

# Die Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe

Autor(en): **Ostertag, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **84 (1966)**

Heft 32

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68957>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Kostenvoranschlag

a) Neubauten (Spital, Personalhaus, Garagen)	8 871 000 Fr.
b) Umbauten und Renovationen (Altbau)	850 000 Fr.
c) Mobiliar (Spital und Personalhaus)	1 216 000 Fr.
d) Umgebung (Strassen und Garten)	380 000 Fr.
e) Wärmepumpe	
bauliche Anlage 263 000 Fr.	
maschinelle Anlage 483 000 Fr.	
f) Bauzinsen und Unvorhergesehenes	333 000 Fr.
g) Bauplatz	561 000 Fr.
<b>Total, einschliesslich Kapelle</b>	<b>12 700 000 Fr.</b>

Bei der Gesamtabrechnung wird mit einem Teuerungszuschlag von maximal 3% bis 5% gerechnet, wobei die offizielle Teuerung etwa 15% ausmachen würde.

## Architekt und Spezialisten

Projekt, Pläne und Bauleitung:	Ernst Schindler, dipl. Architekt BSA/SIA, Zürich	HVKP
Örtliche Bauleitung:	Josef Utiger, dipl. Architekt ETH/SIA, Altdorf	P
	Richard Wohlwend, Architekt, Altdorf	HVK
Statische Bearbeitung:	Soutter & Schalcher, Ing., Zürich	HVK
	Ebnöther-Weber-Kälin, Ing. Altdorf	P
Sanitärtechnische Beratung:	Hermann Meier, Ing., Zürich, Mitarbeit von H. Blum & Lehmann, Zürich	HVKP
Elektrotechnische Beratung:	H.W. Schuler & Brauchli, Ing., Zürich	HVKP
Heiz- und Lüftungstechnische Beratung:	Gebrüder Sulzer AG, Ing., Winterthur	HVKP
H Hauptbau, V Verbindungsbau, K Kapelle, P Personalhaus		

## Die Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe

Dass das Kantonsspital Uri fast ausschliesslich mittels Wärmepumpen unter Verwendung von Grundwasser als Wärmequelle mit Wärme versorgt wird, rechtfertigt eine etwas eingehendere Beschreibung. Die Gründe, die zur Wahl dieser Heizart führten, liegen einerseits im stark verbilligten Energiepreis, der bei den Konzessionsverhandlungen betreffend den Bau des Kraftwerks Göschenen zwischen den Zentralschweizerischen Kraftwerken AG (CKW) und dem Kanton Uri vereinbart worden war, und andererseits im Umstand, dass Grundwasser von 9,5 °C in unmittelbarer Nähe, in geringer Tiefe und in weit ausreichenden Mengen verfügbar ist. Damit stand eine sehr preisgünstige Wärmeerzeugung in Aussicht. Überdies wollte man sich von der Lieferung ausländischer Brennstoffe möglichst weitgehend unabhängig machen. Allerdings sicherten die CKW die Lieferung der elektrischen Energie nur unter der Bedingung zu, dass wenigstens für die Raumheizung Wärmepumpen verwendet werden.

Das Heizprogramm, das der Projektierung der Wärmeversorgung zugrunde lag und über das Tabelle 1 orientiert, beruhte auf Berechnungen der Firma Gebrüder Sulzer, die auch ein generelles Projekt ausgearbeitet hatte. Eine Voruntersuchung liess erkennen, dass sich bei zweckmässigem Einsatz von Wärmepumpen in Verbindung mit

einer ölgefeuerten Zusatzheizung für die Spitzendeckung eine wirtschaftlich und betriebstechnisch vorteilhafte Lösung ergibt. Auch für die Warmwasserbereitung, die Lüftung und die Klimatisierung hat man aufgrund eingehender Studien eine Wärmepumpeneinheit vorgesehen, wobei die vermehrten Anlagekosten teilweise vom Energielieferanten übernommen wurden. Zur Mitarbeit an der Projektierung der Wärmepumpenanlagen hat die Spitalbaukommission den Verfasser als Fachexperten zugezogen. Das eigentliche Wärmepumpensystem lieferte die Firma Escher Wyss AG, Zürich, die Raumheiz-, Lüftungs- und Klimaanlage, die Einrichtungen für die Warmwasserbereitung, die ölgefeuerten Kesselanlage und die wasserseitigen Schaltanlagen hat die Firma Gebrüder Sulzer AG, Winterthur, entworfen und erstellt. Unter den beiden Firmen bestand eine mustergültige Zusammenarbeit.

