

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 48 (1957)
Heft: 14

Rubrik: Communications ASE

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

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

Zuletzt sei noch bemerkt, dass, falls die Berechnung mit den durch Messung bestimmten Werten \bar{Z}_d und \bar{Z}_q erfolgt, die Ergebnisse des vorliegenden Aufsatzes z. B. auch für Synchronmotoren mit Vollpolläufern gültig sind.

Literatur

[1] *Concordia, Ch.*: Synchronous Machines. Theory and Performance, New York: Wiley; London: Chapman & Hall 1951.
 [2] *Mahrhous, H.*: Der Einfluss der Harmonischen auf den Anlauf des Synchronmotors. Zürich: Leemann 1952.
 [3] *Laible, Th.*: Die Theorie der Synchronmaschine im nichtstationären Betrieb mit Anwendungsbeispielen und unter Berücksichtigung der modernen amerikanischen Literatur.

Hg. von der Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich. Berlin: Springer 1952.

[4] *Schuitsky, W.*: Selbstanlauf eines Synchronmotors. Arch. Elektrotechn. Bd. 39(1950), Nr. 10, S. 657...667.
 [5] *Kovács, K. P.*: Pulsierendes Moment im asymmetrischen Betrieb von Wechselstrommaschinen. Arch. Elektrotechn. Bd. 42(1955), Nr. 2, S. 99...126.
 [6] *Kovács, K. P. und I. Rácz*: Transiente Vorgänge in Wechselstrommaschinen. [In ungarischer Sprache. Deutschsprachige Auflage in Vorbereitung.] Budapest: Akademischer Verlag 1954.

Adressen der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. K. P. Kovács, Technische Universität Budapest, z. Zt. Gastprofessor an der ETH, Köllikerstrasse 5, Zürich 7/44.
 PD S. Rácz, Technische Universität Budapest, Stoczek u. 2, Budapest XI.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Das Monotron, ein neuartiger Aufzugsantrieb

Einleitung 621.34 : 621.876

Unter der Bezeichnung Monotron-Antrieb ist von der Schweizerischen Wagons- und Aufzügefabrik A.-G., Schlieren (ZH), ein Antriebsystem für Aufzüge entwickelt worden, das bemerkenswert neue Eigenschaften aufweist. Der Monotron-Antrieb gestattet bei angenehmem Fahrkomfort, das heisst stossfreiem Fahrverlauf, kurzer Fahrzeit und guter Haltegenauigkeit, Geschwindigkeiten zu erreichen, welche bisher mit den üblichen Stufenmotorantrieben nur erreicht werden konnten, wenn Unzulänglichkeiten in Kauf genommen wurden.

Bevor das angewendete System näher untersucht wird, lohnt es sich, die bis heute verwendeten Antriebsformen kurz zu charakterisieren. Der einfachste Antrieb, bestehend aus einem Kurzschlussankermotor mit hohem Anlaufdrehmoment, eignet sich für Geschwindigkeiten bis zu 0,7 m/s. Mit sog. Stufenmotoren (polumschaltbare Kurzschlussankermotoren mit einer Hauptgeschwindigkeit für die Fahrt und einer reduzierten Einfahrtgeschwindigkeit), können unter normalen Bedingungen Aufzugsgeschwindigkeiten bis 1,2 m/s erreicht werden. Zur Überschreitung dieser Geschwindigkeitsgrenze stand bis heute nur der Ward-Leonard-Antrieb zur Verfügung, wie er, durch eine elektronische Drehzahlregulierung zum Variotronantrieb vervollkommenet, sich schon seit Jahren in der Praxis bewährt. Das Ward-Leonard-Prinzip ist für die typischen Aufgaben, wie sie der Aufzugsbetrieb stellt, sehr geeignet, und es sind sowohl in der Leistung wie

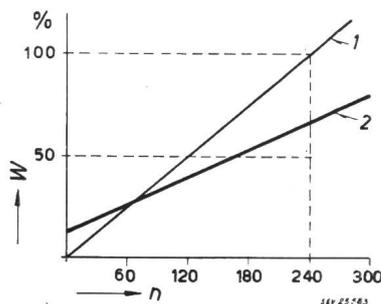


Fig. 1

Vergleich des Energiebedarfes verschiedener Systeme von Aufzugsantrieben

W Energiebedarf; n Fahrten pro Stunde;
 1 Stufenmotorantrieb; 2 Monotronantrieb

in der Geschwindigkeit theoretisch keine Grenzen gesetzt. Leider ist der Sprung in den Anlagekosten zwischen dem Stufenmotorantrieb und dem Ward-Leonard-Antrieb gross, was durch den zusätzlichen maschinellen Aufwand bedingt ist. So zeigte sich das Bedürfnis, eine Lösung für das Antriebsproblem bei Aufzügen zu finden, die zwischen den beiden genannten Extremen liegt. Diese Lücke füllt nun der Monotron-Antrieb aus und besitzt darüber hinaus weitere, günstige Eigenschaften.

Prinzip des Monotron-Antriebes

Beim Monotron-Antrieb dient als Element zum Antreiben wie zum Bremsen des Aufzuges derselbe, normale Schleifringmotor. Bei diesen Motoren können die Laufeigenschaften durch variable Widerstände im Rotorkreis verändert werden, wobei allerdings die vom Rotor nicht benötigte Leistung in Wärme umgesetzt wird. Der Monotron-Antrieb verwendet statt der Widerstände Röhren, die einerseits sehr gut regulierbar sind und andererseits erlauben, die vom Rotor nicht benötigte Leistung ans Netz zurück zu liefern. Ein Fahrtablauf mit seinen drei typischen Phasen Anlauf, Fahrt mit

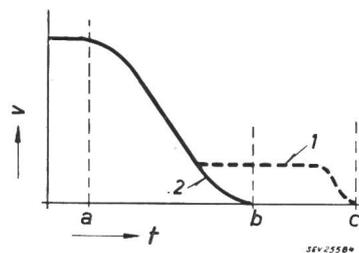


Fig. 2

Verkürzung der Bremsphase bei Monotronantrieben

v Geschwindigkeit; t Zeit; 1 Stufenmotorantrieb; 2 Monotronantrieb; a Beginn der Bremsung; b Ende der Bremsung beim Monotronantrieb; c Ende der Bremsung beim Stufenmotorantrieb; c-b Zeitgewinn

grosser Geschwindigkeit und Bremsung wickelt sich beim Monotron-Antrieb folgendermassen ab:

Beim **Anlauf** liegt die Maschine statorseitig am Netz, der Rotor wird über die Röhren so reguliert, dass eine konstante Beschleunigung erzielt wird. Am Schluss des Anlaufes schliesst man den Rotor kurz, so dass sich die Fahrt mit grosser Geschwindigkeit ohne die Regulierung abwickelt, deren Lebensdauer dadurch bedeutend geschont wird. Der Motor läuft dabei mit seiner natürlichen Charakteristik als kurzgeschlossener Asynchronmotor. Zur **Bremsung** wird der Motor statorseitig vom Netz abgetrennt und aus der Reguliereinheit mit Gleichstrom erregt. Der Kurzschluss des Rotors wird natürlich aufgehoben. Die Röhren liegen am Netz, erlauben eine feine, stufenlose Regulierung der Bremsung praktisch bis zum Stillstand und bewirken, dass ein Teil der aus dem bewegten Aufzug freiwerdenden Energie ans Netz zurückgespielen wird. Gesamthaft gesehen wird damit eine Regulierung ermöglicht, die den Antrieb mit einem guten Wirkungsgrad arbeiten lässt, vor allem auch bei Anlauf und Bremsung, welche beim Aufzugsbetrieb eine grosse Rolle spielen. Der Motorteil ist denkbar einfach; normalerweise kann ein handelsüblicher Industrietypp Verwendung finden.

Zeitersparnis in der Bremsphase

Einen weiteren Vorteil für den Aufzugsbetrieb bringt das erstmals verwendete, neuartige Bremssystem. Die Bremsung bei Aufzügen mit Stufenmotor geht in der herkömmlichen

Art folgendermassen vor sich: Ausgehend von der grossen Fahrgeschwindigkeit wird in einer ersten Bremsstufe auf die Einfahrgeschwindigkeit heruntergedrosselt. Mit dieser Drehzahl fährt der Aufzug in die unmittelbare Nähe der Haltestelle, um dort rein mechanisch völlig stillgesetzt zu werden. Die Periode der Einfahrgeschwindigkeit bedeutet einen Zeitverlust, der nur deshalb notwendig ist, weil sowohl der Wert der grossen Geschwindigkeit wie auch der Verlauf der Grobbremung mit Abweichungen, bedingt durch Einflüsse von der Lastseite her usw., behaftet sind. Diese Fehler müssen mit der Einfahrgeschwindigkeit ausgeglichen werden, damit der Aufzug unmittelbar vor der Stillsetzung stets die möglichst gleiche Einfahrgeschwindigkeit aufweist, wodurch die unvermeidlichen Haltedifferenzen auf ein Minimum reduziert werden.

Im Gegensatz zu dieser Methode bremst der Monotron-Antrieb in einem Zug bis zum völligen Stillstand am genau richtigen Ort. Dies ist durch die Verwendung einer besonderen Einfahrsteuerung in Kombination mit der guten Regulierfähigkeit des Monotronantriebes möglich geworden. Dieses direkte Einfahren und Anhalten am richtigen Ort hinterlässt nicht nur beim Aufzugenutzer das Gefühl einer sehr eleganten Fahrweise, sondern stellt auch eine wesentliche Zeitersparnis dar. Rechnet man bei strengem Betrieb mit einer mittleren Fahrspieldauer von 15 s, was 240 Anfahrten

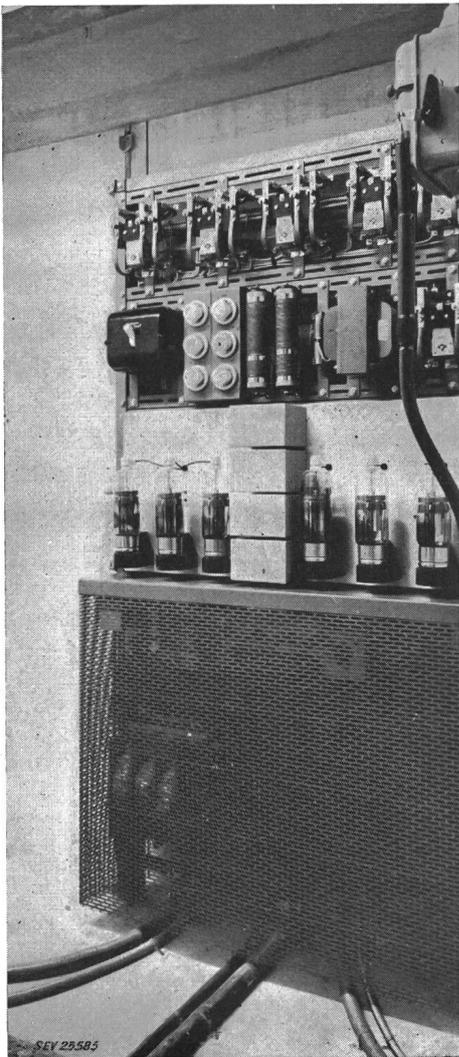


Fig. 3

Die Steuerapparatur des Monotron-Antriebes

pro Stunde entspricht, dann ergibt die 1 oder 1,5 s dauernde Einfahrzeit, die unterdrückt werden kann, eine Zeitreduktion von 7 bis 10%. Somit erhält man mit den gleichen Anlagekosten eine um denselben Prozentsatz erhöhte Förderkapazität. Diese Verkürzung der Fahrzeit macht sich bei Wa-

renaufzügen noch deutlicher geltend, da dort im Interesse einer besseren Haltegenauigkeit für Ein- und Auslad gegenüber Personenaufzügen mit etwa um die Hälfte reduzierten Einfahrgeschwindigkeiten gearbeitet wird.

Betriebsergebnisse

Die drei Figuren sollen die Darlegungen verdeutlichen und zusammenfassen. Fig. 1 zeigt den Unterschied im Energiebedarf zwischen einem Stufenmotorantrieb und dem Monotron-Antrieb in Abhängigkeit von der Fahrtenzahl, Hub, Nutzlast und Geschwindigkeit dieser beiden Aufzüge sind gleich. Man erkennt, dass bei strengem Betrieb mit 240 Fahrten pro Stunde der Energiebedarf des Monotron-Antriebes nur etwa $\frac{2}{3}$ desjenigen eines Stufenmotorantriebes ausmacht. Fig. 2 verdeutlicht den prinzipiell andersartigen Verlauf der Bremskurve beim Monotronantrieb gegenüber dem Stufenmotorantrieb, was zur erwähnten Zeitersparnis führt. Fig. 3 gibt einen Überblick über den apparativen Aufwand.

Diese Neuentwicklung entspricht einem wirtschaftlichen Bedürfnis und zeichnet sich besonders durch Geschlossenheit und Eleganz der technischen Lösungen aus. *H. Bosshard*

Die Elektrifizierung der Dänischen Staatsbahnen

621.331(489)

Das Netz der Dänischen Staatsbahnen war Ende 1955 2574 km lang, davon rund 27% Doppelspur. Von den rund 1400 km Hauptlinien werden nahezu die Hälfte doppelspurig betrieben. Der Anteil der elektrifizierten Linien ist mit total 60 km (davon 49 km Doppelspur) sehr bescheiden. Hierbei handelt es sich um einige Vorortslinien von Kopenhagen, die mit Gleichstrom von 1500 V und oberirdischen Fahrleitungen betrieben werden.

Die ersten Anstrengungen zur Einführung der elektrischen Zugförderung lassen sich bis ins Jahr 1926 zurückverfolgen, als die vorbereitenden Arbeiten zur Umstellung gewisser Vorortslinien von Kopenhagen auf elektrischen Betrieb in Angriff genommen wurden. Am 26. April 1930 wurde der entsprechende Plan vom Parlament gutgeheissen, und vier Jahre später konnte erstmals der elektrische Betrieb aufgenommen werden. Die benötigte elektrische Energie wird in Gleichrichter-Unterwerken aus Drehstrom von 10 kV, 50 Hz, erzeugt, während die Fahrleitungen der fast ausschliesslich doppelspurigen Geleise elektrisch voneinander getrennt sind; bei Störungen kann ein defekter Abschnitt abgeschaltet werden. Entsprechend dem Charakter des zu bewältigenden Verkehrs wurden als Triebfahrzeuge nur Motorwagen beschafft, die zusammen mit den Steuerwagen als Pendelzüge eingesetzt werden können. Ende 1952 waren 102 elektrische Motorwagen mit einer Leistung von mehr als 260 kW (350 PS) pro Einheit vorhanden, denen an Dampf- und Diesellokomotiven sowie an thermischen Motorwagen verschiedener Bauarten über 760 Stück gegenüberstanden. Von den im Jahre 1955 geleisteten Brutto-Tonnenkilometern entfielen auf die einzelnen Kategorien von Triebfahrzeugen folgende Anteile:

Dampflokomotiven	58,0 %
Thermische Motorwagen aller Art ...	28,8 %
Elektrische Motorwagen	9,2 %
Diesellokomotiven	4,0 %
Total 100,0 %	

Im Jahre 1951 wurde die Akademie der Technischen Wissenschaften in Kopenhagen von den Dänischen Staatsbahnen beauftragt, durch ein besonderes Komitee nochmals die technischen und die wirtschaftlichen Gründe abklären zu lassen, die für eine Aufgabe des Dampfbetriebes und zu Gunsten der Einführung der elektrischen Zugförderung oder der Dieseltraktion sprächen.

Der umfangreiche Bericht der Akademie wurde im Jahre 1956 veröffentlicht. Er enthält ausserdem auch zwei Arbeiten von *M. Thelander*, dem früheren Chef der elektrischen Traktion der Schwedischen Staatsbahnen, und *P. A. McGee* von den General Motors in New York.

Zur Durchführung der Untersuchungen wurde davon ausgegangen, es sei der bisher überwiegend vorhandene Dampfbetrieb gänzlich aufzugeben. An dessen Stelle hätten

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 651

Es folgen «Die Seiten des VSE»