

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 74 (1956)
Heft: 31

Artikel: Über die Elektrizitätserzeugung in Russland: Eindrücke einer Studienreise
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-62682>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.05.2025

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

durch spezielles Ausziehen der Stirn-Kehlnaht. Da dies nur bei flachen Lamellen möglich ist, wird man eine Lamelle gegen ihre Enden hin verjüngen, um die Härte des Anschlusses zu mildern.

β) die Haftnähte

Die erforderliche Nahtstärke lässt sich aus der Haftbedingung des Abschnittes d):

$$\tau_{hez} = \frac{\tau_h}{\sqrt{2}} = \frac{Q S_z}{2 a \sqrt{2} J_z}$$

$$\text{und } \sigma_y = \sqrt{\left(\frac{\sigma_L}{\alpha_y}\right)^2 + 3 \left(\frac{\tau_{hez}}{\alpha}\right)^2} \leq \sigma_{zul}$$

berechnen:

$$a \geq \frac{Q S_z}{J_z} \frac{0,61}{\alpha \sqrt{\sigma_{zul}^2 - \left(\frac{\sigma_L}{\alpha_y}\right)^2}}$$

Setzen wir mit $\alpha = 0,85$ und $\alpha_y = 1,1$ die Werte unserer S. I. A.-Normen für die Nähte der Güteklasse I ein und für $\sigma_L = \sigma_{zul}$, so finden wir

$$a \geq 1,72 \frac{Q_{max} S_z}{\sigma_{zul} J_z}$$

S_z bedeutet das statische Moment der Lamelle bezüglich der Querschnitts-Schwerachse, J_z das Trägheitsmoment des lamellenverstärkten Trägers und a die halbe Hypotenusenlänge des Kehlnahtdreiecks bzw. die Tiefe einer eingebraunten V-Naht.

Da $1,72 \approx \sqrt[3]{3}$ ist, und $\tau_{zul} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sigma_{zul}$, so können wir auch schreiben:

$$(8) \quad a \geq \frac{Q_{max} S_z}{\tau_{zul} J_z}$$

Die Formel besagt dann, dass in einer Flankennaht die Schubspannungen an der engsten Stelle des Schubflusses den halben Wert von τ_{zul} nicht überschreiten dürfen.

Die Haftscheissungen sind sparsam zu bemessen! Die Schrumpfschweißungen nehmen zu mit der Menge des aufgetragenen Schweißgutes und sind ganz besonders hoch, wenn in Profillängsrichtung durchgehend geschweisst wird. Da bei der Deckung von Feldmomenten oft die erforderlichen Nahtstärken kleiner als 3 mm ausfallen, ist es wegen der Schrumpfschweißungen empfehlenswert, die Nähte zu unterbrechen. Dabei sollen — mit Rücksicht auf die Vergleichsspannung — zwischen den theoretischen Lamellenenden die Schubspannungen in den Nähten an keiner Stelle den halben Wert von τ_{zul} überschreiten.

Da es sich um kurze Haften handelt (s. Bild 7), dürfen wir setzen:

$$\begin{aligned} \tau(x) &= \tau(x=0) + \frac{\delta \tau}{\delta x} \Delta x \\ &= \tau_A + \frac{F_L}{2 a s} \left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A \right) \frac{\delta}{\delta x} \left(\cos \frac{x}{s} - \sin \frac{x}{s} \right)_{x=0} \Delta x \\ &= \tau_A - \frac{F_L}{2 a s^2} \left(\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A \right) \Delta x, \end{aligned}$$

und da die Differenz der Spannungen $\frac{M_0}{W_{tot}} - \sigma_A$ multipliziert

mit F_L gleich der einzuleitenden Kraft $2 a n d \frac{Q S_z}{2 a J_z}$ ist, so finden wir aus der Gleichgewichtsbedingung

