

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 51 (1960)
Heft: 7

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

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

Fortschritte in der Imprägnierung von Leitungsmasten

Kurzbericht über einige Ergebnisse der Untersuchungen der Kommission des VSE zum Studium der Imprägnier- und Nachbehandlungsverfahren für Holzmasten

621.315.668.1.004.4

Der nachfolgende Bericht wurde im Hinblick auf die 21. Diskussionsversammlung des VSE über Fragen der Imprägnierung von Holzmasten, die am 29. Oktober 1959 in Luzern stattfand, abgefasst und allen Mitgliedern des VSE zugestellt. In der nachstehend publizierten, leicht erweiterten Fassung des Berichtes sind die neuesten Ergebnisse der Untersuchungen der Kommission des VSE zum Studium der Imprägnier- und Nachbehandlungsverfahren für Holzmasten berücksichtigt worden. Ein Bericht über die Diskussion anlässlich der erwähnten Versammlung wird nächstens an dieser Stelle veröffentlicht werden.

Ce rapport a été préparé en vue de la 21^e Assemblée de discussion de l'UICS sur des «Questions d'imprégnation des poteaux de bois», qui s'est tenue le 29 octobre 1959 à Lucerne; il a été envoyé à cette occasion à tous les membres de l'UICS. Le texte publié ci-après en est une version légèrement élargie, qui tient compte des plus récents résultats des travaux de la Commission de l'UICS pour l'étude des procédés d'imprégnation et de traitement ultérieur des poteaux de bois. Un compte rendu de la discussion qui a eu lieu lors de l'assemblée de Lucerne sera publié prochainement dans ces colonnes.

A. Ausgangslage

1. Zweck der Arbeiten der Kommission zum Studium der Imprägnier- und Nachbehandlungsverfahren für Holzmasten

Die bereits in den dreissiger Jahren festgestellten Fälle an vorzeitigem Stangenausfall nahmen nach dem Kriege in verschiedenen Gebieten des Landes bedrohliche Ausmasse an. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigten, dass die meisten der vorzeitig ausgefallenen Stangen vom Porenhauausschwamm (*Poria vaporaria*) oder ähnlichen gegenüber Kupfersulfat unempfindlichen Pilzen befallen waren. Unter dem Eindruck dieser Feststellungen schuf der Vorstand VSE im Dezember 1951, auf Anregungen, die an der kurz vorher stattgefundenen Diskussionsversammlung über *Moderne Imprägnierverfahren für Holzmasten* geäussert worden waren, die *Kommission für das Studium der Imprägnier- und Nachbehandlungsverfahren für Holzmasten*. Sie erhielt den Auftrag, alle Fragen im Zusammenhang mit der Imprägnierung von Holzstangen zu studieren und nach Möglichkeiten zu suchen, um eine Verlängerung der Lebensdauer der Stangen herbeizuführen. Die Kommission, in der auch die PTT, als grösster Stangenverbraucher des Landes, vertreten ist, nahm ihre Untersuchungen zu Beginn des Jahres 1952 auf. Über ihre Arbeiten wurden die Mitgliedswerke laufend durch Publikationen in den «Seiten des VSE» sowie durch Zirkularschreiben orientiert [1...7] ¹⁾. In den nächsten Monaten soll nun ein zusammenfassender Bericht über das Ergebnis aller bisherigen Untersuchungen veröffentlicht werden.

2. Art der durchgeführten Versuche

Um eine einwandfreie qualitative Beurteilung der Schutzmittel und der Imprägnierverfahren zu gewährleisten, waren praktische Imprägnierversuche an Stangen, Feldversuche und Laboratoriumsprüfungen notwendig.

Die Feldversuche laufen in drei Versuchsfeldern mit unterschiedlichen Boden- und Klimaverhältnissen. Zwei Felder stellten die Centralschweizerischen Kraftwerke in *Rathausen*, bei Emmenbrücke zur

Verfügung und ein Feld in *Starkenbach* im Toggenburg wird von den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken betreut. Die beiden Felder in Rathausen unterscheiden sich in den Bodeneigenschaften. Das Feld in Starkenbach weist gegenüber denjenigen in Rathausen verschiedene Bodeneigenschaften auf und liegt vor allem in einem Gebiet mit wesentlich höheren Niederschlagsmengen ²⁾.

Die Laboratoriumsversuche dienten zur vergleichenden Feststellung der pilzwidrigen Wirkung, des Eindringvermögens, der Fixierung, Korrosionswirkung und weiterer Eigenschaften diverser Schutzmittel.

3. Einfluss des Stangenholzes.

Imprägnierfähigkeit der verschiedenen Holzarten

Für die Güte einer imprägnierten Stange spielt die Holzqualität eine wesentliche Rolle. Die bei uns zur Verfügung stehenden Holzarten sind die Rot- und die Weisstanne. Für die Imprägnierung mit Teeröl sind diese beiden Hölzer nicht geeignet. Hingegen lassen sie sich, sofern sie saftfrisch sind, mit wässrigen Schutzsalzlösungen im Saftverdrängungs- oder auf ähnlichen Prinzipien beruhenden anderen Verfahren leicht imprägnieren, sofern dazu geeignete Salze verwendet werden. Lärchen-, Föhren- und Douglasienholzstangen werden entsprechend ihrem selteneren Vorkommen nur in relativ geringer Anzahl hergestellt. Das für die Imprägnierung von Leitungstangen verwendete Holz muss unbedingt gesund sein. Vor allem muss darauf geachtet werden, dass kein stockrotes bzw. mit Kernfäule infiziertes Stangenholz verwendet wird.

Es ist allgemein bekannt, dass sich die Leitungstangen nach den üblichen Verfahren nur im Splintholz imprägnieren lassen. Das Kernholz bzw. Reifholz ist nicht oder kaum durchtränkbar. Dies kommt daher, dass die Pflanze die für die Wasserleitung nicht mehr notwendigen inneren Holzzonen zur Einlagerung von Abfallprodukten, wie Harzen, Fetten und Gerbstoffen verwendet, was zu einer Verklebung und Verstopfung der vorhandenen Poren führt. Im allgemeinen ist das Kernholz gegen Pilzangriffe widerstandsfähiger als das Splintholz, jedoch, wie das Vorkommen von Kernfäule zeigt, nicht so re-

¹⁾ Siehe Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

²⁾ Über die Auswahl des Versuchsfeldes siehe [2].

sistent, dass es überhaupt nicht angegriffen werden könnte. Für die Imprägnierung sind splintholzreiche Hölzer denjenigen mit geringem Splintholzanteil vorzuziehen.

4. Imprägnierverfahren und Imprägniermittel

Die Wahl der anzuwendenden *Imprägnierverfahren* richtet sich nach

- a) den zur Verfügung stehenden Holzarten
- b) der Sicherheit des Verfahrens
- c) den Kosten des Verfahrens, d. h. im Falle einer allfälligen Umstellung auf ein neues Verfahren nach dem Verhältnis der Investitionskosten der neuen Einrichtungen zur Grösse der Produktion
- d) der besonderen Struktur des schweizerischen Imprägniergewerbes.

Unter den gegebenen schweizerischen Verhältnissen kommen in erster Linie Imprägnierverfahren in Frage, bei denen mit Salzen oder Salzgemischen gearbeitet werden kann. Im Vordergrund stehen das Boucherieverfahren, das Trogsaugverfahren, eventuell auch das Kesselsaugverfahren und das Osmoseverfahren. Die Imprägnierung mit Teeröl im Rüpingverfahren kommt aus wirtschaftlichen Überlegungen und aus andern Gründen weniger in Frage.

B. Ergebnisse der Untersuchungen einiger Imprägnierverfahren

I. Grundimprägnierungen

1. Imprägnierung mit Kupfersulfat

Wie bereits erwähnt, hat sich in der Praxis die Kupfersulfatimprägnierung nach dem *Boucherieverfahren* für hohe Ansprüche hinsichtlich Pilzbeständigkeit als ungenügend erwiesen [1...5]. Die durchgeführten Feld- und Laboratoriumsversuche haben dies bestätigt. Schon nach einjähriger Versuchsdauer wiesen 8 (36 %) der 22 Versuchsstangen Verrottungsschäden auf, nach 3 Jahren 13 (55 %) und nach 5 Jahren 15 (68 %). Dabei zeigte sich, dass die Resultate durch die Bodenbeschaffenheit (Reaktion und Nährstoffgehalte) beeinflusst werden. In leicht sauren Böden sind die Verluste höher als in leicht alkalischen, kalkhaltigen [3]. Die schlechten Ergebnisse stimmen mit denjenigen der PTT-Statistik überein, nach welcher die grössten Stangenausfälle in den ersten 12 Jahren eintreten [9]. Wenn die mittlere Standdauer bei der PTT gegenwärtig bei etwa 24 Jahren liegt, so ergibt sich zwangsläufig, dass schon allein durch die Vermeidung der vorzeitigen Ausfälle eine ins Gewicht fallende Verlängerung der Lebensdauer erreicht werden kann.

