



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für
Landwirtschaft und Umwelt

**Perspektiven für die Herstellung von Biokraftstoffen
in Sachsen-Anhalt**

(Biokraftstoffstudie)

Inhalt

0	Kurzfassung
1	Einleitung
2	Ausgangslage
2.1	Rechtlicher Rahmen
2.1.1	Steuerrechtliche Fragen
2.1.2	Landwirtschaft
2.1.3	Umwelt
2.1.3.1	Kraftstoffnormierung und -untersuchungen
2.1.3.2	Immissionsschutzrechtliche Regelungen
2.2	Verfahren zur Herstellung von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen
2.2.1	Herstellung von reinen Pflanzenölen
2.2.2	Herstellung von reinen Pflanzenölen mit anschließender Veresterung (Pflanzenölmethylester)
2.2.3	Herstellung von Bioethanol (Weiterverarbeitung zu ETBE)
2.2.4	Alkoholische Vergärung der Gesamtpflanze mit vorangegangenem enzymatischen Aufschluss
2.2.5	Vergärung von Energiepflanzen und organischen Abfällen in Biogasanlagen (Faulung)
2.2.6	Vergasung von Biomasse zur Erzeugung eines Pyrolysegases (Synthesegas) oder Pyrolyseöles zur Herstellung von gasförmigen oder flüssigen Kraftstoffen
2.3	Stand und Möglichkeiten des Einsatzes von Biokraftstoffen
2.3.1	Einsatz von Pflanzenöl bzw. Pflanzenölmethylester
2.3.1.1	Einsatz in Pkw
2.3.1.2	Einsatz in leichten Nutzfahrzeugen
2.3.1.3	Einsatz in Lkw/Bussen
2.3.1.4	Einsatz in Traktoren, land- und forstwirtschaftlichen Geräten
2.3.2	Einsatz von Bioethanol/ETBE
2.3.3	Einsatz von Biogas
2.3.4	Einsatz von synthetischen Kraftstoffen
2.3.5	Einsatz von Wasserstoff
3	Entwicklungen im Umwelt- und Landwirtschaftsbereich
3.1	Entwicklung der EU-Gesetzgebung zu Emissionsgrenzwerten für Kraftfahrzeuge
3.2	Entwicklungstendenzen der Motorentechnik im Kfz-Bereich
3.3	Entwicklung der EU-Gesetzgebung zu Immissionsgrenzwerten
3.4	Entwicklung der Landwirtschaft/des Anbaues nachwachsender Rohstoffe
3.4.1	Deutschland
3.4.2	Sachsen-Anhalt

- 3.5 Entwicklung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen
- 4 Abschätzung des Bedarfs und möglicher Entwicklungen im Biokraftstoffsektor
- 4.1 Rapsölmethylester (RME)
- 4.2 Bioethanol
- 4.3 Biogas
- 4.4 Synthetische Kraftstoffe
- 5 Abschätzung der Erzeugung nachwachsender Rohstoffe in Sachsen-Anhalt für die Biokraftstoffproduktion
- 5.1 Faktoren, die den Flächenumfang für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe beeinflussen (Auswahl)
- 5.2 Potenzialschätzung für Deutschland
- 6 Schlussfolgerungen und Erkenntnisse
- 7 Literaturverzeichnis
- 8 Anhang
- 8.1 Abkürzungen
- 8.2 Verzeichnis der Pkw, die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖl) von den Herstellern freigegeben wurden Stand: Januar 2004
- 8.3 Verzeichnis der leichten Nutzfahrzeuge die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖl) von den Herstellern freigegeben wurden Stand: Januar 2004
- 8.4 Verzeichnis der Lkw/Busse die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖl) von den Herstellern freigegeben wurden Stand: Januar 2004
- 8.5 Verzeichnis der Traktoren, land- und forstwirtschaftliche Geräte die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖl) von den Herstellern freigegeben wurden Stand: Januar 2004
- 8.6 Verzeichnis der Tabellen
- 8.7 Verzeichnis der Abbildungen

0 Kurzfassung

0.1 Rahmenbedingungen/Trends

Die fossilen Energieträger, zumindest die wirtschaftlich gewinnbaren, sind in ihrer Reichweite endlich.

Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien ist ein notwendiger Baustein für den Aufbau eines zukunftsfähigen Energiesystems. Die Notwendigkeit sich mit dem Aufbau zukunftsfähiger Energiesysteme auseinanderzusetzen, wird auch durch den Klimaschutz und die Gewährleistung der Energieversorgungssicherheit geprägt. Jüngste Entwicklungen auf dem Energiepreissektor der fossilen Energieträger unterstreichen dies. Es steht die Aufgabe, den Anteil der erneuerbaren Energien zur Primärenergiebedarfsdeckung ohne Verlust an Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.

Innerhalb der erneuerbaren Energien gewinnt die Biomasse zunehmend an Bedeutung. Sie weist signifikante Potenziale auf, ist speicherbar und lässt eine Vielzahl von unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten zu.

Gerade in einem landwirtschaftlich geprägten Land wie Sachsen-Anhalt kann die Biomassenutzung sich zu einem bedeutsamen Wirtschaftsfaktor entwickeln. Ein gezieltes Vorgehen erfordert hier eine ressortübergreifende Abstimmung, da Landwirtschafts-, Verkehrs-, Umwelt- und Energiepolitik berührt sind.

Das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt hat es sich daher zur Aufgabe gemacht konzeptionelle Vorstellungen zu entwickeln, wie unter den bestehenden Rahmenbedingungen mit den zur Verfügung stehenden Mitteln die Biomassenutzung zu unterstützen ist.

Das Biomassepotenzial besteht zu einem erheblichen Teil aus Energiepflanzen. Im Jahr 2005 wurden in Sachsen-Anhalt von den ca. 1,2 Mio ha landwirtschaftlicher Nutzfläche rund 43.000 ha Stilllegungsflächen und 41.000 ha nicht stillgelegter Flächen zum Energiepflanzenanbau genutzt. Die obligatorische Stilllegungsfläche im Land liegt bei rund 100.000 ha. Es lässt sich somit aus der zur Verfügung stehenden Anbaufläche, einer möglichen Flächenertragssteigerung und der Auswahl der Energiepflanzensorte ein Zuwachs an Energiepflanzenmasse realisieren. Wie die Zuwachshöhe konkret ausfällt, ist abhängig von den wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

Auch die 0,5 Mio ha forstwirtschaftlicher Nutzflächen bieten erhebliche Potentiale.

Schwerpunkte der energetischen Biomassenutzung aktuell sind neben der Verwendung der Biomasse als Festbrennstoff insbesondere die Gewinnung von Biogas und dessen Verstromung oder Aufbereitung als vielseitig einsetzbarer Energieträger sowie die stoffwirtschaftliche Nutzung und die Biokraftstoffherstellung.

Die Biokraftstoffstudie konzentriert sich auf den Verwertungszweig der Biokraftstoffe, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

Augenblicklich sind Biokraftstoffe der ersten Generation in der Anwendung. Hierzu sind Pflanzenöl, Biodiesel, Bioethanol, Biogas mit Erdgasqualität und MtG (Methanol to Gasoline) zu zählen. Biokraftstoffe der zweiten Generation sind synthetische Kraftstoffe aus der Lignozellulose-Verarbeitung und der Umwandlung von Biomasse in flüssige Kraftstoffe (Biomass to Liquid – BtL). Diese Kraftstoffe und die entsprechenden Technologien befinden sich noch in der Forschung. Teilweise werden auch schon Demonstrationsanlagen betrieben oder befinden sich in der Planung.

Der Handlungsrahmen für die Entwicklung auf diesem Gebiet wird im Wesentlichen bestimmt durch die „Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor (EU-RL 2003/30/EG)“ das Grünbuch der Europäischen Kommission (2001) „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“, Biomasseaktionsplan der EU, Bioraffineriekonzept der EU (in Bearbeitung) und „Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe“ (Mitteilung der Kommission von 08.02.2006), wobei letzterer besondere Bedeutung zukommt.

In diesem Kontext sollen sich die Marktanteile folgendermaßen entwickeln:

Jahr	Biokraftstoff %	Erdgas %	Wasserstoff %	Gesamt %
2005	2	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23

Neben den Gründen Klimaschutz, Ressourcenschonung und Versorgungssicherheit zwingen auch neue immissionsschutzrechtliche Regelungen dazu, die Emissionen aus dem Verkehrsbereich zu reduzieren. Mit der im September 2002 erfolgten Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und seiner 22. Verordnung (22. BImSchV) – Verordnung über die Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - gelten in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft einheitliche und zum Teil auch deutlich strengere Anforderungen an die Immissionsüberwachung und Luftreinhaltung. Deutschlandweit wird die Einhaltung des Partikel-Grenzwertes (PM 10) und des Stickstoffoxid-Grenzwertes an bestimmten Schwerpunkten des Straßenverkehrs als problematisch angesehen. Beide Schadstoffe werden in größeren Mengen durch den Fahrzeugverkehr erzeugt.

In drei Städten Sachsen-Anhalts (Halle, Aschersleben, Wittenberg) wurde im Jahr 2005 der Kurzzeit-Feinstaubgrenzwert überschritten. In Magdeburg und anderen Städten muss nach wie vor mit Überschreitungen gerechnet werden. Daher werden Luftreinhaltepläne bzw. Aktionspläne erarbeitet, welche insbesondere Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen des Straßenverkehrs beinhalten müssen. Anspruchsvolle Anforderungen an die Qualität der Kraftstoffe werden erheblich dazu beitragen bestehende Feistaubprobleme zu lösen.

Zur Reduzierung der Belastungen aus dem Verkehrsbereich sind die Emissionen schrittweise zu minimieren, die Grenzwerte unter Beachtung des technischen Fortschritts dem wachsenden Kenntnisstand anzupassen.

Effizientere, sparsame und saubere Diesel- und Ottomotoren werden in den nächsten 20 Jahren weiterhin den Kraftfahrzeugsektor dominieren. Tendenziell zeichnet sich eine Entwicklung ab, die die Vorteile beider Brennverfahren in einem neuen Brennverfahren vereint. Kraftstoffe bzw. Biokraftstoffe müssen den damit verbundenen qualitativen Anforderungen gerecht werden.

Kfz- bzw. Motorenhersteller sehen angesichts der hohen Herausforderungen hinsichtlich Wirkungsgrad und Abgasqualität momentan Probleme bei Entwicklungen neuer Kraftstoffarten, werden sich aber zukünftig auf ein sich veränderndes Rohstoffangebot einstellen müssen.

Ottokraftstoffe, Dieselmotoren, Pflanzenölmethylester (PME), Biomass-to-Liquid (BTL), Gas-to-Liquid (GTL), Erdgas, Flüssiggas und in ferner Zukunft Wasserstoff (H₂) sind aber nach aktuellen Erkenntnissen als Reinkraftstoff oder Zumischungskomponente akzeptiert.

0.2 Grundsätze der Zielausrichtung

Ziel einer mittel- und langfristigen Strategie ist die ökologisch und ökonomisch nachhaltige Gewinnung von Biomasse und deren Verarbeitung zu umweltfreundlichen Kraftstoffen unter den Aspekten

- der möglichst vollständigen Verwertung zu marktfähigen Produkten,
- der Beförderung von Industrie, Land- und Forstwirtschaft sowie
- der Sicherung der Mobilität in der Zukunft sein.

Auf regionaler bzw. Länderebene sind viele Faktoren und nicht zuletzt auch die nationalen und internationalen Tendenzen sowie die technischen Entwicklungen und die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. In die Entscheidungsprozesse sind alle Akteure einzubeziehen:

- Land- und Forstwirtschaft,
- Abfallwirtschaft,
- Mineralölwirtschaft,
- Chemische Industrie
- Kfz-Industrie/Motorenentwickler,
- Universitäten und Hochschulen.

Eine eindeutige Präferenz für eine bestimmte Entwicklungsrichtung kann derzeit noch nicht ausgesprochen werden.

Grundlage für die Biokraftstoffstudie des Landes Sachsen-Anhalt ist deshalb eine umfassende Analyse des Ist-Standes der derzeitigen Nutzung von Biomasse im Kraftstoffsektor. Entscheidende Voraussetzung für die Festlegung der weiteren Vorgehensweise sind Szenarien zur Entwicklung des Biomassepotenzials und den damit in Verbindung stehenden Standortfragen für mögliche Umwandlungsanlagen.

Die Potenziale für die einzelnen Regionen des Landes müssen gesondert dargestellt werden. Das geschieht unter Beachtung der guten landwirtschaftlichen Praxis, Bodenfruchtbarkeit, Fruchtfolgen, Flächenverfügbarkeit unter Berücksichtigung der Nahrungs- und Futtermittelproduktion und möglicher Beeinträchtigung der Biodiversität. Es gilt, die derzeit ungenutzten land- und forstwirtschaftlichen Biomassepotenziale marktrelevant zu mobilisieren.

Als Rohstoffe für die Umwandlungsanlagen stehen holzartige Biomassen (Waldenergieholz, Industrierestholz, Altholz und Landschaftspflegeholz), landwirtschaftliche Biomasse (Stroh, Energiepflanzen, Gülle und Mist) sowie biogene Abfälle und Reststoffe zur Verfügung.

Die im Jahre 2005 vorhandenen Produktionskapazitäten in Sachsen-Anhalt betragen für Pflanzenölmethylester 330.000 t/a und bei Bioethanol 265.000 t/a. Bei Rapsölmethylester sowie Bioethanol sind in den kommenden Jahren weitere Kapazitätswachse in Planung. Mit den bisher installierten Produktionskapazitäten werden die von der EU und auch von Deutschland avisierten Zumischungszahlen in Sachsen-Anhalt übererfüllt. Sachsen-Anhalt kann Biokraftstoffe in andere Bundesländer bzw. andere EU-Länder exportieren.

Zunächst ist deshalb die Verwendung von Biokraftstoffen der ersten Generation zu sichern.

Ein besonderes Augenmerk ist dabei auch auf den Einsatz von reinem Pflanzenöl als Kraftstoff zu lenken. Wenngleich dieser Bereich in der Gesamtbilanz eher ein Nischenprodukt ist, wird einer möglichen Eigenversorgung der Landwirtschaftsbetriebe durchaus Bedeutung beigemessen.

Mit Blick auf die sehr positive Entwicklung des Absatzes von Biodiesel in den letzten Jahren ist darauf zu achten, dass die gewachsene Infrastruktur (z.B.: Tankstellennetz) und die Investitionen in Fahrzeugumrüstungen nicht durch Aufhebung der Mineralölsteuerbefreiung gefährdet werden. Zu berücksichtigen ist aber auch, dass es durch die Mineralölsteuerbefreiung zu keiner Überförderung der genannten Kraftstoffe kommt. In Abhängigkeit von der derzeitigen Mineralölpreisentwicklung ist momentan eine Überkompensation gegeben. Mit dem entsprechenden Augenmaß ist die Aufrechterhaltung der Steuerbefreiung zumindest für den Einsatz von Biokraftstoffen im Landwirtschaftsbereich zu unterstützen.

Die derzeitige Strategie der Beimischung von biogenen zu fossilen Kraftstoffen ist grundsätzlich sinnvoll, da der Aufbau bzw. die Unterhaltung einer gesonderten Betankungsinfrastruktur entfällt und es geringere Probleme der Einhaltung der Kraftstoffqualitäten gibt.

In Sachsen-Anhalt werden derzeit ca. 70 Biogasanlagen zur Strom- und Wärmeenergieerzeugung betrieben oder befinden sich in der Planung (Potential ca. 400-600 Anlagen).

Biogas ist daneben auch eine weitere hoffnungsvolle Biokraftstoffoption. Grundvoraussetzung ist die Einspeisung von Biogas in das vorhandene Verteilnetz der Gasversorger. Neben der traditionellen Nutzung im Wärme- und Strommarkt (Versorgung von Haushalten und Gaskraftwerken) bietet sich auch der Direkteinsatz als Kraftstoff an. Um diese Option nutzen zu können, ist das aus der Biogasanlage kommende Gas einer Reinigung und einer Aufkonzentration des Methan zu unterziehen. Besonders hier sieht die Landesregierung einen Ansatzpunkt für ihr weiteres Handeln. Einer der entscheidenden Vorteile dieser Variante liegt in der Möglichkeit der Schaffung dezentraler Strukturen im Bereich der Umwandlungsanlagen. Es sind keine größeren logistischen Probleme zu erwarten, da hier die Transportwege für die zum Einsatz kommende Biomasse klein gehalten werden können und die Wertschöpfung in der Region bleibt.

Der Schlüssel zum Erfolg scheint in der Dezentralisierung der Umwandlungsanlagen zu liegen. Hier profitieren nicht nur die einzelnen Landwirtschaftsbetriebe, sondern auch regionale Wirtschaftsunternehmen. Die ländlichen Räume insgesamt werden gestärkt. Damit ist die Installation von Großanlagen ohne vorherige Aufbereitung der Biomassen nicht ausgeschlossen. Sondern hierüber muss in Abhängigkeit von der Reife der Verfahren und logistischen Voraussetzungen im Einzelfall entschieden werden.

Ungeachtet der bisher beschriebenen Nutzungspfade für die biogenen Rohstoffe des Landes werden bereits heute die Weichen für die Entwicklung, den Anlagenbau und die Einsatzvorbereitung zukunftsweisender Technologien gestellt. Der dynamische Ausbau von Biokraftstoffen bietet eine zukunftsweisende Alternative zur Sicherung einer nachhaltigen Mobilität. Der derzeitige Entwicklungsstand der Biokraftstoffe der zweiten Generation ist gekennzeichnet von Aktivitäten auf den Gebieten Biomasse to Liquid (BtL) und Gas to Liquid (GtL). Hier entstehen flüssige Kraftstoffe auf der Basis von Biomasse über die Verfahrensstufen der Vergasung und anschließender Synthese. Es bieten sich verschiedene Syntheseverfahren zur näheren Untersuchung und Erprobung an. Dazu gehören die Fischer-Tropsch-Synthese, die Methanolsynthese oder das Bergius-Pier-Verfahren.

Die Landesregierung hat für diesen Schwerpunktbereich eigens ein BtL-Forum gegründet. Unter BtL sollen hier alle flüssigen Energieträger, die sich als Kraftstoffe bzw. Kraftstoffzusätze eignen, und die zu ihnen führenden Verfahren, die Biomassen als Ausgang haben, verstanden werden. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand sind dabei in Erwägung zu ziehen:

- Alkohole, z.B. Bioethanol, Biobutanol
- Pflanzenöle bzw. deren Ester, z.B. Biodiesel (Rapsmethylester) oder Umesterungsprodukte, z.B. Rapsölethylester bzw. -buthylester
- Pyrolyseöle oder deren Verarbeitungsprodukte, z.B. aus der Flash-Pyrolyse bzw. Verkokung von Biomasse
- Paraffinderivate aus der Fischer-Tropsch-Synthese unter Verwendung von Produktgasen

aus Biomassen

- Alkohole, wie Tertiärbuthylalkohol (TBA) oder Ether, wie Ethyltertiärbuthylether (ETBE), aus Synthesegas der Biomassevergasung
- „Sunfuel“ über MtP (Methanol to Propylen) aus Biomasse-Synthesegas
- Hydrierende Druckbehandlung fester Biomassen zu Benzin und Gasöl (Direktverflüssigung)
- Katalytische Direktverflüssigung fester Biomassen (katalytische drucklose Verölung)

Im Rahmen dieses Forums werden Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung die Landesregierung bei der Schaffung von Voraussetzungen zur Etablierung solcher zukunftssträchtiger Technologien im Land unterstützen.

In mehreren Arbeitsgruppen werden die anbautechnischen Voraussetzungen zur kontinuierlichen Rohstoffversorgung im Bereich der Energiepflanzen (Ziel: Ganzpflanzenverwertung) regionalspezifisch untersucht sowie die Umwandlungstechnologien auf ihre Anwendbarkeit im Land geprüft. Parallel werden Szenarien zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit entwickelt.

Bei der Wahl der Vergasungs- und Syntheseverfahren darf man die Logistik nicht aus dem Auge verlieren. Derzeit sind Großanlagen im Gespräch, die einen Bedarf von ca. 1 Million Tonnen Biomasse haben. Hier ist besonders zu prüfen ob die vorhandene Infrastruktur das zu leisten imstande ist. Darüber hinaus werden Nutzungskonkurrenzen zur Nahrungsgüterwirtschaft, zu Futtermittelproduktion und zur stofflichen Nutzung von Biomasse gesehen.

Da die Landesregierung ihren Schwerpunkt zunächst auf die dezentrale Struktur der Vergasungsanlagen gesetzt hat, bietet ein Verfahren, das dezentral über die Pyrolyse ein energiereiches und leicht transportierbares Slurry (ablative Flash-Pyrolyse) gewinnt, Vorteile. Ein derartiger Weg wird vom Forschungszentrum Karlsruhe derzeit untersucht. Weiterhin wäre auch die dezentrale Herstellung von Methanol mit anschließender Veredelung in zentralen Großanlagen (MtSynfuel Verfahren von Lurgi) zu prüfen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit des BTL-Forums wird die Befassung mit den wissenschaftlichen sowie technisch-/ technologischen Anforderungen an eine Bioraffinerie sein. Es wird davon ausgegangen, dass beispielhaft die möglichen Verfahren dargestellt, die Wirtschaftlichkeit geprüft und an Hand von Marktanalysen der Absatz der Finalprodukte untersucht wird.

Insbesondere im Zusammenhang mit den noch ungelösten Fragen im Bereich der Biokraftstoffe der zweiten Generation werden bei der Umsetzung der Biokraftstoffstudie des Landes entlang der gesamten Wertschöpfungskette innovative Lösungen und neue Forschungsansätze notwendig sein, um die Erzeugung und den Einsatz von Biokraftstoffen umwelt- und ressourcenschonend, aber auch wirtschaftlich effizient, d.h. insgesamt nachhaltig zu entwickeln. Die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe gehört neben einem verbesserten Umwelt- und Klimaschutz zu den vorrangigen FuE-Zielen in diesem Bereich.

Bereits bei der Erzeugung effizienter Energiepflanzen eröffnen sich in der Land- und Forstwirtschaft weitreichende Forschungsfelder, beispielsweise bei der Optimierung der Anbaubedingungen oder der Ertragssteigerung bei einer zunehmend vollständigen Verwertung der Energiepflanzen. Hier hat Sachsen-Anhalt in der Züchtungsforschung und Pflanzenbiotechnologie hervorragende wissenschaftliche Potenziale im Hochschulbereich, aber auch durch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Netzwerke mit zahlreichen Biotech-Forschungsunternehmen. Sachsen-Anhalt ist führend in der Saatgut- und Züchtungsforschung; Pflanzenbiotechnologie ist Schwerpunkt der Biotechnologie-Offensive des Landes.

Bei dem schwerpunktmäßigen Einsatz von Biokraftstoffen der ersten Generation (Pflanzenöl, Biogas etc.) kann FuE vor allem einen Beitrag zur Effizienzsteigerung leisten, zur Entwicklung und Verbreitung neuer kostengünstiger technologischer Verfahren beitragen sowie die Marktfähigkeit erhöhen. Perspektivisch geht es um die Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, wofür ein erheblicher Forschungsaufwand für die Erforschung der Biokraftstoffe und die Entwicklung entsprechender Technologien notwendig sein wird.

Eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Entwicklung ist die Zusammenführung der Forschungspotenziale im Land. Forschungs- sowie Praxispartner von der Landwirtschaft über den Anlagenbau bis hin zum Automobilhersteller müssen den Wissens- und Technologietransfer ausbauen und verstärkt gemeinsame Projekte entwickeln und umsetzen. Das BTL-Forum soll dafür eine erste Plattform werden.

Deshalb hat Sachsen-Anhalt für die neue Strukturfondsförderperiode 2007-2013 Schwerpunkte für die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe insgesamt gesetzt. Für die Entwicklung und den Einsatz von Biokraftstoffen sind dabei insbesondere von Bedeutung:

- Erzeugung geeigneter Pflanzensorten (incl. Züchtung /Pflanzenbiotechnologie),
- Logistik und Aufbereitung von Biomasse,
- Vergasung und Vergärung von Biomasse,
- Optimierung und Umsetzung der thermischen Verwertung,
- Perspektivische Nutzung von Biomasse zur Produktsynthese (Bioraffinerie-Systeme).

0.3 Handlungsoptionen der Landesregierung

Oberstes Ziel ist die Ausschöpfung der Anbaupotenziale für Energiepflanzen und die effiziente Verwertung aller biogenen Rohstoffe im Land. D.h. auf breiter Basis Herstellungs- und Einsatzbedingungen für Biokraftstoffe prüfen, insbesondere durch:

- optimierten Anbau geeigneter Rohstoffe,
- Erforschung der Biokraftstoffe der zweiten Generation,
- Förderung von Forschungs- und Demonstrationsprojekten zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und umweltfreundlichen Erzeugung und Verwendung (entsprechende Ausrichtung der Operationellen Programme),
- angemessene rechtliche und steuerliche Rahmenbedingungen.

Damit kann auch der Biokraftstoffsektor einen angemessenen Beitrag zum Erreichen der Ziele der Strategie von Lissabon und Göteborg leisten.

Diesem Ziel dient die Erarbeitung und Umsetzung des Handlungsrahmens der Biokraftstoffstudie des Landes. Bereits nach dem derzeitigen Bearbeitungsstand ist dazu die Notwendigkeit, die Politik des Landes anhand folgender Leitlinien auszurichten, erkennbar. Die Leitlinien sind:

- Bekenntnis zur aktiven Förderung und forcierten Marktdurchdringung von Biokraftstoffen im Sinne der „EU-Strategie für Biokraftstoffe“
- Einsatz für den Erhalt und die Optimierung der aufgebauten Infrastruktur zur Produktion und Vermarktung von biogenen Reinkraftstoffen
- Steuerbefreiung oder –ermäßigung für Reinkraftstoffe in ausgewählten Sektoren
- Einsatz für die Änderung der EU-Kraftstoff-Qualitätsstandards zur Gewährleistung höherer Biokraftstoffquoten

- Sicherung des Absatzes einheimischer Biomassen unter Berücksichtigung einer Marktöffnung für Importe (Erhalt als Einkommensbestandteil heimischer Landwirte)
- Mitwirkung bei der Normung von biogenen Kraftstoffen und Beimischungen zur Sicherung hoher Biokraftstoff-Produktqualitäten unter Beachtung immissionsschutzrechtliche Belange
- Weiterentwicklung des BTL-Forums und dessen finanzielle Absicherung der Geschäftsstellentätigkeit
- Ausschöpfung der Fördermöglichkeiten insbesondere zur Entwicklung innovativer Lösungen unter Inanspruchnahme möglicher Zuwendungen seitens der EU (EU-Strukturfonds 2007-2013, Gemeinschaftsrahmen für staatliche Umweltschutzbeihilfen, 7. Forschungsrahmenprogramm der EU).
Entsprechende Ausrichtung der Förderprogramme aus den Bereichen Umwelt, Landwirtschaft, Wirtschaft, Verkehr und Forschung

0.4 Resümee

Die zukunftsweisende Entwicklung des Einsatzes von Biokraftstoffen im Land kann nur gewährleistet werden, wenn die in Sachsen-Anhalt vorhandenen Möglichkeiten und Kapazitäten (Industrie, Bildungs- und Forschungseinrichtungen, Land- und Forstwirtschaft) eine zielgerichtete Koordinierung und Förderung erfahren.

Erste Schritte zur Umsetzung der Strategie, auch den Biokraftstoffbereich im Rahmen der sehr guten Perspektiven der Biomassenutzung im Land insgesamt zu unterstützen, hat das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt mit der

- Einrichtung der Koordinierungsstelle Nachwachsende Rohstoffe (KoNaRo) an der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau,
- Gründung des BTL-Forums,
- Bearbeitung der Thematik durch das Landesamt für Umweltschutz (LAU),
- Angebot des Landes zum Aufbau des Biomasseforschungszentrums des Bundes in Sachsen-Anhalt und
- Erstellung der Biokraftstoffstudie

eingeleitet.

1 Einleitung

Seit ca. 100 Jahren werden fossile Kraftstoffe in Verbrennungsmotoren eingesetzt. Die Motorentechnik hat sich in dieser Zeit ständig weiterentwickelt, so dass die heutigen Motoren wesentlich effizienter, abgas- und geräuschärmer arbeiten. Moderne Dieselmotoren haben heute einen Wirkungsgrad von ca. 37 %; Ottomotoren liegen noch darunter. Die stoffliche Nutzung des Erdöls als Rohstoff für die chemische Industrie wäre ressourcenschonender und nachhaltiger.

