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: 77 (1986)

Heft: 16

Artikel: Elektrofahrzeugprogramme in Japan

Autor: Honda, S. / Akikawa, Y.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904243

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

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

Elektrofahrzeugprogramme in Japan

S. Honda, Y. Akikawa

Der Beitrag zeigt auf, dass in Japan systematisch an der Einführung von Elektrofahrzeugen gearbeitet wird. Neben praxisorientierten Entwicklungsarbeiten spielt dabei ein Leasingprogramm für Elektrofahrzeuge sowie ein angemessenes Standardisierungsprogramm eine wesentliche Rolle.

L'article présente le travail systématique se faisant au Japon à propos du lancement de véhicules électriques. Outre les travaux de développement orientés vers la pratique, un programme de «leasing» pour véhicules électriques de même qu'un programme approprié de standardisation y jouent un rôle important.

Leicht gekürzter Text eines Referates, gehalten anlässlich des Kongresses «Drive Electric '85» vom 1.–4. Oktober 1985 in Sorrent, Italien.

Adresse der Autoren
S. Honda, Daihatsu Motor Company Ltd, Ikeda, und
Yukawa Akikawa, Japan Electric Vehicle Association, 2-5-5, Toranomon, Minatu-Ku, Tokyo, Japan 105

1. Forschung, Entwicklung und Markteinführung in den Händen dreier Organisationen

Nach Abschluss des von 1971 bis 1976 durchgeführten grossen nationalen Forschungs- und Entwicklungsprojektes für Elektrofahrzeuge wurden vom japanischen MITI (Ministry of International Trade and Industry) drei neue Organisationen gegründet:

Der EVC (Electric Vehicle Council) im August 1976, die JEVA (Japan Electric Vehicle Association) im September 1976 und die EVERA (Electric Vehicle Engineering and Research Association) im Februar 1978. Seither wurden verschiedene Programme durchgeführt, um Elektro- und Hybridfahrzeuge zu fördern, zu untersuchen und zu entwickeln.

2. Programm des EVC von 1984 bis 1990

Der EVC ist Berater in Sachen Entwicklungsstrategie für das Machinery and Information Industry Bureau und das MITI. Er setzt sich zusammen aus Vertretern der entsprechenden Ministerien, Professoren und Forschern von Universitäten und Laboratorien, Vertretern von Betreibern von Fahrzeugflotten, Beratern und einem Vertreter der Automobilindustrie.

1977 stellte der EVC einen Masterplan für die Einführung von Elektrofahrzeugen für die Jahre 1977–1986 auf, überarbeitete diesen Plan dann im Dezember 1983 zur besseren Anpassung an die Realität und stellte schliesslich im November 1984 ein detailliertes Programm für die Jahre 1984–1990 auf. Die Ziele dieses überarbeiteten Masterplans sind in Tabelle I dargestellt.

Tabelle II zeigt die angestrebten Ziele der jährlichen Produktion sowie des Fahrzeugbestandes. Dabei können drei verschiedene Phasen unterschieden werden:

- *Phase I (1984–1987):*
  - Vorbereitung der Phasen II und III
  - Entwicklung des vielversprechendsten Elektrofahrzeuges und der dazu benötigten Technologien

Zielsetzungen im verbesserten Masterplan für 1990 — Tabelle I

Leistungen	
– Reichweite	150 km[1]
– Höchstgeschwindigkeit	75 km/h
– Lebensdauer der Batterie	3 Jahre
Preis	max. 1,5mal so teuer wie vergleichbares Fahrzeug mit Verbrennungsmotor
Produktion	
– Strassenfahrzeuge	3 100 pro Jahr
– Spezialfahrzeuge[2]	6 900 pro Jahr
Bestand	
– Strassenfahrzeuge	5 000
– Spezialfahrzeuge[2]	10 000

[1] Reichweite zwischen dem Laden bei einer konstanten Fahrgeschwindigkeit von 40 km/h
[2] Fahrzeuge für innerbetrieblichen Einsatz

Angestrebte Produktions- und Bestandeszahlen für Elektrofahrzeuge Tabelle II

	Produktion			Bestand		
	Strassenfahrzeuge	Spezialfahrzeuge[1]	Total	Strassenfahrzeuge	Spezialfahrzeuge[1]	Total
Phase I						
1984	70	130	200	650	570	1 220
1985	80	170	250	730	740	1 470
1986	100	200	300	830	940	1 770
1987	100	200	300	930	1 140	2 070
Phase II						
1988	300	700	1 000	1 200	1 800	3 000
1989	700	1 300	2 000	1 900	3 100	5 000
Phase III						
1990	3 100	6 900	10 000	5 000	10 000	15 000

