorgestellt wurden. Bei diesem Programm wurden 110 Schlepper durch sieben Umrüster auf den Betrieb mit Rapsöl umgestellt. Dabei stellte es sich heraus, dass sich die Umrüstkonzepte deutlich voneinander unterschieden und z.T. nicht die technischen Erwartungen erfüllten. Schlepper, die häufiger im Schwachlastbereich betrieben wurden, wiesen erhebliche Motorölverdünnungen auf, so dass die Ölwechselintervalle verkürzt werden mussten. Das Leistungsniveau des Dieselmotors konnte i.A. auch nach der Umrüstung mit Rapsöl wieder erreicht werden. Allerdings erreichte nur ein Umrüster das Niveau der Stickoxidemissionen des Dieselmotors, alle übrigen lagen darüber (ufop, 2003). Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Qualität des eingesetzten Kraftstoffs erheblichen Schwankungen unterlag; mehr als die Hälfte der analysierten Kraftstoffproben zeigte Grenzwertüberschreitungen gegenüber dem „RK-Qualitätsstandard 05/2000“ (Remmele et al., 2000). Ohne eine Rapsölkraftstoff-Qualitätsnorm (DIN, ähnlich wie beim Biodiesel: DIN EN 14214) sowie eine garantierte Überwachung der Einhaltung dieser Norm in Form eines Qualitätssicherungssystems kann eine Verwendung von Rapsöl auch in umgerüsteten Dieselmotoren folglich derzeit nicht empfohlen werden.

Bei Rapsöl muss in diesem Zusammenhang beachtet werden, dass das Konzept oft auf der produktionsnahen Verwertung basiert. Es ist nicht anzunehmen, dass selbstpressende Landwirte stets den Ansprüchen der Qualitätskontrolle gerecht werden.

Darüber hinaus ist zu klären, ob Fahrzeuge, die im Rapsölbetrieb Abgasgrenzwerte überschreiten, die allgemeine Betriebserlaubnis verlieren. Diese Fragestellung wird im BMVBW bereits diskutiert und ist sicherlich bei der gerichtlichen Würdigung von Verkehrsunfällen mit hohen Schadenssummen nicht unerheblich.

### 8.3 RME vs. Rapsöl – Ökologischer Vergleich

Bewertungen des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen als Kraftstoffe sind seit längerer Zeit vorgenommen worden; zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang für den Bereich "Biodiesel" die vom UBA in Auftrag gegebenen ökonomischen und ökologischen Studien, die in einem Bericht zusammengefasst wurden (UBA-Texte 79/99). Hinsichtlich der ökonomischen Bewertung kommen jüngere Untersuchungen, z. B. Schöpe (2002), jedoch zu anderen Ergebnissen.

Lebenswegvergleiche von fossilem Dieseldieselkraftstoff, RME und Rapsöl wurden vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) durchgeführt und in einem Gutachten (ifeu, 2001) dokumentiert. Im Ergebnis ergaben sich deutliche Vorteile von RME und Rapsöl gegenüber DK bei der *Energieeinsparung*, wobei RME gegenüber Rapsöl besser abschneidet, wenn das beim Umesterungsprozess gewonnene Glycerin chemisch (und nicht energetisch) weiter verwendet wird. Auch beim *Treibhauseffekt* und beim *Photosmog* ergeben sich ähnliche Bewertungen der Rapsölkraftstoffe gegenüber DK und für RME gegenüber Rapsöl – vgl. insbesondere die jüngste Publikation hierzu (ifeu, 2003). Hinsichtlich der weiteren Bewertungskriterien *Versauerung von Böden und Gewässern*, *Nährstoffeintrag in Böden und Gewässer* sowie *Ozonabbau in der Stratosphäre* ergeben sich allerdings Nachteile der alternativen Kraftstoffe. Im Vergleich mit Rapsöl führt die Verwendung von RME jedoch bei allen hier aufgeführten Kriterien zu einer besseren Bewertung.

Auch hinsichtlich der Kontamination von Böden zeigten sich in einem Verbundforschungsvorhaben (Paul et al., 2001) Vorteile für RME. Zwar wiesen RME und biologisch schnell abbaubare Hydrauliköle weder beim Eindring- und Ausbreitungsverhalten noch hinsichtlich geringerer Toxizität wesentliche Unterschiede zu den getesteten Mineralölen auf. Sie waren jedoch hinsichtlich des Abbauverhaltens gegenüber den Konkurrenten fossilen Ursprungs klar im Vorteil.

### 8.4 Zukünftige Verwendung von RME

Wurden bereits in der Vergangenheit die Abgasgrenzwerte für Dieselmotoren in Nutzfahrzeugen wiederholt verschärft (Euro 0: 1990; Euro I: 1992; Euro II: 1996; Euro III: 2000), so wird dies auch zukünftig zu erwarten sein (Euro IV: 2005; Euro V: 2008, Euro VI 2010 (UBA-Vorschlag)). Die Motorenhersteller waren bislang stets in der Lage, die strengeren Abgaswerte durch konstruktive Maßnahmen zu erfüllen. Allerdings zeigt sich, dass bei zukünftigen Abgasnormen (ab Euro IV) aller Voraussicht nach eine intensive Optimierung des Motors auf den Kraftstoff (DK) erfolgt. Damit haben bereits die geringen Unterschiede zwischen RME und DK zur Folge, dass die Abgasnormen mit RME nicht mehr erfüllt werden können.

Allerdings lässt sich bei Fahrzeugen nach Euro IV auch eine Optimierung des Motors auf RME finden, wodurch die Grenzwerte eingehalten werden. Zu ändern sind dafür Einspritzzeitpunkt und -verlauf. Diese Parameter sind bei modernen Motoren über ein Kennfeld in der Motor-Managementeinheit (MME) festgelegt und somit softwareseitig beeinflussbar. Damit die MME das für den jeweiligen Kraftstoff (bzw. das vorliegende Kraftstoffgemisch) gültige Kennfeld anwenden kann, muss ihr mitgeteilt werden, welche Kraftstoffzusammensetzung vorliegt.

Zu diesem Zweck wurde ein preiswerter Biodiesel-Sensor entwickelt, in Form von Prototypen aufgebaut und während ca. 50.000 km Fahrpraxis in einem Audi A4 1.9 TDI getestet. Die Ergebnisse des zugrunde liegenden Forschungsvorhabens sind in Munack und Krahl (2003) publiziert. Mit diesem Sensor wird es möglich, kurzfristig die kommenden Abgasnormen auch mit RME zu erfüllen. Die Volkswagen AG hat erklärt, den dann von der Firma BERU serienmäßig produzierten Sensor (siehe **Abbildung 8-9**) im Rahmen eines "Biodiesel-Paketes" für Golf V und den im nächsten Sommer auf den Markt kommenden neuen Passat verfügbar machen zu wollen. Letztlich wird zukünftig auch im Nutzfahrzeug-Sektor ein solcher Sensor erforderlich sein, um eine normgerechte Abgasqualität zu gewährleisten. Erste Anfragen von Nutzfahrzeugherstellern und Zulieferern für DeNO<sub>x</sub>-Systeme liegen vor.

Mittelfristig wird allerdings die Motorentwicklung mit einer Kraftstoffentwicklung einhergehen. Berichte über sogenannte "clean fuels" dominieren in jüngerer Zeit die Kraftstoff-Fachkonferenzen. Untersuchungen haben gezeigt, dass zur Erzielung homogener Verhältnisse im Brennraum ein Kraftstoff erforderlich ist, der im Siedeverlauf zwischen Otto- und Diesekraftstoff liegt (Dorenkamp et al., 2002). Dies bedeutet allerdings für RME, dass die Siedelinie viel zu hoch verläuft. Es wird eine Modifizierung von RME zukünftig unausweichlich sein, soll der Kraftstoff dann noch für die zukünftigen Motorgenerationen einsetzbar bleiben. An derartigen Modifizierungen, ggf. unter Beimischung von synthetischen Kraftstoffen aus Fischer-Tropsch-Anlagen, muss intensiv gearbeitet werden. Hier zeigt sich, dass die erreichte Verbreitung und der mittlerweile zu beobachtende Einsatz von RME im Bereich von etwa 2,5 % des gesamten Diesekraftstoff-Verbrauchs in Deutschland kein Garant für die zukünftige Fortsetzung dieses Erfolgskurses des nachwachsenden Rohstoffs sind.