Aus heutiger Sicht betragen die wirtschaftlich gewinnbaren Reserven der Welt nach Angaben des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) bei Erdöl ca. 142 Mrd. t und bei Erdgas ca. 155 Bill. m³. Die fossilen Energieträger, zumindest die wirtschaftlich gewinnbaren, sind in ihrer Reichweite erkennbar endlich.

Der Aspekt der Ressourcenschonung im Kontext mit dem Klimaschutz und agrarpolitischen Überlegungen steht deshalb im Vordergrund der Bestrebungen zur Ergänzung bzw. teilweisen Ablösung mineralölstämmiger Kraftstoffe. Aus heutiger Sicht wird langfristig Wasserstoff der Energieträger der Zukunft sein. Dies trifft auch für den Verkehrsbereich zu. Bis zu dessen serienmäßiger Einführung rechnet die Fahrzeugindustrie in Zeiträumen von ca. 20 bis 30 Jahren. In der Zwischenzeit wird es einen Kraftstoffmix geben. Zu diesem Kraftstoffmix zählen mineralische Kraftstoffe, synthetische Kraftstoffe, Erdgas, Flüssiggas, Biogas und Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Im Rahmen dieser Studie sollen speziell die Möglichkeiten zur Erzeugung und zum Einsatz von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen untersucht werden. Dazu gehören Pflanzenöle, Pflanzenölmethylester, Bio-Ethanol, Ethanol-tertiär-Butyl-Ether (ETBE), Biogas, Bio-Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe aus Biomasse und organischen Abfällen.

Das zur Verfügung stehende statistische Material des Landes Sachsen-Anhalt, der Bundesrepublik sowie der EU sind nicht dazu geeignet, die Stoffströme der landwirtschaftlichen Produktion in die einzelnen Verarbeitungs- und Verwertungsbereiche hinreichend sicher zu ermitteln.

Um gleichwohl nachvollziehbare Aussagen zur Entwicklung von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen und zu Empfehlungen zu bekommen, werden die Szenarien der „Richtlinie zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor (EU-Ri 2003/30/EG)“, des Grünbuchs der Europäischen Kommission (2001) „Hin zu einer europäischen Strategie für Energieversorgungssicherheit“ [1] und der EU-Strategie für Biokraftstoffe vom 08.02.2006 fixierten Annahmen und Eckdaten als realistisch unterstellt. Hiernach soll sich der Marktanteil folgender Maßen entwickeln:

Tab. 1: Marktanteile für Kraftstoffe bis 2020 [1], die Angaben beziehen sich auf den Energieinhalt

Jahr	Biokraftstoff %	Erdgas %	Wasserstoff %	Gesamt %
2005	2	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23

Ausgehend von diesen Annahmen werden dort Aussagen zu Potenzialen ermittelt und untersucht, unter welchen Voraussetzungen es sinnvoll ist weitere Verarbeitungskapazitäten zu schaffen und weiterer Forschungsbedarf besteht.

Ziel einer Strategie sollte die ökologisch und ökonomisch nachhaltige Gewinnung von Biomasse und deren Verarbeitung zu umweltfreundlichen Kraftstoffen unter den Aspekten

- der möglichst vollständigen Verwertung zu marktfähigen Produkten,
- der Beförderung von Industrie, Land- und Forstwirtschaft,

- sowie der Sicherung der Mobilität in der Zukunft sein.

2 Ausgangslage

Die Ausgangslage gibt den Stand der Entwicklungen auf dem Gebiet der Biokraftstoffe zum 31.12.2005 wieder. Auf diesem Stand der Entwicklung wird in den nachfolgenden Ausführungen aufgebaut.

Um einen Beitrag zur Nachhaltigen Entwicklung der Bundesrepublik und zur umweltfreundlichen Mobilität zu leisten und wegen der langfristigen wirtschaftlichen, verkehrlichen und ökologischen Auswirkungen des Verkehrs hat die Bundesregierung eine Initiative zur Ermittlung einer Erfolg versprechenden Strategie für den Einsatz von wettbewerbsfähigen alternativen Kraftstoffen und Antriebstechnologien gestartet.

Ziele der Kraftstoffstrategie sind Wege aufzuzeigen:

- Die den Verbrauch fossiler Kraftstoffe senken und die Abhängigkeit vom Öl verringern (Versorgungssicherheit),
- Die den Ausstoß von Treibhausgasen aus dem Verkehrsbereich vermindern (Klimaschutz),
- Die die aussichtsreichsten alternativen Kraftstoffe und Antriebe, die auch ein hohes Mengenpotential haben (Innovation und Wirtschaftlichkeit), identifizieren,
- Die den Handlungsbedarf ermitteln, um die wirtschaftlich aussichtsreichsten Alternativen voranzubringen, und in einem Maßnahmenprogramm (Umsetzung) zusammenfassen.

In der Bestandsaufnahme werden als herkömmliche, bereits marktfähige Kraftstoffe genannt:

- Erdgas,
- Autogas/Flüssiggas,
- Biodiesel,
- Pflanzenöl in reiner Form,
- Bioethanol,
- Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether (ETBE).

Noch nicht marktrelevant sind:

- Synthetische Kraftstoffe, die aus Synthesegas mittels Fischer-Tropsch-Synthese hergestellt wurden :
 - Coal-to-Liquid-Kraftstoffe (CTL) aus fossiler Kohle,
 - Gas-to-Liquid-Kraftstoffe (GTL) aus fossilem Erdgas,
 - Biomass-to-Liquid-Kraftstoffe (BTL) aus Biomasse,
 - Wasserstoff.

Für den Ausbau des weiteren Einsatzes alternativer Kraftstoffe orientiert sich die Bundesregierung im Grundsatz an den in der EU formulierten Zielen: (siehe Tabelle 1).

Daneben gibt es Aktivitäten der deutschen Industrie zur Entwicklung alternativer Antriebskonzepte. Im Rahmen europäischer Initiativen, wie z.B. in der Alternative Fuels Contact

Group (AFCCG) oder der Hydrogen Technology Plattform, nehmen deutsche Unternehmen eine führende Rolle ein. In der Verkehrswirtschaftlichen Energiestrategie (VES) der deutschen Industrie arbeiten alle nationalen Automobilunternehmen und der Anlagenbau sowie die Mineralölkonzerne BP/Aral, Shell und Total aktiv mit.

Um die aktuelle Situation in Deutschland, welche von einer Vielzahl technologischer Verfahren und Möglichkeiten der Erzeugung und Verwendung alternativer Kraftstoffe geprägt ist, analysieren und einheitlich mit definierten ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeitskriterien bewerten zu können, wurde eine Expertengruppe „Kraftstoffmatrix“ geschaffen. Vertreten sind darin Mitglieder der VES, der Automobilindustrie, der Mineralölindustrie, renommierte Institute und in beratender Funktion Bundesministerien. Ziel der Expertengruppe ist es, in einem Matrixprozess die Potenziale aller z.Z. bekannten ca. 270 Kraftstoffherstellungsoptionen für die Zeiträume bis 2020 zu bewerten. Das Ergebnis der Expertengruppe „Kraftstoffmatrix“ ist eine „Kraftstoff-Verwendungs-Matrix“ für die Jahre 2010 und 2020, die zukunftssträchtige Kraftstoffe in Verbindung mit dem jeweiligen Antriebskonzept abbildet und die nach Einschätzung der Experten geeignet sind, einen Beitrag zur zukünftigen Kraftstoffversorgung zu leisten.

Folgende Kraftstoffe wurden betrachtet:

- Flüssige Kraftstoffe:
 - Dieselkraftstoff,
 - Ottokraftstoff,
 - Synthetische Kraftstoffe,
 - Biogene Reinkraftstoffe und Beimischungen.
- Gasförmige Kraftstoffe:
 - Dimethylether (DME),
 - Flüssiggas (LPG),
 - Erdgas (CNG), Biogas,
 - Wasserstoff.

Daraus zog die Expertengruppe „Kraftstoffmatrix“ folgende Schlussfolgerungen bzw. gab folgende Empfehlungen ab [2]:

- **Perspektive 2010**
 - Bis 2010 stehen die Effizienzsteigerungen bei Diesel- und Ottoantrieben eindeutig im Vordergrund (im Zeitraum 1995 – 2008 Reduzierung der CO₂-Emissionen im europäischen Flottenmittel der Neufahrzeuge um 25 % auf 140 g CO₂/km).
 - Die Struktur des Kraftstoffmarktes bleibt dabei im Wesentlichen erhalten. Alternative Kraftstoffe wie Erdgas (CNG) und Autogas (LPG) bleiben auf Nischenanwendungen beschränkt.
 - Auch die bisher verfügbaren Biokraftstoffe wie Bioethanol und Biodiesel (RME) tragen selbst unter Annahme einer vollständigen Ausnutzung der normgerechten Beimischungsquote von jeweils max. 1 % zur Gesamtklimagasreduktion bei. Bioethanol sollte aus technischen – und gegebenenfalls aus wirtschaftlichen – Gründen in Form von ETBE genutzt werden.
 - Die Ergebnisse der Kraftstoffverwendungsmatrix 2010 zeigen, dass die Klimagasreduktionspotenziale bis 2010 begrenzt sind. Kraftstoffe, die erst 2020 ein

nennenswertes Potenzial entfalten, müssen heute schon durch Forschungsförderung und Pilotanlagen unterstützt werden, um diese Potenziale in 2020 realisieren zu können.

- **Perspektive 2020**

- Auch bis 2020 sind die Möglichkeiten der Effizienzsteigerung von Diesel- und Ottoantriebskonzepten, die zunehmend auch Hybrid-Antriebe beinhalten, weitaus höher einzuschätzen als alle weiteren Alternativen.
- Biokraftstoffe können bis zu 4% Green-House-Gas-(GHG)-Reduktionspotential erreichen, falls der Technologiefortschritt bis dahin den großtechnischen Einsatz von unspezifischer Biomasse (insbesondere Lignocellulose) für die Produktion von z.B. Bioethanol oder synthetischen Kraftstoffen (BTL) ermöglicht.
- Für Wasserstoff wird bis 2020 der beginnende Aufbau der Infrastruktur erwartet. Da Wasserstoff keine Primärenergie ist, muss er aus einer solchen hergestellt werden. Im Betrachtungszeitraum wird die Erzeugung aus Erdgas vorrangig sein. Unabhängig vom Prozess der Wasserstoffherstellung ist von erheblich höheren Kraftstoffkosten im Vergleich zu den fossilen Kraftstoffen auszugehen.
- Die staatliche Förderung sollte sich auf potenzialträchtige Alternativen und deren Entwicklungspotential konzentrieren. Die Lösung noch offener Fragen zur großtechnischen Prozess-Effizienz von BTL oder zum Infrastrukturaufbau von Wasserstoff über Demonstrationsprojekte sowie gezielte F&E-Schwerpunkte sind hier ebenso zu benennen, wie die Entwicklung internationaler Standards oder kraftfahrzeugtechnischer Regelungen und Normen. Die Schaffung klarer Rahmenbedingungen zur Markteinführung für langfristig potenzialträchtige Kraftstoffe wie BTL oder Wasserstoff sind dabei so zu gestalten, dass es nicht vorzeitig zu einer Technologieauswahl kommt.
- Insbesondere die innovativen Biokraftstoffoptionen BTL und Lignocellulose basiertes Bioethanol stehen bezüglich ihrer Möglichkeiten, das Biomassepotenzial zur Biokraftstoffproduktion erheblich auszuweiten, in Konkurrenz zu einander. Förderbedingungen, die bestimmte Biokraftstoffe in der Markteinführung begünstigen, sollten vermieden werden, solange keine belastbaren Forschungsergebnisse zur Realisierung dieser Technologien und ihrer relativen Vor- und Nachteile verfügbar sind.

- **Langfristige Perspektive**

- Langfristig sind durch den Ausbau einer Wasserstoffwirtschaft auf Basis regenerativer Energien die höchsten Kraftstoffsubstitutions- und GHG-Reduktionspotentiale zu erreichen. Eine mit Wissenschaft und Industrie abgestimmte Kraftstoffstrategie sollte sich hauptsächlich auf das langfristige Ziel konzentrieren und hierzu nötige Aktivitäten vorantreiben. BTL kann im Übergangszeitraum eine wichtige Rolle spielen, da ein hierzu wesentlicher Prozessteil, die Biomasse-Vergasung, auch als Brückentechnologie zur Wasserstoffwirtschaft dienen kann. Auch sind diese Kraftstoffe nicht an eine Begrenzung durch Zumischung gebunden und erfordern keine Änderung von Antriebstechnologie oder Infrastruktur.
- Nischenlösungen, die langfristig keinen signifikanten Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen bringen, sollten nur dann berücksichtigt werden, wenn ihr Einsatz nicht mit einem hohen Aufwand an Infrastruktur und/oder Fahrzeugtechnologie verbunden ist. Die Finanzierung in nicht nachhaltige Übergangslösungen wird dem wirtschaftlichen Kreislauf entzogen und fehlt dem langfristigen Aufbau einer nachhaltigen Infrastruktur.

Im Ergebnis der Kraftstoffmatrix wurden die CO₂-Reduktionspotentiale pro Fahrzeugkilometer und die Abschätzung der Mengenpotentiale für die Jahre 2010 und 2020 berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: CO₂-Reduktionspotentiale pro Fahrzeugkilometer und Abschätzung der Mengenpotentiale [2]

Kraftstoff / Antriebskombination mit 0 bis 33 % CO₂-Reduktionspotenzial ⇨ Hinweis: es gibt im Zeitraum bis 2010 keine marktfähigen Optionen mit höherem CO ₂ -Potential Referenz: Ottokraftstoff und Ottomotor, Technologiestand 2002: 189 g CO ₂ -Äquivalent / Fahrzeugkilometer		Abschätzung Marktpotenzial im Jahr 2010 (Werte sind nicht addierbar)	Abschätzung Marktpotenzial im Jahr 2020 (Werte sind nicht addierbar)
Diesekraftstoff, Dieselmotor	• Rohöl	55 %	65 %
Ottokraftstoff, Ottomotor	• Rohöl	45 %	35 %
Biodiesel (Beimischung 5%, Dieselmotor)	• Biodiesel aus div. Quellen	max. 2,75 ⁰¹⁾ %	max. 3,25% ⁰¹⁾
Bio-Ethanol (Vorauss., Beimischung 5%, Ottomotor)	• aus Zuckerrüben • aus Weizen	max. 2,25 %	max. 1,75 % ¹²⁾
Erdgas (CNG), Ottomotor	• über Pipeline	0,5 - 1 % ³⁰⁾	2 - 4 % ³⁰⁾
Autogas (LPG), Ottomotor	• Erdölverarbeitung • Erdgasverarbeitung	max. 0,4 %	max. 1 %
Ethyl-Tertiar-Butyl-Ether (ETBE), Beimischung 15%, Ottomotor	• Ethanol aus Zuckerrüben, Isobutylen aus Rohöl • Ethanol aus Weizen, Isobutylen aus Rohöl	max. 0,5 %	max. 2,7 % ²⁷⁾
MTBE (Beimischung 10%), Ottomotor	• Methanol aus Erdgas	max. 0,5 %	max. 0,5 %
Dimethylether (DME), Dieselmotor	• Erdgasreformierung • DME-Synthese	0	0 ³¹⁾
Kraftstoff/ Antriebskombinationen mit 33 bis 66% CO₂-Reduktionspotenzial ⇨ Kraftstoffe, die erst nach dem Jahr 2010 marktrelevant werden könnten			Abschätzung Mengenpotenzial 2020 (Werte sind nicht addierbar)
Druckwasserstoff (CGH ₂), Brennstoffzellenantrieb	• Dampfreformierung von Erdgas • Dampfreformierung von LPG • Dampfreformierung von Erdgas, dann Verflüssigung	2 - 4 % ^{41/50)}	
Flüssigwasserstoff (LH ₂), Brennstoffzellenantrieb			
Kraftstoff/ Antriebskombinationen mit mehr als 66% CO₂-Reduktionspotenzial ⇨ Kraftstoffe, die erst nach dem Jahr 2010 marktrelevant werden			Abschätzung Mengenpotenzial 2020 (Werte sind nicht addierbar)
synthetische Diesekraftstoffe (BTL), Dieselmotor	• Biomassevergasung (Restholz/ Kurzumtrieb), Fischer-Tropsch-Synthese	2 - 4 % ⁴¹⁾	
synthetischer Ottokraftstoff, Ottomotor	• Vergasung von Lignocellulose (Restholz/ Kurzumtrieb), Methanol-to-Gasoline-Prozess	2 - 4 % ⁴¹⁾	
Bio-Ethanol, Ottomotor	• Hydrolyse und Vergärung von Lignocellulose (Restholz/ Kurzumtrieb)	1,3 - 2,6 % ^{11) 4)}	
Dimethylether (DME), Dieselmotor	• Vergasung von Lignocellulose (Restholz/ Kurzumtrieb), DME-Synthese	0 ³¹⁾	
Methan, Ottomotor	• Biogas (Reststoffe) • via Vergasung von Lignocellulose (Restholz/ Kurzumtrieb)	2 - 4 % ^{41/50)}	
Wasserstoff (Ottomotor und Brennstoffzellenantrieb)	• via Reformierung von Biogas • via Vergasung von Lignocellulose (Restholz/ Kurzumtrieb) • via Elektrolyse mit regenerativem Strom	2 - 4 % ^{41/50)}	

⁰¹⁾ Biodiesel wird darüber hinaus auch künftig zu einem gewissen Anteil als Reinkraftstoff insbesondere in Fahrzeugflotten verwendet.

- 1) Bei einer Nutzung von sogenannten Flexible Fuel Vehicles könnte sich in 2020 ein begrenztes Marktpotenzial ergeben. Die Anteile an Bioethanol im Jahr 2020 können in Abhängigkeit von der Markteinführung von BTL- Kraftstoffen zurückgehen; sollten hingegen neue Technologien zur Produktion von Bioethanol auf Ganzpflanzenbasis (Lignocellulose) erfolgreich sein, könnte der Anteil über 1,75 % steigen.
- 2) 15 % ETBE-Beimischung bedeuten ca. 7,5% Ethanol-Einsatz
- 3) Nicht abschätzbar, da derzeit keine Kfz-Entwicklung
- 4) Begrenzt durch die Möglichkeit das Angebot bis 2020 bereitzustellen
- 5) Begrenzt durch Größe der bis 2020 im Markt befindlichen Fahrzeugflotte

2.1 Rechtlicher Rahmen

2.1.1 Steuerrechtliche Fragen

Zum bevorzugten Einsatz nachwachsender Rohstoffe als Kraftstoff wurden folgende Steuererleichterungen gesetzlich fixiert:

- Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27.10.2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom:
 - Beinhaltet Steuerermäßigung/Steuerbefreiung für aus Biomasse gewonnene Bestandteile (Pflanzliche Öle, tierische und pflanzliche Fette/Öle, Ethylalkohol, Methanol).
- Steueränderungsgesetz 2002 – Befreiung aller Biokraftstoffe von der Mineralölsteuer → Genehmigung durch die EU wurde erteilt,
- Steueränderungsgesetz 2003 (StÄndG 2003 Artikel 17 u. 18) – Mineralölsteuergesetz:
 - Aufnahme von Fettsäuremethylester und anderen als in den Nr. 1 bis 12a genannten Waren, die zur Verwendung als Kraftstoff dienen,
 - Steuerbegünstigung für Mineralöle bis zum 31.12.2009 in dem Umfang, in denen sie nachweislich Biokraftstoffe enthalten. Steuererstattung auf Antrag als Erlass oder Erstattung, Möglichkeit der Steueranpassung bei Überkompensation vor 2009,
 - Biokraftstoffe sind Energieerzeugnisse ausschließlich aus Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung vom 21. Juni 2001 (BGBl. I S. 1234).
- Mineralölsteuergesetz (MinöStG) zuletzt geändert durch Haushaltsbegleitgesetz 2005 vom 22.12.2004 – BGBl. I S. 3702, besonders zu beachten sind § 2a Abs. 3 und 4, in denen Aussagen zur Überkompensation der Mehrkosten getroffen werden,
- Agrardiesel-Gesetz in Mineralölsteuergesetz eingearbeitet, gilt für Ackerschlepper, standfeste oder bewegliche Arbeitsmaschinen und Motoren:
 - Für Dieselkraftstoff mit Schwefelgehalt >10 ppm
→ Rückerstattung 2003/2004 - 0,2301 €/l,
 - Für Dieselkraftstoff mit Schwefelgehalt ≤ 10 ppm
→ Rückerstattung 2003/2004 – 0,2148 €/l,
(seit Januar 2003 wird entsprechend einer freiwilligen Festlegung der Mineralölgesellschaften in Deutschland nur noch Kraftstoff mit einem S-Gehalt ≤ 10 ppm ausgeliefert).

- Gemäß Haushaltsbegleitgesetz 2005:
 - deutliche Beschränkung der Steuerermäßigung für Dieseldieselkraftstoffe in der Landwirtschaft, der sog. Agrardieseldieselvergütung, auf derzeit 10.000 Liter/Betrieb und Jahr,
 - zusätzliche Einführung einer Bagatellgrenze, damit gilt lediglich für einen Verbrauch zwischen 1.629 und 10.000 Liter Diesel der ermäßigte Steuersatz.

Tab. 3: Steuersätze Agrardieseldiesel, Mineralölsteuer + Ökosteuern ohne MwSt.
(Angaben gerundet)

Cent/l	1998	1999	2000	2001	2002	2003 / 2004	2005
Allgemeiner Steuersatz	31,7	34,8	37,8	40,9	44,0	47,0	47,0
Agrardieseldiesel	10,7	13,7	22,5	25,6	25,6	25,6	47,0 bzw. 40,0 *

*auf Antrag zwischen 1.629 und 10.000 l je Betrieb

Quelle: Situationsbericht 2005 – Trends und Fakten zur Landwirtschaft; Hrsg. DBV 2005

Im Zuge der Novellierung des Energiewirtschaftsgesetzes wurde der Verordnung über den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (GasNZV) zugestimmt.

Biogas findet begünstigende Erwähnungen in folgenden Regelungen der GasNZV:

- Paragraph 8: Besondere Regelungen für örtliche Verteilnetze

In Absatz 1 wird geregelt, dass der Zugang auf der Grundlage eines Transportvertrages erfolgt, in dem z.B. Ein- bzw. Ausspeisepunkte und entsprechende Mengen zu bestimmen sind. Nach Satz 2 sind Verträge vorrangig mit Transportkunden zu schließen, die Biomethan und Gas aus Biomasse einspeisen, soweit diese Gase netzkompatibel sind und keine bestehenden Verträge entgegenstehen. Die sichere Versorgung von Letztverbrauchern darf hierdurch auch bei Vertragsänderung oder Vertragsverlängerung nicht eingeschränkt werden.

- Paragraph 10: Auswahlverfahren bei vertraglichen Kapazitätsengpässen

Ein solcher Engpass liegt vor, wenn die täglichen Kapazitätsanfragen die freien Kapazitäten überschreiten.

In Absatz 4 wird geregelt, dass, wenn zwischen 90 und 100 Prozent der technisch verfügbaren Kapazität bereits gebucht sind und ein Engpass vorliegt, die Kapazitäten vorrangig an Einspeiser von Biomethan oder Gas aus Biomasse zu vergeben sind.

Die Kosten für die Aufbereitung von Biogas und für die Einspeisung sind vom Einspeiser zu tragen.

- Paragraph 34: Flexibilitätsdienstleistungen

Darunter werden die über den Basisbilanzausgleich hinausgehenden Dienstleistungen der Netzbetreiber verstanden, die die zeitgleiche Anpassung von Ein- und Ausspeisungen ermöglichen.

In Absatz 1 regelt Satz 2, dass Einspeisern von Biogas ein erweiterter Bilanzausgleich für einen Bilanzierungszeitraum von 12 Monaten anzubieten ist.

Zwischenzeitlich hat der Bundestag dem „Gesetzes zur Neuordnung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderung des Stromsteuergesetzes“ zugestimmt.

Damit werden die Steuervergünstigungen auf Biokraftstoffe entsprechend Überkompensationsprüfung reduziert und eine Beimischungspflicht für Biokraftstoffe eingeführt. Die Entlastungen für den Einsatz von Biokraftstoffen werden für Biokraftstoffe der Generation bis Ende 2012 auf Null abgeschmolzen. Für die Landwirtschaft werden weitere

Entlastungen gewährt, so dass bis zum Jahre 2012 in der Land- und Forstwirtschaft eingesetzter Biokraftstoff praktisch steuerbefreit bleibt.

Die Bundesregierung bereitet zurzeit den Entwurf eines „Gesetzes zur Änderung des Energiesteuergesetzes und des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes zur Einführung einer Biokraftstoffquote sowie zur Änderung des Mineralölsteuergesetzes (Biokraftstoffquotengesetz – BioKraftQuG) vor. Damit soll die Mineralölwirtschaft ordnungsrechtlich verpflichtet werden, ab 1. Januar 2007 eine bestimmte Menge Biokraftstoffe (Zumischung, Reinkraftstoffe) zu vertreiben. Innerhalb der Quote eingesetzte Biokraftstoffe werden mit dem Regelsteuersatz belegt.

Tab. 4: Besteuerung/Förderung von Bio-Kraftstoffen für Fahrzeuge

Kraftstoffart	Energiesteuer § 2 EURO/1000 Liter	Entlastung § 50 EURO/1000 Liter	Steuer Cent/Liter
Fettsäuremethylester unvermischt	Diesel Schwefelgeh. <= 10 mg/kg 470,40	31.12.07 - 380,40 31.12.08 - 320,40 31.12.09 - 260,40 31.12.10 - 200,40 31.12.11 - 140,40 31.12.12 - 20,40	31.12.07 - 9 31.12.08 - 15 31.12.09 - 21 31.12.10 - 27 31.12.11 - 33 31.12.12 - 45
Fettsäuremethylester vermischt	Diesel Schwefelgeh. <= 10 mg/kg 470,40	320,40	15
Reines Pflanzenöl	Diesel Schwefelgeh. <= 10 mg/kg 470,40	31.12.07 - 470,40 31.12.08 - 370,40 31.12.09 - 290,40 31.12.10 - 210,40 31.12.11 - 140,40 31.12.12 - 20,40	31.12.07 - 0 31.12.08 - 10 31.12.09 - 18 31.12.10 - 26 31.12.11 - 33 31.12.12 - 45

2.1.2 Landwirtschaft

- Richtlinie 2003/30/EG v. 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor,
 - legt Richtwerte für den Mindestanteil für Biokraftstoffe in Bezug zu allen in Verkehr gebrachten Otto- und Dieselmotorkraftstoffen fest, 2005: 2 % und 2010: 5,75%; verpflichtet die Mitgliedsstaaten zur jährlichen Meldung des Biokraftstoffeinsatzes und entsprechender Fördermaßnahmen
- Mitteilung der Kommission „Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe“ v. 8.2.2006; KOM(2006) 34 endgültig, zielt u. a. darauf ab
 - die Biokraftstoffe in der EU und in Entwicklungsländern -unter Berücksichtigung der Wettbewerbsfähigkeit, Umweltfreundlichkeit und dem Beitrag zu den Zielen der LISSABON-Strategie - stärker zu fördern,
 - der Biokraftstoffnutzung auf breiter Basis den Weg zu bereiten (optimierter Anbau geeigneter Rohstoffe, Erforschung der Biokraftstoffe der zweiten Generation, größere Demonstrationsprojekte, Abschaffung nichttechnischer Hemmnisse),
 - zu untersuchen, welche Möglichkeiten in Entwicklungsländern und in den von der Reform der EU-Zuckerregelung betroffenen Ländern zur Rohstoffherzeugung bestehen und festzulegen, welche Rolle die EU bei der Förderung der Biokraftstoffproduktion spielen könnte.
- Memorandum zu nachwachsenden Rohstoffen dem EU-Agrarrat im Juni 2004 von Deutschland, Frankreich, Polen und Österreich vorgelegt; wurde von EU-Kommission und Mitgliedsstaaten begrüßt,

- weist auf die Bedeutung der nachwachsenden Rohstoffe für die zukünftige Energie- und Rohstoffgewinnung, als Wirtschaftsfaktor im ländlichen Raum, notwendigen Handlungsbedarf u. a. hin,
- Das Betriebsprämienführungsgesetz (Gesetz zur Umsetzung der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik vom 21.07.2004 (BGBl. I S. 1763) einschließlich den auf diesem Gesetz aufbauenden Rechtsverordnungen) regelt seit dem 01.01.2005 wesentliche Teile des Anbaues nachwachsender Rohstoffe im Rahmen des landwirtschaftlichen Prämiensystems:
 - Energiepflanzenprämie in Höhe von 45 €/ha,
 - für die Produktion von Pflanzen, die auf allen nicht stillgelegten Anbauflächen der Energiegewinnung (auch Kraftstoffherstellung) dienen,
 - seit der Ernte 2004,
 - Umfang: max. für 1,5 Mio. ha in der EU;
 - ▶ Folge: Energiepflanzenanbau mit entsprechender Prämie ist somit der Höhe nach begrenzt, bei Überschreitung Kürzung möglich; steigende Inanspruchnahme der zusätzlichen Prämienmöglichkeit trotz des aufwändigen Verfahrens kann aber nicht zwangsläufig mit einem real höheren Anbauumfang gleichgesetzt werden

Tab. 5 : Inanspruchnahme der Energiepflanzenprämie

	Inanspruchnahme in ha	
	Deutschland	Sachsen-Anhalt
2004	111.789	13.386
2005	421.518	40.907

Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

- Obligatorische Stilllegungsverpflichtung eines einzelnen Betriebes, die aus der stilllegungsrelevanten Ackerfläche des Betriebes multipliziert mit dem für Sachsen-Anhalt gültigen Stilllegungssatz ermittelt wird:
 - In Sachsen-Anhalt liegt der endgültige Satz bei 8,95 v.H.
 - Zahlungsansprüche der Stilllegungsverpflichtung sind ab 2006 innerhalb Sachsen-Anhalts handelbar (z. B. verkaufen, verpachten),
 - ▶ Folge: Entstehung eines entsprechenden Marktes zeichnet sich bereits ab, Verlagerung von Stilllegungsflächen in Gebiete mit schlechteren Standortvoraussetzungen innerhalb ST möglich;
 - auf Stilllegungsflächen ist allein der Anbau von Pflanzen, die einer Verwendung im Non-Food-Bereich zugeführt werden, unter Beibehaltung der Zahlungsansprüche Flächenstilllegung gestattet; auch Zuckerrüben können als nachwachsender Rohstoff auf Stilllegungsflächen angebaut werden. Zuckerrüben erhalten zukünftig Zahlungen sowohl bei der obligatorischen Flächenstilllegung als auch als Energiepflanze.

