Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69 (1951)
Heft: 15

Artikel: Der Elektrogyro, ein kinetischer Energiespeicher für Fahrzeugbetrieb
Autor: Storsand, B.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-58841

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: 10.07.2025

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

69. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nummer 15

Die Baumaschinen-Messe Bern 1951

DK 381.12 : 624.0025(494 24)

Glückliche Schweiz! hätte man beim Besuch dieser Messe, die leider knapp eine Woche lang dauerte (vom 16. bis 21. März), ausrufen mögen. Denn es zeigte sich hier wieder einmal, dass die Lage unseres Binnenlandes zwischen Grossmächten auch Vorteile bietet, die nicht zu verachten sind: die Schweiz als Absatzland steht sozusagen der ganzen Welt offen, und so konnte man an dieser Messe Baumaschinen aus allen Produktionsländern nebeneinander sehen und sie vergleichen. Das Angebot war ausserordentlich reichhaltig in doppelter Hinsicht: einerseits war vom bescheidenen Spitzeisen bis zum gewaltigen Bulldozer jedes Ding vertreten, das auf dem Bau benötigt wird, und anderseits war sozusagen jedes Gerät in vielen Parallelausführungen zu sehen. Da bekam man wieder einmal einen Begriff von der befruchtenden Wirkung der freien Konkurrenz für die Schaffung und Verbesserung immer neuer Maschinen. Auch die schweizerische Industrie ist ein Nutzniesser dieser internationalen Entwicklung; ihre z. T. altbewährten Maschinenfabriken bauen die meisten Geräte, die vom schweizerischen Markt im allgemeinen in genügender Anzahl gefordert werden, in moderner Konstruktion selbst. Daneben aber betätigt sich jede Fabrik auch als Importeur ausländischer Maschinen, wobei sich dieser Import meist auf Geräte bezieht, für die sich wegen ihrer Grösse oder anderer Besonderheiten die Herstellung in der Schweiz verbietet. Unnötig zu sagen, dass in vielen Gebieten ein scharfer Konkurrenzkampf zwischen Schweizerprodukten und Importprodukten, sowohl gegeneinander als auch unter sich, herrscht.

18 Firmen, die zusammen schätzungsweise mindestens ¾ des schweizerischen Bedarfs an Baumaschinen liefern, sind im Schweizerischen Baumaschinen-Verband zusammengeschlossen. Dieser Verband, gegründet 1934, hat die Ausstellung in der neuen Berner Ausstellungshalle (4000 m²) und dem zugehörigen Freigelände (6000 m²) durchgeführt. Die einzelnen Firmen haben es verstanden, ihre Geräte sehr wirkungsvoll anzuordnen, sodass es für den Besucher leicht war, Uebersicht und Einblick ins Einzelne zu gewinnen. Die ganze Veranstaltung war vom Geiste forschen Wagens und freudigen Leistens erfüllt, der ja dem Baugewerbe eigentlich zugehört. Wir hoffen, dass die grosse Last, die der Verband mit der Durchführung der Messe auf sich genommen hat, ihn nicht davon abhält, sie gelegentlich zu wiederholen. Besonders erwähnen möchten wir die Namen der Ausstellungs-Vizepräsidenten, Dir. A. Ammann, Langenthal, U. Rohrer-Marti, Bern-Zollikofen, und C. Hoffmann-Abegg, Zürich, die den Pressevertretern allen wünschenswerten Aufschluss gaben, sowie Dipl. Ing. R. Thoma, Zürich, der in seinen Begrüssungsworten mit Recht darauf hinwies, was für ein nonsens im Baggerverbot liegt, und dass nicht dieses, sondern die allseitige Vorbereitung baureifer Projekte das Mittel ist, das bei einer Wirtschaftskrise einzusetzen ist.

Ein wertvolles Dokument wird lange über die Baumesse hinaus Dienst leisten: ein Bezugsquellennachweis in Form eines praktischen Faltblattes, aus dem tabellenmässig ersichtlich ist, bei welchen Firmen welche Maschinengattungen erhältlich sind. Ferner enthält es eine Uebersicht über die Vertretungen ausländischer Baumaschinenfabriken in der Schweiz, geordnet nach Ländern. In dieser Liste (wie vor allem schon in der Ausstellung selbst) zeigt sich, dass Deutschland neben den übermächtigen USA und dem ebenfalls in Betracht fallenden Grossbritannien als Lieferant von Baumaschinen für uns wieder jene grosse Bedeutung zu erlangen im Begriffe ist, die es vor dem Kriege hatte. Der Bezugsquellennachweis ist erhältlich beim Präsidenten des Verbandes, H. Mercerat in Fa. Notz & Cie. A.-G., Biel.

Der Elektrogyro, ein kinetischer Energiespeicher für Fahrzeugbetrieb

DK 621.335.9

Von B. STORSAND, Oberingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon

Beim Suchen nach einem Weg, im Kurzstreckenverkehr Fahrzeuge ohne Verwendung einer Oberleitung mit elektrischer Energie betreiben zu können, entschloss sich die Maschinenfabrik Oerlikon im Jahre 1945, mit dem elektrisch angetriebenen Schwungradenergiespeicher (heute Elektrogyro genannt) einen Versuch zu unternehmen. Ein solcher Energiespeicher, der in einigen Minuten vom praktisch überall vorhandenen Drehstromnetz aufgeladen werden kann, würde es, falls die nötige Energiemenge gespeichert und in Form elektrischer Energie wieder abgegeben werden könnte, erlauben, an eine Reihe Aufgaben heranzutreten, die heute entweder nur mit Hilfe von Oberleitungen oder mit Batterien gelöst werden können. Oberleitungslose Buslinien in Städten und Vororten, Rangiertraktoren in Werkstätten und Fabriken, Minenlokomotiven, ja sogar Nebenbahnlinien und Schiffe für Uferverkehr könnten, falls diese Entwicklung gelänge, in wirtschaftlicher Weise elektrisch betrieben werden.