$$\begin{aligned} 2 a \int_0^d \tau dx &= 2 a n d \frac{Q S_z}{2 a J_z} : \\ \int_0^d \left(\tau_A - \frac{n d}{s^2} \frac{Q S_z}{2 a J_z} \Delta x \right) d \Delta x &= n d \frac{Q S_z}{2 a J_z} \\ \tau_A d - \frac{n d}{s^2} \frac{Q S_z}{2 a J_z} \frac{d^2}{2} &= n d \frac{Q S_z}{2 a J_z} \end{aligned}$$

oder

$$\tau_A = \frac{Q S_z}{2 a J_z} n \left(1 + \frac{d^2}{2 s^2} \right)$$

Für den ungünstigsten Wert von $s = \frac{b}{2}$ und mit den gleichen Bezeichnungen, wie sie unter (8) und in Bild 7 angegeben sind, finden wir aus der Bedingung $\tau_A < \frac{1}{2} \tau_{zul}$

$$(9) \quad a \geq \frac{Q_{max} S_z}{\tau_{zul} J_z} n \left[1 + 2 \left(\frac{d}{b} \right)^2 \right]$$

Wenn die Haftscheissung am gedrückten Flansch erfolgt, so ist nd so klein zu wählen, dass die Lamelle nicht ausknicken kann, bevor das Bauelement seine Stabilität verliert.

Adresse des Verfassers: Ing. Konrad Basler in Firma Wartmann & Cie. AG., Brugg.

Über die Elektrizitätserzeugung in Russland

Eindrücke einer Studienreise

DK 621.311

Das Landwirtschaftsministerium der UdSSR veranstaltete eine Studienreise für die Mitglieder einer Expertenkommission der Uno, die sich mit der Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft befasst. Diese Reise dauerte vom 25. September bis 14. Oktober 1955. An ihr nahmen 34 Experten aus 17 Ländern teil. Die schweizerischen Delegierten waren Dr. F. Ringwald, Direktor der Centralschweizerischen Kraftwerke in Luzern und Dipl. Ing. U. Vetsch, Direktor der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG. in St. Gallen. Die Reise erstreckte sich von Moskau aus nach Süden über rd. 6000 km. Sie war vortrefflich organisiert. Die Russen haben sich für das gute Gelingen der Veranstaltung ausserordentlich Mühe gegeben. Die Gäste wurden überall freundlich empfangen. Die nachstehenden Bemerkungen beziehen sich lediglich auf Kraftwerke und Unterwerke. Sie sind ein Auszug eines Berichtes, den uns Dir. U. Vetsch freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat. Dem Ausbau der Elektrizitätswirtschaft wurde in Russland grosse Beachtung geschenkt. Lenin soll sich hierüber wie folgt geäußert haben: «Die materielle Grundlage für den Sozialismus kann einzig die maschinelle Grossindustrie sein, die imstande ist, auch die Landwirtschaft zu reorganisieren.» Die ersten Kraftwerke wurden daher ausgesprochen für die Landwirtschaft gebaut. Inzwischen hat sich allerdings diese Lage geändert, indem sich mindestens bei grösseren Kraftwerken auch Industrien angesiedelt haben.

Das Kraftwerkssystem am Flusse Ros

Der Ros ist ein Zufluss des Dnjepr. Sein Flussgebiet umfasst rd. 8700 km². Es befindet sich südöstlich von Kiev. Das verfügbare Gefälle wird in drei Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 4800 kW ausgenutzt. Diese Werke liefern gegenwärtig jährlich etwa 17,5 Mio kWh. Die oberste Stufe wird durch Stauseen reguliert. Der Bau eines Wärmekraftwerkes ist vorgesehen, mit dem später Verbundwirtschaft betrieben werden soll. Zur Uebertragung der Energie dienen zwei Leitungssysteme, das eine für 6000, das andere für 20 000 V. Die Werke dienen hauptsächlich zur Beleuchtung sowie zum Betrieb von rd. 1600 Motoren und vieler Elektropflüge.

