



Stromeinsparung in der Fleischverarbeitenden Industrie¹

H. Ortner²

In den letzten Jahren waren die Produkte aus der Fleischwaren-Industrie nicht mehr in dem Maße gefragt, wie es früher der Fall war, u. a. wegen der Seuchen "Rinderwahnsinn" und "Schweinepest". Die Umsätze und auch die Erträge sind deshalb seit einiger Zeit rückläufig. Diese Tendenz drückt auf die Verkaufspreise, der Wettbewerb wurde immer härter, Kiloware wird von den Produzenten hinter dem Komma im Pfennigbereich scharf kalkuliert. Um wettbewerbsfähig zu sein bzw. zu bleiben, müssen letztendlich alle Gestehungskosten auf den Prüfstand. Einer dieser Kostenfaktoren bei der Produktion der Waren sind zweifelsohne die Betriebskosten und hier speziell die Kosten für Energie.

Allein die Kälteversorgung in einem Fleischwaren produzierenden Betrieb erfordert ca. 40 % des Gesamtenergiebedarfs. Es ist deshalb empfehlenswert, die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur rationellen Energieverwendung und damit zur Betriebskosteneinsparung detailliert zu untersuchen:

- Die **Wahl des** für die Kälteanlage geeigneten **Kältemittels** (bei Neuinstallation der Kälteanlage, aber auch als Alternative zur Umrüstung von Anlagen, die älter als 10 Jahre sind, aufgrund des Verbots FCKW-haltiger Kältemittel).
- Die Wahl einer energieeffizienten Bauart der Kälteanlage bei einer Neuinstallation (z. B. eine zweistufige Bauart mit zweistufiger Entspannung, zweistufiger Verdichtung mit Zwischenkühlung auf der Mitteldruckseite anstelle einer einstufigen Bauart).
- Eine **Kältemittelheißgasabtauung**, die sich bei Neuanlagen gegenüber einer Elektroabtauung **in ca. 2 Jahren amortisiert**. Bei einer bestehenden Kälteanlage ist eine Umrüstung i. d. R. nicht wirtschaftlich.
- Eine am Wärmebedarf orientierte **Wärmerückgewinnung mit Amortisationszeiten von etwa 3 Jahren**. Auch eine Nachrüstung kann wirtschaftlich sein, besonders bei einer Kälte-Verbundanlage.
- Einsatz von Lastabwurfssystemen und von Eisspeichern zur **Reduktion von Leistungsspitzen** sowohl bei der Kälte als auch beim Strom. Beide Systeme können hochrentabel

¹ Die Erstellung dieses Fachartikels wurde vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom" finanziell gefördert.

² Ing.Büro Ortner, Kühbach

mit **Amortisationszeiten unter 1 Jahr** sein, allerdings muss beim Eisspeicher Platzbedarf (ca. 10m * 2,5m * 2m) und Statik (100 t Betriebsgewicht) gewährleistet sein. Bei Lastabwurfssystemen muss berücksichtigt werden, dass bei produktionsabhängigen Prozessen kein Lastabwurf vorgenommen werden kann, während er bei Tiefkühlräumen problemlos ist.

- Einsatz eines **Blockheizkraftwerks** (BHKW) zur gleichzeitigen Bedarfsdeckung für Strom und Wärme. Abhängig von den Energiepreisen und der möglichst vollständigen Eigennutzung von Strom und Wärme kann sich ein BHKW in etwa 5 Jahren bei einer Lebensdauer von 15 Jahren amortisieren.

Bei Neubauten sollte der Bauherr oder der Betreiber auf jeden Fall ein Energiekonzept erstellen lassen, um von vornherein die geeigneten Abstimmungen zwischen den technischen Gewerken koordiniert vorzunehmen. Allerdings sind keine Verallgemeinerungen möglich, die Objekte müssen individuell betrachtet und beurteilt werden.

