

# Biokraftstoffe >

## Inhalt

<b>Das Deutsche Verkehrsforum .....</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Biokraftstoffarten .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Straßenverkehr.....</b>	<b>8</b>
3.1 Sachstand .....	8
3.2 Herausforderungen.....	10
3.3 Lösungsansätze .....	10
<b>4. Luftverkehr .....</b>	<b>12</b>
4.1 Sachstand .....	12
4.2 Herausforderungen.....	13
4.3 Lösungsansätze .....	13
<b>5. Schienenverkehr .....</b>	<b>14</b>
5.1 Sachstand .....	14
5.2 Herausforderungen.....	15
5.3 Schlussfolgerungen .....	15
<b>6. Schifffahrt .....</b>	<b>15</b>
6.1 Sachstand .....	15
6.2 Herausforderungen.....	15
6.3 Schlussfolgerungen .....	16
<b>7. Fazit und Leitlinien.....</b>	<b>16</b>

## Das Deutsche Verkehrsforum

---

### Unser Mandat

Mobilität ist einer der wichtigsten Faktoren für Wachstum und Wohlstand in Deutschland und Europa. Um Mobilität zu sichern und auszubauen, haben sich über 170 deutsche und europäische Unternehmen und Verbände im Deutschen Verkehrsforum vereint.

Das Deutsche Verkehrsforum ist die einzige verkehrsträgerübergreifende Wirtschaftsvereinigung in Europa. Als Interessenvertretung aller Verkehrsträger geben wir Impulse für den politischen Willensbildungsprozess. Gegenüber Entscheidungsträgern in Berlin und Brüssel treten wir nachdrücklich für Wettbewerb und Bürokratieabbau ein.

Im ständigen Dialog mit Politik, Wissenschaft, Medien und Öffentlichkeit ist das Deutsche Verkehrsforum kompetenter Wissensmanager und überparteiliche Plattform zugleich. Wir verstehen uns als »Anwalt für Mobilität« und setzen uns konsequent für ein integriertes Verkehrssystem ein, das leistungsstark, kundenorientiert, bezahlbar, ressourcenschonend und umweltfreundlich ist.

### Unser Ziel

Unser Ziel ist es, das wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Leistungspotenzial von Mobilität in das öffentliche Bewusstsein zu rücken und die Rahmenbedingungen für die Verkehrsbranche zu verbessern. Dazu gehören:

- > Sicherung des Verkehrsstandortes Deutschland durch zukunftsgerechte Infrastruktur, Bürokratieabbau und fairen Wettbewerb;
- > Schaffung bedarfsgerechter Verkehrsinfrastruktur durch Investitionen der öffentlichen Hand auf hohem verstetigten Niveau und Einbindung privater Partner;
- > Intelligente Vernetzung durch standardisierte Schnittstellen und reibungslosen Datenaustausch;
- > Förderung von Umweltverträglichkeit, Energieeffizienz und Sicherheit durch Innovation und technischen Fortschritt.



## Zusammenfassung

---

Verbrennungsmotoren und erdölbasierte Kraftstoffe werden in den kommenden Jahren weiterhin das Fundament unserer Mobilität bilden. Um die Emissionsbilanz des Verkehrssektors günstig zu beeinflussen und die klimapolitischen Zielsetzungen der Politik zu erfüllen, kommt der **Optimierung** bestehender Antriebstechnologien und Kraftstoffe **kurz- und mittelfristig** eine **erhebliche Bedeutung** zu. Ergänzend dazu spielen Alternativen zu konventionellen Antrieben und Kraftstoffen eine wichtige Rolle.

Für Effizienzsteigerungen und CO<sub>2</sub>-Reduktion bergen **alternative Kraftstoffe** ein **erhebliches Potenzial**. Ihr Einsatz kommt kurzfristig und im bestehenden Fahrzeugbestand zur Wirkung, denn Biokraftstoffe erfordern weder grundsätzlich neue Motoren noch eine neue Infrastruktur.

Je nach Biokraftstoff fällt die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz über die vollständige Produktionskette und die Verbrennung deutlich günstiger aus, als bei fossilen Kraftstoffen. Es ist jedoch strikt darauf zu achten, dass alle **Biokraftstoffe** den **Kriterien strenger Nachhaltigkeitsrichtlinien** und einer effizienten Flächennutzung entsprechen.

Biokraftstoffe der ersten Generation erfüllen diese Bedingungen lediglich zum Teil und weisen nur noch in geringfügigem Maße technische Verbesserungspotenziale auf, die in wirtschaftlich angemessenem Verhältnis zum Aufwand stehen. Daher ist das **Hauptaugenmerk** bei Forschung und Entwicklung **auf Biokraftstoffe der zweiten und dritten Generation zu richten**. Denn sie stehen nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelversorgung für den Menschen und können unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten optimal für konventionelle Antriebssysteme eingesetzt werden.

**Für** die einzelnen **Verkehrsträger** bestehen teils erhebliche **unterschiedliche Ansatzpunkte und Herausforderungen** bezüglich des Einsatzes und der Entwicklung von Biokraftstoffen:

- Der **Straßenverkehr** befindet sich beim Einsatz von Biokraftstoffen auf einem guten, etablierten Pfad. Seit 2000 weist der Absatz von Biokraftstoffen einen stetigen Aufwärtstrend auf. Es geht nun darum, die erzielten **Erfolge** beim Einsatz von Biokraftstoff in die Zukunft **fortzuschreiben und auszubauen** und den Anteil von Biokraftstoff im Straßenverkehr weiter zu steigern. Die Produktion der erforderlichen Mengen muss nachhaltig erfolgen.
- Dem Einsatz von Biokraftstoffen im **Luftverkehr** wird inzwischen hohe Aufmerksamkeit geschenkt, denn hier bestehen auf lange Sicht keine Antriebsalternativen zum Kerosin. Um die Emissionen vom anhaltenden Luftverkehrswachstum zu entkoppeln, ist es daher von entscheidender Bedeutung, das **Nachhaltigkeitspotenzial von Bio-Kerosin zu erschließen**. Die Luftverkehrswirtschaft macht diesbezüglich in jüngster Vergangenheit erste Fortschritte.
- **Im** deutschen **Schienerverkehr** dominiert die Elektrotraktion. Dennoch ist es denkbar, dass Biokraftstoffe hier in gewissem Umfang eingesetzt werden, um die Nachhaltigkeit dieses Verkehrsträgers weiter zu verbessern. **Noch ungeklärte Herausforderungen** liegen in der

motorischen Tauglichkeit, den Verbrauchswerten, der Lagerung und dem Preis von Biokraftstoffen.