Das Kraftwerk Dnjeprogess am Dnjepr

Dieses Kraftwerk ist in den dreissiger Jahren unter dem Namen Dnjeprostroj von amerikanischen Firmen gebaut worden. Es wurde 1941 von den Deutschen zerstört, dann wieder aufgebaut und 1943 nochmals zerstört. Es ist inzwischen von den Russen wieder aufgebaut worden. Hierüber hat seinerzeit Dr. Fritz Hartung ausführlich berichtet¹⁾. Das Kraftwerk dient der Energieversorgung der Stahl- und Walzwerke von Zaporozje. Es enthält neun Generatoren zu je 72 000 kVA (also total 648 000 kVA). Die Gruppen bestehen aus Francis-turbinen, von denen jede für eine Wassermenge von 240 m³/s,

¹⁾ SBZ 1954, Nr. 17, Seite 239

ein Gefälle von 36 m und eine Drehzahl von 83,3 U/min gebaut ist. Die Generatoren liefern Drehstrom von 50 Hz und 13 900 V. Sie sind mit den zugehörigen Transformatoren in Block geschaltet. Die Fernübertragungsspannung beträgt 150 000 V. Der grosse Kommandoraum wurde von der General Electric Co. geliefert und ist ganz nach amerikanischen Grundsätzen aufgebaut. Es wird mit einer Jahresproduktion von 3,5 Mrd kWh gerechnet.

Das Kraftwerk Kakhovka am Dnjepr

Wie bei allen grossen Kraftwerken am Dnjepr wird auch bei dieser Anlage eine Schiffschleuse eingebaut, da der Dnjepr sehr stark für die Schifffahrt benützt wird. Der Baubeschluss wurde im September 1950 gefasst, die Inbetriebsetzung soll Ende 1955 erfolgt sein. Beim Besuch der Baustelle fällt auf, wie sehr die Arbeiter gehalten sind, Höchstleistungen zu erzielen. Diese werden durch Anschläge der Photographie bekanntgegeben. Überall findet man Aufschriften, worauf es heisst: «Was hast Du beigetragen, damit das Kraftwerk früher als beabsichtigt fertig wird?»

Der Bau umfasst 42 Mio m³ Erdbewegung, wovon 28 Mio Kubikmeter mit Saugbagger, 1,4 Mio m³ Beton und 250 000 t Stahlkonstruktion. Die Leistung soll insgesamt 312 000 kW betragen und die jährliche Energielieferung 1,3 Mrd kWh. Der Stausee soll insgesamt 19 Mrd m³ umfassen. Insgesamt sind sechs Gruppen vorgesehen, bestehend je aus einer Kaplanmaschine für 450 m³/s bei 16 m Gefälle und einem Drehstromgenerator von 52 000 kW bei 13 200 V. Die Wassermenge des Dnjepr schwankt zwischen 600 und 24 000 m³/s; sie beträgt im Durchschnitt 2000 m³/s. Am Bau wurden maximal 15 000, heute werden noch 11 000 Arbeiter beschäftigt.

Durch den Stau kommt landwirtschaftlich genutztes Gebiet unter Wasser. 7000 Bauernhäuser mit insgesamt 30 000 Menschen müssen auf Kosten des Staates umgesiedelt werden. Die Kosten des Kraftwerkes sollen rd. 2,5 Mrd Rubel betragen, also 6000 bis 7000 Rubel pro kWh; der Gestehtungspreis wird mit 2 bis 2,5 Kopeken pro kWh angegeben. Hier ist zu bemerken, dass diese Gestehtungskosten eigentlich lediglich die Betriebskosten darstellen. Das Kraftwerk wird vom Staat beschossen und von diesem auch bezahlt. Es dient vor allem drei Zwecken, nämlich etwa zur Hälfte der Energieversorgung für die Landwirtschaft, dann für die Forderung der Bewässerung, da man rd. 2 Mio ha Land noch urbar machen will, und schliesslich zur Verbesserung der Schifffahrt bis Cherson.

