

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 26 (1935)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Das Kraftwerk Rheinau : Vertragsabschluss zwischen der Stadt Winterthur, der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen, der Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, und den Nordostschweizerischen Kraftwerken A.-G., Baden  
**Autor:** Howald, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060302>

### **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>**

peraturabhängigkeit der resultierenden D. K. geringer als die des P. D. für sich allein. An Stelle des in Fig. 8, Kurve 1, erscheinenden Minimalwertes von 2,7 wird sich für das getränkte Papier etwa 3,5 ergeben. Da der Verlustwinkel des getränkten Papieres hauptsächlich durch den des Imprägniermittels bestimmt ist, gibt Fig. 8, Kurve 2, auch ein gutes Bild der Temperaturabhängigkeit des mit

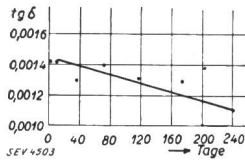


Fig. 9.  
Verlustwinkel eines mit P. D. getränkten Kondensators im Dauer-versuch bei 25° C.  
Beanspruchung des Dielektrikums:  
18,5 kV/mm, 60 Per./s.

P. D. getränkten Papieres. Es ergibt sich somit für Starkstromkondensatoren folgendes Bild. Bei Aussentemperaturen in der Gegend von  $-20^{\circ}$  C bewirken die erhöhten Verluste eine automatische Verschiebung der Arbeitstemperaturen in das stabilere Gebiet rechts von  $0^{\circ}$  C. Dabei werden die Verluste nach Massgabe des gegenüber der Aussentemperatur aufrecht zu erhaltenden Temperaturgefälles erhöht sein. Nur bei ganz extrem tiefen Temperaturen besteht die Möglichkeit, dass, solange diese andauern, der Arbeitspunkt auf der linken Seite der Verlustspitze (Fig. 8, Kurve 2) stehen bleibt, wobei dann wegen der geringeren D. K. eine Leistungsverminderung von ca. 35 bis 40 % eintritt. Zwar ist auch für gewöhnliche Mineralöle ein qualitativ ähnliches Verhalten nachgewiesen<sup>9)</sup>, doch liegen bei denselben die Temperaturen, bei welchen die anomalen Aenderungen in den dielektrischen Verlusten und der D. K. auftreten (das Gebiet der sog. anomalen Dispersion) bei noch viel tieferen Temperaturen, die praktisch nicht vorkommen. Daher sind Leistung und Verluste beim Oelkondensator durch Tieftemperaturen praktisch nur sehr wenig beeinflusst.

Die oben geschilderte Temperaturabhängigkeit schliesst die Verwendung des P. D. in solchen Kondensatoren aus, für die innerhalb weiter Temperaturgrenzen eine grosse Konstanz der Kapazität verlangt wird, wie z. B. für Gebrauch in abgestimmten Kreisen, Wellenfiltern usw.

<sup>9)</sup> Stoops, Physics, Vol. 2 (1932), S. 322.

Von Interesse ist auch der in Fig. 9 dargestellte Verlauf des Verlustwinkels bei einem Dauer-versuch bei  $25^{\circ}$  C eines mit P. D. getränkten Kondensators. Trotz der relativ hohen Beanspruchung wurde über die Versuchsdauer keine Zunahme des Verlustwinkels konstatiert<sup>10)</sup>.

In Transformatoren wird, wie schon erwähnt, eine Mischung von P. D. und Dichlorbenzol zu gleichen Teilen verwendet, die bei Zimmertemperatur die gleiche D. K. aufweist wie P. D., d. h. ca. 5. Dieser relativ hohe Wert ist im Hinblick auf die Reihenschaltung von Flüssigkeit und festen Isoliermaterialien, die fast durchwegs höhere D. K. als Oel besitzen, erwünscht, ein Vorteil, der allerdings bei tiefen Temperaturen gemäss Fig. 8, Kurve 1, dahinfällt.

Die dielektrische Festigkeit des P. D. im Vergleich zu Mineralöl geht aus Fig. 10 hervor. In Fig. 11 ist die Durchschlagsspannung eines aus Kondensatorpapier zu verschiedenen Lagendicken aufgebauten Dielektrikums dargestellt, welches das eine Mal mit Oel, das andere Mal mit P. D. imprägniert war. Die Messungen beziehen sich weiter

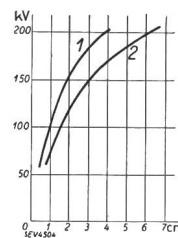


Fig. 10.  
Durchschlagsspannung bei  $25^{\circ}$  C zwischen kreisrunden Messingscheiben von 2,54 cm  $\varnothing$ .  
1 Pentachlor-Diphenyl.  
2 Mineralöl.

