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: Elektroautos mit Hochenergie-Batterien

Autor: Kahlen, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904476

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

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

Elektroautos mit Hochenergie-Batterien

H. Kahlen

Leistungsfähige Batterien sind eine wesentliche Voraussetzung für einen verbreiteten Einsatz von Elektroautos. Durch intensive Entwicklungsarbeiten konnten die Eigenschaften der herkömmlichen Bleiakkumulatoren bereits wesentlich verbessert werden. Daneben wird auch die Entwicklung von Hochenergie-Speichern mit grossem Aufwand vorangetrieben. Der Beitrag beschreibt ein aussichtsreiches System, das zur Zeit im Versuchsbetrieb getestet wird. In Verbindung mit einer angepassten Fahrzeugkonzeption können damit äusserst anspruchsvolle Zielvorgaben anvisiert werden.

Si l'on veut utiliser les voitures électriques sur une grande échelle, il est de première importance d'avoir des batteries efficaces. Grâce à un intensif travail de recherches, les propriétés des accumulateurs au plomb traditionnels ont déjà pu être grandement améliorées. Parallèlement, on pousse, avec force travail et investissements, le développement d'accumulateurs à haute capacité énergétique. L'article décrit un système très prometteur qui fait à l'heure actuelle l'objet de tests. Employé sur un véhicule conçu en fonction, il peut permettre de viser des objectifs extrêmement élevés.

Adresse des Autors

Dr.-Ing. *Hans Kahlen*, BBC Brown, Boveri & Cie AG, Projekt Elektroauto, Postfach 101660, D-6900 Heidelberg

1. Einleitung

Die Brown, Boveri & Cie AG, Mannheim, entwickelt eine neue NaS-Hochenergie-Batterie. Mit einer solchen Batterie ausgerüstet, fährt seit Juni 1983 ein Fahrzeug im Versuchsbetrieb. Noch ist dieses Batteriesystem kein verkaufsreifes Produkt, aber – in Verbindung mit einem speziell konzipierten Antrieb – ein wesentlicher Schritt in Richtung eines leistungsfähigen Elektroautos.

Das Elektroauto ist fast so alt wie das Auto mit Ottomotor. 1889 baute Thomas A. Edison das erste Elektroauto: Electric Runabout. Zur Jahrhundertwende gab es in den USA mehr Elektroautos als Autos mit Verbrennungsmotor. Die damals wie heute zu geringe Speicherfähigkeit elektrischer Energie in Akkumulatoren hat den Elektroantrieb in autonomen Fahrzeugen zugunsten der Verbrennungsmotoren verkümmern lassen.

Nichtgesichterte Mineralöl-Versorgung, Umweltbelastung durch Abgase und Lärm sowie steigende Erdölkosten waren einige der Gründe, Mitte der 60er Jahre wieder mit der Entwicklung elektrisch angetriebener Strassenfahrzeuge zu beginnen. Neue Arten elektrochemischer Akkumulatoren und die Verwendung von Stellgliedern mit Halbleiterelementen waren weitere, die neue Entwicklung auslösende Elemente.

Die Versuchsfahrzeuge in Deutschland sind auf der Basis von Serienfahrzeugen umgerüstete Elektrostrassenfahrzeuge. Die meisten Fahrzeuge der über 130 hergestellten Elektrotransporter, 20 Elektrobusse und 20 Hybridbusse sind auf den Strassen im Einsatz.

Die Gesellschaft für elektrischen Strassenverkehr (GES) konzipierte den Elektro-Golf «CitySTROMer», der in Zusammenarbeit der Firmen Ernst Auwärter, BBC, VW und GES hergestellt wurde. 30 CitySTROMer sind im Einsatz, weitere 50 sind im Bau. All diese Versuchsfahrzeuge sind mit Bleiakkumulatoren bestückt.

Die weltweit durchgeführten Entwicklungen wurden massgeblich von Förderprogrammen beeinflusst. In den USA war die Electric und Hybrid Vehicle Research, Development and Demonstration Act schon auf eine Demonstration ausgerichtet, bevor überhaupt eine geeignete Technologie vorhanden war. Dieses 160-Mio-US-$-Programm hat *nicht* die beabsichtigte Effizienz erreicht. Der Elektro-Strassenfahrzeugbereich war eine Domäne kleinerer Herstellfirmen, die zudem nicht einmal die wesentlichen Antriebskomponenten herstellten.

In England hat sich das Elektrostrassenfahrzeug als Verteilerfahrzeug mit geringen Höchstgeschwindigkeiten etabliert. Mit staatlicher Hilfe kommen nun in Grossbritannien grössere und schnellere Nutzfahrzeuge auf den Markt.

In Frankreich wurden, im wesentlichen unter der Federführung der E.D.F., in den vergangenen 15 Jahren mehrere Versuchsprogramme durchgeführt.

In Japan haben verschiedene Firmen Prototypfahrzeuge hergestellt. Nissan hat angekündigt, ein Auto mit Ni-Fe-Batterien auf den Markt zu bringen.

An dieser Stelle jedoch alle international durchgeführten Entwicklungen auf dem Gebiet der Elektrostrassenfahrzeuge aufzuzählen, würde zu weit führen.

2. Zielvorgaben

Nach einigen Voruntersuchungen hat BBC 1973 beschlossen, ein neues elektrochemisches Speichersystem mit wesentlich höherem Energie-Inhalt gegenüber herkömmlichen Speichern auf der Basis der Reaktanden Natrium und Schwefel zu entwickeln. Die 1974 begonnene Entwicklung von Fahrzeugantrieben wurde auf Systeme für Personenkraftwagen, Transporter und Kleinbusse begrenzt (Fig. 1). Hybride Antriebssysteme sind nicht vorgesehen, da mit Hilfe einer Hochenergiebatterie die Anforderungen an ein Elektroauto erfüllt werden können.