Obwohl die rechnerischen Untersuchungen die Brauchbarkeit der Idee bestätigten, bedeutete es trotzdem ein gewisses Wagnis, an eine solche Aufgabe heranzutreten, da Versuche dieser Art bisher nirgends auf der Welt durchgeführt worden waren und man sich auf eine Anzahl technischer Schwierigkeiten gefasst machen musste. Es fehlte denn auch nicht an den bei allen Neuentwicklungen üblichen Stimmen, die allerlei Schwierigkeiten voraussagten und die Versuche von vorneherein zum Scheitern verurteilten. Heute, nachdem die Maschinenfabrik Oerlikon mit zwei Fahrzeugen, einem «Gyrobus» (Bild 1) und einem Schienentraktor (Bild 2) weitgehende Erfahrungen gesammelt hat, und das System des «Elektrogyros» zur praktischen Verwendbarkeit entwickelt worden ist, kann festgestellt werden, dass diese Voraussagen nicht stichhaltig waren.

Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass sich diese Neuentwicklung ohne Hindernisse vollzog. Im Gegenteil, Schritt

Bild 1. Der erste Gyrobus der Maschinenfabrik Oerlikon beim Probebetrieb in Aarau

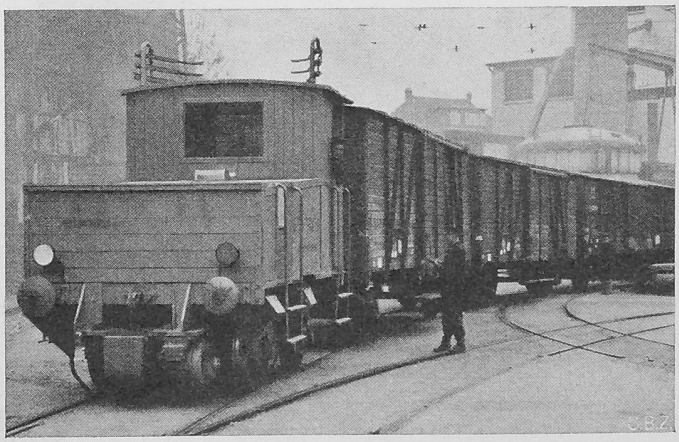


Bild 2. Versuchsausführung eines Schienentraktors mit Elektrogyroantrieb im Werk der MFO in Oerlikon

für Schritt mussten technische Schwierigkeiten überwunden werden, teils durch neu zu schaffende Mittel und teils durch Verwendung alter, oft in Vergessenheit geratener, technischer Lösungen, die sich als wertvolle Hilfe zeigten.

Die Grundlage selber, die Speicherung elektrischer Energie in Form von kinetischer Energie mittels eines durch einen Elektromotor angetriebenen Schwungrades, ist an und für sich nicht neu. — Vor allem in grossen Stahlwerken dienen derartige Schwungradspeicher zum Ausgleich der grossen Energiespitzen der Grobwalzenstrassen. Dabei vermag eine einzige Schwungradgruppe Leistungsspitzen von 10 000 bis 20 000 kW abzugeben und das elektrische Netz dementsprechend zu entlasten.

Aber auch für Fahrzeuge sind derartige Schwungradspeicher in Vorschlag gebracht worden, die teils mechanisch — mittels Kupplungen — von bei den Haltestellen befindlichen Dampfmaschinen, oder auch elektrisch, beschleunigt werden sollten, um nachher ihre gespeicherte Energie für den Fahrbetrieb abzugeben[1]). Auch als Hilfsenergiequelle beim Anfahren von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren wurden Schwungradspeicher diskutiert[2]); keiner dieser Vorschläge kam jedoch zur Ausführung. Als einzige praktische Verwendung des Schwungradantriebs kann der Schwungradtorpedo vom englischen Admiral Howell betrachtet werden, der in den Jahren um 1883 herum damit eine Reihe Versuche unternahm[3]). Das als Energiespeicher dienende Schwungrad wurde mittels einer kleinen Dampfturbine auf etwa 10 000 bis 12 000 U/min gebracht und konnte den Torpedo über etwa 800 bis 1000 Meter mit genügender Geschwindigkeit fortbewegen.

Erst durch die Arbeiten der Maschinenfabrik Oerlikon gelang es, Wege zu finden, die es ermöglichen, den Schwungradspeicher praktisch für Fahrzeugantrieb zu verwenden. Bei der hier geschaffenen Anordnung liegen Schwungrad und Antriebsmotor, welcher im Fahrbetrieb als Generator arbeitet, in einem gemeinsamen, gasdicht geschlossenen Gehäuse (Bilder 3 und 4). Es fallen somit alle Stopfbüchsen und Packungen weg, die notwendig wären, falls die Schwungradwelle nach aussen geführt werden müsste und die unweigerlich zu Undichtigkeiten und Reibungsverlusten führen würden.

