Spitzenverband der
GEBÄUDETECHNIK

WÄRMEBEDARF | GEBÄUDEHÜLLE | SCHORNSTEIN | BEDIENUNG | HEIZSYSTEM

Einzelfeuerstätten
Planungshilfe für Architekten

Der einfache Weg zur Holzfeuerstätte

In 5 Schritten zum Design-Feuer

Zeitgemäße Architektur stellt die Faszination und Magie des echten Feuers moderner Design-Holzfeuerstätten in den Mittelpunkt. Die Integration von Öfen oder Kaminen in die Wärmeversorgung ist heute nahezu selbstverständlich und unkompliziert – ob als Stand-alone-Lösung oder im Wärmeverbund vernetzt mit anderen (regenerativen) Energiesystemen, ob im Neubau oder im Zuge einer Modernisierung. Für Architekten ist eine Planung und Umsetzung von Feuerstätten, unter Berücksichtigung von Designansprüchen und technischen Vorgaben sowie der Beachtung des reduzierten Wärmebedarfs von hochgedämmten Gebäuden, einfach zu realisieren. Folgende Planungsschritte sollten hierbei beachtet werden:

1. **Der Wärmebedarf – Heizleistung richtig anpassen**
2. **Die Gebäudehülle und Lüftung**
3. **Der Schornstein**
4. **Die richtige Bedienung**
5. **Die Einbindung in die Zentralheizung (Hybridheizsystem)**

Der Wärmebedarf

Wie kann die Heizleistung richtig angepasst werden?

Viele Architekten stellen sich die Frage, ob Feuerstätten in modernen Gebäuden mit sehr niedrigem Wärmebedarf überhaupt noch geplant werden können. Die Antwort: Die Nutzung von Holzfeuerstätten in hochwärmegedämmten und dichten Gebäuden ist leicht und stellt für zahlreiche Hausbesitzer eine Steigerung des Wohnkomforts dar.

Viele moderne Feuerstätten ermöglichen den ungehinderten Blick in die Flammen und harmonieren mit den stark gedämmten Gebäuden durch ihre angepasste, niedrige Heizleistung. Um sich für die richtige Feuerstätte mit optimaler Heizleistung zu entscheiden, sollten zwei grundlegende Fragen vor der Planung der Feuerstätte beantwortet werden:

1. Wie möchte der Nutzer die Feuerstätte nutzen?
2. Wie soll die Wärme in den Wohnraum abgegeben und verteilt werden?

Anhand der Antworten werden wichtige Informationen zum gewünschten Nutzungsverhalten und der zu erwartenden Wärmeabgabe (Heizleistung) gegeben, die die Grundlage für die weiterführende Planung der Feuerstätte bilden.

1. Nutzung der Feuerstätte

Anders als bei einer Zentralheizung muss eine Feuerstätte nicht den Wärmebedarf eines Hauses vollumfänglich decken können, sondern wird in aller Regel nur während eines begrenzten Zeitraums betrieben, z. B. während der Abendstunden. Für die Auslegung einer Feuerstätte sollte die geplante Nutzungsdauer, und somit die tatsächliche Wärmeabgabe, berücksichtigt werden. Als Faustregel gilt: Je kürzer die geplante Feuerungszeit, desto eher kann eine höhere Wärmeleistung gewählt werden. Die Auswahl der passenden Wärmeleistung der Feuerstätte ist wichtig, um den Nutzerwunsch nach einer effizienten Anlage zu erfüllen.

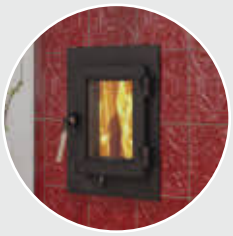
2. Wärmeabgabe der Feuerstätte

Neben dem bezeichneten Nutzungsverhalten bestimmt auch die Bauart der Feuerstätte, wie die Wärme in den Wohnraum abgegeben wird. Die im Brennraum der Feuerstätte freigesetzte Wärmeenergie kann entweder direkt und schnell oder durch eine Speicherung über einen längeren Zeitraum in den Wohnraum abgegeben werden. Bei einer Speicherung wird die Wärme mit deutlich moderaterer Leistung abgegeben. So werden bei einer Befeuerungszeit von unter zwei Stunden tatsächliche Leistungen von unter 2 kW und Wärmeabgaben von über zehn Stunden möglich. Solche Feuerstätten können kleine, industriell gefertigte Speicherfeuerstätten oder handwerkliche Lösungen sein. Letztere bieten einen größeren gestalterischen Spielraum und können somit individuell auf die Bedürfnisse des Nutzers angepasst werden. Zu nennen sind hier z. B. der Grundofen oder die Hypokauste. Beide Ofensysteme sind zeitgemäße und nachgefragte Bauarten, die sich in modernen Wohngebäuden etabliert haben.

