

ELEKTRISCHE WECHSELSTROM-ANLAGEN.

VON

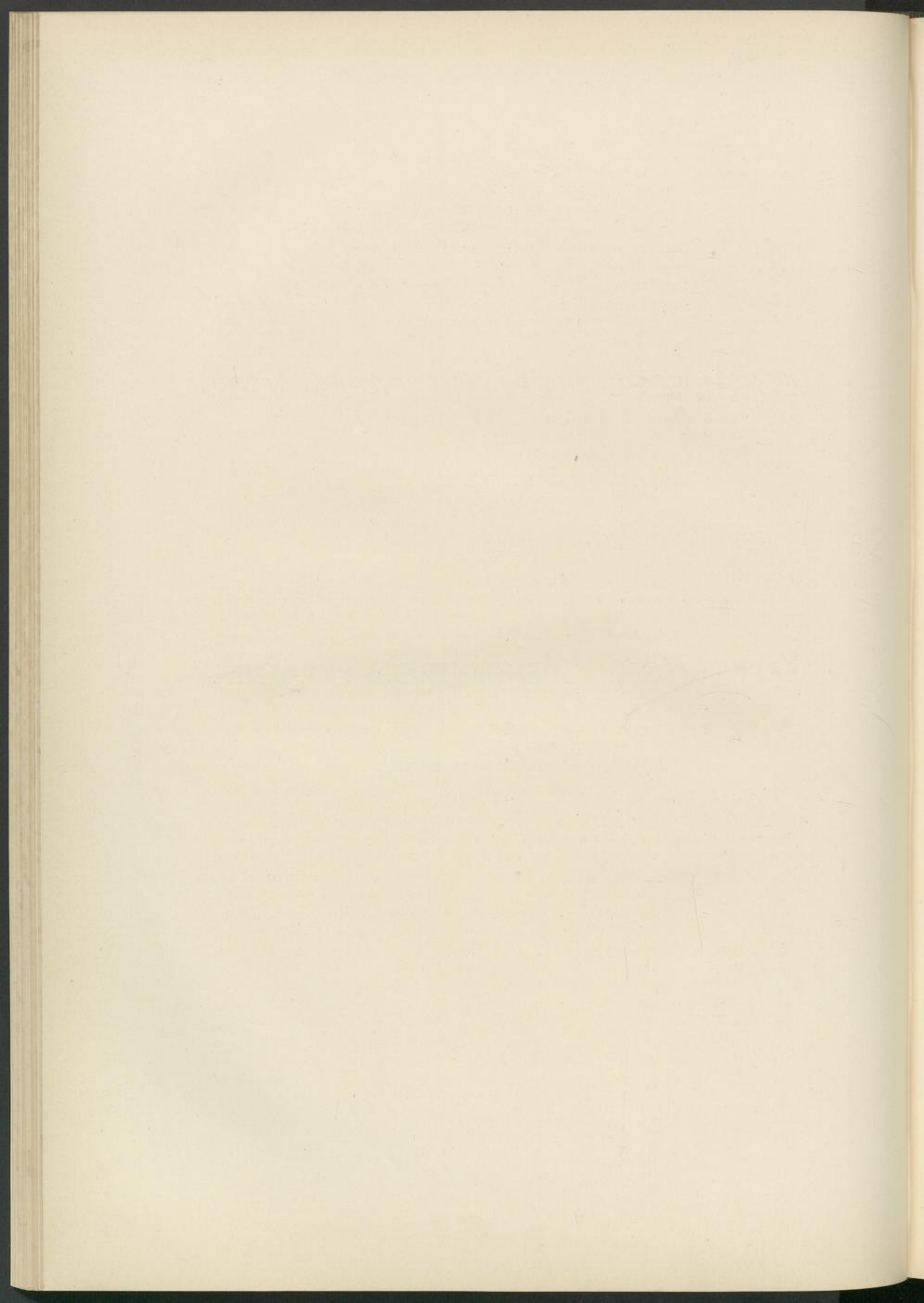
GUSTAV FRISCH,

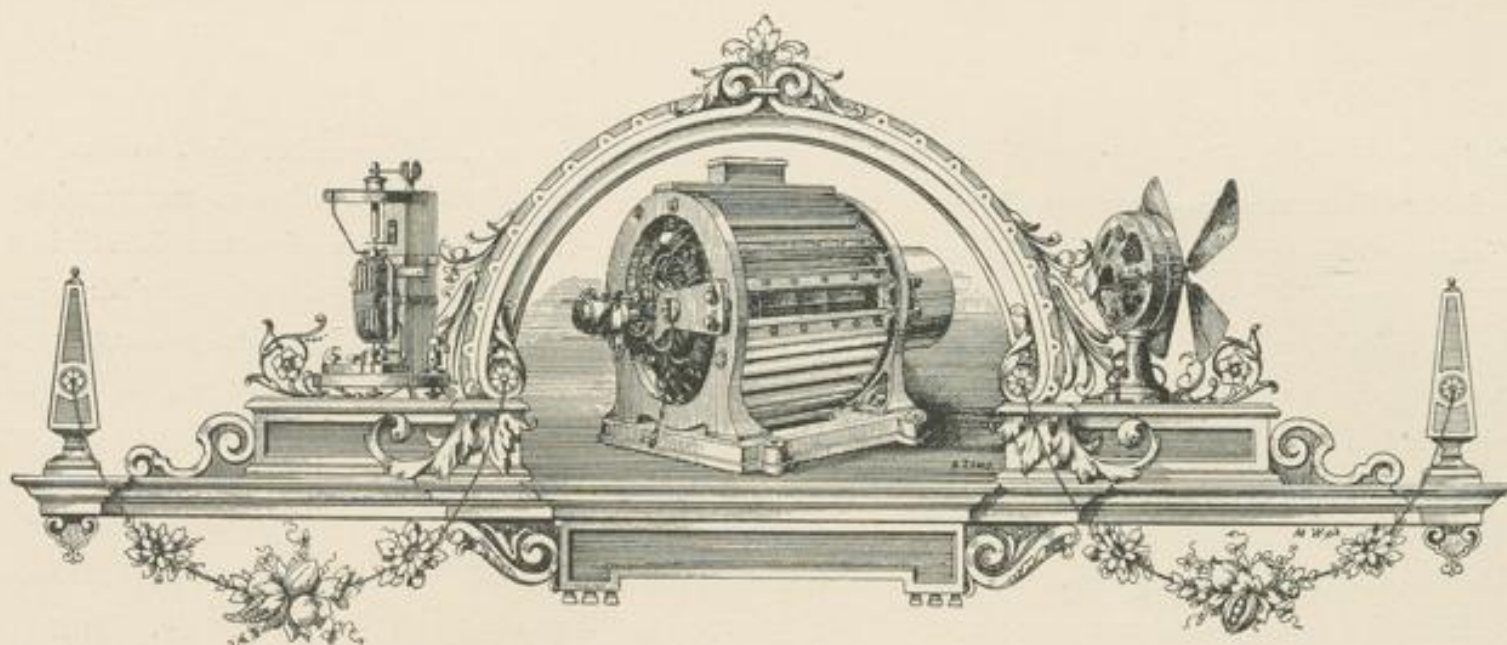
DIRECTOR DER INTERNATIONALEN ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT.

ELEKTRISCHE GLEICHSTROM-ANLAGEN.

VON

PROFESSOR CARL SCHLENK.





ELEKTRISCHE WECHSELSTROM-ANLAGEN.

VON DIRECTOR GUSTAV FRISCH.

Die Annalen unserer Industrie werden kaum von einem mit grösserem Eifer und mit schärferen Waffen geführten Wettstreit zu berichten wissen, als es jener war, der sich zwischen dem Gleichstrom- und Wechselstromsystem herausgebildet hat. Allein dieser Wettbewerb war für die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie sehr förderlich, indem trotz der früheren weitgehenden Meinungsverschiedenheiten über Werth und Bedeutung der beiden Exploitationsmethoden, wie sie das Gleichstrom- und Wechselstromsystem repräsentiren, Fortschritte und Errungenschaften erzielt wurden, wie auf keinem anderen technischen Gebiete.

Die Wechselstromanlagen gehörten bis vor etwa $1\frac{1}{2}$ Decennien zu den Seltenheiten; denn wiewohl der elektrodynamisch erzeugte Wechselstrom historisch älter ist als der elektrodynamische Gleichstrom (da ja eigentlich jede Gleichstromdynamo zunächst einen Wechselstrom erzeugt, welcher im Collector gleichgerichtet wird), so hat dennoch bemerkenswerther Weise in der ersten Zeit der Wechselstrom keine ausgedehntere praktische Verwendung finden können. Die Ursache lag darin, dass die Wirkungsweise des Wechselstromes nicht hinreichend bekannt war, und dass sich derselbe infolgedessen für wichtige Verwendungsarten (wie z. B. für Bogenlampen, Motoren etc.) als wenig brauchbar erwies.

