

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung

**Band:** 86 (1968)

**Heft:** 3

**Artikel:** Eisbereitungsanlage für die Winter-Olympiade 1968 in Grenoble

**Autor:** Widmer, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-69965>

### **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:** 22.11.2024

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

## Eisbereitungsanlage für die Winter-Olympiade 1968 in Grenoble

DK 621.58:725.861

Von J. Widmer, Ingenieur, Winterthur

Bekanntlich werden die Winter-Olympiaden alle vier Jahre durchgeführt. Auf die grossangelegte Veranstaltung in Innsbruck von 1964 folgten vom 6. bis 18. Februar 1968 die 10. Olympischen Winterspiele in Grenoble. Auch dort müssen gemäss den vom Internationalen Olympischen Komitee aufgestellten Bedingungen die für die Eisläufer notwendigen Kunsteisflächen zur Verfügung gestellt werden.

Die von der Firma Gebr. Sulzer AG für die Winter-Olympiade in Innsbruck erstellten Kunsteisfelder hatten dort eine harte Probe zu bestehen, mussten doch die Wettbewerbe bei ungewöhnlich warmen Witterungsverhältnissen und starkem Föhn ausgetragen werden. Der damalige schneearme Winter zwang die Organisatoren,

den Schnee für die Ski-Pisten von weit her aus höheren Regionen nach Innsbruck zu bringen. Auf Grund eingehender Studien der Wetterbedingungen von Innsbruck war die Eisbereitungsanlage nicht nur reichlich dimensioniert worden, sondern es ist ausser den nach den Berechnungen notwendigen Kältekompressoren für die Dauer der Olympiade noch ein zusätzlicher Kompressor aufgestellt worden. Dank dieser Vorsichtsmassnahme war es dann möglich, nicht nur die Halleneisbahn, sondern auch den Schnelllaufring, der besonders den ungünstigen Witterungsverhältnissen ausgesetzt war, stets in gutem Zustand zu halten.

Auf Grund dieser Betriebsergebnisse während der letzten Olympiade wurde die Firma Gebr. Sulzer AG auch mit der Liefere-

Bild 1. Lageplan der Sportanlagen in Grenoble, rund 1:6000

- 1 Kunsteisbahn
- 2 Schnelllaufring
- 3 Übungsfeld 30 × 112 m
- 4 Halle für Hockeyspiele und Kunstlauf
- 5 Städtisches Stadion
- 6 Stadthaus
- 7 Parkplätze
- 8 Kältekompressorenraum (Bilder 2 bis 5)

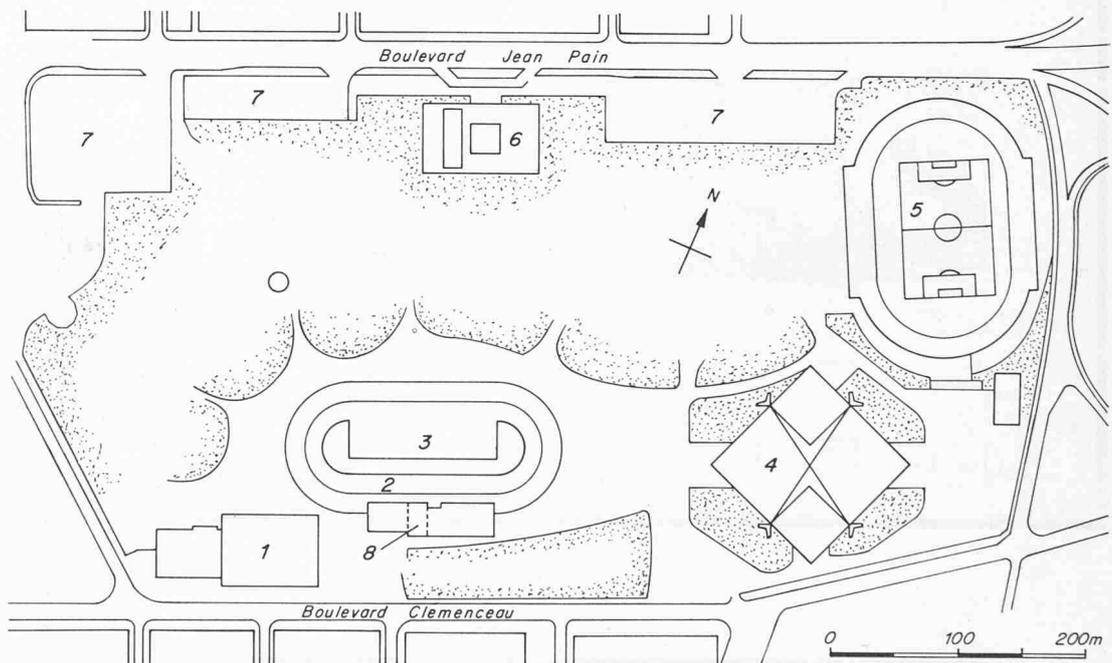


Bild 2. Maschinenraum für den Schnelllaufring

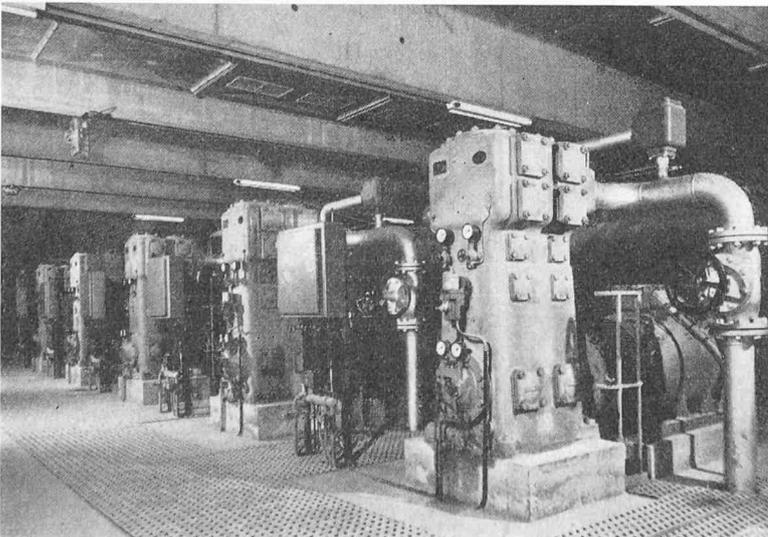
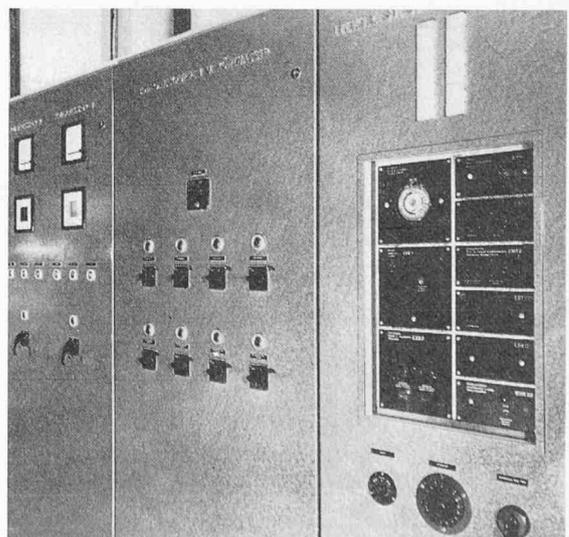


Bild 3. Schaltschrank, im Feld rechts die Geräte für die elektronische Steuerung



zung der ganzen Eisbereitungsanlage für die Winter-Olympiade 1968 in Grenoble betraut. Die Bestellung erfolgte an ihre Schwesterfirma, die *Companie de Construction Mécanique Paris*, direkt vom Bürgermeister der Stadt Grenoble. Bei der Ausführung der neuen Anlagen wurden die Erfahrungen der Innsbrucker Installation weitgehend verwertet, natürlich unter Berücksichtigung der verschiedenen geographischen Lage und der besonderen Klimaverhältnisse von Grenoble.

