

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 62 (1971)  
**Heft:** 7

**Rubrik:** Energie-Erzeugung und Verteilung : die Seiten des VSE

### 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:** 11.01.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Der 15. Kongress der UNIPEDE in Cannes (13.—17. Sept. 1970) Studienkommitee der UNIPEDE: Verteilung/Tarifierung

#### Die Verteilung der Kosten auf die Energie, die in Mittelspannung und in Niederspannung abgegeben wird

Resultate der Anwendung einer Verteilmethode von José María Espinosa de los Monteros, Madrid  
Zusammenfassung von F. Dommann, Luzern

#### 1. Einleitung

Für den Kongress von Madrid 1967 hatte der Autor einen Rapport verfasst, der sich mit einer Methode der Aufschlüsselung der Verteilkosten auf Hoch- und Niederspannung befasste. Eine Expertengruppe aus verschiedenen Ländern hat im vorliegenden Bericht versucht, die damals aufgestellten Richtlinien für diese Aufschlüsselung zu überprüfen und die Methode auf verschiedene europäische Verteilgebiete anzuwenden. Aufgrund eines durch die Expertengruppe ausgearbeiteten Fragebogens sind Antworten aus folgenden Ländern eingegangen und weiterverarbeitet worden: Bundesrepublik Deutschland, Belgien, Spanien, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Ungarn, Irland, Holland, Polen, Portugal und der Schweiz. Alle Resultate wurden in Schweizerfranken umgerechnet. Um das Ziel der Studie zu erreichen, war es nötig, sich über folgende Punkte Klarheit zu verschaffen:

- Charakteristische Daten: Die Verteilkosten sind stark von der Charakteristik des Gebietes abhängig (Bevölkerungsdichte usw.). Deshalb wurden einige dieser charakteristischen Daten gesammelt und für die Auswertung der Resultate mitbenutzt.
- Klassierung der Kosten nach Kostenarten und Kostenstellen: Eine einfache Klassierung der Kosten nach Arten und Stellen war die einzige und einfachste Möglichkeit, um vergleichbare Zahlen aus verschiedenen Ländern zu erhalten.
- Wiederbeschaffungswert der Anlagen: Um die Zahlen für Abschreibung und Verzinsung vergleichbar zu machen, musste eine für alle Verteilgebiete anwendende Methode der Berechnung des Wiederbeschaffungswertes der Anlagen bestimmt werden. Der Wiederbeschaffungswert war aufgrund der Indices für das interne Bruttosozialprodukt zu berechnen.
- Verteilschlüssel für die Kosten nach kWh Mittelspannung und kWh Niederspannung: Über die Verteilung der Kosten

der Leistung kann diskutiert werden. Deshalb wurde vorgesehen, dass jedes Verteilunternehmen den Schlüssel anwende, der ihm am geeignetsten erschien.

#### 2. Erhaltene Antworten

Es wurden insgesamt 15 Antworten auf die Umfrage abgegeben. Diese betreffen Verteilgebiete von der Größenordnung 181...500 000 km<sup>2</sup> mit Bevölkerung von 120 000...50 000 000. Die Zahlen betreffen sowohl kleinere ländliche Verteilgebiete, grosse Städte, wie auch ganze Länder.

In verschiedenen Tabellen sind die erhaltenen Zahlen zusammengestellt. Diese Tabellen enthalten:

- die charakteristischen Zahlen über das Verteilgebiet,
- die Wiederbeschaffungswerte der Anlagen unterschieden nach Mittelspannungsanlagen, Mittelspannungszuleitungen, Niederspannungsverteilanlagen, Anlagen für die Verkaufsabrechnung, Anlagen der allgemeinen Verwaltung,
- den Vergleich der Kosten der Verteilung nach Kostenstellen: Gemeinkosten, Verwaltung, Energieverkaufskosten, Verteilungskosten Niederspannung, Zuleitungskosten Mittelspannung, Verteilkosten Mittelspannung und Energieankauf,
- die Verteilschlüssel zwischen Mittel- und Niederspannungsverteilkosten, mit allen für die Berechnung dieser Schlüssel notwendigen Angaben,
- die Aufgliederung der Kosten und der Durchschnittskosten nach den Kostenstellen,
- die Aufgliederung der Kosten und der Durchschnittskosten nach den Kostenarten.

#### 3. Analyse und Kommentare

##### 3.1. Die prozentuale Zusammensetzung der Kosten nach Kostenstellen und Kostenarten

Die Energiebeschaffung hat bei den verschiedenen Unternehmungen einen Anteil von 28,3...75,9 %.

Die Verteilung in Mittelspannung nimmt einen Anteil von 11,6...57,2 % der Verteilkosten in Anspruch.

Die Niederspannungsverteilung verursacht einen Anteil von 21,4...65,8 % der Verteilkosten.

Die allgemeinen Kosten für Verwaltung und Energirechnung haben einen Anteil von 7,9...47,1 %.

Nach der Kostenart gliedern sich die prozentualen Kosten in

Zinsen	16,4...45,1 %
Abschreibungen	9,8...34,7 %
Personalkosten	9,0...37,9 %
Drittosten	0,9...13,6 %
Materialkosten	1,1...13,6 %
Steuern und Abgaben	0,2...21,6 %
Diverse Kosten	3,2...21,3 %

Die **Energiebeschaffungskosten** machen in den meisten untersuchten Verteilgebieten über 50 % der Totalkosten aus. Nur in zwei Fällen waren die Beschaffungskosten etwa gleich wie die Verteilkosten, und in zwei weiteren Fällen waren sie kleiner als die Verteilkosten.

Wenn man die reinen Verteilkosten weiter untersucht, dann nehmen die **Mittelspannungsverteilkosten** den ersten Platz ein. Sie betragen zwischen 11,6...57,2 % der totalen Verteilkosten. Der höchste Prozentsatz findet sich bei Verteilunternehmungen, die die meiste Energie in Mittelspannung abgeben, oder aber bei Unternehmungen mit vorwiegend Kabelnetzen.

Die **Niederspannungsverteilkosten** sind verhältnismässig um so höher, je mehr Energie in Niederspannung abgegeben wird.

### 3.2 Gestehungskosten der kWh Mittel- und Niederspannung Mittelspannung

Den Hauptteil der Gestehungskosten der Energie, die in Mittelspannung abgegeben wird, machen wiederum die Beschaffungskosten aus. Sie schwanken in 12 von 15 Unternehmungen zwischen 3,6...5,96 Rp/kWh. Der Anteil an den eigentlichen Verteilkosten in Mittelspannung schwankt in 11 von 15 Unternehmungen zwischen 1,24 und 2,19 Rp/kWh. In den 4 Unternehmungen, in denen sie von diesen Zahlen wesentlich abweichen, liegen die Gründe einerseits bei einem fast ausschliesslichen Kabelnetz oder bei fast ausschliesslicher Energieabgabe in Mittelspannung.

#### Niederspannung

Die Gesamtkosten der in Niederspannung verteilten Energie variieren zwischen 8,447 und 25,885 Rp/kWh.

Einen beträchtlichen Anteil nehmen wiederum die Energiebeschaffungskosten ein. Der Anteil an den Verteilkosten Mittelspannung ist für alle Unternehmungen in der gleichen Grössenordnung. Hingegen schwanken die Verteilkosten Niederspannung sehr stark von Werk zu Werk.

