

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 127/128 (1946)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Elektrifizierung von Käsereibetrieben  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83843>

### **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:** 06.02.2025

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

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
Triebtraddurchmesser	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 Anlansvorgänge. 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. Demonstrationen 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

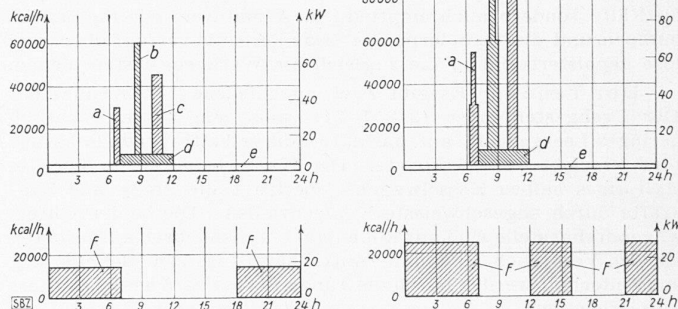


Bild 1. Wärmebedarf bei der Herstellung von Emmentalerkäse. Links Käseerei mit einem Kessel, rechts grössere Käseerei mit 3 Kesseln. a Milchwärmen, b Käsewärmen, c Schottenwärmen, d Warmwasser, e Gärkellerheizung, f Aufladen des Speichers

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

Von den BKW mit Energie versorgte, rein elektrisch betriebene Käsereien	Elektrisch seit	Anschlusswert kW	Max. tägl. Milchmenge kg
Oberbütschel . . . . .	Januar 1944	20	1600
Gerzensee . . . . .	Mai 1945	32	3600
Grafenried . . . . .	Nov. 1945	34	4000
Lünisberg-Ursenbach <sup>1)</sup> .	Nov. 1945	26	1500
Reutenen . . . . .	im Bau	18	1800
Mützlenberg . . . . .	im Bau	15	1500

<sup>1)</sup> Elektrizitätswerk Wynau

verlegt werden kann, ermöglichen niedrige Strompreise. So rechnen die Bernischen Kraftwerke mit einem Jahresdurchschnittspreis von 3 Rp./kWh, womit sich ein Aequivalentpreis für die Kohle von 3.3,5 = 10,5 Rp./kg oder 105 Fr./t ergibt. Nimmt man die oben genannten Vorteile hinzu, so wird offensichtlich, dass sich die Elektrifizierung nicht nur wegen der herrschenden Brennstoffknappheit rechtfertigt, sondern auch nach Rückkehr normaler Verhältnisse auf dem Brennstoffmarkt vorteilhaft bleiben wird. Allerdings ist die heutige Zeit für den Umbau trotz hoher Anschaffungskosten besonders günstig, indem die mit ihr gegenüber Brennstoffen erzielbaren Ersparnisse eine rasche Amortisation der Neuanlagen ergeben.

Technisch ist das Problem restlos gelöst und in über einjährigem Betrieb ausprobiert. Die Bernischen Kraftwerke A. G. haben mehrere Käsereien elektrifiziert und festgestellt, dass die erwarteten Verbesserungen voll und auf die Dauer erzielt worden sind. Voraussetzung ist allerdings, dass beim Umbau ganze Arbeit geleistet werde: Man darf sich nicht damit begnügen, in den bestehenden Dampfkessel elektrische Heizelemente einzubauen; auch der blosse Ersatz des Dampfkessels durch einen Elektrokessel bringt noch nicht den gewünschten Erfolg. Die Anlage muss vielmehr durch Wärmespeicher mit allem Zubehör ergänzt werden und für den Betrieb mit Heisswasser unter Druck umgebaut werden. Hierzu bedarf es einer grossen Aufklärungsarbeit, um namentlich in den naturgemäss eher konservativ eingestellten Verbänden die nötige Einsicht zu wecken; eine Arbeit, zu der ausser den Elektrizitätswerken auch Behörden und landwirtschaftliche Schulen und Institute beitragen müssen, denn die Elektrifizierung unserer Käsereibetriebe ist eine Aufgabe von grosser volkswirtschaftlicher Bedeutung.