Die ganzen Wärmeversorgungseinrichtungen fanden im zweiten Untergeschoss des Verbindungstraktes ihren Aufstellungsort. Die geringe Raumhöhe, die durch die Grundwasserhältnisse gegeben war, zwang zu sorgfältiger Raumausnutzung. Auf dem Grundriss, Bild 2, S. 578, ist die Anordnung der wichtigsten Apparate zu ersehen. Dort sind auch die Behälter für Grundwasser, gekühltes Wasser und lauwarme Abwässer eingezeichnet. Bild 1 zeigt die Kompressoren und

Tabelle 1. Hauptdaten der Heiznetze und der Wärmepumpen

			Heiznetze			Wärmepumpen			
			Heizleistung	Temperatur	Jahresbedarf	Heizleistung	Jahreserzeug.	Energiebed. <sup>1)</sup>	Heizölbedarf
			kcal/h	°C	Mio kcal	kcal/h	Mio kcal	kWh	t pro Jahr
Raumheizung	Altbau	Radiatoren	207 000	74/59	300	90 500	285	94 000	2,0
	Neubau	1. Etape	763 000	50/35	1160	410 000	1150	303 000	1,3
		Vollausbau	1 278 000	50/35	1930	615 000	1910	528 000	2,7
Lufterhitzer	1. Etape				560	205 000	550	190 000 <sup>2)</sup>	—
	Vollausbau				593	205 000	573	205 000 <sup>2)</sup>	—

<sup>1)</sup> mit Grundwasserpumpen

<sup>2)</sup> einschliesslich direkter elektrischer Heizung

Bild 1. Blick in die Wärmepumpenzentrale im Kantonsspital Uri

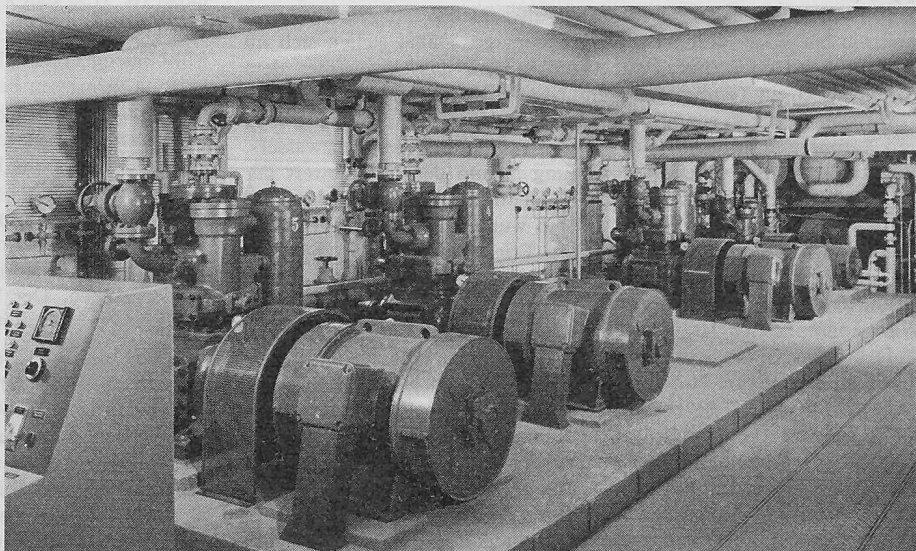
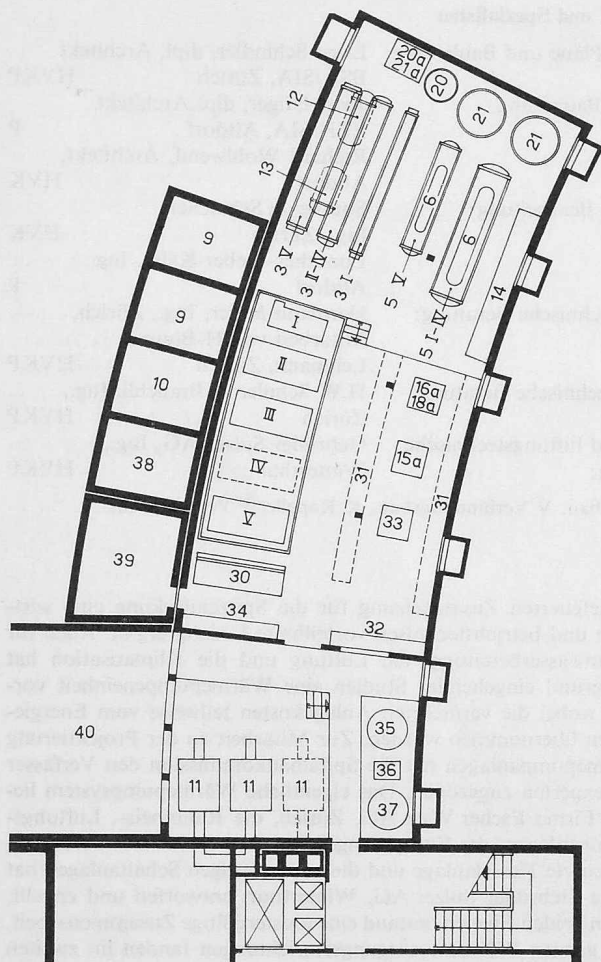


