

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 74 (1956)
Heft: 17

Artikel: Die neue Klima-Anlage für die Kartendruckerei der Eidgenössischen Landestopographie
Autor: Rickenbach, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-62611>

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: 05.02.2025

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

Die neue Klima-Anlage für die Kartendruckerei der Eidgenössischen Landestopographie

Von H. Rickenbach, Ing., St. Gallen

DK 628.84

A. Ueber die Bedeutung der Luftkonditionierung im Druckereigewerbe

Den ersten Impuls sowie auch den Anreiz zur Vervollkommnung bis auf ihren heutigen Stand verdankt die Klimatechnik der *Textilindustrie*. Die in den letzten Jahrzehnten rasch steigenden Anforderungen an die Qualität der Gewebe und der Zwang zu rationeller Produktion verlangten gebietserisch nach der künstlichen Regulierung der Klimaverhältnisse in den Fabrikationsräumlichkeiten.

Auch in der *papierverarbeitenden* Industrie und dem eng damit verbundenen Druckereigewerbe dringt nun seit einiger Zeit die Erkenntnis durch, dass der Steigerung der Produktion und der Hebung der Druckqualität durch die Anschaffung modernster Maschinen Grenzen gesetzt sind, wenn nicht gleichzeitig das wichtige Problem der Luftkonditionierung gelöst wird.

Alle Druckereifachleute kennen die Unannehmlichkeiten, welche durch die wechselnden klimatischen Verhältnisse beim Druck hervorgerufen werden. Dies gilt vor allem dort, wo mehrfarbige, grossformatige Druckaufträge ausgeführt werden müssen. Die Kapillaren der porösen Papiermasse sind in der Lage, bedeutende Feuchtigkeitsmengen aus der Luft aufzunehmen oder auch abzugeben. Die hygroskopischen Eigenschaften von Papier und Karton sind die Ursachen von Grössenschwankungen und der damit verbundenen Passerschwierigkeiten. Die klimatischen Wechsel wirken sich daher mannigfaltig störend auf einen reibungslosen Ablauf des Druckvorgangs aus, vor allem im Offsetdruck. Die bisher üblichen technischen Vorkehrungen zur Behebung der klimabedingten Störfaktoren hatten nur behelfsmässigen Charakter; eine allgemeine Lösung des Problems kann nur mit einer genau arbeitenden *Klima-Anlage* erreicht werden.

Die Klimatechnik ist heute dank einer hochentwickelten Regulierapparate-Industrie so weit fortgeschritten, dass sie stabile Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in jedem Druckraum zu garantieren vermag, ungeachtet der grossen Schwankungen der Aussenluftverhältnisse. Temperaturabweichungen von nur $\pm 0,2^\circ \text{C}$ und Feuchtigkeitsabweichungen von nur $\pm 2\%$ sind zwar selten erforderlich, aber doch praktisch erreichbar. Die Vorteile derart beständiger Klimaverhältnisse in Druckräumen sind ausserordentlich gross; sie schliessen die oben erwähnten Nachteile aus. Zugleich sind sie der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit des Personals zuträglich.

Der erste Schritt zu erfolbringendem Klimatisieren ist die Ermittlung der für den betreffenden Fabrikationsprozess günstigsten Wetterkonditionen. Die Erfahrungen der Druckereien im allgemeinen und jene der Landestopographie im besonderen liessen erkennen, dass eine Temperatur von 20°C und eine relative Feuchtigkeit von 60 bis 63 % als optimale Werte anzusprechen sind.

Die Schaffung und Gewährleistung dieser Verhältnisse in den Druckräumen genügt aber an sich noch nicht, um höchste Passgenauigkeit beim Vielfarbendruck zu erreichen. Wichtig ist die sog. *Vorkonditionierung des Druckpapiers*. Sie ist erforderlich wegen der Trägheit des Papiers in Bezug auf seine Anpassung an die Raumkonditionen. Die Reaktionen des Papiers gegenüber der Umgebungsluft sind je nach Stärke, Qualität und Luftverhältnissen im Lagerraum sehr unterschiedlich. Die Penetrationszeit, d. h. die Dauer, die eine Flüssigkeit braucht, um den Papierstoff zu durchdringen, erlaubt die Bestimmung des Trägheitsgrades und der damit verbundenen Akklimatisationszeit. Selbst bei einem neuzeitlich klimatisierten Druckraum und einem befeuchteten Papierlager ist es nötig, dem Papier die nötige Zeit einzuräumen, in der es sich den veränderten Luftverhältnissen und vor allem den Bedingungen der aufgelockerten Lagerung im Druckraum anpassen kann. Erst wenn die Stabilität in dem Sinne erreicht ist, dass das Papier weder weitere Feuchtigkeit aufnimmt, noch

einen eventuellen Ueberschuss abgibt, darf an einen Mehrfarbendruck geschritten werden.

Die Landestopographie hat auf Wunsch der ausführenden Lüftungsfirma Versuche über Akklimatisationszeiten von einigen Papiersorten bei verschiedenen Konditionen im Papierlager durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Form von Kurven in Bild 1 zusammengestellt. Die Papiere der Kurven *a*, *b*, *c*, *d* und *e* sind als *Einzelbogen* vorgängig den Messungen im klimatisierten Druckraum (20°C , 63 %) in einem trockenen Raum bei 20°C , 30 % gelagert worden. Aus dem Verlauf der Kurven, welche die Feuchtigkeitsaufnahmen in Gramm pro m^2 Papierfläche aufzeigen, erkennt man die geringe Wasseraufnahme während der ersten halben Stunde und den flachen Verlauf des Sättigungsprozesses bis zum Punkte der Stabilität nach Verlauf von vier Stunden.

Da die Lagerung und Akklimatisierung von Papier in Einzelbogen schwer zu verwirklichen ist, hat sich in der Praxis die Zusammenfassung in Bündeln zu 30 Bogen eingebürgert. In diesem Falle verlängert sich die Akklimatisationszeit infolge des gehinderten Luftzutrittes zu den einzelnen Bogen ganz beträchtlich, d. h. von vier auf mehr als zwanzig Stunden. Die Konditionen im Papierlager spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Kurve *f* bezieht sich auf Landkartenpapier 82/100 cm, zu Bogen gebündelt, Ausgangspunkt im Lager 20°C und 45 %. Kurve *g* zeigt die entsprechenden Werte für die gleiche Papiersorte in gleicher Grösse und Bündelung, jedoch aus einem konditionierten Lagerraum von 20°C , 60 % bezogen. In beiden Fällen erfordert die Akklimatisierung über 24 Stunden. Es ist natürlich für jede Druckerei eine Organisations- und Platzfrage, ob sie im Interesse eines einwandfreien Druckes derart lange Anpassungszeiten für das Papier einführen will.