Auswahlvielfalt der Ofenarten und Optionen

Motivation	**Ofenarten**	Option 1 **Wassertechnik***	Option 2 **Wärmespeicher**	Option 3 **individueller Ausbau möglich**
①	Kaminofen	verfügbar	Schamotte/Naturstein	Farb- und Verkleidungs-optionen nach Katalog
① ②	Heizkamin/ Warmluftofen (auch Hypokauste)	verfügbar	Nachheizfläche/ -kasten (zur verbesserten Nutzung der Heizgase durch Metall ** oder Keramik)	Größe, Form, Material und Farbe 100 % individuali-sierbar
① ② ③	Kachelofen/ Speicherofen/ Grundofen	verfügbar	Nachheizfläche aus Keramik ist Standard	Größe, Form, Material und Farbe 100 % individuali-sierbar

① Feuer sehen
② fest in das Gebäude integriert
③ besonders umweltbewusst heizen

	Wärmeabgabe	durchschnittliche Wärmeleistung	möglicher Brennstoff	Scheibengröße	Beispiel
	schnell, ggf. geringer Speichereffekt	mittel	Scheitholz, Pellets, Gas (ohne Speichermöglichkeit)	klein–mittel	
	schnell, ggf. zusätzlicher Speichereffekt möglich	mittel–groß	Scheitholz, Pellets, Gas (ohne Speichermöglichkeit)	mittel–groß	
	langsam, mit langanhaltendem Speichereffekt	klein–mittel	Scheitholz	klein–mittel	

* Anschluss an das Zentralheizungssystem
** nicht mit Option 1 kombinierbar

Die Gebäudehülle und Lüftung

Was muss beim Zusammenspiel von Feuerstätten und Lüftungsanlagen beachtet werden?

Moderne Lüftungskonzepte von Gebäuden konzentrieren sich besonders auf deren Be- und Entlüftung, wobei die Lufthygiene und Feuchtigkeit, wie auch der Komfort, für den Bewohner des Gebäudes im Mittelpunkt der Planung stehen. Um die Integration von Feuerstätten in diese Konzepte zu ermöglichen und deren reibungslosen Betrieb sicherzustellen, sollten die Verbrennungsluftversorgung und die Betriebssicherheit als zwei grundsätzliche Aspekte frühzeitig bei der Planung der Feuerstätte berücksichtigt werden. Dann steht dem Betrieb einer Feuerstätte in einem modernen Wohngebäude mit Lüftungskonzept nichts im Wege.

1. Verbrennungsluftversorgung der Feuerstätte

Es gibt zwei grundsätzliche Konzeptionen für die Verbrennungsluftversorgung von Feuerstätten: Verbrennungsluft aus dem Wohnraum oder Verbrennungsluft über eine zusätzliche Verbrennungsluftleitung aus dem Freien. Die zweite Lösung ist aus energetischen Gründen in jedem Fall vorzuziehen. In beiden Fällen ist jeweils eine ausreichende Verbrennungsluftversorgung für die Feuerstätte aus dem Freien vorzusehen. Folgende Kriterien müssen bei der Installation von Feuerstätten im Wohnbereich beachtet werden:

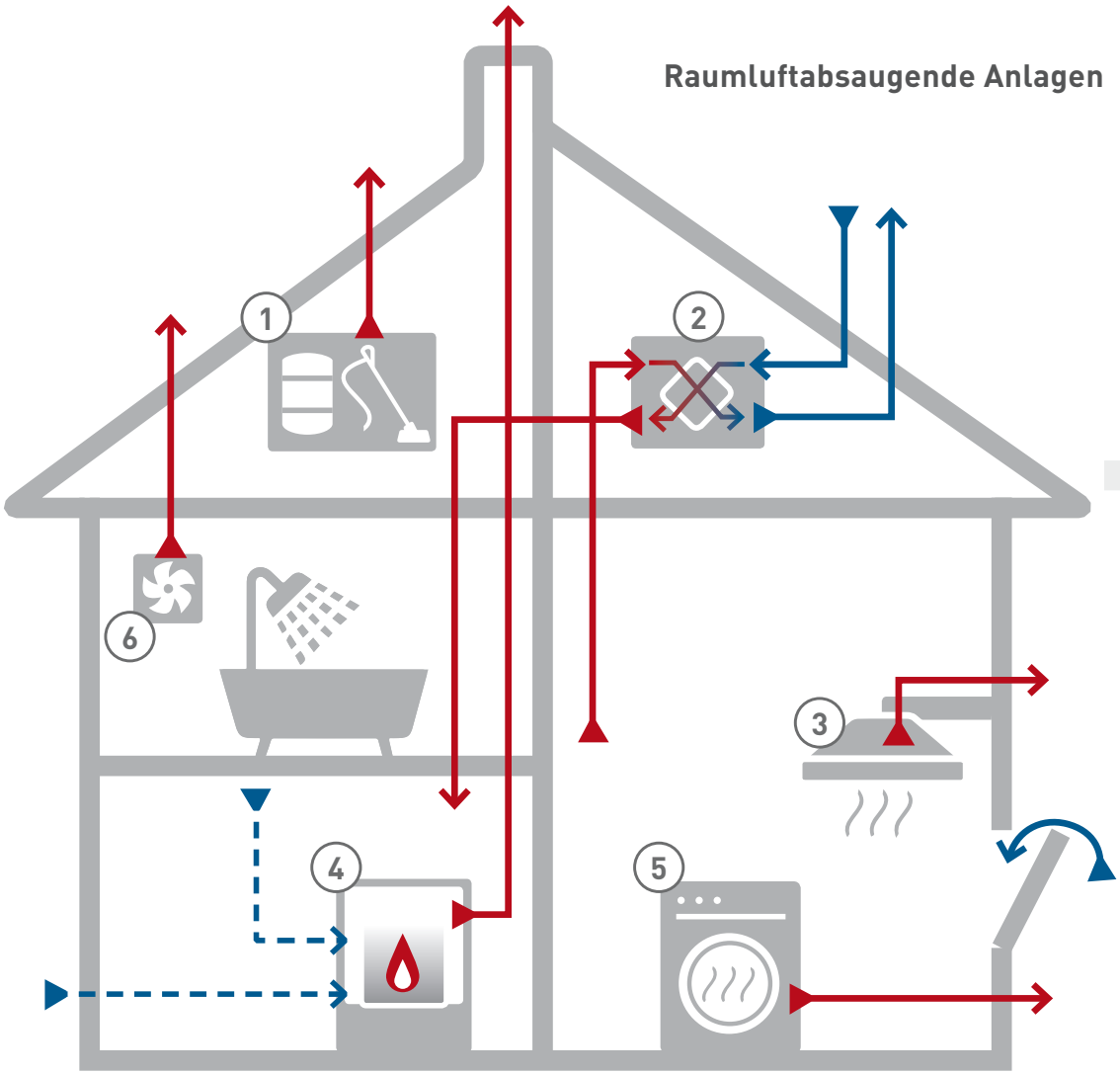
Verbrennungsluft aus dem Wohnraum
Feuerstätten können unter bestimmten Voraussetzungen auch ohne externe Verbrennungsluftleitung betrieben werden. Die für die Verbrennung notwendige Luft bezieht die Feuerstätte aus dem Aufstellraum. Durch Öffnungen (Tür/Fenster) und kalkulierte Undichtigkeiten der Gebäudehülle (z. B. Fugen) ist es möglich, die Feuerstätte mit ausreichend Luft aus dem Freien zu versorgen. Ein ständig gekipptes Fenster ist jedoch energetisch nicht effizient und kann sich nachteilig auf die Behaglichkeit auswirken. Deshalb ist in vielen Fällen für die Verbrennungsluftversorgung folgende Konzeption sinnvoller.

Verbrennungsluftleitung aus dem Freien
Insbesondere in immer dichteren Gebäudehüllen wird eine Feuerstätte mithilfe einer Verbrennungsluftleitung direkt mit Luft aus dem Freien versorgt. Für den Anschluss muss die Feuerstätte mindestens über einen Verbrennungsluftstutzen verfügen oder aber die Kennzeichnung „geprüft raumluftunabhängige Feuerstätte“ besitzen. Diese Entkopplung von der Wohnraumlüftung umgeht Einflüsse auf Raumklima und -temperatur und vermeidet komplexe Interaktionen mit den Volumenströmen eventueller Lüftungsanlagen.

TIPP
Im Neubau und gut sanierten Altbau ist es sinnvoll, eine für die Verbrennungsluftversorgung vorgesehene Leitung einzuplanen. Ein gutes Miteinander von Feuerstätte und Lüftungssystemen innerhalb einer modernen Gebäudehülle ist so sichergestellt.