- In der **Schifffahrt** spielt die Beimischung biogener Kraftstoffe eine bislang untergeordnete Rolle, obwohl deren Einsatz auch hier künftig in gewissem Umfang möglich sein könnte. Das **Potenzial kann** gegenwärtig jedoch noch **nicht sicher beurteilt werden**.

Um **Biokraftstoffe** langfristig **marktfähig** zu machen sind gemeinsame und **koordinierte Anstrengungen** der Kraftstoffhersteller, der Öffentlichen Hand und der Verkehrswirtschaft **notwendig**, die sich an folgenden Leitlinien orientieren sollten:

- Der **Verkehr braucht Biokraftstoffe**, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter zu mindern.
- Mit Blick auf die Nutzungskonkurrenz des Verkehrssektors zu anderen Energie verbrauchenden Sektoren, sollten die Biokraftstoffe in angemessenem Maße dem Mobilitätssektor zugeführt werden.
- Biokraftstoffe müssen jedoch eine tatsächliche CO<sub>2</sub>-Reduktion unter Berücksichtigung ihres gesamten Lebenszykluses erbringen. Entsprechende **Standards und Zertifizierungsverfahren** sind international **festzulegen**.
- An die **Produktion von Biokraftstoffen** müssen klar definierte Nachhaltigkeitsanforderungen gestellt werden. Sie **dürfen nicht mit** der menschlichen **Nahrungskette konkurrieren**, negative Umwelteinflüsse müssen vermieden werden. Es gilt, international verbindliche Nachhaltigkeitsstandards zu entwickeln und zu verankern, deren Einhaltung weltweit sichergestellt werden muss.
- Für den Erfolg bei Verbrauchern und Transportwirtschaft müssen Biokraftstoffe einen **wettbewerbsfähigen Preis** erreichen.
- Dazu sind auch künftig erhebliche **Investitionen nötig**. Neben der Förderung von Forschung und Entwicklung in der Markteinführungsphase bedarf es auch sinnvoller öffentlicher und technologieutraler Anreize.
- Sehr wichtig sind **verlässliche politische Rahmenbedingungen** für die Produzenten von Biokraftstoffen, für die Automobilindustrie und Mineralölwirtschaft, aber auch für die Nutzer und die Verkehrswirtschaft.
- Im Straßenverkehr sollte angestrebt werden, so bald wie möglich in die Nutzung von **Biokraftstoffen der zweiten Generation** einzusteigen.
- Der **Luftverkehr** benötigt eine **konzertierte Initiative** von Politik und Wirtschaft zum kommerziellen Einstieg in die Biokraftstoff-Nutzung.
- In der **Schifffahrt** und im **Schienerverkehr** sollten technische und wirtschaftliche **Vorfragen** zeitnah **geklärt** werden.

## 1. Einleitung

---

Eine **erfolgreiche Strategie** zur Emissionsreduktion und damit zum Klimaschutz im Verkehrssektor muss auf vier Säulen basieren: Erstens auf einer leistungsfähigen Infrastruktur, zweitens auf technologischem Fortschritt, drittens auf operativen Verbesserungen und viertens auf einem gesetzlichen Rahmen, der in marktgerechter Form Anreize für Effizienz setzt. Innerhalb der Säulen spielen Alternativen zu konventionellen Antrieben und Kraftstoffen eine wichtige Rolle. Eine Ergänzung dazu stellt auch Bioerdgas dar, da Erdgas als Kraftstoff unbegrenzt beigemischt werden oder diese ersetzen kann.

Teilweise sind **alternative Antriebe und alternative Kraftstoffe** untrennbar miteinander **verbunden**. Das gilt zum Beispiel für die Brennstoffzelle und den dafür benötigten Wasserstoff als Energieträger. Mindestens ebenso wichtig sind aber diejenigen **Kraftstoffalternativen**, die zum Einsatz in bereits etablierten Antrieben geeignet sind. Letzteres ist grundsätzlich der Fall bei Biokraftstoffen wie Bio-Diesel und Bio-Ethanol für konventionelle Diesel- bzw. Ottomotoren sowie Biokraftstoffe der zweiten Generation, die auch für den Einsatz in Flugzeugtriebwerken geeignet sind.

**Biokraftstoffe** sind wichtig, um die **Emissionsbilanz des Verkehrs günstig zu beeinflussen**. Bei der Verbrennung von Biokraftstoff freigesetztes CO<sub>2</sub> trägt nicht zum langfristigen Klimawandel bei, da dieses CO<sub>2</sub> vorher durch biogene Prozesse (z.B. Pflanzenwachstum) der Atmosphäre entzogen wurde. Je nach Biokraftstoff fällt die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz über die vollständige Produktionskette und die Verbrennung deutlich günstiger aus als bei fossilen Kraftstoffen.

Um **Biokraftstoffe** langfristig **marktfähig** zu machen, reichen Forschung und Entwicklung allein nicht aus. Notwendig sind auch **gemeinsame und koordinierte Anstrengungen** der Kraftstoffhersteller, der Öffentlichen Hand und der Verkehrswirtschaft. Denn es muss eine Perspektive für ein ausreichendes Angebot an Biokraftstoffen zu wettbewerbsfähigen Preisen geschaffen werden. Derzeit sind geeignete pflanzliche Rohstoffe noch nicht ausreichend vorhanden und Verfahren zur Herstellung alternativer Kraftstoffe aufwändig. Hersteller und Nutzer im Verkehr benötigen Planungssicherheit. Für die nötigen **Zukunftsinvestitionen** und die Nutzung von Biokraftstoffen müssen weiterhin wirksame **Anreize** gesetzt werden. Darüber hinaus sind einheitliche **Nachhaltigkeitskriterien** für Biokraftstoffe zu entwickeln.

