FACHARTIKEL

WARMWASSER-ZIRKULATIONSSYSTEME

Hydraulischer Abgleich mit thermostatischen Zirkulationsregulierventilen

// **Autoren:**
Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann
Christine Hornbergs B.Eng.
Timo Kirchhoff M. Eng.
Prof. Dr.-Ing. Carsten Bäcker

// **Veröffentlicht in:**
Teil 1: IKZ 10-20 (Juli 2020), Strobel Verlag
Teil 2: IKZ 11-20 (August 2020), Strobel Verlag

KEMPER
FORTSCHRITT MACHEN

Teil 1

Warmwasser-Zirkulationssysteme

Hydraulischer Abgleich mit thermostatischen Zirkulationsventilen

Die Begutachtung vieler ausgeführter Trinkwasser-Installationen mit unbefriedigender Temperaturhaltung hat gezeigt, dass Fehlfunktionen auch auf fehlbemessene Reguliertechnik zurückzuführen sind. Der folgende Beitrag, welcher in zwei Teile aufgeteilt ist, beschreibt daher, was getan werden muss, damit sich die Erwartungshaltung, „automatisches Einregulieren mit Einschalten der Zirkulationspumpe, bei Werkseinstellung der Ventile", erfüllt. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit wird auf bekanntgewordene Fehler hingewiesen, die aus einem fehlerhaften Aufbau des Zirkulationssystems, Einsatz ungeeigneter Reguliertechnik, aus Nichtbeachten der a.a.R.d.T. und/oder der Bemessungs-, Einsatz- sowie der Montagevorschriften der Hersteller usw. resultieren.

GRUNDLAGEN

Zur Sicherstellung der Anforderungen der Hygiene an die Technik wird der Temperatur des erwärmten Trinkwassers im Trinkwasser-Erwärmer und in der Leitungsanlage besondere Bedeutung beigemessen. Zentrale Trinkwassererwärmer müssen daher so geplant, gebaut und betrieben werden, dass am Austritt aus dem Trinkwassererwärmer die Trinkwassertemperatur ≥ 60 °C beträgt. Kurzzeitige Absenkungen im Minutenbereich der Temperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers sind tolerierbar, systematische Unterschreitungen von 60 °C jedoch inakzeptabel. Durch ein geeignetes Zirkulationssystem muss dafür gesorgt werden, dass bei einer Austrittstemperatur aus der Trinkwassererwärmungsanlage von 60 °C die Temperatur in allen Leitungen, in denen das erwärmte Trinkwasser zirkuliert, die Warmwassertemperatur nicht unter 55 °C absinkt. Bereits im Planungsprozess wird die Basis dafür gelegt, ob die Temperaturhaltung durch eine Zirkulation des erwärmten Trinkwassers gelingt oder nicht. Dabei trägt die verwendete Reguliertechnik einen nennenswerten Teil zum Erfolg bei.

Thermostatventile wurden mit dem Anspruch entwickelt, dass sich mit dem Einschalten der Pumpe das Zirkulationssystem über die Temperatur des zirkulierenden Wassers automatisch einreguliert. Bei einer Speicheraustrittstemperatur von 60 °C soll sich damit eine Temperaturhaltung in allen Teilstrecken oberhalb von 55 °C ergeben. Weiterhin soll bei einer Speicheraustrittstemperatur ≥ 75 °C ohne weiteren Eingriff eine thermische Desinfektion bei Temperaturen oberhalb von 70 °C ermöglicht werden.

Das vorgenannte Ziel kann in größeren Trinkwasser-Installationen nur erreicht werden, wenn die Leitungsanlage auf Grundlage der a.a.R.d.T. hydraulisch berechnet wurde, die Zirkulationspumpen die berechneten Zirkulationsvolumenströme zur Verfügung stellen können und nach vorbeschriebenem Muster eine sinnvolle Kombination aus dynamischer und statischer Reguliertechnik angeordnet wurde. Wie aus den hydraulischen Systemen der Heizungstechnik selbstverständlich gewohnt und in der Fachwelt akzeptiert, muss auch die Reguliertechnik eines Zirkulationssystems auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse einer Rohrnetzberechnung ausgelegt werden!

Für eine automatische Einregulierung bei Werkseinstellung müssen die thermostatischen Zirkulationsregulierventile über Ventilkennlinien verfügen, die in den unterschiedlich aufgebauten Zirkulationssystemen, den hydraulischen Abgleich nur über die Temperatur des zirkulierenden Warmwassers sicherstellen können (Bild 1). Die Anforderungen an die Reguliertechnik sind je nach Aufbau und Größe des Zirkulationssystems stark unterschiedlich.

Zum Zwecke der thermischen Desinfektion muss in Warmwassersystemen weiterhin die Möglichkeit bestehen, auch an den entferntesten Entnahmestellen mindestens 70 °C zu erreichen [1] [2]. Zirkulationssysteme, die mit thermostatischen Regulierventilen ausgerüstet werden, müssen daher auch eine thermische Desinfektion mit mindestens 70 °C zulassen [3].

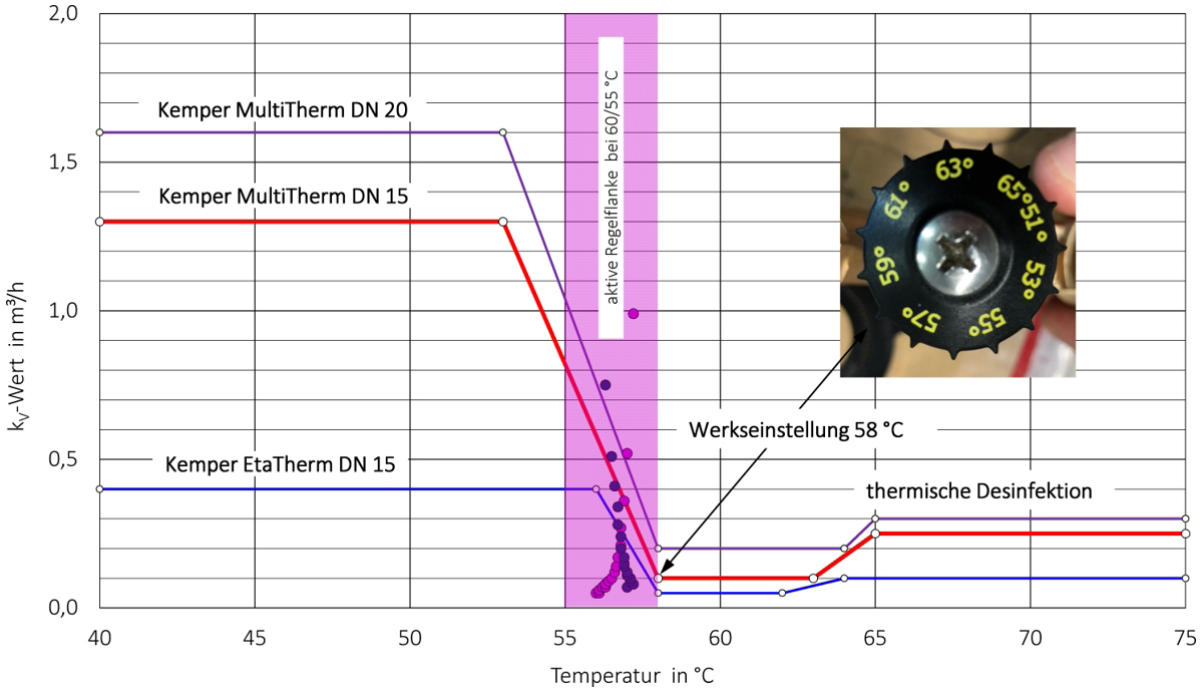

Bild 1: Ventilkennlinien des Multi-Therm-Ventils DN 15/20 und des EtaTherm-Ventils DN 15 bei Werkseinstellung (58 °C)

Zur Erfüllung der Anforderungen an thermostatische Zirkulationsregulierventile DN 15 aus dem DVGW Arbeitsblatt W 554 (P) muss bei der vom Hersteller angegebenen Sollwerttemperatur (Werkseinstellung) der minimale kV-Wert (kV,min) spätestens nach 60 Minuten erreicht werden. Bei der voreingestellten Sollwerttemperatur – z. B. 58 °C – muss das Ventil in einem Toleranzbereich von +/- 1 K den minimalen kV-Wert einstellen. Der minimale kV-Wert muss dabei zwischen 0,02 m³/h und 0,1 m³/h liegen. Der Einsatzbereich eines thermostatischen Zirkulationsregulierventils wird durch den minimal erreichbaren kV-Wert und maßgeblich durch die nutzbare Regelflanke zwischen 55 °C und 58 °C (Temperatursollwert der Werkseinstellung) definiert. Je länger die nutzbare Regelflanke (Bild 3) des Ventils ist, umso größer und flexibler ist der mögliche Einsatzbereich. Wie die Zusammenstellung einiger im Prüfstand messtechnisch ermittelter Kennlinien handelsüblicher thermostatischer Zirkulationsregulierventile DN 15 zeigt, verfügen die Ventile über stark unterschiedliche Eigenschaften (Bild 2).

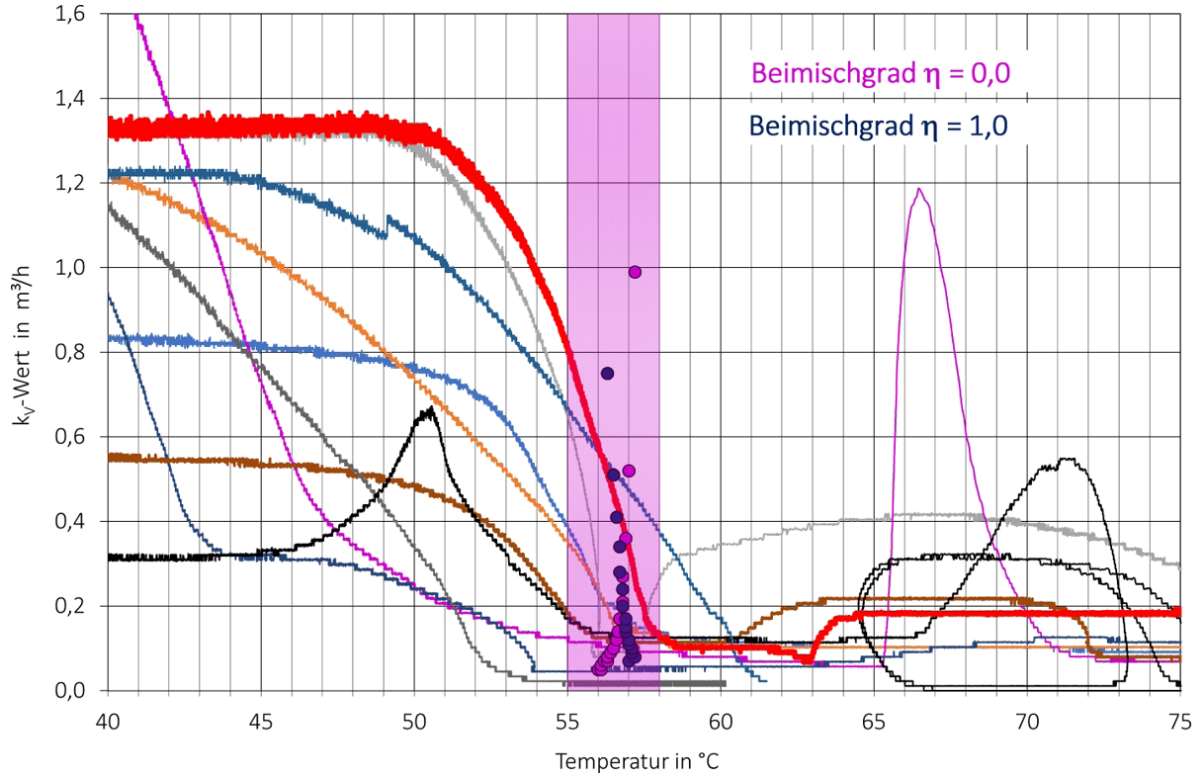

Bild 1: Im Prüfstand gemessene Ventilkennlinienreihen handelsüblicher thermostatischer Zirkulationsregulierventile DN 15 mit eingetragenen Betriebspunkten eines Berechnungsbeispiels (Beimischgrad 0 und 1).

