

Planungshilfe Wärmepumpen

Bestimmung des Gesamtwärmebedarfs

Zur Dimensionierung der Wärmepumpenleistung ist es wichtig, zunächst den Gesamtwärmebedarf des Gebäudes zu ermitteln. Die Berechnung des Gesamtwärmebedarfs muss nach der DIN EN 12831-1 für den Heizwärmebedarf des Gebäudes und der DIN 4708 für den Brauchwasserwärmebedarf errechnet werden. Für die Angebotserstellung ist es ausreichend, den Wärmebedarf überschlägig zu ermitteln. Der **spezifische Wärmebedarf pro m² Wohnfläche** richtet sich dabei nach der Bauweise des Gebäudes:

| | |
|---|-------------------------|
| Passivhaus | 0,015 kW/m ² |
| Neubau nach EnEV: | 0,04 kW/m ² |
| Neubau mit Standardwärmedämmung: | 0,06 kW/m ² |
| Sanierter Altbau mit oder Neubau ohne Wärmedämmung: | 0,08 kW/m ² |
| Altbau ohne Wärmedämmung: | 0,12 kW/m ² |

Faustformel zur überschlägigen Ermittlung des Gebäudewärmebedarfs

Wohnfläche [m²] × spezifischer Wärmebedarf [kW/m²] = Gebäudewärmebedarf (Heizlast) [kW]

Beispiel:

Sanierter Altbau mit Wärmedämmung mit ca. 120 m² Wohnfläche × spezifischer Wärmebedarf 0,08 kW/m² =

120 m² × 0,08 kW/m² = 9,6 kW (Gebäudewärmebedarf bei -10 °C).

Energiebedarf zur Brauchwassererwärmung

Über einen Tag betrachtet ist die benötigte Energie für die Brauchwassererwärmung nur sehr gering. Da in der Regel das warme Wasser z.B. beim Baden innerhalb kurzer Zeit gezapft wird, muss hier jedoch häufig auch schnell wieder nachgeheizt werden. Daher richtet sich die hierfür benötigte Leistung nach diesen Kriterien und ist zusätzlich einzuplanen. Für eine Badewanne mit ca. 150 Litern beträgt der Energieaufwand ca. 6 kWh, für einen Duschvorgang mit 50 Litern ca. 2 kWh.

Als Faustregel sollte man eine zusätzliche Heizleistung von etwa 0,25 kW pro Person vorsehen.

Vorlauftemperatur des Wärmepumpen-Heizungssystems

Je niedriger die Vorlauftemperatur ist, desto höher ist die Leistungszahl einer Wärmepumpe und umso wirtschaftlicher ist die Heizung. Wärmepumpen arbeiten daher am effizientesten mit Flächenheizungen wie z. B. Fußboden- oder Wandheizungen. In Altbauten oder vorhandenen Gebäuden mit Radiatorheizungssystem, in denen meist höhere Vorlauftemperaturen benötigt werden, sollte versucht werden, durch Sanierungsmaßnahmen, wie z. B. der Vergrößerung der Heizflächen und/oder Ersatz der manuellen Thermostate durch elektronische Thermostate oder alternativ durch Anbringen einer gezielten Wärmedämmung an (ausgewählten) Gebäudefassaden oder Geschoß-/Dachflächen, die erforderliche Vorlauftemperatur zu senken. Erst dann ist eine Größenbestimmung der Wärmepumpe sinnvoll.

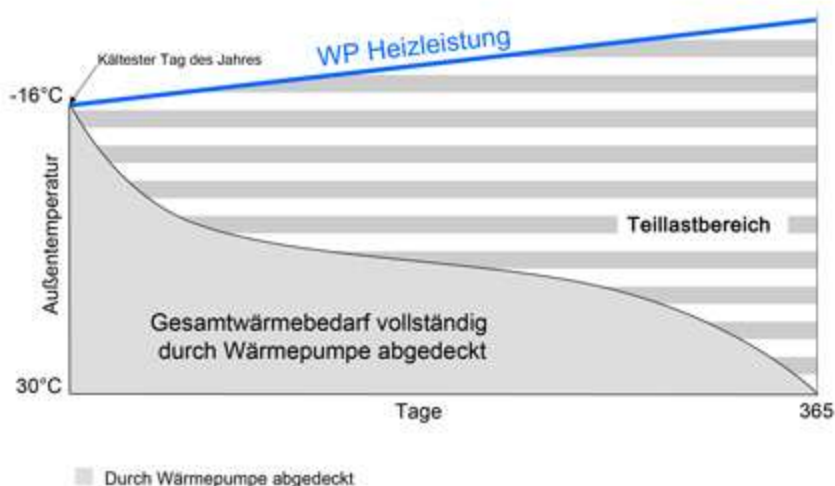
Betriebsart der Wärmepumpe

Um einen unwirtschaftlichen Betrieb zu vermeiden, sollte die Vorlauftemperatur der Heizkörper (und damit der Wärmepumpe) unter 55°C begrenzt werden. Wenn eine Vergrößerung der Heizflächen oder Außendämmung der Fassade oder des Dachs nicht in Frage kommt und höhere Temperaturen im Heizungssystem benötigt werden, ist eine „bivalente“ Betriebsart erforderlich. In den meisten Wärmepumpen ist dafür ein Elektroheizstab (meist 8-9kW) als Zusatzheizung vorgesehen, welcher die noch zusätzlich benötigte Heizleistung (z.B. an Tagen mit niedrigen Außentemperaturen) abdeckt.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, in Zeiten erhöhten Energiebedarfs, den Wärmebedarf teilweise oder komplett durch einen Spitzenlastkessel abzudecken. Damit sind drei verschiedene, nachfolgend beschriebene Betriebsarten möglich:

1. Monovalenter Betrieb

Der Monovalente Betrieb ist dann möglich, wenn die Leistung der Wärmepumpe auch am kältesten Tag im Jahr den Gesamtwärmebedarf vollständig abdecken kann. Dies ist in der Regel nur in Neubauten nach EnEV mit einem sehr geringen spezifischen Wärmebedarf möglich oder wenn eine Hochtemperatur-Wärmepumpe eingesetzt wird. In zweiten Fall sind der Wirkungsgrad und damit die Heizkosten der Wärmepumpe bei Temperaturen unter 0°C meist nicht niedriger als bei einer fossilen Öl-/Gasheizung und Heizkostenvorteile aus dem Sommer bzw. der Übergangszeit mit höherem Wirkungsgrad werden dann u.U. im Winter wieder aufgebraucht. Am Ende ist Jahresarbeitszahl (JAZ) entscheidend, die sowohl Gewinne aus warmen als auch Verluste aus kalten Jahreszeiten berücksichtigt und eine aussagekräftige Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe darstellt.



2. Bivalent-paralleler oder teilparalleler Betrieb

Wenn die Wärmepumpe den Wärmebedarf zu ca. 90 - 95 % der jährlichen Heizarbeit abdecken kann ist es meist ausreichend, den restlichen Bedarf ab dem Bivalenzpunkt (Umschaltzeitpunkt meist zwischen -2°C und +2°C) durch eine (integrierte) Elektrozusatzheizung nachzuheizen. In diesem Fall spricht man von einer monoenergetischen Betriebsart.

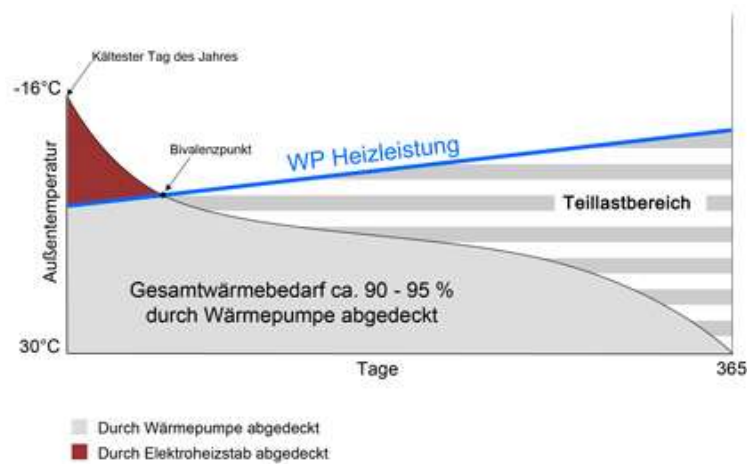
Mindestgröße der Wärmepumpe, um 65% erneuerbare Energien nachzuweisen:

Wenn die Wärmepumpe den Wärmebedarf (nur) zu ca. 65 % der jährlichen Heizarbeit abdecken kann/soll, kann sie (teil-)parallel mit einem zweiten Wärmeerzeuger betrieben werden. In dem Fall muss die **Wärmepumpenleistung nur 30% der Gebäudeheizlast / der Leistung des Spitzenlastkessels** betragen.

