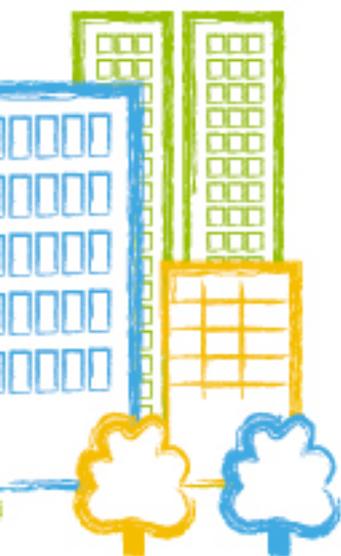




Die Beschaffung von
sauberen und energieeffizi-
enten Straßenfahrzeugen
clean fleets guide

November 2014





Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Glossar	3
1. Einleitung – Gründe für die Beschaffung sauberer Fahrzeuge ...	4
2. Einhaltung der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge	6
3. Personenwagen und Lieferwagen	9
4. Schwere Nutzfahrzeuge	13
5. Die Wahl der geeigneten Fahrzeugtechnologie	15
6. Lebenszykluskostenrechnung/Gesamtbetriebskosten (LCC/TCO) ..	19
7. Fuhrparkmanagement und Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern	20
Anhang 1: Anwendung von Option 3 (über die gesamte Lebensdauer anfallende Betriebskosten) ...	22
Anhang 2 – OLC-Beispielanwendung	24
Das „Clean Fleets“-Projekt	32
„Clean Fleets“-Projektpartner	32

Glossar

BBV	Batterieelektrisches Fahrzeug (engl. Battery Electric Vehicle)	LCC	Lebenszykluskostenrechnung (engl. Life Cycle Costing)
CNG	Komprimiertes Erdgas (engl. Compressed Natural Gas)	LNF	Leichtes Nutzfahrzeug
COC	Konformitätsbescheinigung (engl. Certificate of Conformity)	LPG	Flüssiggas (engl. Liquefied Petroleum Gas)
CVD	EU-Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge (Clean Vehicles Directive, Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge)	NEZ	Neuer europäischer Fahrzyklus
GPP	Umweltgerechtes öffentliches Beschaffungswesen (engl. Green Public Procurement)	NMHC	Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (engl. Non-methane hydrocarbons)
GWP	Erderwärmungspotenzial (engl. Global Warming Potential)	NO _x	Monostickstoffoxide wie NO (Stickoxid) und NO ₂ (Stickstoffdioxid)
SNF	Schweres Nutzfahrzeug	OEM	Erstausrüster (engl. Original Equipment Manufacturer)
HEV	Hybridelektrofahrzeug (engl. Hybrid Electric Vehicle)	OLC	Über die gesamte Lebensdauer anfallende Betriebskosten (engl. Operational Lifetime Cost)
HVO	Hydriertes Pflanzenöl (engl. Hydrogenated Vegetable Oil)	PHEV	Plug-in-Hybridelektrofahrzeug (engl. Plug-in Hybrid Electric Vehicle)
iLUC	Indirekte Landnutzungsänderung (engl. Indirect Land Use Change)	TCO	Gesamtbetriebskosten (engl. Total Cost of Ownership)
		TTW	Tank-to-Wheel (Fahrzeugwirkungsgrad)
		VED	Kraftfahrzeugsteuer
		WHTC/WHSC	World harmonized transient cycle/stationary cycle
		WTW	Well-to-Wheel

1. Einleitung – Gründe für die Beschaffung sauberer Fahrzeuge



Kommunen und Betreiber von öffentlichen Verkehrsmitteln in ganz Europa suchen immer häufiger nach Alternativen zu herkömmlichen Benzin- oder Dieselfahrzeugen. Ob die Fahrzeuge ihnen direkt gehören oder von Tochterunternehmen oder Privatfirmen betrieben werden, die öffentliche Dienstleistungen (wie öffentlicher Nahverkehr oder Müllabfuhr) erbringen, ist dabei zweitrangig. Fahrzeuge mit Hybrid-, Elektro-, Gas- oder Biokraftstoffantrieb sind aus verschiedenen Gründen interessant:

- **Klimawandel** – Der Verkehrssektor ist für 25 % aller Treibhausgasemissionen verantwortlich.¹ Zur Erreichung der Ziele zur CO₂-Senkung müssen die Kommunen die Emissionen ihrer öffentlichen Fahrzeugflotten senken.
- **Luftqualität** – Durch den Ausstoß beträchtlicher Mengen an Stickoxid, NMHC und Feinstaub, der sowohl die Gesundheit des Menschen als auch die Umwelt schädigt, hat der Straßenverkehr starken Einfluss auf die Luftqualität der europäischen Städte. 2012 überschritten 11 Mitgliedsstaaten die in der **Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe** festgelegten Grenzen. Die häufigsten

Schadstoffe sind dabei NO_x, deren festgelegte Grenzen von neun Mitgliedsstaaten überschritten wurden². Im innerstädtischen Bereich hört man immer wieder von Problemen durch die Luftverschmutzung mit NO_x.

- **Schaffung eines Markts für Fahrzeuge mit alternativen Kraftstoffen** – Politiker auf europäischer und nationaler Ebene haben die Bedeutung des öffentlichen Sektors für die Förderung eines Marktes für sauberere und energieeffizientere Fahrzeuge erkannt. Auf europäischer Ebene wurde die **Richtlinie zur Beschaffung umweltfreundlicher Fahrzeuge**³ verabschiedet, um eine breite Markteinführung umweltfreundlicherer Fahrzeuge zu ermöglichen. Die Richtlinie verpflichtet Behörden, bei der Beschaffung von Straßenfahrzeugen bestimmte Umweltfaktoren in Betracht zu ziehen.
- **Mit gutem Beispiel vorgehen** – Behörden spielen eine wichtige Rolle, da sie Vorbild für Privatleute und Unternehmen sind. Der Einsatz von „grünen“ Fahrzeugen im öffentlichen Personenverkehr und ähnlichen sichtbaren öffentlichen Dienstleistungen kann anderen diese Option vor Augen führen.

² <http://www.eea.europa.eu/highlights/eleven-countries-exceed-air-pollutant>

³ Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge

¹ http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/index_en.htm



- **Kraftstoffsicherheit** – Die Abhängigkeit Europas von Ölimporten gibt Anlass zur Sorge, wobei die Abhängigkeit des Straßenverkehrs besonders hoch ist. Deshalb ist die Suche nach breitflächig einsetzbaren Alternativen zu Benzin und Diesel eine politische Priorität.

Zweck des Clean Fleets Guide

Der Clean Fleets Guide soll Behörden und Betreibern des öffentlichen Personenverkehrs bei der Beschaffung von sauberen und effizienten Fahrzeugen helfen, die die europäischen gesetzlichen Vorgaben – insbesondere die Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge – erfüllen. Zielgruppe sind Beschaffer und Fuhrparkverantwortliche, aber auch Politiker und andere Entscheider im Transportwesen.

Der Clean Fleets Guide zeigt auf, wie Umweltkriterien in den unterschiedlichen Phasen des Beschaffungswesens angewandt werden können. Außerdem enthält er Informationen zur Lebenszykluskalkulation und anderen relevanten Themen. Zusätzlich werden die Informationen durch reale Fälle bei europäischen Behörden illustriert.

Der Clean Fleets Guide wurde im Rahmen des „Clean Fleets“-Projekts (www.clean-fleets.eu) erstellt, einem vom Programm „Intelligente Energie – Europa“ der Europäischen Union finanzierten Projekt, das Behörden und Fahrzeugflottenbetreibern bei der Beschaffung oder dem Leasing sauberer und effizienter Fahrzeuge sowie bei der Umsetzung der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge hilft.

Weitere Informationen und Tipps zur Beschaffung sauberer Fahrzeug sind erhältlich über: info@clean-fleets.eu.

2. Einhaltung der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge



Copyright: Yonel Sima, Dreamstime

Die **Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge⁴** verlangt von öffentlichen Beschaffern und privaten Betreibern des öffentlichen Personenverkehrs, dass sie beim Kauf und Leasing von Straßenfahrzeugen den Energieverbrauch und die Umweltauswirkungen berücksichtigen. Die Richtlinie wurde in allen EU-Mitgliedsstaaten in die nationale Gesetzgebung aufgenommen.

Zur Erfüllung der Richtlinie müssen Beschaffer bei der Kaufentscheidung folgende Aspekte berücksichtigen⁵:

- Energieverbrauch
- CO₂-Ausstoß
- NO_x⁶
- NMHC (Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe)
- Feinstaub

⁴ Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge

⁵ CO₂, NO_x, NMHC und Feinstaubemissionen werden nur in Bezug auf den Betrieb des Fahrzeugs, d.h. die Emissionen aus der Treibstoffverbrennung im Fahrzeug (Tank-to-wheel, Fahrzeugwirkungsgrad), bewertet. Die Herkunft des Treibstoffs (beispielsweise Biogas oder Biodiesel statt Erdgas oder Diesel) spielt dabei keine Rolle, was beim Well-to-Wheel-Ansatz anders ist, siehe Abschnitt 2.4.

⁶ Monoxidstickstoff, einschließlich NO (Stickstoffdioxid), NO₂ (Stickstoffdioxid) und NO₃ (Stickstofftrioxid)

2.1. Anwendungsbereich

Die Richtlinie bezieht sich auf Verträge für den Kauf von Straßenfahrzeugen durch:

- a) Auftraggeber, die verpflichtet sind, die Vergabeverfahren laut Richtlinien zum öffentlichen Beschaffungswesen (**2004/17/EG** und **2004/18/EG⁷**) zu beachten. Zum Beispiel
 - Verwaltungen, die Fahrzeuge zur Benutzung durch Angestellte ausschreiben
 - Verwaltungen, die direkt Müllfahrzeuge oder andere Nutzfahrzeuge beschaffen
- b) privatbetriebene Dienstleister des öffentlichen Personenverkehrs, die vertraglich zur Erbringung einer öffentlichen Dienstleistung verpflichtet sind und der Verordnung über öffentliche Personenverkehrsdienste Nr. 1370/2007 unterliegen. Dies bezieht sich hauptsächlich auf Busbetreiber, die Fahrzeuge kaufen, um eine Dienstleistung zu erbringen, die einem Vertrag mit einer Behörde unterliegt.

⁷ Im Januar 2014 verabschiedete das Europäische Parlament neue Richtlinien zum öffentlichen Beschaffungswesen:

- Richtlinie 2014/24/EU (ersetzt die bisherige Vergabekoordinationsrichtlinie 2004/18/EG)
- Richtlinie 2014/25/EG (ersetzt die bisherige Sektorsichtlinie 2004/17/EG)
- Richtlinie 2014/23/EG über die Konzessionsvergabe



„Straßenfahrzeuge“ bezieht sich auch auf Autos, leichte Nutzfahrzeuge, Busse und Schwerlastfahrzeuge wie Lastwagen oder Müllfahrzeuge. Schienenfahrzeuge (wie Straßenbahnen oder Züge) sind nicht betroffen.

Bestimmte Sonderstraßenfahrzeuge sind ebenfalls von der Richtlinie ausgenommen. Welche Fahrzeuge genau ausgenommen sind, ist je nach Mitgliedsstaat unterschiedlich. Deshalb sollte zur Umsetzung der Richtlinie immer die nationale Gesetzgebung befolgt werden. Beispiele für Sonderstraßenfahrzeuge sind Armeefahrzeuge, Fahrzeuge des Zivilschutzes oder der Feuerwehr, Baufahrzeuge oder mobile Maschinen.

Auch wenn die Richtlinie dies nicht explizit erfordert, werden Behörden möglicherweise einen ähnlichen Ansatz wählen, wenn Fahrzeuge im Namen der beschaffenden Behörde durch einen vertraglich verpflichteten Dritten betrieben werden, auch wenn der Zweck nicht der öffentliche Personenverkehr ist. Dies können Straßenwartungsarbeiten oder der Transport spezieller Personengruppen (z.B. Senioren) sein. Siehe auch Sektion 2.4.

2.2. Umsetzungsmöglichkeiten

Organisationen, die gemäß der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge Energie- und Umweltauswirkungen beachten müssen, haben dazu drei Optionen⁸:

- **Option 1** – Festlegung **technischer Spezifikationen** hinsichtlich der Energie- und Umwelleistung in den Unterlagen für den Kauf von Straßenfahrzeugen;
- **Option 2** – Einbeziehung der Energie- und Umweltauswirkungen in die Kaufentscheidung, durch deren Berücksichtigung als **Vergabekriterien** innerhalb des Vergabeverfahrens
- **Option 3** – Einbeziehung der Energie- und Umweltauswirkungen in die Kaufentscheidung, indem diese beziffert werden und die **über die gesamte Lebensdauer anfallenden Betriebskosten** nach der in der Richtlinie vorgegebenen Methodik (harmonisierte Methodik) berechnet werden
- Kombination dieser Optionen

Bei der Anwendung von Option 1 oder 2 legt die Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge keine speziellen Minimalvorgaben für die Umweltverträglichkeit oder Minimalgewichtung für die Vergabekriterien fest. Diese können von der beschaffenden Stelle festgelegt werden. Bei der Anwendung von Option 3 muss die in der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge beschriebene Methodik genau befolgt werden.

