

... DIE VORLAUFTEMPERATUR EINER FUSSBODENHEIZUNG?



Bild: Getty Images/Jupiterimages

Was die Rangfolge beim Füttern mit der Auswahl einer Vorlauftemperatur zu tun hat, lesen Sie in diesem Bericht

Der Gierigste entscheidet

Eine Fußbodenheizung ist wegen der verhältnismäßig großen Fläche zur Wärmeübertragung wenig anspruchsvoll bezüglich einer Vorlauftemperatur der Heizungsanlage. Und es gibt tatsächlich eine Regel zur Auswahl dieser Vorlauftemperatur. Was nur wenigen Fachleuten bekannt scheint, bringen wir verständlich in diesem Bericht.

Es wird immer wieder darauf hingewiesen, wie genügend eine Fußbodenheizung bezüglich der Vorlauftemperatur doch ist. Damit wird hervorgehoben, welchen Vorteil dieses Flächensystem beispielsweise gegenüber einem Heizkörper mit sich bringt. Man kann natürlich nicht beliebig runter mit der Vorlauftemperatur, das ist logisch. Die entsprechende Norm hat daher eine Regel zur Ermittlung dieser Vorlauftemperatur. Die scheint mir aber kaum Beachtung zu finden. Und es mag an unseren mittlerweile eher milden Wintern liegen, dass Fehler bei der Planung nicht so sehr auffallen, oder einfach daran, dass der Heizstab einer Wärmepumpe kein Geräusch beim Einschalten macht. Aber langsam, erst einmal die Fakten.

WOZU NIEDRIGE VORLAUFTEMPERATUREN?

Zu unseren modernen Wärmeerzeugern gehören ganz sicher Brennwertkessel und Wärmepumpen. Sich mit diesen Typen im Bestand und im Neubau zu beschäftigen, ist wohl ein Standard für die meisten Anlagenmechaniker. Für beide Typen gilt gleichermaßen, dass bei der Bereitstellung hoher Vorlauftemperaturen die Effizienz leidet.

Ein Brennwert lässt sich erzielen, wenn das Abgas entsprechend runtergekühlt wird. Beim Heizöl sollte die Temperatur gerne auch mal unter 45 °C liegen, bei Erdgas unter 55 °C. Je tiefer die Temperatur des Abgases aus diesen fossilen Brennstoffen gekühlt wird, desto höher fällt die Ausbeute aus und unterhalb der genannten Temperaturen lässt sich sogar die Kondensationswärme dazu addieren.

Für die Effizienz einer Wärmepumpe ist es ebenso schädlich, wenn diese hohe Temperaturen erzeugen soll. Faktisch kann eine Wärmepumpe zwar oft auch 55 °C erzeugen. Aber dann kommen pro 1 Kilowatt (kW) eingesetzter Leistung vielleicht nur 2 kW Wärme hinten raus.

Muss die gleiche Wärmepumpe nur 35 °C bereitstellen, werden pro eingesetztem kW gerne auch mal 4,5 kW Wärmeleistung erzeugt.

Unsere Hauptlieferanten für Wärmeenergie sind also effizient, wenn sie nur geringe Temperaturen erzeugen müssen.

Niedrige Vorlauftemperaturen zur Beheizung eines Hauses sparen daher Geld, CO₂-Emissionen und Ressourcen.

LIEBLING MODERNER WÄRMERZEUGER

Für niedrige Temperaturen geeignet zu sein, ist also ein Kaufargument für Heizflächen. Da punktet die Fußbodenheizung gegenüber dem Heizkörper. Wenn die Fußbodenheizung nur eng genug verlegt wird, dürfte doch nix mehr schiefgehen. So zumindest die landläufige Meinung. Diese Ansicht kann ich nicht teilen. Schaut man sich die logischen Zusammenhänge an, so wird schnell deutlich, was da im Estrich verborgen abläuft.

ALLGEMEIN ANERKANNTE REGEL DER TECHNIK

Die DIN EN 1264-3 zählt zu den anerkannten Regeln der Technik und gibt ein logisches Verfahren vor, um für eine Heizungsanlage die notwendige Vorlauftemperatur zu bestimmen.

