

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 81 (1990)

**Heft:** 18

**Artikel:** Elektrofahrzeuge in der BRD : Entwicklungen in verschiedenen Bereichen

**Autor:** Naunin, D.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-903157>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Elektrofahrzeuge in der BRD: Entwicklungen in verschiedenen Bereichen

D. Naunin

**Der Übersichtsartikel zeigt auf, dass bei Elektromobilen in der BRD sowohl hinsichtlich des politischen Interesses als auch in bezug auf technische Entwicklungen – Motoren, Batterien, Versuchsfahrzeuge – einiges in Bewegung ist. Verschiedene Firmen, darunter auch kleinere Unternehmen, bieten bereits käufliche Fahrzeuge an.**

**L'article met en évidence le fait que le marché des véhicules électriques en RFA est en pleine évolution tant au niveau de l'intérêt politique que des développements techniques (moteurs, batteries, véhicules d'essai). Diverses firmes, dont quelques petites entreprises, mettent déjà en vente des véhicules électriques.**

Leicht gekürzte Fassung eines Referates anlässlich des internationalen ASVER/ACS-Elektromobilsymposiums vom 28. Mai 1990 in Luzern

## Adresse des Autors

Prof. *Dietrich Naunin*, Präsident der Deutschen Gesellschaft für elektrische Strassenfahrzeuge (DGES), Technische Universität Berlin, Institut für Elektronik, Einsteinufer 17, D-1000 Berlin 10

## Auftrieb für Elektrofahrzeuge

Wenn man unter Ingenieuren, die mit dem Bau von Elektrofahrzeugen befasst sind, herumhört, so überwiegen die skeptischen Töne über eine wirtschaftliche Herstellung und damit über die Marktchancen von Elektrofahrzeugen. Aber die politische Bedeutung der Elektrofahrzeuge, die durch ihre Umweltfreundlichkeit bestimmt wird, tritt immer deutlicher hervor und beginnt, auch sie umzustimmen. Und das ist sehr wichtig, denn ohne eine hohe Motivation der Ingenieure entsteht kein gutes Produkt. Die bisherige verhaltene Motivation hat sich schon etwas gewandelt, denn an der diesjährigen Industriemesse in Hannover wurden Signale dadurch gesetzt, dass mindestens 5 Elektroautos und 3 Elektrofahräder gezeigt wurden. Selbst eine Automesse hat das bisher selten geboten.

Das sind unübersehbare Zeichen der Industrie als Antwort auf den politischen Druck, der einesteils vom Verbraucher her kommt und anderenteils von den Politikern artikuliert wird. Dies macht sich an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Bereichen bemerkbar:

- Der Verkehrsausschuss des Deutschen Bundestages hat eine Weiterförderung der Entwicklung der Elektrofahrzeuge, insbesondere der Batterietechnik, empfohlen (Drucksache 11/6501 vom 16.2.90).

- Die Bundesminister und Länderminister nutzen viele Gelegenheiten, auf Pressekonferenzen und Präsentationen Elektrofahrzeuge zu loben und sich mit ihnen abbilden zu lassen.

- Die Deutsche Bundespost hat nach jahrelanger Zurückhaltung jetzt aufgrund eines 8-Wochen-Einsatzes eines CitySTROMers eine positive Ein-

schätzung des Einsatzes von Elektrofahrzeugen abgegeben. Leider ist die schon fast sichere Bestellung von mehreren Fahrzeugen bisher der Neuordnung der Bundespost zum Opfer gefallen.

- Die Stadtverwaltungen fragen immer mehr nach Elektrofahrzeugen für kommunale Zwecke. Einige Städte haben sie schon (z.B. Düsseldorf), viele schrecken noch vor den höheren Preisen zurück. Durch ein Leasingverfahren, das kurz im letzten Abschnitt beschrieben wird, besteht die Hoffnung, dass sie gewonnen werden können.

- Der Deutsche Städtetag – die Vereinigung der Deutschen Städte – möchte das Thema in seiner Informationszeitschrift behandeln.

- Es besteht eine rege Diskussion um neue Stadtverkehrskonzepte. Die Stadt Bologna hat vorgemacht, wie man Innenstädte sperren kann. Deutsche Städteverwaltungen haben das als Anregung aufgenommen. Alle grossen Automobilfirmen haben Planungsabteilungen für diesen Bereich und stellen z.T. ihre Pläne auf der Hannovermesse vor.

- Die Automobilfirmen verstärken personell ihre Abteilungen für Forschung und Entwicklung im Elektroautobereich in dem Bestreben, der erwarteten Nachfrage gewachsen zu sein.