Die Luftfeuchtigkeit im Papierlager ist von gewisser, aber nicht entscheidender Bedeutung. Es empfiehlt sich jedenfalls, wenn auch dort klimatisiert wird, die Temperatur gleich hoch wie im Drucksaal, die relative Feuchtigkeit jedoch etwa 3 bis 4 % tiefer zu halten, denn eine nachträgliche Feuchtigkeitsaufnahme wirkt sich drucktechnisch günstiger aus als eine Wasserabgabe.

Die Luftkonditionierung von Druckräumen, durchgeführt nach den Grundsätzen und mit den Möglichkeiten der heutigen fortschrittlichen Klimatechnik, bringt grosse wirtschaftliche

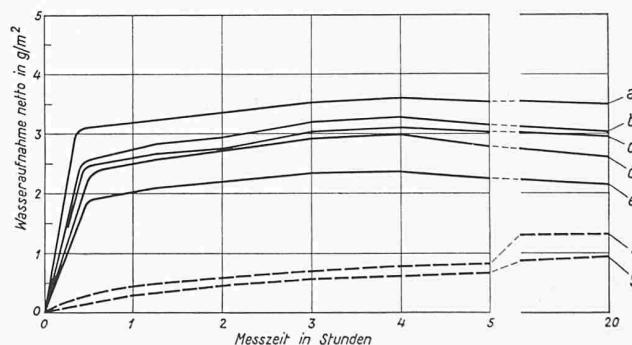
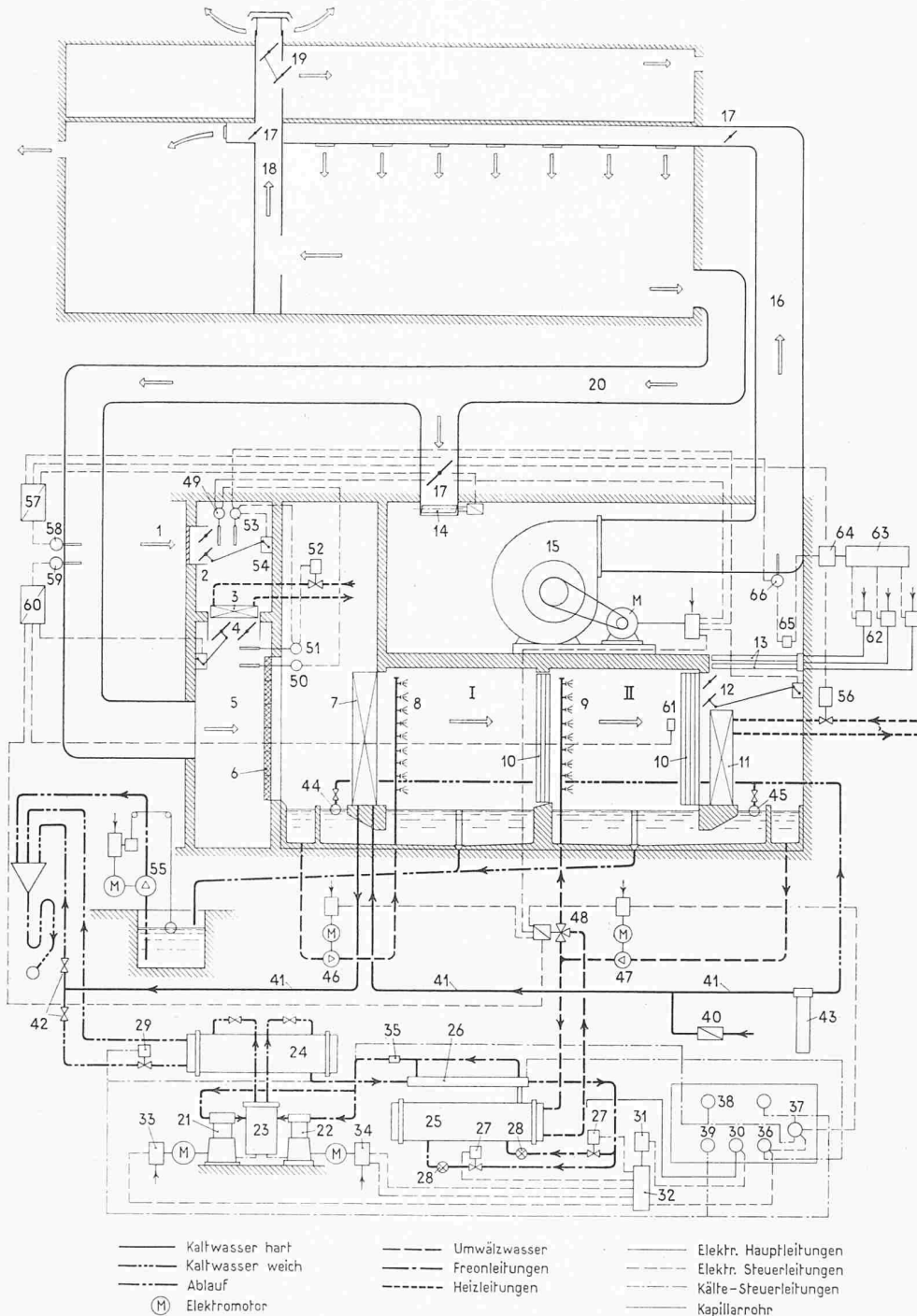


Bild 1. Wasseraufnahme verschiedener Papiersorten in g/m^2 ; Luftzustand im Druckraum 20°C , 63 %; Luftzustand im Lagerraum bei Kurven *a* bis *e* 20°C , 30 %

- a* Landkartenpapier 100 mg, Einzelbogen (Fabrikat Landquart)
- b* Lithopapier 120 mg satiniert, Einzelbogen
- c* Landkartenpapier 100 mg (Fabrikat Sihl); Einzelbogen
- d* Chromopapier 110 mg; Einzelbogen
- e* Lithopapier 80 mg, matt; Einzelbogen
- f* Landkartenpapier; gebündelt, Luftzustand im Lagerraum 20°C , 45 %
- g* wie *f*, jedoch Luftzustand im Lagerraum 20°C , 60 %