1 Energiesituation

Die Energiebedarfswerte in der fleischverarbeitenden Industrie sind sehr unterschiedlich in Abhängigkeit vom eingesetzten Kältemittel, von der Bauart der Anlagen und von der Abtauart. Ebenso spielen Wärmerückgewinnung und Speichertechnik eine Rolle. In diesem Artikel wird die energetische Betrachtung einer Kälteversorgung am Beispiel eines neu aufgebauten Betriebes mit einer gekühlten Raumfläche von 5.500 m² und einem gekühlten Raumvolumen von 31.500 m³ (charakteristische Größen für die fleischverarbeitende Branche) dargestellt. Die **jährlichen Gesamtenergiekosten** lagen bei ca. 1,0 – 1,2 Mio. DM/a (Kosten des Energiebedarfs für die Produktion, für die Abwasserbeseitigung, für Heizung, Lüftung, Sanitär und Kühlung). Bei dieser Objektgröße ergab sich ein Kältebedarf von 1550 kW_{Kälte} (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Aufteilung des Kältebedarfs (charakteristische Größen für die fleischverarbeitende Branche)

	Kälteleistung	Raumtemperatur	Kälteverbraucher
Tiefkühlung:	140 kW _{Kälte}	-24/-33 °C	Tiefkühlagerräume, Einfrierräume, Produktionsgefrierräume, Plattenfroster etc.
Normalkühlung	560 kW _{Kälte}	±0/+4 °C	Abkühlräume, Nachkühlräume, Lagerkühlräume, Eingangskühlräume, etc.
Temperierung	850 kW _{Kälte}	+10/+14 °C	Arbeitsräume (Zerlegung, Kutterei, Verpackung, Standardisierung, Kühlung der Frischluft, etc.)
Kältebedarf, gesamt:	1.550 kW _{Kälte}		

2 Wahl des Kältemittels

Für den Betrieb standen verschiedene Kälteanlagen zur Auswahl. Entscheidungskriterium war neben den Investitionskosten auch die jährlichen Betriebskosten und damit auch der Energiebedarf. Ein wesentlicher Punkt für den Energiebedarf einer Kälteanlage ist die Wahl des Kältemittels. Untersucht wurden die Kältemittel Ammoniak, das nur noch für einen Übergangszeitraum zulässige, FCKW-haltige Kältemittel R22 und die FCKW-freien Kältemittel R134A und R404A. Unter energetischen Gesichtspunkten ist Ammoniak das günstigste Kältemittel, alle anderen Kältemittel sind energetisch ungünstiger (siehe Tabelle 2). Also kann bereits durch die Wahl des zum Einsatz kommenden Kältemittels ein Beitrag zur Energieeinsparung geleistet werden.

Tabelle 2: Elektroenergiebedarf zur Kälteerzeugung bei der Verwendung verschiedener Kältemittel (Betriebsstunden 4.000 h/a)

Kältemittel:		FCKW-frei Ammoniak	FCKW-frei R134A	FCKW-frei R404A	FCKW-haltig R22
Tiefkühlung:	kW _{el}	47	60	82	47
Normalkühlung:	kW _{el}	140	272	188	231
Temperierung:	kW _{el}	259	233	244	213
Summe:	kW _{el}	446	565	514	491
Energiebedarf	kWh/a	1.784.000	2.258.840	2.056.880	1.965.360
		100 %	127 %	115 %	110 %

Sicherlich sind eine Reihe von weiteren Gründen für die Wahl des Kältemittels mit zu betrachten. So sind der Preis der Kältemittel³, die Leckverluste (bei Ammoniak: i.d.R. weniger als 1 % der Anlagenfüllung pro Jahr, bei Frigen als Kältemittel häufig deutlich höher), **sicherheitstechnische Auflagen**⁴ (BimSch / Störfallverordnung, behördliche Auflagen, etc.) mit in die Beurteilung und Wahl des geeigneten Kältemittels einzubeziehen. Die mit den sicherheitstechnischen Auflagen verbundenen Kosten hängen von den Anforderungen der regionalen Behörde ab. Bei einer Ammoniak-Anlage mit 1550 kW_{Kälte} können zusätzliche Kosten bis zu 200.000 DM entstehen, d. h. ca. 5 % der Investitionskosten. Im untersuchten Betrieb entschied man sich für eine Ammoniak-Kälteanlage.

