

# Turbo-elektrischer Schiffschrauben-Antrieb von Ljungström

Autor(en): **Mi.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **73/74 (1919)**

Heft 7

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-35576>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Turbo-elektrischer Schiffschrauben-Antrieb von Ljungström. — Wettbewerb für eine Wohnkolonie im Fuchsenried in Bözigen bei Biel. — Die Ventilationsanlage des Simplontunnels. — Die Schaltung der Maschinenfabrik Oerlikon zur Energieerzeugung auf Biphasenbahnen. — Miscellanea: Elektro-Flutwerke an der französischen Küste. Eine Druckrohrleitung aus Holz. Eidgenössische Kunstkommission. Eidgenössische Kommission für Kunstdenkmal. La Construction moderne. Internatio-

nale Simplon-Delegation Technikum Winterthur. — Nekrologia: G. F. Ramel. — Konkurrenzen: Arbeiter-Kolonie der A.-G. Piccard, Pictet & Cie. in Aire bei Genf. Bankgebäude des Schweizer Bankvereins in Biel. Spital in Siders. Eisenbahnbrücke bei den Arsta-Inseln in Stockholm. — Vereinsnachrichten Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein. Sektion Genf des S. I. A. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Maschineningenieur-Gruppe Zürich; Stellenvermittlung.

Band 73.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 7.

## Turbo-elektrischer Schiffschrauben-Antrieb von Ljungström.

Ueber die Ljungström-Dampfturbine ist hier bereits Einiges berichtet worden.<sup>1)</sup> Es handelt sich um eine Reaktionsturbine mit radialer Beaufschlagung, deren wesentlicher Teil aus zwei konzentrischen Schaufelringsätzen besteht, die an zwei Tragscheiben befestigt sind und in entgegengesetzter Richtung rotieren. Infolge der dadurch erreichten Verdopplung der relativen Geschwindigkeit beider Räder zueinander hat die Ljungströmturbine, die eine sehr gedrungene Bauart aufweist, im Verhältnis zu ihrer Leistung ein äusserst geringes Gewicht. Da das Konstruktionsprinzip grösste Annäherung an das theoretisch günstigste Verhältnis von Schaufel- zu Dampfgeschwindigkeit gestattet, ist auch der Wirkungsgrad ein hoher. Ueberdies kann dank der symmetrischen Anordnung und der Verwendung passender Expansions-Zwischenglieder Dampf von sehr hoher Ueberhitzung Verwendung finden, ohne dass Veränderungen der Konstruktionsteile infolge von Temperaturunterschieden befürchtet werden müssen.

Ueber eine Anordnung von Ljungström-Dampfturbinen für den elektrischen Propellerantrieb berichtet ausführlich „Engineering“ (3. Mai, 12. Juli u. 9. Aug. 1918). Der betreffende, von der Firma John Blumer & Co., Sunderland, für die Lancashire Shipping Co. Liverpool gebaute Dampfer „Wulsty Castle“ hat eine Konstruktionslänge von 108,6 m, eine Konstruktionsbreite von 14,8 m, und eine Raumtiefe von 7,9 m. Dem Frachtverkehr dienend, besitzt er die für solche Fahrzeuge üblichen Hilfseinrichtungen. Er ist mit zwei Ljungström-Turbo-Generatorsätzen ausgerüstet, von denen zwei die Schraubenwelle mittels Zahnradvorgelege Antreibende Drehstrom-Asynchronmotoren gespeist werden.

Die gesamte Heizfläche der zwei, Dampf von 15,5 at erzeugenden Zylinderkessel von je 3,96 m Innendurchmesser

<sup>1)</sup> Vergl. Band LXVII, Seite 221 (29. April 1916).

