



Die Strom erzeugende Heizung

Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz

1	Mehr Umweltschutz durch effizientere Energienutzung	2
2	Strom erzeugende Heizung – was ist das?	4
2.1	Effizient und umweltschonend: Kraft-Wärme-Kopplung	5
2.2	Wärme- und Stromerzeugung im Haus	6
	Einfachere Einhaltung der EnEV-Anforderungen	7
	Neue Optionen für das Contracting	7
3	So arbeitet die Strom erzeugende Heizung	8
3.1	Otto-Motor	8
3.2	Stirling-Motor	9
3.3	Dampfexpansionsmaschine	10
3.4	Brennstoffzelle	11
4	Geräteangebot	12
5	Einsatz der Strom erzeugenden Heizung	12
5.1	Anforderungen auf der Bedarfsseite	12
5.2	Anforderungen auf der Erzeugerseite	13
5.3	Wirtschaftliche Anforderungen	13
5.4	Optionen für die Betriebsweise	14
5.5	Einbindung / Installation	15

Impressum

Herausgeber:

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
 Stauffenbergstraße 24, 10785 Berlin
 Telefon 0 30 / 23 00 50 92, info@asue.de, www.asue.de

Gestaltung:

Kristina Weddelling, Essen

Vertrieb:

Verlag Rationeller Erdgaseinsatz
 Postfach 30 37 27, 10726 Berlin
 Telefax: 0 30 / 23 00 58 98

Die Strom erzeugende Heizung

Best.-Nr. 05 02 10
 Schutzgebühr: 3,00 €
 Stand: Februar 2010

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

Der Energieverbrauch steigt weltweit deutlich an. Das lässt die Energieressourcen knapper werden, die luft- und klimabelastenden Emissionen nehmen zu. Vor diesem Hintergrund werden nachhaltige Alternativen zunehmend wichtiger. Dazu zählen insbesondere

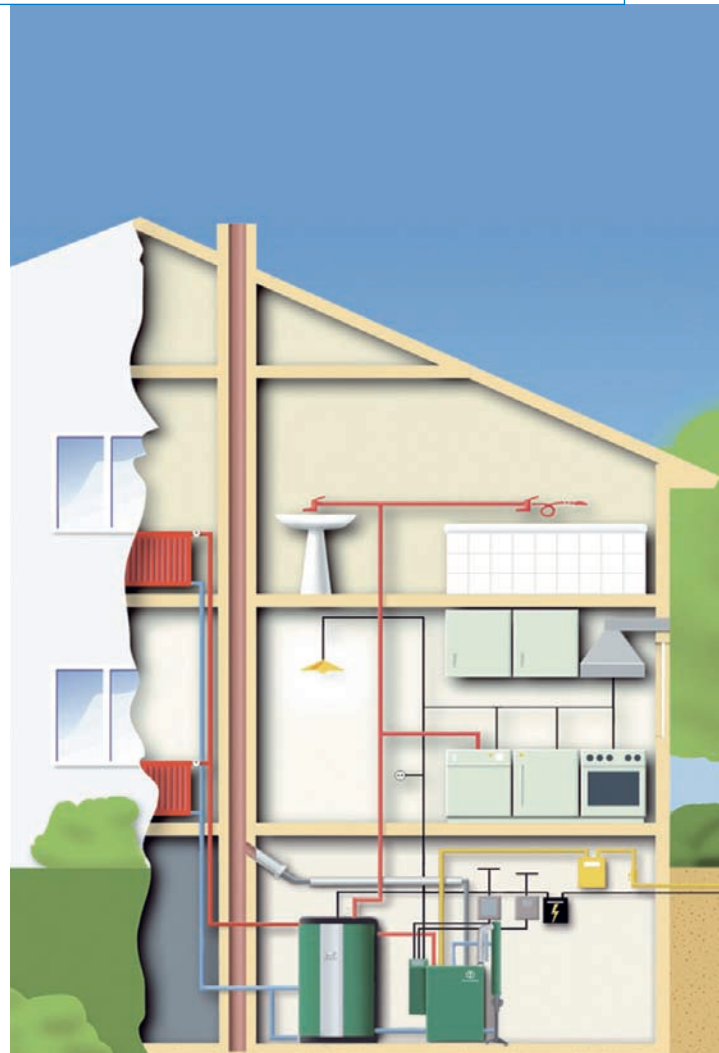
- die effizientere Nutzung der Energieträger,
- neue umweltschonende und energiesparende Technologien,
- neue Formen der Energieerzeugung und -verteilung,
- die Einbindung regenerativer Energieträger.

