

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 14

Artikel: Ueber Leistungsversuche an einer schnellaufenden Wasserturbine von 715 PS, Bauart von Escher Wyss & Cie., Zürich
Autor: Schmid, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34821>

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: 15.03.2025

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

INHALT: Ueber Leistungsversuche an einer schnellaufenden Wasserturbine von 715 PS. — Wettbewerb für eine Synagoge in Zürich. — Zwillingsbogen-Brücke über die Rhone in Lyon. — Azetylen als Benzin-Ersatz. — Chemisch-physikalischer Kurs für Gasingenieure an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. — Miscellanea: Wasser-

kraftwerk mit automatischer Bedienung. Ein handlicher Kurvensatz. Rätische Bahn. Industrielle Gewinnung von Kochsalz auf elektrischem Wege. Automobilbetrieb mit Azetylen. Schweiz. Elektrotechnischer Verein. — Korrespondenz. — Literatur. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung.

Band 72.

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

Nr. 14.

Ueber Leistungsversuche an einer schnellaufenden Wasserturbine von 715 PS.

Bauart von Escher Wyss & Cie., Zürich.

Von Ing. W. Schmid, Burgdorf.

Der neue schnellaufende Turbinentyp der Firma Escher Wyss & Cie. in Zürich wurde erprobt durch eine Reihe von Versuchen, die im Verlaufe der Jahre 1914 und 1915 an einer kleinern Turbine in der Versuchstation der Firma in Ravensburg vorgenommen wurden und über die Herr Prof. Dr. F. Präšil in Band LXVI (18. und 25. Dezember 1915) der „Schweiz. Bauzeitung“ berichtet hat. In den hier folgenden Ausführungen sollen die Ergebnisse mitgeteilt werden, die sich bei Abnahmeversuchen an einer Turbine von 715 PS desselben Systems ergeben haben, die im Verlauf des Jahres 1917 von Escher Wyss & Cie., Zürich, im neuen Elektrizitätswerk der Licht- und Wasserwerke Thun eingebaut wurde.

Das neue Maschinenhaus des Elektrizitätswerks Thun ist vorgesehen für die Aufnahme von vorläufig zwei Maschinensätzen, doch kann es ohne weiteres so verlängert werden, dass zwei weitere Gruppen untergebracht werden können, und es sind diese Arbeiten zum Teil bereits im Gange. Eingebaut ist zurzeit nur eine Maschinengruppe, bestehend aus einer schnellaufenden Turbine, System Escher Wyss & Cie., Zürich, mit vertikaler Welle und einem von der Maschinenfabrik Oerlikon gelieferten, mit der Turbine direkt gekuppelten Drehstrom-Generator.

Die der Ausführung zu Grunde gelegten durch den Lieferungsvertrag festgesetzten Lieferungs- und Garantiebedingungen sind: für die Turbine: Nettogefälle $H = 5,00$ bis $6,1$ m; Wassermenge $Q = 10300$ bis 11000 l/sek, Leistung $N_e = 545$ bis 715 PS, Drehzahl $n = 150$ in der Minute; Wirkungsgrad η bei 715 PS: 79%; bei 625 PS: 80%; bei 535 PS: 77%; bei 447 PS: 73%, mit $\pm 2\%$ Messtoleranz. Als höchste Geschwindigkeitsteigerungen über die nachherigen Beharrungsdrehzahlen waren bei plötzlichen Entlastungen von 178,7, bzw. 357,5, bzw. 715 PS: 3, bzw. 6, bzw. 15% festgesetzt.

