

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 28 (1937)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Der Ausbau der Elektrizitätsversorgung im Freistaate Irland  
**Autor:** Costello, James C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059851>

### **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:** 03.04.2025

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

et des dispositifs appropriés éliminent l'influence des variations normales de la fréquence.

L'instrument récepteur, muni d'une échelle de 0...15 t et d'un contact d'alarme réglable, est représenté en fig. 3.

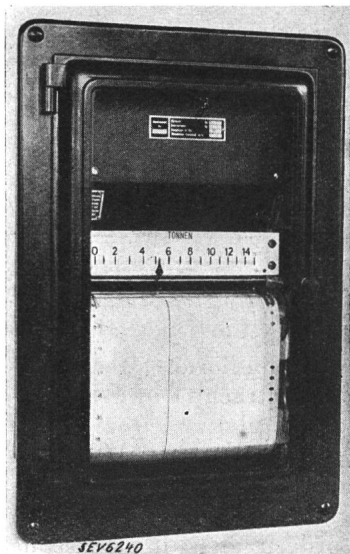


Fig. 3.  
Instrument récepteur.

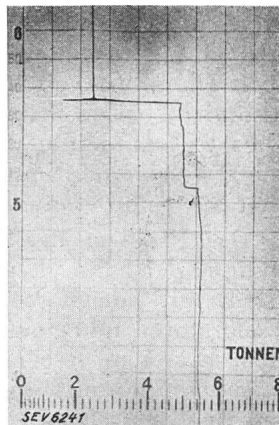


Fig. 4.  
Enregistrement.

La fig. 4 reproduit un enregistrement montrant la portée contrôlée s'allégeant brusquement de sa charge de givre pour reprendre, après des oscillations nettement visibles sur le diagramme, son état normal.

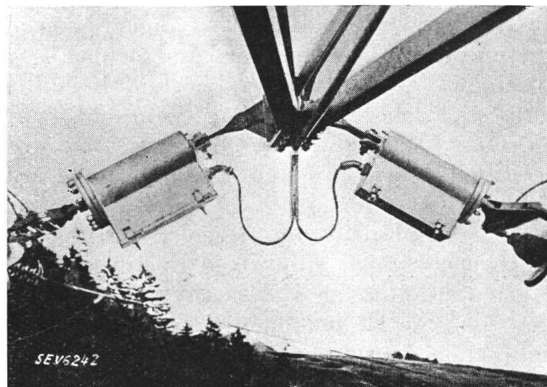


Fig. 5.  
Deux appareils transmetteurs contrôlant les deux portées d'une ligne à haute tension.

Depuis la mise en service du dispositif de contrôle qui vient d'être décrit, d'autres, du même genre, ont été installés. La fig. 5 montre deux appareils transmetteurs contrôlant les deux portées d'une ligne à HT aboutissant à un pylône d'arrêt.

## Der Ausbau der Elektrizitätsversorgung im Freistaate Irland.

Von James C. Costello, Dublin.

621.312(417)

*Es wird ein Ueberblick über die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft Irlands seit dem Jahr 1924 gegeben, d. h. seit der Zeit, da wie in England die Elektrizitätsversorgung in die Hand eines staatlichen Organs, des Irish Free State Electricity Board gelegt wurde.*

Der Freistaat Irland bietet ein interessantes Beispiel über intensiven Ausbau der Elektrizitätswirtschaft eines kleinen Landes, mit Hilfe staatlicher Mittel und der Behörde. Geleitet wird die ganze Elektrizitätsversorgung durch das «Irish Free State Electricity Supply Board» (ESB), das mit dem alleinigen Monopol für die Erzeugung und den Verkauf elektrischer Energie ausgestattet ist. Das ESB genießt spezielle Gesetze und ist mit aussergewöhnlichen Vollmachten ausgerüstet, z. B. für die Erwerbung von Land usw.<sup>1)</sup>

Die allgemeine Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Freistaate begann eigentlich erst 1924. Vor diesem Zeitpunkt hatten nur die Hauptstadt Dublin sowie die Städte Cork und Limerick gut ausgebaute Elektrizitätswerke, während die übrigen Städte im Lande nur kleinere Anlagen für Gleichstrom oder Wechselstrom verschiedener Spannungen und Frequenz besaßen. Selbst die wichtigeren Zentren und Städte waren nur teilweise elektrifiziert, bei Fehlen einer ländlichen Versorgung. Kupplungen der Werke untereinander waren unbekannt.

