Zeitschrift: Pestalozzi-Kalender
Herausgeber: Pro Juventute
Band: 53 (1960)
Heft: [2]: Schüler

Artikel: Die Stromarten elektrischer Lokomotiven
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-989464

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: 14.07.2025

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

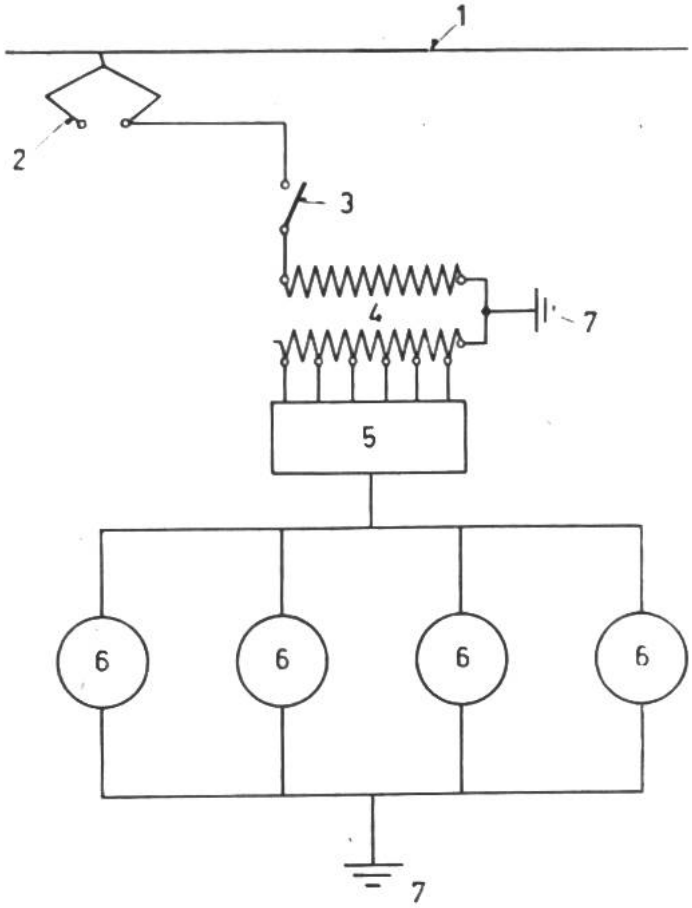
DIE STROMARTEN ELEKTRISCHER LOKOMOTIVEN

Sicher habt ihr oft auf den Bahnhöfen oder am Bahndamm die schmucken elektrischen Lokomotiven beobachtet, die Personen- und Güterzüge in rascher Fahrt von einem Ort zum andern ziehen. Die Zugkräfte, die solche Lokomotiven ausüben müssen, sind besonders auf den steigungsreichen Strecken ausserordentlich gross und erreichen bei unsern neuesten sechsachsigen Gotthardlokomotiven des Typs Ae 6/6 rund 36000 kg. Unter Zugkraft versteht man diejenige Kraft, die es braucht, um einen Zug zu ziehen. Diese ist viel kleiner als das Gewicht des Zuges. So genügt z.B. eine Zugkraft von 36 t, um einen 600 t schweren Zug den Gotthard hinauf zu schleppen. Habt ihr euch schon einmal Gedanken gemacht, wie solche Kräfte entstehen?

Ihr wisst, dass auf der Erde die Energie nicht neu geschaffen, sondern nur umgewandelt werden kann. Bei den elektrischen Lokomotiven geht man – darauf deutet schon der Name – von der elektrischen Energie aus, die über den Fahrdraht praktisch in jeder beliebigen Menge zur Verfügung gestellt wird. Starke Elektromotoren wandeln diese dann auf der Lokomotive in mechanische Zugkräfte um.

