



Einsatz energieeffizienter Backofentechnik in Bäckereien

< Checklisten und Erläuterungen >



- Initiatoren:
- **Bäcker- und Konditorenvereinigung Nord**
Internet: www.bkv-nord.de
Ansprechpartner: Hr. Heinz Essel
Tel.: 04101 / 3872-0
 - **Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt**
Unternehmen für Ressourcenschutz
Internet: www.ressourcenschutz-hamburg.de
Ansprechpartnerin: Fr. Christine Schauer
Tel.: 040 / 42845-4103

- in Zusammenarbeit mit:
- Dr. Andreas Below
Tel.: 0431 / 3004411
 - Dipl.-Ing. Olav Welter
Tel.: 040 / 43097683

Einsatz energieeffizienter Backofentechnik in Bäckereien

Backöfen benötigen mehr als 50% der Gesamtenergie in Bäckereibetrieben. Dies gilt auch - trotz technischen Fortschrittes - bei der Verwendung neuer Geräte.

Aus diesem Grund gibt Ihnen diese Sammlung von Tipps und Fragen eine Hilfestellung beim Umgang mit Backöfen und bei der Neuanschaffung. Ziel der Checklisten ist:

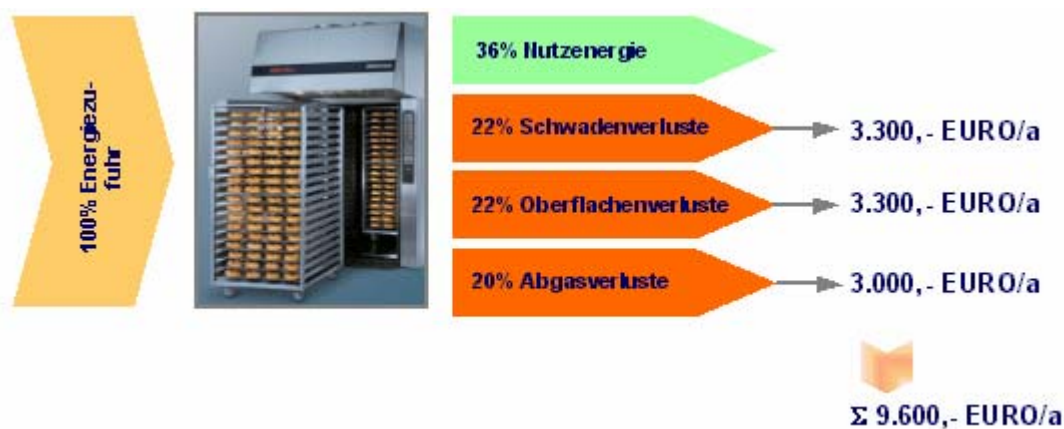
Energieeinsparung bei gleichem Backergebnis

Die Tipps sind in drei Gruppen gegliedert:

1. Tipps für optimiertes Nutzerverhalten (Handhabung und Wartung)
2. Tipps für technische Maßnahmen (Nachrüstung und Neuanschaffung)
3. Tipps für die Abwärmenutzung von Backöfen (Nachrüstung und Neuanschaffung)

Nur ein gutes Drittel der eingesetzten Energie für den Ofen wird als Nutzenergie in das Backgut gesteckt. Die übrige Energie verlässt die Backstube als Verlust (Abgas, Schwaden, Raumerwärmung). Diese Verluste kosten einen Betrieb mittlerer Größe mit ca. 150 t/a Mehleinsatz jährlich 5.000,- € (bei Gas- oder Ölbetrieb) bis 12.000,- € (beim elektrischen Ofen).

Verluste (und Kosten) von gas-/ölbefeuerten Öfen bei voller Auslastung¹:



Durch die Reduzierung der Verluste kann also sofort bares Geld in erheblichem Umfang gespart werden. Wichtig ist dabei die sorgfältige Planung der durchzuführenden Maßnahme, insbesondere bei der Ofenneuanschaffung.

