

DIE REGELUNG MITTELS EINES VENTILS?

Mach auf das Tor



Bild: harmpeti / thinkstock

Die Einheit von Thermostatkopf und -ventil funktioniert in dem „Gesamtkunstwerk -Heizungsanlage-“ nur bei richtiger Auslegung

Solange wir SHK-Profis mit fließendem Wasser als Medium umgehen, solange werden auch Ventile eingesetzt, um den Volumenstrom zu beeinflussen. Daher sprechen wir hier wichtige Grundlagen an, um den Durchblick bei diesen äußerlich recht schlichten Bauteilen zu behalten.

Den Durchblick sollte man behalten, weil die Funktionen des Öffnens und Schließens nicht das einzig Wesentliche sind. Vielmehr soll jede Zwischenstellung kalkulierbar sein. Eigenschaften eines klassischen Ventils sollen daher an einem Thermostatventil (THV) beschrieben werden.

AUFGABE EINES THV

Beim Einsatz eines THV gehen wir davon aus, dass dieses den Heizbetrieb des Heizkörpers bedarfsgerecht und selbständig anpasst. Auf den Thermostatkopf gehen wir in diesem Bericht nicht tiefer ein, die Funktion haben wir zuletzt im SBZ Monteur der **➔ Ausgabe 04 von 2016** ausführlich beschrieben. Das eigentliche Ventilgehäuse ist also Thema.

Unter planmäßigem Heizbetrieb strömt im Idealfall der planmäßige Volumenstrom durch die Öffnung des THV. Beispielsweise soll ein Heizkörper im Auslegungsfall 1221 Watt (W) liefern, bei einer **➔ Spreizung** von 15 Kelvin (K). Dann sollten eben planmäßig 70 Liter Wasser pro Stunde (l/h) durch das Ventil fließen.

Öffnet jemand das Fenster und lässt dabei kalte Luft rein, fährt auch das Ventil etwas weiter auf als in der Auslegungsstellung. Erwärmt ein Sonnenstrahl von außen durchs Fenster den Raum, wird das Ventil etwas schließen. Das funktioniert zwar tadellos und wird kaum vom Kunden beachtet oder wahrgenommen, ist aber letztlich der Verdienst von uns als SHK-Profis, wenn sich dieser Regelungsvorgang wie beschrieben auswirkt.

Der soeben beschriebene Ablauf wird vom Thermostatkopf ausgelöst. Die Hubarbeit des THV-Kopfes findet auf dem Bruchteil eines Millimeters statt. Nur 0,22 Millimeter (mm) pro Grad Temperaturveränderung am Thermostatkopf müssen ausreichen, um das Ventil entsprechend zu beeinflussen und den Volumenstrom anzupassen.

Jetzt wird es spannender. Auf kleinstem Raum und ohne Fremdenergie soll eine kostengünstige Lösung die Wasserheizung eines Raumes komfortabel regeln. Ein solcher Ventilkörper hat also einiges an Entwicklungsarbeit über sich ergehen lassen. Schauen wir mal, welche Wissenschaften der Thermodynamik und Strömungstechnik dahinterstecken ...

DIE VERSCHLÜSSELTEN KENNDATEN

Der Ventilkörper eines THV hat einige Kenndaten, die sich abhängig vom jeweiligen Einsatz beschreiben lassen. Drei wesentliche schlüsseln wir hier auf und stellen diese im Zusammenhang vor. Da sich diese Kenndaten auch auf andere Bereiche der SHK-Welt übertragen lassen, ist der Durchblick am Ende umfassend in Bezug auf Ventile allgemein.

