

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 27 (1936)  
**Heft:** 23  
  
**Artikel:** Der elektrische Kremationsofen in Biel  
**Autor:** Keller, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061528>

### **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:** 05.02.2026

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

met, puis elle reprendra son travail de l'autre côté, pour travailler toujours en montant.

En définitive, il ne peut être question d'obtenir une verticalité parfaite des chaînes, mais plus on s'en approchera, plus il sera possible de réduire l'écart de tension entre les portées du bas et celles du haut.

La position des premières chaînes d'isolateurs peut, à la rigueur, être déterminée par le calcul, mais au fur et à mesure que l'on passe aux portées suivantes, les calculs deviennent extrêmement complexes, au point qu'ils ne présentent plus un très grand intérêt pratique. Il faudrait, en effet, tenir compte simultanément des modifications du réglage du conducteur sur poulie que l'on a devant soi, et des variations de tension positives ou négatives des portées déjà suspendues aux isolateurs. La difficulté se trouve encore augmentée du fait que les paramètres de chaîne varient d'une portée à l'autre et que le nombre de ces portées comprises entre deux amarrages est souvent assez élevé.

L'inclinaison des chaînes d'isolateurs sera aussi fortement influencée par les changements d'état des conducteurs. Les petites portées se trouvent au sommet de la montagne où la température est proportionnellement plus basse que dans la vallée; dans notre cas, cet écart est même important, puisque la différence de niveau est voisine de 1000 m. Or, comme les petites portées sont plus sensibles aux variations thermiques que les grandes, elles se contracteront davantage à la suite d'un abaissement de température, ce qui entraînera les chaînes côté montagne. En fait, on peut observer, lorsque les conditions sont favorables, que le matin de bonne heure, les chaînes accusent une inclinaison plus forte que vers le milieu de la journée; une variation analogue se fait remarquer entre l'hiver et l'été.

### 5° Conclusions.

En règle générale, avant d'étudier un régime de tirage de conducteurs aériens, il conviendra d'exa-

miner si l'hypothèse de l'égalité des paramètres des chaînettes des différentes portées est admissible ou non. Le cas échéant, un calcul plus précis, d'après la méthode développée plus haut, sera indiqué. Ceci se présentera en particulier pour les tronçons de lignes fortement inclinés ou, en terrain plat ou faiblement incliné, en cas de portées successives très inégales.

Si les paramètres des chaînettes accusent des variations importantes, d'une portée à l'autre, le montage des isolateurs sera relativement difficile et les portées les plus élevées du tronçon (ou les petites portées en cas de portées très inégales) seront proportionnellement trop tendues. Il pourrait donc être intéressant de chercher à combattre cette variation de paramètre par un réglage approprié des conducteurs. Ceci peut être réalisé en tenant compte des remarques faites ci-dessus à propos de l'équilibre instable d'une poulie ordinaire placée dans les conditions représentées sur la fig. 2. Pour que la poulie devienne stable, nous avons dit qu'il suffirait de pouvoir la bloquer sur son axe et d'empêcher le câble de glisser dans la gorge de la poulie en le fixant d'une manière appropriée. En procédant ainsi, il sera possible de régler chaque portée pour elle-même. On commencera l'opération en partant de l'extrémité du canton de pose, en réalisant dans la première portée la flèche correspondant au paramètre de chaînette choisi; ceci fait, on passera au premier pylône pour bloquer la poulie sur son axe et le conducteur sur la poulie, puis l'on procédera au réglage de la deuxième portée et ainsi de suite. L'opération sera grandement facilitée, si au lieu de suspendre les poulies à une attache mobile, on les fixe rigidement aux pylônes, à la hauteur correspondant à celle des conducteurs dans leur position définitive. Le réglage une fois terminé, il suffira de monter les pinces de suspension à l'endroit où le conducteur repose sur la poulie et l'on sera certain d'obtenir des chaînes d'isolateurs très sensiblement verticales.

## Der elektrische Kremationsofen in Biel.

Von H. Keller, Biel.

621.365.4 : 614.62

*Der elektrische Kremationsofen in Biel, der im Bull. SEV 1934, Nr. 13, von Herrn G. Keller (Brown, Boveri) beschrieben wurde, ist nun seit drei Jahren in Betrieb. Herr H. Keller, Lehrer am Technikum Biel, welchem die Initiative und die Vorstudien zu verdanken sind und der den Betrieb des Ofens sorgfältig überwacht, berichtet im folgenden über die dreijährigen Betriebserfahrungen, welche die Bauherrin voll befriedigten. Es fanden gegen 400 Kremationen statt. Die Energiekosten betrugen im ersten Jahr Fr. 12.65 pro Kremation, 1936 noch Fr. 7.—. Untersuchungen am Koksofen ergaben dagegen Brennstoffkosten von Fr. 12.20 pro Kremation. Der elektrische Ofen erfüllt also nicht nur alle Forderungen aus Pietät und Ästhetik (Überführung der Leiche in Asche durch reine Oxydation), sondern dessen Betriebskosten sind auch wesentlich geringer als die des Koksofens. (Red.)*