### 3.3 Untersuchung der Gestehungskosten der Verteilung bei der Niederspannung

Als charakteristische Elemente für den Untersuch der Verteilkosten Niederspannung dienen:

– die relative Verbrauchsdichte:  $d / do$ , wobei

$d$  = Anzahl verkaufte kWh in Niederspannung pro km Leitung

$do$  = maximaler Wert von  $d$

– die demographische Kennziffer  $\frac{1}{2} \left( \frac{\alpha}{\alpha_0} + \frac{\beta}{\beta_0} \right)$

wobei  $\alpha$  = Anzahl Niederspannungsabonnenten pro km Leitung

$\beta$  = Anzahl Einwohner pro km<sup>2</sup>

$\alpha + \beta_0$  = maximale Werte von  $\alpha + \beta$

Die Werte  $\frac{d}{do}$  liegen zwischen 1 und 0,019. Die Werte für

$\frac{1}{2} \left( \frac{\alpha}{\alpha_0} + \frac{\beta}{\beta_0} \right)$  zwischen 0,985 und 0,012.

Man hat versucht, die Gestehungskosten der Verteilung in Funktion des Faktors  $d$  aufzutragen. Es zeigt sich, dass die Gestehungskosten mit wachsender relativer Verbrauchsdichte abnehmen. Die Korrelationsrechnung ergibt eine Kurve mit den Werten  $y = 6,202 + 0,271 \frac{1}{x}$ , wobei  $y = \text{Rp/kWh}$  und  $x = \frac{d}{do}$ .

Ebenso wurden die Gestehungskosten der Verteilung in Funktion der demographischen Kennziffer aufgetragen. Diese Kurve wird durch die Formel  $y = 6,378 + 0,158 \frac{1}{x}$  definiert, wobei  $y = \text{Rp/kWh}$  und  $x = \frac{1}{2} \left( \frac{\alpha}{\alpha_0} + \frac{\beta}{\beta_0} \right)$

### 4. Schlussfolgerungen

Die Unterschiedlichkeiten in den Ergebnissen, die beim Vergleich der verschiedenen Verteilgebiete festgestellt werden, führen zur Schlussfolgerung, dass die Anwendung der Methode für die Verteilung der Kosten die strukturellen Verschiedenheiten der Verteilgebiete deutlich zeigt, obwohl diese Methode darauf Bedacht nimmt, wirtschaftspolitische Gesichtspunkte der einzelnen Unternehmungen auszuschalten. Ebenso zeigen sich in den Resultaten die Unterschiede in den fiskalischen und sozialen Systemen sowie die Verschiedenheit der geographischen Räume und des Charakters jeden Landes.

Es kann festgestellt werden, dass für die Gesamtheit der betrachteten Verteilerwerke der Anteil Energiebeschaffung rund 55 % der Totalkosten ausmacht, und dass die eigentlichen Verteilkosten, also ohne die Energiebeschaffungskosten in drei Hauptglieder aufgeteilt werden können, deren prozentualer Anteil an den Verteilkosten wie folgt aussehen:

- Mittelspannungsverteilung 32 %
- Niederspannungsverteilung 45 %
- Verwaltung, Energieabrechnung, Gemeinkosten 23 %

Was die Niederspannung anbelangt, hat sich bestätigt, dass die Grösse des Verteilunternehmens und die Bedeutung seines Absatzes grossen Einfluss auf die Gestehungskosten ausüben, indem die Kosten pro kWh mit der Grösse des Unternehmens sinken.

Es dürfte sich lohnen, diese Vergleichsrechnungen fortzusetzen, sei es, indem man den eingeschlagenen Weg weiterverfolgt, sei es, indem man andere Methoden für diese Rechnungen versucht.

#### Adresse des Autors:

F. Dommann, Direktor der Centralschweizerischen Kraftwerke, 6002 Luzern.

# Bericht der Arbeitsgruppe für elektrische Raumheizung/II 3 der UNIPEDE

## Die elektrische Beheizung von Wohnräumen

Zusammenfassung von W. Locher, Luzern

Die Arbeitsgruppe für elektrische Raumheizung unter der Leitung von Herrn E. Tiberghien wurde 1964 gebildet und umfasst 18 Mitglieder aus 14 europäischen Ländern.

In der *Einleitung* zum Bericht wird die rasche Entwicklung der elektrischen Raumheizung in den letzten Jahren dargestellt. Sie bildet sowohl in Europa wie auch in den Vereinigten Staaten eines der Grundelemente für die gegenwärtige und zukünftige Expansion des elektrischen Energiekonsums im nichtindustriellen Bereich.

Die Tabelle I gibt einen Überblick über den Zuwachs der in elektrischen Raumheizungsanlagen installierten Leistungen in der Periode 1965 bis 1968.

Im 2. Kapitel wird Rechenschaft abgelegt über den Verlauf des Raumheizungs-Kolloquiums 1968 in Berlin, an dem 156 Spezialisten der elektrischen Heizung aus 15 europäischen Ländern nebst einigen amerikanischen Vertretern des Edison Electric Institute teilgenommen hatten. Dieser Veranstaltung wurden 12 Berichte vorgelegt, die über den neuesten Stand der elektrischen Raumheizung Rechenschaft ablegten. Dabei standen folgende Themen zur Diskussion:

- neue Materialien und neue Techniken auf dem Gebiete der Einzelraum-Speicherheizung und der zentralen Speicherheizung. Die Berichte behandeln speziell die verschiedenen Speichermedien, die thermische Isolation und die zentralen Blockspeicher für Warmwasser-Zentralheizung;
- elektrische Fusboden-, Wand- und Deckenheizung; Art der Wärmeabgabe, zulässige Oberflächentemperatur, sowie die Verlegung der Heizelemente;
- Direktheizung mit vorwiegend natürlicher Konvektion;
- Wärmepumpen nach dem Kompressionsprinzip oder mit Hilfe des Peltier-Effektes; Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme;
- kontrollierte Lüftung und Wärme-Rückgewinnung; Wirkungsgrade von Wärme-Austauschern;
- Auflade-Vorgang von Speicherheizgeräten in Abhängigkeit der Aussentemperatur und der vorhandenen Restwärme mittels Regulierung der Leistung oder der Aufladedauer. Entladung in Funktion des Bedarfes, gesteuert durch klassische Raumthermostaten, versehen mit einem Beschleunigungs-Widerstand, oder durch elektronische Thermostaten;
- Beschreibung einiger besonders interessanter elektrischer Raumheizungsanlagen, die sowohl in Wohnsiedlungen als auch in Geschäftshäusern, Schulen usw. seit längerer Zeit in Betrieb sind;
- zwei Berichte, welche die Entwicklung der elektrischen Heizung und der Vollklimatisierung in den USA zum Thema hatten.

Die sehr rege geführte Diskussion dieser Berichte in Berlin führte zu neuen und vertieften Einsichten in die aufgeworfenen Probleme. Der Bericht der Unipede-Arbeitsgruppe widmet allein dieser Diskussion 12 Druckseiten.

