Lastzuordnungen für Sicherheitsvorrichtungen in Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung

Dr. sc. techn. Bernd GLÜCK
VEB Forschung und Rationalisierung Technische Gebäudeausrüstung

Für die **Anlage**, sei es ein Heizsystem oder ein Verteilungsnetz (Dampf, Druckluft, Wasser), ist stets ein **Gesamtsicherungskonzept** zu erstellen. **Derzeit bezieht sich die Anlagensicherung vor allem auf den Einsatz von Sicherheitsventilen, die an verschiedenen Anlagenteilen installiert und auf differenzierte Ansprechdrücke eingestellt werden.**

- Während die Ermittlungen der Lastfälle /1/ nach feststehenden Algorithmen nahezu rezeptartig erfolgen kann, stellt das den Sicherheitsvorrichtungen Zuordnen der Lastfälle eine typische Ingenieurarbeit dar. Sie muß ideenreich erfolgen. Das Ergebnis – einschließlich der getroffenen technischen Kompromisse – ist überprüfbar darzustellen.
- Die Lastzuordnungen lassen sich nur in Sonderfällen, d. h. für feste Anlagenkonfigurationen, algorithmieren. Eine allgemeingültige, beispielsweise für alle Heizungsanlagen zutreffende Darstellung würde zu viele Freiheitsgrade aufweisen. Außerdem sollten dem Ingenieur bewußt Aussagen über die zu beachtenden Lastfälle abverlangt werden, damit sicherheitstechnische Konzepte nicht in Schematismus abgleiten, sondern stets neu zu überdenken sind.
- Das Beachten der nachfolgenden **Prämissen** kann in vielen Fällen beim Erstellen des Sicherungskonzepts hilfreich sein:
  - Je kleiner die Anzahl der Sicherheitsventile in der Anlage, um so übersichtlicher und eindeutiger gestaltet sich die Zuordnung der Lastfälle.
  - Die Lastfälle sind den installierten Sicherheitsventilen bevorzugt nach dem Verursacherprinzip zuzuweisen.
  - Die Ansprechdrücke der Sicherheitsventile sollten sich auf das druckmäßig schwächste Bauteil beziehen, so daß jeder relevante Lastfall nur jeweils einem Sicherheitsventil zugeordnet werden muß.

Zukünftig bedarf es einer entschiedenen technischen Weiterentwicklung der Sicherheitsvor- und -einrichtungen sowie des festen Einbeziehens von typgeprüften Verriegelungs- und Begrenzungsschaltungen in das Sicherungskonzept einer Anlage.

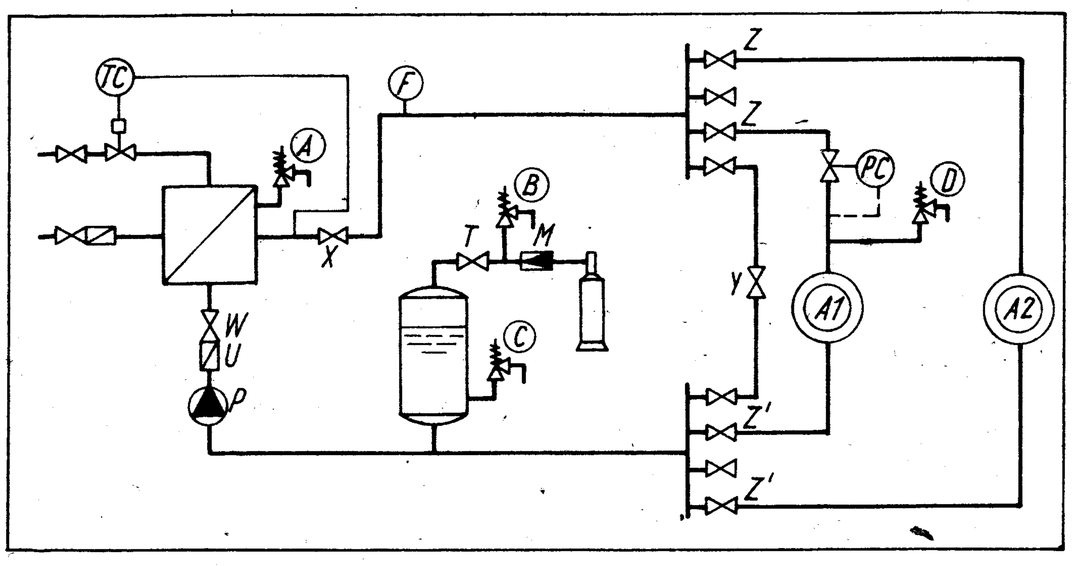
- Während das Abblasen über ein Sicherheitsventil ein Anlagenteil, z. B. einen Behälter, wirksam vor unzulässigem Innendruck schützt, führt der Medienverlust oftmals zu einem instabilen Anlagenbetrieb.
- Die Grenzen der punktuellen Druckbegrenzung zur Absicherung der Gesamtanlage zeigen sich deutlich bei der Überlagerung der Abblasedrücke und der Druckschaubilder.

Anschlußorte der Sicherheitsventile und Zuordnung spezieller Lastfälle

In einer geschlossenen Heizungsanlage werden in der Regel mehrere Sicherheitsventile installiert. Die Notwendigkeit sei an Hand der im Bild 1 dargestellten Anlagenschaltung – heizwasserbeaufschlagter Wärmeübertrager mit statischer Druckhaltung – nachfolgend erläutert. Es werden dabei die in /1/ verwendeten Kurzzeichen der Lastfälle verwendet.