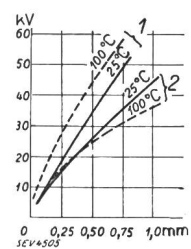


Fig. 11.  
Durchschlagsspannung von getränkten Papierlagen aus 0,008-mm-Papier aufgebaut, 1 mit Pentachlor-Diphenyl getränkt, 2 mit Mineralöl getränkt.

auf zwei verschiedene Temperaturen. Es zeigen sich mit P. D. durchwegs höhere Werte und ferner tritt, im Gegensatz zu Oel, mit der Temperaturzunahme eine Zunahme der Festigkeit ein. Nach Erfahrung kann man in der praktischen Anwendung mit der Beanspruchung mindestens 10 % über die für Oel gebräuchlichen Werte gehen.

<sup>10)</sup> Clark, Loc. cit.

## Das Kraftwerk Rheinau.

Vertragsabschluss zwischen der Stadt Winterthur, der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen, der Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, und den Nordostschweizerischen Kraftwerken A.-G., Baden.

Von W. Howald, Winterthur.

621.311.21(494)

In der Tagespresse zirkulierte kürzlich eine Notiz, wonach unter die jahrelangen Konzessionsbemühungen der Stadt Winterthur für ein Kraftwerk Rheinau der Schlussstrich gesetzt wurde, indem sich die verschiedenen Konzessionsbewerber einigten. Es dürfte von allgemeinem Interesse sein, wenn nachfolgend kurz die Entwicklung des Projektes geschildert wird, da diese Entwicklung zugleich die Fortschritte im Bau von Niederdruckwerken illustriert. Ueber

die Geschichte, welche sich um die Konzessionsbewerbung abspielte, orientiert die stadträtliche Weisung an den grossen Gemeinderat von Winterthur, der die folgenden Ausführungen zum Teil entnommen sind.

Die Gemeindeversammlung vom 7. März 1901 beauftragte den Stadtrat, zusammen mit der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen (AIAG) und der Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg, für den deutschen Anteil, die

Konzession zu erwerben. Die Pläne und das Begehren wurden im Jahre 1902 eingereicht. Das Projekt sah nach Fig. 1 ca. 500 m oberhalb der Klosterinsel ein Wehr mit 8 Öffnungen von 12 m lichter Weite vor. Das auf Kote 360.90 gestaute Wasser sollte in einem offenen Kanaldurchstich von 20 m Sohlenbreite dem Maschinenhaus an der Westseite der Halbinsel zugeführt werden. Hier waren 8 vierkränzige Francisturbinen von je 1650 kW und 3 Erregerturbinen vorgesehen. Ausbaugrösse 300 m<sup>3</sup>/s. Baukosten ca. 7 540 000 Fr.

Die anschliessenden Verhandlungen waren schleppend und langwierig. 1907 kam ein zürcherischer, 1908 ein eidgenössischer und 1910 ein badischer Konzessionsentwurf heraus, die aber nicht befriedigten. Das Projekt wurde unter-

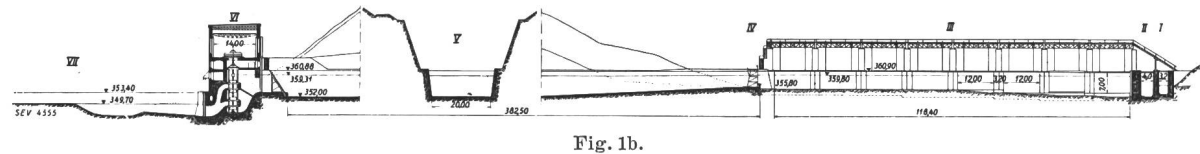
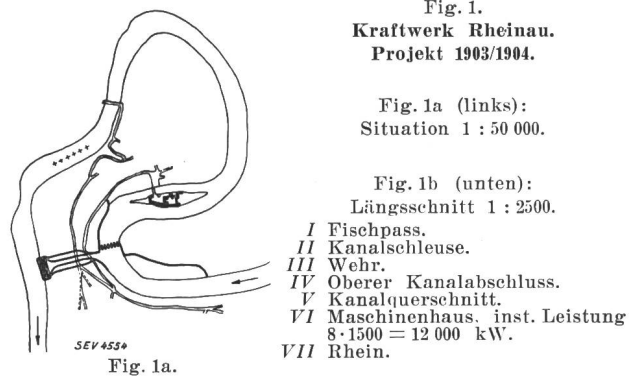


Fig. 1b.

dessen weiterbearbeitet. Speziell wurde der zweistufige Ausbau untersucht und schon 1912/13 tauchte ein Projekt Locher auf, welches in einer oberen Stufe oberhalb des Klosters den schweizerischen Anteil der Wasserkraft, in einer unteren Stufe, ca. 2,5 km unterhalb des Maschinenhauses des ersten Projektes, den deutschen Anteil verarbeiten wollte (Fig. 2). Die obere Anlage sollte ein Wehr mit 5 Öffnungen von 18 m erhalten. Quer dazu stand das Maschinenhaus mit 6 Turbinen zu 1350 kW, welche in den kleinen Rhein entwässerten. Baukosten ca. 4 900 000 Fr.

