

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73 (1955)
Heft: 7

Artikel: Über die Anwendung der Wärmepumpen zur Raumheizung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61853>

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: 01.04.2025

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

Länge 5,20 m breit sein und einen durchgehenden Bitumenbelag aufweisen. In diesem Strassenzug sind zwei grössere Kunstbauten erstellt worden, und zwar bei Pontis ein Tunnel von etwa 100 m Länge und unter der Leitung des Kantonalen Baudepartementes eine Eisenbetonbrücke mit 42 m Spannweite (Bild 9). Schliesslich ist noch das Strassenstück oberhalb Ayer zu erwähnen, das zwischen Pont du Bois und Motec-Pralong ein neues Trasse erhalten hat. Auf diese Weise wird der Transport zu den Baustellen gesichert. Ausserdem erhält die Talschaft ein leistungsfähiges Strassennetz, das auch im Hinblick auf den Fremdenverkehr sehr wertvoll ist.

Der Zement für den Bau der Staumauer Moiry gelangt in Silowagen der SBB mit je 26 t Nutzlast bis zu einer Entladestation in der Rhonetalebene zwischen Siders und Chippis. Dort wird der Inhalt der Wagen pneumatisch entladen und in zwei Silos von je 1000 t Fassungsraum eingelagert. Von dieser Umladestation bis zur Staumauer wird der Zement ebenfalls lose in Behältern transportiert, die auf Lastwagen montiert sind. Der Auslad auf der Baustelle erfolgt ebenfalls pneumatisch. In gleicher Weise vollzieht sich auch der Zementtransport zu den übrigen Baustellen im Eifischtal.

6. Hochspannungsleitungen und Transformatorstation Chippis

Als Verbindung zwischen Motec und Vissoie wird eine 7,3 km lange Doppelleitung für 65 kV erstellt. Zwischen Vissoie und Chippis, auf 9,5 km Länge, erhält sie drei Leiter mit 65 kV, wovon zwei auf einer Doppelleitung und der dritte auf einer Einfachleitung montiert sind. Mit verschiedener Trasseführung der Leitungen erreicht man eine grosse Betriebssicherheit. Bei Chippis wird eine Transformator- und Schaltanlage errichtet mit zwei 100 000-kVA-Transformatoren für die Spannungserhöhung von 65 kV auf 225 kV. Auf der Hochspannungsseite erfolgt der Anschluss an die 225-kV-Leitung Mörel-Riddes. Die Industriellen Betriebe von Siders erhalten ihren Energieanteil in 65-kV-Spannung.

IV. Hydrologie und Energieproduktion

Die Einzugsgebiete der verschiedenen Gefällsstufen (Bild 1) haben zusammen eine Oberfläche von 244,7 km², worüber im einzelnen Tabelle 2 Aufschluss erteilt. Eingehende

Detailstudien über die fassbaren Wassermengen sind besonders auch unter Berücksichtigung der für die Bewässerungen (Bisses) notwendigen Wassermengen durchgeführt worden. Es ergaben sich als wirtschaftlicher Inhalt des Speichers Moiry 72 Mio m³. Von diesen gelangen aber im Sommer nur 30,6 Mio m³ aus dem eigenen Einzugsgebiet direkt in den Speicher, während der Rest des Sommerwassers aus dem Turtmanntal und von der Barneusa zugeleitet werden muss.

Die Tabelle 3 gibt alle wichtigen Aufschlüsse über die hydrologischen Verhältnisse, die verfügbaren Wassermengen, die installierten Leistungen und die im Durchschnittsjahr erzeugbare elektrische Energie.

V. Stand der Bauarbeiten und Bauprogramm

Die Arbeitsgemeinschaft der Staumauer Moiry³⁾, die mit dem Bau der Talsperre und ihrer Nebenanlagen beauftragt ist, hat im Jahre 1954 einen grossen Teil der Bauinstallationen, worunter Arbeiterunterkünfte für etwa 500 Mann, errichtet (Bild 3). Bei Einbruch des Winters im November 1954 sind die Arbeiten auf diesem hochgelegenen Bauplatz eingestellt worden, weil die Aufrechterhaltung eines grösseren Baubetriebes wegen den Schnee- und Lawinverhältnissen im oberen Teil der Zufahrtsstrasse und auf der Baustelle selbst unmöglich ist.

