

Hocheffiziente Dampf-Luftbefeuchtung mit Erdgas

Energieeinsparung durch Rückgewinnung der Abgaswärme im RLT-Gerät

Dipl.-Ing. (FH) Christian Bremer

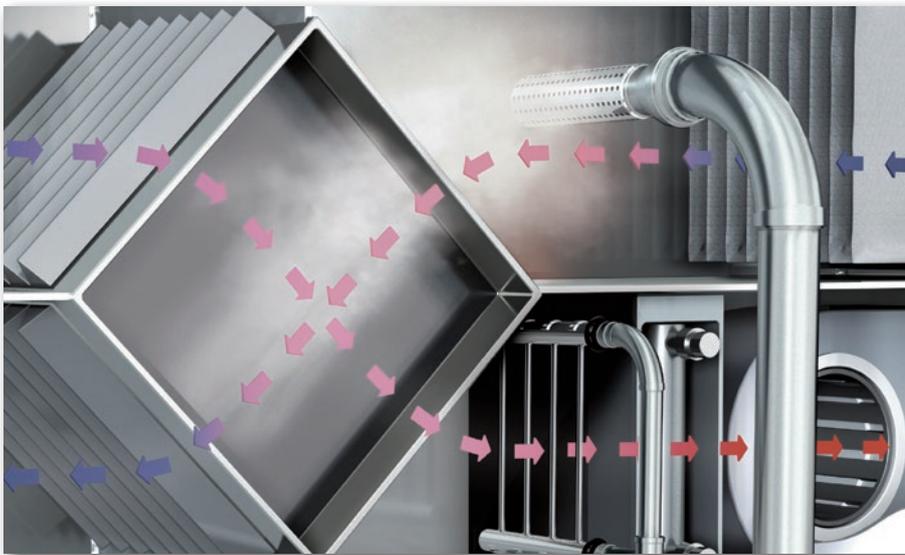


Abb. 1: Die Rückgewinnung der Abgaswärme in der RLT-Anlage entlastet die Wärmeerzeugung und kann auf den Lüftungswärmebedarf angerechnet werden.

Gerätetechnik, welche seit Anfang 2013 mit dem Prüfzeichen des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) ausgezeichnet wurde, ermöglicht die Rückgewinnung der Abgaswärme (Abb. 1) zur Gebäudeheizung, vereinfacht die Anlagenkonzeption erheblich und führt zu markanten Einsparungen gegenüber ansonsten anderweitig erforderlichen Befeuchtungslösungen.

VERFAHREN ZUR LUFTBEFEUCHTUNG

Luftbefeuchtung bedeutet immer den Phasenwechsel von Wasser zu Dampf. Technisch kann dies nur durch die Verfahren Verdampfen oder Zerstäuben und Verdunsten erfolgen. Ein Blick auf das h,x-Diagramm verdeutlicht, dass das Befeuchtungsverfahren selbst keinen Einfluss auf den Energieinhalt der befeuchteten Luft hat – also, die für die thermodynamische Zustandsänderung der Luft benötigte Endenergiemenge in allen Fällen gleich groß ist. Die einzelnen Befeuchtungsverfahren unterscheiden sich aber durch ihren jeweiligen Primärenergiebedarf für die unterschiedliche Bereit-

stellung dieser benötigten Endenergie. Beim Einsatz in RLT-Anlagen bietet die Dampf-Luftbefeuchtung die meisten Vorteile. Hygienesicherheit durch das hohe Temperaturniveau, günstige Anlagentechnik und vergleichsweise einfache Feuchterege- lung machen sie zur idealen Lösung vielfältiger Befeuchtungsanforderungen. Meist kommen dabei elektrisch beheizte Dampf- luftbefeuchter zum Einsatz.

Bei höheren Befeuchtungsleistungen stoßen diese wegen der benötigten elektrischen Anschlusswerte häufig an Ihre Grenzen.