³ Gegenwärtige Kältemittelpreise: Ammoniak: ca. 2,50 DM/kg, R22 ca. 15,00 DM/kg, R134A / R404A ca. 25,00 – 35,00 DM/kg

⁴ Bei den sicherheitstechnischen Auflagen müssen die Ammoniak-Kälteanlagen nach ihrer Füllmenge unterschieden werden. Anlagen bis zu einer Füllmenge von 3000 kg unterliegen keiner besonderen Genehmigung.

3 Abtauung

Verdampfer in Tiefkühl- und Kühlräumen müssen bei Raumtemperaturen von +4°C und tiefer abgetaut werden. Bei den Tiefkühlräumen muss eine Abtauheizung für die Verdampfer-Blöcke und für die Tauwasserwannen vorgesehen werden. Eine Abtauung kann mit Heißgas oder elektrisch erfolgen.

Exkurs: Technisches Prinzip von Heißgas- und Elektro-Abtauung

Heißgas-Abtauung:

Kältemittel-Heißgas wird von der Verdichter-Druckseite abgenommen und über eine separate Leitung (Heißgasleitung) den Verdampfern zugeführt. Die Umschaltung von Kühlbetrieb auf Abtaubetrieb erfolgt mittels Ventilstationen. Die Abtauung wird mit Schaltuhren eingeleitet und über Abtauthermostate beendet. Die Abtauwärme wirkt von innen auf beaufschlagte Rohre und Lamellen.

Die Heißgas-Temperaturen sind abhängig von den gewählten Verdichtern und dem Kältemittel. Bei Kältemittel Ammoniak und Kolbenverdichter steht Heißgas von ca. 110 °C an, bei Ammoniak und Schraubenverdichtern sind die Heißgastemperaturen mit ca. 70°C deutlich niedriger. Die Heißgas-Abtauung entspricht einer Verlustwärme aus dem Kältekreisprozess, so dass bei Einsatz von Mehrverdampferanlagen nur geringe zusätzliche Betriebskosten für die Abtauung entstehen.

Elektro-Abtauung:

Die Verdampfer erhalten elektrische Heizstäbe in den Verdampferblöcken bzw. in den Tauwasserwannen. In der Regel muss pro Tag innerhalb von 24 h zweimal abgetaut werden. Die Abtauzeiten werden z. B. auf 24-Stunden-Schaltuhren fest eingestellt, d. h. die Abtauung wird jeweils durch die entsprechende Schaltuhr ausgelöst. Die Verdampfer erhalten sog. Abtauthermostate. Die Fühler dieser Thermostate sind im Verdampferblock befestigt, bei einer Blocktemperatur von +5°C wird der Abtauvorgang beendet. Die Abtauwärme wirkt von außen auf die Blockrohre und Lamellen.

Im untersuchten Betrieb hätte der zusätzliche Energieaufwand für eine Elektroabtauung (im Vergleich zur Heißgas-Abtauung) 320.900 kWh/a betragen, d. h. mit zusätzlichen Investitionskosten von ca. 80.000 DM ließen sich durch eine Heißgas-Abtauung ca. 50.000 DM/a an Energiekosten einsparen, so dass sich die **Heißgas-Abtauung in ca. 1,6 Jahren amortisierte**.

Eine Nachrüstung bei bestehenden Anlagen ist technisch möglich, erfordert jedoch zusätzliche Umbaukosten (u. a. Verlegung von Leitungen, aufwendige Anschlüsse an den Verdampfern, Einbinden von Ventilstationen ins vorhandene Rohrleitungsnetz), so dass eine Nachrüstung i.d.R. aus wirtschaftlichen Gründen nicht zu empfehlen ist.