Das besondere Interesse der Fachleute galt der sogenannten zentralen Blockspeicherheizung. Als gebräuchliche Spei-

chermedien wurden Keramikmaterial, Gusseisen und Wasser genannt. Bei festen Speichermaterialien wird mit Kerntemperaturen von 500—800 °C während der Aufladeperiode gearbeitet. In verschiedenen Ländern zeichnet sich auch vermehrt die Tendenz ab, auf das Wasser als Speichermedium in Blockheizungen zurückzugreifen.

Die neueste Entwicklung konzentriert sich auf Salze und Hydroxyde. Versuche zur Ausnutzung der Fusionswärme gewisser Salze sind schon sehr stark fortgeschritten, und es wurden bereits Prototypen von Speichergeräten, die auf diesem Prinzip beruhen, in Betrieb genommen. In England geht die Forschung von der umkehrbaren Reaktion



aus mit dem Ziel, die bei diesem chemischen Prozess erzielte Wärme auszunutzen.

Auch der Wärmepumpe wird eine grosse Zukunft vorausgesagt. In Deutschland hat im Frühjahr 1970 das erste Wärmepumpengerät, basierend auf dem Peltier-Effekt, die Serienproduktion verlassen. Das dürfte zur Folge haben, dass der heute noch relativ hohe Verkaufspreis eine rasche Senkung erfahren wird. Anderseits sind auch bei der Herstellung der klassischen Wärmepumpe mit Kompressor grosse Fortschritte zu verzeichnen. Die amerikanischen Fachleute haben sehr interessante detaillierte Angaben über die Entwicklung des Wärmepumpen-Marktes in ihrem Lande gemacht. Zu erwähnen sind noch die Versuche, die in Dänemark mit der Wärmepumpe auf der Basis Erde/Luft durchgeführt werden; doch scheint dieses Prinzip vorderhand noch nicht rentabel zu sein.

Der Bericht befasst sich eingehend auch mit den Reguliermethoden bei Direkt- und Speicherheizungen. Er weist dabei auf die in Frankreich entwickelten elektronischen Thermostaten hin. Interessant sind auch die Versuche mit zentralisierter Steuerung über Netzkommandoanlagen, wie sie in Deutschland und Belgien durchgeführt werden.

Wichtig bei der Aufheizung von Speicheranlagen ist die Berücksichtigung der vorhandenen Restwärme. Im Bericht

Tabelle I

Land	31.12. 1965 MW	31.12. 1968 MW	Zuwachsrat
Norwegen . . . . .	1800	2000	1,1
Österreich . . . . .	340	450	1,3
Südschottland . . . . .	1663	2260	1,4
Irland . . . . .	330	540	1,6
Frankreich . . . . .	818	1465	1,8
Schweiz . . . . .	ca. 24	ca. 44	2,0
Holland (Prov. Utrecht)	4	8	2,0
Belgien . . . . .	75	158	2,1
BR. Deutschland . . . .	ca. 1500	ca. 4000	2,7
Dänemark (NESA) . .	20	105	5,0
Schweden . . . . .	275	1270	5,0
Finnland . . . . .	14	228	16,0

Es wird allerdings bemerkt, dass diese Zahlen zum Teil auf ziemlich groben Schätzungen beruhen.

Einige Daten der in verschiedenen Ländern gemessenen elektrischen Direkt-Heizungsanlagen

Tabelle II

Anlage	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	DK <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	NL <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
beheizte Oberfläche m <sup>2</sup>	160	185	106	147	125	144	103	128	131	96	110	167	121
beheiztes Volumen m <sup>3</sup>	400	470	225	359	316	367	268	330	340	250	286	435	310
Anzahl Zimmer	1	5	4	5	4	3	3			3			3
k-Wert kcal/m <sup>2</sup> h °C													
Aussenmauern	0,35	0,30	0,24	0,28	0,33	0,28	1,5			0,35	0,32	0,30	0,28
Dach	0,30	0,30	0,24	0,26	0,26	0,26	1,2			0,20	0,23	0,26	0,24
Boden	0,60	0,50	0,40	0,56	0,52	0,53	1,0			0,50	0,25	0,42	
Fenster	D	D	D	D	D	D	SD	SD	SD	T	T	D	DT
nominale Außentemperatur °C	-10	-10	-12	-10	-10	-7	-10	-12	-12	-20	-32	-15	-27
Innentemperatur °C:													
Wohnraum	22	22	20	22	22	22	22	22	22	20	20	20	20
Schlafzimmer	18	18	20	18	18	18	12						
Δ T <sub>max</sub>	32	32	32	32	32	29	32	34	34	40	52	25	47
Total Wärmeverluste kW	9,96			8,66	9,49	8,54	13,68	17	15				
Heizsystem	CV	CV	CV	CV	CV	CV	C	C	C	C	CR	C	C
installierte Leistung kW	11,1	11,4	12,4	9,1	9,9	11,3	16,0	21,8	19,2	7	7,7	13	10,9
spezifische Leistungen W/m <sup>2</sup>	69	62	117	62	79	78	155	170	147	73	70	78	90
spezifische Leistungen W/m <sup>3</sup>	28	24	55	25	31	31	60	66	56	28	27	31	35
Zeichenerklärung:	B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub>	belgische Anlagen	DK <sub>1</sub>	dänische Anlage	F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub>	französische Anlagen	NL <sub>1</sub>	niederländische Anlage	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>	deutsche Anlagen	S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>3</sub> , S <sub>4</sub>	schwedische Anlagen	
Fenster D = Doppelverglasung, S = Einfachverglasung, T = Dreifachverglasung.													
Heizsystem C = Konvektion, CV = Konvektion mit Ventilation, CR = Konvektion mit Rekuperation.													

werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten aufgeführt, wie sie sich aus der Diskussion in Berlin ergaben.

Vor allem in den nordischen Ländern wird der Ausnutzung der sogenannten «Freiwärme» (free heat) sehr grosse Bedeutung beigemessen. Die richtige Belüftung der Räume spielt eine wichtige Rolle. Die «konventionelle» Wärmerückgewinnung erfolgt bis heute mittels zweier getrennter Luftkreisläufe, wobei die Wärmerückgewinnung über Wärmeaustauscher erfolgt.

In Schweden wurde ein neues Wärmeaustausch-System, der sogenannte Regenerator, entwickelt. Dieser besteht aus einer langsam drehenden Walze, die aus zahlreichen bienenwabenähnlichen Kanälen besteht, durch die sowohl die Frischluft wie auch die erwärmte Abluft in entgegengesetzter Richtung hindurchströmen. Dieser Regenerator soll Wirkungsgrade von 80 % erreichen.

Zu reden gaben auch Fragen des Lastfaktors, der Gleichzeitigkeit auftretender Netzlasten, sowie des Streufaktors über ein entsprechendes Gebiet. In der Stadt Oslo wurden interessante Messungen vorgenommen, und zwar bei rund 100 000 Abonnenten mit vollelektrischer Heizung und bei 90 000 Abonnenten ohne elektrische Heizung. Die Ergebnisse sind in mehreren Tabellen dargestellt.

Das 3. Kapitel des Berichtes gibt Auskunft über die während der Heizperioden 1967/68 und 1968/69 in einigen Ländern durchgeföhrten Messungen. Diese wurden in sogenannten Orientierungsstudien ausgewertet und die Ergebnisse verschiedener Objekte miteinander verglichen.

