Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 119/120 (1942)
Heft: 6

Artikel: Einige Gedanken zum Problem des Ausbaus unserer Wasserkräfte
Autor: Gruner, Georg
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-52306

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.08.2025

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

INHALT: Einige Gedanken zum Problem des Ausbaues unserer Wasserkräfte. — Massnahmen zur Erhöhung der Gestaltfestigkeit von Aluminium-Knotenpunktverbindungen. — Räumlich gestaffeltes Reihenhaus. — Die Lasten und Leistungen der schweiz. Eisenbahnen für Staat, Volk und Wirtschaft. — Transformation d'un magasin à Lausanne. — Die neue gesetzliche Regelung der Berufsausübung und der Ausbildung der Architekten in Frankreich. — Korrespondenz: Ueber mkg und kWh. Losräder für Vollbahnfahrzeuge. — Mitteilungen: Kleine und kleinste Wasserkraftwerke. Schweiz. Rhone-Rhein-Schiffahrtsverband. Ecole d'ingénieurs de Lausanne. Baugeschichtliches Museum der Stadt Zürich. Das Kraftwerk Génissiat. Eidg. Techn. Hochschule. — Nekrologe: Friedr. Spengler. A. Ochsner. — Wettbewerbe: Kant. Verwaltungsgebäude Liestal.

Band 119 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet Nr. 6

Einige Gedanken zum Problem des Ausbaues unserer Wasserkräfte

Von Dipl. Ing. GEORG GRUNER, Basel

[*Vorbemerkung der Redaktion.* Wir stellen diesen Artikel mit der Beschreibung eines an sich unbedeutenden, kleinen Wasserwerks an die Spitze dieses Heftes, weil wir die Anregung Gruners, das Augenmerk nicht nur auf die paar Grosskraftwerke, sondern auch auf die sehr vielen Möglichkeiten vermehrter Wasserkraftausnützung im Kleinen zu lenken, für sehr wichtig und beherzigenswert halten. In einer Mangelzeit, da man zur Sammlung von Abfallstoffen aller Art bis zur Zahnpastatube aufruft, wäre es unverständlich, wenn der intensivern Ausnutzung so mancher hydraulischer Energiequellen nicht die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt würde. Dass sich eine planmässige «Durchforstung» der schweiz. kleinen Wasserkraftanlagen auf die Möglichkeit ihrer Verbesserung hin lohnt, zeigt Gruner an einigen Beispielen sehr eindrucksvoll. Es wäre auch ein dankbarer Zweig der *Arbeitsbeschaffung für Ingenieure*, wenn die für unsere Kriegswirtschaft verantwortlichen Stellen eine gründliche *Durchsicht des Wasserrechtskatasters* in der von Gruner angedeuteten Richtung durch deren Organisierung in die Wege leiten würden, wobei sie der Mitwirkung unserer Berufs- und Fachverbände sicher sein dürften. Es sollte dies aber baldigst an die Hand genommen werden.]

*

Der Kriegsausbruch und die damit verbundene Zunahme unserer industriellen Produktion einerseits und die Drosselung der Einfuhr von flüssigen und festen Brennstoffen anderseits hat den Verbrauch von elektrischer Energie in einem Masse gesteigert, das uns heute zwingt, auch die letzten Möglichkeiten der Energieerzeugung auszunützen. Die zuständigen Verbände SEV-VSE haben gemeinsam mit den Bundesbehörden ein Programm ausgearbeitet, das dem voraussichtlichen Energiebedarf in den nächsten zehn Jahren Rechnung trägt und die Erstellung verschiedener *Grosskraftwerke* vorsieht. Dieses Programm ist hier (in Nr. 4, S. 43) zur Darstellung gebracht worden.

