

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	50 (1959)
<b>Heft:</b>	16
<b>Rubrik:</b>	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:** 21.02.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

---

## 68. (ordentl.) Generalversammlung des VSE

Samstag, den 29. August 1959, 16.00 Uhr

im «Embassy» des Palace-Hotel in St. Moritz-Dorf

### Traktandenliste

1. Bezeichnung des Protokollführers und Wahl zweier Stimmenzähler.
2. Protokoll der 67. Generalversammlung vom 13. September 1958 in St. Gallen.
3. Berichte des Vorstandes und der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1958.
4. Verbandsrechnung über das Geschäftsjahr 1958; Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1958; Bericht der Rechnungsrevisoren.
5. Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1960 gemäss Art. 7 der Statuten.
6. Voranschlag des VSE für das Jahr 1960; Voranschlag der Einkaufsabteilung für das Jahr 1960.
7. Bericht und Rechnung der Gemeinsamen Verwaltungsstelle SEV/VSE über das Geschäftsjahr 1958.
8. Neue Vereinbarung zwischen dem SEV und dem VSE betreffend die gegenseitigen Beziehungen.
9. Bericht des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees (SBK) über das Geschäftsjahr 1958.
10. Statutarische Wahlen:
  - a) Wahl von 5 Mitgliedern des Vorstandes;
  - b) Wahl von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten.
11. Wahl des Ortes für die nächstjährige Generalversammlung.
12. Verschiedenes; Anträge von Mitgliedern (Art. 11 der Statuten).

Für den Vorstand des VSE

Der Präsident :                   Der Sekretär :  
*P. Payot*                         *Dr. W. L. Froelich*

*Bemerkung betreffend Ausübung des Stimmrechtes :* Nach Art. 10 der Statuten hat jede Unternehmung einen Vertreter zu bezeichnen, dem sie das Stimmrecht übertragen hat und der allein an den Abstimmungen teilnehmen darf. Die übrigen anwesenden Vertreter der gleichen Unternehmung sind gebeten, sich der Stimmabgabe zu enthalten.

# Bericht des Vorstandes des VSE an die Generalversammlung über das 63. Geschäftsjahr 1958

Dieser Bericht erscheint in Nr. 17 des Bulletin SEV, Seiten des VSE

## Anträge des Vorstandes VSE an die 68. Generalversammlung vom 29. August 1959 in St. Moritz

*Zu Trakt. 2: Protokoll der 67. Generalversammlung vom 13. September 1958 in St. Gallen*

Das Protokoll (Bull. SEV, Seiten des VSE, 1958, Nr. 21, S. 1040) wird genehmigt.

*Zu Trakt. 3: Bericht des Vorstandes und der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1958*

Der Bericht des Vorstandes (Bull. SEV, Seiten des VSE, 1959, Nr. 17) und derjenige der Einkaufsabteilung (S. 815 f.)<sup>1)</sup> werden genehmigt.

*Zu Trakt. 4: Verbandsrechnung über das Geschäftsjahr 1958; Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1958*

a) Die Rechnung des Verbandes über das Geschäftsjahr 1958 (S. 815) und die Bilanz auf 31. Dezember 1958 (S. 815) werden unter Entlastung des Vorstandes genehmigt. Der Mehrbetrag der Einnahmen von Fr. 9636.87 wird auf neue Rechnung vorgetragen.

b) Die Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1958 (S. 816) und die Bilanz auf 31. Dezember 1958 (S. 816) werden unter Entlastung des Vorstandes genehmigt. Der Mehrbetrag der Einnahmen von Fr. 1942.98 wird auf neue Rechnung vorgetragen.

*Zu Trakt. 5: Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1960 gemäss Art. 7 der Statuten*

In Anwendung von Art. 7 der Statuten werden die Ansätze für die Mitgliederbeiträge für 1960 gleich wie für 1959, also wie folgt festgesetzt:

Der Beitrag setzt sich aus zwei Teilbeiträgen A und B zusammen, von denen der eine (A) nach dem investierten Kapital, der andere (B) nach dem im letzten Geschäftsjahr erzielten Energieumsatz berechnet wird, und zwar gemäss folgendem Schlüssel (Tabelle I):

Die Beitragsstufen, die für die Stimmenzahl an der Generalversammlung massgebend sind, berechnen sich wie folgt (Tabelle II):

Tabelle II

Totaler Jahresbeitrag (Teilbeiträge A+B) Fr.	Beitragsstufe (= Stimmenzahl)
bis 100.—	1
101.— bis 175.—	2
176.— bis 275.—	3
276.— bis 475.—	4
476.— bis 825.—	5
826.— bis 1 075.—	6
1 076.— bis 2 450.—	7
2 451.— bis 4 100.—	8
4 101.— bis 7 000.—	9
7 001.— bis 12 000.—	10

*Zu Trakt. 6: Voranschlag des VSE für das Jahr 1960; Voranschlag der Einkaufsabteilung für das Jahr 1960*

a) Der Voranschlag des VSE für 1960 (S. 815) wird genehmigt.

b) Der Voranschlag der EA für 1960 (S. 816) wird genehmigt.

*Zu Trakt. 7: Bericht und Rechnung der Gemeinsamen Verwaltungsstelle SEV/VSE über das Geschäftsjahr 1958*

Vom Bericht der Gemeinsamen Verwaltungsstelle über das Geschäftsjahr 1958 (S. 790), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

*Zu Trakt. 8: Neue Vereinbarung zwischen dem SEV und dem VSE betreffend die gegenseitigen Beziehungen*

Die neue Vereinbarung zwischen dem SEV und dem VSE betreffend die gegenseitigen Beziehungen (S. 787 ff.) wird genehmigt.

### Schlüssel zur Berechnung der Jahresbeiträge

Tabelle I

Investiertes Kapital Fr.	Teilbeitrag A Fr.	Jahresenergieumsatz 10 <sup>6</sup> kWh	Teilbeitrag B Fr.
			bis 1
bis 100 000.—	50.—	50.—	50.—
100 000.— bis 200 000.—	75.—	1 bis 2	75.—
200 000.— bis 500 000.—	125.—	2 bis 5	125.—
500 000.— bis 1 000 000.—	200.—	5 bis 10	200.—
1 000 000.— bis 2 000 000.—	325.—	10 bis 20	325.—
2 000 000.— bis 5 000 000.—	500.—	20 bis 50	500.—
5 000 000.— bis 10 000 000.—	750.—	50 bis 100	750.—
10 000 000.— bis 20 000 000.—	1100.—	100 bis 200	1100.—
20 000 000.— bis 50 000 000.—	1700.—	200 bis 500	1700.—
50 000 000.— bis 100 000 000.—	2700.—	500 bis 1000	2700.—
100 000 000.— bis 200 000 000.—	4000.—	1000 bis 2000	4000.—
über 200 000 000.—	6000.—	über 2000	6000.—

Partnerwerke werden für die Festsetzung des Teilbeitrages B (nach dem Energieumsatz) in die nächst tiefere Stufe eingereiht, als ihrem Jahresenergieumsatz entspricht.

<sup>1)</sup> Die in Klammern gesetzten Seitenangaben beziehen sich auf diese Nummer des Bull. SEV.

*Zu Trakt. 9: Bericht des Schweizerischen Beleuchtungs-Komitees (SBK) über das Geschäftsjahr 1958*

Vom Bericht des SBK über das Geschäftsjahr 1958 (S. 794) wird Kenntnis genommen.

**Zu Trakt. 10: Statutarische Wahlen**

**a) Wahl von 5 Mitgliedern des Vorstandes**

Die Herren Binkert, Aemmer, Lüthy, Savoie, deren dreijährige Amtszeit abgelaufen ist, sind für eine weitere dreijährige Amtszeit wiedergewählt; der Vorstand schlägt vor, die vier Herren wiederzuwählen. Als Nachfolger von Herrn Berner, der 9 Jahre dem Vorstand angehörte und demzufolge nicht wiedergewählt ist, schlägt der Vorstand als neues Vor-

standsmitglied Herrn A. Rosenthaler, Direktor des Elektrizitätswerkes Basel, vor.

**b) Wahl von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten**

Die bisherigen Revisoren, die Herren H. Jäcklin, Bern, und U. Sadis, Lugano, sowie ihre Suppleanten, die Herren J. Ackermann, Fribourg, und A. Strehler, St. Gallen, sind wiedergewählt und bereit, eine Wiederwahl anzunehmen. Der Vorstand schlägt vor, die vier Herren wiederzuwählen.