Für die einzelnen Verkehrsträger bestehen teils erhebliche unterschiedliche Ansatzpunkte und Herausforderungen bezüglich des Einsatzes und der Entwicklung von Biokraftstoffen. Im Folgenden werden der aktuelle **Sachstand**, die besonderen **Herausforderungen** und viel versprechende **Lösungsansätze** für die Nutzung des Potenzials von Biokraftstoffen bei allen Verkehrsträgern dargestellt.

## 2. Biokraftstoffarten

---

Die Biokraftstoffe sind eine Form der Bioenergie. Dabei kann es sich um **flüssige oder gasförmige Kraftstoffe**, die aus Biomasse hergestellt werden, handeln. Grundsätzlich wird unter den Biokraftstoffarten zwischen der **ersten, zweiten und dritten Generation** voneinander unterschieden.

- Zu der **ersten Generation** gehören Pflanzenöl, Biodiesel und Bioethanol. Diese Biokraftstoffe werden aus Nutzpflanzen wie Raps, Getreide, Zuckerrohr oder Zuckerrüben hergestellt und können somit mit der **Nahrungsmittelversorgung** für den Menschen konkurrieren. Für die Erzeugung von Kraftstoffen der ersten Generation kann nur ein kleiner Teil der Pflanze wie z.B. Öl, Zucker, Stärke genutzt werden. Darüber hinaus wird die Entwicklung von HVO Kraftstoffen (Hydrotreated Vegetable Oil) stark forciert, ein Kraftstoff, der auf Pflanzenölen basiert, jedoch nach dem BTL-Verfahren (s. u.) produziert wird. Diese Kraftstoffe haben eine hohe Verträglichkeit mit aktuellen Verbrennungsmotoren, die keiner Modifikation mehr bedürfen. Für diese Art von Kraftstoffen der ersten Generation gibt es eine Zukunft, sofern die erforderlichen Rohstoffe nachhaltig produziert werden.
- Der **zweiten Generation** der Biokraftstoffe gehören Biomethan, BTL-Kraftstoff (Biomass-to-Liquid, synthetische Biokraftstoffe), Cellulose-Ethanol, und Bio-Kerosin an. Diese Biokraftstoffe, bei denen fast die vollständige Pflanze inkl. der schwer zugänglichen Cellulose verwendet wird, stehen nicht mit der Nahrungsmittelversorgung für Menschen in Konkurrenz. Denn das Ausgangsmaterial sind hier **biologische Reststoffe oder speziell ausgewählte Pflanzen** wie z.B. die Wüstenpflanze Jatropha, die auf Anbauflächen gedeihen, die nicht für Nahrungsmittel genutzt werden können. Wenn dieser Aspekt für die Produktion der Rohstoffe berücksichtigt wird, können Biokraftstoffe der zweiten Generation die in betroffenen Regionen der Welt auftretende Nutzungskonkurrenz zwischen Energiegewinnung und Nahrungsmitteln deutlich verringern.
- Der **Algenkraftstoff** stellt die **dritte Generation** der Biokraftstoffe dar. Die Algen weisen eine deutlich höhere Biomasse-Produktivität pro Fläche als Pflanzen auf.

Biokraftstoffe der **zweiten und dritten Generation** können unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten optimal für **konventionelle Antriebssysteme** eingesetzt werden. Wichtig ist, dass sie dabei den Kriterien strenger Nachhaltigkeitsrichtlinien und einer effizienten Flächennutzung entsprechen.

Unter diesen Voraussetzungen kann die Nutzung von Biokraftstoffen der zweiten und dritten Generation den CO<sub>2</sub>-Ausstoß erheblich reduzieren. Folglich sollte zunächst Biokraftstoffen der zweiten Generation, **perspektivisch** aber auch der **dritten Generation**, bei der Stärkung der Nachhaltigkeit des Verkehrs besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Da die Nutzung dieser Biokraftstoffe einen hohen technischen Aufwand mit sich bringt, sind noch erhebliche Anstrengungen bei Forschung und Entwicklung notwendig.

### 3. Straßenverkehr

---

#### 3.1 Sachstand

Seit 1999 ist es dem Straßenverkehr gelungen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken, obwohl sich die Verkehrsleistung erhöht hat. Diese erfolgreiche Bilanz ist fortzusetzen. Elektroantrieb und Brennstoffzelle als neue Antriebsarten sind erst mittel- bis langfristig in Sicht. Biokraftstoffe der ersten Generation leisten hingegen schon jetzt einen spürbaren Beitrag zur Senkung der Emissionsbilanz des Straßenverkehrs. Unter anderem bieten sie den Vorteil, dass weder grundsätzlich neue Motoren noch eine neue Infrastruktur erforderlich sind. **Biokraftstoffen** kommt somit eine wichtige **Brückenfunktion** für den Zeitraum zu, in dem alternative Antriebe im Straßenverkehr noch keine Marktdurchdringung erreicht haben.

Der Straßenverkehr befindet sich beim Einsatz von Biokraftstoffen auf einem guten, **etablierten Pfad**. Seit 2000 weist der Absatz von Biokraftstoffen einen stetigen Aufwärtstrend auf. 2007 wurde ein Marktanteil von über 7 % erreicht. Den weitaus größten Anteil hieran hat Biodiesel mit einem Absatz von 3,1 Mio. Tonnen in Deutschland in 2007. Die durch den Einsatz von Biokraftstoffen in Deutschland im Jahr 2007 erzielte CO<sub>2</sub>-Vermeidung wird auf annähernd 14 Mio. Tonnen geschätzt. Wegen der sinkenden steuerlichen Vorteile war in der Vergangenheit der Marktanteil von Biodiesel als Reinkraftstoff zwar stark rückläufig, aber als **Beimischkomponente** ist der Absatz weiter gestiegen.