Wichtiger Hinweis: Die Zusammenfassung wurde nach bestem Wissen erstellt. Das Bürgernetzwerk übernimmt keine Haftung für den Inhalt oder die Richtigkeit der darin getroffenen Aussagen.

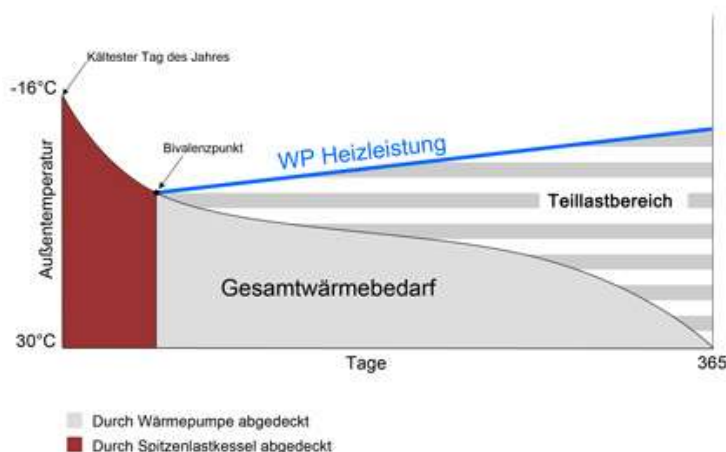
Hier ist in der Regel die Wärmepumpe bei geringerem Wärmebedarf (z.B. März – Oktober) die Haupt-Wärmequelle. Ab dem Zuschaltzeitpunkt wird der Bedarf dann gleichzeitig durch Wärmepumpe und Spitzenlastkessel abgedeckt. Komplette, bivalente Heizungssysteme sind zwar in der Anschaffung etwas teurer, da jedoch der Betrieb der Wärmepumpe kostengünstiger ist als ein Öl-/Gaskessel, zahlt sich die Anschaffung des Spitzenlastkessels in der Regel nach einigen Jahren aus.

Ein bivalentes Wärmepumpensystem wird daher häufig auch in bestehenden Gebäuden eingesetzt, in denen bereits eine (noch voll funktionsfähige (Brennwert-)Heizungsanlage vorhanden ist und eine kleinere Wärmepumpe den Energieverbrauch optimieren kann. Dann können Investitionskosten gespart werden, da die Wärmepumpe gem. GEG kleiner ausfallen kann/darf (s.u.).



3. Bivalent-alternativer Betrieb

Im bivalent-alternativen Betrieb arbeitet bei geringerem Wärmebedarf nur die Wärmepumpe. Ab dem Bivalenzpunkt wird dann der Wärmebedarf durch die zweite Wärmequelle gedeckt. Hier kann z. B. eine Öl-/Gas-/Holzheizung eingesetzt werden (oder ist bereits vorhanden), die in Zeiten mit sehr hohem Wärme- und Temperaturbedarf die Heizung vollständig versorgt. Die Wärmepumpe wird an den kalten Tagen abgestellt. Der Vorteil bei bivalent-alternativem Heizbetrieb der Wärmepumpe ist, die Wärmepumpe eine geringere Anzahl von Startvorgängen hat und dadurch geringerem Verschleiß unterliegt. Wie beim bivalent-parallel Betrieb muss die Wärmepumpe gem. GEG den Gesamt-Wärmebedarf des Gebäudes (nur) zu ca. 65 % der jährlichen Heizarbeit abdecken. In dem Fall muss die Wärmepumpenleistung nur 40% der Gebäudeheizlast / der Leistung des Spitzenlastkessels betragen.



Bestimmung der Heizleistung einer Wärmepumpe

Die Heizlast für deine Wärmepumpe bestimmst du nach dieser einfachen Formel:

HEIZLAST = Wohnfläche * Wärmebedarf

HEIZLEISTUNG = Heizlast + Warmwasserbedarf

(HEIZLEISTUNG = (Wohnfläche in m^2 * Wärmebedarf in kW/m^2) + Warmwasserbedarf in kW ;
der Warmwasserbedarf ist dabei mit durchschnittlich $0,25 kW/Person$ veranschlagt)

Ein Beispiel zur Bestimmung:

Du bewohnst einen renovierten Altbau mit Standardwärmedämmung gem. EnEV 2002. Der Wärmebedarf beträgt dabei durchschnittlich $0,08 kW/m^2$. Das 4-Personenhaus hat $120 m^2$ Wohnfläche.

Heizleistung = $(120 m^2 \times 0,08 kW/m^2) + (4 \text{ Personen} \times 0,25 kW/Person) = 9,6 kW + 1,0 kW = 10,6 kW$

Der Stromverbrauch selbst ergibt sich jedoch nicht direkt aus der Heizleistung. Wir betrachten hier das, was deine Heizung leisten kann; also die erzeugte Wärme oder Heizleistung – und nicht den Stromverbrauch. Denn der hängt nicht nur von der Leistung ab, sondern auch von der Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe.

Dieser **JAZ-Wert** leitet sich von der theoretischen Leistungszahl (COP) ab und gibt an, wie effektiv die Heizung im realen Betrieb Strom in Wärme umwandelt. Wo eine Gasheizung hier etwa (abzügl. 7% Abgasverluste) $1:0,93$, arbeitet, können Wärmepumpen $1:3,5$ (aus $1 kWh$ Strom werden bis zu $3,5 kWh$ Wärme) erzeugen. Luft-Wasser-Wärmepumpen kommen in etwa auf eine JAZ von $2,5$ bis $4,5$, eine Erdwärmepumpe von $3,5-5,5$.

Um aus der Heizleistung einer Wärmepumpe den Stromverbrauch zu erhalten, muss diese durch die Jahresarbeitszahl geteilt und mit den üblichen Heizstunden im Jahr multipliziert werden:

STROMVERBRAUCH = Heizleistung / JAZ * Heizstunden

Für unsere Beispielrechnung nehmen wir den deutschen Durchschnittsfall von etwa 2000 Heizstunden an, kombiniert mit einer mittleren JAZ von $3,5$ und der bereits errechneten Wärmepumpen-Leistung von $10,6 kW$.

Stromverbrauch = $10,6 kW / 3,5 * 2.000 h = 6.057 kWh$

Wärmeverbrauch = $6.057 kWh \times 3,5 = 21.200 kWh$

Für die eigentliche Dimensionierung der Wärmepumpe ist der jährliche Verbrauch zwar unwesentlich – umso interessanter aber für den Geldbeutel.

Bei einem erforderlichen Erdgasverbrauch von $22.800 kWh / Jahr$ wären die Heizkosten bei aktuellen Energiepreisen (01/2025) von $10ct/kWh$ Erdgas bei ca. $2280€ / Jahr$.

Bei einem Stromverbrauch von $6057 kWh / Jahr$ wären die Heizkosten bei aktuellen Energiepreisen (01/2025) von $30ct/kWh$ Strom bei ca. $1.817€ / Jahr$ – sie sind also $20%$ geringer als bei der Erdgasheizung.

Verfeinerung der Berechnung durch Einbeziehung des Bivalenzpunkts

Mit der bisherigen Berechnung haben wir Wärmeverluste, ungefähre Heizleistung und Warmwasser berücksichtigt. Beim Klima und den Heizgewohnheiten sind wir von Durchschnittswerten ausgegangen. Es gibt einen weiteren wichtigen Faktor, der mit der Art des Wärmepumpenbetriebs zusammenhängt:

Der BIVALENZBETRIEB

Da Wärmepumpen den Großteil ihrer Energie aus der Umwelt gewinnen, werden sie bei niedrigen Außentemperaturen ineffizienter, da sie dann u.U. ihre maximal erforderliche Heizleistung nicht mehr erreichen können oder eine zu hohe Verdichterenergie benötigen, um hohe Vorlauftemperaturen zu erreichen.

Wichtiger Hinweis: Die Zusammenfassung wurde nach bestem Wissen erstellt. Das Bürgernetzwerk übernimmt keine Haftung für den Inhalt oder die Richtigkeit der darin getroffenen Aussagen.

Dann macht es Sinn, das System zu unterstützen.

Z. B. mit einem zusätzlichen Spitzenlastkessel (bei Hybridheizungen) oder einem einfachen 8-9kW-Heizstab (der ist in modernen Luft-Wasser-Wärmepumpen bereits integriert). Solche sogenannten bivalenten Heizungen mindern die benötigte maximale Leistung der eigentlichen Wärmepumpe. Denn dank der zweiten Wärmequelle muss die Wärmepumpe nicht mehr auf die maximale Vorlauftemperatur aufheizen und damit der damit verbundene Strombedarf ist dann geringer.

