STADT- UND GEBÄUDETECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR HEIZUNG, LÜFTUNG, WÄRME, SANITÄRTECHNIK, ISOLIERTECHNIK, ROHRLEITUNGSBAU

29. Jahrgang · August 1975

REDAKTION: Ursula Witte (Verantwortlicher Redakteur) · Gestaltung: Erich Blocksdorf

REDAKTIONSBEIRAT: Dipl.-Ing. G. Barleben; Dipl.-Ing. K. Bartel; Dipl.-Ing. H. Buschmann; Ing. H.-J. Canitz; Ing. B. Döring; Dipl.-Ing. H. Gruner; Ing. R. Hoffmann; Ing. R. Irmschler; Dr. E. Jeske; Ing. I. Jungnickel; Obering. W. Knobloch; Ing. M. Köhnke; Prof. Dr.-Ing. habil. G. Kraft; Ing. J. Münke; Dipl.-Ing. W. Pfeifer; Ofenbau-Mstr. H. Pringnitz; Ing. W. Reich; Dipl.-Ing. K. Tischendorf; Ing. H. Voigt; Ok. W. Zinke

Wasseraufbereitung für Heizungsanlagen[1])

Dr.-Ing. B. GLUCK,
VEB Kombinat Technische Gebäudeausrüstung – Institut

Qualitätsanforderungen

Ausgehend von TGL 190-255 werden an die Wärmeträger in Fernwärme-Versorgungsanlagen die in Tabelle 1 vermerkten Qualitätsanforderungen gestellt.[2])
Beim Einsatz der Gaskessel Typ DGK 1 G vom VEB Kesselbau Köthen werden die in Tabelle 2 enthaltenen Werte vom Hersteller gefordert.
Um einen maximalen Korrosionsschutz zu gewährleisten, ist es zweckmäßig, einen pH-Wert von $\geqq 10$ und zur Beseitigung des gelösten Sauerstoffs einen Hydrazingehalt von 1 bis 5 mg N_2H_4/l einzuhalten.

Aufbereitungsanlage

Je nach örtlicher Wasserqualität werden unterschiedliche Maßnahmen zur Wasseraufbereitung erforderlich. Im allgemeinen dürfte es ausreichend sein, eine Kleinstenthärtungsanlage und eine Dosieranlage zu installieren.

Enthärtungsanlage

Für die kontinuierliche Enthärtung bietet der VEB Reinwasser Dresden eine Reihe von Anlagen an, die aus einem mit Wofatit KPS gefüllten Ionenaustauscher, einem Salzlöser zur Regenerierung und der Verrohrung bestehen. Soll während der Regenerierung auch Weichwasser entnehmbar sein, so ist eine Anlage mit zwei Austauschern zu wählen. Eine derartige Lösung ist jedoch nur bei großen Umformerstationen zu empfehlen. Einen Überblick über die Größen der drei lieferbaren Anlagen zeigen die Bilder 1 bis 3.
Der Hauptvorteil der Ionenaustauscher liegt in der einfachen Betriebsweise, der Unempfindlichkeit gegenüber Härteschwankungen und darin, daß keine anderen Salze in das Wasser gelangen.
Der Druckverlust beträgt nach Herstellerangaben etwa 2 bis 5 m WS.
Die Wahl der Größe der Enthärtungsanlage richtet sich nach der notwendigen Füllzeit. Aus Sparsamkeitsgründen sollte bei den üblichen Anlagen nur ein Austauscher mit Salzlöser verwendet werden, wodurch Intervallbetrieb erforderlich wird.
Die Zahl der Regenerierungen ist zahlenmäßig gleich der dafür benötigten Stunden, da eine Regenerierung etwa eine Stunde dauert, zuzüglich der eigentlichen Füllzeit. Diese ist von der Durchsatzmenge abhängig, die wiederum von den vorhandenen Druckverhältnissen beeinflußt wird. Einen Überblick gibt Tabelle 3.
Nach eigenem Ermessen bzw. vorliegenden Forderungen sind die zulässigen Füllzeiten festzulegen. Um Investitionen einzusparen, sollten die Füllzeiten so groß wie möglich gewählt werden.
Grundsätzlich ist bei der Ausrüstung von Umformerstationen zu prüfen, ob nicht der Wärmeträger der Primärseite (aufbereitetes Kondensat oder Umlaufwasser) zur Füllung des Sekundärnetzes käuflich erworben werden kann. Die Enthärtungsanlage könnte dadurch eingespart und die des Wärmelieferers besser ausgelastet werden.

Dosieranlage

Mit Hilfe der Dosieranlage ist es möglich, durch Hydrazinzusatz (N_2H_4) den im Wasser gelösten Sauerstoff zu binden bzw. durch Zugabe von Natronlauge (NaOH) den pH-Wert zu erhöhen. Es sind Dosierapparate (Dosierschleusen) oder Dosierpumpen einsetzbar.