Allein diese Verhältnisse haben sich in dem genannten Zeitraume vollständig verändert. Mit der Erkenntnis der Wirkungsweise des Wechselstromes reifte auch die Erfahrung für seine Behandlung und Verwerthung, und es wurden Constructionen für Maschinen und Apparate geschaffen, die allen Anforderungen des elektrischen Betriebes, sowohl was Oekonomie, als auch was Betriebssicherheit anbelangt, vollkommen entsprechen. Nicht ohne bedeutende publicistische Kämpfe und geschäftliche Anfeindungen vollzog sich diese Wandlung, jedoch heute gibt es wohl in Fachkreisen keine principiellen Gegner des Wechselstromes mehr; beide Stromgattungen werden vielmehr als gleichwerthig angesehen, und es besteht keine hervorragendere elektrotechnische Firma, die nicht beide Stromsysteme in Verwendung bringt. In jedem gegebenen Falle wird nunmehr untersucht, ob die vorliegenden Voraussetzungen für die Anwendung des Gleichstromes oder des Wechselstromes sprechen.

Es drängt sich nunmehr die Frage auf, welche Gründe dazu veranlassten, neben dem Gleichstrom auch noch ein zweites Stromsystem zur Geltung zu bringen, und welche Umstände von Fall zu Fall maassgebend und bestimmend sind, das eine oder das andere System zu verwenden.

Die Leitungsnetze, welche die Uebertragung der elektrischen Energie von der Erzeugungsstätte zu den Consumstellen vermitteln, müssen zur Vermeidung grosser Verluste und darüber hinaus im Interesse der Betriebssicherheit entsprechend dimensionirt werden. Insbesondere sind um so grössere

Leitungsquerschnitte erforderlich, je grösser die elektrische Energie ist, die fortgeleitet wird, und auf je grössere Entfernungen dies zu geschehen hat. Ergibt sich nun das Bedürfnis, ausgedehnte, umfangreiche Consumgebiete von einer einzigen Erzeugungsstätte zu versorgen, und wenn überdies aus öffentlichen Rücksichten die Errichtung dieser Erzeugungsstätte ausserhalb des Consumgebietes verlangt wird; oder wenn beispielsweise entfernt gelegene Wasserkräfte zum Betriebe des Elektrizitätswerkes herangezogen werden sollen, dann hätte man bei dem früheren System der Leitungsanlagen und bei der gebräuchlichen elektrischen Betriebsspannung ganz fabelhafte Kupferquantitäten benöthigt, was bei dem hohen Preise dieses Materiales einen ökonomischen Betrieb von vorneherein ausgeschlossen hätte. Es wurde daher bei grösseren und umfangreicheren Anlagen zu höheren Betriebsspannungen übergegangen, um dadurch kleinere Leitungsquerschnitte zu ermöglichen; es musste aber, da für die consumirenden Apparate beträchtlich höhere Spannungen unzweckmässig wären, die Einfachheit des Leitungssystems geopfert werden, womit man von dem Zweileitersystem zu dem Dreileiter-, Vierleiter- und Fünfleitersystem gelangte. Darüber hinauszugehen, ist ohne schädliche Complication des Betriebes nicht möglich.

Dies führte zu dem Auskunftsmittel, im Elektrizitätswerke Ströme sehr hoher Spannung zu erzeugen. Diese erfordern zur Fortleitung nur sehr geringe Leitungsquerschnitte, müssen aber an der Verbrauchsstelle in Ströme niederer Spannung umgewandelt (transformirt) werden. Eine solche Transformation ist jedoch bei Gleichstrom unökonomisch und sehr complicirt; sie erfordert Maschinen, welche einer ständigen, sorgfältigen Wartung bedürfen und die Betriebssicherheit beeinträchtigen.

Die Transformation des Wechselstromes hingegen erfolgt in ruhenden Apparaten (Transformatoren), die compendiös sind und ohne jede Bedienung selbständig, exact und ökonomisch functioniren. Es war also die Nothwendigkeit der Versorgung grosser Consumgebiete und die Ausnützung entfernt gelegener Wasserkräfte, welche die Ausgestaltung des Wechselstromsystems hervorgerufen und gefördert hat.