In der unteren Stufe waren Wehr und Maschinenhaus in der gleichen Axe angeordnet mit sonst ähnlichen Einrichtungen. Baukosten ca. 5 500 000 Fr.

Diese Studien wurden durch den Weltkrieg unterbrochen und konnten erst nachher weitergeführt werden.

Inzwischen liess der Nordostschweiz. Verband für Rheinschifffahrt durch Experten und eine Kommission in den Jahren 1922 bis 1925 die Verhältnisse des Rheins zwischen Eglisau und Schaffhausen für die Schifffahrt und Erstellung von Kraftwerken studieren. Nachdem auch diese Studien zum Abschluss gebracht worden waren, entschloss sich der Stadtrat, mit der AIAG das Projekt Kraftwerk Rheinau erneut aufzunehmen. Gestützt auf einen Bericht des Stadtrates vom 30. Januar 1926 erklärte der Grosse Gemeinderat durch Beschluss vom 1. März 1926 sein Einverständnis, dass der Stadtrat gemeinsam mit der AIAG Neuhausen die Studien weiterführe und die Konzession einhole.

Unterm 7. Juni 1929 reichten der Stadtrat von Winterthur, die AIAG und Schuckert in gemeinsamen Eingaben Gesuche beim schweizerischen Bundesrat und beim Bezirksamt Waldshut zuhanden der Regierung des Freistaates Baden ein, es möchte ihnen das Recht verliehen werden, am Rhein bei Rheinau eine Wasserkraftanlage gemäss einem von den Ingenieuren E. Affeltranger und Dr. J. Büchi<sup>1)</sup> ausgearbeiteten Projekt zu errichten und zu betreiben.

<sup>1)</sup> Dr. J. Büchi und E. Affeltranger: Das Projekt für ein Kraftwerk Rheinau. Bull. SEV, 1932, S. 341.

Das Projekt (Fig. 3) sah vor: Ein Stauwehr ca. 500 m oberhalb der Pflügeanstalt Rheinau, rechtwinklig zur Stromrichtung eingebaut, aus vier Schützenöffnungen bestehend, mit Stauwirkung bis zum Rheinflallbecken. Das Maschinenhaus neben dem Stauwehr auf der linken Flußseite mit vier vertikalaxigen Maschinengruppen. Die Schalt- und Transformatoranlage als Freiluftanlage auf dem linksseitigen Ufer dem Maschinenhaus vorgelagert. Für die Ableitung des Wassers aus dem Ausgleichbecken hinter dem Maschinenhaus nach dem Rhein unterhalb Rheinau einen ca. 330 m langen Ablaufstollen. Für die Wasserhaltung im kleinen Rhein und in der Rheinschleife eine Hausturbine von 2 m<sup>3</sup>/s Schluckfähigkeit. Das Kraftwerk war für die Ausnützung einer Wassermenge von 390 m<sup>3</sup>/s projektiert; die gesamte installierte Turbinenleistung war zu 36 000 kW vorgesehen. Die approximativen Kosten des Werkes wurden mit 23 Millionen Franken angegeben.

Die Gegenüberstellung der hauptsächlichsten technischen Daten der drei Projekte findet sich in Tabelle I, während in Fig. 4 dieselben graphisch dargestellt sind.

Winterthur musste bei der Behandlung dieses Konzessionsgesuches, wie schon früher, konstatieren, dass seinen Bestrebungen nach einem eigenen Kraftwerk nachhaltige Opposition gemacht wurde. Winterthur ist schon seit 1. April 1914 der Hauptabnehmer des kantonalen Elektrizitätswerkes. Es ist begreiflich, dass die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) diesen Grossabnehmer nicht gerne verlieren möchten. Es ist auch verständlich, dass der Regierungsrat die Interessen des kantonalen Werkes nach Möglichkeit wahrte. Nach einiger Zeit trat ein weiterer Gegner gegen

das Konzessionsgesuch Winterthur/AIAG und Schuckert auf, die Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK), die, unter Bezugnahme auf Art. 41 des Bundesgesetzes betreffend die Nutzbarmachung der Wasserkraft vom 22. Dezember 1916, wonach unter mehreren Bewerbern demjenigen der Vorzug gewährt wird, dessen Unternehmung für die wirtschaftliche

#### Technische Daten der Projekte Rheinau.

Tabelle I.

Projekt	1903/04	1912/13	1929
Ausbaugrösse kW	13 200	8100 8100	36 000
Zahl der Turbinen	8	6 6	4
Wassermenge m <sup>3</sup> /s	300	350	390
Verarbeitete Gefälle m	5,91 bis 11,18	2,04 bis 6,72 2,74 bis 6,2	6,7 bis 12,4
Energieproduktion kWh	75 500 000	67 500 000 67 500 000	200 000 000
Baukosten Fr.	7 540 000*)	4 900 000*) 5 500 000*)	23 000 000

\*) Diese Summen sind den seinerzeitigen Kostenvorschlägen entnommen und sind somit Vorkriegspreise.