Da sich indessen nicht alle unsere Flüsse und Wasserläufe zur Ausnützung in Grossanlagen eignen, ist seit Beginn der Elektrizitätswirtschaft eine nicht unbedeutende Energiemenge auch in einer grossen Zahl von *Kleinanlagen* erzeugt worden. Diese Kleinanlagen versorgen teils einzelne Industrien, teils aber auch ganze Gemeinden oder Landesgegenden. Auch sie erfüllen im Gesamtenergiehaushalt der Schweiz eine wichtige Aufgabe. Ihr Ursprung beruht zum Teil auf sehr alten Wasserrechten. Ursprünglich wurde die Wasserkraft mittels primitiver Wasserräder ausgenützt, die durch Seilantriebe und Transmissionen die Kraft mechanisch auf die Arbeitsmaschinen übertrugen[1]). Später hat man diese Anlagen durch den Einbau von Turbinen verbessert und grösstenteils zur Erzeugung elektrischer Energie umgebaut. Mit dem Bau der Grosskraftwerke in den letzten Jahrzehnten sind aber viele solcher kleiner Werke vernachlässigt oder gar stillgelegt worden, da zufolge einer geschickten Preispolitik die Energie von den grossen Werken vorteilhafter erworben werden konnte. Im heutigen Zeitpunkt stellen aber diese vielen Kleinanlagen eine wertvolle stille Reserve dar, auf die man nicht mehr verzichten kann. Studien an solchen Anlagen haben gezeigt, dass der Energiegewinn bei zeitgemässem, richtigem Ausbau grösser ist, als man allgemein glaubt.

Die Anpassung der kleinen Wasserkraftwerke an die heutigen Erkenntnisse der Elektrizitätserzeugung kann durch folgende Massnahmen erfolgen:

1. Modernisierung der Maschinen und ihrer Regulieranlagen.
2. Einbau von elektrischen Generatoren in Anlagen, die bis heute die Kraft nur auf mechanischem Wege übertragen haben.
3. Zusammenfassung von vielen unwirtschaftlichen Kleinanlagen in einem einzigen Werk.
4. Anpassung an veränderte Abflussverhältnisse eines Flusses.
5. Steigerung der Leistungsfähigkeit bei Hochdruckanlagen durch die Erweiterung des Einzugsgebietes und die Zuleitung von Seitenbächen, die Erstellung von Ausgleichspeichern und weiterer Druckleitungsstränge oder Einbau weiterer Maschinen.
6. Wiederinbetriebnahme stillgelegter Anlagen.

[1]) Vgl. z. B. die Schaffhauser Seiltransmission, Bd. 54, S. 352*. Red.

1. Modernisierung des Maschinenparkes und der hydraulischen Regulieranlagen. Wieviel Energie durch die Modernisierung des Maschinenparkes und der Regulieranlagen gewonnen werden kann, soll abschliessend am Beispiel des «St. Albanteichs», eines jahrhundertealten Gewerbekanals in Basel, erklärt werden. Er nützt das Wasser der Birs zwischen Münchenstein und der Mündung in den Rhein mit einem totalen Gefälle von etwa 27 m aus. Längs diesem Gewässer haben sich im Lauf der Zeit verschiedene Industrien angesiedelt, die die Wasserkraft auf Grund von alten ehehaften Rechten ausnützen. Die beinahe das ganze Jahr konstant vorhandene Wassermenge beträgt 8 m³/s, die Gefällsstufen schwanken zwischen $1\frac{1}{2}$ m und mehreren Metern. Das Stauwehr und die Wasserfassung in der Birs wurden vor etwa 30 Jahren zweckmässig repariert und ausgebaut. An diesem Gewerbekanal sind nur zwei Anlagen als modern anzusprechen; alle übrigen sind stark veraltet und arbeiten mit sehr schlechten Wirkungsgraden, die bei gewissen Anlagen nur 30 bis 50 % betragen. Im Gesamten werden heute in allen Anlagen etwa 3,5 Mio kWh erzeugt. Bei richtigem Ausbau könnten aber 9,2 Mio kWh gewonnen werden, d. h. es gehen infolge schlechter Ausnützung jährlich etwa 5,7 Mio kWh oder rund 60 % der verfügbaren Energie verloren.