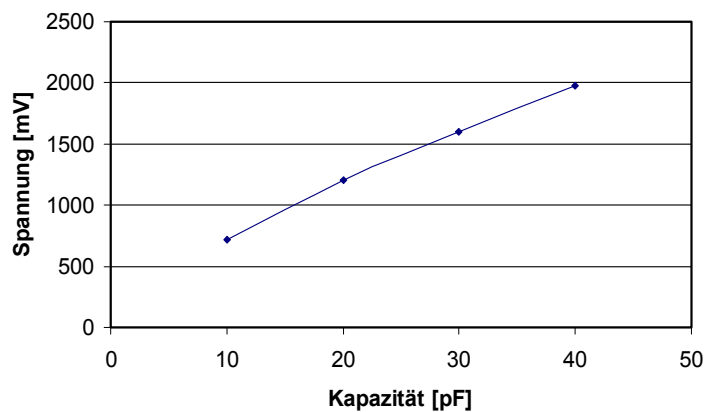


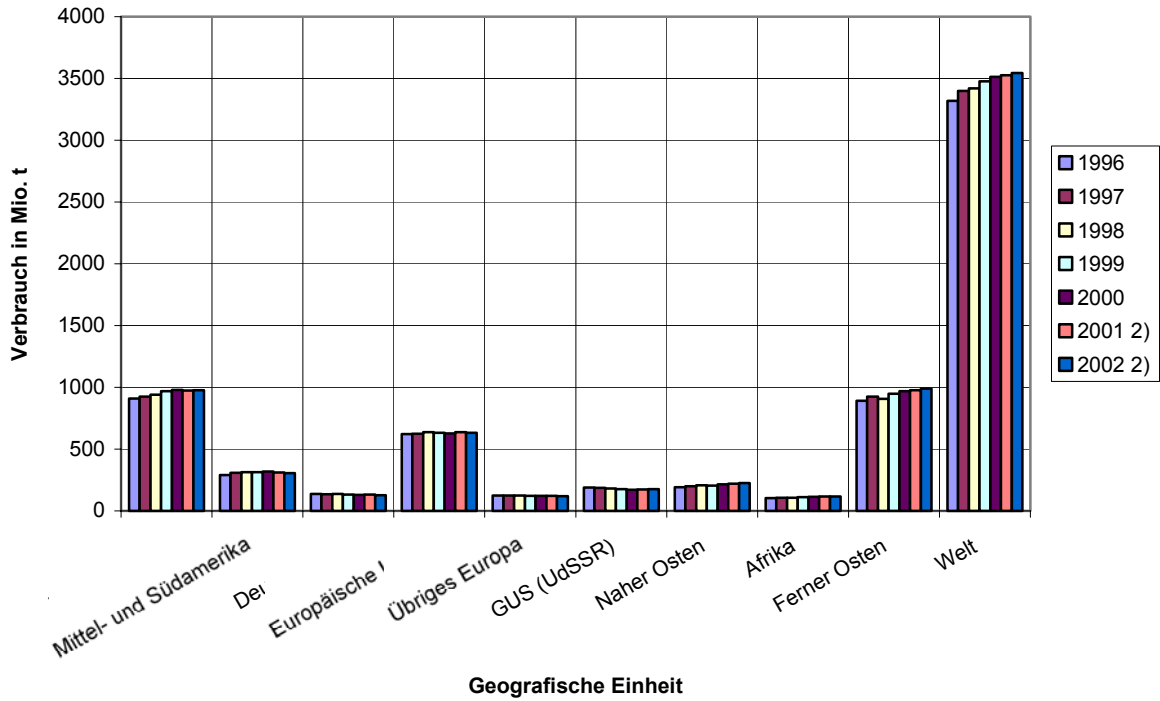
Abbildung 8-8: A-Muster des späteren Kraftstoff-Seriensensors mit Temperaturkompensation

## Literatur

- Diesel, R: The Diesel Oil-Engine. Engineering **93**, S. 395-406, 1912
- Dorenkamp R, Garbe T, Ohlendorf G: Biodiesel im Zielkonflikt mit Anforderungen an den Dieselmotor. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 239, S. 57-62, 2002
- ifeu: Ökologischer Vergleich von RME und Rapsöl. Gutachten im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., FKZ: 01NR045, 2001
- ifeu: Life Cycle Assessment of Biodiesel: Update and New Aspects. Final Report, 20 Seiten, 2003
- Krahl, J: Rapsölmethylester in dieselmotorischer Verbrennung – Emissionen, Umwelteffekte, Optimierungspotenziale. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 233, 2002
- Krahl J, Baum K, Hackbarth U, Jeberien H E, Schütt C, Schröder O, Walter N: Systematische Untersuchungen zur Bestimmung von Ozonvorläufersubstanzen im Abgas von Dieselkraftstoff und Rapsölmethylester. Abschlussbericht; Institut für Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Braunschweig, 117 Seiten, 2000
- Kutzbach H D: Mähdrescher, Jahrbuch Agrartechnik, Bd. 13, S. 125-132, 2001
- Munack A, Krahl J (Hrsg.): Erkennung des RME-Betriebes mittels eines Biodiesel-Kraftstoffsensors. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 257, 76 Seiten, 2003
- Munack A, Schröder O, Stein H, Krahl J, Bünger J: Systematische Untersuchungen der Emissionen aus der motorischen Verbrennung von RME, MK1 und DK. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 252, 90 Seiten, 2003
- Paul W, Schütt C, Römer A, Fölster N, Lemke M, Krahl, J: Ausbreitungsverhalten von Rapsölmethylester und Hydraulikölen auf Rapsölbasis im Boden und auf Bodenoberflächen unter Berücksichtigung der technischen Leistungsfähigkeit der Hydrauliköle. Abschlussbericht, Institut für Technologie und Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig, Institut für Physikalische Chemie und Theoretische Chemie der Universität Potsdam (Hrsg.), 195 Seiten, 2001
- Pedersen J R, Ingemarsson A, Olsson J O: Oxidation of Rapeseed Oil, Rapeseed Methyl Ester (RME) and Diesel Fuel Studied with GC/MS. Chemosphere **38**, S. 2467-2474, 1999
- Remmele E, Thuncke K, Widmann B, Wilharm T, Schön H: Begleitforschung zur Standardisierung von Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Dieselmotoren in Fahrzeugen und BHKW. „Gelbes Heft“ Nr. 69, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), 217 Seiten, 2000
- Schöpe M: Volkswirtschaftliche Bewertung des Rapsanbaus zur Herstellung von Rapsmethylester (RME) in Deutschland. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 239, S. 25-32, 2002
- Syassen O, Braungarten G, Bünger J, Dutz M, Krahl J, Munack A, Schmidt M, Schröder O, Schulze L, Stein H, Tschöke H: Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu Rapsölmethylester: Abschlussbericht; Universität Magdeburg, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Universität Göttingen (Hrsg.), Braunschweig, 330 Seiten, 2003
- UBA-Texte 79/99: Aktuelle Bewertung des Einsatzes von Rapsöl/RME im Vergleich zu Dieselkraftstoff. 199 Seiten, 1999
- ufop (Hrsg.): Rapsöl als Kraftstoff?! Aktuelle Informationen über den Einsatz von naturbelassenem Rapsöl als Kraftstoff in der Land- und Forstwirtschaft. Positionspapier und Projektbericht. 13 Seiten, Berlin, 2003
- Vellguth G: Eignung von Pflanzenölen und Pflanzenölderivaten als Kraftstoff für Dieselmotoren. Grundlagen der Landtechnik **32**, S. 177-186, 1982
- Welschhof G: Der Ackerschlepper – Mittelpunkt der Landtechnik, VDI-Berichte Nr. 407, S. 11 - 17

