

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 20

Artikel: Die Einphasen-Lokomotiven der Schweiz. Bundesbahnen und neue Lokomotivtypen der Maschinenfabrik Oerlikon
Autor: Studer, Hugo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34756>

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: 16.05.2025

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

Die Einphasen-Lokomotiven der Schweiz. Bundesbahnen und neue Lokomotivtypen der Maschinenfabrik Oerlikon.

Von Prof. Hugo Studer, Ingenieur, Zürich.

Die Generaldirektion der S. B. B. hat im Mai 1917 bei den drei sich mit dem Bau von elektrischen Lokomotiven befassenden schweizerischen Konstruktionsfirmen vier Probelokomotiven für die Gotthardbahn-Elektrifizierung in Auftrag gegeben, die sich z. Zt. im Bau befinden und in wenigen Monaten zur Ablieferung gelangen werden. Es war damals beabsichtigt, diese Lokomotiven vorerst auf der S. B. B.-Strecke Scherzliggen-Brig (84 km) der B. L. S. im regelmässigen Zugsdienst zu erproben. Seither ist die Elektrifizierung der anschliessenden Strecke Scherzliggen-Bern (38 km) beschlossen und begonnen worden, sodass sie nunmehr auf einer 116 km langen Strecke, zusammen mit den 14 Löttschberg-Lokomotiven, die elektrische Traktion zu besorgen haben werden. Unter dessen hat ferner die Generaldirektion der S. B. B. den drei gleichen Firmen weitere 20 Lokomotiven in Auftrag gegeben, die in der zweiten Hälfte von 1919 zur Ablieferung gelangen sollen und als erster Lokomotiv-Park für den Dienst der Gotthardlinie bestimmt sind. Daneben sollen in den nächsten Monaten Versuche mit Einzelantrieben, über die in Bd. LXX, S. 83 der „Schweiz. Bauzeitung“ (18. August 1917) bereits berichtet wurde, durchgeführt werden.

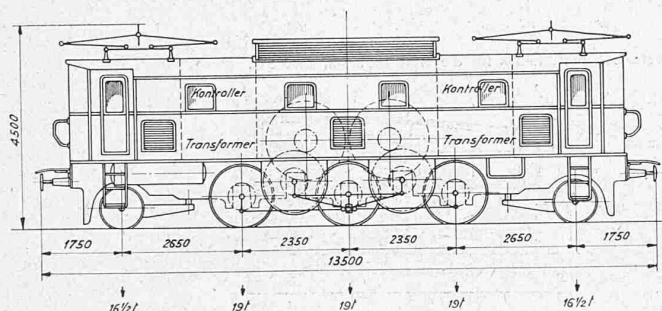


Abb. 1. Probe-Schnellzuglokomotive der M. F. O., 1650 PS. — 1:150.

Im Folgenden sollen nun einige nähere orientierende Angaben über die eingangs genannten Probelokomotiven, sowie über jene für die Gotthardbahn gegeben werden, ohne jedoch dabei heute schon auf die Details der Konstruktion einzutreten.

Die leitenden Organe der S. B. B. haben vorläufig für die Gotthardbahn drei Lokomotivtypen in Aussicht genommen: einen kleinern Schnellzugstyp, einen grösseren Schnellzugstyp und einen Güterzugstyp; wobei unter bestimmten Bedingungen der eine Typ für den andern soll einspringen können. Die gestellten Leistungsbedingungen sind die folgenden:

a) Für die *Schnellzuglokomotive* innert 24 Stunden, bei 15 Minuten Mindest-Umschlagzeit an den Endpunkten, drei Hin- und Herfahrten Luzern-Chiasso mit 430 t Anhängengewicht, unter Vorspann einer Schnellzuglokomotive des kleinern Typ auf den Rampen von über 21 ‰ Steigung. Für die Fahrt Chiasso-Bellinzona ohne Vorspann darf das Anhängengewicht auf 350 t herabgesetzt werden. Die Rampen von 26 ‰ Steigung sollen mit 215 t Anhängengewicht mit dem kleinen, bzw. 300 t Anhängengewicht mit dem grossen Lokomotivtyp bei 50 km/h Geschwindigkeit befahren werden können. Maximale Fahrgeschwindigkeit 75 km/h.