Ausnützung des Gewässers am besten sorgt, mit Eingabe vom 31. März 1930 an den Bundesrat sich um die Konzession für das Kraftwerk Rheinau bewarben. Der Einfachheit halber und um Kosten zu sparen verzichteten die NOK auf die Einreichung eines eigenen Projektes; sie verwiesen auf das Konzessionsgesuch der Stadt Winterthur, dem das Projekt Büchi/Affeltranger zugrunde lag, und machten dessen massgebende Daten zum Bestandteil ihres Gesuches. Durch den Verlauf der folgenden Verhandlungen mit dem

Regierungsrat, den NOK und den EKZ musste der Stadtrat immer mehr zur Ueberzeugung gelangen, dass Winterthur in seinem Bestreben nach einem eigenen Kraftwerk kaum obliegen werde. Weitere Verzögerungen und Komplikationen drohten, als im Sommer 1934 bei den Bundesbehörden noch ein neues Projekt Lüscher-Lahmeyer (Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke) für ein Kraftwerk bei Ellikon als Konkurrenzprojekt zum Kraftwerk Rheinau eingereicht wurde.

Während der Zeit dieser Verhandlungen setzte zudem die Wirtschaftskrise ein. Der allgemein in Erscheinung tretende Rückgang im Absatz von industrieller Energie zeigte, dass es Winterthur beim Betriebe eines eigenen Werkes zeitweise doch schwer werden könnte, im Sommer anfallende Ueberschussenergie vorteilhaft zu verwerten oder abzusetzen. Als

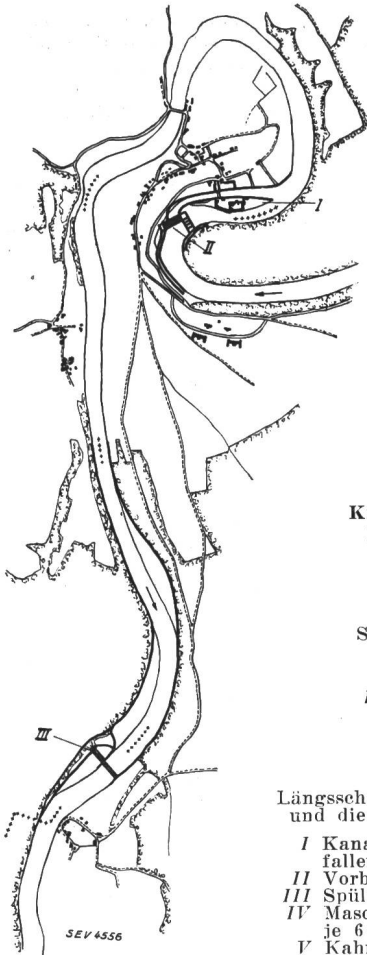


Fig. 2.  
Kraftwerk Rheinau.  
Projekt 1912/1913.

Fig. 2a (links):  
Situation 1 : 50 000.

- I Klosterinsel.
- II Obere Anlage.
- III Untere Anlage.

Fig. 2b (unten):

Längsschnitt durch die obere (oben) und die untere (unten) Anlage.

- I Kanaleinlauf mit Abschlussfallen.
- II Vorbassin.
- III Spülrinne.
- IV Maschinenhaus, inst. Leistung je 6 · 1350 = 8100 kW.
- V Kahnaufzug.
- VI Schleuse.

Fig. 2a.

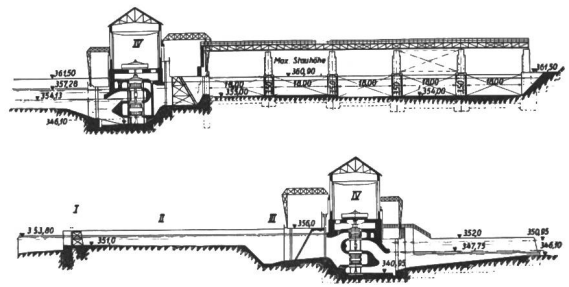
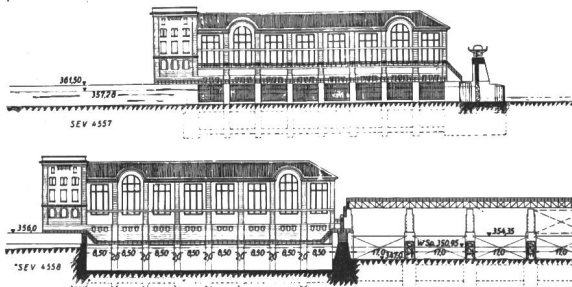


Fig. 2b.

sich dann die NOK im Laufe der Verhandlungen zu annehmbaren Zugeständnissen bereit zeigten, entschloss sich der Stadtrat im Einverständnis und mit Zustimmung seiner Partner, AIAG und Schuckert, den Eigenbau eines Werkes nur mit diesen beiden Partnern aufzugeben und sich mit den NOK, der AIAG und Schuckert vertraglich betreffend eine gemeinschaftliche Konzessionserwerbung, Gründung, Bau und Betrieb eines Rheinkraftwerkes in Rheinau zu einigen.