**Betriebsrechnung des VSE über das Geschäftsjahr 1958 und Budget 1960**

<i>Einnahmen</i>	<i>Pos.</i>	<i>Budget 1958 Fr.</i>	<i>Rechnung 1958 Fr.</i>	<i>Budget 1959 Fr.</i>	<i>Budget 1960 Fr.</i>
Saldovortrag ...	1	—	19 343.42	—	—
Mitgliederbeiträge ...	2	390 000	438 312.50	415 000	440 000
Zinsen ...		6 000	14 372.62	7 000	9 000
Beitrag der Einkaufsabteilung für Aufklärung, Geschäfts- und Rechnungsführung ...	3	45 000	45 000.—	50 000	50 000
Andere Einnahmen ...	4	25 000	29 845.48	25 000	25 000
		<b>466 000</b>	<b>546 874.02</b>	<b>497 000</b>	<b>524 000</b>
<i>Ausgaben</i>					
Kosten des Sekretariates ...	8	286 000	298 029.92	298 000	326 000
Beitrag an die GV-Stelle des SEV und VSE ...	9	50 000	50 000.—	57 000	—
Mitgliedschaftsbeiträge an andere Vereinigungen ...	10	20 000	22 982.70	24 000	24 000
Beiträge an Aufklärungsarbeiten ...	11	20 000	39 369.—	38 000	45 000
Diverse Beiträge ...	12	10 000	2 000.—	5 000	30 000
Steuern ...	13	2 000	1 520.—	2 000	2 000
Jubiläumsfeier, Generalversammlung und Diskussionsversammlungen ...	14		23 980.72		
Vorstand und Kommissionen ...	15a	55 000	11 047.90	60 000	65 000
«Seiten des VSE» und Druckschriften ...	b		16 724.96		
Unvorhergesehenes und Diverses ...	c		2 373.95 (54 127.53)		
Rücklage für die Verbesserung der Personalversicherung ...	16	13 000	15 000.—	13 000	18 000
Abschreibungen auf Wertschriften ...	17	—	11 208.—	—	—
Rücklage für UNIPEDE-Kongress 1958 ...	18	10 000	—	—	—
Einlage in Delkredere-Konto ...	19	—	3 000.—	—	2 000
Rücklage für Kongresse, Ausstellungen, Instruktionsmassnahmen und Kurse für Personal der Mitgliedwerke usw. ...	20	—	20 000.—	—	12 000
Aufnung des Betriebsvermögens ...	21	—	20 000.—	—	—
Mehrbetrag der Einnahmen ...	22	—	9 636.87	—	—
		<b>466 000</b>	<b>546 874.02</b>	<b>497 000</b>	<b>524 000</b>

**Bilanz des VSE auf 31. Dezember 1958**

<i>Aktiven</i>	<i>Fr.</i>	<i>Passiven</i>	<i>Fr.</i>
Mobiliar und Maschinen p. m. ...	1.—	Betriebsvermögen ...	270 000.—
Wertschriften ...	310 000.—	Kreditoren ...	152 638.53
Debitoren ...	35 671.76	Delkredere-Konto ...	3 000.—
Bankguthaben:		Transitorische Passiven ...	16 284.55
a) Einlagehefte ... Fr. 19 824.10		Saldo ...	9 636.87
b) Konto-Korrent ... Fr. 52 043.50	71 867.60		
Postcheckguthaben ...	28 053.45		
Kassa ...	1 450.54		
Transitorische Aktiven ...	4 515.60		
	<b>451 559.95</b>		<b>451 559.95</b>
pro memoria:		pro memoria:	
Kautionen von «Hersteller besonderer Anlagen» ...	Fr. 60 000.—	Kautionen von «Hersteller besonderer Anlagen» ...	Fr. 60 000.—

**Bericht der Einkaufsabteilung des VSE über das Jahr 1958**

Die Einkaufsabteilung war bestrebt, ihrem Zwecke entsprechend, den Mitgliedern des VSE allgemein benötigte Materialien zu vorteilhaften Bedingungen zu verschaffen.

Im Berichtsjahr sind ansehnliche Umsätze in Hausinstallationsmaterialien, in isolierten Leitern

und armierten Isolierrohren zu verzeichnen. Es konnte ein grösserer Posten Freileitungs-Isolatoren zu günstigen Bedingungen an die VSE-Mitglieder vermittelt werden.

Bei steigenden Umsätzen haben sich die verschiedenen Lieferungsabkommen für Kühlchränke,

Waschmaschinen, Küchenmaschinen, Fluoreszenzlampen usw. für die VSE-Mitglieder sehr gut ausgewirkt.

Dank guter Wasserführung der Flüsse war die hydroelektrische Energieerzeugung bedeutend, so dass von Seiten der thermischen Kraftwerke praktisch keine Nachfrage nach Dieselöl zu verzeichnen war. Die Umsatzsumme aller durch Rahmenverträge, durch Lieferungsabkommen oder Einzelabschlüsse geregelten Bezüge der VSE-Mitglieder beläuft sich im Berichtsjahr auf rund Fr. 15 000 000.—.

Die Nachfrage nach gebrauchsfähigem Altmaterial (Transformatoren, Motoren, Zähler usw.) war gering; das Wiederanziehen eines regeren Verkaufs und einer vermehrten Vermittlung von wiederverwendfähigem Altmaterial fällt bereits in das neue Geschäftsjahr.

Im Berichtsjahr wurden verschiedene Lieferungsabkommen erneuert. Insbesondere erfuhr der Vertrag für isolierte Leiter und Gummi-Bleikabel eine Anpassung an die neuen Verhältnisse.

Die im letzten Jahresbericht erwähnten Verhandlungen über eine Neuregelung der Verhältnisse auf dem Glühlampenmarkt gelangten erst anfangs 1959 zu einem vorläufigen Abschluss.

Der Ausschuss der Einkaufsabteilung, bestehend aus den Herren Direktoren E. Schaad, Vorsitzender; H. Müller, P. Meystre und W. Sandmeier, hielt im Berichtsjahr mehrere Sitzungen ab, die hauptsächlich der Vorbereitung neuer und der Änderung bestehender Verträge und Lieferungsabkommen gewidmet waren. Der Ausschuss anerkennt die erfolgreichen Bemühungen der EA-Geschäftsführung und dankt dem Personal des VSE-Sekretariates für seinen Einsatz und die gute Zusammenarbeit.

### Betriebsrechnung der Einkaufsabteilung des VSE über das Geschäftsjahr 1958 und Budget 1960

	<i>Einnahmen</i>	<i>Pos.</i>	<i>Budget 1958 Fr.</i>	<i>Rechnung 1958 Fr.</i>	<i>Budget 1959 Fr.</i>	<i>Budget 1960 Fr.</i>
<b>Saldo</b>		1	—	1 025.35	—	—
Einnahmen aus Verkauf und Vermittlung von Material usw.		2	65 000	89 820.20	70 000	65 000
Zinsen und verschiedene Einnahmen		3	5 000	11 511.55	5 000	8 000
			<b>70 000</b>	<b>102 357.10</b>	<b>75 000</b>	<b>73 000</b>
<b>Ausgaben</b>						
Entschädigung an VSE für Aufklärung, Geschäfts- und Rechnungsführung		4	45 000	45 000.—	50 000	50 000
Steuern		5	3 000	765.25	3 000	3 000
Diverse Unkosten und Unvorhergesehenes, Materialprüfungen usw.		6	22 000	27 648.87	22 000	20 000
Rückstellung		7	—	25 000.—	—	—
Einlage in Delkredere-Konto		8	—	2 000.—	—	—
Mehrbetrag der Einnahmen				1 942.98		
			<b>70 000</b>	<b>102 357.10</b>	<b>75 000</b>	<b>73 000</b>

### Bilanz der Einkaufsabteilung auf 31. Dezember 1958

<i>Aktiven</i>	<i>Fr.</i>	<i>Passiven</i>	<i>Fr.</i>
Wertschriften	298 427.25	Betriebsausgleichsfonds	150 000.—
Einlageheft	9 277.35	Rückstellung	95 000.—
Debitoren	56 137.78	Delkredere-Konto	2 000.—
Bankguthaben	14 580.25	Kreditoren	117 595.70
Postcheckguthaben	8 077.75	Transitorische Passiven	19 961.70
Kassa	—.—	Saldo	1 942.98
	<b>386 500.38</b>		<b>386 500.38</b>

### Bericht und Antrag der Rechnungsrevisoren des VSE an die Generalversammlung 1959

In Ausübung des uns übertragenen Mandates haben wir heute die Jahresrechnungen des VSE und der Einkaufsabteilung des VSE per 31. Dezember 1958 geprüft.

Die Betriebsrechnung des VSE verzeichnet bei Fr. 546 874.02 Einnahmen einen Überschuss von Fr. 9636.87. Die Aktiven und Passiven der Bilanz sind mit Fr. 451 559.95 ausgeglichen. Die Einkaufsabteilung erzielte bei Fr. 102 357.10 Gesamteinnahmen einen Überschuss von Fr. 1942.98.

Wir haben die Übereinstimmung der Rechnungen mit den Abschlusszahlen der ordnungsgemäss geführten Buchhaltung festgestellt. Das Vorhandensein der Wertschriften ist uns anhand der vorgelegten Bankausweise nachgewiesen worden.

Wir haben ferner die Einnahmen und Ausgaben der Ab-

rechnung über den UNIPEDE-Kongress 1958 stichprobeweise eingesehen und keine Unstimmigkeiten festgestellt.

Die Berichte der Schweizerischen Treuhandgesellschaft über die Prüfung der Rechnungsabschlüsse des VSE per 31. Dezember 1958 und der Abrechnung des UNIPEDE-Kongresses, die wir durchgesehen haben, geben uns ebenfalls zu keinen Bemerkungen Anlass.

Auf Grund unserer Prüfung beantragen wir, die Rechnungen und Bilanzen zu genehmigen und dem Vorstand unter bester Verdankung Entlastung zu erteilen.

Zürich, den 30. Juni 1959

Die Rechnungsrevisoren:  
sig. H. Jäcklin      sig. U. Sadis

# Der Holzmast und seine Zukunft im Leitungsbau

von J. Stösser, Oberrieden

621.315.668.1.003.1

Nach einer Einführung, in der unter anderem Angaben über die Entwicklung des Freileitungs- und des Kabelnetzes im Versorgungsgebiet der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich gemacht werden, behandelt der Verfasser die Imprägnierung der Holzmasten zur Verlängerung ihrer mittleren Lebensdauer. Als dann stellt er einlässliche wirtschaftliche Vergleiche zwischen imprägnierten Holzstangen mit und ohne Nachbehandlung an.

