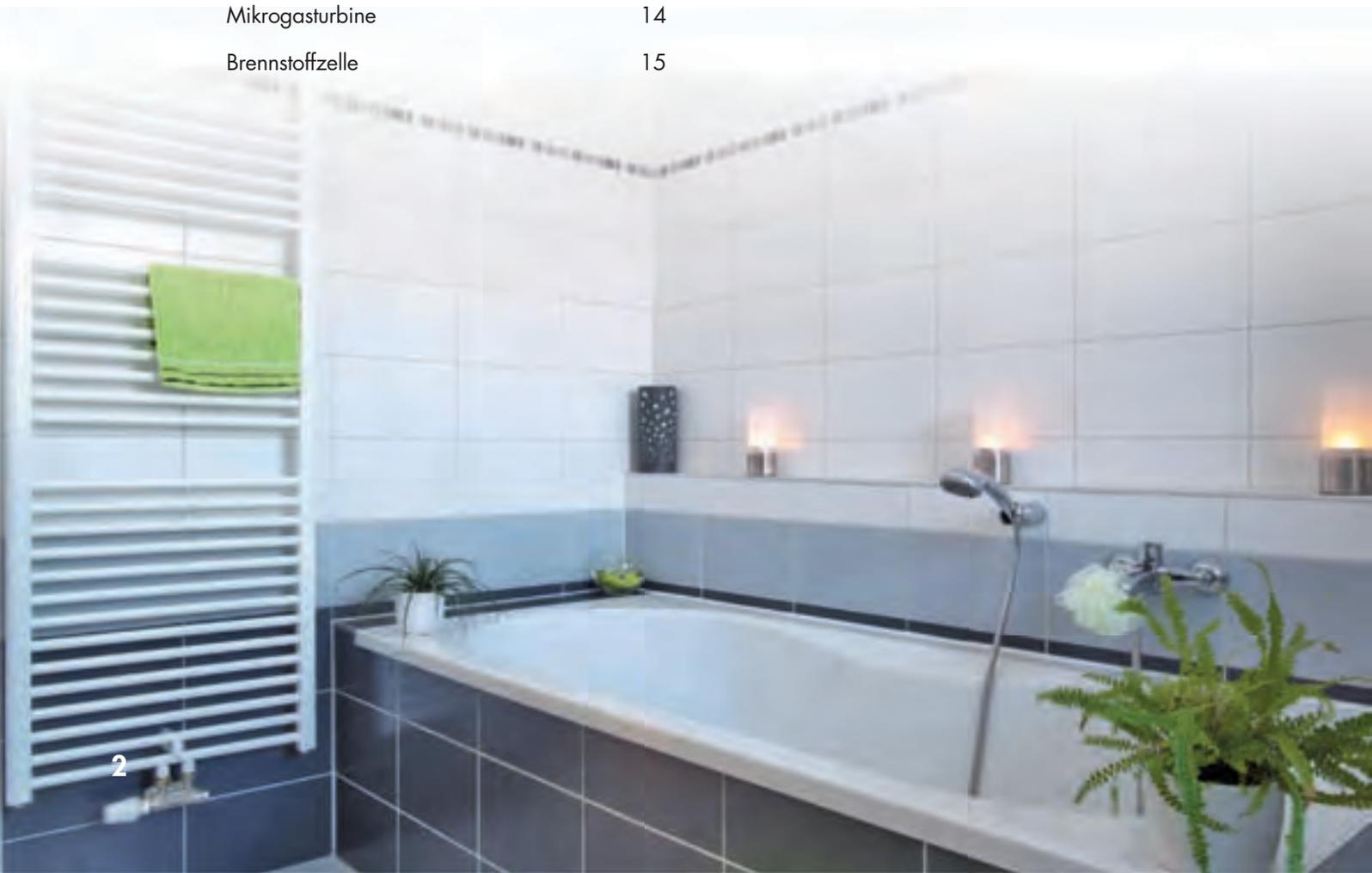




Die Strom erzeugende Heizung

Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz

| | | | | | |
|----------|---|-----------|----------|--|-----------|
| 1 | Dezentrale Energieversorgung ist effizient | 3 | 4 | Geräteangebot | 16 |
| 2 | Strom erzeugende Heizung – was ist das? | 5 | 5 | Einsatz der Strom erzeugenden Heizung | 17 |
| | Effizient und umweltschonend: Kraft-Wärme-Kopplung | 6 | | Anforderungen an die Bedarfsseite | 17 |
| | Wärme- und Stromerzeugung im Haus | 7 | | Anforderungen an die Erzeugerseite | 18 |
| | Einfachere Einhaltung der EnEV-Anforderungen | 8 | | Wirtschaftliche Anforderungen | 19 |
| | Neue Optionen für das Contracting | 9 | | Optionen für die Betriebsweise | 20 |
| | | | | Änderungen der Lastgeschwindigkeit | 21 |
| | | | | Einbindung / Installation | 22 |
| 3 | So arbeitet die Strom erzeugende Heizung | 10 | 6 | Weitere Informationen | 22 |
| | Ottomotor | 11 | | | |
| | Stirlingmotor | 12 | | | |
| | Dampfexpansionsmaschine | 13 | | | |
| | Mikrogasturbine | 14 | | | |
| | Brennstoffzelle | 15 | | | |



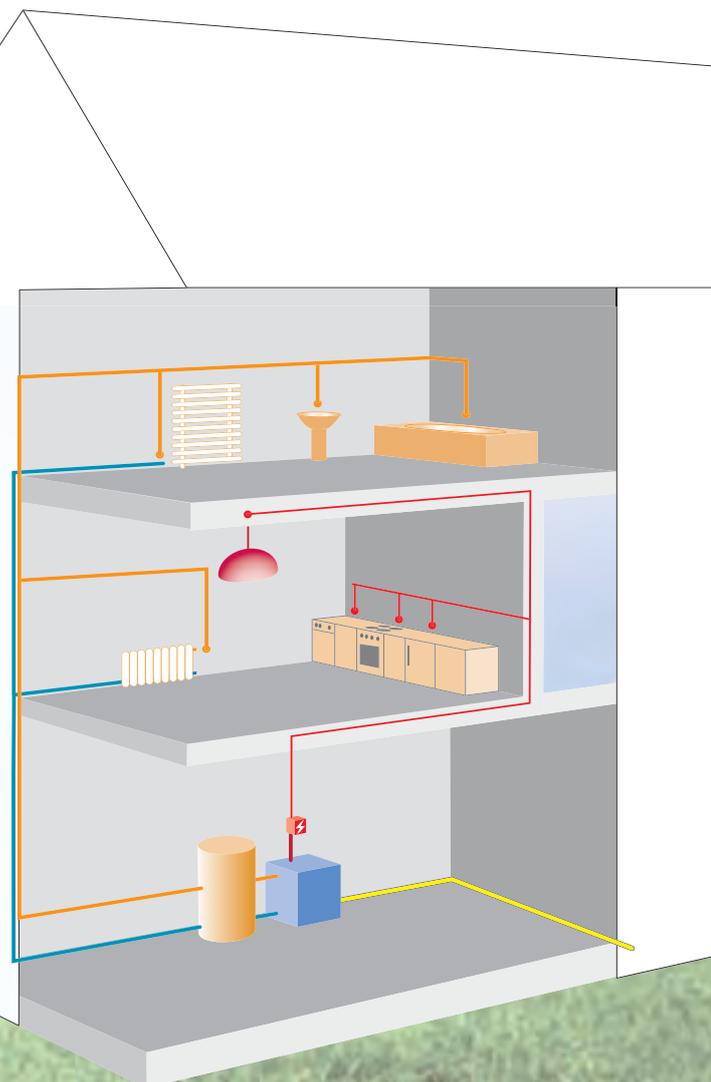
Dezentrale Energieversorgung ist effizient

Der Beschluss der Bundesregierung, die Kernkraftwerke bis 2022 vollständig abzuschalten, bedeutet eine Wende in der Energiepolitik. Nachdem auch die Stromerzeugung in Kohlekraftwerken aufgrund hoher Emissionen reduziert werden soll, muss die bisherige Energieversorgung aus zentralen durch dezentrale Kraftwerke ergänzt werden. Darüber hinaus gehört die Zukunft auch neuen Modellen der Energieerzeugung und -versorgung.

Das Gebot der Stunde heißt Umbau auf dezentrale Energieversorgung mit kleineren, leichter und schneller zu regelnden Einheiten. Eine Schlüsseltechnologie hierfür ist die Kraft-Wärme-Kopplung. Bei der zentralen Stromerzeugung in Großkraftwerken ohne weitere Nutzung der entstehenden Abwärme und beim Stromtransport gehen bis zu zwei Drittel der eingesetzten Ausgangsenergie verloren. Eine wesentlich bessere Nutzung der eingesetzten Primärenergie lässt sich erreichen, wenn Wärme und Strom direkt dort erzeugt werden, wo diese auch benötigt werden. Dabei ist das Hauptaugenmerk auf die Nutzung der bei der Stromproduktion entstehenden Abwärme zu richten.

Um die Verbreitung der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung erheblich zu steigern, fordert die Europäische Union Anstrengungen ihrer Mitgliedsländer. Dies ist unerlässlich, um eines der Hauptziele der EU-Klimaschutz-Strategie zu erreichen: eine effiziente Energienutzung, die bis 2020 zu einer Energieeinsparung von 20 % führen soll. In größeren Einheiten ist die Kraft-Wärme-Kopplung längst etabliert. Beispiele hierfür sind Heizkraftwerke zur Fernwärmeversorgung, Krankenhäuser oder Hotels. Mit neu entwickelten Geräten der Kategorie „Strom erzeugende Heizung“ hält die Kraft-Wärme-Kopplung nun auch Einzug in Ein- und Zweifamilienhäuser. Angebot und Vielfalt dieser Geräte wachsen ständig und neben einigen Technologieunternehmen beginnen jetzt auch namhafte Hersteller der Heizungsbranche den Markteintritt in dieses zukunftsreiche Segment.

Strom erzeugende Heizungen eröffnen völlig neue Möglichkeiten: Mit ihnen erhält ein Gebäude eine umfassende Energiezentrale. Neben der vollständigen Raumwärme und dem Warmwasser stellen sie einen Großteil des Strombedarfs bereit. Ein Blick auf die immer wichtiger werdende Elektromobilität verdeutlicht einen weiteren Vorteil: Auch die Mobilitätsenergie für künftig elektrisch betriebene Fahrzeuge, vom Pedelec bis zum Elektroauto, erzeugen die Besitzer Strom erzeugender Heizungen selbst, womit diese Fahrzeuge eine sinnvolle Ergänzung zu Erdgasfahrzeugen im Kurzstreckenbetrieb darstellen.