Das Gehäuse ist mit Wasserstoff oder Helium — meistens mit Unterdruck (0,1 ata) — gefüllt. Infolge dieser Massnahme reduzieren sich die Oberflächenreibungsverluste des Schwungrades, die bei 3000 U/min in Luft etwa 40 kW ausmachen, auf etwa 0,3 bis 0,4 kW, ohne jedoch die Kühlung des Antriebsmotors zu verschlechtern. Dadurch wird es möglich, dass das einmal auf 3000 U/min angelassene Schwungrad rd. 10 h Auslaufzeit bis zum Stillstand aufweist. Der Antriebsmotor ist als zweipoliger Kurzschlussanker-Drehstrommotor für 380 bis 500 V, 50 Hz ausgebildet. Im Generatorenbetrieb wird die Maschine mittels Kondensatoren als Asynchrongenerator erregt und liefert elektrische Energie in Form von Drehstrom an die Triebmotoren des Fahrzeuges. Bild 5 zeigt diese Anordnung in vereinfachter Weise. Von besonderer Wichtigkeit hat sich die Ausführung des Rotors mit Hohlstabkäfig erwiesen, der vom Kühlmedium mit grosser Geschwindigkeit durchströmt wird. Diese Massnahme erlaubt es, das Schwungrad praktisch beliebig oft anzulassen und wieder durch Abgabe elektrischer Energie abzubremsen, ohne dass sich unzulässige Temperaturen ergeben.

Die zur Verwendung kommenden Schwungradtypen haben Gewichte von 1000 bis 1500 kg; sie können je nach dem Durchmesser 2 bis 3 Mio mkg Energie speichern. Das Rad selber ist aus vergütetem Chromnickel-Molybdänstahl als volle Scheibe geschmiedet und wird im Maximum mit ungefähr 30 % der Bruchfestigkeit des Materials beansprucht. Es ist als Scheibe gleicher Festigkeit geformt.

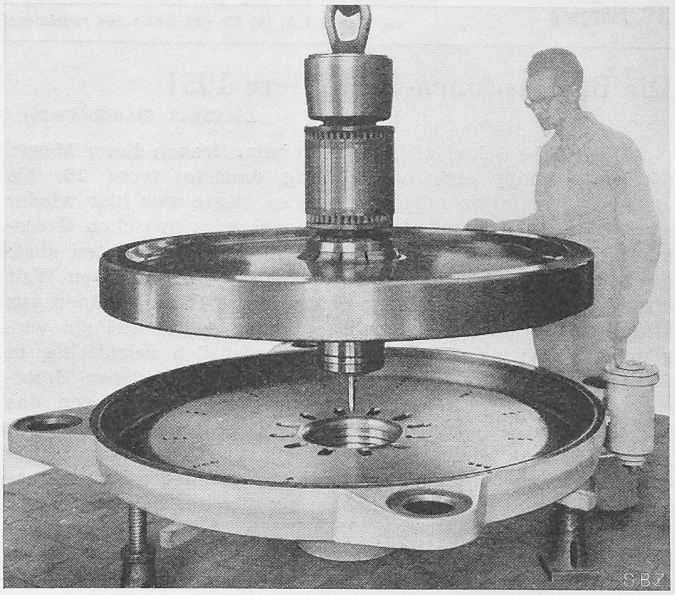


Bild 3. Der rotierende Teil des Elektrogyro mit Gehäuseunterteil, darin Löcher für den Wasserstoffumlauf

