

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 97/98 (1931)
Heft: 7

Artikel: Die schmiedbaren Leichtmetall-Legierungen in der Maschinenindustrie
Autor: Koenig, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44652>

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: 16.05.2025

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

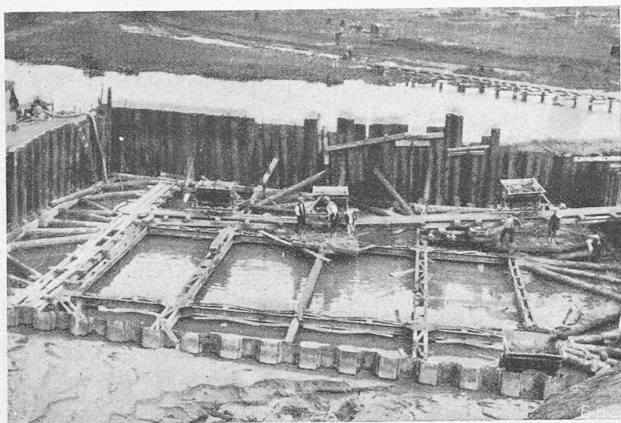


Abb. 11. Maschinenhaus-Baugrube, mit ausgesteiften Larssenwänden.

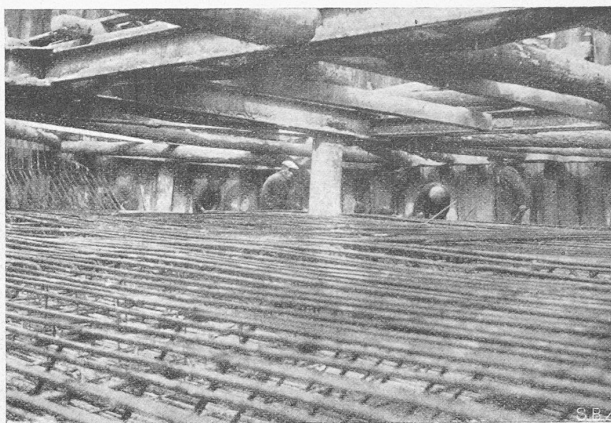


Abb. 12. Armierung der Fundamentplatte unterhalb der Aussteifung.

Die schmiedbaren Leichtmetall-Legierungen in der Maschinenindustrie.

Von Dr. MAX KOENIG, beratender Ingenieur, Zürich.

Im Nachstehenden sollen einige der charakteristischen Eigenschaften der walz- und schmiedbaren Leichtmetall-Legierungen vom Standpunkte des Berechnungs- und Konstruktions-Ingenieurs einer prinzipiellen Betrachtung unterzogen werden.

Im Rahmen dieser Betrachtung ist der niedere Elastizitätsmodul E der Leichtmetall-Legierungen von besonderem Interesse. Er beträgt fast nur $\frac{1}{3}$ desjenigen von Stahl. Wie sich dieser Umstand auswirkt, zeigt beispielsweise die Betrachtung des Zerreiss-Diagrammes einer Leichtlegierung und von Stahl. Die Koordinaten seien die

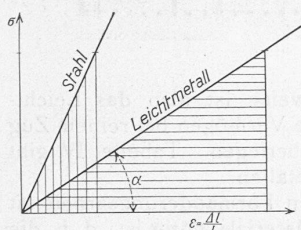


Abb. 1.

Spannung σ und die relative Dehnung $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$; dann ist $E = \tan \alpha$, d. h. gleich dem Tangens des Neigungswinkels der Geraden vom Koordinaten-Nullpunkt bis zur Proportionalitäts-Grenze. Abb. 1 zeigt die Verhältnisse der Deutlichkeit halber mit vergrössertem Abszissenmasstab.

Innerhalb der Elastizitätsgrenze wird, bei gleicher Spannung, die durch die schraffierten Dreiecke gegebene Deformationsarbeit für das Leichtmetall etwa drei mal grösser als für Stahl.

Wie bekannt, gilt für die Deformations- oder Formänderungsarbeit für reinen Zug der Ausdruck

$$A = \frac{P \Delta l}{2} = \frac{P^2 l}{2 E F} = \frac{\sigma^2 F l}{2 E} = \frac{\sigma^2}{2 E} F l$$

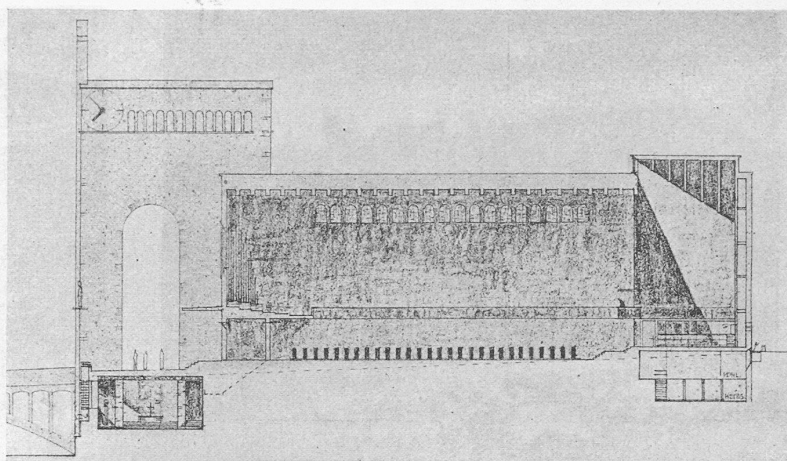
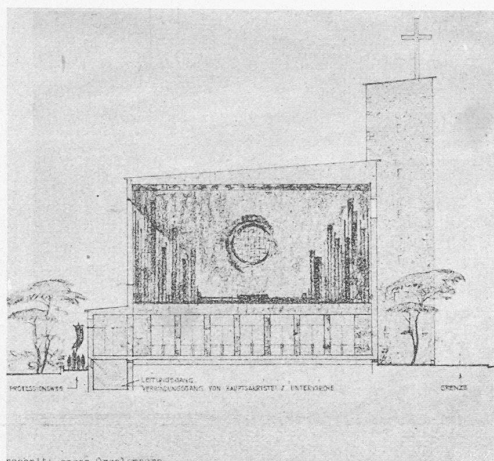
Tabelle II. Chemische Zusammensetzung einiger walz- und schmiedbarer Leicht-Legierungen (in Gewichtsprozenten).

Legierung	Al	Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Ni	Sb	Li
Duraluminium 681	95	4	0,5	0,5	—	—	—	—	—	—
Anticorodal . .	97,8	—	0,6	0,6	—	1,0	—	—	—	—
Avional D . . .	94,5	4	0,5	0,5	—	0,5	—	—	—	—
Lautal	94	4	—	—	—	2	—	—	—	—
Silumin	87	—	—	—	—	13	—	—	—	—
Almasilium . . .	97	—	1	—	—	2	—	—	—	—
Cr-Ni-Stahl . . .	—	Cr 0,5	0,32 bis 0,40	0,4 bis 0,8	97 bis 96,5	0,35	—	1,5	—	—
KS-Seewasser . .	95,05	—	2,25	2,5	—	—	—	—	0,2	—
Elektron AZM . .	6 bis 6,5	—	91,5 bis 92,5	0,5 bis 1,0	—	1	—	—	—	—
Y-Legierung (engl.)	92,5	4	1,5	—	—	—	—	2	—	—
RR 56	93,75	2	0,80	Ti 0,1	1,4	0,65	—	1,3	—	—
Aldrey & Almelec	98,7	—	0,4	—	0,3	max. 0,55 bis 0,60	—	—	—	—

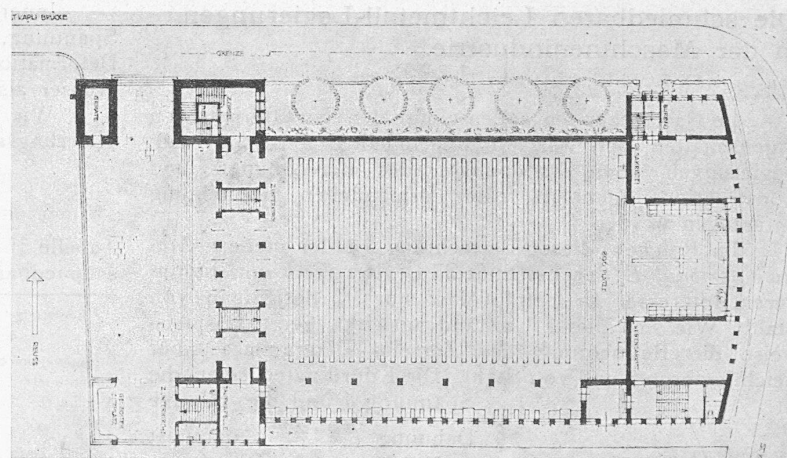
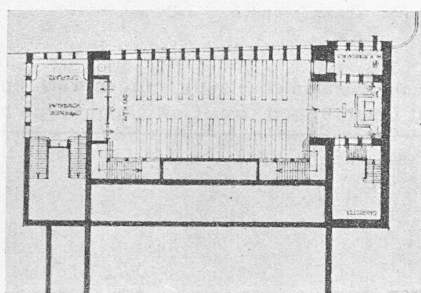
Tabelle I. Physikalische und mechanische Eigenschaften einiger walz- und schmiedbarer Leichtlegierungen.

Eigenschaften	Duralumin	Anticorodal	Avional	Lautal	Silumin	Reinaluminium 99,4%	Elektron	Stahl B 37	Cr-Ni-Stahl	Y-Legier.	RR 56	Aldrey & Almelec
a) Physikalische												
Spez. Gewicht gr/cm³ . . .	~ 2,76	2,72	2,76	2,75	2,65	2,70	1,81	7,85	7,85	2,85	2,73	2,70
Spez. Wärme cal/gr °C . .	—	—	—	—	—	0,2135	0,24	0,115	0,115	—	—	—
Schmelzpunkt °C	~ 650	~ 650	650	650	570	658	625	1300-1400	1300-1400	—	—	~ 650
Giesstemperatur °C	800	700-750	—	—	700-800	720-740	—	rd. 30	rd. 30	—	—	—
Schmelzwärme cal/gr	rd. 100	rd. 100	rd. 100	rd. 100	rd. 100	100	—	rd. 1.4	rd. 1,5	—	—	rd. 00
Schwindmass %	—	—	—	1,5-1,6	—	1,7-1,8	1,3	8-10	4-10	—	—	31,5
Elektr. Leitfähigk. m/Ω mm²	21	27	—	22	26	35	12-18	56	56	—	—	175
Wärme-Leitfähigk. (cal/m h °C)	—	—	—	132	140	175	115	0,000011	0,00011	—	—	0,000023
Lineare Ausdehnung	0,000026	—	—	0,000023	0,000022	0,000027	0,000025	0,3	0,3	—	—	—
Poisson-Zahl	—	—	—	—	—	0,34	—	—	—	—	—	—
Elastizitätsmodul kg/mm² . .	7200	6800	7000	7000-7500	6500-6000	7200	4000-4600	22000	22000	—	—	6500
b) Mechanische												
Qualität	normal hart	B H	D 411	normal hart	normal	1/2 hart 1/2 hart	normal hart	—	—	—	—	—
Brinellhärte kg/mm²	115-128 -175	90-100 45-50	95-105 -140	90-120 -135	-70	45-60 28-32	55 65	—	rd. 210	—	130	—
Zugfestigkeit kg/mm²	33-47 -62	33-36 20-22	38-42 48-52	38-42 -60	17-25	18-28 13-15	28-32 34-40	41	80	38-42	48	33
Dehnung bei L = 11,3 V %	25-16 -4	11-14 18-20	16-25 14-18	18-25 -3	10-5	3-5 18-25	12-16 1-3	rd. 20	12-15	16-20	12	7 1)
Streckgrenze (0,2%) (kg/mm²)	24-35 -58	27 12-15	25-28 36-39	21-28 -50	9	16-24	20-23	23	56	22-25	32	29
Biegezahl r=5d (90°) (1 mm)	10-12	8-10 20-22	5-3 4	—	—	—	—	—	—	—	5	10-15 2)
Einschnürung %	26-18	—	26-18	30-35 3-18	—	—	23-28	—	—	—	—	30-50
Kerbzähigkeit mkg/cm² . . .	4,90-3,0	2,5	3-4	2 1,4	2,3	60-80	130	—	—	—	—	—
c) Warmbehandlung												
Vergüten °C	500+20	555-565	495-505	500+10	—	—	—	—	—	520	520-540	520-540
Anlassen °C	natürl.	160	nat. 100	120-145	—	—	—	—	—	220	175	155
Schmieden und Pressen °C	470-480	400-450	400-450	440-480	—	—	—	—	—	480-500	500-520	—
Rückgang der Festigkeit °C	170-180	100	100	160	—	—	—	—	—	—	—	100
Weichglühen °C	—	350-400	350-400	—	—	—	300	—	—	—	—	350-400

1) L=200 mm 2) r=10 mm



1. Rang (3000 Fr.), Entwurf N. 36.
Verfasser: Jos. Schütz, Arch. B. S. A., Zürich.
Schnitte, Hauptgeschoss der Kirche.
Kapelle im Untergeschoss. — Masstab 1 : 600.



