

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 16  
  
**Rubrik:** Allgemeines Arbeitsbeschaffungsprogramm auf dem Gebiete der Elektrizität

### **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:** 04.04.2026

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

# SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

REDAKTION:  
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des  
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

ADMINISTRATION:  
Zürich, Stauffacherquai 36 ♦ Telephon 5 17 42  
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXII. Jahrgang

N° 16

Mittwoch, 13. August 1941

## Allgemeines Arbeitsbeschaffungsprogramm auf dem Gebiete der Elektrizität.

Aufgestellt von der Arbeitsbeschaffungskommission des SEV und VSE, genehmigt von der Verwaltungskommission.

### A. Zweck.

Zweck dieses Dokuments ist, kurz und prägnant die Grundsätze, Möglichkeiten und Richtlinien der Arbeitsbeschaffung in Elektrotechnik und Elektrizitätswirtschaft darzulegen. Es soll damit gleichzeitig den Behörden eine Wegleitung bieten, um grundsätzlich zu Vorschlägen, die ihnen vorgelegt werden, Stellung zu nehmen, und schliesslich soll es die Behörden im besonderen auf diejenigen Bestrebungen aufmerksam machen, die verdienen, im allgemeinen öffentlichen Interesse unserer Volkswirtschaft wie auch unserer wirtschaftlichen und militärischen Landesverteidigung mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln gefördert zu werden.

### B. Grundsätze.

1. Gegenüber dem Landesinteresse werden Sonderinteressen zurückgestellt.

2. Beschränkung auf Probleme der Elektrotechnik und der Elektrizitätswirtschaft.

3. Das Sachprogramm ist nach der Bedeutung seiner Komponenten geordnet. Bei deren Beurteilung sind folgende Gesichtspunkte in erster Linie berücksichtigt:

einerseits die Ernährung, sowie die Rohstoff- und Energieversorgung,  
andererseits die Beschäftigungsmöglichkeiten.

4. Es werden, abgesehen von besonderen Fällen, nur solche Arbeiten vorgeschlagen, die mindestens gestatten, die Betriebsausgaben inkl. Erneuerung und Amortisation zu decken; vorzuziehen sind solche, die das Kapital wenn nicht sofort, so doch später verzinsen. Ausserdem ist die Forschung Einzelner, der Industrie und der Hochschulen zu fördern.

5. Die Organisation und Finanzierung der Arbeiten soll auf den bestehenden Unternehmungen aufgebaut werden. Sind neue Unternehmungen nötig, so sind diese auf privatwirtschaftlicher Basis zu bilden.

6. Die Arbeitsbeschaffung soll nicht nur dem manuellen Arbeiter irgend eine Arbeitsmöglichkeit sichern, sondern sie soll vor allem das Arbeitsvermögen unserer Industrie und Wirtschaft als Ganzes mit *allen* ihren Arbeitskräften aufrechterhalten und stärken.

### C. Programm

siehe nächste Seite.

### D. Erläuterungen zum Programm.

#### 1. Allgemeines.

##### a) Formale Darstellung.

Das Programm (Abschnitt C) ist in zwei Rangordnungen gruppiert. Die horizontale Rangordnung stuft von links nach rechts die Bedeutung der einzelnen Arbeiten für die Ernährung, sowie für die Rohstoff- und Energieversorgung ab. Dabei wird unter Energie Elektrizität und Brennstoff verstanden. Die vertikale Rangordnung stuft von oben nach unten die einzelnen Arbeiten nach ihrer Bedeutung für die Beschäftigungsmöglichkeit ab.

##### b) Benützung des Programms.

Es sind zwei Krisenursachen zu betrachten. Die eine beruht auf Mangel an Rohstoffen aller Art. Die andere beruht auf Mangel an Absatz, d. h. auf Stockung des Exportes. Bei den heutigen Verhältnissen steht der Mangel an Nahrung, Rohstoff und Energie im Vordergrund. Hierauf ist die Arbeitsbeschaffung zur Zeit abzustellen. Die Arbeiten sind daher in erster Linie der ersten senkrechten Kolonne zu entnehmen; dort sind diejenigen Arbeiten enthalten, die am wirksamsten die Ernährungs- und Rohstofflage und die Energiewirtschaft verbessern könnten. Dann sind die in der zweiten senkrechten Kolonne enthaltenen Arbeiten denen in der dritten senkrechten Kolonne vorzuziehen.