- 7 Vorkühlelement
- 8 Befeuchtungsbrause
- 9 Kühlungsbrause
- I, II Zerstäuberkammern
- 10 Tropfenabscheider
- 11 Nachheizelement
- 12 Regulierklappen
- 13 Elektr. Lufterhitzer
- 14 Rückluft-Zumischklappe
- 15 Ventilator, in zwei Stufen schaltbar
- 16 Zuluftkanal
- 17 Regulierklappen
- 18 Abluftkanal
- 19 Klappen zum Durchspülen des Dachraumes mit Abluft
- 20 Rückluft-Kanal
- 21 grosser Kältekompressor
- 22 kleiner Kältekompressor
- 23 Oelabscheider
- 24 Kondensator
- 25 Verdampfer
- 26 Wärmeaustauscher
- 27 Motorventile in der Flüssigkeitsleitung
- 28 thermostatische Expansionsventile
- 29 Pressostatisch gesteuertes Kühlwasserventil
- 30 Rheo-Thermostat für die Kaltwassertemperatur
- 31 Differentialrelais zu 30
- 32 Walzenschalter zur stufenweisen Regelung der Kälteleistung
- 33 Motorschütz zu 21
- 34 Motorschütz zu 22
- 35 Drosselventil zur Saugdruckregelung
- 36 Sicherheitspressostat für den Verdampfungsdruck
- 37 Pressostat für den Kondenserdruk und den Saugdruck
- 38 Saugmanometer
- 39 Druckmanometer
- 40 Kühlwasser-Zähler (Stadtwasser)
- 41 Kühlwasser-Leitung
- 42 Umstellhähne
- 43 Wasserenthärtung
- 44 Schwimmerventil in Kammer I
- 45 Schwimmerventil in Kammer II
- 46 Zirkulationspumpe für das System I (Vorkühlung)
- 47 Zirkulationspumpe für das System II (Tiefkühlung)
- 48 Dreiweg-Mischventil
- 49 Temperaturregler für die Drehzahlregelung von 15
- 50 Minimalthermostat
- 51 Temperaturregler für Frischluft-Vorwärmung
- 52 Heizwasserventil zu 3
- 53 Grenzthermostat zu 54
- 54 el. Antrieb zu 2
- 55 Abwasserpumpe mit automatischer Schwimmersteuerung
- 56 Heizwasserventil zu 11
- 57 Elektronisches Zentralgerät zur Nachwärmung
- 58 Elektronischer Temperaturregler zu 57
- 59 Elektronischer Temperaturregler für Taupunktanpassung
- 60 Elektron. Relais zu 48
- 61 Elektron. Taupunktregler
- 62 Schützen zu 13
- 63 Walzenschalter zu 13
- 64 Modutrolmotor zu 63
- 65 Maximal-Thermostat
- 66 Grenzregler

— Kaltwasser hart
 - - - Kaltwasser weich
 - - - Ablauf
 (M) Elektromotor
 - - - Umwälzwasser
 — Freonleitungen
 - - - Heizleitungen
 — Elektr. Hauptleitungen
 - - - Elektr. Steuerleitungen
 - - - Kälte-Steuerleitungen
 — Kapillarrohr

Bild 2. Prinzipschema der neuen Klimaanlage, projektiert und ausgeführt von der Firma H. Rickenbach & Cie., St. Gallen

- 1 Frischluftfassung
- 3 Vorheiz-Elemente
- 5 Mischkammer
- 2 Frischluftklappen
- 4 Klappe für Frischluft-Mengenregelung
- 6 Staubfilter

Vorteile. Passerschwierigkeiten beim Einlegeapparat verschwinden und Störungen durch Papierspannungen werden zur Seltenheit, der Ausschuss verringert sich beträchtlich und die Druckqualität erreicht einen hohen Stand. Nicht zuletzt stimuliert ein ungestörter, erfolgreicher Druckprozess die Arbeitsfreude des Personals. Die aus all diesen Faktoren schliesslich resultierende Produktionssteigerung wird von Kartendruckanstalten, die Klima-Anlagen besitzen, bei allgemein guten Papieren auf etwa 8 bis 10 % und bei Chromopapieren sogar auf 20 bis 40 % bewertet.

B. Die neue Klima-Anlage der Landestopographie

1. Gestellte Anforderungen und Berechnungsgrundlagen

Die täglichen Schwierigkeiten, die sich bei der Herstellung von grossformatigen und mehrfarbigen Kartendrucken

infolge der Unzulänglichkeiten der nach einem veralteten Prinzip gebauten Klimaanlage einstellten, veranlassten die Direktion der Eidgenössischen Landestopographie im Jahre 1954, Projekte für den Bau einer neuen, modernen Luftkonditionierungsanlage einzuholen. Die Anforderungen ergaben sich aus den vorerwähnten Erfahrungen und wurden dem Stande der heutigen Klimatechnik angepasst. Sie lauteten:

1. **Konstanthalten der Raumtemperatur** in den engen Grenzen von 20 bis 22° C, gemessen an irgendeinem Punkte des Raumes, während des ganzen Jahres und zwar bei Aussenluftverhältnissen von -10° bis +30° C, 40 %. Zulässige Temperaturschwankungen ± 1°. Auf sog. Komfortbedingungen, bei denen im Sommer die Raumtemperatur bis auf +25° C ansteigen darf, wurde bewusst verzichtet, um da-

durch Ungenauigkeiten der Druckmaschinen bei grösseren Temperaturschwankungen auszuschalten.

2. *Konstanthalten der Raumfeuchtigkeit*, gemessen an irgendeinem Punkte des Raumes in den engen Grenzen von 60 bis 65 %, und zwar wiederum im Bereiche vorstehender Aussenluftverhältnisse.
3. *Geräuschloser und vor allem zugfreier Lüftungsbetrieb während des ganzen Jahres.*
4. *Vollautomatischer Betrieb, Tag und Nacht, Sommer und Winter.*
5. *Ständiger Frischluftzusatz*, und zwar automatisch variierend von 1 bis 3 Luftwechseln pro Stunde, entsprechend den Aussenluftverhältnissen. Bei sehr tiefen Temperaturen (unter -5°C) ist einfacher Luftwechsel noch zulässig.
6. *Entstaubung der Raumluft mit wirksamen Filterzellen auf 95 bis 98 % Reinheit.*

Zu berücksichtigen waren weitere Faktoren wie: Die abnormalen Wasserverhältnisse: begrenzte Menge im Sommer, grosser Kalkgehalt (bis 45° Härte), hohe Sommertemperaturen (bis $+15^{\circ}\text{C}$); der Wunsch, die Verteilkanäle ohne Behinderung des Lichteinfalls durch Oberlichter zu disponieren sowie der Feuchtigkeitsentzug aus der Raumluft durch Vorkonditionierung von Druckpapier.

