

Das ‚Scheitern‘ des frühen Elektromobils (1895–1925). Versuch einer Neubewertung

von Gijs Mom

Überblick

Dieser Beitrag befaßt sich mit den bekannten und denkbaren anderen Erklärungsgründen des ‚Scheiterns‘ des frühen Elektrofahrzeugs. Archiv-recherchen in Europa und Amerika zeigen, daß nur eine differenzierte Analyse (temporal und geographisch, aber auch nach Fahrzeuggattung und -Anwendung) sinnvoll ist. Da das Elektrofahrzeug hier als Alternative, das heißt als eine ‚materielle Kritik‘ an der herrschenden Technik aufgefaßt wird, muß auch das Benzinfahrzeug und dessen Kultur mit in die Analyse einbezogen werden. Dazu werden zunächst die Begriffe Struktur, System und Feld eingeführt. Schließlich wird mit Hilfe eines vierten Begriffs, der Metapher des Pluto-Effekts, das ‚Scheitern‘ des Elektroantriebs als ein Erfolg des Autos (aufgefaßt als Idealtypus) umgedeutet: Unser ‚Auto‘ ist heutzutage im technischen als auch im kulturellen Sinn ein ‚elektrisiertes‘ Auto.

Abstract

This article deals with the wellknown and potential failure factors of the electric vehicle. On the basis of archival research in Europe and America it is argued that a satisfactory explanation is only possible through a differentiated analysis, temporally, geographically, and per vehicle type and application. Moreover, the electric alternative should be analysed as a materialised criticism on the main stream technology, and thus the technology and culture of the petrol car should be a part of this analysis. The introduction of some new concepts (structure, system, field) enables a balanced answer. A fourth concept (the Pluto-effect metaphor) helps to reinterpret the ‘failure’ of the electric automobile as a success of the automobile as such (taken as an abstract representation of automotive diversity): the present ‘automobile’ is technically as well as culturally an ‘electrified’ one.

Vorbemerkungen

Das ‚Scheitern‘ des frühen Elektromobils ist nicht gleichzusetzen mit dem ‚Erfolg‘ des Benzinautos, aber der Niedergang des einen ist nicht zu verstehen, ohne die Gründe für den Siegeszug des anderen zu berücksichtigen.¹

In diesem Beitrag wird versucht, das ‚Erfolgsgeheimnis‘ des weniger verlässlichen, Rauch und Lärm verursachenden Benzinfahrzeugs zumindest teilweise zu klären: Dafür werden die Automobiltechnik und die

Autokultur des Finesiècle direkt miteinander in Beziehung gesetzt. Grundsätzlich zeigt sich dabei, daß eine rein technische Erklärung ebensowenig ausreicht wie eine rein soziokulturelle. Nur eine integrierte Behandlung der Faktoren kann zu befriedigenden Ergebnissen führen.

Die Analyse basiert auf drei neuen Begriffen: ‚Struktur‘, ‚System‘ und ‚Feld‘. Die ersten beiden Begriffe ermöglichen die Analyse des Artefakts und seiner gesellschaftlichen ‚Umgebung‘. Die *dynamische Automobilstruktur* ist ein diachronischer Idealtypus des hierarchisch aufgebauten Artefaktes ‚Auto‘, während das *Automobilsystem* mit dem Hughesschen Systembegriff verwandt ist. Der Feldbegriff ermöglicht die Analyse des Wandlungsprozesses einer Technologie: Das *Anwendungsfeld* beschreibt die Anwendungsgebiete und Anwendungsmöglichkeiten einer bestimmten Automobilgattung während einer bestimmten Entwicklungsphase in einem bestimmten geographischen Raum. In diesem Feld spielt sich auch die Antriebswahl ab, ein Wahlproblem, das in der wirtschaftshistorischen Autohistoriographie oft und zu Unrecht als ein rein rationales Problem dargestellt wird. Das *Erwartungsfeld* beschreibt die technischen Phantasien und Zukunftsvorstellungen der historischen Akteure. Im *technischen Feld* werden die Pläne und Erwartungen in ein konkretes Artefakt übersetzt: Dieses Feld funktioniert dabei oft wie ein Filter, eine Beschränkung der phantasierten Möglichkeiten, und gerade hier braucht der Technikhistoriker die Kenntnisse des Ingenieurs. Man konnte sich natürlich am Anfang dieses Jahrhunderts einen Dieselmotor im Automobil wünschen (und sogar vereinzelt daran arbeiten)², aber eine Analyse der Dieselmotorentechnik in dieser Periode würde ergeben, daß der Antrieb mit diesem Motorentyp einfach nicht möglich war. Offenbar gibt es mehr oder weniger ‚realistische‘ Alternativen und daher auch verschiedene Typen des Erfolgs oder des Scheiterns.³

Die konventionelle Automobilgeschichte beschränkt sich auf eine ziemlich einseitige Erklärung des ‚Scheiterns‘ des Elektromobils, indem sie auf den geringen Aktionsradius und die schweren Batterien hinweist, manchmal auch mit einem deterministischen Unterton: „The reputation of the electric vehicle lived off the imperfections of the gasoline engine.“⁴ Auch die Gemeinschaft der Automobilingenieure, aber auch die Öffentlichkeit ist davon heute überzeugt. Die neuere Historiographie aber sucht die Gründe des ‚Scheiterns‘ stärker in sozialen und kulturellen Faktoren (z. B. das Elektromobil als Frauenauto⁵). Soweit hier technische Argumente angeführt werden (der elektrische Starter⁶, die ‚inferieure Technologie‘ des Elektromobils⁷), wird dies nicht durch eine Analyse der Fahrzeugstruktur untermauert.⁸

Die Analyse der Gründe des Scheiterns ist jedoch viel komplexer. Das liegt auch am grundsätzlich historischen Charakter des Problems. Die genannten drei Begriffe sind ja nicht nur temporal, sondern auch geographisch zu differenzieren. Konnte sich der elektrische Lkw in Amerika um das Jahr 1917 ziemlich erfolgreich durchsetzen, war dies bei der elektrischen Droschke in Berlin um 1900 sicherlich nicht der Fall. Die ungeheure Vielfalt des Automobils in seinen Anwendungen, Strukturen und Systemen macht deutlich, daß es historisch keinen Sinn macht, von ‚dem

Scheitern des Elektromobils‘ zu sprechen, wenngleich diese Vorstellung weit verbreitet ist. Doch eines ist sicher: Das Geheimnis des Erfolgs des Benzinfahrzeuges, das noch immer nicht befriedigend geklärt werden konnte, läßt sich lösen, wenn man die Frage nach dem Scheitern des Elektrofahrzeuges stellt. Dabei ist die Analyse der herrschenden Benzin-Technologie eine Voraussetzung, um die Entwicklung des Elektromobils nachvollziehen zu können. Dies gilt übrigens, und das ist überraschend, auch umgekehrt: In der Technikgeschichte sind die Alternativen als eine ‚in Materie erstarrte Kritik‘ des *main stream* zu interpretieren.

Pferdeersatz und das Wahlproblem im öffentlichen Verkehr des 19. Jahrhunderts

Meistens wird das frühe Automobil in die Tradition des Dampfautos des 19. Jahrhunderts eingeordnet: eine fast lineare Entwicklungskette läßt dann das Auto aus den vereinzelt Experimenten, vor allem in England zwischen 1820–1840 und in Frankreich zwischen 1860–1880, entstehen. Auch für das Elektrofahrzeug läßt sich eine solche Traditionskette konstruieren. Erweitert man aber die Perspektive auf Fahrzeuge wie die Pferdewagen und die Straßenbahn, dann stellt sich heraus, daß die ‚Genealogie‘ des frühen Autos viel reicher war und nicht nur das: Sie erleichtert die Erklärung der Autokultur um die Jahrhundertwende erheblich.

