



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Rationelle Energieverwendung

Martin Pulfer

Version März 2006

Konzept 2004 – 2007

Technologiebereich Verkehr & Technologiebereich Akkumulatoren

Effizient bewegen & wirksam speichern!



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung Verkehr	4
Zusammenfassung Akkumulatoren.....	5
A Teil Verkehr.....	6
Grundlagen: Kennzahlen des Verkehrs und der Energie.....	6
Organisation BFE / Organisation TBV.....	15
Strategie Forschung TBV	17
Betrachtungen zu den Sparpotentialen	17
Mechanische „Energie am Rad“, EU - Zyklus	18
Potential kleiner Mobilitätssysteme	19
Investitionsgrundsätze	21
Wieso Energieforschung im Verkehr und wieso in der Schweiz?	21
Auszug aus dem Forschungskonzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Verkehr.....	21
Hauptstossrichtungen	21
Die Forschungsschwerpunkte lauten somit:.....	22
Fragen, welche die Forschung bearbeiten und beantworten muss:.....	22
Hocheffiziente Antriebe:.....	23
Kaufverhalten:.....	24
Mittelfristplanung (10 Jahre)	24
Konkrete Projektziele.....	25
Stand der Technik.....	26
Forschungsinstitute / Forschungspartner	27
Partner für P+D und die Umsetzung.....	27
Internationale Zusammenarbeit.....	27
Die Schweizer Autozulieferindustrie	28
B Teil Akkumulatoren.....	29
TBA und die angrenzenden Programme	29
Systemabgrenzung.....	29
Strategie Forschung TBA	29
P+D.....	30
Mittelfristplanung (10 Jahre)	30
Forschungsinstitute / Forschungspartner	31
Partner für P+D.....	31
Die Schweizerische Akku-Industrie	31
Literaturliste.....	32



Anhänge:

Anhang 1	33
Verkehrsrelevante Auszüge aus der Strategie Nachhaltige Entwicklung des Departements UVEK	
Anhang 2	35
Auszug aus dem Forschungskonzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Verkehr	
Anhang 3	37
Auszug aus dem Forschungskonzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Akkumulatoren	
Anhang 4	38
Österreichisches Energieforschungs- und -technologiekonzept Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	
Anhang 5	39
Kaufverhalten	
Anhang 6	43
Hightech-Autobau - die Schweiz mischt weltweit mit	
Anhang 7	44
Erfindungen oder Leadership der Schweiz im Automobilbau	



Zusammenfassung Verkehr

Der Verkehr ist mit aktuell einem Drittel des Gesamtenergieverbrauchs die grösste Verbrauchergruppe der Schweiz. Wegen dem erhöhten Mobilisierungsgrad, der steigenden Motorisierung und den stark wachsenden Flugleistungen nimmt der Energieverbrauch des Verkehrs weiter zu.

Der Technologiebereich „Verkehr“, nachstehend mit TBV abgekürzt, besteht aus dem nationalen Forschungsprogramm „Rationelle Energienutzung im Verkehr“ und einem Pilot- und Demonstrationsprogramm (P+D). Im Umfeld der allgemeinen Budgetkürzungen ist eine Prognose der Budgets schwierig, bei P+D sind aktuell (Stand Herbst 05) keine Budgets eingeplant. Trotzdem sei versucht, eine angestrebte prozentuale Aufteilung anzugeben:

Programm	Angestrebter Anteil in %	Öff. Hand ohne BFE, kFr. / Jahr (Stand 2001) *	Erwartetes Budget BFE, kFr. / Jahr
Forschung	70	ca. 7000	1800
P+D	30	ca. 500	0 **
Total TBV	100	ca. 7500	1800

* ETH-Rat, BAFU, KTI, Kantone

** Ab 2006 wird versucht, die gekürzten BFE-Mittel via weitere Partnerschaften, gegebenenfalls Sponsoring zu kompensieren.

Der TBV arbeitet eng mit den angrenzenden Programmen des BFE und den involvierten Bundesämtern (BAFU, ASTRA, BAV, ARE, BAG, BBT) zusammen.

Aufgrund der Aufgabenzuteilung und entsprechend dem Energiesparpotential bearbeitet der TBV in der Forschung insbesondere den motorisierten Individualverkehr.

Die drei Hauptstossrichtungen der Forschung, mit dem Hauptziel „Energiesparen im Verkehr“ sind:

- **Leichtbau von Fahrzeugen**
- **Hocheffiziente Antriebssysteme**
- **Kaufverhalten PW**

In den nachfolgenden Pilot- und Demonstrationsprojekten werden die Forschungsergebnisse umgesetzt, weiterentwickelt und in Flottenversuchen erprobt:

- **Kleine hocheffiziente Nahverkehrsmittel** für Pendler (insbesondere 2-Rad)
- **Weiterentwicklung** spezieller Teilkomponenten
- **Flottenversuche**
- **Systemversuche** (z.B. Ansätze der kombinierten Mobilität)

Grundsätzlich werden diese Versuche wissenschaftlich begleitet. Ziel dieser Begleitforschung ist die weitere Optimierung und Verbesserung der Ansätze für die Umsetzung und das Herauslösen von Erfolgsfaktoren resp. Erkennen von Chancen und Hindernissen bei der Umsetzung auf dem Markt. Die Abstimmung mit dem „Marktbereich Mobilität“ erfolgt in enger Zusammenarbeit. Im Vergleich zu früher sollen die Marktchancen einer Innovation deutlich verbessert werden.



Zusammenfassung Akkumulatoren

Der Technologiebereich Akkumulatoren (TBA) beinhaltet ein Forschungs- und ein Pilot- und Demonstrationsprogramm zur verbesserten Speicherung elektrochemischer und elektrostatischer Energie. In der Forschung und dem ihr nachfolgenden Pilotprogramm wird der Fokus auf jene Systeme gelegt, die besondere Qualitätsmerkmale und ein Entwicklungspotential aufweisen. Dies sind:

- Lithium-Ionen- und Polymerbatterien: Systeme mit höchster Energiedichte
- Zebra-Batterie: System mit hoher Energiedichte, nahe der Marktreife
- Ultra-Caps: Hochleistungskondensatoren mit einer hohen Leistungsdichte, einer tieferen Energiedichte und einer langen Lebensdauer
- Bleiakkumulatoren: bewährte, aber immer noch verbesserungsfähige Batterien

Im Umfeld der allgemeinen Budgetkürzungen ist eine Prognose der Budgets schwierig, bei P+D sind aktuell (Stand Herbst 05) keine Budgets eingeplant. Trotzdem sei versucht, eine angestrebte prozentuale Aufteilung anzugeben:

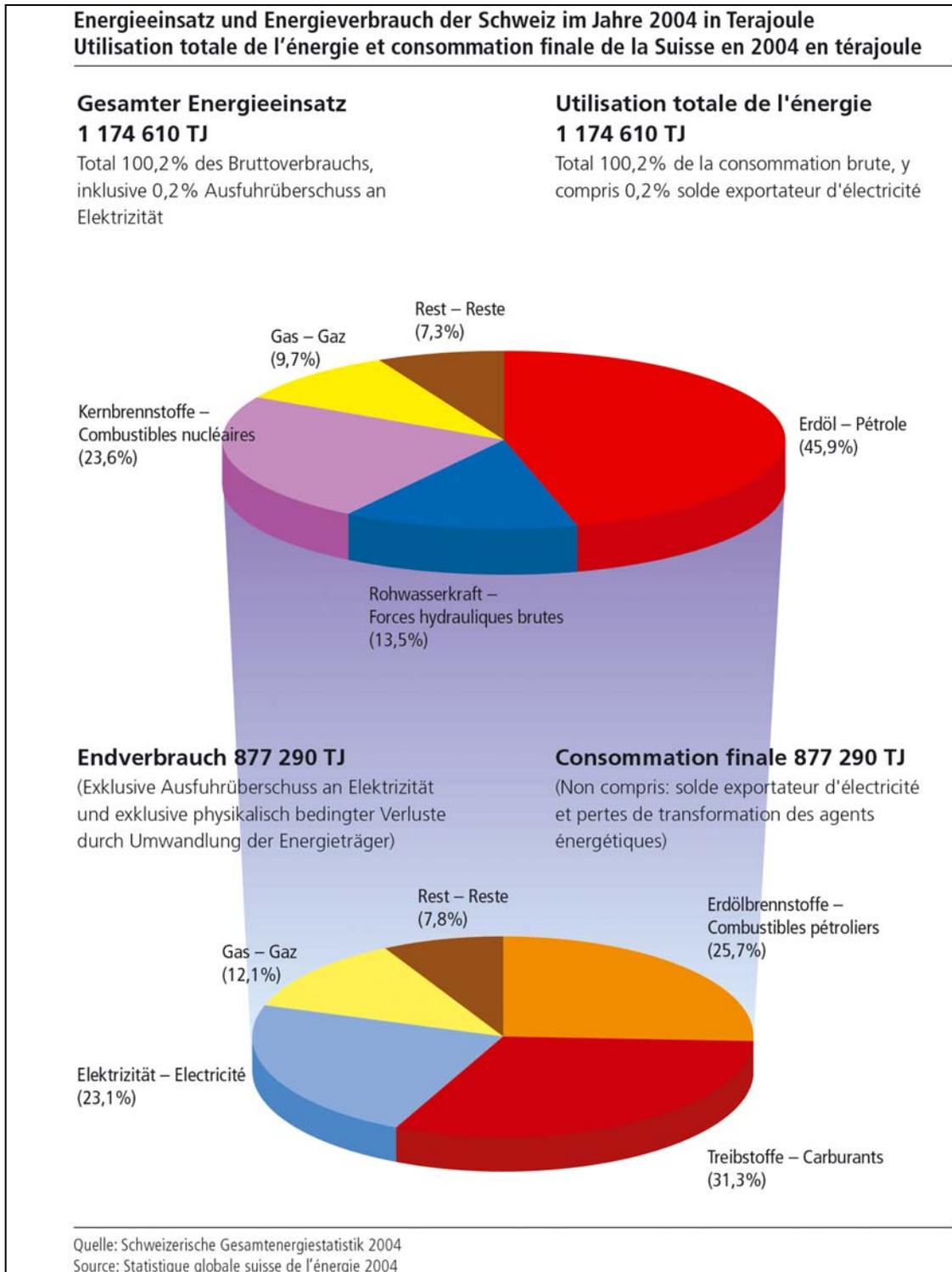
Programm	Angestrebter Anteil in %	Öff. Hand ohne BFE, kFr. / Jahr (Stand 2001)*	Erwartetes Budget BFE, kFr. / Jahr
Forschung	70	ca. 1500	400
P+D	30	ca. 200	0
Total TBA	100	ca. 1700	400

* ETH-Rat, BAFU, KTI, Kantone



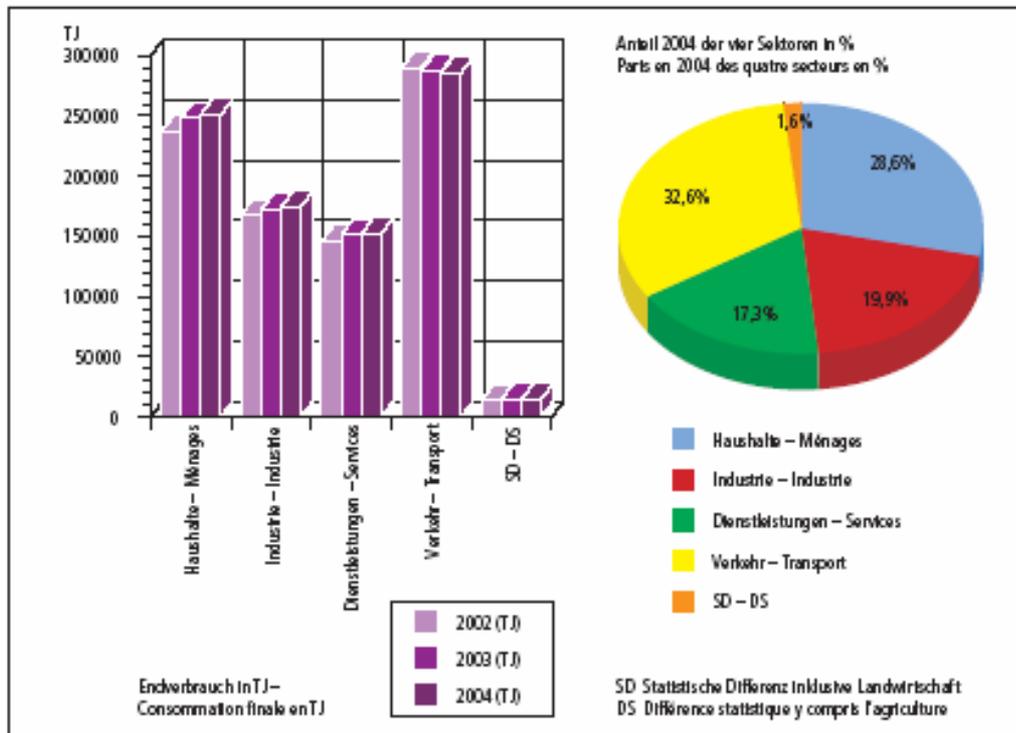
A Teil Verkehr

Grundlagen: Kennzahlen des Verkehrs und der Energie





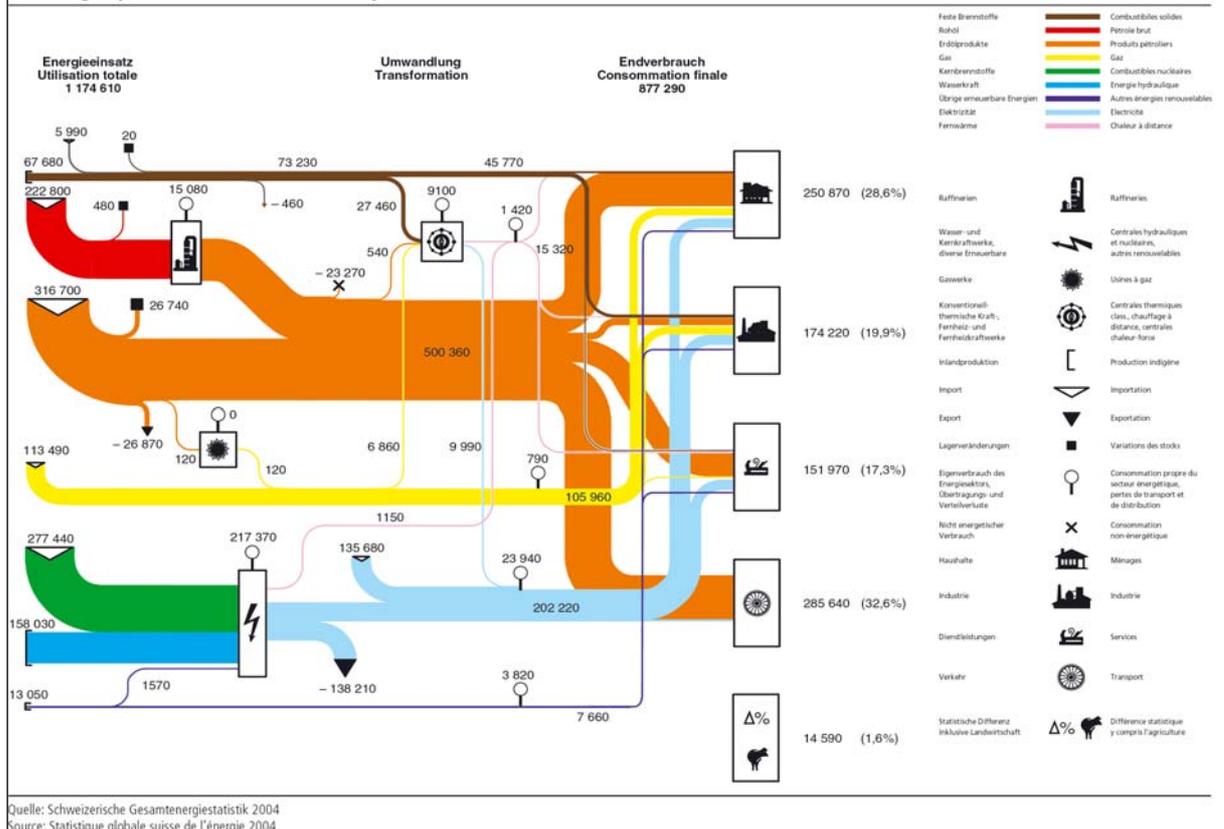
Energieeinsatz und Endverbrauch der Schweiz 2004



Aufteilung des Energie-Endverbrauchs nach Verbrauchergruppe (2004)

Energieflussdiagramm

Energieflussdiagramm der Schweiz im Jahre 2004 in Terajoule
Flux énergétique de la Suisse en 2004 en térajoule



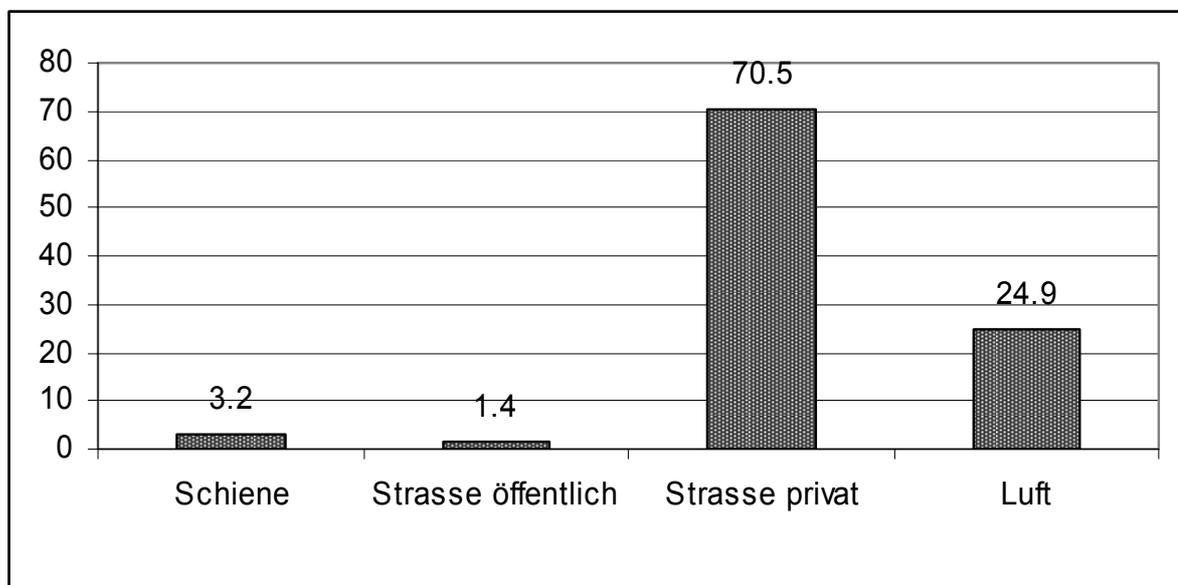


Endverbrauch an Treibstoffen des Verkehrs und der Energie

Treibstoff	1970	1993	1999	2003	Zunahme 1993 / 2003
Benzin	2109	3705	3979	3776	2 %
Diesel	637	1057	1227	1460	38 %
Flugtreibstoffe (in der Schweiz getankt)	552	1181	1517	1241	5 %

Der Verkehr verbraucht in der Schweiz über ein Drittel der Energie, leider ist die Tendenz weiterhin steigend!

Anteil verschiedener Verkehrsträger am totalen Energieverbrauch des Verkehrs 1995;
Quelle:[BAV]



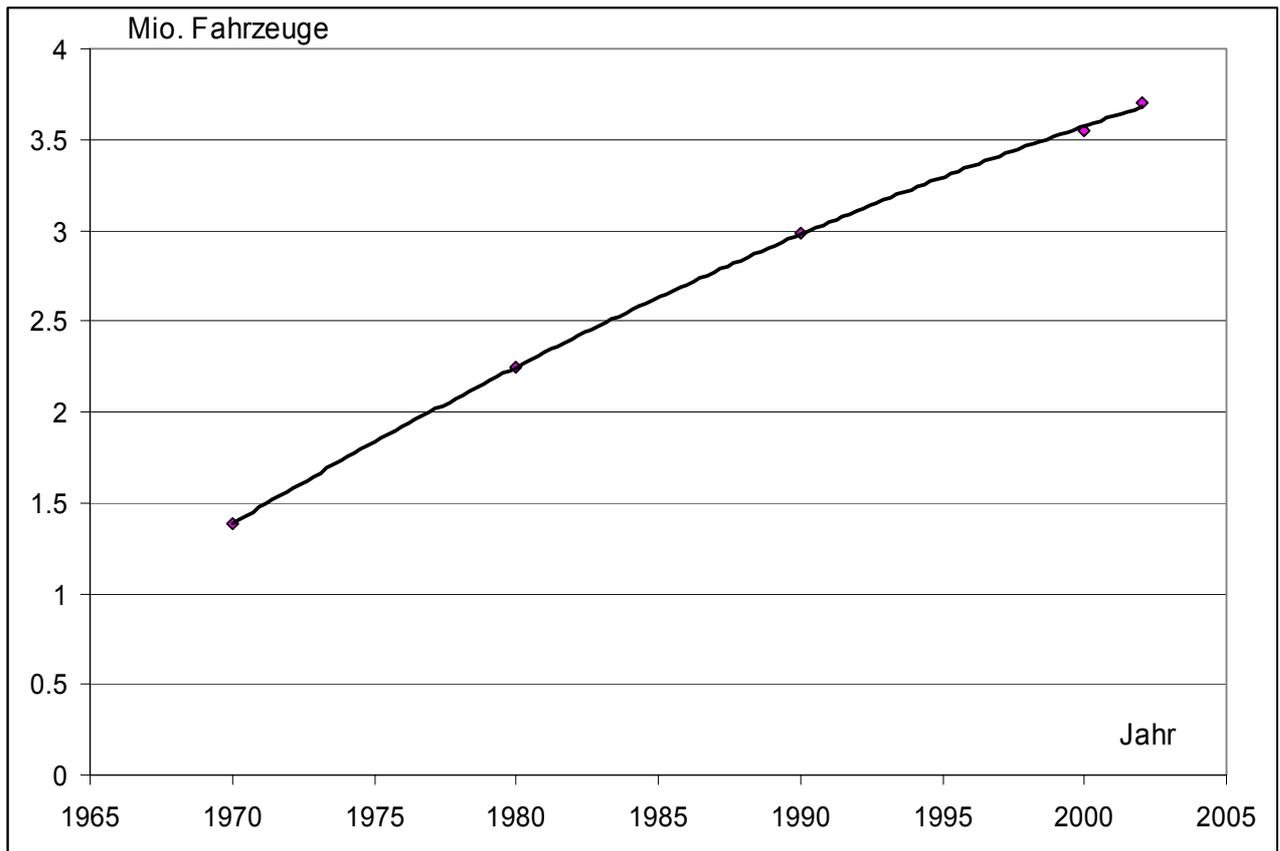
Fazit: Der Privatverkehr auf der Strasse ist der grösste Verbraucher. Das Wachstum im Bereich Luftfahrt ist bei der aktuellen konjunkturellen Lage gebrochen. Die Luftfahrt kann nur im internationalen Verbund wirksam beeinflusst werden

Quelle Rohdaten: [9].



Personenwagenbestand (in Mio.)

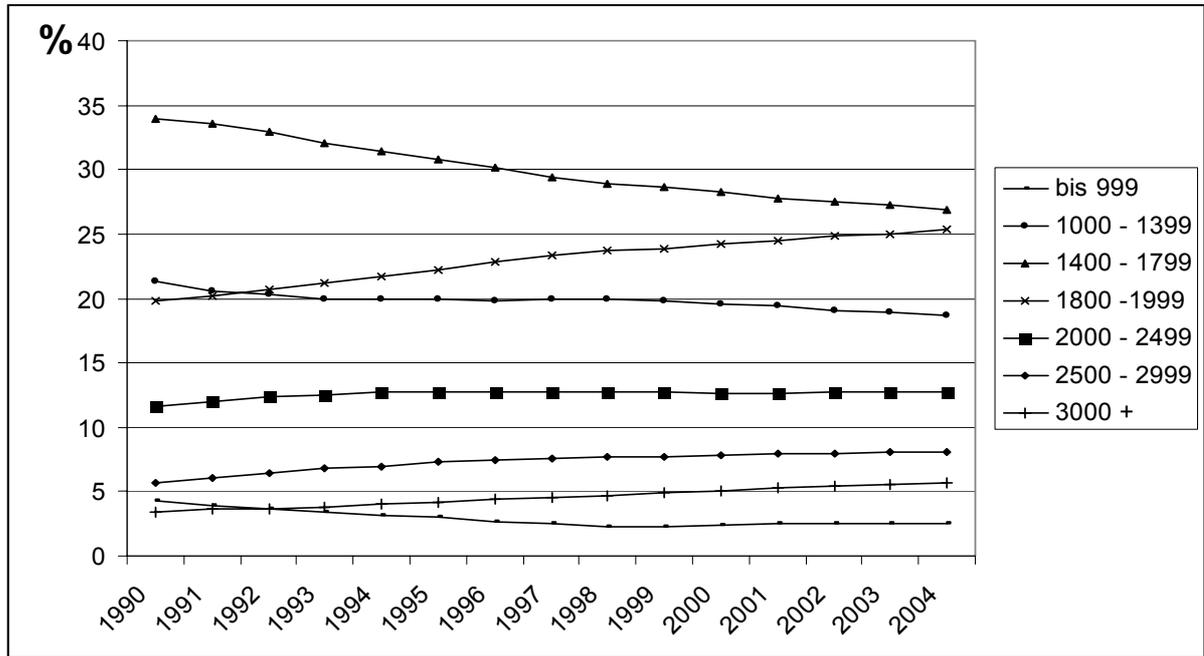
1970	1.383
1980	2.247
1990	2.985
2000	3.545
2002	3.701



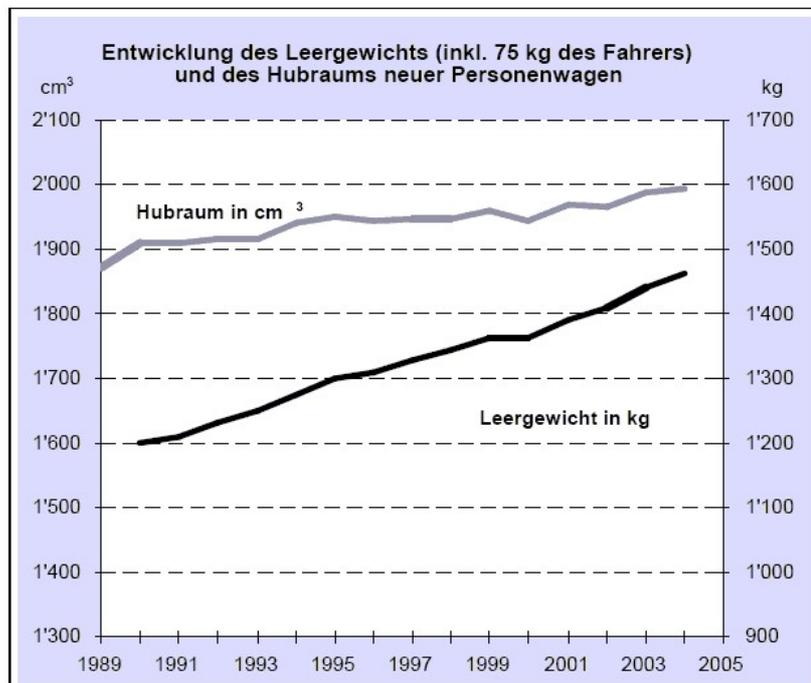
Das Wachstum im Personenwagenbestand verlangsamt sich in den letzten Jahren. In den Ballungsgebieten ist der Trend zum PW deutlich geringer als in ländlichen Gebieten. Die Wirkung von Car Sharing ist dort deutlich höher. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Bevölkerung der Schweiz nach wie vor wächst und die verschiedenen Altersgruppen sich unterschiedlich entwickeln (demographische Bevölkerungsentwicklung). Mittlerweile sind die geburtenstarken Jahrgänge zumeist motorisiert.



Entwicklung des Personenwagenbestandes nach Hubraumklassen(in %)



Quelle: Bundesamt für Statistik. Statistik Schweiz. 11 Verkehr und Nachrichtenwesen. Strassenfahrzeuge in der Schweiz, Bestand jeweils Ende September.



Quelle: auto-schweiz

Fazit: Der Anteil der Fahrzeuge mit kleinem Hubraum nimmt gegenüber demjenigen der Hubraum- und leistungsstarken Fahrzeuge ab. Gleichzeitig nimmt die mittlere Fahrzeugmasse im Verlauf der Jahre laufend zu. Gründe hierfür sind Fahrzeugsicherheit, steigender Komfort, zunehmender Anteil an Fahrzeugen mit Dieselantrieb. Höhere motorische Leistungen (Hubraum) und natürlich auch eine höhere Fahrzeugmasse steigern den Treibstoffverbrauch.



Anzahl Personenwagen pro Haushalt (Quelle: Microzensus 2000)

	1984	1989	1994	2000
Kein PW	31.5 %	25.3 %	24.7 %	19.9 %
1 PW	51.6 %	52.7 %	53.2 %	50.2 %
2 PW	14.2 %	18.2 %	18.5 %	24.4 %
3 PW und mehr	2.7 %	3.8 %	3.6 %	

In den Städten nimmt die Anzahl der Haushalte ohne Autobesitz zu. Das Wachstum des CH Autoparks ist mit einer zunehmenden Motorisierung der Landbevölkerung und einem Wachstum des Anteils der 2 PW Haushalte begründet. Dieser Zuwachs an Zweitwagen ergibt sich auch durch eine steigende Verfügbarkeit von Kleinwagen wie dem Smart oder dem Volkswagen.

Mittlere durchschnittliche Jahresfahrleistung von Personenwagen

Fahrleistung (km)	1984	1989	1994	2000
	13'990	13'788	12'956 km	13'541 km

Die Abnahme von 1984 bis 1994 mag auf den ersten Blick erstaunen. Unter Anbetracht der Zunahme des Fahrzeugbestandes ist sie jedoch plausibel.

Länge der Arbeitswege 2000

≤1 km	22 %
>1-5 km	31 %
>5-10 km	18 %
>10-20 km	15 %
>20 km	14 %

In diesen Zahlen sind alle Verkehrsmittel enthalten. Fazit: 86 % aller Arbeitswege sind kürzer als 20 km und 50% sind kürzer als 5 km (Eignung Velo, E-Bike, LEM).



Mittlere Tagesdistanz pro Person nach Verkehrszweck

Arbeitsweg	8.8 km	24 %
Ausbildung	1.6 km	4 %
Einkauf	4 km	11 %
Freizeit	16.3 km	44 %
Geschäftliche Wege	3 km	8 %

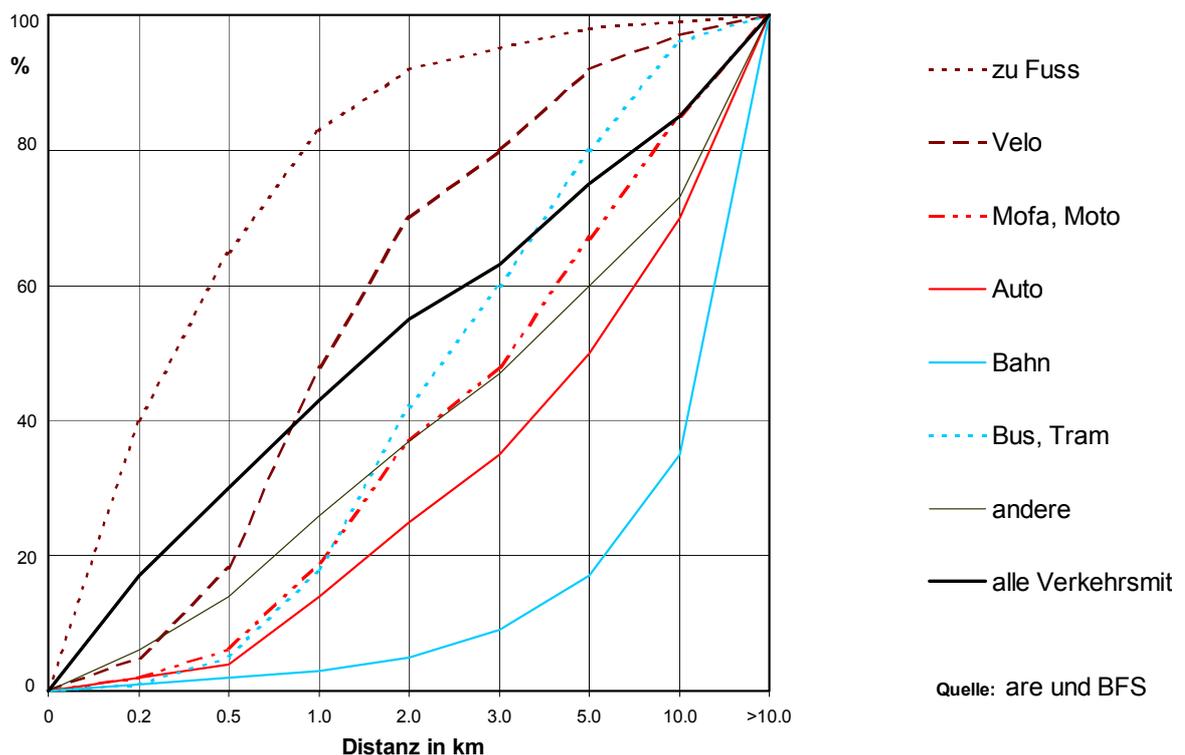
Fazit: die Hälfte aller km wird in der Freizeit zurückgelegt (alle Verkehrsmittel, Fahrten in der Schweiz)!

Fahrleistung von PW nach Strassentypen

Ca. je ein Drittel der Fahrleistung von PWs wird auf Autobahnen/Autostrassen, übrigen Ausserortsstrassen und Innerortsstrassen zurückgelegt.

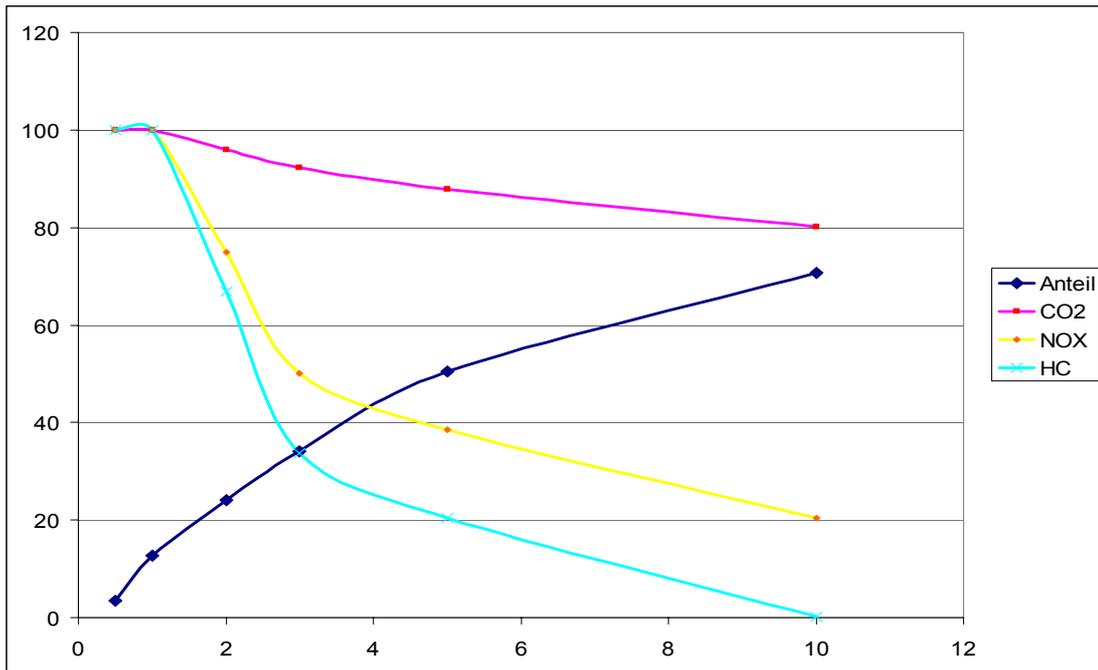
Quelle: Mikrozensus 2000

Die Etappenlängen der verschiedenen Verkehrsmittel:



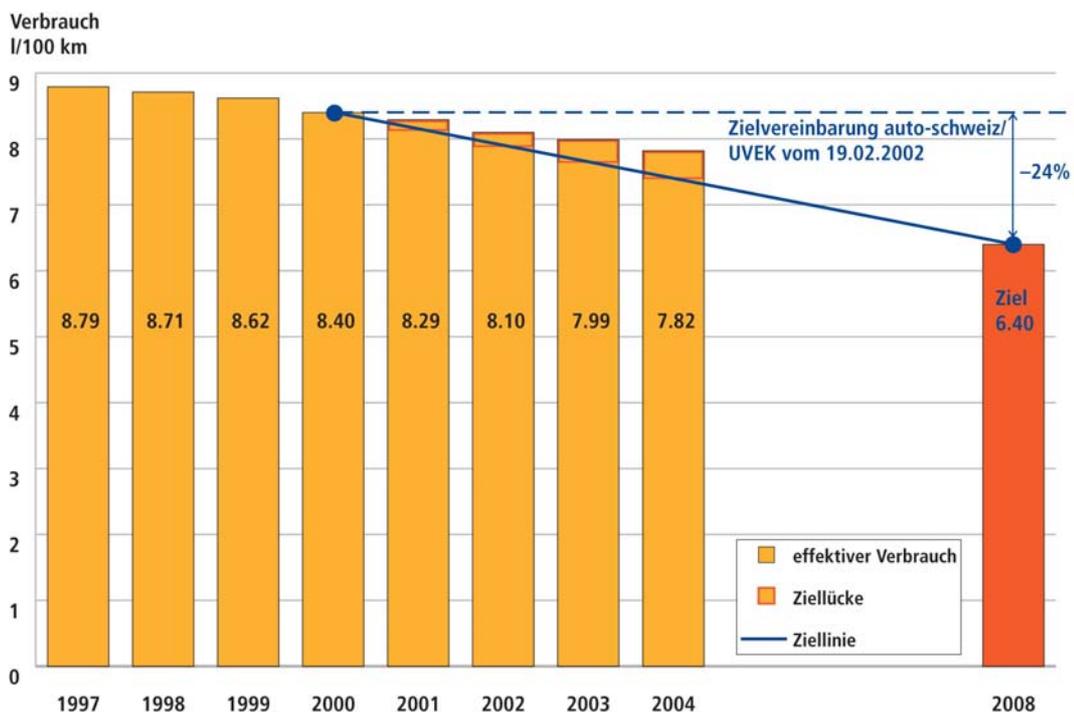
Prozentuale Verteilung Etappenlängen mit PW, Verbrauch und Emissionen

Sehr viele Auto-Etappen lassen sich energieeffizient und zeitsparend statt mit dem Auto mit dem Zweirad zurücklegen: 50 % aller Etappen mit dem Auto sind kürzer als 5 km, 70% kürzer als 10 km. Hier manifestiert sich wiederum die Bedeutung zweckmässiger, allwettertauglicher Zweiräder:



Auf den oftmals substituierbaren Kurzstreckenfahrten (< 5km) mit dem Personenwagen arbeitet der Antrieb anfänglich mit einem schlechteren Wirkungsgrad und die Emissionen der Leitschadstoffe sind wesentlich höher, als nach einer gewissen Fahrdistanz, wenn der Katalysator seine optimale Betriebstemperatur erreicht hat. Eine Substitution des PWs mit dem Velo oder dem E-Bike und technische Massnahmen (Hybridantrieb oder ein Brennstoffzelle / Elektroantrieb) können hier eine wesentliche Entlastung bringen.

Entwicklung des spezifischen Treibstoffverbrauchs der neuen PWs und Absenkpfad gemäss der Branchenvereinbarung:

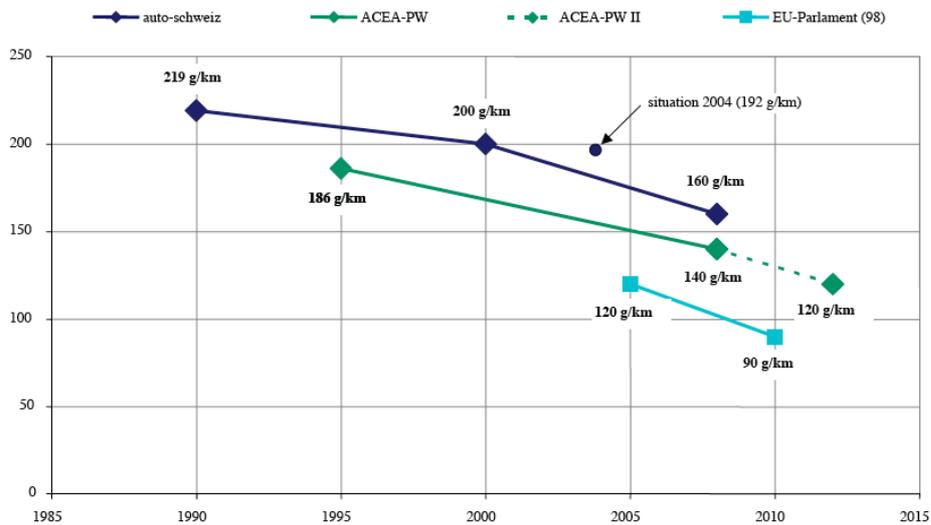




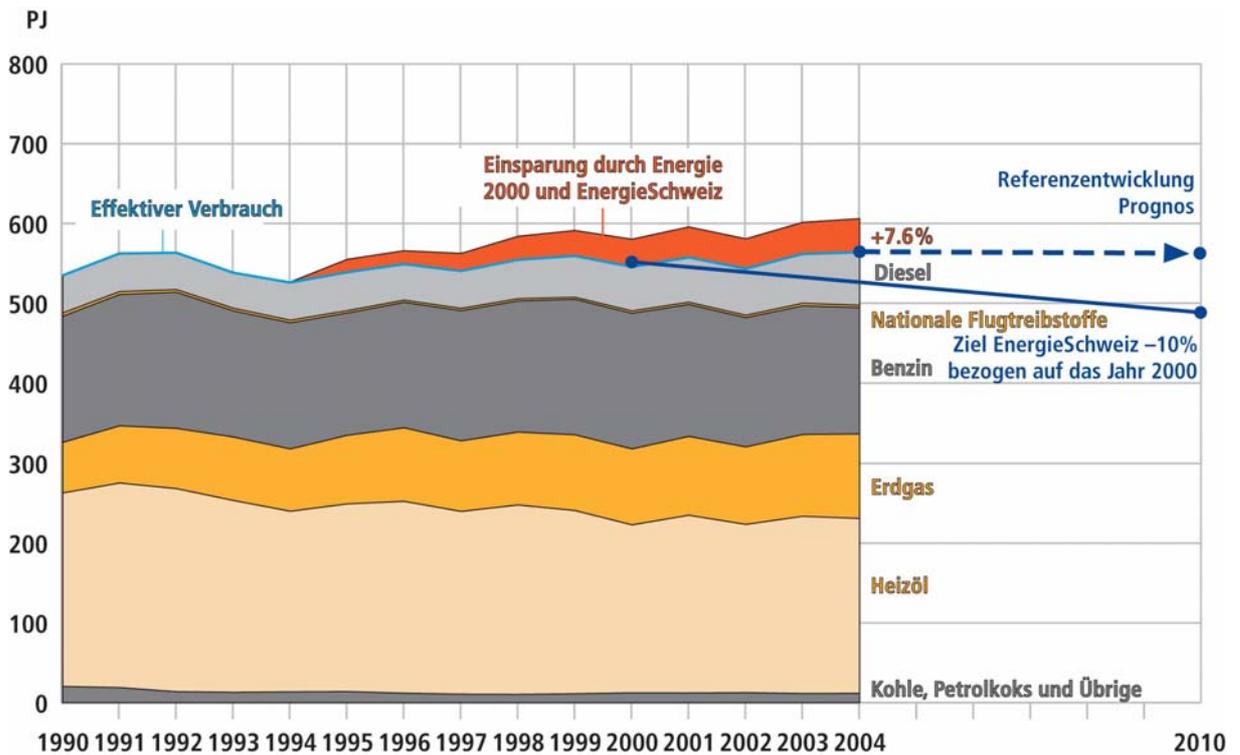
Fazit: Der Durchschnittsverbrauch der Schweizer PW – Neuflotte verbesserte sich zwischen 1995 und 2004 pro Jahr im Durchschnitt um ca. 2 %. Nicht berücksichtigt wird in dieser Grafik die Entwicklung der Verkehrsleistung der einzelnen Fahrzeugkategorien. Der technische Fortschritt bei der Effizienzsteigerung der Antriebe wird durch den Trend zu schwereren, sichereren, komfortableren und leistungsstärkeren Fahrzeugen teilweise aufgehoben.

Nachfolgend die visualisierten Vereinbarungen der EU mit der europäischen Autoindustrie resp. diejenige des UVEK mit auto-schweiz.

1-3 ACEA, EU Parliament, and "Auto-Schweiz" Agreements

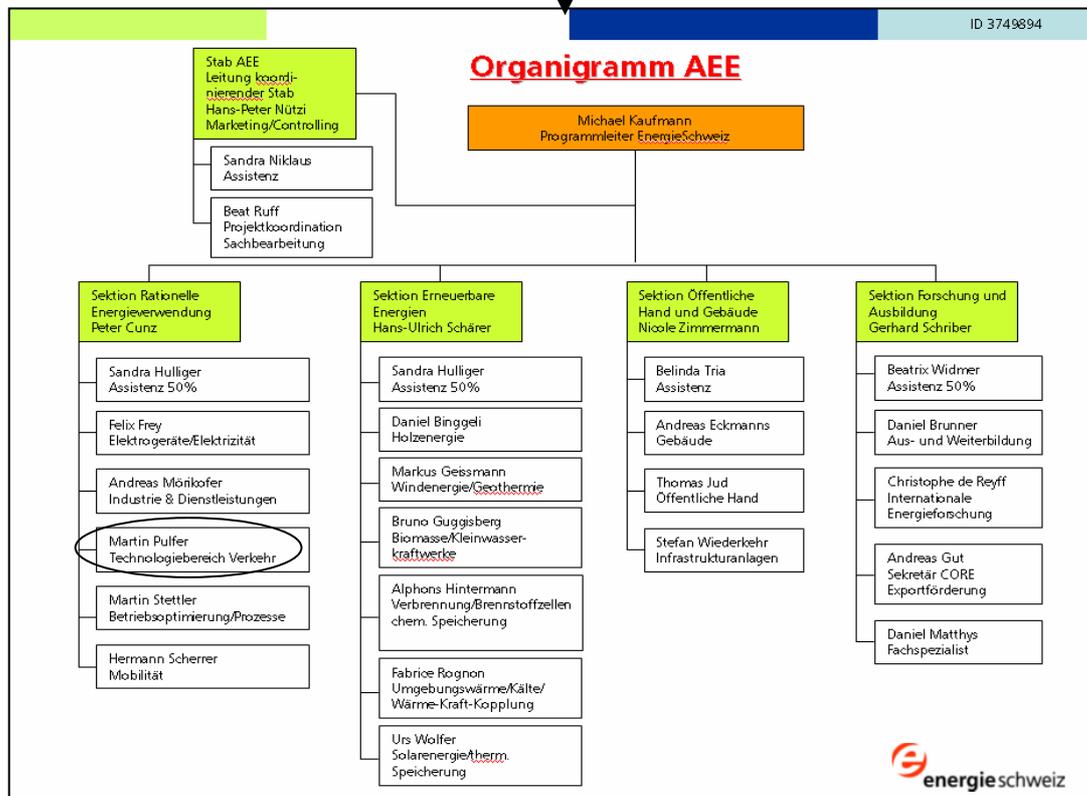
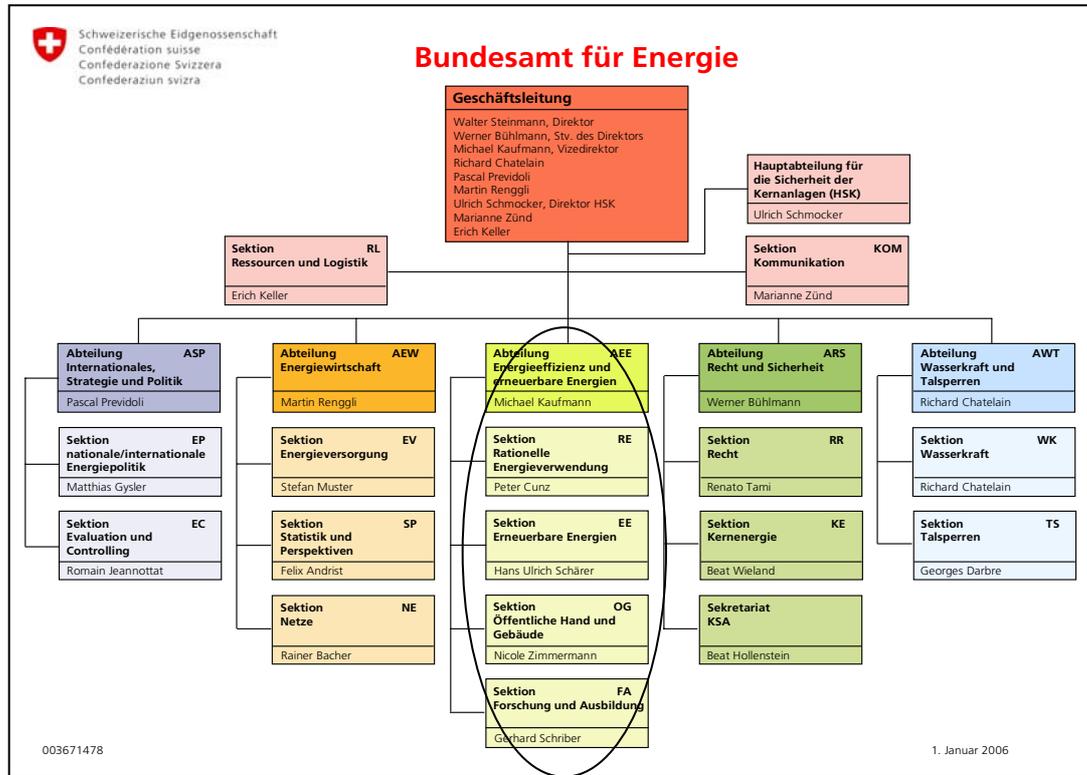


Verbrauch fossile Energie 1990–2004, durch Energie 2000 und EnergieSchweiz erzielte Einsparungen sowie Ziel gemäss EnergieSchweiz und Referenzentwicklung.





Organisation BFE / Organisation TBV





TBV und die angrenzenden Programme

Amt / Institution	Programm / (Kontaktperson)	Berührungsthemen
BFE / EnergieSchweiz	Marktbereich Mobilität (Scherrer)	Umsetzung
BFE / EnergieSchweiz	Feuerung und Verbrennung / Brennstoffzellen (Hintermann)	Antriebssysteme
BFE / ASP	Energiewirtschaftliche Grundlagen (Gutzwiller)	Grundlagendaten
BFE / EnergieSchweiz	Bereich Biomasse (Guggisberg)	Treibstoffe
ARE	Sektion Grundlagen (Achermann)	Grundlagendaten Raum und Verkehr
BAFU	Sektion Verkehr (Reutimann)	Energie und Emissionen
BAFU	Sektion Ökonomie und Technologie (Zürcher)	Technologieentwicklung
ASTRA	Langsamverkehr (Mahrer)	Kombinierte Mobilität / Tourismus
ASTRA	Forschung Strassenbau	Energie
BAV	Güterverkehr, Alptransit	Energie
BAG	Fachstelle Gesundheit und Umwelt (Ulrich-Vögtlin)	Das Zweirad
Internationale Energieagentur	Hybrid and Electric Vehicles	Elektromobile (Batterie, Hybrid, Brennstoffzelle), AMF (Advanced Motor Fuel)

Zusammensetzung der Begleitgruppe

Name	Firma	Adresse	Ort	Bezug
Pankraz Freitag	Regierungsrat Kt. Glarus	Baudirektion	8750 Glarus	CORE-Pate
Peter Cunz	BFE		3003 Bern	Chef Sektion Rationelle Energieverwendung
Walter Janach			6048 Horw	Vertreter Hochschule
Felix Reutimann	BAFU	Luftreinhaltung	3003 Bern	Vertreter Umwelt
Paul Rüetschi		Ferme "Verschez-Grison"	1421 Grandevent	Batterien
Hermann Scherrer	BFE		3003 Bern	Marktbereich Mobilität



Strategie Forschung TBV

Masterziele TBV

Der TBV verfolgt als Hauptziel die längerfristige Absenkung des Energieverbrauchs des Verkehrs. Dabei hält er sich an die vom Departement UVEK vorgegebene Nachhaltigkeitsstrategie. (s. Anhang 1). Die einzelnen Teilziele lauten (Hauptziele fett):

- **Energiebedarf und CO₂-Emissionen der Transportmittel für den motorisierten Individualverkehr (MIV) senken**
- **CO₂-Emissionen reduzieren durch Transportmittel mit alternativen Treibstoffen und / oder höherer Effizienz, und der Verlagerung zu kleineren Transportsystemen oder dem ÖV.**
- Die Graue Energie des Systems „Verkehr“ senken
- Diversifizierung Energie, Abhängigkeit vom Erdöl vermindern

Nebenziele

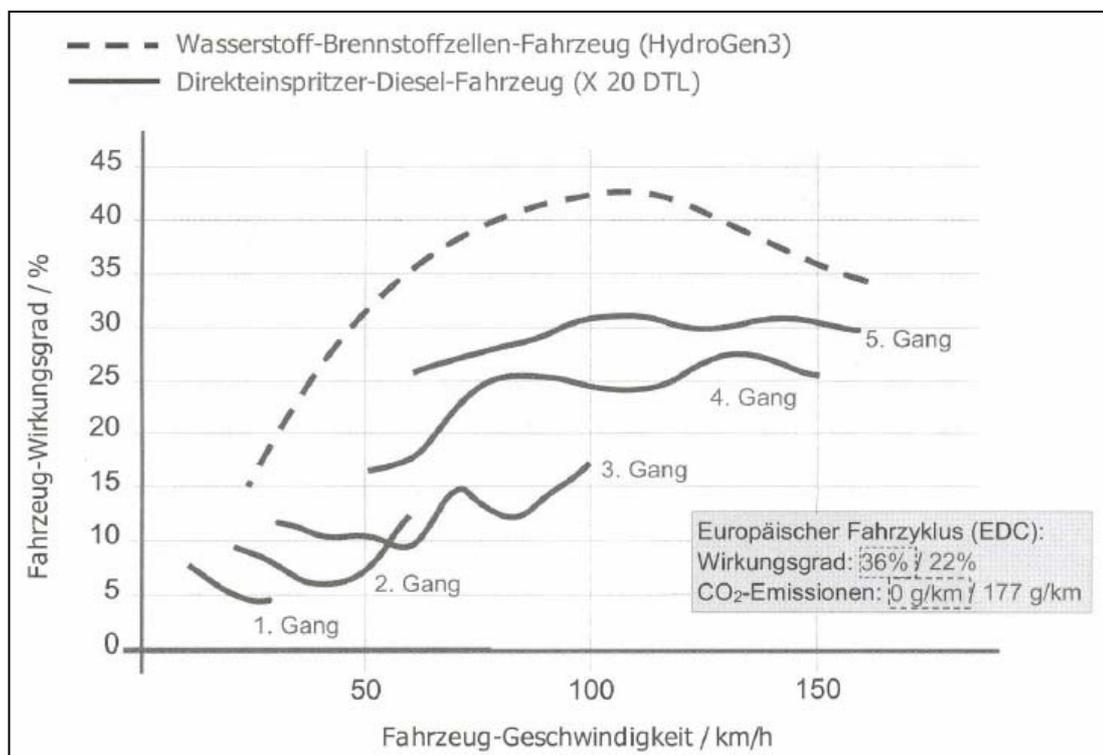
- Alle Emissionen des MIV senken (inkl. Lärm)
- Sicherheit verbessern trotz reduzierter Fahrzeugmassen
- Raumbedarf des MIV mindern
- Industriestandort Schweiz stärken
- Bildungsstandort Schweiz stärken

In dieser Betrachtung ist auch der Zusammenhang zwischen Bildung und Industrie / Arbeitsplätzen zu sehen.

Betrachtungen zu den Sparpotentialen

Potential in der Effizienzsteigerung

Nachfolgendes Diagramm (Quelle Prof. Lenz, TU Wien) präsentiert die Wirkungsgradkennlinien zweier moderner Antriebe. Es zeigt gleichzeitig auch das Potential der EcoDrive – Fahrweise und das von hybriden Antriebssystemen.





Künftige Antriebsstränge vermögen die Effizienz beachtlich zu steigern, so dass auch bei größeren Fahrzeugen, wie im nachfolgenden Beispiel einem Fahrzeug der Espace-Klasse sehr bescheidene Verbräuche resultieren:

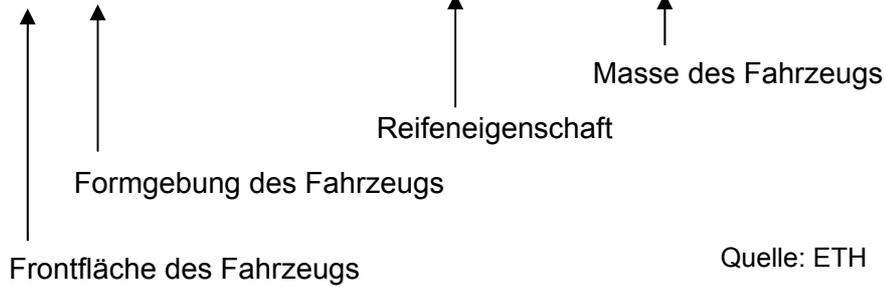
Der aktuelle Wirkungsgrad verschiedener Antriebskonzepte liegt bei:

Bauart	Spitzenwirkungsgrad η_e [%]	η Mittel [%]	b_e [g/kWh]
Otto	30 - 35	ca. 18	240 – 270
Diesel	43 - 45	ca. 21	180 - 200
Hybrid	30 - 35	ca. 25	ca. 180

Das Weltrekordfahrzeug PAC Car II der ETHZ verfügt demgegenüber über einen mittleren Wirkungsgrad (Tank to Wheel) von 45 bis 50 %.

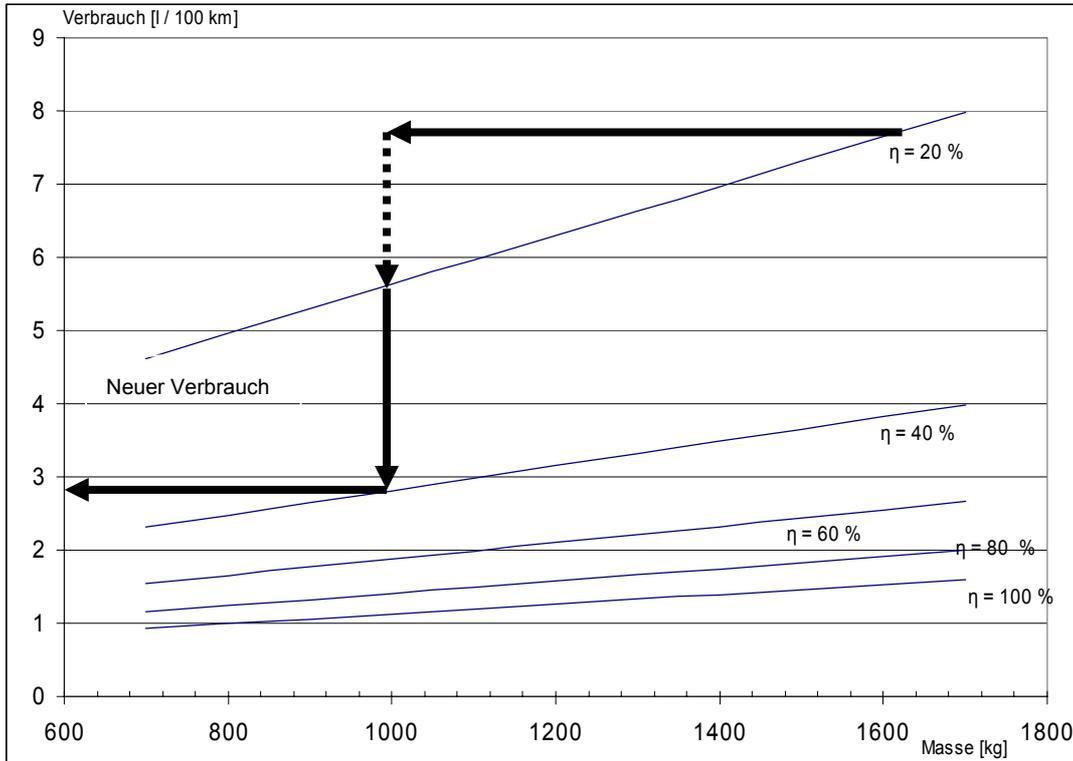
Mechanische „Energie am Rad“, EU - Zyklus

$$E = A_f * c_w * 19'000 + m * c_r * 840 + m * 11 \quad [\text{kJ} / 100\text{km}]$$





Für Fahrzeuge mit einem Luftwiderstandsbeiwert von 0.25, einer Stirnfläche von 3 m² und einem Rollwiderstand von 0.012 errechnen sich in Funktion der Fahrzeugmasse und des Wirkungsgrades des Antriebstrangs folgende Verbräuche (ohne Berücksichtigung einer möglichen Rekuperation):



Die Rekuperation, insbesondere verbunden mit Ultra-Caps, vermag den Energieverbrauch zusätzlich um ca. 30 % zu senken. Der Betrieb der Nebenaggregate, die bei den Normzyklen nur teilweise berücksichtigt sind, erhöht den Verbrauch wiederum massgeblich. In einem modernen Personenwagen wird ca. ein Viertel des Energiebedarfs verstromt.

Potential kleiner Mobilitätssysteme



Familie 1930

Knappste Recourcen

Ind. Verkehrsmittel: Velo



Familie 1980

Bescheidener Wohlstand

Ind. Verkehrsmittel: PW



Familie heute

Hohe Individualität

Ind. Verkehrsmittel: Diverse



Unter Berücksichtigung dieser zunehmenden Individualisierung, der Etappenlänge, den Stauzeiten mit dem PW und der daraus resultierenden Fahrzeit ergibt sich ein wachsender Markt für einspurige Nahverkehrsmittel: Bsp. Flyer C-Serie:



Ein Produkt wie der Roller BMW C1, obwohl kommerziell ein Misserfolg, kann verbessert künftig sehr wohl einen Markterfolg darstellen und die Energie- und Verkehrsprobleme in den Agglomerationen wesentlich entlasten.





Investitionsgrundsätze

Der TBV engagiert sich in Projekten, die:

- mittel- und langfristig ein reelles Einspar- oder Substitutionspotential aufweisen oder erschliessen können,
- den Kriterien der Nachhaltigkeit entsprechen,
- insbesondere auch in der Schweiz umsetzbar sind und
- wissenschaftlich fundiert sind.

Wieso Energieforschung im Verkehr und wieso in der Schweiz?

- Der Verkehr ist im Vergleich zu den andern Verbrauchergruppen der grösste Energieverbraucher, und weist ein riesiges Einsparpotential auf.
- Eine Verbesserung / Innovation bei der Fahrzeugtechnik setzt sich relativ rasch, innerhalb 10 bis 20 Jahren, auf die gesamte Fahrzeugflotte durch (Lebenszyklus Auto).
- Schweizer Forschungs- und Entwicklungsteams arbeiten an der Weltspitze mit und setzen markante Meilensteine. Diese Teams können wegen dem Fehlen einer eigenen Autoindustrie freier arbeiten und neue Wege beschreiten.
- Der Verkehr setzt in der Schweiz pro Jahr ca. 6 Mio. Tonnen Erdölprodukte, entsprechend einem Importwert von ca. Fr. 6 Mia., mit einem bescheidenen Wirkungsgrad um. Bei einer Verbesserung von nur 10 % desselben würde sich die Handelsbilanz der Schweiz um Fr. 600 Mio. verbessern.
- Die Reduktion der Fahrzeugmassen besitzt durch den "Schneeballeffekt" eine gute Hebelwirkung: leichteres Fahrzeug ergibt leichteren Motor, leichtere Bremsen, leichtere Reifen, etc.
- Immense externe Kosten des Verkehrs
- Die Kapazität des Schweizer Strassennetzes stösst an ihre Grenzen. Energieverpuffende Staus sind die Folge.
- Die Schweizer Industrie beschäftigt bereits ca. 16000 Personen in der Autozulieferindustrie und erzielt einen Jahresumsatz von ca. Fr. 7 Mia. (AutoSchweiz nennt Fr. 10 Mia. Vergleich Uhrenindustrie Fr. 14 Mia.)
- Signalwirkung CH

Die Autoindustrie hat wegen ihrer kostenintensiven Infrastruktur kein Interesse an einem Wandel und muss von aussen auf neue Wege gebracht werden. Denkanstösse wie beispielsweise der PAC Car der ETH Zürich oder der Smile von Greenpeace (entwickelt von 3 Schweizer Firmen und der ETH Zürich) bewirken in der Industrie eine gewisse Umorientierung und beim Publikum eine Sensibilisierung.

Auszug aus dem Forschungskonzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Verkehr

Siehe Anhang 2

Hauptstossrichtungen

Die im Konzept 2000 – 2003 [13] festgelegte Strategie der Erforschung technischer Verbesserungen für den motorisierten Individualverkehr, „Smoothing“ entsprechend H. Brändli und P. Keller [10] wird fortgesetzt. Ergänzt wird diese Strategie durch die Untersuchung verhaltensorientierter Massnahmen, welche von U. Schwegler [14] erarbeitet worden ist. Hier soll also eine Verlagerung zu energieeffizienten und umweltfreundlichen Verkehrsmitteln erzielt werden (shifting).

Der TBV versucht insbesondere durch Smoothing den Energiebedarf im Verkehrsbereich zu senken. Aufgrund des Energieanteils, der raschen Umsetzbarkeit und dem Vorhandensein einer gewichtigen Schweizer Auto-Zulieferindustrie ist der motorisierte Individualverkehr der Schwerpunkt der Aktivitäten. Diese Fokussierung wird auch durch die Ausrichtung der angrenzenden Programme des Bundes gestützt, welche vorwiegend auf die übrigen Verkehrsmittel



sowie die Verkehrsinfrastrukturen ausgerichtet sind. Nach Massgabe der Finanzen können grundsätzlich weitere wesentliche Themen angegangen werden wie:

- Gütertransport
- Luftverkehr
- Moderne Bahnsysteme

Beim motorisierten Individualverkehr kann eine Steigerung der Energieeffizienz des Systems insbesondere durch Verbesserungen und Innovationen in der Fahrzeug- und Antriebstechnik aber auch im Verkehrswegebau, in der Verkehrsregelung und Verkehrsleitung erreicht werden.

Beim Verkehrswegebau liegt die Federführung beim ASTRA, das für dieses Thema ein eigenes Forschungsprogramm betreibt. Dieser Themenkreis wird deshalb von den BFE-Forschungsanstrengungen ausgeklammert.

Die Systeme der Verkehrsregelung und -leitung befinden sich in einem Wachstumsmarkt und werden dementsprechend von der Industrie (z.B. Siemens und Bosch) stark weiterentwickelt. Im Gegensatz dazu besteht für effiziente Fahrzeuge (Antrieb und Leichtbau) kein unmittelbarer attraktiver Markt. Diese benötigen für den Markteintritt einen Anreiz unter anderem durch Innovationen. Schon deshalb wird der Fokus darauf und nicht auf die Systeme der Verkehrsregelung und -leitung gerichtet. Ausgeklammert wird auch die Erforschung der Herstellung flüssiger Treibstoffe. Deren Erprobung und Markteinführung kann aber wiederum im Rahmen von Projekten erfolgen.

Die Forschungsschwerpunkte lauten somit:

- **Leichtbau von Fahrzeugen, Komponenten und von Zweiradsystemen** ($m_{\text{quer PW}} = 1620 \text{ kg}$, Ziel = 1000 kg)
- **Hocheffiziente Antriebssysteme** ($\eta_{\text{heute}} = 15 - 20 \%$, Ziel 40%)
- **Kaufverhalten PW, Lieferwagen und Zweiräder**

Bei allen Aktivitäten ist stets eine gesamtheitliche Betrachtung zu machen. Stoffflüsse, graue Energie, Recycling, Toxikologie, Sicherheit, Kosten, etc. sind immer zu berücksichtigen!

Fragen, welche die Forschung bearbeiten und beantworten muss:

Leichtbau:

- Fragen der Fertigung generell
- Sicherheit der Systeme
- Alterung der Komponenten (Berücksichtigung des Technoklimas)
- Recycling
- Brennbarkeit der Materialien im Unglücksfall
- Toxizität der Stoffe
- Abschirmung elektrischer Felder (Grund: zunehmende Elektrifizierung und höhere Spannung)
- Verwendung von Naturfasern
- Einsatz geschäumter Stoffe (Kunststoffe, Komposite, Verbundstoffe, Glasbubbles wie auch Metalle)
- Gefüllte Kunststoffe (Glasbubbles) (erhöhen die Festigkeit, reduzieren die Masse
- Blitzschutz / EMV (die steigende Verbreitung von Kunststoffen senkt die EMV und mindert den Blitzschutz)



- Verbesserung des c_w -Wertes durch leichte, aerodynamische Massnahmen, z.B. im Bereich Bodenplatte, Scheibenwischer, Spiegel, Kühlergrill, etc ($c_{wquer} = ca. 0.3$, PAC Car II = 0.075)
- Verbesserte Reifen

Methoden und Ansätze hierzu sind u. A.:

Maximale Potentialausnutzung

Das Fahrzeug wird nur für den Geschwindigkeits- und Leistungsbereich ausgelegt, für den es in der Praxis häufig eingesetzt wird. Auf eine Überdimensionierung z. B. als Zugfahrzeug wird verzichtet.

Verhältnis tatsächliche Nutzung / Auslastung

Die durchschnittliche Zahl der Insassen und die durchschnittliche Nutzlast sind für die Auslegung relevant, nicht der grösste anzunehmende Einzelfall.

Werkstoffe, Bauweise

Bei der Auswahl von Werkstoffen, Bauweisen und Fertigungsverfahren wird der Massenaufwand hoch bewertet.

Intelligente Konstruktion

Konstruktionsprinzipien mit hohem Optimierungs- und Reifegrad werden verwendet, z. B. das Speichenlaufrad.

Reduktion der Sicherheitsfaktoren

Sicherheitszuschläge werden durch genauere Berechnung bei der Auslegung reduziert und durch laufende Überprüfungen werden die Schädigungen während des Betriebs kompensiert.

Optimierung der Funktionalität

Alle Funktionen werden einer kritischen Überprüfung unterzogen, und der erforderliche Aufwand wird der gewonnenen Funktionalität gegenübergestellt.

Die Kompetenzen der Schweizer Industrie sind in diesem Themenkreis

- Leichtbaumaterialien (insbesondere Kunststoffe, Naturfasern und Aluminium)
- Leichtbaukonstruktion
- Verbundwerkstoffe
- Engineering

Hocheffiziente Antriebe:

Durch neue Technologien resp. der Verbesserung bestehender Technologien soll der Wirkungsgrad Type: „Wirkungsgrad“ des Antriebsstrangs deutlich verbessert werden. Heute liegt im PW der Zyklus-Wirkungsgrad unter 20%, angestrebt wird zumindest eine Erhöhung auf 25-30%, besser 40%.

- Weiterentwicklung der thermischen Antriebe (Erdgas, Benzin, Diesel) in enger Zusammenarbeit mit dem Programm Feuerung / Verbrennung und dem BAFU
- Weiterentwicklung hybrider Antriebskonzepte (Erdgas, Telematik, GPS)
- Verbesserte Elektromotoren in enger Zusammenarbeit mit dem Programm Elektrizität
- Verwendung von Brennstoffzellen in enger Zusammenarbeit mit dem Programm Brennstoffzellen
- Integration neuartiger Energiespeicher (Ultra-Caps, Batterien) in enger Zusammenarbeit mit Programm Akkumulatoren
- Verbesserte Rekuperation u.A. durch die Verwendung von Ultra-Caps



- Verbesserte Nebenaggregate (42 / 36 V Bordnetz), Ersatz hydraulischer Aggregate durch elektrische
- Verbesserte thermische Abschirmung der Motoren

Die Kompetenzen der Schweizer Industrie sind in diesem Themenkreis

- Motoren und deren Baugruppen
- Leistungselektronik
- Batterien
- Ultra-Caps
- Engineering
- Materialien
- Informationstechnik (IT): Elektronik, Kommunikation, Software, ...

Kaufverhalten:

Da dieses Thema erstmals vertieft bearbeitet wird, sind die von Herr Urs Schwegler, Fischingen, erarbeiteten Ausführungen vertieft im Anhang 5 aufgeführt:

Die Hauptstossrichtung dieser Forschungsaktivität untersucht die Marktakzeptanz von energieeffizienten und / oder alternativen motorisierten Fahrzeugen. Fragen die sich hier stellen:

- Wie können die Marktchancen dieser Fahrzeuge verbessert werden?
- Welche Aktivitäten des Bundes, von EnergieSchweiz und der Partner erhöhen diese Chancen?
- Wie kann die Wirkung der Energieetikette für Personenwagen erhöht werden?
- Wie müssen die Verkaufskanäle geschult werden, damit eine Markteinführung erfolgreich ist?
- Wie können die Flottenbetreiber oder Privatkunden besser sensibilisiert werden?

Mittelfristplanung (10 Jahre)

Forschung

Fortsetzen der Arbeiten bezüglich der Themen

- Leichtbau von Fahrzeugen, verstärkte Nutzung strukturierter Stoffe und von Naturfasern
- Individuelle Kleinsysteme, diese benötigen in der Stadt einen Bruchteil der Energie eines PWs
- Hocheffiziente Antriebssysteme (z. B. mit dezentraler Energiebereitstellung, fortgeschrittene Brennstoffzelle, Hybridisierung kombiniert mit Aufladung und Telematik)
- Mobilitätsverhalten
- ev. Europäischer „Railflyer“
- ev. Flugverkehr (Problem Budget und benötigt internationale Zusammenarbeit)

Pilot- und Demonstration

In den nachfolgenden Pilot- und Demonstrationsprogrammen werden die Forschungsergebnisse umgesetzt, weiterentwickelt und in Flottenversuchen erprobt.

- Kleine hocheffiziente Nahverkehrsmittel für Pendler (insbesondere 2-Rad)
- Weiterentwicklung spezieller Teilkomponenten
- Flottenversuche (FC-Fahrzeuge, Wasserstoff)
- Systemversuche (z.B. Ansätze der kombinierten Mobilität)

Das Ziel muss eine markante und rasche Absenkung des mittleren Flottenverbrauchs (Fernziel familientauglicher PW: < 2 l / 100 km) und die Verhaltensänderung in Richtung kombinierten Verkehr sein.



Konkrete Projektziele

Eis Ende 2007 werden folgende Resultate angestrebt

- Entwicklung eines Stadtfahrzeuges mit einem Brennstoffzellen-Energiewandler. Der Energieverbrauch soll unter 1.5 Liter Benzinäquivalent pro 100 km liegen.
- Weiterentwicklung der energiesparenden Leichtbauweise von Fahrzeugen oder wesentlicher Fahrzeugmodule bei gleichzeitig verbesserter Sicherheit. Angestrebt wird eine Massereduktion von 30%.
- Entwicklung eines 1-plätzigem Prototypenfahrzeuges mit einer Reichweite von mindestens 3500 km mit dem Energieinhalt von einem l Benzin.
- Entwicklung von effizienten Teilprodukten /- modulen.
- E-Bikes sind so auf dem Schweizer Markt etabliert, dass sie den Sprung vom Nischen- zum Massenmarkt geschafft haben. Pro Jahr sollen in der Schweiz ab 2007 mindestens 4'000 E-Bikes verkauft werden.

Langfristig muss eine Fahrzeugflotte angestrebt werden, die im Durchschnitt 2.5 l Benzinäquivalent pro 100 km oder tiefer benötigt. Realisierbar sind familientaugliche Fahrzeuge mit einem Verbrauch unter 2.5 l / 100 km.

Mindest alle 2 Jahre soll eine Innovation, die mit Mitteln des TBV gefördert wurde, die Marktreife erreichen.

Heute sind folgende Produkte auf dem Markt:

- | | |
|----------------------------|--|
| • E-Bike Flyer Classic | BikeTec AG |
| • E-Bike Flyer F-Serie | BikeTec AG |
| • E-Bike Swizzbee | Swizzbee |
| • Stadtfahrzeug Twike | S-LEM (in Konkurs, neu Produktion bei FINE Mobile GmbH, BRD) |
| • Zebrabatterie | MES DEA |
| • Ultra-Cap | Maxwell Technologies SA |
| • Bus Swisstrolley III | Carrosserie Hess AG |
| • Ladesystem Park & Charge | Verein Park & Charge |



Stand der Technik

Fett: Projekte, die vom BFE unterstützt werden / wurden

Fahrzeug	Beschreibung	Marktsituation / Entwicklungsst.	Verbrauch / 100 km	g CO ₂ / km
PAC Car I (ETHZ)	1-plätziges FC-Fz	Forschung	Energieäquivalent von 0.05 l Benzin	0
PAC Car II (ETHZ) Weltrekord	1-plätziges FC-Fz	Forschung	Energieäquivalent von 0.019 l Benzin	0
Hy Light	PSI / Michelin Forschungsfahrzeug mit FC	Forschung	Entsprechend 2.5 l Benzin	0
Brennstoffzellen SAM	2-plätziges Stadt-Fz	Forschung	Entsprechend 1.5 l Benzin	0
SMILE	4-plätziger PW	Forschung	3.5 l Benzin	82
Twike	2-plätziges Stadt-Fz	Im Markt eingeführt	Entsprrechend 1.5 l Benzin	0
VW 1 l Fahrzeug	Experimentalfahrzeug mit Dieselantrieb	Forschung	0.98 l Diesel	26
Flyer	E-Bike	Im Markt eingeführt	1 kWh (0.15 l Benzin)	0
VW Polo CEV (EMPA, ETHZ)	5-plätziger PW mit Erdgasmotor	Forschung		109
Lupo 3L TDI	4-plätziger PW	Im Markt eingeführt	3.0 l Diesel	80
Audi A2 1.2 TDI Eco	4-plätziger PW	Im Markt eingeführt	3.2 l Diesel	86
Toyota Prius 2	5-plätziger Hybrid	Im Markt eingeführt	4,3 l Benzin	105
Honda Civic	5-plätziger Hybrid	Im Markt eingeführt	4.9 l Benzin	120
Opel Zafira 1.6i 16V CNG	5-plätziges Erdgasfahrzeug	Im Markt eingeführt		145



Umrechnungsfaktoren:

Benzin: 42.5 MJ/kg Dichte: 0.730 – 0.780 kg/l
Diesel: 42.8 MJ/kg Dichte: 0.815 – 0.855 kg/l
1 kWh = 3.6 MJ

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass bereits mit dem Stand der Technik ein grosses Einsparpotential bei alle Fahrzeugklassen und Kategorien erschlossen werden könnte.

Forschungsinstitute / Forschungspartner

- ETH Zürich Energie, Antriebe, Nano
- PSI Energie, Antriebe, Nano
- ETH Lausanne Energie, Erdgasantrieb
- EMPA Motorenprüfstand
- HTI Bern / Biel Automobil, Elektronik
- HTA Luzern Ultra-Caps
- Innovative Firmen wie z.B. Horlacher AG, ESORO und andere Leichtbau
- Internationale Energieagentur IEA

Partner für P+D und die Umsetzung

- 11 Partnerkantone im Projekt NewRide, Kanton Tessin mit AssoVEL, Kantone Basel-land und -stadt mit Pilotregion Basel
- Fachhochschulen
- Verbände wie EcoCar, TCS, VCS,
- CH-Industrie siehe folgende Seite
- Marktbereich Mobilität
- Bereich Langsamverkehr ASTRA

Internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit erfolgt insbesondere mit den nachfolgenden zwei Implementing Agreements der IEA:

HEV	Hybrid and Electric Vehicles	CH Vertreter: Martin Pulfer, BFE
AMF	Advanced Motor Fuel	CH Vertreter: Jan Czerwinski, HTI Bern / Biel
FC	Fuell Cells	CH Vertreter: Alphons Hintermann, BFE
Wasserstoff		CH Vertreter: Gerhard Schriber BFE

Grössere Vorhaben können auch im Rahmen der EU-Forschung abgewickelt werden, der hierfür notwendige administrative Aufwand rechtfertigt dies jedoch nur, wenn das Projekt einen gewissen Umfang aufweist.



Die Schweizer Autozulieferindustrie

(die Tabelle ist unvollständig, siehe auch www.satg.ch)

Anzahl Firmen		150
Anzahl Beschäftigte		16000
Umsatz pro Jahr		Fr. 7 Mia.
Firma	Ort	Produkte
Agie Charmilles SA	Losone	Schweissanlagen
Alcan	Chippis	Alu-Komponenten
Alususisse Airex	Sins	Kompositwerkstoffe
Biketec AG	Kirchberg	E-Bike
Brusa	Sennwald	Leistungselektronik / Ladeinfrastr.
Compotec AG	Weinfelden	LKW-Komponenten (Grill, Stossstangen, etc.)
EMS Grivory	Domat / Ems	Polymere
EMS Patvag	Domat / Ems	Airbag Zünder
EMS Primid	Domat / Ems	Autolacke / Härter
EMS Togo		Klebstoffe
Esoro	Glattbrugg	Designstudien Prototypen
Feintool	Lyss	Feinschneiden Komponenten
Georg Fischer Fz Technik	Schaffhausen	Stahlgussteile / Alugussteile
Autoglas Trösch	Genf	Fahrzeugscheiben
Gurit Essex	Freienbach	Klebstoffe
Gurit Worbla	Ittigen	Kunststoffscheiben Cabrio
Hess	Bellach	Busse
Horlacher	Möhlín	Designstudie / Prototyp E-Mobil
Injecta	Teufenthal	Alu-Komponenten, Druckguss
Kaufmann	Buslingen	Bau von Spritzgusswerkzeugen
Komax	Dierikon	Kabelsysteme
Larag	Wil	LKW / Elektrobusse
MES	Stabio	Elektronik und ZEBRA-Batterie
Mikron	Nidau	Anlagen Komponenten
Rieter Automotive	Winterthur	Autoisolation, Bodenplatte A-Klasse, Module
Saia-Burgess	Murten	Elektronik, Sensorik, Schrittmotoren
Sarna	Sarnen OW	Armaturenbrett
Schmidhauser	Romanshorn	Leistungselektronik
Sika	Fribourg	Klebstoffe
Soudronic	Neftenbach	Anlagen Metallverarbeitung
Stromboli	Niederuzwil	Prototyp E-Mobil
Styner Bienz	Niederwangen	Komponenten
Swiss steel	Emmenbrücke	Spezialstähle
Tornos-Bechler SA	Moutier	Werkzeugmaschinen
Swizzbee	Zug	E-Bike
Wandfluh Automotive	Frutigen	Komponenten



B Teil Akkumulatoren

TBA und die angrenzenden Programme

Amt / Institution	Programm / (Kontaktperson)	Berührungsthemen
BFE / EnergieSchweiz	Solarchemie / Wasserstoff (Armin Reller)	Speicher, Technologie, Umsetzung
BFE / EnergieSchweiz	Feuerung und Verbrennung / Brennstoffzellen (Alphons Hintermann)	Antriebssysteme
BFE / EnergieSchweiz	Elektrizität (Roland Brüniger)	Motoren, Leistungselektronik
BFE / EnergieSchweiz	Bereich Biomasse (Bruno Guggisberg)	Speicher, Treibstoffe
BAFU	Sektion Ökonomie und Technologie (Daniel Zürcher)	Technologieentwicklung
NFP / KTI	Top Nano (Karl Höhener)	Technologie

Systemabgrenzung

Der TBA beschäftigt sich mit der elektrochemischen Speicherung von Energie in Batterien und Hochleistungskondensatoren. Nicht in diesem Programm betrachtet wird die Energiespeicherung in andern Systemen wie z.B. Wasserstoff in Nanotubes oder in Cyclohexan (Programm Wasserstoff).

Auszug aus dem Konzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Akkumulatoren

Siehe Anhang 3

Strategie Forschung TBA

Die Anzahl der möglichen Akkumulatorsysteme ist sehr breit. Für die Forschung werden deshalb nur die Systeme ins Auge gefasst, die besondere Qualitätsmerkmale und natürlich ein Entwicklungspotential aufweisen. Dabei ist die vielfach als Konkurrenz betrachtete Brennstoffzelle (identische Redoxvorgänge an den Elektroden) besser als willkommene Ergänzung zu sehen. Die Brennstoffzelle kann durch die Kombination mit Akkus und / oder Ultra-Caps massiv verkleinert und verbilligt werden.

Lithiumionen: Schadstoffarmer Akku mit höchster E-Dichte und langer Lebensdauer. (Spez. Energie = 115 Wh / kg, Zyklenzahl = 800)

Lithiumpolymer: Schadstoffarmer Akku mit sehr hoher E-Dichte und langer Lebensdauer. (Spez. Energie = 100 Wh / kg, Zyklenzahl = 700)

Zebra: Giffreier Hochtemperatur-Akku mit sehr hoher E-Dichte und sehr langer Lebensdauer, nahe der Serienreife. (Spez. Energie = 120 Wh / kg, Zyklenzahl > 1000)



Nickelmetallhydrid: Gifffreie Batterie, die auf eine hohe Leistungs- oder hohe Energiedichte getrimmt werden kann. (Spez. Energie = 65 Wh / kg, Zyklenzahl = 800)

Bleiakkumulatoren sind bewährt, preiswert, werden industriell gefertigt und weisen (analog dem ebenfalls bereits lange weiterentwickelten Ottomotor) immer noch ein beachtliches Verbesserungspotential auf (E-Dichte, Lebensdauer). (Spez. Energie = 33 Wh / kg, Zyklenzahl < 600)

Ultra-Cap: Hochleistungskondensatoren, die sich mittlerweile auch durch eine beachtliche Energiedichte auszeichnen (ca. 1/4 des Bleigel-Akkus) und eine praktisch unbegrenzte Anzahl Ladezyklen überstehen. (Spez. Energie = 10 Wh / kg, Zyklenzahl = ∞)

Nicht ins Auge gefasst werden diejenigen Systeme, die Problemstoffe enthalten wie z.B. das Zink-Brom-System oder der inzwischen wegen der Toxizität verbotene Nickel-Cadmium-Akku.

Ein spezieller Fokus wird auf Systeme gelegt, für die in der Schweiz eine Industrie vorhanden oder zumindest realisierbar ist.

Die Themen der Forschung und Entwicklung bezüglich dieser Systeme lauten:

- Erhöhung der Energiedichte
- Verlängerung der kalendarischen Lebensdauer und der Anzahl Ladezyklen
- Eliminieren oder zumindest reduzieren des Memory-Effekts
- Verbesserung des Wirkungsgrades
- Verbesserung der Leistungsdichte
- Verbesserung der Sicherheit (Störfall, Schadstoffe)
- Entwicklung verbesserter Ladegeräte und Leistungselektronik
- Optimierung der industriellen Fertigung inkl. Herstellkosten
- Senkung der Temperatur-Empfindlichkeit
- Verbesserung der Verträglichkeit gegenüber Tiefentladungen
- Bei Hochtemperatur-Akkus: Verbesserung der Verträglichkeit zum Abkühlen / Kristallisieren

Bei allen Anstrengungen muss dem Aspekt der Materialwiederverwertung sehr hohe Beachtung geschenkt werden.

P+D

Fortsetzung der Arbeiten der Forschung im Lebenszyklus einer Innovation:

- Demonstration von Anwendungen (z.B. E-Bike, USV, Geräte, Mobilität)
- Kombination mit erneuerbarer Energie (z.B. Schiffe, 3. Welt)
- Analysen defekter Akkus, Auswertungen, Messreihen

Mittelfristplanung (10 Jahre)

Forschung

- Weiterentwicklung Ultra-Caps (Leistung)
- Kombination von Batteriesystemen mit Ultra-Cap (optimiert auf Energiedichte bei sehr hoher Leistung, Verlängerung des Lebenszyklus)
- Weiterentwicklung an den Batteriesystemen Lithium Ion resp. -polymer, Zebra
- Verwendung von Nanostrukturen und elektrisch leitenden Kunststoffen in solchen Systemen
- Intelligente Batterien



P+D

- Demo Anwendungen von Ultra-Caps
- Pilotversuche mit Zebra, Lithium-Ion, Li-Polymer
- Optimierung der Fertigung

Ziele

In dieser Forschungsperiode sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Machbarkeit einer Tieftemperatur – Zebra-Batterie
- Erfolgreiche Kombination Batterie / Ultra-Cap resp. Brennstoffzelle / Ultra-Cap
- Erhöhung der spezifischen Energie der Zebra-Batterie auf 135 Wh / kg
- Erfolgreiche Anwendungen der Zebra-Batterie, auch in nicht automobilen Bereichen.

Forschungsinstitute / Forschungspartner

- ETH Zürich
- PSI
- Universitäten (insbes. BE, FR, BS, GE)
- HTA Bern
- HTA Luzern

Partner für P+D

- HTA's
- CH-Akku-Industrie siehe nachfolgende Tabelle
- CH-Elektronikindustrie

Die Schweizerische Akku-Industrie

Anzahl Firmen

ca. 10

Anzahl Beschäftigte

ca. 1000

Umsatz pro Jahr

ca. Fr. 300 Mio.

Firma	Ort	Produkte
Accu Holding AG	Zürich	diverse Batteriesysteme
Batrec AG	Wimmis	Recycling
IQ Power	Zug	Engineering
Leclanché	Yverdon	diverse Batteriesysteme (Li, NiMH)
MES-DEA	Stabio	Zebra-Batterie
Maxell Powerpack	Rossens	Ultra-Cap
Renata AG	Itingen	Lithium-Ion Batterie



Literaturliste

- [1] UVEK; Für eine nachhaltige Infastruktur- und Umweltpolitik, Mai 2001
- [2] CORE / BFE; Konzept der Energieforschung 2004 – 2007, 2003
- [3] CORE / BFE; Konzept der Energieforschung 2000 – 2003, 1999
- [4] ARE (GS EVED); Umweltindikatoren im Verkehr, 1997
- [5] TCS; Treibstoffverbrauch, 2005
- [6] BFE; Liste der Projekte
- [7] BFS; Mikrozensus 1999, Mobilität in der Schweiz, 2001
- [8] BFE; Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2002, 2003
- [9] BFS; Verkehrsstatistik 2000, 2001
- [10] ETHZ; Strategie Nachhaltigkeit, Mobilität von Menschen und Gütern, 1999
- [11] BFE; Übersichtsbericht der Programmleiter, 2003
- [12] BFE; Konzept Bereich Verkehr 1996 – 1999, 1996
- [13] BFE; Konzept Technologiebereich Verkehr / Akkumulatoren 2000 – 2003, 2001
- [14] Büro für Verkehrsplanung; Strategie Verkehrsverhalten



Anhang 1

Verkehrsrelevante Auszüge aus der Strategie Nachhaltige Entwicklung des Departements UVEK

Sachziele Verkehr

Nachhaltigkeit im Verkehrsbereich bedeutet im Einzelnen:

Ökologische Nachhaltigkeit

- Die Senkung folgender Umweltbelastungen auf ein langfristig unbedenkliches Niveau
- Luftschadstoffe und Beeinträchtigung des Klimas
- Lärm
- Bodenverbrauch
- Belastung von Landschaften und Lebensräumen
- Die Senkung des Energieverbrauchs, insbesondere der nicht-erneuerbaren Energien

Wirtschaftliche Nachhaltigkeit

- Die Bereitstellung einer leistungsfähigen Verkehrsinfrastruktur
- Die effiziente Leistungserbringung und Förderung des Wettbewerbs
- Die Erhöhung der Eigenwirtschaftlichkeit des Verkehrs (unter Einschluss der externen Kosten)
- Die optimale Nutzung der vorhandenen Infrastruktur
- Wettbewerbsfähige Verkehrsunternehmen

Soziale Nachhaltigkeit

- Eine landesweite Grundversorgung (Service public)
- Die Rücksichtnahme auf Menschen, die einen erschwerten Zugang zum Verkehr haben
- Den Schutz von Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen und die Reduktion der Zahl der Unfälle.
- Sozialverträgliches Verhalten der Verkehrsunternehmen

Grundsätze der Verkehrspolitik

Das UVEK setzt sich zum Ziel, eine nachhaltige Mobilität zu gewährleisten.

Dies bedeutet, dass die erforderliche Mobilität möglichst umweltgerecht bewältigt wird und dass durch die Internalisierung der externen Kosten die Mobilität nicht zulasten der Umwelt unbeschränkt zunimmt (ökologische Nachhaltigkeit); dass die Mobilitätsbedürfnisse volkswirtschaftlich möglichst effizient befriedigt werden und damit die finanziellen Kosten für den Staat tragbar bleiben (wirtschaftliche Nachhaltigkeit); dass alle Bevölkerungsgruppen und Landesteile Zugang zur Mobilität haben (soziale Nachhaltigkeit).

Das UVEK strebt eine koordinierte Verkehrspolitik an. Die einzelnen Verkehrsträger sollen nach ihren komparativen Vorteilen eingesetzt und sinnvoll miteinander verknüpft werden (multimodaler bzw. kombinierter Verkehr). Raumordnungspolitik und Verkehrspolitik sollen aufeinander abgestimmt werden.

Das UVEK setzt sich dafür ein, dass die technischen Möglichkeiten zur Optimierung der Infrastrukturen, Fahrzeuge und Treibstoffe ausgeschöpft werden.

Die für einen wettbewerbsfähigen Wirtschaftsstandort Schweiz notwendige Verkehrsinfrastruktur soll die Mobilitätsbedürfnisse möglichst effizient und umweltschonend abdecken. Dabei hat die optimale Nutzung der vorhandenen Verkehrsinfrastrukturen (Kapazitätsmanagement) Vorrang vor dem Bau neuer Verkehrsinfrastrukturanlagen.



Das UVEK verfolgt das Ziel, dass die schweizerische Verkehrspolitik mit der europäischen Verkehrspolitik abgestimmt wird. Dies beinhaltet auch den aktiven Einsatz für eine nachhaltige Verkehrspolitik in Europa.

Das UVEK setzt sich dafür ein, dass grundsätzlich die einzelnen Verkehrsträger sowohl ihre betriebswirtschaftlichen wie ihre externen Kosten selber tragen, damit sich die Nachfrage nach Mobilität an den gesamten volkswirtschaftlichen Kosten orientiert. Vorbehalten sind die gemeinwirtschaftlichen Leistungen, welche im Interesse der landesweiten Grundversorgung erbracht werden. Derartige gemeinwirtschaftlichen Leistungen sind zum voraus klar zu umschreiben und finanziell abzugelten.

Das UVEK setzt sich zum Ziel, den Anteil des öffentlichen Verkehrs sowie des Velo- und Fussgängerverkehrs am Gesamtverkehr zu erhöhen, nicht zuletzt auch im Freizeitverkehr.

Das UVEK ist bestrebt, die hohe Verkehrssicherheit im Luft-, Schienen, Seilbahn- und Schiffsverkehr auch in Zukunft zu gewährleisten. Im Strassenverkehr ist die Sicherheit weiter zu erhöhen.

Wichtige Massnahmen Verkehr

- Umsetzung der ersten Etappe Bahnreform, Auswertung der Erfahrungen und Vorbereitung weiterer Schritte.
- Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene: Umsetzung des Alpenschutzartikels, des Landverkehrsabkommens und der flankierenden Massnahmen.
- Realisierung von NEAT, Bahn 2000 erste und zweite Etappe, Lärmschutz sowie Anschluss der Schweiz an das europäische Hochgeschwindigkeitsnetz.
- Erhaltung der Substanz des Nationalstrassennetzes (gemäss Bericht "Substanzerhaltung").
- Überführung des baulichen und betrieblichen Unterhaltes der Nationalstrassen in die Kompetenz des Bundes (im Rahmen des "Neuen Finanzierungsausgleichs").
- Umsetzung des Leitbildes Strassenverkehrstelematik.
- Erarbeiten einer Verkehrssicherheitspolitik.
- Massnahmen zugunsten des Langsamverkehrs.
- Realisierung eines Flughafensystems Schweiz, gestützt auf den Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL).
- Sicherstellung gleichwertiger Wettbewerbsmöglichkeiten für schweizerische Luftverkehrsunternehmen im europäischen und globalen Umfeld.
- Gewährleistung einer effizienten und europäisch abgestimmten Flugsicherung; Zusammenlegung der zivilen und militärischen Flugsicherung.
- Einführung einer international harmonisierten Flugtreibstoffabgabe.



Anhang 2

Auszug aus dem Forschungskonzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Verkehr

Der Verkehr beansprucht in der Schweiz rund einen Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs. Davon entfallen 64 Prozent auf den motorisierten Individualverkehr, weitere 20 Prozent auf den Strassengüterverkehr, 9 Prozent auf den Flugverkehr und 6 Prozent auf den öffentlichen Verkehr. Der weiterhin steigende Treibstoffverbrauch im privaten Strassenverkehr ist eine Folge wachsender Verkehrsleistungen. Denn spezifisch hat der Flottenverbrauch, das heisst der durchschnittliche Verbrauch aller sich im Verkehr befindlichen Fahrzeuge in den letzten Jahren leicht abgenommen: 2001 war der Flottenverbrauch allerdings immer noch bei 8.4 l Benzin pro 100 km.

Die Möglichkeiten in der Mobilität Energie einzusparen sind sehr gross: Bei der Verwendung effizienter Systeme könnte auch der Anteil der erneuerbaren Energien in der Mobilität einen nicht vernachlässigbaren Stellenwert erhalten. Innerhalb einer Fahrzeugkategorie, d.h. bei vorgegebener Grösse, Leistung und Sicherheit sowie bei vergleichbarem Komfort, ist eine Reduktion des spezifischen Energieverbrauchs von 40 Prozent und mehr möglich. Wenn man für den Nahverkehr Leichtmobile einsetzen würde, wären Reduktionen von bis zu 80 Prozent realisierbar. Hocheffiziente Zwei- oder Dreiräder können den Energiebedarf im Nahverkehr gegenüber dem heutigen PW sogar um einen Faktor 20 (nicht nur 4) senken. Durch einen andern Modal Split (z.B. höherer Anteil des öffentlichen Verkehrs im Personentransport) wären in andern Mobilitätsbereichen weitere Reduktionen möglich.

Für die Forschungsanstrengungen im Verkehrsbereich stehen deshalb die spezifischen und die absoluten Energieverbrauchsreduktionen im Vordergrund. Gleichzeitig bleibt die Verminderung von Emissionen und von Lärm weiterhin wichtiges Thema – auch wenn hier in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte erzielt wurden. Die Anstrengungen fokussieren sich zur Hauptsache auf den motorisierten Individualverkehr. Die Schweiz hat eine bedeutende Zulieferindustrie für Komponenten der Automobilherstellung (Sicherheits- und Komfortsysteme, Metallussteile, Mikroschalter, Antriebe, Getriebe, Schrittmotoren, Ventile, Kunststoffe, Aluminiumkomponenten und vieles mehr). Technisch werden die Forschungsschwerpunkte deshalb so gesetzt, dass die resultierenden Erkenntnisse tatsächlich auch in der Schweiz umgesetzt werden können: sei es bei der Zulieferung von verbesserten Komponenten für ausländische Hersteller, sei es bei den – langfristig wichtigen – Leichtfahrzeugen, wo die Schweiz eigene kleine Produktionen aufweist.

Gesamthaft werden die heutigen Aufwendungen der öffentlichen Hand von 9.2 Millionen Franken für F, E&D im energetisch wichtigen Verkehrsbereich nicht als ausreichend erachtet. Allerdings liegen die Probleme im individuellen Personenverkehr zwar teilweise bei fehlenden technischen Lösungen (s. auch Programme Batterien / Ultra-Caps, Brennstoffzellen und Verbrennung), jedoch vermehrt bei deren Akzeptanz in der Gesellschaft. Folglich soll ein signifikanter Teil der zusätzlichen Mittel für das sozio-ökonomische Programm Energiewirtschaftliche Grundlagen für die Akzeptanzforschung im Verkehrsbereich aufgewendet werden. Entsprechend sind im technischen Programm Verkehr die Mittel für F, E&D bis 2007 zu konsolidieren, d.h. jährlich 4 Millionen Franken für Forschung und 5 Millionen Franken für Pilot- und Demonstrationsanlagen (heute: 3.2 und 6.0 Mio. Fr.).



Schwerpunkte der Forschung 2004 bis 2007

Kurzfristig:

Leichtbau von Fahrzeugen

Einspurige Individualverkehrsmittel

Wirkungsgradverbesserungen bei thermischen Motoren und andern Energiewandlern und Reduktion des Schadstoffausstosses (siehe auch Kapitel Verbrennung)

Untersuchung von modernen Mobilitätsformen: Kombinationen von öffentlichem Verkehr, Leichtmobilen, Mietautos und Car Sharing, motorloser Verkehr, etc.

Verkehrsvermeidung, Kosten- und Akzeptanzfragen

Untersuchungen zum Marketing energieeffizienter Fahrzeuge: Wie können solche Fahrzeuge erfolgreich verkauft werden?

Mittelfristig:

- Reduktion des Fahrzeuggewichtes ohne Einbusse an Sicherheit und Komfort (sowohl für Leichtmobile wie auch für Komponenten von herkömmlichen Fahrzeugen)
- Verbesserung von Antriebsketten (bei thermischen Fahrzeugen: Motor, Getriebe; bei elektrischen Fahrzeugen: Batterie, Ladegerät, Leistungselektronik, Motor)
- Rekuperation elektrischer Energie (bei Elektro- und Hybridfahrzeugen)

Langfristig:

- Entwicklung neuer Antriebskonzepte (z.B. auf der Basis von Brennstoffzellen und Kombination mit neuartigen Zwischenspeichern, z.B. Superkondensatoren (s. Kapitel Elektrizitätsspeicherung))

Schwerpunkte der Umsetzung 2004 bis 2007

- Demonstration effizienter Fahrzeugkomponenten
- Umsetzung des Grossversuchs mit dem Effizienzprogramm VELdue
- Förderung hocheffizienter einspuriger Fahrzeuge (Elektrovelo und Elektroscooter)



Anhang 3

Auszug aus dem Forschungskonzept 2004 bis 2007 der CORE, Teilgebiet Akkumulatoren

Die Forschung hat in den Gebieten Batterien und Ultra-Caps in der Schweiz einen hohen Stand erreicht. Beteiligt sind sowohl Hochschulen, das PSI und Fachhochschulen als auch mehrere private Firmen. Die Forschungsanstrengungen sind darauf auszurichten, diesen Stand zu halten. Die Fördermittel sollen daher bei den heutigen ca. 6 Millionen Franken und die Mittel für Pilot- und Demonstrationsanlagen bei 1 Million Franken pro Jahr stabilisiert werden.

Schwerpunkte der Forschung 2004 bis 2007

Kurz- und mittelfristig:

- Weiterentwicklung von Ultra-Caps (Leistung)
- Kombination von Batteriesystemen mit Ultra-Caps (optimiert auf Energiedichte bei sehr hoher Leistung, Verlängerung des Lebenszyklus)
- Weiterentwicklung an den Lithium-Ion-, Lithium-Polymer- und Zebra-Batteriesystemen
- Verwendung von Nanostrukturen und elektrisch leitende Kunststoffen in solchen Systemen
- Dynamisch gesteuerte Batteriesysteme

Schwerpunkte der Umsetzung 2004 bis 2007

- Demonstrations-Anwendungen mit Ultra-Caps
- Pilotversuche mit Zebra-, Lithium-Ion- und Lithium-Polymer-Batterien
- Optimierung der Fertigung



Anhang 4

Österreichisches Energieforschungs- und -technologiekonzept Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Juli 2002

**Schwerpunktthema: Energieeffiziente Mobilität
Optimierung des Mobilitätssystems in Hinblick auf einen geringen Energieeinsatz, der verstärkt mit erneuerbaren Energieträgern abzudecken ist**

6.5.1. Hintergrund

Der Verkehrssektor verursacht etwa ein Drittel der gesamten CO₂-Emissionen in Österreich und hat einen Anteil von einem Viertel am gesamten Endenergieverbrauch. Insbesondere aufgrund des erwarteten Anstiegs der mobilitätsbezogenen Emissionen kommt diesem Bereich im Rahmen des Energieforschungs- und -technologiekonzepts besondere Bedeutung zu.

6.5.2. Zielsetzung

Ziel ist die Reduktion des Energieeinsatzes zur Deckung der Mobilitätsbedürfnisse.

6.5.3. Inhalt

Der Schwerpunkt liegt auf der Optimierung des gesamten Mobilitätssystems mit Zielrichtung der (Weiter-)Entwicklung "integrierter" Mobilitätsangebote. Im Sinne einer Erhöhung der Energie- bzw. Ressourceneffizienz zur Sicherung bestehender und zukünftiger Mobilitätsbedürfnisse kommt der Systemanalyse im Verkehrsbereich sowie der Gesamtsystembetrachtung der energetisch-ökologischen Wirkungen von Biotreibstoffen (z. B. in Städten) im Vergleich zu mineralischen Kraftstoffen im Rahmen der Begleitforschung besondere Bedeutung zu. Darüber hinaus sind verstärkte Anstrengungen im Rahmen der sozioökonomischen Begleitforschung im Hinblick auf die Abstimmung des Mobilitätssystems (Infrastruktur und Technologien) auf die Bedürfnisse der Nutzer zu unternehmen.

Vor dem Hintergrund zukünftiger Mobilitätsbedürfnisse umfasst die mobilitätsbezogene Forschung und Technologieentwicklung im Rahmen des Energieforschungs- und -technologiekonzepts insbesondere folgende Aspekte:

- die technologische Weiterentwicklung aller Verkehrsträger (z. B. Gewichtsreduktion, Reduktion der Luftwiderstände, optimierter Betrieb)
- die Entwicklung neuer, hocheffizienter Antriebssysteme für Kraftfahrzeuge auf der Basis von Verbrennungsmotoren bzw. elektrochemischer Systeme (Verbrennungsmotoren, Hybridsysteme, Brennstoffzelle und Kraftstoffe)
- die Entwicklung und Optimierung von Verfahren zur Produktion von Treibstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe
- die Anwendung von Querschnittstechnologien (insbes. Informations- und Kommunikationstechnologie) im Verkehrsbereich

Im Sinne einer langfristigen Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen im Verkehrsbereich umfasst das Schwerpunktthema auch die Entwicklung innovativer Technologien zur Schaffung verkehrsvermeidender Gesamtsysteme (z. B. innerstädtische Pipelinesysteme, Logistiksysteme) im Personen- und Güterverkehr.



Anhang 5

Kaufverhalten

Im Gegensatz zu den Hauptstossrichtungen „Leichtbau“ und „hocheffiziente Antriebe“ geht es beim Verhalten nicht um technologische Massnahmen, sondern darum, wie diese Fahrzeuge vom Markt akzeptiert werden. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Ausschöpfung des technologischen Potenzials. Im engeren Sinn geht es dabei um das Verhalten der verschiedenen Käuferschichten. Daneben sind aber auch alle anderen Marktakteure betroffen. Sie haben einen vielfältigen Einfluss auf die Marktakzeptanz, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Behörden

Die Behörden (inkl. Soverän) setzen die politischen Rahmenbedingungen mit der Verkehrsgebung. Die wichtigsten im vorliegenden Zusammenhang sind:

- die Verkehrsregelverordnung: Zulassungsbeschränkungen, Fussgängerzonen, Parkierungsdauer, Parkgebühren usw.,
- Motorfahrzeugsteuern,
- die Verordnung über die Zulassung von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr

Mit der Unterstützung von Pilot- und Demonstrationsprojekten erprobt die öffentliche Hand die Marktreife neuer Fahrzeugtypen.

EnergieSchweiz konzentriert seine Aktivitäten im Fahrzeugbereich zurzeit auf die Agentur Eco-Car, welcher die vier Organisationen e'mobile, gasmobil, NewRide und VEL2 angehören

Fahrzeuganbieter

Die Fahrzeuganbieter, vom Hersteller über den Importeur bis zum Verkäufer und Servicemechaniker, sind die zentralen Akteure bei der Markteinführung. Bevor sie aktiv werden können, müssen sie zuerst selber von den Innovationen überzeugt werden. Das gelegentlich vorgebrachte Argument der Verkäufer, sie können nur verkaufen, was der Kunde wolle, trifft nur zum Teil zu: Wohl kann der Verkäufer den Kunden nur schwer von einem Fahrzeug überzeugen, welches dieser nicht will. Auf der anderen Seite kann ein Verkäufer aber relativ leicht einem Kunden ein innovatives Fahrzeug ausreden, wenn er selber davon nicht überzeugt ist (dies kann momentan häufig bei Erdgasautos beobachtet werden).

Selbst die Importeure und sogar die Hersteller wollen ein Produkt nicht immer mit dem erforderlichen Engagement im Markt einführen. Gelegentlich bezwecken sie mit einem neuen Marktangebot lediglich, ihre Innovationskraft unter Beweis zu stellen.

Treibstoffanbieter

Wenn neue Fahrzeuge nicht mit Benzin oder Diesel angetrieben werden, spielen die Treibstoffanbieter eine bedeutende Rolle. In den 90-er Jahren war dies die Elektrizitätswirtschaft, aktuell ist es die Gasindustrie. Auch hier gibt es grosse Unterschiede im Engagement, welches von heller Begeisterung bis zur totalen Ablehnung reicht. Diese Uneinigkeit bleibt der Öffentlichkeit nicht verborgen und schadet der Marktakzeptanz.



Medien

Die Medien nehmen als Mittler zwischen Anbietern und Kunden eine wichtige Rolle ein. Ihr Interesse dauert so lange, wie ein Produkt Neuigkeitscharakter hat oder Neuigkeiten liefert.

Benutzer

- Käufer: Private, Flotten
- Private Fahrer
- Flottenbetreiber

Zur Illustration: Marktakzeptanz von Elektro-Zweiräder im Programm NewRide:

Ein anschauliches Beispiel für eine ungenügende Marktakzeptanz liefert NewRide, das vom BFE unterstützte Förderprogramm für Elektro-Zweiräder. An Ausstellungen mit Probefahrgelegenheiten sind die Probefahrenden fast ausnahmslos verblüfft über die starke Unterstützung des Elektromotors bei E-Bikes resp. über das lautlose Dahingleiten des E-Scooters. d.h. sie haben sich vorher eine falsche Vorstellung von diesen Fahrzeugen gemacht, was ein grundlegendes Hindernis am Beginn eines Kaufprozesses darstellt. Aus diesem Grund bilden in diesem Förderprogramm Ausstellungen unter dem Projekttitel „Roadshow“ eine zentrale Massnahme, immer verbunden mit Probefahrgelegenheiten.

Zu zahlreichen Projekten im In- und Ausland wurden Begleituntersuchungen durchgeführt. Weil aber in den letzten Jahrzehnten kaum einem neuen innovativen Fahrzeugkonzept der Marktdurchbruch gelungen ist, liefern diese Untersuchungen vor allem Fehleranalysen, weniger Erfolgsrezepte. Hier eine Auswahl:

- Grossversuch mit Leicht-Elektromobilen in Mendrisio (siehe CD-ROM „VEL Mendrisio“)
- UTOPIA (Urban Transport: Options for Propulsion Systems and Instruments for Analysis): In einem EU-Forschungsprojekt des EU 4. Rahmenprogramms wurden Instrumente für die Evaluation von innovativen Transportsystemen entwickelt und getestet. Als Fallbeispiele dienten u.a. die Schweizer Projekte City Car Martigny und der Grossversuch mit Leicht-elektromobilen in Mendrisio.
- E-TOUR (Electric Two Wheelers on Urban Roads): Ebenfalls ein EU-Forschungsprojekt des 4. Rahmenprogramms. Der Schweizer Beitrag bezog sich auf eine Analyse des Mobilitätsverhaltens von Nutzern von Elektro-Zweirädern.
- Internationale Energie-Agentur IEA: Implementing Agreement for Electric and Hybrid Vehicles: Annex VIII Deployment Strategies. Ähnlich wie in UTOPIA wurden auch hier verschiedene Markteinführungsstrategien für innovative Fahrzeuge untersucht.

Diese Studien zeigen, dass die Markteinführung von innovativen Fahrzeugkonzepten stark von den äusseren und inneren Bedingungen geprägt und höchstens ansatzweise auf andere Fahrzeuge oder räumliche Verhältnisse übertragbar ist.



Grundsätze eines Forschungskonzeptes Marktakzeptanz

Wegen der erwähnten schlechten Übertragbarkeit ist eine Grundlagenforschung wenig Erfolg versprechend. Der Fokus ist vielmehr auf angewandte Forschung zu setzen. Dabei sollen Technologieprojekte gezielt begleitet und ausgewertet werden.

Das Ziel ist, die einzelnen Technologieprojekte hinsichtlich der Marktakzeptanz zu beeinflussen. Die Schwierigkeit der Übertragbarkeit der Ergebnisse lässt sich anhand laufender Projekte wohl am ehesten bewältigen. Dies erfordert eine Koordination nicht nur der Technologieprojekte an sich, sondern vor allem auch der begleitenden Forschung. Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

Welches sind die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Marktakzeptanz eines Technologieprojektes?

Wo liegen Einsatzgebiete?

Welches sind die Schlüssel-Akteure bei der Markteinführung?

Werden die Nutzer ihr Mobilitätsverhalten ändern?

Welche Erfahrungen aus anderen Projekten lassen sich übertragen?

Liefert ein Projekt allgemeingültige Aussagen?

Koordination

Ausgewählte, viel versprechende Technologieprojekte werden zwar unabhängig, aber koordiniert wissenschaftlich begleitet. Die Koordination umfasst aufeinander abgestimmte Zielsetzungen, Methoden und einen regelmässigen Erfahrungsaustausch (z.B. anlässlich der traditionellen Bereichskonferenzen).

Dieser einheitliche Fragenkatalog wird an alle Technologieprojekte von F+D bis zur Umsetzung gestellt. Dies wird wertvolle Quervergleiche ermöglichen. Daneben können an den Technologieprojekten selbstverständliche projektspezifische Untersuchungen durchgeführt werden.

Strategie Umsetzung

In den der Forschung nachfolgenden Pilot- und Demonstrationsprogrammen werden die Forschungsergebnisse umgesetzt, weiterentwickelt, in Flottenversuchen erprobt, der Öffentlichkeit demonstriert, und es wird der Markt für eine Innovation vorbereitet. Diesbezüglich lauten die Ansätze:

- Kleine hocheffiziente Nahverkehrsmittel für Pendler (insbesondere 2-Rad). Ein Kabinroller, E-Bikes und E-Scooter sind heute bereits existierende, wohl noch teure, aber sehr zweckdienliche Verkehrsmittel.
- Flottenversuche, insbesondere in Zusammenarbeit mit den Kantonen oder Flottenbetreibern wie beispielsweise der POST. Bezüglich der Antriebstechnologie können diese Fahrzeuge mit den verschiedensten Antriebsaggregaten bestückt sein (Otto, Diesel, Hybrid, Elektro FC und Batterie, Erdgas, Kompogas).
- Systemversuche (z.B. Ansätze der kombinierten Mobilität)
- Versuche betreffend das Mobilitätsverhalten (kombinierte Mobilität)
- Entsprechend den Empfehlungen des Evaluators Prof. Winter soll AssoVEL, Mendrisio als Kompetenzzentrum genutzt werden. Die aufgebauten Beziehungen zur Autoindust-



rie ermöglichen eine raschere Markteinführung fortschrittlicher Systeme im Testmarkt Schweiz.

Grundsätzlich werden diese Versuche nach Möglichkeit wissenschaftlich begleitet. Ziel dieser Begleitforschung ist die weitere Optimierung und Verbesserung der Ansätze für die Umsetzung und das Herausschälen von Erfolgsfaktoren resp. Erkennen von Chancen und Hindernissen bei der Umsetzung auf dem Markt.

Die Abstimmung zum angrenzenden „Marktbereich Mobilität“ erfolgt in enger Zusammenarbeit, so dass im Vergleich zu früher die Marktchancen einer Innovation deutlich verbessert sind.

Nach Möglichkeit werden marktvorbereitende Projekte so ausgestaltet, dass der Nutzen für einen Kunden multifaktoriell ist. Am Beispiel eines hybriden PW's erklärt, bedeutet dies: „Dieses Auto ist nicht nur sparsam, sondern auch leiser, mit verbesserten Emissionswerten, gleichmässigerer Beschleunigung und höherem Bedienungskomfort“. Im Gebäudebereich lebt der Minerergie – Standard der Kantone diese Form der Botschaft relativ erfolgreich vor.

Gedanken zur Projektwahl

Die Wahl von Projekten hat sowohl in der Forschung wie auch bei Pilot- und Demovorhaben folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- die UVEK-Strategie „Nachhaltige Entwicklung“,
- eine daran interessierte Industrie oder eine sich zumindest im Aufbau befindende,
- das neue Produkt erbringt einen Zusatznutzen (verschiedene Gesichtspunkte: Sicherheit, Stil, Lärm, Fun, etc.)
- die Anwendung der Innovation erfolgt nicht in einem Verdrängungsmarkt, sondern zuerst in einer Marktnische.

Positiv werden die Marktchancen beeinflusst; wenn:

- die Marktvorbereitung durch geschickte Medienarbeit bereits während der F+E –Phase erfolgt. Es ist aber zu beachten, dass eine zu frühe Marktankündigung einem Produkt allenfalls schaden kann.
- Kantonale Förderprogramme das Vorhaben bei der Markteinführung unterstützen,
- eine internationale Zusammenarbeit erfolgt.



Anhang 6

Hightech-Autobau - die Schweiz mischt weltweit mit

Seit 1975 in Biel BE der letzte Opel Rekord vom General-Motors-Band rollte, werden in der Schweiz keine Autos mehr gebaut. Trotzdem steckt heutzutage in den meisten Neuwagen mehr als nur ein Stück Schweizer Technologie.

Wenn die Klimaanlage im Auto angenehme Temperaturen reguliert, dann ist das mit grösster Wahrscheinlichkeit Saia-Burgess aus Murten FR zu verdanken. Das Schweizer Unternehmen fertigt Antriebsmotoren für Klimaanlagen und hat sich mit einem Jahresumsatz von 235 Millionen Franken (Stand 2003) zum europäischen Marktleader entwickelt. Es ist aber nur eine der rund 150 eidgenössischen Firmen, die jährlich weltweit Einzelteile oder Produktionsmaschinen im Wert von gegen zehn Milliarden Franken an die Autoindustrie liefern. Ebenfalls einen Spitzenplatz in Europa belegt Georg Fischer mit Hauptsitz in Schaffhausen und Produktionsstätten in Deutschland, Österreich, den USA und China. Mit der Produktion von Metallgussteilen wie Kurbelwellen oder Radnaben setzt das Schweizer Traditionsunternehmen jährlich rund 1,7 Milliarden Franken um. Sogar die Weltmarktführung im Bereich der Autoakustik hat sich der Winterthurer Maschinenbaukonzern Rieter erobert.

Je mehr Elektronikteile in modernen Autos verbaut werden, desto besser ergeht es Komax aus Dierikon LU. Sie stellt Roboter her, die Kabel im Auto verlegen, und beherrscht damit bereits 50 Prozent (105 Millionen Franken Umsatz) des Weltmarktes. Was die Aufrüstung der Autos im Komfort- und Elektronikbereich an Mehrgewicht produziert, versuchen andere Schweizer Zulieferer mit Hightech-Leichtbaumaterialien zu verringern. Dabei sind besonders die Bündner Ems-Chemie und die Walliser Alcan Aluminium aktiv. Sei es mit neuartigen Kunststoffen anstelle von Metall (zum Beispiel für Türgriffe) oder mit leichten Aluminiumblechen und -profilen für Autochassis wie beim Audi A2 - die Schweizer Zulieferer mischen im Autobau auch bei den technischen Neuerungen ganz vorne mit.

Umsatz Zulieferer 2003 in MFr.

Rieter	1850
Georg Fischer	1700
Sarna	537
Saurer	550
Sika	410
Feintool	305
Komax	105
Saia-Burgess	235
Dätwyler	235



Anhang 7

Erfindungen oder Leadership der Schweiz im Automobilbau

(fett mit BFE-Unterstützung)

Turboaufladung

Common Rail Einspritzung (nach über 20 Jähriger Entwicklung)

Comprex Druckwellenlader (unterstützt ab 1996)

Erster Verbrennungsmotor mit Wirkungsgrad >50% (Sulzer)

Oberflächenbeschichtung der Zylinderbüchsen durch Metco (Verbilligung der Herstellung resp. Verbesserung des Verschleissverhaltens)

Modulbau Horlacher / Rieter

Leichtbau Alu

Kat, 1. Einführung in Europa

Sicherheitsgurte

Asphaltierung der Strassen

TWIKE

SAM

Smile

Ultra-Caps Maxwell Technologies SA

Baumgartner 1. Brennstoffzellen Lastwagen 1984

Passive Sicherheit für Kleinfahrzeuge Horlacher Walz

PAC Car I: erstes FC Fahrzeug am Shell-EcoMarathon

PAC Car II: Weltrekordhalter Energieeffizienz, 5385 km mit 1 Liter Benzinäquivalent

Ur-Smart: Das Konzept des Bucher Piccolo, gebaut für die Tour de Sol, wurde von Hayek aufgenommen und als Smart vermarktet. Das Konzept wurde schliesslich von DaimlerChrysler in entsprechend abgeänderter Form verwirklicht. Ebenso flossen die Designkonzepte von den ESORO Fahrzeugen E301 & H301 in das Design des Smarts ein (tragende Sicherheitsstruktur mit farbiger Beplankung).

Die Arbeiten der Arbeitsgruppe für Unfallmechanik und Horlacher an den Elektroleichtbaufahrzeugen zeigten, das es möglich ist, kleine Wagen auch sehr sicher auszulegen und das auch im Crash mit grossen Fahrzeugen. Sie widerlegten das bis dahin geltende Dogma, dass maximal 20 g Verzögerung für die Karosserie zulässig sind ohne die Insassen zu gefährden (de-



monstriert wurde, dass Verzögerungen bis 60 g überlebbar sind). Ohne diese Arbeiten würde es auch keinen Smart geben, da das Sicherheitsthema absolut entscheidend ist.

Durch die Prototypen-Projekte von ESORO und Horlacher wurde ein Beitrag dazu geleistet, dass leistungsfähige, sichere und sparsame Elektrofahrzeuge möglich sind. Die Präsentation der Fahrzeuge in den USA bestärkten CARB darin, an den harten kalifornischen Auflagen trotz dem Widerstand der Automobilindustrie festzuhalten.

Der Antrieb des geförderten Hybridfahrzeug H301 von ESORO, der TwinTrak, entspricht bis auf das CVT (beim TwinTrak gibt es nur ein einstufiges Getriebe) der Konfiguration des Toyota Prius - dem bisher erfolgreichsten Hybridfahrzeug. Diese parallele Hybridkonfiguration ist die einzige, welche sich bisher auf dem Markt etablieren konnte.

Rund um die Tour de Sol entstanden einige Firmen, welche sich heute unabhängig und erfolgreich auf dem internationalen Markt in den Bereichen Alternative Antriebe, Leichtbau in Faser-verbundtechnologie oder umweltfreundliche Nischenfahrzeuge bewegen: BRUSA Elektronik, Horlacher, ASMO, Kyburz AG, ESORO AG, etc.

Jurarémy Girardet erfand die veränderliche Verteilung für Explosionsmotoren. Zwanzig Jahre vor Honda, Lotos und Volvo hat er ein spezielles Nockenprofil entwickelt, das sich mit der Geschwindigkeit des Motors anpasst. Dadurch wird der Verbrauch und die Schadstoffemissionen des Antriebs massiv gesenkt.

Der Autosalon Genf findet auf markenneutralem Terrain statt, die Schweiz besitzt keine eigene Autoindustrie jedoch eine wichtige Zulieferindustrie.

Schweizer Persönlichkeiten Automobilbau

- Bob Lutz
- Louis Chevrolet
- Meinrad Eberle
- Monteverdi
- Peter Sauber
- Frank Rinderknecht
- Max Horlacher
- René Jeaneret
- Thomke
- Nicolas Hayek



Produkte auf dem Markt, die vom Technologiebereich Verkehr gefördert worden sind

Twike

Flyer Classic

Flyer F-Serie

Zebra Batterie

Swizzbee

ZEM

Classic

Ultra-Cap

Erdgas-Betankungseinrichtung

Park and Charge

Modulare Baugruppen Rieter

Leistungselektronik Brusa

Produkte, die durch BFE Aktivitäten in der Entstehung indirekt gefördert wurden

Smart

Hybride Fahrzeuge

Hy Light PSI Michelin

Flyer C und T-Serie