

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 56 (1965)
Heft: 14

Artikel: Thermische Erzeugung von Spitzen- und Ergänzungsenergie
[Fortsetzung]
Autor: Wahl, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916387>

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: 17.02.2026

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

Thermische Erzeugung von Spitzen- und Ergänzungsenergie

Studie über eine mit Freikolben-Treibgasgenerator gespeiste Gasturbinengruppe von 25 MW, mit wahlweiser Beteiligung an der städtischen Fernheizung *)

von J. Wahl, Genf

(Fortsetzung aus Nr. 13, S. 523)

Die vorliegende Studie untersucht eine der möglichen Lösungen, doch können auch Gas-, Dampf- oder Heissluft-turbinen verwendet werden.

4. Luftansaugung der Treibgasgeneratoren

Die Luft wird von den Treibgasgeneratoren pulsierend angesaugt. Dadurch ergeben sich im Ansaugsystem Druckänderungen. Diese Schockwellenwirkung, «Tuning» genannt, wird übrigens zum Aufladen der Treibgasgeneratoren benutzt. Wenn keine besonderen Vorsichtsmassnahmen getroffen werden, können sich diese Wellen ins Freie ausbreiten und die Anwohner belästigen. Dabei handelt es sich eigentlich nicht um «Lärm», sondern vielmehr um ein niederfrequentes «Pumpen», entsprechend der minutlichen Generatorenhubzahl oder einem Vielfachen davon.

Beseitigen lassen sich diese Nachteile durch Verwendung von Ausgleichskammern und «Venturis», von denen mehrere Ausführungen entwickelt wurden und je nach der Gesamtdisposition der Zentrale gewählt werden können.

5. Ergebnisse

Die oben genannten allgemeinen Grundlagen wurden beim Bau neuerer Zentralen beachtet. Die Zentralen von Bergamo (Italien) und Palma di Mallorca werden z. B. in dieser Hinsicht als vollkommen zufriedenstellend betrachtet.

Die «Electricité de France» misst dem Lärmpegel in ihren Zentralen eine sehr grosse Bedeutung zu und hat vor Errichtung der 20/26 MW-Zentrale in Chartres Lärm-messungen in derjenigen von Bergamo vorgenommen.

Die Zentrale von Chartres wird mit 24 Zylindern ausgerüstet sein; diejenige von Bergamo enthält deren nur 8; die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Ergebnisse (Messungen in einem 100 m von der Zentrale liegenden Punkt) sind dementsprechend korrigiert worden.

Grenzen der Frequenzbereiche (in Hz)	Schallintensitätspegel in Dezibel über $2 \cdot 10^{-5}$ N/m ² *)
90	58
180	53
355	48
710	43
1410	41

*) Mit N wird das Newton (neue Krafteinheit) bezeichnet, 1 Newton = 10^5 Dyn; früher wurde die Schalldruckdifferenz in dyn/cm² (barye) ausgedrückt. $2 \cdot 10^{-5}$ Newton/m² (Pascal) = $2 \cdot 10^{-4}$ dyn/cm² (barye).

Diese Ergebnisse können als sehr gut betrachtet werden.

6. Schlussfolgerungen

Wenn auch früher der Lärm einiger Freikolbenanlagen zu Beanstandungen geführt hat, so ist dieses Problem heute richtig erkannt und gelöst.

Die vom Hersteller gesammelten Erfahrungen, die übrigens durch die Zusammenarbeit mit den Spezialabteilungen

*) Im Bulletin SEV, «Seiten des VSE» Nr. 13, 1. Teil dieses Berichtes wurde irrtümlicherweise der präzisierende Untertitel weggelassen. Wir bitten unsere Leser um Entschuldigung.

der EdF gemacht wurden, erlauben ihm für die neueren Anlagen, die notwendigen Vorkehrungen zu treffen, um den berechtigten Anforderungen der Elektrizitätswerke nachzukommen.

Anhang II: Giftigkeit der Auspuffgase

(nach einer Mitteilung der SIGMA)

Dieses Problem ist überall dort an der Tagesordnung, wo die technische Entwicklung Energiequellen, die auf der Basis der Ölverbrennung arbeiten, in die Nähe der Menschen bringt.