## Einführung

Von verschiedenen Seiten wird immer wieder die Frage über die Zukunft des Holzmastes aufgeworfen, da nun schon seit mehr als einem Jahrzehnt Masten aus anderen Materialien, wie Betonmasten, Panzermasten, Leichtmetallmasten, Kunststoffmasten usw., verwendet werden. Es ist auch festzuhalten, dass immer mehr Kabelleitungen erstellt werden, die die Holzmastenleitungen ebenfalls stark konkurrenzieren; selbst das klassische Blei-Massekabel wird durch andere Arten, wie Ölkabel, Kunststoffkabel, Stahlwellmantelkabel, Gaskabel, Aluminiumkabel usw., nach und nach verdrängt werden. Die einzelnen, im Leitungsbau zur Anwendung gelangenden Bauelemente sind in steter Umwandlung begriffen. Ausschlaggebend dafür sind meistens weniger betriebliche als rein wirtschaftliche Überlegungen, die eine wesentliche Senkung der Jahreskosten für Leitungen anstreben.

Der Holzmast lässt sich gut mit einem Kind vergleichen, um das sich die Eltern kaum kümmern. Der Holzproduzent beschäftigt sich nur wenig mit ihm und gibt sich kaum Mühe, sein Anwendungsgebiet zu erhalten, ja man vertritt den Standpunkt, dass sich vieles ändern werde, nur der Holzmast nicht. Irgendwelche qualitative Verbesserungen am Holzmast wurden in den letzten Jahrzehnten in der Schweiz nicht vorgenommen; deshalb steht er heute in Gefahr, an seiner bisherigen Bedeutung als Bauelement einzubüssen.

In den nachfolgenden Betrachtungen soll gezeigt werden, wie sich das Anwendungsgebiet von Holzmasten in den nächsten Jahrzehnten verändern wird und inwieweit Verbesserungen seine Stellung in wirtschaftlicher Hinsicht im Leitungsbau stärken können.

Es steht fest, dass in absehbarer Zeit immer mehr Energie benötigt wird und die übliche Erzeugung mit Wasser den steigenden Bedarf auf weite Sicht kaum mehr decken kann. Die Verteilung der Energie wird auch in Zukunft mit den gleichen Schwierigkeiten und Gefahren verbunden sein wie bisher; eine Änderung im heutigen Verteilsystem zeichnet sich noch nicht ab. Selbstverständlich werden einzelne Bauelemente Veränderungen erfahren; die Hauptfrage wird sein, wo und wie weit die Leitungen unter- oder oberirdisch erstellt werden sollen. Dabei ist zu bedenken, dass die Technik das Landschaftsbild stark verändert hat und noch verändern wird, so dass der Widerstand gegen eine zu starke «Vertechnisierung» nicht ausbleiben konnte und sich vermutlich noch verstärken wird. Auf allen Gebieten sucht man nach Lösungen, die in der Land-

Après une introduction où figurent, entre autres, des indications sur le développement du réseau aérien et du réseau souterrain dans le domaine alimenté par les Entreprises électriques du canton de Zurich, l'auteur traite la question de l'imprégnation des poteaux en bois pour en prolonger la durée moyenne. Il établit ensuite des comparaisons détaillées entre poteaux imprégnés avec et sans traitement ultérieur, quant à leur économie respective.

schaft nicht allzu störend wirken. Der Kabelleitung wäre in dieser Hinsicht gegenüber der Freileitung der Vorzug zu geben. Die finanziellen Aufwendungen dafür wären aber so gross, dass es kaum denkbar ist, die Ausgaben für Kabel gegenüber heute noch wesentlich zu steigern. Vor allem sind es die Städte und die stark wachsenden Gemeinden, ferner die Umgebung schützenswerter Objekte, in denen die Netzerweiterungen fast ausschliesslich mit Kabeln ausgeführt werden. In Gebieten mit landwirtschaftlichem Einschlag werden aber die Freileitungen noch auf Jahrzehnte hinaus, trotz dem stets grösser werdenden Widerstand der Grundeigentümer, die einzige wirtschaftlich tragbare Bauart bleiben. Es darf hier einmal darauf hingewiesen werden, dass eine Freileitung, sofern der notwendige freie Raum vorhanden ist, gegenüber einer Kabelleitung dem Überlandwerk nicht nur in finanzieller, sondern auch in betrieblicher Hinsicht grosse Vorteile bietet.

Der Holzmast ist an und für sich ein ideales Bauelement. Er lässt sich sowohl mit Maschinen auf dem Werkplatz wie auch mit einfachen Handwerkzeugen im freien Feld leicht bearbeiten. Sein Gewicht kann eher als gering bezeichnet werden und sein Transport sowie das Aufstellen bereiten keine Schwierigkeiten. Er kann jederzeit mit einfachen Mitteln bestiegen werden und besitzt eine natürliche Farbtönung, die keinen Anstrich erfordert.

Neben diesen vielen Vorteilen hat der Holzmast aber einen grossen Nachteil, der weit schwerer wiegt als alle Vorteile: er ist der biologischen Zerstörung unterworfen. Die Fäulnis setzt ein, auch wenn die gesetzlich verlangte Imprägnierung vorhanden ist. Seine Lebensdauer ist und bleibt deshalb beschränkt und schwankt heute um 25 Jahre. Darum sind die Jahreskosten für Freileitungen mit Holzmasten hoch, und es ist begreiflich, wenn die Elektrizitätswerke alles daran setzen, diese jährlich wiederkehrenden Ausgaben zu senken.

Das Leitungsnetz der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) hat heute eine Länge von 4592 km, wovon bereits 834 km (18 %) auf Kabel entfallen. Im Freileitungsnetz (3758 km Ausdehnung) stehen rund 84 000 Holzmasten, die einen Wert von ca. 49 Millionen Franken darstellen. Der Wert der Kabelanlagen beläuft sich auf ca. 30 Millionen Franken, das sind ca. 38 % des Gesamtwertes.

Seit einem Jahrzehnt machen die EKZ genaue Aufzeichnungen über die Veränderung ihrer Anlagen, wie auch über die Anzahl der ausgewechselten Masten. Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, werden jährlich immer noch ca. 40 km neue Hoch- und Niederspannungsfreileitungen erstellt, seit dem Jahr 1952 jedoch immer mehr Freileitungen abgebrochen,

so dass die Ausdehnung des Freileitungsnetzes seit Jahren keine wesentliche Veränderung mehr erfährt. Dagegen hat die Ausdehnung des Kabelnetzes sehr stark zugenommen, werden doch pro Jahr zwischen 80 und 100 km Kabel verlegt.

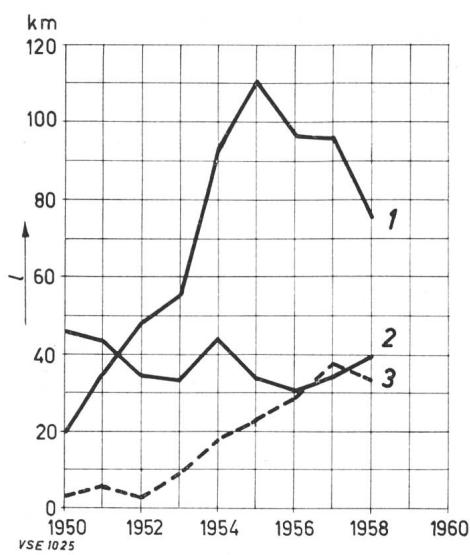


Fig. 1

Bau von Frei- und Kabelleitungen sowie Abbruch von Freileitungen im EKZ-Verteilnetz

- 1 Kabelleitungen: Neubau
- 2 Freileitungen: Neubau
- 3 Freileitungen: Abbruch
- l Leitungslänge in km

Die Zunahme der Leitungslänge, gemessen am Sollbestand des Jahres 1950, ergibt für die ersten vier Jahre (1951...1954) bei den Freileitungen noch eine Vergrösserung um fast 4 %, die aber in den letzten Jahren nicht mehr überschritten wurde (Fig. 2). Dagegen ist die Länge der Kabelleitungen vom Jahr 1950 bis zum Jahr 1958 um das 3,74fache gestiegen. Diese Entwicklung wird in den nächsten Jahren kaum verflachen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann angenommen werden, dass sich das Freileitungsnetz langsam abbauen wird; doch dürfte die Veränderung während der nächsten zehn Jahre

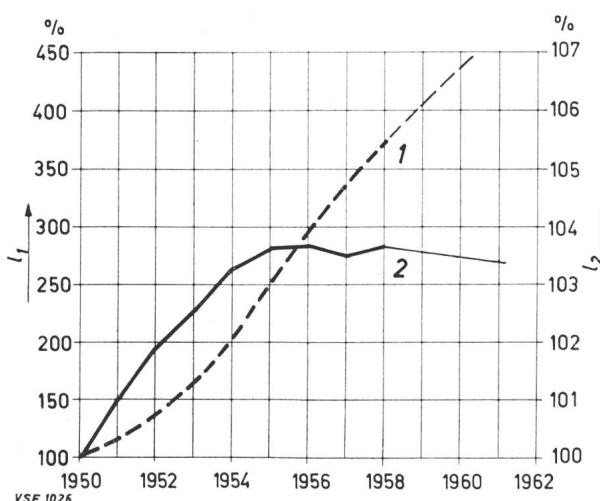


Fig. 2

Prozentuale Veränderung der Leitungslängen im Verteilnetz der EKZ, bezogen auf die Ausdehnung im Jahre 1950

- 1 Kabelleitungen
- 2 Freileitungen
- $l_1$  Leitungslänge der Kabelleitungen in %
- $l_2$  Leitungslänge der Freileitungen in %

kaum 0,5 % pro Jahr erreichen. Dieser Prozess wird aber ganz wesentlich durch die finanzielle Lage der Werke beeinflusst. Gegenwärtig müssen die freien Mittel für dringende Bauprojekte zur Sicherstellung der Produktion eingesetzt werden, und es zeichnet sich auf längere Zeit keine finanzielle Entspannung ab.