Bereits aus den Kennlinien der meisten Ventile lässt sich unschwer erkennen, dass eine automatische Einregulierung mit Werkseinstellung in größeren Zirkulationssystemen nicht gelingen kann. Erstaunlicherweise verfügen die meisten untersuchten Thermostatventile überwiegend nicht über die in den betreffenden Technischen Unterlagen veröffentlichten Kennlinien (positive Ausnahme: vgl. z.B. rote Ventilkennlinie in Bild 1 mit Bild 2). Sie erreichen dabei meistens nicht den werksseitig eingestellten Temperatursollwert (meistens 57 °C) im zugelassenen Toleranzbereich (± 1 K) und häufig auch nicht den minimal geforderten kV-Wert zwischen 0,02 m³/h und 0,1 m³/h. Sie öffnen darüber hinaus auch in den meisten Fällen bei 55 °C nicht weit genug! Einige Ventile weisen sogar im Bereich > 55 °C einen konstanten kV-Wert aus. Andere Ventile schließen bei Temperaturen > 60 °C vollständig. Eine thermische Desinfektion mit Temperaturen > 70 °C wird meistens nicht unterstützt [4].

Das Multi-Therm-Ventil DN 15 von Kemper weist darüber hinaus über die mit Abstand längste nutzbare (aktive) Regelflanke zwischen 55 °C und 58 °C (werksseitig eingestellter Temperatursollwert) aller untersuchten Ventile aus (Bild 3). Damit ist der Einsatzbereich wesentlich größer als bei allen anderen getesteten Thermostatventilen der Nennweite DN 15. Zusätzlich wird auch die thermische Desinfektion unterstützt. Durch regelmäßig stattfindende Qualitätskontrollen erfüllen die Ventile die Anforderungen des DVGW Arbeitsblattes W 554 auch in der laufenden Serie.

STATISCHES VORDROSSELN

In der Vergangenheit führten maximale Drosselstellungen, berechnet nach DVGW Arbeitsblatt W 553 [5], häufig zu unrealistisch kleinen kV-Werten für die Zirkulationsregulierventile nahe der Zirkulationspumpe. Das gipfelte in der Vorstellung einiger Anwender, man müsste hier ein statisches und ein thermostatisches Regulierventil in einer Teilstrecke direkt hintereinanderschalten oder ein thermostatisches Regulierventil mit statischer Vordrossel einsetzen, um entsprechende Berechnungsergebnisse bedienen zu können. Mess-technische Untersuchungen im Prüfstand zeigen aber, dass bei solchen Konstruktionen der dynamische Anteil der Reguliertechnik mit zunehmender statischer Vordrosselung unterdrückt und letztlich nur noch mit der statischen Komponente der Ventilkombination reguliert wird. Wie in der Heizungstechnik gilt auch hier die Regel, dass die Regelgüte durch den Druckabfall im Regelquerschnitt des Thermostatventils bestimmt wird.

In Zirkulationssystemen der Trinkwasser-Installation sind zwar kleinste kV-Werte auf der „letzten Rille" eines statischen Regulierventils theoretisch noch darstellbar. Je nach Wasserqualität kommt es bei solchen Einstellungen im praktischen Rohrleitungsbetrieb aber zu Kalkablagerungen am bzw. im Drosselquerschnitt. Zusätzlich können sich hier auch noch Schwebstoffe anlagern. Die Erfahrung hat gezeigt, dass statische Zirkulationsregulierventile mit solchen Regulierstellungen mehr oder weniger kurzfristig festsitzen und dadurch die Zirkulation unterbrochen wird. Die Temperaturhaltung bricht zusammen. Gleiches gilt für Thermostatventile, die mit Erreichen der Sollwerttemperatur vollständig schließen. Vor diesem Hintergrund wurden Zirkulationsregulierventile entwickelt, die mit Erreichen der Sollwerttemperatur eine maximale Drosselstellung des Ventils sicherstellen, dabei aber nicht vollständig schließen. Bei thermostatisch geregelten Ventilen ist das Zusetzen des Regelquerschnitts nicht zu erwarten, da mit Verringerung des Strömungsquerschnitts im laufenden Betrieb - und dem damit verbundenen Temperaturabfall - das Ventil automatisch wieder öffnet. Einige Ventile verfügen zusätzlich über eine integrierte Reinigungsfunktion, die mit Bewegung des Regulierkegels aktiv wird.

Wegen der grundsätzlichen Bedeutung für die Funktion der Zirkulation hat der DVGW für solche Ventile Prüfanforderungen zur Erteilung eines Prüfzeichens aufgestellt [6]. Thermostatische Zirkulationsregulierventile müssen dem DVGW Arbeitsblatt W 554 entsprechen [7].

ZWISCHENFAZIT

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass bereits während des Planungsprozesses die Grundsteine für ein funktionierendes Zirkulationssystem gelegt werden. Dabei trägt die verwendete Reguliertechnik maßgeblich zum Erfolg eines funktionierenden Zirkulationssystems bei. Eine automatische Einregulierung der meisten thermostatischen Zirkulationsregulierventile die in den unterschiedlich aufgebauten Zirkulationssystemen, den hydraulischen Abgleich nur über die Temperatur des zirkulierenden Warmwassers sicherstellen können, gelingt in den meisten Fällen mittels Werkseinstellung nicht.

