

4. WELCHE WEITEREN MAßNAHMEN KÖNNEN ERGRIFFEN WERDEN?

4.1. Photovoltaikanlagen

Photovoltaikanlagen können neben der Stromnutzung auch zur Beheizung von Häusern und zur Warmwasserbereitstellung eingesetzt werden. In der Regel ergänzt der Strom aus PV-Anlagen ein Hauptheizsystems, z.B. eine Wärmepumpe.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, PV-Strom für die Heizung zu nutzen:

- **PV-Strom zum Betrieb einer Wärmepumpe**

Je nach Wärmebedarf des Gebäudes können Wärmepumpen sehr energieeffiziente Systeme sein. Sie können mit eigenem Strom aus einer PV-Anlage betrieben werden und so die ökologische und ökonomische Leistung noch steigern. Dies gilt sowohl für Wärmepumpen zur reinen Warmwasserversorgung als auch für Wärmepumpen zur Raumheizung.

Eine Herausforderung ist, dass der Wärmebedarf im Winter hoch ist, wenn die Stromerzeugung einer PV-Anlage in der Regel geringer ist. Daher wird empfohlen, PV-Anlagen so groß wie möglich zu dimensionieren und das gesamte Dach abzudecken.

- **PV/T: kombinierte photovoltaische und solarthermische Kollektoren/Module**

Einige Hersteller bieten spezielle Module an, die Photovoltaik und Solarthermie in einem Modul kombinieren. Der Solarkollektor befindet sich in der Regel hinter den PV-Zellen. Er beheizt entweder Flüssigkeiten als Wärmetransportmedium oder Luft. Da das Licht in den PV-Zellen absorbiert wird, ist der Kollektor nicht so effizient, wie es ohne PV der Fall wäre. Das Wärmetransportmedium "kühlt" jedoch die PV-Zellen, was die Stromerzeugung erhöhen kann. PV/T-Kollektoren sind sicherlich Nischenprodukte und könnten an Orten mit begrenztem Platzangebot, aber hohem Energieverbrauch sinnvoll sein.

- **Mit Photovoltaik betriebener elektrischer Heizstab im Pufferspeicher**

Das direkte Heizen mit PV-Strom ist aus wirtschaftlicher Sicht meist nicht sinnvoll, da die Kosten für die Wärme aus dem installierten Heizsystem in der Regel niedriger sind als die PV-Stromgestehungskosten. Außerdem funktioniert es nicht, wenn die Sonne nicht scheint, und es wäre in Zeiten hohen Wärmebedarfs, insbesondere in kalten, dunklen Wintern, nicht ausreichend.

In einigen Fällen ist es jedoch sinnvoll, PV-Strom für die direkte Beheizung zu nutzen, zusätzlich zu einem anderen Heizsystem. Dies ist dann der Fall, wenn die Erlöse für den ins öffentliche Netz eingespeisten Überschussstrom niedriger sind als die Kosten für die Wärmeversorgung. In diesen Fällen kann ein Elektroheizstab im Pufferspeicher installiert werden, um den Pufferspeicher mit Strom zu beheizen. Dies wird auch in zwei anderen Fällen verwendet. Bei manuell befeuerten Scheitholzkesseleln kann ein solcher elektrischer Stab als Notvorrichtung verwendet werden, falls man nicht in der Lage ist, den Scheitholzessel zu befeuern, z.B. aufgrund von Krankheit. Der andere Fall betrifft die Länder, in denen es eine Grenze für die Leistungsabgabe von PV-Wechselrichtern gibt (z.B. 70% für einige PV-Anlagen in Deutschland) und diese Leistungsgrenze an sonnigen Tagen in der Mittagszeit überschritten wird. Dann würde der Strom oberhalb dieser Grenze verloren gehen. In diesem Fall kann der ungenutzte Strom für den Betrieb des Elektroheizstabs im Pufferspeicher verwendet werden.

4.2. Multifunktionale Fassadensysteme

Multifunktionale Fassadensysteme werden derzeit entwickelt, getestet und demonstriert. Es handelt sich um eine innovative zukunftsfähige Technologie zur Sanierung ganzer Gebäude. Das Konzept basiert auf weitgehend standardisierten Fassaden- und Dachsystemen die vorgefertigt werden können und dadurch hohe Qualitätsstandards erreichen.

Es gibt zwei unterschiedliche Ansätze für das Design von Sanierungsmodulen: eine vollständig vorgefertigte Lösung sowie eine zweite, die sich auf die Vorfertigung im Fensterbereich konzentriert.

Die Module sind standardisiert in Aufbau, Schichten und Fugen. Sie sind flexibel in Architektur, Form und Verkleidung und sie sind untereinander und mit nicht vorgefertigten (konventionellen) Nachrüstmöglichkeiten kombinierbar.

Grundsätzlich besteht das Modul aus:

- einer Ausgleichsschicht, die auf die bestehende Außenwand montiert wird



Abbildung 20 Solarzellen (links) und Installation einer PV-Anlage (rechts)

- einer tragenden Konstruktion mit Dämmschicht und integrierten Kanälen
- einer zweiten Schicht aus Dämmmaterial
- einer Verkleidungsschicht, die vorgefertigt und mit dem Modul geliefert oder vor Ort montiert werden kann.