4 Eisspeicher

Für die Kühlung der Arbeitsräume war ein Kältebedarf von $850 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$ zu decken. Eine direkte Kühlung der Räume, in denen Personen beschäftigt waren, mit Ammoniak war aus sicherheitstechnischen Gründen nicht möglich. In solch einem Fall wird in der Regel ein Kälte-trägerkreislauf (Sole) eingesetzt. Interessant ist der "alternative" Einsatz eines Eisspeichers zur Raumkühlung. Die Investitionskosten für einen Eisspeicher sind zwar im Vergleich zum Solekreislauf höher, aber durch einen Eisspeicher lässt sich der Kältebedarf vergleichsmäßigen und damit die Kältespitze kappen.

Exkurs: Technisches Prinzip eines Eisspeichers

Der Eisspeicher besteht aus einem offenen Behälter aus Stahlblech, der isoliert ist. Im Behälter sind Haarnadelrohrsysteme eingebaut. In den Rohren zirkuliert Ammoniak mit einer Temperatur von -5 bis -8°C . Der Behälter ist mit Wasser gefüllt. Um eine gleichmäßige Strömung bzw. Beaufschlagung zu erhalten, wird das Wasser mit Rührwerken im Behälter umgewälzt.

In den Nachtstunden und am Wochenende (Schwachlastzeit), also außerhalb der Produktionszeit, ist der Kältebedarf erheblich geringer als in den Produktionszeiten am Tage. Der Eisspeicher wird also in den Schwachlastzeiten gekühlt, d. h. es wird an den im Wasser liegenden Haarnadelrohren Eis angefroren. Der Eisansatz kann bis max. 40 mm betragen. Während der Produktion mit den hohen Kältebedarfswerten wird die in Form von Eis gespeicherte Kälteenergie abgetaut und zur Raumkühlung verwendet. Das Eiswasser beträgt im Vorlauf $+1^\circ\text{C}$ und im Rücklauf $+5^\circ\text{C}$.

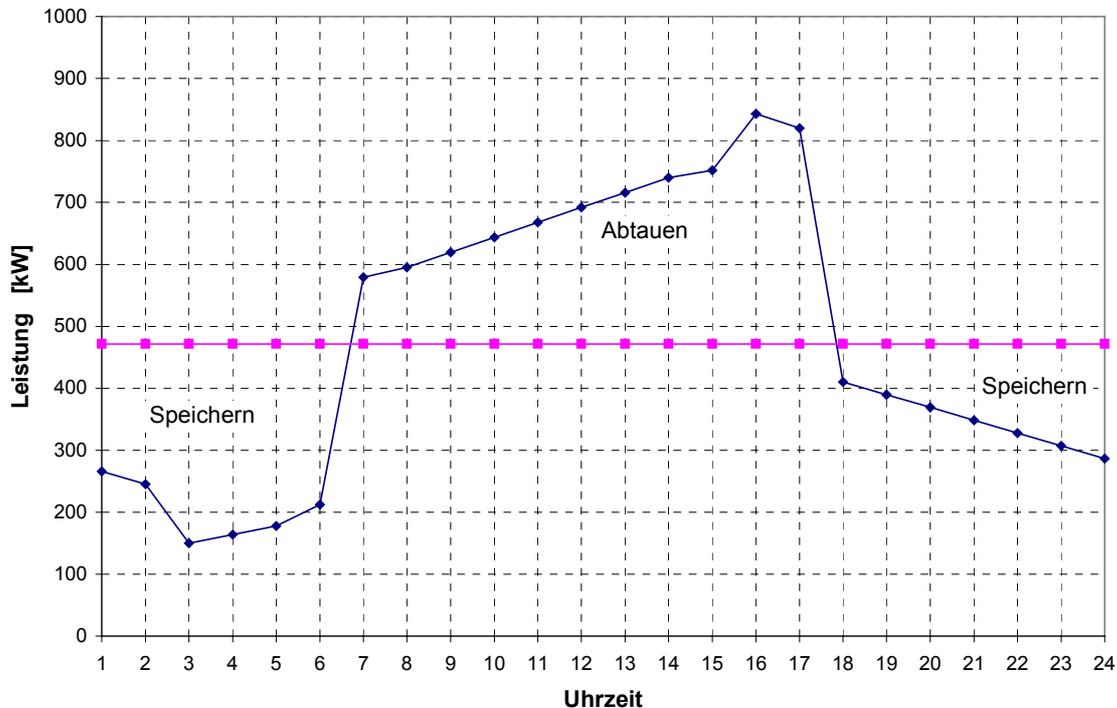
Im Beispiel-Betrieb schwankte der Kältebedarf im Laufe eines Tages erheblich, beeinflusst durch die benötigte Frischluftmenge, die Außentemperatur und die internen Wärmelasten durch Geräte, Personal und Beleuchtung und der Produktion. Der Tageskältebedarf betrug in der Summe 11.320 kWh , d. h. bei einer Vergleichsmäßigung der Verdichterlaufzeit wäre eine kontinuierliche Verdichterleistung von $472 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$ erforderlich (siehe Abbildung 1).