Die über die Heizperiode 67/68 durchgeföhrte erste Studie setzte sich zum Ziel, einerseits den täglichen Energieverbrauch der Heizung allein und anderseits den Gesamtver-

brauch zu registrieren, um die Interdependenz zwischen Energieverbrauch und Außentemperatur aufzuzeigen. Um aus den verschiedenen Ländern vergleichbare Resultate zu erhalten, wurden nur ganzjährig bewohnte Einfamilien-Häuser mit vollelektrischer Direktheizung, separat abgesichert und gemessen, als Objekte zugelassen. Ein Teil der Ergebnisse wird in Tabelle II veröffentlicht.

Die zweite Studie, die sich auf die Messungen im Winter 1968/69 bezieht, berücksichtigt im Gegensatz zur ersten vor allem Mietwohnungen und Reihen-Einfamilienhäuser. Ihr Ziel war die Auswertung der entsprechenden Lastdiagramme und die Ermittlung des Streufaktors ganzer elektrisch beheizter Siedlungen. Das Resultat dieser Studie ist in mehreren sehr interessanten Tabellen und Diagrammen festgehalten.

Aus den beiden Studien können folgende *Schlussfolgerungen* gezogen werden:

- Der Grad der Wärmedämmung, grösser oder kleiner, je nach den klimatischen Bedingungen, spiegelt sich sehr gut wider im Vergleich des Isolationskoeffizienten G mit der installierten Leistung bezogen auf das beheizte Volumen.
- Daraus folgt, dass die installierten Leistungen, bezogen auf das Volumen oder auf die Oberfläche, von einem Land zum andern gut vergleichbar sind. (17 bis 48 W/m<sup>3</sup> für Mietwohnungen, 24 bis 66 W/m<sup>3</sup> für Einfamilienhäuser)
- Der wöchentliche Energieverbrauch schwankt im Mittel linear in Abhängigkeit zur Außentemperatur.
- Die gesamten spezifischen mittleren Energiebezüge, bezogen auf das beheizte Raumvolumen und auf die Grad-

tage weisen zwischen den verschiedenen Ländern relativ schwache Streuungen auf, obwohl die *Gradtage* in jedem Land etwas anders definiert werden. Die Streuungen schwanken zwischen 0,011 bis 0,032 kWh pro m<sup>3</sup> und Gradtag.

- e) Die Grösse der durch die Direktheizung effektiv beanspruchten Leistung weicht oft nicht stark von der installierten Leistung ab. Sie kann zu irgend einem Zeitpunkt auftreten. Das tägliche Lastdiagramm ist sehr gleichmässig.
- f) Die elektrische Direktheizung erhöht die Benutzungsdauer der einzelnen Wohnung. Diese Benutzungsdauer erreichen Werte zwischen 1000 und 1800 Stunden im Jahr. Sie steigen rasch über diese Werte hinaus, wenn eine grössere Wohnsiedlung als Einheit betrachtet wird.

Das 4. Kapitel des Berichtes hat als Zukunftsvision das «allelektrisch integrierte» Gebäude zum Gegenstand. Im allgemeinen handelt es sich um grössere Verwaltungsgebäude, die im Winter elektrisch beheizt und im Sommer elektrisch gekühlt werden, und die zudem über eine vollständige Luftkonditionierung verfügen. Selbstverständlich wird dabei auch einer möglichst umfassenden Wärmerückgewinnung grosse Aufmerksamkeit geschenkt, indem die freiwerdende Wärme aus Beleuchtungskörpern und aus der direkten Sonneneinstrahlung von allem durch die Fensterflächen wieder dienstbar gemacht wird.

Das Problem der Ventilation, der Vorerwärmung der eintretenden Frischluft und der Wärmerückgewinnung wird am vorteilhaftesten durch eine vollintegrierte Klimaanlage gelöst. So kann zum Beispiel die Heizung durch Wärmepumpen Luft-Luft oder Luft-Wasser erfolgen. Die Kältequelle (Verdampfer) der Pumpe wird gespiesen durch die Abluft, die ihrerseits mit einer grossen Menge von «free heat» belastet ist. Frischluft wird der Abluft nur beigemischt, soweit dies notwendig ist.

Eine solche Anlage kostet weniger als klassische Installationen mit getrennter Erzeugung von Wärme und Kälte. Dank der Rekuperation, und dank den hohen Wirkungsgraden von Wärmepumpen werden die Betriebskosten konkurrenzfähig. Den Beweis liefern voll integrierte allelektrisch versorgte Supermärkte, Shopping-centers, grosse Kaufhäuser und Verwaltungsgebäude.

Der 46 Druckseiten umfassende, sehr aufschlussreiche Bericht schliesst mit einem Ausblick auf weitere Aufgaben, die durch die Arbeitsgruppe für elektrische Raumheizung in nächster Zeit anzupacken sind.

#### Adresse des Autors:

W. Locher, dipl. Ing. ETH, Chef der Abteilung Energieverwertung der CKW, 6002 Luzern.

## Erfahrungen im ersten Betriebsjahr des Atomkraftwerkes Beznau

Von E. Elmiger, Baden

Das Geschäftsjahr 1969/70 der NOK ist das erste volle Jahr mit Betrieb des Atomkraftwerkes Beznau. Die Mitwirkung dieser neuen Energiequelle geht deutlich aus dem Geschäftsbericht hervor.

In der Berichtszeit stieg der Absatz im Versorgungsgebiet der NOK um 9,3 % oder 500 Millionen kWh. Dieser Verbrauchszuwachs ist etwa doppelt so gross wie die Produktionsmöglichkeit des Wasserkraftwerkes Eglisau. Der Energieumsatz nahm sogar um 20 % auf 7,7 Mia kWh zu. Davon stammen 2 Mia kWh oder 26 % aus dem Atomkraftwerk Beznau. Damit erhöhte sich der Anteil aus eigener Erzeugung und Beteiligungen von 65 % auf 79 %, während der Fremdstrombezug von 35 % auf 21 % des Gesamtbedarfs vermindert werden konnte. Der restliche Fremdstrombezug stammte zum wesentlichen Teil aus der vertraglichen Übernahme vom noch nicht selbst benötigten Anteil der öffentlichen Hand in schweizerischen Partner-Kraftwerken und aus Energie-Austauschgeschäften mit dem Ausland. Dabei wird zum Beispiel im Sommer bei guter Wasserführung Strom exportiert und im Winter wieder zurückbezogen, oder es wird Spitzenergie exportiert und Nachtenergie zurückbezogen. Bei diesen Tauschgeschäften ergänzen sich die Interessen der Energieerzeugung im Ausland aus thermischen Kraftwerken mit den Möglichkeiten unserer Wasserkraftanlagen.

Am Beginn des vergangenen Geschäftsjahres bis am 24. Dezember 1969 stand das Atomkraftwerk im vertraglichen Probebetrieb. Die Leistung wurde stufenweise gesteigert.

Im Februar war die Nennleistung von 350 000 kW erstmals erreicht. Während des Sommers, besonders im Juli und August, liess sich wegen vorübergehend abnehmendem Elektrizitätsbedarf (Ferien) und sehr günstiger Wasserführung die verfügbare Leistung nicht voll ausnutzen; das Werk wurde über einige Wochenende abgestellt. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen betrug die technisch mögliche Energieproduktion 82 % der ohne Störungen verfügbaren Produktion. Diese Verfügbarkeit kann für das erste Betriebsjahr als günstig bezeichnet werden.

