

# Weg vom Öl

Elektrisch in die postfossile Zukunft?

Peak Oil« ist die Kurzformel für die Erkenntnis, dass der Höhepunkt der Ölförderung überschritten ist und weitere Quellen nur mit hohen gesellschaftlichen Kosten erschlossen werden können. Wie zur Illustration dieser These demonstrieren BP und die anderen Beteiligten der Katastrophe am Golf von Mexiko, was »Kosten« wirklich bedeutet. Das live sprudelnde Bohrloch und die hilflose Technik zeigen uns die »Nebenfolgen« der Risikogesellschaft, wie sie von Ulrich Beck beschreiben worden ist [2]. Die Machtlosigkeit von isoliert vor sich hin werkelnden und offenbar ratlosen Technikern, aber auch die Tatsache, dass hier über nichts anderes als über das mechanische Verstopfen eines Bohrloches nachgedacht wird, macht überdeutlich, dass es eben nicht um ein technisches Problem geht. Die in ihren Beschränkungen gefangene Technik ist bloß der verlängerte Arm gesellschaftlicher Entscheidungen, die Risiken im Normalbetrieb hervorbringen, ohne sie zu beherrschen.

Die gesellschaftlichen Entscheidungen dafür werden nicht ohne das Zutun der Nachfrager getroffen, die eine jederzeit mögliche, weltweit reichende Mobilität wün-

schen. Insofern stellt sich die Frage, welche Mobilität wollen wir? Gehören elektrische Fahrzeuge dazu?

Kritiker sagen, jeder Euro, der in Elektromobilität investiert wird, sei zum Fenster herausgeworfenes Geld. Man erreiche mehr CO<sub>2</sub>-Reduktion, wenn man mit dem Geld die Verbrennungsmotoren verbessert. Auch aus volkswirtschaftlicher Sicht sei dies sinnvoller. Elektrisch betriebene Fahrzeuge seien sogar, sofern sie nicht mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden, schädlicher für die Umwelt als optimierte Verbrennungsmotoren.

Gleichzeitig wird aber immer deutlicher: Unsere Mobilität ist eine Monokultur – sie ist zu 90 Prozent von dem endlichen Energieträger Öl abhängig. Egal wie man zu der These Peak Oil steht: Langfristig ist eine Abkehr von fossilen Brennstoffen unabwendbar.

Wie so oft hilft hier eine Schwarz-Weiß-Betrachtung nicht weiter. Das Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) in Frankfurt am Main arbeitet, zusammen mit dem Öko-Institut Berlin, seit 2009 in mehreren Projekten daran, eine differenzierte Sicht auf das Für und Wider elektrischer



■ Strom statt Benzin tanken? Ob dies eine realistische Vision ist, hängt auch von den Wünschen der Verbraucher ab.

Mobilität zu gewinnen. So begleitet das ISOE beispielsweise in zwei Projekten die pilothafte Einführung von Elektrofahrzeugen. Zum einen im Projekt Future Fleet, in dem eine betriebliche Flotte bei SAP in Walldorf und MVV Energie in Mannheim erprobt wird. Zum anderen im EU-Projekt REZIPE, in dem vom ISOE die gesellschaftliche Akzeptanz für Elektromobilitätskonzepte in verschiedenen europäischen Städten untersucht wird.

