

Cleaner Drive

Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen

Bericht über die Beteiligung von e'mobile am EU-Projekt

Begleitkommission:

Dr. E. Meier-Eisenmann, Rapp Trans AG, Basel (Präsident)
Th. Gasser, ASTRA, Bern
Dr. U. Haefeli, Interface, Luzern
M. Pulfer, BFE, Bern
F. Reutimann, BUWAL, Bern

Forschungsstelle:

e'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente
Strassenfahrzeuge; Urs Schwegler, dipl. Ing. ETH/SVI

mit Unterstützung von

R. Domeniconi, AssoVEL2, Mendrisio
J. Kaufmann, Kaufmann consulting, Bern
A. Werfeli, Verband der Schweizerischen Gasindustrie, Zürich

Forschungsauftrag 2001/533 auf Antrag der Vereinigung
Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI)

September 2004

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	vi
Resumé	ix
Executive summary	xv
1 Projektbeschreibung und Zielsetzung	1
1.1 Cleaner Drive im 5. Rahmenprogramm der EU-Forschung	1
1.2 Zielsetzung	1
1.3 Arbeitsprogramm	2
1.4 Das Cleaner Drive Consortium	4
1.5 Die Rolle von e'mobile in Cleaner Drive	5
2 Das Cleaner Drive-Umweltbewertungssystem	7
2.1 Aktueller Stellenwert von Umweltbewertungssystemen für Fahrzeuge	7
2.2 Analyse verschiedener bestehender Bewertungssysteme	8
2.3 Anforderungen an das Cleaner Drive-Umweltbewertungssystem	9
2.4 Beschrieb des Cleaner Drive-Umweltbewertungssystems	9
2.4.1 Cleaner Drive-Index	9
2.4.2 Treibhausgase	10
2.4.3 Luftschadstoffe	11
2.4.4 Externe Kosten zur Skalierung der Indikatoren	11
2.4.5 Verfügbarkeit der Daten – Auspuff	15
2.4.6 Verfügbarkeit der Daten – Treibstoffaufbereitung	17
2.5 Nicht berücksichtigte Aspekte	18
2.5.1 Lärm	18
2.5.2 Bio-Treibstoffe	19
3 Decision Support Tool – Entscheidungshilfe für den umweltbewussten Autokauf	21
3.1 Einleitung	21
3.2 Die Entwicklung des Decision Support Tools	21
3.3 Die Schritte der Entscheidungshilfe	22
3.4 Die Cleaner Drive-Datenbank	31
3.4.1 Struktur der Cleaner Drive-Datenbank	31
3.4.2 Warum keine zentrale Datenbank?	32
3.4.3 Die Schweizer Datenbank	33
4 Die Cleaner Drive-Website	34
4.1 Version 1	34
4.2 Feedback report	37
4.2.1 Vernehmlassungsverfahren	37
4.2.2 Allgemein	38
4.2.3 "Wie sauber fährt dein Auto" (Umweltbewertungssystem)	38
4.2.4 Kostenberechnungsmodell	39
4.2.5 Tankstellennetz (WEB-GIS)	39
4.2.6 Erfahrungsberichte	39
4.2.7 Bibliothek	39
4.2.8 Fazit	39
4.3 Version 2 (Endversion)	40

5	Infrastruktur für gasförmige Treibstoffe	42
5.1	Ausgangslage und Zielsetzung	42
5.2	Produktion und Transport	43
5.3	Tankstellen-Infrastruktur	44
5.4	Wasserstoffpfade	44
5.5	Normierung und Standardisierung	45
5.5.1	Organisation	45
5.5.2	Aktueller Stand der Normierung für komprimiertes Erdgas	46
5.5.3	Aktueller Stand der Normierung für flüssiges Erdgas	47
5.5.4	Aktueller Stand der Normierung für Wasserstoff	48
5.6	Etappierung des Aufbaus des Tankstellennetzes	49
5.7	Kosten für ein Methan-Tankstellennetz	50
5.8	Kosten für ein Wasserstoff-Tankstellennetz; Ansatz 1, Extrapolation	51
5.9	Kosten für ein Wasserstoff-Tankstellennetz; Ansatz 2, Literatur	52
5.10	Politische Förderung von Methan und Wasserstoff als Treibstoff	55
6	Schlussfolgerungen	58
6.1	Internationale Forschungszusammenarbeit	58
6.2	Vor- und Nachteile eines europäischen Umweltbewertungssystems	58
6.3	Erfahrungen in der Schweiz	59
7	Ausblick	60
A1	Glossar	63
A2	Verzeichnis der Abbildungen	64
A3	Verzeichnis der Tabellen	65
A4	CD-ROM	66

Zu diesem Bericht

Cleaner Drive ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt des 5. EU-Forschungsrahmenprogramms. Sein Ziel ist, Massnahmen zur Beschleunigung der Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen zu entwickeln und zu testen. Der Schwerpunkt liegt dabei im Bereich Information.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Beteiligung von e'mobile, einem der beiden Schweizer Partner in Cleaner Drive. In diesem Sinn stellt er den Schlussrapport zuhanden der Auftraggeber dar (Bundesamt für Strassen ASTRA, Bundesamt für Energie BFE und Bundesamt für Bildung und Wissenschaft BBW).

Der Schlussbericht des EU-Projektes ist in mehrere Teilberichte (Deliverables) unterteilt. Die wichtigsten davon befinden sich auf der CD-ROM Cleaner Drive (auf der inneren hinteren Umschlagseite dieses Berichtes eingeklebt). Die Angaben im vorliegenden Bericht sind ein Auszug aus den offiziellen Schlussdokumenten, sofern sie nicht Cleaner Drive-spezifische Arbeiten von e'mobile betreffen.

Die Schlussdokumente auf der beiliegenden CD-ROM enthalten Bibliografien zu den entsprechenden Themen, vorwiegend aus dem EU-Raum. Auf ein Auszug wurde in diesem Bericht verzichtet.

Die Schweiz als Nicht-EU-Mitglied ist in einigen statistischen Tabellen des vorliegenden Berichtes nicht aufgeführt. In diesen Fällen wurden Durchschnittswerte oder die österreichischen Werte eingesetzt.

Die Arbeitsweise im internationalen Consortium führte zwangsläufig dazu, dass nicht alle Anliegen der einzelnen Partner berücksichtigt werden konnten. Dies begrenzte den Einfluss auch der Schweizer Partner und folglich der Begleitkommission. Als Beispiel sei Lärm als Indikator für die Umweltbewertungsmethode erwähnt, welcher trotz eines Antrags einer Minderheit, zu der auch e'mobile zählte, nicht eingeführt wurde.

Die maskuline Form steht in diesem Bericht für den allgemeinen Fall.

Kurzfassung

Zielsetzung

Cleaner Drive ist ein 3-jähriges Forschungsprojekt, welches von der DG Transport and Energy TREN der europäischen Kommission unterstützt wurde. Sein Ziel ist die Überwindung von Markthindernissen bei der Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen. Spezifische Zielsetzungen sind:

- Aufbereitung von fundierten Informationen für Kaufentscheid im Rahmen von nationalen Websites, basierend auf einer europaweit einheitlich strukturierten Datenbank.
- Entwicklung einer konsistenten europäischen Methode für ein Umweltbewertungssystem, welches die spezifischen Eigenschaften von alternativen Antriebssystemen zu berücksichtigen vermag, inkl. einer Pilotanwendung in einer Website.
- Formulierung von Bedingungen für eine wirtschaftliche Infrastruktur für gasförmige Treibstoffe; dazu gehören Empfehlungen für politische Fördermassnahmen sowie die Bedürfnisse für Normen und Standards.

Umweltbewertungssystem

Das Cleaner Drive Umweltbewertungssystem berechnet für jedes Fahrzeug den sogenannten Cleaner Drive-Index, eine dimensionslose Umweltbewertungszahl zwischen 100 und 1. Berücksichtigt werden Treibhausgase (CO_2 , CH_4 , N_2O) und Luftschadstoffe (CO , HC , NO_x , PM_{10} , SO_2) sowohl beim Betrieb des Autos als auch bei der Herstellung des Treibstoffs. Die Gewichtung der einzelnen Indikatoren erfolgt über externe Kosten, basierend auf dem EU-Projekt ExternE.

Obwohl Verkehrslärm eine bedeutende Umweltbelastung darstellt, wird er in der Cleaner Drive-Umweltbewertungsmethoden nicht erfasst, weil die Daten zu wenig aussagekräftig sind. Die Problematik wird jedoch auf der Cleaner Drive-Website ausführlich behandelt.

Ebenfalls nicht berücksichtigt werden zumindest in der aktuellen Version Bio-Treibstoffe. Die verfügbaren Daten reichen nicht aus, um den Ansprüchen des Cleaner Drive- Umweltbewertungssystems zu genügen; zu viele Kompromisse und Verallgemeinerungen müssten in Kauf genommen werden. Die Vorzüge von Bio-Treibstoffen werden aber auf der Homepage (siehe www.e-mobile.ch, Rubrik „Fahrzeuge und Treibstoffe“) ausführlich beschrieben.

Decision Suoport Tool - Entscheidungshilfe für den umweltbewussten Autokauf

Das oben beschriebene Umweltbewertungssystem wurde in eine Website und für den Benutzer anwendbar gemacht, damit dieser sie als Entscheidungshilfe beim Autokauf einsetzen und den Umweltaspekten vermehrt Beachtung schenken kann. Besondere Herausforderungen sind die Anwendbarkeit für verschiedene Länder und Sprachen. Der Benutzer wird in 5 Schritten durch die Entscheidungshilfe geführt.

Die Inputdaten zu den Fahrzeugen wurden national erfasst und aufbereitet, anschliessend wurden sie zentral in die Datenbank eingebaut.

Cleaner Drive Website

In einer ersten Version wurde eine separate Website für jedes Land erstellt. Die Weiterentwicklung, die auch ein breites Vernehmlassungsverfahren umfasste, führte zu einer Integration in die Website von e'mobile. Dort findet sich nun ein eigener Bereich „Cleaner Drive“ mit folgenden Rubriken:

- Projektbeschrieb,
- Bewertungsmethode,
- Jetzt bewerten (das Decision Support Tool mit dem Umweltbewertungssystem),
- Emissionen.

Die übrigen Bereiche der 1. Version der Cleaner Drive-Website konnten mit bestehenden Rubriken der Website von e'mobile kombiniert werden. Damit wurde die Website

von e'mobile um ein interessantes Modul erweitert, während gleichzeitig der Aufwand für den Unterhalt der Cleaner Drive-Website deutlich reduziert werden konnte.

Infrastruktur für gasförmige Treibstoffe

Ende 2001 hat die EU in einer Richtlinie eine Zielvorgabe für den Einsatz von alternativen Treibstoffen bis ins Jahr 2020 gesetzt. Danach soll der Anteil von Erdgas und Wasserstoff am gesamten Treibstoffverbrauchs in der EU auf 10 resp. 5 % ansteigen.

Der Aufbau des Tankstellennetzes gilt als die grösste Hürde zur Erreichung des EU-Ziels für 2020. Aus ökonomischer Sicht drängt sich eine Etappierung dieses Aufbaus in drei Phasen auf:

- . Test und Demonstration,
- . Geografische Abdeckung,
- . Kommerzialisierung.

Daneben spielen, vor allem in der Anfangsphase, Grossflottenbetriebe eine bedeutende Rolle.

Die Kosten für den Aufbau eines flächendeckenden Tankstellennetzes für Methan (Erdgas und Biogas/Kompogas) wurde aufgrund der aktuellen Preise abgeschätzt, wobei aufgrund der zu erwartenden technologischen Entwicklung von einer Kostenreduktion von 30 – 50 % (je nach Tankstellentyp) ausgegangen wurde. Aus diesen Berechnungen resultiert ein gesamtes Investitionsvolumen von 10 bis 12 Milliarden €.

Ein analoger Ansatz ergab für den Aufbau eines Tankstellennetzes für Wasserstoff ein Investitionsvolumen von 26 Milliarden €, wobei hier der Absatz nur 5 % des gesamten Treibstoffverbrauchs beträgt (im Gegensatz zu 10 % für Methan). Zur Zeit existieren erst wenig Tankstellen für Wasserstoff. Deshalb wurde diese Extrapolationsmethode mit einer Analyse verschiedener Studien erhärtet. Insgesamt wurden 79 verschiedene Wasserstoffpfade miteinander verglichen. Sie führten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen, mit einem Durchschnittswert von 36 Milliarden €.

Resumé

Objectif

Cleaner Drive est un projet de recherche d'une durée de trois ans soutenu par la DG Transport and Energy TREN de la commission européenne. Son objectif est d'éliminer les obstacles qui empêchent l'introduction de nouvelles générations de voitures sur le marché. Voici les objectifs spécifiques :

- Préparer des informations approfondies lors d'une décision d'achat dans le cadre de sites Internet nationaux, sur la base d'une banque de données structurée de la même façon partout en Europe.
- Développer une méthode européenne cohérente pour un système d'évaluation environnementale capable de tenir compte des propriétés spécifiques de systèmes d'entraînement alternatifs, y compris une application pilote dans un site Internet.
- Définir les conditions d'une infrastructure économique de carburants gazeux, comprenant aussi des recommandations sur des mesures d'incitations politiques ainsi que les besoins de normes et de standards.

Système d'évaluation environnementale

Le système d'évaluation environnementale Cleaner Drive permet de calculer l'indice Cleaner Drive, un chiffre d'évaluation environnementale allant de 100 à 1. il prend en considération les gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 , N_2O) et les polluants atmosphériques (CO , HC , NO_x , PM_{10} , SO_2), aussi bien ceux produits par le véhicule en marche que ceux résultant de la production du carburant. La quantification des diverses émissions se fait en fonction des coûts externes qu'elles génèrent, prenant comme base de projet ExternE de l'UE.

Bien que le bruit causé par la circulation constitue une nuisance importante de l'environnement, les méthodes d'évaluation environnementale n'en tiennent pas compte, car les données ne sont pas assez significatives. Le problème est cependant traité de façon détaillée sur le site Internet de Cleaner Drive.

Les récents biocarburants ne sont pas non plus pris en considération, au moins dans la version actuelle. Il n'y a pas suffisamment de données accessibles pour satisfaire les exigences du système d'évaluation environnementale de Cleaner Drive; on serait

contraint de se baser sur trop de compromis et de généralisations. Les avantages des biocarburants sont cependant clairement évoqués sur le site Internet (voir www.e-mobile.ch, rubrique « véhicules et carburants »).

Decision Support tool – outil de décision pour l'acheteur écologique

En publiant le système d'évaluation environnementale décrit ci-dessus sur un site Internet, il a été rendu accessible aux utilisateurs, pour que ces derniers puissent s'en servir comme outil de décision lors d'un achat de voiture et d'avantage prêter attention aux aspects environnementaux. Les plus grands enjeux sont les possibilités d'application aux différents pays et langues. L'utilisateur parcourt l'outil de décision en cinq étapes.

Les données des véhicules ont été saisies et adaptées au plan national, ensuite elles ont été intégrées dans la banque de données centrale.

Site Internet Cleaner Drive

Lors d'une première version, chaque pays a créé son propre site Internet. Au cours du développement, qui comprenait également une vaste procédure de consultation, le thème a été intégré dans le site d'e'mobile. On y trouve donc une partie spécifique « Cleaner Drive » avec les rubriques suivantes :

- Description du projet
- Evaluation
- Evaluer maintenant (le Decision Support Tool avec le système d'évaluation environnementale)
- Emissions

Les autres domaines de la première version du site Cleaner Drive ont pu être combinés avec des rubriques existantes du site Internet d'e'mobile. Cela a permis d'enrichir ce site par un module intéressant tout en réduisant nettement les dépenses pour la mise à jour du site Cleaner Drive.

Infrastructure pour carburants gazeux

Dans une directive apparue fin 2001, l'UE a défini un objectif concernant l'utilisation des carburants alternatifs jusqu'à l'an 2020. Ainsi, le taux du gaz naturel et de l'hydrogène dans la consommation totale de carburant de l'UE doit augmenter à 10 respectivement 5 %.

Le développement du réseau des stations d'approvisionnement est considéré comme le plus grand obstacle pour atteindre l'objectif 2020 de l'UE. Du point de vue économique, une répartition en trois phases de développement s'impose :

- Essai de démonstration
- Couverture géographique
- Commercialisation

Par ailleurs, les grandes flottes de véhicules jouent un rôle important, surtout dans la Phase initiale.

Les coûts pour la construction d'un réseau de stations d'approvisionnement en méthane (gaz naturel et biogaz/Kompogas) couvrant toute l'Europe ont été estimés par rapport aux prix actuels, en prévoyant une réduction de coût entre 30 et 50 % (selon le type de station) en raison du développement technologique prévisible. Il en résulte un volume d'investissement total de 10 à 12 milliards d' €.

Une évaluation analogue pour la construction d'un réseau de stations d'approvisionnement en hydrogène donne un volume d'investissement de 26 milliards d' €, en rappelant que le taux n'est que 5 % de la consommation totale de carburant (comparé aux 10 % du méthane). Comme les stations d'approvisionnement en hydrogène sont encore très rare, cette méthode d'extrapolation a été étayée par une analyse de différentes études. En comptant 79 méthodes différentes pour la production et le transport d'hydrogène, les résultats variaient beaucoup, la valeur moyenne s'établissait à 26 milliards d' €.

Riassunto

Obiettivi

Cleaner Drive è un progetto di ricerca della durata di 3 anni, che è stato sostenuto da DG TREN Transport and Energy della Commissione europea. Il progetto ha come scopo il superamento degli ostacoli che impediscono l'introduzione nel mercato dei veicoli di nuova generazione. Gli obiettivi specifici sono:

- Diffusione di informazioni fondate che aiutino la decisione d'acquisto, tramite siti internet nazionali basati su un'unica e strutturata banca dati europea;
- sviluppo di un valido metodo per un sistema di valutazione ambientale, che permetta di prendere in considerazione le proprietà specifiche dei sistemi di propulsione alternativi; sperimentazione di tale metodo in un sito internet;
- formulazione delle condizioni necessarie per un'infrastruttura commerciale per i carburanti gassosi, ivi inclusi dei consigli per misure di promozione politiche e le esigenze per norme e standard.

Sistema di valutazione ambientale

Il sistema di valutazione ambientale Cleaner Drive calcola per ogni veicolo il cosiddetto indice Cleaner Drive, un valore simbolico tra 100 e 1. Vengono presi in considerazione i gas ad effetto serra (CO_2 , CH_4 , N_2O) e le emissioni nocive per l'aria (CO , HC , NO_x , PM_{10} , SO_2) prodotti dal funzionamento dell'automobile, ma anche emessi durante il ciclo di produzione del carburante. La valenza dei singoli indicatori viene espressa tramite i costi esterni, basandosi sui dati del progetto europeo ExternE.

Sebbene l'inquinamento fonico contribuisca notevolmente all'inquinamento ambientale, questo non viene preso in considerazione nel metodo di valutazione ambientale Cleaner Drive perché i dati disponibili sono troppo poco significativi. La problematica viene tuttavia trattata ampiamente nel sito Cleaner Drive.

Allo stesso modo, almeno nella versione attuale, non vengono presi in considerazione i carburanti biologici. I dati disponibili non bastano a soddisfare le esigenze del sistema di valutazione ambientale Cleaner Drive, in modo tale che si dovrebbero applicare troppi compromessi e generalizzazioni. I vantaggi dei carburanti biologici sono tuttavia descritti ampiamente nel sito (v. www.e-mobile.ch, rubrica “Veicoli e carburanti”).

Decision Support Tool – Aiuto nella decisione per un acquisto coscienzioso di un’automobile

Il sistema di valutazione ambientale descritto precedentemente è stato inserito in un sito internet e reso accessibile agli utenti, al fine di servire da aiuto nella decisione d’acquisto di un’automobile e aumentare l’attenzione nei confronti degli aspetti ambientali. La difficoltà maggiore è l’applicabilità per le varie nazioni e lingue. L’utente in 5 tappe viene condotto nel sistema di aiuto nella decisione.

I dati di input concernenti i veicoli sono stati raccolti ed elaborati a livello nazionale ed infine inseriti nella banca dati centrale.