Neuere Untersuchungen des Langstreckentransports haben zum Beispiel ergeben, daß der Zug nicht einfach das Pferd ersetzte. Vielmehr war das Aufkommen der Eisenbahn eines der vielen Merkmale eines zunehmenden Transportbedürfnisses.⁹ Dieses Wachstum hatte schon vor dem Erscheinen der Eisenbahn eingesetzt und gipfelte am Ende des Jahrhunderts in einer regelrechten Transportrevolution. In den meisten industrialisierenden Staaten wuchs nicht nur der inländische Verkehr schneller als die Bevölkerung, sondern die Wachstumsrate des städtischen Verkehrs war in der Regel auch viel größer als die der Eisenbahn. Das Auto hatte an dieser Revolution keinen Anteil: Die ‚Mechanisierung‘ der Straßenbahn ersetzte zwar direkt das Omnibus- und das Straßenbahn Pferd, aber bei anderen Transportfunktionen, wie der Privatkutsche und vor allem dem Gütertransport, setzte im letzten Viertel des Jahrhunderts ein reges Wachstum der ‚Pferdewirtschaft‘ ein. Und dies hatte keineswegs ein ‚altmodisch‘ erscheinendes Flair. Diese Entwicklung war vielmehr von einem professionellen ‚Flottenmanagement‘ gekennzeichnet.¹⁰

Bei der Straßenbahn stellte sich erstmals das Antriebswahlproblem: Die Dampfmaschine, der junge Verbrennungsmotor und viele elektrische Alternativen tritten um diesen wichtigen Markt.¹¹ In vielen Städten, auch in Amerika, wo die Elektrifizierung eine große Begeisterung ausgelöst hatte, wurde die Akkumulatorenstraßenbahn als ‚ästhetische‘ Alternative zu den Straßenbahnen mit Ober- und Unterleitungen gesehen.¹² In zwei Wellen wandten sich die Elektroingenieure, Batteriehersteller und Kapitalgeber dieser Möglichkeit zu, aber um 1895 war die Begeisterung weitgehend abgeflaut. Zu Beginn des neuen Jahrhunderts war klar, daß

vor allem die Batterietechnologie, kaum der stationären Anwendung entwichen, durch die schweren elektrischen und mechanischen Belastungen des Bahnbetriebs in der Stadt überfordert war: Das technische Feld war zu schmal für diese Anwendung, seine Grenzen wurden vor allem von der zu kurzen Lebensdauer der Batterie bestimmt.

Das technische Dilemma: Kultur und Technik des frühen Automobils

Parallel zum Aufbau vereinzelter Straßenbahnstrecken auf der Grundlage von Akkumulatoren gab es auch die ersten Ansätze einer ähnlichen Entwicklung beim Automobil. Viele der ersten Elektromobilprojekte wurden von Straßenbahningenieuren oder von Droschkenbauern initiiert. Dabei blieb es nicht beim Bau des Artefakts: Manche dieser Pioniere entpuppten sich auch als Systembauer oder wenigstens als Systemplaner. So konzipierte die französische Firma Mildé & Mondos nicht nur ihr Elektrofahrzeug als Teil eines ‚elektrischen Hauses‘, sondern Charles Mildé entwarf zugleich, wie ein Edison des frühen Automobilismus, den Plan eines Netzes von Ladestellen, gespannt über drei reiche Pariser Arrondissements. Ausgehend von Frankreich bis nach Spanien, Italien, die Schweiz und über Belgien bis in die Niederlande, schlugen andere den Plan eines ‚Elektrotourismus‘ vor, mit Ladestationen, die alle 50 Kilometer entlang den ‚itinéraires‘ aufgestellt werden sollten. In Europa war das Elektromobil jedoch von Anfang an in der Defensive.

Anders lag dies in Amerika, wo schon eine Tradition der „Assemblage“ billiger, leichter und hochrädiger Kutschen (‚buggy‘) entstanden war. Angesichts der schlechten Landstraßen war das Automobil anfänglich in die Rolle des Stadtautos gezwungen worden. Hier konnte sich daher ein ‚technisches Trilemma‘ entwickeln: Eine Rivalität zwischen Dampf-, Benzin- und Batterieantrieb, die noch bis zum Ende des Jahrhunderts fortbestand. In diesem Streit zeigte auch das Elektromobil seine Möglichkeiten zur leichten Bauweise: Hierbei wurden Buggy und Fahrradtechnologie mit einem beschränkten Batteriesatz kombiniert. Dies bestätigt, daß in den amerikanischen Städten anfänglich keine großen Aktionsradien angestrebt wurden und daß ein Elektrofahrzeug nicht zwangsweise schwer, langsam und ‚häßlich‘ sein mußte.

Dieses Argument, das sich auf die Ästhetik bezog, wurde vor allem gegen die Elektrodroschken und die sich daraus entwickelnde stattliche Fahrzeuggattung für den Privatgebrauch erhoben: Sie sahen aus, als wäre das Pferd davongelaufen. Hinter diesem Urteil verbarg sich aber weit mehr als eine ästhetische Position: Denn das wichtigste Anwendungsfeld des privaten Elektrofahrzeugs war es, einen Ersatz oder eine Erweiterung des Pferdewagenbesitzes der sehr reichen Städter zu bieten. Sowohl in Europa wie auch in Amerika wurde das Elektrofahrzeug als eine mechanisierte Kutsche genutzt: Für Visiten, Theaterbesuche und zum Flanieren in den Stadtparks. In diesem Sinne war das Anwendungsfeld des Elektroautos von Anfang an Teil einer eigenen, man könnte sagen Viktorianischen Subkultur, abgetrennt von der herrschenden Sportkultur des Fahrrads und des Benzinautos.

Mehr Chancen versprach der betriebsmäßige Einsatz des Elektroantriebs. Die ersten Versuche, den Droschkenbetrieb zu elektrifizieren, scheiterten ausnahmslos. Zwischen 1896 und 1900 fanden diese Versuche statt, in großem Stil vor allem in London, Paris und einigen amerikanischen Städten. Dies geschah auf der Grundlage des Wechselladens, des schnellen mechanischen Austausches der Batteriesätze. Dabei ist festzuhalten, daß es in dieser Phase keine vergleichbaren Experimente auf der Basis des Benzinantriebs gab: Wovon die Elektrobefürworter in ihrem Erwartungsfeld träumten, daran wagten die Benzinvertreter noch nicht einmal zu denken.

Bei den zwei wichtigsten europäischen Experimenten (die London Electrical Cab Company von Walter Bersey im Rahmen des Monopolstrebens der Lawson-Gruppe und die Compagnie Générale des Voitures à Paris, das größte Pferdedroschkenunternehmen der französischen Hauptstadt) ist es einfach, zu beweisen, daß das Scheitern auf die Batterietechnologie zurückzuführen war: Mehr noch als bei Straßenbahnen waren die zerbrechlichen Bleiplatten dem Straßenpflaster und einem intensiven Einsatz nicht gewachsen. Auch die teuren massiven Gummireifen trieben die Kosten in der Höhe. Das technische Feld (in diesem Fall bestimmt von der Lebensdauer der Batterie und der Reifen) war eindeutig zu schmal für einen gewinnbringenden Betrieb.