Im Jahre 1924 entschloss sich die Regierung, die systematische Erschliessung der Elektrizitäts-Erzeugung und -Verteilung im ganzen Lande an die Hand

<sup>1)</sup> Vgl. die ähnliche Ordnung in England, Bull. SEV 1935, Nr. 3, S. 57.

*L'auteur donne un aperçu du développement de l'économie électrique d'Irlande depuis 1924, c'est-à-dire depuis que, à l'exemple de la Grande-Bretagne, la distribution d'électricité a passé aux mains de l'Etat par la constitution de l'Irish Free State Electricity Board.*

zu nehmen. Zu diesem Zwecke wurde ein Kredit von 5 000 000 £ eröffnet, für die Errichtung einer hydro-elektrischen Anlage von vorläufig 63 000 kW am Shannon River, in Ardnacrusha, nahe der atlantischen Küste. Zugleich wurden für die Vollelektrifizierung über 300 km Uebertragungsleitungen von 110 kV mit vielen Transformatorstationen in allen wichtigen Städten und Ortschaften angelegt. Diese Anlagen wurden im Jahre 1929 dem Betrieb übergeben. Die seitherige Entwicklung ist in Tabelle I dargestellt.

Das Verteilsystem und die Transformatorstationen sind aus Fig. 1 ersichtlich. Normiert sind 110- und 38-kV-Netze. Die Verteilung erfolgt ferner mit 10 kV, mit Ausnahme von Dublin City, wo die Verkabelung mit 5 kV ausgeführt ist. Die Sekundärspannung ist überall 380/220 V, 50 Per./s, mit einziger Ausnahme von Dublin, wo die Spannung 346/200 V von früher übernommen wurde.

Die wichtigsten Erzeugungsanlagen des ESB sind in Ardnacrusha und in Pigeon House (Dublin). Im Ardnacrusha-Kraftwerk arbeiten 4 Vertikal-Turbinen, nämlich 3 Francis-Turbinen von je 21 000 kW (von Escher Wyss) und eine Kaplan-Turbine von 24 000 kW (von Voith), zusammen 87 000 kW. Vorsorge ist getroffen für die Aufstellung zweier weiterer Einheiten. Das Gefälle ist 25...30 m, die durchschnittliche Wassermenge beträgt 16,5 m<sup>3</sup>/kWh.

Tabelle I.

Betriebsjahr	Erzeugung des ESB 10 <sup>6</sup> kWh	Erzeugung in andern Werken 10 <sup>6</sup> kWh	Totalerzeugung 10 <sup>6</sup> kWh	Verkauf durch ESB 10 <sup>6</sup> kWh	Zahl der Bezuger	Durchschnittseinnahme pro kWh in Penny	Gesamteinnahme des ESB £	Gesamtkapitalinvestierung des ESB 1000 £
1928/29	—	77	77	—	—	—	—	625
1929/30	61	40	101	43	48 606	2,66	478 000	3 866
1930/31	120	16	136	86	69 045	2,06	735 000	8 341
1931/32	152	3	155	111	78 511	2,04	939 000	9 363
1932/33	166	3	169	120	83 052	2,09	1 044 000	9 425
1933/34	185	3	188	138	91 267	1,89	1 150 000	9 818
1934/35	206	3	209	157	103 037	1,92	1 258 000	10 003
1935/36	244	3	247	187	116 704	1,84	1 430 000	10 451

Generatoren und Schaltmaterial sind von Siemens-Schuckert. Das Dampfkraftwerk *Pigeon House* ist nach Ardnacrusha das wichtigste Werk. Bei dessen Uebernahme durch das ESB betrug die Leistung 28 000 kW, zusammengesetzt aus einer grösseren Zahl kleiner Einheiten, worunter einige ganz veraltet waren. Die ganze Anlage wurde erneuert. Veraltete Einheiten wurden abgebrochen, neue Kesselanlagen erstellt und Ruths-Speicher aufgestellt. Neue

wurde als einziges unverändert aus der früheren Zeit übernommen. Die Leistung beträgt 5000 kW. Es ist noch nicht entschieden, ob in einigen Jahren ein Ausbau erfolgt. Das neue hydraulische Werk am Liffey River in *Poulaphouca* soll 30 000 000 kWh jährlich liefern.