Tabelle 1

Benennung	Einheit	Warmwasser[4])	Heißwasser[4])
Härte	°dH	$\leqq 0{,}1$	$\leqq 0{,}1$
pH-Wert bei 20 °C	—	$\geqq 7$	$\geqq 7$
Sauerstoff O_2[1])	µg/l	$\leqq 50$	$\leqq 50$
$KMnO_4$-Verbrauch[2])	mg/l	$\leqq 40$	$\leqq 20$
Gesamt-Salzgehalt[3])	mg/l	—	$\leqq 500$
Aussehen[2])	—	farblos und klar, frei von kolloidalen Verunreinigungen und Produkten der Abnehmer	

[1]) Für die Erstfüllung ist nichtentgastes Wasser zulässig. Nach dem Aufheizen und Entlüften muß der Sauerstoffgehalt der Qualitätsforderung entsprechen.

[2]) Die Forderungen hinsichtlich $KMnO_4$-Verbrauch und Aussehen beziehen sich nicht auf Anlagen, in denen zum Korrosionsschutz Chemikalien dosiert werden.

[3]) Bei Heißwassererzeugern mit einer Wärmestromdichte $\geqq 0{,}2$ Gcal/m²h

[4]) Nach der Definition in TGL 190-255 umfaßt der Begriff „Warmwasser" einen Bereich bis 110 °C. Demgegenüber steht die Einteilung nach TGL 23 043, in der Warmwasser bis 130 °C definiert ist.

Tabelle 2

Benennung	Einheit	Kesselspeisewasser
Härte	°dH	$\leqq 1$
pH-Wert bei 20 °C	—	$\geqq 7$
Sauerstoff O_2	µg/l	$\leqq 1000$
Öl	mg/l	$\leqq 5$

[1]) Das Thema wurde vom Verfasser während seiner Tätigkeit im VE WBK „Wilhelm Pieck" Karl-Marx-Stadt bearbeitet. Die Veröffentlichung erfolgt mit Genehmigung des Betriebes Projektierung.

[2]) Die TGL 190-255 ist ein Fachbereichstandard der Energiewirtschaft.

Tabelle 3

Anlagengröße	Zahl der Regenerierungen n (auf ganze Zahlen aufrunden)	Gesamtzeit τ in h
1 273 mm Dmr.	$n = \frac{V \cdot H}{130} - 1$	$\tau = n + \frac{V}{0{,}27 \cdots 1{,}65}$
2 400 mm Dmr.	$n = \frac{V \cdot H}{400} - 1$	$\tau = n + \frac{V}{0{,}6 \cdots 3{,}6}$
3 600 mm Dmr.	$n = \frac{V \cdot H}{1200} - 1$	$\tau = n + \frac{V}{1{,}4 \cdots 8{,}25}$

Füllvolumen der Anlage: V in m³; Härte: H in °dH

Dosiermengen

Das stöchiometrische Verhältnis von Hydrazin zu Sauerstoff beträgt 1 : 1. Damit läßt sich die erforderliche Hydrazinmenge entsprechend der Gleichung

$$m_{N_2H_4} = (x + y) \cdot \frac{V}{K_{N_2H_4}}$$

errechnen.

Darin bedeuten:

m Masse der zu dosierenden Hydrazinlösung in g

x Sauerstoffgehalt des Anlagenwassers in mg/l

y gewünschter Hydrazinüberschuß im Anlagenwasser in mg/l

V Füllvolumen der Anlage in m³

K Konzentration (Massenteile) der zu dosierenden Hydrazinlösung

Bei einem Sauerstoffgehalt von beispielsweise 10 mg O_2/l, einem Anlagenfüllvolumen von 80 m³, einem gewünschten Hydrazinüberschuß von 5 mg/l sowie einer 25prozentigen Hydrazinlösung ergibt sich die Lösungsmenge zu

$$m_{N_2H_4} = \frac{(10 + 5) \cdot 80}{0{,}25} = 4800 \text{ g}$$

Die zu dosierende Menge Natronlauge — um den pH-Wert zu erhöhen — errechnet sich aus einer Massenbilanz der im Wasser vorhandenen Hydroxylionen. Auf der Grundlage, daß der pH-Wert den negativen dekadischen Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration darstellt und das Produkt der H- und OH-Ionenkonzentration bei 20 °C den konstanten Wert 10^{-14} g/l aufweist sowie 17/40 Massenanteile der zugesetzten Natronlauge in OH-Ionen dissoziieren, gilt

$$m_{NaOH} = 2350 \cdot [10^{-(14-pH_2)} - 10^{-(14-pH_1)}] \cdot \frac{V}{K_{NaOH}},$$

mit m Masse der zu dosierenden Natronlauge in g

V Füllvolumen der Anlage in m³

K Konzentration (Massenteile) der zu dosierenden Natronlauge

Index: 2 — gewünschter Wert, 1 — vorhandener Wert.

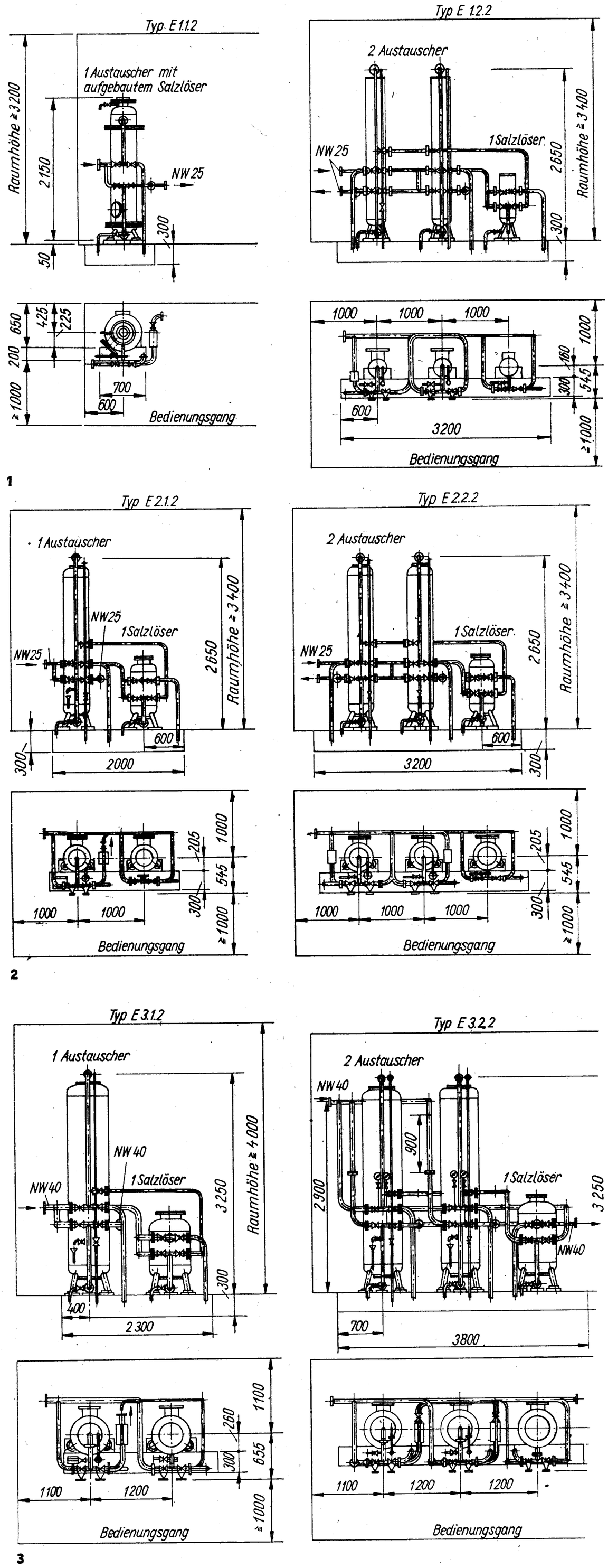
Um 80 m³ Wasser mit 45prozentiger Ätznatronlauge von einem Wert $pH_1 = 5$ auf $pH_2 = 10$ zu bringen, ist eine Lösungsmenge

$$m_{NaOH} = 2350 \cdot [10^{-(14-10)} - 10^{-(14-5)}] \cdot \frac{80}{0{,}45} = 42 \text{ g}$$

erforderlich.

Die Berechnungsgleichung gilt nur für Wasser, das keine Mineralsäuren und Fremdionen (wie z. B. Fe^{++}, Mn^{++}) enthält. Sind diese vorhanden, erhöht sich der errechnete Wert.

Anstelle von Ätznatronlauge kann auch 90prozentiges Ätznatron in Schuppenform verwendet werden. Dosiert wird in jedem Fall eine etwa 5prozentige Lösung.



1 Enthärtungsanlage (Größe 1; 273 mm Dmr.)

2 Enthärtungsanlage (Größe 2; 400 mm Dmr.)

3 Enthärtungsanlage (Größe 3; 600 mm Dmr.)

Dosierapparate

Der VEB Regelarmaturen und Maschinenbau Leipzig bietet sogenannte KIA-Apparate an. Die Abmessungen sind Bild 4 zu entnehmen.

Um die Chemikalien einfüllen zu können, muß der Apparat drucklos sein. Dies wird erreicht, wenn die Ventile im Vor- und im Rücklauf abgesperrt sind und bei zeitweise geöffnetem Dosierventil über dem Schlamm-Ablaßstutzen der Chemikalienraum entleert wird. Anschließend muß der Chemikalien-Einfüllstutzen geöffnet, die Dosiermenge bei geschlossenem Dosierventil eingefüllt und der Stutzen wieder druckdicht verschlossen werden. Das Dosiermittel gelangt durch Öffnen der Absperrventile im Vor- und Rücklauf sowie bei entsprechender Einstellung des Dosierventils durch Injektorwirkung in das Heizungsumlaufwasser. In den Chemikalienraum strömt über eine Druckausgleichbohrung Wasser aus dem Unterteil des Dosierapparates nach.

