

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Schweizerische Bauzeitung |
| Herausgeber: | Verlags-AG der akademischen technischen Vereine |
| Band: | 85 (1967) |
| Heft: | 25 |
| Artikel: | Zur Projektierung der Kälteanlagen in einem Laboratoriumsgebäude |
| Autor: | Gerber, H. / Nussbaumer, A. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-69481 |

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: 23.02.2026

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

um 2,0 mm grössere Durchbiegungen in Balkenmitte (9,4 gegen 11,4 mm) auf.

Die max. Biegezugspannungen aus Eigen- gewicht liegen unter 30 kg/cm^2 , die σ_{bz} aus Doppelachslast von 26,6 t (190% der heute zugelassenen) unter 60 kg/cm^2 . Somit können Stosszuschlag, eventuelle Erhöhung der gesetzlichen Lasten samt Reduktion der zulässigen Spannungen im alten Holz aufgenommen werden. Häufig auftretende Wechselspannungen sollten für Holz die Hälfte der $\sigma_{zul} = 100 \text{ kg/cm}^2$ nicht überschreiten. Auch diese Bedingung kann annähernd erfüllt werden.

Dem Tiefbauamt des Kantons Aargau

und dem Stadtgenieur von Luzern für die bereitwillige Auskunft und die Zustellung von Unterlagen, vor allem aber den Mitarbeitern des Büro Kreisoberingenieur IV für die tatkräftige Mithilfe, ist der Verfasser zu Dank verpflichtet.

Literatur

Dr. J. Brunner, Eidg. Materialprüfungsanstalt: Der Bau von Brücken aus Holz in der Schweiz. EMPA-Diskussionsbericht Nr. 5, S. 2-67, Sept. 1925.

J. Killer: Die Werke der Baumeister Grubenmann. Diss. ETH, Zürich 1942.

Jos. Brunner: Beitrag zur geschichtlichen Ent-

wicklung des Brückenbaues in der Schweiz. Diss. ETH Zürich; Bern 1924.

Dr. Jos. Brunner: Der schweizerische Holzbrückenbau von 1750-1850. SBZ 1921, Bd. 78, S. 139

Jeremias Gotthelf: Die Wassernot im Emmental.

J. Seger: Die Rekonstruktion der Holzbrücke Wangen an der Aare. Sonderdruck aus «Hoch- und Tiefbau», 1934, 22; 1935, 10/11.

W. Laedrach: «Berner Holzbrücken. Berner Heimatbücher Nr. 18.

Adresse des Verfassers: Konrad P. Meyer-Usteri, dipl. Ing. ETH, Dammstrasse 74, 3400 Burgdorf.

Zur Projektierung der Kälteanlagen in einem Laboratoriumsgebäude

DK 621.565.4

Von H. Gerber, dipl. Ing., Belp und A. Nussbaumer, dipl. Ing., Binningen

1. Das Vorgehen im allgemeinen

Am Beispiel eines Laborgebäudes für chemische und biologische Forschung in Basel soll dargelegt werden, wie die Zusammenarbeit zwischen Bauherr und Unternehmer zu einem zweckdienlichen und wirtschaftlichen Projekt geführt hat. Es soll vor allem Art und Wichtigkeit der Arbeiten, die der eigentlichen Ausführung des Projektes vorangehen, gezeigt werden; anschliessend wird das Ausführungsprojekt kurz beschrieben und es werden die dabei getroffenen Entschlüsse begründet. Der grundlegende Entwurf stammt von SIA-Kollege W. Wettstein.

1.1 Pflichtenheft des Bauherrn

Die Erfahrung zeigt, dass ein Ungenügen ausgeführter Installationen oft auf mangelhafte Bearbeitung der Projektgrundlagen zurückgeht. Deshalb ist der sorgfältigen Abklärung der Betriebsbedürfnisse, der gewünschten Betriebssicherheit, der möglichen späteren Erweiterungen und der besonderen Verhältnisse die grösste Aufmerksamkeit beizumessen. Diese Untersuchung ist durch den Bauherrn oder einen mit den Betriebs- und Arbeitsverhältnissen besonders gut vertrauten Fachmann auszuführen. Zweckmässigerweise werden die Ergebnisse in einem Pflichtenheft zusammengefasst. In diesem sollen die Grundlagen für das Projekt gegeben, aber keinesfalls einschränkende Vorschriften erlassen werden, welche die Tätigkeit des Projektverfassers beeinträchtigen.

1.2 Projektvergleich

Da das Pflichtenheft den einzelnen Bewerbern ein gewisses Mass an Freiheit zubilligt, müssen die eingereichten Projekte miteinander verglichen und dazu auf vergleichbare Grundlagen gestellt werden. Die Gesichtspunkte für das Gegenüberstellen der Vor- und Nachteile sind: das Erfüllen der Bedürfnisse, die technische Zweckmässigkeit, die Betriebssicherheit, die Wirtschaftlichkeit der Betriebsführung (Jahreskosten) und die Vertrauenswürdigkeit der ausführenden Firma. Oft stellt sich bei einem solchen Vergleich *ein* Projekt eindeutig als das beste heraus.

1.3 Ausführungsprojekt

Auf Grund der Erkenntnisse, welche der Bauherr beim Durcharbeiten der eingegangenen Projekte gewinnt, sieht er sich häufig veranlasst, das Pflichtenheft zu revidieren. Das Ergebnis dieser Überarbeitung bildet dann die Grundlage für das Ausführungsprojekt und für die Übernahme-Offerte desjenigen Unternehmers, welcher den Auftrag erhält. Die eigentlichen Projektierungsarbeiten sind damit abgeschlossen.

2. Das Kälteprogramm

Im neu projektierten Laboratoriumsgebäude für chemische und biologische Forschung waren möglichst zentrale Kälteanlagen zu planen, welche die auf Tabelle 1 zusammengestellten Kühlstellen zu versorgen haben. Die an die Kälteanlagen angeschlossenen Verbraucher weisen unterschiedliche Betriebsarten auf. An die Betriebssicherheiten werden die folgenden Ansprüche gestellt:

Gruppe I: Tierhalteräume

Bei Ausfall der Kälteanlagen entstehen erhebliche Verluste, da die Versuchstiere schon bei geringen Temperaturschwankungen von etwa 3 bis 4 °C eingehen können. Hinzu käme der Verlust an der vorangegangenen Forschungsarbeit.

Gruppe II: Eiswassernetz für Betriebszwecke

Die Arbeit von etwa 250 Personen ist während der Zeit eines Ausfalls empfindlich gestört; weitere Schäden entstehen nicht.

Gruppe III: Kühlabor

Die Arbeit in diesen Räumen wird verunmöglich, primäre Schäden entstehen keine.

Gruppe IV: Kühlräume

Solange ein Ausfall nur kurzfristig erfolgt (bis zu 24 Std.) entstehen keine nachteiligen Folgen.

Gruppe V: Kühlung der Ventilationszuluft

Der Arbeitskomfort im Gebäude geht zurück. Im Notfall kann auf die Kühlung der Ventilationszuluft überhaupt verzichtet werden.

3. Beschreibung des Ausführungsprojektes

Im Schema Bild 1 sind die Gruppen I, II, III und V dargestellt. Bei der Gruppe IV handelt es sich um normale Anlagen kleiner Leistung für Kühlräume mit direkter Verdampfung ohne Besonderheiten, weshalb sie im Bild 1 fehlt. Bei der Projektierung standen folgende drei Gesichtspunkte im Vordergrund:

3.1 Die technisch und wirtschaftlich günstigste Prozessführung

Diese ist durch die Temperatur gegeben, auf der das zu kühlende Medium zu halten ist. Man fasst die Kühlstellen mit angenähert gleichen Temperaturen und ähnlichem Betriebscharakter zu Gruppen zusammen und versorgt sie mit demselben Kälteträger von einer gemeinsamen Kälteerzeugungsanlage aus. Im vorliegenden Fall ergeben sich drei Anlagen, die sich gemäss Tabelle 2 auf die oben genannten Gruppen verteilen.

3.2 Betriebstechnische Rücksichten

Hier sind vor allem die Betriebssicherheit und die Regelmöglichkeit zu nennen. Bei der von der Anlage A bedienten Gruppe sind

Tabelle 1. Hauptdaten der Verbrauchergruppen

| Gruppe | I | II | III a | III b | IV | V |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Verbraucher | Tier- halte- räume Betrieb | Labors | Kühl- labor | Kühl- labor | Kühl- räume | Klima- anlage |
| max. Kältebedarf kcal/h | 200 000 | 700 000 | 100 000 | 70 000 | gering | $1,1 \cdot 10^6$ |
| Kälteträger | Lösung | Lösung | Lösung | Lösung | R 12 | Wasser |
| Konzentration Vol. % | 25 | 25 | 25 | 40 | — | — |
| Temperatur °C | -2/+6 | -2/+6 | -2/+6 | -15/-10 | — | +8/+16 |
| Verdampfungs- temperatur °C | -8 | -8 | -8 | -20 | -3/-17 | +2 |
| Betriebsdauer | Jahr | Jahr | Jahr | Jahr | Jahr | Sommer |

Tabelle 2. Kälteerzeugungsanlagen

| Anlage | A | B | C |
|-----------------------|-------------|---------|--------|
| Verbrauchergruppe | I, II, IIIa | III b | V |
| Kälteträgertemperatur | -2/+6 | -15/-10 | +8/+16 |

