

# Mit dem Strom fahren

Fahrberichte, Fragen und Antworten zum Stand der Dinge in Sachen E-Mobilität.

Quelle: <http://www.autotouring.at/archiv/2009/09/31036.html> autotouring vom September 2009

Text: Kurt Zeillinger, Mitarbeit: Alexander Fischer, Günter Rauecker, Christian Stich

Bilder: Werk, Zeillinger, Rauecker, ÖAMTC

Elektroautos sind in aller Munde. Gar nicht so wenige warten sogar mit der Neuanschaffung eines Autos zu, um gleich auf ein elektrisch betriebenes umzusteigen.

Retten uns E-Autos vor dem Klima-Kollaps, dem jähen Ende der Rohöl-Reserven und dem Niedergang der Autoindustrie? Oder treiben sie uns erst recht in eine Welt voll neuer Atomkraftwerke? Fragen über Fragen. *auto touring* recherchierte bei Experten der Autoindustrie und Fachleuten des ÖAMTC – und fuhr nahezu alle Elektroautos, die heute (meist im Rahmen von Versuchsreihen) über eine Straßenzulassung verfügen.

## **E-Hype** Warum wird jetzt so viel über Elektroautos gesprochen?

Wenn man die Schnittmenge aus Klima-Katastrophe, Finanzkrise und Auto-Absatzflaute definiert und ein Wundermittel als Ausweg sucht, kommt man unweigerlich auf das Elektroauto. Es verursacht kein CO<sub>2</sub> (zumindest im Fahrbetrieb – das Problem wird an die Stromerzeuger ausgelagert), bietet ganz neue Kaufanreize (in ihrer Dimension vergleichbar mit der Ablöse der Festnetz-Telefone durch Handys), kurbelt somit die marode Autoindustrie wieder an – und hilft der Konjunktur beim Anspringen. Zumindest in der Theorie. „Technologische Revolutionen haben so gut wie immer einen Wachstumsschub ausgelöst“, sagen die Befürworter. „Was ist revolutionär an einer Technologie, die Ferdinand Porsche schon 1899 bei seinem Elektroauto für die Firma Lohner einsetzte?“ ätzen die Kritiker.

Tatsache ist: Am E-Auto wird geforscht, entwickelt und getestet wie nie zuvor. Spannende Zeiten kommen auf uns zu.

## **Autoindustrie** Warum entwickeln alle Hersteller jetzt Elektroautos?

Weil die Industrie nach neuen Anreizen für breite Käuferschichten sucht – die Absatzkrise beschleunigt dieses Szenario. Geforscht wird aber in erster Linie bei Zulieferern wie Continental (führend in automotiven Akku-Entwicklungen), Bosch oder ZF. Der Getriebehersteller strukturiert sich gerade auf die E-Auto-Epoche um – um dann überleben zu können: Elektroautos benötigen keine Getriebe.

Die Autobauer versuchen, die vielfältigen Entwicklungen zu koordinieren, indem sie verstärkt Allianzen schmieden. Daimler etwa gründete ein Joint Venture mit Li-Tec, einem Hersteller für Batteriekomponenten, an dem sich kurz zuvor der deutsche Mischkonzern Evonik beteiligt hatte – um sich Zugriff auf Akku-Produktionskapazitäten zu sichern. Und kaufte sich beim E-Auto-Hersteller Tesla ein. Mit im Boot sind oft die großen Stromkonzerne, die sich im Zeitalter der Energiesparlampen neue Absatzquellen erhoffen.

## **Strom** Hätten wir genug Saft für Elektroautos?

Österreichs Energiewirtschaft ist optimistisch: Selbst wenn eine Million Elektroautos auf unseren Straßen unterwegs wären, würde der Stromverbrauch in Österreich nur um 3 % steigen. Allein mit dem Donaukraftwerk Freudenua könnten 500.000 Autos betrieben werden.

## **Knackpunkt** Warum haben sich E-Autos noch nicht durchgesetzt?

„Elektroautos bauen kann jeder, aber die optimalen Batterien hat noch niemand“, bringt es Peter Krams, Projektleiter beim E-Mini, auf den Punkt. Es hapert vor allem an der Reichweite der E-Autos: Selbst 150 km sind heute im Normalfall nur mit allergrößten Anstrengungen erreichbar.