Entscheidend sowohl für den Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen als auch für den prämierten Energiepflanzenanbau auf nicht stillgelegten Flächen ist die ordnungsgemäße Durchführung des aufwändigen Gesamtverfahrens (z.B. Vertragsabschluss, Fristenregelungen, Sicherheitsleistung). Mit dem hohen verwaltungstechnischen Aufwand geht ein entsprechender Kostenaufwand einher.

- Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat verschiedene Förderprogramme zur Förderung nachwachsender Rohstoffe und speziell von Biokraftstoffen u. a. in der Landwirtschaft aufgelegt:
 - Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben sowie Öffentlichkeitsarbeit mit Schwerpunkt in Bezug auf Biokraftstoffe:
 - gegenwärtig laufen/liefen verschiedene Forschungs- und Entwicklungsvorhaben z. B.
 - a) seit 06/2005 laufende Studie zur „Machbarkeit der dezentralen Pflanzenöl- und Biodieselerzeugung“
Die wissenschaftliche Studie soll nicht nur Fragen zur Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung bei dezentralen Anlagen klären, sondern auch Empfehlungen zur eventuellen Aufnahme in das Förderpaket des BMELV ab 2006 geben.
 - b) bis 11/2005 lief das „100-Schlepper-Programm“
Das Projekt überprüft u. a. die Funktionsfähigkeit von Umrüstsystemen für Schlepper auf reines Pflanzenöl.
 - c) Dena BtL-Realisierungsstudie (Studie zur Konzeption einer großtechnischen Produktionsanlage)
 - d) bis 12/06 BtL Engineering Studie (Konzeption für dezentrale Anlage zur Methanolherstellung mit anschließender zentraler Methanolsynthese)
 - „Informations-, Schulungs- und Beratungsmaßnahmen betreffend die Herstellung von Biokraftstoffen und deren Einsatz zum Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Maschinen“;
Möglichkeit zum Einreichen von Projektskizzen war in einem äußerst kurzen Zeitraum: 11.05. - 10.06.2005 (Bundesanzeiger v. 18.05.2005); Einreichung der Anträge bis 21.7.2005; Vorhabensdauer max. bis 31.12.2006; ein Vorhaben in Sachsen-Anhalt bewilligt.
 - Markteinführungsprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“:
Förderung in Bezug auf Biokraftstoffe:
 - „Biogene Treib- und Schmierstoffe“: mehrere Richtlinien darunter Richtlinie zur „Errichtung und Umrüstung stationärer und mobiler Eigenverbrauchstankstellen für die Lagerung von Biodiesel und Pflanzenöl in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben“ (Bundesanzeiger Nr. 25 v. 06.02.2003); Projektförderung mit nicht rückzahlbarem Zuschuss; Eigenbeteiligung 50 bzw. 40 %;
 - „Förderung der Umrüstung der Antriebe land- und forstwirtschaftlicher Maschinen auf Biodiesel“ (Bundesanzeiger Nr. 102 v. 04.06.2005); Förderung über nicht rückzahlbaren Zuschuss.
Inanspruchnahme für landwirtschaftliche Unternehmen jedoch unattraktiv u. a. aufgrund der Förderhöchstsätze 3.000 €/Betrieb innerhalb von 3 Jahren sowie max. 500 €/Maschine sowie der Beachtung der „De-minimis-Regelung“ (Begrenzung der Förderhöhe für die Summe aller Investitionen innerhalb von 3 Jahren, die nicht der Erzeugung, Verarbeitung oder Vermarktung von Anhang I Erzeugnissen zu Art. 32 EG-Vertrag dienen);

Das BMELV stellt für den Maßnahmekomplex „Markteinführung biogener Treibstoffe in der Landwirtschaft“ mit den Einzelmaßnahmen:

- regionale Informations-, Schulungs- und Beratungsmaßnahmen,
- dezentrale Pflanzenöl- und Biodieselerzeugung (bisher nur Studie),
- Errichtung und Umrüstung von Eigenverbrauchstankstellen,
- Umrüstung land- und forstwirtschaftlicher Maschinen auf Biodiesel,
- Forschung und Entwicklung,

in den Jahren 2005 und 2006 jeweils 10 Mio. € zur Verfügung.

2.1.3 Umwelt

2.1.3.1 Kraftstoffnormierung und –untersuchungen

- Für Mischkraftstoffe (Mineralöl + Bioanteil) existieren keine gesonderten Standards. Entsprechend 10. BImSchV – Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen – vom Juni 2004 müssen die darin genannten Kriterien eingehalten werden:
 - Damit gilt für Diesel und deren Mischungen DIN EN 590 – Dieselkraftstoff -
→ max. Zumischung von RME 5 Vol.%,
 - Für Benzin und deren Mischungen DIN EN 228 – unverbleite Ottokraftstoffe -
→ max. Zumischung Bioethanol 5 Vol. % bzw. Bio-ETBE max. 15 Vol. %,
 - Aufnahme von Biokraftstoffen in die 10. BImSchV
- Für Fettsäure-Methylester (FAME), z.B. Biodiesel, für Dieselmotoren wurde im November 2003 der EU-Qualitätsstandard DIN EN 14214 vorgelegt,
- Für Bio-Ethanol bzw. Bio-ETBE existieren bisher keine Standards; laut Mineralölsteuergesetz § 2a Abs. 2 ist für Bio-Ethanol ein Alkoholgehalt von mindestens 99 Vol. % einzuhalten.
- Für reines Rapsöl als Kraftstoff wird seit 2003 eine Norm erarbeitet. In 2005 erfolgte die Veröffentlichung einer Vornorm DIN EN 5160 zu der bis 30.09.2005 Stellungnahmen abgegeben werden konnten,
- 2004 wurden in Brandenburg 27 Biodiesel-Proben genommen, von denen 7 die überprüften Grenzwerte (CFPP, Flammpunkt, Oxidationsstabilität und freies Glycerin) einhielten. Bei 4 Proben wurde zwar der Grenzwert überschritten, aber der Ablehnungsgrenzwert eingehalten. 6 Proben überschritten die Ablehnungsgrenzwerte für die Oxidationsstabilität und freies Glycerin,
- 2004 wurden in Baden-Württemberg 36 Biodiesel-Proben genommen, von denen nur 7 die überprüften Grenzwerte (Wassergehalt, Flammpunkt, Oxidationsstabilität, Methanolgehalt und freies Glycerin) einhielten. 25 Proben überschritten die Ablehnungsgrenzwerte für die Oxidationsstabilität. Der Methanolgehalt lag bei allen Proben im Normbereich. Die Ablehnungswerte für freies Glycerin und Wassergehalt wurden bei je einer Probe überschritten. Der Ablehnungsgrenzwert für den Flammpunkt wurde bei 5 Proben überschritten. Drei weitere Proben überschritten zwar auch den Flammpunkt – blieben aber unterhalb des Ablehnungswertes. Als Ursache werden Vermischungen mit OK und DK aus der Versorgungskette und ein hoher Methanolgehalt aus der Herstellung vermutet.

2.1.3.2 Immissionsschutzrechtliche Regelungen

Mit der im September 2002 erfolgten Novellierung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und seiner 22. Verordnung (22. BImSchV) – Verordnung über die Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - gelten in allen Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft einheitliche und zum Teil auch deutlich strengere Anforderungen an die Immissionsüberwachung und Luftreinhaltung. Deutschlandweit wird die Einhaltung des Partikel PM 10-Grenzwertes und des Stickoxid-Grenzwertes an bestimmten Schwerpunkten des Straßenverkehrs als problematisch angesehen. Beide Schadstoffe werden in größeren Mengen durch den Fahrzeugverkehr erzeugt.

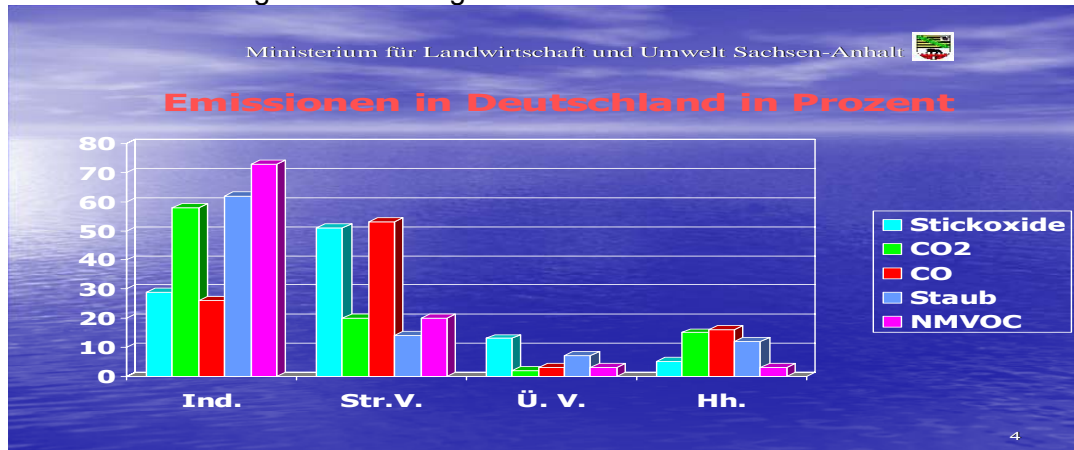


Abb.: 1: Emissionen in Deutschland

Erläuterungen: Ind. Industrie
Str.V. Straßenverkehr Ü.V. übriger Verkehr
Hh. Haushalte

Die Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie 96/62/EG, mit der 22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz in deutsches Recht umgesetzt, schreibt die Erstellung eines Luftreinhalteplanes nach § 40 Abs. 1 BImSchG vor, wenn in einem Gebiet im Beurteilungsjahr die Summe aus Grenzwert (PM 10) und geltender Toleranzmarge überschritten ist. Dieser Luftreinhalteplan muss der Kommission vorgelegt werden.

Auch wenn das oben genannte Kriterium nicht eingetreten ist, jedoch die zuständige Immissionsschutzbehörde einschätzt, dass der Grenzwert PM 10 voraussichtlich nicht eingehalten werden kann, ist ein so genannter Aktionsplan nach § 47 Abs. 2 BImSchG zu erstellen. Ein solcher Aktionsplan kommt jedoch erst dann zum Einsatz, wenn ab 2005 die (unmittelbare) Gefahr einer Grenzwertüberschreitung besteht. Aktionspläne müssen der Kommission nicht vorgelegt werden und beinhalten i. d. R. kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen.

Aus heutiger Sicht sind in Sachsen-Anhalt bereits in vier Städten (Halle, Aschersleben, Wittenberg, Magdeburg) Grenzwertüberschreitungen zu registrieren. Für diese Städte wurden Luftreinhaltepläne bzw. Aktionspläne erarbeitet, welche insbesondere Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen des Straßenverkehrs beinhalten müssen. Damit leiten sich auch anspruchsvolle Anforderungen an die Qualität der Kraftstoffe ab.

Zur Reduzierung der Belastungen aus dem Verkehrsbereich sind die Emissionsgrenzwerte im ständigen Rhythmus zu verschärfen und die Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge ständig dem technischen Fortschritt anzupassen.

2.2. Verfahren zur Herstellung von Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

2.2.1 Herstellung von reinen Pflanzenölen [3]

Bei der Herstellung von Pflanzenölen überwiegt in Deutschland die Herstellung von Rapsöl. Das Rapsöl wird in zentralen industriellen Ölmühlen oder in kleineren dezentralen Anlagen hergestellt. Bei der industriellen Ölgewinnung wird das Rapskorn zerkleinert, konditioniert und

dann meist in Schneckenpressen ausgepresst. Der entstehende Presskuchen wird einer Extraktion mit n-Hexan unterzogen, um eine möglichst hohe Ölausbeute zu erreichen. Die Anwendung einzelner Behandlungsschritte hängt vom Ölgehalt der Körner ab.

In dezentralen Anlagen wird die Rapssaat nicht vorbehandelt, sondern direkt in einer Stufe kaltgepresst. Eine Extraktion des Presskuchens entfällt. Der Ölgehalt des Presskuchens ist damit deutlich höher als bei den industriellen Anlagen.

Sowohl industriell als auch in dezentralen Anlagen gewonnenes Rapsöl muss entsprechend der nachfolgenden Verwendung gereinigt bzw. aufbereitet werden. Dazu können die folgenden Verfahren zum Einsatz kommen:

- Vorreinigung (Entschleimung),
- Entsäuerung (Neutralisation),
- Entfärbung (Bleichung).

Der Rapskuchen aus der Kaltpressung und das aufbereitete Rapsextraktionsschrot aus der industriellen Ölherstellung finden Verwendung als Futtermittel.

2.2.2 Herstellung von reinen Pflanzenölen mit anschließender Veresterung (Pflanzenölmethylester) [3]

Die Beschreibung bezieht sich auf die Herstellung von Rapsölfettsäuremethylester (RME).

Nach der unter Nr. 2.2.1 beschriebenen Herstellung des Rapsöles muss das teilraffinierte Rapsöl (entschleimt und entsäuert) einem Umesterungsprozess unterzogen werden, um dieselkraftstoffähnliche Eigenschaften zu erreichen. Dabei wird Rapsöl mit Methanol unter Zugabe von Katalysator und Neutralisationsmitteln zu Rapsölfettsäuremethylester und Glycerin umgesetzt. Als Katalysatoren fungieren Natronlauge oder Kalilauge. Die Reaktion läuft bei erhöhter Temperatur (ca. 80 °C) ab. Zur Erhöhung der Ausbeute wird Methanol im Überschuss gefahren. Die Ausbeute lässt sich durch zwischenzeitliches Ausschleusen der sich unten absetzenden Glycerinphase weiter erhöhen (bis auf ca. 98 %).

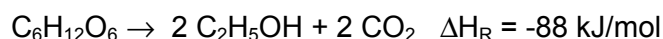
Nach Beendigung der Umesterung wird Säure zur Neutralisation des Katalysators zugegeben und das überschüssige Methanol abdestilliert. Nach der Abtrennung des Glycerins wird das RME mit Wasser versetzt, um das restliche Glycerin zu lösen. Das RME wird danach durch Anlegen eines Vakuums vom Restwasser befreit.

Das entstandene Glycerin wird in mehreren Behandlungsstufen einer Reinigung unterzogen und in der chemischen oder kosmetischen Industrie weiter verarbeitet.

2.2.3. Herstellung von Bioethanol (Weiterverarbeitung zu ETBE)

Prinzipiell gleicht dieser Herstellungsweg der bekannten klassischen Herstellung von Trinkalkohol.

Als Ausgangsstoffe der alkoholischen Gärung dienen glukosehaltige Materialien wie z. B. Treber, Melasse, Rohrzucker, Obst usw. sowie stärkehaltige Maischen. Die stärkehaltigen Ausgangsstoffe (meist Getreide) werden zuvor enzymatisch zur Glukose abgebaut. Die alkoholische Gärung erfolgt anaerob durch in der Hefe gebildete Enzyme. Dabei wird die Glukose zu Ethanol und Kohlendioxid nach folgender Gleichung abgebaut.



Bei einem Alkoholgehalt von 14 – 18 Vol-% erlischt die Enzyymbildung der Hefezellen.

Zur Aufkonzentrierung des Ethanols ist eine Destillation (Rektifikation) (bis ca. 96 Vol-%) und in Abhängigkeit vom geforderten Reinheitsgrad bzw. Wassergehalt eine anschließende Azeotropdestillation erforderlich. Der für die Nutzung als Kraftstoff geforderte geringe Wassergehalt lässt sich auch durch ein Membranverfahren oder Molekularsiebverfahren erreichen. Der verbleibende Destillationsrückstand, die Schlempe, findet Verwendung als Futtermittel, Dünger oder Einsatzstoff in Biogasanlagen.

Derart hergestelltes, entwässertes Ethanol eignet sich zum Einsatz als reiner Kraftstoff, zur Zumischung zum Ottokraftstoff oder als Ausgangsstoff für die synthetische Herstellung von

Kraftstoffkomponenten wie z. B. Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether (ETBE). ETBE ist ein wertvoller Zusatz zum Ottokraftstoff (max. 15 Vol-%), der im Wesentlichen zur Erhöhung der Klopfestigkeit zugegeben wird. ETBE wird in einer katalytischen Reaktion zu 47 % aus Ethanol und 53 % aus Isobuten gewonnen, das in der Raffinerie als Koppelprodukt anfällt. Derzeit wird dem Ottokraftstoff überwiegend MTBE (Methyl-Tertiär-Butyl-Ether) zugemischt. Dieser Stoff ist in der Vergangenheit aus ökologischer Sicht, insbesondere in den USA, unter Kritik geraten. MTBE-Anlagen können mit überschaubarem Aufwand zu ETBE-Anlagen umgebaut werden. ETBE wird im Vergleich zu MTBE zur Erhöhung der Ausbeute bei etwas höheren Temperaturen hergestellt, woraus auch etwas höhere Herstellungskosten resultieren [4].

2.2.4 Alkoholische Vergärung der Gesamtpflanze mit vorangegangenem enzymatischen Aufschluss [4], [5], [7]

Dieses Verfahren verfolgt das Ziel der Gesamtpflanzenverwertung. Die pflanzliche Biomasse besteht im Wesentlichen aus Zellulose, Lignin, Pektin und Hemizellulose. Zellulose und Hemizellulose werden aufgeschlossen, enzymatisch zu Glukosen umgewandelt und anschließend alkoholisch vergoren, um Bioethanol herzustellen. Der überwiegende Teil der Pflanzen besteht aus lignozellulosehaltigem Material, so dass eine überaus breite Palette an Rohstoffen in sehr großen Mengen zur Verfügung steht. Dementsprechend groß ist das Interesse an der Entwicklung eines solchen Verfahrens.

Die Zellulose ist ein mehr oder weniger stabiles Polymer der Glukose. Das zellulosehaltige Material wird zunächst zerkleinert und in Anwesenheit von Säure gekocht, um die Faserstruktur zu zerstören und die Oberfläche zu vergrößern. Anschließend werden dem so vorbehandeltem Material Zellulaseenzyme zur Hydrolyse der Zellulose zu einfacher Glukose zugegeben. Die Zuckerlösung wird von dem nicht hydrolisierten Feststoff (hauptsächlich Lignin) getrennt und wie unter Nr. 2.2.3 beschrieben, zu Ethanol vergoren und weiter aufbereitet.

Die im Prozess entstehenden schwierigeren Zuckerarten werden mit speziell entwickelten Mikroben fermentiert, wobei die festen Reststoffe zur Energiegewinnung verbrannt und die Gärstoffe als Futtermittel genutzt werden.

Zur Durchführung des Gesamtprozesses gibt es mehrere Möglichkeiten. Dennoch existieren bei der technischen Realisierung eine Reihe von Schwierigkeiten, die noch nicht vollständig überwunden sind. In Kanada existiert eine Demonstrationsanlage zur Herstellung von Ethanol aus zellulosehaltigen Rückständen der Landwirtschaft. Auch in den USA und in Schweden laufen Untersuchungen zur Weiterentwicklung der Technologie.

2.2.5 Vergärung von Energiepflanzen und organischen Abfällen in Biogasanlagen (Faulung)

Die Herstellung von Biogas basiert auf anaeroben Abbauprozessen (Fermentation). Dabei werden organische Substanzen (Fette, Eiweiße, Kohlehydrate) mikrobiell stufenweise zu einfacheren Verbindungen abgebaut. Für jede Stufe stehen angepasste Mikroben zur Verfügung. Das entstehende brennbare Biogas besteht im Wesentlichen aus Methan und Kohlendioxid. Werden alle Abbaustufen in einem Reaktor (Fermenter) realisiert, spricht man von einem einstufigen Verfahren. Durch Trennung der Stufen der Vorversäuerung und der Methanogenese entsteht ein zweistufiges Verfahren. Hinsichtlich des realisierten Temperaturbereichs spricht man von thermophilen (43 – 55 °C) und mesophilen (30 – 42 °C) Verfahren. Als Substrate kommen Flüssigmist, Festmist, Reststoffe der Pflanzenproduktion, nachwachsende Rohstoffe, Schlachtabfälle, Reststoffe der Nahrungsmittelindustrie sowie Reststoffe aus der Biotonne, der Gastronomie und Grünschnitt in Frage [5].

Die Verwertung des Biogases erfolgt zumeist vor Ort in Blockheizkraftwerken (BHKW) in Gasmotoren oder Zündstrahlmotoren. Der über Generatoren erzeugte Strom wird in der Regel ins Netz eingespeist. Die entstehende Motorwärme wird ausgekoppelt und im Prozess der Biogaserzeugung oder zu sonstigen Prozessen (Beheizung, Trocknung) im landwirtschaftlichen Betrieb genutzt.

Soll das im Biogas enthaltene Methan ins Erdgasnetz eingespeist oder als Kraftstoff zur motorischen Verbrennung in Kraftfahrzeugen bzw. als Brennstoff in Brennstoffzellen eingesetzt

werden, so muss eine Reihe von strengen Qualitätsanforderungen erfüllt werden, die u. U. eine aufwändige Reinigung und Aufbereitung des Biogases erforderlich machen.

2.2.6 Vergasung von Biomasse zur Erzeugung eines Pyrolysegases (Synthesegas) oder Pyrolyseöles zur Herstellung von gasförmigen oder flüssigen Kraftstoffen

Zur Erreichung dieser Zielstellung existiert eine Reihe von Verfahrensvarianten. Grundprinzip ist die Pyrolyse zur Umsetzung der Biomassebestandteile durch thermische Behandlung zur Gewinnung des Pyrolysegases oder –öles. Durch die Wahl der Reaktionsbedingungen (Druck, Temperatur, Verweilzeit), des Vergasungsmediums, der Prozessführung sowie den Katalysator wird der entsprechende Reaktionsweg gewählt. Die Bestandteile des Pyrolysegases sind im Wesentlichen CO, H₂, CH₄, N₂, CO₂, H₂O und Teere, Partikel, Schwefel-, Halogen- und Alkaliverbindungen [11]. Mögliche Zielprodukte der Reaktionen sind nach der jeweiligen Ausrichtung des Verfahrens H₂, CH₃OH (Methanol), CH₄ (Methan) oder höherkettige Kohlenwasserstoffe z. B. C₈H₁₈ (Oktan). Unterschieden werden autotherme Verfahren, bei denen die benötigte Wärme über partielle Oxidation der Stoffe bereitgestellt wird und allotherme Verfahren, bei denen die Wärme über ein Wärmeträgermedium zugeführt werden muss.

Die Vergasung erfolgt in Festbettvergasern (Gleichstrom, Gegenstrom), Wirbelschichtvergasern (stationäre oder zirkulierende Wirbelschicht), Flugstromvergasern oder Sonderverfahren oder Kombinationen der o. g. Verfahren zur Vergasung.

Als Vergasungsmedium wird häufig Wasserdampf/überkritisches Wasser gewählt. Das Wasser dient dabei gleichzeitig als Wasserstofflieferant. Bei autothermen Verfahren wird reiner Sauerstoff zur Oxidation genutzt, da der in der Luft enthaltene Stickstoff in der nachfolgenden Synthese nicht zu Wertprodukten verarbeitet werden kann und eine zusätzliche Gasreinigung erfordern würde.

Wird lediglich das Ziel verfolgt, das Synthesegas in einer BHKW-Anwendung (stationärer Verbrennungsmotor, Gasturbine) zu nutzen, so kann die Synthesestufe entfallen und an Stelle des reinen Sauerstoffs Luft zur autothermen Prozessführung genutzt werden.

Einige der bisher bekannt gewordenen Verfahren sind:

- das Carbo-V-Verfahren (Choren Industries),
- die Flugstrom-Druckvergasung Future Energy des Forschungszentrums Karlsruhe,
- das Wirbelschicht-Dampf-Verfahren zur Holzgasgewinnung (Biomasse-Kraftwerk Güssing GmbH & CO KG).

Die o. g. Nennung der Verfahren ist beispielhaft und erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

Bei der technologischen Ausrüstung und dem Know How der Prozessführung kann auf die Erfahrungen der Feststoffvergasung (Kohle, Petrolkoks) zurückgegriffen werden. Ähnlich wertvoll sind die Erfahrungen aus den Verfahren zur Herstellung von flüssigen Kraftstoffen aus Erdgas (Gas to Liquid – GTL) bzw. Erdölbegleitgasen für die weitere Behandlung der Synthesegase. Zur Herstellung höherkettiger Kohlenwasserstoffe als Kraftstoffalternative eignet sich die bekannte Fischer-Tropsch-Synthese. Mit diesem Verfahren und weiteren Prozessschritten aus der Mineralölverarbeitung lassen sich für moderne Motoren und Brennverfahren maßgeschneiderte Flüssigkraftstoffe synthetisieren.

Problematisch aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit stellt sich die erforderliche Anlagengröße dar. Wegen des dezentralen Anfalls der Biomasse und der daraus resultierenden hohen Ernte- und Transportkosten bleibt die Anlagengröße beschränkt. Andererseits erfordert der beträchtliche technische Aufwand für die Vergasung, die Gasreinigung und die Synthese eine gewisse Anlagenkapazität, um das Verfahren wirtschaftlich betreiben zu können [8]. Deshalb wird auch über Verfahrensvarianten nachgedacht, bei denen die Biomasse in dezentralen kleineren Anlagen in ein flüssiges energiereiches Gemisch aus Pyrolyseöl und Koksbestandteilen überführt wird (z. B. Flash-Pyrolyseverfahren [9]) und die eigentliche Vergasung, Gasreinigung und eventuell anschließende Synthese in zentralen Anlagen im industriellen Maßstab erfolgt.

Im halbtechnischen Maßstab wurde bereits gezeigt, dass solche Biomasse-Pyrolyseöle mit reinem Sauerstoff bei hohen Temperaturen im Flugstromvergaser zu praktisch teerfreiem Synthesegas umgesetzt werden können [9].

Die katalytische Synthese des Synthesegases zu den Zielprodukten erfordert eine hohe Gasreinheit. Damit ist in der Regel eine aufwändige Reinigung des Pyrolysegases verbunden. Insbesondere Teere und Stäube sowie Katalysatorgifte können die Katalysatoren schnell schädigen. Eines der wichtigsten Ziele besteht deshalb darin, ein möglichst reines teerfreies Synthesegas zu erzeugen. Da für die Synthesen wasserstoffreiche Gase erforderlich sind, können die unter Abschn. 2.2.1 bis 2.2.6 genannten Reaktionen auch miteinander kombiniert werden.

