Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 20

Artikel: Ueber die Ausnutzung der Wasserkräfte auf chemischem Wege
Autor: Baur, Emil
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37260

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: 14.07.2025

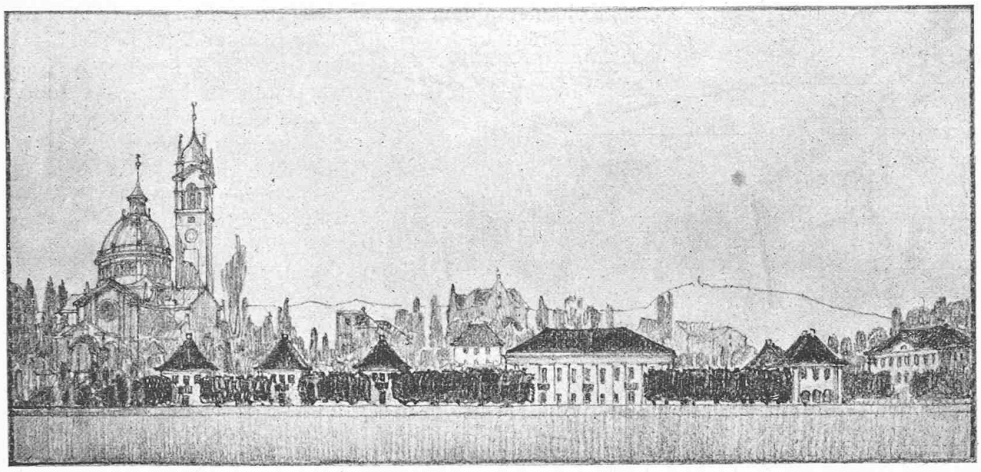
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ueber die Ausnutzung der Wasserkräfte auf chemischem Wege.

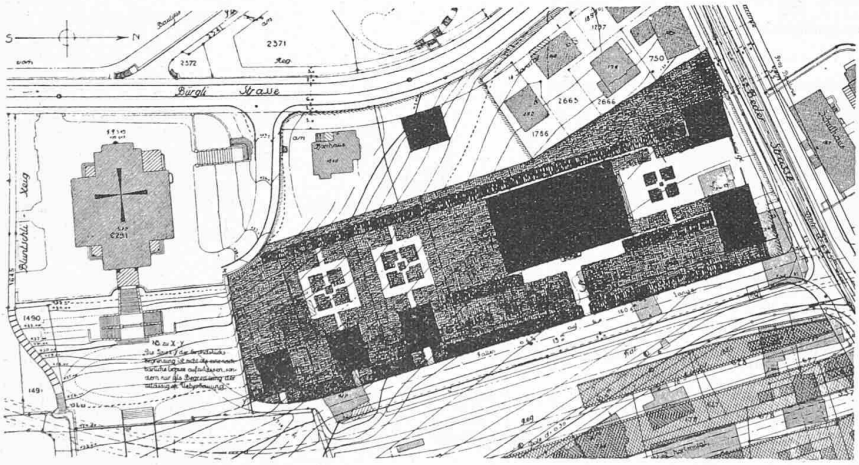
Von Prof. Dr. *Emil Baur*, Elektro-chem. Labor. der E. T. H., Zürich.

In einem in dieser Zeitschrift erschienenen Vortrage über elektrisch geheizte Dampfkessel von Obering. *E. Höhn* [1]) wirft der Verfasser am Schluss das folgende Problem auf:

„Trotz dieser trüben Aussichten drängt sich das Problem der Wärmespeicherung immer mehr auf. Eine ganz grosszügige Lösung würde die Schaffung künstlicher Brennstoffe auf elektrochemischem Wege bringen, wenn es nämlich gelingen würde, Rohstoffen, die C und H enthalten, wie z. B. $CaCO_3$ und H_2O, diese Elemente zu entreissen und daraus einen haltbaren Brennstoff aufzubauen."