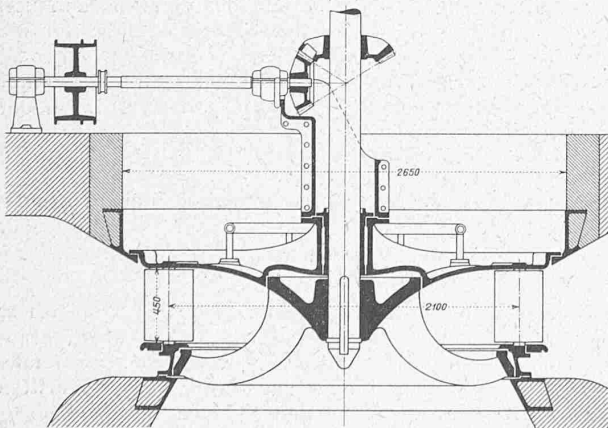


Abb. 2. Schematischer Schnitt durch die Schnelläufer-Turbine von 715 PS bei 150 Uml./min. — Bauart Escher Wyss & Cie. in Zürich. — Masstab 1:40.

Diesen Vertragswerten entspricht eine spez. Drehzahl von:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{VH}} = \frac{150}{6,1} \sqrt{\frac{715}{V_{6,1}}} = 418$$

Ueber Anordnung und Einbauverhältnisse der Turbine gibt die Abbildung 1 Aufschluss. Aus Abbildung 2

ist die neue Form des Laufrades mit dem grossen Hohlraum zwischen den Fink'schen Regulierschaufeln und den Laufradschaufeln ersichtlich. In diesen Hohlraum münden die Belüftungsrohre, die während des Betriebes (und auch während der durchgeführten Leistungsversuche) geöffnet bleiben, und den Zutritt von Aussenluft gestatten. Diese Vorrichtung ist der Turbinenlieferantin patentiert und dient hauptsächlich zur Verbesserung der Wirkungsgrade bei Teilbelastung. Der Antrieb des Regulators erfolgt im Zwischenboden von der vertikalen Hauptwelle aus mittels Kegelrädernetzes, horizontaler Welle und Riementriebs.

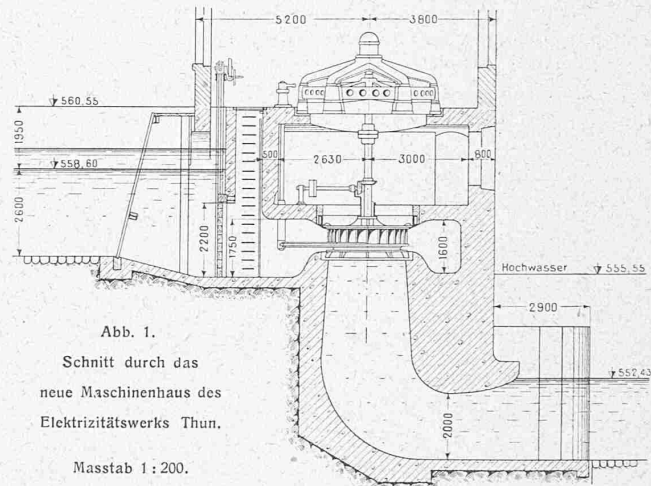


Abb. 1. Schnitt durch das neue Maschinenhaus des Elektrizitätswerks Thun.

Masstab 1:200.

Ueber den Drucköl-Regulator selbst, seine Wirkung und Regulierfähigkeit ist in der „Schweiz. Bauzeitung“¹⁾ eingehend berichtet worden; auf jene Resultate sei hier ausdrücklich verwiesen.

Die Abstützung der Turbinenwelle mit dem Rotor des Generators erfolgt in einem durch Treppe leicht zugänglichen Ringspurlager mit gusseisernen Spurringen, das durch Vermittlung eines gusseisernen Armkreuzes auf dem Stator ruht.

Die Versuche.

Den am 9. Dezember 1917 vorgenommenen Abnahmeversuchen wohnten bei, neben Vertretern der beiden Konstruktionsfirmen und des Elektrizitätswerks Thun, Dr. E. Blattner, Burgdorf, als Experte für den elektrischen Teil, und der Verfasser als Experte für den hydraulischen Teil.