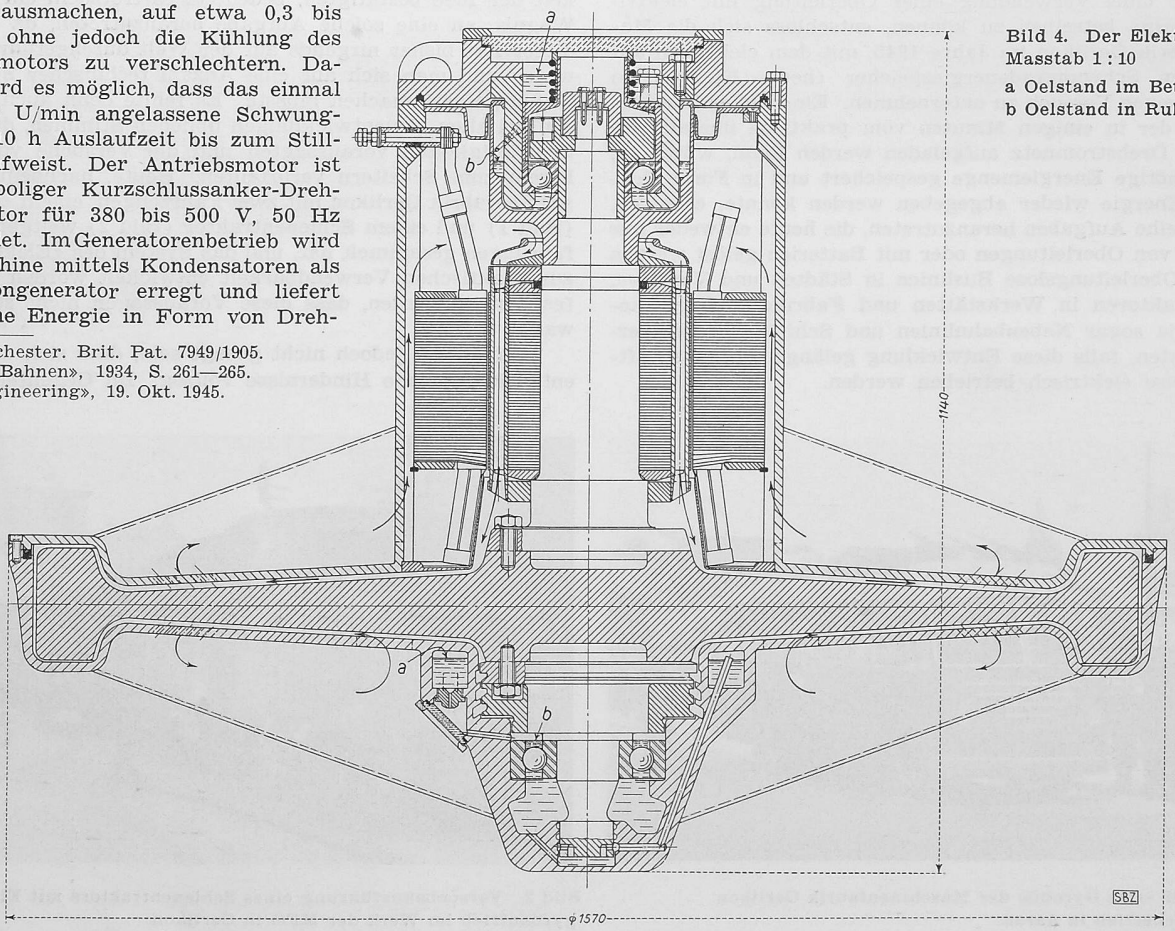


Bild 4. Der Elektrogyro, Masstab 1 : 10
a Oelstand im Betrieb
b Oelstand in Ruhe

[1]) Lanchester. Brit. Pat. 7949/1905.
[2]) «El. Bahnen», 1934, S. 261—265.
[3]) «Engineering», 19. Okt. 1945.

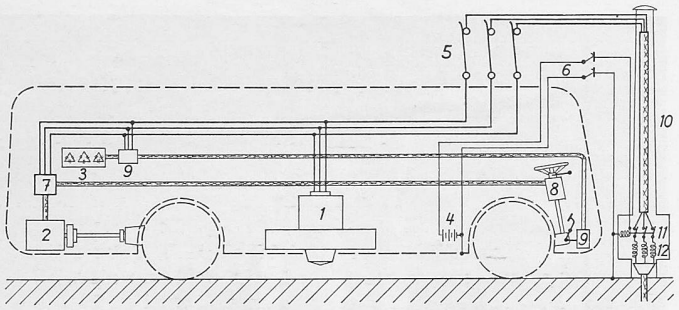


Bild 5. Prinzipschema des Gyrobus. 1 Elektrogyro, 2 Triebmotor, 3 Kondensatoren, 4 Hilfsbatterie, 5 Dachkontakte, 6 Einschalt- und Erdungskontakt, 7 Schaltapparate, 8 Geschwindigkeits-Regulierschalter, 9 Zugkraft-Regulierschalter, 10 Lademast, 11 Einschalthüpfer, 12 Ladedrossel

Die vom Elektrogyro im Fahrbetrieb in Form von Drehstrom abgegebene Energie wird den Fahrmotoren, die als mehrstufige Asynchronmotoren mit Kurzschlussanker ausgebildet sind, zugeführt. Währenddem für eine Reihe von Zwecken Motoren mit 3 bis 4 Geschwindigkeitsstufen genügen, mussten für Strassenfahrzeuge Antriebsaggregate mit einer grösseren Anzahl gleichmässig verteilter Stufen entwickelt werden. So wird in nächster Zeit der in Bild 1 gezeigte Gyrobus mit einem siebenstufigen Motor versehen werden, der bei vollaufgeladenem Elektrogyro Geschwindigkeiten von 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 km/h ergibt. Da diese Motoren keine Schleifringe oder Kollektoren aufweisen, günstige Gewichts- und Einbauverhältnisse ergeben und neben guten Anfahr- und Fahreigenschaften auch die Energierückgewinnung beim Bremsen und im Gefälle erlauben, vereinigen sie in sich eine Reihe von Eigenschaften, die mit anderen Motorenbauarten für Drehstrom bisher nicht erreicht wurden.

In Verbindung mit der elektrischen Energieübertragung beim Gyrobus wird oft die Frage der Wirkungsweise der Kondensatorenerregung des Generators gestellt. Grundbedingungen für diese Erregung sind das Vorhandensein eines Remanenzmagnetismus im Rotor und eine kapazitive Impedanz der Generatorenbelastung.

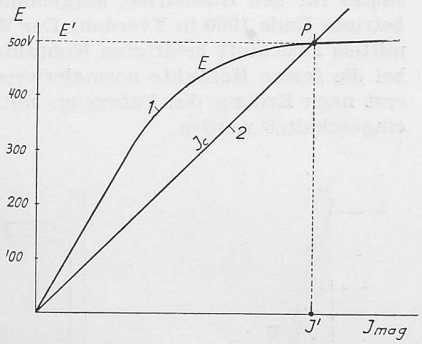
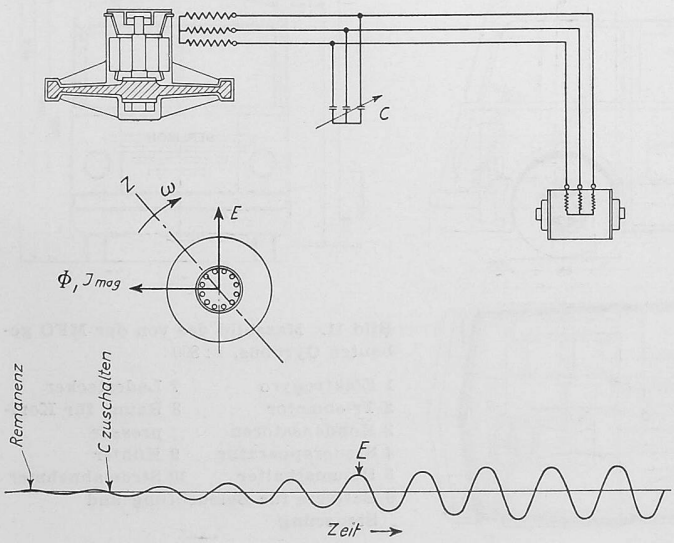