[1] Fahrzeuge für innerbetrieblichen Einsatz

- Studie möglicher Kostenreduktionen
- Vorbereitung der Infrastruktureinrichtungen
- Marketingbemühungen im Rahmen des bestehenden Verteilnetzes

● *Phase II (1988–1989):*
- Anlaufperiode für die Phase III
- Prüfung und konzentrierter Einsatz der in Phase I entwickelten Elektrofahrzeuge in einigen beschränkten Gebieten zur Evaluation der Marktakzeptanz, der Servicebedürfnisse und der Infrastruktur
- Studie der optimalen Produktion
- Entwicklung von Bussen und Gemeindefahrzeugen zur Anregung der Nachfrage in Phase III

● *Phase III (1990):*
- Realisierung einer Jahresproduktion von 10 000 Stück
- Einrichtung des Marketing und der Infrastruktursysteme, soweit dies erforderlich ist, um dem Anstieg des Verkaufs im ganzen Land zu folgen.

3. Das Leasingsystem der JEVA

JEVA setzt sich aus zahlreichen Industrieverbänden zusammen, unter anderem z.B. der Japan Automobile Manufacturer Association, der Japan Electrical Manufacturers Association, der Japan Storage Battery Association, der Federation of Electric Power Companies, der Japan Lead Zinc Development Association, der Japan Industrial Vehicle Association und weiteren.

JEVA fördert die Markteinführung von Elektrofahrzeugen, führt Ausstellungen und Demonstrationen zur Erweiterung des Bekanntheitsgrades in der Öffentlichkeit durch, untersucht die Möglichkeiten zur Einführung von Elektrofahrzeugen (kleine Gemeindefahrzeuge, Abfallsammelfahrzeuge usw.) in einigen begrenzten Gebieten, führt Marktübersichten durch, verleiht Elektrofahrzeuge an Betreiber von Fahrzeugflotten und an Private und betreibt ferner Studien über die Standardisierung, über das optimale Produktionssystem, über die tatsächliche Batterielebensdauer im praktischen Einsatz und weitere Zahlen über den Einsatz von Elektrofahrzeugen usw.

Das *Leasingsystem der JEVA* wurde 1978 eingeführt mit dem Ziel, den praktischen Einsatz auszudehnen und Erfahrungen aus dem Markt zu gewinnen. Es wird durch die Japan Motorcycle Racing Organisation (JMRO) finanziell unterstützt.

Vorangegangene Marktuntersuchungen hatten gezeigt, dass viele Benützer von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren daran interessiert wären, diese Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge mit geringer Umweltbelastung zu ersetzen, sich jedoch wegen der hohen Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen nicht zu einem Kauf entschliessen konnten. Das Leasingsystem wurde daher entwickelt, um diese Benützer für die hohen Anschaffungskosten der Elektrofahrzeuge zu kompensieren. Private Benützer oder Betreiber von Fahrzeugflotten (mehr als 5 Fahrzeuge) werden zu 50 bzw. 75% der Anschaffungskosten finanziell von der JMRO unterstützt. Tabelle III zeigt die Zahl der in den letzten Jahren geleasten Fahrzeuge.

Die JEVA sammelt jedes Jahr mittels Fragebogen zahlreiche Daten über den praktischen Einsatz und die Beurteilung der Fahrzeuge und analysiert diese im Hinblick auf weitere Verbesserungen und auf die Einführung der Elektrofahrzeuge im Sinne eines richtigen Verständnisses der Marktbedürfnisse. Nachfolgend wird auf einige Ergebnisse aus der Befragung im Jahr 1984 eingegangen.

● *Beurteilung durch die Benutzer:*
Bei dieser Beurteilung sticht auf der positiven Seite die Geräuscharmut hervor. Auf der anderen Seite wurden vor allem die Reichweite zwischen dem Laden und die Fahrleistungen an Steigungen ungünstig beurteilt.

● *Reichweite zwischen dem Laden:*
60% der Benützer während dieser Tests hielten die Reichweite der heutigen Elektrofahrzeuge zwischen dem Laden für ungenügend.

● *Interesse der Benützer, erneut Elektrofahrzeuge zu benützen:*
Der Anteil Fahrzeugbenützer, die angaben, das Fahrzeug erneut benützen zu wollen, stieg von 39% im Jahr 1980 auf 75% im Jahr 1984. Der Grund für diese erfreuliche Zunahme dürfte hauptsächlich darin liegen, dass die

Anzahl der im Leasing-System vermieteten Elektrofahrzeuge Tabelle III

Steuerjahr	Strassenfahrzeuge		Spezialfahrzeuge	Total
	Personenwagen	Transporter	für Personentransport	
1978	–	11	7	18
1979	–	45	–	45
1980	–	35	2	37
1981	4	18	5	27
1982	10	20	3	33
1983	6	4	17	27
1984	3	5	25	33
Total	23	138	59	220

Benützer mit den Elektrofahrzeugen vertraut wurden und in einigen Fällen ihr Fahrverhalten an die Eigenschaften des Elektrofahrzeuges anpassten.

