



Die richtige Heizung am richtigen Ort

energie-umwelt.ch
Kantonale Energie- und Umweltdienststellen



Diese Informationsbroschüre richtet sich an alle Personen, welche bezüglich Heizungsanlagen eine Wahl treffen müssen, sei es für das Eigenheim, für Gebäude, deren Verantwortung ihnen obliegt, oder hinsichtlich der energiepolitischen Strategien auf Gemeindeebene. Diese Publikation ersetzt in keiner Weise die zahlreichen erklärenden und technischen Dokumente und Prospekte des Bundes, der kantonalen Energie- und Umweltdienststellen, der Hochschulen sowie der Berufsverbände und Herstellervereinigungen. Sie dient vielmehr dazu, die bestehenden Informationen zu verdeutlichen, indem sie einerseits wichtige Kriterien, welche in Bezug auf Umweltschutz und Energie zu berücksichtigen sind, neu formuliert, und andererseits, indem sie auf die zentrale Bedeutung des Ortes hinweist, an welchem das Gebäude steht, das Wärme benötigt. Ein weiteres Anliegen der Broschüre ist es, das Bewusstsein dafür zu wecken, dass die Wahl einer Heizung nicht länger als eine individuelle Angelegenheit behandelt werden kann, sondern Teil einer weiter gefassten gemeinschaftlichen Thematik darstellt und deshalb bereits bei der Raumplanung und der Gebäudeprojektierung in Betracht gezogen werden sollte.

4 Der Kontext

- 6 Für eine geografische Heizstrategie
- 8 Gebietsabhängige Energieplanung der Heizung
- 10 MuKE und Minergie-Standards
- 11 Wärmebedarf und GEAK
- 12 Heizenergie pro Person
- 13 Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit

16 Vor der Wahl einer Heizungslösung zu bedenken

- 18 In puncto Rentabilität
- 20 4 bis 8 Monate heizen, aber 12 Monate Warmwasser
- 22 Eine gute Isolation vergrössert die Auswahl für eine Heizung
- 24 Thermische Behaglichkeit und Lüftung
- 26 Abschied von der Elektroheizung

28 Die Heizungssysteme

- 30 Passive Wärmequellen
- 32 Thermische Solaranlagen für Brauchwarmwasser
- 34 Thermische Solaranlagen für Heizung und Brauchwarmwasser
- 36 Die Wärmepumpen (WP):
 - 38 • Geothermie und «Sole-Wasser»-Wärmepumpe
 - 40 • «Wasser-Wasser»-Wärmepumpe
 - 42 • «Luft-Wasser»-Wärmepumpe
- 44 Fernwärme (FW) und Fernwärmenetz
- 46 Brennstoffe besser nutzen: Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)
- 48 Holz
- 52 Erdgas (nicht erneuerbar) und Biogas (erneuerbar)
- 54 Heizöl

Die richtige Heizung am richtigen Ort

Diese Broschüre wird von energie-umwelt.ch, der Informationsplattform der kantonalen Energie- und Umweltdienststellen herausgegeben.
Text: Communication in Science. Deutsche Übersetzung: Cécile Rupp.
Grafik und Illustration: Cédric Siegenthaler.
Oktober 2012 - v3



» Dass die erneuerbaren Energieressourcen genutzt werden müssen, ist eine Selbstverständlichkeit! Die Generationen vor uns sind damit immer gut zurechtgekommen. Dann kam unser Jahrhundert mit leichterem Zugang zu Energie, und damit der unüberlegtere Verbrauch von Kohle, Heizöl und Erdgas. Heute nehmen wir unsere Zukunft in die Hand, indem wir uns mit dem Umgang mit erneuerbaren Energien vertraut machen, allerdings auf unsere neuen Bedürfnisse ausgerichtet und vor allem mit neuem Wissen. «

Für eine geografische Heizstrategie	6
Gebietsabhängige Energieplanung der Heizung	8
MuKE n und Minergie-Standards	10
Wärmebedarf und GEAK	11
Heizenergie pro Person	12
Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit	13

Der Kontext

Für eine geografische Heizstrategie

In der Schweiz entfallen mehr als 40% des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstosses auf die Gebäudeheizung und die Warmwasserproduktion. Doch das Treibhausgas CO₂ darf sich nicht länger in der Atmosphäre anreichern, denn es verursacht besorgniserregende Klimaveränderungen. Der Heizenergiebedarf der Privathaushalte liegt bei 65%, derjenige von Dienstleistungsbetrieben bei 25%, an dritter Stelle steht die Industrie mit 10%.

Die Heizkosten wiegen nicht nur schwer auf dem Budget der Haushalte und der Unternehmen, sie sind auch ein grosser Kostenfaktor in der Handelsbilanz unseres Landes, denn Gas und Heizöl müssen importiert werden. Um das Klima zu schützen und unsere Abhängigkeit vom Ausland zu verringern, muss heutzutage nicht nur der Verbrauch der fossilen Brennstoffe eingeschränkt werden. Ebenso wichtig ist das Stromsparen, denn das Parlament hat beschlossen, schrittweise aus der Atomenergie auszusteigen. Allerdings ist Holz aus unseren Wäldern als lokaler und erneuerbarer Energieträger nicht in genügend grosser Menge vorhanden, um die enorme Nachfrage der Gebäude in der Schweiz zu decken – dies macht es zu einer wertvollen Ressource.

Deshalb wird die Gebäudeheizung wieder zu einem zentralen Thema der Architektur, des Städtebaus und der Raumplanung. Kurz zusammengefasst verfolgen Bund und Kantone diesbezüglich folgende Ziele:

- Sanierung von Gebäuden, die zu viel Energie verbrauchen – 60% wurden vor der ersten Ölkrise gebaut und sind besonders schlecht isoliert. Weitere Reduktion des Wärmeverbrauchs der neuen Gebäude bis hin zu einer autonomen Heizungsversorgung bis im Jahr 2020. Installieren von Solaranlagen an allen geeigneten und erlaubten Orten.
- Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energieträgern: Sonne; Wärme aus Boden, Wasser und Umgebungsluft; Abfälle aus Landwirtschaft und Tierhaltung, etc. Aufwertung der Abwärmennutzung und Wärmerückgewinnung (aus Abwässern, Industrieprozessen, Abluft aus Lüftungsanlagen, etc.),
- Verbesserung der Wirkungseffizienz von Brennstoffen. Da Heizöl, Erdgas, Biogas und Holz bei der Verbrennung hohe Temperaturen erzeugen, sollten sie für Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) reserviert werden, welche gleichzeitig Wärme und Strom produzieren. Im Verbund mit Wärmepumpen können WKKs dem Brennstoff einen Drittel mehr Leistung abgewinnen. Bis 2050 vollständiger Verzicht auf fossile Energieträger für Heizungen.
- Förderung des Ausbaus von «Fernwärme-Anlagen» in Ballungsgebieten: mehrere Gebäude oder Quartiere sind an eine grosse Wärmeerzeugungssanlage

angeschlossen wie zum Beispiel Kehrlichtverbrennungsanlagen, Holz-, Erdgas- oder Biogas-WKK – und in Zukunft auch Geothermiekraftwerke. Ein Vorteil ist, dass die Wärmequellen ohne Beeinträchtigung des Verteilnetzes verändert oder ersetzt werden können.

- In Villenzonen und ländlichen Gebieten, in welchen die Fernwärme aufgrund der geringen Wohndichte wenig geeignet ist, werden Solaranlagen, Holzheizungen und Wärmepumpen bevorzugt. Letztere beziehen die Energie aus der Erde, dem Wasser oder der Umgebungsluft und verbrauchen bis zu fünfmal weniger Strom als eine elektrische Heizung.
- Planung von gebietsabhängigen Heizungsanlagen (sowie Energieproduktion und -verbrauch im Allgemeinen) auf Ebene der öffentlichen Kollektive, aber gleichzeitig auch langfristige Engagements wie die Verwertung und Nutzbarmachung aller lokaler erneuerbarer Energieträger unter Einbezug der wirtschaftlichen regionalen Aktivitäten. Hinzu kommen die Aufwertung der Abwärmennutzung und Wärmerückgewinnung, der Erwerb von Kenntnissen über die Beschaffenheit des Untergrunds zur Identifizierung der Zonen und Tiefenbereiche, aus denen Wärme gewonnen werden kann (Geothermie) sowie die vorausschauende Planung der Orte, wo Stromnetze und energieproduzierende Anlagen errichtet sowie Rohrleitungen der Fernwärme verlegt werden sollen.

Für die kommenden Jahrzehnte sagen Klimatologen immer zahlreichere extreme Hitzeperioden voraus, was allerdings eine Häufung von aussergewöhnlich starken Kälteperioden nicht ausschliesst. Vor allem Städte werden sich den Problemen der Überhitzung stellen müssen, denen ebenso sehr Rechnung getragen werden muss wie derjenigen der Heizungsproblematik. Dank architektonischer Lösungen und Installationen mit innovativer Technik kann der Komfort in den Gebäuden sowohl während der Sommer- als auch während der Wintermonate sichergestellt werden: Bestimmte Wärmepumpen können zur Kühlung der Lokaltäten im Sommer eingesetzt werden. Ebenso kann man Frische aus dem Untergeschoss herbeiführen; die unter der Bezeichnung «energetische Geostrukturen» bekannten Fundationspfähle und -mauern leisten dieselben Dienste.

Die Reduktion des Heizenergiebedarfs für Gebäude und der Wechsel von Erdgas und Heizöl zu erneuerbaren Energieträgern kommen aber nicht nur dem Klima zugute. Auch die öffentliche Gesundheit profitiert davon, denn das Verbrennen von Holz, Gas und Heizöl führt zwangsläufig zu Luftverschmutzung. Diese Verschmutzung findet selbst ausserhalb der Heizperioden statt, denn viele Heizkessel laufen zur Warmwasserbereitung auch im Sommer, wohingegen Solaranlagen das Wasser mit Sonnenenergie aufheizen. •

www.bfe.admin.ch
www.energieschweiz.ch
www.endk.ch
www.dasgebaeudeprogramm.ch

Gebietsabhängige Energieplanung der Heizung

Die «gebietsabhängige Energieplanung» kann auf der Ebene eines Quartiers, einzelner Gemeinden, Kantone oder auch ganzer Regionen verwirklicht werden. Sie hat zum Ziel, den Energiebedarf zu verringern, die umweltschädlichsten Heizungen zu sanieren sowie die Nutzung von lokalen, erneuerbaren Energieressourcen auszubauen, um schrittweise den Ausstieg aus fossilen Energieträgern zu realisieren.

Damit dieser Energiewechsel in die Politik und Raumplanung integriert werden kann, müssen zunächst zwei Inventare erstellt werden, die parallel geführt werden können. Das erste ist eine Bestandesaufnahme: Welche Energieträger werden für die Heizung und die Warmwasserbereitung in den Gebäuden verwendet? In welchem Zustand befindet sich die Gebäudeisolation und lässt sich mit einer Sanierung eine Verbesserung erreichen? Wo und durch wen wird die Energie im Gebiet verbraucht – Wohnungen, Wirtschaftstätigkeiten, Infrastrukturen, usw...

An zweiter Stelle wird eine Bestandsliste aller nutzbarer Energieressourcen erstellt: günstige Bodenverhältnisse für die Geothermie; gut exponierte Dachschrägen und Fassaden für Solaranlagen; Grundwasser, Flüsse und Seen, welche im Winter als Wärmequelle und im Sommer als Kühlreservoir genutzt werden können; Abwärmenutzung aus industriellen Aktivitäten; genügend windreiche Gebirgskämme für Windenergieanlagen; nutzbare Waldbestände; aus dem Berginnern stammende warme Tunnelwässer; Wasserläufe, Gebirgsbäche und Trinkwasserquellen, mit deren Druck Strom aus Wasserkraft gewonnen werden kann; Abwärmenutzung aus Abwasserleitungen; Klärschlamm, Abfälle aus Land- und Forstwirtschaft zur Gewinnung von Biogas; usw.

Anschliessend müssen die aus diesen Inventaren gewonnenen Informationen auf Karten oder in ein Management-Informationssystem des jeweiligen Gebiets übertragen werden, damit die Behörden und Verwaltungen diese Daten anlässlich der Bodennutzung für Gebäude, Infrastrukturen, wirtschaftliche Aktivitäten oder energieproduzierende Installationen berücksichtigen können (Richtpläne und Raumplanung).

Bei einem neu zu erstellenden Wohnquartier kann zum Beispiel bereits bei der Planung ein Heizungsnetz vorgesehen werden, das die Häuser an eine Wärme-Kraft-Kopplungsanlage (WKK) anschliesst, welche gleichzeitig Wärme und Strom produziert. Der Kanton oder die Gemeinde können die zukünftigen Hausbesitzer dazu verpflichten, sich an dieses Netz anzugliedern oder die Leitungen durch ihre Parzellen verlegen zu lassen. Ein anderes Beispiel: Stehen Gebäudesanierungen in einem bestehenden Ortsteil an, weiss man, welche Dächer und Fassaden für eine Installation von thermischen Solaranlagen oder Photovoltaikanlagen hinreichend gut exponiert sind, und man wird die Eigentümer über dieses Potential informieren können.

Die gebietsabhängige Energieplanung schafft auch Voraussetzungen für die Verwaltung von Nutzungskonflikten, beispielsweise solche, die zwischen der Installation einer Solaranlage und dem Heimatschutz, der Errichtung eines kleinen Wasserkraftwerks und dem Naturschutz, oder auch zwischen dem Bau einer Windenergieanlage und dem Landschaftsschutz entstehen können.

Die 3D-Kartographie des Untergrunds ist besonders wichtig, um Kenntnisse über das geothermische Potential eines Gebiets zu erhalten. Sie ermöglicht es abzuschätzen, wo die geologisch interessanten Schichten liegen, bis in welche Tiefe vorgedrungen werden muss, um die gewünschte Temperatur vorzufinden, und in welchem Winkel die Bohrungen verlaufen müssen, um diese Stellen zu erreichen. Hat man diese Daten zur Hand, können

im Erdreich zu verlegende Infrastrukturen geplant werden (Kanalisationen, Tiefenfundamentierungen, Tunnels), ohne dass in dieses Energiepotential eingegriffen oder durch geothermische Bohrungen ein trinkwassergeeignetes Grundwasserreservoir gefährdet wird.

Die gebietsabhängige Energieplanung erlaubt es auch, die Luftschadstoffemissionen in Gebieten, in welchen die Grenzwerte regelmässig überschritten werden, zu begrenzen. Sie kann zum Beispiel die Orte bezeichnen, an welchen individuelle Holzheizungen untersagt sind, da sie – obwohl mit Filtern ausgerüstet – die Luftverschmutzung durch den Ausstoss an Feinstaub verschlimmern.

Sie ist auch ein Hilfsmittel für die strategische Vergabe von Fördergeldern sowie die gezielte Gewährung von Steuererleichterungen, sei dies, um den Wärmebedarf der Gebäude zu reduzieren (Isolation und Einbau neuwertiger Wärmeschutzfenster), um die Nutzung von erneuerbaren Energieressourcen zu fördern, oder auch um Elektroheizungen zu ersetzen. •

MuKEN und Minergie-Standards

In der Schweiz sind es die Kantone, welche die Gesetze betreffend den Energieverbrauch der zu erstellenden oder zu sanierenden Gebäude erlassen. Um die Gesetzgebungen zwischen den Kantonen zu harmonisieren, haben sich die kantonalen Energiefachstellen auf ein Massnahmenbündel geeinigt, welches dazu dient, den Energieverbrauch des Gebäudebestands unseres Landes effizient zu verringern und gleichzeitig den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen: die MuKEN (Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich).

Die MuKEN dienen als Richtlinien für die Revision der kantonalen Energiegesetze. Sie basieren auf der SIA-Norm 380/1 (2009) und schreiben insbesondere vor, dass der Wärmebedarf eines neuen Gebäudes – für Heizung und Warmwasser – den vergleichbaren Heizölbedarf von 4,8 Litern pro m² beheizte Fläche pro Jahr nicht übersteigen darf (dies ist 4 bis 5-mal weniger als ein typisches Gebäude aus den 1970er Jahren). Ein vollständig saniertes Gebäude darf 7,5 Liter pro m² nicht überschreiten. Die MuKEN nähern sich so dem Minergie-Standard an, allerdings ohne dessen Anforderungen an die Lüftung zu übernehmen.

Der Verein Minergie wurde 1998 gegründet, um Bau-, Heizungs- und Lüftungsmethoden zu fördern, die ein Minimum an Energie verbrauchen – und die geringe schädliche Emissionen für Umwelt und Klima freisetzen. Unter Einbezug von Bund, Kantonen, Vertretern aus Hochschulen und Wirtschaft sowie Privatpersonen stellt Minergie nicht nur (kostenpflichtige) Qualitätslabel

für Neubauten und modernisierte Altbauten aus, der Verein organisiert auch Weiterbildungskurse für Fachleute aus der Bau- und Heizungsbranche. Zudem gibt er Richtlinien und Broschüren für Neubauten und Gebäudesanierungen heraus, und nicht zuletzt errichtet er Leitlinien für Materialien, Fenster, technische Installationen etc.

Es gibt verschiedene Minergie-Label. Der Energieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Lüftungssystem liegt bei Neubauten im Minergie-Standard mit den tiefsten Anforderungen (Basis-Standard) bei einem Äquivalent von 3,8 Liter Heizöl pro m² (Sanierung: 6 Liter). Mit Minergie-P sinkt der Bedarf auf 3 Liter, und mit Minergie-A verbraucht das Gebäude nicht mehr Energie als es selber produziert («Nullenergiehaus» oder «Plusenergiehaus»). An die drei genannten Standards fügt sich Minergie-ECO an: Dieser Mehrwert erhöht nicht nur die Wohnqualität aufgrund geringer Lärmimmissionen, schadstoffarmer Innenräume sowie tiefer Strahlenbelastung, das Gebäude erhält auch durch minimale Umweltbelastung (Schadstoffe) sowie Ressourcenschonung (tiefe Graue Energie) eine höhere Nutzungsqualität bei einem Umbau bzw. Rückbau.

Die Anforderungen der MuKEN wie auch diejenigen von Minergie werden in den kommenden Jahren kontinuierlich weiterentwickelt. •

www.endk.ch
www.minergie.ch

Wärmebedarf und GEAK

Die Berechnung für den Wärmebedarf eines neuen oder eines zu sanierenden Gebäudes ermöglicht es, bereits vor Arbeitsbeginn vorzusagen, ob es die vom Kantonalen Energiegesetz vorgesehenen Anforderungen erfüllen wird, oder ob es sogar Minergie-Standard erreicht. Die Berechnung erlaubt es zudem, die Leistung der zu installierenden Heizung zu definieren.

Die Berechnung nach SIA-Norm 380/1 stützt sich auf eine theoretische Raumtemperatur von 20°C; sie berücksichtigt dabei die Pläne und die für den Bau gewählten Materialien und Isolationen. Es sind zu einem grossen Teil die Isolation, die Oberfläche und die Form des Gebäudes (Gebäudehülle) welche bestimmend sind, aber auch die Wetterbedingungen des Gebäudestandortes. Die Berechnung berücksichtigt auch die Solargewinne durch die Fenster sowie die internen Wärmegewinne durch Personen, Beleuchtung und elektrische Geräte.

Der GEAK (Gebäudeenergieausweis der Kantone) zeigt auf, wieviel Energie ein Gebäude bei einer Standardnutzung benötigt, da der Experte, der den Ausweis verleiht, ein bereits bestehendes und benutztes Gebäude beurteilt. Die Berechnung stützt sich auf die beheizte Fläche und den tatsächlichen Energieverbrauch (Rechnungen und Zählerangaben) für Heizung, Warmwasser und die elektrische technische Ausrüstung (Lüftung, gemeinsame Beleuchtung etc.) Der GEAK listet die Ergebnisse in zwei Kategorien auf. Die Bewertungen der Energieetiketten reichen von A (sehr energieeffizient) bis G (wenig energieeffizient). Die erste Kategorie

betrifft nur die Effizienz der Gebäudehülle, die zweite die Gesamtenergieeffizienz, welche den gesamten Energieverbrauch sowie den Einsatz erneuerbarer Energien berücksichtigt.

Es kann deshalb vorkommen, dass ein Gebäude eine sehr gute Klassierung innerhalb der ersten Kategorie erreicht, da es sehr gut isoliert ist, aber in der zweiten Kategorie in eine tiefe Klasse eingestuft wird, da es eine Elektroheizung verwendet. Es würde eine bessere Klassierung erzielen, wenn es mit einer Wärmepumpe und Bodenheizung beheizt würde, ein System, das drei- bis viermal weniger Strom verbraucht.

Auch wenn der GEAK-Energieausweis einer Energieetikette ähnlich sieht, so ist er dennoch viel mehr als das. Der Eigentümer, der ihn erstellen lässt, erhält auch eine Liste mit Ratschlägen, wie er den Energieverbrauch seines Gebäudes senken kann.

Im Idealfall ist der GEAK-Energieausweis gut ersichtlich beim Gebäudeeingang angebracht, denn er soll die Bewohner oder die zukünftigen Mieter bzw. Käufer über den realen Zustand des Energieverbrauchs des Gebäudes und die zu erwartenden Nebenkosten wie Heizung und Strom transparent informieren. In einigen Kantonen ist dieser Gebäudeenergieausweis bei einem Handwechsel des Gebäudes bereits Vorschrift. •

www.geak.ch

Heizenergie pro Person

Die gesetzlichen Anforderungen bezüglich der Gebäudeisolation und des Energieverbrauchs berücksichtigen hauptsächlich die Fläche der Stockwerke, kaum aber die Anzahl der Personen, die darin wohnen oder arbeiten. Ist ein Gebäude mit einem kantonalen Energieausweis (GEAK) ausgezeichnet, bedeutet dies nicht, dass die Bewohner oder Benutzer individuell weniger Einfluss auf die Umwelt nehmen können als diejenigen in einem Gebäude, das mehr Heizenergie pro Quadratmeter benötigt.

Teilt man den Heizenergieverbrauch durch die Anzahl der Personen, kann sich ein älteres, aber dicht bewohntes Gebäude tatsächlich als viel ökologischer herausstellen als ein Neubau – vor allem, wenn es sich bei letzterem um einen geheizten, aber unbewohnten Zweitwohnsitz oder um ein zu zwei Dritteln der Zeit leerstehendes Bürogebäude handelt.

Als Faustregel gilt, dass die Bewohner eines Einfamilienhauses bei gleicher Bauqualität mehr Heizenergie verbrauchen als die Wohnungsmieter in einem Mehrfamilienhaus. Weil sie über mehr Wohnfläche verfügen, die geheizt werden muss. Weil eine individuelle Heizungsanlage weniger Effizient ist als eine Kollektivheizung. Und weil ein Einfamilienhaus – im Verhältnis zur Wohnfläche – mehr Mauer- und Wandflächen sowie eine grössere Boden- und Dachfläche aufweist, wobei das Dach im Kontakt mit der kalten Aussenluft steht. Selbstverständlich beeinflusst eine alleinstehende Person

in einer Fünfstübliwohnung den Energieverbrauch stärker als die Mitglieder einer grossen Familie in einem Einfamilienhaus.

Der Energieverbrauch eines Gebäudes hängt auch stark vom Verhalten seiner Bewohner ab. Bei zwei identischen Gebäuden kann er vom Einfachen bis zum Doppelten reichen, je nachdem, wie der Warmwasserverbrauch gehandhabt wird, die Innenraumtemperatur geregelt und die Fenster im Winter geöffnet werden.

Um den Bewohnern die Verantwortung für ihren Verbrauch bewusst zu machen, damit nämlich die sparsamsten nicht die Exzesse der verschwenderischsten bezahlen müssen, ist die verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA) für neu erstellte Mehrfamilienhäuser zur Regel geworden (die Verpflichtung hängt insbesondere von der Anzahl Wohnungen ab und wird kantonal verschieden gehandhabt). Sie besteht darin, jede Wohnung mit Geräten auszurüsten, welche den individuellen Wärmeverbrauch für Heizung und Warmwasser erfassen. In der Kostenaufteilung wird berücksichtigt, dass die einzelnen Wohnungen unterschiedlich stark der Kälte und der Sonne ausgesetzt sind. •

Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit

Das Klima unserer Erde erwärmt sich unter dem Einfluss der Aktivitäten von uns Menschen. Soviel steht fest. Es stellt sich von nun an die Frage, ob die industrialisierten Länder es zulassen, dass sich die mittlere Temperatur unseres Planeten um 2°C erhöht, wie es als unvermeidlich angenommen wird. Mit der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls von 2003 hat sich die Schweiz verpflichtet, an den internationalen Bemühungen zu Gunsten des Klimaschutzes mitzuarbeiten, indem sie vor allem auf das CO₂ einwirkt, das mehr als 80% der für den Treibhauseffekt verantwortlichen Gase ausmacht, die von unserem Land ausgestossen werden. Bis zum Jahr 2020 müssen die CO₂ –Emissionen gegenüber dem Stand von 1990 um mindestens 20% sinken.

Mehr als 40% der schweizerischen CO₂-Emissionen stammen aus Heizungsanlagen und der Warmwasserbereitung. Drei Viertel der Haushalte werden mit fossilen Brennstoffen geheizt, genauer gesagt hauptsächlich mit Heizöl (54%) und Erdgas (21%). Der Anteil an Heizöl ist zwar seit 30 Jahren rückläufig, der Verbrauch von Erdgas hingegen steigt kontinuierlich.

Elektroheizungen und Wärmepumpen (die mit einem elektrischen Kompressor betrieben werden) emittieren ebenfalls CO₂, aber auf indirekte Weise. Obwohl der Hauptanteil des in der Schweiz produzierten Stroms aus Wasserkraft- und Atomkraftwerken stammt, importiert unser Land auch Strom, welcher insbesondere aus Kraftwerken stammt, die Kohle, Erdöl oder Erdgas verbrennen. Unter Miteinberechnung dieser Importe

entlässt jede hier verbrauchte kWh Strom im Durchschnitt zwischen 80 und 110 Gramm CO₂ in die Atmosphäre – dies entspricht der Emission, die ein sparsamer Kleinwagen pro zurückgelegten Kilometer abgibt. An bestimmten Winterabenden, wenn zu der Heizung noch die Beleuchtung hinzukommt und der Elektrizitätsverbrauch Spitzenwerte erreicht, kann sich der CO₂-Ausstoss des aus der Steckdose bezogenen Stroms mit bis zu 300 Gramm pro kWh leicht verdreifachen. Aus Sicht des Klimaschutzes ist dies schlimmer, als wenn direkt mit Heizöl geheizt würde – mit dem Unterschied, dass die Luftschadstoffe im Ausland produziert werden.

Werden Brennstoffe in einer Heizung oder einem Kraftwerk verbrannt, entstehen durch den Verbrennungsvorgang Luftschadstoffe: Stickoxid (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO₂), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Feinstaub (PM10). Die Zusammensetzung der Luftschadstoffe sowie ihre Menge hängt nicht nur vom Brennstoff ab, sondern auch von der Technologie der Feuerungsanlage (die ältesten Installationen verursachen in der Regel die grössten Verschmutzungen), ihrer Regulierung und ihrem Unterhalt.

Zu den von den Heizungen verursachten Schadstoffen kommen diejenigen aus dem motorisierten Verkehr und den Industrietätigkeiten hinzu. Bestimmte Schadstoffe verbinden sich miteinander und bilden so neue Sekundärschadstoffe. Die flüchtigen organischen Verbindungen zum Beispiel verbinden sich mit NO_x unter Einwirkung von Sonnenlicht und -wärme zum sommerlichen Ozon (O₃). Je nach

Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit

Konzentration in der Luft und je nach Empfindlichkeit der Personen können sie akute und heftige Reaktionen verursachen (Atemnot, Herz-Kreislauf-Störungen, Schlaganfall) oder zu chronischen Erkrankungen führen (Lungenkrankheiten, Asthma, Bluthochdruck, Herz-Kreislauf-Krankheiten, Krebs). Die Atemwege werden von Feinstaub (PM10), Stickoxid, Ozon und Schwefeldioxid angegriffen; das Herzkreislaufsystem von den Kleinstpartikeln (>PM2,5), Stickoxid und Kohlenmonoxid. Russpartikel, Benzol sowie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind bereits in geringsten Mengen toxisch und wirken krebserzeugend.

In der Schweiz werden die Grenzwerte, welche die Luftschadstoffe in der Umgebungsluft (Immissionen) oder beim Ausgang einer Heizungsanlage (Emissionen) nicht überschreiten dürfen, von der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vorge-schrieben. Ihre Einhaltung ist Aufgabe der Kantone. Deshalb müssen der Brenner und die Rauchgase alle zwei Jahre von einem Kaminfeger oder einem Techniker kontrolliert werden. In Regionen mit starker, hauptsächlich vom motorisierten Verkehr verursachten Luftverschmutzung können die Anforderungen sogar deutlich über denjenigen der LRV liegen.

Seit den 1980er Jahren hat sich die Luftverschmutzung in der Schweiz bereits deutlich verbessert, und dies obwohl seitdem mehr Fahrzeuge und Heizungen in Betrieb sind. Diesen Fortschritt verdanken wir nicht nur einer Verschärfung der Gesetzgebung und einer strengeren Kontrolle, sondern auch technischen Verbesserungen (Motore, Heizungen und Industrieprozesse), der Entschwefelung der Treib- und Brennstoffe, dem sinkenden Verbrauch von Heizöl zu Gunsten von Erdgas und schliesslich auch den Gebühren und Subventionen. Unserer Luft kommen auch die Massnahmen zugute, die in den an uns angrenzenden Nachbarländern getroffen werden – und die Verlagerung der Umweltverschmutzung verursachenden Industriebetriebe nach Asien. Aber auch wenn die Luft im Ganzen weniger stark verschmutzt ist als noch vor 25 Jahren, ist es immer noch schwierig, die Einhaltung der Grenzwerte für Ozon, Stickoxid und Feinstaub durchzusetzen.

Auch das Gewässerschutzgesetz des Bundes (GSchG) betrifft die Heizungs-installationen. Es verhindert, dass Heizöltanks zu nahe an Trinkwassereinzugs-gebieten vergraben werden («Zone S») oder dass ein trinkwassergeeignetes Grundwasserreservoir durch eine vertikale, geothermische Sonde für eine Wärmepumpe gefährdet wird.

Die Heizung hat auch indirekte Auswirkungen auf die Umwelt, die insbesondere auf die Gewinnung und den Transport der Brennstoffe zurückzuführen sind. Für Heizöl, das aus Erdöl gewonnen wird, sind dies Umweltbeeinträchtigungen durch Tiefpumpen an Land oder durch Bohrplattformen im Meer, Emissionen und Abfälle aus Raffinerien, der Verkehr der Öltanker, Züge und Tanklastwagen sowie alle Lecks, die innerhalb der Produktions- und Lieferketten entstehen. Auch die Erdgasförderung hat ihren Anteil an der Umweltverschmutzung. Denn das weitläufige Netz der Gaspipelines und der Gasleitungen weist undichte Stellen auf, die in der Bilanz dieses Brennstoffs kaum berücksichtigt werden: Methan, ein Hauptbestandteil von Erdgas, ist 21-mal stärker klimawirksam als CO₂. Aber selbst Brennholz in Form von Holzscheiten, Schnitzeln und Pellets trägt zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei, denn für die Erzeugung und Lieferung dieser Produkte werden Maschinen und Motorfahrzeuge benötigt. Trotzdem ist die CO₂-Bilanz von Brennholz deutlich besser als diejenige von fossilen Energieträgern.

Möchte man die verschiedenen Heizungssysteme objektiv miteinander vergleichen, müssen nicht nur die gesamte Energie (Graue Energie) sondern auch die Umweltbeeinträchtigungen einberechnet werden, welche die Herstellung der Installationen, ihr Transport, ihr Einbau und Unterhalt sowie ihre Entsorgung mit sich bringen. Man kann auch die technologischen Risiken berücksichtigen: bei Erdöl sind es Ölhavarien im Meer, bei Erdgas Explosionen, bei Strom aus Atomkraftwerken die radioaktive Verseuchung... Welche Bewertungsverfahren auch immer herangezogen werden, Heizungen auf Basis erneuerbarer und lokaler Energiequellen wie Sonne, Holz, Biomasse und Umgebungswärme liegend weitgehend an der Spitze der umweltbewussten Klassierungen. ●

Bundesamt für Umwelt BAFU
www.bafu.admin.ch

Bundesamt für Gesundheit BAG
www.bag.admin.ch

Was zu tun ist, um das Heizen in den Griff zu bekommen, ist klar: den Wärmeverbrauch senken, alle erneuerbaren Energiequellen integrieren, unsere Abwärme aufwerten, teilen lernen und die nicht sofort verbrauchte Energie einlagern. Was die Finanzierung betrifft, so zeigen alle Untersuchungen, dass erneuerbare Energieträger konkurrenzfähig sind, allerdings in einem anderen Verhältnis. Eine elektrische Heizung oder eine Heizung mit fossilen Brennstoffen benötigt am Anfang wenig Investitionen; Strom, Gas oder Heizöl hingegen, die im Laufe der Jahre verbraucht werden, sind eine unsichere, risikobehaftete Hypothek. Es stimmt, dass eine Heizung auf Basis erneuerbarer Energien zu Beginn eine grössere Investition erfordert. Dafür kann man aber in der Folge von einem nachhaltigen Nutzen zu tieferen Kosten profitieren. »

In puncto Rentabilität	18
4 bis 8 Monate heizen, aber 12 Monate Warmwasser	20
Eine gute Isolation vergrössert die Auswahl für eine Heizung	22
Thermische Behaglichkeit und Lüftung	24
Abschied von der Elektroheizung	26

Vor der Wahl einer Heizungslösung zu bedenken

In puncto Rentabilität

Im Moment, in welchem eine Heizungsinstallation zu wählen ist, kann man sich die Frage stellen, welches System ökonomisch betrachtet auf lange Sicht das rentabelste ist. Die ehrlichste Antwort lautet: man wird es erst in 25 Jahren wissen. Denn für eine genaue Antwort müsste man die Kostenentwicklung der Energie und der Hypothekenzinssätze im Voraus kennen.

Für Heizöl und Erdgas legen die Beschaffenheit der natürlichen Lagerstätten sowie die Entwicklung der weltweiten Nachfrage die Vermutung nahe, dass ihre Kosten eine generell steigende Tendenz aufweisen werden, auch wenn diese von zeitweiligen Preisrückgängen unterbrochen sein wird. Aufgrund der geplanten Stilllegung der Atomkraftwerke in der Schweiz und der steigenden Nachfrage in Europa gilt dasselbe Szenario auch für Strom.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Kosten für Brennstoffe (Holz, Gas, Heizöl) und Elektrizität von Faktoren wie Nachfrage, Angebot, Subventionen und Gebühren abhängen, die sich im Laufe der Zeit verändern – die Umweltkatastrophen und geopolitischen Ereignisse nicht miteingerechnet, welche Lieferrückgänge zur Folge haben können und ebenfalls preiswirksam sind. Deshalb ist es wichtig, dass wir unseren Wärmebedarf verringern – und damit auch unsere Abhängigkeit von ausländischen Energieträgern –, und zwar indem der Isolation der Gebäude und ihrer Fähigkeit, Sonnenenergie passiv zu nutzen sowie der Heizenergiemenge pro Bewohner (eine Grössenmenge, welcher bis anhin wenig Beachtung geschenkt wird) Priorität eingeräumt wird.

Berücksichtigt man nur die Investitionskosten, ist die preiswerteste Heizung ein Holzofen. Damit aber automatisch eine konstante Temperatur in den Wohnräumen gehalten werden kann, ist die bei der Installation günstigste Lösung eine Elektroheizung (elektrische Radiatoren oder Elektro-Heizmatten im Boden), da diese keine wasserführende Heizrohrleitungen benötigt. Leider ist diese Technologie schlecht für die Umwelt, weil einerseits Mitten im Winter ein grosser Teil der importierten Elektrizität aus Öl-, Gas- oder Kohlekraftwerken stammt, und andererseits, weil man mit Wärmepumpen mit derselben Menge Strom drei- bis fünfmal mehr Wärme erzeugen kann. Aus diesem Grund verbieten die meisten Kantone den Einbau von neuen Elektroheizungen (Spezialfälle ausgenommen) und treffen die nötigen Vorbereitungen, um die alten Installationen zu ersetzen.

Was die «Zentralheizung» betrifft, genauer gesagt eine Heizung, deren Wärme über Warmwasserröhrlösungen in die Heizkörper bzw. in die Bodenheizungsrohre geleitet wird, ist die Gasheizung momentan die kostengünstigste, da sie technisch gesehen viel einfacher ist als eine Wärmepumpe bzw. eine Öl- oder Holzheizung mit grossem Brennstoffreservoir. Es ist auch einfacher, ein Gasnetz zu unterhalten als ein Netzwerk für Fernwärme, welches ein doppelt geführtes, im Erdreich verlegtes und sehr gut isoliertes Rohrleitungssystem erfordert.

Gasheizungen liegen derzeit an der Spitze der Heizungskäufe für neue oder sanierte Mehrfamilienhäuser, während Wärmepumpen vorwiegend für Einfamilienhäuser gewählt werden. Dies erklärt sich teilweise dadurch, dass das Erdgasnetz vor allem durch die am dichtesten besiedelten Gebiete geführt wird. Ein weiterer Grund liegt aber auch darin, dass ein grosser Teil der mit Erdgas versorgten Gebäude von Mietern bewohnt werden, zu deren Lasten die Kosten für den Brennstoff und den Unterhalt gehen. Ein Einfamilienhaus hingegen wird meist vom Eigentümer selbst bewohnt, der nicht nur die Installationskosten für die Heizung berücksichtigt, sondern auch die langfristig zu erwartenden Preise für Energie und Unterhalt.

Warum sich aber beim Heizungskauf einzig auf die finanzielle Wirtschaftlichkeit konzentrieren, wo doch dies bei Autos, Gartenpools oder der Wohnungseinrichtung auch nicht gemacht wird? Man stellt fest: Immer mehr Hauseigentümer – Einzelpersonen, Gesellschaften oder Kollektive – wählen auch die Heizung und die Isolation ihres Gebäudes nach

umweltschonenden Kriterien aus. Da sie weniger Schadstoffe verursachen und die CO₂-Emissionen so tief wie möglich halten möchten, isolieren Hauseigentümer ihr Gebäude stärker als von den Normvorschriften vorgegeben, installieren Sonnenkollektoren, schliessen sich an ein Fernwärmenetz an oder wenden sich an einen Spezialisten für Gebäudethermik, um eine eigene technische Lösung mit erneuerbaren Energiequellen aus ihrer Region zu finden.

Für welches Heizungssystem auch immer man sich entscheidet, es lohnt sich auf jeden Fall, sich zuerst bei einer neutralen Fachperson zu informieren, die keine Marke und auch keinen Energieträger (Holz, Gas, Heizöl, etc.) vertritt. Beim Hausbau sind architektonische Lösungen – eine gute Isolation, Sonnenenergiegewinn durch die Fenster, Gebäudemasse als Wärme- und Kältespeicher – immer besser als solche, die durch technische Installationen erzielt werden: Einfachheit garantiert Wirtschaftlichkeit. Es empfiehlt sich auch eine Heizung zu wählen, deren Leistung genau den Bedürfnissen des Gebäudes entspricht, und sie von einem Unternehmen einbauen zu lassen, das den Betrieb optimieren und den Unterhalt langfristig gewähren kann – und im Idealfall eine «Leistungsgarantie» abgibt. Es ist nicht nur wichtig, dass der Techniker die Heizung gut einstellt, er sollte die Regulierung auch den Personen erklären können, welche die Heizung bedienen. Unsachgemäss gewählte Parameter in der Bedieneinheit der Heizung können während Jahren eine Verschwendung nach sich ziehen. •

www.leistungsgarantie.ch

4 bis 8 Monate heizen, aber 12 Monate Warmwasser

Obwohl die Isolation für die Gebäude ständig verbessert wird, steigt der Anteil der Energie, die für die Warmwasserbereitung verwendet wird, kontinuierlich – das ist so, weil derjenige für die Heizung auf beeindruckende Weise sinkt. In einem Minergie-Gebäude zum Beispiel macht die Warmwasserproduktion rund 50% des Wärmebedarfs aus, während dafür in einem Gebäude aus den 1970er Jahren, das im Ganzen vier- bis fünfmal mehr Energie verbraucht, «nur» 20% benötigt werden.

Die offizielle Heizperiode reicht von Mitte Oktober bis Mitte Mai, das sind sieben Monate pro Jahr. Hinzugezählt werden müssen auch die Reihe von Tagen, an denen die durchschnittliche Temperatur nicht über 12°C steigt, denn diese gehören auch zu den «Heiztagen». Allerdings ist die Heizperiode nicht für alle gleich: bei einem schlecht isolierten Gebäude, das nur wenig Sonneneinstrahlung geniesst, entspricht sie in der Regel der offiziellen Definition – in höheren Lagen kann die Heizung aber länger als 8 Monate laufen. In einem gut geplanten und gut isolierten Gebäude begrenzt sich die Heizperiode jedoch auf die vier oder fünf kältesten Monate.

Im Gegensatz dazu ist die Periode für die Bereitstellung von Warmwasser für Küche und Bad (Brauchwarmwasser) für alle Gebäude gleich: nämlich 12 Monate pro Jahr.

Beim Austritt aus dem Wasserhahn muss das Brauchwarmwasser mindestens 50°C warm sein, so wird vermieden, dass sich krankheitserregende Mikroorganismen in den Leitungen entwickeln. Es muss deshalb das ganze Jahr über beim Wassererwärmeraustritt auf 55-60°C oder bei längeren, schlecht isolierten Rohrleitungen auch höher erhitzt werden.

Bei einem wenig isolierten Gebäude hat das Wasser, das in den Heizungsrohren einer Zentralheizung zirkuliert, im Winter ungefähr dieselbe Temperatur wie das Brauchwarmwasser aus dem Hahn (50-60°C). Die Heizung erbringt deshalb für das Heizen der Radiatoren dieselbe Leistung wie für die Erwärmung des Brauchwassers. In einem energiesparenden Gebäude hingegen ist die Temperatur für das Heizungswasser viel niedriger als diejenige für das Brauchwarmwasser: 30-35°C reichen für Bodenheizungen oder moderne, grossflächige Heizkörper bereits aus.

Aus diesem Grund lohnt es sich, bei der Heizungswahl über eine Heizung mit separater Warmwasserbereitung nachzudenken – auch wenn die zwei Thematiken miteinander zusammenhängen. Es zeigt sich, dass sich die Wahl von Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung in vielen Fällen durchsetzt, denn je näher die schönen Tage heranrücken, um so öfter können die Kollektoren die Wassererwärmung alleine übernehmen, und dies sogar bei

bedecktem Himmel: Ist die Heizperiode beendet, stellt das Gebäude sein warmes Wasser selbst her, ohne dass dabei CO₂ oder sonstige Verschmutzungen entstehen. Ist das Gebäude an ein Fernwärmenetz angeschlossen, trägt es dazu bei, den Wärmeverbrauch des gesamten Netzes zu senken.

Mit Ausnahme der kleinen gasbetriebenen Durchlauferhitzer, die sich beim Drehen des Wasserhahns einschalten, wird das Brauchwarmwasser in der Regel in grossen, zylindrischen und gut isolierten Warmwasserbereitern, den sogenannten «Boilern» hergestellt. Dieser Zylinder erwärmt das Wasser nicht nur, er speichert es auch gleichzeitig wie in einem riesigen Thermoskrug (isolierter Wärmespeicher). In seinem Innern befinden sich ein oder mehrere Wärmetauscher. In der einfachsten Form ist dies ein simpler elektrischer Widerstand mit leider sehr schlechter Energieleistung – deshalb wird der Gebrauch solcher Modelle zunehmend eingeschränkt oder auch ganz untersagt. Ist der Boiler an eine Heizung oder eine Wärmepumpe angeschlossen, wird das Wasser indirekt durch eine von der Heizung erwärmten, wasserführenden Heizschlange geheizt. Bei Sonnenkollektoren enthält der Boiler zwei Heizschlangen (so genannte «bivalente» Wasserboiler): die eine ist im unteren Teil angebracht und führt die Wärme der Sonnenkollektoren herbei, die zweite ist etwas weiter oben montiert und wird von der Heizung oder von der Wärmepumpe betrieben; sie stellt sicher, dass die Wassertemperatur wirklich genügend hoch ist (Begleitheizung).

Es gibt auch unabhängige Boiler, genauer gesagt solche, die nicht an ein Heizungssystem angeschlossen sind, sondern eine integrierte Wärmepumpe besitzen. Diese Wärmepumpenboiler verbrauchen dreimal weniger Strom als ein gewöhnlicher Elektroboiler (siehe Seite 27).

Die Wasserhähne und der Duschkopf haben ebenfalls einen grossen Einfluss auf die verbrauchte Warm- (und Kalt-) Wassermenge. Mit der Energieetikette kann von jetzt an die Durchflussmenge der effizientesten Modelle verglichen werden. Auch bei der Wahl eines Waschbeckens oder einer Badewanne sollte man sich über das Wasservolumen erkundigen, das für eine Geschirrwäsche von Hand oder für ein Bad benötigt wird. •

www.swissolar.ch
www.fws.ch
www.energieetikette.ch

Eine gute Isolation vergrössert die Auswahl für eine Heizung

Ein gut isoliertes Gebäude kommt mit einer Niedrigtemperatur-Heizung (30-35°C) aus. Das bietet für die Heizungsinstallation zwei grosse Vorteile: Es geht weniger Heizenergie verloren, insbesondere nicht über den Verlauf der Rohrleitungen, und die Heizung kann die erneuerbaren Energiequellen mit maximaler Effizienz nutzen, egal, ob es sich um die mit Kollektoren erzeugte Sonnenwärme im Winter oder um die mit einer Wärmepumpe produzierte Umgebungswärme handelt.

In der Schweiz beträgt das Durchschnittsalter der Gebäude mehr als 45 Jahre, und ihre Lebensdauer liegt weit über 100 Jahren. Mehr als die Hälfte der Häuser sind aber schlecht isoliert, vor allem was die Mauern, das Dach, die Fussböden und die Fenster betrifft. Die meisten Gebäude werden mit Heizöl geheizt. Kommt ein Heizkessel in die Jahre, fragen sich viele Hauseigentümer, ob sie nicht eine wirtschaftlichere und umweltfreundlichere Heizung wählen sollen.

Die effizientesten Massnahmen in Sachen Energieverbrauch und Umweltschutz sind die Wärmedämmung des Gebäudes und der Ersatz der Fenster. Denn damit lässt sich der Energieverbrauch viel drastischer senken als mit dem Einbau von Sonnenkollektoren oder einer Wärmepumpe in ein schlecht isoliertes Gebäude.

Es wird empfohlen, neue und zu renovierende Gebäude mit einer Aussenisolation zu dämmen – davon ausgenommen sind historische und denkmalpflegerisch schützenswerte Fassaden. Denn die Aussenisolation bringt thermisch betrachtet nur Vorteile: Sie hält die Gebäudemasse im Winter warm, aber kühl im Sommer. So kann sie die wetterbedingten Temperaturschwankungen besser abpuffern, und man muss weniger schnell auf die Heizung (oder die Klimaanlage) zurückzugreifen. Im Verhältnis zur Innenisolation ergeben sich bei einer guten Aussen-dämmung weniger Probleme mit der Kondensation von Feuchtigkeit im Dämmmaterial und in den Mauern (was die Wirksamkeit der Isolation verringert), und sie verhindert vor allem Wärmeverluste durch «Wärmebrücken».

Wärmebrücken sind Bereiche in Bauteilen eines Gebäudes, durch welche die Wärme schneller nach aussen abfliesst. Sie liegen vor allem im Aussenbereich der Gebäude, die durch eine Innenisolation nicht gedämmt werden können, wie beispielsweise in der Mauer eingelassene Ränder der armierten Decken- bzw. Bodenplatten, Treppenabsätze oder Fensterstürze. Mit einer Wärmebildkamera kann man sie in einer kalten Nacht leicht ausfindig machen.

Glaswolle, Steinwolle, Holzwolle, Dämmplatten aus Styropor, solche aus geschäumten Polyurethan, Hanf oder Stroh – die im Handel erhältlichen Dämmmaterialien besitzen unterschiedliche Isolierwirkungen. Wunder kann man von keinem Material erwarten: Selbst Dämmstoffe mit dem besten Wärmeleitwiderstand müssen eine Stärke von mindestens 16 cm

aufweisen, um mit den MuKEn-Normen* übereinzustimmen (was ungefähr 20 cm Glaswolle entspricht). Im Gegensatz zu dem, was die Werbung verspricht, haben dünne, reflektierende Mehrschichtenisolierungen keinen wirksamen Dämmwert. Nur neue Materialien auf Basis von Aerogel (zwei- bis dreimal stärker isolierend als Glaswolle) und «VIP-Vakuum-Isolations-Paneele» (vier- bis sechsmal stärker isolierend als Glaswolle) bieten gegenwärtig eine gute Isolation bei geringer Plattenstärke. Aber diese Materialien sind noch sehr teuer und nicht sehr umweltfreundlich. Hinzu kommt, dass VIPs weder zugeschnitten noch durchbohrt werden dürfen.

Unter den verschiedenen Isolationsmaterialien kann die Dämmeffizienz nach Materialstärke, dem Preis, der Lebensdauer oder der Umweltverträglichkeit (bezüglich der Herstellung, des Transports und der Entsorgung) gewählt werden. Die ideale Wärmedämmung gibt es aber schlichtweg nicht. Dämmmaterialien, die als natürlich angepriesen werden (Hanf, Schaf- und Holzwolle etc.), sind oft gegen Insektenbefall und Schimmelbildung sowie mit Brandschutzmitteln behandelt. Am besten verlassen Sie sich auf offizielle Normen und nicht auf Verkaufsangaben.

Es versteht sich eigentlich von selbst, dass bei einem Gebäude die Fassade und das Dach (Flach- oder Schrägdach) isoliert werden sollten. Wärmedämmung benötigen aber auch Wände, Fussböden und Decken, welche die geheizten Räume von den ungeheizten (Garage, Dachboden, Keller) oder wenig geheizten (Werkstatt, Abstellkammer, Vorratskammer) trennen.

* Siehe Seite 10.

Handelt es sich um ein Flachdach, kann man erwägen, es zu «begrünen», das heisst, es muss isoliert und abgedichtet sowie mit einer Kiesschicht und Erde bedeckt werden. Anschliessend kann man es mit einheimischen Wildpflanzen bepflanzen. Eine Dachbegrünung kann die sommerliche Überhitzung des Gebäudes begrenzen, den Regenwasserabfluss verlangsamen (kleinere Überschwemmungsrisiken) und trägt im Sommer zur Abkühlung des Stadtklimas bei. Nicht vergessen gehen dürfen die positiven Auswirkungen auf das Überleben von Vögeln und Insekten in Wohngebieten.

Es ist sehr wichtig, dass man sich vor Arbeitsbeginn auch mit dem «U-Wert» von Dach, Fassaden und doppelt- oder dreifachverglasteten Fenstern auseinandersetzt. Je kleiner der U-Wert, desto weniger lässt die Wärme nach aussen abfliessen; und während Hitzeperioden lässt es die Wärme weniger gut ins Gebäude eindringen. Es lohnt sich immer, sich zu fragen, ob man nicht einen tieferen U-Wert als den vorgeschriebenen erzielen kann, denn dieser Wert steht in direktem Zusammenhang mit der Heizkostenabrechnung und der Umweltbelastung (CO₂ und Luftschadstoffe). •

Fördergelder:
www.dasgebaeudeprogramm.ch

Thermische Behaglichkeit und Lüftung

Unser Gefühl von Behaglichkeit in einem Raum hängt nicht nur von der Lufttemperatur ab, wie sie vom Thermometer angezeigt wird. Die Temperaturen der Wände, Decken und Böden tragen ebenfalls dazu bei, denn unser Körper reagiert sehr empfindlich auf solche Wärmeunterschiede. Aber auch die Luftfeuchtigkeit, die Schadstoffe im Innenraum und Durchzug sind für eine komfortable Wohnatmosphäre von Bedeutung.

Wenn es einen im Winter in einem schlecht isolierten Gebäude ungemütlich fröstelt, liegt der Grund darin, dass die Temperaturen der Fensterscheiben und der Aussenmauern weit unter 20°C liegen, auch wenn das Thermometer in der Raummitte 24°C anzeigt. Beträgt die Aussentemperatur zum Beispiel 0°C, so weisen die Innenflächen von einfachverglasten Fenstern nur rund 5°C auf, was wir als sehr unangenehm empfinden, wenn wir nahe beim Fenster sitzen. Hinzu kommt, dass die unterschiedlich warmen Flächen von Wänden und Fenstern auch Luftbewegungen bewirken, die unser Gefühl von Unbehaglichkeit noch verstärken – ganz zu schweigen von der kalten Luft, welche direkt durch undichte Fenster und Türen einströmt.

Ein gut isoliertes Gebäude, das dichte und zwei- oder dreifachverglaste Fenster besitzt, bietet bezüglich der Raumtemperatur eine sehr viel behaglichere Atmosphäre: Die Aussenwände sind praktisch gleich warm wie die Innenluft, und die

Temperatur der Fensterscheiben liegt nur um zwei bis drei Grad tiefer. Wenn die uns umgebenden Wand-, Decken- und Bodenflächen sowie die Möbel in etwa dieselbe Temperatur aufweisen, fühlen wir uns bereits bei 19°C wohl, sogar neben den Fenstern.

Mit der Wärmedämmung und dem Ersatz von alten Fenstern kann deshalb bei einem älteren Gebäude nicht nur Energie gespart werden, weil man Wärmeverluste vermeidet, sondern auch weil die höheren Temperaturen der Fensterscheiben und der Aussenmauern den Bewohnern bei insgesamt tieferen Raumtemperaturen ein viel behaglicheres Wohnklima bieten.

Tiefere Raumtemperaturen im Winter verringern auch teilweise das Problem der Lufttrockenheit in geheizten Räumen, denn Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur hängen voneinander ab. Wenn die Luftfeuchtigkeit in einem auf 25°C geheizten Raum 30% beträgt, ist dies für Personen mit Atembeschwerden bereits viel zu trocken. Kann die Temperatur auf 20°C gesenkt werden, steigt die Feuchtigkeit auf 45%, und verbessert so den Wohnkomfort.

Die Luft in einem Gebäude muss regelmässig ausgetauscht werden, und zwar weniger, um den von den Bewohnern verbrauchten Sauerstoff zu ersetzen (davon hat es eigentlich immer genug), sondern um die Schadstoffe aus den Innenräumen zu entfernen. Das sind vor allem von den Bewohnern abgesondertes Kohlendioxid und Feuchtigkeit, Küchendämpfe, Staub sowie Dämpfe synthetischer Substanzen, die aus Farben, Möbeln und Putzmitteln etc. entweichen.

In älteren Gebäuden sind Lüftungsinstallationen in der Regel dürftig: In Küche, WC und Bad wird die Luft durch ein Gitter unter der Decke angesaugt und entweder durch einen einfachen «Kamineffekt» oder ein elektrisches Absauggebläse ausgetauscht. Die frische Luft, welche die verbrauchte ersetzt, dringt auch durch Lücken in den Fenster- und Türdichtungen ein. Solche Lüftungen können viel Energie verschwenden, denn man kann weder kontrollieren, wieviel warme Luft nach draussen befördert wird, noch wieviel kalte Luft eintritt.

Werden bei einem Gebäude die alten Fenster durch moderne – und folglich dichtschiessende ersetzt, kann keine Luft mehr eindringen. Kann die Luft nicht an anderer Stelle in das Gebäude gelangen, funktioniert der Luftaustausch schlecht, und die Feuchtigkeit steigt. Ist das Gebäude schlecht isoliert, kondensiert die Luftfeuchtigkeit im Winter auf den kältesten Mauern, und begünstigt so die Schimmelbildung.

Ein Fensterersatz sollte deshalb immer gemeinsam mit einer Lüftungserneuerung vorgenommen werden. Was Komfort und Energieeffizienz betrifft, so ist eine Be- und Entlüftungsanlage ideal, denn sie besitzt einen Wärmetauscher, der die Wärme der Abluft an die neu einströmende Zuluft abgibt, was den Wärmeverlust im Verhältnis zum Eintritt der kalten Luft um bis zu 90% reduziert. Dies ist eines der Schlüsselemente der Minergie-Häuser.

Ist die Lüftungsanlage auf die Abführung der Abluft beschränkt, kann man Fenster wählen, deren Rahmen mit Lüftungsschlitzen versehen sind. Und ist der Eintritt von frischer Zuluft nicht vorgesehen, sollte man die Bewohner informieren, dass sie die Räume mehrmals täglich lüften, aber jeweils nur während einiger Minuten, damit Wände, Boden und Möbel nicht auskühlen.

Die eintretende Frischluft kann mit einem «Erdwärmetauscher zur Luftvorwärmung» (auch «Luftbrunnen» genannt) vortemperiert werden. Ein Erdwärmetauscher besteht aus mehreren, bis zu 100m langen luftführenden Rohrleitungen, die in einer Tiefe zwischen 1,5 und 2m im Erdreich verlegt sind, um die Zuluft, bevor sie ins Gebäude eingeleitet wird, im Winter vorzuwärmen bzw. im Sommer abzukühlen.

In Bezug auf die Heizenergie, den Wohnkomfort und die Hygiene ist eine Lüftungsanlage ein sehr wichtiger Baubestandteil. Der Luftstrom muss allerdings der Anzahl der Bewohner und deren Aktivitäten angepasst sein, denn eine zu starke Lüftung ist nicht nur eine Energieverschwendung, sie kann auch während Kälteperioden die Innenluft der Räume unangenehm austrocknen. Ausserdem kann sie Lärm und unliebsamen Durchzug verursachen. •

Abschied von der Elektroheizung

In den meisten Kantonen sind Elektroheizungen in Neubauten verboten oder unterliegen strengen Restriktionen. Denn Strom ist einerseits eine wertvolle Energie, die besser für Lampen, Geräte oder Fahrzeuge verwendet wird, aber andererseits auch deshalb, weil mit der Strommenge, die zum Heizen eines Gebäudes benötigt wird, drei bis vier andere (mit gleicher Wärmedämmung) geheizt werden können, wenn sie mit Wärmepumpen ausgestattet sind.

In der Schweiz werden ungefähr 5% der Haushalte mit Elektroheizungen geheizt, und in 25% wird das Brauchwarmwasser mit Strom erhitzt. In den kommenden Jahren wird es notwendig werden, nicht nur die überalterten Gebäude besser zu isolieren, sondern auch bereits installierte Heizungen und Boiler zu ersetzen. Denn unser Land muss den Strom vernünftig einsetzen, sowohl um die eigene Autonomie zu gewährleisten als auch um die internationalen Verpflichtungen bezüglich der CO₂-Emissionen zu erfüllen.

Die Räumlichkeiten können mit der Elektroheizung entweder «direkt» beheizt werden, das heisst über den elektrischen Widerstand im Heizkörper, welcher Strom in Wärme umwandelt (z.B. kleine, sehr heisse Radiatoren, Konvektoren, welche die Temperatur der an ihnen vorbeiströmenden Luft erwärmt, Speicheröfen, welche die Wärme langsam abgeben), oder mit Hilfe von im Fussboden eingegossenen «Heizmatten», genauer gesagt: über in die Isolierungsschicht integrierter Metalldrähte. Auf diese Art geheizt, benötigt das Gebäude weder einen Heizungsraum, noch einen Kamin, noch Heizungsrohrleitungen.

Die Elektroheizung kann auch «indirekt» genutzt werden, wenn sie an Rohrleitungen angeschlossen ist, welche das erwärmte Wasser zu den Heizkörpern oder in die Rohrschlangen der Bodenheizung befördert. Im Allgemeinen benötigt so eine Heizung einen grossen Wasserspeicher, damit sie den günstigeren Nachtтариф der Elektrizität ausnützen und so einen Wärmeverrat für den folgenden Tag anlegen kann. Indirekte Elektroheizungen wurden in den 70er und 80er Jahren gefördert, da in dieser Zeitspanne viele Atomkraftwerke gebaut wurden, was während der Nacht zu Stromüberproduktionen führte.

Wenn heute ein Eigentümer seine Elektroheizung ersetzen will – oder muss –, ist dies nicht immer einfach zu bewerkstelligen, vor allem dann, wenn kein Wasserrohrsystem installiert ist oder ein Heizungsraum für die neue Heizungsanlage fehlt. Aber immer mehr Unternehmen bieten findige Lösungen an. In der Regel reicht das Angebot von der

Installation von Rohrleitungen zur Verteilung des warmen Wassers in die Heizkörper (je grösser deren Oberfläche, mit umso tieferen Temperaturen kann man heizen), über Randleistenheizungen (auch Sockelleisten- oder Fussleistenheizung genannt), bei welchen langgestreckte Heizleisten in Bodennähe rund um den Raum gezogen werden, bis hin zu Bodenheizungen – was zwar ideal, aber nicht bei allen Fussböden einfach zu realisieren ist. Es gibt allerdings eine Technik, mit der gewundene Rillen in den Beton oder die Fliesen gefräst werden können, in welche anschliessend Rohrschlangen für das erwärmte Heizungswasser verlegt werden. Das Ganze wird mit einer ca. 2cm dicken Estrichschicht übergossen.

Bevor eine Elektroheizung ersetzt wird, sollte das Gebäude isoliert, die alten Fenster ersetzt und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert werden, welche die Wärme der Abluft für die Vorwärmung der zugeführten Frischluft benutzt. Der Stromverbrauch lässt sich durch diese Arbeiten bereits um das Zweibis Dreifache senken.

Unabhängig von der Gebäudeisolation kann man den Elektroboiler durch einen Wärmepumpenboiler ersetzen. Ein solcher Boiler kann im Keller, in der Garage oder in einem Betriebsraum installiert werden – also ungeheizte Räume, deren Temperatur bei mindestens 8°C liegt. Er kann die Wärme dort, wo er aufgestellt ist, direkt der Luft entziehen, und die abgekühlte und trockenere Luft in den Raum zurückleiten. Die Orte für die angesaugte und die abgegebene Luft können auch in verschiedenen Räumen liegen. Auf diese Weise trägt der Wärmepumpenboiler dazu

bei, einen Keller oder einen Trockenraum zu kühlen oder zu entfeuchten. Er ist eine gute Lösung als Ersatz für einen Elektroboiler, denn er verbraucht dreimal weniger Strom. Man muss jedoch das von der Wärmepumpe produzierte Kondenswasser ableiten und darauf achten, dass der Lärm des Kompressors keine bewohnten Räume beeinträchtigt. Wärmepumpenboiler können auch an eine Solaranlage angeschlossen werden.

Das Problem, vor das sich viele Elektroheizungsbesitzer gestellt sehen, macht deutlich, dass der Gedanke an eine gebietsabhängige Heizung wirklich interessanter sein kann, als für jedes Gebäude eine individuelle Wahl treffen zu müssen: «Gas? Heizöl? Holz? Wärmepumpe?». Es ist zum Beispiel viel rationeller, eine einzelne mit Holz oder Erdgas betriebene Wärme-Kraft-Kopplungsanlage (WKK) – zusammen mit Wärmepumpen – für ein ganzes Quartier zu erstellen, als in jedem Gebäude eine eigene Heizung zu installieren. Die Gemeinschaft gewinnt auch bezüglich der CO₂-Emissionen, sogar dann, wenn der Ausstoss der zentralen Anlage hoch ist. Dies stimmt auch global betrachtet, denn eine Gemeinschaftslösung verursacht auf den Einzelnen heruntergerechnet weniger Umweltbeeinträchtigungen. •



» Man sollte meinen, dass man heute die Notwendigkeit für die Nutzung von Sonnenenergie nicht mehr zu rechtfertigen braucht, und dass es auch nicht mehr nötig ist zu erklären, dass es sich dabei um eine ausgereifte Technologie handelt, die perfekt funktioniert. Denn alle Hersteller von Heizungen und Wärmepumpen bieten Standardlösungen mit Sonnenkollektoren an. Wie's geht, ist wirklich einfach: Solaranlagen laufen, wenn die Sonne scheint, und wenn man die Wärme speichern kann, hat man auch einen Nutzen, wenn sie nicht scheint. Andernfalls muss man wohl oder übel Brennstoffe oder Strom verwenden. ‹‹

Passive Wärmequellen	30
Thermische Solaranlagen für Brauchwarmwasser	32
Thermische Solaranlagen für Heizung und Brauchwarmwasser	34
Die Wärmepumpen (WP):	36
• Geothermie und «Sole-Wasser»-Wärmepumpe	38
• «Wasser-Wasser»-Wärmepumpe	40
• «Luft-Wasser»-Wärmepumpe	42
Fernwärme (FW) und Fernwärmenetz	44
Brennstoffe besser nutzen: Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)	46
Holz	48
Erdgas (nicht erneuerbar) und Biogas (erneuerbar)	52
Heizöl	54

Die Heizungssysteme

Passive Wärmequellen

Im Winter produziert nicht nur die Heizung Wärme in einem Gebäude. Es gibt auch andere Wärmequellen: in erster Linie ist dies die Sonne, die durch die Fenster eintritt; dann sind es aber auch elektrische Apparate und Haushaltsgeräte, die sich im Betrieb erwärmen (sogar Kühlschränke und Gefriergeräte); Glühbirnen und Lampen; und natürlich geben auch die Körper der Bewohner selbst Wärme ab.

Ein gut geplantes Gebäude schöpft diese Quellen maximal aus und gibt seine Wärme nur sehr langsam durch seine Gebäudehülle ab (Dach, Mauern, Fenster und Fussboden). Um die Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht auszugleichen, kann es die Wärme sowohl in der Masse seiner Decken und Mauern aus massiven Materialien speichern (Beton, Ziegel, Steine) als auch in leichten Mauern, in die wärmespeichernde Materialien integriert sind (zum Beispiel Paraffin). Im Idealfall ist das Gebäude auch gegen eindringende Luft abgedichtet (dicht schliessende Fenster und Türen, auch gegen starken Wind), und es ist mit einer kalibrierten Lüftung ausgestattet, welche die Innenluft je nach den Aktivitäten der Bewohner austauscht.

Umgekehrt muss das Gebäude hingegen im Sommer seine Bewohner vor direkter Sonneneinstrahlung schützen, die die Räume tagsüber zu temperieren, die von den Passivquellen erzeugte Wärme so gut wie möglich ableiten und vermeiden, dass zu viel Wärme von aussen eindringt. In einem gut durchdachten und gut gebauten Gebäude ermöglichen

technische Installationen mit sparsamem Energieverbrauch nicht nur einen angenehmen Komfort im Winter, sie dienen auch dazu, denselben Komfort während der sommerlichen Hitzetage aufrechtzuerhalten. Ist ein Gebäude zum Beispiel in eine gute Aussendämmung «eingepackt», führt die Sonneneinstrahlung, welche auf die Fassade trifft, nicht zur Überhitzung seiner Innenräume, denn die Isolation bremst den Wärmedurchgang auch in der umgekehrten Richtung.

Auch wenn die Hersteller gewaltige Fortschritte erzielen konnten, sind die Fenster bei einem nach aktuellen Normen gebauten Gebäude fünfmal weniger wärmedämmend als die Mauern, in die sie eingelassen sind. Im Gegensatz zu den Mauern lassen die Fenster jedoch die Sonnenenergie ins Gebäude eindringen, was die Bilanz ihres «Heizwärmeverlusts» durch den «Gewinn an Sonnenwärme» aufbessert. Auf die ganze Heizperiode bezogen können deshalb bestimmte, gegen Süden ausgerichtete Fenster sogar insgesamt mehr Energie eintreten lassen, als durch sie verloren geht.

Im Winter, wenn die Sonne tief am Horizont steht, können nur unbeschattete Fenster auf der Südseite wirklich zum Heizen beitragen. Immer vorausgesetzt, dass die Verglasung stark isoliert und genügend durchlässig für die Sonnenstrahlen ist (wovon nur die Hälfte sichtbar ist). Im Sommer hingegen erreicht die Sonne alle Fassadenseiten, und das Gebäude kann sich überhitzen, wenn es nicht mit einem Sonnenschutz ausgerüstet ist: Vordach, Schutzdächer oder Klebdächer für Südfenster, sowie Aussenstoren, die auch bei starkem Wind halten. Die nach

Osten und Westen liegenden Fenster sind schwieriger zu beschatten, denn die Sonne erreicht sie in einem tieferen Winkel als die auf der Südseite gelegenen. Hier deshalb ein paar praktische Ratschläge, die man berücksichtigen sollte:

- 50% der Fensterverglasung sollten auf der Südseite liegen (ein guter Kompromiss, um im Winter die Sonnenenergie nutzen zu können, ohne zu starke Überhitzung im Sommer).
- 20% der Fensterverglasung auf der Ost- und Westseite (um Wärmeverluste im Winter und Überhitzung im Sommer zu vermeiden).
- 10% der Fensterverglasung auf der Nordseite (um Wärmeverluste im Winter zu vermeiden, aber trotzdem den Lichteinfall nutzen zu können).

Fensterverglasungen unterscheiden sich hauptsächlich durch drei Kriterien, welche ihre Gesamtenergieeffizienz beeinflussen. Dies sind Isolation, Durchlässigkeit für die Sonnenenergie und Sichtkomfort:

- die Isolationsfähigkeit wird **U-Wert** genannt: je kleiner dieser Wert, desto besser ist die Dämmwirkung der Verglasung.
- die Durchlässigkeit für Sonnenenergie ist der **g-Wert**: je grösser dieser Wert, umso mehr Energie lässt die Verglasung durchtreten.
- die **Lichtdurchlässigkeit** bestimmt die Durchlässigkeit für das sichtbare Licht: je höher dieser Wert, umso durchlässiger ist die Verglasung für Tageslicht.

Um die Sonnenenergie bestmöglich zu nutzen, das heisst, sie tagsüber zu akkumulieren und abends wieder freizusetzen, sind besonnte Räume mit Vorteil nicht mit Teppichen ausgelegt, und die Mauern und Decken sind nicht verkleidet (so kann die Wärme leichter in die Gebäudemasse eindringen). Die Böden sind aus Beton oder mit Fliesen belegt – möglichst in heller Farbe, damit die Wärme zurückgestrahlt und im gesamten Raum verteilt wird. Die Heizkörper haben Thermostatventile, die sich automatisch schliessen, wenn die Raumtemperatur durch die eintretende Sonnenwärme steigt. Und die Bodenheizung, bei der jedes Zimmer mit einem Thermostat ausgerüstet ist, ist darauf ausgerichtet, dass sie relativ schnell auf den zusätzlichen Energieeintrag der Sonne reagiert. Liegen die Bodenheizrohre in engen Serpentinaugen dicht nebeneinander, kann ein Raum viel schneller geheizt werden, wenn es kalt wird.

Damit die Passivquellen und die Akkumulation der Wärme in einem Gebäude zu einer Energieersparnis führen, heisst man im Idealfall wenig (19-20°C) und akzeptiert die Temperaturunterschiede in den verschiedenen Räumen. •

Thermische Solaranlagen für Brauchwarmwasser

Das Warmwasser für den Hausgebrauch muss auf mehr als 50°C erwärmt werden, was an bewölkten und grauen Wintertagen mit einer Solaranlage schwer zu erreichen ist. Im Sommer hingegen können Sonnenkollektoren die Wassertemperatur leicht auf bis zu 80°C erhitzen und Warmwasser im Überfluss produzieren. In den meisten Installationen fliesst das Brauchwarmwasser nicht durch die Kollektoren, sondern wird indirekt über einen Wärmeträger (Frostschutzmittel) erwärmt, der zwischen den Paneelen und dem Boiler zirkuliert.

Werden die Kollektoren nur dazu verwendet, warmes Brauchwasser zu produzieren, ist die Anlage im Allgemeinen dazu ausgelegt, zwischen 30 und 70% der jährlich benötigten Wärmemenge zu decken (für eine 100%-ige Abdeckung siehe S. 34). Die zusätzlich benötigte Wärme kann aus anderer Quelle stammen: Wärmepumpe, Heizkessel (Holz, Gas, Heizöl) oder elektrischer Widerstand.

Eine zusätzliche Wärmezufuhr ist vor allem während der Heizperiode nötig. Von April bis Oktober kann das Brauchwarmwasser fast immer ohne Heizung oder ohne Wärmepumpe produziert werden: dies bedeutet, dass kein rauchendes Kamin nötig ist oder nur ein sehr geringer Stromverbrauch anfällt.

Bei einem Mietshaus rechnet man pro Person mit einer Kollektorfläche zwischen 0,5 und 1 m² und bei einem Einfamilienhaus zwischen 1 und 1,5 m² (in der Regel werden zwischen 4 und 6 m² verlegt). Der Wirkungsgrad der Installation hängt von der Sonneneinstrahlung, der geografischen Höhe (je höher gelegen, umso intensiver ist die Sonneneinstrahlung), der Fläche und der Bauart der Kollektoren (unverglast, verglast, Vakuumröhren) sowie ihrer Ausrichtung ab. Er wird aber auch von der Grösse des Wassererwärmers (Boiler) bestimmt: mit einem grossen Speichervolumen können sonnige Tage voll ausgenutzt werden und so die Minderleistung bei trübem Wetter kompensieren.

Auch eine thermische Solaranlage benötigt Strom, um die Steuerelektronik und die Umwälzpumpe zu versorgen, welche das Frostschutzmittel in Bewegung hält, aber der Elektrizitätsbedarf ist minim im Verhältnis zur gewonnenen Energie (weniger als 1%). Die meisten Heizkessel und Wärmepumpen sind darauf ausgelegt, in Kombination mit Sonnenkollektoren und Solarboilern zu arbeiten. Alle Hersteller bieten übrigens auch Solarlösungen an.

Der voraussichtliche jährliche Energieertrag einer Solaranlage kann mit dem Solardachrechner berechnet werden (www.swissolar.ch). •

Sonnenkollektoren zur Produktion von Brauchwarmwasser sind am geeigneten Ort:

- An allen geografischen Standorten, im Flachland wie in der Höhe. Und an jeder beliebigen Stelle: auf einer Dachschräge, auf einem Flachdach, als Ersatz für einen Teil der Dachbedeckung (Dachpfannenabsorber), unter oder vor einem Balkon, auf der Fassade, auf einer Garage, auf einer Böschung, im Garten... Voraussetzung ist einzig, dass die Kollektoren direkte Sonneneinstrahlung erhalten. Die günstigsten Ausrichtungen liegen zwischen Südost und Südwest. Je weiter von der Südorientierung entfernt, desto tiefer ist der Wirkungsgrad, aber auch bei nicht optimaler Ost- oder West-Ausrichtung können noch gute Erträge erzielt werden, vor allem mit Vakuumröhrenkollektoren. Die Leistung der Kollektoren hängt von ihrem Neigungswinkel und ihrem Höhenstandort sowie von den Jahreszeiten ab. Möchte man die Wintersonne ausnützen, ist es optimal, wenn sie gegen Süden oder Südosten ausgerichtet sind, einen Neigungswinkel zwischen 45 und 60° aufweisen und nicht von Schnee bedeckt werden.
- Auf einem x-beliebigen Gebäude, selbst wenn es nicht gut isoliert ist. Allerdings lässt sich mit einer Gebäudeisolation zu denselben Anschaffungskosten wie für eine Solaranlage oft eine grössere Energieersparnis erzielen.
- Wenn eine Genehmigung erteilt worden ist (sie kann aus landschafts- oder denkmalschützerischen Gründen verweigert werden).
- Wenn der Warmwasserspeicher für eine solche Anlage vorgesehen ist (mindestens 80 Liter je m² Kollektor).
- Wenn die Kollektoren mit dem Gütesiegel «Solar Keymark» zertifiziert sind, und wenn im Idealfall der Hersteller eine «Leistungsgarantie» abgibt.
- Wenn der Wärmeträgerkreislauf und der Warmwasserspeicher gut isoliert sind.
- Wenn man sparsam mit dem Warmwasser umgeht: durchflussreduzierende Wasserhähne und Duschköpfe, isolierte Badewannen mit kleinem Volumen für lange Bäder mit wenig Wasser.
- Wenn man den im Sommer anfallenden Wärmeüberschuss nutzen kann: Waschmaschinen und Geschirrspüler mit Warmwasseranschluss.
- Wenn die Installation regelmässig gewartet und der Boiler entkalkt wird.

www.swissolar.ch
www.leistungsgarantie.ch

Sonnenkollektoren selber installieren:
www.solarsupport.ch

Thermische Solaranlagen für Heizung und Brauchwarmwasser

Die Heizung mit thermischen Sonnenkollektoren ist das System, das bezüglich Herstellung und Betrieb die kleinsten Schadstoff- und CO₂-Emissionen verursacht. Um den Wärmebedarf vollständig mit Sonnenenergie zu decken, benötigt man eine grosse Solaranlage, denn diese muss selbst in Wintern mit sehr tiefen Temperaturen die Gebäudeheizung gewährleisten können. Die meisten Installationen sind auf eine etwas geringere Abdeckung ausgelegt (bis 80%), und ziehen zur Unterstützung eine andere Heizquelle bei.

In der Schweiz decken einige Demonstrations-Einfamilien- und Mietshäuser 100% ihres Wärmebedarfs für Heizung und warmes Brauchwasser allein mit Sonnenenergie ab. Um diese Leistung erbringen zu können, sind sie nicht nur sehr gut isoliert und mit einer grossen Fläche von Sonnenkollektoren ausgerüstet, sondern besitzen zusätzlich auch einen sehr grossen, zylindrischen und stockwerkübergreifenden Wasserspeicher (zum Beispiel mehr als 200 m³ für 8 Wohnungen). Ein so grosses und sehr gut isoliertes Speichervolumen (so genannter Saisonspeicher, Solartank oder Solarheizungsspeicher) ermöglicht es, die Sonnenwärme gegen Ende des Herbsts zu speichern, um im Hochwinter darauf zurückgreifen zu können.

Gebäude mit einer weniger spektakulären Architektur können die Solarheizung nutzen, ohne auf vollständige Wärmeautonomie zu setzen, wenn sie eine andere Wärmequelle als Zusatzheizung besitzen: Holzofen, Wärmepumpe oder Brennstoffheizung. Die Fläche der Kollektoren muss natürlich grösser sein als bei der alleinigen Produktion für Warmwasser; sie entspricht in etwa 10 bis 20% der Wohnfläche.

Damit die Kollektoren effizient zur Heizung beitragen können, werden sie üblicherweise etwas aufgerichtet, damit sie der im Winter tiefstehenden Sonne gerade gegenüberliegen. In diesem Fall bringen die Kollektoren weniger Leistung im Sommer, wenn die Sonne hoch steht, aber ihre grosse Oberfläche genügt immer noch zur Produktion von Brauchwarmwasser.

Auch für ein Gebäude, das nur einen Teil seiner benötigten Heizwärme mit Sonnenenergie abdeckt, ist die Installation im Heizungsraum komplizierter und raumfüllender als für ein System, das nur die Warmwasserproduktion mit der Sonne vornimmt. Eine Lösung besteht darin, einen grossen Boiler anzuschaffen, in dessen Innern verschiedene Abteile liegen, wovon eines als Wärmereserve für die Heizung der Räume dient und im anderen das Brauchwarmwasser für den Hausgebrauch erwärmt wird. Die Hersteller bieten hierfür verschiedene, gut bewährte Standardsysteme an.

Die Kollektoren produzieren vor allem in der Mitte des Tages Wärme – dann, wenn die Sonnenenergie auch durch die Fenster in die Räume dringt. Deshalb ist es von Interesse, eine Bodenheizung einzubauen. Mit einer dicken Estrichschicht

(12 bis 18 cm) kann der Moment, in dem die Wärme an den Raum abgegeben wird, hinausgezögert werden, und diese Isolierschicht trägt deshalb abends zum Wärme komfort bei, dann nämlich, wenn die Kollektoren keine Wärme mehr einfangen (Phasenverschiebung bei der Wärmeabgabe). Sind die Leitungsrohre der Kollektoren direkt im Fussboden verlegt, können sie im Sommer auch als Klimaanlage dienen: wird die Flüssigkeit des Kreislaufsystems der Kollektoren in der Nacht umgewälzt, kühlt sie den Fussboden (free-cooling).

Benutzt das Gebäude als Zusatzheizung eine Wärmepumpe, die mit Erdwärmesonden Energie aus dem Erdreich schöpft, lässt sich ein System einrichten, um die saisonale Wärme zu speichern (wenn sich die geologische Umgebung dafür eignet): Im Sommer wird der Wärmeüberschuss der Sonnenkollektoren in den Boden geleitet, von wo er im Winter wieder zurückgewonnen wird. •

Thermische Sonnenkollektoren zur Produktion von Heiz- und Brauchwarmwasser sind am geeigneten Ort:

- Wenn das Gebäude im Winter eine gute Sonnenexposition geniesst, und wenn eine Fläche mit einer Entsprechung von mindestens 10-20% der Wohnfläche mit Kollektoren bekleidet werden kann.
- Wenn man mit durchflussreduzierenden Wasserhähnen und Duschköpfen sowie Badewannen mit kleinem Inhalt sparsam mit dem Warmwasser umgeht.
- Wenn das Gebäude eine gute Wärmedämmung aufweist, so dass mit Niedrigtemperatur geheizt werden kann (25°C-35°C): Bodenheizung (Solar-Bodenheizung) oder Heizkörper mit grosser Oberfläche für grösstmögliche Wärmeabgabe.
- Wenn eine andere zusätzliche Heizquelle vorhanden ist, falls die Solaranlage den vollen Deckungsgrad nicht erreicht.
- Wenn man den im Sommer produzierten Wärmeüberschuss nutzen kann: Waschmaschinen und Geschirrspüler mit Warmwasseranschluss; Abgabe von Wärme für die Warmwasserproduktion an ein Nachbargebäude; Speicherung der saisonalen Sonnenwärme im Erdreich für die Nutzung von Erdwärme.
- Wenn die Installation mit einer Leistungsgarantie versehen ist, und man den Betrieb der Installation während Jahren gut wartet.

www.swissolar.ch
www.leistungsgarantie.ch

Beispiele für 100% solar beheizte Gebäude:
www.jenni.ch

Die Wärmepumpen (WP)

Im Verhältnis zu einer Elektroheizung kann eine Wärmepumpe (WP) ebensoviel Wärme generieren, sie benötigt dafür aber theoretisch rund fünfmal weniger Strom. Unter ungünstigen Bedingungen kann eine WP allerdings fast dieselbe Menge Strom verbrauchen wie eine Elektroheizung.

Die Wärmepumpe (WP) trägt ihren Namen zu recht: denn sie «pumpt» die Energie buchstäblich aus der Umgebung – aus Erdreich, Luft oder Wasser –, um sie im Gebäudeinnern wieder abzugeben: kurz, sie kühlt den Aussenbereich ab, um den Innenbereich zu erwärmen. Dafür verwendet sie einen elektrischen Kompressor* und einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf, der mit synthetischem Gas, Propan oder CO₂ gefüllt ist, das sich dem Druck entsprechend verflüssigt (gleiches Prinzip wie bei einem Kühlschrank).

Die verschiedenen WP-Modelle sind nach den Wärmeträgern benannt, welchen sie die Wärme entziehen und ableiten. Eine «Luft-Wasser»-WP gewinnt die Wärme der Aussenluft und erwärmt das Wasser in den Rohrleitungen der Zentralheizung. Eine «Sole-Wasser»-WP entzieht dem Erdreich Wärme und gibt sie an den Wasserkreislauf der Zentralheizung ab. Und eine «Wasser-Wasser»-WP gewinnt die Wärme aus einem See, einem Fluss oder aus oberflächennahem Grundwasser und erwärmt so das Wasser im Heizungskreislauf.

* Es gibt auch Gas-Wärmepumpen, siehe Seite 53.

Die «Luft-Luft»-WP, welche die Wärme der Aussenluft nutzt und sie als Warmluft ins Gebäudeinnere bläst, hat einen sehr geringen Wirkungsgrad, denn der Wärmeabtausch über einen Luftumlauf ist weniger effizient als über einen Wasserkreislauf. Aus diesem Grund wird sie für Wohn- und Bürogebäude nicht empfohlen.

Der Wirkungsgrad einer WP hängt von ihrer Technologie und dem Temperaturunterschied zwischen Aussenquelle und Heizungskreislauf ab. Je kleiner die Temperaturabweichung, umso höher die Energiebilanz. Deshalb werden die verschiedenen WP-Modelle nach ihrem Leistungskoeffizienten unterschieden (auch COP genannt, d.h. «coefficient of performance» in Englisch), der für eine bestimmte Temperaturdifferenz das Verhältnis zwischen der verbrauchten Elektrizität und der produzierten Wärme angibt. Wenn die Dokumentation einer Wärmepumpe zum Beispiel «COP 4,5 (BO/W35)» anzeigt, bedeutet dies, dass bei einer Bodentemperatur von 0°C und einer Temperatur des Heizwasserkreislaufs von 35°C die WP mit 1 kWh Strom 4,5 kWh Wärme erzeugt – ist das 4,5-mal effizienter als mit einer direkten Elektroheizung. Wichtiger aber als der COP ist der COPA, oder anders gesagt: die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe. Denn an sehr kalten Tagen kann der Wirkungsgrad einer WP drastisch sinken, vor allem bei einem «Luft-Wasser»-Modell.

Damit eine Wärmepumpe einen guten Wirkungsgrad erzielt, muss das Gebäude gut isoliert sein und wenn möglich eine Fussbodenheizung besitzen, denn die

Temperatur des Heizwassers ist mit rund 35°C viel tiefer als bei konventionellen Heizkörpern (50 oder 70°C) – da die Oberfläche von Radiatoren viel kleiner ist als eine Bodenfläche. Möchte man bei der Renovation eines mit Heizkörpern ausgerüsteten Gebäudes auf eine Niedertemperaturheizung wechseln, müssen entweder die Heizkörper durch Modelle mit grossen Oberflächen ausgetauscht werden, oder zusätzliche Radiatoren eingebaut werden, um die Gesamtfläche der Wärmeabgabe zu vergrössern.

Für den Betrieb einer Wärmepumpe ist es auch wichtig, dass die Temperatur der aussen liegenden Wärmequelle selbst im Hochwinter so hoch wie möglich ist. Es ist auch entscheidend, dass die WP nicht nur in Bezug auf die Art der Wärmequelle, sondern auch hinsichtlich ihrer Leistung dem Wärmebedarf des Gebäudes und den für den Heizungskreislauf erforderlichen Temperaturen angepasst ist.

Wenngleich nicht wünschenswert, so ist es doch möglich, eine WP in einem alten, schlecht isolierten Gebäude zu installieren. Da man aber eine höhere Temperatur des Heizwasserkreislaufs und mehr Wärme benötigt, wird der Stromverbrauch sehr gross.

Eine WP für die Heizung kann in der Regel auch für die Warmwasserproduktion verwendet werden. In einem gut wärmegeprägten Gebäude wird sie in der Bilanz eines Jahres ebenso viel Strom für die Erzeugung von Brauchwarmwasser wie für die Erwärmung des Heizungswassers benötigen, denn das Brauchwarmwasser wird das ganze Jahr über auf eine höhere

Temperatur erwärmt als dasjenige im Heizungskreislauf. Deshalb lohnt es sich, die WP mit einer Solaranlage zu kombinieren. Viele Hauseigentümer, die thermische Sonnenkollektoren installiert haben, achten jedoch nicht auf das Wetter. Oft behalten sie dieselben Einstellungen ihrer Installationen ganzjährig bei: während der Nacht lassen sie die WP laufen, um mit dem günstigen Nachtтарif für Elektrizität das Wasser im Boiler zu erwärmen, so dass tagsüber bei Sonnenschein die Kollektoren nicht mehr viel Wärmeenergie beisteuern können. Aus diesem Grund wird eher empfohlen, Photovoltaikmodule (die Strom produzieren) mit einer WP zu kombinieren.

Im Idealfall besitzt ein Gebäude gleichzeitig thermische und photovoltaische Kollektoren, um an der dezentralisierten Stromerzeugung teilhaben zu können; seine Installationen sind so eingestellt, dass es nicht nur Energie spart, sondern den grössten Teil der Energie über die Sonne bezieht. Dies ist übrigens auch der Grund, weshalb Minergie-A-Gebäude – aufs Jahr gerechnet – insgesamt mehr Energie produzieren als sie verbrauchen. •

www.fws.ch

Geothermie und «Sole-Wasser»-WP

Wenn man von Geothermie spricht, ist damit die Nutzung von Wärme aus dem Erdreich gemeint. Je tiefer man in den Boden in Richtung Erdmittelpunkt vor-dringt, umso höher steigt die Temperatur. In 100 Metern Tiefe beträgt sie das ganze Jahr über ungefähr 12°C. Bei 300 Metern erreicht sie ca. 20°C und bei 400 Metern ist sie so hoch, dass man mit dieser Wärme ein Gebäude direkt, das heisst ohne die Hilfe einer Wärmepumpe heizen kann. In einer Tiefe von 5000 Metern kann unter Druck Dampf erzeugt und mit einer Turbine Strom produziert werden. Die Geothermie bewegt sich in einer Grössenordnung, bei welcher die Höhe der Temperatur und die Wärmemenge, die man dem Erdreich entziehen kann, von der geologischen Beschaffenheit und der Grundwasserführung des Untergrunds abhängen.

Die meisten der für die Gebäudeheizung vorgenommenen Bohrungen reichen in eine Tiefe von 50 bis 200 Meter, in welcher Wärme von zwischen 8 und rund 15°C genutzt werden kann – hier spricht man von der «oberflächennahen Geothermie». Grundsätzlich wäre es zwar besser, in grössere Tiefen vorzudringen, da dort höhere und somit zum Heizen besser geeignete Temperaturen vorherrschen. Aber die Bohrtiefe, für die man sich entscheidet, ist meistens ein Kompromiss zwischen den Bohrkosten, der Sonde sowie der Elektrizität, die für den Betrieb der Wärmepumpe benötigt wird, welche die Wärme aus dem Erdreich befördert.

Für ein gut wärmege-dämmtes Einfamilienhaus ist in der Regel eine einzige Bohrung von 120 bis 150m Tiefe ausreichend. In dieses Bohrloch werden geothermische Sonden vertikal eingeführt, mit anderen Worten: Kunststoffrohrpaare, die in die Tiefe und wieder zurück an die Oberfläche führen. Der rundherum verbleibende Hohlraum wird mit gut wärmeleitendem Material aufgefüllt, und in den Sonden selbst zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit (Wasser oder Sole und Frostschutzmittel), welche die Wärme in der Tiefe aufnimmt und sie nach oben transportiert. Können keine tiefen Bohrungen vorgenommen werden oder bietet der Untergrund nicht genug Wärme, müssen zwei Sonden verlegt werden. Für grössere Gebäude werden viele Sonden verwendet (Sondenfelder).

Die Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert mit Hilfe einer Umwälzpumpe. Kann sie aufgrund der geologischen Verhältnisse nicht genügend Erdwärme aufnehmen, um die Heizung mit den erforderlichen Wärmegraden zu versorgen, hebt eine im Gebäude nachgeschaltete «Sole-Wasser»-Wärmepumpe die Temperatur auf das gewünschte Niveau. Dieselbe Wärmepumpe dient in der Regel auch für die Erwärmung des Brauchwarmwassers.

An Orten, an denen keine tiefen Bohrungen vorgenommen werden können, ist es trotzdem möglich, dem Erdreich Wärme zu entziehen, falls eine genügend grosse Landfläche zur Verfügung steht. In solchen Fällen werden sehr lange, dreidimensional spiralförmig gewickelte Sonden in einer geringen Tiefe von 1,5 bis 4 Meter verlegt (sogenannte «Spiralkollektoren» oder «Erdkörbe»).

Bei grossen Gebäuden, die auf un-stabilem Untergrund errichtet sind, kann auf «energetische Geostrukturen» zurückgegriffen werden, was erlaubt, die tiefen Fundationspfähle und -mauern nicht nur zur Stabilisation, sondern gleichzeitig auch zur Wärme-gewinnung zu nutzen.

Bei Sonden und Geostrukturen, die nicht tiefer als 200m in den Untergrund reichen,

sind im Sommer die Temperaturen des Erdreichs kühler als diejenigen der Umgebungsluft. Solche Installationen können deshalb in der warmen Jahreszeit auch zur Kühlung der Gebäude dienen (Geocooling), indem nur die Wärmeträgerflüssigkeit umgewälzt wird. Gleichzeitig wird so wieder Wärme von oben in den Untergrund befördert (welche im Winter zum Heizen dient). •

Eine «Sole-Wasser»-WP ist am geeigneten Ort:

- Wenn diese Heizung mit der Energie-planung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn das Gebäude genügend gut isoliert ist, um mit Niedertemperaturen geheizt zu werden.
- Wenn das Gebäude eine Fussboden-heizung (Idealfall) oder moderne, sehr grossflächige Radiatoren besitzt.
- Wenn die Installation von Erdwärme-sonden (oder Geostrukturen bzw. Erdkörben) von der Gemeinde und/oder dem Kanton bewilligt wird (da die Gewinnung von Erdwärme anderen Nutzern schaden kann).
- Wenn eine hydrogeologische Unter-suchung ergibt, dass die Bohrung nachweislich keine trinkwassergeeig-nete Grundwasserreservoir schädigt.
- Wenn das ausschöpfbare Potential genügend gross ist: Sind bereits Sonden in nächster Nähe verlegt? Ist in der geologischen Schicht genü-gend Wärme vorhanden? Treten im Untergrund Schubkräfte auf, welche die Sonde beschädigen können?
- Wenn es sich um ein zertifiziertes Bohrunternehmen handelt, denn damit wird vermieden, dass Schadstoffe von der Oberfläche in das Grundwasser eindringen können, wenn das Bohrloch mit der Sonde unsachgemäss aufgefüllt und/oder ungenügend versiegelt wird.
- Wenn das Gebäude über eine genü-gend grosse elektrische Leistung verfügt, um eine WP zu betreiben (in der Regel: 3 x 400 V).
- Wenn die WP mit einem Gütesiegel versehen ist (D-A-CH), und wenn das Unternehmen eine «Leistungs-garantie» darauf abgibt.
- Wenn man auch thermische und/oder photovoltaische Sonnenkollektoren installiert.
- Wenn die Installation regelmässig gewartet und der Boiler entkalkt wird.

www.geothermie.ch
www.fws.ch
www.leistungsgarantie.ch

«Wasser-Wasser»-WP

Diese Heizungsinstallation funktioniert nach demselben Prinzip wie die «Sole-Wasser»-WP mit der Erdwärmesonde. Der Unterschied besteht darin, dass der Kreislauf in der Regel offen ist: das Wasser wird aus einem Grundwasserreservoir, einem See oder Fluss geschöpft und zur WP befördert, welche es nach dem Wärmeentzug wieder in die Gewässer zurückleitet.

Um Wasser aus einem Grundwasserreservoir zu schöpfen, muss ein Entnahmehauptbrunnen angelegt (meistens in einer Tiefe von 5 bis 30 m) und eine Unterwasserpumpe installiert werden, die das Wasser an die Oberfläche pumpt. Nachdem es die WP passiert hat, wird das abgekühlte Grundwasser wieder ins Gelände zurückgeleitet, jedoch an einer anderen Stelle, damit das Grundwasserreservoir nicht abkühlt.

Grundwasserwärmenutzung ist ein heikles Unterfangen. Denn die Bohrungen dringen durch geologische Schichten, die als natürlicher Filter zur Wasserreinigung dienen: mit dem Bohrloch entsteht eine direkte Verbindung zwischen der Oberfläche und dem Grundwasserreservoir, durch die Schadstoffe der Oberfläche eindringen können. Die Bohrungen können auch zu einem Zusammenfluss zweier bis dahin unabhängiger Grundwasserreservoirs führen: dies kann die Druckverhältnisse einer Trinkwasserquelle oder die Wärmemenge für andere in der Gegend installierte Wärmepumpen verändern.

Das benutzte Wasser kann auch aus einem See oder Fluss stammen. Da solche Gewässer Wasserorganismen (Algen

und Weichtiere) enthalten und Sedimentpartikel mit sich führen, die sich in den Rohren ablagern, sind Filter sowie Wartungsarbeiten erforderlich, damit der Pumpkreislauf nicht verschmutzt wird.

Man kann auch die Abwärme aus den lauwarmen Abwässern in den Abwasserkanälen, aus der Abwassereinleitung in die Abwasserreinigungsanlagen oder aus Industrieanlagen rückgewinnen – in diesen Fällen wird das Wasser aber nicht direkt in die WP geleitet: die Wärme wird dem Wasser zuvor indirekt über einen Wärmetauscher entnommen.

Eine weitere Technik, die ebenfalls Wärmetauscher verwendet, besteht darin, mehrere Gebäude an einen einzigen, grossen Wasserkreislauf aus Seen und Aquiferen anzuschliessen. Das Wasser wird mit einer Tauchpumpe an die Oberfläche gepumpt und nach der Wärmeentnahme wieder in den See oder den Aquifer zurückgeleitet. Da die Temperatur des Wasserkreislaufs während des ganzen Jahres über konstant bleibt, können die Wärmepumpen dem Wasser im Winter Wärme entziehen, im Sommer hingegen die Räumlichkeiten damit abkühlen. Da die Wärmepumpen der Gebäude nicht in direktem Kontakt mit dem Wasser stehen, bestehen nur minimale Risiken einer Kontaminierung der Seen und der Aquifere mit Schadstoffen.

«Wasser-Wasser»-Wärmepumpen können einen hervorragenden energetischen Wirkungsgrad erzielen, denn die Wärmequelle wird rasch erneuert. Wie alle Wärmepumpen wird auch dieses Modell im Idealfall in Kombination mit Sonnenkollektoren betrieben. •

Eine «Wasser-Wasser»-Wärmepumpe ist am geeigneten Ort installiert:

- Wenn diese Heizung mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn das Gebäude genügend gut isoliert ist, um mit Niedertemperaturen geheizt zu werden.
- Wenn das Gebäude eine Fussbodenheizung (Idealfall) oder moderne, sehr grossflächige Radiatoren besitzt.
- Wenn die Wasserentnahme vom Kanton oder der Gemeinde bewilligt ist.
- Wenn ein Hydrogeologe den Standort untersucht und einen Machbarkeitsbericht erstellt hat.
- Wenn die Wärmequelle genügend gross ist, und wenn durch ihre Erschliessung kein Ökosystem gefährdet wird.
- Wenn die Wasserentnahme durch ein zertifiziertes Unternehmen vorgenommen wird, denn damit wird vermieden, dass Verunreinigungen ins Grundwasser gelangen oder Probleme mit anderen Nutzen auftreten.
- Wenn das Gebäude über eine genügend grosse elektrische Leistung verfügt, um eine WP zu betreiben (in der Regel 3 x 400 V).
- Wenn die WP mit einem Gütesiegel versehen ist (D-A-CH), und wenn das Unternehmen, das sie installiert, eine «Leistungsgarantie» auf sie abgibt.
- Wenn auch thermische und/oder photovoltaische Sonnenkollektoren installiert werden.
- Wenn man die Installation regelmässig wartet und auch den Boiler entkalkt.

www.fws.ch
www.geothermie.ch
www.leistungsgarantie.ch

«Luft-Wasser»-WP

Da sie die Wärme direkt der Umgebungsluft entzieht, ist die Installation dieser Wärmepumpe weniger kostspielig als diejenige einer «Sole-Wasser»-WP oder einer «Wasser-Wasser»-WP. Ihr Wirkungsgrad kann im Sommer sehr gut, im Hochwinter jedoch sehr schlecht ausfallen, denn die Temperatur der Aussenluft ist ausgerechnet dann, wenn das Gebäude am meisten Heizwärme benötigt, am tiefsten. Aus diesem Grund wird die «Luft-Wasser»-WP für Gebäude in Höhenlagen oder in kälteren Regionen, zum Beispiel in einigen Jura-Tälern, nicht empfohlen.

Die Einsatzgrenze einer «Luft-Wasser»-WP variiert je nach Modell. Einige funktionieren noch bei Aussenlufttemperaturen von -20°C. Da die WP aber Mühe haben, genügend Wärme in die kalte Eintrittsluft zu pumpen, benötigen sie Unterstützung von einem Heizelement. Damit ihr Verdampfer (mit Ventilator ausgerüsteter Radiator) nicht eingefriert, ist dieser ausserdem mit einem Enteisungssystem versehen. Deshalb kann an frostigen Tagen der Stromverbrauch sehr hoch ausfallen – vor allem, wenn das Gebäude schlecht isoliert ist und seine Heizkörper hohe Heizwassertemperaturen benötigen. Aber selbst in einem gut isolierten Gebäude hat so eine WP Mühe, die Temperatur des Brauchwarmwassers ohne direkte elektrische Unterstützungsheizung auf 55°C zu erwärmen.

Im Verhältnis zu den WP, welche Wärme aus dem Untergrund oder dem Wasser pumpen, kann die «Luft-Wasser»-WP den niedrigen Nachtstromtarif nur bedingt nutzen, denn während der Nacht ist es draussen am kältesten, und ihr Wirkungsgrad gerade darum am ineffizientesten.

Es existieren verschiedene Arten von «Luft-Wasser»-Wärmepumpen:

- Kompaktmodelle, die im Heizungsraum des Gebäudes installiert werden (dazu werden je eine Eintritts- und eine Austrittsöffnung für die kalte Luft sowie eine Ableitung für das Kondenswasser benötigt).
- Kompaktmodelle zur Aussenaufstellung.
- «Split»-Wärmepumpen bestehen aus einer Aussen- und einer Inneneinheit; der Verdampfer wird aussen und der Kompressor im Gebäudeinnern angebracht.

Ebenfalls erwähnt werden soll hier der Wärmepumpenboiler, der aus einem Warmwasserspeicher besteht, welcher an eine integrierte Wärmepumpe gekoppelt ist. Wärmepumpenboiler sind nicht vom Heizsystem des Gebäudes abhängig (vgl. Seite 27).

Im Handel sind neue, so genannte leistungsregulierte «Luft-Wasser»-Wärmepumpen erhältlich, die anstatt eines getakteten ein dynamisches Anlauf- und Abstellverhalten besitzen. Solche dynamische «Luft-Wasser»-WP weisen einen höheren Wirkungsgrad auf, denn sie müssen seltener auf den elektrischen Enteisern zurückgreifen. Für eine gute Leistungseffizienz muss die WP jedoch genau auf die Bedürfnisse des Gebäudes ausgelegt und sehr gut eingestellt sein.

Eine «Luft-Wasser»-WP kann auch Abwärme nutzen, indem sie zum Beispiel die warme Abluft aus einem Industrieprozess, aus einer Gebäude-, Tunnel- oder Tiefgaragenlüftung ansaugt.

Falls die WP keine grosse Luftmenge benötigt, kann ihr Wirkungsgrad erhöht werden, indem die Zuluft zuerst durch ein Erdregister geleitet wird (das sind sehr lange, zwischen 1,5 und 2 m tief im Erdreich verlegte Luftröhre, siehe S. 25). •

Eine «Luft-Wasser»-Wärmepumpe ist am geeigneten Ort installiert:

- Wenn diese Heizung mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn das Gebäude nicht in einer zu kühlen Klimaregion steht.
- Wenn das Gebäude genügend gut isoliert ist, um mit Niedertemperaturen geheizt zu werden.
- Wenn das Gebäude eine Fussbodenheizung (Idealfall) oder moderne, sehr grossflächige Radiatoren besitzt.
- Wenn das Gebäude über eine genügend grosse elektrische Leistung verfügt, um eine WP zu betreiben (in der Regel 3 x 400 V).
- Wenn die Leistung der WP dem Wärmebedarf des Gebäudes angepasst ist (Dimensionierung). Eine «leistungsregulierte» Wärmepumpe ist effizienter.
- Wenn die WP mit einem Gütesiegel versehen ist (D-A-CH), und wenn das Unternehmen, das sie installiert, eine «Leistungsgarantie» auf sie abgibt.
- Wenn der Lärm und die kühle Abluft der WP keine Nachbarn stören.
- Wenn auch thermische und/oder photovoltaische Sonnenkollektoren installiert werden.
- Wenn die Installation regelmässig gewartet und auch der Boiler entkalkt wird.

www.fws.ch
www.leistungsgarantie.ch

Fernwärme (FW) und Fernwärmenetz

Rund 3% der Gebäude in der Schweiz sind an einem «Fernwärmenetz» (FW) angeschlossen und besitzen somit eine «externe» Heizung. Ein solches Netz wird von der Abwärme gespeist, die in einer zentralen Anlage anfällt: zum Beispiel in einer Kehrlichtverbrennungsanlage, in einer grossen Holzschnitzelfeuerung, in einer Wärme-Kraft-Kopplungsanlage (WKK) oder in einer Industrieanlage.

Man kann sich dieses Heiznetz wie eine riesige Zentralheizung vorstellen, welche ein doppelt geführtes, im Erdreich verlegtes und sehr gut isoliertes Rohrleitungssystem besitzt, woran die einzelnen Gebäude angeschlossen sind. Es gibt kleinere Netze, die nur wenige Gebäude mit Wärme versorgen, und sehr grosse, an welche ganze Quartiere in einem Ballungsgebiet angegliedert sind. Bestimmte Fernwärmenetze sind untereinander verbunden, um das ganze Jahr über ein konstantes Energiemanagement zu gewährleisten.

Das Miets- oder Einfamilienhaus, das am Fernwärmenetz angeschlossen ist, benötigt weder Heizung, noch Kamin, noch Brennstofflager: die im Erdreich verlegten Rohrleitungen führen sehr heisses Wasser (zwischen 60 und 135°C und je nach Netz mit einem Druck von 15 bar) direkt zum Gebäude. Die Temperatur ist in der Regel im Winter höher als im Sommer.

Mit Ausnahme der ganz kleinen Netze werden die angeschlossenen Gebäude nicht direkt mit dem heissen Wasser geheizt, das die Rohrleitungen des Fernwärmenetzes zuleiten; die Gebäude besitzen

einen Wärmetauscher, der an den haus-eigenen Heizwasserkreislauf (oder die Fussbodenheizung) und den Boiler für das Brauchwarmwasser angeschlossen ist. Die Rechnungsstellung basiert auf dem mit einem Wärmemengenzähler ermittelten Wärmebezug und dem Vertrag, der den Hauseigentümer für mehrere Jahre an die Gesellschaft bindet, welche das Netz verwaltet (ein Kollektiv, öffentlich-private Partnerschaften oder eine Privatgesellschaft).

Heizen mit Fernwärme bringt viele Vorteile mit sich. Sie verringert die Anzahl der wärmeproduzierenden Anlagen wie auch diejenige der Kamine, und damit ebenfalls die schadstoffhaltigen Emissionen sowie den CO₂-Ausstoss. Die am Netz angeschlossenen Gebäude profitieren von einem Raumgewinn, denn die Installation eines Wärmetauschers benötigt nicht viel Platz. Überdies können sich auch mehrere Gebäude einen einzigen Wärmetauscher teilen. Fernwärme verringert zudem den Strassenverkehr für Brennstofflieferungen und Wartungsarbeiten, da diese schlichtweg wegfallen. Und das Risiko für Unfälle, die Gewässer und Erdreich verunreinigen, ist viel kleiner als bei Gasleitungen und Heizöltanks.

Nicht vergessen werden darf, dass ein Fernwärmenetz für eine sehr lange Gebrauchsdauer – bis zu 100 Jahre – angelegt wird. Deshalb werden im Laufe der Zeit die bestehenden Wärmeproduktionsanlagen ersetzt werden müssen, oder das Netz wird durch neue Zentralen erweitert. Es ist zum Beispiel denkbar, dass ein Gaskraftwerk eines Tages von einer grossen Geothermiezentrale, welche Dampf aus vier oder fünf Kilometern

Tiefe zum Antrieb von stromerzeugenden Generatoren nutzt, abgelöst wird... Auf diese Weise kann die Fernwärme schrittweise zur Nutzung von erneuerbaren Energiequellen überleiten, die nur durch grosse Kraftwerke erschliessbar sind.

Einstweilen werten die meisten der Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) bereits jetzt ihre Abwärme auf, und zwar mit der Produktion von Strom, von industriell verwertbarem Dampf und von Wärme für die Fernwärmenetze. Die Möglichkeiten liessen sich noch verdoppeln, wenn noch mehr Gebäudeheizungen angeschlossen würden, bzw. mit einem grösseren Faktor

multiplizieren, wenn die angeschlossenen Gebäude alle besser wärmege-dämmt wären.

Die grossen Fernwärmenetze zur Gebäudeheizung sind besonders in Ballungsgebieten interessant. In weniger dicht bevölkerten Gegenden (Villenzonen und ländliche Gebiete) lohnen sie sich nicht, denn die Wärmenachfrage ist im Verhältnis zur Länge der zu installierenden Rohrleitungen nicht gross genug – vor allem, da der Wärmebedarf der Wohnhäuser zu gering ist. Der Anschluss an das Fernwärmenetz kann je nach Standort des Gebäudes obligatorisch sein. •

Eine Gebäudeheizung mit Fernwärme ist gut gewählt:

- Wenn diese Heizung mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn sie Schadstoff verursachende und/oder CO₂-emittierende Installationen (Heizöl, Gas, Elektroheizung, Holz) ersetzt und einen Energiegewinn für das gesamte Netz ermöglicht.
- Wenn sie es ermöglicht, Abwärme, die auf jeden Fall anfällt, aufzuwerten (KVA, Industrieabwärme).
- Wenn die angeschlossenen Gebäude in dicht besiedelten Gebieten stehen.
- Wenn die Anpassung an die Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien vorgesehen ist (Geothermie, Holzgas, Biogas).
- Wenn die Rohrleitungen sehr gut isoliert sind und die Umwälzpumpen einen sehr guten Wirkungsgrad aufweisen (Klasse A).
- Wenn im Falle von im Überfluss produzierter Wärme eines Anbieters der Gebäudesanierungsprozess (bessere Wärmedämmung) und die Installation von Sonnenkollektoren nicht vernachlässigt wird.

www.fernwaerme-schweiz.ch
www.swisscontracting.ch

Brennstoffe besser nutzen: Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)

Ein Gebäude verbraucht Wärme und Strom. Vor allem an bedeckten oder extrem kalten Wintertagen ist der Bedarf an beiden gleichzeitig sehr hoch. Da im Winter die Sonne aber nicht so häufig scheint, können thermische Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen die Sonnenenergie weniger oft nutzen. Der Winter ist auch die Jahreszeit, in der unsere Wasserkraft- und Atomkraftwerke nicht ausreichen, um den erhöhten Strombedarf zu decken: Die Schweiz muss Elektrizität vom Ausland importieren (hauptsächlich aus Deutschland), die vorwiegend in thermischen Kraftwerken produziert wird, welche fossile Brennstoffe verbrennen und deshalb einen grossen Schadstoff- und CO₂-Ausstoss verursachen. Hinzu kommt, dass aufgrund der langen Strecken, die dieser Strom zurücklegt bis er endlich bei uns ist, eine beträchtliche Menge über die Stromleitungen verloren geht.

In der Schweiz wird ein Grossteil aller Gebäude mit Öl- oder Gasheizungen geheizt. Um die Brennstoffenergie bestmöglich auszunutzen, sind diese Heizungen in den letzten Jahren technisch zwar ständig weiterentwickelt und verbessert worden. Aber aus thermodynamischer Sicht bleibt die Verbrennung von Heizöl, Erdgas – und sogar auch von Holz – trotzdem eine Verschwendung, denn der Verbrennungsprozess mittels einer Flamme von mehr als 1000°C produziert viel mehr Energie als nötig ist, um das Wasser für einen Heizungskreislauf zu erhitzen – das je nach Gebäude auf nicht mehr als 30 bis 70°C erwärmt werden muss. Damit der Brennstoff vollständig genutzt werden

kann, wäre es theoretisch besser, ihn in einer Anlage zu verbrennen, welche gleichzeitig Wärme und Strom erzeugt (Wärme-Kraft-Kopplungsanlage WKK), und einen Teil des Stroms zum Betrieb einer oder mehrerer Wärmepumpen zu verwenden. Denn dann würde der Heizkessel im Endergebnis zusätzlich zur Heizwärme auch einen Drittel kostenlosen Strom erzeugen.

Eine WKK-Anlage kann deshalb eine viel bessere Energie- und Umweltbilanz aufweisen, als wenn Wärme mit einem Brennstoffkessel in der Schweiz und Elektrizität am anderen Ende von Europa mit einem Heizkraftwerk produziert wird. In der Praxis fällt der Bedarf an Wärme und Strom jedoch nicht immer gleichzeitig an, so dass eine WKK-Anlage nur selten eine geeignete individuelle Lösung darstellt. Bei einem guten Energiemanagement in einem Gebäudepark, der an ein Fernwärmenetz angeschlossen ist, kann sie hingegen sehr effizient sein.

Das Prinzip der «Wärme-Kraft-Kopplung» (WKK) ist seit langem bekannt, und in der Schweiz sind rund eintausend verschiedenen grosse Anlagen mit unterschiedlichen Technologien in Betrieb. Ihre Kolbenverbrennungsmotoren oder Dampfturbinen (die mit Heizöl, Diesel, Holz, Erd- oder Biogas betrieben werden) sind an einen Stromgenerator gekoppelt. Die Wärme des Motors und der Auspuffgase werden zurückgewonnen, um damit Gebäude zu heizen, Brauchwarmwasser herzustellen oder industrielle Prozesse zu tätigen. WKK-Anlagen sind vorwiegend in Abwasserreinigungs- oder Kompostierungsanlagen installiert: sie nutzen das Biogas, welches bei der Fermentation

von Schlamm und organischen Abfällen anfällt. Um wirtschaftlich zu sein, muss eine grosse WKK-Anlage mindestens 3000-5000 Stunden pro Jahr laufen, also weit länger als die Heizperiode dauert. Sie wird in der Regel so dimensioniert, dass sie nur den Grundwärmebedarf, nicht aber den vollen Wärmebedarf der Gebäude deckt, was einen durchgehenden Betrieb ermöglicht. Zur Deckung des Spitzenbedarfs sind jedoch andere Wärmequellen notwendig.

Damit die Vorteile einer WKK-Anlage voll zum Tragen kommen, wird eine gute Energieplanung des Standortes benötigt, welche nicht nur den Wärme- und

Strombedarf, sondern gleichzeitig auch die Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt. Eine Gesamtvision ist umso notwendiger, als dass im Handel von jetzt an kleine, mit Erd- bzw. Biogas oder mit Holzpellets betriebene WKK-Anlagen für Ein- und kleine Mehrfamilienhäuser angeboten werden: die Stromerzeugende Heizung (SeH). Sie produziert Strom entweder mit Brennstoffzellen oder mit einem Motor, dessen mechanische Kolbenbewegungen einen Stromgenerator antreiben. Wird der Strom nicht im Gebäude benötigt, kann er je nach Abnahmevertrag mit der lokalen Elektrizitätsgesellschaft ins öffentliche Stromnetz eingespeisen werden, so wie bei Photovoltaikanlagen. •

Eine WKK-Anlage ist am geeigneten Ort:

- Wenn sie mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn ihre Wärme und Elektrizität vollständig genutzt werden.
- Wenn zusätzlich zu der für ein oder mehrere Gebäude erzeugten Heizwärme mit einem Teil des Stroms eine Öl- oder Gasheizung durch eine Wärmepumpe ersetzt werden kann; denn dies erhöht den Wirkungsgrad des Brennstoffs für die Heizung und senkt gleichzeitig auch den Gesamtausstoss von Schadstoffen und CO₂.
- Wenn durch die Nutzung oder den Verkauf ihrer Wärme die Verbesserung der Wärmedämmung des oder der Gebäude sowie die Installation von Sonnenkollektoren nicht vernachlässigt werden.

www.v3e.ch
www.biomasseschweiz.ch
www.svgw.ch

Holz

Holz ist eine lokal verfügbare Energiereource und begünstigt deshalb die Energieunabhängigkeit unseres Landes. Holz ist auch ein nachwachsender Rohstoff, der als Brennstoff im Gegensatz zu Heizöl und Erdgas nur wenig zur globalen Klimaerwärmung beiträgt. Aber die verfügbare Menge ist begrenzt, was es zu einem wertvollen Energieträger macht, der nur an dafür geeigneten Orten verwendet werden sollte.

In der Schweiz werden jedes Jahr mehr als 4 Millionen m³ Holz in verschiedenen Heizungsanlagen wie grosse WKKs, Fernwärmeheizungen, automatische Holzfeuerungen in Miets- oder Einfamilienhäusern, Öfen und Wohnzimmer-Cheminées verbrannt. Der Anteil von Holz an allen für die Heizung verwendeten Energieträgern liegt bei ungefähr 10%. Das Produktionspotential unseres Landes ist noch nicht vollständig ausgeschöpft und könnte noch um etwa die Hälfte gesteigert werden, ohne dass die Wälder dabei Schaden nehmen. Die Verwendung von Holz wie auch die Waldpflege begünstigt regionale Arbeitsplätze.

Was die globale Klimaerwärmung betrifft, so ist das Verbrennen von Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern mehr als gerechtfertigt: das bei der Verbrennung freigesetzte CO₂ wird von den nachwachsenden Wäldern wieder absorbiert, die es für ihr Wachstum benötigen (Photosynthese). Die Vorteile, die Holz bietet, gehen aber teilweise verloren, wenn es mit Lastwagen oder auf der Schiene über weite Strecken transportiert wird.

Bezüglich der lokalen Luftverschmutzung ist Holz jedoch ein Brennstoff, der besonders umweltschädlich sein kann. Pro erzeugter Energieeinheit sondert es mehr Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO) und flüchtige organische Verbindungen (VOC) ab als Erdgas oder Heizöl. Im Verhältnis zu Heizöl liegt sein Ausstoss an Feinstaub (PM10) sowie an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) rund zehnmal höher. Im Winter, wenn die Nebeldecke aufgrund der Temperaturinversion anhält, sind Holzheizungen oft an erster Stelle für die Entstehung von äusserst gesundheitsschädlichen Feinstpartikeln (PM2,5) verantwortlich.

Während der letzten Jahre wurden bei den Holzheizungen – vom kleinen Schwedenofen bis hin zur grossen Fernwärmezentrale – technische Fortschritte zur Optimierung der Verbrennungssysteme und zur Verringerung des Schadstoffausstosses erzielt: letzteres dank dem Einsatz von Partikelfiltern. Trotzdem sind sie in städtischen Gebieten deplatziert (oder sogar verboten), denn hier ist die Luftqualität bereits durch den motorisierten Verkehr beeinträchtigt. Was die Mehrheit der in der Schweiz betriebenen 650'000 Holzheizungen betrifft, die älter als 10 Jahre sind, so verbrennen diese das Holz viel zu unvollständig, als dass eine Nachrüstung mit Partikelfiltern die Schadstoffemissionen in geeigneter Weise verringern könnten.

Da bei Wohnzimmer-Cheminées die Luftmenge, die auf die Flammen trifft, nicht reguliert werden kann, sind solche offenen Feuerstellen ganz besonders umweltschmutzend und haben zudem einen sehr schlechten Wirkungsgrad: weniger als 10% der Wärmeenergie des Holzes wird genutzt, gegenüber den 70 bis 80% eines qualitativ hochwertigen Ofens oder eines Cheminées mit dicht schliessender Verglasung. Hinzu kommt, dass die offene Feuerstelle sehr viel Raumluft ansaugt (zwischen 300 und 500 m³ pro Stunde). Ist zusätzlich zum Cheminéeefeuer noch die Heizung eingeschaltet, ist dies eine grosse Energieverschwendung. Ein bereits bestehendes Cheminée kann saniert werden, indem es mit einem in der Feuerstelle integrierten Wärmetauscher aus Gusseisen oder Stahl ausgerüstet wird.

Im Handel werden sehr unterschiedliche Holzheizungen angeboten. Die einfachsten sind Stückholz-Öfen, die für den Betrieb keinen Strom benötigen und deshalb eine grosse Wärmeversorgungssicherheit bieten. «Massive Öfen» (aus Stein oder Keramik) besitzen eine grössere Wärmeträgheit, weshalb sie auch dann noch Wärme abstrahlen, wenn das Feuer längst erloschen ist. In einem zu den anderen Räumen hin offenen Wohnzimmer installiert, kann ein Ofen ein ganzes Einfamilienhaus oder eine ganze Wohnung heizen, wenn diese mit einem geringen Wärmebedarf auskommen (Minergie-Standard).

Pelletöfen benötigen einen elektrischen Anschluss. Diese freistehenden Öfen sind meist im Wohnzimmer aufgestellt und müssen nur alle paar Tage mit Holzpellets nachgefüllt werden. Einige Stückholz- oder Pelletöfen können sogar an den Heizkreislauf der Radiatoren oder der Fussbodenheizung angeschlossen werden und ebenfalls Brauchwarmwasser produzieren.

Vergleichbar mit einer Ölheizung sind automatische Holzheizungen, die im Heizungsraum neben dem Vorratslager der Holzpellets installiert werden, das im ehemaligen Tankraum Platz findet.

Im Handel werden neuerdings auch kleine, automatische, «stromerzeugende» Pelletheizungen angeboten: hier setzt Dampf einen Kolben in Bewegung, der durch magnetische Induktion Elektrizität produziert – also dasselbe Prinzip wie bei einer Taschenlampe, die man vor Gebrauch schütteln muss.

Für Holzheizungsanlagen, die grosse Gebäude oder Fernwärmenetze versorgen, werden in der Regel Stückholz oder Holzschnitzel verwendet. In der Schweiz werden mehr als 1000 Fernwärmenetze mit Holz betrieben, an welche zum Beispiel Schulhäuser oder Wohnquartiere angeschlossen sind. Eine zentrale Holzheizungsanlage, die mit einer guten Brennkammer und einer Rauchgasreinigung ausgerüstet ist, ist viel effizienter und weniger umweltbelastend als eine Vielzahl von kleinen Holzheizungen.

Holz

Heizholz (Stückholz, Pellets und Holzschnitzel) kostet ungefähr viermal weniger als Bauholz. Es stammt vor allem von Bäumen, deren Holz wenig Wert hat. Heizholz stammt auch aus Abfällen der Waldpflege und der Forstwirtschaft (Baumkronen, Rinde und Äste) sowie aus Abfällen von Sägereiwerken und Schreinereien (Späne und Sägemehl). Was das für den Bau verwendbare Holz betrifft, so ist es im Hinblick auf den Umweltschutz wünschenswert, es zuerst als Baumaterial und erst in zweiter Linie als Brennholz zu verwenden (Ausnützung von Energiekaskaden). Allerdings darf Recyclingholz aufgrund der chemischen Behandlungen, denen es unterzogen worden ist, sowie wegen der Verunreinigung mit anderen Produkten oder Materialien nur in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) oder in Holzheizungsanlagen, die mit einer Rauchgasreinigung ausgerüstet sind, verbrannt werden.

Holz (besonders Recyclingholz) und die aus Wäldern stammende Biomasse können auch in Alkohol, Biogas oder in ein weiteres Gas mit ähnlichen Qualitäten wie Erdgas umgewandelt werden. Es gibt bereits Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen, die zeigen, dass es möglich ist, den energetischen Wirkungsgrad von Holz erheblich zu erhöhen, und gleichzeitig die Schadstoffemissionen drastisch zu reduzieren, wenn eine Heizung auf Gemeindeebene oder für eine Region geplant wird. •

Eine automatische Holzheizung ist am geeigneten Ort:

- Wenn sie mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht. In städtischen Gebieten ist eine Holzheizung wegen der ohnehin kritischen Luftqualität nicht empfehlenswert, vor allem wenn das Gebäude mit Niedrigtemperatur und einer Wärmepumpe geheizt werden könnte.
- Wenn das Holz (Stückholz, Holzschnitzel und Pellets) aus der Region stammt und kurze Transportwege benötigt.
- Wenn die Heizung eine Konformitätsbescheinigung für die Einhaltung der Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) für Feinstäube und Kohlenmonoxid sowie ein Qualitätssiegel besitzt («Minergie», oder «Holzenergie Schweiz» für kleine Heizungen; «QM-Holzheizwerke» für grosse Anlagen).
- Wenn die Installation mit einem Partikelfilter ausgerüstet ist (auch wenn dieser nicht Vorschrift ist).
- Wenn der Installateur eine «Leistungsgarantie» ausstellt.
- Wenn der Schornstein hoch genug ist, so dass der Rauch die Nachbarn nicht stört.
- Wenn der Heizkessel am Ende der Heizperiode ausgeschaltet und das Brauchwarmwasser mit thermischen Sonnenkollektoren oder einer Wärmepumpe erzeugt werden kann.
- Wenn die Rohrleitungen in nicht geheizten Räumen gut isoliert sind, und wenn die Umwälzpumpen für den Heizwasserkreislauf einen sehr guten Wirkungsgrad aufweisen (Klasse A).
- Wenn die Heizkörper Thermostatventile besitzen.
- Wenn im Falle eines Heizkesslersatzes geprüft wird, dass die Wärmeverteilung im bestehenden Heizwasserkreislauf ausbalanciert wird.
- Wenn der Boiler regelmässig entkalkt wird.
- Wenn die Installation regelmässig gewartet und der Heizkessel sowie der Schornstein alle zwei Jahre kontrolliert werden.
- Wenn die Asche korrekt entsorgt wird (für kleine Mengen im Haushaltskehricht oder in der Mülldeponie).

Holzöfen oder geschlossene Cheminées sind gut gewählt:

- Wenn sie als Begleitheizung dienen.
- Wenn sie ein Qualitätssiegel «Minergie» oder «Holzenergie Schweiz» besitzen.
- Wenn der Feuerstelle Aussenluft zugeführt wird.
- Wenn der Schornstein hoch genug ist, so dass der Rauch die Nachbarn nicht stört.
- Wenn das Cheminée mit einem Partikelfilter ausgerüstet ist (auch wenn dies nicht Vorschrift ist).
- Wenn man nur trockenes, unbehandeltes und zimmerwarmes Holz verbrennt, und wenn man das Holz von oben her anzündet, was die Entstehung von Feinstaub deutlich verringert (raucharmes Feuer).

www.holzenergie.ch
www.biomasseschweiz.ch
www.leistungsgarantie.ch

Erdgas (nicht erneuerbar) und Biogas (erneuerbar)

Erdgas ist eine nicht erneuerbare, fossile Energie, die aus dem Untergrund gewonnen wird und im Wesentlichen aus Methan (CH₄) besteht. Das in der Schweiz verbrauchte Erdgas stammt hauptsächlich aus den Niederlanden, Russland, Norwegen, Deutschland und Algerien. Es wird unter Druck durch das riesige Netz der Gaspipelines in Europa zu uns geleitet. Mit 12 grenzüberschreitenden Anschlüssen ist die Schweiz (derzeit ohne eigene genutzte Erdgasvorkommen) ein wichtiger Anschluss- und Transitknotenpunkt. Das schweizerische Gasnetz wird seit den 1970er Jahren in Zusammenarbeit von privaten Gesellschaften und öffentlichen Diensten unter der Oberaufsicht des Bundes insbesondere in städtischen Ballungsgebieten ausgebaut.

Erdgas ist nicht zu verwechseln mit Flüssiggas (LPG, Propan oder Butan), das mit Lastwagen geliefert und in Flüssiggastanks gelagert wird. Flüssiggas ist ein Nebenprodukt der Erdölraffinerie und wird auch in Gasflaschen verkauft. Damit können kleine mobile Heizungen, Boiler oder Gasgrills betrieben werden. In der Schweiz sind Flüssiggasheizungen in Wohnungen eher selten. Man findet sie aber öfter in beruflichem Umfeld, besonders als Infrarot-Flüssiggas-Strahler in hochräumigen Werkstätten.

Hierzulande sind die meisten Gasheizungen ans Gasnetz angeschlossen. Was die Versorgungssicherheit angeht, ist dies zwar keine ideale Lösung, aber sie bietet einen Raumgewinn, denn der Brennstoff muss nicht gelagert werden. Und man muss nicht unbedingt einen Raum für die

Heizung abtreten, denn eine Wandheizung findet auch auf einem Stockwerk (z.B. in einer Stockwerknische) Platz.

Bei gleichwertigem Heizwert ist Erdgas weniger umweltschädlich als Heizöl – denn seine Verbrennung verursacht praktisch keinen Feinstaub. Hinzu kommt, dass Erdgas beim Verbrennen rund ein Viertel weniger CO₂ freisetzt. Dies ist einer der Gründe, weshalb die weltweite Nachfrage für diesen Brennstoff so gross ist, vor allem in Ländern, die einen schrittweisen Ausstieg aus der Atomenergie beschlossen haben, und sich dem Erdgas zuwenden, um Strom in neuen Gas- und Dampf-Kombikraftwerken (GuD) zu erzeugen.

An manchen Orten wird dem Erdgas in der Schweiz bereits ein Teil Biogas zugeführt. Biogas ist ein erneuerbarer Brennstoff, der in Anlagen erzeugt wird, welche Schlamm aus Abwasserreinigungsanlagen oder Abfälle aus Landwirtschaft und Viehzucht vergären. Bevor es in das Gasnetz geleitet wird, muss das Biogas einer CO₂-Reinigung unterzogen werden. 2011 lag der Anteil von Biogas am gesamtschweizerischen Erdgasabsatz bei knapp 0,3%. Lokale Anbieter nähern sich hingegen einer Netzeinspeisung in der Grössenordnung von 3 bis 5% (z.B. Erdgas Zürich).

Das ändert jedoch nichts daran, dass die Verwendung von Erdgas zur Klimaerwärmung beiträgt, denn seine Förderung und Verbrennung erhöht die Menge der Treibhausgase (CH₄ und CO₂) in der Atmosphäre unseres Planeten. Bis man darauf verzichten kann, sollte es vermieden werden, es nur zu Heizzwecken zu nutzen. Seine Verwendung sollte vielmehr

in Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) gefördert werden, damit nicht nur die Wärme genutzt, sondern einen Teil der Elektrizität zum Betrieb von Wärmepumpen verwendet werden kann, welche Gas- oder Ölheizungen ersetzen.

Ein erster Schritt in Richtung eines verbesserten Wirkungsgrads für Heizungen wurde in den 90er Jahren unternommen: Kondensationskessel (Brennwertkessel), die einen Teil der Wärme der Rauchgase

durch Wasserdampfkondensation zurückgewinnen, produzieren im Verhältnis zu konventionellen Heizkesseln bis zu 10% mehr Wärme. Die Hersteller beliefern den Markt ab jetzt mit noch effizienteren Heizkesseln, den «Gas-Wärmepumpen». Bei den Gaswärmepumpen gibt es verschiedene Funktionstypen: Gaskompressor-motor-WP, Adsorptions-Gas-WP, etc. Erwähnt werden müssen auch die kleinen stromerzeugenden Heizungen, die, wie ihr Name schon sagt, Elektrizität produzieren.

Eine Gasheizung ist (noch) am geeignetem Ort:

- Wenn sie mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn das Gebäude nicht gut wärmedämmend sein kann und eine Hochtemperaturheizung benötigt (in diesem Fall ist die Rauchgaskondensation nur in der Zwischensaison effizient).
- Wenn das Unternehmen, das sie installiert, eine «Leistungsgarantie» auf sie abgibt.
- Wenn die Rohrleitungen in nicht geheizten Räumen gut isoliert sind, und wenn die Umwälzpumpen für den Heizwasserkreislauf einen sehr guten Wirkungsgrad aufweisen (Klasse A).
- Wenn die Heizkörper Thermostatventile besitzen.
- Wenn im Falle eines Heizkesselersatzes geprüft wird, dass die Wärmeverteilung im bestehenden Heizwasserkreislauf ausbalanciert wird.
- Wenn zur Unterstützung der Erzeugung von Brauchwarmwasser (und von Heizwasser) thermische Sonnenkollektoren beigezogen werden.
- Wenn der Boiler regelmässig entkalkt wird.
- Wenn die Installation sowie der Schornstein regelmässig gewartet und alle zwei Jahre kontrolliert werden.

www.erdgas.ch
www.svgw.ch
www.leistungsgarantie.ch

Heizöl

Heizöl ist ein Leichtöl, das in Erdölraffinerien hergestellt wird. Mehr als die Hälfte der Gebäude in der Schweiz benutzen dieses Öl zum Heizen, allerdings sind sehr viele nur ungenügend wärmegeklämt. Daher wird in unserem Land Tag für Tag ein Volumen von durchschnittlich 18 Millionen Liter für die Heizung verbraucht – dies entspricht 40% der importierten Erdölprodukte. Würde man diese Menge in Barrels abfüllen und aufeinanderstellen, ergäbe dies eine 90 km hohe Säule.

Aufgrund der geologischen Struktur ist es möglich, dass der Untergrund der Schweiz Erdöl führt, aber die bis heute vorgenommenen Schürfproben konnten keine nutzbaren Vorkommen ausweisen. Das gesamte, in unserem Land verwendete Heizöl muss deshalb vollumfänglich importiert werden. Zwei Drittel werden via Pipelines, mit Zügen, Frachtkähnen oder Lastwagen herbeigeführt. Der restliche Drittel stammt aus den zwei Raffinerien in Collombey (VS) und Cressier (NE), welche über Pipelines von Italien bzw. Frankreich versorgt werden. Der Brennstoff wird schliesslich mit Tanklastwagen zu den Gebäuden geliefert.

Heizöl hat eine Haltbarkeitsdauer von ungefähr drei Jahren. Der Vorteil, dass es gelagert werden kann, gewährt nicht nur eine gewisse Versorgungsautonomie, sondern ermöglicht auch den Kauf je nach Preislage des Marktes. Allerdings benötigen die Tanks einen Raum, der so gesichert ist, dass der Tankinhalt das Grundwasser nicht verschmutzen kann. Die Installation von Heizöltanks ist

nicht überall erlaubt. Sie unterliegt der Gewässerschutzverordnung (GSchV) und dem Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GSG). Die einzuhaltenden Bedingungen und die Kontrollvorschriften hängen vom Standort, dem Volumen und der Aufstellung des Tanks ab (erdverlegt oder im Gebäudeinnern). Ab dem 1. Januar 2015 müssen alle einwandigen Heizöltanks, die im Erdreich eingebettet sind, entweder nachgerüstet (mit einer zusätzlichen Tankhülle versehen), ersetzt oder stillgelegt werden.

Abgesehen von Standard-Heizöl findet man in der Schweiz eine «Öko»-Qualität mit deutlich vermindertem Schwefel- und Stickstoffgehalt, was die Umweltverschmutzung durch NO_x und SO₂ verringert. Dieses Heizöl fällt weniger Sedimente aus, die sich am Tankboden als Schlamm sammeln, und es bildet weniger korrosive Säuren in der Brennkammer des Kondensationskessels.

Dank der technischen Fortschritte bei der Verbrennung und der Kondensation des Wasserdampfes der Rauchgase verbraucht ein moderner Heizkessel bis zu 20% weniger Heizöl als ein 25 Jahre altes Modell bei gleichzeitig vermindertem Schadstoffausstoss. Früher wurden die Anlagen tendenziell zu gross dimensioniert und mit zu hohen Temperaturen betrieben, was zu häufigen Start- und Abstellzyklen sowie Verluste durch Strahlungswärme bewirkt.

Aufgrund der grossen Anzahl an Heizkesseln in Betrieb sind Ölheizungen in bedeutender Weise an der Luftverschmutzung beteiligt, besonders in städtischen

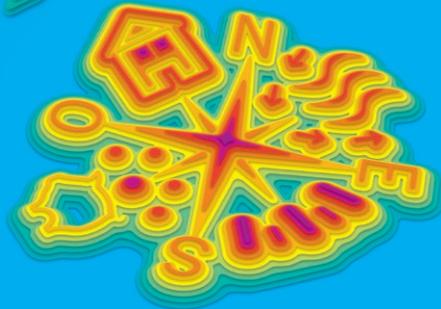
Gebieten. Sie produzieren auch 10-mal mehr Treibhausgase als Holzpellets, oder 4 bis 8-mal mehr als der Strom, der für den Betrieb einer Wärmepumpe nötig ist, bzw. 25% mehr als Erdgas. Ausserdem wird für die Erdölförderung aus dem Untergrund immer mehr Energie benötigt, und die Verschmutzungen von Meeren, Ozeanen und Klima nehmen zu. Das Verbrennen

von Heizöl zur Gebäudeheizung ist auch eine Ressourcenverschwendung, denn es besteht aus verschiedenen und komplexen Kohlenwasserstoff-Verbindungen, die für die Herstellung von unzähligen Materialien, Objekten und Substanzen verwendet werden können – darunter die schwer zu ersetzenden Treibstoffe. •

Eine Ölheizung ist (noch) am geeigneten Ort:

- Wenn sie mit der Energieplanung des Gebiets in Einklang steht.
- Wenn das Gebäude nicht gut isoliert werden kann und eine Hochtemperaturheizung benötigt (in diesem Fall ist die Rauchgaskondensation nur in der Zwischensaison effizient).
- Wenn sie Heizöl in Öko-Qualität verbrennt, und das Installationsunternehmen eine «Leistungsgarantie» auf sie abgibt.
- Wenn im Falle eines Heizkesslersatzes geprüft wird, dass die Wärmeverteilung im bestehenden Heizwasserkreislauf ausbalanciert wird.
- Wenn das Kondensat (ein Liter pro Liter Heizöl) erst säureneutralisiert wird, bevor es in die Kanalisation geleitet wird (für Heizkessel mit mehr als 200 kW obligatorisch).
- Wenn bezüglich der Öltanks die Gewässerschutzverordnung und das Gewässerschutzgesetz eingehalten werden (GSchV und GSG).
- Wenn die Rohrleitungen in nicht geheizten Räumen gut isoliert sind, und wenn die Umwälzpumpen für den Heizwasserkreislauf einen sehr guten Wirkungsgrad aufweisen (Klasse A).
- Wenn die Heizkörper Thermostatventile besitzen.
- Wenn zur Unterstützung der Erzeugung von Brauchwarmwasser (und von Heizwasser) thermische Sonnenkollektoren beigezogen werden.
- Wenn der Boiler regelmässig entkalkt wird.
- Wenn Brennkessel sowie Schornstein regelmässig gewartet und alle zwei Jahre kontrolliert werden.

www.heizenmitoel.ch
www.leistungsgarantie.ch



Diese Broschüre kann auf www.energie-umwelt.ch/heizungs-broschuere in Deutsch und Französisch heruntergeladen werden.

Gedruckte Exemplare (in Deutsch*) können kostenlos bestellt werden bei:

Bern

**Amt für Umweltkoordination
und Energie***

Tel. 031 633 36 51

Freiburg

Amt für Energie AfE*

Tel. 026 305 28 41

Genève

Info-Service

Tel. 022 327 93 78

Jura

Energie information

Tel. 032 420 53 90

Neuchâtel

InfoEnergie centre de conseils

Tel. 032 889 47 26

Vaud

**Service de l'environnement
et de l'énergie**

Tel. 021 316 95 55

Wallis

**Dienststelle für Energie
und Wasserkraft***

Tel. 027 606 31 00