Das neue multifunktionale modulare Fassadensystem, das an eine Vielzahl von klimatischen Bedingungen und Gebäudetypen angepasst werden kann, zielt darauf ab, den Energieverbrauch von Gebäuden durch mehrere Sensoren in Echtzeit zu überwachen: Ein Netz von Sensoren, das in eine innovative Gebäudedämmung eingebettet ist, aktiviert bestimmte Fassadenkomponenten, um die Energieeinsparungen zu optimieren und gleichzeitig die Ästhetik zu verbessern. Das System überwacht relevante Faktoren, darunter die Sonnenausrichtung für Photovoltaikanlagen und die Bewässerung von Pflanzen. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass die Überwachung kontinuierlich und ohne menschliche Aufsicht erfolgt, außer wenn das System technische Probleme erkennt.

Das multifunktionale Fassadensystem für Sanierungsanwendungen kann auf folgende Faktoren angepasst werden: (i) den Klimabedingungen (ii) den Gebäudefunktionen (iii) den örtlichen Bauvorschriften (iv) und den Auflagen des Denkmalschutzes.

Zu den Merkmalen der Technologie gehören Beschattungssysteme, die Steuerung und Ausnutzung der Sonneneinstrahlung, Wärmespeicherung, Integration von erneuerbaren Energiequellen, und Lüftungsoptionen.

Auch wenn das multifunktionale Fassadensystem immer noch eine Nischenlösung ist, gibt es viele verschiedene Entwicklungen, die derzeit durch Pilotprojekte erprobt werden.

4.3. Mikro-Blockheizkraftwerke

Mit der Fähigkeit, Gesamtwirkungsgrade von über 90% zu erreichen, decken Mikro-Blockheizkraftwerke (BHKW) den Bedarf an Heizung, Raumheizung und/oder Warmwasser (und möglicherweise Kühlung) in Gebäuden und liefern gleichzeitig Strom, um die Netzversorgung zu ersetzen oder zu ergänzen. Je nach den geltenden gesetzlichen Bestimmungen, kann der erzeugte Strom an das lokale Versorgungsnetz verkauft werden, um das Stromnetz zu stabilisieren.



Abbildung 21 Fassade mit Photovoltaik und Montage einer Multifunktionsfassade

Die erzeugte Wärme kann vor Ort genutzt werden oder über ein Wärmenetz an andere Häuser in der Nähe geliefert werden. Mikro-BHKWs können durch den Einsatz von Absorptionskältemaschinen, die die Wärme als Energiequelle nutzen, auch Kühlung bereitstellen.

Ein Mikro-BHKW kann auf verschiedenen Technologien basieren, darunter Stirling- oder Verbrennungsmotoren, Gas- und Dampfturbinen und Brennstoffzellen. Mikro-BHKWs bieten sowohl den Energieverbrauchern als auch dem gesamten Energiesystem wichtige Vorteile, die mit dem Erreichen der Energie- und Klimaziele der EU im Einklang stehen:

- Einsparungen bei den Gesamtenergiekosten für den Endverbraucher (durch Strom- und Wärmeeinsparungen),
- Verbesserte Effizienz der Brennstoffnutzung - besserer Brennstoffnutzungsfaktor,
- Hohe Kraftstoffflexibilität, reduzierte Emissionen,
- Unabhängigkeit und Sicherheit der Energieversorgung,
- Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden,
- Stabilisierung des Stromnetzes⁷⁷

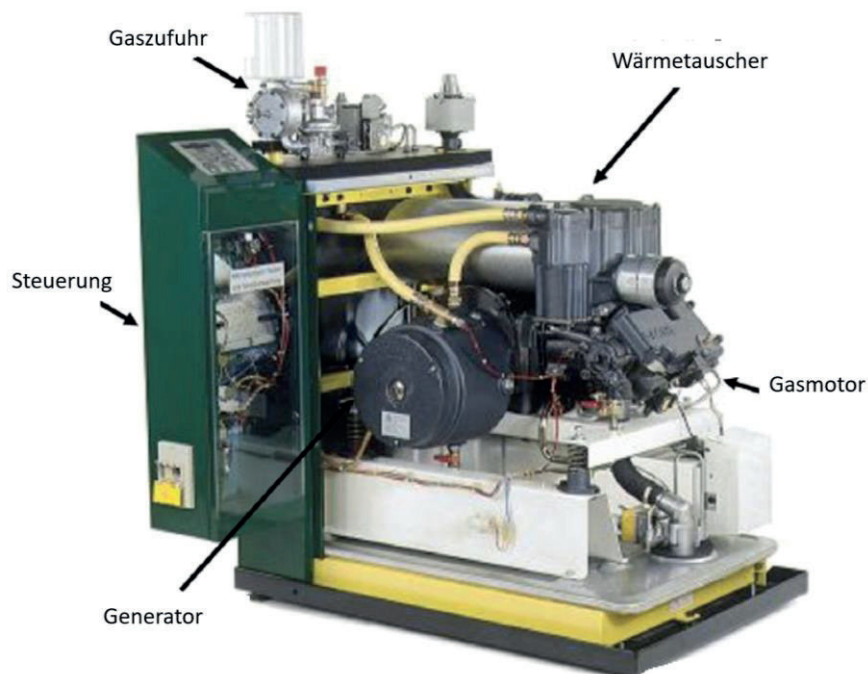


Abbildung 22 Komponenten eines typischen Gas-BHKWs – 5 kWe, 12,5 kWt

Quelle: Senertec

<https://www.cibsejournal.com/cpd/modules/2016-04-chp/>

⁷⁷ European Turbine Network und COGEN Europe, "The role of micro-CHP in future energy sector: Ein Fokus auf Energieeffizienz und Emissionsreduktion (https://setis.ec.europa.eu/system/files/integrated_set-plan/etncogen_input_action5.pdf)

4.4. Kollektive Maßnahmen

Kollektive Maßnahmen (Bündelaktionen) beziehen sich auf Aktionen, die von einer Gruppe von Menschen gemeinsam durchgeführt werden, deren Ziel es ist, ihre Situation zu verbessern und ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Kollektive Maßnahmen können das Bewusstsein in der Öffentlichkeit für eine bestimmte Investition schärfen, z.B. die Wärmedämmung eines Gebäudes, Energieeffizienzverbesserungen, die Erneuerung des Heizungssystems oder die kollektive Wärmeversorgung. Diese Aktionen können das Bewusstsein in der Bevölkerung erhöhen, aber auch die Qualität der Ausführung erhöhen. Darüber hinaus ist aufgrund des höheren Verkaufsvolumens mit einem Preisnachlass zu rechnen. Die Komplexität für die teilnehmenden Endverbraucher wird reduziert, da die Initiatoren der Gemeinschaftsaktion (meist lokale Projektchampions) in der Regel ein Bündel von Dienstleistungen anbieten, die die Teilnahme und die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen für sie vereinfachen.

Es gibt drei allgemeine Arten von gemeinschaftlichen Bündelaktionen:

- **Top-down:** öffentliche Entscheidungsträger initiieren aktiv die Bündelaktionen der Gemeinschaft, während die Gemeinschaft und die Öffentlichkeit passiv bleiben.
- **Bottom-up:** Die Gemeinschaft spielt die aktive Rolle bei der Initiierung und Verwaltung von Bündelaktionen, während öffentliche Entscheidungsträger eine eher unterstützende Rolle spielen und die Fähigkeiten und das Wissen der lokalen Gemeinschaftsakteure verbessert.
- **Partnerschaft:** eine kombinierte Anstrengung zwischen der Regierung und der Gemeinschaft zur Durchführung von Bündelaktionen

Soziale Innovationen sind "Bottom-up"-Innovationen aus der Zivilgesellschaft, die das Versagen der "Top-down"-Ansätze des privaten Marktes und der Politik bei der Lösung komplexer moderner gesellschaftlicher Probleme beheben sollen.

Mitwirkende an Bottom-up Prozessen können die Zivilgesellschaft, selbstorganisierte Gruppen, gemeinnützige Organisationen und Sozialunternehmen als Initiatoren und Akteure der Zivilgesellschaft und kommunale Akteure in gemeinschaftlichen Aktionen sein.

Kollektive Maßnahmen bzw. Aktionen sind Initiativen, die in lokale Gemeinschaften eingebettet werden können und in Zusammenarbeit mit lokalen Netzwerken (z.B. öffentlichen kommunalen Akteuren) umgesetzt werden. Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEG) und Bürger-Energie-Gemeinschaften (BEG) sind zwei Formen des bürgerschaftlichen Engagements, deren Rolle in naher Zukunft zunehmen wird. Im Idealfall übernimmt ein institutionalisierter Kümmerer (der entsprechend finanziert ist) den Prozess der Etablierung einer kollektiven Aktion sowie die Verwaltung und Steuerung ihrer Umsetzung.

Beispiele im Bereich der Wärmeversorgung für den Wohnungssektor bei denen Bündelaktionen umgesetzt werden können:

- Holzpelleteinkauf
- Wärmedämmung der obersten Geschossdecke von Einfamilienhäusern
- Kauf von Heizkesseln/Geräten für erneuerbare Heizsysteme (durch Endverbraucher oder Installateure)
- Umsetzung von kostengünstigen Maßnahmen, die von öffentlichen Energieberater oder unabhängigen Energieberatern bei Kesselinspektionen empfohlen werden

- Anschaffung von PV-Anlagen mit Brauchwassererwärmung (Kessel mit Power-to-Heat-Heizstäben ausgestattet/nachrüstbar) oder zusammen mit effizienten Haushalts-Mono- und Multi-Split-Raumklimasystemen
- Kauf und Implementierung von solarthermischen Anlagen
- Biomasse-Mikronetze, die mehr als mindestens zwei Gebäude versorgen
- Erstellung von Listen für den kollektiven Kauf und die Installation, mit Empfehlungen, wer das Projekt umsetzen kann

4.5. Qualitätskontrolle für Heiz- und Kühlsysteme

4.5.1. Heizungscheck

Oft sind Heizkessel hocheffizient, wenn sie im Labor gemessen werden. Im wirklichen Gebrauch kann die Leistung jedoch viel schlechter sein. Das Gleiche gilt für Klimaanlage. Der Grund dafür ist zum großen Teil, dass das System nicht gut an das Gebäude bzw. an die Bedürfnisse der Nutzer angepasst ist oder die Wartung schlecht ist, was mit der Zeit zu Leistungseinbußen, aber auch zu einer geringeren Lebensdauer des Geräts führt.

Die Kontrollmaßnahmen im Heizungskeller sollten zusammen mit Installateuren oder Energieberatern oder mit beiden organisiert werden. Alle Wärmeverteilungsrohre im Keller müssen ordnungsgemäß isoliert werden. Die (Einbindung der) Warmwasserversorgung sollte überprüft und optimiert werden. Alte Warmwasserzirkulationspumpen sollten durch energieeffiziente, drehzahlvariable Pumpen ersetzt werden, die idealerweise einen hydraulischen Abgleich des gesamten hauseigenen Wärmeverteilungssystems unterstützen können (Kosten ca. 250-300 Euro). Dazu sollten auch intelligente Temperaturregler (Thermostatventile) an den Heizkörpern eingebaut werden (Preis ca. 50 Euro pro Stück). Der hydraulische Abgleich kann mehrere Stunden bis zu einem ganzen Tag dauern, je nach Anzahl der Räume und der installierten Heizkörper. Zusätzlich sollte die vorhandene Heizungsanlage und die neu angeschaffte drehzahlgeregelten Umwälzpumpe so aufeinander abgestimmt sein, dass auf der Basis der Heizkurve



Abbildung 23 Heizsystem - Pelletkessel und Heizanlage

(Verhältnis von benötigtem Volumenstrom und Außentemperatur) langfristig der effizienteste Betrieb gewährleistet ist. Die Kunden sollten eine entsprechende Einweisung in die Bedienung der Anlage erhalten.

Mit solchen Einsparmaßnahmen lassen sich die Investition, abhängig von den Brennstoffpreisen, innerhalb weniger Jahre amortisieren.

Ein Heizungscheck sollte folgende Fragen/Aspekte umfassen:

- Der Kessel selbst:
 - Ist die Dimensionierung angemessen?
 - Messung der Abgasverluste
 - Messung der Lüftungsverluste
 - Funktioniert die Kondensation der Abgase richtig (hauptsächlich abhängig von den Systemtemperaturen)?
- Die Regelung:
 - Ist die Heizkurve richtig eingestellt?
 - Arbeitet die Wasserumwälzpumpe effizient und mit variabler Drehzahl?
- Das Wärmeverteilungssystem:
 - Sind die Rohre ausreichend isoliert?
 - Ist der hydraulische Abgleich korrekt?
 - Befindet sich Luft im Heizkreislauf?
- Das Wärmeabgabesystem:
 - Sind die Wärmeabgabeflächen ausreichend groß?
 - Gibt es Heizkörper, die durch Möbel etc. verdeckt sind?
 - Funktionieren die Regelventile richtig?
- Das Funktioniert das Brauchwarmwassersystem und sind die Temperaturen richtig eingestellt?
- Der Einsatz von erneuerbaren Energien: Status und Potenzial

Die am häufigsten auftretenden Probleme beziehen sich auf:

- Die Überdimensionierung des Heizkessels,
- Nicht isolierte Verteilungsrohre,
- Probleme bei der Regelung,
- Der suboptimale Betrieb von Wasserkreisläufen mit alten, ineffizienten Umwälzpumpen (ohne variable Drehzahl),
- Die richtige Einstellung und Begrenzung von Heizzeiten oder Raumtemperaturen,
- Fehlender hydraulischer Abgleich.

Erfahrungen aus durchgeführten Heizungs-Checks zeigen, dass in den meisten Fällen Einsparungen von ca. 15% möglich sind, ohne den Komfort negativ zu beeinflussen. Solche Heizungs-Check-Maßnahmen sind eine geringe Investition und ein geringer Aufwand und machen sich schnell bezahlt. In kälteren Klimazonen wurden für Einfamilienhäuser Energieeinsparungen von bis zu 2.000 Euro pro Jahr beobachtet. Es wird daher dringend empfohlen, eine Bewertung mit örtlichen Installateuren vorzunehmen, um den Umfang der Maßnahme und die zu erwartenden Vorteile (Amortisationszeiten) zu definieren.

4.5.2. Klimaanlagecheck

Raumklimageräte sorgen im Sommer für ein angenehm kühles Klima, verbrauchen aber auch eine Menge Strom. Wer diese Geräte nutzt, sofern sie nicht von einer PV-Anlage gespeist werden, muss sich auf eine

deutlich höhere Stromrechnung einstellen. Gerade die Kombination von Klimageräten mit Photovoltaik macht Sinn, da die Kühlung normaler Weise genau dann benötigt wird, wenn die Sonnenstrahlung sehr groß ist.

Günstige mobile Klimageräte lassen sich in der Regel flexibel überall im Haus aufstellen. Eine Steckdose für den Stromanschluss und ein gekipptes Fenster reichen aus, um die erwärmte Abluft über einen Schlauch abzuführen. Nachteilig: Durch das geöffnete Fenster strömt warme Umgebungsluft in den Raum, die wiederum gekühlt werden muss. Etwas effizienter sind Mobilgeräte mit einem Zwei-Schlauch-System mit einem Schlauch für die Zuluft und einem für die Abluft. Die beiden Schläuche verhindern weitgehend, dass unkontrolliert Luft in den Raum strömt und sparen so Energie.

Split-Klimaanlagen sind wesentlich energieeffizienter da ein offenes Fenster durch die feste Montage eines Außengerätes vermieden wird. Das Außengerät versorgt ein oder mehrere Innengerät(e). Die Kühlenergie wird dann an den jeweiligen Raum abgegeben. In den klimatisierten Innenräumen entstehen keine lauten Geräusche, da sich der Kompressor im Außenbereich befindet. Weitere Informationen zu Kühlsystemen, die mit erneuerbarer Energie betrieben werden, finden Sie im entsprechenden Factsheet auf der REPLACE-Website⁷⁸.

Hinweise zum Kauf eines Gerätes

- Achten Sie auf das EU-Label (Energieverbrauch, Kühlleistung).
- Kühlleistung: Das Gerät sollte an die Gegebenheiten, wie z.B. die Raumgröße, angepasst werden.
- Bei Einschlauchsystemen kann die effektive Kühlleistung bis zu 40% geringer sein als angegeben, bei Zweischlauchsystemen bis zu 20%.
- Split-Geräte garantieren die beste Energieeffizienz (niedrigster Energieverbrauch).

Um die Effizienz eines Split-Kühlsystems zu gewährleisten, sollte ein Systemcheck Folgendes beinhalten:

- Nachfüllen oder Wechsel des Kältemittels,
- Überprüfung der Dichtigkeit des Systems,
- Überprüfung der korrekten Funktion,
- Reinigung und Desinfektion,
- Wechsel des/der Luftfilter(s),
- Wechsel von Verschleißteilen.

Allgemeine Hinweise für einen effizienten Einsatz von Kühlgeräten

- Es sollten nur Räume gekühlt werden, die auch genutzt werden.
- Stellen Sie die Geräte so im Raum auf, dass die Luft frei zirkulieren kann.
- Benutzen Sie draußen einen Sonnenschutz - das reduziert die Betriebszeit von Klimaanlagen und damit den Energieverbrauch.
- Lüften Sie nur nachts oder in den frühen Morgenstunden.

4.6. Beschattung

Um die thermische Behaglichkeit im Sommer zu gewährleisten - also eine Überhitzung der Wohnräume zu vermeiden - wird eine funktionale Beschattung des Gebäudes empfohlen. Diese ist eng mit den Fenstern und teilweise mit den Türen verbunden.

⁷⁸ https://replace-project.eu/?page_id=785

Aufgrund des wechselnden Sonnenstandes im Tages- und Jahreszeitenverlauf kann eine sinnvolle Beschattung nur außen wirken. Glas lässt, je nach Einstrahlungswinkel, einen großen Teil der solaren Strahlungsenergie in den Innenraum. Innenliegende Jalousien, auch wenn sie reflektierend sind, sind daher meist unwirksam. Im Gegensatz zur Außenbeschattung können sie die Aufheizung des Innenraums nicht vermeiden⁷⁹.

Möglichkeiten der Außenbeschattung:

Traufe

Traufen oder andere feste Überhänge sind die einfachste Möglichkeit, sich vor Sonneneinstrahlung zu schützen. Sie müssen richtig dimensioniert sein, um die Sommersonne auszuschließen, aber die Wintersonne noch durchzulassen.

Markisen

Markisen reduzieren die Sonneneinstrahlung, wenn sie in Position sind. Sie sollten eine helle Farbe haben, um mehr Wärme abzustrahlen. Einfahrbare Markisen lassen das Sonnenlicht durch, wenn sie eingefahren sind. In windigen Gegenden sind Markisen möglicherweise nicht geeignet, aber es gibt motorisierte, einziehbare Markisen, die die Windstärke überwachen und einfahren können, wenn der Wind zu stark wird.

Schirme und Rollläden

Feste und bewegliche Abschirmungen und Rollläden sind in verschiedenen Größen und Funktionsweisen erhältlich, z.B. als Schiebe-, Scharnier- oder Klappversion. Lamellenpaneele können feststehend oder verschubbbar sein. Wenn sie nicht benötigt werden, können sie verschoben werden, so dass niedrigstehende Morgen- und Abendsonne Licht hindurchlässt.



Abbildung 24 Außenbeschattung: Traufe, Markisen, Bildschirme und Fensterläden

⁷⁹ Quelle: <http://www.level.org.nz/passive-design/shading>

Jalousien

Horizontale, feststehende Jalousien sollten die richtigen Abstände haben und auf den Mittagssonnenwinkel im Winter ausgerichtet sein so dass sie die Wintersonne durchzulassen.

Außenjalousien (gebogen)

Mit Außenjalousien ist es möglich, genau auf den Sonnenstand zu reagieren und gleichzeitig eine gute Sicht nach außen zu erhalten. Steht die Sonne hoch, genügt aufgrund der Krümmung der Lamellen eine waagerechte Positionierung. Bei tief stehender Sonne reicht eine leichte Neigung aus, so dass noch eine Sicht möglich ist. Für höhere Windgeschwindigkeiten gibt es auch Optionen, bei denen die Jalousien in einem festen Rahmen geführt werden.

Verandas

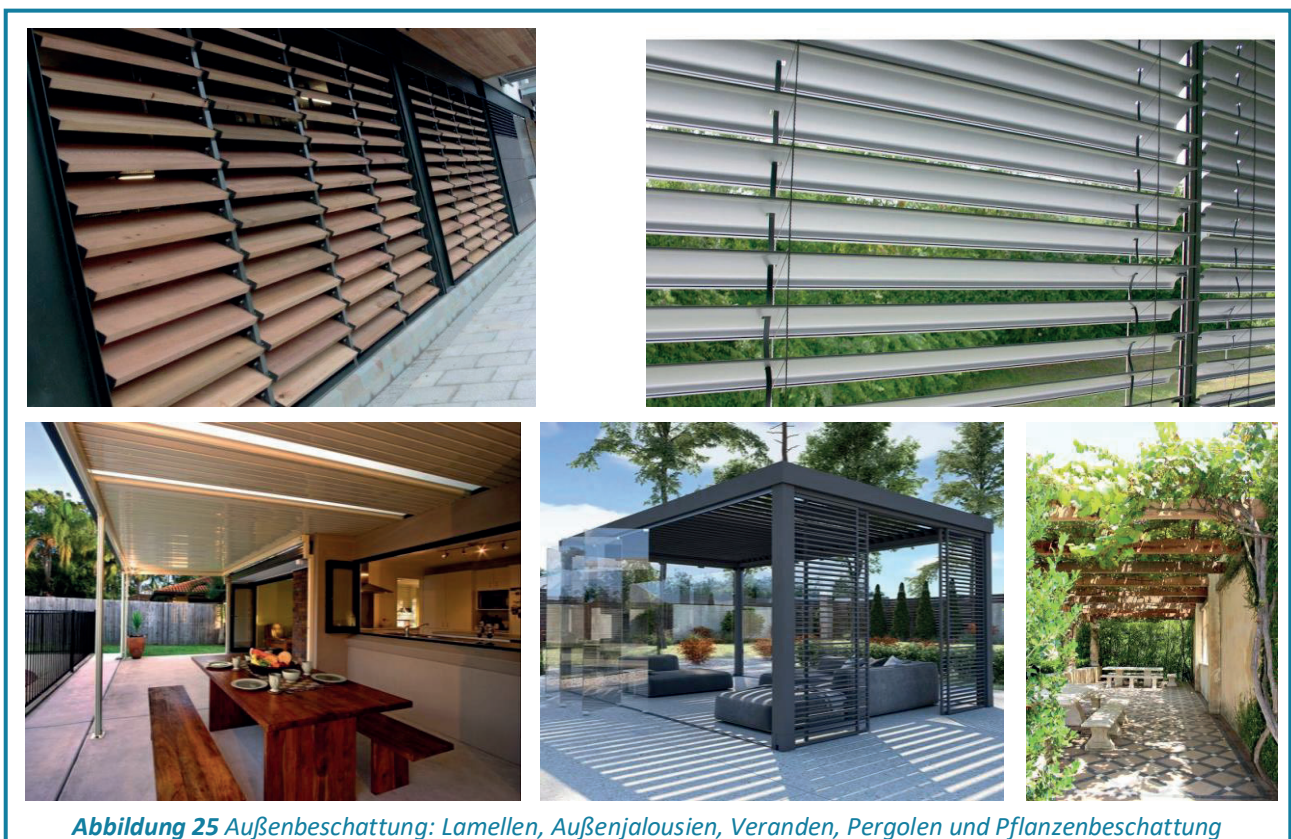
Tiefe Veranden eignen sich besonders gut für die Beschattung von Ost- und Westfassaden, obwohl sie immer noch sehr tief stehende Sonne durchlassen. Sie können in Kombination mit Bepflanzung oder Schirmen verwendet werden, um vor Sonne zu schützen.

Pergolen

Pergolen, die mit laubabwerfenden Reben bedeckt sind, bieten eine sehr gute saisonale Beschattung.

Bäume

Eine sehr gute Beschattungsmöglichkeit ist das Pflanzen von Laubbäumen an den sonnigen Gebäudefronten. Im Sommer beschatten die Blätter das Gebäude, im Winter, wenn die Blätter gefallen sind, lassen sie die



Sonne durchscheinen. Es ist eine sehr kostengünstige Investition und trägt zudem zur Artenvielfalt und mit dem Wachstum des Baumes zur CO₂-Bindung bei. Allerdings muss der zu bepflanzende Standort geeignet sein und es kann eine Weile dauern, bis sie die passende Größe haben. Eine gute Auswahl der Baumart ist erforderlich.

Innenbeschattung

Eine Innenbeschattung ist weniger effektiv um die Raumwärme durch Sonnenstrahlung zu reduzieren als eine Außenbeschattung, da die Sonnenstrahlung bereits durch das Glas gekommen ist. Die Beschattung absorbiert die Strahlung und obwohl ein kleiner Teil der Wärme wieder nach außen abgestrahlt wird, verbleibt der Großteil im Innenraum.

Eine Innenbeschattung kann sinnvoll sein, wenn:

- Das Sonnenlicht nur für kurze Zeit einstrahlt,
- ein Hitzestau kein großes Problem darstellt,
- Fenster daneben offen gelassen werden können,
- sie erforderlich ist, um Blendung zu reduzieren.

Möglichkeiten der Innenbeschattung sind:

- Vorhänge reduzieren, wenn sie zugezogen sind, den Lichteinfall erheblich, verringern aber den Wärmeeintrag nur in geringem Maße. Sie reduzieren auch die Belüftung und versperren die Sicht.
- Jalousien und Vertikaljalousien können verwendet werden, um die Menge des einfallenden Lichts zu regulieren, während die Aussicht erhalten bleibt, aber sie reduzieren den Wärmeeintrag nur in geringem Maße.
- Rollos und andere Arten von Fensterjalousien reduzieren den Lichteinfall, verringern aber auch den Wärmeeintrag nur in geringem Maße. Sie können auch die Belüftung vermindern und die Aussicht blockieren, aber einige Jalousietypen bieten zwei Einstellmöglichkeiten: eine Einstellung ermöglicht eine teilweise Verdunkelung, die andere eine vollständige Verdunkelung. Jalousien können für hoch gelegene Fenster oder Dachfenster elektrisch einstellbar sein. Sie können aus unterschiedlichen Materialien hergestellt werden, um das gewünschte Maß an Licht, Sicht und Beschattung zu erreichen.

Dämmung der obersten Geschossdecke

Dämmungsmaßnahmen können den gesamten Wärmebedarf erheblich reduzieren und somit zur Verlangsamung des Klimawandels beitragen. Dämmmaßnahmen können an den Wänden, an der Kellerdecke, am Dach und an der obersten Geschossdecke durchgeführt werden. Es kommt sehr auf das

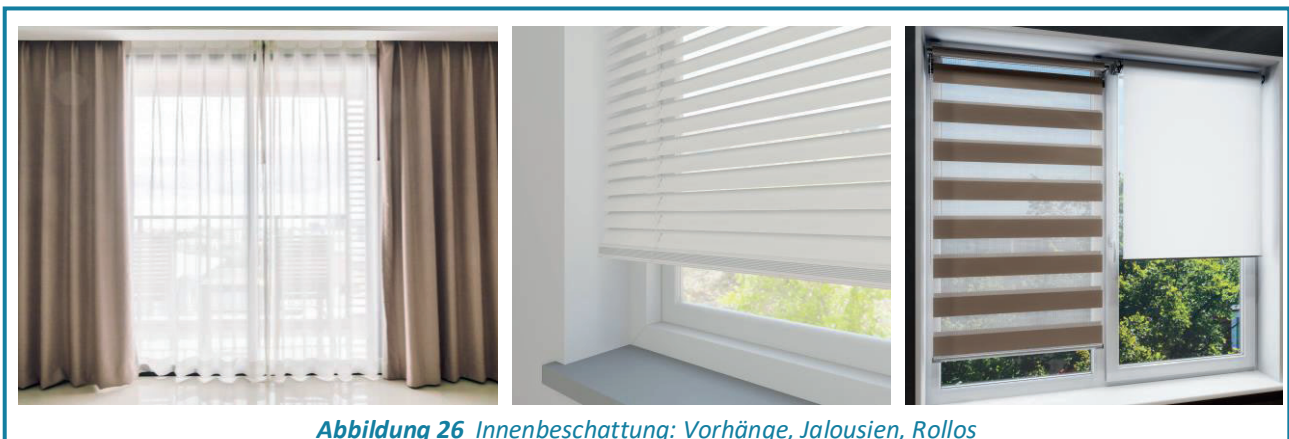


Abbildung 26 Innenbeschattung: Vorhänge, Jalousien, Rollos

Gebäude an, welche Maßnahmen sinnvoll sind. Einfamilienhäuser haben jedoch sehr oft einen unbeheizten Dachboden. In diesen Fällen geht viel Wärme verloren, wenn die oberste Decke nicht gut isoliert ist. Deshalb ist die Isolierung dieser obersten Decke eine sehr gute Maßnahme, da sie normalerweise relativ leicht, mit relativ geringen Kosten und mit hoher Energieeinsparung umgesetzt werden kann. Die Maßnahme zahlt sich in der Regel in kurzer Zeit aus.

Die Wärmedämmung der obersten Decke kann auch als kollektive Aktion organisiert werden, bei der das Material zusammen gekauft werden kann. Es ist natürlich vorteilhaft, wenn das Isoliermaterial aus nachwachsenden Rohstoffen besteht. Aufgrund von Haftungsfragen und unterschiedlichen Präferenzen der Endverbraucher sollte die Umsetzung der Maßnahme von den Endverbrauchern selbst organisiert werden, z.B. unter Beratung von Fachleuten oder durch Selbsthilfegruppen. Unter mitteleuropäischen Bedingungen könnte die Isolierung der obersten Decke als Sammelmaßnahme für ein Standardhaus je nach Gebäudegröße etwa 2.000 / 3.000 Euro kosten. Es zahlt sich normalerweise in weniger als zehn Jahren aus.

4.7. Infrarotheizungen

Infrarot-Flächenheizelemente bestehen grundsätzlich aus einem Heizleiter, der elektrische Energie in Infrarotstrahlung umwandelt. Dabei werden die Infrarot-Paneele auf zwischen 80 und 100° C erhitzt. Erst diese hohen Temperaturen ermöglichen es einer Infrarotheizung, den größten Teil ihrer Wärme in Form von Strahlungswärme, aber auch in geringerem Maße durch Konvektion, an den Raum abzugeben.

Komfort

Infrarot-Strahlung wird als angenehmer empfunden als Konvektions-Wärme. Aber auch Fußboden- und Wandheizungen sowie Kachelöfen weisen ähnliche Strahlungseigenschaften auf. Unsachgemäße Installation kann jedoch auch zu Unbehaglichkeit führen, vor allem wenn der Temperaturunterschied zwischen Paneel und Raumluft zu groß ist.

Wirtschaftliche Aspekte

Auch wenn behauptet wird, dass Infrarotheizungen weniger Energie verbrauchen als andere Elektro-Direktheizungen (was zu bezweifeln ist), sind sie trotz der geringen Investition aufgrund der sehr hohen Betriebskosten eine kostspielige Option in Bezug auf die Gesamtkosten. In Zukunft, wenn zeitabhängige Tarife an Bedeutung gewinnen, könnte der Strompreis in Zeiten, in denen Infrarotheizungen am meisten Energie verbrauchen, sogar steigen (Winter, tagsüber). Andererseits weist die Infrarotheizung geringe Installationskosten auf: etwa 100 € pro m² sind realistisch. Der Warmwasserbedarf muss aber in jedem Fall durch ein anderes System gedeckt werden, was weitere Kosten verursacht.

Umweltaspekte

Aus ökologischer Sicht ist es problematisch, dass besonders im Winter der Strommix von fossilen Brennstoffen dominiert wird. Auch eine lokale PV-Erzeugung ist nicht hilfreich, da sie den Großteil der Energie erzeugt, wenn die Infrarotheizung nicht benötigt wird.

Einsatzgebiete

Wenn überhaupt, können Infrarotheizungen in Passivhäusern installiert werden, in denen der Energiebedarf extrem niedrig ist und ein System mit hohen Installationskosten nicht in Frage kommt. Es könnte sinnvoll sein, eine Infrarotheizung als Zusatzheizung dort zu installieren, wo Wärme nur sehr lokal und in einem

begrenzten Zeitrahmen benötigt wird (z.B. Wochenendhaus etc.). Infrarot-Heizpaneele können ein guter Ersatz für alte Elektroheizungen als Nachtspeicherheizungen sein, wenn keine Zentralheizung vorhanden ist.

Systemauswahl und Installation

Bei Infrarotheizungen gibt es große Unterschiede in Preis und Qualität. Es sollte ein hoher Strahlungsanteil sichergestellt werden, der von den Materialien abhängt. Daher sollte die Auswahl des Produktes mit Sorgfalt erfolgen, wenn ein solches Heizgerät in Betracht gezogen wird. Die Vorderseite sollte gute Emissionseigenschaften aufweisen (pulverbeschichteter Stahl oder Keramik) und die Rückseite sollte isoliert sein. Qualitativ hochwertige Produkte haben eine Mindestgarantie von 5 Jahren.

Eine Dimensionierung pro Raum ist ebenso notwendig wie eine sorgfältige Planung der Positionierung des Heizgerätes. Es kann sinnvoll sein, Produkte zu installieren, die ferngesteuert und zeit- oder temperaturprogrammiert werden können.

Als elektrisches Heizgerät werden sie, je nach Standort, aufgrund gesetzlicher Maßnahmen als Hauptheizsystem oft nicht anerkannt.

4.8. Demand response-Maßnahmen

Demand-Response ist ein Konzept, das aus dem Strommarkt stammt. Demand-Response ist die absichtliche Änderung des normalen Verbrauchsverhaltens von Endkunden als Reaktion auf Anreize, oft auf Preissignale. Sie soll die Stabilität der Netze fördern sowie zur Reduzierung von Lastspitzen beitragen, die hohe Investitionen in die Netzinfrastruktur und in die Produktionskapazitäten verursachen können. Es soll den Stromverbrauch in Zeiten hoher Strompreise oder wenn die Systemzuverlässigkeit gefährdet ist, senken. Die Nutzung von automatisierten Lösungen, die von Dienstleistern angeboten werden, ohne die Produktionsprozesse oder den Komfort in den Haushalten zu beeinträchtigen, macht solche Dienste verbraucherfreundlich. Wenn der Strompreis zeitabhängig gemacht wird, können vor allem industrielle Verbraucher profitieren, da viele von ihnen erhebliche Verbrauchslasten in die Randzeiten verlagern können. Aber auch für Haushalte kann dies eine interessante Option sein.

Demand-response Maßnahmen im Wärmesektor sind z.B. Smart-Grid-Ready-Wärmepumpen und Klimageräte, die mit einem entsprechend dimensionierten Wärmespeicher ausgestattet sind, um flexibel auf Preissignale zu reagieren. In neueren oder umfassend sanierten Gebäuden mit Bauteilaktivierung (Wasserleitungen befinden sich z.B. in Betonbauteilen, wie Wänden oder Decken) können Speichermassen aktiv genutzt werden um Heiz-, Kühl- oder Stromlasten erheblich zu reduzieren.

Auch Maßnahmen im Zusammenhang mit Photovoltaik-Anlagen können zu einer Lastverschiebung beitragen, die die Stromnetzstabilität erleichtert, z.B. wenn sie mit einem Heizstab in einem Warmwasserkessel oder mit einer Wärmepumpe mit Wärmespeicher verbunden sind. Das kann die Belastung der Stromnetze in Zeiten mit hoher PV-Stromproduktion, aber geringem Gesamtverbrauch, senken. Solche Systeme sind nur in der Sommerzeit wirksam, da die PV-Stromproduktion im Winter wesentlich geringer ist und der Gesamtstromverbrauch eher höher ist.

In Wärmenetzen entstehen Spitzenlasten z.B. in den Morgen- oder Abendstunden wenn Haushalte gleichzeitig Warmwasser zum Duschen verbrauchen. Die meisten Wärmenetze verfügen über einen Spitzenlastkessel, der nur wenige Stunden im Jahr arbeitet, aber hohe Kosten verursacht und in der Regel fossile Brennstoffe nutzt. Daher können auch in Wärmenetzen Demand-Response-Konzepte sinnvoll sein.

Die Abschaltzeit der nächtlichen Heizungsreduzierung kann z.B. so angepasst werden, dass in den Morgenstunden eine geringere Spitzenlast entsteht.

Überschüssige elektrische Energie aus Solar- oder Windenergie kann genutzt werden, um Pufferspeicher in Wärmenetzen oder Einzelanlagen durch Heizstäbe oder Wärmepumpen aufzuladen. Mittels großer Wärmespeicher können in KWK Anlagen Strom- und Wärmelieferung entkoppelt werden.

Generell lässt sich sagen, dass Demand-Response Maßnahmen folgende positive Auswirkungen haben können:

- Erleichterte Einbindung großer Anteile fluktuierender dezentraler erneuerbarer Energien
- Reduzierung des Bedarfs an Netzausbau oder -verstärkung
- Verringerung von zentralen Speicherkapazitäten und Abdeckung von Spitzenlasten durch fossile Brennstoffe.