

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89/90 (1927)
Heft: 7

Artikel: Wirtschaftlichkeit und neue Formen der Absorptions-Kältemaschine
Autor: Wirth, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41738>

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: 22.02.2026

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

INHALT: Wirtschaftlichkeit und neue Formen der Absorptions-Kältemaschine. — Zum Ergebnis des Wettbewerbs für das Völkerbund-Gebäude in Genf. — Ueber Wasserversorgungsanlagen und deren Projektierung. — Das Kraftwerk Eglisau der N. O. K. — Eidgenössische Technische Hochschule. — Neue Bevorzugung von Akademikern bei den S. B. B. — Mitteilungen: Schweizerische Starkstrom-Kontrolle. Ueber das projektierte Schiffshebewerk bei Niederfinow. Beton-Wurfturbine. Diesel-

elektrische Lokomotiven für die Canadian National Railways. Die Fundamente der Freileitungstragwerke und ihre Berechnung. Internationaler Physiker-Kongress zur Volta-Jahrhundertfeier in Como 1927. Schweizer Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Handelsluftverkehr in England. Internationale Wiener Messe. — Wettbewerbe: Ueberbauung des Stampfenbach-Areals in Zürich. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ing.- u. Arch.-Verein. Groupe genevois de la G. E. P.

Band 90.

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

Nr. 7

Wirtschaftlichkeit und neue Formen der Absorptions-Kältemaschine.

Von Ober-Ingenieur E. WIRTH, Winterthur.

Im Jahre 1925 ist in der „S. B. Z.“ eine kurze Notiz über einen Kühlschrank mit elektrischer Heizung erschienen, die erstmals die Aufmerksamkeit auf die scheinbar paradoxe Kombination des „geheizten Eiskastens“ lenkte.¹⁾ Fügt man hinzu, dass die diesem Apparate zu Grunde liegende Idee der Absorptionsmaschine zufällig noch die älteste Form der künstlichen Kälteerzeugung darstellt, die schon vor mehr als 110 Jahren bekannt war²⁾, so wird man zum vornherein an diesem Probleme einiges Interesse finden. Versuchsergebnisse von solchen Anlagen sind zwar bekannt³⁾, auch über die wissenschaftlichen Grundlagen liegen nam-

Ammoniak wieder befreit werden, wobei das Äquivalent der bei der Absorption aufgewandten osmotischen Arbeit ersetzt werden muss. Dies geschieht nach Abbildung 2 durch Erhitzen der Lösung, wobei Ammoniakdampf ausgetrieben wird. Der Absorber 2 wird nun zum Dampfkessel, wo Wärme höherer Temperatur eingeführt wird, die zum Teil Arbeit leistet, um dann auf einem niedrigeren Temperaturniveau abzufließen. Wie bei einer richtigen Kondensations-Dampfmaschine ist ein Kondensator 4 vorhanden, der die Wärme nach geleisteter Arbeit abführt und zugleich den Wärmeträger in flüssigem Zustande dem Kälteprozess wieder zurückgibt (schwarze Pfeilrichtung).

Durch diese Zergliederung ist nun bereits festgestellt, dass die Absorptions-Maschine eine Wärmekraftmaschine und eine Kältemaschine (Wärmepumpe) in sich enthält, und dass, ent-

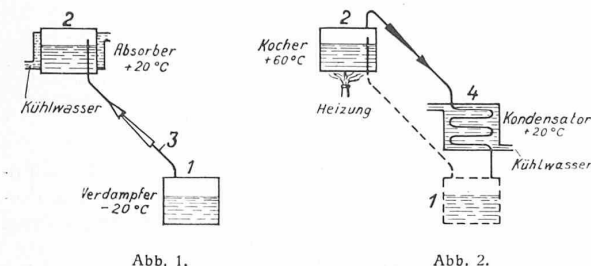


Abb. 1.

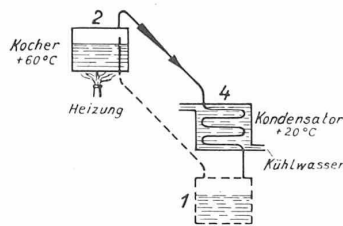


Abb. 2.

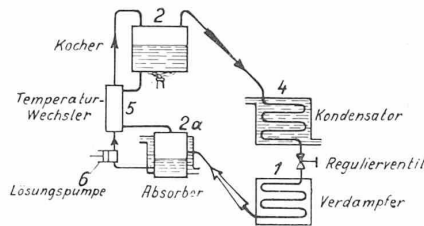


Abb. 3.

hafte Arbeiten vor⁴⁾; trotzdem schwebt noch ein gewisses Geheimnis über dieser Maschine. Dieses wirkt sich dahin aus, dass man viel zu sehr das Gegensätzliche zwischen der Absorptions- und der Kompressions-Maschine betont, anstatt das Gemeinsame, und damit manchen interessanten Zusammenhang verliert. Zweck dieser Ausführungen ist nun, die Verbindung zwischen den beiden Maschinen-Typen so einfach und übersichtlich als möglich herzustellen und dann die nötigen Folgerungen daraus zu ziehen.

Die Grundlage der Absorptionskältemaschine bildet ein sogenannter Lösungsvorgang, der sich beispielsweise nach Abbildung 1 abspielen kann. Der Verdampfer 1, in dem sich flüssiges Ammoniak befindet, steht durch die Dampfleitung 3 in Verbindung mit dem Absorber 2, der eine Wasserfüllung enthält. Das Wasser ist im Stande, je nach Druck und Temperatur beträchtliche Mengen von Ammoniakgas in sich aufzulösen. Durch diese Saugwirkung des Wassers in 2 wird das flüssige Ammoniak in 1 zur Verdampfung gebracht, wodurch ein Wärmeentzug in der Umgebung und damit die gewünschte Kühlwirkung eintritt. Man kann ohne weiteres erreichen, dass die Temperatur im Verdampfer auf -20° fällt, während die wässrige Lösung im Absorber eine solche von $+20^{\circ}$ aufweist. Der Ammoniakdampf, der Wärme bei tieferer Temperatur (-20°) aufnimmt, wird also ohne äusserlich sichtbare Arbeitsleistung bei einem höhern Temperaturniveau ($+20^{\circ}$ C) verflüssigt und gibt dort die bei tieferer Temperatur aufgenommene Wärme wieder ab. Es muss in diesem Prozess also eine Wärmepumpe verborgen sein. Tatsächlich wird bei der Auflösung des Ammoniakdampfes im Wasser osmotische Arbeit geleistet.⁵⁾ Abbildung 1 stellt also bereits das Schema einer wirksamen Kältemaschine mit osmotischem Kompressor dar (weisse Pfeilrichtung). Damit der Apparat vollständig sei, muss nun das in Lösung gegangene

gegen den bisherigen Anschauungen, der Kondensator der Absorptionsmaschine zur Wärmekraftmaschine gehört. Der Kondensator der Kältemaschine liegt im Absorber, wo unter anderem als Ausdruck der osmotischen Arbeit auch die Lösungswärme frei wird. Die osmotischen Lösungsgesetze selbst sind bekannt, sie haben grosse Ähnlichkeit mit den Gasgesetzen.¹⁾

In der durch Abbildung 2 veranschaulichten Kältemaschine wird der Apparat 2 wechselseitig als Kocher oder als Absorber benützt. Die Kälteerzeugung wird während des Kochprozesses unterbrochen. Die kontinuierlich arbeitende Absorptionsmaschine ist nach Abbildung 3 aufgebaut. Diese besitzt für Kocher und Absorber je einen besondern Apparat 2 und 2a und weist gegenüber der Maschine mit wechselseitigem Betrieb noch einen Temperaturwechsler 5 und eine Lösungspumpe 6 auf.

In erster Linie interessiert der Wirkungsgrad solcher Maschinen. Nach der bereits durchgeführten Zergliederung bietet es keine Schwierigkeiten, einen Vergleich mit einer Kältemaschine nach dem Carnotschen Kreisprozess mit den selben Temperaturgrenzen aufzustellen. Dazu sind

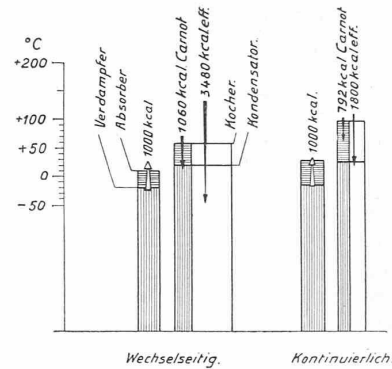


Abb. 4.

in umstehender Tabelle die nötigen Angaben für eine kontinuierlich arbeitende Maschine mit erheblicher Leistung und einem wechselseitig wirkenden Apparat für häusliche Zwecke notiert, und aus den betreffenden vier Haupttemperaturen in Abb. 4 die entsprechenden Entropiediagramme aufgezeichnet, die das klarste Bild über die Zusammenhänge

¹⁾ Bericht über die Schweizer Mustermesse Bd. 85, S. 220. Red.

²⁾ Die mechanische Kälteerzeugung. Von J. A. Ewing, 1910, S. 39 u. ff.

³⁾ „Z. f. d. ges. Kälteindustrie“, 1905, Stetefeld.

⁴⁾ „Z. f. d. ges. Kälteindustrie“, 1899, Lorenz; 1910, Plank; 1913, Altenkirch.

⁵⁾ „Z. f. techn. Physik“, 1923, Schreiber.

¹⁾ Alexander Smith, Anorganische Chemie, 1913, Seiten 209 u. ff.

gezogen, um den Druckausgleich zwischen Kocher und Verdampfer herbeizuführen¹⁾.

Thermodynamisch anregender ist eine ältere Idee von Altenkirch nach einer Veröffentlichung von 1913.²⁾ Darin ist auseinandergesetzt, dass der Kreisprozess bei Absorptionsvorgängen nicht nach Carnot verläuft, sondern dass an Stelle der Isothermen ein polytropischer Verlauf der Temperaturen im Kocher und Absorber eintritt. Das Entropie-Diagramm erhält nach Altenkirch die Gestalt von Abbildung 7. Diese Veränderlichkeit der Temperatur lässt sich tatsächlich, besonders bei der wechselseitig arbeitenden Maschine gemäss den Abbildungen 1 und 2, leicht feststellen. Das berichtigte Entropie-Diagramm für die Absorptions-Maschine verläuft also ungefähr nach Abbildung 8.

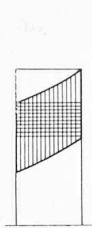


Abb. 7.

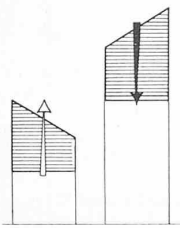


Abb. 8.

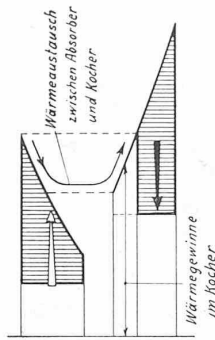


Abb. 9.

Altenkirch will nun die Konzentrations-Verhältnisse so einrichten, dass wenigstens ein Teil der beiden Polytropen sich im Temperaturbereiche überdeckt (Abbildung 9). Damit ist ein Wärmeaustausch und grundsätzlich eine Wärmeersparnis möglich. Praktische Auswirkungen dieser Idee sind zur Zeit nicht bekannt, es ist aber wohl möglich, dass dieser Gedanke, wie diese ganze Absorptions-Maschine, wieder einmal auflebt. Beizufügen ist noch, dass der polytropische Verlauf im Absorber unter anderem auch die Durchführung der Idee von Platen & Munters ermöglicht, weil im Absorber auch der Partialdruck des Kälte-trägers zufolge der Gasbeimischung veränderlich ist.

Nun kehren wir zur einfachen Maschine mit wechselseitigem Betrieb zurück, die weder Lösungspumpe noch Regulierventil erfordert und damit dem Bedürfnis der Haus-

haltungsmaschine in der elementarsten Form entspricht. Die Schwierigkeiten liegen hier in anderer Richtung und werden am besten an Hand eines Diagramms für die im Kocher nötige Austreibewärme erläutert. Diese ist in Abbildung 10 für bestimmte Verhältnisse in Anfangs-Konzentration und Verflüssigungsdruck als Funktion der Kocher-Temperatur für die Kombination Ammoniak-Wasser in die Einzelbestandteile zerlegt. Zur reinen Verdampfungswärme A kommt die bereits erwähnte Lösungswärme B. Von der gewöhnlich in Rechnung gesetzten Ueberhitzungswärme wird abgesehen. Beim Lösungsvorgang nach Abbildung 1 ist

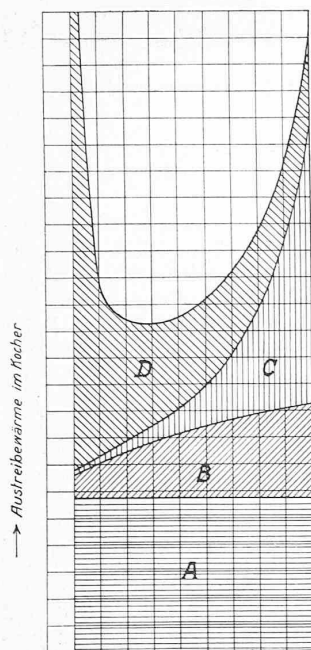


Abb. 10.

ein Temperatursprung zwischen Wasser und Ammoniak vorhanden, der auch beim Austreiben nach Abbildung 2 umgekehrt wieder möglich ist. Eine Erwärmung des sich entwickelnden Ammoniakdampfes kann auch nachträglich auf dem Wege der reinen Wärmeleitung und -Strahlung eintreten und gehört dann ins Kapitel der praktischen Verluste.¹⁾ Einen beträchtlichen Posten für die Wärmebilanz bildet sodann die Erwärmung der mitzirkulierenden Lösung D, der durch die Einschaltung eines Temperaturwechslers nach Abbildung 3 möglichst herabgesetzt werden soll. Besondere Bedeutung hat der Anteil des mitverdampften Wassers C nicht nur wegen des Wärmehaufwandes, sondern weil dieses Wasser sowohl einen entsprechenden Teil des ausgetriebenen Ammoniaks wieder binden, als auch die Temperatur im Verdampfer bis zur völligen Wirkungslosigkeit der Kältemaschine hinaufsetzen kann. Dieses „Uebertreten“ von Lösungsmittel ist die unangenehmste Eigenschaft des sonst so bequemen osmotischen Kompressors, die zu Versuchen mit festen Absorptionsmitteln, besonders in Amerika, geführt hat²⁾.

In Europa suchte man bis heute eine periodische Entwässerung des Verdampfers durch Umstellen von Hähnen, durch forcierte Wärmezufuhr zum Verdampfer usw. zu finden³⁾. Unglücksfälle sind bei unrichtiger Bedienung nicht ausgeblieben⁴⁾.

Anzustreben ist deshalb ein Kühltank, den man beim Transport auf den Kopf stellen kann, dessen Heizung tagelang eingeschaltet bleiben darf und bei dem das Ausbleiben des Kühlwassers nichts auf sich hat, auch wenn alle automatischen Sicherungs- und Abstellvorrichtungen zufällig miteinander versagen sollten. Die ideale Maschine muss sich ohne Hilfe von aussen und ohne komplizierte Organe im Innern stets wieder von selbst zur normalen Kühlwirkung zurückfinden.

Da die Absorptionsmaschine zum Antrieb Wärme braucht, ist es ohne weiteres klar, dass sie beispielsweise für Gasheizung sehr gut geeignet ist. Weniger offensichtlich ist, dass sie sich auch in ein elektrisches Energienetz ausgezeichnet einfügt. Den besten Aufschluss erhält man durch Heranziehung folgender Analogie, die das Verhältnis zwischen Absorptions- und Kompressions-Maschine zwar nicht streng thermodynamisch wieder-gibt, dafür aber sehr anschaulich wirkt. Diese Darstellung bezieht sich hauptsächlich auf den Apparat mit wechselseitigem Betrieb, bei dem man sich den Absorptionsvorgang so vorstellen

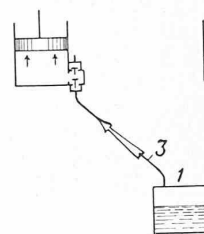


Abb. 11.

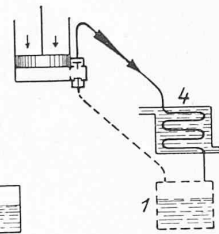


Abb. 12.

kann, dass nach Abbildung 11 an Stelle des Absorbers der Zylinder eines einfach wirkenden Kompressors tritt. Durch Heben des Kolbens entsteht ebenfalls eine Saugwirkung, dadurch Verdampfung des Kälte-trägers und damit die gewünschte Kälte Wirkung. Der Druckhub des Kompressors nach Abbildung 12 entspricht dem Kochprozess, bei dem der vorher angesaugte Kälte-träger verdichtet, verflüssigt und dem Verdampfer wieder zugeführt wird. Die Absorptionsmaschine weist nun die Annehmlichkeit auf, dass man den der Kühlperiode entsprechenden Saughub über eine beliebig lange Zeit verteilen kann, und dass die Saugwirkung sich automatisch der Verdampfung anpasst. Der Druckhub dagegen, während dessen keine Kälte erzeugt wird, kann sehr rasch erfolgen; die betreffende Zeitdauer ist

¹⁾ Einschlägige Literatur: Prof. Schreiber: „Chemische Apparatur“, 1926, Heft 2 u. ff. — „Z. f. Elektro-Chemie“, 1926, Seite 149. — „Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre“, Band XII, Heft 4.

²⁾ Britisches Patent Nr. 225191 der Silica Gel Corporation.

³⁾ D. R. P. Nr. 379096 von Rümpler; D. R. P. Nr. 411892 von Francke; D. R. P. Nr. 419720 von Bayer.

⁴⁾ Explosion in Oslo, „Aftenposten“ Nr. 405, 17. Juli 1924.

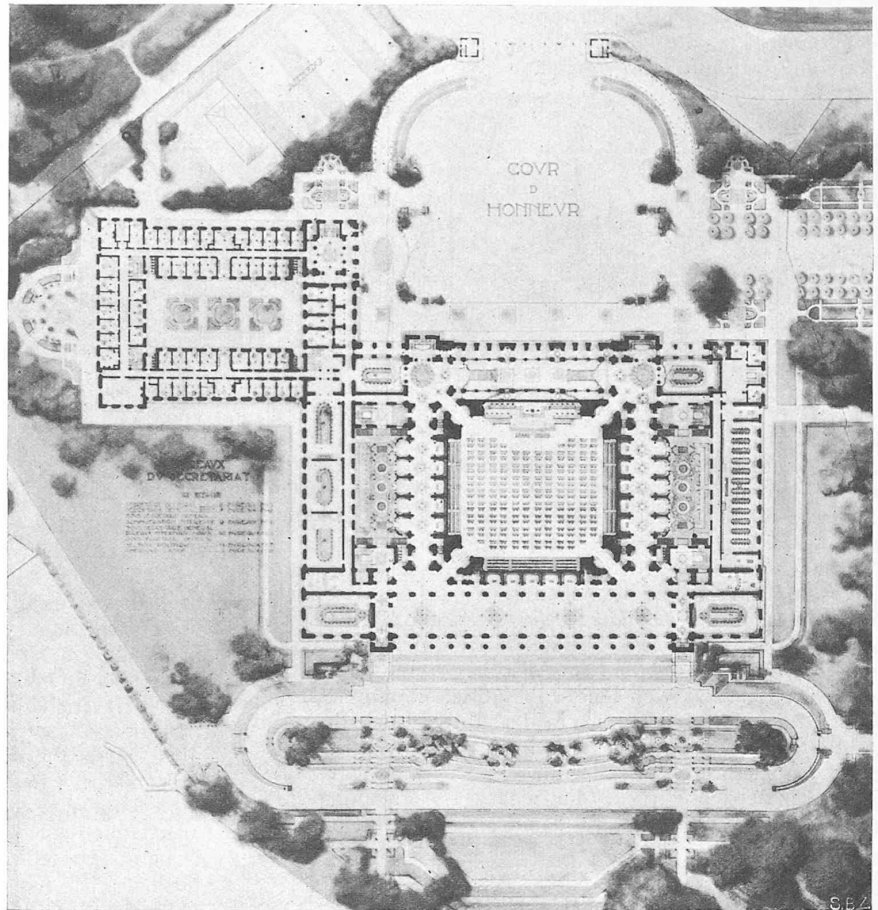
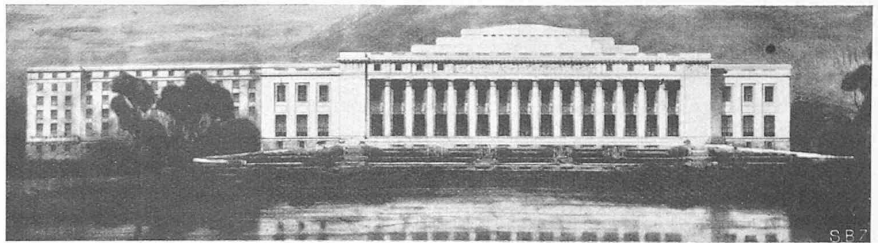
¹⁾ Schweiz. Patent Nr. 117856 von Platen-Munters.