Derzeitiger Stand der Technik sind Lithium-Ionen-Akkus. Sie bieten – im Vergleich zu anderen Technologien – eine relativ große Speicherkapazität und leiden nicht unter dem Memory-Effekt. Elektroautos mit anderen Akkus müsste man komplett „leerfahren“, um nach der nächsten Aufladung wieder die volle Reichweite zur Verfügung zu haben.

## **Lithium-Ionen In Handys funktionieren die Akkus. Warum nicht im Auto?**

Lithium-Ionen-Akkus sind bereits in Massenproduktion – für Handys und Laptops. Auf genau diese Laptop-Akkus greift etwa Tesla zurück. Diese sind jedoch teuer, und es darf bezweifelt werden, ob es in der Großserie Sinn macht, tausende kleine Akkus zu koppeln, elektronisch zu koordinieren und in ein Auto zu stopfen. „Wenn sie erst einmal halb so schwer sind wie heute, ihre Kapazität verdoppelt haben und ihre Kosten auf ein Drittel sinken – der Akkusatz des Mini kostet 20.000 Dollar –, sind sie für große Serien interessant“, so E-Mini-Projektleiter Krams. Zum Vergleich: Das Tanksystem eines herkömmlichen Autos kostet gerade einmal 100 Euro.

Ein weiterer Knackpunkt: jeder, der ein Handy besitzt, weiß, dass der Akku irgendwann einmal seinen Geist aufgibt. Konkret: Die Akkus des E-Mini sollen 1.000 Ladezyklen verkraften – das entspricht einer Gesamt-Lebensdauer von rund 150.000 km. Dann ist ein Wechsel fällig. Der geht ins Geld: Nissan etwa rechnet mit rund 20.000 Euro je Akkusatz.

## **Kosten Wie hoch sind die Betriebskosten von Elektroautos?**

Ist die große Hürde der Anschaffungskosten eines E-Autos einmal genommen, fährt man bis zum nächsten Akkuwechsel extrem günstig. Einmal Volltanken des E-Mini für ca. 150 km Reichweite kommt auf rund fünf Euro. Das entspräche Kilometerkosten von 3,33 Cent. Zum Vergleich: Ein Mini D benötigt für die selbe Strecke Diesel für rund 10 Euro.

Die Servicekosten eines Elektroautos dürften ebenfalls etwas geringer ausfallen als bei Autos mit Verbrennungsmotor. Der Grund: Sie haben viel weniger mechanische Teile.

## **Öko-Bilanz Wie umweltfreundlich sind Elektroautos wirklich?**

Das kommt ganz auf die Stromerzeugung an. Strom aus Solarenergie, Wind- und Wasserkraft weist eine mustergültige CO<sub>2</sub>-Bilanz auf. Aber selbst beim österreichischen Strom-Mix mit seinem hohen Anteil an Wasserkraftwerken fallen pro kWh Stromerzeugung 299 g CO<sub>2</sub> an. Das ergibt beim E-Mini (in Österreich!) 42 g CO<sub>2</sub> pro Kilometer.

Anders sieht die Bilanz beim deutschen Nachbarn mit seinem hohen Anteil an Kohlekraftwerken aus: Dort errechnet sich die CO<sub>2</sub>-Emission des E-Mini auf 76 g CO<sub>2</sub>/km. Zum Vergleich: Der neue Ford Fiesta EOnetic mit 90 PS-Diesel kommt auf 98 g CO<sub>2</sub>/km. Der Vorteil des teuren E-Autos ist in Deutschland also geringer. Ganz zu schweigen etwa von China, wo 70% der Elektrizität von Kohlekraftwerken mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugt werden.

Es bleiben also noch genügend Hausaufgaben für die weltweite E-Wirtschaft.