Welche Anforderung sich in Ihrem Betrieb auch stellt, es wird immer eine fallweise Betrachtung der in Frage kommenden Maßnahmen erforderlich sein. Oberstes Ziel sollte sein, den Ofen nicht als einzelnen Verbraucher, sondern im Zusammenhang mit der Bedarfssituation (Warmwasser, Raumwärme) zu sehen.

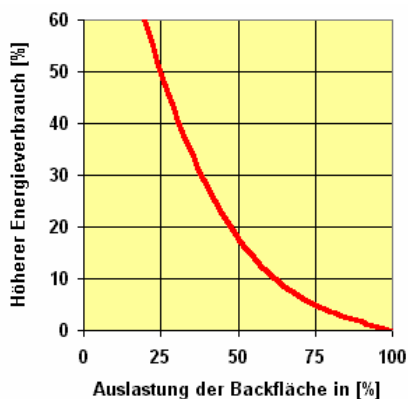
¹ am Bsp. eines Betriebes mit 500.000 kWh/a Gesamtenergieverbrauch

1 Tipps für optimiertes Nutzerverhalten (Handhabung und Wartung)

In der Checkliste wurden die aus der Praxis bewährten Verbesserungen für die Handhabung und Wartung zusammengestellt. Die Maßnahmen werden im Anschluss der Tabelle ausführlicher beschrieben.

Checkliste sparsamer Backofenbetrieb		ja	nein
Handhabung	Optimierung der Backflächenauslastung (siehe 1.1)		
	Optimierung der Aufheizphase (siehe 1.2)		
	Nicht benötigte Herde oder Öfen rechtzeitig ausschalten (siehe 1.2)		
	Optimierung der Schwadengabe (siehe 1.3)		
Wartung	Schwadenapparate regelmäßig entkalken (siehe 1.4)		
	Brenner mindestens 1x jährlich warten lassen (siehe 1.5)		
	Regelmäßige Brennerreinigung (siehe 1.5)		

1.1 Optimierung der Backflächenauslastung



Mit verringerter Ofenauslastung steigt der Energieverbrauch stark an. Bei halber Ofenbelegung ergibt sich ein Mehrverbrauch von fast 20% und von über 50%, wenn der Ofen nur zu einem Viertel ausgelastet ist (siehe Abbildung). Teilbelegte Öfen sollten deshalb vermieden werden.

1.2 Optimierung der Aufheizphase, rechtzeitiges Abschalten von Herden u. Öfen

Wenn nach der Ofenaufheizung keine Beschickung erfolgt, wird die zugeführte Energie komplett in Abgas- und Oberflächenverluste umgesetzt (gas-/ölbefeuerte Öfen²). Die anteiligen Verluste sind viel größer als im "normalen" Ofenbetrieb. Deshalb kann deutlich gespart werden, wenn durch zeitgenaues Einschalten (am besten mittels Zeitschaltuhr) und rechtzeitiges Beschicken eine bedarfsgerechte Ofennutzung stattfindet.

Ein rechtzeitiges Abschalten nicht benötigter Öfen hat den gleichen Effekt. Die Restwärme sollte bei entsprechender Produktionsplanung für das Backen von Waren mit niedrigem Temperaturbedarf verwendet werden.

1.3 Optimierung der Schwadenabgabe

Die Schwadung benötigt fast ein Viertel der Ofenenergie. Bei Öfen ohne feste Dosiereinrichtung wird die Schwadenmenge durch die Erfahrung des Bäckers bestimmt. Es lässt sich viel einsparen, wenn die Schwadung auf das für das Backgut nötige Maß beschränkt wird.

² beim strombetriebenen Ofen entfallen die Abgasverluste

1.4 Schwadenapparate regelmäßig entkalken

Die Verdampfung von Wasser erfordert viel Energie. Dieser Energiebedarf steigert sich deutlich, wenn die Wärmeübertragung durch Kalkablagerungen behindert wird. Die Schwadenapparate sollten nicht erst gereinigt werden, wenn Auswirkungen am Backgut entstehen. Schon lange vorher wird ein erhöhter Energiebedarf benötigt, um die erforderliche Schwadenmenge bereitzustellen.