In Amerika entstand in Philadelphia, in Zusammenarbeit mit dem größten Batterierhersteller, der Electric Storage Battery Company (ESB), ein Droschkenbetrieb, der bald nach New York verlegt wurde und dort in die Hände der Whitney-Gruppe geriet. Diese Gruppe hatte in den vorangegangenen Jahren das Monopol der Straßenbahn in Manhattan errungen. Sie kaufte in nur einem Jahr die Aktien des jungen Droschkenunternehmens und der ESB auf und entwickelte den Plan, ein nationales, sogar weltumspannendes Netz von Droschkenbetrieben aufzubauen. Die Fahrzeuge dieser Electric Vehicle Company (EVC) sollten von dem ebenfalls übernommenen Columbia Werk in Hartford, Connecticut, produziert werden: Von 8000, einmal sogar 15 000 Elektrodroschken, war die Rede. Dies war eine ungeheure Zahl in einem Land, wo die Produktion zu diesem Zeitpunkt bei einigen hundert Stück lag.¹³ Insgesamt wurden während der kommenden zwei Jahre schätzungsweise 850 Elektrodroschken eingesetzt. Zahlenmäßig war die Situation aber vergleichbar mit den europäischen Versuchen, weil die Flotte über verschiedene Städte verstreut war: New York, Boston und Newport, Washington, Philadelphia und Chicago. Aber der Reiz nach dem ‚schnellen Geld‘ der Spekulanten führte zu einer Vernachlässigung der Batterie- und Fahrzeugwartung, eine Grundbedingung für einen intensiven Droschkenbetrieb. So geschah, auf der Grundlage der gleichen Gattung von Akkumulatoren wie in Paris, was auch in der französischen Hauptstadt passiert war: Nach einiger Zeit wurden die Fahrzeuge nicht mehr als Droschken eingesetzt, sondern als Mietwagen. Als dazu noch die Aktien wegen des ‚Jobber-Geschäfts‘ der Whitney-Gruppe einstürzten, gingen die Betriebe in den einzelnen Städten nacheinander in Konkurs. Am Anfang des neuen Jahrhunderts blieb nur der New Yorker Betrieb übrig, der noch über die Krise von 1907 hinaus überlebte.

Obwohl Dokumente über die Betriebsführung weitgehend fehlen, kann vermutet werden, daß zwar nicht der Konkurs, aber doch zumindest die Aufgabe des Droschkenbetriebs von der Batterietechnologie hervorgerufen wurde. Sogar die Rückkehr von den Luftreifen zu Massivreifen konnte den Intensivbetrieb einer Droschkenflotte nicht ermöglichen. Die Weiterführung des Betriebs in New York läßt aber die Aussage zu, daß ein weniger intensiver Betrieb möglich gewesen wäre. Daher kann das Scheitern dieser drei frühen Versuche nicht zwingend und generell das Scheitern des Elektromobils der ersten Generation erklären. Bemerkenswert ist weiter, daß die ersten Versuche nicht nur dem System nach, sondern auch in der Fahrzeugstruktur größtenteils in der Straßenbahntradition standen. Obwohl man in Amerika mit einer leichten Droschke angefangen hatte, wurde die Konstruktion durch verschiedene Anpassungen zu einem Gefährt von zwei Tonnen weiterentwickelt, genauso behäbig wie die Pariser und Londoner Modelle.

Das Fahrrad und das Benzinauto als Abenteuermaschinen

Als in den Jahren 1901 und 1903 die amerikanische Autozeitschrift *The Horseless Age* eine Umfrage unter Ärzten machte, war die Unsicherheit über die Antriebswahl noch immer deutlich.¹⁴ Die meisten bevorzugten das Dampfauto, andere aber kauften sich gleich zwei Automobile, wobei das Elektrofahrzeug wegen seiner Verlässlichkeit in Notfällen, das Benzinauto dagegen auch für Ausflüge am Wochenende eingesetzt wurde. Dennoch hatten die Mißerfolge in den betroffenen Ländern ihre Spuren hinterlassen: In Europa wie in Amerika begannen ungefähr im Jahr 1901 die ‚dark ages‘, wie EVC-Präsident Lloyd es später formulierte.¹⁵

Das Zögern bei der Entwicklung und beim Kauf von Privatelektromobilen kann man vielleicht anhand dieser Mißerfolge erklären. Den Erfolg des Benzinrivalen können sie aber nicht klären. Während das Elektromobil, inzwischen von den meisten als Stadtauto betrachtet, sich vergebens bemühte, das Stadtpferd zu ersetzen, befriedigte das Benzinauto ein ganz anderes Bedürfnis. Stand der elektrische Rivale in der Tradition der Kutsche oder sogar der Straßenbahn, war für den Benziner der Fahrradsport das kulturelle und konstruktive Leitbild.

Das Fahrrad entwickelte sich in den achtziger und neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts wie eine ‚Abenteuermaschine‘, und zwar in dreierlei Hinsicht: zeitlich, räumlich und funktional. Das Fahrrad bot nicht nur in Sachen Geschwindigkeit (Faktor Zeit), sondern auch beim Touren (Faktor Raum) die Möglichkeit zum Abenteuer. Es entpuppte sich außerdem als ‚funktionales Abenteuer‘: das Reparieren des geplatzen Luftreifens sowie das Einölen und Warten der mechanischen Teile war genauso Teil des Radfahrabenteuers wie das Touren. Das Fahrrad war das erste Vehikel, das eine Brücke zwischen alten und neuen Werten im ‚fin de siècle‘ schlug: Die Fahrradeuphorie sollte Naturschwärmerei mit Techniklust, Stadt mit Land, Mann mit Frau und Bürgertum mit Angestellten versöhnen. Die ‚Technik zum Anfassen‘ verband den Sportler mit der

Industrialisierung, aber ermöglichte zugleich eine aktive Teilnahme an der ‚hygienistischen Bewegung‘.

Die Elektrizität war der deutlichste Ausdruck dieses Hygienismus: Denn sie verdrängte die schmutzigen Kerzen und die Ölflamme im Haus genauso wie den Pferdedreck der Straßenbahn. Es ist jedoch ein Paradoxon des frühen Automobilmismus, daß dieser Hygienismus sich nicht auf das private Elektrofahrzeug übertrug, sondern sich im ‚Autosport‘ ausdrückte. Das Auto übernahm die drei Elemente des Fahrradabenteurers. Dabei wurde das dritte Element sogar noch verstärkt: Autopflege, Motorenkenntnis, die Herausforderung der ‚Panne‘. Dies alles unterstrich nicht nur den Macho-Charakter des neuen mechanisierten Sports, sondern machte diesen auch zum exklusiven Vergnügen der gesellschaftlichen Elite. Zugleich brauchte diese Elite aber ein Minimum an gesellschaftlicher Akzeptanz, damit sich das Auto als Statussymbol durchsetzen konnte. Das erklärt das vehemente Festhalten an Autorennen, sogar als sich in Frankreich um die Jahrhundertwende unter Automobilisten und einigen Automobilherstellern Proteststimmen erhoben: Stärker noch als der Tourismus stieß das Autorennen auf breites Interesse, zu einer Zeit, als sich die Rekordsucht in Bauwerken (Wolkenkratzer, Riesenräder, Eiffelturm) genauso wie im Sport als Zeichen des ‚Fortschritts‘ ausdrückte, wie der *Scientific American* es 1899 formulierte.¹⁶

Das Auto machte noch mehr als das Fahrrad ein ‚aktives Reisen‘ möglich: Beim Touren konnte der durch die Eisenbahn verlorene Vordergrund zurückerobert werden. Die panoramatische Erfahrung im Zug¹⁷ wurde durch die ‚Machbarkeit‘ der Landschaftserfahrung ersetzt.¹⁸ Was weit weg lag, konnte durch einen Ruck am Steuer zum Vordergrund gemacht werden. Die schmutzigen Hände der Autopioniere drückten aus, daß man die Machtlosigkeit gegenüber der Technik überwinden hatte.¹⁹ Für solche Sportler war das Elektrofahrzeug, wie verlässlich es auch war, einfach nicht interessant. Im Gegenteil: Gerade seine höhere Verlässlichkeit machte es für die Autosportler reizlos.

Am klarsten hat der Engländer T. G. Chambers den Antrieb für sein Autohobby 1907 auf den Punkt gebracht: ‚Apart altogether from its limitations of range and speed, it is certain that there is not much sport in driving an electric carriage. It is far too simple and too unexciting to be attractive. The fascination of the petrol engine to the man who is born with an engineering instinct is largely due to its imperfections and its eccentricities. In these respects, it possesses a soul that has much in common with the human, and one may safely prophesy that when the day arrives that every motorcar shall run with monotonous certainty, the main attraction of driving will have departed, and the amateur will turn his attention to balloons and airships, seeking for further difficulties to overcome.‘²⁰

Es stellt sich die Frage, ob die potente Kombination von Sportkultur und Fin-de-siècle-Stimmung als Erklärung für die Dreiteilung ausreicht, die schon vor dem Beginn dieses Jahrhunderts bezüglich der drei Antriebsarten den Beteiligten vorschwebte: Elektroantrieb in der Stadt, Benzin für Touren und Rennen und Dampf für den Transport schwerer

Lasten. Spricht die ‚offene‘ Entwicklung in Amerika nicht zugunsten anderer Szenarien, wie einem leichten Dampffauto für die Stadt? Und sind die Rennen in Frankreich, wo ein Elektrofahrzeug als erstes die 100-km/h-Grenze überschritt (Jenatzy), oder die Langstreckenwettbewerbe im gleichen Land, wo schon 1901 ein Aktionsradius beim Elektrofahrzeug von 307 km erreicht wurde (Krieger), nicht ein Indiz dafür, daß die Geschichte hätte anders verlaufen können?

Anhand von drei Argumenten kann man plausibel machen, daß es sich hier nicht um eine historische ‚Zufälligkeit‘ handelte, die im nachhinein von sozialen Einflußfaktoren ‚festgeschrieben‘ wurde. Wer das Automobil, wie wir es jetzt kennen, in diesem Sinne als eine ‚soziale Konstruktion‘ bezeichnet, verkennt einige technikhistorische Gegebenheiten.

Erstens: Die Entwicklung in Amerika war weniger spektakulär, als die offiziellen Daten einer Erhebung (der ‚census‘) im Jahre 1900 suggerieren: Den größten Teil der Elektrofahrzeuge machten Elektrodroschken des EVC und der Export aus. Das Elektrofahrzeug in Privatbesitz mit geschätzten 700 Fahrzeugen war auch in Amerika von Anfang an genauso selten wie in Europa.²¹

Zweitens: Die französischen Wettbewerbe, in denen die Elektrofahrzeuge triumphierten, waren eine Reaktion auf die großen Benzinautorenennen, die zwischen den Städten ausgetragen wurden: Die Elektrofahrzeuge erwiesen sich dabei zum einen wegen ihres besseren Beschleunigungsverhaltens als sehr gute Sprinter. Aber auch bei sehr geringen Geschwindigkeiten waren sie trotz des unrealistisch hohen Akku/Fahrzeug-Masseverhältnisses dem Aktionsradius des Benzinfahrzeugs ebenbürtig. Beides zugleich (hohe Geschwindigkeit und großer Aktionsradius) war aber für diese Fahrzeuge unmöglich, auf Grund der Reziprozität der Energiedichte und der Kapazität des Akkumulators.

Und drittens scheint es, daß dem Benzinfahrzeug die relativ hohe Geschwindigkeit mehr oder weniger ‚aufgezwungen‘ wurde, eine Folge der Eigenart des frühen Verbrennungsmotors. Die technische Herausforderung der frühen Benzinfahrzeuge lag nicht so sehr in den hohen Geschwindigkeiten, sondern vielmehr in der Realisierung der von den Behörden geforderten *niedrigen* Geschwindigkeit: Die ersten Verbrennungsmotoren, die aus dem Stationärmotorenbau herrührten, waren sehr ‚unelastisch‘, wegen ihres sehr schmalen Drehzahlbereiches. Diese Motoren waren nur mit viel Aufwand ‚hinabzuregeln‘, bis die Drosselklappe um die Jahrhundertwende eingeführt wurde. Das ‚Zähmen‘ dieser Motorengattung brauchte danach noch ein halbes Jahrzehnt, erst danach konnte das Verbrennungsmotorfahrzeug überhaupt als Stadtfahrzeug mit dem Elektrofahrzeug konkurrieren. Erst nachdem es im Jahr 1907 im Luxussegment des Automarktes zu einer Überproduktionskrise gekommen war, lösten sich diese Regelungsprobleme. Dabei ist grundsätzlich festzuhalten, daß sich der Streit um die Antriebssysteme in der Stadt abspielte: der Automobilismus kann in dieser Phase hauptsächlich als ein urbanes und periurbanes Phänomen angesehen werden.²² Gerade aber in der Stadt wurde dem Elektroauto viel Interesse entgegengebracht: Die

lokalen Behörden (zumindest in Europa) bevorzugten in der Regel den Elektroantrieb, während sich die regionalen und nationalen Behörden aus ihrer ‚Vogelperspektive‘ (die zugleich die der Armee war) in erster Linie auf die Tour- und Renntauglichkeit des Benzinautos konzentrierten.

Große Flotten, kleine Unterschiede: der Kampf um den Betriebsfahrzeugmarkt

Beim Elektrofahrzeug kam es nicht zu einem ‚Boom‘ wie beim Benzinfahrzeug. Dieser Erfolg basierte vor allem in den ersten Jahren des neuen Jahrhunderts auf dem Abenteuercharakter dieser Fahrzeuggattung. Erst im Jahr 1905 ist eine Wiederbelebung des Elektromobilmarktes festzustellen, vor allem dort, wo die gewaltigen Mißerfolge das Droschkenwesen nicht in Mitleidenschaft gezogen hatten: Vor allem in Deutschland und den Niederlanden; aber auch in Amerika beim Nutzfahrzeug.

In Deutschland wuchs beispielsweise neben einer wachsenden Benzindroschkenflotte auch eine stattliche Elektromobilflotte im Droschkenbetrieb heran, vor allem dort, wo die lokalen Behörden diese Antriebsart durch besondere Regelungen förderten. Berlin besaß die zahlenmäßig größte Flotte. In Hamburg und Bremen waren Benzindroschken schlicht verboten. Eine neue, verlässliche Batterie (AFA in Hagen und Berlin, KAW in Kalk bei Köln) und ein finanziell starker Hersteller (die Namag in Bremen) unterstützten diese Entwicklung maßgeblich. In Amsterdam, wo in den Jahren zwischen 1909 und 1926 eine Flotte von ungefähr 80 Namag-Droschken herumfuhr, die de facto das Monopol innehatte und die den Mutterbetrieb, ARM, das größte Pferdendroschkenunternehmen der Hauptstadt, durch die schwierigen Jahre des Weltkriegs brachte. Eine sehr disziplinierte Betriebsführung machte dies möglich, aber auch die Spezialisten, die die Batterien sachgemäß pflegten, waren für den Erfolg verantwortlich.²³

In dieser Phase wurde aber auch das Benzinfahrzeug allmählich verlässlicher. Doch kein einziger deutscher Großbetrieb, der Benzindroschken unterhielt, überlebte den Beginn des Ersten Weltkriegs. Sogar in Paris, wo die Benzindroschke erstmals den Durchbruch erlangt hatte, überstanden nur einige große Flotten den Weltkrieg. Renault und andere französische Marken wie Unic, Delahaye und Darracq hatten ihre Existenz der Droschkenproduktion zu verdanken. Nicht nur in Paris, auch in London, New York und anderen amerikanischen Städten wurden die französischen zweizylindrigen Spezialfahrzeuge als Droschken eingeführt. Anfang des zweiten Jahrzehnts machten sie den Großteil des lokalen Droschkenbestands aus. Es fällt auf, daß die Benzindroschke um so besser funktionierte, je kleiner die Flotte war. Bei der Elektrodroschke verhielt es sich umgekehrt: Je größer die Flotte, desto günstiger amortisierte sich die Ladezentrale und die übrige Infrastruktur.