Eine entscheidende Rolle spielt die Steigerung der Energieeffizienz. Sie kann maßgeblich zum Erreichen der global vereinbarten Klimaschutz-Ziele (Stichwort Kyoto-Protokoll) beitragen. Diese sollte mit dem verstärkten Einsatz regenerativer Energieträger kombiniert werden. Allein durch deren Einsatz können die Ziele hinsichtlich Ressourcenschonung und Umweltschutz jedoch nicht erreicht werden, da die regenerativen Energieträger nicht ständig verfügbar sind (z. B. Windenergie, solare Einstrahlung) bzw. nur in begrenztem Umfang nachwachsen (z. B. Holz).

Eine wichtige Option für höhere Energieeffizienz ist die dezentrale Stromerzeugung im Einfamilienhaus. Das gilt nicht nur im Blick auf die Zukunftstechnologie Brennstoffzelle. Schon heute realisierbar ist die dezentrale Stromerzeugung mit Geräten, die nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung arbeiten. Sie übernehmen neben der Stromproduktion auch die Heizfunktion und die Erwärmung von Brauchwasser. Dadurch erreichen diese Geräte eine deutlich höhere Energieausnutzung als bei der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme.

Neben bereits verfügbaren Systemen stehen jetzt weitere Geräte für die Strom erzeugende Heizung (SEH) vor der Markteinführung. Sie können in puncto Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Einsetzbarkeit die hohen Anforderungen und Erwartungen erfüllen, die an den Einsatz in Ein- und Zweifamilienhäusern geknüpft sind. Deshalb ist es sinnvoll, bei Neubauten diese Option zu berücksichtigen oder die Voraussetzungen zu schaffen, um eine entsprechende Nachrüstung zu vereinfachen.

Die vorliegende Broschüre liefert einen aktuellen Überblick über den Entwicklungsstand, die Kennzeichen und die Vorteile der SEH. Sie erläutert die verschiedenen Funktionsprinzipien und beschreibt Geräte, die bereits verfügbar sind oder sich in der Entwicklungs- bzw. Erprobungsphase befinden. 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.



Oben: Strom und Wärme hausgemacht (Quelle: Senertec GmbH)
Unten: Senertec Dachs HKA

Nach einer Untersuchung des Forschungszentrums Jülich aus dem Jahr 2003 entfällt 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. Verbessertes Wärmeschutz und effizientere Heiztechnik haben den Wärmebedarf von Gebäuden bereits deutlich reduziert. Unterstützt wurde diese Entwicklung durch gesetzliche Vorgaben (EEG, BImSchV, EnEV) ebenso wie durch Förderprogramme. Heute arbeitet annähernd jede zweite der rund 600.000 Heizungen, die jährlich in Deutschland eingebaut werden, mit der energiesparenden Erdgas-Brennwerttechnik.

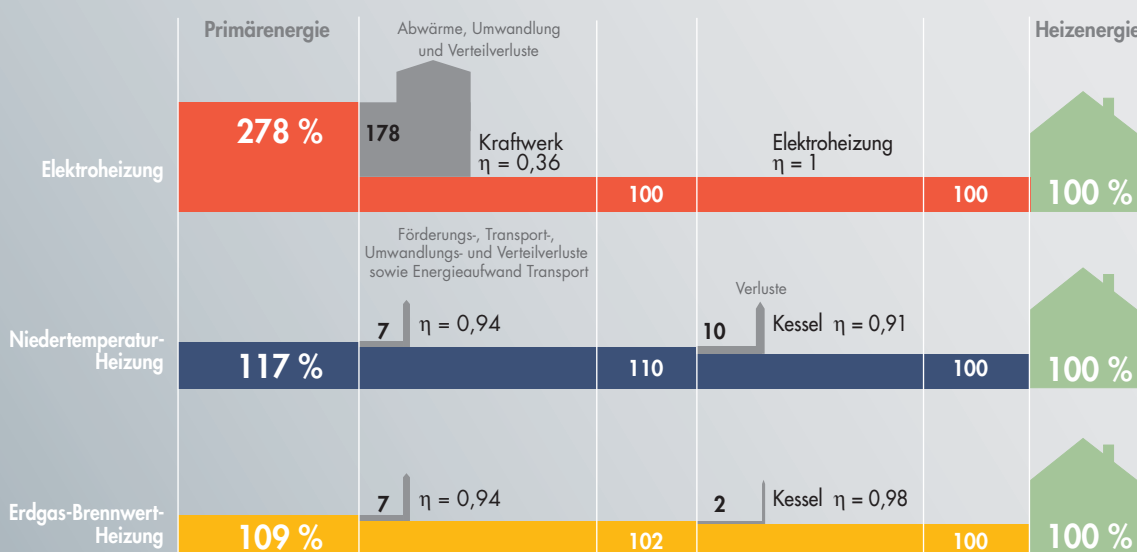
Bei der häuslichen Wärmeversorgung hat sich energieeffiziente und umweltschonende Technik also bereits weitgehend etabliert. Anders sieht es beim Strom aus: Er muss aus dem öffentlichen Netz bezogen werden. Bei der zentralen Stromerzeugung in Kraftwerken (ohne weitere Nutzung der entstehenden Abwärme) und beim Stromtransport gehen bis zu zwei Drittel der eingesetzten Ausgangsenergie verloren.