4. Standardisierungsbemühungen der JEVA

Im Rahmen des langfristigen Programms ihres technischen Komitees schuf die JEVA 1982 ein spezielles Standardisierungsunterkomitee. Von diesem werden seither die Möglichkeiten untersucht, Normen für elektrische Fahrzeuge (JEVS, Japan Electric Vehicle Standard) zu entwickeln.

So war beispielsweise die Normierung der Terminologie für die Jahre 1984 und 1985 vorgesehen. In den Jahren 1985–1987 werden die Prüfvorschriften vereinheitlicht, z.B. bezüglich Höchstgeschwindigkeit, Reichweite zwischen dem Laden, Anfahrmöglichkeiten an Steigungen, Leistungsfähigkeit der Bremsen, Kapazität und Lebensdauer der Batterien, des Motors und der Steuerung, elektromagnetische Störungen usw. In bezug auf die Komponenten werden in den Jahren 1984–1986 unter anderem die Batterieabmessungen und die Ladestecker standardisiert. Nach 1990 werden Normen bezüglich des Batteriepakets, der Messeinrichtungen an den Batterien, der Vorrichtungen zum Nachfüllen von Wasser an den Batterien sowie des Batteriewechsels untersucht werden.

Im Hinblick auf Sicherheit, Qualität und technische Eigenschaften wurde 1984 ein Standardformat für die Spezifikation entworfen, das 1987 überarbeitet wird. Die Warnkleber für Batterie, Ladegerät, Motor und Steuerung wurden 1984–1985 vereinheitlicht. Ein Sicherheitssystem, das eine Inbetriebnahme des Fahrzeugs während der Ladung verhindert, sowie Sicherheitsmassnahmen gegen Berührung stromführender Teile werden zwischen 1986 und 1990 standardisiert werden. Nach 1990 werden ferner Normen zur Verhütung von Überlastströmen, Überhitzung und Überdrehen des Motors usw. untersucht werden.

Die Standardisierung in dieser noch jungen Industrie soll sehr sorgfältig und auf einer langfristigen Basis vorangetrieben werden, um zu verhindern, dass sie nicht mögliche Fortschritte in bezug auf vollständig neue und möglicherweise sinnvolle Technologien bremst, und sie sollte in geeigneten Zeitabständen überarbeitet und neu angepasst werden. Im Idealfall können gut ausgewählte Normen dazu beitragen, die Kosten sowohl der Produktion als auch des Betriebs zu senken, und sie bringen dem Benutzer Vorteile in bezug auf die Austauschbarkeit von Teilen und Komponenten. Falls beispielsweise leicht austauschbare Batteriepakete mit präzisen Anzeigeinstrumenten für die Batteriekapazität (oder die noch mögliche Fahrdistanz) standardisiert und bei vielen Batterieaustauschstationen verfügbar wären, könnten die Benutzer die Reichweite ihrer Fahrzeuge ausdehnen, ohne dass sie befürchten müssten, unterwegs mit leerer Batterie liegenzubleiben.

5. Entwicklungsarbeiten der EVERA

Die EVERA ist eine Forschungsgruppe, die die im Rahmen des grossen nationalen Forschungs- und Entwicklungsprogramms der Jahre 1971–1976 entwickelten neuen Technologien weiter entwickelt und in den Markt einführen soll. Sie setzt sich zusammen aus zwei Automobilfirmen, drei Firmen des Elektromaschinenbaus und sechs (fünf bis 1981) Batteriefabrikanten.

Eine erste Programmphase der Arbeit der EVERA wurde in den Jahren 1978 bis 1981 bezüglich leichter elektrischer Nutzfahrzeuge abgeschlossen; die für die Jahre 1982–1986 vorgesehene Phase II ist vor allem den elektrischen Antriebssystemen und Batterien gewidmet. Ziel dieser zweiten Phase des Programms ist, die Forschung und Entwicklung im Hinblick auf bessere Batterien und Antriebssysteme weiterzutreiben; diese sollen auf umgebauten Serienfahrzeugen installiert und getestet werden.