Im Einverständnis mit den Parteien wurde im Versuchsprogramm nur die Feststellung einzelner Kontrollpunkte vorgesehen, in Anbetracht des Umstandes, dass bei den grossen Verhältnissen die einzelnen Versuche sehr viel Zeit in Anspruch nehmen würden, und dass ausserdem das weitere Verhalten der vorliegenden Konstruktionen den schon genannten Veröffentlichungen entnommen werden könnte, sobald einzelne Resultate durch Messung festgestellt sein würden.

Der Drehstrom-Generator war vor Ablieferung im Versuchlokal der Maschinenfabrik Oerlikon geprüft worden, sodass dessen Wirkungsgrad-Kurve aufgestellt werden konnte (Abb. 3, S. 130). Dies gestattete dessen Verwendung zur Messung der von der Turbine abgegebenen Leistung.

Als zu prüfende Kontrollpunkte der Wirkungsgrad-Kurve der Turbine wurden gewählt: Als erster Punkt ein

¹⁾ Band LXIX, Seite 233 u. ff. (Mai/Juni 1917) und Band LXX, S. 87 u. ff. (Aug./Sept. 1917). [Auch als Sonderabdruck erschienen. Red.]

solcher in der Nähe der Maximalleistung der Turbine (etwa 715 PS), der zweite als letzter Garantiewert für eine Turbinenleistung von 447 PS.

Bei Beginn des ersten Dauerversuches zeigte es sich, dass für Vollast der Turbine Beharrungszustand im Wasserzufluss schwer zu erreichen war; die Öffnung wurde daher an der Regulatorskala auf 90% vermindert.

In zeitlicher Reihenfolge wurden folgende fünf Versuche durchgeführt:

1. Dauerversuch (2¼ Stunden) mit Turbinenöffnung von 90% zur Bestimmung des Wirkungsgrades der Turbine.
2. Versuch mit Öffnung von 100% zur Bestimmung der Maximalleistung der Turbine.
3. Entlastung des Generators von Vollast auf Leerlauf zur Beobachtung der Spannungsteigerung.
4. Dauerversuch (2 Stunden) bei 72% Turbinenöffnung zur Bestimmung des Wirkungsgrades der Turbine.
5. Versuch zur Kontrolle des Regulators: Beobachtung der Drehzahl-Steigerung bei plötzlicher Entlastung von Generator und Turbine von Vollast auf Leerlauf.

Wirkungsgrad der Turbine. In Abbildung 4 stellt die Kurve A den Wirkungsgrad der Turbine dar in Funktion der Leistung, aufgestellt auf Grundlage der im Lieferungsvertrag enthaltenen Garantiepunkte. Die zwei Kontrollpunkte, die durch die angestellten Versuche bestimmt wurden,

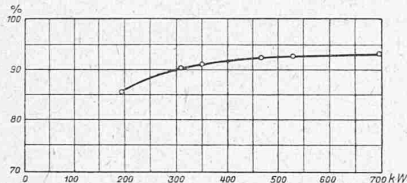


Abb. 3. Wirkungsgrad des Generators.

ergeben sich aus den Messresultaten:

Für $\beta = 90\%$ war die von der Turbine aufgenommene Wassermenge $Q = 10,113 \text{ m}^3/\text{sek}$, das wirksame mittlere Gefälle $H = 6,067 \text{ m}$. Die zur Verfügung stehende Leistung betrug somit

$$N_a = \frac{Q \cdot H \cdot \gamma}{75} = 818,07 \text{ PS.}$$

Die am Generator mit Präzisionsinstrumenten gemessene Leistung (Wasserwiderstand) betrug $N = 463,6 \text{ kW} = 629,89 \text{ PS}$. Hieraus ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad von Turbine und Generator:

$$\eta_{\text{tot}} = \frac{629,89}{818,07} \cdot 100 = 76,997 \sim 77\%.$$

Nach Abbildung 3 ist der Wirkungsgrad des Generators bei $463,6 \text{ kW}$ $\eta_G = 92,5\%$, somit der Wirkungsgrad der Turbine allein:

$$\eta_T = \frac{77}{0,925} = 83,24\%$$

und die Leistung der Turbine:

$$N_e = \frac{629,89}{0,925} = 680,96 \text{ PS.}$$

Für $\beta = 72\%$ war die von der Turbine aufgenommene Wassermenge $Q = 6,981 \text{ m}^3/\text{sek}$, das wirksame mittlere Gefälle $H = 6,195 \text{ m}$, die zur Verfügung stehende Leistung mithin $N_a = 576,63 \text{ PS}$. Am Generator wurde eine Leistung von $N = 304,15 \text{ kW} = 413,25 \text{ PS}$ gemessen. Hieraus der Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{\text{tot}} = \frac{413,25}{576,63} \cdot 100 = 71,66\%.$$

Nach Abbildung 3 ist der Wirkungsgrad des Generators bei $304,15 \text{ kW}$ $\eta_G = 90,2\%$, somit der Wirkungsgrad der Turbine allein:

$$\eta_T = \frac{71,66}{0,902} = 79,45\%$$

und die Leistung der Turbine:

$$N_e = \frac{413,25}{0,902} = 458,15 \text{ PS.}$$

Wenn auch durch diese zwei Punkte die Wirkungsgradkurve der Turbine nicht vollständig bestimmt ist, so kann doch, gestützt auf die eingangs erwähnten grundlegenden Messresultate mit Versuch-Laufrädern derselben Art, mit Bestimmtheit auch der übrige Verlauf der Kurve mit grösster Annäherung festgelegt werden. Da beide Kontrollpunkte erheblich über den Garantiewerten liegen, so wird auch zweifellos für die zwischenliegenden Belastungen die Garantie überschritten werden. Die gefundenen Werte stimmen recht gut überein mit Kurve B in Abbildung 4, die den Verhältnissen der Versuchsturbine entspricht. Was die Genauigkeit der Messresultate anbelangt, so kann darauf hingewiesen werden, dass bei der grossen Zahl der Messpunkte der Durchflussprofile bei der Wassermengenbestimmung und in Anbetracht der sehr gleichmässigen Strömungsverhältnisse die Wassermengen die von Flügelmessungen zu erwartende Genauigkeit besitzen. Die Wirkungsgrade des Generators bei verschiedenen Belastungen sind nicht garantiert durch den Lieferungsvertrag, die in Abbildung 3 aufgetragenen Werte können aber von der

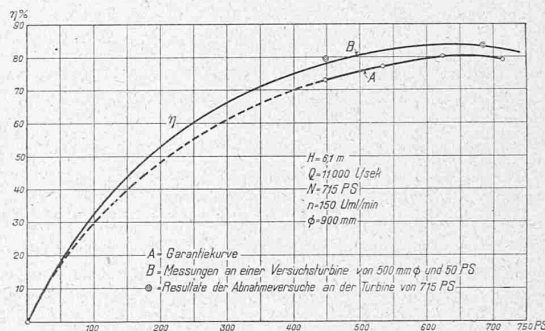


Abb. 4. Wirkungsgrad der Schnellläufer-Turbine von Escher Wyss & Cie.

Wirklichkeit nur um Bruchteile eines Prozentes abweichen. Die Genauigkeit der Resultate entspricht dem praktisch bei solchen Versuchen überhaupt Erreichbaren.

2. **Maximalleistung der Turbine.** Aus dem Versuch 2 mit geöffneter Turbine ergab sich die am Generator gemessene Leistung zu $N = 495,9 \text{ kW}$. Diesem Wert entspricht ein Wirkungsgrad des Generators von $\eta = 0,926$ (Abbildung 3). Die von der Turbine abgegebene Leistung beträgt:

$$N_{e \text{ max}} = \frac{495,9}{0,736 \times 0,926} = 727,6 \text{ PS.}$$

Das Gefälle betrug jedoch während des Versuchs im Mittel nur $H = 6,014 \text{ m}$, es blieb also kleiner als das für die Konstruktion der Turbine massgebende Gefälle $H = 6,10 \text{ m}$. Mit kleiner Veränderung des Gefalles und konstanter Öffnung ändert sich die Leistung der Turbine nach der Beziehung

$$N_1 = N_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{H_1}{H_0}\right)^3}$$

