

**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:** 65 (1974)

**Heft:** 12

**Rubrik:** Neues aus der UNIPEDE

### **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:** 23.02.2026

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



### 3. Internationale Studientagung über Elektrofahrzeuge

19. bis 21. Februar 1974 in Washington, D.C.

Über 1000 Besucher aus 20 Ländern besuchten die 3. Internationale Studientagung über Elektrofahrzeuge, welche gemeinsam von der UNIPEDE (*Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique*) und dem *Electric Vehicle Council* vom 19. bis 21. Februar 1974 in Washington, D.C., in vorbildlicher Weise organisiert und durchgeführt worden ist. Während dreier Tage wurden von Referenten aus 8 Ländern rund 80 Vorträge gehalten, welche hauptsächlich folgende Themenkreise behandelten:

- elektrische Personenwagen
- elektrische Nutzfahrzeuge (Last- und Lieferwagen usw.)
- elektrische Industriefahrzeuge (Hubstapler, Elektrokarren usw.)
- trassegebundene, neuartige Verkehrssysteme
- elektrische Strassenfahrzeuge für den öffentlichen Verkehr (Bus, Taxi usw.)
- elektrische Eisenbahnen
- energiewirtschaftliche Probleme
- transportable Energiequellen für Fahrzeuge
- Antriebe, Steuerungen, Regelungen für Elektrofahrzeuge
- Diverses (Umweltschutz, wirtschaftliche und ökologische Fragen, Marktprobleme, Versicherungsfragen, Terminologie usw.)

Dass die Tagung zu einem Zeitpunkt abgehalten wurde, in welchem jedermann die «Ölkrise» noch lebhaft vor Augen stand bzw. deren Auswirkungen noch direkt zu spüren waren (Benzinknappheit, Benzinpreis), verlieh ihr eine noch erhöhte Aktualität. Eine Reihe von Beiträgen befasste sich denn auch mit den Problemen elektrischer Personenwagen. Unter anderem wurde auf eine Studie über den Individualverkehr von Tokio hingewiesen (welche auch für andere Großstädte und deren Vororte zutreffen dürfte), die besagt, dass rund 50 % der täglichen Berufsfahrten kürzer als 55 km seien, während 90 % der täglichen Fahrten weniger als 120 km betragen. Alle diese Fahrten könnten bereits heute – die längeren mit einer zwischenzeitlichen Schnellwiederaufladung der Batterien am Arbeitsplatz – bei durchaus annehmbaren Geschwindigkeiten mit Elektromobilen ausgeführt werden. Ein weiterer Beitrag besagt, dass Elektromobile keinen forcierten Ausbau der Erzeugungs- und Verteilanlagen elektrischer Energie erfordern würden, indem deren Akkumulatoren während der Schwachlastzeiten aufgeladen werden könnten. Einen schwachen Punkt aller heutigen, batteriegespeisten Elektrofahrzeuge stellen die Batterien dar. Sie sind schwer (schlechtes Verhältnis Batteriegewicht zu Nutzlast), teuer, die Kapazität ist relativ bescheiden, und auch die Lebensdauer (Anzahl der Lade-/Entlade-Zyklen) ist begrenzt. Es ist kaum damit zu rechnen, dass vor Mitte der

achtziger Jahre wesentlich wirtschaftlichere und leistungsfähigere Akkumulatoren zur Verfügung stehen (z. B. ZnCl<sub>2</sub>, LiS-, NaS-Batterien). Ein weiteres Problem eines umfassenden Elektromobil-Individualverkehrs stellen die Ladestationen dar, wo die Fahrzeugbatterien während der Stillstandszeiten (Arbeitszeit, andere Parkzeiten auf öffentlichen Park- und Abstellplätzen) aufgeladen werden könnten. Es wäre z. B. möglich, Münzautomaten – ähnlich den heutigen Parkingmetern – aufzustellen. Ein dichtes Netz derartiger «Zapfstellen» würde allerdings erhebliche Investitionen seitens der energieliefernden Werke erfordern. Heute befinden sich bereits eine ganze Reihe von batteriegespeisten Versuchsfahrzeugen im täglichen Betrieb. Zum Beispiel RWE: VW-Transporter; EdF: Busse; M.A.N.: Busse; Deutsche Bundesbahn: Vorortstriebezüge. Bei all diesen Fahrzeugen können die Batterien auf automatischen Schnellwechseleinrichtungen ausgetauscht werden.

In zahlreichen Ländern werden Studien, z. T. bereits ausgeführte Versuche, über künftige, trassegebundene Schnellverkehrsmittel (Geschwindigkeiten bis 500 km/h) und Massentransportmittel für Städte und deren Agglomerationen durchgeführt. Bei der Mehrzahl dieser Projekte stehen die Schwebetechnik (magnetisch oder Luftkissen) und für den Antrieb der einseitige oder doppelseitige Linearmotor im Vordergrund.

Aus den ganzen Vorträgen ging hervor, dass heute praktisch alle technischen Probleme sowohl für den «elektrischen Individualverkehr» als auch für den Schnell- und Massenverkehr gelöst sind, dass aber noch zahlreiche Hindernisse – von Finanzproblemen bis zur Beseitigung von Vorurteilen – überwunden werden müssen, bis sich diese «neuen» Verkehrsmittel vollumfänglich durchsetzen können.

Gleichzeitig mit der Vortragstagung fand eine Ausstellung statt, an der rund 70 Aussteller, vorwiegend aus den Vereinigten Staaten von Amerika, ihre Erzeugnisse zeigten. Die Schau konzentrierte sich vorwiegend auf Elektrofahrzeuge (Kleinwagen, Kleinbusse, Golf- und Strandfahrzeuge, Motorräder, Hubstapler, Elektrokarren usw.), Batterien, Ladegeräte, Antriebe, Regelungen und Steuerungen für Antriebe, Instrumente usw. Einzelne Elektrofahrzeuge wurden in einer separaten Halle vorgeführt. Verschiedene Filme orientierten über einige der laufenden Grossversuche mit Elektrolieferwagen, Elektrobussen, batteriegetriebenen Vorortzügen usw.