Sito internet Cleaner Drive

Per la prima versione è stato creato un sito separato per ogni nazione. Lo sviluppo successivo, che comprendeva anche un più ampio procedimento di percezione, ha portato ad un’integrazione nel sito di e’mobile. In questo sito si trova quindi una sezione specifica “Cleaner Drive” con le seguenti rubriche:

- descrizione del progetto;
- metodo di valutazione;
- valutare adesso (il Decision Support Tool con il sistema di valutazione ambientale);
- emissioni.

E’ stato possibile combinare le ulteriori rubriche della prima versione del sito Cleaner Drive con le corrispondenti rubriche del sito e’mobile. In questo modo il sito di e’mobile

ha potuto essere ampliato ad un modulo interessante, e nello stesso tempo la spesa per il mantenimento del sito Cleaner Drive ha potuto chiaramente essere ridotta.

Infrastruttura per carburanti gassosi

Alla fine del 2001 l'Unione Europea con delle linee guida ha emesso gli obiettivi fino al 2020 per l'uso di carburanti alternativi. Secondo queste direttive la percentuale di gas naturale e idrogeno sul totale del consumo di carburanti nell'UE deve aumentare al 10, rispettivamente 5%.

La costruzione di una rete di stazioni di rifornimento è ritenuta il maggiore ostacolo al raggiungimento degli obiettivi dell'UE entro il 2020. Da un punto di vista economico, si impone che questa costruzione avvenga a tappe, in tre fasi:

- test e dimostrazione:
- copertura geografica;
- commercializzazione.

Inoltre, specialmente nella fase iniziale, giocano un ruolo importante le aziende con grandi flotte.

I costi per la costruzione di una rete di stazioni di rifornimento di metano (gas naturale e biogas/Kompogas) che copra l'intero territorio sono stati stimati in base al prezzo attuale, riducendolo del 30 – 50% (a dipendenza del tipo di stazione di rifornimento) in previsione del previsto sviluppo tecnologico. Da questo calcolo risulta un volume di investimento totale di 10 – 12 miliardi di Euro.

Un calcolo analogo per la costruzione di una rete di stazioni di rifornimento di idrogeno ha portato ad un volume di investimenti di 26 miliardi di Euro, malgrado in questo caso riguardi solo il 5% del consumo totale di carburanti (invece del 10% per il metano). Al momento esistono solo poche stazioni di rifornimento di idrogeno. Di conseguenza questo metodo di estrapolazione è stato convalidato dall'analisi di vari studi. In totale sono stati confrontati tra loro 79 diverse studi sull'idrogeno. Hanno portato a risultati molto diversi, con un valore medio di 36 miliardi di Euro.

Executive summary

Cleaner Drive is a 3-year collaborative research project supported by the European Commission DG Transport and Energy TREN. It aims to exploit the experiences, stakeholder contacts and market influence of national programmes to overcome barriers to the introduction of cleaner vehicles in Europe.

Specific objectives are:

- To pilot the dissemination of credible information on vehicle options to market actors through national websites, based on a common European framework for data inputs.
- To develop a robust European methodology for vehicle environmental rating that draws attention to cleaner vehicles and technologies, and to pilot its use in a Web-based tool.
- To identify the conditions under which a commercially viable infrastructure for gaseous fuels could be made available for long-distance road transport, including policy support such as short-term fiscal incentives and the introduction and harmonisation of standards and regulations.

1 Projektbeschreibung und Zielsetzung

1.1 Cleaner Drive im 5. Rahmenprogramm der EU-Forschung

Cleaner Drive ist ein kombiniertes Forschungs-/Entwicklungs- und Demonstrationsprojekt des 5. Forschungs- und Entwicklungs-Rahmenprogramm der EU (Programme „Growth“ – Key Action 2 „Sustainable Mobility and Intermodality“ - Task 2.2.2/6 „Use and Integration of New-Generation Vehicles and Radically Improved Propulsion Systems in the Transport System“). Es wurde unterstützt von der DG TREN (Transport and Energy).

Im Hauptteil von Cleaner Drive wurden in sieben Ländern eigenständige Websites als Demonstrationsprojekte entwickelt. Für die meisten waren zu Projektbeginn bereits Grundlagen vorhanden, andere (z.B. VEL2 im Kanton Tessin) wurden im Rahmen von Cleaner Drive erst aufgebaut. In Cleaner Drive wurden sie hinsichtlich Information, rechtlichen Aspekten, Infrastruktur und Evaluation koordiniert.

1.2 Zielsetzung

Das auf drei Jahre angesetzte Forschungsprojekt Cleaner Drive hat zum Ziel, das Know-how, die Erfahrungen und die laufenden Aktivitäten hinsichtlich Markteinführung von neuen, umweltschonenden Fahrzeug-Generationen in europäischen Ländern zu koordinieren. Dabei soll eine konsistente Methodologie für eine Umweltbewertung von Fahrzeugen entwickelt und im Sinne eines Pilotprojektes auf einer Website getestet werden. Als weiteres Ziel soll eine Entscheidungshilfe für die Fahrzeugbeschaffung erarbeitet werden, welche dazu beiträgt, den Umweltkriterien beim Fahrzeugkauf vermehrt Beachtung zu schenken. Hauptzielgruppe sind die Flottenbetreiber. Schliesslich sollen die infrastrukturellen Hindernisse für die Einführung von gasförmigen Treibstoffen untersucht werden, vor allem im Hinblick auf Brennstoffzellenfahrzeuge.

Als Treibstoffe standen weiterentwickelte (advanced) Diesel- und Benzinssysteme, Erdgas, Flüssiggas, Elektrizität, Wasserstoff und kombinierte Systeme (Hybridfahrzeuge) im Vordergrund. Besondere Beachtung wurde dem Verteilnetz von Wasserstoff und Erdgas für den Einsatz in Brennstoffzellen geschenkt.

Die ursprünglich vorgesehene Idee eines Labels für umweltschonende Autos wurde auf Wunsch der Europäischen Kommission nicht weiter verfolgt. Die Kommission fand es nicht für sinnvoll, parallel zur Energie-Etikette, welche die EU-Mitgliedstaaten bis 2001 einzuführen hatten, ein zusätzliches Label einzuführen.

Ursprünglich hätte das Projekt Personenwagen, Lieferwagen, schwere Nutzfahrzeuge und Busse behandeln sollen. Im Hauptbereich, dem Umweltbewertungssystem, stellte sich aber bald heraus, dass die Datenlage für Lieferwagen zur Zeit noch ungenügend ist. Für schwere Nutzfahrzeuge und Busse ist eine Betrachtung des Fahrzeuges als Gesamtsystem sogar unmöglich, weil jedes dieser Fahrzeuge in der Regel aus einzelnen Komponenten konfektioniert wird. Bei diesen Fahrzeugarten könnten also höchstens einzelne Komponenten beurteilt werden. Aus diesen Gründen wurden Lieferwagen und schwere Nutzfahrzeuge nicht berücksichtigt.

1.3 Arbeitsprogramm

Cleaner Drive ist in folgende Arbeitsschritte (WP = Workpackage) gegliedert:

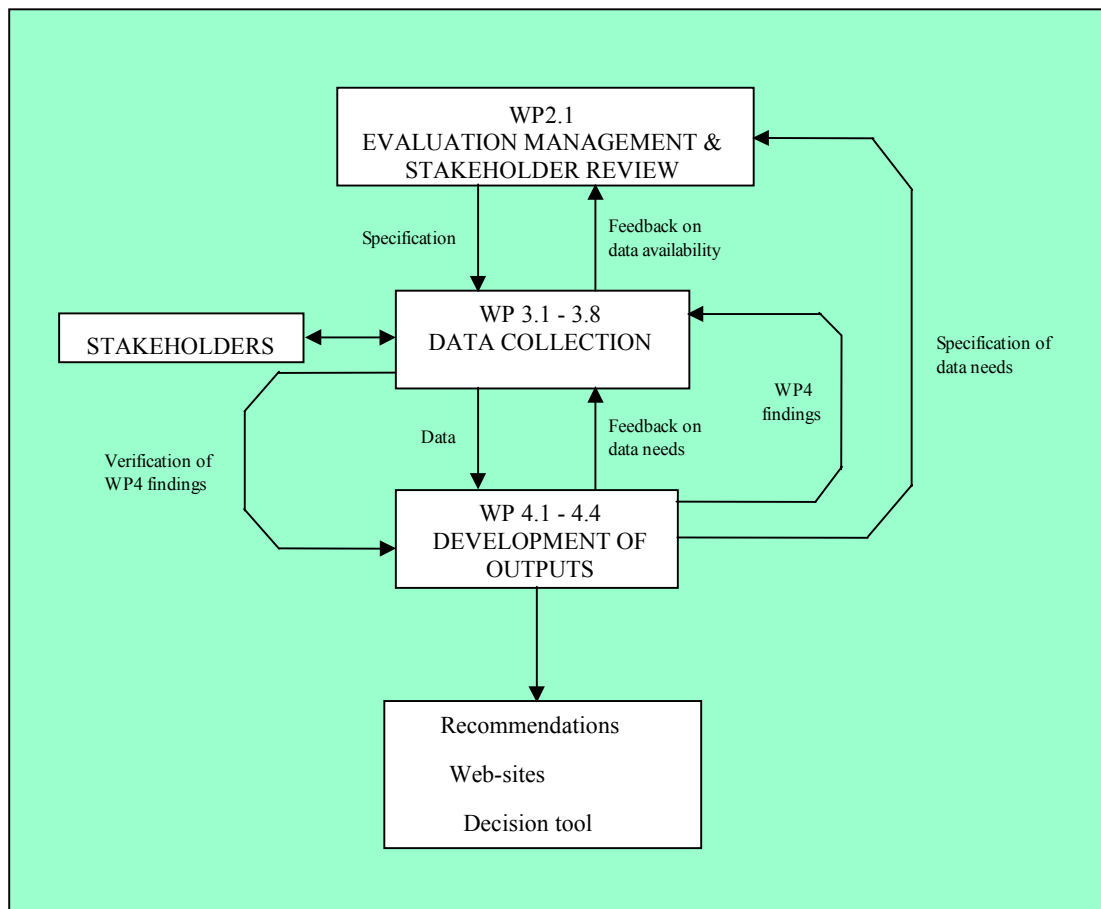


Abb. 1: Struktur des Arbeitsprogramms (Quelle: Technical Annex)

WP 1.1 **Project Management:** Projektmanagement.

WP 1.2 **Dissemination:** Verbreitung der Ergebnisse inklusive der Entwicklung einer Website für das Projekt und der Veröffentlichung von regelmässigen News-letters zum Projekt.

WP 2.1 **Evaluation Management and Stakeholder Review:** Erfolgskontrolle unter institutionellem Einbezug von verantwortlichen Akteuren.

WP 3.x **National Investigations and Web-site Piloting:** Länderspezifische Demonstrationsprojekte:

WP 3.1 Belgien (VITO)

WP 3.2 Grossbritannien (EST)

WP 3.3 Frankreich (ADEME)

WP 3.4 Niederlande (Novem)

WP 3.5 Italien (DITS)

WP 3.6 Österreich (TU Wien)

WP 3.7 Schweden (KFB / Vinnova)

WP 3.8 Schweiz (e'mobile, Fondazione VEL)

WP 4.1 Policy, Standards and Legislation for Gaseous Refuelling;

Empfehlungen für politische Massnahmen, Standards und Vorschriften für gasförmige Treibstoffe, insbesondere die Tankstelleninfrastruktur.

WP 4.2 Vehicle Environmental Rating and Labelling: Entwicklung einer Umweltbewertungsmethode für Strassenfahrzeuge.

WP 4.3 Vehicle Environmental Rating Decision Tool: Entwicklung eines Entscheidungsinstrumentariums auf Internet-Basis

WP 4.4 Recommendations on Supplier Information: Entwicklung einer Website mit umweltrelevanten Informationen zu Fahrzeugen.

Die WP 4.2 – 4.4 befassen sich mit dem Umweltbewertungssystem und sind eng miteinander verknüpft:

- In WP 4.2 wurde eine Methode zur Umweltbewertung entwickelt.
- In WP 4.3 wurde diese für den Benutzer als Entscheidungshilfe (Decision Support Tool) anwendbar gemacht; ein wichtiger Schritt war die Beschaffung und Integration der Fahrzeugdaten.
- In WP 4.4 wurde diese Entscheidungshilfe zusammen mit anderen hilfreichen Informationen auf einer Website dargestellt.

1.4 Das Cleaner Drive Consortium

Folgende Partner haben sich an Cleaner Drive beteiligt:

UK EST (Energy Saving Trust, Project coordinator)

- A IVK (Technische Universität Wien)
- A OMV (österreichische Erdöl- und Erdgasverwaltung, Schwechat A)
- B VITO (the Flemish Institute for Technical Research)
- CH Fondazione VEL (Stiftung für nachhaltige Mobilität des Kantons Tessin)
- CH e'mobile (Schweizerischer Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge)
- F ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie)
- F CETE-Lyon (Centre d'Etudes Techniques et de l'Equipement)
- F CETE-Nord Picardie (Centre d'Etudes Techniques et de l'Equipement)
- FI VTT Energy (Technical Research Centre of Finland)
- I DITS (Università "La Sapienza" Rom)
- NL Novem (Netherlands Agency for Energy and the Environment)
- NL TNO (Knowledge Organisation for Business)
- S KFB (Swedish Transport and Communications Research Board)
- S Vinnova (Swedish Agency for Innovation Systems)
- ENGVA (European Natural Gas Vehicle Association)

Ein detaillierter Beschrieb der Partner und deren Funktion im Cleaner Drive Projekt befindet sich im Technical Annex (Kap. 8.2) auf der beiliegenden CD-ROM „Cleaner Drive Switzerland“.

1.5 Die Rolle von e'mobile in Cleaner Drive

E'mobile wirkte in folgenden Workpackages aktiv mit:

- WP 1.2, Dissemination: Mitarbeit beim Marketing für das Cleaner Drive-Projekt und bei der Redaktion der Newsletter.
- WP 2.1, Evaluation Management and Stakeholder Review: Vernehmlassungen und Hearings in der Schweiz.
- WP 3.8, National Investigation and Web-site Piloting: Entwicklung eines GIS-unterstützten Tankstellennetzes (Erdgas, Kompogas, Strom); Aufbau einer nationalen Website (Testversion), Auswertung von Feedbacks, Integration der

Website in die Homepage von e'mobile (2. Version), Übersetzung der Website ins Französische (die italienische Version wurde von Fondazione VEL erstellt).

- WP 4.1, Policy, Standards and Legislation for Gaseous Refuelling: Organisation eines internationalen Workshops in Brüssel (13.4.2003), Erhebung von Kosten von Erdgastankstellen.
- WP 4.2, Vehicle Environmental Rating and Labelling: Organisation von drei Workshops in Brüssel (23.4.2002, 12.12.2003, 14.5.2004)

Im Januar 2002 organisierte e'mobile ein zweitägiges offizielles Meeting in Arosa.

Folgende Mitglieder von e'mobile haben am Projekt Cleaner Drive mitgearbeitet:

- Urs Schwegler (Projektleitung, Sachbearbeitung)
- J. Kaufmann (Aspekte des Automobilgewerbes, Übersetzungen f)
- S. Wegmann (Integration der Cleaner Drive-Website in diejenige von e'mobile, Autosalon Genf 2004)
- H. U. Blum (Webmaster, Version 2)

Für den Bereich Erdgas wurde der Verband der Schweizerischen Gasindustrie VSG beigezogen. Fünf weitere Unteraufträge wurden an folgende Firmen vergeben:

- Amila SA, Manno: Entwicklung der Website (Version 1)
- U. Menet, Olten: Entwicklung und Wartung des WEB-GIS (Tankstellen-Inventar)
- Eurotax: Fahrzeugpreise für Decision Support Tool (Website)
- Interface, Luzern: Usability check der Website
- Grafik Design Klein, Wil: Standgestaltung am Autosalon Genf 2004

Die Beteiligung von e'mobile wurde vom Bundesamt für Strassen ASTRA (40 %), vom Bundesamt für Bildung und Wissenschaft (35 %) sowie vom Bundesamt für Energie (25 %) finanziert.

2 Das Cleaner Drive-Umweltbewertungssystem

2.1 Aktueller Stellenwert von Umweltbewertungssystemen für Fahrzeuge

Wenn der Kanton Tessin Förderbeiträge auf die Anschaffung von effizienten Fahrzeugen gewährt, der Kanton Genf umweltschonende Autos von der Motorfahrzeugsteuer befreit, Frankreich an Tagen mit Smogalarm Fahrbeschränkungen für Dreckschleuder erlässt, die Stadt London saubere Fahrzeuge von der Staugebühr für die Benutzung der Strassen in der City befreit oder der Bundesrat mit der EnergieEtikette die Schweizer Bevölkerung für sparsame Autos sensibilisiert und damit eine Reduktion des Treibstoffverbrauchs anstrebt: Immer stellt sich die Frage nach der Definition von umweltschonenden Fahrzeugen. Für Diskussionen sorgen dabei die Auswahl der *Bewertungskriterien* beziehungsweise bei Berücksichtigung mehrerer Kriterien die *Bewertungsmethode*, d. h. die Kombination der Kriterien. Dies zeigt sich schon darin, dass jedes der genannten Beispiele eine eigene Methode zur Bewertung der Fahrzeuge anwendet.

Dass sich bisher kein Umweltbewertungssystem für Fahrzeuge auf internationaler Ebene durchsetzen konnte, hat mehrere Gründe:

- Der wichtigste ist wohl das Dilemma zwischen Transparenz und Genauigkeit.
- Internationale Harmonisierung stösst auf Schwierigkeiten hinsichtlich rechtlicher Rahmenbedingungen, aktueller Umweltproblematik und Mentalität.
- Uneinigkeit in der Gewichtung der verschiedenen Umweltaspekte (Russpartikel, Lärm usw.).

Unbestritten ist, dass die Anschaffung eines neuen Fahrzeuges einen entscheidenden Einfluss auf die Umweltbelastung hat und dass das entsprechende Potenzial zur Zeit bei weitem nicht ausgeschöpft ist.

England ist diesbezüglich relativ weit fortgeschritten. Mit dem Förderprogramm Powershift werden Förderbeiträge von mehreren Tausend Franken an Elektro-, Erdgas- und Flüssiggasfahrzeuge gewährt. Das Kriterium ist lediglich die Fahrzeugtechnologie. Im Laufe der Zeit stieg das Bedürfnis nach differenzierteren Förderkriterien. Energy Saving Trust, die staatliche Energieagentur, welche das

Förderprogramm betreut, nahm dies zum Anlass für eine internationale Zusammenarbeit und lancierte das EU-Forschungsprojekt Cleaner Drive.

2.2 Analyse verschiedener bestehender Bewertungssysteme

Zu Beginn des Projektes wurde eine Übersicht über bestehende Umweltbewertungssysteme für Fahrzeuge erstellt. 32 Systeme aus 11 Ländern (inkl. USA und Japan) wurden analysiert und einander gegenübergestellt. Sie unterscheiden sich in verschiedener Hinsicht:

- . Berücksichtigte Kriterien: Rund die Hälfte betrachtet nur den Verbrauch resp. den CO₂-Ausstoss. Die andere Hälfte berücksichtigt auch Luftschadstoffe. Dementsprechend steht entweder das globale Klima oder die lokale Luftqualität im Vordergrund. Die meisten Systeme vernachlässigen die Emissionen für Treibstoffherstellung und -transport und eignen sich deshalb schlecht für die Beurteilung oder Förderung alternativer Treibstoffe.
- . Etwa die Hälfte der untersuchten Systeme bezweckt lediglich Konsumenten-Information, die andere Hälfte eine Abstufung der Motorfahrzeugsteuern oder eine Bemessungsgrundlage für Förderbeiträge. In einem Fall (Nottingham) dient das Umweltbewertungssystem zur Regelung von Zutrittsbeschränkungen in eine Innenstadt (Low Emission Zones).