Möchte man aber auf die Annehmlichkeiten der Dampf-Luftbefeuchtung nicht

Die Notwendigkeit Energie einzusparen ist unbestritten. Aus umweltsichtlicher Sicht zielen regulatorische Anforderungen zur Energieeinsparung auf die Reduzierung des Primärenergieverbrauchs ab. Immer wenn sich Effizienzmaßnahmen am Markt aber tatsächlich durchsetzen sollen, müssen sie sich rechnen – das heißt kosteneffizient und wirtschaftlich sein. Ist eine Investition für effiziente Anlagentechnik zudem auch noch günstiger als für konventionelle Lösungen, liegen sicher unerwartet erfreuliche Verhältnisse vor. Dies ist bei erdgasbeheizten Dampf-Luftbefeuchtern der Serie Condair GS der Fall. Die

verzichten, bieten sich hier mit Erdgas beheizte Dampf- luftbefeuchter an.

Ihre Vorteile liegen auf der Hand:

- ▶ Bewährte, seit vielen Jahren etablierte Gerätetechnik,
- ▶ von vorne herein deutlich höhere Primärenergie-Effizienz,
- ▶ zudem leichte Verfügbarkeit von Erdgas als Heizmedium.

Lediglich die Abgasabführung aus dem Gebäude musste bisher baulich gelöst werden.

Dies war jedoch wegen der häufig ungünstigen Lage von RLT-Zentralen in Untergeschossen eine schiere Herausforderung und fallweise unlösbar.

WEGFALL DES SCHORNSTEINS UND RÜCKGEWINNUNG DER ABGASWÄRME – UNÜBERSEHBARE VORTEILE

Eine ideale Lösung hierfür, stellt heute die **Abführung der Abgase über die RLT-Abluft** dar. Dabei werden diese durch die Vermischung mit der Abluft so stark verdünnt, dass der entstehende Misch-Luftstrom nicht mehr als Abgas einzustufen und dessen Abführung ins Freie problemlos über die RLT-Anlage möglich ist.

Diese Art der Abgasführung (Abb.3) bringt deutliche Vorteile bei der Anlagengenerstellung und ihrem Betrieb mit sich. Zunächst einmal wird die Installation erheblich erleichtert, weil kein Schornstein mehr benötigt wird. Weiterhin kann die im Abgas gespeicherte Restwärme über die Wärmerückgewinnung im RLT-Gerät zurück gewonnen und regenerativ genutzt werden.

WIE VIEL ABGAS-WÄRME WIRD REGENERATIV GENUTZT?

Die im Abgas von gasbeheizten Dampf-Luftbefeuchtern enthaltene Restwärme beträgt rund 10 % der insgesamt für die Verdampfung des Befeuchtungswassers mit dem Erdgas zugeführten Energiemenge.

Zwar unterliegt dieser Wert in praxi betriebsabhängigen Schwankungen, er eignet sich aber als guter Mittelwert für die überschlägige Abschätzung erzielbarer energetischer Gewinne.

Der Energieinhalt der Verbrennungsgase beinhaltet wegen der hohen Temperatur sowohl einen sensiblen wie auch latenten Anteil in Form von Wasserdampf. Wenn also das Abgas der RLT-Abluft beigemischt und über diese abgeführt wird, kann die mittels Wärmerückgewinnung gewonnene Heizenergie auf den Lüftungswärmebedarf angerechnet werden. Der letztendlich erzielbare regenerative Beitrag hängt somit von der vorhandenen Befeuchtungsleistung, der jeweiligen Betriebsweise und dem Wirkungsgrad der eingesetzten Wärmerückgewinnung ab. Welcher regenerative Gewinn auf den Lüftungswärmebedarf angerechnet werden kann, ist aus Abb.4 und 5 zu entnehmen.

BEVORZUGTE EINSATZBEREICHE

Gasbeheizte Dampf-Luftbefeuchter eignen sich überall dort, wo höherer Befeuchtungsbedarf vorhanden ist und auf elektrisch beheizte Geräte verzichtet werden muss. Vor allem weisen sie aber auch deutliche energetische Vorteile gegenüber adiabatischen Luftbefeuchtern

wasser- und Befeuchtungspumpen noch weiter eingeschränkt.

Die Rückgewinnung der Abgaswärme bei gasbeheizten Dampf-Luftbefeuchtern ist deshalb nicht nur effizienter, sondern vereinfacht die gesamte Anlagenkonzeption gegenüber anderen ansonsten erforderlichen Befeuchtungslösungen erheblich.