Bei den meisten Stufen fehlen automatisch wirkende Entlastungsanlagen, wie Streichwehr, Saugüberfälle, automatische Klappen oder dergleichen, sodass die Maschinen nur unter Aufsicht laufen dürfen. Die Betriebsleiter lassen deshalb den Stau während der Betriebsunterbrüche in der Nacht und sogar teilweise über Mittag einfach ab. Dieses Vorgehen erzeugt naturgemäss grosse Betriebschwankungen bei den Unterliegern und verhindert dort eine gleichmässige Ausnützung. Der Ausbau besteht also hier in der Modernisierung des Maschinenparkes und der Erstellung von automatisch wirkenden Entlastungsanlagen wie Streichwehren oder ähnlichem, während die Wasserfassung und der Kanal keine Veränderungen erfordern.

2. Einbau von elektrischen Generatoren bei rein mechanischen Anlagen. Dass auch in anderen Landesgegenden als in Basel die Verhältnisse bei den Kleinkraftwerken nicht viel besser liegen, möge das Beispiel einer Anlage an der Sitter bei St. Gallen veranschaulichen. In dieser wird die Energie heute noch auf mechanischem Wege mittels verlustreichem Getriebe auf die Arbeitsmaschinen übertragen, sodass eine Nettoleistung von etwa 70 PS nicht überschritten wird. Bei einem rationellen Ausbau und Ausnützung der vorhandenen Möglichkeiten könnte aber in diesem Werk eine Leistung von 270 PS — beinahe das Vierfache! — und rd. 1,3 Mio kWh/Jahr erzeugt werden. Der Ausbau dieser Anlage erfordert ausser der Erstellung eines neuen Maschinenhauses mit Unterwasserkanal nur eine geringe Verbesserung des Einlaufbauwerks und eine gründliche Reinigung des 500 m langen Oberwasserkanals.

3. Zusammenfassung von vielen unwirtschaftlichen Kleinanlagen in einer einzigen Stufe. Am Dorfbach Flums sind heute zwischen den Textilwerken Spoerry & Co. und der Mündung in die Seez in ein Gefälle von etwa 28 m nicht weniger als 14 Wasserkraftanlagen eingebaut. Ihre Leistung schwankt zwischen 5,7 PS in der kleinsten und 34,8 PS in der grössten Anlage, wobei die totale installierte Leistung 213 PS erreicht; die Wassermenge beträgt 1 m³/s. Es ist ganz klar, dass eine solche Unzahl von kleinen und kleinsten Anlagen die vorhandene Energie nur schlecht ausnützt. Ein generelles Studium dieser Verhältnisse ergibt, dass bei der Ausnützung der ganzen Gefällstufe in *einer* Anlage eine Leistung von 370 PS erreicht würde und im Jahr 1,6 Miok Wh erzeugt werden könnten. Hierbei beschränken sich die baulichen Massnahmen auf die Erstellung eines Ausgleichweihers unterhalb der Anlage Spoerry, einer unterirdisch verlegten Druckleitung, z. B. aus Schleuderbetonrohren, durch das Dorf Flums und der Erstellung des Maschinenhauses.

4. Anpassung an veränderte Abflussverhältnisse in einem Fluss. Die Erstellung von Akkumulierwerken in den Einzugsgebieten unserer Gewässer hat das Abflussregime an manchem Gewässer stark beeinflusst. Im besondern sind die Abfluss-