Die Hauptverbrennungsprodukte, die am Auspuff eines Dieselmotors ausgestossen werden, kann man in zwei Gruppen einteilen:

Die Hauptbestandteile CO₂, H₂O, N₂ und O₂; sie sind ungiftig.

Die Nebenbestandteile CO, H₂, SO₂, SO₃, NO, NO₂, N₂O, C_n, H_m, die Aldehyde (HCHO...), die Alkohole (CH₃OH) und die Kohleenteilchen, die den Rauch bilden und als Träger wirken für komplizierte Verbindungen wie z. B. die Benzopyrene.

Durch zahlreiche Versuche war es möglich, die durch die einzelnen Bestandteile geschaffenen Gefahren zu bestimmen. Je mehr solche Stoffe zusammentreffen, umso grösser ist die Giftigkeit. Es ist zur Zeit noch nicht möglich, die Gefahr, die sich durch das Zusammenwirken der verschiedenen Giftstoffe ergibt, durch Zahlen auszudrücken.

Für einen Menschen während 8 Stunden zulässige

Gaskonzentrationen:

(Volumenanteile pro Million)

— CO ₂	. . . . .	5000 V. a./M.
— CO	. . . . .	100 "
— NO ₂ /NO/N ₂ O	. . . . .	5 "
— SO ₂	. . . . .	10 "
— HCHO	. . . . .	5 " (übel- oder wohlriechend bei 0,2...0,3 V. a./M.)

Das Kohlenmonoxyd CO erzeugt bei einer Konzentration von 400 V. a./M. Unpässlichkeit und bei einer Konzentration von 4000 V. a./M. besteht innert einer Stunde Vergiftungsgefahr.

Bei einer Konzentration von 1 V. a./M. rufen die Aldehyde Reizungen hervor. Sie sind aber relativ ungiftig. Das Schwefeldioxyd ist gefährlich und reizt die Augen und die Atmungsorgane stark.

Die Giftigkeit der Auspuffgase ist also in Funktion dieser Gefahren zu betrachten; und wir werden noch sehen, dass die Abgase der Freikolbenanlagen weniger giftig sind als diejenigen der klassischen Dieselmotoren.

Dies lässt sich leicht erklären, wenn man sich den Einfluss des Luftüberschusskoeffizienten λ und der Arbeitstemperaturen der Motoren auf die Konzentration des CO und der Aldehyde in den Abgasen vor Augen hält.

Gasanalysen:

A. Freikolbengaserzeuger

Brennstoff: Bestandteile	Methan	Dieselöl	Schweröl 3000 «Redwod»
CO ₂	150 V. a./M.	30 V. a./M.	75 V. a./M.
SO ₂	Spuren	Spuren	530 V. a./M.
NO ₂ +NO	250 V. a./M.	350 V. a./M.	350 V. a./M.
HCHO (Aldehyde)	keine Spuren	2 V. a./M.	4 V. a./M.
Rauchzahl (Vergleichszahl)	2	4	6
CO ₂	2 ‰	2 ‰	2 ‰
Luftüberschuss- verhältnis λ	2	1,9	1,9
Alkohol	—	—	1 V. a./M.

V. a./M. = Volumenanteile pro Million

Bemerkung: Die Gaszusammensetzung ändert sich nur wenig mit der Belastung.

Besonders auffällig ist, dass der CO-Gehalt bei einem Luftüberschusskoeffizienten $\lambda = 1,8$ vernachlässigbar wird und bei $\lambda = 2 \dots 2,5$ sein Minimum erreicht.

Der Aldehydeanteil wächst stark an bei $\lambda = 3 \dots 3,5$ und mehr. Schwach belastete Diesel arbeiten bei solchen Luftüberschussverhältnissen. Bei diesem Vergleich schneidet der Freikolbengenerator besser ab; hier beträgt das Luftüberschussverhältnis unter Vollast 2 und im Leerlauf 2,5. Weiter werden durch den starken Spülluftüberschuss die Konzentrationen auf etwa die Hälfte herabgesetzt.