A ist also bis auf die Konstante F durch den Inhalt der schraffierten Dreiecke ausgedrückt.

Unter der Voraussetzung gleichen Volumens, d. h. gleicher Länge sowie gleichen Querschnittes F und konstanter Last P , kann offenbar der Leichtmetallstab eine 2200/750-fache grössere Deformationsarbeit aufnehmen, als der Stahlstab. Tabelle III zeigt eine Gegenüberstellung mit andern Metallen. Es bezieht sich der Index L auf Leichtmetall, der Index S auf Schwermetall.

Die Leichtlegierungen erscheinen bezüglich des Arbeitsaufnahme-Vermögens noch günstiger, wenn wir auf gleiches Gewicht entsprechender Konstruktionselemente abstellen. Vorausgesetzt sei konstante Last P , sowie gleiche Länge l .

Für den Leichtmetallstab sei die Deformationsarbeit:

$$A_L = \frac{P^2 l}{2 E_L F_L}$$

Für den Stahlstab ist dann

$$A_S = \frac{P^2 l}{2 E_S F_S \gamma_S / \gamma_L}$$

und das Verhältnis der Deformationsarbeiten wird

$$\frac{A_L}{A_S} = \frac{E_S \gamma_S}{E_L \gamma_L} = \frac{2200 \times 7,8}{75 \times 2,7} \approx 85$$

Tabelle III. Relatives Arbeitsaufnahme-Vermögen bei reinem Zug (Konstantes Volumen).

Material	$E \times 10^{-6} \text{ kg/cm}^2$	$E_S/E_L = A_L/A_S$
Al-Legierungen	0,75 = E_0	1,0
Kupfer	1,15	1,53
Bau-Stahl 37	2,00	2,67
Legierter Stahl	2,20	2,94
Elektron	1,45	0,60

Nach dieser Betrachtungsweise ist also das Leichtmetall bezüglich Arbeitsaufnahme-Vermögen bei reinem Zug dem Stahl praktisch neunfach überlegen. Tabelle IV gibt einen Vergleich mit anderen Metallen.

Im Gegensatz zur elastischen Formänderungsarbeit ist die Arbeit, die zum Bruch des Materials nötig ist, d. h. die plastische Verformungsarbeit, bei Leichtlegierungen nicht ganz so gross wie bei Stahl. Das zeigt z. B. Abb. 2. Wenn der niedere Elastizitätsmodul der Legierungen sie auf den ersten Blick als besonders geeignet für Stossbeanspruchungen erscheinen lässt, ist der Grad des Zutreffens dieser Schlussfolgerung noch abhängig von der Art der Konstruktion, bzw. den an sie gestellten besonderen Anforderungen.

Während besonders bei Eisenkonstruktionen der Materialpreis im allgemeinen gegenüber den Lohnkosten zurücktritt, zwingt der höhere Preis der Leichtlegierungen die Konstruktion auf Materialersparnis sorgfältiger zu studieren. An Stelle von vollen und massiven Ausführungen treten Gitterkon-