I. Absperrbare Anlagenteile, in denen eine unplanmäßige Drucksteigerung auftreten kann, sind seperat abzusichern.

- So begrenzt das Sicherheitsventil **A** den Druck im abgesperrten Wärmeübertrager, der bei defekter Temperaturregelung eine Aufheizung erfährt oder dessen Heizfläche aufgerissen ist.



1 Heizungsanlage mit mehreren, durch Sicherheitsventile abgesicherten Anlagenteilen

Lastfälle: Volumenexpansion beim Aufheizen (**H3**)
Dampfbildung (**H9**)
Rohrbruch (**R**).

- Weiterhin kann das Sicherheitsventil **A** ansprechen, wenn eine unkontrollierte Pumpenförderung bei abgesperrtem Ventil X mit Wasser aus dem Ausdehnungsgefäß auftritt. Diese Betriebsform ist möglicherweise auch noch mit einer zusätzlichen Erwärmung bzw. Verdampfung im Wärmeübertrager gepaart.

Lastfälle: Pumpenförderung (**P**)
Zufluß und Aufheizung (**H12**).

- Das Sicherheitsventil **B** verhindert den Druckaufbau im Leitungssystem zwischen dem Druckminderer M und dem abgesperrten Ventil T bei fehlerhafter Nachdruckregelung bzw. bei auftretenden Leckagen der Reduziereinrichtung.

Lastfall: Druckmedienzufluß über eine Drosselstelle (**M**).

- Um Druckmedienverluste zu vermeiden, ist – wenn möglich – der Einsatz von Sicherheitsabsperrventilen zu bevorzugen.
- Selbstverständlich können auch die Abnehmerstromkreise an den Verteilern und Sammlern durch die Ventile Z und Z' abgesperrt sein. Eine Volumenexpansion des Wasserinhalts wäre lediglich durch eine Wärmezufuhr aus der Umgebung denkbar. Eine Temperatursteigerung von 10 °C auf 20 °C bewirkte aber nur eine 0,15prozentige Volumenvergrößerung, die durch die üblichen Leckverluste während der relativ langen „Aufheizzeit" kompensiert würde. Die Anordnung von Sicherheitsventilen an den einzelnen Stromkreisen ist deshalb nicht vorgeschrieben und auch nicht üblich. Das beiderseitige Absperren der Stromkreise sollte sich allerdings nur auf den Reparaturfall beschränken.

II. Die in der Anlage entstehenden Abblaseströme sind auf möglichst kurzem Weg aus dem System abzuführen.

- Tritt Verdampfung des Wassers auf, so vergrößert sich das Volumen bei einem Sättigungsdruck von 0,3 MPa bzw. 1,0 MPa um etwa das 600- bzw. 200fache. Würde der Dampf nicht am Ort seines Entstehens abgeblasen, so müßte das aktivierte Sicherheitsventil bei stabiler Wasservorlage erst die 200- bis 600fache Wassermasse ableiten, bevor es den Dampf abführen könnte. Sehr große, technisch oftmals nicht realisierbare Ventilquerschnitte wären die Folge. Außerdem könnten örtliche Drucksteigerungen infolge der hohen Druckverluste in der zum Sicherheitsventil führenden Rohrleitungen auftreten.
- Die Entscheidung über Anzahl und Anbringungsort der Sicherheitsventile sollte jedoch auch wirtschaftliche Aspekte beachten. So wäre der Wegfall des Sicherheitsventils **B** (gasdichte Ausführung) durchaus zu erwägen, wobei im Ansprechfall vom Sicherheitsventil **C** zunächst die volumenäquivalente Wassermasse abzuführen wäre. Sollte das Absperrventil T beibehalten werden, so müßte dieses und das Rohrsystem zwischen dem Druckminderer M und der Armatur T für den maximalen Vordruck vor der Reduziereinrichtung ausgelegt werden.

III. Die technischen Regelwerke schreiben länderspezifisch die Einzelabsicherung spezieller Anlagenteile – beispielsweise von Druckbehältern – vor.

- Diese Forderung ist bei Behältern, die mit einem kompressiblen Medium gefüllt sind, besonders berechtigt, da im Schadensfall die gespeicherte Energie große Zerstörungen bewirken kann.
- Erfolgt die Absicherung der Heizungsanlage nach Bild 1, d. h., das Sicherheitsventil **B** ist installiert, so kann dem Sicherheitsventil **C** keine ursächlich am Behälter entstehende Belastung zugewiesen werden, wenn man die Aufheizung der stehenden Anlage durch die Umgebung vernachlässigt. Als Bemessungsgrundlage für **C** sei die bedeutend größere Volumenexpansion des im geschlossenen Kreislauf geförderten Wassers, das im Wärmeübertrager aufgeheizt wird, sich aber wegen abgesperrter Abnehmerstromkreise (Ventile Z geschlossen) bei offener Armatur Y nicht wesentlich abkühlt, verwendet. Nach dem Verursacherprinzip müßte dieser Abblasestrom zwar dem Sicherheitsventil **A** zugewiesen werden. Da seine Entstehung aber an die Wasserumwälzung gebunden ist, kann man auch diese Zuordnung rechtfertigen.