Für diese grossen Stangenverluste gibt es verschiedene Ursachen. Eine davon ist die *Kupferresistenz*, die sich nicht nur auf *Poria vaporaria*, sondern auch auf weitere, z. T. verwandte Pilzarten erstreckt, wie z. B. *Poria incarnata*, *Poria Vaillantii* u. a. m., die das Holz teils auch bei 25...50 kg/m³ Kupfersulfatgehalt angreifen können. Ein weiterer Grund liegt in der *geringen Auslaugbeständigkeit* des Kupfersulfates (Tab. II). Dieses ist, wie Laboratoriumsversuche gezeigt haben, zu wenigstens 82 % mit Wasser auswaschbar [5]. Die geringe Auslaugbeständigkeit wirkt sich besonders bei waagrecht im Freien lagernden Stangen nachteilig aus [4]. Solche Stangen erleiden, wie Versuche ergaben, innerhalb eines

Jahres auf der direkt bewetterten Oberseite Kupferverluste bis etwa 70 % und auf der Unterseite bis etwa 40 %. Es ist klar, dass die pilzwidrige Wirkung bei solch grossen Schutzmittelverlusten wesentlich schlechter wird. Es folgt daraus aber auch, dass solche Stangen bis zur Verwendung vor Bewitterung geschützt gelagert werden sollten.

2. Weitere Grundimprägnierungen

Ähnlich schlechte Resultate wie bei den Kupfersulfatstangen ergaben sich bei mit *UA-Salzen osmotierten Stangen*. Das unerwartet schlechte Verhalten dieser Stangen, das übrigens auch in Leitungsnetzen einzelner Elektrizitätswerke beobachtet wurde, steht im Gegensatz zu günstigeren Erfahrungen in der Praxis und ist, wie die chemische Untersuchung gezeigt hat, auf die Verwendung von kurz nach Kriegsende gelieferten fehlerhaften UA-Salzen zurückzuführen. Neue Versuche mit dem Osmoseverfahren sind im Gange.

Auch eine Serie von mit UA-Salzen normaler Qualität nach dem Trogsaugdruckverfahren imprägnierter Stangen hat sich nicht besonders gut gehalten. Dagegen blieben drei mit *Bolidensalzen* im Saftverdrängungsverfahren imprägnierte Stangen intakt. Mit Sublimat im *Kyanisierverfahren* und mit Öl-Salz-Emulsionen behandelte Stangen erwiesen sich bisher ebenfalls besser als das Boucherieverfahren mit Kupfersulfat.

Von den mit *Steinkohlenteeröl* nach dem *Rüping- und Estradeverfahren* im Druckkessel behandelten Föhrenstangen, wie auch von den nach dem Stechkesseltränkungsverfahren behandelten Fichtenstangen, ist bisher noch keine beschädigt worden. Es handelt sich hier um sichere Verfahren, deren Einführung in der Schweiz z. T. aber andere Holzarten, wie z. B. Föhre, voraussetzen würde.

3. Imprägnierung mit Wolmanit UA-Reform

Die bisher zur Verfügung stehenden Schutzsalze eigneten sich, abgesehen vom Kupfersulfat, aus verschiedenen Gründen für die Verwendung im Boucherieverfahren nicht. Entweder werden die Salze (Sublimat und Dinitrophenol) am Holz zu rasch fixiert, oder die Saftbahnen werden infolge der Bildung von Niederschlägen oder ungünstiger quellender Wirkung auf das Holz verstopft, so dass der Durchlauf der Lösungen gehemmt, eventuell völlig verhindert wird. Leicht diffundierbare Salze wiederum bleiben im Holz so beweglich, dass sie rasch ausgelaugt werden.

Versuche mit UA-Salzen zeigten, dass Fluor-, Arsen- und Chromsalze wohl mehr oder weniger rasch durch Fichtenstangen hindurchflossen, das Dinitrophenol aber aufgehalten wird. Derartig sich verhaltende Salzgemische sind für die Verwendung im Saftverdrängungsverfahren nicht geeignet.

Auf Grund neuer Erkenntnisse über die Imprägniervorgänge hat die Firma *Allgemeine Holzimprägnierung Dr. Wolman GmbH.*, Sinzheim, ein neues Fluor-Arsen-Chrom-haltiges Salzgemisch unter der Bezeichnung *Wolmanit UA-Reform 67 B* geschaffen, das sich für das Saftverdrängungsverfahren gut eignet.

a) Eigenschaften

Die wichtigsten Eigenschaften, die für die Beurteilung eines Holzschutzmittels herangezogen werden, sind seine pilzwidrige Wirkung, seine Wasserbeständigkeit bzw. Fixierung am Holz, das Difussionsverhalten (Eindringvermögen), die Korrosionswirkung auf Metalle, die Giftigkeit und sein Verhalten bei der Imprägnierung.

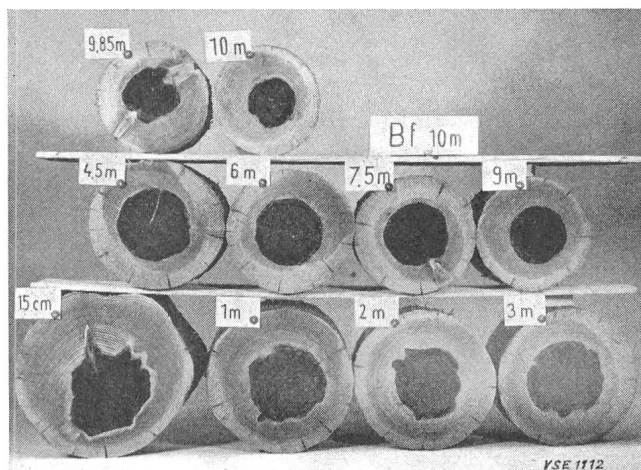


Fig. 1

Fichtenstange nach dem Boucherieverfahren mit Wolmanit UA-Reform imprägniert

Der Fluornachweis (helle Zonen) in verschiedenen Höhen über dem Fuss zeigt einwandfreie Imprägnierung (Stange 10 m lang, feinjährig)

Pilzwidrige Wirkung

Die pilzwidrige Wirkung von Wolmanit UA-Reform ist gegenüber allen verwendeten Prüfpilzen besser als bei den alten UA-Salzen und beim Kupfersulfat. Einige Grenzwerte, die in kg Schutzmittel pro m³ Holz angegeben werden, sind in der Tabelle I zusammengestellt.

Grenzwerte in kg Schutzmittel pro m³ Holz

Tabelle I

Schutzmittel	Grenzwerte in kg/m ³ für die Prüfpilze			
	Coniophora cerebella	Poria incarnata	Lenzites trabea	Lenzites abietina
Wolmanit UA-Reform	0,16—0,3	0,3—0,6	1,1—2,2	0,3 —0,6
Wolmanit UA	1,0 —2,8	0,4—0,8	2,1—3,6	1,4 —2,8
Kupfersulfat	3,2 —4,1	20—50		0,38—0,8

Fixierungsvermögen

Für die Dauerhaftigkeit der Schutzwirkung ist die Stärke der Fixierung der Schutzsalze am Holz äusserst wichtig. Auch in dieser Beziehung stellt das Wolmanit UA-Reform, wie aus Tabelle II hervorgeht, einen wesentlichen Fortschritt dar [5]. Ergänzend zu dieser Tabelle sei erwähnt, dass sich bei den alten UA-Salzen nach 4wöchiger Trocknung von behandelten Normklötzchen 90...100 % des Fluorsalzes und etwa 50...60 % des Arsensalzes wieder auswaschen lassen.

Aus Tabelle II ist ersichtlich, dass die Fixierung von UA-Reform mit der Lagerzeit bis zu einem maximalen Wert, der beim Fluorid nach etwa 8 Wochen

Auswaschbarkeit von Wolmanit UA-Reform und Kupfersulfat

Tabelle II

Schutzsalz	geprüfte Komponenten	Ausgewaschene Mengen nach Lagerung der Proben während		
		4	8	14 Wochen
Wolmanit UA-Reform	Fluor	44,3	33,1	33,4
	Arsen	14,3	2,75	1,7
Kupfersulfat	Kupfer		81,3	82,1

und beim Arsen nach etwa 14 Wochen erreicht wird, ansteigt. Fluor wird dabei zu etwa 67 % und Arsen praktisch vollständig fixiert.

Eindringvermögen

Versuche zur Bestimmung des Eindringvermögens haben gezeigt, dass das Wolmanit UA-Reform, ähnlich wie UASK und TSK, bei trockenem und feuchtem Holz in der gleichen Zeit etwa 5...15mal weiter hineindiffundiert als die alten UA-Salze (Tab. III).

