

Systemtechnik einer zielorientierten Wärmeversorgung

Im modernen Wohnungsbau und in der Modernisierung von Bestandsgebäuden spielt die Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien eine nicht mehr wegzudenkende Rolle.

Aber diese Techniken zur Wärmenutzung aus Solarthermie, Umweltwärme und Biomasse können ihre Stärken nur dann ausspielen, wenn sie sinnvoll in ein Anlagensystem eingebunden werden, das der Zielsetzung einer nachhaltigen und energieeffizienten Wärmeversorgung konsequent folgt.



Externe Solarstation mit Edelstahl-Plattenwärmetauscher für größere Kollektorfelder

Wesentlich ist eine auf das Gebäude und das Nutzerprofil optimal abgestimmte Anlagensystemtechnik: von der Wärmeerzeugung über die Bereitstellungstechnik, Wärmeverteilung, Wärmeübertragung, bis hin zur punktgenauen Steuer- und Regelungstechnik. Die Komponenten und Regelstrecken müssen auf unterschiedlichste Lastprofile abgestimmt und zusammengefasst werden.

Wärme aus erneuerbaren Energien allein macht noch lange kein nachhaltiges und zukunftsorientiertes Anlagensystem.

Effiziente Anwendungen dieser zahlreichen und vielseitigen Möglichkeiten neuer Wärme verlangen eben mehr als nur zwischen Öl oder Gas zu entscheiden. Vielmehr geht es ebenso darum, weitere Energiepotenziale (wie beispielsweise Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung) technisch wirkungsvoll in das große Ganze einzubeziehen.

Die Anforderungen und Weiterentwicklungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle verlangen darüber hinaus neben den spezifischen Anforderungen des Menschen maßgeblich jenen übergreifenden Planungsansatz, der sicherlich nicht alle alten Zöpfe abschneiden, aber doch sämtliche ordentlich durchbürsten muss. Die Zeit, wo in der Dimensionierung und Auslegung von Heizungs- und Lüftungsanlagen mit Kanonen auf Spatzen geschossen wurde, ist zu Ende. Das kann sich kein Mensch mehr leisten.

Verschiebung der Lastanforderungen

Die Anforderungen an eine Zentralheizungsanlage haben sich heute nicht nur durch die Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) gravierend verschoben. Eine der massivsten Veränderung verlangt die Tatsache, dass Zentralheizungsanlagen für Wohngebäude bislang nach dem Wärmebedarf für den Wohnraum ausgelegt wurden und die Trinkwassererwärmung sozusagen im Vorbeigehen mit erledigt wurde. Die grundsätzliche Aufgabe an eine Zentralheizungsanlage ist die Versorgung mit Raumwärme (Heizwärmebedarf) und warmem Wasser (Warmwasserbedarf). Beide Anforderungen wurden bislang meist durch einen fossilen Wärmeerzeuger abgedeckt. Erwärmtes Trinkwasser wurde als Brauchwasser in entsprechenden Mengen vorgehalten, um jederzeit warmes Wasser verfügbar zu haben. Das Heizungswasser wurde ohne Lastausgleich an die Wärmeverteilung und mehr schlecht als recht an die Heizflächen verteilt. Hydraulische Defizite wurden mit größeren Pumpenleistungen überspielt und die Heizkurve lieber zu steil als zu flach eingestellt. Nicht selten begegnet man noch den Werkseinstellungen wichtiger Regelungsparameter, die in den seltensten Fällen mit der Anlage vor Ort übereinstimmen.

Heizwärmebedarf und Heizlast

Der Heizwärmebedarf ist jedoch sowohl von den Lastanforderungen (Heizlast) und der Bedarfszeit (tatsächliche Heizperiode) stetig am Sinken und kann heute nur noch einen Bruchteil als von vor zehn Jahren verlangen. Denn je hochwertiger der energetische Standard der Gebäudehülle ist, desto niedriger ist die Heizgrenztemperatur. Dementsprechend verringert sich folglich die Heizperiode. Was vor wenigen Jahren noch mit 50 W/m^2 plus x erschlagen wurde, kann heute bereits mit weitaus weniger als 30 W/m^2 Wohnfläche im Auslegungsfall sichergestellt werden. Dies verlangt selbstverständlich eine planerische Systemabstimmung, die an jedem Wohngebäude individuell vorzunehmen ist und ein handfestes Konzept verlangt. Durch eine verkürzte Heizperiode verringert sich deutlich die Stand-by-Zeit der Wärmeübertragung an den Raum. Folglich verringern sich ebenso die Bereitstellungsverluste des Systems.

Diesbezüglich ist vor allem in der Modernisierung von Wohngebäuden penibel zu prüfen, was herauszuholen ist. Selbst in Baudenkmalen lassen sich die Potenziale so weit ausschöpfen, dass man bei maximal 50°C im Vorlauf landet. Im Neubau sind solche Vorlauftemperaturen lediglich



FOTO: FORUM WOHNENERGIE

Aufständerung von Flachkollektoren auf einem Blechdach



FOTO: FORUM WOHNENERGIE

Fassadenkollektoren an einem Flachdach-Bungalow



QUELLE: GERO

Wassergeführter Kaminofen mit Anschluss für Pufferspeicher/Heizungssystem



FOTO: FORUM WOHNENERGIE

Montage eines Flachkollektorfelds

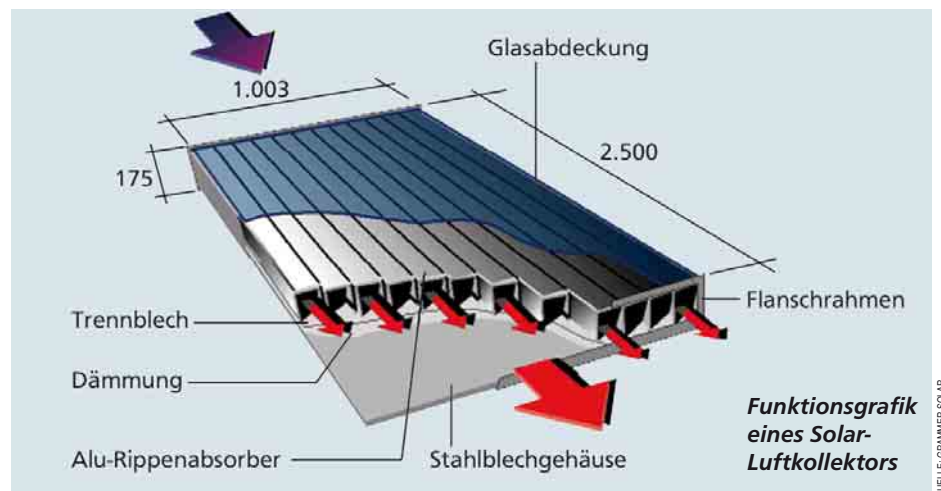
für einzelne Heizkörper (beispielsweise für den Handtuchheizkörper im Badezimmer oder Duschbad, ohne den selbst ein Passivhaus nicht auskommt) notwendig bzw. argumentierbar. Aber auch hier ist eine Vorlauftemperatur von 50 °C ausreichend, um den kurzzeitigen Wärmekomfort mit hoher Regelgüte sicherzustellen. Der Rest ist mit Wärmeübertragern abzudecken, die mit 30 °C (Bauteiltemperierung), 35 °C

(Fußbodenheizung) oder maximal 40 °C (Wandflächenheizung oder Niedrigsttemperatur-Konvektoren) arbeiten.

Je niedriger die notwendigen Systemtemperaturen sind, umso mehr können diese allein aus Solar- und Umweltwärme bereitgestellt werden. Wer dennoch auf hohe Systemtemperaturen setzen will, oder entsprechende Spitzenlasten diese verlangen, kann auch auf Biomassefeuerung setzen; beispielsweise mit Pellets, Hackgut oder Scheitholz.

Der Mittelwert einer tatsächlichen Niedrigtemperaturheizung (allemaal für den Neubau) liegt bei etwa 35 °C. Das ist für die Ba-

der Anlagentechnik. Wesentlich für eine effiziente Betriebsweise sind die Bereitstellungstemperaturen und die Abkehr von der Brauchwasserbevorratung. In diesem Sinne ist die Frischwassertechnik zur hygienischen Trinkwassererwärmung das Maß der Dinge und seit geraumer Zeit auf dem besten Weg zum Standard. Warmwasser-Zirkulationsleitungen bergen unter Umständen sehr große Wärmeverluste. Auch dafür bietet die Frischwassertechnik mittels dezentraler Frischwassererwärmung in einzelnen Wohnungen und folglich minimalen Leitungswegen Abhilfe. Die Trinkwasserhygiene verlangt besonde-



QUELLE: GRAMMER SOLAR

dewanne schon zu wenig, auch bleibt das Fett beharrlich in der Bratpfanne kleben. Deshalb gewinnen die Anforderungen an das warme Trinkwasser eine ungleich höhere Bedeutung bei der Auslegung der Wärmeversorgung.

Der stoßweiße Bedarf (Spitzenlast) von heißem Wasser stellt nunmehr die eigentliche Herausforderung für den Planer und Installateur dar.

Trinkwarmwasserbedarf und Trinkwasserhygiene

Die Spreu trennt sich vom Weizen bei der Warmwasserbereitung. Der Warmwasserbedarf bleibt in Zukunft so konstant und unabhängig von der energetischen Qualität der thermischen Hülle wie auch morgen, da dieser ausschließlich von der Anzahl der Bewohner und ihren Bedürfnissen abhängt. Die hohen Trinkwassertemperaturen ergeben sich nicht nur aus den Nutzerbedürfnissen, sondern auch aus den hygienischen Anforderungen an das Nahrungsmittel Trinkwasser. Deshalb verlangen derzeit die Richtlinien des DVGW und des VDI wesentlich höhere Systemtemperaturen als für die Wärmeübertragung an die Raumluft de facto notwendig ist. Was im Einfamilienhaus noch einfach zu handhaben ist, wird bei mehreren Wohneinheiten zu einer komplexen Herausforderung

re Aufmerksamkeit, da reden Biologen und Hygieniker ein Wörtchen mit. Eine Zapftemperatur von 45 bis 48 °C ist in jedem Fall zu sichern, um warmes Wasser mit den entsprechenden Temperaturen für Küche und Bad herzustellen. Für die thermische Desinfektion und hygienische Reinhaltung der Trinkwasserleitungen (vor allem in größeren Anlagen) sind wesentlich höhere Temperaturen (mindestens 65 °C und darüber) notwendig, die über die Nutzerwünsche bezüglich des Warmwasserkomforts deutlich hinausgehen. Somit gerät die hygienisch einwandfreie Trink-Warmwasserversorgung zu einer der wichtigsten Herausforderungen der Anlagentechnik in der Wärmeversorgung von Wohngebäuden.

Andererseits bleibt natürlich abzuwarten, ob die Hochtemperaturlösung der Weisheit letzter Schluss ist oder sich in der Nanotechnologie nicht effizientere Möglichkeiten finden. Schon gibt es in Forschungslabors erste Leuchtdioden, die ein starkes UV-Licht absenden. Sie könnten bald Keime und Bakterien unmittelbar an der Entnahmestelle des Warmwassers unschädlich machen.

Bereitstellungs- und Regelungstechnik

Das Herz jeder wassergeführten Zentralheizungsanlage ist der Heizungs-puffer-

speicher. Er dient nicht nur als Wärme-Akku, sondern auch als Lastausgleich und thermische Weiche. Er bildet die Schnittstelle zwischen diversen Wärmequellen (Solar- und Umweltwärme, Biomasse) und der Wärmenutzung (Wohnraumtemperierung und Warmwasser). Bei höheren Lasten ist durchaus auch eine Kaskadierung oder Reihenschaltung von Pufferspeichern möglich. Eine solarthermische Beladung findet spätestens bei mehreren Speichern nicht mehr durch interne, sondern durch externe Wärmetauscher statt, womit konkrete Laststrategien auch konsequenter umzusetzen sind.

Die Details befinden sich in der Anlagenhydraulik der thermischen Beladung einerseits und der thermischen Entladung andererseits. Dieses steuerungstechnische Management muss durch die Anlagenhydraulik effizient geregelt werden! Unterschiedliche Konfigurationen auf beiden Seiten verlangen ihre spezifischen Regelungsstrategien, die von einem zentralen Rechner zu erfassen sind. Die Arbeit dieses Rechners verlangt nicht nur die Funktion von programmierten Lastprofilen usw., sondern auch die Datenerfassung und Speicherung sämtlicher Parameter, die der Gebäudesystemtechniker im Rahmen der Objektbetreuung auswertet und somit in der Lage ist, ein Wohngebäude selbst noch im Realzustand durch etwaig sich ergebende Anpassungen zu optimieren.

Regelungstechnisch ist unbedingt zu beachten, dass sich besonders im Neubau die Grundrissgestaltung in den vergangenen Jahren wesentlich verändert hat und man kaum noch (wie im Gebäudebestand) von einer klassischen Einzelraumtemperaturregelung ausgehen kann, sondern vielmehr den Wohn- und ergo Temperaturbereichen regelungstechnisch entsprechen muss. Dazu kommt eine ungleich höhere Nutzung von Tageslicht durch große transparente Flächen, was sich ebenso erst in den letzten Jahren entwickelt hat. In diesen Fällen stößt die klassische Fußbodenheizung durch ihr träges Regelverhalten immer öfter an ihre Grenzen. Diese und weitere Entwicklungen wirken sich auf die Typologie von Komponenten der Wärmeübertragung an den Raum aus und verlangen eine sorgfältige Auswahl der Wärmeübertragungssysteme. Mit einem zweiten Heizkreis lässt sich beispielsweise die Wärmeübertragung in Grundlast und Spitzenlast aufteilen, was die Regelungstechnik auch durchaus vereinfachen kann.

Der Heizkreis für die Spitzenlast beinhaltet beispielsweise den Handtuchheizkörper im Badezimmer oder Duschbad und kann auch als „Sommerheizung“ genutzt werden, ohne dass das gesamte Wärmeübertragungssystem in Aktion ist. Die Fußbodenheizung wird aufgrund ihrer Eigenschaften konsequent zur Bauteiltemperierung definiert und leistet eine verhältnismäßig konstante Grundlast. Die Spitzen-

Tabelle 1

Unterteilung und Konkretisierung der Heizperiode

Bezeichnung der Heizperiode	Außentemperaturbereich	Anteil eines Jahres
Übergangszeit	15 bis 5 °C	55 %
gemäßigte Heizperiode	5 bis -5 °C	35 %
erhöhte Heizperiode	-5 bis -12 °C	7 %
absolute Heizperiode	> -12 °C	3 %

Differenzierung der so genannten Heizperiode; Quelle: Forum Wohnenergie

Tabelle 2

Differenzierung der unterschiedlichen Lastanforderungen

Lastanforderungen	Temperaturen	Lastanteil	Anforderungsprofil
Heizkreis 1	< 35 °C	> 85 %	konstant unterhalb der Heizgrenztemperatur (Grundlast)
Heizkreis 2	< 50 °C	< 15 %	temporär – auch oberhalb der Heizgrenztemperatur (Wärmekomfort)
Trinkwarmwasser	> 50 °C	< 25 %	ganzjährig – jedoch sehr temporär an definierten Bereitstellungszeiten

Beispiel einer Heizungsanlage mit zwei Heizkreisen; Quelle: Forum Wohnenergie

last sowie der individuelle Wohnwärmekomfort des Menschen aber können durch einen zweiten Heizkreis mit höchster Regeltüte über Wandflächenheizungen oder Niedrigsttemperaturkonvektoren effizient abgedeckt werden.

Raumluftqualität und Wärmerückgewinnung

Die Dichtheit eines modernen Gebäudes oder eines Wohnhauses, das energetisch saniert wurde (und da sind Fenster und Türen als geschlossene Öffnungen besonders einzubeziehen), muss sichergestellt sein. Sie verlangt entweder eine Änderung des Lüftungsverhaltens, um Schimmel usw. fernzuhalten bzw. eine ausreichende Sauerstoffzufuhr für die Menschen innerhalb der thermischen Hülle sicherzustellen, oder der Einbau einer Wohnungslüftungsanlage, die nicht nur vollautomatisch diverse Raumluftbelastungen abführt, sondern die Wärme aus der Abluft zurück gewinnt und auf die sauerstoffhaltige Frischluft überträgt, die somit zur wohltemperierten Zuluft wird.

Für die Sauerstoffzufuhr eines schlafenden Menschen sind mindestens 20 m³/h Frischluft notwendig, um die natürliche Regeneration des Körpers sicherzustellen; andernfalls kann keine Rede von einem gesunden Schlaf sein. Eine Wohnungslüftungsanlage ermöglicht im Gegensatz zur Fensterlüftung eine Wärmerückgewinnung von bis zu 90 % aus der Abluft – ein wesentlicher Faktor, der eine zusätzliche Optimierung des Heizwärmebedarfs mit sich bringt.

Wohnungslüftung mit Solar- und Umweltwärme

Natürlich kann die Abluft auch als unnatürliche Wärmequelle für eine Wärmepumpe genutzt werden. Die Frischluft kann mittels eines Erdwärmetauschers mit der natürlichen Wärmequelle Erdreich im Jahreslauf wohltemperiert werden – ob als Vorwärmung im Winter (noch bevor die Wärme aus der Abluft an die Frischluft übertragen wird) oder um im Sommer die schwül-warme Luft von draußen angenehm zu kühlen; all dies ohne zusätzliche Hilfsenergie. Ebenso kann durch die Integration eines luftgeführten Solarkollektors die Frischluft im Winter dergestalt solar erwärmt werden, dass in entsprechenden Perioden keinerlei oder nur sehr wenig zusätzlicher Heizwärmebedarf besteht; dieser aber dennoch abgedeckt werden kann, wenn die Sonne mal nicht scheint. Solare Wärmegewinne werden somit direkt und unmittelbar in den Wohnraum geführt, ohne erst in einem Bereitstellungsspeicher zwischen gelagert zu werden.

Im Sommer vermag der Solar-Luftkollector über einen Luft-Wasser-Wärmetauscher das Trinkwasser zu erwärmen. Das Gesamtsystem bestimmt die Auslegung und Dimensionierungen entsprechend den jeweiligen Anforderungen und Möglichkeiten.

Solarthermische Wärmequellen

Weitaus bekannter und schon zum Standard auf technisch höchstem Niveau ent-

wickelt ist der wassergeführte Solarkollektor in seinen wesentlichen Bauformen als Hochleistungs-Flachkollektor und Vakuum-Röhrenkollektor. Zur Trinkwassererwärmung längst Standard, verlangt er für eine solare Heizungsunterstützung definitiv ein Niedrigtemperatursystem sowie eine entsprechende Ausrichtung, die auch den Sonnenlauf im Winter berücksichtigt. Große Kollektorflächen haben den Nachteil von Stillstandszeiten bzw. Stagnation im Sommer. Eine konsequente solare Heizungsunterstützung verlangt zudem einen entsprechenden Solarspeicher, um etwaige Überschüsse im Sommer dennoch nutzen zu können und über den Sommer in die Heizperiode zu retten. In diesem Bereich wird sich noch einiges tun.