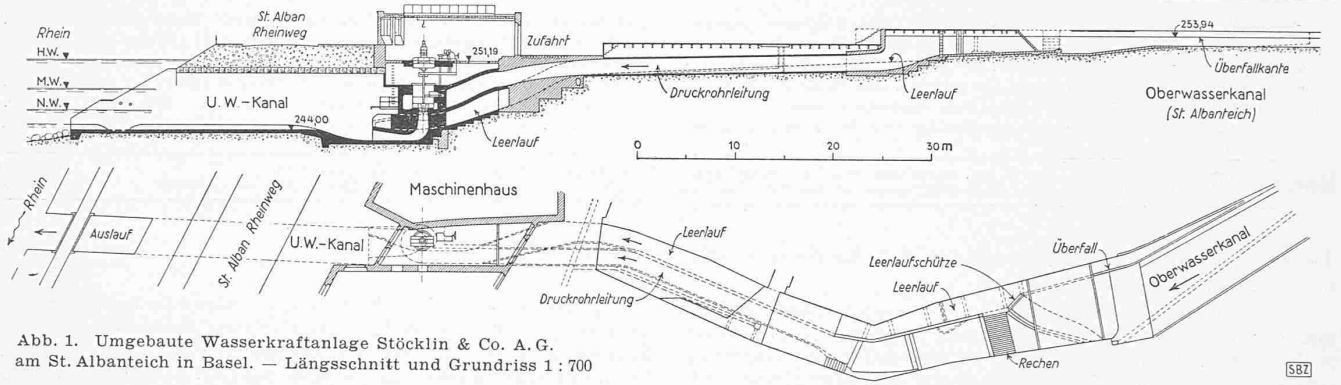

Abb. 1. Umgebaute Wasserkraftanlage Stöcklin & Co. A. G. am St. Albanteich in Basel. — Längsschnitt und Grundriss 1 : 700

verhältnisse ausgeglichen und die Minima erhöht worden. Die Kleinanlagen sind seinerzeit gewöhnlich für eine minimale Niederwassermenge oder doch zum mindesten für eine normale Niederwassermenge ausgebaut worden. Heute haben sich diese Ausbaugrundlagen geändert, und eine Anpassung der bestehenden Anlagen scheint nur natürlich.

In welcher Grössenordnung sich diese Veränderung der Abflussverhältnisse bewegt, soll am Beispiel der Limmat dargestellt werden. Am Pegel Unterhard in Zürich hat noch im Jahre 1909 die minimale Wassermenge 17,5 m³/s betragen. Seit dem Bau des Wäggitalerstausees ist dieses Minimum nie mehr unter 33 m³/s gefallen, und seit der Inbetriebnahme des Etzelwerkes gar ständig über 40 m³/s geblieben. Die minimale Niederwassermenge in der Limmat hat sich demnach unter dem Einfluss der beiden Akkumulierwerke mehr als verdoppelt. Es wird infolgedessen wirtschaftlich, die älteren Anlagen an diesem Fluss auf grössere Wassermengen auszubauen, und damit eine wesentliche Steigerung der Energieerzeugung zu erreichen.

5. Steigerung der Leistungsfähigkeit bei Hochdruckanlagen. Die obigen Beispiele erläutern das Problem für die Niederdruckanlagen. Es bestehen aber auch manche Hochdruckanlagen, bei denen man ebenfalls mit einfachen Mitteln eine Verbesserung der Energieerzeugung vornehmen könnte. Häufig handelt es sich dabei um die Erstellung eines relativ kleinen Speicherbeckens, das einen Tages- oder Wochenausgleich ermöglicht, oder es ist der Einbau eines weiteren Druckleitungsrohres oder einer weiteren Maschine erforderlich, deren Fundamente vielleicht bereits seit langem vorbereitet sind. Auch die Zuleitung eines Seitenbaches kann in Frage kommen, um die Leistungsfähigkeit der Anlage ganz wesentlich zu steigern.

Als Beispiel sei hier ein Gemeindewerk im Kanton St. Gallen erwähnt, dessen Ausbau sich zur Zeit in Vorbereitung befindet. Bei diesem Werk wird durch den Einbau eines weitern Druckleitungsrohres, die Erstellung eines Ausgleichbeckens und geringfügige Verbesserung der Wasserfassung eine Zunahme der Energieerzeugung von 2,7 auf 8,3 Mio kWh pro Jahr erreicht werden. Dies entspricht einer Verdreifachung der heutigen Energieerzeugung und gestattet, Spitzenbelastungen zu decken, die das Doppelte der heutigen betragen, wobei heute sämtliche Spitzen durch teuern Fremdstrombezug gedeckt werden müssen.

6. Wiederinbetriebnahme stillgelegter Anlagen. Es gibt heute trotz des grossen Energiemangels in der Schweiz noch einige kleinere Wasserkraftwerke, die aus irgendeinem Grunde stillgelegt worden sind. Es sollte eigentlich selbstverständlich sein, dass solche Werke wieder in Betrieb genommen werden. Bei der Wiederindienststellung dürfte es aber vorteilhaft sein, sie gerade einer Generalrevision zu unterziehen und durch Verbesserungen auf den heutigen Stand der Technik zu bringen.

*

Der Ausbau der kleineren Kraftwerke, wie er oben skizziert worden ist, soll und wird den Bau der vorgesehenen Grosskraftwerke natürlich nicht beeinflussen oder gar stören. Er wird aber dazu beitragen, den Energiemarkt manchenorts spürbar zu entlasten. Die Vorteile gegenüber dem Bau der grossen Anlagen bestehen in Folgendem: Der Ausbau dieser Kleinanlagen benötigt wenig Zeit, die Umbauprojekte sind relativ einfach und deshalb rasch zu erstellen; die Wasserrechte sind bereits verliehen, sodass keine Vorbereitungen rechtlicher Art notwendig sind; Teile der alten Anlagen können ohne grosse Aenderungen weiter verwendet werden, wodurch nur kurze Bauzeiten nötig sind. Es ist also möglich, in kurzer Zeit eine Vergrösserung der Energieerzeugung zu erreichen. Diese Anlagen *benötigen auch wenig Rohmaterial,* denn durch die Rückgabe der alten, häufig voluminösen langsamlaufenden Maschinen kann unter Umständen sämtliches Konstruktionsmaterial durch Altmaterial ersetzt werden.

Die Wirtschaftlichkeit des Ausbaues. Bei den meisten Anlagen ergibt sich ein sehr günstiger Preis für die gewonnene Mehrenergie. Dies ist auch leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, dass die alten bestehenden Anlagen weitgehend abgeschrieben sind und häufig doch noch wichtige Teile davon wieder verwendet werden können. Bei sämtlichen von uns in den letzten Jahren untersuchten und umgebauten Anlagen beläuft sich der Selbstkostenpreis für die neu erzeugte Energie auf 1 bis 1,5 Rp./kWh. Nur in einem einzigen Fall, wo die Verhältnisse besonders ungünstig lagen, beträgt der Preis 3 Rp./kWh. Solche Energiepreise sind als sehr günstig zu bezeichnen.

Dem Ausbau dieser Kleinanlagen stellen sich häufig dadurch Schwierigkeiten entgegen, dass nicht alle Energie im eigenen Betrieb verwendet werden kann. Betriebstechnisch ist es oft auch nicht möglich, diese Energie einfach in ein grosses Netz abzugeben. Hier sollten die Behörden dadurch helfend eingreifen, dass sie diesen Wasserrechtsinhabern gestatten, auch benachbarten Betrieben, die dem kantonalen Netz angeschlossen sind, elektrische Energie abzutreten, und so dazu Hand bieten, dass die vorhandenen Naturschätze möglichst vollständig ausgenützt werden. Der Ausbau dieser Werke ist für *alle* Landesgegenden von Bedeutung, denn solche Kleinanlagen und alte Wasserrechte sind über das ganze Land verteilt zu finden. Er wird gestatten, eine grosse Anzahl von Ingenieurbureaux und auch kleinere Bauunternehmungen, sowie die Maschinenindustrie mit produktiver Arbeit zu beschäftigen.

*

Umbau der Wasserkraftanlage Stöcklin am St. Albanteich

Der Umbau dieser Wasserkraftanlage stellt ein interessantes Beispiel für den Umbau einer Kleinanlage dar. Er soll deshalb etwas näher beschrieben werden.

Die Papier- und Kartonfabrik Stöcklin & Co. hat das Recht, den St. Albanteich auf seiner untersten Strecke bis zur Einmündung in den Rhein auszunützen. Da ihr aber nur das Recht auf die Ausnützung der halben Menge zusteht, beträgt die maximale Wassermenge, die ausgenützt werden kann, 4,25 m³/s; das nutzbare Gefälle schwankt zwischen 9,3 und 4,0 m je nach dem Wasserstand im Rhein (Abb. 1 und 2). Die andere Hälfte der Wassermenge zweigt oberhalb der Anlage Stöcklin vom St. Albanteich ab; sie bildet den Gegenstand eines Wasserrechtes einer andern Fabrikanlage, wird aber z. Zeit bedauerlicherweise sozusagen gar nicht ausgenützt.