Bahnbrechend nach dieser Richtung war das Transformatoren-Fernleitungssystem von Zipernowsky-Déri-Bláthy, welches von der Firma Ganz & Co. mit ganz ausserordentlichem Erfolge in die Praxis eingeführt wurde.

Mit dem Fortschritte in der Herstellung verlässlicher Isolationen konnte zu immer höheren Spannungen geschritten werden, und solcherart gelangte man von einer zeh- und zwanzigfachen Betriebsspannung zur hundertfachen und darüber. Dadurch ist für die Leistungsfähigkeit von Wechselstromanlagen, soweit dies derzeit für praktische Zwecke erforderlich ist, keine Grenze gesetzt, und können selbst sehr grosse Entfernungen leicht überwunden werden.

Die meist gebräuchliche Anordnung des Transformatorensystems bei Wechselstromanlagen besteht im wesentlichen darin, dass in den Generatoren der Erzeugungsstätte Ströme hoher Spannung (bis zu etwa 5000 Volt) erzeugt werden; diese Ströme werden entweder unmittelbar in das Kabelnetz geleitet, oder, wenn noch höhere Spannungen erforderlich sind, in der Centralstation selbst zunächst auf die gewünschte Höhe hinauf transformirt. An der Consumstelle erfolgt dann wieder die Spannungsverminderung der Ströme, und zwar entweder ein- oder zweimal, je nachdem der unmittelbar in den Generatoren erzeugte oder ein in die Höhe transformirter Strom zur Verwendung gelangt. Die letzte Transformation auf die Consumbetriebsspannung geht entweder an jeder einzelnen Consumstelle vor sich (System der Einzeltransformatoren), oder sie geschieht an einzelnen Punkten des Consumgebietes, wonach der transformirte Strom in ein secundäres Leitungsnetz geführt wird, welches die Vertheilung der elektrischen Energie niederer Spannung übernimmt und vermittelt (System der Transformator-Unterstationen). Wie immer aber die Transformatoren angeordnet werden mögen, eine praktische Stromvertheilung ist nur möglich nach dem vorhin erwähnten Transformatorensystem von Zipernowsky-Déri-Bláthy unter Anwendung der Parallelschaltung der Transformatoren, beziehungsweise Transformatorgruppen, da nur in diesem Falle eine selbstthätige Spannungsregulirung bei variabler Belastung erreichbar ist. Die Wechselstromanlagen werden gegenwärtig, sofern sie vorwiegend dem Beleuchtungsbetriebe gewidmet sein sollen, für einphasigen Wechselstrom, sofern sie aber vorwiegend für Kraftbetrieb bestimmt sind, mit Benützung des mehrphasigen Wechselstromes (Drehstrom) eingerichtet.

Die Zahl der in Oesterreich im Betrieb befindlichen Wechselstromanlagen ist in verhältnismässig kurzer Zeit zu einer recht ansehnlichen herangewachsen. Abgesehen von zahlreichen kleinen Anlagen

wurden an Werken über 100 HP allein 41 ausgeführt, welche eine Gesamtleistung von 28.360 HP repräsentieren. Als Installationsfirma sind für 19 dieser Betriebe mit 22.340 HP Ganz & Co. zu nennen, während 13 Anlagen mit 3840 HP von Siemens & Halske, 9 Anlagen mit 2180 HP von der Firma Oerlikon gebaut wurden.

In den beiden folgenden Tabellen wird eine Uebersicht der grösseren Wechselstromanlagen, die gegenwärtig in Oesterreich im Betriebe oder im Baue begriffen sind, gegeben. Hiebei sind zunächst jene Anlagen berücksichtigt, welche allgemeinen und öffentlichen Zwecken dienen. Von den Privatanlagen konnten mit Rücksicht auf den begrenzten Rahmen dieses Berichtes nur jene grösseren Umfanges einbezogen werden; es mag aber erwähnt sein, dass von der Mehrzahl der elektrotechnischen Firmen in Oesterreich sogar eine bedeutende Anzahl kleinerer Privatanlagen mit Wechselstrombetrieb ausgeführt wurden.

Oeffentliche Elektrizitätswerke für Beleuchtung und Kraftabgabe.