KENNDATEN

- Kv-Wert
- Ventilautorität
- Proportionalabweichung

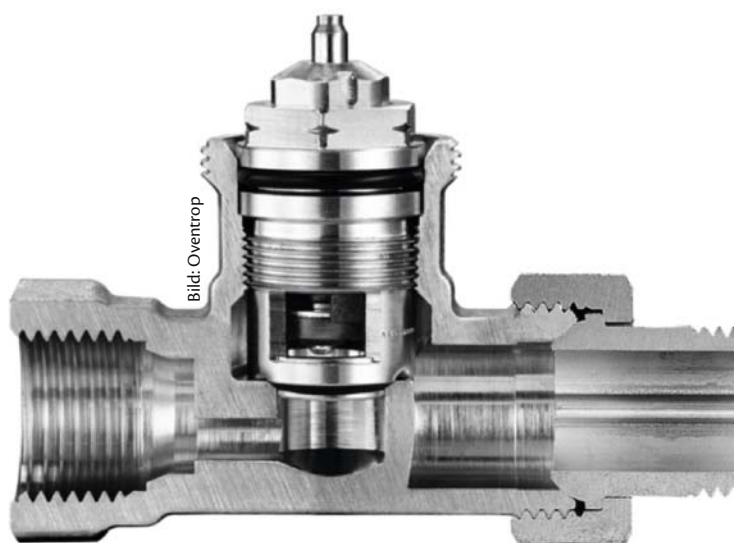
DER KV-WERT

Im einfachsten Fall stelle ich mir Heizkörper in einem Wohnhaus vor, die sämtlich mittels angepasstem Rohrquerschnitt angeschlossen wurden. Vor jeden dieser Heizkörper setze ich den gleichen Ventiltyp. Die Anforderungen in dem Haus sind aber sichtbar unterschiedlich. Ein Heizkörper ist direkt in der Nähe der Umwälzpumpe nach nur zwei Metern (m) Leitungslänge angeschlossen, ein anderer erst nach 20 m Rohrverlauf. Der eine Heizkörper soll im Auslegungsfall nur 250 Watt (W) liefern, der andere 2500 W. Alle anderen Heizkörper liegen irgendwo zwischen diesen Extremen.

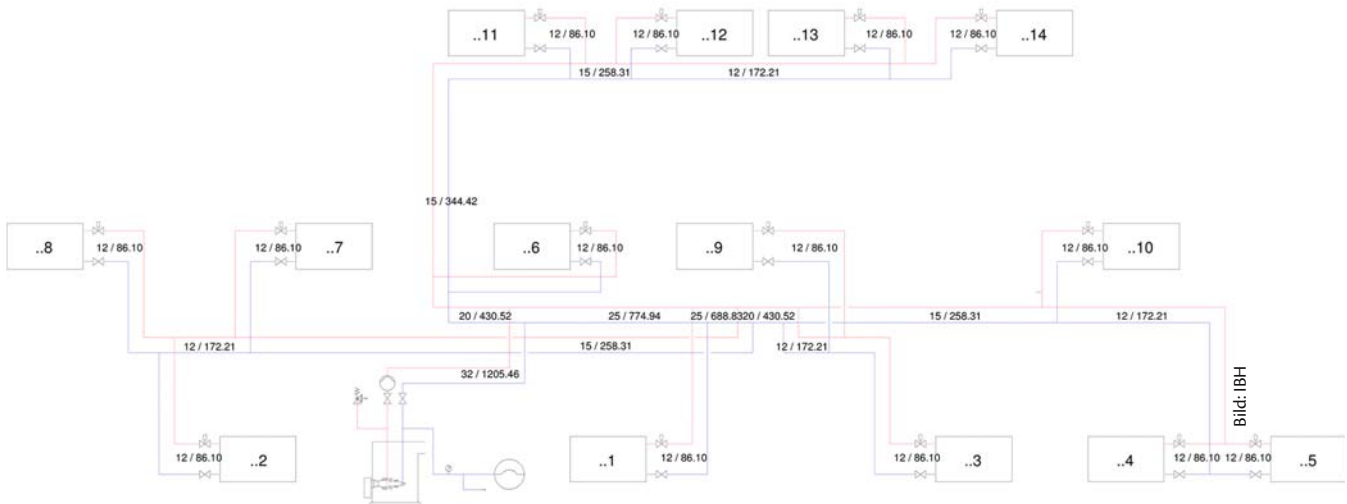
Sie merken schon an den beschriebenen Unterschieden, dass es auf den sogenannten **➔ hydraulischen Abgleich** hinausläuft, denn:

Den sehr pumpennahen Heizkörper überschwemmt es durch die installierten Einheitsventile mit Heizungswasser, während der weit entfernte verhungert. Auch wird für keinen der Heizkörper eine Anpassung an die Leistung und damit des Volumenstroms vorgenommen.

Eine Lösung, um die verwendeten Einheitsventile auf diese Aufgabe vorzubereiten, wäre es, kleine gelochte Scheiben in das Ventil zu packen, gewissermaßen eine Blende.