Der Strom der Zukunft für alle Nutzungsarten wird also nicht nur in Wind- und Wasserkraft, Photovoltaik- und Bioenergieanlagen produziert und zum Verbraucher transportiert. Er kommt auch aus dem eigenen Heizungskeller. Strom erzeugenden Heizungen und anderen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Blockheizkraftwerken) kommt dabei eine besonders wichtige Rolle zu: Sie bewirken im öffentlichen Netz einen Ausgleich für die schwankende Erzeugung von Wind- und Solarstrom. So lassen sich kleine, dezentrale Stromerzeuger verschiedener Art zu einem Verbund zusammenschalten, der disponible Kraftwerksleistung aus einem Großkraftwerk ersetzen kann. Ein solcher Verbund nennt sich „virtuelles Kraftwerk“, wobei die Virtualität sich nicht auf die Kraft (= Strom) bezieht, die real erzeugt wird, sondern auf das Werk, welches nicht an einem einzelnen Standort vorhanden ist.

Voraussetzungen für ein funktionierendes virtuelles Kraftwerk sind eine intelligente Steuerung und Kommunikation zwischen den Stromeinspeisern und der Leitstelle. Damit wird es möglich, durch koordiniertes Einspeiseverhalten zusätzliche wirtschaftliche Vorteile zu erzielen: Ein Blockheizkraftwerk kann zum Beispiel den Strom vorwiegend zur Netzlastspitze produzieren und die zeitweilig überschüssige Wärme in einem Wärmespeicher puffern.

Eine andere Möglichkeit, Wind- und Sonnenstrom besser in das Netzmanagement zu integrieren, wird derzeit gerade erforscht: Ziel ist die Speicherung dieses Stroms, wozu er in Methan umgewandelt wird. Bei dem Technologiekonzept „Power to Gas“ spaltet Wind- oder Photovoltaikstrom Wassermoleküle in Wasserstoff und Sauerstoff auf. Lässt man den Wasserstoff mit CO_2 reagieren, entsteht Methan – also künstlich hergestelltes, regeneratives Erdgas. Damit das Verfahren das Klima nicht schädigt ist es wichtig, das CO_2 aus nachhaltigen Quellen zu gewinnen.

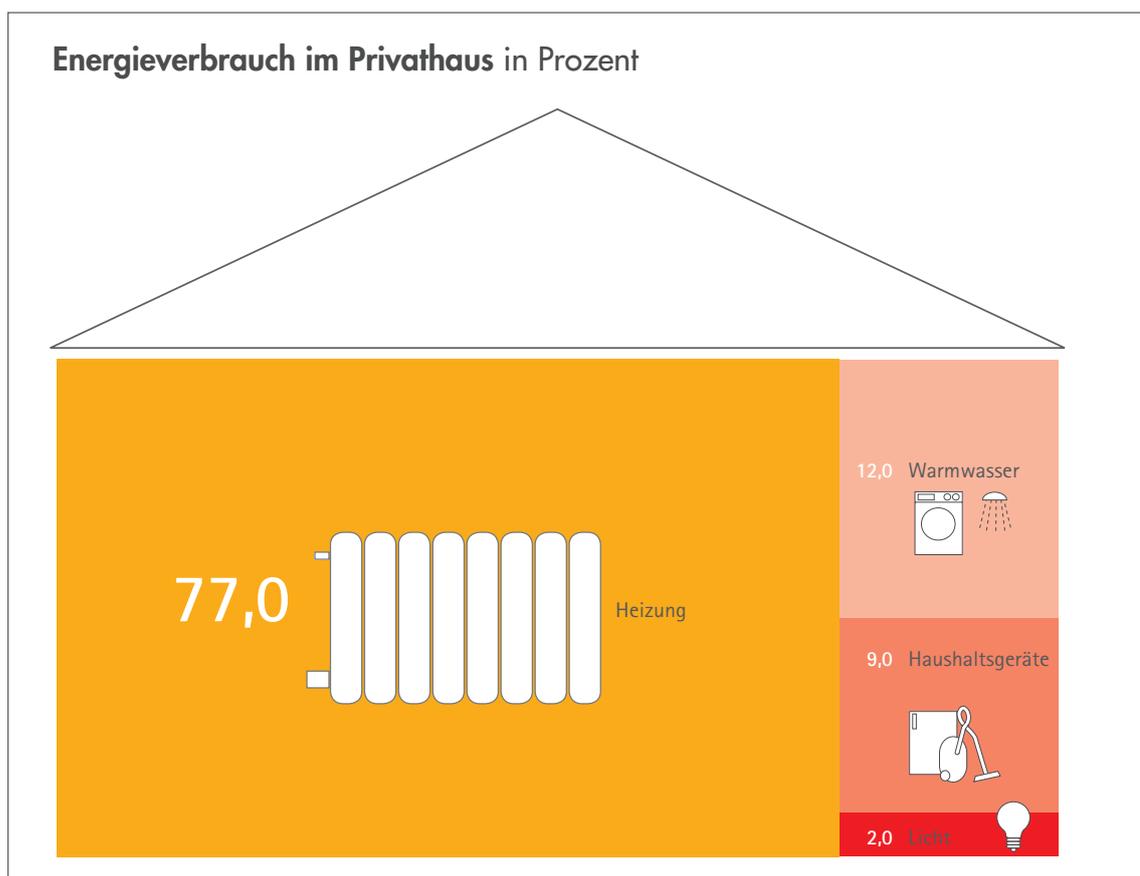
Hierzu bieten sich Biogas-Aufbereitungsanlagen an, von denen immer mehr in Deutschland entstehen. Diese Anlagen bereiten Biogas zu Bio-Erdgas mit Erdgasqualität auf, wobei CO_2 abgespalten wird. Das Bio-Erdgas stellt bereits heute eine erneuerbare, in Deutschland produzierte Alternative zum Brennstoff Erdgas dar. Durch Kraft-Wärme-Kopplung mit Bio-Erdgas lässt sich eine besonders klimafreundliche, hocheffiziente Energieversorgung realisieren. Strom erzeugende Heizungen (SEH) stellen diese Kombination auch den Besitzern von Ein- und Zweifamilienhäusern zur Verfügung.

Die vorliegende Broschüre liefert einen aktuellen Überblick über den Entwicklungsstand, die Kennzeichen und die Vorteile der SEH. Sie erläutert die verschiedenen Funktionsprinzipien und beschreibt exemplarisch einige der bereits verfügbaren Geräte. Ein weiteres Kapitel skizziert die technischen, wirtschaftlichen und energetischen Anforderungen an diese Systeme. Darüber hinaus werden wesentliche Aspekte der Installation und Einbindung sowohl in neue als auch in bestehende Heizungs-, Warmwasser- und Stromnetze dargestellt.

Nach einer Untersuchung des Forschungszentrums Jülich entfiel in den letzten Jahren in Deutschland mehr als ein Drittel des gesamten Primärenergiebedarfs auf die Raumheizung und Warmwasserbereitung. In den Privathaushalten werden fast 90 % der eingesetzten Endenergie für Heizung und Warmwasser verwendet. Gerade hier liegt also ein großes Potenzial, um den Energieverbrauch und damit auch die klimabelastenden CO₂-Emissionen zu senken.

In den letzten Jahren ist auf diesem Weg schon einiges erreicht worden. Verbesserter Wärmeschutz und effizientere Heiztechnik haben den Wärmebedarf von Gebäuden bereits deutlich reduziert. Unterstützt wurde diese Entwicklung durch gesetzliche Vorgaben (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, BImSchG, EnEV) ebenso wie durch Förderprogramme. So arbeiten fast zwei Drittel der rund 600.000 im Jahr 2010 in Deutschland eingebauten Heizungen mit der energiesparenden Brennwerttechnik.

Bei der häuslichen Wärmeversorgung hat sich im Neubaubereich energieeffiziente und umweltschonende Technik also bereits weitgehend etabliert, während im Bestandsgebäudebereich mehr als 13 Mio. Heizungen (> 70 %) nach heutigem Stand der Technik unzureichend effizient sind. Ähnlich unbefriedigend sieht es beim Strom aus: Er muss aus dem öffentlichen Netz bezogen werden, was bei den derzeit noch vorherrschenden zentralen Kraftwerken ohne Wärmenutzung mit hohen Verlusten verbunden ist.



Effizient und umweltschonend: Kraft-Wärme-Kopplung

Die Strom- und Wärmeerzeugung mit Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf Erdgasbasis, beispielsweise motorischen Blockheizkraftwerken (BHKW) oder Gasturbinen, gehört seit langem zu den effizientesten Energiesparinstrumenten. Mit über 90 % erreichen diese Anlagen einen sehr hohen Gesamtwirkungsgrad. Das führt zu erheblichen Einsparungen an Energie und klimaschädlichen CO₂-Emissionen. Die Kraft-Wärme-Kopplung hat sich in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt und umfasst heute in Deutschland mehrere tausend Anlagen, deren elektrische Leistungen von wenigen Kilowatt (kW) bis weit über hundert Megawatt (MW) reichen. Kleine Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 15 kW_{el} bezeichnet man als Mini-KWK-Geräte (s. Kasten). Sie werden bisher überall dort vorteilhaft eingesetzt, wo der Betreiber die erzeugte elektrische und thermische Energie möglichst zeitgleich nutzen kann und die Geräte in der Grundlast betrieben werden können, d.h. Laufzeiten von mehr als 3.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr erreichen.

Mehrere Hersteller bieten solche Anlagen für den monovalenten Einsatz an (d.h. das Mini-KWK-Gerät ist die einzige Heizquelle für das Gebäude). Zeiten mit geringerem Wärmebedarf werden durch einen geeigneten Wärmespeicher überbrückt. Er sorgt dafür, dass das Gerät nicht zu häufig taktet (d.h. ein- und ausschaltet). Bei Bedarf kann der Speicher kurzfristig größere Wärmemengen bereitstellen (z. B. für ein Duschbad).