In diesem Zusammenhang wurden *Bleibatterien* verbessert und erreichen nun eine Energiedichte von 45 Wh/kg und eine Lebensdauer von 1250 Zyklen, bei gleichzeitig verbesserten Produktionsmöglichkeiten in relativ kleinem Produktionsumfang, grösserer Sicherheit und vereinfachtem Unterhalt. *Neue Batterietypen* wie Nickel/Zink und Eisen/Nickel werden im Hinblick auf bessere Elektroden, Separatoren, Ladesysteme, Unterhaltsverfahren und Sicherheit bearbeitet werden. Die Zielwerte für die Energiedichte sind 70 Wh/kg für die Nickel/Zink- und 60 Wh/kg für die Eisen/Nickel-Batterie. Diese beiden neuen Batterietypen werden in der zweiten Serie von Prototypfahrzeugen im September 1986 installiert werden.

Die *Gleichstromantriebssysteme* wurden im Hinblick auf höhere Effizienz und Zuverlässigkeit, vereinfachten Unterhalt, geringeres Gewicht, reduzierte Abmessungen und geringere elektromagnetische Nebeneffekte verbessert. Längerfristig sollen auch *Wechselstromantriebssysteme* untersucht werden, um abzuklären, welche technischen und wirtschaftlichen Vorteile davon erwartet werden können. Wechselstromantriebssysteme werden voraussichtlich bis zum Ende der Phase II des Programms noch nicht auf Versuchsfahrzeugen installiert werden.

Im Juni 1985 wurden entsprechend dem Zeitplan die ersten Versuchsfahrzeuge mit verbesserten Bleisäurebatterien und den obenerwähnten Gleichstromantriebssystemen ausgerüstet, die aus konventionellen Serienfahrzeugen umgebaut wurden. Die damit erzielten Versuchsergebnisse im Vergleich zu den Zielen sind in Tabelle IV dargestellt. Die angestrebten Zielwerte konnten schon weitgehend erreicht werden; eine zweite Serie von Prototypfahrzeugen wurde entworfen und im Verlaufe des Jahres 1986 angefertigt.

Testergebnisse der ersten Prototypen-Fahrzeuge mit Bleibatterien Tabelle IV

	Ziel	Testergebnis
Reichweite (bei konstant 40 km/h)	100 km	100–105 km/h
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h	85 km/h
Beschleunigung von 0–40 km/h	7,5 s	7,5–8 s
Anfahren am Berg:		
max. Steigung	25%	25%
Geschwindigkeit bei 7% Steigung	45 km/h	45 km/h
Gesamtgewicht	1390–1420 kg	1390–1405 kg

6. Langfristige Entwicklungsaussichten

Der Anstieg des Kohlendioxids in der Atmosphäre während der letzten 25 Jahre ist gut dokumentiert, und ein weiterer Anstieg in den kommenden Jahren ist abzusehen; dieser Anstieg wird jedoch weit weniger beachtet als derjenige von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen oder Stickoxiden. Er ist das Ergebnis der Verbrennung fossiler Brennstoffe im Automobilverkehr, in der Industrie und im privaten Bereich in Verbindung mit einem Rückgang der Waldfläche der Erde und anderer Grünzonen, die den atmosphärischen Kohlenstoff in eine feste Form binden.

Es ist angebracht, sich zu fragen, welchen Beitrag das Auto zum CO_2-Problem liefert und was getan werden könnte, falls die CO_2-Emissionen reduziert werden müssten. Dabei müssen zwei wesentliche Unterschiede zwischen CO_2 und anderen Emissionsproblemen festgehalten werden:

Erstens ist CO_2 das Produkt einer vollständigen Verbrennung, in der Kohlenwasserstoffe in CO_2 und H_2O umgewandelt werden. Abgasreinigungsmassnahmen der Art, wie sie seit 1970 für Autoabgase ergriffen wurden, sind daher nicht anwendbar. Katalysatoren in Autos reduzieren vielmehr Kohlenwasserstoffe und Kohlendioxidemissionen durch Umwandlung dieser Produkte einer unvollständigen Verbrennung in eben CO_2 und Wasser. Die einzige Möglichkeit für eine Reduktion der CO_2-Emissionen ist daher, den Treibstoffverbrauch zu senken, da die CO_2-Erzeugung direkt mit dem Treibstoffverbrauch zusammenhängt.