Selbstverständlich ist darauf zu achten, dass nicht mehr Masten als unbedingt notwendig gestellt werden. Deshalb ist auch im Leitungsbau wo immer möglich eine Koordination unter den Werken anzustreben. Im Kanton Zürich ist diese zwischen den NOK, den EKZ, den Gemeindewerken und der PTT schon sehr weit gediehen; so können jährlich schon einige hundert Masten eingespart werden.

Im Verteilnetz der EKZ sind jährlich zwischen 1500 und 2500 Holzmasten, d. h. ca. 2...3 % des Gesamtbestandes wegen Fäulnis auszuwechseln (siehe Fig. 3). Aus diesem kleinen Prozentsatz darf aber nicht geschlossen werden, dass die Holzmasten eine außerordentlich lange Lebensdauer besitzen. Die

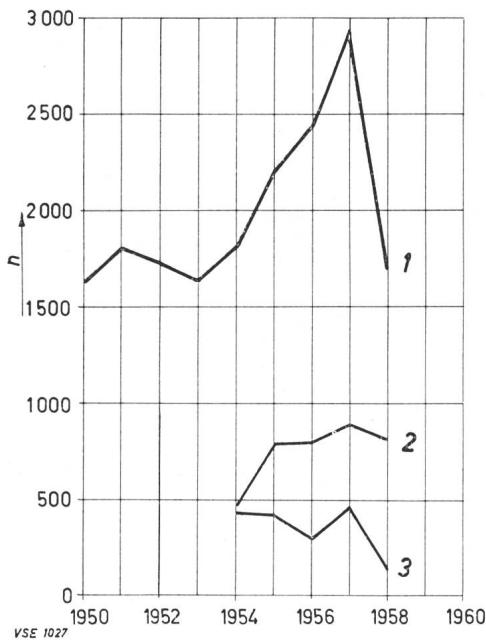


Fig. 3  
Anzahl der jährlich aus verschiedenen Gründen ausgewechselten Holzmasten

- 1 Fäulnis
- 2 Verlegung
- 3 Verkabelung
- n Anzahl ausgewechselter Masten

Verjüngung des Mastenbestandes ist auch noch auf andere Ursachen zurückzuführen, denn im EKZ-Verteilnetz wird jährlich mehr als 1 % (ca. 800...900 Masten) des Gesamtbestandes infolge Trasseänderungen, mehrheitlich durch Strassenbauten bedingt, ausgebaut. Ferner werden pro Jahr ca. 400 Masten wegen der fortschreitenden Verkabelung entfernt.

Die mittlere Lebensdauer der Holzmasten wird von der Anzahl der ausgebauten faulen Masten bestimmt. Sie betrug bis 1953 ungefähr 22...23 Jahre. Dabei muss aber erwähnt werden, dass die meisten Masten nur in den allerdringendsten Fällen ausgewechselt wurden, und zwar dann, wenn ihr Widerstandsmoment um ungefähr 30 % des vollen Wertes abgenommen hatte. Die aus andern Gründen aus-

gewechselten Holzmasten werden für die Bestimmung der Lebensdauer nicht zugezogen. Es darf aber den Elektrizitätswerken nicht mehr zugemutet werden, dass sie diese Masten wie früher, als sie in kleineren Quantitäten anfielen, nur noch als Brennholz verwenden. Solche Masten werden schon seit längerer Zeit mit einer zusätzlichen Nachimprägnierung wieder voll verwendungsfähig gemacht. Diese Nachbehandlung erfolgt im Kessel unter Vakuum und Druck mit UA-Salzen und seit dem Jahr 1958 mit den verbesserten UA-Reformsalzen. Mit dieser Imprägnierung trockener Hölzer wurden die besten Erfahrungen gemacht, denn die Aufnahme an Imprägnierstoffen ist ungefähr doppelt so gross als beim saftfrischen Holz. Daraus darf geschlossen werden, dass die Lebensdauer der nachbehandelten Masten derjenigen neuer ebenbürtig sein wird. Zudem muss mit allen wirtschaftlich tragbaren Mitteln angestrebt werden, Rohstoffe unserer Urproduktion voll auszuwerten.

### Die Imprägnierung der Holzstangen

Damit ist die Imprägnierfrage angeschnitten und sie soll als eine der Möglichkeiten, mit der die Wirtschaftlichkeit von Holzmasten verbessert und die Konkurrenzfähigkeit mit andern Materialien wieder hergestellt werden kann, näher betrachtet werden. Das bisher in der Schweiz angewandte Imprägnierverfahren nach Boucherie mit Kupfersulfat kann heute wegen des vermehrten Auftretens des Porenhausschwammes und wegen des Vorhandenseins anderer kupferresistenter Pilze nicht mehr beibehalten werden. Auch würde die Wirtschaftlichkeit von nach diesem Verfahren imprägnierten Masten stark hinter derjenigen von nicht hölzernen Masten zurückbleiben. Es muss deshalb nach einem neuen Imprägnierstoff gesucht werden, mit dem die Lebensdauer der Masten wesentlich verlängert werden kann. Doch dürfen die Kosten dafür nur wenig über den heutigen liegen.

Die Firma Blum AG in Winterthur-Seen hat sich in zuvorkommender Weise schon vor zehn Jahren zur Durchführung entsprechender Versuche bereit erklärt und unter bedeutenden finanziellen Opfern und Risiken in der Schweiz ein neues Imprägnierverfahren eingeführt, das die Verwendung von UA-Salzen anstelle von Kupfervitriol im Saftverdrängungsverfahren ermöglichte. Es handelt sich dabei um das Trog-Saugverfahren nach Dr. Gewecke.

Eine Reihe von Verfahren und Imprägnierstoffen wurde seither untersucht, und innert kurzer Zeit gelangte man zum gleichen Ergebnis, wie es G. P. Bürkli in seinen Schlussfolgerungen in der «Elektrizitätswirtschaft» (56. Jg., Heft 23 vom 5. 12. 57) erwähnt. Dort ist festgehalten, dass der in Zukunft zu beschreitende Weg auf die mit Salz imprägnierte Fichte hinweist. Die UA-Salze sind schon seit 50 Jahren bekannt, und man hat mit ihnen gute Erfahrungen gemacht. Im Saftverdrängungsverfahren konnten sie aber wegen des ungenügenden Durchflusses nicht ohne weiteres verwendet werden. Es ist nicht zuletzt den gemeinsamen Anstrengungen von Imprägnier und Werk zu verdanken, dass nun ein ausserordentlich gutes Salz, das in seiner Fixierung

sowohl hinsichtlich der Menge wie auch der Zeit gesteuert werden kann, gefunden wurde. Bei Anwendung dieses Salzes ist ein Misserfolg kaum wahrscheinlich, denn schon die von den EKZ durchgeführten Versuche mit den wesentlich schlechteren UA-Salzen haben sich gelohnt, wie dies aus Fig. 4 ersichtlich ist.

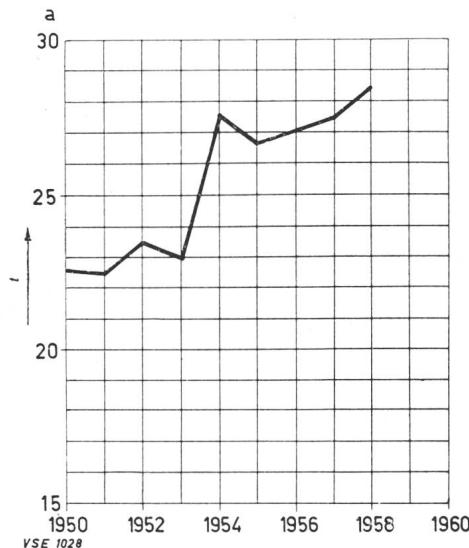
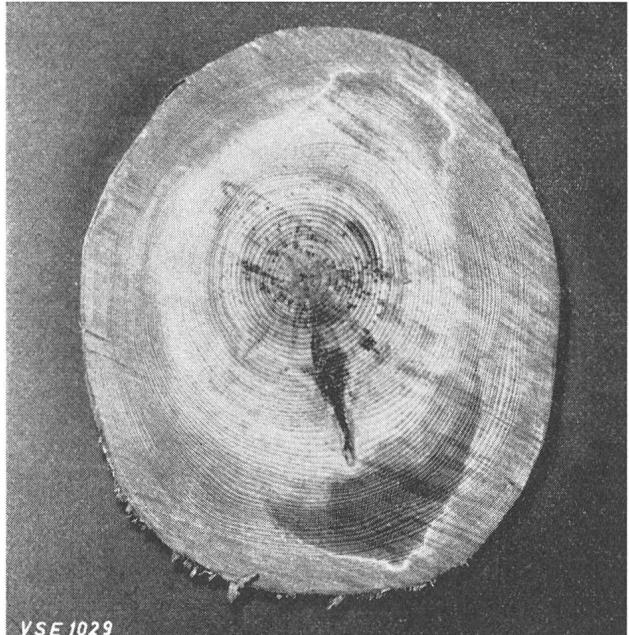


Fig. 4  
Mittlere Lebensdauer der wegen Fäulnis ausgewechselten Holzmasten im EKZ-Verteilnetz  
t mittlere Lebensdauer in Jahren (a)

Die mittlere Lebensdauer, wie sie bis zum Jahr 1953 festgestellt wurde, konnte auf 27...28 Jahre, d. h. um ca. fünf Jahre erhöht werden. Diese Steigerung war nicht restlos der besseren Imprägnierung, sondern auch dem Umstand zuzuschreiben, dass beim Mastenkauf wesentlich härtere Bedingungen gestellt wurden. Dadurch liessen sich jährliche Einsparungen im Unterhalt von mehreren zehntausend Franken erzielen. Das zeigt eindeutig, dass die Wirtschaftlichkeit der Holzmasten mit der Anwendung neuer Imprägniermethoden verbessert werden kann. Die Steigerung der Lebensdauer ist kein Zufallsergebnis, denn sie konnte nun während fünf Jahren immer wieder festgestellt werden, unabhängig davon, ob in einem Jahr viel oder wenig faule Masten ausgewechselt wurden.

Die Mastenabnahme unter härteren Bedingungen basiert zur Hauptsache auf der «Fleckentheorie», die besagt, dass Holzstellen mit Flecken Krankheitsherde oder Wachstumsstörungen anzeigen. Besonders Fleckenstellen im Kern, der noch mit keinem Verfahren einwandfrei imprägniert werden kann, neigen zur vorzeitigen Fäulnis. Doch sind sich die Mastenverbraucher bewusst, dass es den Imprägnieranstanlagen nicht möglich ist, nur fleckenlose Ware vorzulegen. Deshalb ist wenigstens anzustreben, dass alle sichtbaren Krankheitsherde, auch wenn sie noch so klein sind, entfernt werden, und zwar so, dass mit den kranken Stellen auch noch ein grösseres, scheinbar gesundes Maststück entfernt wird. Hier liegt ein zu kommerziellem Handeln nicht im Interesse des Imprägnierers, besonders wenn für den Mast eine Garantie geleistet wird. In den Fig. 5, 6 und 7 sind von Krankheitsherden herrührende Flecken am Mastfuß gut sichtbar. Bei solchen Fällen



VSE 1029

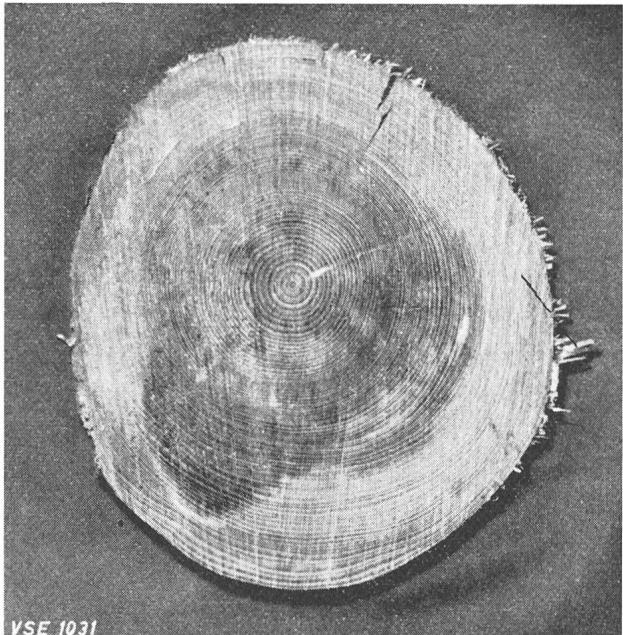
Fig. 5

Querschnitt am Mastfuss mit Sonnenriss, Wachstumsstorung und Krankheitsherd

len muss der Mast mindestens  $\frac{1}{2}\dots 1$  m über der sichtbaren Krankheitsstelle abgeschnitten werden.

Durch die Verlängerung der Lebensdauer von 22 auf 27 Jahre konnten die Jahreskosten für die Leitungsnets der EKZ unter Berücksichtigung eines Zinsfußes von  $3\frac{1}{2}\%$  um ca. 0,8% der Baukosten reduziert werden, was pro Mast ca. Fr. 2.15 oder für den Gesamtbestand eine jährliche Einsparung von ca. Fr. 180 000 ausmacht. Für die bessere Imprägnierung mussten pro Jahr lediglich ca. Fr. 30 000 aufgewendet werden.

Wenn schon nach einer neuen Imprägnierung gesucht wird, so müssen aber auch die durch Fäulnis gefährdeten Partien des Holzmastes bekannt sein,



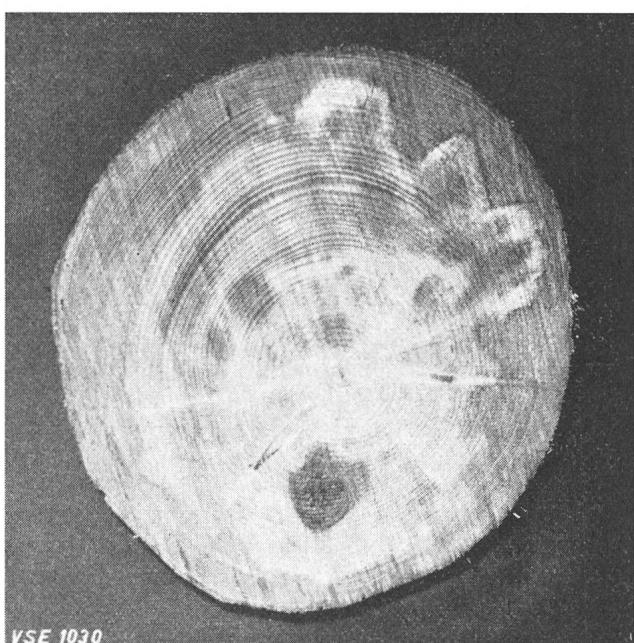
VSE 1031

Fig. 7

Querschnitt am Mastfuss mit Krankheitsherd zwischen Splint und Kernholz.

denn die neue Imprägnierung soll sich in erster Linie dort besser auswirken.

Aus Fig. 8 ist ersichtlich, dass mehr als die Hälfte aller Masten wegen Fäulnis im Kernholz ausgewechselt werden muss. In einzelnen Jahren waren sogar  $\frac{3}{4}$  aller ausgewechselten Masten aus diesem Grund zu ersetzen. Die Tatsache, dass somit nur ein kleiner Teil der Masten wegen Fäulnis des Splintes zu ersetzen ist, stellt der Imprägnierung ein gutes Zeugnis aus. Die hohe Anzahl von im Kern faulen Masten lässt aber darauf schliessen, dass bei einem Teil der Krankheitsherd schon im Wald besteht. Es ist jedoch auch anzunehmen, dass bei weiteren Holzmasten die Fäulnis von aussen durch Wind-



VSE 1030

Fig. 6

Querschnitt am Mastfuss mit Krankheitsherd und unregelmässiger Kernholzbildung

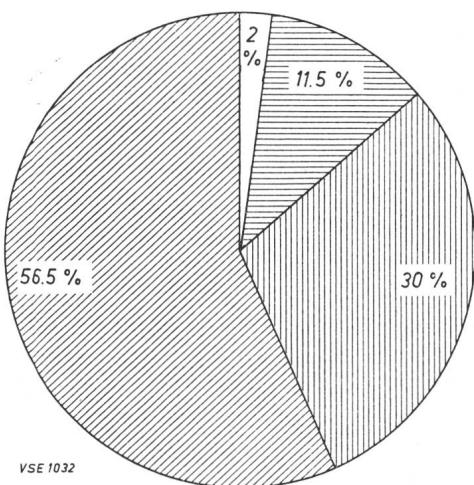


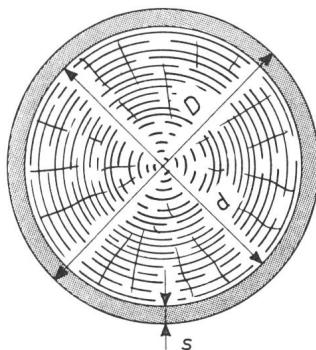
Fig. 8  
Prozentuale Verteilung der Fäulnisstellen an den ausgewechselten Holzmasten  
(Betriebskreis Wädenswil, 1958, 404 Masten)

- [Diagonal hatching] Zerstörung von innen (Kern)
- [Cross-hatching] Zerstörung von aussen (Splint) im Erdreich
- [Vertical hatching] Zerstörung von aussen (Splint) ausser dem Erdreich
- [White] Zerstörung durch Porenhausschwamm

risse bis zum Kern vorgedrungen ist. Ca. 30 % der ausgewechselten Masten waren an der Mastoberfläche im Boden angefault und nur 11 % mussten wegen Fäulnis über Boden ausgewechselt werden. Der Porrenhausschwamm konnte im EKZ-Verteilnetz nur an wenigen Orten festgestellt werden und sein Schaden ist im Verhältnis zu den andern Fäulnisursachen verschwindend klein. Die bei den EKZ festgestellten Ergebnisse zeigen, dass das Faulen des Kerns keine Funktion des Alters ist, denn die in Fig. 8 festgehaltenen Werte haben für die im Kern gefaulten Masten ein mittleres Alter von 27,1 und für die von aussen her gefaulten Masten ein solches von 27,2 Jahren ergeben. Bei den 228 kernfaulen ausgewechselten Masten haben 57 und bei den 167 im Splintholz zerstörten Masten 44 Stück die mittlere obenannte Lebensdauer nicht erreicht.