Für die Winter-Olympiade Grenoble sind Kunsteisflächen mit gleicher Ausdehnung vorgesehen worden, wie sie auch in Innsbruck zur Verfügung standen, und zwar:

- Ein Schnellaufriug von 400 m Länge und 14 m Breite, bestehend aus zwei je 5 m breiten Schnellaufbahnen und einer Warmlaufbahn von 4 m,
- eine Kunsteisfläche im Ausmass von  $30 \times 112$  m im Innern des Schnellauf-Ovals, vorgesehen für allgemeine Veranstaltungen und für das Training der Schlittschuhläufer, und
- ein Feld  $30 \times 60$  m in der geschlossenen Halle für die Durchführung von Hockeyspielen und Kunstlauf.

Die Anordnung dieser Flächen ist auf Bild 1 ersichtlich.

Während in Innsbruck alle für die Kühlung der Eisflächen notwendigen Kältekompressoren in einem gemeinsamen Maschinenhaus untergebracht waren, kamen in Grenoble zwei getrennte Anlagen zur Ausführung, da die verschiedenen Eisfelder ziemlich weit auseinander liegen. In beiden Anlagen wurden aber, wie in Innsbruck, ölfrei fördernde Kompressoren eingebaut, die sich beim Betrieb der Eisbereitungsanlage in Innsbruck aufs beste bewährt hatten.

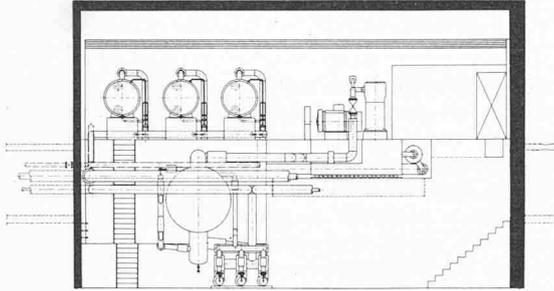


Bild 4 (links oben). Querschnitt durch den Maschinenraum für den Schnellaufriug, 1:200

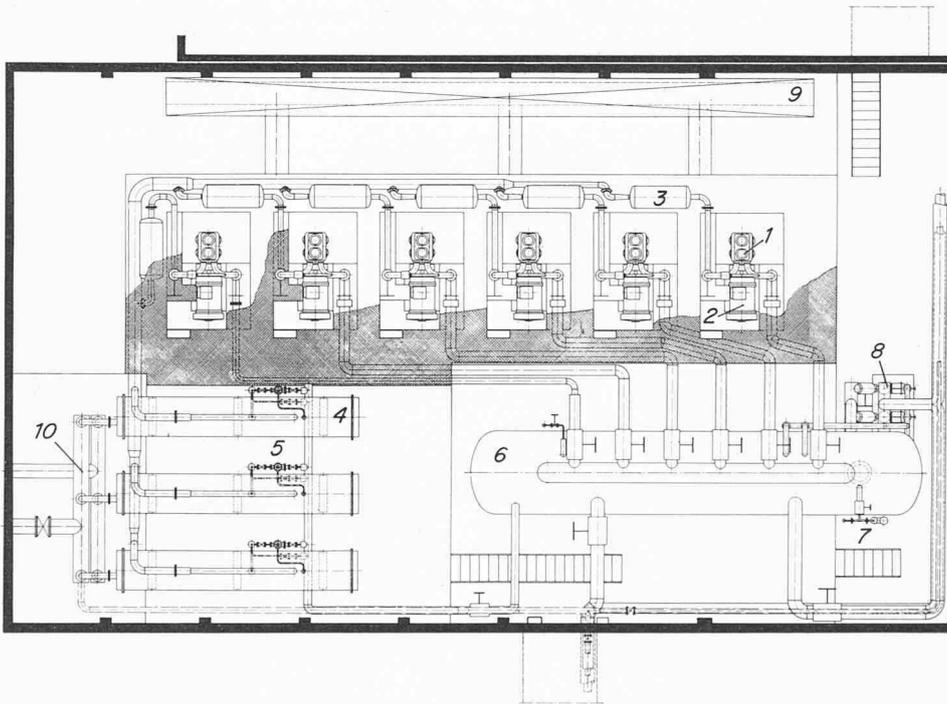


Bild 5. Grundriss des Maschinenraumes für den Schnellaufriug, 1:200

- 1 Kältekompressor
- 2 Elektromotor
- 3 Schwingungsdämpfer
- 4 Kältemittel-Kondensator
- 5 Automatische Regulierstation
- 6 Kältemittel-Sammelbehälter
- 7 Flüssigkeitsstand
- 8 Kältemittel-Umlaufpumpen
- 9 Schalttafel mit elektrischen Apparaten
- 10 Kühlwasserein- und -austritt

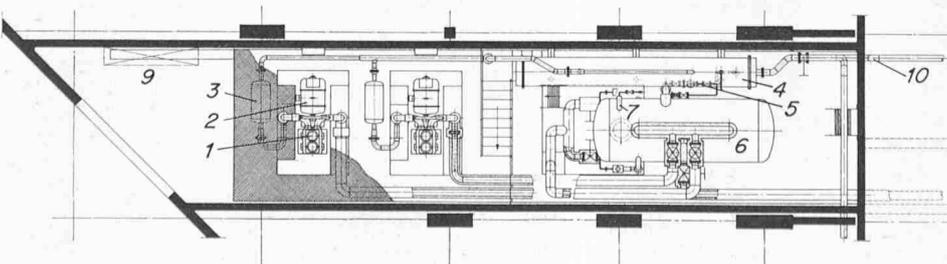
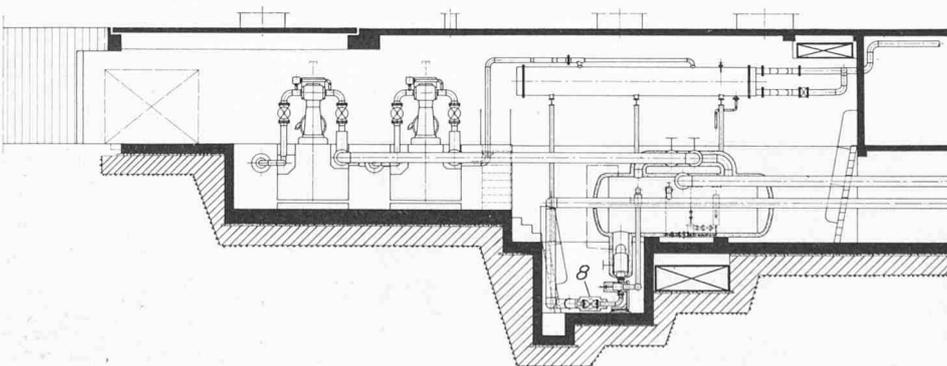


Bild 6. Aufriss und Grundriss des Maschinenraumes im Hallenstadion 1:200, Legende wie Bild 5