Ein Schnittmodell offenbart, dass ein Thermostatventil nicht nur öffnet und schließt. Die feine Ausarbeitung der durchflossenen Kanäle dient einem Zweck



In einer Heizungsanlage kriegt ein pumpennaher Heizkörper mit kleiner Leistung (..1) eine andere Ventileinstellung als ein entfernter mit hoher Leistung (..14)

Ein Ventil, das zu heftig durchströmt würde, bekäme eine ge-
lochte Scheibe mit kleiner Bohrung. Das Heizwasser würde
an dieser Kleinloch-Scheibe gebremst und würde eher den
Weg zu einem Heizkörper mit größerem Loch wählen.

Am entferntesten Heizkörper, der vielleicht auch noch eine
hohe Leistung haben soll, würde man eine Blende mit großer
Bohrung vorsehen und dieser könnte fast ungebremst durch-
strömt werden.

Hat man die richtigen Blenden eingesetzt und die Funktion
sämtlicher Heizkörper hierdurch angepasst, hätte man jedem
Einheitsventil jeweils unterschiedliche Druckverluste ver-
passt und auf diese Weise den Durchfluss reguliert. Sinnge-
mäß: Eine kleine Bohrung erzeugt einen höheren Druckver-
lust als eine große Bohrung.

Das mit den durchbohrten Scheiben würde funktionieren, hat
sich in der Praxis aber nicht bewährt. Stattdessen passt man die
Ventile durch entsprechende Ventileinsätze oder Voreinstel-
lungen an. Sinngemäß gilt wiederum: Ein sehr enger Durch-
gang führt zu einem hohen Druckverlust und umgekehrt.

Und genau dieser Zusammenhang steckt hinter der Angabe
eines Kv-Wertes. Er beschreibt die Druckverluste eines Ven-
tils.

DICTIONARY

Thermostatventil	=	thermostatic valve
Volumenstrom	=	volume flow rate
Druckverlust	=	pressure loss
Ventileinsatz	=	valve insert

Sie stutzen, weil da Druckverluste steht, also die Mehrzahl?
Das Motto des Kv-Wertes ist: „Kennst du einen, kennst du
alle“.

Genauer gesagt weist der Kv-Wert den Volumenstrom eines
Ventils bei 1 bar aus. Kennt man den Volumenstrom bei 1 bar,
kann man sich jeden anderen errechnen. Die Abhängigkeiten
sind nämlich in eine einfache Formel zu packen.

$$K_v = \frac{\dot{V}}{\sqrt{\Delta p}}$$

K_v = Durchflusskoeffizient in m^3/h

\dot{V} = Volumenstrom in m^3/h

Δp = statischer Druckverlust über Ventil in bar

Und diese Formel kann man beliebig umstellen.

$$\dot{V} = K_v \cdot \sqrt{\Delta p}$$

$$\Delta p = \left(\frac{\dot{V}}{K_v}\right)^2$$

Drei Beispiele:

Ein Ventil verursacht einen Druckverlust von 0,05 bar, wo-
bei 100 Liter Wasser pro Stunde durch dieses Ventil strömen.
Welchen Kv-Wert besitzt es?

$$K_v = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{h}}{\sqrt{0,05 \text{ bar}}}$$

$$K_v = \frac{0,1 \text{ m}^3/\text{h}}{0,223607}$$

$$K_v = 0,447 \approx 0,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Welcher Volumenstrom stellt sich bei einem Ventil mit einem
Kv-Wert von $0,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ein, wenn der Druckverlust 400 mbar
beträgt?

$$\dot{V} = 0,2m^3/h \cdot \sqrt{0,4}$$

$$\dot{V} = 0,2m^3/h \cdot 0,63246$$

$$\dot{V} = 0,1265m^3/h \approx 0,13m^3/h$$

Welche Druckdifferenz stellt sich bei einem Ventil mit einem Kv-Wert von 0,15 m³/h ein, wenn ein Volumenstrom von 80 l/h hindurchfließt?

$$\Delta p = \left(\frac{0,08}{0,15} \right)^2$$

$$\Delta p = (0,5333)^2$$

$$\Delta p = 0,2844 \text{ bar} \approx 0,28 \text{ bar}$$

Ein Ventil, ein Kv-Wert und unzählige Werte, die man davon ableiten kann. Und dabei ist es völlig uninteressant, mit welcher Maßnahme dieser Druckverlust erreicht wird. Die durchbohrte Scheibe ist ebenso gut wie ein Ventileinsatz. Und jedes Ventil besitzt diese Eigenschaft.

In der Fortsetzung der Schlüsse, die man daraus zieht, ist es also erst einmal völlig gleichgültig, welcher Hersteller ein Ventil mit einem bestimmten Kv-Wert liefert. Sie reagieren alle gleich.

FALSCH E INHEITEN BEIM KV-WERT?

Stellt man die Formel zum Kv-Wert um und trägt die Einheiten fein säuberlich ein, so stellt man fest, dass da zum Schluss eigentlich etwas mit den Einheiten nicht stimmt. Man hat sich aber in der Strömungstechnik darauf geeinigt, diese Beziehungen so herzustellen. Es handelt sich nämlich um eine sogenannte „zugeschnittene Größengleichung“.

VENTIL AUTORITÄT

In einem Heizungsrohrnetz „reißt“ sich das fließende Wasser immer an den Rohrwandungen. Es entsteht also auch immer ein sogenannter Rohrreibungsdruckverlust. Auf dem Hin- und Rückweg zwischen Wärmeerzeuger und Heizkörper stellt sich daher immer eine Druckdifferenz ein, auch ohne ein eingebautes THV.

Bleiben wir gedanklich bei dem anfänglichen Beispiel mit dem Einheitsventil ohne Blenden oder verschiedene Ventileinsätze wird es regelungstechnisch interessant in Bezug auf den Einfluss, den diese Ventile auf den Wasserfluss haben. Ein übertriebenes Gedankenmodell hilft, dieses Problem zu verstehen:

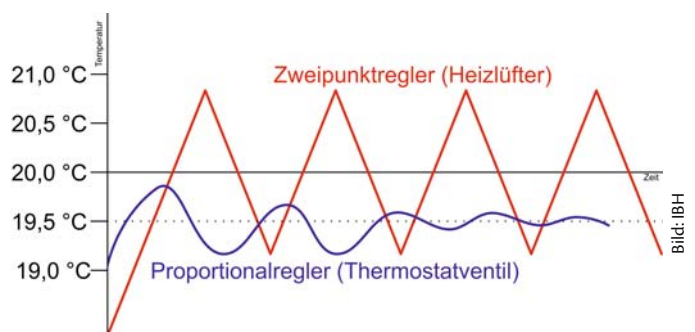
Würde man als Einheitsabspernung in diesem Kreislauf an jedem Heizkörper einen Zwei-Zoll-Schieber einsetzen,

könnte man durch das Auf- und Zudrehen des Schiebers zweifellos den Volumenstrom zu jedem Heizkörper regulieren. Ganz geöffnet ergibt sich ein freier Fluss durch die „riesige“ Öffnung des Schiebers. Gehen wir davon aus, dass dieser Schieber sich mit insgesamt 10 Drehungen am Handrad komplett schließen ließe, so lässt sich nachvollziehen, dass die erste Drehung in Richtung Schließen kaum etwas bewirkt in Bezug auf den Volumenstrom durch diesen Schieber und damit durch den angeschlossenen Heizkörper. Das Wasser fließt fast ungehindert weiter. Auch die zweite, dritte und achte Umdrehung erzeugt kaum eine Änderung im Fluss des Wassers. Erst die letzten beiden Umdrehungen des Schließens sorgen entscheidend für ein Abbremsen des Wassers. Erst auf den letzten Millimetern des Schließens stellt sich ein Druckverlust ein, der im Verhältnis zum Druckverlust des gesamten Rohrverlaufs ein echtes Hindernis darstellt. Und diesen Einfluss nennt man, Sie ahnen es schon, Ventilautorität.

In diesem Zusammenhang kann man als THV also festhalten: Ich als THV bin nicht vor diesen Heizkörper montiert worden, um das Heizwasser möglichst ungehindert hindurchströmen zu lassen. Meine Aufgabe ist es, schon bei geringer Bewegung des Ventilkegels in Richtung Öffnen oder Schließen, einen kräftigen Einfluss auf den Durchfluss zu bewirken. Ich herrsche autoritär und nicht strömungsgünstig.

PROPORTIONALABWEICHUNG

Im folgenden Text wird nochmals und zum besseren Verständnis die Erklärung anhand von Beispielen hergeleitet: Ein Heizlüfter besitzt integriert im Ein- und Ausschalter einen Thermostat. Stellt man damit eine gewünschte Raumtemperatur ein, so schaltet sich der Heizlüfter bei Überschreiten dieser Temperatur um ein bis zwei Kelvin ganz ab. Wird die Wunschtemperatur durch Abkühlung des Raumes irgendwann wieder um ein bis zwei Kelvin unterschritten, schaltet sich der Heizlüfter wieder ein. Dabei handelt es sich erkenn-



In rot dargestellt das Regelverhalten eines Heizlüfters und in blau das eines Thermostatventils

bar um einen Zweipunktregler mit akzeptabler Abweichung von der Wunschtemperatur.

Theoretisch könnte man den Thermostaten dieses Heizlüfters auch mit geringerer Abweichung von der Solltemperatur herstellen, aber dann würde die Schaltung kippelig. Würde man diesen Thermostatschalter übertrieben auf 0,1 Kelvin Abweichung genau bauen, so würde ständig ein- und ausgeschaltet. Der Heizlüfter würde takten.

Ein THV ist deutlich flexibler unterwegs als die Regelung eines Heizlüfters. Bei Erreichen einer gewählten Raumtemperatur lässt das THV einen angemessenen Volumenstrom fließen und hält den Raum damit annähernd gleichmäßig auf Temperatur. Wenn also keine Störgröße die Verhältnisse im Raum verändert, schnurrt der Heizkörper vor sich hin. Aber auch bei einem THV akzeptiert man eine Abweichung vom Sollwert, um ein ruhigeres Regelverhalten zu erreichen. Zwar könnte man ebenfalls eine super genaue Regelung bauen, nur wäre der Aufwand und der daraus resultierende Nutzen un-

verhältnismäßig und es würde wiederum recht kippelig. Man akzeptiert eine Abweichung von 1 bis 2 Kelvin.

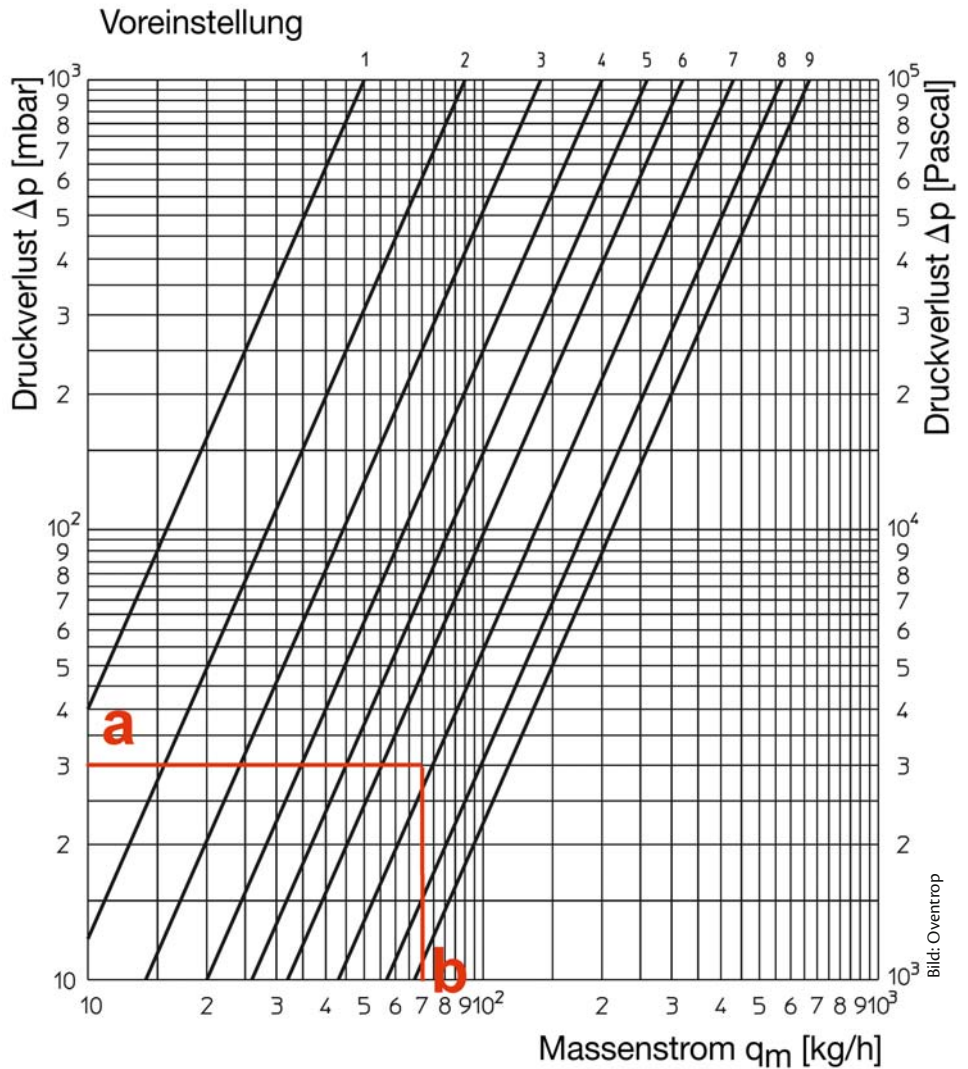
Das bedeutet konkret, dass beispielsweise bei einer Solltemperatur von 20°C der Auslegungsvolumenstrom durch das Ventil strömt. Bei einer Proportionalabweichung von 1 Kelvin, wäre das Ventil dann bei 21°C geschlossen.

Kurz überlegt kann man messerscharf schließen, dass wenn ein Thermostatkopf sich um 0,22 mm/K ausdehnt, das Ventil dann also um 0,22 mm geöffnet ist bei 20°C, um diese Aufgabe zu erfüllen.

Wird es in dem Raum mit 20°C auch nur ein Grad wärmer, reicht das bereits um die letzten 0,22 mm zuzufahren.

Die Proportionalabweichung ist also eine akzeptierte Größe. Diese Abweichung lässt sich aber nicht aus dem Regal greifen. Damit ist gemeint, dass man nicht einfach schlicht ein Ventil mit einer absoluten Abweichung einbaut. Vielmehr stellt sich diese Genauigkeit unter anderem aufgrund des Kv-Wertes und der Ventilautorität ein.

Diagramm (1) zur Ventilauslegung für das -AV 9- von Oventrop:
Die Ventilauswahl für eine Anforderung von
a) 30 mbar Druckverlust (y-Achse, senkrecht) und
b) 70 kg/h als Massenstrom (x-Achse, waagrecht)
entscheidet über den Einstellwert von kurz vor 7 für das Ventil



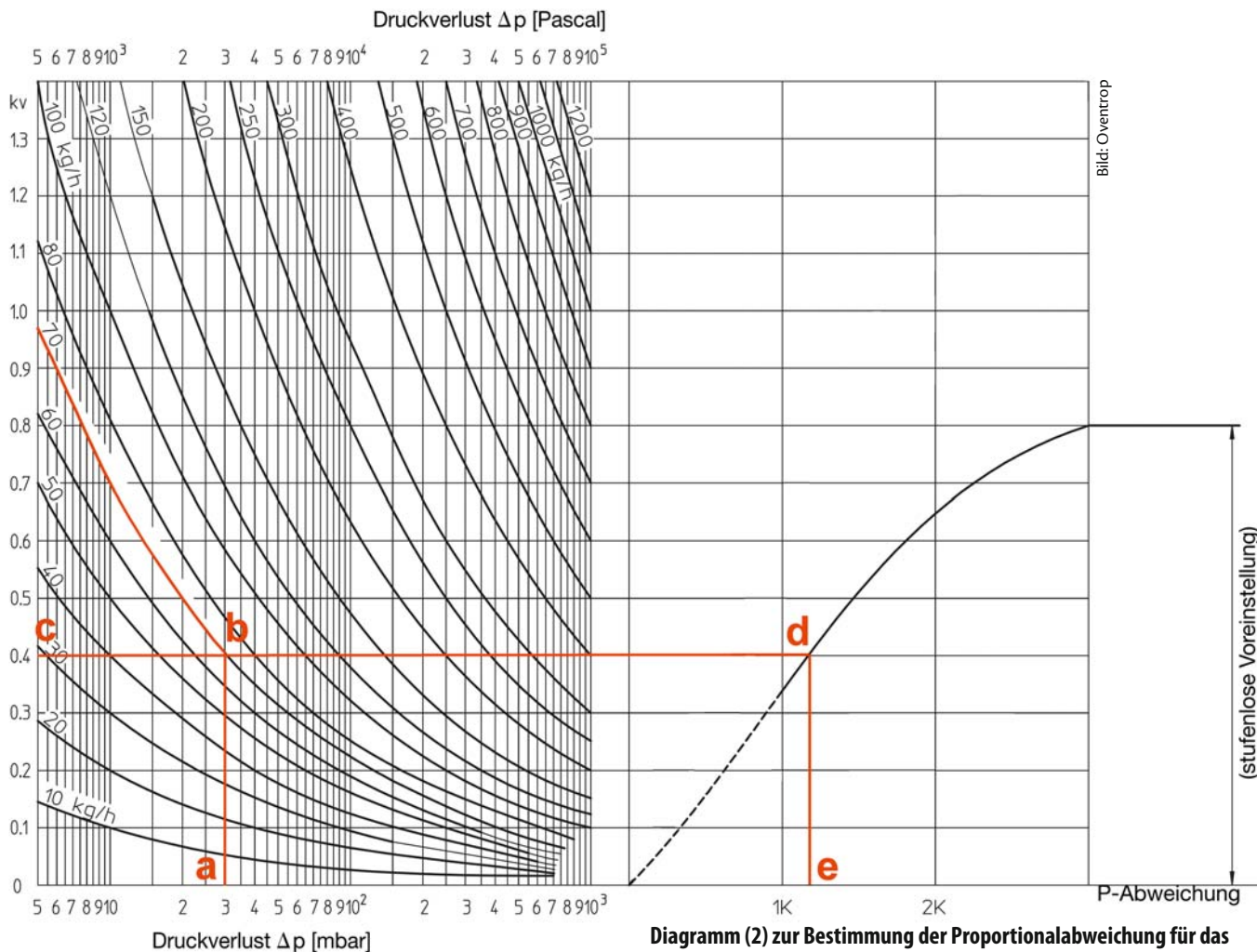


Diagramm (2) zur Bestimmung der Proportionalabweichung für das -AV 9- von Oventrop: Die Eintragung der Werte aus Diagramm (1) weist auf die zu erwartende P-Abweichung hin

- a) 30 mbar Druckverlust (x-Achse, waagrecht)
- b) 70 kg/h als Massenstrom (Kurvenverlauf) führt zu einem
- c) Kv-Wert (y-Achse, senkrecht) von 0,4 m³/h
- d) Schnitt mit der Kurve zur P-Abweichung, die endet auf
- e) 1,2 K



AUTOR



Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held ist verantwortlicher Redakteur des SBZ Monteur. Er betreibt ein TGA-Ingenieurbüro, ist Dozent an der Handwerkskammer Münster sowie öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
 Telefon (0 23 89) 95 10 21
 Telefax (0 23 89) 95 10 22
 held@sbz-online.de
 www.ingenieurbueroheld.de

WIE HÄNGT DAS ALLES ZUSAMMEN?

Die drei Begriffe, die dem Thermostatventil zugeordnet werden, hängen funktionell zusammen.

Der Kv-Wert beschreibt den Druckverlust eines Ventils und beeinflusst damit zwangsläufig auch die Ventilautorität. Jedes THV hat im realen Einsatz eine Abweichung vom Sollwert. Es ist gut, wenn diese Abweichung nicht zu groß wird und bis zwei Kelvin beträgt. Denn diese zwei Kelvin Temperaturdifferenz als Proportionalbereich des Ventils reichen dann aus, um das Ventil ausgehend vom Auslegungsvolumenstrom ganz zu schließen. Damit lässt sich effizient regeln. Effizient deshalb, weil beispielsweise bei Sonnenschein durchs Fenster ein solarer Wärmegewinn das Ventil schließen kann, sobald die Wunschttemperatur überschritten wird.

Das Gesamtkunstwerk -Heizungsanlage- beinhaltet also als finale Krönung den Einsatz der korrekt dimensionierten und eingestellten Thermostatventile. Aus der korrekten Auswahl ergibt sich eine angemessene Proportionalabweichung.