## **Aufladung Wie werden wir E-Autos mit Strom „betanken“ können?**

Grundsätzlich so wie schon heute – aus der Steckdose. Das Problem ist die Infrastruktur in den Städten, Stichwort Ladestationen. Dass nur die wenigsten Städter über einen fixen Parkplatz samt Stromanschluss verfügen, ließe sich mittels Parkplatz-Management, zentraler Ladestationen und intelligenter Stromzähler (die den Kunden „erkennen“ – heute schon im Großversuch) ändern. Eine Studie des Consultants PWC kommt auf einen österreichweiten Bedarf von 16.200 Stationen für eine Million E-Autos – Kostenpunkt 650 Mio. Euro. Das Aufladen könnte sogar berührungslos über Induktionsschleifen im Bodenbelag von „Lade-Parkplätzen“ erfolgen – was noch mehr kosten würde. An Förderungsmodellen seitens des Staats (der heute beim Tanken profitiert, dann aber eine Zeit lang mitzahlen müsste) dürfte also kein Weg vorbei führen.

An Tankstellen Batterien zu tauschen, wie es Renault/Nissan in Israel in einem Versuch praktizieren, ist nicht überall eine Lösung. Lithium-Ionen-Akkus erfordern, bezogen auf die Reichweite eines damit betriebenen Autos, ein fünf Mal so großes Volumen wie ein Benzintank und sie sollten, um nicht an Speicherkapazität zu verlieren, bei Temperaturen zwischen 25 und 35 Grad gelagert werden. In Israel kein Problem – aber in Tirol oder Vorarlberg? Strom tanken mittels Solarzellen auf dem eigenen Dach wäre theoretisch möglich – aber nicht in Ballungszentren, in denen die meisten Autos fahren.

## **Kaufen Bekommt man heute schon E-Autos?**

Jein. Die heute bereits erhältlichen E-Autos sind entweder bessere Microcars oder Nischenfahrzeuge wie Kleinlaster oder Sportwagen – allesamt von kleinen Herstellern. Diese Autos verlangen von ihren Besitzern erhöhten Aufwand in vielerlei Hinsicht: Beginnend beim Kaufpreis über das Handling (Schnell-Ladung in 2-3 Stunden ist noch nicht bei allen möglich) bis hin zur Service-Sicherheit:

Schließlich gibt es noch keine Werkstattnetze wie bei den etablierten Automarken. Viele E-Auto-Bauer meinen dazu: „Es kann auch nicht so viel kaputt gehen wie bei herkömmlichen Autos.“ Tatsache ist: Der Markt kommt in Bewegung, die Entwicklungsbemühungen der Hersteller der letzten Jahre beginnen zu fruchten. In Japan kommen gerade die ersten Serienfahrzeuge renommierter Hersteller auf den Markt.

Der ÖAMTC hält im Internet eine ständig aktualisierte Liste aller in Österreich verfügbarer E-Mobile inklusive regionaler Förderungen bereit: [ÖAMTC-Elektrofahrzeuge](#)

### **Optik Werden zukünftige E-Autos so aussehen wie die heutigen Fahrzeuge?**

„Minimalistische Vehikel haben wenige Chancen, weil die Leute nicht vom gewohnten Standard bei Komfort und Sicherheit abrücken wollen. Unter 900 kg geht da nichts“, stellt Peter Krams, Projektleiter beim E-Mini, klar. Wenn schon die Reichweite der E-Autos nicht mit unseren aktuellen Autos konkurrieren kann, dürfen Sicherheit, Komfort und Transportfähigkeiten nicht auch noch hinterher hinken. Sonst werden die zukünftigen E-Autos am Konsumenten und Massenmarkt vorbei produziert. Bestes Beispiel ist der soeben vorgestellte Nissan Leaf, der in der Optik durchaus mit unseren aktuellen Kompaktautos vergleichbar ist und Platz für vier Personen samt Gepäck bietet.

### **Zeitpunkt Wann können wir E-Autos kaufen, die unseren praktischen Bedürfnissen entsprechen?**

Auf Elektroautos mit 500 km Reichweite werden wir wahrscheinlich noch längere Zeit warten müssen. Aber viele etablierte Autobauer wollen ihre ersten E-Modelle bereits im nächsten Jahr – freilich nur auf streng eingegrenzten regionalen Testmärkten – verkaufen. In den ersten Jahren werden die Preise der E-Autos weit über denen der herkömmlichen liegen. Erst eine Massenproduktion wird sie für weite Kreise erschwinglich machen.