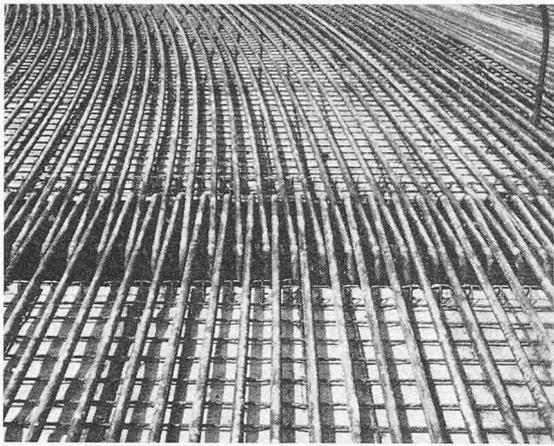


Bild 7. Berohrung des Schnellauftringes: Einzelheit in der Nähe einer Speisestelle

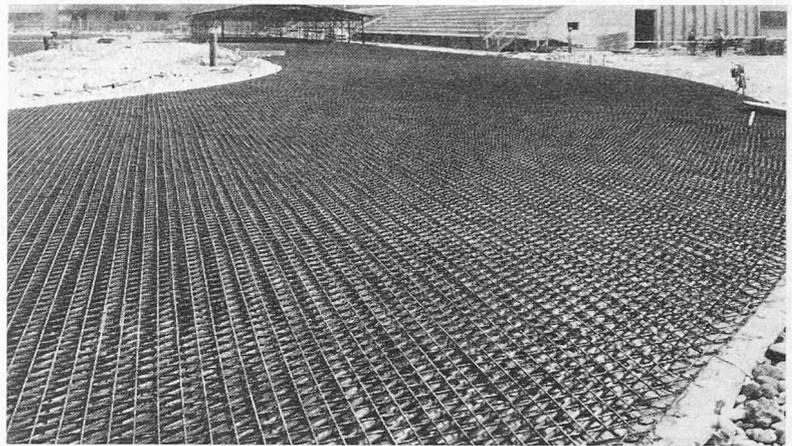


Bild 8. Armierung des Schnellauftringes, darunter die in Längsrichtung verlaufenden Kühlrohre

Im grossen, unter den Tribünen des Schnellauftringes angeordneten Maschinenhaus sind sechs Kältekompressoren installiert mit einer Leistung von je 650 000 kcal/h. Dieser Anlagenteil verfügt somit über eine Gesamtkälteleistung von 3 900 000 kcal/h. Er ist aus den Bildern 2 bis 5 ersichtlich. Der Maschinenraum für die Hallenbahn ist in der Halle selbst untergebracht, Bild 6. Darin befinden sich zwei Kompressoren gleichen Fabrikates mit einer Leistung von je 375 000 kcal/h, d. h. zusammen 750 000 kcal/h. Diese Kälteleistungen verstehen sich für einen Betrieb der Anlagen bei den für Kunsteisbahnen normalen Arbeitsbedingungen mit einer Verdampfungstemperatur des Kältemittels von  $-7^{\circ}\text{C}$  und einer Kondensationstemperatur von  $+20^{\circ}\text{C}$ . Zur Kühlung der Kondensatoren dient Leitungswasser. Dieses ist in genügender Menge vorhanden, da Grenoble inmitten der Bergwelt der Dauphiné liegt.

Wie bei allen neuzeitlichen Kunsteisbahnen wird auch in denen von Grenoble mit direkter Verdampfung des Kältemittels gearbeitet. Zu dessen Umwälzung durch die weitverzweigten Rohrnetze der Eisflächen dienen in beiden Maschinenräumen reichlich bemessene Umwälzpumpen, die mit ihren Antriebsmotoren zusammengebaut sind. Dabei rotiert die für Pumpe und Motor gemeinsame Welle in der Förderflüssigkeit. Diese schmiert die Motorlager und führt die Motor- und Lagerwärme ab. Ein eingeschweisstes Spaltrohr trennt den Statorraum vom Rotorraum. Durch diese Anordnung fällt die Wellenabdichtung weg; die Gruppen arbeiten ohne Tropfverluste und absolut wartungsfrei.

Die Eisfelder in Grenoble werden im allgemeinen während den Wintermonaten den Schlittschuhläufern zur Verfügung stehen. Die Hallenbahn kann jedoch auch für Sommer-Veranstaltungen

dienen, da die Kälteleistung auch ausreicht für den Betrieb bei höheren Raumtemperaturen.

Die Steuerung beider Anlagen erfolgt vollständig automatisch mit elektronischen Geräten, welche auf folgende Einflüsse ansprechen:

- a) Temperatur der Luft im Freien bzw. in der Halle (Luftthermostat),
- b) Saugdruck des Kältemittels (Pressostat auf Saugseite),
- c) Eistemperatur der Pisten (Pistenfühler),
- d) gewünschte Eisqualität (Potentiometer).

Die Geberapparate sind mit elektronischen Regelverstärkern verbunden, welche in den elektrischen Schalttafeln in den Maschinenhäusern eingebaut sind, Bild 3. Mit diesen kann der Einfluss der Geberinstrumente (Luftthermostate, Pressostate, Pistenfühler) derart einreguliert werden, dass sowohl in der Freiluftanlage wie auch in der Halle stets die günstigste Eisbeschaffenheit erzielt wird.

In der Betonfläche der Aussenbahn sind 118 000 m Rohr eingebettet worden, und für die Hallenbahn wurden 22 600 m Rohr verwendet. Der ganze Schnellauftring wurde an einem Stück ohne Dehnungsfuge betoniert. Dessen Armierung wie auch die Zusammensetzung des Betons sind vorher eingehend untersucht worden, um eine erstklassige Betonqualität mit minimaler Schwindung zu erhalten. Die betreffenden Studien hat Mr. Gery, Professor am «Conservatoire National des Arts et Métiers», Paris, ausgeführt. Die Betonierungsarbeiten des Schnellauftringes konnten innerhalb von fünf Tagen ohne Unterbruch durchgeführt werden, wozu man



Bild 9. Schnellauftring in vollem Betrieb, links das Übungsfeld

900 m<sup>3</sup> Beton benötigte. Die Bilder 7 und 8 geben Einblicke in die Berohung und Armierung der Piste.

Der Schnellauftrag war schon für die Wintersaison 1966/67 fertiggestellt und eingeeist worden, so dass darauf bereits viele Schnellaufveranstaltungen durchgeführt werden konnten. Die Fertigstellung der Hallenbahn nahm bedeutend mehr Zeit in Anspruch, weil die baulichen Arbeiten dort viel umfangreicher ausfielen. Aber auch dieser Teil der Anlage konnte innerhalb des vorgesehenen Termins eingeweiht werden, was in Anbetracht des Umfangs der Arbeiten eine beachtliche Leistung darstellt.