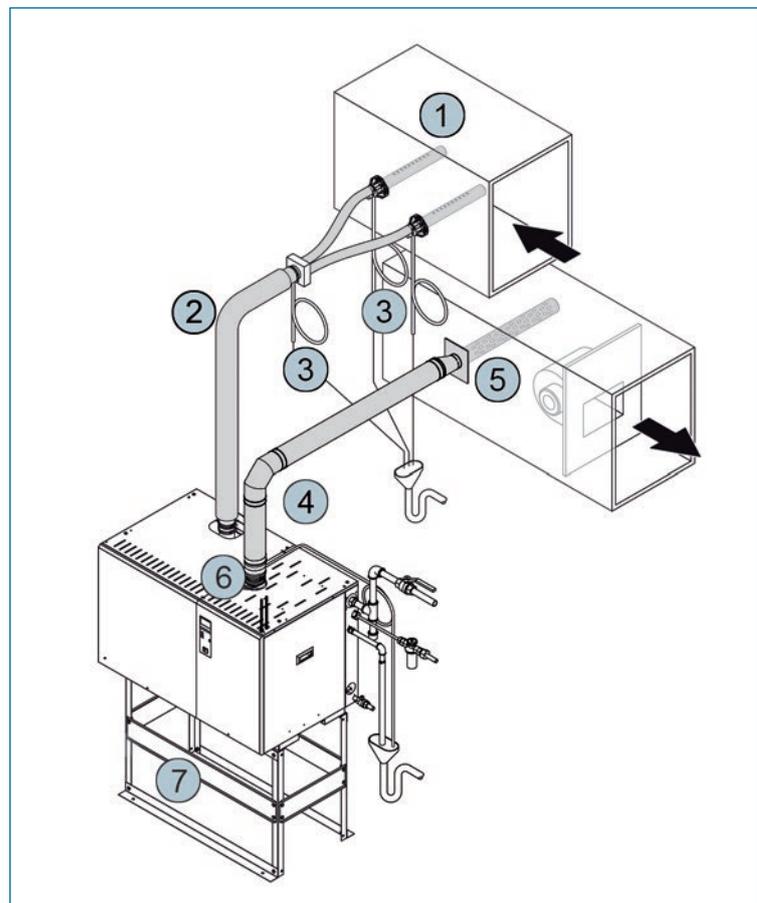


Abb.2: Schematische Darstellung eines Erdgas-beheizten Dampf-Luftbefeuchters mit Abgas-Abführung über die Fortluft der vorhandenen RLT-Anlage. Die Abgasenergie wird dabei weitgehend zurückgewonnen und als Heizwärme regenerativ genutzt.

[1] Dampfverteilung in RLT-Zuluft, [2] Dampfleitung, [3] Kondensatleitung, [4] Abgasleitung, [5] Abgasverteilung on RLT-Fortluft, [6] Kondensatfalle, [7] Grundgestell

auf. Deren Energiebedarf für den in der Anlagenluft stattfindenden Phasenwechsel des Befeuchtungswassers muss über eine entsprechend größer dimensionierte Wärmeversorgung (Heizkessel, Heizregister, Rohrnetz) extern zugeführt werden. Der thermische Abgasverlust bei konventioneller Abgasführung (Abb.6) über den Schornstein des Heizkessels ist hier ja gerade vorhanden. Zudem wird die Anlageneffizienz bei Verwendung von adiabatischen Luftbefeuchtern durch den zusätzlichen Strombedarf für Warm-

ABGASTECHNISCHE ABNAHME

Die konstruktive Lösung dieser Art der Abgas-Abführung wurde zum Patent angemeldet und für gasbeheizte Dampf-Luftbefeuchter der Serie Condair GS mit einer DVGW-Prüfbescheinigung versehen (CE-0085CO0031). Die Aufstellung meldepflichtiger Feuerstätten ist dem zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister zu melden. Dieser nimmt die Abnahme der Abgasinstallation und deren Ausführung im Sinne der bestehenden Bauartzulassung vor.