Im zweiten Teil des Artikels widmen sich die Autoren dem statischen und dynamischen Beimischverfahren sowie dem Vergleich zwischen Theorie und Praxis der Zirkulationssysteme.

LITERATURVERZEICHNIS

[1] DIN EN 806-2:2005-06 3.6 Betriebstemperatur - Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 2 Planung
[2] DVGW W 551:2004-04, 8.2.1 Thermische Desinfektion
[3] DIN 1988-300:2012-05, 7.3 Dokumentation/Zirkulationssysteme - Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 300 Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW
[4] Bäcker, C. - Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Thermostatische Regulierventile in Warmwasser-Zirkulationssystemen“, FH Münster 2019
[5] DVGW W 553:1998-12 - Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen
[6] DVGW W 554 (P):2011-03 Technische Prüfgrundlage, Geregelte Zirkulationsventile
[7] DIN 1988-200, 6.4 Zirkulationsregulierventile

Warmwasser-Zirkulationssysteme

Hydraulischer Abgleich mit thermostatischen Zirkulationsventilen

STATISCHES BEIMISCHVERFAHREN

Zur Vermeidung unrealistischer Anforderungen an die Reguliertechnik wurden mit dem sogenannten dynamischen Beimischverfahren (Zirkulationssimulation ab 2006) bzw. dem statischen Beimischverfahren in DIN 1988-300 (ab 2012) zusätzlich verbesserte Berechnungsmethoden gegenüber dem DVGW Arbeitsblatt W 553 entwickelt und in die Planungspraxis eingeführt.

In die Berechnungen zur Ermittlung der Zirkulationsvolumenströme wurde z. B. in DIN 1988-300 der sogenannte (statische) Beimischgrad eingeführt. Der Beimischgrad η kann zwischen 0 und 1 liegen [8]. Gegenüber einer Berechnung gemäß DVGW Arbeitsblatt W 553 führt ein Beimischgrad > 0 dazu, dass die Zirkulationsvolumenströme in den pumpennahen Kreisen etwas größer und in den pumpenferneren Kreisen etwas geringer ausfallen. Dadurch ergeben sich in allen Bereichen des Zirkulationssystems realistischere Auslegungsbedingungen für die erforderliche Reguliertechnik. Die veränderte Volumenstromverteilung führt darüber hinaus prinzipiell auch zu geringeren Pumpendruckdifferenzen und damit auch zu Energieeinspareffekten.

Nach einer hydraulischen Berechnung eines Zirkulationssystems liegen die berechneten Betriebspunkte noch nicht auf der Kennlinie thermostatischer Zirkulationsregulierventile (Bild 3). Das Ergebnis ist daher noch hydraulisch unbestimmt! Erst wenn alle Betriebspunkte sich auf den jeweiligen Kennlinien der Ventile befinden und dabei die Temperaturen im Zirkulationssystem an jeder Stelle > 55 °C betragen, ist das Zirkulationssystem in ausreichendem Maße hydraulisch abgeglichen. Damit ist auch die normative Anforderung erfüllt, dass die Sollwerte der Zirkulationsregulierventile so eingestellt werden müssen, dass in allen Zirkulationskreisen die nach DIN 1988-200 geforderten Temperaturen nicht unterschritten werden [9]. Für den rechnerischen Nachweis des hydraulischen Abgleichs gemäß DIN 1988-300 stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung. In dem einen Fall müssen alle Ventile, auch die thermostatischen Zirkulationsregulierventile, „von Hand" auf vorberechnete Werte eingestellt werden! Im anderen Fall gilt diese Anforderung nur für die statischen Regulierventile; die thermostatischen Zirkulationsregulierventile verbleiben bei Werkseinstellung (58 °C).

Damit sich die Zirkulationsvolumenströme aus einer statischen Beimischrechnung (Beimischgrad zwischen 0 und 1) in der Realität einstellen, muss der Druckabfall über dem Zirkulationsregulierventil, dem aus der hydraulischen Berechnung entsprechen. Bei einer

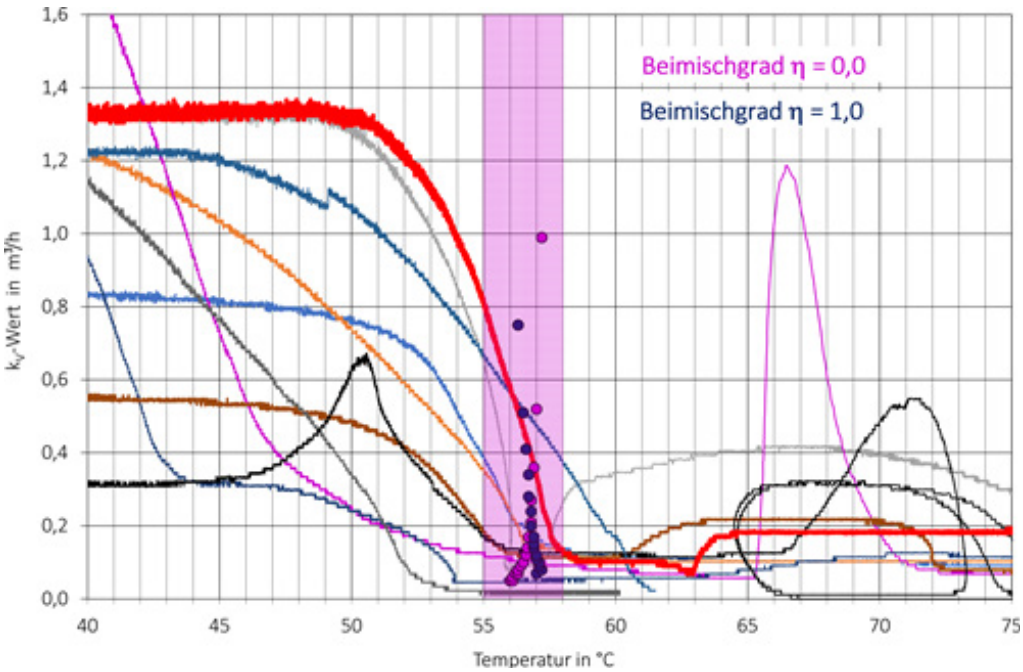

Bild 2: Im Prüfstand gemessene Ventilkennlinienreihen handelsüblicher thermostatischer Zirkulationsregulierventile DN 15 mit eingetragenen Betriebspunkten eines Berechnungsbeispiels (Beimischgrad 0 und 1).