Die stärkere Nutzung von Biokraftstoffen im Straßenverkehr wird auf politischer Ebene mit entsprechenden **Zielquoten** forciert. Die Richtlinie der EU zu erneuerbaren Energien von 2009 gibt den Mitgliedstaaten vor, 10 % des Energiebedarfs im Transportsektor in 2020 aus erneuerbaren Energien zu decken. Die Bundesregierung hat bereits 2004 eine Kraftstoffstrategie vorgelegt, um die Kraftstoffnutzung im Verkehrssektor zu diversifizieren. Auf Grundlage des **Biokraftstoffquotengesetzes** gilt in Deutschland seit 2010 eine Gesamtpflichtquote **für die Beimischung** von Biokraftstoffen in Höhe von 6,25 %. Automobilhersteller und Bundesregierung gehen übereinstimmend davon aus, dass **langfristig** ein Anteil von **17 %** nachhaltiger Biokraftstoffe am Kraftstoffverbrauch in Deutschland **erreichbar** ist.

Korrespondierend zur Biokraftstoffrichtlinie der EU und zum nationalen Biokraftstoffquotengesetz sind die technisch zulässigen **Beimischungsmengen** in den europäischen und deutschen **Kraftstoffnormen** auf 5 % (E5) für Bioethanol und 7 % (B7) für Biodiesel **festgelegt** worden. Auf nationaler Ebene haben die deutschen Automobilhersteller mit den Kraftstoffherstellern und der Bundesregierung in der gemeinsamen „Roadmap Biokraftstoffe“ 2007 hierzu Absprachen getroffen. Entsprechend diesem Fahrplan hat die deutsche Automobilindustrie Diesel-Pkw für die Nutzung von B7 freigegeben. Voraussetzung ist allerdings die zuverlässige Einhaltung der Qualitätsanforderungen an den B7-Kraftstoff.

Ab **2015** erfolgt in Deutschland außerdem eine **Umstellung** der bisher energetisch bemessenen Biokraftstoffquote **auf eine Klimaschutzquote**, die den Beitrag der verwendeten Biokraftstoffe zur Senkung von



Treibhausgasemissionen in den Mittelpunkt stellt. Diese „**Dekarbonisierungsquote**“ steigt von 3 % in 2015 auf 7 % in 2020, was eine **enorme Herausforderung** für die zeitgerechte Entwicklung und Einführung neuer, besonders nachhaltiger Biokraftstoffe bedeutet.

Auch auf das **Problem der Nahrungsmittelkonkurrenz**, das im Zusammenhang mit Biokraftstoffen der ersten Generation verstärkt aufgetreten ist, haben die EU und die Bundesregierung inzwischen **durch die gesetzliche Festlegung** von Nachhaltigkeitsanforderungen **reagiert**. Die 2009 von der Bundesregierung beschlossene Nachhaltigkeitsverordnung legt fest, dass künftig nur noch solche Biokraftstoffe steuerlich begünstigt oder auf die Bio-Beimischungsquote angerechnet werden können, die unter Einhaltung verbindlicher Nachhaltigkeitsstandards hergestellt wurden.

Die verwendeten biogenen Ausgangsstoffe dürfen insbesondere nicht von Flächen mit hohem Naturschutzwert oder hohem Kohlenstoffbestand stammen. Außerdem müssen Biokraftstoffe – unter Betrachtung der gesamten Erzeugungs- und Lieferkette – ein bestimmtes Minderungspotenzial mit Blick auf Treibhausgase ausweisen. Auch hier knüpft die deutsche Gesetzgebung an europäische Vorgaben an: Die EU-Richtlinie über erneuerbare Energien von 2009 hat das **Nachhaltigkeitskriterium für Biokraftstoffe** so **festgelegt**, dass mindestens 35 % CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber fossilen Kraftstoffen gewährleistet sind. Das Ziel steigt in 2018 bereits auf 60 %. Zusätzlich hat die Europäische Kommission im Juni 2010 ein Konzept vorgelegt, mit dem Nachhaltigkeitszertifikate für Importeure und Hersteller von Biokraftstoffen eingeführt werden.

Die Kfz-Hersteller haben ihrerseits mit der Kraftstoffwirtschaft und mit wissenschaftlichen Einrichtungen gemeinsame **Plattformen etabliert**, um die Entwicklung **zukünftiger Generationen von Biokraftstoffen** voranzutreiben. Zu nennen ist hier etwa die Alliance for Synthetic Fuels in Europe (asfe), an der auch die deutsche Kraftfahrzeugbranche beteiligt ist. Die Bemühungen richten sich hier vor allem auf die Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation mit technisch und ökologisch optimierten Eigenschaften.

Zu beachten ist, dass Biokraftstoffe auch gasförmige Kraftstoffe wie Erdgas ersetzen können. Bioerdgas entspricht qualitativ voll dem fossilen Erdgas. Deshalb kann **Bioerdgas** als Kraftstoff **Erdgas** unbegrenzt **beigemischt** werden **oder** dieses **ersetzen**. Es weist sehr hohe CO<sub>2</sub>-Einsparquoten von bis zu 80 % auf. Erdgasbetriebene Fahrzeuge sind technisch ausgereift. Schon heute können Erdgasfahrzeuge die niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen von vergleichbaren Diesel- und Benzinmodellen meist unterschreiten. Aufgrund der hohen Oktan-Zahl von 130 bestehen zusätzlich gute Möglichkeiten für ein Downsizing der Motoren ohne Leistungsverlust. Das **Potenzial** von **Erdgas** und besonders von **Biomethan** als sehr nachhaltiger Kraftstoffvariante ist aber noch **nicht ausgeschöpft**. Wesentliche **Einsatzfelder** für mit Erdgas und Bioerdgas betriebene Fahrzeuge ergeben sich in **Flotten**, insbesondere bei leichten und schweren Nutzfahrzeugen.