von Konrad Götz und Jutta Deffner

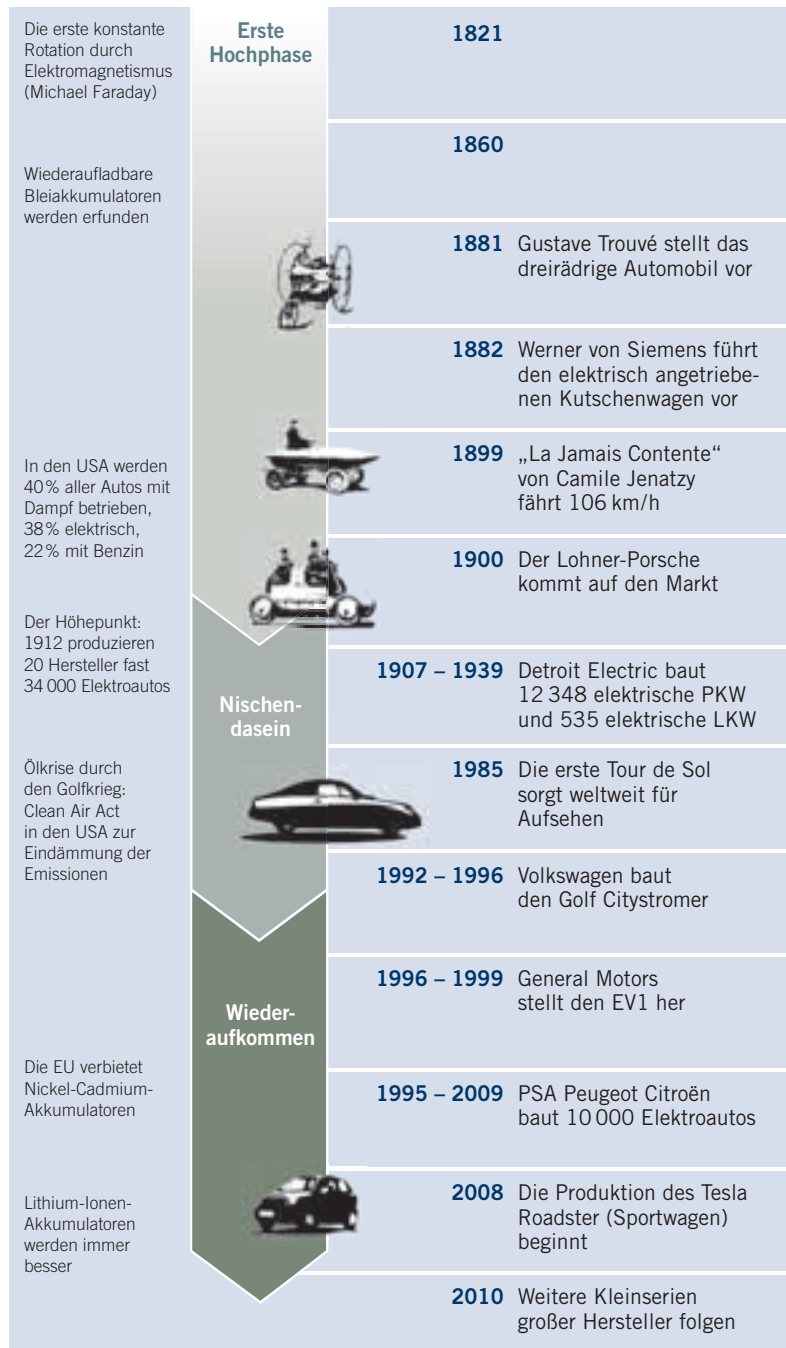
## Die multioptionale Mobilität ist auch elektrisch

Denkt man über alle möglichen Mobilitätsszenarien der Zukunft nach, gelten nach wie vor die drei Vs: vermeiden, verlagern, vertraglich abwickeln. Deshalb geht es zunächst darum, Verkehr zu vermeiden, ihn dann auf umweltfreundliche Fortbewegungsformen wie Fahrrad, Gehen und ÖPNV zu verlagern und schließlich um die technische Optimierung von Fahrzeugen. Dazu zählen auch neue Konzepte, in denen Elektromobilität intelligent mit dem Energieversorgungssystem verknüpft wird [siehe »vehicle to grid«, Seite 67].

Längst fällig ist dabei, die verschiedenen Verkehrsmittel zu einem System zu vernetzen. Im ISOE untersuchen wir die Bedingungen dazu aus einer Alltags- und Nutzersicht zum Beispiel seit dem



■ Diese Graffiti in Louisiana nach der Ölpest im Golf von Mexiko verdeutlichen die sozialen Kosten, die Umweltschäden mit sich bringen.



Die Geschichte und die Pfade der Elektromobilität verdeutlichen: Elektrofahrzeuge wurden schon früh erprobt, führten dann ein Nischendasein und haben jetzt mit dem Aufkommen neuer Speichertechnologien neue Chancen. [Quelle: BKW-Energie-AG]

Projekt »Nachhaltige Mobilitätskultur«.

