

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105/106 (1935)
Heft: 12

Artikel: Automatische Leistungssteuerung für Diesel-elektrische Fahrzeuge
Autor: Meyer, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47490>

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: 10.01.2026

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

INHALT: Automatische Leistungssteuerungen für Diesel-elektrische Fahrzeuge. — Aktuelle baustatische Probleme der Konstruktionspraxis. — Ein Wohnhaus am Hallwilersee. — Mitteilungen: Die Kraftübertragung in Dieseltriebwagen. Generalversammlung SEV und VSE. Umbau im Tiefbau. Die neue Hubbrücke über die

Rethé bei Hamburg. Eidgen. Technische Hochschule. Photoelastische Bestimmung von Temperaturspannungen. Baugrund-Instruktionskurs. — Wettbewerbe: Evangelische Kirche in Sirnach. Turnhalle mit Schulräumen in Gerliswil bei Luzern. Armenhaus und Waisenanstalt Küssnacht am Rigi. — Literatur. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Automatische Leistungssteuerungen für Diesel-elektrische Fahrzeuge.

Von Dr. Ing. E. MEYER, Baden.

Im Gegensatz zur mechanischen Uebertragung bietet die elektrische Uebertragung bei Dieselfahrzeugen die Möglichkeit, die volle Dieselmotorleistung bei jeder beliebigen Zugkraft am Radumfang und bei jeder Fahrgeschwindigkeit auszunützen unter sorgfältiger Vermeidung jeglicher Ueberlastung. Da die Zugkraft in jedem Moment durch den vom Triebfahrzeug zu überwindenden Fahrwiderstand gegeben ist, ist es Aufgabe der Steuerung, die Fahrgeschwindigkeit so einzuregulieren, dass die Leistung des Dieselmotors stets voll ausgenutzt ist. Stellt man diese Geschwindigkeit V in Funktion der Zugkraft Z graphisch dar, so erhält man eine hyperbelähnliche Kurve. Dies folgt aus der Beziehung:

$$ZV = \eta L$$

wobei L die von Zugkraft und Geschwindigkeit unabhängige Dieselmotorleistung und η den mit sinkender Geschwindigkeit leicht abnehmenden Wirkungsgrad der elektrischen Uebertragung bedeutet¹⁾. Von der elektrischen Seite aus betrachtet heisst dies, dass die Spannung des vom Dieselmotor angetriebenen und die Triebmotoren speisenden Generators bei jeder von den Motoren verlangten Stromstärke so einreguliert werden muss, dass die vom Dieselmotor abgegebene Leistung konstant ist.

Zur beliebigen Beeinflussung der Fahrgeschwindigkeit ist es aber notwendig, dass außer der Maximalleistung des Dieselmotors auch eine Anzahl von Teilleistungen eingestellt werden können. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen. Ist beispielsweise nur die Hälfte der maximalen Leistung verlangt, so kann der Dieselmotor 1. mit voller Drehzahl und halbem Drehmoment, oder 2. mit vollem Drehmoment und halber Drehzahl, oder 3. mit rd. 70% des vollen Drehmoments und mit rd. 70% der vollen Drehzahl betrieben werden. Die erste Methode, bei der der Dieselmotor immer mit seiner Maximaldrehzahl läuft, ist unwirtschaftlich und kommt daher praktisch kaum mehr in Frage. Bei der zweiten Methode läuft der Dieselmotor immer mit der kleinsten Drehzahl, die zur Entwicklung der verlangten Teilleistung notwendig ist. Dies hat zur Voraussetzung, dass der Dieselmotor bei jeder Drehzahl das volle Drehmoment abgeben kann, was nicht immer der Fall ist. Sie bedingt aber auch, dass die Dieselmotor-Generatorgruppe mit so vielen reduzierten Drehzahlen betrieben werden kann, als Teilleistungsstufen vorhanden sind. Dem stehen in der Regel die kritischen Drehzahlen im Weg und außerdem wird dadurch die Bauart des Dieselmotorreglers kompliziert. In solchen Fällen muss dann auf die dritte Methode zurückgegriffen werden, bei der sowohl die Drehzahl als auch das Drehmoment geändert wird. Wenn aus den genannten Gründen nur wenige Betriebsdrehzahlen möglich sind, ist man gezwungen, jeder Drehzahl mehrere Drehmomentstufen zuzuordnen, um eine genügende Anzahl von Fahrstufen zu erhalten, wie im nachstehenden Beispiel gezeigt werden soll:

Stufe	1	2	3	4	5	6	7
Drehzahl	50	50	80	80	100	100	100 % des Maximum
Drehmoment	50	90	75	90	100	90	100 % des Maximum
Leistung	25	45	60	72	80	90	100 % des Maximum

Aber auch dann, wenn gleich viele Drehzahlen möglich wie Fahrstufen vorhanden sind, ist es oft zweckmäßig, Drehzahl und Drehmoment zu variieren. Auf diese Weise

kann z. B. für jede Teilleistung diejenige Kombination von Drehzahl und Drehmoment gewählt werden, bei der der Brennstoffverbrauch am geringsten ist.

Sobald auf einer Fahrstufe das volle Drehmoment des Dieselmotors beansprucht wird, ist es zur Vermeidung von Ueberlastungen unbedingt erforderlich, die Leistung bei sich ändernder Zugkraft konstant zu halten. Dabei ist es richtiger, nicht das Drehmoment, sondern die Füllung, das ist die pro Arbeitszyklus in die Zylinder eingespritzte Brennstoffmenge konstant zu halten, da das vom Dieselmotor entwickelte Drehmoment bei gegebener Füllung von der Brennstoffqualität, von Druck und Temperatur der Ansaugluft und von den sonstigen Arbeitsbedingungen und dem Zustand des Motors abhängt. Dadurch wird erreicht, dass selbst bei einem abnormalen Betriebsverhalten des Motors eine Ueberlastung absolut ausgeschlossen ist. — Wird mit einem Teildrehmoment gefahren, so ist die Konstanthaltung der Leistung zwar nicht unumgänglich notwendig, aber doch wünschbar und zweckmäßig. Die Steuerungen, die auf jeder Fahrstufe eine bestimmte Leistung konstant halten und mit „Leistungssteuerungen“ bezeichnet werden, haben daher in neuerer Zeit eine grosse Verbreitung erfahren.

Es versteht sich von selbst, dass diese Konstanthaltung der Leistung und die richtige Wahl von Drehzahl und Drehmoment nicht dem Führer überlassen werden kann. Eine solche Steuerung muss vielmehr so weit automatisiert sein, dass der Führer lediglich die zur Erreichung der gewünschten Fahrgeschwindigkeit erforderliche Leistungsstufe einzustellen hat.

Die Aufgabe einer solchen automatischen Steuerung, bei jeder Fahrstufe eine bestimmte Drehzahl und eine bestimmte Füllung konstant zu halten, kann sowohl durch Beeinflussung des Dieselmotors als auch durch Einwirkung auf den Generator erfüllt werden. Die Konstanthaltung der Drehzahl durch Beeinflussung des Dieselmotors erfolgt mit Hilfe eines Fliehkraftreglers, der die Brennstoffzufuhr durch Änderung der Beaufschlagung der Brennstoffpumpe vermindert, wenn die Drehzahl infolge Entlastung des Generators über den Sollwert ansteigen, und sie vergrössert, wenn die Drehzahl infolge zunehmender Generatorbelastung abfallen will. Damit der Regler den ursprünglichen Füllungsgrad wieder herbeiführen kann, muss die Entlastung im ersten und die Mehrbelastung im zweiten Fall durch automatische Regulierung der Generatorerregung rückgängig gemacht werden. — Die Konstanthaltung einer bestimmten Füllung geschieht unmittelbar am einfachsten durch Blokkieren des Reguliergestänges der Brennstoffpumpe in der betreffenden Stellung. Dann hat die Einhaltung einer bestimmten Drehzahl von der elektrischen Seite her zu geschehen.

Bei der Steuerung nach Schema Abb. 1 wird, sobald eine Fahrstufe eingestellt ist, die Drehzahl durch den Fliehkraftregler 1 a konstant gehalten, während der vom Leistungsrelais 6 gesteuerte Feldregler 7/8 durch Ein- und Ausschalten vom Widerstand die Erregung des Generators 2 reguliert. Das Leistungsrelais besitzt die bekannte Wattmeterschaltung mit einer festen Strom- und einer beweglichen Spannungsspule. Das Drehsystem ist jedoch durch eine Gegenfeder in der neutralen Mittellage gehalten, so lange die Leistung den Sollwert besitzt. Steigt nun beispielweise die am Radumfang erforderliche Zugkraft und

¹⁾ Vergl. E. Meyer, „Die Ermittlung der Anfahrkurven und Fahr-Diagramme bei Diesel-elektrischer Zugförderung“, „S. B. Z.“, 1934, Bd. 103, S. 195*.

