

Installation, Wartung und Marktchancen eines Mini-BHKW

Doppelter Nutzen

Armin Müller*

Die Kraft-Wärme-Koppelung – also die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom aus Primärenergie – gewinnt als umweltschonende Alternative zunehmend an Bedeutung. Völlig neue Möglichkeiten fürs SHK-Handwerk eröffnet das seit über zwei Jahren lieferbare Mini-Blockheizkraftwerk der Firma Senertec. Wo lassen sich sogenannte „Sachs Heiz-Kraft-Anlagen“ (HKA) wirtschaftlich einsetzen? Was muß bei der Installation beachtet werden? Wie oft sind die Anlagen zu warten? Antworten darauf bietet der folgende Artikel.



Die HKA ersetzt meist nicht die bestehende Heizungsanlage, sondern dient zur Grundlastabdeckung des thermischen und elektrischen Bedarfs

Die Sachs Heiz-Kraft-Anlage (HKA) von Senertec ist ein speziell entwickeltes, kompaktes und anschlussfertiges Mini-BHKW, das als erstes Gerät seiner Art serienmäßig industriell gefertigt wird. Durch die unter dem Gehäuse integrierte Systemtechnik wird die Anlage anschlussfertig ausgeliefert. Umständliche und zeitaufwendige Installationsarbeiten entfallen damit. Das Prinzip der Kraft-Wärme-Koppelung (KWK) wurde so für einen breiteren Markt mit zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten interessant. So läßt sich die

* Dipl.-Ing. (FH) Armin Müller ist Prokurist und Produktmanager bei der Senertec GmbH, 97424 Schweinfurt, Telefon (0 97 21) 65 10, Telefax (0 97 21) 65 12 03

Anlage z. B. in Mehrfamilienhäusern, Kindergärten, Seniorenheimen, Wohn- und Niedrigenergiesiedlungen mit Nahwärmesystemen, Verwaltungsgebäuden, Schulen, Sport- und Schwimmhallen, Hotels, Gaststätten, Kaufhäuser und Einkaufszentren sowie in Handwerksbetrieben oder der Kleinindustrie einsetzen. Trotz der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sollte im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit darauf geachtet werden, daß der Großteil der von der HKA erzeugten elektrischen Energie im zu versorgenden Gebäude verbraucht wird. Aus jahrelangen Erprobungserfahrungen lassen sich folgende Idealwerte für die Grundlasten ableiten: 10 kW Mindestbedarf thermische Leistung sowie 4 kW Wärmebedarf und elektrische Leistung.

Aufbau der HKA

Bei KWK-Anlagen werden Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt und genutzt. Die bei der Stromproduktion entstehende Wärme am Motor wird über mehrere Wärmetauscher zur Heizwärmeerzeugung und Warm-

wasserbereitung verwendet. Dieser Vorgang spart bis zu einem Drittel Primärenergie, was nicht nur die Umweltbelastung erheblich verringert sondern sich auch wirtschaftlich auszahlt.

Mittelpunkt der HKA ist der speziell für diesen Einsatz entwickelte, liegend eingebaute Ein-Zylinder-Viertakt-Motor. Er hat einen Hubraum von 579 cm³, ist wassergekühlt, schadstoffarm und verfügt über einen Oxidationskatalysator (Gasversion) beziehungsweise Rußfilter (Heizölversion). Betrieben wird die Anlage entweder mit Gas, Flüssiggas, Heizöl oder auch mit Bio-Diesel (RME). Direkt mit dem Antrieb gekoppelt ist ein ebenfalls wassergekühlter Asynchron-Generator, der im Parallelbetrieb mit dem öffentlichen Netz Strom erzeugt. Die elektrische Leistung liegt je nach Ausführung bei 5,0 bis 5,5 kW_{el} und die thermische Leistung bei 10,5 bis 12,5 kW_{th}. Die HKA ist für eine Gesamtlebensdauer von rund 80 000 Betriebsstunden ausgelegt. Das entspricht bei einem Pkw-Motor einer Laufleistung von vier bis sechs Millionen Kilometer. Zudem entspricht sie allen maßgeblichen EU-Richtlinien zur CE-Zertifizierung und hält die Schutzziele der VDEW-Richtlinie für den Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen am öffentlichen Stromnetz ein. Die Anforderungen aller einschlägigen Normen werden ebenfalls erfüllt.

