



Energieeinsparung in Bäckereien¹

Herbert Kuhn, Ulrich Leis²

Zusammenfassung

Die Stromkosten in Bäckereien steigen von Jahr zu Jahr, obwohl sich die Tarife der Energieversorgungsunternehmen in den letzten Jahren nur geringfügig geändert haben. Durch die zunehmende Automatisierung in Bäckereien und neue Vermarktungskonzepte nimmt der Bezug an elektrischer Energie und die in Anspruch genommene elektrische Leistung zu. Während der Anteil des Stroms am gesamten Endenergieeinsatz meist unter 30 % liegt, übersteigt sein Anteil an den Energiekosten oft die 50 % Marke.

Der erste Schritt zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der Energiekosten sollte der bewusste Umgang mit Energie bzw. mit den den Energieverbrauch beeinflussenden Größen sein, wie z.B. Vermeiden von Leerlaufzeiten, Erhöhung der Auslastung der Anlagen, Senken der Back-Temperaturen und Verminderung der Beschwadung. Hiermit lassen sich 5 bis 10 % einsparen, und die Investitionen in Mess- & Regeleinrichtungen **amortisieren sich oft in weniger als 3 Jahren.**

Darauf aufbauend sollte die Rentabilität der verschiedenen technischen Möglichkeiten zur Energieverbrauchsreduzierung, wie z. B. Wärmerückgewinnung, geprüft werden, vor allem, wenn eine Neuinvestition oder die grundlegende Überholung einer Anlage ansteht. Es lassen sich Kapitalrückflusszeiten zwischen 3 und 5 Jahren erreichen. Bei Rentabilitätsberechnungen³ sollte jedoch sonstige Aspekte wie Qualitätsverbesserung nicht vernachlässigt werden.

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

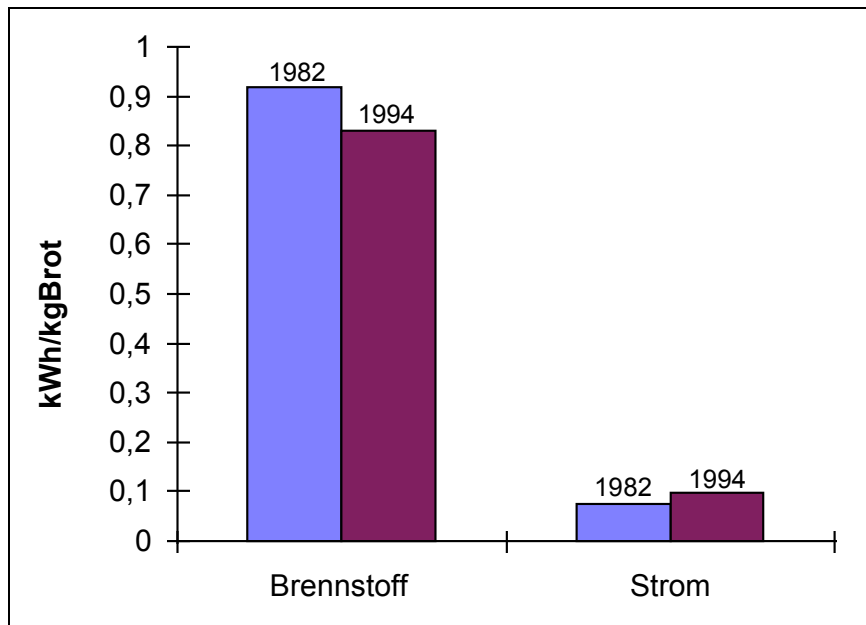
² beide MKL Ingenieurgesellschaft, München

³ Zur Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die interne Verzinsung geeigneter als die Kapitalrückflusszeit, da letztere die unterschiedlichen Lebensdauern verschiedener Anlagen nicht berücksichtigt.

1 Strom- und Brennstoffkosten in Bäckereien steigen jährlich

Die Energiekosten in Bäckereien betragen durchschnittlich etwa 2,9 % der Produktionskosten (Statistisches Bundesamt 1994). Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Strom- und Brennstoffeinsatzes einer Groß-Bäckerei im Zeitraum von 1982 bis 1994 in kWh pro kg produziertem Brot. Während der Brennstoffeinsatz im betrachteten Zeitraum um 10 % abnahm, stieg der Stromeinsatz pro kg Brot um 31 %.