Besonders interessant ist die Konstruktion der grossen Eishalle. Sie geht aus den Grundrissen, Bilder 11, 13 und 16, sowie aus dem Querschnitt, Bild 10, und den Ansichten, Bilder 12, 14, 17

18 und 19 hervor. Die Halle weist 10 000 Sitzplätze auf und bietet Raum für weitere 1000 bis 1500 Stehplätze. Ihr Grundriss bildet ein Quadrat von rund 110 m Seitenlänge. Die Überdachung besteht aus einem grossen und zwei kleinen, zylinderförmigen Gewölben, die sich unter rechtem Winkel kreuzen. Diese Gewölbe ruhen auf vier Stützen auf und sind vom übrigen Bau, im besonderen von den Tribünen, völlig unabhängig. Von ihnen weist das grosse eine Spannweite von rund 91 m und eine Scheitelhöhe des Bogens von 19 m auf, bei den kleineren lauten diese Zahlen 61 m bzw. 14 m. Die Gewölbe sind aus zwei Schalen aus armiertem Beton aufgebaut (Bild 15), deren Dicke beim grossen Gewölbe von 6 cm am Scheitel bis auf 40 cm an den Stützpunkten, bei den kleineren von ebenfalls 6 cm auf 15 cm zunimmt. Auf Bild 14 ist

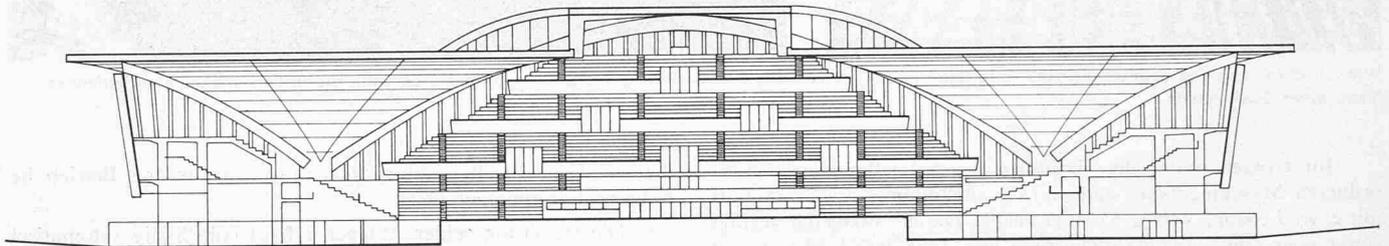
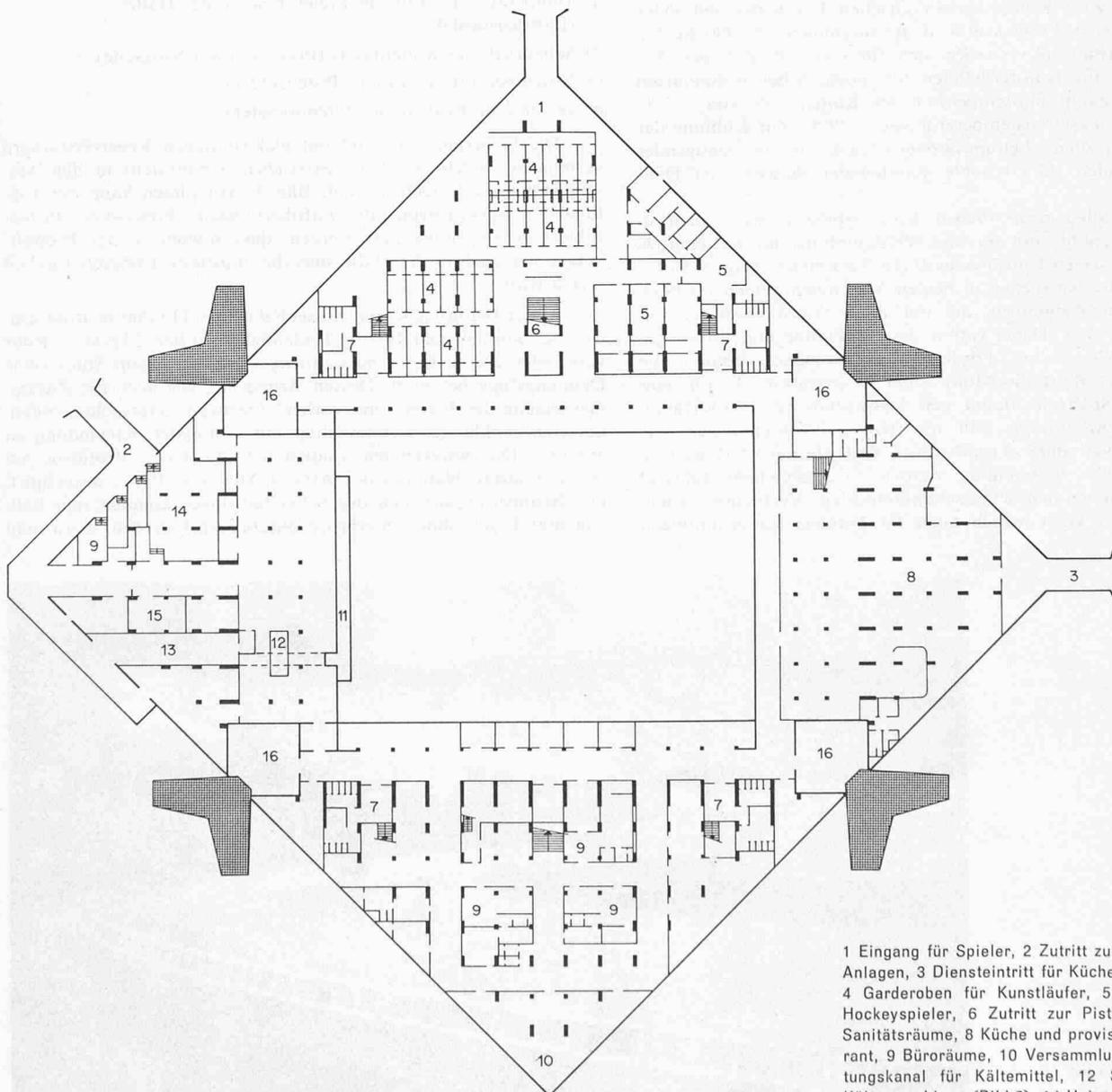


Bild 10. Querschnitt durch die grosse Eishalle, Achse der kleinen Gewölbe, 1:1000



- 1 Eingang für Spieler, 2 Zutritt zu den technischen Anlagen, 3 Diensteytritt für Küche und Restaurant, 4 Garderoben für Kunstläufer, 5 Garderoben für Hockeyspieler, 6 Zutritt zur Piste für Spieler, 7 Sanitätsräume, 8 Küche und provisorisches Restaurant, 9 Büroräume, 10 Versammlungsraum, 11 Leitungskanal für Kältemittel, 12 Schneegrube, 13 Kältemaschinen (Bild 6), 14 Heizzentrale, 15 Transformator, 16 Technische Anlagen