Ein ähnliches Szenario findet sich bei den schweren Fahrzeugen der deutschen Feuerwehr. Hierbei handelt es sich um ein internationales Unikum. Kennzeichnend für die deutsche Feuerwehr ist die frühe Professionalisierung und Militarisierung sowie der übermächtige Einfluß einzel-

ner Branddirektoren.²⁴ So elektrifizierte der Branddirektor Maximilian Reichel (Hannover, ab 1905 Berlin) seine Wagenflotte zu einem Zeitpunkt, als der Benzinantrieb dazu noch keinesfalls geeignet war. Dieser Vorsprung hatte Vorbildcharakter und führte zu einer ausgedehnten Elektrofahrzeugflotte in Deutschland, die erst nach und nach vom Benzinrivalen überflügelt werden konnte. Die Benzinfahrzeuge setzten sich vor allem in kleineren Städten durch, wo es ein viel größeres Wirkungsgebiet der gesetzlich vorgeschriebenen ‚nachbarlichen Hilfe‘ und ein weniger dichtes Netz von Feuerwachen gab. Erst als sich diese Entwicklung anbahnte, wurden die Argumente der Geschwindigkeit und Aktionsradius gegen Reichel angeführt, vor allem von den beiden Branddirektoren Johannes Schänker (Frankfurt) und Wilhelm Scholz (Aachen). Der Scholz-Plan, der ein leichtes, billiges (weil serienmäßig hergestelltes) und schnelles Feuerwehrfahrzeug anvisierte, wurde aber erst von den Nationalsozialisten ausgeführt. Das Benzinfahrzeug war also bis zu diesem Zeitpunkt nicht wesentlich leichter. Dieses Beispiel zeigt, daß beim Elektrofahrzeug der zweiten Generation nicht mehr von einem technischen Scheitern die Rede sein kann. Der Machtkampf um den Feuerwehrfahrzeugantrieb spielte sich auf verschiedenen Ebenen ab: Zwischen autoritären Persönlichkeiten, zwischen Preußen und anderen Ländern, aber auch zwischen Berufs- und freiwilligen Feuerwehren, die sich den teuren Elektroantrieb nicht leisten konnten.

Auch in weniger spezialisierten Bereichen des Betriebsfahrzeugs konnte der Elektroantrieb wichtige Marktanteile erringen. Dabei profitierte man in den verschiedenen Anwendungsfeldern jeweils von einem oder einigen Vorteilen dieser Antriebsart. Ein Beispiel ist die unkomplizierte Handhabung und gut zu regulierende niedrige Geschwindigkeit beim Straßenreinigungswagen. Als vorteilhaft erwies sich auch die feine Abstimmung des (und daher relativ niedrigen) Batteriegewichts beim Postauto, das feste Routen zurücklegen mußte. Auch die Geruchs-, Lärm- und Schwingungslosigkeit beim Krankenwagen machte sich positiv bemerkbar, genauso wie die häufigen verlustarmen Stopps und das ausgezeichnete Beschleunigungsverhalten des Müllwagens.

Die größte Verbreitung fand diese Fahrzeuggattung jedoch in Amerika. Dort wurde im Jahr 1910 die Electric Vehicle Association of America (EVAA) gegründet. Damit spielten die Elektrizitätszentralen zum ersten Mal in der Elektrofahrzeuggeschichte als dritter Partner neben Hersteller und Kunde eine Rolle. Die Zentralen bildeten im EVAA von Anfang an die Mehrheit: Zu Beginn hatten sie in vielen Städten durch die Errichtung von Ladestationen und einer gezielten Propagandakampagne den Verkauf der ‚electric trucks‘ angekurbelt. Während des Weltkriegs verfügte New York, mit seinen vielen Staus in den Häfen und in den Straßen von Manhattan, über den größten Bestand an Elektro-LKWs, aber auch in Chicago (die Stadt mit dem größten Bestand an elektrisch betriebenen Personenzugfahrzeugen) zählte man um das Jahr 1916 fast 1000 Elektrotrucks.

Die ‚Bewegung‘ beschränkte sich aber auf die sehr großen Städte der Ostküste (New England, New York, Philadelphia) und einige andere Großstädte (neben Chicago auch Los Angeles, San Francisco, Denver, St.

Louis). Insgesamt umfaßte der amerikanische Bestand rund 12 000 Elektrotrucks. Weniger die geringe Verbreitung des Elektrizitätsnetzes war dafür verantwortlich, daß sich diese Fahrzeuge nicht durchsetzen konnten. Es war vielmehr der Mechanismus, der auch bei der Droschke und beim Feuerwehrfahrzeug schon zu beobachten war: Der kleine (in diesem Fall der mittelständische) potentielle Kunde zögerte, in eine Ladestation und in geschultes Personal zu investieren. Lieber riskierte er den Ankauf eines nachweislich weniger verläßlich funktionierenden Benzinfahrzeugs. Nachdem der Markt an großen Flotten gesättigt war (Brauereien, Warenhäuser, ‚express companies‘, Wäschereien), gelang es der EVAA nicht, den kleinen Kunden in den Großstädten und den kleineren Städten zu gewinnen.

Auch der Erste Weltkrieg spielte dabei eine Rolle. Statt die Elektrofahrzeugflotte zu fördern, führte der Krieg zu einer ungeheuren Ausbreitung des Benzin-LKWs. Eine große Nachfrage nach diesen Fahrzeugen bestand zunächst in England und Frankreich, dann vor allem auch in Amerika, das sich im Jahr 1917 in den Krieg eingeschaltet hatte.

Der Erfolg des Benzinantriebs verwirrte die EVAA-Leitung, die die Ambitionen gehabt hatte, ein Monopol aufzubauen. Dabei stützte sie sich auf ihre Erfahrungen, die sie bei der Elektrisierung der Industrie und der Städte gesammelt hatte. In ihrer Propaganda verfolgte sie nicht das Ziel, den Benzinrivalen zu kritisieren. Statt dessen formulierte sie mit Hilfe einer detaillierten Umfrage und Analyse des Massachusetts Institute of Technology (MIT) das Konzept der ‚separate spheres‘. Dieses Konzept ging von einem ‚wissenschaftlichen Flottenmanagement‘ aus und zielte völlig auf den Status quo der Großflotte ab. Dabei wurde dem Elektroantrieb ein scheibenförmiges Gebiet um einen Betrieb herum zugewiesen. Dieses Segment lag zwischen einem Pferdekreis und einem Benzingegebiet.²⁵ Diese friedliche Koexistenz mit dem Benzinantrieb sollte dazu führen, daß sich die ‚Elektro-Nische‘ durch die Aufklärungsarbeit der EVAA von selbst ausdehnen würde, vergleichbar mit der Strategie, die von manchen Sozialwissenschaftlern des ‚Technology Assessment‘ heute befürwortet wird.²⁶

Die technischen Verbesserungen unterstützten diesen Gedanken sowohl bei der Struktur des Elektrofahrzeugs als auch beim Elektromobilsystem. Zum einen war in Amerika das Wechselladen nie populär gewesen; statt dessen kam das Schnellladen in Mode. Die Batterieentwicklung wurde auf das ‚quick boost during lunch‘²⁷ abgestimmt: Der Edison-Akku (1910) und die Ironclad-Bleibatterie der ESB (1911) konnten auch starken Stromstößen gut widerstehen und förderten damit eine Kultur, die sich einer Einführung von zwei Batteriesätzen pro Fahrzeug widersetzte und statt dessen eine Verlängerung des Aktionsradius durch kurzes Zwischenladen anstrebte.

