

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 127/128 (1946)
Heft: 22

Artikel: Die Zentralwäscherei in Regensdorf
Autor: Egli, Max
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83849>

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: 17.03.2025

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

Die Zentralwäscherei in Regensdorf

(Fortsetzung von Seite 260)

Die technischen Einrichtungen

Von Dipl. Ing. MAX EGLI, kant. Heizinspektor, Zürich

I. Grundlagen

Nachdem für die Wärmeversorgung des neuen Kantospitals Zürich eine Anordnung gefunden werden konnte, bei der durch Verwendung von Wärmepumpen und Elektrokessel mehr als 70 % des Gesamtwärmebedarfes mit elektrischer Energie gedeckt werden kann, war es gegeben, für die vom Kantonspital örtlich getrennt gelegene und hauptsächlich die Reinigung der Spitalwäsche besorgende Wäscherei eine Lösung zu suchen, die mindestens eine gleichwertige Sicherstellung der Wärmeversorgung aufweist. Dabei war zu berücksichtigen, dass Spitalwäschereien viel empfindlicher gegen Einschränkungen in der Wärmelieferung sind, als Raumheizanlagen, weil der Mangel an Raumheizwärme für Patienten durch Vermehren des Bettzeuges und für das Pflegepersonal durch Ergänzen der Bekleidung ausgeglichen werden kann, während eine für einen Spitalbetrieb hinreichende Wäschereinigung ohne die für die Auflösung der Schmutzstoffe notwendige Erwärmung des Waschwassers nicht möglich ist. Da aber die Perioden ungenügender Brennstoffversorgung in der Regel mit denen ungenügender Fett- und Gewebeversorgung zusammenfallen, kann die mangelnde Wärmelieferung weder durch Erhöhung des Waschmittelaufwandes, noch durch verstärkte mechanische Behandlung der Wäschestücke ausgeglichen werden.

Um die Wärmeerzeugung von der Brennstoffversorgung möglichst unabhängig zu machen, muss in vermehrtem Masse elektrische Energie verwendet werden. Diese kann jedoch von den Elektrizitätswerken nur in den Sommermonaten in dem hier erforderlichen Ausmasse und zu angemessenen Preisen geliefert werden, während der Wäschereibetrieb im Winter bei gleichem Wäshedurchsatz wegen grösserer Wärmeverluste mehr Wärme als im Sommer benötigt. Deshalb muss entweder während des Winters teure elektrische Energie verwendet oder der Brennstoffbetrieb aufgenommen werden.

Eine Zusatzheizung mit Brennstoff-Feuerung erschwert den Betrieb und gefährdet in Krisenzeiten seine uneingeschränkte Aufrechterhaltung; sie ist daher unerwünscht. Um auch im Winter voll elektrisch und dennoch wirtschaftlich waschen zu können, mussten neue Wege gesucht werden, die eine *bedeutende Verringerung des Wärmeaufwandes* ermöglichten. Noch aus einem andern Grunde war es angezeigt, den Energiebedarf unter einer bestimmten Höhe zu halten: Dem Kanton Zürich steht aus dem Kraftwerk Reckingen, durch dessen Aufstau die Energiegewinnung im Werk Eglisau beeinflusst wird, eine konstante elektrische Leistung von 240 kW zur Verfügung; diese eignet sich besonders gut für den Betrieb der Wäscherei in Regensdorf. Anfänglich schien es allerdings wenig wahrscheinlich, mit dieser geringen Leistung (Wärmewert rd. 200 000 kcal/h) einen vorläufigen Wäscheumsatz von 3300 kg pro Tag, geschweige denn den für später in Aussicht genommenen Umsatz von 5000 kg pro Tag bewältigen zu können, sahen doch die eingegangenen Vorprojekte hierfür einen Anschlusswert von 3,3 Mio kcal/h vor. Dass trotzdem eine Lösung gefunden wurde, die voll befriedigt, ist das Ergebnis ausgedehnter und sorgfältiger wärmetechnischer und wirtschaftlicher Untersuchungen auf dem im allgemeinen mehrheitlich mit empirischen Mitteln behandelten Gebiet der Installationstechnik und des Apparatebaues. Bei der Untersuchung dieser Möglichkeit hat sich gezeigt, dass der übliche, unverhältnismässig grosse Wärmeaufwand für den Wasch- und Trocknungsprozess mehr eine Folge überholungsbedürftiger Faustregeln als begründeter Bedürfnisse ist. In der Tat ist nicht einzusehen, warum die im Maschinenbau allgemein angewandten Hauptsätze der Wärmelehre nicht auch für den Wasch- und Trocknungsprozess gelten sollten. Bedenkt man, dass die schmutzige Wäsche und das Wasser in kaltem Zustand in die Wäscherei eingeführt werden und die gereinigte Wäsche die Wäscherei ebenso verlässt, dass ferner die Wäschereinigung aus physikalischen Vorgängen besteht und keine chemischen Umsetzungen mit nennenswerten Wärmetönungen vorkommen, so erkennt man, dass die eingeführte Wärme der Wärme gleich sein muss, die mit dem abfliessenden Schmutzwasser, mit der Abluft und durch Abstrahlung das Wäschereigebäude verlässt. Dabei sind die im Schmutzwasser und in der Abluft enthaltenen Wärmemengen weitgehend rückgewinnbar. Die Studien wurden von Prof. Dr. G. Eichelberg, E. T. H., Zürich, und seinem Mitarbeiter, Dipl. Ing. M. Berchtold gemeinschaftlich mit den zuständigen Organen des Hochbauamtes des Kantons Zürich durchgeführt, die, in Ermangelung

hinreichender Angaben in der Fachliteratur, schon 1941 mit ihren Vorstudien begannen und anschliessend eingehende Messungen in den bestehenden Wäschereien verschiedener kantonal-zürcherischer Anstaltsbetriebe durchführten.