Für die Chemikaliendosierung ist ein Differenzdruck zwischen Vor- und Rücklauf — den Einbindestellen des Dosierapparates — von 1 m WS nach Herstellerangaben ausreichend. Da die üblicherweise anstehenden Differenzdrücke bedeutend größer sind, empfiehlt sich eine Drosselung mit den vorhandenen Ventilen, da sonst die Heizstromkreise durch die Dosierkurzschlußstrecke in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Diese Kurzschlußverbindung sollte aus dem gleichen Grund auch nur während des Dosiervorganges geöffnet sein.

Die Schaltung zwischen Vor- und Rücklauf ist auch reaktionskinetisch günstig, da das Vorlaufwasser in der Regel eine Temperatur von mehr als 60 °C aufweist.

Eine Reinigung des Apparates bei Dosierung von Hydrazin und Natronlauge ist nicht erforderlich. Das Abschlämmen sollte je nach Betriebserfahrung erfolgen.

Der Nachteil des Dosierapparates ist die diskontinuierliche Dosierung in den Heizwasserkreislauf.

Dosierpumpe

Ein umfangreiches Sortiment an Dosierpumpen wird vom VEB Pumpenfabrik Salzwedel angeboten. Für die hier dargelegten Verhältnisse wird der Typ PAE 16-20 mit Handverstellung des Kolbenhubs ohne Fernkontrolle als ausreichend erachtet. Die Hauptabmessungen sind aus Bild 5 ersichtlich.

Die Chemikalien sind in einem Ansatzgefäß mit aufbereitetem, mindestens 60 °C warmem Wasser anzurühren. Das Wasser wird zweckmäßigerweise dem Vorlauf der Heizungsanlage entnommen. Falls zum Füllen der Anlage ohnehin aufbereitetes Kondensat verwendet wird, sollte dies gleich ins Ansatzgefäß gegeben werden.

Für den einwandfreien Betrieb der Pumpe ist ein Zulaufdruck von 0 bis 0,5 m WS erforderlich. Bevor die Pumpe eingeschaltet wird, muß das druckseitige Ventil geöffnet werden. Die Einspeiseleitung sollte in den Heizungsvorlauf eingebunden werden.

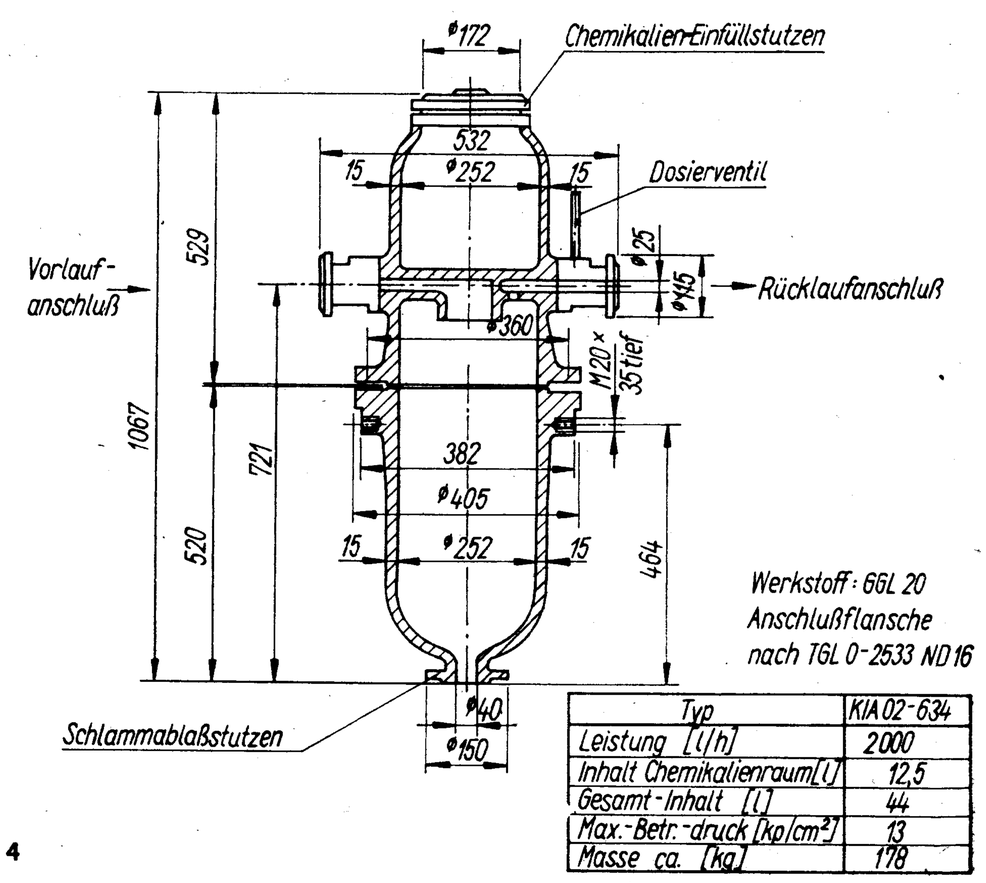
Der Vorteil der Dosierpumpe ist die kontinuierliche Dosierung, ein Nachteil ist der relativ hohe Preis.