Bild 11. Grundriss der grossen Eishalle, Untergeschoss, 1:1000

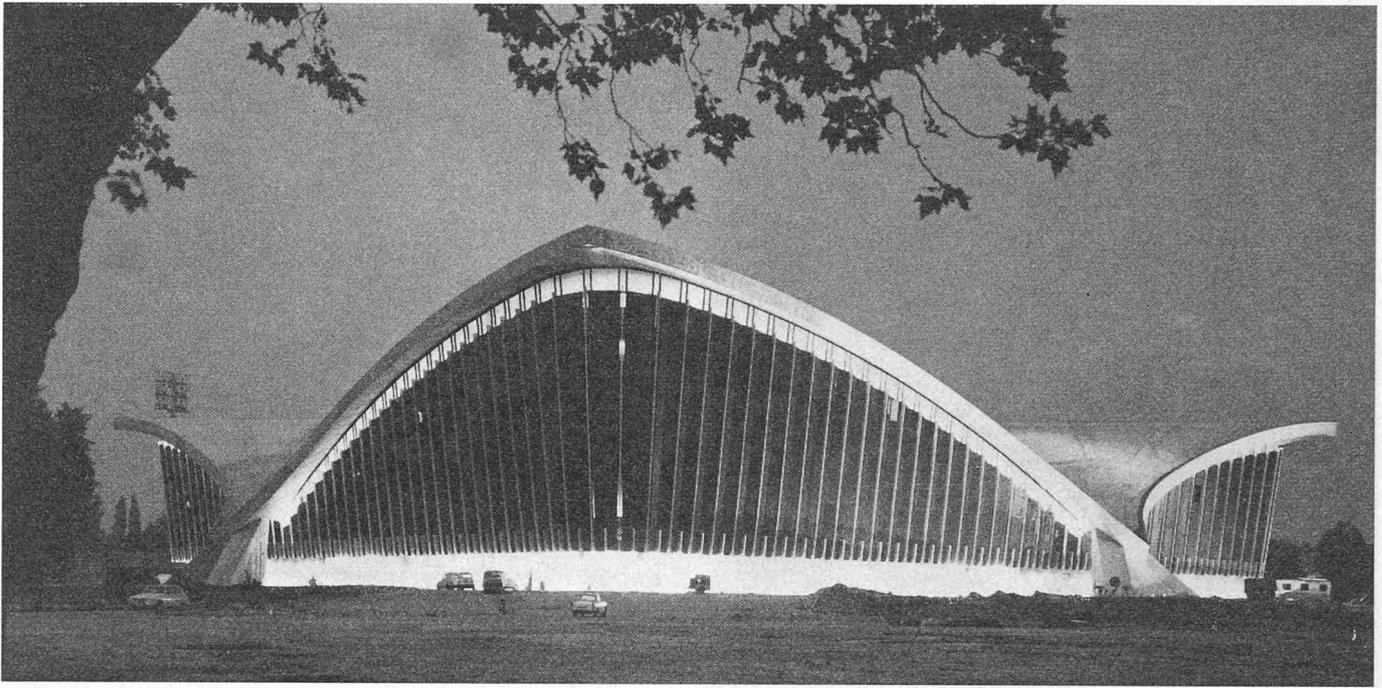


Bild 12. Ansicht der grossen Eishalle bei innerer Beleuchtung. Die Fensterbänder und die Vertikalschlitze erscheinen hell

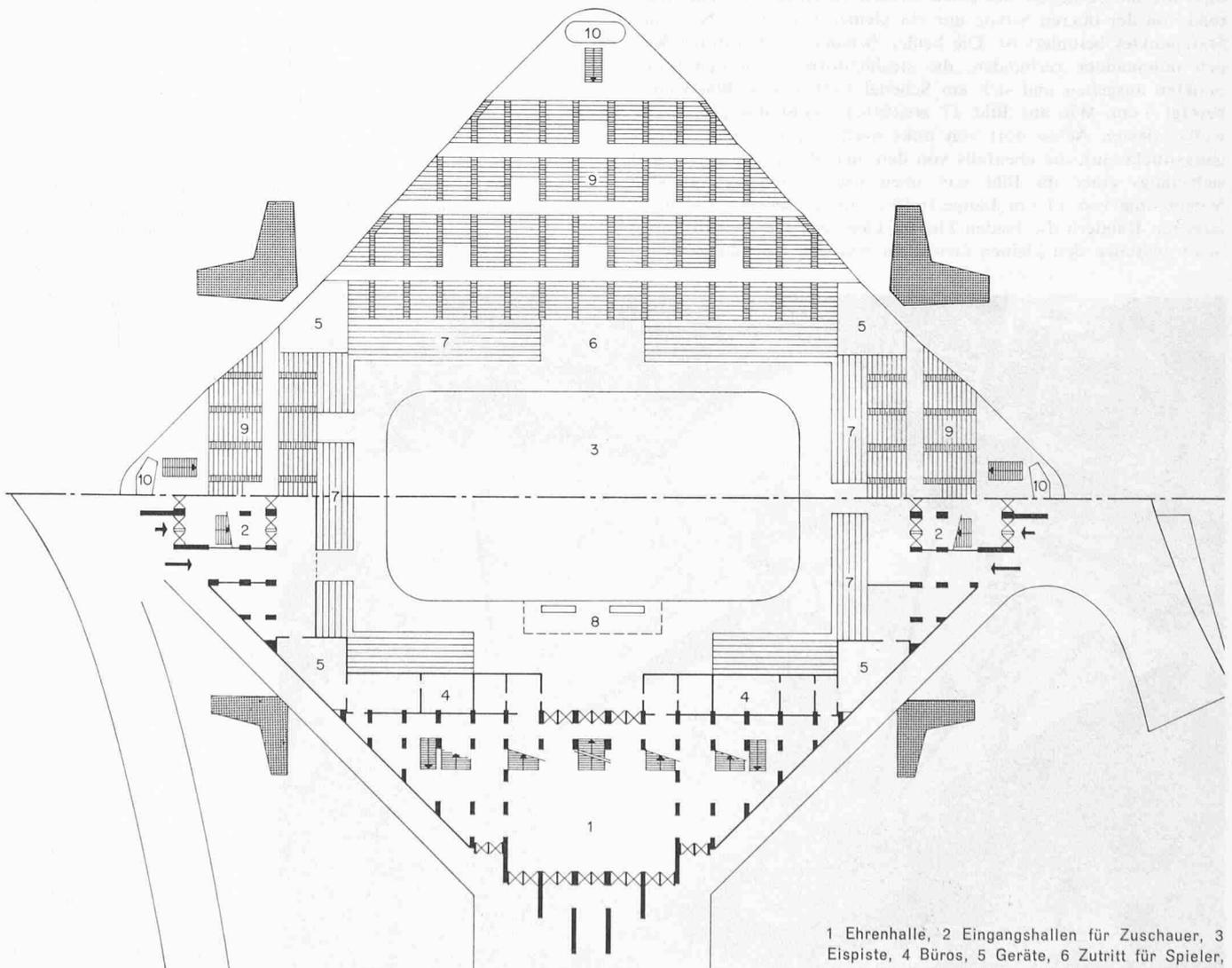


Bild 13. Grundriss der grossen Eishalle, unten Erdgeschoss, oben über den Tribünen, 1:1000

1 Ehrenhalle, 2 Eingangshallen für Zuschauer, 3 Eispiste, 4 Büros, 5 Geräte, 6 Zutritt für Spieler, 7 provisorische Tribünen, 8 Uhrenanlage, 9 Tribünen, 10 Schächte für Frisch- und Abluft

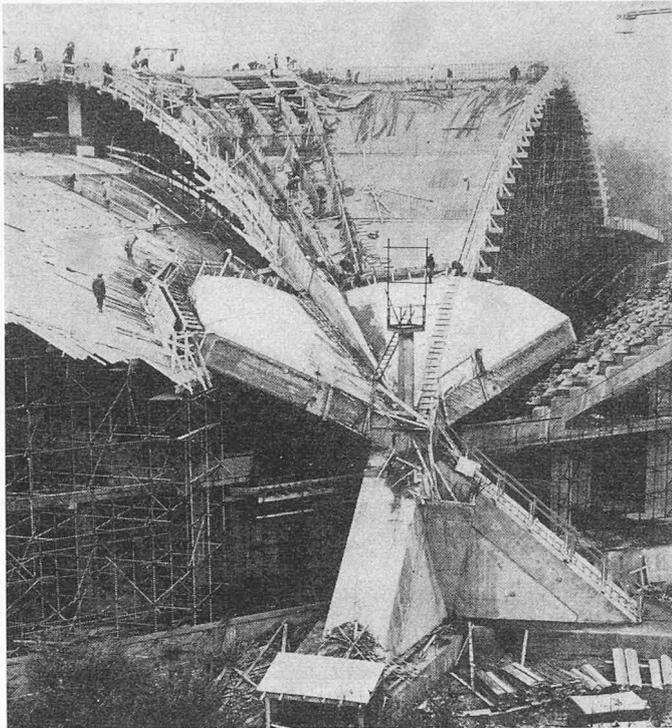


Bild 14. Gewölbe im Bau

links die untere Schale des einen kleinen Gewölbes sichtbar, während von der oberen Schale nur ein kleiner Teil in der Nähe des Stützpunktes betoniert ist. Die beiden Schalen werden durch Rippen miteinander verbunden, die strahlenförmig von den Stützpunkten ausgehen und sich am Scheitel treffen, ihre Wandstärke beträgt 7 cm. Wie aus Bild 17 ersichtlich, weist das grosse Gewölbe, dessen Achse dort von links nach rechts verläuft, Übergangsstücke auf, die ebenfalls von den vier Stützen ausgehen und sich längs einer im Bild von oben nach unten verlaufenden Scheitellinie von 14,3 m Länge treffen. Sie überdecken mit ihren äusseren Rändern die beiden kleinen Gewölbe. Der sichelförmige Spalt zwischen den kleinen Gewölben und den Übergangsstücken

