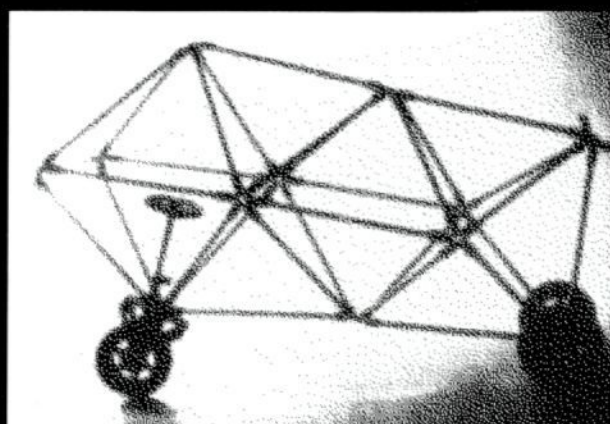
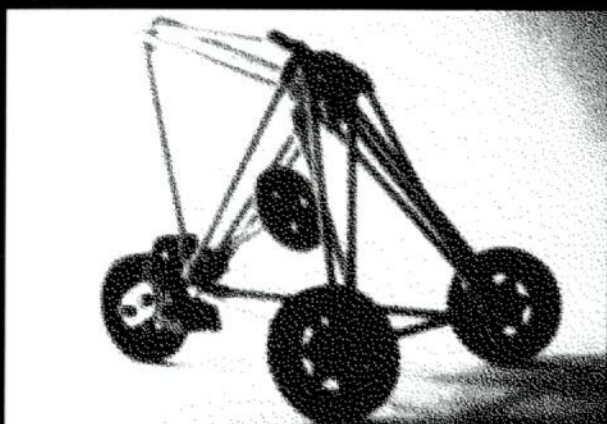
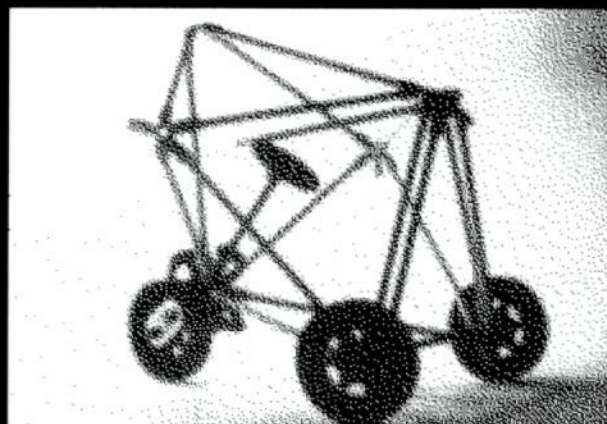


Voiture pliante,  
1967  
D.G. Emmerich



Baufokus



# Mobilitätskonzepte

## smartmove

MCC smart GmbH, Renningen

Der smart ist Teil des Mobilitätskonzepts 'smartmove', das den Kunden in Deutschland und der Schweiz über den traditionellen Nutzen des Automobils hinaus individuelle Mobilität mit anderen Verkehrssystemen bietet. Diese Dienstleistungen verschaffen den smart-Kunden nicht nur eine zusätzliche Mobilität, sondern positionieren den smart als ein öffentliches Individualverkehrsmittel. Die bestehenden Angebote sollen weiter entwickelt und auf andere Länder ausgedehnt werden.

Ergänzend zu den Mobilitätsangeboten smartmove & more und smartmove Assistance, die allen Kunden zur Verfügung stehen, werden weitere Dienstleistungen angeboten: smartmove Parking bietet dank der besseren Nutzung von Stellflächen günstigere Parkplätze an attraktiven Standorten an. Bei smartmove Reisen wird die Nutzung des smart mit der anderer Verkehrsträger verknüpft: mit Eisenbahngesellschaften (smartmove Bahn), mit Nahverkehrsbetrieben (smartmove City), sowie mit Car-Sharing Anbietern (smartmove Car-Sharing).

Diese Dienstleistungen unterstützen nicht nur die Verbreitung des smart als zeitgerechtes Fahrzeug für urbane Ballungsgebiete: smart-Kunden wird einerseits die Möglichkeit gegeben, andere Verkehrsträger zu nutzen. Andererseits erhalten die Kunden anderer Verkehrsträger Zugang zum smart als öffentlichem Individualverkehrsmittel.

## smartmove Parking

In einigen Parkhäusern wie auch im öffentlichen Straßenraum werden spezielle und zum Teil kostengünstigere Parkplätze eingerichtet. smartmove Parking steht an verschiedenen Standorten in Deutschland (Aachen, Berlin, Bonn, Frank-

furt/Main, Köln, München, Singen, Speyer, Stuttgart, Wiesbaden) und in der Schweiz (Bern, St. Gallen und Zürich) zur Verfügung.

Einige Parkhäuser sind bereits mit technischen Anlagen ausgerüstet, die es ermöglichen, für smart und andere superkompakte Fahrzeuge automatisch eine geringere Parkgebühr zu verrechnen. Dieses System wurde als Pilotprojekt mit dem swissôtel/Neumarkt in Zürich-Oerlikon und dem Schweizer Parking-Ausrüster Parkomatic realisiert und wird jetzt in mehr als 20 weiteren Anlagen auch mit anderen Ausrüstern umgesetzt.

## smartmove Reisen

Anschlußmobilität durch Verknüpfung mit anderen Verkehrsmitteln.

## smartmove Travel-Card

In der Schweiz wird mit der smartmove Travel-Card ein innovatives Angebot für die kombinierte Nutzung von Eisenbahn und Automobil angeboten. Sie vereint das Halbtax Abonnement der öffentlichen Verkehrsbetriebe mit dem Zugang zum Car-Sharing Angebot der Mobility Car-Sharing Genossenschaft.

Einerseits dient die smartmove Travel-Card als Fahrkarte mit 50 % Ermäßigung, andererseits ist sie über den integrierten Chip elektronischer Schlüssel zu mehr als 1.000 Fahrzeugen an 700 Stationen, darunter alleine an 250 Bahnhöfen. Somit wird ein zukunftsweisendes Beispiel kombinierter Mobilität gegeben: Vor Ort ist der Kunde mit dem eigenen smart unterwegs, größere Entfernungen werden entspannt mit der Bahn zurückgelegt und am Zielbahnhof steht wieder ein Wagen von Mobility zur Verfügung.

Die Fahrzeuge können für jeden Zeitraum ab einer Stunde rund um die Uhr telefonisch oder über das Internet reserviert werden. Durch die stundenweise und auf Kilometer genaue Abrechnung sind die Kosten exakt der Nutzung der Fahrzeuge angepaßt. Die Be-

zahlung erfolgt bequem und übersichtlich auf der monatlich erstellten Mobilitätsrechnung.

## smartmove Car-Sharing

Auf dem deutschen Markt gibt es eine Kooperation mit dem Bundesverband Car-Sharing Deutschland (BCS) und den angeschlossenen Car-Sharing Unternehmen. Beim Kauf eines smart kann der Kunde ein Jahr lang ohne Aufnahmegebühr, ohne Beitrag und ohne Kautions Teilnehmer einer Car-Sharing-Organisation werden.

Durch die stunden- und kilometerweise Abrechnung sind auch hier die Preise der Nutzung des Autos angepaßt. Dies ist zum Beispiel dann sinnvoll, wenn sich ein smart-Kunde ohne eigenes Fahrzeug in einer fremden Stadt aufhält. Auch für einen Transport zu Hause oder für den Ausflug ist ein größeres Fahrzeug vorhanden und kann zu günstigen Bedingungen genutzt werden. Die Buchung erfolgt telefonisch und ist rund um die Uhr möglich.

## smartmove Bahn

Diese Dienstleistung wurde zusammen mit der DB Auto-Zug, einem Tochterunternehmen der Deutschen Bahn AG, entwickelt: Dabei kann der smart von den 14 Abfahrtsorten in Deutschland zu 22 Zielen im In- und Ausland befördert werden. Dank der geringeren Außenabmessungen bezahlt der smart-Kunde nur etwa die Hälfte der normalen Preise. Die Buchung kann wie üblich bei allen Reisezentren und Fahrkartenausgaben der Deutschen Bahn, in Reisebüros mit DB-

Lizenz, über das Servicetelefon von DB Auto-Zug oder im Internet erfolgen. smartmove Bahn bietet in Zusammenarbeit mit Avis auf der Strecke Berlin-Frankfurt/Main die Fahrt mit dem ICE Sprinter sowie die Nutzung eines smart an beiden Bahnhöfen. Passagiere haben bei der Buchung der Reise die Möglichkeit, einen smart zu reservieren. Was sonst nur bei verschiedenen Anbietern möglich ist, kann jetzt zeitsparend durch nur einen Buchungsvorgang erledigt werden. An den Bahnhöfen reduzieren sich am Avis-Center die Übergabeformalitäten auf ein Minimum, und der smart steht zur Abfahrt bereit.

## smartmove City

In Deutschland wird smartmove City gemeinsam mit der Mobilitätszentrale Stuttgart gestartet und Kunden angeboten, die für einen überschaubaren Zeitraum in der Stadt ein Fahrzeug anmieten wollen. Aufgrund des Standortes am Hauptbahnhof ist das Angebot sehr attraktiv und fungiert als Anschlußmobilität für mit dem Zug angereiste Stadtbesucher. Betrieben werden die Fahrzeuge von Stadtmobil Stuttgart, einem regionalen Car-Sharing Unternehmen.

In Zürich werden gemeinsam mit der Stadt Zürich und zürimobil die Vorzüge von öffentlichem Verkehr und Individualverkehr flexibel und intelligent miteinander verknüpft. Wer als Nutzer von zürimobil mit öffentlichen Verkehrsmitteln im Raum Zürich unterwegs ist, kann bei Bedarf neben Bahn, Bus und Tram auch auf ein



Oben: Smartmove Parking; rechts: Smartmove Travel-Card



Oben: Smart Center; rechts: parkende Autos im Chicago der 20er Jahre



Fahrzeug aus dem bereits über 300 Fahrzeuge umfassenden Car-Sharing Pool von zürimobil umsteigen.

## smartmove & more

Durch ein Gutscheineheft, das ausschließlich Besitzer eines smart erwerben können, haben diese die Möglichkeit, zu äußerst günstigen Konditionen bei Avis ein zusätzliches Fahrzeug zu mieten. Die Coupons im Gutscheineheft entsprechen Punkten, mit denen der Kunde die Miete des Fahrzeugs bezahlt. Bei Bedarf können so für den Umzug ein Kleintransporter oder für die Urlaubsreise ein Geländewagen gemietet werden.

## smartmove Assistance

Beim Kauf eines smart kann jeder Kunde ein Jahr lang kostenlos die Notdienstbereitschaft und Pannenhilfe smartmove Assistance in Anspruch nehmen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die erweiterte Serviceleistung smartmove Assistance Plus zu erwerben. Letzteres beinhaltet die Übernahme der Kosten für bis zu drei Hotelübernachtungen von Fahrer und Beifahrer nach einer Panne, einem Unfall oder dem Diebstahl des Fahrzeugs. Darüber hinaus werden unter anderem der Rücktransport des Fahrzeugs und der Insassen sowie Kosten für die Beschaffung und den Versand von Arzneimitteln übernommen.



## Mobilution

Choice GmbH, Berlin

Choice = Company for Highly Organized & Integrated City Traffic Elements wurde 1998 von der Audi AG, der Stadt-Auto AG, dem Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) und der Deutschen Bahn AG gegründet. Absicht ist, die verschiedenen Verkehrsträger zu integrieren und ge-

wissermaßen 'Mobilität aus einer Hand' zu verkaufen. Eine Grundidee auf dem Weg zur Intermodalität ist es, die bereits erfolgreiche 'Nutzen statt Besitzen'-Philosophie des Car-Sharings um den neuen Service Cash-Car zu erweitern und im Rahmen einer integrierten Verkehrsdienstleistung darzustellen. Das Prinzip von Cash-Car: Der Nutzer least einen Neuwagen samt eines Komplettservices für drei Jahre von Choice. Benötigt er den Wagen nicht, gibt er ihn zur Vermietung im Rahmen des Car-Sharing frei und erhält dafür einen Geldbonus: Sein 'Car' wird damit zum 'Cash-Car'. Geplant ist dabei, die Höhe der Rückerstattung im Börsenprinzip nach Angebot und Nachfrage auszurichten. Das heißt, einen besonders hohen Geldbonus dann auszuschreiben, wenn der Bedarf zur Ergänzung der Car-Sharing-Flotte sehr hoch ist und dementsprechend hohe Umsätze zu erwarten sind. Besonders gewerblichen Kunden und solchen beispielsweise mit hohen Wochenendpendelanteilen eröffnet das Projekt sofort Möglichkeiten zur Entlastung ihres Verkehrsbudgets bei erweiterten Nutzungspotentialen, dies ohne Komforteinschränkungen und verbunden mit der Chance zur Einübung eines neuen Verkehrsverhaltens.

Mit dem Verbund Cash-Car und Car-Sharing steht ein Modul zur Verfügung, bei dem der Wechsel von einem zum anderen Verkehrsmittel quasi fest mit eingebaut ist. Damit wird das Kernelement eines ballungsraumübergreifenden intermodalen Verkehrsdienstleisters definiert, der die Gestaltungsmaxime 'den privaten Verkehr öffentlicher und den öffentlichen Verkehr privater' zu gestalten, unternehmerisch zu garantieren versucht. Ausgehend von diesem Kernelement soll dann sukzessive die Verknüpfung mit weiteren Verkehrsträgern erfolgen, wobei die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien eine sehr zentrale Rolle spielen.

## Crayon Car-Sharing

Toyota Deutschland GmbH, Köln

Hinter dieser Bezeichnung steckt ein Konzept, das High-Tech von Auto, PC, GPS und Mobilfunk miteinander verbindet. Da in den meisten Autos höchstens zwei Personen sitzen, die selten eine längere Fahrtstrecke als 30 Kilometer zurücklegen, und da die meisten Autos die längste Zeit des Tages ungenutzt herumstehen, entwickelte Toyota ein kompaktes, 2,80 m

langes und 770 kg schweres Elektromobil namens E-com. Es bietet Platz für zwei und hat einen ausreichend großen Kofferraum. Da es nur im Kurzstreckenbereich eingesetzt werden soll, braucht E-com keine voluminösen und schweren Batterien.

Die E-com Mobile werden nicht gekauft, sondern können stundenweise geleast werden. Vorausgesetzt wird allerdings, daß die Nutzer über einen Internetanschluß verfügen, da die Fahrzeuge nur so geordert werden können. Beim Buchen wird – dank GPS – dem Nutzer gezeigt, wann er wo ein Fahrzeug für welche Strecke zur Verfügung hat. Mit einer speziellen Chipkarte weist sich der Kunde an einem am Auto befindlichen Lesegerät aus und kann nun das Stromkabel lösen und die Türe öffnen. Der Motor wird – wie eh und je – mit einem Schlüssel gestartet, der jedoch im Zündschloß bleibt: Nur mit der Identifikation über die Chipkarte läßt sich der Wagen fortbewegen. Auch die Abrechnung – eine Kombination von Dauer, Fahrtstrecke und Tageszeit – erfolgt über diese Karte.

Jedes E-com ist mit einem Navigationssystem und 'Monet' ausgerüstet, einer Art elektronische Stadtilustrierte mit Informationen über Restaurants, Theater- und Kinovorstellungen, etc. Tische und Tickets können per e-Mail gleich vom Auto aus reserviert werden. Über das eingebaute Telefon wird in Notfällen die Crayon-Zentrale informiert, so daß in kürzester Zeit Hilfe zur Stelle sein kann.

Geplant ist ein flächendeckendes Netz mit Ladestationen und Parkplätzen zur Verfügung zu stellen, um die Fahrzeuge schnell und problemlos aufladen zu können – alternativ zum Aufladen an der Steckdose. An dem Projekt in Toyota-City beteiligen sich bisher rund 300 Mitarbeiter.

## M 21

Daimler-Chrysler AG,

Seit September letzten Jahres bietet das Unternehmen im Rahmen des Projektes 'Mobilitätskonzept 21. Jahrhundert' des Landes Baden-Württemberg und anderer Firmen aus Handel und Industrie den Mitarbeitern des Technologie-Zentrums ein Paket von Mobilitätsdienstleistungen an. Besondere Bedeutung erlangen die Dienstleistungen vor dem Hintergrund des Anstiegs der Fahrten sowohl zwischen dem Standort des alten Technologie-Zentrums in Stuttgart-Untertürkheim und dem des neuen in Sindelfingen als auch der längeren Fahrtwege zum neuen Arbeitsplatz.

## Individuelle Mobilitätsberatung

Zum einen können die Mitarbeiter eine individuelle Mobilitätsberatung kostenlos in Anspruch nehmen. Eine elektronische Datenbank ermittelt für jeden Mitarbeiter im Großraum Stuttgart das jeweils am besten geeignete Verkehrsmittel und optimiert dabei die Wegstrecken zu den beiden Standorten des Technologie-Zentrums hinsichtlich Fahrzeit, Fahrtstrecke und Fahrtkosten.

## Dynamischer Mitfahrerservice

Ein zweites Element der Mobilitätslösung ist der sogenannte dynamische Mitfahrerservice für den täglichen Berufsverkehr. Aus Mitfahrangeboten und Mitfahrwünschen stellt ein Zentralrechner die ideale Mitfahrgelegenheit tagesaktuell zusammen. Wer eine Mitfahrgelegenheit anbietet oder sucht, übermittelt dies der Mobilitätszentrale telefonisch, per Fax oder e-Mail unter Angabe von Start- und Zielort, Abfahrts- und Ankunftszeit. Der Zentralrechner gleicht Angebot und Nachfrage ab und stellt daraus kurzfristig die mit Blick auf Fahrtermine und -strecken in Frage kommenden Fahrgemeinschaften zusammen und informiert die Mitfahrer. Der Fahrer erhält über den Short Message Service (SMS) der digitalen Mobilfunknetze Auskunft über seine Fahrgemeinschaft. Wesentlich dabei: Der Zentralrechner ermittelt auch die jeweils optimale Route und überträgt diese an das Navigationssystem des Fahrzeugs. Der Fahrer wird so auf dem schnellsten Weg zu seinen Mitfahrern gelotst.

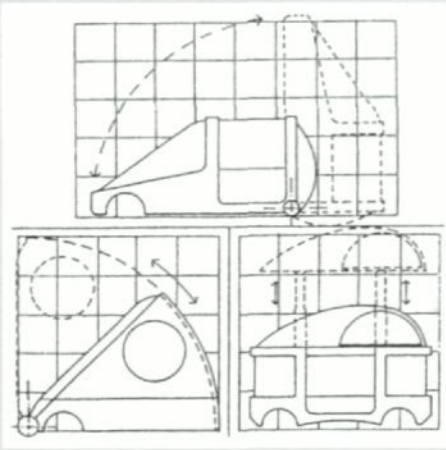
## Bürger-Mobil

Fraunhofer-Anwendungszentrum für Verkehrslogistik und Kommunikationstechnik, Nürnberg

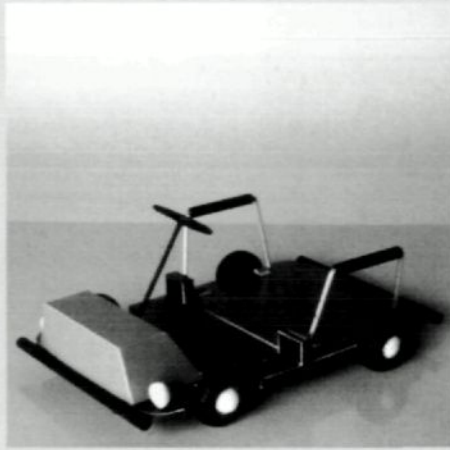
Das Bürgermobil funktioniert ohne private Automobile. Ein umfassendes logistisches System sorgt dafür, daß jeder Teilnehmer ohne Umsteigen und lange Wartezeiten schnell und sicher an seinen Arbeitsplatz und wieder nach Hause kommt. Den Transport übernehmen Kleinbusse, die von Tür zu Tür pendeln und über ein intelligentes Steuerungssystem optimal ausgelastet werden. Einer Umfrage zufolge wären 25 % aller Pendler im Raum Erlangen bereit, auf dieses System umzusteigen.



## Domobile



Oben: Schnittmustervorlagen der Karosserieaufbauten für verschiedene Fahrzeugvarianten



Oben: Chassis als Basis für unterschiedliche Aufbauten, stapelbar in Domomat

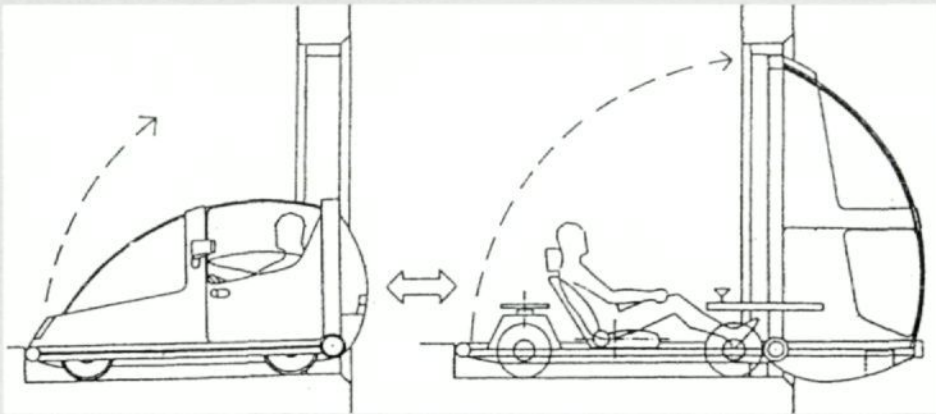
Das 'Mobilitäts-System' wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens am Centre Pompidou entwickelt. Das 'Domobile' ist Teil des futuristischen Verkehrskonzeptes des amerikanisch-französischen Architekten und Städteplaners Edward Grinberg und der Stadtsoziologin Henia Suchard. Die zugehörige Wanderausstellung 'Das System Domobile' wurde 1994 in Paris, 1998 im DAZ Berlin gezeigt.

Das Gegenkonzept zum drohenden Verkehrskollaps durch zu viele Autos in den Städten sieht nicht den Verzicht auf individualisierte Fortbewegung vor, sondern begegnet dem Problem mit Lösungen

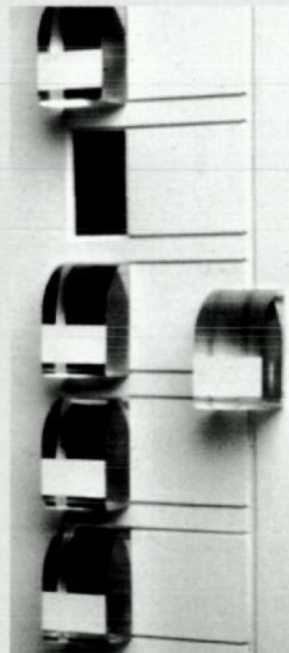
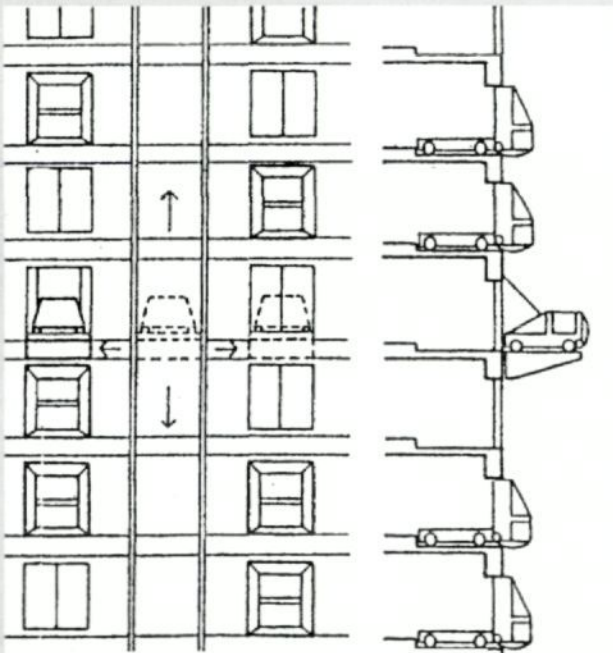
für den 'ruhenden Verkehr': auf Parkplätze kann verzichtet werden, weil das Domobile Zusatzfunktionen für den nicht-bewegten Zustand erhält. So soll eine allmähliche Umwandlung der in der Stadt benutzten Autos in urbane Elemente geschehen, die entweder auseinandergebaut und in effizienter Weise gelagert werden oder während der 'Parkzeit' den öffentlichen oder privaten Raum erweitern, also in die Nutzfläche miteinbezogen werden.

Das 'System Domobile' enthält im wesentlichen drei Elemente:

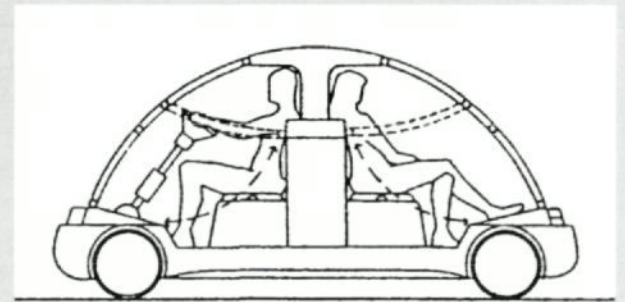
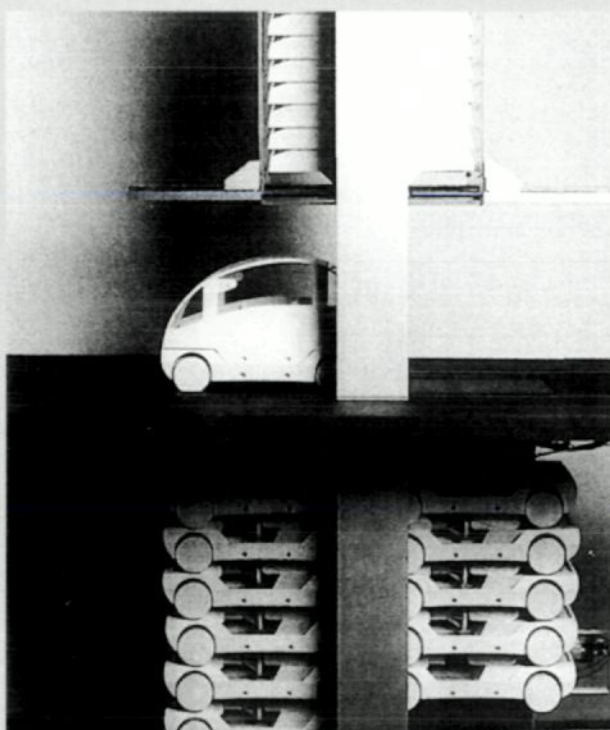
- das eigentliche Domobile aus Chassis/Motorbasis für 4 Personen und einer davon trennbaren Karosserie mit variabler Geometrie, die dem Fahrzeug die Anpassung an die spezifische Umgebung erlaubt;
- den Domomaten, ein Liftsystem zur Stapelung und Verteilung der Domobile im Straßenraum und in



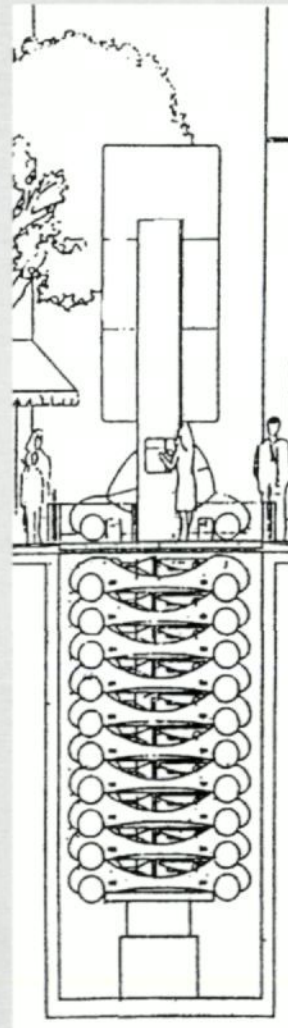
Links oben: Die Domobile erweitern in Etagenwohnungen ein Zimmer um einen Zweisitzer-Erker; links unten: Domolift auf der Fahrt zur Wohnung



Oben: zwei Wohnungen werden vom außenliegenden Domobile-Aufzug erschlossen; rechts: getrennte Lagerung von Chassis und Karosserieaufbau in Turm und Tiefgarage



Oben: Abgestellt werden die Fahrzeuge geöffnet und geschlossen als Stadtmöbel nutzbar; links: Domomat im Straßenquerschnitt





den Gebäuden mit der Variante Domolift für die private Nutzung; - das dazugehörige System von Lagerungs-, Kontroll- und Sicherheitsvorrichtungen, das die Integration an den jeweiligen Ort erlaubt. Hierzu sind unter anderem besondere Gebäude - mit 'Domobile-Fassadensystem' - erforderlich, an deren Fassaden die Befestigung erfolgen kann.

Domobile aus beweglichen Elementen werden etwa per Lift entlang der Außenfassade bewegt, verwandeln sich in Balkons oder Erker oder werden als Arbeitsplätze in das Büro integriert: Das teilweise aus Glas bestehende Chassis klappt sich senkrecht nach oben und erweitert so das Gebäude bzw. wird selbst

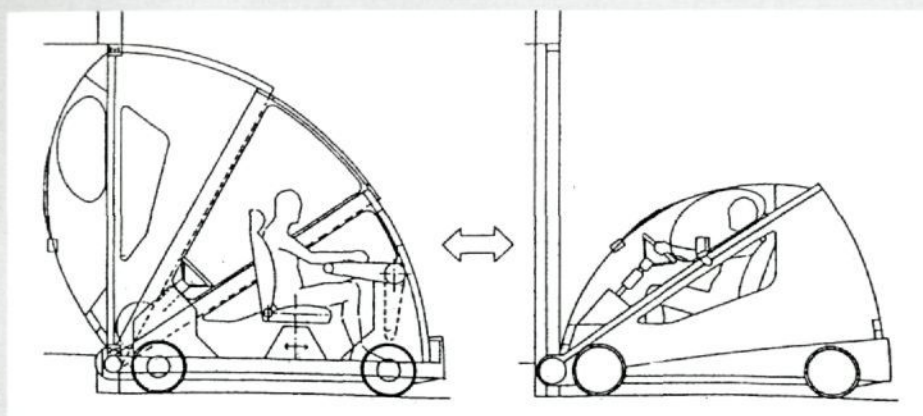
zum Gebäudebestandteil. Das Fahrgestell verschwindet in Klappen unter dem Wohnzimmerboden. Bei Andocken an ein Büro wird der Fahrersitz nach einer Drehung um 180 Grad zum Bürostuhl, eine Schreibtischfläche kann herausgeklappt werden.

Domobile werden nur zusammengebaut, wenn sie in ihrer Funktion als Fahrzeuge gebraucht werden. Der Antrieb erfolgt wahlweise mit Elektromotor, Bleigel-Akkus oder Erdgas. Flüssige Medien kommen wegen des senkrechten Lagerns nicht in Frage. Varianten sowohl für private als auch als öffentliche, gemeinschaftlich genutzte Fahrzeuge sind angedacht. Die öffentlichen Stationen, sogenannte 'Domoma-

ten', sollen an Metrostationen und Endhaltestellen von Bussen und Bahnhöfen stehen und gleichzeitig Kommunikations- und Informationspunkte sein. Dabei werden mehrere hundert Karosserien durch den 'Domomaten' vom Untergestell getrennt und übereinandergestapelt. Mit einer Magnetkarte kann man ein Auto 'ziehen': Karosserien und Fahrgestelle sind in jeweils eigenen Containern gestapelt und werden nach Bedarf zusammengesetzt. Öffentliche 'Domobile' können, wenn sie nicht gerade gefahren werden, auch als Parkbänke oder Telefonzellen genutzt werden.

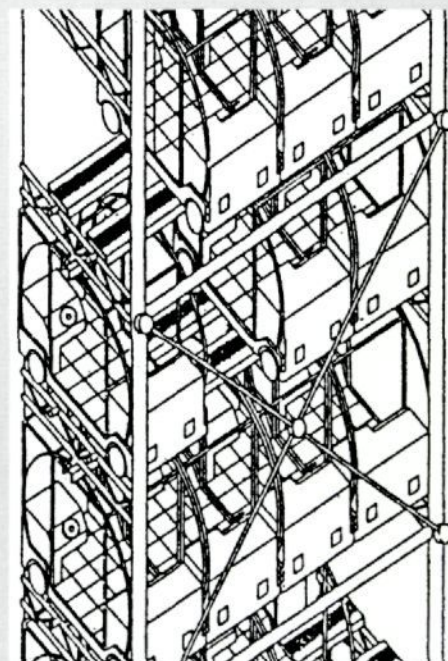
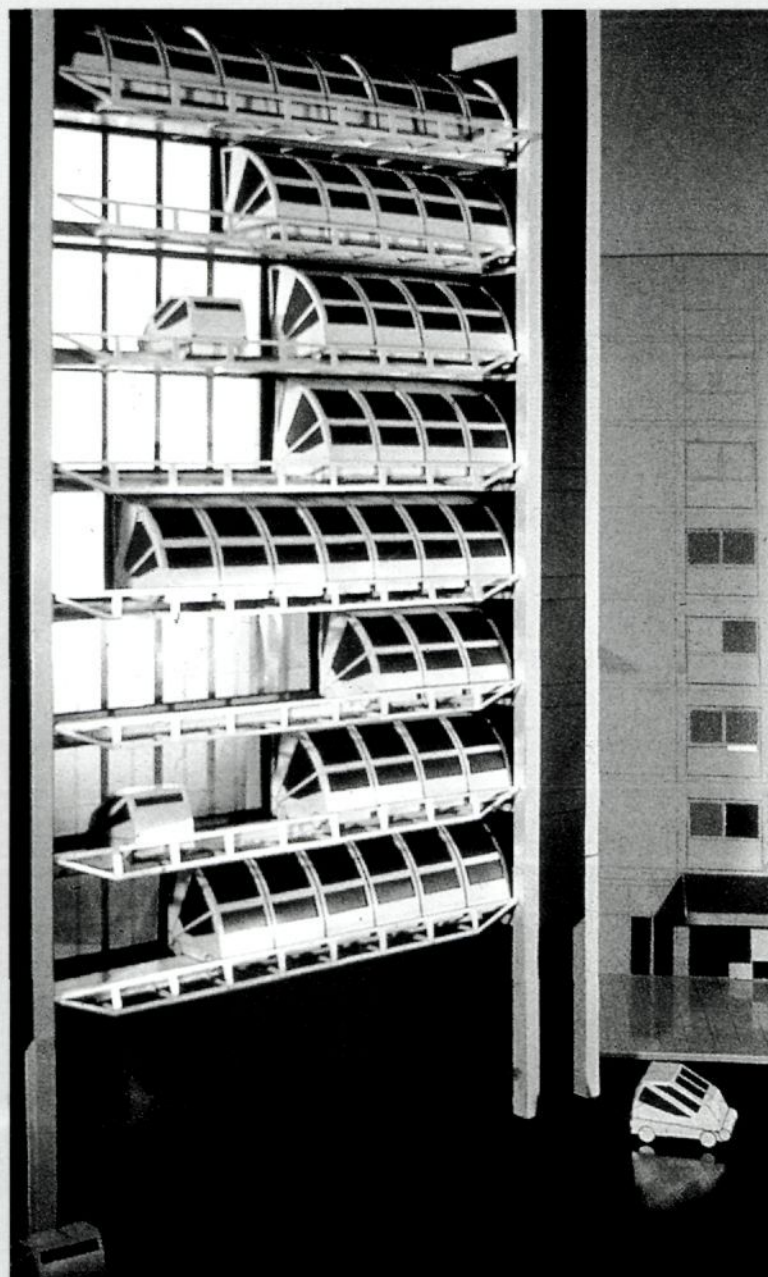
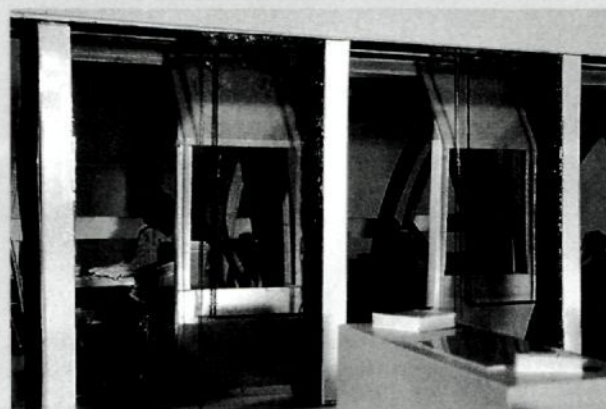
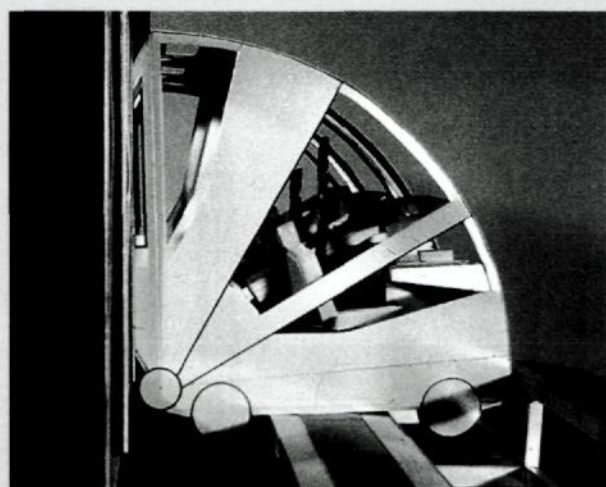
Für den privaten Gebrauch werden 'Domolifte' an der Außenfassade angebracht. Jedem Apartment ist ein kleines Fahrzeug zugeordnet. 'Domobile' sollen das Auto nicht ersetzen, sondern lediglich sinnvoll ergänzen, denn unter anderem ist das zusammengesetzte Auto für Langstrecken- oder Überlandfahrten nur bedingt geeignet.

Hannelore Huber



Links: Domobile beim Anlegen an sein Büro, nach 180 ° Drehung bietet das Fahrzeug Platz zum Arbeiten am Klapptisch

Rechts: Fassade eines halb-besetzten Bürogebäudes, Fahrzeuge werden in Ketten etagenweise von jeweils zwei Aufzügen gefördert, nach Bedarf werden Arbeitsplätze neu vergeben; unten: vor der Fassade laufende Bänder nehmen abgestellte Gefährte auf; unten: Innenraumperspektive bei geöffneter Schiebetürfassade



Oben: Axonometrische Darstellung einer Mobilzone vor Bürogebäuden. Rechnerisch ließe sich bei Ausnutzung der Fassadenfläche von nur 20 % der gesamte städtische Individualverkehr zwischengelagern.



## Antriebstechnologie

Nach zweieinhalb Jahrzehnten intensiver Entwicklung alternativer Antriebskonzepte im kleinen Rahmen, einer Vielzahl von Solar- und Elektromobil-Prototypen, beteiligt sich seit kurzem auch die Automobilindustrie intensiv an der Suche nach Möglichkeiten zur Energieeinsparung und Schadstoffvermeidung. Durch den Gipfel von Rio und die neue kalifornische Gesetzgebung, nach der Hersteller in naher Zukunft einen gewissen Flottenanteil optimierter Autos verkaufen müssen, hat sich die ablehnende Haltung gewandelt: Die Industrie reagiert auf den schon Jahre alten Greenpeace-Aufruf zum 3-Liter-Auto. Während an breiter Front schrittweise Verbesserungen der Umweltfreundlichkeit bei gleichzeitiger Leistungssteigerung der Verbrennungsmotoren erreicht werden, entwickeln gegenwärtig die Volumenhersteller eigene Gas-, Elektro-, oder Hybridantriebe. Daneben entstehen Alternativen aus dem Umfeld des Verbrennungsmotors, an deren Verwirklichung mangels verfügbarer Materialien oder Technologien vor einigen Jahren nicht zu denken war.

### 3 Liter Auto

#### Sparmobil Lupo Volkswagen AG

Der Schlüssel zum niedrigen Verbrauch des 'Lupo 3L TDI' ist neben verfeinerter Motorentechnik die extreme Leichtigkeit des Fahrzeuges durch Mischbauweise in Aluminium, Magnesium und Stahl. Für das neue Modell wurden fast alle Bauteile überarbeitet, um weiteres Gewicht einzusparen. Motorblock, Getriebegehäuse sowie Teile von Bremsanlage und Fahrwerk werden aus Aluminium hergestellt.

Der neu entwickelte 3-Zylinder-Dieselmotor mit Turbolader und Ladeluftkühlung erreicht mit einem Hubraum von 1,2 Litern eine Leistung von 45 kW (61 PS). Eine innovative Pumpe-Düse-Einspritzung bemisst exakt die Voreinspritzung bei einem Druck von über 2.000 bar, der im Einspritzelement jedes Zylinders separat erzeugt wird. Dadurch werden niedrige Emissionen und ein minimaler Kraftstoffverbrauch ermöglicht.

Ein elektronisches Motorsteuergerät steuert Einspritzmenge und Turbolader. Dank variabler Turbinengeometrie wird der Ladedruck sofort dem jeweiligen Fahrzustand angepaßt. Die Verbrennung kann so gebrauchts- und emissionsoptimiert geregelt werden. Eine unten liegende Ausgleichswelle dreht sich entgegengesetzt zur Kurbelwelle. Mit Hilfe zusätzlicher Ausgleichsgewichte läuft der Motor deutlich gleichmäßiger.

### Druckluftmotor

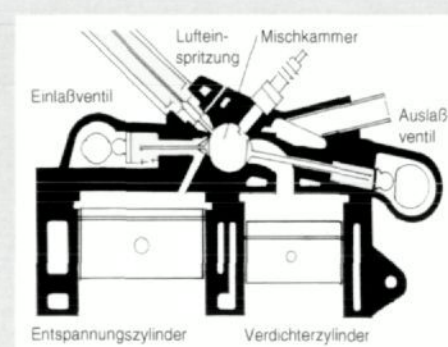
Der Druckluftmotor ist eine Weiterentwicklung des Verbrennungsmotors. Wie bei diesem wird die rapide Ausdehnung eines in den Zylinder eingebrachten Gasmediums zur Umwandlung der darin gespeicherten Energie in Bewegungsenergie genutzt. Auch der Druckluftmotor arbeitet mit Pneumastangen zum Antrieb einer Kurbelwelle, jedoch ist das Aggregat neuartig aufgebaut: Anstatt den mehrtaktigen Prozeß Ansaugen, Verdichten, Zünden, Auslassen vollständig in jeweils einen gleichmäßig rundlaufenden Kolben zu plazieren, werden die verschiedenen Takte im Druckluftmotor auf drei verschiedene Kammern verlagert: Ansaug- und Verdichtungskolben sowie Expansions- und Auslaßkolben sind von der kugelförmigen Zündkammer getrennt angeordnet und werden über Ventile mit ihr verbunden. Durch längere Rückhaltezeiten in der sphärischen Zündkammer als bei vergleichbaren Motoren wird eine vollständigere Zündung bei gleichbleibendem Volumen und damit sauberere Verbrennung erreicht, während die Kugelform das sogenannte 'Klopfen' unterbindet.

Im Preßluftbetrieb saugt der erste Kolben Außenluft an, verdichtet sie auf etwa 20 bar bei 400 Grad Celsius und füllt die kleine kugelförmige Brennkammer. Aus den Druckflaschen wird kalte Luft mit 40 bar in diese Kugel gespritzt. Dabei kommt es zu ihrer schlagartigen Ausdehnung, die in den zweiten Zylinder hineinwirkt und dessen Kolben nach unten drückt. Die Luft wird anschließend über den Auspuff nach außen geleitet, während im ersten Zylinder bereits wieder verdichtet und ein neuer Kreislauf eingeleitet wird. Durch die geringen Brenntemperaturen ist die Materialbelastung erheblich niedriger als beim Ottomotor. Als

Schmiermittel dient biologisch abbaubares Speiseöl. Eine ganze Reihe von Nebenaggregaten können entfallen und die Wartungsintervalle sollen sich auf ca. 100.000 km vergrößern. Der Motor kann optional mit Benzin, Diesel oder Pflanzenöl betrieben werden und erreicht mit diesen Brennstoffen größere Leistung.

#### Nullemissionsfahrzeug MDI

Seit acht Jahren entwickelt eine Gruppe Automobilingenieure um den Franzosen Guy Nègre im südfranzösischen Brignoles für die Luxemburgische MDI (Motor Development International) einen Fahrzeugantrieb auf Kolbenbasis, der vollständig auf herkömmliche Treibstoffe verzichtet. Ein Wagen mit 200 km Reichweite, gespeist durch einen berstsicheren Druckluftenergiespeicher unter dem Fahrzeugboden, der mit einem herkömmlichen Kompressor an gängigen Tankstellen für etwa drei Mark aufgeladen werden kann, soll ab Anfang 2000 ausgeliefert werden. Der Wagen wird mit einem zusätzlichen Benzintank ausgerüstet. Bei Überlandfahrten oder ab einer bestimmten abgeforderten Geschwindigkeit oder Leistung kann der Motor umschalten und im Benzinbetrieb weiterlaufen. Der Höchstverbrauch für den Bi-Energiemotor soll dann bei knapp 3 Liter auf 100 km, die Höchstgeschwindigkeit bei 110 km/h liegen, der Preis bei ca. 22.000 DM - 25.000 DM.



### Elektro-Auto

Entscheidend für die Weiterentwicklung der reinen Elektromobile sind die eingesetzten Batteriesysteme: Für Flottenfahrzeuge mit Batteriewechselstation sowie für kostengünstige Elektrostadtfahrzeuge wird nach wie vor die preiswerte Bleibatterie bevorzugt. Durch Weiterentwicklungen werden gegenwärtig sowohl die spezifische Masse der Systeme weiter verkleinert als auch erheblich größere Leistungsdichten erreicht. Für reine Elektroautos sollen in der nahen Zukunft

Reichweiten von bis zu 400 km möglich werden. Im Rahmen dieses Ziels haben Hersteller wie Varta auch Lithium-Ionen-Batterien oder Natrium-Schwefel-Hochtemperatursysteme dicht an die Grenze zum Serieneinsatz gebracht.

Der kompakte Energiespeicher 'Zebra' (Zero Emission Batteries Research Activity) besonders hoher Energiedichte von Daimler-Chrysler erlaubt komfortablen Betrieb. Weder mechanische Einwirkungen noch klimatische Schwankungen beeinträchtigen die Batteriefunktion. Anders als bei konventionellen Batterien ist das Lade- und Entladeverhalten temperaturunabhängig - auch der sogenannte 'Memoryeffekt' kommt nicht vor.

Technisch funktioniert das System in Blocks aus mehreren hundert aufgereihten Einzelzellen. Jede Zelle sitzt zum Schutz vor Wärmeverlusten in einem vakuumisolierten Stahlgehäuse. Im Inneren des Gehäuses trennt ein Keramikelektrolytkolben zwei konzentrische Schichten Kochsalz (NaCl) und Nickel (Ni). Beim Aufladen der Batterie trennt der elektrische Strom das Kochsalz in Natrium- und Chloridionen. Auf der Kochsalzseite bleibt Natrium zurück, während sich auf der anderen Seite des Elektrolyts die Chloridionen mit dem Nickel zu Nickelchlorid verbinden. Die zugeführte elektrische Energie ist nun chemisch gespeichert. Beim Entladen, also beim Betrieb eines Elektromotors, kehrt sich die Reaktion um. Chloridionen verbinden sich wieder mit Natrium zu Kochsalz; zurück bleibt Nickel.

### Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle überführt chemische Reaktionsenergie in den Gasen Sauerstoff ( $O_2$ ) und Wasserstoff ( $H_2$ ) in Elektro- und Wärmeenergie. Durch möglichen Einsatz erneuerbarer Energieträger, geringe Lärmentwicklung, wenig bis keine Schadstoffemissionen verspricht die Technologie einen entscheidenden Schritt in Richtung 'nachhaltiger Mobilität'.

Gegenwärtig sind fünf Typen von Brennstoffzellen bekannt. Bei der sogenannten PEM-Technologie (Polymer Electrolyte Membrane), die bei niedrigen Temperaturen arbeitet und daher gut in Fahrzeugen eingesetzt werden kann, wird zwischen jeweils zwei Graphitschichten mit eingefrästen feinen Kanälen eine mit einem Platinkatalysator beschichtete dünne Polymerfolie angeordnet. Während der Katalysator die Aufspaltung der elektrisch neutralen Wasserstoffteilchen in Protonen und Elektronen begünstigt, erlaubt die Membran lediglich den Übergang von Protonen. Der Sauerstoff wird seinerseits durch den Platinkondensator angeregt, Elektronen aufzu-



nehmen. Werden nun die gegenüberliegenden Schichten mit je einem der beiden Gase beschickt, durchwandern die Protonen der Wasserstoffseite die Membran und erzeugen durch die verbleibenden Elektronen eine negative Spannung auf der sauerstoffseitigen Elektrode. Angeregt durch den Platinkondensator nehmen die Sauerstoffmoleküle Elektronen aus der Elektrode auf und werden dadurch ebenfalls ionisiert. Protonen ( $H^+$ ) und Sauerstoffionen ( $O^-$ ) verbinden sich zu chemisch reinem Wasser, das als Wasserdampf die Brennstoffzelle über die Kühlkanäle verläßt. Während der Protonenwanderung baut sich zwischen den Elektroden eine Spannungsdifferenz auf. Verbindet man beide Elektroden miteinander, fließt ein Gleichstrom. Da an einem solchen Element lediglich 1 Volt Spannung anliegt, müssen viele Einzelzellen zu 'Stacks' parallelgeschaltet werden. Das Prinzip der Brennstoffzelle wird auch als 'kalte Verbrennung' bezeichnet: Durch den kontrollierten Prozeß werden bei der Verbrennung Flammen vermieden; dadurch werden langfristig Wirkungsgrade von über 60 % erwartet.

## Necar 3

### Daimler-Chrysler AG

'Necar' steht für 'New Electric Car' und ist eine Fortentwicklung zweier vorheriger Fahrzeuggenerationen, an denen Daimler-Chrysler-Ingenieure seit 1994 Brennstoffzellenforschung betreiben. Dabei hat sich der Raumbedarf für das neue Antriebskonzept in der relativ kurzen Zeitspanne drastisch verringert: Während das erste 'Necar' noch den gesamten Laderaum eines Lieferwagentyps beanspruchte, findet beim aktuellen Prototyp der gesamte Antrieb Platz im Sandwichboden der neuen 'A-Klasse'. Die üblichen Druckbehälter für Wasserstoff entfallen, das neue Auto wird mit flüssigem Methanol betankt. Der für den Betrieb erforderliche Wasserstoff wird über einen Reformier dem augenblicklichen Bedarf entsprechend

erzeugt. Mit einer Tankfüllung von 38 Litern lassen sich Strecken bis 400 km zurücklegen. Eine Besonderheit des eingesetzten Antriebes ist die spezielle dreistufige Abgasreinigung mit der das für Umwelt und Technik schädliche Kohlenmonoxid ( $CO$ ) ohne die sonst erforderlichen voluminösen und teuren 'Traktionsbatterien' aus dem Gasstrom entfernt wird.

## Gasturbine

Chemische Energie aus Öl, Erdgas oder Wasserstoff wird in der Gasturbine in mechanische Energie umgewandelt, die dann entweder direkt für einen Antrieb eingesetzt oder über den Umweg über einen Generator in speicherbaren Fahrstrom für einen Elektromotor umgewandelt werden kann. Unter einer Gasturbine versteht man ein Aggregat, das mindestens aus Verdichter, Brennkammer und einer Arbeitsturbine besteht. Verdichter und Turbine sind synchron laufende Schaufelräder auf einer gemeinsamen Welle. Die Energieumwandlung in einer Gasturbine läuft prinzipiell in drei bis vier Teilschritten ab: Der Verdichter saugt große Mengen Luft an, die dann von ihm stark komprimiert als Verbrennungsluft in die Brennkammer gefördert werden. Der Brennstoff wird über Düsen in die Brennkammer geblasen und mit der Verbrennungsluft bei gleichbleibendem Druck verbrannt. Die bei der Verbrennung entstehenden heißen Verbrennungsgase werden in der Turbine entspannt und treiben diese an.

## Zweiwellengasturbine

### Daimler-Chrysler AG

Mit einer Eigenentwicklung der 'Zweiwellengasturbine' hat Daimler-Chrysler bis 1991 in Deutschland die größten Fortschritte erzielt. Über Getriebe und Untersetzungen werden Verdichter und die Nebengaggregate durch die Arbeitsturbine angetrieben. Die verdichtete und vorerwärmte Luft wird über einen Wärmetauscher weiter vor-

erhitzt in die Brennkammer gepreßt. Daimler-Chrysler hat die Weiterentwicklung der Gasturbine zugunsten der neuen PEM-Brennstoffzellentechnologie aufgegeben.

## Hybridantrieb

### Prototyp EEC

#### Volvo

Das bereits 1992 vorgestellte erste hybridmotorisierte Elektroautokonzept mit optional zuschaltbarer Gasturbine ist für Wechselbetrieb zwischen Streckenfahrten mit Dieselantrieb auf dem Land und schadstofffreiem Elektrobetrieb in der Stadt bestimmt. Dabei wird die bordeigene dieseltreibene Gasturbine lediglich zur Erzeugung der erforderlichen elektrischen Energie verwendet. Es gibt prinzipiell drei Fahrzustände: wird der Strom direkt aus der Batterie bezogen, dann hat das Fahrzeug völlig emissionsfrei eine Reichweite von 85 km. Alternativ kann der Strom während des Fahrens vollständig durch die Gasturbine generiert werden. Bei der Fahrt mit Strom aus der Batterie und dem vollen 35-Liter Dieseltank ergibt sich eine Reichweite von 760 km und eine Höchstgeschwindigkeit von 175 km/h.

### Prius

#### Toyota

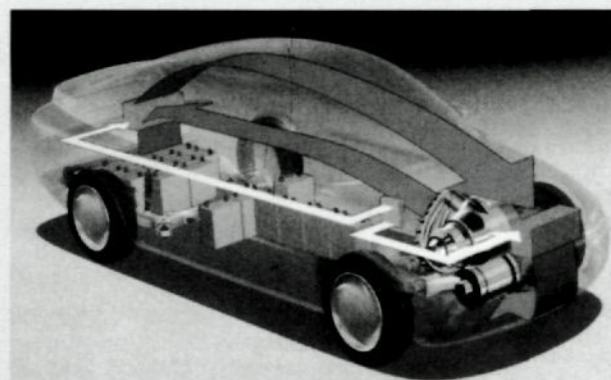
Das weltweit erste Serienfahrzeug mit Hybridantrieb fährt seit Dezember 1997 in Japan. Das Konzept für das extrem schadstoffarme und verbrauchseffiziente Auto ist denkbar japanisch: Unmittelbar verfügbare Konzepte wurden auf jeweils

hohem technischen Standard gemeinsam verwirklicht, die verschiedenen Aggregate werden durch eine Kombination aus mechanischer und elektronischer Steuerung untereinander abgeglichen.

Entsprechend wird ein weiterentwickelter 1,5 Liter Benzinmotor eingesetzt. Alle anderen Komponenten sind ebenfalls eingeführt: Nickel-Metall-Hybrid-Batterien, ein Synchron-Elektromotor, ein Generator, ein mechanisches Getriebe.

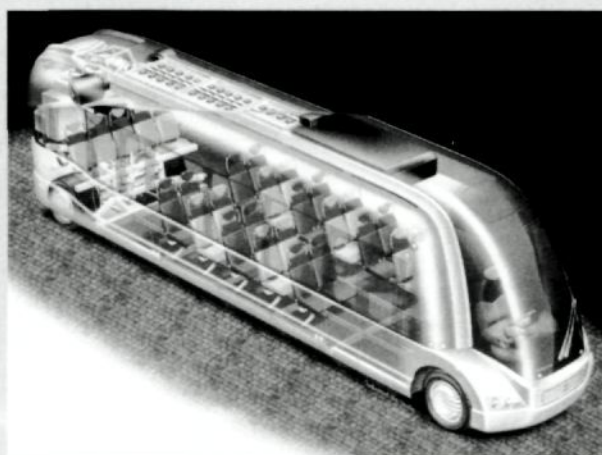
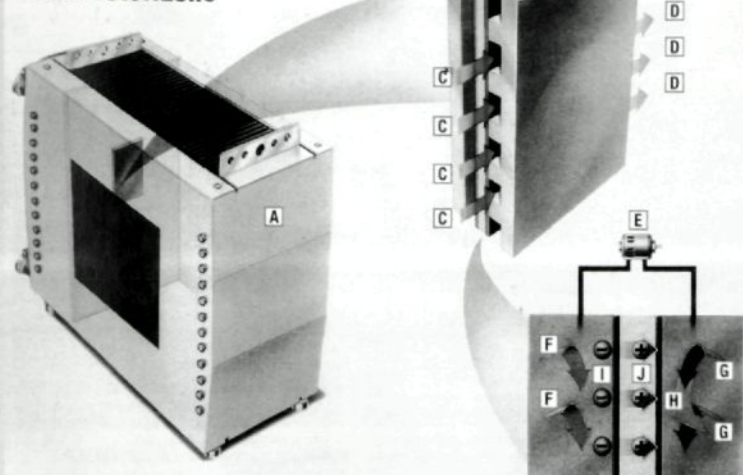
In allen Fahrsituationen wird energetisch bilanziert und unter den Komponenten abgeglichen. Benzinmotor, Elektromotor und Generator sind über ein Planetenradgetriebe variabel mit dem Differential gekoppelt. Energieüberschüsse werden jederzeit verwertet bzw. gespeichert. Der Benzinmotor wurde so ausgelegt, daß er größtenteils mit gleichbleibender Drehzahl und konstant hohem Wirkungsgrad arbeitet. In erster Linie ist der Verbrennungsmotor für den Antrieb zuständig, nutzt aber Leistungsüberschüsse zum Laden der Batterie. Darüber hinaus erhält die Batterie Ladestrom vom regenerativen Bremssystem, das zur Energierückgewinnung konstruiert wurde. Im normalen Fahrbetrieb verteilt das Verteilergetriebe die Motorleistung auf die Antriebsräder und den Generator. Der Generator speist den Elektromotor, der den Achsantrieb im Bedarfsfall unterstützt. Nach japanischen Standards erzielt der Prius einen Treibstoffverbrauch von 3,6 Liter.

Thomas Kaup



Links: Volvo Prototyp EEC, Hybridantrieb mit unter verschiedenen Lastfällen wechselnder Antriebsart

## Funktionsweise einer Brennstoffzelle



Links: Schema Brennstoffzelle; oben: Studie Volvo Niederflerbus mit Hybridantrieb, Brennstoffzelle im Heckteil und Batteriedepot und Reformier im Dach angeordnet



# Navigationssysteme

Seit Mitte des Jahrhunderts haben sich alle bekannten Verkehrssysteme über die gesamte Erde ausgebreitet. Fortbewegung in jedem dieser Systeme erfordert eine Kombination aus Routenplanung und korrigierender Positionssteuerung: Zur Routenplanung werden kosmische, geographische oder topographische Karten verwendet, zur Positionssteuerung Differenzen zur Umgebung ausgelotet und Reaktionen ausgelöst. Die Kommunikation mit dem Umsystem hat mit der Entwicklung der Verkehrssysteme ständig an Bedeutung gewonnen und zu einer graduellen Verlagerung von Navigationskompetenz zu übergeordneten Stellen geführt. Die Aufmerksamkeit im Verkehr verlagert sich mit zunehmender dichter Nutzung auf die steigende Zahl mobiler Hindernisse. Sichere interaktive Navigation unter diesen Voraussetzungen erfordert präzise Abbilder der Erde und ihrer Verkehrsräume, sowie schnelle, vielseitige und zuverlässige Kommunikation.

## Satellitenkarten

Durch Satelliten ergeben sich Möglichkeiten für präzise Kartierung und weltweite exakte Positionsbestimmung. Geostationäre Bahnen in 36.000 km Höhe erlauben ein stabiles geometrisches Bezugsgerüst. Gleichzeitig haben sich Satellitenetze weltweit zu einem bedeutenden Träger multimediale Kommunikation entwickelt

### GPS

Das amerikanische 'Global Positioning System' wurde in den 70er Jahren für militärische Zwecke entwickelt. Das System wird durch 24 'Navstar' Satelliten auf geostationären Bahnen gestützt und erlaubt

Rechts: Für Navigation müssen jeweils mindestens vier Satelliten gleichzeitig sichtbar sein



Rechts: Die Empfänger bestimmen zur Positionsbestimmung die Laufzeiten der Signale

mit entsprechenden Empfangsgeräten weltweit eine bis auf 100 m präzise Positionsbestimmung. Mittlerweile für den zivilen Markt freigegeben stellt es seither die alleinige Grundlage für nahezu alle Anwendungen von Bildschirm-Straßenkarten dar. Wegen seiner andauernden Bedeutung für den militärischen Bereich wird das GPS für die zivile Nutzung künstlich in seiner Genauigkeit verschlechtert. Darüberhinaus behält sich die US-Regierung eine unangekündigte Abschaltung des Systems in Krisenzeiten vor.

### GLONASS

Das russische 'Global Navigation Satellite System', ebenfalls militärisch, garantiert bis auf 30 m präzise Positionsbestimmung.

### GNSS / Galileo

Das geplante zivile europäische Pendant 'European Navigation Satellite System' ist als eine unabhängige regionale Alternative zu den vorhandenen militärischen Systemen gedacht. Es handelt sich um ein globales, aus regionalen Teilsystemen zusammengesetztes Satellitennetz. Je Region decken neun Satelliten auf geostationären Bahnen die Fläche zwischen zwei Längengraden ab. Sieben Satelliten befinden sich auf einer unter 60 Grad inklinierten Bahn und überstreichen die Region in einer Acht zwischen Nord und Südpol, ergänzt durch zwei stationäre Satelliten am Äquator. Das erste regionale Segment soll bis zum Jahr 2006 die Region Europa und Afrika abdecken.

### Terrain Data Base

Ein komplettes digitales Erdoberflächenmodell, von US-Militärs in jahrzehntelanger Kleinarbeit gesammelt und zu einer äußerst präzisen Landkarte zusammengefügt. Ziel der Arbeit war eine Navigationsgrundlage Marschflugkör-

per. Nach Ende des kalten Krieges wurde das Kartenmaterial freigegeben und kann nun für Flugsicherung und andere zivile Navigationsaufgaben eingesetzt werden.

### Map + Guide

#### Ptv, CAS Software

Geographisches Informationssystem für Routenplanung und -optimierung Basisversion mit verschiedenen Aufsätzen und Karten. Phonetische Ortssuche, genaue Karten-Koordination. Über ein Zeichenwerkzeug können mit einem Karteneditor individuelle Eintragungen in Karten gemacht werden.

### Tele Atlas

#### Tele Atlas

Die CD Rom Tele-Atlas enthält präzise Straßendaten mit zusätzlichen Informationen unter anderem über Straßenklassen oder Abbiegevorschriften. Die Informationen sind für weite Bereiche Europas erhältlich, ständig kommen digitale Straßenkarten für Metropolen und Ballungsräume Europas hinzu.

### Scout Reiseführer

#### Merian

Digitaler Reiseführer für Deutschland Österreich und die Schweiz sowie mehrere ausgewählte zusätzliche Regionen, liefert detaillierte Informationen über Restaurants, touristische und kulturelle Ziele in den angegebenen Gebieten, dazu Städteführer, Golfführer Deutschland und eine Feinschmecker-Landkarte.

## Systeme für Pkw

Zukünftig wird kompatible Software für alle Endgeräte erwartet, gegenwärtig werden jedoch viele Software-Interimslösungen ausschließlich für spezialhardware entwickelt. Dem Mobilfunkstandard GSM (Global System für Mobile Telecommunication) soll eine einheitliche Infrastruktur aus Netzkomponenten, Endgeräten und wesentlichen Dienstleistungsmerkmalen für Navigati-

onssysteme folgen. Mit GATS, (Global Automotive Telematics Standard) wird dies angestrebt: der kombinierte Einsatz von GSM als Baustein für den Nachrichtentransport und GPS soll der permanenten Lokalisierung des Automobils dienen.

### Carin

#### Mannesmann VDO

#### Philips Car System

#### Opel AG

Gegenwärtig umfaßt das Kartenmaterial Deutschland, Frankreich, die Benelux-Länder, Österreich, Spanien, Italien und England. Alle sechs Monate stehen Updates des sukzessive erweiterten Kartenmaterials zur Verfügung. Die exakte Fahrzeugposition bestimmt Carin selbsttätig mit Hilfe dreier Komponenten: GPS-System aus Steuergerät, Empfänger und Antenne übernimmt die Grobbestimmung. Der gleichzeitige Empfang von bis zu sieben Signalen der insgesamt 24 'NavStar'-Satelliten gibt auf 100 m genau Aufschluß über den geographischen Standort. Die Feinarbeit wird durch ein Kristall-Gyroskop (Kreiselkompaß) und die von den ABS-Radsensoren abgeleiteten Wegstrecken-Signale geliefert. Sie speisen den Rechner mit Informationen über die Fahrzeug-Bewegungsrichtung.

Während der Fahrt werden die Daten im Drei-Sekunden-Takt abgeglichen und zu einer aktualisierten Positionsbestimmung zusammengeführt. Nähert man sich etwa der letzten Abfahrtsmöglichkeit vor einem Stau, weist das System per Warnton darauf hin und empfiehlt automatisch eine Umleitung. Für die Ansagen oder die Anzeigen im Display können sowohl verschiedene Sprachen als auch - männliche oder weibliche - Stimmen gewählt werden. Die farbigen Karten lassen sich im Maßstab von 100 über 10 und 1 km sowie 100 m einstellen.

Auf der Hardwareseite vereint das Kombinationsgerät 'CCRT 700' die Funktionen von Radio und Telefon: Über die Tastatur des Radios können Rufnummern





gewählt werden. Das Betätigen der Navigationshilfe erfolgt mittels Multifunktionsknopf, erreichbar von beiden Frontplätzen. Durch Drehen wird per Cursor der gewünschte Menüpunkt auf dem Monochrom-Display ausgewählt und durch Drücken bestätigt. Detaillierte Piktogramme und Straßenkarten, deren Farbeinstellungen an die Armaturenbrettleuchte angepasst werden können, erscheinen auf dem Display. Ein Sensor mißt die Lichtverhältnisse der Umgebung und nimmt selbsttätig eine entsprechende Helligkeitsanpassung der Anzeige vor. Die GPS-Daten werden direkt nach Unterbrechung der Verbindung zur Zentrale wieder gelöscht.

## Tricsy GNS, Würselen

Tricsy ist ein Taschenradio, auf dessen Display der Autofahrer jederzeit unabhängig von den Verkehrssendern Stau-Informationen abfragen kann. Für individuell vorgewählte Fahrtrouten werden Angaben gemacht.

## Telematik

Zur Entlastung der Fahrer im Straßenverkehr wird auf verschiedenen Ebenen an Informationssystemen gearbeitet. Nicht zuletzt Prognosen zur Verkehrsentwicklung - mit einer erwarteten erneuten Verdopplung in den nächsten 15 Jahren - zwingen dazu, über eine bessere Nutzung des vorhandenen Straßennetzes nachzudenken, Staus zu entzerren und durch geschickte Verteilung des vorhandenen Verkehrs zu reagieren. Nach einhelliger Auffassung kann dies nur durch telematische Systeme erreicht werden. Der Begriff 'Telematik', ein Kunstwort aus

'Telekommunikation' und 'Informatik', umschreibt integrierte Satellitennavigationssysteme. Über 8.000 Autobahnkilometer sind bereits erfaßt, fast alle großen Städte erleichtern mit Parkleit- und Park- und Ride-Systemen die Parkplatzsuche und das Umsteigen auf öffentliche Verkehrsmittel, rechnergestützte Betriebsleitsysteme organisieren in Großstädten dem ÖPNV ein Vorrecht vor dem Individualverkehr. In Ballungsgebieten werden integrierte Verkehrsmanagementsysteme, Informationszentralen und Mobilitätsnetzwerke aufgebaut.

## Dyn-APS Daimler-Chrysler AG

Das Programm für dynamische Zielführung (Dynamisches Auto-PilotSystem) ist das Erste, das seine Informationen aus eigenem Netz bezieht und damit nicht auf aktuelle Informationen von Verkehrszentralen oder -sendern angewiesen ist. Ein Netz von solarbetriebenen Sensoren wurde im Abstand von etwa dreieinhalb Kilometern entlang der deutschen Autobahnen installiert: Radar- und Infrarotdetektoren tasten die Fahrbahn ab und registrieren jede Bewegung. Ein Rechner ermittelt Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit der Fahrzeuge, wobei sogar zwischen Lkw und Pkw unterschieden wird. In einer Verkehrsinformationszentrale werden die stets aktuellen Daten über Verkehrsdichte und Verkehrsfluß aufbereitet und dem Fahrzeug per Mobilfunk übermittelt. Wie bei anderen Auto-Pilot-Systemen gibt der Fahrer vor Fahrtbeginn sein Reiseziel ein. Der Routenrechner reagiert sofort auf Staus und optimiert entsprechend die Routenplanung. Das System ist mit einem speziellen Radiogerät als Ausgabeterminal gekoppelt.

Derartige Systeme werden im Laufe der nächsten Jahre auch in Großbritannien, Frankreich und weiteren europäischen Ländern entstehen. Im japanischen Großraum Tokio existiert bereits ein analoges System, die USA planen die Einführung.

## Fahrer-Assistenz

### Distronic Daimler-Chrysler AG

Der aus dem 'Tempomaten' weiterentwickelte 'Speedtronic', der manuell auf gewünschte Geschwindigkeit eingestellt wird, muß bei dichtem Verkehr mit häufig wechselnden Geschwindigkeiten oft umgestellt werden. Daher wurde ein elektronischer Co-Pilot 'Distronic' entwickelt: ein abstandsgeregelter Tempomat, der den Wagen durch Beschleunigen und Bremsen automatisch stets im richtigen sicheren Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug hält. Der Radarsensor erfaßt das Geschehen vor dem Auto bis auf eine Entfernung von 150 m. Treffen die Signale auf ein Hindernis, so werden sie reflektiert und verändern dabei ihre Frequenz. Der Computer berechnet daraus mit Hilfe von 'Signal-Processoren' extrem hoher Taktfrequenz von 40 MHz, die Relativgeschwindigkeit des Autos und den Abstand. Der Fahrer gibt die Reisegeschwindigkeit vor und kann als Erweiterung zu 'Speedtronic' hier auch den Sicherheitsabstand zwischen einer und zwei Sekunden stufenlos einstellen. Die Faustregel 'Sicherheitsabstand in Meter gleich halber Tacho' entspricht einer Einstellung von 1,8 Sekunden. Seit Frühjahr 1999 ist der 'intelligente Tempomat' in der neuen 'S-Klasse' im Serieneinsatz. Tests haben ergeben, daß die Herzfrequenz des Fahrers - ein wichtiger Indikator für die Streßbelastung - bei Einsatz des Gerätes deutlich sinkt.

**BASTA**  
**Fraunhofer Institut ITB Karlsruhe**  
**Robert Bosch GmbH**  
Ziel des Verbundprojektes unter Führung von Bosch ist die Entwicklung sichtsistemgestützter Fahrerassistenzsysteme zur Aufnahme und Interpretation visueller Informationen. Dazu sind sowohl die Entwicklung von Verfahren zur Detektion von markierten und unmarkierten Fahrspurbegrenzungen erforderlich als auch von Verfahren zur Detektion anderer Verkehrsteilnehmer und Hindernis-Objekte. Sie stützt sich auf die Auswertung von optischen Fluß-Vektoren, die mit einem lokalen, analytischen Ansatz berechnet werden. Diese enthalten auch Informationen über die räumliche Struktur der aufgenommenen Szene. Die Relativbewegung zwischen der fahrzeugfesten Kamera und der aufgenommenen Szene kann so bestimmt werden. Das Fahrerassistenzsystem 'Automatischer Kopilot', das vom ITB insbesondere für behinderte Autofahrer entwickelt wird, versucht den Weg durch den aufreibenden Stadtverkehr zu erleichtern. Die Steuerung durch einen automatischen Kopiloten kann sich hier nicht wie auf Autobahnen und Landstraßen an durchgängigen Signalen - Leitplanken, Begrenzungslinien - orientieren. Eine komplexe Bildauswertung von neun Bildpaaren pro Sekunde bestimmt die eigene Position und die der anderen Fahrzeuge. In jeder Situation stellt das System fest, welche Fahrmanöver zulässig oder erforderlich sind und führt diese - mit Zustimmung des Fahrers - durch die automatische Betätigung von Lenkrad, Gas- und Bremspedal aus. Der Fahrer kann jederzeit aktiv in die Manöver seines Kopiloten eingreifen.

H. Huber / T. Kaup



Links: Der Verkehrsfluß in Metropolen wird heute wie in Tokio über Leitsysteme geregelt. Kameras überwachen neuralgische Bereiche und Kreuzungen; oben: Automatisierte Abstandsregelung mit 'Distronic'