Funktion der erdgasbefeuerten Anlage

Gestartet wird die Anlage über einen 12-V-Starter, der seine Energie aus dem Niederspannungsnetz (3-phasig 400 V) über ein Netzstartgerät bezieht. Im Gasmischer wird dann das durch eine spezielle Gasstrecke ge-

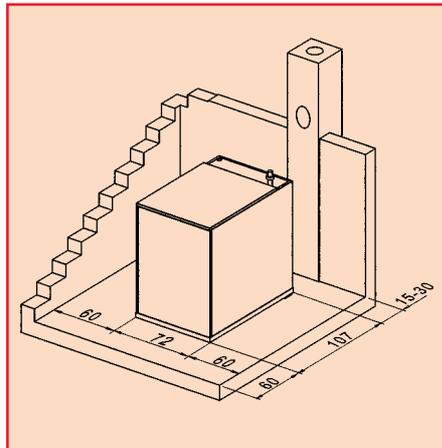
leitete Brenngas mit der angesaugten Verbrennungsluft vermischt. Anschließend wird dieses Gas-/Luft-Gemisch durch den Ansaug-Geräuschdämpfer über Filter und Flammensperre in den Motor geführt und dort verbrannt. Die dabei erzeugte mechanische Energie an der Kurbelwelle wird über ein Zahnradpaar direkt auf den Generatorläufer übertragen und erzeugt in der Ständerwicklung die elektrische Leistung. Über die Schalteinheit fließt dann die Energie weiter ins Versorgungsnetz. Die Abgase verlassen mit ungefähr 530 °C den Motor und durchströmen anschließend den Wärmetauscher. Dort kühlen sie sich auf rund 160 °C ab und werden nach Durchtritt des Schalldämpfers in die externe Abgasleitung geführt.



Blick ins Innere der Sachs Gas-HKA

Zur Kühlung wird eine Teilmenge des Heizungswassers direkt vom Kesselrücklauf in die HKA geführt. Dieses fließt von dort aus zunächst durch den Kühlmantel des Asynchrongenerators, nimmt anschließend die Wärme vom Motoröl, dem Motor selbst und den Motorabgasen auf und strömt dann als Vorlaufwasser wieder in den Kesselrücklauf zurück. Die Umwälzung des Heizungswassers durch die Anlage bis zum Kesselrücklauf übernimmt die HKA-eigene Kühlwasserpumpe.

Beim Start des Motors zirkuliert das Heizungswasser im internen Kreislauf durch den Motor. Ein Thermostatventil regelt da-



Aufstellungsschema mit Mindestmaßen in cm

bei die Wassertemperatur. Nach Erreichen einer Kühlwassertemperatur von 80 °C öffnet das Thermostatventil den Wasserfluß zum externen Heizkreislauf. Die Zeit bis zum Öffnen kann je nach Starttemperatur bis zu acht Minuten betragen. Durch diese Schaltung wird erreicht, daß der Motor schnell auf Betriebstemperatur kommt. Bei Wärmeabgabe beträgt die Vorlauftemperatur, unabhängig von der Rücklauftemperatur, immer ca. 80 °C.

Der Schmierölvorrat ist – entsprechend dem Wartungsintervall von 3000 Betriebsstunden bei Heizölbetrieb und 3500 h bei Gasbetrieb – auf 12 l ausgelegt. Die Kühlung des Motoröls erfolgt in einem kompakten Ölkühler, der im sogenannten Multiblock integriert ist. Die Wärme des Motoröls wird an das Heizungswasser abgegeben. Der Öldruck ist auf 1,5 bar eingestellt und wird vom Öldruckschalter (Schaltpunkt 0,8 bar) überwacht.