### 3.2 Herausforderungen

Im Straßenverkehr geht es darum, die erzielten **Erfolge** beim Einsatz von Biokraftstoff in die Zukunft **fortzuschreiben und auszubauen**. Die Herausforderung besteht darin,

- den **Anteil** von Biokraftstoff im Straßenverkehr weiter zu **steigern**,
- die dafür nötigen **kraftstofftechnischen Voraussetzungen** zu schaffen,
- für die Fahrzeuge des Bestands die technische Verträglichkeit höherer Bio-Anteile im Kraftstoff eindeutig und nachvollziehbar zu klären,
- verbindliche **Nachhaltigkeitskriterien** für Biokraftstoffe **festzulegen** und vor allem international zu implementieren,
- eine angemessene **Versorgung** mit Bestandsschutzkraftstoffsorten zu **gewährleisten** und
- die Nachhaltigkeit der Kraftstoffe für den Massenmarkt weiter zu verbessern und eine weitere **Kostenreduktion** zu **erzielen**.

Beim Einsatz von Biodiesel stellt momentan die Beimischung von sieben Volumenprozent (ggf. mit zusätzlich 3% Hydrotreated Vegetable Oil) mit dem aktuell verfügbaren Kraftstoff die technische Höchstgrenze dar. Bis jetzt haben sogenannte Fettsäuremethylester (englisch abgekürzt FAME) als Biodiesel Verwendung gefunden, die in höherer Beimischung besonders bei modernen Dieselmotoren zu einer ineffizienten Verbrennung und anderen technischen Problemen führen. Die **Beimischungsgrenze** kann nur durch weiter entwickelte Biokraftstoffe **überwunden** werden.

Ähnliche Herausforderungen stellen sich bei der weiteren **Steigerung des Ethanolanteils**, z. B. bei einem Übergang zu E10, also einer 10 %igen Ethanol-Beimischung zu konventionellem Benzin. Ethanol verursacht einen volumetrischen Mehrverbrauch gegenüber konventionellem Kraftstoff. Für die Verwendung von Kraftstoffen mit höheren Quoten (z.B. E85), müssen die **Fahrzeuge technisch modifiziert** werden, was **erhebliche Kosten** verursacht (sog. Flex-Fuel-Fahrzeuge).

Die gegenwärtig verfügbare erste Generation von Biokraftstoffen erreicht maximal eine Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen. Mit künftigen Biokraftstoffen muss eine höhere Einsparung von Treibhausgasen realisiert werden. **Anzustreben** ist eine möglichst vollständige **CO<sub>2</sub>-Neutralität**.

### 3.3 Lösungsansätze

- Biokraftstoffe der ersten Generation weisen nur noch in geringfügigem Maße technische Verbesserungspotenziale auf, die in wirtschaftlich angemessenem Verhältnis zum Aufwand stehen. Diese Potenziale müssen kurzfristig ebenfalls ausgeschöpft werden, doch das **Hauptaugenmerk** bei Forschung und Entwicklung ist auf Kraftstoffe der **zweiten und** – mit Blick auf die Rohstoffkonkurrenz zur Nahrungsmittelversorgung – insbesondere der **dritten Generation** zu richten.
- Ein wichtiger Schritt ist die Bereitstellung von hydrierten Pflanzenölen

als **fortgeschrittene Variante von Biodiesel** der ersten Generation (Hydrotreated Vegetable Oil, HVO). Ausgangsmaterial von HVO ist wie beim normalen Biodiesel Pflanzenöl. Durch die Behandlung in einer Hydrieranlage resultiert aber ein sehr hochwertiger Kraftstoff, der in seinen Eigenschaften konventionellem Diesel nahe kommt. **HVO** kann bereits in den kommenden Jahren in **größeren Mengen** produziert werden. Mit HVO lassen sich Verbesserungen bei der Einsparung von Treibhausgasen gegenüber herkömmlichem Biodiesel erzielen. Allerdings müssen die **Produktionskosten** noch deutlich gesenkt und angemessene **Nachhaltigkeitskriterien** entwickelt werden.

- Eine darüber hinaus gehende Steigerung des Biokraftstoffanteils, die Zielsetzung einer größtmöglichen CO<sub>2</sub>-Reduktion, höchste Flächennutzungseffizienz, strenge Nachhaltigkeitskriterien und die Auflösung der Konkurrenz zur Nahrungsmittelkette machen mittel- und langfristig den Einsatz von **synthetischen Biokraftstoffen** erforderlich. Bei diesen Biokraftstoffen der **zweiten Generation** für den Straßenverkehr steht nachhaltige Biomasse als Basismaterial im Vordergrund. Ausgangsstoffe sind Stroh, Resthölzer, sowie Algen oder die Jatropha-Pflanze, die nicht der menschlichen Ernährung dienen und deren Masse vollständig in die Kraftstoffgewinnung einfließt. Das Ausgangsmaterial wird in ein Synthesegas umgewandelt und anschließend im so genannten Fischer-Tropsch-Verfahren zu Kraftstoff verflüssigt (Biomass-to-Liquid, BTL-Verfahren).
- Die resultierenden **synthetischen Kraftstoffe** weisen eine äußerst hohe Qualität auf und können zu konventionellen Kraftstoffen **unbegrenzt beigemischt** werden. Mit passenden Ausgangsstoffen ist BTL-Kraftstoff **annähernd CO<sub>2</sub>-neutral**.
- Allerdings sind die **Produktionskapazitäten** für synthetische Kraftstoffe der zweiten Generation derzeit noch **marginal**. Die **Investitionserfordernisse** und der weitere Entwicklungsbedarf, um große Mengen zu wettbewerbsfähigen Kosten zu produzieren, sind **erheblich**. Es müssen dauerhafte, verlässliche Lieferketten für das erforderliche biogene Ausgangsmaterial aufgebaut werden.
- Forschung, Entwicklung und Investitionen für die Bereitstellung und Verwendung von Biokraftstoffen der **zweiten Generation** sollten deshalb auf deutscher und europäischer Ebene **finanziell gefördert werden**.
- Neben den zukünftigen Biokraftstoffen der zweiten Generation muss auch die Einführung von HVO im Straßenverkehr regulatorisch unterstützt werden. Die **steuerliche Förderung** dieser besonders förderungswürdigen Biokraftstoffe durch den Bund muss bis 2020 **fortgeschrieben** werden.
- Auch **Bioerdgas** hat eine zunehmende Bedeutung als CO<sub>2</sub>-effiziente und schnell umsetzbare Kraftstoffvariante. Biogas benötigt fortgesetzte **Marktanreize**.
- Angesichts der fortschreitenden Diversifizierung von Kraftstoffen sollten Bundesregierung und EU auf eine einheitliche und klare Strategie bei der **Zulassung neuer Kraftstoffarten und Kraftstoffkomponenten** achten. Eine weitere Zersplitterung der Vorgehensweise in den einzelnen Mitgliedstaaten und eine zunehmende „Konfusion an der Zapfsäule“ sind zu vermeiden.