Anhang 1

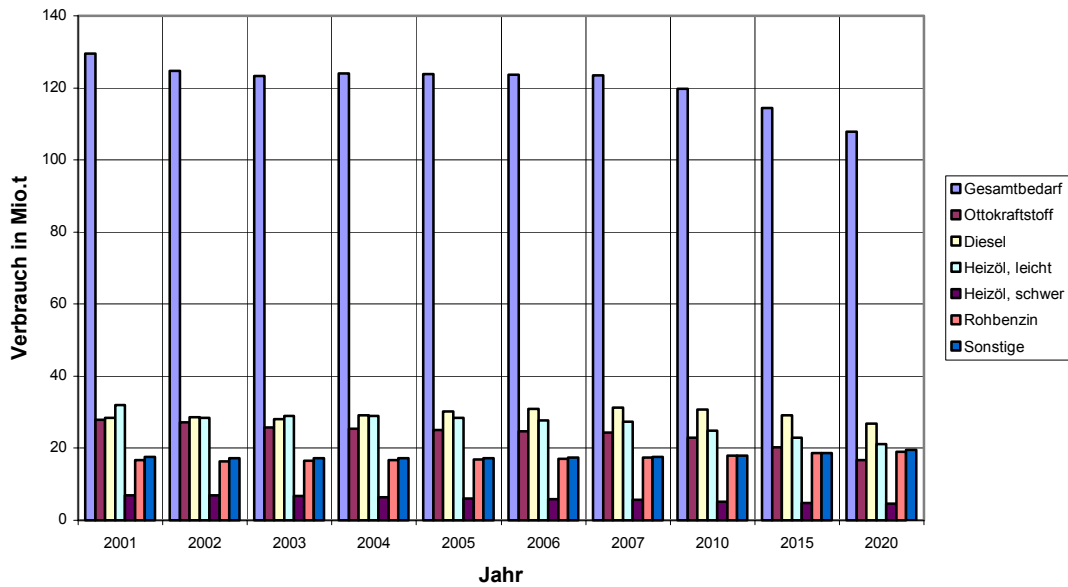
Mineralölverbrauch



Grafik 1: Mineralölverbrauch

2) geschätzt

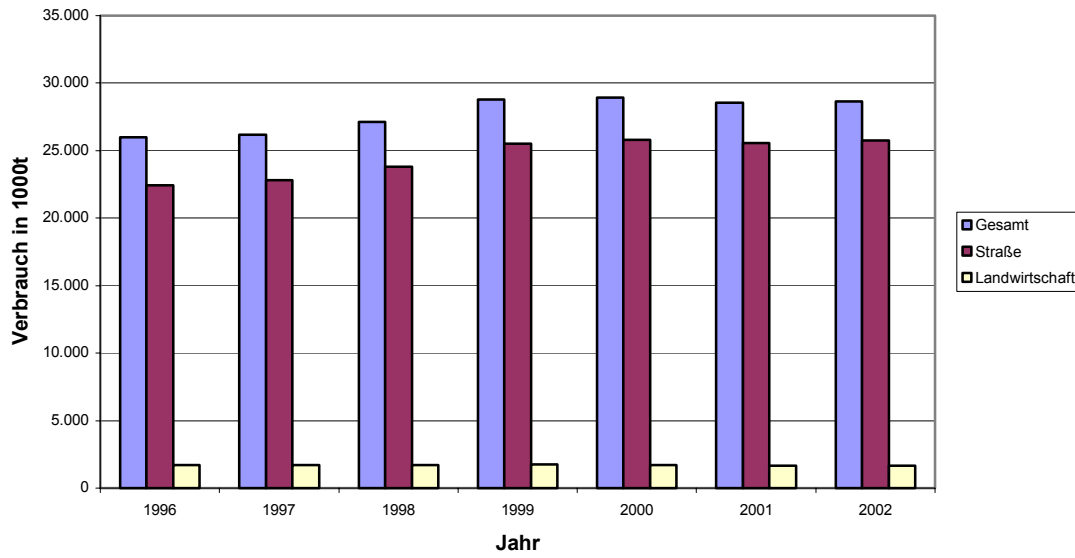
Prognose des Mineralölverbrauchs in Deutschland  
aus Mineralölwirtschaftsverband



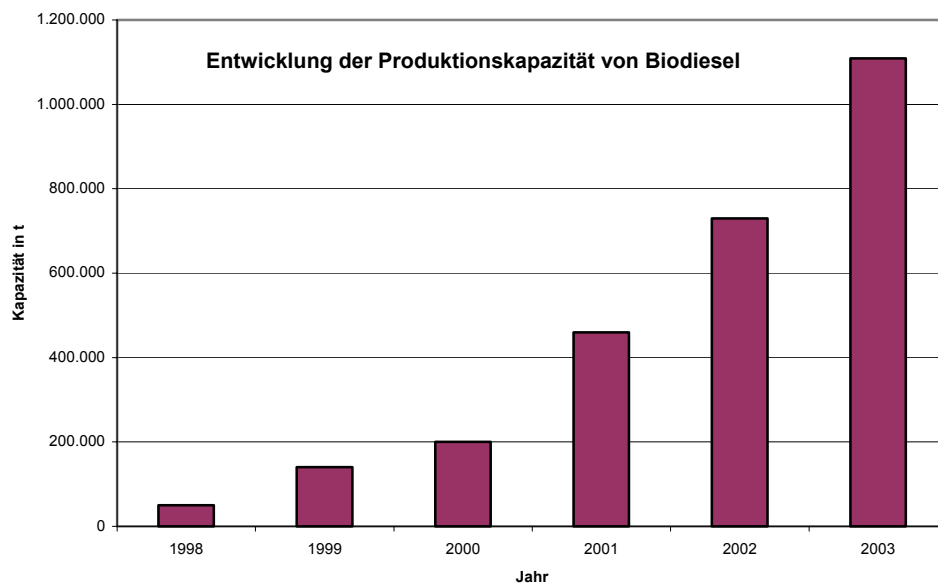
Grafik 2: Mineralölverbrauch in Deutschland



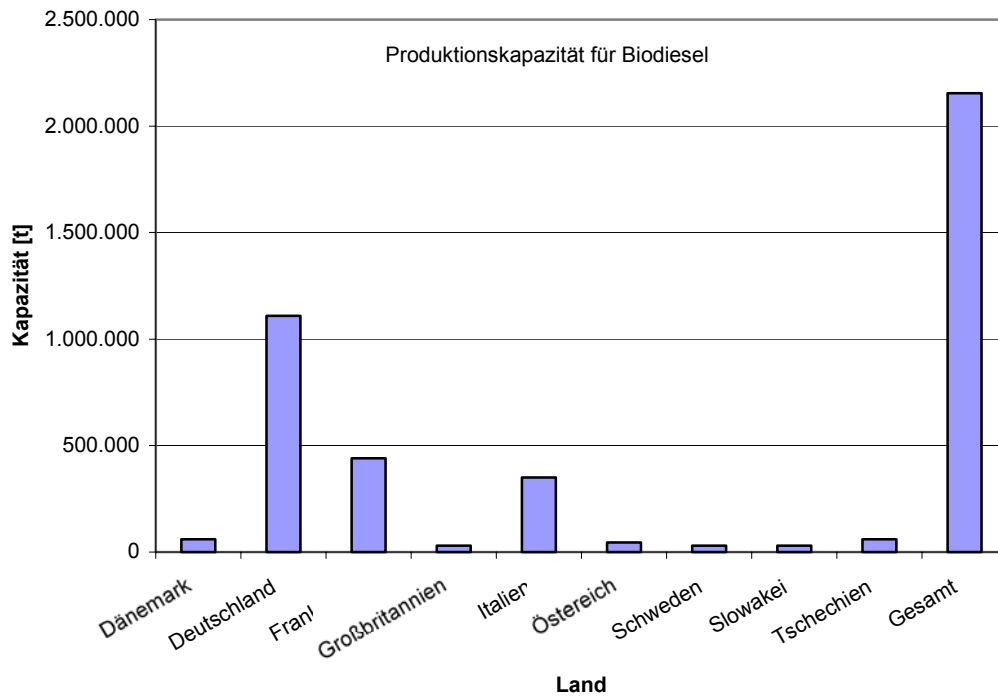
**Sektoraler Verbrauch des Dieselkraftstoffes  
aus Mineralölwirtschaftverband eV**



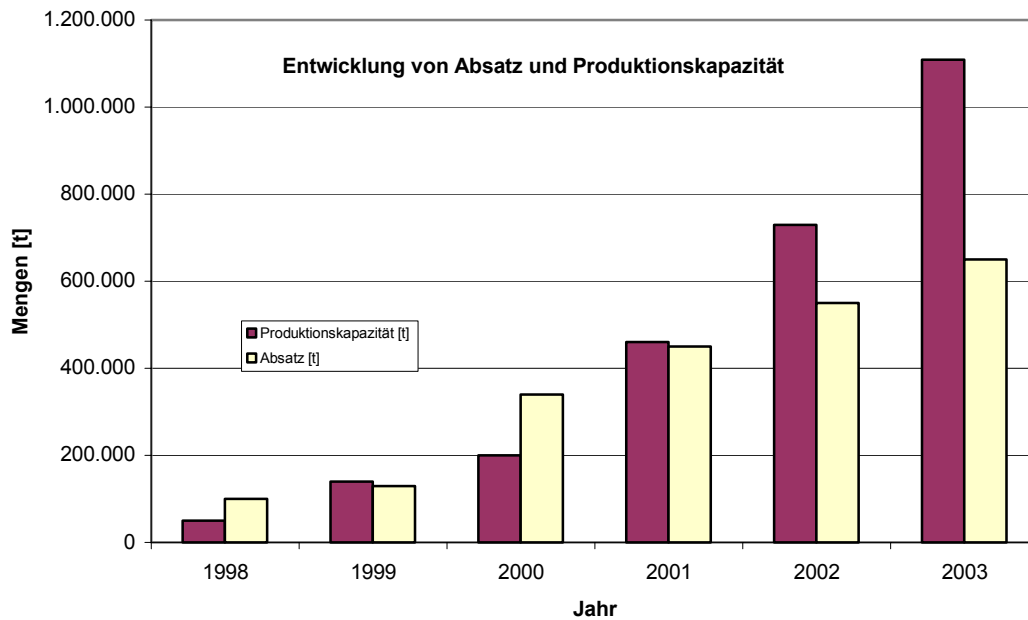
Grafik 3: Verbrauch des Dieselkraftstoffes