- Kleine Firmen spriessen aus dem Boden und bieten elektrisch betriebene Kleinfahrzeuge an. Sie sehen eine Marktlücke und nutzen sie. Die «Solar»-Welle, dokumentiert durch unzählige Solar-Cups und -Rallyes, hilft ihnen dabei.

Alle diese Tatsachen geben der Verbreitung von Elektrofahrzeugen Auftrieb. Wie sieht die Angebotsseite aus? Welche Techniken werden verwendet und wie wird der Markt vorbereitet?

## Entwicklungen im Motor- und Motorsteuerungsbereich

In den meisten Elektrofahrzeugen wird der Gleichstrom-Nebenschlussmotor eingesetzt. Der einzige Anbieter im Leistungsbereich ab 10 kW für mittlere und grössere Fahrzeuge ist praktisch bisher die Asea Brown Boveri AG, die allerdings ihre Aktivitäten auf diesem Gebiet im Konzern aus Deutschland nach Skandinavien ver-

lassen, wurde bisher vorwiegend im Busbereich erprobt. In den letzten Jahren hat die Volkswagen AG ein Hybrid-Fahrzeug auf Golf-Basis entwickelt, das neben dem Dieselmotor einen Asynchronmotor der Fa. Robert Bosch enthält. Er ist sehr kompakt und befähigt dadurch die Konstrukteure, ohne grössere Schwierigkeiten beide Motoren im bisherigen Motorraum unterzubringen. Die serielle Anordnung der beiden Motoren gibt Bild 1

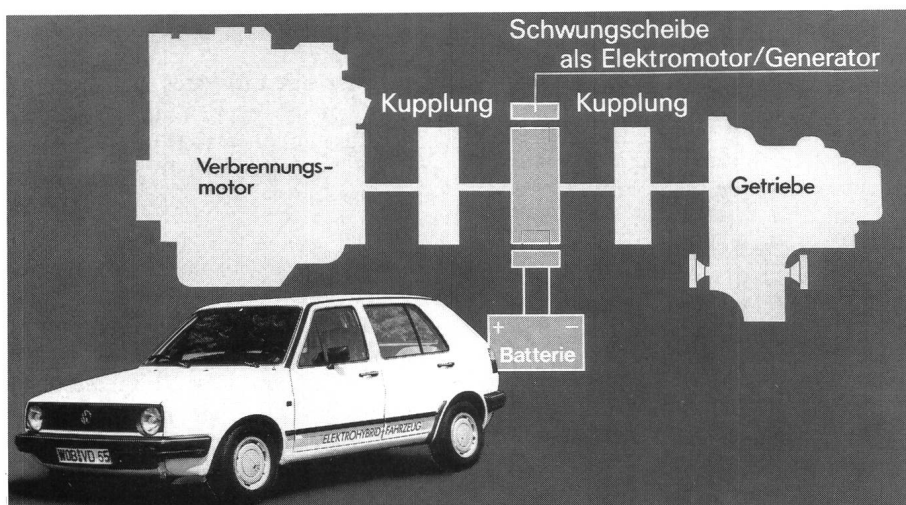


Bild 1 Die Anordnung des Dieselmotors und des Elektromotors in einem VW-Hybrid-Golf

lagern wird. In kleineren Fahrzeugen werden aus Kostengründen Gleichstrom-Reihenschlussmotoren, die aus dem Gabelstaplerbereich kommen, eingebaut, aber auch Drehstrom-Asynchronmotoren werden zunehmend angeboten. Die Vorteile, die die wartungsärmeren, konstruktiv einfacheren Asynchronmotoren bieten, werden allerdings durch einen höheren Steueraufwand und höhere Batteriespannungen aufgeessen. Eine Abschätzung des Aufwandes im Vergleich zur Gleichstrom-Nebenschlussmaschinenteknik ist in [1] enthalten. Der Trend wird sicherlich – wie in der Antriebstechnik allgemein – zum Drehstromantrieb weisen, da die Leistungsbaulemente und Steuerungselemente billiger und die Erfahrungen besser werden.

Das reine Elektroauto wird von einigen Entwicklern wegen der begrenzten Reichweite skeptisch beurteilt. Die Möglichkeit, Verbrennungs- und Elektromotoren zu kombinieren und erforderlichenfalls getrennt oder gemeinsam das Fahrzeug antreiben zu

wieder. Eine intelligente Steuerung lässt beide Motoren jeweils in ihrem energieoptimalen Bereich arbeiten. 20 Fahrzeuge dieser Art werden ab 1991 in Zürich in einem Praxistest erprobt werden.

Über den Audi-Duo wird in einem weiteren Aufsatz in diesem Heft berichtet.

## Entwicklungen im Batteriebereich

Die Bleibatterie ist nach wie vor die am meisten eingesetzte Batterie. Im CitySTROMer wurde eine ausgeklügelte Peripherietechnik für Bleibatterien mit flüssigem Elektrolyten – Temperierung, automatische Wassernachfüllung, Elektrolytumwälzung usw. – erprobt. Die zwar mehr Platz beanspruchende, aber wartungsfreie Blei-Gel-Batterie hat aber inzwischen gezeigt, dass sie die gleichen Betriebsdaten und die gleiche Zuverlässigkeit erreicht. Sie wird deshalb zunehmend eingesetzt.

Der Nickel/Cadmium-Batterie wird eine hohe Zyklenfestigkeit nachgesagt. Ihr Preis ist jedoch so hoch, dass sie z. Zt. nur in experimentellen Elektrofahrzeugen erprobt, aber noch nicht in käuflichen Elektrofahrzeugen angeboten wird, obwohl die Kosten pro Zyklus denen von Bleibatterien mindestens vergleichbar sind. Eine Serienfertigung wird das Verhältnis weiterhin verbessern. Dies wird dazu führen, dass ein käufliches Elektrofahrzeug (Firma Hercules) demnächst mit 7 Ah-Ni/Cd-Zellen angeboten wird. Das Problem der Rücknahme der Zellen – das Cadmium ist sehr umweltschädlich – muss generell geregelt werden.

Die Natrium/Schwefel-Batterie – eine Hochtemperaturbatterie, die eine Betriebstemperatur von über 300 °C hat – wird bisher nur von Asea Brown Boveri zu einem Preis von etwa 2000,- DM/kWh angeboten. Man kann sie in 2 Grössen erhalten, mit 11 kWh und 22 kWh Energieinhalt. Durch unterschiedliche Konfigurationen der einzelnen Zellen sind Ausgangsspannungen in Schritten von 12 V erhältlich. Ihr z. Zt. noch hoher Preis verhindert, dass sie schon in kaufbaren Fahrzeugen eingesetzt wird. In Experimentalfahrzeugen bei BMW, Mercedes und VW wird sie eingehend getestet; z. Zt. wird ebenfalls ein Bus mit mehreren Batterien ausgestattet.

Einige Wirbel verursachte die Ankündigung, dass die Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke (RWE) ein Joint Venture mit der englischen Batteriefirma Chloride mit dem Ziel der Fertigung und Vermarktung der dort entwickelten Na/S-Batterie eingegangen ist. Dies ist jedoch als Zeichen anzusehen, dass man die Na/S-Batterie als zukunftssträchtige Batterie ansieht, und dies wiederum ist wegen ihrer gegenüber der Bleibatterie höheren spezifischen Leistungsfähigkeit ein positives Zeichen für das Elektroauto.

Eine weitere Hochtemperaturbatterie ist die Natrium/Nickel-Chlorid-Batterie, die von der AEG entwickelt und in einigen Mercedes-Benz-Fahrzeugen getestet wird. Ebenfalls wird dort die Zink/Brom-Batterie auf einem Teststand geprüft. Abschliessende Aussagen über sie sind noch in keiner Weise möglich.

Wie bekannt, ist die Batterieentwicklung entscheidend für die Zukunft der Elektrofahrzeuge. Die Deutsche Bundesregierung, insbesondere der Bundesminister für Forschung und Technologie, wird sie weiterhin fördern.