## 4. Luftverkehr

---

### 4.1 Sachstand

Dem Einsatz von Biokraftstoffen im internationalen Luftverkehr wird inzwischen hohe Aufmerksamkeit geschenkt. Hierfür sind im Wesentlichen zwei Gründe ausschlaggebend: Erstens bestehen – im Unterschied zu den anderen Verkehrsträgern - in der kommerziellen **Luftfahrt** auf lange Sicht **keine Antriebsalternativen** zum Kerosin als Treibstoff für Strahltriebwerke. Kerosin wird bisher ausschließlich aus Rohöl gewonnen – einem knapper werdenden Rohstoff. Nachhaltige Biokraftstoffe können daher eine Lösung für dieses Problem anbieten, da ihre Produktion weltweit möglich ist und unterschiedliche Ausgangsmaterialien verwendet werden können. .

Der zweite Grund für den Einsatz von nachhaltigen Biokraftstoffen ist die wirksame Reduktion der netto CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der potentielle technologische und infrastrukturelle Effizienzgewinn wird durch das prognostizierte starke Transportwachstum im internationalen Luftverkehr mehr als aufgezehrt. Für eine wirksame **Entkoppelung der Emissionen vom Luftverkehrswachstum** ist es daher von ganz entscheidender Bedeutung, das Nachhaltigkeitspotenzial von **Bio-Kerosin** für die Luftfahrt zu **erschließen**. Biokraftstoffe der zweiten Generation bieten dafür sehr gute Ansatzpunkte.

Die **Luftverkehrswirtschaft** macht in jüngster Vergangenheit zügige Fortschritte, um das Potenzial dieser Kraftstoffalternativen künftig nutzen zu können. Der Weltverband der Fluglinien „International Air Transport Association (IATA)“ hat sich in diesem Zusammenhang auch jüngst nochmals zu dem selbst gesetzten Ziel eines **CO<sub>2</sub>-neutralen Wachstums des Weltluftverkehrs ab 2020** bekannt. Die IATA weist jedoch nachdrücklich darauf hin, dass zur Erreichung dieses Ziels die Verwendung nachhaltiger Biokraftstoffe wesentlich ist und politischer Unterstützung bedarf.

Einige internationale Fluggesellschaften haben bereits einzelne **Testflüge mit Biokraftstoffen** durchgeführt und somit die Eignung von Bio-Kerosin für den Luftverkehr bewiesen. Dabei wurden sehr hochwertige Biokraftstoffe mit konventionellem Kerosin gemischt und aus Sicherheitsgründen lediglich bei einem von mehreren Triebwerken verwendet.

Wegen der enorm hohen Anforderungen an die Betriebssicherheit der Flugzeugantriebe müssen **alternative Kraftstoffe** im Luftverkehr Eigenschaften aufweisen, die denen von **herkömmlichem Kerosin zu 100 % entsprechen**. Einfache Biokraftstoffe der ersten Generation weisen diese Eigenschaften aus verschiedenen Gründen nicht auf; sie scheiden somit zur Verwendung im Luftverkehr aus.

Eine **weltweite Vorreiterrolle** bei der Entwicklung von alternativen Flugkraftstoffen nehmen die **USA** ein. Allein die Entwicklung von Biokraftstoffen wurde in den USA im Jahr 2009 mit rund 7 Mrd. US \$ gefördert. Mit Unterstützung der U.S. Federal Aviation Administration (FAA) treibt dort die Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAIFI) die Entwicklung von Biokraftstoffen durch Industriekonsortien voran. **Erste**

**Zulassungen** von alternativen Kraftstoffen wurden **in den USA** vorgenommen. Erleichtert wird dieser schnelle Fortschritt durch die traditionelle Führungsrolle, welche die USA auf dem Gebiet der Zertifizierung von Jet Fuel inne haben. Hinzu kommt, dass die **U.S.-Administration** in den letzten Jahren **erhebliche Fördergelder** für Lösungen zur wirtschaftlichen Produktion von Jet-Biokraftstoffen bereitgestellt hat.

Eine **technologische Entwicklungsplattform**, die entsprechende Lösungen im europäischen Rahmen sucht, ist die European Biofuels Technology Plattform (EBTP), an der u. a. Airbus mitwirkt. Die EU fördert inzwischen ebenfalls F&E-Schritte zur Entwicklung von Biokraftstoffen für den Luftverkehr. Gerade im direkten Vergleich zu den USA **fehlt** es aber in **Europa** noch an konkreter **öffentlicher Unterstützung**.

Das **Interesse der Luftverkehrsbranche** am Einsatz von Biokraftstoffen ist weltweit **außerordentlich groß**. 2008 hat sich die Sustainable Aviation Fuel Users Group SAFUG als weltweite Interessengemeinschaft gegründet, unter anderen mit der Deutschen Lufthansa, TUIfly, weiteren weltweit tätigen Airlines, Boeing und Airbus. Lufthansa plant in Kürze Serientests im regulären Flugbetrieb, um über einen längeren Zeitraum hinweg Erfahrungen mit alternativen Kraftstoffen zu sammeln. British Airways hat mit dem amerikanischen Technologieunternehmen Solena einen Vertrag über die Belieferung mit Biokraftstoffen abgeschlossen, die in einem Bio-Fuel-Kraftwerk im Londoner Raum erzeugt werden sollen.

## 4.2 Herausforderungen

Die Emissionssenkung im Luftverkehr macht weltweit ein Bündel von Maßnahmen notwendig, die an ganz unterschiedlichen Punkten die Nachhaltigkeit und Effizienz des Luftverkehrs weiter steigern. Letzteres ist notwendig, weil der Luftverkehr auf lange Sicht **keine Alternative zu Strahltriebwerken** als Antriebsart hat.

