

# Dampfschwaden energetisch nutzen

## **Gleichzeitigkeit von Warmwasser- und Lüftungsbedarf ■**

Die Bereitstellung von Warmwasser steht heutzutage kaum noch im Zusammenhang mit der Wärmeübertragung an den Raum. Lastprofile ergeben vielmehr starke Korrelationen mit der Lüftungsanlage. Damit lässt sich auch die Trinkwassererwärmung anders denken.

→ Frank Hartmann



**A**uch wenn die Dampfentwicklung in privaten Badezimmern und Duscbädern in der Regel deutlich hinter denen im türkischen Bad zurückbleibt, gehören diese Räume dennoch zu den Orten mit der größten Feuchtebelastung im Wohnbereich: Aus ihrer Nutzung resultiert je nach Ausstattung und Nutzungsfrequenz eine hohe, temporäre Wasserdampfanreicherung durch den Gebrauch von Warmwasser zur Körperreinigung und Regeneration. Und die Raumluft muss diese Feuchtelasten innerhalb kürzester Zeit, oft bis zur Sättigung, aufnehmen.

### Aus der Nutzung von Sanitärräumen resultiert eine unmittelbare Lastspitze in Form von Wasserdampf.

Während der Feuchteanstieg der Raumluft durch den Menschen (Atmung, Ausdünstungen) zwar kontinuierlich, aber in vergleichsweise sehr geringen Mengen stattfindet, wirken sich die Feuchtelasten durch die Nutzung der Sanitärräume als hohe Lastspitzen aus. Der Mensch in einer normalen Wohnsituation emittiert über einen Tag (24 h) etwas mehr als 1 l Wasser in Form von Wasserdampf an seine Umgebung (Raumluft). Bei einem Duscbad kann eine durchaus vergleichbare Menge in sehr kurzer Zeit anfallen. Die Aufenthaltsdauer des Menschen in diesem umbauten Feuchtraum beträgt zwischen 10 und 40 Minuten. Eine durchschnittliche Duschereinheit ist mit einer Warmwassermenge von 15 bis 25 l zu veranschlagen. Dabei entsteht Wasserdampf in der Größenordnung von etwa 650 g. Die Wasserdampfmenge hängt im Einzelfall natürlich stark von individuellen Gegebenheiten ab und entsprechend lassen sich in der Literatur auch unterschiedliche Angaben finden.

Ein Wannenbad lässt sich mit 80 bis 120 l Wasserbedarf abschätzen, wobei aufgrund der geringeren Oberfläche im Mittel nur 350 g Wasserdampf als Emission in die Raumluft resultieren. Auch hier hängen die Daten von der individuellen Nutzung und der Badetemperatur ab. Die Angaben in der Literatur unterliegen entsprechenden Schwankungen. Aus der Nutzung von Sanitärräumen zur Körperhygiene, Reinigung und Pflege des Körpers resultiert also eine unmittelbare Last in Form von Konzentrationsspitzen für Wasserdampf.

### Hohe Anforderungen an die Bausubstanz

Bei einem Duscbad fällt in etwa die doppelte Menge Wasserdampf an wie bei einem Wannenbad – und das zudem in einer sehr

viel kürzeren Zeitspanne. Wie wirkt sich diese Feuchte-Spitzenlast nun konkret auf den Raum und das Bauwerk aus? Wesentliche Kennwerte hierfür sind die Raumgröße mit dem daraus resultierenden Raumluftvolumen (in m<sup>3</sup>), die Raumlufttemperatur (in °C), sowie die hygrothermischen Eigenschaften der umschließenden Oberflächen, wie auch der Wärmeschutz.

Besonders in Duscbädern, die in der Regel (vor allem im Wohnungsbau!) deutlich kleiner sind als Badezimmer und ein geringeres Raumluftvolumen aufweisen, andererseits aber eine größere Spitzenlast bilden, wird die Wasserdampf-sättigung der Raumluft in der Regel schon binnen kurzer Zeit der Nutzung erreicht. In solchen Fällen kommt dem Wärmeschutz der thermischen Hülle und den Baustoffen eine besondere Bedeutung zu. Selbst wenn die Bauteile keinerlei Wärmebrücken aufweisen und die Baumaterialien eine vorübergehende Feuchtepufferung zulassen, muss dennoch gelüftet werden, um den Wasserdampf aus den Bauteilen wegzuführen, was die Feuchte-Regeneration ermöglicht und keine überhöhte Wasserdampfaktivität am oder im Bauteil provoziert.