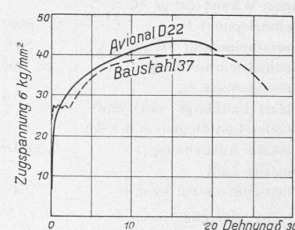
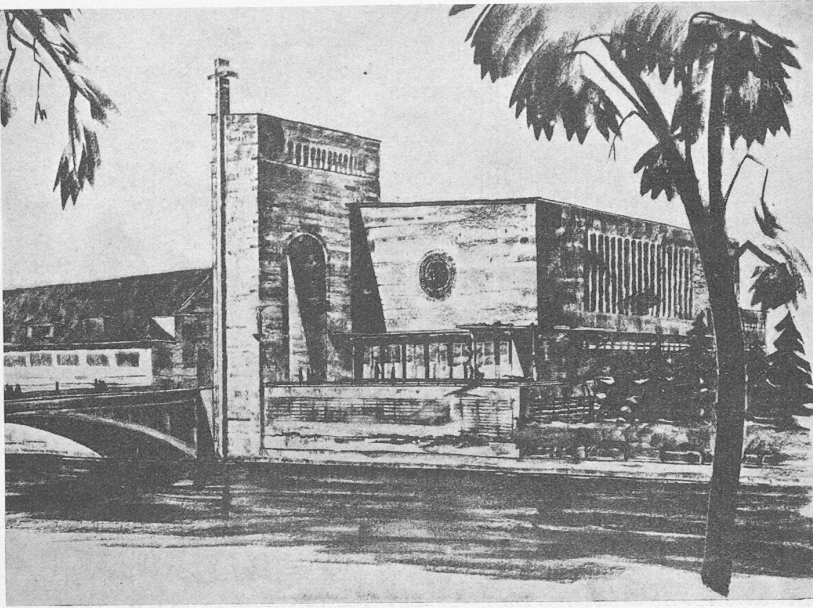


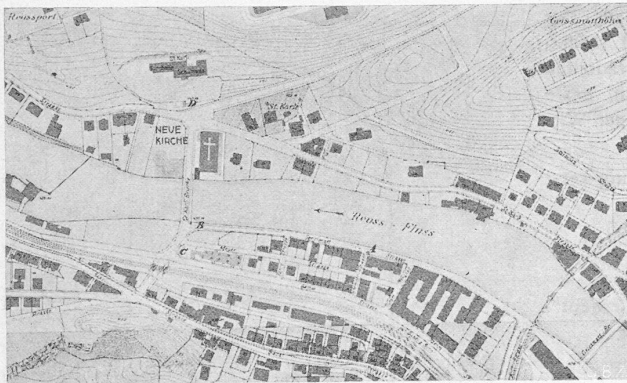
Abb. 2.

Tabelle IV. Relatives Arbeitsaufnahme-Vermögen bei reinem Zug. (Konstantes Gewicht).

Material	E_S/E_L	γ_L/γ_S	A_L/A_S
Al-Legierung	1,0	1,0	1,0
Kupfer	1,53	0,306	5,00
Bau-Stahl 37	2,67	0,348	7,70
Legierter Stahl	2,94	0,348	8,45
Elektron	0,60	1,49	0,40



1. Rang (3000 Fr.), Entwurf Nr. 36. — Verfasser Jos. Schütz, Arch. B. S. A., in Zürich.



Lageplan der neuen Kirche St. Karli in Luzern. — Masstab 1 : 8000.

struktionen. Bei kombinierten Konstruktionen muss den Verbindungen zwischen den verschiedenen Baustoffen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Neben Möglichkeiten galvanischer Störungen muss auch dem verschiedenen elastischen Verhalten, sowie der verschiedenen Wärmedehnung Rücksicht getragen werden.

Es wurde eingangs der Einfluss des niedern Elastizitätsmoduls der Leichtlegierungen auf die elastische Deformationsarbeit, bzw. auf das Arbeitsaufnahmevermögen bei Zug zahlenmässig erörtert. Nachstehend folgen einige grundsätzliche Festigkeitsvergleiche zwischen Leicht- und Schwermetallen bei den verschiedenen Beanspruchungen. Wir beschränken diese Vergleiche auf weichen Baustahl 37, Anticorodal B von etwa 35 kg/mm² Zugfestigkeit und 28 kg/mm² Streckgrenze, sowie einen Cr-Ni-Stahl für den Luftfahrbau, und basieren im übrigen nur auf die Streckgrenzwerte.

	Zugfestigkeit σ_B	Streckgrenze σ_{St}	$\sigma_{St}/\sigma_B \times 100$
Anticorodal B	35	28	80
Baustahl 37	41	23	56
Cr-Ni-Stahl	80	56	70

a) Zug.

Unter der Voraussetzung gleicher Totalbelastung entsprechender Konstruktionselemente und im Verhältnis zur Streckgrenze gleicher spezifischer Beanspruchung ergibt sich das Gewichtverhältnis:

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\sigma_S}{\sigma_L} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S}$$

Die Verwendung der Leichtlegierung ergibt hiernach gemäss Tabelle V (folgt im II. Teil) gegenüber Baustahl 37 eine

Gewichtsverminderung von 72 % und gegenüber Cr-Ni-Stahl eine solche von 31 %.