Dem entsprechend variieren auch die Schätzungen, wie viele Elektroautos in Zukunft unterwegs sein werden. „Der klassische Verbrennungsmotor wird auch in den nächsten 20 bis 30 Jahren die primäre Antriebsquelle bleiben“, sagt Leopold Mikulic, oberster Motoren- & Antriebsentwickler bei Mercedes.

### **Zwitter Sind Hybridautos schon überholt, bevor sie groß rauskommen?**

Nein, keinesfalls. Manche Hersteller schwören auf sie, andere sehen in ihnen eine Zwischenlösung auf dem Weg zum reinen Elektroauto, weil sie das Problem der mangelnden Reichweite vergessen lassen. Auch ein Range Extender – ein kleiner Verbrennungsmotor, der bei elektrisch angetriebenen Autos ausschließlich die Akkus mit Energie versorgt, aber nicht auf die Antriebsräder wirkt – ist eine mit Sicherheit kommende Technik. Schon bald kommen die baugleichen Chevrolet Volt (2010 in den USA) und Opel Ampera (2011 in Europa) mit damit auf den Markt. Mit einer Akkuladung schaffen diese beiden Modelle ca. 60 km, bei Einsatz des Range Extenders kann die Reichweite bis auf 500 km erhöht werden.

### **Zweifel Wie ist es um die Verkehrssicherheit von Elektroautos bestellt?**

Je nach Bauart haben manche Akkus zurzeit noch ein gewisses Gefährdungspotenzial – bei Lithium-Ionen-Akkus etwa Explosionsgefahr bei Kurzschlüssen. „Das wird man aber sicher bald hinkommen“, ist ÖAMTC-Techniker Steffan Kerbl überzeugt. Was die Crash-Sicherheit betrifft, so plädiert der ÖAMTC für eine bedingungslose Beibehaltung der gültigen Normen und Vorschriften.

Ein anderes Thema ist die weitgehende Geräuschlosigkeit von Elektroautos. Teilnehmer der Großversuche von Autoherstellern berichten von Problemen mit überraschten und dadurch verschreckten Fußgängern. „Man muss noch mehr für andere mitdenken als in einem herkömmlichen Auto“, sagt ein ADAC-Pannenfahrer nach einem halben Jahr Erfahrungen mit einem Brennstoffzellen-E-Auto im Panneneinsatz. „Fußgänger müssen umdenken, und man sollte den E-Autos Näherungssensoren einbauen, die gegebenenfalls akustisch warnen“, meint ÖAMTC-Techniker Kerbl, der nur wenig von der Möglichkeit downloadbarer Motorengeräusch-Simulationen hält. „Die Lautlosigkeit darf nicht das Killerargument gegen Elektromobilität sein.“

### **Österreich Wie kann unsere Wirtschaft von Elektroautos profitieren?**

Der heimischen Zuliefer-Industrie eröffnet die neue Fahrzeug-Architektur völlig neue Perspektiven – denn der Anteil der Zulieferer wird noch weiter ansteigen. „Die Einführung des E-Antriebs wird nicht

wie bei früheren Techniken über die Luxusklasse, sondern über kleinere Autos erfolgen“, erklärt Peter Reif, Entwicklungs-Vizechef bei Magna.

Verbund, Siemens, Magna, AVL und Austrian Institute of Technology begründeten kürzlich die Plattform „Austrian Mobile Power“. Deklariertes Ziel: bis 2020 zumindest 100.000 E-Fahrzeuge auf die heimischen Straßen zu bringen – heute sind erst 2.100 unterwegs. AVL ist führend in der Entwicklung von Range Extendern, Magna arbeitet am Mila EV, einem elektrischen Kompaktwagen, und KTM baut bereits E-Bikes.