Biokraftstoffe für Luftfahrt sind eine erklärte und machbare Option; das notwendige Zertifizierungsverfahren ist bereits im Gang. Eine der größten Herausforderungen besteht daher nun darin, die erforderliche Menge von Rohstoffen zu gewinnen und die dafür **nötigen Anbauflächen zu kultivieren**. Die Versorgung der kommerziellen Luftfahrtindustrie mit Treibstoff ist in einem vergleichsweise einfach vernetzten Umfeld möglich.

Das Ziel ist der kommerzielle Einsatz von nachhaltigen und preislich wettbewerbsfähigen Biokraftstoffen in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren. Um nachhaltigen Biokraftstoff in den **Volumina**, die der Luftverkehr benötigt, **verfügbar zu machen**, sind Anstrengungen im Bereich Forschung und Entwicklung sowie Investitionen in den Aufbau von **Produktionsanlagen erforderlich**. Kraftstoffproduzenten und Fluggesellschaften benötigen einen langfristige verlässlichen **regulatorischen Rahmen**, der den Einsatz von Bio-Kerosin fördert.

## 4.3 Lösungsansätze

- Deutschland und Europa nehmen weltweit beim Klimaschutz eine Führungsrolle ein. Sie müssen jetzt auch im Bereich nachhaltiger Luftverkehrskraftstoffe deutliche **Anreize für Forschung und**

**Entwicklung**, für Investitionen und für den Einsatz von Bio-Kerosin setzen.

- Derzeit stehen für den Luftverkehr potenziell **zwei Technologiepfade** zur Verfügung: Hydrierte Pflanzenöle (HVO) und Biomass-To-Liquid-Kraftstoffe (BTL). Beide sind in der Lage auf technisch unterschiedlichen Wegen die luftfahrtspezifischen Anforderungen zu erfüllen. Beide haben somit Potenzial zur Reduzierung der Emissionen. Langfristig ist auch die Produktion von Kraftstoffen aus Algen eine Alternative. Alle Optionen weisen **erhebliches Entwicklungspotential** auf: Dabei ist die Beachtung angemessener Nachhaltigkeitskriterien von hoher Bedeutung.
- Die **Entwicklung und Produktion** von Biokraftstoff der zweiten Generation ist allerdings wirtschaftlich wie technologisch sehr **anspruchsvoll**. Potenzielle Investoren stehen vor Entscheidungen von großer Tragweite.
- Um Biokraftstoffen der zweiten Generation für den Luftverkehr zum Durchbruch zu verhelfen, müssen Bundesregierung und die EU gezielt und **längerfristig Fördermaßnahmen** einleiten. Zu fördern sind Forschung und Entwicklung zur wirtschaftlichen Erzeugung und Verwendung dieser Kraftstoffe. Dabei ist besonders auf **Entwicklungspartnerschaften und Pilotprojekte** von Forschungseinrichtungen, Kraftstoffherstellern, Fluggesellschaften, Flugzeug- und Triebwerksherstellern zu setzen.
- Ab 2012 wird der Luftverkehr in das Emissionshandelssystem (ETS) der EU einbezogen. Es ist dann zwingend erforderlich, Anreize für den **Einsatz von Biokraftstoffen** zu setzen, indem diese **im** Rahmen des **ETS** zu Gunsten der Fluggesellschaften **angerechnet** werden. Die Bundesregierung sollte daher die Initiative zu einer entsprechenden Regelung in der EU-Emissionshandelsrichtlinie ergreifen. Ebenso sollte die Bundesregierung die aus der Versteigerung der Emissionszertifikate für den Luftverkehr erzielten **Erlöse**, wie in der EU Emissionshandelsrichtlinie empfohlen, **zielgerichtet** für die zusätzliche Finanzierung von Forschung und Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen **einsetzen** – insbesondere für die marktreife Erzeugung und Verwendung von nachhaltigen Biokraftstoffen im Luftverkehr.

## 5. Schienenverkehr

---

### 5.1 Sachstand

Im deutschen Schienenverkehr **dominiert die Elektrotraktion**. Die Deutsche Bahn AG fährt zu 90 % elektrisch. Aber auch für den Schienenverkehr ist es künftig denkbar, dass Biokraftstoffe in gewissem Umfang eingesetzt werden und so die Nachhaltigkeit dieses Verkehrsträgers weiter verbessert wird.

Beim **Diesel-Antrieb** wird die **Zumischung** eines begrenzten Anteils von biogenem Kraftstoff als sinnvoll angesehen. In Europa, den USA und Kanada wurden erste Feldversuche mit bis zu 30 % Biodieselanteil durchgeführt.

## 5.2 Herausforderungen

Noch **ungeklärte Herausforderungen** liegen in der motorischen Tauglichkeit, in den Verbrauchswerten, der Lagerung und dem Preis von biogenen Kraftstoffen in der Dieseltraktion im Schienenverkehr.

## 5.3 Schlussfolgerungen

- Bevor eine quantitativ relevante Beimischung von Biodiesel vorgenommen wird sind **Langzeitstudien erforderlich**, die die technische Unbedenklichkeit und Wirtschaftlichkeit im Schienenverkehr bestätigen.
- Die Beimischung höherer Anteile von Biokraftstoff im Schienenverkehr könnte neben ökologischen **Vorzügen auch Nachteile** haben: Zu prüfen sind eventuelle Umrüstungserfordernisse, höhere Wartungsintensität, Mehrverbräuche, Leistungseinbußen, eingeschränkte Wintertauglichkeit, Investitionserfordernisse für besondere Tanklager und höhere Kraftstoffpreise.

## 6. Schifffahrt

---

### 6.1 Sachstand

In der **Schifffahrt** kommt der Senkung des **Schwefelgehaltes** und der motorischen Modernisierung für die weitere Verbesserung des Schadstoffausstoßes eine **zentrale** Rolle zu. Auf globaler, europäischer und nationaler Ebene wurden hierzu in den letzten Jahren eine Reihe regulatorischer Maßnahmen ergriffen.