Grafik 4: Entwicklung der Produktionskapazität für Biodiesel in Deutschland



Grafik 5: Produktionskapazität für Biodiesel in Europa (nach UFOP, Bockey)



Grafik 6: Entwicklung des Absatzes und der Produktion von Biodiesel in Deutschland (nach UFOP, Bockey)

Tabelle 11: Bestand an landwirtschaftlichen Ackerschleppern (Stand 1. Januar 2003)

Zulassungsjahr	Leistungsklasse < 31 kW	Leistungsklasse 31-50 kW	Leistungsklasse 51-70 kW	Leistungsklasse 71-90 kW	Leistungsklasse > 90 kW
1963	18298	1096	26	3	22
1964	19884	1672	39	4	21
1965	20885	3316	30	13	18
1966	17541	5683	173	10	31
1967	16058	6041	295	7	26
1968	13586	6917	596	21	78
1969	14674	10160	1075	53	112
1970	11538	10853	1403	100	105
1971	9046	10644	1513	215	118
1972	7138	10778	1564	277	101
1973	6967	11645	1981	441	134
1974	6236	12163	2360	595	164
1975	6979	13799	3893	865	237
1976	6506	14115	4678	979	417
1977	5914	14335	5559	1204	619
1978	4871	12956	6161	1193	698
1979	3952	11701	6892	1363	904
1980	3304	9572	5933	1017	861
1981	2473	8742	6024	1029	843
1982	2314	8332	6672	1252	929
1983	2880	9430	7605	1415	998
1984	2190	7592	5685	1098	867
1985	1953	7088	5958	1353	1084
1986	1847	6366	6126	1581	1141
1987	1756	6258	6464	2107	1097
1988	1571	5665	5987	2324	1433
1989	1372	5692	6622	2535	1602
1990	1247	4716	6525	2796	1743
1991	1443	3495	5305	3201	2398
1992	1389	3160	4922	2962	2443
1993	1222	2654	4816	2577	2532
1994	1001	2254	4607	2432	2910
1995	1107	1883	4668	2361	2996
1996	1144	1681	4531	2559	3591
1997	1176	1541	4114	2524	3465
1998	1103	1582	4158	2573	4120
1999	1537	1385	4113	2499	4161
2000	1551	1141	3414	2481	4293
2001	1617	1080	3068	2496	4286
2002	1671	1085	2550	2989	4835

Tabelle 12: Summenwerte des Bestandes an landwirtschaftlichen Ackerschleppern (Stand 1. Januar 2003)

Zulassungsjahr	Summenwerte des Bestandes					Integralwert
	Leistungsklasse < 31 kW	Leistungsklasse 31-50 kW	Leistungsklasse 51-70 kW	Leistungsklasse 71-90 kW	Leistungsklasse > 90 kW	
1963	158274	4174	240	65	140	162893
1964	178157	5845	279	70	161	184512
1965	199042	9161	309	82	179	208774
1966	216584	14844	482	92	211	232213
1967	232641	20886	777	99	236	254639
1968	246228	27803	1373	120	314	275838
1969	260901	37963	2449	173	426	301912
1970	272439	48816	3852	273	531	325911
1971	281486	59460	5365	488	649	347447
1972	288624	70237	6929	765	749	367305
1973	295591	81883	8909	1206	884	388473
1974	301828	94045	11270	1801	1047	409991
1975	308807	107845	15163	2666	1284	435764
1976	315313	121959	19841	3645	1700	462458
1977	321227	136294	25400	4849	2320	490090
1978	326098	149250	31561	6042	3018	515969
1979	330050	160951	38453	7405	3922	540780
1980	333354	170523	44386	8422	4782	561467
1981	335827	179265	50410	9451	5626	580578
1982	338141	187598	57082	10702	6554	600077
1983	341021	197028	64687	12117	7553	622405
1984	343211	204619	70372	13216	8420	639838
1985	345164	211708	76331	14569	9503	657275
1986	347012	218074	82457	16150	10645	674337
1987	348768	224332	88921	18257	11742	692019
1988	350339	229997	94908	20581	13175	709000
1989	351711	235689	101530	23116	14777	726823
1990	352957	240405	108055	25912	16521	743850
1991	354400	243899	113360	29113	18918	759690
1992	355789	247060	118282	32075	21361	774567
1993	357011	249713	123098	34653	23893	788368
1994	358012	251967	127704	37085	26804	801572
1995	359118	253850	132372	39446	29799	814586
1996	360263	255531	136903	42005	33391	828092
1997	361439	257073	141018	44529	36855	840913
1998	362542	258655	145176	47102	40975	854450
1999	364079	260040	149289	49601	45137	868145
2000	365630	261181	152703	52082	49430	881025
2001	367246	262261	155771	54578	53716	893572
2002	368918	263346	158320	57567	58551	906703

Tabelle 13: Summenwerte der In Schleppern installierten Leistung nach Zulassungsjahr und Leistungsklasse

Zulassungsjahr	In Schleppern installierte Leistung [kW]					Integral
	Leistungsklasse <31 kW	Leistungsklasse 31-50 kW	Leistungsklasse 71-70 kW	Leistungsklasse 71-90 kW	Leistungsklasse > 90 kW	
1963	3.165.477	166.946	14.382	5.234	16.805	3.368.844
1964	3.563.150	233.818	16.713	5.561	19.320	3.838.561
1965	3.980.847	366.438	18.522	6.583	21.528	4.393.918
1966	4.331.673	593.776	28.918	7.360	25.269	4.986.995
1967	4.652.825	835.424	46.643	7.891	28.335	5.571.118
1968	4.924.554	1.112.113	82.400	9.609	37.719	6.166.394
1969	5.218.024	1.518.519	146.921	13.861	51.151	6.948.476
1970	5.448.784	1.952.647	231.099	21.875	63.724	7.718.129
1971	5.629.711	2.378.394	321.870	39.048	77.830	8.446.854
1972	5.772.481	2.809.496	415.739	61.209	89.913	9.148.838
1973	5.911.826	3.275.313	534.570	96.455	106.043	9.924.206
1974	6.036.553	3.761.819	676.185	144.089	125.669	10.744.316
1975	6.176.133	4.313.786	909.768	213.272	154.066	11.767.026
1976	6.306.258	4.878.368	1.190.454	291.572	204.052	12.870.704
1977	6.424.536	5.451.761	1.524.008	387.904	278.386	14.066.595
1978	6.521.961	5.969.996	1.893.656	483.337	362.165	15.231.115
1979	6.601.007	6.438.040	2.307.157	592.385	470.600	16.409.189
1980	6.667.081	6.820.916	2.663.158	673.752	573.884	17.398.791
1981	6.716.534	7.170.610	3.024.588	756.060	675.081	18.342.874
1982	6.762.819	7.503.909	3.424.902	856.195	786.522	19.334.346
1983	6.820.420	7.881.101	3.881.212	969.373	906.303	20.458.408
1984	6.864.221	8.184.776	4.222.340	1.057.241	1.010.383	21.338.961
1985	6.903.289	8.468.314	4.579.844	1.165.512	1.140.407	22.257.366
1986	6.940.231	8.722.944	4.947.407	1.292.020	1.277.362	23.179.963
1987	6.975.353	8.973.260	5.335.271	1.460.560	1.409.041	24.153.485
1988	7.006.775	9.199.861	5.694.492	1.646.478	1.581.016	25.128.623
1989	7.034.211	9.427.546	6.091.801	1.849.282	1.773.292	26.176.132
1990	7.059.142	9.616.183	6.483.314	2.072.981	1.982.496	27.214.115
1991	7.087.998	9.755.979	6.801.596	2.329.021	2.270.204	28.244.799
1992	7.115.771	9.882.384	7.096.910	2.566.008	2.563.371	29.224.444
1993	7.140.212	9.988.530	7.385.875	2.772.206	2.867.210	30.154.033
1994	7.160.237	10.078.688	7.662.268	2.966.792	3.216.434	31.084.419
1995	7.182.367	10.154.003	7.942.341	3.155.695	3.575.901	32.010.307
1996	7.205.254	10.221.244	8.214.195	3.360.380	4.006.881	33.007.953
1997	7.228.774	10.282.903	8.461.056	3.562.285	4.422.651	33.957.669
1998	7.250.833	10.346.197	8.710.555	3.768.156	4.917.048	34.992.789
1999	7.281.570	10.401.601	8.957.355	3.968.058	5.416.413	36.024.996
2000	7.312.594	10.447.232	9.162.173	4.166.569	5.931.602	37.020.169
2001	7.344.926	10.490.450	9.346.230	4.366.266	6.445.932	37.993.804
2002	7.378.351	10.533.853	9.499.223	4.605.379	7.026.133	39.042.939

## Anhang 2

# Biodiesel Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. V.

Stand Mai 2003

## Merkblatt für die Lagerung von Biodiesel (FAME) in Selbstverbraucheranlagen (SVA) oder Eigenverbrauchsanlagen (EVA)

---

### 1. Einleitung

Dieses Merkblatt soll Ihnen bei der Umstellung von bestehenden Selbstverbraucheranlagen/Eigenverbrauchsanlagen von Mineralölkraftstoffen auf Biodiesel helfen und vorbeugende Maßnahmen zur Vermeidung von Reklamationen empfehlen. Sinngemäß sind diese Hinweise auch für eine Neuerrichtung anwendbar.