Durch den dem Grossen Gemeinderat zur Genehmigung vorgelegten Vertrag verpflichteten sich die vier Partner, ihre

Konzessionsgesuche zu vereinigen und gemeinschaftlich deren prompte Erledigung auf Grund des Projektes Winterthur/AIAG/Schuckert (Projekt Büchi/Affeltranger) zu betreiben.

Art. 1 und 2 enthalten Bestimmungen über dieses gemeinsame Vorgehen zur Erlangung einer Konzession. Die bisher geleisteten Vorarbeiten werden von den vier Partnern bei Annahme eines Wertes von 640 000 Fr. per 31. Dezember 1934 übernommen. Die NOK erwerben ihren Anteil, indem sie, ebenfalls mit Valuta 31. Dezember 1934, an Winterthur die Summe von 160 000 Fr. bezahlen. Ab 1. Januar 1935 erwachsende Kosten werden von allen Partnern je zu einem Viertel getragen. Sobald die Verleihung der Konzession erfolgt ist und die Partner sich über den Baubeginn geeinigt haben, gründen die Vertragsparteien eine Gesellschaft unter dem Namen «Elektrizitätswerk Rheinau A.-G.» (ERAG) mit Sitz in Winterthur (Art. 3).

Unter der Voraussetzung, dass die Erstellungskosten für das Kraftwerk Rheinau ca. 23 Millionen Franken betragen werden, wird das Aktienkapital der Gesellschaft auf 8 Millionen Franken festgesetzt, wovon jede Vertragspartei einen Viertel zeichnet. Die Art. 4, 5 und 6 enthalten weitere Bestimmungen über das Aktienkapital, den Verkauf und die Abgabe von Aktien, sowie über die Bauzinsen. Der Verwaltungsrat besteht aus 12 Mitgliedern, wovon je 3 Mitglieder auf die 4 Partner entfallen. Den Vorsitz führt im Turnus von je 2 Jahren ein von jeder Vertragspartei vorgeschlagenes Mitglied. Dieser Verwaltungsrat wählt einen Ausschuss von 4 Mitgliedern, in welchem die Vertragsparteien je mit einem Mitglied vertreten sind; ohne Stimmrecht gehört diesem Ausschuss der Präsident des Verwaltungsrates als fünftes Mitglied an (Art. 7). Das Kraftwerk Rheinau soll nach dem von Winterthur/AIAG/Schuckert ausgearbeiteten Projekt erstellt werden (Art. 8). Jede Vertragspartei hat gegen Leistung des ihr zukommenden Anteiles an den Jahreskosten Anspruch auf den ihrer Aktienbeteiligung entsprechenden Teil der jeweils verfügbaren Leistungen des Werkes, bezogen auf die gleichwertige Abgabestelle (Art. 9). Art. 10 beschreibt die Art der Jahreskosten und, soweit dies möglich ist, deren Höhe. Besonders hervorgehoben werden soll die Bestimmung, dass zu den Jahreskosten eine Dividende auf dem Aktienkapital gerechnet wird, die mindestens so hoch sein soll, dass sie die Selbstkosten der Vertragspartner für die Geldbeschaffungskosten deckt.

Durch diesen Vertrag wird also die Stadt Winterthur Mitaktionär zu einem Viertel an der Elektrizitätswerk Rheinau A.-G. und hat gemäss Art. 9 prinzipiell Anspruch auf Lieferung eines Viertels der jeweils verfügbaren Leistungen des Elektrizitätswerkes Rheinau. Durch weitere Vereinbarungen und Verträge des Stadtrates mit den NOK und den EKZ,

deren Abschluss in die Kompetenz des Stadtrates fällt und deren öffentliche Bekanntgabe aus verschiedenen Gründen nicht tunlich und statthaft ist, übernehmen die NOK nach erfolgtem Bau und Inbetriebnahme des Werkes den gesamten Winterthurer Energieanteil Rheinau in ihr Netz, wogegen sich Winterthur verpflichtet hat, die gesamte zur Versorgung der Bezüger benötigte Energie schon mit Wirkung ab 1. Januar 1935 von den NOK/EKZ zu beziehen.

Für die Versorgung der Stadt Winterthur mit elektrischer Energie kamen folgende Möglichkeiten in Betracht:  
A. Eigenbau von Rheinau durch Winterthur und AIAG.

B. Versorgung von Winterthur aus dem schweizerischen Anteil und Uebernahme des Ueberschusses durch die NOK.  
 C. Aufteilung des Schweizeranteils und selbständige Verwertung durch Winterthur und NOK.