Lastfall: Volumenexpansion beim Aufheizen des zirkulierenden Wasserstroms (**H6**).

Schaltung	Anbringungsort	Variante	Relevante Lastfälle
	Ⓐ Wasserkessel	V1	P, H1, H7, H10
	Wärmeübertrager (Dampf/Wasser)	V1 (V2)	P, H2, H8, H11, RD
	Wärmeübertrager (Wasser/Wasser)	V1 (V2)	P, H3, H9, H12, R
	Ⓑ Ausdehnungsgefäß	V2 o. V1	M, H4 o. H5 o. H6
	Ⓐ siehe oben		
	Ⓑ Ausdehnungsgefäß	V2	H4 o. H5 o. H6
	Ⓒ Druckmedienzufluß	V1	M
	Ⓐ siehe oben		
	Ⓑ Ausdehnungsgefäß	V3 o. V4	M, H4 o. H5 o. H6
	Ⓐ siehe oben		

Tabelle 1: Heizungsanlage mit statisch arbeitender Saugdruckhaltung

IV. Teilanlagen niedriger Druckstufen sind separat abzusichern.

- Der Abnehmerstromkreis A1 muß mit abgesenktem Vorlaufdruck betrieben werden. Das Sicherheitsventil **D** gewährleistet diesen auch bei ausgefallener Nachdruckregelung (PC).
  Lastfall: Wasserzuströmung über ein Stellventil (**V**).
- Um Wasserverluste zu vermeiden, die in der Gesamtanlage Betriebsstörungen bewirken können, sollten in diesen Fällen (z. B. in Hausanschlußstationen) bevorzugt Sicherheitsabsperrventile zum Einsatz kommen.
- Die separate Absicherung von Netzteilen nach Druckreduzierungen wird auch bei Druckluft-, Dampf- und Wasserverteilungsnetzen häufig angewendet, so beispielsweise, wenn Abnehmersysteme aus wirtschaftlichen Gründen in niedrigen Druckstufen ausgeführt oder vorhandene Abnehmer mit niedrigen Konzessionsdrücken angeschlossen werden sollen.

Anmerkung

Beziehen sich die Ansprechdrücke nicht auf ein einheitliches Niveau, so müssen mitunter gleiche Lastfälle zur Bemessung mehrerer Sicherheitsventile herangezogen werden. Dies sollte aber unbedingt vermieden werden. Ein praktisches Beispiel möge dies verdeutlichen. Ein Hersteller von Baugruppen stellt das Sicherheitsventil **A** auf den Ansprechdruck p_A = 1;1 MPa ein, da dies der höchstzulässige Betriebsdruck des Wärmeübertragers ist. Die nachgeschaltete Anlage darf aber beispielsweise nur mit p = 0,6 MPa betrieben werden. Die Baugruppen-Dokumentation schreibt für diesen Fall die Anbringung eines weiteren Ventils zur „Absicherung der Anlage" an der höchsten Stelle der Verteilungsleitung **F** vor. Dies müßte dann auch für die Lastfälle **R** und bei abgesperrtem Ventil W für **H3** und **H9** bemessen werden. Die Anordnung des zusätzlichen Sicherheitsventils **F** bringt somit keine größere Sicherheit, sondern bedeutet Materialvergeudung und erhöhten Wartungsaufwand. Dennoch kann es ein auf den Abnehmerdruck eingestelltes Sicherheitsventil **A** nicht ersetzen, denn bei geschlossenem Ventil X, aber offenem Ventil W würden die Lastfälle **R**, **H3** und **H9** trotzdem Drucksteigerungen in Teilen der Anlage hervorrufen können, da die Rückschlagklappe U im Sinne der Sicherheitstechnik kein typgeprüftes Bauteil ist und somit nicht als „sicheres" Schließorgan gilt.

Lastzuordnung für typische Anlagenschaltungen

Ein Anlagenteil – z. B. ein Behälter – wird in der Regel durch ein Sicherheitsventil abgesichert. Bei Wasserteilfüllung ist mitunter auch die Anbringung von **zwei** Sicherheitsventilen (Wasserraum und Gasraum) üblich.

Die Lastzuordnungen gelten im weiteren stets für das gegen Überdruck abgesicherte Anlagenteil.