Verschlechtert sich die Arbeitsmarktlage derart, dass eine Arbeitsbeschaffung «coûte que coûte»

### C. Programm.

(Es sind nur Arbeiten aufgeführt, die technisch und wirtschaftlich abgeklärt sind.)

		Rang nach der Bedeutung für die Ernährung sowie für die Rohstoff- und Energie-Versorgung (elektrische Energie und Brennstoffe)		
		1	2	3
Rang nach Beschäftigungsmöglichkeit	I	a) Verstärkung der Elektrizitätserzeugung b) Verstärkung der Ernährungsbasis	a) Ausbau der Leitungsnetze und Verteilanlagen und Verbesserung der Inneninstallationen b) Wärmepumpenanlagen für Heizung und Klimatisierung	a) Entwicklung der Spezialindustrien, insbesondere auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik b) Radioentstörung elektrischer Bahnen
	II	a) Ersatz von Brennstoffen durch Elektrizität bei Sommerverbrauchern b) Ersatz von Brennstoffen durch Elektrizität bei ganzjährigen Verbrauchern c) Abwärmeverwertung d) Elektrische Verhüttung e) Elektrische Traktion	Ersatz des Gases als Brennstoff durch Elektrizität, soweit Kohle und Gas auf chemischem Wege nützlichere Verwendung finden können	Elektrifizierung von ortsfesten Antriebsmaschinen
	III	a) Elektrochemie b) Synthesenanlagen c) Rationeller Unterhalt der elektrischen Anlagen d) Verbesserung der Fabrikbeleuchtung	Verbesserung der Beleuchtung in Schulen, Landwirtschaft und Heim	Fernverkehrsstrassenbeleuchtung

nötig wird, dann werden alle Arbeiten der oberen horizontalen Rubrik denjenigen der mittleren und der untersten horizontalen Rubrik vorzuziehen sein.

Aus dieser Gruppierung geht hervor, dass in beiden Fällen die Verstärkung der Energieerzeugung und die Verstärkung der Ernährungsbasis im Vordergrund stehen.

#### c) Bemerkungen zur Energiefrage.

Zur Zeit herrscht Mangel an Elektrizität und an Brennstoffen. Alle Arbeiten, die diesen Mangel mildern können, liegen im Landesinteresse. Der Bau neuer Elektrizitätswerke drängt sich daher auf. Die Schweiz wird nie genug Elektrizität aus Wasserkraft erzeugen können, um den gesamten Energiebedarf damit zu decken, also die festen und die flüssigen Brennstoffe ganz zu ersetzen. Es ist aber nötig, den Ersatz soweit zu treiben, als technisch und wirtschaftlich möglich ist. Dabei muss der Leistungsfähigkeit jeder Energieform Rechnung getragen werden. Es gibt Wärmeprozesse, bei denen 1 kg Kohle durch nur 1 kWh elektrischer Energie ersetzt werden kann; es gibt andere Prozesse, bei denen der Ersatz von 1 kg Kohle 6 oder 7 kWh elektrischer Energie benötigt. Diejenigen Prozesse, bei denen viel Kohle durch wenig Elektrizität ersetzt werden kann, sind vorzuziehen. Zu beachten sind ferner die hydrologischen Verhältnisse der schweizerischen Elektrizitätserzeugung,

die im Sommer eine höhere Erzeugung ergeben als im Winter. Die Charakteristik des Bedarfes ist aber gerade umgekehrt. Sommeranwendungen der Elektrizität sind daher den Winteranwendungen vorzuziehen.

Allgemein geht die Tendenz auf der ganzen Welt dahin, die Kohle und ihre Gase der Chemie zuzuführen. Die Kohle ist einer der wichtigsten chemischen Ausgangsstoffe. Bei den chemischen Prozessen können alle wertvollen Bestandteile erfasst werden; bei der Verbrennung gehen aber im Mittel 40 bis 50 % davon verloren. Daher wird die Ausnützung der Wasserkraftenergie grundsätzlich angestrebt. Diese benötigt nur Kapital- und Material-Investierung; es werden aber keine wertvollen Stoffe (Brennstoffe) verbraucht.

#### 2. Spezielle Erläuterungen zur Tabelle.

(Beispiele.)

##### Feld I I.

- a) Mittel zur Verstärkung der Elektrizitätserzeugung.
1. Wo es möglich ist: Höherstauen von Speicherbecken und Oberwasserspiegeln bei Laufwerken.
  2. Umbau bestehender Werksanlagen unter Verwendung von Turbinen und Generatoren grösseren Wirkungsgrades.
  3. Ausbau bestehender Werke (die von Anfang an für einen späteren Ausbau vorgesehen waren).

4. Bau neuer Akkumulier- und Laufwerke.
5. Verstärkung und Ausbau der Uebertragungsanlagen.
6. Ersatz von Transformatoren mit schlechtem Wirkungsgrad durch moderne Transformatoren.
7. Zweckmässige Betriebsführung, nämlich derartiger Einsatz der Maschinengruppen und Kraftwerke (im Verbundbetrieb), dass diese mit maximalem Wirkungsgrad laufen.
8. Blindstromkompensierung.

b) Mittel zur Verstärkung der Ernährungsbasis.

1. Elektrische Trocknung von Nahrungs- und Futtermitteln.
2. Triebbeheizung für Wintergemüsebau.
3. Verschiedene landwirtschaftliche Wärmeanwendungen (z. B. Heisswasserspeicher im Stall, Erwärmung des Tränkewassers im Winter, Lagerheizung für Schweine, Futterdämpfer, elektrischer Waschherd, Moststerilisierung, Hühnerhausheizung).
4. Verschiedene motorische Anwendungen in der Landwirtschaft (z. B. Heupresse, Holzsägemaschinen, Stallklimatisierung, Pumpen, Mühlen).
5. Lebensmittelkonservierung durch Kühlung und Ozonisierung.
6. Elektromechanische Transporteinrichtungen, besonders auch im Gebirge.
7. Elektromechanische Vorrichtungen zur Feldbestellung.

Feld I II.

a) Ersatz von Brennstoffen durch Elektrizität bei Sommerverbrauchern.

Dampf- und Warmwasserversorgung in Industrie, Gewerbe und Haushalt (Kombinationsbetrieb: Sommer Elektrizität, Winter Brennstoffe).

b) Ersatz von Brennstoffen durch Elektrizität bei ganzjährigen Verbrauchern.

1. Elektrifizierung der Küchen und Warmwasserversorgungen im Haushalt.
2. Elektrifizierung von gewerblichem Wärmebedarf.
3. In der Industrie (Keramik-, Email-, Glas-, Textil-, Papier-, Filz-, Leder-, Gummi-, Nahrungs- und Genussmittel-Industrie, Chemie usw.).
4. Elektrisches Schweißen.

c) Abwärmeverwertung.

1. Anwendung von Wärmepumpen in der Industrie.
2. Kombination von thermischen Industrieanlagen mit Heizzentralen.
3. Ausnützung der Abwärme von Generatoren und Transformatoren für Heiz- und Trocknungszwecke.

d) Elektrische Verhüttung von Erzen und Metallen.

1. Alteisen und Weissblech.
2. Aluminium und Aluminiumlegierungen.
3. Kupfer- und Kupferlegierungen.
4. Nickel- und Nickellegierungen.
5. Zinn und Weissmetalle.
6. Einheimisches Eisenerz.

e) Elektrische Traktion.

1. Elektrifizierung von Dampfbahnen.
2. Trolleybus für Orts- und Ueberland-Verkehr.
3. Akkumulatorenwagen in Städten (öffentliche Verwaltungen, Haus-zu-Haus-Transporte).
4. Elektroboote.
5. Förderung des Schnellverkehrs der Schienenbahnen.

Feld I III.

a) Elektrochemie.

Elektrolyse, Glüh- und Schmelzprozesse.

b) Synthesenanlagen.

Holzverzuckerung.  
Benzinsynthese.

c) Rationeller Unterhalt der elektrischen Anlagen.

Konservierung der Holzmasten.

d) Verbesserung der Fabrikbeleuchtung.

(Erhöhung der Arbeitsleistung, Verminderung der Unfälle.)

Feld 2 I.

a) Ausbau der Uebertragungs- und Verteilnetze und Verbesserung der Inneninstallationen.

1. Normalisierung der Verteilspannungen.
2. Verstärkung der Verteilnetze.
3. Koordination der Stossfestigkeit der Anlagen.

b) Wärmepumpenanlagen

für Raumheizung und -klimatisierung.

Feld 2 II.

Ersatz des Gases

als Brennstoff durch Elektrizität, soweit Kohle und Gas auf chemischem Wege nützlichere Verwendung finden können.

Feld 2 III.

Verbesserung der Beleuchtung

in Schulen, Landwirtschaft und Heim (Leistungssteigerung, Erhaltung der Gesundheit).

Feld 3 I.

a) Entwicklung der Spezialindustrien, insbesondere auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik. Förderung des Baues von Spezialapparaten.

b) Radioentstörung der elektrischen Bahnen.

Feld 3 II.

Elektrifizierung und Verbesserung der ortsfesten Antriebsmittel.

1. Ersatz der Riemenantriebe durch Einzelantrieb.
2. Intensivierung der motorischen Antriebe in Landwirtschaft, Haushalt und Gewerbe.

Feld 3 III.

Beleuchtung der Fernverkehrsstrassen.

### E. Zur Prüfung empfohlene Anwendungen von im wesentlichen bekannten Elementen auf Grossanlagen.

1. Rationalisierung der Raumheizung (und allgemein der Wärmeversorgung) durch Heizungszentralen in Verbindung mit Wärmepumpen, in Sonderfällen vielleicht auch Gegendruckturbinen und Kombinationen<sup>2)</sup>.
2. Raumheizung mit Sommerwärme und Sommerenergie<sup>3)</sup>.
3. Ausrüstung der grossen Durchgangsstrassen mit einer Trolleybusleitung, an der private Last- und Personenwagen fahren können<sup>4)</sup>.
4. Organisation der Batterieladung von Akkumulatorenfahrzeugen.

<sup>2)</sup> Vorschlag, eingereicht von B. Jobin, Ingenieur der Schweiz. Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel.

<sup>3)</sup> Vorschlag von P. Seehaus, Ingenieur, Mitlödi, veröffentlicht im Bulletin SEV 1940, Nr. 15. Vorschlag von Prof. Dr. A. Gasser, Winterthur, veröffentlicht im Bulletin SEV 1941, Nr. 6.

<sup>4)</sup> Vorschlag, eingereicht von W. von Berlepsch-Valendas, Genf.

### F. Forschungsgegenstände.

- Akkumulierung elektrischer Energie in irgendwelchen Formen.
- Hochdruckelektrolyse.
- Herstellung und metallurgische Verwendung des Kalziums, Gewinnung von Kalzium, Magnesium und Kohlenoxyd.
- Herstellung von metallischem Beryllium.
- Synthetische Herstellung von neuen Werkstoffen, Düngern, Textilien, Treibstoffen.

### G. Kraftwerksbau.

(Hierüber folgt ein besonderer Bericht.)

### H. Schlusswort.

Sollten die nötigen Werkstoffe, z. B. Eisen, Kupfer, Aluminium u. a., nicht beschafft werden können, oder sollten die allgemeinen Voraussetzungen dieses Programms ganz ändern, dann ist der Schaffung von Ersatzstoffen alle Aufmerksamkeit zu schenken, wie überhaupt das Programm im ganzen und im einzelnen dann von Fall zu Fall und von Ort zu Ort den Verhältnissen angepasst werden müsste.