Vom Bauprogramm sind in grossen Zügen folgende Daten festzuhalten:

1952	Beginn des Ausbaues der Zufahrtsstrassen.
1954	Beginn der Installationsarbeiten an der Sperrstelle Moiry und von Stollenbauten im Eifischtal.
1958	Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Motec-Vissoie.
1959	Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Moiry-Motec.
1960/61	Vollendung der Anlagen.

Im Herbst 1954 ist die Baustelle des Druckstollens Motec-Vissoie oberhalb Vissoie eröffnet worden, wo nach Errichtung der Installationen die Vortriebsarbeiten beginnen. Weitere Bauplätze werden im Frühjahr 1955 eröffnet.

³⁾ Das «Consortium du barrage de Moiry» setzt sich aus folgenden Firmen zusammen: *Conrad Zschokke AG.*, Sitten, *Locher & Cie.*, Zürich, *Losinger & Cie. AG.*, Sitten, *Tiefbau AG.*, Siders.

Über die Anwendung der Wärmepumpen zur Raumheizung

DK 621.577:697.121

In der Schweiz sind während und nach dem Zweiten Weltkrieg eine grössere Zahl von Wärmepumpenanlagen für mittlere und grössere Leistungen erstellt worden, die den an sie gestellten Anforderungen voll entsprechen und sich unter den heutigen Brennstoff- und Strompreisen als durchaus wirtschaftlich erwiesen haben¹⁾. In neuester Zeit bahnt sich nun in USA eine Entwicklung an, die zu einer weiteren Verbreitung der Wärmepumpe namentlich für Gewerbe und Haushalt führen dürfte. Hierüber berichtet *H. L. von Cube* in «Allgemeine Wärmetechnik» 1954, Nr. 9. Die grosse Bedeutung dieser Entwicklung für unser Land veranlasst uns zu einem etwas ausführlicheren Auszug, der durch einige eigene Bemerkungen ergänzt ist.

Nachdem in USA der Markt in Haushalt-Kühlschränken bis auf den Nachholbedarf gesättigt war, setzte eine lebhaft Nachfrage nach Klimageräten ein. Die Produktion ist seit 1949 vervierfacht worden. So wurden 1953 allein 750 000 Fensterklimageräte hergestellt (Einzelpreis rd. 400 \$). Die Kosten einer Wärmepumpe, die umschaltbar heizt und kühlt, sind kaum höher als diejenigen für eine Klimaanlage und für die zusätzlich erforderliche Heizanlage. Auch die Betriebskosten liegen in der selben Grössenordnung. Der amerikanische Privatmann kann sich heute schon für seine 6-Zimmer-Villa eine «all-electric year round air-conditioning-unit» zu einem Preis von etwa 1000 \$ kaufen, die ihm sein Hausklima das ganze Jahr hindurch ohne wesentliche Mehrkosten automatisch auf der gewünschten Behaglichkeit hält. Die Elektrizitätswerke begrüssen diese Entwicklung, da sie

einen Ausgleich in der Stromversorgungslage mit wesentlich besseren Ausnutzungsziffern erwarten.

In Deutschland werden einige Versuchsanlagen für den Einsatz in der Landwirtschaft betrieben, eine Entwicklung, die von den Elektrizitätswerken zusammen mit den Landwirtschaftsministerien gefördert wird. So wurde auf dem Lehrhof der Rheinischen Landwirtschaftsschau eine Versuchsanlage für Warmwassererzeugung mit einem 120 l-Speicher aufgebaut, bei der täglich 300 l Warmwasser von 50 °C bei einer Leistungsziffer von 2,15 erzeugt werden (Anschlusswert 600 W, Heizleistung 1850 kcal/h, Preis der Gesamtanlage 2700 DM). Von Brown, Boveri & Cie. wurde auf dem Versuchshof Hächselhof bei Düsseldorf-Ratingen eine Wärmepumpe mit einem 200 l-Speicher in Betrieb genommen, bei der Abwärme ausgenutzt wird, die bei der Milchkühlung anfällt. Nach unserer Auffassung sind die Heizleistungen dieser Anlagen zu klein, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ergeben; man sollte auch unter günstigen Bedingungen im allgemeinen nicht unter 10 000 bis 20 000 kcal/h Heizleistung gehen.