II. Preis, Entwurf Nr. 7. — Arch. *Richard v. Muralt*, Zürich. — Gesamtansicht von Kirche und Kirchgemeindehaus Enge.



II. Preis, Entwurf Nr. 7. — Arch. *Richard v. Muralt*, Zürich. — Lageplan 1:2000.

Die „trüben Aussichten beziehen" sich darauf, dass der Kalorienwert der 2 Millionen elektrischer *PS*, über die man in der Schweiz nach dem Ausbau der Wasserkräfte verfügen werde, nicht enfernt dem Kalorienwert der im Lande verzehrten Kohle entspricht, und dass die Kilowattstunde nur den Wärmewert von rund $^1/_{10}$ kg Kohle darstellt. Immerhin wird nach geläufiger Schätzung [2]) für Licht, Kraft und Bahnbetrieb nur etwa die Hälfte des ganzen Vorrates an Wasserkraftenergie benötigt werden und somit für Wärmeerzeugung und chemische Industrie rund 1 Million *PS* zur Verfügung stehen. Diese Energie wird und muss untergebracht werden, so sehr auch vorläufig die Konkurrenz der Kohle der Verwertung der Wasserkraftenergie im Wege stehen mag. Indem wir diese wohl nur im Vordergrund stehende Einschränkung ausser Acht lassen, sei hier nur die technologische Möglichkeit der chemischen Speicherung der Wasserkräfte ins Auge gefasst.

Diese ist einfach durch die Wasserelektrolyse gegeben. Hat man erst Wasserstoff, so kann man ihn prinzipiell auch auf Kohlenstoff verarbeiten durch Reduktion von Kohlensäure. Aber es ist umständlich; der Vorteil des festen Brennstoffes gegenüber dem gasförmigen würde durch den Umwandlungsprozess wahrscheinlich mehr wie aufgezehrt. Zur Gewinnung eines flüssigen Kohlenwasserstoffs aus Kohle und Wasserstoff kennen wir keinen direkten Weg. Man müsste den Umweg über Karbid, Azetylen, Aethan, Butylen einschlagen, um zu einem leicht verflüssigbaren Kohlenwasserstoff zu gelangen. Dieser Weg ist gangbar, führt aber beim Karbid über einen so hohen Energieberg, dass der Wasserstoff, von dem ausgegangen wird, im Butylen sehr verteuert wiedergefunden würde. Es wird also das einzig Sachgemässe sein, bei dem in erster Operation gewonnenen Wasserstoff stehen zu bleiben. Das grösste Gewicht aber muss man auf die genaueste Oekonomie der Wasserzersetzung legen.

In dieser Beziehung sind die gegenwärtigen Apparate der Technik vom Ideal noch erheblich entfernt. Bei mässigen Stromdichten in der Grössenordnung von 100 *Amp/m²* elektrolysiert man mit mindestens 2,3 Volt Klemmenspannung, was zur Folge hat, dass von dem Kalorienwert der Kilowattstunde bei der nachmaligen Verbrennung des Wasserstoffs nur die Hälfte wieder erscheint. Es ist die sog. „Ueberspannung", die den Nutzeffekt auf diesen Betrag herabdrückt. Nun ist aber neuerdings vom *Verfasser* gezeigt worden [1]), dass man diese Ueberspannung vermeiden und gleichzeitig zu viel höheren Stromdichten übergehen kann, indem man in Apparaten aus Eisenblech Aetznatronschmelze elektrolysiert, in die Wasserdampf eingeleitet wird. Bei ungefähr 300° erhält man mit 1000 *Amp/m²* eine Klemmenspannung von 1,7 Volt. Es geht alsdann der Kalorienwert der Kilowattstunde (860 *kcal*) zu Zweidritteln (580 *kcal*) in die Verbrennungswärme des gewonnenen Wasserstoffs ein. Gleichzeitig dürfte die Apparatur, weil kompendiöser, erheblich billiger werden, ein wichtiger Umstand, da gegenwärtig die Stromkosten nur etwa die Hälfte der gesamten Gestehungskosten des Wasserstoffs ausmachen. Allerdings ist eine Elektrolyse bei 300° gegen eine solche bei gewöhnlicher Temperatur insofern im Nachteil, als jene wegen des Wärmegleichgewichtes dauernd im Betrieb sein muss, während diese in beliebigen Intervallen ein- und ausgeschaltet werden kann, was für die Verwendung von Abfallkräften sehr wichtig ist.

