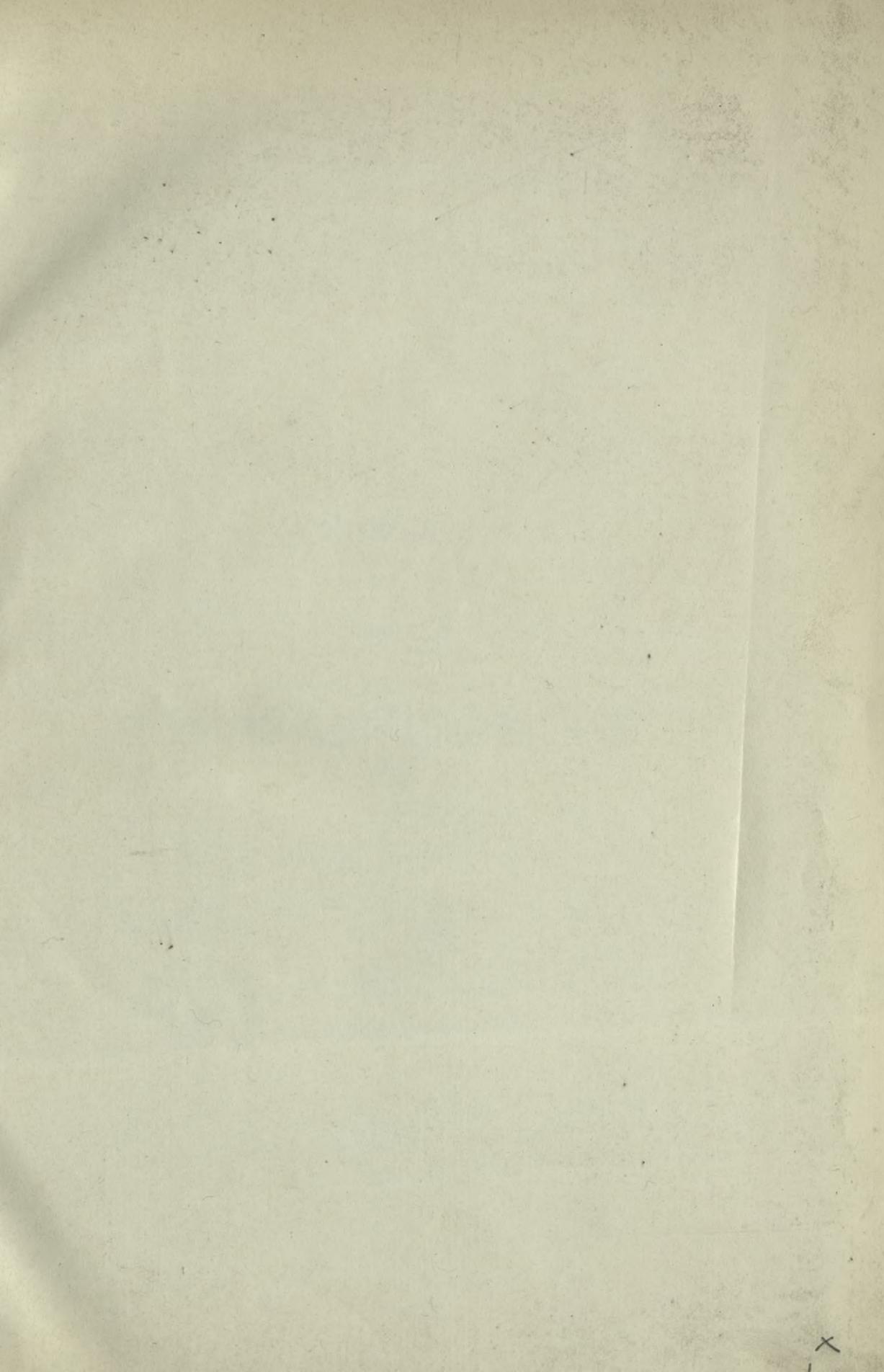


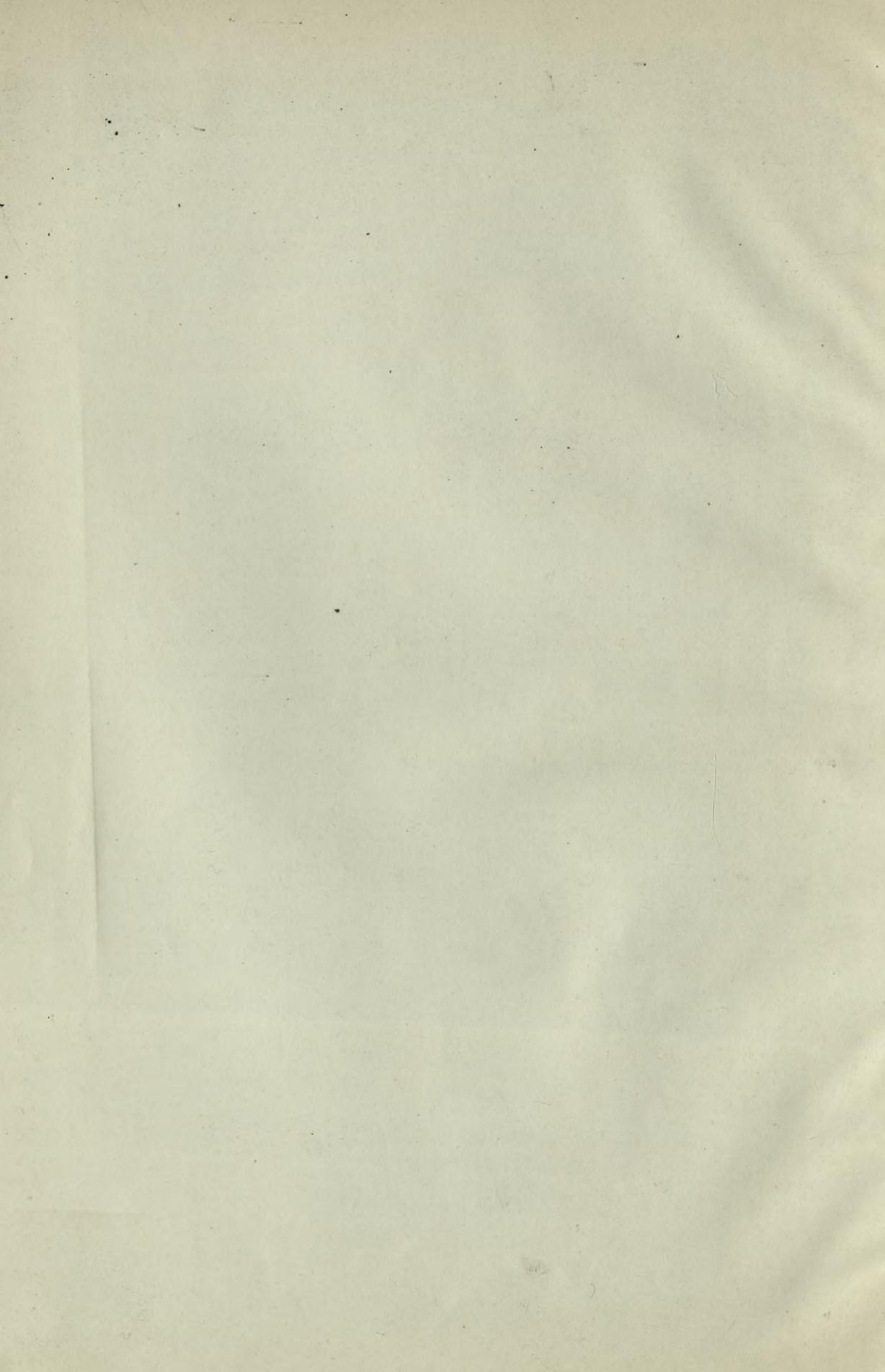
4440971

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305649





Wehranlage

und

Elektrizitätswerk Untertürkheim



# Wehranlage

und

# Elektrizitätswerk Untertürkheim

Nach amtlichen Quellen bearbeitet von

**Wilh. Müller**

Ingenieur

Mit 14 Abbildungen, Tabellen, 1 Lageplan und 3 Tafeln.

9/112

*№ 24968.*



HANNOVER

Verlag von Gebrüder Jänecke

1902

*M. 74*

Nachdruck verboten.



III 33399

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

Das neue in den Jahren 1900/02 erbaute Gemeinde-Elektrizitäts- und Wasserwerk bezweckt die Ausnutzung der Wasserkraft des Neckars bei Untertürkheim.

Wie bekannt, ist ein bedeutender Teil der Untertürkheimer Markung periodisch grosser Schädigung durch Hochwasser und Eisgang ausgesetzt. Von Seiten der Kgl. Ministerialabteilung für Strassen- und Wasserbau wurden im Laufe der Zeit genaue Erhebungen über die Ursachen der unheilvollen Eisgänge angestellt und Vorschläge zur Vermeidung derselben ausgearbeitet. Man hat ermittelt, dass wirksame Abhilfe nur erzielt werden kann durch Änderung bzw. Beseitigung der festen Stauanlagen und Ausführung eines beweglichen Wehres, sowie durch Erhöhung der niederen Uferstellen und Verlängerung der bestehenden Schutzdämme zu beiden Seiten des Neckars bei Wangen und Untertürkheim bis zum Berger Wehr.

Für das hierüber entworfene generelle Projekt musste nun eine Vereinigung angebahnt oder versucht werden, die beteiligten Werksbesitzer zu einem Verzicht auf ihre Wasserkraft zu Gunsten der Gemeinde zu bewegen.

Von dem hydrographischen Bureau in Stuttgart ist die Wasserkraft der zunächst liegenden Fabriken von Straus & Co. zu 70 theoretischen oder im Jahresmittel zu 53 effektiven Pferdekraften, diejenige von Behr & Vollmüller zu 25 Pferdekraften berechnet worden. Der verhältnismässige Anteil der einzelnen Werke war bei verschiedenen Wasserständen verschieden und schwer zu begrenzen. Die Verhandlungen mit den Werksbesitzern bezüglich Abtretung der Wasserkraft waren schwierig, haben aber — dank der Bemühungen des rührigen Ortsvorstandes, Herrn Schultheiss Fiechtner — doch endlich zu einem für beide Teile befriedigenden Abschluss geführt. Die Wasserkraft wurde samt den Kanälen unter folgenden Bedingungen abgetreten:

Soweit es sich um Grundareal handelte, fand eine Ausgleichung im Tauschwege unter dem Gesichtspunkte der Gleichwertigkeit der betreffenden Objekte statt. Für die abgegebene Wasserkraft hat die Gemeinde während der Dauer von 100 Jahren unentgeltlich elektrische Energie zu liefern, jedoch nur während der normalen Betriebszeit.

Es muss hierbei vor allem berücksichtigt werden, dass allein durch den Verzicht der Werksbesitzer auf ihre Anteile die Möglichkeit geboten war, die bisher getrennten Wasserkraften von zusammen 120 PS. zu vereinigen und auf eine Wasserkraft von 400—700 PS. effektiv zu erhöhen. Mit dem Erwerb der Mahlmühle von Ludmann war die Grundlage geschaffen, ohne sie wäre die Gemeinde nicht Mitteilhaberin an der Wasserkraft des Neckars und in der Folge nicht Besitzerin eines bedeutenden Kraftwerkes geworden, das geeignet ist, ihr einen Aufschwung in gewerblicher und allgemeiner Beziehung zu bringen.

## I. Wasserbaulicher Teil.

Durch Anlegung des Motorenhauses neckarabwärts 160 m unterhalb der Untertürkheimer Brücke, durch Führung eines einheitlichen Werkskanals, Entfernung der ober- und unterhalb der Brücke bestehenden Zeileneinbauten und Stauung des Wasserspiegels um weitere 0,57 m mittels eines beweglichen Wehres liess sich ein Gefälle von 2,80 m gewinnen. (Siehe Figur 1 und 2 und Lageplan Tafel I.)

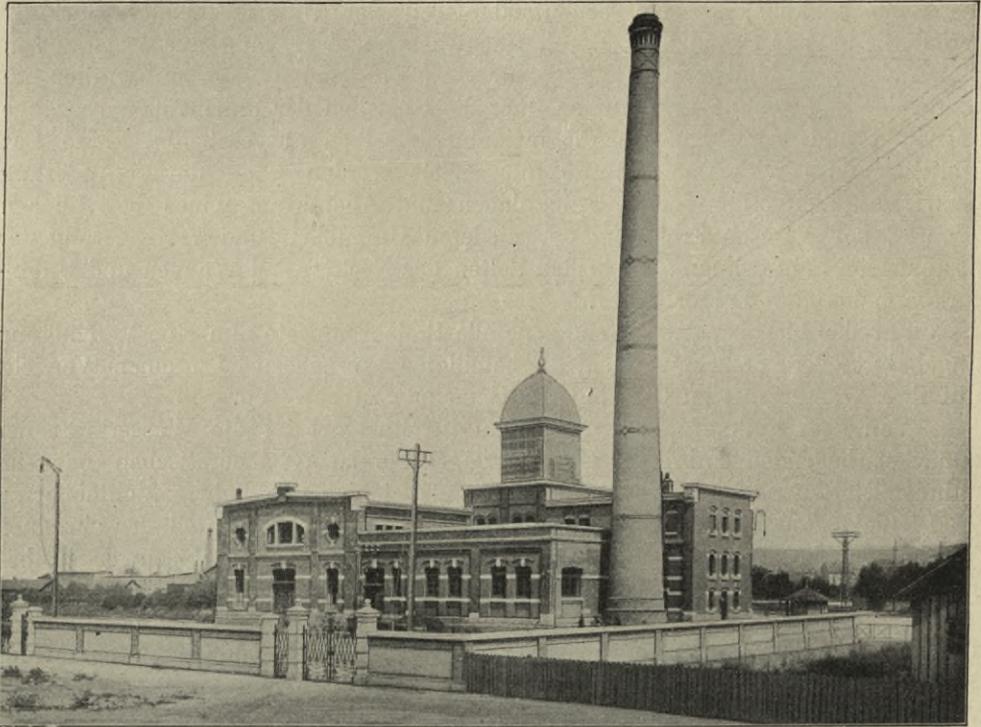


Fig. 1. Gemeinde-Elektrizitäts- und Wasserwerk Untertürkheim (Vorderansicht).

Mit dem Bau des Wehres wurde im Jahre 1900, mit Ausführung des Maschinenhauses im Frühjahr 1901 begonnen.

Das bewegliche Wehr ist als eiserner Fachwerksträger mit drei Öffnungen zu je 28,80 m Stützweite auf Rollenlager konstruiert; die Trägerhöhe beträgt 3,40 m. Zwei Abteilungen haben 9 Felder mit je 3,20 m Weite, in der dritten Stegöffnung liegt die 5 m weite mit mechanischer Auslösevorrichtung versehene Grundablassfalle, ferner der Oberkanal und die dazwischen liegende Landzunge (Fig. 3.)

Das Wehr selbst besteht aus 18 Öffnungen; jede Schützentafel hat 3,10 m Breite und 1,50 m Höhe. Ein Laufsteg dient zur Bedienung der Fallen. Letztere sowie die Ständer sind mit Zahnstangen ausziehbar und für den höchsten be-

kannten Hochwasserstand vom Jahre 1824 berechnet. Bei Hochwasser werden zuerst die Fallen aufgezogen, bei Eisgang auch die seitlichen Führungspfeiler, so dass der ganze Durchflussquerschnitt frei wird. Die Konstruktion des Wehres ist aus den Tafeln II und III ersichtlich. Die grösste Durchflussmenge betrug früher etwa 980 cbm in der Sekunde, kann jedoch unter den heutigen Querschnittsverhältnissen bis auf rd. 1200 cbm in der Sekunde ansteigen.