In Berücksichtigung aller derzeitigen Elektrizitätswerke beläuft sich die Gesamtleistungsfähigkeit auf etwa 200 000 kW, wodurch der Landesbedarf für längere Zeit gedeckt erscheint.

110-kV-Unterwerke sind zur Zeit 3 in Betrieb mit einer gesamten Leistung von 75 000 kVA; dazu kommen die 10/110-kV-Transformatoren von Ardnacrusha mit einer Leistung von 90 000 kVA. Die bis heute aufgestellten 110-kV-Maste sind in Stahlkonstruktion, die neueren, jetzt der Fertigstellung entgegengehenden 110-kV-Leitungen wurden auf Holzmasten verlegt. Unterstationen für 38 kV mit einer Gesamtleistungsfähigkeit von 85 000 kVA sind bereits 84 Stück in Betrieb, ohne Anrechnung weiterer 16 000 kVA der 10/38-kV-Transformatoren in Ardnacrusha und 45 000 kVA von 5/38 kV in Pigeon House. Die meisten Unterstationen sind in Innenraumbauart, mit Ausnahme von 14 Freiluftstationen. 10-kV-Transformatorstationen sind 650 im Betriebe, wovon 30 % in Freiluftausführung auf Holzmasten, 10 % in gemauerten Häuschen und der Rest in Blechkioskkonstruktion. Die Gesamtleistung der 10-kV-Transformatoren beträgt 80 000 kVA. In Dublin City sind 100 Stück 5-kV-Transformatoren in Betrieb, mit einer Gesamtleistung von 55 000 kVA. Die meisten sind in gemauerten Häuschen, wenige unterirdisch.

Im Hinblick auf die systematisch über das ganze Land durchgeführte Entwicklung der Verteilnetze wurde die Industrialisierung des Landes erleichtert, was aus Tabelle II ersichtlich ist.

Tabelle II.

Jahr	1930/31	1931/32	1932/33	1933/34	1934/35	1935/36	1936/37 geschätzt
Industrie-Motoren-Leistung in kW	22 100	27 800	34 400	39 100	44 400	51 400	65 000

In der irischen Industrie wird heute fast ausschliesslich elektrische Energie verwendet.

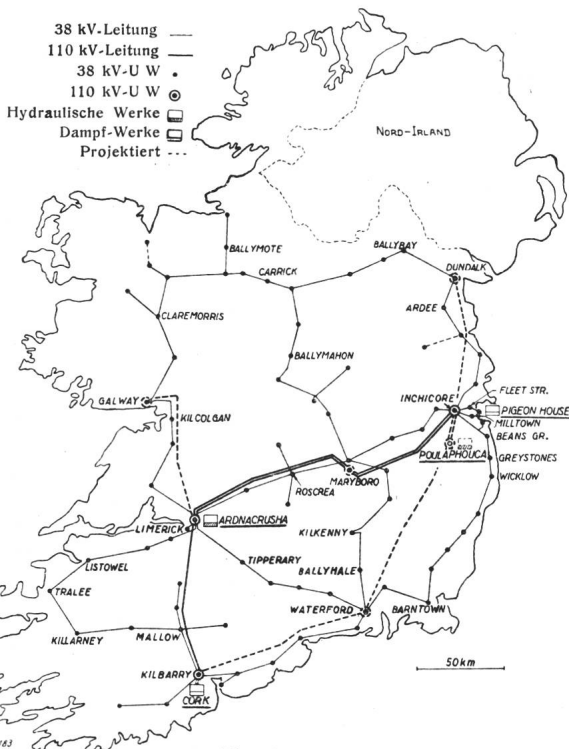


Fig. 1. Freistaat Irland. Hochspannungsleitungen.

Kühltürme und neue Turbogeneratoren wurden montiert, Fabrikate von AEG, Siemens-Schuckert und Oerlikon, wodurch die Leistung bis auf 70 000 kW gesteigert wurde, mit der Möglichkeit eines weiteren Ausbaus bis 100 000 kW. Im Zusammenhang mit dem Ausbau dieses Dampfkraftwerkes wurde in der Umgebung von Dublin eine Transformatorstation für 5/38 kV gebaut, mit einer gesamten Leistung von 45 000 kVA; diese Station ist über 38-kV-Kabel mit der Umformerstation in der Fleet Street verbunden. Das Dampfkraftwerk des ESB in *Cork*

Parallel mit der Steigerung der Energieverteilung für Industriezwecke wurde auch eine erfreuliche Absatzerhöhung für häusliche Zwecke festgestellt. Die Erhöhung des Energieabsatzes im Jahre 1935/36 gegenüber dem vorangegangenen Jahr betrug 32 % für das ganze Land, 63 % für Dublin City. Als Propagandamassnahmen kamen Veröffentlichungen in der Presse, Demonstrationsvorfürungen in voll elektrifizierten Privathäusern und speziell abgestufte Tarife zur Anwendung. Für die ersten 360 kWh innerhalb zweier Monate werden

pro kWh  $\frac{3}{4}$  d verrechnet, für jede weitere kWh nur  $\frac{1}{2}$  d. Für Warmwasserzwecke werden niedrigere Tarife gewährt, nämlich  $\frac{1}{2}$  d...  $\frac{1}{3}$  d (1 d = 0,9 Papierrappen).

Der durchschnittliche Jahresverbrauch pro Bewohner beträgt etwa 1600 kWh und pro Kopf der ganzen Bevölkerung im Durchschnitt etwa 60 kWh.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass im Rechnungsjahr 1935/36 das ESB eine Bruttoeinnahme erzielte von 1 430 000 £, wobei trotz der niederen Tarife noch immer ein Reingewinn von 310 000 £ verblieb.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### Le problème de l'élimination des dépôts de givre sur les lignes aériennes par échauffement des conducteurs.

621.315.056.5

Les essais pratiques d'élimination des dépôts de givre sur les conducteurs de lignes aériennes par fusion, c'est à dire, en provoquant un échauffement important des conducteurs en y faisant circuler un courant de forte intensité, n'ont pas toujours donné des résultats satisfaisants. Ceci peut être attribué à une connaissance insuffisante des conditions physiques qui accompagnent ce phénomène. Il peut donc paraître intéressant de soumettre ce problème à une étude systématique en l'examinant plus particulièrement au point de vue calorique.

Considérons un conducteur de ligne aérienne emprisonné dans un manchon de givre et faisons circuler dans le conducteur un courant d'intensité suffisamment grande, de manière à ce qu'il dégage, par effet Joule, une quantité de chaleur appréciable. Nous désignons par  $P_c$  cette chaleur émise en calories par unité de longueur et par unité de temps. Le givre de son côté, si mauvais conducteur de chaleur soit-il, possède néanmoins une certaine conductibilité de sorte qu'une partie de la chaleur émise par le conducteur sera transmise à travers le manchon de givre dans l'air ambiant. Cette transmission de chaleur sera fonction:

- 1) de la différence de température entre le conducteur et l'air extérieur,
- 2) du coefficient d'échange de chaleur entre le conducteur et le givre,
- 3) du coefficient de conductibilité thermique du givre,
- 4) du coefficient d'échange de chaleur entre le givre et l'air à la surface du manchon.

Pour la différence de température sous 1), on peut remarquer que le problème qui nous intéresse ne se pose que si la température ambiante est inférieure à  $0^\circ$  C. Celle du conducteur, sous l'effet de la chaleur dégagée, lui sera donc toujours supérieure, mais atteindra au maximum  $0^\circ$  C, le point de fusion du givre, ou éventuellement une température très légèrement plus élevée pour permettre l'échange de chaleur entre le conducteur et le givre. Si le conducteur est à la température de  $0^\circ$  C et que le givre commence à fondre à son contact, le coefficient d'échange dont il est parlé sous 2) sera relativement grand (métal dans un milieu liquide, eau) de sorte que toutes proportions gardées, la différence de température entre le conducteur et le givre sera faible ou même négligeable. Le givre étant un mélange d'air et de glace, sa conductibilité thermique mentionnée sous 3) sera fonction de la proportion entre ses deux constituants, donc finalement de son poids spécifique. Quant à l'échange de chaleur à la surface du manchon avec l'air ambiant, il dépendra principalement de la différence de température entre les deux milieux et de la vitesse de l'air (vent). Si l'on admet que la loi de Newton s'applique à ce cas, le coefficient correspondant, mentionné sous 4), pourra être considéré comme seule fonction de la vitesse du vent. Pour des conditions déterminées de température et de vitesse (vent) de l'air ambiant, le conducteur emprisonné dans le manchon de givre étant supposé à la température de  $0^\circ$  C, nous désignerons par  $P_p$  la chaleur perdue dans l'atmosphère, par conductibilité à