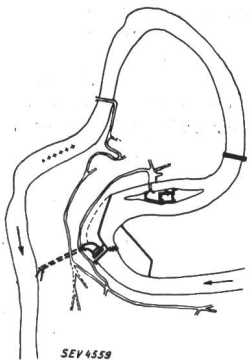


Fig. 3a.

Fig. 3.  
 Kraftwerk Rheinau.  
 Projekt 1929.

Fig. 3a (links):  
 Situation 1 : 50 000.

Fig. 3b (unten):  
 Längsschnitt 1 : 2500.  
 I Kahnrampe.  
 II Dammbalken-Lagerplatz.  
 III Wehr.  
 IV Maschinenhaus, inst. Leistung 4 · 10 000 = 40 000 kW.  
 V Einlauf.  
 VI Stollenquerschnitt.  
 VII Dammbalken-Abschluss.  
 VIII Rhein.

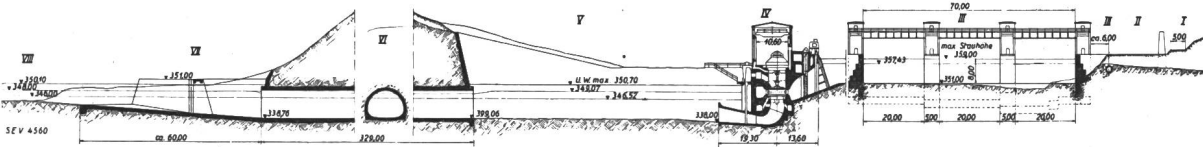


Fig. 3b.

D. Uebernahme des gesamten Schweizeranteils inkl. Jahreskosten durch NOK und Versorgung von Winterthur zu Äquivalenzpreisen.

Diese vier Möglichkeiten wurden genau und sorgfältig in ihren finanziellen Konsequenzen für Winterthur durchgerechnet. Es ergaben sich für die Energiekosten folgende Vergleichszahlen, wobei die Daten in Prozenten des Bezuges

von 30 Millionen kWh ausgedrückt sind und Projekt D als Basis genommen wird:

Lösung	Bezug von		
	30 · 10 <sup>6</sup> kWh	40 · 10 <sup>6</sup> kWh	50 · 10 <sup>6</sup> kWh
A	138,5	139,5	150,6
B	123,5	129,5	147,0
C	97,0	119,1	150,8
D	100,0	121,5	145,2

Die Lösung C, Eigenbezug und Eigenverwertung des Viertels der Energie des Werkes Rheinau durch Winterthur, wäre theoretisch zahlenmässig die günstigste Lösung. Dieses Prädikat verdient sie indessen nicht vom betriebstechnischen Standpunkt aus. Die Lösung D, die nur unwesentlich von der zahlenmässig günstigeren Lösung C abweicht, bietet für Winterthur betriebstechnisch den überaus gross und hoch einzuschätzenden Vorteil der Zusammenschaltung mit dem NOK-Netz in Töss, wo die 150 kV-Leitungen von Löntsch und Wägital und von Beznau-Ryburg-Eglisau zusammenlaufen. Ein Bezug aus dieser von verschiedenen Seiten gut

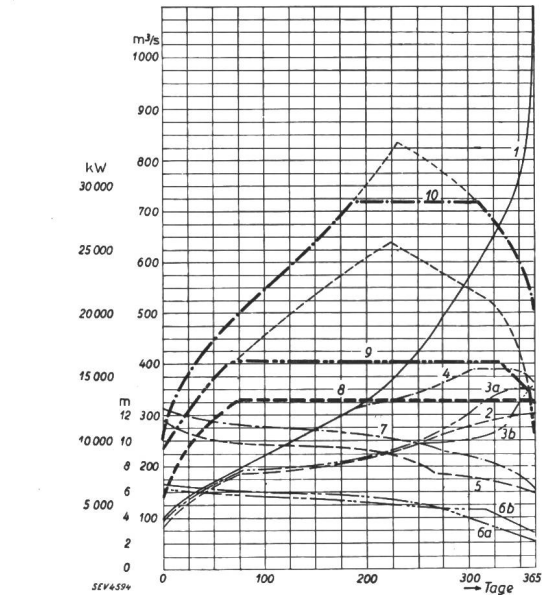


Fig. 4.

Kraftwerk Rheinau.

Vergleich der Leistungspläne für die drei Projekte.