Außerdem kam gerade an der Ostküste eine neue Welle von ‚Elektrotourismus‘ in Gang. Diese Entwicklung war durch die Einrichtung von Schnellladestationen entlang wichtiger Straßen (z. B. zwischen Philadelphia über Trenton nach New York und weiter nach Boston) möglich geworden.

Das Elektrofahrzeug erfuhr ein Wachstum in drei kleineren Wellen: Den Höhepunkt erreichte die Entwicklung im Jahr 1914. Eine weitere

geringe Expansion folgte zwei Jahre später, und in den zwanziger Jahren kam es zu einem dritten Wachstumsschub. Diese Expansionswellen konnten aber mit dem spektakulären Wachstum des Benzin-LKWs nicht mithalten. Auch nach dem Krieg änderte sich dies nicht. Dieser Situation war die EVAA nicht gewachsen: Bereits im Jahr 1916 war sie in die ‚Mutterorganisation‘ der NELA (National Electric Light Association) aufgenommen worden, wo sie bis zum Jahr 1920 ihr Dasein als Electric Vehicle Section verlängern konnte. Gleichzeitig wurde deutlich, was sich schon in den Gründungsjahren angekündigt hatte: Die Propaganda der Elektrofahrzeuge verkümmerte zu einer Glaubensbewegung, zu eschatologischen Visionen von einem Elektromobilparadies. Propheten (Edison, Steinmetz) wurden angerufen, die die uneingeweihten Kunden bekehren sollten. Diese Entwicklung nahm immer mehr zu, je weiter sich das Glaubensbekenntnis, das sich zur Universalität des Elektroantriebs bekannte, von der Wirklichkeit entfernte.

Diese Entwicklung wurde auch dadurch gefördert, daß es der EVAA nicht gelang, die Schwesterbetriebe von ihrem Konzept zu überzeugen. Es kam auch hier wieder zu diesem merkwürdigen Phänomen, das auch schon beim deutschen Feuerwehrfahrzeug zu beobachten war: Vor allem in den niederen Personalbereichen votierte man gegen Elektrofahrzeuge für die Flotten. Diese Mitarbeiter, die oft die Fahrzeuge einkauften, hatten es sich zur Gewohnheit gemacht, die Personenautos am Wochenende und in den Ferien mit nach Hause zu nehmen, wo sie als Abenteuermaschinen eingesetzt wurden. Auch LKW-Fahrer bevorzugten oft den Benzinantrieb, weil sie nicht die von MIT und Management empfohlene (und tatsächlich höhere) mittlere Geschwindigkeiten schätzten, sondern die Maximalgeschwindigkeit. Auch ein ‚truck‘ hat ja eine ‚abenteuerliche‘ Seite: Die rationalistische Auffassung der EVAA, nach der ein Elektrotuck nur eine Maschine sei, ein Rädchen in einem Transportsystem, führte dazu, daß die Transporter auch als solche verkauft und eingesetzt wurden. Diese Auffassung verkannte aber völlig die ‚Lust an den Vibrationen eines Verbrennungsmotors‘. Die EVAA-Kampagnen gegen die ‚speed maniacs‘ und gegen das ‚joy riding‘ waren vielmehr ein Ausdruck der Machtlosigkeit der EVAA-Strategen gegenüber einem bereits tief verwurzelten Bild von dem, was ein Auto sein sollte.

Der Pluto-Effekt und das Privatelektrofahrzeug der zweiten und dritten Generation

Eine Technologie, die bedroht ist, übernimmt von der alternativen, bedrohenden Technologie die Eigenschaften, die sie selber nicht besitzt, aber die sie nutzen kann, um die Vorteile des Rivalen zu verringern und so den Übergang zu der neuen, ‚besseren‘ Technologie weniger verlockend erscheinen zu lassen. Dieser von mir mit ‚Pluto-Effekt‘ beschriebene Mechanismus scheint ein universaler Prozeß zu sein, der sich zum Beispiel auch beim Kampf zwischen elektrischer Beleuchtung und Gasglühbeleuchtung abspielte.²⁸

Ähnlich erging es dem Privatfahrzeug: Die ‚Krise von 1907‘ entpuppte sich nicht nur als ein Absatzproblem des Luxusautomobils, die den schon bestehenden Trend zum ‚Nutzauto‘ verstärkte. Die Krise hatte in Amerika begonnen, erreichte dann auch Frankreich und Deutschland, wo die Firmen Daimler Motorenengesellschaft und Opel Arbeiter entließen und weit unter ihren geplanten Verkaufszahlen blieben. Die Geschwindigkeit als Movens der Fahrzeugentwicklung führte aber ebenfalls in eine Krise, denn die Reifentechnologie war ins Hintertreffen geraten. In der Folge wurden viele Eigenschaften des Elektrofahrzeugs übernommen: Die ‚conduite intérieure‘ (der geschlossene Aufbau) und der zuerst in den verschiedenen Hybridfahrzeugen angewandte elektrische Starter wurden ins Benzinauto übernommen und machten ihn zur ‚gezähmten‘, ‚zivilisierten‘ Abenteuermaschine. So wurde der Benziner zum universellen Auto, Stadtfahrzeug und schneller Tourenwagen in einem. Auch die starken Cord-Reifen, heute als Diagonalreifen bekannt, stammten vom Elektrofahrzeug. Dies ist eine in der Automobilgeschichte bisher völlig unbekanntes Tatsache.²⁹

Die Krise von 1907 bedeutete auch das Ende des wichtigsten europäischen Elektrofahrzeugherstellers: Krieger.

Die Entwicklung der Traktionsbatterie bei der AFA zeigt deutlich, daß dabei auch ein technischer Faktor mitspielte: Um dem Zwang einer disziplinierten Wartung zu entgehen, mußte das billige Holzbrettchen zwischen den Bleiplatten ersetzt werden durch ein viel teureres Hartgummiplättchen.³⁰ Außerdem stieg die lebensdauerverkürzende Sulfatierungsgefahr, je weniger das Auto benutzt wurde. Dies war z. B. der Grund, warum viele Feuerwehren schließlich zu den robusteren Großoberflächenplatten zurückkehrten. Diese Möglichkeit war beim leichten Privat-elektromobil aber versperrt.

In Amerika jedoch kam es noch zu einer dritten Welle des elektrischen Personenautos, die durch eine Übernahme verschiedener Abenteuermerkmale des Benzinautos gekennzeichnet war, also des Pluto-Effekts in umgekehrter Richtung. Als Beispiel kann man die schlanke Torpedoform des Bailey nennen und auch den Versuch, Wechseladestationen einzurichten. Auf dem Höhepunkt der Entwicklung (um das Jahr 1914) führen in Amerika 30 000 bis 40 000 Elektropersonenautos. Doch nach dem Krieg war auch hier die Privatelektromobilindustrie fast verschwunden. Man kann jedoch nicht behaupten, daß der Starter das Ende des Elektroantriebs bedeutete. Dies trifft nur für das sehr luxuriöse Segment des Elektrostadtautos zu. Der T-Ford bekam aber erst 1919 einen Starter. Auch die vermeintliche ‚Weiblichkeit‘ des Elektrofahrzeuges kann nicht als wesentlicher Grund für den Niedergang gelten: Soweit sich dies überhaupt feststellen läßt, stellten Fahrerinnen und Besitzerinnen auch bei der Elektrotraktion nur eine sehr kleine Minderheit dar.³¹

Schlußfolgerungen

Eine erfolgreiche Analyse des ‚Scheiterns‘ des Elektromobils ist nur durch eine differenzierte Betrachtung möglich. Dabei muß nicht nur zwi-

schen Perioden (Generationen) und Regionen (Europa, Amerika) unterschieden werden, sondern auch zwischen Automobilgattungen und Anwendungsfeldern.