2. Betriebssicherheit der Feuerstätte

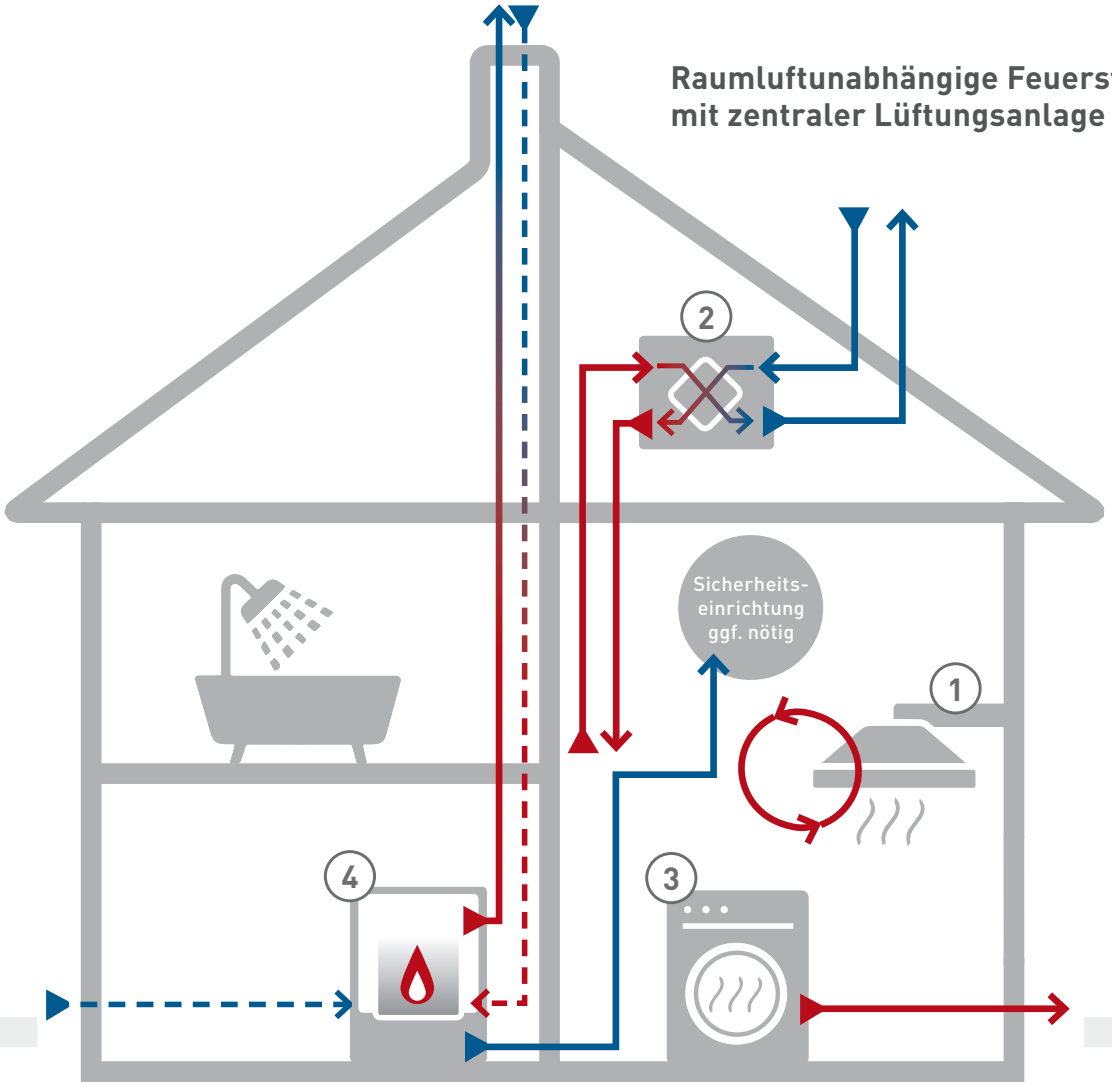
Der Schornstein einer raumluftabhängigen Feuerstätte erzeugt einen leichten Unterdruck im Aufstellraum. Nur so können die entstehenden Rauchgase sicher abgeleitet werden. Deshalb muss beim gemeinsamen Betrieb mit raumluftabsaugenden Anlagen darauf geachtet werden, dass diese die Feuerstätte nicht beeinträchtigen. In Wohnräumen mit Lüftungsanlagen sind daher besondere Schutzvorkehrungen vorgeschrieben. Diese Sicherheitseinrichtungen basieren auf einer Differenzdruckmessung und schalten die Lüftungsanlage bei zu groß werdendem Differenzdruck ab, bevor größere Mengen Abgase in den Wohnraum gelangen. Mit einer derartigen Sicherheitseinrichtung kann jede übliche, geschlossen betriebene Feuerstätte gemeinsam mit einer Lüftungsanlage sicher betrieben werden. Weitere Anlagen, die dem Gebäude Luft entziehen und entsprechend zu beachten sind, zeigt die folgende Abbildung:



Merkregel:

Paralleler Betrieb von Feuerstätten und raumluftabsaugenden Anlagen erfordert eine genaue Sicherheitsbetrachtung, um kritischen Unterdruck im Gebäude zu vermeiden.