Anmerkungen zur KWK-Klassifizierung

Es gibt keine einheitliche Klassifizierung der KWK-Anlagen. Allgemein wird unterschieden zwischen:

| | |
|------------------|--|
| Mikro-KWK | < 2 kW _{el} |
| Mini-KWK | 2 – 50 kW _{el} |
| Klein-KWK | 50 kW _{el} – 2 MW _{el} |

An dieser Stelle wird eine Einteilung des BMU verwendet, die nochmals differenziert zwischen:

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Mini-KWK | 2 – 15 kW _{el} |
| Kleinst-KWK | 15 – 50 kW _{el} |



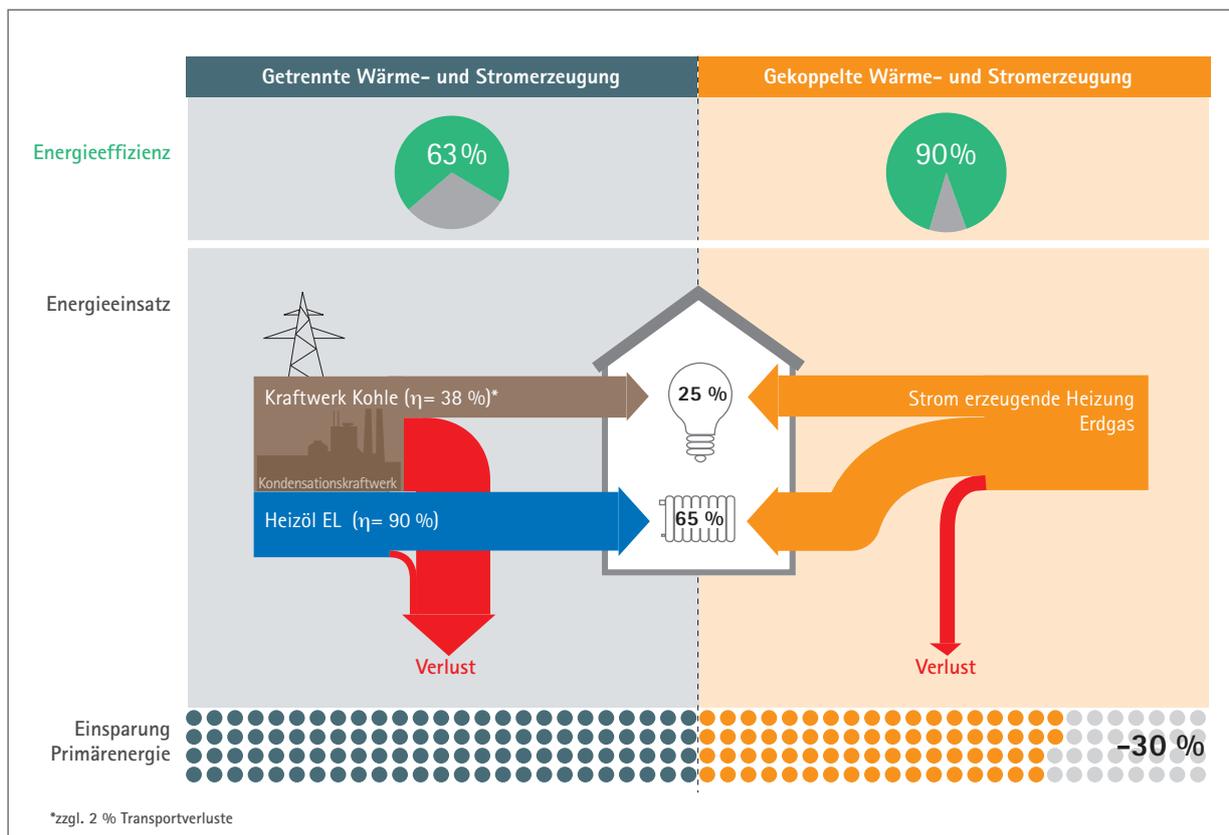
Wärme- und Stromerzeugung im Haus

Ähnlich arbeitet im noch kleineren Leistungsbereich von 1 bis 3 kW_{el} die Strom erzeugende Heizung (SEH). Je nach Anlagengröße wird der Wärmebedarf im eigenen Haus mit dem KWK-Modul oder durch die Kombination mit einem Spitzenlastkessel abgedeckt. Anders als herkömmliche Heizsysteme produziert sie zusätzlich Strom. Das reduziert den Strombezug aus dem öffentlichen Netz und senkt die Energiekosten.

Durch den gekoppelten Prozess wird die Effizienz der eingesetzten Primärenergie deutlich gesteigert: Um die gleiche Menge an Wärme und Strom zu erzeugen, muss im Vergleich zur konventionellen Lösung (Heizwärmeerzeugung im Haus, Strombezug aus dem Netz) bis zu etwa einem Drittel weniger Primärenergie aufgewendet werden.

Anmerkungen zum Wirkungsgrad

Trotz der guten Energieausnutzung liegt der Gesamtwirkungsgrad der Strom erzeugenden Heizung scheinbar unter den Wirkungsgraden, die üblicherweise für Brennwertgeräte angegeben werden. Dies kann zu Fehlbewertungen führen. Bei einem direkten Vergleich ist zu berücksichtigen, dass die SEH Wärme und Strom produziert. Der Gesamtwirkungsgrad berücksichtigt also beide Teilprozesse. Die Brennwertheizung liefert dagegen ausschließlich Wärme zur Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfs. Der angegebene Wirkungsgrad gilt also nur für den Wärmeprozess. Um eine echte Vergleichsgrundlage zu haben, muss in die Betrachtung des Wirkungsgrads bei der Heizung auch der aus dem öffentlichen Netz bezogene Strom einfließen.



Einfachere Einhaltung der EnEV-Anforderungen

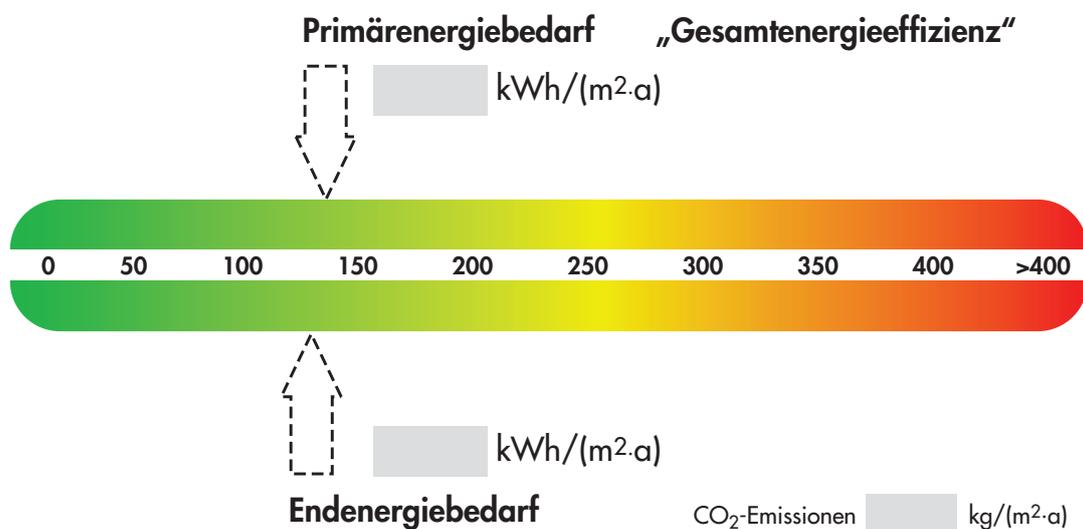
Die Energieeinsparverordnung (EnEV) schreibt für Neubauten einen maximalen Jahres-Primärenergiebedarf vor. Dieser Wert kann durch effiziente Heiztechnik, entsprechende Wärmedämmung oder eine Kombination aus beidem erreicht werden. Das bedeutet: Nach der EnEV werden Gebäude, die zur Wärme- und Stromversorgung Kraft-Wärme-Kopplung einsetzen, mit einem deutlich niedrigeren Jahres-Primärenergiebedarf bewertet. Dieser liegt in der Größenordnung zwischen 0,6 und 0,8. Das ist um etwa ein Drittel besser als der PE-Faktor einer Brennerheizung mit 1,1. Die niedrigen PE-Faktoren ergeben sich durch die Verrechnung mit der Stromgutschrift.

Nach § 3 (3) Satz 1 EnEV entfällt für Neubauten, die zu mindestens 70 % durch Wärme aus KWK-Anlagen beheizt werden, die Begrenzung des Jahres Primärenergiebedarf, nur die Vorgaben hinsichtlich der Transmissionswärmeverluste sind einzuhalten.

Vorteile beim Energieausweis

Seit 2008 ist auch für bestehende Gebäude ein Energieausweis nach EnEV vorgeschrieben, der die energetische Qualität des Objektes bewertet. Bei der Vermietung bzw. beim Verkauf werden künftig Gebäude mit einer hohen Energieeffizienzklasse Vorteile haben. Wie im Neubau wird der Einbau einer Strom erzeugenden Heizung in ein bestehendes Gebäude mit einem niedrigen Primärenergiefaktor bewertet. Daraus ergibt sich ein günstiger Jahres-Primärenergiebedarf. Die SEH führt also zu einer höheren Energieeffizienz als konventionelle Heiztechnik und damit zu einer besseren Einstufung im Gebäude-Energieausweis.