Zur Hebung der Schützen sind je 2 Mann, für die Ständer je 1 Mann erforderlich. Beim Aufziehen der Schützentafern beträgt der Kurbeldruck 12 kg; die ganze Konstruktion ist in solcher Stärke aufgeführt, dass bei 1 m Über-

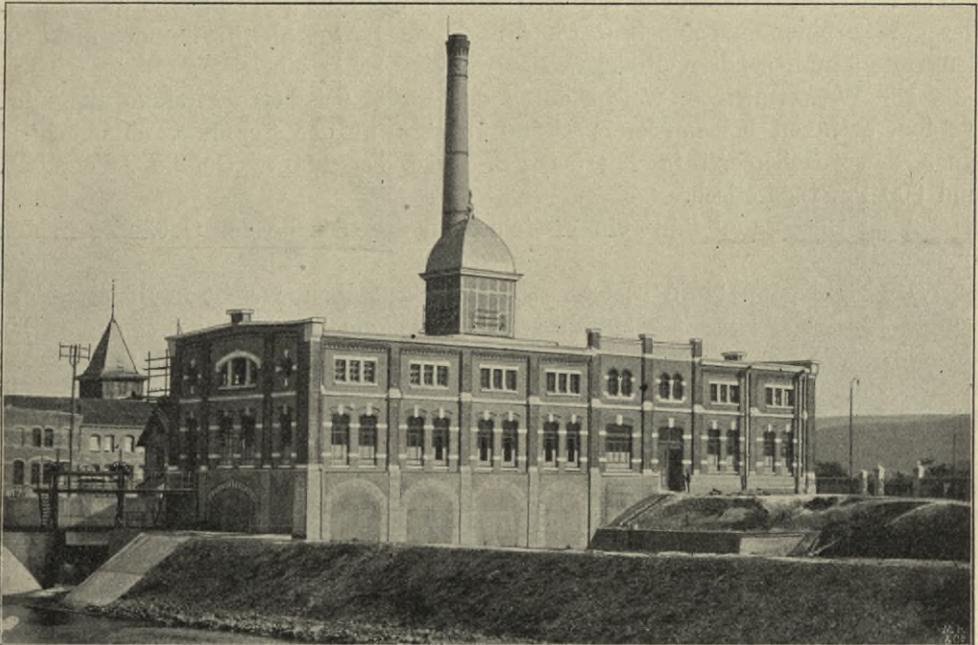


Fig. 2. Ansicht der Maschinenhalle vom Ablaufkanal aus.

strömung über die Tafeln die Vorrichtung noch regelmässig wirken kann. Die Öffnung des Wehres soll erfolgen, wenn die Überflutung der Fallen über der Oberkante ca. 3 cm beträgt.

Der in Zement gepflasterte Wehr- und Abflussboden ist auf die ganze Länge der künftig anstossenden Brückenpfeiler ausgeführt und die gesamte Breite von Wehr- und Grundablass durch drei Spundwände eingefasst. Der Wehrsteg wurde unter Berücksichtigung der später neu zu erbauenden Strassenbrücke ausgeführt und zwischen die oberen zu diesem Zwecke verlängerten Pfeilerköpfe der bestehenden Brücke eingebaut.

Für die mit Sorgfalt und möglicher Sparsamkeit ausgeführte Wehrkonstruktion wurden ca. 60 t Eisenkonstruktion für den Wehrsteg aus Flusseisen und ca. 36 t Maschinenteile für die Windwerke verwendet, wobei im

Durchschnittspreis für die Windwerke auch die Lieferung von Stahlguss-triebbrädern, Stahlachsen und Lagerschalen aus Bronze mit enthalten war.

Die Kosten der Wehrkonstruktion stellen sich einschliesslich der hölzernen Fallentafeln auf rd. 50 000 Mk. —

Der Oberkanal zweigt auf der linken Seite des Neckars 27,50 m oberhalb der Wehrfallen, am linken Ufer, von Betonmauerwerk eingefasst, ab, der trichterförmige Einlauf verringert sich auf eine durchschnittliche Kanalweite von 14 m, die Kanallänge beträgt 280 m, die Wassertiefe ist auf 1,70 m bemessen. Die Sohle wurde betoniert, das Gefälle derselben zu 0,6 ‰ festgesetzt.

Der Unterkanal ist in einer Breite von 22 m und einer Länge von 140 m mit einer Wassertiefe von 1,10 m und zwar ohne Sohlengefälle ausgeführt. Der am Turbinenhaus angebrachte, 4 m breite Leerschuss mündet nicht in den Unterkanal, sondern direkt wieder in den Neckar ein.

Die Wassermengen, welche durch den Kanal bei 2,80 m Gefälle abgeführt werden, betragen bei mittlerem Stand 15 cbm in der Sekunde, entsprechend einer theoretischen Kraft von 560 PS. desgl. bei 2,50 m Gefälle 24 cbm/sek. und 800 PS. theoretisch.

Vom Unterkanal führt ein Fischpass an der Ostseite des Gebäudes in den Oberkanal.

Der Schutzrechen besteht aus Flacheisenstäben, welche in Doppelfeldern von je 20 Stäben mit einer Maschenweite von 2 cm zusammengesetzt sind. Das Gewicht der Rechenkonstruktion mit Versteifung beträgt rd. 10200 kg. Das Rechenpodium ist 0,90 m oberhalb des normalen Wasserspiegels gelegt, die Eisenkonstruktion desselben hat ca. 9000 kg Façoneisen erfordert.

Unmittelbar am Turbinenhaus ist die Leerschussfalle mit schmiedeeisernem Fallengestelle angebracht. Sie besteht aus einer Doppelfallentafel von 4 m Breite und ist derart angeordnet, dass mit Rücksicht auf den grossen Wasserdruck zuerst der untere Teil als Grundablass hochgezogen werden kann und die obere Hälfte für Senkung des Oberwasserspiegels bei Überströmung bestimmt ist.

### Tiefbaukosten.

Für die Arbeiten und Lieferungen zur Beseitigung der bestehenden Stauanlagen und Herstellung der Wehrunterbauten, des Werkskanals und der Flusskorrektur im Neckar zur Umgestaltung der bestehenden Wasserwerksanlage in ein Wassertriebwerk mit elektrischer Kraftübertragung wurden in runden Summen verausgabt:

A. Beseitigung der bestehenden Stauanlagen und Herstellung der Wehrunterbauten . . . . .	Mk. 70 000.—
B. Anlegung des Werkskanals und des Turbinenhauses bis auf Sockeloberkante . . . . .	„ 115 000.—
C. Erhöhung und Verbesserung der Neckarufer oberhalb der Brücke in Untertürkheim . . . . .	„ 15 000.—
Spundwände und Wasserhaltung . . . . .	„ 13 000.—
Zementlieferung . . . . .	„ 50 000.—
	<hr/>
	Mk. 263 000.—

## II. Hochbau.

Über die Bauausführung des Maschinen-, Kessel- und Akkumulatorengebäudes für das Elektrizitätswerk ist folgendes zu bemerken.

Der Neubau kam an den neuerstellten Werkskanal unterhalb der früheren Ludmannschen Mahlmühle zu stehen.

Das Maschinenhaus ist 45,88 m lang, 15,66 m breit, 12 m hoch; das Kesselhaus 16,50 m lang, 12,78 m breit, 5,50 m hoch; der Akkumulatorenraum mit Wohngebäude für den Betriebsleiter hat 19,67 m Länge, 9,61 m Breite und 12,50 m Höhe.

Die Umfassungswände wurden in Backsteinbau mit hellledergelben Verblendern unter Verwendung von Kunststeinen ausgeführt. Die Dachbedeckung ist bei sämtlichen Objekten Holzzement auf Beton. Die Gebäude bestehen aus:

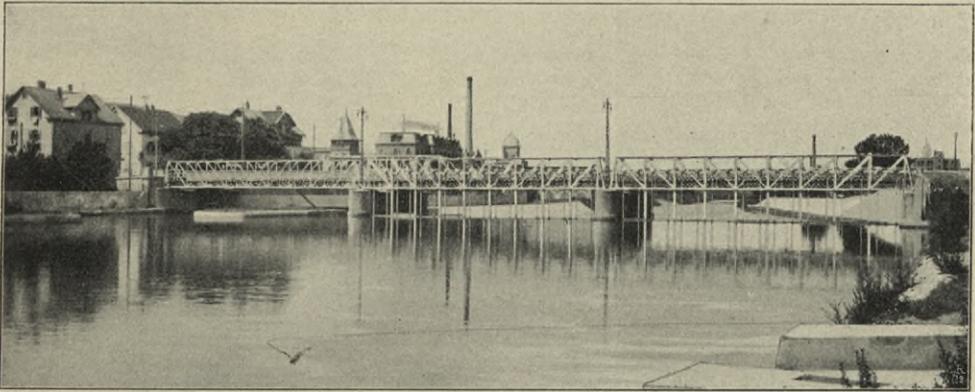


Fig. 3. Wehranlage.

dem Maschinenhaus mit einer grossen Maschinenhalle mit Platz für 4 Turbinen und den Wasserbau, 2 Dampfmaschinen samt Dynamos und Zusatzmaschinen, ferner Kesselhaus zur Aufstellung von 2 Dampfkesseln mit je 120 qm Heizfläche, Akkumulatoren- und Wohngebäude mit gewölbtem Keller und Zubehör, Raum für die Fundation für Wasserreiniger, Heizraum für Niederdruckdampfheizung. Im Erdgeschoss des letzteren befinden sich: 1 Messraum, 1 Akkumulatorenraum, 1 Raum für Wasserreiniger und 1 Werkstatt, im ersten Stock: 1 Raum für Schaltwände, 2 Magazine, 1 Raum für Wasserreiniger, 1 Kontor, im zweiten Stock: 1 Zählerraum, 1 Wohnung für den Betriebsleiter, bestehend aus vier Zimmern mit Zubehör.

Die Kosten für das Hochbauwesen, die Kessel- und Maschinenfundamente einschliesslich Pfahlung (jedoch ohne den Unterlauf für die Turbinen und den sonstigen Wasserbau überhaupt) belaufen sich auf rund 145 000 Mk.

### III. Maschinentechnischer Teil.

Beim Eintritt in die Maschinenstation von der Wasserabflusseite aus berührt das Auge angenehm die reichliche Raumbemessung für die einzelnen Maschinen und die hohe dem Tageslicht von allen Seiten zugängliche Motoren-  
halle (Fig. 4). Gegenüber dem Eingang baut sich in imposanter Weise das Schaltbrett auf, das, von zwei Treppenaufgängen flankiert, infolge seiner geschmackvollen Ausführung einen vornehmen Eindruck macht (Fig. 6).

Die Maschinenhalle selbst wird durch ein flaches Dach überspannt.

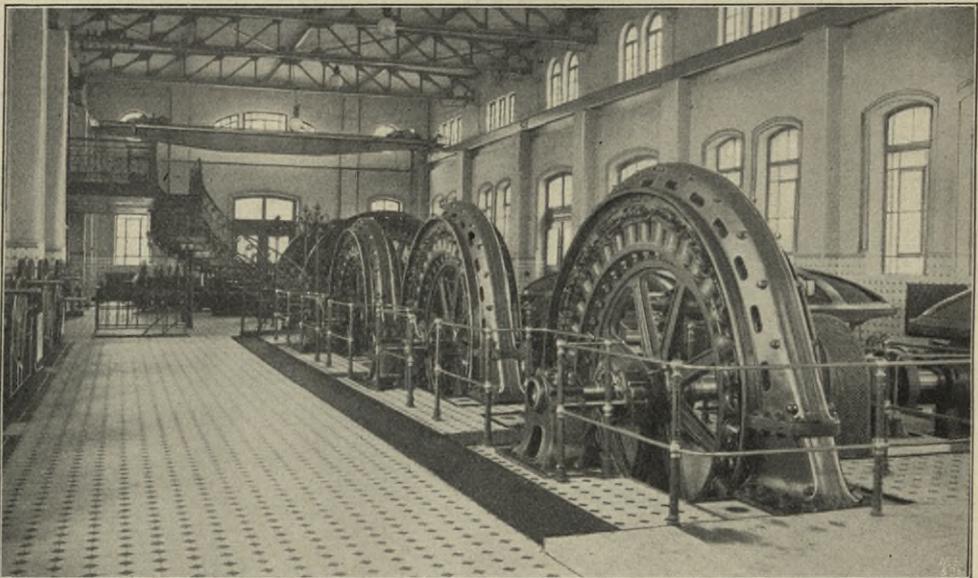


Fig 4. Blick in die Maschinenhalle.

Das Deckengewölbe ist mit Zement ausgestampft. In die Trägerbänder sind die Lichtleitungen für Beleuchtung von Strassen, Bogenlicht und Glühlampen eingehängt, die Hochspannungsleitung geht vom Hauptturm aus über den Neckar auf einen eisernen Verteilungsturm und von dort zu den Transformatorstationen und nach der Umformung in die verschiedenen Verbrauchsstellen rechts des Neckars. Nach der linken Seite des Neckars zweigt ebenfalls eine Leitung ab und versorgt die dort liegenden Fabriken, das Pumpwerk, die Kundenmühle, sowie eine Anzahl Privathäuser mit Kraft und Licht.

Ein Laufkran dient zur bequemen Aushebung der einzelnen Maschinen-Aggregate. Die Spannweite desselben ist 13,66 m, die Tragkraft 15 t, er enthält noch weiter zwei Flaschenzüge zu je 7500 kg; die Laufbahnlänge beträgt 44,60 m. Der Kran gelangte sofort zur Aufstellung, sobald das Gebäude fertiggestellt war.

Die Anordnung der Maschinen in der Haupthalle ist wie folgt getroffen:

Unmittelbar vor dem Schaltbrett haben vorerst zwei Erregerdynamos Aufstellung gefunden; für eine dritte Maschine ist der Platz vorgesehen. Zur Rechten sind zwei Drehstromgeneratoren Modell 64 A. M. 4500 für 220 K. V. A., 3000 Volt und 94 Umdrehungen, sowie zwei

### Dampfmaschinen

mit 300 PS. zum Antrieb derselben montiert. Letztere haben 400 und 620 mm Cylinderbohrung, 1000 mm Hub, machen 94 Umdrehungen pro Minute und leisten bei 8 Atm. Eintrittsspannung und ca.  $\frac{1}{6}$  Füllung normal 240, maximal 300 indizierte Pferdekkräfte.

Für erstere Leistung garantierte die »Maschinenfabrik Esslingen« einen Nutzeffekt von 89  $\frac{0}{0}$ , für die gesteigerte Leistung einen solchen von 90  $\frac{0}{0}$ , einschliesslich der gesamten Lagerreibung und des Luftwiderstandes einen Ungleichförmigkeitsgrad von  $\frac{1}{300}$  unter Gewährung von 1  $\frac{0}{0}$  Lizenz. Da eine Bremsung der Maschinen nicht wohl möglich, so ist als effektive Leistung die Zahl zu betrachten, welche übrig bleibt, wenn man von der indizierten gesamten Arbeit die indizierte Leergangsarbeit abzieht. Die Maschinen sind nach Tandem-Bauart mit Widmannscher Ventilsteuerung D. R. P. Nr. 48 833 ausgeführt. Unmittelbar auf die Dampfmaschinenwellen sind die beiden Drehstromdynamos aufgesetzt (Fig. 7).

Im Reguliergestänge, das vom Zentrifugal-Pendel beeinflusst wird, ist ein kleiner Elektromotor eingebaut, der vom Schaltbrett aus in der einen oder andern Drehrichtung eingeschaltet werden kann. Seine Bewegung überträgt sich mittels Schnecke und Schneckenrad auf zwei Schraubenspindeln, welche je ein Laufgewicht verschieben (Fig. 5). In den Endstellungen öffnet der Motor selbständig den Stromkreis für die jeweilige Drehrichtung. Durch das Laufgewicht wird der Pendel entsprechend der gewünschten Tourenzahl belastet und schaltet sich auch selbsttätig aus.