Man richtet sich nach dem anspruchsvollsten Raum.

Berechnung der Norm-Heizlast nach DIN EN 12831

RAUMÜBERSICHT

Raum-Nr./Bez.	θ_{int} °C	A m ²	Φ_{HL} W	Φ_{HL} W/m ²	$\Phi_{HL,Ausleg}$ W
-1.01/Freizeit/Fitness	20	42,8	1.445	33,73	1.445
-1.02/Flur	20	15,4	778	50,69	778
-1.04/Hobbyraum	20	16,1	871	54,26	871
-1.05/Abstellraum	15	7,9	-82	-10,43	-82
0.01/Wohnen/Essen	22	42,8	2.709	63,24	2.709
0.02/Flur	20	15,9	616	38,73	616
0.03/WC-Gast	20	6,4	621	97,31	621
0.04/HWR	20	11,7	815	69,90	815
0.05/Küche	20	15,2	552	36,34	552
1.01/Kind 1	20	20,9	1.406	67,43	1.406
1.02/Kind 2	20	20,9	1.412	67,70	1.412
1.03/Flur	20	11,2	463	41,53	463
1.04/Bad	24	16,3	1.499	91,82	1.499
1.05/Eltern	20	13,4	955	71,44	955
1.06/Büro	20	10,1	615	61,20	615

Bild: IBH

Tabelle 1: Als Ergebnis einer Heizlastberechnung findet man die spezifisch höchste Heizlast

Die Reihenfolge des Anspruchs wird festgelegt durch die sogenannte spezifische Heizlast der berechneten Räume.

Spezifisch meint, dass die Heizlast eines Raumes ins Verhältnis zu seiner Fläche gestellt wird.

Beispiel: Ein Raum mit einer Grundfläche von 10 Quadratmetern (m^2) ist mit einer Heizlast von 500 Watt (W) berechnet worden.

Die spezifische Heizlast beträgt dann

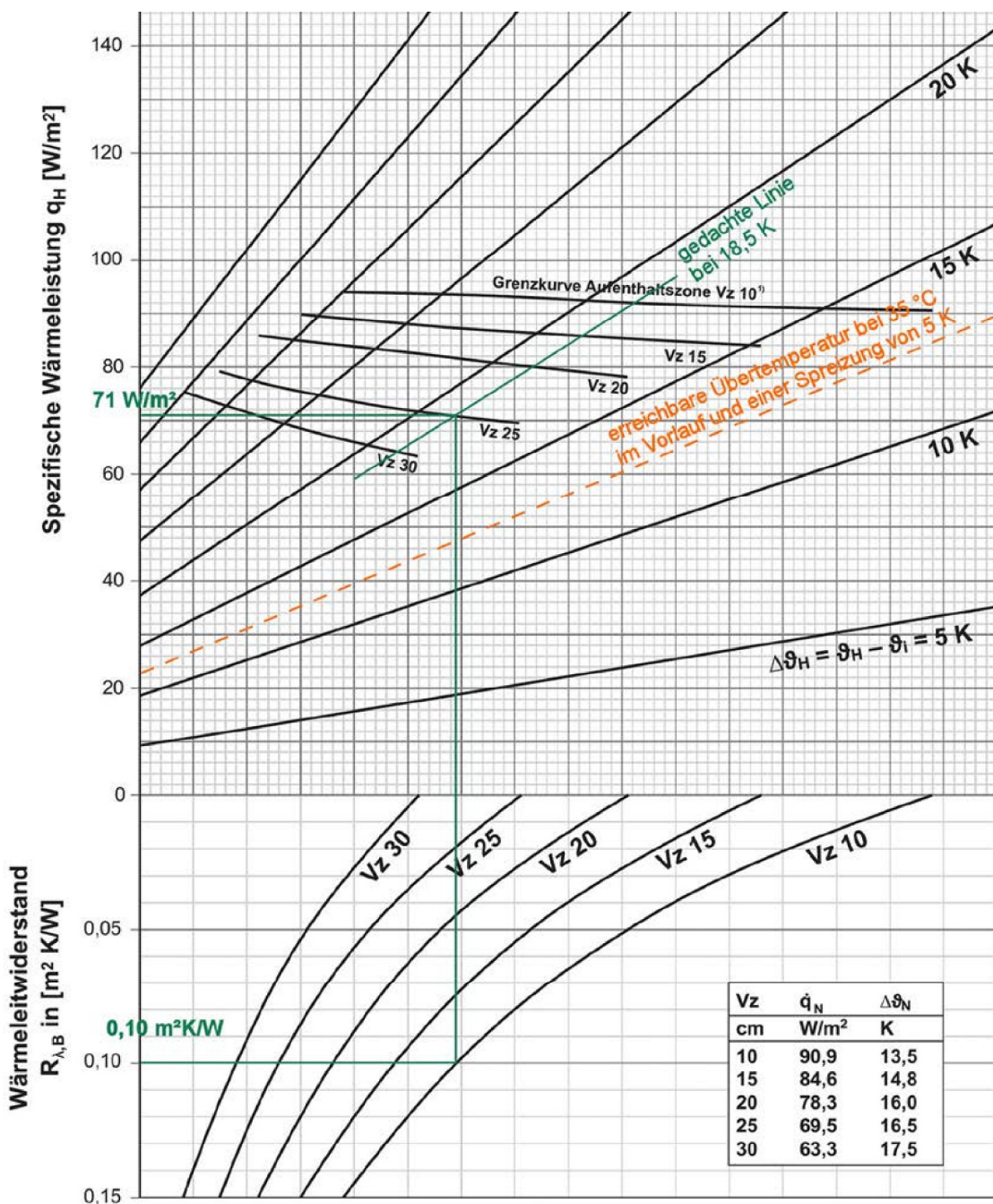
$$500 \text{ W} / 10 \text{ m}^2 = 50 \text{ W/m}^2$$

