

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 21

Artikel: Die erste Gasturbinen-Lokomotive
Autor: Meyer, Ad.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-52366>

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>

INHALT: Die erste Gasturbinen-Lokomotive. — Die schweizerische Energieversorgung. — Zur Preisentwicklung der elektrischen Energie. — Wohlfahrtsaus der Dr. A. Wander A.-G. in Bern. — Diskussion über Kulturarbeit der neuen deutschen Technik. — Mitteilungen: Von der elektrischen Grastrocknung. IV. Strassenbau-Programm des Kantons Grau-

bünden. Die Berner Bahnhoffrage. Der Friedhof Nordheim in Zürich. Eine Basler Architektur-Ausstellung. Schweiz. Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband. Eine Ausstellung «Neue Werkstoffe im Baugewerbe». Eidgen. Techn. Hochschule. Lucendro-Kraftwerk. — Nekrologe: Erik von Stockar. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 119

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung

Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestaffet

Nr. 21

Die erste Gasturbinen-Lokomotive

Von Ing. Dr. h. c. AD. MEYER, Baden

(Schluss von Seite 233)

Wirtschaftliche Bedeutung der Gasturbinen-Lokomotive

Bei der Ueberlegung der wirtschaftlichen Bedeutung der Gasturbinen-Lokomotive geht man am besten von der für das Verkehrswesen im allgemeinen massgebenden Verkehrsdichte aus. Bei grösster Verkehrsdichte kommt vor allem die elektrische Traktion in Frage. Da wo diese berechtigt ist, scheiden die anderen Lokomotiven zum vornherein aus, sodass als Konkurrenten der Gasturbinen-Lokomotive vor allem die Dampflokomotive und die Diesellokomotive herangezogen werden müssen.

Vergleich mit der Dampflokomotive. Beim Vergleich mit der Dampflokomotive, der ältesten Form des mechanischen Ersatzes des Zugtieres, ist zuerst darauf hinzuweisen, dass für unsere Gasturbinenlokomotive heute die Kohle noch nicht als Brennstoff in Frage kommt. Dieser Umstand beschränkt ihr Anwendungsgebiet auf Länder, in denen Oel vorhanden, oder verhältnismässig leicht und billig zu beschaffen ist. Zu diesen Ländern können in naher Zukunft noch solche kommen, in denen die Kohle auf Oel, Benzin und andere hochwertige Produkte verarbeitet wird, statt dass man sie direkt verbrennt. Es können aber auch noch andere Gesichtspunkte dazu führen, Oel statt Kohle zu verbrennen, wie beispielsweise die Rücksicht auf die Verunreinigung der Luft durch Rauch und Asche, die in einzelnen Grossstädten zum Verbot der Verwendung von Kohle für Lokomotiven geführt hat. Ueberall aber wo Oel im Lande vorhanden oder billig zu haben ist, da wo Oel sogar zur Heizung von Dampflokomotiven verwendet wird, wird die Verminderung des Oelverbrauches auf etwas mehr als die Hälfte ausschlaggebend für die Anwendung der Gasturbinen-Lokomotive sprechen.

Schmieröl: Aber auch an Schmieröl lassen sich erhebliche Summen sparen, da die rein rotierenden Maschinen der Gasturbine erfahrungsgemäss ausserordentlich wenig Schmieröl brauchen. Während die Schmierölkosten der Dampflokomotive nach amerikanischen Quellen²⁾ rd. 10% der Brennstoffkosten ausmachen, kann man bei der Gasturbinen-Lokomotive mit weniger als 1% rechnen.

Speisewasser: Ein weiterer Vorteil, der sich bei den Betriebskosten in zweifacher Weise auswirkt, ist die vollständige Wasserlosigkeit der Gasturbinen-Lokomotive. Damit entfällt erstens das Mitschleppen des Speisewassers (bei modernen amerikanischen Gross-Lokomotiven bis zu 100 t), sowie die Einrichtungen für dessen Beschaffung, Speicherung und Reinigung bzw. Enthärtung. Diese Wasserlosigkeit der Gasturbinen-Lokomotive spielt auch eine grosse Rolle im Unterhalt und damit in der Verfügbarkeit der Lokomotive, da damit alle Ausfälle wegen Kesselreinigungen und Reparaturen wegfallen.