In der **Binnenschifffahrt** wird beispielsweise ab 1. Januar 2011 der Einsatz **schwefelfreier Kraftstoffe** (max. 10 ppm Schwefel) vorgeschrieben. Flächendeckend steht dann in Deutschland nach derzeitigem Stand Kraftstoff nach DIN EN 51 638 zur Versorgung der Binnenschifffahrt zur Verfügung.

Die **Beimischung** biogener Kraftstoffe spielt demgegenüber im Schiffsverkehr eine bislang **untergeordnete Rolle**, obwohl der Einsatz von Biokraftstoffen auch hier künftig in gewissem Umfang möglich sein könnte.

### 6.2 Herausforderungen

Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung von 2007 hat festgestellt, dass eine Zumischung von maximal 5 Volumenprozent Biokraftstoff der ersten Generation in der deutschen Binnenschifffahrt technisch möglich ist. Es liegen jedoch **keine gesicherten Untersuchungsergebnisse** darüber vor, welche Auswirkungen ein Beimischungsgrad über 5 % auf Lagerung, Einspritzung und Verbrennung hätte.

Eine **erste große Machbarkeitsstudie** zum Einsatz von Biodiesel im maritimen Sektor wird gegenwärtig von Maersk und Lloyd's Register mit

Unterstützung der niederländischen Regierung durchgeführt. Dabei werden eine Reihe von technischen Herausforderungen untersucht, die sich aus der Beimischung von 5 oder 7 % FAME ergeben können.

### 6.3 Schlussfolgerungen

- Das **Potenzial** für den Einsatz von Biokraftstoffen in der Schifffahrt kann gegenwärtig noch **nicht sicher beurteilt** werden.
- Gegen eine Ausweitung biogener **Beimischungen im Binnenschiffsdiesel** über einen Anteil von 5 % hinaus bestehen derzeit **Bedenken**.
- Angesichts der zum 1. Januar 2011 bevorstehenden Einführung schwefelfreier Kraftstoffe – vielfach nach DIN EN 51 638 – **benötigt** die Binnenschifffahrt dringend **Aussagen über die Auswirkungen** von bis zu 7 % biogenen Anteilen.
- Auch im **maritimen Sektor** können Aussagen über die Verwendbarkeit von Biokraftstoffen erst nach Abschluss entsprechender **Feldversuche** getroffen werden.

## 7. Fazit und Leitlinien

---

Verbrennungsmotoren und **erdölbasierte Kraftstoffe** werden in den kommenden Jahren weiterhin das **Fundament der Mobilität** bilden. Der **Optimierung** bestehender Antriebstechnologien und Kraftstoffe kommt deshalb kurz- und mittelfristig eine **erhebliche Bedeutung** zu. Für Effizienzsteigerungen und CO<sub>2</sub>-Reduktion bergen **alternative Kraftstoffe** ein **erhebliches Potenzial**. Die Internationale Energie-Agentur IEA schätzt, dass bis zum Jahr 2050 bis zu 26 % des weltweiten Kraftstoffbedarfs durch Biokraftstoffe gedeckt werden können. Biokraftstoffe können somit auch einen erheblichen Beitrag dazu leisten, unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern, sofern eine nachhaltige Produktion für diese Mengen nachgewiesen werden kann.

Ein großer praktischer Vorzug von **Biokraftstoffen** ist, dass ihr Einsatz **kurzfristig** und im bestehenden Fahrzeugbestand **zur Wirkung** kommt. Denn Biokraftstoffe erfordern weder grundsätzlich neue Motoren noch eine neue Infrastruktur, da eine Beimischung zu den fossilen Treibstoffen in kontrollierter Form möglich ist.

Insgesamt kann der Verkehrssektor die an ihn gerichteten **klimapolitischen Erwartungen** auf mittlere Sicht nur mit dem Beitrag von **Biokraftstoffen erfüllen**.

**Leitlinien für Biokraftstoffe** aus Sicht der Verkehrswirtschaft:

- Der **Verkehr braucht Biokraftstoffe**, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß weiter zu mindern.
- Mit Blick auf die Nutzungskonkurrenz des Verkehrssektors zu anderen Energie verbrauchenden Sektoren, sollten die **Biokraftstoffe in angemessenem Maße** dem Mobilitätssektor zugeführt werden.



- **Biokraftstoffe** müssen jedoch eine **tatsächliche CO<sub>2</sub>-Reduktion** unter Berücksichtigung ihres gesamten Lebenszyklus erbringen. Entsprechende Standards und Zertifizierungsverfahren sind international festzulegen.
- An die **Produktion** von Biokraftstoffen müssen klar definierte **Nachhaltigkeitsanforderungen** gestellt werden. Sie dürfen nicht mit der menschlichen Nahrungskette konkurrieren, negative Umwelteinflüsse müssen vermieden werden. Es gilt, international verbindliche Nachhaltigkeitsstandards zu entwickeln und zu verankern, deren Einhaltung weltweit sichergestellt werden muss.
- Für den Erfolg bei Verbrauchern und Transportwirtschaft müssen Biokraftstoffe einen **wettbewerbsfähigen Preis** erreichen.
- Dazu sind auch künftig **erhebliche Investitionen nötig**. Neben der Förderung von Forschung und Entwicklung in der Markteinführungsphase bedarf es auch sinnvoller öffentlicher und technologieutraler Anreize.
- Sehr wichtig sind politisch **verlässliche Rahmenbedingungen** für die Produzenten von Biokraftstoffen, für die Automobilindustrie und Mineralölwirtschaft, aber auch für die Nutzer und die Verkehrswirtschaft.
- Im Straßenverkehr müssen die bisher erzielten **Erfolge mit Biokraftstoffen ausgebaut** werden. Dabei sollte angestrebt werden, so bald wie möglich in die Nutzung von Biokraftstoffen der **zweiten Generation einzusteigen**.
- Der **Luftverkehr benötigt** eine **konzertierte Initiative** von Politik und Wirtschaft zum kommerziellen Einstieg in die Biokraftstoff-Nutzung.
- In der **Schifffahrt** und im **Schienenverkehr** sollten technische und wirtschaftliche **Vorfragen zeitnah geklärt** werden.