Als Ergebnis einer Heizlastberechnung eines ganzen Wohnhauses ergeben sich eine Vielzahl spezifischer Heizlasten (Tabelle 1).

Um die zukünftige Heizungsanlage nicht maßlos zu überfordern soll man laut Norm erst einmal die Bäder außer Acht lassen. Bäder haben naturgemäß eine hohe spezifische Heizlast, da diese auf 24°C erwärmt werden wollen, einfache Wohnräume nur auf 20°C .

Schickt man nur die normalen Aufenthaltsräume ins Rennen, kristallisiert sich der geringste in Bezug auf die Auslegung schnell heraus. Der Tabelle 1 kann man nach Ausschluss von 0.03/WC-Gast und 1.04/Bad entnehmen, dass der geringste Raum wohl 01.05/Eltern ist.

Seine spezifische Leistung beträgt $71,44 \text{ W/m}^2$, also rund 71 W/m^2 .



In einem Auslegungsdiagramm lassen sich die mittlere Übertemperatur und folglich auch die Vorlauftemperatur ermitteln

Bild: IBH

Berechnung der Norm-Heizlast nach DIN EN 12831

RAUMÜBERSICHT

Raum-Nr./Bez.	θ_{int}	A	Φ_{HL}	Φ_{HL}	$\Phi_{\text{HL,Ausleg}}$
	°C	m ²	W	W/m ²	W
0.01/Diele	20	14,3	431	30,04	431
0.02/Arbeiten	20	10,4	382	36,85	382
0.03/HA/HW Raum	20	11,2	366	32,78	366
0.04/Wohnen/Essen	20	37,0	1.443	39,03	1.443
0.05/Kochen	20	12,2	297	24,30	297
0.06/DU/ WC	24	4,0	446	110,69	446
1.01/Flur/Arbeiten	20	20,3	384	18,94	384
1.02/Kind 2	20	19,0	699	36,75	699
1.03/Bad/ WC	24	15,1	1.123	74,23	1.123
1.04/AR	20	3,8	2	0,57	2
1.05/Schlafen	20	18,2	763	41,96	763
1.06/Kind 1	20	19,4	858	44,30	858

Bild: IBH

**Moderne, hochgradig wärme-
gedämmte Wohnhäuser weisen
geringe spezifische Heizlasten
auf. Aber Vorsicht, die Bäder sind
weiterhin Ausnahmen**

Die verblüffend einfache Logik in der zitierten DIN 1264 geht nun davon aus, dass, wenn man mit einer angenommenen Vorlauftemperatur diesen Raum zufriedenstellend erwärmen kann, alle anderen Räume kein Problem darstellen. Klar, denn die benötigen ja eine geringere spezifische Leistung.