Dieser Hilfsmotor am Regulator dient zum Zwecke des Parrallelschaltens der Maschinen-Aggregate während des Betriebes.

Eine Konstatierung des Verbrauches und der Leistung der Dampfmaschinen und Kessel hat bis jetzt noch nicht stattgefunden, da die Garantie für den

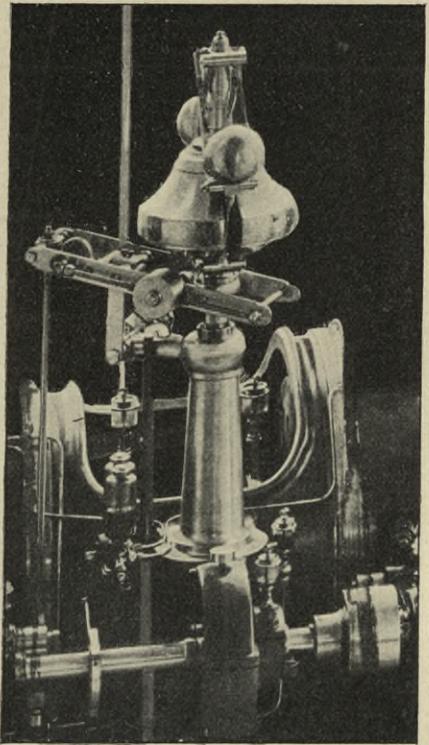


Fig. 5. Dampfmaschinen-Regulator.

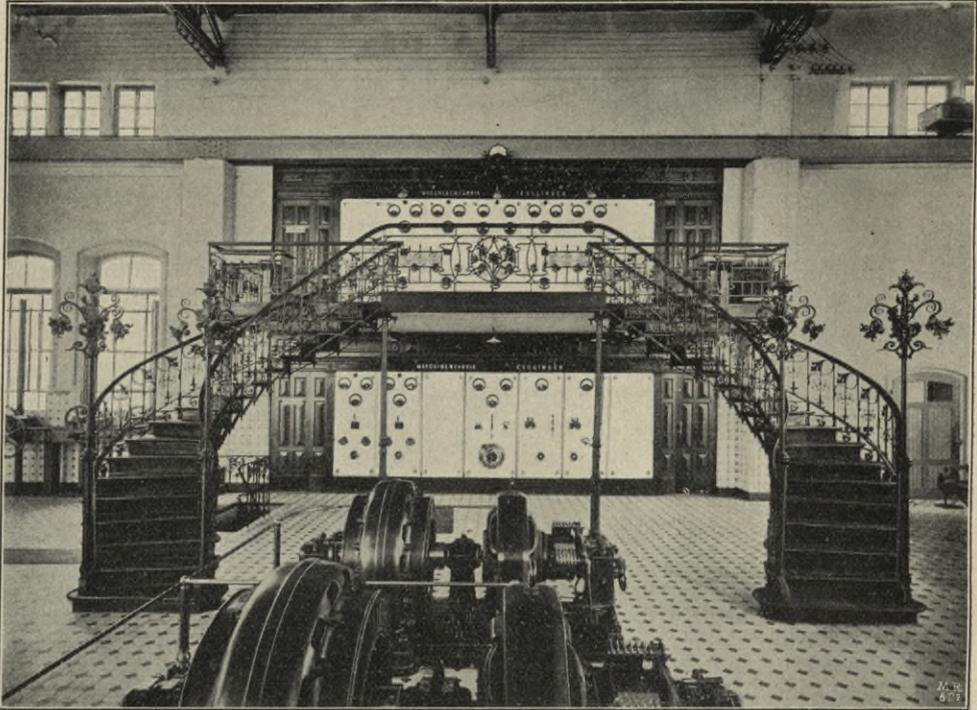


Fig. 6. Hauptschaltwand.

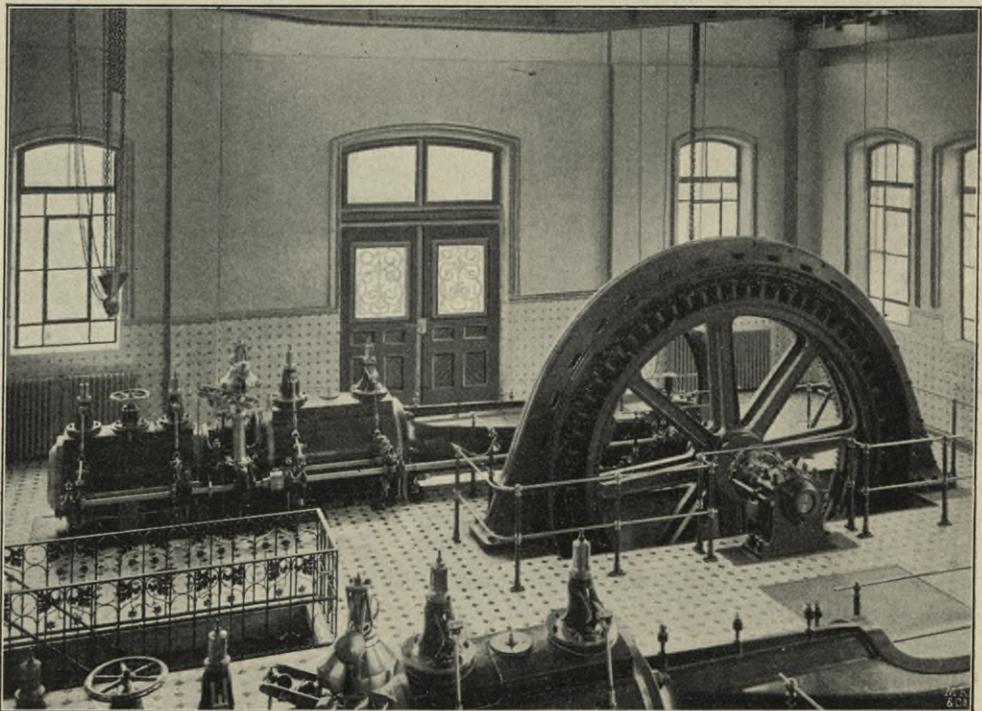


Fig. 7. Dampfmaschine mit Drehstromgenerator.

Nutzeffekt erst Giltigkeit erhält, wenn die Maschinen drei Monate lang mindestens je 12 Stunden täglich im Betrieb waren.

An das Gebäude der Maschinenstation schliesst sich das

### **Kesselhaus,**

in welchem 2 Dampfkessel mit je 120 qm Heizfläche für  $8\frac{1}{2}$  Atm. Dampfdruck Aufstellung gefunden haben.

Dieselben sind liegende Batteriekessel mit Tenbrink-Vorlage, bestehen aus 3 Oberkesseln, 9,26 m lang und 1050 mm Durchmesser mit querliegendem, 3 m langem Dampfsammler von 750 mm Durchmesser, einem vorgelagerten Tenbrink-Apparat, 1550 mm Durchmesser, 3,10 m Länge mit zwei Flammrohren und 3 Unterkesseln, 8,60 m lang, 850 mm Durchmesser. Die einzelnen Kesselkörper sind unter sich durch Stützen in geeigneter Weise verbunden.

Wandstärke in mm: Oberkessel 10, Unterkessel 9, Tenbrink-Mantel 16, Flammrohr 16, Dampfsammler 9. Sämtliche Wandungen sind aus Eisenblech gefertigt, die Längsnähte der Ober- und Unterkessel sowie des Dampfsammlers und des Tenbrink-Mantels zweireihig überlappt genietet. Die Stützen von 300, 350, 400 und 450 mm Durchmesser sind geschweisst, im übrigen ist eine einreihige Überlappungsvernietung vorhanden.

Die Rostfläche eines jeden Kessels beträgt 2,60 qm, der grösste beabsichtigte Wasserverbrauch stündlich 2400 Liter.

Im Kesselgemäuer sind abwechselungsweise Prellwände eingeschaltet, welche die Heizgase zu einer wellenförmigen Bewegung beim Bestreichen der Kesselflächen zwingen. Nachdem die ersteren die einzelnen Kessel berührt haben, streichen sie zu beiden Seiten der Batterie nach hinten durch den Fuchs in den runden Schornstein, welcher einen unteren Durchmesser von 2 m, einen oberen von 1,30 m und eine Höhe von 40 m besitzt.

Zur linken Seite haben zwei doppelwirkende Dampfspeisepumpen mit ausreichender Leistungsfähigkeit von der »Maschinenfabrik Esslingen« mit 86 mm Kolbendurchmesser, 170 mm Hub und bis zu 60 Doppelhuben in der Minute, Platz gefunden.

Bei der Anlage des Kesselhauses hat man auf leichte Kohlenzufuhr und bequeme Bedienung der Kessel besonderen Wert gelegt. Heizeffektmesser und Zugmesser ermöglichen die Kontrolle des Kesselbetriebes. —

Die

### **Wasser-Vorreinigung**

ist nach der Bauart von Ingenieur Carl Morgenstern in Stuttgart ausgeführt.

Bei der Konstruktion von Wasser-Vorreinigern und -Vorwärmern ist es je nach der Beschaffenheit des Wassers (welche durch Analyse festgestellt werden muss) geboten, die Konstruktion des Reinigers so zu wählen, dass man dem zu reinigenden Wasser entweder einen langen Weg geringeren Volumens oder einen kurzen Weg grossen Volumens mit geringer Geschwindigkeit geben kann. Wie

aus Fig. 8 und 9 ersichtlich, besteht dieselbe aus zwei cylindrischen Gefässen, von welchen das grössere zerlegbar in ein Ober- und Unterteil angeordnet ist. Im Oberteil hat das Gefäss *S* für Sodalaug und der Vorwärmer *V* Platz

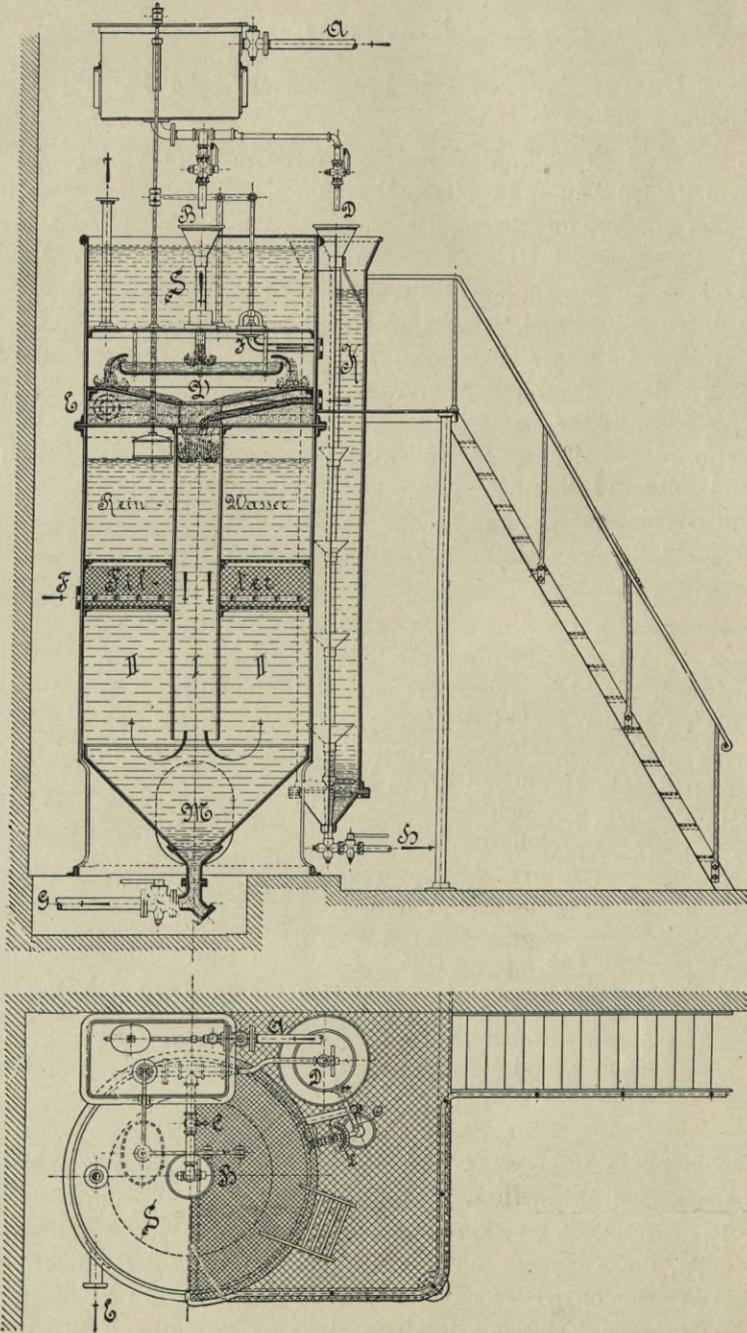


Fig. 8. Wasservorwärmer und Vorreiniger, System Morgenstern.

gefunden, er besteht aus zwei in den Hohlraum eingebauten Platten, unter welchen bei *E* der Dampf eintritt, dem von *B* aus das Rohwasser in kataraktähnlichen Fällen regenartig entgegenfliesst.

Das Unterteil, als Misch-, Absetz- und Filterkammer ausgebildet, ist durch ein Mittelrohr in zwei Kammern (I und II) zerlegt. Zu der inneren Kammer (I) findet der Zutritt des vorgewärmten Rohwassers und der gelösten Chemikalien bei *V* statt, der Zutritt der Lösungen der Chemikalien in den Apparat erfolgt durch *N* von *L* und *O* aus (s. Fig. 9). *N* ist ein leicht putzbares Trichterrohr mit Wasserverschluss, so dass kein Dampf vom Vorwärmer antreten kann.

Rohwasser und Chemikalien mischen sich bei *V*, gehen nach unten, treten in die äussere Kammer II, von hier aus nach oben und durch das Filter (dessen Anordnung nicht für jedes Wasser nötig ist), um über demselben durch den Hahn *T* als Reinwasser entnommen zu werden. Im Fusse des Unterteils ist der Schlamm sack *M*, welcher bei *G* durch einen Hahn von Hand entleert wird.

Neben dem grossen Misch- und Absetzcyylinder ist noch ein kleinerer Cylinder, der Kalkwasserbereiter *K* aufgestellt, in welchem das zur Reinigung benötigte Kalkwasser dadurch bereitet wird, dass Rohwasser von *D* aus nach unten durch den Kalkwasserbereiter fliesst, sich an dem im Unterteil und auf den Tellern liegenden Kalk mit diesem bereichert und, bei *O* ausfliessend, durch *N* in die Mischkammer des Absetzcyinders gelangt. Der Kalkschlamm wird bei *H* von Hand abgenommen.

