

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 53 (1962)
Heft: 1

Artikel: Eine neuartige Hochbahn in Turin und ihre elektrischen Einrichtungen
Autor: Rossberg, R.R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916899>

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: 16.03.2025

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

Eine neuartige Hochbahn in Turin und ihre elektrischen Einrichtungen

Von R. R. Rossberg, München

625.41(451.11)

Die ALWEG-Bahn in Turin ist die erste Europas, die dem öffentlichen Personenverkehr dient. Der Aufsatz schildert den elektrischen Teil des Antriebes, die Daten, die Schaltung und die Steuerung der Motoren sowie die Fahreigenschaften des Zuges, die Führerstand-Ausrüstung und die Energieversorgung der elektrischen Zugseinrichtungen. Anschliessend wird die Sicherung des Zuges gegen Abstürzen an den Streckenenden durch magnetische Zugbeeinflussung beschrieben.

Le chemin de fer aérien ALWEG, à Turin, est le premier de ce genre en Europe pour le transport régulier de voyageurs. L'auteur décrit la partie électrique de l'entraînement, les caractéristiques, le couplage et la commande des moteurs, ainsi que les propriétés de marche du train, l'aménagement des cabines de conduite et l'alimentation en énergie des équipements électriques du train. Il termine par la description de la protection par action magnétique contre une chute aux extrémités de la ligne.

1. Einleitung

In den meisten westeuropäischen Großstädten ist der Kraftfahrzeug-Verkehr heute so stark gestiegen, dass die öffentlichen Verkehrsmittel — Strassenbahn, Auto-bus und Trolleybus — auf den Strassen nur noch langsam voran kommen. So können sie ihren Transportaufgaben oft kaum noch gerecht werden, andererseits behindern sie den allgemeinen Kraftfahrzeugverkehr stark.

Ein wesentlicher Schritt zur Lösung der Nahverkehrsprobleme liegt darin, vor allem den schienengebundenen öffentlichen Verkehr vom allgemeinen Strassenverkehr zu trennen und die Massenverkehrsmittel in ein anderes Niveau zu verlegen. Viele Städte haben sich durch hohe Investitionen zu Gunsten ihrer meist schon vor Jahrzehnten gebauten Verkehrsmittel so festgelegt, dass für sie ein Wechsel des Bahnsystems heute kaum mehr diskutabel ist. Dort beabsichtigen die Verkehrsfachleute, wenigstens im Stadtkern öffentliche Verkehrsmittel und allgemeinen Kraftfahrzeugverkehr in zwei getrennte Ebenen zu verlegen.

2. Erste ALWEG-Bahn Europas

Städte, die erst heute oder in naher Zukunft an den Bau einer Stadtbahn denken müssen, finden in der von der ALWEG-Gesellschaft, Köln, entwickelten Hochbahn ein Verkehrsmittel, das auf neuzeitliche Gesichtspunkte von Technik und Verkehr Rücksicht nimmt (Fig. 1).

Die italienische Messe-Stadt Turin liess in Europa die erste ALWEG-Bahn für den öffentlichen Personenverkehr bauen. Mit ihrer Länge von etwa 1200 m stellt sie allerdings zunächst kaum mehr als eine besondere Ausstellungs-Attraktion dar. Für 100 Lire können die Besucher mit dem beige und karminrot getönten Zug in gemächlichem Tempo quer durch das Messegelände fahren. Die Strecke, die der Zug im Pendelverkehr befährt, verbindet bislang nur zwei Bahnhöfe. Sie liegen beide innerhalb des Ausstellungsgeländes. Die Stadt Turin beabsichtigt jedoch, die Bahn in den nächsten Jahren über den Po hinüber bis ins Stadtinnere zu verlängern und sie damit der Allgemeinheit als Beförderungsmittel zur Verfügung zu stellen.

3. «Italia 61 Turin»

Der jetzt in Turin eingesetzte Zug, der den Namen «Italia 61 Turin» trägt, besteht aus drei Wagengliedern. Zwei Gelenke verbinden sie zu einer ständig fest gekuppelten Einheit. Bei einer Länge von 30,2 m fasst der Zug, der mit 3,2 m noch etwas breiter ist als ein D-Zug-Wagen, etwa 340 Personen. Beide «Köpfe» des Zuges tragen einen voll ausgebauten Führerstand, um den Zug in beiden Richtungen gleichermassen führen zu können. Die Steuerung ist so bemessen, dass bei späte-

rem Ausbau des Streckennetzes Züge mit maximal vier Wageneinheiten verkehren können, wobei jede Einheit aus drei Gliedern besteht.