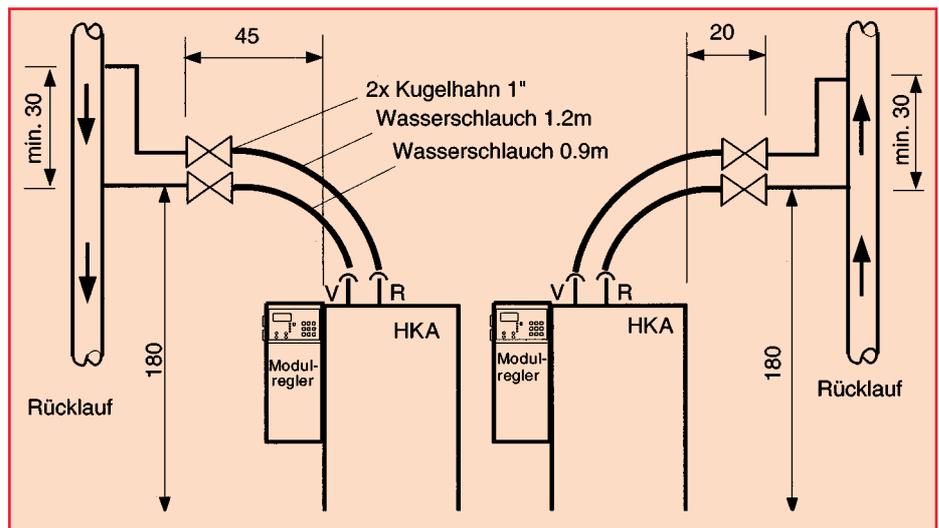
Einbindung in die Heizungsanlage

Die Sachs HKA ersetzt in der Regel nicht die bestehende Heizungsanlage, sondern dient zur Grundlastabdeckung des thermischen und elektrischen Systembedarfs. Der Spitzenwärmebedarf wird weiterhin vom Kessel geliefert, und der Spitzenstrom aus dem öffentlichen Netz bezogen. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten, wobei die HKA in der Regel mit Vor- und Rücklauf in den Gesamtrücklauf der Heizungsanlage eingebunden wird. Das bedeutet, sie funktioniert im herkömmlichen Sinne als Rücklaufumwälzpumpe für die Kesselanlage.

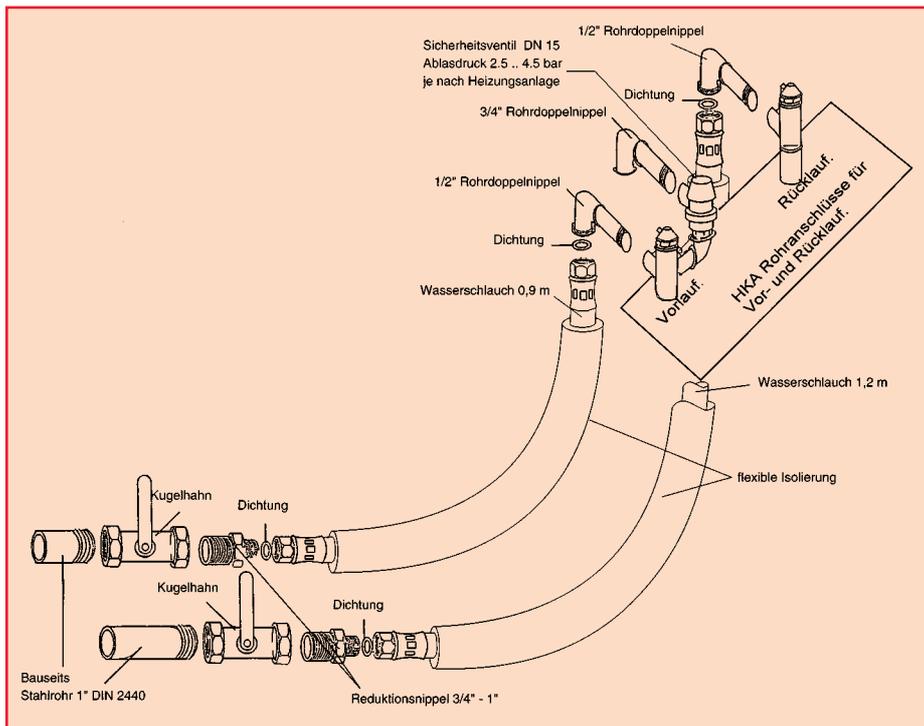
Die bei dem Heizungsanschluß entstehende Bypaßleitung sollte dabei mindestens 40 cm lang sein. Der in Strömungsrichtung erste Abzweig bildet die Rücklaufleitung zur HKA, der zweite wird mit dem Vorlauf der HKA verbunden. Je nach Entfernung der Anlage zur Rücklaufleitung sind Rohrdurchmesser zwischen einem Zoll und 5/4 Zoll zu wählen. Bei einem Abstand von mehr als 20 m ist eine zusätzliche Pumpe erforderlich.