Als Wärmequellen zur Speisung der Luftherhitzer dient im Winter und in Uebergangszeiten eine bestehende Warmwasserpumpenheizung $90/70^{\circ}\text{C}$ und im Sommer elektrische Energie, die bis zu einer maximalen Leistung von 50 kW zur Verfügung steht. Der Druckraum wird im Winter durch Radiatoren als Grundlastheizung auf $+16^{\circ}\text{C}$ erwärmt.

Die richtige Wahl des Klimasystems zu treffen, ist nicht allein für den verantwortungsbewussten Lüftungsfachmann schwierig, welcher die Fülle der Ausführungsvarianten samt ihren Vor- und Nachteilen kennt. Auch für den Auftraggeber und dessen Experten bedeutet die Beurteilung der eingereichten Projekte im Bewusstsein der Mitverantwortung am Gelingen des Werkes eine heikle Aufgabe. Eine Klima-Anlage ist keine Maschineneinheit, die im Falle von fehlerhafter Konstruktion, ungenügender Leistung oder Unzuverlässigkeit wieder an den Lieferanten zurückgewiesen werden kann; sie ist mit dem Bauwerk durch gemauerte Kamine, einbetonierte Fundamente und Kanäle so eng verbunden, dass deren Entfernung nur mit grossen Kosten und bedeutenden Umtrieben sowie Betriebsunterbrüchen möglich wäre. Ueberdies wäre ein grosser Teil der lufttechnischen Einrichtungen nicht mehr anderweitig verwendbar.

2. *Lufttechnischer Teil der ausgeführten Anlagen*

Die von der Firma H. Rickenbach & Co., St. Gallen, projektierte und ausgeführte Klima-Anlage ist nach folgenden Grundprinzipien gebaut: Zentraler, zweistufiger Luftwascher, elektronische Taupunktregulierung, elektronische Raumtemperatur-Regulierung durch Nachmischung und Kühllastdeckung durch künstliche Kälteerzeugung. Ihre Hauptdaten sind:

Geförderte Zuluftmengen	
im Sommer über $+25^{\circ}$ Aussentemp.	25 000 m ³ /h
im Winter und übrige Zeiten	16 000 m ³ /h
Frischlufteile bei Aussentemperaturen von:	
a) über $+25^{\circ}\text{C}$	7 500 m ³ /h
b) $+25^{\circ}$ bis -5°C	rund 5 000 m ³ /h
c) unter -5°C	rund 3 000 m ³ /h
Luftwechsel pro Stunde, Sommer	10fach
Winter	6,5fach
Frischlufteinsatz, Sommer	2—3fach
Winter	1—2fach
Abluftmengen entspr. Frischluftfördermenge	7500/5000 m ³ /h
Umluftmengen Sommer	max. 17 500 m ³ /h
Sommer	min. 11 000 m ³ /h
Winter	max. 13 000 m ³ /h
Winter	min. 11 000 m ³ /h
Umluftmenge Sekundär-Nachmischung (max. 50 % der Totalumluftmenge)	
Sommer über $+25^{\circ}$ Aussentemperatur	— m ³ /h
Sommer unter $+25^{\circ}$ Aussentemperatur	0—5500 m ³ /h
Winter bis -5° Aussentemperatur	bis 5500 m ³ /h
Winter unter -5° Aussentemperatur	bis 6500 m ³ /h

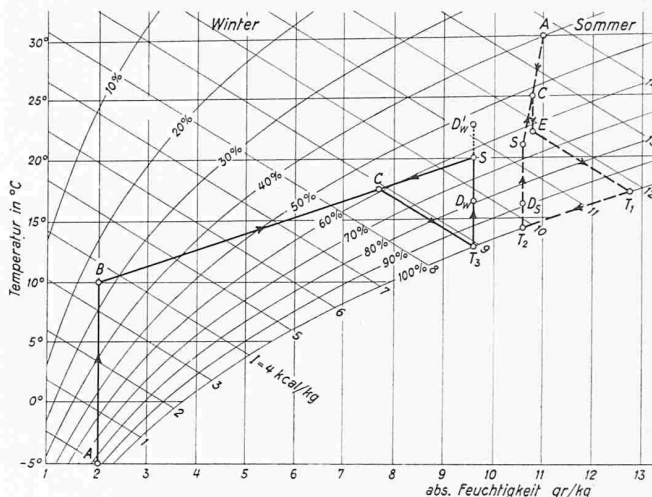


Bild 3. Zustandsänderungen der Luft im I-x-Diagramm; links bei Winterbetrieb, rechts bei Sommerbetrieb

- T_3 Wintertaupunkt der Zuluft
- T_1 Nasskugelttemperatur beim Austritt aus Kammer I
- T_2 Sommertaupunkt der Zuluft
- D_w, D_s Nachmischpunkte
- D_w' Vorwärmung der Zuluft bei Ausfall der Druckmaschinenwärme
- E nach Vorkühlung im Kühler 7
- S Sollwert der Raumluft

Wärmeleistungen

Vorheizter für Frischluft (WWP, $90/70^{\circ}$)	37 000 kcal/h
Nacherhitzer für Zuluft im Winter (WWP, $90/70^{\circ}$)	
Nacherhitzer im Sommer	67 000 kcal/h
	50 kW

Das Prinzipschema der Gesamtanlage zeigt Bild 2; die Zustandsänderungen lassen sich aus dem I-x-Diagramm, Bild 3, verfolgen.

Die Frischluft, deren Menge sich der Aussentemperatur anpasst, wird auf der Ostseite des Gebäudes, bei 1, Bild 2, angesogen und einer Vorheizbatterie zugeführt, die die Luft auf eine konstante Minimaltemperatur von $+10^{\circ}$ erwärmt. Die Regelung erfolgt durch den Thermostaten 51, der auf das Heizwasserventil 52 wirkt. Ein weiterer Thermostat 53, der als Kompensationselement ausgebildet ist, reduziert die Frischluftmenge bei extremen Aussenluftverhältnissen über den Klappenantrieb 54. Dieser ist gleichzeitig mit dem Ventilatorschutz verriegelt und schliesst die Frischluftklappen bei Ausschalten des Ventilators 15. Ein dritter Thermostat 49 schaltet den Zuluftventilator 15 bei Ueberschreitung der Aussentemperatur von $+25^{\circ}$ auf die grosse Leistungsstufe um.