Fig. 1

Photo Siemens & Halske

Der Zug «Italia 61 Turin» auf der Fahrt
Im Vordergrund erkennt man am Pfeiler des Bahnkörpers einen Schaltkasten der magnetischen Zugsicherung

Aufhängung und Führung des Zuges zeigt Fig. 2. Den oberen Rädern fällt die Aufgabe zu, die Last des Zuges zu tragen, während die seitlichen Räder für eine sichere Führung auf der 0,8 m breiten Betonfahrbahn sorgen. In Kurven ist der Bahnkörper, der aus Beton-Fertigteilen erstellt wurde, zur Verringerung der Seitenkräfte entsprechend «überhöht», also seitlich geneigt. Der Schwerpunkt des unbeladenen Fahrzeuges liegt bei gerader Bahn rund 15 cm über der Oberkante der Beton-Fahrschiene.

4. Stromversorgung und Antrieb

Die Turiner Bahn wird mit 1200 V Gleichspannung betrieben. Beiderseits des Beton-Bahnkörpers verläuft je ein Fahrdraht, wobei die Spannung gegen Erde an einem Draht +600 V, am anderen —600 V beträgt, so

dass die Stromabnehmer des Zuges — je zwei pro Wagenseite parallelgeschaltet — an 1200 V liegen.

Der Zug ist mit vier Fahrmotoren ausgestattet, von denen je zwei zu einer Motorgruppe fest in Serie geschaltet sind. Sie sind eigenbelüftet und als kompensierte Reihenanschluss-Bahnmotoren für eine Raum-

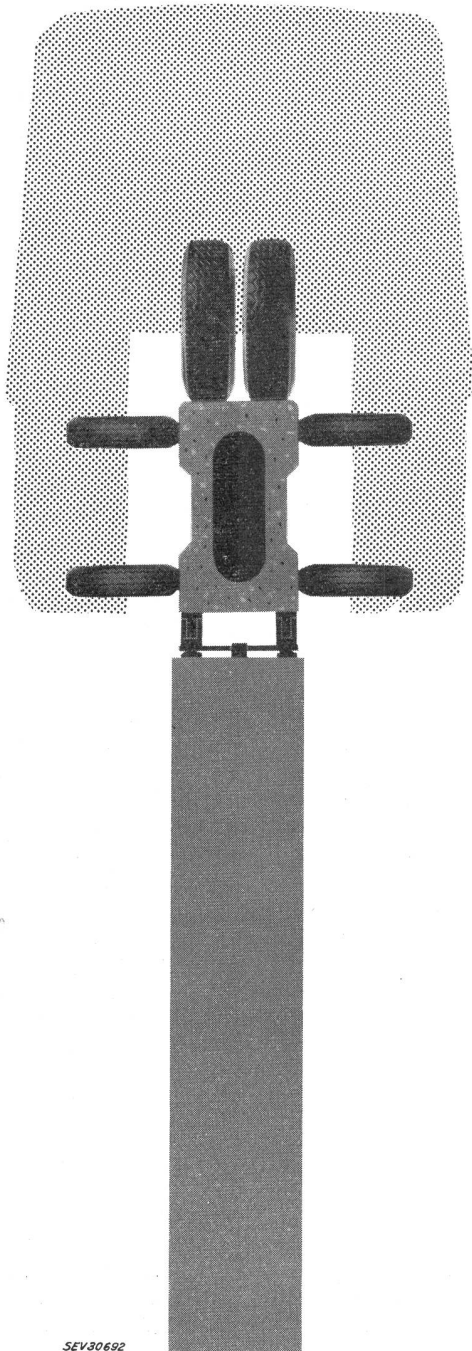


Fig. 2

Querschnitt durch den Wagenkasten, das Fahrgestell und die Beton-Fahrschiene

Photo ALWEG

temperatur von 40 °C ausgeführt. Die Stundenleistung der Motoren beträgt 113 kW, die Dauerleistung 95 kW, entsprechend liegt die Stromaufnahme bei 208 A beziehungsweise bei 174 A, die Nenndrehzahl bei 1500 und im Dauerbetrieb bei 1630 U./min. Der Erregergrad beträgt dabei 87 %.