## Wirbelstromverluste in unterteilten Rechteckdrahtspulen von Transformatoren.

Von S. Lénárd, Budapest.

621.3.017.22 : 621.314.2

Für die Berechnung der zusätzlichen Kupferverluste von Transformator-Wicklungen findet man in der Literatur gute Näherungsformeln, aus welchen man aber den Einfluss der Unterteilung des Leiterquerschnittes meistens nicht deutlich genug ersehen kann. Die bekannten Rogowskischen Ableitungen über Wirbelstromverluste beziehen sich fast ausnahmslos auf Ankerwicklungen und so scheint es im Hinblick auf die Wichtigkeit des Problems der Mühe wert, eine ausführliche, aber einfache, jedoch physikalisch einwandfreie Ableitung zur Klärung der Verhältnisse anzugeben.

*Il existe de bonnes formules approchées permettant de calculer les pertes additionnelles dans le cuivre des enroulements de transformateurs, mais ces formules ne précisent pas assez l'influence de la subdivision de la section des conducteurs. Les développements bien connus de Rogowski concernant les pertes par courants de Foucault se rapportent presque uniquement aux enroulements d'induits. L'auteur estime que l'importance de ce problème justifie la recherche d'un développement simple, mais explicite et physiquement correct.*

### 1. Anordnung der Wicklung.

Übersichtshalber ist es nötig, auf den einfachsten Fall des nicht unterteilten Querschnittes zurückzugreifen, um dann die weitere Entwicklung auf der so gewonnenen Grundlage aufbauen zu können. Die Wirbelstromverluste sind durch die Verteilung der Stromdichte im Leiterquerschnitt gegeben, und, weil der Stromdichtevektor in jedem Punkt dem Wirbel der magnetischen Feldstärke gleich gesetzt wird, muss zunächst die Verteilung desjenigen magnetischen Feldes, in dem die Spulen eingebettet liegen, also die Verteilung des Streufeldes, untersucht werden.

Der erste Schritt ist die richtige Erfassung der Windungsrichtungen: die Einführung gültiger Bezeichnungen für die Scheibenspulen-, wie für die Zylinderanordnung. Eine ganz bestimmte, aus der Wicklung herausgegriffene Windung habe den Rechteckquerschnitt:

$$q = a \cdot b \text{ cm}^2$$

wobei mit  $a$  die senkrechte und mit  $b$  die zur Hauptstrefeldrichtung parallele Kante bezeichnet wird. Es sei ferner:

$m_a$  die Windungszahl in Richtung  $a$ , von 1,2... $m_a$ , also bis zu der herausgegriffenen Windung, und  $m_{a0}$  die ganze Windungszahl in derselben Richtung.

Bei der Scheibenspulen-Anordnung bedeutet dann  $m_{a0}$  die halbe (bzw. die ganze bei Doppelspulen) Zahl der Windungen pro Lage, und bei der Zylinder-Wicklung die Zahl der Lagen.

Genau so wollen wir mit

$m_b$  die Windungszahl in Richtung  $b$  bezeichnen, und zwar bis zu der betreffenden zu untersuchenden Windung, und mit

$m_{b0}$  die totale Windungszahl in derselben Richtung.

Es bedeutet dann dementsprechend  $m_{b0}$  die Zahl der Lagen bei Scheibenwicklung, und bei der Zylinder-Anordnung die Zahl der Windungen pro Lage. Fig. 1 veranschaulicht diese Verhältnisse.

Die Windungszahl 1,2... $m_a$ ... $m_{a0}$  ist gleichsinnig mit der Zunahme der magnetischen Streufeldstärke numeriert;  $m_{a0}$  liegt also im Gebiet des maximalen  $H_0$ , während alle  $m_b$ -Windungen von 1,2... $m_b$ ... $m_{b0}$  von einem gleich grossen  $H_0$  durchsetzt werden. Durch diese Bezeichnung erreicht man, dass die entwickelten Formeln für beide Wicklungsarten