Fig. 1
Versuchsfahrzeug mit NaS-Batterie

Der Personenwagen ist als Elektroauto in zweifacher Hinsicht interessant:
- er hat als Zweitwagen und in der Kombi-Version ein grosses Marktpotential,
- er stellt hohe Anforderungen an Batterie und Antrieb und lässt für die Entwicklung keine Kompromisslösungen zu.

Für einen Elektro-Pkw für Stadt- und Mittelstreckenverkehr wurden folgende Zielwerte abgeleitet und definiert.
- Höchstgeschwindigkeit kurzzeitig 130 km/h.
  Auf städtischen oder stadtnahen Autobahnen mit vielen Ein- und Ausfahrten sind Fahrzeuggeschwindigkeiten bis 70 km/h noch tragbar. Auf den an den Stadtzentren vorbeiführenden Autobahnen muss ein Elektroauto immer schneller als ein Lastwagen sein. Mit der notwendigen Reserve zum Überholen wurde der Zielwert 130 km/h festgelegt.
- Anfahrsteigfähigkeit ≧ 30%.
  Sie ist notwendig, damit auch das Elektroauto problemlos selbst an Steigungen eine Bordsteinkante hochfahren kann.
- Beschleunigung 0–50 km/h in 7 s.
  Diese Anfahrbeschleunigung gibt dem Elektroauto im Stadtverkehr eine gute Dynamik.
- Reichweite 250 km bei 100 km/h.
  Mit dieser Reichweite können nicht nur stadtnahe Bereiche, sondern auch die mehrere Stadtzentren einschliessenden Ballungsräume sowie Naherholungsgebiete erschlossen werden.

Eine Limousine mit variablem Innenraum soll bei vier Sitzplätzen und einer Zuladung von 400 kg das zulässige Gesamtgewicht von 1500 kg nicht überschreiten. BBC will mit dem Elektroauto kein Fahrzeughersteller werden. Die vorgegebenen Zielwerte gelten als Leitlinie für die Entwicklung des Energiespeichers und des Antriebs.

Eigenschaften von Batteriesystemen — Tabelle I

	System Betriebstemperatur (°C)	Pb/PbO_2 20	Fe/Ni 20	Zn/Cl_2 10/–10	Zn/Br_2 20	Na/S 350	LiAl/Fe S 450
Erwartungswerte	Wh/kg (2 Std.)	35	70	80	80	150	120
	W/kg (Maximal)	100	150	100	120	130	150
	Lebensdauer (Zyklen)	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Rohmaterialien	Verfügbarkeit (Jahre)	Pb 30	Ni 30	Zn 30	Zn 30	Na 6000	Li 50
	Reduktion der Verfügbarkeit bei 10^6 Batterien pro Jahr	12%	12%	12%	12%	<1%	25%

3. Energiespeicher

Zu einem Akkumulator gehören als wichtigste Elemente die Reaktanden und der Elektrolyt. Aus deren Zusammenwirken ergibt sich die elektrische Spannung und die Kapazität einer Zelle. Mit der auf das eingesetzte Gewicht bezogenen Energie (Energiedichte) lassen sich die Systeme miteinander vergleichen. Für die praktische Verwendung ist es wichtig, dass die eingesetzten Materialien genügend verfügbar sind und auch durch eine hohe Nachfrage nicht verteuert werden (Tabelle I).

Praktische Energiedichte und Verfügbarkeit der Materialien waren die Gründe für die Entscheidung zugunsten der Entwicklung des NaS-Akkumulators.

Den Aufbau einer NaS-Zelle zeigt schematisch Figur 2.

Als Reaktanden werden geschmolzenes Natrium und geschmolzener Schwefel verwendet. Gegenüber den bekannten Akkumulatoren ist der Elektrolyt fest. Er besteht aus β-Aluminiumoxid, einem keramischen Festionenleiter, dessen Leitfähigkeit auf der Beweglichkeit der Natriumionen beruht. Natrium ist auch im flüssigen Zustand elektrisch leitend, während Schwefel durch Zusätze, z. B. durch einen Grafitfilz, leitfähig gemacht wird. Bei der Entladung der Zelle wandern Natriumionen durch den Elektrolyten zum Schwefel. Sie verbinden sich dort unter Aufnahme von Elektronen zu Natriumpolysulfid. Dieses so gebildete Salz Natrium-Polysulfid ist erst bei höheren Temperaturen flüssig.

Die Betriebstemperatur der

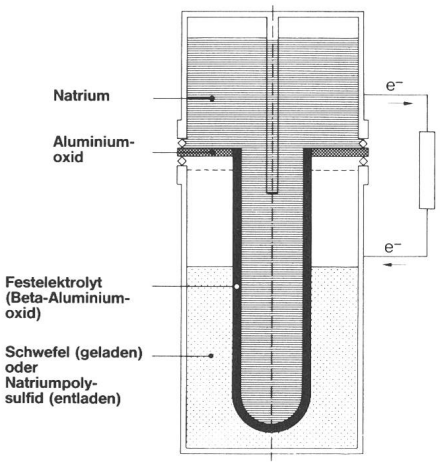


Fig. 2 Prinzip der NaS-Zelle

NaS-Zelle beträgt 300–350 °C, da dann die Reaktanden und deren Reaktionsprodukte in jeder Phase flüssig bleiben. Bei der Wiederaufladung der Zelle werden die Vorgänge umgekehrt. Das Reaktionsprodukt Natriumpolysulfid wird zersetzt, die Natriumionen wandern durch den Festelektrolyten zurück in den Natriumraum, und Schwefel bleibt im Aussenraum zurück. Da dieser Mechanismus ausschliesslich auf Ionenleitung beruht, findet keine Selbstentladung statt. Bei Abkühlung der Batterie, z. B. auf Raumtemperatur, bleibt die Ladung voll erhalten und kann nach Aufheizung wieder entnommen werden.

Zur Bildung einer Batterie werden eine grössere Zahl von Zellen zusammengestellt und elektrisch miteinander verbunden. Zur Aufrechterhaltung der Betriebstemperatur wird die Batterie mit einer Wärmeisolation umgeben.

Die technischen Zellen sind durch funktionsnotwendige Einbauten ergänzt (Fig. 3).

Der Natriumvorrat befindet sich im Innern der Zelle. Mit Hilfe eines Metalleinsatzes wird zur Keramik ein Spalt gebildet, in dem das Natrium hochsteigt und die gesamte Keramikfläche benetzt. Dieser Einsatz dient gleichzeitig zur Sicherheit der Zelle bei einem Keramikbruch. Die ionenleitende β-Keramik wird am oberen Ende durch eine nichtleitende α-Keramik gehalten. An dieser α-Keramik wird die Zelle mit einem unter Federdruck stehenden Dichtungssystem oder drucklos mit einer TCB-Verbindung verschlossen.

Eine Batterie besteht jedoch nicht nur aus Zellen, sondern im Falle der NaS-Batterie kommt die schon erwähnte thermische Isolierung hinzu, die es gestattet, die Betriebstemperatur von 300–350 °C über längere Zeit ohne thermische Verluste aufrechtzuerhalten. Ausserdem sind Hilfseinrichtungen erforderlich, die die Funktion der

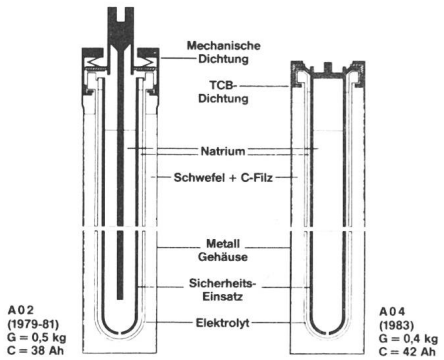


Fig. 3 Technischer Aufbau der NaS-Zellen

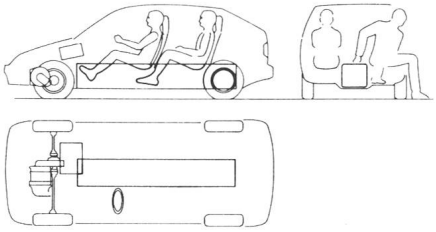


Fig. 4 Fahrzeugkonzeption mit Batterietunnel

Batterie überwachen und im Falle einer grösseren Belastung für eine Kühlung der Zellen sorgen. Dadurch wird die hohe Energiedichte der Zellen von nahezu 200 Wh/kg auf 90 bis 150 Wh/kg je nach Ausführung des gesamten Speichers gesenkt. Die Energiedichte ist jedoch im Vergleich zum Bleiakku noch drei- bis fünfmal höher.

Mit einer Vakuumisolation kann ein niedriges Gewicht und ein kleines Volumen des Batteriekastens erreicht werden. Platz für den Energiespeicher in einem Pkw an einem sicheren Ort bei gleichmässiger Gewichtsverteilung zu finden, ist eines der grössten Probleme.

Bei allen Untersuchungen hat sich ein Tunnel in der Mitte des Fahrzeugs als am besten geeignet erwiesen (Fig. 4). Ein völlig neues Fahrzeugkonzept ist allerdings Idealvorstellung. Für Prototypen und Feldversuche müssen sicher noch einige Kompromisse geschlossen werden.

Neben dem NaS-Energiespeicher gibt es noch weitere Batteriesysteme, die für Elektroautos in der Entwicklung oder in Prototypfahrzeugen eingesetzt sind. Einige der Eigenschaften sind in Figur 2 enthalten.

Bei der Lithium-Schwefel-Batterie erschweren höhere Rohstoffkosten und die um 100 K höhere Betriebstemperatur gegenüber der NaS-Batterie, eine hohe Selbstentladung und das Problem, dass eine Zelle beim Überladen Gas entwickelt, Herstellung und Anwendung.

Nickel-Eisen- und auch Nickel-Cadmium-Batterien sind zwar in Prototypfahrzeugen eingesetzt, sie sind jedoch für eine Serienfertigung des Elektroautos zu teuer.

Zink-Chlor-Batterien haben ein zu grosses Volumen. Beim Laden muss das Chlor gekühlt werden, so dass ein Kühlaggregat notwendig wird.

Ein im Elektroauto verwendbarer Energiespeicher ist die Zink-Brom-Batterie. Ihre Energiedichte ist mit 60 Wh/kg zwar nur halb so gross wie die mittlere Energiedichte der NaS-Batterie, aber mehr als doppelt so

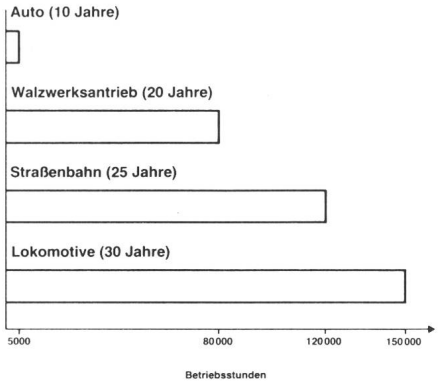


Fig. 5 Nutzungsdauer elektrischer Antriebe

hoch wie die praktische Energiedichte des Bleiakkumulators.