Probenahme

Wärmelieferer und Wärmeabnehmer von Fernwärme-Versorgungsanlagen sind zur Gewährleistung der Versorgungszuverlässigkeit und um Schäden und Störungen in den Wärmeerzeugungs-, Verteilungs- und Abnehmeranlagen zu vermeiden (TGL 190-255, Blatt 2) zu ständigen Qualitätskontrollen des Wärmeträgers verpflichtet. Umfang und Turnus der Untersuchungen sind aus Tabelle 4 ersichtlich.

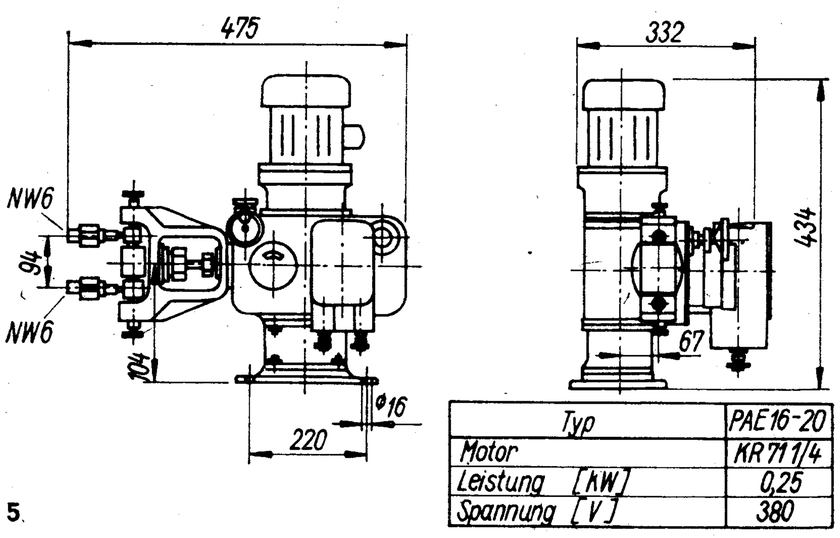
In Übereinstimmung mit der TÜ Karl-Marx-Stadt sollte der Untersuchungsturnus jedoch vom Anlagenfüllvolumen abhängig sein. Um mögliche Veränderungen zu erfassen, sind mindestens zwei Untersuchungen im Monat vorzunehmen.

Um die genannten Analysen durchführen zu können, ist ein Kesselspeisewasser-Untersuchungskasten, Typ KW U2, bei der Erstausstattung mit vorzusehen. Die Abmessungen



Typ	KIA 02-634
Leistung [l/h]	2000
Inhalt Chemikalienraum [l]	12,5
Gesamt-Inhalt [l]	44
Max.-Betr.-druck [kp/cm²]	13
Masse ca. [kg]	178