In den vorstehenden Tabellen sind einige Resultate von Gasanalysen, die an einem mit Erdgas, mit Dieselöl und mit

B. Dieselmotor

Bestandteile	Vollast	Leerlauf
CO	4000 V. a./M.	1000 V. a./M.
SO ₂	vom Öl abhängig	—
NO ₂	500...1000 V. a./M.	30 V. a./M.
Aldehyde (HCHO)	100/25/30	10
Rauchzahl (zum Vergleich)	30	10
λ	1,4	4

C. Benzin- oder Propanmotor

Brennstoff: Bestandteile	Benzin		Propan	
	Leerlauf	Vollast	Leerlauf	Vollast
CO	50 000 V. a./M.	3000 V. a./M.	30 000 V. a./M.	10 000 V. a./M.
SO ₂	Spuren	—	—	—
HCHO	14 V. a./M.	23 V. a./M.	15 V. a./M.	25 V. a./M.

Schweröl betriebenen Generator vorgenommen wurden, aufgezeigt. Die Gegenüberstellung dieser Resultate mit denjenigen von Abgasanalysen an klassischen Diesel-, Benzin- und Propanmotoren erhellt eindeutig die von diesem Standpunkt aus vorhandene Überlegenheit der Freikolbenanlagen. (Zu bemerken ist noch, dass das NO₂ sehr schädlich ist, da es in den Atemwegen Salpetersäure bildet.)

Adresse des Autors:

J. Wahl, Ingenieur, Société Générale pour l'Industrie, 1200 Genève.

Problematik der Gestaltung elektrischer Netze

von J. Sacer, Neuenhof

1. Einleitung

Elektrische Hoch- und Niederspannungsnetze sind fast nirgends auf einmal gebaut worden, sondern allmählich aus Einzelleitungen, entsprechend dem Zuwachs des Energiebedarfs, entstanden und wohl deshalb nur selten als geschlossene Objekte betrachtet worden. Ein Netzgebilde aus Leitungen gleicher Spannungsreihe ist aber ein Objekt für sich, für dessen wirtschaftlichen Aufbau eine ganz bestimmte Gesetzmässigkeit gilt, die erst in neuerer Zeit aufgedeckt wurde [1].

Eine Optimierung von Produktion und Lastverteilung ist von jeher angestrebt worden. Hierzu wird heute die automatische Datenverarbeitung eingesetzt [2]. Was aber noch fehlt, ist eine Optimierung der elektrischen Netze, bzw. ihres Aufbaus, unter Berücksichtigung der geographischen Verhältnisse und sonstiger Schwierigkeiten.

2. Geschichte, Entwicklung

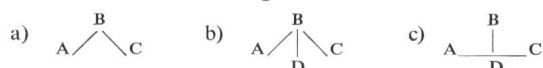
Die elektrische Energie ist in unserem Zeitalter ein Konsumgut ersten Ranges geworden. Ihr Preis ist volkswirtschaftlich von grösster Bedeutung. Jede Massnahme, die zur Senkung dieses Preises beitragen kann, verdient eine eingehende Prüfung.

Produktionsseitig gibt es u. a. folgende Möglichkeiten, den Gestehungspreis der elektrischen Energie zu verringern:

Senkung der Kosten von Bau und Ausrüstung der Kraftwerke, Erhöhung des Wirkungsgrades der Turbinen und Generatoren, billigere Brennstoffe bei thermischen Kraftwerken. Im heutigen Stadium der Produktion sind jedoch die Aussichten auf wirkliche Verbilligungen durch diese Möglichkeiten gering. Nur grosse Entdeckungen und grundlegende Erfindungen ermöglichen hier und da grössere Sprünge. So einen Sprung verspricht die Atomenergie für die nächsten Jahre.

Anders verhält es sich mit den Aussichten auf Verbesserungen bei Übertragungs- und Verteilanlagen. Diese Erkenntnis zwingt sich bei Betrachtung des funktionellen Zusammenwirkens aller Teile eines Netzes auf. Mit gleichem Materialaufwand können für die Versorgung eines bestimmten Gebietes verschiedenartige Netze gebaut werden, die keineswegs die gleiche Übertragungsfähigkeit aufweisen. Dies mag schon aus einem einfachen Beispiel mit einigen Bedarfsstellen, deren Zahl sich im Laufe der Zeit vergrössert, hervorgehen.

Fig. 1



Es seien beispielsweise zwei Leitungen AB und BC, die die Bedarfsstellen A, B und C verbinden, gegeben (Fig. 1a).