Die ehemalige Anlage Stöcklin bestand aus drei horizontalachsigen Francisturbinen mit sehr schlechtem Wirkungsgrad. Jede von ihnen arbeitete direkt auf einen Generator. Alle drei Maschinengruppen zusammen erzeugten im Maximum eine Leistung von 320 PS. Die Zuleitung des Wassers erfolgte in einer Druckleitung aus Eisenbeton von etwa 40 m Länge. Vor dem Einlauf befindet sich ein Streichwehr und eine Leerlaufschütze, die das Wasser in einen Leerschusskanal ableiten. Dieser Kanal führt neben der Druckleitung durch das Maschinenhaus ins Unterwasser; der Unterwasserkanal von rd. 30 m Länge mündet direkt in den Rhein. Die Druckleitung und ihr Einlauf waren in sehr gutem baulichem Zustand; der Unterwasserkanal erlaubte, durch eine Vertiefung der Sohle bei niedrigen Rheinwasserständen eine Leistungsverbesserung zu erreichen. Auf Grund dieser Umstände beschränkte sich der Umbau auf den Ersatz der veralteten Maschinen mit Anpassung des Turbineneinlaufes und des Saugrohres an die neue Turbine, sowie auf eine Tieferlegung der Sohle des Unterwasserkanals. Einlauf, Druckleitung und Leerlauforgane dagegen sind nicht geändert worden.

Die drei alten Maschinen sind durch eine Kaplanturbine ersetzt worden, da sie sich den wechselnden Betriebserfordernissen und Gefällen am besten anpassen kann. Der Generator mit vertikaler Achse ist direkt mit der Turbine gekuppelt und zufolge

der niedrigen Konstruktion des bestehenden Maschinenhauses im Generatorenboden versenkt angeordnet. Das ganze Maschinen-Aggregat liegt exzentrisch im Maschinenhaus, damit der notwendige Raum für die Einlaufspirale zur Turbine zwischen den beiden eng anstossenden Fabrikgebäuden gewonnen wird. Das Saugrohr findet im Unterwasserteil genügend Raum. Im Bereiche des Maschinenhauses musste der Leerlaufkanal ebenfalls neu erstellt werden; er führt neben dem schmalen senkrechten Teil des Saugrohres der Turbine mit einem genügend grossen Querschnitt möglichst weit ins Unterwasser hinein. Durch diese Anordnung ist der Vereisungsgefahr im Winter infolge Spritzwasser weitgehend vorgebeugt. Gegenüber der alten ist die neue Sohle des Unterwasserkanals etwa 50 cm vertieft, damit bei niedrigen Wasserständen im Rhein möglichst das ganze Gefälle ausgenutzt werden kann; sie ist mit in Zementmörtel verlegtem Granitpflaster abgedeckt.