Interessant für die Berücksichtigung von Logistikproblemen beim Transport von Biomassen ist auch die dezentrale Herstellung von Methanol. Hier bietet sich die Wirbelschichtvergasung mit dem PHTW- (Power-High-Temperature-Winkler-) Vergaser zur Herstellung eines Synthesegases mit anschließender Methanolherstellung an. Die Umwandlung zu Benzin- oder Dieselmotoren erfolgt dann zentral über die MtS- (Methanol to Sunfuel) Technologie.

Die oben beschriebenen Verfahren eignen sich je nach Verfahrensart und Prozessführung insgesamt zur Verarbeitung eines großen Spektrums von Biomasse (fest, pastös, flüssig). Damit stehen Möglichkeiten bereit, beispielsweise Pflanzen oder deren Bestandteile (Holz, Stroh u. ä.) zu verarbeiten, aber auch pastöse Bioabfälle (Schlämme) und flüssige Biomasse.

Der Nachweis der Eignung ist z. T. im Labormaßstab, kleintechnischen, halbtechnischen oder technischen Maßstab nachgewiesen worden. Technisch am weitesten entwickelt ist wohl das Carbo-V-Verfahren (Choren Industries). Die Verfahrensentwicklung ist so weit fortgeschritten, dass eine zweite Prototypanlage (Beta-Anlage) im Bau ist, die 2007 in Betrieb gehen soll.

Die Erzeugung von Methan, Methanol und höherkettigen Kohlenwasserstoffen in den beschriebenen Synthesen haben Bedeutung für die mittelfristige Kraftstoffversorgung auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Die Möglichkeiten der Herstellung von Wasserstoff oder wasserstoffreicher Synthesegase erlangt Bedeutung einerseits für die beschriebenen Synthesen und andererseits für die längerfristige Ausrichtung der Kraftstoffversorgung auf der Basis von Wasserstoff (Brennstoffzelle).

2.3 Stand und Möglichkeiten des Einsatzes von Biokraftstoffen

2.3.1 Einsatz von Pflanzenöl bzw. Pflanzenölmethylester

Zur Klärung, in wie weit die Fahrzeughersteller bereit sind, Pflanzenöl bzw. Pflanzenölmethylester für ihre Fahrzeuge als Kraftstoff zu zulassen, wurden im Jahre 2003 92 Hersteller angeschrieben und um Meinungsäußerung gebeten. Davon haben die wichtigsten 35 geantwortet. In den nachfolgenden Punkten erfolgt eine Auswertung. Die Auswertetabellen sind als Anlagen 8.2 bis 8.5 beigefügt. Teilweise sind die Fahrzeuge werksseitig bereits auf den Einsatz von Pflanzenöl bzw. Pflanzenölmethylester vorbereitet; teilweise können zusätzliche Umrüstpakete erworben werden oder die Umrüstung kann nur nach Rückfrage beim Hersteller über eine Werkstatt erfolgen.

2.3.1.1 Einsatz in Pkw

In Auswertung der in Anlage 8.2 beigefügten Tabellen haben 30 führende Pkw-Hersteller auf die Anfrage geantwortet:

- Für EURO II –Fahrzeuge (Einführung ab 1996/97) und EURO III-Fahrzeuge (Einführung 2000) wurden teilweise Pkw von folgenden Herstellern für Pflanzenmethylester freigegeben: DaimlerChrysler, Volvo, Audi, BMW, Seat und VW,

- Für EURO IV-Fahrzeuge (verbindlich ab 2005), welche bereits auf Grund der Steuerreduzierung vielfach im Einsatz sind, wurden folgende Pkw für den Einsatz von Pflanzenmethylester freigegeben: VW: Passat (3B) und Lupo 3L, Audi alle TDI-Pkw,
- Eine Freigabe für reines Pflanzenöl erfolgte zunächst von keinem Pkw-Hersteller.

2.3.1.2 Einsatz in leichten Nutzfahrzeugen

In Auswertung der in Anlage 8.3 beigefügten Tabellen haben 17 führende Hersteller leichter Nutzfahrzeuge auf die Anfrage geantwortet:

- Für EURO II-Fahrzeuge (Einführung ab 1996/97) und EURO III-Fahrzeuge (Einführung ab 2000/2001) wurden teilweise leichte Nutzfahrzeuge von folgenden Herstellern für Pflanzenmethylester freigegeben: VW und SEAT,
- Für EURO IV-Fahrzeuge (verbindlich ab 2005/06), welche bereits auf Grund der Steuerreduzierung vielfach im Einsatz sind, wurden folgende leichte Nutzfahrzeuge für den Einsatz von Pflanzenmethylester freigegeben: keine,
- Eine Freigabe für reines Pflanzenöl erfolgte zunächst von keinem Hersteller leichter Nutzfahrzeuge.

2.3.1.3 Einsatz in Lkw/Bussen

In Auswertung der in Anlage 8.4 beigefügten Tabellen haben 8 führende Lkw/Bus-Hersteller auf die Anfrage geantwortet:

- Für EURO II-Fahrzeuge (Einführung 1995/96) und EURO III-Fahrzeuge (Einführung 2000) wurden teilweise Lkw/Busse von folgenden Herstellern für den Einsatz von Pflanzenmethylester freigegeben: DaimlerChrysler, MAN, IVECO, DAF, EvoBus, Deutz,
- Für Euro IV-Fahrzeuge (verbindlich ab 2005/06) und Euro V (verbindlich ab 2008/09) wurden bisher keine Fahrzeuge durch die Hersteller freigegeben.

2.3.1.4 Einsatz in Traktoren, Land- und forstwirtschaftlichen Geräten

In Auswertung der in Anlage 8.5 beigefügten Tabellen haben 21 führende Hersteller von Traktoren bzw. land- und forstwirtschaftlichen Geräten auf die Anfrage geantwortet:

- Für EURO I-Fahrzeuge (Einführung 2001) und EURO II-Fahrzeuge (Einführung 2002/04) wurden bisher teilweise Traktoren bzw. land- und forstwirtschaftliche Geräte für den Einsatz von Pflanzenmethylester durch die Hersteller freigegeben:
 - Hako, Rabewerk, Lemken, Case, Same Deutz-Fahr, AGCO/Fendt, Caterpillar, Claas, Holder, Komatsu Hanomag, Linde, Lindner, Massey-Fergusson, Multicar, ISEKI, Steyer-Daimler-Puch, Still, Xelan,
- Eine Freigabe für reines Pflanzenöl erfolgte zunächst von keinem Hersteller.

2.3.2 Einsatz von Bioethanol/ETBE

Für den Einsatz von Bioethanol als Kraftstoff müssen die Qualitätsparameter der 10. BImSchV eingehalten werden.

Die Novellierung der 10. BImSchV dient der Umsetzung der EU-Richtlinien 2003/17/EG und 98/70/EG über die Qualitätsanforderungen an Otto- und Dieseldieselkraftstoffe sowie der EU-Richtlinie 2003/30/EG zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen.

Mit der Novellierung wurden die Voraussetzungen zur weiteren Emissionsminderung durch die Einführung schwefelfreier Otto- und Dieseldieselkraftstoffe sowie deren Verbrauchsreduzierung durch die verstärkte Nutzung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen geschaffen.

Die Novellierung wurde am 28.06.2004 (BGBl. I S. 1342 Nr. 30/2004) verkündet und trat am 10.08.2004 in Kraft. Sie gestattet die Zumischung von Bio-Ethanol bis zu 5 Vol-% zu unverbleiten Kraftstoffen. Dem entgegen steht die Dampfdruckanomalie des Ethanols.

Damit kann praktisch eine Zumischung von Bioethanol im Sommerhalbjahr nach DIN EN 228 für den Zeitraum 1. Mai bis 30. September nicht erfolgen. Im Winterhalbjahr, 16. November bis 15. März, bzw. in den Übergangszeiträumen sind nach DIN EN 228 höhere Dampfdrücke erlaubt, die eine Beimischung von Ethanol zu unverbleiten Ottokraftstoffen unproblematisch erscheinen lassen.

Die Dampfdruckanomalie des Ethanols in Kohlenwasserstoffgemischen ist seit längerem bekannt und wird im Zusammenhang mit der Zumischung von Ethanol zu Ottokraftstoffen in der deutsch- u. englischsprachigen Literatur des Öfteren erwähnt. Die Literatur berichtet über Erfahrungen mit der Beimischung von Ethanol zu Kraftstoffen in den USA, Kanada und Brasilien.

Die Dampfdruckanomalie tritt genau in dem Konzentrationsbereich auf, der nach DIN EN 228 für die Zumischung von Ethanol zum Ottokraftstoff erlaubt ist, ohne dass eine diesbezügliche Kennzeichnung des Kraftstoffes erforderlich ist (5 Vol-%). Auch bei den in den USA und in Kanada weit verbreiteten Beimischungen von 10 Vol-% wird dieser dampfdruckerhöhende Effekt beschrieben.

Der Dampfdruck bzw. die Flüchtigkeit der Kraftstoffe sind wichtige Parameter im praktischen Betrieb von Ottomotoren. Sie bestimmen einerseits das Kaltstartverhalten, aber auch andererseits das Verbrennungsverhalten bei heißen Motoren bzw. im Vollastbereich. Motorenhersteller stützen die Auslegung und Abstimmung ihrer Motoren u. a. auf diese Qualitätsparameter. Bei der Zulassung von Motoren oder Motorenfamilien werden diesbezüglich Referenzkraftstoffe gefordert, die ganz bestimmte Parameter erfüllen müssen.

Mit den so entwickelten Motoren und den entsprechenden Kraftstoffen übernehmen Motorenhersteller und Kraftstoffhersteller eine Reihe Verpflichtungen im Rahmen der Garantie für ihre Produkte. Die Schnittstelle zwischen Hersteller und Verbraucher ist in diesem Fall überwiegend die Zapfsäule an der Tankstelle. Es ist deshalb aus rechtlicher Sicht, auch aus der Warte des Verbraucherschutzes, erforderlich, Kraftstoffqualitätsparameter an der Übergabestelle zum Fahrzeugtank einzuhalten. Ansonsten sind der Manipulation der Kraftstoffzusammensetzung, mit fatalen Folgen für Technik und Umwelt, Tür und Tor geöffnet.

Unabhängig von den Einflüssen auf die Verdunstungs- und Auspuffemissionen und auf sämtliche umweltbezogene Auswirkungen der Herstellung, Verteilung und Verwendung von Bioethanol kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz eines Ottokraftstoffes mit maximal 5 Vol-% Ethanol keinen oder kaum spürbaren Einfluss auf den praktischen Betrieb von Ottomotoren hat. In weiten Teilen der USA und in Kanada werden Otto-Pkw mit Kraftstoffgemischen mit einem Ethanolanteil bis 10 Vol-% betrieben, ohne dass eine Anpassung des Motors an dieses Gemisch erfolgt. Für Brasilien sind sogar Werte von 22 Vol-% bekannt.

Die Erfahrungen aus Nordamerika und in Brasilien zeigen über Jahre hinweg, dass Betriebsprobleme mit herkömmlichen Ottomotoren auch bei höheren Ethanolanteilen nicht auftreten. Als sichere Grenze kann man die in den USA und Kanada praktizierten 10 Vol-% annehmen.

In Kanada müssen die mit Ethanol versetzten Kraftstoffe mit 10 Vol-% Ethanol (E10) die gleichen Anforderungen hinsichtlich des Dampfdruckes erfüllen, wie herkömmliche

Ottokraftstoffe. Ein gleicher Ansatz wird mit der Novellierung der 10. BImSchV bzw. der DIN EN 228 verfolgt.

In den USA wird offenbar die durch die Beimischung von Ethanol auftretende Dampfdruckerhöhung toleriert, wobei davon ausgegangen wird, dass die zusätzlichen Verdunstungsemissionen durch die Veränderung der Zusammensetzung der verdunsteten Gemische und der Abgasemissionen und der positiven Wirkung der gesamten Ethanolkette auf die Toxizität, das Ozonbildungspotenzial und die Klimaauswirkungen kompensiert bzw. überkompensiert werden.

Bekannt ist, dass die Beimischung von Ethanol Auswirkungen auf einzelne Schadstoffkomponenten des Abgases haben kann. So wird von einer beträchtlichen Reduktion:

- der Feinstäube (PM 2,5),
- der CO-Emissionen,
- der VOC und Toxizität ausgegangen.

Die Aussagen zur Emission der NO_x und zum Ozonbildungspotential sind uneinheitlich. Tendenziell wird aber von keinen gravierenden Auswirkungen berichtet, so dass hier bezüglich der Ethanol-Zumischung von Neutralität auszugehen ist.

Die Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., Landesgruppe Berlin-Brandenburg und der Fachbereich Verarbeitung und Anwendung veranstaltete am 10.06.05 in der PCK Raffinerie Schwedt die Fachtagung „Bioethanol – Vom Acker bis zum Kraftfahrzeug“. Anwesend waren ca. 300 Fachleute der Mineralölwirtschaft, der Automobilindustrie, der Zuliefer- und Verarbeitungsindustrie, der Hochschulen und der Verwaltung.

Auf der Tagung berichtete die Mineralölindustrie über Versuche im Labor bzw. an 76 Tankstellen im Land Brandenburg im Winterhalbjahr 2004/05 zum Einsatz von Bio-Ethanol in Ottokraftstoffen. Dabei wurde nochmals festgestellt, dass die kritischen Parameter die Dampfdruckanomalie, die Wasseraufnahme innerhalb der Logistikkette (Transport und Lagerung) und die Phasentrennung sind. Folgende Ergebnisse konnten präsentiert werden:

- Verhalten gegenüber Wasser:
 - Ethanol ist vollkommen mischbar mit Wasser – Ottokraftstoffe sind dagegen nicht mischbar,
 - Wasseraufnahme während Transport und Lagerung ca. 700 ppm,
 - bei Zumischung von Ethanol (Alkohol) zu Ottokraftstoffen erfolgt Trennung in 2 Phasen: Wasserphase und Kraftstoffphase
 - Wasserphase → Hochleistungsmotoren akzeptieren kein Wasser und keine Kohlenwasserstoffphase; in der Wasserphase ist ein großer Teil des Ethanols gelöst → Anreicherung von Alkohol → ca. 45 % Ethanolgehalt im Wasser → zum Einsatz in heutigen Hochleistungsmotoren muss Wasser abgepumpt werden,
 - Kohlenwasserstoffphase → durch die Wasseraufnahme reduziert sich die Oktanzahl des Kraftstoffes um ca. 1,8 Punkte → **gesetzlich vorgeschriebene Qualitätsparameter werden nicht mehr eingehalten.**
- Dampfdruck:
 - Zumischung von 5 % Ethanol zu Ottokraftstoffen → Dampfdruck erhöht sich um bis zu 7 kPa (Sommer ca. 7 kPa, Winter ca. 4 kPa)
- Weitere Maßnahmen: die Versuche sollten mit Sommerware bis voraussichtlich Oktober 2005 fortgesetzt werden

MWV und VDA sind dafür, Biokraftstoffe einzusetzen; aber nur dort, wo es sinnvoll ist. MWV setzt sich für die Zumischung von RME (2004 ca. 700.000 t zugemischt) und ETBE ein.

Neben der direkten Zugabe von Ethanol zum Ottokraftstoff kann ETBE als Antiklopffmittel – Ersatz für MTBE – zugesetzt werden. ETBE wird durch Nutzung der Synthese mit Isobuten erzeugt. Entsprechend 10. BImSchV kann dem Benzin 15 Vol. % ETBE zugemischt werden.

2.3.3 Einsatz von Biogas

Erdgas bietet als Kraftstoff eine Reihe von Vorteilen und ist kurzfristig verfügbar. Trotzdem gelten hier die Mengenrestriktionen aller fossilen Energieträger, die langfristig durch regenerative Energien abgelöst werden müssen. So ist es sinnvoll zu prüfen, inwieweit Gas aus regenerativen Energiequellen bereitgestellt werden kann. Im Rahmen der Ökologisierung der Gaswirtschaft gewinnt dabei vor allem auch biogenes Methangas (Biogas) besondere Bedeutung. Für dessen Herstellung gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- über einen Vergasungspfad, bei dem statt der Fischer-Tropsch-Synthese ein Methanisierungsprozess angeschlossen ist,
- durch Vergärung von Biomasse und Gülle,
- Nutzung von Deponie- und Klärgas zur Herstellung von Methangas.

Bisher gibt es in Sachsen-Anhalt keine Anlagen zur Erzeugung von Biogas als Kraftstoff.

2.3.4 Einsatz von synthetischen Kraftstoffen

Für die Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen aus Biomasse muss diese aufbereitet und anschließend zu einem Synthesegas vergast werden. Nach der Gasreinigung folgt die eigentliche Synthese zu flüssigen Kohlenwasserstoffen. Die Zwischenstufe Synthesegas ermöglicht nun zusätzlich den Einsatz auch regenerativer Energieträger, wie Restholz, Reststroh, Energiepflanzen oder Biomüll. Entscheidend ist, dass dabei die Qualität des Endproduktes nicht von der Beschaffenheit der eingesetzten Primärenergie abhängig ist. Mit dieser Lösung wird das Problem der endlichen Verfügbarkeit und der CO₂-Emissionen der mineralischen Kraftstoffe beseitigt. Die im jährlichen Pflanzenwachstum auf der Erde gespeicherte Energie entspricht etwa dem fünfzigfachen Energieverbrauch der Menschheit, d.h. es existiert ein enormes Ersatzpotential. Auch aus politischer Sicht ergibt sich durch den Einsatz von Biomasse eine Entspannung auf dem Versorgungssektor, da gegenüber den fossilen Energieträgern die Biomasse relativ gleichmäßig über die Erde verteilt ist. Die CO₂-Emission wird damit lokal nicht zu Null, aber es wird ein CO₂-neutraler Kreislauf geschaffen, dessen Antriebsenergie die Sonne liefert. Damit wird der Kraftstoffzyklus in den natürlichen CO₂-Kreislauf, der ca. 98% der gesamten CO₂-Emissionen beinhaltet, eingebunden.

Die Fa. Choren Industries Freiberg hat in Freiberg dazu eine Versuchsanlage errichtet, die ab 2007 stündlich ca. 1,8 t Sunfuel produzieren soll. 2008 soll in Lubmin (Mecklenburg-Vorpommern) eine Großanlage mit einer Kapazität von 200.000 Tonnen jährlich eröffnet werden. Sowohl Sachsen-Anhalt (mit mehreren Standortvorschlägen) als auch andere Länder wie Niedersachsen, Hessen und Nordrhein-Westfalen bewerben sich für den Bau einer Großanlage. Choren Industries und der Ölkonzern Royal Dutch/Shell wollen bis 2012 deutschlandweit 1 Mill. Tonnen Sunfuel produzieren.

Mit den Choren-Anlagen besteht auch die Möglichkeit Bio-Wasserstoff zu produzieren.

2.3.5 Einsatz von Wasserstoff

Wie unter 2.2.6 beschrieben, kann aus nachwachsenden Rohstoffen auch Wasserstoff gewonnen werden. Wasserstofffahrzeuge sind bisher nur als Versuchsfahrzeuge im Einsatz.

Derzeit laufen die europäischen Demonstrationsprojekte CUTE (Clean Urban Transport for Europe) und ECTOS (Ecological City Transport System) zur Untersuchung von Wasserstoff als Kraftstoff der Zukunft für das Transportgewerbe. 30 Brennstoffzellenbusse werden in 10 europäischen Städten unter realen Randbedingungen im täglichen Einsatz betrachtet.

Wasserstoff kann in Verbrennungsmotoren oder in Brennstoffzellen eingesetzt werden. Falls Wasserstoff in Verbrennungsmotoren eingesetzt wird, liegen die Abgasemissionen der Stickstoffoxide und Partikel auf einem vergleichbaren niedrigen Emissionsniveau wie in CNG-Motoren.

Im Gegensatz zur Verwendung von Verbrennungsmotoren werden gegenwärtig Untersuchungen an wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen vorgenommen. Die Verwendung von Wasserstoff in Brennstoffzellen ist im Grundsatz effizienter als die Verwendung von Methanol in Brennstoffzellen.

Brennstoffzellenbetriebene Elektro-Pkw, bei denen eine "Gasbatterie" aus Wasserstoff und Luftsauerstoff Strom für den Elektroantrieb liefert, gelten als Hoffnungsträger für verbesserten Umweltschutz im Verkehrsbereich. Im Vergleich zu anderen Verfahren der Stromerzeugung verfügt die Brennstoffzelle wegen ihres hohen Wirkungsgrades, des niedrigen Schadstoffausstoßes in der Gesamtkette und der Möglichkeit, gleichzeitig elektrische und thermische Energie zu nutzen, über Vorteile. Daneben bestehen prinzipielle Unterschiede zwischen den Anwendungsgebieten im Verkehr und in Stationäranlagen, weshalb deren Einsatz differenziert nach Einsatzbereichen und den jeweiligen Energiedienstleistungen zu betrachten ist.

3 Entwicklungen im Umwelt- und Landwirtschaftsbereich

3.1 Entwicklung der EU-Gesetzgebung bei Emissionsgrenzwerten für Fahrzeuge

Zur Reduzierung der Belastungen an Schadstoffen aus dem Verkehrsbereich, hier vor allem aus dem Straßenverkehr, und zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte sind die Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge ständig dem technischen Fortschritt anzupassen. Die Entwicklung der europäischen Abgasgrenzwerte wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 6: Entwicklung der europäischen Abgasgrenzwerte für Fahrzeuge

	PKW	Leichte Nutzfahrzeuge	Lkw/Busse	Traktoren, Land- u. Forstw. Geräte
EURO 0			1988/90	
EURO I	1992/93	1992/93	1992/93	2001
EURO II	1996/97	1996/97	1995/96	2002/04
EURO III	2000	2000/01	2000	
EURO IV	2005	2005/06	2005/2006	
EURO V	Geplant 2008/2010	Geplant 2008/2010	2008/09	
EEV			freiwillig	
EURO VI			Geplant 2012	

Die ständige Verschärfung der Grenzwerte hat zur Folge, dass neben motorischen Veränderungen und dem Einsatz der Leichtbauweise auch der Einbau von Abgasreinigungssystemen und die Veränderung der Kraftstoffe notwendig werden.

3.2 Entwicklungstendenzen der Motorentechnik im Kfz-Bereich

Die Anforderungen an moderne Antriebsaggregate im Kraftfahrzeugsektor werden immer höher. Weiter verschärfte Abgasgrenzwerte und Anforderungen des Klimaschutzes erfordern hocheffiziente, sparsame und saubere Verbrennungsmotoren mit einem möglichst geringen Aufwand zur Abgasreinigung.

Fortschritte in der Elektronik, der Fertigungs- und Werkstofftechnik sowie ein besseres Wissen über die Verbrennungsprozesse im Motor werden konsequent in der Motorenentwicklung

umgesetzt. Steuer- und Regelvorgänge laufen in Bruchteilen von Sekunden ab und ermöglichen beispielsweise die Dosierung kleinster Kraftstoffmengen optimiert für jeden Motorzyklus (Vor-, Haupt- und Nacheinspritzung). Die zuverlässige Funktion dieser Motoren ist an Kraftstoffe mit definierten, konstanten, dem Brennverfahren angepassten Eigenschaften gebunden. Kraftstoffe mit definierten Eigenschaften ermöglichen die Ausnutzung weiterer Entwicklungspotentiale hinsichtlich Kraftstoffverbrauchssenkung und Senkung des Schadstoffausstoßes.

Der Verbrennungsmotor wird in den nächsten 30 Jahren der dominierende Antrieb im individuellen Verkehr und Güterverkehr bleiben. Dieseldieselkraftstoff und Ottokraftstoff bilden in den kommenden 20 Jahren die wichtigsten Kraftstoffe im Verkehrsbereich.

Wasserstoff, der auf der Basis regenerativer Energien oder regenerativer Rohstoffe hergestellt wird, ist nach Expertenmeinung der ideale Energieträger der Zukunft. Auf welchem Wege der Wasserstoff wirtschaftlich hergestellt, gespeichert und verteilt werden kann, ist weitgehend ungeklärt.

In der Übergangszeit von der „fossilen“ Energiewirtschaft zur Wasserstoffwirtschaft wird die Vielfalt der Kraftstoffarten zunehmen. Deren Anzahl wird begrenzt, durch die immensen Aufwendungen für eine flächendeckende, zumindest europäische Infrastruktur und die hohen qualitativen Kraftstoffanforderungen weiter entwickelter Antriebsaggregate.

Erdgas und vor allem Gas-to-Liquid-Kraftstoffe (GTL) werden in der Kraftstoffversorgung der Zukunft eine rasche Entwicklung erfahren und einen wichtigen technologischen Zwischenschritt beim Übergang zum Wasserstoffzeitalter darstellen.

Erdgas hat das günstigste Kohlenstoff/Wasserstoff-Verhältnis herkömmlicher Brennstoffe. Die hohe Klopfestigkeit erlaubt die Steigerung des Verdichtungsverhältnisses zur Verringerung des Kraftstoffverbrauches bei aufgeladenen Motoren. Außerdem bestehen Vorteile beim Übergang zum homogenen Magerbetrieb im gesamten Kennfeld mit der Zielstellung verbesserter Wirkungsgrade.

Spezielle Motorenentwicklungen für Kraftstoffe mit schlecht definierten Eigenschaften (z. B. reines Rapsöl, Biogas) und Nischenkraftstoffe werden, wenn überhaupt, eine untergeordnete Rolle spielen. Der Einsatz solcher Kraftstoffe kann ggf. über eine Zumischung zu hochwertigen Kraftstoffen im Rahmen der gültigen Qualitätsstandards oder durch eine weitere Aufarbeitung erfolgen.

Die Beurteilung von Hybridfahrzeugkonzepten ist uneinheitlich. Während für diese Fahrzeuge gegenwärtig in Japan und in den USA ein Aufschwung zu verzeichnen ist, wird in Europa davon ausgegangen, dass dieses Konzept technisch zu aufwändig ist. Kraftstoffeinsparungen, wie sie durch Hybridfahrzeuge realisierbar sind, sollen kostengünstiger mit geringerem technischen Aufwand durch die Ausnutzung noch vorhandener Entwicklungspotentiale der Verbrennungsmotoren erreicht werden. Dennoch werden Hybridfahrzeuge als wertvolle technologische Zwischenstufe bei der Systementwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen angesehen.

Die Erhöhung der Leistungsdichte der Motoren, die Verringerung der Schadstoffemissionen und die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und damit einhergehend der Kohlendioxidemissionen sind zentrale Ziele der Motorenentwickler.

Im Folgenden werden einige Einzelmaßnahmen zur Realisierung der Ziele genannt, wobei die meisten Einzelmaßnahmen einen direkten Bezug zum Kraftstoff bzw. zur Kraftstoffqualität haben.

Insbesondere bei der Kraftstoffeinspritzung und der Gemischbildung spielen die Kraftstoffeigenschaften eine ganz besonders wichtige Rolle. Die Einführung der Direkteinspritzung beim Pkw-Dieselmotor brachte einen ungemeinen Entwicklungsschub hin zu einem leistungsfähigen und sparsamen Antriebsaggregat. Mittlerweile kann die Direkteinspritzung beim Dieselmotor und beim Ottomotor als Stand der Technik bezeichnet werden. Die Direkteinspritzung in Verbindung mit dem Schichtladebetrieb im Teillastbereich wird als wichtigste Einzelmaßnahme zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs beim Ottomotor angesehen.

Die Hochdruckeinspritzung beim Dieselmotor dient der Optimierung der Einspritzverläufe zur Verbesserung des Brennverlaufs und des Kraftstoffverbrauchs. Für beide Brennverfahren sind die Variation der Einspritzmenge und die Variation des Einspritzzeitpunktes je nach Betriebspunkt von Interesse. Beim Dieselmotor haben sich im Laufe der Zeit die Mehrlochdüsen durchgesetzt. Zur Reduzierung der Schadstoffemissionen, der Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und zur Erhöhung von Leistung und Drehmoment werden gegenwärtig Einspritzdüsen mit variablem Lochdurchmesser entwickelt.

Die Aufladung bzw. die sich in Entwicklung befindliche mehrstufige Aufladung der Motoren dient der Senkung der Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs sowie der Steigerung der Leistung und des Drehmoments mit der Möglichkeit des Downsizing der Antriebsaggregate.