4. Elektroantrieb

Der Fahrzeugantrieb muss die genannten Fahrleistungen erfüllen. Er muss zudem kompakt, leicht und billig sein. Gegenüber Lokomotiven, Strassenbahnen und Industrieantrieben ist die Nutzungsdauer eines Kraftfahrzeuges gering (Fig. 5). Die Gesamtoptimierung des Antriebs führt zu einem Einmotorantrieb mit Schaltgetriebe und mechanischem Differentialgetriebe. Das von BBC entwickelte und in Weiterentwicklung befindliche Antriebssystem ist ein Gleichstromantrieb mit fremderregtem Motor, Anker- und Feldstromsteller (Fig. 6).

Die ausgewählte Schaltung führt zu einem Minimum an Leistungshalbleitern und Schaltkontakten. Der Ankerstromsteller mit zwangskommutiertem Thyristor wird im Fahr- und Bremsbetrieb verwendet. Zum Umschalten FAHREN–BREMSEN wird der Ankerstrom in wenigen Millisekunden abgeschaltet, das Feld schnellentregt und umgeschaltet. Der ganze Umsteuervorgang dauert weniger als 150 ms.

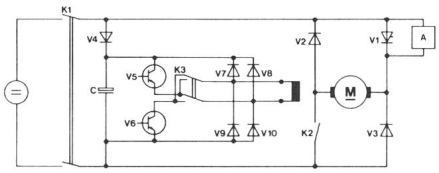


Fig. 6 Übersicht über das Antriebssystem

K1	Hauptschütz
K2	Fahrschütz
K3	Feldwenderelais
V1	Hauptthyristor Ankerstromsteller
V2	Bremsdiode
V3	Freilaufdiode
V4	Entkopplungsdiode
V5, V6	Transistoren Feldstromsteller
V7...V10	Schnellentregungs-Dioden
A	Löschbrückenschaltung
C	Stützkondensator

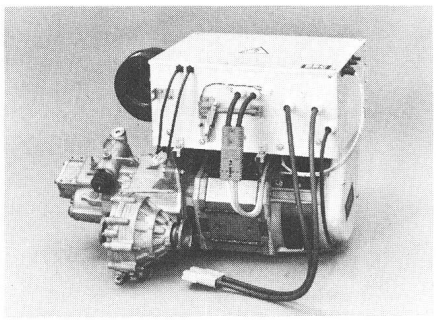


Fig. 7 Komplettes Antriebssystem mit integriertem Bordlader und Ladewandler

Durch Umpolen der Feldwicklung ändert der Fahrmotor seine Drehrichtung. Somit ist für das Fahrzeuggetriebe kein Rückwärtsgang erforderlich. Im einfachsten Fall wird hierfür eine Taste betätigt.

Die Stellglieder einschliesslich der dazugehörigen Regelelektronik, der Schaltgeräte und Zusatzgeräte wie z. B. der Ladewandler zur Ladung der 12-V-Bordbatterie und das Ladegerät für die Fahrzeugbatterie müssen in einem Komponententräger untergebracht sein. Nur so lässt sich ein kompaktes Aggregat mit wenigen Leitungsverbindungen herstellen. Die bisher gebauten Prototypantriebe zeigen diese Merkmalsausprägung (Fig. 7).

In der Steuerung des Elektroautos sind digitale Regelungen mit Mikrorechnern teilweise im Einsatz. Dabei muss trotz der engen räumlichen Nähe zwischen den mit leistungsschwachen Signalen betriebenen Mikroprozessoren und der Leistungselektronik mit grossem Störfeld die Regelung störungsfrei arbeiten.

Die Integration der Elektronik bezog sich bisher nur auf die Signalverarbeitung. Die Integration der Leistungshalbleiterelemente – z. B. in Moduln – hat begonnen.

Der Gleichstromantrieb mit einem aufwendigeren Motor und einfachen Stellgliedern hat sich als Fahrzeugantrieb bewährt. Ob er im nächsten Jahrzehnt durch den Drehstromantrieb mit einem einfachen Motor und aufwendigerem Stellglied abgelöst wird, ist letztlich eine Frage der Gesamtkosten, denn aufgrund der geringen Nutzungsdauer (Fig. 5) ist der Antriebsmotor zurzeit eher unterfordert.

5. Energieversorgung

Für die elektrische Energie ist nahezu eine vollständige Infrastruktur vorhanden. Welche Ladeverfahren zur Anwendung kommen, ist weniger eine Frage der Technik als der damit verbundenen Kosten. Wir unterscheiden dabei:

- die Normalladung mit einem im Elektroauto installierten Ladegerät, das an jeder 220-V-Wechselstromsteckdose anschliessbar ist,
- die Schnelladung mit einem stationären Ladegerät,
- den Batteriewechsel.

Für die Normalladung wird das Ladegerät nicht nur in den Komponententräger eingebaut, sondern mit Stellgliedern kombiniert und integriert. Denn die Funktionen LADEN und FAHREN lassen sich voneinander trennen.