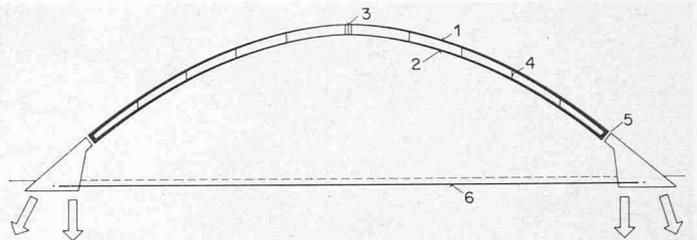


Bild 15. Schematischer Querschnitt durch das grosse Gewölbe  
1 obere Schale, 2 untere Schale, 3 Scheitelfuge, 4 Gewölbefugen, 5 Spann-  
fuge, 6 Zugstange

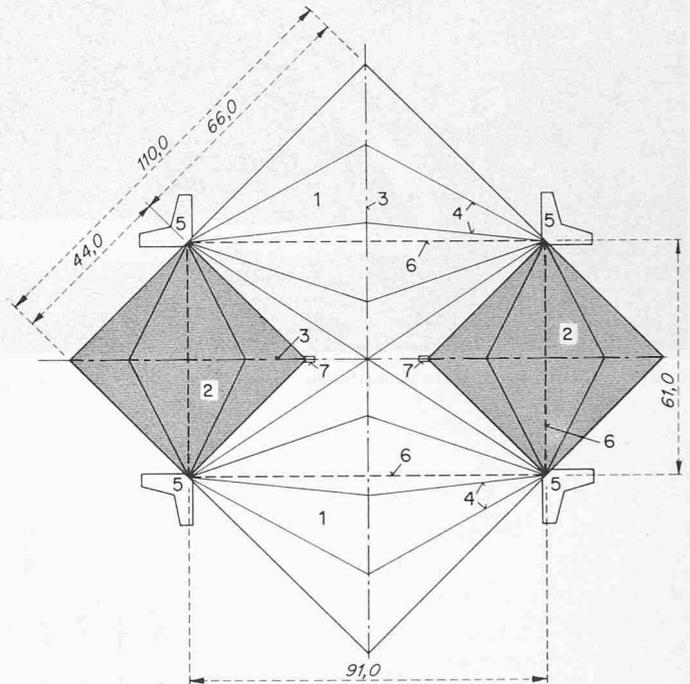


Bild 16. Schematischer Grundriss der Gewölbe, 1:2000  
1 grosses Gewölbe, 2 kleine Gewölbe (durch Raster hervor-  
gehoben), 3 Scheitelfugen, 4 Gewölbefugen, 5 Stützen,  
6 Zugstangen, 7 Streben

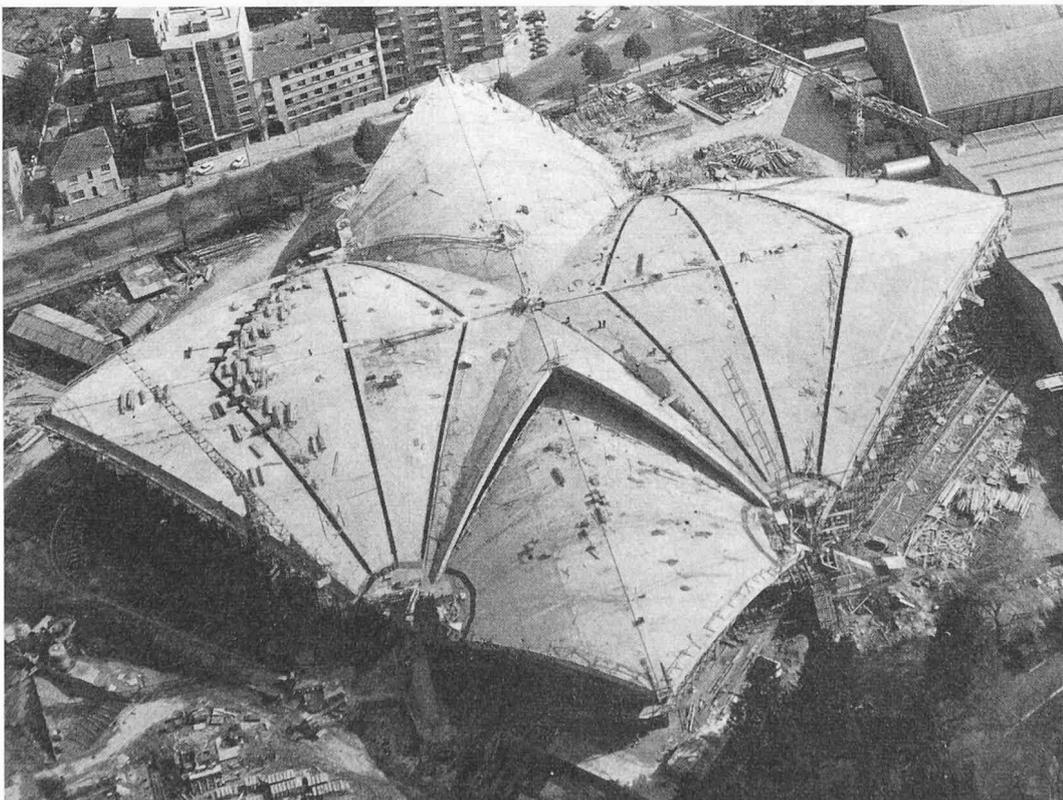
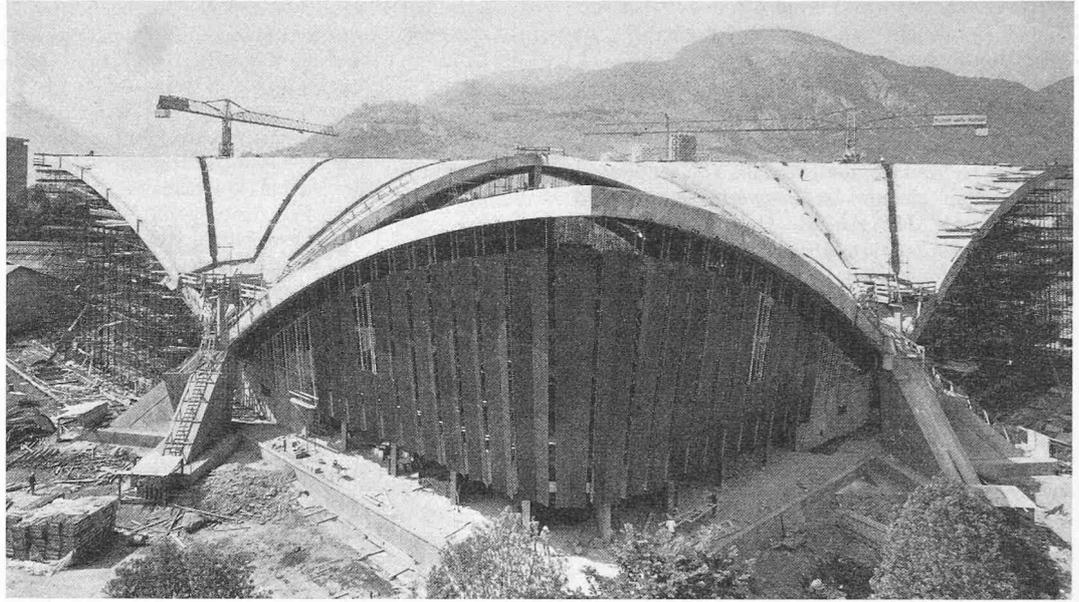