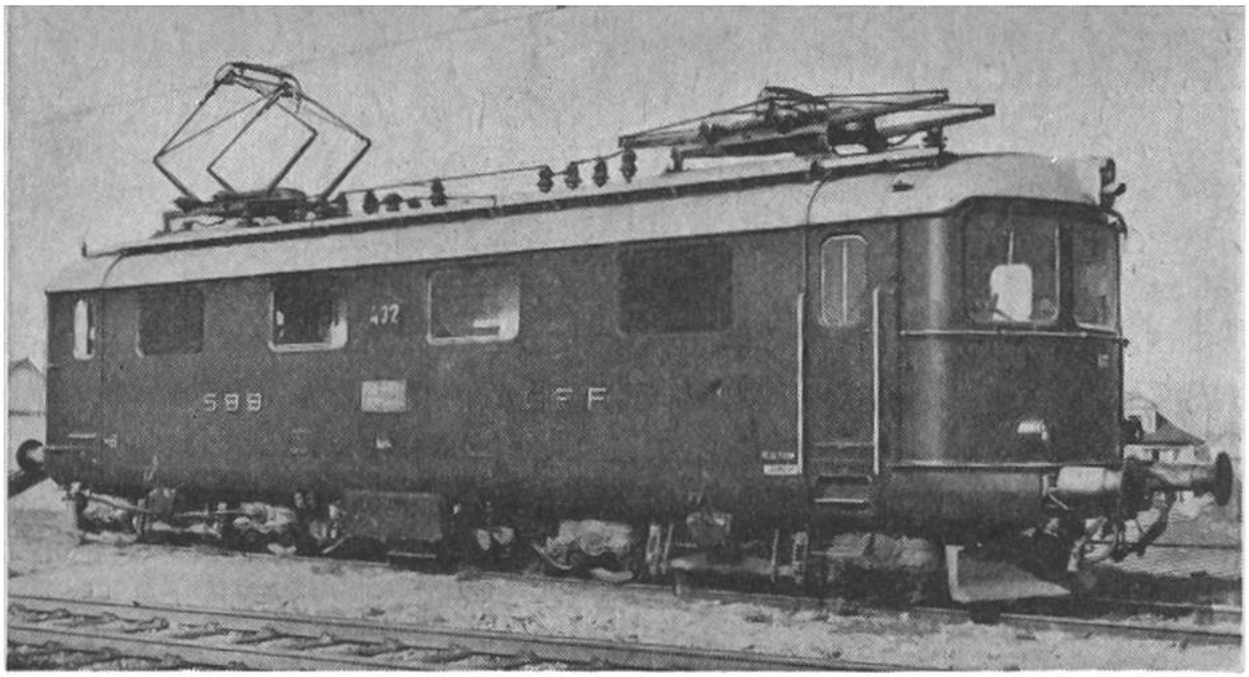
Gewiss habt ihr schon von den beiden wichtigen Stromarten, dem Gleichstrom und dem Wechselstrom, gehört. Beim Gleichstrom fliessen der Strom oder die winzig kleinen Stromträger, die Elektronen, wie das Wasser eines Flusses stets in gleicher Richtung. Der Wechselstrom hingegen ändert in der Sekunde häufig die Richtung. In der Industrie sowie in euren Wohnungen bevorzugt man bekanntlich den Wechselstrom, weil sich seine Spannung über Transformatoren in einfacher Weise ändern und jedem Verbraucher anpassen lässt. Die Elektronen tanzen beim Industrie-Wechselstrom in der Sekunde 50mal hin und her, und man sagt, der Wechselstrom habe eine Frequenz von 50 Hertz (abgekürzt 50 Hz).

Zur Speisung der Lokomotiven verwendet man ebenfalls Gleich- oder Wechselstrom. Die in Industrie und Haushalt geschätzten Vorteile des Wechselstroms ergeben sich auch hier, die schwierigsten Probleme im Bahnbetrieb liegen aber in der Konstruktion



Vereinfachtes Hauptstromschema einer $16^2/_3$-Hz-Lokomotive mit vier Fahrmotoren. Der Strom fliesst dabei von der Fahrleitung (1) über den Stromabnehmer (2) und den Hauptschalter (3) zum Transformator (4). Mit Hilfe eines Stufenschalters (5) können die Fahrmotoren mit verschiedenen Abzapfungen am Transformator, d.h. mit verschiedenen Spannungen, verbunden werden. Von den Fahrmotoren (6) fliesst der Strom über die Räder und die Schienen (7) zum Unterwerk.

der zum Antrieb der Triebräder benötigten Elektromotoren. Diese müssen in einem grossen Drehzahlbereich, der dem Betrieb der Lokomotiven mit den verschiedensten Geschwindigkeiten entspricht, einwandfrei arbeiten. Eine solche Forderung ist bei den Gleichstrommotoren im allgemeinen leichter zu erfüllen als bei den Wechselstrommotoren, und die Schwierigkeiten steigen hier mit zunehmender Frequenz. So werden die Strassenbahnen durchwegs und eine ganze Anzahl von kleineren Bahnen, wie zum Beispiel die bekannte Montreux–Oberland-Bahn, welche den Genfersee mit dem Berner Oberland verbindet, mit Gleichstrom betrieben. Das Fahrleitungsnetz unserer Hauptbahnen, dessen Aufbau vor Jahrzehnten eingesetzt hat, wird jedoch mit ganz wenigen Ausnahmen mit Wechselstrom gespiesen, dessen Frequenz mit Rücksicht auf die Konstruktion der Elektromotoren und den seinerzeitigen Stand der Elektrotechnik niedriger gehalten werden musste als beim landesüblichen Industriestrom. So kam es zu der Bahnfrequenz von $16^2/_3$ Hz. Dieser Wert erscheint merkwürdig, aber er entspricht genau einem Drittel der Industriefrequenz von 50 Hz. Es lassen sich dabei leichter Umformermaschinen bauen, welche die eine Frequenz in die andere überführen.