In diesem Zusammenhang ist immer von einem ausgeglichenen Luftfeuchteverhältnis als Basis (Ruhezustand des Raumes) auszugehen, welches für die gesamte Wohneinheit bei einer (mittleren) Raumlufttemperatur von 19 °C eine relative Raumluftfeuchte von 55 % im Mittel nicht überschreiten sollte.



### INFO

#### Mischwassertemperaturen

Gemäß der Gleichung zur Ermittlung der Mischtemperatur zweier Wasserströme kann aus 100 l Warmwasser mit einer Temperatur von 65 °C und Kaltwasser mit 10 °C eine Mischtemperaturmenge von 200 l mit 37,5 °C generiert werden. In Einfamilienhäusern kann eine Warmwasserwärmepumpe an zentraler Stelle im Hauswirtschaftsraum oder Keller aufgestellt werden und über den Abluft-Sammelkanal die Wärmequelle Abluft nutzen. Das Speichervolumen kann bis auf 300 bzw. maximal 400 l erweitert werden. Bei einem Speichervolumen über 400 l sind zusätzliche hygienische Maßnahmen (Hygiene-Inspektion) notwendig! Ausgehend von einer Speicher-Warmwasser-Wärmepumpe mit einem Bereitstellungsvolumen von 300 l Warmwasser mit einer maximalen Temperatur von 65°C, würde dies etwa 600 Liter Warmwasser mit einer Temperatur von 37,5 °C entsprechen, was auch nahezu der Kerntemperatur des menschlichen Körpers nahe kommt.

### Wärmekomfort wirkt auch als Feuchteschutz

Eine hohe Raumlufttemperatur in Bädern bringt nicht nur den gewünschten Komfort in diesen sensiblen Räumen, sondern auch die Fähigkeit einer hohen Wasserdampf-Aufnahme. Dies kommt der temporär auftretenden Feuch-

Ursache und Raumposition	Anreicherung mit Wasserdampf	Feuchte-Mittelwert (g/h)	Wasserdampf-Tagesmenge (l)
Mensch (Organisch) (normale Wohnsituation in der gesamten WE)	leichte Aktivität	30–60	0,72–1,44 (24 h)
	mittelschwere Tätigkeit	120–200	0,96–1,60 (8 h)
	schwere Arbeit	200–300	1,60–2,40 (8 h)
Pflanzen (Zimmerpflanzen der gesamten WE)	Topfpflanzen, z.B. je Veilchen	5–10	0,12–0,24 (24 h)
	Grünpflanzen, z.B. je Gummibaum	10–20	0,24–0,48 (24 h)
Nahrungszubereitung (in Küche/Kochbereich)	je Kochvorgang	60–1.500	0,12–3,00 (2 h)
<b>Körperhygiene (in Duscbad und Badezimmer)</b>	je Wannenbad	≈ 700	0,7
	je duschen	≈ 2.600	2,6
Waschen	4,5 kg schleudern und trocknen	20–200	0,02–0,20
Kochwäsche	4,5 kg tropfnass trocknen	100–500	0,10–0,50

Quantitative Angaben zu Feuchtequellen bzw. Feuchtelasten in Wohnräumen.  
Quelle: Frank Hartmann/Weka-Verlag.

telast während des Duschens oder Badens entgegen. Die Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen, bevor sich durch Sättigung Kondenswasser an Bauteilen und Flächen niederlässt.

Auf dieser Basis zeigt sich die Sinnhaftigkeit einer Grundlast in Badezimmern und Duschbädern mit eben genau diesen Wärme- und Feuchtwerten, für den normalen Betrieb (Toilette, Händewaschen) z.B. mittels Flächen temperierung. Will man unter die Dusche gehen, oder in die Badewanne steigen, betätigt man zuerst den Handtuchheizkörper, um mittels flinker Regelgüte zeitnah eine Komfortwärme von bis zu 25 °C im Raum zu erreichen. Somit steigt die Wasserdampfaufnahmekapazität der Raumluft und bildet einen guten Ausgangszustand für die bevorstehende Wasserdampfspitze durch das Duschen oder Baden.

Raumwärme	Warmwasser
Niedrige Systemtemperaturen möglich (35 °C)	Hohe Systemtemperaturen notwendig (55 °C)
Saisonaler (dynamischer) Bedarf	Ganzjähriger (temporärer) Bedarf
Sehr ausgeglichene Lasten	Sehr unausgeglichene Lasten (Spitzenlasten)

Vergleich der Anforderungen an Raumwärme und Warmwasser.