Vorteilhaft sind Anlagen, bei denen gleichzeitig Warmwasser erzeugt und Kühlaufgaben erfüllt werden. Die erste solche Anlage wurde im Jahre 1941 in der Brauerei Baumberger in Langenthal von Escher Wyss, Zürich, aufgestellt; sie dient einerseits der Solekühlung (Eiserzeugung und Kelerkühlung) und andererseits der Warmwasserbereitung für Spülzwecke und der Raumheizung²⁾.

Bemerkenswert sind auch die von Gebrüder Sulzer, Winterthur, erstellten Zusatzanlagen zum Aufheizen des Kühlwassers von bestehenden industriellen Kühlanlagen, so z. B.

¹⁾ Anlagebeschreibungen s. SEZ, Bd. 116, S. 59 und 73 (10. und 17. August 1940); Bd. 120, S. 7 (4. Juli 1942); Bd. 123, S. 52 (29. Januar 1944); Bd. 124, S. 98 (19. August 1944).

²⁾ «Escher-Wyss-Mitteilungen», Sonderheft Wärme - Kälte, S. 32.

die Anlage in der Kunstseidenfabrik Widnau von 475 000 kcal/h Heizleistung für die Lieferung von Warmwasser von 60° bei einer Leistungsziffer von 5,4 und diejenige in der Grossmetzgerei Bell in Basel zum Aufheizen von 60 m³ Wasser pro Tag von 10° auf 70° bei einer Leistungsziffer von 4,55³⁾.

Brown, Boveri, Mannheim, hat für Anlagen für gleichzeitige Kühlung und Warmwasserbereitung eine Schaltung entwickelt, bei der ein handelsüblicher Boiler verwendet werden kann, während der als Heizelement wirkende Verflüssiger ausserhalb des Boilers angeordnet ist und das dort erwärmte Wasser durch Thermosyphonwirkung in den Boiler hochsteigt. Wird keine Kälte benötigt, so tritt die im Boiler eingebaute Zusatzheizung in Funktion; wird keine Wärme benötigt, indem der Boiler schon aufgeladen ist, so tritt Kaltwasser vom Netz über ein automatisch gesteuertes Ventil in den Kondensator, wodurch sich ein normaler Kältebetrieb bei wirtschaftlichem Verflüssigungsdruck ergibt.

In der Schweiz sind zahlreiche gewerbliche Anlagen für die Trocknung von Lagerräumen, unterirdischen Magazinen, Kavernenzentralen, sowie für besondere Prozesse in der Lebensmittelindustrie (z. B. Wursttrocknung) ausgeführt worden, bei denen gleichzeitig Kühl- und Heizaufgaben erfüllt werden. Die erste eigentliche Wärmepumpenanlage, die 1937 von Escher Wyss im Rathaus in Zürich eingebaut wurde, dient gleichzeitig zum Heizen im Winter und zum Kühlen und Klimatisieren im Sommer⁴⁾.

In den USA interessieren sich die landwirtschaftlichen Stellen für den Einsatz von Wärmepumpen auf den grossen Farmen, teilweise in Verbindung mit Verbrennungsmotoren, die mit Erdgas arbeiten und deren Abwärme zum Nachheizen des in der Wärmepumpe vorgewärmten Wassers verwertet wird. Weiter werden Wärmepumpen in Verkaufslökalen in grösserem Umfang eingesetzt. Die intensivere Beleuchtung führt zu einer erheblichen Aufwärmung im Sommer und erhöht das Bedürfnis nach Klimatisierung. In der Uebergangszeit ist kaum mehr eine Heizung erforderlich, und im Winter ist die erforderliche Heizleistung kaum grösser als die Kälteleistung im Sommer. Da für die Klimatisierung ohnehin ein Kältekreislauf vorhanden ist, lag es nahe, diesen auch für die Winterheizung auszunützen. Als Wärmequelle dient meistens Aussenluft. Die Anlagen, die zum Teil als geschlossene Einheiten fertig geliefert werden können, arbeiten vollautomatisch; sie kühlen, trocknen, heizen und belüften. Tabelle 1 gibt einige Zahlen der von der Firma Dreyer-Hanson ausgeführten Air-Topio-Anlagen.