1. zentrale Staubsauganlage
2. Lüftungsgerät
3. Dunstabzugshaube
4. Feuerstätte
5. Abluft-Wäschetrockner
6. Badentlüfter



Merkregel:

Die raumluftunabhängige Feuerstätte kann mit einer zentralen Lüftungsanlage kombiniert werden. Der parallele Betrieb von Feuerstätte und Dunstabzugsanlage im Umluftbetrieb ist unkritisch.

1. Dunstabzugshaube im Umluftbetrieb und Trockner
2. Lüftungsgerät
3. Kondens- oder Wärmepumpentrockner ohne Abluft
4. raumluftunabhängige Feuerstätte

Empfehlung

Der gemeinsame Betrieb von Feuerstätte und Lüftungsanlage unterliegt aus Sicherheitsgründen immer besonderer Beachtung durch den zuständigen Bezirksschornsteinfeger. Es ist daher ratsam, den bevollmächtigten Schornsteinfeger frühzeitig in die Planung miteinzubeziehen und sich außerdem im Vorfeld mit den unterschiedlichen Gewerken Lüftung und Feuerstätte abzusprechen. Eventuell muss der Einbau einer Sicherheitseinrichtung berücksichtigt werden. Diese Art der Vorgehensweise empfiehlt sich auch, wenn die Feuerstätte oder das Lüftungssystem erst zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut werden sollte.

3

Der Schornstein

Muss der Schornstein an die geplante Feuerstätte angepasst werden?

Neben der Feuerstätte und der Verbrennungsluftversorgung ist der passende Schornstein ein wichtiges Element bei der sorgfältigen Planung der Feuerungsanlage. Denn der Schornstein ist für die sichere Ableitung der Abgase und für den emissionsarmen und effizienten Feuerstättenbetrieb verantwortlich.

TIPP RECHNERISCHER FUNKTIONSNACHWEIS

Eine Möglichkeit, in der Planungsphase die bestmögliche Schornsteinauswahl zu treffen oder die geplante Anlage zu überprüfen, ist die Durchführung eines rechnerischen Nachweises nach DIN EN 13384. Eine solche „Schornsteinberechnung" liefert die notwendigen Hinweise und ist bei der weiteren Planung sehr hilfreich.

Wechselwirkung von Schornstein und Feuerstätte

Schornstein und Feuerstätte müssen zueinander passen. Der Schornstein wird so dimensioniert, dass die entstehende Abgasmenge störungsfrei durch den Schornstein abtransportiert werden kann. Die bei der Verbrennung entstehende Wärme sorgt für den Auftrieb im Schornstein. Die oben abgeführten Abgase sorgen für eine Saugwirkung von unten. An der Feuerstätte wird Luft angesaugt, die auch gleichzeitig den nötigen Sauerstoff für die Verbrennung liefert. Bei Feuerstätten ohne Gebläse regelt sich das System selbst, man spricht hierbei vom Naturzug.

Sowohl ein zu stark und schnell ziehender Schornstein als auch ein zu träger und schwacher Schornstein führen zu deutlichen Einbußen in der Effizienz der Feuerstätte und erhöhen die Emissionen. Ergo: Nicht jeder Schornstein funktioniert mit jeder Feuerstätte.

Gewünschte Eigenschaften des Schornsteins

- Jeder Schornstein sollte individuell auf eine eigene Feuerstätte abgestimmt sein.
- Mehrfachbelegungen sollten speziell mit dem Schornsteinfeger abgestimmt werden.
- Für moderne Feuerstätten, die mit kleinen Brennstoffmengen betrieben werden, können passende Schornsteine bereits bei einem Innendurchmesser von 140 mm liegen.
- Die Auswahl des Materials des Schornsteininnenrohrs ist von wesentlicher Bedeutung für die Haltbarkeit, Flexibilität und den notwendigen Energie-Aufwand im Schornstein. Abgestimmt auf die Nutzung der Feuerstätte und die Montagebedingungen kann man sich zwischen Keramik- oder Edelstahlrohren entscheiden.