Bei den Varianten V=1 und V=2 beziehen sich diese somit auf ein Sicherheitsventil, bei V=3 und V=4 auf je zwei Sicherheitsventile.
Wie sich bei der Doppelanordnung die Abblaseströme auf die einzelnen Sicherheitsvorrichtungen aufteilen, wird bei der hierarchisch untergeordneten Betrachtung des Lastfalles analysiert. Die Variantenkennung und die Kurzzeichen der Lastfälle entsprechen den in /1/ eingeführten Bezeichnungen.
Die bisherigen Ausführungen zeigen deutlich, daß die Festlegung der Anschlußorte der Sicherheitsventile und deren Ansprechdrücke nicht nach einem dogmatischen Schema erfolgen kann. Vielmehr sind die eingangs formulierten Prämissen – zugschnitten auf die jeweilige Schaltung und mögliche Belastung – ingenieurmäßig zu interpretieren und anzuwenden. Die gewählten Anschlußorte können sich möglicherweise nach Auswerten der Druckschaubilder reduzieren. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Ruhe- und Betriebsdrücke von Netzen keine getrennte Absicherung erfordern. Infolge dessen müssen dann die getrennt ausgewiesenen Lastzuordnungen natürlich auf das jeweils installierte Sicherheitsventil vereinigt werden.
Bei den nachfolgend unterbreiteten Vorschlägen wird von der größten, denkbaren Differenzierung der Lastzuordnung – unter Beachten der Prämissen – ausgegangen. Die betrachteten Schaltungen stellen selbstverständlich nur Beispiele dar. Für abweichende Lösungen sind die Lastzuordnungen analog dazu vorzunehmen.
Als Ordnungsprinzip für die Zusammenstellung der möglichen Anlagenschaltungen und deren Absicherung seien die Druckhaltearten nach der herkömmlichen Unterteilung verwendet.
Die charakteristische Anlagenschaltung, die Anbringungsorte der Sicherheitsventile einschließlich der Variante und die zu überprüfenden, relevanten Lastfälle werden tabellarisch zusammengestellt (Tabellen 1 bis 6).
Falls die Kennzeichnung der Lastfälle nicht eindeutig ist, wird in Klammern das die Drucksteigerung verursachende Bauteil vermerkt.

Grenzen der punktuellen Druckabsicherung

In den Druckschaubildern werden die in den Rohrleitungen und Apparaten des Heizungssystems, des Wärmenetzes usw. auftretenden Drücke ortsabhängig aufgetragen. Dabei sind der **hydraulische Druckverlauf**, welcher den Drucksprung in der Pumpe sowie die strömungsbedingten Druck-

Schaltung	Anbringungsort	Variante	Relevante Lastfälle
	Ⓐ Wasserkessel	V1	H1, H7, H10
	Wärmeübertrager (Dampf/Wasser)	V1 (V2)	H2, H8, H11, RD
	Wärmeübertrager (Wasser/Wasser	V1 (V2)	H3, H9, H12, R
	Ⓑ Ausdehnungsgefäß	V2 o. V1	P, M, H4 o. H5 o. H6
	Ⓐ siehe oben		
	Ⓑ Ausdehnungsgefäß	V2	P, H4 o. H5 o. H6
	Ⓒ Druckmedienzufluß	V1	M
	Ⓐ siehe oben		
	Ⓑ Ausdehnungsgefäß	V3 o. V4	P, M, H4 o. H5 o. H6
	Ⓐ siehe oben		ohne H10...H12
			Anmerkung: 1) Pumpe wahlweise im Vor- oder Rücklauf

Tabelle 2: Heizungsanlage mit statisch arbeitender Enddruckhaltung

verluste beachtet, und der **geodätische Höhenverlauf**, der die vertikale Lage der Anlagenteile über einem Bezugsniveau umgerechnet nach den Gesetzen der Hydrostatik auf Druckeinheiten wiedergibt, überlagert. Eine ausführliche Beschreibung über zweckmäßige Darstellungsformen des Druckschaubildes und seine Herleitung findet sich in /2, S. 251 u. f./.

Die Druckverläufe sind vornehmlich von der Anlagengestalt und der konzipierten Druckhaltung sowie von der Betriebsweise abhängig. Jede Anlage bedarf der eingehenden separaten Betrachtung.

Für ein Heizungssystem mit **dynamischer Mitteldruckhaltung** nach der sogenannten *Goepfert*-Schaltung (vgl. auch /2, S. 230 u. f./.) seien im Bild 2 die Schaltung und das zugehörige Druckschaubild erläutert. Der Mitteldruck wird aus den Drücken am Vorlaufverteiler und Rücklaufsammler gebildet. Das Abspeiseventil AV ist das Stellglied im Druckregelkreis PC. Die Druckdiktierpumpe DP fördert kontinuierlich in Abhängigkeit des Anlagendruckes am Punkt 2. Das Ausdehnungsgefäß ist nur durch einen Schwimmkörper und Silikonöl verschlossen, d. h., es ist druckmäßig an den Atmosphärendruck gekoppelt. Die Druckabsicherung sollen die Sicherheitsventile **A**, **B** und **C** übernehmen. Der Bypaß parallel zum Wärmeerzeuger sei normalerweise geschlossen. Im unteren Teil des Bildes 2 ist der geodätische Höhenverlauf p_H dargestellt. Der gewünschte Mitteldruck p_O – bezogen auf $p_H = 0$ – ist als strichpunktierte Linie eingetragen. Ausgerichtet auf diese Niveaulinie kann der hydraulische Druckverlauf im Heizungssystem (Druckverluste und Pumpendifferenzdruck) eingeordnet werden. Aufgrund der gewählten Druckmeßstellen zur Mitteldruckermittlung müssen die Punkte 7 ° und 10 ° symmetrisch zur Linie p_0 liegen. Der zur Darstellung von p_H gewählte Maßstab für die Druckeinheit muß selbstverständlich beibehalten werden. Im Ergebnis entsteht der Polygonzug 1°, 2°, . . . , 13°, 1°. Der Rücklaufanlagendruck an der Stelle Y wird durch die Strecke p_Y quantifiziert. Bei Teillastbetrieb (kleinerer Förderdruck der Umwälzpumpe) rückt der Druckverlauf näher zur Niveaulinie p_0. Bei Pumpenstillstand stellt sich schließlich ein dem Mitteldruck p_0 identischer Ruhedruck ein. Dies ist der hauptsächliche Vorzug der Mitteldruckhaltung, da bei großen hydraulischen Drucksprüngen und/oder großen geodätischen Höhenunterschieden die verbleibenden Bereiche zwischen den