Wird die Wasserelektrolyse im grossen Stile aufgenommen, so würde es sich in erster Linie darum handeln, die Sommerkräfte in Wasserstoffbehältern zu speichern. Es wären hierzu natürlich sehr grosse Anlagen nötig. Da wir mit 50 *kWh* 1 *kg* Wasserstoff erhalten, so folgt, dass, wenn 200 000 *PS* halbjährig auf Wasserstoff arbeiten, 150 Millionen m^3 erzeugt werden, die zu ihrer Aufbewahrung einer entsprechend grossen Anzahl Gasometer bedürfen. Man würde davor zurückschrecken, wenn nicht bei der

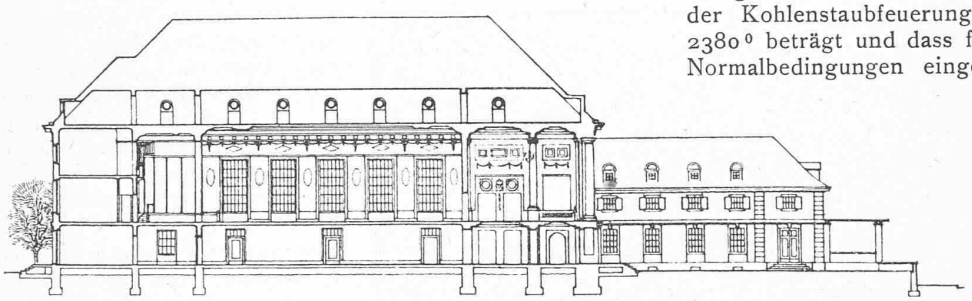
[1]) «Schweiz. Bauzeitung» Bd. LXXIV, Seite 273 (29. Nov. 1919).

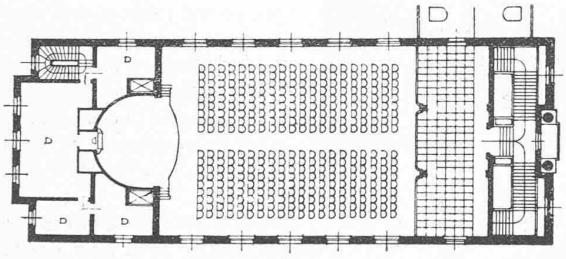
[2]) Berichte über die 6. und 8. Diskussionsversammlung des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes 1913 und 1915. «Schweiz. Wasserwirtschaft».

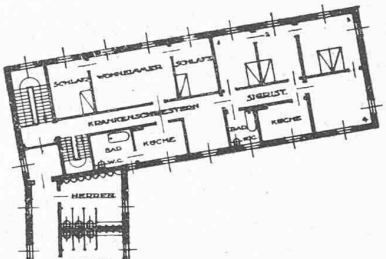
[1]) Helv. Chim. Acta, 4 (im Druck).

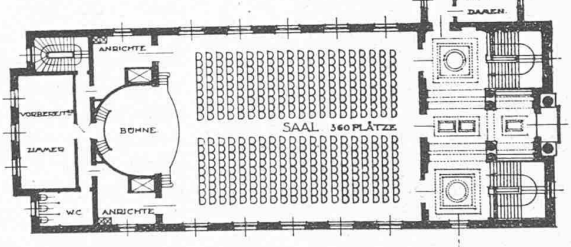
leichten Fortleitbarkeit des Wasserstoffs in Röhren von kleinem Querschnitt die Möglichkeit vorläge, die Gasbehälter in Seebecken völlig unter Wasser anzulegen.