²⁾ „Z. f. d. ges. Kälteindustrie“, 1913, Seiten 1 u. ff

nur eine Frage der mehr oder weniger kräftigen Wärmezufuhr. Praktisch wird man diese Periode auf den Zeitpunkt verlegen, da das Kältebedürfnis am geringsten und die Wärme für den Kocher am vorteilhaftesten erhältlich ist. Bei elektrischer Heizung werden diese beiden Bedingungen zugleich erfüllt, wenn man die Kochperiode hauptsächlich in die Zeit billigen Nachtstroms verlegt. Die Ausnützung dieses Nachtstroms erfordert eine gewisse Speicherung von Kälte, die bei der einfachen wechselseitigen Maschine schon im Prinzip der Trennung von Heizen und Kühlen enthalten ist. Durch diese Kombinationsmöglichkeit wird auch die elektrische Heizung wirtschaftlich. In Verbindung mit der Eigenschaft der Absorptionsmaschine, auch die kleinsten Leistungen bei guten Nutzeffekten abgeben zu können, wird dadurch bis zu einer gewissen Grenze der Vorteil des geringeren Energiebedarfes der Kompressionsmaschine aufgehoben und es kommt die mechanische Einfachheit der Absorptionsmaschine, die nur aus einem geschweissten Eisenblechbehälter besteht, voll zum Ausdruck.

Abschliessend ist also zu sagen, dass die Absorptionsmaschine in zweckmässiger Ausführung ein anspruchsloser und zuverlässiger Hausgeist wird, der ganz im Stillen in wunderbarer Weise als kleines Wärmekraftwerk mit Kältemaschine arbeitet. Voraussichtlich wird sich der automatische Kühlschrank ohne Eis bald ebenso gut einbürgern wie das elektrische Bügeleisen, der Warmwasserspeicher und der Gasherd. [Bedingung hierfür ist allerdings, dass die Herstellungskosten solcher Schränke noch ganz bedeutend vermindert werden können, da sie bis jetzt in keinem Verhältnis stehen zur Zeit von wenigen Sommermonaten, während der ein Kühlschrank benötigt wird.

Die Red.]



Entwurf Nr. 387 (1. Rang). Architekten Henri Paul Nenot (Paris) und Julien Flegenheimer (Genf).

Zum Ergebnis des Wettbewerbs für das Völkerbund-Gebäude in Genf.

Nachdem die „S. B. Z.“ in Nr. 2 (vom 2. Juli) das Projekt von Le Corbusier, und in Nr. 5 (vom 30. Juli) des laufenden Bandes die akustischen Probleme des grossen Saales eingehend behandelt hat, bleibt noch eine summarische Uebersicht über die sonstigen preisgekrönten Arbeiten nachzutragen, eine Uebersicht die umso kürzer gehalten werden kann, als diese Projekte vielmehr als Vertreter ihres Typus, denn als persönliche Leistungen Interesse beanspruchen können. [Entsprechend dieser Betrachtungsweise des Berichterstatters haben wir die zugehörigen Bilder ebenfalls nach Typen-Gruppen zusammengefasst, wodurch dem Leser der Vergleich erleichtert wird. Es sind dies folgende vier Gruppen: nach „klassischem“ Schema symmetrisch-axial komponiert (Seiten 86 bis 89); „modern“, bezw. unsymmetrisch-axial komponiert (Seiten 90 und 91); monumentale Baublöcke ohne Beziehung auf die Situation (Seiten 104 und 105 nächster Nummer); aufgelöste Gruppierung (Seiten 106 und 107 nächster Nummer). — Der Kürze halber bezeichnen wir die Entwürfe in den Unterschriften mit 1. Rang (12 000 Fr.), 2. Rang (3800 Fr.) und

3. Rang (2500 Fr.); vom 3. Rang beschränken wir uns auf die drei Schweizer-Entwürfe. Alle Grundrisse sind im gleichen Masstab von 1:2000, und gleich orientiert mit Seeseite unten.] Auch unter den Nicht-Prämiierten war erstaunlich wenig Interessantes zu sehen, wohl eine Folge der übertriebenen Programmforderungen, die Architekten ohne grossen Mitarbeiterstab von vornherein von der Teilnahme abhalten mussten, also besonders die jüngeren Architekten, Programmvorschriften, die übrigens — um dies gleich vorwegzunehmen — nicht einmal vom Preisgericht selber ernst genommen wurden. Denn keines von den allzu vielen Projekten, die die im Programm mit Nachdruck festgesetzte Baukostengrenze von 13 Mill. Fr. um ungezählte Millionen überschritten haben, ist deswegen disqualifiziert worden, obwohl den Bewerbern die allerdings drückende Auflage gemacht worden war, einen detaillierten Kostenvoranschlag zu liefern. So sehr man den, auch juristisch ja sehr anfechtbaren Prämiierungsmodus begreifen kann, so schwer wird es sein, für diese Programmverletzung des Preisgerichts eine Entschuldigung zu finden.