*Le four crématoire électrique de Bienne, décrit par Monsieur G. Keller (Brown, Boveri) dans le No. 13 du Bull. ASE 1934, est depuis trois ans en service. Monsieur H. Keller, professeur au technicum de Bienne, auteur de l'initiative et des études préliminaires, contrôle soigneusement l'exploitation du four; il relate ci-dessous ses expériences de trois ans, en tous points satisfaisantes. Près de 400 incinérations ont eu lieu. Les frais d'énergie s'élevèrent la première année à fr. 12.65 par incinération, pour tomber à fr. 7.— en 1936. L'étude comparative d'un four à coke fait par contre ressortir des frais de combustible de fr. 12.20 par incinération. Le four électrique satisfait donc non seulement à toutes les exigences de la piété et de l'esthétique (incinération par pure oxydation), mais ses frais d'exploitation sont sensiblement inférieures à ceux d'un four à coke. (La rédaction.)*

Im Bull. SEV 1934, Nr. 13, wurde der elektrische Kremationsofen in Biel beschrieben. Heute können einige Mitteilungen über Erfahrungen und Betriebs-

resultate gemacht werden. Im Ofen fanden seit der Inbetriebnahme im Sommer 1933 bis heute gegen 400 Einäscherungen statt, an denen interessante

Feststellungen gemacht wurden; er hat nun schon eine kleine Geschichte.

Im Jahre 1926 ersuchte der Präsident der Bieler Feuerbestattungs-Genossenschaft den Berichterstat-ter, die Studien für einen elektrischen Kremations-Ofen aufzunehmen. Zu diesem Zwecke wurden am Bieler Koksofen Versuche durchgeführt. Die Aus-rechnung ergab bald die Schwierigkeit des Pro-blems, war doch der Wärmepreis der elektrischen Energie ein Vielfaches von dem des Kokes. Ein Lichtstrahl lag aber in den Berechnungen, nämlich: Die Einäscherung selber erzeugt viel Wärme, und zwar von einer 100 kg schweren Leiche etwa 200 000 kcal. Diese Wärme muss bei der elektrischen Kre-mation so viel als möglich ausgenützt werden. Dies bedingte eine neue Ofenkonstruktion. Nach län-geren Studien nahm der Berichterstat-ter die Bespre- chungen mit der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Ba- den auf. Die Firma zeigte grosses Interesse daran und entschloss sich, den Bau zu übernehmen. Nach verschiedenen Besprechungen und Ausarbeitung von Entwürfen legte sie im Jahre 1932 der Bieler Feuer- bestattungs-Genossenschaft ein Projekt mit Preis- offerte vor. In einer ausserordentlichen General- versammlung beschloss die Genossenschaft, den Ofen zu installieren und gab den Auftrag Ende 1932 der A.-G. Brown, Boveri & Cie. Am 31. August 1933 konnte darin die erste Menschenleiche kre- miert werden. Man sah, dass das Problem gelöst war, dass aber der Ofen noch eine ganze Anzahl Mängel aufwies, die beseitigt werden mussten. Man erwartete natürlich nicht eine vollkommene Lösung, denn der Sprung ins Neue, ins Unbekannte war zu gross und die Aufgabe zu schwierig. Bei geringeren Neuerungen sind ja Kinderkrankheiten zu über- winden. Wie hätten sie sich bei einem so schwieri- gen Problem nicht auch einstellen sollen? Schritt- weise wurden Verbesserungen angebracht. Die Hauptänderung fand dieses Jahr statt und heute ist man dem gewünschten Resultat ganz nahe.

Ueber unsere Beobachtungen kann folgendes mitgeteilt werden:

Der Vorgang der Einäscherung ist ausserordent- lich verschieden. Es ist sozusagen keine Kremation wie die andere. Die Krankheiten haben grossen Einfluss. Es gibt Leichen, die sehr leicht brennen; es gibt solche, die nur mit Mühe eingäschert wer- den können. Diese zweite Gruppe kommt allerdings selten vor und verlangt während der Kremation ein Nachheizen. Die grosse Mehrzahl braucht aber keine weitere Wärmezufuhr; im Gegenteil, sie er- wärmt den Ofen so stark, dass Kühlung nötig wer- den kann. Die Muffeltemperatur steigt gewöhnlich um 300 bis 400°; die Höchsttemperatur wird  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Stunde nach dem Einfahren erreicht. Die Kre- mationsdauer beträgt 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Stunden und hängt weniger von der Grösse der Leiche als von ihrer Beschaffenheit ab. Leichte Leichen brauchen sehr oft mehr Zeit zur Veraschung als schwere.