Die Stromspitze der Kälteerzeugung für die Arbeitsräume konnte von $259 \text{ kW}_{\text{el}}$ auf $143 \text{ kW}_{\text{el}}$ reduziert werden (d. h. Minderkosten von ca. 28.000 DM/a bei einem Strom-Leistungspreis von 240 DM/kW). Außerdem konnte ein Teil der Kälteerzeugung in den tarifgünstigen Niederstromtarif verlagert werden, so dass eine gesamte Betriebskosteneinsparung von ca. 33.000 DM/a möglich war.

Demgegenüber standen höhere Investitionskosten des Eisspeichers im Vergleich zum Solekühler. Allerdings verkleinerte sich die Kälteanlage durch die Eisspeicherung von $1597 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$ auf $1219 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$ um $378 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$. Die kompletten Anlagekomponenten (Verdichter, Verflüssiger, Abscheider, Rohrleitungen, etc.) der Kälteerzeugung wurden somit um knapp 25 % kleiner und kostengünstiger. Bilanzierte man die Kosten für einen Solekühler (Standardtechnik) und die Minderkosten bei den Hauptkomponenten der Kälteerzeugung, so waren etwa die Kosten des Eisspeichers kompensiert, d. h. es fielen für die

Eisspeicherung keine oder nur geringfügige Mehrkosten gegenüber einer konventionellen Technik an. Der **Einsatz des Eisspeichers war also hochrentabel.**

Abbildung 1: Befriedigung des Tageskältebedarfes bei Einsatz eines Eisspeichers



5 Wärmerückgewinnung

In der fleischverarbeitenden Industrie wird ganzjährig Brauchwasser benötigt, so dass eine Wärmerückgewinnung häufig wirtschaftlich ist. Bei der genannten Fleischwarenfabrik betrug der durchschnittliche Warmwasserverbrauch ca. $10 \text{ m}^3/\text{h}$ bzw. 80 bis $100 \text{ m}^3/\text{d}$. Das Wasser musste von ca. 10°C auf 65°C aufgeheizt werden, so dass eine Heizleistung von ca. 640 kW erforderlich war. Aus der Ammoniak-Kälteanlage stand Abwärme in Form der Verflüssigerwärme zur Verfügung.