b) Für die *Güterzuglokomotive* innert 24 Stunden zwei Hin- und Herfahrten Goldau-Chiasso mit 860 t Anhängengewicht bei Schub durch eine zweite Güterzuglokomotive auf den Rampen von über 21 ‰ Steigung. Für die Fahrt Chiasso-Bellinzona mit einer dieser Lokomotiven wird das Anhängengewicht auf 625 t herabgesetzt. Auf den Rampen von 26 ‰ sollen 430 t Last mit einer Geschwindigkeit von 35 km/h befördert werden. Maximale Geschwindigkeit 65 km/h.

Alle Lokomotivtypen müssen Geleisekurven von 180 m und Weichenkurven von 114 m befahren können. Die zulässigen Drücke wurden für die Laufachsen zu minimal 12 t und maximal 16 t und für die Triebachsen zu 18 t festgesetzt. Bei der Güterzuglokomotive wurden für die beiden Mittelachsen 19 t, bei 2 m Abstand

derselben von einander, als zulässig erklärt, wenn die Achsdrücke der beiden Endachsen entsprechend nur je 17 t betragen. Das Gewicht auf den laufenden Meter sollte 7 t nicht überschreiten. Auf der Talfahrt müssen die Lokomotiven wenigstens ihr eigenes Gewicht selbst abbremsen.

Die auf Grund dieser Bedingungen bestellten und im Bau befindlichen *Probelokomotiven*, für die die Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur den mechanischen Teil ausführt, seien durch Skizzen und einige Angaben kurz erläutert.

Kleine Schnellzuglokomotive 1C1 der Maschinenfabrik Oerlikon. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, handelt es sich um eine Lokomotive von 13,5 m Gesamtlänge in symmetrischem Aufbau von ähnlicher Anordnung, wie die grossen Löttschberg-Lokomotiven¹⁾, jedoch mit drei statt fünf Kuppelachsen. Die beiden Motoren sind zwölfpolige kompensierte Einphasen-Serie-Motoren nach Patent Oerlikon, von je 825 PS Normalleistung (am Rad gemessen), mit phasenverschobenen Hilfsfedern. Sie sind, im Lokomotivmittel mit einander verbunden, auf dem Rahmen gelagert und übertragen durch beidseitig angeordnete, gefederte Zahnräder mit Uebersetzungsverhältnis 1:2,84 die Kraft auf die zugehörigen zwei Blindwellen, die ihrerseits mittels Kurbeldreieck mit Schlitz und Kuppelstangen die Uebertragung auf die drei Triebachsen in ganz gleicher Weise vollziehen, wie bei den grossen Löttschberg-Lokomotiven. Ueber den Motoren sind die elektropneumatisch betätigten Fahrwender, der Deckenventilator und die Bremsapparatur angeordnet. Beidseitig an die Triebmotoren schliessen sich die Trockentransformatoren mit aufgebauten Stufenschaltern und die Hauptschalter, Kompressoren usw. an. Die beiden Führerstände befinden sich direkt an den Stirnwänden. Die Normal-Zugkraft, am Rad gemessen, beträgt 8900 kg, die maximale 13500 kg, die Stundenleistung 1650 PS, die normale Geschwindigkeit 50 km/h, die maximale 75 km/h. Das Totalgewicht wird sich, einschliesslich elektrischer Bremsanrichtung, auf rund 90 t belaufen.

Grosse Schnellzuglokomotive 1B + B1 der M. F. O. Die allgemeine Anordnung dieser 106 t schweren Drehgestell-Lokomotive von 16,2 m Länge ist aus Abbildung 2 ersichtlich. Je zwei Motoren von je 560 PS (am Rad), 10 polig, im übrigen analoger Konstruktion wie bei der 1C1 Lokomotive, sind zwischen den zwei Triebachsen jeden Drehgestells, relativ tief gelagert, eingebaut und übertragen mittels beidseitiger gemeinsamer und gefederter Zahnräder über eine Blindwelle und Schlitzstange die Triebkraft auf die Triebäder. In dem, auf den Drehgestellen ruhenden und auf die ganze Länge reichenden Wagenkasten ist in der Mitte der Oeltransformator mit den zugehörigen Stufenschaltern und dem Deckenventilator aufgestellt, während die Hilfsaggregate, Kompressor und Umformer, in den niedern Vorbauten der Lokomotiv-Stirnen untergebracht sind.