Der zweite Unterschied zwischen CO_2 und anderen Abgasemissionen ist, dass sich CO_2 kumulativ auswirkt: Kohlenwasserstoffe, Stickoxide und Kohlenmonoxid zersetzen sich allmählich in der Atmosphäre. Abhilfemassnahmen müssen daher nur die pro Zeiteinheit ausgestossene Menge auf ein Niveau senken, das die Luft verkraften kann. Im Gegensatz dazu bleibt das aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen herrührende Kohlendioxid permanent in der Atmosphäre, sofern keine Pflanzen anwesend sind, die es zurückverwandeln. Die Reduktion der Verwendung von fossilen Brennstoffen pro Zeiteinheit kann daher CO_2-Probleme nur verzögern, aber nicht verhindern.

Wenn gezeigt wird, dass der steigende CO_2-Gehalt unannehmbare Umweltkonsequenzen hat, wird es langfristig notwendig sein, Autos mit Elektrizität anzutreiben, die aus nichtfossilen Energiequellen gewonnen wird, wie z. B. Kernenergie, Sonnenenergie, Gezeitenenergie, Wind usw.

Die heutigen Autofahrer, die zu sehr an die heute verfügbaren, bequemen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor gewöhnt sind, haben noch wenig Bereitschaft gezeigt, Elektrofahrzeuge zu verwenden, obwohl seitens der Regierung und öffentlichen Organisationen einige Anreize wie z. B. Steuererleichterungen oder finanzielle Unterstützung bei der Anschaffung gewährt wurden. Was sind die Gründe hierfür, und welche Möglichkeiten gibt es?

Zunächst einmal ist ein wesentlicher Nachteil der heutigen Elektrofahrzeuge ihre kurze und beschränkte Reichweite zwischen dem Laden. Für den Benutzer eines konventionellen Fahrzeuges mit Verbrennungsmotor ist dies neuartig und nicht akzeptabel. Dieses Merkmal dürfte auch in der nahen Zukunft noch nicht wesentlich verbessert werden können. Batteriebetriebene Fahrzeuge sind daher absolut keine Alternative für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Sie sollten nicht als Ersatz für solche Fahrzeuge eingesetzt werden, sondern für beschränkte Anwendungsgebiete (z. B. Kurzstreckenfahrten, Fahrten auf festgelegten Routen, zum Einkaufen oder zur Arbeit usw.), wo ihre vorteilhaften Eigenschaften hochwillkommen und ihre Nachteile minimal sind.

Der zweite Nachteil der heute verfügbaren Elektrofahrzeuge ist ihr hoher Preis. Die Verkaufspreise der Elektrofahrzeuge liegen heute 2,5- bis 3mal über denen vergleichbarer Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, da ihre Produktion in sehr kleiner Stückzahl kostenmässig praktisch auf das gleiche hinausläuft wie eine Fabrikation von Prototypen in Handarbeit.

Um die Produktionskosten zu senken, müsste die gesamte Produktionszahl erhöht werden (dies heisst u. a. auch geringe Produktion pro Zeit, aber keine Modelländerungen in vielen Jahren), es sollte eine vergleichsweise kleine, aber stetige monatliche Produktion geplant werden können, und international standardisierte Teile und Komponenten sollten in verschiedenen Elektrofahrzeugen benutzt werden können.

Es ist ohne Zweifel angezeigt, bereits heute beträchtliche Anstrengungen zur Einführung von Elektrofahrzeugen in spezifischen Anwendungsbereichen zu unternehmen, und zwar durch Verbesserung der Fahrzeuge, Kostenreduktion und Vorbereitung der notwendigen Infrastruktur. In diesem Sinn kann auch hier das Motto «semper paratus – allzeit bereit» ein geeignetes Leitmotiv sein.

Toyota EV 10: Ein Elektroauto aus Japan am Grand Prix Formel E in der Schweiz

1983 entwickelte die Toyota Motor Corporation zu Experimentalzwecken einen kompakten Personenwagen mit Elektroantrieb, der auf dem Toyota Tercel mit Schrägheck und Heckklappe basiert. Am Grand Prix Formel E in Veltheim, zu dem er extra aus Japan eingeflogen worden war, zeigte er beachtliche Fahrleistungen.

Leergewicht	1265 kg
Gesamtgewicht	1375 kg
Höchstgeschwindigkeit	105 km/h
Reichweite	
bei 40 km/h	120 km
nach SAE J 227a C	60 km
Steigvermögen	31%
Beschleunigung 0–48 km/h	7,5 s
Antriebsaggregat	Gleichstrom-Nebenschlussmotor
Nenn-/max. Leistung	15/30 kW
Max. Drehmoment	11,7 mkp
Batterie	verbesserte Blei-Akkumulatoren
Energiedichte/Kapazität	110 AH/42 Wh/kg
Anzahl der Batterien/Spannung	10/120 V
Gewicht	320 kg
Motorregler	Thyristor-Steuerung
Kraftübertragung	Zweigang-Schaltgetriebe