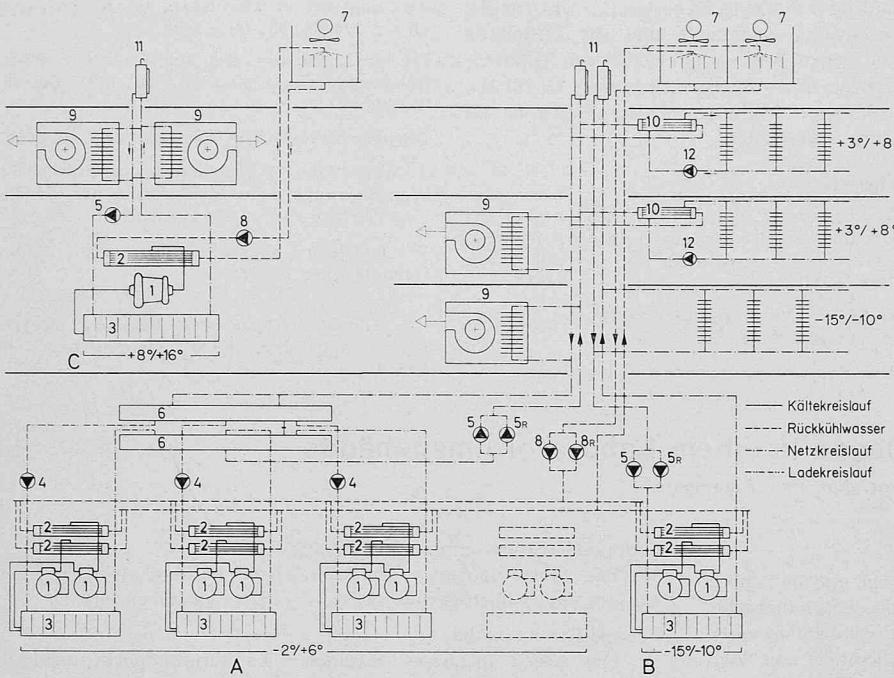


Bild 1. Prinzipschema der Kälteanlagen in einem Laboratoriumsgebäude

- 1 Kompressoren
- 2 Kondensatoren
- 3 Lösungskühler (Verdampfer)
- 4 Ladepumpen
- 5 Netzpumpen
- 6 Puffergefäß
- 7 Rückkühlwerke
- 8 Kühlwasserpumpen
- 9 Klimageräte
- 10 Tertiäre Wärmeaustauscher
- 11 Expansionsgefäß
- 12 Pumpen für tertiäre Kreisläufe

mehrere Kompressoraggregate zu wählen, um einerseits die nötige hohe Betriebssicherheit gewährleisten und anderseits sich dem stark veränderlichen Kältebedarf durch Zu- oder Abschalten einzelner Einheiten bei bestem Wirkungsgrad anpassen zu können. Für wichtige Verbrauchergruppen werden Reservepumpen für das Umwälzen des Kälteträgers fest eingebaut.

3.3 Örtliche Verhältnisse

Alle drei Anlagen arbeiten mit indirekter Kühlung mittels Äthylenglykol-Wasser-Gemischen von verschiedener Konzentration. Diese Ausführungsart wurde mit Rücksicht auf die grosse Zahl von Kälteverbrauchern, deren Betriebsweise sowie auf die einfache und sichere Regelmöglichkeit gewählt. Überdies lassen sich allfällige Änderungen im Verteilernetz leicht durchführen.

Die grossen Höhenunterschiede der Kühlstellen machte den Einbau tertiärer Wärmeaustauscher für die Verbraucher der höher gelegenen Stockwerke notwendig. Auf diese Weise liessen sich allzu hohe Drücke in den Verbrauchern der tiefer gelegenen Stockwerke vermeiden.

Für das Kühlwasser der Kondensatoren kam Netzwasser oder Rheinwasser aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht. Daher wurden Rückkühlwerke aufgestellt. Diese sind für eine Feuchtigkeitstemperatur von 22 °C bemessen, wobei die Kühlwassertemperaturen bei den Anlagen A und B 34/27,5 °C, bei der Anlage C 34/26,5 °C und die Verflüssigungstemperaturen des primären Kältemittels bei allen Anlagen rd. 38 °C betragen.

