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: 73 (1982)

Heft: 18

Artikel: Akkumulatoren für Elektrofahrzeuge

Autor: Schlüssel, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905016

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: 10.12.2025

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

Akkumulatoren für Elektrofahrzeuge

Von H. Schlüssel

Neue Akkumulatorsysteme werden weltweit entwickelt. Trotzdem steht auch heute noch der althergebrachte Bleiakkumulator im Vordergrund. Dieser ist zwar noch entwicklungsfähig, er wird aber im Vergleich zum Antrieb mit flüssigen Treibstoffen auch in Zukunft an eng gefasste Grenzen stossen.

Dans le monde entier, on développe de nouveaux systèmes d'accumulateurs. Pourtant, c'est toujours l'accumulateur traditionnel au plomb qui est au centre des préoccupations. Il est bien susceptible encore de développement mais se heurtera encore à l'avenir à d'étroites limites en comparaison des moteurs à carburants liquides.

1. Die Bedürfnisse des Marktes

Je höher der Entwicklungsstand von Industrieprodukten ist, um so ausgeprägter sind die Produkteeigenschaften auf ein bestimmtes Marktbedürfnis ausgerichtet. Dieser Sachverhalt trifft in hohem Masse auch in der Akkumulatorentechnik zu. Heute werden eine Vielzahl von Akkumulatoren für genau spezifizierte Einsatzbedingungen gebaut. Die alte «gutmütige» Universalbatterie gehört der Vergangenheit an.

Das Anforderungsprofil für Elektrofahrzeug-Batterien ist zurzeit die anspruchsvollste Zielsetzung und kann wie folgt umschrieben werden:

- hohe Leistungsdichte pro Gewichts- und Volumeneinheit
- hohe Energiedichte pro Gewichts- und Volumeneinheit
- günstiges Kosten/Nutzen-Verhältnis
- optimale Wiederaufladebedingungen
- minimaler Betriebs- und Wartungsaufwand

Eine hohe Leistungsdichte gewährleistet hohe Ströme, d.h. Beschleunigungsvermögen. Die Energiedichte ist das Mass für die Reichweite. Der Punkt optimale Wiederaufladebedingungen umfasst ein relativ komplexes Gebiet der Akkumulatorentechnik. Es geht vereinfacht ausgedrückt darum, bei bestmöglichem Ladewirkungsgrad, in einem Minimum an Zeit, oder während einer fixierten Zeitspanne, z.B. Niedertarifzeit, die Batterie aufzuladen. Unter dem Begriff minimaler Betriebs- und Wartungsaufwand versteht man den gesamten infrastrukturellen Aufwand, wie Wasser nachfüllen, Kontrollen, Einsatz von Wechselbatterien und die Wiederaufladung.

2. Heutiger Entwicklungsstand

Betrachtet man die Elektrotraktion mit Batterien als Ganzes, wird der Stand der Technik eher unterbewertet. Die Akkumulatorenindustrie ist bereits heute in der Lage, Antriebsbatterien für vielfältige Einsätze zu liefern. Innerbetriebliche Fördermittel, Kommunalfahrzeuge und Fahrzeuge für Spezialzwecke vermögen mit einer Batterieladung eine Arbeitsschicht zu bewältigen. Elektrotaxis und Warentransporter sind bereits in beträchtlicher Zahl im Bedarfsverkehr eingesetzt und erreichen bei Geschwindigkeiten bis zu 80 km/h Reichweiten von 60–80 km pro Batterieladung.

Diese Standortbeurteilung beinhaltet vorerst zwei Auflagen, die nebst allen Vorteilen des Elektroantriebs zur Kenntnis genommen werden müssen:

- Gegenüber dem Antrieb mit flüssigen Treibstoffen stösst man beim Elektroantrieb an gewisse Grenzwerte, insbesondere Verfügbarkeit des Fahrzeuges und den Aktionsradius.
- Der relativ schwere Bleiakkumulator ist vorläufig der einzige verfügbare Energiespeicher.

Es drängt sich automatisch die Frage auf: Warum ist es bis heute nicht gelungen, den Bleiakkumulator durch ein besseres System zu ersetzen?