In erheblichem Umfang werden Wärmepumpen zum Entfeuchten und Heizen von Unterseebooten eingebaut. Während des Krieges sind etwa 10 000 Destillationsapparate zum Herstellen von Trinkwasser aus Meerwasser erstellt worden, die mit Verbrennungsmotoren angetrieben waren und mit einer Leistungsziffer von etwa 2 arbeiten.

Im Gegensatz zu Europa hat in den USA die Wärmepumpe im Haushalt für Heizung und Warmwasserbereitung ein interessantes Anwendungsgebiet gefunden. Als Wärmequelle dient in den meisten Fällen Luft, wodurch es möglich ist, serienmässig hergestellte Einheiten einzusetzen. Allerdings nimmt die Heizleistung sehr beträchtlich mit der Lufttemperatur ab, was sich beim Heizen ungünstig auswirkt.

Tabelle 1. Air-Topio-Wärmepumpenanlagen von Dreyer-Hanson

Grösse PS	Heizleistung ¹⁾ kcal/h	Kühlleistung ²⁾ kcal/h	Grundfläche cm × cm	Höhe cm
3	10 000	9000	41 × 155	182
5	15 000	16 000	127 × 205	185
7,5	29 000	31 000	150 × 240	200
10	42 000	44 000	172 × 250	220

1) bei einer Aussentemperatur von -5° C.

2) bei einer Aussentemperatur von +30° C.

3) «Elektrizitätsverwertung» 1944/45, Heft 6/7.

4) SBZ, Bd. 116, S. 59 u. 73 (Aug. 1940); Bd. 123, S. 87 (Febr. 1944).

Tabelle 2. Für Wärmespeicherung geeignete Salze

Salz	Formel	Mol gewicht	Schmelz- punkt °C	Schmelz- wärme kcal/kg	Preis 1952 DM/100kg
Glaubersalz	Na ₂ SO ₄ · 10 H ₂ O	322,21	32,4	55,0	45
Natriumthiosulfat	Na ₂ S ₂ O ₃ · 5 H ₂ O	248,19	48,0	35,5	60
Selc. Natriumphosphat	Na ₂ PO ₄ · 12 H ₂ O	358,17	34,6	—	70
Magnesiumnitrat	Mg(NO ₃) ₂ · 6 H ₂ O	256,43	90,0	38,0	185
Kalziumchlorid	CaCl ₂ · 6 H ₂ O	219,09	29,0	45,0	45
Lithiumnitrat	LiNO ₃ · 3 H ₂ O	122,99	29,9	66,5	1550
Aluminium-Kalium- Alaun	AlK(SO ₄) ₂ · 12 H ₂ O	474,38	89,0	52,0	60
Kobaltnitrat	Co(NO ₃) ₂ · 6 H ₂ O	291,05	56,0	30,0	1250

Meist wird die Heizleistung nur halb so gross gewählt wie der grösste Bedarf und an den wenigen sehr kalten Tagen eine Zusatzheizung (meist elektrisch) in Betrieb genommen. Eine nennenswerte Bereifung des Verdampfers tritt nur in einem knapp um 0° liegenden Temperaturbereich auf; bei tieferen Temperaturen ist der Wassergehalt der Luft so klein, dass der Reifansatz nicht stört. Zudem bestehen gute automatische Abtauvorrichtungen. Die beiden von der General Electric und der Marveyer Corporation betriebsfertig auf den Markt gebrachten Einheiten weisen Motoren von 3 bzw. 5 PS auf und leisten im Heizbetrieb bei -5° C Aussentemperatur 15 000 bzw. 25 000 kcal/h, im Kühlbetrieb bei +30° C Aussentemperatur 8000 bzw. 13 000 kcal/h. Es sind nur elektrische Anschlüsse, Kondenswasserableitungen und Luftkanäle im Haus anzuschliessen.