WEITERE BEDINGUNGEN

Die anzunehmende Vorlauftemperatur für sämtliche Fußbodenheizkreise richtet sich also nach diesem Vorbild. Dabei spielt aber eine weitere Annahme eine wichtige Rolle. Man könnte das Heizwasser mit der zu wählenden Temperatur rasend schnell durch den ungünstigsten Heizkreis zischen lassen oder aber sehr gemächlich. Daher gibt die Norm eine sehr sportliche Spreizung von 5 Kelvin (K) für diesen Kreis vor. Und es gilt wieder, wenn man diesen Raum mit einer Spreizung von 5 K zufriedenstellt, dürfte die Spreizung in allen anderen Räumen zahmer ausfallen, also größer als 5 K.

Als weitere Vorgabe wird angenommen, dass dieser Raum schlimmstenfalls mit einem Teppich ausgelegt wird. Dadurch ergibt sich eine Art Dämmung der Fußbodenheizung zum Raum. Dieser einfache Teppich soll mit einem Wärmeleitwiderstand von 0,10 (m²K/W) angenommen werden. Auf diese Weise ist zwar nicht der schlimmste aller Fälle berücksichtigt worden, aber eben eine realistische Standardvorgabe.

DIE BEDINGUNGEN

- Ansatz für den Raum mit höchster spezifischer Heizlast
- Spreizung von Vor- zu Rücklauf soll 5 Kelvin betragen
- Der Bodenbelag soll mit einem Wärmewiderstand von 0,10 (m²K/W) angenommen werden

Ein Beispiel für die Tabelle 1 soll helfen, die Zusammenhänge zu erkennen.

BEISPIEL

Die Frage der Norm könnte man so formulieren:

Mit welcher Vorlauftemperatur muss ich eine Fußbodenheizung mindestens versorgen, wenn ich dort einen Raum mit einer spezifischen Heizlast von 71 W/m² auf 20 °C beheizen möchte, bei einer Spreizung von 5 Kelvin und einem einfachen Teppich als Oberboden?

Eine solche Frage beantwortet man am besten in dem Auslegungsdiagramm einer Fußbodenheizung. Jeder namhafte Hersteller von Fußbodenheizungen stellt ein solches Diagramm zur Verfügung, so, wie es in diesem Bericht abgebildet ist.

Als erstes Beispiel zum Verständnis dieser Zusammenhänge soll in dem Auslegungsdiagramm hier die Vorlauftemperatur festgelegt werden, bei einem Verlegeabstand (Vz) von 10 Zentimetern (cm).

Schritt 1: Die gewünschte spezifische Heizlast wird als waagerechte Linie eingetragen bei 71 W/m²

Schritt 2: Auf der Höhe des Wärmeleitwiderstandes von 0,10 m²K/W wird ebenso eine waagerechte Linie gezeichnet bis zum Schnitt mit der Kurve für den gewählten Verlegeabstand Vz von 10.

Schritt 3: Am Schnittpunkt Wärmeleitwiderstand mit Vz wird eine Linie senkrecht bis zum Schnitt mit der geforderten spezifischen Heizlast geführt.

Schritt 4: Durch den gefundenen Berührungspunkt zur spezifischen Heizlast aus Schritt 3 wird eine gedachte Linie gezeichnet und eine Temperaturdifferenz abgelesen.

Im Beispiel liest man ca. 18,5 Kelvin ab.

Mit dieser abgelesenen Temperatur stellt man jetzt eine nachvollziehbare Berechnung an.