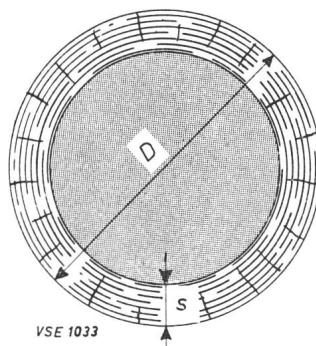
Die Eindämmung der überhandnehmenden Kernfäulnis wird für die nächsten Jahre Aufgabe sowohl der Imprägnieranstanlagen als auch der Kommission des VSE zum Studium der Imprägnier- und Nachbehandlungsverfahren für Holzmasten sein. Es ist abzuklären, ob dieses Problem durch die Wahl des Imprägnierstoffes oder einer andern Verfahrenstechnik gelöst werden kann.

Hier soll auch gesagt sein, wie weit die Fäulnis fortgeschritten sein darf, bis eine Auswechslung des Mastes nicht mehr zu umgehen ist. Aus Fig. 9 ist recht deutlich ersichtlich, dass die Fäulnis im Kernholz ein wesentlich grösseres Ausmass annehmen darf als diejenige im Splintholz. Bei den EKZ ist es üblich, dass die Holzmasten dann ausgewechselt werden, wenn das Widerstandsmoment des Querschnittes unter Einbezug der Windrisse um 30 % auf



Kern gesund, Fäulnisherd aussen (gutes Holz)

$$d = \sqrt[3]{0,7} \cdot D = 0,888 \cdot D \\ s = 0,056 \cdot D \\ z. B. D = 24 \text{ cm} \\ s = 1,35 \text{ cm}$$



Splint gesund, Fäulnisherd innen (gute Imprägnierung)

$$s = 0,13 \cdot D \\ z. B. D = 24 \text{ cm} \\ s = 3,13 \text{ cm}$$

Fig. 9

Der durch Fäulnis zerstörte Holzmast im Zeitpunkt der Auswechslung unter Zugrundelegung einer 30prozentigen Reduktion des Widerstandsmomentes

- D Mastdurchmesser an der Erdoberfläche
- d Durchmesser des zerstörten Kernstückes
- s Tiefe des gesunden Holzes
- Fäulnisstelle

70 % des ursprünglichen Wertes gesunken ist. Eine Auswechslung ist demnach notwendig, sobald z. B. bei einem Mast von 24 cm Ø an der Einspannstelle die Fäulnis im Splintholz eine Tiefe von 1,35 cm erreicht hat oder das gesunde Splintholz bei einer Fäulnis im Kern noch eine Dicke von 3,13 cm aufweist.

Bevor weitergehende wirtschaftliche Betrachtungen angestellt werden, sei noch darauf hingewiesen, dass sich auch die Vertreter der Elektrizitätswerke bewusst sein müssen, dass das Holz ein Rohstoff unserer eigenen Urproduktion ist und dessen Verwendung demnach zur nationalen Pflicht gehört. Aber nicht nur die Verbraucher sollen diese kennen, sondern auch die Holzproduzenten und die Imprägnierwerke. Die Lieferung von schlechten Holzqualitäten trägt zur Verringerung des Volksvermögens bei.

### Wirtschaftliche Überlegungen

Wirtschaftliche Vergleiche lassen sich am besten auf Grund der Jahreskosten anstellen. Diese setzen sich bekanntlich aus den Aufwendungen für Amortisation, Kapitalzins, Unterhalt, Betrieb und Verwaltungsspesen zusammen. Davon ist der Kapitalzins diejenige Grösse, die vom Mastenverbraucher nicht beeinflusst werden kann. Dagegen lassen sich alle übrigen Positionen durch bestimmte Vorkehrungen beeinflussen. Es soll nun untersucht werden, welche Massnahmen zu einer massiven Senkung der Jahreskosten beitragen können.

Der *Amortisationsfaktor* kann nur durch eine Verlängerung der Standdauer verkleinert werden. In welchem Ausmass das möglich ist, zeigt Fig. 10. Die Kurven geben den prozentualen Betrag der Bau-

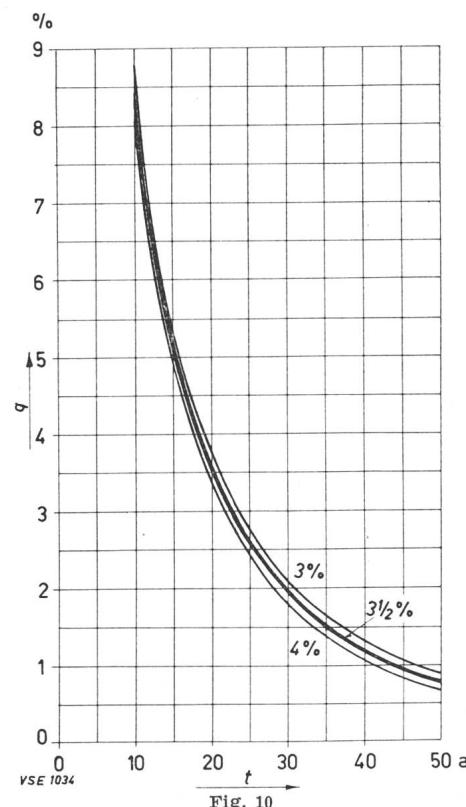


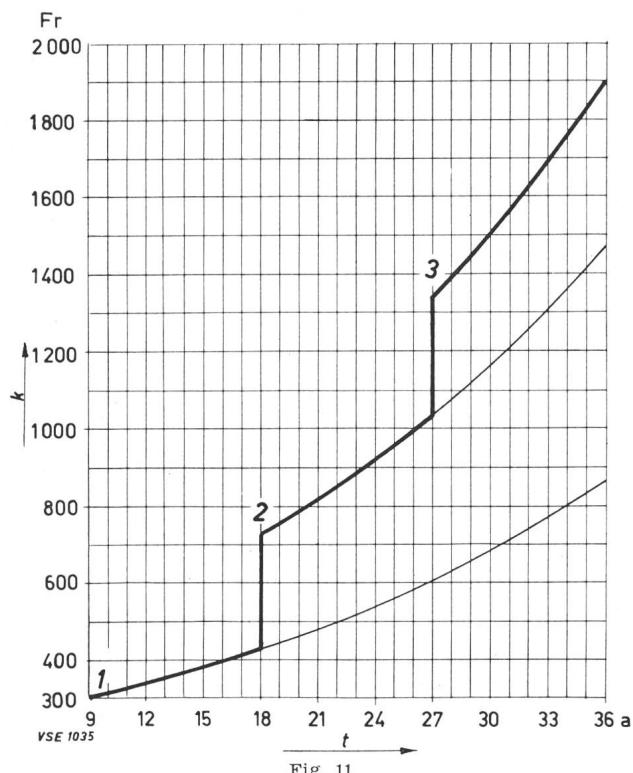
Fig. 10

Amortisationsfaktor in Prozenten der Baukosten in Abhängigkeit der Standdauer bei 3-, 3½- und 4prozentigem Zinssatz

- q Amortisation in %
- t Standdauer in Jahren (a)

kosten in Abhängigkeit von der Standdauer an, den man bei  $x$ -prozentiger jährlicher Verzinsung während  $y$  Jahren am Ende jedes Jahres zurücklegen muss, um nach  $y$  Jahren das Kapital für eine vollständige Erneuerung der Anlage zur Verfügung zu haben. Dabei ist selbstverständlich vorausgesetzt, dass sich die Baukosten im Laufe der Jahre nicht verteuern. Bei einem Zinssatz von z. B.  $3\frac{1}{2}\%$  beträgt der Amortisationsfaktor für eine Standdauer von 22 Jahren  $3,09\%$  der Baukosten und bei einer Standdauer von 30 Jahren bei gleichem Zinsfuss nur noch  $1,94\%$ , d. h. eine Verlängerung der Lebensdauer um 8 Jahre ergäbe bereits eine Senkung der jährlichen Kapitalkosten um  $1,15\%$ . Wäre anstelle eines Zinsfusses von  $3\frac{1}{2}\%$  mit einem solchen von  $4\%$  zu rechnen, so ergäbe sich eine Reduktion der Jahreskosten um  $1,14\%$ . Das zeigt, dass kleine Änderungen des Zinssatzes die Jahreskosten nur unwesentlich beeinflussen, wie das ebenfalls aus Fig. 10 hervorgeht.

