

# Elektrizitätswirtschaftliche Aspekte der Versorgung des Elektrofahrzeugs

Autor(en): **Glavitsch, H.**

Objektyp: **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): **79 (1988)**

Heft 16

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904064>

## **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.

# Elektrizitätswirtschaftliche Aspekte der Versorgung des Elektrofahrzeugs

H. Glavitsch

**Der Ladezyklus verschiedener Fahrzeugtypen bildet den Ausgangspunkt für Überlegungen zum Gesamtenergiebedarf von Elektrofahrzeugen und für die Belastung der Niederspannungsnetze. Für die Aufbringung der elektrischen Energie sind im Rahmen einer ersten realistischen Annahme für einen zukünftigen Entwicklungsstand keine Schwierigkeiten zu erwarten, jedoch ist längerfristig der Belastung der Netze Aufmerksamkeit zu schenken.**

**Une analyse de l'approvisionnement des véhicules électriques est réalisée sur la base du parc de véhicules supposé. Le cycle de recharge de divers types de véhicules marque le point de départ des réflexions sur la demande globale d'énergie et son influence sur les réseaux à basse tension. Dans le cadre d'une première supposition réaliste quant au développement futur, il ne faut pas s'attendre à des difficultés en ce qui concerne l'approvisionnement en énergie électrique. Il y a toutefois lieu d'accorder, à long terme, une attention particulière à l'influence sur les réseaux.**

## Adresse des Autors:

Prof. Dr. Hans Glavitsch, Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik, Fachgruppe Energieübertragungssysteme, ETH, 8092 Zürich

## 1. Offene Fragen

In der umfassenden Diskussion der Möglichkeiten des Elektrofahrzeugs ist seine Energieversorgung vom Netz her einer eingehenden Betrachtung wert, sobald man an eine grössere Anzahl von Fahrzeugen in regelmässigem Betrieb in Betracht zieht. Wie frühere Veröffentlichungen und Vorträge an ähnlichen Veranstaltungen [1,2] zeigen, ist der Zeitpunkt gekommen, diese Fragen der Versorgung und der damit verbundenen Probleme zu untersuchen. Aus dem Spektrum an Fahrzeuggrössen, verschiedenen Typen von Speichern und den daraus resultierenden Aktionsradien sowie den betrieblichen Anforderungen lässt sich eine Reihe möglicher Fahrzeugbestände ableiten, die die Grundlage für die Beurteilung der Lastprofile des elektrischen Netzes darstellen können.

Da auf der Seite des Elektrofahrzeugs selbst viele Aspekte, wie Kosten, Fahrsicherheit, Akzeptanz im Markt, allfällige Verordnungen usw., offen sind, lassen sich die Fragen der Versorgung mit Energie nur im Sinne der Behandlung von angenommenen Fahrzeugbeständen beantworten. Auf der Seite des Netzes sind die Gegebenheiten auf den verschiedenen Versorgungsebenen sowohl technisch wie betriebswirtschaftlich sehr gut bekannt, so dass die Auswirkungen auf das Netz und damit zusammenhängende Probleme gut identifiziert werden können.

Ausgangspunkt der Betrachtung sind der Ladezyklus für verschiedene Fahrzeugtypen sowie die angenommenen Fahrgewohnheiten. Die Last, die dabei pro Fahrzeug auftritt, ist eine im Tagesverlauf plazierte Konstantlast in der Grössenordnung von ein bis mehreren Kilowatt. Was das Auftreten im Netz betrifft, so steht ein Muster von im Niederspannungsnetz fein verteilten Lasten im Vordergrund. Der Haushaltsanschluss ist der gegebene Lastpunkt. Wie später ersichtlich werden

wird, ist dies eine zentrale Feststellung, so einfach dies auch scheinen mag.

Damit drängt sich unmittelbar ein Vergleich mit anderen Lasten im Haushaltsbereich auf, der eine Reihe von nützlichen Schlüssen erlauben wird. Diese werden für die lokalen Elektrizitätsversorgungsunternehmen, für das Installateurgewerbe und für die gesamte Elektrizitätswirtschaft von besonderer Bedeutung sein. Während des Tages ist der Betreiber eines Elektromobils auf eine verlässliche Ladung innerhalb eines kurzen Zeitraumes angewiesen. Eine Laststeuerung ist da nicht angebracht. In der Nacht ist jedoch die Last innerhalb gewisser Grenzen verschiebbar. Entsprechend den Fahrgewohnheiten werden sich die Lasten akkumulieren, wenn auch mit einem gewissen Ungleichzeitigkeitsfaktor.

Die Fragen, die unter der Prämisse von angenommenen Fahrzeugbeständen beantwortet werden sollen, gelten der Verfügbarkeit der notwendigen Energie, der Belastbarkeit des Netzes im allgemeinen und der Aufbringung der Leistung im Verteilnetz. Es soll jetzt schon betont werden, dass die Frage nach der Versorgung von Elektromobilen mit Energie technisch keine grundsätzliche Schwierigkeit darstellt, sondern eher aus der Sicht des bestehenden Niederspannungsnetzes einer gewissen Aufmerksamkeit bedarf.

## 2. Charakterisierung der Verbrauchssituation

Es wird von einigen grundlegenden Zahlen der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik [3] ausgegangen, die für die weiteren Überlegungen die Basis bilden sollen. Nach dieser Unterlage betrug 1987 der Jahresendverbrauch an elektrischer Energie 43,6 Mrd kWh, wovon der Anteil Haushalt 12,5 Mrd



kWh und derjenige für den Verkehr (Bahnen) 2,3 Mrd kWh ausmachten.

Im Winterhalbjahr 1986/87 betrug der Verbrauch der Haushalte 7337 Mio kWh, und aufgrund des Jahresverbrauchs 1987 von 12 517 Mio kWh kann auf einen Sommerverbrauch 1987 von rund 5180 Mio kWh geschlossen werden. Der Haushaltsverbrauch pro Kopf der Wohnbevölkerung (6,619 Mio) betrug demnach

im Winter 1108 kWh  
im Sommer 772 kWh

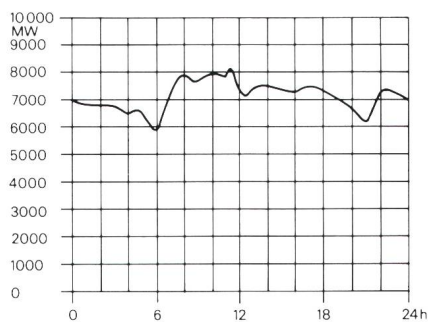
Noch aussagekräftiger ist der Durchschnittsverbrauch des einzelnen Haushalts, gegeben durch den Verbrauch einer Wohnung oder eines Einfamilienhauses. Die Anzahl Haushalte in der Schweiz beträgt derzeit etwa 2,74 Mio, der durchschnittliche Verbrauch pro Haushalt demnach

im Winter 2676 kWh  
im Sommer 1889 kWh  
im Kalenderjahr 4565 kWh

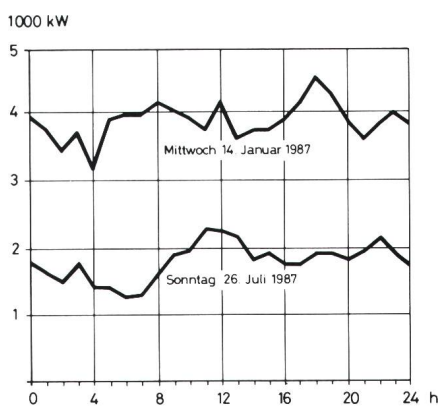
Im Hinblick auf die Möglichkeit der Versorgung der Elektromobile ist nicht nur die Energiebereitstellung, sondern auch die Leistung des Netzes im Tagesverlauf von Interesse. Die Gesamtbelastung sieht in dieser Hinsicht sehr günstig aus, wenn man die Tagesbelastungsdiagramme betrachtet. Aus [4] ist das Diagramm für ein Winterquartal in Figur 1 reproduziert.

Im sogenannten Nachttal ist ausreichend Platz für eine Belastung von rund 1000 MW für mindestens sechs Stunden. Die Sommerperiode ist von vornherein geringer belastet. Das Übertragungsnetz ist demnach nicht voll ausgelastet. Für das Winterhalbjahr ist jedoch der Bedarf an Energie grundsätzlich von Bedeutung. Die Rechtfertigung dafür muss in einem grösseren Zusammenhang gesehen werden, worauf später noch eingegangen wird.

Die Möglichkeit zusätzlicher Belastungen auf der Ebene der Anschlüsse von Haushalten kann nur anhand der Belastungsdiagramme von Verteilnetzen, im speziellen von Niederspannungsnetzen, beurteilt werden. Nun bestehen in der Schweiz rund 1300 Elektrizitätswerke, und es ist sicherlich schwierig, mit einigen Beispielen eine allgemeine Antwort auf den Belastungsverlauf von Niederspannungsnetzen zu geben. Nachfolgend wird ein Beispiel einer Gemeinde mit 7466 Einwohnern (2500 Haushalte) angeführt, da dieses für die Versorgung in der Agglomeration des Mittellandes cha-



Figur 1 Lastverlauf des schweizerischen Landesverbrauchs am Mittwoch, 21. Januar 1987



Figur 2 Tagesbelastungsverlauf in einem Verteilnetz

rakteristisch ist. Die Haushalte haben einen zeitgemässen Ausbau, was die elektrische Ausrüstung betrifft. Das Elektrizitätswerk steuert Warmwasserbereitung, Geschirrspüler, Waschmaschinen usw. über die Rundsteuerung. Das Tagesbelastungsdiagramm eines Wintertages zeigt demnach einen ziemlich ausgeglichenen Verlauf (siehe Fig. 2).

Das Tagesbelastungsdiagramm im Sommer weist grundsätzlich eine tiefere Belastung und zudem auch eine tiefere Nachtlast auf. Die Kennwerte dieser Verläufe stimmen in den wesentlichen Punkten mit den Aussagen anderer Verteilwerke überein, wonach die Nachtspitze im Winter in der Grössenordnung der Tagesspitze liegt und im Sommer diese Art der Netzauslastung nicht besteht.

Wenn also auf die derzeitigen Verhältnisse in den Verteilnetzen abgestellt wird, so ist kein ausgeprägter Bedarf für das Auffüllen von Nachttälern im Winterhalbjahr vorhanden. Dies muss jetzt noch im Lichte der jeweiligen Reserve der einzelnen Netze gesehen werden. Diese ändert sich mit dem Ausbauzustand des Netzes: Im allgemeinen wird der Ausbauzustand

den jeweiligen Bedürfnissen im Rahmen der technisch-wirtschaftlichen Gegebenheiten angepasst. Dabei ist der Spielraum nicht allzu gross. Der Ausbau ist jedoch bei wirtschaftlicher Rechtfertigung in weiten Grenzen möglich.

### 3. Der Energiebedarf des Elektromobils

In einem ersten Schritt wird nur das Einzelfahrzeug betrachtet, wovon dann auf angenommene Fahrzeugbestände geschlossen werden kann. Wie eingangs erwähnt, ist der Ladezyklus von zentraler Bedeutung. Dieser hängt ab vom Fahrzeuggewicht, von der Art der Batterie, von der Fahrleistung, von der vorgesehenen Ladedauer, vom Zustand der Batterie usw. In dieser Hinsicht liegen erst einige Anhaltspunkte für die schon früher beschriebenen Fahrzeugtypen [1,2] vor. Bei Betrachtung eines genügend breiten Spektrums spielen in diesem Stadium der Diskussion die Einzelheiten jedoch keine so grosse Rolle.

Es werden deshalb die existierenden oder konzipierten Typen Larel, Swissmobil, Mittelklasswagen mit Na/S-Batterie und ein fiktiver Typ Citymobil betrachtet. Die Reichweite liegt zwischen 50 km und 100 km pro Batterie-ladung. Die Fahrleistung pro Jahr soll zwischen 8000 und 15 000 km betragen, was als relativ hoch angesehen werden kann, so dass die darauf basierende Abschätzung des Energiebedarfs eher einen Höchstbetrag darstellt.

Der Energiebedarf dieser Typen pro Ladezyklus sieht nun folgendermassen aus:

Swissmobil	7 kWh
Larel Wil 202	13 kWh
Citymobil (Schätzung)	20 kWh
Mittelklasswagen (Na/S)	32 kWh

Mit der Fahrleistung im Jahr errechnet sich nun ein entsprechender Jahresenergiebedarf, der sich auf eine Anzahl Ladezyklen bzw. gefahrene Kilometer abstützt. Letztere Daten sind Annahmen, die für eine weitere Diskussion nötig sind.

Die Zahlen in der Tabelle sind nicht konsistent, wenn man die Ladeenergie bzw. die Reichweite heranzieht und die Zusammenhänge nachzuprüfen versucht. Es sind typische Fahrleistungen, Gebrauchstage und entsprechend abgeschätzte Jahresenergiebedarfszahlen unter Einschluss von Verlusten eingesetzt worden.



Für die Versorgung mit elektrischer Energie ist nun der Fahrzeugbestand massgebend, wofür an dieser Stelle nur Annahmen getroffen werden können. Kombinationen solcher angenommener Fahrzeugbestände ergeben dann einen möglichen Gesamtbestand. Vorerst einige Grundannahmen für den Fahrzeugbestand und die daraus resultierenden Energiebedarfszahlen:

Anzahl Fahrzeuge	Jahresenergiebedarf
10 000 Swissmobile	11,5 Mio kWh
10 000 Larel Wil 202	27,0 Mio kWh
10 000 Citymobile	50,0 Mio kWh
10 000 Mittelklasswagen (Na/S)	80,0 Mio kWh
50 000 Larel Wil 202	135,0 Mio kWh

In [2] ist eine Untersuchung zitiert, in der ein Markt für ein Elektromobil in der Kategorie des Swissmobils mit 200 000 Fahrzeugen angegeben wird. Diese Zahl muss im Vergleich zum gesamten Bestand an Personenwagen und Zweitwagen in der Schweiz gesehen werden. Nach [5] betrug der Personenwagenbestand 1987 2,68 Mio Einheiten, wovon 20% als Zweitwagen eingestuft werden können. Rund 0,5 Mio Wagen sind demnach Zweitwagen. Dies ist ein gewisser Anhaltspunkt für verschiedene mögliche Fahrzeugbestände in mehreren Fahrzeugkategorien. Für die folgenden Überlegungen werden daher drei solcher Fahrzeugbestände konstruiert (siehe Tab. II).

Der Bestand B entspricht 4,5% des Personenwagenbestandes der Schweiz im Jahre 1987. Was den Elektrizitätsbedarf betrifft, so würde der Verbrauch 0,8% des Gesamtjahresverbrauchs oder 2,82% des Haushaltsbedarfs ausmachen.

Diese Energiebedarfszahlen sind nun im Vergleich mit den heutigen Verbrauchszahlen in keiner Weise übermässig. Selbst der Bestand C hätte nur einen Bedarf von 1,27% des Schweizer Jahresendverbrauchs. Im Vergleich mit dem Verbrauch der Bahnen wären es jedoch rund 25%. Auf der anderen Seite würde dieser Fahrzeugbestand etwa 7% des heutigen Treibstoffverbrauches ersetzen.

#### 4. Die Netzbelastung, verursacht durch das Elektromobil

Die Versorgung des Elektromobils mit elektrischer Energie ist Sache des Haushaltes oder gegebenenfalls eines

	Gebrauchstage	Angenommene Fahrleistung pro Jahr	Jahresenergiebedarf
Swissmobil	200 Tage	8 000 km	1150 kWh
Larel Wil 202	250 Tage	12 500 km	2700 kWh
Citymobil	250 Tage	12 500 km	5000 kWh
Mittelklasswagen (Na/S)	250 Tage	15 000 km	8000 kWh

**Tabelle I Jahresenergiebedarf der Fahrzeugtypen**

**Tabelle II Mögliche Gesamtfahrzeugbestände**

Fahrzeugbestand	Jahreselektrizitätsbedarf
<b>Bestand A</b> 100 000 Swissmobile	115,0 Mio kWh
<b>Bestand B</b> 50 000 Swissmobile 50 000 Larel 20 000 Mittelklasswagen 120 000 Fahrzeuge total	352,5 Mio kWh
<b>Bestand C</b> 100 000 Swissmobile 50 000 Larel 50 000 Citymobile 20 000 Mittelklasswagen 220 000 Fahrzeuge total	556,5 Mio kWh

**Tabelle III Leistungen für das Aufladen verschiedener Fahrzeugtypen**

Fahrzeug	Anschlussleistung
Swissmobil	0,6–0,9 kW
Larel Wil 202	1,1–1,6 kW
Citymobil	1,7–2,2 kW
Mittelklasswagen (Na/S)	2,7–4,0 kW

Parkplatzes, wobei im letzteren Fall ein eigenes Versorgungskonzept geschaffen werden müsste. In jedem Fall wird die Energie dem Niederspannungsnetz entnommen, und es gelten für die technische und betriebswirtschaftliche Beurteilung die gleichen Gesichtspunkte wie für den Elektroboiler, die Waschmaschine usw. Es kann heute vorausgesetzt werden, dass die Ladung der Batterie einerseits vom Benutzer, andererseits auch vom Versorgungsunternehmen gesteuert werden kann. Das Benutzerverhalten und die Tarifstruktur werden den Verlauf der Last im Einzelfall, aber auch als Konglomerat bestimmen. Es werden einerseits die Nachtperiode, aber ebenso Tagesperioden als Zeitabschnitte für die Ladung eingesetzt werden. Die Informations- und Steuertechnik bietet dazu eine Vielfalt von Möglichkeiten.

Bei den hier anzustellenden Überle-

gungen geht es nur um eine erste Abschätzung der Leistung am Haushaltsanschluss und im Verteilnetz. Dazu wird im Durchschnitt mit Ladeperioden von 8 bis 12 Stunden gerechnet. Nimmt man den Energiebedarf pro Ladezyklus, so erhält man die erforderlichen Leistungen entsprechend Tabelle III.

Werden nun die Fahrzeugtypen herangezogen, die einer speziellen Entwicklung für den Elektroantrieb entstammen, kann gesagt werden, dass die Last während der Ladung im Bereich zwischen 1 bis 2,2 kW zu liegen kommt. Ein Wagen mit einem Gewicht der Mittelklasse belastet das Netz in der Grössenordnung zwischen 3 bis 4 kW.

Diese Leistungen liegen im Bereich von grösseren Haushaltgeräten. Die kleineren Leistungen liegen ausserhalb des Einflussbereiches der Lastbeein-



flussung. Was die grösseren Leistungen betrifft, so sind die Elektrizitätswerke interessiert, solche Lasten während bestimmter Tageszeiten über die Rundsteuerung zu steuern. Man wird deshalb von seiten der Versorgung den Ladegeräten besondere Beachtung schenken.

Geht man nun zu einer Betrachtung des Niederspannungsnetzes über, so steht die verfügbare Leistung im jeweiligen Ausbauzustand des Netzes im Vordergrund. Um ein Beispiel zu geben, wird auf das oben erwähnte Verteilnetz für eine Ortschaft mit 7466 Einwohnern zurückgegriffen. Würden 135 Personen davon Fahrzeuge nach der Zusammensetzung des Bestandes B betreiben, so ergibt sich eine Belastung des Niederspannungsnetzes von 38 kW am Tage und von 154 kW in der Nacht.

Die Anzahl von 135 Personen wurde dabei unter der Annahme der Proportionalität zwischen der Einwohnerzahl des Ortes und der Schweizer Bevölkerung errechnet. Für die Bestimmung der Tages- und Nachtbelastung wurde vorausgesetzt, dass ein Drittel der Fahrzeuge tagsüber und zwei Drittel nachts aufgeladen werden. Die Verteilung der Leistung auf die 16-Stunden- bzw. 8-Stunden-Periode wurde dabei als gleich verteilt angenommen. Als erschwerend wurde vorausgesetzt, dass jeweils der volle Fahrzeuganteil am Netz angeschlossen ist. Die tatsächlich vorhandene Ungleichzeitigkeit wird wieder dadurch kompensiert, dass zu gewissen Tageszeiten eine Häufung des Leistungsbedarfs vorhanden sein wird. Die Spitzenlast könnte in einem ungünstigen Fall die Höhe von 270 kW (2 kW pro Fahrzeug) erreichen.

Die Spitzenlast des betrachteten Niederspannungsnetzes betrug nach Fig. 2 im Winter 4560 kW und im Sommer 2250 kW. Die Leistungen des genannten Bestandes würden demnach das Netz nicht stark belasten. Auch wenn der Fahrzeugbestand zweimal so hoch wäre, d. h. wenn sich eine Last entsprechend dem Bestand C einstellen würde, so ergäbe sich noch keine kritische Belastung. Erst wenn die Leistungen über dieses Niveau hinausgehen, stösst man im Verteilnetz an Grenzen. Ein solcher Zustand kann einerseits durch eine Häufung von Fahrzeugen entstehen, welche die Durchschnittswerte der obigen Betrachtung übersteigt, andererseits durch eine allgemeine Zunahme über die hier angenommenen Fahrzeugbestände hinaus.

Was den einzelnen Haushalt betrifft, so muss nochmals auf die Jahresenergien verwiesen werden. Der durchschnittliche Verbrauch des Haushalts wurde mit 4565 kWh errechnet. Wenn jetzt durch die regelmässige Aufladung eines Fahrzeugs ein Zusatzverbrauch in der Grössenordnung von 2500–5000 kWh dazukäme, so ändert sich der Haushaltsbezug grundlegend. Hier muss natürlich diesem Energieverbrauch zugute gehalten werden, dass ein Minderverbrauch an Treibstoff in der Grössenordnung von 1000 Litern pro Jahr und pro Fahrzeug (Citymobil) entsteht.

Regionale und kommunale Elektrizitätswerke müssten einer Entwicklung, die über einen Fahrzeugbestand, wie er hier angenommen wurde, hinausgeht, ihre besondere Aufmerksamkeit schenken, wobei hier ähnliche Gesichtspunkte und Regeln wie bei grösseren Haushaltsmaschinen anzuwenden wären.

## 5. Beurteilung der Versorgung

Wie wäre nun eine Entwicklung, wie sie bisher durch die Betrachtung von angenommenen Fahrzeugbeständen skizziert wurde, zu beurteilen?

Wird vorerst nur die Kostenseite auf der Basis des Durchschnittspreises der Kilowattstunde [3] betrachtet, so stellt die Versorgung des Elektromobils für den Benutzer kein Problem dar. Der Aufwand liegt in der Grössenordnung dessen, was für den Treibstoff eines konventionellen Fahrzeugs aufgewendet werden muss.

Die Versorgung des Elektromobils mit elektrischer Energie ist aus heutiger Sicht in dem Sinne gewährleistet, als der insgesamt zu erwartende Bedarf in einer Grössenordnung liegt, wie er sich auch sonst, z. B. allein durch den jährlichen Zuwachs im Haushalts- oder Dienstleistungsbereich abzeichnet. Besonders im Sommer ist Energie für diesen Zweck vorhanden. Für das Winterhalbjahr ist im Schnitt mit entsprechenden Importen zu rechnen. Schwierigkeiten könnten sich auf der regionalen Ebene oder innerhalb eines Elektrizitätswerkes beim Niederspannungsnetz ergeben. Es ist dort eher eine Frage der Netzlast und des jeweiligen Ausbauzustandes dieses Netzes, die besonders zu beachten wäre. Je nach Tarif und Fahrgewohnheiten könnte sich eine starke Verschiebung der Last in die Nachtzeiten ergeben, wofür in den bestehenden Netzen die

Reserven nicht vorhanden sind. Die Laststeuerung kann und wird hier in gewissem Umfang eine Entlastung bringen. Der Energieverbrauch des einzelnen Haushaltes würde sich in seinem Charakter und seiner Zusammensetzung grundlegend ändern.

## 6. Ausblick

Bis einer der angenommenen Fahrzeugbestände in Wirklichkeit erreicht wird, ist ein gewisser Zeitraum erforderlich. Zumal nun die Anzahl an Fahrzeugen eher bescheiden angenommen wurde, ist vorläufig mit keinen Engpässen in der Energieversorgung von Elektromobilen zu rechnen. Die weitere Entwicklung ist sicherlich von der politischen Grundeinstellung der Gesellschaft zur Nutzung elektrischer Energie und zu den Umweltproblemen abhängig. Die Bereitstellung der notwendigen Energie ist technisch ohne weiteres lösbar. Mit dem weiteren Anstieg des Elektrizitätsverbrauchs ist die notwendige Energie im Winterhalbjahr für eine grössere Anzahl von Elektrofahrzeugen im Inland nicht verfügbar. Die Rechtfertigung für diesen Bedarf wäre aber sicherlich mehrfach gegeben. Zum einen wird der Treibstoffverbrauch reduziert, was sich umweltmässig vorteilhaft auswirkt, zum anderen handelt es sich im Import nur um eine Substitution eines Energieträgers durch einen anderen. In bezug auf Gesamtwirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit ergibt sich damit keine wesentliche Verschiebung.

Abgesehen von der Problematik der Gesamtversorgung ist die Situation im Niederspannungsnetz bzw. im Verteilnetz zu beachten. Für die anfängliche Entwicklung ist der Leistungszuwachs unkritisch. Bei weiterer Zunahme wäre ein angepasster Ausbau der Netze notwendig, der jedoch auf Basis eines breitabgestützten Konsenses über die Elektrizitätsversorgung betriebswirtschaftlich ohne weiteres zu rechtfertigen ist.

## Referenzen

- [1] J. Jäger: Larel – Ein Elektromobil für Stadt- und Landverkehr. Bulletin SEV/VSE 16/1987, 22. August 1987.
- [2] R. Kriesi: Konzept für ein marktkonformes Elektrofahrzeug. Ibid.
- [3] Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1987 Bulletin SEV/VSE 8/1988.
- [4] Geschäftsbericht VSE 1987.
- [5] Statistisches Jahrbuch der Schweiz 1987/1988 Bundesamt für Statistik, Juli 1987.