Vorträge und Ausstellung vermittelten zusammen ein gut abgerundetes Bild des heutigen Standes der Technik der Elektrofahrzeuge sowohl für den Individualverkehr (Personen- und Gütertransport) als auch für den öffentlichen Verkehr.

H. Witzig, Alusuisse, Zürich



Fig. 1 Elektrobusse für den Stadtverkehr



Fig. 2 Chancen für das Elektromobil?  
VW-Elektrotransporter im Nahverkehr



*In den rund 80 Berichten, die zu dieser internationalen Studientagung eingereicht wurden, sind die energiewirtschaftlichen Aspekte gegenüber den technischen Problemen zwangsläufig etwas in den Hintergrund gedrängt worden. Nachfolgend publizieren wir zwei Auszüge aus den Vorträgen deutscher Autoren, die sich mit den Auswirkungen eines vermehrten Einsatzes von elektrisch angetriebenen Strassenfahrzeugen auf den energiewirtschaftlichen Sektor beschäftigen und die Fragen betreffend der Erzeugung, der Verteilung und der Speicherung der elektrischen Energie für Elektromobile streifen.*

### **Energiewirtschaftliche und ökologische Aspekte von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen**

*Auszug aus dem Bericht «Electric Vehicle Propulsion Systems in Terms of Energy Economy and Ecology» von Hans-Georg Müller, Gesellschaft für elektrischen Strassenverkehr mbH, Düsseldorf.*

#### *Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit*

Bevor der Gedanke einer vollständigen oder teilweisen Elektrifizierung des Strassenverkehrs weiterverfolgt werden kann, muss genauestens abgeklärt werden, ob die dafür erforderliche Energie überhaupt in ausreichender Menge und mit einer genügenden Versorgungssicherheit zur Verfügung gestellt werden kann.

Ein Überblick über den gesamten Energieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland zeigt zum Beispiel, dass nach Abzug der von der Industrie für Betriebs- und Hilfsstoffe benötigten Rohenergie ungefähr 80 % des Primärenergieverbrauchs für motorische Anwendungen und Wärmezwecke in der Industrie, im Haushalt und im Gewerbe verwendet werden (wovon ungefähr ein Drittel zur Umwandlung in elektrische Energie benötigt wird), während die restlichen 20 % vor allem im Transportsektor verbraucht werden. Der elektrische, schienengebundene Verkehr wie auch in Zukunft das elektrische Strassenfahrzeug sind in die erste Gruppe einzureihen, da ihre Antriebsenergie in stationären Kraftwerken erzeugt wird.

Diese Unterscheidung ist wichtig, weil sich jeder ortsgebundene Energieverbrauch auf verschiedene Primärenergiequellen abstützen kann, während sich für die Antriebsenergie von Strassenfahrzeugen aufgrund der heutigen Technologie fast nur Erdöl-derivate anbieten.

Der Primärenergiebedarf in der Bundesrepublik Deutschland wird zu ungefähr 60 % durch Erdölprodukte gedeckt. Die sich stellenden Probleme von einseitigen Handelsbeziehungen mit politisch nicht sehr stabilen Entwicklungsländern haben sich bereits gezeigt. Das Erscheinen von amerikanischen und ostasiatischen Ländern auf dem Erdölmarkt wird weitere Druckversuche auf der Preis- und der Verfügbarkeitsebene von Rohöl nach sich ziehen. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, wenn die Verantwortlichen für unsere Energiewirtschaft versuchen, den Anteil der Erdölprodukte möglichst tief zu halten und, soweit wirtschaftlich verantwortbar, vermehrt auf die eigenen Rohenergiequellen zurückgreifen oder, insofern dies technisch zweckmässig erscheint, auf die in bezug auf Umweltverschmutzung und politische Entwicklungen neutralere Kernenergie, welche auch für langfristige Lagerung geeignet ist, ausweichen. Kernenergie kann der Allgemeinversorgung, welche den Sektor der Antriebssysteme für Strassenfahrzeuge umfasst, dienen, aber sie muss zuerst in elektrische Energie umgewandelt werden.

Diese miteinander verknüpften Einflussfaktoren zeigen, dass es fast als unverantwortlich zu bezeichnen wäre, die Energieversorgung eines Landes zunehmend auf die Kernenergie abzustützen, ohne zur gleichen Zeit diese für die Zukunft äusserst wichtige Rohenergiequelle auch für den Antrieb von Strassenfahrzeugen zu nutzen. Dies macht die Weiterentwicklung von elektrisch angetriebenen Strassenfahrzeugen zur absoluten Notwendigkeit.

Eine Schätzung des Energiebedarfes eines Elektromobils zeigt, dass unter der Annahme einer jährlichen Fahrleistung von 10 000 km etwa 5000 kWh elektrischer Energie benötigt würden.