Da über die Benützung des elektrischen Privatfahrzeugs nur wenig bekannt ist, kann man über eine Analyse der besser dokumentierten Gattungen versuchen, einen Einblick in das Anwendungsfeld des elektrischen Privatfahrzeugs zu bekommen. Demzufolge scheiterte das Elektromobil der ersten Generation an der Technik der Batterie, wie die frühen Droschkenversuche verdeutlichen. Daß ein weniger intensiver Einsatz beim Privatbesitzer aussichtsreicher gewesen wäre, ist nicht plausibel und verkennt den grundsätzlichen Anti-Maschinencharakter der Bleibatterie, deren Lebensdauer sich bei seltener Benutzung durch das Sulfatieren verkürzt.

Bei der zweiten Generation kann nicht mehr ohne weiteres von einem ‚Scheitern‘ die Rede sein. Das deutsche Feuerwehrfahrzeug, einige große Droschkenflotten in Deutschland und in den Niederlanden, aber auch der ‚electric truck‘ in Amerika und, in einer späteren Phase, das Postauto in Deutschland und die Milchlieferwagen in England sind beeindruckende Beispiele dafür, was der Elektroantrieb unter wohldefinierten Einsatzbedingungen sowohl technisch, organisatorisch und auch wirtschaftlich leisten konnte, oft sogar effektiver als der Benzinantrieb.

Nach der Krise im Jahr 1907 wurde aber deutlich, daß ein ‚gezähmtes‘ Benzinfahrzeug auch in der Stadt eingesetzt werden konnte. Dabei verlор aber das Benzinauto seinen Abenteuercharakter nicht vollkommen: Dieser blieb, als Ausdruck der universellen Einsetzbarkeit, sicht- und fühlbar. Konnte man zwar beim Flotteneinsatz des Elektroautos seine Schwachpunkte durch eine disziplinierte Wartung kompensieren und verdecken, war dies beim individuellen Nutzen nicht möglich. Zum einen war es der universelle Charakter des Benzinfahrzeugs, der zum Verschwinden des Elektroautos führte. Hinzu kam, daß der Benziner als Einzelfahrzeug eine vergleichsweise gering ausgebaute Infrastruktur benötigte.

Als der Kostenfaktor nach der Krise allmählich ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Antriebswahl wurde, war diese Eigenschaft seiner Autonomie als universelles Einzelfahrzeug letztendlich entscheidend, zusammen mit seinen niedrigen Anschaffungskosten. Auch ein massiver Einsatz der Elektrizitätszentralen, wie das amerikanische Vorbild beweist, konnte daran nichts ändern. Die Geschichte des Elektrofahrzeugs war damit aber keinesfalls zu Ende: Verschwand es zunächst als Elektrokarre in Fabriken und Hafendepots, so wurde es ein halbes Jahrhundert später als ‚Krisenautomobil‘ in der ökologischen und energiewirtschaftlichen Krise wieder ans Tageslicht gezerrt.

Handelt es sich nun beim frühen Elektromobil um eine Erfolgsstory oder um eine Geschichte des Scheiterns? Sofern beim heutigen Stand der Forschung ein allgemeines Urteil überhaupt möglich ist, kann aber vor allem der Pluto-Effekt Abhilfe schaffen. Das Elektromobil, als eine in Blei und Kupfer ‚eingefrorene‘ Kritik des abenteuerlichen Benzinfahrzeugs, war in dieser entscheidenden Phase eine immer latent vorhandene

Bedrohung seines Rivalen. Der Pluto-Effekt zeigt, daß das Benzinfahrzeug gerade diejenigen Strukturelemente dem Elektrofahrzeug entnahm, die für die ‚Zähmung‘ des Abenteuercharakters bestimmend waren. So setzte das Benzinfahrzeug seine Karriere als ‚elektrifiziertes Fahrzeug‘ fort. Unsere Autos wären ohne diesen ‚elektrischen‘ Einfluß nicht so, wie sie sind, sowohl in technischer als auch – und vor allem – in kultureller Hinsicht. Aus dieser Perspektive war das Elektrofahrzeug äußerst erfolgreich und kann das auch heute noch sein: ‚das Auto‘ könnte schon wieder eine ‚elektrische Spritze‘ gebrauchen.

Anmerkungen

- 1 In diesem Beitrag werden die Resultate meiner Recherchen zusammengefaßt, die ich im Rahmen einer Doktorarbeit an der Technischen Universität Eindhoven während der letzten Jahre ausgeführt habe. Die Arbeit wurde begleitet von Prof. dr. ir. Harry Lintsen, Fakultät des Technologie-Management. Auf Belege der vielen primären Quellen wurde aus Platzgründen weitgehend verzichtet. Siehe dazu: Gijs Mom, *Geschiedenis van de Auto van Morgen; cultuur en techniek van de elektrische auto*, Deventer 1997. Eine englische Übersetzung ist in Vorbereitung. Ich danke Herrn Prof. Dr. Wolfgang König (TU Berlin) für seine inhaltliche Kritik an einer früheren Version dieses Aufsatzes. Ich danke auch Herrn Dr. Kurt Möser (Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim) und vor allem Frau Claudia Müller (TU München) für die ‚Verdeutschung‘ meines Textes.
- 2 Andreas Knie, *Diesel. Karriere einer Technik. Genese und Formierungsprozesse im Motorenbau*, Berlin 1991.
- 3 Vgl. für die Typologisierung des Scheiterns: Hans-Joachim Braun, *Introduction* (Symposium on ‚failed innovations‘), in: *Social Studies of Science* 22, 1992, S. 213–230.
- 4 Richard H. Schallenberg, *Bottled Energy: Electrical Engineering and the Evolution of Chemical Energy Storage*, Philadelphia 1982, S. 56. James M. Laux, *The European Automobile Industry*, New York/Toronto/Oxford/Singapore/Sydney 1992, S. 13. John B. Rae, *The American Automobile. A Brief History*, Chicago/London 1965, S. 13. James J. Flink, *The Automobile Age*, Cambridge, Mass./London 1993, S. 10.
- 5 Michael Brian Schiffer (with Tamara C. Butts and Kimberly K. Grimm), *Taking Charge. The Electric Automobile in America*, Washington/London, 1994.
- 6 Virginia Scharff, *Taking the Wheel. Women and the Coming of the Motor Age*, New-York/Toronto/Oxford/Singapore/Sydney 1991. Dies., *Gender, Electricity, and Automobility*, in: Martin Wachs u. Margaret Crawford (ed.), *The Car and the City. The Automobile, the Built Environment, and Daily Urban Life*, Ann Arbor 1992, S. 7585. Ders., *Putting Wheels on Women’s Sphere*, in: Cheris Kramarae (ed.), *Technology and Women’s Voices. Keeping in Touch*, New York/London 1988, S. 135–146. Ders., (Besprechung von Schiffer, *Taking Charge* (wie Anm. 5)), in: *Isis* 86:2 (1995), S. 351–352.
- 7 Clay McShane, *Down the Asphalt Path. The Automobile and the American City*, New York 1994.
- 8 In der Tradition des evolutionären Wirtschaftshistorikers Paul A. David steht die ausgezeichnete Dissertation von David A. Kirsch, *The Electric Car and the Burden of History. Studies in Automotive Systems Rivalry in America, 1890–1996* (unveröffentlicht., Stanford University, 1996).
- 9 D. H. Aldcroft en M. J. Freeman, *Transport in the Industrial Revolution*, Manchester 1983. Philip S. Bagwell, *The Transport Revolution from 1770*, London 1974. Simon P. Ville, *Transport and the Development of the European Economy, 1750–1918* (o. O., o. J.).