Folgende Erfahrungen werden mitgeteilt: Die Häuser müssen gut isoliert sein; der maximale Wärmebedarf pro Tag soll zwischen 100 000 und 400 000 kcal liegen. Die Anschlussleistungen der Wärmepumpe liegen zwischen 2 und 3 kW, die Laufzeiten zwischen 4 und 24 Stunden; ihre Heizleistung entspricht etwa der Hälfte des grössten stündlichen Wärmebedarfs. Man erreicht alsdann mittlere Leistungsziffern, bezogen auf die ganze Heizperiode, die je nach den Umweltbedingungen zwischen 2 und 3 liegen. Im Winterbetrieb muss zwischen +2° und -5° C etwa dreimal täglich abgetaut werden; Abtauzeit etwa 7 min. Luft ist als Wärmequelle in gemässigtem Klima bis zu etwa 3000 Heizgradtagen angebracht.

Neuerdings werden auch Fensterklimageräte umschaltbar als Wärmepumpen geliefert. Kälteleistungen: 900 kcal/h (½ PS); 1400 (½); 2000 (¾) und 2600 kcal/h (1 PS), Heizleistungen rd. 30% grösser. Die Wärmequelle ist auch hier die Aussenluft. Diese Apparate sind mangels Abtauvorrichtungen nur bei Aussentemperaturen über 0° betriebsfähig. Trotzdem finden sie in Gebieten mit mildem Klima weite Verbreitung.

Viel Forschungsarbeit wird auf die Ausnutzung des Erdreichs als Wärmequelle verwendet. Die Wärmedurchgangszahlen liegen im allgemeinen zwischen 5 und 7 kcal/m² °C h. Runde Rohre von 30 mm Durchmesser haben sich am besten bewährt. Sie sollen 1 bis 1,2 m tief und mit einem Abstand von 1 m von Rohr zu Rohr verlegt werden. Feuchtigkeit im Erdreich erhöht den Wärmeübergang. Während der Periode der Eisbildung an den Rohren beobachtet man sehr stabile Temperaturverhältnisse. Ein Grundwasserfluss ist nur wirksam, wenn er schneller als 5 mm/h strömt. Pro 1 m Rohr lassen sich etwa 25 bis 30 kcal/h dem Erdreich entnehmen. Für eine maximale Heizleistung der Wärmepumpe sind demzufolge etwa 150 m Rohr erforderlich, die etwa 12 × 12 m Grundfläche beanspruchen. Bei einer Anlage mit einer Verdampfungsleistung von etwa 20 000 kcal/h betrug die Rohroberflächentemperatur zu Beginn der Heizperiode etwa 19° C, am Ende immer noch 7,5° C. Die Auskühlung des Erdreichs ist also mässig. Bei günstigen Bodenverhältnissen lassen sich Leistungsziffern von über 3 erreichen, besonders wenn die Anlage im Sommer zum Kühlen verwendet wird und Wärme in den Erdboden hineinpumpt. Es wird auch vorgeschlagen, senkrechte Rohre bis zum Grundwasserspiegel einzuschlagen, wodurch man sehr konstante Temperaturverhältnisse und einen besseren Wärmeübergang erzielt.

Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit werden gelegentlich Wärmespeicher zugeschaltet, neuerdings in Form

von Salzen mit günstiger Schmelztemperatur und grosser Schmelzwärme. Tabelle 2 lässt erkennen, dass Glaubersalz sich hierfür gut eignet. In USA verwendet man sekundäres Natriumphosphat in kleinen Dosen aus verzinktem Eisenblech von 56 mm \varnothing und 72 mm Höhe, die in einem Tank von 1 m³ Inhalt (rd. 6000 Dosen) gestapelt werden. Ein solcher Tank weist einschliesslich der Wasserfüllung der Zwischenräume eine Speicherfähigkeit zwischen den Temperaturgrenzen 26 ° C und 46 ° C von rd. 80 000 kcal auf, was ungefähr dem täglichen Wärmebedarf eines Einfamilienhauses entspricht. Grosse Anstrengungen werden gemacht, um die Wirkungsgrade der Kompressoren und Motoren zu verbessern, weil sich damit erhebliche Einsparungen an Stromkosten erzielen lassen.