Wie nicht anders zu erwarten war, verlief der Betrieb nicht ohne Störungen. Noch während der Probezeit mussten einige Änderungen am System der nuklearen Hilfsbetriebe zur Rückführung aller geeigneten Abwässer in den Primärkreis ausgeführt werden. Im Berichtsjahr traten wesentlich mehr Störungen im konventionellen Teil der Anlage als im Nuklearteil auf. Hingegen liessen sich diese meist mit sehr kurzen Abstellungen beheben, während Reparaturen im nuklearen Teil wegen der erforderlichen Vorsichtsmassnahmen mehr Zeit benötigen. Eine kurze Abstellung war weiter im Zusammenhang mit der vertraglichen Wärmebedarfsmessung erforderlich. Diese Messung ergab, dass der Brennstoffverbrauch der Anlage etwas kleiner ist als garantiert. Gesamthaft liegen die notwendigen Reparaturen und Änderungsarbeiten im Rahmen dessen, womit bei der Inbetriebnahme einer so umfangreichen und neuartigen Anlage zu rechnen war. Ein Atomkraftwerk benötigt wie jedes thermische Kraftwerk wesentlich mehr

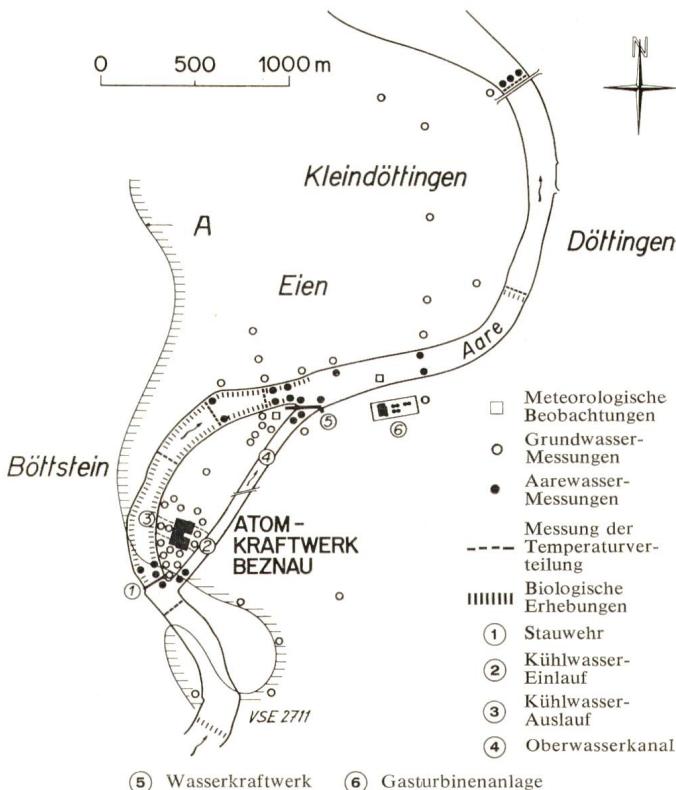


Fig. 1

#### Atomkraftwerk Beznau, Meßstellen im Fluss und im Grundwasser

Der Plan zeigt die Lage der in der näheren Umgebung des Kraftwerkes vorgeschenen Meßstellen, an denen alle möglichen Einwirkungen des Kraftwerkbetriebes auf Temperatur und Chemismus des Wassers sowie Zeit kontrolliert und erforscht werden können.

A Begrenzung des Grundwassergebietes

Unterhalt als ein Wasserkraftwerk. Der Betrieb und der Unterhalt stellen hohe Anforderungen an die Belegschaft. Dank grossem Einsatz des Personals konnten die notwendigen Abstellungen jeweils möglichst kurz gehalten werden. In diesem Zusammenhang erscheint es angebracht, auch die Abstellung vom November/Dezember 1970 zu erwähnen, obwohl sie nicht mehr das Geschäftsjahr 1969/70 betrifft. Die relativ lange Abstellung ergab sich aus einer Reihe von Störungen im Nuklearteil. Zunächst trat eine Undichtheit in einem der beiden Dampferzeuger auf, welche am 3. November die Abstellung der Anlage erforderlich machte. Jeder Dampferzeuger besteht aus rund 2500 Röhren, die den Primärkreislauf vom Sekundärkreislauf trennen. Das defekte Rohr war rasch gefunden. Die Reparatur konnte mit Hilfe von Fachleuten von Westinghouse nach einer erprobten Methode in etwa 10 Tagen durch beidseitiges Verschliessen des undichten Rohres ausgeführt werden.

Bei der nachfolgenden Druckprobe erwiesen sich zwei der für die Reparatur geöffneten Mannlochdeckel als nicht ganz dicht. Die Instandstellung bedingte eine neuerliche Absenkung des Primärsysteminhaltes.

Beim Wiederauffahren ergaben sich Schwierigkeiten an den Dichtungspartien der Hauptpumpen des Primärkreises. Sie benötigten eine teilweise Demontage der Pumpen und beruhten schliesslich auf einem schlecht passenden Dichtungsring.

Kurz vor dem erneuten Wiederauffahren wurden auf dem Reaktordruckgefäß-Deckel, verdeckt durch die Ventilationsabschirmung, Bor-Ablagerungen festgestellt, die aus

der Bor-Beimischung im Primärwasser herrühren mussten. Ihre Ursache liess sich auf eine wohl schon lange bestehende kleine Undichtheit an der Dichtschweissung eines Regelstabantriebes zurückführen. Auch dieser Fehler war, einmal gefunden, relativ leicht zu beheben.

Nun zeigte sich bei der Kontrolle des Deckels, dass vermutlich durch das abgelagerte, teilweise geschmolzene Bor auf dem Reaktordruckgefäßdeckel an einer Stelle, angrenzend an ein in eine Bohrung des Deckels eingeschrumpftes Rohr des undichten Regelstabantriebes, das Material des Deckels auf einer Fläche von ungefähr  $60 \text{ cm}^2$  korrodiert war. Nach genauer Untersuchung konnte festgestellt werden, dass das Material des Deckels nicht in grösserem Umfang als sichtbar angegriffen wurde, und dass festigkeitsmässig der Deckel nicht gefährdet ist.

Nach gründlicher Kontrolle gab die Eidg. Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen (KSA) die Einwilligung zur Wiederaufnahme des Betriebes. Am 6. Januar 1971 konnte die Anlage wieder angefahren werden.

Diese längere Abstellung ist durch eine Folge von mechanischen Defekten im Nuklearteil verursacht worden. Wie der seitherige Betrieb zeigte, sind die Schwierigkeiten auf einwandfrei festgestellte Ursachen zurückzuführen, die behoben werden konnten. Die Mängel fallen eindeutig unter die Garantie des Lieferkonsortiums. Für die Umgebung oder das Personal bestand nie eine Gefahr.

*Sowohl den Betreiber der Anlage wie auch die Öffentlichkeit interessiert besonders der Einfluss des Betriebes eines Atomkraftwerkes auf die Umgebung.* Zur Kontrolle der Einwirkungen bezüglich Flusserwärmung und deren Folgen wurde in Zusammenarbeit mit den zuständigen Amtsstellen bereits frühzeitig ein umfangreiches Untersuchungsprogramm festgelegt. Die Untersuchungen setzten bereits 1966, d. h. 3 Jahre vor der Betriebsaufnahme, ein



Fig. 2  
Atomkraftwerk Beznau, Grundwasseruntersuchungen

Absenken der Unterwasserpumpe in ein Kontrollrohr zwecks Entnahme von Grundwasser für die vierteljährlichen chemischen Analysen. Im Hintergrund Reaktorgebäude und Maschinenhaus des Atomkraftwerkes Beznau II.

und wurden 1969 noch erweitert. Das Beobachtungs- und Messprogramm umfasst zur Hauptsache:

Wasserstand, Temperatur und Chemismus im Fluss- und Grundwasser

Untersuchung der Tier- und Pflanzenwelt im Wasser des Aareknies und in massgebenden Querschnitten flussauf- und abwärts

Untersuchungen über die Abströmung und Durchmischung des erwärmten Kühlwassers.

In der Beznau gilt das Hauptinteresse der Erhaltung der Qualität des Aaretalgrundwasserstromes. Zahlreiche Grundwasserbeobachtungsrohre sind in den Boden eingetrieben worden. Sie enthalten in verschiedenen Tiefen insgesamt 70 fest eingebaute Thermometer. Der Temperaturverlauf wird alle zwei Wochen gemessen. Vierteljährlich werden aus den Rohren Wasserproben entnommen und chemisch

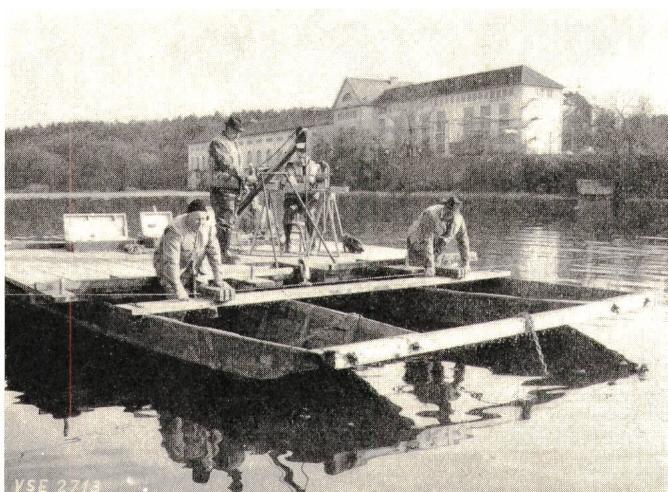


Fig. 3  
**Atomkraftwerk Beznau, Messungen im Aarewasser**

Messequipe der NOK auf der Schwimmbatterie beim Messen der Temperatur des Aarewassers über den ganzen Flussquerschnitt. Im Hintergrund das hydraulische Kraftwerk Beznau.

untersucht. Anhand eines grossen flussbaulichen Modellversuches an der ETH wurde die Möglichkeit geprüft, wie das abfliessende Kühlwasser vom linken Flussufer ferngehalten werden kann. Im Aareknie dringt nämlich auf der linken Fluss-Seite Flusswasser in den Grundwasserstrom ein, währenddem am rechten kraftwerkseitigen Ufer das Grundwasser gegen den Fluss hin austritt.

Veränderungen des Grundwassers und der Pflanzen- und Tierwelt eines Flusses sind meist sehr langsame Vorgänge. Deshalb wäre es verfrüht, bereits heute endgültige Resultate erwarten zu wollen. Folgende Feststellungen können jedoch jetzt schon gemacht werden:

Im Aareknie gelingt es, bei allen Abflusszuständen das warme Wasser aus dem Kraftwerk vom Eindringen in das Grundwasser fernzuhalten. Unterhalb des Wasserkraftwerkes Beznau ist eine gute Durchmischung gewährleistet.

Eine Studie hat ergeben, dass beim Kraftwerk Beznau die Wärmeabgabe des Reaktorgebäudes an den Un-

tergrund und das Grundwasser infolge der sehr dicken Betonmauern vernachlässigbar ist und nicht mehr ausmacht als bei anderen im Grundwasser stehenden Geschäfts- oder Wohnbauten.

Im Jahre 1970 betrug die minimale Aare-Wassermenge 234 m<sup>3</sup>/s mit einer Temperatur von 3 °C. Sie trat im Januar auf. Der Betrieb des Atomkraftwerkes mit Vollast hätte dabei eine Erwärmung von 0,75 °C verursacht. (Tatsächlich hatte das Kraftwerk damals erst 90 % der Nennleistung erreicht.) Bei der mittleren Wasserführung von 752 m<sup>3</sup>/s erwärmt sich die Aare sogar nur um 0,24 °C. Nach den geltenden schweizerischen Richtlinien darf die Wassererwärmung im Fluss nicht mehr als 3 °C ausmachen.

Die maximalen Werte der Abgabe von Radioaktivität an die Umgebung sind durch die behördlichen Betriebsvorschriften auf vorsichtige Werte begrenzt. Tatsächlich konnten die Abgaben noch wesentlich kleiner gehalten werden. An gasförmiger Aktivität wurde im Mittel etwa 1/20 des zulässigen Wertes abgegeben. Sie hatte keine messbare Erhöhung der Strahlung in der Umgebung des Kraftwerkes zur Folge. In die Aare darf nur so viel Abwasser abgegeben werden, dass dadurch die Aktivität des Aarewassers im Mittel um nicht mehr 1/2000 des für Trinkwasser zulässigen Wertes erhöht wird. Die tatsächliche Erhöhung berechnet sich im Mittel auf etwa 1/5000. Dieser Wert ist in der Aare durch Messung nicht feststellbar. Er berechnet sich aus der Verdünnung der gemessenen Abgabe. Dabei wird erst noch mit der minimalen Aarewassermenge gerechnet. Da die wirkliche Wasserführung im Jahresmittel mindestens 3 mal so gross ist als der angenommene Minimalwert, so ist die tatsächliche Erhöhung nochmals um diesen Faktor kleiner. Der Einfluss des Atomkraftwerkes auf die Strahlenbelastung der Umgebung wird durch ein umfangreiches Messnetz überwacht. Die Überwachung erfolgt im Auftrag der Eidg. Kommission zur Überwachung der Radioaktivität durch das Eidg. Institut für Reaktorforschung in Würenlingen. Ausser Messungen in der Luft, im Aarewasser, im Rheinwasser und im Grundwasser werden unter anderen auch Messungen an Erdproben, an Gras- und an Milchproben sowie an Plankton und Schwebestoffen der Aare durchgeführt. Diese umfangreichen Messungen zeigten bisher keine messbare Erhöhung des Strahlenpegels in der Umgebung des Kraftwerkes gegenüber anderen Landesgegenden. Die wesentlichen Messergebnisse werden jährlich im Bulletin des Eidg. Gesundheitsamtes veröffentlicht.

Der Bau der zweiten, gleichen Kraftwerkanlage schreitet sehr zufriedenstellend fort. Der Hauptteil der mechanischen und elektrischen Ausrüstungen ist bereits montiert, so dass die Betriebsaufnahme noch dieses Jahr möglich erscheint.

#### Adresse des Autors:

E. Elmiger, dipl. Ing. ETH, Direktor der NOK, Baden.

# Wirtschaftliche Mitteilungen

## Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats

### Metalle

		Februar	Vormonat	Vorjahr
Kupfer-Wirebars <sup>1)</sup> . . .	Fr./100 kg	451.—	438.—	714.—
Banka-Billiton-Zinn <sup>2)</sup> . .	Fr./100 kg	1535.—	1550.—	1634.—
Blei <sup>1)</sup> . . . . .	Fr./100 kg	123.—	120.—	164.—
Rohzink <sup>1)</sup> . . . . .	Fr./100 kg	120.—	124.—	129.—
Roh-Reinaluminium für el. Leiter in Masseln 99,5 % <sup>3)</sup> . . . . .	Fr./100 kg	260.—	260.—	260.—

<sup>1)</sup> Preis per 100 kg franko Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 Tonnen.

<sup>2)</sup> dito — bei Mindestmengen von 5 Tonnen.

<sup>3)</sup> Preis per 100 kg franko Empfangsstation bei 10 Tonnen und mehr.

### Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		Februar	Vormonat	Vorjahr
Bleibenzin . . . . .	Fr./100 l	51.25 <sup>1)</sup> )	51.25 <sup>1)</sup> )	50.75 <sup>1)</sup> )
Dieselöl für strassenmotorische Zwecke . .	Fr./100 kg	69.20 <sup>2)</sup> )	69.20 <sup>2)</sup> )	64.10 <sup>2)</sup> )
Heizöl Extraleicht . .	Fr./100 kg	20.40 <sup>2)</sup> )	20.40 <sup>2)</sup> )	14.— <sup>2)</sup> )
Heizöl Mittel (III) . .	Fr./100 kg	16.40 <sup>2)</sup> )	16.40 <sup>2)</sup> )	11.20 <sup>2)</sup> )
Heizöl Schwer (V) . .	Fr./100 kg	14.50 <sup>2)</sup> )	14.10 <sup>2)</sup> )	9.30 <sup>2)</sup> )

<sup>1)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise, franko Schweizergrenze Basel, verzollt inkl. Wust, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen.

<sup>2)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Basel-Rheinhafen, verzollt exkl. Wust.

### Metalle

		März	Vormonat	Vorjahr
Kupfer/Wirebars <sup>1)</sup> . . .	Fr./100 kg	531.—	451.—	764.—
Banka-Billiton-Zinn <sup>2)</sup> . .	Fr./100 kg	1575.—	1535.—	1670.—
Blei <sup>1)</sup> . . . . .	Fr./100 kg	124.—	123.—	163.—
Rohzink <sup>1)</sup> . . . . .	Fr./100 kg	130.—	120.—	128.—
Roh-Reinaluminium für elektrische Leiter in Masseln 99,5 % <sup>3)</sup> . . . . .	Fr./100 kg	260.—	260.—	260.—

<sup>1)</sup> Preis per 100 kg franko Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 Tonnen.

<sup>2)</sup> dito — bei Mindestmengen von 5 Tonnen.

<sup>3)</sup> Preis per 100 kg franko Empfangsstation bei 10 Tonnen und mehr.

### Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		März	Vormonat	Vorjahr
Bleibenzin . . . . .	Fr./100 l	53.35 <sup>1)</sup> )	51.25 <sup>1)</sup> )	50.75 <sup>1)</sup> )
Dieselöl für strassenmotorische Zwecke . .	Fr./100 kg	70.00 <sup>2)</sup> )	69.20 <sup>2)</sup> )	62.80 <sup>2)</sup> )
Heizöl Extraleicht . .	Fr./100 kg	21.20 <sup>2)</sup> )	20.40 <sup>2)</sup> )	13.10 <sup>2)</sup> )
Heizöl Mittel . . . .	Fr./100 kg	16.50 <sup>2)</sup> )	16.40 <sup>2)</sup> )	10.80 <sup>2)</sup> )
Heizöl Schwer . . . .	Fr./100 kg	14.90 <sup>2)</sup> )	14.50 <sup>2)</sup> )	8.70 <sup>2)</sup> )

<sup>1)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise, franko Schweizergrenze Basel, verzollt inkl. Wust, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen.

<sup>2)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Basel-Rheinhafen, verzollt exkl. Wust.

## Verbandsmitteilungen

### Anmeldung zur Meisterprüfung

Die nächsten Meisterprüfungen für Elektroinstallateure finden im Oktober und Dezember 1971 statt. Für diese Prüfungen gilt das neue Meisterprüfungs-Reglement, welches am 1. Juli 1970 in Kraft getreten ist (siehe *SEV-Bulletin*, Seiten des VSE, Nr. 4 vom 21. Februar 1970).

Es wollen sich nur Kandidaten anmelden, die auch wirklich an den genannten beiden Prüfungen teilzunehmen wünschen. Anmeldungen für spätere Meisterprüfungen können nicht entgegengenommen werden.

Anmeldeformulare und Reglement können beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splügenstrasse 6, Postfach 8027 Zürich (Telefon 051/36 72 66) bezogen werden.

Die Anmeldung hat in der Zeit vom 1. bis 15. April 1971 an die oben erwähnte Adresse zu erfolgen, unter Beilage folgender Unterlagen:

1 Anmeldeformular (vollständig ausgefüllt)

1 Lebenslauf, handgeschrieben

1 Leumundszeugnis neueren Datums

1 Fähigkeitszeugnis der Lehrabschlussprüfung  
eventuell Diplom

und sämtliche Arbeitsausweise.

Mangelhafte oder verspätet eingehende Anmeldungen können nicht berücksichtigt werden. Anfragen betreffend die Einteilung bitten wir zu unterlassen; die Interessenten werden von uns ca. einen Monat nach Ablauf der Anmeldefrist benachrichtigt.

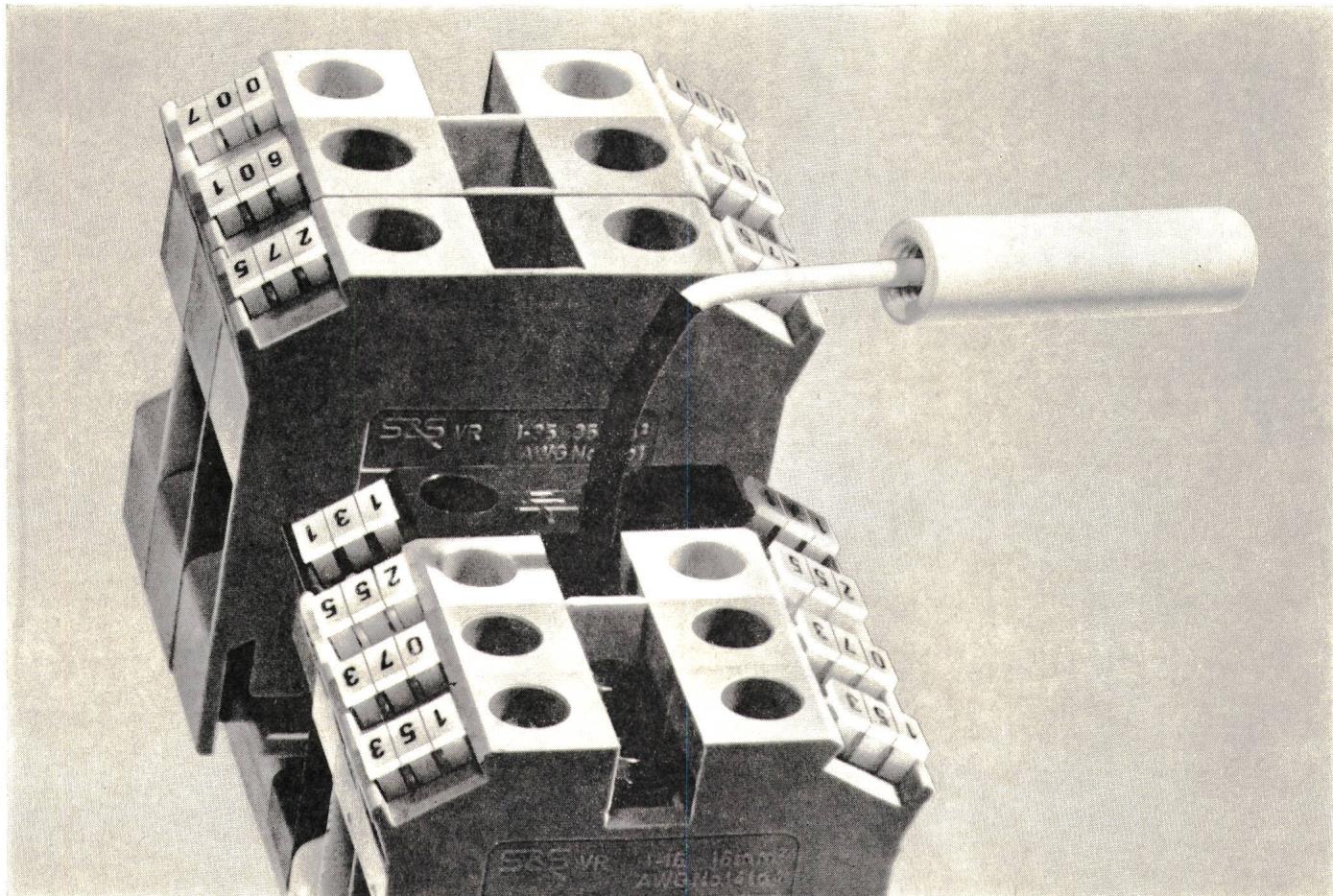
Meisterprüfungskommission VSEI/VSE

**Redaktion der «Seiten des VSE»:** Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1;  
Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telefon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

**Redaktor:** Dr. E. Bucher

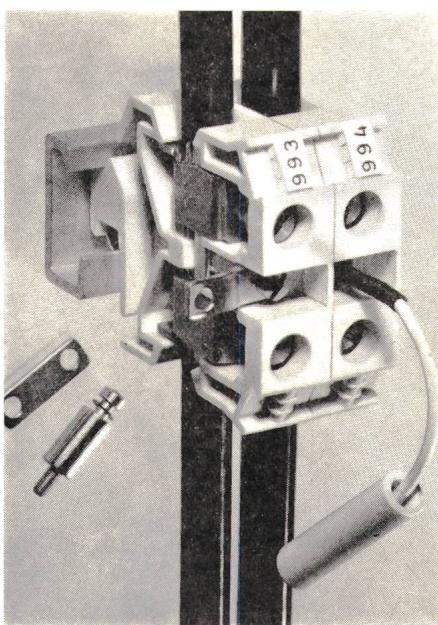
Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.

# Qualität als Verbindung zum Kunden – gute Verbindungen durch Reihenklemmen



Unsere Kunden kennen die Qualität der Reihenklemmen. Das breite Fertigungsprogramm umfasst Nennquerschnitte von 2,5/6/16/35/95/185 mm<sup>2</sup>. Wir offerieren folgende Klemmentypen: Durchgangs-, Erd-, Nullschienen-, Bolzen- und Trennklemmen, sowie Klemmen mit Flachstecker oder mit Lötanschluss.

Entscheidende Eigenschaften der Reihenklemmen sind gleichbleibende Druckkraft an der Klemmstelle (durch grosse Elastizität und hohe Festigkeit des Zugbügels), zuverlässige Schraubensicherung (durch elastische Verformung der Zuglappen) und einwandfreier Halt der Drähte in den Längs- und Querrillen des Verbindungsbaikens und der Zugbügel. Klemmen ab 6 mm<sup>2</sup> Querschnitt können durch Mittellaschen quer verbunden werden, die 2,5 mm<sup>2</sup>-Klemmen mit 2er und 3er Querverbindern.



Von 10er Ästen abbrechbare Bezeichnungsschilder ermöglichen bei kleinstem Aufwand die einwandfreie Bezeichnung.

Mit diesem Programm ist praktisch jedes Verbindungsproblem zu lösen. Das Stammhaus von Sprecher & Schuh in Aarau beantwortet Fragen der Praxis.

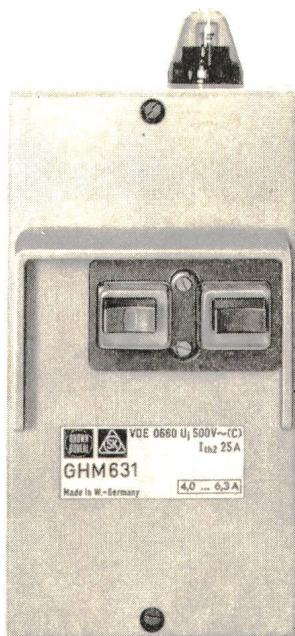
Verkaufsstellen in:  
Basel, Olten, Biel, Bern, Genf, Renens,  
Sion, Lugano, Rohr, Ebikon, Sargans,  
St. Gallen, Winterthur, Zürich.



Sprecher & Schuh AG  
Aarau / Schweiz  
Telefon 064 22 33 23

N07.565.6.70

# Motorschutzschalter M 600 in Bausteintechnik für Wechselstrommotoren



Angepasst an die Erfordernisse Ihrer Anlage  
durch nachrüstbares Zubehör

## Technische Daten

- M 611 mit thermischen und elektromagnetischen Auslösern  
10 A / 500 V, 40...60 Hz
- M 612 mit thermischen Auslösern  
16 A / 500 V ~
- M 631 mit Phasenausfall-Schutzeinrichtung, mit thermischen und elektromagnetischen Auslösern, temperaturkompensiert  
25 A / 500 V, 40...60 Hz
- M 632 mit Phasenausfall-Schutzeinrichtung, mit thermischen Auslösern, temperaturkompensiert  
25 A / 500 V ~
- M 661 mit Phasenausfall-Schutzeinrichtung, mit thermischen und elektromagnetischen Auslösern, temperaturkompensiert  
40 A / 500 V, 40...60 Hz

Unterbreiten Sie uns Ihre Probleme.  
Verlangen Sie Unterlagen oder Ingenieurbesuch.

**BBC**  
BROWN BOVERI

**Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., 5401 Baden**

Zweigbüros in Baden, Basel, Bern, Lausanne, Zürich

151792 - VI