Bild 2 (links). Grundriss des Kellergeschosses im Verbindungstrakt mit Wärmepumpanlage und Heizkessel für Zentralheizung



Legende zu den Bildern 2 und 3

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| I Kompressor für die Radiatoren-         | 17 Luftkühler der Klimageräte       |
| heizung des Altbaues                     | 18 Lufterhitzer                     |
| II, III Kompressoren für die Strahlungs- | 18a Umwälzpumpe zu 18               |
| heizung des neuen Spitals                | 19 Warmwasserversorgung mit         |
| IV Später aufzustellender                | Rücklaufleitungen (links)           |
| Kompressor                               | 19a Rücklaufpumpe                   |
| V Kompressor für Warmwasser-             | 20 Heizwasserspeicher zu 18         |
| bereitung, Lufterwärmung und             | 20a Ladepumpe zu 20                 |
| Luftkühlung                              | 21 Warmwasserspeicher zu 19         |
| 2 Oelabscheider                          | 21a Ladepumpe zu 21                 |
| 3 Kondensatoren für Ammoniak             | 22a Dreiweg-Motorventil im Vorlauf  |
| 4 Flüssigkeits-Nachkühler                | zu 15                               |
| 5 Rohrbündelverdampfer                   | 22b Dreiweg-Motorventil im Rücklauf |
| 6 Flüssigkeitsabscheider                 | zu 15                               |
| 7 Automatische Schwimmer-Regel-          | 23a Motorregelventil im Vorlauf     |
| ventile                                  | zu 16                               |
| 8 Grundwasser-Brunnen                    | 23b Dreiweg-Motorventil im Rücklauf |
| 8a Grundwasser-Pumpen                    | zu 16                               |
| 9 Kaltwasserbehälter (6 °C)              |                                     |
| 9a Kaltwasserpumpe                       |                                     |
| 10 Behälter für lauwarme Abwässer        |                                     |
| 10a Warmwasserpumpe                      |                                     |
| 11 Oelgefeuerte Heizkessel               | 30 Steuerpult für Kompressoren I—V  |
| 12 Elektrischer Durchlauferhitzer für    | 31 Heizungs-Verteilbatterien        |
| das Lufterhitzersystem                   | 32 Verteilung und Schaltschrank für |
| 13 Elektrischer Durchlauferhitzer für    | Heizung und Warmwasser              |
| die Warmwasserversorgung                 | 33 Umwälzpumpen für Kessel          |
| 14 Wärmeaustauscher für Kühlbetrieb      | 34 Verteilung und Schaltschrank für |
| von 16                                   | Wärmepumpen                         |
| 15 Radiatorenheizung (Altbau)            | 35 Heisswasserboiler                |
| 15a Umwälzpumpe zu 15                    | 36 Luftkompressor                   |
| 16 Deckenstrahlungsheizung               | 37 Windkessel im Grundwassernetz    |
| (neues Spital)                           | 38 Seifenwasser                     |
| 16a Umwälzpumpe zu 16                    | 39 Fäkalien                         |
|  | 40 Lüftungs- und Klimaanlage        |

rechts hinten einen Teil der Apparate. Die Wirkungsweise soll am vereinfachten Leitungsschema, Bild 3, S. 579, erläutert werden.