Automatische Zentrale in Georgien

Georgien liegt höher als das übrige südliche Russland und ist hügelig. Daher stehen grössere Gefälle zur Verfügung. Die Zentralen sind in der Regel mit Bewässerungskanälen verbunden, wobei das Bewässerungswasser später in besonderen Gefällen ausgenützt werden soll. Die Kommission besuchte eine automatische Zentrale mit zwei Einheiten (Francisturbinen der Firma Voith, Heidenheim, von 2000 PS bei 750 U/min). Die Automatisierung ist nach den gleichen Grundsätzen durchgeführt, die auch bei uns gelten, wobei man besonderen Wert auf rasche Bremsung des Aggregates bei Störungen legte. Diesem Zweck dient eine Freifallbremse. Offenbar hat sich die automatische Steuerung nicht in allen Punkten bewährt. Hervorgehoben wird die grosse Personalsparnis. Während früher für ein solches Werk drei Ingenieure und 20 bis 25 Mann beschäftigt wurden, kommt man heute mit dem dritten Teil davon aus.

Die Unterstation Noginskaja bei Moskau

Diese Anlage liegt in der Leitung von Kujbischew an der Wolga nach Moskau, die der Versorgung von Moskau dient. Diese Leitung wird mit 400 kV betrieben und stellt den ersten Abschnitt aus dem projektierten grossen 400-kV-Netz dar.

Geplant sind zwei Leitungen Kujbischew-Moskau von je 900 km Länge. Sie sollen mit Trag- und Abspannmasten in Gitterbauweise ausgerüstet werden. Für jede Phase sind drei Leiter vorgesehen (480 mm² Aluminium und 60 mm² Stahl pro Leitung), die an Kettenisolatoren mit 22 Elementen hängen. Diese Isolatoren sind für Stossspannungen von 1720 kV und normal 7 t Zug gebaut. Auf den Abspannmasten kann

die Zugbeanspruchung bis 11 t betragen. In die Leitung sind drei Zwischenschaltstationen eingeschaltet, die später als Unterstationen ausgebaut werden sollen. Sie unterteilen die Gesamtlänge in vier Teile. In der mittleren Station befinden sich Serie-Kondensatoren. Die Uebertragungsleistung wird zu 1,15 Mio kW und die Jahresarbeit zu 6 Mrd kWh angegeben. Für die Versorgung von Moskau sind zwei derartige Stationen geplant.

Eingebaut sind zwei Transformatorgruppen von je 270 MVA, 400/110 kV (Totalgewicht 350 t, einschliesslich 98 t Oel, Kerngewicht 170 t) und zwei weitere Gruppen von je 180 MVA, 110/220 kV. Diese Gruppen sind nötig, weil Moskau sowohl über ein 110 kV-Netz als auch über ein solches von 220 kV versorgt wird. Weiter befinden sich in der Station vier Synchronkompensatoren zu je 75 MVA mit Wasserstoffkühlung, von denen je zwei vom 400 kV-Netz gespeist werden, während von den andern zwei die eine am 220 kV-Netz, die andere am 110 kV-Netz angeschlossen sind.

Weitere Leitungen sind noch geplant, und zwar von Stalingrad her. Weiter soll eine Versuchsanlage Kaschira-Moskau gebaut werden, die mit Gleichstrom von 220 kV und einer Uebertragungsleistung von 30 000 kVA über Erdkabel arbeiten wird.

*

Der Gesamtverbrauch an elektrischer Energie beträgt in Sowjet-Russland (also europäisch- und asiatisch-Russland zusammen) zur Zeit etwa 155 Mrd kWh. Ein Vergleich mit westeuropäischen Verhältnissen zeigt, dass die Elektrizitätswirtschaft in Russland noch ausserordentlich ausbaufähig ist. Tatsächlich bestehen Projekte für sehr grosse Wasserkraftwerke in Sibirien. Beispielsweise soll am Angarafluss am Baikalsee ein Werk für eine Leistung von 3,4 Mio kW gebaut werden, das etwa 60 Mrd kWh liefern soll.