Bild 6. Klemmenspannung des Asynchron-Generators E in Abhängigkeit des Magnetisierungsstroms J_{mag} (Leerlaufcharakteristik, Kurve 1) und Strom J_c einer Kondensatorbatterie mit der Kapazität C in Abhängigkeit der Spannung E (Kurve 2) bei gegebener Frequenz f



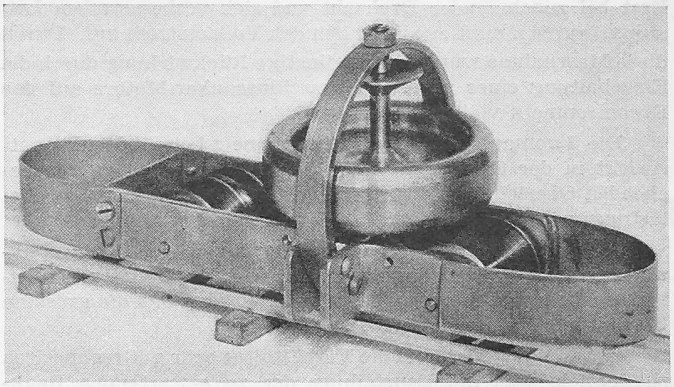


Bild 8. Schienenmodell

Es ist den Elektrotechnikern bekannt, dass, sobald ein Synchrongenerator mit einem der Spannung voreilenden Strom belastet wird, die Rückwirkung des Statorfeldes auf das Magnetfeld des Rotors verstärkend wirkt. Zuerst ist der sich drehende Anker des Asynchrongenerators, der eine gewisse Remanenz aufweist, als ein Vollpol-Synchrongenerator zu betrachten. Die durch die Remanenz erzeugte EMK erzeugt im Belastungskreis einen Strom. Sobald dieser Strom durch Zuschaltung genügender Kapazitäten zum Belastungskreis der Spannung voreilt, verstärkt die Statorrückwirkung das Magnetfeld des Rotors und die Selbsterregung des Systems setzt ein.

Im Gegensatz zum Synchrongenerator hat der Asynchrongenerator jedoch bei Belastung einen gewissen «Schlupf», der mit der Belastung zunimmt und normalerweise bei Volllast etwa 5 bis 6 % beträgt. Bild 7 zeigt die schematische Anordnung des Asynchrongenerators und die Spannungskurve der einsetzenden Selbsterregung, wie sie sich im Oszillograph zeigt. **Die Bedingung für die Selbsterregung des Asynchron-Generators ergibt sich auf Grund der Darstellung von Bild 6. Dort stellt die Kurve 1 die Klemmenspannung E des Generators in Abhängigkeit des Magnetisierungsstromes J_{mag} dar und die Kurve 2 die Stromstärke J_c der Kondensatorbatterie mit der Kapazität C in Abhängigkeit der angelegten Wechselspannung E von der Frequenz f. Im Schnittpunkt P der beiden Kurven ist der Strom J_c der Kondensatorenbatterie gleich dem Magnetisierungsstrom J', dem die Spannung E' entspricht; es gilt dort**

$$J_c = J' = E' \, C \, 2\pi f$$

Hieraus folgt

$$(1) \qquad C = \frac{J'}{E'} \, \frac{1}{2\pi f}$$

Wird somit die Kapazität C nach der Gleichung (1) bemessen, so erregt sich der Asynchron-Generator im Leerlauf bei der in Bild 7 dargestellten Schaltung auf die Spannung E'.

Durch Schaffung einer neuartigen, durch Kondensatoren und Drosselspulen selbsttätig sich regulierenden Schaltung wurde erreicht, dass der Schwungradmotor beim Einschalten einen Strom aufnimmt, der kleiner als der Normalstrom ist.

Bild 7 (links). Schema der Anordnung des Asynchronmotors, darunter Oszillogramm der Spannungskurve

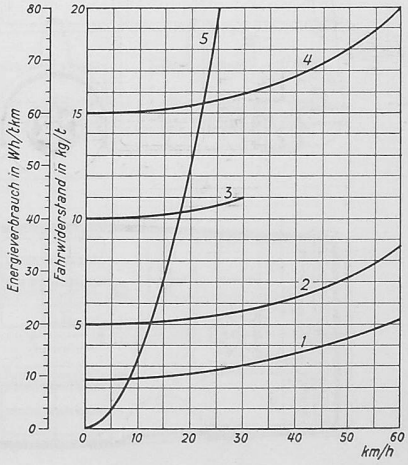


Bild 9 (rechts). Bewegungswiderstände verschiedener Fahrzeugarten.
1 Vollbahn-Leichttriebwagen
2 Strassenbahn-Motorwagen
3 Grubenlokomotive
4 Strassenfahrzeug
5 Boot von 100 t

Erst bei zunehmender Drehzahl und sich verbesserndem Leistungsfaktor nimmt er allmählich den Vollaststrom auf. Durch diese Massnahme wurde die ungünstige Rückwirkung durch die Einschaltung eines grossen Kurzschlussanker-Motors auf das Drehstromnetz völlig vermieden.

Die Stromaufnahme im Drehstromnetz beim Aufladen entspricht in der Grösse ungefähr der Aufnahme eines entsprechenden Oberleitungsfahrzeuges beim Anfahren mit voller Belastung, nur ist die Dauer der Belastung etwas länger.

Naturgemäss stellt sich die Frage, wie sich die Kreiselwirkung des Schwungradspeichers auf die Fahreigenschaften des Fahrzeuges auswirke. Hierzu wurden uns die grössten Ueberraschungen prophezeit.

Glücklicherweise sind die Verhältnisse sehr gut rechnerisch zugänglich, was die Beurteilung der zu erwartenden Reaktionen erleichterte. Ein Schwungrad mit dem Trägheitsmoment J, das mit der Winkelgeschwindigkeit ω_1 rotiert, ergibt ein quer zur Bewegungsebene gerichtetes Kippmoment M, sobald die Achse des Schwungrades mit einer Winkelgeschwindigkeit ω_2 gekippt wird. Dieses Kippmoment beträgt

$$M = \omega_1 \omega_2 J$$

Da das Schwungradaggregat im Fahrzeug elastisch aufgehängt ist und das Fahrzeug selber auch eine Federung aufweist, konnten wir feststellen, dass die Grösse der Kippgeschwindigkeit auch im extremen Fall (z. B. rasches Einfahren in eine scharfe Steigung ohne Uebergang) den Wert von 0,1 Rad/s nicht erreichte und die Querreaktion des Kreiselaggregates keinen merkbaren Einfluss auf die Fahreigenschaften ergab. Im Gegenteil waren wir sehr angenehm überrascht über das Verhalten des Fahrzeuges in scharfen Kurven und auf Schnee und Eis, wo ein deutlich stabilisierender Einfluss zu bemerken war. Modellversuche, u. a. mit einem kleinen Schienenmodell (Bild 8), gaben über den Einfluss des Kreisels auf dem Fahrzeug in Kurven, Steigungen, bei Entgleisungen und beim Ueberfahren von Hindernissen wertvolle Aufschlüsse.

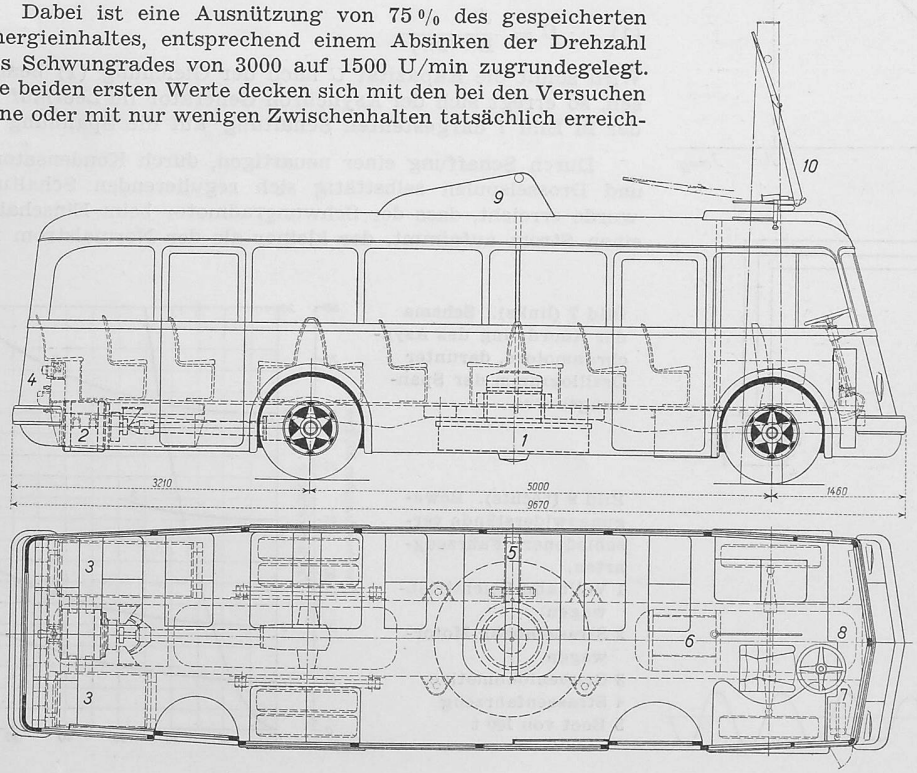
Welche Fahrleistungen können mit einem mit dem Elektrogyro ausgerüsteten Fahrzeug erreicht werden, und wie stellen sich die Kosten für Anschaffung und Betrieb im Vergleich zu anderen Fahrzeugarten? Bild 9 zeigt die Bewegungswiderstände verschiedener Fahrzeugarten. Unter der Annahme, dass das Schwungrad 10 % des Fahrzeuggewichtes beträgt, lassen sich pro Aufladung folgende ungefähren Fahrstrecken in der Ebene vorausberechnen:

Schienenfahrzeug	15 bis 20 km
Strassenfahrzeug	5 bis 6 km
60 t Schiff für Uferverkehr (Geschwindigkeit 18 km/h)	6 bis 8 km

Dabei ist eine Ausnützung von 75 % des gespeicherten Energieinhaltes, entsprechend einem Absinken der Drehzahl des Schwungrades von 3000 auf 1500 U/min zugrundegelegt. Die beiden ersten Werte decken sich mit den bei den Versuchen ohne oder mit nur wenigen Zwischenhalten tatsächlich erreichten Fahrstrecken. Bei einer grossen Anzahl von Zwischenhalten, die jeweils wieder die Aufwendung von Anfahrenergie erfordern, sind die erreichten Fahrleistungen naturgemäss etwas kleiner. Anderseits erlauben gerade derartige Betriebsverhältnisse mit vielen relativ kurzen Zwischenhalten die Anordnung von «Energietankstellen» an den wichtigsten Haltestellen, derart, dass praktisch jede Fahrstrecke mit dem Gyrofahrzeug bewältigt werden kann.