Lage des Schornsteins im Gebäude

Die technisch beste Position für einen Schornstein befindet sich in Nähe der Gebäudemitte. Zu beachten ist:

1. die Möglichkeit, die Feuerstätte möglichst auf kurzem Weg anschließen zu können
2. eine möglichst auf gesamter Höhe vermiedene Auskühlung
3. die strömungsgünstigste Position der Schornsteinmündung über dem höchsten Punkt des Gebäudes.

Vorgehen bei Modernisierungen

Idealerweise werden Schornsteine in Gebäuden stets mitgeplant und verbaut, sodass ein nachträglicher Anschluss einer Feuerstätte problemlos möglich ist. Wichtig beim späteren Einbau einer Feuerstätte ist es, die Eigenschaften des Schornsteins mit den Anforderungen der neuen Feuerstätte abzugleichen. Passen beide Systeme nicht ohne Weiteres zueinander, kann die Funktion des Schornsteins einfach und ohne großen Aufwand durch folgende Bauteile angepasst werden:

- Anpassung des Schornsteinquerschnitts (Einzug eines neuen Innenrohrs)
- Höhenanpassung
- Wärmedämmung
- Eventuell Einbau eines Rauchsaugers
- Einbau einer Zugbegrenzung (Nebenluftvorrichtung)

4

Die richtige Bedienung

Wie können moderne Feuerstätten den Nutzer bei der richtigen Befeuerung unterstützen?

Planung ist die halbe Miete, aber das volle Potenzial der Feuerstätte wird erst durch die richtige Bedienung ausgeschöpft. Moderne Feuerstätten bieten dem Nutzer elektronische Informationen und automatische Hilfestellungen zur Steuerung und Regelung mit dem Ziel, die Feuerstätte jederzeit mit der notwendigen Verbrennungsluftmenge zu versorgen. Eine manuelle Verbrennungsluftsteuerung ist damit hinfällig. Bei der Auswahl der Einzelfeuerstätte kann der Nutzer entscheiden, in welchem Umfang er beim Betrieb seiner Feuerstätte unterstützt werden möchte. Optimale Funktion gewährleisten nur die Komponenten des Feuerstättenherstellers.

Unterschiedliche elektronische Komponenten sind in modernen Feuerstätten wahlweise verfügbar: Sicherheitseinrichtungen für den gemeinsamen Betrieb von Lüftungsanlagen und Feuerstätten, Steuerungen für wasserführende Feuerstätten, die an das Zentralheizsystem angeschlossen sind (siehe Kapitel 5), elektronische Heizhilfen sowie Verbrennungsluftsteuerungen. Diese Regelungsmöglichkeiten machen den Betrieb der Feuerstätten einfacher und komfortabler und können weit mehr, als nur für höheren Bedienungskomfort zu sorgen.

INFO

Der Verbrennungsprozess in der Feuerstätte durchläuft verschiedene Phasen, die unterschiedlich hohe Zugaben von Verbrennungsluft benötigen, um eine saubere Verbrennung zu gewährleisten. Beispielsweise wird in der Startphase die volle Verbrennungsluftmenge zugegeben, um ein schnelles Aufheizen zu ermöglich.

Elektronische Heizhilfe

Eine elektronische Heizhilfe ist eine kleine unterstützende Einheit, die den aktuellen Abbrand genau im Blick hat und dem Nutzer Informationen liefert, die einer Eco-Anzeige im modernen Autocockpit ähneln. Dies ermöglicht dem Nutzer, in Echtzeit zu erkennen, ob die Bedienung der Feuerstätte im vorgesehenen Leistungsbereich erfolgt. Die elektronische Heizhilfe kann somit zu einem effizienten und emissionsarmen Feuerstättenbetrieb beitragen.

Verbrennungsluftsteuerung

Eine weitere, sinnvolle Komponente ist die Verbrennungsluftsteuerung. Diese elektronische Einheit misst und beurteilt kontinuierlich den Abbrand und regelt auf Basis dieser Werte die notwendige Einstellung der Verbrennungslufteinstellung. Auf diese Weise kann z. B. vermieden werden, dass beim Anheizen zu wenig Verbrennungsluft zugegeben wird, oder dass nach Abbrandende die Verbrennungsluft nicht geschlossen wird und so stundenlang die Feuerstätte über den Schornstein ungewollt ausgekühlt. Die Verbrennungsluftsteuerung trägt daher zu einem effizienten und emissionsarmen Betrieb der Feuerstätte bei, vermeidet Bedienungsfehler und erhöht den Komfort der Feuerstätte.