Die folgenden Abschnitte enthalten weitergehende Informationen zur Anwendung dieser Optionen bei der Fahrzeugbeschaffung. Anhänge 1 und 2 enthalten eine genaue Beschreibung der

Anwendung von Option 3 (über die gesamte Lebensdauer anfallende Betriebskosten) sowie eine Beispielanwendung.

2.3. Anmerkungen zur Anwendung der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge:

- Treibstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß stehen zwar in einem engen Zusammenhang, müssen aber trotzdem getrennt betrachtet werden, um die vollständige Erfüllung der Richtlinie sicherzustellen.
- Wenn eine Behörde eine bestimmte Technologie mit Null- oder sehr geringen Auspuffemissionen vorschreibt (z.B. Elektro- oder Wasserstoffantrieb), müssen bei der Ausschreibung die CO₂ oder anderen Schadstoffemissionen nicht geprüft werden, da diese durch die Vorgabe bereits impliziert sind. Der Energieverbrauch müsste allerdings trotzdem geprüft werden. Auch wenn dies von der Richtlinie nicht explizit vorgeschrieben wird, muss die Behörde beim Kauf eines Elektro- oder Wasserstofffahrzeugs auch berücksichtigen, wie der Strom oder Wasserstoff hergestellt wird, um die Well-to-Wheel-CO₂-Auswirkungen feststellen zu können (siehe Abschnitt 2.4).
- Man kann die in der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge dargelegten Umweltaspekte entweder auf Ebene des einzelnen Fahrzeugs oder als Durchschnittswert aller zu kaufender Fahrzeuge untersuchen. Wenn eine Behörde beispielsweise eine Reihe an Fahrzeugen aus dem Fuhrpark ersetzen will, kann sie eine CO₂-Ausstoßgrenze (oder Treibstoffverbrauchsgrenze oder Euro-Norm) festlegen, die als Durchschnittswert auf alle gekauften Fahrzeuge angewandt wird. Dabei haben dann vielleicht manche Fahrzeuge höhere Emissionen, andere niedrigere, wobei der Durchschnitt die festgelegte Höchstgrenze nicht überschreiten darf.
- Die Festlegung von Euro-Normen für Emissionen (für leichte oder schwere Nutzfahrzeuge) stellt noch keine Erfüllung der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge dar, weil dabei weder der CO₂-Ausstoß noch der Energieverbrauch Beachtung finden.

Bitte wenden Sie sich bei Fragen zur Anwendbarkeit der Richtlinie oder speziellen Umsetzungsmöglichkeiten an info@clean-fleets.eu.

2.4. Dienstleistungsunternehmen, die nicht von der CVD betroffen sind

Viele Dienste werden im Auftrag von Behörden von privaten Unternehmen durchgeführt, die den Einsatz von vielen Fahrzeugen erfordern, z.B.

- Autobahnmeistereien
- Müllabfuhr
- Taxi- bzw. Fahrdienstleistungen für Senioren oder Behinderte

⁸ Einige EU-Länder haben die beschriebenen Vorgehensweisen eingeschränkt: Schweden etwa gestattet nur Optionen 1 und 3, in der Tschechischen Republik sind nur Optionen 1 und 2 erlaubt, in Slowenien nur Option 2.



Öffentliche Behörden und Auftraggeber spielen eine wichtige Rolle bei der Vergabe von Lizenzen, z.B. für Taxi Dienste.

Obwohl keine dieser Aktivitäten spezifisch von der CVD abgedeckt ist, so geben diese Vergaben der öffentlichen Hand die Möglichkeit saubere und energieeffiziente Fahrzeuge zu fördern.

In den Ausschreibungen für diese Dienste/ Fahrdienstleistungen, wo die Nutzung von Fahrzeugen ein Schlüsselement darstellt, können öffentliche Auftraggeber ihre Rolle als Auftraggeber dahingehend nutzen, bestimmte Qualitätsstandards zu fordern oder einen Wettbewerb der Bieter zu fördern. Z.B. durch die Forderung von Fahrertrainings, der Überwachung von Verbräuchen und Taxilizenzen können an Mindeststandards im Umweltschutz gekoppelt werden.

Ein Beispiel für so eine Vergabe von Entsorgungstätigkeiten, in der die regionalen CO₂ Minderungsziele effektiv in den Beschaffungsprozess eingebunden worden sind, finden Sie hier.

2.5. Well-to-Wheel (WTW) oder Tank-to-Wheel (TTW)

Die europäische Gesetzgebung schreibt vor, dass im Rahmen der Typengenehmigung für neue Fahrzeuge der CO₂-Gehalt der Auspuffemissionen gemessen werden muss. Dieser Tank-to-Wheel-Ansatz misst nur den CO₂-Ausstoß während der Verbrennung von Treibstoff durch den Fahrzeugmotor. Dies gibt jedoch nur ungenügend Hinweis auf die Klimaauswirkung, da ein großer Teil der Auswirkung auf das Klima durch die Produktion des Treibstoffs bedingt ist – dies ist besonders bei Fahrzeugen mit alternativen Brennstoffen relevant.

Besonders deutlich wird dies im Falle von Elektro- oder Wasserstofffahrzeugen, die keine Auspuffemissionen produzieren. Bei diesen Treibstoffen muss jedoch die Klimaauswirkung bei der Produktion des Stroms bzw. des Wasserstoffes bewertet werden. Wenn der Strom, mit dem ein Elektrofahrzeug betrieben wird, in Kohle- oder Erdgaskraftwerken hergestellt wurde, ist die Gesamtauswirkung des betreffenden Fahrzeuges auf das Klima trotzdem hoch. Wenn der Strom hingegen aus erneuerbaren Quellen wie Wind-, Solar- oder Wasserkraft stammt, kann die Gesamtauswirkung auf das Klima gegen Null tendieren.

Bei Biokraftstoffen wie Ethanol, Fettsäuremethylester, hydriertem Pflanzenöl oder Biogas entspricht der CO₂-Ausstoß aus dem Auspuff der Menge an CO₂, die durch das Wachstum der Pflanze aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Biokraftstoffe können theoretisch also klimaneutral sein. Allerdings sollte man bei der Bewertung der Klimaauswirkung auch bedenken, dass die Herstellung der Kraftstoffe ihrerseits Energie erfordert und als Nebenprodukt beispielsweise Methan freisetzen kann.

Eine umfassende Bewertung der Klimaauswirkungen von Fahrzeugen muss deshalb sowohl den Kraftstoffverbrauch als auch die Klimaleistung des verwendeten Kraftstoffs einbeziehen – dieser Ansatz wird auch als Well-to-Wheel (WTW)-Ansatz bezeichnet. Die unten stehende Grafik vergleicht den Tank-to-Wheel (TTW) und den Well-to-Wheel (WTW)-Einfluss eines VW Golfs bei der Verwendung acht unterschiedlicher Treibstoffe.

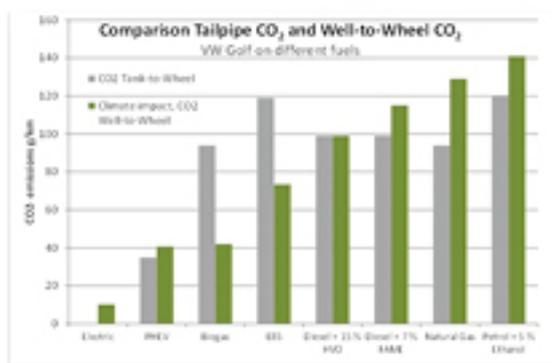


Abb. 1: Vergleich zwischen Auspuffemissionen laut Fahrzeugregister und tatsächlicher Klimabelastung laut Well-to-Wheel-Ansatz (auf Grundlage der schwedischen Werte für Biokraftstoffnachhaltigkeit 2012)



3. Personenwagen und Lieferwagen



Fast 75 % der Straßenverkehrsemissionen in der EU stammen von leichten Nutzfahrzeugen (LNF) wie Personen- und Lieferwagen, die einen Großteil der Fahrzeugkäufe im öffentlichen Sektor ausmachen.⁹

Die Anwendung der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge und die Wahl der richtigen Umsetzungsmaßnahmen hängen in hohem Maße von der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Herstellerdaten über den Kraftstoffverbrauch, CO₂-, NO_x-, NMHC- und Feinstaubemissionen ab. Der Infokasten 1 bietet einen Überblick einschlägiger Rechtstexte und verfügbarer Daten über Personen- und Lieferwagen.

3.1. Technische Spezifikationen (Option 1 der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge)

Der einfachste Weg zur Einhaltung der Richtlinie ist die Festlegung von Mindestanforderungen für Umweltverträglichkeit in den **technischen Spezifikationen**, welche die geforderten Aspekte (Treibstoffverbrauch, CO₂, NO_x, NMHC und Feinstaub Emissionen) berücksichtigen wie z.B.:

- maximaler Kraftstoffverbrauch pro Fahrzeug: xx l/km¹⁰
- maximaler CO₂-Ausstoß je Fahrzeug: xx g/km
- Euro-X-Abgasnorm oder höher

In jedem Mitgliedstaat sollte es außerdem ein System zur Kennzeichnung des Kraftstoffverbrauchs und CO₂-Ausstoßes von PKW geben (siehe Infokasten 1). Die Kennzeichen sind in jedem Land

unterschiedlich, sind aber nach dem Modell des EU-Energielabels häufig nach Kraftstoffeffizienzklassen (z.B. A-G) unterteilt. Anstatt eines bestimmten Abgas- oder Verbrauchsgrenzwertes kann eine Behörde also auch eine bestimmte Energieklasse vorgeben (z.B. Autos müssen mindestens der Energieklasse B entsprechen)¹¹.

Als alternativer Ansatz kann auch auf andere Punktesysteme zurückgegriffen werden, z.B. auf den EcoScore (Infokasten 2 unten). Bei diesem System wird das Fahrzeug hinsichtlich seiner Umweltverträglichkeit bewertet, wobei alle in der EU-Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge genannten Bereiche abgedeckt werden. Die Punktzahl kann also für alle Mindestspezifikationen angewendet werden.

Feinstaub, NO_x und NMHC Emissionen sollten durch Festlegung auf einen bestimmten Euro Abgasstandard erfolgen (Infokasten 1 unten). Erinnerung: Euro Abgasstandards für alle Fahrzeuge zu definieren ist nicht ausreichend, um den Anforderungen der CVD zu genügen, da die Euro Abgasstandards weder den Treibstoffverbrauch noch die CO₂ Emissionen berücksichtigen.

3.2. Zuschlagskriterien (Option 2)

Alternativ können diese Punkte als **Zuschlagskriterien** bewertet werden, d. h. in jedem der drei Bereiche wird den Fahrzeugen eine bestimmte Punktzahl verliehen. Die beiden Ansätze können aber auch kombiniert werden, indem sowohl Mindestanforderungen für die technischen Spezifikationen festgelegt als auch Zusatzpunkte für besonders gute Werte verliehen werden. Werden solche Zuschlagskriterien

⁹ http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/index_en.htm

¹⁰ Bei reinen Elektrofahrzeugen und Plug-in-Hybridelektrofahrzeugen wird der Kraftstoffverbrauch in kWh/km angegeben. Komprimiertes Erdgas und Biogas werden in m³/km und Wasserstoff in kg/km gemessen. Für einen direkten Vergleich kann eine Umrechnungsformel auf der Grundlage des MJ-Gehalts der einzelnen Kraftstoffe herangezogen werden.

¹¹ Hierbei ist zu beachten, dass diese Kennzeichen immer nur innerhalb einer bestimmten Fahrzeugklasse vergleichbar sind. So kann ein mittelgroßes Auto mit A-Kennzeichnung zum Beispiel mehr Abgase verursachen als ein Kleinwagen mit C-Kennzeichnung. Deshalb ist es äußerst wichtig, die Größe des Fahrzeuges genau nach dem Bedarf auszuwählen (siehe Abschnitt 7.1).