In sehr grosser Zahl werden in USA Haushalt-Warmwasserspeicher von 300 l Inhalt mit Kleinwärmepumpen ausgerüstet, die mit einer Leistungsziffer von etwa 2,2 arbeiten und Wasser auf 61 ° bis 64 ° C hochheizen. Als Wärmequelle dient die Küchenluft. Mit 1 kWh lassen sich 45 l Wasser von etwa 20 ° auf 62 ° erwärmen. Die tägliche Betriebszeit der eingebauten Aggregate von 1/4 PS beträgt etwa 8,5 Stunden. Der tägliche Warmwasserverbrauch schwankt zwischen 100 und 370 l; im Mittel liegt er bei 160 l.

Im Zentrum aller Ueberlegungen über die Zweckmässigkeit des Einsatzes von Wärmepumpen steht die Frage nach der *Wirtschaftlichkeit*, das heisst die Frage nach den tatsächlichen Wärmekosten einschliesslich Kapitaldienst, Unterhalt, Bedienung usw. im Vergleich zu den Wärmekosten bei andern im Wettbewerb stehenden Wärmequellen. Hier ist nun die Entwicklung der Kohlen- und der Strompreise von grösster Bedeutung. Diese verlief eindeutig zugunsten der Wärmepumpe: Die Kohlenpreise haben sich seit 1938 in Deutschland, USA und der Schweiz mehr als verdoppelt. Umgekehrt ist der Wärmeverbrauch für die thermisch erzeugte Energie von etwa 4600 kcal/kWh im Jahre 1944 auf etwa 4100 kcal/kWh im Jahre 1950 zurückgegangen, und es ist mit einem weiteren Rückgang zu rechnen, werden doch heute günstigste Werte von 2300 kcal/kWh erreicht. Weiter ist der Anteil an thermisch erzeugter Energie in Europa seit Kriegsende dank dem intensiveren Ausbau der Wasserkräfte von etwa 62 % auf 57 % zurückgegangen, was für gewisse Länder eine weitere Verbilligung der Gestehungskosten für elektrische Energie bedeutet. Dieser Einfluss wird sich allerdings nicht mehr in nennenswertem Masse weiter auswirken können, weil die Ausbaumöglichkeiten bald ausgeschöpft sein

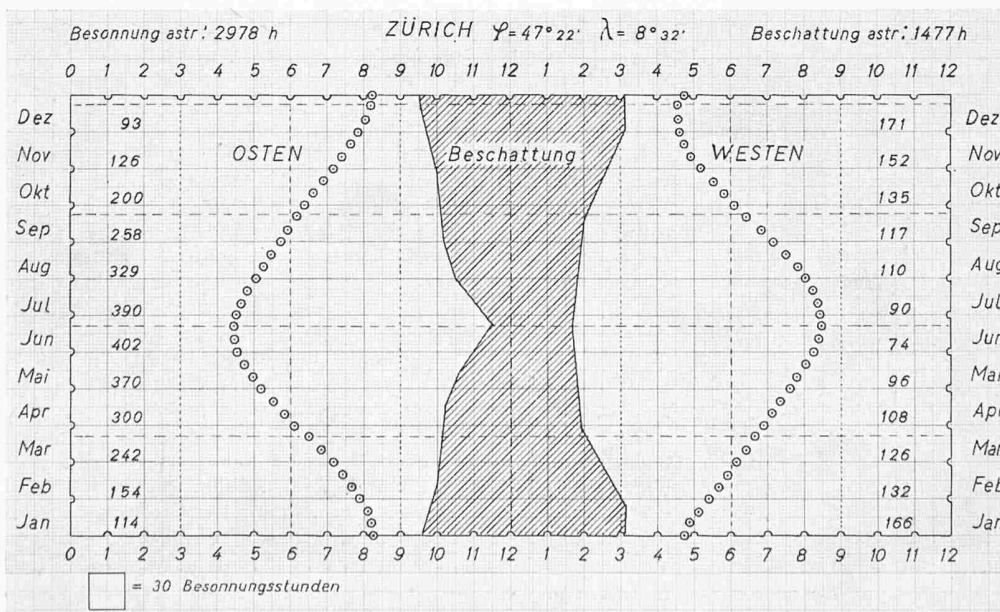
und die noch ausbaufähigen Wasserkräfte wegen grösseren Aufwendungen eher wieder höhere Kosten ergeben werden. Wesentlich ist die Tarifgestaltung für die elektrische Energie. In der Schweiz hat man in einzelnen Fällen den Stromtarif auf Grund der Kohlenparität festgesetzt, und zwar unter Berücksichtigung der höheren Anlagekosten der Wärmepumpenanlagen. Man kann aber auch von den tatsächlichen Gestehungskosten für die in Frage kommende Energiequalität mit Einschluss einer angemessenen Risikomarge ausgehen und es dann dem Konsumenten überlassen, seine Anlage so auszubauen und zu betreiben, dass sich eine möglichst grosse Leistungsziffer ergibt. Bei Anlagen mit brennstoffgefeuerter Zusatzheizung für die volle Leistung, wie sie für ganz kalte Tage in der Regel nötig ist, kann die Wärmepumpe in Ländern mit vorwiegend hydraulischer Energieversorgung bei besonders trockenem Winterwetter stillgesetzt werden. Das selbe kann zu Zeiten hoher Netzbelastung (Kochspitzen) geschehen. Diese Massnahmen ermöglichen einen wirtschaftlicheren Betrieb der Elektrizitätswerke und rechtfertigen daher einen günstigeren Tarif. Bei thermischer Energieerzeugung ergibt ein Betriebskostenvergleich Wärmepumpe - Zentralheizung mit nach Menge abgestuften Kohle- und Strompreisen, den H. L. von Cube für verschiedene Heizleistungen im zitierten Aufsatz durchführt, dass die Wärmepumpe bei Heizleistungen über 100 000 kcal/h konkurrenzfähig wird und dass sie bei sehr grossen Heizleistungen unbedingt in den Kreis ernsthafter Ueberlegungen einbezogen werden muss.

