

Die Gasturbinen-Lokomotive von Brown Boveri

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **127/128 (1946)**

Heft 20

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83842>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Tabelle 1. Normale Zuglasten der deutschen Kriegslokomotive

Geschwindigkeit	30	40	50	60	80	km/h
Steigung 0 ‰	2500	2000	1650	1450	700	t
5 ‰	1400	1050	800	550	—	t
10 ‰	800	600	450	300	—	t

Reichsbahn, einen Barrenrahmen mit zwei, aus gewalzten Stahlplatten geschnittenen, 80 mm dicken Wangen auf. Der Rauchkammersattel ist aus geschweisstem Stahlblech hergestellt.

Da im Osten geschulte Kräfte und Gruben für die laufende Nachstellung im allgemeinen nicht vorhanden waren, wurde zunächst versucht, die Kriegslokomotive ohne Stellkeile in den Achslagerführungen zu bauen, und das Spiel zwischen den Führungen von Anfang an so klein wie möglich zu halten. Die Erfahrung zeigte aber bald, dass auf die Stellkeile nicht verzichtet werden konnte, so dass sie wieder eingeführt werden mussten. Die Stahlagerschalen der Achslager besitzen eingeschobene Messing-Notlaufleisten mit Weissmetall-Dünnausguss.

Die vordere Laufachse ist mit der ersten Kuppelachse in einem Krauss-Helmholtz-Lenkgestell aus geschweisstem Stahlblech vereinigt, das anfänglich wegen seiner leichten Bauart in der Nähe der Rückstellfedern zum Bruch neigte, bis es entsprechend verstärkt wurde. Der grösste seitliche Ausschlag der Laufachse beträgt ± 125 mm.

Sämtliche Radreifen sind nur 50 mm dick, was wohl den unmittelbaren Aufwand von Stahl verminderte, ihr Leben aber entsprechend verkürzt, da sie nicht nachgedreht werden können.

Die Lokomotive besitzt eine Knorr-Bremsausrüstung mit G-P-Wechsel. Sämtliche Triebräder werden einseitig durch geteilte Bremsklötze gebremst. Die Verbundluftpumpe ist auf der rechten Seite des Langkessels in der Höhe des Laufbleches angebracht und mit Glasgospinost gegen Frost geschützt.

Das Führerhaus ist vollkommen geschlossen ausgebildet und mit Seitentüren versehen. Ein Faltenbalg schützt die Verbindung mit dem Kohlenraum des Tenders, der selbst gegen das Führerhaus mit Staubtüren abgeschlossen ist. Fenster auf der Rückseite ermöglichen einen guten Ausblick bei der Rückwärtsfahrt. Das Führerhaus schützt nicht nur das Personal gegen die Kälte, sondern auch empfindliche Armaturen, wie die Strahlpumpen und die Schmierpumpe. Das Personal verfügt über zwei lose gepolsterte Sitze, die zugleich als Werkzeugkästen dienen.

Der Tender. Es gibt zwei verschiedene Tenderbauarten: Der Drehgestelltender (2'2'T 34) weist ein ausserordentlich geringes Leergewicht auf, das durch die selbsttragende Behälterform erreicht werden konnte. Der Wasserbehälter, in der Gestalt eines halben Kesselwagens, überträgt die Stoss- und Zugkräfte durch angeschweisste Kopfschwellen. Die beiden Güterwagendrehgestelle sind mit Rollenlager-Achsbüchsen ausgerüstet, um den Verbrauch an Schmiermittel herabzusetzen; Schmierung und Unterhalt werden durch die runde Form des Wasserbehälters sehr erleichtert.

Der 4 T 30-Tender besitzt vier Achsen mit Rollenlager-Achsbüchsen in einem steifen Rahmen und einen gewöhnlichen viereckigen Wasserbehälter.

Bei beiden Tendersausführungen erleichtert die hohe Lage des Kohlenbunkers die Arbeit des Heizers. Durch eine Wasserleitung kann dem Tender der Lokomotive ein zweiter Tender oder ein Wasserkesselwagen angeschlossen werden. Eine Mischdüse im Wasserraum ermöglicht das Aufwärmen des Wasserinhaltes; darüber hinaus besitzen eine Anzahl Tender Doppelwände mit einem Frostschutz aus Glasgospinostmatten. Alle Achsen der beiden Tenderbauarten werden beidseitig gebremst.