Zu jeder Motorgruppe gehört ein Satz Anfahr- und Bremswiderstände aus Chrom-Nickel-Draht (Fig. 3) sowie ein Schaltwerk. Die Fahrschaltung umfasst insgesamt 32 Stufen und sieht Serien- und Parallelschaltung der Motorgruppen, sowie Feldschwächung durch induktiven Shunt in 7 Stufen bis etwa 30 % Erregergrad vor. Beim Übergang von Serien- auf Parallelschaltung tritt durch Anwendung einer besonderen Brückenschaltung keine Unterbrechung der Zugkraft ein, so dass die ruhige Fahrweise des Zuges auch beim Anfahren nicht beeinträchtigt ist.

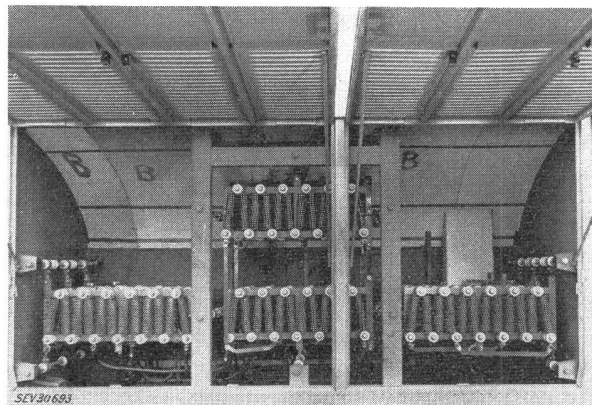


Fig. 3

Anfahr- und Bremswiderstände

Mit vier von insgesamt sechs Achsen übertragen luftbereifte Räder die Antriebskraft auf die Beton-Lauffläche (Fig. 4). Die beiden anderen Achsen — am Anfang und am Ende des Zuges — dienen als Laufachsen. Der hohe Haftreibungskoeffizient zwischen Gummi und Beton erlaubt verhältnismässig hohe Beschleunigungen des Zuges, bis zu 1,2 m/s² beim Anfahren und 1,5 m/s² beim Bremsen. Bis zum Ende der Serienschaltung beschleunigt der Zug mit 0,8 m/s². Sein Gewicht wird selbsttätig in mehreren Stufen gemessen, Anfahrbeschleunigung oder Bremsverzögerung stellen sich dann auf Grund des ermittelten Messwertes so ein, dass sie unabhängig von der Besetzung des Zuges auto-

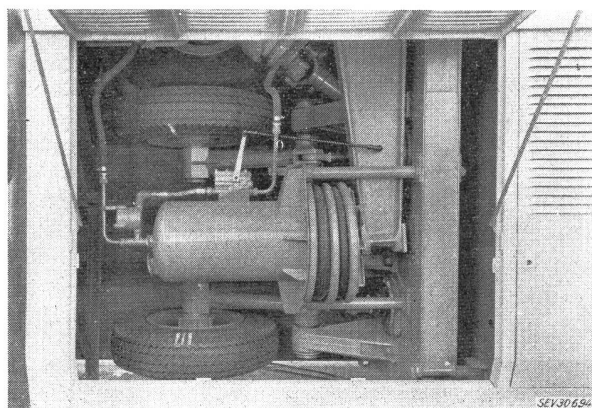


Fig. 4

Fahrwerk mit Luftfederung

Werkphoto Klepe

matisch etwa konstante Werte annehmen. Die Motoren sind durch einen Schleuderschutz gegen Überdrehzahl gesichert. Die Geschwindigkeit des «Italia 61 Turin» beträgt bei maximaler Betriebsdrehzahl der Motoren 80 km/h. Diese Geschwindigkeit wird jedoch auf der kurzen Strecke heute bei weitem nicht erreicht, um

dem Publikum eine Fahrt von etwas längerer Dauer und damit die Möglichkeit zu bieten, das Ausstellungsgelände eingehend «von oben» zu betrachten.

5. Elektrische Widerstandsbremse

In 28 Schaltstufen lässt sich der Zug über eine elektrische Widerstandsbremse durch die Fahrmotoren abbremsen. Da die Bremskraft auf der letzten Schaltstufe entsprechend der Motor-Charakteristik stark abnimmt, löst die Druckluftbremse kurz vor dem Stillstand des Zuges die elektrische Widerstandsbremse ab und bringt das Fahrzeug sanft zum Halten. Um die Eigenenergie auf den ersten Bremsstufen zu verstärken, werden die Motoren durch zwei 6-V-Batterien unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit des Zuges vorerregt. Beim Bremsen sind die Motoren aus Gründen der Betriebssicherheit und zur Herabsetzung der Bremsspannung in getrennte Kreise geschaltet.