Energiebedarf

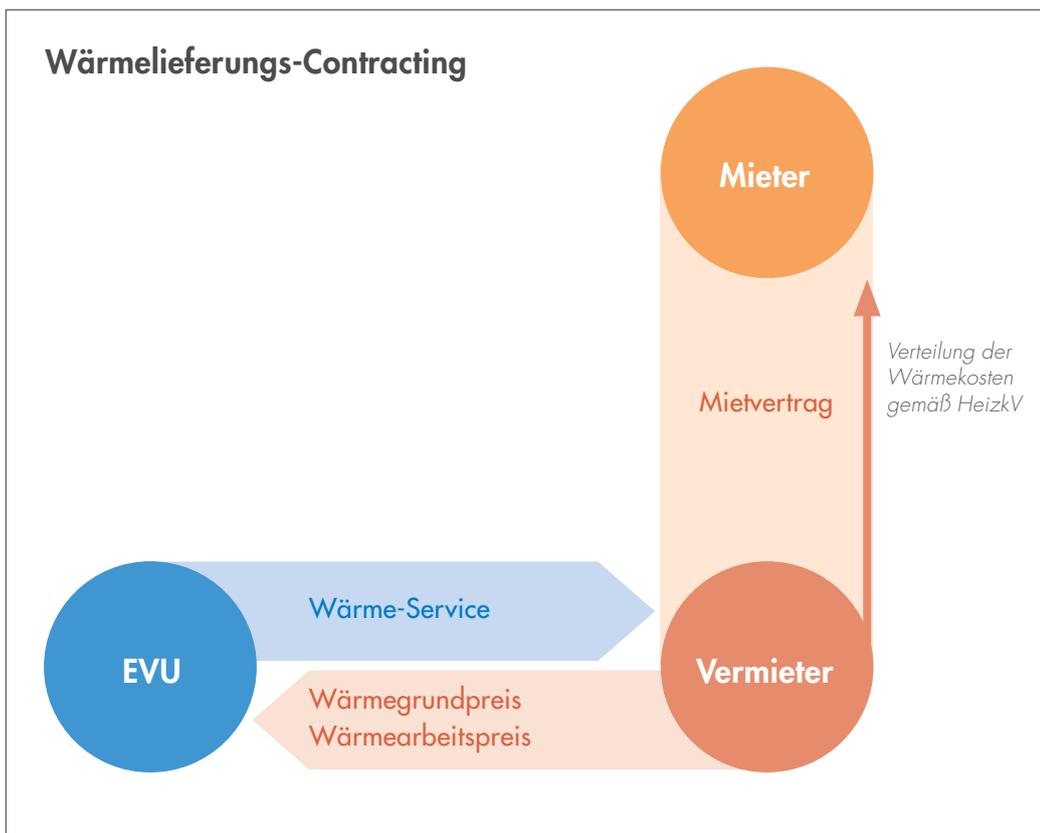


Neue Optionen für das Contracting

Mit der Strom erzeugenden Heizung entstehen neue Ansatzpunkte für die Entwicklung von Contracting-Angeboten.

Contracting bezeichnet eine Dienstleistung, die u.a. die Planung, Finanzierung, Errichtung und den Betrieb von Energieanlagen umfasst. Anbieter dieser Dienstleistung kann beispielsweise ein Energieversorgungsunternehmen (EVU) sein. Das EVU finanziert und betreibt in diesem Falle eine Strom erzeugende Heizung im Gebäude des Kunden. Bereits heute bieten verschiedene EVUs die Bereitstellung effizienter Energieanlagen, z. B. Brennwertechnik, im Rahmen eines Contractings für Ein- und Zweifamilienhausbesitzer an.

Im Mietwohnungsbau wird ein Mieter in der Regel von einem EVU mit Strom (Versorgungsvertrag, Ablesung, Abrechnung) und vom Vermieter mit Wärme (Mietvertrag, Ablesung, Abrechnung) versorgt. Beim Betrieb einer Strom erzeugenden Heizung ist Contracting hier eine interessante Alternative. In vielen Fällen (je nach Mietvertrag) wird eine Zustimmung des Mieters notwendig.



Durch den Einsatz von Primärenergie liefern Strom erzeugende Heizungen Wärme und Strom. Dabei unterscheidet man folgende Basistechnologien:

- **Wärme-Kraft-Maschinen**

- Interne Verbrennungsmotoren (z. B. Ottomotor)
- Externe Verbrennungsmotoren (Stirlingmotor, Dampfexpansionsmaschine)
- Mikrogasturbinen

- **Brennstoffzellen**

Wärme-Kraft-Maschinen erzeugen gleichzeitig Wärme und mechanische Energie, die wiederum einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Dagegen wird bei Brennstoffzellen die eingesetzte Energie in einem elektro-chemischen Prozess direkt in thermische und elektrische Energie umgewandelt.

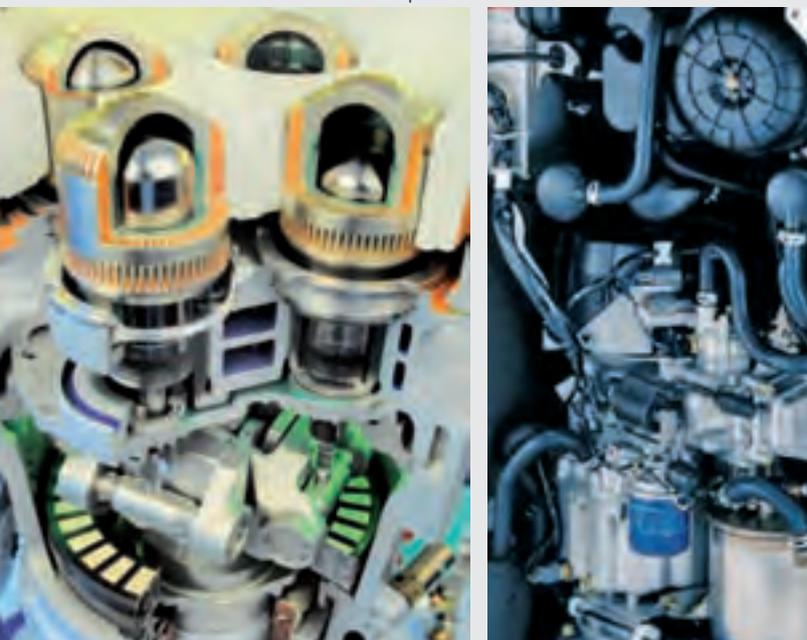
Bei internen Verbrennungsmotoren wird in einem Brennraum ein Kraftstoff-Luft-Gemisch gezündet. Die Wärmeausdehnung der verbrannten Gase bewegt einen Hubkolben, der über eine Kurbelwelle einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Auch bei Stirlingmotoren bewegen sich Kolben. Die für die Ausdehnung des Arbeitsgases notwendige Wärme wird jedoch von außen zugeführt. In der Regel funktionieren auch Stirlingmotoren mit der Verbrennung von Energieträgern. Möglich ist aber auch die Nutzung konzentrierter Solarwärme (Solar-Stirling- oder Dish-Stirling-Systeme). Dampfexpansionsmaschinen machen sich den Dampfdruck, der bei der Erhitzung von Wasser entsteht, zunutze. Der Wasserdampf treibt einen Kolben an und der wiederum den Generator.

Analog zu Verbrennungsmotoren wird auch bei Mikrogasturbinen ein Kraftstoff-Luft-Gemisch gezündet. Die mechanische Energie wird jedoch nicht erst über eine Hubkolben-Bewegung, sondern gleich durch Rotation der Turbine erzeugt. Völlig anders funktionieren Brennstoffzellen, die auf einem elektro-chemischen Wirkprinzip basieren: Hier wird die bei Umwandlungsprozessen frei werdende Energie eines Brennstoffes direkt in elektrische und thermische Energie umgewandelt. Das Prinzip ist mit dem Elektronenaustausch einer Batterie vergleichbar. Bei Brennstoffzellen wird daher kein Generator benötigt.

Neben der kompakten Bauweise der Energiewandlungseinheit ist die Entwicklung von Strom erzeugenden Heizungen von weiteren Kosten und Platz sparenden Innovationen beflügelt worden: Mittlerweile sind unter anderem Wand hängende Geräte und integrierte Spitzenlastbrenner erhältlich.

Interne und externe Verbrennungsmotoren stellen derzeit den Stand der Technik dar. Gleiches gilt für die Gasturbine im großen Leistungsbereich. Aktuelle Entwicklungen wollen diese Technologie für den Mikro-Leistungsbereich erschließen. Die Brennstoffzelle ist eine Zukunftstechnologie, die schon seit einigen Jahren entwickelt wird und die mittelfristig das Angebot an Strom erzeugenden Heizungen ergänzen kann.

WhisperGen Honda



Ottomotor

EC Power



| FUNKTIONSPRINZIP | ENTWICKLUNGSSTAND | BEWERTUNG |
|------------------|-------------------|-----------|
|------------------|-------------------|-----------|

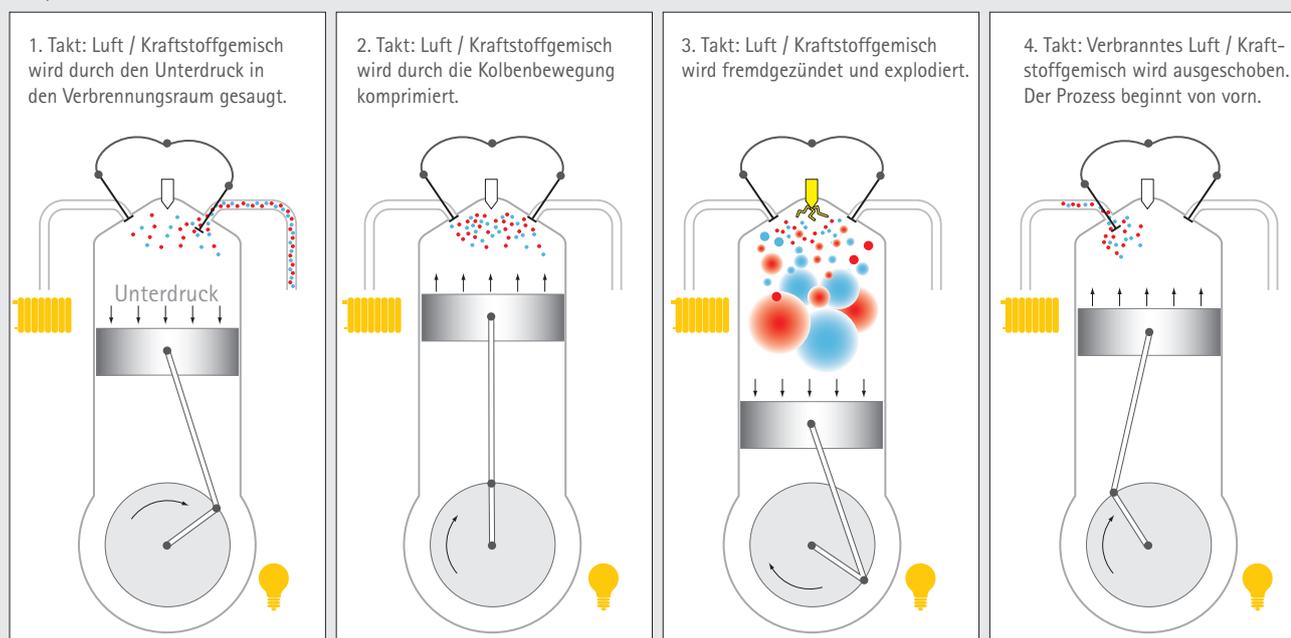
Bei diesem System wird in einem Verbrennungsraum Kraftstoff mit angesaugter Luft vermischt und mit Hilfe eines Zündfunken zur kontrollierten Explosion gebracht. Die entstehenden Verbrennungsgase dehnen sich aus. Der verursachte Überdruck bewegt einen Hubkolben. Die Kolbenbewegung wird auf eine Kurbelwelle übertragen, die den Generator antreibt. Ein großer Teil der Motorabwärme wird in der Strom erzeugenden Heizung durch Wärmeübertrager für die Raumheizung und zur Warmwasserbereitung genutzt.