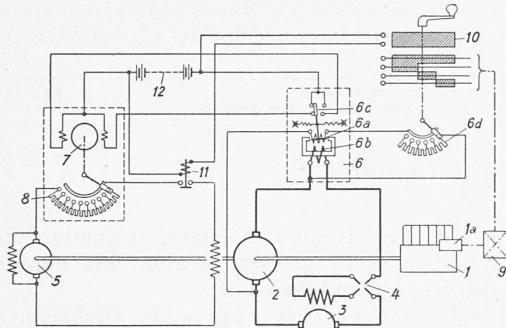


Abb. 1. Leistungsrelaissteuerung Brown Boveri.

1 Dieselmotor, 1a Fliehkraftregler, 2 Hauptgenerator, 3 Fahr-
motor, 4 Wendeschalter, 5 Hilfsgenerator, 6 Leistungsrelais,
6a eine Spannungsspule, 6b Stromspule, 6c Schaltkontakt, 6d Vor-
schaltwiderstände zur Spannungsspule, 7 Antrieb des Feldreglers,
8 Feldregler mit Widerständen, 9 Drehzahlsteller, 10 Steuer-
kontroller.

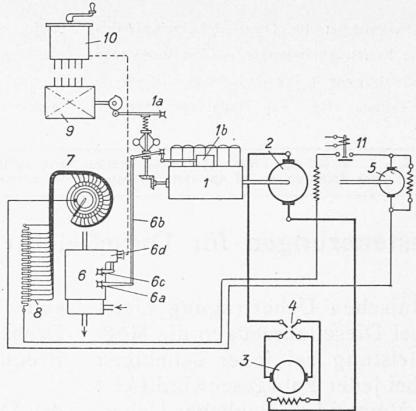
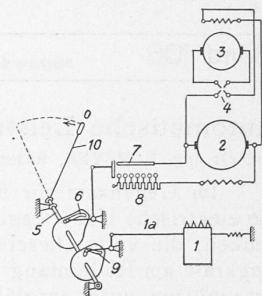


Abb. 2. Servofeldreglersteuerung Brown Boveri.

1 b Brennstoffpumpe, 6 Oeldruck-Servomotor, 6a An-
griffspunkt d. Steuerschiebers, 6b Verbindung z. Brenn-
stoffreguliergestänge, 6c Angriffspunkt der Füllungs-
(Drehmoment)-Verstellung, 6d Elektr. Apparat zur Füllungs-
(Drehmoment)-Einstellung, 7 Feldregler, 8 Regu-
lierwiderstände. Uebrige Bezeichnungen wie bei Abb. 1.

Abb. 3. Steuerung nach \oplus Patent
Nr. 171216.

1 Brennstoffpumpe, 1a Füllungsregulier-
gestänge, 5 Steuerwelle, 6 Drehzahl-
(Widerstands-)Reguliernut, 9 Füllungs-
Reguliernut, 10 Fahrhebel. Uebrige Be-
zeichnungen wie bei Abb. 2.

damit Generatorstrom und -leistung, so bewegt sich das Drehsystem in die eine Endlage und schliesst dadurch den Stromkreis des „Ab“-Magneten des Feldreglerantriebes. Der Feldregler reduziert nun den Erregerstrom und dadurch die Generatorenspannung, bis die Leistung wieder auf ihren Sollwert gesunken ist. Gerade umgekehrt ist die Wirkungsweise bei einem Sinken des Generatorstromes. Die Einstellung der verschiedenen Leistungsstufen geschieht durch Änderung der Konstanten des Leistungsrelais, d. h. entweder durch Änderung der Gegenkraft zum Drehsystem oder durch Vorschalten von abgestimmten Vorschaltwiderständen 6d in den Stromkreis der Spannungsspule. Die Einstellung der Drehzahl erfolgt in bekannter Weise durch Änderung der Federspannung des Fliehkraftreglers, wozu in der Regel ein elektrisch betätigter Drehzahlsteller 9 erforderlich ist. Das Leistungsrelais kann mit einer Wirkungsgrad-Kompensationseinrichtung gebaut werden, sodass es nicht auf konstante Abgabe sondern auf konstante Aufnahmleistung des Generators reguliert. Da der Dieselmotor außer dem Generator noch eine ganze Anzahl von Hilfsmaschinen (Ventilatoren, Kompressoren, Hilfsgeneratoren) anzutreiben hat, deren Leistungsaufnahme stark variabel ist, ist damit die Konstanz der Leistung an der Dieselmotorwelle noch nicht gewährleistet. Diese Steuerung erfüllt also die aufgestellten Bedingungen nicht ganz.