1.5 Brenner mindestens 1x jährlich warten lassen und regelmäßig reinigen

Ungünstige Verbrennungsbedingungen erhöhen den Verbrauch und verschlechtern die Emissionswerte. Eine regelmäßige Brennerreinigung zur Verringerung der Staubbelastung (z. B. Mehl), die optimale Brennereinstellung (Luftzahl) und eine Überprüfung der Verbrennungsluftführung führen zu deutlichen Einsparungen.

2 Tipps für technische Maßnahmen (Nachrüstung u. Neuanschaffung)

Die Möglichkeiten der Nachrüstung von bestehenden Backöfen ist vielfältig und lohnt sich. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen hängt jedoch stark von den technischen Möglichkeiten und den räumlichen Gegebenheiten ab.

Bei der Neuanschaffung eines Backofens oder ganzer Anlagen stehen natürlich die Backqualität und der Anschaffungspreis im Vordergrund. Bei steigenden Energiekosten lohnt es sich, vorausschauend die Betriebskosten eines Backofens oder einer Anlage in die Kaufentscheidung einfließen zu lassen. Das Einsparungspotenzial bei der Neuanschaffung ist durch die Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten vor dem Einbau und durch die Einbindung in ein Wärmekonzept sehr hoch.

In der Checkliste wurden praxisnah Fragen zum Thema energiesparende Backofentechnik und Nachrüstung zusammengestellt. Die Maßnahmen werden im Anschluss der Tabelle ausführlicher beschrieben.

Checkliste technische Maßnahmen		ja	nein
Planung	Benötigte Backfläche berechnen (siehe 2.1)		
	Optimierung der Produktionsprozesse prüfen (siehe 2.2)		
Dämmung	Herdtüren u. Außenflächen mit optimaler Wärmedämmung (siehe 2.3)		
Steuerung	Herdgruppensteuerung (siehe 2.4)		
	Feineinstellung d. Schwadengabe in den Backprogrammen (siehe 2.5)		
Brenner/ Abgassystem	Rauchgasklappe(n) installieren (siehe 2.6)		
	Stufenbrenner einsetzen (siehe 2.7)		
	Umstellung von Strom auf Erdgasbetrieb bzw. Heizöl prüfen (siehe 2.8)		
	Für Abgas- und Schwaden getrennte Züge bauen (siehe 2.9)		
	Abgas- und Schwadenwärmenutzung (weiter zu 3. Checkliste Abwärmenutzung)		

2.1 Benötigte Backfläche

Vor der Festlegung der Backfläche ist der Bedarf zu prüfen - war der alte Ofen evtl. zu groß? Wenn im laufenden Betrieb nur eine Teilauslastung über größere Zeitbereiche erzielt wird, sollte das neue Gerät kleiner dimensioniert werden. Wie schon unter Punkt 1.1 beschrieben, steigt der Energieverbrauch mit verringerter Ofenauslastung stark an.

2.2 Optimaler Produktionsprozess, abgestimmte Ofenkapazität

Die maximale Backfläche orientiert sich am Spitzenbedarf des Betriebes. Bei der Erneuerung mehrerer Öfen sollte geprüft werden, ob Öfen, die nur die Spitzenlast abdecken, kleiner dimensioniert werden oder sogar entfallen können. Das Ziel ist es, möglichst eine optimale Auslastung der betriebenen Öfen zu erreichen. Dazu ist evtl. die Optimierung des Produktionsablaufes nötig. Im Ergebnis werden Investitions- und Energiekosten vermieden, insbesondere dann, wenn nach der Anlagenneuplanung auf einen Ofen verzichtet werden kann.

2.3 Herdtürendämmung und Außendämmung

Neue Öfen sind unterschiedlich gut gedämmt. Für die Herdtüren werden häufig nach wie vor dünne Stahlbleche verwendet. Eine ausreichende Dämmung an den Türen hilft, die Abstrahlungsverluste und damit die Betriebskosten zu reduzieren. Der übrige Ofenbereich sollte ebenfalls eine optimale Dämmung aufweisen.