Die vollvariable Ventilsteuerung hat für beide Brennverfahren Bedeutung zur Optimierung der Gemischbildung bei strahlgeführten Brennverfahren und dient der weitgehenden Beseitigung der Drosselverluste des Ottomotors bei Teillast.

Die variable Verdichtung beim Ottomotor über exzentrisch gelagerte Kurbelwellen soll die Anpassung des Verdichtungsverhältnisses an die betriebspunktabhängige Klopfgrenze erlauben.

Die Abgasrückführung dient der Verringerung der NO_x-Rohemissionen. Der immer weiter entwickelte 3-Wege-Katalysator beim Lambda 1-Betrieb der Ottomotoren ist Stand der Technik. Für direkteinspritzende Ottomotoren wurde der NO_x-Speicherkatalysator entwickelt, da hier das Prinzip des 3-Wegekatalysators nicht funktioniert. Diese Technik kann auch Bedeutung für die Abgasreinigung beim Pkw-Dieselmotor erlangen.

Bei Nutzfahrzeugmotoren können die NO_x-Emissionen wirksam mit der aus der Kraftwerkstechnik bekannten selektiven katalytischen Reduktion (SCR) verringert werden. Oxidationskatalysatoren werden beim Dieselmotor, aber auch bei Magergemischkonzepten beim Ottomotor eingesetzt.

Der Russpartikelfilter, der mittlerweile im Pkw-Bereich als Stand der Technik bezeichnet werden kann, hat sich im Lkw-Bereich, abgesehen von wenigen Ausnahmen, noch nicht durchgesetzt. Die Zylinderabschaltung zur Reduktion des Kraftstoffverbrauches und der Abgasemissionen ist eine Möglichkeit für beide Brennverfahren.

Experten auf dem Gebiet der Motorenentwicklung gehen davon aus, dass sich das Diesel- und Ottobrennverfahren immer weiter annähern werden. Diese Entwicklung führt zu einem so genannten „Homogenen Brennverfahren durch Selbstzündung“. Bei diesem Brennverfahren wird die Zündung des Gemisches nicht wie beim Ottomotor an einer Stelle im Brennraum eingeleitet, sondern gleichzeitig an vielen heißen Gaszellen über den Brennraum verteilt. Damit entfällt auch die Fortsetzung der Verbrennung über eine sehr heiße Flammenfront. Die Vorteile dieses neuen Brennverfahrens liegen in einer höheren Prozessstabilität im mageren Teillastbereich, einem höheren thermischen Wirkungsgrad, geringeren NO_x-Rohemissionen und der Verringerung der Partikelemissionen. Die Abgasreinigung im Hochlastbereich lässt sich mit konventioneller Katalysatortechnik beherrschen. Mehrere Forschungseinrichtungen beschäftigen sich mit Untersuchungen und Entwicklungen zu diesem Themenkreis.

Für dieses Brennverfahren sind Kraftstoffe erforderlich, die diese homogene Selbstzündung ermöglichen. Durch die Entwicklung synthetischer Flüssigkraftstoffe auf der Basis von Erdgas (Gas-to-Liquid – GTL) oder zukünftig aus Biomasse (Biomass-to-Liquid – BTL) sind die besten Voraussetzungen gegeben, ein neues zukunftsfähiges Brennverfahren mit speziell darauf ausgerichteten Kraftstoffen zu kombinieren.

3.3 Entwicklung der EU-Gesetzgebung bei Immissionsgrenzwerten

Die EU Kommission beabsichtigt bereits einen Entwurf zur Revision und zur Zusammenfassung der Luftqualitäts-Rahmen-Richtlinie und der Tochterrichtlinien vorzulegen. Die Hauptelemente der angestrebten Revision sind wie folgt:

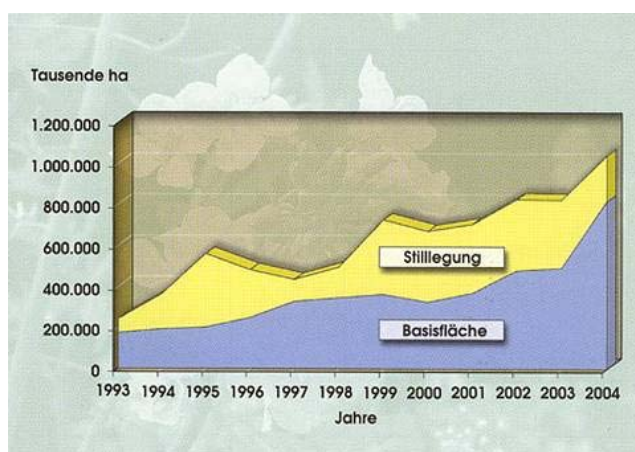
- Zusammenfassung und Harmonisierung gemeinsamer Elemente aus Tochterrichtlinien und Rahmenrichtlinie,
- Klarstellung, dass die Grenzwerte überall auf dem Territorium der Mitgliedstaaten gelten (ausgenommen Arbeitsplätze),
- Beibehaltung der PM 10 Grenzwerte (Stufe 1),
- Aufhebung der Richt-Grenzwerte für PM 10 (Stufe 2),
- Einführung der Möglichkeit, das Datum zur Einhaltung der Grenzwerte für bestimmte notifizierte Regionen um bis zu 5 Jahre zu verschieben, falls der Mitgliedstaat alle erforderlichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung getroffen hat (z.B. Maßnahmepläne, strikte Einhaltung der EU Gesetzgebung zur Luftreinhaltung),
- Einführung eines Grenzwertes für PM 2,5 (Zieljahr 2015 bzw. 2020) für das Jahresmittel (kein Kurzzeitwert), der überall, auch an hot-spots, gelten soll (Anmerkung: Dies würde annähernd eine Verdoppelung des Staubmessnetzes in Deutschland erfordern, wenn die übrigen Randbedingungen, wie z.B. die Mindestanzahl von Stationen in Ballungsräumen, unverändert bleiben),
- Einführung eines Zielwertes zur Senkung des durchschnittlichen urbanen Hintergrundes eines Mitgliedstaates an PM 2,5 um x % bis 2010 oder 2015,
- Zusammenfassung der Maßnahmen und Programme unter Artikel 8.3 der Rahmenrichtlinie und unter Artikel 7 (Kurzfristmaßnahmen) zu Luftreinhalteplänen, die alle x-Jahre vorgelegt werden sollen, auch in Gebieten, die die Grenzwerte nach dem Zieldatum (noch) nicht einhalten.

Um die Immissionsgrenzwerte und die Forderungen der EU in den nächsten Jahren einhalten zu können, sind in allen Bereichen die Emissionen zu senken. Damit werden auch bei den Fahrzeugen in den nächsten Jahren die Emissionsgrenzwerte weiter verschärft werden. Neben technischen Maßnahmen am Fahrzeug werden Kraftstoffe immer mehr ins Blickfeld gerückt werden.

3.4 Entwicklung der Landwirtschaft / des Anbaues nachwachsender Rohstoffe

3.4.1 Deutschland

Der Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen zur Verarbeitung im Nichtnahrungsbereich (Non-Food-Bereich) hat seit 1993 eine enorme Entwicklung erfahren und sich in diesem Zeitraum fast versechsfacht.



(Quelle: FNR e. V., 2005)

Abb. 2 : Entwicklung der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

Angebaut werden nachwachsende Rohstoffe auf obligatorischen Stilllegungs- und anderen landwirtschaftlich genutzten Flächen (Basisflächen). Die durch die EU unter Beibehaltung der Prämie seit Ernte 1993 erlaubte Nutzung der Stilllegungsflächen für die Non-Food-Produktion wird intensiv genutzt (Abb. 2).

In der Tendenz ist der Anbau nachwachsender Rohstoffe in den letzten zehn Jahren immer weiter gestiegen. U.a. durch die Einführung der

Energiepflanzenprämie wurde dieser Trend ab dem Jahr 2004 verstärkt.

Ausschlaggebend für die Zunahme des Anbauumfanges ist in erster Linie die Nutzung von Raps als Rohstoff für die Biodieselproduktion. Diese Entwicklung ist ein Zeichen dafür, dass die Rohstoffproduktion zur Biokraftstofferzeugung für die Landwirtschaft inzwischen zu einer ökonomisch attraktiven Alternative geworden ist. Grundlage dafür ist ein entsprechender Erzeugerpreis für diese Ackerfrüchte. Zwischen Food- und Non-Food-Raps bestehen gegenwärtig nur noch geringe bzw. keine Preisunterschiede. Gründe sind in der hohen Nachfrage aus dem Biodieselsbereich (Anstieg der Produktionskapazitäten) und der gestiegenen Nachfrage der Speiseölhersteller zu sehen.

Auf rund 4 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden in Deutschland agrarische Rohstoffe für die energetische Verwertung angebaut. Das umfangreiche Nutzungspotenzial wird damit nur zu einem geringen Teil ausgeschöpft [21].

Wie nebenstehende Tabelle für das Jahr 2005 zeigt, nahm die Non-Food-Verwendung eine Fläche von ca. 1,06 Mio ha ein und damit 75 % der mit nachwachsenden Rohstoffen bestellten Fläche. Mit ca. 12 % folgt der Energiegetreide, -gräser und -maisbau. Auf Stilllegungsflächen ist Raps im Bundesdurchschnitt mit ca. 87 % vertreten. Dabei ist zu beachten, dass u. a. Zuckerrüben und Kartoffeln bisher nicht auf stillgelegten Flächen angebaut werden durften.

Auch im Vergleich zu Stilllegungsflächen weisen die

Daten für die Kulturen mit Energiepflanzenprämie (Basisfläche) für 2005 deutschlandweit einen hohen Anteil an Raps (ca. 71 %) aus.

Das Anbaupotenzial für Raps auf Stilllegungsflächen dürfte nach der UFOP e. V. mit einer Fläche um ca. 320.000 ha ausgeschöpft sein (Rundschreiben 05/2005).

Ein Vergleich der Anbauflächen gem. Tabelle 7 über mehrere Jahre würde aufzeigen, dass insbesondere die für Stärke, Zucker, Faserpflanzen stagnieren und somit auf einen begrenzten Absatzmarkt hindeuten, wobei der Zuckerrübenanbau in ST für die Ethanolherstellung in der 2007 entstehenden Fabrik am Standort Klein Wanzleben stabilisiert werden könnte.

Im Gegensatz dazu macht ein Vergleich zwischen 1990 und 2005 hinsichtlich der Gesamtanbaufläche von Raps deutlich, dass sich diese innerhalb der letzten 15 Jahre fast verdoppelt hat (Abb.3). Für das Jahr 2005 wird von einer Gesamtanbaufläche von 1,332 Mio. ha ausgegangen. Damit wächst Raps derzeit auf ca. 11 % des Ackerlandes in Deutschland. Für das Jahr 2006 geht die UFOP von einer Gesamtanbaufläche beim Winterraps von ca. 1,427 Mio ha aus. Gegenüber dem Vorjahr wäre dies nochmals eine Steigerung von ca. 7,8 % oder 95.000 ha. In Deutschland wird damit zur Ernte 2006 soviel Winterraps angebaut wie nie zuvor. Gründe dafür sind die interessanten Marktaussichten (sowohl im Food- wie auch im Non-Foodbereich), der hohe Fruchtfolgewert sowie arbeitsorganisatorische Vorteile. Zudem haben die Unsicherheiten hinsichtlich der Auswirkungen der Zuckermarktordnung und die im Vergleich zum Raps unbefriedigende Getreidepreisentwicklung in der letzten Ernte den Anbau 2006 maßgeblich mit beeinflusst.

Tab. 7 : Anbauflächen nachwachsender Rohstoffe (ha) in Deutschland im Jahr 2005

Rohstoff	Basisfläche ha	Stilllegungsfläche ha
Stärke	128.000	
Zucker	18.000	
Rapsöl	739.876	322.047
Sonnenblumenöl	10.855	1.899
Leinöl	3.100	239
Faserpflanzen	1.500	75
Heilstoffe	20.000	182
Energiegetreide, -gräser, -mais	120.746	46.089
Summe	1.042.077	370.531
Anbau insgesamt	1.412.608	

(Quelle: FNR e. V., 2005)

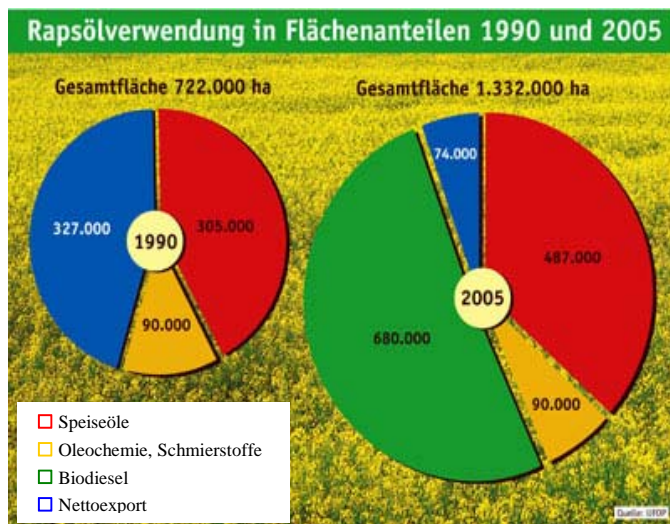


Abb.3:Rapsölverwendung in Flächenteilen 1990 und 2005

Während mit Blick auf die Verwendung der Nettoexport absolut und relativ stark zurückgegangen ist (vergleiche Abb.3), haben beide Bereiche (Non-Food wie Food), wenn auch in unterschiedlichem Maße, zugelegt.

Die Bedeutung der Biodieselproduktion als wichtigster Absatzmarkt ist unbestritten.

Gemäß Statistik der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Anbauverträge für Stilllegungsflächen und Energiepflanzenprämie) sichern deutsche Verarbeiter ihren Bedarf an

(Quelle: UFOP e. V., 2005)

Non-Food-Raps bereits zu nicht unerheblichen Mengen in anderen EU-Staaten. Für 2005 wurden solche Verträge für ca. 130.700 ha außerhalb Deutschlands gemeldet. Frankreich mit ca. 78.800 ha und Großbritannien mit ca. 49.300 ha sind dabei die größten Anbaupartner. Im Vergleich dazu wurden 2005 bundesweit Energiepflanzenverträge für Raps in einer Größenordnung von ca. 120.000 ha abgeschlossen. Für 2006 wurden gem. Schätzungen der UFOP (bis Januar 2006) bereits Verträge für ca. 145.000 ha abgeschlossen.

3.4.2 Sachsen-Anhalt

Konkrete Angaben über den Anbauumfang nachwachsender Rohstoffe sind i. d. R. nur für Stilllegungsflächen bzw. die Energiepflanzenprämie verfügbar, die im Rahmen des Betriebsprämienverfahrens bei der BLE gemeldet werden müssen. Hier ist die Verwendung im Non-Food-Bereich nachweisbar.

Das Anbauflächenverhältnis auf der Stilllegungsfläche in Sachsen-Anhalt entspricht dem o. g. gesamtdeutschen Trend. Die Fruchtart Raps hat auf der Stilllegungsfläche überwiegend einen Anteil von über 90 % und schwankt im dargestellten Zeitraum zwischen 83 % (1995) und 97,2 % (2005).

Tab. 8: Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen und im Rahmen der Energiepflanzenprämie in Deutschland und Sachsen-Anhalt

	Anbaufläche (ha)										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Stilllegungsfläche D	360.796	236.616	110.994	147.988	369.510	340.614	331.454	350.554	334.806	213.918	370.501
Stilllegungsfläche ST	52.556	38.714	18.048	21.874	53.850	49.347	48.151	46.191	40.190	29.670	42.598
dav. Raps	43.580	35.971	17.058	21.247	51.798	47.962	46.561	45.394	39.304	29.367	41.401
Energiepflanzen D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111.789	242.777
Energiepflanzen ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.180	40.907

(Quelle: FNR 2006; Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt 2006)

Für die auf der Basisfläche angebauten nachwachsenden Rohstoffe stehen – Ausnahme: Energiepflanzenprämie - keine gesicherten Daten für eine Erfassung der Stoffströme für die Biokraftstoffproduktion zur Verfügung. Solche Angaben könnten nur die Unternehmen selbst geben und dann nur unter der Voraussetzung, dass es sich dabei lediglich um Momentaufnahmen handelt. So hat die MBE Zörbig nach mündlicher Auskunft (6/2005) derzeit ca. 60.000 t Getreide für die Verarbeitung zu Bioethanol über Verträge mit Landwirten gebunden.

Das Anbauspektrum ausgewählter Fruchtarten ist in nachfolgender Tabelle für Sachsen-Anhalt dargestellt. Die Ackerfläche Sachsens-Anhalts umfasst ca. 1 Mio. ha.

Tab. 9: Anbauflächen ausgewählter Fruchtarten in Sachsen-Anhalt

Fruchtart	Einheit	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Getreide insgesamt	T ha	596,7	565,2	605,7	608,1	600,8	583,2	595,7	588,2
dav. Winterweizen		293,2	278,2	316,6	316,3	320,7	309,7	335,2	343,6
Roggen		104,7	89,4	98,3	97,3	89,9	62,6	74,4	63,9
Wintergerste		118,1	105,4	110,1	111,3	103,3	88,8	97,5	98,1
Triticale		39,3	32,3	37,3	43,8	44,4	39,6	37,0	34,5
Körnermais einschl. CCM		10,1	12,3	12,2	12,8	13,6	23,7	20,9	20,2
Kartoffeln insgesamt		15,0	15,7	15,9	14,0	13,8	14,1	13,8	13,3
Zuckerrüben		58,5	56,5	50,9	50,2	51,8	50,3	50,7	47,5
Winterraps		89,9	112,1	97,4	110,6	133,6	118,8	137,9	146,7
Körner Sonnenblumen		2,0	2,9	2,0	2,2	2,7	5,1	2,9	2,5
Futtererbsen		40,9	38,4	35,5	39,6	34,5	33,5	27,2	24,7
Silomais (einschl. Lieschkolben- schrot)	67,2	59,3	56,8	55,7	53,2	58,5	58,2	60,2	

(Quelle: Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt 2006)

Letztendlich lassen sich auch hieraus keine Stoffströme ableiten. Ersichtlich wird allerdings, dass von 1998 – 2005 die Rapsanbaufläche als Zeichen eines sich positiv entwickelnden Absatzmarktes (Biodiesel, Speiseöl) tendenziell angestiegen ist. Die Anbauausdehnung betrug ca. 76 % bzw. ca. 56.800 ha. Man kann davon ausgehen, dass der Anbauzuwachs aus der Produktion von Non-Food-Raps resultiert.

Sonnenblumen als weitere mögliche Ölpflanze wurden nur in einem geringen Umfang von 2.000 - 3.000 ha angebaut. Sie trugen somit nur marginal zur Biokraftstoffherzeugung bei.

Die Anbaufläche für Getreide insgesamt liegt mit geringen Schwankungen bei ca. 60 % der Ackerfläche. Während der Weizenanbau eine Erweiterung um ca. 20 % erfahren hat, ging der Roggenanbau nach dem Wegfall der Intervention im Jahr 2004 um ca. 14 % zurück.

Der Silomaisanbau als mögliche Rohstoffquelle für die Biogasproduktion nimmt nach einem Rückgang von 24 % von 1997 - 2002 infolge der Reduzierung der Tierbestände langsam wieder zu. In der Diskussion um steigende Silomaisanbauflächen ist jedoch darauf zu verweisen, dass bisher das ehemals vorhandene Niveau von 7 % der Ackerfläche (1997) noch nicht wieder erreicht worden ist.

3.5 Entwicklung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen

- **Zuckermarktordnung**

Die gegenwärtig geltende EU-Zuckermarktordnung läuft zum 30.06.2006 aus. Der Agrarrat hat am 22.-24. November 2005 grundlegende Änderungen der

Zuckermarktordnung beschlossen und die endgültigen Legislativvorschläge im Februar 2006 erlassen. Wichtige Inhalte sind:

- Senkung des institutionellen Zuckerpreises ab 2006/07 in 4 Schritten um insgesamt 36 % und der Mindestpreis für Zuckerrüben um 39,5 %; 60 % dieser Preissenkung sollen in den ersten beiden Jahren der Reform und ab dem dritten Jahr 62,4 % durch produktionsunabhängige Direktzahlungen an die Landwirte ausgeglichen werden.
- Zusammenfassung der bisherigen A- und B-Quote des Zuckerrübenanbaus zu einer einzigen Produktionsquote,
- Die Zuckermarktordnung wird – in ihrer geänderten Fassung - ohne weitere Überprüfung bis zum Jahr 2014/2015 fortgeführt,
- Anstelle des bisherigen Interventionspreises tritt ein Referenzpreis, der durch Marktbeobachtung ermittelt wird,
- Zuckerrüben können als Energiepflanzen angebaut werden und erhalten dann die Energiepflanzenprämie in Höhe von 45 €/ha.

► **Folge:** Die wirtschaftlichen Folgen dieser Vorschläge für die betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe und die Verarbeitungsindustrie in Sachsen-Anhalt sowie zur Konzeption des Zuckerrübenanbaus für die Erzeugung von Biokraftstoffen können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend beurteilt werden. Die relative Vorzüglichkeit des Anbaus der Ackerfrüchte untereinander und unter Berücksichtigung der ackerbaulich bedingten Fruchtfolgegrenzen wird die Änderung der Richtung der Produktion bestimmen.

In Sachsen-Anhalt ist der Zuckerrübenanbau durch die bestehenden Quoten mit ca. 5 % an der Ackerfläche (landesweit) bzw. 8,5 % in den Gunstgebieten aus pflanzenbaulicher Sicht bisher nicht ausgeschöpft (Quelle: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Betriebsergebnisse landwirtschaftlicher Unternehmen Wirtschaftsjahr 2003/04; 2005). Daher ist aus ackerbaulicher Sicht eine Ausdehnung der Anbauflächen möglich.

Eine wesentliche Ausweitung des Zuckerrübenanbaus ist trotz möglicher Kostenvorteile der hiesigen Region in der Produktion gegenüber anderen Bundesländern oder EU-Mitgliedsstaaten für den Food-Bereich als Folge der Fortführung des Quotensystems jedoch kaum zu erwarten. Darüber hinaus muss aus Fruchtfolgeerwägungen der Anbau von Zuckerrüben und Raps – einschließlich des Anbaus auf Stilllegungsflächen - zusammengefasst betrachtet werden. In der Summe erreichen die Kulturen ca. 20 % der Ackerfläche. In der Fruchtfolge ist der Anbau von Zuckerrüben und Raps bis 40 % durchaus vertretbar.

Eine Ausweitung des Zuckerrübenanbaus im Non-Food-Bereich hängt von der o.g. relativen Vorzüglichkeit sowie nicht zuletzt von einer entsprechenden Nachfrage und Preisentwicklung ab.

• **Stilllegungsflächen**

Ausgehend von den Regelungen des Betriebsprämienführungsgesetzes (vgl. Abschnitt 2.1.2) ist zu erwarten, dass der Umfang der Stilllegungsfläche bis zum Zeitpunkt des Auslaufens der Angleichungsphase der Zahlungsansprüche (2013) in Sachsen-Anhalt unverändert bleibt, wobei allerdings über eine generelle Abschaffung der Stilllegungsverpflichtung seitens der KOM nachgedacht wird.

► Als Folge lässt sich daraus ableiten, dass bis zu diesem Zeitpunkt der Anbau von Rohstoffen für die Erzeugung von Biokraftstoffen im Hinblick auf die insgesamt als stillgelegte Fläche zur Verfügung stehende Fläche (Gesamtfläche 2002 von ca. 1,2 Mio. ha in Deutschland) keine wesentliche Ausdehnung erfährt.

- **Hektarerträge**

In der Vergangenheit (Durchschnitt des Zeitraumes 1990 - 2005) konnte eine Ertragssteigerung von durchschnittlich ca. 2 % je Jahr für alle Ackerfrüchte realisiert werden.

- ▶ **Folge:** Auf Grund des Züchtungsfortschritts in der Pflanzenproduktion in Verbindung mit den Verbesserungen der Produktionstechnik wird eine Steigerung auch für die nähere Zukunft zu erwarten sein. Ob diese Steigerung zukünftig insbesondere auf den Trockenstandorten Sachsen-Anhalts aufrechterhalten werden kann, bleibt abzuwarten.

- **Erweiterung der EU**

Die am 01.05.2004 erfolgte Erweiterung um 10 Mitgliedstaaten hat bisher auf den Agrarmärkten für nachwachsende Rohstoffe in Sachsen-Anhalt keine erkennbaren Auswirkungen hinterlassen.

Die Preisbildung der Ackerfrüchte, die zu den Grand-Culture zählen, dürfte eher von den Ergebnissen der WTO-Verhandlungen (Art und Umfang der Marktöffnung), den Wechselkursparitäten und der Marktentwicklung auf dem Weltmarkt als von den Produktionsmengen der neuen Mitglieder beeinflusst werden.

- **WTO-Verhandlungen im Agrarbereich**

Ziel der derzeit noch laufenden WTO-Verhandlungen ist u.a. die Verbesserung des Marktzugangs von Agrarprodukten, wobei derzeit die Zahl der Produkte, 50 oder 100, noch umstritten ist.

Aus Sicht der Biokraftstofferzeugung gehört zumindest Zucker zu den betroffenen Produkten.

Ein Ergebnis der laufenden Verhandlungen ist noch nicht erreicht. Es ist allerdings bereits heute als sicher anzunehmen, dass der Marktzugang bspw. in die Mitgliedsstaaten der EU für die genannten Produkte für Exportländer erleichtert wird.

- ▶ **Folge:** Es ist daher künftig nicht ausgeschlossen, dass im Verhandlungsergebnis mehr Zucker in die EU importiert wird als bisher erwartet und deshalb heimische Zuckererzeugung eine Verwertung u. a. in der Biokraftstofferzeugung finden könnte.

4 Abschätzung des Bedarfs und möglicher Entwicklungen im Biokraftstoffsektor

Entsprechend Bundestags-Drucksache 15/5524 vom 18.05.2005 trug im Jahre 2004 Energie aus Biomasse mit 2,3 % zur Deckung des Primärenergieverbrauchs in der Bundesrepublik bei. Von der erzeugten Bioenergie entfielen ca. 8,3 % auf Bio-Kraftstoffe. Biogene Kraftstoffe hatten Ende 2004 einen Anteil von ca. 1,6 % bezogen auf den gesamten Kraftstoffverbrauch.

Biokraftstoffe sind in der Regel teurer als fossile Energieträger.

Ein ökonomischer Einsatz von Kraftstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe kann bei den heutigen Preisen für mineralische Kraftstoffe nur durch Steuerermäßigung bzw. Einsatz von Fördermitteln erreicht werden.

Der künftige Kraftstoffverbrauch im Land Sachsen-Anhalt wurde anhand der Entwicklung in der Vergangenheit (1995 –2003) sowie einer Prognose des Mineralölwirtschaftsverbandes für die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2020 abgeschätzt. Den amtlichen Mineralölstatistiken liegen die Daten des Mineralölwirtschaftsverbandes zu Grunde.

Bei der Abschätzung des Kraftstoffverbrauchs für das Land Sachsen-Anhalt wurde einerseits angenommen, dass im Jahr 2020 die gleiche prozentuale Absenkung des Gesamtkraftstoffverbrauchs im Vergleich zum Jahr 2002 erreicht wird, wie im Bundesdurchschnitt und andererseits, dass das Verhältnis der verbrauchten

Ottokraftstoffmenge zur verbrauchten Dieselmotorkraftstoffmenge ebenfalls dem in der Bundesrepublik entspricht. Unsicherheiten bestehen insbesondere in der wirtschaftlichen Entwicklung und der Bevölkerungsentwicklung. Der Bevölkerungsrückgang in Sachsen-Anhalt wird Prognosen zufolge, stärker ausfallen als der für die gesamte Bundesrepublik. Diese Entwicklung ist in der Prognose nur ungenügend berücksichtigt. Das heißt, dass für Sachsen-Anhalt ein eher zu hoher Kraftstoffverbrauch abgeschätzt wird.

Da in der Vergangenheit Prognosen zur verkehrlichen Entwicklung die tatsächliche Entwicklung häufig unterschätzt haben, kann von einem gewissen Ausgleich der Unsicherheiten ausgegangen werden. Sachsen-Anhalt wird von wichtigen Transitachsen in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung durchschnitten. Deshalb ist der zu erwartende Verkehr nicht nur von den Entwicklungen im Land, sondern auch von überregionalen Entwicklungen abhängig.

Die so abgeschätzten Verbräuche sind der Abbildung 4 zu entnehmen.