Die eigentliche Konditionierung der Luft erfolgt in sieben Einzelprozessen, nämlich:

1. Mischung von Frischluft mit Umluft in der Kammer 5.
2. Staubfiltrierung durch den Filter 6.
3. Vorkühlung durch das Kühlelement 7, das mit Stadt-wasser gespiesen wird.
4. Waschen, Befeuchten und Kühlen bis zum Sättigungspunkt in der Zerstäuber-kammer I mit Umwälzwasser.
5. Kühlung längs der Sättigungslinie in der Zerstäuber-kammer II zum gewünschten Taupunkt von $+13,5^{\circ}\text{C}$ mit tiefgekühltem Wasser.
6. Nachheizen durch das Heizelement 11 im Winter bzw. durch den elektrischen Luftherhitzer 13 im Sommer.
7. Sekundäre Nachmischung über die Klappe 14 in Abhängigkeit vom Sollwert der Raumtemperatur.

Ein regelmässig über die ganze Decke des grossen Druck-raumes verteiltes Netz von Querkanälen mit flachstreuenden Anemostaten (Bild 8) sichert eine zugfreie Durchlüftung der zu behandelnden Räume während des ganzen Jahres bei gleichmässiger Durchspülung aller Raumpartien.

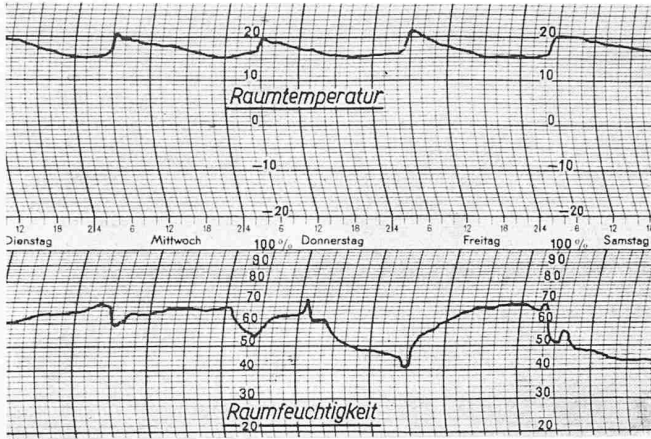


Bild 4. Registrierstreifen für Temperatur und Feuchtigkeit im Druckraum vor der Installation der neuen Anlage

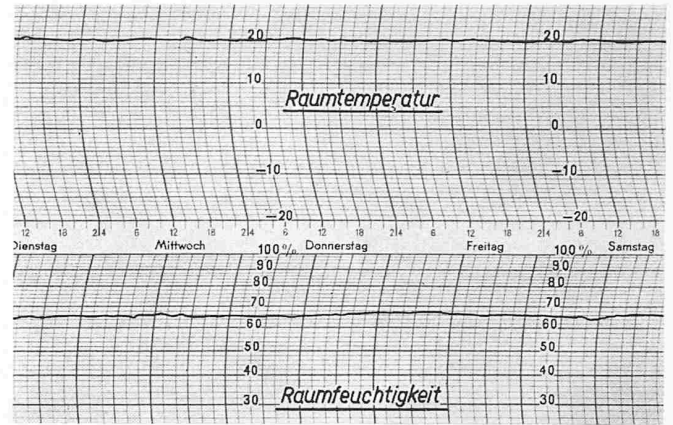


Bild 5. Registrierstreifen für Temperatur und Feuchtigkeit im Druckraum nach Inbetriebsetzung der neuen Anlage

Die Abluft gelangt durch einen Fortluftkanal 18, der unter Einwirkung des Raumüberdruckes die Luft über Dach fördert. Ein Teil dieser Abluft lässt sich im Hochsommer dem durch Sonneneinstrahlung stark erwärmten Dachraum über der Druckerei zuführen, wodurch dort eine leichte Temperaturabsenkung erreicht wird (Klappen 19). Der grösste Teil der Zuluft gelangt nach Durchspülen der Räume als Rückluft durch einen entsprechenden Kanal 20 nach der Klimaanlage im Keller zurück.

3. Die Kälteerzeugungsanlage

Die verlangte konstante Raumtemperatur von 20—22° C bei Aussentemperaturen bis zu +30° C und die ungünstigen Eigenschaften des verfügbaren Leitungswassers führten zwangsläufig zum Einbau einer künstlichen Kälteerzeugungsanlage. Ihre Kälteleistung ergab sich aus der Kühllastberechnung wie folgt:

Transmission	18 000 kcal/h
Sonneneinstrahlung	6 900 kcal/h
Personen	800 kcal/h
Maschinen 49 PS zu 75 % belastet	23 300 kcal/h
	<hr/>
Verluste in den Zuluftkanälen	49 000 kcal/h
	1 000 kcal/h
	<hr/>
Total	50 000 kcal/h

Diese Leistung ist auf zwei Kompressorengruppen aufgeteilt worden, von denen die grössere 30 000 kcal/h, die kleinere 20 000 kcal/h leisten; diese kann überdies mit voller und mit halber Drehzahl betrieben werden, so dass sich die Kälteleistung in Stufen von je 10 000 kcal/h verändern lässt. Die zur Kühlung des Frischluftanteils notwendige Leistung wird von der wassergespiesenen Vorkühlbatterie gedeckt und fällt somit ausserhalb des Lastbereiches der Kältemaschinen.

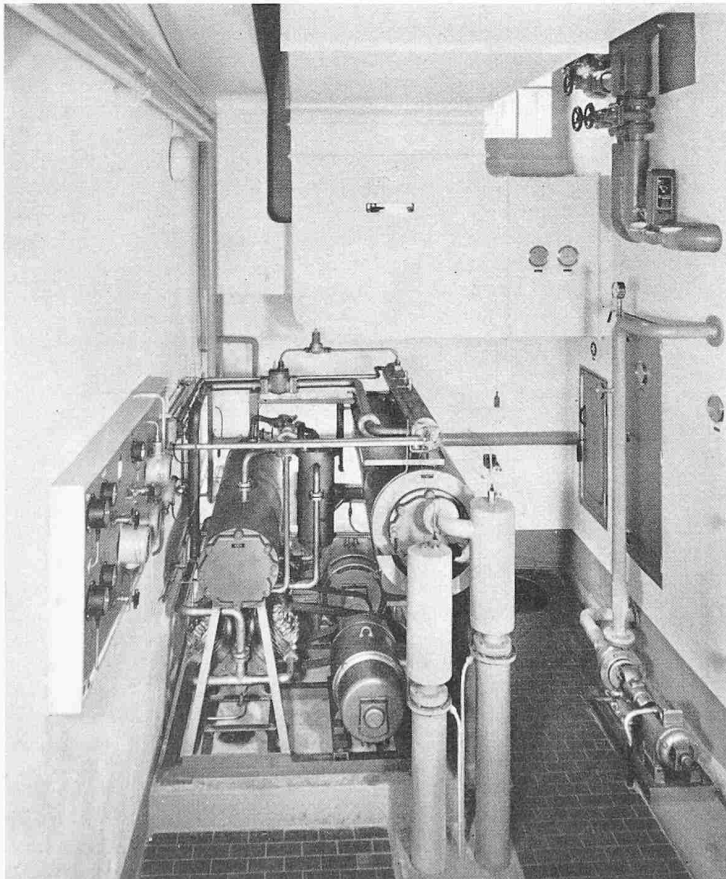


Bild 6. Kältemaschinengruppe mit zwei Freon-Kompressoren von 30 000 kcal/h bzw. 20 000 kcal/h Kälteleistung

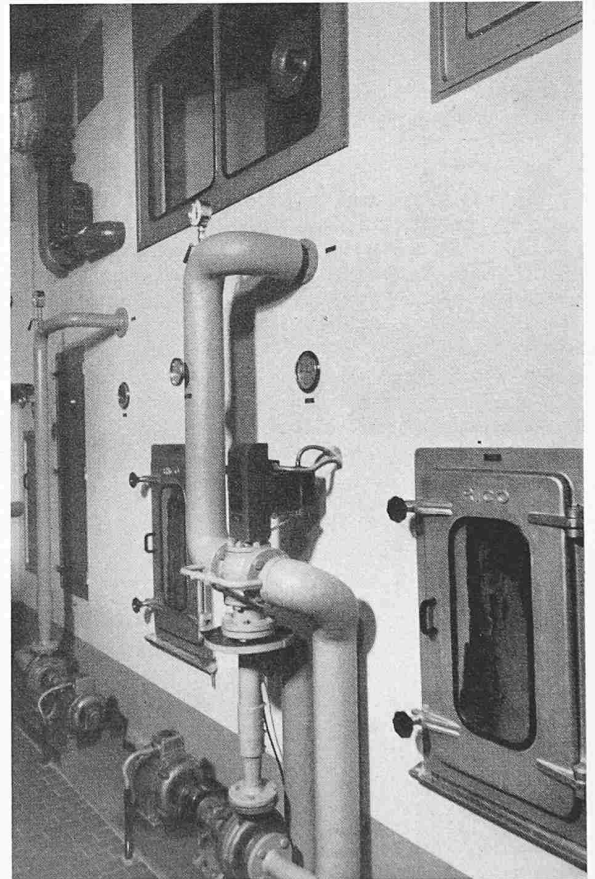


Bild 7. Frontansicht der Klimazentrale; unten zweistufiger Luftwascher, oben Zuluftgebläse mit Nachmischung



Bild 8. Teilansicht des Karten-druckraumes mit Zuluftkanälen an der Glasdecke und flachstreuenden Anemostaten zur Zuluftverteilung

Projekt und Ausführung der Klimaanlage:
Ing. H. Rickenbach, St. Gallen

Die allgemein bekannte Schwierigkeit, die Leistung einer Kältemaschine progressiv zu regulieren, d. h. die produzierte Kälteleistung stufenweise an den stets wechselnden Kühlbedarf einer Klimaanlage anzupassen, konnte im vorliegenden Falle durch den Einbezug des Umwälzwasserstromkreises des Luftwäschers als ausgleichender Zwischenkälte-träger einwandfrei gelöst werden. Die besonderen Konstruktionsmerkmale dieser Lösung rechtfertigen den Hinweis auf einige technische Einzelheiten:

Die beiden Kältemaschinen 21 und 22 arbeiten mit Freon F 12; sie sind auf einem gemeinsamen Chassis zu einer gedrängt gebauten, formschönen Einheit vereinigt, die wenig Platz beansprucht. Bei den Kältekompressoren handelt es sich um Vierzylindermaschinen in V-Anordnung mit Antrieb durch Zentrifugalanlassermotoren und Kraftübertragung durch Keilriemen. Das Kaltwasser wird in einem horizontalen Rohrbündel-Verdampfer 25 gekühlt, der mit Ueberflutung durch das Kältemittel arbeitet und dessen Rohre vom zu kühlenden Wasser durchströmt werden. Das Kältemittel füllt den Mantelraum zu etwa 70 % aus. Zur Verbesserung des Wärmedurchgangs sind in die wasserführenden Kupferrohre feine Rippen eingewalzt. Der Kühler ist so berechnet, dass das Kältemittel bei einer konstanten Temperatur von etwa $+3^{\circ}\text{C}$ verdampft. Ueber einem Wärmeaustauscher 26 und einem Saugdruckregler 35 werden die Freondämpfe von den beiden Kältekompressoren angesaugt und über den Oelabscheider 23 in den wassergekühlten Kondensator 24 gefördert, der ebenfalls als Rohrbündelapparat gebaut ist. Die sich im untern Teil des Kondensatormantels ansammelnde Freonflüssigkeit gelangt über den bereits genannten Wärmeaustauscher und zwei parallel geschaltete thermostatische Einspritzventile 28 in den Verdampfer zurück. Die Fühler der thermostatischen Einspritzventile sind am Verdampfer so angebracht, dass die Ueberflutung automatisch auf konstantes Niveau geregelt wird. Das Oel, das von der Kältemaschine mit den Druckgasen mitgeführt wird, scheidet sich im Oelabscheider 23 aus und gelangt über ein Schwimmerventil wieder in die Kurbelgehäuse der Kompressoren zurück. Für die Regulierung des Kühlwasserzufflusses zum Kondensator ist das Ventil 29 vorgesehen, das durch den Verflüssigungsdruck gesteuert wird. Im Normalbetrieb führt dieses Ventil gerade so viel Wasser zu, dass der eingestellte Verflüssigungsdruck angenähert konstant bleibt. Sinkt bei abgestellter Kältemaschine der Kondensatordruck, so unterbricht das Ventil 29 die Kühlwasserzufuhr vollständig.

Die Regulierung der Kälteanlage hat die Aufgabe, die Austrittstemperatur des Wassers aus dem Kühler auf einem Sollwert von $+8^{\circ}\text{C}$ zu halten. Als primäre Regulierung für

die Spritzkammer II dient das Dreiweg-Mischventil 48; dessen Regeltätigkeit wirkt sich auf die Kühlanlage so aus, dass mehr oder weniger Wasser durch den Verdampfer 25 fliesst. Die damit verbundenen Schwankungen im Kälteleistungsbedarf werden mittels einer Sekundärregulierung der Kältemaschinengruppe ausgeglichen, wozu als Regelgrösse, wie bereits erwähnt, die Kaltwassertemperatur verwendet wird. Der Fühler-Rheo-Thermostat 30 steuert über das Differentialrelais 31 den Stufenschalter 32, der die Schaltschützen 33 und 34 der vorgesehenen Kältemaschinenstufen betätigt.

Sinkt die Kaltwassertemperatur, so vermindert sich stufenweise die Kälteleistung. In der Nullstellung schliessen die Magnetventile 27, damit im Stillstand kein Freon in den Verdampfer nachströmen kann. Wird aus irgendeinem Grund der Steuerstrom unterbrochen und wieder eingeschaltet, so sorgt ein Rückstellrelais am Stufenschalter 32 dafür, dass die Anlage immer mit der kleinsten Leistungsstufe anläuft.

Bei Wasserdurchlaufkühlern sind besondere Sicherheitsmassnahmen gegen ein Einfrieren notwendig. Die Verdampfungstemperatur darf den Gefrierpunkt nicht unterschreiten. Bei der vorliegenden Anlage bietet schon die Kälteleistungsreduktion bei sinkender Wassertemperatur eine gewisse Sicherheit gegen Einfrieren. Weiter ist dafür gesorgt, dass die Anlage erst anlaufen kann, wenn das Dreiweg-Mischventil 48 offen und die Luftwäscherpumpe 47 im Betrieb stehen. Auch fliesst bei geschlossenem Mischventil 48 immer eine kleine Wassermenge durch den Verdampfer, damit am Fühler des Steuerthermostaten das Wasser nicht ruht.

Ausser diesen normalen Sicherheitsvorkehrungen ist in die Saugleitung ein Saugdruckregler 35 eingebaut, der durch den Verdampfungsdruck gesteuert wird. Sinken dieser Druck und die entsprechende Verdampfungstemperatur gegen den Gefrierpunkt, so drosselt dieses Ventil die Saugleitung ab und wirkt damit der Störung entgegen. Zusätzlich ist noch ein Sicherheitspressostat 36 vorhanden, der die Anlage bei Unterschreiten der kritischen Verdampfungstemperatur abschaltet. Wie üblich ist auch ein Hochdruck-Sicherheitspressostat 37 vorgesehen, der die Anlage gegen Ueberdruck sichert, beispielsweise bei Kühlwassermangel.

Um eine gute Ueberwachung der Kühlanlage zu ermöglichen, ist diese mit allen notwendigen Temperatur- und Druckmessinstrumenten ausgerüstet.

Betriebserfahrungen

Die Brauchbarkeit einer Klimaanlage zeigt sich nicht am Tage der Uebergabe des fertigerstellten Werkes. Es ist mindestens ein Jahreszyklus erforderlich, um feststellen zu

können, ob die Anlage gegen die Einwirkungen des wechselnden Aussenklimas unempfindlich ist, ob sie die internen Schwankungen in Bezug auf Kühllast elastisch und ohne wesentliche Sollwertabweichungen kompensiert, ob die wechselnden Einblasetemperaturen der Zuluft von Sommerminima bis zu Wintermaxima keine Zugserscheinungen hervorrufen und ob schlussendlich im komplizierten Zusammenspiel der Elemente Wasser, Wärme, Kälte, Elektrizität, gelenkt und gesteuert durch elektronische Befehle, übertragen an mechanische Präzisionsregelwerke, keine schwachen Stellen sind, welche die Betriebssicherheit gefährden. Eine kleine Störung an irgendeinem Punkte des Gesamtsystems zieht erfahrungsgemäss sofort, wenn nicht den Stillstand der Anlage, so doch eine unzulässige Temperatur- oder Feuchtigkeitsschwankung nach sich, die auf den Druckvorgang störend und damit auf die Produktion hemmend wirkt.

Die Klimaanlage der Landestopographie erfüllt seit 1½ Jahren in ununterbrochenem Tag- und Nachtbetrieb die zu erfüllenden Bedingungen bei Aussenlufttemperaturen von -15° bis 30° C ohne nennenswerte Abweichungen. Störungen, die sich nach dreimonatigem Betrieb zeigten, waren eindeutig eine Folge von Kalkansätzen in allen den Teilen, die mit dem Umwälzwasser des Luftwaschers in Berührung kamen. Der zur Verhütung solcher Erscheinungen eingebaute

Phosphat-Impfapparat hat die an ihn gestellten Anforderungen nicht erfüllt. Die Entkalkung des Wassers wurde in der Folge einem altbekannten Basen-Austausch-Enthärter anvertraut, der sich vollauf bewährte, indem keine Störung durch Kalkansatz mehr auftrat. Eine verstopfte Schwimmerdüse des Oelrückführgefässes führte zu Oelmangel der Kältekompressoren: eine kleine Ursache mit grosser Wirkung, die eine Auswechslung der betreffenden Maschine erforderlich machte.

Sieht man von diesen Betriebsunfällen unbedeutender Art ab, so darf die viel wesentlichere Frage, ob die Anlage den an sie gestellten Anforderungen grundsätzlich nachzukommen vermag, ob sie in prinzipieller Hinsicht richtig disponiert und in Bezug auf die angestrebte Leistung ausreichend bemessen ist, positiv beantwortet werden. Temperatur und Feuchtigkeitskurven verlaufen, wie die Diagramme auf den Bildern 4 und 5 zeigen, praktisch geradlinig und übertreffen die zu leistenden Garantie-Verpflichtungen. Die elektronische Regulierung zeichnet sich durch unübertroffene Präzision und Zuverlässigkeit aus. Die anfänglichen Befürchtungen über raschen Verschleiss von Verstärkerlampen erwiesen sich als unbegründet.

Adresse des Verfassers: H. Rickenbach, Ing., Lindenstrasse 77, St. Gallen.

RILEM-Symposium 1956 in Kopenhagen über Betonieren im Winter

DK 693.557.3

Vom 12. bis 18. Februar 1956 fand in Kopenhagen ein von der «Réunion internationale des laboratoires d'essais des matériaux» (RILEM) organisiertes Symposium über «Betonieren im Winter» statt. 300 Wissenschaftler, Techniker und Wirtschaftsexperten aus 20 Ländern diskutierten Massnahmen und Methoden, durch welche die Betoniertätigkeit in vermehrtem Masse auf die Wintermonate ausgedehnt werden könnte. In vielen Ländern bietet es ausserordentlich grosse Schwierigkeiten, im Frühling die zu Beginn des Winters entlassenen und von der Industrie absorbierten Arbeiter den Baustellen wieder zuzuführen. Andere Staaten können es sich aus wirtschaftlichen und zeitlichen Gründen nicht leisten, auf die Bautätigkeit in den Wintermonaten ganz zu verzichten. Das an diesem Symposium zur Diskussion stehende Thema hatte also neben seinen wissenschaftlichen und technologischen Aspekten auch eine eminent wirtschaftliche und praktische Bedeutung, was sich allein schon dadurch äusserte, dass sich Referate theoretisch-wissenschaftlichen und praktischen Inhalts in bunter Folge ablösten.

Die Tagung wurde eingeleitet durch ein Referat des derzeitigen Präsidenten der RILEM, Prof. H. Rüschi, München. Grundlage der Diskussionen bildeten die Kongressberichte, in denen in 32 Beiträgen aus den verschiedensten Ländern neueste Forschungsergebnisse und Fragen der Bauplatzpraxis behandelt wurden. Eine erste Session war der Meteorologie und speziell der Vorhersage von Kälteeinbrüchen gewidmet. Kanadische, holländische und nordische Wissenschaftler gaben einen Ueberblick über neuere Methoden zur statistischen Erfassung klimatischer Bedingungen und über die Nachbildung des Klimas im Laboratorium.

Eine zweite und dritte Session beschäftigten sich mit der experimentellen Erforschung der Frostwirkung vor allem auf den jungen Beton. Verschiedene Referenten gaben dabei Versuchsergebnisse bekannt, die mit jungem Beton unter dem Einfluss tiefer Temperaturen, bei gleichzeitiger Variation von Zementgehalt, Zementtyp, Wasser-Zementfaktor, Luftporengehalt usw. erzielt wurden. Französische und nordische Technologen (Blondel, Lyse u. a.) vertraten dabei die Auffassung, dass dem jungen Beton Frosteinwirkungen lediglich in den ersten 24 Stunden gefährlich werden können, da das Kristallgefüge des Mörtels in dieser Periode dauernden Schaden erleiden würde. Sei diese «Inkubationszeit» überstanden, dann dürfe der frostbeständige Beton dem Frost ausgesetzt werden. Ist er nicht frostbeständig, dann ist er es auch in höherem Alter und trotz längerer Isolationszeit nicht. Schweizerische und österreichische Betontechniker äusserten sich in dieser Frage vorsichtiger.

Einen bedeutenden Raum nahmen in den Diskussionen, wie erwartet, die chemischen Frostschutzmittel (Kalzium-

chlorid u. a.) und die luftporenbildenden Agenzien ein. Besondere Erwähnung verdient dabei der Beitrag, den die Amerikaner zur Abklärung des Problems «Frostbeständigkeit und Frostbeständigkeit des Betons» geleistet haben. Dem in Kopenhagen anwesenden Amerikaner Powers (eine der hervorragendsten Persönlichkeiten der Tagung) war es im Laufe der letzten Zeit gelungen, in die Molekular- und Kapillarwelt des Zementmörtels einzudringen und Licht in die Vorgänge zu bringen, die sich im Beton beim Uebergang von Wasser in Eis abspielen. Seine Ausführungen über die Wirkung des Frostes im Innern und in unmittelbarer Umgebung der Luftbläschen wurden durch treffende Analogien mit den physikalischen Vorgängen in geschlossenen Behältern mit dichten oder durchlässigen Wänden veranschaulicht.

Der zweite Teil des Symposiums war praktischen Problemen gewidmet. Isolationsfragen, Ausschallfristen, die Beeinflussung des Temperaturverlaufes durch Vorwärmen der Betonzuschlagsstoffe und des Anmachwassers, durch die Wahl des Zementtyps, durch elektrisches Heizen des eingebrachten Betons und manch andere Frage wurden ausgiebig diskutiert. Es war erstaunlich, welche Reichhaltigkeit an Problemen und Aspekten ein an und für sich eng gefasstes Thema wie «Frostschutz des Betons» zutage fördern konnte. Interessante Beiträge praktischer Natur lieferten u. a. die Finnen und Delegierten aus den skandinavischen Ländern, die in der Ausrüstung und Installation von Winterbaustellen grosse Erfahrung besitzen. Vielbeachtete Beiträge wurden auch von den anwesenden Schweizer Ingenieuren geleistet. Dr. A. Voellmy (EMPA), der in einer Session als «General Reporter» amtierte, gab in seinem Referat eine Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen und praktischen Richtlinien, die bei kalter Witterung die Herstellung eines frostbeständigen, hochwertigen Betons ermöglichen. Er wies auch auf die Bedeutung der Materialauswahl (Zement, Zusatzmittel, Zuschlagsstoffe) und der Granulometrie hin, die an diesem Kongress zweifellos zu summarisch behandelt wurde. Dipl. Ing. P. Haller (EMPA) referierte über Erfahrungen auf einer hochalpinen Baustelle und über Versuchsergebnisse betreffend die Temperaturleitfähigkeit von Beton; ferner sprachen Obering. A. Staub (Locher & Cie.) über Normenfragen, Dipl. Ing. F. Scheidegger (Kaspar Winkler & Co.) über Wirkung und Chemismus von Betonzusatzmitteln und der Berichterstatter über den Stand der Betontechnik auf schweizerischen Staumauerbaustellen im Zusammenhang mit dem Frostproblem. Die Diskussion wurde auch von polnischen, tschechischen und chinesischen Delegierten ausgiebig benützt.

Eine besondere Note erhielt der Kongress durch die Anwesenheit einer stattlichen russischen Delegation, die im Zeichen der «Koexistenz» und des «Esprit de Genève» den Kon-