Zusammenfassend stellt H. L. von Cube fest, dass dank der Entwicklung der Strom- und Kohlenpreise sowie der zunehmenden Ausnutzung von Wasserkräften und dem Einsatz von Heizkraftwerken sowohl die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe wie auch eine effektive Brennstoffersparnis bei grossen Anlagen gegeben ist. In USA werden erhebliche Mittel aufgewendet, um die Wärmepumpe marktreif zu machen. Für Deutschland zeichnen sich zwei Anwendungsgebiete ab: erstens die kombinierte Heiz-Kühlanlage dort, wo ohnehin gekühlt werden muss, und zweitens der Wärmepumpenboiler für die Warmwasserbereitung. — Ohne Zweifel sind die Voraussetzungen in der Schweiz für die Wärmepumpe vorteilhafter als in Deutschland, und es dürfte als drittes Anwendungsgebiet die Wärmeversorgung grösserer Gebäude und Gebäudekomplexe (Heizung und Warmwasserbereitung) überall dort in Frage kommen, wo die Umweltwärme in günstiger Form, das heisst als Abwärme oder als Grund-, Fluss- oder Seewasser kostenlos zur Verfügung steht.

Die astronomische Bestimmung des zeitlichen Besonnungsverlustes

DK 628.9.021

Von H. Egger, Dipl. Ing., Zürich



Norm-Diagramm zur Bestimmung der zeitlichen Besonnungsverluste, 1/2 nat. Grösse

Zuerst möchte ich die Aufmerksamkeit der Leser auf die über dieses Thema in der Schweizerischen Bauzeitung bereits erschienenen Aufsätze lenken¹⁾. Die interessanten Ausführungen der hier erwähnten Autoren zeigen, dass die endgültige Lösung des Problems noch nicht vorliegt. Was der Architekt und die übrigen interessierten In-

¹⁾ Prof. H. Gugler, Zürich: Die Besonnung von Gebäuden in den verschiedenen Jahreszeiten und Tagesstunden, SBZ 1951, Nr. 20, S. 276. — Dipl. Arch. E. Wuhmann, Zürich: Bestimmung der Sonnenbestrahlung, SBZ 1951, Nr. 20, S. 281. — Dr. E. Ambühl, Köniz: Die Sonnenscheindauer von Bern von 1905 bis 1950, EBZ 1951, Nr. 48, S. 673. — Dipl. Arch. Hans Marti, Zürich: Der Schattentwurf von Gebäuden, SBZ 1952, Nr. 29, S. 407.