Infokasten 1. EU-Vorschriften und Datenverfügbarkeit¹² – PKW und Lieferwagen¹³

CO₂ - Ausstoß und Kraftstoffverbrauch:

- Der CO₂-Grenzwert des Fahrzeugdurchschnitts eines Herstellers (d. h. der Durchschnitt aller von einem Hersteller produzierten Fahrzeuge) beträgt bei Personenkraftwagen 130 g CO₂/km (bis 2015) und bei Lieferwagen 175 g CO₂/km (bis 2017).
- Die Daten über den CO₂-Ausstoß und den Kraftstoffverbrauch sind in einer Konformitätsbescheinigung (COC) angegeben, die dem Käufer des Fahrzeugs beim Kauf mitzugeben ist.
- Alle auf dem europäischen Markt verkauften Personenkraftwagen (Fahrzeugklasse M1) müssen außerdem mit einem Label versehen werden, das den Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß des Fahrzeugs angibt.

NO_x, NMHC und Feinstaub – die Euro-Normen:

- In den Abgasnormen sind Grenzwerte für eine Reihe schädlicher Abgase für alle neu auf den Markt kommenden Fahrzeuge festgelegt – so auch für NO_x, Nichtmethan-Kohlenwasserstoff und Feinstaub, nicht aber für CO₂. Die Werte werden mit der Zeit immer niedriger angesetzt¹⁴.
- Dezeit müssen alle leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge die Euro-5-Norm einhalten. Die anspruchsvollere Euro-6-Norm gilt für neue Modelle ab September 2014 und für bestehende Modelle ab September 2015.

Prüfverfahren:

- Die Prüfung wird in einem Labor durchgeführt, das nach dem neuen europäischen Fahrzyklus (NBFZ) arbeitet. Ein neuer, weltweit geltender Fahrzyklus (WLTP) und ein entsprechendes Prüfverfahren werden gerade entwickelt. Das Ziel ist dabei, realistischere und modernere Testbedingungen zu schaffen. Bis dato steht allerdings nicht fest, wann die Entwicklung abgeschlossen sein wird.

Exkurs: Festlegung von Mindestspezifikationen in Bristol (UK)

Auf Grundlage der wichtigsten **EU-GPP-Kriterien** für das Verkehrswesen legte die Stadt Bristol (UK) in ihrem letzten Rahmenvertrag für die Beschaffung von LNF CO₂-Grenzwerte fest. Gemäß den Kriterien liegt die Obergrenze für Personenkraftwagen bei < 130 g CO₂/km und für Lieferwagen bei < 175 g CO₂/km. Die Stadt Bristol ging jedoch weiter und legte fest, dass Personenkraftwagen und PKW-basierte Lieferwagen mindestens Klasse C der Kraftfahrzeugsteuer (VED) entsprechen müssen (111–120 g CO₂/km) (nach dem britischen System zur Bestimmung der Kfz-Steuer nach Abgasen). In der Praxis unterschreitet Bristol diese Vorgabe üblicherweise und fordert bei Vertragsabruf Personenkraftwagen mit Abgaswerten von maximal 100 g/km. Damit kommen für die Flotte fast ausschließlich Hybridfahrzeuge und Kleinwagen in Frage, wobei sich die Fachabteilungen nach den VED-Vorgaben für die Klasse C bei Bedarf auch größere Fahrzeuge beschaffen dürfen. Dezentralisierte Fachabteilungen müssen eine Sondergenehmigung einholen, wenn sie ein Fahrzeug entgegen der im Rahmenvertrag vereinbarten Regelung anschaffen möchten. Zusätzlich zu den technischen Spezifikationen wurden nachhaltige Arbeitsmethoden und praktische Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltbelastung als Zuschlagskriterien aufgenommen.

¹² Auf der Webseite www.clean-fleets.eu finden Sie im „Clean Fleets“-Datenblatt weitere Informationen zu diesem Thema

¹³ Fahrzeugklassen M1, M2, N1 und N2 mit einer Bezugsmasse von weniger als 2.610 kg

¹⁴ Die Konformitätsbescheinigung enthält zwar genaue Angaben zu den NO_x, NMHC- und Feinstaubwerten, die Zahlen beruhen aber auf Labortests und sollten daher nicht für den Direktvergleich von Fahrzeugen herangezogen werden. Beim Vergleich von Fahrzeugen sollte ausschließlich die etablierte Euro-Norm berücksichtigt werden.

Exkurs: Mindestanforderungen für Fahrzeuge in Växjö (Schweden)

Im Jahr 2010 wurde beschlossen, Växjö bis 2020 zu einer „fossilfreien“ Stadt zu machen. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Arbeit wurde dabei auf das Verkehrswesen gelegt. Für alle öffentlich vergebenen Aufträge legte die Stadt deshalb Emissionsgrenzwerte von 110 g CO₂/km fest, was damals sogar unterhalb der (mittlerweile gesenkten) nationalen „Umweltfreundlichkeitsgrenze“ von 120 g CO₂/km lag. 2013 waren 77 % des Kleinbus- und PKW-Fuhrparks von Växjö als „umweltfreundlich“ eingestuft und 65 % wurden mit Biokraftstoffen betrieben. Dieses Ergebnis konnte die Stadt trotz eines stark dezentralisierten Beschaffungssystems erreichen – dank einer klar definierten, übergreifenden Zielsetzung und einer systematischen Umsetzung des GPP-Konzepts.

verwendet, müssen die potentiellen Lieferanten in den Ausschreibungsunterlagen unbedingt darauf hingewiesen werden.

3.3. Über die gesamte Lebensdauer anfallende Betriebskosten (Option 3)

Mit der in der Richtlinie vorgesehene Methode zur Berechnung der **über die gesamte Lebensdauer anfallenden Betriebskosten (OLC)** kann man auch die Daten der Konformitätsbescheinigung von Personenn- und Lieferwagen auswerten bzw. einen finanziellen Kostenfaktor veranschlagen, der in der Lebenszykluskostenrechnung berücksichtigt werden sollte.

Manche Behörden (die Zuschlagskriterien anwenden, Option 2) setzen die OLC-Berechnungsmethode auch ein, um bei der Angebotsbewertung Punkte zu vergeben, anstatt den monetären Wert für eine Kostenberechnung zu nutzen.

Für nähere Informationen zur korrekten Anwendung der OLC-Berechnungsmethode siehe Anhang 1 und 2.

3.4. Fuhrparks

Meistens kaufen Behörden oder Betreiber öffentlicher Verkehrsmittel nicht nur ein Fahrzeug, sondern mehrere; oder sie schließen für einige Jahre Rahmenverträge ab, gemäß denen während der gesamten Vertragslaufzeit Fahrzeuge nach Bedarf angekauft werden können. Wie unter 2.3 dargelegt, können die Anforderungen der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge auch auf Fahrzeuggruppen angewandt werden und nicht nur auf einzelne Fahrzeuge. Auf der Beschaffungsseite stehen somit mehrere Ansätze zur Verfügung:

- Festlegung von Mindestanforderungen an die Umweltverträglichkeit als Durchschnittswert für die gesamte anzukaufende Fahrzeuggruppe
- Anforderung, dass mindestens ein bestimmter Prozentsatz an Fahrzeugen ins Angebot aufgenommen werden muss, der nicht mit Benzin oder Diesel betrieben wird (oder dass ein bestimmter Anteil mit einem bestimmten Kraftstoff/einer bestimmten Technik betrieben werden muss, z. B. elektrisch)

Infokasten 2. EcoScore

Das in Belgien entwickelte EcoScore-System basiert auf einer ganzheitlichen Bewertung der Umweltverträglichkeit der Fahrzeuge, es wird ein EcoScore von 0 bis 100 (bester Wert) vergeben.

Dabei werden die wichtigsten von den Fahrzeugen ausgestoßenen Schadstoffe berücksichtigt. Die Emissionen sind in drei Kategorien unterteilt: Abgase, die die Erderwärmung verstärken, Abgase, die die Luftqualität beeinträchtigen (hier wird nochmal zwischen Gesundheits- und Umweltbelastung unterschieden) und Lärmemissionen. Die Emissionen werden in der Gesamtbewertung wie folgt gewichtet:

- Erderwärmung: 50 %
- Luftqualität (Gesundheitsbelastung) 20 %
- Luftqualität (Umweltbelastung) 20 %
- Lärm: 10 %

Die EcoScore-Bewertung erfolgt nach dem Well-to-Wheel-Prinzip, d. h. es werden sowohl die während der Fahrt erzeugten Emissionen (Abgase) als auch die bei der Herstellung und dem Transport des Kraftstoffs anfallenden Emissionen (Kraftstoffzyklusemissionen) berücksichtigt.

Bisher setzen mehrere belgische Behörden den EcoScore bei der Gestaltung ihrer technischen Mindestanforderungen für Fahrzeuge sowie bei Ausschreibungen ein.

Weitere Informationen finden Sie unter www.ecoscore.be



Solche Maßnahmen sind oft wirksamer, wenn sie in ein übergreifendes Regelwerk für eine umweltfreundliche und nachhaltige Beschaffungs- oder Verkehrspolitik eingebettet sind.

Exkurs: Mindestanforderungen für Fuhrparks in Deutschland

In Deutschland schreibt die Bundesregierung vor, dass ab 2013 mindestens 10 % aller Neu- oder Leihwagen mit einem Kraftstoffausstoß von < 50 g CO₂/km auskommen müssen.

http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/news_alert/Issue27_Case_Study58_Berlin_clean%20vehicles.pdf

3.5. Weitere zu beachtende Umweltaspekte

In der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge wird darauf hingewiesen, dass bei der Festlegung von Zuschlagskriterien und technischen Spezifikationen auch andere Umweltaspekte berücksichtigt werden können, wie z. B.

- In Klimaanlage verwendete Gase mit hohem Erderwärmungspotenzial (GNP)
- Gefährliche Hydraulikflüssigkeiten und Schmieröle
- Verwendung recycelter oder erneuerbarer Materialien im Fahrzeugbau
- Kraftstoffverbrauchs- und Gangschaltungsanzeigen sowie Reifendrucküberwachungssysteme
- Leichtlaufreifen¹⁵
- Fahrerbeobachtungssysteme
- Alkohol-Zündschlossperren

3.6. Informationsquellen

Das Wichtigste bei der Einführung von Mindestanforderungen ist die Beachtung der grundsätzlichen Grenzwerte.

Mit der europäischen Verordnung wurde die Obergrenze von 130 g CO₂/km als Standardwert für Personenwagen eingeführt; es gibt jedoch viele Fahrzeuge, die weniger als 100 g CO₂/km verursachen. Behörden und Betreiber öffentlicher Verkehrsmittel können es sich daher durchaus leisten, höhere Anforderungen an ihre Personenwagen und Lieferwagen anzusetzen, ohne dabei höhere Kosten oder Marktbeschränkungen befürchten zu müssen.

Der Schlüssel zur erfolgreichen Beschaffung umweltfreundlicher Fahrzeuge ist ein Bewusstsein dafür, was der Markt bieten kann. Wirksame Marktforschung ist deshalb einer der wichtigsten Schritte im Beschaffungsprozess. Eine ganze Reihe unterschiedlicher Informationsquellen können hierbei behilflich sein:

- Das **Clean Vehicle Portal**, eine umfassende, von der Europäischen Kommission betriebene Datenbank, in der nach allen auf dem Markt verfügbaren Fahrzeugmodellen gesucht werden kann; jeder Eintrag enthält Angaben zum CO₂-Ausstoß und Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs sowie Informationen zu schädlichen lokalen Emissionen, die bei der Bestimmung von Grenzwerten als Richtwert dienen können
- **Nationale Datenbanken** wie www.miljofordon.se oder <http://carfueldata.direct.gov.uk> liefern ebenfalls detaillierte Informationen einschließlich Preise
- **Euro Topten Max**, eine europaweite Datenbank der besten aktuell verfügbaren Modelle, die gleichzeitig Auswahlkriterien und Musterausschreibungsunterlagen für die umweltfreundlichsten und energieeffizientesten Fahrzeuge auf dem Markt bietet; mit 19 nationalen Topten-Websites

Andere Informationsquellen können bei der Festlegung von Spezifikationen und Zuschlagskriterien ebenfalls hilfreich sein:

- Die **europäischen GPP-Kriterien**, eine freiwillige Leitlinie für europäische Behörden. Die Kriterien für das Verkehrswesen enthalten Empfehlungen für die CO₂-Grenzwerte von Personenwagen und leichten Nutzfahrzeugen nach Fahrzeuggröße und sind in „Kernkriterien“ und „umfassende Kriterien“ aufgeteilt, um die unterschiedlichen Anspruchsniveaus abzubilden. Die Kriterien beinhalten zwar alle unter 3.4 genannten Umweltaspekte, klammern aber derzeit (noch) den Energieverbrauch aus, der getrennt vom CO₂-Ausstoß zu betrachten ist.
- **Nationale GPP-Kriterien**: Mehrere Länder haben freiwillige oder verbindliche Umweltstandards für die Beschaffung von Fahrzeugen festgelegt (z. B. Italien, die Niederlande, Spanien, Schweden und Großbritannien).
- **„Clean Fleets“-Fallstudien**: Auf der Projektwebsite werden verschiedene Fallstudien aus unterschiedlichen EU-Ländern vorgestellt, die genaue Angaben zu den angewandten Kriterien und erzielten Ergebnissen enthalten. Da es sich um eine ständig wachsende Ressource handelt, könnte diese als Benchmark für andere Staaten dienen.