Zwei Millionen elektrisch angetriebene Fahrzeuge, welche kaum 10 % der heute in der Bundesrepublik zugelassenen Fahrzeuge umfassen würden, hätten demzufolge einen Jahresverbrauch von insgesamt 10 000 Millionen kWh. Die angegebene Zahl von Elektrofahrzeugen und der damit verbundene zusätzliche Verbrauch elektrischer Energie wird sicherlich nicht vor der Mitte des kommenden Jahrzehnts erreicht, d. h. innerhalb einer Zeitspanne, in welcher der gesamte Bedarf an elektrischer Energie aus dem öffentlichen Netz auf ungefähr 500 000 Millionen kWh angestiegen sein wird. Für den elektrisch betriebenen Strassenverkehr würde deshalb 2 % des gesamten Elektrizitätsbedarfes genügen. Und da auch bei weiteren Entwicklungen kaum wesentlich höhere Anteile für den Antrieb von Elektromobilen zu erwarten wären, kann die Versorgung dieser Fahrzeuge mit elektrischer Energie als völlig unproblematisch betrachtet werden. Diese Feststellung wird durch die Tatsache erhärtet, dass die Verwendung von Energiespeichereinrichtungen die Erzeugung vom Verbrauch elektrischer Energie zeitlich trennt, so dass der Batterieladezyklus so gewählt werden kann, dass er vor allem in die Niedriglastzeiten fällt. Dies wiederum bedeutet, dass der Elektrizitätsbedarf hauptsächlich durch bereits vorhandene und verfügbare Kraftwerke gedeckt werden kann.

Die Erstellung weiterer Kraftwerke zur Deckung des Energiebedarfes für den elektrisch betriebenen Strassenverkehr wird deshalb kaum nötig sein, und auch die bestehenden Übertragungs- und Verteilnetze könnten ohne wesentliche Anpassungen für diesen Zweck Verwendung finden. Zudem bewirkt die Energieumwandlung in grossen und dezentralisierten Kraftwerken eine geringere Umweltschädigung als bei einer Vielzahl einzelner Einheiten, welche im Betrieb kaum zu überwachen sind. Eine Änderung der ökologischen Gegebenheiten durch die von den Kraftwerk-kaminen abgegebenen Abgase wird sich deshalb nicht einstellen, und in Kernkraftwerken wird sich dieses Problem gar nicht stellen.

#### *Das Problem der Energiespeicherung*

Unter den mannigfachen Möglichkeiten zur Speicherung elektrischer Energie, welche bis heute bekanntgeworden sind, verdienen die Blei-Säure-Akkumulatoren eine besondere Erwähnung hinsichtlich ihrer technischen Reife und ihres Wirkungsgrades. Ihr relativ hohes spezifisches Leistungsgewicht bedingt hingegen, dass ungefähr 25 % des Totalgewichtes eines Elektrofahrzeuges auf die Batteriezuladung entfällt. Trotz diesem hohen Anteil beträgt die Reichweite im innerstädtischen Verkehr nur ungefähr 50 bis 70 km.

Um dem Elektromobil ein grösseres Anwendungsfeld zu erschliessen, wird eine Energiespeichermöglichkeit benötigt, die nur etwa 12 % des zulässigen Fahrzeug-Gesamtgewichtes beträgt und eine Reichweite von ungefähr 100 bis 120 km bei gelegentlichen Spitzengeschwindigkeiten zwischen 80 und 100 km/h erlauben würde.

Eine solche Speichereinrichtung müsste daher eine sechs- bis zehnfache Energiedichte gegenüber den heutigen Blei-Säure-Akkumulatoren aufweisen. Neuere Speichersysteme stehen immer noch in der Laboratoriumsentwicklung, denn diesen an das Speichersystem gestellten Anforderungen können nur Metall-Luft-Batterien oder Hochtemperaturelemente, wie z. B. die Natrium-Schwefel-Batterie, genügen.

In Diskussionen über die erforderliche Lebensdauer der Akkumulatoren werden oftmals sehr unrealistische Konzeptionen vorgebracht. Nach der heutigen Unszanz ist die Lebensdauer durch die Anzahl der möglichen Lade-/Entlade-Zyklen definiert. Relativ wenig ist jedoch bekannt über die zulässigen Teilladep Perioden mit kontinuierlicher Zwischenaufladung. Um die zukünftige Rolle des Elektromobils abschätzen zu können, ist es aber nur wesentlich, den totalen Energiedurchsatz zu kennen, der während der gesamten Lebensdauer der Batterie vom Netz über die Batterie in den Fahrzeugantrieb gespiesen wird.

Wenn für die Berechnung ein jährlicher Bruttoenergieverbrauch von 5000 kWh pro Fahrzeug angenommen wird und die wünschbare Lebensdauer der Batterie in bezug auf die äussere mechanische Beanspruchung auf 5 bis 10 Jahre angesetzt wird (entsprechend der Lebensdauer für benzingetriebene konventionelle Fahrzeuge), so würde eine Energie-Durchsatzkapazität zwi-



schen 25 000 und 50 000 kWh genügen. Aufgrund des Batteriegewichtes und der spezifischen Speicherkapazität ist es dann einfach, die gewünschte Anzahl der Ladezyklen zu bestimmen.

Versorgt z. B. eine Bleisäure-Batterie ein Fahrzeug mit einer Reichweite von 50 km mit elektrischer Antriebsenergie, so beträgt die notwendige Speicherenergie für einen Ladezyklus 25 kWh. Falls innerhalb von 5 Jahren von dieser Batterie 25 000 kWh abgegeben werden sollen, so entspricht dies 1000 Ladezyklen. Wenn nun ein bewährter Batterietyp einem Fahrzeug eine Reichweite von 100 km erlauben soll, so wäre eine Speicherkapazität von 50 kWh erforderlich. Wird daneben ein Energiedurchsatz von 50 000 kWh während 10 Jahren verlangt, so ergeben sich auch in diesem Falle 1000 Ladezyklen. Aus diesen beiden Beispielen kann ersehen werden, dass die Erreichung einer noch höheren Zahl von Ladezyklen die gestellten Anforderungen für den praktischen Betrieb kaum zu erfüllen vermag und deshalb auch im Hinblick auf die damit verbundenen wirtschaftlichen Konsequenzen nicht weiterverfolgt werden sollte.