Standort	Anwendung des Stromes	Art der Betriebskraft	Stärke der Betriebskraft in HP	Anzahl der Generatoren	Betriebsspannung in Volt	Zahl der von der Anlage gespeisten Lampen	Installations-Firma
Asch ¹⁾	Beleuchtung	Dampf	300	2	2000	. . .	Siemens & Halske
Bozen-Meran ²⁾	Beleuchtung Kraftabgabe	Wasser	2000	2	10.000 ²⁾ 3000 ³⁾	. . .	Ganz & Co.
Bielitz-Biala	Beleuchtung Kraftabgabe Bahnbetrieb	Dampf	360	2	2000	ca. 5000 Glühlampen à 16 NK.	Ganz & Co.
Innsbruck	Beleuchtung	Wasser	675	4	2000	. . .	Ganz & Co.
Karlsbad	Beleuchtung Kraftabgabe	Dampf	1200	6	2000	ca. 100.000 div. Glühlampen ca. 140 Bogenlampen	Ganz & Co.
Linz	Beleuchtung Bahnbetrieb	Dampf	480	3	2000	ca. 1000 div. Glühlampen	Ganz & Co.
Mähr.-Ostrau	Beleuchtung Kraftabgabe Bahnbetrieb	Dampf	600	2	2000	. . .	Ganz & Co.
Marienbad	Beleuchtung Kraftabgabe	Dampf	680	3	2000	ca. 3200 Glühlampen ca. 50 Bogenlampen	Ganz & Co.
Nixdorf ⁴⁾	Beleuchtung	Dampf	450	3	3000	. . .	Siemens & Halske
Pergine	Beleuchtung Kraftabgabe	Wasser	500	. .	. .	. . .	Oerlikon
Riva	Beleuchtung Kraftabgabe	Wasser	450	. .	. .	. . .	Oerlikon
Sebenico	Beleuchtung	Wasser	300	1	3000	. . .	Ganz & Co.
Triest ⁵⁾	Beleuchtung Bahnbetrieb	Wasser	900	3 ⁶⁾	2000	. . .	Ganz & Co.
Warnsdorf	Beleuchtung Kraftabgabe	Dampf	600	3	2000	ca. 6600 Glühlampen	Siemens & Halske
Weipert ⁷⁾	Beleuchtung	Dampf	140	2	2000	. . .	Ganz & Co.
Wien ⁸⁾	Beleuchtung Kraftabgabe	Dampf	11.900	17	2000	ca. 200.000 Glühlampen	Ganz & Co.
Zwettl	Beleuchtung	Wasser ⁹⁾	170 ⁷⁾	2 ⁸⁾	2000	. . .	Siemens & Halske

¹⁾ Im Bau. ²⁾ Für Bozen. ³⁾ Für Meran. ⁴⁾ Für den Bahnbetrieb gelangten drei 300 HP Gleichstrom-Generatoren zur Aufstellung. ⁵⁾ Elektrizitätswerk der Internationalen Elektrizitäts-Gesellschaft. ⁶⁾ Ueberdies ein Locomobil als Reserve. ⁷⁾ 70 HP als Reserve. ⁸⁾ Davon eine als Reserve.

Elektricitätsanlagen industrieller Etablissements für Beleuchtung und Kraftübertragung.