Bild 10. Gyrobus an der Energietanksäule

Bild 10 zeigt die Anordnung einer solchen «Energietanksäule» für den Busbetrieb, aufgenommen während des Probebetriebs Ende 1950 in Yverdon. Der Wagen selber ist mit einer mittels Druckluft betätigten Kontaktanordnung versehen, wobei die festen Kontakte normalerweise spannungslos sind und erst nach Erdung des Fahrzeugs mittels eines Hilfskontaktes eingeschaltet werden.



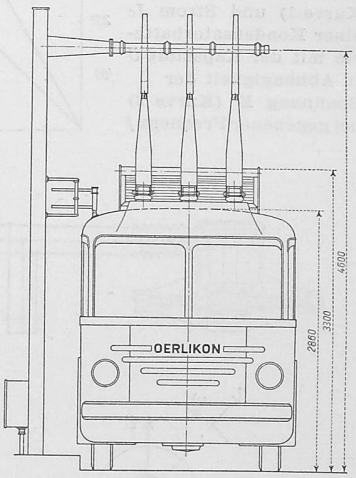


Bild 11. Massbild des von der MFO gebauten Gyrobus, 1 : 800

1 Elektrogyro
2 Triebmotor
3 Kondensatoren
4 Steuerapparatur
5 Polumschalter
6 Batterie für Beleuchtung und Steuerung
7 Ladestecker
8 Raum für Kompressor
9 Kühler
10 Stromabnehmer

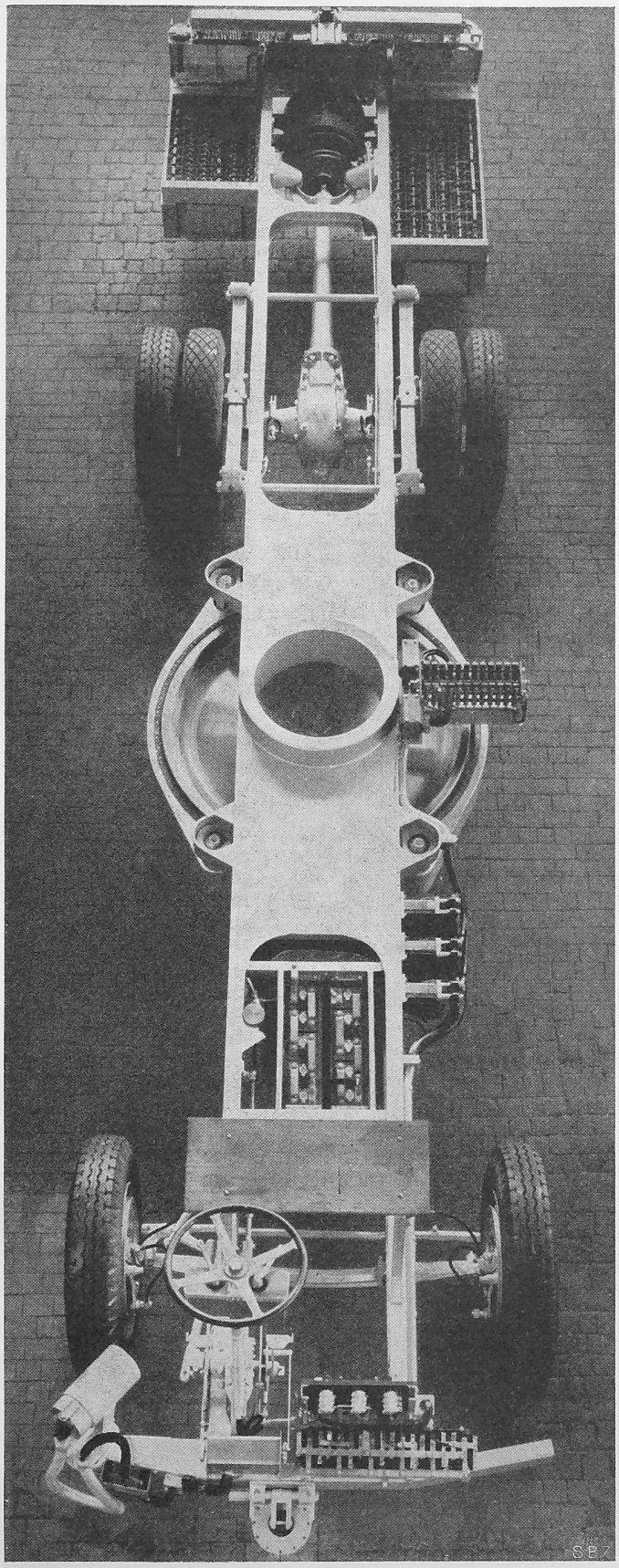


Bild 12. Chassis mit den elektromechanischen Einrichtungen

Für Gyrobuslinien in Stadt- und Vorortverkehr werden ungefähr alle 2 bis 3 km derartige Tankstellen bei den jeweils wichtigsten Haltestellen errichtet, an denen während dem Aus- und Einsteigen der Fahrgäste Energie aufgenommen wird. Bei einer drehstromseitigen Aufnahme von etwa 250 kW genügt eine Ladedauer von 30 bis 40 s für eine Zwischenladung. Für eine Fahrstrecke von 10 km wurden total 5 derartige Ladestellen vorgesehen, die kostenmässig nur etwa 10 % einer entsprechenden Trolleybusoberleitung mit zugehörigen Gleichrichterstationen betragen würden.

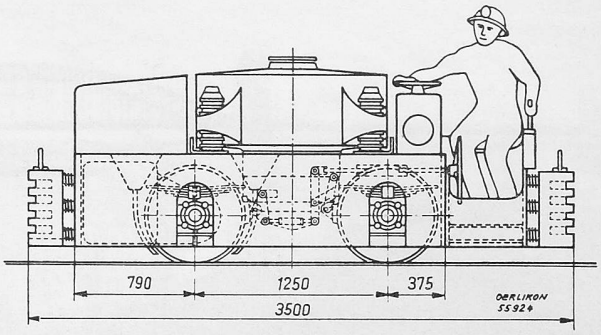


Bild 13. Massbild einer Grubenlokomotive mit Elektrogyroantrieb

Der von der Maschinenfabrik Oerlikon gebaute Versuchsgyrobus, Bild 11, wurde unter Verwendung eines vorhandenen Lastwagenchassis hergestellt und entspricht deswegen nicht allen Bedingungen, die bei einer definitiven Ausführung zu stellen sind. Die Betriebskosten eines Gyrobus für 60 Fahrgäste stellen sich nach unseren Versuchen unter Berücksichtigung der zurzeit in Arbeit befindlichen Verbesserungen total auf etwa 40 bis 50 Rp./km (ohne Personal). Der Energieverbrauch wird in der definitiven Ausführung je nach der Strecke 1,5 bis 2 kWh/Wagenkm am Drehstromnetz gemessen betragen.

Fahrplanmässige Versuchsbetriebe in verschiedenen Schweizerstädten haben die Verwendbarkeit des Systems unter Beweis gestellt und wertvolle Unterlagen für die Projektierung neuer Anlagen geliefert, sodass nunmehr an die Verwirklichung dieser Traktionsart für geeignete Verhältnisse herangetreten werden kann. Bereits wurden in Altdorf, Yverdon, Aarau und bei den Rheintalischen Strassenbahnen auf der Strecke Heerbrugg - Hohenems jeweils während etwa 14 Tagen fahrplanmässige Versuchsfahrten durchgeführt, ebenso auf der Strecke Oerlikon - Flugplatz Kloten. Auch im Auslande sind derartige Versuchsfahrten ins Auge gefasst worden.

Ein für den Gyrobusbetrieb besonders interessantes Verwendungsgebiet stellen die Gruben- und die Stollenbahnen dar. Zurzeit befinden sich eine Anzahl Minenlokomotiven dieser Bauart in Fabrikation. Bild 13 zeigt eine solche Minenlokomotive; die erste Ausführung ist für eine Goldgrube in Südafrika bestimmt.

Für Rangiertraktoren und auch für Leichttriebwagen für Nebenbahnstrecken mit Elektrogyroantrieb ist ein grosses Interesse vorhanden, und es wird in nächster Zeit auch diese Aufgabe in Verbindung mit einigen grösseren Bahnverwaltungen studiert.

Die neuen Strassenbrücken über den Rhein bei Bonn und Köln

DK 624.21 : 625.7(43)

Von der kriegsverschonten, kleinen Schweiz aus gesehen, scheint es mir eine unvorstellbare Tat zu sein, dass kurz nach Beendigung des zweiten Weltkrieges zwei Rheinbrükken, die eine bei Bonn-Beuel und die andere bei Köln-Deutz, neu erstanden sind. Dies erscheint darum so unfasslich, weil daneben noch viele andere zerstörte Rheinbrücken, sowohl für Strassen als auch für Eisenbahnen, in Stand zu stellen waren, wobei, neben der Hebung der Trümmer und ihrer allfälligen Ausbesserung, unter Verwendung von Hülfsbrücken oft nur eine provisorische Wiederherstellung der Verbindungen ausgeführt werden konnte. Das endgültige Bauwerk wird also in zahlreichen Fällen erst noch kommen.

Es wäre aber unrichtig anzunehmen, dass die neuen Rheinbrücken bei Bonn und Köln blosse Nachbildungen der alten Brückenanordnungen geworden sind. Das wäre vielleicht die einfachste Lösung der Bauaufgabe gewesen und hätte die Schwierigkeiten der Neuplanung erspart. Man wünschte aber schönere und bessere Bauwerke, trotz der kläglichen Lage. Die zerstörten Brücken waren zwar die Ergebnisse langdauernder Anstrengungen einer vergangenen Generation, deren Gedankengänge indessen heute nicht mehr geteilt werden. Zu einem kleinen Teil sind zwar noch Ingenieure, Architekten und Behörden beteiligt, die vor Beginn des ersten Weltkrieges an dem Entwurf und der Beurteilung der Kölnerbrücke mitwirkten, unter ihnen auch der einstige Oberbürger-