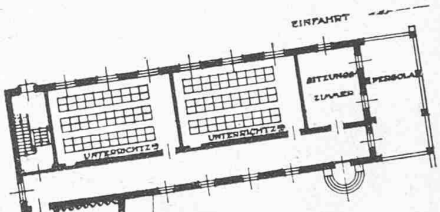
Wasserstoff als Mittel chemischer Energie-Speicherung hätte den besonderen Vorteil, nicht allein als Wärmequelle, sondern auch als elektrischer Akkumulator dienen zu können. Nach dem Verfahren des *Verfassers*[1]) lässt sich Wasserstoff zum Betrieb einer Knallgaskette verwerten, die die ursprünglich aufgewendete elektrische Energie mit 50 % Nutzeffekt zurückliefert. Der Vorteil besteht darin, dass die Energie in dieser Form fünf bis zehn mal wertvoller ist denn als Wärme.

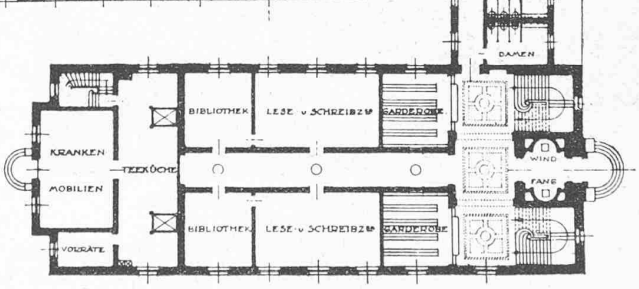












III. Preis.
Entwurf Nr. 30.
Arch. *G. Niedermann*, Zürich.

Längsschnitt und Grundrisse.

Masstab 1 : 600.

Fragt man aber, welche Industrie den elektrolytischen Wasserstoff als Wärmequelle aufzunehmen hätte, so stossen wir in erster Linie auf die Glas-, Porzellan-, Kalk- und Zement-Brennöfen der keramischen Industrie. Die Kohlenstaub- und Generatorgas-Feuerung dieser Oefen kann natürlich ohne weiteres durch eine Wasserstoff-Feuerung ersetzt werden. Es handelt sich nur darum, genügend billige Wasserkräfte zur Verfügung zu haben. Man ist heute fast überall weit davon entfernt; bei weiterem Ausbau der Wasserkräfte kann es aber nicht ausbleiben, dass der Preisabstand sich verringert und schliesslich verschwindet.

Nehmen wir einmal an, eine keramische Fabrik, z. B. ein Zementwerk, wäre in der Lage, ihre Drehrohröfen elektrisch zu heizen, so müsste gefragt werden, ob der Umweg über Wasserstoff notwendig ist, oder ob der Ofen direkt elektrisch geheizt werden kann. Die bisher vorgeschlagenen Lichtbogenöfen u. dergl.[2]) scheinen dies nicht zu gestatten. Nur für einen Spezialzweck, nämlich für die Verarbeitung flüssiger Hochofenschlacke durch Kalkzuschlag auf Zement, ist, wie Dr. *H. Hasch*[3]) mitteilt, neuerdings ein elektrischer Widerstandsofen von *Wennerström* bei der Stora Kopparbergs Aktiebolag in Schweden in Gang gesetzt worden.

Dagegen ist von *H. Andriessens*[1]) neuerdings ein Verfahren angegeben worden, um den Drehrohrofen oder auch beliebige andere keramische Oefen elektrisch zu heizen, ohne an diesen Oefen selbst Aenderungen vornehmen zu müssen. *Andriessens* schlägt vor, diese Oefen mit Luft zu beheizen, die in Hochspannungsöfen, z. B. nach *Schönherr* oder *Birkeland*, auf etwa 2000° erhitzt worden ist.[2])

Da für 1 *kg* Klinker 0,23 *kg* Kohlenstoff gebraucht werden, so liefert eine einfache Rechnung, unter Annahme völligen Verbrauches des Luftsauerstoffes in der Flamme der Kohlenstaubfeuerung, dass die Flammentemperatur 2380° beträgt und dass für 1 *kg* Klinker 2,24 m^3 Luft von Normalbedingungen eingeführt werden müssen. Nehmen wir dagegen Luft von 2000°, so würden wir 2,9 m^3 von Normalbedingungen brauchen, um die gleiche Wärmemenge dem Ofen zuzuführen. Nun ergibt die Kilowattminute 20 Liter Luft von 2000°. Nehmen wir, reichlich gerechnet, 3,3 m^3 Luft auf 1 *kg* Klinker, so folgt für eine Tagesproduktion von 40 Wagenladungen (= 400 *t*) Zement ein Kraftbedarf von 46 000 *kWh*.

In solchen Zahlen kommt der gewaltige Bedarf von Energie zum Ausdruck, die von der keramischen Industrie verschluckt wird, daher denn für sie billige Kohle, also billige Wärme, in erster Linie erforderlich ist. Die elektrische Beheizung müsste hier wohl noch lange zurückstehen, wenn ihr nicht ein Nebenumstand doch vielleicht schon heute Beachtung verschaffen könnte. Die nach Andriessen's Vorschlag durch den Drehrohrofen geschickte Luft muss beim Verlassen desselben noch Stickoxyd enthalten. Eine anzuschliessende Absorptionsanlage, die allerdings selbst eine grosse, kostspielige Baute ist, müsste Salpetersäure liefern als ein Nebenprodukt, das die Kosten des Zementbrennens mitträgt.

Eine interessante Anwendung der elektrischen Gasheizung macht *Andriessens* auf den Hochofen. Gegenwärtig arbeitet der elektrische Ofen mit Lichtbögen zwischen Kohle-Elektroden, die mannigfache konstruktive Schwierigkeiten mit sich bringen.[3]) Nach Andriessens wäre es leicht, die

[1]) Helv. Chim. Acta, 4 (im Druck).

[2]) Vergl. *J. Bronn*, der elektrische Ofen im Dienste der Keramik. Halle Knapp 1913.

[3]) Umschau 25, 173 (1921).

[1]) Schweiz. Pat. Anm.

[2]) Mit Rücksicht darauf, dass bei geeigneter Gestaltung der Wirbelbewegung im Inneren des luftdurchströmten Rohres die Temperaturverteilung einen starken Fall von der Axe nach der Wand aufweist, bedeutet diese Angabe nur eine Durchschnittstemperatur.

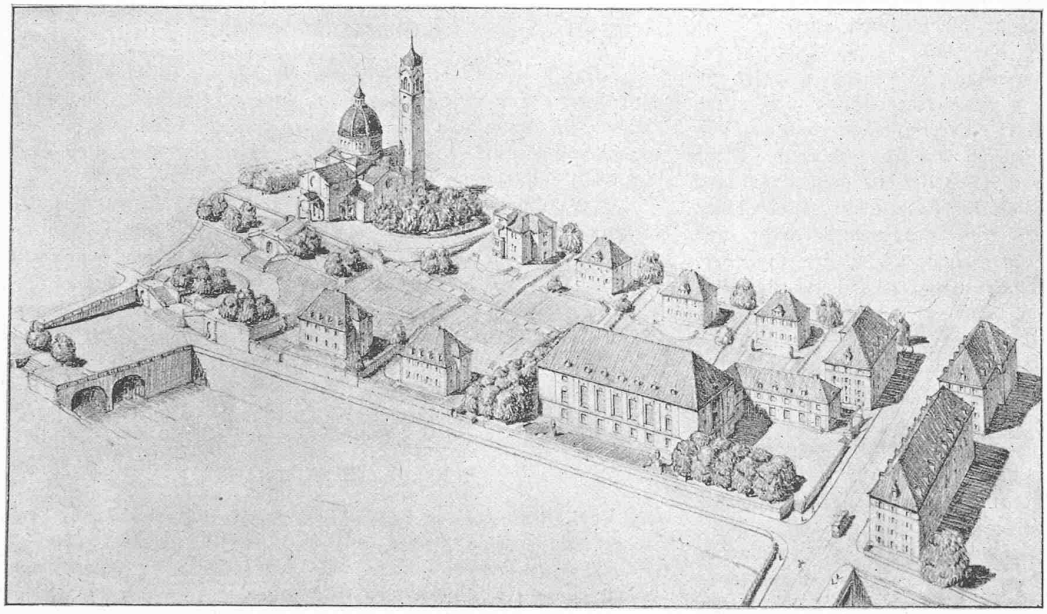
[3]) *A. von Zeerleder*, Die Aussichten der Elektrometallurgie in der Schweiz. «Technik und Industrie» (Rascher & Co. Zürich) 1920, S. 245.

Kohle-Elektroden zu vermeiden, indem in einen Hochofen gewöhnlicher Bauart da, wo heute der Gebläsewind eintritt, Kohlenoxyd (genauer eine gewisse Mischung von CO und CO_2) zugeführt wird, das durch elektrische Entladungen auf 2000° vorerhitzt ist. Dieses Gas muss nach Verlassen der Gicht im Kreislauf dem Hochofen wieder zugeführt werden. Der gewöhnliche Hochofen braucht für 1 *kg* Roheisen etwa 3,5 m^3 Wind [1]); man kann leicht ausrechnen, dass durch elektrische Erhitzung des Kohlenoxyds auf 2000° die nötige Energie durch eine ähnliche Gasmenge zugeführt werden kann; unter Einzelannahmen, auf die hier einzugehen keinen Zweck hätte, findet man z. B. 4,5 m^3 Kohlenoxyd auf 1 *kg* Eisen. — Vielleicht, dass ein solcher Elektrohochofen gerade für die bevorstehende Verhüttung der Schweizer Eisenerze [2]) von Belang sein könnte.

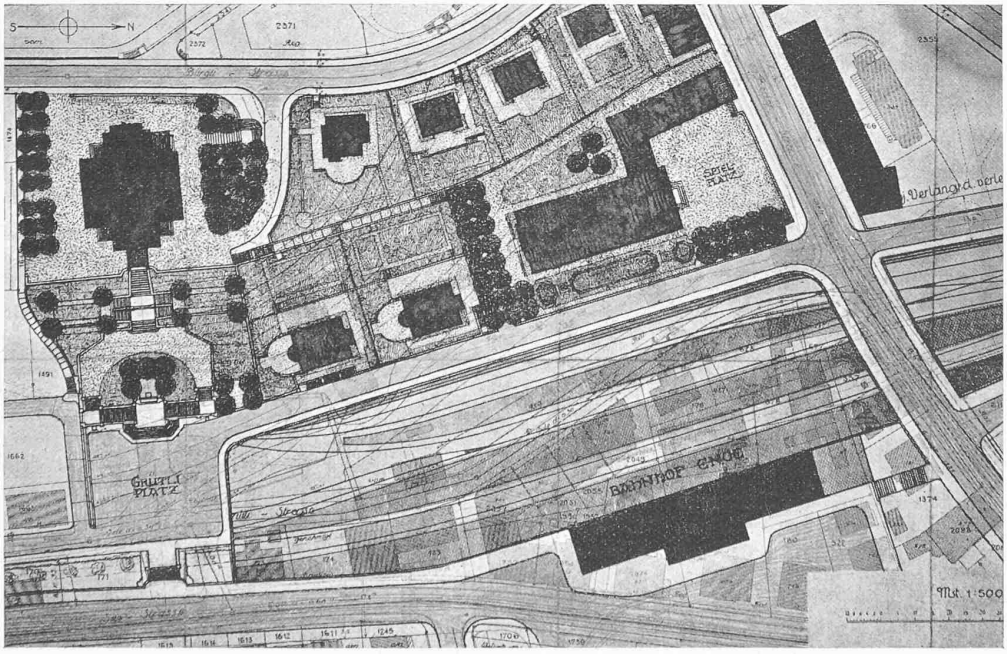
[1]) *J. W. Richards*, metallurgische Berechnungen, Berlin Springer 1913.