Über dem Apparat selbst ist ein kleiner Wasserbehälter angeordnet, in den bei *A* das Rohwasser zufliesst und von welchem aus es durch die Hähne *B*, *C* und *D* (vergl. Fig. 9) nach dem Mischcylinder, Sodagefäss *S* und Kalksättiger *K* geleitet wird. Die Hähne *B* und *D* sind mit Skala und Zeiger versehen, ebenso der Auslaufhahn *L* auf dem Sodagefäss, um beliebige Ausflussmengen fein einstellen zu können. In diesen oberen Wasserbehälter sind Schwimmerventile eingebaut, welche durch Schwimmer und Stangenhebel vom Reinwasserraum des Mischcylinders aus bethätigt werden und bei Reinwassermangel den ganzen Apparat selbstthätig in Gang setzen, bei genügendem

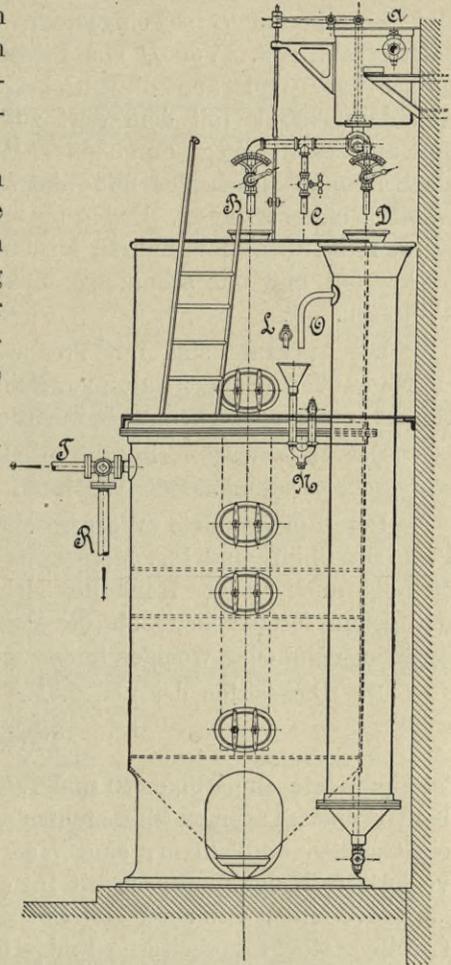


Fig. 9.  
Wasservorwärmer und Vorreiniger (Ansicht)

Wasservorrat aber sofort wieder automatisch abstellen, so dass die Reinigungsanlage mit selbstthätiger Anlass- und Abstellvorrichtung ausgeführt ist, nur die Einführung der Chemikalien und das Ablassen des Schlammes wird jeweilig von Hand besorgt.

Der Vorgang der Reinigung ist nun derart, dass das Rohwasser bei dem Ventil *A* zufließt. Durch den Hahn *C* wird das Sodagefäss mit Wasser gefüllt, dann die für den Tagesbetrieb nötige Menge Soda zugesetzt und der Regulier- und Abstellhahn *L* so eingestellt, dass die jeweils nötige Menge Sodalaug nach *N* abfließt. Von *D* aus fließt regulierbar eine Wassermenge durch den Kalksättiger und aus diesem bei *O* mit dem Sodawasser zusammen, um sich dann bei *V* mit dem dort zufließenden Rohwasser zu mischen, welches nun auf seinem Wege durch das Absatzgefäss und den Filter die Unreinigkeiten als Schlamm ausscheidet und über dem Filter durch den Hahn *T* einem Reinwasserbehälter zufließt. Das Filter kann nach Bedarf durch Dampf ausgewaschen werden; bei diesem Verfahren lässt man zur Spülung der Filterschicht Rohwasser nachlaufen und das schmutzige Spülwasser durch den Dreiweghahn *T* nach *R* abfließen.

Die Apparate sind mit Treppe und Podest versehen, so dass man leicht zu allen Teilen gelangen kann, zur Reinigung sind sie zerlegbar, durch entsprechende Hand- und Mannlöcher auch innerlich und von aussen gut zu kontrollieren.

Der Speisewasserreiniger enthält auch die Vorwärmeeinrichtung für 6 cbm stündliche Leistung.

Der angewendete Wasserprober »Securitas« (System Dr. Hundeshagen, Prof. Dr. Philip und Ing. Morgenstern) bietet in seiner gediegenen Zusammenstellung auch in der Hand des Heizers oder Maschinisten ein sicheres Mittel, um genau festzustellen, ob die Reinigung richtig geführt ist, ob und welche Zusätze mehr oder weniger hinzuzugeben sind. —

Die Disposition der von J. M. Voith in Heidenheim ausgeführten

### **Turbinenanlage**

ist aus umstehender Figur 10 und Tafel IV zu ersehen. Die Turbinen sind regulierbare Francis-Turbinen mit stehender Welle. Jede derselben ist konstruiert für ein Gefälle von 2,75 m, eine Wassermenge von 8,5 cbm und eine Tourenzahl von 41,75 in der Minute, somit für eine Nutzleistung von 241 PS. Die Turbinenlaufräder haben 2400 mm Durchmesser, 27 eingegossene Stahlblechschaufeln, die Leitapparate 34 gusseiserne Fink'sche drehbare Leitschaufeln, die durch kurze in Aussparungen der Leiträder untergebrachte Lenkstangen bewegt werden.

Vorerst sind 3 Francis-Turbinen mit senkrechter Welle zur Aufstellung gelangt; zum vollständigen Ausbau der Triebwerksanlage soll demnächst in die vierte, noch freie Wasserkammer eine Reserveturbine eingesetzt werden. (Tafel IV.)

Die Konstruktion dieser Motoren ist die allgemein bekannte, eine Verbesserung an denselben bezieht sich auf zweckmässige Formgebung der Leitschaufeln, um einen besseren Nutzeffekt zu erzielen, und auf die Ausführung der Regulierung mit einem Servomotor.

Das Kammrad mit 3400 mm Durchmesser treibt mittels Kolben von 850 mm Durchmesser die Vorgelegwelle mit 167 Touren in der Minute.

Besonders beachtenswert ist die hier gewählte einfache und solide Lagerung der konischen Räder. Statt eines gusseisernen Gebälkes, das die Turbinenkammer überbrückt, ist hier ein Betongewölbe gespannt, auf dem der Lagerbock aufgesetzt ist. Derselbe nimmt als geschlossener Rahmen sowohl den Schub der Getriebe als die Erschütterungen der Wellen in sich auf.

Der Fontaine'sche Oberwasserzapfen, 150 mm Durchmesser, hat zentrale Schmierung aus einem Ölbecher. Zur Schmierung der Lager dient gewöhnliches Maschinenöl, für den Zapfen wird Senföl verwendet.

Durch Zodel-Voith'sche Bandkuppelungen werden drei Gleichstromgeneratoren 36 A. M., 3000 für 220 K. V. A., 3000 Volt, 167 Umdrehungen in der Minute angetrieben (Fig. 11).

Zur Regulierung waren lt. Mitteilung des Herrn Prof. Schmitthenner ursprünglich mechanische Geschwindigkeitsregulatoren mit schweren Schwungrädern projektiert. Infolge der vorzüglichen Ergebnisse aber, die inzwischen

mit hydraulischen Regulatoren gemacht wurden, entschloss man sich, hydraulische Regulierung einzurichten; die Schwungräder konnten alsdann in Wegfall kommen, da die Anker der Dynamos genügende ausgleichende Schwungmassen für genaue Regelung enthalten.

Versuche mit diesen Regulatoren, um ziffermässig die auftretenden Tourenschwankungen bei Belastungsänderungen festzustellen, sind kürzlich durch Herrn Prof. Schmitthenner angestellt worden und ergaben bei den verschiedensten Belastungsänderungen ausserordentlich günstige Resultate. Überregulieren kann nicht vorkommen, der Gang der Turbinen ist ein ausserordentlich leichter.

Die hydraulische Regulierung funktioniert vorzüglich, da ein rascher Eingriff in die Beaufschlagung ermöglicht ist; während bei den mechanischen Re-

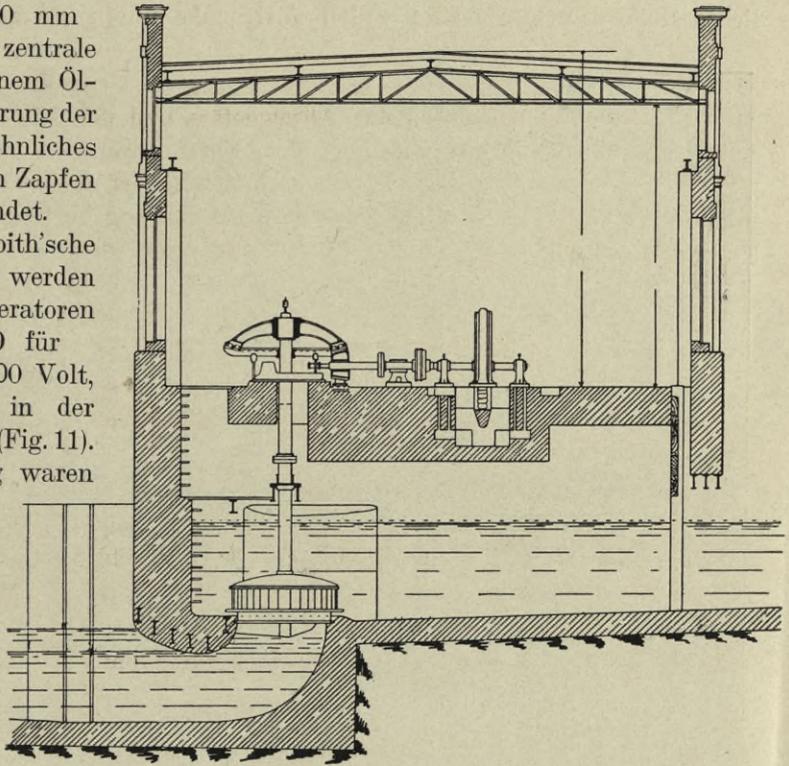


Fig. 10. Schnitt durch die Turbinenkammer.

gulatoren die Schlusszeit 10—15 Sekunden beträgt, tritt bei Anwendung dieses hydraulischen Regulators fast augenblicklich Beharrungszustand ein. —

Für jeden der vier Turbineneinläufe sind zwei zweiteilige Einlassfallen mit je 2,2 m L. Weite ausgeführt. Die Turbinen sind über den Unterwasserspiegel heraufgesetzt, um jederzeit eine Prüfung derselben im Trocknen vornehmen zu können. Infolgedessen arbeiten dieselben mit ca. 1 m Sauggefälle; es wurden, um den nötigen Wasserverschluss selbst bei niedersten Unterwasserständen zu sichern, syphonartige Ausläufe der Turbinen in Stampfbeton angeordnet. Die lichte Höhe der Syphons unter den Turbinenkammern beträgt 1,90 m.

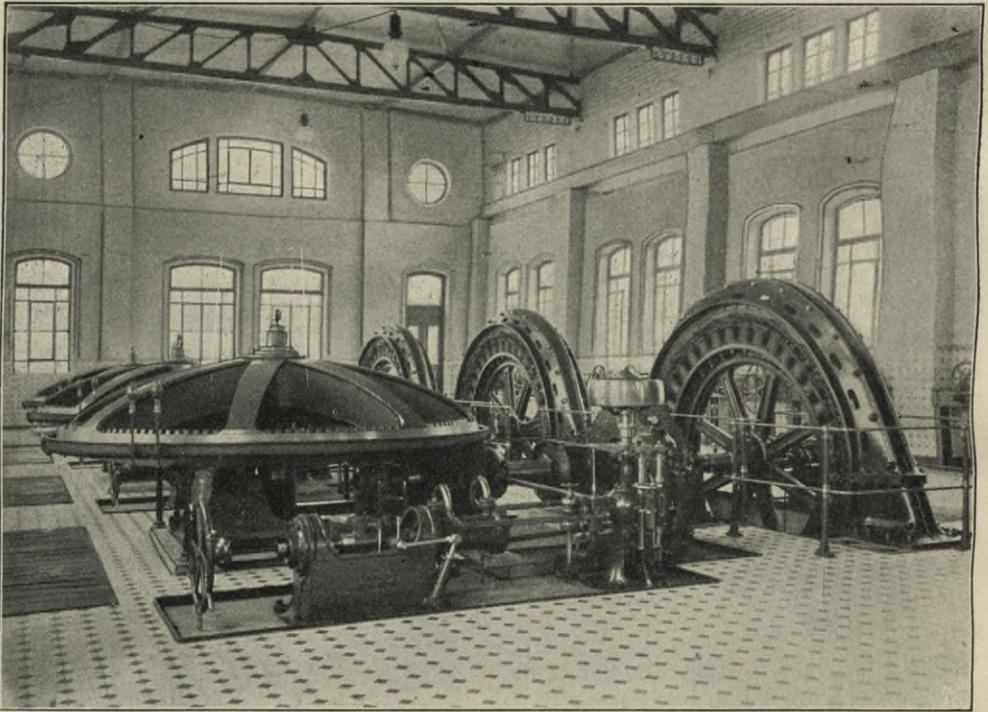


Fig. 11. Drei durch Francis-Turbinen angetriebene Drehstromgeneratoren.

### Turbinenbremsung.

Zur Prüfung der von der ausführenden Firma garantierten Nutzeffekte und Leistungen wurden die Turbinen am 14. und 15. Februar 1902 gebremst. Als Sachverständiger der Untertürkheimer Gemeinde war Herr Professor Thomann aus Stuttgart aufgestellt, während die »Maschinenfabrik Esslingen« durch die Herren Oberingenieure Hermanuz und Wahlström vertreten war.

Aus dem an die Gemeindeverwaltung erstatteten Bericht ist über die Turbinenprüfung folgendes zu entnehmen:

Das Programm für die Proben war schon früher zwischen den Firmen »Maschinenfabrik Esslingen« und J. M. Voith-Heidenheim vereinbart. Es sollten

nach demselben Leistung und Wirkungsgrad der Turbine bei Beaufschlagung von  $\frac{1}{1}$ , bei  $\frac{3}{4}$  und  $\frac{1}{2}$ , ferner bei voller Beaufschlagung die Leistung in Funktion des Gefälles bei konstanter Tourenzahl festgestellt werden.

### Versuchseinrichtung.

a. Gefällsmessung. Der Oberwasserspiegel bestimmte sich durch direkte Messung von einem in der Ebene des Messprofils gelegenen Fixpunkt. Der Unterwasserspiegel wurde an zwei unterhalb des Auslaufes angebrachten Pegeln mit demselben Nullpunkt abgelesen.

b. Wassermessung. Als Messprofil wurde der oberhalb der Turbinenschützen gewählte Querschnitt des betonierten Zulaufes benutzt, die Dimensionen sind aus Fig. 12 ersichtlich.

Das Profil wurde zur Flügelmessung in acht Felder nach Teichmann'scher Methode eingeteilt und zwei Woltmann'sche Flügel verwendet, einer derselben wurde während der Dauer der Beobachtungen unbrauchbar, so dass eine eigentliche Flügelkontrolle nur für einen Teil der Versuche vorliegt (s. Tabelle Seite 21).

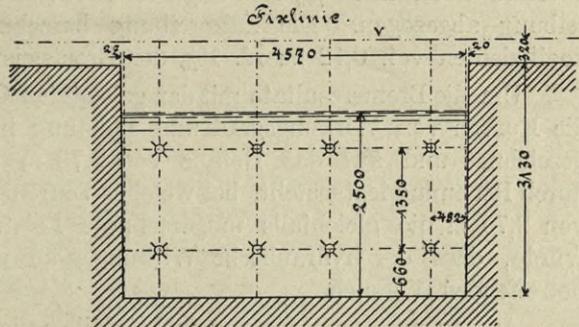


Fig. 12. Messprofil.

c. Leistungsmessung. Das Moment wurde auf der Vorgelegewelle von einer Bremsscheibe von 1600 mm Durchmesser abgenommen, die Bremshebellänge betrug 2505 mm. Die Tarierung ergab im Mittel 126 kg ohne und 151,75 kg mit unterstellter Ölbremse. Die Anwendung der letzteren war notwendig, um ein allzugrosses Schwanken des Bremshebels zu verhindern. Die Tourenzahl wurde an der Vorgelegewelle abgelesen.