- 1 Abflussmengen des Rheins (Mittel am Pegel Nol) 1906—1925.
- 2 Ausgenützte Wassermenge, Projekt 1903/04.
- 3a " " " " 1912/13, obere Stufe.
- 3b " " " " 1912/13, untere Stufe.
- 4 " " " " 1929.
- 5 Nettofälle, Projekt 1903/04.
- 6a " " " " 1912/13, obere Stufe.
- 6b " " " " 1912/13, untere Stufe.
- 7 " " " " 1929.
- 8 Leistung ab Turbine, Projekt 1903/04.
- 9 " " " " 1912/13, beide Stufen.
- 10 " " " " 1929.

gespriesenen Zentralstelle ist hinsichtlich der Sicherheit konstanter Lieferungsbereitschaft viel vorteilhafter als der Bezug ab einer nur Winterthur dienenden Zuleitung von Rheinau nach Winterthur. Bei der Lösung C müsste nämlich ein Separatbetrieb ab der Turbine in Rheinau durchgeführt werden. Es müsste daher in Winterthur entweder eine volle Reserve aufgestellt oder dann mit einem anderen Energielieferanten, z. B. doch wieder mit den NOK/EKZ ein Reserve-Energielieferungsvertrag abgeschlossen werden. Die dafür aufzuwendenden Kosten sind mit ca. 100 000 Fr. in den oben aufgeführten Vergleichszahlen nicht mitberücksichtigt. Dieser Betrag hebt aber die Differenz in den Kosten zwischen C und D auf. Der Bezug der elektrischen Energie nur aus dem NOK/EKZ-Netz enthebt die Stadt auch des Risikos der Absatzmöglichkeiten von im Ueberschuss angelieferter Energie aus einem eigenen Werke sowie des Zwanges des Anschlusses an ein anderes Werk zur Deckung der fehlenden Energiemenge. Diese Ueberlegungen zeigen, dass die Lösung D doch als die wirtschaftlichste zu bezeichnen ist.

Mit dem Abschluss dieses Vertrages wird auf ein Stück seit 1890 erstrebter Selbständigkeit der Stadt Winterthur in der Elektrizitätsversorgung endgültig verzichtet. Dieses Opfer bringt die Stadt Winterthur in der Ueberzeugung, damit dem allgemeinen Landesinteresse zu dienen. Die Entwicklung drängt auf eine möglichst rationelle Zusammenfassung und Verwertung der verfügbaren Wasserkräfte. Eine grosse, alles oder doch möglichst viel umfassende Organisation wird in der Wasserwirtschaft der allgemeinen Volkswirtschaft grössere Dienste leisten als eine grosse Zahl von kleineren, selbständigen Kraftwerk-Unternehmungen, zumal noch dann, wenn es sich, wie bei den NOK/EKZ um Gebilde mit halb öffentlich-rechtlichem Charakter handelt. Dieser Ueberlegung muss Winterthur sein Bestreben nach Selbständigkeit in der elektrischen Energieversorgung opfern. Das Opfer darf gebracht werden, da es von Winterthur keine Beeinträchtigung in wirtschaftlicher Beziehung verlangt. Dadurch, dass Winterthur mit einem Anspruch auf ein eigenes Werk hat auftreten können, erreichte es, dass seine Elektrizitätsversorgung für die Zukunft zu Bedingungen sichergestellt ist, die bezüglich Sicherheit der Deckung des Bedarfes und bezüglich des Preises den Verhältnissen bei einem Eigenbau ebenbürtig sind. Bedeutend günstiger aber ist noch der Umstand zu werten, dass die Energieversorgung zu diesen günstigen Bedingungen schon ab 1. Januar 1935 in Erscheinung tritt, während die billigeren Gesteungskosten beim Bau eines Eigenwerkes (billiger als zu den bisherigen tatsächlichen Verhält-



nissen) noch recht lange nicht zur Auswirkung gelangen würden.

Die Beteiligung mit einem Viertel Anteil an der Elektrizitätswerk Rheinau A.-G. ist für Winterthur finanziell als gute Kapitalanlage, im übrigen als die rechtliche Bindung

der NOK zur Einhaltung der übernommenen Verpflichtung der Energielieferung an Winterthur aufzufassen.

Der Grosse Gemeinderat Winterthur genehmigte diesen Vertrag am 18. Februar 1935. Von den übrigen Partnern ist der Vertrag schon vorher ratifiziert worden.

## Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren.

Von der Materialprüfanstalt des SEV (M. Dick), Zürich.

621.396.823 : 621.315.62

*Es wird ein neues Messverfahren zur Untersuchung der Radiostörwirkung von Hochspannungsisolatoren angegeben, das sich des Siemensschen Störmessplatzes bedient. Die Störwirkung wird dadurch beurteilt, dass der Isolator durch Messung des hochfrequenten Kurzschlußstromes und der Leerlauf- und Maximalspannung als Hochfrequenzgenerator charakterisiert wird. Die normale Anschlussart eines Störers, bei welcher die Stromversorgung über den Störmessplatz erfolgt, kann hier wegen den hohen Spannungen nicht angewendet werden. Mit Hilfe eines Hochspannungskondensators gelingt es indessen, die Hochspannung vom Störmessplatz fernzuhalten, ohne dass dadurch die hochfrequenzmässige Verbindung beeinträchtigt wird. Die Messung der Leerlauf- und der Maximalspannung wird durch das ungünstige Widerstandsverhältnis zwischen Innenwiderstand des Isolators und Resonanzwiderstand des Belastungskreises erschwert. Die richtigen Messwerte können jedoch rechnerisch ermittelt werden.*