Bei normalem Gefälle $H_1 = 6,1 \text{ m}$ wäre somit eine Maximalleistung zu erwarten von

$$N_1 = 727,6 \cdot \sqrt{\left(\frac{6,100}{6,014}\right)^3} = 743,3 \text{ PS.}$$

Als Maximalleistung war garantiert $N_e = 715 \text{ PS}$ bei $6,1 \text{ m}$ Gefälle und einem Wirkungsgrad von 79% . (Die garantierte Maximalleistung von 715 PS würde also beim Gefälle $H = 6,1 \text{ m}$ um $28,3 \text{ PS}$ oder um etwa 4% überschritten werden). Nun wurde durch den Versuch mit $\beta = 90\%$ festgestellt, dass in der Nähe der Maximalleistung der Wirkungsgrad der Turbine um rund 3% höher liegt, als der Garantie entspricht. Aus Abbildung 4 ergibt sich für die Maximalleistung ein mutmasslicher Wirkungsgrad von rund $82,2\%$. Es wäre also unter der Voraussetzung, dass die Turbine nicht mehr Wasser verbraucht als der Konstruktion zu Grunde gelegt wurde, eine Maximalleistung zu erwarten von

$$N_{e \text{ max}} \sim 715 \times \frac{0,822}{0,79} = 743,9 \text{ PS.}$$

Die Uebereinstimmung mit dem oben berechneten Wert bestätigt die Richtigkeit des Versuches mit $\beta = 90\%$ und den gegenüber der Garantie um rund 3% erhöhten Wirkungsgrad.

Der Maximalleistung entspricht eine spezifische Drehzahl von

$$n_s = \frac{n}{H} \cdot \sqrt{\frac{N_{max}}{H}} = \frac{150}{6,1} \cdot \sqrt{\frac{743}{6,1}} \sim 427.$$

3. *Regulierfähigkeit.* Bei plötzlicher Entlastung von $480,1 \text{ kW} = \frac{480,1}{0,736 \times 0,926} = 705 \text{ PS}$ auf 0 wurde eine Steigerung der Periodenzahl am Frequenzmesser von 50 auf etwa 56 beobachtet. Bezogen auf den schon nach Ablauf von 10 Sekunden erreichten Beharrungszustand von 52 Perioden ergibt sich eine Erhöhung um

$$\frac{56 - 52}{52} \times 100 = 7,69\% \sim 8\%.$$

Das erhaltene Resultat überschreitet nur wenig die Hälfte des Garantiewertes von 15% .

Schlussfolgerung. Die durchgeführten Versuche zeigen, dass die 715 PS Francisturbine des Elektrizitätswerkes der Licht- und Wasserwerke Thun an Leistungsfähigkeit, Nutzeffekt und rascher Regulierbarkeit die vertraglich vereinbarten Werte übertrifft. Der neue schnelllaufende Typ von Francisturbinen, wie er von der Firma Escher Wyss & Cie. in Zürich ausprobiert wurde, erfüllt also auch bei Verwendung in grösseren Einheiten und bei höheren Gefällen die gestützt auf die Versuche mit kleinen Laufrädern gestellten Erwartungen. Die Schnellläufigkeit mit $n_s = 427$ ist eine sehr hohe. Gegenüber den frühern Normalausführungen (alte Zentrale $n_s = 169$) ergibt sich als sehr wesentlicher Vorteil die Möglichkeit, bei den gleichen Platzverhältnissen Einheiten von grösserer Leistung direkt gekuppelt mit dem Generator einbauen zu können, wodurch die Anlagekosten, bezogen auf die Kraftereinheit, stark vermindert werden; hierauf wurde in der „Schweiz. Bauzeitung“ schon von anderer Seite hingewiesen.