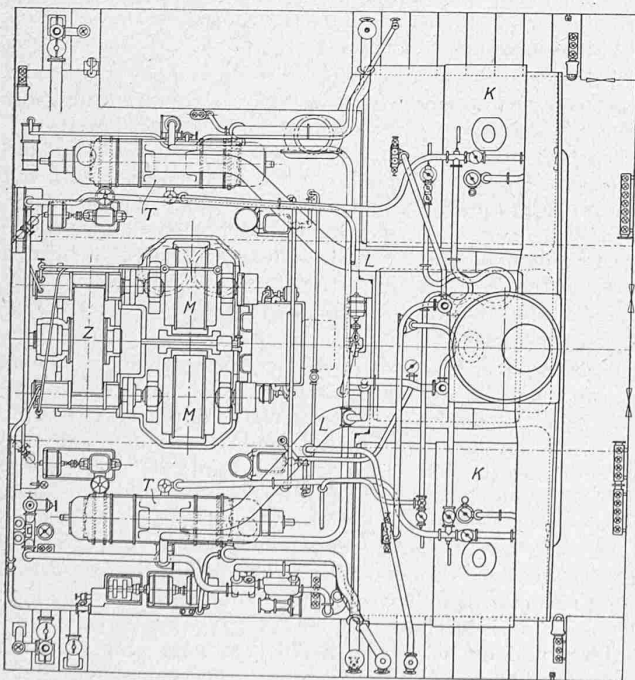


Abb. 1. Grundriss des Maschinenraums. — 1:150.

K Kessel, T Turbogeneratoren, M Elektro-Motoren, Z Zahnrad-Vorgelege.

und 3,35 m Länge beträgt 334,4 m<sup>2</sup>. Die Kessel arbeiten mit künstlichem Zug (System Howden), wobei den Feuerungen mittels auf den Generatorwellen angebrachten Ventilatoren Warmluft zugeführt wird. Damit wird gleichzeitig eine ausgiebige Lüftung des Maschinenraumes und Abküh-

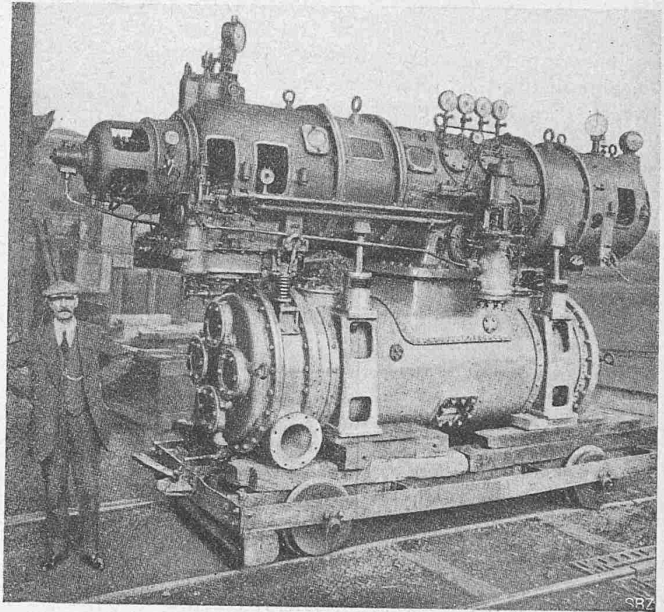


Abb. 2. Ljungström-Turbogeneratorgruppe auf den Kondensator aufgebaut. (Abb. 1 und 2 nach „Engineering“ vom 3. Mai 1918.)

lung der Generatorwicklungen erzielt. Schmidt'sche Ueberhitzer gestatten die Abgabe von Heissdampf von 329° C beim Turbineneinlassventil. Im übrigen sind den Kesseln die bei der englischen Handelsmarine üblichen Ausrüstungen und Armaturen beigegeben.

Der Kessel- und Maschinenraum, dessen Anordnung aus dem Grundriss Abbildung 1 ersichtlich ist, befindet sich mitschiffs. Die Antriebmotoren mit gemeinschaftlichem Zahnrad-Vorgelege Z und vorgelagerter Dienstbühne mit Steuerschrank sind zu beiden Seiten der Schraubenwelle angeordnet, während die zwei Turbogeneratorsätze T gegen die Schiffswandung hin verlegt sind.

