Zur Ökobilanz von Klein-Elektrofahrzeugen

Autor(en): **Keller, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **80 (1989)**

Heft 16: **5**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-903701

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Ökobilanz von Klein-Elektrofahrzeugen

M. Keller

Aus ökologischer Sicht weisen Klein-Elektrofahrzeuge offenkundige Vorteile auf: Sie sind sauber, sparsam, leise. Die Vorteile kommen vor allem dann zum Tragen, wenn Elektromobile «fossile» Personenwagen ersetzen. Dennoch ist der Beitrag von Elektromobilen zur Sanierung der Luft- und Lärmbelastung beschränkt, wenn man sich an der Strategie «Umweltschutz by Grenzwerten» orientiert.

Du point de vue écologique, les petits véhicules électriques présentent des avantages indéniables. En effet, ils ne polluent pas l'atmosphère, ils sont économes et silencieux. Ces avantages jouent avant tout lorsque des véhicules électriques remplacent des voitures particulières «classiques». Et pourtant, si l'on se base sur une stratégie «Protection de l'environnement par valeurs limites», les véhicules électriques ne contribuent que faiblement à diminuer les nuisances d'origine technique (pollution atmosphérique, bruits).

Leicht gekürzte Fassung eines Referates anlässlich der Tour-de-Sol-Tagung «Solarmobile im Alltag» am 18. Februar 1989 in Bern.

Adresse des Autors:
Mario Keller, Infras,
Gutenbergstrasse 12, 3011 Bern.

Vergleich von Einzelfahrzeugen

Um den ökologischen Stellenwert von Klein-Elektromobilen einschätzen zu können, müsste man an sich einen Vergleich der verschiedensten Aspekte (wie Luft- und Lärmbelastung, Energieverbrauch usw.) über alle relevanten Verkehrsmittel machen. Der wichtigste und auch naheliegendste Vergleich ist aber doch jener mit dem PW, weil zwischen PW und Elektromobil die grössten Ähnlichkeiten bestehen – und zumeist auch davon auszugehen ist, dass Elektromobile den konventionellen PW substituieren (sollten).

Energieverbrauch

Ein Grundproblem liegt in jedem Vergleich: Beschränkt man sich auf den Betrieb der Fahrzeuge, so ist der Vergleich von «fossilem» PW und Elektrofahrzeug relativ einfach: Beim Energieverbrauch liegen die Verhältnisse etwa so, dass ein konventioneller PW im Mittel ungefähr 9 l Treibstoff/100 km (=800 Wh/Fzkm) verbraucht. Klein-Elektrofahrzeuge weisen – je nach Modell – sehr unterschiedliche Verbrauchswerte auf. Ein Mittelwert von 100 Wh/Fzkm dürfte nicht unrealistisch sein, d.h. die spezifischen Verbrauchswerte von Elektromobilen sind rund 8mal kleiner. Bei der Luftbelastung ist der Vergleich trivial: Den mit dem Katalysator zwar abnehmenden diversen Schadstoffemissionen des PWs steht schlicht die Null-Belastung des Elektromobils gegenüber.

Komplizierter wird der Vergleich, wenn auch die Produktion der Energie miteinbezogen werden sollte. Man gerät dann schnell in den etwas fruchtlosen Streit, ob nun Elektromobile, die nicht durch Solarzellen, sondern z.B. durch ortsfeste Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen oder gar von den konventionellen Produktionsanlagen gespiesen werden, mit Verachtung gestraft werden sollen. Möchte man solche Alternativen einander quantitativ gegenüberstellen, so hängt das Ergebnis wesentlich davon ab, welche Annahmen man unterstellt, so etwa darüber, wie der PW-Fahrer (bzw. auch der Solarmobilfahrer) seinen Wärmebedarf deckt usw. Wesentlich ist – aus einer pragmatischen Sicht – die Feststellung, dass in energetischer, aber auch in lufthygienischer Hinsicht das Elektrofahrzeug gegenüber dem «fossilen» PW um ein Mehrfaches besser dasteht – auch wenn die Energie beispielsweise über Blockheizkraftwerke erzeugt wird und auf der andern Seite ein sogenannt sauberes Katalysator-Fahrzeug zum Vergleich herangezogen wird.

Noch komplexer wird ein Vergleich dann, wenn man auch den Bau der Verkehrsanlagen und der Fahrzeuge sowie des Strassenunterhalts mit in Rechnung stellt. Das sind Elemente, die auch beim Elektromobil auftreten und ihm folglich in bestimmtem Ausmass anzulasten sind. Nimmt man den Gesamtenergieverbrauch all dieser Komponenten als Indikator für einen Vergleich PW/Elektromobil, so nehmen die Relativ-Vorteile des Elektromobils zwar tendenziell ab, fallen aber noch immer deutlich zugunsten der Elektromobile aus.

Entsorgung

Die energetischen Vorteile kommen bekanntlich insbesondere durch den Leichtbau zum Tragen. Gerade in diesem Bereich liegt ein wesentlicher Pionierbeitrag der Solarfahrzeuge. Leichtbau heisst Einsatz von Kunststoffen. Dieser Trend zu mehr Kunststoff ist allerdings nicht auf die Elektromobile

beschränkt. Auch im PW-Sektor kommen immer mehr Kunststoffe zum Einsatz. Damit lassen sich gleichzeitig auch Herstellungskosten senken, und überdies nimmt die Korrosionsanfälligkeit ab. Bei den heutigen PWs liegt der Kunststoffanteil bei rund 10–15%, also rund 100–150 kg. Beim Elektromobil liegt die Menge, absolut gesehen, in der ähnlichen Grössenordnung. Nun verursachen diese Kunststoffe heute schon neue Entsorgungsprobleme, die sich zunehmend verschärfen: Von den rund 300 000 Tonnen Altautos pro Jahr landet heute zwar der grösste Teil in den Stahlöfen, dennoch bleibt ein Viertel bis ein Drittel als sogenannter Shredder-Schutt zurück. Kunststoffe machen davon etwa die Hälfte aus. Sie bewirken mitunter, dass dieser Schutt, der letztlich in Deponien gelagert wird, biologisch aktiv ist, die Sickerwasser belastet (Kunststoffrückstände, aber auch Schwermetallanreicherungen) und Deponiegase entstehen lässt. Zudem hat man über das Langzeitverhalten dieser Rückstände wenig Kenntnis.

Das Recycling von Kunststoffen wird heute nur bedingt praktiziert (ungefähr 10%, verwendet werden primär saubere Kunststoffrückstände aus der Herstellung). Verwertungstechnologien (etwa Kunststoffpyrolyse) stehen erst am Anfang. Ein möglicher (wenn auch nicht unproblematischer) Ausweg ist das energetische Recycling durch Verbrennen. Allerdings sind solche Verbrennungsanlagen für Altautos nicht wirtschaftlich. Man wird sich deshalb an den Gedanken gewöhnen müssen, dass Fahrzeuge – auch Solarmobile – Sondermüll sind. Dessen Entsorgung könnte über eine Gebühr finanziert werden, die beim Kauf des Neufahrzeugs zu entrichten wäre.

Allerdings ist beim Elektromobil positiv zu vermerken, dass die Design-Philosophie erst am Anfang steht und dass auch die Produktionsinvestitionen noch kaum getätigt sind. Darin liegt eine Chance, dass entsorgungsfreundliche Produktionsgrundsätze (z.B. demontagefreundliche Gestaltung, recycling-günstige Werkstoffwahl) von Anfang an mitberücksichtigt werden können.

Bei Elektromobilen tritt zudem das Batterienproblem in den Vordergrund: Für Bleiakkumulatoren etwa sind heute aber Entsorgungstechnologien verfügbar. Heute schon fallen in der Schweiz rund 12 000 t Bleiakkumulatoren an. Man schätzt, dass etwa 5% im Kehricht landen. Das Blei wird zum grössten Teil wiederverwertet; noch schlecht gelöst sind hingegen die Probleme des Bleischlamms sowie der Säure, die meist der Kanalisation – statt der Entgiftung – zugeführt wird. Man kann daraus ableiten, dass Elektrofahrzeuge nicht grundlegend neue Entsorgungsprobleme schaffen, allenfalls akzentuieren sie neue Trends. Sie tragen aber auch wenig zur Problemvermeidung bei. Positiv wäre allenfalls zu vermerken, dass sie nicht weiter beitragen zu einem andern Sondermüllberg, den 40 000 t Motoren- und Getriebeölrückständen (die meist ineffizient verbrannt werden) und den rund 40 000 t Strassensammlerschlämmen.

Lärm

Dass Elektrofahrzeuge leiser sind, muss hier wohl nicht weiter betont werden. Ein quantitativer Vergleich der Lärmbelastung hängt allerdings stark davon ab, was verglichen werden soll. Immerhin könnte man anführen, dass die Schallpegel selbst von grösseren Elektrofahrzeugen gegenüber einem fossilen PW bei der Beschleunigung um gut 10 dB(A) tiefer liegen. Vorteilhaft ist zudem, dass «sportliches Fahren» und Wartungseinflüsse, die den Lärmpegel des Autos hochtreiben, bei den Elektromobilen entfallen.

