

**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:** 75 (1984)

**Heft:** 18

**Artikel:** Praktische Erprobung von Elektrotransportern in der Schweiz

**Autor:** Klinger, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-904471>

### **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:** 14.01.2026

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

tuerait vers 600 à 800 véhicules/an, selon l'avis des milieux industriels.

Compte tenu de cette situation, qui ne sera certainement pas améliorée dans l'immédiat par un marché vers l'exportation, il apparaît nécessaire que les pouvoirs publics adoptent une attitude plus volontariste quant à l'utilisation de véhicules électriques dans leurs services.

En raison du volume limité des séries, il sera nécessaire de concentrer les efforts sur un modèle de base aussi modulaire que possible afin qu'il soit disponible dans différentes versions. Il ne serait pas inutile de prévoir d'ailleurs une version hybride. Afin d'amé-

liorer la position future de l'industrie, d'élargir si possible son marché à l'exportation, ce développement devra reposer impérativement sur des innovations, seules capables d'apporter une valeur ajoutée par rapport aux produits existants.»

### 3.2 Réalisations concrètes

Il est donc ressorti des études précédentes que, d'une façon générale, sans innovation importante, il n'y avait pas de marché en Suisse pour le véhicule électrique dans le secteur privé, mais qu'en revanche les pouvoirs publics devaient maintenir et faire acquérir

une expérience indispensable, si jamais l'utilisation du véhicule électrique devenait sinon nécessaire du moins intéressante.

De cette conclusion a découlé la décision de soutenir la recherche sur différents moteurs électriques et composants auxiliaires par l'expérimentation d'un fourgon correspondant tout d'abord à un cahier des charges des PTT pour la distribution des colis, mais pouvant être adapté et expérimenté dans d'autres services publics.

Lorsque les essais seront bien avancés et que l'on disposera de résultats substantiels, une information sera diffusée.

# Praktische Erprobung von Elektrotransportern in der Schweiz

W. Klingler

*In einem vierjährigen Test mussten sich drei Elektrotransporter bei verschiedenen schweizerischen Elektrizitätswerken im Alltagsbetrieb bewähren. Obwohl die Erfahrungen der Betreiber zum Teil unterschiedlich ausgefallen sind, kann an der praktischen Einsetzbarkeit der umweltfreundlichen, das heisst abgasfreien, energiesparenden und leisen Elektrotransporter im Stadt- und Nahverkehr nicht gezweifelt werden. Verschiedene, zunächst aufgetretene Probleme sind inzwischen gelöst. Den günstigen Betriebskosten steht allerdings der noch hohe Anschaffungspreis gegenüber.*

*Dans le cadre d'un test de quatre ans, trois fourgonnettes électriques ont été utilisées par différentes entreprises électriques suisses pour faire leurs preuves à l'usage quotidien. Bien que les expériences faites par les entreprises en question soient en partie différentes, on ne peut contester la possibilité d'utilisation, en ville et dans la périphérie, de ces véhicules écologiques, c'est-à-dire sans émissions de gaz, économes en énergie et silencieux. Des problèmes qui se sont présentés au début ont pu être résolus entre-temps. Mais face aux frais d'exploitation modérés se dresse le prix d'achat encore très élevé.*

## Adresse des Auteurs

W. Klingler, W. Klingler Fahrzeugtechnik AG,  
5024 Küttigen/Aarau

## 1. Einleitung

Im Rahmen eines international angelegten Grossversuches der GES-Gesellschaft für elektrischen Strassenverkehr in Essen wurden insgesamt 130 Elektrotransporter in 25 Städten unter praktischen Betriebsbedingungen getestet. An diesem Grossversuch waren auch drei schweizerische Elektrizitätswerke – BKW, CKW und NOK – beteiligt. Betreut wurde dieser rund vier Jahre dauernde Versuch durch die Firma Klingler Fahrzeugtechnik AG, Küttigen/Aarau, im Auftrag der GES.

Die Erfahrungen des in der Schweiz inzwischen abgeschlossenen Versuches liegen jetzt vor. Übereinstimmend stellten die beteiligten Unternehmen fest, dass die Elektrotransporter für den normalen Strassenverkehr geeignet sind. Eine entsprechende Motorisierung ermöglicht ein problemloses «Mitschwimmen» im normalen Verkehrsfluss. In der Stadt sind die Elektrotransporter ihren konventionellen Diesel-Kollegen sogar durch bessere Beschleunigung beim Ampelstart überlegen. Den vergleichsweise niedrigen Betriebskosten stehen im Augenblick aber immer noch die durch Einfertigung bedingten hohen Anschaffungspreise gegenüber.

Wie unterschiedlich allerdings die Bewertungen solcher Versuchseinsätze

ausfallen können, zeigen die nachfolgenden, hier leicht gekürzt wiedergegebenen Erfahrungsberichte der Herren M. Läderach, BKW, F. Pfister, CKW, und M. Mattenberger, NOK.

## 2. BKW: Elektrotransporter für hügeliges Gelände nicht sehr geeignet

Von 1979 bis 1983 stand ein VW-Elektrotransporter bei den Bernischen Kraftwerken im Einsatz. Das Fahrzeug legte in vorwiegend hügeligem Gelände insgesamt rund 10 000 km zurück. Der Antrieb des Transporters war ausgelegt für eine maximale Geschwindigkeit von 70 km/h im ebenen Gelände.

Für das hügelige Gelände der Schweiz entwickelte der Antrieb ein zu kleines Drehmoment, so dass bergwärts nur sehr langsam gefahren werden konnte. Da kein Schaltgetriebe vorhanden war, wurde der Antrieb dadurch rasch thermisch überlastet. Zudem war das Fahrzeug recht schwer (Leergewicht etwa 2300 kg, davon etwa 900 kg Batterien) und bei schlechten Strassenverhältnissen (Schnee, Regen usw.) nicht unproblematisch zu fahren.

Bei energiebewusster Fahrweise und im ebenen Gelände erreichte man mit

einer Batterieladung eine Reichweite von etwa 60 bis 80 km. Sportliche Fahrweise (insbesondere rasches Beschleunigen) sowie hügeliges Gelände verringerten diese bald einmal auf die Hälfte. Mit dem Bordladegerät konnte das Fahrzeug an jeder 220-V-, mit 10 A träge abgesicherten Steckdose nachgeladen werden, so dass die Reichweite damit etwas vergrößert werden konnte. Ebenfalls einen kleinen Beitrag (einige Prozent) zur Verlängerung der Reichweite lieferte die elektrische Nutzbremse.

Zur Ladung der Batterie wurden etwa 10 Stunden benötigt. Die Betriebskapazität betrug 138 Ah. Der Aufwand für Wartung und Kontrolle war, zum Teil bedingt durch die Erfassung von Messdaten, relativ gross (etwa 1 bis 2 Tage pro Monat).

Die Auswertung der Messdaten zeigte, dass im Durchschnitt pro Kilometer gefahrene Strecke für die Batterieladung 0,8 kWh benötigt wurden. Für den Antrieb wurden aus der Batterie 0,4 kWh/km bezogen. Der Wirkungsgrad von Batterie und Ladeeinrichtung lag also bei etwa 0,5.

Da die im Fahrzeug eingebaute elektrische Nutzbremse mit der mechanischen Bremse gekoppelt war, konnten während der Talfahrt maximal nur etwa 10% der bei der Bergfahrt aufgewendeten Energie zurückgewonnen werden. Berücksichtigt man dazu noch den Batteriewirkungsgrad, so reduzierte sich die effektiv für den Antrieb noch nutzbare Energie auf einige Prozente der für die Bergfahrt aufgewendeten Energie.



Fig. 1 So könnten künftige Elektroparkplätze aussehen

Fig. 2  
VW-Elektrotransporter  
der CKW mit ausgefah-  
rener Batterie



Von einer Entkopplung der mechanischen Bremse von der elektrischen, um diese analog der Motorbremse bei Lastwagen autonom einsetzen zu können, wurde eine Verbesserung der Reichweite in hügeligem Gelände auf annähernd denselben Wert wie in der Ebene erwartet. Leider haben sich diese Erwartungen nicht bestätigt, da nur maximal etwa 20% der für die Bergfahrt benötigten Energie zurückgewonnen werden konnten, was mit Berücksichtigung des Batteriewirkungsgrades nur eine geringe Verbesserung der Reichweite ergab.

Das Verhalten des Fahrzeugs beim Bremsen mit rein elektrischer Bremse war bei trockener Strasse sehr gut. Die Bremse funktionierte einwandfrei bis fast zum Stillstand. Bei schlechten Strassenverhältnissen (nasse Fahrbahn, Schnee, Glatteis usw.) war jedoch grösste Vorsicht geboten, da die elektrische Bremse nur auf die Räder der Hinterachse wirkte.

Entgegen allgemeiner Meinung hat der Grossversuch gezeigt, dass die Batterie bezüglich Lebensdauer am besten ausgenutzt werden kann, wenn diese auch bei kurzen Halten aufgeladen wird. Das Austauschen von entladenen Batterien gegen geladene in zentralen Ladestationen scheint sowohl für die Batterien als auch vom Aufwand her ungünstiger zu sein.

Ein vermehrter Einsatz von Elektrofahrzeugen scheitert derzeit, abgesehen vom Batteriegewicht, vor allem an der Wirtschaftlichkeit. Denn die Anschaffungskosten sind heute noch zwei- bis dreimal höher als bei herkömmlichen Fahrzeugen. Ausserdem fehlen natürlich die notwendigen Elektroparkplätze (Fig. 1) zur kurzzeitigen Nachladung, was für die Langlebigkeit der Batterien unabdingbar ist. Beide Argumente gelten allerdings nur

für den derzeitigen Zustand.

Eine Reihe der ungünstigen Versuchsergebnisse erklärt sich dadurch, dass das Fahrzeug nicht immer unter geeigneten Betriebsbedingungen und zu ungleichmässig eingesetzt wurde. Gerade für Elektroautos – vor allem für die Leistungsergiebigkeit der Batterie – ist dies eine äusserst schlechte Voraussetzung.

Die in diesem Versuch gemessenen Daten, insbesondere bezüglich Energieaufwand pro gefahrenen Kilometer, dürfen nicht verallgemeinert werden. Fahrzeuge, die häufiger eingesetzt werden, dürften bessere Werte erreichen.

### 3. CKW: Elektrotransporter erfüllte die gestellten Anforderungen

Der VW-Elektrotransporter der CKW wurde seit März 1980 während vier Jahren für Materialtransporte sowie Post- und Kurierdienste in und um Luzern eingesetzt. Dieser Transporter legte dabei etwa 40 000 km zurück.

Der äusserlich nur durch seine Aufschrift «Wir fahren mit Strom – umweltfreundlich» als Elektrofahrzeug erkennbare VW-Bus überraschte durch den extrem leisen Lauf und seinen abgasfreien Betrieb.

Der fremderregte Nebenschluss-Gleichstrommotor mit einer Dauerleistung von 17 kW und einer Spitzenleistung von 34 kW verhalf dem Fahrzeug zu einer Spitzengeschwindigkeit von rund 70 km/h und einer Beschleunigung von 0 auf 50 km/h in rund 14 Sekunden.

Mit der Aufladung der Batterie während der Nachtstunden sollte sich eine Reichweite von 60–70 km ergeben (Fig. 2). Dies variierte aber stark, je

nach Fahrweise und gefahrener Strecke (eben oder hügelig, viele Anfahrvorgänge). Die Erfahrungen zeigten, dass mit der Nachtauladung etwa 50 km gefahren werden konnten. Nachträglich wurde ein Bordladegerät (Gleichrichter) im Elektrotransporter eingebaut. Damit wurde ermöglicht, die Batterien auch während der Stillstandszeiten am Tag an einer 220-V-Steckdose nachzuladen. Zusammen mit der Nachtauladung konnte so die tägliche Fahrleistung, je nach Länge der Zwischenladungen, auf gegen 80 km erhöht werden. Mit dieser Fahrleistung konnten die an den Elektrotransporter gestellten Anforderungen ohne weiteres erfüllt werden.

Mit einer Fahrleistung von z. T. über 1000 km pro Monat lag der bei den CKW eingesetzte Elektrotransporter über dem Durchschnitt der in der Bundesrepublik laufenden Elektrotransporter. Im Verlaufe des Versuches verbesserte man das Fahrzeug immer wieder. Die Elektronik erfuhr in ihren Schwachstellen Änderungen, und der Elektromotor wurde modifiziert. Auch auf dem Batteriesektor und bei den Gleichrichtern wurden Verbesserungen durchgeführt. Die Batterien wurden im Winter temperierbar und durch den Einbau von Rekombinatoren wartungsärmer. Die Ladecharakteristik der Gleichrichter wurde jeweils den neuesten Erkenntnissen angepasst.

Trotz einiger Schwierigkeiten mit der Elektronik, dem Gleichstrommotor, der Batterie und dem Ladegerät konnte der VW-Elektrotransporter – dank verschiedener Modifikationen und Verbesserungen – gut eingesetzt werden. Die Reichweite deckte die Bedürfnisse des Nahverkehrs ab. Der Fahrer war vom ruhigen Lauf und der einfachen Handhabung begeistert, mussten doch keine Gänge oder Fahrstufenschalter bedient werden, sondern lediglich das Gaspedal und die Bremse. Die erreichbare Geschwindigkeit und die Anfahrereigenschaften bildeten kein Hindernis für den Einsatz im Strassenverkehr.

Nebst den normalerweise unbedeutenden Unterhalts- und Wartungskosten interessierte natürlich auch der Energieverbrauch. Dieser lag pro km bei ungefähr 0,5 kWh. Bei einem Niedertarifpreis von 7,5 Rp./kWh ergaben sich somit reine Energiekosten von etwa 4 Rp. Dies entspricht ungefähr einem Fünftel der vergleichsweise zu erwartenden Benzinkosten. Allerdings sind dabei die Verzinsung und die Amortisation der Batterie nicht

Fig. 3  
Mercedes-Elektrotransporter der NOK



miteingerechnet.

Diese positive Bilanz wurde nur durch die bekannten Nachteile des Elektroantriebes für Strassenfahrzeuge getrübt: Das hohe Gewicht und die grossen Abmessungen der Antriebsbatterie schmälerten die Nutzlast und den Nutzraum des Fahrzeuges. Die Reichweite müsste für die grössere Verbreitung von Elektrofahrzeugen beträchtlich gesteigert werden. Es bleibt noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit – insbesondere für die Batterie – zu leisten. Die neuesten Forschungsergebnisse sind allerdings ermutigend. Die Fahrzeugkosten können aber erst bei der Herstellung von grossen Serien auf ein vernünftiges Mass gesenkt werden.

#### 4. NOK: Elektromobil im Güternahverkehr gut einsetzbar

Die NOK betrieb von 1979 bis 1983 einen Mercedes-Benz-Elektrotransporter, der im Kurierdienst zwischen den Anlagen in der Beznau und der Zentralverwaltung 65 000 km zurücklegte (Fig. 3). Mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 4,45 t (Batterie 1000 kg) und einer Dauerleistung von 33 kW konnte der Transporter maximal 70 km/h fahren. Mit einer Kilometerleistung von etwa 1200 km pro Monat bzw. etwa 15 000 km pro Jahr war die NOK einige Jahre «Kilometer-König» der insgesamt 130 von der GES betreuten Versuchsfahrzeuge.

Abgesehen von den etwas umfangreichen Kontroll- und Servicearbeiten an der Batterie, die bei dem Versuchsprogramm verlangt wurden, war das Fahrzeug sehr wartungsfreundlich. Durch Rekuperation, die allerdings

nur etwa 10% der Nutzenergie einbringt, war die Abnutzung der Bremsbeläge äusserst gering. Hingegen übersteigt der Pneuverschleiss speziell bei den Antriebsrädern (Frontantrieb mit etwas grosser Kopflast) das normale Mass. Nach Einsatz verschiedener Reifen wurde ein Pneu gefunden, der eine etwas grössere Kilometerleistung erbrachte.

Die Batterie von 180 Volt Spannung sollte gemäss Versuchsauftrag nach etwa 10–15 Lade-/Entladezyklen einem ausgedehnten Wartungsprogramm unterzogen werden. Beim täglichen Einsatz von etwa 60 km ergab sich ein Zyklus pro Tag. Es wurde daher ein 14täglicher Serviceturnus eingeführt. Der Service dauerte jeweils ½ Tag, wobei an jeder Zelle die Säuredichte gemessen wurde. Der Bedarf an destilliertem Wasser schwankte je nach Aussentemperatur zwischen 5 und 12 Litern. Für all diese Arbeiten musste die Batterie ausgefahren werden. Dazu diente ein speziell konstruiertes Gestell.

Von der mechanischen Seite gesehen, war das Getriebe der schwächste Punkt. (Durch Verwendung der Nutzbremse werden die Zahnräder gegenüber dem konventionellen Fahrzeug in Zug- und Schubrichtung gleich hoch belastet.) Schon nach jeweils relativ kurzer Laufzeit mussten zwei Einheiten ausgetauscht werden. Das dritte Getriebe, welches laut Hersteller in verstärkter Ausführung geliefert wurde, führte dann während der restlichen Versuchsphase zu keinen Problemen mehr.

Probleme ergaben sich anfänglich auch mit der Batterie. Es wurden insgesamt drei Batteriesätze benötigt, wobei es sich allerdings nicht immer um neue Batterien handelte; zum Teil wur-



den auch Versuchsbatterien eingesetzt.

Die Steuerung mit dem elektronischen Steueraggregat bot praktisch keine Schwierigkeiten. Etwas mehr Störungen traten an der Defroster- und Heizungsanlage auf, einer Benzinheizung.

Besonders sorgfältig wurden während des Versuchsbetriebes der Energieverbrauch und die Betriebskosten verfolgt. Die Ladegeräte waren über Energiezähler angeschlossen. Danach

errechnete sich im Mittel ein Energieverbrauch von 0,512 kWh/km. Für 100 km ergibt dies ungefähr 52 kWh, was bei einem angenommenen Strompreis von 10 Rp./kWh Fr. 5.20 Energiekosten ergibt.

Ein thermisch betriebenes Fahrzeug von dieser Grösse benötigt etwa 15 l Benzin für 100 km. Bei einem Benzinpreis von Fr. 1.20/Liter ergibt dies für 100 km Betriebskosten von Fr. 18.-. Die Betriebskosten für ein Elektromo-

bil betragen somit ungefähr ein Drittel derjenigen eines normalen Fahrzeuges, wenn die Batterie nicht mit eingerechnet wird.

Der Elektrotransporter lässt sich auch heute schon ohne weiteres im Güternahverkehr einsetzen. Um konkurrenzfähig zu sein, sollten die Anschaffungskosten für Fahrzeug und Batterien um etwa die Hälfte reduziert und die Antriebsbatterietechnik verbessert werden.

## Aspects écologiques, énergétiques et économiques des véhicules électriques en Suisse

H. Payot

*Bien que, par rapport aux autres nations, la Suisse possède un parc de trolleybus relativement étendu, le nombre de véhicules électriques routiers est toutefois, au total, très modeste dans notre pays. Face à de grands avantages, à savoir l'absence de bruit et d'émissions, le véhicule électrique présente encore aujourd'hui des désavantages comme son prix élevé, sa charge utile limitée et son rayon d'action (pour les véhicules à batteries). Dans l'avenir, les véhicules électriques routiers auront un rôle important à jouer principalement dans les cas où on attachera une importance particulière à la limitation de la pollution et du bruit. Plus on attachera d'importance à ces objectifs, notamment au niveau politique, plus grandes seront les chances des véhicules électriques.*

*Obwohl im internationalen Vergleich Trolleybusse in der Schweiz recht verbreitet sind, ist die Zahl der elektrischen Strassenfahrzeuge im Land insgesamt sehr bescheiden. Den grossen Vorteilen des Elektrofahrzeuges, nämlich seiner Lärm- und Emissionsfreiheit, stehen heute noch seine Nachteile wie hoher Preis, begrenzte Nutzlast und Reichweite (bei Batteriebetrieb) gegenüber. In Zukunft werden elektrische Strassenfahrzeuge vor allem dort eine bedeutende Rolle spielen, wo man besonderen Wert auf Abgasfreiheit und Ruhe legt. Je mehr Gewicht diesen Zielen auch auf der politischen Ebene beigemessen wird, desto grösser sind die Chancen des Elektrofahrzeuges.*

### Adresse de l'auteur

Henri Payot, Président de l'ASVER (Association Suisse du Véhicule Electrique Routier), Directeur, Société Romande d'Electricité, 1815 Clarens

### 1. Préambule

Avant d'aborder les commentaires généraux, sur les divers aspects du véhicule électrique, il est bon de fixer quelques points de repères, sur l'ensemble de la «population» des véhicules électriques (non ferroviaires), cet inventaire étant basé sur des valeurs estimatives ou statistiques suivant les cas.

#### 1.1 Véhicules électriques non routiers

Il s'agit de véhicules électriques sans plaques ne faisant pas l'objet de statistiques officielles (ni à notre connaissance d'autres statistiques publiées) d'où l'estimation suivante basée sur des recoupements.

Compositions: dans cette catégorie nombreuse et hétérogène il y a principalement des chariots de manutention et de levage, y compris une foule de petits chariots à moteurs d'usines.

Effectif total: environ 25 000 véhicules.

#### 1.2 Véhicules électriques routiers

Véhicules immatriculés (avec plaques) et définis selon les catégories légales (O.C.E. 3.3)

Composition:	
Voitures de tourisme	67 véhicules
Voitures de livraison et camions	95 véhicules
Tracteurs	4 véhicules
Chariots à moteur et machines de travail	2772 véhicules
Total pour la Suisse	2938 véhicules

#### 1.3 Trolleybus

Effectif des réseaux des villes principales:

Lausanne	110 trolleybus
Zurich	75 trolleybus
Genève	74 trolleybus
Lucerne	67 trolleybus

Effectif total pour la Suisse: 626 trolleybus et 91 remorques.

Types de véhicules:

- a) Voiture à 2 essieux/3 portes: simple
- b) Voiture à 3 essieux/3 portes: tracteur
- c) Voiture à 3 essieux/4 portes: articulée

Source d'information sur points 1.1 à 1.3: Rapports ASVER 1983 et 1984.

### 2. Aspects écologiques

L'opinion publique suisse a été fortement sensibilisée, par le biais du problème du dépérissement des forêts, à la pollution atmosphérique. Actuellement un vif débat, voire une polémique, est engagée sur l'impact et la proportion des dégâts à imputer effectivement aux gaz d'échappement émis par la circulation des véhicules à moteurs thermiques, comparativement aux effets des autres agents majeurs de la pollution de l'air, notamment les émissions de fumées industrielles et celles résultant du chauffage des immeubles et des habitations.