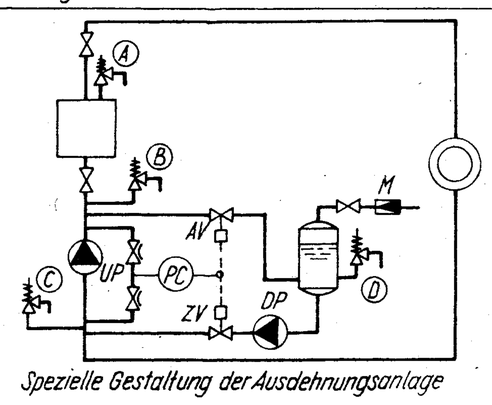
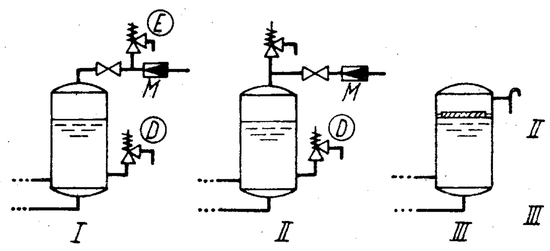
Schaltung	Anbringungsort	Variante	Relevante Lastfälle
 Spezielle Gestaltung der Ausdehnungsanlage	Ⓐ Wasserkessel	V1	H1, H7, H10
	Wärmeübertrager (Dampf/Wasser)	V1(V2)	H2, H8, H11, RD
	Wärmeübertrager (Wasser/Wasser)	V1(V2)	H3, H9, H12, R
	Ⓑ Druckhaltung (max. Betriebsdruck)	V1	P(UP), H4, o. H5 o. H6 PV(DP+UP, ZV) 1)
	Ⓒ Druckhaltung (max. Ruhedruck)	V1	PV(DP, ZV)
	Ⓓ Ausdehnungsgefäß	V2 o. V1	V(AV), M
	I: Ⓐ bis Ⓒ siehe oben		
	I: Ⓓ Ausdehnungsgefäß	V2	V(AV)
	I: Ⓔ Druckmedienzufluß	V1	M
	II: Ⓐ bis Ⓒ siehe oben		
	II: Ⓓ Ausdehnungsgefäß	V3 o. V4	V(AV), M
	III: Ⓐ bis Ⓒ siehe oben		
			Anmerkung: 1) Bei Pumpenausfall wird die Absperrung der Wärmezufuhr vorausgesetzt.

Tabelle 3: Heizungsanlage mit dynamisch arbeitender Druckhaltung bei geregelter Zu- und Abspeisung

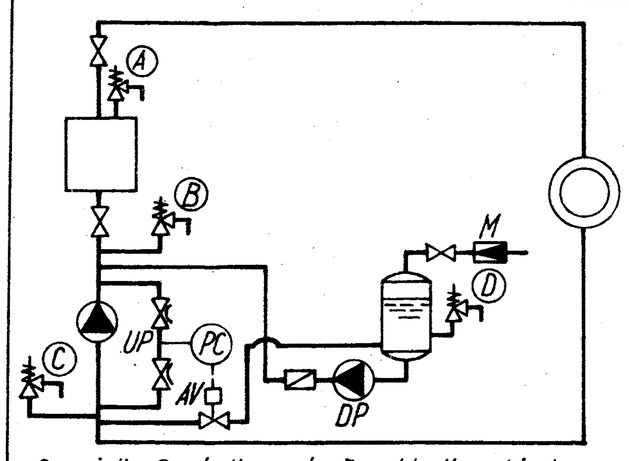
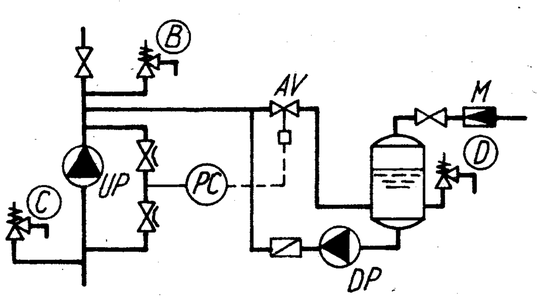
Schaltung	Anbringungsort	Variante	Relevante Lastfälle
 Spezielle Gestaltung der Druckhalteanbindung	Ⓐ Wasserkessel	V1	H1, H7, H10
	Wärmeübertrager (Dampf/Wasser)	V1(V2)	H2, H8, H11, RD
	Wärmeübertrager (Wasser/Wasser)	V1(V2)	H3, H9, H12, R
	Ⓑ Druckhaltung (max. Betriebsdruck)	V1	P(UP), H4 o. H5 o. H6, P(DP)
	Ⓒ Druckhaltung (max. Ruhedruck	V1	P(DP) 1)
	Ⓓ Ausdehnungsgefäß	V2 o. V1	V(AV), M
	Ⓐ bis Ⓓ siehe oben		
			Anmerkung: 1) Bei Pumpenausfall wird die Absperrung der Wärmezufuhr vorausgesetzt.