Eindringvermögen verschiedener Salzgemische in radialer Richtung des Holzes (Mittelwerte aus 42 Messungen)

Tabelle III

Schutzmittel	Gemessene mittlere Eindringtiefen in mm nach Lagerung bei	
	65% rel. Luftfeuchtigkeit	100% rel. Luftfeuchtigkeit
Wolmanit UAP	0,9	1,2
Wolmanit UAP ohne Dinitrophenol	0,7	1,4
Cobra DFA	2,9	4,6
Wolmanit UA-Reform	6,1	9,2
Wolmanit UASK	3,7	9,1
Wolmanit TSK	4,6	9,1

Das gute Eindringvermögen sowie die langsam und nicht plötzlich einsetzende Fixierung der Komponenten des Wolmanit UA-Reform sind für die Verwendung im Saftverdrängungsverfahren ausschlaggebend.

Das Salz dringt bei diesem Verfahren am Fussende in den Mast ein und durchläuft diesen in Faserichtung. Sobald das Wolmanit UA-Reform mit dem Holz in Berührung kommt, beginnt die Fixierung der Salze. Diese geht unaufhaltsam weiter. Da vom Fussende her dauernd neue Lösung nachgedrückt wird, muss am Schluss der Boucherisierung in der Fusszone mehr Schutzmittel in Form von fixiertem Chromiarsenat und Chromkryolit vorhanden sein als am Zopf. Dieser Effekt ist sehr erwünscht, da in der Einbauzone die Gefahr für Pilzschäden am grössten ist. Ein ins Gewicht fallender Nachteil des Saftverdrängungsverfahrens sind die in der Abtropflösung verlorengehenden teuren Salze.

Korrosion

Auf Eisen ist die Korrosionswirkung sowohl bei den gewöhnlichen UA-Salzen als auch beim Wolmanit UA-Reform kleiner als bei destilliertem Wasser. Die Salze wirken also auf Eisen als Korrosionsschutzmittel. Die korrodierende Wirkung auf Kupfer ist sehr schwach und auf Blei schwach.

b) Ergebnisse der praktischen Imprägnierungsversuche
Die praktischen Imprägnierungsversuche, die im September und Oktober 1956 auf drei Imprägnieranstalten (*Dagmersellen, St. Gallen und Châtel St-Denis*) durchgeführt wurden, ergaben günstige Resultate, trotzdem die Witterungsbedingungen z. T. denkbar schlecht waren (die Temperatur fiel verschiedentlich unter den Gefrierpunkt, und auch der Zustand der Holzstangen war teilweise nicht einwandfrei). Trotz diesen ungünstigen Bedingungen sind die Versuche gut ausgefallen. Eine grössere Anzahl Stangenabschnitte aus diesen Versuchen wurde im Frühling 1957 in den Versuchsfeldern Rathausen und Starkenbach gestellt. Die Stangen weisen noch keine Schäden auf. Im Frühling 1959 hat nun das Imprägnierwerk Willisau als erstes seine Boucherieanlage auf die Imprägnierung mit Wolmanit UA-Reform umgestellt. Auch in diesem Grossversuch hat sich das neue Salz bewährt [7].

c) Giftigkeit des Wolmanit UA-Reform

Das Wolmanit UA-Reform ist an sich, wie auch andere arsen- und fluorhaltige Schutzsalze, giftig, doch besteht beim Arbeiten mit den fertig imprägnierten Stangen keine Gefahr für Mensch und Tier, da die Salze am Holz gut fixiert werden und die Mengen löslicher Anteile gering sind. Die SUVAL zieht das neue Salz den alten UA-Salzen vor, weil das Wolmanit UA-Reform kein Dinitrophenol enthält.

Wichtig ist die Frage einer Verunreinigung der Grundwasser durch die Abtropflösungen. In Zusammenarbeit mit der *Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG)* in Zürich wurden entsprechende Untersuchungen zur Entgiftung der Abtropflösungen durchgeführt. Zwar wurden Entgiftungsmethoden gefunden, doch haben sich diese in der praktischen Durchführung als zu teuer erwiesen. Aus diesem Grunde wurden im Imprägnierwerk Willisau die Abtropflösungen, auf Zusehen der EAWAG hin, ohne Entgiftungsmassnahmen in die Erde laufen gelassen. Periodisch durchgeführte Kontrollprüfungen der Erde und des Grundwassers auf Fluor, Arsen und Chrom sind bisher günstig verlaufen, doch darf dieser Befund nicht verallgemeinert werden. Es gilt vielmehr, die Verhältnisse bei jeder Imprägnieranstalt neu zu untersuchen. Ob die giftigen Abtropflösungen ins Grundwasser fliessen können, ist von verschiedenen Faktoren, wie der Höhe des Grundwasserspiegels, der Mächtigkeit der als Filter wirkenden Erdschicht, der Art des Untergrundes u. a. m. abhängig. Lehmhaltige und kalkreiche Böden sind als Adsorbentien günstig, sandige und kieshaltige Böden dagegen wegen ihrer guten Durchlässigkeit für Fluor-, Arsen- und Chromsalze ungünstig.

d) Anwendung des Wolmanit UA-Reform in anderen als dem Boucherieverfahren

Für die Imprägnierung mit Wolmanit UA-Reform kann auch das Trogsaugverfahren nach Gewecke und das Kesselsaugverfahren angewendet werden. Diese beiden Verfahren haben den Vorteil, dass sowohl Salzverluste als auch eine Verunreinigung des Grundwassers vermieden werden können. Beide Verfahren sind Saftverdrängungsverfahren, die sich

für die Imprägnierung der Fichte eignen [11]. Sie vereinigen in sich die Vorteile des Boucherieverfahrens, ohne aber dessen Nachteile aufzuweisen. Gegenwärtig wird geprüft, ob zwischen Stangen mit Behandlung nach dem Boucherie-, Trogsaug-, Kesselsaug- sowie auch nach den Osmose-Verfahren Qualitätsunterschiede bestehen und wenn ja, welche. Auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchungen wird alsdann ein Entscheid über die Eignung der verschiedenen Verfahren möglich sein.

e) Notwendigkeit eines Doppelstockschutzes

Die Behandlung mit Wolmanit UA-Reform im Boucherieverfahren führt zu einer qualitativ derart guten Schutzimprägnierung, dass eine Doppelstockschutzbehandlung nicht mehr notwendig ist. Es soll bewusst darauf verzichtet werden. Bei mit UA-Reform osmotierten und eventuell auch bei den im Kessel- oder Trogsaugverfahren behandelten Stangen liegen andere Verhältnisse vor, da bei diesen Verfahren im allgemeinen im Mast weniger Schutzsalze enthalten sind als bei boucherisierten Stangen.

f) Wirtschaftlichkeit der Behandlung mit Wolmanit UA-Reform

Bei Anwendung von Wolmanit UA-Reform kann mit einer weitgehenden Eliminierung der vorzeitigen Stangenausfälle und einer längeren Haltbarkeit der Stangen gerechnet werden. Nach Ansicht von *Dr. O. Wälchli* (EMPA St. Gallen) sollte dadurch die durchschnittliche Lebensdauer der Stangen um 5... 10 Jahre zunehmen. Andererseits haben Berechnungen ergeben, dass sich der Preiszuschlag für UA-Reformstangen von 15 %, verglichen mit Kupfersulfatstangen, schon dann bezahlt macht, wenn dadurch eine Verlängerung der Lebensdauer um ein Jahr erzielt werden kann. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen liegt also die Verwendung von UA-Reformstangen durchaus im Interesse der Elektrizitätswerke.

g) Weitere in Untersuchung stehende Salze des Typs der UA-Reformsalze

Ausser dem Wolmanit UA-Reform stehen gegenwärtig noch zwei weitere Schutzmittel für die Stangenimprägnierung nach dem Saftverdrängungsverfahren in Prüfung. Es handelt sich um das *Basilit UAS*, das mit dem Wolmanit UA-Reform identisch ist. Ferner wird gegenwärtig auch das *Bolidensalz BIS* in Kombination mit Kupfersulfat geprüft. Sobald endgültige Resultate dieser Prüfungen vorliegen, soll auch darüber berichtet werden.

II. Doppelstockschutzverfahren

Durch die Doppelstockschutzverfahren wird bezweckt, den Stangen mit einer Kupfersulfatimprägnierung, vor dem Stellen, in der besonders gefährdeten Zone einen zusätzlichen Schutz zu vermitteln. Unter den verschiedenen Doppelstockschutzverfahren hat sich das *Impfstichverfahren* bewährt [5]. Unter 41 Kupfersulfatstangen, die 1952 und 1954 einen Impfschutz mit verschiedenen Fluor-Arsen-Chrom-Dinitrophenol-Salzmischungen erhielten, ist bisher noch keine Stange ausgefallen. Lediglich bei einer Stange, mit zu weit auseinanderliegenden Impfstichreihen, trat eine senkrecht zwischen zwei

Stichreihen verlaufende, streifenartige Vermorschung ein, die aber seit dem zweiten Standjahr stabil geblieben ist.

