

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 43 (1970)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Moderne Batterien [Schluss]  
**Autor:** Hübner, Roland  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-564640>

### **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:** 21.02.2026

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

## Moderne Batterien

Fortsetzung von Nr. 10

Eine Weiterentwicklung der Sinterplatten hat zu den gasdichten Nickel-Cadmium-Akkumulatoren geführt (Fig. 11). Diese sind absolut luftdicht verschlossen und bedürfen keiner Wartung. Der sich bei allfälliger Umpolung ergebende Druckanstieg in der Zelle wird durch eine Beimischung antipolarer Masse zu den Elektroden oder durch Parallelschaltung von Dioden verhindert (Fig. 12).

Besonders geschätzt wird die Robustheit, weitgehende Erschütterungsfestigkeit und geringe Empfindlichkeit gegen zu tiefe Entladungen.

Die Anwendungen sind zahlreich:

Bekannte Anwendungen sind Hand- und Taschenlampen, Schwerhörigengeräte, Sende- und Empfangsgeräte, Transistorradios, TV-Empfänger, Messgeräte, Fernsteuerungen, Spielzeuge, Elektroschleifer und Elektrozahnbürsten, medizinische Geräte, wobei besonders die Knopfzellen (Fig. 11) gefragt sind. (Gasdichte Ni-Cd-Zellen werden in allen Satelliten verwendet.)

Infolge der grossen Leistungsfähigkeit im Verhältnis zum geringen Gewicht werden heute in der Flugzeugindustrie hauptsächlich alkalische Akkumulatoren mit Sinterzellen verwendet.

Die Autoindustrie beschäftigt sich heute schon ernsthaft mit dem Bau leistungsfähiger Elektromobile für den Stadt- und Pendelverkehr und verlangt verbesserte Traktionsbatterien. Anfang dieses Jahres eröffnete bereits eine norddeutsche Autobuslinie ihren ersten «abgasfreien Betrieb» mit elektrisch getriebenen Autobussen, welche eine mittlere Geschwindigkeit von ca. 50 km/h entwickeln können. Die Batterien werden mit billigem Nachtstrom geladen. — Von den Enfield-Automotive-Werken in England ist die Serienproduktion eines Elektroautos ENFIELD 405 in Aussicht genommen worden. Es soll mit einem 4,6-PS-Gleichstromreihenschlussmotor für 2200 U/min ausgerüstet werden, der aus einer Batterie von 48 V gespeist wird. Sein Fahrbereich wird mit 60 km Radius und seine Geschwindigkeit mit 60 km/h angegeben. Aber bereits plant man in den USA batteriegetriebene Autos mit ultraleichten Stromquellen für einen Aktionsradius von 300 km, innerhalb dem die Batterien nicht aufgeladen zu werden brauchen.

Mit dem Elektromobil würde endlich ein entscheidender Beitrag zum Schutz der Natur geleistet dank der Beseitigung der giftigen blei- und kohlenoxydhaltigen Abgase der Verbrennungsmotoren, denn die Atmosphäre vieler europäischer und aussereuropäischer Großstädte ist heute bereits so bedenklich vergiftet, dass eine weitere Verschlechterung nicht mehr vertretbar ist.

### 3. Silber-Zink-Akkumulatoren

Sie enthalten als negative Elektrode fein verteiltes amalgamiertes Zink (Zn) und als positive Elektrode Silberoxid ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ). Als Elektrolyt dient Kalilauge. Die Ag-Zn-Elemente liefern eine Zellenspannung von 1,5 V (gegenüber 1,2 V der Ni-Cd-Zellen) (Fig. 13).

Inbezug auf die Energiedichte wird der Ag-Zn-Akkumulator von keinem anderen System übertroffen. Die Lebensdauer ist allerdings noch verbesserungsbedürftig. Auch ist die Ladehäufigkeit noch nicht hoch genug (je nach Typ 2— etwa 200mal gegenüber 1000mal beim Bleiakku). Die Anschaffung eines Ag-Zn-Akkus ist ein Mehrfaches teurer als die eines