Die einer mit 16 A abgesicherten 220-V-Steckdose entnehmbare Leistung von 3,5 kVA lässt bei blindleistungs- und oberschwingungsarmer Netzbelastung und gutem Wirkungsgrad des Ladegerätes eine Ladeleistung von mehr als 3 kW zu. Bei einer zehnstündigen Nachladezeit reicht dies für mehr als 150 km Reichweite. Höhere Anforderungen können nur mit einem stärkeren stationären Ladegerät erfüllt werden.

In Schnellwechselstationen ist in wenigen Minuten mit den geeigneten Vorrichtungen ein Energiespeicher tauschbar. In Verbindung mit einem Batterieleasing wäre dies ein praktikabler Weg (Fig. 8).

Fig. 8 Laden von Hochenergiebatterien

Geräte	Leistung in kW	Ladezeit in Stunden ∅ / Tag*	100 km	> 250 km
1 Normalladung: Bordlader und Netzsteckdose 220 V, 16 A	3	1,7	7	
2 Schnelladung (forciert): stationärer Großlader mit Netzanschluß 3x380 V, 16 A (50 A)	10 (28)	0,5	2 (0,7)	
3 Batteriewechsel: Wechselgerät und Ladestation	3 bis 28	1,5 bis 17 nach Bedarf und Stromkosten optimiert		< 5 min

* Zweitwagen, 6000 km p.a., 20 Tage je Monat

6. Resümee

Zur weiteren Verbreitung des Elektroautos ist zunächst ein leistungsfähiger Energiespeicher erforderlich. Brown, Boveri & Cie. hat die Entwicklung des wohl am besten geeigneten Speichers, der NaS-Batterie, 1973 aufgenommen und mit grossem Aufwand durchgeführt. Das Projekt wird vom deutschen Bundesminister für Forschung und Technologie gefördert. Erste Batterien mit Vakuum-Isolation werden im Labor getestet und auf einem Fahrzeug demonstriert (Fig. 9). Die Batterie wird nun zur Prototyp-Batterie weiterentwickelt.

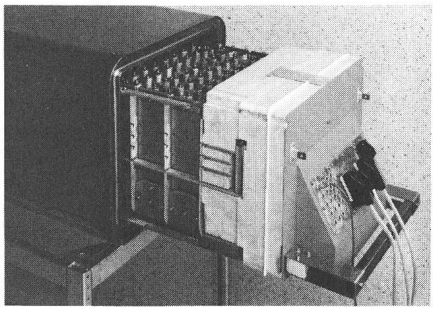


Fig. 9 Musterbatterie mit Vakuumisolation

Prototypantriebe sind in der Erprobung.

Literatur

[1] Deutsche Forschungsgemeinschaft: Denkschrift Elektrospeicherfahrzeuge. Verlag F. Steiner, Wiesbaden 1969.

[2] *H.G. Müller:* Heutiger Entwicklungsstand der elektrisch angetriebenen Personenfahrzeuge. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Jg. 32 (1982), H. 12, S. 1053...1059.

[3] *W. Fischer, F. Gross, D. Hasenauer, H. Kahlen, K. Kiemert:* A Passenger Car with a High Energy Battery Using Solid Elektrolyte; 30th Power Sources Symposium, Atlantic City, 7.–10. Juni 1982.

[4] *W. Fischer:* Weiterentwicklung der Elektrospeicher für Fahrzeuge. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Jg. 32 (1982), S. 1063...1070.

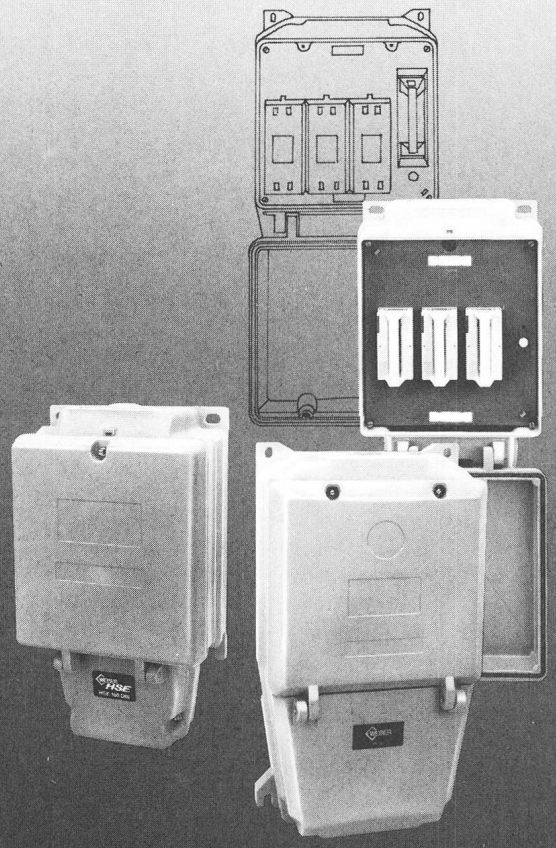
[5] *W. Fischer:* Natrium-Schwefel-Energiespeicher – Stand und Ziele der Entwicklung. BBC-Nachrichten, Jg. 66 (1984), H. 7, S. 250...257.

[6] *J. Angelis, H. Scherf, F. Walkowiak:* Compact Drive System for Electric Vehicles Ready for Series Production. 7th Intern. Electric Vehicles Symposium, Versailles, Juni 1984.

[7] *H. Kahlen:* Technical-Economical Consideration on an Electric Car Drive System. 7th Intern. Electric Vehicles Symposium, Versailles, Juni 1984.

WEBER

Es muss schon etwas dran sein, wenn 3 Modelle genügen, um allen Anforderungen, die je an Hausanschlusskästen gestellt wurden, gerecht zu werden.
Zum grossen Teil ist dieser Umstand der Zusammenarbeit mit den energieliefernden Werken zu verdanken. Durch ihre beratende Mitarbeit ist ein Produkt entstanden, das schlechthin als optimal gilt. In allen Teilen. Und in der ganzen Schweiz. Typ HSE: 25 A bis 160 A; Typ HS: 160 A und 250 A; Typ HSA: 250 A und 400 A.
Hausanschlusskästen: sicher von Weber. Lieferbar auch über Ihren Grossisten.



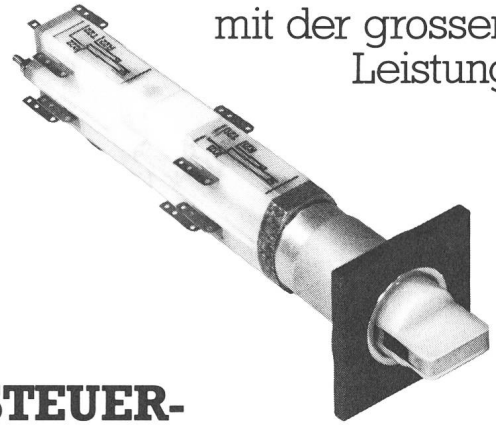
Die Garantie eines sicheren Anschlusses.

Weber AG, Fabrik elektrotechn. Artikel und Apparate, 6020 Emmenbrücke, Tel. 041-50 55 44

58

entrelec

Der kleine Schalter mit der grossen Leistung



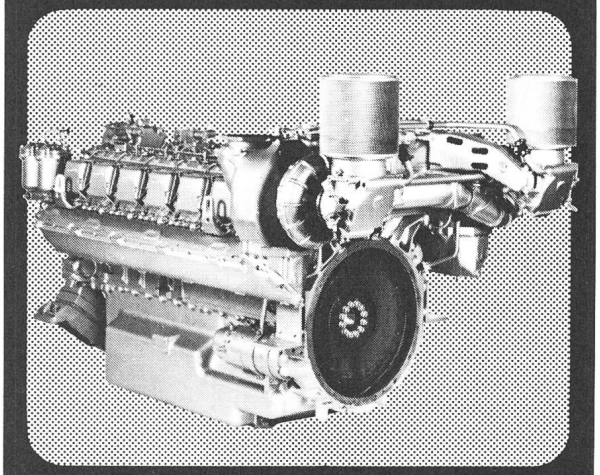
STEUER-QUITTIERSCHALTER

Solch ein Potential sollten Sie nutzen.

CGE ALSTHOM (SUISSE) SA
Weingartenstrasse 7 · 8803 Rüschlikon
Tel. 01 / 724 00 66 Telex 58 360 cge ch

mtu

Dieselmotoren
bis 5200 kW (7080 PS)



Generalvertretung für die Schweiz:
Mercedes-Benz
(Schweiz) AG
8952 Schlieren, Zürcherstr. 109, Tel. 01 732 54 04

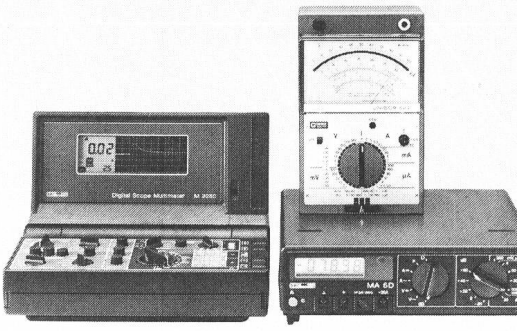
METRAWATT LÖST IHR
ESSPROBLEM ANALOG, DIGITAL,
OPTIMAL

Klar brauche ich ein klappbares...

... ich habe schliesslich lange genug mit untauglichen geübt, bis mir ein Kollege das M 2032 empfahl. Wirklich Spitze! Mit grosser, digitaler LCD-Anzeige, verstellbarem Blickwinkel – ich habe beide Hände frei! – und mit mehr als 30 Bereichen. Sogar für Diodentest und Durchgang. Und selbstverständlich mit echter Effektivwertmessung.

METRAWATT bietet Fachleuten, vom Ingenieur über den Servicemann bis zum Hobby-Elektroniker, das umfangreichste Sortiment an tragbaren Messgeräten: Analoge und digitale Multimeter, Mess- und Prüfgeräte für jede in der Praxis vorkommende Messaufgabe, in allen Preiskategorien. Ob Gleich- oder Wechselgrössen, ob Netz- oder Kleinspannung, ob Starkstrom oder Elektronik – Metrawatt-Geräte messen professionell, ohne Gags und technische Spielereien.

Rufen Sie uns an, verlangen Sie Unterlagen oder noch besser eine fachkundige Beratung: Sie nennen uns Ihr Messproblem, wir bieten Ihnen eine optimale, massgeschneiderte Lösung nach Ihrem Geschmack. – Unsere Kontakt-Nummer: 01-302 35 35.



BBC BROWN BOVERI GOERZ METRAWATT

APP-MULTI-
R M 2032
al-Multimeter
universellen Einsatz. Mit
er Effektivwertmessung
0 A, auch für Mischströme.
Transportsicher zugeklappt
146 x 118 x 44 mm.

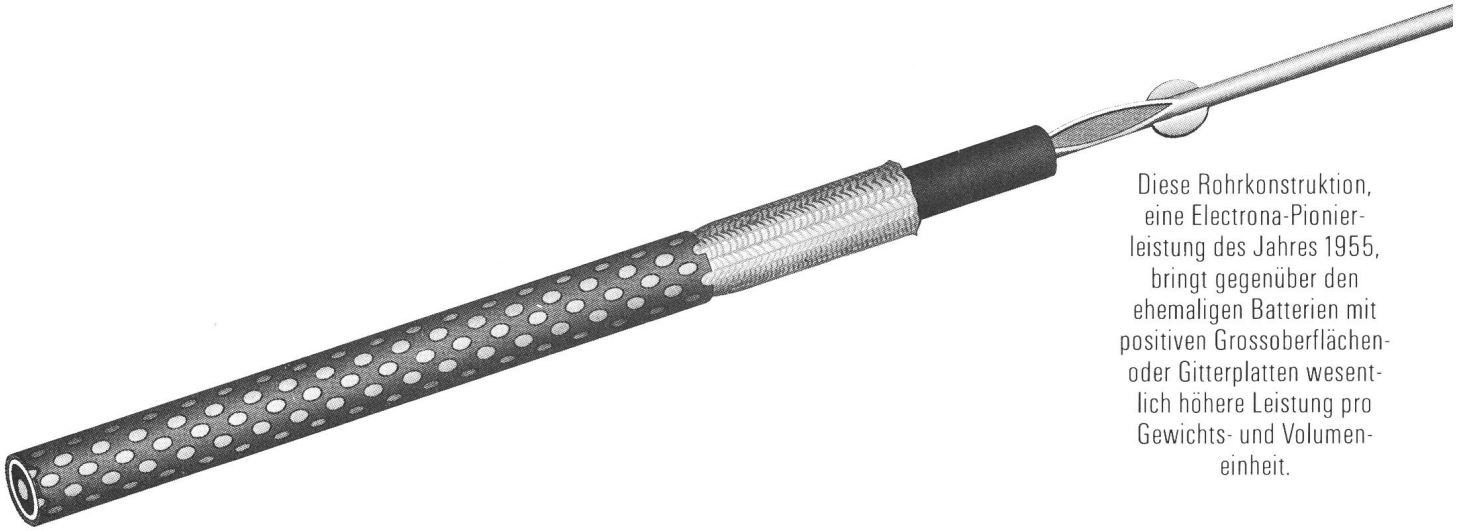
METRAWATT
AG für Messapparate

Felsenrainstrasse 1 · CH-8052 Zürich · Tel. 01-302 35 3

Ihre persönlichen Metrawatt-Berater: GE/VD/VS/NE/FR – Herr Dresche
BE/SO/BL/BS/JU – Herr Wespi · AG/LU/ZG/SZ/OW/NW/UR/TI/ZH Stadt – Herr Hal

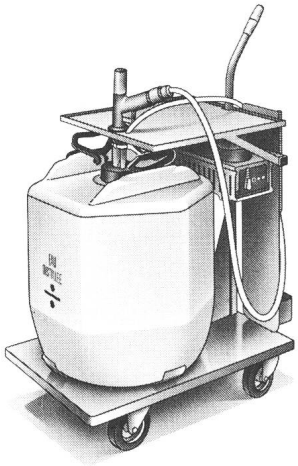
TRIO/GSM

Damit haben wir vor 29 Jahren die Industriebatterie revolutioniert.

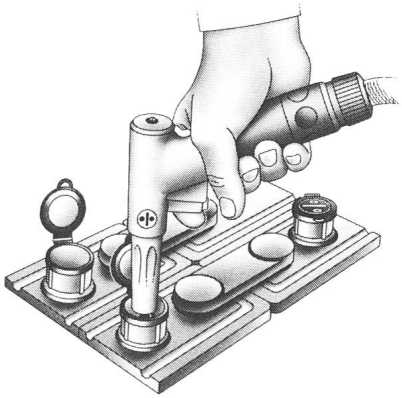


Diese Rohrkonstruktion, eine Electrona-Pionierleistung des Jahres 1955, bringt gegenüber den ehemaligen Batterien mit positiven Grossoberflächen- oder Gitterplatten wesentlich höhere Leistung pro Gewichts- und Volumeneinheit.

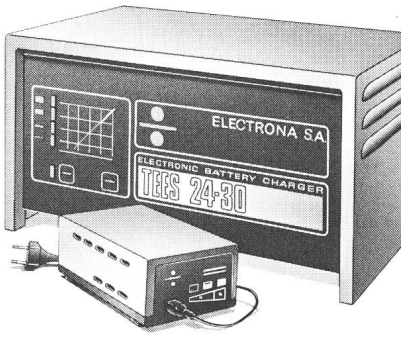
Und damit haben wir sie seither perfektioniert:



Batterie-Füllgerät ‹Aqua-Jet› für den Unterhalt von Traktions- und Stationär-Batterien. Leicht manövrierbar, netzunabhängiger Füllwagen, dessen Einfüllpistole bei Erreichen des korrekten Säure-Füllstandes automatisch abstellt. Mit eingebautem Auflade-Automaten.



‹Quick-Set›, der neu konzipierte Batteriepfropfen mit Klappdeckel für Traktions-Batterien. Vorteile: Nur Deckel öffnen, kein Abschrauben mehr. Anstelle bisheriger Zapfen überall einsetzbar. Ideal für ‹Aqua-Jet›-Füllbetrieb. Garantiert korrektes Wasser-Nachfüllen in kürzester Zeit.



Moderne Ladegeräte. Die vollautomati schen Electrona-Ladegeräte bieten optimal dem Batterie-Alter- und -Zustand angepass Aufladung bei maximaler Schonung der Batte (Keinerlei manuelle Einstellungen erforderlic

Immer an der Spitze des Fortschritts! Wenn's um Batterien und Ladegeräte geht, ist Electrona in der Schweiz führend punkto Technik, Leistung, Langlebigkeit, Sicherheit und Wartungsfreundlichkeit. Dafür bürgt die Electrona-Forschung, immer an vorderster Front des technischen Fortschritts. Und dafür bürgt der sprichwörtliche Electrona-Service, in der ganzen Schweiz jederzeit abrufbereit.

Neu ab 1984: Traktions-Batterien vom Typ TH (DIN-Baureihe) mit erhöhter Kapazität bei bisheriger, unveränderter Säuredichte!

Electrona – Sicherheit inbegriffen!

ELECTRONA

Electrona SA, Accumulatorenfabri
CH-2017 Boudry/Tel. 038-44 21 2
Telex 952 896 ACCU CH

Erfassen der Belastung im elektrischen Verteilnetz

- 4/6 Farben Punktschreiber für Mittel- und Extremwertregistrierung
- 4 Farben Punktschreiber mit steckbaren Messeinschüben
- Kassettenregistriergerät mit rechnergestützter Messdatenauswertung

Registrierung der Energieverbrauchskurve

- Pulsratenschreiber zur Aufzeichnung der 15, 30 oder 60 Minuten Leistungsmittelwerte. Direktanschluss an Zähler mit Sendekontakt.

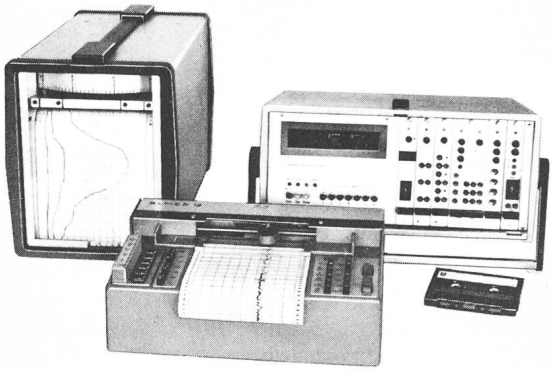
Überwachung von Rundsteueranlagen

- Linienschreiber mit steckbaren Messeinschüben zur Aufzeichnung der Rundsteuertelegramme

Oberwellen-Messung gemäss VSE-Empfehlung

- 4 Farben Punktschreiber für vier verschiedene Oberwellen.
  Mittel- und Extremwertregistrierung.
  Aufzeichnung der Oberwellenströme oder der Oberwellenspannungen.
- Kassettenregistriergeräte für die Erfassung von bis zu 15 Oberwellenpegeln.
  Rechnergestützte Messdatenauswertung.

Fragen Sie uns – wir haben die passenden Betriebsmessgeräte.

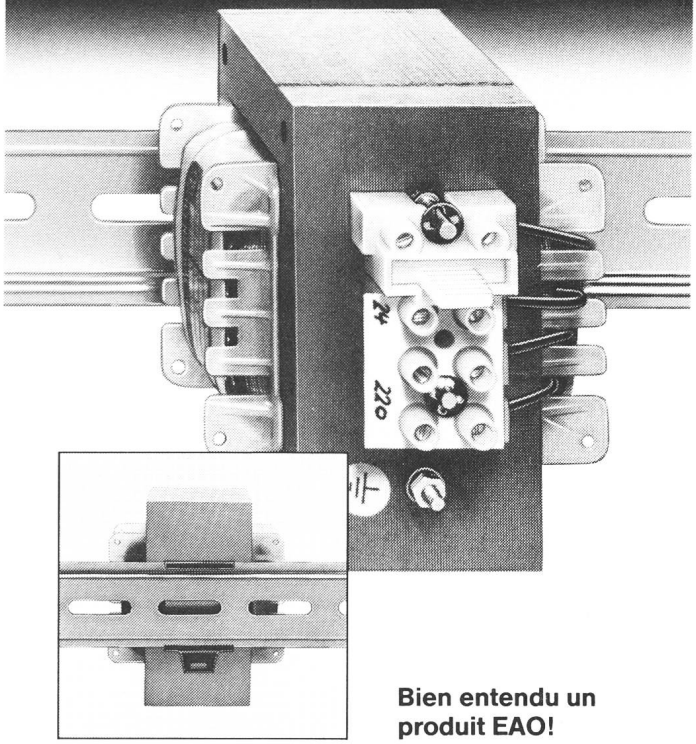


ELMES STAUB+CO AG

Fabrik elektrischer Messinstrumente
CH-8805 Richterswil/Schweiz
Bergstrasse 43, Telefon 01 784 22 22
Telex 875525

Clic et c'est fini!

Transformateurs type EKS encliquetables sur glissière DIN TS 35 vous offrant le meilleur rapport prix/performances!



Bien entendu un produit EAO!

■ Montage rapide peu onéreux ■ Fixation optimale du cliquet ■ Ne nécessite ni vis ni écrous ■ Utilisation optimale de l'espace disponible ■ Bornes de raccordement avec fusible pour faibles intensités ■ Homologué ASE ■ Types standard en stock: tension primaire 220 V, tension secondaire 24 V, 48 V, puissance 60, 110, 160 VA ■ Un produit de qualité EAO

Elektro-Apparatebau Olten AG
Tannwaldstrasse 88
4601 Olten
Téléphone 062 / 25 22 50
Télex 68402

Transformateurs type EKS encliquetables

Nous désirons une documentation technique détaillée

Firme
Dépt.
Adresse
Nom

SEV 18