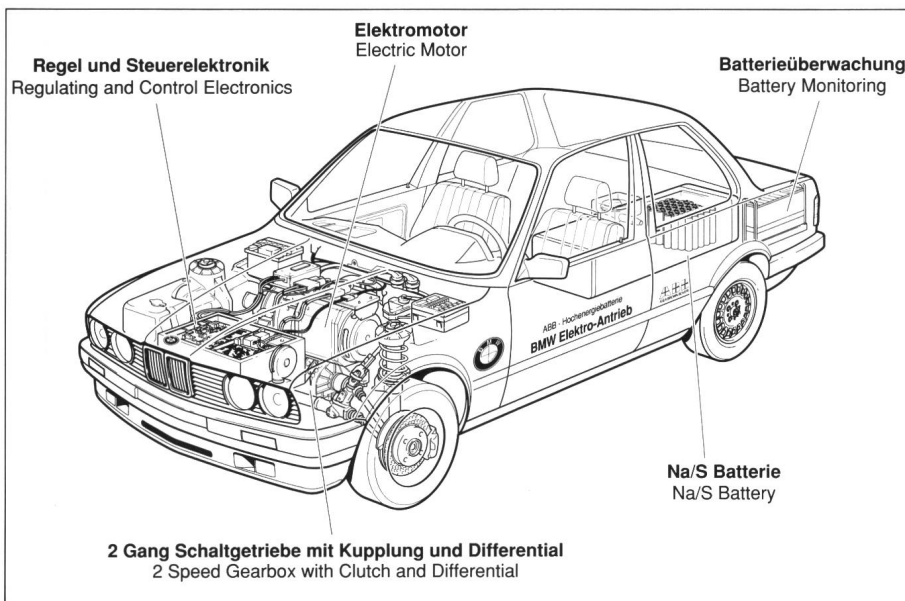


Bild 2 Phantombild eines BMW der 3er-Serie mit einer Na/S-Batterie

### Experimentelle Fahrzeuge

Grosses Aufsehen bereite kürzlich die Vorstellung des Elektro-Sportautos von General Motors, das zeigte, dass man auch sehr sportliche Elektroautos bauen und dem vielfach verbreiteten Image des kleinen und motorschwachen Elektroautos entgegen treten kann. Das hilft sehr, allerdings möchte die deutsche Automobilindustrie dem Gebrauchs-Elektroauto mit akzeptabler Reichweite (>100 km) und hoher Zuverlässigkeit mehr Aufmerksamkeit widmen. Sie unterhält inzwischen eine beachtliche Flotte von experimentellen Fahrzeugen. Von BMW, Mercedes und VW ist dies hinlänglich bekannt, ihre PW und Transporter werden auch öffentlich gezeigt und in öffentlichen Praxistests geprüft.

Bild 2 zeigt einen BMW der 3er-Serie, der eine Na/S-Batterie – im Mittel-tunnel optimal untergebracht – hat. Dieses Fahrzeug war im Mai 1990 auf dem Grand Prix Formel E in Emmen und bei anderen Rennen sehr erfolgreich. Die Na/S-Batterie bewies dadurch erfolgreich ihre Leistungsfähigkeit.

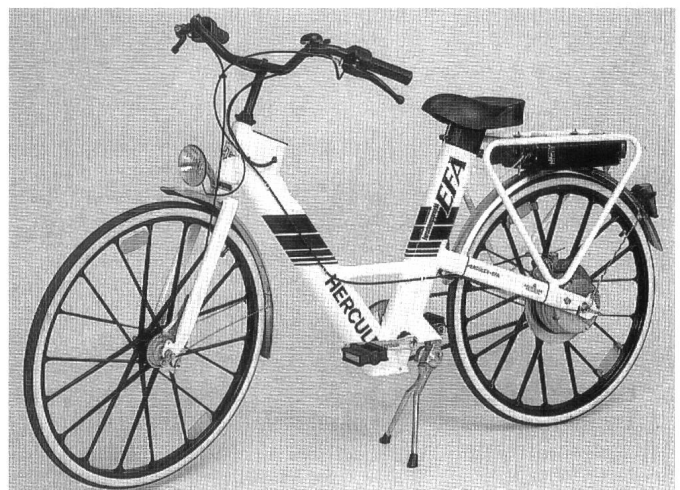
Im Busbereich werden Mercedes und MAN gemeinsam einen kleineren Citybus für 20–25 Personen mit der Na/S-Batterie demnächst vorstellen. Auch Neoplan hat einen Elektrobus für etwa 30 Personen auf der letzten Internationalen Automobil-Ausstellung gezeigt, dessen besonderes Merkmal die Kunststoffkarosserie war, die 1/3 Gewichtersparnis gegenüber der

konventionellen Karosserie bringt. Dies kommt der möglichen Reichweite zugute.

Nicht unerwähnt sollten auch die Kleinstelektrofahrzeuge, die Elektrofahräder, sein. In einem vom Umweltbundesamt geförderten Projekt wurden von der Firma Hercules in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin Elektro-Zwei- und Dreiräder in der Leichtmofaklasse entwickelt. Sie werden z. Zt. im Kurort Bad Reichenhall eingehend getestet (Bild 3). Auch andere Firmen experimentieren, z.B. sogar mit Solarzellen zwischen den Speichen.

In den Schubladen verschiedenster Firmen sind natürlich schon viele Plannungen über neue Elektrofahrzeuge enthalten, die ein sehr modernes und

Bild 3 Ein Elektrofahrrad mit Nabenmotor und Ni/Cd-Batterien im Rahmen



spezifisches Design haben und auf ihre Verwirklichung durch Investoren warten.