Moderne Geräte machen die Anzeige, Steuerung und Einstellung sämtlicher Funktionen zudem über mobile Endgeräte für den Nutzer zugänglich.

NOTWENDIGE VORBEREITUNG BEI DER PLANUNG

Der Planer kann für seinen Kunden jede Option offenhalten, wenn die notwendige Stromversorgung berücksichtigt wird. Je nach Art der Komponente können zusätzlich Temperatursensoren, Datenleitungen, Sicherheitseinrichtungen oder auch andere Verbindungen notwendig oder möglich sein. Sind bei der Planung die vorgesehenen Komponenten noch nicht bekannt, ist es vorteilhaft, entsprechende Leerrohre vorzusehen.

5

Die Einbindung in die Zentralheizung

Hybridheizsystem

Kann durch Einbindung einer wasserführenden Feuerstätte in das Zentralheizungssystem eine Effizienzsteigerung erfolgen?

Der Vorteil einer wasserführenden Einzelraumfeuerstätte ist, dass ein Teil der erzeugten Wärme in das Zentralheizsystem abgegeben wird und somit zeitversetzt der Raumheizung und der Warmwasserbereitung zur Verfügung steht. Der Nutzer kann so effektiv die Heizkosten der Zentralheizung senken und zugleich den Komfort seiner Feuerstätte genießen.
Die Integration der wasserführenden Feuerstätte in das Hybridsystem kann unabhängig von der Zentralheizungsregelung erfolgen. Die dafür notwendigen Sicherheitskomponenten sollten durch einen Fachbetrieb installiert werden.

Nutzung erneuerbarer Energien

Holz als erneuerbarer Energieträger ist nachhaltig und regional verfügbar. Feuerstätten lassen sich unter ökologischen und ökonomischen Aspekten besonders gut in folgende Hybridheizsysteme integrieren:

Feuerstätte, kombiniert mit (Luft-Wasser)-Wärmepumpe

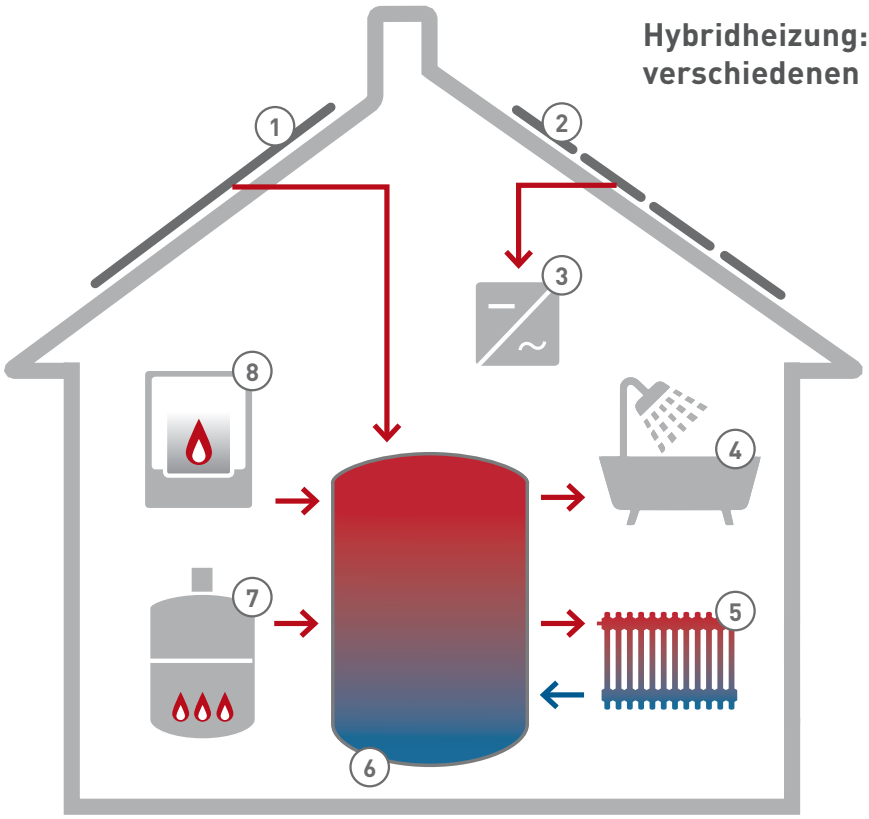
An besonders kalten Wintertagen sinkt die Effizienz der Luft-Wasser-Wärmepumpe, wodurch der Stromverbrauch ansteigt. Besonders dann bietet die Feuerstätte doppelten Nutzen. Zum einen entlastet sie die Wärmepumpe und senkt den Stromverbrauch, zum anderen genießt der Nutzer den besonderen Komfort und die gemütliche Wärme der Feuerstätte.