Die Führerstände sind also etwas von der Lokomotivstirne zurückgesetzt. Elektrisch ist durch den einzelnen Transformator eine grosse Vereinfachung erzielt, dafür aber ist eine relativ schwere Tragkonstruktion für den Wagenkasten nicht zu vermeiden. Die Normal-Zugkraft beträgt 12000 kg, maximal 18000 kg, die Normal-Leistung 2250 PS.

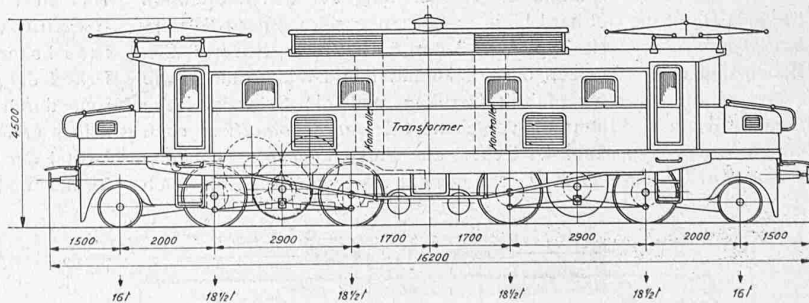


Abb. 2. Probe-Schnellzuglokomotive der M. F. O., 2250 PS. — Typenskizze 1:150.

Bei diesen beiden Lokomotiven ist die *Steuerung* in ähnlicher Weise wie bei den Löttschberg-Lokomotiven durchgebildet, jedoch ist die Betätigung der Stufenschalter der 1C1 Lokomotive elektropneumatisch vorgesehen und es ist die Zahl der Schaltstufen auf 23 vermehrt worden, sodass ein günstiges Anfahren und feineres Einstellen in den normalen Fahr-Stellungen möglich wird. Durch

¹⁾ Siehe Band LXIII, Seite 22 u. ff. (Januar 1914).

Verwendung der zwangsläufigen Wechselschaltung der zwei Stufenkontrollen bei Zuschalten und Synchronschaltung beim Abschalten ist einerseits eine Vermehrung der Transformer-Anzapfungen vermieden und andererseits die rasche Abschaltbarkeit erreicht. Die beiden Lokomotiven erhalten eine Ausrüstung zur Kupplung ihrer Steuerung, sodass also mit sogenannter Vielfachsteuerung, durch einen Führer, beide Lokomotiven gesteuert werden können.

Grosse Schnellzuglokomotive 1B+B1 von Brown, Boveri & Cie. Diese Lokomotive hat die gleichen Bedingungen und Leistungen zu erfüllen wie die vorgenannte Lokomotive und ist ihr in der allgemeinen Anordnung ähnlich. Die Führerstände befinden sich jedoch im Gegensatz zu Abb. 2 an den Lokomotiv-Stirnen.

als Güterzug-Lokomotive ausgeführt werden kann, mögen einige Angaben von Interesse sein.

Beim Projektieren elektrischer Lokomotiven kann, wie dies bei den Lötschberg-Lokomotiven geschehen ist, eine vollständige doppelte Anordnung getroffen werden. Diese bietet die Möglichkeit, auch mit der halben Ausrüstung, z. B. bei Defekten, ein Stilllegen zu vermeiden, ja, wenn nötig, einen beschränkten Dienst weiter zu besorgen. Diese Lösung ergibt eine relativ lange Lokomotive und grosse Radstände, sowie auch eine relativ schwere und teure Maschine. Sie war z. B. beim Lötschberg berechtigt, wo es sich um einen ersten Bau grösseren Umfangs handelte. Nachdem nun aber z. B. am Lötschberg schon seit langem Defekte am Roll-