Der Hebel drückte auf eine Dezimalwage, die Eigengewichte des Bremsapparates ergaben sich:

Bremsscheibe . . . . .	2145 kg
Bremsbalken . . . . .	997 »
Bremsband . . . . .	208 »
Support mit Hebel . . . . .	153 »
Eichenbohle mit Schneide . . . . .	70 »
Zubehör . . . . .	490,8 »

d. Versuche. Die Geschwindigkeit im Messprofil (Fig. 12) wurde jeweils bei gleicher Wahrscheinlichkeit als Mittelwert aus beiden Flügelmessungen eingesetzt; fiel dagegen das eine Resultat zu stark aus den stetigen Kurven heraus, so wurde nur das wahrscheinlichere in Rechnung gezogen.

Das Gefälle ergab sich unmittelbar als Differenz der Ablesungen von Ober- und Unterwasserspiegel; da auf der Vorgelegwelle gebremst wurde, mussten alle Reibungsverluste bis zum Spurzapfen der Turbine gutgeschrieben werden. Um einen Anhaltspunkt für die Lager- und Luftreibung zu erhalten, wurde das Vorgelege samt Turbine bei nicht tauchendem Laufrad durch einen auf die Bandkupplung gehenden Riemen von einem Elektromotor bei verschiedenen Umdrehungszahlen angetrieben.

In der dazu nötigen Arbeit war allerdings auch die Spur- und Lagerreibung der Turbine inbegriffen, allein der Gesamtbetrag der Reibungen ist schon so klein, dass dieser Fehler nicht so sehr ins Gewicht fällt. Die Spurreibung wurde überdies noch mit  $\frac{1}{40}$  Reibungskoeffizient berechnet und von der Versuchsreibung abgezogen. Die Zahnreibung berechnete sich mit einem Reibungskoeffizienten von 0,12 zu rd. 1% der Bremsleistung.

Um die Bremsresultate mit den geleisteten Garantien zu vergleichen, mussten die Kurven von Wirkungsgrad und Leistung in Funktion der Tourenzahl aufgezeichnet und auf das Gefälle von 2,75 m reduziert werden, d. h. es wurde durch Rechnung festgestellt, bei welcher Tourenzahl die Turbine unter dem Gefälle von 2,75 m die gleichfalls umgerechnete Leistung ergibt, wobei vorausgesetzt wurde, dass der hydraulische Wirkungsgrad gleich hoch bleibt, wie bei dem betreffenden Versuch.

Analog mussten Leistung und Gefälle umgerechnet werden auf die Tourenzahl 167 am Vorgelege, um aus den Versuchen auf die Leistungsgarantien bei verschiedenen Gefällen schliessen und die Leistung in Funktion des Gefälles aufzeichnen zu können.

Ein Vergleich zwischen Garantie und Versuch ergibt nun folgendes:

a. Wirkungsgrad.

$$n = 167. \quad H = 2,75 \text{ m.}$$

	Garantie	Versuch
Turbine voll beaufschlagt	79%	82,5%
» $\frac{3}{4}$ »	80%	86%
» $\frac{1}{2}$ »	75%	82%

b. Leistung.

$$n = 167, \text{ Turbine voll beaufschlagt.}$$

Gefälle	Garantie	Versuch	Mehrleistung
H = 3,00 m	270 PS.	310 PS.	40 PS.
» = 2,75 »	241 »	272 »	31 »
» = 2,50 »	213 »	233 »	20 »
» = 2,25 »	179 »	195 »	16 »
» = 2,00 »	143 »	156 »	13 »
» = 1,60 »	86 »	93 »	7 »

## Bremsversuche mit Wassermessung, Turbine I.

Nummer	Wasser- geschwindigkeit im Messquerschnitt		Ge- fälle H	Wassermenge	Umfangskraft am Hebelarm. $R = 2,505 \text{ m}$	Tourenzah der Vorgelegwelle	Gebremste Arbeit	Beauf- schlagungsgrad	Wirkungsgrad am Vorgeleg	Bemerkungen
	m/sek.	m/sek.								
1	0,760	0,728(?)	2,403	8,365	394	160,3	220,86	} $1/1$	82,5	Geschw. nach I nur mit Flügel I gemessen
2	0,761	—	2,518	8,482	352	180,1	221,70		77,5	
3	0,814(?)	—	2,391	8,865	354	169,9	210,32		74,7	
4	0,564	—	2,544	6,382	324	163,7	185,47	} $3/4$	85,6	
5	0,560	0,555	2,533	6,226	248,25	189,1	164,19		78,3	
6	0,382	0,383	2,574	4,351	218,25	159,4	121,62	} $1/2$	81,5	Geschw. nach I
7	0,370	0,354(?)	2,520	4,190	168,25	182,1	107,13		76	
8	0,378	0,386	2,544	4,387	338,25	146,5	122,05		82	
9	0,358	0,354	2,581	4,047	148,25	106,2	101,71	} $1/1$	73	Geschw. nach II
10	0,664(?)	0,708	2,569	7,975	208,25	217,1	138,13		58	
11	0,748	0,752	2,610	8,766	308,25	201,3	216,99		71,2	

Wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, sind alle Garantien reichlich erfüllt.

## IV. Elektrotechnischer Teil.

Die in der Zentrale erzeugte elektrische Energie wird, wie bereits bemerkt, für Licht- und Kraftzwecke verwendet und mittels oberirdischer Fernleitung den in der Nähe liegenden Betrieben zugeführt.

Jede der drei aufgestellten Turbinen treibt durch elastische Kupplung eine Drehstrommaschine mit einer Leistung von 220 Kilovoltampère und einer Spannung von 3000 Volt an. Neben kräftiger Bauart und betriebssicherer Konstruktion zeigen die Dynamomaschinen eine sorgfältige Herstellung bei mässigem Raumbedarf; sie erwärmen sich bei Belastungsänderungen nur in geringem Masse, so dass alle Ansprüche, die man an eine moderne Maschine zu stellen berechtigt ist, erfüllt sind.

Bei den mit den Dampfmaschinen gekuppelten Drehstromgeneratoren ist direkt auf dem Schwungradkranz der Dampfmaschine das Magnetsystem aufmontiert, dessen Kerne aus Stahlguss bestehen. Die Hochspannungswicklung auf dem stehenden Teil ist aus Kabeln hergestellt und durch Löcher im weichen Eisenkern durchgezogen. Das den rotierenden Magnet umgebende zweiteilige Ankergestell von ovalem Querschnitt ruht auf zwei gusseisernen Fundamentplatten. Die ebenfalls flussstählernen Magnetkerne nebst Polschuhen sind an der Innenseite des Gestells durch radiale Schrauben befestigt und lassen sich behufs Auswechslung der Magnetspulen seitlich herausziehen. In Verbindung

mit dem Aussenlager sind die Halterfassungen zu den Stromzuführungsschleif-  
ringen für die Erregung angebracht. Der Durchmesser des Schwungrades ist  
4 m, die Polzahl = 64.

Die Verbindungsleitungen zwischen der Schaltwand und den zwei Motor-  
generatoren und der Batterie sind aus dreifach verseiltem Kabel mit Armatur für  
die Hochspannung und einfachem Bleikabel ohne Armatur für die Niederspannung  
bezw. blankem Kupferdraht für die Zellschalter ausgeführt.

Am 10. Mai d. J. sind Wassermessungen an der Turbine I vorgenommen  
worden, während gleichzeitig die elektrischen Verhältnisse der bei einer konstanten  
Umdrehungszahl von 167 per Minute auf Wasserwiderstand arbeitenden Dynamo I  
untersucht wurden.

Die Ergebnisse sind in nachstehender Übersicht zusammengestellt. Die  
Anordnung der Messapparate, Messprofil und Gefällsmessung waren dieselben,  
wie bei den Versuchen vom 14./18. Februar 1902. Da sich die Garantien der  
Dynamo auf die Umdrehungszahl 167 beziehen, musste diese zu den Versuchen  
gewählt werden.

Alle Daten wurden dann auf das Gefälle von 3,20 m reduziert, so dass bei  
der Bestimmung des Wirkungsgrades der Turbinen aus den Versuchen vom  
10. Mai die reduzierte Tourenzahl 143,5 einzusetzen ist.

Am Vorgeleg erhält man dann 83,5 bis 84 % Wirkungsgrad und daraus  
resultiert ein solcher der Dynamo von 93 % bei einem Gesamtwirkungsgrad der  
Maschinengruppe von 78 %.

### Übersicht.

#### Versuche mit Wassermessung an der Turbinen-Dynamo I bei induktionsloser Belastung.

Ausgeführt 10. Mai 1902 durch Oberbaurat Prof. Dr. Dietrich und Prof. Thomann-Stuttgart.

Nr.	Zeit	Gefälle in Meter	Abgenommene Watt	Watt reduziert auf Gefälle = 3,20 m	
1	5 h 27	3,204	187 270	187 270	} Minutliche Umdrehungszahl am Vorgeleg $n = 167$ .
2	5 32	3,204	188 795	188 795	
3	5 33	3,204	188 490	188 490	
4	5 34	3,204	189 100	189 100	
5	5 36	3,204	188 185	188 185	
6	5 39	3,202	189 100	189 100	
7	5 42	3,198	189 400	184 400	
8	5 45	3,183	186 965	189 800	
9	5 48	3,156	183 305	187 800	
10	5 51	3,119	176 473	183 300	
11	5 54	3,073	172 630	183 300	
12	5 57	3,013	167 750	183 300	

Mittlere Wassergeschwindigkeit ...	0,623 m	Theoretische Leistung.....	241 000 Watt.
„ Wassertiefe.....	2,585 m	Vorstehende mittlere Leistung.	187 300 „
Querschnitt .....	12,319 qm	Wirkungsgrad der Dynamo-	
Wassermenge .....	7,675 cbm	maschine.....	93%
Gefälle .....	3,2 m	Wirkungsgrad der Turbine mit	
Leitschaufelöffnung.....	0,84 m	Vorgeleg.....	84%
Totale „ .....	0,100 m	Totalwirkungsgrad der Anlage	78%

Aus dem Gutachten des Herrn Prof. Thomann über die Turbinenanlage ist zu entnehmen, dass die Wirkungsgradgarantie für die Turbinen überschritten worden ist. Nach den Versuchen betreffs der Turbinenregulierung ist beizufügen, dass bei plötzlicher Änderung der Belastung von Vollast auf Null die Umdrehungszahl der Dynamo momentan von 167 auf 170, also um 1,8% stieg und dann ganz langsam ohne weitere Schwankung auf 167 zurückging.

Die Isolation sämtlicher Maschinen gegen Gestell wurde nach einstündiger Elektrisierung durch 6000 Volt eff., gleich rund 8400 Volt max., mit etwa 100 Volt Spannung gemessen und durchweg weit über dem garantierten Wert von 1 Megohm gefunden.

Bei zehnstündiger Dauerbelastung der Turbinen Dynamo I mit etwa 200 Kilovoltampère betrug die Temperaturzunahme des Ankers nur 14,5 Grad Celsius, während 40 Grad zulässig waren. Die Magnetwicklung zeigte dabei keine merkbare Temperaturzunahme.

Die Spannungsänderungen des Generators bei gleichbleibender Tourenzahl und Erregung durften vertragsmässig

für den Leistungsfaktor »1« betragen..... 8%,  
für den Leistungsfaktor »0,8«..... 25%

bei Änderung von Vollbelastung auf Leerlauf; sie erreichte thatsächlich etwa 2% beim Leistungsfaktor 1 und etwa 15% beim Leistungsfaktor 0,8. Die garantierten Wirkungsgrade sind somit als erreicht zu betrachten. Es zeigt sich dabei, dass sich der Wirkungsgrad bei stärkerer Beanspruchung noch erhöhen würde; die Maschinen könnten also im Hinblick auf die geringe Temperaturerhöhung und auf die kleine Spannungsänderung mit Vorteil weit höher belastet werden.

Bei den Dampfdynamos steht die Prüfung noch aus, doch dürfte man zu ähnlichen Ergebnissen gelangen, bei welchen die Überlastungsfähigkeit besonders wertvoll ist.

Eine gleichzeitig vorgenommene Wassermessung ergibt für Turbine und Dynamo bei 187 Kilowatt einen gesamten Wirkungsgrad von 78%, was bei 84% für die Turbine 93% für den Dynamo bedeutet, übereinstimmend mit der unabhängigen Wirkungsgradbestimmung (s. Übersicht Seite 22).

Nach den bis jetzt vorliegenden Ergebnissen erfüllen auch die zwei Umformeraggregate für die Gleichstromerregung die vertraglichen Bedingungen.

Herr Prof. Dr. Dietrich an der Technischen Hochschule Stuttgart spricht in in dem an die Gemeindeverwaltung (über die vom 9. bis 13. Mai 1902 statt-

gefundene Abnahmeprüfung) erstatteten Bericht, dem wir in vorstehendem z. T. gefolgt sind, seine Ansicht dahin aus:

»dass das Elektrizitätswerk Untertürkheim anstandslos und betriebssicher an das Stuttgarter Mittelspannungsnetz Strom liefern kann und dass das gelungene Werk für das ganze später zu Stuttgart gehörende Neckarthal die Stromlieferung zu übernehmen und dadurch zusammen mit den hierzu so vorzüglich geeigneten Gemeindegrundstücken ein wirtschaftlich hochwertiges Industrieviertel von Stuttgart am Neckar zu ermöglichen vermag«. —

Die Schaltwand (Fig. 6) besteht aus zwei Etagen, der untere Teil ist für Gleichstrommaschinen und kleine Betriebe, die zweite Abteilung für Drehstrommotoren eingerichtet. Im Oberteil sind entsprechend den fünf Maschinenaggregaten fünf gleichmässig ausgearbeitete Abteilungen angebracht, deren jede die zum Messen, Regulieren und Schalten nötigen Apparate trägt. Die Spitze der Schalttafel bildet ein Generalvoltmeter, das die Hochspannung mit 3000 Volt unmittelbar anzeigt.

Die Hochspannungsverteilungstafel besteht aus weissen Marmorplatten, ist auf Eisengerüst montiert und ausreichend für 10 Normalabzweigungen, zunächst jedoch nur ausgerüstet mit den Apparaten für den Anschluss von:

- 1) 80 PS. Motorleistung in der Fabrik von Behr & Vollmöller.
- 2) 120 PS. Motorleistung in der Bettfedernfabrik Straus & Co. In letzterer ist ein Transformator mit 120 Kilowatt aufgestellt und verteilt sich der Strom auf 30 PS. Einzelmotoren in Leistungen von 1 bis 25 PS., wobei teils Einzelantrieb der Maschinen, teils Gruppenbetrieb stattfindet.
- 3) 30 PS. Motorleistung in der beim Elektrizitätswerk neuerbauten Kundenmühle der Gemeinde Untertürkheim.
- 4) 18 PS. Motorleistung im öffentlichen Wasserwerk.

Zwischen der Hauptschaltwand und der Verteilungstafel wird die Verbindungsleitung durch blanke Kupferschienen mit eingebauten Zählern hergestellt und zwar:

- a. bis zur Ausführung und von da ab als Freileitung auf 100 m Entfernung für den Anschluss von 80 PS Motorleistung bei 3000 Volt dimensioniert (Leitung zu Behr & Vollmöller);
- b. bis zur Ausführung und von da ab als Freileitung auf 275 m Entfernung für den Anschluss von 120 PS. Motorleistung bei 300 Volt (Leitung zu Straus & Co.);
- c. für Mühle und Pumpwerk geht die Leitung vom Ortsnetz mit Niederspannung aus.

Die Zähler liegen für die Stromerzeugung in den Leitungen zwischen Maschine und Schaltwand, für die Stromlieferung hinter der Verteilungswand. Gegenüber der Schaltwand befindet sich die Verteilungstafel mit den Einschaltvorrichtungen für fünf Speisepunkte, für Strassenbeleuchtung und Kraftübertragung. Die Vorrichtungen für weitere fünf Speisepunkte sind bereits angebracht. Unterhalb des zweiten Schaltbrettes liegt der Akkumulatorenraum, in welchem eine Batterie, bestehend aus 124 Elementen, in zwei Doppelreihen aufgestellt ist.