Bei der Kälteanlage ergab sich eine maximale Wärmerückgewinnungs-Leistung von 2.000 kW pro Stunde. Die Abwärme während der Produktion betrug ca. $10.000 - 16.000 \text{ kWh}$ pro Tag. Allerdings war zu beachten, dass bedingt durch das Kältemittel Ammoniak nur eine Verflüssigungstemperatur von $+35^\circ\text{C}$ bei einer Verdampfungstemperatur von -10°C möglich ist. Bei einem täglichen Warmwasserverbrauch von $100 \text{ m}^3/\text{d}$ wären nur 2.400 kWh Abwärme pro Tag nutzbar. Um den Nutzungsgrad der Wärmerückgewinnung zu steigern, kann noch die Überhitzungswärme des Kältemittels⁵ als zweite Stufe in die

⁵ Durch die Kompression wird in den Verdichtern das Kältemittel stark überhitzt, d.h. auf der Druckseite der Verdichter tritt das gasförmige Ammoniak mit Temperaturen von 120°C bis 140°C aus.

Wärmerückgewinnung eingebunden werden. Damit könnten je nach Jahreszeit 3.600 – 4.400 kWh Abwärme pro Tag genutzt werden. Die Investitionskosten für die **Wärmerückgewinnung** in Höhe von ca. 150.000 DM hätten sich aufgrund der reduzierten Brennstoffkosten bei einem konventionellen Kessel auf Heizöl-Basis **in rund 3 Jahren amortisiert**.

In einem Fleischwarenbetrieb wird ganzjährig Brauchwasser benötigt, d. h. eine Wärmerückgewinnung ist zweifelsfrei zu befürworten. Allerdings müssen die Wärmerückgewinnungsmaßnahmen sehr exakt berechnet, projektiert und geplant werden. Obwohl bei der untersuchten Ammoniak-Kälteanlage eine wesentlich höhere Abwärmemenge vorhanden wäre, könnte sie aufgrund der technischen Besonderheiten (Verflüssigungstemperatur, Drücke, Überhitzungstemperaturen, Verdichtereinsatzgrenzen, etc.) nicht genutzt werden.

Im genannten Betrieb wurde die Wärmerückgewinnung nicht umgesetzt, da alternativ eine BHKW-Anlage realisiert wurde, wobei die dominierende Nutzung der Stromerzeugung und der Verzicht auf die ursprünglich erforderliche Notstromerzeugung im Vordergrund stand. Es war wirtschaftlicher, auf die Wärmerückgewinnung zu verzichten und dafür auch im Sommer die Wärme der BHKW-Anlage zu nutzen.

6 BHKW

Bei einem ganzjährigen Brauchwasserwärmebedarf von 640 kW ergab sich eine weitere Möglichkeit der rationellen Energienutzung, der Einsatz eines Blockheizkraftwerkes. Wichtig war, dass sowohl der Strom als auch die gleichzeitig erzeugte Wärme im Betrieb vollständig verwertet werden konnten. Um sicher zu gehen, dass beide Energieformen genutzt werden, wurde die BHKW-Anlage auf Basis des Brauchwasser-Wärmebedarfes ausgelegt. Daraus leitete sich eine BHKW-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 353 kW und einer thermischen Leistung von 639 kW entsprechend des Brauchwasser-Wärmebedarfes ab. Der gesamte elektrische Leistungsbedarf der Fleischwarenfabrik betrug ca. 950 kW, davon allein 580 kW für die komplette Kälteanlage, so dass eine **vollständige Eigennutzung von Wärme und Strom** gewährleistet war.

Es wurden zwei Varianten der BHKW-Auslegung untersucht:

- eine BHKW-Anlage mit 3 Modulen à 100 kW = 300 kW oder
- eine BHKW-Anlage mit 2 Modulen à 180 kW = 360 kW

Jeweils wurde eine Anlage mit mehreren Modulen gewählt, um im Störfall eines Moduls nicht auf eine Ersatzleistung aus dem Netz angewiesen zu sein. Sollte bei der 3-Modul-BHKW-Anlage ein Modul und damit ein Drittel der elektrischen Leistung ausfallen, könnte der Betrieb die elektrischen Verbraucher so einschränken, dass die kurzfristig fehlende Leistung verkraftet werden könnte. Es soll nachfolgend die 3 Modulanlage betrachtet werden.