Feuerstätte, kombiniert mit Zentralheizung mit Solarthermie

Bei entsprechender Größe des Pufferspeichers der solarthermischen Anlage kann der Pufferspeicher auch von der Feuerstätte aufgeheizt werden. In dieser Kombination kann im Sommer annähernd der gesamte Warmwasserbedarf durch die Sonne gedeckt werden. Die in den Übergangsjahreszeiten und im Winter teilweise durch verringerte Sonneneinstrahlung entstehende Deckungslücke kann teilweise durch die Feuerstätte abgefangen und somit die Zentralheizung entlastet werden. Die Kombination von Solarthermie und Feuerstätte ist daher eine besonders effiziente und nachhaltige Möglichkeit, die Wärmeversorgung regenerativ zu betreiben.

Ein weiterer Vorteil von Hybridlösungen ist deren modularer Aufbau. Die einzelnen Komponenten können entweder als Gesamtsystem von Anfang an installiert oder nach und nach mit weiteren Wärmeerzeugern verbunden werden. Das Hybridsystem ist daher besonders gut geeignet, um erneuerbare Energien in die Versorgung des Gebäudes einzubinden.

Hybridheizung: Wärme aus verschiedenen Quellen



1. Solarthermie
2. Strom aus Photovoltaik
3. Wechselrichter
4. Warmwasser
5. Heizung
6. Wärmespeicher
7. Öl-/Gasbrennwertheizung
8. Kaminofen mit Wärmetauscher

Natürliche Zukunftswärme einplanen — ganz einfach

Als Teil hochwertiger Architektur bringen Feuerstätten besondere Wohlfühlwärme in das Gebäude.

Der CO_2-neutrale, regenerativ und regional verfügbare Energieträger Holz wird dank moderner Feuerungstechnik hocheffizient verbrannt. Die zeitgemäße, klimafreundliche Technik erfüllt die neuesten Emissionsvorschriften, ist einfach und sicher zu bedienen und lässt sich mit anderen Wärmeerzeugern über einen Pufferspeicher intelligent vernetzen.

Feuerstätten können problemlos in gut gedämmte Gebäudekonzepte integriert werden und bringen den Nutzern einen spürbaren Mehrwert an Wohn- und Lebensqualität.

Individuelles Design für ein anspruchsvolles Wohnambiente.

Planung in fünf Schritten

1 **Der Wärmebedarf |** Klärung der Heizleistung: Wie soll die Feuerstätte genutzt werden? Wie soll die Wärme in den Wohnraum abgegeben werden?

2 **Die Gebäudehülle und Lüftung |** Wie soll die Verbrennungsluftversorgung erfolgen: über eine direkte Verbrennungsluftleitung aus dem Freien oder mit Luft, die dem Wohnraum aus dem Freien zuströmt?

3 **Der Schornstein |** Wie muss er dimensioniert und abgestimmt werden, dass er mit der Feuerstätte funktioniert? (Schornsteinberechnung) Wo ist die optimale Lage des Schornsteins im Gebäude? Wie kann ein vorhandener Schornstein optimal angepasst werden?

4 **Die richtige Bedienung |** Klärung der elektronischen Bedienkonzepte zur optimalen Steuerung, z.B. von Sicherheitseinrichtungen und elektronischen Heizhilfen. Klärung der Komponenten Stromversorgung, Sensoren, Datenleitungen und Leerrohre.

5 **Die Einbindung in die Zentralheizung |** Die Integration einer wasserführenden Feuerstätte in Hybridheizsysteme – Kombination mit Wärmepumpe oder Zentralheizung mit Solarthermie – kann modular erfolgen.

Weitere Informationen zum Thema Feuerstätte erhalten Sie unter: www.intelligent-heizen.info und www.kachelofenwelt.de

Ausgabe 02.2020

Herausgeber:
VdZ e. V. / FÖGES GmbH
Oranienburger Straße 3 · 10178 Berlin
info@vdzev.de
www.vdzev.de

Spitzenverband der GEBÄUDETECHNIK

Fotonachweis: Brunner, CB-tec, Jürgen Henrichs, Leda, Gutbrod, Spartherm, Sommerhuber-Keramik, VdZ, adobe©: Alexandre Zveiger, iStock©: SireAnko, shutterstock©: Stonel

Überreicht durch

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C074448
www.fsc.org