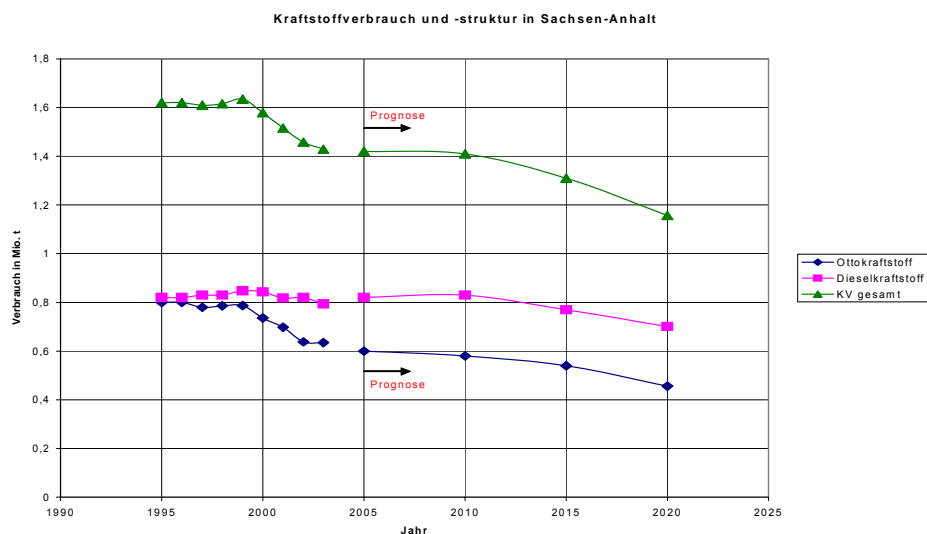


Abb. 4: Entwicklung und Prognose des Kraftstoffverbrauchs in Sachsen-Anhalt

Die Prognose des Kraftstoffverbrauchs in Sachsen-Anhalt kann nur orientierungsweise dazu genutzt werden, um die benötigten Biokraftstoffe abzuschätzen, die einerseits erforderlich wären, um die von der EU geforderten Quoten zu erreichen bzw. andererseits, um die erforderlichen Mengen zu ermitteln, die bei Ausnutzung der nach Kraftstoffnorm zulässigen Zumischungsraten bereitzustellen wären.

Zur Abschätzung möglicher Kapazitäten zur Versorgung mit Biokraftstoffen sind die Verhältnisse in der Bundesrepublik aussagefähiger als auf das Land Sachsen-Anhalt bezogen. Die Wirtschaftsbeziehungen großer industrieller Anlagen (Raffinerien, Ölmühlen, Bioethanolanlagen) gehen häufig weit über die Landesgrenzen hinaus. Dies betrifft sowohl den Absatz der Produkte als auch den Rohstoffbezug. Beispiel dafür sind die in Sachsen-Anhalt existierenden zwei großen Anlagen zur Bioethanolherstellung, die den Bedarf und die gegenwärtigen Möglichkeiten zum Einsatz von Bioethanol in Sachsen-Anhalt bei weitem übertreffen, wogegen bundesweit durchaus noch weiterer Bedarf an Anlagenkapazität besteht. Deshalb beziehen sich die weiteren Ausführungen auf die Verhältnisse in der Bundesrepublik.

Eckpunkte für eine im Ansatz verlässliche Prognose sind die in der EU Richtlinie geforderten Quoten an einzusetzenden Biokraftstoffen, die möglichen Zumischungsraten zu konventionellen Kraftstoffen (Ottokraftstoffe, Dieselmotorkraftstoff), die prognostizierten Kraftstoffverbräuche sowie die bereits vorhandenen Herstellungskapazitäten und Absatzmärkte für Biokraftstoffe.

Werden die in den nachfolgenden Kapiteln genannten Zahlen trotz aller Unsicherheiten auf das Land Sachsen-Anhalt heruntergebrochen, so würden sich bei dem prognostizierten Kraftstoffverbrauch und unter vollständiger Ausnutzung der nach Kraftstoffnormen zulässigen

Zumischungsraten oder bei Erfüllung der von der EU geforderten Quoten folgende erforderlichen Mengen an Bioethanol und Biodiesel ergeben.

Tab. 10: Kraftstoffverbrauch und möglicher Biokraftstoffeinsatz in Sachsen-Anhalt

Jahr	Sachsen-Anhalt Angaben in Mio. t			Sachsen-Anhalt Angaben in Mio. t				
	Ottokraftstoff	Dieselmotorkraftstoff	Kraftstoff gesamt	Ethanol 5 Vol.%	Ethanol 15 Vol.% ETBE	Ethanol EU-Quote	Biodiesel 5 Vol.%	Biodiesel EU-Quote
2005	0,600	0,820	1,420	0,0314	0,0400	0,0193	0,0430	0,0188
2010	0,580	0,830	1,410	0,0303	0,0386	0,0537	0,0435	0,0548
2015	0,540	0,770	1,310	0,0282	0,0360		0,0403	
2020	0,456	0,701	1,157	0,0239	0,0304	0,0587	0,0367	0,0643

Wie bereits oben erwähnt, nutzt eine solche landesweite Betrachtungsweise nur zur Abschätzung der Größenordnungen. Die möglichen Kapazitäten zur Bereitstellung der Rohstoffe müssen über die Struktur und die Leistungsfähigkeit der Landwirtschaft im Zusammenhang mit den Absatzmärkten unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ermittelt werden. Einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben dabei die Transportkosten für die bereitzustellende Biomasse und die ggf. vorhandene Absatzinfrastruktur. Dementsprechend müssen die Vorhaben in regional, bundesweit oder gar europaweit wirksame Kategorien eingeteilt werden.

4.1 Rapsölmethylester (RME)

Sehr günstige Voraussetzungen im Biokraftstoffmarkt zeigen sich beim Rapsölmethylester, dem eindeutig die Vorreiterrolle in Deutschland zukommt.

Im Jahr 2005 wurden in der Bundesrepublik etwa 1.500.000 t Biodiesel hergestellt. 2.000.000 t sollen es im Jahr 2006 sein [12]. Damit werden die Vorgaben der EU im Dieselmotorkraftstoffmarkt für diese Jahre übererfüllt.

Zur Erfüllung der EU-Quote wären im Jahr 2005 etwa 691.000 t und im Jahr 2010 2.032.000 t Biodiesel erforderlich. Die für das Jahr 2020 anvisierte Quote von 8 % führt zu einem theoretischen Bedarf von 2.460.000 t. Aus heutiger Sicht erscheint es durchaus realistisch, die Quoten im Dieselmotorkraftstoffmarkt mit in Kürze vorhandenen Biodieselproduktionskapazitäten in Deutschland abdecken zu können.

Würde der gesamte Dieselmotorkraftstoff in der Bundesrepublik mit 5 Vol.% Biodiesel gemischt werden, müsste im Jahr 2005 eine Menge an Biodiesel von rund 1.577.000 t und im Jahr 2010 von rund 1.613.000 t bereitgestellt werden. Auf das Jahr 2020 hochgerechnet, beträgt dieser Wert 1.404.000 t. Der Rückgang ist mit dem generell rückläufig prognostizierten Kraftstoffverbrauch begründet.

Tab. 11: RME Anlagen in Sachsen-Anhalt – Stand 10.04.2006

Ort	Firmenname (Anschrift)	Produktions- Kapazität [1000 t/a]	Produktions- beginn
Bitterfeld	MUW Mitteldeutsche Umesterungswerke GmbH & Co.KG	115	2003
Magdeburg	Bio-Ölwerk Magdeburg GmbH	75	2003/05
Burg	ECODASA GmbH	25	2004
Nemsdorf- Göhrendorf	Biodieselanlage 3 B-Diesel GmbH	0,2	2004
Leuna	LEUNA-Tenside GmbH	50	2004
Halle	J.C. Neckermann GmbH & Co. KG	65	2005
Zeitz	SAB Sachsen-Anhaltinische Biodiesel Werke GmbH & Co.KG	110	Planung/ Genehmigungsverfahren
Pratau / Wittenberg	Achill AG	20	Planung
Tangermünde	Altmärkische Energiewerke GmbH	43	Planung/ Genehmigungsverfahren
Schönebeck	Lacuna Fondsverwaltung GmbH&Co.KG Biodiesel Schönebeck GmbH	66	Planung/ Genehmigungsverfahren
Wittenberg	Neckermann Renevables Wittenberg GmbH	200	Planung/ Genehmigungsverfahren
Magdeburg	Bio-Ölwerk Magdeburg GmbH	180	Im Bau
Magdeburg	Magdeburger Biodiesel GmbH	120	Planung

Quelle: LVwA,

Im Biomassekatalog Sachsen-Anhalt [20] wird der Biodieselabsatz für die Jahre 1997 – 2001 wie folgt dargestellt. Dabei sind die Zahlen für 2000 und 2001 Schätzungen.

Tab. 12: Biodieselabsatz in Sachsen-Anhalt

	1997	1998	1999	2000	2001
Absatz [t]	2.718	3.984	5.040	13.180	17.445

Im Jahr 2004 wurden ca. 320.000 t Biodiesel als Reinkraftstoff an öffentlichen Tankstellen abgesetzt. Der Absatz von reinem Biodiesel im Pkw-Bereich wird künftig zurückgehen, da aus technischen Gründen für die meisten Neufahrzeuge bisher keine Freigabe der Hersteller für den reinen Biodieseleinsatz erfolgte. Mit der Möglichkeit, dem Dieselkraftstoff bis zu 5 Vol.% Biodiesel zumischen zu dürfen und der Steuerbefreiung für Biokraftstoffe wurde ein neuer Absatzweig gefunden. Die 5 Vol.-%-ige Zumischung zum Dieselkraftstoff ist problemlos realisierbar.

Ein weiterer bedeutender Absatzweig wird bei Flottenbetreibern im Nutzkraftfahrzeugsektor gesehen. Dort wurden im Jahr 2004 etwa 400.000 t reiner Biodiesel abgesetzt. Um die künftigen Abgasnormen im Lkw-Bereich erfüllen zu können, existieren unterschiedliche Ansätze der Fahrzeughersteller.

Fällt die Wahl auf ein Abgasbehandlungssystem mit Russfilter, könnten ähnliche Probleme wie im Pkw-Sektor auftreten. Damit wäre auch dieser Absatzweig durch technische Restriktionen limitiert.

Auf Grund der Neuregelung der Mineralölsteuerrückvergütung für Agrardiesel wird wegen der noch bestehenden Preisdifferenz zum Mineralöldiesel ab einer bestimmten Betriebsgröße auch der Einsatz von Biodiesel in der Landwirtschaft interessant. Hier wird ein Absatzpotential von rund 300.000 t gesehen. Die restlichen Mengen können entweder durch Zumischung zum

Dieselmotoren oder durch den Export in EU-Staaten, die die Vorgaben der EU aus eigener Produktion nicht abdecken können, abgesetzt werden.

Perspektivisch lassen sich daraus folgende Tendenzen ableiten:

- Der Markt für reine Biodieselanwendungen ist begrenzt und wird in der Zukunft auf lange Sicht, bedingt durch verschärfte Anforderungen an die Abgasreinigung, eher schrumpfen,
- Die Alternative, dem Dieselmotoren 5 Vol. % Biodiesel zuzumischen zu können, eröffnet mittelfristig neue Absatzchancen und Nachfrage. Bei unveränderter Rechtslage (DIN EN 590 Dieselmotoren) und prognostiziertem Verbrauch ist auch dieser Weg nach oben begrenzt.

4.2 Bioethanol

Zumindest in Deutschland spielte Bioethanol im Kraftstoffmarkt bis in die jüngere Vergangenheit keine Rolle. Durch die Errichtung und Inbetriebnahme von großen Anlagen zur Bioethanolherstellung in Sachsen-Anhalt (Zeitz, Zörbig) (siehe Tabelle 13) und in Brandenburg (Schwedt) wurde im Jahr 2005 eine Produktionskapazität von rund 500.000 t im Jahr erreicht [13], [14], [15], [16], [17]. Für das Jahr 2010 wird nach [15] ein weiterer Bedarf an Produktionskapazität von 800.000 t erwartet. In [16] wird für Deutschland eine Produktionskapazität im Jahr 2010 von 1.800.000 t erwartet.

Tab. 13: Geplante Erzeugung von Ethanol in Sachsen-Anhalt, Stand: 10.05.2006

Betreiber	Ort	Kapazität [t/a]	Rohstoff	Inbetriebnahme
Mitteldeutsche Bio-Energie Zörbig	Zörbig	60.000	Getreide, Wasser, Enzyme	2004
Südzucker Bioethanol GmbH c/o Südzucker Werk Zeitz	Zeitz	205.000 79.000	Getreide, Rübensaft, Rübensaft	2005 In Planung
Bio-Raffinerie Kusey GmbH	Kusey	ca. 2.400	Kartoffelreste (Schalen), Roggen, Triticale	Planung
Fuel 21 Klein-Wanzleben GmbH & Co.KG	Klein-Wanzleben	103.000	Rübensaft	Planung

Quelle: LVwA,

Für Bioethanol existieren im Wesentlichen drei Absatzwege im Ottokraftstoffsektor. Bei Ottokraftstoffen kann nach DIN EN 228 eine Ethanolzugabe von maximal 5 Vol.% erfolgen. Durch die Zumischung von kleinen Ethanolanteilen zum Ottokraftstoff können erhebliche Probleme auftreten. Einerseits kann es Schwierigkeiten mit der Einhaltung des in der DIN EN 228 geforderten maximalen Dampfdrucks durch die Dampfdruckanomalie des Ethanols geben, andererseits kann es im Zusammenhang mit dem Wassergehalt zu Entmischungerscheinungen kommen. Deshalb sind die Mineralölfirmen in Deutschland sehr zurückhaltend mit der Zumischung von Bioethanol. Nach Angaben verschiedener Mineralölfirmen wird jedoch an der Lösung dieser Probleme gearbeitet.

Durch die Weiterverarbeitung des Bioethanols mit Isobuten aus der Raffinerie zu Ethyltertiärbutylether (ETBE) und eine nach DIN EN 228 mögliche 15 Vol. %-ige Zumischung dieser Komponente zum Ottokraftstoff können diese Nachteile vollständig beseitigt werden. ETBE könnte das bisher verwendete Methyltertiärbutylether (MTBE) vollständig ersetzen, falls ausreichend Produktionskapazität geschaffen wird. Der Bioethanolanteil im ETBE beträgt etwa 47 Ma.%. Mehrere Kraftstoffhersteller haben bereits mit der Zumischung von ETBE als Kraftstoffkomponente begonnen (z. B. ARAL, TOTAL).

Eine in Deutschland bisher nicht praktizierte Anwendung von Bioethanol als Kraftstoff ist die Anwendung in speziellen Kraftfahrzeugen mit 100 % Ethanol oder in so genannten „Flexible Fuel Vehicles“ (FFV), die Ethanol-Ottokraftstoff-Gemische in einem breiten Zusammensetzungsbereich verbrennen können. Der besondere Nachteil dieser Varianten ist die zusätzlich erforderliche Infrastruktur für Ethanol und/oder die Mischkraftstoffe. Ob sich diese Konzepte in Deutschland durchsetzen können, kann gegenwärtig nicht beantwortet werden. Fahrzeuge, die sich zum 100 %-igen Einsatz von Ethanol (E100) eignen bzw. Flexible-Fuel-Fahrzeuge (FFV) (E85), werden von den Pkw-Herstellern auf den internationalen Märkten vertrieben. Auch dürfte die Einhaltung von gegenwärtigen und künftigen Abgasvorschriften keine Schwierigkeiten bereiten.

Zur Erfüllung der EU-Quote im Ottokraftstoffmarkt wäre im Jahr 2005 in der Bundesrepublik eine Bioethanolmenge von 811.000 t nötig. Das heißt mit der für das Jahr 2005 prognostizierten Produktionskapazität von 500.000 t wird die Quote im Ottokraftstoffsektor verfehlt. Im Jahr 2010 müsste zur Erfüllung der EU-Quote eine Produktionskapazität von 2.119.000 t geschaffen werden. Das ist etwa das 4,2-fache der gegenwärtigen Kapazität. Bei einem anvisierten Anteil von Biokraftstoffen im Ottokraftstoffsegment im Jahr 2020 von 8 % wäre eine Kapazität von 2.253.000 t erforderlich.

Würden alle Ottokraftstoffsorten in der Bundesrepublik mit 5 Vol. % Bioethanol versetzt werden, so wäre ein Bedarf im Jahr 2005 von 1.318.000 t, im Jahr 2010 von 1.198.000 t und im Jahr 2020 von 916.000 t vorhanden.

Bei der 15 Vol. %-igen Zumischung von ETBE läge der Bedarf im Jahr 2005 bei 1.678.000 t, im Jahr 2010 bei 1.525.000 t und im Jahr 2020 bei 1.166.000 t Bioethanol.

Allein über die 5 Vol. %-ige Zumischung zum Ottokraftstoff lässt sich die künftige von der EU vorgegebene Biokraftstoffquote im Ottokraftstoffmarkt nicht erfüllen. Auch durch die maximal 15 Vol. %-ige Zumischung von ETBE lassen sich die von der EU geforderten Quoten für Ottokraftstoff nicht erfüllen.

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass der Bioethanolmarkt:

- kurzfristig theoretisch auf etwa das 4 bis 5-fache der gegenwärtigen Produktionskapazität gesteigert werden könnte und,
- dass die alleinige Zumischung von Ethanol (max. 5 %) oder ETBE (max. 15 %) den Einsatz limitiert, so dass durch die Schaffung darüber hinausgehender Produktionskapazitäten neue Absatzwege gefunden werden müssten (z. B. E100- bzw. E85-Fahrzeuge, Brennstoffzelle).

Neben den bis hierher diskutierten Möglichkeiten der Kraftstoffgewinnung aus Biomasse bieten sich weitere Wege an.

4.3 Biogas

Die häufig genannte Nutzung von Biogas als Kraftstoff ist eine mögliche Variante, stellt aber an die Biogasreinigung zur Erzeugung von erdgasähnlichen Qualitäten hohe Anforderungen. Ob sich dieser Aufwand auch unter dem Gesichtspunkt der häufig kleinen und dezentralen Anlagen und der erforderlichen Infrastruktur letztlich rechnet, ist sehr stark von den energiepolitischen Rahmenbedingungen abhängig.

Energetisch am sinnvollsten und im Moment die wirtschaftlichste Variante in Deutschland ist die Verstromung des Biogases und die gleichzeitige Nutzung der entstehenden Wärme für Heiz- oder Trocknungszwecke. Dies ist allerdings nicht an allen Standorten möglich. Gegenwärtig wird das zur Verfügung stehende Biomassepotenzial (insbesondere Gülle, Speisereste, landwirtschaftliche Abfälle), das für die Vergärung (Faulung) zur Verfügung steht, nur ungenügend über diesen Weg verwertet. Ein Grund dafür ist in der eingeschränkten

Wärmenutzung zu sehen. Im ländlichen Raum fehlen Wärmeverteilnetze. Als mögliche Alternative wäre die Gaseinspeisung in Erwägung zu ziehen, die aber zunächst an den hohen Kosten der Gasaufbereitung scheitert.

Im Jahr 2001 wurden nach Angaben im Biomassekatalog Sachsen-Anhalt [20] in Sachsen-Anhalt nur ca. 8 % des möglichen Biogaspotenzials energetisch genutzt. Darin sind allerdings die Klärgas- und Deponiegasnutzung enthalten, die mit der Ausschöpfung des jeweiligen Potenzials von 33 % bzw. 23 % deutlich über dem Durchschnitt liegen. Nicht enthalten in dieser Aufstellung ist die Biogasproduktion auf der Basis von Energiepflanzen, die jedoch im Jahr 2001 keinen Anteil hatte.

In [18] wird abgeschätzt, dass im Jahr 2002 in Europa lediglich knapp 12 % des vorhandenen Potenzials zur Biogaserzeugung genutzt wurden. Ähnlich wurden die Verhältnisse in Niedersachsen (10 %) in [13] abgeschätzt. In [19] wird im Jahr 2003 von etwa 2000 Biogasanlagen in Deutschland ausgegangen – demgegenüber steht ein mögliches Potenzial von ca. 20.000 Anlagen.

Anwendungsfälle der Aufbereitung von Biogas zum Kraftstoff sind aus Schweden und der Schweiz bekannt. In Schweden ist die Verstromung des Biogases wegen der niedrigen Strompreise wirtschaftlich nicht attraktiv.

Gegenwärtig laufen einige Untersuchungen zur Reinigung des Biogases auf Erdgasqualität bzw. zur Gastrennung.

4.4 Synthetische Kraftstoffe

Die u. E. aussichtsreichste und zukunftsfähigste Variante ist die Herstellung flüssiger synthetischer Kraftstoffe über den Weg der Vergasung von Biomasse und organischen Abfällen, Reformierung und Synthese (Fischer-Tropsch) oder Direktverflüssigung. Diese Einschätzung wird gestützt durch die Vielzahl und Intensität der gegenwärtigen Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet. Von Vorteil sind dabei insbesondere:

- die Ganzpflanzenverwertung,
- ein breites Spektrum von möglichen Einsatzstoffen,
- die nahezu rückstandsfreie Verwertung der Biomasse,
- die Möglichkeit, hochwertige flüssige Kraftstoffe mit definierten Eigenschaften herstellen zu können,
- die unbeschränkte Nutzung der vorhandenen Betankungsinfrastruktur als Rein- oder Mischkraftstoff,
- die hohe Umweltverträglichkeit der Kraftstoffe und die Anpassung an modernste Motoren, Abgasreinigung und Brennverfahren sowie,
- die nur durch Biomasseverfügbarkeit und Anlagenkapazität begrenzte Absatzfähigkeit der Produkte.

Auf der Basis dieser Technologien lassen sich gleichzeitig wichtige wissenschaftliche und technologische Erkenntnisse im Zusammenhang mit der in fernerer Zukunft zu erwartenden Wasserstoffwirtschaft gewinnen.

5 Abschätzung der Erzeugung Nachwachsender Rohstoffe in Sachsen-Anhalt für die Biokraftstoffproduktion

5.1 Faktoren, die den Flächenumfang für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe beeinflussen (Auswahl)

Der begrenzende Faktor jeglicher Anbaustrategie auf dem Ackerland ist letztlich die sich aus der Wirtschaftlichkeit ableitende „relative Vorzüglichkeit“ der anbauwürdigen Ackerfrüchte an einem Standort, da alle Früchte um den Faktor Boden konkurrieren. In die relative Vorzüglichkeit gehen auch alle aus pflanzenbaulichen Gründen zu betrachtenden Faktoren wie insbesondere Standorteignung/-ansprüche, Wasserverfügbarkeit und Fruchtfolgegrenzen ein.

Neben den obligatorischen Stilllegungsflächen in Höhe von 8,95 % der Ackerfläche stehen grundsätzlich auch alle anderen Acker- und Grünlandflächen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe zur Verfügung. Ihre tatsächliche Inanspruchnahme für diesen Zweck wurde und wird insbesondere durch die Entwicklung der Preise, d. h. sowohl der Produktpreise für die einzelnen nachwachsenden Rohstoffe als auch deren Relation untereinander und durch die Nachfrage nach diesen Produkten bestimmt.

Der Absatz der wichtigsten Ackerfrüchte im Food-Bereich ist auf Grund der Einkommens- und Bevölkerungsentwicklung in den Mitgliedsstaaten der EU, insbesondere in Sachsen-Anhalt, eher stagnierend oder auch rückläufig. Zu den Exportmöglichkeiten landwirtschaftlicher Produkte auf dem Weltmarkt bestehen derzeit differenzierte Einschätzungen. Sachsen-Anhalt ist ein ausgesprochenes Exportland landwirtschaftlicher Produkte. Sollte der Foodexport stagnieren, wäre als Alternative der verstärkte Einsatz im Nonfoodbereich denkbar. Die für die Food-Erzeugung in Anspruch genommene Produktionsfläche wird darüber hinaus wesentlich von der Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Unternehmen nach der Agrarreform abhängen. Deshalb könnte der Zuwachs der Produktion, resultierend aus der Ertragssteigerung, u. a. für die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen genutzt werden. Grundsätzlich ist jedoch zu beachten, dass eine Produktionsausdehnung der nachwachsenden Rohstoffe nur dann zu erwarten ist, wenn damit - wie bereits angemerkt - ein wirtschaftlicher Erfolg des Betriebes verbunden ist.

Ein weiterer Anlass, landwirtschaftliche Produkte in die Biokraftstoffproduktion umzulenken, ist der Verlust von Absatzmöglichkeiten im Food-Sektor. Am Beispiel des Wegfalls der Roggenintervention wird deutlich, wie schnell sich agrarpolitische Entscheidungen in der Praxis auswirken und damit auch Flächen zur Non-Food-Produktion zur Verfügung stehen können. Seit 2004 ging die Roggenanbaufläche in Sachsen-Anhalt um 14 % zurück. Der verbliebene Roggenanbau hat allerdings auch ohne Intervention seinen Markt gefunden. In der Ernte 2005 wurde z.B. Brotroggen zeitweise teurer gehandelt als Brotweizen. Neben Brot- und Futterroggen liegt eine gute Eignung für die Erzeugung von Biokraftstoffen vor.

Eine Änderung des Anbauverhältnisses im Ackerbau ist allgemein, so auch in Sachsen-Anhalt, ausgehend von einer entsprechenden Nachfrage nur bei veränderten Preisrelationen der Produkte untereinander zu erwarten, zumal der Umfang der Flächenstilllegung durch die Zahlungsansprüche fixiert ist (s.o.).

Entscheidender Faktor, der den Umfang der für nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung stehenden Anbaufläche immens beeinflusst, sind die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Darüber hinaus haben Änderungen in den politischen Rahmenbedingungen (z. B. Steuerbefreiung für Biokraftstoffe, EU-Ri zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen) Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Erzeugung.

In Betrachtungen zur nachhaltigen Biomassenutzungsstrategie im europäischen Kontext [21] wird mit Blick auf die europäische Agrarpolitik für die zukünftige Entwicklung der Biomasseproduktion geschlussfolgert:

- weitere Abnahme der relativen Vorzüglichkeit von Getreide, Ölsaaten und Eiweißpflanzen zur Nahrungsmittelversorgung der EU,
- sinkende Wirtschaftlichkeit der Fleisch- und Milchproduktion auf marginalen Standorten setzt Potenziale für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe frei,
- keine signifikante Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von Energiepflanzen durch die Energiepflanzenprämie,
- große Bedeutung der Zuckermarktordnung für Potenziale und Kosten der Biomasseproduktion,
- vorerst Fortsetzung der obligatorischen Flächenstilllegung mit der Anbaumöglichkeit von nachwachsenden Rohstoffen.

Aus diesen Schlussfolgerungen heraus werden für die Biomasseproduktion in Deutschland zukünftig mehrere zusätzliche Ressourcen gesehen [21]:

- (1) Einschränkung der Rindfleisch- und Milchproduktion durch Entkopplung ab 2009
1/3 der 4,4 Mio. ha Grünland und Futterpflanzen werden nicht mehr für die Viehhaltung benötigt: Grobschätzung: 1 - 1,5 Mio. ha,
- (2) Zuckerrübenanbaufläche in Höhe von ca. 150.000 – 200.000 ha,
- (3) die stillgelegten landwirtschaftlichen Nutzflächen,
Gesamtfläche Deutschland (2002): ca. 1,2 Mio. ha; davon ca. 350.000 ha mit bzw. 850.000 ha ohne Anbau nachwachsender Rohstoffen.
- (4) wenn der Erzeugerlös für nachwachsende Rohstoffe rentabel ist, wird keine obligatorische Flächenstilllegung mehr erforderlich sein.

Der Flächenverbrauch für nichtlandwirtschaftliche Zwecke beläuft sich nach [21] in Deutschland auf etwa 4.000 ha/Jahr. Erst durch die Akkumulation im Zeitverlauf fällt dieser im Zusammenhang mit dem nutzbaren Flächenpotenzial für Biomasse quantitativ ins Gewicht.

Auf einige der o. g. Faktoren soll nachfolgend näher eingegangen werden.

- **Zuckermarktordnung:**

Abzusehen ist, dass der Rübenanbau zur Produktion von Zucker als Nahrungsmittel in der EU und auch in Sachsen-Anhalt zurückgehen wird.

- ▶ **Folge:** Es wird für Sachsen-Anhalt eingeschätzt, dass ca. 1 % des Ackerlandes (geschätzter Rückgang von derzeit ca. 50.000 auf 40.000 ha Zuckerrübenanbaufläche) nicht mehr für den Anbau von Zuckerrüben des Food-Bereichs benötigt wird. Dafür könnten bei entsprechender wirtschaftlicher Attraktivität alternativ Nonfood-Rüben angebaut werden und Weizen oder Winterraps für die Biokraftstoffproduktion ersetzen.

- **Ertragsentwicklung**

Siehe Abschnitt 3.5

- **Preisentwicklungen**

Gegenwärtig kann die Preisentwicklung für die wichtigsten Anbaufrüchte der landwirtschaftlichen Betriebe des Landes Sachsen-Anhalt nur schwer abgeschätzt werden. Generell gilt, dass folgende Faktoren zu einem Anstieg der Produktpreise in Deutschland (Europa) führen können:

- a) Anstieg der Weltbevölkerung und starkes Wirtschaftswachstum in Ostasien
 → Folge: Anstieg Nachfrage nach Getreide (Futtermittel), pflanzlichen Ölen, tierischem Eiweiß,
- b) in Deutschland gegenwärtig Investitionsboom beim Bau von Biogasanlagen mit einhergehendem Flächenbedarf für das Koferment Silomais
 → Folge: tendenziell steigender Flächenbedarf,
- c) EU-Agrarreform (Entkopplung)
 → Folge: Flächen mit geringem Ertragspotenzial könnten aus der Produktion genommen werden,
- d) Ausbau der Bioethanolproduktion
 → Folge: Bedarf erheblicher Getreidemengen,
- e) EU-Rechtsvorschriften (Wasserrahmenrichtlinie etc.) könnten Einsatz der Produktionsmittel Stickstoff und Pflanzenschutzmittel deutlich reduzieren
 → Folge: deutlich verringerte Erntemenge.

Gegen einen Anstieg der Preise auf mittlere Sicht sprechen aber auch gewichtige Argumente:

- a) enormes Produktionspotenzial in den Ländern der GUS-Staaten (wird gegenwärtig durch Kapitalmangel, Probleme der Infrastruktur und Probleme mit der Rechtssicherheit nicht ausgeschöpft),
- b) in den USA/Südamerika noch ganz erhebliche Produktionspotentiale aktivierbar,
- c) Welthandel hat einen ganz erheblichen Einfluss auf den innereuropäischen Markt,

5.2 Potenzialschätzungen für Deutschland

Im Hinblick auf die anspruchsvollen Zielstellungen (siehe Abschnitt 1, Tabelle 1) des Klimaschutzes und zum Ersatz von fossilen durch biogene Kraftstoffe u. a. stellt sich die Frage nach den Potenzialen der Biomasseproduktion. Aufgrund der grundlegenden Bedeutung dieser Thematik wurden und werden zahlreiche Biomassepotenzialschätzungen aus unterschiedlichsten Blickwinkeln auf Bundesebene vorgenommen. Im Ergebnis kommen die verschiedenen Studien zu einem Anteil an Biomasse von 10 - 17 % an der Primärenergieversorgung [22].

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) korrigierte im Jahr 2004 ihre Angaben zum Bioenergiepotenzial am Gesamtenergiebedarf Deutschlands. Es wurde eine Erhöhung des Potenzials von ca. 10 % auf 17 % (2030) vorgenommen, das u. a. auf einer höheren Einschätzung des Energiepflanzenanbaus resultierte. Hintergrund dafür waren die Ergebnisse einer Studie [23], die den Energiepflanzenanbau unter Berücksichtigung von Naturschutzbelangen bewertet. Diese gehen von einer Energiepflanzenanbaufläche von 2,0 Mio. ha im Jahr 2030 und von 4,2 Mio. ha im Jahr 2050 aus [23].

Andere Schätzungen verweisen im Jahr 2020 auf 3,45 Mio. ha, die für die Biomasseproduktion zur Verfügung stehen werden [24]. Danach rechnen Fachexperten auf Grundlage des technischen Potenziales im Jahr 2020 damit, dass in Deutschland produzierte Biomasse unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. Nutzung der gesamten „freien“ Fläche für die Biokraftstoffgewinnung, Rückgang Kraftstoffverbrauch) einen Anteil von bis zu 25 % an der Kraftstoffversorgung ausmachen könnte [24].

Unter Berücksichtigung des Flächenbedarfes anderer energetischer Nutzungen und ohne Einbeziehung möglicher Effizienzsteigerungen der Fahrzeugantriebe u. a. ist das Substitutionspotenzial wesentlich geringer (Siehe Tab.14).

Tab. 14: Substitutionspotenziale regenerativer Kraftstoffe aus Biomasse

	Deutschland	EU-15	EU-27	Welt
Kraftstoffverbrauch (EJ/a)	2,7	10,5	12,0	70,2
Technische Biomassepotenziale* (EJ/a)	1,2	6,8	8,9	109,0
„Freies“ Biomassepotenzial** (EJ/a)	0,7	4,6	6,9	63,8
Substitutionspotenzial %	7	11	27	27

(Quelle: nach [25])

Erläuterungen:

* technisches Biomassepotenzial: mit den technischen Möglichkeiten derzeit nutzbares Potenzial

** freies Biomassepotenzial: neben dem bereits etablierten Verbrauch für andere energetische Zwecke noch zur Verfügung stehendes Potenzial

Die nachfolgenden Abschätzungen der Potenziale einzelner Fruchtarten nach [21] beziehen sich jeweils auf deren isolierte Betrachtung. In der produktionstechnischen Realität sind auch die ökonomischen und ackerbaulichen Wechselwirkungen zwischen und innerhalb der einzelnen Fruchtarten zu berücksichtigen. Im Zusammenhang mit den angenommenen Preissteigerungen sind zudem die oben gemachten Anmerkungen zu „Preisentwicklungen“ zu berücksichtigen. Mit Blick auf die Ziele der Agrarreform und den Rahmenbedingungen der Zuckerrübenenerzeugung wird darauf verwiesen, dass Preissteigerungen (Erzeugerpreise, Agrarprodukte) nur theoretisch und nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen bzw. kaum in absehbarer Zeit erwartet werden können.

Grundlage der Potenzialberechnungen nach [21] bildet das technische Potenzial. Dieses gibt den vom theoretischen Potenzial ausgehenden Anteil an, der unter Berücksichtigung der derzeitigen technischen Möglichkeiten nutzbar ist.

Ölsaaten – Raps, Sonnenblume (Rapsöl, Biodiesel):

Dank günstiger Preisentwicklung geht bereits mehr als die Hälfte der Rapsproduktion in Deutschland in den Non-Food-Sektor. Grund ist vor allem die starke Nachfrage nach Biodiesel infolge seiner Steuerbefreiung und bereits ausgereifter Technik im Kraftfahrzeugbereich.

Auch die Rapsölpressung in dezentralen Anlagen der Landwirtschaft ist im Wachstum begriffen. Die steigende Nachfrage und der günstige Preis für Rapssaat haben in begünstigten Gebieten zu einer Ausweitung der Anbaufläche geführt.

Nach [21] lässt sich das Potenzial für Ölpflanzen (Berechnungen allein Ölsaaten) in Deutschland wie folgt charakterisieren:

- **Sonnenblumen:**

- nur in wenigen Anbauregionen ausreichende Erträge bei geringen Ernteverlusten,
- selbst bei ehemals höheren Preisen für Sonnenblumen als heute, existierten keine größeren Anbauflächen,
- Ausdehnungspotenzial auch bei Preissteigerung relativ gering: 20.000 ha.

- **Raps:**

- Angebot bei Preissteigerungen um bis zu 20 % elastisch ⇒ absolutes Ausdehnungspotenzial noch beträchtlich: 500.000 ha,
- darüber hinaus aber aufgrund Fruchtfolgegrenzen, Ausschöpfung der Standorte mit guten Bedingungen für hohe Erträge und zusätzlicher Anbau auch bei höheren

Preisen nur noch auf marginalen Standorten \Rightarrow kaum mehr Ausdehnung zu erwarten,

- o neues Potenzial von 100.000 bis 300.000 ha nur bei deutlichem Rückgang der Zuckerrübenfläche.

Die Anbauflächen für Raps und ergänzend für Sonnenblumen sind nur noch begrenzt ausdehnbar, da eine hohe Ausschöpfung des Angebotspotenzials (oder Anbaupotentials) erreicht ist. Das 500.000 ha umfassende absolute Ausdehnpotenzial von Raps (in Deutschland) könnte aber bereits bei einem geringen Preisanstieg (10 % gegenüber Basis 1998 - 2002) aktiviert werden (Siehe Tab.15).

Tab.15: Anbaupotenzial Ölsaaten [21]

	Anbaupotenzial	
	Raps (1.000 ha)	Sonnenblume (1.000 ha)
Basis Ø 1998 - 2002	1.143	28
Preissteigerung 10 %	1.670	48
Preissteigerung 20 %	1.680	48
Preissteigerung 100%	1.697	48

Das BMELV [26] gibt das Rapsanbaupotenzial für den Non-Food-Bereich mit 1,5 Mio. ha in Deutschland an. Gleichwohl wird weiterhin davon ausgegangen [24], [26], dass unabhängig von den Warenströmen, die heimische Rapsproduktion ausreicht, um die Nachfrage der deutschen Biodieselhersteller zu decken, was sich derzeit jedoch durch den Import von Rapsöl nicht eindeutig bestätigen lässt.

Getreide – insbesondere Roggen, Weizen (Bioethanol):

Das Potenzial von Getreide (insgesamt) in Deutschland wird nach [21] wie folgt prognostiziert:

- Produktionselastizität einzelner Getreidearten ist relativ hoch, weil u. a. die verschiedenen Getreidearten - abhängig von den Standortbedingungen - gut untereinander substituierbar sind,
- grundsätzlich besteht ein beträchtliches Anbaupotenzial bei entsprechenden Preissteigerungen.

Die Ertragssteigerung wird voraussichtlich stärker als die Erhöhung des Anbaus ausfallen, da mit steigenden Produktpreisen gleichzeitig ein Anreiz einhergeht, die spezielle Intensität der Produktion zu steigern. Die Erntemenge würde dann sowohl aus einem erhöhten Flächenumfang und gleichzeitig steigenden Flächenerträgen gespeist.

Im Rahmen realistischer Preissteigerungen (max. 10 %) würde die Produktion von Getreide auf Kosten der Stilllegung um 12 bis 18 % (bis zu ca. 800.000 ha) steigen.

Während der Weizenanbau bei Preisanhebungen insgesamt noch ein relativ hohes Flächenpotenzial zeigt (Tab. 16), ist Roggen weniger wettbewerbsfähig. Auf Grund dessen wird für eine beträchtliche Anbauausdehnung von Roggen eine im Vergleich zur Weizenerzeugung überproportionale Preissteigerung notwendig.

Tab.16 : Anbaupotenzial von Roggen und Weizen [21]

	Anbaupotenzial	
	Roggen (1.000 ha)	Weizen (1.000 ha)
Basis Ø 1998 - 2002	816	2.857
Preissteigerung 10 %	975	3.191
Preissteigerung 20 %	963	3.228
Preissteigerung 100%	984	3.405

In Sachsen-Anhalt haben zwei Produktionsanlagen mit einem beträchtlichen Rohstoffbedarf von jährlich ca. 240.000 t Roggen (MBE GmbH Zörbig) sowie ca. 700.000 t Weizen (Südzucker Bioethanol GmbH Zeitz) ihren Betrieb aufgenommen.

Wenn von mittleren Erträgen von 50 bzw. 70 dt/ha ausgegangen wird, beträgt der Flächenbedarf für diese Produktion etwa 70 % der Roggenfläche und 30 % der Weizenfläche Sachsens-Anhalts.

Das Unternehmen in Zörbig sichert den Roggenbezug über Direktverträge mit den Landwirten ab. Im Hinblick auf die geforderte Qualität wird seitens des Unternehmens Wert auf eine langfristige Zusammenarbeit gelegt. Nach jüngsten Aussagen (06/2005) wurden bisher 60.000 t Roggen (entspricht bei einem mittleren Ertrag einer Nutzfläche von etwa 12.000 ha) über Verträge mit Landwirten gebunden. Für die Anlage in Zeitz erfolgt der Rohstoffankauf dagegen über den Vertragsanbau mit dem Getreidehandel.

Der Rohstoffbedarf der Bioethanolanlagen wird jedoch auch über die Landesgrenzen hinaus gedeckt werden. Dennoch ist damit zu rechnen, dass der Roggenpreis generell und der Weizenpreis für proteinschwache Qualitäten im Umkreis der Anlagen gefestigt wird.

Zuckerrüben (Bioethanol):

Nach [21] könnten ohne Ausdehnung der Zuckerrübenproduktion 50 Mio. hl Bioethanol in der EU erzeugt werden. In Deutschland ist der Zuckerrübenanbau einzeln betrachtet bei wettbewerbsfähigen Preisen in größerem Umfang ausdehnbar.

Auch in Sachsen-Anhalt könnte die Zuckerrübenanbaufläche ausgedehnt werden. Bisher wird sie durch das Quotensystem im Food-Bereich begrenzt. Erforderlich ist aber - wie bereits mehrfach erwähnt - ein entsprechender Preis. Derzeit wird jedoch z.B. von der Nordzucker lediglich ein Erzeugerpreis für Bioethanolrüben in Höhe von 2,00 €/dt zuzüglich einer 30 %-igen Frachtkostenerstattung avisiert. Unter diesen Voraussetzungen ist die Attraktivität eines speziellen Rübenanbaus für die Bioethanolherstellung eher gering. Zudem müssen von den Erzeugern Anteile an der Anlage erworben werden, um überhaupt liefern zu können. Dies schmälert die wirtschaftliche Vorzüglichkeit weiter. Es bleibt daher abzuwarten, ob das Angebot von den Anbauern in ausreichendem Maß angenommen wird.

Weitere Aussagen zur Folge der Reformvorschläge der Zuckermarktordnung sind unter Abschnitt 3.5 „Zuckermarktordnung“ aufgeführt.

Bei gleichzeitiger Preissteigerung der beiden betrachteten Gruppen (Ölsaaten, Getreide) [21] ergibt sich, dass bei moderaten (und eher realistischen) Preissteigerungen (von bis zu 10 %) sowie bei wettbewerbsfähigen Preisen für Ethanolzuckerrüben

- bei Ölsaaten nur geringe und
- bei Getreide auf bisher stillgelegten Flächen

zusätzliche Potenziale erschlossen werden können.

Biogas

Das Rohstoffpotenzial der Landwirtschaft für die Erzeugung von Biogas ist verhältnismäßig groß und stammt nicht allein aus dem direkten Anbau landwirtschaftlicher Kulturen. Die Menge an Wirtschaftsdünger (u. a. Gülle) bildet ein Potenzial, dass derzeit in Deutschland und Sachsen-Anhalt bei weitem nicht ausgeschöpft ist. So führen nach [21] weniger als 10 % der ca. 171.100 Gülle erzeugenden Betriebe diese einer Biogasanlage zu.

Insbesondere mit dem novellierten Erneuerbaren Energiegesetz (EEG) und dem „Nachwachsenden Rohstoff-Bonus“ hat sich der Einsatz von Energiepflanzen (vor allem Maissilage, Getreide, Anweilksilage) erhöht. Aufgrund der Voraussetzungen für den Erhalt des „Nachwachsenden Rohstoff-Bonus“ haben landwirtschaftliche Biogasanlagenbetreiber weitestgehend auf die ausschließliche Vergärung dieser energiereichen Kosubstrate aus der

landwirtschaftlichen Erzeugung umgestellt. Die Vergärung von Kosubstraten z. B. aus industriellen Quellen wurde dagegen aufgegeben.

Der Biomassekatalog Sachsen-Anhalt [20] weist das in nachfolgender Tabelle dargestellte Biogaspotenzial für Sachsen-Anhalt aus:

Tab.17: Biogaspotenziale in Sachsen-Anhalt

Biogassubstrat	absolut PJ/a	Anteil %
Tierische Exkrememente, Einstreu, Futterreste	3,3	43
Ernterückstände der Landwirtschaft	1,0	13
Biogene Abfälle	0,4	5
Ernährungsgewerbe	0,6	8
Landschaftspflegematerial	1,0	13
Klärgas	0,7	9
Deponiegas	0,7	9
Summe	7,7	100

Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie kommt in seiner Studie „Bedeutung von Erdgas als neuer Kraftstoff im Kontext einer nachhaltigen Energieversorgung“, Wuppertal September 2003, zum Ergebnis, dass in Deutschland ein Potenzial an Biogas von ca. 760 PJ/a besteht. Inwieweit das Biomassepotential insgesamt für Biogas zur Verfügung steht oder für andere Nutzungen eingesetzt wird, muss generell in Sachsen-Anhalt und in Deutschland geklärt werden.

Synthetische Kraftstoffe:

Auf landwirtschaftlichen Flächen werden bundesweit jährlich insgesamt ca. 40 Mio. t Stroh erzeugt. Nutzungen z. B. für die Tierhaltung und die Humusreproduktion sowie nicht erntbare Mengen u. a. verringern die für technische Zwecke nutzbare Strohmenge erheblich. Nach [27] können ca. 30-50 % des gesamten Strohaufkommens für eine Potenzialeinschätzung angesetzt werden. Danach stehen in Deutschland jährlich immerhin ca. 9 Mio. t Stroh für eine energetische Nutzung zur Verfügung. Je nach angewandtem Verfahren können aus 3 bis 5 Teilen Stroh 1 Teil Synthesekraftstoff hergestellt werden.

Bei Nutzung von nur 10 % des deutschen Ackerlandes, was in etwa der derzeit stillgelegten Fläche entspricht, könnten weitere 3...6 Mio. t Kraftstoff aus der angebauten Biomasse erzeugt werden, je nachdem, ob traditionelle oder innovative Anbaukonzepte genutzt werden.

In Deutschland und Europa würde sich die zur Verfügung stehende Biomasse im Wesentlichen auf die drei Bereiche Resthölzer, Reststroh und den Anbau von Energiepflanzen verteilen. Unter Berücksichtigung eines mittelfristig erzielbaren Prozesswirkungsgrades von ca. 50%, einschließlich aller Transport- und Verarbeitungsverluste, könnte man damit ca. 26% des gesamten heutigen Kraftstoffbedarfs in Europa und den Beitrittsländern abdecken. Allerdings kann man nur mit einer teilweisen Verfügbarkeit zur Kraftstoffherzeugung ausgehen, da bereits heute stabile Pfade zur anderweitigen Nutzung von Biomasse bestehen.

Zurzeit wird der jährliche Holzzuwachs in der Bundesrepublik nur zu zwei Dritteln genutzt. 50 % dieses ungenutzten Potentials würden genügen, um elf großindustrielle SynFuel-Anlagen zur Produktion von ca. 2,5 Mio. t/a Synthesekraftstoff zu beliefern.

Betrachtungen darüber, ob die für die Non-Food-Produktion zur Verfügung stehenden Flächen in Sachsen-Anhalt den Biokraftstoffbedarf des Landes zu decken vermag, wären rein theoretisch. Ein Grund dafür ist die Handelsfähigkeit der derzeitigen Hauptrohstoffe für die Biokraftstoffherzeugung (Getreide, Rapssaat bzw. Rohöle), die sich u. a. durch eine hohe Energie-/Transportdichte auszeichnen. Europaweite Handlungsoptionen würden darüber hinaus auch z. B. für Waldholz, Holzpellets oder Kurzumtriebsholz bestehen [21]. Da die

Transportwürdigkeit immer auch eine Funktion der Energiepreise ist, gewinnen bei steigenden Energiepreisen und damit verbundener Abnahme der Transportwürdigkeit dezentrale Lösungen an wirtschaftlicher Bedeutung.

Derzeit beziehen die Großanlagen zur Biodieselherstellung ihre Rohstoffe (Rapssaat und/oder Rapsrohöl) nicht direkt vom Landwirt (aus der Region), sondern vom Händler bzw. von Ölmühlen. Die nächsten großen Ölmühlen befinden sich in SN/Riesa, BB/Wittenberge, NI/Salzgitter, Hamburg. Die Warenströme, die im Einzelnen nicht nachvollziehbar sind, gehen über die Landesgrenzen (Bundesland und Deutschland) hinaus. Die direkt mit Landwirten vertraglich gebundene Rohstofflieferung an die Verarbeiter (Bioethanolgewinnung MBE GmbH, Zörbig) ist bisher die Ausnahme.

Allein dezentrale Biokraftstoffanlagen stehen für nachvollziehbare regionale Stoffkreisläufe und finden darin auch ihren besonderen Vorteil (z. B. Wertschöpfung).

6. Schlussfolgerungen und Erkenntnisse

Die vorangestellten Analysen über Einsatzmöglichkeiten von Biomassen zur Umwandlung in Kraftstoffe, über Tendenzen in der Entwicklung der Kraftfahrzeugtechnik und der Weiterentwicklung von Treibstoffen auf fossiler Basis eröffnen für Sachsen-Anhalt vielfältige Handlungsoptionen.

Ziel der zukünftigen Arbeiten mit dieser Studie ist es, diese Handlungsoptionen aufzuzeigen und sie hinsichtlich ihrer Umsetzungsmöglichkeiten zu bewerten.

Unter dem Blickwinkel der regionalen Wertschöpfung, des Erhalts und des Ausbaus von Arbeitsplätzen, der Ressourcenschonung und der Umweltentlastung gilt es ungenutzte land- und forstwirtschaftliche Biomassepotenziale marktrelevant zu mobilisieren.

Bei der Quantifizierung der für den Biokraftstoffsektor zur Verfügung stehenden Potenziale sind die durch derzeitige Aktivitäten geschaffene und mittelfristig zu erwartende Strukturen zu berücksichtigen. Dazu gehören die Biokraftstoffe der ersten Generation (Pflanzenöl, Biodiesel und Ethanol) ebenso wie die energetische Nutzung im Strom- und Wärmemarkt und die Biogaseinspeisung in vorhandene Verteilnetze.

Für Sachsen-Anhalt ist es bedeutsam, die Entwicklung der Biomassenutzung auf dem Kraftstoffsektor aktiv zu begleiten und mitzugestalten. Hierzu wurden nachfolgend aufgeführte Handlungsfelder identifiziert.

- Die nationalen und internationalen Entwicklungen auf dem Kraftstoff- und Biokraftstoffsektor sind so dominierend, dass Entscheidungen auf regionaler bzw. Länderebene die nationalen und internationalen Tendenzen berücksichtigen müssen. In die Entscheidungsprozesse sind alle Akteure einzubeziehen:
 - Land- und Forstwirtschaft/Abfallwirtschaft,
 - Mineralölwirtschaft,
 - Chemische Industrie
 - Kfz-Industrie/Motorenentwickler,
 - Universitäten und Hochschulen.

Eine weitere Verfolgung der nationalen und internationalen Entwicklungen auf dem Kraftstoff- und Biokraftstoffsektor ist zwingend, da eine eindeutige Präferenz für eine bestimmte Entwicklungsrichtung derzeit nicht ausgesprochen werden kann.

- Das momentan zur Verfügung stehende statistische Datenmaterial des Landes Sachsen-Anhalt, der Bundesrepublik und der Europäischen Union ist nicht dazu geeignet, Stoffströme exakt zu ermitteln. Daraus lassen sich lediglich Größenordnungen ableiten, die zudem Momentaufnahmen darstellen.
- Grundlage für das weitere Handeln ist deshalb eine umfassende Analyse des Ist-Standes der Bereitstellung und der derzeitigen Nutzung von Biomasse. Entscheidende Voraussetzung für die Festlegung der weiteren Vorgehensweise sind Szenarien zur

Entwicklung des Biomassepotenzials in einzelnen Regionen in Verbindung mit Standortfragen für mögliche Umwandlungsanlagen.

Die Potenziale für die einzelnen Regionen des Landes müssen gesondert dargestellt werden. Das geschieht unter Beachtung der guten landwirtschaftlichen Praxis, Bodenfruchtbarkeit, Fruchtfolgen, Flächenverfügbarkeit unter Berücksichtigung der Nahrungs- und Futtermittelproduktion und möglicher Beeinträchtigung der Biodiversität.

Ziel ist die Gesamtbilanzierung der verfügbaren Biomasse des Landes bis zum Dezember 2007.

- Staatliche Förderungen sollten zukünftig so ausgerichtet werden, dass es zum einen zu keiner Überförderung zum anderen aber auch nicht zu Absatzeinbrüchen bereits am Markt befindlicher Biokraftstoffe kommt. Schwerpunkte der Förderpolitik sollten im Bereich der Forschung und Entwicklung für Biokraftstoffe der zweiten Generation (synthetische Kraftstoffe), ihrer Praxiseinführung über Pilot- und Demonstrationsvorhaben und Bioraffinerien gesetzt werden. Es sollte auch darüber nachgedacht werden, ob an einer Hochschule des Landes nicht ein Forschungszweig „Kraftstoffe“ eingerichtet werden kann. Für Förderschwerpunkte im Sinne dieser Strategie sind Mittel der EU aus der Strukturfondsperiode 2007 – 2013 bereitzustellen.
- In Sachsen-Anhalt ist ein Augenmerk auf den Einsatz von reinem Pflanzenöl als Kraftstoff zu lenken. Wenngleich dieser Bereich in der Gesamtbilanz auch zukünftig eher ein Nischenprodukt ist. Mit Blick auf die sehr positive Entwicklung des Absatzes von Biodiesel ist darauf zu achten, dass die gewachsene Infrastruktur und Investitionen in Fahrzeugumrüstungen nicht durch Veränderung gesetzlicher Rahmenbedingungen gefährdet werden.
- Unter Beachtung sich derzeit entwickelnder Strukturen sollte auch zukünftig ein Schwerpunkt auf die Dezentralisierung von Umwandlungsanlagen gesetzt werden. Hier profitieren nicht nur die einzelnen Landwirtschaftsbetriebe, sondern auch regionale Wirtschaftsunternehmen. Die ländlichen Räume werden insgesamt gestärkt. Damit ist die Installation von zentralen Großanlagen (Verarbeitungskapazität bis 1 Mio.t Biomasse) nicht ausgeschlossen. Vielmehr wird in Abhängigkeit von der Verfahrensreife und von den logistischen Möglichkeiten im Einzelfall entschieden.
- Ungeachtet der bisher beschrittenen Nutzungspfade für die biogenen Rohstoffe des Landes werden bereits heute die Weichen für die Entwicklung, den Anlagenbau und die Einsatzvorbereitung zukunftsweisender Technologien gestellt. Der dynamische Ausbau von Biokraftstoffen bietet eine Alternative zur Sicherung einer nachhaltigen Mobilität. Als Zielgröße strebt das Land eine Verdoppelung der Biokraftstoffproduktion bis zum Jahr 2010 zum Basisjahr 2005 an.
- Eine mit Wissenschaft und Industrie abgestimmte Kraftstoffstrategie wird sich hauptsächlich auf das langfristige Ziel konzentrieren, Wasserstoff aus Biomasse zu erzeugen und hierzu nötige Aktivitäten vorantreiben. BTL-Kraftstoffe können und werden im Übergangszeitraum eine wichtige Rolle spielen, da ein hierzu wesentlicher Prozessteil, die Biomasse-Vergasung, auch als Brückentechnologie zur Wasserstoffwirtschaft dienen kann. Auch sind diese Kraftstoffe nicht an eine Begrenzung durch Zumischung gebunden und erfordern keine Änderung von Antriebstechnologie oder Infrastruktur.
- Es wird davon ausgegangen, dass bei der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Sachsen-Anhalt auch in Zukunft die Nahrungs- und Futtermittelproduktion im Vordergrund stehen wird. Somit kann der Anbau von Energiepflanzen auf den Flächen stattfinden, die aufgrund fehlender Konkurrenzfähigkeit und der demographischen Entwicklung nicht mehr für die traditionelle Produktion genutzt werden. Es stehen dennoch erhebliche Flächenpotenziale zur Ausweitung der Biomasseproduktion für den Non-Food-Bereich zur Verfügung. Den wesentlichen Einfluss auf die Inanspruchnahme üben die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen aus.