Flächenbedarf

Ein weiterer Aspekt, der in einem Fahrzeugvergleich mitberücksichtigt werden sollte, ist der Flächenverbrauch. Kleinfahrzeuge brauchen offensichtlich weniger Platz – je nach Fahrzeugtyp liegen die möglichen Einsparungen in der Parkierfläche in der Grössenordnung von rund der Hälfte gegenüber den heutigen PWs. Auch der «dynamische» Flächenbedarf, der von der Fahrgeschwindigkeit abhängig ist, ist deutlich kleiner. Das würde an sich kleiner dimensionierte Parkier- und Strassenanlagen erlauben – ein Vorteil, der sich offensichtlich nur dann ausnützen lässt, wenn die entsprechenden Anlagen (z.B. spezielle Elektromobil-Parkplätze) nur für entsprechende Kleinfahrzeuge zugelassen werden. Genau dieser Aspekt könnte allerdings auch anders ausgelegt werden: Wenn der spezifische Platzbedarf etwa halbiert wird, liessen sich auf dem gleichen Platz, der heute von PWs belegt wird, rund doppelt soviele Kleinfahrzeuge abstellen – eine Perspektive, die auch nicht nur eitel Freude auslösen muss.

Lösen Elektromobile das Problem der Luft- und Lärmbelastung?

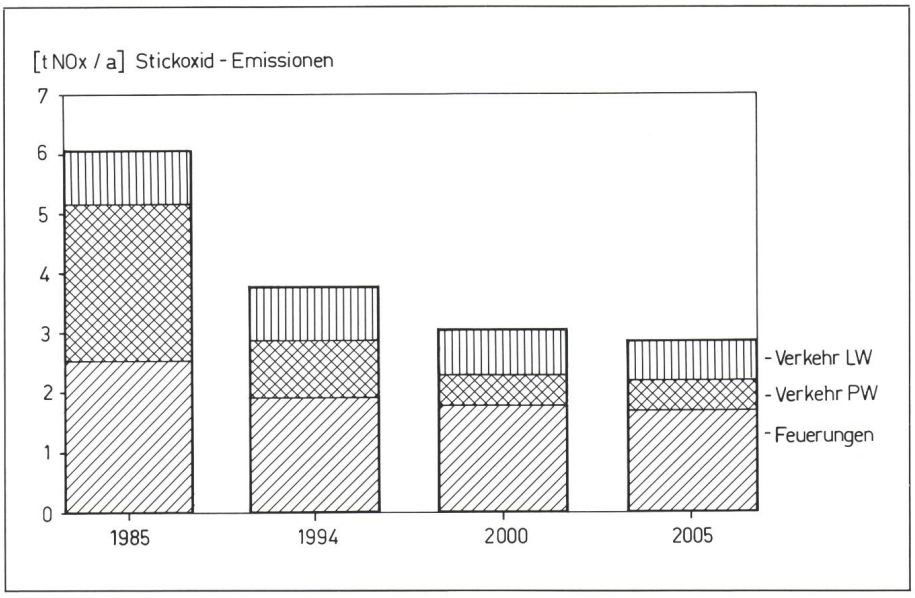
Diese beiden Belastungsarten als Folge vor allem des Privatverkehrs sind heute zweifellos Problembereiche erster Ordnung. Man weiss auch, dass sowohl bei der Luft- wie auch bei der Lärmbelastung die entsprechenden Immissionsgrenzwerte (wie sie der Bund in den einschlägigen gesetzlichen Grundlagen – Luftreinhalte- und Lärmschutzverordnung – festgelegt hat) heute vor allem in den Städten chronisch überschritten werden. Könnten Elektromobile hier Abhilfe schaffen?

