

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 63 (1972)  
**Heft:** 8

**Rubrik:** Elektrizität : Heizenergie der Zukunft

#### 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:** 22.02.2026

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

10...25 % betragen kann. Ein nahezu gleicher Erfolg würde sich übrigens auch bei Verwendung von mit variabler Frequenz gespeisten Drehstrommotoren einstellen, da die Verluste in statischen Umformern gering sind.

Bei fremd gespeisten Fahrzeugen sind die Vorteile der Pulssteuerung weniger ausgeprägt. Wegen der Induktivität der Stromzuführung müssen diese nämlich zusätzlich mit umfangreichen Eingangsfilttern, d. h. Induktivitäten und Kapazitäten versehen werden, so dass solche Fahrzeuge, wenigstens heute noch, schwerer und teurer werden, als solche mit der konventionellen Steuerung. Das hat zur Folge, dass die durch die Choppersteuerung ermöglichte Energieeinsparung in den meisten Fällen durch den durch das höhere Eigengewicht verursachten Mehrverbrauch aufgezehrt wird.

Bei fremd gespeisten Fahrzeugen bietet sich die in gewissen Fällen interessante Möglichkeit, die für die Steuerung der Geschwindigkeit erforderliche Spannungsregelung ausserhalb des Fahrzeugs vorzunehmen. Das setzt allerdings den Einsatz eines einheitlichen und genormten Fahrzeugparks voraus, wie auch einen Betrieb mit einheitlichen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen. Die Stromzuführung muss dann in Abschnitte unterteilt werden, die an unterschiedliche Spannungen gelegt sind. Dieses Verfahren erlaubt eine namhafte Vereinfachung und Verbilligung der Fahrzeuge und ist daher wirtschaftlich um so interessanter, je grösser die Zahl der eingesetzten Fahrzeuge, bzw. je grösser die Verkehrsdichte einer Strecke ist.

## 6. Das Problem der Batterieladung und des Batteriewechsels bei Speicherfahrzeugen

In betrieblicher Hinsicht haben die über Energiespeicher gespeisten Fahrzeuge den grossen Nachteil, dass die Speicher nach einer gewissen Fahrstrecke wieder aufgeladen werden müssen. Die dafür notwendige Zeit summiert sich im Laufe eines Tages, was zu einer sehr hinderlichen Verminderung der Betriebsbereitschaft und der Ausnutzung der Fahrzeuge führt. Da der Zeitaufwand für die Auswechselung einer Batterie nur einen Bruchteil der benötigten Aufladezeit ausmacht, wird der Batteriewchsel im allgemeinen vorgezogen. Um die dafür erforderliche Zeit auf das mögliche Minimum herabzusetzen, sind besondere Batterie-Schnellwechselsysteme zu entwickeln, denen auch bei der Gestaltung der Fahrzeuge Rechnung zu tragen ist.

Solche weitgehend zu automatisierende Einrichtungen können wohl zu einer Verkürzung der durch den Batteriewchsel verursachten Betriebsunterbrüche verhelfen. Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass auch die Zahl der notwendigen Batteriewchsel noch als zu hoch, oder mit anderen Worten, die Reichweite des Fahrzeuges oder die Batteriekapazität als zu gering beurteilt wird. Damit sind auch schon Ziel und Weg aufgezeigt, die weiterhin zu verfolgen sind, nämlich die Fortentwicklung der Energiespeicher und Energiequellen.

### Adresse des Autors:

Prof. Dr. E. Meyer, Rebwiesstrasse 1, 8702 Zollikon.

## Elektrizität — Heizenergie der Zukunft

Unter diesem Thema organisierte die Zent AG, Bern, in Zusammenarbeit mit der Bernischen Kraftwerke AG (BKW), Bern, am 24. Februar 1972 im Kursaal Bern eine Informationstagung. Die rund 1200 Fachleute aus der ganzen Schweiz bestätigten, dass das Interesse für die elektrische Raumheizung nach wie vor gross ist. Im folgenden seien die gehaltenen Referate kurz zusammengefasst wiedergegeben.

### Die Elektroheizung im Blickwinkel des Elektrizitätswerkes

Über die Probleme und Möglichkeiten, die sich durch den Anschluss elektrischer Raumheizungen für ein Elektrizitätswerk ergeben, referierte lic. rer. pol., El.-Ing. HTL H. Lienhard, BKW, Bern.