Zwischen den beiden Differenzierungen besteht ein Zusammenhang. Bewertungssysteme, welche als Grundlage für finanzielle Anreize dienen, sind meistens einfach und leicht nachvollziehbar, sie beziehen sich auf gesetzliche und allgemein akzeptierte Grenzwerte. Wenn sie jedoch lediglich der Information dienen, tendieren sie zu grösserer Komplexität und berücksichtigen zum Teil auch weniger gesicherte Daten (z.B. Lärm).

Ein Dilemma besteht offensichtlich zwischen der Verfügbarkeit der Daten und der vollständigen Abbildung der Wirklichkeit. Typisch dafür ist Lärm. Sein Schadenpotenzial im Verkehr wird kaum bestritten, aber die einzigen heute verfügbaren Daten – Typenprüfwerte – entsprechen den Werten im Alltagsverkehr deutlich weniger, als dies bei den Luftschadstoffen der Fall ist.

2.3 Anforderungen an das Cleaner Drive-Umweltbewertungssystem

Aufgrund der oben beschriebenen Analyse von verschiedenen Bewertungssystemen und von Expertengesprächen in verschiedenen Ländern definierte das Cleaner Drive Consortium Eckpfeiler für ein neues System. Die wichtigsten davon sind:

- . Die berücksichtigten Kriterien sollten über die üblicherweise in Verkaufsräumen aufgeführten Daten hinausgehen,
- . Ein Vergleich von Fahrzeugen einer bestimmten Auswahl (Marke, Grösse usw.) sollte möglich sein,
- . Emissionen für Treibstoffherstellung und -transport sind insofern wichtig, als Cleaner Drive auf neue Fahrzeug-Generationen ausgerichtet ist.
- . Die Inputdaten für das Bewertungssystem sollen verfügbar und gesetzlich abgesichert sein.

2.4 Beschrieb des Cleaner Drive-Umweltbewertungssystems

2.4.1 Cleaner Drive-Index

Das Cleaner Drive-Umweltbewertungssystem berechnet für jedes Fahrzeug den so genannten Cleaner Drive-Index, eine dimensionslose Umweltbewertungszahl zwischen 100 und 1. Berücksichtigt werden Treibhausgase und Luftschadstoffe sowohl beim Betrieb des Autos als auch bei der Herstellung des Treibstoffs. Dies erlaubt einen einfachen und transparenten umweltbezogenen Fahrzeugvergleich. Die Berechnungsmethode geht aus folgender Darstellung hervor.

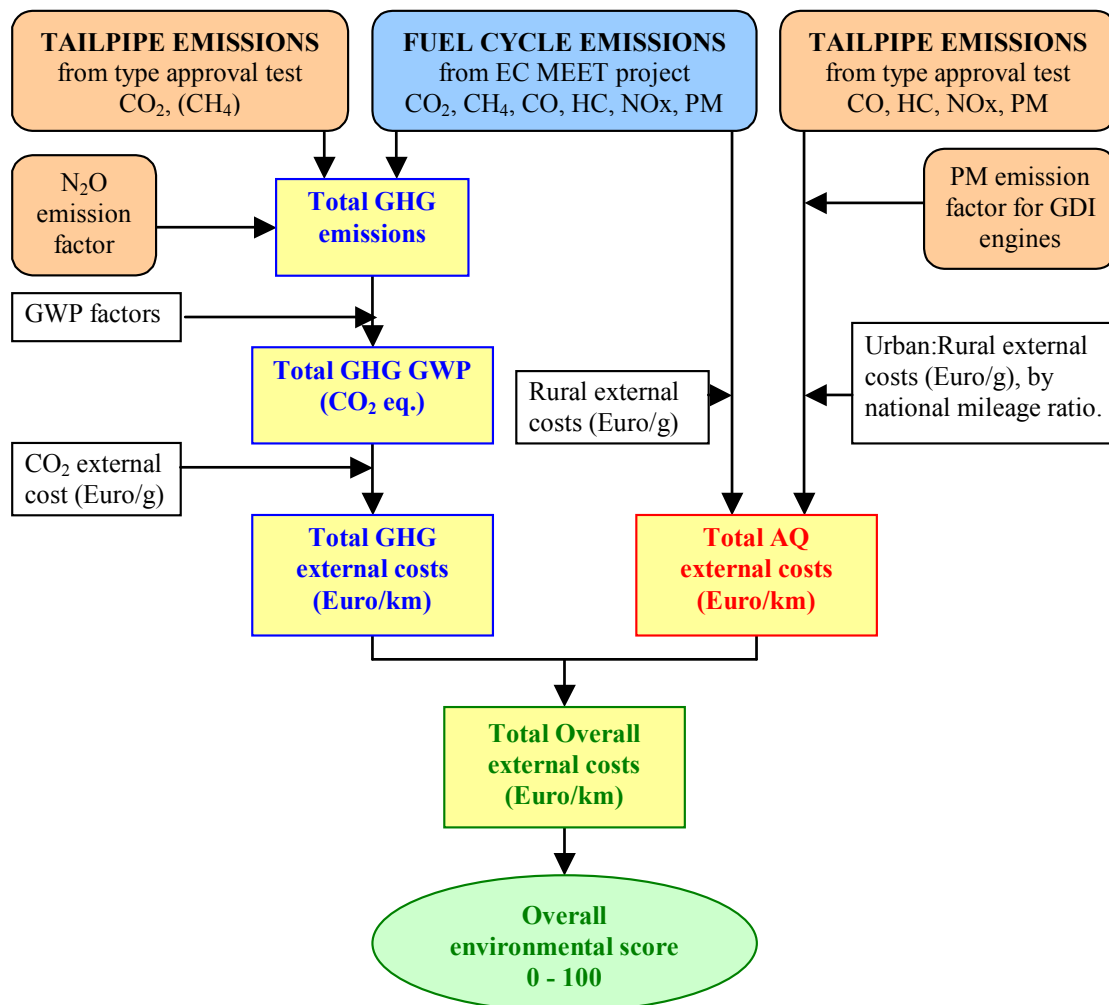


Abb. 2: Ablaufschema zur Berechnung des 'Cleaner Drive-Index' (Overall environmental score, Quelle: Deliverable)

2.4.2 Treibhausgase (Greenhouse gases GHG)

Folgende Treibhausgase werden berücksichtigt:

- . Kohlendioxid (CO₂): Am Auspuff und bei der Treibstoffherstellung,
- . Methan (CH₄): Nur bei der Treibstoffherstellung; Methan-Emissionen am Auspuff sind vernachlässigbar klein und zudem nicht verfügbar (Ausnahme siehe unten, unter "NMHC").
- . Lachgas (N₂O): Nur am Auspuff.

Die Wirkung der einzelnen Treibhausgase wird in CO₂-Äquivalente umgerechnet und im «globalen Erwärmungspotenzial» (GWP, Global Warming Potential) ausgedrückt.

Diese Einheit wurde vom Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC der Vereinten Nationen eingeführt und hat sich etabliert.

2.4.3 Luftschadstoffe (Tailpipe emissions)

Das Cleaner Drive Umweltbewertungssystem berücksichtigt folgende Luftschadstoffe:

- . Kohlenmonoxid (CO): Am Auspuff und bei der Treibstoffherstellung,
- . Kohlenwasserstoff (HC): Am Auspuff und bei der Treibstoffherstellung,
- . Stickstoffoxyde (NO_x): Am Auspuff und bei der Treibstoffherstellung,
- . Russpartikel: Am Auspuff und bei der Treibstoffherstellung,
- . Schwefeldioxid: Nur bei der Treibstoffherstellung; die heutigen Treibstoffe sind nahezu schwefelfrei.

2.4.4 Externe Kosten zur Skalierung der Indikatoren

Das Cleaner Drive-Umweltbewertungssystem gewichtet die einzelnen Emissionen entsprechend den externen Kosten, die sie verursachen. Diese Kosten widerspiegeln denjenigen Teil des durch die Umweltbelastungen verursachten Schadens an Mensch und Umwelt, der von der Allgemeinheit und nicht vom Verursacher gedeckt wird.

Die Kostensätze, die Cleaner Drive gewählt hat, basieren auf «ExternE», einem von der EU unterstützten Forschungsprogramm der 90er Jahre. Umwelt-, Gesundheits- und Wirtschaftsexperten haben sie in intensiver Forschungsarbeit hergeleitet. «ExternE» ist breit abgestützt und allgemein anerkannt. Die hier gewählte Methode erlaubt, verschiedene Emissionen in einheitlicher Form einander gegenüber zu stellen. Darüber hinaus ermöglicht sie den Vergleich verschiedener Arten von Umweltbelastungen, beispielsweise von Klimaerwärmung und Luftbelastung.

Die von ExternE entwickelten Ansätze beziehen sich auf die Länder der EU15. In Cleaner Drive wurden für die Schweiz die Werte von Österreich eingesetzt, weil diese am ehesten vergleichbar sind.

Die externen Kosten erfassen nicht die Emissionen, sondern die verursachten Schäden beziehungsweise die Kosten für deren Behebung. Dabei sind auch die Bevölkerungs- respektive die Gebäudedichte massgebend. Das bedeutet, dass lokal

wirksame Emissionen in Siedlungsgebieten höhere externe Kosten verursachen als auf dem Lande. Deshalb werden die Auspuffemissionen unterteilt in städtisch und ländlich, und zwar für jedes Land entsprechend dem entsprechenden Verhältnis der Fahrleistungen. Für die Treibstoffherstellung hingegen werden ausschliesslich die ländlichen Werte für externe Kosten eingesetzt. Dies in der Annahme, dass die entsprechenden Anlagen ausserhalb der Siedlungsgebiete liegen.

Die Ansätze für die externen Kosten in den EU-Ländern sind in den beiden folgenden Tabellen aufgeführt (Treibhausgase generell, Luftschadstoffe differenziert nach „städtisch“ und „ländlich“).

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
GWP	1	21	310
Cost, €/g	0.000046	0.000966	0.01426

GWP: Global Warming Potential

Tabelle 1: Externe Kosten für Treibhausgase (ExternE)

Urban	Cost, €/g				
	SO2	NOx	VOCs	CO	PM10
Austria	0.01500	0.00680	0.00140	3.38E-06	0.12600
Belgium	0.01570	0.00470	0.00300	3.65E-06	0.13320
Denmark	0.01110	0.00330	0.00720	4.35E-06	0.11826
Finland	0.00877	0.00150	0.00049	3.23E-06	0.11466
France	0.01520	0.00820	0.00200	3.48E-06	0.12690
Germany	0.01390	0.00410	0.00280	3.62E-06	0.12780
Greece	0.01190	0.00600	0.00093	3.31E-06	0.12042
Ireland	0.01040	0.00280	0.00130	3.37E-06	0.11709
Italy	0.01280	0.00710	0.00280	3.62E-06	0.12420
Luxembourg*	0.01570	0.00470	0.00300	3.65E-06	0.13320
Netherlands	0.01480	0.00400	0.00240	3.55E-06	0.12960
Portugal	0.01080	0.00410	0.00150	3.4E-06	0.11862
Spain	0.01150	0.00470	0.00088	3.3E-06	0.12051
Sweden	0.00950	0.00260	0.00068	3.26E-06	0.11493
Switzerland**	0.01500	0.00680	0.00140	3.38E-06	0.12600
UK	0.01230	0.00260	0.00190	3.47E-06	0.12213
EU-15 average	0.013	0.0042	0.0021	3.5E-06	0.126

*assumed to be the same as Belgium in the absence of other data

**assumed to be the same as Austria in the absence of other data

Tabelle 2: Externe Kosten innerorts (ExternE)

<i>Rural/Extra-urban</i>	Cost, €/g				
	SO2	NOx	VOCs	CO	PM10
Austria	0.00720	0.00680	0.00140	0.00000	0.01260
Belgium	0.00790	0.00470	0.00300	0.00000	0.01980
Denmark	0.00330	0.00330	0.00720	0.00000	0.00486
Finland	0.00097	0.00150	0.00049	0.00000	0.00126
France	0.00740	0.00820	0.00200	0.00000	0.01350
Germany	0.00610	0.00410	0.00280	0.00000	0.01440
Greece	0.00410	0.00600	0.00093	0.00000	0.00702
Ireland	0.00260	0.00280	0.00130	0.00000	0.00369
Italy	0.00500	0.00710	0.00280	0.00000	0.01080
Luxembourg*	0.00790	0.00470	0.00300	0.00000	0.01980
Netherlands	0.00700	0.00400	0.00240	0.00000	0.01620
Portugal	0.00300	0.00410	0.00150	0.00000	0.00522
Spain	0.00370	0.00470	0.00088	0.00000	0.00711
Sweden	0.00170	0.00260	0.00068	0.00000	0.00153
Switzerland**	0.00720	0.00680	0.00140	0.00000	0.01260
UK	0.00450	0.00260	0.00190	0.00000	0.00873
EU-15 average	0.0052	0.0042	0.0021	3.5E-07	0.0126

*assumed to be the same as Belgium in the absence of other data

**assumed to be the same as Austria in the absence of other data

Tabelle 3: Externe Kosten ausserorts (ExternE)

Die folgende Tabelle zeigt die PW-Jahresfahrleistungen in den EU-Ländern und die Aufteilung in „städtisch“ und „ländlich“.

		Mileage Distribution % (MEET)			Total Mileage (2000)
	Country	Urban	Rural + Highway		billion pkm
1	Austria	31.0%	69.0%		69.2
2	Belgium	27.1%	72.9%		105.9
3	Denmark	40.0%	60.0%		66.6
4	Finland	30.0%	70.0%		55.7
5	France	40.0%	60.0%		699.6
6	Germany	39.6%	60.4%		723.4
7	Greece	44.0%	56.0%		77.1
8	Ireland	25.0%	75.0%		33.3
9	Italy	40.5%	59.5%		665.2
10	Luxembourg	27.1%	72.9%		5.1
11	Netherlands	32.7%	67.3%		151.5
12	Portugal	24.0%	76.0%		86.5
13	Spain	30.5%	69.5%		331.6
14	Sweden	30.0%	70.0%		92.9
15	Switzerland	39.6%	60.4%		-
16	UK	46.0%	54.0%		625.0
0	EU Average	38.5%	61.5%	EU total	3788.6

Tabelle 4: Jahresfahrleistungen und deren Aufteilung in inner- und ausserorts

2.4.5 Verfügbarkeit der Daten – Auspuff

Für die am Auspuff emittierten Luftschadstoffe CO, HC, NO_x und PM10 übernimmt das Cleaner Drive-Bewertungssystem die Werte der Typengenehmigung. Diese werden für jede Modellvariante (Typenscheinnummer) nach dem Neuen Europäischen Fahrzyklus (NEFZ) erhoben.

Die Typenprüfwerte werden an neuen, optimal eingestellten Fahrzeugen gemessen. Wieweit sich diese Daten mit zunehmendem Alter der Fahrzeuge verändern, kann

wegen dem sehr unterschiedlichen Zustand der Fahrzeuge nur schwer gesagt werden. Stichprobenmessungen an alten Fahrzeugen haben immerhin eine Übereinstimmung im Bereich von $\pm 10\%$ ergeben. Im Übrigen ist das primäre Ziel von derartigen Normwerten nicht ein möglichst genaues Abbild des Alltagsbetriebs wiederzugeben, was genau genommen ohnehin nie erreicht werden kann. Vielmehr sollen sie einen objektiven Vergleich der verschiedenen Fahrzeuge ermöglichen. Die Typenprüfwerte sind die einzigen europaweit behördlich anerkannten Emissionsdaten.

Lachgas (N_2O) wird bei der Typenprüfung nicht erfasst, ist aber trotzdem relevant für die Umweltbelastung eines Fahrzeuges. Die für N_2O gemessenen Werte an einem PW betragen zwar lediglich 5 – 8 mg/km für Euro3-Fahrzeuge. Multipliziert mit dem hohen globalen Erwärmungspotenzial (GWP) von 320 ergibt sich jedoch ein CO_2 -Äquivalent von 2 – 2,5 g/km. Die im Auspuff emittierten Lachgasemissionen korrelieren weder mit Luftschadstoffen noch mit anderen Emissionen. Sie sind in erster Linie abhängig von der Treibstoffart und vom Katalysator-Typ. Die beste Übereinstimmung kann mit den Euro-Abgasgrenzwerten festgestellt werden. Die folgenden Konstanten basieren auf umfangreichen Test-Messungen von TNO (NL):

Euro-Norm	Benzin	Diesel	Erdgas	Elektrizität
Euro 1	0.027	0.002	0	0
Euro 2	0.013	0.005	0.012	0
Euro III	0.005	0.008	0.005	0
Euro IV	0.005	0.008	0.005	0

Tabelle 5: Werte für Lachgas (N_2O) im Auspuff

Bei der Typenprüfung werden die Partikel (PM_{10}) nur für Dieselfahrzeuge erfasst, für Benzinfahrzeuge sind sie vernachlässigbar. Eine Ausnahme bilden Benzinmotoren mit Direkteinspritzung, welche erstmals von Mitsubishi in den späten 90er Jahren eingeführt wurden. Mit diesen Motoren lässt sich zwar ein deutlich höherer Wirkungsgrad erzielen, auf der anderen Seite fallen dabei aber beträchtliche Partikelmengen an. Weil dafür noch keine gesicherten Werte existieren, wurde in Cleaner Drive ein Einheitswert

von 0,006 g/km eingesetzt. Zum Vergleich: Der Grenzwert für Diesel-PW beträgt für Euro IV 0,025 g/km.

Methan (CH_4) ist im Gegensatz zu anderen Kohlenwasserstoffen weder giftig noch krebserregend, und es ist auch keine Vorläufersubstanz für die Ozonbildung. Die Methodik für das Cleaner Drive Umweltbewertungssystem enthält deshalb eine Option, nicht-methanhaltige Kohlenwasserstoffe (NMHC) separat zu berücksichtigen. Diese Option besteht für alle Fahrzeuge, relevant ist sie aber für allem für Erdgasfahrzeuge, bei welchen grosse Mengen von CH_4 emittiert werden, von denen aber nur ein kleiner Teil NMHC ist.

2.4.6 Verfügbarkeit der Daten – Treibstoffaufbereitung

Emissionen für die Treibstoffaufbereitung umfassen die Extraktion, die Raffinerie, den Transport und die Verteilung. Üblicherweise werden sie in g/GJ erfasst. Über den durchschnittlichen Verbrauch können sie leicht in die für das Umweltbewertungssystem erforderlichen g/km umgerechnet werden.

Cleaner Drive berücksichtigt folgende Emissionen:

- Kohlendioxid (CO_2),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Stickstoffoxid (NO_x),
- Methan (CH_4),
- Nicht-methanhaltige Kohlenwasserstoffe (NMHC),
- Schwefeldioxid (SO_2),
- Russpartikel (PM_{10}).

Die Daten wurden vom EU-Projekt MEET (Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Transport) übernommen. Dies ist besonders relevant hinsichtlich der Stromerzeugung, welche von Land zu Land stark variiert. Innerhalb des Cleaner Drive-Consortiums wurde diskutiert, ob diese Werte länderspezifisch oder als europäischer Durchschnittswert einzusetzen seien. Besonders Grossbritannien war gegen einen Durchschnittswert, weil die britische Insel eine vom europäischen Festland

unabhängige Stromerzeugung aufweist. Grundsätzlich wäre aber der Einbau eines Durchschnittswertes möglich, ja er würde die Methodik sogar vereinfachen.

2.5 Nicht berücksichtigte Aspekte

2.5.1 Lärm

Verkehrslärm wurde in den vergangenen Jahren immer als bedeutende Umweltbelastung erkannt. Er beeinträchtigt sowohl die Gesundheit als auch das Wohlbefinden. Die EU hat schon mehrere Lärmgrenzwerte für Strassenfahrzeuge erlassen, den letzten 1996 (96/20/EC). Dieser enthält acht verschiedene Grenzwerte für Personen- und Güterfahrzeuge, welche zwischen 74 dB für Benzin-PW (75 dB für Diesel-PW) und 80 dB für schwere Motorfahrzeuge und Motorräder liegen.