travers le givre, exprimée en calories par unité de longueur et par unité de temps. On peut alors affirmer que: si  $P_c < P_p$ , la fusion du givre sera impossible, si  $P_c = P_p$ , la durée de la fusion sera infinie, si  $P_c > P_p$ , la fusion est possible dans un temps fini, en effet, si dans ce dernier cas, nous posons  $P_f = P_c - P_p$ , la chaleur  $P_f$  aurait tendance, pour un milieu ordinaire, à porter la température du conducteur au-dessus de  $0^\circ$  C, ce qui, dans le cas particulier, n'est pas possible puisque  $0^\circ$  C est le point de fusion du givre. Tout l'excédent de chaleur  $P_f$  dont la valeur est connue, en calories par unité de longueur et par unité de temps, sera donc absorbé comme chaleur de fusion et la durée de cette fusion, jusqu'à la chute du manchon, sera déterminée dès que l'on connaîtra le poids ou le volume de givre à fondre.

Le processus de la fusion se présentera approximativement de la manière suivante: lorsque la fusion des premières couches de givre sera amorcée, le manchon commencera à descendre sous l'effet de son propre poids, comme s'il était coupé par le conducteur; ce dernier laissera derrière lui un sillon, de sorte que son contact avec le givre ne se fera que sur une partie de sa périphérie, ce dont il y aura lieu de tenir compte pour la détermination de  $P_p$ . L'eau de fusion suintera à travers le givre et se trouvera de nouveau dans un milieu à température inférieure à  $0^\circ$  C, où elle abandonnera la chaleur reçue, pour reprendre l'état solide. Il en résulte que, dans la masse même du manchon, il faudra compter avec des sources supplémentaires de chaleur comme aussi avec une perturbation de l'homogénéité du givre. Quand le manchon sera suffisamment descendu, le conducteur finira par être plus ou moins dégagé et la masse de givre tombera sur le sol. Le volume de givre à fondre pour atteindre ce but sera approximativement égal à une bande d'épaisseur équivalente au diamètre du conducteur et dont la largeur sera au plus égale à la différence entre le rayon du manchon de givre et celui du conducteur. Certes, le manchon peut ne pas être cylindrique et le conducteur peut occuper une position excentrée dans le manchon. Ce sont autant de conditions particulières dont il y a lieu de tenir compte. Il est évident, d'autre part, que le rayonnement solaire pourra avoir une influence très importante sur la durée de l'opération de fusion.

Dès que l'on veut aborder cette succession de phénomènes par le calcul, on se heurte à de grandes difficultés, à moins de faire de nombreuses hypothèses simplificatrices, dont malheureusement le degré d'approximation est assez mal déterminé. La principale difficulté réside dans le calcul de la chaleur perdue  $P_p$ . Une solution satisfaisante ne peut guère être obtenue que dans le cas où le manchon de givre est un cylindre dont le conducteur occupe l'axe. Les coefficients d'échange et de conductibilité thermique pour les conditions particulières qui nous intéressent sont fort mal, ou même pas du tout connus. C'est pourquoi la seule manière satisfaisante de chercher à résoudre l'ensemble très complexe de ce problème paraît être l'étude systématique des divers phénomènes en jeu, au laboratoire tout d'abord, sur le terrain et dans la nature ensuite. Ce double travail nous paraît présenter un intérêt suffisamment considérable pour retenir l'attention du Comité d'étude des lignes aériennes du Comité Electrotechnique Suisse. — B. Jobin, Rapport CIGRE 1937.)