- 10 T. C. Barker, *The Delayed Decline of the Horse in the Twentieth Century*, in: F. M. L. Thompson (Hg.), *Horses in European Economic History. A Preliminary Canter*, Reading 1983, S. 101–112.
- 11 Die beste Zusammenfassung der Straßenbahnmechanisierung bietet John P. McKay, *Comparative Perspectives on Transit in Europe and the United States, 1850–1914*, in: Joel A. Tarr u. Gabriel Dupuy (red.), *Technology and the Rise of the Networked City in Europe and America*, Philadelphia 1988, S. 3–23. Siehe auch Ders., *Tramways and Trolleys. The Rise of the Urban Mass Transport in Europe*, Princeton 1976.
- 12 Bisher hat sich lediglich Schallenberg eingehend mit der Akkumulatorenstraßenbahn beschäftigt: *Bottled Energy* (wie Anm. 4), S. 124–138 u. 223–242.
- 13 Die EVC ist das einzige dieser frühen Experimente, das auf ein Interesse der traditionellen Autohistoriographie gestoßen ist. William Greenleaf, *Monopoly on Wheels*, Henry Ford and the Selden Automobile Patent, Detroit 1961. James J. Flink, *America Adopts the Automobile, 1895–1910*, Cambridge Mass. 1970. John B. Rae, *The Electric Vehicle Company: A Monopoly that Missed*, in: *Business History Review*, 29, 1955, S. 298–311.
- 14 *Horseless Age* (6. November 1901) S. 654–671, (7. Januar 1903) S. 3–85 u. (8. April 1903) S. 449.
- 15 R. McAllister Lloyd, *The Influence of the Pioneer Spirit on Electric Vehicle Progress*, in: *The Central Station*, Vol. 14 (1914/1915), S. 179–181.
- 16 Rüdiger Rabenstein, *Radsport und Gesellschaft. Ihre sozialgeschichtlichen Zusammenhänge in der Zeit von 1867 bis 1914*, Hildesheim/München/Zürich 1991, S. 96.
- 17 Wolfgang Schivelbusch, *Geschichte der Eisenbahnreise. Zur Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert*, München/Wien 1977, S. 34.
- 18 Die These des Kapsel- und Prothesecharakters des Automobils und die Möglichkeit, eine integrale (die Technik und Autokultur kombinierende) Geschichte des Autos unter dem Hauptbegriff der ‚Prothetisierung‘ zu schreiben, wurde von mir skizzenweise ausgearbeitet in einem Vortrag ‚Das Auto als Prothese: Kultur und Technik bei der Bedienung des Automobils‘, Workshop ‚Straßenverkehr und Gesellschaft 1918–1933‘, Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim, am 26. und 27. Januar 1995.
- 19 In den Niederlanden gab es der Überlieferung nach ein Ausflugslokal, wo die ‚Autler‘ auf der weiß gepflasterten Wand einen Abdruck ihrer schwarzen Hände hinterlassen konnten. J. Fuchs, *Die heerlijke auto's. De eerste halve eeuw autorijden in Nederland*, Amsterdam 1970, S. 165.
- 20 Lord Montagu of Beaulieu u. F. Wilson McComb, *Behind the Wheel. The Magic and Manners of Early Motoring*, New York/London 1977, S. 111 f.
- 21 Das amerikanische Census Bureau in Washington publizierte 1902 die erste Übersicht der Automobilindustrie von 1900. Danach produzierten 109 Fabriken 4192 Fahrzeuge: 1681 Dampfautomobile (mit einem Wert von im Mittel \$ 683), 1575 Elektromobile (\$ 1824) und 936 Benzinautos (\$ 938). *Census Reports on Automobile Manufacture in 1900*, in: *The horseless age* (17. September 1902) S. 307.
- 22 Noch im Jahr 1916 kauften die über 6 Millionen amerikanischen Bauern nur 300 000 Autos, weniger als 20 % des gesamten Jahresverkaufs von 1,5 Millionen. Flink, *The Automobile Age* (wie Anm. 4), S. 28; *Automobiles of America*, Detroit 1961, S. 104. H.L. Barber, *Story of the Automobile. Its History and Development from 1760 to 1917*, Chicago 1917, S. 124.
- 23 Gijs Mom, ‚Das Holzbrettchen in der schwarzen Kiste: Die Entwicklung des Elektromobilakkumulators bei und aus der Sicht der Accumulatorenfabrik AG (AFA) von 1902–1910‘, in: *Technikgeschichte* 63, 1996, Nr. 2, S. 119–151.
- 24 Siehe hierfür vor allem: Gijs Mom, *Wie Feuer und Wasser: Der Kampf um den Fahrzeugantrieb bei den deutschen Feuerwehren (1900–1940)*, in: Harry Niemann u. Armin Hermann (Hg.), *100 Jahre LKW. Geschichte und Zukunft des Nutzfahrzeuges*, Stuttgart 1997, S. 263–320.

- 25 Harry F. Thomson, *Relative Fields of Horse, Electric, and Gasoline Trucks*, o.O. [Boston] 1914.
- 26 Weert Canzler u. Andreas Knie, *Das Ende des Automobils. Fakten und Trends zum Umbau der Autogesellschaft*, Heidelberg 1994. Eda Kranakis, *Technology Assessment and the Study of History*, in: *Science, Technology & Human Values* 13, 1988, S. 290–307. Tarja Cronberg u. Knut H. Sørensen (Hg.), *Similar Concerns, Different Styles? Technology Studies in Western Europe*, Brüssel/Luxemburg 1995.
- 27 Stephen G. Thompson, *Is Central Station Activity in the Electric Vehicle Field Justified?*, in: *The Central Station* (Januar 1912), S. 203.
- 28 Hans-Joachim Braun, *Gas oder Elektrizität? Zur Konkurrenz zweier Beleuchtungssysteme, 1880–1914*, *Technikgeschichte* 47, 1980, S. 1–19. Der Pluto-Effekt geht auf den Hund von Walt Disney zurück, der, vor einen Karren gespannt, die vor ihn gehaltene Wurst verfolgt. Nur der ‚Kutscher‘ (die herrschende Technologie) erreicht sein Ziel, aber nur, indem er die Aktivität des armen Hundes (die alternative Technologie) ausnützt. Siehe: G. Mom, ‚Gasturbine als alternative voertuigaandrijving‘, in: *Polytechnisch tijdschrift, editie Werktuigbouw* (november 1991), S. 44–47.
- 29 „The early *cord tires* were used only on electric vehicles, where the demand was for a tire of extreme resiliency so as to get the maximum mileage per battery charge. Many designs were tried and discarded, but always Goodyear had a *cord tire* of some design to offer the electric vehicle owner. It took years to attain the desired combination of resiliency and long tire life, but always *cord fabric* was the carcass material used in the experiments.“ *The first ten years* (Manuskript), Box 2–5. in: Goodyear-Archiv, Zentralbibliothek der University of Akron, Ohio (Hervorhebung im Original).
- 30 Mom (wie Anm. 23).
- 31 Gijs Mom, *The Electric Vehicle: Male or Female?* (Unveröffentl. Vortrag am Intercontinental Mobile Sources/Clean Air Conference, München, 18. und 19. März 1996).

Anschrift des Verfassers: Dr.-Ing. Gijs Mom, HTS Autotechniek (Fachhochschule für Automobiltechnik), Steenheuvelse straat 69, NL 6578 AB Leuth.