Vor der Schaltwand haben zwei Synchronmotoren für 500 PS. Leistung, gebaut für 3000 Volt, 1000 Touren, mit je einer Gleichstromdynamo von 33 Kilowatt Leistung bei 220 Volt Spannung gekuppelt, Aufstellung gefunden. Die Gleichstromdynamos sind zur Ladung der vorbeschriebenen Batterie mit 54 Ampère maximalem Ladestrom gebaut. Die Gesamtdisposition der Anlage ist aus Tafel IV zu ersehen.

Für Schutzvorkehrungen gegen Unfälle ist in der Zentrale in ausreichender Weise gesorgt. Sämtliche Getriebe sind mit Verdecken versehen, die einzelnen Maschinengruppen durch Schutzschranken abgeschlossen, ferner an jeder ausführenden Leitung ein Hörnerblitzableiter mit den nötigen Erdplatten angebracht.

Die Beleuchtung der Zentrale selbst erfolgt mit Gleichstrom durch 40 Glühlampen und 8 Bogenlampen, von welchen 4 Stück mit Gleichstrom von der Batterie aus direkt gespeist werden. Für gewöhnlich brennen die Drehstromlampen und nur bei ausserordentlichen Anlässen, z. B. Betriebsstörungen, treten die Gleichstromlampen in Funktion.

Der Hochspannungsstrom fliesst in fünf Transformatorstationen, wird dort von 3000 Volt auf 110 Volt transformiert und in oberirdischen Leitungen an die Konsumstellen geführt. Direkte Hochspannung wird nur an zwei Abnehmer, Straus & Co. und Behr & Vollmöller, geliefert. Wehr- und Strassenbeleuchtung ist in der Hauptsache Bogenlicht, jeder Ständer am Wehr wurde für je zwei Bogenlampen eingerichtet.

Um den Staub aus der Maschinenhalle abzusaugen, sowie um Leitungen, elektrische Apparate, Dynamomaschinen und die Schaltbretteinrichtung reinigen zu können, ist noch eine Druckluftpumpe aufgestellt worden. Die doppelwirkende Ventilluftpumpe mit elektrischem Antrieb, 120 mm Cylinderbohrung, 160 mm Hub, wird durch Drehstrom in Bewegung gesetzt.

Im ganzen Gebäude ist Niederdruck-Dampfheizung eingerichtet, in den Maschinenhallen wie in den Wohnungen.

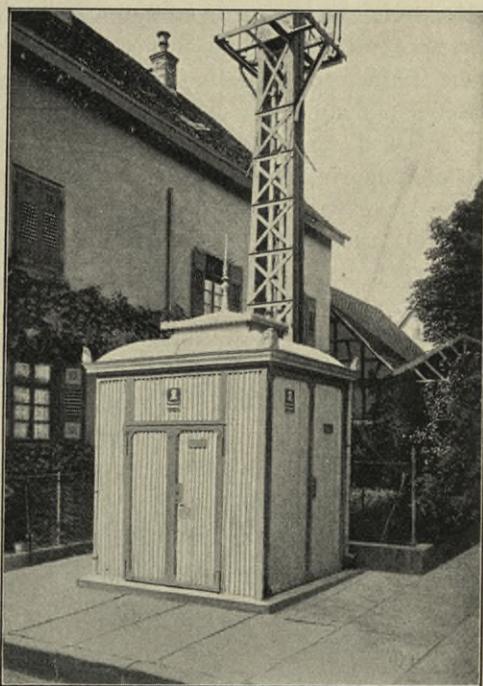


Fig. 13. Transformatorhaus.

Die Wehranlage, die Dampfmaschinen nebst Kesseln und der elektrische Teil wurde von der „*Maschinenfabrik Esslingen*“, die Turbinen von J. M. Voith in Heidenheim ausgeführt. Dachstuhl und Thüren sind von Leins & Co. in Stuttgart geliefert, Dampfkamin und Kesseleinmauerung von Werkmeister Kübler-Göppingen, die Speisewasserreinigung von Ingenieur Morgenstern in Stuttgart. Ausserdem waren an der Bauausführung noch folgende Firmen beteiligt: Treppen und Geländer: Stern & Co., Feuerbach; Plattenbelag und Wandbekleidungen: Th. Osterritter, Stuttgart; Beton und Fundamente: Münzenmaier, & Hauck; Maurerarbeit: Gebr. Staiber-Untertürkheim; die übrigen Arbeiten von weniger beträchtlichem Umfang sind an einheimische Unternehmer vergeben worden.

Die Wasserbauten mit der Kanalanlage wurden unter Oberaufsicht der Ministerialabteilung für den Strassen- und Wasserbau durch den Bauunternehmer Baresel-Stuttgart ausgeführt. Die Leitung der wasserbaulichen Arbeiten lag in den Händen des Herrn Oberbaurat Schaal, die des Wasserbaues an Ort und Stelle in denjenigen des Regierungsbaumeisters Scheuffele; die Planlegung des Hochbaues und die Ausführung desselben erfolgte unter den Direktiven des Ortsbaumeisters Lusser.

Das Werk steht seit Eröffnung unter Leitung des Ingenieurs Fausel. Beim Betrieb allein durch Wasserkraft erfolgt die Bedienung des Werkes durch fünf Mann, je zwei Mann bei Tag- und Nachtschicht zu 12 Stunden mit einem Hilfsarbeiter.

Die »Maschinenfabrik Esslingen« hatte die Lieferung der maschinellen Anlage, betriebsfertig aufgestellt, zum festen Preise von 313140 Mk. übernommen, welcher Betrag sich auf die einzelnen Maschinengruppen folgendermassen verteilt:

- |   |               |
|---|---------------|
| 1) 3 Turbinen und zugehörige Dynamos, Schutz-<br>rechen, Fallenzüge ..... | Mk. 126 000.— |
| 2) Dampfkessel nebst Zubehören, Wasser-<br>reiniger, Laufkran .....       | „ 42 580.—    |
| 3) 2 Dampfdynamos nebst Zubehören .....                                   | „ 104 500.—   |
| 4) der übrige elektrische Teil .....                                      | „ 40 060.—    |

Die Kosten für die Wehrkonstruktion sind bereits Seite 6 angegeben.

Die Gesamtkosten des ganzen Unternehmens betragen rd. **950 000 Mk.**

Das Elektrizitätswerk liefert zu den einzelnen Speisepunkten Drehstrom von 3000 Volt verketteter Spannung mit 50 Perioden in der Sekunde; von diesen Speisepunkten aus kommt der Strom mit 110 Volt Spannung zur Verwendung. Die Hochspannung mit 3000 Volt wurde hauptsächlich mit Rücksicht auf den späteren Anschluss der Gemeinde an Stuttgart gewählt; bekanntlich beträgt die Hochspannung in Stuttgart ebenfalls 3000 Volt. Der Anschluss ist inzwischen thatsächlich vertraglich festgelegt.

Für Abgabe elektrischer Energie zu Beleuchtungszwecken ist ein Grundpreis von 4,5 Pfg. für jede vom Zähler als verbraucht angezeigte Hektowattstunde angesetzt, demnach kostet die Brennstunde einer Glühlampe vorerst z. B. bei 16 Normalkerzenstärke ca. 2,5 Pfg. Als Mindestbetrag wird jedoch jährlich der Betrag von 2 Mk. für jede angeschlossene Glühlampe und 20 Mk.

für jede angeschlossene Bogenlampe festgesetzt. Selbstverständlich können dabei Jahrespauschalsummen vereinbart werden, dabei sind die verschiedenen Lampen je nach ihrer Benutzungsdauer in drei Klassen eingeteilt.

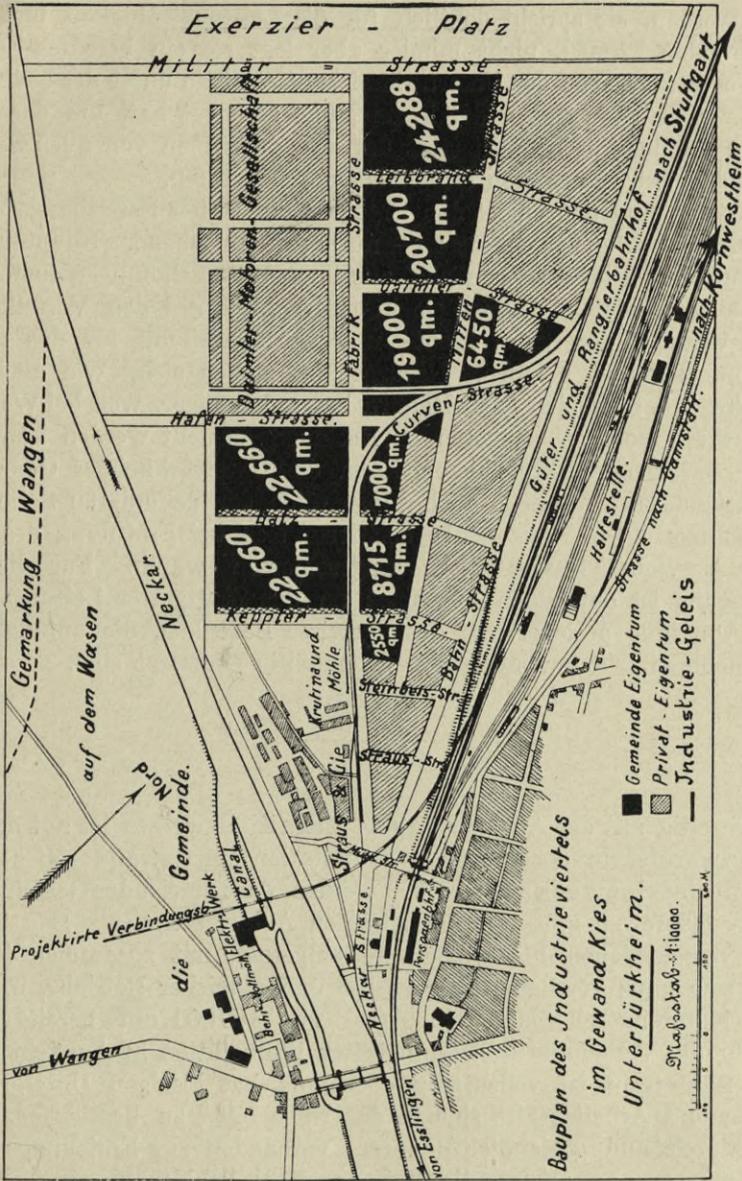


Fig. 14

Für den zu Motorenzwecken abgegebenen Strom werden vorerst für jede Hektowattstunde 1,5 Pfg. in Anrechnung gebracht. Jeder Abnehmer ist dabei verpflichtet, bei Motoren pro Rechnungsjahr und installierte Pferdekraft-

normalleistung einen Stromverbrauch im Betrage von mindestens 25 Mk. zu gewährleisten. Bei Motoren, welche zum Antriebe landwirtschaftlicher Maschinen dienen, wird der Mindestbetrag pro Jahr und Pferdekraft auf 10 Mk. ermässigt.

Die Ausführung dieser neuen Kraftzentrale darf in allen Teilen als gelungen bezeichnet werden, sie spricht deutlich für die Leistungsfähigkeit und Solidität der ausführenden Firmen, nicht minder aber legt sie ein beredtes Zeugnis ab von dem Vorwärtsstreben der Untertürkheimer Gemeinde unter der zielbewussten Fürsorge ihres Ortsvorstandes, der keine Mühe gescheut hat, um das von ihm ins Leben gerufene Unternehmen trotz der sich demselben von allen Seiten entgegenstellenden Schwierigkeiten erfolgreich durchzuführen.

Im grossen und ganzen ist das Ergebnis der ersten Betriebszeit — soweit es sich heute schon übersehen lässt — nur zufriedenstellend. Hauptaufgabe für eine Gemeindeverwaltung ist es nicht, aus ihren Unternehmungen hohen Gewinn herauszuschlagen, vielmehr muss sie in erster Linie auf den Vorteil, der sich durch die Vorzüge der neuen Licht- und Kraftverteilung für das allgemeine Wohl ergibt, Bedacht nehmen. Naturgemäss stellen sich, wie auch die Erfahrung lehrt, die folgenden Betriebsjahre immer günstiger, weil bei Wasserkraftbetrieb starke Amortisationsquoten in Rechnung gestellt werden können, aber nach den vorliegenden Ergebnissen kann die Untertürkheimer Gemeinde mit Bestimmtheit darauf rechnen, auch hinsichtlich der pekuniären Seite nicht zu kurz zu kommen. Die Kraftabgabe bezifferte sich bei Eröffnung des Betriebes auf 420 PS., wobei 1600 Lampen angeschlossen waren. Für die gesamte Stromerzeugung ist durch den Anschluss an das Stuttgarter Leitungsnetz nunmehr die Abnahme gesichert, so dass gewisse Bedenken, die anfänglich gegen das Unternehmen laut geworden waren, endgiltig widerlegt sind.

---

Gleichzeitig mit der Ausführung des Elektrizitätswerkes ist auf dem rechtsseitigen Neckarufer in der Nähe der Kraftstation im Gewand »Kies« ein Bauareal für Industriezwecke vorgesehen worden, das zumeist der Gemeinde gehörig, sich insbesondere zu grösseren industriellen Anlagen eignet. Das Terrain, in Parzellen verschiedenen Flächengehaltes eingeteilt, mit zusammen 400000 qm, empfiehlt sich ganz vorzüglich zur Anlage umfangreicher Betriebe, u. a. hat die »Daimler Motorengesellschaft« ein Areal von 180000 qm bereits angekauft, welches für die Verlegung ihrer Cannstatter Werkstätten in Aussicht genommen ist. Das Bauterrain ist vollständig eben und hat kiesigen Untergrund; Baumaterialien und Arbeitskräfte sind in der Nähe billig zu beschaffen. Nebenbei ist auch hinreichend geeignetes Bauareal vorhanden zur Erstellung von Landhäusern, Villen u. s. w., so dass die Wohnungsfrage bei Neuanlegung von Fabriken leicht gelöst werden kann. Wie aus dem Situationsplan (Fig. 14 und Tafel I) ersichtlich, durchziehen das Gelände breitangelegte Fahrstrassen zur Erleichterung des Verkehrs, Schienenwege zu dem in den letzten Jahren erheblich erweiterten Rangier- und Güterbahnhof verbinden die Gleisanschlüsse des Industrieviertels

mit der Hauptbahnlinie. Für gewerbliche Unternehmungen ist somit hier eine vorzügliche Gelegenheit geboten, Bauplätze und motorische Kraft im Mittelpunkt Württembergs unter günstigen Bedingungen zu erwerben.

Von der gütigen Vorsehung in eine der schönsten Gegenden des Schwabenlandes gesetzt, hat schon die geographische Lage das Gedeihen der Gemeinde Untertürkheim unterstützt, auf deren Entwicklung bestimmend eingewirkt und im Laufe der Zeit eine Umgestaltung früherer Verhältnisse hervorgerufen.

Obwohl durch Errichtung verschiedener Gewerbebetriebe, Ausführung des Elektrizitätswerkes und Anlegung eines Gleisanschlusses an die Hauptbahnlinie ein schönes Areal für landwirtschaftliche Ausnutzung verloren ging, gehören doch beide, Elektrizitätswerk und Industrieviertel mit Bahnverbindung zusammen sie müssen sich in ihren Zwecken gegenseitig ergänzen. Am linken Ufer des Neckars das Elektrizitätswerk als Spenderin von Licht und Kraft, am rechten ein umfangreiches Grundareal zur Errichtung neuer Arbeitsstätten, welche als weitere Abnehmer jener Energie sich darstellen, diese Vereinigung wird ohne Zweifel der Gemeinde dienen und zu deren weiterer Entwicklung beitragen.