Abb.3: Abgasführung mit WRG und DVGW-Logo

BEISPIELRECHNUNG DES ENERGETISCHEN GEWINNS

Der energetische Gewinn dieser technischen Lösung soll nun anhand einer überschlägigen Beispielrechnung vor Augen geführt werden. Diese basiert auf einem Zuluft- bzw. Abluft-Volumenstrom von je 20.000 m³/h, was bei einer Dichte von 1,2 kg/m³ insgesamt 24.000 kg/h entspricht. Soll nun dieser Zuluftstrom um 5 g/kg befeuchtet werden, ergibt sich daraus eine erforderliche Dampfmenge von 120 kg/h. Zur Erzeugung dieser Dampfmenge muss der Gasbrenner eine thermische Arbeit von 109,5 kWh erbringen. Bei der Verbrennung von Erdgas entspricht dies einer Abgasmenge 0,045 kg/s bzw. 162 kg/h. Durch die Beimischung dieses heißen Abgasstromes steigt die Ablufttemperatur etwa um 1K an. Erfolgt diese Beimischung vor der Wärmerückgewinnung des RLT-Gerätes, kann die Abgaswärme somit zurückgewonnen und die Wärmerückgewinnungsleistung gesteigert werden.

Wird nun etwa eine Ablufttemperatur von 23°C angenommen, so erwärmt sich diese durch die Abgasbeimischung auf 24°C. Beträgt die Außenlufttemperatur zu diesem Zeitpunkt 3°C und die Rückwärmzahl der Wärmerückgewinnung 70% so

wird die kalte Außenluft in der Wärmerückgewinnung auf 17,7°C vorgewärmt. Ohne die Abgasbeimischung ergäbe sich nur eine Vorwärmung auf 17,0°C. Aus der Differenz von 0,7 K ergibt sich also eine Einsparung an Heizwärmeleistung in Höhe von 4,7 kW bzw. eine Steigerung der Wärmerückgewinnungsleistung um 5%. Dieser Leistungsgewinn bezieht sich

zunächst nur auf die trockene, also rein thermische Abgas-Heizleistung (Abb.7). Sobald zusätzlich Kondensation auf der Abluftseite der Wärmerückgewinnung erfolgt, was bei 3°C Außenlufttemperatur wahrscheinlich ist, werden entsprechend höhere Wärmerückgewinn durch die frei werdende Kondensationswärme erzielt.

EIGNUNG FÜR ALLE WÄRMERÜCKGEWINNUNGSSYSTEME

Wenn die Abgase bei dieser technischen Lösung der Abluft zugemischt werden, stellt sich die Frage, ob und wie stark die Abluft- oder die Zuluftqualität beeinträchtigt werden können.

Bei dem zuvor beschriebenen Beispiel mit 120 kg/h Dampfleistung beträgt die Abgasmenge 0,045 kg/s. Vermischt mit dem Luftmassenstrom von 24.000 kg/h bzw. 6,67 kg/s resultiert daraus ein Abgasanteil in der Abluft von nur 0,67%.

Die Gerätesteuerung ermöglicht den Befeuchtungsbetrieb nur oberhalb eines nach DVGW-Anforderung festgelegten Mindest-Abluftstromes. Dieser beträgt bei 120 kg/h Dampfleistung insgesamt 5.475 m³/h. Selbst bei der Annahme, dass bei diesem geringen Luftstrom tatsächlich die volle Befeuchtungsleistung erbracht würde, was aber nur bei fehler-