2.4 Herdgruppensteuerung

Eine bedarfsgerechte Anpassung der beheizten Backflächen spart viel Energie (siehe oben). Beim Etagenofen kann es sinnvoll sein, nicht belegte Herdgruppen abzuschalten, wenn nur eine Teilauslastung gegeben ist. Dazu ist eine Herdgruppensteuerung erforderlich. Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch die Möglichkeit, gleichzeitig verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Temperaturen herzustellen.

2.5 Feineinstellung der Schwadengabe im Backprogramm

Da das Verdampfen von Wasser viel Energie benötigt, verhindert die Feineinstellung bzw. eine feste Dosiereinrichtung der Schwadengabe in den Backprogrammen zusätzlichen Energieverbrauch und damit Kosten.

2.6 Rauchgasklappe installieren

Die Auskühlung des Ofens während der Brennerstillstandszeit wird reduziert, wenn eine Klappe im Kamin den unkontrollierten Luftaustausch durch den Kaminzug unterbindet. Vor dem nachträglichen Einbau ist die Maßnahme mit dem Ofen-/Brennerhersteller abzustimmen (Sicherstellung des erforderlichen Restgasstroms zur Brennerkühlung).

2.7 Stufenbrenner

Auch bei optimaler Produktionsplanung lässt sich der Teillastbetrieb von Öfen nicht verhindern. Das bedeutet, dass sich der Brenner häufiger ein- und ausschaltet und die Verluste durch die Stillstandszeiten zunehmen. Ein Stufenbrenner trägt dem Teillastverhalten Rechnung und passt seine Leistung (innerhalb bestehender Grenzen) an den tatsächlichen Wärmebedarf an.

2.8 Energieträger - Strom oder Erdgas / Heizöl?

Aus Gas oder Heizöl Wärme zu erzeugen, ist nicht nur kostengünstiger (im Vergleich zu Strom), sondern auch ein Beitrag für die Umwelt. Die Mehrkosten in der Geräteanschaffung werden durch die geringeren Betriebskosten schnell wieder ausgeglichen. Wenn es aus produktionstechnischen Gründen oder bzgl. der Energieträger-Verfügbarkeit keine Einschränkungen gibt, ist in der Gesamtbetrachtung der Einsatz von Erdgas bzw. Erdöl zu bevorzugen. Eine Umstellung auf Erdgas ist besonders bei schon vorhandenem Hausanschluss einfach und entsprechend kostengünstig.

2.9 Für Abgas- und Schwaden getrennte Züge bauen

Bei der Ofenneuanschaffung ist auf eine getrennte Abgas- und Schwadenführung zu achten. Die beiden Stoffströme sollten nicht schon im Ofen zusammengeführt werden. Das hat bedeutende (Kosten-) Vorteile für eine mögliche Wärmerückgewinnung, da eine große Energiemenge durch die (vom Rauchgas getrennte) Schwadenkondensation für die Warmwasserbereitung oder Raumheizung verwendet werden kann (siehe Punkt 3).

3 Tipps für die Abwärmenutzung von Backöfen

Im Falle der Nachrüstung, einer kompletten Neuplanung der Backofentechnik oder bei einhergehender Sanierung der Warmwasser- und Heizwärmeerzeugung ergibt sich die Möglichkeit, einen Großteil der Ofenabwärme zu nutzen und erheblich Energie einzusparen. Nach Prüfung der technischen Möglichkeiten zeigen Beispiele aus der Praxis, dass eine Nachrüstung an einer bestehenden Anlage in der Regel wirtschaftlich und damit lohnend ist.

Bei der Neuplanung sollte immer ein ganzheitliches Wärmekonzept erstellt werden. Eine Nachrüstung ist immer teurer! Eine verbaute Anlage bzw. ein Backofen steht für viele Jahre und lässt sich nur bedingt oder mit erhöhtem Aufwand optimieren. Durch eine rechtzeitige Weichenstellung kann hier entsprechend vorgesorgt werden.