Bild 17. Blick von oben auf die im Bau befindlichen Gewölbe der grossen Eishalle

Bild 18. Ansicht der grossen Eishalle von der Stirnseite



an den grossen gewährt einen sehr erwünschten Lichteinfall, ohne dass Sonnenstrahlen auf die Piste fallen können. Wie auf Bild 16 ersichtlich, bildet jedes der beiden kleineren Gewölbe im Grundriss ein Quadrat von rd. 44 m Seitenlänge. Jedes ruht auf zwei Stützen auf und ist mit dem grossen Gewölbe durch je eine Strebe 7 aus Eisenbeton verbunden. Die Unterseiten der äusseren Schalen sind mit einer Wärmeisolierung versehen.

Im Gewölbescheitel sichert ein Schlusstück aus Vorspannbeton die Übertragung der Kräfte aus den Gewölbezwickeln. Dieses Schlusstück besteht aus zwei Platten von  $138 \times 30$  cm, zwischen denen ein Steg von 20 cm Stärke liegt; Gesamthöhe 1,46 m. Die Gewölbe sind in Zwickel gegliedert, die den Ausführungsetappen entsprechen. Diese Zwickel sind mit Randstegen versehen; die Abstände der Stegachsen betragen 1,00 m von Zwickel zu Zwickel. Zwischen den Schlusstücken am Scheitel und den Gewölben sowie zwischen benachbarten Zwickeln sind durchgehende, mit Teflon belegte Fugen angeordnet, welche die freie Bewegung beim Abheben vom Lehrgerüst gestatten. Diese Fugen wurden nach Erstellen der Dachhaut und nach Erhärten der

Zwickel ausgefüllt. Am Gewölbefuss ist jeder Zwickel so ausgebildet, dass die hydraulischen Pressen für das Ausschalen angesetzt werden können.

Die sehr kräftig gebauten Stützen ragen 8 m über den Boden. Ihre Fundamente sind auf einer Tiefe von 0,35 m unter Boden durch Zugstangen aus Spezialstahl miteinander verbunden, welche die horizontalen Stützkräfte aufnehmen. Die Spannkkräfte dieser Stangen sind nach Massgabe des Baufortschrittes schrittweise erhöht worden, so dass auf den Boden nur vertikale Belastungen zur Wirkung kamen. Zur Abstützung dienen je zwölf Frankipfähle von rund 1 m Durchmesser, die bis auf die tragfähigen Bodenschichten hinabreichen und dazu Längen von 12 bis 26 m aufweisen. Im Winter treten zusätzliche Belastungen durch den Schnee auf; die entsprechenden Horizontalkomponenten müssen vom Boden aufgenommen werden, weshalb die Pfähle gegenüber der Vertikalen um 20 % geneigt sind. Die vertikale Belastung beträgt je Stütze 3300 t.

Die Fassaden sind mit vertikalen, hölzernen Lamellen verkleidet, zwischen denen verglaste Spalten Tageslicht durchlassen.

Die Unterlagen für die Bilder 12, 14, 17, 18 und 19 kommen von Photopress Grenoble



Bild 19. Blick ins Innere der grossen Eishalle

Weitere bandförmige Fensteröffnungen befinden sich längs der Gewölbeunterseite und über dem Boden. Sie sind so angeordnet, dass kein Sonnenlicht die Piste treffen kann.

Die Piste ruht auf einer Aufschüttung aus Schlacke von 1,7 m Dicke. Darüber wurde eine 0,3 m dicke Tonschicht aufgebracht, welche die 0,2 m dicke Rohrplatte aus armiertem Beton trägt.

Die Heizanlage, die ebenfalls von Gebrüder Sulzer ausgeführt wurde, weist einen Anschlusswert von 5,5 Mio kcal/h auf. Für die Heizung der grossen Halle dienen 55 Lufterhitzer, die 200 000 m<sup>3</sup>/h erwärmte Frischluft unter den Tribünen in den Zuschauerraum ausstossen. Für die zahlreichen Räume im Untergeschoss wurde eine besondere Heizanlage eingebaut. Verschiedene Räume werden zusätzlich ventiliert.

## Energiekonferenz der International Nickel

DK 061.3:669.24

An einer von Int. Nickel veranstalteten Energie-Konferenz in Lausanne (10.–13. 10. 67) wurden Werkstoffprobleme im Kraftwerksbau sowie Entwicklungen besprochen, die im nächsten Jahrzehnt am Fortschritt der Energiewirtschaft bedeutenden Anteil haben werden. Die Tagung, an der 200 Delegierte aus Europa, Kanada und den USA teilnahmen, war die erste ihrer Art in Europa. Es wurden 12 Arbeiten vorgelegt: sieben von europäischen und kanadischen Unternehmen und fünf von der International Nickel. Das Hauptgewicht lag auf Diskussion und Erfahrungsaustausch.

Die Tagung war in vier Sitzungen gegliedert. Die erste hatte das Thema «*Herkömmliche Aspekte von Dampferzeugungsanlagen – Kessel, Dampfleitungen und zugehörige Bauteile*». Der Autor des ersten Referats, das sich mit der Werkstoffwahl für Kesselteile (besonders Überhitzer) und Dampfrohre befasste, empfahl eine Rationalisierung der Konstruktionsverfahren und erörterte die Schwierigkeiten beim Übertragen der im Laboratorium gewonnenen Daten auf die Betriebsbedingungen. Der zweite Vortrag behandelte Erfahrungen in Deutschland mit Werkstoffen für Gegendruck-Dampfkraftanlagen bis 650 °C. Dabei wies der Autor auf die langzeitigen Betriebserfahrungen hin, die mit Überhitzerrohren, Dampfleitungen, Ventilkörpern und ähnlichen Bauteilen aus Chrom-Nickel-Stählen vom Typ X 8 CrNiNb 16 13 und X 8 CrNiMo Nb 16 16 gemacht wurden. Untersucht wurden auch die wirtschaftlichen Faktoren, die zur Zeit einer Verwendung von Werkstoffen für noch höhere Dampftemperaturen entgegenstehen. Im dritten Vortrag kamen Untersuchungen des Korrosionsverhaltens unter simulierten Betriebsbedingungen in kohle- und ölbeheizten Kesselanlagen zur Sprache. Dabei wurden besonders die Einflüsse von Legierungszusätzen auf die Strukturstabilität und die Kriech-eigenschaften behandelt. Die Autoren untersuchten verschiedene Eisen-Chrom-Nickel-Legierungen in Hinblick auf die für Hochtemperatur-Bauteile geforderten Eigenschaften.