Die von der Brush Electrical Engineering Co. Ltd. Loughborough im Auftrage der British Ljungström Marine-Turbine Company Ltd. London E. C. gebauten Drehstrom-Turbogeneratorsätze leisten bei einem Arbeitsdruck von 12,65 at, einem Vakuum von 95%, 3600 Umdrehungen in der Minute, 60 Perioden und 650 Volt, je 625 kW. Ihre Grundplatten sind als Kondensatoren von je 106,8 m<sup>2</sup> Kühlfläche ausgebildet (Abbildung 2). Jedes der beiden, in einem gemeinsamen Gehäuse untergebrachten Turbinen-Laufräder eines Satzes ist mit einem Drehstromgenerator gekuppelt. Die beiden Generatoren eines Turboaggregates sind elektrisch parallel geschaltet. Eines der äusseren Generatorwellenden trägt den gemeinsamen Erreger (Abb. 2, links), sowie die Antriebsvorrichtungen der zwischen Erreger und Generatorschleifringen angeordneten Ölpumpen und Regulatoren. Der Dampfauslassflansch ist mit dem Kondensator, der, wie bereits erwähnt, die gemeinsame Grundplatte des ganzen Maschinensatzes bildet, verschraubt, während das Gewicht der überhängenden Generatorteile von vier, unten kugelig abgedrehten und in am Kondensatorgehäuse angebrachten Federkammern gelagerten Stützen aufgenommen wird. Durch diese Anordnung wird den

Turbinen-, Generator- und Kondensator-Gehäusen die bei Temperaturänderungen notwendige Expansionsfähigkeit gesichert.

Die Abbildung 3 gibt einen achsialen Vertikal-Querschnitt durch die obere Hälfte der Turbine eines Maschinensatzes. Auffallend ist der kleine, von der eigentlichen Turbine beanspruchte Raum. Der ganze rotierende Teil, dessen Gewicht rund 203 kg beträgt, hat einen Durchmesser von rund 710 mm, bei einer achsialen Länge von 445 mm.

Die beiden Turbinenlaufräder  $R_I$  und  $R_{II}$  besitzen zusammen 39 — ein Rad 20 und das andere 19 — gegenseitig angeordnete Schaufelringe, die sich auf Hoch-, Mittel- und Niederdruck verteilen. Der innerste Hochdruckring hat einen äusseren Durchmesser von 77,8 mm, der äusserste Ring einen solchen von rund 710 mm. Jedes Turbinenlaufrad ist aus drei Teilen zusammengesetzt, die zwecks Ermöglichung ungehinderter Ausdehnung durch flexible Zwischenglieder von hantelförmigem Querschnitt miteinander verbunden sind. Nur der innerste Teil der Laufräder ist der hohen Temperatur des, in der Mitte des Rades nahe der Welle eintretenden und radial ausfliessenden Dampfes ausgesetzt, während die Niederdruck-Schaufelringe nur von Dampf von 65,6° C umspült werden. In Anbetracht der hierbei entstehenden, beträchtlichen Materialausdehnung wäre die Verwendung eines starren Laufradsystems unter ähnlichen Verhältnissen nur bei Zulassung eines beträchtlichen Spiels möglich, womit jedoch ein grosser Dampfverlust verbunden wäre. Aus dem nämlichen Grunde ist auch jede der sich drehenden Zwischenscheiben  $a$  mit der zugehörigen Laufradscheibe nur durch zwei flexible Ringe der bereits erwähnten Art verbunden.