- Bei der Erzeugung effizienter Energiepflanzen eröffnen sich der Land- und Forstwirtschaft weit reichende Forschungsfelder, beispielsweise bei der Optimierung der Anbaubedingungen oder der Ertragssteigerung bei einer zunehmend vollständigen Verwertung der Pflanzen. Hier hat Sachsen-Anhalt in der Züchtungsforschung und der Pflanzenbiotechnologie hervorragende wissenschaftliche Potenziale.
- Effizientere, sparsame und saubere Diesel- und Ottomotoren werden auch in den nächsten 20 Jahren weiterhin den Kfz-Sektor dominieren. Tendenziell zeichnet sich eine Entwicklung ab, die die Vorteile beider Brennverfahren in einem neuen Brennverfahren vereint. Kraftstoffe bzw. Biokraftstoffe müssen den damit verbundenen qualitativen Anforderungen gerecht werden.
- Kfz- bzw. Motorenhersteller sehen momentan angesichts der hohen Herausforderungen hinsichtlich Wirkungsgrad und Abgasqualität wenig Spielraum für Sonderentwicklungen weiterer Kraftstoffarten. Inwieweit sich dieser Standpunkt unter dem Blickwinkel der langfristigen Versorgungssicherheit halten lässt, bleibt abzuwarten. Die Mineralölindustrie sieht Möglichkeiten Pflanzenöle in geeignete Raffinerieprozesse zu integrieren. In diesen Fällen ist zu regeln, dass nur Biokraftstoffe anzuerkennen sind, wenn bei der Erzeugung der eingesetzten Biomasse nachweislich bestimmte Anforderungen an eine nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen oder bestimmte Anforderungen zum Schutz natürlicher Lebensräume erfüllt werden.
- Pflanzenölmethylester können als Biobestandteile neben dem direkten Einsatz relativ problemlos dem Rohöl oder dem Dieselkraftstoff unter Beachtung qualitativer Gesichtspunkte beigemischt werden. Hier ist zu klären, welcher Weg der ökologisch und ökonomisch sinnvollere ist. Fettsäuremethylester/Rapsölmethylester bringen in den nächsten Jahren, vor allem als Zumischung im Dieselkraftstoff, die erforderlichen Mengen zur Erreichung der von der EU vorgegebenen Kriterien. Langfristig gesehen verliert Fettsäuremethylester/ Rapsölmethylester an Bedeutung, da der ganzheitlichen Verwertung der Pflanze bei synthetischen Kraftstoffen der Vorzug zu geben ist.
- Das Ziel der Gewinnung umweltfreundlicher Kraftstoffe aus Biomasse sollte über die ganzheitliche Verwertung der Pflanze erreicht werden. Bei der Ganzpflanzenverwertung stehen künftig Bioethanol aus Lignocellulose und BTL-Kraftstoffe im Wettbewerb. Bereits gegenwärtig besteht der Bedarf der wissenschaftlichen Bewertung der Verfahren hinsichtlich Ökologie, Ökonomie und Nachhaltigkeit.
- Um den Einsatz von BTL-Kraftstoffen in Sachsen-Anhalt vorzubereiten, wurden Fachleute aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in einem BTL-Forum zusammengeführt, mit dem Ziel, die Möglichkeiten auszuloten, ob Sachsen-Anhalt ausreichend Biomasse zur Verfügung stellen kann und infrastrukturelle Voraussetzungen vorhanden sind bzw. geschaffen werden müssen, um mögliche Standorte für Umwandlungsanlagen zu benennen.
In mehreren Arbeitsgruppen werden die anbautechnischen Voraussetzungen zur kontinuierlichen Rohstoffversorgung im Bereich der Energiepflanzen (Ziel: Ganzpflanzenverwertung) regionalspezifisch untersucht sowie die Umwandlungstechnologien auf ihre Anwendbarkeit im Land geprüft. Parallel werden Szenarien zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit entwickelt.
Die Arbeit des Forums soll durch die Landesregierung auch finanziell unterstützt werden.
- Die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung alternativer Kraftstoffe der 2. Generation, die Einführung neuer Motortypen und die Anpassung des Tankstellennetzes benötigen langfristig stabile politische Rahmenbedingungen und langfristige Investitionen.
- Auch bei der Verwendung von Biokraftstoffen sind umfangreiche Energie- und Treibhausgasbilanzen nach dem Well-to-Wheel-Ansatz (Treibstoffkosten frei

Personenkilometer) aufzustellen, um zusätzliche ökologische und technische Probleme zu vermeiden.

- Wasserstoff, als Kraftstoff der fernerer Zukunft, wird mengenmäßig in den nächsten 20 Jahren eher eine untergeordnete Rolle spielen und mehr oder weniger in Modellvorhaben Bedeutung erlangen. Dennoch sollten alle Technologieentwicklungen auf dem Gebiet der Biokraftstoffe auch unter diesem Gesichtspunkt betrachtet werden.
- Aus dem Spektrum der Möglichkeiten zur Herstellung von Biokraftstoffen werden sich diejenigen Verfahren mit dem höchsten Potential, der besten Ökologie und Wirtschaftlichkeit herauskristallisieren. Dabei können allerdings politische Vorgaben, wie z. B. Erwerbssicherung für Land- und Forstwirte, Belebung des ländlichen Raumes, Natur- und Landschaftsschutzaspekte u. ä. eine wichtige Rolle spielen und regulierend eingreifen.
- Die erfolgreiche Entwicklung des Einsatzes von Biokraftstoffen im Land kann nur gewährleistet werden, wenn die in Sachsen-Anhalt vorhandenen Möglichkeiten und Kapazitäten (Industrie, Bildungseinrichtungen, Land- und Forstwirtschaft, u.s.w.) eine zielgerichtete Koordinierung erfahren.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Europäische Kommission: "Grünbuch - Hin zu einer europäischen Strategie für Versorgungssicherheit" (2001); "Weißbuch - Die europäische Verkehrspolitik bis 2010: Weichenstellung für die Zukunft" (2001); "Über alternative Kraftstoffe für den Straßenverkehr und ein Bündel von Maßnahmen zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen", Brüssel, COM 547 (2001)
- [2] Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung - Fortschrittsbericht 2004, Kapitel E – Abschnitt III „Die Kraftstoffstrategie – Alternative Kraftstoffe und innovative Antriebe“ November 2004, Bericht der Unterarbeitsgruppe „Kraftstoffmatrix“ zum „Matrixprozess“
- [3] G. A. Reinhardt
Energie- und CO₂-Bilanzierung nachwachsender Rohstoffe
Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1993
- [4] N. Schmitz
Bioethanol in Deutschland Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 21
Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
Landwirtschaftsverlag GmbH 2003
- [5] J. S. Tolan
Alcohol production from cellulosic biomass: the logen processlogen Corporation,
Ottawa, Canada
- [6] A. Gronauer u. a.
Biogashandbuch Bayern Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und
Verbraucherschutz 2004
- [7] J. Linstedt
Alcohol production from lignocellulosic feedstock BioAlcohol Foundation Sweden
Vortrag auf der Fachtagung „Regenerative Kraftstoffe“ 13./14.11.2003 in Stuttgart
- [8] R. Berger; K. R. G. Hein
Verfahrensübersicht: Synthesegaserzeugung aus Biomasse
Universität Stuttgart, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen
Vortrag auf der Fachtagung „Regenerative Kraftstoffe“ 13./14.11.2003 in Stuttgart
- [9] D. Meier
Pyrolyseöle als Zwischenprodukte bei der Kraftstofferzeugung
BFH-Institut für Holzchemie und chemische Technologie des Holzes
Vortrag auf der Fachtagung „Regenerative Kraftstoffe“ 13./14.11.2003 in Stuttgart
- [10] N. Boukis u.a.
Wasserstofferzeugung aus Biomasse – Wasserspaltung mit organischen Verbindungen
Forschungszentrum Karlsruhe
Jahrestagung des Forschungsverbunds Sonnenenergie 25./26.11.2004 in Berlin

- [11] Zubenbühler u.a.
H₂-reiches Synthesegas aus Biomasse: Der AER-Prozess
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Stuttgart
Vortrag auf der Fachtagung „Regenerative Kraftstoffe“ 13./14.11.2003 in Stuttgart
- [12] Biodiesel auf der Überholspur
12. Mai 2005
<http://www.ufop.de/3821.htm#Top>
- [13] Kraftstoffe der Zukunft 2004
Zusammenfassung der Ergebnisse – (Text Argra – Europe)
www.ufop.de
- [14] Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe in Kraft
Informationen zu den wichtigsten Regelungen – Berlin Februar 2004
www.ufop.de
- [15] C. Sauter
Bioenergie – ein innovativer Markt mit weltweiter Zukunft
Pressekonferenz am 2. Juni 2004 in Bonn
Sauter Unternehmensgruppe Mittel- u. Norddeutsche Bioenergie GmbH & Co KG
- [16] www.suedzucker.de/presse/notizen/2004
Mannheim 13.09.2004
- [17] Bioenergie – der Landwirt als Energiewirt
www.bioenergie.de
- [18] O. Jönsson, M. Persson
Biogas as transportation fuel
Swedish Gas Centre, Malmö
Vortrag auf der Fachtagung „Regenerative Kraftstoffe“ 13./14. November 2003
- [19] B. Krautkremer
Verfahrensübersicht: Biogaserzeugung und Verstromung ISET e. V.
Vortrag auf der Fachtagung „Regenerative Kraftstoffe“ 13./14. November 2003
- [20] Biomassekatalog Sachsen-Anhalt
Potenziale und energetische Nutzungsmöglichkeiten
Institut für Energetik und Umwelt gemeinnützige GmbH 2002
Im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt
- [21] D. Trähn et. al.
Nachhaltige Biomassennutzungsstrategien im europäischen Kontext; 2. Zwischenbericht
Institut für Energetik und Umwelt gemeinnützige GmbH 2004
Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- [22] Landesregierung Schleswig-Holstein,
Bioenergie: der Landwirt als Energiewirt
Drucksache 15/3743 v. 26.02.2004
- [23] Nitsch et. al.
Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) et. al., 2004
Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- [24] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.)
Biokraftstoffe, 2005

- [25] M. Specht, U. Zuberbühler
Bericht aus dem ReFuelNet
in: Synthetische Biokraftstoffe, Techniken-Potenziale-Perspektiven
Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) 2005
- [26] Unterrichtung durch die Bundesregierung; Drucksache 15/5816 v. 21.06.2005
Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizöle, 2005
- [27] A. Vogel, M. Reichmuth, M. Kaltschmitt
Potenziale von Biokraftstoffen unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte
in: Synthetische Biokraftstoffe, Techniken - Potenziale - Perspektiven
Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.) 2005

8 Anhang

8.1 Abkürzungen

AFCG	Alternative Fuels Contact Group
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BTL	Biomass-to-Liquid
C ₈ H ₁₈	Octan
CFPP	Cold Filter Plugging Point (Grenzwert der Filtrierbarkeit)
CH ₃ OH	Methanol
CH ₄	Methan
CNG	Compressed Natural Gas (komprimiertes Erdgas)
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
CTL	Coal-to-Liquid
CUTE	Clean Urban Transport for Europe
D	Deutschland
DME	Dimethylether
ECTOS	Ecological City Transport System
EEG	Erneuerbare Energiengesetz
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle
EG	Europäische Gemeinschaft
ETBE	Ethyl-tertiär-Butyl-Ether
EU	Europäische Union
EURO	Europäische Grenzwertstufe für Motoren
FAME	Fatty Acid Methyl ester
FFV	Flexible-Fuel-Vehicles
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
GHG	Green-House-Gases

GTL	Gas-to-Liquid
H ₂ O	Wasser
LH ₂	Flüssigwasserstoff
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LPG	Liquefied Petroleum Gas (Flüssiggas)
LVwA	Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt
MinöStG	Mineralölsteuergesetz
MTBE	Methanol-tertiär-Butyl-Ether
MWV	Mineralölwirtschaftsverband
N ₂	Stickstoff
NMVOG	Nichtmethan Kohlenwasserstoffe
NO _x	Stickoxide
PM 10	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser < 10 µm
PM 2,5	Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser < 2,5 µm
PME	Pflanzenöl-Methyl-Ester
PÖI	Pflanzenöl
ppm	Parts per million
RME	Rapsölmethylester
SCR	Selektive Katalytische Reduktion
ST	Sachsen-Anhalt
UFOP	Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen
VDA	Verband der Automobilindustrie
VES	Verkehrswirtschaftliche Energieinitiative
VOC	Volatile Organic Compounds (Flüchtige organische Kohlenwasserstoffe)
WTO	World Trade Organization (Welthandelsorganisation)

8.2 Verzeichnis der Pkw, die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖ) von den Herstellern freigegeben wurden Stand: Januar 2004

Pkw	Hersteller	Fahrzeugtyp	Vom Hersteller freigegeben als Kraftstoff für Motoren entsprechend			
			EURO II (1996/97)	EURO III (2000)	EURO IV (2005)	PÖI
			PME	PME	PME	PÖI
	Fiat Automobil AG (Fiat, Lancia, Alfa Romeo)	Alle!	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 5 % RME ist zugelassen)			
	MAZDA MOTORS (Deutschland) GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	SsangYong Motor Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	DaimlerChrysler AG	Alle!	Keine Angabe!	Keine Freig.	Keine Angabe!	Keine Freig.
		C 200 CDI, C 220 CDI, E 200 CDI, E 220 CDI			X (mit Sonderausstattung)	
	Adam Opel AG	Alle!	Keine Freigabe!			
	Volvo Car Germany GmbH	850 Limousine/854 und 850 Kombi/855 mit 72 Motorcode	X (mit Sonderausstattung)	Keine Freigabe!		
		S70/874 ab Fahrgestellnummer 498287 und mit 72 Motorcode	X	Keine Angabe!		
		V70/875 ab Fahrgestellnummer 449405 und mit 72 Motorcode	X	Keine Angabe!		
		V70/285 mit 72 Motorcode	X	Keine Angabe!		
		S80/184 mit 72 Motorcode	X	Keine Angabe!		
	Renault Nissan Deutschland AG	Alle!	Keine Freigabe!			
	Suzuki International Europe GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	Jaguar Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	Land Rover Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	DAIHATSU Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	Hyundai Motor Deutschland	Alle!	Keine Freigabe!			
	SkodaAuto Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
	PEUGEOT Deutschland GmbH	Alle! (Außer Fahrzeuge mit FAP-Partikelfiltertechnologie)	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 30 % RME ist zugelassen bei Beachtung diverser Auflagen)			
		Fahrzeuge mit FAP-Partikelfiltertechnologie	Keine Freigabe!			
		Alle!	Keine Freigabe!			
	MG Rover Deutschland GmbH	Alle TDI	Keine Freigabe!			
	Audi AG	318d, 320d, 330d,, 520d, 525d, 530d Limousine und Touring	X	Keine Angabe!	X	Keine Angabe!
	BMW AG		Keine Angabe!	Keine Angabe!	X (RME-Paket)	Keine Angabe!
				Keine Angabe!	Keine Angabe!	Keine Angabe!

Pkw	Hersteller	Fahrzeugtyp	EURO II (1996/97)		EURO III (2000)		EURO IV (2005)		
			PME	PÖI	PME	PÖI	PME	PÖI	
	Chrysler Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!						
	Citroen Deutschland AG	Alle (außer HDI-Motoren) HDI-Motoren	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 5 % RME ist zugelassen)						
	Deutsche Lada Automobil GmbH	Keine Dieselfahrzeuge im Programm!	Keine Freigabe!						
	Ford-Werke AG	Alle!	Keine Freigabe!						
	GM Europe GmbH	Keine Dieselfahrzeuge im Programm!	Keine Freigabe!						
	Honda Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!						
	Kia Motors Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!						
	MCC Smart GmbH	Alle!	Keine Freigabe!						
	Mitsubishi Auto Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!						
	SAAB Deutschland	Alle!	Keine Freigabe!						
	Seat Deutschland GmbH	Toledo ab Modelljahr 1999 Leon, Arosa, Alhambra, Inca ab Fahrgestell-nummer FTRO 13605, Ibiza ab Modelljahr 2002, Cordoba ab 2003	X (nach DIN 51606)	Keine Freigabe!	X (nach DIN 51606)	Keine Freigabe!	X (nach DIN 51606)	Keine Freigabe!	
	TOYOTA Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!						
	Volkswagen AG	Polo Diesel (A03)(außer Post Polo) mit Einführung des Dieselmotors, Golf/Vento (A3) ab MJ 96, Golf Ecomatic (A3) ab Fg- Nr.: 1HR P491 791, Passat(B4) ab MJ 96 Polo Classic, Lupo, Golf (A4), Bora, Beetle, Passat (B6), Phaeton V10 TDI, Touareg R5 TDI und V10 TDI – Alle vorgenannten Modelle ab Serieneinsatz-	X (Freigabe nur für RME)	Keine Freigabe	X (Freigabe nur für RME)	Keine Freigabe	X (Freigabe nur für RME)	Keine Freigabe!	
		Passat (3B), Lupo 3L	Keine Angabe!		Keine Angabe!		X (Freigabe nur für RME)	Keine Freigabe!	

8.3 Verzeichnis der leichten Nutzfahrzeuge die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖI) von den Herstellern freigegeben wurden
Stand: Januar 2004

Leichte Nutzfahrzeuge		Vom Hersteller freigegeben als Kraftstoff für Motoren entsprechend			
Hersteller	Fahrzeugtyp	PME	PÖI	PME	PÖI
Fiat Automobil AG (Fiat, Lancia, Alfa Romeo)	Alle!	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 5 % RME ist zugelassen)			
MAZDA MOTORS (Deutschland) GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
SsangYong Motor Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
DaimlerChrysler AG	Alle!	Keine Freigabe!			
Hako-Werke GmbH	Citymaster 1800		X	Keine Angabe!	
Adam Opel AG	Alle!	Keine Freigabe!			
KIA Motors Deutschland	Alle!	Keine Freigabe!			
Renault Nissan Deutschland AG	Alle!	Keine Freigabe!			
Hyundai Motor Deutschland	H1	Keine Freigabe!			
SkodaAuto Deutschland GmbH	Fabia Praktik	Keine Freigabe!			
PEUGEOT Deutschland GmbH	Alle! (Außer Fahrzeuge mit FAP-Partikelfiltertechnologie)	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 30 % RME ist zugelassen bei Beachtung diverser Auflagen)			
	Fahrzeuge mit FAP-Partikelfiltertechnologie	Keine Freigabe!			
Citroen Deutschland AG	Alle (außer HDi-Motoren)	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 5 % RME ist zugelassen)			
	HDI-Motoren	Keine Freigabe!			
Chrysler Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
Ford-Werke AG	Alle!	Keine Freigabe!			
Mitsubishi Auto Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
TOYOTA Deutschland GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
Volkswagen AG	Sharan ab MJ 94, T4 ab Fg.-Nr. 70T H 012 212, 70T X019998, Caddy II Wirbelkammer und SDI ab Produktionsdatum KW 23/96 TDI ab KW 43/96	X	Keine Freigabe!	X (nur RME)	Keine Freigabe!
	T5 und LT 2 ab Serieneinsatz				
SEAT	Inca ab Modelljahr 2000, Fahr- gestell-Nr.: 13605 u. ab Modelljahr 2001	Keine Freigabe!	Keine Freigabe!	X (nach DIN 51606)	Keine Freigabe!

8.4 Verzeichnis der Lkw/Busse die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenö (PÖ) von den Herstellern freigegeben wurden
Stand: Januar 2004

Lkw / Bus Hersteller	Fahrzeugtyp	Vom Hersteller freigegeben als Kraftstoff für Motoren entsprechend					
		EURO II (1995/96)	EURO III (2000)	EURO IV (2005/6)	EURO V (2008/9)	PME	POI
Volvo Trucks (Deutschland) GmbH	Alle!	Keine Freigabe! (Lediglich eine max. Beimischung von 5 % RME ist zugelassen)					
		Keine Angabe!	Keine Angabe!	Keine Freigabe!	Keine Freigabe!	Keine Angabe!	Keine Angabe!
DaimlerChrysler AG	Alle!	Keine Angabe!	Keine Freigabe!	Keine Freigabe!	Keine Freigabe!	Keine Angabe!	Keine Angabe!
	Alle neuen Lkw > 6 t						
	Actros 18 t – 41 t, Axor 18 t, Econic, Atego 18 – 26 t, Atego 7 t – 18 t,						
	LK 900, LK/MK mit Motor BR 300, MK/SK mit Motor BR400	X					
	UNIMOG mit Motoren BR 300 und BR 900 Busse ab 5.08.2001	X	X	X	X	X	X
MAN Nutzfahrzeuge AG	Alle!	X (Nur RME (mit Sonder - ausstattung))	Keine Freigabe!	Keine Freigabe!	Keine Freigabe!	Keine Angabe!	Keine Angabe!
	Alle Omnibusse!	Keine Freigabe!					
	IVECO Daily (3,2 – 6,5 t)	Keine Freigabe!					
	EuroCargo (6,5 – 18 t)						
IVECO	Stralis und EuroTrakker	X (Nur RME)	Keine	X (Nur RME)	Keine	Keine Angabe!	Keine Angabe!
	Alle Typen der Baureihen CF75/85 ab 13. Produktionswoche 2001 und XF95 ab 34/2002	Keine Angabe!	Keine Angabe!	X (mit Umrüstung und Auflagen)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	Keine Angabe!
DAF Trucks Deutschland GmbH	Typ XF95.530	Keine Freigabe!					
		Keine Freigabe!					

Lkw / Bus	Vom Hersteller freigegeben als Kraftstoff für Motoren entsprechend										
	EURO II (1995/96)		EURO III (2000)		EURO IV (2005/6)		EURO V (2008/9)				
Hersteller	Fahrzeugtyp	PME	PÖI	PME	PÖI	PME	PÖI	PME	PÖI	PME	PÖI
EvoBus GmbH Setra Omnibusse	Motoren typen: OM 447 hLA/LA, OM 457 hLAV/LA, OM 501/502 LA	X (mit Umrüstung und Auflage n)	Keine Angabe!	X (mit Umrüstung und Auflagen)							
Deutz AG	Alle! (außer Modellreihe 1015 und Motoren mit ATL-Aufladung und hoher Auslastung > 80% - Müllverdichter-)	Keine Angabe!		X (mit Umrüstung und Auflagen)							
Renault LKW Deutschland GmbH	Alle!										
Scania Deutschland GmbH	Alle!										

8.5 Verzeichnis der Traktoren, land- und forstwirtschaftliche Geräte die für den Betrieb mit PME und/oder Pflanzenöl (PÖI) von den Herstellern freigegeben wurden Stand: Januar 2004

Traktoren, land- und forstwirtschaftliche Geräte		Vom Hersteller freigegeben als Kraftstoff für Motoren entsprechend			
		Stufe I (2001)		Stufe II (2002/04)	
Hersteller	Fahrzeugtyp	PME	PÖI	PME	PÖI
Hako-Werke GmbH	Hakotrac 1700, Hakotrac 4500	Keine Angabe!		X	Keine Angabe!
Rabewerk GmbH & Co. Agrarsysteme	Alle!	X (div. Auflagen)		Keine Angabe!	
LEMKEN GmbH & Co.KG	Selbstfahrende Maschine auf Basis eines Fahrzeugs von Ag-Chem Europe BV (Holland)	Keine Angabe!		X	Keine Angabe!
Case Germany GmbH	Alle! (außer Fahrzeuge mit Lucas Einspritz-pumpen, M11-, NTA855-, N14-, QXS15-Motoren der Fa. Cummins in den Schleppertypen 9280, 9370 und QUADTRAC, alle Volvo-NH- und KHD 1015- Motoren)	Keine Angabe!		X (mit Umrüstung!)	Keine Angabe!
Grimme Landmaschinenfabrik GmbH	Alle!	Keine Freigabe!			
SAME DEUTZ-FAHR Agrarsysteme GmbH	Alle Traktoren, Agroplus, Agrokid, Agrocompact,	X (Einzelfreigaben auf Anfrage möglich)	Keine Freigabe!	X (Einzelfreigaben auf Anfrage möglich)	Keine Freigabe!
	Agrotron 80 - 105				
	Agrotron 106 – 115				
	Agrotron 130 – 165				
	Agrotron 125 – 200				
Agrotron 210 - 265					
AGCO GmbH & Co. Fendt Division	Alle Traktoren von 50 PS – 286 PS	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Freigabe!	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Freigabe!
	Mähdrescher	Keine generelle Freigabe! (Einzelfreigaben auf Anfrage möglich)		Keine generelle Freigabe! (Einzelfreigaben auf Anfrage möglich)	
Caterpillar	Alle!	X (Einzelfreigaben auf Anfrage möglich)			
Claas KG aA	Traktoren, Mähdrescher, Feldhäcksler		Keine Freigabe!	X (mit div. Auflagen)	Keine Freigabe!
Gebr. Holder GmbH	Allrad- und Komunalschlepper mit Motoren von Deutz und Kubota	X (mit div. Auflagen)	Keine Freigabe!	X (mit div. Auflagen)	Keine Freigabe!

Traktoren, land- und forstwirtschaftliche Geräte		Vom Hersteller freigegeben als Kraftstoff für Motoren entsprechend					
		Fahrzeugtyp	Stufe I (2001)		Stufe II (2002/04)		
Hersteller	PME		PÖI	PME	PÖI		
Komatsu Hanomag	Alle Baumaschinen	X (Einzelfreigaben für PME auf Anfrage möglich)	Keine Angabe!	X (Einzelfreigaben für PME auf Anfrage möglich)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
Linde AG	Gabelstapler der Typen BR 350, 351, 352, 353	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Angabe!	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
Lindner Landmaschinen	Alle!	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Angabe!	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
Massey-Fergusson GmbH	Alle Schlepper und Traktoren!	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Angabe!	X (nur RME und mit div. Auflagen)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
Multicar Spezialfahrzeuge	Alle Baureihe M 26.4 ab Baujahr 10/96!	X (mit Umrüstung!)	Keine Angabe!	X (mit Umrüstung!)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
ISEKI	Traktoren-Serie 3000 und 5000	Keine Angabe!		X (Auf Bestellung!)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
Steyer-Daimler-Puch-AG	Alle Traktoren ab Baujahr 1990	X	Keine Freigabe!	X	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
GmbH	Alle Traktoren vor Baujahr 1990	X (Einzelfreigabe für RME mit Umrüstsatz)	Keine Angabe!	Entfällt!			
Zetor / ZTS (Semex GmbH)	Gabelstapler!	X (Einzelfreigaben für PME auf Anfrage möglich)	Keine Angabe!	X (Einzelfreigaben für PME auf Anfrage möglich)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	
Xelan Gabelstapler und Maschinen GmbH	Traktorenmodelle UR 1 und UR 3 Maschinen mit PerkinsMotoren 1004-4, 1004-42, 1004-40T, 1004-40TW, 1006-60T	Keine Freigabe!(Lediglich max. 30 % RME- Beimischung zulässig!)		X (nur RME!)	Keine Angabe!	Keine Angabe!	

8.6 Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 1: Marktanteile für Kraftstoffe bis 2020
- Tab. 2: CO₂-Reduktionspotentiale pro Fahrzeugkilometer und Abschätzung der Mengenpotentiale [2]
- Tab. 3: Steuersätze Agrardiesel, Mineralölsteuer + Ökosteuer ohne MwSt.
- Tab. 4: Besteuerung/Förderung von Biokraftstoffen für Fahrzeuge
- Tab. 5 : Inanspruchnahme der Energiepflanzenprämie
- Tab. 6: Entwicklung der europäischen Abgasgrenzwerte für Fahrzeuge
- Tab. 7 : Anbauflächen nachwachsender Rohstoffe (ha) in Deutschland im Jahr 2003
- Tab. 8: Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Stilllegungsflächen und im Rahmen der Energiepflanzenprämie in Deutschland und Sachsen-Anhalt
- Tab. 9: Anbauflächen ausgewählter Fruchtarten in Sachsen-Anhalt
- Tab. 10: Kraftstoffverbrauch und möglicher Biokraftstoffeinsatz in Sachsen-Anhalt
- Tab. 11: RME Anlagen in Sachsen-Anhalt – Stand 25.Juli 2005
- Tab. 12: Biodieselabsatz in Sachsen-Anhalt
- Tab. 13: Geplante Erzeugung von Ethanol in Sachsen-Anhalt, Stand: 25.Juli 2005
- Tab. 14: Substitutionspotenziale regenerativer Kraftstoffe aus Biomasse
- Tab.15: Anbaupotenzial Ölsaaten
- Tab.16 : Anbaupotenzial von Roggen und Weizen
- Tab.17: Biogaspotenziale in Sachsen-Anhalt

04.09.2006

8.7 Verzeichnis der Abbildungen

- Abb.: 1: Emissionen in Deutschland
- Abb.: 2: Entwicklung der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland
- Abb.: 3: Rapsölverwendung in Flächenteilen 1990 und 2005
- Abb.: 4: Entwicklung und Prognose des Kraftstoffverbrauchs in Sachsen-Anhalt