Eine Elektrizitätsunternehmung ist ein Dienstleistungsbetrieb, der die Aufgabe hat, die marktwirksame Nachfrage nach elektrischer Energie durch ein entsprechendes Angebot zu befriedigen. Dienstleistungsunternehmungen und insbesondere Elektrizitätswerke werden dadurch charakterisiert, dass ihr Fixkostenanteil an den Gesamtjahreskosten außerordentlich hoch ist. Praktisch bedeutet das, dass eine Elektrizitätsunternehmung über umfangreiche technische Produktions- und Verteilanlagen verfügen muss, und dass gleichzeitig die Geschäftspolitik bezüglich Investitionen und Tarife auf einer langfristigen Planung beruht, deren Ziel es sein muss, ein wirtschaftlich vertretbares Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag sicherzustellen. Nun ist zwar die technische Nutzung der Verteilanlagen und teilweise auch die thermische Energieproduktion in mancher Beziehung flexibel, doch werden früher oder später Schwellen der Anlagennützung sichtbar, die in allen Fällen grosse Neuinvestitionen notwendig machen. Ein Elektrizitätswerk hat sich in seinem Geschäftsbereich nach den wirtschaftlichen Prinzipien zu richten, um die von der Gesamtheit der Abnehmer geforderte Nachfrage mit minimalen Kosten zu

erfüllen. Die wichtigsten energiewirtschaftlichen Aspekte, die beim Entscheid über den Anschluss elektrischer Heizungen massgebend sind, können in folgende vier Bereiche unterteilt werden:

- Nuklearthermische und hydraulische Produktion;
- Hochspannungstransportsystem 380...50 kV;
- Niederspannungsverteilungssystem 16...0,4 kV;
- Elektro-Heizung.

In jeder dieser Stufen ergeben sich kritische technische und wirtschaftliche Größen, die beim Anschluss elektrischer Raumheizungen berücksichtigt werden müssen. Die Kriterien, die heute noch bei einem Entscheid über die Zulassung oder Ablehnung einer elektrischen Raumheizung berücksichtigt werden müssen, richten sich nach den technischen Möglichkeiten und den wirtschaftlichen Gegebenheiten des zuständigen Elektrizitätswerkes und lassen sich in folgende fünf Thesen zusammenfassen:

- Der Anschluss elektrischer Raumheizungen ist aus der Sicht eines Elektrizitätswerkes erwünscht, sofern ein solcher zur Verbesserung der Anlagenrentabilität beiträgt.
- Werden in grösserem Umfang elektrische Raumheizanlagen erstellt, so müssen die Anschlussbeiträge und Preise so gestaltet werden, dass das Elektrizitätswerk langfristig im Minimum volle Kostendeckung für die Energie und den Anlagenausbau erhält.
- Es können aus energiewirtschaftlichen und technischen Gründen nicht alle Wohnungen elektrisch beheizt werden, weil sich die technisch möglichen Produktionsmengen und die Übertragungskapazität nicht beliebig steigern lassen.
- In der Schweiz wird in Zukunft während der Heizsaison kaum mehr Energie aus hydraulischer Produktion zur Verfügung stehen. Für die Weiterentwicklung und Verbreitung der elektrischen Raumheizung ist es deshalb unerlässlich, dass in den nächsten Jahren die projektierten Kernkraftwerke in der Schweiz erstellt werden können.
- Die elektrische Raumheizung kann bei richtiger Projektierung und guter Bauausführung für den Benutzer und das energieliefernde Elektrizitätswerk viele positive Punkte für sich in Anspruch nehmen, sie ist umweltfreundlich und wird bei guter Zusammenarbeit von Elek-

trizitätswerk, Heizungsbranche und Installateuren in Zukunft nach unserer Meinung eine eifreuliche Entwicklung erfahren.

## Die Auswirkung der elektrischen Heizung auf die Verteilnetze

Der Referent *H. Schwander*, BKW, Bern, behandelte die Probleme der Netzbelastrung durch die elektrische Raumheizung.