Leistung und Kohlenverbrauch. An der Kesselgrenze, d. h. bei einer stündlichen Verdampfung von 10 t (Rostanstrengung 385 kg/m²h), beträgt die grösste indizierte Dauerleistung 1500 PS_i bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h; der entsprechende Dampfverbrauch 6,7 kg/PS_ih und der Kohlenverbrauch 1 kg/PS_ih. Bei einer Verdampfung von 11,7 t/h, wie sie im regelmässigen Betrieb noch ohne weiteres zulässig ist, steigt die grösste indizierte Dauerleistung auf 1750 PS_i bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h.

An der Kesselgrenze wird bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h eine Leistung am Zughaken von 1250 PS_e erreicht, und bei einer Verdampfung von 11,7 t/h eine solche von 1500 PS_e. Der kleinste Dampfverbrauch bezogen auf die Leistung am Zughaken beträgt 8 kg/PS_eh, der kleinste Kohlenverbrauch 1,15 kg/PS_eh (Geschwindigkeit 50 km/h). Der Gesamtwirkungsgrad am Zughaken erreicht dabei rd. 8 ‰.

Es liegen keine Angaben über die höchste Leistung überhaupt vor; sie mag ungefähr 2300 PS_i bzw. 2000 PS_e erreichen;

Tabelle 2. Hauptabmessungen

Bauart	1'E h2
Baureihe	52
Betriebsgattung	G 56.15
Baujahr	1942 — 1945
Spurweite	1435 mm
Grösste Höhe	4550 mm
Kesseldurchmesser	1700 mm
Kesseldruck	16 kg/cm ²
Rostfläche	3,9 m ²
Heizfläche der Feuerbüchse	16 m ²
Heizfläche der Siede- und Rauchrohre	162 m ²
Gesamte Heizfläche	178 m ²
Ueberhitzerheizfläche	75 m ²
Länge der Rohre	5200 mm
Anzahl und Durchmesser der Siederöhre	113 × 49/54 mm
Anzahl und Durchmesser der Rauchrohre	35 × 125/133 mm
Durchmesser der Ueberhitzerelemente	29/36 mm
Zylinderdurchmesser	2 × 600 mm
Kolbenhub	660 mm
Triebraddurchmesser	1350 mm
Laufraddurchmesser	800 mm
Dienstgewicht	86 t
Reibungsgewicht	75 t
Triebachsdruck	15 t
Triebachsstand	6600 mm
Gesamter Achsstand der Lokomotive	9200 mm
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h
Grösste Drehzahl der Triebräder	314 U/min
Grösste lineare Kolbengeschwindigkeit	6,9 m/s
Zugkraft bei p _{mi} = 0,6 p	16,9 t
Tender	Typ 2'2'T 34 Typ 4 T 30
Leergewicht	17 20 t
Wasser	34 30 m ³
Kohle	10 8 t
Dienstgewicht	61 58 t
Gesamtgewicht der Lokomotive mit Tender	147 144 t
Bremsgewicht P	140 t
Bremsgewicht G	105 t

dabei würde das Verhältnis der indizierten Höchstleistung zum Zylinderinhalt 6,1 PS_i/l und das Verhältnis des Dienstgewichts der Lokomotive allein zur indizierten Höchstleistung (Leistungsbelastung) 37 kg/PS_i betragen. Die Kriegslokomotive soll unter normalen Umständen mindestens 150 000 km zurücklegen können, bevor sie revidiert werden muss. Die während ihrer ganzen Lebensdauer zurückgelegte Strecke wird aber kaum mehr als 2 Mio km betragen.

Die Gasturbinen-Lokomotive von Brown Boveri

Ueber die bisherigen Betriebserfahrungen mit dieser bemerkenswerten Neukonstruktion¹⁾ berichtet Dipl. Ing. E. A. Müller in den «Brown Boveri Mitteilungen» Nr. 10/11 vom Okt./Nov. 1945. Darnach ist die Lokomotive am 1. Oktober 1944 von den SBB offiziell übernommen worden, nachdem sie die Bedingungen des Pflichtenheftes erfüllt hatte. Bis Ende 1942 hatte sie rd. 2000 km mit Diesello als Treibstoff zurückgelegt und allen an sie gestellten Bedingungen entsprochen. Darauf wurden auf Anregung von Brown Boveri die zum Betrieb mit sehr dickflüssigem Heizöl erforderlichen Brennstoffhitzer eingebaut und auf Versuchsfahrten auf einer Strecke mit Steigungen bis 12 ‰ ein Brennstoffverbrauch von 19 g pro Zugs-tkm für die Schnellzugsfahrt mit 488 t Anhängelast (581 t totales Zugsgewicht) und von 20 g pro Zugs-tkm bei 292 t Anhängelast (385 t Gesamtgewicht) gemessen. Kurzzeitig gab dabei die Gasturbinengruppe 2800 PS (normal 2200 PS) ab; ferner wurde eine Höchstgeschwindigkeit von 128 km/h (normal 110 km/h) erreicht.

Von besonderem Interesse ist die Möglichkeit, die Gasturbinengruppe zum Bremsen bei Fahrt auf langem Gefälle verwenden zu können. Dazu arbeiten die Motoren auf den Achsen als Generatoren und der Generator treibt als Motor die Gasturbine und den Kompressor an. Die Flamme in der Brennkammer wird minimal eingestellt, so dass dort keine Volumenvergrößerung des Triebmittels auftritt und die Abgabeleistung der Gasturbine wesentlich unter die Antriebsleistung des Kompressors sinkt. Auf diese Weise können Bremsleistungen bis 2200 PS aufgenommen werden. — Im Dezember 1942 wurde ferner durch Versuchsfahrten im eingleisigen Tunnel St. Ursanne-Courgenay nachgewiesen, dass die Abgase keine unzulässige oder gar gefährliche Belästigung der Reisenden bilden können.

¹⁾ Ausführliche Beschreibung s. SBZ Bd. 119, S. 229*, 241* (1942).

Tabelle 1. Entwürfe von Gasturbinen-Lokomotiven

		A	B	C	D	E	F
Dauerleistung an der Generatorkupplung	PS	2200	2500	5000	7500	4000	2500
Dauerleistung am Radumfang	PS	—	2025	4050	6230	—	—
Spurweite	mm	1435	1435	1435	1435	1435	1000
Achsdruck							
pro Triebachse	t	18	23,5	24,5	26,5	19,5	15
Betriebsgewicht	rd. t	92	141	245	317	156	114
Adhäsionsgewicht	rd. t	72	94	196	317	156	90
Leistungsgewicht	kg/PS	42	56,5	49,0	42,25	39	45,6
Zugkraft bei Anfahrt	rd. t	13	23	46	58	46	37
Zugkraft bei der Stundenleistung	t	7,6	11,5	23	32	19	20,4
Zugehörige Geschw.	km/h	50	47,5	47,5	34	88,5	42,5
Zugkraft bei der Dauerleistung	t	4,84	8,75	17,5	23	15,5	16,4
Zugehörige Geschw.	km/h	70	62,5	62,5	47,3	108,5	53
Höchstgeschw.	km/h	110	180	180	120	180	120
Triebachsdurchmesser	mm	1200	1120	1120	1040	1040	1050
Anzahl Triebmotoren	—	4	4	8	12	8	6
Gesamtlänge	m	17	18,3	28	44	23	20,6

a) für Schnellzüge, b) für Güterzüge

Die dabei gemessenen CO-Konzentrationen sind kleiner als bei Dampftrieb unter sonst gleichen Verhältnissen. Der Versuchszug konnte im Tunnel angehalten und wieder angefahren werden.

Durch eine Ergänzung der automatischen Steuerung wird zum Anfahren und vor starken Belastungserhöhungen die Drehzahl der Turbogruppe während kurzer Zeit erhöht, was die Anfahrverhältnisse bzw. die Belastbarkeit bedeutend verbessert. — Die zum Anlassen der Turbogruppe eingebaute Diesel-Generatorgruppe von rd. 100 PS ermöglicht das Verschieben der Lokomotive allein, sowie mit einigen Anhängewagen mit Geschwindigkeiten bis 25 km/h; dies hat sich für den Stationsdienst als besonders vorteilhaft erwiesen, indem alsdann die Gasturbinengruppe stillstehen kann.

Nachdem genügend Heizöl beschafft werden konnte, verkehrte die Gasturbinenlokomotive vom 23. Mai 1943 bis zum 18. Juli 1944 während 279 Tagen im fahrplanmässigen Probedienst auf der Strecke Winterthur-Stein/Säckingen und legte dabei rd. 50 000 km ohne nennenswerte Störungen zurück. In diese Periode fallen 1614 Betriebsstunden der Brennkammer und rd. 1560 Anlaffungsvorgänge. An Schmieröl wurden nur rd. 30 l verbraucht. Die Ausnützung war schlecht: die mittlere Anhängelast betrug nur 100 t (statt 700 t bei Vollast), die mittlere Fahrgeschwindigkeit nur 28,8 km/h (statt etwa 70 km/h). Naturgemäss bedeuteten die vielen Anfahrvorgänge für das ganze Triebwerk eine viel schwerere Beanspruchung, als ein Schnellzugsdienst mit über lange Strecken gleichbleibender Leistung in der Grössenordnung der Normallast.

Auf Grund eines Abkommens zwischen den SBB und der SNCF (Société Nationale des Chemins de fer Français) steht die Lokomotive seit dem 30. Oktober 1945 im fahrplanmässigen Schnellzugsdienst auf der Strecke Basel-Strassburg und seit dem 15. März 1946 auf der Strecke Basel-Chaumont (tägl. Parcours rd. 530 km; Anhängelast 670 bis 740 t). Sie wird dabei mit schwerem Marineheizöl betrieben; mittlerer Brennstoffverbrauch 13 bis 15 g/Zugs-tkm. Kennzeichnend ist neben dem störungsfreien Betrieb der sehr geringe Unterhalt. Demonstrationfahrten wurden von Paris aus durchgeführt. Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass die Gasturbinenlokomotive die hohen an sie gestellten Anforderungen in jeder Beziehung erfüllt. Sie eignet sich besonders für den Langstreckendienst in Gegenden mit gemässigtem oder kaltem Klima, wo billiges Heizöl zur Verfügung steht.

Ueber die Entwicklungsmöglichkeiten der Gasturbinen-Lokomotive berichtet im folgenden Heft Ing. W. Giger. Er weist zunächst auf die Vorteile hin, die sie gegenüber den andern thermischen Triebfahrzeugen, so vor allem gegenüber der Dampflokomotive und der Diesel-elektrischen Lokomotive bietet, nämlich: keinen Wasserverbrauch; als Brennstoff kann billiges Heizöl verwendet werden, sehr geringer Schmierölverbrauch, kleine Unterhaltskosten, Triebwerk mit ausschliesslich hochtourigen rotierenden Massen, daher hohe Leistungen bei geringem Gewicht und Raumbedarf und erschütterungsfreier Lauf. Besonders interessant sind die Angaben über durchgearbeitete Entwürfe von Lokomotiven grosser Leistungen. Darnach sieht die Firma Brown Boveri für Traktionsverhältnisse, wie sie z. B.

in den U.S.A. vorherrschen, wo also Achsdrücke von über 20 t zugelassen werden, drei Lokomotivtypen vor, deren Hauptdaten in Tabelle 1, Spalten B, C und D zusammengestellt sind. Diese Lokomotiven erhalten Einheits-Gasturbinengruppen von 2500 PS, von denen jede auf einem Rahmen aufmontiert ist, der durch zwei Drehgestelle getragen wird. Sie sind mit einem Elektrokessel für die Heizung des Zuges mit Dampf ausgerüstet. Bei der unter E aufgeführten Lokomotive bleibt der Achsdruck unter 20 t, so dass sie auf europäischen Bahnnetzen eingesetzt werden kann. Schliesslich zeigen die unter F aufgeführten Daten, dass es auch möglich ist, leistungsfähige Schmalspurlokomotiven mit Gasturbinen-Triebwerken auszurüsten. Zum Vergleich sind unter A die Daten der im Jahre 1941 für die SBB gebauten Maschine aufgeführt. Der Kostenvergleich mit einer Diesel-elektrischen Lokomotive (beide für 5000 PS) ergibt für die Gasturbinen-Lokomotive sowohl wesentlich geringere Erstellungskosten als auch etwas kleinere Jahreskosten. Demnach dürfte ihr eine interessante Entwicklung bevorstehen.