Tabelle 4: Heizungsanlage mit dynamisch arbeitender Druckhaltung bei geregelter Abspeisung (Die spezielle Gestaltung des Ausdehnungsgefäßes ist Tab. 3 zu entnehmen.)

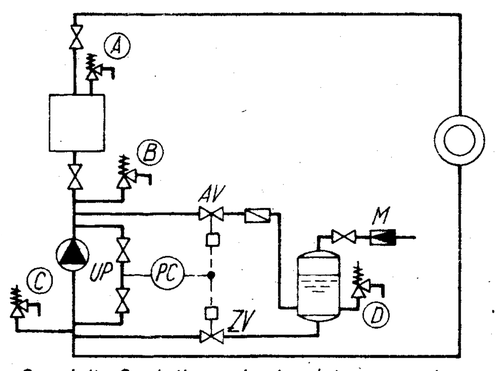
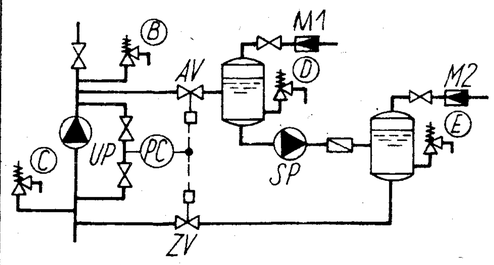
Schaltung	Anbringungsort	Variante	Relevante Lastfälle
 Spezielle Gestaltung der Ausdehnungsanlage	Ⓐ Wasserkessel	V1	H1, H7, H10
	Wärmeübertrager (Dampf/Wasser)	V1(V2)	H2, H8, H11, RD
	Wärmeübertrager (Wasser/Wasser)	V1(V2)	H3, H9, H12, R
	Ⓑ Druckhaltung (max. Betriebsdruck)	V1	P(UP), H4 o. H5 o. H6, PV(UP, ZV)
	Ⓒ Druckhaltung (max. Ruhedruck)	V1	V(ZV) 1)
	Ⓓ Ausdehnungsgefäß	V2 o. V1	V(AV), M
	Ⓐ bis Ⓒ siehe oben		
	Ⓓ Pufferspeicher	V2 o. V1	V(AV), M(M1)
	Ⓔ Ausdehnungsgefäß	V2 o. V1	P(SP), M(M2)
			Anmerkung: 1) Bei Pumpenausfall wird die Absperrung der Wärmezufuhr vorausgesetzt.

Tabelle 5: Heizungsanlage mit statisch-dynamischer Druckhalteanlage

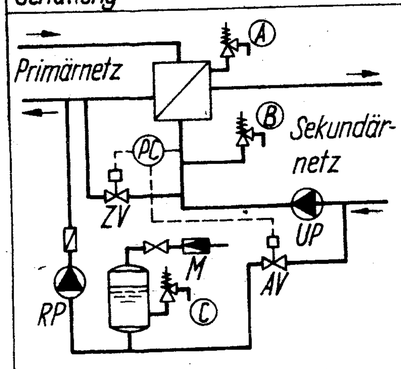
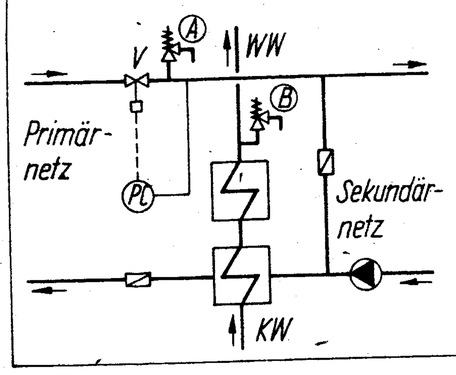
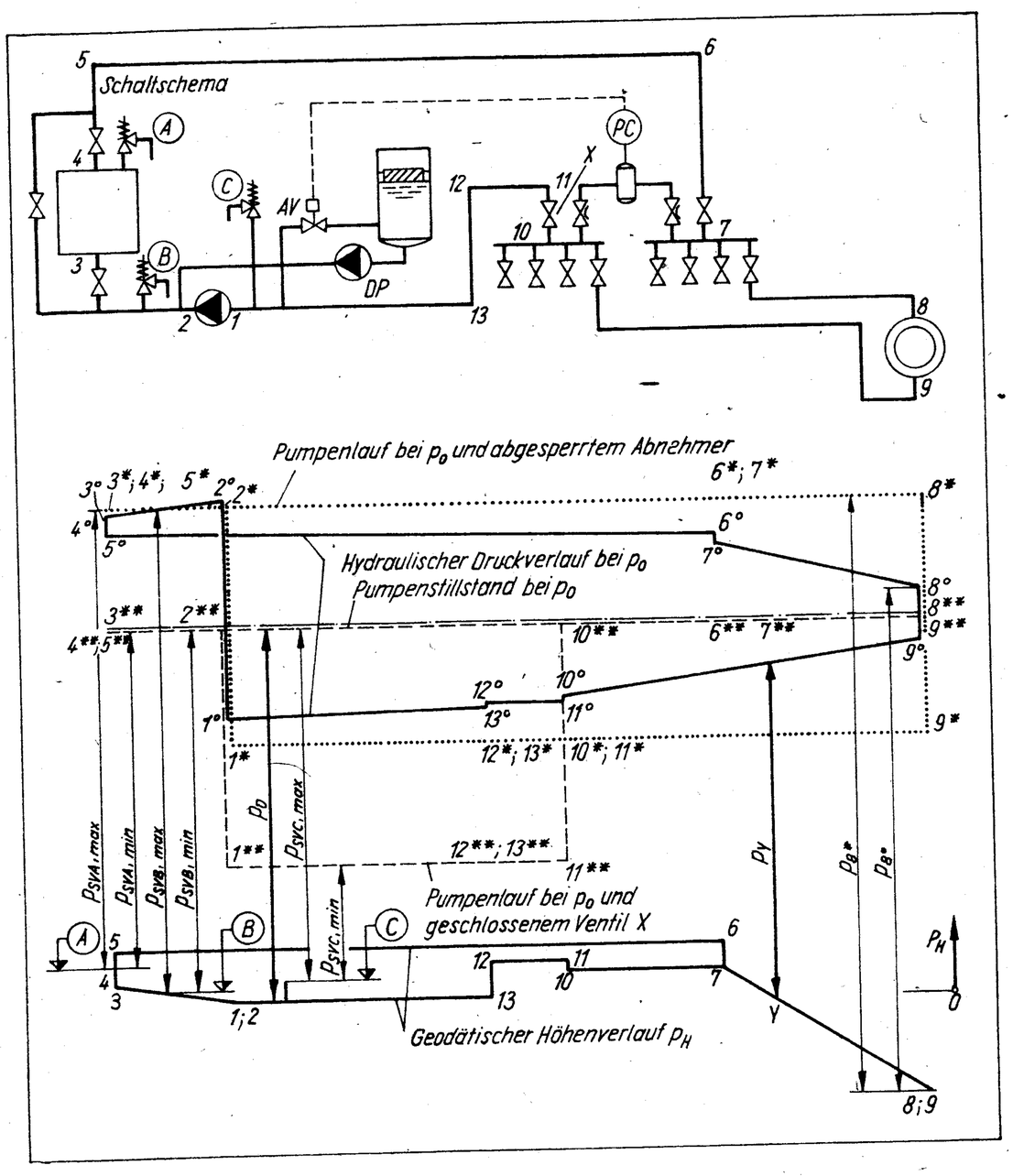
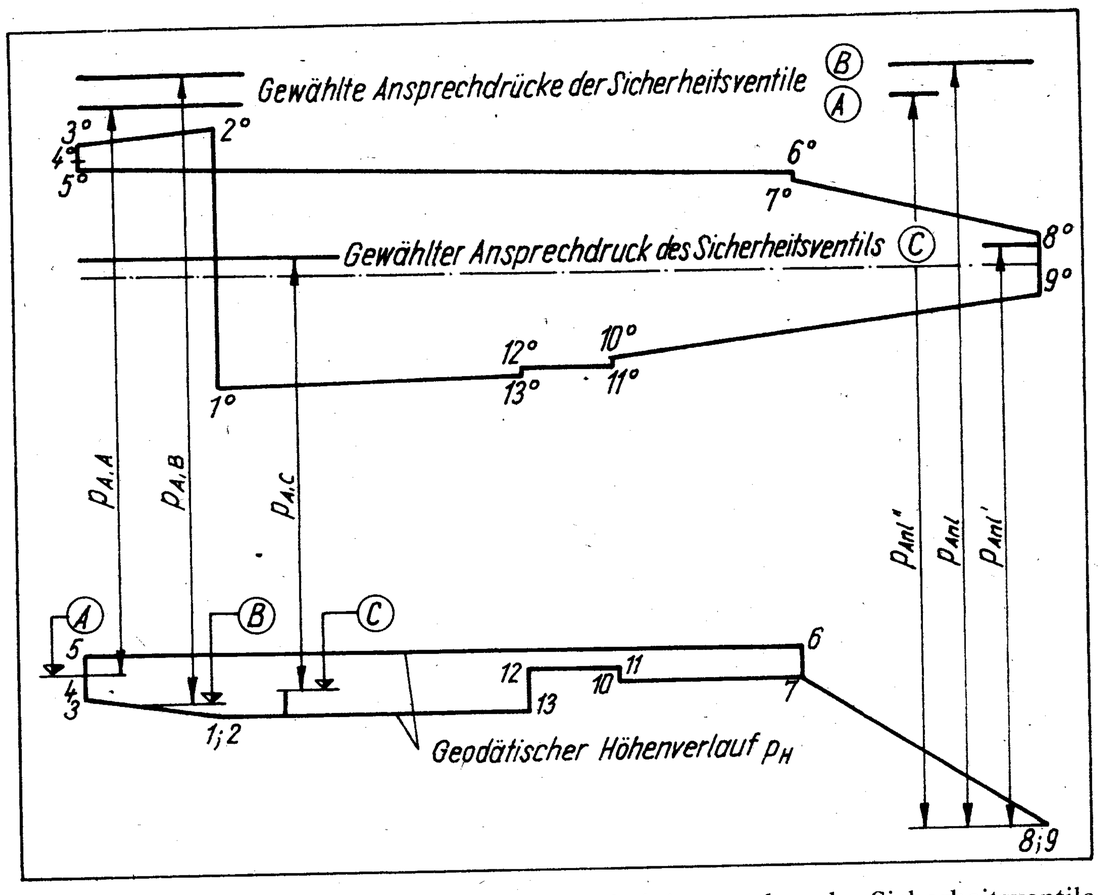
Schaltung	Anbringungsort	Variante	Relevante Lastfälle
	Ⓐ Wärmeübertrager (Wasser/Wasser)	V1(V2)	H3, H9, H12, R
	Ⓑ Druckhaltung	V1	P(UP), H6, V(ZV)
	Ⓒ Pufferspeicher	V2 o. V1	V(AV), M
	Ⓐ Druckhaltung	V1	V
	Ⓑ WW-Bereitung	V1	R, H3, H9, H12

Tabelle 6: Heizungsanlage mit nachgeschalteter Druckhalteanlage



2 Schaltung und Druckschaubild einer Heizungsanlage mit dynamischer Mitteldruckhaltung

zulässigen Druckgrenzen voll genutzt werden können. Denn die Teillastzustände und der Ruhedruck liegen innerhalb des hydraulischen Vollastverlaufs und bedürfen keiner separaten Untersuchung. Eine Verschiebung des gesamten Druckdiagramms, wie dies bei der statischen Druckhaltung bedingt vorkommt, tritt ebenfalls nicht auf. Dennoch können Bedienfehler extrem abweichende Druckverläufe bewirken. Zwei Beispiele sind im Bild 2 eingetragen. Der punktierte Druckverlauf 1*, 2*, . . . , 13*, 1* entsteht, wenn die Vollastpumpe bei völlig abgesperrtem Abnehmer betrieben wird. Eine vom Abnehmerdifferenzdruck ($p_{8°} - p_{9°}$) oder vom Netzdifferenzdruck ($p_{7°} - p_{10°}$) abhängige automatisierte Pumpenwahl oder Pumpendrehzahlregelung würde diesen Betriebsfall verhindern.
Damit wären die Abnehmerdrücke nicht $p_{8°}$, sondern wie im ersten Fall begrenzt auf $p_{8°}$.
Der gestrichelte Druckverlauf 1**, 2**, . . . , 13**, 1** ergibt sich wiederum bei Betrieb der Vollastpumpe mit der Förderhöhe für $\dot{V} = 0$ und geschlossenem Ventil X. Der Druck in der Rücklaufleitung würde im Bereich zwischen dem Anlagenpunkt 10 und 1 beträchtlich unterschritten. Die an den Anschlußorten der Sicherheitsventile **A** bis **C** maximal und



3 Ableitung der maximalen Anlagendrücke bei Ansprechen der Sicherheitsventile für die im Bild 2 vorgestellte Heizungsanlage

minimal zu erwartenden Drücke sind im Bild 2 als $p_{SVA,max}$ bis $p_{SVC,min}$ eingetragen.
Im Bild 3 sind die gewählten Ansprechdrücke der Sicherheitsventile **A**, **B** und **C** fixiert. Zur Orientierung ist der hydraulische Druckverlauf, der sich im Vollastbetriebszustand einstellt, vermerkt. Die Anschlußorte waren nach folgenden Überlegungen gewählt worden: Das Sicherheitsventil **A** sichert den Wärmeerzeuger ab. Das Sicherheitsventil **B** begrenzt den Netzdruck für den Fall, daß der Wärmeerzeuger abgesperrt ist und evtl. durch einen Bypaß umgangen wird. Schließlich garaniert das Sicherheitsventil **C** den Ruhedruck bei Stillstand der Umwälzpumpe.
Bei der Festlegung der Ansprechdrücke $p_{A,A}$ und $p_{A,B}$ ist noch ein Versatz beachtet worden, der das Ansprechen in der Reihenfolge erst **A**, dann **B** gewährleistet. Die üblicherweise ausgewiesenen Vorzüge der Mitteldruckhaltung, daß die Druckverläufe der Teillastzustände und der Ruhedruck innerhalb des hydraulischen Vollast-Druckverlaufs liegen, trifft – wie zu Bild 2 bereits beschrieben – nicht für durch Bedienungsfehler verursachte Betriebszustände zu. Extreme Abweichungen vom Vollastverlauf sind vor allem bei Störfällen zu erwarten.
So würden gemäß Bild 3 beim Ansprechen der Sicherheitsventile **A** oder **B** Anlagendrücke von $p_{Anl''}$ oder p_{Anl} auftreten. Das heißt, die Auswirkungen von Störfällen im Bereich der Wärmebereitstellungs-, Umwälz- und Druckhalteanlage werden trotz aktivierter Sicherheitsventile in diesem Bereich auf das Netz bis zu peripheren Abnehmern übertragen.

Damit sind die Grenzen der Drucksicherung mittels Sicherheitsventilen deutlich geworden. Abhilfe kann nur durch Einsatz von typgeprüften Verriegelungen, Sicherheitsabsperrventilen, die ausgewählte Netzteile notfalls von der Anlage trennen, u. a. m. geschaffen werden. Sie sind dringend zu entwickeln und zuzulassen.

Literatur

/1/ *Glück, B.*: Lastannahmen für Sicherheitsventile in Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung.
„Stadt- und Gebäudetechnik" **43** (1989)2, S.34 bis 36; 3, S. 90 bis 92

/2/ *Glück, B.*: Heizwassernetze für Wohn- und Industriegebiete. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen 1985