KWK-Anlagen mit Ottomotoren sind im großen Leistungsbereich (elektrische Leistungen bis zu mehreren MW_{el}) weit verbreitet. Ebenfalls am Markt verfügbar sind KWK-Anlagen im Leistungsbereich um $5 kW_{el}$ für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern, großen Einfamilienhäusern mit hohem Energieverbrauch, Hotels, Gewerbebetrieben usw., beispielsweise von Senertec, Vaillant, EC Power oder AISIN.

Auch bei der Strom erzeugenden Heizung lässt sich diese Technologie nutzen. In Japan hat Honda seit 2003 bereits über 100.000 Systeme mit Ottomotor und $1 kW_{el}$ elektrischer Leistung installiert. In den vergangenen Jahren zielte eine Entwicklungskooperation zwischen Honda und Vaillant darauf ab, das Gerät an die Gegebenheiten des hiesigen Marktes, z. B. hinsichtlich Stromeinspeisung und Aufstellung innerhalb des Hauses (die in Japan nicht üblich ist), anzupassen. Seit Juni 2011 bietet Vaillant nun ein Gesamtsystem als ecoPOWER 1.0 auf dem deutschen Markt an. Bei $1 kW_{el}$ produziert es $2,5 kW$ thermische Energie. Für die Spitzenlast kann es mit einem Brennwertgerät mit bis zu $28 kW$ kombiniert werden. Zum Gesamtsystem gehört noch ein Wärmespeicher mit 300 oder 500 Liter Volumen und integrierter Trinkwasserstation. Nur alle 6.000 Stunden ist eine Wartung erforderlich. Weitere lieferbare Geräte im kleinsten Leistungsbereich sind das Kirsch microBHKW L 4.12 mit $4 kW_{el}$ und $12 kW_{th}$ sowie das Vaillant ecoPOWER in den Varianten 3.0 und 4.7 ($3,0$ oder $4,7 kW_{el}$).

SEH-Systeme mit Ottomotor profitieren vom hohen Entwicklungsstand dieser seit über 100 Jahren eingesetzten Technologie. Darüber hinaus weisen sie vergleichsweise hohe elektrische Wirkungsgrade (ca. 25 %) und Gesamtwirkungsgrade (ca. 85 bis 92 %) auf. Nachteilig sind im Vergleich zu anderen Basistechnologien die höheren Wartungskosten. Die Entstehung von Schwingungen und Lärmemissionen ist durch entsprechende Dämpfung bzw. Kapselung vermeidbar.

Beispiel: Viertakt-Motor



Stirlingmotor



Remeha

FUNKTIONSPRINZIP

Dieses System arbeitet mit einer externen Verbrennung, durch die ein Arbeitsgas (z. B. Helium) in einem geschlossenen Raum abwechselnd erhitzt und abgekühlt wird. Die Ausdehnung des Gases erzeugt eine Kolbenbewegung, die wiederum einen Generator antreibt.

Das Arbeitsgas wird von außen erwärmt (z. B. über einen Erdgasbrenner), dehnt sich aus und strömt in den Bereich, der mit Wasser aus dem Heizkreis des Gebäudes gekühlt wird. Dort wird ein Arbeitskolben nach oben gedrückt, wodurch der Kolben im heißen Bereich mehr Gas in den kühleren Bereich schiebt. Nachdem der Kolben im kalten Bereich den oberen Totpunkt erreicht hat, drückt er die abgekühlte Luft wieder in den heißen Bereich. Dort wird sie erwärmt, dehnt sich aus und der Prozess beginnt von vorne.

Für den kleinen BHKW-Bereich wurden sowohl Vier- und Zwei- als auch Einzylinder-Stirlingmotoren entwickelt. Einzylindrige Stirlings sind oftmals als Material sparende und wartungsfreundliche Freikolbenmaschinen ohne Kurbeltrieb ausgeführt. Hierbei ist der Arbeitskolben in der Regel direkt mit dem Erreger eines Lineargenerators verbunden. Dieser Erreger, der aus einer Stange mit Permanentmagneten besteht, bewegt sich mit 50 Hz in einer Kupferspule auf und ab. So wird direkt Wechselstrom mit 230 Volt produziert. Es ist kein Wechselrichter notwendig.

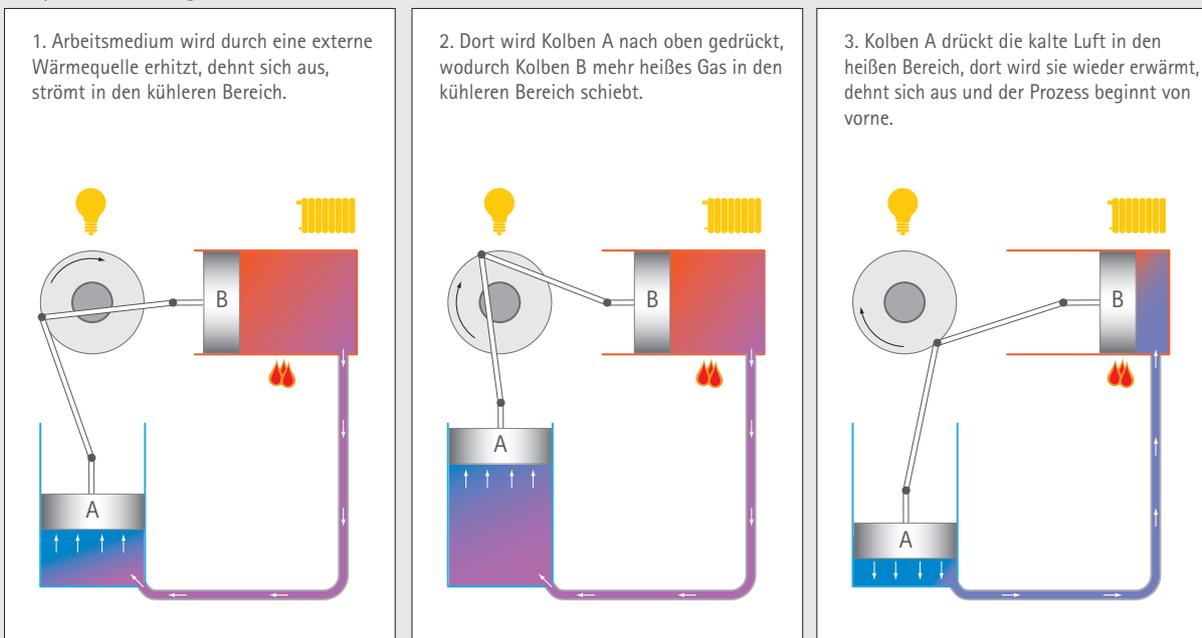
ENTWICKLUNGSSTAND

Es sind bereits einige Strom erzeugende Heizungen mit Stirlingmotor auf dem Markt. Als erstes fand der WhisperGen des neuseeländischen Unternehmens WhisperTech den Weg nach Deutschland. Gemeinsam mit einem spanischen Hersteller werden die Geräte für den europäischen Markt produziert und seit 2010 über Vertriebspartner in Deutschland angeboten. Mittlerweile sind auch Geräte von Viessmann, De Dietrich Remeha und Senertec erhältlich. Darüber hinaus werden Stirling-Systeme mit 1 kW_{e,l} von Brötje und Bosch Thermotechnik kurz- bis mittelfristig lieferbar sein. Auch Vaillant hat die Entwicklung eines Stirling-Gerätes aufgenommen, das zunächst auf dem niederländischen Markt angeboten werden soll.

BEWERTUNG

Stirlingmotoren zeichnen sich durch geringe Emissionen und einen geräuscharmen sowie nahezu verschleißfreien Betrieb aus. Ähnlich wie Kühlschränke verfügen sie über hermetisch abgeschlossene Arbeitsräume. Das reduziert die Wartungskosten erheblich. Vergleichsweise geringen elektrischen Wirkungsgraden (ca. 10-15 %) stehen aufgrund geringer Energieverluste hohe thermische Wirkungsgrade gegenüber, so dass Gesamtwirkungsgrade von über 95 % erreichbar sind.

Beispiel: V-Anordnung



Dampfexpansionsmaschine



Otag

FUNKTIONSPRINZIP

Bei diesem System wird Wasser in einem geschlossenen Kreislauf durch eine externe Wärmequelle (z. B. einen Erdgasbrenner) erhitzt und verdampft. Der Wasserdampf wird einem Arbeitsraum zugeführt und dort entspannt. Dabei kondensiert der Dampf. Die frei werdende Wärme wird an das Heizsystem abgegeben. Die Ausdehnung des Wasserdampfs bei der Entspannung setzt einen im Arbeitsraum befindlichen Kolben in Bewegung, der wiederum den Generator antreibt.

ENTWICKLUNGSSTAND

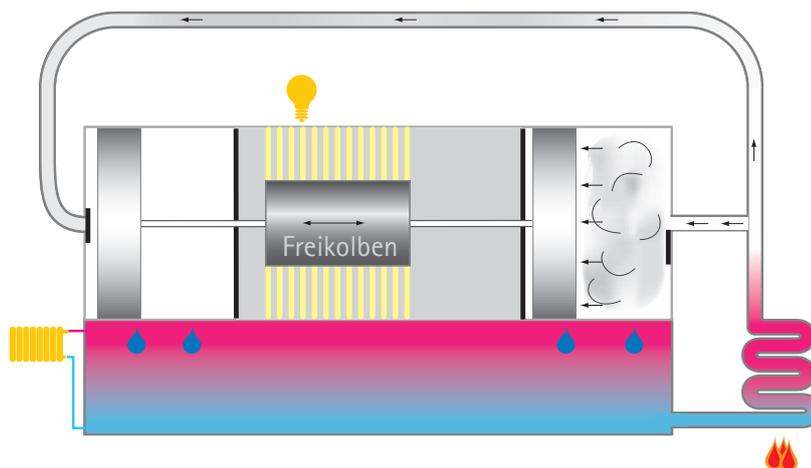
Eine Strom erzeugende Heizung auf der Basis von Dampfkraftmaschinen ist von der Firma Otag aus Olsberg im Sauerland entwickelt worden: der „Lion Powerblock“. Auch dieses Gerät mit einer elektrischen Leistung bis zu 2 kW setzt auf Freikolbentechnik mit Linear-generator. Nach einigen Verbesserungen ist der Lion Powerblock mittlerweile in der zweiten Generation auf dem Markt erhältlich. Darüber hinaus werden Heizöl- und Pelletsvarianten neu entwickelt.