statischen Beimischrechnung muss daher zur Sicherstellung des hydraulischen Abgleichs jedes Ventil „von Hand" eingestellt werden! Diese Forderung gilt ausdrücklich auch für die thermostatischen Zirkulationsregulierventile!

Bei der Einstellung eines beliebigen Sollwertes an einem Thermostatventile gibt es eine häufig anzutreffende Fehleinschätzung: **Prinzipiell wird nicht die am Einbauort des Ventils berechnete Temperatur des zirkulierenden Trinkwassers am Ventil eingestellt, sondern die Temperatur, bei der der minimale k_V-Wert (k_V,min) des Ventils erreicht wird (s.a. DVGW W 554 (P)).** Mit Veränderung der Temperatur-Sollwerteinstellung am Ventil, muss die Kennlinie solange parallel zur x-Achse (Temperatur) verschoben werden, bis der berechnete Betriebspunkt auf der Kennlinie liegt. Im Beispielfall (Bild 3 und Bild 4) muss das Zirkulationsregulierventil auf eine Sollwerttemperatur von 57 °C eingestellt werden, damit der aus der Berechnung vorgegebene Betriebspunkt (k_V = 0,3 m³/h bei 56,1 °C) erreicht wird. Diese Vorgehensweise stellt nur eine Möglichkeit dar, wie die Auslegung der Zirkulationsregulierventile bzw. der hydraulische Abgleich im normativen Sinne nachgewiesen werden kann [10].

Unter Berücksichtigung der Toleranzen der verwendeten Dehnstoffelemente ist eine Einstellung der Sollwerttemperatur im Nachkommabereich fragwürdig. Noch fragwürdiger ist allerdings die Einstellung von Thermostatventilen, die ihren minimalen k_V-Wert nicht im geforderten Temperaturtoleranzbereich gemäß DVGW W 554 (P) erreichen (Bild 2) und damit nicht den a.a.R.d.T. entsprechen.

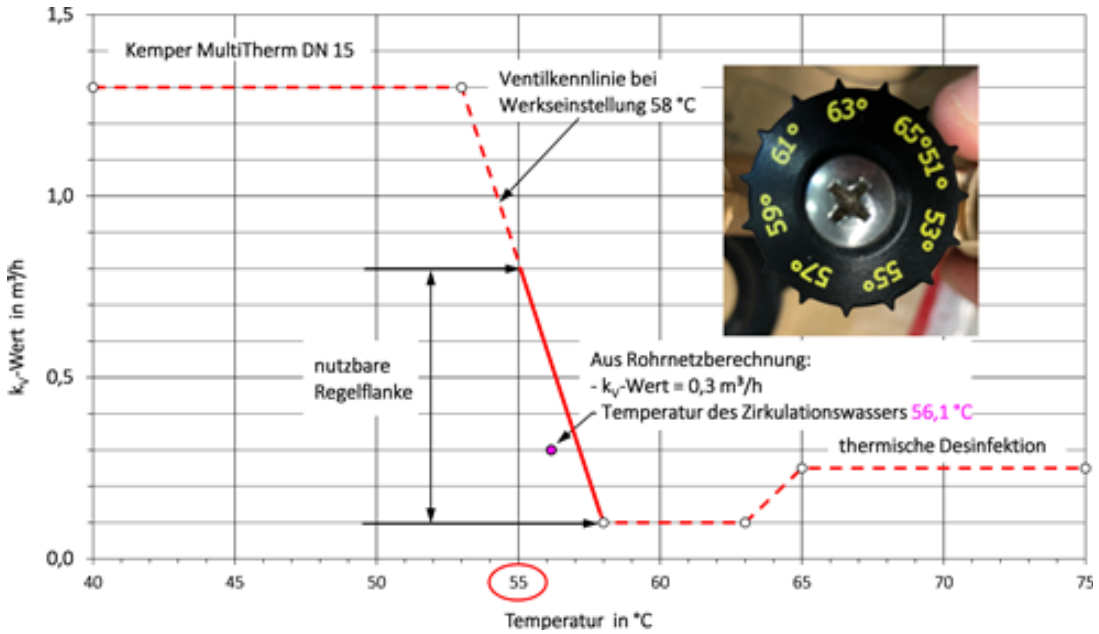

Bild 3: Ventilkennlinie (Multi-Therm DN 15) bei Werkseinstellung mit 58 °C und beispielhaft eingetragenem Betriebspunkt aus einer Rohrnetzberechnung.