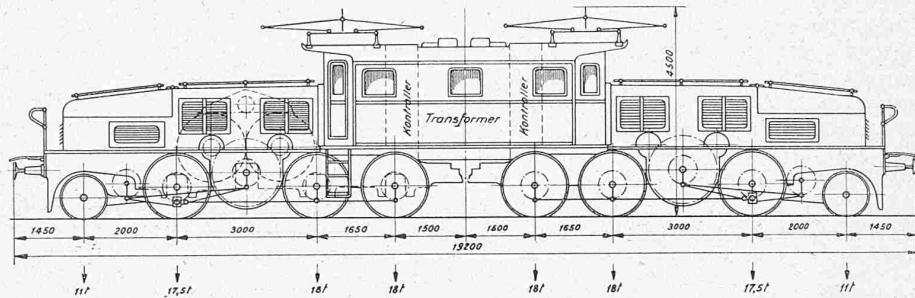


Abb. 4. Güterzug-Lokomotive der M. F. O. und der Schweiz. Lokomotivfabrik für die Gotthardbahn, 2100 PS.

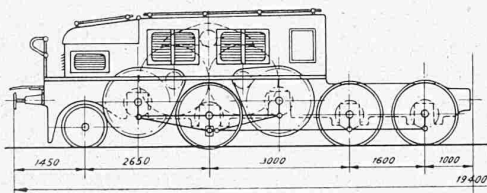


Abb. 5. Drehgestell mit Kurbeldreieck-Antrieb.

Typenskizzen
1 : 150.

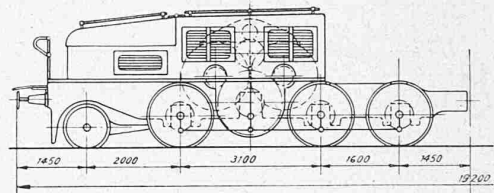


Abb. 6. Drehgestell mit Vertikalstangen-Antrieb.

Güterzuglokomotive C+C von B.B.C. Wie Abb. 3 zeigt, ist diese eine dreiachsige Drehgestell-Lokomotive; in jedem Drehgestell ist ein Motorpaar zwischen der zweiten und dritten Achse gelagert, das mit gemeinsamen beidseitigen und gefederten Zahnradern und Blindwelle mittels Schubstange die Triebkraft auf das Gestänge überträgt. Die Antriebsanordnung ist also eine der ersten Lötschbergbahn-Lokomotive (Nr. 121) analoge, wobei allerdings, statt je einem Motor, einem Motorpaar getreten und die Drehgestelle unter sich vertauscht sind. Die Zugkraft dieser Lokomotive beträgt normal 16 000 kg, maximal 24 000 kg und die Leistung 2050 PS, alles am Rad gemessen. Die Geschwindigkeit ist 35 km/h normal und 65 km/h maximal. Das Gewicht dürfte 112 t betragen, was die S. B. B. bestimmte, die späteren Lokomotiven dieser Art mit hinzugefügten Laufachsen in Aussicht zu nehmen.

*

Die schon erwähnte erste Bestellung der Generaldirektion der S. B. B. für die Gotthard-Linie umfasst nun zehn grosse *Schnellzuglokomotiven*, nach Typ Abb. 3 der A.-G. Brown, Boveri & Cie. Baden und der Schweizerischen Lokomotivfabrik Winterthur, sowie zehn an die Maschinenfabrik Oerlikon und die Schweizerische Lokomotivfabrik Winterthur vergebene *Güterzuglokomotiven* nach einem neuen Typ, Abb. 4. Ueber die Entstehung dieses neuen Lokomotiv-Typs der M. F. O., der sowohl als Schnellzug-, als auch

material eine grosse Seltenheit geworden sind, darf wohl heute auf die Verdoppelung der Ausrüstung verzichtet werden. Will man nun aber mit nur einem Transformator auskommen, so bleibt in den meisten Fällen nichts anderes übrig, als ihn in der Mitte aufzustellen und die Lokomotive mit Drehgestellen auszubilden. Dies bedingt einen schweren Lokomotivkasten, da das Hauptgewicht in dessen Mitte ruht, mit den damit verbundenen Nachteilen.