Die nachstehenden Empfehlungen sind eine Zusammenfassung der bisher gesammelten Erfahrungen zu diesem Thema und wurden nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch ist es nicht ausgeschlossen, dass einzelne Aussagen unvollständig oder fehlerhaft sein können. Insbesondere kann aus der Befolgung der Ratschläge kein Anspruch auf den rechtmängelfreien Betrieb derartiger Tankanlagen abgeleitet werden.

Biodiesel ist ein biologisch gut abbaubares Produkt und daher in die Wassergefährdungsklasse I (WGK 1) eingestuft. Dennoch gelten für die Lagerung von Biodiesel (FAME) nach DIN EN 14214 (früher nach E DIN 51606) nahezu die gleichen gesetzlichen Regelungen wie für Dieselkraftstoff (DK) nach EN 590. Beim Betrieb von Anlagen mit geringem Lagervolumen und geringem Durchsatz (SVA/ EVA) gelten vereinfachte Rechtsvorschriften, da diese nicht der Betriebssicherheitsverordnung unterliegen. Es ist zu beachten, dass diese Vorschriften in den einzelnen Bundesländern voneinander abweichen.

### Hinweis

Der Deutsche Bundestag hatte im Juni 2002 die Änderung des Mineralölsteuergesetzes zur Steuerermäßigung bei Bio-kraftstoffen beschlossen. Das Gesetz sieht bekanntlich die Möglichkeit der Befreiung von Biokraftstoffen von der Mineralölsteuer bis 2008 vor. Das Gesetz ist bisher noch nicht in Kraft getreten. Die mineralölsteuerschädliche Mischung von Dieselkraftstoff und Biodiesel im Lagertank ist (noch) nicht möglich. Die notwendige Durchführungsverordnung zur Umsetzung dieses Gesetzes, insbesondere zur Frage der zollrechtlichen Behandlung von Biodiesel/DK-Mischungen im Lagertank liegt noch nicht vor.

In Bezug auf die Anforderungen zur Lagerung von Kraftstoffen gilt im Falle einer erlaubten Mischungsmöglichkeit der Grundsatz, dass dann die Anforderungen an die Lagerung der jeweils in eine höhere WGK eingeordneten Kraftstoff-Komponente - also des DK - zu beachten sind.

Die nachfolgenden Hinweise und Empfehlungen beziehen sich ausschließlich auf den Produktwechsel zu FAME als Reinkraftstoff. Informationen zur Lagerstabilität bzw. Produktqualität bei unterschiedlichen DK/FAME Mengenverhältnissen liegen derzeit nicht vor.

## 2. Produktwechsel von DK auf FAME

Es wird vorausgesetzt, dass für die vorhandene SVÄ/EVA eine behördliche Genehmigung vorliegt

Der beabsichtigte Produktwechsel ist der zuständigen Verwaltungsbehörde **vorher** anzuzeigen.

Besonderes Augenmerk ist der Beschaffenheit

- der Dichtfläche (produktundurchlässige Fahrbahn inkl. Fugenmaterial) und
- der Auffangwanne für den/die Lagertank(s) (bei Batterietanks oder einwandigen Lagertanks mit einem Fassungsvermögen größer als 1.000 l)

zu widmen.

Sollte es sich bei den Dichtflächen nicht um Beton mindestens mit der Güte B35 handeln, ist damit zu rechnen, dass nach einem Produktwechsel eine Betriebserlaubnis nicht wieder erteilt wird. Generell ist zu prüfen, ob die Eignung aller Komponenten des Bauwerks (Steine, Schutzanstriche und Primer, Dichtbänder usw.) für FAME gegeben ist.

Der zulässige Wirkbereich ist unbedingt einzuhalten. Geeignete Maßnahmen zu einer ggf. erforderlichen Korrektur sind das Kürzen des Zapfschlauches (schränkt jedoch die Handhabung ein) oder die Anbringung von Wirkbegrenzern (z. B. Mauern, fest mit dem Boden verbundene Trennwände usw.).

### Was ist im Detail zu tun oder zu beachten? Wer kann welche Arbeiten durchführen?

#### 2.1 Lagertank

1. Die nachfolgenden Arbeiten sind durch einen Fachbetrieb mit Zulassung nach §19 I WHG auszuführen.

2. Die vorhandene Lagermenge des DK ist komplett aus der Anlage zu entfernen. Die "gesunde Menge" aus dem Sumpfinhalt ist zu separieren. **Empfehlung:** Verwendung als Kraftstoff im eigenen Fuhrpark, da ggf. einige Qualitätsparameter der Kraftstoffreste einen öffentlichen Verkauf ausschließen.

3. Restlichen Sumpfinhalt entfernen und der ordnungsgemäßen Entsorgung zuführen. **Achtung:** Entsorgung als Sonderabfall erforderlich! Ihr Fachbetrieb wird Sie dabei unterstützen.

4. Tankreinigung trocken durchführen.

5. Opferanoden (soweit vorhanden) sind auf jeden Fall zu entfernen.

6. Wird bei der Tankreinigung "Lochfraß" am Innenbehälter festgestellt, der einer Bearbeitung bedarf, ist bei der Verwendung einer Beschichtung zu prüfen, ob deren FAME-Beständigkeit gewährleistet ist. Lassen Sie sich die entsprechenden Nachweise vorlegen.

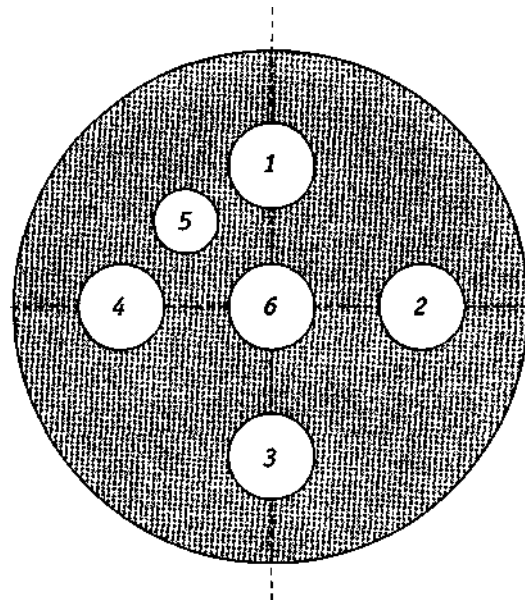
7. Überfüllsicherung (GWG) bei Lagereinrichtungen größer als 1.000 l auf korrektes Prüfzeichen und die Einbautiefe (siehe Bedienungsanleitung) prüfen. Beachten Sie die besonderen Anforderungen beim Einbau von Überfüllsicherungen in Batterietanks.