#### Erfordernis einer rechtzeitigen Standardisierung

Strassentransport und Motorfahrzeuge können nicht vom Konzept der Massenfabrikation und der Kontinuität des technischen Fortschritts getrennt werden. So wie es äusserst schwierig ist, neue Erkenntnisse in konventionellen Motorfahrzeugen zu verwirklichen (so z. B. niedrigerer Geräuschpegel oder eine Verminderung der Abgase), so sind diese Schwierigkeiten auf dem Sektor der Elektromobile eher noch grösser, wenn z. B. die Batteriespannung, die Batterie-Kurzschlussleistung oder die Leistungsanforderungen an die Ladeeinrichtungen von Zeit zu Zeit geändert werden müssen.

Deshalb ist es von grösster Wichtigkeit, dass die Erarbeitung von Richtlinien für die Herstellung und den Betrieb von Elektromobilen wie auch die Standardisierung der wichtigsten Einflussgrössen und Charakteristiken so früh wie möglich auf internationaler Ebene aufgenommen wird. Richtlinien und Vereinheitlichungen können jedoch nicht in Sitzungszimmern oder am Arbeitsplatz allein entwickelt werden. Die geeignete Basis bildet eher die praktische Erfahrung, welche im Falle des Elektrofahrzeuges nur durch Typenuntersuchungen und mittels Testfahrten im praktischen Strassenbetrieb in einem grösseren Maassstab gewonnen werden kann.

#### Die Auswirkungen des Energieverbrauches von Elektrofahrzeugen auf die Belastungskurven

Auszug aus dem Vortrag «The Supply of Propulsion Energy to Electrically Powered Vehicles and its Incorporation in the Load Curves of Public Utilities» von K.-J. Oehms, Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, Essen, und H. Busch, Gesellschaft für elektrischen Strassenverkehr mbH, Düsseldorf.

Es ist eine bekannte Eigenschaft der Elektrizität, dass sie zur selben Zeit erzeugt werden muss, in der sie auch gebraucht wird. Die Speicherung der elektrischen Energie selbst, z. B. in der Form von elektromagnetischen oder elektrostatischen Feldern, ist zurzeit in nennenswertem Umfang nicht möglich. Hingegen kann elektrische Energie in andere Energieformen, welche ihrerseits speicherfähig sind, umgewandelt werden, um dann später wieder ohne allzu hohen Verluste in Elektrizität zurücktransformiert zu werden. Diese Methode findet heute in grösserem Maassstab vor allem in Pumpspeicherwerken und in Akkumulatoren Anwendung. Die Lade- und Entladezeiten, vor allem der Akkumulatoren, sind jedoch physikalischen Begrenzungen unterworfen. So ist z. B. die Zykluslänge für den Entlade- wie auch für den Ladevorgang etwa gleich. Für Energieversorgungsanlagen weist jede Methode mit rascheren Aufladezeiten im Vergleich zu den Entladezeiten, insofern dies mit vernünftigem Aufwand überhaupt technisch möglich ist, sehr grosse Nachteile auf, da die installierte Leistung sehr stark erhöht werden muss bei gleichzeitiger Einschränkung der Ausnutzungsdauer.

Ein Abnehmer von elektrischer Energie macht vom Moment des Einschaltens einer gewissen elektrischen Leistung an Gebrauch von einer entsprechenden Erzeugungskapazität eines Kraftwerkes sowie eines Anteils an der Übertragungsleistung des Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetzes. Dieser Gebrauchs-

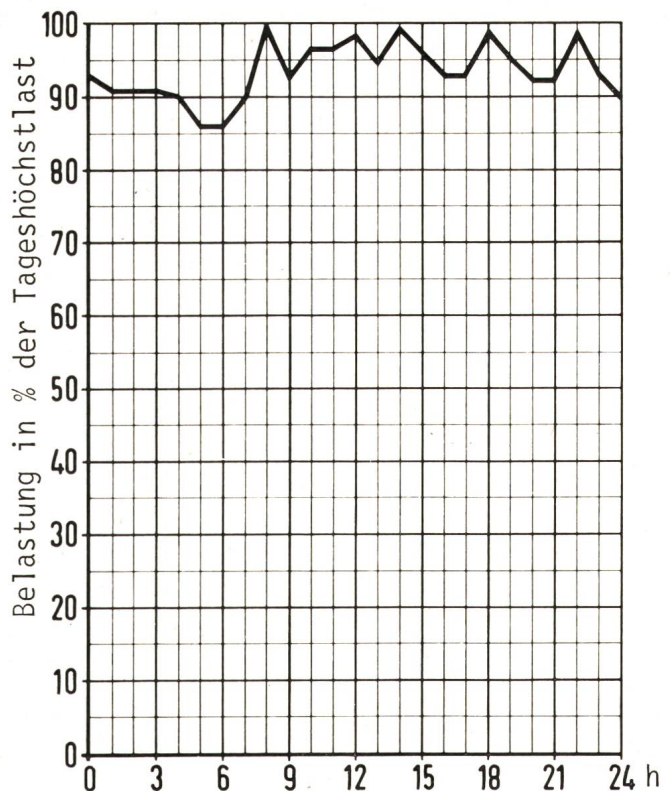


Fig. 3 Belastungskurve der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk-AG vom Winter 1972

anteil hat der Benützer über den Energiepreis zu festgelegten Tarifbedingungen zu vergüten. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, dass die Investitionskosten für eine Produktionskapazität von 1 kW bei ungefähr 1000 DM liegen; bei Kernkraftwerken liegen diese Kosten bereits höher. Zusätzlich zu den Investitionskosten gehen auch die Betriebskosten für die Erzeugung jeder einzelnen Kilowattstunde in die Kostenrechnung ein.

Für Verbraucher, die nur in Tieflastzeiten elektrische Energie beziehen, werden keine zusätzlichen Kraftwerke und Verteilnetze benötigt und deshalb entfällt eine Finanzierung von zusätzlichen Investitionen.

Um den Energiebedarf der meisten übrigen Verbraucher decken zu können, sind jedoch im allgemeinen zusätzliche Investitionen notwendig. Je mehr Kilowattstunden bei einer bestimmten Anschlussleistung bezogen werden, desto geringer wird der Durchschnittspreis pro Kilowattstunde, da die Investitionskosten auf eine grössere Anzahl Kilowattstunden verteilt werden können.

Ähnliche Bedingungen gelten in bezug auf die Investitionskosten von Ladeanlagen. Je öfters und je länger diese Anlagen benutzt werden, desto geringer wird der Anteil eines einzelnen Ladezyklus kostenmässig ins Gewicht fallen.

#### Methoden der Energiezuführung für Elektromobile

Die durch die erforderlichen hohen Batteriegewichte beschränkte Reichweite von elektrisch angetriebenen Strassenfahrzeugen pro Batterieladung wird noch einige Zeit ein Hindernis für ihre allgemeine Verbreitung bilden. Da die Reichweite der Fahrzeuge durch Zwischenauf Ladungen während Stillstandszeiten erhöht werden kann, ist das Hauptgewicht darauf zu legen, möglichst viele Verbindungspunkte zwischen Netz und Fahrzeug für Auflademöglichkeiten zu schaffen. Falls dies einmal erreicht ist, so ist die Frage der Reichweitebeschränkung für die meisten Fahrzeuge im innerstädtischen Verkehr gelöst.

#### Batteriewechseltechnik

Vom Gesichtspunkt des Benützers aus gesehen bietet die Batteriewechseltechnik die schnellste Methode zur Wiederaufladung der Energiequelle. Eine solche Batterieauswechslung dauert drei bis fünf Minuten, d. h. nicht länger als eine normale Füllung des



Benzintankes eines Fahrzeugs mit konventionellem Verbrennungsmotor. Die Batteriewechselstationen müssten allerdings schon nach viel kürzeren Fahrzeiten aufgesucht werden, als dies heute für benzingetriebene Fahrzeuge der Fall ist.

Es ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, dass die Batteriewechselstationen selbst mit Ladeeinrichtungen versehen sind. Es ist denkbar, dass in der Batteriewechselstation nur die entladenen Batterien gegen aufgeladene ausgewechselt werden, während die entladenen Batterien in einer grösseren zentralen Ladestation aufgeladen werden. Einige Batterietransporte werden in jedem Falle unumgänglich sein, da die einzelnen Batteriewechselstationen gemäss der spezifischen Verbrauchscharakteristik entweder einen zu hohen oder zu niedrigen Batterievorrat aufweisen können. Je nach Bedarf müssen deshalb die Batteriewechselsätze durch Transporte wieder ausgeglichen werden.

#### *Die Energieversorgung aus dem öffentlichen Netz*

Solange die gesamte benötigte Leistung zu einem gewissen Zeitpunkt und an einer gewissen Übergabestelle den Wert von 25 kW nicht übersteigt, kann die Leistungsabgabe ab Niederspannungsnetz erfolgen. Wenn das Viertelstunden-Maximum an der Übergabestelle 25 kW übersteigt (z. B. in einer Servicestation, einem Parkhaus usw.), so wäre diese Übergabestelle von Fall zu Fall über Mittelspannung zu versorgen. Die Transformation der Spannung wäre dann Sache des Verbrauchers, und die Energiemessung hätte auf der Mittelspannungsebene zu erfolgen. Gewisse Ladestationen würden eventuell nur in den Niedriglastzeiten betrieben.

Obschon die verfügbare Niedriglastreserve einiger öffentlicher Netze (s. Fig. 3) durch die Speicherheizung zurzeit fast völlig erschöpft ist, wird doch jedes Jahr eine gewisse neu unausgenützte Kapazität in Niedriglastzeiten frei, welche für die Aufladung von Speicherbatterien benutzt werden könnte. Dieser Leistungsbedarf für die Wiederaufladung von Akkumulatoren ist im Gegensatz zur Aufladung von Speicherheizanlagen von der Ausstemperatur unabhängig und tritt während des ganzen Jahres gleichmässig auf. Das folgende Beispiel mag diesen Unterschied verdeutlichen:

Die Speicherheizung einer Wohnung von z. B. 100 m<sup>2</sup> Wohnfläche benötigt am kältesten Tag des Jahres im Mittel un-

gefähr 100 kWh bei einem Jahresgesamtverbrauch von etwa 13 000 kWh. Das Verhältnis von maximalem Tagesverbrauch zum Jahresverbrauch beträgt somit 1 : 130. Elektromobile mit durchschnittlichen Jahresfahrleistungen von 10 000 km benötigen andererseits höchstens 15 kWh pro Tag und etwa 5000 kWh pro Jahr. Das entsprechende Verhältnis beträgt in diesem Falle 1 : 330.

#### *Die Einfügung des Zusatzbedarfes an elektrischer Energie in die Tiefastperioden*

In den Ladestationen wird die benötigte Energiemenge entweder ausserhalb des Fahrzeugs in Batteriewechselstationen oder direkt in das stationäre Fahrzeug zugeführt. Dies bietet die Möglichkeit, die Aufladezeiten vieler oder sogar aller Batterien so einzuplanen, dass sie in Perioden fallen, in denen Kapazitäten von Kraftwerken und Übertragungsnetzen frei sind.

Niedriglastzeiten variieren von Elektrizitätswerk zu Elektrizitätswerk wie auch im Verlaufe des Jahres entsprechend dem Strombezugsniveau. Vor allem treten Niedriglastzeiten in der Nacht auf. Während der Tageszeiten sind zurzeit nur während einiger Nachmittagsstunden noch freie Kapazitäten vorhanden. Kraftwerke und Höchstspannungsnetze müssten ausgebaut werden, sofern sich die Tagesaufladung von Elektrofahrzeugen als notwendig erweisen würde. Diese zusätzlichen Investitionen könnten durch selektive Überwachungssysteme für die Ladestationen vermieden werden. Die Dauer und die Häufigkeit der durch ein solches Überwachungssystem durchzuführenden Unterbrechungen der Stromlieferungen für Ladeeinrichtungen, welche für den Betreiber tragbar sein sollten, müsste durch entsprechende Untersuchungen abgeklärt werden.

Auch wenn sich die reine Nachtaufladung aus betrieblichen Gründen als undurchführbar erweist und wenn durch die ungenügende Speicherkapazität der Fahrzeugakkumulatoren alle Stillstandszeiten des Elektromobils in Parkplätzen usw. zur Wiederaufladung der Batterien benutzt werden müssen, ist das elektrische Strassenfahrzeug doch als günstiger Abnehmer für ein Elektrizitätswerk zu bezeichnen. Dadurch würde ein Grundlastband innerhalb der Belastungskurve geschaffen, welches in ähnlicher Weise nur von sehr wenigen kontinuierlichen Industrieprozessen erreicht wird.



Die zweite Informationsanzeige der VSE-Serie «Strom dient dem Menschen» war dem Thema «Kernkraftwerke» gewidmet und erschien am 16. Mai in 42 schweizerischen Tageszeitungen. Die deutsche und die französische Fassung sind hier verkleinert wiedergegeben.

Zahlreiche Zeitungsleser haben den Bestellbon für die Broschüre «Kernenergie» (es handelt sich um die bekannte SVA-Publikation) eingeschickt; erfreulicherweise befanden sich darunter viele Lehrer, die gleich 30, 50 oder gar 100 Exemplare als Unterrichtshilfe verlangten.

## Eine Anzeige des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke

*Wasserkraft war während Jahrzehnten das stolze Rückgrat unserer Stromversorgung. Sie wäre es noch heute, hätte sich der Stromverbrauch auf dem Stand von 1968 einfrieren lassen.*

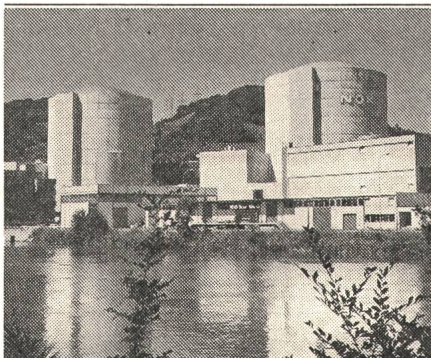
# Auch Sie wollen eine gesicherte Stromversorgung – darum bauen wir Kernkraftwerke.

Seit einigen Jahren hat in der Schweiz die altvertraute Formel «Elektrizität = Wasserkraft = Weisse Kohle» an Gültigkeit verloren. Denn unser Strombedarf nimmt ständig zu. Ohne die Kernkraftwerke Beznau I, Beznau II und Mühleberg würden uns schon heute 20% eines mittleren Winterverbrauchs fehlen. In wenigen Jahren werden drei weitere Kernkraftwerke in die Lücke treten: Gösgen, Leibstadt und Kaiseraugst. Kernenergie wird dann etwa die Hälfte unseres Winterbedarfs an Strom beisteuern.

### Kein kurzfristiger Erdöl-Ersatz...

Bringen diese Kernkraftwerke eine umwälzende Verlagerung in unserer Energieversorgung? Mitnichten: denn gesamthaft betrachtet, bleibt unser Land auch dann zu 80% vom Erdöl abhängig. Die bescheidenen 15%, die der Strom an unseren gesamten Energiekonsum beiträgt, können kurzfristig gar nicht erhöht werden. (Von den 5%, die Erdgas, Kohle und Holz zusammen ausmachen, schon gar nicht zu reden.) Dabei drängt der Bundesrat, mit guten Gründen, auf eine bessere Auffächerung unserer Energieversorgung, oder konkreter: auf eine Verminderung unserer Abhängigkeit von flüssigen Brennstoffen...

Die Verantwortlichen der Elektrizitätswerke stehen also vor einer doppelten Aufgabe: Kurzfristig müssen sie alles tun, um ihrer Versorgungspflicht in den angestammten Bereichen des Stromverbrauchs nachzukommen. Hier ist, bei aller Einsicht in die Grenzen des wirtschaftlichen Wachstums, ja zum Teil gerade deswegen, mit jährlich steigendem Bedarf zu rechnen: beispielsweise wegen des vermehrten Einsatzes von Maschinen und Computern in einer personalknappen Wirtschaft, für die dringend notwendigen Kläranlagen, die Wiederverwertung von Abfällen, den Wohnungsbau, den Ausbau des öffentlichen Verkehrs und für viele andere Aufgaben im Dienste der Allgemeinheit.



Die beiden Kernkraftwerke Beznau I und II an der Aare.

### ... aber längerfristig unumgängliche Verlagerung!

Auf weitere Sicht jedoch wird der Anteil der Elektrizität am gesamten Energieverbrauch erheblich steigen müssen, wenn wir mit der angestrebten Diversifikation und auch mit dem Umweltschutz ernst machen wollen. Dies wird einen Ausbau der Produktions- und Verteilanlagen erfordern, der den Rahmen der gegenwärtigen Projekte übersteigt. Was das bedeutet, können wir am Beispiel anderer Länder erkennen (siehe Spalte rechts). Die Umstrukturierung auf Kernenergie kennzeichnet jetzt weltweit das Verhalten der verantwortlichen Instanzen.

### Heute Mögliches sinnvoll nutzen

Setzt angesichts solcher Perspektiven die Debatte über Kernkraftwerke, die in unserem Land so breiten Raum einnimmt, nicht eher falsche Akzente? Und werden nicht Probleme hochgespielt, die weniger bedrohlich sind als das Risiko gedrosselter Erdölaufzufuhr? Gewiss dürfen wir für die Zukunft noch bessere Lösungen erwarten. Aber es gilt, deutlich zu unterscheiden zwischen dem heute Möglichen und einer wünschbaren Entwicklung. Für die Elektrizitätswerke heisst dies, aus den heute verfügbaren Lösungen die beste zu wählen.