Der Bivalenz-Faktor verringert demnach die maximale benötigte Heizleistung einer Wärmepumpe – sie wird kleiner und damit günstiger. Er beruht auf drei Größen, die sich auf die Außentemperatur beziehen:

a. Norm-Auslegungs-Temperatur:

Die tiefste am Wohnort an zwei aufeinanderfolgenden Tagen erreichte Außentemperatur des Jahres. Von diesem Punkt aus muss deine Wärmepumpe das Haus bis zur gewünschten Innentemperatur heizen können. Diese Temperatur ist für jeden Ort in Deutschland normiert festgelegt.

b. Heizgrenztemperatur:

Ist die Außentemperatur, bei der deine Wärmepumpe auf jeden Fall anspringen muss, um die gewünschte Innentemperatur zu erreichen. Ist es draußen wärmer, reichen die passiven Wärmequellen im Haus meist schon aus.

Als Orientierung für die Heizgrenztemperatur kann die nachfolgende Tabelle genutzt werden:

| Gebäudetyp | Heizgrenze |
|--------------------|------------|
| vor 1977 | 15–17°C |
| 1977–1995 | 14–16°C |
| EnEV 2002 | 12–15°C |
| Niedrigenergiehaus | 11,5–14°C |
| 3-Liter-Haus | 10,5–12°C |
| Passivhaus | 9,5–11°C |

In unseren Fall eines nach EnEV 2002 gedämmten, renovierten Altbaus haben wir 15°C gewählt.

c. Bivalenztemperatur:

Die Außentemperatur, bei der ein weiteres Heizsystem (meist Heizstab) zugeschaltet wird, um deine Wärmepumpe zu unterstützen. Dies ist besonders bei einer Luftwärmepumpe der Fall, die ab unter -5 °C nicht mehr effektiv arbeiten würde.

Mit oben genannten Größen ist die Formel für den Bivalenzfaktor = (Heizgrenztemperatur – Bivalenztemperatur) / Heizgrenztemperatur – Norm-Auslegungs-Temperatur)

Die mittlere Norm-Auslegungs-Temperatur liegt in Deutschland bei –10 °C, die Heizgrenztemperatur bei etwa 18 °C. Und moderne Luft-Wasser-Wärmepumpen arbeiten bis zu –5°C recht effektiv. Das wäre dann also die Bivalenztemperatur.

$$\text{Bivalenz-Faktor} = (15^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C})) / (15^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) = 20 / 25 = 0,8$$

Mit diesem Faktor wird die zuvor eingeschätzte Leistung der Wärmepumpe verfeinert.

$$\text{KORRIGIERTE HEIZLEISTUNG} = \text{Heizleistung} \times \text{Bivalenzfaktor} = 10,6 \text{ kW} \times 0,8 = 8,48 \text{ kW}$$

Die erforderliche Wärmepumpenleistung für das betrachtete EFH sollte demnach 8kW betragen. In dem Fall wäre die Bivalenztemperatur bei -4°C und der Bivalenzfaktor beträgt 0,76.

1. Einbau einer effizienten Luft-Wasser-Wärmepumpe



Luft-Wasser-Wärmepumpen sind hinsichtlich ihres Preis-Leistungsverhältnisses besonders geeignet, um durch geringe Investitionskosten und geringen Installationsaufwand eine wirtschaftliche Heizung zu garantieren. Rechnet man die Abgasverluste mit 7% heraus, die bei einer Wärmepumpe nicht entstehen und legt man eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,5 zugrunde, kann der Strompreis bis zum 3,75-fachen höher ausfallen als der Erdgas- oder Heizölpreis. Beispiel: bei einem Erdgaspreis von 10ct kann der Strompreis 37,5ct/kWh betragen, bis zu dem die Betriebskosten einer Wärmepumpe gleich oder günstiger sind, als bei bisherigen Heizkesseln.

Effiziente Wärmepumpen erreichen in einem normal gedämmten EFH bei Vorlauftemperaturen von unter 50°C eine JAZ von 3,5 bis 4,5. Als einfache, kostengünstige Maßnahme zur Erzielung einer hohen JAZ (bzw. Senkung der Vorlauftemperatur) muss in jedem Fall eine detaillierte Heizlastberechnung für jeden einzelnen Raum durchgeführt und – (nur) dort wo sinnvoll - einzelne Heizkörper ausgetauscht und übliche, manuelle Thermostate durch elektronische Thermostate ersetzt werden.

2. Einbau einer richtig dimensionierten thermischen Solaranlage zur Reduzierung des benötigten Wärmepumpenstroms und der Wärmepumpengröße



Thermische, wassergeführte Solaranlagen zur Erwärmung des Warmwassers bzw. Vor-Erwärmung des Heizwassers können die Effizienz der Wärmepumpe weiter steigern. Gerade im Sommer können Wärmepumpen dann vollständig ausgestellt werden und durch die dadurch geringere Anzahl der An- und Abfahrvorgänge reduziert sich der Verschleiß und erhöht sich die Lebensdauer der Wärmepumpe. Allerdings ist diese Option mit weiteren Rohrleitungs- und Speicherinvestitionen verbunden, die eine höhere Investition erfordern. Eine bestehende Solarthermieanlage sollte daher so lange wie möglich weiter genutzt werden. Danach ist eine vorherige Wirtschaftlichkeitsberechnung (insbesondere, falls eine PV-Anlage angeschafft werden soll) angebracht, da beide Anlagen konkurrierend arbeiten.

Einfluss auf die Größe der Wärmepumpe:

Falls die thermische Solaranlage 7% (bei MFH 6%) der beheizten Gebäude-Nutzfläche beträgt, müssen gemäß GEG nur noch 60% (anstatt 65%) erneuerbarer Energien nachgewiesen werden. Beispiel: Bei einer Nutzfläche von 120m² muss die Fläche der thermischen Solaranlage 8,4m² betragen. Bei Vakuumröhren kann die Soll-Fläche nochmals um 20% (auf 6,7m²) reduziert werden.

3. Einbau einer Photovoltaikanlage zur (teilweise) Eigenerzeugung des Strombedarfs



Sowohl im gesamten Sommer (Mai-August) als auch in den Übergangszeiten (z.B. von März-April und September-Oktober) kann fast der gesamte Wärmepumpenstrombedarf mit einer PV-Anlage mittlerer Größe (8-10kWp) abgedeckt werden. Dadurch können die Heizkosten (je nach erforderlicher Heizlast des Gebäudes) nochmals um weitere 15-25% gesenkt werden, was die Effizienz und Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe – gerade im Bestandsbau - weiter erhöht.

Bei Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wird der verbleibende Energiebedarf an elektrischem Strom voraussichtlich einer deutlich geringeren Preissteigerung unterliegen als eine vergleichbare Menge an Kilowattstunden aus Öl oder Gas.

Das liegt zum einen

1. an den günstigeren Preisen bei immer mehr erneuerbar erzeugtem Strom und zum anderen an den zwangsläufigen CO₂-Preissteigerungen, die die Preise für fossiles Öl und Gas immer weiter verteuern werden.
2. Wärmepumpenstromtarife, die i.d.R. 5-6ct günstiger sind als der Normalstromtarif für Haushaltsstrom.
3. Auch Überschussstrom von PV-Anlagen kann (tagsüber) dazu genutzt werden, um Stromverbraucher (am besten mittels intelligentem Smartmeter) flexibel in diesen Zeiten zu betreiben (z.B. Geschirrspüler, Waschmaschine, Wäschetrockner, Aufladen von E-Auto, Batteriespeicher, aber auch Betrieb von Sauna, Solarium, Schwimmbad-/Teichpumpe, etc.).
4. Durch innovative, flexible, zeitvariable und dynamische Stromtarife können die Stromkosten in Zeiten, in denen die Stromnachfrage niedrig und/oder die Erzeugung von erneuerbarem Strom (z.B. durch Windenergie) hoch ist, zusätzlich gesenkt werden. Vor allem in Zeiten, in denen PV-Anlagen keinen Überschussstrom erzeugen (z.B. nachts oder bei ungünstigen Wetterverhältnissen (Nebel, Regen, starke Bewölkung oder im Winter mit wenigen Sonnenstunden).
5. Regenerativ erzeugtes Biogas und Bioheizöl ist in der Menge begrenzt und daher teurer als bisheriges fossiles Erdgas und Heizöl. Gleichzeitig steigen aber ab 2019 die vom GEG vorgeschriebenen regenerativen Anteile, die bei einem herkömmlich betriebenen Heizkessel berücksichtigt werden müssen.