BEWERTUNG

Wie beim Stirlingmotor sind die Emissionen einer Dampfkraftmaschine systembedingt geringer als bei internen Verbrennungsmotoren. Auch bei dieser Antriebstechnologie stehen den vergleichbar geringen elektrischen Wirkungsgraden von 10 bis 15 % hohe Gesamtwirkungsgrade von über 90 % gegenüber. Der Wartungsaufwand ist vergleichbar mit dem eines Brennwertsystems.

Beispiel: Lion Powerblock

Wasser wird in einem geschlossenen Kreislauf soweit erhitzt, dass es verdampft. Zwei Schieber leiten den Dampf abwechselnd in den rechten und linken Zylinder. Durch die Entspannung des Wasserdampfs wird ein Freikolben oszillierend bewegt, wobei in einem Magnetfeld elektrische Spannung erzeugt wird.



Mikrogasturbine



MIT

FUNKTIONSPRINZIP

Als Mikrogasturbinen werden im Allgemeinen kleine schnell laufende Gasturbinen mit bis zu 250 kW_{el} bezeichnet. Ihre Basis liegt in der Turboladertechnologie und der Luftfahrtindustrie. Mikrogasturbinen sind in der Regel Einwellenmaschinen, bei denen Generator, Verdichter und Turbine auf einer Welle befestigt sind. Die Welle dreht sich mit bis zu 96.000 Umdrehungen pro Minute.

Die Verbrennungsluft tritt über den Generator in die Mikrogasturbine ein und kühlt diesen dabei. Anschließend wird die Luft im Verdichter komprimiert. In der Brennkammer kommt schließlich der Brennstoff hinzu und wird gezündet. In der Turbine werden die heißen Verbrennungsgase entspannt und treiben so Verdichter und Generator an. Die Abgase verlassen die Mikrogasturbine in Richtung Abgaswärmetauscher bzw. Kamin. Strom wird über einen schnell laufenden Generator erzeugt, der direkt mit der Turbine gekoppelt ist.

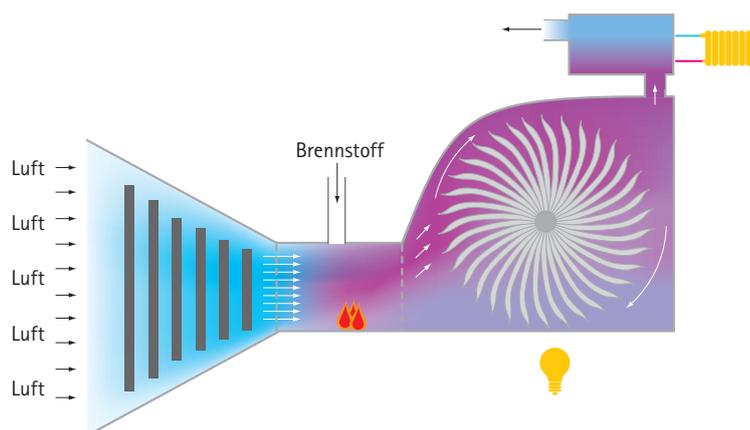
ENTWICKLUNGSSTAND

Das Unternehmen E-quad Power Systems GmbH aus Herzogenrath bei Aachen bietet bereits seit einigen Jahren erfolgreich Blockheizkraftwerke an auf der Basis von Capstone Mikrogasturbinen, einer US-amerikanischen Entwicklung. Das Leistungsspektrum reicht von 27 bis zu 1.000 kW_{el}. Nun entwickelt das Technologieunternehmen Micro Turbine Technology BV aus Eindhoven/Niederlande ein wirkliches „Mikro-System“ mit 3 kW_{el} und 14,2 kW_{th}. Der Gesamtwirkungsgrad soll bei 95,5 % liegen. Ein Prototyp ist bereits gebaut worden, für das zweite Halbjahr 2012 sind erste Feldtests angekündigt.

BEWERTUNG

Mikrogasturbinen zeichnen sich durch die kompakte Bauweise und das geringe Gewicht aus. Sie sind zu 100 % regel- bzw. modulierbar. Durch Luftlagerung (keine Schmier- und Kühlmittel) und Ölfreiheit der Turbine lassen sich moderate Wartungskosten realisieren. Im Vergleich zu modernen Verbrennungsmotor-BHKW sind die Schadstoffemissionen geringer, allerdings auch der elektrische Wirkungsgrad. Um diesen zu verbessern, ist für Mikrogasturbinen ein sogenannter Rekuperator entwickelt worden. In diesem Wärmetauscher wird die komprimierte Verbrennungsluft durch die heißen Abgase der Turbine vorgewärmt. Dadurch lässt sich die Eintrittstemperatur der Verbrennungsluft und damit der elektrische Wirkungsgrad bei größeren Ausführungen (250 kW_{el}) auf bis zu etwa 30 % steigern. Im Bereich von Mikro-KWK und Strom erzeugenden Heizungen liegen die elektrischen Wirkungsgrade zwischen 15 und 20 %. Da Mikrogasturbinen noch wenig bekannt sind, besteht die Problematik in potenziellen Innovationshemmnissen bei Kunden und in Folge dessen geringen Stückzahlen und schwieriger Preisgestaltung.

Luft wird angesaugt und im Kompressor verdichtet. In der Brennkammer wird Brennstoff (Gas) eingedüst und gezündet. Das heiße Abgas dehnt sich aus und treibt die Turbine an. Anschließend wird es (im Rekuperator zur Vorwärmung der Verbrennung sowie) im Abgaswärmeübertrager für die Erwärmung des Brauchwassers/Heizung genutzt.



Brennstoffzelle



CFCL

FUNKTIONSPRINZIP

Im Gegensatz zur herkömmlichen Stromerzeugung (Verbrennung fossiler Brennstoffe → mechanische Energie wird im Generator in elektrische Energie umgewandelt) wird in der Brennstoffzelle die Energie eines Brennstoffes durch elektro-chemische Prozesse direkt in elektrische und thermische Energie umgewandelt. Um höhere Spannungen zu erhalten, werden mehrere Zellen zu einem Stack (engl. für „Stapel“) in Reihe geschaltet.

Im Wesentlichen bestehen einzelne Brennstoffzellen aus zwei Elektroden (Anode und Kathode), die durch ein Elektrolyt voneinander getrennt sind. Je nach Beschaffenheit des Elektrolyts und Betriebstemperatur lassen sich verschiedene Brennstoffzellentypen unterscheiden. Für die Hausenergieversorgung kommen im Niedertemperaturbereich von 60 – 70 °C vor allem die PEM-Brennstoffzelle (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) und die Feststoffoxid-Brennstoffzelle SOFC (Solid Oxyd Fuel Cell) im Bereich von 650 – 1.000 °C in Betracht.

Die SOFC arbeitet mit einem Elektrolyt aus fester Keramik, der für Sauerstoffionen durchlässig ist. Sie muss vor der Nutzung vorgeheizt werden. Ihr Einsatz ist sinnvoll, wenn lange Laufzeiten ohne Unterbrechungen möglich sind.

Bei der PEM-Brennstoffzelle (s. Abb.) dient als Elektrolyt eine Polymermembrane. Mit Hilfe eines Katalysators wird der an der Anode kontinuierlich zugeführte Wasserstoff in Elektronen und Protonen zerlegt. Während die Protonen durch die Membrane zur Kathode wandern, verrichten die Elektronen auf ihrem Weg zur Kathode über einen externen Stromkreis elektrische Arbeit. An der Kathode verbinden sich Protonen und Elektronen unter Zuführung von Sauerstoff zu Wasser(dampf).

Beim Betrieb mit Erdgas muss bei diesem Typ der benötigte Wasserstoff erst in einem externen Reformer erzeugt werden. Die SOFC kann dagegen Erdgas direkt verwenden, da eine Reformierung innerhalb der Zelle stattfindet.

ENTWICKLUNGSSTAND

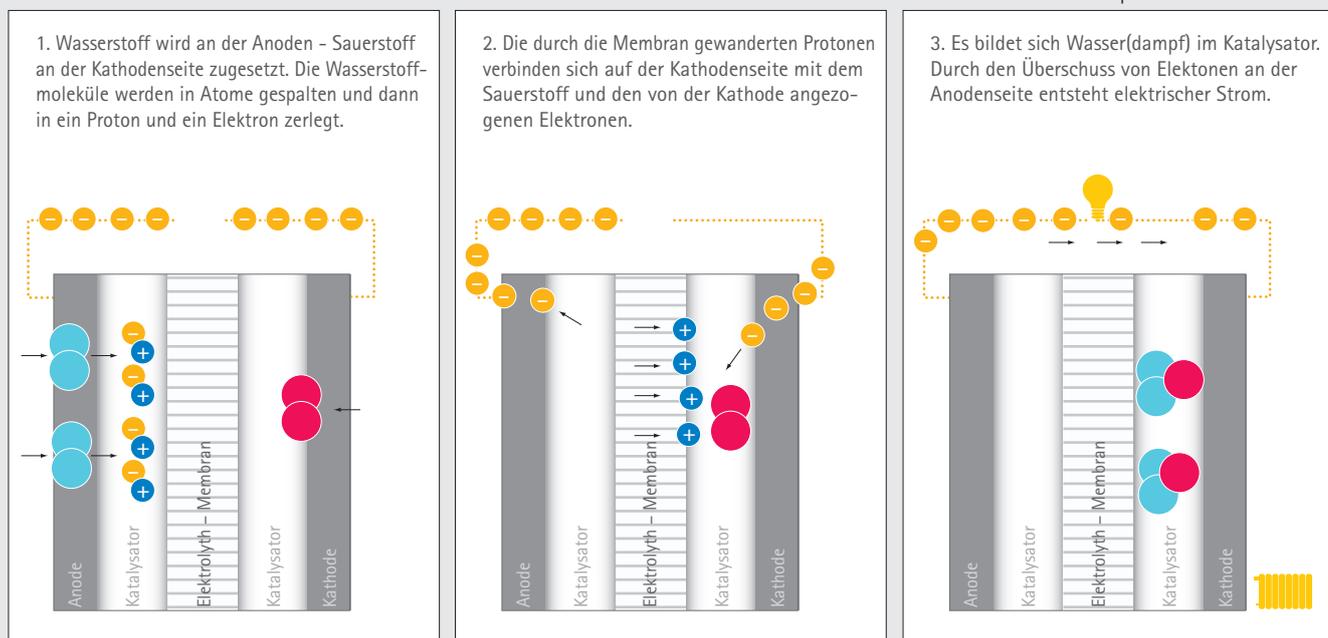
Mit der Entwicklung und Erprobung von so genannten Brennstoffzellen-Heizgeräten befassen sich mehrere Hersteller. Baxi Innotech und die Riesaer Brennstoffzellentechnik GmbH (RBZ) arbeiten z. B. an PEM-Brennstoffzellen, Hexis, Vaillant oder Ceramic Fuel Cells Limited (CFCL) an Heizgeräten mit SOFC. Diese Geräte leisten alle 1 kW_{el}, nur das von CFCL bis zu 2 kW_{el} und das von RBZ maximal 5 kW_{el}. Einige davon werden derzeit in Feldtests unter realen Bedingungen eingesetzt, wie dem bundesweiten Testprojekt Callux, das vom Bundesbauministerium unterstützt wird.