Quelle: Frank Hartmann/Forum Wohnungslüftung.

Nach der Nutzung bietet der Handtuchheizkörper die Möglichkeit einer Nacherwärmung für Handtuch und Raumluft.

In jedem Fall ist aber ein Luftwechsel, spätestens unmittelbar nach der Nutzung, notwendig, um den baulichen Feuchteschutz sicherzustellen. Befindet sich in einem Dusch-

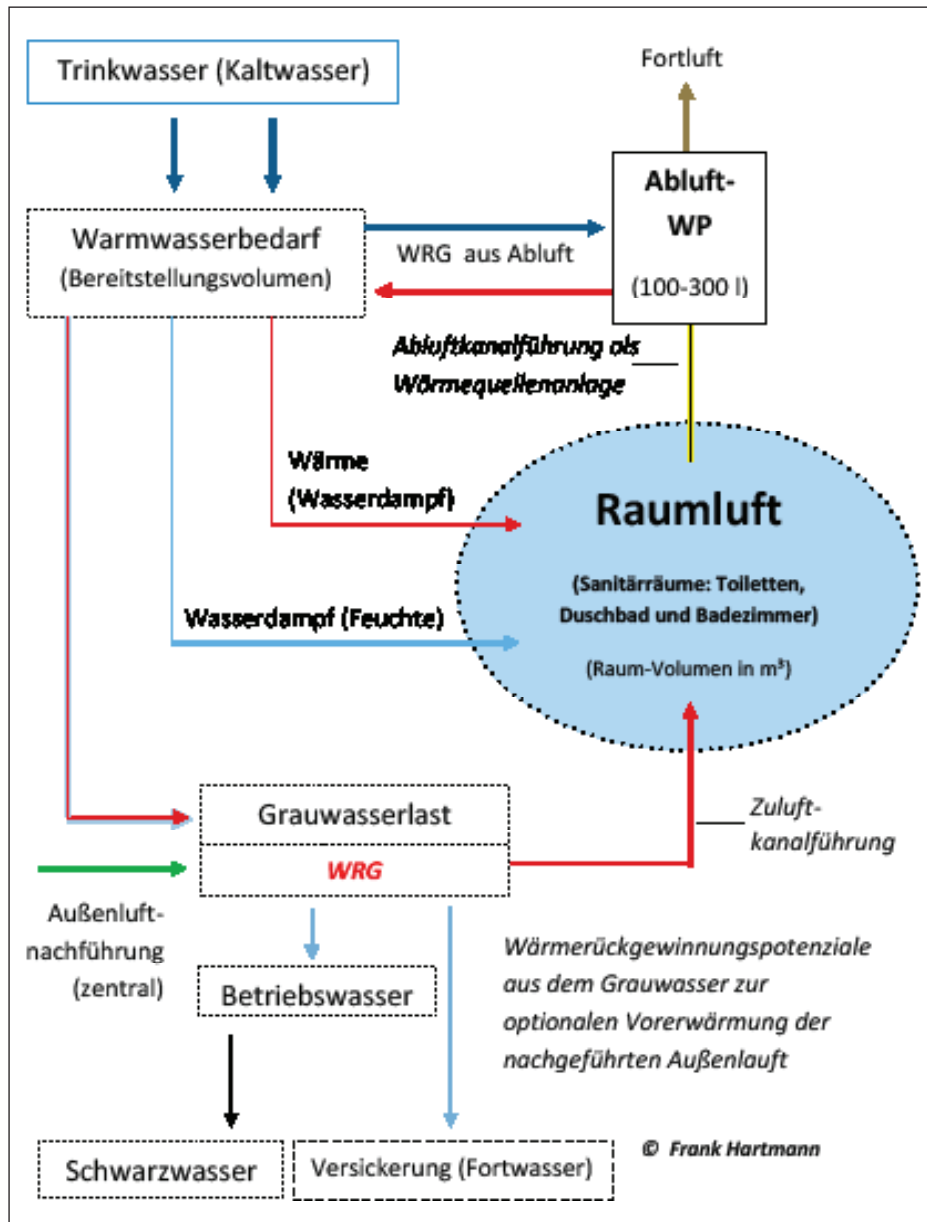
bad oder Badezimmer kein Fenster, wie es nicht selten im Mehrgeschoss-Wohnungsbau der Fall ist, besteht die baurechtliche Verpflichtung zu einer Zwangslüftung (Entlüftungsanlage gem. DIN 18017-3) in Form eines Abluftventilators mit einem Mindest-Abluftvolumenstrom von 40/60 m<sup>3</sup>/h. Doch auch in Räumen mit Fenstern, wo zumindest unmittelbar nach der Nutzung eine Fensterlüftung möglich wäre, ist es die Forderung eines nutzerunabhängigen Mindest-Luftwechsels zur Sicherstellung des baulichen Feuchteschutzes, welcher nach DIN 1946-6 zumindest eine Abluftanlage nahelegt.

### Energiegehalt der Abluft ist stark zeitabhängig

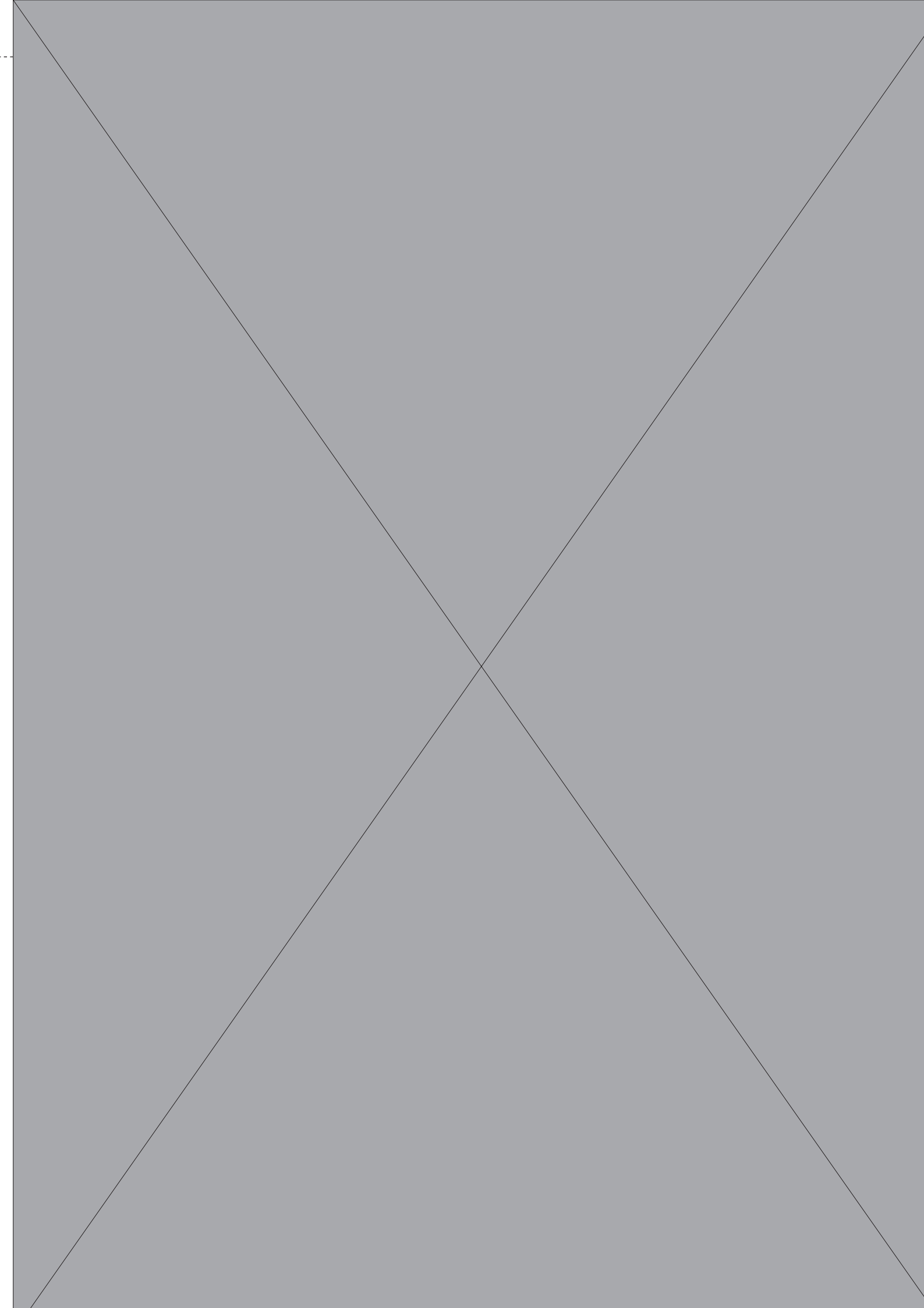
Nicht nur in den Badezimmern und Duschbädern, sondern auch in der Küche oder im Hauswirtschaftsraum befinden sich gleichermaßen Kaltwasser- wie Warmwasser-Entnahmestellen und werden gleichsam temporär genutzt, woraus sich zeitgleich entsprechende Feuchtelasten ergeben. Als Energiesammler wirken auch hier die Abluftleitungen. Darüber hinaus profitiert der Wärmeinhalt der Abluft von erhöhten Raumlufttemperaturen in Badezimmern und Duschbädern. Die Frage der Wärmerückgewinnung kann grundsätzlich zwar rein lüftungstechnisch beantwortet werden, indem die Wärme aus der Abluft über den Wärmeübertrager eines zentralen Lüftungsgörates an die Zuluft übertragen wird. Dieses Lüftungssystem wirkt sich allerdings auf die gesamte Wohneinheit aus, da die Zuluftbereiche in dieses System eingebunden sind.