Mit vorgenannten Annahmen ergibt sich als Verhältnis des elastischen Deformationsarbeit-Aufnahmevermögens aus $A = \sigma Pl/2E$

$$\frac{A_L}{A_S} = \frac{\sigma_L E_S}{\sigma_S E_L}$$

b) Biegung.

Der Ausdruck für die einfache Biegung eines Balkens ist von der Form

$$f = \frac{Pl^3}{CJE}$$

Beim praktisch wichtigen Vergleich gleicher Last P und verhältnismässig gleicher Spannung $\sigma = \frac{M}{W}$ erhalten wir für den Fall eines Kreisquerschnittes das Verhältnis der Balkengewichte als

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S} \left(\frac{\sigma_S}{\sigma_L} \right)^{3/2}$$

$$\frac{t_L}{t_S} = \frac{E_S}{E_L} \times \left(\frac{\sigma_L}{\sigma_S} \right)^{4/3}$$

Die Deformationsarbeit der Biegung eines Stabes schreibt sich als

$$A = \int \frac{Mx^2 dx}{2JE}$$

Unter der Voraussetzung gleicher Belastungsverhältnisse und gleicher Spannung erhalten wir für das Verhältnis der Deformationsarbeit-Aufnahmevermögen:

$$\frac{A_L}{A_S} = \frac{E_S}{E_L} \left(\frac{\sigma_L}{\sigma_S} \right)^{4/3}$$

das selbe Verhältnis ergibt sich auch für die Durchbiegungen.

Bei der Annahme gleicher Belastung und gleicher Durchbiegung verhalten sich die Balkengewichte wie

$$\frac{G_L}{G_S} = \frac{\gamma_L}{\gamma_S} \left(\frac{E_S}{E_L} \right)^{1/3}$$

und die Spannungen wie

$$\frac{\sigma_L}{\sigma_S} = \left(\frac{E_L}{E_S} \right)^{3/4} = \left(\frac{G_S \gamma_L}{G_L \gamma_S} \right)^{3/4}$$

Die Deformationsarbeit ist in diesem Falle der gleichen Durchbiegung für den Licht- und Schwermetallbalken gleich, d. h.

$$\frac{A_L}{A_S} = 1. \quad (\text{Schluss folgt.})$$

Wettbewerb für eine katholische Kirche im St. Karli-Untergrund in Luzern.

Aus dem Bericht des Preisgerichtes.

Das Preisgericht beginnt seine Arbeit Dienstag, den 23. Sept. 1930, morgens, in der Felder'schen Liegenschaft (Bauplatz), wo die Pläne in den zwei oberen Sälen übersichtlich ausgestellt sind. Die Mitglieder des Preisgerichtes sind vollzählig anwesend.

Sämtliche 68 Projekte sind vom Sekretariat unter Mitwirkung technisch gebildeter Hilfskräfte in Bezug auf „Einzuliefernde Arbeiten“, „Erfüllung des Bauprogramms“ und „Kubatur“ vorgeprüft worden, welche Befunde für jedes Projekt gesondert den Preisrichtern schriftlich vorliegen. Wesentliche Programmüberschreitungen haben sich, abgesehen von einigen Einzelheiten und zu hohen Kubaturen, die bei Anrechnung des vom Preisgericht angewandten Kubikmeterpreises Ueberschreitungen der Bausumme ergaben, nicht gezeigt.

Im ersten Rundgang werden wegen wesentlicher Mängel in städtebaulicher und ästhetischer Hinsicht neun Projekte ausgeschieden.

Im zweiten Rundgang werden wegen Unzulänglichkeiten in architektonischer und allgemein städtebaulicher Hinsicht, oder wegen Mängel im Grundriss weitere 32 Projekte ausgeschieden.

Im dritten Rundgang scheiden noch 16 Projekte aus, die trotz gewisser Vorzüge für eine Prämiierung nicht in Frage kommen. Zur genaueren Besprechung verbleiben 11 Projekte.

Nr. 36 „Wahrzeichen“. Landschaftlich feinfühlig, trotz kräftiger Masse. Die Anordnung eines Vorplatzes und der Anschluss an Brücke und Flussufer sind ausgezeichnet. Es ist eine klare, kraft-