Die nötige Einfahrtemperatur ist sehr verschie- den. Beim elektrischen Ofen genügen meistens 600°.

Beim Verbrennen des Sarges steigt dann die Muffel- temperatur so hoch, dass auch die schweren CH- Verbindungen mit Leichtigkeit verbrennen. Unser Koksofen braucht eine höhere Einfahrtemperatur, weil die Verbrennungsluft weniger vorgewärmt wird. Schwer brennbare Leichen brauchen auch beim elektrischen Ofen höhere Einfahrtemperaturen als 600°, nämlich 700° bis 800°. Leider ist die Brenn- barkeit der Leiche vor dem Einfahren nicht be- kannt. Sie wird erst beim Beginn der eigentlichen Kremation festgestellt. Beim elektrischen Ofen kann dann die Nachheizung, wenn sie nötig wird, sofort in voller Stärke einsetzen, was beim Koksofen nicht der Fall ist.

Die Brenndauer der CH-Verbindungen ist eben- falls sehr verschieden. Ist die Verbrennung im heissen Ofen nicht beendet, dann zeigt sich dies in der Rauchbildung. Diese kommt beim elektrischen Ofen ab und zu während einiger Minuten nach dem Einfahren vor, trotzdem genügend Luft vorhanden ist. Der Rauch ist aber nicht schwarz und dicht, sondern braun, sehr oft weiss, was vom Wasser- dampf und kalten Kamin herrührt. Wir stellten auch fest, dass die Witterung, trotz der Ventilatoren, Einfluss auf die Verbrennung hat.

Diese Ausführungen zeigen, dass die Brennbar- keit und die Brenngeschwindigkeit sehr verschieden sind. Zu diesen Eigenschaften kommen noch die grossen Unterschiede in den Gewichten von eini- gen kg bis zu über 100 kg und in der Wärmeent- wicklung von einigen kcal bis zu 200 000 kcal hin- zu. Man kann ruhig sagen, dass die Anforderungen an den kleinen Kremationsofen ausserordentlich gross und verschiedenartig sind.

Je mehr Kremationen stattfinden, desto kleiner wird der Energiekonsum pro Einäscherung. Findet am gleichen Tage mehr als eine Kremation statt, dann ist der Ofen nur für die erste aufzuwärmen; bei den folgenden ist keine Energiezufuhr mehr nötig, ausgenommen 5 bis 6 kWh für die Ventila- toren. Bei der zweiten und den folgenden Krema- tionen sollte der Ofen sogar gekühlt werden. Dieses Problem beschäftigt uns gegenwärtig. Kürzlich hat- ten wir während einer Woche täglich eine Krema- tion. Der Energiekonsum betrug, mit Einschluss der Ventilatoren, 40 bis 60 kWh pro Einäscherung. Hätten wir täglich zwei Kremationen, dann kämen wir ohne Energiezufuhr aus. Ist der Ofen ganz kalt, dann sind zur Aufwärmung etwa 450 kWh nötig, gegenüber 300 kg Koks mit 0,7 Sack Holz beim Koksofen.

Die Frequenz der Kremationen ist in Biel aus- serordentlich verschieden. Das Maximum betrug vier Kremationen in einem Tag. Es geht aber manchmal mehr als eine Woche, bis wieder eine Einäscherung stattfindet. Man kann daher den Energiekonsum der Oefen verschiedener Städte nicht gut unter sich vergleichen. Will man dies tun, dann ist die Frequenz anzugeben.

Der Energiepreis beträgt im Niedertarif 3 Rp./kWh im Sommer und 4 Rp./kWh im Winter.

Da wir viel Hochtarifenergie brauchen, ermässigte die Stadt Biel deren Preis von 8 auf 6 Rp./kWh. Mit diesen Preisen wurde die in Tabelle I gegebene Zusammenstellung berechnet.

*Erfahrungswerte vom elektrischen Kremationsofen in Biel.*  
Tabelle I.

	1934	1935	1936 <sup>1)</sup>
Zahl der Kremationen . . . . .	137	152	31
Energieverbrauch nach Hochtarif . . . . . kWh	15 691	14 015	1386
Energieverbrauch nach Niedertarif . . . . . kWh	22 680	27 396	4464
Total kWh	38 371	41 411	5850
Energieverbrauch pro Kremation . . . . . kWh	280	272	189
Energiekosten pro Kremat. Fr.	12.65	11.85	7.00
Zeit zwischen zwei Kremationen . . . . . Tage	2,44	2,1	1,78
Wärmeverbrauch pro Kremation . . . . . kcal	241 000	234 000	163 000

<sup>1)</sup> Vom 1. I. 36. bis 24. VII. 36.