4. Bemerkungen zu den einzelnen Anlagen

Alle drei Kälteerzeugungsanlagen sind grundsätzlich gleich aufgebaut. Jede von ihnen besteht aus einer oder mehreren Einheiten, umfassend je einen oder zwei Kompressoren 1, einen oder zwei Kondensatoren 2 und einem zweiteiligen Lösungskühler 3. Für die primären Kreisläufe dient Freon als Kälteträger. Der Kälteträger der sekundären Kreisläufe wird bei der Anlage A mittels der Ladepumpen 4 durch die Kühlwerke (Verdampfer) 3 und die beiden Puffergefäß 6 umgewälzt. Von diesen ist eines im Vorlauf, das andere im Rücklauf eingebaut. Bei allen drei Anlagen versorgen die Netzpumpen 5 die Kälteverbraucher. An den höchsten Stellen dieser Netze befinden sich die Expansionsgefäß 11. Die Kühlwasserpumpen 8 saugen das gekühlte Wasser aus den Rückkühlwerken 7 ab und fördern es durch die Kondensatoren 2 und von diesen wieder zu den Rückkühlwerken zurück.

Zur Anlage A gehören drei Maschinensätze mit je zwei Kompressoren, zwei Kondensatoren und einem Kühlkörper für den sekundären Kälteträger. Dieser ist ein Gemisch von 25 Vol % Äthylenglykol und Wasser. Ein vierter Satz ist für später als Reserve vorgesehen. Entsprechend der geforderten hohen Betriebssicherheit sind zwei Netzpumpen und zwei Kühlwasserpumpen vorgesehen, wovon jeweils eine Reserve ist. Direkt angeschlossen sind die Luftkühler der beiden

Klimageräte 9, während die Verbraucher in den oberen Stockwerken mittels der Pumpen 12 über tertiäre Wärmeaustauscher 10 mit Lösung von +3/+8 °C versorgt werden.

Für die Anlage B genügt ein einziger Maschinensatz gleicher Art wie für die Anlage A. Die Kondensatoren sind an das Kühlwassernetz der Anlage A angeschlossen. Auch hier sind zwei Netzpumpen 5 und 5R vorhanden. Entsprechend den tieferen Temperaturen weist das Äthylenglycol-Wasser-Gemisch eine auf 40 Vol % erhöhte Konzentration auf.

Die Anlage C ist von den übrigen Anlagen völlig getrennt, da sie mit wesentlich höheren Kälteträgertemperaturen und nach einem anderen Betriebsprogramm arbeitet als die Anlagen A und B. Als sekundärer Kälteträger dient Wasser, als primärer Freon R 11. Wegen der grossen Kälteleistung wurde ein zweistufiger Turbokompressor in hermetischer Bauart gewählt, dessen beide Laufräder mit dem Rotor des Antriebsmotors auf einer Welle sitzen. Der Motor wird teils mit Kaltwasser, teils mit R 11 unter Saugdruck gekühlt. Ein Leitschaufelkranz im Ansauge Teil des Kompressors erlaubt eine stufenlose Leistungsregelung von 10 bis 100 %. Zur Leitradverstellung dient ein ferngesteuerter, pneumatisch betätigter Servomotor.

Adresse der Verfasser: H. Gerber, dipl. Ing. in Firma Wetstein AG, 3073 Gümligen, und A. R. Nussbaumer, dipl. Ing. in Firma Sandoz AG, 4000 Basel.

Das thermische Kraftwerk Thorpe Marsh

DK 621.311.22

Dieses Kraftwerk des «Central Electricity Generating Board» besteht aus 2 Blöcken von je 550 MW, die grössten, die gegenwärtig in Grossbritannien im Betrieb stehen, und 2 Gasturbinen-Einheiten von je 28 MW für Spitzendeckung und lokale Versorgung, wenn nicht auf das allgemeine Netz gearbeitet werden soll. Die Blöcke sind von verschiedenen Herstellern geliefert worden und weichen beträchtlich voneinander ab, obwohl sie für genau die selben Betriebsbedingungen gebaut wurden (1700 t/h Dampf von 170 ata, 565 °C; Zwischenüberhitzung; 220 t/h Kohlenstaub). Der Dampferzeuger zu Block I ist ein Fabrikat der International Combustion Ltd., London, mit zwei Verbrennungskammern, derjenige zu Block II stammt von Babcock & Wilcox Ltd., London, und weist nur eine Verbrennungskammer auf. Der Turbogenerator I von C. A. Parsons & Co. Ltd., Newcastle upon Tyne, in cross-compound-Anordnung arbeitet mit 3000 U/min; jede der beiden Reihen umfasst vier Teilturbinen, die je einen Generator von 255 MW antreiben. Alle acht Turbinen sind zweiflutig (1 Hochdruck-, 1 Mitteldruck- (obere Stufe), 2 Mitteldruck- (untere Stufe), 4 Niederdrukturbinen). Nach der Hochdruckturbine wird der Dampf nochmals überhitzt. Das Speisewasser wird in sieben Stufen auf 251 °C vorgewärmt. Den Maschinensatz II lieferte die Associated