Druckverluste von ½"-Heizkörper-Regulierventilen mit Drosselscheiben

Dr. sc. techn. B. GLUCK / Dipl.-Ing. TH. HEMPEL
VEB Kombinat Technische Gebäudeausrüstung – Institut –

In jüngster Zeit wurden verschiedentlich Zweirohrheizungen gebaut, bei denen es zu Funktionsstörungen kam. Hauptsächlichste Fehler waren zu geringe Druckverluste in den Heizflächenstromkreisen, bestehend aus Anbindungsleitungen, Regulierventil und Heizfläche. Dadurch konnten die lastabhängigen Unterschiede des thermodynamischen Umtriebsdruckes und die Unterschiede im hydraulischen Druckverlust der Strangleitungen in den Heizflächenstromkreisen nicht kompensiert werden. Da die im Handel befindlichen ½"-Regulierventile nur über begrenzte Drosselcharakteristiken verfügen, wurden teilweise in die Verschraubungen sowohl der Heizkörper-Regulierventile als auch der Rücklaufanbindungen Drosselscheiben eingelegt.

Der Einzelwiderstandsbeiwert von Drosselblenden, bezogen auf die Geschwindigkeit im vollen Rohrquerschnitt, errechnet sich nach dem Impulssatz zu

$$\zeta = \left[\left(\frac{d}{d_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{\alpha} - 1\right]^2 \qquad (1)$$

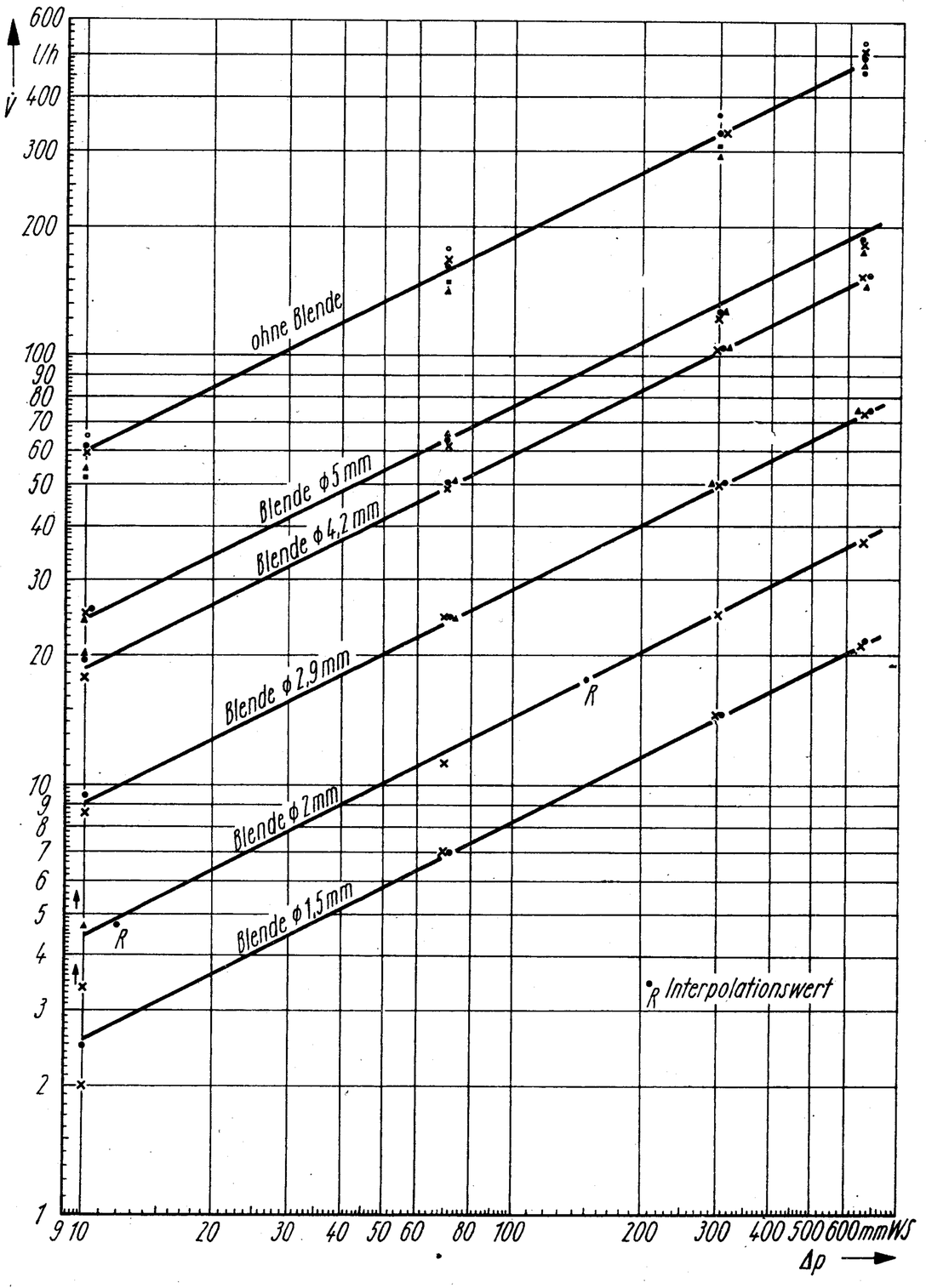
mit d – Rohrdurchmesser
d_0 – Öffnungsdurchmesser der Drosselblende
α – Kontraktionskoeffizient.

Für die hier in Frage kommenden Durchmesserverhältnisse wird in der Literatur

$\alpha = 0{,}62 \ldots 0{,}64$ bei scharfer Durchflußkante
$\alpha = 0{,}7 \ldots 0{,}8$ bei schwacher Kantenbrechung
$\alpha = 0{,}9$ bei schwach abgerundeter Kante

angegeben [1].

1 Druckverlust ½"-Heizkörper-Regulierventil



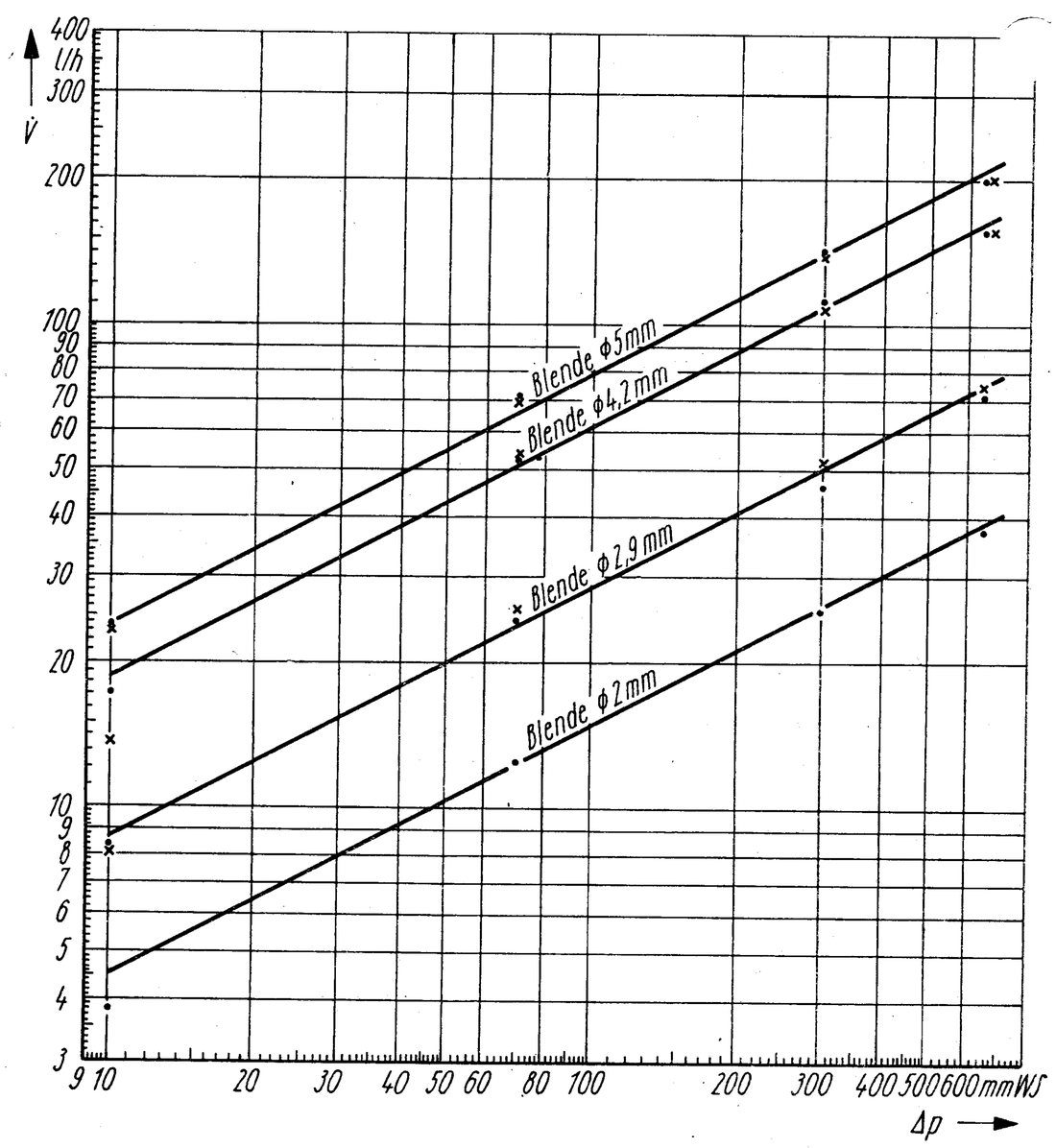
Zur vollständigen Energieumsetzung sind ein ungestörter Einlauf und eine Auslaufstrecke von etwa dem achtfachen Rohrdurchmesser erforderlich. Während dies bei der Verschraubung des Rücklaufes näherungsweise erfüllt wird, ist das bei der Ventilverschraubung keineswegs gegeben. Diese Tatsache und die große Schwankung des Kontraktionskoeffizienten erfordern in jedem Fall Messungen entsprechender Fertigungsmuster unter Einbaubedingungen.

Zur Verwendung in der Praxis wurden Blenden mit den Durchmessern 1,5; 2,0; 2,9; 4,2 und 5,0 mm – in ½"-Heizkörper-Regulierventile bzw. -Verschraubungen eingesetzt – auf dem Prüfstand des VEB Industriearmaturen Leipzig gemessen. Die Ergebnisse sind in den Bildern 1 und 2 wiedergegeben. Die Öffnungen der Drosselscheiben waren beiderseits angesenkt. Dies erfolgte, um den beim Bohren entstehenden Grat zu entfernen. Bei seitengleicher Geometrie kann es somit auch keinen seitenverkehrten Einbau geben. Nachteilig ist allerdings, daß bei gebrochener Eintrittskante der Druckverlust geringer als bei scharfer Kante ist. Weiterhin schwankt der Kontraktionskoeffizient in größeren Grenzen, und die Vorausberechnung wird somit relativ unsicher. Die genannten Nachteile müssen in Kauf genommen werden, da bei der Großproduktion nicht die Präzision beispielsweise wie bei der Meßblendenfertigung verlangt werden kann.

Die Auswertung bestätigte die genannte Problematik.

- Die Kontraktionskoeffizienten bei Einbau in die einfache Verschraubung lagen zwischen 0,74 bis 0,86. Dies bedeutet, daß eine genaue Vorausberechnung des Druckverlustes unmöglich ist. Die in der Literatur angegebenen und durch die Messungen bestätigten Schwankungen der Kontraktionskoeffizienten führen zu Unterschieden im Druckverlust bis zu 40 Prozent.
- Werden dieselben Drosselscheiben in die Ventilverschraubungen eingesetzt, so zeigt sich, daß wegen der veränderten Strömungsbedingungen der Gesamt-Druckverlust nicht additiv aus dem Druckverlust des Ventils und dem der Drosselscheibe berechnet werden kann. Die Fehler betrugen bis 13 Prozent; eine verallgemeinerungsfähige Relation konnte nicht gefunden werden. Die Forderung nach Messungen, wobei Ventil und Drosselblende als Einheit zu betrachten sind, steht auch hier unausweichlich.

2 Druckverlust ½"-Heizkörperverschraubung



— Zur Interpolation der gewonnenen Kurven auf andere Öffnungsdurchmesser d_o kann die Näherungsgleichung

$$\dot{V} = \dot{V}_B \cdot \left(\frac{d_o}{d_{o,B}}\right)^2 \Bigg|_{\Delta p = \text{const.}} \qquad (2)$$

benutzt werden. Dabei deutet der Index B auf den Bezugswert hin, und $\dot{V}$ sowie $\dot{V}_B$ verstehen sich bei gleichem Δp_B. Diese Näherungsgleichung kann aus Gl. (1) ermittelt werden, wenn der Summand 1 gegenüber $\left(\frac{d}{d_o}\right)^2 \cdot \frac{1}{\alpha}$ vernachlässigbar ist. Da dies bei kleinen Bohrungen mit hinreichender Genauigkeit zutrifft, ist Gl. (2) im Bereich der in den Bildern 1 und 2 vorliegenden Parameter anwendbar.

Beispiel

Die Druckverlustkurve für die in die Ventilverschraubung eingelegte Blende mit 2 mm Durchmesser soll mit Gl. (2) nachgerechnet werden. Mindestens zwei Punkte sind, ausgehend von den Kurven 1,5 mm und 2,9 mm Blendendurchmesser, zu ermitteln.

Bezugsdurchmesser 1:

$d_{o,B} = 1{,}5$ mm $\quad \dot{V}_B = 10$ l/h $\quad \Delta p = 150$ mm WS

Nach Gl. (2) gilt

$$\dot{V} = 10 \cdot \left(\frac{2}{1{,}5}\right)^2 \text{l/h} = 17{,}8 \text{ l/h}.$$

Bezugsdurchmesser 2:

$d_{o,B} = 2{,}9$ mm $\quad \dot{V}_B = 10$ l/h $\quad \Delta p = 12$ mm WS

Nach Gl. (2) gilt

$$\dot{V} = 10 \cdot \left(\frac{2}{2{,}9}\right)^2 \text{l/h} = 4{,}75 \text{ l/h}.$$

Diese Werte, im Bild 1 mit dem Index R eingetragen, zeigen sehr gute Übereinstimmung mit den gemessenen Ergebnissen.

Abschließend wird nachdrücklich darauf hingewiesen, daß nach Ansicht der Verfasser die Drosselscheiben nur zur Stabilisierung bestehender Anlagen, nicht aber für Neuprojekte einzusetzen sind. Als Hauptgrund sei die mögliche Verstopfungsgefahr angeführt. Über die Ausbildung der Drosselscheiben mit gleichzeitiger Dichtwirkung liegt im ITGA ein Neuerervorschlag vor.

Literatur:

[1] *„Hütte“*, Des Ingenieurs Taschenbuch, Band I, 28. Auflage