8. Austausch der Dichtungen gegen FAME-beständige.

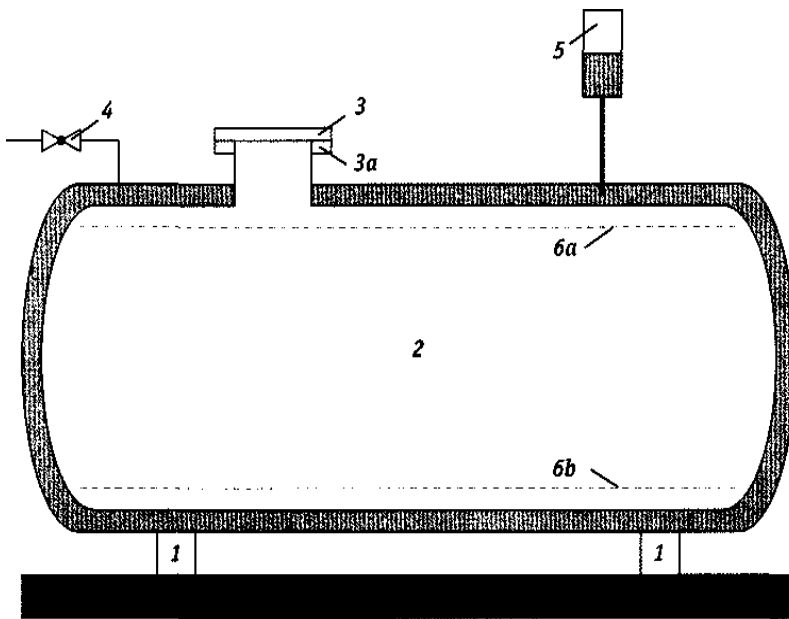
### Empfehlungen

Fügen Sie die Bedienungsanleitung der Überfüllsicherungen und alle Prüfzeugnisse/Nachweise der Anlage den Unterlagen der Betriebserlaubnis bei. Prüfen Sie bei dieser Gelegenheit auch, ob eine Kopie der Bauartzulassung bzw. die Prüfunterlagen für den Lagerbehälter in den Unterlagen vollständig enthalten sind.

### Domdeckel (Beispiel)



- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 1 Einlagerungsleitung 3"                              | 4 Be- und Entlüftung 2' mit Dunsthut |
| 2 Auslagerungsleitung 2" (Saugleitung Pumpe)          | 5 Überfüllsicherung, z. B. GWG       |
| 3 Reserve 2"; besser 3" für Probenahme und Wassertest | 6 Füllstandsmesseinrichtung          |

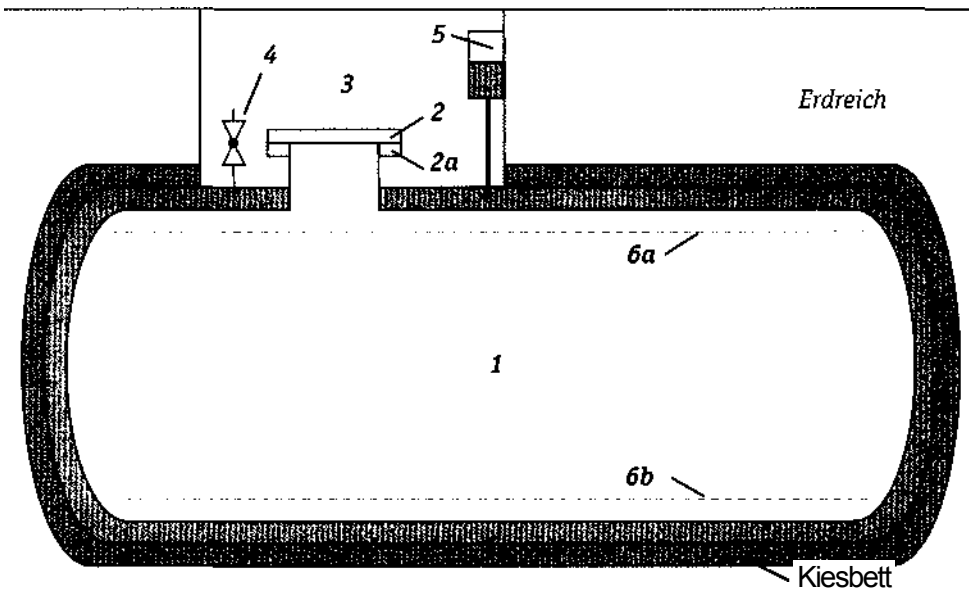


Tanks < 1.000 l dürfen einwandig sein  
 Tanks > 1.000 l müssen doppelwandig sein

- 1 1 Sattelfüße
- 2 2 Behälter Domdeckel
- 3 3a Domdeckeldichtung
- 4 4 Absperrventil Kontrollflüssigkeit
- 5 5 Behälter Kontrollflüssigkeit
- 6a Max. Füllhöhe 97 % des Volumens (in Wasserschutzgebieten 95 %)
- 6b Min. Füllhöhe: entspr. Bauweise der Saugleitung

**Lagerbehälter, oberirdisch**

**Lagerbehälter, unterirdisch**



- 1 1 Behälter
- 2 2 Domdeckel
- 2a 2a Dichtring
- 3 3 Domschacht
- 4 4 Absperrventil Kontrollflüssigkeit
- 5 5 Behälter Kontrollflüssigkeit
- 6a Max. Füllhöhe 97 % des Volumens (in Wasserschutzgebieten 95 %)
- 6b Min. Füllhöhe: entspr. Bauweise der Saugleitung

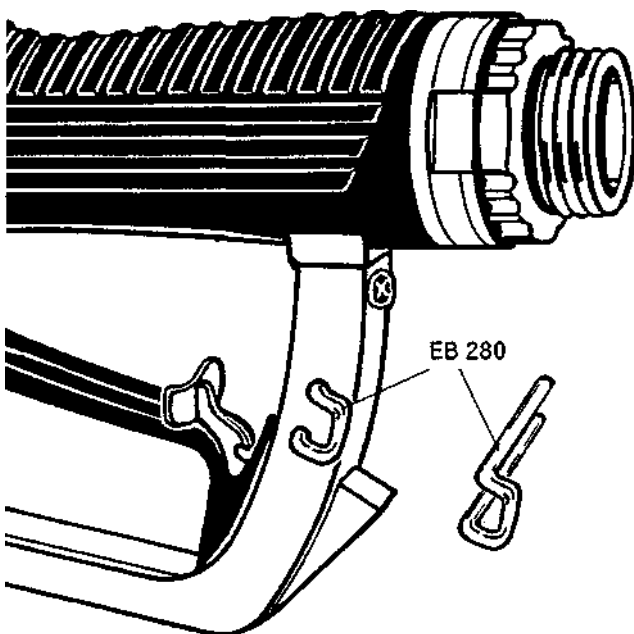


### 2.1.1 Rohrleitungen

Im Lagertankbereich sind in der Regel die Rohrleitungen aus C-Stahl (St 37) gefertigt. Ein- oder angebaute Teile aus Buntmetall (Kupfer, Messing, Bronze) bzw. verzinkte Materialien sind durch äquivalente Teile aus Stahl zu ersetzen oder ggf. auszubauen (letzteres, falls funktionell möglich bzw. zulässig). Diese Maßnahme dient zur Vermeidung von Korrosionserscheinungen mit der Folge der Bildung von Metallseifen, die die Biodieselqualität verschlechtern können.

## 2.2 Abgabeeinrichtung

### 2.2.1 Zapfeinrichtung



1. Filterwechsel durchführen.

**Empfehlung:** Nur die von dem jeweiligen Hersteller vorgeschriebenen Filter verwenden, O-Ringdichtung im Filtergehäuse ersetzen. Keinesfalls ohne diesen Filter betreiben.

2. Zapfschlauch austauschen gegen einen Biodiesel beständigen.

3. Zapfpistole prüfen, Einrichtung nach Angaben des Herstellers.\*

**Empfehlung:** Visuelle Prüfung der Sauberkeit des Feinfilters in der Zapfpistole, ggf. reinigen.

\* Bei Zapfpistolen der Fa. ELAFLEX den Rastenstecker EB 280 entfernen (siehe Zeichnung). Ein neuer Zapfpistolentyp mit einer sicheren Rastenstellung für Biodiesel befindet sich in der Entwicklung.

### 2.2.2 Verladepumpe

1. Vor der Tankreinigung Restentleerung durchführen (siehe auch 2.1).
2. Austausch der Dichtungen gegen FAME-beständige.
3. Bei Teilen aus Buntmetall wie Punkt 2.1.1 vorgehen.

### 2.3 Dichtflächen und Ableit-Einrichtungen

Die Funktionsfähigkeit der Dichtflächen (Steine/Dichtungsfugen) ist visuell zu überprüfen, ggf. müssen Defekte fachgerecht ausgebessert werden.

Bitte prüfen Sie, ob der eingebaute Leichtflüssigkeitsabscheider und die übrigen Ableit-Einrichtungen aufgrund der Bauart und der verwendeten Materialien für die Verwendung von Biodiesel geeignet sind. Ggf. sollten Sie hierfür die Hersteller dieser Bauteile (betrifft insbesondere den Abscheider) zu Rate ziehen.

Prüfen Sie anhand der Dokumentation zur Dichtfläche (ggf. im Zusammenwirken mit dem Hersteller/Ausführungsbetrieb), ob die verwendeten Materialien für Biodiesel geeignet sind. Z. B. haben sich Platten mit aufgebracht Feinmörtelschicht für den Betrieb mit Biodiesel nicht bewährt, und manche Primer für Dichtfugen sind nicht gegen Biodiesel beständig.