Die Warmwasserversorgung eines Duschbades sollte mindestens 30 l Warmwasser vorhalten, für ein Wannenbad sogar mehr als 100 l Warmwasser, wie oben bereits ausgeführt. Nach der Nutzung gilt es diesen Warmwasserbedarf wieder zeitnah bereitzustellen. Die Trinkwassererwärmung startet unmittelbar nach der Nutzung, wo auch akuter Lüftungsbedarf besteht.

Die Warmwassertemperatur unterscheidet sich in der Bereitstellungstemperatur (>55 °C) und Entnahmetemperatur (<40 °C). Entsprechend hoch ist der Energieaufwand auf Basis einer Kalt-Trinkwassertemperatur von etwa 10 °C für einen Temperaturhub um



Systemschema der Energieströme in Sanitärräumen (Toiletten, Duschbäder und Badezimmer). Quelle: Frank Hartmann/Forum Wohnenergie.

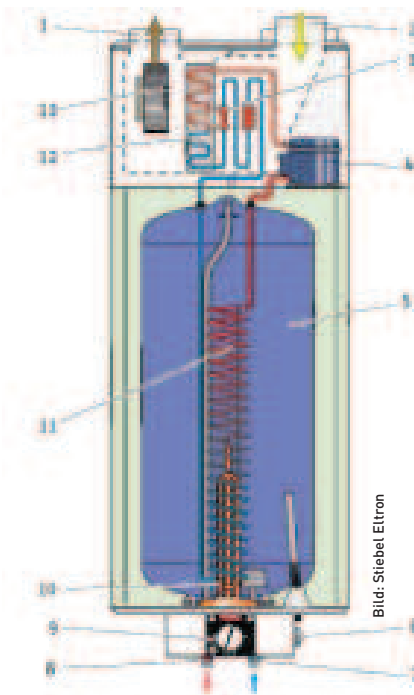




## INFO

## Energiegehalt feuchter Abluft

Bei Energierückgewinnung steht immer die Frage im Raum, ob sich das überhaupt lohnen kann. Gehen wir hierzu von den 650 g Wasserdampf aus, die im Mittel beim Duschen entstehen. Bei der Kondensation von Dampf bei 25 °C werden 2444 kJ/kg Wärme frei. Bei unserem Zahlenbeispiel entspricht das dann 1590 kJ pro Duschvorgang, den die Wärmepumpe aus dem Abluftstrom gewinnen wird. Stellen wir das ins Verhältnis zum Wasserverbrauch von 20 l im Mittel. Wasser hat eine Wärmekapazität von 4,2 kJ/kgK. Mit den 1590 kJ ließen sich die 20 l also um 19 K erwärmen. Bei einer Kaltwassertemperatur von 10 °C und einer Zieltemperatur von 37,5 °C müsste das Wasser für die nächste Dusche also nur noch um 8,5 K erwärmt werden. Der latente Energiegehalt der feuchten Abluft ist also in der Tat nicht vernachlässigbar.



- 1 Fortluft
- 2 Abluft
- 3 Expansionsventil
- 4 Verdichter
- 5 Warmwasserspeicher
- 6 Bedienteil Lüftersafe
- 7 Kaltwasser-Zulauf
- 8 Warmwasser Auslauf
- 9 Bedienteil Warmwasser
- 10 Elektrische Not-/Zusatzheizung
- 11 Verflüssiger
- 12 Verdampfer

Funktionsprinzip einer wohnungszentralen Abluft-Wärmepumpe.

entweder 30 oder 45 K. Ausschlaggebend ist die Art der Warmwasserversorgung. Bei einer zentralen Warmwasserversorgung sind naturgemäß höhere Energieaufwendungen notwendig, als es bei dezentralen Warmwasserversorgungssystemen der Fall ist. Vorteilhaft wirken sich bei einer wohnungszentralen Warmwasserversorgung die kurzen Leitungswege und geringen Vorhaltevolumen sowohl auf die Warmwasserhygiene und Energieeffizienz positiv aus.