Solarthermische Wärmequellenanlagen sind zwar in der Lage sehr hohe Temperaturen zu liefern, die Zuverlässigkeit innerhalb der Übergangszeit ist aber sehr gering. Besser sieht es da an kalten Wintertagen aus, wenn bei tiefen Außentemperaturen am klaren Himmel die Sonne scheint.

Wärmequellen aus der Umwelt

Ungleich konstanter sind die Wärmequellen aus der Umwelt, die sich in natürliche und unnatürliche Wärmequellen unter-

scheiden. Obgleich die Temperaturen (also die momentanen Wärmemengen) nie sehr hoch sind, sind sie dafür konstant. Die Wärme aus dem Erdreich ist dabei die sicherste Wärmequelle mit einer mittleren Temperatur von bis zu 10 °C bei der Grundwasser-nutzung. Diese Temperatur steht das ganze Jahr – Sommer wie Winter – dem Anlagensystem zur Verfügung und kann auf hocheffiziente Art und Weise von einer Wärmepumpe genutzt werden.

Eine andere Variante der Erdwärmenutzung ist ein solegeführter Erdwärmeabsorber mit einer mittleren Wärmequellentemperatur von etwa 5 °C. Die beiden klassischen Anwendungen finden in der vertikalen (Erdwärmesonde) und der horizontalen (Flächenerdwärmeabsorber) Anwendung statt. Die solegeführten Wärmequellenanlagen stehen der solarthermischen Wärmequellenanlage am nächsten und können sich kongenial ergänzen.

Solarthermie und solegeführte Erdwärme

Die Kombination von Sonnenwärme und Wärme aus der Umwelt deckt durchaus auch komplizierte Anforderungen an die Wärmeversorgung ab. Eine solarthermische Wärmequellenanlage vermag den

Wärmebedarf über die Sommermonate ohne Probleme vollständig abzudecken. Erst in der Übergangszeit wird ein Backup notwendig, um bereit zu stehen, wenn die direkte Solarwärme nicht mehr ausreicht. Die Typologie eines Flächenerdwärmeabsorbers entspricht einem solaren Saisonalwärmespeicher. Denn der Wärmeeintrag findet in diesem oberflächennahen Bereich fast ausschließlich durch direkte Sonneneinstrahlung und Niederschlag statt, um, thermisch auf ein Maximum (durchaus 15 °C im Spätsommer) beladen, für die Wohnraumtemperierung mittels einer Wärmepumpe zur Verfügung zu stehen. Bei einer mittleren Wärmequellentemperatur von 5 °C beträgt die Spreizung zum Auslegungsfall 35 °C lediglich 30 K. Dies ermöglicht eine Leistungszahl von fast 5. Für die Jahresarbeitszahl sind ferner die Bereitstellungstechnik sowie die Anlagenhydraulik, Auslegung und Dimensionierung der Wärmeübertragungssysteme erheblich ausschlaggebend. Am Ende der Heizperiode weist ein Flächenerdwärmeabsorber die geringste Wärmequellentemperatur auf und bedarf der natürlichen Regeneration des Frühlings und des Sommers durch Sonneneinstrahlung und Niederschlag.

Anders funktioniert die natürliche Regeneration der vertikalen Erdwärmenutzung mittels Erdwärmesonden: Unterhalb der neutralen Zone (zwischen 15 und 25 m) spielt der Eintrag von Sonnenwärme und Niederschlag eine fast unbedeutende Rolle. In diesem Bereich geschieht die natürliche Regeneration fast ausschließlich durch den geothermischen Wärmefluss, der vom Inneren der Erde nach oben strömt. Entsprechend der Wärmespeicherkapazität des Untergrunds können über Erdwärmesonden auch solarthermische Überschüsse im Sommer sanft in den Untergrund eingespeist werden, um die natürliche Regeneration zu optimieren bzw. die mittlere Wärmequellentemperatur nachhaltig zu heben. Ein weiterer Vorteil von Erdwärmesonden ist die Möglichkeit der passiven Kühlung durch Flächenheizungssysteme