[2]) *H. Fehlmann*, «Ist die Erzeugung von grösseren Mengen Roheisen in der Schweiz möglich?» Bern 1920. Verlag Kümmerly & Frey.

Wettbewerb für ein Kirchgemeindehaus in Zürich-Enge.



III. Preis, Entwurf Nr. 30. — Arch. *G. Niedermann*, Zürich. — Gesamtbild von Kirche und Kirchgemeindehaus.



III. Preis, Entwurf Nr. 30. — Arch. *G. Niedermann*, Zürich. — Lageplan 1:2000.

Miscellanea.

Deutscher Beton-Verein. Vom 7. bis 11. März tagte in Berlin unter dem Vorsitz von Dr.-Ing. *Alfred Hüser* und bei einer Beteiligung von 550 Mitgliedern und Gästen der Deutsche Beton-Verein zu seiner 24. Hauptversammlung. Nach dem vorgelegten Jahresbericht ist die Zahl der Mitglieder während des abgelaufenen Vereinsjahres von 277 auf 315 gestiegen. Von den Arbeiten des Vereins auf fachlichem Gebiet ist zunächst die Sammlung technischer Auskünfte zu erwähnen; der im Jahre 1913 herausgegebenen Sammlung A soll in Bälde eine Sammlung B folgen. Die Aufstellung von Bauvorschriften für Eisenbeton-Schiffe hat der Verein in Gemeinschaft mit dem Germanischen Lloyd an die Hand genommen. Vom „Normenausschuss für Beton und Eisenbeton" sind eine ganze Reihe neuer Normenblätter fertiggestellt worden. Der „Röhren- und Betonwerkstein-Ausschuss" soll demnächst mit seinen Arbeiten beginnen. Der Bericht äussert sich auch eingehend über die Mitwirkung des Deutschen Beton-Vereins im „Deutschen Ausschuss für Eisenbeton". Bezüglich näherer Einzelheiten verweisen wir auf die „D B. Z." (Mitteilungen über Zement, Beton- und Eisenbetonbau", Heft 5, 1921). Die Reihe der technisch-wissenschaftlichen Vorträge wurde eröffnet durch Dir. *Arns* (Kupferdreh), der über „Vorsatzbeton und Steinputzmittel" berichtete. Es sprachen weiter Reg.-Baumeister Dr.-Ing. *Petry* über die „Verwendung von Muschelkalkbeton-Werksteinen beim Bau der Lutherkirche in Freiburg", Prof. *O. Colberg* (Hamburg) über die „Unterfangungsarbeiten des Altbaues des Generaldirektions-Gebäudes der Hamburg-Amerika-Linie" [1]), Dr.-Ing. *Lührs* (Duisburg) und Ing. *Brammer* (Leipzig) über Eisenbetonbauten in Kohlenindustriegebieten, Dr.-Ing. *H. Marcus* (Breslau) über „Neuere Ausführungen trägerloser Pilzdecken", Ing. *Alb. Marx* (Berlin) und Ing. *Weidert* (Bremen) über Eisenbeton-Schiffbau, Baumeister *Löser* (Dresden) über „Die Gütevorschriften für Beton" und Ober-Ing. *H. Schlüter* (Berlin) über „Das Betonspritzverfahren" der Torket-Baugesellschaft Berlin, das eine Verbesserung des bekannten amerikanischen Verfahrens mit der Zementkanone darstellt.

Wahrer und scheinbarer Wasserstand in Lokomotiv-Kesseln. Die Eisenbahnverwaltung der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika hat an einer der normalisierten 1 E 1-Güterzug-Lokomotiven Versuche über den Wasserumlauf im Dampfkessel vor-

[1]) Beschrieben in „S. B. Z." Seite 108 lauf. Bandes (5. März 1921).