Die Studien der Maschinenfabrik Oerlikon haben nun dazu geführt, einen Lokomotivtyp zu schaffen, bei dem die zwei Drehgestelle direkt mit einander gekuppelt werden; die äusseren $\frac{2}{3}$ jeden Drehgestelles enthalten die Triebmotoren und weitere Aggregate, die im allgemeinen nur mit niedern Hauben abgedeckt werden. Auf die Ueberwachung, auch der grossen Triebmotoren, während der Fahrt darf heute, nach den guten Erfahrungen mit den Kollektoren der Lötschberg-Motoren, verzichtet werden. Beidseitig der Hauben sind Laufstege vorhanden, die dem Dienstpersonal den Uebertritt von und zu den Lokomotiven ermöglichen. Der eigentliche Lokomotivkasten hat nur noch eine Länge von rund einem Drittel der ganzen Lokomotivlänge und es kann daher seine Armierung durch ein Sprengwerk fallen gelassen werden. Mittels der an seinen Enden befindlichen Drehzapfen ruht er auf den innern freien Drittel der beiden Drehgestelle und trägt in seiner Mitte den Transformator und den Hauptschalter. Direkt beidseitig an den Trans-

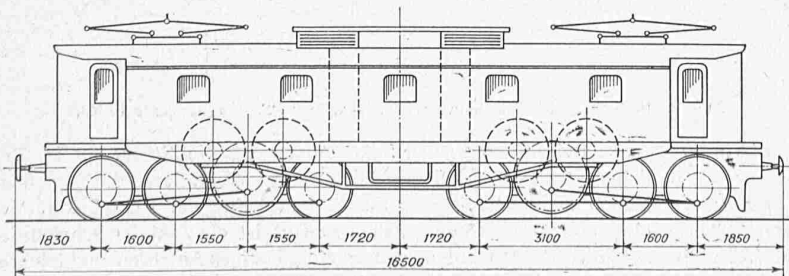
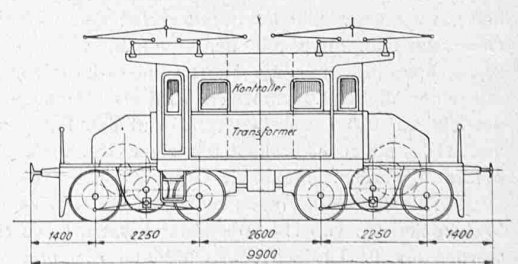


Abb. 3. Probe-Güterzuglokomotive von B. B. C., 2050 PS. — Typenskizzen 1 : 150. — Abb. 7. Rangierlokomotive der M. F. O., 660 PS.



former schliessen sich die Stufenschalter (für je 12 Stufen) an, sodass die Verbindungen mit den Transformeranzapfungen äusserst kurz werden. An den Enden des Kastens befinden sich die Führerstände, auf deren Dach die Stromabnehmer montiert sind. Der Transformer-, sowie der Hauptschalter-Deckel bilden zugleich einen Teil des Lokomotivkasten-Daches, sodass die Hochspannungs-Leitungs-Führungen vereinfacht und unnötige Dach-Durchführungen, und im Lokomotivinnern ein eigentlicher Hochspannungsraum, vermieden werden können. Da die Drehzapfen relativ nahe beieinander liegen, kann der Kasten der kleinen Ausschläge wegen breiter gehalten werden, was für die Bedienung von Vorteil ist. Die Drehzapfen sind leicht zugänglich und in deren Nähe können die nur wenigen flexiblen Kabel zu den Motoren günstig auf die Drehgestelle übergeführt werden.

Diese Anordnung hat weiter für den Betrieb den grossen Vorteil, dass der Führer sich nicht an der Stirne des Fahrzeuges befindet, sondern dass ihm, ohne die Uebersichtlichkeit zu hindern, grössere Massen vorgelagert sind, wodurch ihm ein gewisses Sicherheitsgefühl gegeben ist; dies wird ihn dazu bestimmen, auch in Gefahrmomenten auf seinem Posten auszuharren und die Hilfsmittel zur Sicherung seines Zuges voll anzuwenden. Der Führer befindet sich auch so nahe beim Schaltapparat, dass, wenn auf Vielfachsteuerung aus anderen Gründen verzichtet werden will, eine einfache mechanische Betätigung dieser Antriebe stattfinden kann.