Abnutzung: Turbomaschinen haben auch erfahrungsgemäss weniger Abnutzung als solche mit hin- und hergehenden Teilen. Nach den Erfahrungen mit elektrischen Lokomotiven in der Schweiz verursacht deshalb der elektrische Teil erheblich weniger Reparatur- und Betriebsausfälle als der Dampfbetrieb.

Anschaffungs-Preise: Selbstverständlich wird hier auch noch der Preis der Lokomotive wegen Amortisation und Verzinsung eine Rolle spielen. Nach der bereits erwähnten amerikanischen Quelle kostet eine Dampflokomotive in den U.S.A. etwa 35 \$ PS, eine Diesel-elektrische Lokomotive etwa 88 \$ PS. Der Preis der Gasturbinen-Lokomotive dürfte in der Mitte zwischen diesen beiden in der Gegend von etwa 65 \$/PS liegen, wenn die Gasturbinen-Lokomotive einmal in ähnlichen Serien ausgeführt wird, wie dies heute mit den Dampflokomotiven und den Diesel-elektrischen Lokomotiven der Fall ist.

Vergleich mit der Diesellokomotive. In der Diesellokomotive ist der Dampflokomotive im Laufe der letzten Jahre ein ganz ernsthafter Konkurrent erwachsen. Durch den Wettbewerb des Automobils und des Flugzeuges sind auch an die Bahnen bezüglich Geschwindigkeit und Häufigkeit des Verkehrs wesentlich höhere Anforderungen gestellt worden, die zu einer stets wachsenden Heranziehung der Diesellokomotive geführt haben. Dies gilt vor allem für die U.S.A., die wir erfahrungsgemäss

als für Verkehrsfragen richtunggebend betrachten können. Ein sehr gutes Bild dieser Entwicklung gibt Abb. 10, in der die Zahl der in den Jahren 1929/40 bestellten Lokomotiven für die verschiedenen Traktionsarten dargestellt ist. Es sind einander gegenübergestellt Dampflokomotiven, elektrische und Diesel-elektrische Lokomotiven. Abgesehen von den riesigen Konjunkturschwankungen geht aus diesen Zahlen deutlich hervor, wie unbedeutend und fast gleichbleibend in den U.S.A. die Bestellungen an elektrischen Lokomotiven sind. Dann aber zeigt sich vor allem das Ueberhandnehmen der Diesel-elektrischen Lokomotiven vom Jahre 1932 an gleichmässig ansteigend bis etwa 1939, in welchem Jahre der Anstieg noch steiler wird. Im Jahre 1941 sind die Zahlen wie folgt: Dampf 302, Diesel-elektrische 1096, elektrische 38 = total 1436 Lokomotiven. Aus diesen Zahlen ersieht man, dass für die Diesel-elektrische Lokomotive in den Vereinigten Staaten bereits genügend Erfahrungen vorliegen, sowohl was die Zahl der Lokomotiven als auch deren Betriebsdauer betrifft.

In seinem Vortrag «Steam versus Diesel-Electric Power»³⁾ hat E. E. Chapman diese beiden Betriebsarten vom Stande der heutigen Erfahrungen in Amerika aus einander gegenübergestellt und beurteilt, wobei in der Diskussion von anderen Fachleuten noch auf viele weitere interessante Tatsachen hingewiesen wurde. Im Folgenden seien die verschiedenen Punkte, die für den Betrieb mit Dampf- und Dieselmotoren nach seinem Urteil massgebend sind, einander gegenübergestellt und mit denen für die Gasturbinenlokomotive verglichen. Da für diese noch keine Betriebserfahrungen vorliegen, handelt es sich in vielen Punkten um reine Schätzungen, immerhin gestützt auf Erfahrungen, die beispielsweise an stationären Turbinen gemacht wurden.

Vergleich zwischen Dampf-, Diesel-elektrischen und Gasturbinen-elektrischen Lokomotiven

	Dampf	Diesel	Gasturbine
a) Kosten/PS in \$ etwa	35	87	65
b) Wirkungsgrad am Zughaken 6÷8	26÷28	15÷16	
c) Fahrleistungen km/Jahr	300 000	400 000	> 400 000
d) Haltezeit für Oel- und Wasseraufnahme	am grössten	am kleinsten	kleiner
e) Hohe Durchschnittsfahrtgeschwindigkeit	am kleinsten	höher	höher
f) Beanspruchung d. Schienen	gross	kleiner	am kleinsten
g) Kraftbremsung	keine	volle Leistg.	volle Leistg.
h) Lebensdauer Jahre etwa	30	15÷20	30
i) Unterhalt	niedriger	hoch	am kleinsten
k) Brennstoffkosten	100 %	50÷75 %	50÷75 %
l) Schmierölkosten % v/k	10 %	20÷30 %	< 1 %
m) Wasserkosten in % v/k	10 %	klein	Null
n) Anzugsmoment	am kleinsten	grösser	grösser

³⁾ Railway Age vom 26. Juli 1941. Auszug aus einem an der Halbjahresversammlung der Am. Soc. of Mech. Engineers gehaltenen Vortrag.

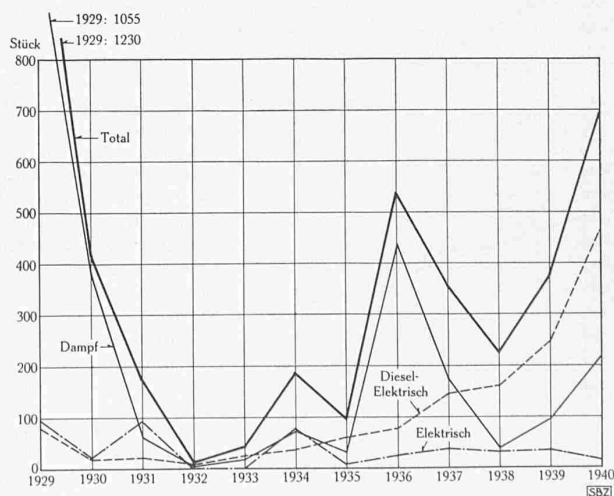


Abb. 10. Anzahl der in den Jahren 1929 bis 1940 in U.S.A. gebauten Dampf-, Dieselelektrischen und Elektrischen Lokomotiven

²⁾ Steam vs. Diesel-Electric Power by E. E. Chapman, Railway Age, July 26, 1941.

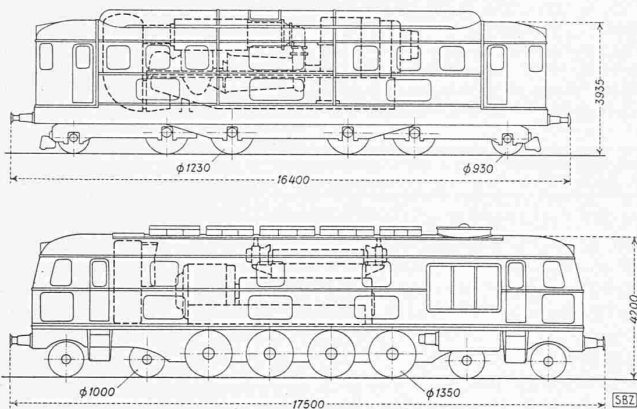


Abb. 11. Oben 2200 PS-Gasturbinen-Lokomotive Typ 1 A₀-B₀-A₀1
Unten 2200 PS-Dieselelektrische Lokomotive Typ 2 D₀-2

Gewicht-Vergleich für	Gasturbo-Lok.	Dieselelektr.
Mechanischen Teil	37,5 t	50 t
Thermische Anlage	23,7 t	
Diesel-Anlage mit Zubehör		26 t
Elektrische Ausrüstung	5,2 t	5,8 t
<i>Totales Dienstgewicht</i>	92 t	112 t
Maximaler Triebachsdruck	16 t	16 t
Laufachsdruck	14 t	12 t
Maximale Fahrgeschwindigkeit	110 km/h	100 km/h
Mindergewicht der Gasturbinen-Lokomotive		20 t

Zu der Tabelle auf Seite 241 ist folgendes zu bemerken:

a) Kosten für G.T.L. gelten für Produktion in ähnlichen Serien, wie bei Dampf- und Diesel-elektrischen Lokomotiven.
b) Ohne Berücksichtigung der Dampf-Turbo-Lokomotive, die sich trotz vieler Versuche nicht hat einführen können.

c) Da bei der Gasturbinen-Lokomotive keine hin- und hergehenden Teile vorhanden sind, dürfte sie am wenigsten Reparaturen haben. Bei der Diskussion der Lebensdauer wird meist in erster Linie nach der Haltbarkeit der Turbinenbeschauflung gefragt. Für den bei der vorliegenden Lokomotive sehr konservativ gewählten Temperaturbereich von 450 bis 600° C liegen bereits langjährige Erfahrungen von Aufladegeräten für Dieselmotoren und Veloxkessel, sowie von Gasturbinen in Houdry-Oel-Destillationsanlagen vor. Nach diesen Erfahrungen sind bei Oelfeuerung die Schaufeln durchaus nicht gefährdet, sofern nicht die Maximaltemperatur während längerer Zeit überschritten wird, was bis jetzt bei über 1000 im Betrieb befindlichen Abgas- und Gasturbinen nur drei Mal vorgekommen ist. — Eine weitere Frage ist das Verhalten der Brennkammer. Da diese luftgekühlt ist und die Kühlluft vom gleichen Kompressor geliefert wird

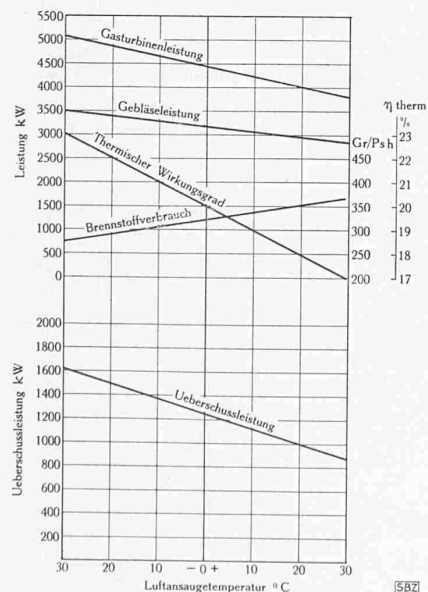


Abb. 13. Gasturbinenleistung und Brennstoffverbrauch in Funktion der Luftsaugtemperatur
Erläuterung Seite 233, Spalte rechts

wie die Verbrennungsluft, fehlt die Kühlluft nie, wenn Brennluft vorhanden ist. Es ist dadurch eine grosse Sicherheit für die Kühlung der Brennkammer gewährleistet.

d) Die Diesel-Lokomotive benötigt wenig, die Gasturbinen-Lokomotive gar kein Wasser. Der Oeltank der Gasturbinen-Lokomotive muss für den gleichen Aktionsradius etwa zwei Mal grösser sein als bei der Diesel-Lokomotive.

e) Da die Gasturbinen-Lokomotive keine hin- und hergehenden Teile und keine kritischen Drehzahlen aufweist (Turbine und Kompressor laufen im ganzen Betriebsbereich unter-

kritisch), sollte die Gasturbinen-Lokomotive im Prinzip eher noch höhere Geschwindigkeiten zulassen als die Diesel-elektrische Lokomotive.

f) Die Dampflokomotive hat Balanciergewichte an den Rädern, die das Hämmern fördern. Die Gasturbinen-Lokomotive hat ein kleineres Gewicht als die Diesel-Lokomotive.

g) keine Bemerkung.

h) Da die Gasturbinen-Lokomotive keine hin- und hergehenden Teile hat, dürfte sie die Dampflokomotive in Bezug auf Lebensdauer übertreffen.

i) Das gleiche wie für h) gilt auch für i).

k) Die Gleichheit der Brennstoffkosten für die Diesellokomotive und die Gasturbinen-Lokomotive bezieht sich natürlich nur auf die U.S.A. und andere Oelproduktionsländer, wo Brennöl ungefähr halb so viel kostet wie Dieselöl.

l) Die Schmierölkosten der Kraftgruppe der Gasturbinen-Lokomotive sind vernachlässigbar, die Achslager dagegen brauchen natürlich ähnlich viel Öl wie die der anderen Lokomotiven.

m) Das Wasser für den Hilfsdiesel wurde nicht gerechnet, da dieser täglich nur etwa 5 Minuten läuft und ausserdem beabsichtigt ist, die Wasserkühlung für diese kurze Zeit durch Luftkühlung zu ersetzen.

n) Der gleichmässiger und auf mehr Achsen verteilte Antrieb soll besonders bei ungünstigen Witterungsverhältnissen wesentlich bessere Anfahrereigenschaften garantieren; dies gilt für die Diesel-, wie für die Gasturbinen-Lokomotive.

Einen interessanten Vergleich ergibt noch die Gegenüberstellung zweier in der Schweiz gebauter Lokomotiven gleicher Leistung, wie sie aus Abb. 11 hervorgeht.

Verbesserungsmöglichkeiten: Bei allen diesen Vergleichen darf man nicht vergessen, dass es sich bei der Gasturbinen-Lokomotive um das jüngste Kind in der grossen Familie der Lokomotiven handelt, das noch seine ganze Entwicklungszeit vor sich hat, von dem man aber noch viel erwarten darf. Diese Erwartungen beziehen sich vor allem auf den Wirkungsgrad der Turbine und die Höhe der betriebs sicheren Temperaturen.

In der Tat ist nicht einzusehen, warum die Gasturbine nicht 90% Wirkungsgrad erreichen sollte, wenn wir beim Kompressor 85% erreichen, da doch die Verlustwärme sich bei der Turbine im günstigen, beim Kompressor im ungünstigen Sinne auswirkt. Und 4% Verbesserung an der Turbine brächte uns 16% Verbesserung der Lokomotive.

Aus Abb. 12 sieht man, wie in den letzten Jahren die Kriechfestigkeit warmfester Stähle zugenommen hat. Hoffen wir, dass unsere Metallurgen für eine Kontinuität dieses Aufstieges sorgen, denn eine Erhöhung der Temperatur um 100° bei gleicher Kriechfestigkeit, wie sie in den letzten fünf Jahren erreicht wurde, ergäbe eine weitere Verbesserung des Gasturbinen-Prozesses um etwa 25%.

Eine weitere mächtige Förderung der Gasturbinen-Lokomotive ist zu erwarten, wenn es gelingt, die Frage der Kohlenstaub-Gasturbine zu lösen. Eine solche Turbine von 2000 PS Leistung befindet sich seit einiger Zeit auf dem Versuchstand von Brown Boveri (Baden/Schweiz) in einem Probetrieb, dessen bisherige Ergebnisse ihre baldige Einführung in die Praxis in Aussicht stellen.

Indem die Schweiz trotz aller Schwierigkeiten der Materialbeschaffung und anderer durch die Mangelwirtschaft bedingter Beschränkungen zu einer Zeit, wo die übrigen Länder notgedrungen fast ausschliesslich an der Schaffung von Kriegsmaschinen und Kriegsprodukten arbeiten, eine eminent friedenswichtige Maschine entwickelt, löst sie eine Verpflichtung ein, die ihr daraus erwächst, dass ein gütiges Geschick sie bisher von der kriegerischen Verwicklung in den Weltkrieg bewahrt hat.

Nebenstehendes Diagramm Abb. 13 ist versehentlich in letzter Nummer nicht eingestellt worden, wo es auf Seite 233 zur Erläuterung der Heizung bei abnehmender Lufttemperatur und steigender Überschussleistung dient.

Red.

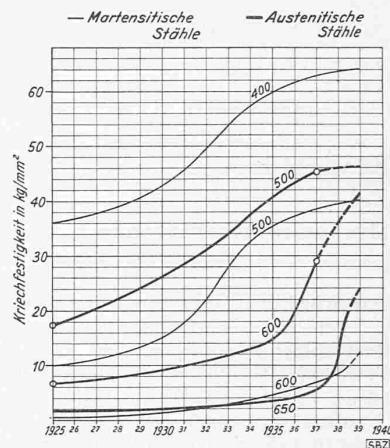


Abb. 12. Entwicklung dauerfester Stähle für Gasturbinen von 1925 bis 1940