Von den hier vorgestellten Technologien ist die Brennstoffzellen-Technologie nach derzeitiger Einschätzung noch am weitesten von der Markteinführung entfernt. Allerdings wird ihr aufgrund der systembedingten Vorteile künftig eine große Bedeutung vorausgesagt. Aufgrund dieser Eigenschaften sollen Brennstoffzellen-Heizgeräte mit intelligenter Steuerungs- und Regeltechnik verstärkt auf eine stromgeführte, wärmegedeckelte Betriebsweise vorbereitet werden (siehe Seite 20). Voraussetzung ist allerdings, dass die Geräte wirtschaftlich betrieben werden können: Während bei Feststoffoxid-Brennstoffzellen die Herstellkosten der Anlagen derzeit noch weit von der Wettbewerbsfähigkeit entfernt sind, gilt letzteres bei PEM-FC für die Herstellkosten des Wasserstoffes.

BEWERTUNG

Aufgrund der geringen Wandlungsverluste weisen Brennstoffzellen hohe elektrische Wirkungsgrade, ein gutes Teillastverhalten und niedrige Schadstoffemissionen auf.

Beispiel: PEM-Brennstoffzelle





SenerTec



Kirsch



Viessmann



Baxi



Otag

Schon seit vielen Jahren sind auf dem deutschen Markt Geräte verfügbar, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeiten. Eine Übersicht beispielsweise über alle Blockheizkraftwerke (BHKW), die mit Erdgas, Bio- oder Klärgas, Raps- oder Heizöl betrieben werden können, gibt die ASUE-Broschüre „BHKW-Kenndaten“. Aufgrund des abgedeckten Leistungsbereiches eignen sich nur wenige als Strom erzeugende Heizung, das heißt für den Einsatz im Ein-, Zwei- oder kleineren Mehrfamilienhaus und im Kleingewerbe.

Nachfolgend werden Geräte vorgestellt, die für diesen Einsatzbereich bereits verfügbar oder in ihrem Entwicklungsstand der Markteinführung am nächsten sind (beispielhafte Auswahl / nicht vollzählig).

Geräte mit kleinerer elektrischer Leistung:

| Hersteller | Gerät | Prinzip | elektrische Leistung (kW) | thermische Leistung (kW) | Gewicht (ca. kg) | Status |
|----------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------|
| Vaillant GmbH | ecoPOWER 1.0 | Otto-Motor | 1,0 | 2,5 | 100 | verfügbar |
| Kirsch GmbH | microBHKW L 4.12 | Otto-Motor | 2,0 – 4,0 | 5,0 – 12,0 | 200 | verfügbar |
| ehe – Efficient Home Energy S.L. | WhisperGen | Stirling-Motor | 1,0 | 7,5 – 14,5 | 142 | verfügbar |
| Viessmann Werke GmbH & Co. KG | Vitotwin 300-W | Stirling-Motor | 1,0 | 3,6 – 26,0 | 100 | verfügbar |
| De Dietrich Remeha GmbH | eVita | Stirling-Motor | 1,0 | 3,0 – 23,7 | 110 | verfügbar |
| Otag Vertriebs GmbH | Lion Powerblock | Freikolben-Dampfmaschine | 0,3 – 2,0 | 3,0 – 16,0 | 195 | verfügbar |
| Micro Turbine Technology BV | MTT 3 kWe CHP system | Mikrogasturbine | 1,2 – 3,0 | 7,5 – 14,2 | 150 | Technische Entwicklung |
| Baxi Innotech GmbH | Gamma 1.0 | Brennstoffzelle (PEM) | 0,3 – 1,0 | 0,5 – 21,7 | 200 | Optimierungs-/Testphase |
| Hexis AG | Galileo 1000 N | Brennstoffzelle (SOFC) | 1,0 | 2,0 | 170 | Optimierungs-/Testphase |

Eine aktuelle Übersicht erhalten Sie unter www.stromerzeugende-heizung.de (auch als App erhältlich).

Einsatz der Strom erzeugenden Heizung

Um die optimale Effizienzsteigerung zu erreichen, müssen beim Einsatz der Strom erzeugenden Heizung Gerät, Aufstellort und Anforderungen möglichst optimal aufeinander abgestimmt werden.

Anforderungen an die Bedarfsseite

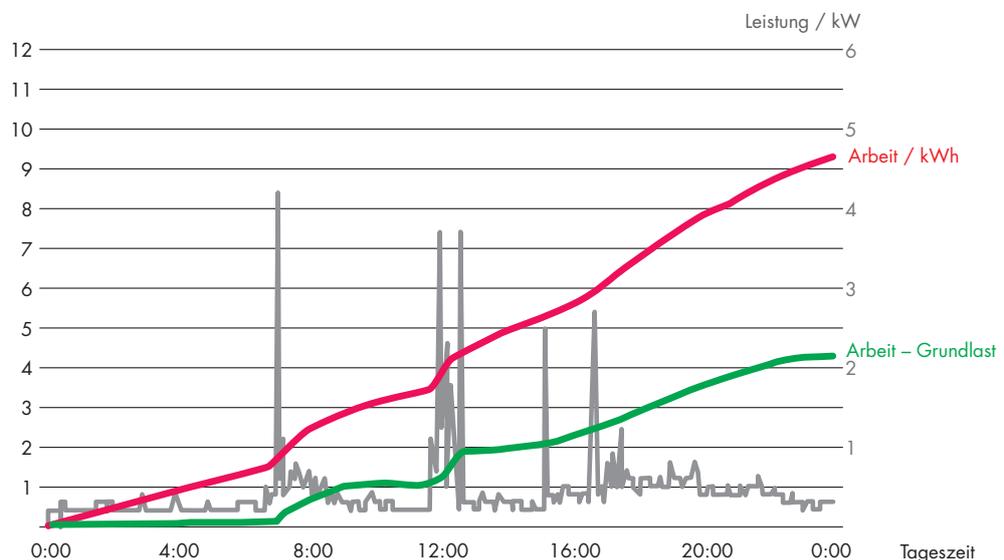
Diese Anforderungen werden durch die Energiebedarfssituation des Versorgungsobjektes vorgegeben. Hierzu zählen die Jahressummen von Heizwärme-, Warmwasser- und Strombedarf, aber auch die Lastprofile, das heißt die Verteilung des Energiebedarfs über das Jahr und über den Tag.

Energiesparmaßnahmen führen bei neuen Gebäuden ebenso wie bei der Modernisierung von Bestandsgebäuden zu einem immer geringeren Heizwärmebedarf. Dadurch werden entsprechend kleine Heizgeräteleistungen benötigt. Um einen hohen Jahresnutzungsgrad zu erreichen, brauchen die Geräte entweder eine große Modulationsbandbreite (beispielsweise für die monovalente Wärmeversorgung des Gebäudes) oder müssen mit einem Spitzenlastkessel kombiniert werden (wenn die Strom erzeugende Heizung nur die thermische Grundlast des Gebäudes abdecken soll).

Der Strombedarf setzt sich aus einer Grundlast, einer erhöhten Dauerlast über längere Zeiträume sowie kurzzeitigen Spitzen zusammen. Die Grundlast ist im Wesentlichen abhängig von der Zahl der Geräte im Haushalt, der Anzahl der Nutzer und – wie beim Heizwärmebedarf – vom Nutzerverhalten.

Beispielhafter Stromverbrauch eines 2-Personen-Haushaltes in einem Einfamilienhaus

Stromverbrauch 2.1.2008
 Grundleistung 0,21 kW
 Grundarbeit pro Tag 5,0 kWh



Anforderungen an die Erzeugerseite

Diese Anforderungen umfassen die Strom erzeugende Heizung und ihre Nebenaggregate sowie die Einbindung in die Infrastruktur des Gebäudes. Dabei sind neben der elektrischen und hydraulischen Einbindung auch die Verbrennungsluftzufuhr sowie die Abgasabführung wichtig. Außer der thermischen und elektrischen Leistung des Systems spielen die thermische Leistung eines eventuell benötigten (bzw. vorhandenen) Spitzenlastkessels, die Art der Warmwasserbereitung sowie ggf. die Größe des Wärmespeichers eine Rolle.

In Neubauten ebenso wie in bestehenden Gebäuden muss die Strom erzeugende Heizung

- hinsichtlich Abmessungen und Gewicht ein vergleichbares Handling wie konventionelle Heiztechnik ermöglichen,
- die Möglichkeit zur Aufstellung im Keller und Dachgeschoss bieten,
- die einfache Einbindung in bestehende bzw. neue Heiz- und Warmwassersysteme gewährleisten,
- den Anschluss an das Stromnetz unter Berücksichtigung der Einspeisefunktion ermöglichen.

