



DELIUS KLASING



READY



Charge

Eco

Power

km/h

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.d-nb.de abrufbar.

1. Auflage

ISBN 978-3-7688-3235-9

© by Delius, Klasing & Co. KG, Bielefeld

Redaktion und Texte:

Christof Vieweg, Sipplingen

Projektkoordination: Edwin Baaske

Lektorat: Felix Wagner

Layout und Umschlaggestaltung:

Weusthoff Noël, Hamburg

Lithografie: scanlitho.teams, Bielefeld

Druck: Kunst- und Werbedruck, Bad Oeynhausen

Printed in Germany 2010

Alle Rechte vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Erlaubnis des Verlages darf das Werk weder komplett noch teilweise reproduziert, übertragen oder kopiert werden, wie zum Beispiel manuell oder mithilfe elektronischer und mechanischer Systeme inklusive Fotokopien, Bandaufzeichnung oder Datenaufzeichnung.

Alle Angaben ohne Gewähr.

Stand per Redaktionsschluss April 2010.

Delius Klasing Verlag

Siekerwall 21, D-33602 Bielefeld

Tel.: 0521/559-0, Fax: 0521/559-115

E-Mail: info@delius-klasing.de

www.delius-klasing.de

CHRISTOF VIEWEG

E AUTOS

SO FAHREN WIR IN DIE ZUKUNFT

**ALLE ELEKTRO- UND HYBRIDMODELLE | TECHNIK
KAUFBERATUNG | KOSTEN- UND UMWELTCHECK**

DELIUS KLASING VERLAG

INHALT



PROLOG

6 **BITTE UMSTEIGEN**

Der Klimaschutz erfordert ein Umdenken bei der Auto-Mobilität. Das Monopol der Benzin- und Dieselaautos auf unseren Straßen geht zu Ende.

ELEKTROAUTOS

22 **AUF STROMLINIE**

Das Elektroauto steht am Start – und ist nicht mehr zu bremsen.

32 **ÜBERSICHT**

Die Elektropläne der großen Automarken

36 **ÜBERSICHT**

Elektroautos, die man ab 2010 kaufen kann

48 **Antriebstechnik E-MOTION**

Der Elektroantrieb ist für die Pkw-Entwickler gleichermaßen Herausforderung und Chance. So kommen viele neue Auto-Ideen in Fahrt.

54 **Batterietechnik STROM IM TANK**

Die Batterie ist das Herzstück des Elektroantriebs – Sorgenkind und Hoffnungsträger zugleich.

67 **ÜBERSICHT**

Energiespeicher für Elektroautos

70 **Umweltbilanz GRÜNE WELLE**

Von der Quelle bis zum Rad: Wie klimafreundlich ist das Elektroauto?

76 **Kosten SPAREN BEIM FAHREN**

Der Elektroantrieb in der Kostenbilanz – Vorteile und Handicaps

80 **Modellkatalog GENERATION E**

Von Aptera bis Zenn: 64 Elektroautos aus drei Kontinenten. Serienautos, Prototypen und Ideenträger



HYBRIDAUTOS

98 STARK IM KOMMEN
Wenn es um den Hybridantrieb geht, sind japanische Autofirmen auf der Überholspur. Für rund 20 000 Euro bekommt man ein Auto mit zwei Motoren – und deutlichem Umweltvorteil auf der Kurzstrecke.

109 ÜBERSICHT
Hybridautos, die man ab 2010 kaufen kann

112 Hybridtechnik DUALES SYSTEM
Die Technik des Hybridantriebs bietet verschiedene Möglichkeiten, die Arbeitsteilung zwischen Elektro- und Verbrennungsmotor zu organisieren. Entscheidend ist die intelligente Steuerung des Systems je nach Fahrsituation.

120 Umweltbilanz SAUBER UNTERWEGS
Hybrid-Personenwagen zählen zu den Öko-Meistern auf unseren Straßen. Doch Verbrauch und CO₂-Emissionen hängen stark von den Einsatzbedingungen der Autos ab.

126 Kostencheck AUF SPARKURS
Käufer eines Hybridautos sparen vor allem durch geringeren Verbrauch und haben Vorteile bei Kfz-Steuer, Wartung und Werterhalt.

132 Modellkatalog H WIE HOFFNUNGSTRÄGER
Zu kaufen gibt es derzeit nur eine Handvoll Autos mit dem Doppelantrieb, von dem so viel erwartet wird.

HISTORIE

146 ELEKTRO MOBIL
Ein Rückblick auf die ebenso lange wie wechselhafte Geschichte der Elektrofahrzeuge.

BENZIN- UND DIESELMOTOREN

154 DIE TREIBENDE KRAFT
Der Verbrennungsmotor ist und bleibt das Rückgrat des Autoantriebs, sagen die Motorenforscher.

162 Statements BLICK IN DIE ZUKUNFT
Wie geht's weiter mit Benzinern und Diesel? Drei Fragen an führende Automobilentwickler.

164 Energiemanagement SPAREN MIT SYSTEM
EfficientDynamics, BlueEfficiency, ecoFlex, BlueMotion – hinter den komplizierten Begriffen der Autofirmen verbirgt sich ein leicht verständliches Prinzip: Energie managen und Kraftstoff sparen.

172 ÜBERSICHT
Sparsam und Sauber: Die 120-Gramm-Klasse (Auswahl) unter den Benzin- und Dieselmotoren.

174 Gasantrieb DOPPELTER VORTEIL
Wer auf Gas als Autokraftstoff umsteigt, schont die Umwelt und entlastet den Geldbeutel. Doch trotzdem zahlt sich die Alternative nicht immer aus.

ZUKUNFT

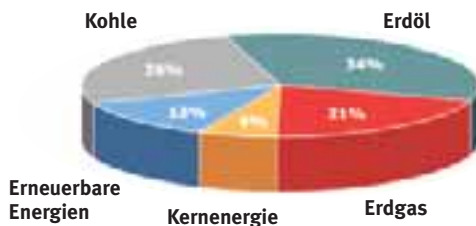
180 QUO VADIS, AUTO?
Brennstoffzelle statt Benzinmotor? Wasserstoff statt Super? Wie fahren wir übermorgen? Ein Blick unter die Motorhauben der Autos jenseits des Jahres 2025.

190 Register



ENERGIERESERVEN: GIBT ES EIN LEBEN OHNE ERDÖL?

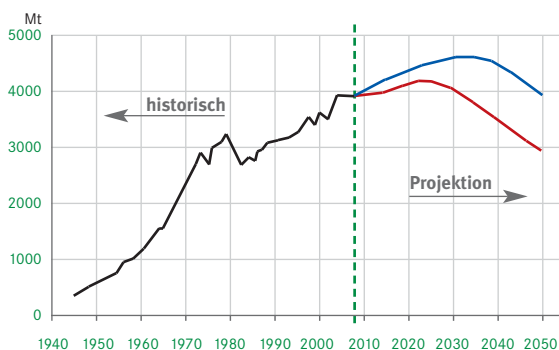
Ohne Öl geht nichts: Anteil der Rohstoffe am weltweiten Energieverbrauch.



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

___ Dieser Appell erscheint aber nicht nur aus Sorge um das Klima begründet, es geht dabei auch um die Schonung der Ressourcen und um die Zukunft der Energieversorgung. Denn der Stoff, der Autos antreibt, Häuser und Wohnungen beheizt und zur Herstellung unzähliger Produkte dient, ist ein knappes Gut. Derzeit verbraucht die Weltbevölkerung in nur einem Jahr so viel Erdöl und Erdgas wie die Natur in rund einer Million Jahre gebildet hat: rund 3900 Millionen Tonnen. Bereits 2020, so die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in ihrem neuesten Report, wird das Maximum der weltweiten Erdölförderung erreicht. Nur wenn an den bekannten Lagerstätten noch weitere Reserven entdeckt werden sollten und mehr Erdöl aus anderen Quellen wie zum Beispiel ölhaltigem Sand gefördert wird, könnte die Produktion noch bis zum Jahre 2035 gesteigert werden. Nach diesem „Peak Oil“, wie Fachleute die maximale Fördermenge bezeichnen, sinkt die Ausbeute und die Reserven gehen zu Neige: Öl wird knapper und damit auch teurer – und möglicherweise wird es eines Tages viel zu teuer, um es in Automotoren zu verbrennen, die aufgrund ihres schlechten thermodynamischen Wirkungsgrads nur rund ein Drittel der im Kraftstoff enthaltenen Energie ausnutzen.

„Peak Oil“: Das Maximum der Erdölförderung könnte schon 2020 erreicht werden.



- konventionelle Erdölförderung
- Ölförderung bei Nutzung neuer Reserven und Ölsande

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Andere Organisationen wie die Energy Watch Group sehen das Ende der Ölzeit bereits zu einem viel früheren Zeitpunkt. Sie rechnen „bis 2020 und erst recht bis 2030 mit einem dramatischen Rückgang der weltweiten Ölförderung“. Selbst Analysten der Deutschen Bank Research sprechen von einer „ernst zu nehmenden Verknappungsperspektive“. Die staatlichen Rohstoffexperten der Bundesanstalt formulieren es etwas nüchterner: „Erdöl ist der Energierohstoff der Erde, dessen Vorräte am weitesten erschöpft sind.“ Das Problem: Mit einem Anteil von 34 Prozent ist Erdöl auch der wichtigste Energierohstoff der Erde.

Es bleibt also eine spannende Frage, was Autofahrer in Zukunft tanken werden? Tanken müssen?

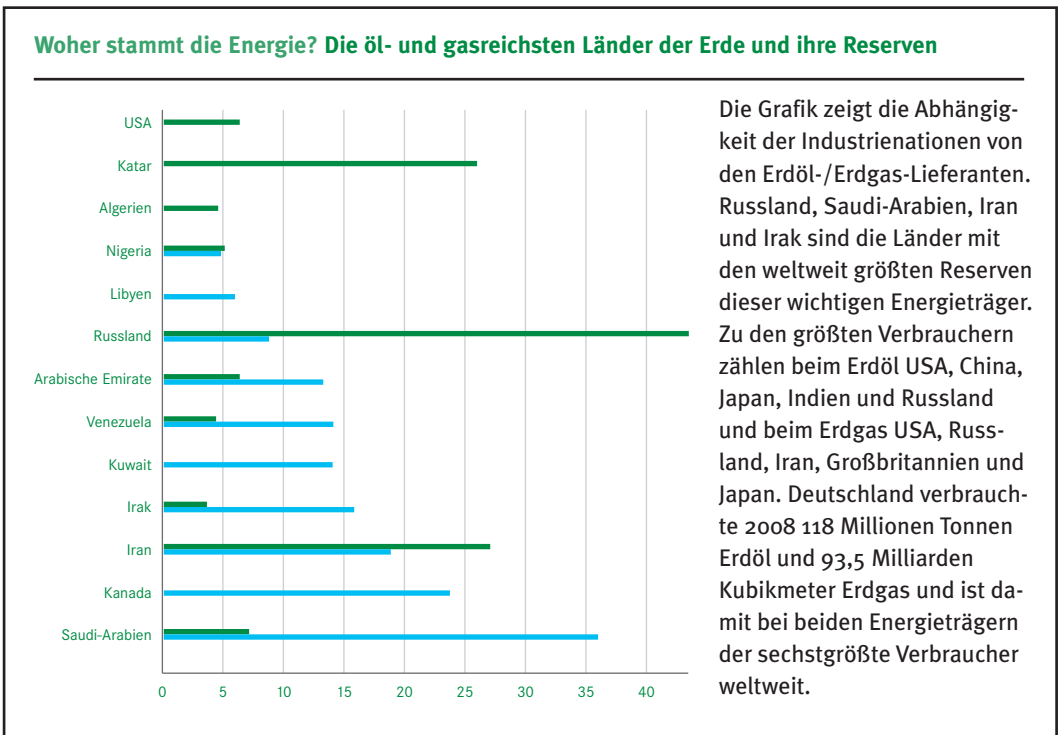
PROGNOSE: BIS 2030 STEIGT DER ENERGIEVERBRAUCH UM 40 PROZENT

Die Sorge um die weltweite Energieversorgung der Zukunft wächst, wenn man sich die Prognosen über den Energieverbrauch in den nächsten Jahren und Jahrzehnten anschaut. So geht die Internationale

Energie Agentur in ihrem Ausblick bis 2030 von folgenden Entwicklungen aus:

- **ERDÖL:** Der weltweite Verbrauch steigt um ein Prozent pro Jahr auf 105 Millionen Barrel (rund 17 Milliarden Liter) pro Tag. 97 Prozent dieses Mehrverbrauchs werden vom Verkehrssektor verursacht.
- **ERDGAS:** Der weltweite Gasverbrauch steigt um 1,3 auf 4,3 Billionen Kubikmeter, also um durchschnittlich 1,5 Prozent pro Jahr.
- **ELEKTRIZITÄT:** Der globale Strombedarf steigt mit einer jährlichen Zuwachsrate von 2,5 Prozent, also um mehr als 50 Prozent bis 2030.
- **ERNEUERBARE ENERGIEN:** Der Anteil von Windkraft, Sonnenenergie, Geothermie und anderer „grüner“ Energien an der Stromerzeugung wird von 2,5 auf 8,6 Prozent steigen. Die größte Zunahme wird für die Windenergie erwartet.

Insgesamt wird die Menschheit 2030 rund 40 Prozent mehr Energie verbrauchen als im Vergleichsjahr 2007. Dafür gibt es verschiedene Gründe. Der einfachste: Mehr Menschen brauchen mehr Energie. Die Weltbevölkerung wird weiter wachsen – von derzeit 6,8 auf 9,1 Milliarden bis zur Mitte dieses Jahrhun-



Quelle: ExxonMobil/OPEC 2008



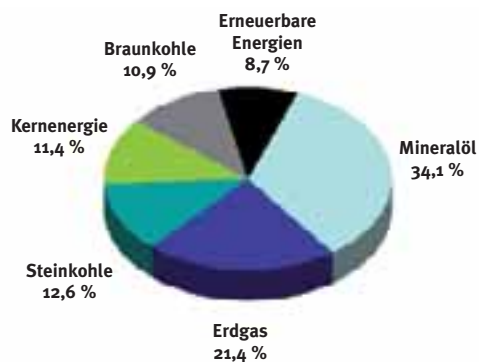
Strom aus Wind: Der Anteil erneuerbarer Energien an der weltweiten Stromerzeugung soll sich bis 2030 mehr als verdreifachen.

derts. Noch schneller – fünf Mal schneller als die Weltbevölkerung – wächst jedoch der weltweite Bestand an Automobilen. Seit den 1950er-Jahren hat sich die Zahl der Fahrzeuge mehr als verzehnfacht. Fachleute rechnen damit, dass sich der Pkw-Bestand bis 2030 nochmals verdoppeln und dass bis 2050 in allen Kontinenten rund zwei Milliarden Personenwagen unterwegs sein werden. Mit ihnen werden die Menschen jährlich über 70 Billionen Kilometer zurücklegen; heute sind es rund 32 Billionen.

Der größte Teil dieses Zuwachses an Personenwagen entfällt auf China, Indien und die Schwellen- und Entwicklungsländer. Das ist nicht überraschend: Individuelle Mobilität spielt seit jeher eine wichtige Rolle, wenn sich Gesellschaften modernisieren. Das Automobil beflügelt nicht nur Wachstum und Wohlstand, es bedeutet für viele Menschen auch einen Zugewinn an persönlicher Freiheit. Doch auch in Deutschland fahren immer mehr Autos. Sind heute rund 41,3 Millionen Personenwagen registriert, so rechnen Zukunftsplaner für das Jahr 2050 mit über 49 Millionen Autos.

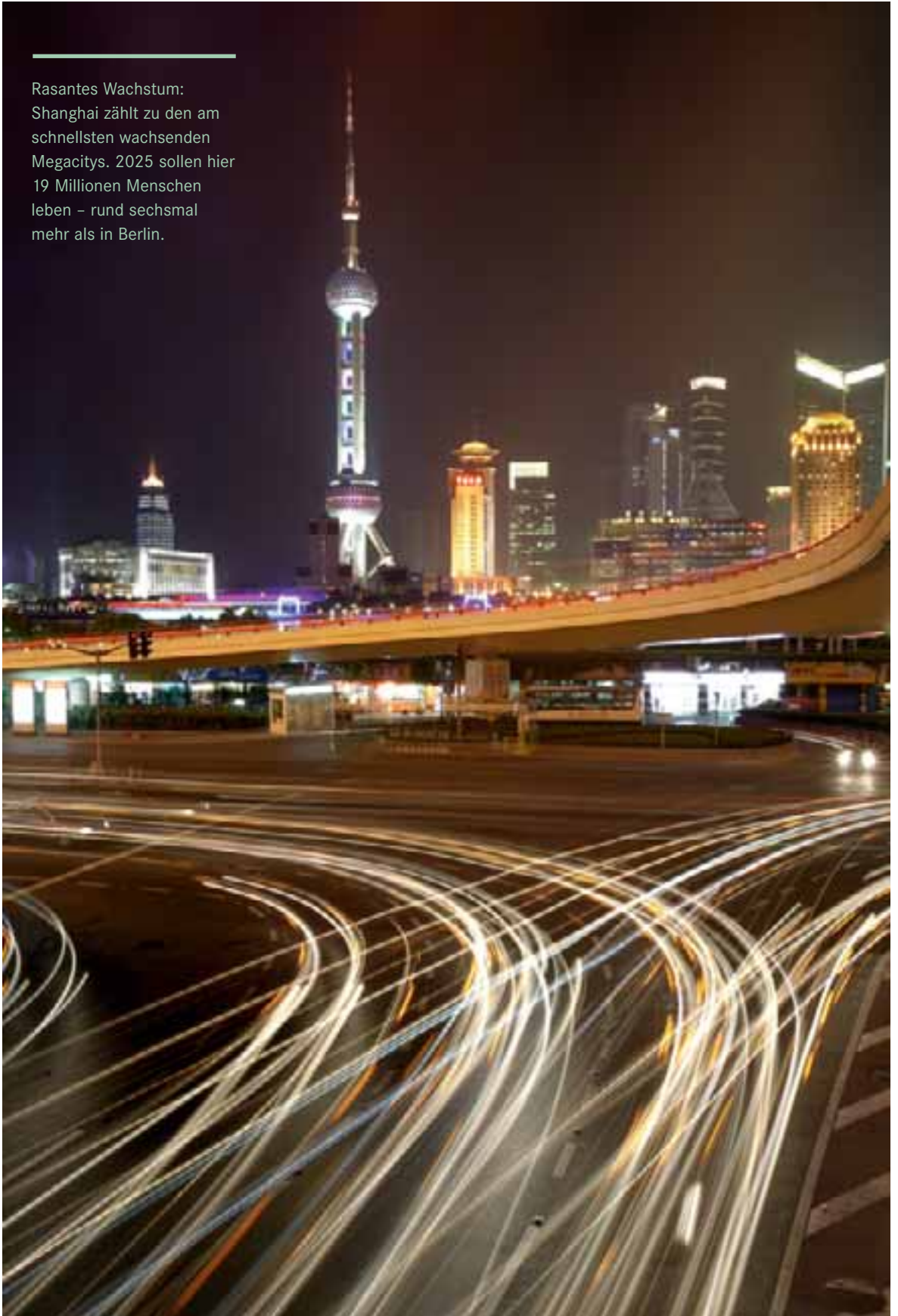
Mit anderen Worten: Die Erfolgsgeschichte des Autos geht weiter. Genauso klar ist allerdings, dass diese Erfolgsgeschichte eine große Herausforderung darstellt – vor allem für den Umwelt- und Klimaschutz.

Energiemix: Die deutsche Energieversorgung basiert zu 80 Prozent auf fossilen Brennstoffen



Mit insgesamt über 55 Prozent sind Erdöl und Erdgas die wichtigsten Energieträger Deutschlands, während nur 8,7 Prozent der verbrauchten Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Betrachtet man nur die für die Stromerzeugung verwendeten Energieträger, ist Braunkohle mit 23,6 Prozent die Nummer eins. Rund 14,5 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms wird mithilfe von Solar-, Wind- und Wasserkraft erzeugt.

Rasanten Wachstum:
Shanghai zählt zu den am
schnellsten wachsenden
Megacitys. 2025 sollen hier
19 Millionen Menschen
leben – rund sechsmal
mehr als in Berlin.



KOSTENCHECK HYBRIDAUTOS

AUF SPARKURS

Käufer eines Hybridautos sparen vor allem durch geringeren Verbrauch und haben Vorteile bei Kfz-Steuer, Wartung und Werterhalt.



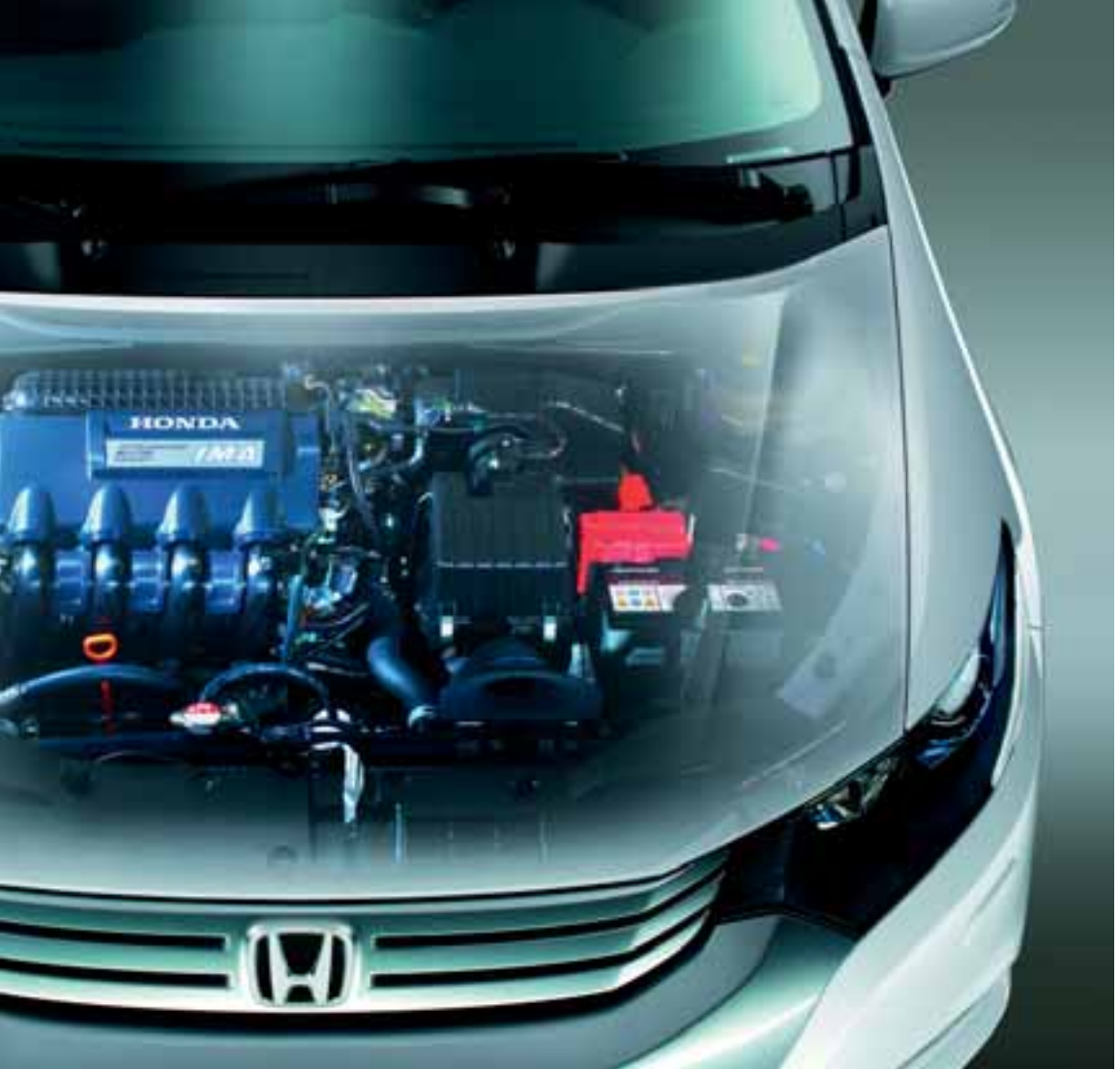
Tropfen für Tropfen: Ganz so sparsam sind die Hybridautos zwar nicht, doch im Stadt- und Kurzstreckenverkehr bieten solche Modelle deutliche Verbrauchs- und Kostenvorteile.



___ Autofahrer, die sich für ein Hybridmodell entscheiden, sind genaue Rechner. Sie kalkulieren scharf und vergleichen detailliert, wenn es um die Verbrauchs- und Abgaswerte geht und wählen ein solches Auto, weil sie sich für den Umwelt- und Klimaschutz engagieren wollen. Dafür nehmen sie gewisse Handicaps in Kauf, manchmal auch auf finanziellem Gebiet. Allerdings: Wer alle Aspekte in Betracht zieht, ist mit einem Hybriden nicht teurer unterwegs als mit einem Benziner oder Diesel. Das liegt zum einen an dem deutlich geringeren Kraftstoffverbrauch im Stadt- und Kurzstreckenverkehr, zum anderen aber auch an den günstigeren Wartungskosten und an dem beachtlich hohen Wiederverkaufswert der Hybridmodelle. So sieht die Kostenbilanz im einzelnen aus:

- **Kaufpreis:** Hybridmodelle sind in der Anschaffung teurer als Benziner oder Diesel. Das Mehr an Technik hat seinen Preis. Der Honda Insight ist zum Beispiel rund 2000 Euro teurer als ein vergleichbarer VW Golf mit Benzintriebwerk. Der Aufpreis amortisiert sich jedoch bald durch den günstigeren Kraftstoffverbrauch des Hybriden. Das sind beim Vergleich mit dem VW immerhin zwei Liter pro 100 Kilometer.

- **Kfz-Steuer:** Nach der Neuregelung der Kraftfahrzeugsteuer werden Neuwagen in Deutschland nach ihrem CO₂-Ausstoß und nach dem Hubraum des Motors taxiert. Für Modelle, die pro Kilometer weniger als 120 Gramm Kohlendioxid emittieren, gilt nur die Hubraumsteuer von zwei Euro pro 100 Kubikzentimeter. Das bedeutet: Der Toyota Prius (CO₂: 89 g/km;



Großes Versprechen: Die japanischen Autohersteller gewähren ihren Hybrid-Kunden bis zu fünf Jahre Garantie.

Hubraum: 1798 cm³) kostet in Deutschland pro Jahr 39 Euro Kfz-Steuer. Besitzer des Honda Civic mit Hybridantrieb (CO₂: 109 g/km; Hubraum: 1339 cm³) bezahlen aufgrund des kleineren Hubraums sogar nur 26 Euro jährlich.

• **Versicherung:** Bei der Haftpflicht- und Kaskoversicherung gelten für Hybridautos die gleichen Tarife wie für Benziner und Diesel. Also: kein Kostenvorteil für die Auto-Zwitzer.

• **Garantie und Wartung:** Die japanischen Autohersteller gewähren ihren Kunden großzügige Neuwagen-Garantien. Beim Toyota Prius gilt sie zum Beispiel für drei Jahre oder 100 000 Kilometer, wobei für die Komponenten des Hybridsystems sogar eine

fünfjährige Garantie (100 000 Kilometer) gilt. Die gleichen Regeln gelten für die Lexus-Modelle mit Hybridantrieb. Honda gewährt ebenfalls eine dreijährige Neuwagen-Garantie (100 000 Kilometer), die für die Hybridbauteile auf acht Jahre und 160 000 Kilometer verlängert bzw. erweitert wird.

Beim Mercedes S 400 Hybrid dauert die Garantiezeit nur zwei Jahre. Bezüglich der Wartung verspricht Toyota Kostenvorteile gegenüber herkömmlichen Autos. Zur Begründung heißt es, Hybridautos kämen mit weniger verschleißanfälligen Komponenten aus: Sie haben weder Anlasser noch Lichtmaschine und schonen dank der Bremsenergie-Rückgewinnung die Bremsbeläge, die deshalb Laufleistungen von über 100 000 Kilometern standhalten sollen.

AUS ZWEITER HAND: HYBRIDAUTOS SIND AUCH ALS GEBRAUCHTWAGEN GEFRAGT



Teurer Speicher: Die Batterien der Hybridmodelle (hier der Li-Ion-Akku von Mercedes) soll ein ganzes Autoleben lang intakt bleiben.