*

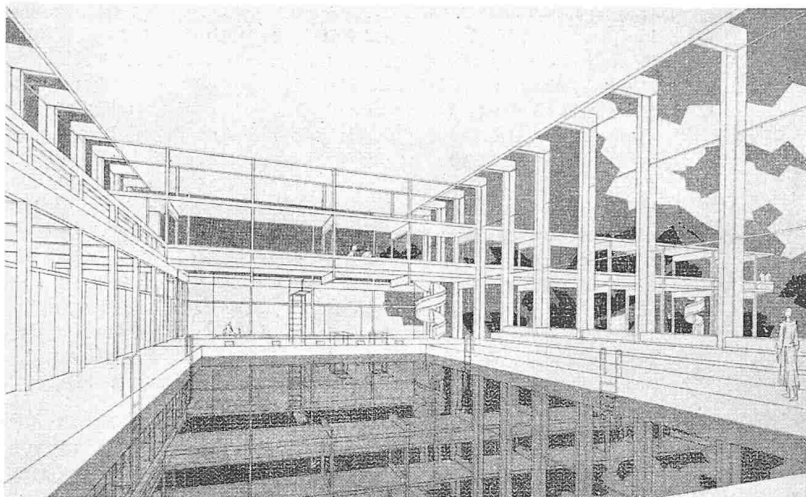
Dem vorstehenden Auszug aus dem Reisebericht von Dipl. Ing. U. Vetsch fügen wir die folgenden Bemerkungen über Elektrizitätswerke an den grossen Flüssen der UdSSR bei, die uns Dipl. Ing. G. Gruner, Basel, in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt hat.

In der Nummer 1 des «Voks-Bulletin» vom Januar 1956, das von der Gesellschaft für kulturelle Beziehungen mit dem Ausland der UdSSR herausgegeben wurde, gibt A. V. Winter einen interessanten Ueberblick über die Entwicklung der Erzeugung von elektrischer Energie aus Wasserkraft in Sowjet-russland. Untersuchungen haben gezeigt, dass es möglich ist, bei den 1500 grossen Flüssen in Russland Wasserkraftanlagen mit einer totalen installierten Leistung von 300 Millionen kW zu erstellen, welche in der Lage sind, eine Energie von 3700 Mrd kWh zu erzeugen. Im Jahre 1955 hat die Energieproduktion der Sowjetunion aus Wasserkraft bereits 155 Mrd kWh erreicht. Im ganzen waren auf Ende 1955 1800 Kraftwerke erstellt oder geplant mit einer installierten Leistung von 100 Mio kW, die eine Energieproduktion von 700 Mrd kWh ermöglichen.

Die Sowjetunion hat sich entschlossen, ihre Energie soweit als möglich aus Wasserkraft zu erzeugen, da mit ihr kein Raubbau getrieben werden kann, wie mit den fossilen Brennstoffen. Ausserdem hat sie Planungen in grossen Flussgebieten, wie z. B. am 5570 km langen Ob in Sibirien ausgearbeitet, die eine alles umfassende Ausnützung der Wasserkraft im Einzugsgebiet ermöglichen sollen. Diese Planung kann mit den Arbeiten im Tennessee-Tal in den USA oder im Damodar-Tal in Indien verglichen werden.

Die Wasserkraftanlage Kujbischew stellt eine Stufe der sieben projektierten und teilweise bereits ausgeführten Kraftwerke an der Wolga dar. Die 30 m hohe Kujbischew-Sperre bildet einen Stausee von 600 km Länge, einer maximalen Breite von 40 km und einer überschwemmten Fläche von 20 000 km².