6. Motor-Steuerung

Die Motoren werden entsprechend der vom Führer gewählten Schaltstufe über motorstrom- und gewichtsabhängige Nachlauf-Steuerschalter elektropneumatisch gesteuert (Fig. 5). Für jede Motorgruppe sind 22 Schütze zur Widerstandskombination für die einzelnen Schaltstufen, sowie für die Wahl von Fahr- und Bremschaltung vorhanden. Ein Richtungswender dient zur Wahl der Fahrtrichtung des Zuges. Den Motorschutz gegen Überlast gewährleisten zwei Stromwächter, die auf die zugehörigen beiden Hauptschalter arbeiten. Jede Motorgruppe lässt sich separat durch einen eigenen Motortrennschalter abschalten. Mit einer Motorgruppe allein kann der Zug in den unteren Schaltstufen bis zum Ende der Serienschaltung fahren und normal gebremst werden.

Fig. 5
Nachlaufsteuerung

7. Führerstand-Ausrüstung

Auf beiden Führerständen dient ein Hauptschlüsselschalter dazu, den Zug fahrbereit zu machen. Der Schalter hat die Stellungen: Null, Batterie, Stromabnehmer, Fahrt und Übergabe. Im Notfall kann der Wagenführer damit den Zug sowohl hoch- wie niederspannungsseitig spannungslos machen und die Bremsung mit Druckluft auslösen. Darüber hinaus stellt der Hauptschlüsselschalter sicher, dass Bedienungshandlungen immer nur von einem Führerstand aus möglich, Beeinflussungen vom anderen her ausgeschlossen sind. Ein Kommando-Steuerschalter dient zum Einstellen der Fahr- und Bremsstufe. Er ist mit dem Wahlschalter für Vor- und Rückwärtsfahrt kombiniert und trägt — in den Handgriff des Schalters eingebaut — den Totmannknopf. Lässt der Fahrer diesen länger als 4 s los, wird der Fahrstrom abgeschaltet und die Zwangsbremse eingeleitet.

8. Energieversorgung der elektrischen Zugeinrichtung

Für die Energieversorgung der elektrischen Anlagen des Zuges steht ein Motor-Generator von 7 kW/5 kVA

Leistung zur Verfügung, der unmittelbar mit der Fahrdrahtspannung von 1200 V Gleichstrom betrieben wird. Das durch kontaktlose Elemente spannungs- und drehzahlgeregelte Aggregat liefert Drehstrom von 220 V und 100 Hz für die Leuchtstofflampen der Zug-Innenbeleuchtung und für Umformer zur Energieversorgung der übrigen Anlagen. Die relativ hohe Periodenzahl des Lampenstromes stellt sicher, dass an den Leuchtstoff-Röhren das bei 50-Hz-Anlagen häufig auftretende Flimmern nicht in Erscheinung tritt, also eine gleichmässige, angenehme Innenraum-Beleuchtung gewährleistet ist. Ein Kompressor ist über Keilriemen mit dem Aggregat gekuppelt und nützt den Leistungsüberschuss des Motors zur Druckluftherzeugung für Bremse, elektropneumatische Steuerung der Motoren und für die Luftfederung aus. Der Turiner Zug besitzt darüber hinaus einen Hilfs-Kompressor, da man ursprünglich befürchtet hatte, der Hauptkompressor könne den infolge der kurzen Strecke besonders hoch veranschlagten Druckluftbedarf nicht decken.

Ein ruhender Umformersatz erzeugt aus dem 220-V-Drehstrom Gleichspannung von 110 V für die Steuerung der Schaltelemente. Eine Notstrom-Batterie sorgt

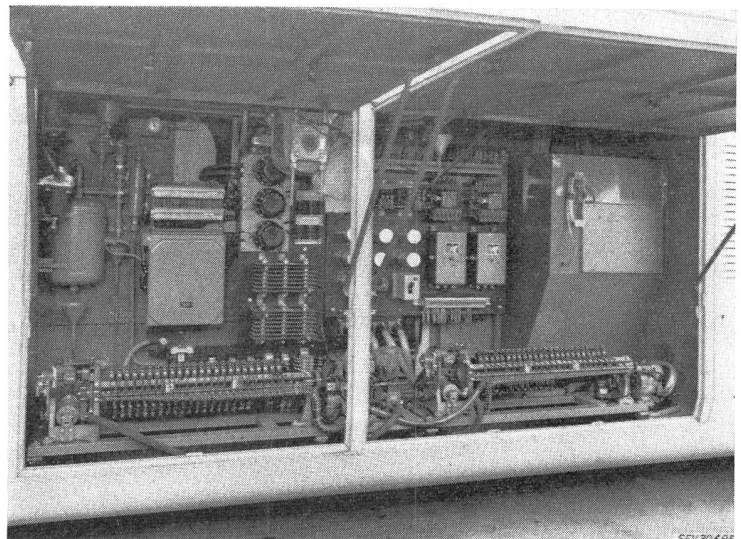


Photo Siemens & Halske

dafür, dass die Steuereinrichtungen des Zuges noch etwa eine Stunde lang betriebsfähig bleiben, wenn einmal der Motorgenerator ausfallen sollte. Auch die Zugsicherungs-Einrichtung, die anschliessend beschrieben ist, wird mit der Gleichspannung von 110 V betrieben. Schliesslich ist daran noch ein Gleichspannungswandler primärseitig angeschlossen, der sekundär 24 V Gleichspannung liefert. Damit werden eine Türsicherungs-Einrichtung und der Überdrehzahlenschutz der Fahrmotoren gespeist. Ausserdem wird die Gleichspannung von 24 V für eine Lautsprecher-Anlage gebraucht, die zum Sprechen in die Fahrgasträume, aber auch nach aussen dient.

9. Sicherung der Streckenenden

Die neuartige Form des Bahnbaues stellte auch der Sicherungstechnik neue Aufgaben. Vor allem ging es darum, die Streckenenden so zu sichern, dass kein Zug durch menschliches Versagen oder andere Ursachen abstürzen kann. Später, wenn das Streckennetz wächst und Weichen eingebaut werden, sind auch entsprechende Schutzmassnahmen nötig; ausserdem ist eine

signalmässige Sicherung erforderlich, sobald mehrere Züge auf der gleichen Strecke verkehren.

Die Turiner Bahn erhielt von Siemens & Halske in Braunschweig eine selbsttätige, magnetische Zugbeeinflussung, mit der die Streckenenden wirkungsvoll gesichert sind (Fig. 6). Die Einrichtung bringt den Zug automatisch zum Halten, wenn seine Geschwindigkeit an drei festgelegten Punkten vor den Endbahnhöfen der Strecke höher liegt, als die dort zugelassene Höchstgeschwindigkeit.

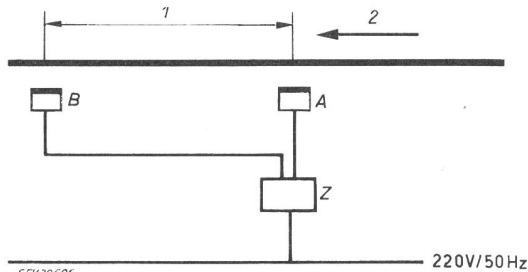


Fig. 6

Anordnung der Empfangs- und Sendemagnete am Bahnkörper zur magnetischen Zugsicherung

1 Meßstrecke; 2 Fahrtrichtung des Zuges; A Empfangsmagnet (Einschaltstelle); B Sendemagnet (Beeinflussungsstelle); Z Schaltkasten mit Zeitrelais (an einer Betonsäule)

Der Zug trägt zu diesem Zweck einen Sendemagneten. An den erwähnten drei Punkten vor den Streckenenden sind entsprechende Empfangsmagnete angebracht. Sobald der Zug darüber fährt, regt der Sendemagnet des Fahrzeuges den Empfangsmagneten am Gleis an, womit ein Zeitschalter in Tätigkeit tritt, der in einem Schaltkästchen an der Strecke untergebracht (Fig. 1) und auf eine genaue Laufzeit eingestellt ist. Während dieser Laufzeit ist auch ein in exakt festgelegtem Abstand hinter dem Empfangsmagneten am Bahnkörper angebrachter magnetischer Sender wirksam. Fährt der Zug so schnell, dass er noch innerhalb der Laufzeit des Zeitschalters den magnetischen Sender erreicht, so beeinflussen dessen Feldlinien einen Empfangsmagneten am Fahrzeug und bewirken damit, dass augenblicklich der Fahrstrom abgeschaltet und die Zwangsbremse ausgelöst wird. Fährt der Zug hingegen mit der vorgeschriebenen Geschwindigkeit, so ist der Zeitschalter abgelaufen, der Sendemagnet unwirk-

sam, wenn ihn der Zug erreicht. Die Weiterfahrt wird dann in keiner Weise beeinträchtigt.

Hinter den Bahnhöfen, etwa 40 m vor den Streckenenden, liegen Sendemagnete, die ständig wirksam geschaltet sind und den Zug damit auf alle Fälle anhalten, wenn er über den Bahnhof hinaus auf das Ende des Bahnkörpers zufahren sollte.

Das gleiche magnetische Übertragungssystem verwenden auch andere Bahnen zur Sicherung ihrer Züge, beispielsweise die Hamburger Hochbahn AG, die Industriebahn der Rheinischen Braunkohlenwerke und seit kurzer Zeit auch die Berliner U-Bahn auf einer kürzlich eröffneten neuen Strecke. Die Sendemagnete werden dort jedoch von den Blocksignalen der Strecke unmittelbar gesteuert, eine Geschwindigkeitsmessung wird nicht vorgenommen.

Da die Turiner Bahn «einspurig» ist und im Pendelverkehr nach beiden Richtungen befahren wird, muss die Sicherungsanlage richtungsabhängig sein. Der Zug trägt zu diesem Zweck zwei Empfangsmagnete, die wechselweise je nach Fahrtrichtung wirksam geschaltet werden. Die Geschwindigkeitskontrolle setzt damit nur dann ein, wenn der Zug auf ein Streckenende zufährt.

Im Anschluss an die Betriebsstrecke sind hinter den Bahnhöfen gegen das Streckenende Schutzstrecken vorgeschrieben. Durch die Sicherungs-Einrichtung konnte die Länge dieser Schutzstrecken von 200 auf nur 40 m reduziert werden.

10. Die Turiner Bahn, Verkehrsmittel der Zukunft

Trotz ihrer zunächst nur kurzen Strecke hat die Turiner Bahn auch das Interesse der Fachwelt wieder geweckt. Eine Realisierung des neuzeitlichen Bahnbau-Gedankens auf breiter Basis wird in der Zukunft liegen. Bald werden die immer noch wachsenden Verkehrsprobleme dazu zwingen, neue Wege zu beschreiten. Dann wird zweifellos auch die ALWEG-Bahn mit ihrem relativ geringen Raumbedarf, ihrer hohen Geschwindigkeit und Sicherheit, aber auch ihrem grossen Fahrkomfort in angemessener Weise zum Zuge kommen.

Adresse des Autors:

R. R. Rossberg, Kletterrosenweg 8/I, München 45 (Deutschland).

Probleme der schweizerischen Landwirtschaft

mit besonderer Berücksichtigung der ländlichen Elektrifikation

Von F. Ringwald, Luzern

621.311.1 : 63(494)

Der Autor schildert zunächst die Lage der schweizerischen Landwirtschaft im Lichte statistischer Erhebungen. Es werden ferner Massnahmen zur Verwirklichung der Rationalisierung mit Hilfe der elektrischen Energie erörtert. Schliesslich erfolgt ein kurzer Überblick analoger Massnahmen im Ausland, wobei insbesondere die staatliche Investitionspolitik als Hilfeleistung für die Landwirtschaft dargelegt wird.

L'auteur décrit tout d'abord la situation de l'agriculture suisse d'après les statistiques. Il indique ensuite les possibilités d'une rationalisation à l'aide de l'énergie électrique. Pour terminer, il donne un bref aperçu de ce qui se fait déjà à l'étranger dans ce domaine, notamment sur la politique gouvernementale d'investissements, en vue de soutenir l'agriculture.

1. Einleitung

Die Schweiz als rohstoffarmes Land ist naturgemäss und von jeher mit der Urproduktion besonders eng verknüpft. Jederman nimmt Anteil am Geschick der Landwirtschaft.

Die Entwicklung unserer Industrie hat indessen eine hervorragende volkswirtschaftliche Bedeutung

erlangt. Daher ist es nur natürlich, dass für die Schweiz kaum etwas anderes als eine intensiv betriebene Landwirtschaft möglich ist.

Unsere Landwirtschaft produzierte bis im vorigen Jahrhundert fast ausschliesslich für die Selbstversorgung. Aber mit dem Aufschwung der Industrie wurden die Selbstversorgerbetriebe, Betriebe mit intensiver