Eine wesentlich bessere Nutzung der eingesetzten Primärenergie lässt sich erreichen, wenn man Wärme und Strom direkt dort erzeugt, wo diese auch benötigt werden. Dabei ist das Hauptaugenmerk auf die Nutzung der bei der Stromproduktion entstehenden Abwärme zu richten.

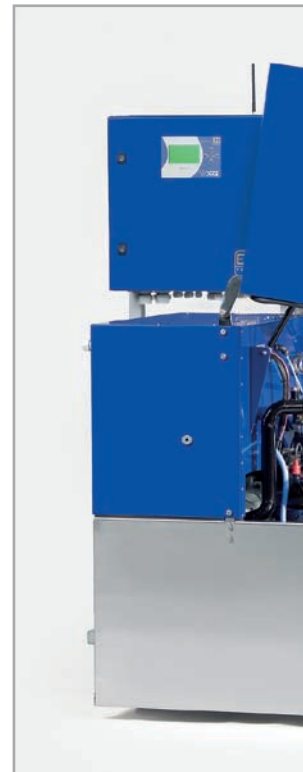
Primärenergieeinsatz und Umwandlungsverluste bei der Wärmeerzeugung durch verschiedene Heizsysteme

Primärenergieeinsatz verschiedener Heizsysteme

in Prozent (bezogen auf die Nutzenergie)



Quelle: Universität Essen



2.1 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 bis zu 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 bis weit über hundert Megawatt reichen. Kleine Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 10 Kilowatt (kW_e) bezeichnet man als Mikro-KWK-Geräte. 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 4.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr erreichen.

Mehrere Hersteller bieten solche Anlagen für den monovalenten Einsatz an (= das Mikro-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 (= ein- und ausschaltet). Bei Bedarf kann der Speicher kurzfristig größere Wärmemengen bereitstellen (z. B. für ein Duschbad).

EC Power XRG1 13G-TO



WhisperGen
(Quelle: Direkt-Service Energie GmbH)



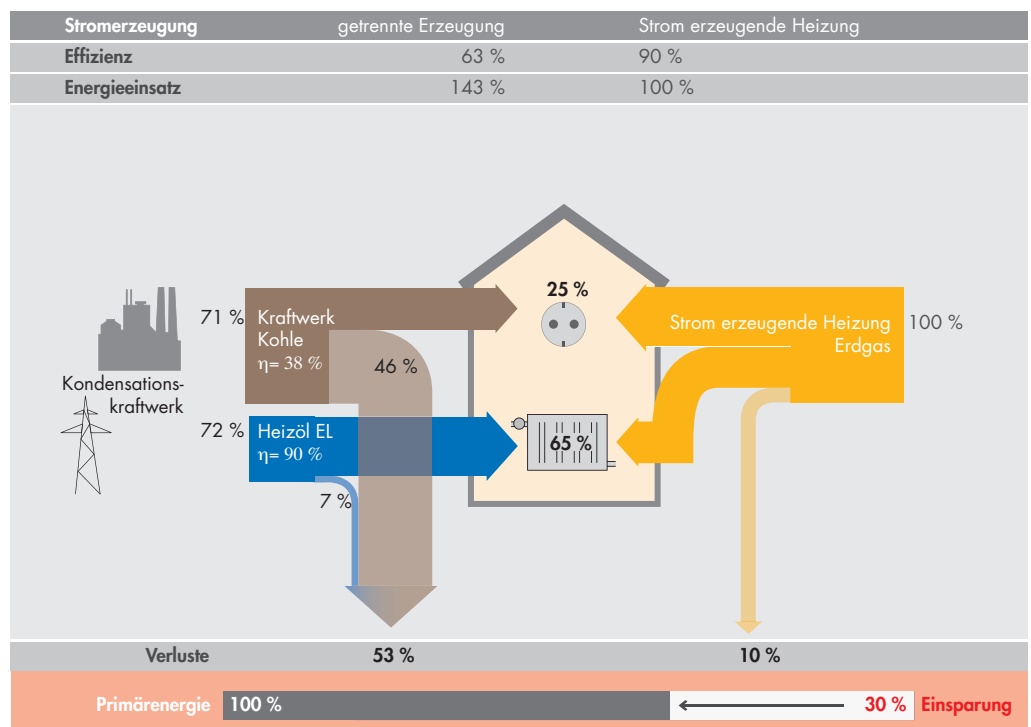
2.2 Wärme- und Stromerzeugung im Haus

Ähnlich arbeitet im noch kleineren Leistungsbereich von 1 bis 3 kW_{el} die Strom erzeugende Heizung (SEH). Sie kann je nach Anlagengröße bis zu 100 % des Wärmebedarfs im eigenen Haus abdecken. 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 36 % 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.