### Kaufbare Fahrzeuge

Nachdem eine Serienfertigung des VW-CitySTROMers vor einigen Jahren scheiterte, halten sich die grossen deutschen Automobilfirmen noch zurück, kaufbare Personenwagen anzubieten. Als einzige Firma bietet Mercedes z. Zt. Entsorgungsfahrzeuge an, da die Kommunen allmählich feststellen, dass sie mit gutem Beispiel vorangehen sollten. Düsseldorf setzt z.B. elektrische Müllsammelfahrzeuge, wie in Bild 4 gezeigt, in der Altstadt ein, andere Städte folgen, wenn auch langsam.

Der Markt für PW und kleinere Transporter wird jetzt auch von kleineren Firmen entdeckt. Die Firma Colenta bietet einen PW, einen Kleinbus und einen Kleintransporter (Bild 5) auf der Basis von japanischen Mitsubishi-Karosserien an. Die Firma Walther baut einen Klein-PW auf Basis einer französischen Karosserie sogar mit Drehstrommotor. Die Firma Erk bietet das Citycar und die Firma Hercules das E-Rad an, jeweils Zweisitzer mit Reichweiten von etwa 50 km und einer Höchstgeschwindigkeit von etwa 50 km/h. Die Preise liegen im Bereich zwischen 20 000 und 30 000 DM. Es gibt noch weitere Firmen, die z.B. mit polnischen Karosserien in den Markt kommen wollen.

Wie schon erwähnt, wird von der Firma Hercules ein Elektrofahrrad für knapp DM 2000.– ab Herbst 1990 angeboten. Es ist ein normales Fahrrad mit einem am Hinterrad seitlich angebrachten E-Motor.

## Zukünftige Einsatzbereiche

Aufgrund der begrenzten Reichweite wird das Elektroauto immer nur ein Stadtauto sein. Eingehende Untersuchungen haben gezeigt, dass dafür die Reichweite völlig ausreichend ist, weil Stadtautos – sowohl PW als auch Kleintransporter – bisher auch nur etwa 35 km pro Tag fahren. Deshalb sind die zukünftigen Einsatzbereiche vorwiegend die folgenden:

- Transportaufgaben in Stadtinnengebieten (Personen und Güter, Postzustellungen, usw.)
- als städtische Spezialfahrzeuge (Müllsammel- und Entsorgungsfahrzeuge, Strassenkehrfahrzeuge, usw.)
- als Nachauslieferungsfahrzeuge
- in Kurorten
- im innerbetrieblichen Einsatz (Krankenhausanlagen, Flughäfen, Messen, Fabrikanlagen, Häfen, usw.)
- als Sportbegleitfahrzeuge.

Fördernd für das Elektroauto wird die gegenwärtige Entwicklung mit dem Ziel der Sperrung von Stadtzentren für den allgemeinen Verkehr sein. Forschungsinstitute als auch die Automobilfirmen selbst bauen Abteilungen auf, die sich mit neuen Stadtverkehrskonzepten befassen, in denen Elektrofahrzeuge einen besonderen Platz erhalten. Schon heute werden zunehmend Verbrennungskraftfahrzeuge aus den Innenstädten verbannt und

**Bild 5**  
Elektrifizierter  
Kleinbus und  
Kleintransporter



Stromtankstellen mit Parkmöglichkeiten – z.B. an Münzparksäulen oder in Parkhäusern – konzipiert. Eine Möglichkeit ist auch die Vermietung und das Leasen von Elektrofahrzeugen.

Die RWE bietet z.B. den kommunalen Verwaltungen die in Bild 5 dargestellten Fahrzeuge zu «normalen» Leasingbedingungen an, um sie durch das Sparen der Investitionskosten und die Übernahme des Risikos für die Batterien zum Einsatz der Fahrzeuge zu bewegen.

Abschliessend kann man feststellen, dass das Interesse am Einsatz von Elektrofahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland stark wächst und viele Verbraucher sich auch bereit zeigen, erhöhte Kosten und Risiken in Kauf zu nehmen. Es ist zu wünschen, dass der Teufelskreis «hohe Kosten → keine Serienfertigung → keine Marktfähigkeit → keine Förderungswürdigkeit → hohe Kosten» bald durchbrochen wird, zum Wohle unserer Umwelt und damit zum Wohle von uns allen.



**Bild 4** Elektro-Müllsammelfahrzeug im Einsatz

### Literatur

- [1] H.-Chr. Skudelny: Gleich- und Drehstromantriebe in elektrischen Strassenfahrzeugen. In: D. Naunin u.a. «Elektrische Strassenfahrzeuge», Expert Verlag, Ehningen 1989