### **Tesla Roadster 185 kW (252 PS).**

Von 0 auf 100 in 4 Sekunden, Spitze 200 km/h, Reichweite knapp **350 km**. Der kalifornische Tesla Roadster hat die renommierten Autohersteller in Sachen E-Autos stark unter Druck gesetzt. Die allgemeine Reaktion: „Es geht ja, wenn man nur will!“ Natürlich, es ist ein unglaubliches Erlebnis, mit dem Tesla zu fahren – vor allem die phänomenale Beschleunigung bei gleichzeitiger Lautlosigkeit. Die Lenkung: irrsinnig direkt und schwergängig. Als Stromspeicher dienen herkömmliche Laptop-Akkus, 6.831 an der Zahl – nicht gerade eine Lösung für die Großserie. Die optimistische Reichweiten-Angabe gilt natürlich nur bei optimalen Bedingungen und sehr sensiblem „Gas“-Fuß. Und dann ist da noch der Preis. Über **100.000 Euro** – für diesen Betrag könnten auch die großen Hersteller relativ schnell ein Elektro-Auto auf die Räder stellen. Ein Verdienst gebührt dem Tesla aber auf jeden Fall: Er war die Initialzündung für die moderne, elektrische Mobilität.



Bild 1: Tesla Roadster mit 185 kW (252 PS).

**E-Mini** Der **Zweisitzer**, den *auto touring* fuhr, ist einer von 600 Exemplaren. 450 davon sind bereits in Kundenhand – als Leasing-Fahrzeuge (**650 Euro/Monat** abzüglich Fördergelder) in den USA und in Deutschland. Manche sind bereits 30.000 km gelaufen. Im Fond sitzt der 260 kg schwere Batterie-Block mit seinen 5.088 Lithium-Ionen-Zellen, die theoretische Reichweite beträgt **250 km**. Die Praxis sieht anders aus: Von der zum Start vorhandenen vollen 30-kWh-Ladung waren nach der 120-km-Testrunde mit dem **150 kW (205 PS)** starken Gefährt auf Landstraßen und Autobahnen gerade noch 27% Rest-Kapazität übrig. Spektakulär die Beschleunigung: Die **220 Nm Drehmoment** des chinesischen E-Motors stehen ab Stillstand und ohne Schaltphasen zur Verfügung. Bei 150 km/h wird abgeregelt. Etwas gewöhnungsbedürftig die Motorbrems-Wirkung: Lupft man das „Strompedal“ nur leicht, gehen die Bremslichter an und die Motorbremse arbeitet drei Mal so stark wie gewohnt – zur Strom-Rückgewinnung. In Serie gehen wird der E-Mini in dieser Form freilich nie.



Bild 2: E-Mini, ein Zweisitzer mit 150 kW (205 PS).

**Nissan EV-02** Ein Blick unter die Motorhaube? Nein, leider nicht möglich, bedauert der Nissan-Techniker. Ein streng geheimer **Versuchsträger**. Dennoch: Bei den Testfahrten überzeugt das **81 kW (110 PS)**-Elektroauto, fährt sich wesentlich souveräner und ruhiger als ein gleich starker Benziner. Es reicht **ein Gang**, um den von **Lithium-Ionen-Akkus** gespeisten E-Motor bis zur Höchstgeschwindigkeit zu beschleunigen. Nur ein leises Summen, der Wind und die Reifengeräusche dringen ans Ohr. Eines wird klar: Die elektrische Fortbewegung der Zukunft wird ganz anders sein. Und nicht ohne Partner funktionieren. Renault/Nissan schmiedet lokale Kooperationen mit Städten und Regionen von Israel über China bis Australien, um eine entsprechende E-Infrastruktur (Stromtankstellen!) aufzubauen.



Bild 3: Der Nissan EV-02, Versuchsträger mit 81 kW (110 PS) –Elektroauto mit Lithium-Ionen-Akkus

**Th!nk city** Überraschung Nr. 1 bei der *auto touring*-Testfahrt: Auf den Bergen rund um Dornbirn beschert der Th!nk (kein Schreibfehler!) mit seinen **34 kW (46 PS)** erstaunlich viel Fahrspaß. Bergab wird der Eco-Modus gewählt – die Motorbremse gewinnt Energie zurück. Überraschung Nr. 2: Eine Vollladung des **Nickel**-Akkus dauert rund **12 Stunden**. Überraschung Nr. 3: Der Preis des **100 km/h** schnellen Gefährts mit seinen **140 km** Reichweite: Dank Förderungen zahlt man in Vorarlberg (im Rahmen des Vlotte-Projektes) vier Jahre lang eine Mobilitätsrate von **551 Euro/Monat** (inklusive Jahresnetzkarte und Gratis-Aufladung), dann wird der Th!nk zum Restwert (knapp 10.000 Euro) übernommen.