Solarstation mit sicherheitstechnischen Einrichtungen und der Solarkreis-Umwälzpumpe als kompakte Baugruppe



FOTO: FORUM WOHNENERGIE

im Wohnraum. Niedrige Kollektortemperaturen können in einem zweiten Solarspeicher als Solespeicher gesammelt werden, um mit diesen Temperaturen die Soletemperatur aus dem Erdreich anzuheben, bevor sie den Verdampfer der Wärmepumpe erreicht. Dies reduziert wiederum die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequellenanlage (WQA) und Wärmenutzungsanlage (WNA) und reduziert somit den Arbeitsaufwand der Wärmepumpe zusätzlich. Überschüsse im Sommer können in einem Solespeicher tagsüber gesammelt werden und nachts über die Erdwärmesonden in den Untergrund abgeführt werden. Am nächsten Tag kann die Solaranlage wieder den Solepuffer beladen und befindet sich nicht in Stagnation, sondern läuft mit höchstem Wirkungsgrad.

Bivalente Betriebsweisen mit Biomasse

Die „unsicherste“ natürliche Wärmequelle ist die Außenluft. So gut die Außenluft im Sommer und der Übergangszeit sich als Wärmequelle eignet, so schnell gerät sie bei tiefen Außenlufttemperaturen im Winter an ihre Grenzen.

Hohe Luftfeuchtigkeit und niedrige Temperaturen tun ein Übriges, indem sie zu-

sätzliche Hilfsenergie für den Abtauprozess des Verdampfers verlangt. Obgleich außenluftgeführte Wärmepumpen auch solarthermisch (beispielsweise auch mit einem Solar-Luftkollektor oder Hybridkollektor) durch Systemintegration optimiert werden kann, kann es auch die Biomasse sein, die als zweiter Wärmeerzeuger in bivalenter Betriebsweise die Spitzenlast bei tiefen Außentemperaturen abdeckt. Die Vielzahl der Verfeuerung von Biomasse (ob als Scheitholzkessel, Pellet- oder wassergeführten Kaminofen) bietet ungleich bessere Möglichkeiten als die Verwendung eines Elektroheizstabs als monoenergetische Betriebsweise.

Anstatt eine Luft/Wasser-Wärmepumpe mit einer solarthermischen Anlage zu kombinieren, macht es durchaus mehr Sinn, ihr beispielsweise einen Pellet-Primärofen im Wohnraum zur Seite zu stellen. Somit kann ein vernünftiger Bivalenzpunkt von beispielsweise 3 °C gewählt werden und im Sommer und in der Übergangszeit spielt die Wärmequelle Außenluft ihre Stärken aus. Selbstverständlich können auch unnatürliche Wärmequellen wie Abluft oder Umgebungsluft von einer Luft/Wasser-Wärmepumpe genutzt werden; unabhängig von Prozesswärmenutzung, Kühlung und anderen zahlreichen Anwendungen von Wärmepumpen.

Fazit

Nachhaltige Wohnwärmekonzepte sind heute mehr denn je Bestandteil von integralen Planungsansätzen und entwickeln sich zu einer umfassenden Gebäudesystemtechnik, wo jeder Beteiligte, ob Planer, Ausführender oder Hersteller von Komponenten, weit über seinen Tellerrand hinausschauen muss.

Auch wenn man diesbezüglich schier von einem Kulturwandel sprechen muss, ist dieser Weg umso notwendiger, allein um eine betriebsoptimierte Funktionsweise realisieren zu können und eine seriöse Objektbetreuung bis hin zum Monitoring der gesamten Systemtechnik zu ermöglichen, wie es von immer mehr Seiten verlangt wird.



Der Autor

Frank Hartmann,
Geschäftsführer
Forum Wohn-
energie,
Zeilitzheim