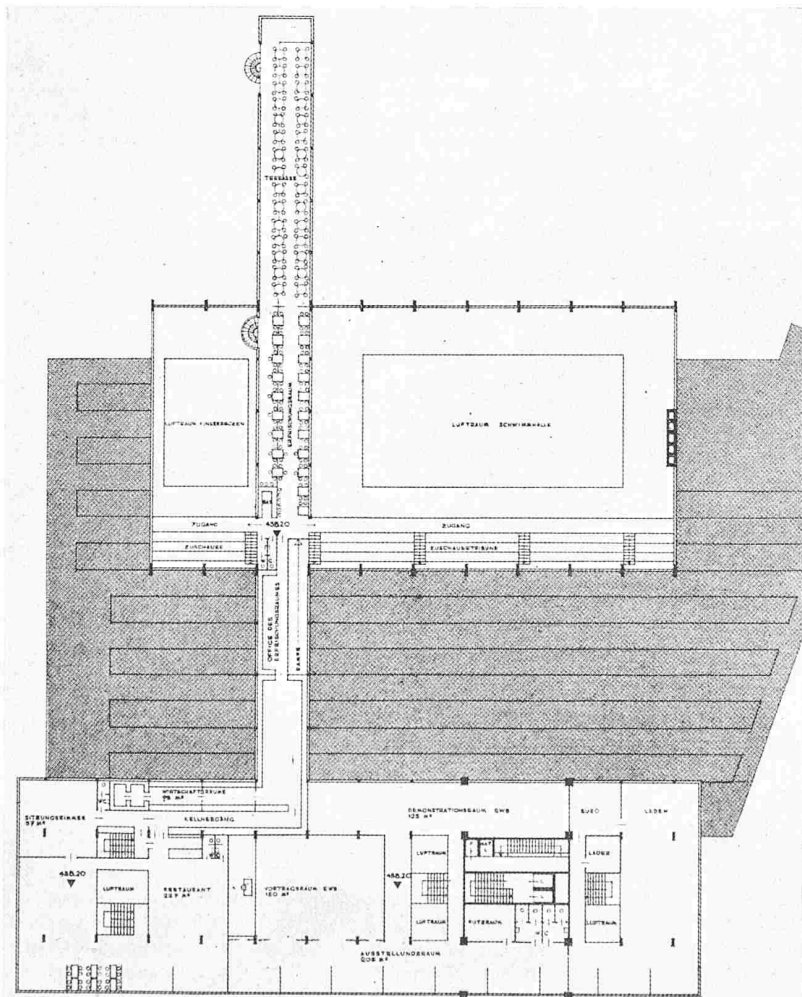
Die Wasserkraftanlage Stalingrad an der Wolga gestattet die Erzeugung von 10 Mrd kWh. Die Wolga wird bei diesem Werk um 26 m gestaut und ein Stausee erzeugt, der 600 km lang und an der breitesten Stelle 30 km breit ist. Die Wasserkraftanlage am Kamafluss, einem Seitenfluss der



Schwimmhalle, unten Grundriss 1 : 700 des 1. Stockes

Wolga, liegt bei der Stadt Molotow. Ihre Energie wird für die Industriegebiete im Ural verwendet. Im Oberlauf des Angaraflusses, dem Ausfluss des Baikalsees, ist das Irkutsk-Kraftwerk bei den Angara-Fällen erstellt worden. Der durch einen Erddamm erzeugte Stau dieses Kraftwerkes wird den Wasserspiegel des Baikalsees um 1 bis 1,5 m erhöhen.

Im genannten Aufsatz sind noch eine Reihe anderer Wasserkraftwerke erwähnt, über welche keine näheren Angaben gemacht werden. Ausserdem wird noch darauf hingewiesen, wie viele dieser Kraftwerke neuartige Konstruktionen und Baumethoden erfordert hätten. Zum Beispiel ist das Kuybyshev-Kraftwerk mit seinen 30 m Stauhöhe vollständig auf sandigen Lehm fundiert. Beim Kakhovka-Kraftwerk wurde der Maschinensaal in die Sohle des Leerschussgerinnes eingebaut. Bei der Wasserkraftanlage Novosibirsk am Ob hat man ein neuartiges System von Abschlusstücken entwickelt, die in der Lage sind, die Energie des durchströmenden Wassers teilweise zu vernichten, wodurch die Tosbeckenbauten wesentlich kleiner gebaut werden konnten.