### 2.4 Maßnahmen nach der Durchführung o. g. Tätigkeiten:

- Austausch der Produktkennzeichenschilder
  - am Lagertank
  - an den produktführenden Leitungen
  - an der Pumpe
  - an der/den Zapfsäule/n

**Empfehlung:** Die erforderlichen Schilder vor der Tankreinigung anfertigen lassen.

- Erstbefüllung nach der Tankreinigung des Lagerbehälters.

**Empfehlung:** Ständige Dichtigkeitsprüfung der Schraubverbindungen der Einlagerungsleitung sowie des Mannlochdeckels während der Erstbefüllung. Dabei gleichzeitig

Funktionskontrolle des GWG (Abschaltung bei maximal zulässiger Füllhöhe im Lagerbehälter).

- Befüllung der Leitungen und Schläuche der Abgabereinrichtung/en.

- Befüllung der Pumpe und der Saugleitung, falls Pumpe nicht selbst ansaugend ist.

#### **Anmerkung**

Während der Erstbefüllung ständige Kontrolle der Anlagenteile auf Dichtigkeit.

Zusätzlich bei oberirdischer Lagerung: Prüfung der Funktionsfähigkeit des Magnetventils für die Zwangsbefüllung der Saugleitung.

## 3. Betrieb der SVA/EVA

Es darf grundsätzlich nur Biodiesel nach DIN EN 14214 (früher nach E DIN 51606) in die Lagereinrichtung gefüllt werden.

Abgabereinrichtungen für den geschäftlichen Verkehr unterliegen der Eichpflicht.

Die Eichpflicht gilt nicht für die innerbetriebliche Nutzung, wenn mit dieser Einrichtung nur eine Kostenzuordnung erfolgen soll

Stellen Sie Ölbindemittel bereit und sehen Sie einen dicht schließenden metallischen Aufbewahrungsbehälter für gebrauchtes Bindemittel vor.

Der Betreiber der Anlage ist für die Einhaltung der Prüfpflichten verantwortlich.

Er hat darüber hinaus eigenständige Kontrollen, beispielsweise eine ständige optische Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Dichtflächen durchzuführen.

Empfehlung: Obwohl auf Grund gesetzlicher Gegebenheiten Tankrevisionen im Allgemeinen erst nach 5 Jahren erforderlich sind (die auch nicht zwingend mit einer vorhergehenden Tankreinigung verbunden sein müssen), sollte im Interesse der Einhaltung einer guten Biodiesel-Qualität zur Vermeidung von Produkthaftungsfällen ein Tankreinigungs-intervall von 2 Jahren eingehalten werden.

Literaturhinweis:

Zusammenfassende Informationen über die genehmigungsrechtlichen Aspekte in den einzelnen Bundesländern bei Tankanlagen finden Sie unter: [www.pflanzenoelinitiative.de](http://www.pflanzenoelinitiative.de)

Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. V.  
Reinhardtstraße 18 • D-10117 Berlin  
Telefon (0 30) 3 19 04-4 33 • Fax (0 30) 3 19 04-4 35

## Stand Mai 2003

# Biodiesel

## Merkblatt für den Transport von Biodiesel

Der Transport von Biodiesel stellt an alle Beteiligten der Biodieselmotorswirtschaft besondere Anforderungen und Sorgfaltspflichten. Nur unter Mitwirkung aller Beteiligten und konsequenter Umsetzung von Qualitätssicherungsmaßnahmen kann gewährleistet werden, dass die Biodieselqualität durch den Transport nicht negativ beeinflusst wird.

Die nachstehenden Empfehlungen sind eine Zusammenfassung der bisher gesammelten Erfahrungen zu diesem Thema und wurden nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch ist es nicht ausgeschlossen, dass einzelne Aussagen unvollständig oder fehlerhaft sein können. Insbesondere kann aus der Befolgung der Ratschläge kein Anspruch darauf abgeleitet werden, dass die vom Tankfahrzeug an die Tankstelle übergebene Ware den Anforderungen der E DIN 51606 bzw. zukünftig der DIN EN 14214 entspricht.

Probleme können sich aus der Verunreinigung mit anderen Kraftstoffen sowie aus dem Eintrag von Wasser ergeben. Es ist zwar nicht die Pflicht und Aufgabe der Ladestellen, bei "Ab-Werk-Geschäften" die Verantwortung für die Eignung/Sauberkeit der eingesetzten Transportmittel zu übernehmen, trotzdem belegen die Erfahrungen, dass es erforderlich ist, Transportfahrzeuge und -behälter vor der Beladung zu überprüfen. Der Halter/Fahrer des Tankzuges ist diesbezüglich in die Pflicht zu nehmen.

### Straßentransport

Für den Transport von Biodiesel werden nachfolgende Transportmittel eingesetzt:

1. Tankfahrzeuge
2. Trägerfahrzeuge für Aufsatztanks
3. Trägerfahrzeuge für Batterietanks > 1.000 l
4. Fahrzeuge zur Beförderung von Tankcontainern

Mindeststandard sollte es sein, dass nur Transportmittel zum Einsatz gebracht werden, die zusätzlich über eine

gültige Bauartzulassung B3-  
Bescheinigung/ADR  
§ 29 StVZO-Prüfung

verfügen.

### Hinweis

Der Flammpunkt von Biodiesel muss entsprechend der Norm E DIN 51606 mindestens 110 °C bzw. zukünftig nach der DIN EN 14214 mindestens 101 °C nach den jeweils vorgeschriebenen Prüfmethoden sein. Biodiesel ist aus diesem Grunde sowie unter Berücksichtigung weiterer sicherheitstechnischer Merkmale weder als Gefahrstoff noch als Gefahrgut Straße/ Eisenbahn klassifiziert. **Bereits die Beimengung von 1 bis 2 % Mineralöl-Dieselmotorkraftstoff (z. B. durch Restmengen einer Vorladung) kann jedoch den Flammpunkt deutlich unter 100 °C absenken und damit eine automatische Einstufung als Gefahrstoff bzw. Gefahrgut nach sich ziehen.**

Biodiesel ist in die Wassergefährdungskategorie I (WGK 1), d. h. schwach wassergefährdend, eingestuft.

## Maßnahmen

Transportbehälter bzw. -fahrzeuge, die als Vorladung Produkte mit einem Flammpunkt  $< 55\text{ °C}$  transportiert hatten, sind aus Sicherheitsgründen grundsätzlich abzulehnen, wenn eine Reinigung nicht möglich ist.

Eine Vermischung von Biodiesel mit mineralischen Brenn- oder Kraftstoffen muss ausgeschlossen sein.

Bei Tankfahrzeugen mit Vollschauchsystem ist vor der Beladung mit einer ausreichenden Menge das System einschließlich der Messstrecke zu spülen.

Die Kontrolle dieser Maßnahme erfolgt über den Bondruck, welcher - im Falle einer Beanstandung - zur Beweissicherung vorgelegt werden muss.

Die Kammern/Tanks des Transportmittels dürfen kein Wasser und keinerlei Verunreinigungen enthalten. Dies gilt auch für die Kammern/Tanks, die nicht befüllt werden sollen.

Transportmittel mit nachfolgender (-n) Vorladung (-en) sind, ohne Reinigung, grundsätzlich vom Transport auszuschließen:

1. Säuren oder Laugen jeglicher Art - auch als Gemische -
2. Glycerin, Pflanzenöle
3. Produkte mit einem Flammpunkt  $< 55\text{ °C}$  (hoch bzw. leicht entzündlich sowie entzündlich, früher als "Gefahrenklasse A I oder A II" bezeichnet)

Die Maßnahmen für die Qualitätssicherung beim Transport von Biodiesel sind folglich darauf ausgerichtet, dass möglichst keine Systemreste und vor allem keine Produktreste früherer Beladungen zu einer Vermischung und damit Verschlechterung der Biodieselqualität führen. Das unbeabsichtigte Befüllen von Tanks mit anderen Kraftstoffen kann durch geeignete Kennzeichnungen vermieden werden.

### Oberstes Gebot

Von allen Beteiligten der Transportkette ist darauf zu achten, dass während der Beladung, des Transportes und der Entladung der Eintrag von Wasser ausgeschlossen ist. Stellen Sie sicher, dass bei Übergabe der Ware an der Tankstelle der Domschacht frei von Wasser ist.

Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e. V.  
Reinhardtstraße 18 • D-10117 Berlin • Fax: 0 30 / 31 90 4 - 43 5  
[www.agqm-biodiesel.de](http://www.agqm-biodiesel.de)  
[info@agqm-biodiesel.de](mailto:info@agqm-biodiesel.de)

## Anhang 3

Tabelle 14: Angaben zur Freigabe von Biodiesel (nach Unterlagen der UFOP)

1 Firma	2 Produkt	3 Biodiesel	4 Pflanzen- öl	5 Nachrüstung	6 DIN E 51 606	7 Mischung mit Diesel	8 Ölwechsel, Zusatzwartung	9 Verbrauch	10 Bemerkung	11 Quelle/ Datum
AGCO- Fendt	All e Schlepper 50 – 310 PS	Ja	Nein		Ja	Ja	Intervall halbiert		Bei längerem Still- stand besondere Vorkehrungen	AGCO über Bauern- verband 22.10.2003
	Mähdrescher	Nein, auf An- frage								
CLAAS,	Maschinen, Motoren von Caterpillar / Daim- ler Chrysler	Eingeschränkt, mit Auflagen								CLAAS über Bauern- verband, 15.10.2003
	LEXION, Motoroen von Caterpillar: 3126B, c-12	Bedingt	nein		Ja				Diesel nach DIN 590	
	Mähdrescher und Feldhäcksler	Ja								04.02.2002
CASE Germany	Traktoren	ja	Nein	Bei Verteiler- einspritzpum- pen Dichtun- gen	Ja		Intervall halbiert		Kein Winterbetrieb, bei älteren Fahrzeu- gen Kraftstoffleitun- gen	16.01.2002
	Traktoren CASE STEYR, CS, CVX/T	Ja, ab 1990		Bei älteren Modellen						
	Fahrzeuge mit Lucas Einspritzpumpen und Motoren M11, NTA855, N14 und Erntemaschinen mit Volvo- und KHD- Motoren	Keine								
Caterpillar	Nutzfahrzeuge	Ja für bestimm- te Modelle, nachzufragen								
	Motoren, Liste nach Serviceplan	Ja	Nein	Wird unter- sucht	Ja	Ja	Nach Bedarf verkürzen		Wasser ausschließen	Operation and Mainte- nance Manual 13.09.2002
	Motoren, Liste nach Serviceplan	Ja, bedingt: ≤ 5% RME in Diesel	Nein		Ja:	Siehe Spalte 3				

1 Firma	2 Produkt	3 Biodiesel	4 Pflanzen- öl	5 Nachrüstung	6 DIN E 51 606	7 Mischung mit Diesel	8 Ölwechsel, Zusatzwartung	9 Verbrauch	10 Bemerkung	11 Quelle
Daimler Chrysler	Motoren nach Tabellen	Ca. 50 % der Typen freige- geben	Nein	bedingt	ja	Ja	Verkürzte Wech- selintervalle nach Liste, Kraftstofffilter- wechsel mit verkürztem Inter- vall	+ 8%	Wintertauglichkeit des Kraftstoffes beachten, Zusatzheizungen älterer Bauart nicht RME-beständig	Service Information 23.05.202
JOHN DEERE	Mannheim Tractors nach stage II, 6020 Premium, 620 Premi- um Plus mit Power- Tech4V-CR Motoren	Ja			DIN E51 606 ist nicht präzise genug	nein	Nach Bedarf verkürzen	Leistungsab- fall und Mehr- verbrauch	Kein Winterbetrieb	22.08.2003
	6020 SE, OOS, 6015 mit DE10 Motoren	ja							Kein Winterbetrieb	
Deutz A.G.	Alle Modelle mit Aus- nahme der Reihe 1015, Motoren mit ALT-Aufladung und bei hoher Auslastung	ja			Ja		Intervall halbiert, Kraftstoffleitungen jährlich			Deutz AG 18.01.2002
Eberspä- cher	Fahrzeugheizungen	Bestimmte Typen lt. Liste		keine	Ja				Im Winterbetrieb maximal 50 % RME	Eberspächer 18.01.2002
Farymann	Motoren Typen: 15-18- 21-29-32-36-37-41-43	Ja			Ja		Ölwechsel alle 100 h	- 5-8% Leistungs- einbuße	Einspritzdüsen alle 1000 h reinigen	??
Holder	Schlepper mit Deutz- motoren	Ja								Holder 14.01.2002
	Kommunal- und All- radschlepper mit Kubota Motoren	Ja							Einspritzpumpen- Schäden außerhalb der Gewährleistung, wenn auf RME zu- rückzuführen	
	Schlepper mit Hatz Motoren	nein								
	Schlepper mit Holder Motoren	Ja							Eigenes Risiko	

1 Firma	2 Produkt	3 Biodiesel	4 Pflanzen- öl	5 Nachrüstung	6 DIN E 51 606	7 Mischung mit Diesel	8 Ölwechsel, Zusatzwartung	9 Verbrauch	10 Bemerkung	11 Quelle
Hatz Moto- renfabrik	Motoren lt. Liste	Ja								28.11.2001
	Motoren lt. Liste	Ja		Bei Niederlas- sungen	Ja		Intervall halbiert	Veränderung der Leistung	Keine Gewährleistung	Hatz, 15.01.2002
IVECO	Cursor 8 (Motor F2B) Cursor 10 (Motor 3FA) Cursor 13 (Motor F3B)	ja			Ja	ja	Intervall $\leq \frac{1}{4}$	- 8% Leis- tung	Winter-RME, Antrag auf Freigabe für Biodiesel	IVECO 24.07.2003
	Bestimmte Motorvari- anten ??	Ja			Ja		Wartungsaufgaben		Keine Freigabe für Motoren mit: Verteilereinspritz- pumpe, Reiheneinspritzpum- pe mit elektronischer Regelung Common Rail Sys- tem	IVECO 29.01.2002
Komatsu Hannomag	Einzelfreigabe nach Rücksprache								Besondere Vereinba- rungen	16.01.2002
Kubota	Dieselmotoren Baurei- hen: OC, Super Mini, O5-Serie, O3-Serie, OO-Serie (mit indirek- ter Einspritzung)	Ja			Ja		Lt. Bedienungsan- leitung, Gummiteile wie Kraftstoffleitungen	- 7% Leis- tung, + 15% Verbrauch	Keine Garantie auf Einspritzanlagen	Kubota 07.11.2003
Linde AG	Stapler der Baureihen: 350, 351, 352, 353	Prinzipiell möglich							Auflagen beim Händ- ler erfragen	Linde AG 14.02.2002
Lindner	Modelle ab Baureihe 1985	Nur RME					Bei geringer Belastung: Reduzierung auf 50 %, bei hoher Belas- tung: Reduzie- rung auf 75 %	- 7% Leis- tung		Lindner 14.02.2002
MAN		Keine								??
	Alle Fahrzeugmotore	Seit 1998, ja					Von 80.000 auf 30.000 km redu- ziert			MAN 14.03.2002

1 Firma	2 Produkt	3 Biodiesel	4 Pflanzen- öl	5 Nachrüstung	6 DIN E 51 606	7 Mischung mit Diesel	8 Ölwechsel, Zusatzwartung	9 Verbrauch	10 Bemerkung	11 Quelle
Massey- Ferguson	Alle Schlepper	Ja, ab Baujahr 1976					Bei geringer Nutzung Intervall halbieren			MF 16.01.2002
Multicar Spezial- fahrzeuge	M 26.4	Ja, ab Baujahr 10/96								28.02.2002
Perkins	Wg. Hersteller der Einspritzpumpen: BOSCH, Stanadyn, Lucas	Freigabe nur ≤ 5% RME								Perkins 25.03.2002
	Sonst						Intervall halbiert, Kraftstofffilter Intervall halbiert Gummidichtungen Membranen vierteljährlich wechseln	Eingeschränkter Winterbetrieb, z.T. signifikante Leis- tungseinbuße		
Renault Nissan			Nein							Renault 12.08.2003
Renault LKW		Nein, Zumi- schung – 5% RME			Ja					01.02.2002
SAME DEUTZ- Fahr	Überwiegender Teil der Erzeugnisse	Ja, mit Aufla- gen			Ja		Intervall halbiert, Kraftstoffschläu- che, Dichtungen	+ 5%	Abgasgrenzwerte, Untersuchungen laufen	30.09.2003
	Hürlimann, Lambor- ghini, Same neuer Baureihe	ja								
Scania	LKW	Nein								14.01.2002
Still	Stapler R 70	Ja							RME-Paket verfügbar	01.2002
Volvo	LKW	Beimischung – 5%							Motoren halten mit RME die Abgasnor- men nicht ein	15.01.2002
Zetor	Traktoren UR1 und UR3	Beimischung – 30%								17.01.2002



Anhang 4

**Differenz der Kraftstoff- und Servicekosten für Diesel (DK) und RME  
bei unterschiedlichen Preisdifferenzen und Serviceintervallen**  
 DK = 0,72 [€/L] + 90 [€/500h], RME = 0,60-0,66 [€/L] + 90 [€/(125-500)h]