Die EKZ beabsichtigen, ihre Niederspannungsverteilnetze statt alle Jahre wie bisher nur noch alle drei Jahre gründlich zu kontrollieren, womit ebenfalls eine kleine Senkung der jährlichen Unterhaltskosten erzielt wird. Auch ist vorgesehen, bei den Unterhaltsarbeiten die eingebauten Holzmasten in einem neunjährigen Turnus nachzubehandeln, und zwar vor allem diejenigen, die mit Kupfervitriol imprägniert sind. Die erste Nachimprägnierung soll demnach neun Jahre nach dem Stellen des Mastes, die zweite nach 18 Jahren und allenfalls eine dritte nach 27 Jahren erfolgen. Wird zur Illustration der daraus resultierenden Kosten das Beispiel der Holzmasten-



Kosten der Nachbehandlung für eine 1 km lange Freileitung mit 20 Holzmasten (Zinsdienst  $3\frac{1}{2}\%$ ) in Abhängigkeit von der Standdauer

- 1 Erste Nachbehandlung
- 2 Zweite Nachbehandlung
- 3 Dritte Nachbehandlung
- t Standdauer in Jahren (a)
- k Kosten in Fr. pro km (20 Masten)

leitung, wie sie im Bulletin SEV, Seiten des VSE, 1958, Nr. 26, S. 1242 f. (292 f.), beschrieben ist, herangezogen, so sind für eine Nachbehandlung der 20 Masten (1 km Leitung)  $20 \times$  ca. Fr. 15 = Fr. 300 aufzuwenden. Dabei wird angenommen, dass die Nachbehandlung mit dem Impfstichverfahren oder mit dem Umlegen von Bandagen durchgeführt wird. Aus beiden Verfahren resultieren ungefähr gleich hohe Kosten. Sie ändern lediglich geringfügig je nach Gegend oder dem Durchmesser der Masten.

Der Aufwand für Nachbehandlungen unter Berücksichtigung des Kapitalzinsdienstes ist aus Fig. 11 ersichtlich. Wird z. B. mit nur zwei Nachbehandlungen eine Standdauer von 30 Jahren erreicht, so sind dafür Fr. 1160.— aufzuwenden. Könnte mit drei Nachbehandlungen im neunjährigen Turnus sogar eine mittlere Lebensdauer von 36 Jahren erreicht werden, so wären dafür Fr. 1900.— aufzuwenden. Der Kurve zur Bestimmung des Amortisationsfaktors in Fig. 10 kann entnommen werden, dass die Aufwendung vorstehend genannter Beträge jährliche Aufwendungen von 1,78 bzw.  $1,29\%$  der Gesamtkosten bedingt. Für die mit Kupfervitriol imprägnierten Holzmasten der 1 km langen Freileitung ergäben sich somit für die Nachpflege zusätzliche jährliche Aufwendungen von Fr. 20,60 bzw. Fr. 24,50 oder Fr. 1,03 bzw. 1,22 pro Stützpunkt und Jahr.

Angenommen, die Masten der erwähnten Freileitung würden nicht nachbehandelt und demnach eine Standdauer von nur 22 Jahren aufweisen (Imprägnierung mit Kupfervitriol), so ergäben sich für die 1 km lange Freileitung Jahreskosten von  $8,77\%$  der Baukosten (Fr. 9200.—), was einen Betrag von Fr. 807.— ausmacht. Wird bei diesen Masten nach 9 und 18 Jahren eine Nachbehandlung durchgeführt und die Lebensdauer der Masten dadurch auf 30 Jahre gesteigert, so senken sich die Jahreskosten auf  $8,1\%$  plus Anteil für die Nachbehandlung = Fr. 766.—. Es ist anzunehmen, dass mit drei Nachbehandlungen sogar eine mittlere Lebensdauer von 36 Jahren erreicht werden kann. Dann wäre noch mit Jahreskosten von  $7,82\%$  plus Anteil für die Nachbehandlung = Fr. 744.— zu rechnen. Diese Überlegungen können auch nur auf den Gestängekostenanteil angewendet werden, doch wären dabei die Kosten für die Montage der Isolatoren und Leiter einzubeziehen, weil diese bei jeder Mastenauswechselung wieder neu hinzukommen. Für den mit Kupfervitriol imprägnierten Mast mit einer festgestellten Lebensdauer von 22 Jahren ergäben sich so bei einem Aufwand von Fr. 5400.— für das Gestänge Jahreskosten von  $9,72\% =$  Fr. 525.—, die sich mit einer zweimaligen Nachbehandlung im neunjährigen Turnus und einer erreichten Lebensdauer von 30 Jahren auf  $8,58\%$  plus Anteil für die Nachpflege = Fr. 485.— und bei dreimaliger Nachbehandlung und einer Lebensdauer von 36 Jahren auf  $8,09\% =$  Fr. 462.— reduzieren lassen. Damit ist der Beweis erbracht, dass Nachbehandlungen an mit Kupfervitriol imprägnierten Holzmasten tatsächlich zur Verminderung der Jahreskosten beitragen. Auf die Gesamtkosten der Leitung bezogen, verringern sich die Jahreskosten um  $5...8\%$  und für das Gestänge (ohne Leiter) um  $7...11\%$ . Für das beschriebene Leitungsstück ergibt dies eine Herabsetzung der Jahreskosten von Fr. 40.—...63.—.

Ein Vergleich der jährlichen Aufwendungen nur für die Gestängeamortisation der mit Kupfervitriol imprägnierten Masten mit und ohne Nachbehandlung zeigt, dass erstere schon dann eine gleiche Wirtschaftlichkeit aufweisen wie letztere, wenn die Lebensdauer mit der Nachpflege um knapp drei Jahre verlängert werden kann. Kurve 2 in Fig. 12 zeigt die Jahreskosten für zwei bzw. drei Nachbehandlungen in Abhängigkeit der erreichten Standdauer. Die erwähnte Kurve ist zu vergleichen mit den bekannten Jahreskosten für nicht nachbehandelte, nur mit Kupfervitriol imprägnierte Holzmasten. Die jährliche Amortisation für die früher genannte Freileitung, also für 20 Masten, beträgt nach Kurve 1 Fr. 156.— und bei nachbehandelten Masten mit dreissigjähriger Standdauer Fr. 117.— Der letztgenannte Wert kann auch Fr. 124.— betragen, sofern nicht zwei, sondern drei Nachbehandlungen durchgeführt wurden. Deshalb tritt bei dreissigjähriger Standdauer eine sprunghafte Änderung der Kurve 2 ein.

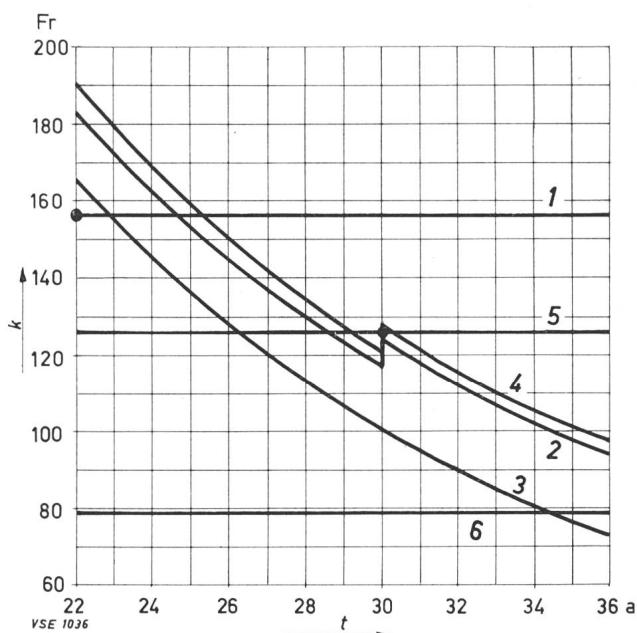


Fig. 12

Jährliche Amortisation des Gestänges (inkl. Montage der Isolatoren und Leiter, aber ohne dieselben) einer 1 km langen Niederspannungsleitung (20 Masten) in Abhängigkeit von der Standdauer

- 1 Holzmasten, imprägniert mit  $\text{Cu SO}_4$ , ohne Nachbehandlung, feste Lebensdauer: 22 Jahre
  - 2 Holzmasten, imprägniert mit  $\text{Cu SO}_4$ , mit 2 bzw. 3 Nachbehandlungen
  - 3 Holzmasten, imprägniert mit UAR, ohne Nachbehandlung
  - 4 Holzmasten, imprägniert mit UAR, mit 2 bzw. 3 Nachbehandlungen
  - 5 Holzmasten, imprägniert mit  $\text{Cu SO}_4$ , auf Betonmastfüßen, ohne Nachbehandlung, feste Lebensdauer: 30 Jahre
  - 6 Betonmasten
- t Standdauer in Jahren (a)  
k Jährliche Amortisation für das Gestänge in Fr.

Im weiteren soll untersucht werden, ob sich mit einer verbesserten Grundimprägnierung mit UA-Reformsalzen, die einen um 15 % höheren Grundpreis bedingt, noch eine bessere Wirtschaftlichkeit als mit Kupfervitriol imprägnierten und nachbehandelten Masten erreichen lässt. Beim vorerwähnten Beispiel der 1 km langen Freileitung erhöhen sich

dann die Baukosten von Fr. 5400.— auf Fr. 5650.— Aus Kurve 3 in Fig. 12 geht hervor, dass im Vergleich zu den Jahreskosten der nur mit Kupfervitriol imprägnierten Masten für die mit UA-Reformsalz imprägnierten lediglich eine um ein Jahr längere Standdauer erzielt werden müsste, um für beide Imprägnierverfahren gleiche Jahreskosten zu erhalten. Aus den Kurven 2 und 3 ist aber ebenfalls ersichtlich, dass mit gleichen Jahreskosten auch dann gerechnet werden darf, wenn mit Kupfervitriol imprägnierte Holzmasten nach zweimaliger Nachbehandlung eine Lebensdauer von 30 Jahren und mit UA-Reformsalz imprägnierte, aber nicht nachbehandelte Masten eine solche von 27 Jahren erreichen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit kann auf Grund der in der EMPA St. Gallen durchgeföhrten Versuche damit gerechnet werden, dass die Lebensdauer der mit UAR-Salz imprägnierten Masten noch grösser sein wird. Würden solche Masten zudem nachgepflegt, so würde die gute Wirtschaftlichkeit in Frage gestellt. Es entstehen Jahreskosten, die höher wären als diejenigen für nachgepflegte Masten mit Kupfervitriolimprägnierung (vergl. Kurven 2 und 4). Vorläufig darf bei Holzmasten kaum mit einer Standdauer von wesentlich mehr als 30 Jahren gerechnet werden.