Umgangssprachlich steht da:

Das Heizwasser, das durch diese Fußbodenheizung strömt, sollte im Mittel 18,5 Grad heißer als die Raumtemperatur sein. Die Raumtemperatur beträgt 20 °C, also muss die mittlere Temperatur des Heizwassers bei 38,5 °C liegen, denn $18,5 + 20 = 38,5$.

Die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf soll bei 5 Kelvin liegen. Also liegt die Vorlauftemperatur 5/2 Kelvin über der mittleren Temperatur:

$$5/2 = 2,5$$

$$38,5 + 2,5 = 41$$

Ergebnis für die Vorlauftemperatur: 41 °C

Probe bei 5 Kelvin Spreizung:

$$41 \text{ °C} - 5 \text{ K} = 36 \text{ °C}$$

$$(41 \text{ °C} + 36 \text{ °C})/2 = 38,5 \text{ °C}$$

Fakt ist also, dass man eine Fußbodenheizung dieses Typs unter diesen Bedingungen auf eine Leistung von 71 W/m² bringen kann.

Wenn alle anderen Räume weniger spezifische Leistung anfordern, lässt sich deren Bedarf noch einfacher befriedigen. Bei gleichem Verlegeabstand könnte beispielsweise die Spreizung größer werden. Man müsste dann das Wasser nicht mehr so schnell durch das Rohr treiben. Man könnte bei geringerer spezifischer Heizlast in den anderen Räumen auch mit größeren Verlegeabständen arbeiten und damit Rohrmaterial einsparen. Der Ansatz der DIN EN 1264 ist also logisch und gut.

BESONDERHEITEN

Besonderheit Bäder

Die Frage stellt sich natürlich, wie man denn dann wohl die Bäder eines Wohnhauses beheizen soll, die ja spezifisch höhere Heizlasten aufweisen? Die Temperatur in den Bädern kann im Zweifel nicht alleine durch eine Fußbodenheizung erbracht werden. Ich persönlich empfehle eine Berechnung der Bäder mit einer Fliese als Bodenbelag, was natürlich den Wärmeleitwiderstand von 0,10 mindestens um die Hälfte reduziert. Aber auch diese rechnerische Maßnahme reicht zu meist nicht aus. In Bädern kommt zu der relativ hohen Heizlast erschwerend hinzu, dass die Zonen unter Wanne und Dusche nicht zur Verlegung der Heizrohre geeignet sind. Da fehlen gerne mal zwei Quadratmeter pro Bad.

Um mit niedrigen Vorlauftemperaturen auch die Bäder eines Hauses ausreichend zu beheizen, kann man theoretisch noch auf andere Flächen zurückgreifen. Beispielsweise könnte man die sogenannte Restleistung durch eine Wandheizung ergänzen. Man stelle sich den Bereich einer Dusche vor, die an den meistens zwei Wandseiten eine wunderbar hohe, aber natürlich noch komfortable Strahlungswärme anbietet und damit einen erheblichen Beitrag zur Erwärmung des Raumes liefert. Zugegeben, das ist kein Standard, aber natürlich heute schon möglich.