Besondere Beachtung verdient der unter Berücksichtigung der grossen Schnellläufigkeit sehr gute Wirkungsgrad von $79,45\%$ bei etwa $\frac{5}{8}$ Belastung. Dieses Ergebnis zeigt, dass es mit Hilfe dieses neuen Typs trotz der hohen spezifischen Drehzahl möglich ist, auch bei Teilbelastung eine gute Ausnützung der Wasserkraft zu erzielen.

Der Umstand, dass für den neuen Turbinentyp der Wirkungsgrad für Belastungen unter $\frac{1}{2}$ rascher abnimmt, als beim frühern Normaltyp, ist nicht von Belang gegenüber den Vorteilen der neuen Konstruktion und kann bei grösseren Anlagen durch entsprechende Betriebsvorkehrungen überhaupt ausgeglichen werden.

Burgdorf, im Juni 1918.

Wettbewerb für eine Synagoge in Zürich.

(Schluss von Seite 123.)

Nr. 24. Motto „Ein Ganzes heute und künftig“. Im südlichen Teil des Bauplatzes liegt die Synagoge, vor der ein offener Hof ausgebildet ist. An diesem liegen der Gemeindesaal, sieben Schulzimmer und die Abwartwohnung. Der Männereingang führt durch eine überdeckte Vorhalle in diesen Hof und zur Synagoge einerseits, zum Gemeindesaal und den Schulzimmern andererseits. Es muss als Nachteil bezeichnet werden, dass die Männer von der Vorhalle über den ungedeckten Hof in eine Synagoge eintreten müssen. Die Fraueneingänge sind knapp bemessen und von aussen nicht leicht erkenntlich. Die Synagoge ist in Kreuzform angelegt, die Einzelheiten des Innern haben keine gute Formulierung gefunden. Durch die Vergrösserung wird am Aeussern nichts geändert. Im Innern wird der offene Hof zum Lichthof, was für den Zugang der Synagoge vorteilhaft ist. Die Grundrissanordnung bedingt unsymmetrische Massenverteilung. Lage und Grösse des Bauplatzes aber erfordern einen einfachen, geschlossenen, symmetrischen Bau. Kubikinhalte: 8500 m^3 .

Nr. 29. Motto „Zwischen Bäumen“. Die Eingänge für Männer und Frauen sind an der Freigutstrasse symmetrisch angeordnet und

führen in das Untergeschoss. Dort werden die männlichen und weiblichen Synagogenbesucher durch geräumige Vorplätze mit Garderoben aufgenommen, von denen die Treppen zu den entsprechenden Geschossen führen. Zwei Männertreppen münden in die langgestreckte Vorhalle im Erdgeschoss. Der Synagogenraum ist einschiffig, stützenlos und mit einem Spiegelgewölbe abgeschlossen. Die Konstruktion der Emporen, die auf beiden Seiten 4 m frei in den Raum hineinragen, gibt allerdings zu Bedenken Veranlassung. Im übrigen sind die räumlichen Verhältnisse der Synagoge bei äusserster Einfachheit der Einzelformen gut. Die Säulen in den Nischen des Allerheiligsten sind entbehrlich. Der Gemeindesaal liegt im Untergeschoss zwischen den Eingangshallen, die fünf Schulräume sind übereinander im Risalit der Nordwestfassade angeordnet, vier davon weisen keine günstige Beleuchtung auf. Die Hauswartwohnung befindet sich in einem Pavillon auf der Terrasse vor der Nordwestfront der Synagoge. Es ist dies eine eigenartige Interpretation des Programms, das die Wohnung auf der Nordwestseite des Gebäudes verlangt, jedoch in der Meinung, dass diese im Gebäude selbst liegen soll. Durch die Vergrösserung werden im Innern nur ganz geringfügige Umbauten erforderlich, die Schulräume kommen sämtlich in Wegfall, während der Gemeindesaal bestehen bleibt. Die äussere wie die innere Architektur ist in einheitlichem Sinne und in guten Verhältnissen durchgearbeitet. Kubikinhalte: 13160 m^3 .