Der Anschluß an der HKA erfolgt mittels flexibler Heizwasserschläuche. Bei deren Montage ist darauf zu achten, daß der Abblasdruck des Sicherheitsventils mit dem der restlichen Anlage übereinstimmt. Sollten die Druckangaben der Heizungsanlage von denen des Ventils abweichen, muß dieses ausgetauscht werden. Bei der heizwasserseitigen Anbindung ist die DIN 4751/T2 zu beachten.

Nach Einbindung der Anlage ist eine Dichtungsprüfung der Anschlußleitungen durchzuführen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß



Maßanschlussschema für die flexiblen Schläuche mit optimaler Entlüftung der HKA



Zubehör Heizkreisanschluß

der maximale Betriebsüberdruck der HKA von fünf bar nicht überschritten wird. Kommt es zu Drucküberschreitungen, tritt aus dem Ablauf des Sicherheitsventils Wasser aus, das über ein Siphon in das Abwasserseitz fließt. Die Abwasserleitungen müssen so verlegt werden, daß der Siphon direkt unterhalb der Ablaufleitung des Sicherheitsventils liegt und das Wasser über eine kurze Leitung direkt hineinfließen kann. Keinesfalls darf die Rohrleitung über eine längere Strecke mit Wandbefestigungen zum Siphon geleitet werden, da sonst die Gefahr der Geräuschübertragungen besteht.

Je nach Wahl der hydraulischen Einbindung können verschiedene regelungstechnische Anschlüsse gewählt werden. Die einstellbaren Reglerprogramme beinhalten Standardparameter, die sich bei Bedarf aber individuell anpassen lassen. Der überwiegende Teil aller Einsatzfälle kann mit etwa vier Programmen abgedeckt werden.

Elektrotechnische Einbindung

Vor Installationsbeginn ist die Einbindung der Anlage mit dem örtlichen Energieversorger abzuklären. Der Aufbau ist nach den örtlichen Technischen Anschlußbestimmungen (TAB) des Energieversorgers vorzunehmen und vor der Inbetriebnahme vom Installationsbetrieb anzumelden. Netz- und sonstige Anschlüsse für Aktoren und Sensoren sind an den jeweils vorgesehenen Anschlußklemmen der Sachs-Regel- und Überwachungseinheit gemäß Installations- und Klemmenplan auszuführen. Für den Netzanschluß (3/NPE AC 400 V/50 Hz) ist im Normalfall eine Mantelleitung vom Typ NYM 5 x 2,5 mm² unter Berücksichtigung der gebäudeseitigen Installationsbedingungen wie Umgebungstemperatur oder Spannungsabfall zu verlegen.

Der Installationsumfang für die Einspeisung des erzeugten elektrischen Stromes der HKA innerhalb eines Gebäudes oder in das öffentliche Netz ist abhängig von der Anzahl der HKA-Module und den gebäudeseitigen Bedingungen sowie der gewählten Netzanschlußvariante. Am gewählten gebäudeseitigen Netzanschlußpunkt für die Einspeisung des produzierten Stromes ist die Netzanschlußleitung für die HKA mit 3x20 Ampere Neozedsicherungen abzusichern. Gemäß TAB muß die HKA gebäudeseitig

in den Potentialausgleich miteinbezogen werden. Ein FI-Schutzschalter ist hingegen nur dann zu installieren, wenn er entsprechend den örtlichen TABs gefordert wird. Für die Einspeisung des nicht genutzten Stroms (elektrische Grundlast < 4 kW) in das öffentliche Versorgungsnetz, wird in der Regel vom zuständigen Energieversorger ein Rückspeise- und ein Bezugszähler (Drehstrom) gefordert. Beide Zähler müssen über eine Rücklaufperre verfügen. Setzt das EVU elektronische Zähler ein, empfiehlt es sich, aus Platz und Kostengründen einen elektronischen Zähler zu verwenden, der Rückspeise- und Bezugszähler vereint.

Anbindung an Gas- und Heizölanschlüsse

Für die Anbindung der HKA an ein bestehendes Erdgasleitungssystem gilt es zunächst, den lokalen Maximaldruck des Gasnetzes festzustellen. Überschreitet dieser 100 mbar, muß ein Druckminderer installiert werden, mit dem der Gasdruck auf 18 bis 24 mbar reguliert werden kann. Ob ein Gaszähler installiert werden soll, liegt im Ermessen des HKA-Betreibers. Geeignet ist hierfür z. B. ein Gaszähler vom Typ G4-DN 25. Ob der Zähler vor oder hinter dem vorhandenen Hauptzähler angeschlossen wird, kann je nach Einsatzobjekt und Abrechnungsart unterschiedlich gehandhabt werden. Wichtig ist jedoch die Mindestdurchflußmenge des Hauptzählers zu berücksichtigen.

Bei der Verbindung der Anlage mit der Gasleitung spielt für den zu wählenden Rohrdurchmesser erneut die Entfernung eine Rolle. Bei einem Abstand von weniger als zehn Metern zwischen Anlage und Leitung reicht ein Durchmesser von 1/2 Zoll aus, darüber hinaus ist ein Querschnitt von 3/4 Zoll erforderlich. Die Anbindung an das Erdgasnetz (H, L oder LL) erfolgt mittels Kugelhahn, Brandschutzventil DN 15 und Rohrleitung DN 15.

Für die Heizölanspeisung gelten die einschlägigen Normen für die Verlegung von Heizölleitungen. Der Anschluß der HKA erfolgt mittels Heizöl-Vorfilter-Station und zwei flexiblen Anschlußschläuchen, die im mitgelieferten Installationszubehör enthalten sind.

ten sind. Vom Tank bis zur Heizöl-Vorfilter-Station wird dabei ein Ein-Strang-System verlegt.

Prinzip der Abgasabführung

Für die Abführung der HKA-Abgase stehen mehrere Varianten zur Verfügung, die je nach baulicher Gegebenheit ausgewählt werden. Dies ist abhängig von den Leistungsbereichen der Anlage und des Heizkessels sowie der Anschlußart. Es kann eine separate oder eine gemeinsame Abgasführung mit dem Kessel gewählt werden. Die Bemessung der Schornsteine erfolgt nach Diagrammen, die auf der Basis der DIN 4701-1, DIN 4701-3 und DIN 18 160-1 vom TÜV Bau- und Betriebstechnik München geprüft wurden. Die Grundlage für die Gültigkeit der Diagramme sind:

- gleicher Aufstellraum für HKA und Heizkessel bei mehrfach belegtem Schornstein oder Luftverbund mit HKA-Aufstellraum
- Förderdruck für die Zuluft von 3 Pa. Die Zuluftöffnung ist entsprechend zu dimensionieren
- Abstand zwischen Heizkesselanschluß und HKA-Anschluß an den Schornstein bis maximal 1,75 m. Für die wirksame Höhe ist der obere Anschluß maßgebend
- Im Verbindungsstück zwischen Heizkessel und Schornstein bei Mehrfachbelegung und Anschluß der HKA am Kesselrauchrohr oder 2,5 m Verbindungsstück, wärmegeämmt mit einem Wärmedurchgangswiderstand von 0,65 m²K/W.

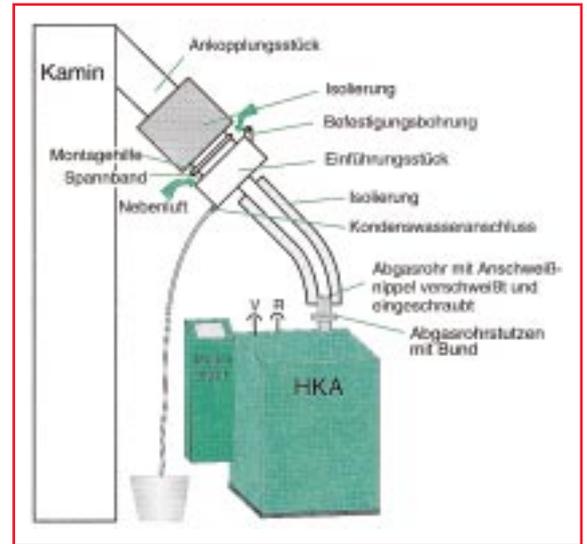
Die Abgasführung erfolgt über den normalen Kamin. Gas und Luft werden im Gasmischer der Anlage zusammengeführt und über den Ansaugeräuschkämpfer, der im

Grundrahmen integriert ist, vom Motor angesaugt. Die Gasmenge, und damit verbunden die Motorleistung, wird über eine Anreicherung automatisch geregelt. Die Abgase des Motors werden im Katalysator gereinigt und im Abgas-Wärmetauscher auf minimal 160 °C abgekühlt. So wird eine Kondensatbildung in der nachgeschalteten Abgasführung vermieden. Die Einbindung des Wärmetauschers erfolgt wasserseitig in den Motor-Kühlkreislauf, da hier durch die thermische Regelung ein konstant hohes Temperaturniveau verfügbar ist.

Bemessung der Zuluftquerschnitte

Mittels einem speziellen Einführungsstück werden die Abgase in den Schornstein drucklos eingeleitet. Dabei wirkt der Impuls der ausströmenden Schadstoffe aus dem Abgasrohr als treibende Kraft, der gleichzeitig eine fest definierte Nebenluftmenge ansaugt. Auch ohne Schornsteinzug herrscht im Einführungsbereich Unterdruck. Das Prinzip ist theoretisch untersucht, berechnet und durch Messungen im Versuch sowie durch Langzeitmessungen an Feldtestanlagen – in Zusammenarbeit mit den Schornsteinfegern – bestätigt.

Der HKA-Anschluß erfolgt auf gleicher Geschoßhöhe und im gleichen Raum wie der Kesselanschluß. Die Anlage kann sowohl direkt am Kamin als auch am Kesselrauchrohr eingebunden werden, wobei letzterer



Angeschweißtes Abgasrohr

im abschließenden geraden Teil vor dem Kamineintritt erfolgen muß. An Bögen im Verbindungsstück zwischen Kessel und Schornstein darf wegen möglicher Staudruckgefahr nicht angeschlossen werden.

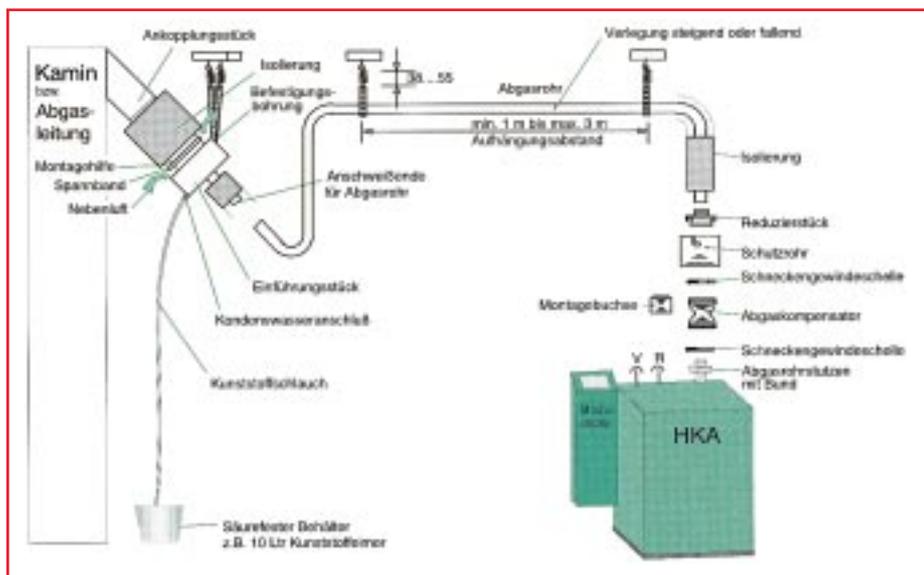
Steht die HKA alleine im Raum, muß die Belüftung des Raumes entweder mit einer Öffnung von 150 cm² versehen sein oder einer Leitung mit einem Durchmesser von 2x75 cm² mit äquivalenten Querschnitten. Genauso gut ist auch ein Raumverbund mit Verbrennungsluftöffnung von 150 cm² zu Räumen mit Verbindung ins Freie möglich. Der Gesamtrauminhalt muß dabei mindestens 4 m³ pro kW Gesamtleistung betragen.

Der Zuluftquerschnitt berechnet sich nach folgender Formel:

$$A_{vl} = [(Q_{\text{Kessel}} - 50 \text{ kW}) + \text{Anzahl}_{\text{HKA}} \times 20 \text{ kW}] \times 2 \text{ cm}^2 + 150 \text{ cm}^2 + A_{\text{Efs}}$$

Legende:

- Q_{Kessel} = Kesselleistung in kW
- $\text{Anzahl}_{\text{HKA}}$ = Anzahl der HKA-Module
- A_{Efs} = 40 cm² bei 1–3 HKA und 1 Einführungsstück
- A_{Efs} = 80 cm² bei 4–6 HKA und 2 Einführungsstücken



Abgehängte, frei schwingende Abgasleitung



Auch der Betrieb mehrerer HKA (Mehrmodulanlage) ist problemlos realisierbar

Anmeldeverfahren, Wartung und Pflege

Bevor die Sachs HKA endgültig in Betrieb genommen werden kann, müssen zunächst noch einige Anmeldeformalitäten erledigt sein. Hierfür ist der Elektroinstallateur zuständig – in der Regel der Senertec-Partner. Um diese Aufgabe übernehmen zu können, muß er beim zuständigen Energieversorgungsunternehmen (EVU) registriert sein. Neben dem EVU muß die Anlage außerdem noch beim zuständigen Gasversorgungsunternehmen sowie beim Hauptzollamt angemeldet werden. Letzteres ist deshalb erforderlich, weil ansonsten die Anlage nicht mit steuerlich vergünstigtem Gas bzw. Heizöl betrieben werden kann. Bei dem Antrieb der Anlage handelt es sich nämlich um einen Verbrennungsmotor, der ansonsten rein rechtlich gesehen nur mit normalem Diesel-Kraftstoff oder normal versteuertem Gas befeuert werden dürfte. Die Erfahrung aus den Feldtestanlagen zeigt eine wesentlich höhere Verfügbarkeit der Sachs HKA im Vergleich zu anderen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Bei Vollwartung der Module läßt sich die prognostizierte Lebensdauer von über 80 000 Betriebsstunden problemlos erreichen. Abhängig von der jährlichen Belastung entspricht das in etwa einer Laufzeit von zehn bis fünfzehn Jahren.

Die normale Regelwartung wird alle 3000 Betriebsstunden bei Heizölbetrieb und 3500 Stunden bei Gasbetrieb durchgeführt. Das heißt: bei Dauerbetrieb zweimal im Jahr. Die Regelwartung dauert etwa 60 Minuten, wobei Filter und Öl gewechselt, das Ventilspiel überprüft sowie Funktion, Leistung, Sicherheit und Dichtigkeit der Anlage kontrolliert werden. Bei Gas-Anlagen findet zudem bei jeder zweiten Wartung ein Austausch der Zündkerzen statt. Ungefähr drei bis sechs Liter Schmieröl verbraucht die Anlage innerhalb der 3000 bzw. 3500 Betriebsstunden. Nach erfolgter Wartung werden abschließend alle Arbeiten in einem Protokoll festgehalten.

Nach rund 40 000 bis 60 000 Betriebsstunden können dann die ersten größeren Überholungsarbeiten anfallen, wie z. B. der Austausch des Zylinderkopfs. Die Kosten hierfür entsprechen ungefähr denen eines Brennertauschs beim Heizkessel. Regelwartung und Pflege der Sachs HKA werden von Mitarbeitern des betreuenden Senertec-Partners ausgeführt, die speziell dafür (regelmäßig) geschult werden.

Partnerschaft für die Zukunft

Alle Sachs Heiz-Kraft-Anlagen werden ausschließlich über die System-Partner vertrieben. Um seinen Partnern eine reibungslose und termingerechte Installation sowie Anmeldung der Anlagen zu gewährleisten, achtet Senertec auf einen gut funktionierenden Partner-Verbund. Dies fängt bereits bei der Auswahl der Kooperationsbetriebe an und setzt sich bei der Schulung und Aus-

bildung der Mitarbeiter fort. Zusätzlich bietet Senertec seinen Partnern zur Unterstützung ihrer Verkaufs- und Werbeaktionen zahlreiche Service- und Marketingleistungen. Als weiteren Service bietet das Unternehmen seine Unterstützung bei Installation, Wartung oder Reparatur der Anlagen an. Außerdem steht den Partnern ein zentral organisierter Support sowie eine 24-Stunden-Hotline zur Verfügung.

Derzeit verfügt Senertec über rund 350 Partner-Fachbetriebe. Geplant ist die Zahl auf etwa 400 bis 500 Partner auszudehnen, um ein flächendeckendes Netz mit regionaler Verkaufs- und Vertriebsstruktur zu errichten. Daran beteiligen können sich qualifizierte und spezialisierte Fachbetriebe aus der SHK- und Elektro-Branche. Verkauf und Wartungsarbeiten an der Sachs HKA bergen nicht nur ein großes Potential an Zusatzgeschäft, sondern eröffnen auch neue Absatzmärkte und neue Kundenpotentiale. Angesichts des harten Wettbewerbs der Handwerksbetriebe untereinander eine gute Möglichkeit, sich neue Einnahmemöglichkeiten zu erschließen. Denn gerade wer heutzutage bereit ist, neue Wege zu gehen, erhöht seine Chancen, am Markt zu bestehen und sichere Umsätze zu haben.

Günstig für die Marktentwicklung in Deutschland dürfte sein, daß die Bundesregierung die bisher angelaufenen Maßnahmen zur CO₂-Reduzierung und zur Energieeinsparung weiter forcieren will. Zu optimistischen Aussagen in bezug auf Marktpotentiale im Bereich von KWK-Anlagen kommen auch zahlreiche Studien namhafter Institutionen. Dabei wird u. a. auf die hohe Wirtschaftlichkeit der Sachs HKA in Zusammenhang mit der Strom-Eigenproduktion verwiesen. Zudem leistet der Betrieb der Anlage einen Beitrag zum Umweltschutz. – Zwei starke Argumente für potentielle Betreiber. □

Leserbriefe

Meinungen, Kommentare zu Beiträgen bitte möglichst per Fax an die SBZ-Redaktion unter

(07 11) 6 36 72 55
(07 11) 63 67 27 43