

Neues Verfahrenspatent zur Regelung des KVS-Wärmeträger-Volumenstroms

Die AIR 2000 GmbH aus dem hessischen Obertshausen stellt ein neues Verfahren zur Regelung des Volumenstroms im Wärmeträger-Zwischenkreislauf bei Kreislaufverbundsystemen und Multi-funktionalen Kreislaufverbundsystemen vor.

Die Messtoleranzen bei der Regelung mit Wärmestromkapazitäten werden mit dem neuen Verfahren eliminiert. Damit können bis zu 35 % mehr Wärmeübertragung erreicht werden.

Der Volumenstrom der KVS - Pumpe wurde bisher mit den Wärmestromkapazitäten berechnet, nach der Gleichung: $m_L \cdot c_{pL} = m_Z \cdot c_{pZ}$

Aufgelöst nach dem Volumenstrom wird daraus:

$$V_Z = \frac{V_{LA} \cdot \rho_{LA} \cdot c_{pLA} + V_{LZ} \cdot \rho_{LZ} \cdot c_{pLZ}}{2 \cdot c_{pZ} \cdot \rho_Z}$$

V_Z = Volumenstrom des Zwischenmediums (Sole)

ρ_Z = Dichte des Zwischenmediums (Sole)

c_{pZ} = Spezifische Wärmekapazität des Zwischenmediums (Sole)

V_{LA} = Volumenstrom der Abluft

ρ_{LA} = Dichte der Abluft

c_{pLA} = Spezifische Wärmekapazität der Abluft

V_{LZ} = Volumenstrom der Zuluft

ρ_{LZ} = Dichte der Zuluft

c_{pLZ} = Spezifische Wärmekapazität der Zuluft

HINWEIS: Nur die Energie, die in der Abluft enthalten ist, kann in die Zuluft übertragen werden.

Firmenchef Heinz-Dieter Hombücher störte es schon lange, dass bei der standardisierten Berechnung der Volumenströme Toleranzen von über 10 Prozent in Kauf genommen werden. Daraufhin entwickelte er ein Verfahren zur genaueren Ermittlung des Volumenstroms, das mit einer **Temperaturtoleranz von gerade einmal 0,2 Kelvin** arbeitet.

Die Nachteile der Berechnung mit Wärmestromkapazitäten ergeben sich durch die Nichtberücksichtigung der Kondensation in der Abluft, der Einkoppelung von Kälte und Wärme in das System, Toleranzen der Sensoren und Messungenauigkeiten durch falsche Platzierung der Sensoren. Die Kondensation in der Abluft sowie die Einkoppelung von Energie werden bei der Berechnung mit Wärmestromkapazitäten nicht berücksichtigt.

Für die Regelung werden in den meisten Fällen die Ringmessleitungen der Einströmdüsen an den Ventilatoren genutzt. Hinzu kommen noch die Sensoren für die Temperaturen und die Luftfeuchte. Mit diesen Daten werden die Wärmestromkapazitäten der Luft errechnet; aus dem Ergebnis wird wiederum der Volumenstrom des Wärmeträger-Zwischenkreislaufs errechnet und geregelt.

Hierbei muss der Wärmeträger-Volumenstrom exakt stimmen. Fördert die Pumpe zu wenig, kann die Energie nicht übertragen werden, fördert sie zu viel, verschlechtert sich die Temperaturspreizung des Wärmeträger-Zwischenkreislaufs somit wird weniger Energie übertragen. Toleranzen von über 10 Prozent bei der Berechnung sind dabei definitiv zu viel.

Bei den Wärmestromkapazitäten werden folgende Punkte nicht berücksichtigt:

- Die Kondensation in der Abluft, dadurch wird mehr Wärmeträger-Volumenstrom benötigt.
- Die Einkoppelung von Kälte und Wärme, dadurch wird weniger Wärmeträger-Volumenstrom benötigt.

Weitere Ungenauigkeiten entstehen durch:

- ungenaue Luft-Volumenströme aufgrund der Messtoleranzen
- unterschiedliche Luftdichten, hervorgerufen durch verschiedene Luftdrücke aufgrund der Wetterlagen
- unterschiedliche Luftdichten aufgrund von unterschiedlichen Höhenlagen, wenn die Höhe über NN nicht im Regler eingetragen wird
- ungenaue Dichte der Luft aufgrund der Messtoleranz bei der Luftfeuchte
- ungenaue Dichte der Luft aufgrund der Messtoleranz bei der Lufttemperatur
- durch die ungenaue Berechnung von Dichte und Wärmekapazität des Wärmeträgers, wenn diese nicht mit Hilfe der Temperaturen genau berechnet werden
- durch die ungenaue Messung des Wärmeträger-Volumenstroms (Messtoleranz Durchflussmesser)
- durch ungünstige Platzierung der Temperaturfühler im Lüftungsgerät
- durch ungünstige Platzierung der Feuchtefühler im Lüftungsgerät

Das nachfolgende Schaubild verdeutlicht die Punkte, an denen Messtoleranzen bis knapp 25,7 % auftreten, und die Lösung durch das neue Verfahren, bei dem die Toleranz am Temperaturfühler bei nur noch 0,2 K liegt.

Das Zahlenbeispiel zeigt, welche Auswirkungen die Toleranzen und die Nichtberücksichtigung der Kondensation sowie der Einkoppelung von Wärme auf den Wärmeträger Volumenstrom haben:

WT Volumenstrom in m³/h

13,691793000	Ausgangslage: Nordseeküste 7 m über NN mit 1013,25 hPa, ABL 22 °C / 40%, FOL 1,7
13,474716310	aufgrund von Wärmeeinkoppelung
12,098553243	ohne Berücksichtigung von Kondensation und Einkoppelung von Wärme in der Abluft
12,090661735	5 % Messtoleranz bei der Luftfeuchte
12,086215335	0,2 K Messtoleranz am Temperaturfühler
11,483923120	10 % Messtoleranz bei der Volumenstrommessung
10,814765208	aufgrund eines Tiefdruckgebietes 954,4 hPa
10,168077646	nicht berücksichtigte Höhenlage, z.B. von München 519 über NN

25,7

→ **25,7 % maximal weniger Wärmeträger-Volumenstrom im Zwischenkreislauf nach der Wärmestromkapazitäten-Methode möglich!**

34,6 % maximal weniger Leistungsübertragung möglich, da sich auch die Wärmeträgertemperaturen ändern

Weitere Fehlerquellen:

- noch nicht berücksichtigt sind eventuelle Toleranzen aufgrund der Messung und Berechnung der thermodynamischen Eigenschaften des Wasser-Glykol-Gemisches
- Fehlerhafte Platzierung der Sensoren im Luftvolumenstrom

Es ist von vorneherein von ungenauen Volumenströmen aufgrund der bekannten, auftretenden Messtoleranzen auszugehen. Die sich verändernden Luftdrücke, hervorgerufen durch die Wetterlagen, ergeben unterschiedliche Luftdichten. Das Gleiche gilt für die unterschiedlichen Höhenlagen der Anlagenstandorte, wenn die Höhe über NN nicht im Regler hinterlegt wird.

Aufgrund der Toleranzen bei Messungen der Luftfeuchte und der Lufttemperatur ergeben sich zwei weitere ungenaue Werte für die Dichte der Luft. Die Wärmekapazität und die Dichte des Wärmeträgers müssten mit Hilfe der jeweiligen Temperaturen genau berechnet werden. Darüber hinaus ist die Messtoleranz des Durchflussmessers, der den Wärmeträger-Volumenstrom messen soll, auch noch zu berücksichtigen.

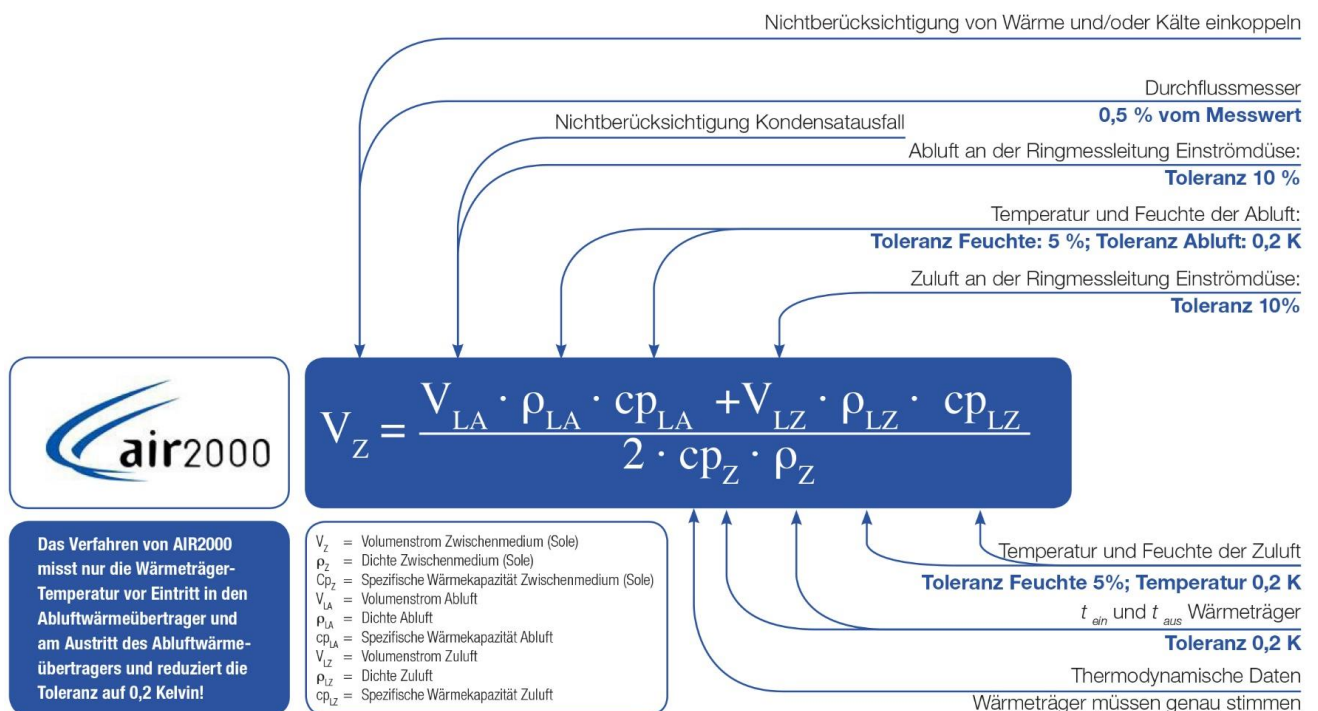
Um den optimalen Volumenstrom zu ermitteln, geht die AIR2000 GmbH noch einige Schritte weiter, denn die Berechnungen mit Wärmestromkapazitäten sind auch nur ein Behelf, sie liefern nur ungenaue Werte.

Bei der Berechnung des Wärmestromkapazitätsverhältnisses für die Wärmeübertragung blieben die nachfolgenden Werte bisher unberücksichtigt, obwohl sie von grundsätzlicher Bedeutung sind:

- Die Geschwindigkeit des Luftvolumenstroms, ob diese 2 m/s oder 5 m/s beträgt, ist durchaus relevant.
- Die Geschwindigkeit des Wärmeträgervolumenstroms, ob mit 3 m/s oder nur 0,5 m/s durchströmt, ebenso.
- Die thermodynamischen Werte des Wärmeträgers, denn ob eine turbulente oder eine laminare Strömung vorliegt, ist entscheidend für die Wärmeübertragung, die bei einer laminaren Strömung erheblich geringer ist.

Bei der Gestaltung des Wärmeübertragers muss die Reynolds-Zahl (*) berücksichtigt werden. Im Rohrleitungspaket kann diese bei 15°C Außentemperatur einen Wert von 3.545 annehmen und aufgrund der thermodynamischen Änderung der Viskosität bei einer Temperatur von -12°C hingegen nur 1.644 betragen. In der Folge muss die Regelung bei sinkenden Temperaturen den Wärmeträgervolumenstrom erhöhen.

Noch massiver wirkt sich dies im Teillastbetrieb bei der Halbierung des Luftvolumenstroms aus. Eine Halbierung des Luft- und Wärmeträgervolumenstroms lässt die Reynolds-Zahl bei -12°C Außentemperatur aufgrund der rechnerischen Verringerung des Wärmeträger-Volumenstroms von 1.644 auf 803 absinken und somit eindeutig in den laminaren Strömungsbereich.



Noch nicht berücksichtigt sind eventuelle Toleranzen bei der Messung und Berechnung der thermodynamischen Eigenschaften des Wasser-Glykol-Gemisches sowie Fehler bei der Berechnung des Mischungsverhältnisses.

(*) Mit der Reynolds-Zahl wird die Strömungsart bestimmt, sie ist mit 2.315 angegeben, Werte darunter bilden eine laminare, Werte darüber, eine turbulente Strömung.

Das von Heinz-Dieter Hombücher, Geschäftsführer der Firma Air 2000 GmbH, entwickelte Verfahren eliminiert alle Fehler, die bei den Messungen von Dichte und Volumenströmen der Luft durch Mess-toleranzen entstehen. Zudem wird in dem Verfahren eine eventuelle Kondensation von Wasserdampf in der Abluft sowie die Veränderung des Wärmeträger-Volumenstroms berücksichtigt, da Wärme oder Kälte eingekoppelt werden.

Für die Regelung der KVS-Pumpe werden nur noch die Wärmeträgertemperaturen vor dem Eintritt in den Abluft Wärmeübertrager und am Austritt des Abluft Wärmeübertragers benötigt, hinzu kommt ein Durchflussmessgerät zur Messung des Wärmeträger Volumenstroms. Mit Hilfe dieser Regelung können die Lüftungsgeräte mit ungleichen Luftvolumenströmen betrieben werden. Die Kondensation der Luftfeuchte in der Abluft wird in der Regelung berücksichtigt, genauso wie die Einkoppelung von Wärme oder Kälte in das KVS. Durch die Kondensation der Luftfeuchte in der Abluft muss der Wärmeträgervolumenstrom im Verhältnis zur trockenen Luft erhöht werden, da mehr Leistung übertragen werden muss. Die Einkoppelung von Wärme oder Kälte in das KVS erfordert eine Reduzierung des Volumenstroms, da sich die Wärmerückgewinnung verringert. Darüber hinaus ist es bei dem von Heinz-Dieter Hombücher zum Patent angemeldete Verfahren unerheblich, welcher Wärmeträger im Wärme-trägerkreislauf eingesetzt wird. Der eingesetzte Wärmeträger hat nur noch Einfluss auf die Wärmeübertragungsleistung, da der Wärmeträger bessere oder schlechtere thermodynamische Eigenschaften hat.

Alternativ kann die Drehzahl der Pumpen auch mit den Abluft-, Fortluft- und Außentemperaturen geregelt werden; Voraussetzung ist, dass die Temperaturfühler richtig platziert sind. Ein großer Vorteil des neuen Verfahrens, es kann auch bei bereits vorhandenen Kreislaufverbundsystemen nachgerüstet werden. So lässt sich die gesamte Wärmerückgewinnung erheblich verbessern, vor allem, wenn das vorhandene KVS noch eine unregelte Pumpe aufweist, eine Verdoppelung der Wärmerückgewinnung ist in vielen Fällen möglich.

Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte:

AIR 2000 GmbH
Heusenstammer Str. 31
D - 63179 Obertshausen

Telefon: +49 (0) 6104 40982-0
Telefax: +49 (0) 6104 40982-29
Email: info@air2000.de

In Österreich:
FILZMAIER KLIMA- UND ENERGIETECHNIK
Treffnerstraße 2
A – 9500 Villach

Telefon: +43 (0) 664 222 9808
Fax: +43 (0) 4242 229 08
Email: office@filzmaier.com