Während der durch Aenderungen bedingten Stillsetzung des elektrischen Ofens im Sommer 1936 musste im Koksofen kremiert werden. Wir benützten die Gelegenheit zu Notierungen. Es wurden für 102 Kremationen 21 Tonnen Gaskoks zu Fr. 50.— und 7 Ster Holz zu Fr. 28.— verbrannt. Der Bieler Gaskoks hat einen Heizwert von 7200 kcal/kg. Für das Holz nimmt man 1 000 000 kcal pro Ster an. Diese Werte sind der Tabelle II zugrunde gelegt.

*Erfahrungswerte vom Kokskremationsofen in Biel.*

Tabelle II.

Anzahl der Kremationen . . . . .	102
Koksverbrauch . . . . . t	21
Holzverbrauch . . . . . Ster	7
Brennstoffverbrauch pro Kremation:	
Koks . . . . . kg	206
Holz . . . . . Ster	0,07
Brennstoffkosten pro Kremation . Fr.	12.20
Zeit zwischen zwei Kremationen . Tage	1,9
Wärmeverbrauch pro Kremation . kcal	1 555 000

Der Energieverbrauch und damit die Kosten sind seit der Umänderung bedeutend zurückgegangen. Die bei Hochtarif bezogene Energie betrug im Jahre 1934 etwa  $\frac{2}{3}$ , 1935 etwa  $\frac{1}{2}$  und im Jahre 1936, während der Versuche, etwa  $\frac{1}{3}$  der bei Niedertarif bezogenen Energie. Auch dies ist eine Ursache der Kostenreduktion.

Der elektrische Ofen braucht fast 10mal weniger Wärme als der Koksofen. Es ist dies ein seltener, vielleicht der einzige Fall, dass die Benützung der Elektrizität als Wärmequelle so viel billiger ist als die von Koks. Die Versuche und die Rechnung wurden vor der Abwertung gemacht. Es ist ganz gut möglich, dass nun der Preisunterschied noch grösser wird.

Der Ofen findet, besonders im Auslande, grosse Beachtung. Delegationen aus verschiedenen Ländern besichtigten ihn. Auch mussten Anfragen nicht nur aus Ländern in Europa, sondern auch aus solchen in Asien und Amerika beantwortet werden.

## Moderne Maximalstromzeitrelais.

Von J. Stoecklin, Baden.

621.318.5

*Es werden die Gesichtspunkte über Anwendung und Eigenschaften moderner Maximalstrom-Zeitrelais klargestellt und der Stand der Entwicklung an einigen Beispielen erläutert.*

*L'auteur fixe les différents points de vue relatifs à l'application et aux propriétés des relais temporisés modernes à maximum d'intensité, et expose l'état actuel du développement à l'aide de quelques exemples.*

Die erweiterten Anforderungen an Schutzrelais als Folge des Zusammenschlusses von Kraftwerken und Leitungen führten in den vergangenen Jahren zu Selektivschutzsystemen, z. B. den Distanzrelais, die bei Kurzschluss in beliebig vermaschten und mehrfach gespeisten Netzen die beschädigte Leitungsstrecke ausscheiden. Aber auch an die altbekannten, einfachen Relaiselemente, deren Anwendungsgebiet nach wie vor die unvermaschten Leitungsgebilde, sowie der Begrenzungs- und Kurzschlußschutz von Maschinen und Abnehmern bildet, stellte die Entwicklung der Gross-Energie-Erzeugung und -Verteilung vermehrte Anforderungen. Im folgenden mögen die Neuerungen an den beiden wichtigsten Vertretern dieser Apparategattung, den primären und sekundären Maximalstromzeitrelais, näher verfolgt und an Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Ursprünglich wurde bei der Konstruktion von Primärrelais, welche, direkt auf die Schalterklem-

men aufgebaut, die Auslösung mechanisch bewirken, in erster Linie Wert auf mechanische Robustheit gelegt, während man die Ansprüche an die Genauigkeit im Vergleich zu den Sekundärrelais zurückstellte. Da indessen keine festen Richtlinien die Anwendungsbereiche von Primär- und Sekundärrelais abgrenzen, ihre Wahl vielmehr durch lokale Verhältnisse der betreffenden Station gegeben ist, muss stets mit dem Vorhandensein beider Relaisarten im gleichen Netze gerechnet werden. Andererseits bildet eine genaue Zeitabstufung zwischen den einzelnen Stationen die wichtigste Bedingung für richtige Kurzschluss-Abschaltung. Es folgt daraus zwangsläufig die Notwendigkeit, moderne Primärrelais für gleiche Charakteristik und Genauigkeit auszuführen wie Sekundärrelais.

Die Primärrelais ergeben im übrigen durch die Vereinigung von Leistungsschalter und Relais zur mechanischen Einheit, unter Wegfall von Stromwandlern, Hilfsstromquelle und Verbindungsleitun-