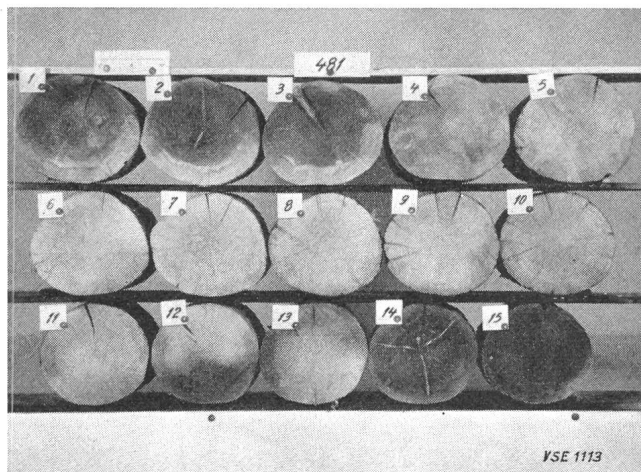


Fig. 2

Mit Cobra DFA geimpfte Fichtenstange

Der Fluornachweis an Querschnitten von 15 zu 15 cm vom Fuss ergab 2 Jahre nach der Behandlung einwandfreie Schutzmittelverteilung (Stange Nr. 481)

Die Dauerhaftigkeit der Wirkung hängt selbstverständlich auch von der Art der verwendeten Salzgemische ab. Das Imprägniersalz muss neben guter pilzwidriger Wirkung ein gutes Eindringvermögen aufweisen, jedoch nur langsam fixieren. Geprüft wurden die Salze *Cobra DFA*, *Wolmanit UAP* ohne Dinitrophenol, *Wolmanit UAP*, *Wolmanit UASK* und *Wolmanit TSK*. Hinsichtlich des Verlaufs der Schutzmittelverteilung, des Eindringvermögens, sowie der pilzwidrigen Wirkung an Stangen, die nach 9 Monaten bzw. 2 1/2 Jahren aufgeschnitten wurden,

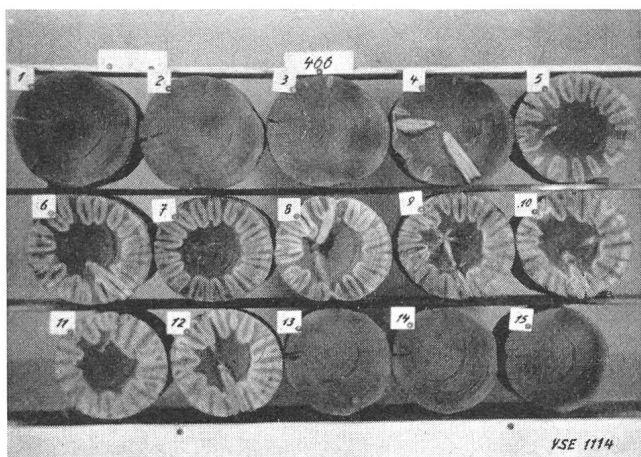


Fig. 3

Mit Wolmanit UAP (Originalrezept) geimpfte Fichtenstange

Der Fluornachweis an Querschnitten von 15 zu 15 cm vom Fuss zeigte 2 Jahre nach der Behandlung mangelhafte, inselförmige Verteilung des Schutzmittels um die Einstichstellen herum (Stange Nr. 466)

ergaben sich für das Cobra-DFA-Salz die günstigsten Ergebnisse. Auch Wolmanit UASK und TSK können empfohlen werden (siehe Tabelle III).

In den letzten Jahren haben verschiedene Elektrizitätswerke als Doppelstockschutz auch Bandagen verwendet. Um das Verletzen der Bandagen beim Transport zu verhindern, empfiehlt es sich, die Bandage

erst unmittelbar nach dem Aufstellen der Stange anzubringen und nicht schon auf dem Lager, bzw. auf der Imprägnieranstalt. Sofern so vorgegangen

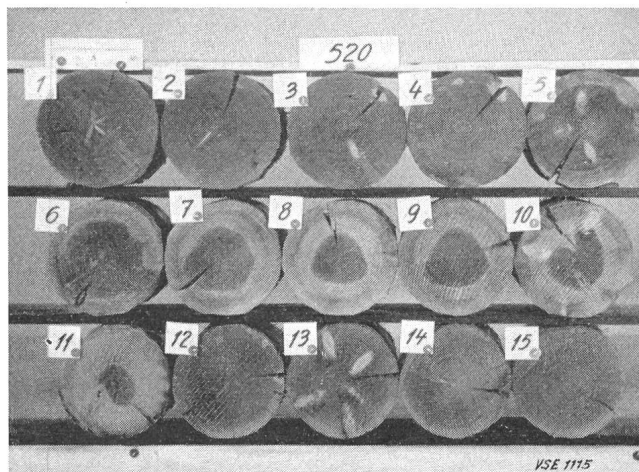


Fig. 4

Fichtenstange mit Wortmann-Basilit-Bandage

Der Fluornachweis an Querschnitten von 15 zu 15 cm vom Fuss ergab 3/4 Jahre nach Behandlung gute Schutzmittelverteilung (Stange Nr. 520)

wird, kann damit ein guter Schutz der Stangen erreicht werden. Empfohlen werden können in erster Linie die Wolman-Schaumstoffbandage und die Wortmann-Basilit-Bandage.

Mit der zusätzlichen Imprägnierung von kupfersulfatimprägnierten Stangen mit Wolmansalzen nach dem Boucherieverfahren («DINA» und «HILAG»-Stangen) wurden nicht durchwegs gute Erfahrungen gemacht. Dies ist wahrscheinlich u. a. darauf zurückzuführen, dass sich bei diesem Verfahren eine «Entmischung» des Salzgemisches einstellt, die zur Folge

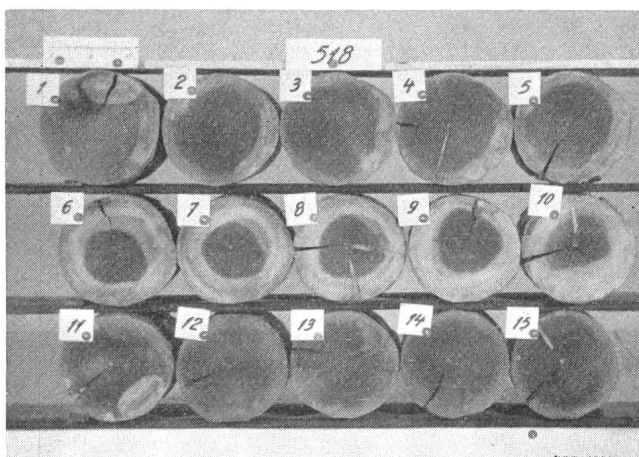


Fig. 5

Fichtenstange mit Wolmanit-Grossraumbandage

Der Fluornachweis an Querschnitten von 15 zu 15 cm vom Fuss ergab 4 Jahre nach Behandlung gute Schutzmittelverteilung (Stange Nr. 518)

hat, dass in einer bestimmten Zone der Stange die Salzkonzentration u. U. zu niedrig ist.

Vor der Anwendung des sog. Fournose-Verfahrens (Anbrennen der Stangen, eventuell mit nachträglichem Teeranstrich), sowie von Anstrichen mit öligen Schutzmitteln ist abzuraten, da diese lediglich einen Oberflächenschutz ergeben.

III. Nachbehandlungsverfahren

Mit der Nachbehandlung wird der Zweck verfolgt, der imprägnierten Stange in der am meisten gefährdeten Zone neue Schutzmittel zuzuführen. Nachbehandlungen sollen systematisch alle 8...10 Jahre vorgenommen werden. Gute Resultate werden sowohl mit dem Impfstich- als auch mit dem Bandageverfahren erhalten. Auch verschiedene Öl-Salzgemische (Tutal, Hordazit, Penetrit U und DD-Diffusions-Salzemulsion) in Form von Anstrichen haben sich bisher gut bewährt. Schlechte Resultate ergaben die Anstriche mit verschiedenen öligen Schutzmitteln, die Bohrlochtränkung mit einem öligen Präparat, sowie das Fournoseverfahren. Die Ursache liegt im ungenügenden Eindringvermögen dieser Substanzen, vor allem bei feuchten Stangen. Wichtig ist in jedem Fall eine sorgfältige Durchführung. Beim Impfstichverfahren muss das richtige Funktionieren des Impfapparates stets kontrolliert werden. Die Impfstiche müssen die nötige Dichte aufweisen. Die Bandagen ihrerseits müssen so angelegt werden, dass die Gefahr von Viehvergiftungen ausgeschlossen ist. Beim Impfstichverfahren ergab das Cobra DFA $\frac{3}{4}$ Jahre nach der Impfung deutlich bessere Schutzmittelverteilung als die UAP-Salzmischungen nach Originalrezept und ohne Dinitrophenol. Bei den letzteren wurde teilweise eine inselförmige, nicht vollständige Verteilung der Salze festgestellt; nach $2\frac{1}{2}$ Jahren war die Verteilung immerhin ausgeglichener. Der Laborversuch hat diese Ergebnisse bestätigt. Die Eindringgeschwindigkeit des Fluors ist beim Wolmanit TSK am grössten und auch beim Cobra DFA eindeutig grösser als bei den UAP-Salzgemischen (Tabelle III).

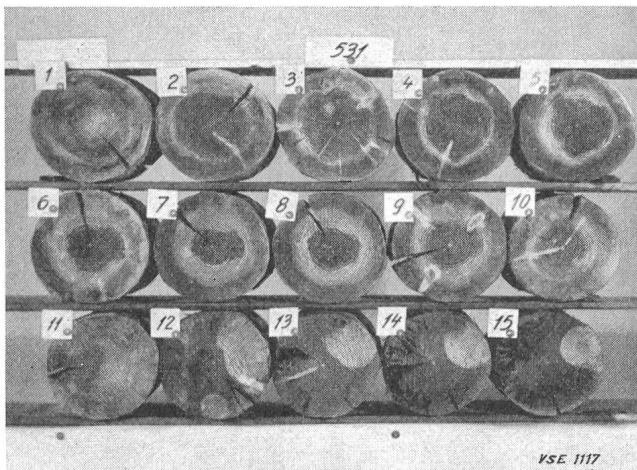


Fig. 6

Fichtenstange mit UAP-Wickelbandage ohne Dinitrophenol. Der Fluornachweis an Querschnitten von 15 zu 15 cm vom Fuss zeigte 4 Jahre nach Behandlung einen starken Auswascheffekt in der Randzone (Stange Nr. 531)

Ähnliche Resultate wurden auch bei den Bandagen festgestellt. Die alten UAP-Salze mit und ohne Dinitrophenol diffundieren deutlich langsamer als die Wolmanite UASK, TSK oder das Cobra DFA. Diese Salze zeigten $\frac{3}{4}$ Jahre nach der Behandlung eine sehr gute Verteilung.

Sowohl das Impfstichverfahren als auch das Bandageverfahren gewährleisten bei sorgfältiger Durchführung eine gute Imprägnierung. Die Wahl zwi-

schen diesen beiden Verfahren hängt davon ab, welche Wirkung erzielt werden soll. Beim Impfstichverfahren werden die Salze direkt ins Innere des Mastes gebracht, womit bei Zonen mit beginnender Innenfäule diese durch die rasche Wirkung des Schutzmittels aufgehalten werden kann. Soll dagegen ein Fäulnisherd an der Oberfläche des Mastes bekämpft werden, ist das Bandageverfahren vorzuziehen.

C. Zusammenfassung und Ausblick

Seit etwa 50 Jahren hat das Saftverdrängungsverfahren mit Kupfersulfat dem Leitungsbau teils mehr, teils weniger gut gedient. Den heutigen Anforderungen an die Standdauer der Leitungstangen im Konkurrenzkampf mit dem Betonmast genügt es aber nicht mehr. Die häufigen vorzeitigen Stangenausfälle infolge von Fäulnisschäden in der Einbauzone führten zur Suche nach Möglichkeiten zur Verbesserung der Kupfersulfatstangen.

Als eine geeignete Methode erwies sich zunächst die *Doppelstockschutzimprägnierung*. Die erfolgreichste ist, sofern einwandfrei durchgeführt, das Impfstichverfahren mit Fluor-Arsen-Chrom-Dinitrophenol-Salzgemischen. Die Imprägnierung in zwei Arbeitsgängen, wie auch die Tatsache, dass die Verbesserung des Schutzes lediglich auf die Einbauzone beschränkt bleibt, wirken sich aber nachteilig aus.

Neben den Doppelstockschutzverfahren hat man als Ergänzung auch die *Nachbehandlung* stehender Stangen in der Erdluftzone zur Verlängerung der Standdauer mit Erfolg eingeführt. Hier stehen das *Impfstich-* und das *Bandage-Verfahren* neben anderen an erster Stelle.

Der bisher wohl wichtigste Schritt in der Verbesserung der Stangenimprägnierung besteht in der Ersetzung des Kupfersulfates durch im *Saftverdrängungsverfahren* anwendbare neue Salzgemische mit wesentlich günstigeren Eigenschaften. Durch die sicher zu erwartende Eliminierung der vorzeitigen Stangenausfälle und die allgemeine Qualitätsverbesserung der Imprägnierung darf mit einer Verlängerung der mittleren Standdauer um etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der bisherigen gerechnet werden. Die neuen Salze stellen in der Holzschutzmittelherstellung und damit für die Schutzimprägnierung des Holzes einen grossen Fortschritt dar. Gestützt auf die verschiedenen fremden und eigenen Resultate und Erfahrungen über die Eigenschaften dieser Salzgemische kann deren Verwendung für die Stangenimprägnierung empfohlen werden [7].

Es ist natürlich und entspricht dem Fortschrittswillen der Menschen, dass nach noch besseren Salzen gesucht wird. Die Möglichkeit besteht, dass mit der Zeit noch bessere Mittel und Verfahren ausgearbeitet werden können. Es wäre aber falsch, auf diese zu warten. Die heute erreichten Fortschritte in der Imprägniertechnik zur Verbesserung der Holzstangen sollten vielmehr so rasch und so weit als möglich ausgenützt werden.

D. Schlussfolgerungen für die Praxis

Aus den in diesem Bericht zusammengestellten Ergebnissen lassen sich folgende praktische Schlussfolgerungen ableiten:

1. Die Kupfersulfatimprägnierung ohne Zusatzimprägnierung (Doppelstockschutz) genügt den heutigen Anforderungen im Konkurrenzkampf mit dem Betonmast nicht mehr.

2. Versuche mit Kupfersulfatstangen haben gezeigt, dass eine länger dauernde waagrechte Lagerung im Freien zu grossen Salzverlusten infolge Auslaugung durch Regen führt. Die Stangen sollten

Ergebnisse der Stangenkontrolle 1953...1959

a) Erste Versuchsreihe (Versuchsfeld Rathausen)

Tabelle IV

	Ostfeld								Westfeld							
	gestellte Stangen	angegriffene Stangen							gestellte Stangen	angegriffene Stangen						
		1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959		1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Unbehandelte Stangen	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Einfach imprägnierte Stangen</i>																
Boucherieverfahren mit Kupfersulfat . .	22	6	8	10	10	12	12	12	8	2	2	2	3	3	3	3
Trogdrucksaugverfahren mit Basilit UA .	6	1	1	1	1	1	2	4	4	0	0	0	0	0	0	3
Osmoseverfahren mit Wolman-Salz . . .	6	0	4	4	4	4	4	5	4	1	1	1	1	1	4	4
Kesseltränkverfahren mit Teeröl	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Kyanisierverfahren mit Sublimat	6	0	1	3	3	3	3	3 ⁶⁾	4	0	0	0	0	0	0	2 ⁶⁾
Anstrichverfahren mit Xylophen SGR . .	6	1	2	2	2	2	2	2 ⁶⁾	4	0	0	0	0	1	1	2
Estradeverfahren mit Teeröl	4 ¹⁾	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Boucherieverfahren mit Bolidensalz . .	3 ¹⁾	0	0	1	1	1	1	1 ⁶⁾	—	—	—	—	—	—	—	—
Kesseltränk-Stechverfahren mit Teeröl .	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Bandageverfahren (System Schmittutz) .	—	—	—	—	—	—	—	—	3 ²⁾	0	0	0	0	0	0	0
Impfstichverfahren der Firma Kind . .	2 ³⁾	—	—	0	0	0	0	0	4 ³⁾	—	—	0	0	0	0	0
Neuimprägnierung DD-Diffusions-Salz-Emulsion	6 ³⁾	—	—	0	0	0	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Solignum Tauchimprägnierung 72 h . .	5 ⁴⁾	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Boucherieverfahren mit Kupfersulfat und Bolidensalz	5 ⁴⁾	—	—	—	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Boucherieverfahren mit Wolmanit UA-Reform	9 ⁵⁾	—	—	—	—	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	90	8	16	21	21	23	24	28	39	3	3	3	4	5	8	14
<i>Doppelstockschutzverfahren</i>																
Boucherieverfahren + Osmose mit Basilit UA	5	1	1	1	1	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Boucherieverfahren + Impfstichverfahren	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Boucherieverfahren + Fournose	5	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	1	1	1
Boucherieverfahren + Impfstichverfahren + Brulé	4	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Boucherieverfahren + Goudronné . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0	0	0	0	0	0	0
Boucherieverfahren + Wolmansalz-imprägnierung nach Boucherie	3	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1 ⁶⁾
Boucherieverfahren + Impfstichverfahren + Goudronné	3	1	1	1	1	1	1	1 ⁶⁾	3	0	0	1	1	1	1	1 ⁶⁾
Boucherieverfahren + Bandage (Schmittutz)	—	—	—	—	—	—	—	—	2 ²⁾	0	0	0	0	0	0	0
Tiefkyanisierung + Estradeverfahren mit Teeröl	3 ¹⁾	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Boucherieverfahren + DD-Diffusions-Salz-Emulsion	2 ³⁾	—	—	0	1	1	1	1	3 ³⁾	—	—	0	0	0	0	0
Total	31	3	3	3	4	4	4	4	26	0	0	2	3	3	3	3
<i>Nachbehandlungsverfahren</i>																
Boucherieverfahren + Bandage (Wecker-Basilit-Bandage) . .	6	0	0	0	0	0	1	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Boucherieverfahren + Anstrich mit Penetrit U	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1
	12	0	0	0	0	0	1	4	8	0	0	0	0	0	0	1
Total 1. Versuchsreihe (ohne unbehandelte Stangen)	133	11	19	24	25	27	29	36	73	3	3	5	7	8	11	18

Die Stangen wurden vom Juli bis September 1952 gestellt. Ausnahmen:

1) Im Sommer 1953 gestellt.

2) Im Herbst 1953 gestellt.

3) 1954 gestellt.

4) Im November 1955 gestellt.

5) Am 10.11.1956 gestellt.

6) Stangen oberflächlich nur leicht angegriffen. Die Schäden sind seit der erstmaligen Feststellung stationär geblieben.

b) Zweite Versuchsreihe (Doppelstockschutz- und Nachbehandlungsverfahren)

	Rathausen Ost				Starkenbach		
	gestellte Stangen	angegriffene Stangen			gestellte Stangen	angegriffene Stangen	
		1957	1958	1959		1958	1959
1. Doppelstockschutz ¹⁾							
Impfstichverfahren							
UAP-Salz (ohne Dinitrophenol)	4	0	0	0	3	0	0
UAP-Salz (Originalzusammensetzung)	4	0	0	0	3	0	0
Cobra-Salz	4	0	0	0	3	0	0
	12	0	0	0	9	0	0
Anstrichverfahren							
Xylamon	4	0	0	1	3	0	0
Carbolineum PTT	4	0	0	0	3	0	0
Avenarius Carbolineum	4	1	1	1	3	0	0
Witoxyl	4	0	0	0	3	0	0
Solignum	4	0	0	0	3	0	0
D 903	4	0	0	0	3	0	0
Cobra Tox	4	1	1	1	3	0	0
Hordazit PU	4	0	0	0	3	0	0
Osmolit	4	0	0	0	3	0	0
	36	2	2	3	27	0	0
Total Doppelstockschutzverfahren	48	2	2	3	36	0	0
2. Nachbehandlungsverfahren ²							
Impfstichverfahren							
UAP-Salz (ohne Dinitrophenol)	3	0	0	0	3	0	0
UAP-Salz (Originalzusammensetzung)	3	0	0	0	4	0	0
Cobra-Salz	3	0	0	0	4	0	0
	9	0	0	0	11	0	0
Bandageverfahren (Fertigbandagen)							
Wolman-Grossraumbandage	3	0	0	0	4	0	0
Wortmann-Basilit-Bandage	3	0	0	0	4	0	0
Wolmanit-Wickelbandage	3	0	0	0	4	0	0
	9	0	0	0	12	0	0
Bandageverfahren (Anstrichbandagen)							
UAP-Salz (ohne Dinitrophenol)	3	0	0	0	4	0	0
Wolmanit-UAP	3	0	0	0	4	0	0
Cobra-Salz	3	0	0	0	3	0	0
	9	0	0	0	11	0	0
Anstrichverfahren							
Xylamon (Bohrlochtränkung)	3	2	3	3	4	1	1
Carbolineum PTT	3	2	2	3	4	2	2
Avenarius Carbolineum	3	0	2	2	4	0	0
Witoxyl	3	2	3	3	4	2	2
Solignum	3	2	3	3	4	1	1
D 903	3	0	1	2	4	1	1
Cobra-Tox	3	0	3	3	3	3	3
Hordazit PU	3	0	0	0	4	0	0
Tutzal	3	0	0	0	4	0	0
	27	8	17	19	35	10	10
Total Nachbehandlungsverfahren	54	8	17	19	69	10	10
Total Versuche 2. Versuchsreihe	102	10	19	22	107	10	10
Total unbehandelte Stangen	6	6	6	6			

¹⁾ Mit Kupfersulfat imprägnierte Stangenstücke von 3 m Länge und Doppelstockschutz vor dem Stellen der Stangen.

²⁾ Unbehandelte Stangenstücke von 3 m Länge und Nachbehandlung nach dem Stellen der Stangen.

deshalb wenn möglich nur so lange im Freien gelagert werden, bis sie lufttrocken sind. Diese Lagerung ist für die Fixierung der Salze notwendig. Sie dauert, je nach Witterung, 3 bis etwa 6 Monate. Jede längere Lagerung in vor Regen nicht geschütztem Zustand ist zu vermeiden.

3. Es empfiehlt sich, die Stangen unter Dach oder unter einer Abdeckung mit Plasticfolien, Dachpappe, Blech usw. zu lagern. Auf diese Weise können Schutzmittelverluste vermieden werden, so dass auch eine lange Lagerdauer keine Qualitätsverschlechterung mehr zur Folge hat.
4. Das Stangenholz muss gesund sein und soll weder im Kern noch im Splint Infektionsstellen aufweisen.
5. Wenn vorzeitige Stangenausfälle vermieden werden sollen, müssen mit Kupfersulfat imprägnierte Stangen in der Einbauzone eine Doppelstockschutzbehandlung, am besten nach dem Impfstichverfahren, erhalten (z. B. mit Cobra DFA, Wolmanit UASK oder TSK).
6. Mit leicht auswaschbaren Schutzsalzen (z. B. Kupfersulfat) imprägnierte Stangen sollen systematisch alle 8...10 Jahre nach dem Impfstichverfahren oder nach dem Bandageverfahren nachbehandelt werden. Es wird empfohlen, die beiden Verfahren abwechselungsweise anzuwenden; z. B. kann die erste Nachbehandlung nach dem Impfstichverfahren, das vor allem einen Tiefenschutz ergibt, und die zweite Nachbehandlung nach dem Bandageverfahren, durch welches die äusseren Stangenzonen mit neuen Schutzsalzen versehen werden, erfolgen. Für das Impfstichverfahren eignen sich die unter Punkt 5 hievor aufgeführten Salze; für Bandagen kommen z. B. in Frage: die Wolmanit-Schaumstoffbandage, die Wortmann-Basilit-Bandage usw.

7. Im Wolmanit UA-Reform steht uns heute ein Schutzsalzgemisch zur Verfügung, das auf Grund seiner verschiedenen Eigenschaften für die Imprägnierung der Stangen ein wesentlicher Fortschritt darstellt und deshalb zur Ersetzung des bisher verwendeten Kupfersulfates empfohlen wird. Auf einen Doppelstockschutz sowie aller Voraussicht nach auch auf eine Nachbehandlung kann, jedenfalls bei den mit UA-Reform nach dem Boucherie-Verfahren behandelten Stangen, alsdann verzichtet werden.

Literatur

- [1] Wälchli, O.: Pilze auf Holzmasten, unter besonderer Berücksichtigung des Porenhautschwammes (*Poria vaporaria*). Bull. SEV Bd. 44(1953), Nr. 1, S. 14...20.
- [2] Wälchli, O.: Über Anlage und Durchführung der Freilandversuche des VSE zur Prüfung von Stangenimprägnierungen. Bull. SEV Bd. 45(1954), Nr. 23, S. 985...989.
- [3] Wälchli, O.: Bericht über die ersten Ergebnisse der Prüfung verschiedener Stangenimprägnierungen in den Freilandversuchen des VSE, 3. Mitteilung. Bull. SEV Bd. 47(1956), Nr. 14, S. 633...638.
- [4] Wälchli, O.: Lagerung und Kupfersulfatgehalte bei boucherisierten Leitungsstangen. 4. Mitteilung. Bull. SEV Bd. 48(1957), Nr. 7, S. 291...293.
- [5] Wälchli, O.: Bericht über die Versuche des VSE zur Prüfung von Stangenimprägnierungen. 5. Mitteilung. Bull. SEV Bd. 49(1958), Nr. 13, S. 585...593.
- [6] Provisorische Empfehlungen des VSE betr. Imprägnier- und Nachbehandlungsverfahren für Holzmasten (Zirkularschreiben des VSE vom 12.1.1955).
- [7] Eidg. Telefon- und Telegraphenverwaltung und Verband Schweiz. Elektrizitätswerke: Vorschriften für die Imprägnierung von Leitungsmasten aus Holz nach dem Saftverdrängungsverfahren mit Wolmanit UA-Reform (Zirkularschreiben des VSE vom 18.7.1959).
- [8] Liese, W. und M. Fahrenbrock: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über den Bau der Hoftüpfel. Holz als Roh- und Werkstoff Bd. 10(1952), Nr. 5, S. 197...201.
- [9] Boegli, F.: Stangenstatistik der Jahre 1952...1956. Techn. Mitteilungen PTT Bd. 36(1958), Nr. 4, S. 152...161.
- [10] Schulz, W. O. und E. Sippel: Über die Beeinflussbarkeit der im Holz vor sich gehenden Fixierung von U- und UA-Salzen durch Säurezusätze. Holz als Roh- und Werkstoff Bd. 14(1956), Nr. 7, S. 257...267.
- [11] Gewecke, H.: Die Frischimprägnierung von Masten aus Fichten- und Tannenholz nach dem Saftverdrängungsverfahren. Holz als Roh- und Werkstoff Bd. 15(1957), Nr. 3, S. 119...124.
- [12] Stösser, J.: Der Holzmast und seine Zukunft im Leitungsbau. Bull. SEV Bd. 50(1959), Nr. 16, S. 817...824.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Interessante Zahlen aus einer USA-Public-Relations-Schrift

In den USA besteht im allgemeinen ein viel höheres Publizitätsbedürfnis für das Geschehen in der Wirtschaft als bei uns. Es ist erstaunlich, in welchem Ausmass besonders Public-Relations-Broschüren der einzelnen Branchen, von Grossunternehmungen und von Verbänden den Informationswünschen der Öffentlichkeit entgegenkommen. Als Beispiel sei auf eine derartige kleine Schrift des «Edison Electric Institute, New York» hingewiesen, welche u. a. für den Stand 1958 die folgenden interessanten Zahlen vermittelt:

1. Die USA stellen 6 % der Weltbevölkerung, produzieren aber 39 % des Strombedarfs der Welt. Der Verbrauch je Kopf der Bevölkerung betrug in den USA 4140 kWh, in Russland 1115 kWh, in der Schweiz 3080 kWh (1958).
2. Im Juni 1959 gab es in den USA 27 Projekte für die Verwertung von Atomenergie, an denen 131 Elektrizitätswerke beteiligt waren. 16 Projekte mit einem Aufwand von 570 Millionen Dollars konnten als baureif betrachtet werden, worunter 3 bereits in Betrieb standen.
3. Im Haushalt betrug die Steigerung des Stromumsatzes 1958 in den USA 8 %, in der Schweiz 6,1 % (bei den EKZ 9 %). Während in den USA der Haushalt am Gesamtstromverbrauch mit 28 % beteiligt war, benötigte in der Schweiz der Haushalt 42 %.
4. Besonderes Interesse beansprucht im Zeitpunkt, in welchem in der Schweiz verschiedene Werke ihre Tarife erhöhen müssen, ein Kostenvergleich für die Haushalt-Energie. Der amerikanische Haushalt musste im Durchschnitt

1958 pro kWh 2,53 Cents oder 11 Rappen bezahlen, während in der Schweiz die Durchschnittslöse aus dem Stromverkauf im Haushalt sich zwischen 8 und 10 Rappen je kWh bewegen.

5. Die meisten USA-Familien besitzen 10...20 verschiedene Elektrogeräte, wobei 1958 49 Millionen Haushaltungen über Radioapparate, 48 Millionen über Kühlschränke, 43 Millionen über Fernsehapparate verfügten. Nicht nur diese Rangfolge der elektrischen Apparate ist interessant; noch viel beachtlicher ist die Tatsache, dass erst 17 Millionen einen Elektroherd besaßen, was besser als alle Verbrauchszahlen den Reichtum der USA an Naturgas und an künstlicher Gasproduktion illustriert. In 6 Millionen Haushaltungen ist bereits eine Klima-Anlage anzutreffen.
6. Die Ausgaben für den elektrischen Stromverbrauch in den Haushaltungen im Vergleich zu den sonstigen Lebenskosten bewegen sich in ähnlichen Proportionen wie in der Schweiz. Für den elektrischen Strom gab die Durchschnittsfamilie in den USA 1957 1,3 % aus, während in der Schweiz dieses Verhältnis 1...2 % beträgt je nachdem, ob es sich um Gashaushaltungen oder vollelektrifizierte Haushaltungen handelt.
7. Enorm ist in den USA der elektrische Verbrauch der Industrie (48 % des Gesamtverbrauches), wobei ausgerechnet wird, dass pro Arbeiter und Arbeitsplatz 25 000 kWh benötigt werden und dass eine solche elektrische Arbeit der Handarbeit von 374 Arbeitern entsprechen würde. Angesichts des Mangels an Arbeitskräften, der Verkürzung der Arbeitszeit und des Anstiegs der Löhne wird der Bedarf an «elektrischen Arbeitssklaven» auch in der Schweiz weiter zunehmen.

F. Wanner

Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Die Statistik umfasst die Erzeugung der Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte. Nicht inbegriffen ist also die Erzeugung der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke für den eigenen Bedarf.

Monat	Energieerzeugung und Bezug											Speicherung				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Betriebsmonat — Entnahme + Auffüllung			
	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60		1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60
	in Millionen kWh											%	in Millionen kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . .	1355	1067	1	21	52	39	21	291	1429	1418	— 0,8	3094	2672	— 32	— 354	235	175
November .	1176	1002	2	27	23	36	74	341	1275	1406	+10,3	2844	2320	— 250	— 352	124	129
Dezember . .	1151	1045	2	31	21	37	147	338	1321	1451	+ 9,8	2398	1928	— 446	— 392	125	122
Januar . . .	1192	1143	2	21	26	40	99	233	1319	1437	+ 8,9	1943	1513	— 455	— 415	128	108
Februar . . .	1114		1		24		99		1238			1368		— 575		135	
März	1186		1		27		65		1279			961		— 407		145	
April	1259		1		24		19		1303			668		— 293		140	
Mai	1299		0		56		31		1386			920		+ 252		255	
Juni	1375		1		84		56		1516			1674		+ 754		347	
Juli	1399		1		85		69		1554			2518		+ 844		382	
August . . .	1315		1		75		57		1448			2984		+ 466		303	
September .	1130		11		54		177		1372			3026 ⁴⁾		+ 42		242	
Jahr	14951		24		551		914		16440							2561	
Okt.-Jan. . .	4874	4257	7	100	122	152	341	1203	5344	5712	+ 6,9			—1183	—1513	612	534

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste					
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Industrie		Chemische metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel ¹⁾		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen ²⁾		ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr ³⁾ %	mit Elektrokessel und Speicherpump.		
	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60		
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . .	567	604	215	230	168	184	27	5	59	66	158	154	1153	1232	+ 6,9	1194	1243	
November .	576	622	203	227	157	185	10	3	68	84	137	156	1137	1257	+10,6	1151	1277	
Dezember . .	607	655	203	223	165	182	6	3	67	95	148	171	1186	1307	+10,2	1196	1329	
Januar . . .	609	663	202	218	157	183	6	4	72	95	145 (2)	166 (18)	1183	1307	+10,5	1191	1329	
Februar. . .	544		196		150		8		68		137		1092			1103		
März	558		194		166		16		68		132		1115			1134		
April	532		205		206		26		56		138		1135			1163		
Mai	520		191		181		41		50		148		1072			1131		
Juni	505		207		170		58		50		179		1079			1169		
Juli	499		197		173		60		59		184		1073			1172		
August . . .	509		197		171		39		62		167		1078			1145		
September .	534		219		162		14		57		144		1109			1130		
Jahr	6560		2429		2026		311		736		1817 (156)		13412			13879		
Okt.-Jan. . .	2359	2544	823	898	647	734	49	15	266	340	588 (24)	647 (60)	4659	5103	+ 9,5	4732	5178	

¹⁾ Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

²⁾ Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.

³⁾ Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

⁴⁾ Speichervermögen Ende September 1959: 3440 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft

Die nachstehenden Angaben beziehen sich sowohl auf die Erzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung wie der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke.