Eine weitere Einflussgröße ist die Basistechnologie (Verbrennungsmotor, Dampfexpansion etc.) der Strom erzeugenden Heizung. Sie hat maßgeblichen Einfluss darauf, wie die Anlage eingesetzt werden kann und welche Schallemissionen entstehen. Um die üblichen Aufstellorte (Dachgeschoss, Keller) zu ermöglichen, wird durch entsprechende Dämmmaßnahmen eine Reduzierung auf das Geräuschniveau einer konventionellen Heizungsanlage erreicht.

Wirtschaftliche Anforderungen

Die Wirtschaftlichkeit einer Strom erzeugenden Heizung hängt von unterschiedlichen Aspekten ab. Zunächst müssen die kapitalgebundenen Kosten (Investition) aufgebracht werden. Dazu kommen die verbrauchsgebundenen Kosten für die eingesetzte Energie sowie die betriebsgebundenen Kosten, z. B. für Wartung und Instandhaltung. Lange Serviceintervalle und geringer Wartungsaufwand können die Betriebskosten günstig beeinflussen.

Durch die Möglichkeit der Stromerzeugung erfordert die SEH höhere Investitionen als eine konventionelle Heizungsanlage. Dieser Mehrpreis kann sich über unterschiedliche Positionen refinanzieren:

- Senkung des Strombezugs aus dem öffentlichen Netz durch Stromeigenproduktion (gerade im Einfamilienhaus gelten die höchsten Stromtarife),
- Einspeisevergütung* für den in das öffentliche Netz eingespeisten Überschussstrom,
- Rückerstattung der für das eingesetzte Erdgas entrichteten Energiesteuer in Höhe von derzeit 0,55 Cent pro kWh Erdgas. Voraussetzung: Für die Strom erzeugende Heizung muss ein Jahresnutzungsgrad von mehr als 70 % nachgewiesen werden, was in der Regel der Fall ist,
- KWK-Zuschlag von 5,11 Cent/kWh (für Anlagen bis 50 kW_{el}) – gemäß KWK-Gesetz nicht mehr nur für die eingespeiste Energiemenge, sondern für den gesamt erzeugten Strom.

* Die Einspeisevergütung und der Einspeiseanteil können den wirtschaftlichen Betrieb einer Strom erzeugenden Heizung beeinflussen. Sie orientiert sich an einem „üblichen Preis“. Für diesen gilt der an der Leipziger Strombörse EEX erzielte durchschnittliche Baseload-Preis des jeweils vorangegangenen Quartals, auch als KWK-Index bezeichnet, der im Internet unter www.eex.de öffentlich zugänglich ist.



Optionen für die Betriebsweise

Die Betriebsweise einer KWK-Anlage hängt vom Wärme- und Strombedarf sowie den damit verbundenen Kosten ab. Grundsätzlich unterscheidet man die wärme- oder die stromgeführte Betriebsweise.

Bei der **wärmegeführten** Betriebsweise wird die KWK-Anlage nach dem Wärmebedarf ausgelegt und nur dann betrieben, wenn Wärme benötigt wird. Der dabei erzeugte Strom wird im Objekt verbraucht oder in das Netz eingespeist.

Die **stromgeführte** Betriebsweise stellt genau das Gegenteil dar: Die KWK-Anlage wird bei Strombedarf betrieben, die gleichzeitig erzeugte Wärme wird genutzt oder zunächst gespeichert. Die Wärmenutzungskapazität bzw. die Größe des Pufferspeichers wirkt allerdings auch bei stromgeführter Betriebsweise limitierend.

In der Regel werden Strom erzeugende Heizungen wärmegeführt betrieben und daher nach dem Wärmebedarf ausgelegt. Sofern die Betriebsweise der Strom erzeugenden Heizung im Ein- bzw. Zweifamilienhaus – unabhängig von den derzeitigen Strom- und Brennstoffpreisen sowie der aktuellen Gesetzeslage zur Einspeisevergütung – stromorientiert erfolgen würde, wären folgende Optionen vorstellbar:

- **Eigenverbrauch des produzierten Stroms bei gleichzeitigem Verbrauch oder bei Speicherung der erzeugten Wärme, ggf. mit Deckung von Wärmebedarfsspitzen über einen Spitzenlastkessel**
Bei dieser Betriebsweise ergibt sich eine maximale Einsparung gegenüber dem Bezug von Strom aus dem öffentlichen Netz. Die SEH sollte daher stets so ausgelegt werden, dass ein Großteil des produzierten Stroms zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet werden kann. Dies betrifft sowohl die Nennlast als auch die Mindestlast.
- **Bezug von Strom aus dem Netz und Deckung des Wärmebedarfs aus einem Speicher bei Stillstand der SEH**
Die Kosten für den Strom sind in diesem Fall höher als bei der Eigenproduktion. Die Leerung des Wärmespeichers schafft aber die Möglichkeit, später erneut Strom zum Eigenverbrauch zu produzieren.
- **Einspeisung von Strom in das Netz bei gleichzeitigem Verbrauch der erzeugten Wärme**
Sinnvoll, wenn Wärmebedarf vor Ort gegeben ist und die Stromeinspeisung finanziell interessant ist.
- **Einspeisung von Strom in das Netz bei gleichzeitiger Speicherung der erzeugten Wärme**
Ist der Wärmebedarf vor Ort zu gering, kann die Wärme zwischengespeichert werden, um längere Zeit Strom einzuspeisen.

Aufgrund des schwankenden Strom- und Wärmebedarfs in Wohngebäuden liefern die genannten Verbrauchs- bzw. Bezugsvarianten lediglich eine Übersicht. Wesentlich ist: Der tatsächliche Eigenverbrauch von Strom und Wärme sollte Vorrang haben.

Änderungen der Lastgeschwindigkeit

Weiterhin muss berücksichtigt werden, wie schnell bei der SEH zwischen verschiedenen Lastpunkten verfahren werden kann bzw. wie oft die Anlage ein- und ausschalten muss (d.h. taktet), um sich veränderten Lastanforderungen anzupassen. Generell bedeuten hohe Taktraten, dass sich die Strom erzeugende Heizung nicht im optimalen Betriebszustand befindet. Dies liegt möglicherweise an einer falschen Auslegung der Anlage, das heißt bezogen auf die Bedarfsstruktur ist sie überdimensioniert oder der Speicher ist zu klein gewählt worden. Ggf. kann das häufige Takten durch eine geeignete Regelung minimiert werden.

Bezüglich der Dynamik des Betriebszustands sind zum Beispiel Brennstoffzellen durch ihre vergleichsweise längeren Aufheizphasen benachteiligt. Verbrennungsmotoren und Dampfexpansionsmaschinen können dagegen in der Regel sehr schnell auf plötzliche Lastanforderungen reagieren.



Einbindung / Installation

Bei der hydraulischen Einbindung sind vielfältige Einflussgrößen zu berücksichtigen, was zu den unterschiedlichsten Möglichkeiten der Einbindung führt. Aufgrund der Komplexität und der Wichtigkeit wird die hydraulische Einbindung in der Broschüre „Einbindung von kleinen und mittleren Blockheizkraftwerken / KWK-Anlagen“ ausführlich behandelt.

Die elektrische Einbindung der SEH erfolgt in der Regel im Netzparallelbetrieb. Darunter versteht man den Betrieb von parallel zum Stromnetz verschalteten Stromerzeugungsanlagen, wie z. B. KWK-Anlagen.

Im Netzparallelbetrieb muss ein Zähler für den Stromfremdbezug aus dem Netz installiert werden. Für den Fall, dass der ungenutzte Strom abgegeben werden soll, muss ein zusätzlicher Einspeisezähler installiert werden. Die notwendige Kapazität der Brennstoffversorgung ergibt sich aus der Summe der Nennleistungen von Mikro-KWK-Anlage und Spitzenlastkessel.

Bei bestehenden Gebäuden ist in der Regel der Warmwasser- und der Heizwärmebedarf maßgeblich für die erforderliche Auslegung der Gaszufuhr einschließlich der Auslegung von Zählern und Strömungswächtern. Vor der Installation einer SEH sollte die Kapazität des Gashauseschlusses vom Versorgungsunternehmen überprüft werden.

Die Verbrennungsluftzufuhr für eine Heizung erfolgt raumluftabhängig oder raumluftunabhängig. Daher sollte nach Möglichkeit so verfahren werden, dass diese ohne weitere Umbauten an ein bestehendes Abgasystem angeschlossen werden können. Die Abgase der Anlage und eines eventuell vorhandenen Spitzenlastkessels sollten bereits im Aufstellraum zusammengeführt werden, wobei Abgasdruck-Unterschiede zwischen SEH und Spitzenlastkessel zu beachten sind.

Weiterführende Informationen gibt es auf der Internetseite www.stromerzeugendeheizung.de sowie in den ASUE-Broschüren „Einbindung von kleinen und mittleren Blockheizkraftwerken / KWK-Anlagen“ und „Das KWK-Gesetz 2009“.

Auf der Internetseite www.asue.de finden Sie eine BHKW-Checkliste, mit deren Hilfe die Sinnfälligkeit eines BHKW-Einsatzes beurteilt werden kann, und ein KWK-Tool, das die Beantragung der Steuerrückerstattung erheblich vereinfacht.



SeH Geräteübersicht
App für iPhone und Android



Einbindung von kleinen und mittleren
Blockheizkraftwerken / KWK-Anlagen
Bestellnummer 07 06 11



BHKW-Grundlagen
Bestellnummer 06 06 10

Herausgeber

ASUE Arbeitsgemeinschaft für
sparsamen und umweltfreundlichen
Energieverbrauch e.V.

Lifafß-Platz 3, 10178 Berlin

www.asue.de

info@asue.de

Telefon 0 30 / 22 19 1349-0

Telefax 0 30 / 22 19 1349-9

Bearbeitung

Christian Dany, Buchloe

Grafik

Kristina Weddeling, Essen

Bezug

energiedruck

Verlag für sparsamen und umwelt-
freundlichen Energieverbrauch

Girardetstraße 2-38, Eingang 4
45131 Essen

www.energiedruck.de

bestellung@energiedruck.de

Telefon 02 01 / 79 98 92 04

Telefax 02 01 / 79 98 92 06

Die Strom erzeugende Heizung

Bestellnummer: 05 11 11

Schutzgebühr: 4,50 Euro

Stand: Dezember 2011

Die Herausgeber übernehmen
keine Gewähr für die Richtigkeit
und Vollständigkeit der Angaben.

www.asue.de

Überreicht durch: