Optimierte Ladeverfahren für Elektrofahrzeuge

Autor(en): **Christ, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **79 (1988)**

Heft 16

PDF erstellt am: **01.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904067

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Optimierte Ladeverfahren für Elektrofahrzeuge

M. Christ

Die Bemühungen um die Entwicklung energieeffizienter Elektrofahrzeuge sollten sich nicht auf Fahrzeug und Antrieb beschränken, sondern auch die Batterie und das Ladeverfahren mit einschliessen. Der Beitrag gibt eine Übersicht über die heute verfügbaren Ladetechniken und weist auf die Zweckmässigkeit angepasster Ladegeräte hin.

Les efforts entrepris pour développer le rendement des véhicules électriques ne devraient pas se limiter à la carrosserie et au fonctionnement, mais devraient comprendre également la batterie et le procédé de recharge. L'article donne un aperçu sur les techniques de recharge qui sont actuellement disponibles et met en évidence l'utilité des chargeurs de batteries adaptés à ces techniques.

Adresse des Autors:
Markus Christ, Geschäftsleiter systronic ag, Energiesysteme, Müllerstrasse 7, 2562 Port b. Biel

1. Einleitung

Spricht man von einem «optimierten» Ladeverfahren, so meint man ein Ladeverfahren, das zugleich gut und preiswert ist. Diese Eigenschaften sind auch beim Laden von Elektrofahrzeugbatterien nur schwer miteinander vereinbar. Grund dafür ist, dass ein Ladeverfahren einerseits vielen Anforderungen genügen muss und dabei anderseits die speziellen Gegebenheiten der Fahrzeugbatterie und deren Einsatz zu berücksichtigen hat. Bevor daher näher auf das Ladeverfahren eingegangen werden kann, muss zunächst der Einfluss von seiten der Batterie analysiert werden.

2. Die Batterie

2.1 Allgemeine Anforderungen an die Batterie

An eine Batterie werden im allgemeinen nachfolgend aufgeführte Anforderungen gestellt:
- geringes Gewicht
- kleines Volumen
- grosse Leistung, gewichtsbezogen
- hohe Zyklenfestigkeit
- lange Lebensdauer
- hoher Wirkungsgrad
- weitgehend wartungsfreie Betriebsweise
- hohe Temperaturfestigkeit
- hohe Zuverlässigkeit
- niedriger Preis

Für die Festlegung des Ladeverfahrens sind von diesen Anforderungen insbesondere die Zyklenfestigkeit, die Lebensdauer, der Wirkungsgrad und die Temperatur der Batterien sowie die wartungsfreie Betriebsweise von grosser Bedeutung.

2.2 Einsatz in Fahrzeugen

Die Einflüsse, denen die Batterie durch ihren Einsatz in Fahrzeugen ausgesetzt wird, können wie folgt beschrieben werden:
- hohe Temperaturschwankungen durch den Einsatz im Winter und im Sommer (von −20 °C bis +50 °C)
- wechselnde Strombelastung durch Beschleunigung, Berg- und Talfahrten
- Teilentladungen (gemäss einer 1979 durchgeführten Erfassung in der BRD werden pro Fahrt im Mittel 12,1 km zurückgelegt)
- unzulässige Tiefentladungen

Aufgrund dieser Gegebenheiten muss das Ladeverfahren zwischenladungsfähig sein und die Ladung unter Berücksichtigung von ungleichmässiger Säureschichtung, unterschiedlicher Batterietemperatur sowie einer eventuell vorangegangenen, unzulässigen Tiefentladung optimiert durchführen.

2.3 Batterietechniken

Untersucht man die angebotenen Batterietechniken, so lässt sich folgendes feststellen:

- *Bleibatterien:*
  Heute stehen wartungsarme sowie zunehmend wartungsfreie Bleibatterien zur Verfügung. Für Elektrofahrzeuge werden Starterbatterien oder Traktionsbatterien eingesetzt.
- *NiCd-Batterien:*
  Abgesehen von fahrerlosen Transportsystem-Anwendungen gelangen diese Batterien in Fahrzeugen bisher kaum zum Einsatz.
- *Hochenergie-Batteriesysteme:*
  Eine breite Einsatzfähigkeit dieser Systeme ist zurzeit noch nicht gegeben.

Das zur Anwendung kommende Ladeverfahren muss auf die Technik der eingesetzten Batterie ausgerichtet werden. So erfordern wartungsfreie Batteriesysteme eine hochwertige, differen-

zierte Ladetechnik. Dem angewandten Ladeverfahren kommt auch insofern eine grosse Bedeutung zu, als von ihm Lebensdauer, Zyklenfestigkeit und Leistungsfähigkeit der Batteriesysteme stark abhängen.

3. Das Ladeverfahren

3.1 Allgemeine Anforderungen an das Ladeverfahren

An das Ladeverfahren werden im allgemeinen folgende Anforderungen gestellt:
- kurze Ladezeit
- hoher Wirkungsgrad
- hohe Zuverlässigkeit
- geringes Gewicht
- kleines Volumen
- batterieschonende Ladung
- Wartungsfreiheit
- Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Anschlussleistung (optimaler cos φ)
- möglichst keine Netzrückwirkungen
- niedriger Preis

3.2 Welche Ladetechniken stehen heute zur Verfügung?

Es existieren heute diverse Ladeverfahren, die sich durch den Strom- und Spannungsverlauf während des Ladens und durch die entsprechenden Ladezeiten unterscheiden.

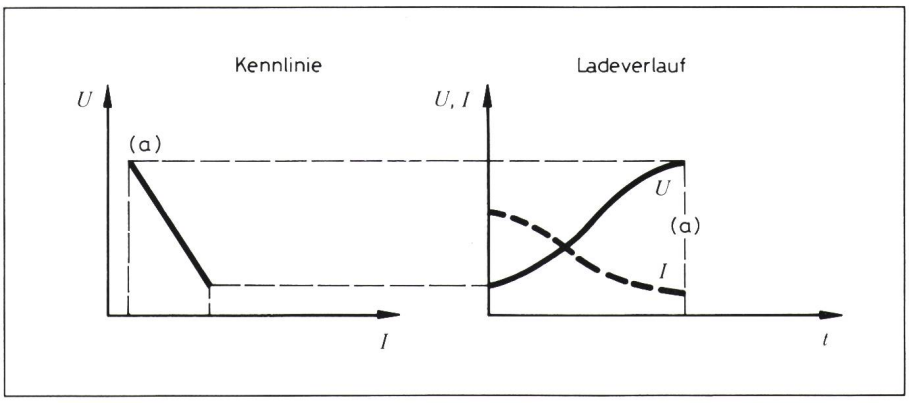
In DIN 41772 wurde eine einheitliche Bezeichnungsweise für die Kennlinien der Ladegeräte festgelegt.

Die Kennlinie des Ladegerätes stellt die Zuordnung der abgegebenen Gleichspannung zum Gleichstrom dar und gilt für die jeweils angegebene Lastart.

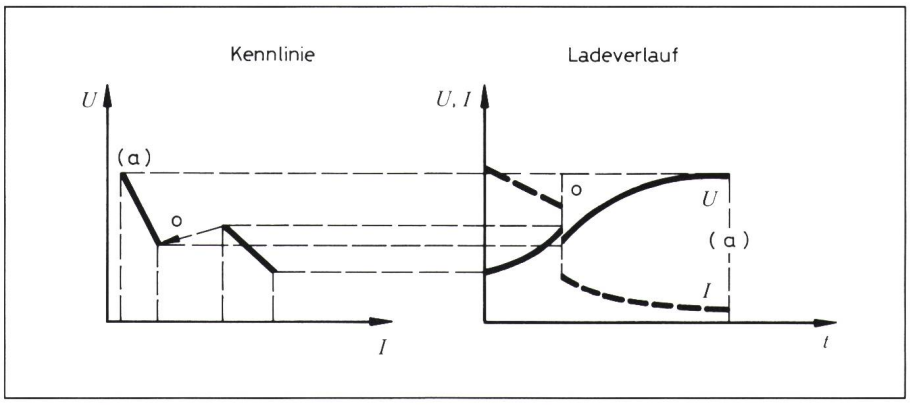
Wir unterscheiden folgende Kennlinienformen:

- *Fallende Kennlinien*
  Eine Kennlinie wird als «W-Kennlinie» bezeichnet, wenn der Strom mit zunehmender Spannung abfällt. Das Ladeverfahren nach der Wa-Kennlinie (Fig. 1) erfordert eine relativ lange Ladezeit, die meist > 10 Stunden ist. Um kürzere Ladezeiten zu erreichen, kommt oft die Kennlinie nach WoWa zum Einsatz (Fig. 2).
  Diese Ladeverfahren sind weit verbreitet, da mit ungeregelten Geräten eine Ladung in vielen Einsatzfällen möglich ist. Die Geräte sind robust. Einer Batteriekapazität muss ein bestimmtes Ladegerät zugeordnet werden. Netzschwankungen können nicht ausgeregelt werden. Zum Abschalten des Ladestromes benötigen diese Geräte einen Ladeschalter. Am weitesten verbreitet sind einfache Zeitschalter. Die Verwendung von Mikroprozessoren in Ladesteuerschaltungen eliminiert weitgehend die Nachteile dieser Geräte und ermöglicht zusätzliche Auswertungen.

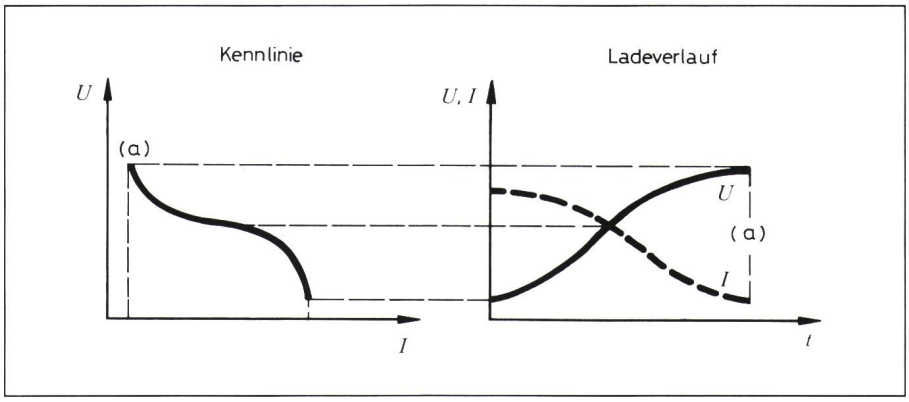
- *Eingegrenzte Kennlinien*
  Kennlinien, die unabhängig von äusseren Störeinflüssen innerhalb ihres Arbeitsbereiches um nicht mehr als ±10% vom eingegebenen Sollwert abweichen, werden «eingegrenzte Kennlinien» (Fig. 3) genannt.
  Dieses Ladeverfahren kommt insbesondere in den USA zum Einsatz. Die Geräte werden meistens mit einem magnetisch abgestimmten Konstanthalter realisiert und sind ebenfalls robust. Einer Batteriekapazität muss ein bestimmtes Lade-



Figur 1 Ungeregeltes Ladeverfahren mit Wa-Kennlinie



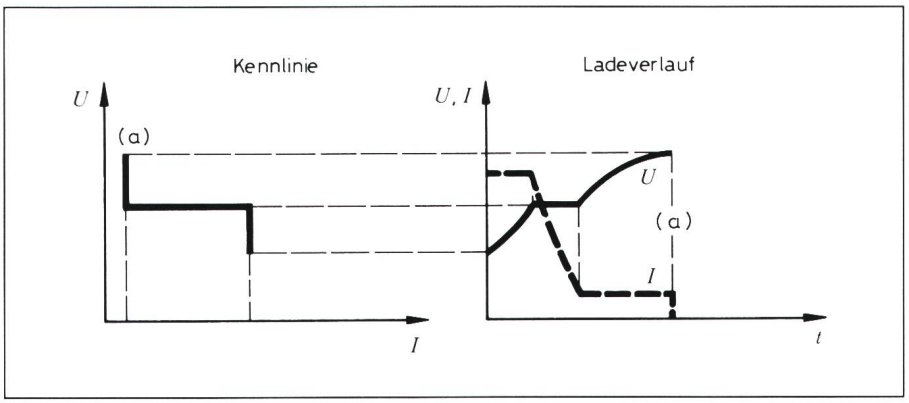
Figur 2 Ungeregeltes Ladeverfahren mit WoWa-Kennlinie



Figur 3 Teilweise geregeltes Ladeverfahren mit eingegrenzter Kennlinie

gerät zugeordnet werden. Netzschwankungen werden in einem weiten Bereich ausgeregelt. Zum Abschalten des Ladestromes benötigen diese Geräte einen Ladeschalter. Der einfache Zeitschalter ist auch hier am weitesten verbreitet. Mikroprozessoren in den Ladeschaltern haben auf das Ladeverfahren in der Regel keinen Einfluss und dienen nur zusätzlichen Auswertungen.

- *Konstant-Kennlinien* (z.B. IUIa) Kennlinien, die unabhängig von äusseren Störeinflüssen innerhalb ihres Arbeitsbereiches um nicht mehr als ±2% vom eingestellten Sollwert abweichen, werden «Konstant-Kennlinien» genannt (Fig. 4). Dieses geregelte Ladeverfahren kommt zunehmend zur Verbreitung. Die Ladeströme können auf einfachste Art verschiedenen Batteriekapazitäten angepasst werden. Netzschwankungen werden ausgeregelt. Die Konstantspannung kann in Funktion der Batterietemperatur verändert werden. Zum Abschalten und Verändern des Ladestromes, zur Anpassung der Konstantspannung an die Gegebenheiten (wie z.B. Batterietemperatur) werden heute Steuer- und Regeleinheiten in Mikroprozessortechnik eingesetzt.



Figur 4 Geregeltes Ladeverfahren mit Konstant-Kennlinie

Ladeverfahren / Anforderungen und Eignungen	Wa (ungeregelt)	WoWa (ungeregelt)	eingegrenzt (teilw. geregelt)	konstant (geregelt)
Ladezeit	0	+	+	++
Wirkungsgrad Batterie und Ladegerät	mittelmässig	mittelmässig	mittelmässig	gut bis sehr gut
Zuverlässigkeit	++	++	++	+
Gewicht	0	0	0	++
Volumen	0	0	0	++
Batterieschonende Ladung, wartungsarme Batterie	+	+	+	++
Batterieschonende Ladung, wartungsfreie Batterie	-	-	-	++
Eignung für Zwischenladungen	-	0	0	++
Temperaturkompensation	-	-	-	++
Wartungsfreiheit	++	++	++	+
Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Anschlussleistung (cos φ)	0	0	0	++
Netzrückwirkungsarm	++	++	++	0
Preislage	tief	mittel	mittel	hoch

Tabelle I Gegenüberstellung der Ladeverfahren bezogen auf den Einsatz in Elektrofahrzeugen

++ sehr gut geeignet — 0 geeignet
\+ gut geeignet — - ungeeignet

4. Schlussfolgerung

Die Gegenüberstellung verschiedener Ladeverfahren für Elektrofahrzeuge (Tab. I) zeigt, dass - abgesehen vom Einstandspreis - einem Ladeverfahren mit konstanter Gerätekennlinie eindeutig der Vorzug gegeben werden muss. Allein dieses Verfahren ist geeignet, durch Mitführen des Ladegerätes als Bordlader, Zwischenladungen in Standpausen durchzuführen, was den Aktionsradius des Elektrofahrzeuges um 10%–100% erweitert. In Verbindung mit moderner Mikroprozessortechnik bieten Bordlader ein optimiertes, auf die verwendete Batterie und deren Einsatz abgestimmtes Ladeverfahren, d.h. die Ladung kann unter Berücksichtigung der vorangegangenen Entladung, der Batteriecharakteristik und den Gegebenheiten (z.B. Temperatur) adaptiv erfolgen. Darüber hinaus ermöglicht die dabei unter Verwendung der Batteriekenndaten angewandte Bilanzierung der Energie eine genaue Kapazitätsanzeige, was von grosser Bedeutung ist.

Es kann somit gesagt werden, dass der Mehrpreis dieses Ladesystems gegenüber anderen Systemen schnell aufgewogen wird durch den erweiterten Aktionsradius des Elektrofahrzeuges, durch die verlängerte Lebensdauer der Batterie und durch seinen hohen Ladewirkungsgrad.