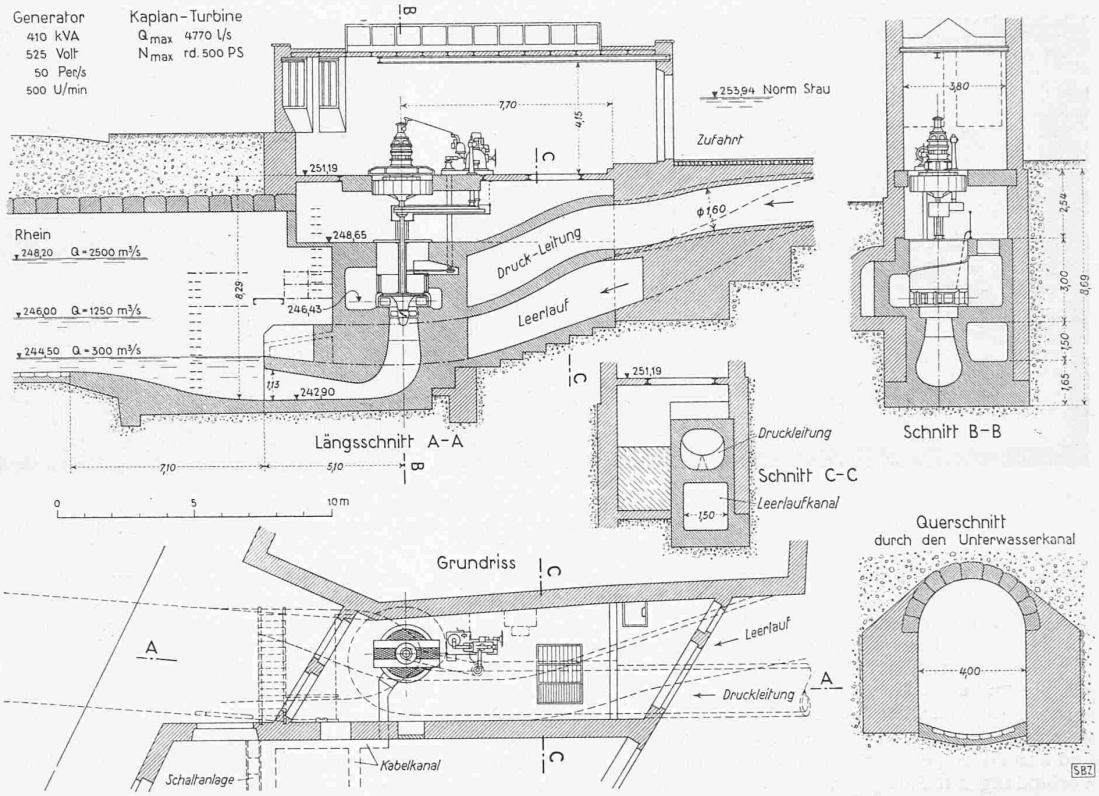

Abb. 2. Neue Maschinenanlage Stöcklin & Co. am St. Albanteich in Basel. — Grundriss und Schnitte 1 : 250

Der Anschluss des bestehenden Druckrohres mit rundem Querschnitt an die Einlaufspirale der Turbine mit rechteckigem Querschnitt erfolgt mittels eines Uebergangstückes, das durch eine besondere Muffe mit Bitumendichtung angeschlossen ist. Die in Eisenbeton ausgeführte Spirale besitzt einen horizontalen Boden, auf dem der Turbinenleitapparat aufruht und an den die ganze Turbinenlast abgegeben wird; die Anpassung des Spiralen-Querschnittes an die Wasserabgabe erfolgt in der schiefgeneigten Spiralendecke. Sämtliche Innenflächen der Eisenbetonkonstruktionen wurden mit gehobelter Schalung hergestellt, nachher abgerieben und mit einem doppelten Inertolanstrich versehen. Die Eisenbetonkonstruktionen greifen stellenweise in das bestehende Mauerwerk ein; sie sind in Beton P 300 unter Beigabe von Plastiment erstellt.

Da der Wasserspiegel des Rheins bei Hochwasser bis über die Decke der Einlaufspirale ansteigen kann, ist die Turbinen-Kammer nicht nur gegen das Betriebswasser, sondern auch gegen das Unterwasser dicht abgeschlossen. Gegen das Eindringen dieses Hochwassers ist der von der alten Konstruktion verbleibende Hohlraum mit Magerbeton ausgefüllt.

Die Kaplanturbine wurde von Escher Wyss in Zürich geliefert. Sie ist gebaut für eine Schluckwassermenge von 4,7 m³ pro s und eine max. Leistung von 500 PS; die normale Leistung beträgt 470 PS bei einer Umdrehungszahl von 500 U/min. Die Turbine ist mit einer automatischen Isodromregulierung ausgerüstet. Der Drehstrom-Schwungrad-Generator stammt aus den Werkstätten der Maschinenfabrik Oerlikon; seine Leistung beträgt 410 kVA bei 525 Volt Spannung und 50 Per/s. Ed. Züblin & Co. A.G., Basel, führten die Tiefbauarbeiten aus.