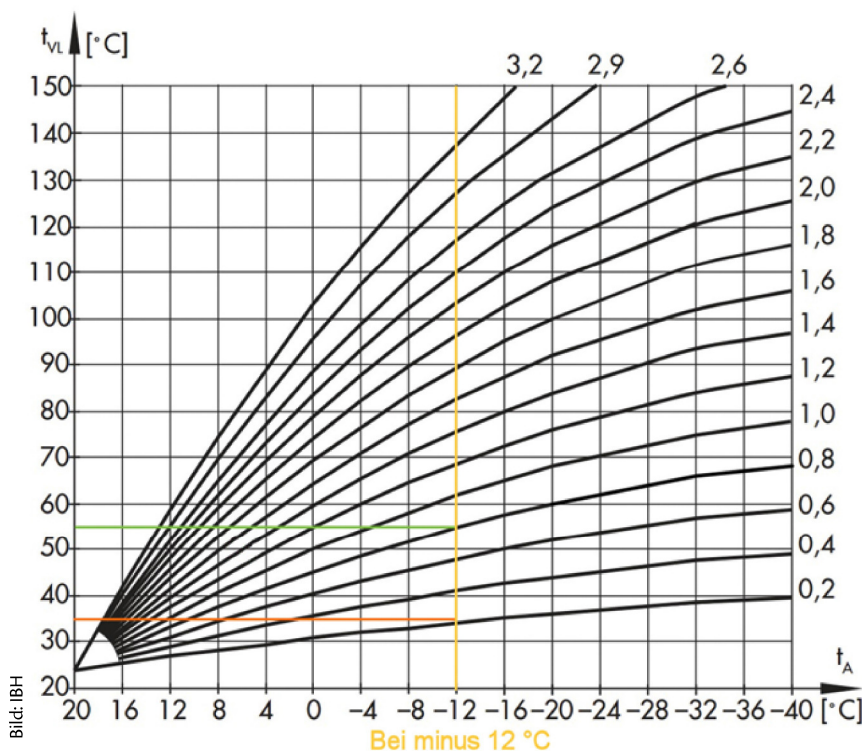
Standard ist es, die Restleistung im Bad über Handtuchheizkörper abzudecken.

Aber bitte mit realistischer Weitsicht!

Ein Handtuchheizkörper wird nun mal mit Handtüchern zugehängen und die sind nach der Benutzung auch noch feucht. Da kommt nicht mehr die volle Auslegungsleistung zum Zuge und das Bad erreicht in der Folge nicht mehr die wohlige Temperatur von 24 °C. Das spürt man dann sehr schnell, weil man sich insbesondere im Bad auch noch kaum bekleidet aufhält.

Bäder mit gehobenen Komfortbedürfnissen sind also immer gesondert zu betrachten.

Die eingestellten Heizkurven einer Heizungsanlage entscheiden über die Vorlauftemperatur. In den beiden Beispielen kann man für Außentemperaturen von -12 °C ablesen, dass bei der Kurve 0,2 ca. 35 °C im Vorlauf angeboten werden und bei der Kurve 0,8 satte 55 °C



Besonderheit Wärmepumpen

Wärmepumpen werden gerne mit Vorlauftemperaturen von „nur“ 35 °C im Vorlauf ausgelegt.

Rechnet man jetzt kurz die mittlere Vorlauftemperatur aus, die bei einer Spreizung von 5 K damit erreichbar wird, landet man bei 32,5 °C. Man braucht keinen Taschenrechner, um festzustellen, dass diese Temperatur nur 12,5 °C über einer angestrebten Raumtemperatur von 20 °C liegt. Damit lassen sich keine hohen Leistungen erzielen. Im eben vorgestellten Auslegungsdiagramm erreicht man unter solchen Bedingungen normativ noch 48 W/m². Das kann eng werden und reicht noch für moderne, hochgradig wärmegeämmte Häuser, und dort nur in den Wohnräumen mit 20 °C Raumtemperatur.

Besonderheit beim Feintuning

Rein rechnerisch lassen sich natürlich auch noch engere Verlegeabstände als 10 cm handwerklich herstellen. Schaut man sich aber die Praxis an, so wird schnell klar, dass 7,5 oder gar 5 cm kritisch sind. Bei kleinen Biegeradien neigen die häufig verwendeten Rohre zum Einknicken. Leistungstuning wird also über den Verlegeabstand kaum angestrebt.

Die Spreizung von 5 K zu verringern, ist natürlich auch möglich. Will man eine geringere Spreizung erreichen, geht das immer einher mit einem höheren Volumenstrom. Ein höherer Volumenstrom erhöht die Druckdifferenz im Rohr, wobei die Fließgeschwindigkeit quadratisch in die Berechnung des Druckverlustes eingeht. Damit ist auch ein solches Tuning nur eingeschränkt möglich, will man nicht riesige Volumenströme und folglich hohe Druckverluste akzeptieren.