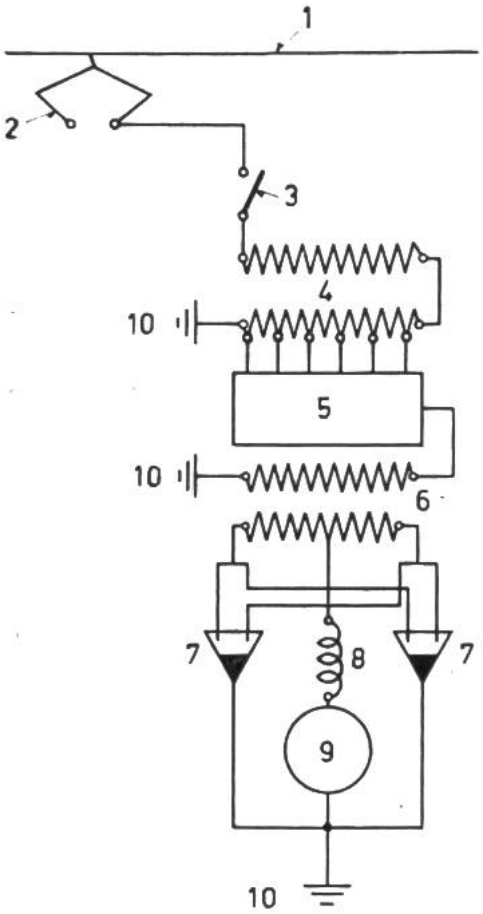
Re 4/4-Lokomotive der Schweizerischen Bundesbahnen, deren elektrische Ausrüstung nach dem Schema auf Seite 289 gebaut ist.

Neben der Schweiz verwenden auch Deutschland, Österreich, Norwegen und Schweden diese Stromart. Man wollte in diesen Ländern die erwähnte Transformierbarkeit des Wechselstroms ausnützen. Die Fahrdrahtspannung kann jetzt sehr hoch gewählt werden und liegt bei 15000 Volt. Damit sinken die Verluste in der Fahrleitung. Die Fahrmotoren sind dagegen für eine wesentlich kleinere Spannung, höchstens etwa für 600 Volt, gebaut; dadurch wird es viel einfacher, diese zu isolieren. Ein Transformator übernimmt die Anpassung der Spannung an die Fahrmotoren und ermöglicht über Anzapfungen in einfacher Weise eine Änderung der Motorspannung zum Zwecke der Drehzahl- und damit der Geschwindigkeitsbeeinflussung.

Eine ganze Anzahl europäischer Länder hat sich jedoch entschlossen, ihre Hauptbahnen mit Gleichstrom zu elektrifizieren. Zu ihnen gehören Italien, Spanien, ein Teil Frankreichs, Belgien, Holland und einige osteuropäische Länder. Die am häufigsten verwendeten Fahrdrahtspannungen betragen 1500 und 3000 Volt. Da der Gleichstrom im Gegensatz zum Wechselstrom nicht transformiert werden kann, die Fahrmotoren aber zur Änderung der Zugkraft bei verschiedenen Geschwindigkeiten an verschiedene Spannungen angeschlossen werden müssen, werden die Motoren

Französische 6achsige Gleichstromlokomotive. Die Aufnahme wurde im Bahnhof Genf gemacht, welcher teilweise mit 1500 Volt Gleichstrom elektrifiziert ist.

beim Anfahren und bei kleinen Geschwindigkeiten in Serie, bei grösseren Geschwindigkeiten dagegen parallel geschaltet.
Seit einigen Jahren ist es gelungen, brauchbare Wechselstrom-Fahrmotoren für 50 Hz zu bauen. Lokomotiven mit solchen Motoren können daher direkt mit dem 50-Hz-Industrie-Wechselstrom gespiesen werden, wie dies heute in Frankreich und auch bei schweizerischen Lokomotiven, die im Bahnhof Basel verkehren, der Fall ist. Das Prinzipschema des Hauptstromkreises ist für diese 50-Hz-Lokomotiven das gleiche wie für die $16^2/_3$-Hz-Lokomotiven.
Der Bau elektrischer Lokomotiven, welche direkt mit 50-Hz-Wechselstrom gespiesen werden können, geht dank der Entwicklung auf dem Gebiet der Gleichrichter noch andere Wege. Gleichrichter sind ruhende Geräte, die den Wechselstrom in der einen Richtung unbehindert hindurchlassen, in der andern Richtung dagegen sperren. Das Ergebnis ist ein gleichgerichteter Strom, d. h. ein Gleichstrom, der nun wieder den Betrieb der einfacheren und für den Bahndienst so gut geeigneten Gleichstrom-