Dieser Umstand führte zur Entwicklung der Steuerung gemäß Schema Abb. 2. Hier wird der Feldregler 7 durch einen Oeldruck-Servomotor 6 betätigt. Der Steuerschieber dieses Servomotors ist in der Weise mit dem Reguliergestänge der Brennstoffpumpe gekuppelt, dass er in der Abschlusstellung, und der Feldregler im Ruhezustand verharrt, solange die Füllung den Sollwert besitzt. Wird nun durch eine kleine Belastungsänderung dieser Gleichgewichtszustand gestört, so reguliert der Feldregler im Sinne der Wiederherstellung des ursprünglichen Füllungsgrades. Die Einstellung der verschiedenen Füllungsstufen wird dadurch bewerkstelligt, dass die Abschlusstellung des Steuerschiebers verschiedenen Stellungen des Brennstoff-Reguliergestänges zugeordnet wird. Da diese Steuerung sowohl auf konstante Drehzahl als auch auf konstante Füllung reguliert, kann sie als die ideale Lösung der Leistungssteuerung bezeichnet werden.

Als Beispiel einer Steuerung, bei der die Füllung durch direkte Einstellung an der Brennstoffpumpe konstant gehalten und die Drehzahl durch Änderung der Generatorerregung reguliert wird, sei noch die Steuerung nach \oplus Patent No. 171216 gemäß Schema Abb. 3 angeführt. Solange bei dieser Steuerung der Fahrhebel 10 auf eine und derselben Fahrstufe bleibt, ist das Brennstoffreguliergestänge in einer bestimmten Stellung festgehalten. Zur Einstellung der zur entsprechenden Füllung gehörigen

Drehzahl verwendet man den Umstand, dass die Drehzahl des hier anzuwendenden, schwach gesättigten, auf dem geradlinigen Teil der Magnetisierungskurve arbeitenden und daher spannungslabilen Nebenschlussgenerators unabhängig von der Leistungsabgabe dem Widerstand im Erregungsstromkreis ungefähr proportional ist. Durch Einstellung des Vorschaltwiderstandes 8 zur Nebenschlusswicklung kann man also jeder Füllung eine oder mehrere Drehzahlen zuordnen. Die Arbeitsweise dieser Steuerung ist dann die folgende: Steigt bei unveränderter Stellung des Fahrhebels der Fahrwiderstand und damit der Strom und das vom Generator aufgenommene Drehmoment, so sinkt zufolge der unverändert gelassenen Füllung die Drehzahl etwas ab. Bei der schwachen Sättigung des Generators hat aber schon ein geringer Drehzahlabfall eine bedeutende Schwächung des Feldes und des aufgenommenen Drehmomentes zur Folge, sodass sich das Gleichgewicht bei einer wenig geringeren Drehzahl wieder einstellt. Man erkennt daraus, dass die Drehzahl und damit auch die Dieselmotorleistung bei dieser Steuerung nicht genau konstant gehalten wird, da ja die Drehzahländerung das einzige Mittel zur Feldregulierung und daher unerlässlich ist. Das Mass dieser Drehzahl- und Leistungsschwankung hält sich etwa zwischen 5 und 10 %, sodass auch diese Steuerung noch als Leistungssteuerung angesprochen werden kann, obwohl sie die an eine solche gestellten Anforderungen nicht restlos erfüllt.

Aktuelle baustatische Probleme der Konstruktionspraxis.

Von Dr. sc. techn. FRITZ STÜSSI, Privatdozent an der E.T.H., Zürich.
Schluss von Seite 122.

Als erste Forderung der dynamischen Problemstellung scheint diejenige allgemein anerkannt zu werden, dass unter bewegten Lasten Resonanzerscheinungen zu vermeiden sind. Dies erfordert die Kenntnis der Eigenschwingungen, besonders der Grundschatzschwingzahl, als erster dynamischer Charakteristik eines Tragwerks. Bei einer Verminderung der allgemeinen Tragwerksicherheit, wie sie eine Erhöhung der zulässigen Beanspruchungen darstellt, können auch Schwingungszustände, die von der Resonanzlage noch entfernt sind, zu unerwünschten Überbeanspruchungen führen. Die Kenntnis der Grundschatzschwingzahl ermöglicht Resonanzvermeidung, sowie Abschätzung dieser dynamischen Zusatzbeanspruchungen.

Knicklast und Grundschatzschwingzahl von Bogenträgern.

1. Sowohl für die Bestimmung der Knicklast gedrückter Stäbe wie zur Berechnung der Grundschatzschwingzahl vollwandiger Balken sind praktisch wertvolle Berechnungs-