II. Die Arbeitsvorgänge

Der Waschprozess besteht im Auflösen der verschiedenen Schmutzstoffe mit Wasser und Laugen, sowie im Trennen dieser Lösungen und der festen Schmutzstoffe von der Wäsche. Da die Löslichkeit der Schmutzstoffe ausser von der Natur der Lösungsmittel weitgehend von der Temperatur des Wassers abhängt, ist es angezeigt, während der Abwicklung des Lösungsvorganges alle Temperaturstufen zu durchschreiten, was durch aufeinanderfolgendes Einfüllen der Lauge bei verschiedenen Temperaturen und anschliessendes Aufheizen von Wäsche und Lauge geschieht. Da überdies bei zu grosser Abweichung von der optimalen Lösungstemperatur ein teilweises Ausfällen der Schmutzstoffe stattfinden kann, ist auch das Abführen der gebildeten Lösungen bei diesen Temperaturen angezeigt, was wiederum durch aufeinanderfolgendes Einfüllen verschieden temperierten Spülwassers bewerkstelligt wird. Die Bewegung der Wäsche in der Trommel hat dabei einerseits den Zweck, eine bessere Durchspülung der Wäsche mit Lauge zu bewirken und andererseits die festen Schmutzstoffe durch Brechen zu zerkleinern oder vom Gewebe abzutrennen. Die Untersuchungen haben nun ergeben, dass der Wärmeaufwand für einen Waschprozess im Mittel 1250 kcal/kg Trockenwäsche beträgt, wovon 900 kcal/kg oder 72 % auf die Erzeugung von Warmwasser und rd. 350 kcal/kg auf das Aufheizen des Trommelinhaltes fällt. Dabei beträgt der Wärmeverlust einer Waschmaschine nur 3 bis 5 %. Wenn es deshalb gelingt, die Wärme des Schmutzwassers an das Frischwasser zu übertragen, so sind bereits nahezu 70 % des Wärmeaufwandes des Waschprozesses zurückgewonnen.

Ähnlich verhält es sich mit dem Trocknungsvorgang. Als erste Trocknungsoperation folgt dem Waschprozess das Ausschwingen in der Zentrifuge, wodurch der Wasserinhalt bei richtiger Bedienung auf rd. 35 % des Trockengewichts herabgesetzt wird. Dass dieser Trocknungsgrad tatsächlich erreicht werde, ist für die Wirtschaftlichkeit sehr wichtig, weil die spätere Fertigtrocknung durch Wärme ein Vielfaches an Energie pro kg Wasserentzug erfordert. Die übliche Bauart der Zentrifuge ermöglicht keine Rückgewinnung der aufgewendeten mechanischen Arbeit, die im Verhältnis zur Gesamtleistung ohnehin nur gering ist. Das nach dem Ausschwingen in der Wäsche noch zurückbleibende Wasser muss durch Verdampfen oder Verdunsten, also durch Erwärmen oder Durchlüften mit trockener Luft entfernt werden. Gewöhnlich werden beim Trocknungsvorgang beide Prozesse miteinander verbunden und hauptsächlich folgende Verfahren angewendet: Trocknen im Freien, Trocknen beliebiger Wäschestücke im Kulissenapparat, Trocknen einfach geformter, meistens grösserer und in geglätteten Zustand zu bringender Wäschestücke durch Mangeln, Trocknen kompliziert geformter, gleichfalls in geglätteten Zustand zu bringender Wäschestücke durch Pressen, und Trocknen verschiedenartiger Wäschestücke, die keinen Anspruch auf Glätte erheben, durch Trockenschtütler.

Der Kulissentrockner besteht aus einer Trockenkammer mit ein- und ausfahrbaren Gestellen, die mit der zu trocknenden Wäsche behangen werden. Durch diese Wäschegestelle wird erhitzte Luft geblasen, die den Wasserdampf der Wäsche aufnimmt. Wenn die Trocknungszeit mit der Waschzeit in Einklang gebracht werden soll, ist für die Wasseraufnahme entweder eine verhältnismässig grosse Luftmenge von hoher Temperatur notwendig oder die Trockenkammer muss sehr geräumig sein. Im ersten Fall nimmt die Wäsche beim Trocknen auf die Dauer Schaden, im zweiten werden die Einrichtungen unverhältnismässig teuer. Aus diesen Gründen kamen Kulissentrockner für die Zentralwäscherei Regensdorf nicht in Frage.

Die Mänge besteht bekanntlich aus einem filzüberspannten, gelochten Hohlzylinder, der sich in einer halbkreisförmigen, heizbaren Mulde dreht, wodurch der Filz dauernd warm bleibt. Die zu trocknende Wäsche wird mit dem Filz der Trommel über die Mulde gezogen, dabei erwärmt und das in der Wäsche enthaltene Wasser teils vom Filz in flüssiger Form aufgesaugt, teils unmittelbar verdampft. Durch die von der Mulde nicht überdeckte Hälfte der Trommel wird Luft aus der Umgebung angesaugt, die den Filz wieder trocknet. Die Wäsche ist somit bei richtiger Beheizung der Mulde und angemessener Drehgeschwindigkeit der Trommel nach einmaligem Ueberstreichen der Mulde trocken und glatt. Dabei werden mit der Abluft von den 390 kcal pro kg Trockenwäsche 290 kcal als Wasserdampf

und 100 kcal als erwärmte Luft abgeführt. Wenn es gelingt, die Wärme der wassergesättigten Luft in einem Gegenstromapparat an die Frischluft zu übertragen, so können auch hier 60 bis 70% der aufgewendeten Wärme zurückgewonnen werden.

Bei der Wäschepresse handelt es sich um derart komplizierte Formen der Trocknungsflächen, dass sich eine Wärmerückgewinnung wohl kaum lohnen dürfte.

Im Trockenschüttler wird die Wäsche in einer aus Drahtgeflecht oder gelochtem Blech bestehenden Trommel, die sich wie bei der Waschmaschine mit abwechslungsweise änderndem Umlaufsinn dreht, fortwährend umgeschüttelt, wobei durch die Trommel geblasene Heissluft das in der Wäsche noch vorhandene Wasser aufnimmt. Die Temperatur der Luft am Austritt aus dem Trockenschüttler ist höher als bei der Menge; der Wärmeaufwand dieser Trocknungsart ist entsprechend grösser und eine Wärmerückgewinnung demnach mindestens ebenso interessant.

Neben den beschriebenen Einrichtungen für das Reinigen und Trocknen der Wäsche wird üblicherweise noch Wärme zum Entnebeln der Arbeitsräume und zum Heizen des Gebäudes im Winter gebraucht. Bedenkt man aber, dass bei einer wärmetechnisch richtig durchgebildeten Wäscherei von der gesamten eingeführten Energie nur ein kleiner Teil in Form von unvollständig rückgekühltem Schmutzwasser und von warmer, feuchter Abluft verloren geht, und der grössere Teil somit als Heizwärme verfügbar ist, so wird verständlich, dass man auf eine eigentliche Raumheizung verzichten kann und nur für die richtige Wärmeverteilung sorgen muss. Aehnlich verhält es sich mit der Belüftung des Wäschereiraumes: Die Waschmaschinen sind geschlossene Behälter und geben fast keinen Wasserdampf ab; die Zentrifugen gar keinen. Die Trocknungsmaschinen sind ausnahmslos mit Ventilatoren für Luftabsaugung ausgerüstet; der beim Trocknen anfallende Wasserdampf wird durch besondere Kanäle ins Freie gefördert. Die nachströmende Frischluft ist relativ trocken, besonders im Winter; sie bewirkt eine Entfeuchtung des Wäschereigebäudes. Weitere wasserdampfgebende Einrichtungen sind aber keine vorhanden. Aus diesen Erwägungen ist von der Erstellung einer Raumheiz- und Entnebelungsanlage Umgang genommen worden, wodurch auch ein entsprechender zusätzlicher Energieaufwand vermieden werden konnte.

Die vorstehende Betrachtung der Arbeitsprozesse liess bereits erkennen, dass sehr beträchtliche Wärmemengen z. T. aus dem Abwasser und der Abluft zurückgewonnen, z. T. sonstwie eingespart werden können. Es stellt sich nun aber noch ein zweites Problem: Der Wärmebedarf erfolgt stossweise und zur

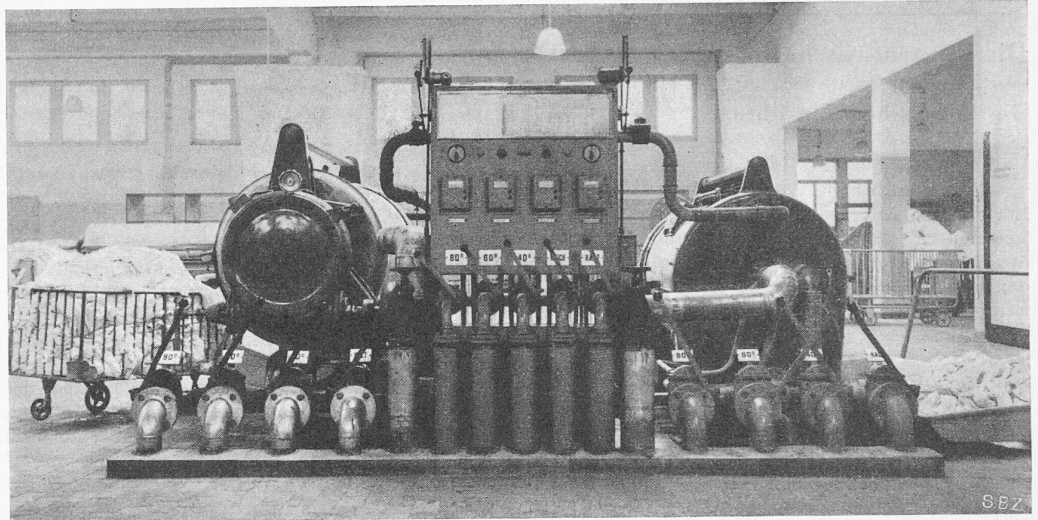


Bild 9. Verteil- und Sammelbatterie eines Waschmaschinenpaares

Hauptsache nur während der Arbeitszeit. Die ausnützbaren Abwärmen stehen ebenfalls stossweise und nur zu gewissen Stunden zur Verfügung. Andererseits sollte der Energiebezug aus dem Netz möglichst gleichmässig, gelegentlich sogar unter Einhalten gewisser Sperrzeiten zum Ausgleich hoher Netzbelastungen erfolgen. Es besteht also wie bei den meisten elektrischen Betrieben das Bedürfnis nach einem Ausgleich zwischen der innerhalb 24 Stunden mit konstanter Leistung zugeführten Energie und der Abgabe an die Verbraucher. Da die Abgabe zur Hauptsache in Form von Wärme erfolgt, eignen sich zum Ausgleich Hochdruck-Dampfspeicher besonders gut.

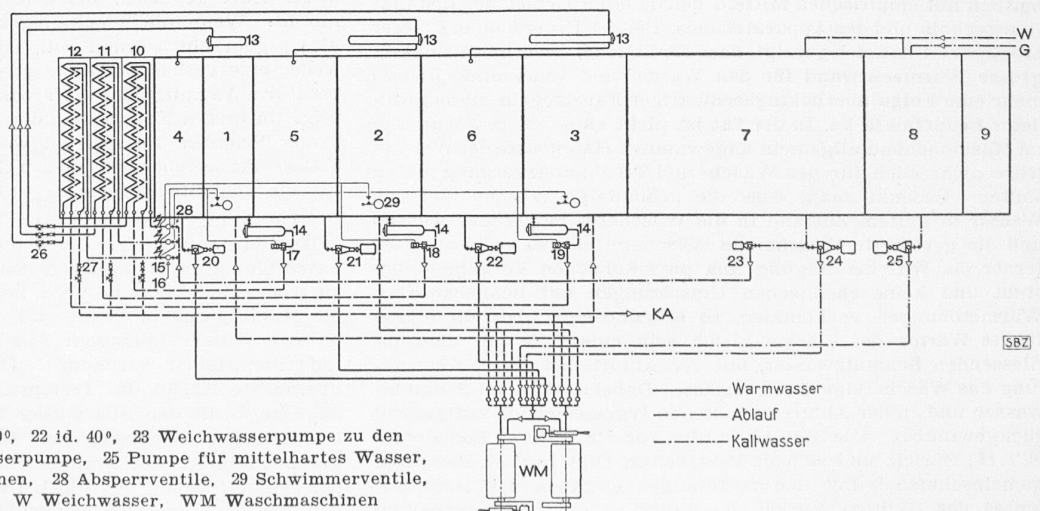
III. Die Waschmaschinen

Die Maschinen, die aus den aufzuhebenden Wäschereien übernommen wurden, arbeiten alle mit Dampf. Sie wurden soweit überholt, als es für die noch in Aussicht stehende Benutzungsdauer gerechtfertigt erschien. Sie sind paarweise angeordnet, weil für die Bedienung von zwei Maschinen eine Arbeitskraft genügt und überdies hierdurch Rohrleitungen und Abschlussorgane eingespart werden konnten.

Als erste Operation erfolgt ein zweimaliges Vorspülen mit kaltem Wasser und anschliessendem Entleeren in die Kanalisation. Darauf wird die Waschmaschine erneut mit Kaltwasser gefüllt, die erste Lauge angesetzt, der Trommelinhalt gleichmässig auf 40° C erwärmt und nachher das entstandene Schmutzwasser in den entsprechenden Behälter abgelassen. Anschliessend wird Wasser von 40 bis 45° C eingefüllt, eine zweite Lauge angesetzt, diese auf 80 bis 90° C erwärmt und die entstandene Lösung in einen zweiten Behälter abgelassen. Nun folgen einander zwei Spülungen mit Wasser von 80 bis 90° C und anschliessend je eine solche von 55 bis 60° C und von 40 bis 45° C. Abschliessend wird noch zweimal mit kaltem Wasser gespült. Der vollständige Waschprozess dauert 75 min und ergibt pro kg Trockenwäsche folgenden Wasserumsatz:

Bild 10. Schema der Wärmerückgewinnung.

1 Abwasserbehälter von 12 m³ für 80° C, 2 id. von 22 m³ für 60° C, 3 id. von 28 m³ für 40° C, 4 Frischwasserbehälter von 10 m³ für 80° C, 5 id. von 22 m³ für 60°, 6 id. von 28 m³ für 40° C, 7 Behälter für Weichwasser 0° fr, 8 Mittelhartwasser 12° fr, 9 Kalkhydrat enthaltendes Wasser, 10 Wärmeaustauschapparat 80°, 11 id. 60° C, 12 id. 40° C, 13 Kondensatkühler, 14 Filter, 15 Fernsteuerventil, 16 Wassermesser, 17 Abwasserpumpe 80°, 18 Abwasserpumpe 60°, 19 Abwasserpumpe 40°, 20 Frischwasserpumpe 80°, 21 id. 60°, 22 id. 40°, 23 Weichwasserpumpe zu den Wärmeaustauschern, 24 Weichwasserpumpe, 25 Pumpe für mittelhartes Wasser, 26 Dreiwegehahnen, 27 Kaliberhahnen, 28 Absperrventile, 29 Schwimmerventile, G Grundwasser, KA Kanalisation, W Weichwasser, WM Waschmaschinen



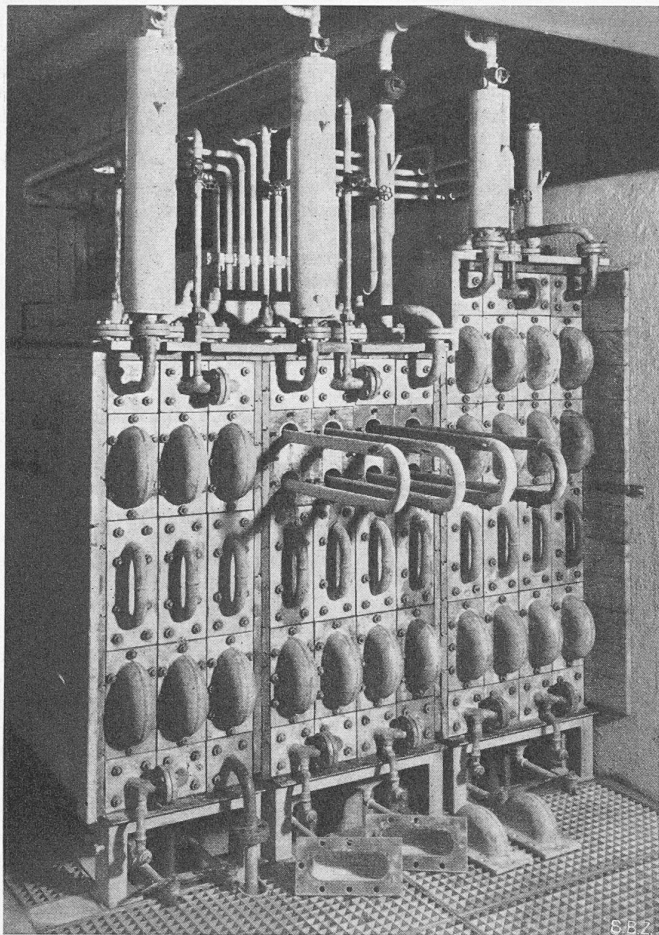


Bild 11. Gegenstromapparate mit abgenommener Stirnverschalung und vier teilweise herausgezogenen Innenrohrpaaren

Frischwasserbedarf	Abwasseranfall
1,5 l von 80 bis 90° C	3,5 l von 85 bis 90° C
6,0 l von 55 bis 60° C	6,0 l von 60 bis 65° C
7,5 l von 40 bis 45° C	7,5 l von 40 bis 45° C
27,0 l von ∞ 10° C	22,0 l von 10 bis 30° C
	2,0 l mit Wäsche

Abwasser mit einer Temperatur unter 30° C wird ohne Rückgewinnung der Wärme in die Kanalisation abgeführt. Bild 9 zeigt die Sammel- und Verteilbatterie für die Belieferung und Ableitung der verschiedenen Wasserarten eines Waschmaschinenpaares. Für jede Waschmaschine ist ein besonderer Abwasserverteiler vorhanden, während die Frischwasserbatterie für ein Waschmaschinenpaar gemeinsam angeordnet ist und die Zuleitungen zur einen oder andern Maschine durch je ein weiteres Abschlussorgan geregelt wird. Jede Entleerungsleitung weist einen eigenen Schieber mit verlängertem Bedienungshebel auf. Bei jeder Maschine wird die Wasserzufuhr bei Erreichen des erforderlichen Wasserstandes durch ein Schwimmerventil selbständig abgestellt. Eine elektrische Schaltuhr zeigt durch Lampensignal jeweils das Ende der verschiedenen Waschoperationen an. Die an den Waschmaschinen angebrachten Thermometer und Wasserstandanzeiger erlauben, Stand und Temperatur des Wassers in der Maschine zu überwachen und so das Entleeren des Schmutzwassers in unrichtige Behälter zu verhindern.

IV. Die Wärmerückgewinnung

Bild 10 stellt den Vorgang der Wärmerückgewinnung beim Waschprozess schematisch dar. In den verschiedenen Behältern 1 bis 9 wird das aufbereitete Frischwasser und das gesammelte Schmutzwasser gespeichert. Dabei stossen Behälter gleicher oder benachbarter Temperaturen aneinander. Aus den Behältern 4, 5, 6, 7 und 8 führen die während der Arbeitszeit kontinuierlich laufenden Zentrifugalpumpen 20, 21, 22, 24, 25 das warme, bzw. enthärtete Frischwasser den Waschmaschinen zu. Das Schmutzwasser fliesst aus den in der grossen Waschküche im Erdgeschoss untergebrachten Waschmaschinen WM unter eigenem Gefälle in die Sammelbehälter 1, 2, 3 der jeweiligen Temperaturstufe. Aus diesen Behältern wird es mit den Schmutzwasserpumpen 17, 18, 19 durch die Filter 14 nach den entsprechenden Gegenstromappara-

ten 10, 11, 12 gepumpt, gibt dort seine Wärme ab und fliesst in die Kanalisation. Kaltes und enthärtetes Frischwasser wird durch die Frischwasserpumpe 23 gleichfalls nach den Gegenstromapparaten gefördert und auf diese Weise Waschwasser von drei verschiedenen Temperaturen erzeugt. Dabei wird die Frischwassermenge für jede der drei Temperaturstufen gesondert gemessen und bei Erreichen des Höchststandes im betreffenden Frischwasserbehälter die Zufuhr mit dem durch Schwimmerschalter 29 gesteuerten Motorventil 15 unterbrochen und die zugehörige Frischwasserpumpe abgestellt. Jeder Frischwasserstrom wird in je einem weiteren Wärmeaustauschapparat 13 durch das Kondensat aus den Trocknungsapparaten nachgewärmt. Dieses Kondensat fliesst nachher ins Kondenswassergefäss. Aus dem 80° C-Abwasserbehälter führt ein Ueberlauf in den 60° C-Abwasserbehälter und von hier ein zweiter in den 40° C-Abwasserbehälter; der dritte Ueberlauf führt in die Kanalisation. Die Warmwasseraufbereitungsanlage weist, wie man sieht, keine Dampfzufuhr auf; alle Wärme wird den anfallenden Abwässern entnommen. Sie arbeitet vollständig automatisch; notwendig ist nur das regelmässige Reinigen der verhältnismässig grossflächigen Filter. Der Temperaturabfall zwischen Schmutzwasser am Eintritt und Frischwasser am Austritt wurde bei einer neulich durchgeführten Messung für das 40° C-Wasser mit 5° C, für das 60° C-Wasser mit 8,8° C und für das 80° C-Wasser mit 1,8° C ermittelt.

Aus Bild 11 ist die Bauweise der Gegenstromapparate ersichtlich, die sich für die verschiedenen Wassertemperaturen nur durch die Grösse der Austauschflächen unterscheiden. Sie bestehen aus zwei ineinandergeschobenen Rohren; die kleinen Querschnitte ergeben verhältnismässig hohe Wassergeschwindigkeiten und damit gute Wärmeübergänge. Die inneren Rohre sind U-förmig, so dass sie nach Lösen der auf der einen Seite angebrachten Verschraubungen auf die Gegenseite ausgezogen werden können. Durch Entfernen der Verschlussdeckel auf der Gewindeseite können die äusseren Rohre durchgespült und gebürstet werden. Das Frischwasser durchströmt das innere und das Schmutzwasser das äussere Rohr. Die zusammengefassten Rohrregister sind von einer Holzverschalung umgeben und mit Glaswolle isoliert. Die beschriebene Bauweise ist denkbar einfach und ergibt niedrige Baukosten. Ein defektes Rohr kann mühelos ersetzt und die Verzinkung jederzeit erneuert werden.

Sämtliche Wasserbehälter sind mit Wasserstandanzeiger und Thermometer ausgerüstet, wodurch die Ueberprüfung der Füllung und ihrer Temperatur jederzeit möglich ist. Der Inhalt ist unter Bild 10 angegeben; er genügt für einen Tagesdurchsatz von 5000 kg Wäsche. Bild 10 zeigt auch getrennte Behälter für weiches und hartes Wasser. Enthärtetes Wasser schont die Wäsche und ermöglicht an Seife zu sparen, besonders in Regensdorf, wo das Wasser bis zu 37° französische Härte aufweist.

V. Die Enthärtungsanlage

Auf Grund von Vorschlägen der Beratungsstelle für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung an der E. T. H. wurde für die Zentralwäscherei Regensdorf eine Kombination des Ausfäll- und des Austauschverfahrens angewendet. Die Ausfällverfahren ergeben verhältnismässig niedrige Erstellungskosten, jedoch nur eine teilweise Enthärtung, das Austauschverfahren erfordert teure Einrichtungen; die Enthärtung ist aber vollständig. Beim gewählten gemischten Verfahren wird das Rohwasser bis zu einem bestimmten Härtegrad durch Ausfällen, die restliche Enthärtung nach dem Austauschverfahren durchgeführt.

Das Rohwasser wird durch ein schwimmergesteuertes Ventil vorerst einem Verteiler 5 (Bild 12) zugeführt, sodass es für die nachfolgende Behandlung ein konstantes Gefälle aufweist. Von hier fliesst ein Teil in den Kalksättiger 1, in dem ihm durch eine Dosierungsvorrichtung fortlaufend hydraulischer Kalk zugesetzt und auf diese Weise Kalkmilch erzeugt wird. Die Mischung erfolgt im zentralen Trichter, in dem das Wasser zufolge seiner tangentialen Zuführung umgewirbelt wird. Das Kalkwasser fliesst anschliessend durch Blechkanäle in zwei Klärbehälter 2 und wird dort in je einem weiteren Trichter mit Rohwasser gemischt. Dadurch wird der Kalk des Rohwassers ausgefällt und als Kalziumkarbonat im untern Teil der beiden Behälter abgelagert. Das auf diese Weise enthärtete Wasser wird durch zwei längs der Klärbehälter angeordneten Ueberlaufwannen dem Sandfilter 3 zugeführt. Das Sandbett nimmt das in den Klärbehältern nicht abgelagerte Kalziumkarbonat auf, sodass aus ihm vollständig klares Wasser fliesst. Sein Kalkgehalt beträgt noch 7 bis 10° französischer Härte. Der Bodensatz in den Klärbehältern wird abgeschlemmt; das Sandbett des Sandfilters wird durch Einblasen von Druckluft aufgelockert, worauf das Gemisch von Wasser und Kalziumkarbonat abgelassen werden kann. Das aus der Ausfällanlage abfliessende Wasser sammelt sich in einem

Zwischenbehälter 9 (Bild 10). Von dort fördert eine Pumpe den Teil, der noch einer vollständigen Enthärtung unterzogen werden soll, in den Basenumtauschapparat. In diesem wird das Wasser mit seiner noch vorhandenen Härte (Gips-härte) durch eine auf Kohlenbasis aufgebaute Masse geleitet, die das Kalziumsulfat in Natriumsulfat umwandelt. Natriumsulfat verhält sich gegenüber Seife neutral, bleibt im Wasser gelöst und vermeidet so die Bildung von Kalkseife. Damit ist die Enthärtung des Waschwassers bis auf ungefähr 1° französischer Härte erreicht, also praktisch vollständig. Zum Regenerieren des Natriumsulfates wird Industriesalz beigemischt. Dadurch würde aber das enthärtete Wasser leicht alkalisch und die gereinigte Wäsche beim Trocknen bei verhältnismässig hoher Temperatur leicht gelblich. Um dies zu vermeiden, mischt man dem Industriesalz etwas stark verdünnte Salzsäure bei und neutralisiert so die Lauge. Das Industriesalz wird im Behälter 7 (Bild 12) in Wasser aufgelöst; die Lösung fliesst von dort unter eigenem Gefälle in das Druckgefäss 8, das die verdünnte Salzsäure enthält. Alsdann wird sie mit Druckluft in den Basenaustauschapparat gefördert. Die durch die beschriebene Anlage erzielte Ersparnis an Seife und Wäsche beträgt je etwa 15%; bei der in Frage stehenden Waschleistung sind die Erstellungskosten der Enthärtungsanlage in drei bis vier Jahren getilgt.

VI. Die Speicheranlage

Wie bereits erwähnt, arbeiten die verschiedenen Maschinen mit Dampf; und zwar die Waschmaschinen mit 2 atü und die Mangeln und Pressen mit 6 atü. Da die Dampfspeicherung um so billiger zu stehen kommt, je niedriger der kleinste Ladedruck ist, wurden zwei getrennte Dampfspeicher aufgestellt, die getrennte Dampfnetze beliefern (Bild 13). Die Elektrospeicher werden hauptsächlich über Nacht so geladen, dass sie bei Arbeitsbeginn am Morgen bis zum Speicherdom mit Wasser gefüllt sind und in ihnen der vorgeschriebene Höchstdruck herrscht. Bei Erreichen des Höchstdruckes unterbricht ein elektrischer Druckschalter über einen Schützen die Energiezufuhr; im übrigen wird die Schaltleistung von Hand eingestellt. Die Wärmeisolierung besteht aus Glaswolle von 10 cm Dicke und Hartmantelüberzug. Der Dampfdruck wird durch ein wassergesteuertes Reduzierventil 5 (Bild 13) auf den Betriebsdruck entspannt. Die zwei Sicherheitsventile 3 sind mit einer Abblasleitung ins Freie verbunden. Ventil 6 dient zur Entleerung, Ventil 4 zusammen mit Pumpe 7 zur Speisung. Am Wasserstand 8 kann die Füllung laufend beobachtet werden. Von der Verteilleitung strömt der Dampf den verschiedenen Verbrauchern zu, wobei 10 den Lufterhitzer für den grossen Trockenraum und 11 den für die Raumheizung der Nebenräume darstellt. Die Wärmezufuhr zu den beiden Lufterhitzern wird durch je einen Thermostaten mit entsprechendem Motorventil gesteuert. 15 bezeichnet die verschiedenen Entwässerungen, die ausnahmslos als Labyrinthtöpfe ausgebildet sind. Das Kondenswasser wird, wie bereits erwähnt, in

den Kondenswasserkühlern 12 gekühlt, damit es bei der Entspannung auf Atmosphärendruck nicht verdampft, und darauf in das Reservoir 17 geleitet. Dieses ist so gross, dass es den Anfall während der Arbeitszeit aufnehmen kann, die Speicher nur abends gespiesen werden müssen und so das kalte Kondensat sich nicht nachteilig auswirkt. Es ist als geschlossenes isoliertes Druckgefäss gebaut, sodass sich keine Dampfschwaden bilden können, und mit Sicherheitsventil 3 und Wasserstand 8 ausgerüstet. Die beiden Elektrospeicher sind so gross, dass sie eine gewisse Wochenspeicherung ermöglichen: Sie werden auf Montagmorgen auf den höchst möglichen und auf die folgenden Morgen jeweils auf einen etwas niedrigeren Druck aufgeladen, derart, dass sie auf Arbeitende am Samstag gerade vollständig entladen sind. Auf diese Weise kann der Bezugsausfall an Energie über das Wochenende auf ein Mindestmass beschränkt werden.

VII. Leitungsnetz

Neben den Leitungsnetzen für Kaltwasser, Warmwasser, Dampf- und Kondenswasser war auch noch ein Druckluftnetz für den Betrieb der Wäschepressen, für die pneumatische Temperatursteuerung der Wolltrocknungsanlage und für die Reinigung der Basenaustauschanlage der Wasserenthärtung notwendig. Es galt, alle diese verschiedenen Leitungsnetze nebeneinander so übersichtlich und zugänglich als möglich anzuordnen. Bild 14 zeigt die verschiedenen Netze in der ausgeführten Anordnung im Grundriss. Die Pumpen und die Schmutzwasserfilter sind, wie man sieht, in einem gemeinsamen Entleerungsgraben aufgestellt, in den auch alle Entleerungsleitungen münden. Die verschiedenen Wasserleitungen sind neben den Wasserbehältern verlegt, so dass für Leitungsänderung jederzeit die erforderlichen Gerüste aufgestellt werden können. Für die Anordnung der hauptsächlichsten Einrichtungen, namentlich für die Rohrleitungen, steht im Keller genügend Raum zur Verfügung.

VIII. Trocknungsanlage

Für die Trocknung der Wäsche wird zur Hauptsache die im Keller anfallende Warmluft verwendet. Diese Luft tritt von aussen durch eine Oeffnung mit durch Jalousien regelbarem Querschnitt, die neben den Fallschächten angeordnet ist, in den Kellerraum ein und erwärmt sich dort an den warmen Oberflächen der Speicher, der Warmwasserbehälter und der Leitungen. Die Dampfarmaturen sind nicht isoliert, wodurch sie leichter zugänglich sind, kostspielige Isolationen und ihre Reparaturen erspart und überdies die freien Oberflächen als nützliche Heizflächen verwertet werden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der für die Nachwärmung dieser Luft vorgesehene, dampfgeheizte Lufterhitzer normalerweise überhaupt nicht in Betrieb genommen werden muss. Dabei ist noch besonders darauf hinzuweisen, dass die zum Erwärmen der Trockenluft nötige Heizleistung von der Jahreszeit unabhängig gehalten werden kann. Im Winter

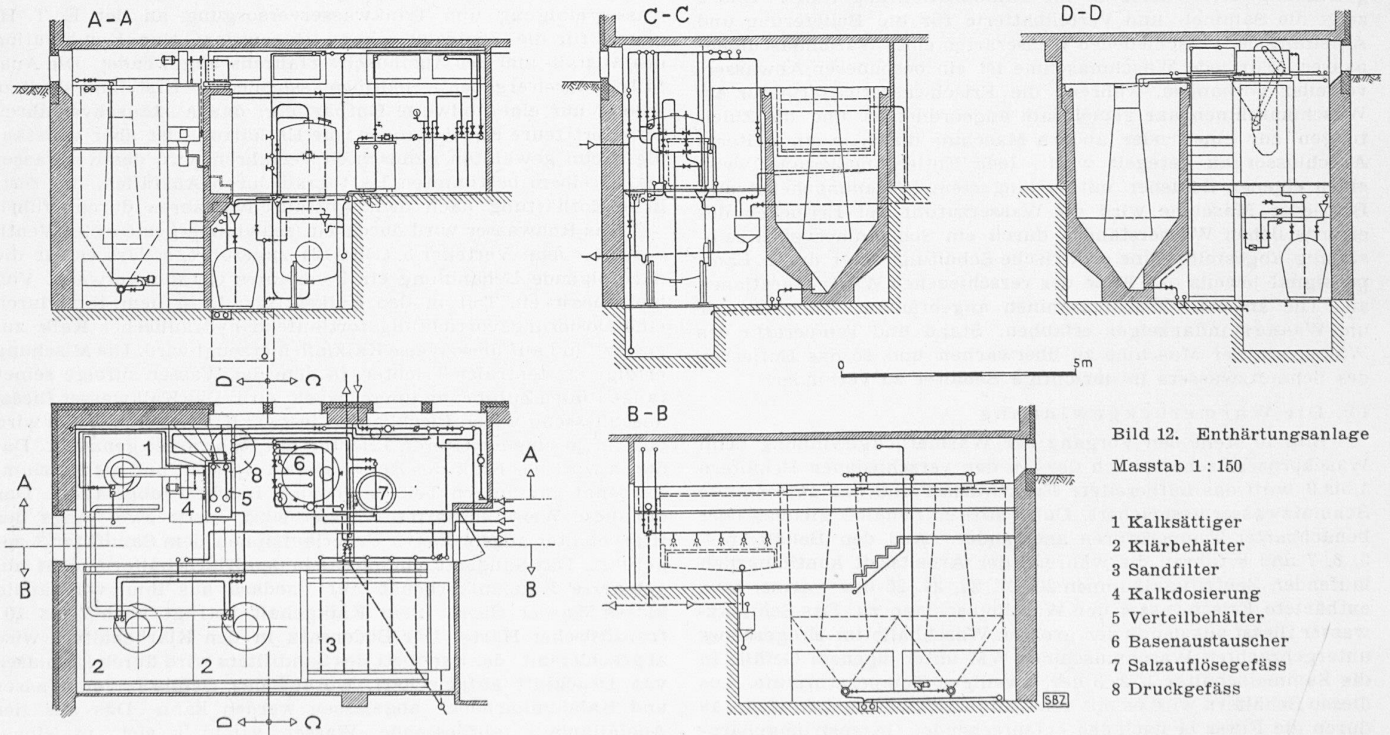


Bild 12. Enthärtungsanlage
Masstab 1 : 150

- 1 Kalksättiger
- 2 Klärbehälter
- 3 Sandfilter
- 4 Kalkdosierer
- 5 Verteilbehälter
- 6 Basenaustauscher
- 7 Salzauflösegefäss
- 8 Druckgefäss

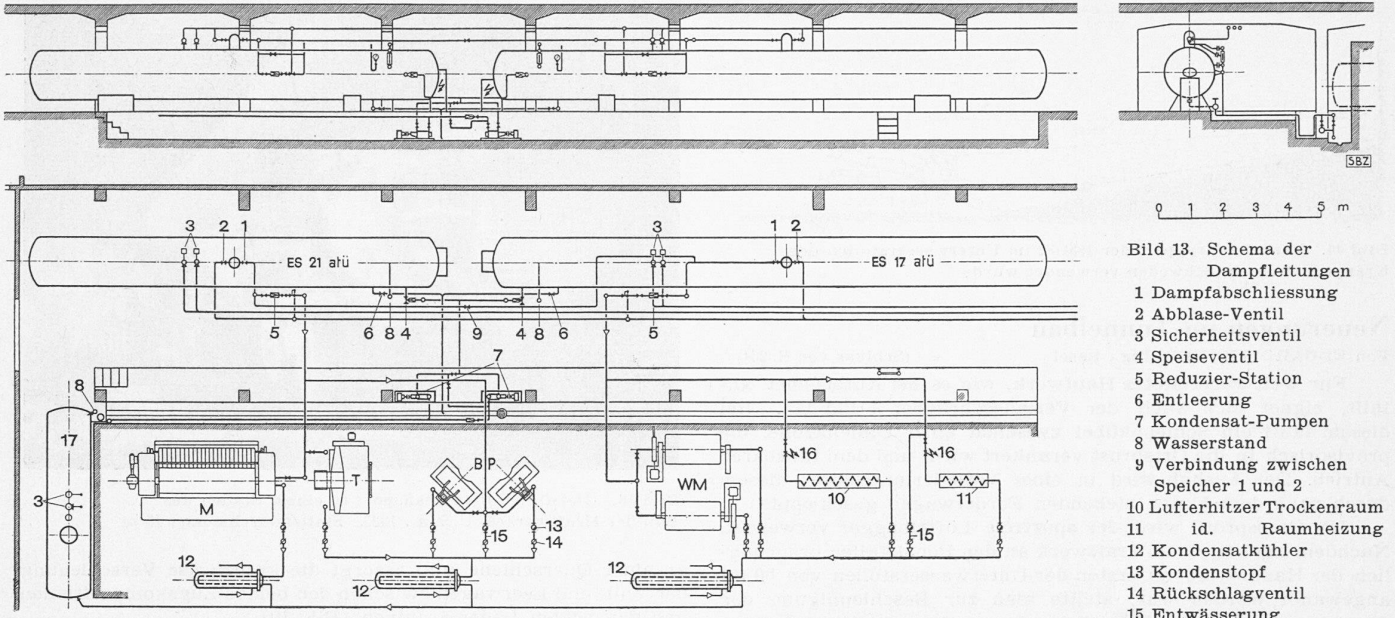


Bild 13. Schema der Dampfleitungen
 1 Dampfabriegelung
 2 Abblase-Ventil
 3 Sicherheitsventil
 4 Speiseventil
 5 Reduzier-Station
 6 Entleerung
 7 Kondensat-Pumpen
 8 Wasserstand
 9 Verbindung zwischen Speicher 1 und 2
 10 Lufterhitzer Trockenraum
 11 id. Raumheizung
 12 Kondensat-Kühler
 13 Kondensstopf
 14 Rückschlagventil
 15 Entwässerung

16 Fernsteuerventil, 17 Kondensatreservoir, BP Bügel-Pressen, ES Elektro-Speicher, M Mange, T Trockenschüttler, WM Waschmaschinen

ergeben sich dabei zwar niedrigere Trockenraumtemperaturen, aber auch entsprechend kleinere relative Feuchtigkeiten. Der Trockenvorgang erfordert dann wohl mehr Zeit als bei den höheren Temperaturen im Sommer, was hier wegen der auto-

matischen Steuerung belanglos ist, aber es wird der gleiche Trocknungsgrad der Wäsche erreicht. (Ueber die Berechnung des Trockenvorganges bei verschiedenen Aussentemperaturen siehe Anmerkung 1 am Schluss des Aufsatzes.) (Schluss folgt)

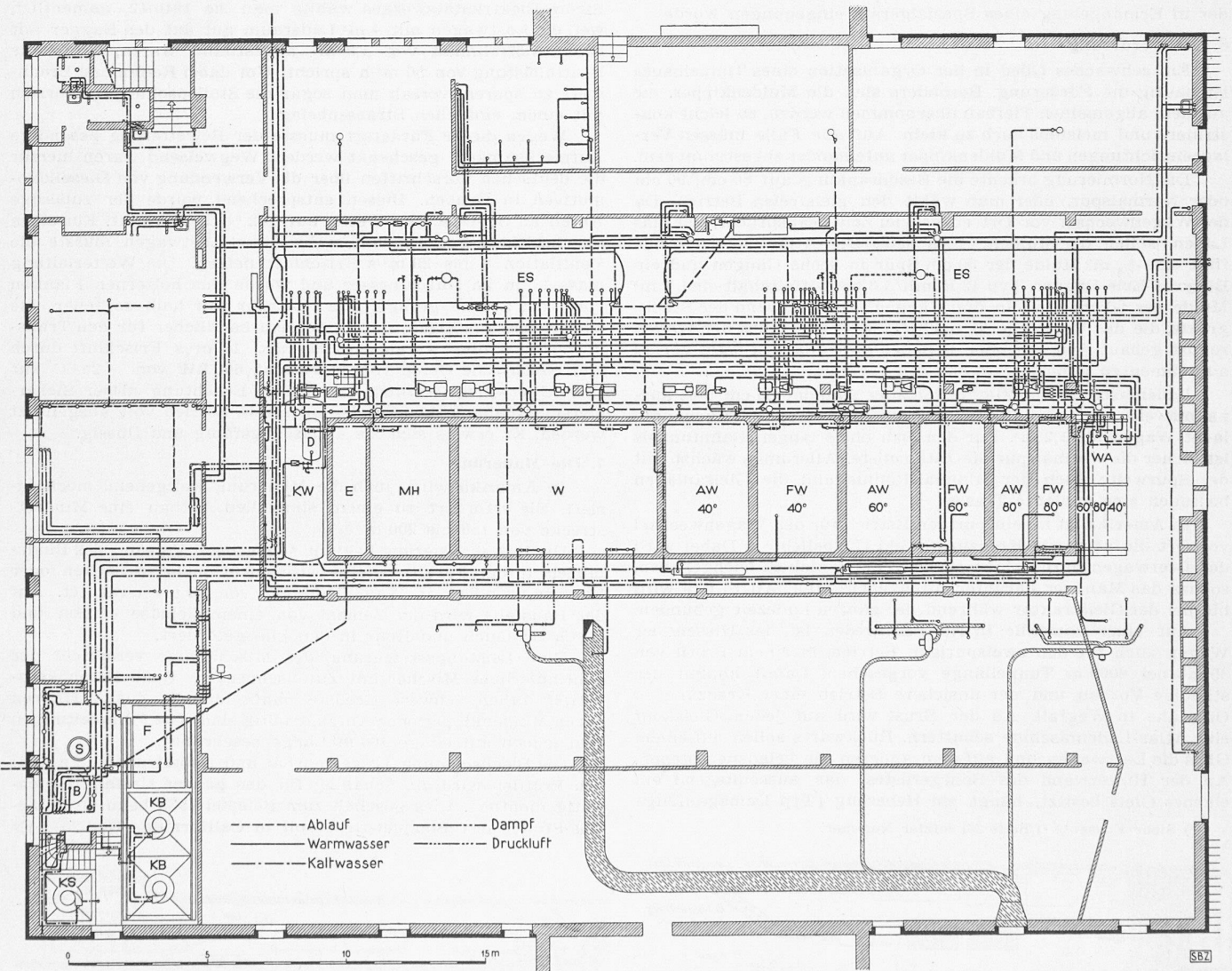


Bild 14. Leitungsschema. AW Abwasser, B Basenaustauscher, D Druckluftbehälter, E Enthärtetes Wasser, ES Elektro-Speicher, F Filter, FW Frischwasser, KB Klärbehälter, KW Kondenswasser, KS Kalksättiger, MH Mittelhartes Wasser, S Salzgefäss, W Weichwasser 0° fr. WA Wärmeaustauscher