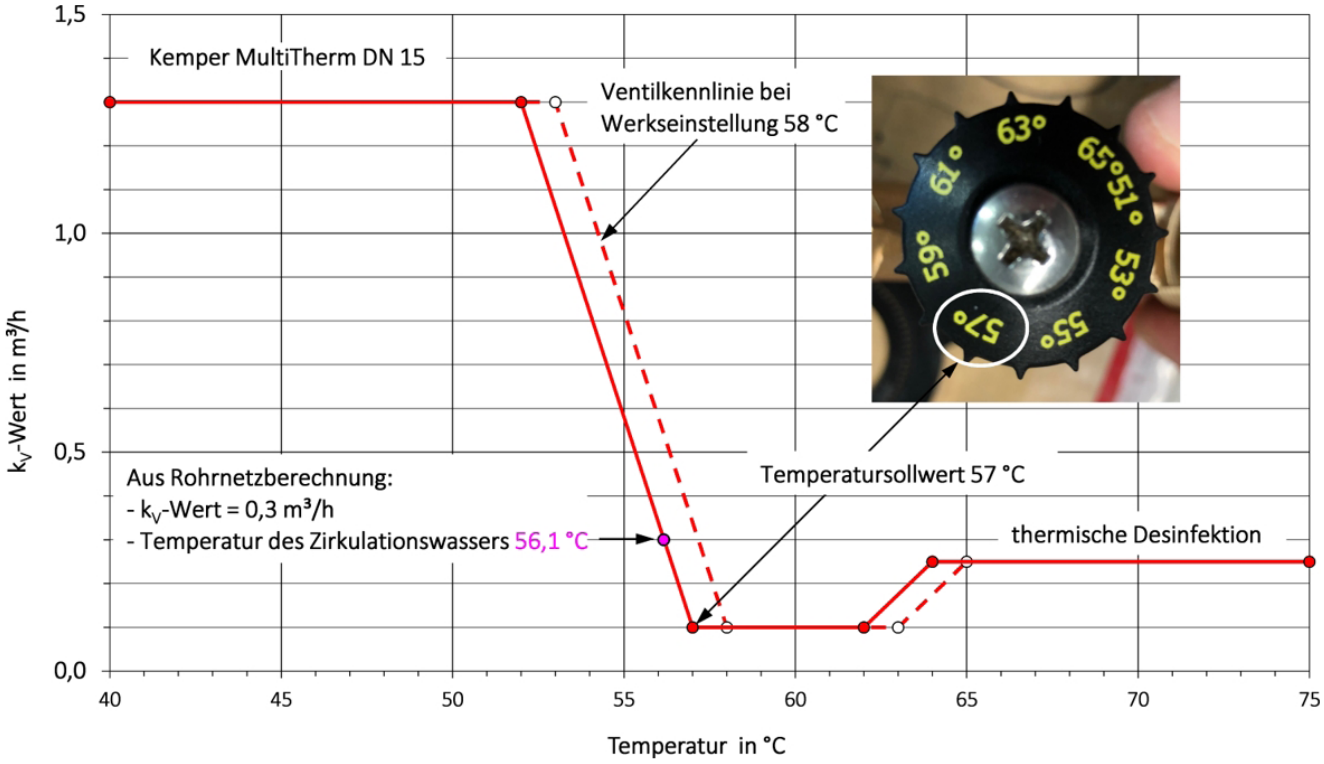

Bild 4: Ventilkennlinie (Multi-Therm DN 15) nach Sollwerteinstellung auf 57 °C.

DYNAMISCHES BEIMISCHVERFAHREN

In der Installationspraxis wird allerdings erwartet, dass sich bei der Verwendung von thermostatischen Zirkulationsregulierventilen ein so ausgestattetes Zirkulationssystem mit Einschalten der Zirkulationspumpe automatisch über die Temperatur einreguliert, ohne dass Thermostatventile „von Hand" eingestellt werden müssen.

Im Gegensatz zu einer statischen Beimischrechnung wird bei einer dynamischen Beimischrechnung (Zirkulationssimulation) davon ausgegangen, dass thermostatische Zirkulationsventile nicht mehr „von Hand" einreguliert werden müssen.

Grundlage der Simulationsrechnung ist ein variabler Beimischgrad, der jeweils in Abhängigkeit von den werkseitig eingestellten Kennlinien der verwendeten Zirkulationsregulierventile ermittelt wird. Dazu wurde von Kemper bereits im Jahre 2006 die sogenannte Simulationsrechnung für Zirkulationssysteme (Dendrit STUDIO 2.0) eingeführt. Damit kann für das fertig dimensionierte Zirkulationssystem, und die vorgesehene Reguliertechnik, der real zu erwartende Zirkulationsbetrieb simuliert werden. Im Rahmen dieser Simulation werden mit einer Volumenstromverteilung, die thermostatische Zirkulationsregulierventile auf ihrer Armaturenkennlinie real einstellen können, die Temperaturen im gesamten System nachberechnet. Vor der Simulationsrechnung liegen z.B. die geforderten Betriebspunkte aus der Beispielberechnung noch neben den Kennlinien (Bild 6 und Bild 7, rote Punkte). Nach der Simulation befinden sich alle Be-triebspunkte auf den Ventilkennlinien (Bild 6 und Bild 7, blaue Punkte). Damit wird der Nachweis geführt, dass das Zirkulationssystem auch bei Werkseinstellung der thermostatischen Zirkulationsregulierventile (Multi-Therm/ Eta-Therm) im Sinne der DIN 1988-300 hydraulisch abgeglichen ist und die Temperaturanforderungen gemäß DIN 1988-200 erfüllt werden.

Im Rahmen einer Zirkulationssimulation können diese Nachweise nicht nur für den normalen Betriebsfall, sondern auch für den Desinfektionsfall geführt werden. Weiterhin können mit diesem Verfahren auch beliebig vorgegebene Rohrnetze nachberechnet und so Fehler identifiziert werden, die sich aus einem ungeeigneten konstruktiven Aufbau des Rohrnetzes, fehlerhafter Bemessung der Rohrleitungen und/oder der Reguliertechnik, unzureichender Dämmung usw. ergeben. Darüber hinaus können die automatisch ausgewählten oder „von Hand" vorgegebenen Zirkulationspumpen des Herstellers Wilo realitätsnah eingestellt werden (Bild 5). Des Weiteren kann für jedes Regulierventil einzeln oder für alle thermostatischen Zirkulationsregulierventile global die Sollwerteinstellung verändert werden.