¹⁵ Auf lokaler Ebene spielt die Lärmemission eine besonders wichtige Rolle. Der Lärmunterschied zwischen den verschiedenen Verbrennungsmotoren ist allerdings sehr gering, sodass dieser Aspekt für Ausschreibungen eher irrelevant ist.



4. Schwere Nutzfahrzeuge¹⁶



Mehr als 25 % der Verkehrsemissionen in der EU werden von schweren Nutzfahrzeugen¹⁷ verursacht. Die Beschaffung umweltfreundlicher und energieeffizienter Fahrzeuge in dem Bereich stellt eine komplexe Aufgabe dar, nicht zuletzt weil die Gruppe eine große Vielzahl unterschiedlicher Fahrzeugtypen in sich vereint. So gehören Lieferfahrzeuge (von kleinen Lieferwagen bis großen LKW) genauso dazu wie Busse (von Klein- bis Reisebussen) und Sonderfahrzeuge wie Müllabfuhr- und Instandsetzungswagen.

Obwohl die Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge für SNF genauso gilt wie für Personen- und Lieferwagen, ist es aufgrund der Komplexität dieser Fahrzeuggruppe nicht leicht, eine allgemeine Richtschnur (wie unter Abschnitt 3) zu formulieren.

Die Nutzung der Fahrzeuge ist von Typ zu Typ extrem unterschiedlich und auch die örtlichen Gegebenheiten und das Fahrverhalten variieren sehr stark – alles Faktoren, die die Umweltverträglichkeit eines Fahrzeugs stark beeinflussen können. Ein Stadtbuss beispielsweise fährt in der Regel vollbesetzt auf engen, flachen Straßen und muss regelmäßig anhalten (und damit auch regelmäßig anfahren), während Busse in ländlichen Gebieten vielleicht eher schwach besetzt sind und längere, steilere Strecken mit nur wenigen Zwischenstopps hinlegen. Das Gleiche gilt für Lieferfahrzeuge: Einige bewältigen viele kurze Strecken innerhalb eines Stadtgebiets, andere fahren nur wenige Strecken, die dafür aber deutlich länger sind. Die einen Fahrzeuge sind vielleicht täglich 18 Stunden lang im Einsatz, andere nur alle paar Tage. Einige sind hohen Temperaturen ausgesetzt und deshalb auf eine gute Lüftung angewiesen, andere sind in sehr kalten

Gebieten im Einsatz und müssen beheizt werden.

Da weder Prüfverfahren noch Datenbanken die Komplexität dieses Bereichs abbilden (können) und den Einkäufern daher wichtige Informationen fehlen, stellt die Beschaffung umweltfreundlicher und energieeffizienter SNF eine besondere Herausforderung dar. Grund dafür ist die Tatsache, dass die Tests tendenziell nur am Motor durchgeführt werden und nicht am ganzen Fahrzeug. Außerdem ist es sehr schwierig, Emissionswerte für Motoren anzugeben, deren Verwendung so unterschiedlich ist (siehe Infokasten 3 unten).

Um den Kraftstoffverbrauch möglichst gering zu halten und die Energieeffizienz auf ein optimales Niveau zu bringen, müssen die verwendete Technologie, die Motorengröße, die Größe und Konstruktion des Motorraums, die Kühlung, ggf. notwendige Hilfskraftrzeuger usw. genau an die jeweilige Bedarfssituation angepasst werden. Ein Labortest, bei dem lediglich die Motorleistung berücksichtigt wird, liefert keine realistischen Daten, die die realen Fahrbedingungen widerspiegeln.

Es gibt allerdings nur sehr wenige Testzyklen, bei denen die Fahrzeuge unter echten Fahrbedingungen getestet werden.¹⁸ Eine Ausnahme stellen Stadtbusse dar, für die der

¹⁶ Nähere Informationen über Busse finden Sie in einem eigenen „Clean Fleets“-Bericht über Busse unter www.clean-fleets.eu

¹⁷ http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/index_en.htm

¹⁸ Einige Behörden haben ihren eigenen Testzyklus entwickelt (z. B. den Willbrook London Transport Bus (MTB) Drive Cycle), was vermutlich nur bei sehr großen Behörden sinnvoll ist.



UITP¹⁹ drei unterschiedliche sog. SORT-Zyklen (engl. Standardised On-Road Test Cycle) entwickelt hat: einen Testzyklus für den schweren Stadtverkehr, einen Zyklus für den leichten Stadtverkehr und einen für den Vorortverkehr. Da es sich hierbei um branchenweit anerkannte Standards handelt, verfügen die meisten Hersteller über entsprechende Daten, die von den Käufern zur Bewertung der Fahrzeuge angefordert werden können. Für den außerstädtischen Busbetrieb gibt es derzeit keinen SORT-Zyklus.

Die Angabe der Emissionen pro kWh ist allerdings nicht mit der in der Richtlinie vorgesehenen OLC-Methode (Option 3) vereinbar, weil dort die Berechnung nach Emissionen/Verbrauch pro Kilometer erfolgt²⁰.

Sollen Umweltverträglichkeit oder Zuschlagskriterien wie oben erläutert in die Bewertung einfließen, ist es deshalb schwierig, bei der Frage nach der geeigneten Technologie einen neutralen

Standpunkt einzunehmen. Wurden die Einsatzbereiche eines Fahrzeugs und die örtlichen Gegebenheiten einmal analysiert, entscheiden die meisten Behörden sich bereits in der Planungsphase für eine bestimmte Technologie bzw. einen bestimmten Kraftstoff. Das war zum Beispiel beim Ankauf der **Londoner Diesel-Hybrid-Busse** und der **vollelektrischen Busse für Wien** der Fall.

Weitere Informationen zur Auswahl der richtigen Fahrzeugtechnologie finden Sie in Abschnitt 5.

Einige in Abschnitt 3.6 genannten Informationsquellen und Hilfsmittel sind ggf. auch für schwere Nutzfahrzeuge relevant; es sind allerdings weniger Daten verfügbar.

Hier finden Sie einen umfassenden Bericht über Busse mit Beispielen aus europäischen Städten, die bereits Erfahrung mit alternativen Kraftstoffen und Technologien gesammelt haben.

Infokasten 3. Europäische Vorschriften und Datenverfügbarkeit²¹ – schwere Nutzfahrzeuge²²

CO₂-Ausstoß und Kraftstoffverbrauch:

- Keine CO₂-Grenzwerte
- CO₂-Ausstoß und Kraftstoffverbrauch werden am Motor getestet, nicht am Fahrzeug, und in kWh gemessen (z. B. g CO₂/kWh anstatt g CO₂/km)
- Die Daten über den CO₂-Ausstoß und den Kraftstoffverbrauch sind nicht in der Konformitätsbescheinigung (COC) angegeben, können dem Käufer aber auf Anfrage mitgeteilt werden

NO_x, NMHC und Feinstaub – die Euro-Normen:

- Alle schweren Nutzfahrzeuge müssen die Euro-VI-Norm bereits erfüllen.²³

Prüfverfahren:

- Seit Einführung der Euro-VI-Norm werden die Motoren nach dem WHTC/WHSC (World Harmonized Transient Cycle/ Stationary Cycle) getestet.

¹⁹ Internationaler Verband für öffentliches Verkehrswesen

²⁰ Die Angaben im Clean Vehicle Portal basieren auf allgemeinen Angaben zu den entsprechenden Fahrzeugklassen, nicht auf einzelnen Fahrzeugmodellen

²¹ Auf der Website www.clean-fleets.eu finden Sie im „Clean Fleets“-Datenblatt weitere Informationen zu diesem Thema

²² Fahrzeugklassen M2, M3, N2 und M3 mit einer Bezugsmasse von über 2.610 kg

²³ Die Euro-Normen für Schwerlastfahrzeuge werden oft in römischen Ziffern angegeben, um sie von den Euro-Normen für Leichtfahrzeuge abzugrenzen.



5. Die Wahl der geeigneten Fahrzeugtechnologie



Steht eine Behörde vor der Aufgabe, neue Fahrzeuge zu beschaffen, muss zunächst entschieden werden, ob

a) die Fahrzeugtechnologie/Art des Kraftstoffs im Vorhinein festgelegt werden soll (z. B. Elektro- oder Hybridantrieb, Biokraftstoff, Diesel usw. oder eine kombinierte Lösung), oder

b) die Ausschreibung **technologieneutral** erfolgen soll (d. h. verschiedene Fahrzeugarten werden anhand üblicher Spezifikationen und Zuschlagskriterien beurteilt).

In den allermeisten Fällen entscheiden sich die Behörden schon in der Planungsphase für eine bestimmte Technologie, nachdem sie die verschiedenen Optionen vor dem Hintergrund ihrer spezifischen Bedürfnisse detailliert betrachtet haben. Die Entscheidung für eine neue Technologie hat oftmals weitreichende Auswirkungen, die bei der Planung nicht außer Acht gelassen werden dürfen – nicht zuletzt müssen etwa Tank- bzw. Auflademöglichkeiten, infrastrukturelle Fragen und Fahrzeugnutzungsprofile berücksichtigt werden. Einige der wichtigsten Punkte, die von Fuhrparkleitern zu bedenken sind, sind weiter unten aufgelistet.

Einige Behörden schließen umfassende Rahmenverträge mit verschiedenen Fahrzeuganbietern ab, die eine große Bandbreite an Fahrzeugtypen und ggf. auch Technologien abdecken. Dann wird die Kaufentscheidung oft in der für die Endanwender zuständigen Fachabteilung gefällt, je nach individuellen Bedürfnissen und Vorlieben und ohne dass eine öffentliche Ausschreibung zum Tragen käme.

Zieht eine Behörde eine neue Technologie/einen neuen Kraftstoff in Betracht, führt sie vorab häufig **Testphasen oder Pilotprojekte** durch, um die Leistung des Fahrzeugs unter Echtbedingungen zu prüfen und anhand des Ergebnisses schließlich eine Entscheidung zu fällen. Durch Probefahrten und Vorführungen können einerseits mögliche unvorhergesehene Probleme einer neuen Technologie identifiziert werden, andererseits kann auch eine höhere Akzeptanz der neuen Technologie geschaffen werden, wenn die Endanwender in der Testphase einbezogen werden.

5.1. Einflussfaktoren bei der Entscheidung

Bei der Entscheidung, welcher Ansatz für die Beschaffung neuer Fahrzeuge am passendsten ist, müssen Behörden und Betreiber neben der geeigneten Technologie eine ganze Reihe von unterschiedlichen Faktoren berücksichtigen:

Subventionen, Steueranreize, Zuschüsse u. Ä.: Die Verfügbarkeit finanzieller Unterstützungsmaßnahmen für die Einführung alternativer Kraftstoffe und Technologien wie Steueranreize (geringere Kfz-Steuer für umweltfreundlichere Fahrzeuge, günstigere Besteuerung umweltfreundlicher Kraftstoffe usw.) und Subventionen/Zuschüsse unterscheidet sich von Land zu Land recht stark. Oftmals spielt sie bei der Entscheidung, ob eine bestimmte Technologie kosteneffizient ist oder nicht – und damit bei der finalen Kaufentscheidung – eine ausschlaggebende Rolle.

Gesamtbetriebskosten (TCO)²⁴: Bei vielen Optionen mit alternativem Kraftstoff/einer alternativen Technologie sind zwar die

²⁴ Manchmal auch als Lebenszykluskostenrechnung (LCC) bezeichnet, obwohl unterschiedlich definiert



anfänglichen Investitionskosten höher (Anschaffungskosten, aber auch die Kosten für den Infrastrukturausbau, ggf. Fahrerausbildung und Wartungsschulungen), während des Lebenszyklus des Fahrzeugs werden jedoch Kosten gespart, weil der Kraftstoffverbrauch geringer ist bzw. der Kraftstoff günstiger ist, die Fahrzeuge eine längere Lebensdauer haben und die Wartungskosten niedriger sind. Ein Vergleich der Gesamtbetriebskosten kann komplex sein und hängt sehr stark von Nutzungsprofilen sowie bestehenden Subventionen und Steueranreizen ab. Da in einigen Behörden die Haushaltsverantwortung für Investitionen und Betriebskosten in unterschiedlichen Händen liegt, ist die Anwendung des TCO-Ansatzes teilweise nur schwer umsetzbar. Weitere Informationen dazu finden Sie in Abschnitt 6.

Priorisierung von Luftverschmutzung oder CO₂-Emissionen: Eine wichtige Rolle bei der Wahl der passenden Technologie/des passenden Kraftstoffs spielt die Frage, welche Prioritäten in Bezug auf die Umweltverträglichkeit der Fahrzeuge gesetzt werden. Hat die Luftverschmutzung vor Ort eine höhere politische Priorität als die Minderung der CO₂-Emissionen, beeinflusst dies wahrscheinlich auch die Entscheidung für eine bestimmte Technologie bzw. einen bestimmten Kraftstoff.

Umweltzonen: Viele Städte haben bereits Umweltzonen bzw. eine Emissionsbasierte Maut eingeführt. Entscheidend ist die Emission, auf der die Zufahrtrestriktionen beruhen und diese nehmen Einfluss auf die Fahrzeugwahl.

Verfügbarkeit von Kraftstoff, Tankstellen und Ladestationen: Die infrastrukturelle Verfügbarkeit von Ladestationen und Tankstellen für alternative Kraftstoffe spielt für die Praxistauglichkeit eine entscheidende Rolle. Die Entscheidung, in eine neue Form von Kraftstoff/Technologie zu investieren, muss oft Hand in Hand mit Investitionen in neue Tankstellen und Ladestationen oder ein umfassendes Anreizprogramm für privatwirtschaftliche Betreiber gehen, was wiederum von der übergreifenden nationalen oder regionalen Ausbastrategie für erneuerbare Energien abhängt.

Ersatzteil Verfügbarkeit: Bei der Abwägung des Einsatzes von neuen Treibstoffarten und Antriebstechnologien ist die Sicherstellung von Ersatzteilen ein wichtiger Faktor im Beschaffungsprozess.

Nutzungsprofile, Topographie und Klima: Wo und wie die Fahrzeuge eingesetzt werden, kann ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Wahl einer geeigneten Technologie/eines geeigneten Kraftstoffs sowie neuer von neuer Infrastruktur spielen. So ist es z.B. durchaus relevant, wie hügelig ein bestimmtes Gebiet ist, wie lange die zu fahrenden Strecken sind, wie oft angehalten wird, wie groß das Ladevolumen des Fahrzeugs ist, wie viele Personen befördert werden, ob es extremen Wetterbedingungen ausgesetzt ist, enge bzw. historische Wohnbebauung und unebene Straßenverhältnisse, usw.

Umfang des Fuhrparksatzes: Der Umfang, in dem eine neue Technologie eingeführt wird, hängt teilweise auch von der Bereitschaft ab, alte Fahrzeuge zu ersetzen. Der Aufbau einer neuen Infrastruktur (neue Tankstellen und Ladestationen) ist wahrscheinlich nur dann kosteneffizient, wenn ein Großteil des alten Fuhrparks ersetzt wird. Werden hingegen nur einzelne Fahrzeuge ersetzt, ist wahrscheinlich eine etabliertere Technologie besser geeignet.

Für den Beschaffungsprozess verfügbare Zeit und benötigtes Fachwissen: Der Umstieg auf eine neue Technologie kann bedeuten, dass sich der Beschaffungsprozess verlängert und ggf. zusätzliches technisches Fachwissen erforderlich ist. Gute Kontakte zu ähnlichen Organisationen, die Rat und Unterstützung bieten, können in dieser Hinsicht ein entscheidendes Plus sein.

Anforderungen an die Fortbildung: In Fällen wo die Wartung der Fahrzeugflotte innerbetrieblich erfolgt, kann die Beschaffung von neuen Treibstoff- bzw. Fahrzeugtechnologien Einfluss auf die Aus- und Fortbildung der Beschäftigten haben.

Marktposition: Wie wichtig sind Sie als Kunde auf dem Markt? Bei Personenwagen ist der Marktanteil von Behörden wahrscheinlich eher klein, sodass der Markteinfluss hier gering ist und sich die Behörden bei der Beschaffung auf bestehende Optionen beschränken müssen. Bei anderen Fahrzeugarten wie Bussen oder Müllabfuhrwagen sind die entsprechenden Behörden vielleicht der wichtigste, wenn nicht der einzige Kunde auf dem Markt. In dem Fall gibt es einen viel größeren Spielraum, mit den Anbietern gemeinsam an umweltfreundlicheren Alternativen zu arbeiten. Ein behördenübergreifender Fahrzeugeinkauf kann ein weiterer Weg sein, die Attraktivität eines Auftrags auf dem Markt zu erhöhen.

5.2. Alternative Kraftstoffe/Technologien – ein Überblick

In den letzten Jahren haben alternativ betriebene Fahrzeuge einen bedeutenden Entwicklungsschub sowie eine zunehmende Verbreitung im Nutzfahrzeuggeschäft erlebt. Daraus ergab sich ein komplexes Gesamtbild vieler verschiedener Kraftstoffe und Technologien mit jeweils unterschiedlichen Vor- und Nachteilen, Eignungen für bestimmte Nutzungsprofile und einem jeweils unterschiedlichen Entwicklungsstand. Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Trends und die Arten alternativ betriebener Fahrzeuge deshalb nur grob umrissen.

Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Viele sehen in der vollständigen Elektrifizierung von Fuhrparks die wahrscheinlichste Entwicklung für die Fahrzeugantriebstechnik, schließlich werden Abgase damit vermieden und die für die Umsetzung erforderliche Technologie ist bereits heute relativ leicht verfügbar. Ungeklärt





ist dabei die Frage des zusätzlichen Strombedarfs und der Verfügbarkeit von Batterien, die die Einfachheit des bisherigen Systems mit flüssigen Kraftstoffen nachahmen soll, vor allem bei großen Schwerlastfahrzeugen.

Hybridelektrofahrzeuge (HEVs), die einen klassischen Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor kombinieren, haben sich auf dem PKW-Markt bereits etabliert. Die ersten Plug-in-Hybridelektrofahrzeuge (PHEVs) stehen mittlerweile auch als Nutzfahrzeuge zur Verfügung. PHEVs können über das Stromnetz aufgeladen werden, weitere Strecken im E-Modus fahren und somit deutlich mehr CO₂ und schädliche lokale Emissionen einsparen als Standard-Hybridfahrzeuge. Noch mehr CO₂ einsparen können PHEVs und HEV, die in städtischen oder halbstädtischen Gebieten fahren und daher häufig anhalten müssen. Auf dem Markt gibt es derzeit HEVs und PHEVs in den EU-PKW-Fahrzeugsegmenten B, C und D.

Batterieelektrische Fahrzeuge (BEVs) gehören mittlerweile zum Standardangebot der meisten Automobilhersteller und sind sowohl in den PKW-Fahrzeugsegmenten A bis D als auch bei Kleinlieferwagen anzutreffen. LKWs werden nach und nach am Markt verfügbar sein. Sie erzeugen keinerlei Auspuffemissionen und setzen sich in den verschiedenen Fahrzeugsegmenten für Lieferwagen und schwere Nutzfahrzeuge mehr und mehr durch. Das größte Problem bei dieser Technologie sind jedoch immer noch die Kosten, die Reichweite und die Ladezeit. Werden energieintensive Elemente wie Heizung und Scheinwerfer aktiviert, wird die Reichweite des Fahrzeugs erheblich reduziert.

Biokraftstoffe

Biokraftstoffe sind aus organischen Stoffen gewonnene, erneuerbare Kraftstoffe für den Verkehr. Der Begriff „Biokraftstoffe“ vereint eine immer größer werdende Anzahl von Kraftstoffen, die sich je nach Ausgangsstoff, Herstellungsverfahren und Art des Endprodukts (Gas, Benzin- oder Dieselequivalent, mischfähige Treibstoffe) voneinander unterscheiden.

- **Biogas** (Biomethane) wird aus organischen Stoffen gewonnen, die durch einen mikrobiologischen Prozess zu Methan abgebaut werden. Bioabfälle weisen eine sehr gute CO₂-Well-to-Wheel-Bilanz auf, sind aber nur begrenzt verfügbar. In CNG-Motoren kann Erdgas unmittelbar durch Biogas ersetzt werden.
- **Biodiesel** ist im Wesentlichen in zwei Formen erhältlich:

a) Fettsäuremethylester (FAME), der mit einem Anteil von 5 % in allen Dieselfahrzeugen verwendet werden kann. Einige Fahrzeuge verlangen auch einen höheren Anteil, der Fahrzeughersteller sollte dem aber in Hinblick auf Gewährleistungsansprüche zustimmen. Ab 2014 wird FAME auch für schwere Nutzfahrzeuge zugelassen.

b) Hydriertes Pflanzenöl (HVO), das mit einem Anteil von 80% in allen Dieselfahrzeugen verwendet werden kann. Ein höherer Anteil ist möglich, der Fahrzeughersteller

sollte dem aber in Hinblick auf Gewährleistungsansprüche zustimmen.

- **Bioethanol** entsteht durch Vergärung stärke-, zucker- und cellulosehaltiger Pflanzen und kann entweder mit Benzin gemischt werden oder dieses direkt ersetzen. Bioethanol-Benzin-Gemische mit einem E-Anteil von mehr als 5 % können in allen bestehenden Benzinfahrzeugen verwendet werden. Vor der Beimischung von Bioethanol sollte allerdings der Fahrzeughersteller befragt werden. Sogenannte Flexi-Fuel-Fahrzeuge können mit einem Ethanol-Benzin-Mix in beliebigem Mischungsverhältnis betankt werden, wobei der maximale E-Anteil von 85 % nicht überschritten werden darf.

Die Bewertung der CO₂-Belastung von Biokraftstoffen ist komplex: Wenn ein Biokraftstoff in einem Motor verbrannt wird, werden genauso wie bei fossilen Brennstoffen Treibhausgase ausgestoßen. Da die organischen Stoffe, die zur Herstellung des Biokraftstoffs verwendet wurden, beim Wachsen aber CO₂ absorbieren, kann der Gesamt-CO₂-Ausstoß allerdings sehr gering sein.²⁵ Die direkte CO₂-Belastung hängt sehr stark von der Verarbeitungs- und Herstellungsmethode ab (u. a. welche Nebenprodukte entstehen und was mit diesen passiert), von der Verwendung künstlicher Düngemittel und dem Wirkungsgrad des erzeugten Kraftstoffs. Bedenken wurden in Bezug auf die veränderte Landnutzung und die erhöhten Nahrungsmittelpreise (oftmals als „indirekte Landnutzungsänderung“²⁶ bezeichnet) geäußert: Die Kritiker führen an, dass durch den Bedarf an Anbauflächen für Pflanzen zur Erzeugung von Biokraftstoffen unberührtes Land in Ackerflächen verwandelt wird und Nahrungspflanzen verdrängt werden. Befürworter erwidern, dass EU-weit über 50 Millionen Hektar Land brach liegen (Eurostat). Durch deren Nutzung zum Anbau von Energiepflanzen könnten sowohl der CO₂-Ausstoß als auch die Ölabhängigkeit verringert werden; gleichzeitig würden Arbeitsplätze in ländlichen Gebieten geschaffen. Die komplexe Debatte, bei der bisher nur wenig Enigheit herrscht, kann hier jedoch nicht ausführlich behandelt werden.

Komprimiertes Erdgas (CNG) und Flüssiggas (LPG)

Es gibt auf dem Markt mehrere gasförmige Kraftstoffe, die aus fossilen Brennstoffen gewonnen werden. Die beiden wichtigsten Vertreter sind:

- **Komprimiertes Erdgas (CNG)** – aus Öl- und Gasfeldern gewonnenes Methan, das unter Druck gelagert wird, bis es als Kraftstoff im Fahrzeug verbrannt wird
- **Flüssiggas (LPG)** – eine Mischung aus Butan und Propan, einem Abfallprodukt der Ö Raffination

²⁵ Zur Erinnerung: Gemäß der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge sind Behörden lediglich dazu angehalten, Auspuffemission in Zusammenhang mit CO₂ und anderen Schadstoffemissionen zu berücksichtigen, was viele von der Verwendung von Biokraftstoffen abhält.

²⁶ Indirekte Landnutzungsänderung



In Europa wird CNG vorwiegend für SNF und Busse verwendet, LPG üblicherweise für PKW und leichte Lieferwagen. Andere, weniger verbreitete Beispiele sind Flüssigerdgas (LNG) und Gas-to-Liquid-Kraftstoffe (GTL). Gasförmige, aus fossilen Brennstoffen gewonnene Kraftstoffe bieten im Vergleich zu herkömmlichen Kraftstoffen zwar keine signifikante CO₂-Einsparung, sie produzieren aber deutlich weniger Feinstaub, Stickoxide und Lärm. Ein Vergleich zwischen CNG- und Euro-V-Dieselmotoren zeigte bei SNF einen deutlichen Unterschied; beim Vergleich von CNG- mit Euro-VI-Motoren gab es nur wenige Unterschiede. Manche CNG-betriebenen PKW sind mit einem Motor ausgestattet, der kleiner ist als die derzeit verfügbaren Dieselmotoren. In dem Fall ist ihr CO₂-Ausstoß möglicherweise geringer.