Die Schaufelung besteht aus beidseitig mit angefrästen Lappen versehenen Schaufeln aus Nickelstahl, die auf Länge zugeschnitten, in mit entsprechenden Oeffnungen versehene, schmiedeiserne Sammelringe eingesetzt und mit diesen autogen verschweisst werden. Die leichten Schaufelsammelringe werden alsdann abgedreht und durch Einwalzen der an deren äusseren Wandung angebrachten, schwalbenschwanzförmigen Feder in eine passend geformte Nute mit kräftigen Tragringen aus hochwertigem Stahl verbunden. Letztere sind wiederum durch flexible Ringe von hantelförmigem Querschnitt mit den Laufradscheiben verbunden. Dank der Sorgfalt, die darauf verwendet wurde, Veränderungen infolge von Temperaturunterschieden auf ein Minimum zu beschränken, wird zwischen den rotierenden Teilen ein sehr kleines Spiel erzielt. Trotzdem sind auf den Tragringen zur weiteren Abdichtung am äusseren Umfang zu beiden Seiten der Schaufelung noch dünne Nickelstahlstreifen eingestemmt, die bei allfälliger Berührung mit den darüber liegenden Scheiben sich ohne Schaden während des Betriebs abarbeiten und selbst genügend Spiel schaffen können. Die letzten vier Schaufelringe sind, teils zur Erhöhung der Festigkeit, teils zur Vergrösserung des Dampfaustrittsquerschnitts, aus drei Teilen zusammengesetzt.

Der im Betriebe auftretende Achsialdruck, der die beiden Turbinenräder zu trennen sucht, beträgt mehrere Tonnen und wird von den Zwischenstücken  $a$  aufgenommen. Jedes dieser, eine grössere Anzahl abgestufter Dichtungskammern aufweisenden Zwischenstücke besteht aus zwei Rillenscheiben, von denen die eine mit dem zugehörigen Turbinenlaufrad und die andere mit dem feststehenden Dampfgehäuse verbunden ist. Die Dichtungskammern sind derart geformt, dass während des Betriebs automatisch ein genauer Ausgleich des nach beiden Seiten wirkenden Achsialdruckes gewährleistet ist. Zur Vermeidung von Pendelungen ist am Wellenende jedes Generators eine Dämpfungsvorrichtung angebracht.

Der der Turbine durch ein Hosenrohr zugeführte Dampf tritt in der Mitte der Turbinentrommel ein und fliesst, wie bereits erwähnt, radial auswärts. Da eine Zufuhr des überhitzten Dampfes durch eine hohle Welle, namentlich mit Rücksicht auf die hierbei auftretende Wärmeübertragung auf den elektrischen Teil, ausgeschlossen ist,

sind zu jeder Seite der Turbinentrommel doppelringförmige Dampfkammern aus geschmiedetem Stahl  $b$  angeordnet, die am einen Ende die Wellendichtung und am andern den feststehenden Teil des erwähnten Zwischenstückes  $a$  tragen. Zur Vermeidung von Deformierung infolge Expansionsbeanspruchung sind auch diese Dampfkammerringe mit dem eigentlichen Turbinengehäuse durch einen flexiblen Zwischenring von hantelförmigem Querschnitt verbunden. Falls die Turbinen mit Ueberlast arbeiten müssen, wird durch Betätigung eines Ueberlastventils der äusseren Dampfkammer Frischdampf zugeführt, aus der er durch die Nebenleitungen  $c$  in die Laufräder gelangt. Zur Vermeidung von Strahlungs- und Leitungsverlusten sind die Dampfkammern an den, an das äussere Turbinengehäuse anstossenden Wandungen verschalt. Die Abdichtung des Dampfraumes gegen das Gehäuse geschieht durch besondere Labyrinth-Dichtungen.

Jedes Turbinenrad ist auf einem kurzen hohlen Wellenstück  $d$ , das mit der zugehörigen Generatorwelle  $W_I$ , bzw.  $W_{II}$  zentriert und durch Bolzen  $e$  verbunden ist, mit konischem Sitz gelagert und auf demselben durch vier Keile, die durch einen Zapfen  $f$  gesichert sind, festgehalten. Abstreifer  $g$  verhindern Oelübertritt aus den Lagern.