Mit einer nachfolgenden Simulationsrechnung können die aus den veränderten Einstellungen resultierenden Auswirkungen auf den Zirkulationsvolumenstrom und die Temperaturen des zirkulierenden Wassers überprüft werden.

Bild 5: Pumpendiagramm (Wilo Stratos Z 25) mit eingetragenem Betriebspunkt im Schnittpunkt der Rohrnetz- mit der Pumpenkennlinie.

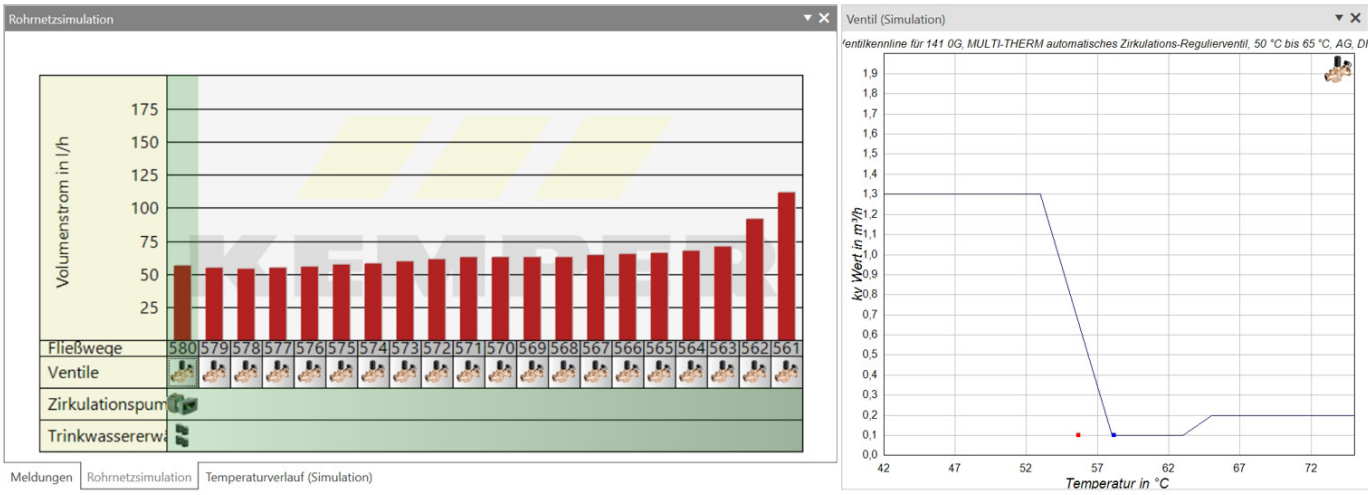

Bild 6: Volumenstromverteilung in den jeweiligen Zirkulationskreisen eines Berechnungsbeispiels mit 20 Steigleitungen; Kennlinie eines Multi-Therm-Ventils DN 15 bei Werkseinstellung, im hydraulisch günstigsten Zirkulationskreis

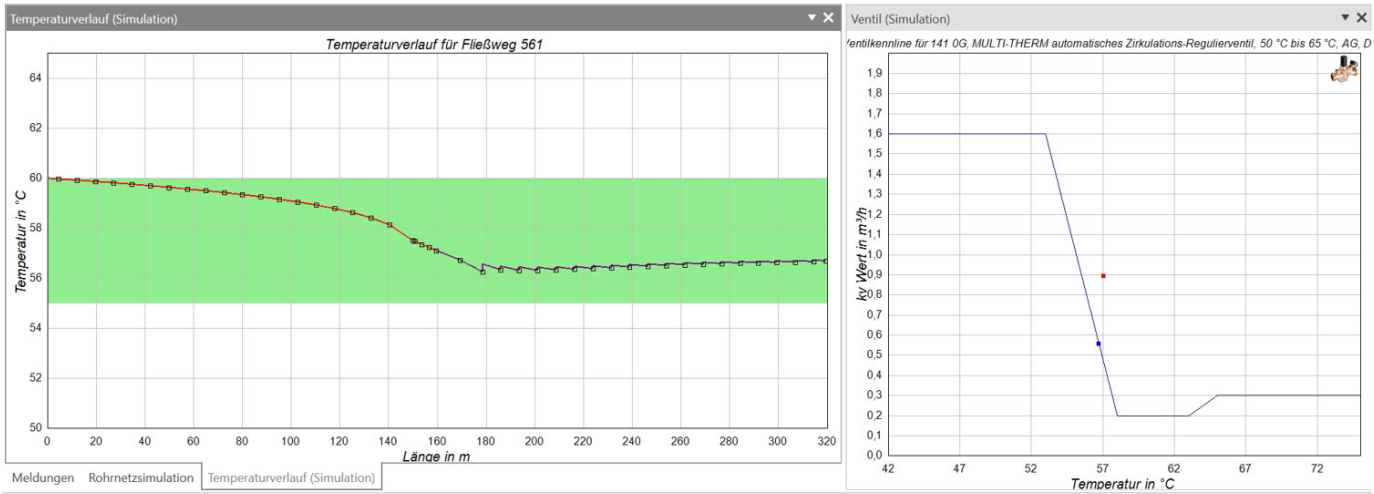

Bild 7: Temperaturverlauf im hydraulisch ungünstigsten Zirkulationskreis eines Berechnungsbeispiels mit 20 Steigleitungen; Kennlinie eines Multi-Therm-Ventils DN 20 bei Werkseinstellung,

```
=====================================================
Thermische Desinfektion für das Rohrnetz an "TWE 1"
=====================================================

Pumpen auf höchste Leistung geschaltet.
Speicher Temperatur auf 75°C gesetzt.
Simulation gestartet...
Kleinste erreichte Temperatur von 70°C liegt in Teilstrecke 822 vor.


Die Desinfektionstemperatur von 70 °C wurde mit folgenden Parametern
erreicht:
Pumpe "wilo - Stratos PICO-Z 20/1-4 / 230 / PN 10" auf Stellung 1.
Speichertemperatur = 75°C

Die kleinste Temperatur im Rohrnetz beträgt 70°C!
Die maximale Fließgeschwindigkeit im Rohrnetz beträgt 0,85 m/s!
```

Bild 8: Nachweis der Betriebsparameter für die thermische Desinfektion.

THEORIE VS. PRAXIS

Es gehört zur Baustellenpraxis, dass die Zirkulationssysteme nur in Ausnahmefällen „wie geplant" in Betrieb genommen werden. In der Regel führen Veränderungen am Rohrnetz während der Bauphase auch zu veränderten Betriebsbedingungen im Zirkulationssystem. Die Veränderungen müssen dann nachträglich ausgeregelt werden. Das führt nicht selten dazu, dass zur Sicherstellung der Funktion eine höhere Pumpendruckdifferenz erforderlich wird, als ursprünglich rechnerisch vorgesehen war.

Diese Verhältnisse sprechen eher für eine „automatische" Einregulierung über Thermostatventile mit Werkseinstellung, sowie den Einsatz drehzahlgeregelter Pumpen und gegen eine zeitaufwändige „Nachkommastellengenaue Einstellung" aller Zirkulationsregulierventile „von Hand". Da eine Einstellung der Zirkulationsregulierventile an der Baustelle vermutlich von den Praktikern weder akzeptiert noch geleistet werden kann, ist die Durchführung einer Simulationsrechnung zum Nachweis der in DIN 1988-200 geforderten Temperaturen dringend empfehlenswert.

Die langjährige Berechnungserfahrung mit Simulationsrechnungen für sehr große und stark verzweigte Zirkulationssysteme in Krankenhäusern, Hotels, Altenheimen usw. zeigt, dass sich die geforderten Temperaturen ≥ 55 °C mit der Werkseinstellung (richtig bemessener) Kemper-Zirkulationsregulierventile „automatisch" einstellen.

Für eine einwandfreie Funktion ist nicht die Anzahl verbauter thermostatischer Regulierventile in einem Zirkulationssystem ein entscheidendes Kriterium. Zur Erfüllung der normativen Anforderungen muss ausschließlich nachgewiesen werden, dass das Zirkulationssystem hydraulisch abgeglichen ist und dabei die Temperaturanforderungen gemäß DIN 1988-200 erfüllt werden können [9]. Die Anzahl der dafür erforderlichen Regulierventile hängt von deren Eigenschaften ab und ist nicht limitiert! Die Berechnungsergebnisse einer Simulation zeigen darüber hinaus, dass der Einsatz von Thermostatventilen dazu führt, dass die Temperaturhaltung auch mit deutlich geringeren Pumpendruckdifferenzen, als nach DVGW-Arbeitsblatt W 553 bzw. DIN 1988-300 (η = 0) berechnet, möglich ist. Der Temperaturverlauf in Bild 7 zeigt beispielhaft, dass der Temperaturabfall im zirkulierenden Kreis nur ≈ 4 K beträgt. Da der zulässige Temperaturabfall mit 5 K definiert ist, könnten die Pumpendruckdifferenz und damit der Zirkulationsvolumenstrom noch deutlich reduziert werden.

FAZIT

Die Begutachtung vieler ausgeführter Anlagen mit unbefriedigender Temperaturhaltung hat gezeigt, dass die Fehlfunktionen nicht nur auf Zirkulationspumpen mit zu geringer Leistung und/oder auf zu geringe Nennweiten im Zirkulationssystem, sondern maßgeblich auch auf fehlbemessene Reguliertechnik zurückzuführen sind.

Dabei sind nicht die thermostatischen Zirkulationsregulierventile, mit vermeintlich zu großen k_V-Werten in pumpennahen Bereichen ursächlich. Sofern hier Ventile eingesetzt werden, die nach DVGW W 554 geprüft wurden und damit über einen k_V-Wert ≤ 0,1 m³/h verfügen, ist der hydraulische Abgleich in nahezu jeder Situation ausreichend sichergestellt (Bild 6).

Das Einregulierungsproblem liegt vielmehr darin begründet, dass pumpenferne thermostatische Zirkulationsregulierventile nicht weit genug öffnen können. Leistungsfähige thermostatische Zirkulationsregulierventile müssen daher nicht nur drosseln, sondern auch bei 55 °C noch weit öffnen können! Ist das nicht gegeben, gelingt die automatische Einregulierung und damit die geforderte Temperaturhaltung oberhalb von 55 °C bei einer ganzen Reihe handelsüblicher Ventile schon bei weniger als 10 Steigleitungen nicht mehr (Bild 2).

Auf Grund völlig unterschiedlicher Kennlinienverläufe der im Markt verfügbaren Reguliertechnik (Bild 2) muss bei einem gedankenlosen Wechsel des Fabrikats in der Ausführungsphase, ohne erneuten rechnerischen Nachweis des hydraulischen Abgleichs, eine Fehlfunktion der Warmwasserzirkulation erwartet werden. Die geforderten Temperaturen ≥ 55 °C können dann nicht mehr eingehalten werden.

Bei festgestellten Fehlfunktionen sollte zunächst die Bemessung des Rohrnetzes, mit Blick auf die pumpenfernen Nennweiten in hydraulisch ungünstigen Zirkulationskreisen und die dort angeordneten thermostatischen Zirkulationsregulierventile, kritisch überprüft werden.

LITERATURVERZEICHNIS

[8] DIN 1988-300, 6.2.1 Wärmeverluste und Volumenströme
[9] DIN 1988-300:2012-05, 6.5 Einregulierung des Systems
[10] DIN 1988-300:2012-05, 7.3 Dokumentation/Zirkulationssysteme