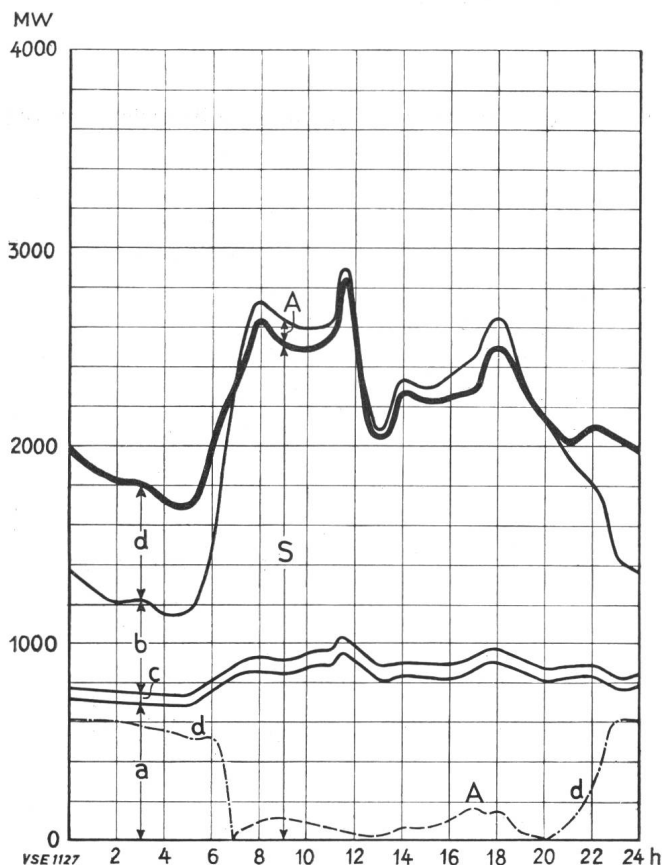
Monat	Energieerzeugung und Einfuhr										Speicherung				Energieausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung						
														1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59
	in Millionen kWh										%	in Millionen kWh						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . .	1639	1300	7	31	21	307	1667	1638	— 1,7	3331	2897	— 34	— 387	238	195	1429	1443	
November .	1377	1161	9	38	75	362	1461	1561	+ 6,8	3063	2517	— 268	— 380	128	134	1333	1427	
Dezember . .	1324	1193	10	41	149	358	1483	1592	+ 7,3	2579	2091	— 484	— 426	132	128	1351	1464	
Januar . . .	1353	1281	11	33	99	253	1463	1567	+ 7,1	2080	1640	— 499	— 451	135	114	1328	1453	
Februar . . .	1250		11		101		1362			1463		— 617		143		1219		
März	1351		8		69		1428			1016		— 447		160		1268		
April	1459		8		26		1493			710		— 306		174		1319		
Mai	1629		5		34		1668			992		+ 282		295		1373		
Juni	1763		5		56		1824			1821		+ 829		390		1434		
Juli	1787		6		70		1863			2739		+ 918		428		1435		
August . . .	1684		6		59		1749			3237		+ 498		349		1400		
September .	1462		17		183		1662			3284 ¹⁾		+ 47		288		1374		
Jahr	18078		103		942		19123							2860		16263		
Okt.-Jan. . .	5693	4935	37	143	344	1280	6074	6358	+ 4,7			— 1285	— 1644	633	571	5441	5787	

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches															Landes- verbrauch ohne Elektrokessel und Speicher- pumpen	Verän- derung gegen Vor- jahr
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwen- dungen		Elektro- kessel ¹⁾		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicher- pumpen				
	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59	1959/60	1958/59		
in Millionen kWh																	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . .	580	613	241	255	285	274	30	6	114	122	164	166	15	7	1384	1430	+ 3,3
November .	588	634	228	257	238	234	15	4	109	123	151	157	4	18	1314	1405	+ 6,9
Dezember . .	620	668	227	251	210	221	8	4	118	131	163	170	5	19	1338	1441	+ 7,7
Januar . . .	622	677	228	250	187	210	8	6	120	128	160	163	3	19	1317	1428	+ 8,4
Februar. . .	556		218		174		10		108		150		3		1206		
März	570		219		199		19		113		145		3		1246		
April	543		231		255		28		108		152		2		1289		
Mai	531		215		298		51		108		150		20		1302		
Juni	516		231		302		68		113		168		36		1330		
Juli	512		221		303		68		120		168		43		1324		
August . . .	522		218		305		44		119		161		31		1325		
September .	545		239		290		17		113		160		10		1347		
Jahr	6705		2716		3046		366		1363		1892		175		15722		
Okt.-Jan. . .	2410	2592	924	1013	920	939	61	20	461	504	638	656	27	63	5353	5704	+ 6,6

¹⁾ Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

²⁾ Speichervermögen Ende September 1959: 3750 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 20. Januar 1960

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel	810
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	2980
Thermische Werke, installierte Leistung	190
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	3980

2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 20. Januar 1960

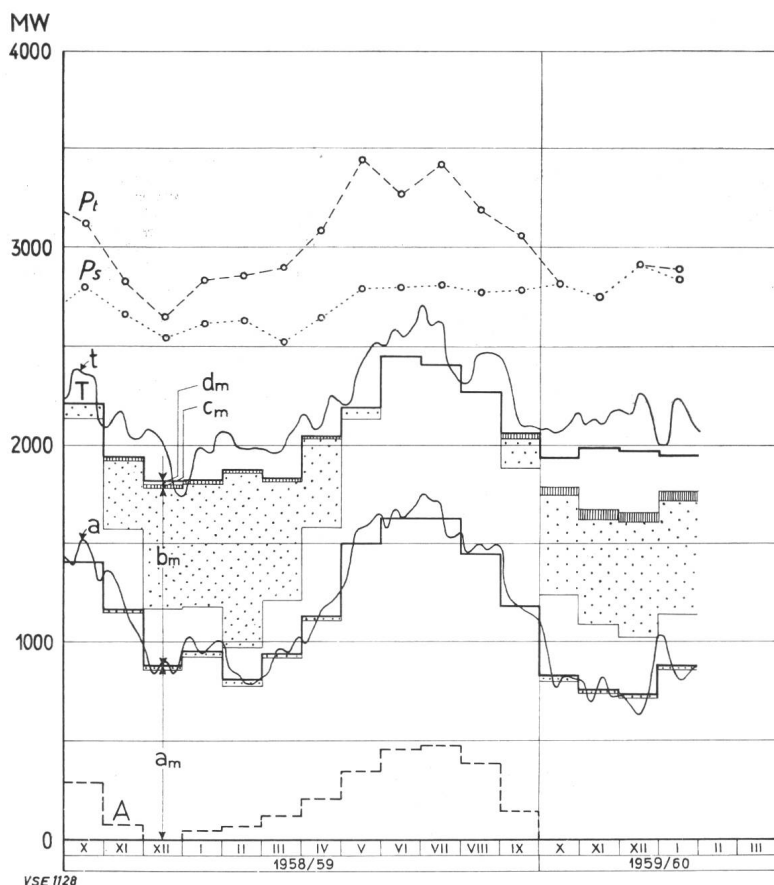
Gesamtverbrauch	2890
Landesverbrauch	2840
Ausfuhrüberschuss	—

3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 20. Januar 1960 (siehe nebenstehende Figur)

- a Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher)
- b Saisonspeicherwerke
- c Thermische Werke
- d Einfuhrüberschuss
- S + A Gesamtbelastung
- S Landesverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss

4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 20. Jan.	Samstag 23. Jan.	Sonntag 24. Jan.
	GWh (Millionen kWh)		
Laufwerke	19,6	20,1	18,2
Saisonspeicherwerke	27,5	16,5	8,3
Thermische Werke	1,6	1,2	0,2
Einfuhrüberschuss	3,7	7,7	8,3
Gesamtabgabe	52,4	45,5	35,0
Landesverbrauch	52,4	45,5	35,0
Ausfuhrüberschuss	—	—	—



1. Erzeugung an Mittwochen

- a Laufwerke
- t Gesamterzeugung und Einfuhrüberschuss

2. Mittlere tägliche Erzeugung in den einzelnen Monaten

- a_m Laufwerke, wovon punktilierter Teil aus Saisonspeicherwasser
- b_m Speicherwerke, wovon punktilierter Teil aus Saisonspeicherwasser
- c_m Thermische Erzeugung
- d_m Einfuhrüberschuss

3. Mittlerer täglicher Verbrauch in den einzelnen Monaten

- T Gesamtverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss
- T-A Landesverbrauch

4. Höchstleistungen am dritten Mittwoch jedes Monats

- P_s Landesverbrauch
- P_t Gesamtbelastung

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.