Durch diesen Ausbau konnte die Leistung der Anlage um über 50 % gesteigert und die Energieerzeugung um rd. 500 000 kWh von 1,25 auf 1,75 Mio kWh pro Jahr erhöht werden. Das sind Gewinne, die heute nicht in den Wind geschlagen werden dürfen. Die gesamten Baukosten beliefen sich auf rd. 120 000 Fr. Rechnet man für Unterhalt und Amortisation 6 %, so ergibt dies einen Energiepreis von 1,4 Rp./kWh für die zusätzlich erzeugte, neu gewonnene Energie. Die Bauzeit für den Umbau betrug vier Monate.

Massnahmen zur Erhöhung der Gestaltfestigkeit von Aluminium-Knotenpunktverbindungen

Von Ing. W. MÜLLER, Neuhausen a. Rhf.
Mitteilung aus dem Forschungslaboratorium der Aluminiumwerke Neuhausen A.G., Neuhausen a. Rhf.

(Schluss von Seite 52)

D. Punktgeschweisste Knotenpunktverbindungen

Orientierungshalber wurden Dauerwechselbiegeprüfungen an einigen punktgeschweissten [-Profil-Knotenpunktverbindungen ausgeführt. Die beim Schwingungsversuch an diesen punktgeschweissten Verbindungen erhaltenen Prüfwerte sind ebenfalls auf den beiden Abb. 2 und 3 (S. 50) aufgetragen. Hieraus geht eindeutig hervor, dass die Dauerfestigkeit der punktgeschweissten Verbindungen unter bestimmten Umständen verhältnismässig hoch sein kann. So hat z. B. die auf einer gittergesteuerten Aluminium-Punktschweissmaschine hergestellte Anticorodal B-Verbindung Nr. 72 bei einer Dauerwechselbiegebeanspruchung von 5,0 kg/mm² zwei Millionen Schwingungsperioden ausgehalten, ohne dass ein Anriss aufgetreten ist, während die auf einer normalen Eisen-Punktschweissmaschine geschweisste Anticorodal B-Verbindung bei der gleichen Beanspruchung nur 1000 Schwingungsperioden ausgehalten hat. Die erwähnte Verbindung Nr. 72 ist hierauf bei einer Wechselbiegebeanspruchung von 6,0 kg/mm² nach rd. 170 000 Schwingungsperioden gebrochen. Die später auf der gittergesteuerten Al-Punktschweissmaschine ausgeführten zwei Verbindungen Nr. 131 und 132 waren weniger gut verschweisst als die erste Verbindung Nr. 72.

Die Abb. 16 und 17 zeigen das Aussehen der beiden oben erwähnten Punktschweissungen nach erfolgter Schwingungs-Prüfung. Hieraus geht hervor, dass die auf der kleinen Eisen-Punktschweissmaschine ausgeführten Schweisspunkte infolge Verwendung einer ungeeigneten Punktschweissmaschine nur teilweise mit dem Knotenblech verbunden waren, während die auf der gittergesteuerten Aluminium-Punktschweissmaschine hergestellten Schweisspunkte eine sehr gute Verbindung zwischen dem [-Profil und dem Knotenblech aufwiesen.

E. Elektrisch geschweisste Stahl-Knotenpunktverbindungen

Um einen Vergleich zwischen der Dauerfestigkeit geschweisster Aluminium- und Stahl-Knotenpunktverbindungen ziehen zu können, wurden formgleiche Knotenpunkte nach Abb. 10, 12 und 14 aus Stahl (St. 37.11, I-Profil 60/40/3,5 mm) mit Gleichstrom (rd. 150 A) und pressummantelter Elektrode (∅ 3 bis 4 mm) geschweisst und auf den Schwingungsmaschinen geprüft. Ein Teil dieser Knotenpunktverbindungen wurde, um die darin vorhan-