Seit dessen Erfindung vor gut 100 Jahren wurden weltweit alle möglichen Elementkombinationen im periodischen System untersucht. Viele mögliche Kombinationen scheitern an technischen Bedingungen und nicht zuletzt auch am Preis. Der Silber/Zink-Akkumulator z.B. liefert ausgezeichnete Leistungsdaten. Der Rohstoff Silber bietet jedoch kaum Voraussetzungen, die die Herstellung grosser Stückzahlen von preisgünstigen Batterien erlaubt.

Dass bis heute der Bleiakkumulator vorherrscht, liegt insbesondere an den günstigen elektrochemischen Reaktionsbedingungen und in der Gegebenheit, dass die Arbeitstemperatur im Bereich der Umgebungstemperatur liegt.

Als Sekundäraspekte spielen folgende Vorteile eine Rolle

- Die positive Elektrode (Bleidioxid) und die negative Elektrode (Blei) kann aus dem gleichen, allgemein verfügbaren Grundmaterial Blei hergestellt werden.
- Der Fabrikationsprozess ist ohne hochspezielle Produktionstechnologie beherrschbar. Im Gegensatz dazu sind für neue Systeme teilweise sehr aufwendige und investitionsintensive Fertigungsverfahren notwendig.

Grenzwerte des Bleiakkumulators

Die Leistungsbilanz des Bleiakkumulators (Fig. 1) zeigt, dass insbesondere der Ausnützungsgrad der aktiven Masse relativ niedrig ist. Dieser Umstand liegt in der Physik des Systems, weil bei der Entladung die aktive Masse in einen Nichtleiter (Bleisulfat) umgewandelt wird.

Anderseits zeigt diese Leistungsbilanz, dass im Bleiakkumulator noch Reserven stecken. Heute ist die Industrie in der Lage, eine spezifische Energiedichte von 36–40 Wh/kg anzubieten. Durch intensive Entwicklungsarbeiten rücken Werte von 60 Wh/kg in realistische Nähe.

Ein zweites Grenzwertproblem liegt in der Optimierungsaufgabe der beiden Grössen Zyklenlebensdauer/Leistungsdichte. Es wird zwischen zwei Grundbauarten unterschieden, der Rohrtaschenplatte und der Gitterplatte. Mit der Rohrtaschenplatte werden in der industriellen Anwen-

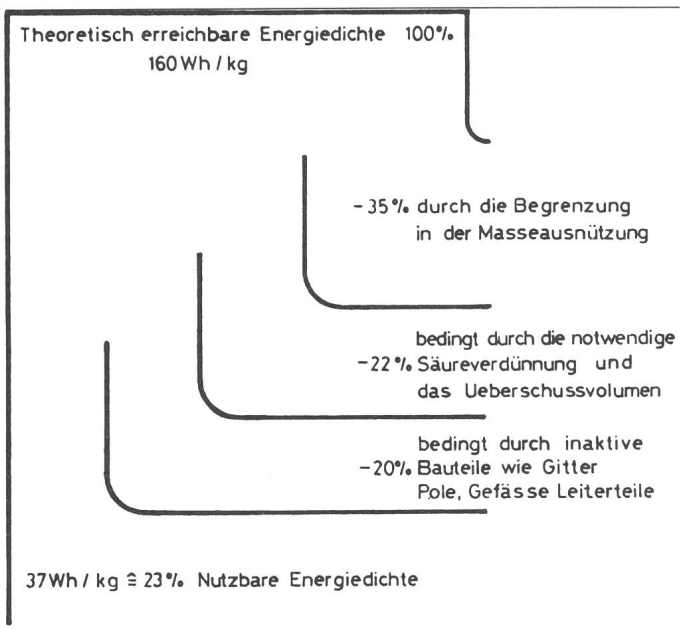

Fig. 1 **Energiebilanz des Bleiakkumulators**
(Mittelwertangaben. Die effektiven Verlustwerte variieren je nach Bauweise)

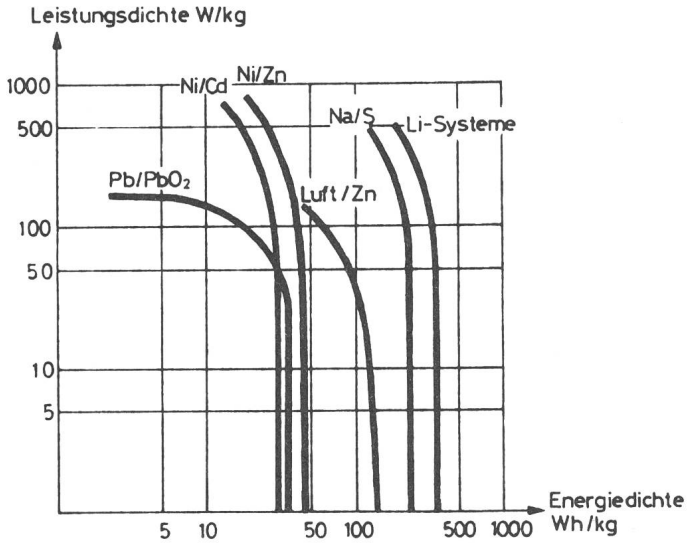

Fig. 2 **Kennlinien verschiedener Akkumulatorensysteme**

dung 1500 und mehr Lade-/Entlade-Zyklen erreicht, während bei der Gitterplatte die erreichbare Zyklenzahl bei 400–600 liegt. Die mögliche Leistungsdichte der Gitterplattenbatterie in der Grössenordnung von 100 W/kg liegt jedoch fast doppelt so hoch wie bei der Rohrtaschenplatte.

Diese Problemstellung ist wohl eine der interessantesten Aufgaben beim Bau von neuen Akkumulatorsystemen.

3. Neue Systeme

Weltweit arbeiten Forschungsinstitute an neuen Akkumulatorsystemen. In einzelnen Ländern werden diese Arbeiten sogar staatlich gefördert.

In der Tabelle I und in Figur 2 sind die erwarteten Leistungsdaten der am weitesten fortgeschrittenen Systeme im Vergleich zum Blei- und Nickel/Cadmium-Akkumulator dargestellt.

Als wesentliches Kriterium ist zu unterteilen zwischen den Hochtemperatursystemen Natrium/Schwefel und Lithium 350 °C, bzw. 450 °C, und den übrigen Systemen, die bei Raumtemperatur arbeiten.

Heute darf davon ausgegangen werden, dass der Natrium/Schwefel-Akkumulator Mitte der achtziger Jahre einsatzbereit ist.

Leistungsdaten der wichtigsten Akkumulatorsysteme Tabelle I

System	Elektrolyt	Basis-Temp. °C	Energiedichte Wh/kg [1])
Blei/Bleidioxid	Schwefelsäure	25	60
Nickel/Cadmium	Kalilauge	25	40
Nickel/Zink	Kalilauge	25	90
Luft/Zink	Kalilauge	25	150
Natrium/Schwefel	B-Aluminiumoxid (fest)	350	350
Lithium-Systeme	Salzlösungen/ Festkörper	450	400

[1]) Nach dem heutigen Entwicklungsstand zu erwartende Werte

Sehr interessante Aspekte zeigen neuere Studien am konventionellen Nickel/Cadmium-Akkumulator. Der Ni/Cd-Akkumulator ermöglicht eine sehr hohe Leistungsdichte.

4. Schlussfolgerung

Der Bleiakkumulator ist noch entwicklungsfähig, und er steht für das Elektrofahrzeug zur Verfügung. Neue Systeme mit höheren Leistungsdaten werden Fabrikationsreife erlangen. Die Figur 2 der Leistungsdaten weist jedoch auf das Grundproblem des Batterieantriebs hin. Selbst gegenüber zukünftigen Akkumulatorsystemen mit relativ günstigen Leistungsdaten und unter Berücksichtigung des bedeutend schlechteren Wirkungsgrades des Verbrennungsmotors, steht mit Benzin mehr als die 20fache spezifische Energiedichte zur Verfügung. Die Gesamtbetrachtung aller Aspekte muss zum Schluss führen, dass die Akkumulatorenindustrie mit Sicherheit Voraussetzungen bieten wird, die dem Elektrofahrzeug eine bedeutende Entwicklung ermöglichen. Es werden jedoch, im Vergleich zum Antrieb mit flüssigen Treibstoffen, immer bestimmte Grenzwerte in Kauf genommen werden müssen.

Adresse des Autors
H. Schlüssel, Vizedirektor, Accu-Oerlikon/Plus AG, Dornacherstrasse 110, 4147 Aesch.