Vereinfachter Hauptstromkreis einer Gleichrichterlokomotive mit einem Fahrmotor, wie sie im Bahnhof Basel, welcher ein 50-Hz- sowie ein $16^2/_3$-Hz-Fahrleitungsnetz besitzt, in Betrieb steht. Der Wechselstrom von $16^2/_3$ oder 50 Hz von hoher Spannung fliesst von der Fahrleitung (1) über den Stromabnehmer (2) und den Hauptschalter (3) zum Transformator (4), wo er auf eine wesentlich kleinere Spannung heruntertransformiert wird. Ein Stufenschalter (5) gestattet, den Gleichrichtertransformator (6) zur Zugkraftänderung des Fahrmotors mit verschiedenen Spannungen zu speisen. Die Gleichrichter (7) formen den Wechselstrom in welligen Gleichstrom um, welcher in der Drossel (8) noch zusätzlich geglättet wird. Der Fahrmotor (9) wird dauernd mit Gleichstrom betrieben. 10 = Erde.

motoren ermöglicht. Auch hier gestattet der vor den Gleichrichter geschaltete Transformator, die Motorspannung beliebig zu ändern.

Dank den grossen Fortschritten in der Gleichrichtertechnik baut heute die Schweiz als erstes Land TEE-Triebwagenzüge, die auf sämtlichen elektrifizierten Linien der Schweiz und ihrer Nachbarländer, ungeachtet des Stromsystems, verkehren können. Diese Fahrzeuge sind für die Strecken Zürich–Mailand und Mailand–Lausanne–Paris vorgesehen; sie sollen ihren Dienst im Jahr 1961 aufnehmen.

Doch bei allen Stromsystemen spielt sich in den Fahrmotoren, welche die Triebräder anzutreiben haben, der ähnliche Vorgang ab. Durch die zugeführte elektrische Energie entwickelt sich eine Kraft, welche die Motoren in Umdrehung versetzt, und zwar mit einer Drehzahl, die mit wachsender Spannung zunimmt. Die Drehzahlen werden dabei so gross gewählt, wie dies mechanisch gerade noch zulässig ist; denn man erhält auf diese Weise möglichst kleine und leichte Motoren. Über ein Getriebe, das aus mindestens zwei Zahnrädern besteht, werden die Kräfte auf die Trieb-

räder übertragen. Das Übersetzungsverhältnis, d.h. das Verhältnis der Zähnezahlen, gibt die Möglichkeit, die Motordrehzahlen der gewünschten Geschwindigkeit der Lokomotive anzupassen.

Eine elektrische Lokomotive ist wirklich ein kleines technisches Wunderwerk auf Rädern. Wenn ihr einmal an einer Ausstellung Gelegenheit habt, auch das Innere anzuschauen, so nützt sie. Ihr werdet staunen, welcher Aufwand im einzelnen notwendig ist, um das, was hier nur mit wenigen Worten gesagt werden konnte, in die Tat umzusetzen. Und vielleicht entdeckt mancher von euch eine Neigung, sich später einmal beruflich mit den elektrischen Lokomotiven zu beschäftigen. E.-H.L./H.L.

Umrechnung von Frequenzen (kHz) in Wellenlängen (m) oder umgekehrt

Jeder Radiosender wird bezeichnet nach seiner Wellenlänge in Metern und seiner Frequenz, das ist die Anzahl der elektromagnetischen Schwingungen pro Sekunde (Hertz). Da sich die elektrischen Wellen mit Lichtgeschwindigkeit, das ist 300000 km pro Sekunde im Raum ausbreiten, lassen sich Frequenz und Wellenlänge aus folgenden Formeln errechnen:

$$\text{Wellenlänge (m)} = \frac{300000}{\text{Frequenz (kHz)}}$$

oder

$$\text{Frequenz (kHz)} = \frac{300000}{\text{Wellenlänge (m)}}$$

ELEKTRO-LUMINESZENZ

1936 entdeckte der Physiker G. Destriau, dass Zinksulfid aufleuchtet, wenn es einem Wechselstrom ausgesetzt wird. Damit schien sich ein neues, vielversprechendes Verfahren zu eröffnen, um Elektrizität unmittelbar in sichtbares, völlig kaltes Licht umzuwandeln, weshalb man diese Erscheinung Elektro-Lumineszenz nannte. Anfangs war der Stromverbrauch im Verhältnis zur Lichtausbeute sehr hoch; doch zeigten schliesslich die unermüdlichen Forschungen in den Laboratorien, dass die praktische Anwen-