Die Herstellung von Emmentaler Käse erfolgt in grossen Linien nach folgendem Arbeitsvorgang: Die frische Milch wird in den kupfernen Käsekessel von 1200 bis 1400 l eingefüllt und in 20 bis 30 Minuten auf die Einlabungstemperatur von 32,5° erwärmt (Milchwärmen). Nach dem Einlaben gerinnt sie; etwa eine Stunde später wird die geronnene Milch zerschnitten und

unter ständigem Rühren in 20 bis 30 Minuten weiter auf etwa 53° C erwärmt, wobei sich der Käsestoff ausscheidet (Käsewärmen). Nachdem die gewünschte Körnung und Festigkeit erreicht ist, wird der Käseziger mit Tüchern herausgezogen und in die Presse eingeführt, wo die Milchsäuregärung einsetzt. Aus der zurückbleibenden Sirte wird durch Zentrifugieren noch etwa 1% Fett gewonnen, das man zusammen mit Frischrahm zu Käseireibutter verarbeitet. Die von der Zentrifuge abfliessende Schotte, die noch etwa 1% Eiweissstoffe und etwa 4 1/2% Milchzucker enthält, muss anschliessend durch Erwärmen auf 75 bis 85° C keimfrei gemacht werden und dient dann zur Schweinemast. Durch Ansäuern bei etwa 90° C werden in einzelnen Käsereien die restlichen Eiweisse (Ziger) gewonnen. Milchzucker lässt sich im Kleinbetrieb bis jetzt noch nicht in wirtschaftlicher Weise gewinnen. Nach dem Pressen legt man den Käse in ein Salzbad und später in den Käsespeicher, wo die Gärung durch entsprechende Temperaturregelung nach Wunsch beeinflusst werden kann. Wärme ist weiter für Warmwasserbereitung und die Herstellung der Klarschotte für Käseireikulturen nötig.

Der zeitliche Verlauf des Wärmebedarfs ist aus käseireitechnischen Gründen gemäss Bild 1 festgelegt und lässt sich nicht verändern. So kommt es, dass sich in grösseren Käsereien mit zwei und drei Käsekessele die Bedarfsspitzen addieren. Weiter ist zu beachten, dass der letzte Prozess des Tages, das Erwärmen der Schotte, die höchsten Temperaturen erfordert. Der Elektrospeicher hat sich diesen Betriebsbedürfnissen anzupassen. Als Höchsttemperatur im Speicher wurden bei bisherigen Ausführungen 110° C (0,5 atü) gewählt. Durch die Speicherung ergibt sich ein niedriger Anschlusswert, was erwünscht ist, weil sich die Käsereien naturgemäss in industriell wenig erschlossenen Gebieten befinden, deren Energiezuleitungen nur für entsprechend niedrige Leistungen bemessen sind.

### Die Wärmepumpe für Raumheizung in den U. S. A.

Im technischen Bericht Y/T7 der «British Electrical and Allied Industries Research Association», London 1945, beschreibt D. V. Onslow das Wesen der Wärmepumpe, die für Raumheizung in Frage kommenden Wärmequellen, die Berechnung der Betriebskosten und anschliessend einige in den U. S. A. und in der Schweiz ausgeführte Anlagen. Darnach wurde im Jahre 1932 im Verwaltungsgebäude der «Southern California Edison Co.» in Los Angeles eine Heiz- und Luftkonditionierungsanlage, mit einem rotierenden Kompressor für Chlormethyl von 360 000 kcal/h, eingerichtet. Die Leistungsziffer (d. i. das Verhältnis der effektiven Heizleistung zum Wärmewert der eingeführten elektrischen Energie) wird bei einer Aussentemperatur von + 9° C und einer Zulufttemperatur nach dem Lufterhitzer von 23,5° zu nur 2,0 angegeben. Wenn der Heizbetrieb trotzdem als wirtschaftlich bezeichnet wird, so nur deshalb, weil als Anlagekosten nur die Mehrkosten in Rechnung gestellt wurden, die sich aus der Ergänzung der ursprünglich nur für Luftkonditionierung verwendeten Einrichtung ergaben. Offenbar handelt es sich im vorliegenden Falle lediglich um die Erwärmung von Frischluft unter Wärmeentzug aus Abluft, eventuell auch aus Aussenluft.