Dem Brunnschacht 8 entnehmen die Pumpen 8a Grundwasser und fördern es durch die Rohrbündel der Apparate 5, in deren Mantelraum flüssiges Ammoniak bei einer Temperatur von etwa +3 °C unter Wärmeentzug aus dem Wasser verdampft. Dadurch kühlt sich das Wasser von rd. 9,5 °C auf rd. 6 °C ab, um nachher in die Kanalisation oder in den Kaltwasserbehälter 9 abzulaufen. Der Ammoniakdampf wird über die Flüssigkeitsabscheider 6 von einem oder mehreren Kompressoren (I bis V) abgesaugt und nach Entölung in den Mantelraum der Kondensatoren 3 gefördert, wo es sich an den von Heizwasser durchströmten Rohrbündeln unter Abgabe der nützlichen Heizleistung an das Heizwasser niederschlägt. Das Kondensat fliesst entweder unmittelbar oder unter Zwischenschaltung eines Nachkühlers 4 einem Schwimmerreguliertventil 7 zu, wo es sich unter teilweiser Verdampfung und entsprechender Temperaturabsenkung auf den Verdampferdruck entspannt und darauf wieder dem Verdampfer 5 zufliesst. Das Betriebsmittel beschreibt also einen geschlossenen Kreislauf wie bei jeder Kompressions-Kälteanlage. Dabei stellen sich im Verdampfer Druck und Temperatur so ein, dass gegenüber dem Grundwasser ein Temperaturgefälle besteht, das zur Übertragung der Verdampferleistung genügt. In analoger Weise entsprechen Druck und Temperatur im Kondensator der Temperatur des Heizwassers. Die an dieses abgegebene Heizleistung ist um den Wärmewert der Kompressionsleistung grösser als die dem Grundwasser entzogene Verdampferleistung. Als Kompressoren wurden vertikale zweistufige, zweizylindrige Kolbenmaschinen, Typ Frigotrop, mit Zwischenkühlung durch das Heizwasser (bei den Maschinen II bis IV) bzw. durch Grundwasser (bei den Maschinen I und V) verwendet, die sich für Wärmepumpenbetrieb besonders gut eignen. Sie sind mit Kurzschlussläufermotoren besonderer Bauart direkt gekuppelt. Auf eine Leistungsregelung konnte im Hinblick auf die grosse Speicherfähigkeit der Heiznetze bzw. auf die besondere Betriebsweise des Kompressors V für Warmwasserbereitung und Lufterwärmung verzichtet werden.

Für die Raumheizung bestehen zwei Ammoniakkreisläufe, der eine für die Radiatorenheizung des älteren Spitalgebäudes, der andere für die Deckenstrahlungsheizung des neuen Gebäudes. Diese Unterteilung erlaubt, jedes der beiden Netze individuell zu betreiben, das

heisst, die Heizwassertemperaturen schon in den Kondensatoren den unterschiedlichen Charakteristiken der Netze und dem ebenfalls unterschiedlichen Verlauf der Wärmebedürfnisse anzupassen und so stets mit dem niedrigsten Verflüssigungsdruck, also mit dem geringsten Energiebedarf zu arbeiten, der bei den jeweils erforderlichen Heizleistungen möglich ist.

Die Radiatoren im Altbau sind soweit vergrössert worden, dass sie die maximale Heizleistung von 207 000 kcal/h, die bei einer Aussen-temperatur von -15 °C erforderlich ist, bei einer Heizwassertemperatur von 74 °C im Vorlauf und von 59 °C im Rücklauf abzugeben vermögen. Das betreffende Netz wird von einem Kompressoraggregat I mit Wärme versorgt, dessen Heizleistung 90 500 kcal/h (gemessen bei den Heizwassertemperaturen 50/42 °C) beträgt und mit welchem vom mittleren Jahreswärmebedarf des Netzes von rd. 300 Mio kcal/h rd. 95% gedeckt werden können. Die mittlere spezifische Heizleistung einschliesslich Energieverbrauch der Grundwasserpumpen beträgt dabei rd. 3150 kcal/kWh.