Für die Depots und Werkstätten hat diese Anordnung den grossen Vorteil des rascheren Ein- und Ausbaues von Motoren und Apparaten und des relativ kürzeren und leichteren Wagenkastens. Die Hubhöhen für das Aus- und Einbauen können kleinere sein, und es wird daher vielerorts mit bestehenden Anlagen auskommen sein. Auch die Reservehaltung für diese dreiteiligen Lokomotiven ist vereinfacht. Das Lokomotivgewicht ist kleiner, sodass, wie im vorliegenden Fall, ein vermehrtes Gewicht in den mechanischen Teil und das Triebwerk im besondern gelegt werden kann.

Wenn aus Konstruktionsgründen eine Lagerung der Motoren-Blindwelle auf Triebwellenhöhe nicht möglich ist, sind doch noch verschiedene Antriebslösungen möglich; so entsprechend der ersten Lötchberglokomotive (Nr. 121) und der C + C Probelokomotive (Abb. 3) mit Schrägstange als der leichtesten Konstruktion, oder mittels Kurbeldreieck, entsprechend den grossen Lötchberglokomotiven (Abb. 5). Weiter gibt Abb. 6 eine Lösung mit Vertikalstangen-Antrieb wieder. Der schliesslich nach Vorschlag der Lokomotivfabrik Winterthur gewählte Schrägstangenantrieb mit Hilfswelle nach Abb. 4 dürfte eine einwandfreie Konstruktion ergeben.

Das Uebersetzungsverhältnis der Zahnräder wurde bei diesen zehn Lokomotiven auf 1:4 festgesetzt. Die Normalleistung der vier Motoren, am Rad gemessen, beträgt 2100 PS. Das Gewicht des elektrischen Teils von 58 t und jenes des mechanischen Teils von 71 t ergeben 129 t Gesamtgewicht oder 6,72 t auf den laufenden Meter, und 107 t Adhäsionsgewicht.

Zur Schluss sei mit Abb. 7 noch ein Typ kleinerer Leistung mit z. B. 660 PS und 6000 kg (maximal 9000 kg) Zugkraft und 30 (maximal 45) km/h erwähnt, der zeigen soll, dass das beschriebene System auch für leichten Verkehr auf Nebenlinien, Vorortverkehr und für Rangierdienst Verwendung finden kann. Abb. 8 zeigt ferner, dass die dreiteilige Kastenkonstruktion auch ohne weiteres für die *Schmalspur* verwendet werden kann. So lässt sich z. B. für die *Rhätische Bahn*, sogar unter *Beibehaltung* der bisher verwendeten Konstruktionsteile, wie Motoren, Triebwerk usw., eine Verdoppelung der 600 PS- und 800 PS-Lokomotiven erreichen. Hier ist es, der Platzverhältnisse wegen, allerdings nötig, die Motorhauben bis auf Dachhöhe hinauf zu führen, was aber trotzdem dem Führer einen besseren Ausblick gewährt, als bei den Dampflokomotiven.

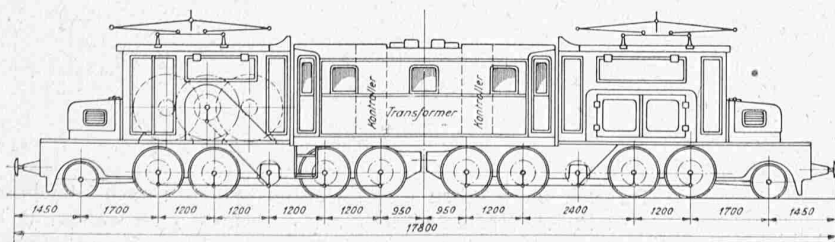


Abb. 8. Projekt einer Schmalspurbahn-Lokomotive (M. F. O.) mit dreiteiligem Kasten. — 1:150.

Knickung elastisch eingespannter Stäbe.

Von Ing. H. Nater.

Die bekannten Knickformeln von Euler, die unter den bei Knickungsuntersuchungen üblichen Voraussetzungen einer ursprünglichen geraden Axe sowie eines zentrischen Lastangriffes ermittelt wurden, lauten für beiderseits gelenkige Auflagerung, bzw. für beiderseits feste Einspannung:

$$P_{k_{\infty}} = \frac{\pi^2 EJ}{l^2} \text{ bzw. } P_{k_0} = \frac{4\pi^2 EJ}{l^2}$$

Diese Grenzwerte kommen praktisch selten in Frage (ausgenommen bei wirklicher Gelenkausbildung), sondern es wird stets eine gewisse Einspannung der Stabenden vorhanden sein, namentlich im Eisenbetonbau durch die Monolithität und bei eisernen Fachwerken durch die Steifigkeit der Knotenpunktausbildungen. Allgemein kann deshalb die Euler'sche Formel wie folgt geschrieben werden:

$$P_k = n \cdot \frac{\pi^2 EJ}{l^2} \quad (1)$$

wobei n den Zahlenfaktor bedeutet, mit dem die Knicklast für Spitzenlagerung multipliziert werden muss, um die Knicklast für elastisch eingespannte Auflagerung zu erhalten. n kann zwischen 1 und 4 variieren und hängt von den Einspannungsgraden der beiden Stabenden ab.

In nachstehender Untersuchung werden die eingangs erwähnten Annahmen einer ursprünglich geraden Stabaxe und einer zentrisch wirkenden Knickkraft beibehalten.

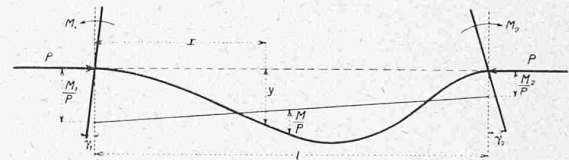


Abbildung 1.

Im Moment des Ausknickens entsteht das in Abb. 1 gegebene Deformationsbild, das allerdings, der grösseren Deutlichkeit wegen, in starker Verzerrung aufgetragen ist. Durch die elastische Einspannung der Stabenden wird deren Verdrehung ein Widerstand entgegengesetzt, der in den Einspannungsmomenten M_1 und M_2 zum Ausdruck kommt.

Die elastische Linie stellt zugleich die mit $\frac{l}{P}$ multiplizierte Momentenfläche dar, in der die Schlusslinie um $\frac{M_1}{P}$ bzw. $\frac{M_2}{P}$ abgesenkt ist. Infolge $M = 1$ verdrehen sich die Stabwiderlager um τ_1 bzw. τ_2 , sodass die Verdrehungen der Stabenden sein werden:

$$\gamma_1 = M_1 \cdot \tau_1 \text{ und } \gamma_2 = M_2 \cdot \tau_2.$$

Das Biegemoment M_x lautet für den Querschnitt in x

$$M_x = P \cdot y + M_1 \cdot \frac{l-x}{l} + M_2 \cdot \frac{x}{l} \quad (2)$$

und die Differentialgleichung der elastischen Linie

$$\frac{d^2 y}{dx^2} EJ = -M_x = -P \cdot y - M_1 \cdot \frac{l-x}{l} - M_2 \cdot \frac{x}{l} \quad (3)$$

Die allgemeine Lösung dieser Differenzialgleichung ist nach Föppl (Bd. III § 64 der 5. Auflage) von der Form:

$$y = C_1 \cdot \sin \alpha x + C_2 \cdot \cos \alpha x - \frac{M_1}{P} \cdot \frac{l-x}{l} - \frac{M_2}{P} \cdot \frac{x}{l} \quad (4)$$

$$\text{wobei } \alpha = \sqrt{\frac{P}{EJ}} \text{ bedeutet} \quad (5)$$

Zur Bestimmung der Integrationskonstanten C_1 und C_2 bestehen die Bedingungen, dass für $x = 0$ und $x = l$ die Ausbiegung y gleich Null werden muss. Für $x = 0$ wird

$$0 = C_2 - \frac{M_1}{P}$$

$$\text{somit } C_2 = \frac{M_1}{P} \quad (6)$$