Nr. 32. Motto „Freigut“ III. Die Anlage zeigt gewisse Verwandtschaft mit Nr. 24, indem die Synagoge an die südliche Baulinie gerückt und ein Vorhof angeordnet ist. Es besteht jedoch hier der Unterschied, dass sowohl Männer wie Frauen durch gedeckte Räume zur Synagoge gelangen können. Die Fussbodenhöhe des Erdgeschosses ist nur $1,65 \text{ m}$ über Trottoir angenommen, was insoweit vorteilhaft ist, als der Vorgarten nahezu auf Strassenhöhe gelegt werden kann und die Besucher wenig Stufen zu überwinden haben. Der Vorgarten ist durch Auffahrt, Parterre und Brunnen in einzelne kleinliche Parzellen aufgeteilt. Die tiefe Lage des Erdgeschosses hat andererseits den Nachteil, dass das Terrain gegen Süden und Westen stark angeschnitten wird. Der Gemeindesaal hat eine ausgezeichnete zentrale Lage, ist sehr leicht von den Vorräumen aus zugänglich und kann bei starkem Besuch des Gottesdienstes heute schon zur Synagoge zugezogen werden. Die sechs Schulzimmer liegen übersichtlich an einem Korridor an der Nordseite des Vorhofes, die Zugänglichkeit der Emporen ist etwas umständlich durch den langen Korridor im Obergeschoss. Am Südeinde derselben sind Notausgänge und Nottreppen angeordnet. Die Abwartwohnung liegt unter dem Schultrakt und ist zugänglich von einer Terrasse, die auf der Kote $421,45$, also unter der Höhe der Freigutstrasse, liegt. Die Erweiterung des Bauwerkes kann mit den geringsten Mitteln jederzeit erfolgen. Im Erdgeschoss wird der Gemeindesaal in die Synagoge einbezogen, das Emporengeschoss enthält jetzt schon Raum für weitere 50 Sitzplätze. Der Gemeindesaal erhält einen Ersatz an der Nordseite, fünf gute Schulzimmer bleiben auch nach der Erweiterung noch übrig. Die Ausenarchitektur ist kubisch und rhythmisch gut durchgeführt. Der Synagogenbau wird durch eine bescheidene Kuppel ausgesprochen. Die Architektur des Innern ist sehr summarisch behandelt. Die Kuppel der Vierung ist ohne Uebergang in den Plafond eingeschnitten. Kubikinhalte: 12980 m^3 .

Nr. 37. Motto „Salomon“. Die Synagoge steht auf einer Terrasse von ca. $1,40 \text{ m}$ Höhe, die gerade da am schmalsten ist, wo die drei Männereingänge sich befinden. Letztere führen in einen Vorraum, an dem Garderoben und Toiletten liegen. Man tritt die Synagoge an der Längswand und stösst unmittelbar auf den Almemor, der nicht in der Mitte der Männersitze steht. Die unsymmetrische Anlage im untern Teil des Synagogenraumes würde räumlich nicht günstig wirken, obwohl über den Emporen der Raum wieder gut geordnet ist. Der Gemeindesaal hat eine ungünstige Form und ist auf eine Tiefe von 16 m nur einseitig beleuchtet. Die Frauen- und Kindereingänge und Treppen sind gut, Schulzimmer und Abwartwohnung liegen gegen Norden. Für die spätere Erweiterung wird der Gemeindesaal zur Synagoge zugezogen, er wird nach rückwärts an die Stelle der Schulzimmer I und II verlegt. Die Empore wird in ähnlicher Weise vertieft und an die Stelle der Schulzimmer werden Garderoben und Waschräume gelegt. Die Architektur ist konsequent in harten und nüchternen Formen durchgeführt. Kubikinhalte: 15503 m^3 .