Industrie-zweig	Standort des Etablissements	Eigentümer des Etablissements	Nähere Bezeichnung des Betriebes	Betriebskraft der Centralanlage	Stärke der Betriebskraft in HP	Anzahl der Generatoren	Betriebsspannung in Volt	In Betrieb erhaltene Werksvorrichtungen	Installations-Firma
Bergbau	Bleiberg	Bleiberger Bergwerksunion	Bleibergwerk	Wasser	285	1	3000	Förderhaspel Bergwerkspumpen Ventilatoren Grubenbahn	Ganz & Co.
	Boryslaw	Compagnie commerciale française	Erdwachsgruben	Dampf	320	2	300	30 Förderhaspel 8 Elektromotoren	Ganz & Co.
	Briesen	Duxer Kohlenverein	Kohlenbergwerk Amalia III-Schacht	Dampf	130	1	600	Förderhaspel Fahrbare Pumpen	Siemens & Halske
	Karwin	Erzherzog Friedrich	Kohlenbergwerk Albrecht- und Hoheneggenschacht	Dampf	600	1	500	Schachtfördermaschinen	Siemens & Halske
Cellulose- und Papier-Industrie	Aichberg-Steirermühl	Actiengesellschaft «Steirermühl»	Papierfabrik	Wasser	150	1	..	Papiermaschinen Pumpen	Oerlikon
	Arnau	Eichmann & Co.	Papierfabrik	..	150	1	..	Papiermaschinen Pumpen	Oerlikon
	Gloggnitz	Actiengesellschaft «Schlöglmühl»	Papierfabrik	Wasser	230	..	..	Transmissionen	Oerlikon
	Josefsthal (Krain)	Actiengesellschaft «Leykam-Josefsthal»	Papierfabrik	Wasser Dampf	700	4	3000	Holländer Ventilatoren Papiermaschine	Ganz & Co.
	Niklasdorf bei Leoben	Brigl & Bergmeister	Cellulosefabrik	Wasser	200	1	..	Betriebsmaschinen Pumpen	Oerlikon
	Achenrain	C. Kulnitz	Messingwerk	Wasser	190	2	1000	Triowalze ¹⁾	Ganz & Co.
	Feistritz	Ferdinand Graf Egger	Draht- und Drahtstiftenfabrik	Wasser	100	1	..	Drahtzüge Drahtstiftenmaschinen	Oerlikon
Eisen- und Metall-Industrie	Floridsdorf	Wr. Locomotivfabriks-Actiengesellschaft	Locomotivfabrik	Dampf	460	2 ²⁾	280	Werkzeugmaschinen Schiebeebühnen Krahne Pumpen	Ganz & Co.
	Kapfenberg	Gebrüder Böhler	Stahlwerk	Wasser	100	1	2000	div. Betriebsmaschinen Pumpen	Siemens & Halske
	Leobersdorf	Ganz & Co.	Maschinenfabrik	Dampf	600	4	300	Werkzeugmaschinen Ventilatoren	Ganz & Co.
	Scharnstein	Redtenbacher's Wwe.	Sensenwerk	Wasser	300	1	300	Transmissionen Pollermaschinen	Ganz & Co.
	Ybbs a. D. ³⁾	Brüder Wüster	..	Wasser	480	2	3000	div. Maschinen	Siemens & Halske
	Wien ⁴⁾	K. u. k. Militär-Aerar	Arsenal	Dampf	670	2 ⁵⁾	300	Arbeitsmaschinen Krahne etc.	Ganz & Co.
	Floridsdorf	Herm. Pollak's Söhne	Spinnerei Weberei	Dampf	260	1	330	Arbeitsmaschinen	Siemens & Halske
	Innsbruck ⁶⁾	Franz Baur	Schafwollwaarenfabrik	Wasser	200	..	..	Webstühle	Oerlikon
Textil-Industrie	Kleinmünchen	Actiengesellschaft	Baumwollspinnerei und Weberei	Wasser	200	1	..	Transmissionen	Oerlikon
	Neugedein	Jirousek & Keil	Schafwollwaarenfabrik	..	220	1	1000	Selfactoren	..
	Pöchlarn	Lieser & Duschnitz	Hanfspinnerei	Wasser	500	1	300	Selfactoren Polirmaschinen Haspel Hechelmaschinen etc.	Ganz & Co.
	Maffersdorf	Frank & Co.	Bierbrauerei und Malzfabrik	..	100	1	120	div. Maschinen	Ganz & Co.
	Ziegelwerks- u. Bau-Industrie	Inzersdorf bei Wien	Wienerberger Ziegelfabriks-Actiengesellschaft	Ziegelwerk	Dampf	250	1	1500	Knetmaschinen Pumpen	Siemens & Halske
Laaerwald bei Wien		Actiengesellschaft	Ziegelwerk	Dampf	150	1	1000	Knetmaschinen Pumpen	Ganz & Co.

¹⁾ Trotz der beim Walzwerke vorkommenden starken Stöße bewährt sich die Anlage seit 1895 im ununterbrochenen Tag- und Nachtbetriebe.
²⁾ Hievon ein Gleichstrom-Generator für Beleuchtung. ³⁾ Von dieser Anlage wird auch die Stadt Ybbs, die Irrenanstalt, das Versorgungshaus etc. beleuchtet. ⁴⁾ Im Bau. ⁵⁾ Davon eine Reserve. ⁶⁾ Diese Anlage versorgt auch zum Theile die öffentliche Beleuchtung und Kraftabgabe.