Abbildung 1: Entwicklung des Strom- und Brennstoffeinsatzes in einer Großbäckerei



Neben den klassischen Einsatzgebieten für Strom, wie z. B. der Beleuchtung, werden immer mehr Arbeitsschritte von oder mit elektrisch betriebenen Anlagen ausgeführt, vom Brottransport innerhalb der Bäckerei über automatische Entkapsler bis hin zum EDV-gestützten Verkauf der Ware. Daneben nimmt in vielen Bäckereien der Anteil der Waren zu, die in einem kleinen Elektro-Backofen direkt in der Filiale gebacken werden. Hierbei steigt neben dem Strombedarf in der Filiale auch der Kältebedarf in der Bäckerei zum Tiefkühlen der Teiglinge.

Der Anstieg des Stromeinsatzes ist vielfach produktions- und marketingbedingt. Hierbei werden jedoch häufig die Möglichkeiten der Einsparung übersehen. Der im Rahmen einer Betriebsuntersuchung analysierte Durchlaufofen war zur Rauchgasumwälzung mit 4 Motoren à 15 kW ausgestattet. Messungen bei warmem und kaltem Ofen ergaben, dass Motoren mit 7,5 kW den Anforderungen, auch unter Berücksichtigung der notwendigen Reserveleistung, genügen würden, verbunden mit einer Reduktion der Stromkosten um 1.400 DM pro Jahr. Dieser relativ geringe Betrag rechtfertigt nicht das Auswechseln intakter überdimensionierter Motoren, außer die überdimensionierten Motoren sind an anderer Stelle sinnvoll einsetzbar. In jedem Fall sollte bei einer notwendigen Motorerneuerung oder beim Neukauf einer Anlage auf die richtige Dimensionierung der Motoren geachtet werden.

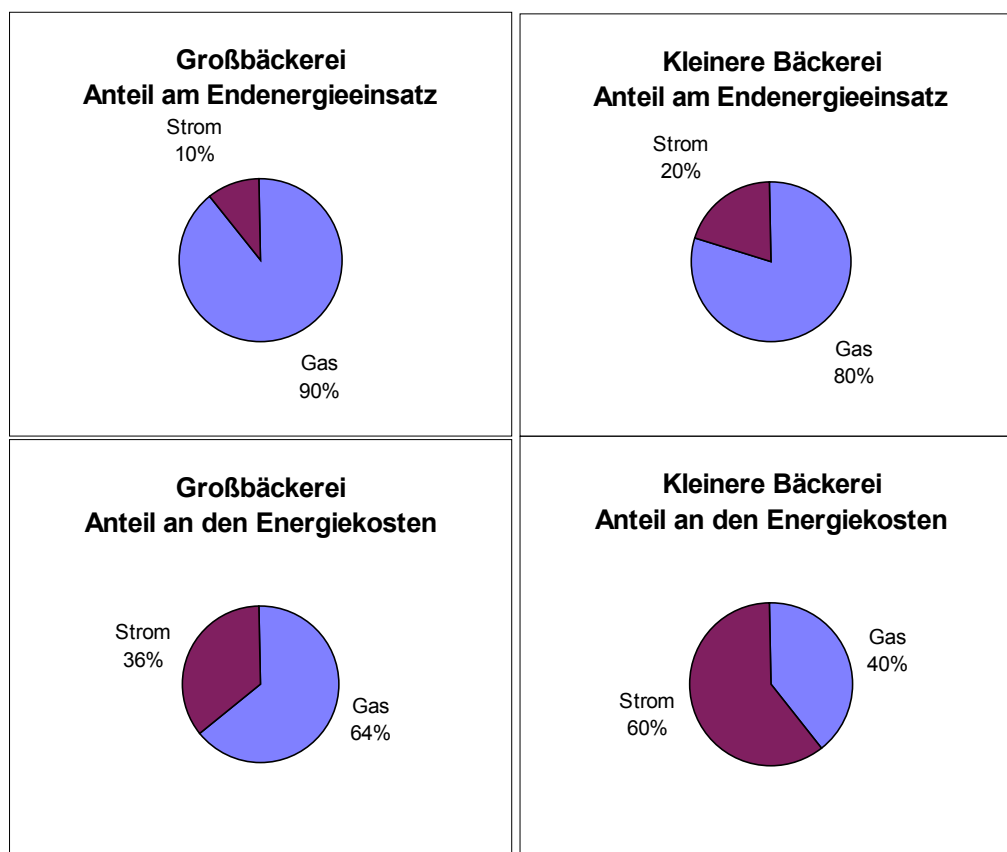
Hierdurch können nicht nur Betriebs- sondern auch Investitionskosten eingespart werden (vgl. auch Landwehr 1996).

2 Einsparpotentiale

2.1 Betrachtung des Energieeinsatzes

Abbildung 2 zeigt die Aufteilung des Energieeinsatzes auf die verschiedenen Energieträger und die daraus resultierenden Energiekosten für eine Groß-Bäckerei mit reiner Brotproduktion (ca. 16.000 t Brot pro Jahr) und im Vergleich dazu für eine kleinere Bäckerei mit gemischter Produktion an Brot und Gebäck (etwa 500 t Brot und 500 t Gebäck pro Jahr).

Abbildung 2: Aufteilung des Endenergieeinsatzes und der Energiekosten nach Strom und Brennstoffe



Quelle: DBU, 1998

Aus dem relativ geringen Anteil von 10 bzw. 20 % des Stroms am gesamten Endenergieeinsatz in der Bäckerei resultiert ein Anteil von 36 bzw. 60 % bei den Energiekosten.

Eine Aufteilung des Stromeinsatzes der kleineren Bäckerei auf die einzelnen Verbraucher bzw. Verbrauchergruppen zeigt den hohen Stellenwert der Kälteerzeugung, der Druckluft-erzeugung und der Antriebe (vgl. auch Tabelle 1).

Tabelle 1: Aufteilung des Stromeinsatzes auf die Verbrauchergruppen

Verbrauchergruppe	Prozentualer Anteil am Stromeinsatz
Kältebedarfsdeckung	21,5
Hilfsenergie Öfen (Gebläse, Antriebe)	14,0
Beleuchtung	6,0
Büroelektronik	4,5
Kistenwaschanlage	6,5
Druckluftherzeugung	11,0
Knetmaschinen	8,5
Hilfsenergie Siloanlage	9,0
Restposten (zum Teil Teigbearbeitungs- maschinen und Heizungs- und Warm- wasserpumpen)	19,0

Quelle: DBU, 1998

Brennstoffe werden zur Beheizung der Backöfen sowie zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser eingesetzt.

2.2 Einsparmöglichkeiten durch Verhaltensänderungen

Am Anfang aller Energieeinsparbemühungen sollte das **Vermeiden unnötigen Verbrauchs** stehen. Unter unnötig ist der Anteil am Energieeinsatz zu verstehen, der für den Anwender keinen Nutzen bringt, wie beispielsweise der Leerlauf von Maschinen und Anlagen. Daher sollten alle Anlagen so spät wie möglich eingeschaltet und so früh wie möglich ausgeschaltet werden. Dies bezieht sich nicht nur auf die Backöfen, sondern selbstverständlich auch auf alle Nebenanlagen wie Kälte- und Eisanlagen, Fördereinrichtungen, Luftgebläse und Warmwasser- oder Dampfbereiter.

Auf die möglichst 100 %ige Auslastung der Anlagen während ihrer Betriebszeiten sollte ebenfalls geachtet werden. Es ist energetisch erheblich günstiger, einen Backofen pro Tag zwei mal vier Stunden voll ausgelastet zu betreiben als 16 Stunden durchgehend mit nur halber Belegung. Backöfen werden oft mit zu hohen Temperaturen oder zu großen

Beschwadungsmengen betrieben, da dies über einen relativ weiten Bereich keine negativen, allerdings auch keine positiven Auswirkungen auf das Produkt hat. Durch vergleichsweise einfache Mess- und Regeleinrichtungen, wie Dampfblenden und Dampf-Regelventile, kann dem Personal ein Hilfsmittel an die Hand gegeben werden, mit dem der minimale Wärme- und Dampfbedarf für das jeweilige Produkt ermittelt und während des Backvorganges eingestellt und eingehalten werden kann.

Das durch die genannten organisatorischen bzw. gering-investiven Maßnahmen realisierbare Einsparpotential wird gerne unterschätzt. In den meisten Backbetrieben sind durchaus 5 bis 15 % des Energieeinsatzes (Strom und Brennstoffe) vermeidbar, wenn konsequent auf die richtige Anlagenbedienung und -auslastung geachtet wird. Hierbei sollten sich die Aktivitäten nicht auf die Installation der technischen Hilfsmittel, wie Schaltuhren oder Dampfblenden, beschränken. Die zur Energieverbrauchsreduzierung notwendigen Schritte müssen den Mitarbeitern nachvollziehbar dargelegt und die Mitarbeiter entsprechend motiviert werden.

In der bereits erwähnten Großbäckerei erfolgte die Beschwadung der Vorbacköfen weitgehend unregelmäßig, anhand eines einfachen Dampfventils. Die Einstellung der zugeführten Dampfmenge erfolgte durch den Bediener des Ofens nur nach "erprobten" Ventilstellungen. Nachdem eine Dampfmenagemessung und eine Anzeige der zugeführten Dampfmenge installiert und das Bedienungspersonal entsprechend eingewiesen wurde, konnte die eingesetzte Menge an Beschwadungsdampf durch das Personal in kürzester Zeit um über 50 % reduziert werden. Die Maßnahme **amortisierte sich innerhalb von weniger als 3 Jahren**.

2.3 Technische Maßnahmen zur Stromeinsparung

Kühl- und Gefrieranlagen, zum Kühlen eingesetzte Gärshränke

In Bäckereien werden vermehrt Kühl- und Gefrieranlagen eingesetzt. Zum einen steigt der Anteil der Ware, die gefroren an den Kunden oder das eigene Filialnetz abgegeben wird, zum anderen lässt sich durch Kühlen und Gefrieren das Ausbacken und anschließende Verkaufen der Ware von der Produktion der Teiglinge abkoppeln und sich damit der gesamte Produktionsprozess flexibler gestalten. Dennoch sollte überprüft werden, ob nicht ein ähnlicher Effekt durch eine bessere Organisation der einzelnen Arbeitsschritte erzielt werden kann, ohne dass eine Kühlung notwendig ist.

Um kurze Wege zu erhalten, werden in Bäckereien Backöfen und Kühl- bzw. Gärshränke oft abwechselnd und ohne jeden Zwischenraum aufgestellt. Dies hat wegen der dann stattfindenden Wärmeübertragung erhebliche energetische Nachteile. Durch eine gegenüberliegende Aufstellung von Ofen und zugeordnetem Kühl- bzw. Gärshränk können diese Nachteile vermieden werden, ohne dass die Wege dadurch nennenswert länger werden. Der Einbau eines Gärshranks zwischen zwei Öfen ist dann sinnvoll, wenn in ihm nur Gärbetrieb und kein Gärunterbrechungsbetrieb gefahren werden soll.

Mit der Abwärme aus der Kälteerzeugung lässt sich problemlos und meist wirtschaftlich Warmwasser erzeugen bzw. das Warmwasser vorerwärmen. Bei der Neukonzeption der Kälteanlage einer Bäckerei wurde die Abwärme der Kältemittelkompressoren zur Warmwasser-Vorerwärmung eingesetzt. Die dafür notwendige Investition lag (inkl. Speicher) bei 14.000 DM, die Amortisationszeit bei 3 Jahren.

Druckluft

Die Druckluftherzeugung erfolgt, physikalisch bedingt, unter sehr schlechter Energieausnutzung. Ca. 90 % der zur Druckluftherzeugung notwendigen elektrischen Energie wird in Wärme umgewandelt (Kreisel, 1996). Daher sollten Druckluftanwendungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Gibt es in einem Betrieb nur wenige, weit auseinanderliegende Druckluftanwendungen, kann die Umstellung auf mehrere kleine, direkt bei den Anwendungen angeordnete Klein-Kompressoren günstiger sein als der Betrieb eines zentralen Kompressors mit einem weit verzweigten Druckluftnetz. Außerdem sollten Druckluftnetze regelmäßig auf Leckagen überprüft und der Druck auf das notwendige Minimum beschränkt werden.

Beleuchtung

Bei der Neukonzeption von Beleuchtungsanlagen werden inzwischen meist elektronische Vorschaltgeräte eingeplant. Die Rentabilität einer Nachrüstung bestehender Beleuchtungsanlagen mit elektronischen Vorschaltgeräten muss für jeden Einzelfall geprüft werden (vgl. auch Tönsing, 1996a).

Größere Beleuchtungsanlagen sollten mit Helligkeitssensoren ausgestattet werden, die bei ausreichender natürlicher Helligkeit die künstliche Beleuchtung abschalten. Beleuchtungsanlagen sollten in einzelne Schaltfelder untergliedert werden, soweit dies für eine bedarfsgerechte Teilnutzung der Beleuchtungsanlage notwendig ist.

Lastmanagement/Energiemanagement:

Die Rechnungsstellung durch das Energieversorgungsunternehmen (EVU) erfolgt beim Strom in der Regel getrennt nach einem Arbeits- und einem Leistungsanteil. Für die Leistung wird pro kW ein Betrag von 150 bis 310 DM, je nach EVU, verrechnet. Beim Lastmanagement wird über die Abschaltung von Verbrauchern die beim Energieversorger in Anspruch genommene Höchstleistung auf vorab einstellbare Werte begrenzt. Hierbei handelt es sich um eine reine Energiekosteneinsparung ohne Einfluss auf den Energieverbrauch innerhalb des Betriebes (vgl. auch Tönsing, 1996b). Ein Lastmanagementsystem kann sich innerhalb sehr kurzer Zeiträume amortisieren, aber nur dann, wenn zur Abschaltung geeignete Verbraucher vorhanden sind. Dies können z. B. Kistenwaschanlagen oder Kälteanlagen sein.

Langfristig gesehen ist ein gutes Energiemanagement vorteilhafter als ein reines Lastmanagement. Die meisten Energiemanagementsysteme beinhalten die Option Lastmanagement und bieten zusätzlich noch wertvolle Unterstützung bei der Erfassung, Auswertung und geordneten Ablage von Energiedaten. Dies hat folgende Vorteile:

- Energiemehrverbräuche durch Fehler an einzelnen Anlagen werden schneller erkannt. Dadurch steigt auch die Lebensdauer der Anlagen und die Betriebssicherheit.
- Durch bessere Kenntnisse über die Anlage bzw. deren Energieverbrauch kann der Anlageneinsatz nach energetischen Gesichtspunkten optimiert werden.

In der bereits erwähnten kleineren Bäckerei wurde ein Energiemanagementsystem installiert. Die Investitionen lagen bei 29.000 DM. Allein durch das in diesem System integrierte Lastmanagement (abschaltbare Anlagen: Kistenwaschanlage, Kälte, Druckluft) konnten die Kosten für die Leistungsbereitstellung um 9.500 DM pro Jahr reduziert werden. Daraus ergab sich eine Amortisationszeit von 3,5 Jahren.

2.4 Technische Maßnahmen zur Brennstoffeinsparung

Die Temperaturen von Rauchgasen aus Backöfen liegen für normale Backöfen im Bereich von 250 bis 320 °C und für Spezialöfen (Vorbacköfen, Öfen für Knäckebrötchen) bei bis zu 420 °C. Selbst wenn Wärme zur Warmwasserbereitung und Raumwärmebedarfsdeckung rückgewonnen wird, bleibt meist ein Großteil der nutzbaren Abwärme, wegen des vergleichsweise geringen Bedarfs an Warmwasser und Raumwärme, ungenutzt.

Im Rahmen eines Demonstrationsvorhabens (DBU, 1997) wurde an einer zentralen Wärmeträgeranlage mit 1 MW Feuerungswärmeleistung eine Verbrennungsluftvorwärmung installiert. Die Wärmeträgeranlage versorgte zentral mehrere Backöfen einer Großbäckerei. Die gesamte Wärmerückgewinnungsanlage ist in Abbildung 3 dargestellt. In einer zweiten, der Verbrennungsluftvorwärmung nachgeschalteten Wärmerückgewinnungsstufe werden die Rauchgase der Feuerungsanlage zur Warmwasserbereitung herangezogen und dabei unter den Taupunkt abgekühlt. Die aus den Backöfen abgeführten Backschwaden wurden in der Vorwärmstufe der Warmwasserbereitung über einen weiteren Wärmetauscher geführt. Der in den Backschwaden mitgeführte Dampf kondensierte dabei im Wärmetauscher und gab auch seinen latenten Wärmeinhalt an das durchströmende Wasser ab.

Tabelle 2 zeigt die Auslegungsdaten der Wärmetauscher. Indem ein Teil der Abwärme über die Verbrennungsluftvorwärmung in den Prozess rückgespeist wurde, konnte die zur Verfügung stehende Abwärme bis auf einen geringen Rest ausgenutzt werden. Die Kapitalrückflusszeit lag bei 4,5 Jahren.

Parallel zu der oben beschriebenen Wärmerückgewinnung wird derzeit ein Projekt angegangen, bei dem mit Hilfe der Rauchgase aus den Vorbacköfen Bäckerdampf für die Vorbacköfen erzeugt werden soll. Bei diesem Projekt liegt die Kapitalrückflusszeit bei 5 Jahren.

Abbildung 3: Mehrstufige Wärmerückgewinnung in einer Großbäckerei

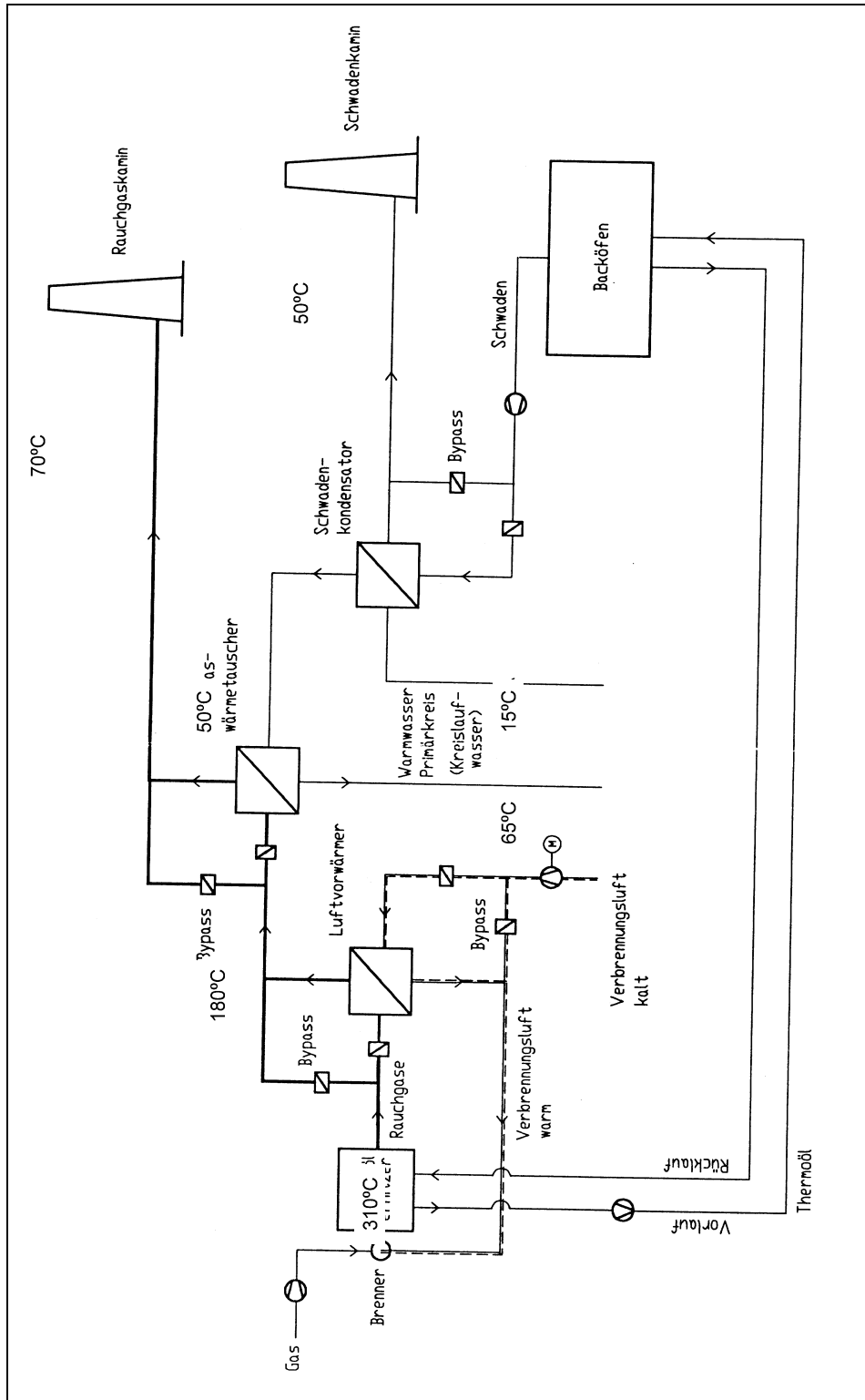


Tabelle 2: Auslegungsdaten der Wärmetauscher

	Luftvorwärmer	Rauchgas- Wärmetauscher	Schwaden- kondensator
Wärmeleistung	62 kW	90 kW	240 kW
Primärmedium	Rauchgase	Rauchgase	Backschwaden
Eintrittstemperatur	340 °C	190 °C	200 °C
Austrittstemperatur	190 °C	70 °C	55 °C
Sekundärmedium	Verbrennungsluft	Wasser	Wasser
Eintrittstemperatur	15 °C	50 °C	15 °C
Austrittstemperatur	240 °C	65 °C	50 °C

3 Hilfe bei der Realisierung von wirtschaftlichen Energieeinsparungen

Eigenes energie- und anlagentechnisches Know-how ist in vielen kleineren und mittleren Bäckereien oft nicht vorhanden. Hier kann der Anlagenbauer auch nur teilweise weiterhelfen. Empfehlenswert ist eine externe Beratung. Der Bund fördert die **Energieeinsparberatungen** kleinerer und mittlerer Unternehmen mit öffentlichen Geldern [LGA 1994]:

An wen soll man sich aber wenden, wenn eine externe, herstellernerneutrale 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:

- **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 Institutionen 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.

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		

Contracting-Modelle sind auch für Bäckereien denkbar, wurden jedoch nach Wissen der Autoren bis jetzt noch nicht realisiert. Bei Contracting-Modellen wird die Finanzierung und der Betrieb einer Anlage von einem Dritten, dem Contractor, übernommen (vgl. auch Sendner, 1996). Bei Bäckereien können sich beispielsweise Wärmerückgewinnungsanlagen anbieten. Der Betreiber der Bäckerei stellt dem Contractor kostenlos oder zu einem geringen Preis Abwärme zur Verfügung und bezieht vom Contractor Nutzwärme, z. B. in Form von Dampf. Auch zu diesem Themenkomplex können die in Tabelle 3 genannten Institutionen kontaktiert werden.

Literatur

- Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU): *Rationelle Energieanwendung in einer Bäckerei*. Osnabrück. Endbericht, vorauss. 1998
- Kreisel, K.; Jochem, E.: *Druckluft rationell erzeugen und nutzen*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996
- Landesgewerbeamt Baden-Württemberg – Informationszentrum Energie: *Maßnahmen zur Energieeinsparung – Fördermöglichkeiten*, 1994
- Landwehr, M.: *Stromsparen bei elektrischen Antrieben*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996
- Sendner, H.; Jochem, E.: *Chancen durch Contracting*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996
- Tönsing, E.: *Stromsparende Beleuchtungssysteme – mehr Licht für weniger Kosten*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996a.
- Tönsing, E.: *Energiekostenreduzierung durch betriebliches Energiemanagement*. Fachartikel im Rahmen der Initiative "Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom", Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 1996b