Die wichtigsten Fragestellungen und Maßnahmen sind ausführlicher beschrieben.

Checkliste Abwärmenutzung für Nachrüstung und Neuanschaffung		ja	nein
Planung	Wärmebedarfsanalyse (siehe 3.1)		
	Wärmebedarf im Betrieb für Heizung, Warmwasser und Garraum		
	Weiterer Wärmebedarf im Haus oder in Nachbargebäuden		
	Alter und Zustand der derzeitigen Wärme- und Warmwasserversorgung durch Heizung, Boiler, elektrischen Durchlauferhitzer prüfen.		
Kein Wärmebedarf – Ende der Checkliste			
Ersatz einzelner Backöfen			
	Der berechnete / gemessene Wärmebedarf und die ermittelte Abwärmemenge ergibt die Anzahl der Backöfen, die in die Wärmerückgewinnung einbezogen werden.		
	Der Schwaden ist durch den höheren Energiegehalt effektiver als das Rauchgas für die Wärmerückgewinnung zu nutzen. Deswegen kann es sinnvoll sein, den Schwadenstrom von mehreren Öfen zusammen zu fassen und mit einem Wärmetauscher zu versehen. (siehe 3.2)		
	Die Größe des Wärmespeichers richtet sich ebenfalls nach dem Wärmebedarf und der Abwärme. Die Betriebszeit der Backöfen und der Hauptverbrauch an Wärme sind nicht unbedingt zeitgleich. Da die Backöfen nur zeitweise betrieben werden, muss der Puffer ausreichend groß sein. (siehe 3.3)		
	Sinnvoll ist der Anschluss möglichst vieler Wärmeverbraucher. Neben der Heizung und dem Warmwasser sind das der Garraum und die Geschirrspülmaschine/Korbwaschanlagen.		
Neubau der Backofenanlage – zusätzliche Maßnahmen			
	Aufbau eines Verbundsystems von Abwärmelieferanten und Wärmeverbrauchern (siehe 3.3)		
	Berücksichtigung der Abwärme z. B. von Kälteanlagen		
	Backöfen mit Thermoölanlagen ermöglichen einen optimalen Aufbau von Verbundsystemen, da eine geringere Zahl an Wärmequellen in das System einbezogen wird. (siehe 3.4)		

3.1 Nutzen Sie die Ofenabwärme

Der betriebliche Warmwasserbedarf für die Produktion und die Reinigung ist in Bäckereibetrieben hoch. Insbesondere bei folgenden Randbedingungen kann die Nutzung der Ofenabwärme zu großen Einsparungen führen:

- ✓ die konventionelle Warmwasserbereitung erfolgt elektrisch
 - ✓ es besteht sehr großer Warmwasserbedarf
 - ✓ es ist Bedarf für Heizzwecke vorhanden (z.B. Privatbereiche, Garräume, Mietshaus)
- ⇒ Wärmerückgewinnung: Verwendung kostenloser Abwärme

Dabei ist eine Analyse der Betriebsbedingungen wichtig:

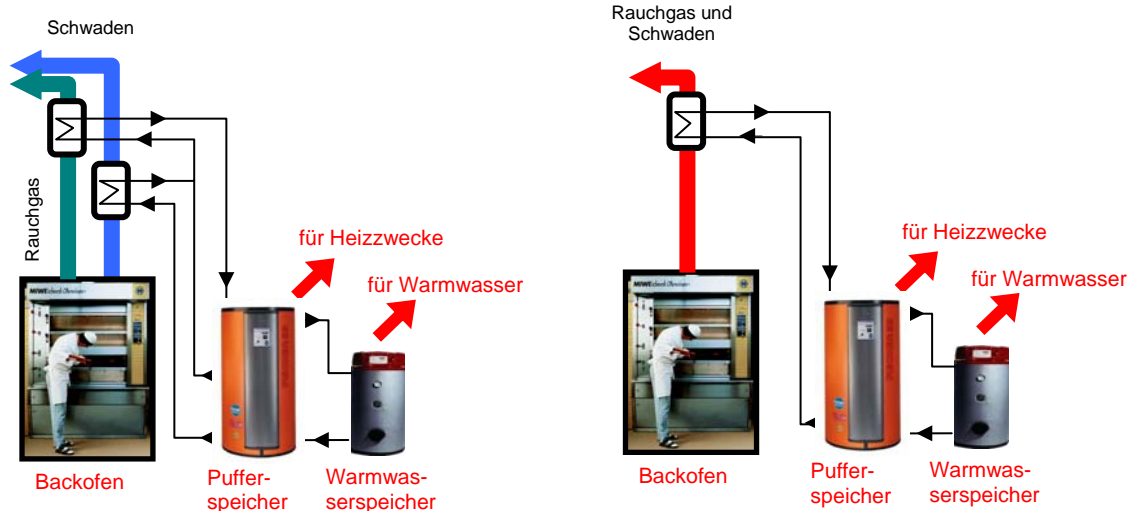
- Wofür kann die Abwärme genutzt werden und wie groß ist der Energiebedarf?
- Welcher Stoffstrom lässt sich verwenden: Rauchgas und/oder Schwaden?
- Wie wird die ausgekoppelte Energie gespeichert und verteilt?
- Wie viel Wärme steht durch Abwärmenutzung zur Verfügung?
- Welche Randbedingungen müssen bedacht werden (Rohrleitungsführung, Platzbedarf usw.)?

3.2 Nutzung der Abwärme

Die nachstehenden Schemata zeigen die zwei wichtigsten Varianten zur Nutzung der Abwärme:

A) getrennte Stoffströme am Ofen

B) gemeinsame Stoffströme



Die Planung einer Wärmerückgewinnung ist weniger aufwändig, als sie erscheint. Ein günstiger Zeitpunkt ist vor allem dann gegeben, wenn umfangreiche Sanierungsmaßnahmen am Ofen oder im Bereich der Warmwasser-/Raumwärmeerzeugung des Betriebes anstehen. Seitens der Hersteller liegen Gesamtkonzepte vor, die für Ihren Betrieb angepasste, zugeschnittene Lösungen bereithalten. Die Einsparpotenziale und Möglichkeiten zur Kostenreduzierung im Bereich der Abwärmenutzung sind erheblich!

3.3 Zentrale Energiespeicherung

Wenn in Ihrem Betrieb der Warmwasser- und Raumwärmebedarf einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, d.h. ein größerer Bedarf vorhanden ist, liefert ein zentraler Speicher (Pufferspeicher) alle erforderlichen Energiemengen. Der Vorteil liegt in der hohen Flexibilität: Der Speicher kann beheizt werden durch:

- Rauchgase
- Schwaden
- Thermoöl-Kessel
- sonstige Zusatzheizung (Solar usw.)
- konventioneller Kessel
- Kälteanlagen-Abwärme

Die gespeicherte Energie kann genutzt werden für:

- Warmwassererzeugung
- Raumheizung
- Gär-raumerwärmung

3.4 Thermoöl

Bei der Beheizung von mehreren Öfen ist die zentrale Wärmeerzeugung durch einen Thermoöl-Heizkessel sinnvoll. Die Effizienzsteigerung liegt in der guten, gleichförmigen Geräteauslastung mit hohem Wirkungsgrad sowie der zentralen Rauchgaserzeugung, die eine Wärmerückgewinnung deutlich vereinfacht (nicht jeder Ofen benötigt einen eigenen Abgaswärmetauscher). Weiterhin kann der Schwaden als separater Stoffstrom bei Bedarf zur Wärmeauskopplung hinzugezogen werden. In der folgenden Abbildung ist ein Beispiel einer komplexen Thermoöl Verbundanlage dargestellt.

Bei Verwendung eines Thermoöl-Kessels kann gänzlich auf einen konventionellen Kessel für Raumheizung und Warmwasser verzichtet werden.