Beispiel der Auslegung einer 3-Modul-BHKW-Anlage in einem fleischverarbeitenden Betrieb

Strombedarf, Gesamtbetrieb	950 kW	100,00 %
Stromleistung: BHKW	300 kW	31,58 %
Wärmeleistung: BHKW	543 kW	
Gasbedarf: BHKW	988 kW	

Betriebsweise:

Sommerbetrieb:

Die BHKW-Anlage ist von 6:00 Uhr bis 20:00 Uhr in Betrieb. In dieser Zeit wird sowohl Strom wie auch Heizleistung zur Deckung des Brauchwasser-Wärmebedarfes benötigt. Ab 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr wird die BHKW-Anlage abgeschaltet, der äquivalente Strom wird in der Niedertarifzeit vom Netz bezogen. Am Wochenende wird die BHKW-Anlage nicht betrieben, da kein Brauchwasserbedarf zu decken ist. Daraus ergeben sich 1750 h/a Betriebsstunden im Sommer.

Winterbetrieb:

Die Bedarfsdeckung des Brauchwassers erfolgt analog wie im Sommerbetrieb. Vielerorts wird wegen der Produktion von Produkten eine Heizanlage mit höheren Temperaturen oder Niederdruckdampf benötigt. Die BHKW-Anlage liefert Heiztemperaturen von 85°C (Vorlauf) und +65°C (Rücklauf). Nach Beendigung der Produktion kann Nachts und am Wochenende eine Absenkung der Heiztemperaturen (z. B.: 90/70 oder 85/65°C) vorgenommen werden, die geringeren Heiztemperaturen sind ausreichend für die Raumheizung. Die Heizung wird mit der BHKW-Anlage über einen Platten-Wärmetauscher so in Reihe geschaltet, so dass die BHKW-Anlage den Heizungsrücklauf aufheizt. Sollte die Leistung der BHKW-Anlage nicht ausreichen, so heizt die Kesselanlage nach. Es ergeben sich 1.750 h/a Heizstunden für Brauchwasser und 975 h/a Heizstunden für Raumheizung im Winter.

Die Investitionssumme der 3-Modul-BHKW-Anlage betrug ca. 575.000 DM (plus MWSt.), in diesen Kosten waren enthalten: Die BHKW-Module, Kamine, Platten-WT, Last- und Steuerschaltschrank, Inbetriebnahme, Einweisung. Enthalten waren auch Standardwartungen des BHKW-Lieferanten. Auf einen Vollwartungsvertrag wurde verzichtet, da die üblichen Wartungsarbeiten (Ölwechsel, Ventileinstellungen, Ölfilterreinigung, etc.) vom eigenen Personal ausgeführt werden konnten.

Im untersuchten Fall ergab sich unter Berücksichtigung des Betriebs- und Wartungsaufwandes eine Betriebskostensparnis von ca. 135.000,- DM, d. h. **eine Amortisationszeit von 4,3 Jahren**. Darüber hinaus konnte auf ein ursprünglich erforderliches Notstrom-Aggregat verzichtet werden, dafür wurde eine Notstromschiene eingerichtet, die von der BHKW-Anlage im Notstromfalle versorgt wird. Hier waren die Richtlinien der EVUs und nach VDEW zu berücksichtigen.

Die Wirtschaftlichkeit einer BHKW-Anlage hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten und Randbedingungen ab. Im vorliegenden Beispiel konnte z. B. die im BHKW erzeugte Wärme und Strom vollständig selbst genutzt werden.

7 Beratung und Fördermöglichkeiten

An wen soll man sich aber wenden, wenn eine externe, herstellerneutrale Beratung als sinnvoll erscheint? Einige wesentliche Beratungsvermittlungsinstitutionen sind in der Tabelle 3 genannt; und dazu noch ein Hinweis, dass guter Rat nur halb so teuer als gedacht sein kann.