## Nutzung der Abluft zur Warmwasserbereitung

Betrachtet man den thermodynamischen Wärmepumpen-Prozess in diesem Zusammenhang, scheint es naheliegend, weniger mit einer konventionellen Lüftungstechnik

mit WRG zu arbeiten, sondern die Abluft aus den Sanitärräumen konsequent als Wärmequelle zu begreifen. Eine Abluft-Warmwasser-Wärmepumpe könnte dabei als Bindeglied für die Warmwasserversorgung stehen. Die Wärmepumpentechnologie bietet für die Warmwasserversorgung sowohl zentrale als auch dezentrale, bzw. wohnungszentrale Systeme an. Diese ermöglichen eine Anwendungsvielfalt, die vom Einfamilienhaus bis zum Mehrgeschoss-Wohnungsbau reicht.

Im Mehrgeschoss-Wohnungsbau ist nicht selten eine dezentrale Warmwasserversorgung gefragt, ebenso wie ein Lüftungskonzept. In diesen mehrgeschossigen Wohngebäuden sind bauartbedingt oftmals fensterlose Nassräume anzutreffen, was mindestens eine ventilatorgestützte Entlüftung nach DIN 18017-3 fordert. Diese ist beispielsweise mit einer dezentralen Abluft-Wärmepumpe realisierbar, wie sie der Markt für den Mehrgeschoss-Wohnungsbau mit einem Warmwasservolumen (Bereitstellung) ab 100 l bietet. Der Temperaturbereich reicht dabei bis 65 °C und bedeutet eine Erweiterung des Warmwasservolumens hinsichtlich der Entnahmetemperatur (Mischtemperatur < 40 °C) über eine Badewannenbefüllung hinaus.

## Fazit

Die energetische Betrachtung von Sanitärräumen, insbesondere von Badezimmern, Duschen und Toiletten in Wohneinheiten (aber auch darüber hinaus), zeigt einen praxisrelevanten Bezug von Warmwasserbedarf und Lüftungsbedarf in Wohngebäuden. Abgesehen von statischen Berechnungsexzes-

sen und oft sehr fragwürdigen Energiebilanzen besteht hier eine in der Praxis belastbare Analogie, die nicht nur von Bauherren und Entscheidern rasch nachvollzogen werden kann, sondern im professionellen Umgang

### Es ist naheliegend, die Abluft aus Sanitär- und Hauswirtschaftsräumen konsequent als Wärmequelle zu begreifen.

mit Energie vor allem für Fachleute und Experten ein grundlegend neues Denken aufzeigt.

Energieeinsparung auf den Punkt zu bringen heißt interne Energiepotenziale konsequent nutzen. Das kommt einer Energieautarkie auch näher, wie sie nicht nur der Bürger fordert. Auch wenn die Wärmerückgewinnung aus Abluft ein weiterer Schritt wäre, sollte man darüber hinaus keinesfalls vergessen, die ungleich höheren Energiepotenziale einer Wärmerückgewinnung aus Grauwasser ebenfalls zu nutzen.



## LITERATUR

- Baubiologische Haustechnik – Frank Hartmann; VDE-Verlag Berlin ISBN 978-3-8007-3494-8
- DIN-Fachbericht 4108-8 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 8 Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden
- „**Leitfaden Luftdichtigkeitskonzept**“ – Fachverband Luftdichtigkeit in Bauwesen e.V. (FLB)
- DIN 18017 Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster – Teil 3 Lüftung mit Ventilatoren (2009-09)
- DIN 1946 Raumlufttechnik – Teil 6 Lüftung von Wohnungen – (2009-05)



## AUTOR



**Frank Hartmann** ist Gas-Wasser-Installateur, Heizungs- und Lüftungsbauer, Elektroinstallateur

und Energietechniker. Er ist zudem Gründer vom Forum Wohnenergie für energie-effizientes Bauen und Renovieren, 97509 Zeilitzheim, Telefon (0 93 81) 71 68 31, hartmann@forum-wohnergie.de