Figur 1 zeigt am Beispiel der Stadt Zürich eine Trendentwicklung für die Stickoxid-Emissionen – jenem Schadstoff, der gemäss heutigem Wissensstand der lufthygienische Sorgenfall ist. Auffallend ist die Reduktion, wie sie insbesondere im PW-Verkehr zu erwarten ist, und zwar als Folge technischer Massnahmen zur Emissionsbegrenzung (Katalysator). Man kann daraus unmittelbar ablesen: Eine Reduktion der PW-Kilometer um z.B. 20 oder noch mehr Prozente – und (vereinfachend) demnach auch der PW-Stickoxid-Emissionen – wäre heute ein ganz markanter Beitrag zur Sanierung der Luftbelastung. In 10, 15 oder gar 20 Jahren – dann also, wenn realistischerweise die Elektromobiltechnologie genügend ausgereift wäre und auch entsprechende Produktionskapazitäten bestünden, um derartige Verkehrsleistungsanteile zu übernehmen – zu jenem Zeitpunkt also ist der Anteil der PW-Stickoxide nur mehr eine relativ kleine und somit wenig sensitive Grösse. Es müsste dann prioritär bei andern Verursachergruppen angesetzt werden.

Ähnlich verhält es sich beim Lärm: Man schätzt, dass heute rund 3000 km des Strassennetzes in der Schweiz lärmmässig sanierungsbedürftig sind, d.h. sie weisen Lärmpegel auf, die über den entsprechenden Grenzwerten liegen. Nun ermitteln sich die Lärmpegel in der Regel so, dass die emissionsstarken Fahrzeuge pegelbestimmend sind (so ist etwa der Lastwagenverkehr auf Strassen ab Anteilen von 10% praktisch allein für die Lärmbelastung zuständig). Auch wenn nun also auf Hauptachsen namhafte Anteile von Elektromobilen – statt PWs – zirkulieren würden, so nähme die Lärmbelastung nur marginal ab (bei einer typi-

schen Hauptachse in der Grössenordnung von 2–3 dB[A]). Am stärksten spürbar würde der PW-Ersatz dort, wo Einzelschallpegel das Geschehen bestimmen. Das ist primär in Wohnquartieren der Fall, also an Orten, die in der Regel gemäss der Umweltschutzterminologie nicht sanierungsbedürftig wären. Demnach wäre der Ersatz von PWs durch Elektromobile auch aus Lärm-Sicht zwar zweifellos sinnvoll und erwünscht – diese Massnahme wäre aber nicht in dem Sinne kostenwirksam, als dadurch andere Sanierungsmassnahmen des Lärmschutzes erübrigt würden.

Das ist letztlich die unbefriedigende Konsequenz einer Strategie «Umweltschutz by Grenzwert»: Dieser Ansatz vermag den Beitrag, den Elektromobile zur Sanierung der Luft- und Lärmproblematik zu leisten imstande sind, nicht genügend zu honorieren – auch wenn dieser Beitrag unverkennbar ist. Daraus ist abzuleiten, dass andere Aspekte die Förderungswürdigkeit mit ausmachen müssen. Dazu gehören insbesondere der energetische Spareffekt, aber auch grundsätzlichere Aspekte, wie etwa das Postulat einer CO_2-freien Energienutzung (Stichwort Treibhauseffekt). Und im Energiebereich liegen bekanntlich beträchtliche Potentiale: Der Energieverbrauch des PW-Verkehrs macht heute knapp 20 Prozent des schweizerischen Gesamtenergieverbrauchs aus. Würden etwa 10% der PW-Verkehrsleistung auf Elektromobile umgelagert, nähme der Benzinverbrauch um etwa 10% ab, der Elektrizitätsverbrauch aber würde nur um weniger als 1% zunehmen – eine Grössenordnung, die deutlich kleiner ist als die jährliche Zuwachsrate im Stromkonsum.



Figur 1 Trendentwicklung der Stickoxid-Emissionen in der Stadt Zürich von Feuerungen, Personen- und Lastwagen (als Indikator für die Luftbelastung):

Ein Ersatz eines namhaften Teils des PW-Verkehrs durch Elektromobile würde heute die Luftbelastung deutlich entschärfen. In Zukunft – wenn die Wirkung des Katalysators voll zum Tragen kommt – ist dieser Beitrag zwar noch immer sinnvoll, aber keine sehr einflussreiche Grösse mehr. Die Massnahmenpriorität liegt dann bei andern Verursachergruppen.

Elektromobile als PW-Ersatz?

Ob solche Vorteile der Elektromobile wirklich zum Tragen kommen, hängt offensichtlich davon ab, inwieweit mit diesen Kleinfahrzeugen PW-Fahrten ersetzt werden. Analysen der PW-Verkehrsnachfrage zeigen, dass theoretisch mindestens 30% der PW-Kilometer sich für Substitutionen durch Elektromobile eignen würden. Ob und inwieweit solche Umlagerungen stattfinden – oder ob letztlich vor allem Neuverkehr induziert wird, ob Verkehr von andern umweltverträglicheren Verkehrsmitteln abgezogen wird (Fussgänger, Velo, öffentlicher Verkehr) – darüber lässt sich spekulieren. Klar ist, dass hier – neben dem Preis – durchaus noch andere Faktoren mitspielen werden.

Ein Handicap der kleinen Elektromobile ist bekanntlich ihre limitierte Reichweite. Private Haushalte sind also gezwungen, ihre Verkehrsnachfrage in einen Nahverkehrsteil (= Elektromobil) aufzuteilen und für den Fernverkehr auf eine Alternative auszuweichen. Dazu böte sich sehr wohl der öffentliche Verkehr als ideales Fernverkehrsmittel an – was sicher die ökologisch sinnvollste Kombination ergäbe. Ob der Elektromobilfahrer allerdings bereit ist, auf seinen PW für den Fernverkehr zu verzichten, sei einmal dahingestellt. Unter heutigen Gegebenheiten scheint die Perspektive realistischer, dass Elektromobile die Funktion von Zweitwagen übernehmen – und damit tendenziell das individuelle Mobilitätsniveau weiter anheben.

Es wird letztlich wesentlich von den Rahmenbedingungen abhängen, ob, wo und wie stark Elektromobile als PW-Ersatz auftreten können. Ob etwa das Elektromobil als das Stadtverkehrsmittel der Zukunft gelten soll, sei hier zumindest in Frage gestellt. Gerade für die Verkehrsbeziehungen zur und in der Stadt ist Leistungsfähigkeit gefragt – ein Aspekt, bei dem die öffentlichen Verkehrsmittel – die in der Regel ebenso umweltfreundlich und energiesparsam wie Elektromobile sind – dem individuellen Fahrzeug deutlich überlegen sind. Und wenn Elektromobile vorwiegend Zweitwagen sind, so stellt sich für den potentiellen Käufer sehr schnell die Frage nach dem Abstellplatz. Der Städter wird hier – weit mehr als der Bewohner auf dem Land – Mühe haben, noch weitere Abstellfläche für seine Vehikel zu finden. Auch sind heute schon die Zwei-Wagen-Haushalte auf dem Lande deutlich stärker vertreten als in der Stadt, das unmittelbare Substitutionspotential dort also grösser. Das bedeutet natürlich nicht, dass nicht auch in der Stadt sehr wohl ein grosses Potential an sinnvollen Elektromobilanwendungen besteht – ökologisch sinnvoll werden sie aber vor allem dann, wenn sie PWs ersetzen.

Zu postulieren bleibt denn, dass die Förderungsmassnahmen für Klein-Elektromobile, die ihre Begründung und Rechtfertigung aus ökologischer Sicht in der klaren Überlegenheit dem «fossilen» PW gegenüber haben, aus einer Gesamtverkehrsoptik heraus konzipiert werden. Das heisst, dass alle Massnahmen darauf abzielen sollten, Elektromobile als PW-Ersatz zu fördern, denn nur so kommen deren ökologische Vorteile voll zum Tragen.

Energieversorgungsnetze interaktiv planen

POSCODAM®

Das interaktive Programmsystem Poscodam® bewährt sich bereits auf über fünfzig installierten Anlagen:

- Netzdatenverwaltung mit Elementdatenbank
- Lastfluss- und Ausfallrechnung
- Kurzschlussberechnung nach VDE 0102/IEC 909 oder mit dem Überlagerungsverfahren
- Graphische Eingabe und Ausgabe von Netzplänen (GKS)

ABB
ASEA BROWN BOVERI

ASEA BROWN BOVERI AG, Geschäftsbereich Netzleittechnik, Abt. ELV-TN, 5300 Turgi
Tel. 056 29 20 84 / 29 27 32 Telefax 056 28 26 70, Telex 828 291 52

Peyer AG
peyerenergie

peyer

Bereits am Verschluss der Kab
nen können Sie **peyer** erkenne
Sauberer Finish und durchdac
modulare Bauweise bis ins
kleinste Detail bringen in der
Energieverteilung zusätzliche
Sicherheit und nicht zuletzt au
optimale thermische wie auch
elektrische Isolierwerte.

Kabinen von **peyerenergie** sin
seit Jahren im harten Einsatz u
absolut resistent gegen Umwe
einflüsse. Durch konsequente
Materialwahl und profundes
Know-how in der Verarbeitung
von faserverstärkten Verbund-
werkstoffen – perfekt bis ins
Detail.

peyerenergie
CH-8832 Wollerau
Schweiz
Telefon 01/784 46 46
Telex 875 570 pey ch
Fax 01/784 45 15