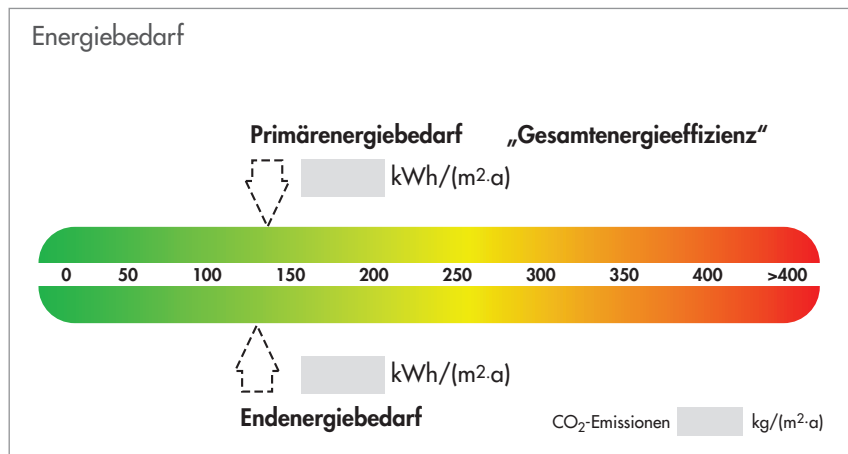
Vergleich des Primärenergieeinsatzes bei der zentralen und dezentralen Erzeugung von Strom und Wärme mit einer Strom erzeugenden Heizung.

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.

Nach § 3 (3) Satz 1 EnEV sind Neubauten, die zu mindestens 70 % durch Wärme aus KWK-Anlagen beheizt werden, vollständig von den EnEV-Anforderungen befreit. Zusätzliche Maßnahmen (z. B. für einen besonderen Wärmeschutz) können entfallen.



Vorteile beim Energieausweis

Seit 2008 ist auch für bestehende Gebäude ein Energieausweis nach EnEV vorgeschrieben, der die energetische Qualität des Objekts 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.

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.

Grundsätzlich wird bei der SEH durch die Verbrennung von Primärenergie Wärme und gleichzeitig mechanische Energie erzeugt, die wiederum einen Generator zur Stromerzeugung antreibt. Dabei unterscheidet man verschiedene Basistechnologien:

- interne oder externe Verbrennungsmotoren (z. B. Otto- oder Stirling-Motoren),
- Dampfexpansionsmaschinen,
- Brennstoffzellen.

Bei verbrennungsmotorischen Systemen ist der Strom erzeugende Generator über eine Welle mit dem Motor verbunden. Bei Dampfexpansionsmaschinen wird durch die Ausdehnung von Wasserdampf ein Kolben angetrieben, der wiederum den Generator antreibt oder Teil des Generators ist. Brennstoffzellen basieren auf einem elektrochemischen Wirkprinzip: Hier wird die bei Umwandlungsprozessen frei werdende Energie eines Brennstoffes direkt in elektrische und thermische Energie umgewandelt. Bei Brennstoffzellen wird daher kein Generator benötigt.

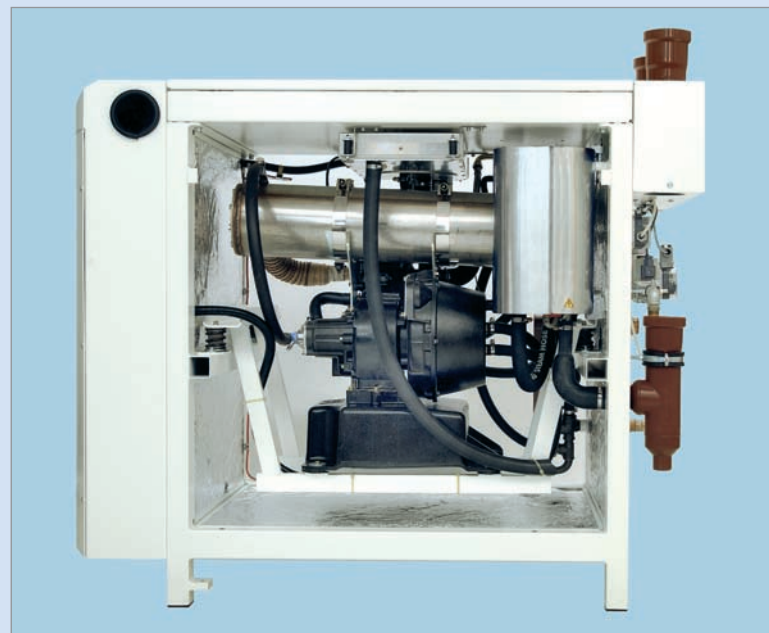
Verbrennungsmotoren stellen derzeit den Stand der Technik dar. Gleiches gilt für die Dampfexpansion im großen Leistungsbereich. Aktuelle Entwicklungen wollen diese Technologie für den kleinen Leistungsbereich erschließen. Die Brennstoffzelle ist eine Zukunftstechnologie, die bei kontinuierlicher Weiterentwicklung in einigen Jahren das Angebot an Strom erzeugenden Heizungen ergänzen kann.