Es ist ja heute schon möglich, verschiedene Verkehrsmittel komfortabel miteinander zu kombinieren. Zum Beispiel kann ich mit dem Bus zum Bahnhof fahren und von da mit dem Zug in eine andere Stadt. Dort steht bereits mein gebuchtes Car-Sharing-Auto oder Fahrrad bereit, mit dem ich weiterfahre. Es ist heute schon möglich, unterschiedliche Verkehrsmittel zeitnah und flexibel auf meinem Smart-Phone anzuschauen. In Zukunft navigiert es mich dorthin, wo die Fahrzeuge stehen. Schon heute zeigt es mir die Preise, Abfahrtszeiten und Verspätungen an. Künftig kann ich sogar wählen, ob ich die billigste, die schnellste oder die umweltfreundlichste Variante fahren möchte.

Innerhalb eines solchen multi-optionalen Systems, welches das Zulußgehen in der frischen Luft ausdrücklich einbezieht, ist nun auch die Integration von Elektrofahrzeugen sinnvoll. Am besten werden sie als Fahrzeuge, die man fahren kann, aber nicht besitzen muss, bereitgestellt; so wie das im modernen Car-Sharing, aber auch in den Pilotprojekten Car2Go von Daimler in Ulm und Austin (Texas) oder bei künftigen Angeboten von Peugeot praktiziert wird. Von Wind, Sonne und Wasser angetriebene Pedelecs, Roller, Motorräder, Dreiräder, Kabinen, Autos und was sonst noch in Zukunft erfunden wird, sind nutzbar, ohne dass die mobilen Menschen sich mit dem Kauf, der Wartung und Pflege belasten müssen [siehe »Pedelecs und E-Bikes«]. Entscheidend wird sein, welche Konzepte die Nutzer annehmen werden, da sie ihre Lebensqualität und Mobilität nicht einschränken wollen. Im Projekt Future Fleet geht es dem ISOE deshalb darum, wie alltagstauglich dieses Mobilitätskonzept für die Nutzerinnen und Nutzer ist: Ist es praktisch, angenehm, verlässlich und macht es Spaß?

**Elektroautos gibt es schon lange**

Anfang des 20. Jahrhunderts beherrschten elektrische Antriebe die Straßen. Dies änderte sich schnell, als mit dem Tankstellennetz die Autos für längere Strecken genutzt und der elektrische Anlasser für Verbrennungsmotoren er-

3 Pedelec und E-Bike sind als Elektrofahrzeuge im Trend.

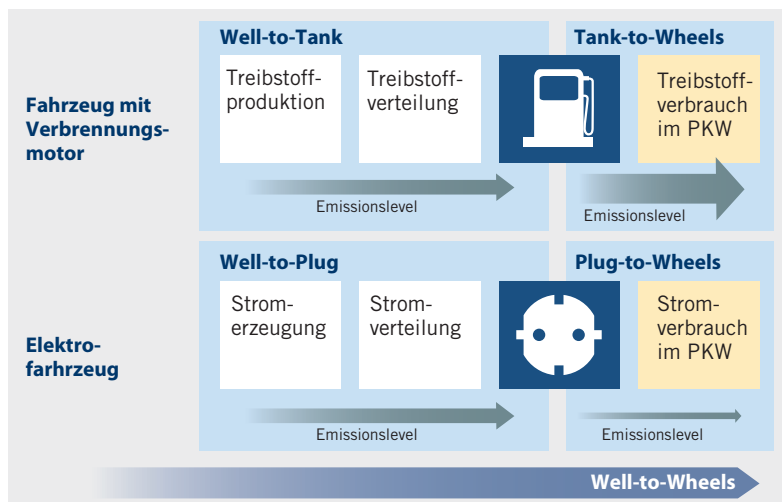
E-Bike	Pedelec:
Mit der Hand Gas geben.	Mit den Pedalen Gas geben.
Ein E-Bike ist ein Fahrrad, das sich auch ohne Treten fahren lässt. Es ist demnach ein Fahrrad mit einem Mofa-Modus und entsprechend juristisch also auch kein Fahrrad mehr.	Ein modernes Fahrrad, mit dem man leicht die Berge hochfahren und große Lasten transportieren kann. Juristisch ist das Pedelec dem Fahrrad gleichgestellt. Pedelec steht für Pedal Electric Cycle und bedeutet, dass der Fahrer beim Treten zusätzlichen elektrischen Schwung bekommt.

4 Schematische Darstellung des Well-to-Wheel-Konzeptes (von der Quelle bis zu den Rädern), und wie der Verbrauch von Verbrennungs- und Elektrofahrzeugen berechnet beziehungsweise verglichen werden kann.

funden wurde. Die Autonutzung wurde komfortabel. Bis vor wenigen Jahren bestand für Elektrofahrzeuge eine sogenannte Lock-In-Situation. Damit ist eine Konstellation gemeint, in der elektrische Antriebe ein stagnierender Entwicklungspfad waren. Die Marktdominanz von Verbrennungsmotoren kam zustande durch gesellschaftliche Akzeptanz, politische Regime, Kraftstoffpreise und die Weiterentwicklung von Technologien.

**Technische Voraussetzungen**

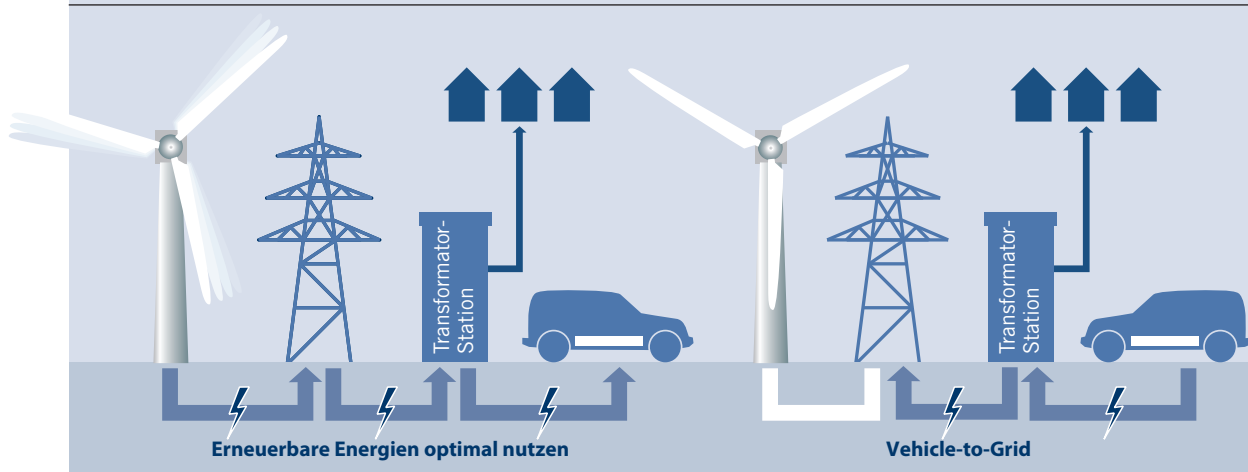
Elektromotoren sind im Vergleich zu Verbrennungsmotoren deutlich kleiner, da sie zum Beispiel keine Lichtmaschine, keinen Anlasser oder sonstige Zusatzaggregate benötigen. Sie sind wartungsarm, weil sie wenig mechanische Teile haben. Auch benötigen sie keine Übersetzung (Getriebe), da ein Elektromotor schon bei sehr geringen Drehzahlen seine volle Kraft (ein hohes Drehmoment) entfalten kann. Au-



ßerdem sind sie leise und haben insgesamt geringe Betriebskosten. Elektromotoren haben zudem einen sehr hohen Wirkungsgrad. Auch wenn es über die richtige Berechnungsmethode (Energiequelle zum Rad oder Tank zum Rad 4) mancherlei Dispute gibt, kann man grob davon ausgehen: Beim Elektromotor liegt der Wirkungsgrad zwischen 70 und 90 Prozent, bei Verbrennungsmotoren liegt er bei circa 30 Prozent. Elektrische Fahrzeuge können außerdem Brems- oder Rollenergie (bei Bergabfahrten) zurückgewinnen.

Es gibt zwei Möglichkeiten, wie ein Elektromotor mobil betrieben werden kann: Entweder der Strom stammt aus einer Batterie, oder er wird an Bord durch eine Brennstoffzelle erzeugt. Hybrid-Fahrzeuge sind Autos, die sowohl elektrisch als auch mit einem Verbrennungsmotor angetrieben werden. Hybrid-Fahrzeuge können die geringe Reichweite rein elektrischer Fahrzeuge kompensieren und trotzdem auf geringe Energieverbrauchswerte kommen (zum Beispiel der Toyota Auris: 87 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer, Verbrauch 3,8 Liter pro 100

**Vehicle to grid – Fahrzeuge ans Netz**



Die Diskussion um intelligente Energienetze der Zukunft dreht sich darum, wie die Netze fit gemacht werden können für einen größeren Anteil an regenerativem Strom aus Wind und Sonne. Denn diese Energie fällt mit hohen Schwankungen an. Um das auszugleichen, könnte zum Beispiel Strom in Elektro- und Hybridautos zwischengespeichert und dann wieder ins Netz abgegeben werden. So können Leistungsschwankungen vor allem bei Windkraftwerken über einige Stunden gepuffert werden. Außerdem können Stromverbrauchsspitzen gemildert und langfristig sogenannte Reservekraftwerke – sie werden mit Kohle oder Gas betrieben – überflüssig werden. Erforderlich dafür ist, dass eine hohe Anzahl an Elektroautos am Netz hängt und Ladekapazitäten hat.

[www.rwe-mobility.com/web/cms/de/236864/rwemobility/der-markt/vehicle-to-grid/](http://www.rwe-mobility.com/web/cms/de/236864/rwemobility/der-markt/vehicle-to-grid/)





5 und 6 Beispiele serienmäßiger und in Kleinproduktion bereits verfügbarer Elektrofahrzeuge mit dem Autorenteam als Testfahrer: oben der 4-Sitzer Mitsubishi iMIEV, der seit 2009 in Japan als Serienfahrzeug verkauft wird und jetzt auch in Deutschland zu haben ist. Er wiegt eine Tonne, fährt 130 km/h schnell und 150 Kilometer weit. Er kostet um die 30 000 Euro. Unten der 2-Sitzer SAM von elemo, ein Kleinwagen in Leichtbauweise für den Stadtverkehr, wiegt 390 Kilo, fährt 90 km/h schnell und 80 km weit, kostet 16 000 Euro.



Kilometer). Die neuen sogenannten Plug-in-Hybride können zusätzlich von außen mit Strom betankt werden. Hybridfahrzeuge werden als Übergangstechnik bewertet.

Alle elektrischen Fahrzeuge benötigen, um geladen zu werden, eine neue Infrastruktur. Mit Brennstoffzellen betriebene Autos (wie die Mercedes B-Klasse, F-Cell) müssen mit Wasserstoff betankt werden. Der kann aus fossilen Rohstoffen oder aus Biomasse gewonnen werden. Dafür wird ein neues Tankstellennetz benötigt. Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge müssen mit Strom betankt werden, dafür brauchen sie ein Stromzapfäulenetz. Ein anderes Kon-

### Die Autoren

**Dr. Konrad Götz**, 57, studierte Soziologie und Kriminologie in Heidelberg. Seine Dissertation verfasste er zu dem Thema »Freizeitmobilität im Alltag – oder Disponible Zeit, Auszeit, Eigenzeit – warum wir in der Freizeit raus müssen«. Götz war nach seinem Studium unter anderem wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Sozialwissenschaftlichen Projektgruppe München im Rahmen des Programms »Humanisierung der Arbeitswelt« und Marktforscher am Sinus-Institut in Heidelberg. Seit 1995 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für sozial-ökologische Forschung (ISOE) in Frankfurt. Als Experte für Mobilität und Lebensstilanalysen gehört er dem Forschungsschwerpunkt »Mobilität und Urbane Räume« an und leitet die Stabsstelle »Lebensstilanalysen und Zielgruppenkonzepte«. Er ist Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats des Verkehrsclubs Deutschland (VCD).

**Dr. Jutta Deffner**, 39, studierte nach ihrer Ausbildung als Bauzeichnerin Raum- und Umweltplanung an der Universität Kaiserslautern. Danach war sie in der Forschung und Planungspraxis in Berlin, Stuttgart und Zürich tätig. Seit 2005 arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am ISOE. 2008 schloss sie ihre Dissertation über Stile nicht-motorisierter Mobilität von Stadtbewohnern an der Technischen Universität Dortmund ab. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Mobilität, nachhaltige Stadtentwicklung, Kommunikation, qualitative Sozialempirie und partizipative Planungsmethoden. Sie leitet seit Juli 2010 den Forschungsschwerpunkt »Mobilität und Urbane Räume«. Jutta Deffner ist Mitglied der Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung.

goetz@isoe.de  
deffner@isoe.de

www.isoe.de

zept sieht einen Batteriewechsel vor. Einige Hersteller sehen diesen Punkt aus Gewährleistungsgründen jedoch sehr kritisch. Noch in ferner Zukunft liegt die Ladung per Induktion. Dabei ist kein direkter Kontakt zwischen Stromzufuhr und Fahrzeug nötig. So könnten Parkplätze oder Straßenabschnitte mit Induktionsschleifen ausgestattet werden und die Fahrzeuge geladen werden.

### Schwachstellen und Chancen

Die Batterien sind derzeit noch der Schwachpunkt der neuen Technik. Sie sind das teuerste Teil am Elektroauto und sehr schwer. Außerdem reicht eine Lithium-Ionen-Batterie bei herkömmlich gebauten Fahrzeugen nur etwa 150 bis 200 Kilometer.

Die Umwelteffizienz von Elektroautos wird sehr unterschiedlich diskutiert. Die Klimabilanz von Elektroautos, die mit dem derzeitigen deutschen Strommix betrieben würden, liegt bei 107 Gramm pro Kilometer, also nicht besser als ein passabler Diesel. Mit Windenergie betrieben, liegt ein Elektroauto dagegen nur bei ein bis fünf Gramm pro Kilometer. Die benötigte Energie müsste aber zusätzlich erzeugt werden, ansonsten wird sie dem Markt für Erneuerbare Energien entzogen und fehlt für andere Zwecke. Der Bedarf ist trotz allem vergleichsweise gering: Für die von der Bundesregierung angestrebte eine Million Elektroautos auf deutschen Straßen im Jahr 2020 würden nur zwei Prozent mehr Energie benötigt.

### Ein neues Mobilitätsleitbild entsteht

Würden wir jetzt einfach Elektromotoren in die schweren »Renneislimousinen« der Gegenwart einbauen, könnte der Effizienzgewinn, der möglich ist, nicht realisiert werden. Es geht darum, die Spirale aus Leistung und Gewicht zu durchbrechen. Sie hat dazu geführt, dass gegenwärtig Geländesportkombis als Dienstwagen auf den Straßen fahren, die zweieinhalb Tonnen wiegen, 500 PS haben und 16 Airbags. Dem gegenüber muss es heute darum gehen, ein wirklich neues gesellschaftliches Mobilitätsleitbild zu verankern, das – soweit es überhaupt noch um Individualfahrzeuge mit Karosserien gehen wird – vernetzte Leichtbaufahrzeuge vorsieht.

Im Projekt OPTUM untersucht das Öko-Institut zusammen mit dem ISOE deshalb, welches Marktpotenzial Elektrofahrzeuge haben. In einem ersten Schritt wurden heutige Autokäufer und Car-Sharing-Nutzer befragt, welche technischen und emotional-symbolischen Merkmale Elektroautos für sie haben sollen. Dabei wird deutlich, dass es wie bei anderen gesellschaftlich-technischen Innovationen unterschiedliche Zielgruppen und Mobilitätsstile gibt: diejenigen, die jetzt schon bereit sind, die zum Teil noch nicht ganz ausgereiften, viel teureren Produkte zu nutzen und dafür aber Vorreiter zu sein. Und die Nachzügler, die glauben, Elektroautos seien noch nicht aus-

gereift und die abwarten, bis sich neue Fahrzeuge und Mobilitätskonzepte als Mainstream durchgesetzt haben.

Sicher ist: Der große Wandel, der sich andeutet, kann nicht allein umweltökonomisch im Sinne möglichst niedriger Kosten pro Gramm CO<sub>2</sub>-Einsparung begründet werden. Die Risiko-Nebenkosten, die bei einer Fortsetzung des Öl-Zeitalters entstehen, müssen ebenso in die Bilanz eingehen. Ebenso wie die Tatsache, dass eine schlichte

Optimierung von Verbrennungsmotoren keine attraktive Vision ist. Eine neue Mobilitätskultur heißt nicht nur »Weg vom Öl«, sondern auch hin zu einem neuen Leitbild. Unter allen umweltfreundlichen Fortbewegungsformen sind regenerativ geladene Elektrofahrzeuge nur ein Element. Aber eben nicht als Eigentumsauto im Ballungsraum, sondern als Teil eines intelligenten Nutzungskonzepts, eingebunden in ein dezentrales Energieversorgungssystem. ♦

### Anzeige