Die «Ohio Power Co.» hatte seit 1940 zwei Luftkonditionierungsanlagen erstellt, die nach dem Wärmepumpen-Prinzip arbeiten und von denen die erste im Verwaltungsgebäude in Portsmouth mit Luft, die zweite in Coshoc-ton (Ohio) mit Wasser als Wärmequellen arbeiten. Bei der erstgenannten Anlage werden zwei Kompressoren von je 25 PS verwendet, die je nach dem Wärmebedarf einzeln oder zusammen arbeiten. Bei Aus-

Tabelle 1. Ergebnisse der Messungen an den Wärmepumpen der „Ohio Power Co.“

Anlage in	Portsmouth				Coshoc-ton				
	1	2	3 <sup>2)</sup>	4 <sup>2)</sup>	1	2	3		
Versuch Nr.									
Zuluftmenge . . . . .	m <sup>3</sup> /h	25 200	25 200	25 200	25 200	18 700	18 700	18 700	
Zuluftmenge-Temperatur . . . . .	° C	25,0	29,4	26,0	30,7	26,0	27,0	34,6	
Aussenluft-Menge . . . . .	m <sup>3</sup> /h	2 800	2 800	2 800	2 800	4 250	4 250	4 250	
Aussenluft-Temperatur . . . . .	° C	0	0	0	0	2,7	1,6	1,6	
Heizwasser-Menge . . . . .	m <sup>3</sup> /h	21,6	21,6	21,6	21,6	15,9	15,9	15,9	
Vorlauf . . . . .	° C	29,4	36,2	38,0	37,7	31,1	33,7	45,3	
Rücklauf . . . . .	° C	27,2	32,2	35,5	33,27	28,3	30,5	39,5	
Flüssigkeitskühler: Menge . . . . .	m <sup>3</sup> /h	21,6	21,6	21,6	21,6	8,42	8,64	17,05	
Eintritt . . . . .	° C	— 6,0	— 7,3	— 2,0	— 3,4	12,7	12,7	12,7	
Austritt . . . . .	° C	— 7,67	— 10,2	— 3,94	— 6,73	8,3	7,9	8,4	
Energieverbrauch									
Kompressor . . . . .	kW	16,6	32,4	17,8	35,1	10,2	15,5	27,5	
Hilfsantriebe <sup>1)</sup> . . . . .	kW	9,2	11,1	4,8	4,8	5,2	5,2	5,2	
Total <sup>1)</sup> . . . . .	kW	25,8	43,5	22,6	39,9	15,4	20,7	32,7	
Effektive Kälteleistung . . . . .	kcal/h	35 200	63 000	42 300	71 600	37 300	40 600	72 700	
Effektive Heizleistung . . . . .	kcal/h	47 000	86 000	55 000	97 000	44 200	51 300	92 200	
Leistungsziffer { Kompressoren allein		3,3	3,1	3,6	3,2	5,0	3,85	3,9	
{ mit Hilfsmaschinen		2,2	2,4	3,0	2,9	3,3	2,9	3,3	
Nennleistung der Kompressoren . . . . .	PS	1 × 25	2 × 25	1 × 25	2 × 25	10	—	15	10 + 15
Arbeitsdrücke { Saugstutzen . . . . .	kg/cm <sup>2</sup>	0,77	0,70	1,13	0,84	2,85	—	2,46	2,99   2,71
{ Druckstutzen . . . . .	kg/cm <sup>2</sup>	9,50	11,25	9,85	11,95	8,44	—	9,85	10,55   12,3

<sup>1)</sup> Ohne Ventilator der Konditionierungsanlage <sup>2)</sup> Mit Stadtwasser als Zusatz-Wärmequelle