Besonderheit bei Heizkurve

Wir schulden die Erstellung eines Gewerks nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Da kann es durchaus unschädlich sein, eine Fußbodenheizung an den kältesten Tagen im Jahr auch mal mit 50 °C im Vorlauf zu betreiben. Das kann gelten, wenn beispielsweise ein Brennwertgerät installiert ist. Dann sind die Temperaturen im Vorlauf zwar vergleichsweise hoch, aber lassen immer noch die Brennwertnutzung zu. 50 °C im Vorlauf sind jedoch keine Option für einen Betrieb mit einer Wärmepumpe, wenn man diese ausdrücklich mit 35 °C als Auslegungstemperatur ansetzt. Diesen sehr sportlichen Ansatz mit nur 35 °C, muss man dann auch durchziehen. Das funktioniert aber auch nur, wenn sauber hydraulisch abgeglichen wird und man an keiner Stelle schludert. Aber, wie schon beschrieben, man hört und fühlt es ja nicht, wenn eine Heizpatrone die Wärmepumpe unterstützt.

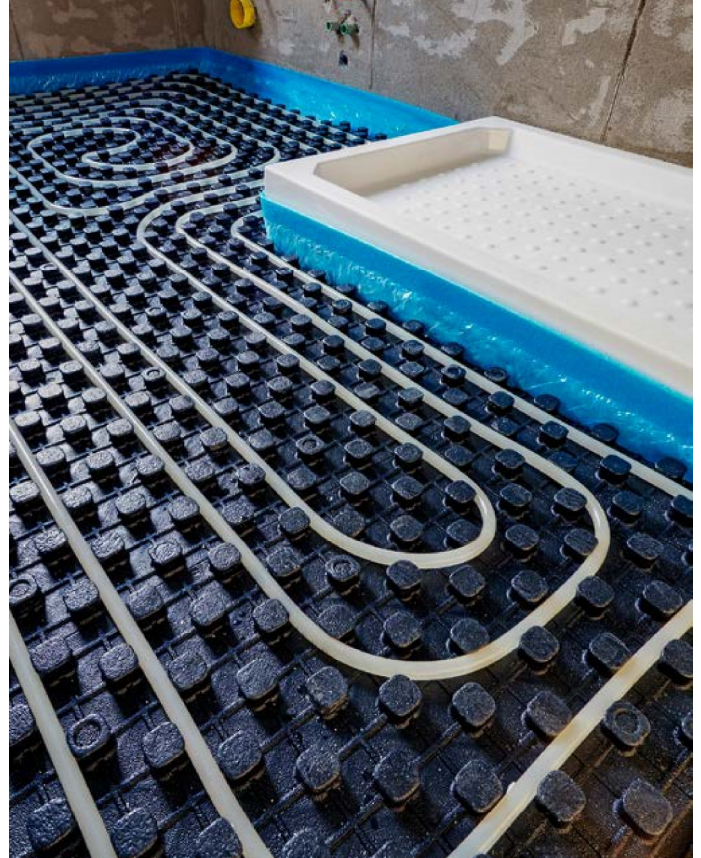


Bild: Getty Images/claudio.arnese

In Bädern wird der Bereich unter den Wannen und Duschen gerne von der Auslegung einer Fußbodenheizung ausgespart. Das macht es noch schwieriger, ein Bad ausreichend zu beheizen

FAZIT

Die Physik einer Fußbodenheizung lässt sich nachvollziehen und eigentlich nicht überlisten. Bei der Wahl der Vorlauftemperatur kann es nur einen geben, der diese vorgibt, der Gierigste. Dieser reißt seinen Schnabel am weitesten auf und wird folglich bedient. Damit ist die Leistung einer Fußbodenheizung absolut und logisch begrenzt. Wünschen kann man sich viel, aber tricksen geht nur sehr begrenzt. ■



AUTOR



Dipl.-Ing. (FH) Elmar Held ist verantwortlicher Redakteur des SBZ Monteur. Er betreibt ein TGA-Ingenieurbüro, ist Dozent an der Handwerkskammer Dortmund sowie öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
Telefon (0 23 89) 95 10 21
Telefax (0 23 89) 95 10 22
held@sbz-online.de
www.ingenieurbueroheld.de