Das Netz im neuen Gebäude arbeitet im ersten Ausbau mit zwei Maschinengruppen (II und III) von zusammen 410 000 kcal/h Heizleistung, gemessen bei den Heizwassertemperaturen 43/35 °C, die bei mittleren Witterungsverhältnissen den Jahreswärmebedarf von 1150 Mio kcal fast vollständig zu decken vermögen. Die mittlere spezifische Heizleistung beträgt dabei rd. 3800 kcal/kWh. Die ölgefeuerte Zusatzheizung muss nur an wenigen, besonders kalten Tagen in Betrieb genommen werden; ihr jährlicher Ölverbrauch bei mittleren klimatischen Verhältnissen liegt bei nur rd. 1,3 t (im Vollausbau 2,7 t). Für den Vollausbau ist der Raum für ein drittes Kompressoraggregat IV vorgesehen. Der Verdampfer 5 (I bis IV) und der Kondensator 3 (II bis IV) sind von Anfang an für die volle Leistung bemessen worden.

Wie aus Bild 3 ersichtlich, wälzt die Heizwasserpumpe 15a das Wasser im Kreislauf durch den Kondensator 3 I und das Radiatorenheiznetz 15 im Altbau um. Genügt die Heizleistung der Wärmepumpe nicht mehr zur Deckung des Wärmebedarfs, so werden durch Umstellen der Dreiweg-Motorventile 22a und 22b die Heizkessel 11 als Wärmequellen eingeschaltet; zugleich muss die Wärmepumpe I abgestellt werden, da die Heizwassertemperaturen die für deren Betrieb zulässige obere Grenze überschreiten.