16. Mai 1974

## Strom-Aktualitäten

### Grossbritannien: 18 Jahre Strom aus Kernkraftwerken

In England nahm Calder Hall 1956 als erstes Kernkraftwerk der Welt die kommerzielle Stromproduktion auf. Die Anlage lieferte seither bis Ende 1973 rund 27 Milliarden Kilowattstunden (kWh). Der Stromverbrauch in der Schweiz betrug im hydrographischen Jahr 1972/73 31,5 Mia kWh. Rechnet man die Stromerzeugung aller britischen Kernkraftwerke bis Ende 1973 zusammen, so ergeben sich 261,3 Mia kWh, das heisst rund das Achtfache des gegenwärtigen jährlichen Stromverbrauchs der Schweiz.

In Spanien sind drei Kernkraftwerke in Betrieb und sieben weitere im Bau. Von 20 zusätzlich projektierten Anlagen soll mindestens die Hälfte bis 1982 den Betrieb aufnehmen.

Ende 1973 waren in den USA 42 Kernkraftwerke in Betrieb, 56 im Bau und 101 bestellt. Diese Anlagen weisen zusammen eine Leistung von 187 779 Megawatt auf.

In der Bundesrepublik Deutschland sind gegenwärtig (Stand Mitte März 1974) zehn Kernkraftwerke in Betrieb und zehn weitere im Bau. Von 13 zusätzlich geplanten Anlagen wurde für sieben der Auftrag bereits erteilt.

### Rasche Entwicklung auch in anderen Ländern

Nicht nur in Frankreich und der Schweiz werden in den nächsten Jahren grosse Anstrengungen im Kernkraftwerkbau unternommen. Einige Beispiele mögen dies illustrieren:

Als Folge der Energiekrise will Japan den Bau von Kernkraftwerken beschleunigen und Ende 1985 100 000 Megawatt nukleare Kapazität in Betrieb haben. Dies entspricht der Leistung von 100 Kernkraftwerken der heutigen Grössenordnung von rund 1000 MW pro Anlage.

### Frankreich: Stromproduktion bis 1985 zu fast 75% aus Kernkraftwerken

Heute stehen in Frankreich sieben Kernkraftwerke in Betrieb. Insgesamt sollen bis 1985 fünfzig neue Kernkraftwerke gebaut werden. Davon sind 14 Anlagen bereits fest bestellt. Das Hauptziel besteht darin, von fossilen Brennstoffen weitgehend unabhängig zu werden. Der Bedarf an solchen Brennstoffen, der für 1980 etwa 25 bis 30 Millionen Tonnen Erdöl entspräche, soll bis 1985 auf 5 Millionen Tonnen gesenkt werden.

### Wie entsteht Kernenergie? Wie wirkt sie?

Falls Sie sich näher für die Kernenergie oder für Fragen der Technik oder der Sicherheit interessieren, senden wir Ihnen gerne eine 32 Seiten umfassende, farbig illustrierte Broschüre über Kernenergie. Sie vermittelt auf leicht



fassliche Weise wichtige Informationen, z. B. über Strahlung, Reaktorsicherheit, Abfallprobleme, Kühlung usw. Verlangen Sie bitte mit diesem Coupon ein Gratis-Exemplar beim Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE).

# BON

Bitte einsenden an  
Verband Schweizerischer  
Elektrizitätswerke  
Informationsstelle  
Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich

Ich erwarte 1 Ex. der Broschüre über Kernenergie

Vorname, Name

Beruf

Adresse

PLZ, Wohnort

# Strom dient dem Menschen



## Annnonce d'information de l'UCS n° 2: Nous construisons des centrales nucléaires

La deuxième annonce d'information de l'UCS, faisant partie de la série «L'électricité au service de l'homme», est consacrée au sujet des centrales nucléaires, a paru le 16 mai dans 42 quotidiens suisses. Les versions en français et en allemand sont reproduites ci-dessous en format réduit.

De nombreux lecteurs se sont servi du bon de commande pour demander la brochure sur l'énergie nucléaire (il s'agit de la brochure publié par l'ASPEA). Parmi des commandes, il en avait plusieurs provenant de maîtres d'école demandant trente, cinquante ou même cent brochures comme moyen didactique.

### Une information de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité

*Des décennies durant, l'énergie hydraulique a constitué notre principale source d'alimentation en courant électrique. Elle jouerait aujourd'hui encore ce rôle si la consommation avait pu se figer à son niveau de 1968.*

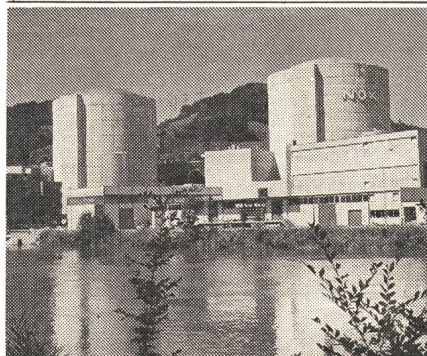
# Vous voulez une alimentation sûre en électricité – nous construisons donc des centrales nucléaires.

Depuis quelques années en Suisse, la traditionnelle formule «électricité = énergie hydraulique = houille blanche» a perdu de son authenticité. Car notre consommation d'énergie électrique augmente constamment. Sans les centrales nucléaires de Beznau I, Beznau II et Mühleberg, 20% du courant habituellement nécessaire en hiver nous ferait aujourd'hui déjà défaut. Dans un proche avenir, trois nouvelles centrales nucléaires contribueront à pallier la pénurie: Gösgen, Leibstadt et Kaiseraugst. L'énergie nucléaire couvrira alors pratiquement la moitié de notre consommation hivernale d'électricité.

#### Aucun substitut du pétrole à court terme...

Ces centrales nucléaires impliquent-elles une reconversion majeure de nos ressources énergétiques? Absolument pas, car notre pays demeure dans ce cas encore tributaire à 80% du pétrole. En effet, le modeste 15% représentant la part de l'électricité à notre consommation énergétique globale ne peut absolument pas être accru à court terme (et l'on peut faire abstraction du 5% totalisant l'apport du gaz naturel, du charbon et du bois). Aussi le Conseil fédéral préconise-t-il à juste titre une structuration plus judicieuse de notre approvisionnement en énergie – en fait: un dégagement progressif de notre assujettissement aux combustibles liquides...

Une double mission s'impose dès lors aux responsables des centrales suisses d'électricité: à court terme d'abord, tout mettre en œuvre pour assurer la production du courant électrique nécessaire à l'approvisionnement des divers secteurs de consommation. Compte tenu de tous les seuils possibles de croissance, et du fait même de leurs répercussions, il faut prévoir ici des besoins grandissants chaque année: engagement intensifié de machines et ordinateurs dans une économie où la main-d'œuvre se raréfie, stations d'épuration de toute première nécessité, recyclage des déchets, construction de logements, extension des transports publics et multiples services supplémentaires au profit de la collectivité, entre autres.



Les deux centrales nucléaires Beznau I et II sur l'Aare.

#### ... mais conversion inéluctable à long terme!

A plus longue échéance cependant, la part de l'électricité dans la consommation énergétique globale doit considérablement augmenter, au profit aussi de la diversification souhaitée et de la protection de notre environnement. Ce qui exige une extension du réseau de production et de distribution dépassant le cadre des projets actuels. Nous pouvons voir dans d'autres pays, à titre d'exemple, ce qu'une telle situation implique (colonne de droite). L'intensification du recours à l'énergie nucléaire caractérise aujourd'hui l'option communément adoptée par les instances responsables dans le monde entier.

#### Exploiter judicieusement les disponibilités présentes

Dans ces perspectives, les controverses sur les centrales nucléaires, si amplifiées dans notre pays, ne faussent-elles pas le débat? Et ne grossissent-elles pas des problèmes moins aigus pour autant que le risque inhérent à l'approvisionnement aléatoire en produits pétroliers? Demain apparaîtront sans doute des solutions meilleures encore. Mais il faut faire nettement la part entre ce qui est possible aujourd'hui et le développement souhaitable pour demain. Ce qui implique pour les entreprises électriques le choix de la meilleure solution actuellement offerte.

16 mai 1974

### Électro-actualités

#### Grande-Bretagne: 18 ans d'électricité nucléaire

En Angleterre, Calder Hall fut la première centrale nucléaire du monde à produire dès 1956 du courant électrique commercial. A fin 1973, elle avait déjà fourni près de 27 milliards de kilowattheures (kWh). La consommation de courant en Suisse s'élève à 31,5 milliards de kWh pour l'année hydrologique 1972/73. Si l'on additionne la production d'électricité de toutes les centrales nucléaires britanniques jusqu'à fin 1973, on obtient la somme de 261,3 milliards de kWh, soit approximativement huit fois la consommation annuelle suisse actuelle.

#### Développement rapide aussi dans d'autres pays

La France et la Suisse ne seront pas seules à investir de façon considérable ces prochaines années dans la construction de centrales nucléaires. Quelques exemples en témoignent.

Réagissant à la crise énergétique, le Japon veut accélérer la construction de centrales nucléaires pour disposer à fin 1985 d'un potentiel nucléaire de 100 000 mégawatts. Ce qui représente 100 centrales nucléaires d'une capacité d'environ 1000 mégawatts par centrale.

En Espagne, trois centrales nucléaires sont en service et sept autres en construction. Des 20 autres implantations projetées, la moitié au moins doit entrer en service jusqu'en 1982.

Aux USA, 42 centrales nucléaires étaient en service, 56 en construction et 101 en commande à fin 1973. Ces installations représentent une capacité totale de production de 187 779 mégawatts.

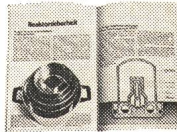
En République fédérale d'Allemagne, dix centrales nucléaires sont actuellement en service et dix autres en construction (situation à mi-mars 1974). Des 13 installations supplémentaires projetées, sept sont déjà commandées.

#### France: 75% d'électricité nucléaire en 1985

Sept centrales nucléaires sont aujourd'hui en service en France. Cinquante nouvelles centrales nucléaires au total doivent être construites jusqu'en 1985, dont 14 déjà commandées. L'objectif majeur est de se rendre largement indépendant des combustibles fossiles, dont la consommation dans les centrales thermiques représentera encore 25 à 30 millions de tonnes de pétrole en 1980. Ce volume doit être ramené à 5 millions de tonnes en 1985.

#### Comment produit-on l'énergie nucléaire? Quelle est son action?

Pour vous permettre d'en savoir davantage sur l'énergie nucléaire, sur les problèmes techniques ou de sécurité qu'elle implique, nous vous ferons volontiers parvenir une brochure illustrée en couleurs de 32 pages. Destinée au lecteur peu familiarisé avec l'énergie nucléaire, elle contient de nombreuses informations sur les radiations, la sécurité des réacteurs, l'élimination des déchets, le refroidissement, entre autres. Commandez votre exemplaire gratuit au moyen de ce bon auprès de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité (UCS).



# BON

Bon à expédier à:  
Union des Centrales Suisses  
d'Electricité (UCS)  
Case postale  
1000 Lausanne 20

Je vous prie de m'expédier 1 ex. gratuit de la brochure sur l'énergie nucléaire.

Prénom, nom:

Adresse:

No postal/localité:

# L'Electricité au service de l'homme