In der Diskussion wurde vor allem die feuerseitige Korrosion von Überhitzerwerkstoffen behandelt. Man war sich darüber klar, dass trotz neuerer Entwicklungen auf dem Gebiet der Kesselfeuerung nach wie vor ein Bedarf an verbesserten Konstruktionswerkstoffen besteht. Die Tagungsteilnehmer zeigten in diesem Zusammenhang grosses Interesse an den bei einigen Herstellern laufenden Arbeiten zur Plattierung von Überhitzern mit chromreichen nichtrostenden Stählen bzw. Nickel-Chrom-Legierungen. Die mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen für Überhitzer und Dampfleitungen – besonders die Duktilität des Grundwerkstoffes und der Schweissverbindungen – wurden ebenfalls lebhaft diskutiert. Man besprach ferner die Möglichkeit, Werkstoffe höherer Festigkeit für Dampfleitungen und andere schwere Anlagenteile zu verwenden. Dies würde zu leichteren, flexibleren Konstruktionen mit geringerer Wärmebelastung führen. Hierbei wurde darauf hingewiesen, dass hochlegierte Werkstoffe, wie die Legierungen IN-102, PE 16 und 625, bei Dampfleitungen kostenmässig durchaus vertretbar sind.

Das Thema der 2. Sitzung lautete: «*Nukleare Aspekte von Dampferzeugungsanlagen – Brennstoffumhüllungen und andere Reaktorkomponenten, Druckbehälter, Wärmetauscher usw.*». Der erste Vortrag erörterte die Einflussgrössen bei der Entwicklung von Werkstoffen für britische Kernkraftwerke, wie Bestrahlung und Korrosionsangriff beim fortschrittlichen und beim gasgekühlten Hochtemperaturreaktor; ferner in bezug auf natriumgekühlte schnelle Reaktoren die Korrosion und den Materialtransport in flüssigem Natrium. Zwei Vorträge befassten sich mit Werkstoffen für wassergekühlte Kernreaktoranlagen: Der eine behandelte die Werkstoffwahl in Hinblick auf die in ameri-

kanischen Anlagen durchgeführten Untersuchungen über den Einfluss von Bestrahlung und Umgebung auf die mechanischen Eigenschaften und die Korrosion von Zirkon, nichtrostenden Stählen, Nickelbasislegierungen und Werkstoffen für Reaktordruckgefässe. Der andere Vortrag dieser Reihe befasste sich mit Untersuchungen über die Spannungsrissskorrosion bei handelsüblichen austenitischen Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen in Druckwasser bei 316 °C. Die Autoren des vierten Vortrages berichteten über Fortschritte bei der Produktion, Verarbeitung und Wärmebehandlung, die zu einer Verbesserung der Eigenschaften von martensitaushärtbaren Stählen geführt haben. Auf der Grundlage von Laborversuchen machten sie Angaben über die zu erwartende optimale Leistungsfähigkeit dieser Werkstoffe.

Die Diskussion konzentrierte sich zunächst auf Korrosionsprobleme in gasförmigen, wässrigen und Flüssigmetall-Kühlmitteln. Auch das Korrosionsverhalten von nichtrostenden Stählen und Nickellegierungen in Wasser bei hohen Temperaturen wurde lebhaft besprochen. Die weitere Diskussion erstreckte sich auf Bestrahlungsschäden und die Verwendung hochfester Stähle für Druckbehälter (besonders wassergekühlte Reaktoren), die der Bestrahlung ausgesetzt sind. Zu den hier erörterten Werkstoffen gehören Nickel-Chrom-Molybdän-Stähle mit max. 7% Nickel, 9% Nickelstahl und aushärtbare nichtrostende Stähle. In diesem Zusammenhang wurde mit besonderem Interesse vermerkt, dass bei den hochfesten martensitaushärtbaren Stählen vom Typ 18% Nickel-Kobalt-Molybdän und 12/5/3 Nickel-Chrom-Molybdän nur geringfügige Strahlungsschäden auftreten.

«*Dampfturbinen und Wechselstromgeneratoren*» waren die Themen der dritten Sitzung. Der erste Vortrag, der sich auf die Erfahrungen eines schweizerischen Turbinenherstellers stützte, behandelte die an Dampfturbinen gestellten Anforderungen und die Entwicklungen, die für die kommenden Jahre zu erwarten sind. In dem folgenden Vortrag wurden neue Legierungen erörtert. Der Autor wies auf die verschiedenen Faktoren hin, die dazu geführt haben, dass die ursprünglich für Gasturbinen entwickelten hochwarmfesten Nickelbasislegierungen jetzt auch für Dampfturbinen verwendet werden. Ausserdem wurden Tendenzen bei Legierungen aufgezeigt, die vor allem für den Turbinenbau interessant sind.

Diskussionsthemen waren: bei Nassdampf auftretende Erosions- und Korrosionsprobleme; Werkstoffe für hochbeanspruchte Niederdruck-Turbinenschaufeln; Werkstoffe für Schraubenverbindungen bei hohen Temperaturen; Erfahrungen mit den seit langem eingeführten hochwarmfesten Nickel-Chrom-Basislegierungen; Wärmebehandlungsverfahren, mit denen man eine Kerbempfindlichkeit dieser Legierungen verhindern kann. Die Erzielung optimaler Eigenschaften in schweren Rotorschmiedestücken für hohe und tiefe Temperaturen gehörte zu den weiteren Themen. Da für sehr grosse Generatoren-Kappenringe bessere Werkstoffe erforderlich sind, wurden einige Legierungen erörtert, welche die geforderte Kombination mechanischer und verarbeitungstechnischer Eigenschaften aufweisen.

Im Rahmen der vierten Sitzung über *Kondensatoren, Speisewasser-Erhitze und angegliederte Anlagen* wurden Betriebserfahrungen aus drei Ländern mitgeteilt. Der erste Vortrag – er kam aus Italien – behandelte die wesentlichen Faktoren bei der Wahl von Kondensatorwerkstoffen für Kraftwerke und ging auf das Betriebsverhalten und die hierbei auftretenden Probleme ein. Der Autor des zweiten Vortrages berichtete über englische Betriebserfahrungen mit eingeführten und neuen Werkstoffen für Kondensatorrohre und -rohrböden in Mündungs- und Meerwasser. Dabei wurden die in Versuchsanlagen bei der Untersuchung von Kühlwasserkorrosion gewonnenen Ergebnisse erörtert. Der dritte Vortrag berichtete über amerikanische Erfahrungen mit Kondensatoren aus nichtrostenden austenitischen Stählen in Dampfkraftwerken. Hier wurde auf die technischen Möglichkeiten und Grenzen dieser Werkstoffe, besonders bei Verwendung von salzhaltigem Kühlwasser, hingewiesen.

In der Diskussion wurden Erfahrungen mit eingeführten Kupferbasislegierungen und nichtrostenden Stählen ausgetauscht. Die Auswirkungen neuerer Entwicklungen, wie kathodischer Schutz, Eisensulfatbehandlung und -schutz bei Stillstandzeiten, wurden in Hinblick auf die Werkstoffwahl erörtert. Einigkeit bestand darin, dass die Rohre und die dem Korrosionsangriff ausgesetzten Flächen von Rohrböden und Wasserkästen aus dem gleichen Werkstoff hergestellt werden sollen, um galvanische Korrosion zu vermeiden. Als geeignete Werkstoffe wurden nichtrostender Stahl bzw. Kupfer-Nickel-Legierungen genannt. Die Teilnehmer unterrichteten sich eingehend über neue Verfahren (z. B. Explosionsschweissen) für Rohr-Rohrplatten-Verbindungen als konstruktive Verbesserungen im Kondensatorbau.