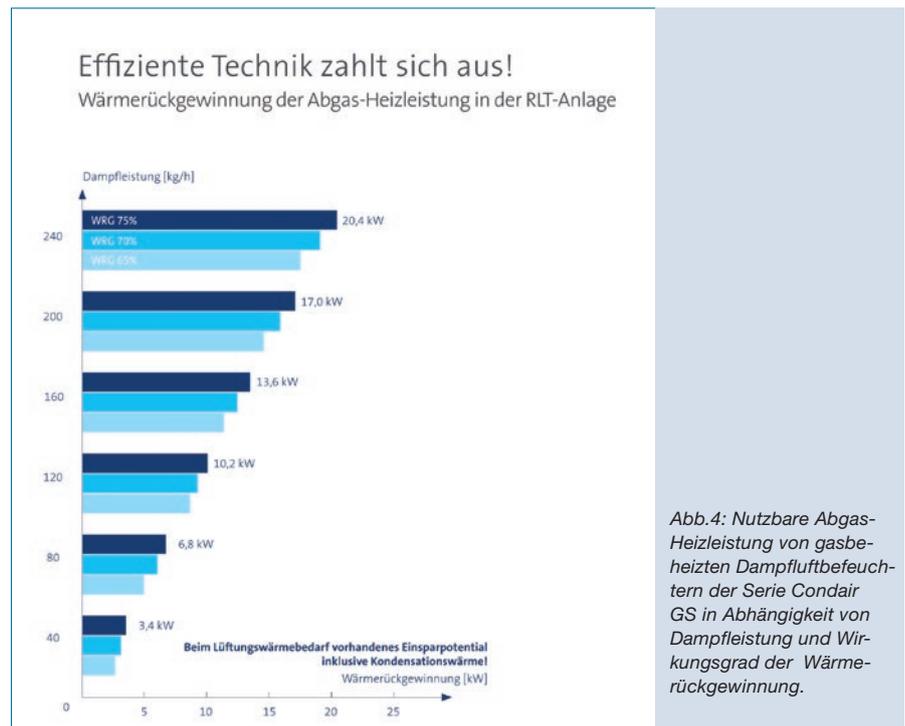


Abb.4: Nutzbare Abgas-Heizleistung von gasbeheizten Dampflichtbefeuchtern der Serie Condair GS in Abhängigkeit von Dampfleistung und Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung.



Abb.5 Condair GS für die Innenaufstellung (raumluftabhängig)

hafter Anlagenfunktion auftreten könnte, ergäbe sich ein Abgasanteil in der Abluft von nur 2,4 %.

Nun stellt sich noch die Frage, in wie weit die Zuluftqualität durch eine gegebenenfalls vorhandene geringe Übertragung von Abluft in der Wärmerückgewinnung beeinträchtigt werden könnte. Geht man bei der vorherigen Beispielrechnung von einer maximalen Leckrate von 5 % zwischen Abluft und Zuluft aus, so beträgt die mögliche Übertragung bei voller Luftmenge und Dampfleistung im schlechtesten Fall 5 % von 0,67 %, also 0,03 %. Selbst bei dem zuvor angenommenen unwahrscheinlichen Betrieb mit voller Dampfleistung und minimaler Luftmenge käme nur eine maximale Übertragung von 5 % von 2,4 %, also 0,12 % zustande.

Die Abgase aus der Erdgasverbrennung werden also durch die Vermischung mit

dem Abluftstrom so stark verdünnt, dass der Mischluftstrom nicht mehr als Abgas einzustufen ist und somit problemlos über die RLT-Anlage ins Freie abgeführt werden kann – ohne dass diese ansonsten an Abgasanlagen zu stellenden Dichtheitsanforderungen genügen muss. Insofern können

also weiterhin alle in RLT-Geräten gängigen Wärmerückgewinnungssysteme eingesetzt werden.

Autor:
Dipl.-Ing. (FH) Christian Bremer,
Geschäftsführer, Condair, Garching
Grafiken: Condair
www.condair.com



Abb.6: Konventionelle Abgasführung ohne WRG. Die stufenlos regelbaren Geräte decken Dampfleistungen von 10..40, 10..80, 10..120, 10..160, 10..200 und 10..240 kg/h ab.

Gesamte nutzbare Abgas-Heizleistung

| Dampfleistung | Abgaswärme | WRG 65 % | WRG 70 % | WRG 75 % |
|---------------|------------|---------------|---------------|----------------|
| 40 kg/h | 4,5 kW | 2,9 kW (1,5) | 3,2 kW (1,6) | 3,4 kW (1,7) |
| 80 kg/h | 9,0 kW | 5,8 kW (3,1) | 6,4 kW (3,3) | 6,8 kW (3,5) |
| 120 kg/h | 13,5 kW | 8,7 kW (4,6) | 9,6 kW (4,9) | 10,2 kW (5,2) |
| 160 kg/h | 18,0 kW | 11,6 kW (6,1) | 12,8 kW (6,6) | 13,6 kW (7,0) |
| 200 kg/h | 22,5 kW | 14,5 kW (7,6) | 16,0 kW (8,2) | 17,0 kW (8,7) |
| 240 kg/h | 27,0 kW | 17,4 kW (9,2) | 19,2 kW (9,9) | 20,4 kW (10,5) |

Abb.7: Die gesamte nutzbare Abgas-Heizleistung ergibt sich aus sensibler Wärme durch die hohe Abgas-Temperatur und latenter Wärme in Form von Wasserdampf. Die Werte in Klammern stellen den sensiblen Wärmegewinn ohne Kondensationswärme dar.