Tabelle 3: Energieberatungs- und -vermittlungsinstitutionen in Baden-Württemberg (Auswahl; Stand Oktober 1999)

Beratungsstelle	Ansprechpartner	
	Name	Telefon
Landesgewerbeamt Baden-Württemberg Informationszentrum Energie Willi-Bleicher-Str. 19 70174 Stuttgart	Herr Bouse	0711/123-2522 (Fax -2649)
Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg Griesbachstr. 10 76185 Karlsruhe	Herr Bunk	0721/98471-13 (Fax -20)
Landesinnungsverband der elektrotechnischen Handwerke Baden-Württemberg Voltastr. 12 70376 Stuttgart	Herr Mayerl	0711/95590666 (Fax 551875)
VEA – Bundesverband der Energie-Abnehmer e. V. Geschäftsstelle Wiesbaden Kreuzberger Ring 21 65205 Wiesbaden	Herr Wörsdörfer	0611/9748-428 (Fax -100)
Großabnehmerverband Energie Baden-Württemberg Breitlingstr. 35 70184 Stuttgart	Herr Rudolf	0711/23725-20 (Fax -99)
RKW Baden-Württemberg, Rationalisierungs- Kuratorium der Deutschen Wirtschaft e. V. Königstr. 49 70173 Stuttgart	Herr Kowollik	0711/22998-33 (Fax -10)
Ingenieurkammer Baden-Württemberg Energie- und Umweltberatung Zellerstr. 26 70180 Stuttgart	Herr Pfaus	0711/64971-21 (Fax -55)
Örtliche Energieversorgungsunternehmen		
Industrie- und Handelskammern, örtliche Handwerkskammern		

- **Energieeinsparberatungen** werden auch mit öffentlichen Geldern gefördert: Der Zuschuss beträgt 40 % der Beratungskosten; höchstens jedoch 3200,- DM je Beratung und maximal 6400,- DM pro Antragsteller innerhalb eines Zeitraums von fünf Jahren. Die Beratung muss dazu bis zum 31.12.2000 begonnen werden. Rechtlich selbständige Unternehmen aus den Bereichen der gewerblichen Wirtschaft (Umsatzgrenze 30 Mio. DM) und der wirtschaftsnahen Freien Berufe (Umsatzgrenze 2 Mio. DM) können förderungsfähige Beratungen nur von selbständigen Beratern oder Beratungsunternehmen durchführen lassen, die die für den Beratungsauftrag erforderlichen Fähigkeiten besitzen. Näheres erfährt der Leser bei den in der Tabelle genannten Insti-

tutionen oder über das Bundesamt für Wirtschaft (BAW; <http://www.bawi.de>), Eschborn. Auf der Internetseite des BAW findet sich auch die detaillierte Förderrichtlinie des Programms (<http://www.bawi.de/downloads/beratri.pdf>).

Für einen finanziellen Anreiz zur Sanierung von Anlagen kommt das **ERP-Energiesparprogramm** in Frage:

- Antragsberechtigt sind Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft mit einem Jahresumsatz bis zu 1 Mrd. DM. Das Vorhaben muss geeignet sein, die Wettbewerbs- und Leistungsfähigkeit des Unternehmens zu steigern. Anträge, die vor Beginn des Vorhabens eingereicht werden müssen, sind auf einem Formblatt über die Hausbank an die Deutsche Ausgleichsbank zu richten. Die Förderung besteht aus einem zinsgünstigen Darlehen (ein jeweils am Markt angepasster Zinssatz von z. B. 5,25 % p.a., Auszahlung: 100 %, Laufzeit: 15 Jahre mit 2 tilgungsfreien Anlaufjahren (Stand. 20.9.1999); aktuelle Konditionen über den Faxabruf der DtA unter 0228/831-3300 oder die WEB-Seite der DtA <http://www.DtA.de>). Die maximale Förderung beträgt 0,5 Mio. EURO pro Vorhaben.

Literatur

Ortner. Interne Daten aus Projekten in der Fleischverarbeitenden Industrie