Wettbewerb für ein Hallenbad und ein Verwaltungsgebäude in Biel

Aus dem Bericht des Preisgerichtes DK 725.74

In diesem allgemeinen Wettbewerb gingen 19 Entwürfe rechtzeitig ein. Sie wurden in der städtischen Dufourgalerie ausgestellt, wo das städtische Hochbauamt und als Experte Dir. W. Schäfer, Leiter des Stadtbades Bochum, die Vorprüfung durchführten. Ihr Ergebnis wurde dem Preisgericht in einem ausführlichen Bericht zur Verfügung gestellt. Dieses versammelte sich vollzählig unter dem Vorsitz von Baudirektor Rauber am 18. Juni 1956 und tagte sechsmal bis zum 23. Juni 1956. Nach erster Kenntnisnahme stellte es fest, dass die Projekte Nrn. 12, 16 und 19 die rot bezeichnete Begrenzungslinie mit Bauteilen der oberen Geschosse überschreiten. Wenn insbesondere solche Ueberschreitungen für die auskragenden Geschosse von Hochhäusern innerhalb des Gesamtbebauungsplanes vorgeschlagen werden, können solche nicht als Grund zum Ausschluss von einer allfälligen Prämierung angesehen werden, um so weniger als mit dem Hinweis auf eine gewisse Freiheit gegenüber baupolizeilichen Bestimmungen gesagt ist, dass es sich bei der Projektierung darum gehandelt hat, Vorschläge besonderer Art für das Gesamtareal zu erhalten.

Das Projekt Nr. 18/HOC wird ausgeschieden, weil es nur unvollständig dargestellt ist und offensichtlich die Aufgabe nicht bewältigt hat.

In einem ersten Rundgang werden 4 Projekte ausgeschieden, die eine sorgfältige Lösung des Programms versucht haben, aber weder in organisatorischer, architektonischer oder städtebaulicher Beziehung zu wesentlichen Lösungen gelangen. Im zweiten Rundgang werden 3 Projekte ausgeschieden, die, trotzdem sie in einzelnen Gebieten interessante Anregungen geben, für eine weitere Durchführung nicht in Frage kommen.

Im dritten Rundgang werden 3 Projekte ausgeschieden, die wegen vorhandenen Qualitäten einzeln besprochen werden. Für die Prämierung kommen sie jedoch nicht in Betracht.

Die verbleibenden 8 Entwürfe werden in die engere Wahl gezogen und detailliert beschrieben.

Vor der Preisverteilung werden alle ausgeschiedenen Projekte nochmals einer Durchsicht unterzogen, wobei sich ergibt, dass die getroffenen Ausscheidungen bestätigt werden.

Gestützt auf die vorstehende Beurteilung gelangt das Preisgericht zu folgender Rangordnung und Verteilung der Preissumme von Fr. 20 000.—:

1. Rang	1. Preis Fr. 5000.—	Projekt Nr. 6
2. Rang	2. Preis Fr. 4500.—	Projekt Nr. 15
3. Rang	3. Preis Fr. 4000.—	Projekt Nr. 19
4. Rang	4. Preis Fr. 2500.—	Projekt Nr. 10
5. Rang	5. Preis Fr. 2200.—	Projekt Nr. 12
6. Rang	6. Preis Fr. 1800.—	Projekt Nr. 17
7. Rang		Projekt Nr. 16
8. Rang		Projekt Nr. 13

Da dem Preisgericht weitere 6000 Fr. zum allfälligen Ankauf von Projekten zur Verfügung stehen, beschliesst es ferner, die Projekte im 7. und 8. Rang anzukaufen.

1. Ankauf	Fr. 1500.—	Projekt Nr. 16
2. Ankauf	Fr. 1000.—	Projekt Nr. 13

Sollte einer der Verfasser der prämierten Projekte aus formellen Gründen (Teilnahmeberechtigung usw.) ausscheiden, behält sich das