Fahrzeuggeräusche setzen sich aus drei Quellen zusammen: Motor, Reifen (inkl. Strassenbelag) und Fahrtwind. Bei der Typenprüfung wird das Fahrzeug bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 50 km/h mit Vollgas ohne zu schalten beschleunigt. Dabei messen mehrere Mikrophone entlang der Strecke den Geräuschpegel. Diese Methode wird oft kritisiert, weil die gemessenen Werte noch viel weniger dem Alltagsverkehr entsprechen als die im NEFZ gemessenen Verbrauchs-, CO₂- und Schadstoffwerte. Kommt hinzu, dass sowohl Strassenbelag als Reifentyp nicht fahrzeugspezifisch sind und deshalb nicht den einzelnen Modellvarianten zugeordnet werden können.

ACEA hat eine neue Testmethode für die Erfassung der Fahrzeuggeräusche vorgeschlagen: Neben einer Fahrt mit Vollgas soll auch eine zweite Messung mit 5 % Belastung durchgeführt werden, um Innerortsverkehr mit konstanter Geschwindigkeit zu simulieren. Beide Fahrten sollen mit zwei verschiedenen Gängen durchgeführt werden.

Die Mehrheit des Cleaner Drive-Consortiums (excl. die Vertreter von e'mobile und die ASTRA Begleitkommission) lehnte eine Aufnahme des Lärms in die Umweltbewertungsmethode ab, weil die Daten zu wenig aussagekräftig sind. Die Problematik wird jedoch an geeigneter Stelle auf der Cleaner Drive-Website behandelt, um zu vermeiden, dass die Umweltrelevanz von Lärm unterschätzt wird (s. www.e-mobile.ch > Cleaner Drive > Emissionen). Zudem soll die Berücksichtigung von Lärm im Umweltbewertungssystem zur Diskussion gestellt werden, sobald sich etwas an der Datenlage ändert. Ein Einbau wäre ohne grossen Aufwand möglich.

2.5.2 Bio-Treibstoffe

Es gibt eine ganze Reihe von Bio-Treibstoffen, z.B. Biodiesel, Bio-Ethanol, Bio-Methanol oder synthetischer Diesel (hergestellt im so genannten Fischer-Tropsch-Verfahren).

Bio-Treibstoffe werden zum grossen Teil aus landwirtschaftlichen Rohstoffen hergestellt. Sie gelten als CO₂-neutral, weil das bei der Verbrennung emittierte CO₂ zuvor, im Wachstumsprozess, von der Atmosphäre absorbiert worden ist. Bei dieser Betrachtung werden aber die bei der Treibstoffaufbereitung emittierten Emissionen nicht berücksichtigt. Zusätzliche Emissionen treten in folgenden Prozess-Schritten auf:

- Landwirtschaftliche Produktion (inkl. Düngemittel und Pflanzenschutz),
- industrielle Aufbereitung zu Treibstoff,
- Transport des Bio-Treibstoffs vom Ort der Herstellung bis zur Tankstelle.

Zur Beurteilung der Berücksichtigung von Bio-Treibstoffen in der Umweltbewertungsmethode wurden folgende Hindernisse festgestellt:

- Emissionswerte für Luftschadstoffe am Auspuff sind nicht für alle Modellvarianten verfügbar.
- Bei der Treibstoffaufbereitung spielen neben dem CO₂ noch andere Treibhausgase eine nicht vernachlässigbare Rolle. Zu erwähnen ist hier vor allem das bei der Düngemittelproduktion entweichende Lachgas (N₂O), welches in der Treibstoffaufbereitung von fossilen Energieträgern nicht relevant ist.
- Luftschadstoffemissionen für die Treibstoffaufbereitung konnten nicht in befriedigendem Umfang gefunden werden. Das EU-Projekt MEET enthält zwar gewisse Angaben analog zu den konventionellen Treibstoffen, aber nur in unvollständiger Form.
- Selbst wenn die Luftschadstoffemissionen für alle Methoden zur Treibstoffaufbereitung verfügbar wären, fehlen immer noch Angaben zu den länderspezifischen Anteilen der einzelnen Methoden.

Fazit: Die verfügbaren Daten reichen nicht aus, um den Ansprüchen des Cleaner Drive- Umweltbewertungssystems zu genügen; zu viele Kompromisse und Verall-

gemeinerungen müssten in Kauf genommen werden. Die Vorzüge von Bio-Treibstoffen werden aber auf der Homepage (siehe www.e-mobile.ch, Rubrik „Fahrzeuge und Treibstoffe“) ausführlich beschrieben. Zudem soll das Thema weiter verfolgt werden: Sobald zuverlässige Daten verfügbar sind, können sie in die Cleaner Drive-Umweltbewertungsmethode eingefügt werden.

3 Decision Support Tool DST – Entscheidungshilfe für den umweltbewussten Autokauf

3.1 Einleitung

Im vorangehenden Kapitel wurde die Methode für das Cleaner Drive- Umweltbewertungssystem beschrieben. Das vorliegende Kapitel erläutert, wie diese Methode für den Benutzer aufbereitet wird, damit dieser sie als Entscheidungshilfe beim Autokauf einsetzen und den Umweltaspekten vermehrt Beachtung schenken kann. Besondere Herausforderungen sind die Anwendbarkeit für verschiedene Länder und Sprachen.

3.2 Die Entwicklung des Decision Support Tools DST

Die Entwicklung der Entscheidungshilfe erfolgte nach folgendem Ablauf:

April 2003	Pilotanwendung (Version 1) für Belgien (VITO als WP-Leader)
September 2003	Übertragung der Pilotversion auf die anderen sechs Länder (WP 3.1 – 3.8, Italien hat seine Website aus finanziellen Gründen ohne Entscheidungshilfe aufgebaut).
Januar 2004	Vernehmlassung der Pilotanwendung
Februar 2004	Endversion (Version 2) für Belgien
März 2004	Endversion Schweiz (für Autosalon Genf)
Mai 2004	Endversion für alle sieben Partner

Die Stellungnahmen zur 1. Version basierten auf mehreren Quellen: Ein Experte der europäischen Umwelt-Agentur (European Environmental Agency EEA), diverse Anwender in den beteiligten Ländern (mit separaten Workshops) sowie die Cleaner Drive-Partner. Die wichtigsten Reaktionen:

- Komplexität der Benutzeroberfläche: Bei der erstmaligen Benutzung ist es nicht leicht, den Überblick über die vielfältigen Möglichkeiten der Entscheidungshilfe zu behalten. Der Begriff „benutzerfreundlich“ ist deshalb relativ, das Niveau eines einfachen Verbrauchskatalogs ist für ein System wie Cleaner Drive unerreichbar.

Deshalb wird sich die Zielgruppe auch auf anspruchsvolle Benutzer beschränken, welche eine umfassende Abbildung der komplexen Umweltproblematik suchen.

- Vollständigkeit der Datenbank: Wie erwartet bereiteten die Inputdaten Schwierigkeiten. Alle Datenquellen erfordern eine aufwändige Überarbeitung. Zusätzlich erschwerte wurde die Arbeit durch die Kombination der Datenbanken der teilnehmenden Länder.
- Vollständigkeit der Angaben zu den einzelnen Fahrzeugen und Treibstoffen: Je nach Datenquelle sind nicht alle wünschbaren Daten verfügbar. So enthält die Targa Data, die Datenbank des ASTRA als Fahrzeugzulassungsbehörde, keine Preisangaben. Diese wurden von Eurotax bezogen. Andere Länder stützten sich auf andere Datenquellen ab und setzten die Datenbanken anders zusammen. Sobald eine Angabe zu einem Fahrzeug fehlt, kann es nicht bewertet werden. In der ersten Version für die Schweiz waren davon rund ein Drittel aller im Decision Support Tool aufgeführten Fahrzeuge betroffen.
- Technische Probleme: Trotz zahlreicher Tests des Software-Entwicklers funktionierte das DST der 1. Version auf diversen Betriebssystemen nicht. Hauptgrund für diese Probleme war die Abstimmung der Benutzerfläche des DST auf diejenige der Cleaner Drive-Website (WP4.4).

Aufgrund dieser Vernehmlassung wurde das Decision Support Tool in diversen Punkten überarbeitet. So wurde die Website vollständig von der Cleaner Drive-Homepage losgelöst und tritt nun als separate Website auf (Autor: Vito). Der Benutzer bemerkt diesen Wechsel kaum, hat aber den Vorteil (neben dem technischen Aspekt), dass die Cleaner Drive-Website im Hintergrund offen bleibt und der Wechsel von der Cleaner Drive- zur Decision Support Tool-Website leichter möglich ist.

3.3 Die Schritte der Entscheidungshilfe

Der Einstieg in das Decision Support Tool erfolgt über die Website von e'mobile (www.e-mobile.ch), Bereich „Cleaner Drive“. Durch Klicken auf „Jetzt bewerten“ gelangt man zum Startfenster der Entscheidungshilfe.

Der Benutzer wird in 5 Schritten durch die Entscheidungshilfe geführt. Sie sind in folgender Abbildung dargestellt und anschliessend beschrieben.

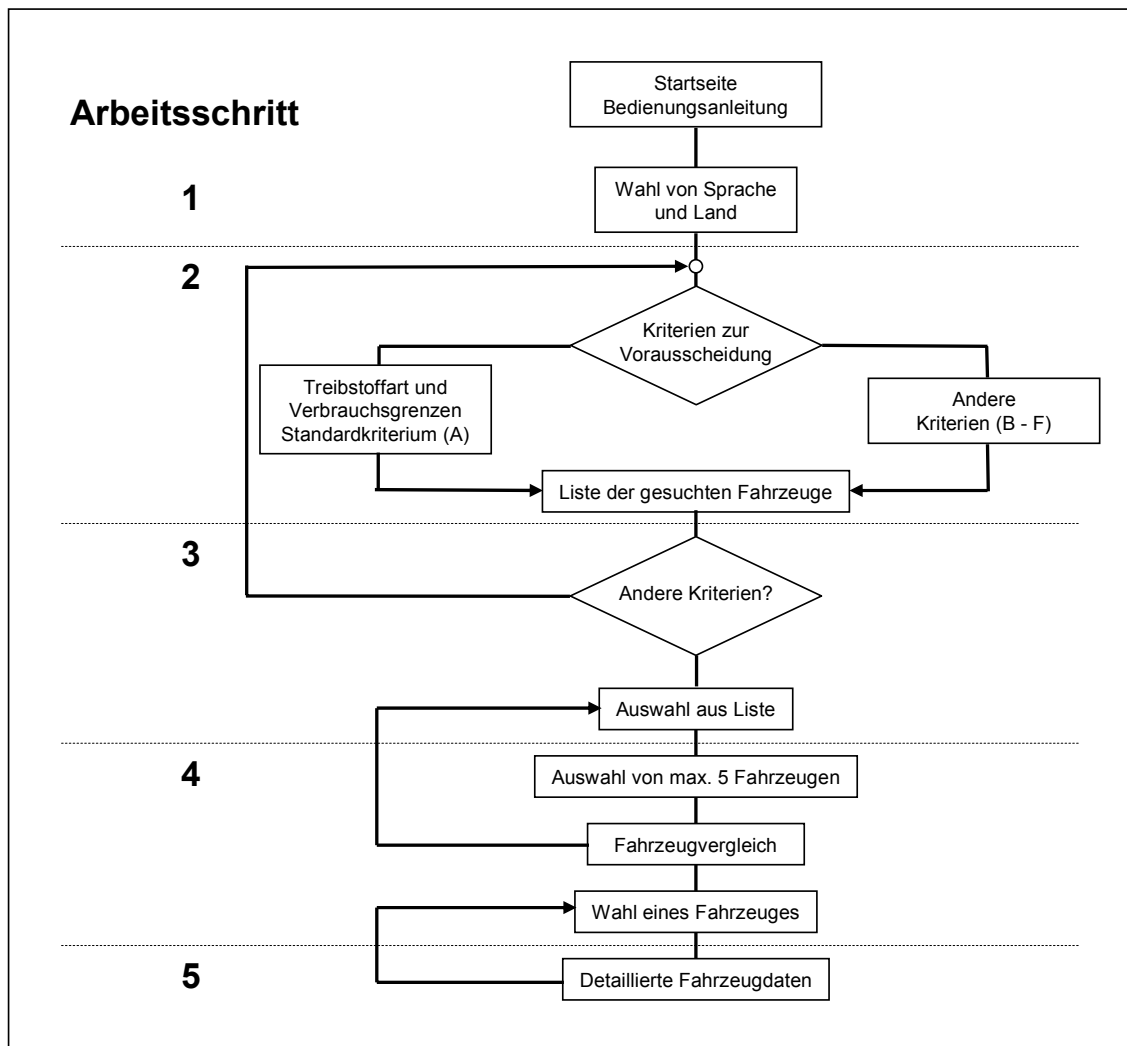


Abb. 3: Arbeitsschritte der Entscheidungshilfe (Decision Support Tool)

Startseite:

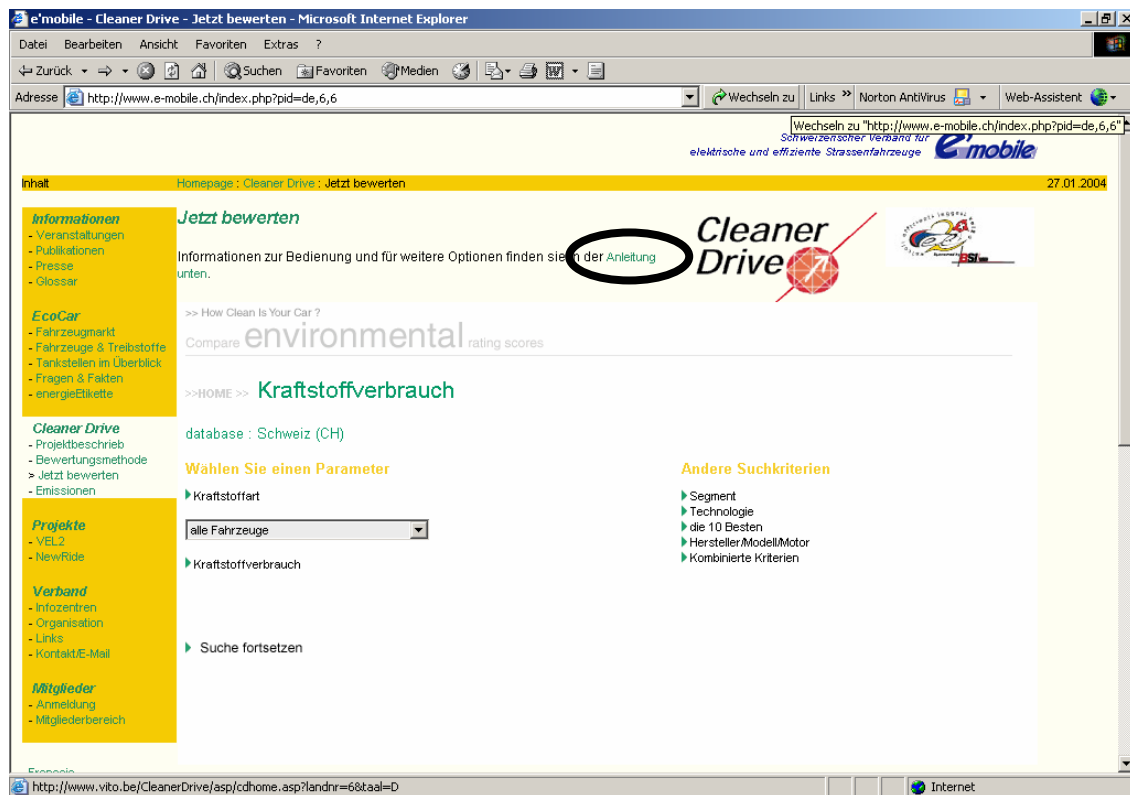


Abb. 4: Der Bereich „Cleaner Drive“ auf www.e-mobile.ch

Auf der Startseite erscheint zuoberst ein Link “Anleitung“, der zu einer Bedienungsanleitung des Decision Support Tools führt. Diese wird nur in Ausnahmefällen erforderlich sein, ist doch das System selbsterklärend.

1 Wahl der Sprache und des Landes:

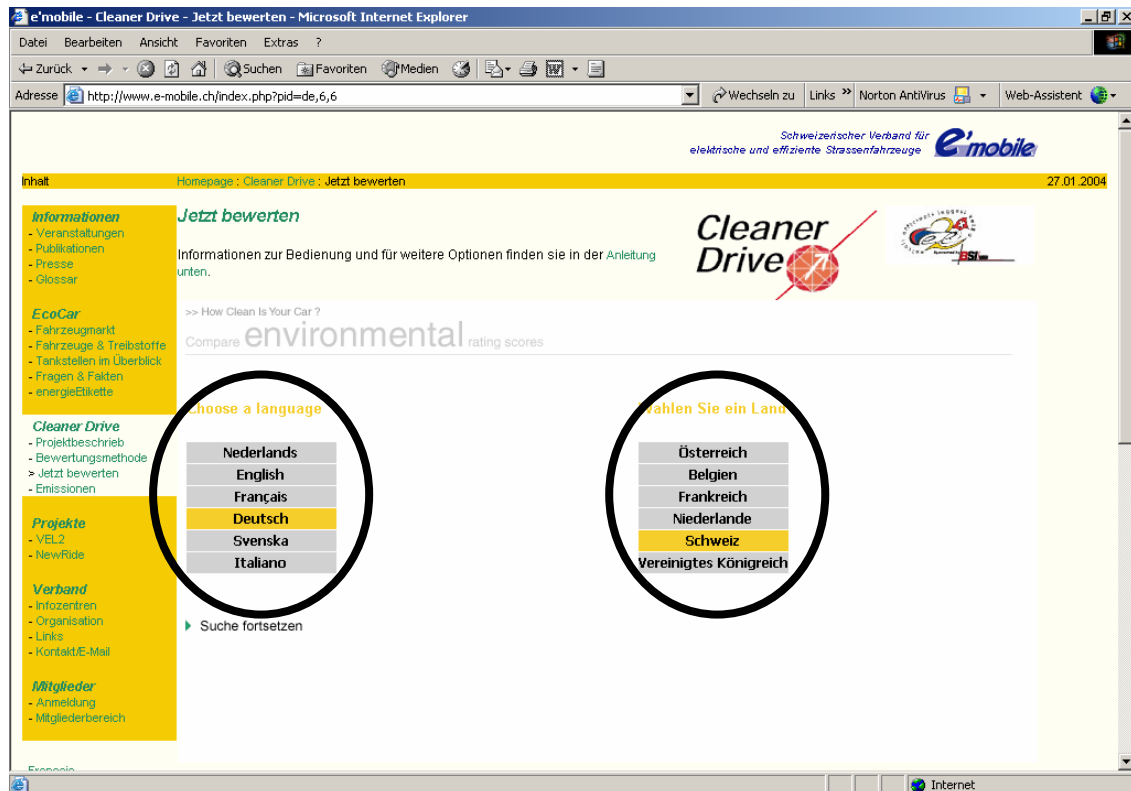


Abb. 5: Wahl von Sprache und Land

Der Besucher kann frei wählen zwischen den Sprachen und den Datenbanken der beteiligten Länder. Letztere unterscheiden sich im Fahrzeugangebot, in den Fahrzeugdaten (z.B. Preise), in den Emissionsdaten zur Treibstoffaufbereitung und in den Ansätzen für die externen Kosten. Die beiden Kriterien sind unabhängig voneinander, d. h. ein Schweizer hat Zugang zur holländischen Fahrzeugdatenbank, ohne die holländische Sprache wählen zu müssen.

Gelangt man via www.e-mobile.ch zum Decision Support Tool, sind deutsch (Sprache) und Schweiz (Land) Standardeinstellungen.

Bei den Sprachen fallen dem Schweizer einige ungewohnte Begriffe wie z.B. "Kraftstoffart" auf. Dies rührt daher, dass die deutsche Sprache nicht nur auf den schweizerischen, sondern primär auf den deutschen und den österreichischen Sprachraum abgestimmt wurde.

2 Kriterien zur Vorausscheidung

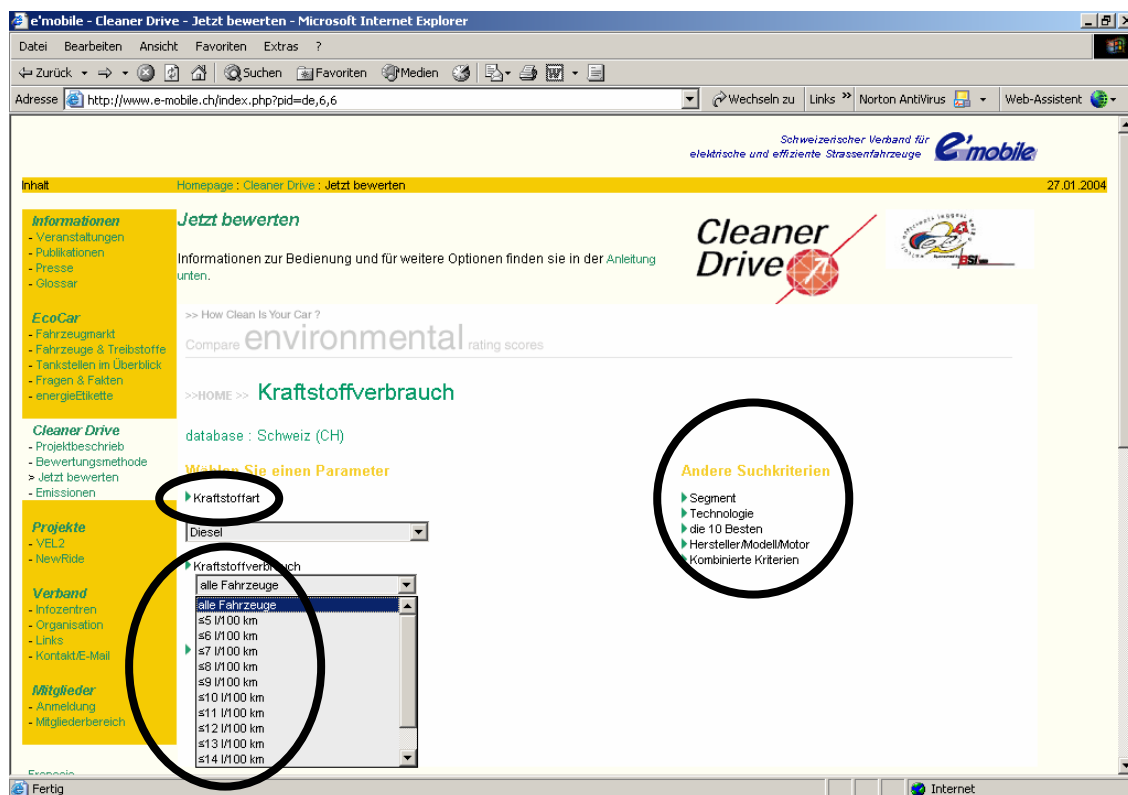


Abb. 6: Vorausscheidung

Um schneller zur Fahrzeugauswahl zu gelangen, kann der Benutzer eine Vorausscheidung treffen. Als Standardeinstellung (A) steht die Treibstoffart und innerhalb dieser der maximale Verbrauch zur Wahl. Weitere Kriterien (B- F) sind:

- Segment: (Supermini, Kleinwagen, Familienwagen, Minivan, Grossraumlimousine, Limousine, Roadster, Geländewagen)
- Technologie: nach Antriebssystem
- Die 10 Besten: die zehn Modelle mit der höchsten Indexzahl
- Hersteller / Modell / Motor
- Kombinierte Kriterien: Freie Zusammenstellung aller Kriterien

Durch Klicken auf "Suche fortsetzen" erscheint nach einer kurzen Wartezeit (welche je nach Konfiguration des Computers und der Vorausscheidung auch länger sein kann), die Liste der Fahrzeuge, welche den Kriterien der Vorausscheidung entsprechen.

e'mobile - Cleaner Drive - Jetzt bewerten - Microsoft Internet Explorer

Adresse: http://www.e-mobile.ch/index.php?pid=de,6,6

Schweizerischer Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge **e'mobile**

Inhalt Homepage: Cleaner Drive: Jetzt bewerten 27.01.2004

Informationen

- Veranstaltungen
- Publikationen
- Presse
- Glossar

EcoCar

- Fahrzeugmarkt
- Fahrzeuge & Treibstoffe
- Tankstellen im Überblick
- Fragen & Fakten
- energieEtikette

Cleaner Drive

- Projektbeschreibung
- Bewertungsmethode
- Jetzt bewerten
- Emissionen

Projekte

- VEL2
- NewRide

Verband

- Infozentren
- Organisation
- Links
- Kontakt/E-Mail

Mitglieder

- Anmeldung
- Mitgliederbereich

Jetzt bewerten

Informationen zur Bedienung und für weitere Optionen finden sie in der [Anleitung](#) unten.

>> How Clean Is Your Car ?

Compare **environmental** rating scores

>>HOME >> Kraftstoffverbrauch >> **Suchergebnisse: 24 Fahrzeuge**

database : Schweiz (CH) (geordnet nach Umweltbewertung)

☐	Fahrzeughersteller	Modell	Variante	Kraftstoffart	Umweltbewertung Treibhausgas + Luftqualität
☐	OPEL	ASTRA	1.6i 16V CNG Club	Erdgas	78
☐	OPEL	ASTRA	1.6i 16V CNG Favorit	Erdgas	78
☐	FIAT	PUNTO	1.2 Bipower	Erdgas	77
☐	OPEL	ZAFIRA	1.6i 16V CNG	Erdgas	75
☐	CITROEN	BERLINGO	1.4 GNV Multispace	Erdgas	72
☐	VOLVO	S60	2.4 Bi-Fuel	Erdgas	70
☐	VOLVO	S80	2.4 Bi-Fuel	Erdgas	70
☐	VOLVO	S80	2.4 Bi-Fuel Comfort	Erdgas	70
☐	VOLVO	S80	2.4 Bi-Fuel Premium	Erdgas	70

Fertig Internet

Abb. 7: Suchergebnisse

3 Weitere Vorausscheidung

Wenn dem Benutzer die Liste zu lang ist, kann er sie durch eine weitere Begrenzung der Vorausscheidungskriterien verkürzen.

4 Fahrzeugvergleich

e'mobile - Cleaner Drive - Jetzt bewerten - Microsoft Internet Explorer

Adresse: <http://www.e-mobile.ch/index.php?pid=de,6,6>

Schweizerischer Verband für elektrifizierte und effiziente Strassenfahrzeuge **e'mobile**

Inhalt: Homepage: Cleaner Drive: Jetzt bewerten 27.01.2004

Informationen

- Veranstaltungen
- Publikationen
- Presse
- Glossar

EcoCar

- Fahrzeugmarkt
- Fahrzeuge & Treibstoffe
- Tankstellen im Überblick
- Fragen & Fakten
- EnergieEtikette

Cleaner Drive

- Projektbeschreibung
- Bewertungsmethode
- > Jetzt bewerten
- Emissionen

Projekte

- VEL2
- NewRide

Verband

- Infozentren
- Organisation
- Links
- Kontakt/E-Mail

Mitglieder

- Anmeldung
- Mitgliederbereich

Jetzt bewerten

Informationen zur Bedienung und für weitere Optionen finden sie in der [Anleitung](#) unten.

database: Schweiz (CH)

	☐	☐	☐
Fahrzeughersteller	VOLVO	VOLVO	VOLVO
Modell	V70	S60	S80
Variante	2.4 Bi-Fuel	2.4 Bi-Fuel	2.4 Bi-Fuel
Version			
Kommerziell			
Klassifikation	Sorte	Personenwagen	Personenwagen
	Segment	Limousine	Familienwagen
Technisch	Technologie	Ottomotor	Ottomotor
	Kraftstoffart	Erdgas	Erdgas
Umwelt bezogen	Umweltbewertung Treibhausgas + Luftqualität:	68	67
	Umweltbewertung Treibhausgas:	45	42
	Umweltbewertung Luftqualität:	94	94
	Emissionstandard:	3	4
Finanziell	Listenpreise:	46.100 CHF	43.400 CHF
			49.450 CHF

Fertig Internet

Abb. 8: Fahrzeugvergleich

Das Decision Support Tool bietet eine Gegenüberstellung von maximal 5 Fahrzeugen an. Durch Markieren der gewünschten Fahrzeuge in der linken Spalte und Klicken auf "Vergleichen" erscheinen Detailangaben zu deren Bewertung. Die Daten beziehen sich auf die nähere Beschreibung des Fahrzeugs, auf die Zusammensetzung des Cleaner Drive Index' (Anteil Treibhausgase und Luftschadstoffe) sowie auf den Preis.

5 Details

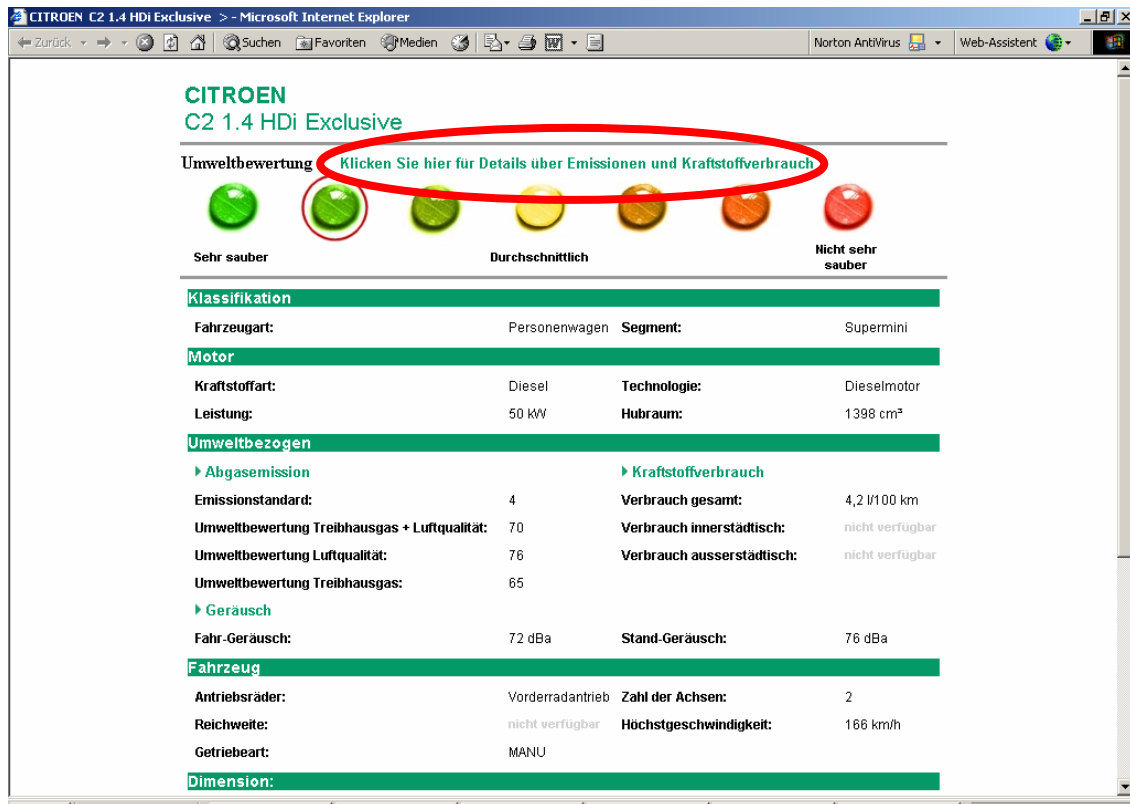


Abb. 9: Details zu einem Fahrzeug

Alle Angabe aus dem Fahrzeugdatenblatt sind für einzelne Fahrzeuge abrufbar durch Klicken auf die Taste "Details", unmittelbar neben der Taste "Vergleichen".

Zuoberst erscheint eine Zeile mit sieben farbigen Punkten zwischen grün und rot.

Jeder Punkt steht für einen Bereich des Cleaner Drive-Index':

dunkelgrün 81 – 100 Punkte sehr umweltschonend

66 – 80 Punkte

56 – 65 Punkte

46 – 55 Punkte

36 – 45 Punkte

21 – 35 Punkte

dunkelrot 0 – 20 Punkte sehr umweltbelastend

Durch Klicken auf “Klicken Sie hier für Details über Emissionen und Treibstoffverbrauch” erscheint eine zusätzliche Seite mit den Ausgangsdaten für die Ermittlung des Cleaner Drive-Index’. Damit wird die Methode für den Benutzer nachvollziehbar.

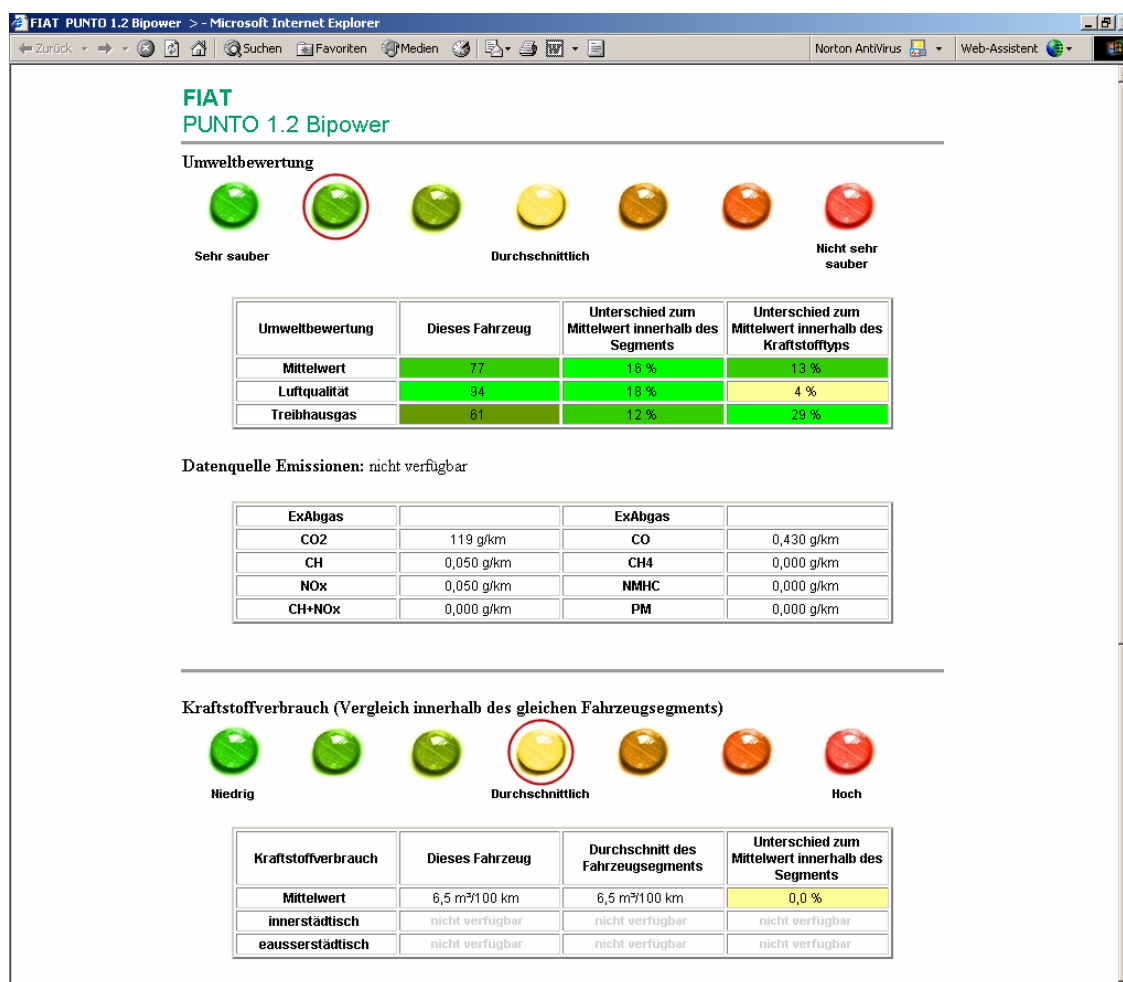


Abb. 10: Berechnung des Cleaner Drive-Index

Im unteren Bereich der Seite erscheint eine weitere Zeile mit Farbpunkten auf der Farbskala grün – rot, welche den Treibstoffverbrauch im Vergleich zum Durchschnitt innerhalb eines Fahrzeugsegments angibt: dunkelgrün = Verbrauch liegt mehr als 25 % unter dem Durchschnitt dieses Fahrzeugsegments; dunkelrot = Verbrauch liegt mehr als 25 % über dem Durchschnitt dieses Fahrzeugsegments.

3.4 Die Cleaner Drive-Datenbank

3.4.1 Struktur der Cleaner Drive-Datenbank

Die Cleaner Drive-Datenbank besteht aus sieben nationalen Datenbanken mit identischem Aufbau und ähnlichem Inhalt. Das Format wurde von VITO, dem Entwickler des Decision Support Tools, als Formular im Excel-Format vorgegeben und später in das SQL-Format, das Betriebsformat des Decision Support Tools, transponiert. Die Beschaffung und Aufbereitung der Daten erfolgt also dezentral in den Ländern, der Einbau und die Verwaltung der Daten zentral durch VITO. Dieses Verfahren ist nicht gerade einfach, vor allem angesichts der Erfordernis der häufigen Aktualisierung.

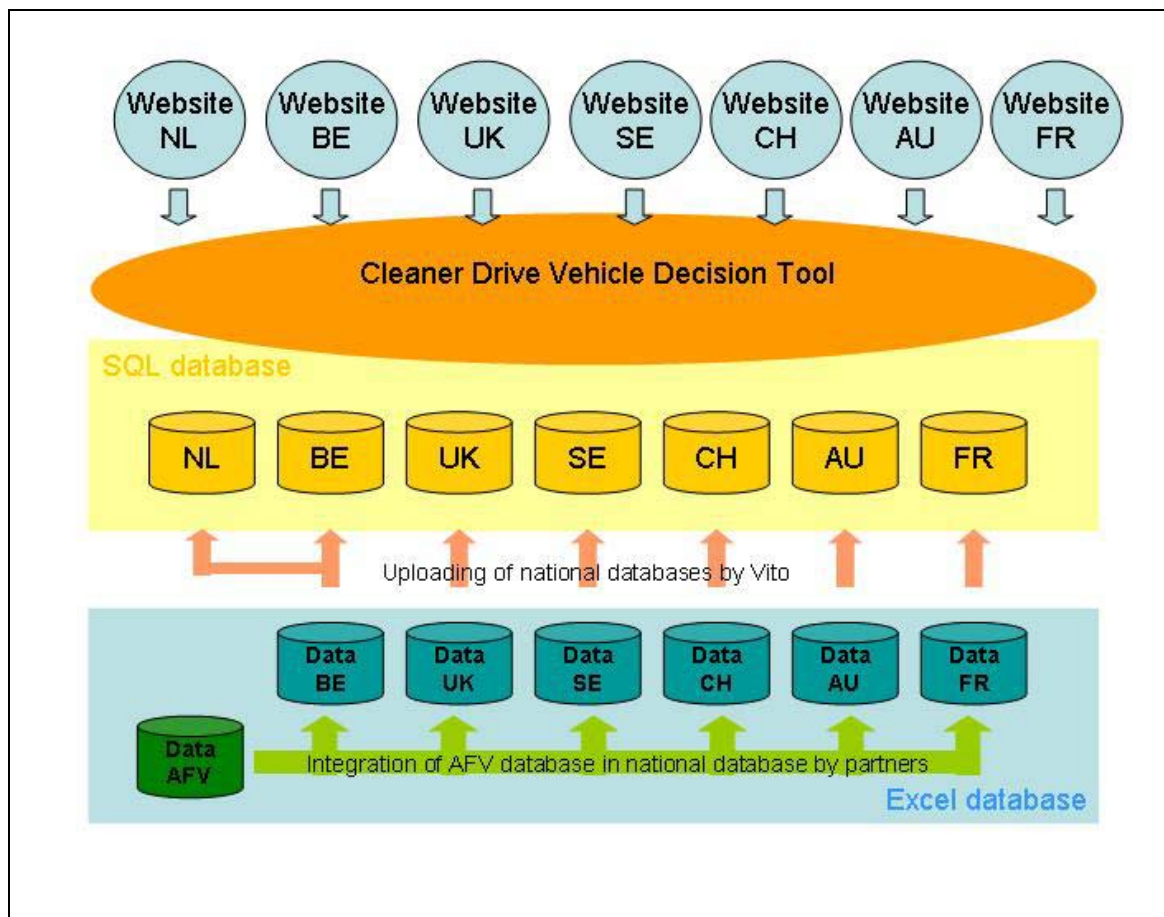


Abb. 11: Die Struktur der Cleaner Drive-Datenbank

Die nationalen Datenbanken enthalten zwei verschiedene Datensätze:

- konventionelle Diesel- und Benzinfahrzeuge,
- Fahrzeuge mit alternativem Antrieb oder Treibstoff

Die zweite Kategorie wurde von den einzelnen Ländern in zweierlei Hinsicht unterschiedlich interpretiert: Einige Länder, darunter die Schweiz, nahmen ausschliesslich Fahrzeuge mit Typengenehmigung auf. Andere führten auch Prototypen auf mit der Absicht, Kaufinteressierte auf kommende Neuheiten hinzuweisen. Nicht weniger problematisch ist die Frage, wann ein Fahrzeug aus der Liste entfernt werden soll. Wenn ein Hersteller die Einstellung der Produktion ankündigt? Wenn er die Produktion effektiv einstellt? Wenn der Importeur keine neuen Fahrzeuge mehr einführt? Oder wenn der Vorrat beim Importeur ausverkauft ist?

3.4.2 Warum keine zentrale Datenbank?

Selbstverständlich wäre eine zentrale Datenbank, wo die Daten für die grosse Anzahl von Fahrzeugen nicht in jedem Land separat beschafft und aufbereitet werden müssen, wünschenswert. Dies war sogar ein Hauptnutzen eines gemeinsamen EU-Projektes. Das Cleaner Drive Consortium hat aus diesem Grund Kontakt aufgenommen mit der staatlichen holländischen Firma Rijksdienst voor het Wegverkeer RDW, welche eine europäische Fahrzeugdatenbank entwickelt hat und unterhält. Diese enthält Informationen zu allen Fahrzeugen, welche in mindestens einem der EU-Staaten auf dem Markt sind. Die Zusammenarbeit scheiterte jedoch neben den für die Cleaner Drive-Partner nicht erschwinglichen Kosten an folgenden Punkten:

- Aus der RDW-Datenbank geht nicht hervor, welche Fahrzeuge in welchem Land auf dem Markt sind. Ein Vertreter jedes Landes hätte also die dort verfügbaren Fahrzeugmodelle (und -varianten) manuell definieren müssen.
- In der RDW-Datenbank sind nur Fahrzeuge mit Typengenehmigung aufgeführt. Länder, welche auf der Cleaner Drive-Plattform auch Informationen zu noch nicht käuflichen Fahrzeugen verbreiten wollen, müssten diese Daten manuell beschaffen und aufbereiten.
- Dasselbe gilt für Fahrzeuge mit alternativen Treibstoffen.
- Die RDW-Datenbank enthält nicht alle für Cleaner Drive erforderlichen Daten, u.a. die Katalogpreise.

3.4.3 Die Schweizer Datenbank

Die Schweizer Datenbank enthält 4036 Fahrzeuge. Sie stammen aus der Fahrzeugdatenbank Targa Data des Bundesamtes für Strassen ASTRA. Die Katalogpreise wurden von Eurotax übernommen und mit Targa Data verknüpft.

Die Daten zu den Fahrzeugen mit alternativen Fahrzeugkonzepten und Treibstoffen hat Fondazione VEL manuell beschafft und aufbereitet. Sie enthält Elektro-, Hybrid- und Erdgas/Kompogasfahrzeuge.

4 Die Cleaner Drive-Website

4.1 Version 1

Die erste Version der Cleaner Drive-Website war eine eigenständige Website, Sie wurde von Energy Saving Trust EST entwickelt und von den anderen Partnern adaptiert. Dabei standen zwei Möglichkeiten zur Wahl: Der scheinbare einfachste Weg – die englische Firma, welche die Website im Auftrag von EST entwickelt hat, führt diese Anpassung für die anderen Länder im Auftragsverhältnis durch – wurde am Ende von niemandem gewählt. Statt dessen beauftragte jeder Partner eine Firma im eigenen Land mit dem Aufbau einer eigenständigen Website in Anlehnung an die englische Originalversion. In der Schweiz war es die Tessiner Firma AMILA, Manno, welche bereits die Website für VEL2 erstellt hatte. Die Gründe dafür waren die höhere Flexibilität bei Sonderwünschen (die Kommunikation mit einem ausländischen Auftragnehmer wurde als schwerfällig erachtet), die langfristige Abhängigkeit von einem ausländischen Partner (in Hinblick auf die Weiterentwicklung der Website) sowie die relativ hohen Kosten.

Die erste Version der Schweizer Cleaner Drive-Website enthielt folgende Bereiche:



Abb. 12: Cleaner Drive-Website, Version 1

Unter "Wie sauber fährt dein Auto?" war das Decision Support Tool mit dem integrierten Umweltbewertungssystem aufgeführt. Dieser Begriff wurde in der zweiten Version in "Jetzt bewerten" geändert, weil er zu wenig aussagekräftig war. Die erste Formulierung war direkt von der englischen Version "How clean is your car?" übernommen worden.

Auf das ursprünglich vorgesehene *Kostenberechnungsmodell* für die Berechnung der Gesamtkosten eines Fahrzeuges wurde aus folgenden Gründen verzichtet:

- Die Datenbeschaffung wäre ausserordentlich aufwändig gewesen (z.B. wegen der kantonalen Motorfahrzeugsteuern in der Schweiz),
- Die Katalogpreise werden von den Anbietern häufig gewechselt. Eine aktuelle systematische Übersicht ist daher kaum realisierbar.
- Die mit einem Modell berechneten Kosten entsprechen häufig nicht den effektiven, weil einerseits die Anbieter Rabatte gewähren, welche nicht selten ausschlaggebend für die Modellwahl sind, und andererseits Zusatzausstattungen wie metallisierte Farben oder Schiebedach hinzukommen.

- Entscheidend war jedoch, dass der angestrebte Zweck für den Benutzer nicht erreicht wurde: Aus umwelttechnischer Sicht soll ein Kostenberechnungsmodell aufzeigen, dass mit einem sparsamen Auto über die gesamte Lebensdauer allfällige Mehrkosten bei der Anschaffung (infolge einer aufwändigeren Technologie) zumindest teilweise kompensiert werden können. Für die Betriebs- und Unterhaltskosten aber müssen grobe Annahmen getroffen werden, welche zuverlässige Angaben zu den Gesamtkosten verhindern. Dazu gehört auch die Besitzesdauer eines Fahrzeuges, welche einen grossen Einfluss auf die Abschreibungskosten hat.

Die Rubrik *“Fahrzeugtypen und ihre Vorzüge“* enthielt umfangreiche Hintergrund-Informationen zur Fahrzeugtechnologie und zu Treibstoffen. Im Vordergrund standen natürlich Umweltnutzen bzw. -belastung. Daneben fanden sich hier auch Angaben über finanzielle Vorteile (steuerliche Vergünstigungen, Förderbeiträge usw.). Grundsätzlich wurden diese Informationen auf das Inland beschränkt. Ausnahmen bildeten besonders bekannte oder interessante ausländische Beispiele. Auf der Schweizer Website wird beispielsweise die Congestion Charge in London, ein viel beachtetes Road Pricing, erwähnt.

Für das *Tankstellennetz* hat e'mobile die Firma GIS- und Umweltberatung Menet, Olten, mit der Entwicklung eines geografisch unterstützten Informationssystems beauftragt. Dabei wird eine Schweizerkarte mit einer Datenbank verknüpft. Der Benutzer öffnet zuerst eine Landeskarte, auf welcher sich verschiedene Kategorien von Tankstellen (Elektro, Erdgas, Kompogas) anzeigen lassen. Durch Klicken auf ein entsprechendes Symbol erhält er über ein Auswahlfeld direkten Zugang zur Adresse, zu einem Lageplan, zu einem Foto oder zu einer Website des Anbieters (sofern vorhanden). Das Instrument stiess im Cleaner Drive-Consortium zwar auf grosses Interesse, wurde aber schliesslich von keinem anderen Land übernommen, weil der Budget-Spielraum der Partner sehr gering war.

In *Erfahrungsberichte* äusserten sich Anwender über ihre Erfahrungen mit alternativen Fahrzeugen. Neben Teilnehmern des Grossversuchs mit Leicht-Elektromobilen (LEM) in Mendrisio kamen vor allem auch Benutzer von Gasfahrzeugen zum Wort.

Die *Bibliothek* enthielt eine Reihe von ergänzenden Berichten zu Fahrzeugtechnologien und Treibstoffen. Für die Schweiz stellte sich dabei die Frage der Sprache. Primär interessieren einen Leser natürlich Berichte in seiner Muttersprache. Für die Schweiz hätte dies aber bedeutet, dass in der französischen Version vor allem

französische, in der deutschen hingegen mehr deutsche Berichte zu finden sind. Deshalb wurden am Ende auch fremdsprachige Berichte aufgenommen, vor allem aus dem englischen Sprachraum.

“*Die Welt von Cleaner Drive*“ beschrieb Cleaner Drive als Projekt mit einem Portrait der Partner, dem Projektablauf usw. Daneben befindet sich ein Link auf die Projekt-Website www.cleaner-drive.com.

Eine horizontale Leiste am oberen Rand der Website enthielt zudem allgemeine Rubriken zu folgenden Themen:

- News,
- Contact,
- Feedback,
- Tell a friend (eine elektronische Postkarte, um Bekannte auf die Website aufmerksam zu machen),
- Frequently Asked Questions FAQ,
- Disclaimer.

4.2 Feedback report

4.2.1 Vernehmlassungsverfahren

Im August 2003 wurde die 1. Version der Schweizer Cleaner Drive-Website aufgeschaltet. Das Vernehmlassungsverfahren wurde auf verschiedenen Wegen eingeleitet:

- Als News auf der Website von e'mobile,
- Via e-mail-Nachricht an rund 200 Personen aus dem Bekanntenkreis des Projektteams mit einem Feedback-Formular,
- Mit einer Präsentation anlässlich eines Workshops des Schweizerischen Fahrzeug-Flottenverbandes sfvv,
- Mit einer Präsentation für die ASTRA-Begleitkommission,

- Mit zwei Aufträgen für eine usability study.

Die Feedbacks kamen in unterschiedlicher Form, teilweise sehr detailliert:

- Zwei Berichte über die usability study,
- 11 ausgefüllte Feedback-Formulare,
- ca. 20 weitere e-mail-Feedbacks,
- ca. 20 mündliche Stellungnahmen.

Neben zahlreichen positiven wurden auch kritische Bemerkungen angebracht. Diese sind nachfolgend zusammengefasst:

4.2.2 Allgemein

Der allgemeine Eindruck war sehr unterschiedlich und reichte von “auf so etwas habe ich lange gewartet“ bis zu “unbrauchbar“. Dies hing vorwiegend mit den unterschiedlichen Erwartungshaltungen zusammen. Die sehr negativen Stellungnahmen bezogen sich vor allem auf die technischen Unzulänglichkeiten dieser Demo-Version.

Der Inhalt der Website wurde als heterogen empfunden: Es wäre besser, den wissenschaftlichen Teil von den allgemeinen Informationen zu trennen.

Cookies, welche zur Beschleunigung der Ladezeiten eingebaut worden waren, hinderten mehrere Personen daran, die Website zu öffnen. Sie wurden noch in der Demo-Version entfernt.

Trotz zahlreichen Tests lief die Website nicht auf allen Internet-Browsern einwandfrei.

Der Anbieter der Website ist nicht klar ersichtlich.

Eine Sitemap wurde vermisst.

4.2.3 “Wie sauber fährt dein Auto“ (Umweltbewertungssystem)

Aufgrund der Komplexität der Methode kann das Umweltbewertungssystem das Ziel einer hohen Benutzerfreundlichkeit kaum erreichen.

Die Wahl von Sprache und Land ist nicht klar; dieser Schritt sollte mit einer Erklärung beschrieben werden.

Die Bedeutung des Cleaner Drive-Index' ist nicht klar. Eine Herleitung sollte auf der Website angeboten werden.

Die Datenbank war nicht vollständig. Für ca. 30 der Fahrzeuge konnte deshalb kein Cleaner Drive-Index berechnet werden.

Gewisse Fahrzeugsegmente wurden vermisst.

Die Wartezeit ist zu lang, vor allem, wenn die Vorauswahl nicht stark eingeschränkt wurde.

4.2.4 Kostenberechnungsmodell

Das Kostenberechnungsmodell wurde oft vermisst.

4.2.5 Tankstellennetz (WEB-GIS)

Einige Benutzer konnten das WEG-GIS nicht anwenden, weil sie zu wenig geübt waren im Umgang mit fremden Browsern, weil ihnen die Geduld für die langen Wartezeiten fehlte oder weil sie die Anleitung nicht lasen.

Das neue Tankstellen-Informationssystem muss unbedingt auf die bereits existierenden Angebote (z.B. Gasmobil, www.erdgasfahren.ch) abgestimmt werden. Allfällige Abweichungen würden der Idee schaden.

4.2.6 Erfahrungsberichte

Einige Bericht sind zu lang.

4.2.7 Bibliothek

Nützlich wäre eine Übersicht über die Dokumente mit einem Kurzbeschrieb. Damit könnten unnötige Wartezeiten durch Öffnen von Dokumenten, die dann doch nicht gelesen werden, vermieden werden.

4.2.8 Fazit

Mit der Integration der Cleaner Drive-Website in www.e-mobile.ch konnten die Anträge aus dem Vernehmlassungsverfahren weitgehend übernommen werden. Die Benutzerfreundlichkeit wird allerdings relativ bleiben. Die Komplexität des Umweltbewertungssystems setzt hier Grenzen.

4.3 Version 2 (Endversion)

Wie die meisten Cleaner Drive-Partner führte e'mobile die Cleaner Drive-Website nach der 1. Version nicht als eigenständige Website weiter, sondern integrierte sie in diejenige von e'mobile. Darin wurde ein neuer Bereich „Cleaner Drive“ eingeführt.

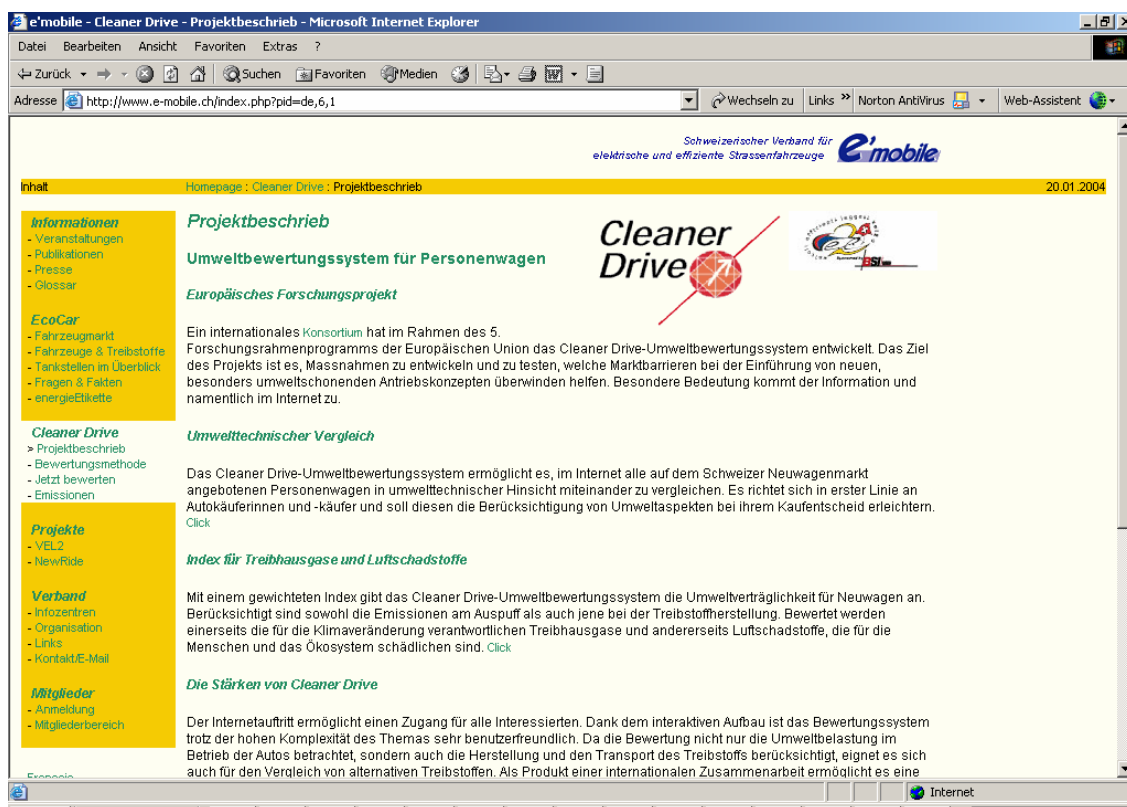


Abb. 13: Bereich „Cleaner Drive“ auf www.e-mobile.ch

Er enthält folgenden vier Seiten:

- Projektbeschreibung,
- Bewertungsmethode,
- Jetzt bewerten (das Decision Support Tool mit dem Umweltbewertungssystem),
- Emissionen.

Die übrigen Bereiche der 1. Version der Cleaner Drive-Website konnten mit bestehenden Rubriken der Website von e'mobile kombiniert werden. Damit wurde die Website von e'mobile um ein interessantes Modul erweitert, während gleichzeitig der Aufwand für den Unterhalt der Cleaner Drive-Website deutlich reduziert werden konnte.

5 Infrastruktur für gasförmige Treibstoffe

5.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Im Folgenden wird Methan als Oberbegriff für Erdgas und Biogas (z. B. Kompogas) verwendet. Der Begriff Erdgas dient zur Differenzierung gegenüber Biogas. Für die Fahrzeuge wird der in der Schweiz geläufige Begriff Erdgasautos benutzt, welcher sich abhebt von Flüssiggas, das in der Schweiz als Treibstoff unbedeutend ist. Erdgasautos können auch mit Biogas betrieben werden.

Erdgas ist der häufigste alternative Treibstoff auf dem Markt. Die Verbreitung in den einzelnen europäischen Ländern ist allerdings sehr unterschiedlich, wie die untenstehende Tabelle zeigt. In Italien beträgt der Anteil Erdgasfahrzeuge am Fahrzeugbestand ein Prozent. Noch weiter ist Argentinien, wo über 1 Million Erdgasfahrzeuge verkehren.

Land	Fahrzeuge			Tankstellen	
	PW	Busse	Lastwagen	Öffentliche	Private
Belgien	300				9
Deutschland	12'000			230	
Frankreich	4'350	500	200	105	4
Grossbritannien			200	35	
Italien	370'000	150		350	10
Niederlande	570			2	6
Österreich	120	2		6	30
Schweden	600	250	10	20	10
Schweiz	500	49	9	32	

Tabelle 6: Erdgasfahrzeuge und -tankstellen in ausgewählten europäischen Ländern (Stand 2001)

Ende 2001 hat die EU in einer Richtlinie eine Zielvorgabe für den Einsatz von alternativen Treibstoffen bis ins Jahr 2020 gesetzt. Danach soll der Anteil von Erdgas und Wasserstoff in der EU auf folgende Werte ansteigen:

Jahr	Erdgas	Wasserstoff
2010	2 %	
2015	5 %	2 %
2020	10 %	5 %

Tabelle 7: Zielvorgabe der EU für alternative Treibstoffe gem. Com(2001)547

Diese Anteile beziehen sich nicht auf die Anzahl Fahrzeuge oder Kilometer, sondern auf den Treibstoffabsatz. Damit werden unterschiedliche Wirkungsgrade der Treibstoffe und technologische Verbesserungen berücksichtigt.

Die im Rahmen von Cleaner Drive durchgeführten Studien basieren auf dieser Vorgabe, nicht nur hinsichtlich des Zeithorizontes 2020, sondern auch der Zwischenziele. Langfristigere Entwicklungen wurden nicht berücksichtigt, obwohl die Einführung insbesondere für Wasserstoff im Jahr 2020 noch nicht abgeschlossen sein wird.

5.2 Produktion und Transport

Beim Distributionsnetz kann Methan auf die bestehenden Pipelines zurückgreifen. Allerdings sind noch längst nicht alle Gebiete Europas (und der Schweiz) mit Erdgas erschlossen.

In schwach besiedelten Gebieten oder bei zu hohen Kosten einer Pipeline kann Erdgas auch in flüssiger Form (bei ca. -162° Celsius) in Schiffen und Tankwagen transportiert werden. Zusätzliche Energie ist erforderlich für die Verflüssigung von Erdgas und anschliessend für die Vergasung des flüssigen Erdgases (entweder an der Einspeisungsstelle ins Pipelinenetz, an der Tankstelle oder im Fahrzeug).

Wasserstoff kann ebenfalls in gasförmiger Form in Pipelines transportiert werden. Kleine Netze in Industriezonen sind bereits vorhanden. Mehrheitlich wird Wasserstoff heute in Lastwagen (in flüssiger Form) transportiert. Bei einem Anstieg des Bedarfs ist dieser Transport aber aufgrund der im Vergleich zu Benzin oder Diesel geringen Energiedichte wenig effizient. Ein dritter Ansatz ist die lokale Produktion von Wasserstoff bei der Tankstelle, interessant vor allem mittelfristig. Dabei kann Wasserstoff aus Methan (in einem Reformer) oder aus Elektrizität (in einer Elektrolyse) hergestellt werden, d.h. transportiert werden Methan oder Elektrizität.

Weil die Treibstoffe in flüssiger Form eine höhere Energiedichte aufweisen als in gasförmigem Zustand, eignen sie sich vor allem für den Transport auf der Strasse. Die grössten Nachteile sind der hohe Energiebedarf für die Erhaltung der tiefen Temperaturen für flüssiges Methan ($-162\text{ }^{\circ}\text{C}$) und für flüssigen Wasserstoff ($-253\text{ }^{\circ}\text{C}$) sowie der Umstand, dass die Herstellung nur in Grossanlagen wirtschaftlich ist (zur Zeit existieren in Europa 3 Anlagen).

5.3 Tankstellen-Infrastruktur

Die Hauptbestandteile einer Tankstelle für komprimiertes Methan sind ein Kompressor, ein Gasspeicher und eine Zapfsäule. Daneben sind Zusatzaggregate erforderlich wie ev. ein Entfeuchter, ein Zähler und allenfalls ein Abrechnungssystem. Die teuerste Komponente ist der Kompressor.

Der Aufbau einer Tankstelle für komprimierten Wasserstoff ist analog demjenigen für Methan. Allenfalls kommt ein Modul für die Produktion des Wasserstoffs hinzu, es sei denn, dieser werde mit Lastwagen oder in einer Pipeline angeliefert. Einige Komponenten können bei einer späteren Umstellung von Methan auf Wasserstoff beibehalten werden. Bei der Entwicklung von Wasserstoff-Tankstellen sind die Erfahrungen mit Methan-Tankstellen aber auch in anderen Bereichen nützlich..

Auch die Tankstellen für die flüssigen Formen von Methan und Wasserstoff sind ähnlich aufgebaut.

5.4 Wasserstoffpfade

Im Gegensatz zu Erdgas kann die Tankstelleninfrastruktur für Wasserstoff nicht isoliert betrachtet werden, insbesondere bei Wirtschaftlichkeitsüberlegungen, welche hier im Vordergrund stehen. Weil Wasserstoff kein Rohstoff ist, sondern zuerst aus anderen Stoffen hergestellt werden muss, ist der ganze Wasserstoffpfad (well to tank) zu betrachten. Weitere unterschiedliche Pfade sind im Fahrzeug selber (tank to wheel) möglich, diese stehen hier aber nicht zur Diskussion.

5.5 Normierung und Standardisierung

5.5.1 Organisation

Die Einführung neuer Technologien wird oft durch mangelnde Normen und Standards behindert. Wenn jedes Land aufgrund seiner Rahmenbedingungen und Bedürfnisse Anforderungen aufstellt, müssen Produkte länderspezifisch hergestellt werden. Im schlimmsten Fall kann eine Technologie nicht in allen Ländern angewandt werden. Der Aufwand für die Ausarbeitung und Inkraftsetzung von internationalen Normen ist sehr gross, in finanzieller, vor allem aber in zeitlicher Hinsicht. Kommt dazu, dass die Motivation für diese Arbeit in einer Phase, wo noch ungewiss ist, ob sich eine Technologie auf dem Markt überhaupt durchsetzen kann, oft gering ist.

Für alternative Treibstoffe sind verschiedene Gremien zuständig, welche im folgenden Organigramm dargestellt sind.

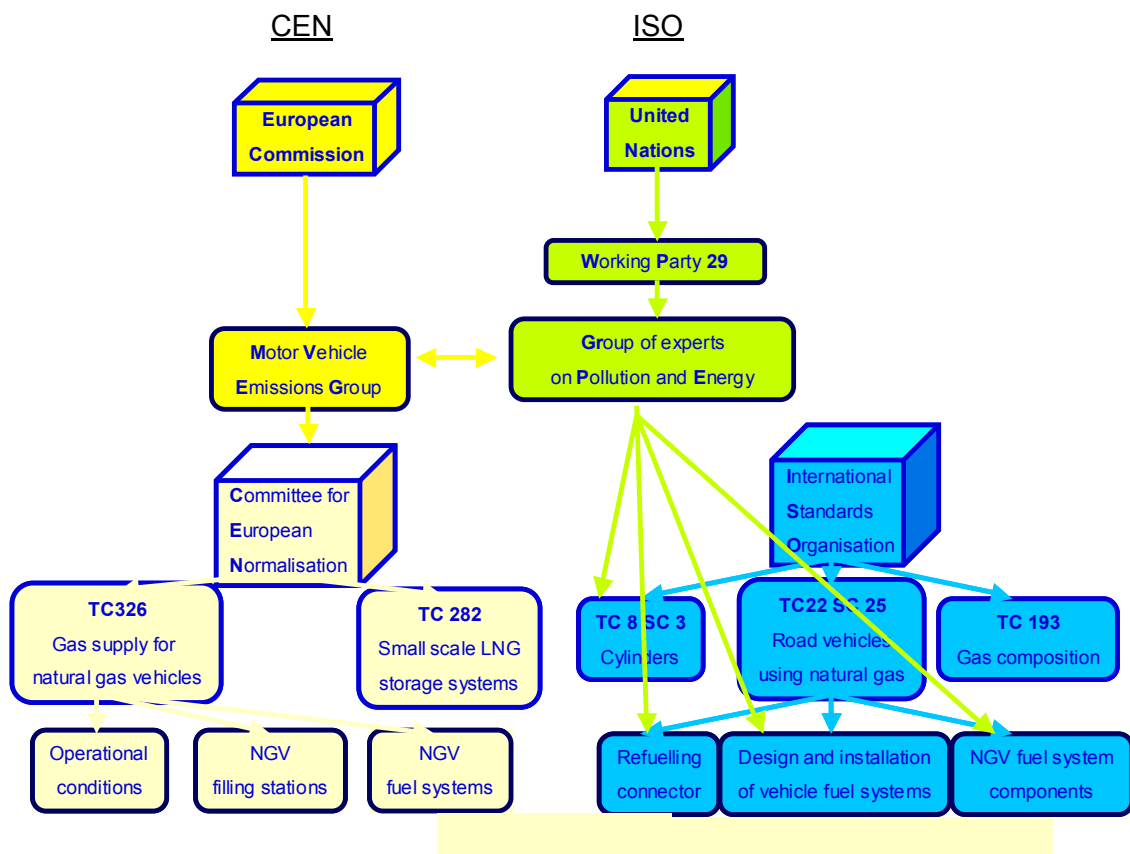


Abb. 14: Organisationsstruktur für die Normierung und Standardisierung von gasförmigen Treibstoffen

Grundsätzlich sind für Europa zwei Gruppierungen relevant, die eine innerhalb EU, die andere innerhalb der Vereinten Nationen. Die wichtigsten sind:

- . Die International Standards Organisation ISO ist eine 1947 gegründete, regierungsunabhängige Organisation (NGO). Sie dient dazu, die internationale Standardisierung zu fördern. Zurzeit gehören ihr rund 130 Länder an. Die Aktionsfelder reichen von Informationsprozessen und Kommunikation über Textilien, Verpackung, Güterverkehr, Energieproduktion und -nutzung, Schiffsbau bis hin zum Finanzwesen. Die Bedeutung von ISO dürfte angesichts der zunehmenden Marktliberalisierung zunehmen.
- . Innerhalb der EU wird die Standardisierung durch das Committee for European Normalisation CEN koordiniert. Im Gegensatz zu ISO ist es nicht unabhängig, sondern arbeitet im Auftrag der EU. Die Normen des CEN sind nicht verbindlich, jedes Land ist frei, sie einzuführen. Das Technical Committee 326 des CEN befasst sich mit Erdgasfahrzeugen. CEN und ISO haben 1991 eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit abgeschlossen, welche auch Methan als Treibstoff umfasst.
- . Die Motor Vehicle Emission Group MVEG, eine von der EU eingesetzte Kommission, erlässt verbindliche Normen. Sie stützt sich dabei auf die Empfehlungen des CEN ab.
- . In den Vereinten Nationen ist das Vorgehen zur Normierung ähnlich strukturiert wie in der EU. Für alternative Treibstoffe ist die Group of Experts on Pollution and Energy GRPE, eine Untergruppe der Working Party on Transport, zuständig. Sie erlässt verbindliche Normen, basierend auf den Empfehlungen der ISO.

Für das Messwesen ist die International Organisation of Legal Metrology (OIML) zuständig. Sie wurde 1955 von verschiedenen Ländern gegründet mit dem Zweck, international einheitliche Anforderungen an die Herstellung und an den Einsatz von Messinstrumenten auszuarbeiten.

5.5.2 Aktueller Stand der Normierung für komprimiertes Erdgas

CEN und ISO haben seit Jahren an Normen für die Verwendung von Erdgas als Treibstoff gearbeitet. Durch die Einführung der Regulation 110 der GRPE wurden sie im Jahr 2001 verbindlich. Einige Beispiele:

- . Weil die chemische Zusammensetzung von Erdgas europaweit nicht identisch ist, regelt die ISO 15403 die Qualitätsanforderungen für Erdgas als Treibstoff. Diese werden beispielsweise auch von Kompogas erfüllt.
- . 2002 hat das CEN Sicherheitsanforderungen an Erdgastankstellen erlassen.
- . Zur Mengenmessung liegt seit März 2002 ein Entwurf der OIML vor. Hier kommt das Dilemma zwischen Genauigkeit und niedrigen Kosten besonders stark zum Ausdruck.
- . Das CEN hat Vorschriften zu den Betriebsbedingungen von Tankstellen erlassen, welche u.a. Unterhalt, Personal und Inspektionen betreffen.
- . Für die Fahrzeuge wurden diverse Normen ausgearbeitet, welche erst teilweise verbindlich sind. Sie betreffen die Kupplungen zu den Einfüllstutzen, Gasbehälter und -leitungen innerhalb des Fahrzeuges und die Anpassung des Verbrennungsmotors.
- . Allein 19 Normen existieren für die einzelnen Komponenten von Erdgas als Treibstoff.
- . Bezüglich Luftschadstoffe gelten für Erdgasautos dieselben Abgasgrenzwerte wie für Benzinfahrzeuge (zur Zeit Euro 3). Diese sind in rund 20 Normen genauer umschrieben.

Damit ist komprimiertes Erdgas für die Einführungsphase weitgehend normiert. Allerdings werden Anpassungen erforderlich sein, wenn technologische Neuerungen erscheinen.

5.5.3 Aktueller Stand der Normierung für flüssiges Erdgas

Flüssiges Erdgas ist zwar heute noch unbedeutend. In vielen Ländern steigt aber das Interesse, vor allem zur Erschließung von Gebieten, für welche Pipelines nicht wirtschaftlich sind. Dementsprechend ist das Normierungswesen noch wenig entwickelt, abgesehen von Bereichen, für welche dieselben Normen zur Anwendung gelangen wie für komprimiertes Gas. Flüssiges Erdgas hat dieselbe chemische Zusammensetzung wie komprimiertes Erdgas, deshalb genügen die diesbezüglichen Normen. Gegenüber komprimiertem Erdgas besteht hingegen auf folgenden Gebieten ein zusätzlicher Normierungsbedarf:

- . Produktionsstätten für flüssiges Erdgas (Verflüssigung): Diese sind als übliche Industriestätten recht gut normiert.
- . Beim Transport ist vor allem der Verlad kritisch. Weil die Produktionsstätten aber üblicherweise als Gefahrenzonen gelten, ist auch dieser Bereich weitgehend abgedeckt.
- . Wenn flüssiges Erdgas an einer Tankstelle produziert wird, sind entsprechende Sicherheitsvorschriften erforderlich.
- . Bei der Entladung von flüssigem Erdgas an einer Tankstelle sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen: Sicherheitsdistanz zu Gebäuden, verdampftes Erdgas (boil off), Abkühlung von Schläuchen usw.
- . Geruch (Odorierung): Erdgas ist geruchsfrei. Um die physische Wahrnehmung zu verbessern, werden deshalb Gerüche beigemischt. Während der Verflüssigung verdampfen diese allerdings, so dass anschliessend neu odoriert werden muss.
- . Tankstellen für flüssiges Erdgas bestehen aus folgenden Komponenten: Speicher, Pumpe, Zapfsäule und Kupplung. In allen drei Bereichen existieren noch wenig Normen.
- . Das Fahrzeug unterscheidet sich nur im Speicher von komprimiertem Erdgas.

Ein Spezialfall ist das so genannte Liquefied-to-compressed natural Gas LCNG. Dabei wird das flüssige Erdgas an der Tankstelle in einem Verdampfungsprozess wieder in den gasförmigen Zustand zurückgeführt und als komprimiertes Erdgas ins Fahrzeug gefüllt. Aufgrund der grösseren anfallenden Mengen müssen die Pumpen einen höheren Druck aushalten. Auch hier besteht zusätzlicher Normierungsbedarf.

5.5.4 Aktueller Stand der Normierung für Wasserstoff

Für Wasserstoff existieren bereits vielseitige Anwendungsgebiete, welche ausreichend normiert sind. Für mobile Anwendungen befasst sich ISO zur Zeit angesichts des grossen Entwicklungspotenzials sehr intensiv mit Normierungsfragen. Die EU hat ein eigenes Forschungsprojekt zu diesem Thema lanciert (European Integrated Hydrogen Project EIHP). Der Themenbereich ist gross und umfasst u.a. Tanks, Container für multimodale Transporte (verschiedene Transportgüter), Ladestationen, Kupplungen

usw. Neben flüssigem und gasförmigem Wasserstoff sind auch gasförmige Wasserstoffgemische (gaseous hydrogen blends) Gegenstand von Normierungsfragen.

5.6 Etappierung des Aufbaus des Tankstellennetzes

Der Aufbau des Tankstellennetzes gilt als die grösste Hürde zur Erreichung des EU-Ziels für 2020 (10 % des Treibstoffverbrauchs Methan, 5 % Wasserstoff). Aus ökonomischer Sicht drängt sich eine Etappierung dieses Aufbaus in drei Phasen auf (daneben spielen, vor allem in der Anfangsphase, Grossflottenbetriebe eine bedeutende Rolle):

- . Test und Demonstration: Die Grösse der Tankstellen ist angesichts der geringen Anzahl Fahrzeuge klein, die Lebensdauer und der wirtschaftliche Nutzen dementsprechend von untergeordneter Bedeutung. Ein wichtiges Ziel der Demonstrationsphase besteht häufig im Aufbau des politischen Drucks für die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen.
- . Geografische Abdeckung: Um die Anschaffung eines Erdgas- oder Wasserstoff-Fahrzeuges interessant zu machen, ist eine gewisse Dichte an Tankstellen in der Region, wo die Fahrzeuge betrieben werden sollen, erforderlich. Weil die Anzahl Fahrzeuge zu Beginn gering ist, können diese Tankstellen klein sein. Steigt die Nachfrage an, werden mit zusätzlichen Tankstellen Lücken gefüllt statt bestehende Anlagen ausgebaut.
- . Kommerzialisierung: Sobald die Anzahl Fahrzeuge oder der Treibstoffabsatz in einem Gebiet ein bestimmtes Niveau erreicht hat, ist es wirtschaftlich sinnvoller, bestehende Tankstellen auszubauen statt neue (kleine) zu erstellen. Eine Option kann darin bestehen, kleine Tankstellen in einem anderen Gebiet, wo der Treibstoff noch nicht etabliert ist, wieder aufzubauen und am alten Ort durch grosse zu ersetzen.

Basierend auf diesen drei Einführungsphasen können fünf Grössenklassen von Tankstellen definiert werden: je eine pro Phase und zwei zusätzliche für private Anwendungen in der Demonstrations- und Testphase, in der eine stabile Nachfrage am besten erreicht werden kann, wenn der Investor sowohl die Kontrolle über Fahrzeuge als auch über Tankstellen hat. Dies erfolgt entweder über kleine Tankstellen zu Hause (Heimtankstelle) oder grössere für Flottenbetreiber. Die

Kapazität der Tankstelle kann dabei relativ leicht auf die Nachfrage ausgerichtet werden, was sich günstig auf die Investitionskosten auswirkt. Auch die geringen Anforderungen an Zähler und Abrechnungssysteme helfen Kosten sparen.

Bei den Heimtankstellen handelt es sich um einen Spezialtyp, der ein Fahrzeug mit geringerem Eingangsdruck (20 mbar) über Nacht befüllt.

5.7 Kosten für ein Methan-Tankstellennetz

Um das für den Aufbau eines der EU-Vorgabe für 2020 entsprechenden Tankstellennetzes erforderliche Investitionsvolumen abschätzen zu können, wurden ca. 25 existierende Tankstellen in verschiedenen Ländern analysiert. Aufgrund dieser Erfahrungen wurden Durchschnittskosten für die oben beschriebenen fünf Grössenklassen definiert. Für den Zeithorizont 2020 wurden aufgrund der technologischen Entwicklung zu erwartende Kostenreduktionen zwischen 30 und 50 % geschätzt:

Typ	Investition (€)		Max. Kapazität (Nm ³)	Eff. geliefert (Nm ³)
	2003	2020		
Heimtankstelle	2'000	1'600	8'000	800
Flottenbetreiber	950'000	700'000	9'000'000	6'000'000
Test & Demo	120'000	60'000	200'000	60'000
Geogr. Abdeckung	320'000	190'000	1'500'000	600'000
Kommerzialisierung	925'000	650'000	8'000'000	5'000'000

Tabelle 8: Einheitskosten und Kapazitätsgrößen für Methantankstellen

Angesichts der geringen Lebensdauer der Heimtankstellen wurden die Investitionen, welche eigentlich lediglich 1'000 € betragen, verdoppelt. Damit wurden die erforderlichen Re-Investitionen berücksichtigt.

Aus diesen Berechnungen resultiert ein gesamtes Investitionsvolumen von 10 bis 12 Milliarden €, verteilt auf folgende Tankstellen-Typen:

Typ	Anzahl Tankstellen
Heimtankstelle	208'000
Flottenbetreiber	490
Test & Demo	450
Geogr, Abdeckung	4'400
Kommerzialisierung	5'300

Tabelle 9: Für einen Absatz von 10 % Methan erforderliche Anzahl Tankstellen in der EU

5.8 Kosten für ein Wasserstoff-Tankstellennetz; Ansatz 1, Extrapolation

Für Wasserstoff gibt es erst sehr wenige Tankstellen. Sie sind zudem klein im Vergleich mit Standard-Tankstellen, eine Übertragung der Kostenstruktur auf grosse Anlagen ist deshalb problematisch. Die für Methan-Tankstellen angewandte Methode eignet sich deshalb nur beschränkt als Extrapolation für eine Prognose für Wasserstoff.

Weil der Heizwert von Wasserstoff nur etwa 1/3 desjenigen von Methan beträgt, ist der Tankstellenabsatz grösser, was in der höheren Kapazität der einzelnen Tankstellentypen zum Ausdruck kommt.

Dieselbe Methode wie für Methan-Tankstellen führt zu folgenden Kosten für die einzelnen Tankstellen-Typen:

Typ	Investition (€)		Max. Kapazität (Nm ³)	Eff. geliefert (Nm ³)
	2003	2020		
Heimtankstelle	90'000	11'000	36'000	6'300
Flottenbetreiber	6'100'000	1'800'000	22'000'000	15'000'000
Test & Demo	1'150'000	400'000	840'000	260'000
Geogr. Abdeckung	4'000'000	900'000	6'300'000	2'600'000
Kommerzialisierung	10'000'000	2'900'000	34'000'000	22'000'000

Tabelle 10: Einheitskosten und Kapazitätsgrößen für Wasserstofftankstellen

Für einen Absatz von 5 % im Jahr 2020 (Zielvorgabe EU) ergibt sich ein Investitionsvolumen in der Größenordnung von 26 Milliarden €, verteilt auf folgende Tankstellentypen:

Typ	Anzahl Tankstellen
Heimtankstelle	19'000
Flottenbetreiber	800
Test & Demo	460
Geogr. Abdeckung	8'100
Kommerzialisierung	1'200

Tabelle 11: Für einen Absatz von 5 % Wasserstoff erforderliche Anzahl Tankstellen in der EU

5.9 Kosten für ein Wasserstoff-Tankstellennetz; Ansatz 2, Literatur

Um die Ergebnisse des ersten Ansatzes zu erhärten, wurde eine Analyse bestehender Studien für Wasserstoff durchgeführt. Die meisten davon verfolgten den gesamten Wasserstoffpfad von der Erzeugung über den Transport bis hin zur Betankung. Die

Tankstelle ist in einem solchen Pfad nur ein Element und teilweise stark abhängig von den anderen Schritten. Trotzdem macht es Sinn, diese Studie auf die Tankstelleninfrastruktur zu beschränken, weil normalerweise Investitionen getrennt zu tätigen sind in Tankstellen einerseits und Herstellung und Verteilung andererseits. Einzig bei der lokalen Wasserstoffproduktion vor Ort muss der Investor auch die Kosten für die Herstellung und Lagerung berücksichtigen.

Insgesamt wurden 79 Wasserstoffpfade miteinander verglichen, welche sich in folgenden wesentlichen Punkten unterscheiden:

- Primärstoffe für die Erzeugung von Wasserstoff
- Wasserstofferzeugung zentral oder dezentral (bei den Tankstellen)
- Transport flüssig oder gasförmig

Die Fülle dieser Pfade ergibt eine wesentlich umfassendere Grundlage für die Abschätzung des erforderlichen Investitionsvolumens als Ansatz 1. Nachteilig wirkt sich aus, dass die meisten von ihnen auf theoretischen Annahmen basieren, welche von der Realität mehr oder weniger abweichen können.

Für alle Pfade wurden neben Durchschnittskosten auch Maximal- und Minimalwerte ermittelt und interpretiert. Diese Arbeit ergab einen tiefen Einblick in das Kostengefüge nicht nur der Tankstellen-Infrastruktur selber, sondern auch für Wasserstoff als Treibstoff generell.

Eine wichtige Rolle kommt der wirtschaftlichen Machbarkeit zu. Diese kommt in zweifacher Hinsicht zum Ausdruck:

- . Der gesamte Wasserstoff-Pfad muss mit herkömmlichen und anderen alternativen Treibstoffen konkurrenzfähig sein. D. h. es geht nicht um die kostengünstigste Tankstelle, sondern um diejenige Tankstelle, welche zum kostengünstigsten Wasserstoff-Pfad gehört.
- . Eine Tankstelle muss innert einer bestimmten Frist amortisierbar sein. Deshalb werden in der Anfangsphase, wo erst wenig Fahrzeuge in Betrieb sind, kaum grosse Tankstellen erstellt, obwohl deren Kosten pro bezogene Menge tiefer sind als für Kleinanlagen. Für einen Absatz von 5 % des gesamten Treibstoffverbrauchs im Jahr 2020 sind gemäss dieser Untersuchung Tankstellen mit einer

Kapazität von 350 kg pro Tag zweckmässig. Dies ist ein mittelgrosser Tankstellentyp, ausgelegt auf 600 Fahrzeuge, was der heutigen Nachfrage für Benzintankstellen entspricht.

Als wirtschaftlichster Wasserstoff-Pfad resultierte die Kombination "Zentrale Produktion – Flüssiger Wasserstoff" (ohne Herstellung mittels Elektrolyse). Die Investitionskosten für die Tankstelleninfrastruktur in der EU15 betragen dafür 23 Milliarden €, bei einem Wasserstoffpreis von 0.88 € pro Liter Benzinäquivalent. Der zweitbeste Pfad ist "Zentrale Produktion – Gasförmiger Wasserstoff". Dafür ist mit Investitionskosten von 24 Milliarden € zu rechnen, der Wasserstoffpreis liegt allerdings um 30 % höher (1.18 € pro Liter Benzinäquivalent).

Wie für Methan wurden auch für Wasserstoff drei Einführungsphasen definiert (Test und Demonstration, geografische Abdeckung und Kommerzialisierung). Die oben erwähnten Wasserstoffpfade und -kosten beziehen sich auf die dritte Phase. Zuvor wird die lokale Herstellung von Wasserstoff dominieren. Dabei resultierten für zwei lokale Produktionstypen relativ tiefe Herstellungskosten: 0.61€ pro Liter Benzinäquivalent für eine grosse, 0.77 € für eine kleine Anlage. Allerdings sind die Kosten für die Tankstelleninfrastruktur deutlich höher als bei einer zentralen Produktion, so dass dieser Wasserstoffpfad nur sinnvoll ist, solange der Markt (d.h. die Anzahl Fahrzeuge in einem Gebiet) zu klein für eine zentrale Wasserstoffproduktion ist. Die Investitionskosten für die beiden ersten Phasen kommen auf 13 Milliarden € zu stehen. Damit ist für die Gesamtdauer der Markteinführung (über alle drei Einführungsphasen) mit einem Investitionsvolumen von 36 Milliarden € zu rechnen.

Die Etappierung mit unterschiedlichen Tankstellen-Typen stellt sich also als aufwändig heraus. Die Kosten sind 50 % höher, als wenn der Endzustand – zentrale Produktion – von Anfang an verfolgt würde. Daraus kann auch geschlossen werden, dass aus wirtschaftlicher Sicht eine schnelle Einführung anzustreben ist, damit die (am Ende überflüssigen) ersten Etappen möglichst schnell durchlaufen werden können. So gesehen, wird sich eine Unterstützung durch die öffentliche Hand in Form von Infrastrukturbeiträgen, Subventionen, Steuervorteilen, Vorschriften und kommunikativen Massnahmen (siehe folgendes Kapitel) langfristig auszahlen. Dabei ist ein Vorgehen auf EU-Ebene von grosser Bedeutung, weil sonst länderspezifische Unterschiede entstehen können, welche die internationale Entwicklung behindern.

5.10 Politische Förderung von Methan und Wasserstoff als Treibstoff

Innovationen im Transportsektor sind stark geprägt von den politischen Rahmenbedingungen. Dies gilt besonders im vorliegenden Fall, wo die EU bis ins Jahr 2020 einen Anteil von 10 % Methan und 5 % Wasserstoff am Treibstoffverbrauch erreichen will.

Die Liste auf der folgenden Seite zeigt eine Auswahl von Massnahmen auf europäischer, nationaler und lokaler Ebene:

Die Wirkung der einzelnen Massnahmen kommt am besten durch einen geeigneten Massnahmenmix zur Geltung. Dieser ist nicht nur abhängig von den örtlichen Rahmenbedingungen, sondern auch vom Einführungsstadium. Die Phasen können wie beim Aufbau des Tankstellennetzes eingeteilt werden in Test und Demonstration, geographische Abdeckung und Kommerzialisierung. Methan hat diesbezüglich gegenüber Wasserstoff rund eine Phase Vorsprung. Bei Methan bestehen jedoch noch grosse länderspezifische Unterschiede. Mit einem Ausgleich und einer koordinierten Entwicklung könnte die Markteinführung stark und effizient beschleunigt werden.

Massnahme	Ebene (1)	Kommentar / Beispiele
Finanzielle Massnahmen		
Road pricing	L/N	nach Emissionen abgestufte Gebühren
Subventionen im öffentlichen Verkehr		Investitions- und Betriebsbeiträge
Parkplatzgebühren	L/N/E	nach Emissionen abgestufte Gebühren
Anreize beim Fahrzeugkauf		Investitionsbeiträge für neue Fahrzeuge
Beiträge an Tankstellen		Investitionsbeiträge für Tankstellen
Steuern		
Treibstoffsteuern	N/E	Nach Umweltbelastung abgestufte Treibstoffsteuern
Fahrzeugsteuern	N	Abgestufte Steuern nach Technologie od. Emissionen
Energie- und CO ₂ -Abgaben	N/E	Energieabgabe oder Handel mit Zertifikaten
Vorschriften		
Umwelt-Schutzzonen	L/N/E	Zutrittsbeschränkung in immissionsempfindlichen Zonen
Parkplatzvorschriften	L/N	Reservierte Parkplätze für saubere Fahrzeuge
Qualitätsanforderungen	N/E	Vorschriften für Treibstoffqualität, Tankstellen, Schadstoffmessungen usw.
Sicherheitsvorschriften	E	EU-Harmonisierung
Typengenehmigung	N/E	TG für Wasserstofffahrzeuge
Bauvorschriften	L/N/E	Harmonisierung des Baubewilligungsverfahrens für Tankstellen
Beschaffungsvorschriften für Behörden	L/N	Frankreich 1998: 20 % saubere Fahrzeuge in Flotten von Lokalbehörden
Verkaufsvorschriften	N/E	Zero Emission Mandate in Kalifornien 1992
Investitionen		
Unterstützung von F/E und P/D	N/E	Forschung/Entwicklung und Pilot/Demonstration
Infrastruktur	L/N/E	Zinslose Darlehen für Tankstellen
Partnerschaftsverträge im öffentlichen Verkehr		Kooperation bei der Anschaffung sauberer Fahrzeuge im ÖV
Öffentlichkeitsarbeit		
Kauftipps	L/N	Verbrauchskatalog, Umweltliste, TopTen etc.
Informationskampagnen	L/N	Werbung, Marketing

(1) Hauptsächliches Einsatzgebiet: Lokal, National, Europaweit

Tabelle 12: Fördermassnahmen

6 Schlussfolgerungen

6.1 Internationale Forschungszusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit in diesem Projekt war für alle Beteiligten eine sehr interessante Erfahrung. Der vertiefte Einblick in die politischen, wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen in anderen europäischen Ländern brachte überraschend grosse Unterschiede zu Tage. Diese Unterschiede haben die Zusammenarbeit aber auch aufwändig gemacht und gelegentlich sogar die Konsensfindung erschwert.

Gut war der relativ hohe Sitzungsrhythmus, auch wenn nicht immer vier „Quarterly meetings“ pro Jahr durchgeführt wurden. Er hat aber einerseits einen hohen Arbeitsrhythmus von den Partnern gewährleistet und andererseits die kommunikative Basis für eine konstruktive Zusammenarbeit gelegt.

6.2 Vor- und Nachteile eines europäischen Umweltbewertungssystems

Ein Ziel von Cleaner Drive war die Entwicklung eines einheitlichen Umweltbewertungssystems. Dieses Ziel konnte hinsichtlich der Methodik erreicht werden, hinsichtlich Anwendung ist Cleaner Drive aber noch weit von einer Etablierung entfernt. Die Erfahrungen mit den sieben Pilotprojekten haben diverse Nachteile eines einheitlichen Ansatzes aufgedeckt, so dass es am Ende nicht klar ist, ob ein europäisches System überhaupt sinnvoll ist. Immerhin sind dank dem Projekt Cleaner Drive die Vor- und Nachteile eines einheitlichen Ansatzes bekannt:

Vorteile:

- Erleichterung der internationalen Zusammenarbeit sowie der Akzeptanz und Unterstützung der Automobilindustrie
- Interesse von anderen Organisationen an einem einheitlichen System (z. B. das EU-Projekt CIVITAS)
- Höhere Beachtung ausserhalb Europas

- Grosses Interesse an Anwendung und Optimierungspotenzial dank Erfahrungsaustausch auf internationalem Niveau
- Kosteneinsparung
- Gemeinsame Basis für finanzielle Anreize (ohne Unterschiede an den Grenzen mit Fördertourismus)
- Hohe Glaubwürdigkeit dank breiter Abstützung

Nachteile:

- Eingeschränkte Flexibilität (z. B. Lärm)
- Nicht alle Treibstoffe und Technologien sind in allen Ländern verfügbar
- Koordinationsaufwand

6.3 Erfahrungen in der Schweiz

In der Schweiz hatte es Cleaner Drive nicht leicht neben der EnergieEtikette des Bundesamtes für Energie, welche mitten im Projekt lanciert wurde, und neben der Auto-Umweltliste. Zudem setzte das Bundesamt für Strassen ASTRA selber eine Arbeitsgruppe zur Definition des Begriffs "sauberes Auto" ein.

Der Vorteil der internationalen Kooperation und Harmonisierung wurde jedoch allgemein anerkannt.

7 Ausblick

Das Cleaner Drive Consortium hat im letzten Projektjahr über eine Fortsetzung diskutiert. Diese könnte folgende Zielsetzung haben:

- Unterhalt der bestehenden Website in den sieben Ländern. Dazu gehört einerseits die Aktualisierung der Fahrzeugdaten. Weil von Internet-Angeboten eine hohe Aktualität erwartet wird, ist eine Periodizität von mindestens zweimal pro Jahr erforderlich.
- Zum Unterhalt im weiteren Sinn gehört auch ein aktives Marketing für die Website, damit der Bekanntheitsgrad erheblich gesteigert werden kann.
- Integration weiterer Länder. Bei den Ländern der EU-Osterweiterung dürfte die Datenverfügbarkeit noch schwieriger sein.
- Weiterentwicklung der Umweltbewertungsmethode. Sobald sich neue Erkenntnisse hinsichtlich normierten Messdaten von Lärm, Bio-Treibstoffen und weiteren Lücken ergeben, sollten diese in die Methodik eingebaut werden.

Der überwiegende Teil des Consortiums (inkl. e'mobile) unterstützte den Vorschlag, eine Offerte für das Programm „Intelligent Energy – Europe (EIE), Vertical Key Action 10, Strengthening the knowledge of local management agencies in the transport field (STEER) einzureichen. Die nächstpassende Ausschreibung ist für Frühling 2005 vorgesehen, Abgabetermin ist vermutlich Herbst 2005.

Für den Fall, dass eine Fortsetzung des Projektes nicht zustande kommt und ein Partner die Webseite weiterhin online halten und aktualisieren will, haben die Partner vereinbart, dass die Umweltbewertungsmethode unter dem Namen Cleaner Drive nicht verändert wird. Damit soll verhindert werden, dass mit der Zeit in verschiedenen Ländern unterschiedliche Methoden unter dem gleichen Namen eingesetzt werden.

Angesichts dieser Aussichten wird sich e'mobile um eine Aktualisierung der Website, insbesondere der Fahrzeugdaten, bemühen, zumindest bis zum Zeitpunkt des Entscheids über ein Folgeprojekt auf EU-Ebene.

Anhang

A1 Glossar

Abkürzung	Bezeichnung	Kommentar
ACEA	Association des Constructeurs Européens d'Automobiles	Verband der europäischen Automobilhersteller
AQ	Air Quality	Luftreinhaltung
CH ₄	Methan	Als Methan wird im vorliegenden Bericht CH ₄ als Summe von Erdgas und aufbereitetem Biogas bezeichnet.
DST	Decision Support Tool	
e'mobile	Schweizerischer Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge	
GDI	Gasoline Direct Injection	Direkteinspritzer Benzinmotor
GHG	Greenhouse Gas	Treibhausgas
GWP	Global Warming Potential	Einheit für die Wirkung von Treibhausgasen (CO ₂ -Äquivalente) des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC der Vereinten Nationen
LEZ	Umwelt-Schutzzonen	Low Emission Zones
LPG	Flüssiggas (Liquified Petroleum Gas)	Propane und Butane, nicht zu verwechseln mit flüssigem Erdgas
NEFZ	Neuer Europäischer FaFahrzyklus	Fahrzyklus für Messung des Normverbrauchs
N ₂ O	Distickstoffoxid, auch Lachgas	
PM ₁₀	Russpartikel	
	Biogas	Methanhaltiges Gas aus der Biomasseverwertung
	Fondazione VEL	Stiftung für nachhaltige Mobilität des Kantons Tessin
VEL2	(VEL = veicolo efficiente leggero)	Förderprogramm des Kantons Tessin für effiziente Fahrzeuge (www.vel2.ch)

A2 Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Struktur des Arbeitsprogramms	3
Abb. 2:	Ablaufschema zur Berechnung des Cleaner Drive-Index' (Overall environmental score)	10
Abb. 3:	Arbeitsschritte der Entscheidungshilfe (Decision Support Tool).....	23
Abb. 4:	Der Bereich „Cleaner Drive“ auf www.e-mobile.ch	24
Abb. 5:	Wahl von Sprache und Land	25
Abb. 6:	Vorausscheidung.....	26
Abb. 7:	Suchergebnisse.....	27
Abb. 8:	Fahrzeugvergleich	28
Abb. 9:	Details zu einem Fahrzeug.....	29
Abb. 10:	Berechnung des Cleaner Drive-Index	30
Abb. 11:	Die Struktur der Cleaner Drive-Datenbank.....	31
Abb. 12:	Cleaner Drive-Website, Version 1	35
Abb. 13:	Bereich „Cleaner Drive“ auf www.e'mobile.ch	40
Abb. 14:	Organisationsstruktur für die Normierung und Standardisierung von gasförmigen Treibstoffen.....	45

A3 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Externe Kosten für Treibhausgase (ExternE).....	12
Tabelle 2:	Externe Kosten innerorts (ExternE).....	13
Tabelle 3:	Externe Kosten ausserorts (ExternE).....	14
Tabelle 4:	Jahresfahrleistungen und deren Aufteilung in inner- und ausserorts	15
Tabelle 5:	Werte für Lachgas (N ₂ O) im Auspuff.....	16
Tabelle 6:	Erdgasfahrzeuge und -tankstellen in ausgewählten europäischen Ländern (Stand 2001).....	42
Tabelle 7:	Zielvorgabe der EU für alternative Treibstoffe gem. Com(2001)547	43
Tabelle 8:	Einheitskosten und Kapazitätsgrössen für Methantankstellen	50
Tabelle 9:	Für einen Absatz von 10 % Methan erforderliche Anzahl Tankstellen in der EU	51
Tabelle 10:	Einheitskosten und Kapazitätsgrössen für Wasserstofftankstellen	52
Tabelle 11:	Für einen Absatz von 5 % Wasserstoff erforderliche Anzahl Tankstellen in der EU.....	52
Tabelle 12:	Fördermassnahmen	57

A4 CD-ROM

Die auf der inneren hinteren Umschlagseite eingeklebte CD-ROM enthält die wichtigsten Dokumente zum EU-Projekt Cleaner Drive, welche die Grundlage zu diesem Bericht bildeten:

Technical Annex	Detaillierter Projektbeschrieb (Beilage zur Offerte an die EU) mit folgendem Inhalt: - Zielsetzung - Arbeitsprogramm - Meilensteine - Beschrieb der Workpackages - Consortium
Deliverable 1	WP 4.1: Results of General Investigation
Deliverable 2	WP 4.2: Development of an EU Environmental Rating Methodology
Deliverable 3	WP 4.3: Decision Support Tool for Vehicles Purchasers (Version 1)
Deliverable 4	WP 4.2: Vehicle Environmental Rating & Labelling
Deliverable 5	WP 4.1: Policy, Standards and Legislation for Gaseous Refuelling
Deliverable 6	WP 4.3: Decision Support Tool for Vehicles Purchasers (Version 2)
Deliverable 7	WP 4.4 + 3.x: Recommendations for Information Content of National Websites