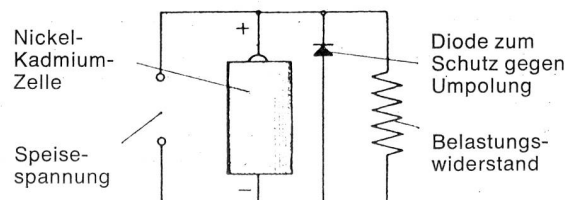
Bleiakkus. Für eine Spezialanwendungen sind aber seine besonderen Vorteile ausschlaggebend, nämlich:

- kleiner innerer Widerstand, daher
- sehr konstante Entladespannung,
- $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{5}$  des Volumens von Bleiakku gleicher Leistung,
- durch Einführung der Sinterplatten und Kunststoffsepara-



Fig. 11 Leclanché-Gasdichte Stahllakkumulatoren (Ni-Cd) in Miniaturausführung, «Knopfzellen», von 20–1000 mAh (zylindrische Zellen für 0,15–10,0 Ah), für Radio und Fernsprechanlagen, Messinstrumente, medizin. Geräte, Taschenlampen, Spielzeug, Transistorradios usw.

Fig. 12 Diodenschaltung zur Verhinderung der Umpolung von Ni-Cd-Zellen.



toren wurde ein besonders hoher Qualitätsstand erreicht, dadurch auch

- relativ hohe Entladestromentnahme möglich,
- durch Ersatz von Zink durch Cadmium konnte der Nachteil geringer Lebensdauer behoben werden. Ag-Cd-Akkumulatoren sind aber noch in Entwicklung.

#### Anwendungen

Zur Zeit hauptsächlich für spezielle militärische Zwecke und in der Weltraumtechnik, Elektromobile wahrscheinlich zu teuer, obwohl natürlich höhere Fahrgeschwindigkeiten und ein grösserer Aktionsradius gewährleistet wäre.

Aus der folgenden Zusammenstellung lassen sich zwischen den einzelnen gegenwärtig den Markt beherrschenden Zellen Vergleiche ziehen:

#### 4. Neue Stromquellen im Versuchsstadium

Mit dem Ziel, Akkumulatoren hoher Energiedichte, langer Energieabgabe und geringer Abmessungen zu entwickeln, werden zur Zeit intensive Versuche nach folgenden Richtungen angestellt:

- Wiederaufladbare alkalische Mangandioxid-Zinkzellen, die man für tragbare TV-Geräte in Aussicht nimmt, nur ist ihre Lebensdauer noch zu gering.
- Für besondere Anwendungen sind die mit Seewasser aktivierbaren Magnesium-Silberchloridzellen (Sonden von Wetterballons)
- und die Magnesium-Braunsteinzellen für militärische Zwecke ausersehen.
- Noch in Erprobung stehen die Lithium-Chlorzellen, von denen man sich ein geringes Gewicht verspricht.
- Obwohl vorderhand noch in Entwicklung stehend, sollen auch die GULTON-(USA)Lithiumfluorid-Batterien erwähnt werden, welche als 2,4-V-Knopfzellen demnächst auf den europäischen Markt kommen sollen. Sie benötigen noch kürzere Ladezeiten als die Ni-Cd-Batterien und können viermal mehr Energie speichern als diese.
- Bei den Zink-Luft-Akkumulatoren wird anstelle von Braunstein Luft reduziert.

Die negative Elektrode besteht aus poröser Aktivkohle und die positive Elektrode aus porösem Nickel, durch welche Luft gepresst wird. Der Sauerstoff wird verbraucht, der Luftstickstoff entweicht. Beim Laden werden Zn und O wieder ausgeschieden.

In den USA werden gegenwärtig Batterien entwickelt, welche als Elektrolyt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Sinterkörper benützen. Als positive Elektrode dient geschmolzener Schwefel (S), als neg. Elektrode geschmolzenes (Na). Da beides sehr leichte Elemente sind, ist die Energiedichte dieses Systems sehr hoch. Nachteilig ist die notwendige hohe Arbeitstemperatur von gegen  $300^\circ\text{C}$ .

Seit einiger Zeit werden auch Bakterienbatterien als Energiespender versucht, die für Leuchtbojen und Funkgeräte, Signallichter und Radiogeräte ausersehen sind.

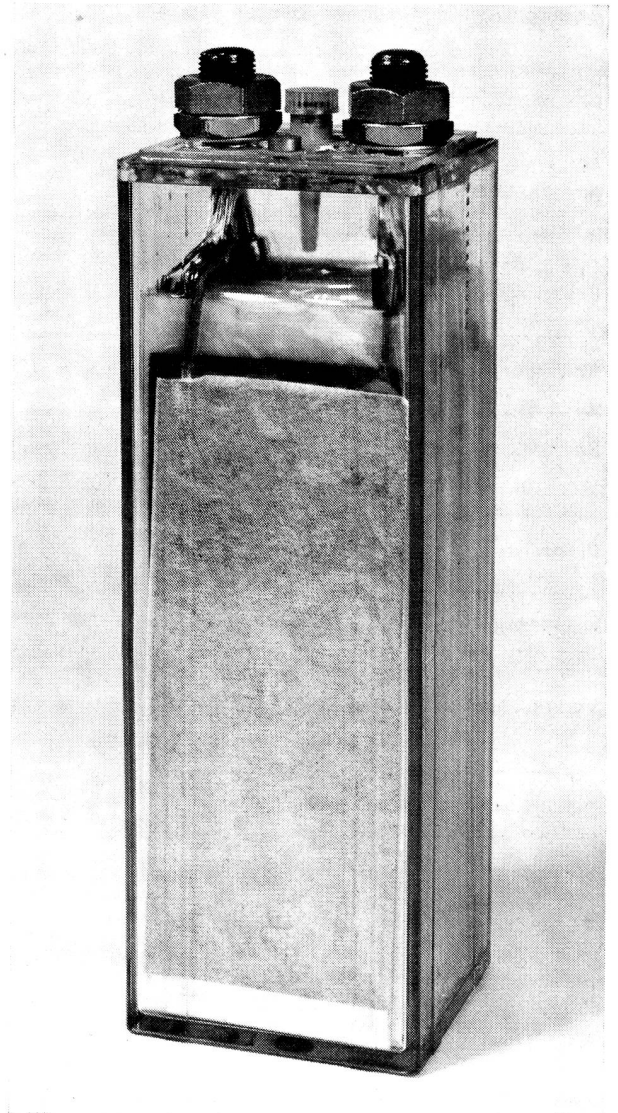


Fig. 13 Silber-Zinkzelle für 100 Ah, mittlere Entladespannung 1,5 V.

Eine einfache Lösung scheint die der Bio-Solar-Bakterienbatterien zu bieten. Doch ist bis zu ihrem praktischen Einsatz noch ein langer Weg. Diese Batterie besitzt (nach Fig. 14) 2 Elektroden, deren erste von einer Bakterienkolonie umgeben ist. Die Organismen nähren sich von Zucker, der sich ebenfalls bei der ersten Elektrode befindet. Dabei entstehen  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  und ein elektrisches Potential. Normalerweise würde die Reaktion sofort aufhören, wenn das letzte Zuckermolekül verbraucht ist. Dazu kommt es aber nicht. Die 2. Elektrode ist nämlich von «photosynthetischen Organismen», nämlich Grünalgen, umgeben. Sobald Sonnenlicht auf sie fällt, findet die bekannte Photosynthese statt, wobei an der betreffenden Elektrode (aus  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$ ) Zucker erzeugt wird. Dieser Zucker dient wiederum den Bak-

Eigenschaften / Akkumulatorentyp	Pb	Cd Ni bzw. Fe Ni		Ag Zn
Zellenruhespannung (geladen) V	2,05	1,38		1,8
Mittlere Entladespannung (in 10 h) V	1,95	1,2 <sup>1)</sup>	1,25 <sup>2)</sup>	1,5
Spannungsabfall während der Entladung %	15	20–30 <sup>1)</sup>	10 <sup>2)</sup>	15
Ah-Wirkungsgrad %	90	70		95
Energie pro Raumeinheit Wh/dm <sup>3</sup>	60–90 (Starterbatterien) 45–95 (Röhrchenbatterien)	60–90 <sup>1)</sup>	110 <sup>2)</sup>	200–250
Elektrolyt	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KOH		KOH
Nachfüllen mit	H <sub>2</sub> O dest.	H <sub>2</sub> O dest.		H <sub>2</sub> O dest.
Verbrauch an destilliertem H <sub>2</sub> O	klein	gross <sup>1)</sup>	sehr klein <sup>2)</sup> (gasdichte = 0)	klein
Abhängigkeit der Kapazität von der Grösse des Entladestromes	sinkt stark	sinkt wenig		sinkt sehr wenig
Innenwiderstand (Richtwerte) <sup>3)</sup>	klein 10 mΩ/Ah (Starterbat.) 80 mΩ/Ah (Röhrchenbat.)	relativ hoch <sup>1)</sup> , sehr klein <sup>2)</sup> 250 mΩ/Ah	3 mΩ/Ah	klein 3–10 mΩ/Ah
Lagerfähigkeit	alle 2–6 Monate nachl. trocken geladen 2–3 Jahre	geladen oder ungeladen praktisch unbeschränkt		schlecht
Empfindlichkeit gegen Überladung	gross	klein <sup>1)</sup>	gross <sup>2)</sup>	sehr gross
Empfindlichkeit gegen Erschütterung	gross (Röhrchenplatten weniger)	klein		klein
Lebensdauer (Jahre)	2– 4 (Starterbatterien) 10–15 (Röhrchenbat.) 10–25 (Plantébatterien)	15–25 <sup>1)</sup>	10–15 <sup>2)</sup>	max. 2 (je nach Typ 2–200 Entladungen)
Preise Fr./Wh	0,2 (Starterbatterien) 0,25–0,4 (Röhrchenbat.)	0,75 <sup>1)</sup>	1,8 <sup>2)</sup> (gasdichte teurer)	3,0–5,0

Die Wahl des geeigneten Batterietyps ist stark von der vorgesehenen Verwendung abhängig. Es wird empfohlen, sich von Fall zu Fall beim Batteriefabrikanten zu erkundigen.

<sup>1)</sup> Taschen- oder Röhrchenplatten

<sup>2)</sup> Sinterplatten

<sup>3)</sup> Mit steigender Kapazität sinkt der Widerstand

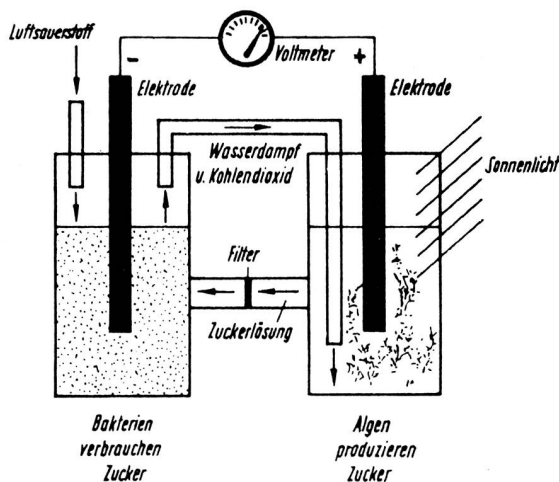


Fig. 14 Prinzip der Bio-Solar-Bakterien-Batterie.

terien der ersten Elektrode als Nahrung. Dieser Prozess verläuft allerdings nur ununterbrochen solange genügend Sonnenlicht auf die Batterie fällt. Solche Batterien können in sonnenreichen Gegenden für Funkgeräte, Signalanlagen und sonstige militärische Zwecke gute Dienste leisten.

### Die Brennstoffzellen

Diese sind eine weitere, im Zusammenhang mit der Welt-raumforschung stehende neue Energiequelle, die gern auch als «Energiequelle von morgen» bezeichnet wird. Man hat bereits allerhand Luftschlösser mit ihnen gebaut und sie als Energielieferanten für kommende Personenautos, Kraftwerke und Raumfahrzeuge in Aussicht genommen. Aber bis dahin scheint noch ein weiter Weg zu sein... Auch hier wird elektrische Energie direkt aus chemischer Reaktion gewonnen.

Vorderhand gilt es noch, beträchtliche Schwierigkeiten zu meistern. Vor allem ist der Aufwand und das Zubehör zu gross und zu kostspielig, die Lebensdauer zu gering und die bestgeeigneten Materialien für Elektroden und die Brennstoffe noch nicht gefunden. Bevor an eine Realisierung in grösserem Ausmasse gedacht werden kann, ist noch viel Arbeit zu leisten. Dort wo der Preis eine geringere Rolle spielt, z. B. in der Raumfahrt, zeichnet sich am ehesten eine praktische Anwendung ab.

Das Prinzip: Die Brennstoffzelle zählt mit zu den galvanischen Elementen, denn auch hier finden wir 2 Elektroden verschiedener Stoffe, die durch einen Elektrolyten miteinander verbunden sind; auch hier findet eine chemische Umsetzung statt, die auf direktem Wege elektrischen Strom liefert. Im Gegensatz aber zu den gewohnten Elementen, sind bei den Brennstoffzellen die beiden Reaktionsstoffe nicht Bestandteil der Elektroden, sondern sie werden getrennt und laufend den Elektroden zugeführt und die Verbrennungsprodukte laufend abgeführt. Theoretisch sollten sich die Elektroden nicht verbrauchen, praktisch ist ihre Lebens-

dauer jedoch noch sehr gering. Solange man der Zelle die wirksamen Brennstoffe zuführt, liefert sie Strom. Die besonderen Vorteile einer Brennstoffzelle sind ihr hoher Wirkungsgrad (theoretisch 75 %) und der kontinuierliche Betrieb mit stets gleichbleibender Klemmenspannung. Das Prinzip geht aus Fig. 15 hervor:

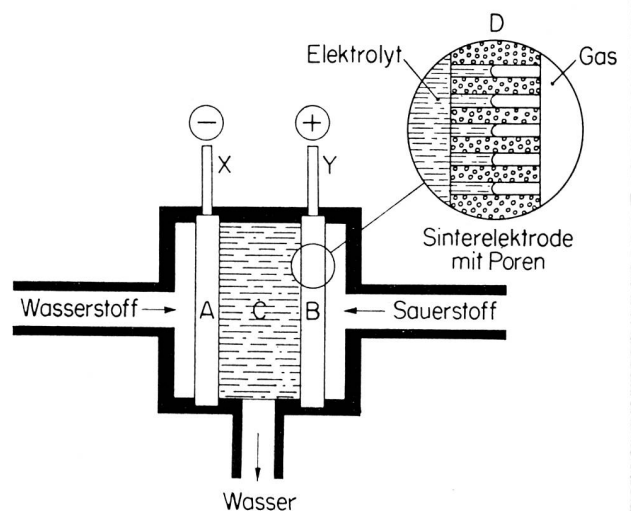
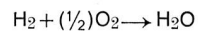


Fig. 15 Prinzip einer Brennstoffzelle. A, B = poröse Sinterelektroden (z. B. poröse Kohle), C = Elektrolyt (z. B. Kalilauge).

Die beiden Elektroden tauchen in den Elektrolyten ein. Die von aussen dauernd zugeführten Brennstoffe sind im einfachsten Fall Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ). Das Abfallprodukt  $H_2O$  muss dauernd weggeleitet werden. Die an der  $H_2$ -Elektrode entstehenden Elektronen wandern im äusseren Stromkreis zur  $O_2$ -Elektrode. Dabei entsteht ein elektrischer Strom.

Die Gesamtreaktion ist



Um 1 kWh elektrische Leistung zu erzeugen, braucht man bei Zimmertemperatur etwa 660 Liter Wasserstoff und 330 Liter Sauerstoff bei Atmosphärendruck, die man aus Druckflaschen entnehmen kann; deren Gewicht liegt mit rund 7 kg/kWh ziemlich hoch. Ausserdem ist Wasserstoff ein recht teures Gas. Man hat daher versucht andere, billigere Brennstoffe heranzuziehen mit denen man gegenwärtig noch Laborversuche anstellt; anstelle reinen Sauerstoffs verwendet man Luft, anstelle von Wasertoff Propannaturgas,  $CO$ ,  $NH_3$ , Methanol u. a. m. Zellen mit diesen Stoffen werden dann mit höherer Temperatur betrieben. Dementsprechend unterscheidet man Zellen für Mitteltemperatur ( $150-400^\circ C$ ) und solche für Hochtemperatur ( $500-800^\circ C$ ). Mehr über die Brennstoffzellen zu sagen wäre verfrüht, sie stehen noch in voller Entwicklung.

Roland Hübner

Literatur:  
Bulletin SEV  
Bd. 58, S. 438-448 (1967)