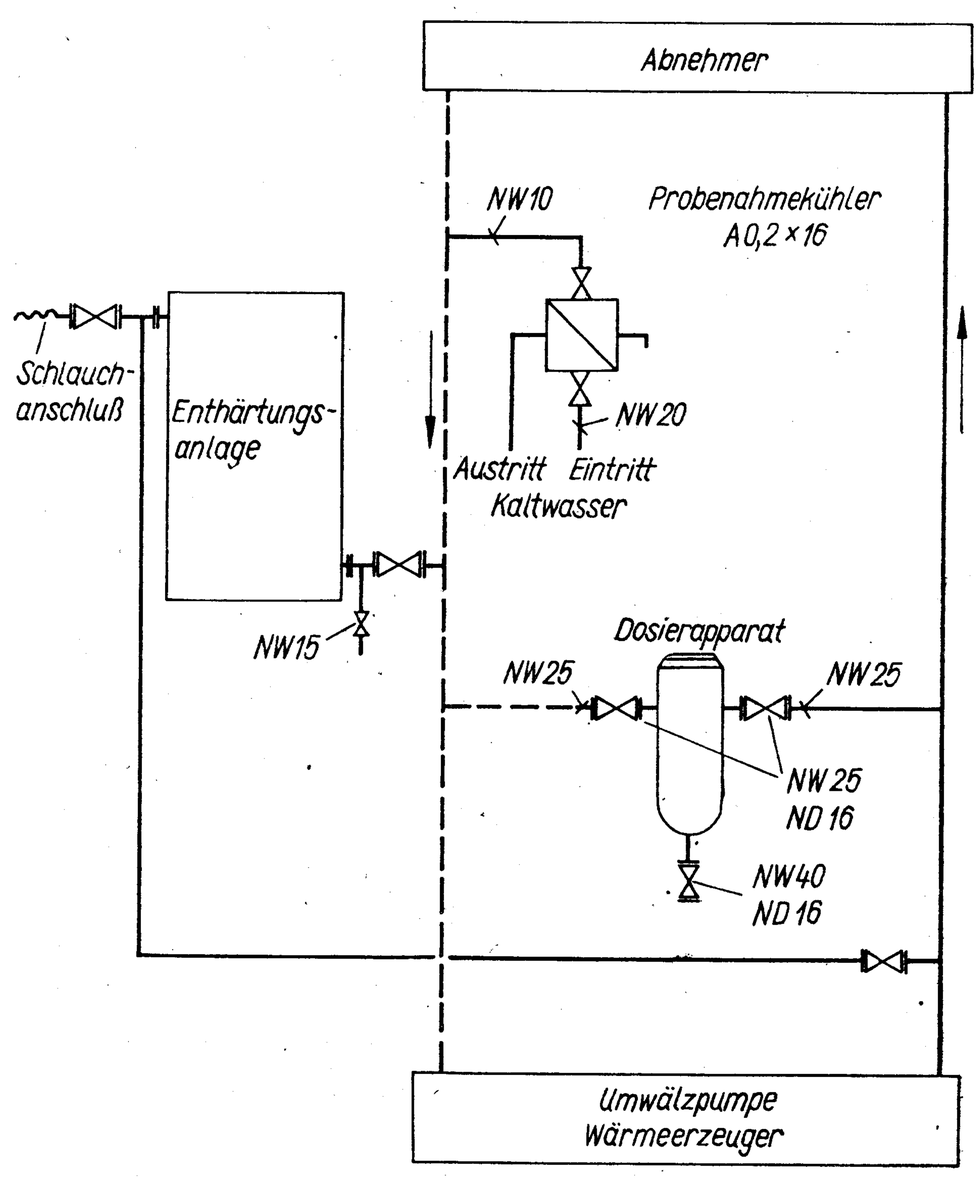
4



Typ	PAE 16-20
Motor	KR 71 1/4
Leistung [kW]	0,25
Spannung [V]	380

5

4 und 5 Dosierapparat und Dosierpumpe



6 Wasseraufbereitung mit Dosierapparat und Enthärtungsanlage

Tabelle 4

Untersuchungen	Einheit	Wärmeträger Wasser als Füll-, Umlauf- und Ergänzungswasser Warmwasser	Heißwasser	Analysenmethoden nach
Härte	°dH	täglich	täglich	TGL 190-84, Bl. 10
pH-Wert	—	täglich	täglich	TGL 190-84, Bl. 2
Sauerstoff O_2[1]	µg/l	täglich	täglich	TGL 190-84, Bl. 16
$KMnO_4$-Verbrauch	mg/l	nach Erfordernis	wöchentlich	TGL 190-84, Bl. 8
Gesamt-Salzgehalt	mg/l		nach Erfordernis	TGL 190-84, Bl. 7
Aussehen	—	täglich	täglich	—

[1]) Bei Zugabe von Sauerstoffbindemitteln ist nur deren Überschuß nachzuweisen

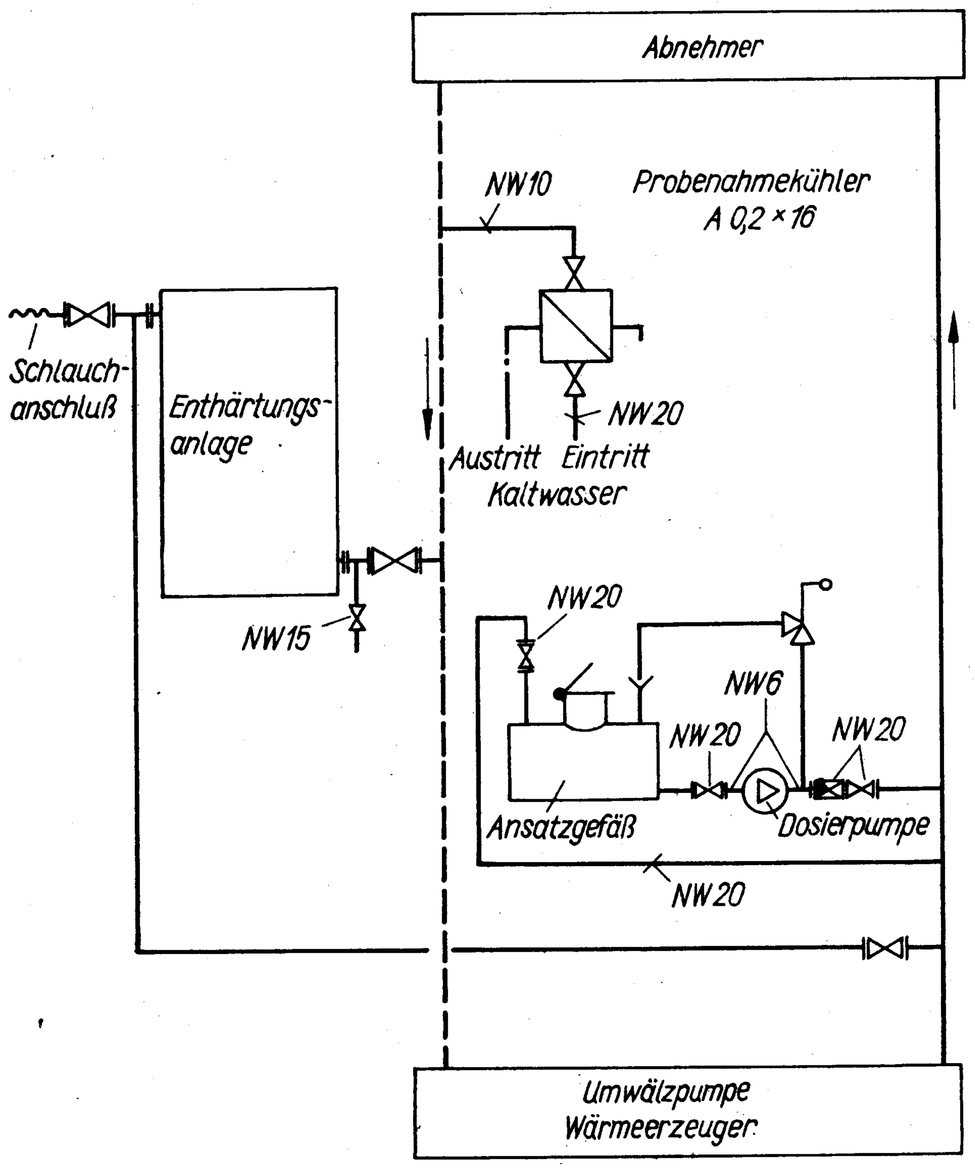
betragen 230×430×460 mm. Die Proben sind über einen Probenahmekühler nach TGL 27-58 053, Bl. 2, zu entnehmen. Zweckmäßigerweise wird die Form B 0,2×16 gewählt.

Schaltungs- und Ausführungsvarianten

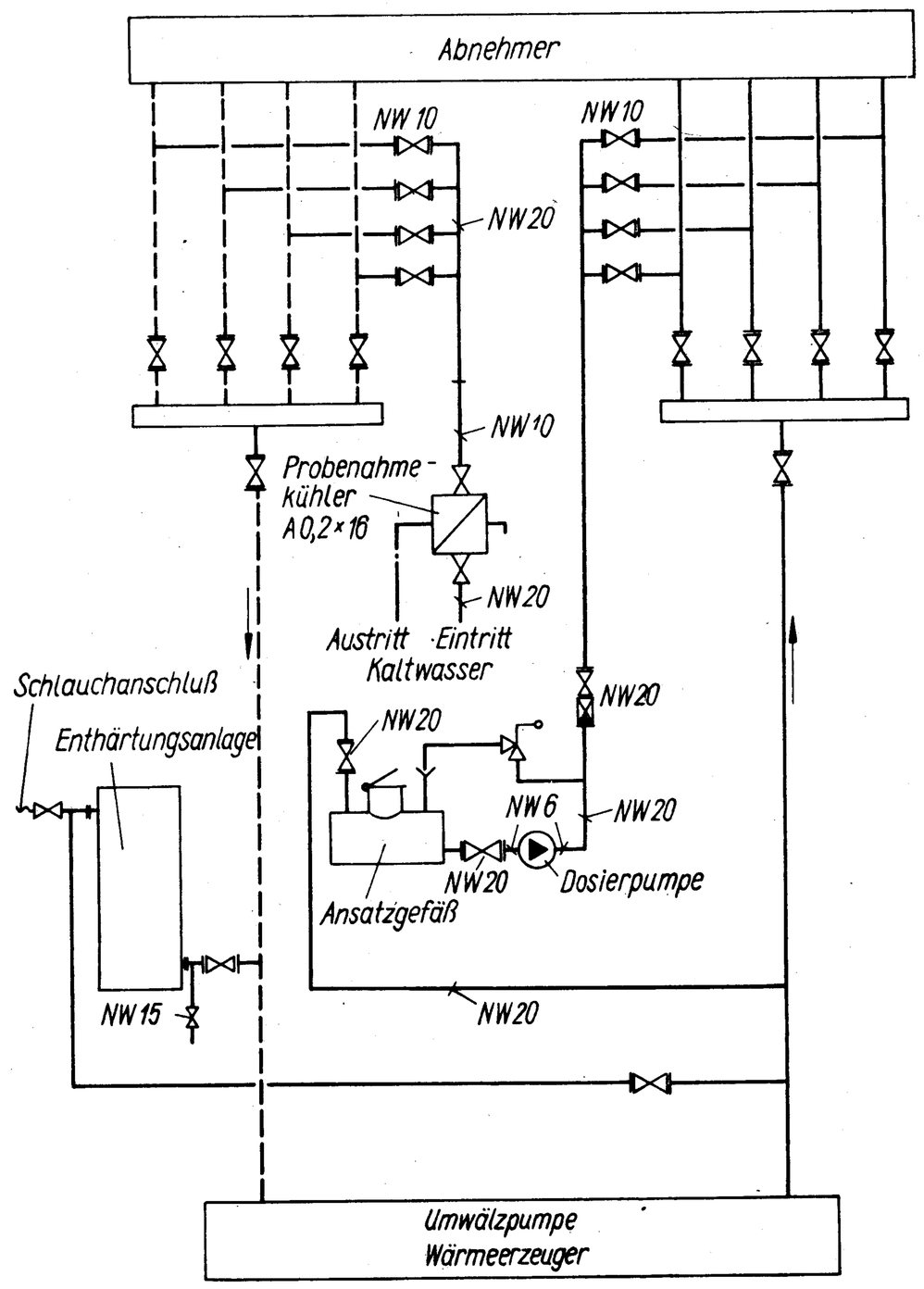
Die zu empfehlenden Schaltungsmöglichkeiten sind in den Bildern 6 bis 9 dargestellt.

Enthärtung

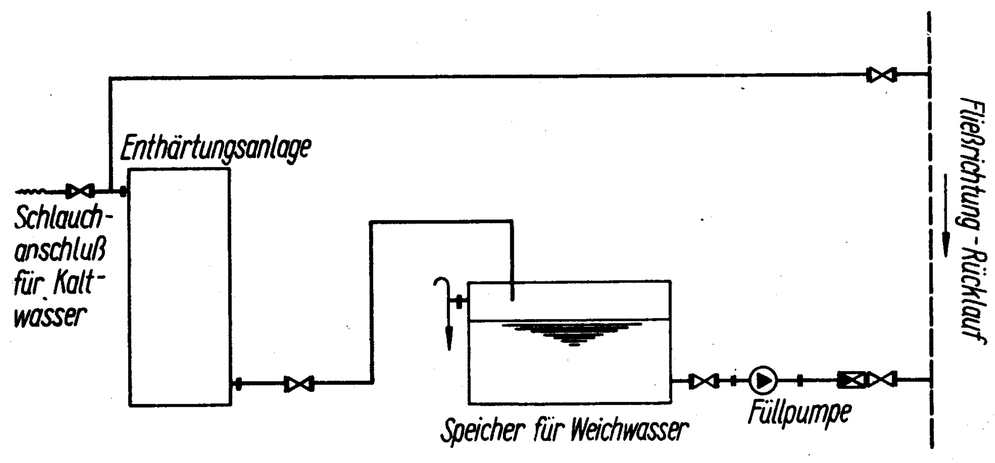
Das Füll- und Nachspeisewasser wird grundsätzlich durch die Enthärtungsanlage geleitet und auf einen Wert ≦ 0,1 °dH gebracht. Die Schaltung ermöglicht auch eine Nachenthärtung des Umlaufwassers. Dies kann notwendig werden, wenn bei einer Havarie nicht enthärtetes Trinkwasser eingespeist werden mußte. Die Wassertemperatur sollte dabei nicht über 40 °C liegen, d. h., die Nachenthärtung muß bei abgeschalteter Wärmezufuhr vorgenommen werden.
Der Anschluß an das Trinkwassernetz erfolgt über eine Schlauchverbindung. Das Weichwasser wird direkt in den



7 Wasseraufbereitung mit Dosierpumpe und Enthärtungsanlage (komplexe Probenahme und Dosierung)



8 Wasseraufbereitung mit Dosierpumpe und Enthärtungsanlage (individuelle Probenahme und Dosierung)



9 Enthärtungsanlage mit Füllsystem

Rücklauf der Heizungsanlage gespeist, ein Probenahmestutzen ist vorgesehen.
Gestatten die Druckverhältnisse eine Direkteinspeisung nicht, so wird eine Schaltung nach Bild 9 vorgeschlagen. Der Speicherbehälter für Weichwasser sowie die Füllpumpe mit zugehörigen Armaturen können entfallen, wenn die Druckhaltung ein offenes Füllgefäß mit Füllpumpe enthält bzw. generell durch eine Druckdiktierung gelöst ist. Das aus der Enthärtungsanlage fließende Weichwasser wird dann direkt in das vorhandene offene Füllgefäß geleitet.

Dosierung

Der Dosierapparat muß entsprechend Bild 6 zwischen Vor- und Rücklauf bzw. zwischen Vorlaufverteiler und Rücklaufsammler installiert werden.
Schaltungsmöglichkeiten der Dosierpumpe sind aus den Bildern 7 und 8 ersichtlich, wobei eine komplexe Dosierung in den gemeinsamen Vorlauf oder bei großen Netzen eine individuelle Dosierung in jeden vom Verteiler abgehenden Vorlauf möglich ist. Unmittelbar hinter der Dosierpumpe

muß ein Sicherheitsventil angeordnet werden, damit bei versehentlich abgesperrtem druckseitigem Ventil keine Schäden auftreten. Die Überlaufleitung sollte in das Ansatzgefäß zurückgeführt werden, um Chemikalienverluste zu vermeiden.

Probenahme

Der Probenahmekühler ist generell am Rücklauf vor Eintritt in den Wärmeerzeuger — bzw. Wärmeübertrager — und der Einbindung des Dosierapparates anzuordnen.

Bei großen Außennetzen sollte zwecks besserer Überwachung durch Umschalten eine individuelle Probenahme an jedem Rücklauf möglich sein.

Schutzgüte

Der nach ASAO 3/1 (GBl. II/Nr. 87 von 1966) erforderliche Schutzgütenachweis gilt bei Anwendung des beschriebenen Verfahrens der Wasseraufbereitung in Heizungsanlagen als erbracht, da sowohl die Forderungen der ASAO 802, § 6 und die der TGL 190-255 erfüllt sind.