Befasst sich ein Gremium von Fachleuten mit der Elektrizität als Energieträger für die elektrische Raumheizung, so drängt sich auch eine Diskussion der Auswirkungen der elektrischen Raumheizung auf die elektrischen Verteilanlagen auf. Zwar wurde über diese Auswirkungen von kompetenter Seite schon wiederholt gesprochen und geschrieben. Dennoch scheinen die Zusammenhänge vielerorts zu wenig bekannt zu sein. An sich anerkennen die Elektrizitätswerke in ihrer Mehrheit durchaus die Bedeutung der elektrischen Raumheizung als mögliches Absatzgebiet. Sie scheuen auch keine Mühe, sich mit dieser zukunftsträchtigen Elektrizitätsanwendung gründlich auseinanderzusetzen. Wenn sie dennoch bei der Förderung der elektrischen Raumheizung eine gewisse Zurückhaltung üben, so ganz einfach deshalb, weil die von dieser Verbrauchergruppe beanspruchte Leistung die Werke vor neue Probleme stellt. Diese Probleme sind technisch zu lösen. Aber sie tangieren die Kostenstruktur der Verteilanlagen in einem Ausmass, welches alle bisherigen Verhältnisse um ein Mehrfaches übertrifft.

Während heute für die Bemessung neu zu erstellender Verteilanlagen eine Leistung von ca. 2,5 kW pro Wohnung zugrunde gelegt wird, müssten mit der elektrischen Raumheizung 22 kW für Einfamilienhäuser beziehungsweise 10 kW für Wohnungen in Mehrfamilienhäusern eingesetzt werden. Dabei tritt praktisch keine Verschachtelung der Leistungen auf, so dass das Lieferwerk während mehrerer Stunden eine Leistung entsprechend der arithmetischen Summe der Belastungen aller angeschlossenen Elektroheizungen bereitzustellen hat.

Die Beheizung ganzer Überbauungen kann nur ins Auge gefasst werden, wenn der Interessent bereit wäre, sich an den Kosten für den Ausbau der Verteilanlagen mit einem Kostenbeitrag zu beteiligen. Die Aufwendungen für die Verteilanlagen solcher Überbauungen würden nämlich auf das 3½fache der Aufwendungen für ein normales Verteilnetz ansteigen, während die Einnahmen aus dem vermehrten Energieverkauf bei der heutigen BKW-Tarifstruktur nur das 2,35fache betragen würden.

Die Elektrizitätswerke (EW) sehen der Einführung der elektrischen Speicherheizung nicht uneingeschränkt und bedenkenlos zu, doch fehlt es keineswegs am Interesse oder am guten Willen, sondern es sind allein die wirtschaftlichen Gegebenheiten, die den EWs die notwendige Zurückhaltung auferlegen.

## Energieproduktion und Umweltschutz

Der Direktor des Instituts für Hygiene und Arbeitspsychologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Prof. Dr. med. *E. Grandjean*, erläuterte die Ursachen der Umweltverschmutzung durch die Energieproduktion.

Der grösste Teil der Energieproduktion wird heute durch fossile Brennstoffe gedeckt. Die Verbrennung dieser Stoffe bringt zwangsläufig eine Verunreinigung der Luft mit sich.

Die in den letzten Jahrzehnten zunehmende Belastung der Luft mit Fremdstoffen ist abhängig von

- a) der Zunahme der Bevölkerung
- b) der technologischen und wirtschaftlichen Entwicklung und
- c) der Zunahme des Energieverbrauchs.

Der Energieverbrauch in der Schweiz im Jahre 1970 setzt sich etwa folgendermassen zusammen:

- |   |      |
|---|------|
| a) Raumheizung                                  | 50 % |
| b) Treibstoffe für Motorfahrzeuge und Flugzeuge | 30 % |
| c) Industrie                                    | 20 % |

In unserem Land sind somit Heizöl und Benzin die wichtigsten Quellen der Luftverunreinigung. In Wirklichkeit ist aber nicht nur diese Energieform, sondern sind alle Formen des Energieverbrauchs der Bevölkerungen von Industriestaaten ins Gewicht fallende Ursachen der Luftverunreinigung. So kommt Systemanalytiker *Forester* vom MIT Boston, der die Wechselwir-

kungen zwischen Energieproduktion, Investitionen, Bevölkerungswachstum usw. anhand eines Computermodells untersucht hat, zum Schluss, dass einseitige Massnahmen keinen Schutz vor der zu erwartenden Katastrophe bieten. Nur drastische Reduktionen aller dieser Faktoren sowie die Schaffung neuer Konzepte und Lebenswege dürften es ermöglichen, das 21. Jahrhundert ohne Katastrophe zu erreichen.