Bild 4: Th!nk city mit 34 kW (46 PS) und Nickel-Akkus.

**Mitsubishi i MiEV** Nein – der Name passt nicht wirklich für das erste Elektroauto eines Großserienherstellers. In Japan für rund **34.000 Euro** schon zu haben, rollt der i MiEV 2010 auch nach Europa. Bei ersten Testfahrten konnte sich *auto touring* überzeugen, dass es auch ein Leben neben den Verbrennungsmotoren gibt. Lithium-Ionen-Akkus mit einer Speicherkapazität von 16 Kilowattstunden und ein **47 kW (63 PS)** starker E-Motor sorgen für eine Reichweite von etwa **140 km**. Trotz schmaler Bauweise (die Basis gibt es in Japan auch als Benzin-Microcar) hat das Auto genug Platz für vier Passagiere und einen akzeptablen Kofferraum. In Stufe D des Automatikgetriebes gewinnt man fast jeden Ampelstart – **180 Nm Drehmoment** von null weg machen's möglich. Man spürt förmlich die verwunderten Blicke der anderen Autolenker im Nacken, die während der Rotlichtphase Gelegenheit hatten, den schmalen Rücken des i MiEV mitsamt der Aufschrift „electric Vehicle“ zu betrachten. Aber bei solchen Spielchen schmilzt die Reichweite wie Eis in der Sommerhitze.



Bild 5: Mitsubishi i MiEV mit Lithium-Ionen-Akkus und 47 kW (63 PS).

### **E-Alternative: Brennstoffzellen**

Batterien benötigt der **GM HydroGen4**, den *auto touring* in Berlin fuhr, für seinen **73 kW (100 PS)** starken Elektromotor nicht: Das ADAC-Pannenauto ist eines von 100 weltweit eingesetzten Brennstoffzellen-Versuchsfahrzeugen von General Motors. Es wird mit (bei minus 253 Grad gelagertem) flüssigem **Wasserstoff** betankt, der in 440 in Reihe geschalteten Zellen mit dem Sauerstoff aus der Luft reagiert. Dieser elektrochemische Prozess erzeugt fast lautlos (im Auto ist nichts, außerhalb nur ein ganz leises Schnattern zu vernehmen) den Strom für den E-Motor – und lediglich etwas Wasserdampf als „Abgas“. Das Auto mit der Drehmoment-Charakteristik eines Elektroautos ist seit Februar als „Gelber Engel“ unterwegs. Weil es nur in einem Radius von 25 km vom Standort Spandau eingesetzt wird, absolvierte es seit Februar bloß 7.000 km. Und nie mehr als 120 km pro Schicht – trotz theoretischer Reichweite von 320 km. Danach wird immer vollgetankt. Der Tank fasst 4,2 kg Wasserstoff (aus Erdgas erzeugt), der zu einem rein fiktiv für den Großversuch festgesetzten Preis von 8 Euro pro kg verrechnet wird. Während der ADAC-Kollege die Autos von Clubmitgliedern flott macht, muss sein Fahrzeug immer in vollem Betrieb bleiben: Der Bereitschafts-Modus (vergleichbar mit einer eingeschalteten Zündung) frisst fast genauso viel Energie wie der Fahrbetrieb.

**Mercedes-Benz** setzt in seinen auf der B-Klasse basierenden **F-Cell**-Versuchsfahrzeugen auf genau das gleiche Prinzip. Noch in diesem Jahr soll für Praxis-Erprobungen eine Kleinserie mit **100 kW (136 PS)** starkem E-Motor produziert werden. Darüber hinaus erprobt die Daimler AG auch „konventionelle“ und solche mit Range Extender.