3.1 Otto-Motor

Funktionsprinzip: Bei diesem System wird in einem internen Verbrennungsmotor 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 Kolben. Die Kolbenbewegung wird auf eine Welle 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.

Entwicklungsstand: KWK-Anlagen mit Otto-Motoren sind im großen Leistungsbereich (elektrische Leistungen bis zu mehreren MW_{el}) weit verbreitet. Ebenfalls am Markt verfügbar sind so genannte Mikro-KWK-Anlagen im Leistungsbereich um 5 kW_{el} für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern, großen Einfamilienhäusern mit hohem Energieverbrauch, Hotels, Gewerbebetrieben usw., beispielsweise von PowerPlus Technologies („Ecopower“), Senertec („Dachs“), EC Power oder AISIN.

Auch bei der Strom erzeugenden Heizung lässt sich diese Technologie nutzen. In Japan hat Honda gemeinsam mit Gasversorgungsunternehmen sehr erfolgreich ein System mit Otto-Motor auf den Markt gebracht, das 1 kW elektrische Leistung und 2,8 kW thermische Leistung erzeugt. Seit 2003 wurden bereits über



Quelle: PowerPlus Technologies

3.2 Stirling-Motor

90.000 dieser Geräte installiert. Sie werden außerhalb des Gebäudes aufgestellt und mit einem Spitzenlastkessel sowie einem Warmwasserspeicher kombiniert. Die Einspeisung des erzeugten Stroms in das öffentliche Netz ist in Japan nicht zulässig.

Außerhalb Japans erfolgte die Markteinführung zunächst gegen Ende 2006 in den USA. Ohne Anpassung an die Gegebenheiten des hiesigen Marktes, z. B. hinsichtlich Stromspeisung und Aufstellung innerhalb des Hauses (die in Japan nicht üblich ist), können diese Geräte in Deutschland bzw. Europa allerdings nicht eingesetzt werden. Gemeinsam mit Vaillant entwickelt Honda seit März 2009 eine Anlage, die auf dem deutschen bzw. europäischen Markt einsetzbar sein wird.

Bewertung: SEH-Systeme mit Otto-Motor 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 90 %)** auf. Nachteilig sind die höheren Wartungskosten (regelmäßiger Ölwechsel). Durch die interne Verbrennung können im Vergleich zu anderen SEH-Systemen ggf. höhere Emissionen auftreten. Die Entstehung von Schwingungen und Lärmemissionen ist durch entsprechende Dämpfung bzw. Kapselung vermeidbar.

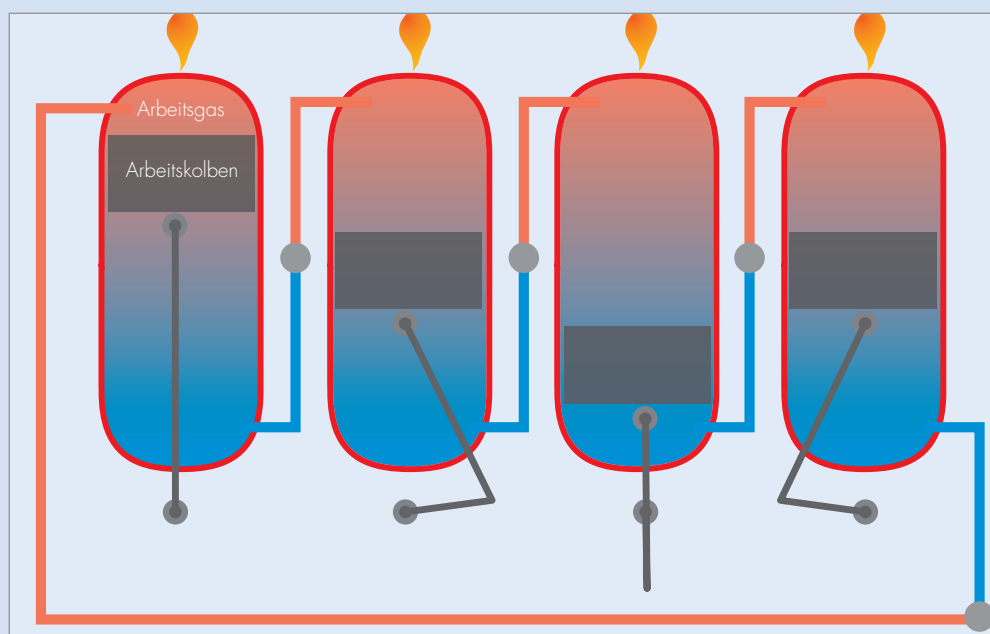
Funktionsprinzip: Dieses System arbeitet mit einem externen Verbrennungsmotor, bei dem ein Arbeitsgas (z. B. Helium) in einem geschlossenen Raum abwechselnd erhitzt und abgekühlt wird. Dabei wird eine Kolbenbewegung erzeugt, die wiederum einen Generator antreibt.