Wasserstoff

Brennstoffzellenfahrzeuge, bei denen aus Wasserstoff und Sauerstoff Antriebsstrom erzeugt wird, sind immer noch vorwiegend Demonstrationsobjekte und in der Praxis kaum gebräuchlich. Da sie im Vergleich zu batterieelektrischen Fahrzeugen aber eine größere Reichweite haben, gelten sie langfristig als vielversprechende Lösung zur Vermeidung lokaler Emissionen.

Die Verwendung von Wasserstoff in Verbrennungsmotoren ist technisch weiter fortgeschritten, weil die Motoren klassischen Verbrennungsmotoren relativ ähnlich sind. Der Wirkungsgrad ist hier allerdings deutlich niedriger als bei Brennstoffzellen.

Eine große Herausforderung bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen ist und bleibt die Herstellung des Wasserstoffs selbst: Mit den derzeit eingesetzten Verfahren ist sie derart energieintensiv, dass die Gesamt-CO₂-Bilanz im Vergleich zu traditionellen Motoren wenig überzeugend oder gar negativ ist, und das, obwohl lokale Emissionen vollständig vermieden werden.

5.3. Alternative Kraftstoffe/Technologien in den einzelnen Fahrzeugsegmenten

Personenwagen

Hybridfahrzeuge haben bereits ihren Weg auf die Straßen Europas gefunden und sich im Massenmarkt etabliert. Auch die großen Autohersteller haben ihr Angebot an PHEVs und vollelektrischen Fahrzeugen deutlich erhöht. Beide stellen eine realisierbare Alternative für übliche Benzin-/Dieselfahrzeuge im öffentlichen Dienst dar, sind jedoch abhängig vom Nutzungsprofil, lokalen klimatischen und topographischen Bedingungen und Verkehrsaufkommen. Ein Kostenvergleich zwischen Elektro-, Hybrid- und herkömmlichen Fahrzeugen ist sehr stark abhängig von möglichen Subventionen oder Steuervorteilen.

Lieferwagen

Auf dem Markt erhältlich sind einige kleinere, vollelektrische Lieferwagenmodelle. Einige größere Lieferwagen (3,5t) kommen auf den Markt, aufgrund des Gewichts der Batterie ist die Beladung eingeschränkt. Auf dem Aftermarket können 3,5t-Lieferwagen mit Hybridsystemen nachgerüstet werden. In einigen Teilen Europas sind Lieferwagen mit Biokraftstoff oder CNG erhältlich und die dafür nötige Betankungsinfrastruktur steht zur Verfügung.

Kleinbusse

Vollelektrische Kleinbusse sind bei Umrüstern erhältlich, nicht jedoch bei OEM. In einigen Teilen Europas sind Kleinbusse mit Biokraftstoff oder CNG erhältlich und die dafür nötige Betankungsinfrastruktur steht zur Verfügung.

Busse

Wie alle schweren Nutzfahrzeuge fahren auch Busse traditionell mit Diesel, inzwischen haben jedoch auch alternative Technologien Marktreife erlangt. Bedingt durch die niedrigeren lokalen Emissionen von Feinstaub und Stickoxid, findet man in europäischen Städten heute eine bedeutende Anzahl von CNG-Bussen. Auch der Markt für Hybridbusse wird zunehmend ausgebaut und einige Städte testen bereits den Einsatz von vollelektrischen Bussen.

Ein Vergleich der bisherigen Erfahrungen europäischer Städte im Umgang mit alternativen Kraftstoffen und Technologien für Busse kann in einem speziellen Clean Fleets-Bericht hier nachgelesen werden.

Andere SNFs

Aufgrund von Fahrzeuggrößen, Gewicht und Ladegeschwindigkeiten ist ein elektrischer Antrieb im Moment noch keine sinnvolle Option für SNF. CNG hat sich in einigen europäischen Ländern für schwere Nutzfahrzeuge bereits etabliert und auch Biogas bietet eine attraktive Alternative in Regionen, in denen genügend entsprechende Tankstellen vorhanden sind. Wasserstoff ist langfristig möglicherweise eine gute Lösung, ist derzeit jedoch noch zu kostenintensiv für den gewerblichen Betrieb. Einige Sonderfahrzeugtypen mit passenden Nutzungsprofilen (regelmäßiges Stoppen und Anfahren; Ladephasen) werden in jüngster Zeit durch Elektro- und Hybridfahrzeuge ersetzt, so zum Beispiel Straßenreinigungs- und Müllfahrzeuge.



6. Lebenszykluskostenrechnung/ Gesamtbetriebskosten (LCC/TCO)



Bei der Betrachtung der Gesamtbetriebskosten (TCO) eines Fahrzeugs sind mehrere spezifische Kostenpunkte zu berücksichtigen:

- Kaufpreis
- Kraftstoffkosten
- Wartung und Instandhaltung
- Abgaben
- Entsorgung/Verkauf

Wird eine neue Technologie eingeführt, sind auch Infrastrukturausgaben für neue Tankstellen und Ladestationen sowie Kosten für Fahrer- und Mechanikerschulungen anzusetzen.

Während in der Vergangenheit oft nur der Kaufpreis berücksichtigt wurde, gehen Behörden jetzt zunehmend dazu über, die Fahrzeuge auf der Grundlage ihrer Gesamtbetriebskosten zu vergleichen – entweder in der Planungsphase, bei der Beurteilung verschiedener Technologien oder im Ausschreibungsverfahren durch einen Vergleich der TCO der konkurrierenden Angebote.

Einige Behörden haben im Rahmen ihres Beschaffungswesens bereits eigene Instrumente zur Bewertung der Gesamtbetriebskosten ausgearbeitet. So hat z. B. der schwedische Umweltrat (SEMCo) ein einfaches Instrument entwickelt, mit dem die Behörden die oben genannten Kosten vergleichen können. Derzeit gibt es nur die schwedische Version, die englische ist aber in Bearbeitung und soll in Kürze verfügbar sein.²⁷

6.1. Kostenberechnung externer Effekte

Alternative Kraftstoffe/Technologien können – über die Lebensdauer des Fahrzeugs gerechnet – häufig kostengünstiger als konventionelle Diesel- oder Benzinfahrzeuge sein (v. a. wenn man entsprechende Anreize und Subventionen miteinrechnet). Dies ist vor allem dann der Fall, wenn externe Umweltfaktoren in die Gesamtbetriebskosten miteinbezogen werden, d. h. wenn auch CO₂- und NO_x-Emissionen bepreist und berücksichtigt werden.

Die in der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge vorgesehene Methode zur Berechnung der über die gesamte Lebensdauer anfallenden Betriebskosten (OLC) soll genau das ermöglichen (Option 3). Nach ihr können alle in der Richtlinie benannten Umweltbelastungsfaktoren (CO₂, Kraftstoffverbrauch, NO_x, NMHC und Feinstaub) bepreist werden. Eine genaue Erläuterung der Methode finden Sie in Anhang 1.

Im Rahmen des „Clean Fleets“-Projekts wird ein LCC-Berechnungsinstrument erarbeitet, das die herkömmliche TCO-Berechnungsmethode mit der in der Richtlinie vorgesehenen OLC-Methode verbindet. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf der „Clean Fleets“-Website: www.clean-fleets.eu.

²⁷ Stand: April 2014 Die schwedische Version ist hier abrufbar: www.msa.se/sv/Upphandling/LCC/Kalkyler/Personbilar

7. Fuhrparkmanagement und Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern



Die Umweltverträglichkeit der Fahrzeuge für den öffentlichen Verkehr kann nicht nur durch die Art des gekauften oder geliehenen Fahrzeugs gesteigert werden, aber auch die Fahrweise und das Fuhrparkmanagement spielen eine wichtige Rolle. Dazu kommt, dass eine große Anzahl der für öffentliche Dienstleistungen eingesetzten Fahrzeuge von privaten Anbietern betrieben wird – das gilt für den Busbetrieb genauso wie für Müllabfuhr und Straßeninstandhaltung. Obwohl die für solche Zwecke eingesetzten Fahrzeuge normalerweise nicht den Behörden selbst gehören, können diese die Nutzung der Fahrzeuge beeinflussen.

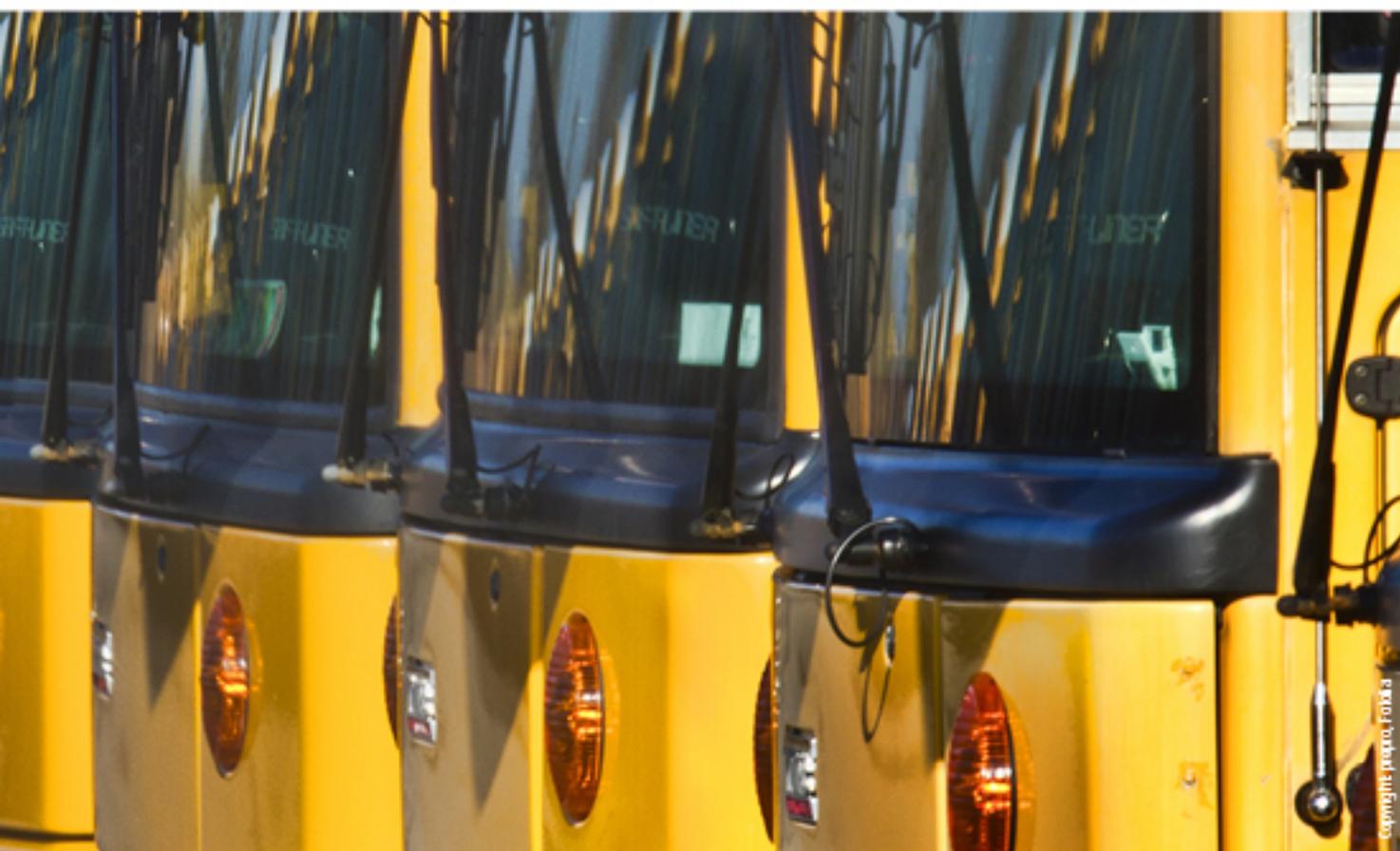
7.1. Fuhrparkmanagement

Um den Kraftstoffverbrauch und die Umweltbelastung Ihres Fahrbetriebs zu senken, können eine ganze Reihe von Maßnahmen ergriffen werden:

- **Fahrschulungen** – Eine Schulung im umweltfreundlichen Fahren kann einer der wirksamsten Ansätze zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs sein (z. B. Vermeidung unnötiger Lasten und plötzlicher Beschleunigung/plötzlichen Bremsens,

Leerlauf oder häufiges Abbremsen). Die Erfassung von Fahrerüberwachungsdaten kann dazu beitragen, die Effektivität einer solchen Schulung zu überprüfen. Einige Behörden haben bereits nachhaltige Trainingsprogramme entwickelt, um ihre Mitarbeiter zu einer umweltfreundlichen Fahrweise anzuregen und dies zu überwachen.

- **Vermeidung unnötiger Kilometer** – Bessere Routenplanung sowie ein Echtzeit-Überwachungssystem können dazu beitragen, die von einem Fahrzeug zurückgelegte Gesamtstrecke zu verkürzen. Durch Lieferungen außerhalb der Stoßzeiten und Dienstpläne können Staus vermieden und das Fahren effizienter gestaltet werden.
- **Motor- und Reifenwartung** – Optimal aufgepumpte Reifen und eingestellte Motoren erhöhen den Wirkungsgrad des Kraftstoffs. Geräuscharme Reifen und Leichtlaufreifen sollten ebenfalls in Betracht gezogen werden.
- **Nachrüstung** – Die Umweltverträglichkeit eines Fahrzeugs (insbesondere in Bezug auf lokale Emissionen) kann deutlich



Copyright: pepco, Fotoka

gesteigert werden, indem es mit neuen Technologien wie etwa Hybridsystemen oder Partikelfiltern nachgerüstet wird. Im Vergleich zur Neuanschaffung eines alternativ betriebenen Fahrzeugs kann dies außerdem kostengünstiger sein. Auf dem **Clean Fleets Workshop in London** wurden zwei Nachrüstungsprojekte aus Berlin und Barcelona vorgestellt.

- **Wahl der geeigneten Größe** – Das Fahrzeuggewicht hat nach der Fahrzeugtechnologie den größten Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch. Ein Fahrzeug sollte deshalb immer nur so groß und leistungsstark sein wie unbedingt nötig. Alle potentiellen individuellen Nach- und Umrüstungen wie z.B. Nebenaggregate und Zubehör (Kühlung, behinderten Gerechte Umbauten) müssen bei der Wahl des Basisfahrzeugs berücksichtigt werden. Carsharing – Da die Fahrzeuge von Behörden und Unternehmen oft nur an Wochentagen im Einsatz sind, sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, die Fahrzeuge außerhalb der Arbeitszeiten via Carsharing der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Damit könnte auch die Sichtbarkeit neuer Technologien wie z. B. von Elektrofahrzeugen erhöht werden. Ein Beispiel aus Paris finden Sie hier:

- **Förderung von BEVs** – Die schrittweise Einführung von batterieelektrischen Fahrzeugen (BEVs) verlangt eine besonders sorgfältige Überwachung durch die Fuhrparkleitung. Die Fahrer sollten etwa zum Fahren eines BEVs verpflichtet werden, soweit die Reichweite es zulässt, und sicherstellen, dass ungenutzte Fahrzeuge geladen werden.

Einen ausgezeichneten Leitfaden über nachhaltiges Fuhrparkmanagement von Transport for London finden Sie hier: www.tfw.org.uk/documents/fuel-and-fleet-management-guide.pdf.



Anhang 1: Anwendung von Option 3 (über die gesamte Lebensdauer anfallende Betriebskosten)

Die in der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge²⁸ vorgesehene Methode zur Berechnung der über die gesamte Lebensdauer anfallenden Betriebskosten (OLC) soll einen Vergleich der Umweltbelastung verschiedener Fahrzeugtypen auf monetärer Ebene ermöglichen. Dabei werden die OLC-Kosten direkt in die Betrachtung der Gesamtkosten miteinbezogen. Die Methode lässt sich auf alle Technologien anwenden, d. h. Fahrzeuge können technologieunabhängig miteinander verglichen werden.

Sollen Emissionen und Kraftstoffverbrauch in einem Beschaffungsverfahren bepreist werden, ist die in der Richtlinie vorgesehene Methode genau zu befolgen. Die Methode ist unter Artikel 6 der Richtlinie sowie im Anhang beschrieben. Auf dem Clean Vehicle Portal der Europäischen Kommission (www.cleanvehicle.eu) finden Sie die OLC-Werte für alle in der Datenbank aufgenommenen Fahrzeuge.

Um zu einem Gesamt-OLC-Wert zu gelangen, müssen folgende Kosten miteinberechnet werden:

- Energieverbrauchskosten über die gesamte Lebensdauer
- CO₂-Kosten über die gesamte Lebensdauer
- NO_x-Kosten über die gesamte Lebensdauer
- NMHC-Kosten über die gesamte Lebensdauer
- Feinstaubemissionskosten über die gesamte Lebensdauer

Das oben genannte Clean Vehicle Portal soll eine direkte Hilfestellung für die OLC-Option darstellen. Die darin eingebundene Datenbank bietet OLC-Berechnungsdaten für alle erfassten Fahrzeuge (www.cleanvehicle.eu), die im Rahmen einer Fahrzeugbeschaffung so übernommen werden können.

Berechnung von Energieverbrauchskosten

Die Berechnung der über die gesamte Lebensdauer anfallenden Energieverbrauchskosten erfolgt nach folgender Formel:

LECC (EUR) = Energieverbrauch pro km (MJ/km) x Kosten pro Energieeinheit (EUR/MJ) x Gesamtkilometerleistung (km)
(LECC = über die gesamte Lebensdauer anfallende Energieverbrauchskosten; engl. lifetime Energy Consumption Cost)

a) Energieverbrauch

Der Energieverbrauch wird in MJ/km angegeben. Da der Verbrauch bei unterschiedlichen Fahrzeugtypen nicht immer gleich angegeben wird (z. B. in Litern oder Quadratmetern pro km), findet sich in der Richtlinie eine Umrechnungstabelle für alle Kraftstoffarten (vgl. Tabelle 1). Bitte beachten Sie, dass der Kraftstoffverbrauch üblicherweise in l/100 km angegeben wird,

Kraftstoff	Energiegehalt
Diesel	36 MJ/l
Benzin	32 MJ/l
Erdgas/Biogas	33 – 38 MJ/Nm ³
Flüssiggas (LPG)	24 MJ/l
Ethanol	21 MJ/l
Biodiesel	33 MJ/l
Emulsionskraftstoff	32 MJ/l
Wasserstoff	11 MJ/Nm ³

Tabelle 1: Kraftstoffumwandlungsfaktoren für die Berechnung des Energieverbrauchs

richt in l/km. Für eine korrekte Berechnung sollten l/100 km also vorher durch 100 dividiert werden (vgl. Beispielanwendung in Anhang 2).

b) Kosten pro Energieeinheit

Die Berechnung der Kosten pro Energieeinheit (EUR/MJ) erfolgt in zwei Schritten:

1) Sind Benzin oder Diesel der Kraftstoff der Wahl, wird der Kraftstoff mit dem geringeren Preis je Energieeinheit **vor Steuern** angesetzt.²⁹

2) Dividieren sie diese Kosten durch den Kraftstoffumwandlungsfaktor in Tabelle 1 (entweder 36, wenn Diesel am günstigsten ist, oder 32, wenn Benzin am günstigsten ist).

Bitte beachten Sie, dass der für diese Berechnung verwendete Kraftstoff (Benzin oder Diesel) **unabhängig von dem Kraftstoff ist, der tatsächlich in dem zu bewertenden Fahrzeug zum Einsatz kommt**. Bei der Berechnung geht es darum festzustellen, wie effizient ein Fahrzeug eine bestimmte Menge Primärenergie in Leistung umsetzen kann,

²⁸ Richtlinie 2009/33/EG, Artikel 5(3)(b), zweiter Satz

²⁹ Unter http://ec.europa.eu/energy/observatory/ol/bulletin_en.htm veröffentlicht die Europäische Kommission ein wöchentliches Bulletin, in dem sich sowohl EU-Durchschnittswerte als auch länderspezifische Werte finden (bitte achten Sie darauf, die Datei unter „Preise ohne Abgaben“ auszuwählen).





und NICHT darum, die tatsächlichen finanziellen Kosten des Kraftstoffverbrauchs zu bestimmen. Wenn Sie berücksichtigen möchten, wie hoch die Kraftstoffkosten eines Fahrzeugs über seine gesamte Lebensdauer sind, müssen diese im Rahmen der Ausschreibung gesondert berechnet und bewertet werden.

c) Gesamtkilometerleistung

Eine Behörde kann die Gesamtkilometerleistung eines Fahrzeugs entweder selbst bestimmen oder die entsprechenden Referenzwerte im Anhang der Richtlinie (vgl. Tabelle 2) heranziehen. Einige Mitgliedstaaten können solche Referenzwerte auch auf nationaler Ebene festlegen.

Fahrzeug	Gesamtkilometerleistung
Personenwagen (M1)	200,000 km
Leichte Nutzfahrzeuge (N1)	250,000 km
Schwere Nutzfahrzeuge (N2, N3)	1,000,000 km
Busse (M2, M3)	800,000 km

Tabelle 2: Gesamtkilometerleistung von Straßenfahrzeugen

Berechnung von CO₂-, NO_x-, NMHC- und Feinstaubkosten

Die über die gesamte Lebensdauer anfallenden CO₂-Kosten (LCCO₂) berechnen sich wie folgt:

$$\text{LCCO}_2 \text{ (EUR)} = \text{CO}_2\text{-Ausstoß (g/km)} \times \text{Kosten pro gCO}_2 \text{ (EUR)} \times \text{Gesamtkilometerleistung (km)}$$

(LCCO₂ = über die gesamte Lebensdauer anfallende CO₂-Kosten)

Die über die gesamte Lebensdauer anfallenden Kosten für NO_x, NMHC und Feinstaub berechnen sich nach genau dem gleichen Muster.

Die **Emissionskosten** sind entsprechend Tabelle 3 im Anhang der Richtlinie aufgeführt. Den vertragsvergebenden Behörden steht es frei, höhere Emissionskosten anzusetzen (max. doppelt so hoch wie in der Tabelle angegeben).

Emission	Kosten
CO ₂	0.03 – 0.04 EUR/kg ³⁰
NO _x	0.0044 EUR/g
NMHC	0.001 EUR/g
Feinstaub	0.087 EUR/g

Tabelle 3: Emissionskosten

An der OLC-Methode geäußerte Kritik

Der Ansatz der OLC-Methode, die Umweltbelastung eines Fahrzeugs in konkreten Zahlen auszudrücken, ist zwar an sich begrüßenswert, einige befragte Behörden führten aber folgende Kritikpunkte an:

- Gewichtung und geringe Flexibilität** – Kritisiert wurde u. a. die Gewichtung der verschiedenen Umweltbelastungsfaktoren. Der Energieverbrauch wird in der Endberechnung beispielsweise übermäßig höher gewichtet als die übrigen Belastungsfaktoren, sodass bei NO_x, NMHC und Feinstaub von einer verschwindend geringen Belastung ausgegangen wird (vgl. Kreisdiagramm in Anhang 2). Nach einer solchen Berechnung schneidet ein energieeffizientes Dieselfahrzeug deutlich besser ab als andere Kraftstoffarten. In Anbetracht der großen Bedeutung, die viele europäische Städte der lokalen Luftqualität beimessen, wird mancherorts mehr Flexibilität bei der Gewichtung gewünscht.
- Tank-to-Wheel-Bewertung** – Die OLC-Methode berücksichtigt nur den Tank-to-Wheel-Wert (d. h. nur die Emissionen, die beim Betrieb des Fahrzeugs entstehen) anstelle des Well-to-Wheel-Werts, bei dem auch die bei der Herstellung des Kraftstoffs entstehenden Emissionen einkalkuliert werden (vgl. Abschnitt 2.4).
- Verwirrung zwischen OLC und LCC** – Die OLC-Methode ermöglicht es nicht, die von einem Käufer während der Lebensdauer eines Fahrzeugs zu tragenden Betriebskosten einzuschätzen, sondern ermöglicht nur eine Einschätzung der externen Kosten der Umweltbelastung. Das ist sogar beim Kraftstoffverbrauch der Fall, denn die Kosten dafür basieren unabhängig von dem tatsächlich verwendeten Kraftstoff immer auf denselben Kosten pro Kraftstoff-/Energieeinheit (je nachdem, ob Benzin oder Diesel günstiger ist). Um die finanziellen Kosten einschätzen zu können, bräuchte man deshalb parallel zum OLC-Ansatz eine separate Einschätzung der Lebenszykluskosten/Gesamtbetriebskosten.

³⁰ Bitte beachten Sie unbedingt die jeweils verwendete Einheit. In der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge sind die Kosten pro Kilogramm CO₂-Emissionen angegeben. Die Fahrzeughersteller geben den CO₂-Ausstoß aber meistens in Gramm an.



Anhang 2 – OLC-Beispielanwendung

Sämtliche Angaben in diesem Anhang stammen aus dem Clean Vehicle Portal³¹. Es wurden die Modelle mit den niedrigsten OLC-Kosten pro Kraftstoff/Technologie in der Kompaktklasse verglichen (Motorleistung von 50 – 100 kW). Bitte beachten Sie, dass diese Zahlen keinen aussagekräftigen

Vergleich verschiedener Technologien/Kraftstoffe darstellen soll; dafür weicht die Größe und Leistung der Fahrzeuge zu stark voneinander ab. Das Beispiel soll lediglich die praktische Anwendung der OLC-Methode veranschaulichen.

Fahrzeug	Leistung (kW)	Kraftstoffverbrauch (l/km)	CO ₂ -Ausstoß (g/km)	NO _x -Ausstoß (g/km)	NMHC-Ausstoß (g/km)	Feinstaubemissionen (g/km)
Diesel	77	3,9	102	0,1225	0	0,000011
Benzin	74	4,7	109	0,0416	0,0552	0,0000168
Elektro	80	17,3 (MWh/km)	0	0	0	0
Hybrid	73	3,8	87	0,0033	0,0251	0
CNG ³²	69	7,7 (Nm ³ /km)	138	0,043	0	0
Ethanol	90	7,1	116	0,012	0,0564	0,0000026

Fahrzeugdaten – PKW (Kompaktklasse)

• Gesamtkilometerleistung: 200.000 km

1) Kraftstoffverbrauchskosten

a) Kosten pro Energieeinheit

Günstigster Kraftstoff	Treibstoffkosten (EUR/l)	Umwandlungsfaktor für Diesel (MJ/l)	Kosten pro Energieeinheit (EUR/MJ)
Diesel	0,74709	36	0,0207525

³¹ Daten vom 10. September 2013.

³² Da die Datenbank kein CNG-betriebenes Fahrzeug der Kompaktklasse enthielt, wurde dieses Modell als (kleines) Mehrzweckfahrzeug eingestuft.





b) Kraftstoffverbrauchskosten

Fahrzeugtyp	Kraftstoffverbrauch (l/100km)	Kraftstoffverbrauch (l/km)	Kraftstoffumwandlungsfaktor	Kraftstoffverbrauch (MJ/km)	Kosten pro Energieeinheit (EUR/MJ)	Kosten pro km (EUR)	Kraftstoffverbrauchskosten über die gesamte Lebensdauer (200,000 km) (EUR)
Diesel	3,9	0,039	36	1,404	0,0207525	0,02913651	5.827,30
Benzin	4,7	0,047	32	1,504	0,0207525	0,03121176	6.242,35
Elektro	17,3 (kWh)	0,173	3,6	0,6228	0,0207525	0,012924657	2.584,93
Hybrid	3,8	0,038	32	1,216	0,0207525	0,02523504	5.047,01
CNG	7,7 (Nm ³)	0,077	33	2,541	0,0207525	0,052732103	10.546,42
Ethanol	7,1	0,071	21	1,491	0,0207525	0,030941978	6.188,40

2) CO₂ & other pollutant emissions costs

a) CO₂-Ausstoß

Fahrzeugtyp	CO ₂ -Ausstoß (g/km)	CO ₂ -Ausstoß (kg/km)	Kosten (EUR/g NO _x)	CO ₂ -Kosten über die gesamte Lebensdauer (200,000 km) (EUR)
Diesel	102	0,102	0,03 ³³	612
Benzin	109	0,109	0,03	654
Elektro	0	0	0,03	0
Hybrid	87	0,087	0,03	522
CNG	138	0,138	0,03	828
Ethanol	116	0,116	0,03	696

³³ In der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge sind 0,03 – 0,04 EUR/kg CO₂ angesetzt, die Käufer dürfen den Wert aber auf bis zu 0,08 erhöhen.



b) NO_x-Ausstoß

Fahrzeugtyp	NO _x Ausstoß (g/km)	Kosten (EUR/g NO _x)	NO _x -Kosten über die gesamte Lebensdauer (200,000 km) (EUR)
Diesel	0,1225	0,0044	107,80
Benzin	0,0416	0,0044	36,61
Elektro	0	0,0044	0,00
Hybrid	0,0033	0,0044	2,90
CNG	0,043	0,0044	37,84
Ethanol	0,012	0,0044	10,56

c) NMHC-Ausstoß

Fahrzeugtyp	NMHC Ausstoß (g/km)	Kosten (EUR/g NMHC)	NMHC-Kosten über die gesamte Lebensdauer (200,000 km) (EUR)
Diesel	0	0,001	0
Benzin	0,0552	0,001	11,04
Elektro	0	0,001	0
Hybrid	0,0251	0,001	5,02
CNG	0	0,001	0
Ethanol	0,0564	0,001	11,28





d) Feinstaubemissionen

Fahrzeugtyp	Feinstaubemissionen (g/km)	Kosten (EUR/g PM)	Feinstaubemissionskosten über die gesamte Lebensdauer (200,000 km)(EUR)
Diesel	0,000011	0,087	0,1914
Benzin	0,0000168	0,087	0,29232
Elektro	0	0,087	0
Hybrid	0	0,087	0
CNG	0	0,087	0
Ethanol	0,0000026	0,087	0,04524

2) Über die gesamte Lebensdauer anfallende Betriebskosten

Fahrzeugtyp	Über die gesamte Lebensdauer anfallende Kosten (EUR)					Gesamt OLC (EUR)
	Kostenverbrauch	CO ₂ -Ausstoß	NO _x -Ausstoß	NMHC-Ausstoß	Feinstaubemissionen	
Diesel	5.827,30	612	107,80	0	0,191400	6.547,29
Benzin	6.242,35	654	36,61	11,040	0,292320	6.944,29
Elektro	2.584,93	0	0	0	0	2.584,93
Hybrid	5.047,01	522	2,90	5,020	0	5.576,93
CNG	10.546,42	828	37,84	0	0	11.412,26
Ethanol	6.188,40	696	10,56	11,280	0,045240	6.906,28



Die berechneten OLC-Gesamtkosten können nun gemeinsam mit den finanziellen Kosten für das Fahrzeug bewertet werden, um das günstigste Angebot zu identifizieren.

Aus den Kreisdiagrammen unten geht hervor, wie sich die OLC-Kosten zusammensetzen (Kraftstoffverbrauch, CO₂ und andere Schadstoffe).

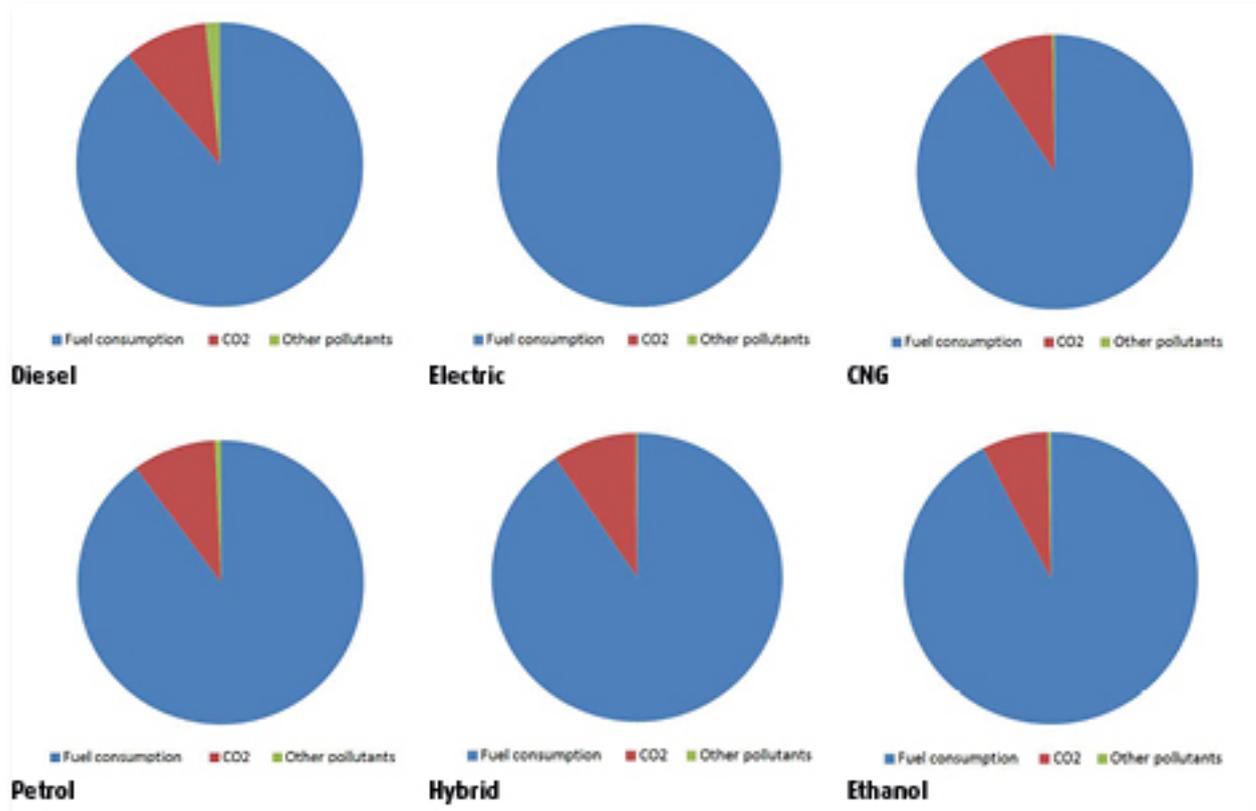


Abb. 2: Relative Gewichtung von Kraftstoffverbrauch, CO₂ und anderen Schadstoffen bei der Berechnung der OLC-Gesamtkosten



Clean Fleets

Das Projekt „Clean Fleets“ unterstützt Behörden und Fahrzeugflottenbetreiber bei der Umsetzung der EU-Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge sowie bei der Beschaffung oder dem Leasing von sauberen und energieeffizienten Fahrzeugen.

Das Projekt hat zum Ziel, die Entwicklung eines Markts für Fahrzeuge mit höheren Energie- und Umweltstandards zu beschleunigen. Dadurch soll Energieverbrauch, Lärm, Treibhausgase und andere Emissionen reduziert werden.

Clean Fleets ist ein dreijähriges Projekt, das von Intelligent Energy Europe Initiative der Europäischen Kommission finanziert wurde.

Clean Fleets Leitfaden

Dieser Leitfaden wurde von Simon Clement und Natalie Evans, Experten für nachhaltige Wirtschaft und Beschaffung bei ICLEI Europe, im Rahmen des Projektes „Clean Fleets“ geschrieben.

Darüber hinaus haben folgende Organisation und Personen zur Erstellung des Leitfadens beigetragen: (TTR, Stadt Stockholm, Stadt Bremen, Transport for London, City of Rotterdam, Stadt Palencia, TÜV Nord, URTP, Zagreb Holding, VAG Freiburg, ISIS, Stadt Sofia), Giles Liddell (Bristol City Council), Orlando Alvarez Redondo (EREN), Mike White (Birmingham City Council), Geert Wijnen (EV Consult), Helena Hecimovi (Stadt Koprivnice), Luis Manuel Echariz Gil (Provinz Alava), Esmeralda Llanos Martín (EMT Madrid), Ruben van Doorn (INNIMO)

Der Leitfaden soll Behörden und öffentliche Verkehrsunternehmen beim Kauf von sauberen und energieeffizienten Fahrzeugen nach den Vorgaben der europäischen Gesetzgebung (insbesondere der Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge) unterstützen. Er richtet sich vor allem an Einkäufer und Flottenmanager, stellt aber auch eine relevante Informationsgrundlage für politische Entscheidungsträger und Interessengruppen aus dem Verkehrssektor dar.

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte www.clean-fleets.eu oder nehmen Sie Kontakt mit simon.clement@iclei.org

Verfasser: Simon Clement, Natalie Evans (ICLEI – Local Governments for Sustainability)

Mitwirkung: Clean Fleets project partners (TTR, City of Stockholm, City of Bremen, Transport for London, City of Rotterdam, City of Palencia, TÜV Nord, URTP, Zagreb Holding, VAG Freiburg, ISIS, City of Sofia), Giles Liddell (Bristol City Council), Orlando Redondo Alvarez (EREN), Mike White (Birmingham City Council), Geert Wijnen (EV Consult), Helena Hecimovi (City of Koprivnice), Luis Manuel Echariz Gil (Province of Alava), Esmeralda Llanos Martín (BMT Madrid), Ruben van Doorn (INNIMO)

© Clean Fleets November 2014

Design: Simone Schuldis







Das „Clean Fleets“-Projekt

Das „Clean Fleets“-Projekt unterstützt Behörden und Fahrzeugflottenbetreiber bei der Umsetzung der Richtlinie für saubere Straßenfahrzeuge sowie bei der Beschaffung und dem Leasing sauberer und energieeffizienter Fahrzeuge.

www.clean-fleets.eu | info@clean-fleets.eu

„Clean Fleets“-Projektpartner



Der Inhalt dieser Publikation unterliegt der vollständigen Verantwortung des „Clean Fleets“-Projektkonsortiums und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung der Europäischen Union wieder.