*Die charakteristischen Störwerte des Isolators sind von der Untersuchungs-Hochfrequenz und der angelegten Hochspannung abhängig. In Funktion der Hochspannung beginnt die Störwirkung bei einer gewissen Spannung, der sog. Störeinsatzspannung und nimmt bei höheren Spannungen stetig zu. Der Innenwiderstand bleibt jedoch konstant. In Abhängigkeit der Hochfrequenz bleibt umgekehrt der Kurzschlußstrom praktisch konstant, wogegen der Innenwiderstand und damit auch die Leerlaufspannung wegen des überwiegend kapazitiven Widerstandes mit fallender Frequenz zunimmt.*

Seitdem die Entwicklung von Massnahmen zur Bekämpfung der durch Starkstromapparate verursachten Radiostörungen einen gewissen Abschluss erreicht hat, werden mehr und mehr auch jene Störer in den Betrachtungskreis einbezogen, die rein zahlenmässig weniger oft zu Klagen Anlass geben. Zu diesen gehören unter anderen die Isolatoren von Hochspannungsleitungen. Während bei den Starkstromapparaten die Entstörung im allgemeinen mit Hilfe von Kondensatoren und Drosselspulen erreicht werden kann, verlangen die Hochspannungsisolatoren ganz spezielle Massnahmen, die von den üblichen weitgehend abweichen. Die Untersuchung der Störungserscheinungen erfordert zufolge der Eigenart der Isolatoren auch besonders angepasste Untersuchungsapparaturen. Zu Beginn dieser Entwicklungen begnügte man sich mit einer einfachen Messapparatur, bestehend aus einem Rahmenempfänger, der in der Nähe des zu prüfenden Isolators in der Hochspannungs-Prüfanlage aufgestellt war und die Störintensität in einem willkürlichen Mass zur Anzeige brachte. Heute, wo mit Rücksicht auf die Allgemeingültigkeit und Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse verschiedener Laboratorien eine Messung mit den internationalen Einheiten angestrebt werden muss, genügt diese Messmethode nicht mehr.

*L'auteur indique un nouveau procédé pour mesurer l'effet perturbateur d'isolateurs à haute tension à l'aide du poste fixe de Siemens. L'effet perturbateur est caractérisé par l'assimilation de l'isolateur à un oscillateur à haute fréquence, dont on mesure le courant de court-circuit, ainsi que la tension à vide et la tension maximum. Dans ce cas particulier, étant donné la tension dangereuse, il n'est pas possible d'utiliser le raccordement normal de l'objet perturbateur à la source, à travers le poste de mesure. Toutefois, avec le secours d'un condensateur approprié, on arrive à maintenir la haute tension à l'écart de l'appareil de mesure, sans altérer en rien le circuit à haute fréquence de l'objet à essayer. Le rapport défavorable entre la résistance interne de l'isolateur et la résistance de résonance du circuit de charge suscite bien quelque difficulté lors de la mesure des tensions à vide et maximum, mais les valeurs exactes peuvent se déduire par le calcul.*

*Les valeurs perturbatrices caractéristiques de l'isolateur dépendent de la haute fréquence examinée et de la haute tension appliquée. Porté en fonction de cette tension, l'effet perturbateur commence à se manifester pour une valeur bien déterminée, à partir de laquelle il croît régulièrement; cependant la résistance interne demeure constante. Inversement, en fonction de la haute fréquence, le courant de court-circuit reste pratiquement invariable, tandis que la résistance interne — et par conséquent aussi la tension à vide — augmentent quand la fréquence diminue, à cause de la résistance surtout capacitive.*

### Untersuchungsmethodik.

Im Anschluss an die Einrichtungen für die üblichen Messungen an radiostörenden Starkstromapparaten wurde in den Technischen Prüfanstalten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, die sich auch mit der Untersuchung von Hochspannungsisolatoren befassen, ein neues Messverfahren entwickelt, das den zu stellenden Anforderungen gerecht wird. Es sei hier kurz darauf eingegangen.

Bei einem normalen radiostörenden Starkstromapparat besteht das Problem wie beim Hochspannungsisolator darin, das Verhalten als Störer durch möglichst wenig Messungen vollständig festzulegen. Dieses Ziel wird dort erreicht durch ein Messverfahren, das als Suchfrequenzverfahren bezeichnet wird<sup>1)</sup>. Bei jeder einzelnen Untersuchungsfrequenz genügt die Messung von drei verschiedenen Werten zur Charakterisierung des Störers als Hochfrequenzgenerator, bei dem zwischen Strom und Spannung eine lineare Beziehung besteht. Als solche können die Grössen der Leerlaufspannung, der Maximalspannung und des Kurzschlußstromes durch entsprechende hochfrequente Belastung mit einem Schwingungskreis mit einfachen Mitteln gemessen werden. Aus diesen Messungen können die beiden

<sup>1)</sup> Näheres siehe Bull. SEV 1934, Nr. 25, S. 715.