Das Arbeitsgas wird von außen erwärmt (z. B. über einen Erdgasbrenner), dehnt sich aus und presst den Arbeitskolben nach unten. Dadurch wird Arbeitsgas von der kalten Seite unterhalb des Kolbens auf die heiße Seite des folgenden Zylinders geschoben, wodurch diese heiße Seite abkühlt. Durch den dabei entstehenden Unterdruck wird der Arbeitskolben wieder nach oben gesaugt. Der Kreislauf beginnt von vorn.

Entwicklungsstand: Mikro-KWK-Anlagen mit Stirling-Motor sind bereits am Markt erhältlich (z. B. von Ceanery - vormals Solo Stirling GmbH). Aufgrund ihres Leistungsbereichs (thermisch: 8 bis 22 kW, elektrisch: 2 bis 7,5 kW) bieten sie sich besonders für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern, kommunalen Einrichtungen sowie gewerblichen bzw. industriellen Betrieben an.

Strom erzeugende Heizungen mit Stirling-Motor wurden z. B. von WhisperGen entwickelt. Gemeinsam mit einem spanischen Hersteller werden die Geräte für den europäischen Markt produziert und über Vertriebspartner in Deutschland angeboten. Mit ihrer Markteinführung ist 2010 zu rechnen. Weitere Geräte von Viessmann und BDR Thermea befinden sich in der praktischen Erprobung.

Bewertung: Stirling-Motoren sollen sich durch geringe Emissionen und einen geräuscharmen sowie nahezu verschleißfreien Betrieb auszeichnen. Das reduziert die Wartungskosten. Vergleichsweise **geringen elektrischen Wirkungsgraden (ca. 15 %)** stehen aufgrund geringer Wärmeverluste hohe thermische Wirkungsgrade gegenüber, so dass **Gesamtwirkungsgrade von über 90 %** erreichbar sind.



Prinzip eines 4-Zylinder-Stirlingmotors (Bauart WhisperGen)



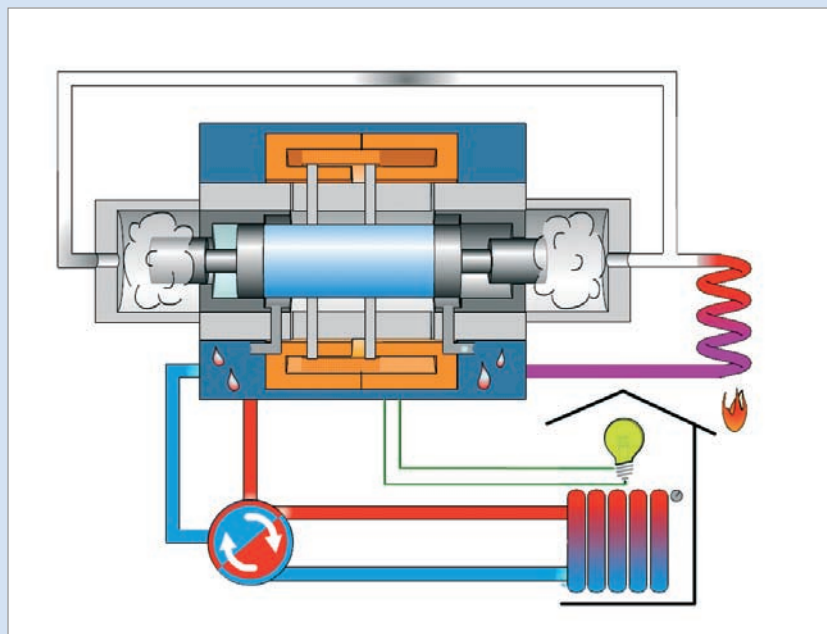
OTAG Lion Powerblock

3.3 Dampfexpansionsmaschine

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: Strom erzeugende Heizungen auf der Basis von Dampfkraftmaschinen befinden sich ebenfalls in der Praxiserprobung. Der von Otag entwickelte „lion Powerblock“ ist über Vertriebspartner zunächst in kleineren Stückzahlen verfügbar.