Elektrifizierung von Käseerbetrieben

Für die Verarbeitung von Milch zu Käse wird viel Wärme in täglich drei kurzzeitigen Stössen gebraucht, die sich im Abstand von ein bis zwei Stunden folgen (Bild 1); ausserdem muss das Käselager im Winter leicht geheizt werden. Die Wärmebeschaffung durch elektrische Heizung bietet, wie Ing. M. Grossen, Bern, an der 13. Diskussionsversammlung der Elektrowirtschaft vom 26. April 1945 ausgeführt hatte (s. «Elektrizitätsverwertung», Nr. 7, Okt. 1945) grosse Vorteile: Die grosse Reinlichkeit wirkt sich nicht nur in einer Qualitätsverbesserung des Produktes aus; man spart überdies an Arbeitskräften und Material, weil weniger Wäsche gebraucht wird und die Reinigungsarbeiten eingeschränkt werden können. Der elektrische Betrieb arbeitet selbsttätig, sodass gegenüber der bisher üblichen Brennstoff-erzeugung viel manuelle, meist

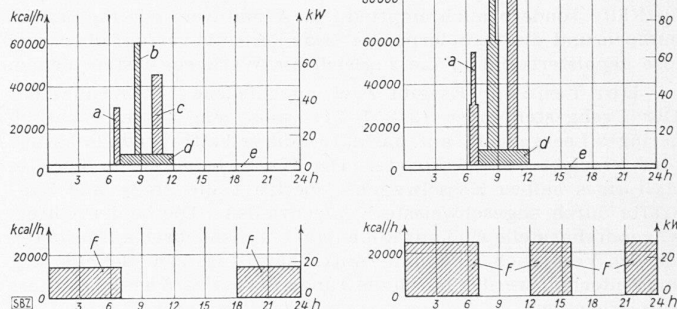


Bild 1. Wärmebedarf bei der Herstellung von Emmentalerkäse. Links Käseerei mit einem Kessel, rechts grössere Käseerei mit 3 Kesseln. a Milchwärmen, b Käsewärmen, c Schottenwärmen, d Warmwasser, e Gärkellerheizung, f Aufladen des Speichers

schmutzige Arbeit wegfällt und zugleich die Betriebsicherheit erhöht wird; dass man dabei am Morgen sofort mit der Milchverarbeitung beginnen kann und nicht erst anfeuern muss, wird besonders angenehm empfunden. Die in Käseereien bisher meist verwendeten Dampfkessel arbeiten zufolge der hohen Wärmebedarfspitzen unter sehr ungünstigen Bedingungen; ihr Gesamtwirkungsgrad dürfte kaum 50% erreichen. Oft kommen dazu die bekannten Verluste durch nicht sachgemässe Bedienung, schlecht arbeitende Kondensstöpfe usw.

Bei richtig durchgeführter Elektrifizierung fallen diese Verluste weg, so dass zum Ersetzen von 1 kg guter Kohle nicht 6 kWh (entsprechend einem Gesamtwirkungsgrad der mit Kohlen gefeuerten Anlage von rd. 72%), sondern nur etwa 3,5 kWh nötig sind. Das bedeutet, dass durch sachgemässe Elektrifikation der rd. 2400 Käseereien in der Schweiz mit einem jährlichen Energieverbrauch von rd. 90 Mio kWh etwa 25 000 t Kohle pro Jahr eingespart werden könnten. Für den Energielieferanten ist der Umstand vorteilhaft, dass der Milchanfall und der mit ihm angenähert verhältnismässige Wärmebedarf im Sommer wesentlich grösser ist als im Winter, so dass vom genannten jährlichen Energieverbrauch rd. 60 Mio kWh auf das Sommer- und rd. 30 Mio kWh auf das Winterhalbjahr entfallen würden. Diese günstige Verteilung und der Umstand, dass bei einem genügend grossen Wärmespeicher der Energiebezug ausschliesslich auf die Nacht