Der Vollständigkeit halber soll noch festgehalten werden, inwieweit die Anwendung von Mastfüßen aus Beton oder Eisen bei Holzmasten wirtschaftlich ist. Die Lebensdauer der Masten könnte, weil sie mit der Erde nicht mehr direkt in Verbindung stehen, wohl wesentlich verlängert werden, aber es ist zu berücksichtigen, dass der Stützpunkt um 100 % und mehr, je nach Mastlänge, teurer wird. Würde bei einem Mast mit Fuss mit einer maximalen Standdauer von 36 Jahren gerechnet, so könnte die jährliche Amortisationsquote der erwähnten Leitung auf Fr. 92.— gesenkt werden. Bei einer Standdauer von nur 30 Jahren müsste aber bereits ein Betrag von Fr. 126.— eingesetzt werden (s. Kurve 5). Der mit Kupfervitriol imprägnierte Mast wird auf einem Mastfuss durchschnittlich kaum älter als 30 Jahre werden, weil mit der Zerstörung im Mastbild oder an der Einspannstelle gerechnet werden muss. Deshalb kann mit grosser Wahrscheinlichkeit gesagt werden, dass ein mit UA-Salz imprägnierter Mast einem mit einem Fuss versehenen Mast in wirtschaftlicher Hinsicht überlegen ist. Der Mastfuss hat demnach nur dort seine Berechtigung, wo die Auswechslungskosten verhältnismässig hoch sind.

Allgemein wird gewiss auch ein Vergleich des Betonmastes mit dem gut imprägnierten Holzmast im Niederspannungsnetz interessieren. Im oben erwähnten Bulletin wurde an einem Beispiel gezeigt, dass der Bau einer Betonmastenleitung rund 30 % teurer ist als derjenige einer Holzmastenleitung. Die Jahreskosten der 1 km langen Betonmastenleitung mit 20 Stützpunkten wurden aber mit Fr. 720.— gegenüber Fr. 807.— für mit Kupfervitriol imprägnierte Holzmasten angegeben. Die Kosten für die jährliche Amortisation unter Zugrundelegung einer fünfzigjährigen Standdauer, nur bezogen auf das Gestänge ohne Leiter und Isolatoren, betragen Fr. 79.— pro km. In Fig. 12 ist dieser Wert in Kurve 6 festgehalten, wo sich übrigens die Jahreskosten für Leitungen mit Holzmasten verschiedener

Imprägnierarten gut vergleichen lassen. So lange, als Holzmasten nicht älter als 36 Jahre werden, stellt der Betonmast ein wirtschaftliches Bauelement dar. Seine Stellung würde erst dann gefährdet, wenn es gelänge, bei Holzmasten eine fast gleich lange Lebensdauer zu erreichen wie bei Betonmasten. Es kann aber mit Gewissheit gesagt werden, dass auch ein gut imprägnierter und nachbehandelter Holzmast nie wirtschaftlicher sein wird als ein Betonmast, es sei denn, dass sich die Materialpreise ganz unterschiedlich verändern. Auf die Wirtschaftlichkeit des Betonmastes soll hier nicht weiter eingetreten werden, weil sie in der vorerwähnten Veröffentlichung eingehend behandelt wurde.

Schlussendlich soll noch auf die Wirtschaftlichkeit von Kabelleitungen gegenüber Freileitungen hingewiesen werden. Die Baukosten für Kabelnetze betragen 300 % und mehr derjenigen für Freileitungen mit Holzmasten. Wenn auch eine Lebensdauer von 50 Jahren für die Berechnung der jährlichen Amortisation angenommen wird, so beträgt diese pro km Kabelleitung mindestens Fr. 200.—. Dies ist ein doppelt so hoher Betrag, wie er im Freileitungsnetz erreicht werden kann. Berücksichtigt man aber den wesentlich grösseren Aufwand an zeichnerischen Arbeiten für ein Kabelnetz und die Tatsache, dass im Betrieb und Unterhalt gegenüber einer Betonmastenleitung keine wesentlichen Einsparungen erzielt werden können, ferner den Umstand, dass ein mindestens dreimal so grosses Kapital zu verzinsen ist, so ist der Jahresaufwand für ein Kabelnetz so gross, dass heute ein Freileitungsnetz in der Landschaft durch ein Kabelnetz nicht konkurrenziert wird.

Zur Verkleinerung der Jahreskosten einer Leitung können auch Minderausgaben für Betrieb und Unterhalt sowie für Verwaltungsspesen beitragen. Je länger die mittlere Standdauer der Tragwerke ist, um so kleiner werden die genannten Aufwendungen. Wenn bei den mit Kupfervitriol imprägnierten Holzmasten 2,8 % als jährlicher Aufwand eingesetzt werden müssen, so ist es wohl möglich, für Betonmasten eine Senkung um 1,5 auf 1,3 % und

bei besser imprägnierten Masten auf ca. 2 % zu erreichen, denn die Kontrollarbeiten für Holzmastenleitungen können nie auf das Mass für Betonmastenleitungen reduziert werden.

Es ist heute verfrüht, Masten aus andern Materialien zu Vergleichen heranzuziehen, weil deren Herstellung wegen mangelnden Absatzes auch für den Fabrikanten keine lukrative Angelegenheit bedeutet.

### Schlussfolgerungen

Die Imprägnierung von Holzmasten mit Kupfervitriol wird in der Schweiz bald der Vergangenheit angehören. Hunderttausende solcher Masten bleiben aber eingebaut, und es ist darnach zu trachten, ihre Lebensdauer mit wirtschaftlich tragbaren Mitteln zu verlängern. Die erwähnten Nachpflegeverfahren eignen sich dafür recht gut und bewirken eine Verkleinerung der Jahreskosten um 5..10 %.

Die verbesserte Imprägnierung mit UA-Reformsalzen bringt auf Grund der guten Erfahrungen mit den bisherigen, schlechteren UA-Salzen und auf Grund der Untersuchungen bei der EMPA in St. Gallen mit Bestimmtheit eine wesentliche Verlängerung der Standdauer und dadurch eine respektable Verkleinerung der Jahreskosten, so dass ein rascher Rückgang in der Verwendung des Holzmastes nicht zu befürchten ist. Deshalb sollten die Imprägnieranlagen möglichst bald auf die Verwendung dieses Salzes umgestellt werden.

Trotz der vielen Vorzüge des Holzmastes vor allem im Niederspannungsverteilernetz wird ihn der Betonmast in nächster Zukunft sehr stark konkurrieren, und es dürfte kaum möglich sein, auch mit einer verbesserten Imprägnierung gleich niedrige Jahreskosten zu erzielen.

### Literatur

G. A. Bürklin, Bamberg, «Ergebnisse einer Mastenstatistik», Elektrizitätswirtschaft 1957, Hefte 21 und 23.  
J. Stösser, Oberrieden, «Der Betonmast in Niederspannungsverteilnetzen», Bulletin SEV, Seiten des VSE, 1958, Nr. 26.

### Adresse des Autors:

J. Stösser, Chef der Leitungsbauabteilung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Oberrieden (ZH).

## Kongresse und Tagungen

### Erste internationale Elektrowärme-Ausstellung in Belgrad

In der Zeit vom 23. August bis 2. September 1959 findet in Belgrad die dritte internationale Technische Messe statt.

Im Rahmen dieser Veranstaltung führt das jugoslawische Komitee für Elektrowärme und Elektrochemie in Zusammenarbeit mit der Union Internationale d'Electrothermie (UIE) in Paris — welcher das jugoslawische Elektrowärme-Komitee angehört — die *erste internationale Elektrowärme-Ausstellung* durch.

Die Ausstellung wird sich u.a. auf nachfolgende hauptsächlichste Gebiete erstrecken:

Eisen- und Nichteisenmetalle, mechanische Industrie;  
Erzeugung und Behandlung von Glas;  
Trocknen, Brennen und Glasieren von keramischen Produkten;

Behandlung der Rohmaterialien in der Textilindustrie und Wärmebehandlung der Textilien;  
Trocknung und Wärmebehandlung von Holz;  
Kunststoffe;  
Behandlung von Materialien, die mit synthetischen Klebstoffen verbunden werden sollen;  
Gewerbe und Nahrungsmittelindustrie, Landwirtschaft und Hygiene;  
Trocknung mit Infrarotstrahlen, Trocknung und Heizung im dielektrischen Feld;  
Chemische und verwandte Industrien;  
Technologie der Elektrowärmeinstallationen;  
Energieversorgung von Elektrowärmeanlagen.

Ein *detailliertes Programm* der Elektrowärme-Ausstellung wird von der Geschäftsstelle der Schweizerischen Kommission für Elektrowärme (SKEW), Elektrowirtschaft, Bahnhofplatz 9, Zürich, Interessenten gerne zur Verfügung gestellt.

**Redaktion der «Seiten des VSE»:** Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1,  
Postadresse: Postfach Zürich 23, Telefon (051) 27 51 91, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

**Redaktor:** Ch. Morel, Ingenieur.

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