Bewertung: Wie beim Stirling-Motor 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.



Quelle: Otag Vertriebs GmbH & Co. KG

3.4 Brennstoffzelle

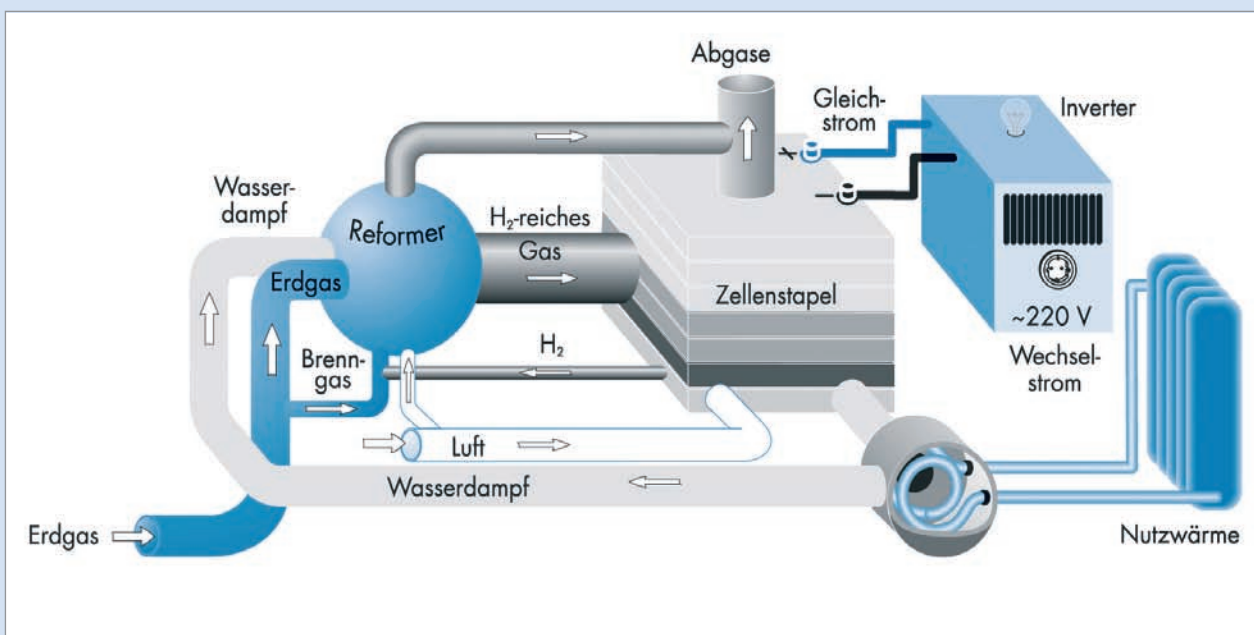
Funktionsprinzip: Bei der herkömmlichen Stromerzeugung in Wärme-Kraft-Maschinen entsteht durch Verbrennung fossiler Brennstoffe (z. B. im Motor) mechanische Energie, die im Generator in elektrische Energie umgewandelt wird. Im Gegensatz dazu wird in der Brennstoffzelle die Energie eines Brennstoffs (z. B. Wasserstoff, der aus Erdgas im so genannten Reformer erzeugt wird) durch elektrochemische Prozesse direkt in elektrische und thermische Energie umgewandelt. Aufgrund der geringen Wandlungsverluste weisen Brennstoffzellen hohe elektrische Wirkungsgrade und niedrige Schadstoffemissionen auf.

Im Wesentlichen bestehen Brennstoffzellen aus zwei Elektroden (Anode und Kathode), die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Mit Hilfe eines Katalysators wird der an der Anode kontinuierlich zugeführte Wasserstoff in Elektronen und Protonen zerlegt. Während die Protonen durch den Elektrolyten zur Kathode transportiert werden, verrichten die Elektronen auf ihrem Weg über einen externen Stromkreis zur Kathode elektrische Arbeit. An der Kathode verbinden sich Protonen und Elektronen unter Zuführung von Sauerstoff zu Wasser(dampf).

Entwicklungsstand: Mit der Entwicklung und Erprobung von Strom erzeugenden Heizungen auf der Basis von Brennstoffzellen (so genannte Brennstoffzellen-Heizgeräte) befassen sich mehrere Hersteller (z. B. Hexis, Baxi Innotech) bzw. Kooperationen (z. B. CFCL / RBZ).