Das Hauptdampf einlassventil ist mit dem, auf der gleichen Spindel darüber angeordneten Regulatorschieber in einem Gehäuse vereinigt. Ersteres ist als Tellerventil, letzteres als entlastetes Doppelsitzventil ausgebildet. Der Regulatorschieber wird durch Drucköl betätigt, das unter den federbelasteten Regulierkolben eingeführt werden kann. Der Oeldruck wird durch den, zwischen Erreger und Generator angeordneten, vollständig gekapselten Zentrifugalregler eingestellt. Mit zunehmender Geschwindigkeit wird der Oeldruck vermindert und damit durch Schliessen des Regulatorschiebers die Dampfzufuhr gedrosselt. Das nämliche Drucköl wird für Betätigung der Regelungsvorrichtungen und zur Lagerschmierung verwendet, und es ist Vorkehrung getroffen, dass die Turbine nicht angelassen werden kann, bevor sämtliche Lager genügend mit Oel versorgt sind.

Ausser dem Hauptzentrifugalregler sind noch zwei Sicherheitsregler vorhanden, die bei Ueberschreitung der normalen Drehzahl der Turbine um 10% durch eine sinnreiche Drahtseilübertragung die Schliessung des Regulierschiebers bewirken. Der Antrieb der Hauptregulatorspindel, an deren unterem Ende sich die Hauptölpumpe befindet, erfolgt durch Schraubenrad von der Turbinenwelle aus. Jeder Turbine sind an Nebeneinrichtungen Oelreservoir, Oelkühler und Hilfspumpe für Lieferung des Drucköls zur Inbetriebsetzung beigegeben.

Der elektrische Teil des Antriebes umfasst die vier Drehstromgeneratoren, die zwei Antriebmotoren und die Regulierapparatur. Jeder der Drehstromgeneratoren entwickelt bei 3600 Uml/min 312,5 kW bei 650 Volt und 60 Perioden. Die Rotoren aus geschmiedetem Stahl sind mit der Welle aus einem Stück hergestellt und mit gefrästen Längsnuten versehen, in die auf Schablonen gewickelte Magnetspulen eingesetzt sind. Diese Spulen sind in den Nuten durch Bronzekeile festgehalten und die Wicklungsköpfe durch Kappen aus nämlichem Material gegen Verschiebungen gesichert.

Jeder der Turbodoppelgeneratorsätze speist einen asynchronen Drehstrom-Induktionsmotor von 750 PS Leistung bei 714 Uml/min, dessen Welle durch eine flexible Kupplung mit der, den einen Doppelkolben des Getriebes tragenden Welle verbunden ist. Bei den Versuchen wurde der Vollast-Wirkungsgrad der Motoren zu 95% ermittelt, bei einem Leistungsfaktor von 0,875. Die beiden Doppelkolben übertragen die Gesamtmotorleistung von 1500 PS auf das mit der Propellerwelle direkt gekuppelte Doppelrad von 2185 mm Durchmesser mit helikoidaler Verzahnung. Deren Teilkreisdurchmesser beträgt 224 mm, deren Zahnzahl 23, und die wirksame Breite 559 mm. Sie sind mit ihrer zugehörigen Welle aus einem geschmiedeten Stahlstück herausgearbeitet. Das Rad aus Gusstahl ist auf die Welle aufgezogen und mit derselben verkeilt. Die Lager

besitzen mit Weissmetall ausgegossene Lagerschalen und Druckölschmierung. An den, den Motoren gegenüberliegenden Enden der Zahnkolbenwellen sind mittels ausrückbaren Kupplungen Oeldruckpumpen angeordnet, die sämtliche Lager, das Getriebe und das im Triebwerkgehäuse

sowie die Betätigungshebel der verschiedenen Schalter sind im oberen Teil des Steuerschranks oder auf dessen vorderer Abschlusswand untergebracht und ermöglichen jederzeit eine bequeme und zuverlässige Ueberwachung des gesamten Antriebs.  
Mi.

### Die Ljungström-Dampfturbine für turbo-elektrischen Schiffs-Antrieb.

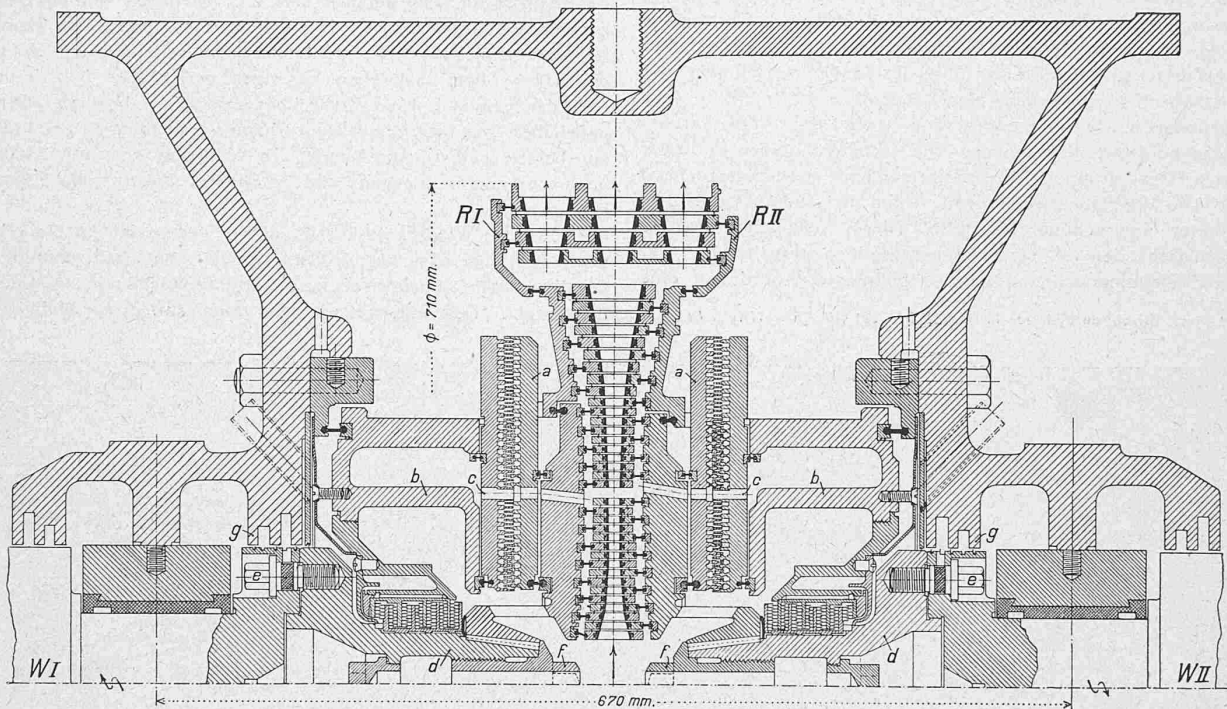


Abb. 3. Dampfturbine für 625 kW Generatorleistung bei 3600 Uml/min. Gesamtes Rotorgewicht 203 kg. — Halber Vertikalschnitt. — Masstab 1:5.  
(Gezeichnet nach „Engineering“ vom 12. Juli 1918. Letzte Arbeit von † F. Leiber, von fremder Hand vollendet, z. B. Rillen-Scheiben bei c rechts unten.)

eingebaute Spezialkammllager zur Aufnahme des Achsialschubs, mit Oel versorgen. Eine Pumpe reicht vollständig für die Versorgung des ganzen Getriebes aus.

Die Steuerung der Motoren geschieht durch Regulierung ihres Rotorstromes. Für jeden Motor ist ein durch einen gemeinsamen Handradantrieb betätigter Flüssigkeits-Regulieranlasser vorgesehen, der für jede Phase zwei Elektroden von konischer Form enthält. Die oberen Elektroden sind an Stangen befestigt, die entsprechend der links- oder rechtsgängigen Bewegung des Antriebs-Handrades gehoben oder gesenkt werden können. Die unteren Elektroden sind fest und mit Kaliumhydroxyd gefüllt. In der Ruhestellung sind die oberen Elektroden vollständig von dem in den unteren Kontaktbechern enthaltenen Elektrolyten getrennt und der Rotorstromkreis somit unterbrochen, während sie bei voller Geschwindigkeit vollständig in den Elektrolyten eintauchen und durch Kontakt der beiden metallischen Elektroden-Mantelflächen den Rotorstromkreis kurzschliessen. Umkehrung der Drehrichtung wird bei offenem Rotorstromkreis durch Umschaltung zweier Statorzuleitungen mittels eines Umschalters bewirkt. Die Elektroden mit den zugehörigen Antriebsgarnituren sind ausbalanciert, sodass zu ihrer Betätigung nur eine geringe Kraft aufzuwenden ist. Der Antrieb des Doppelregulieranlassers kann in jeder Stellung arretiert werden, wodurch jede gewünschte Geschwindigkeit — bis zu einer Umdrehung in der Minute — eingestellt werden kann. Als minimale Geschwindigkeit der Schaufelwelle für ruhigen Gang wird 10 Umdrehungen pro Minute angegeben. Der durch einen wasserspülten Rohrkühler ständig gekühlte Elektrolyt befindet sich mit Hilfe von Elektro-Pumpen, die im Sockel des Steuerschranks untergebracht sind, fortwährend in Umlauf.

Sämtliche zur Kontrolle der elektrischen Einrichtungen des Antriebs erforderlichen Instrumente — wie Voltmeter, Ampèremeter, Wattmeter und Synchronisiervorrichtung —

### Wettbewerb für eine Wohnkolonie im Fuchsenried in Bözingen bei Biel.

In Anbetracht der heutigen allgemeinen Bedeutung des Siedelungswesens und des Kleinwohnungsbaues bringen wir im Folgenden das Ergebnis dieses Wettbewerbes, das wir auf Seite 7 laufenden Bandes (in Nr. 1) bereits mitgeteilt haben, wenigstens auszugsweise zur bildlichen Darstellung.

Aus dem Programm sei vorausgeschickt, dass die Kolonie von der Firma *Vereinigte Drahtwerke A. G.* in Biel für die Bedürfnisse ihrer Arbeiter erbaut wird. Von den Wohnungen waren rund 60% mit zwei Zimmern, Wohnküche, Keller und Dachkammer, rund 30% mit drei Zimmern und gleichem Zubehör und 10% mit vier Zimmern, Küche, Keller und Dachkammer vorzusehen. Badegelegenheit ist im Wohlfahrts-haus<sup>1)</sup> schon vorhanden; für je acht bis zehn Wohnungen war eine Waschküche anzuordnen. An eine Treppe durften höchstens vier Wohnungen angeschlossen werden. Jeder Wohnung waren in nächster Nähe des Hauses etwa 150 m<sup>2</sup> leicht zugängliches Gartenland zuzuteilen, ausserdem sollte für Spiel- und Ruheplätze sowie für Wäsche-Trockenplätze gesorgt werden.

Das entsprechend der Jura-Richtung gegen Südost abfallende Baugelände ist nordöstlich begrenzt durch den Rand der Taubenloch-Schlucht, die von der oberhalb des „Fuchsenried“ ansteigenden Reuchenette-Strasse aus überbrückt werden soll, wie z. B. auf dem Schaubild Seite 70 (oben rechts) angedeutet. Ueber die hier dargestellten prämierten Entwürfe äussert sich das Preisgericht, bestehend aus den Herren Dir. Schwab (Ver. Drahtwerke), Arch. Prof. K. Moser, Prof. R. Rittmeyer, K. Indermühle und Stadtbau-meister H. Huser (Biel), folgendermassen:

<sup>1)</sup> Vergl. dessen Darstellung in Bd. LXXII, S. 98 (vom 14. Sept. 1918).