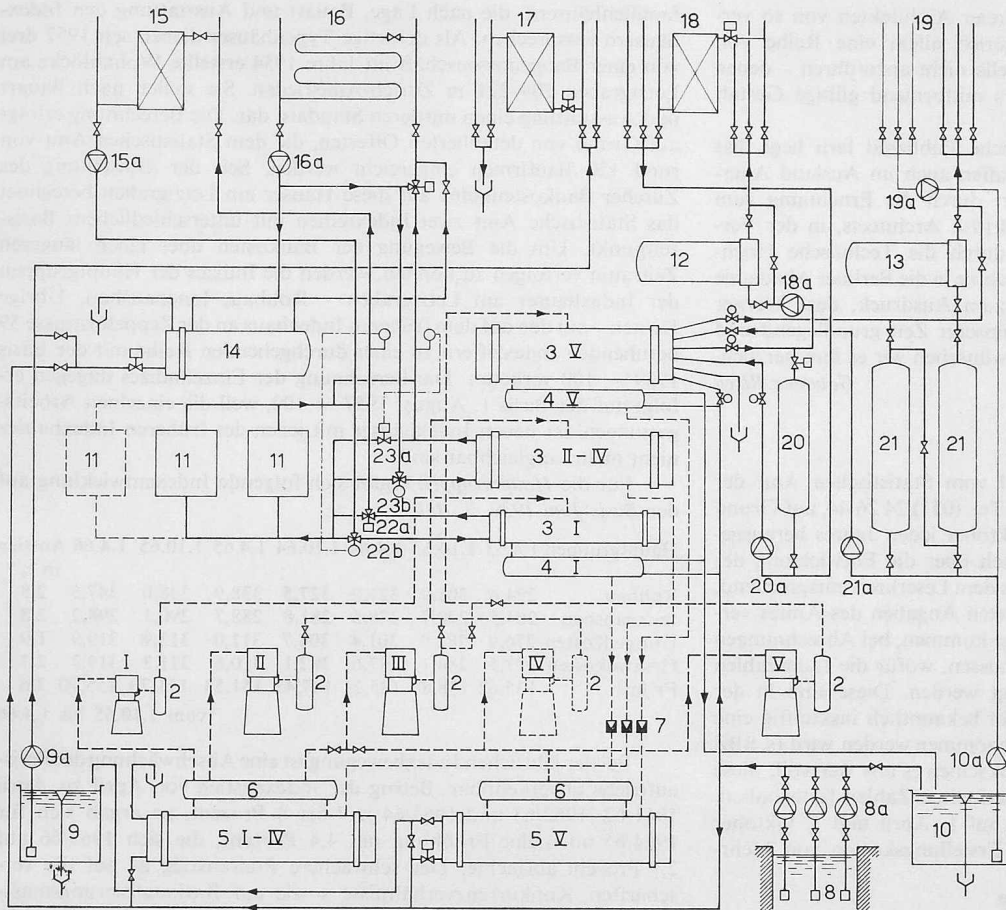


Bild 3. Vereinfachtes Leitungsschema der Wärmepumpanlage  
 Ausgezogen: Leitungen für Grund-, Heiz- und warmes Gebrauchswasser  
 Gestrichelt: Leitungen für Ammoniak  
 (bei 11: Erweiterungsmöglichkeit)

hitzer in den Lüftungs- und Klimaanlagen (Netz 18) wird in der Regel in einem zweiten Rohrbündel des Kondensators 3 V erwärmt und mittels der Pumpe 18a umgewälzt, wobei der Kompressor V seine volle Leistung an dieses Netz abgibt. Der Wärmebedarf der Luftherhitzer wird meist kleiner als diese Leistung sein, so dass gleichzeitig der Speicher 20 (6 m<sup>3</sup>) aufgeladen werden kann. Ist dieser mit Heizwasser von Vorlauftemperatur gefüllt, so schaltet der Kompressor V ab und der Heizbetrieb geht unter Entladung des Speichers 20 weiter. Der Speicher dient auch zur Überbrückung von Betriebspausen, wenn die Wärmepumpe Brauchwasser erwärmen muss. Notfalls kann auch mit dem elektrischen Durchlauferhitzer 12 gefahren werden. Für die Luftkühler 17 in den Klimageräten dient Kaltwasser aus dem Behälter 9, das die Pumpe 9a fördert und das nachher in die Kanalisation abläuft. Meist herrscht Kaltwasserüberfluss, da ja auch im Hochsommer Brauchwasser erwärmt und Klimaapparate mit Wärme versorgt werden müssen.

Bei der Strahlungsheizung 16 sind Rücklauf-Beimischungen für die weniger belasteten Stränge vorgesehen. Die niedrigen Heizwassertemperaturen erlauben einen gleichzeitigen Betrieb der Wärmepumpen II und III und der Heizkessel 11, wobei diese heizwasserseitig nachgeschaltet werden. Dementsprechend wird bei ganz kaltem Wetter ein Teil des aus dem Kondensator 3 II bis IV austretenden Heizwassers durch die Heizkessel geleitet, um nachher wieder dem Vorlauf zugemischt zu werden. Das Motorventil 23a regelt diesen Wasserstrom derart, dass die Vorlauftemperatur nach erfolgter Mischung dem Wärmebedarf entspricht. Im Heizwasserkreislauf der Strahlungsheizung ist ein Wärmeaustauscher 14 eingeschaltet, um das Heizwasser mittels Kaltwasser aus dem Behälter 9 oder mittels Grundwasser kühlen und so im Hochsommer die Räume kühl halten zu können.