## Die elektrischen Heizsysteme

Einen Überblick über die verschiedenen elektrischen Heizsysteme vermittelte dipl. Ingenieur *ETH R. Beyeler*, Zent AG, Bern.

Heute sind auf dem Markt viele verschiedene elektrische Heizergeräte erhältlich. Im folgenden sei ein kurzer Überblick über die wichtigsten Systeme gegeben.

Wärmepumpen beziehen nur einen geringen Teil ihrer Wärmeproduktion in Form von elektrischer Energie, der grössere Teil wird einem Medium, meistens Wasser oder Luft, entzogen. Mit der Wärmepumpe kann auch gekühlt werden. Die geringen Betriebskosten werden durch den relativ hohen Geräteaufwand teilweise wieder ausgeglichen, so dass die Anwendung eher auf besondere Fälle beschränkt bleibt.

Die Direktheizung benutzt Geräte, die beim Einschalten sofort Wärme abgeben und nach dem Abschalten rasch kühlen. Diese Heizung befriedigt wohl höchste Komfortansprüche, doch erfolgt der Energiebezug hauptsächlich am Tage, so dass ihre Verbreitung stark eingeschränkt ist.

Die Speicherheizung wurde entwickelt, um die während der Nacht freien Produktionskapazitäten auszunützen und die Wärme am Tag abgeben zu können. Die Speicherheizung kann als Heizung mit nicht steuerbarer oder mit steuerbarer Wärmeabgabe ausgelegt werden. Bei den Geräten mit nicht steuerbarer Wärmeabgabe ist für die Feinregulierung der Temperatur meist noch eine Direktheizung nötig. Die Heizung mit steuerbarer Wärmeabgabe wird durch Einzelspeicher oder zentrale Blockspeicher verwirklicht. Als Speichermedium in den Blockspeichern dient Wasser oder keramisches Material. Die Wärmeabgabe erfolgt über die Warmwasserzentralheizung oder als Warmluftheizung.

## Besonderheiten in der Planung von elektrischen Heizungen

Der Referent dipl. Ing. ETH *H. Walter*, Bern, orientierte über die Besonderheiten, die bei der Planung elektrischer Heizungen berücksichtigt werden müssen.

Die korrekte Berechnung des Wärmebedarfs für jeden einzelnen Raum ist die Grundlage für das Erreichen der gewünschten Raumtemperatur. Der Wärmebedarf ist proportional der Wärmedurchgangszahl der Außenwände. Mit dem Ansteigen der Energiepreise und Komfortansprüche nimmt die wirtschaftlichste Isolierstärke, die das Minimum aus den jährlichen Betriebskosten je m<sup>2</sup> Außenfläche und den Amortisationskosten darstellt, grössere Werte an. Es sind heute deshalb *k*-Werte von 0,5 ... 0,6 kcal/m<sup>2</sup> anzustreben.

Da die Warmwasserzentralheizung in der Schweiz stark verbreitet ist, werden die wichtigsten Einflussfaktoren anhand dieses Systems näher erläutert. Bei der Auslegung des Heizsystems mit Warmwasserspeichern muss auf Grund des genauen Wärmebedarfs der einzelnen Räume aus folgenden Einflussgrössen für jedes einzelne Objekt eine optimale Lösung gesucht werden:

- a) Meteorologische Gegebenheiten;
- b) Eigenheiten des zu beheizenden Gebäudes;
- c) Aufheizzeit (Nachtladung, Tagladung);
- d) Elektrischer Anschlusswert;
- e) Maximale Speichertemperatur;
- f) Vorlauf-, Rücklauftemperatur;
- g) Bauliche Gegebenheiten;
- h) Speichergröße;
- i) Anordnung der Heizeinsätze;
- k) Aufladeregelung.

Bei der Entscheidung für eine bestimmte Heizung spielt die Wirtschaftlichkeit natürlich eine massgebende Rolle. Die Voraussetzung für einen Vergleich verschiedener Heizungen ist die korrekte Gegenüberstellung der Anlagekosten, der baulichen Kosten, der Brennstoffkosten und der Unterhaltskosten.

*P. Frey*