Verlag von Gebrüder Jänecke in Hannover.

---

Die

# Francis-Turbinen

und

## Die Entwicklung des modernen Turbinenbaues

in Deutschland, der Schweiz, Oesterreich-Ungarn, Italien, Frankreich, England und den Vereinigten Staaten von Amerika

von

**Wilh. Müller**

Ingenieur

Mit 214 Abbildungen im Text, Tabellen, Leistungsuntersuchungen und XVI Tafeln ausgeführter Turbinenanlagen

**Elegant gebunden Preis Mk. 18.—**

Die Schweizerischen Blätter für Elektrotechnik sagten über das Werk:

Endlich einmal ein Werk über Turbinen, das sich, im Gegensatz zu den in letzter Zeit vielfach erschienenen theoretischen Abhandlungen über diese hydraulischen Kraftmaschinen, hauptsächlich mit der praktischen Konstruktion beschäftigt. Dass, dem Zuge der Zeit folgend, die Francis-Turbinen am ausgedehntesten behandelt wurden und den einzelnen Regulier- vorrichtungen besonderes Augenmerk geliehen wurde, ist sehr erfreulich. Sehr wertvoll sind die der Praxis entnommenen Konstruktionszeichnungen diverser ausgeführter Anlagen, um so mehr, als eine eingehende Kotierung der einzelnen Figuren dieselben richtig zur Geltung bringt. Das Kapitel über die Schaufelung ist besonders gut durchgearbeitet. Für den schweizerischen Ingenieur besonders interessant ist die ausgedehnte Behandlung, die der Verfasser dem schweizerischen Turbinenbau angedeihen liess, indem er in detaillierter Weise sämtliche Konstruktionen dieser Firma behandelt. Dem Turbinenkonstrukteur kann das Studium dieses Buches bestens empfohlen werden.

Die Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (Wien):

Das Buch beginnt mit einer historischen Darstellung der Ausnützung der Wasserkraft und gibt interessante Aufschlüsse insbesondere über die Verwendung und Ausnützung der Wasserkräfte und über die in Deutschland geübten amtlichen Zusammenstellungen aller noch verfügbaren freien Wasserkräfte, eine Einrichtung, die wir in Oesterreich leider noch entbehren. Der Verfasser geht nach dieser historischen Einleitung sofort auf den Turbinenbau über, nachdem die Turbine gegenwärtig nahezu einzig mehr bei Ausnützung von Wasserkraften in Anwendung kommt, und erörtert eingehend die Entwicklung des Turbinenbaues sowie die Entstehung der derzeit vollkommensten Turbinenform, d. i. der Francis-Turbine. Dieselbe wird im weiteren Verlaufe des Buches sowohl mit anderen älteren Turbinensystemen verglichen, als auch werden die von verschiedenen Maschinenfabriken hergestellten Francis-Turbinen zueinander in Vergleich gestellt; schliesslich gelangen unter Besprechung einzelner grosser Wasserkraftanlagen auch die verschiedenen Systeme der Francis-Turbine zur Vorführung. Das vorliegende Buch präsentiert sich als ein sehr wertvolles und reichhaltiges Hand- und Nachschlagebuch für Ingenieure und auch sonst technisch gebildete Leute, welche sich für den Turbinenbau interessieren und durch Eigenstudium sich ein Urteil über die Francis-Turbine bilden wollen.

*G. A. Post.*

Verlag von Gebrüder Jänecke in Hannover.

---

Der

# Schiffsmaschinenbau

## Grundlagen der Theorie, Berechnung und Konstruktion

Auf Grund des Werkes „Machines marines“ von L. E. Bertin bearbeitet

von

**H. Wilda**

---

Lex. 8<sup>o</sup> mit 492 Abbildungen im Text und einer Tafel

---

Elegant gebunden Preis Mk. 26.—

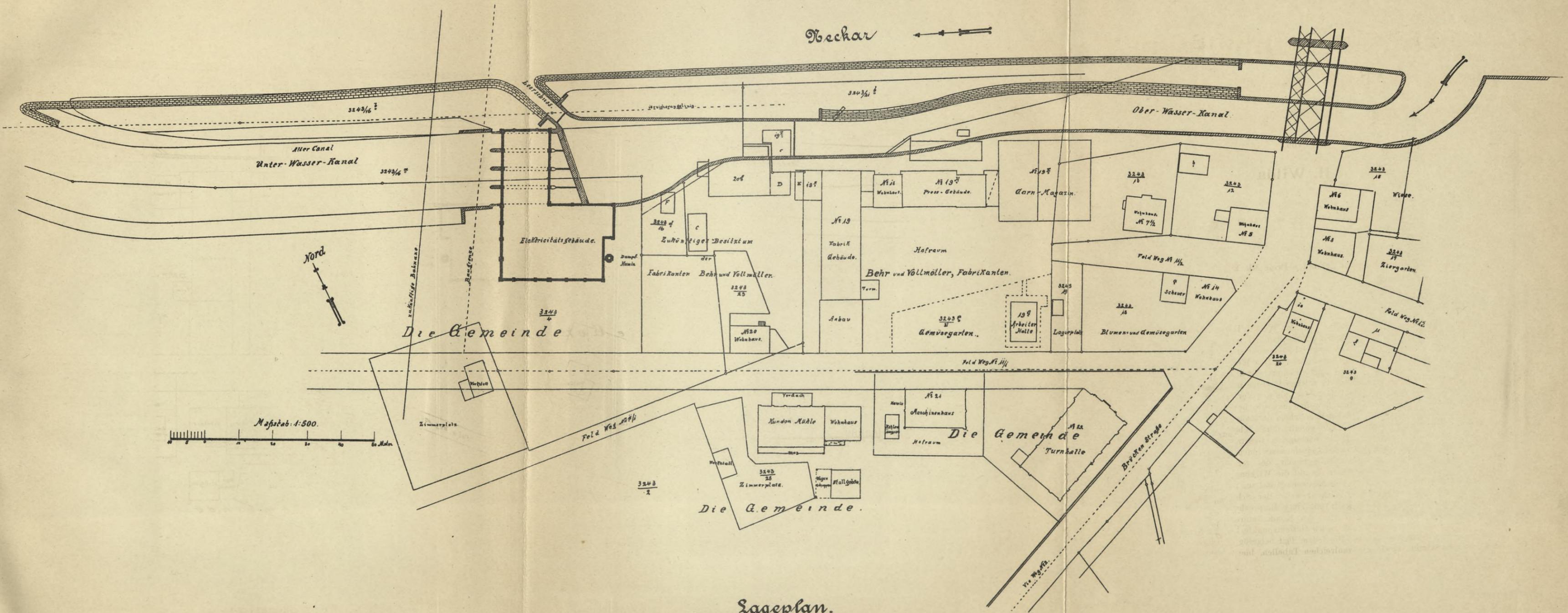
---

Der Schiffbau (Berlin) sagte über das Werk: Die schiffbautechnische Litteratur und insbesondere diejenige vom Schiffsmaschinenbau, ist noch derart bescheiden unter den technischen Werken vertreten, dass man schon aus diesem Grunde eine derartige neue litterarische Erscheinung freudig begrüßen muss. Das Werk von Herrn Wilda, im Verlag von Gebrüder Jänecke, Hannover 1901 erschienen, umfasst die ansehnliche Zahl von 612 Seiten. Der vielseitige Stoff konnte natürlich in solchen Grenzen nur eine knappe Fassung erhalten und ist die Aufgabe insofern glücklich gelöst, als der Verfasser die verschiedenen Kapitel in gedrängtester Form gebracht und jeweilen auf die neueren Erscheinungen im Schiffsmaschinenbau hingewiesen hat. Das Buch, welchem dasjenige von Bertin „Machines marines“ zu Grunde gelegt ist, wird in drei Teile geteilt, deren Inhalt in den Hauptzügen folgender ist: Der erste Teil berücksichtigt die wichtigsten Gesetze der Thermodynamik und die Arbeitsleistung der Ein- und Mehrfach-Expansionsmaschinen. Daran anschliessend folgt die Besprechung der Dampf- und Schieberdiagramme, der verschiedenen Steuerungen etc. Im zweiten Teile geht der Verfasser näher ein auf die Wirkung der Kräfte an der Kurbel, Entstehung der Schiffsvibrationen, die verschiedenen Mittel zur Beseitigung derselben. In diesem Teil ist auch der mechanischen Wirkungsweise der Schiffsmaschine, Reibung u. s. w. gedacht, worauf der ganze Abschnitt mit einer Besprechung der Schraubenpropeller und deren Wirkungsweise, sowie derjenigen der Kondensatoren und Pumpen, schliesst. Der dritte Teil behandelt mehr die praktischen Gesichtspunkte bei der Konstruktion der Schiffsmaschinen und deren Anordnung. Die jedem Teil beigefügten Angaben über Ausführungen, in Form von Skizzen, sowie die zahlreichen Tabellen, bieten sehr brauchbaren Anhalt für den Konstrukteur, ein Umstand, welcher das Werk besonders wertvoll macht, da in dieser Hinsicht in der Litteratur noch sehr wenige Angaben im Zusammenhang zu finden sind.

C. Z.



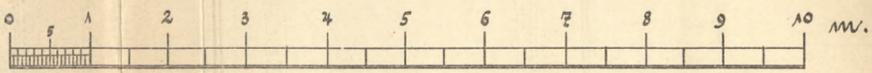
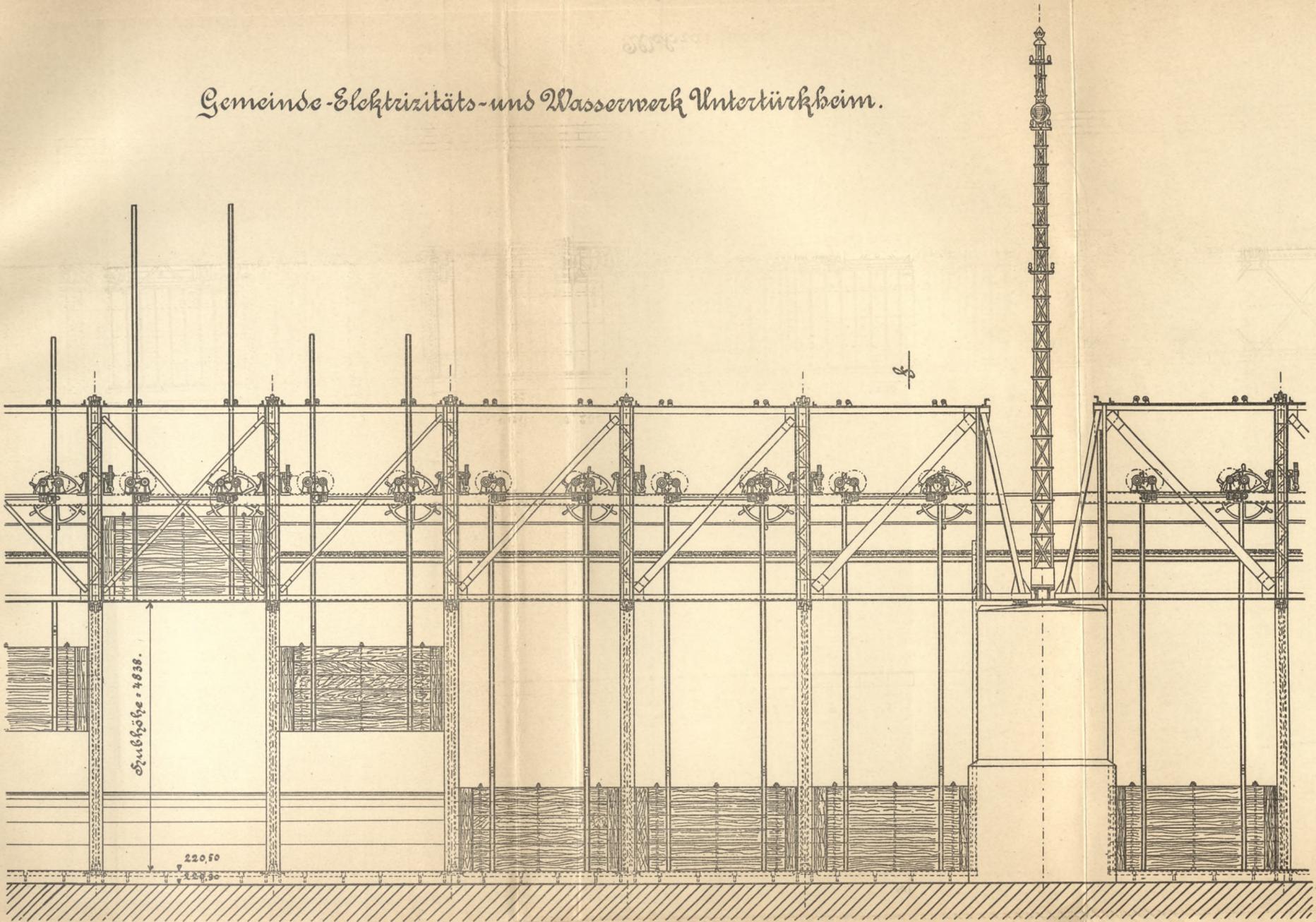
Gemeinde-Elektrizitäts- und Wasserwerk Untertürkheim.



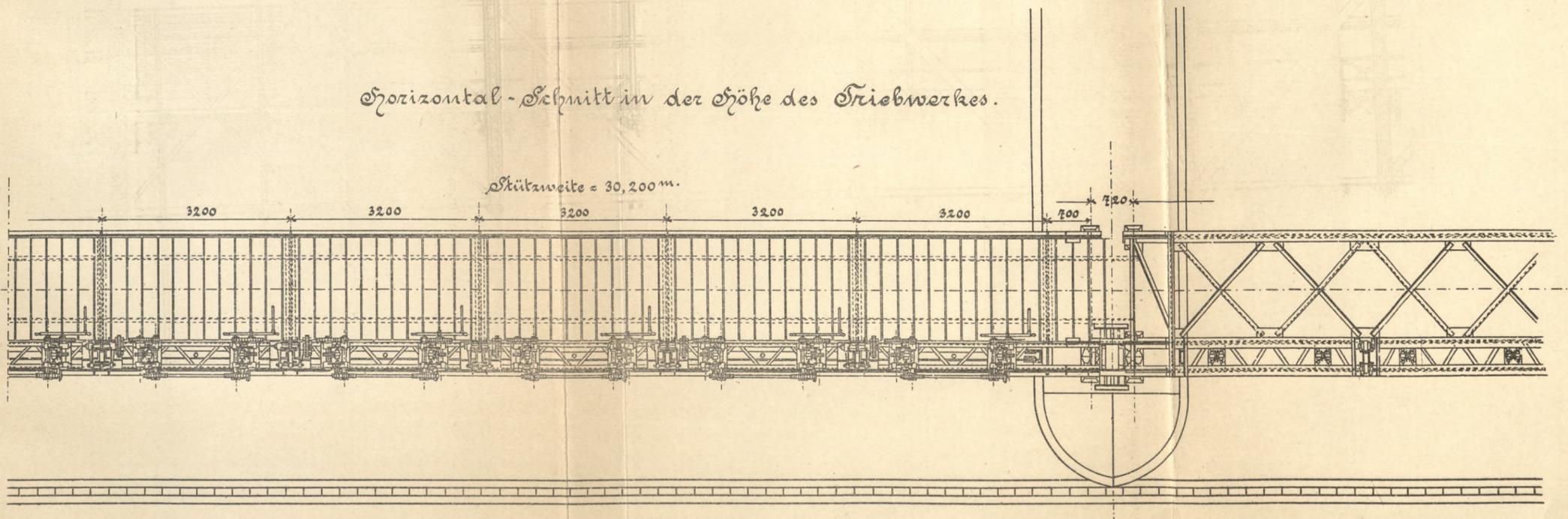
Lageplan.



Gemeinde-Elektrizitäts- und Wasserwerk Untertürkheim.



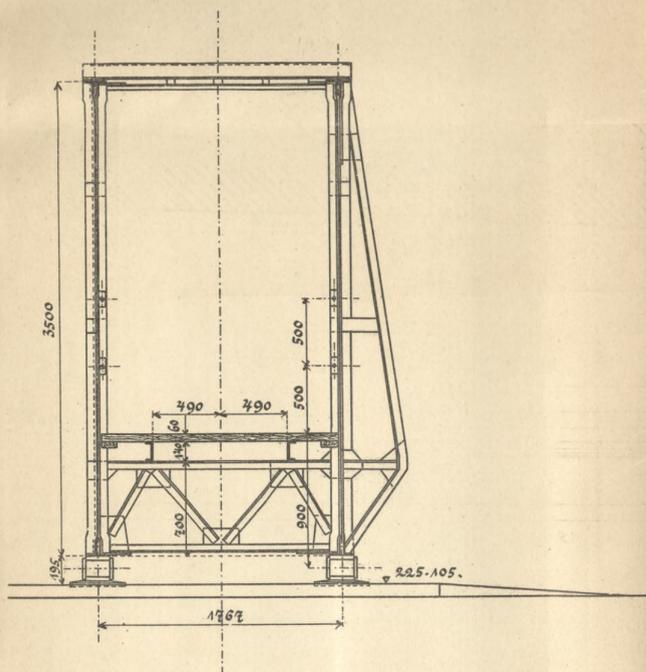
Horizontal-Schnitt in der Höhe des Triebwerkes.



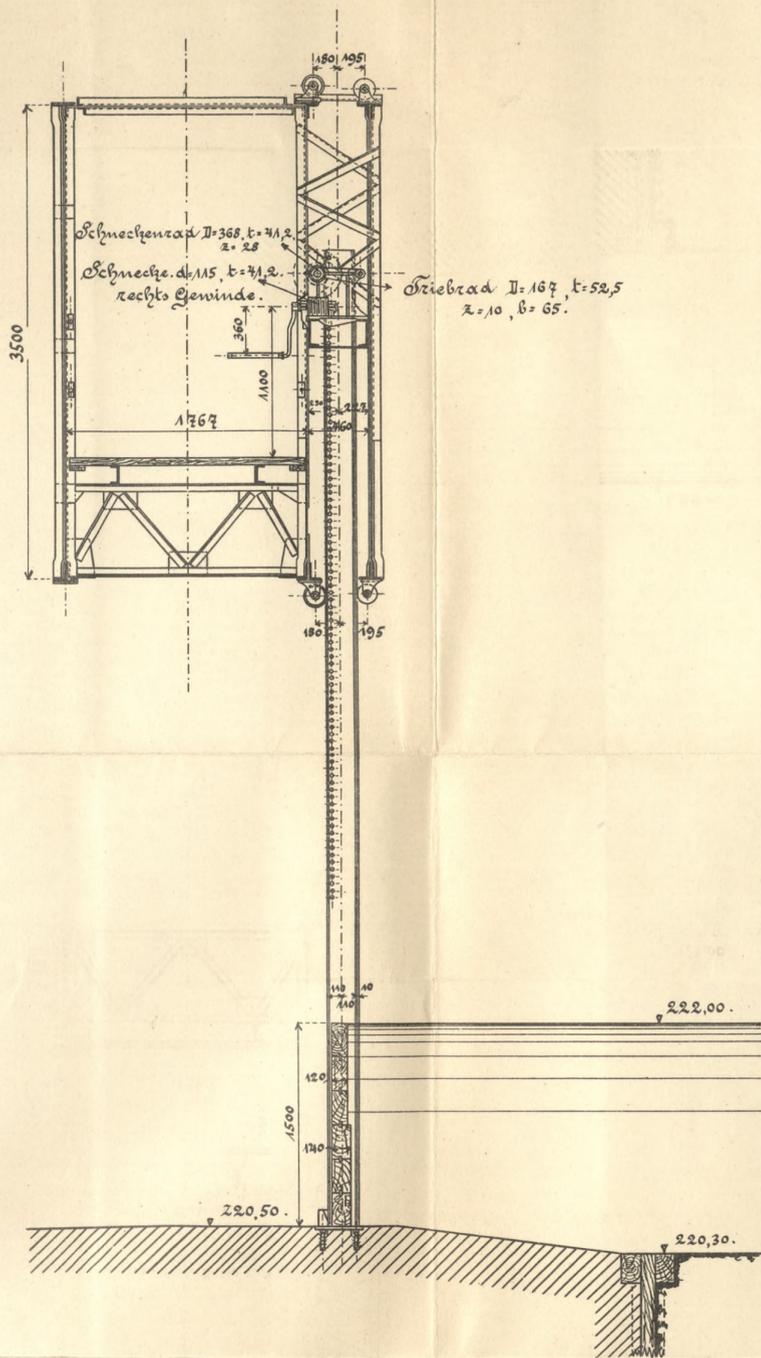


Gemeinde-Elektrizitäts- und Wasserwerk Untertürkheim.

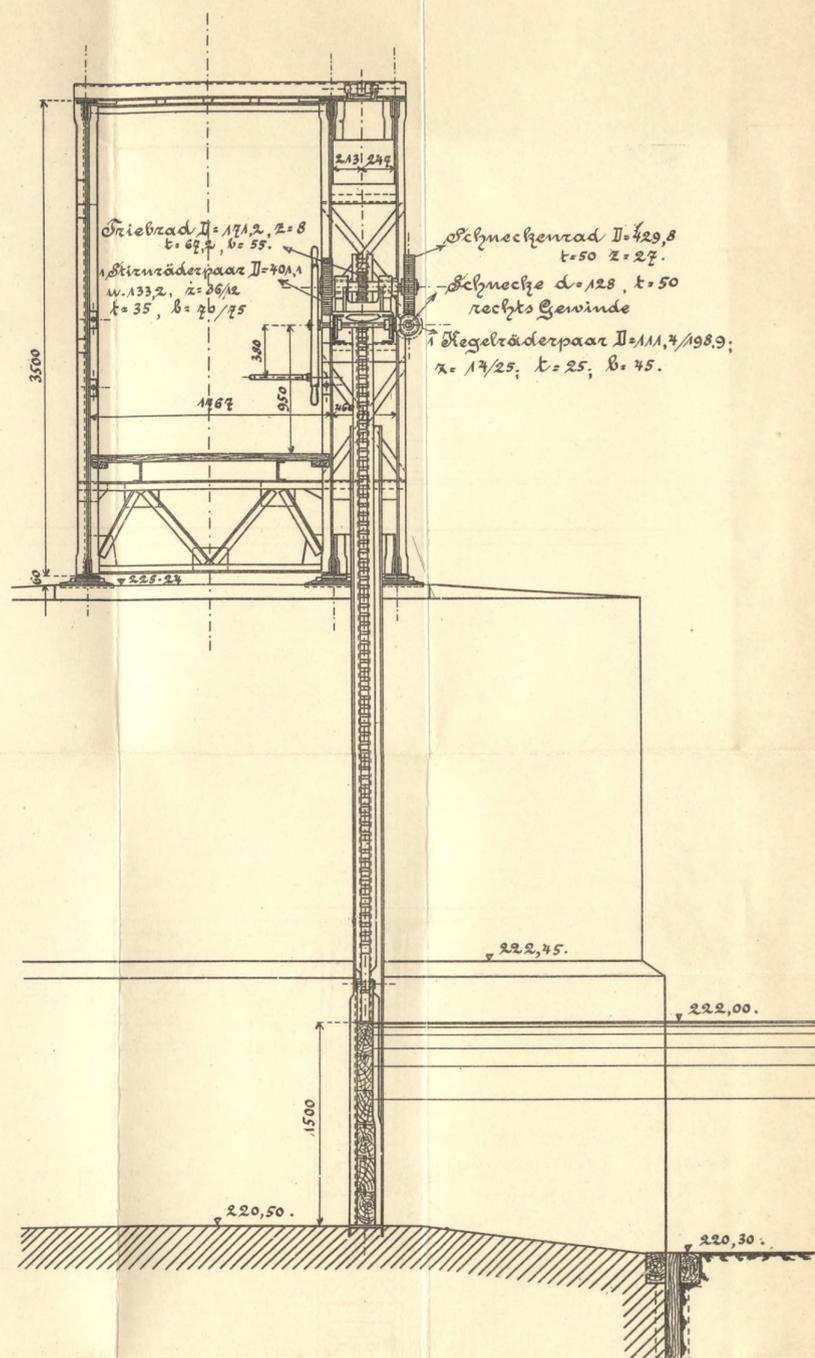
Schnitt a-b.



Schnitt c-d.

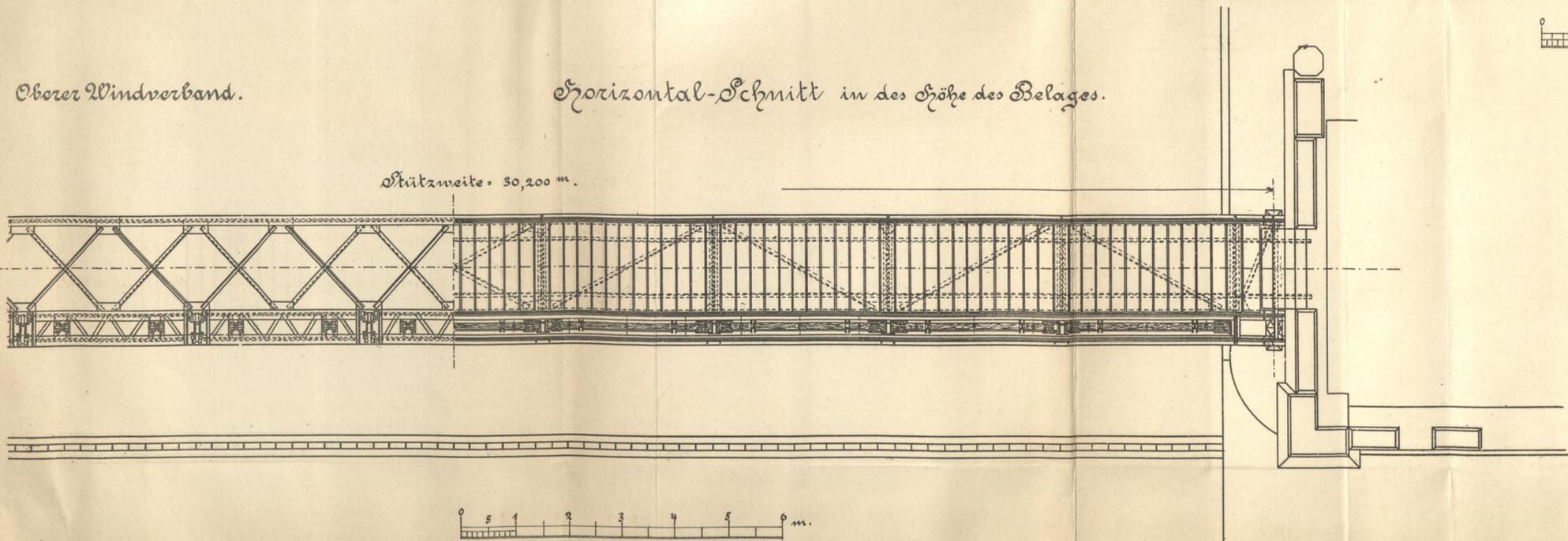


Schnitt e-f.

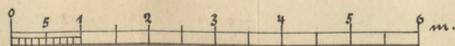
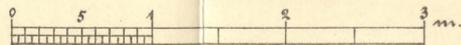


Oberer Windverband.

Horizontal-Schnitt in der Höhe des Belages.

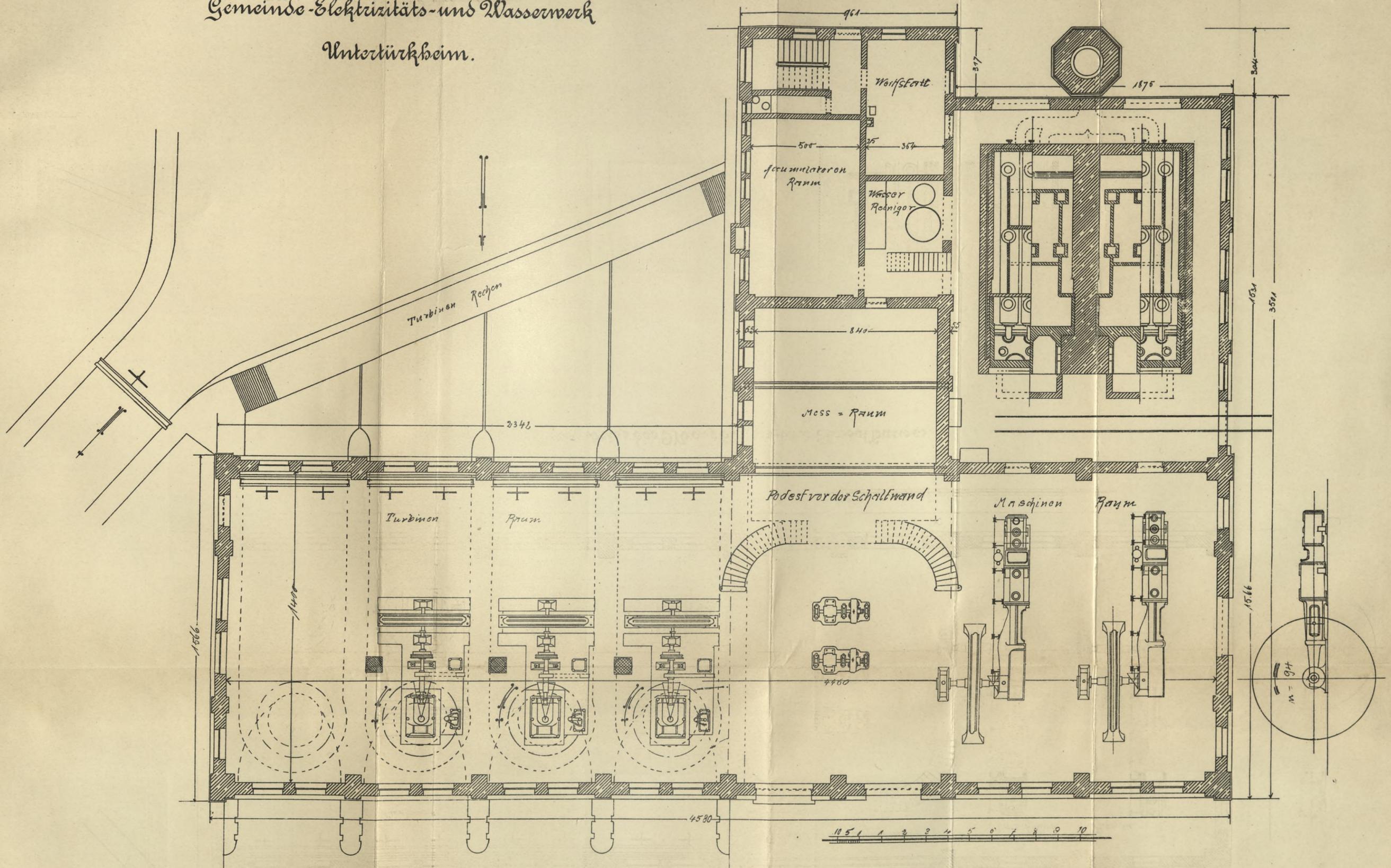


Webrad und Fallenzüge.





Gemeinde-Elektrizitäts- und Wasserwerk  
Untertürkheim.



Grundriss des Maschinen- und Kesselhauses.





54



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw. 33399

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305649