Für die Warmwasserbereitung und die Belieferung der andern Wärmeverbraucher ist eine gleiche Maschinengruppe V aufgestellt worden, wie jene für das Heiznetz des Neubaus. Diese hat in erster Linie eine grösste tägliche Wassermenge von 35 m<sup>3</sup> (im Vollausbau von 54 m<sup>3</sup>) auf rd. 50 °C zu erwärmen, so dass an den Zapfstellen Wasser von 45 °C verfügbar ist. Wo höhere Temperaturen erforderlich sind, werden elektrische Durchlauferhitzer nachgeschaltet. Vorkehrungen wurden getroffen, um neben Grundwasser von 9,5 °C auch noch sauberes Kühlwasser von den Wärmepumpen (Ölkühler, Nachkühler, Zwischenkühler) sowie andere Abwärmen verwerten zu können. Diese Wassermengen sammeln sich im Behälter 10 bei einer Temperatur von etwa 20 °C. Von dort saugt die Pumpe 10a das Wasser ab und fördert es in die hintereinander geschalteten Schichtspeicher 21 und von dort in das Warmwasser-Verteilnetz 19. Um an den Zapfstellen die gewünschte Temperatur von 45 °C zu erhalten, sind Rücklaufleitungen verlegt worden, durch welche die Pumpe 19a dauernd eine kleine Wassermenge umwälzt. Wenn nötig, kann der elektrische Durchlauferhitzer 13 zugeschaltet werden. Zum Aufladen der Speicher dient die Pumpe 21a, die das kalte Wasser dem unteren Teil der Speicher 21 entnimmt und es durch ein besonderes Rohrbündel im Kondensator 3 V und von dort in den oberen Teil der Speicher fördert. In der Regel werden diese in rd. fünf Nachtstunden aufgeladen, so dass die Wärmepumpe in der übrigen Zeit für die andern Aufgaben eingesetzt werden kann. Der Jahresverbrauch an Warmwasser wurde zu rd. 9000 m<sup>3</sup> in der ersten Etappe und zu rd. 14 000 m<sup>3</sup> im Vollausbau ermittelt. Das Heizwasser für die Lufther-

Sollte jedoch einmal Mangel herrschen, so wird die Wärmepumpe V betrieben und die Wärme im Kondensator 3 V in einem dritten Rohrbündel an Grundwasser abgegeben, das nachher in die Kanalisation fliesst.

Die Kondensatoren 3 I und 3 V, die mit höheren Temperaturen arbeiten, sind mit Flüssigkeitsnachkühlern 4 I und 4 V versehen, in denen Brauchwasser vorgewärmt wird. Beim Kondensator 3 II-IV für die Strahlungsbeheizung wurde im Hinblick auf die niedrigeren Verflüssigungstemperaturen auf diese Nutzungsmöglichkeit verzichtet.

A. O.

## Prof. Werner Moser 70 Jahre alt

DK 92

Die Tatsache, dass Architekt Professor Dr. Werner M. Moser am 16. Juli das Alter von 70 Jahren erreicht hat, musste überraschen. Man vermutet sie nicht hinter seiner persönlichen Erscheinung, noch lässt sein so lebhaft auf das architektonische, künstlerische und kulturelle Leben gerichteter Sinn, wie auch das eigene Schaffen diese sieben Jahrzehnte glaubhaft scheinen. Davon viel Aufhebens zu machen, liegt ihm selbst am wenigsten, und nicht von ungefähr ist er in jenen Tagen Zürich entflohen. So wollen denn auch wir in diesem Geburtstag weniger den Anlass einer rückblickenden Würdigung von Mosers Werk sehen – wozu nicht wenig Grund bestünde –, sondern die willkommene Gelegenheit ergreifen, um unserer Dankbarkeit Ausdruck zu geben, dass dem Menschen und Architekten Werner Moser bis heute vergönnt war, im vollen Besitze seiner Gesundheit, aller Gaben und Kräfte sein Bestes zu geben. Sein Bestes, das in der umfassenden und zugleich subtilen Gedankenarbeit als Architekt besteht, das in einer neuen – man darf heute nach 30 Jahren wohl sagen – bahnbrechenden Konzeption für den Schulbau offenbar wird, das er wegweisend auch im Kirchenbau einer jüngeren Architektengeneration zu vermitteln hat. Es findet seinen Ausdruck in städtebaulichen Überlegungen etwa im Zusammenhang mit dem Bau des Zürcher Geschäftshauses zur «Palme» (SBZ 1965, H. 50, S. 911). Er gab es in seiner starken Ausstrahlung als Lehrerpersönlichkeit an der Harvard-Universität in Amerika (1955/56) und später an der Architektenschule der ETH (1958–1964). Sein Bestes aber vermag er auch zu geben als Freund und Berater im intensiven Kontakt von Mensch zu Mensch.

Werner M. Mosers konkrete Arbeit als Architekt erfolgt seit 1934 grösstenteils im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft *Haefeli-Moser-*