Einige Geräte werden derzeit in Feldtests unter realen Bedingungen eingesetzt. Der notwendige Wasserstoff wird dabei in der Regel durch einen katalytischen Prozess in dem im Gerät integrierten Reformer aus Erdgas und zugeführtem Wasserdampf hergestellt.

Von allen hier vorgestellten Technologien ist die Brennstoffzellentechnologie nach derzeitiger Einschätzung noch am weitesten von der Markteinführung entfernt. Allerdings wird ihr aufgrund der systembedingten Vorteile (hoher elektrischer Wirkungsgrad und gutes Teillastverhalten) künftig eine große Bedeutung vorausgesagt. Voraussetzung ist, dass die bestehenden technischen Probleme gelöst werden und eine Serienfertigung zu wettbewerbsfähigen Preisen möglich ist.



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 die 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 in der Entwicklung / Erprobung

Hersteller	Honda Motor Co., Ltd. / Vaillant	Bosch GmbH Enatec b.v.	OTAG Vertriebs GmbH	WhisperGen Ltd.
Gerät	Ecowill		lion Powerblock	WhisperGen
Prinzip	Otto-Motor	Stirling-Motor	Dampfexpansion	Stirling-Motor
elektrische Leistung (kW)	1,0	1,0	0,3 – 2,0	1,0
thermische Leistung (kW)	2,8	4,0 – 35,0	3,0 – 16,0	5,5 – 14,0
Gewicht (kg)	ca. 81	ca. 100	ca. 190	ca. 150
Status	Verkauf in Japan seit 2003, Verkaufsstart in USA 2006, Feldtests in Deutschland	Prototypentests in Japan und Europa	Auslieferung in Kleinserie seit Ende 2006	Aufbau einer Serienproduktion in Spanien, Vertrieb in Deutschland startet 2010
Internet	www.vaillant.de	www.enatec.com	www.otag.de	www.2g-home.de www.dse-vertrieb.de www.sanevo.de

Verfügbare Geräte

Hersteller	Senertec GmbH	PowerPlus Technologies		AISIN Seiki Co.	EC Power
Gerät	Dachs HKA	3.0	4.7		XRGI 13G-TO
Prinzip	Otto-Motor	Otto-Motor		Otto-Motor	Otto-Motor
elektrische Leistung (kW)	5,5	1,3 – 3,0	1,3 – 4,7	0,3 – 4,6	4,0 – 13,0
thermische Leistung (kW)	12,5	4,0 – 8,0	4,0 – 12,5	11,7	17,0 – 29,0
Gewicht (kg)	ca. 530	ca. 395		ca. 465	ca. 700
Status	verfügbar	verfügbar		verfügbar	verfügbar
Internet	www.senertec.de	www.ecopower.de		www.berndt-enersys.de	www.ecpower.de

Eine aktuelle Übersicht erhalten Sie unter www.stromerzeugende-heizung.de

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

5.1 Anforderungen auf der 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.

Die Umsetzung der Energieeinsparverordnung (EnEV) führt – insbesondere bei neuen Gebäuden – 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.

5.2 Anforderungen auf der 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 Keller- und Dachaufstellung 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 usw.) der Strom erzeugenden Heizung. Sie hat maßgeblichen Einfluss darauf, wie die Anlage eingesetzt werden kann (siehe Seite 14) 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.

5.3 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,
- Vermeidung der Stromsteuer bei der Stromerzeugung für die Eigennutzung (derzeit 2,05 Ct/kWh_e),
- 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 gemäß neuem 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, der im Internet unter www.eex.de öffentlich zugänglich ist.



Honda Ecowill (links)
PowerPlus Technologies ecopower (Mitte)
AISIN Seiki (rechts)

5.4 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.

In der Regel werden Strom erzeugende Heizungen wärmegeführt betrieben.

Für die Betriebsweise der Strom erzeugenden Heizung im Ein- bzw. Zweifamilienhaus ergeben sich – unabhängig von den derzeitigen Strom- und Brennstoffpreisen sowie der aktuellen Gesetzeslage zur Einspeisevergütung – folgende Möglichkeiten:

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.

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 (= 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.

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.

5.5 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 aller Regel der Warmwasserbedarf maßgeblich für die erforderliche Auslegung der Gaszufuhr einschließlich der Auslegung von Zählern und Strömungswächtern. Vor der Installation einer SEH sollte die Kapazität des Gashausanschlusses 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 Abgassystem angeschlossen werden können. Die Abgase der Anlage und eines eventuell vorhandenen Spitzenlastkessels sollten bereits im Aufstellraum zusammengeführt werden, wobei Abgasdruckunterschiede zwischen SEH und Spitzenlastkessel zu beachten sind.

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



www.asue.de

Überreicht durch: