

Unterlagen wurden für Sie zusammengestellt von



zum Thema

Energiekennzahlen und -sarpotenziale in Bäckereien

erstellt im Auftrag von

Wirtschaftskammer OÖ,
Ökologische Betriebsberatung,
O.Ö. Energiesparverband,
Steirischen Landesregierung FA 1C,
Wirtschaftskammer Steiermark,
WIFI Steiermark,
&
Energiebeauftragten des Landes Steiermark

erschienen
1998

WINenergy! ist eine Gemeinschaftsinitiative von:



BRANCHENBERATUNG ENERGIE

ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE IN BÄCKEREIEN

Eine Gemeinschaftsaktion von

**Oberösterreichischer Energiesparverband,
Ökologische Betriebsberatung,
Wirtschaftskammer Oberösterreich: Energiewirtschaft und Energietechnik
Amt der Steiermärkischen Landesregierung: FA 1c - Abfallwirtschaft,
Energiebeauftragter des Landes Steiermark,
WIFI- Steiermark: Betriebsberatung,
Wirtschaftskammer Steiermark: Abteilung für Wirtschafts- und Umweltpolitik**

Linz, im Juli 1998

ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE IN BÄCKEREIEN

Dieses Energie-Branchenkonzept basiert auf Pilotberatungen, welche in 17 Bäckereibetrieben in Oberösterreich und in der Steiermark im Zeitraum zwischen 1996 und 1998 von folgenden Energieberatern durchgeführt wurden:

<input type="checkbox"/> Energie Institut	Schererstraße 18, 4020 Linz	0732 381011-0
<input type="checkbox"/> Profactor GmbH	Wehrgrabengasse 1-5, 4400 Steyr	07252 884-200
<input type="checkbox"/> TB Dipl.-Ing. Gerhard Kasper	Hilmgasse 15, 8010 Graz	0316 383232
<input type="checkbox"/> TB Dipl.-Ing. Jürgen A. Weigl	Kärntner Str. 212, 8053 Graz	0316 287350
<input type="checkbox"/> Energieberatungsstelle des Landes Steiermark	Burggasse 9, 8010 Graz	0316 877-3413

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Pilotberatungen sowie die Ausarbeitung des vorliegenden Konzeptes erfolgte durch **TB Dipl.-Ing. Jürgen A. Weigl** und **Karl Lummerstorfer (Energie Institut)** im Auftrag der nachfolgend angeführten Institutionen:

Eine Gemeinschaftsaktion von:

Oberösterreichischer Energiesparverband
 WIFI Oberösterreich: Ökologische Betriebsberatung
 Wirtschaftskammer Oberösterreich: Energiewirtschaft und Energietechnik
 Amt der Steiermärkischen Landesregierung: FA 1c - Abfallwirtschaft
 Energiebeauftragter des Landes Steiermark
 WIFI- Steiermark: Betriebsberatung
 Wirtschaftskammer Steiermark: Abt. für Wirtschafts- und Umweltpolitik

Wirtschaftskammer OÖ Hessenplatz 3 A-4010 Linz Tel.: ++43/732/7800-628 Fax: ++43/732/7800-587 http://www.wkooe.or.at e-mail: ut@wkooe.wk.or.at	OÖ. Energiesparverband Landstraße 45 A-4020 Linz Tel.: ++43/732/6584-4380 Fax: ++43/732/6584-4383 http://www.esv.or.at/esv/ e-mail: esv1@esv.or.at	Ökolog. Betriebsberatung Wiener Straße 150 A-4024 Linz Tel.: ++43/732/3332-223 Fax: ++43/732/3332-340 http://www.ooe.wifi.at e-mail: wifi-oo@wifi-oo.co.at
--	--	--

Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung jeglicher Art nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Wirtschaftskammer OÖ. zulässig.
 Trotz sorgfältigster Bearbeitung wird für die Ausführungen keine Gewähr übernommen und eine Haftung des Autors oder der Wirtschaftskammer OÖ. ausgeschlossen.

Teil A

Einleitung/Zusammenfassung

Rund 2400 Bäckereifachbetriebe versorgen den österreichischen Brot- und Backwarenmarkt. Dieser Markt ist gesättigt und die Bäckereibetriebe stehen heute in einem harten Verdrängungswettbewerb. Dabei werden hauptsächlich Supermärkte als der bedeutendste Konkurrent empfunden. Die Bäckereibetriebe sind daher umso mehr gezwungen, jede Möglichkeit zum Kostensparen und zur Erhöhung der Gewinnspanne zu nutzen.

Bäckereien gehören zu den handwerklichen Betrieben mit dem höchsten Energieeinsatz. Die energieintensiven Produktionsabläufe und Transportaufwände verursachen Kosten zwischen 2 und 4,6 % des Gesamtumsatzes. Die Energiekosten werden dabei durch vermehrten Geräteeinsatz (Backen im Laden) aber auch steigende Tarife und steuerliche Belastungen weiter zunehmen. Umso wichtiger ist es, mit Strom, Gas, Öl und Wärme rationell umzugehen und Energiesparpotentiale zu nutzen.

Zwischen 1996 und 1998 wurden in der Steiermark 7 und in Oberösterreich 10 Betriebe auf Energie- und Kostensparpotentiale untersucht.

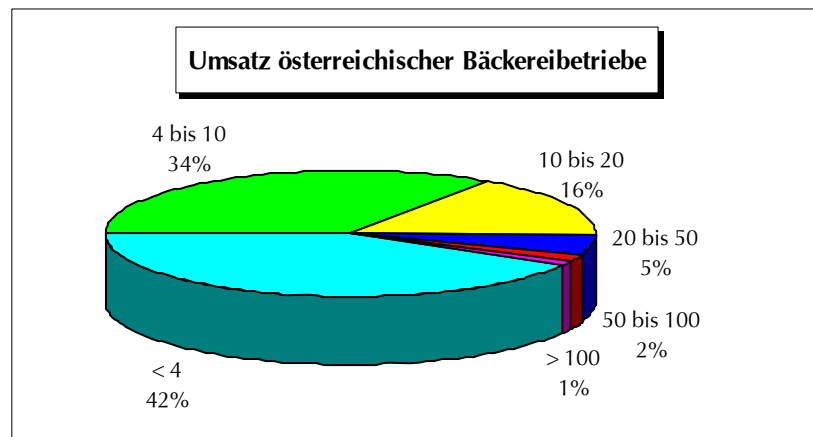
Die untersuchten Betriebe haben hinsichtlich Größe, Zahl der Mitarbeiter und der Art der Geräteausstattung und Produktion eine relativ große Streuung. So liegt die Zahl der Mitarbeiter zwischen 17 und 55 (Mittelwert 29), die Produktionsflächen der Betriebe liegen zwischen 190 und 1750 m² (Mittelwert 503 m²); die Backflächen liegen im Schnitt bei 33 m² (zwischen 10 und 85 m²). Einige Betriebe produzieren ausschließlich in einem Zug (ohne Gärunterbrechung, Schockfrost, Fertigbacken etc.), einige haben ein angeschlossenes Café usw. Dieser Umstand erklärt auch eine große Bandbreite der verschiedenen ermittelten Kennzahlen.

Das vorliegende Branchenkonzept wurde auf der Grundlage dieser Pilotberatungen erstellt, wobei auch Ergebnisse von Untersuchungen und Messungen aus dem deutschsprachigen Ausland berücksichtigt wurden. Dieses Branchenkonzept richtet sich an alle, die im Bäckereihandwerk Energie und Kosten sparen wollen. Es soll daher sowohl dem interessierten Planer, als auch dem speziell an Energiefragen interessierten Bäcker, aber auch den Herstellern und Lieferanten von Bäckereimaschinen Anhaltspunkte für die Bewertung des Ist-Zustands liefern und Möglichkeiten für konkrete Verbesserungen aufzeigen.

Mehr als die Hälfte der eingesetzten Energie wird in den Backöfen verbraucht. Der Großteil der Energiekosten wird jedoch durch den Stromverbrauch verursacht, der in Betrieben mit Gärunterbrechung, Schockfrost (also intensiveren Kühlprozessen) und Café (Lüftungen) noch höher liegt. Es zeigt sich ein Trend in Richtung energieintensivere Produktionsweisen (Produktion von Teiglingen und Halbfertigprodukten, die gekühlt oder tiefgekühlt werden und im Ladenbackofen fertiggebacken werden), der Effizienzsteigerungen (wie z. B. Wärmerückgewinnung) im Energiebereich und die Wahl eines günstigen Energieträgermix umso notwendiger macht. Anhand verschiedener Kennzahlen kann eine relativ einfache Einschätzung der Ist-Situation erfolgen. Aufbauend auf dieser Basis können Verbesserungspotentiale ermittelt und dargestellt werden.

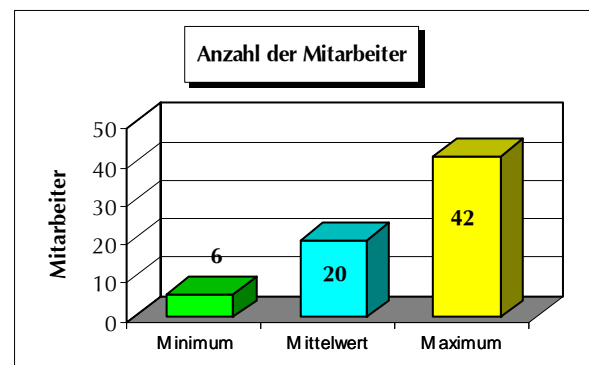
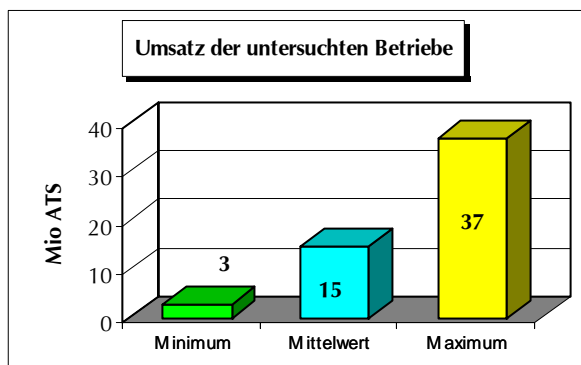
Branchenstruktur

Mit Ende 1996 gab es in Österreich 2.368 Bäckereien mit 19.567 unselbständig Beschäftigten (inklusive Lehrlinge). Der überwiegende Teil der österreichischen Bäckereibetriebe beschäftigt weniger als 10 Arbeitnehmer. Diese Verteilung der Betriebsgröße ist auch anhand der Umsatzzahlen zu erkennen. Rund 1.000 Betriebe (ca. 42%) erwirtschafteten einen Umsatz von weniger als vier Millionen Schilling pro Jahr. Nur etwa ein Viertel der Betriebe können einen jährlichen Umsatz über 10 Millionen Schilling erzielen.



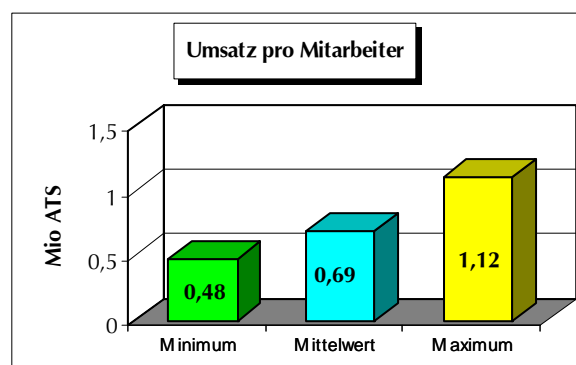
Jährlicher Umsatz österreichischer Bäckereien.

Diese österreichweite Verteilung zeigt sich auch bei den an den Pilotberatungen beteiligten Betrieben. Die Zahl der Mitarbeiter der untersuchten Betriebe liegt im Schnitt bei 20 (zwischen 6 und 42) und der Jahresumsatz bei durchschnittlich 15 Mio. ATS (zwischen 3 und 37).



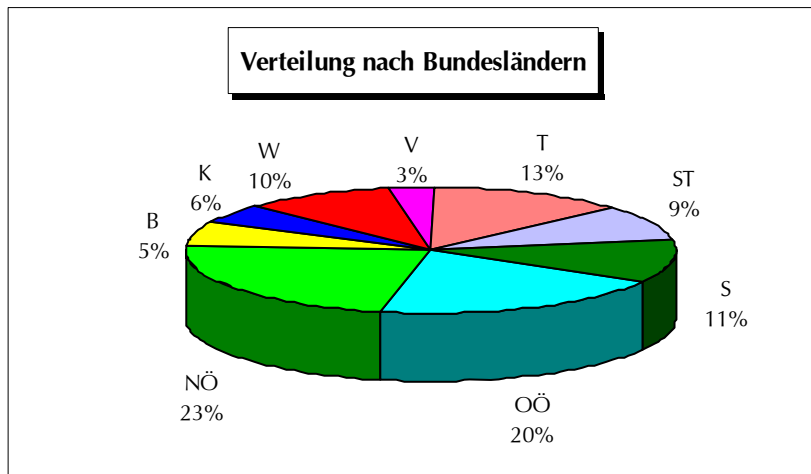
Jahresumsatz und Mitarbeiterzahl der an den Pilotberatungen beteiligten Betriebe

Der pro Arbeitsplatz erzielte Umsatz variiert stark zwischen den einzelnen Betrieben und liegt zwischen 0,48 und 1,12 Millionen Schilling pro Arbeitsplatz (im Mittel 0,69 Mio ATS).



Umsatz pro Mitarbeiter

Die Tätigkeit des Unternehmers ist dabei in der Zahl der Arbeitsplätze berücksichtigt. Die allgemeine Entwicklung der letzten Jahre zeigt einen Rückgang der Kleinbetriebe und ein Vordringen der mittleren und größeren Bäckereibetriebe. Die größeren Betriebe sind dabei meist auch auf größere Städte konzentriert. Die folgende Abbildung zeigt die regionale Verteilung der Betriebe nach Bundesländern.

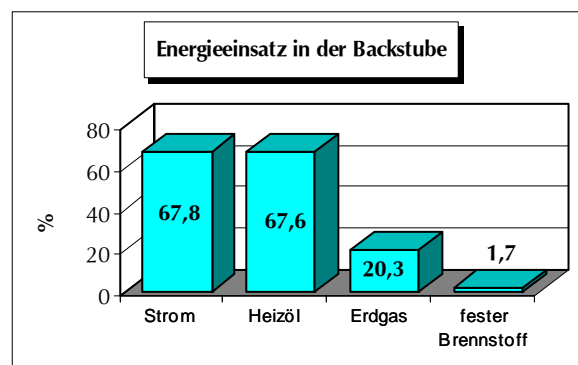


Regionale Verteilung der österreichischen Bäckereibetriebe

Interessant ist, daß **rund zwei Drittel der österreichischen Bäckereien in Orten mit weniger als 5000 Einwohnern zu finden sind**. Ländliche Betriebe haben gegenüber städtischen Bäckereien deutlich unterschiedliche Vertriebswege.

Energieeinsatz in der Backstube:

Auffallend ist, daß zur Beheizung von Backöfen immer stärker Strom eingesetzt wird. Auch Erdgas wird in vermehrtem Ausmaß eingesetzt, wobei die regionale Verfügbarkeit begrenzt ist. Wärmerückgewinnung in irgend einer Form wird nur von einem guten Drittel der österreichischen Bäckereibetriebe genutzt.



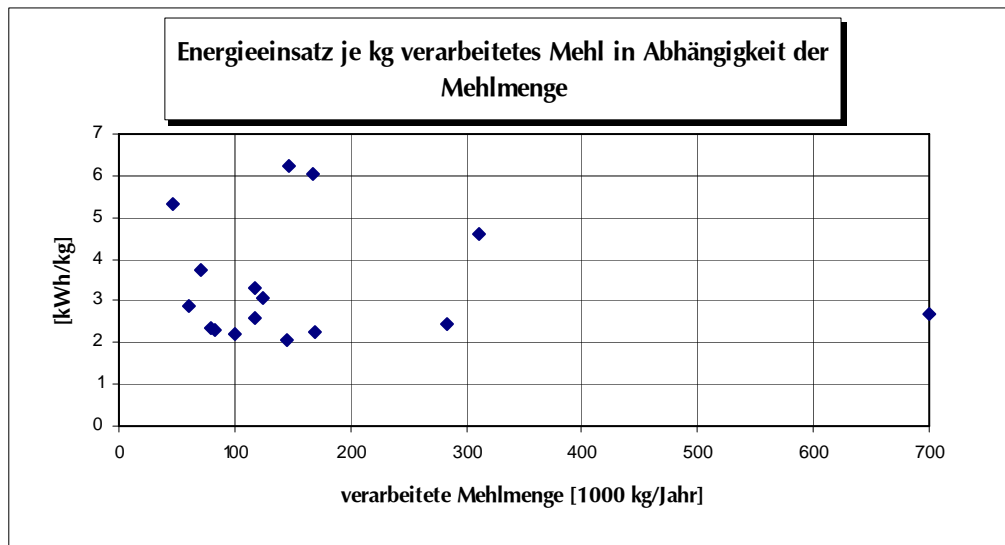
In der Backstube verwendete Energieträger

Kennzahlen

Kennzahlen bieten die Möglichkeit einer schnellen Grobabschätzung („Fiebermessen“) eines zu untersuchenden Objekts. Unter Energiekennzahlen versteht man Energieverbrauchsdaten bezogen auf verschiedene Bezugsgrößen (wie z. B. Energieverbrauch pro Nutzfläche, Energiekosten pro Mitarbeiter, pro Produktionseinheit und dgl. mehr). Die Ermittlung von solchen Kennzahlen soll ohne großen Aufwand einen Vergleich des eigenen Verbrauchs mit anderen Bäckereien ermöglichen.

Die untersuchten Betriebe haben hinsichtlich Größe, Zahl der Mitarbeiter und der Art der Geräteausstattung und Produktion eine relativ große Streuung. So liegt die Zahl der Mitarbeiter zwischen 6 und 42 (Mittelwert 20), die Produktionsflächen der Betriebe liegen zwischen 190 und 1750 m² (Mittelwert 503 m²); die Backflächen liegen im Schnitt bei 33 m² (zwischen 10 und 85 m²). Einige Betriebe produzieren ausschließlich in einem Zug (ohne Gärunterbrechung, Schockfrostern, Fertigbacken etc.), einige haben ein angeschlossenes Café usw. Dieser Umstand erklärt auch eine große Bandbreite der verschiedenen ermittelten Kennzahlen.

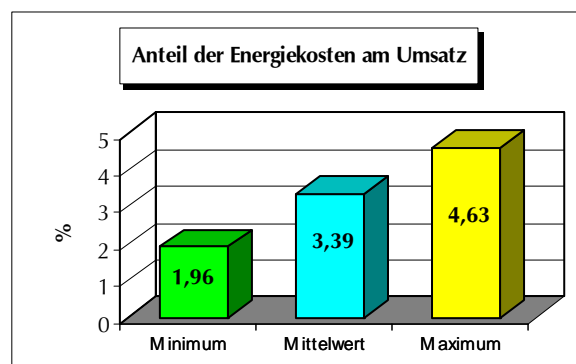
Bei Bäckereien bietet sich hierfür vor allem das verarbeitete Mehl an. Als Energiekennzahl ergibt sich daher der Endenergieeinsatz pro verarbeitetem Mehlgewicht. Die Dimension hierfür ist die Kilowattstunde pro kg Mehl [kWh/kg].



Endenergieeinsatz bezogen auf die verarbeitete Mehlmenge

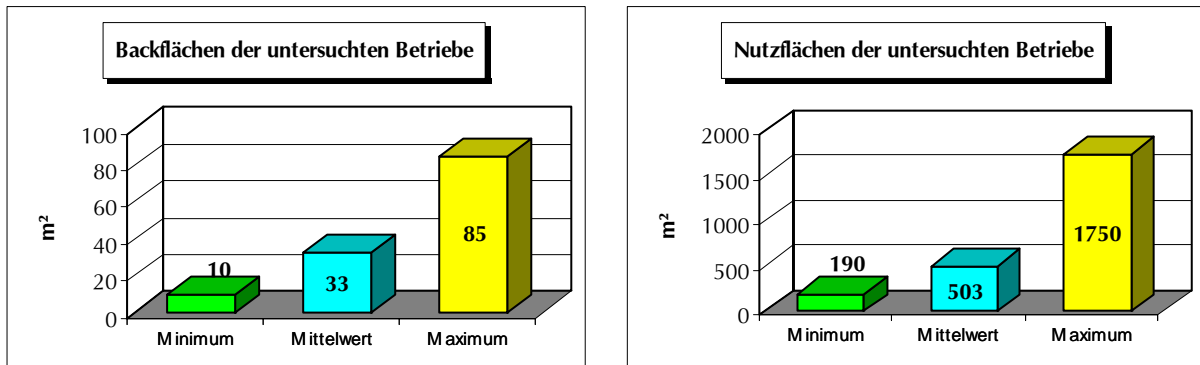
Mit dieser produktionsspezifischen Energiekennzahl ist es möglich, einzelne Betriebe miteinander zu vergleichen. Als Mittelwert für alle untersuchten Betriebe ergibt sich ein spezifischer Endenergieeinsatz von 3,4 kWh pro Kilogramm verarbeiteten Mehls. Da der Energieeinsatz für die Produktion praktisch unabhängig vom Transport ist, und der Transportaufwand einen Vergleich zwischen ländlichen und städtischen Betrieben verfälschen würde, wird diese Energiekennzahl aus Werten ohne den Transportaufwand ermittelt.

Bei allen untersuchten Betrieben machen die gesamten Energiekosten einen beachtenswerten **Anteil von 2 % bis 4,6 % vom Umsatz** aus. Die folgende Darstellung zeigt den Anteil der gesamten Energiekosten am Umsatz für die an den Pilotberatungen beteiligten Betriebe.



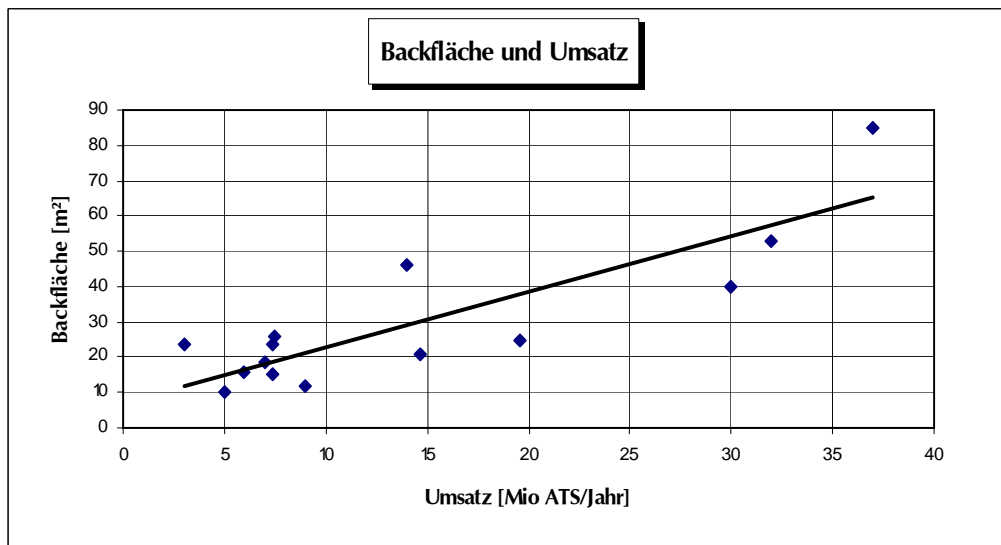
Anteil der Energiekosten am Umsatz

Die Betriebe mit dem höchsten Anteil an Energiekosten betreiben ein an die Bäckerei angeschlossenes Café, während dieses bei den Betrieben mit dem niedrigsten Anteil fehlt. Dieser Zusammenhang ist sehr deutlich und es zeigt sich, daß z.B. ein Luftschleier bei der Eingangstür des Cafés, aber auch die für das Café erforderliche Heizung und meist auch Lüftung durchaus bemerkbar bei den Energiekosten zu Buche schlägt. Als Mittelwert für alle untersuchten Betriebe ergibt sich ein Energiekostenanteil von 3,4 Prozent des Umsatzes. Da bei diesen Energiekosten teilweise recht gute Sparpotentiale mittelfristig realisierbar sind, können Energiesparmaßnahmen die Ertragslage der Betriebe positiv beeinflussen.

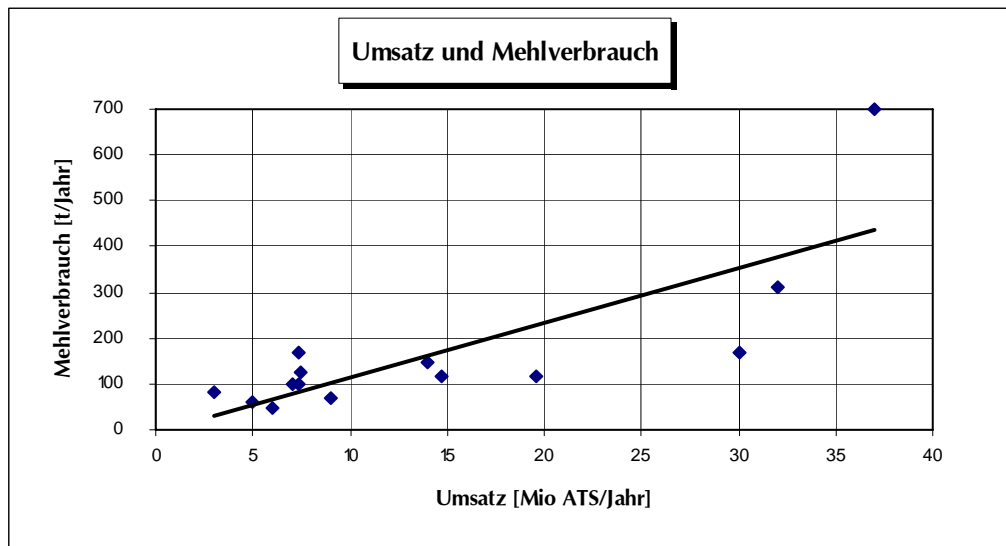


Backflächen und betriebliche Nutzflächen der untersuchten Betriebe

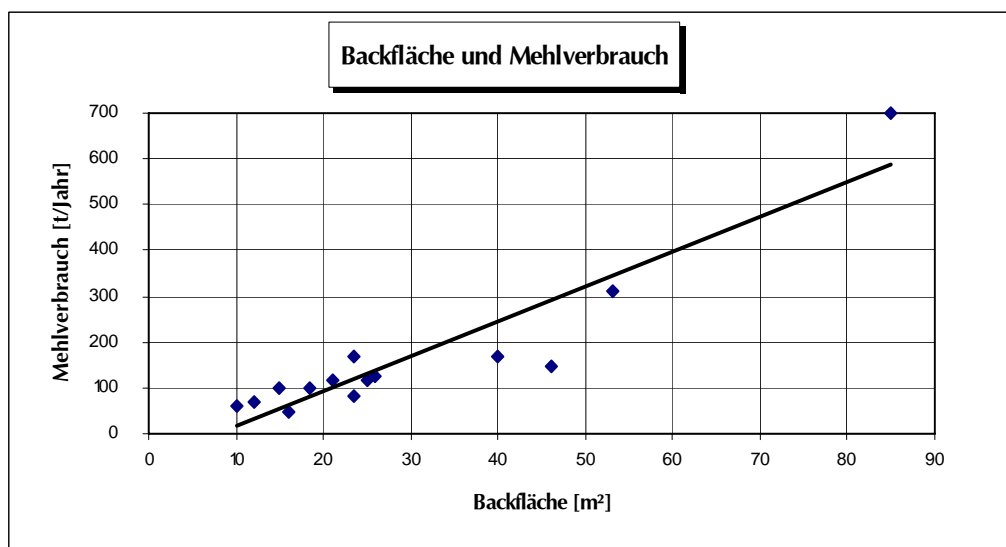
Die installierte Backfläche, jährlicher Umsatz bzw. Mehlerverbrauch der untersuchten Betriebe sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Es zeigt sich eine deutliche Korrelation dieser drei Größen.



Umsatz und Backfläche der untersuchten Betriebe

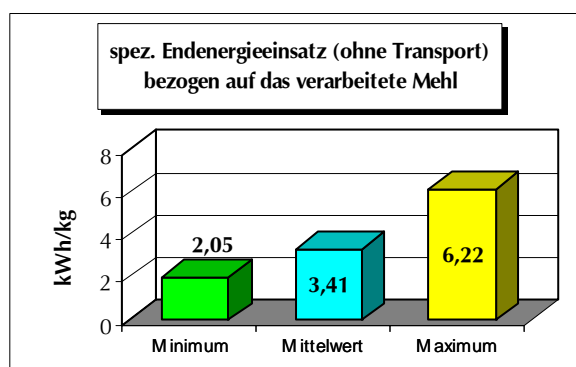


Umsatz und Mehlverbrauch der untersuchten Betriebe



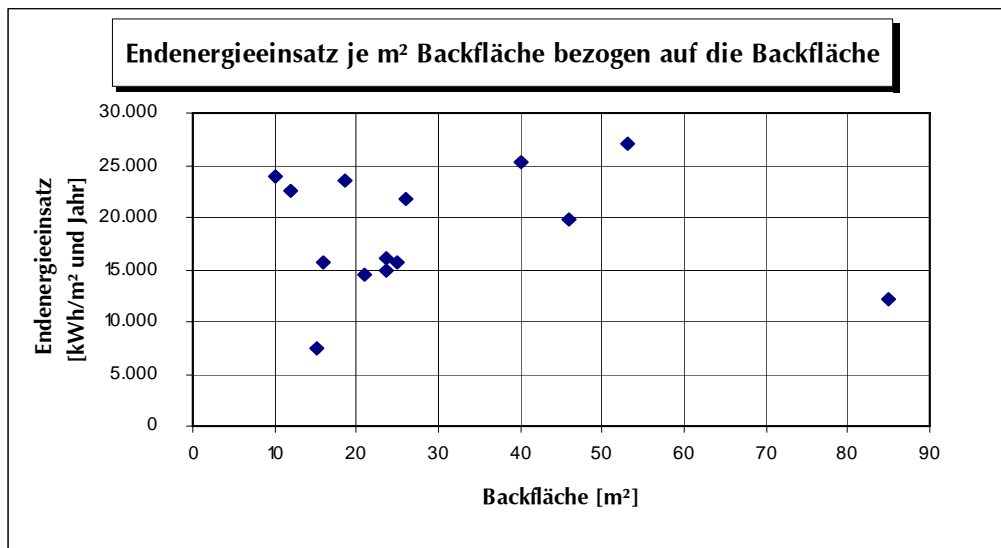
Backflächen und Mehlverbrauch der untersuchten Betriebe

Um Vergleiche des Energieeinsatzes bei einzelnen Unternehmen ziehen zu können, ist es nötig, spezifische Energiekennzahlen zu ermitteln; der Energieeinsatz wird hierbei auf eine produktionsspezifische Größe bezogen. Es ist auch möglich den Gesamtendenergieeinsatz auf die vorhandene Backfläche zu beziehen. Allerdings hat diese Energiekennzahl den Nachteil, daß darin auch Backflächen inkludiert sind, die nur teilweise ausgelastet sind. Bei Vergleichen mit dieser Energiekennzahl ist daher Vorsicht geboten, sofern Backflächen vorhanden sind, die nur zeitweise Verwendung finden. Für die an den Pilotberatungen beteiligten Betriebe zeigt sich:



Endenergieeinsatz bezogen auf die Backfläche

Der spezifische Endenergieeinsatz pro Backfläche nimmt bei Betrieben mit mehr Backfläche tendenziell ab. Ein eindeutiger Trend ist jedoch wegen der unterschiedlichen Arten der Produktion (Schockfrostten, Gärunterbrechung etc.) und unterschiedlicher Produktpaletten (Spezialbrote, Gebäck usw.), sowie eingesetzter Energieträger und -technik (z. B. Wärmerückgewinnungen) nicht festzustellen.



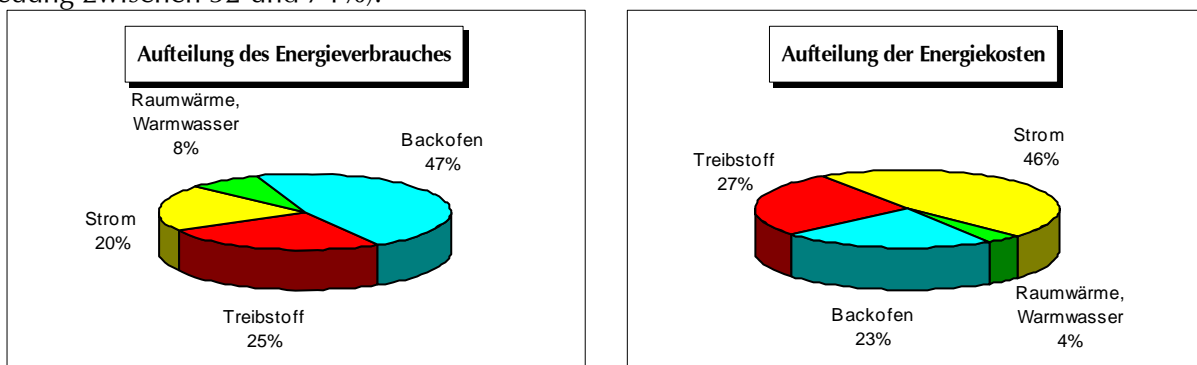
Spezifischer Endenergieeinsatz (ohne Transport) bezogen auf die Backfläche in Abhängigkeit der Backfläche

Energieverbrauch, Energiekosten und Energiepreise

Die richtige Wahl des Energieträgers nimmt wesentlichen Einfluß auf die Energiekosten. Die Preise für die gelieferte Energie können sehr unterschiedlich sein. Inwieweit beispielsweise elektrische Energie für den Backofen sinnvoll und wirtschaftlich eingesetzt werden kann, ist ausschließlich vom gebotenen Tarif abhängig. Aber auch die Entscheidung für Heizöl oder Gas ist immer nur in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Energieversorger zu klären. Dabei spielen neben den Energiekosten auch die Anforderungen an die Regelbarkeit eine Rolle.

Energie wird in einem Bäckereibetrieb in vielfältiger Weise benötigt. Neben dem Backofen, der einen Großteil des Energiebedarfs verursacht, wird Energie für die unterschiedlichsten Anwendungen benötigt. Von der Beleuchtung, weiteren Wärmegegeräten wie Hockerkocher, Krapfenfritter bis zur Kühlung, Warmwasserbereitung und Beheizung benötigt eine Bäckerei Energie für die Produktion und den Verkauf. Eingesetzt werden die unterschiedlichsten Energieträger, von Heizöl bis zu festen Brennstoffen.

Bei einigen untersuchten Betrieben zeigte sich, daß mehr als die Hälfte des Endenergieeinsatzes (ohne Treibstoff) der Bäckerei für den Backofen verwendet werden. Der Mittelwert liegt bei 57% (bei einer Streuung zwischen 32 und 74%).



Verteilung des Endenergieeinsatzes und der Energiekosten einer Bäckerei im Stadtgebiet mit etwa 115 t Mehl pro Jahr.

Diese Ergebnis aus den untersuchten Betrieben wird im übrigen auch durch Studien aus dem Ausland belegt. In Deutschland ermittelte man einen Endenergieeinsatz von 58 % für den Backofen [1], in der Schweiz, mit einem starken Anteil an Elektrobacköfen ergab sich ein Anteil von 65 % [2].

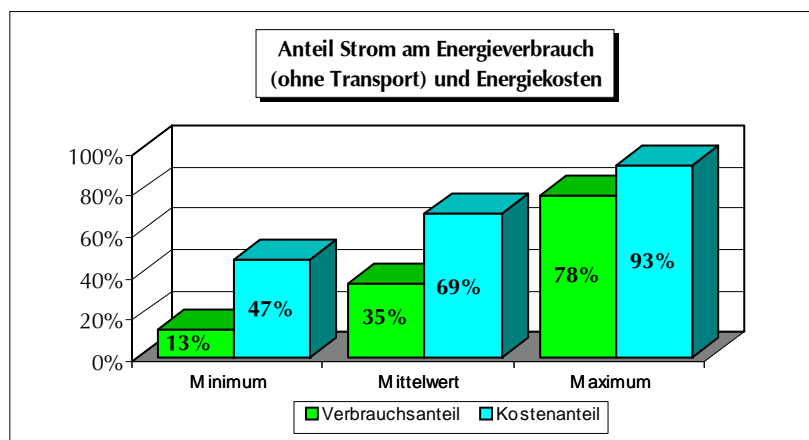
Energiepreise (exkl. Ust. und inkl. Meßpreise, Grundgebühren etc.)

		Ø	max.	min.
Strompreis	ATS/kWh	1.78	2.14	1.31
Heizölpreis	ATS/l	3.36	3.42	3.33
Heizölpreis	ATS/kWh	0.34	0.34	0.33
Erdgaspreis	ATS/m ³	3.56	4.38	3.56
Erdgaspreis	ATS/kWh	0.36	0.44	0.26
Fernwärmepreis	ATS/kWh	0.47	0.50	0.44
Treibstoffpreis	ATS/l	7.47	9.04	5.27
Treibstoffpreis	ATS/kWh	0.75	0.90	0.53

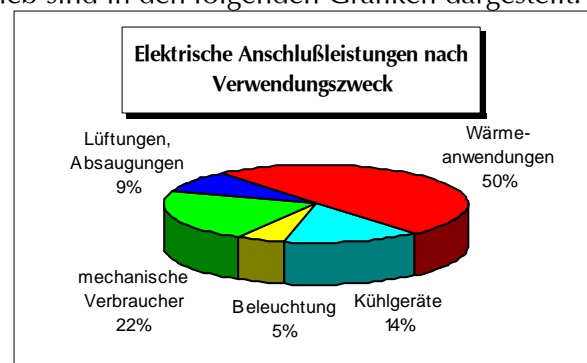
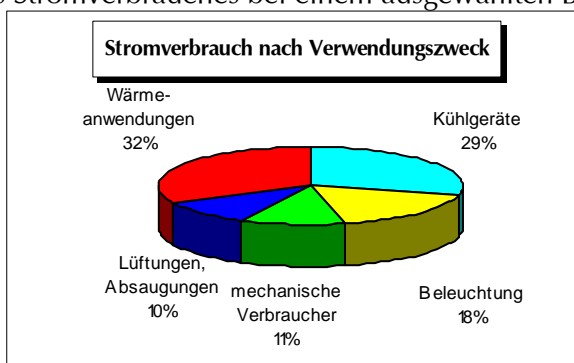
Die Kosten jeder Form von Energie differieren beachtlich. Der Auswahl des Lieferanten und einem Vergleich der Kosten kommt daher große Bedeutung zu. Wie die Pilotberatungen zeigten, können die Energiekosten beachtlich differieren und sind nicht unbedingt nur von der bezogenen Menge abhängig.

Stromverbrauch und Stromkosten

Strom verursacht (ohne Berücksichtigung des Treibstoffs) im Mittel mit etwa **1/3 des Verbrauchs mehr als 2/3 der Kosten**. Aus diesem Grund verursachen Einsparungen beim Stromverbrauch umso größere Kostenreduktionen.



Die Verteilung der Anschlußleistungen der installierten elektrischen Verbraucher auf die Bereiche Kühlung, mechanische Verbraucher (Maschinen und Anlagen), Lüftung und Anlagen zu Heizzwecken (Geschirrspüler, Gläserspüler, Gärraumheizung, Fritteusen etc.) und eine Abschätzung der Verteilung des Stromverbrauches bei einem ausgewählten Betrieb sind in den folgenden Grafiken dargestellt.

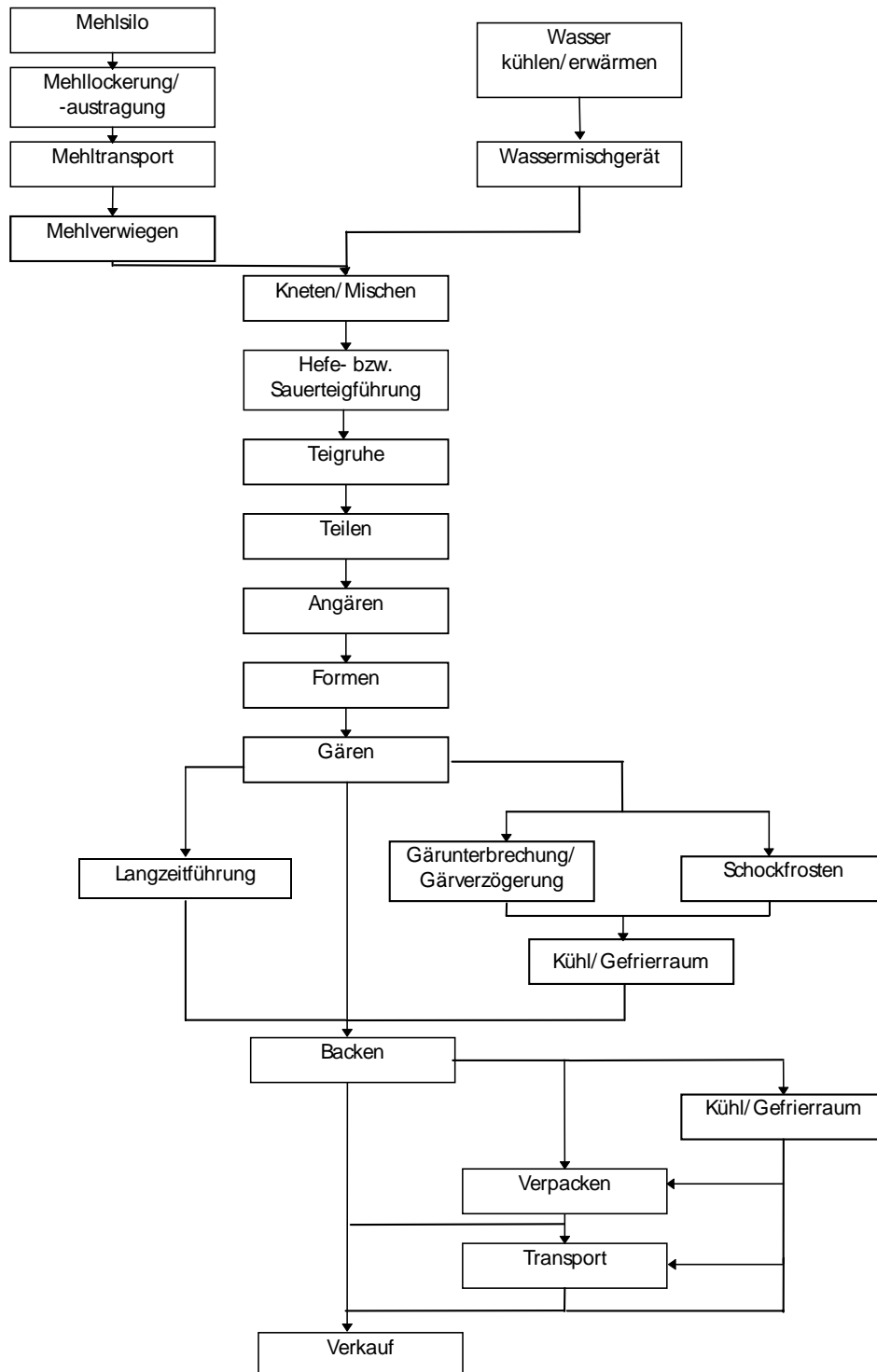


Während die Heizungen etwa die Hälfte der installierten Leistungen repräsentieren, haben sie einen geschätzten Anteil am Verbrauch von etwa $\frac{2}{3}$. Die vergleichsweise geringen installierten Leistungen von Kühlungen und Beleuchtung verursachen aufgrund des Dauerbetriebes überproportionale Stromverbräuche.

Die Vermeidung von langen Öffnungszeiten von Kühlraum und –schranktüren, regelmäßiges Abtauen der Verdampfer in Kühlräumen, die Vermeidung des Einbringens von ofenfrischer Backware, der richtige Aufstellungsort von Kühlanlagen und Vitrinen usw. sind kosteneffiziente Maßnahmen. Die Installation von Wärmerückgewinnungsanlagen bei Kühlanlagen sollte ab 10 kW Kühlleistung geprüft werden. Die mechanischen Verbraucher verursachen vorwiegend teure Spitzenlast, die durch optimale Schaltzeiten (Lastmanagementsystem, Spitzenstromwächter, Wechselschalter) vermieden werden sollten.

Produktionsablauf

Das entweder in Chargen oder lose per LKW (Tankwagen) angelieferte Mehl wird über eine Wiegevorrichtung in die Backstube gebracht und mit Wasser und den übrigen Zutaten zu einem Teig gemischt. Dieser Teig wird mechanisch geknetet und muß anschließend ruhen. Die Teiglockerung erfolgt durch Kohlendioxidentwicklung im Teig. Je nach Produkt werden als Treibmittel Hefe, Sauer-



teig, Backpulver oder Hirschhornsalz verwendet. Nach der Teigruhe wird der Teig in Stücke geteilt und zum Entfernen von Gärblasen gewirkt. Daran schließt sich die Stückgärung in klimatisierten Gär-schränken. Nach der Formgebung folgt nochmals eine phase und anschließend werden die Teigstücke im Backofen gebacken. Dabei dehnen sich die Kohlendioxidbläschen aus. Die Backzeit beträgt für Brot etwa 40 bis 60 Minuten, für Kleingebäck etwa 20 Minuten. Für die Bildung einer Kruste ist Dampf erforderlich, der durch die Schwadeneinrichtung in den Backraum gebracht wird. Die leichte Verdaulichkeit der Backwaren beruht auf der in der Hitze erfolgten Verkleisterung der Stärke und dem Abbau des Klebers. Die fertigen Backwaren werden gegebenenfalls verpackt, tiefgekühlt und letztendlich verkauft.

Einsparpotentiale

Energiesparpotentiale beim Backofen

Da der Backofen mehr als die Hälfte des Gesamtenergieverbrauchs (ohne Treibstoff) verursacht, ist hier einer der wichtigsten Ansatzpunkt für Energieeinsparungen zu sehen. **Außerdem werden in etwa**

10 Jahren Betrieb eines Backofens Energiekosten verursacht, die den Investitionskosten in einen neuen Backofen entsprechen. Ein energiesparender Betrieb des Backofens ist einerseits durch technische, andererseits auch und vor allem durch organisatorische Maßnahmen möglich.

Technische und konstruktive Maßnahmen

Es sind nur wenige technische Maßnahmen für die Verbesserung alter bestehender Backöfen anwendbar. Allerdings sollten bei jeder Neuanschaffung eines Backofens die im folgenden genannten Kriterien unbedingt beachtet werden. Im allgemeinen bietet nur die Neuanschaffung eines Backofens größere Möglichkeiten Einfluß auf den Energieverbrauch zu nehmen. Ein Nachrüsten bereits vorhandener Backöfen ist meist nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen möglich. Die Bewertung der dargestellten Energiesparmaßnahmen basiert in erster Linie auf den Arbeiten am Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung in Karlsruhe [3].

Herdgruppensteuerung

Bei Etagenbacköfen gibt es Herdgruppensteuerungen, die die Möglichkeit bieten, unterschiedliche Temperaturen in den einzelnen Herden einzustellen. Dies ermöglicht gleichzeitig unterschiedliche Backwaren in ein und demselben Backofen herzustellen. Wird eine Herdgruppe nicht benötigt, so kann sie gänzlich abgeschaltet werden. Auf eine Herdgruppensteuerung ist unbedingt beim Neukauf eines Backofens zu achten. Ein Umrüsten alter Ofen ist allerdings meist nicht möglich bzw. sinnvoll. Der Mehrpreis einer Herdgruppensteuerung ist nur durch relativ lange Amortisationszeiten wieder erwirtschaftbar.

Gedämmte Herdtüren

Die üblichen Herdtüren in Etagenbacköfen weisen keinerlei Wärmedämmung auf und bestehen meist nur aus einer relativ dünnen beweglichen Stahlplatte. Ein guter Teil der Wärmeverluste von Backöfen wird durch diese Herdtüren verursacht. Wärmedämmte Herdtüren empfehlen sich allerdings ebenfalls nur bei der Neuanschaffung eines Backofens. Ein Nachrüsten vorhandener alter Backöfen ist im allgemeinen nicht oder nur bedingt wirtschaftlich. Die möglichen Amortisationszeiten für den Mehrpreis von isolierten Herdtüren liegen bei ca. 7 Jahren.

Herdtüren bestehen meist nur aus einer einfachen Stahlplatte. Wärmedämmte Herdtüren würden Energie sparen. Photos:- J.

Weigl

Stufenbrenner

Bei einer nur teilweisen Belegung des Backofens ist auch sein Leistungsbedarf reduziert. Ein Stufenbrenner verfügt über zwei Leistungsstufen. Dadurch kann die Leistung der Feuerungsanlage an einen verminderten Wärmebedarf des Backofens angepaßt werden. Auch diese Maßnahme empfiehlt sich in erster Linie für die Neuanschaffung eines Backofens. Der Mehrpreis kann je nach Brennstoff innerhalb von 6 bis 9 Jahren wieder amortisiert werden. Gegebenenfalls kann ein Zweistufenbrenner auch sinnvoll sein, wenn der bestehende Backofen beibehalten wird, der vorhandene Brenner jedoch zu ersetzen ist.

Abgasprüfleitung

Bei Backöfen ohne Abgasprüfleitung erfolgt die Brennereinstellung *am* Rauchgasrohr außerhalb des Ofens. Bei Etagenbacköfen ist das Abgas an dieser Stelle bereits durch Undichtheiten mit Falschluff

vermischt. Über eine Prüfleitung ist es hingegen möglich, Abgas, bevor es sich mit Falschlufft vermischt, direkt hinter dem Brenner abzusaugen. Damit wird eine exaktere Brennereinstellung ermöglicht. Das Nachrüsten vorhandener Backöfen mit einer Abgasprüfleitung ist durchaus wirtschaftlich und kann Amortisationszeiten von nur 2 Jahren aufweisen.

Abgasklappe

Eine sich automatisch öffnende und schließende Abgasklappe verringert die Abgasverluste des Backofens. Damit kühlt das Heizgassystem weniger bzw. langsamer ab und der Brenner muß weniger oft anspringen. Die Abgasklappe sollte möglichst dicht schließen. Je nach Bauart des Backofens und Baujahr ist jedoch auch bei geschlossener Klappe ein gewisser Restgasstrom nötig, um den Brenner zu kühlen und das Austreten von Rauchgas aus dem Heizgassystem in den Backraum zu verhindern. Daher ist vor dem Einbau einer Abgasklappe unbedingt der Ofenhersteller zu kontaktieren, um die Möglichkeiten bei der eigenen Feuerungsanlage zu klären. Eine Abgasklappe kann auch nachträglich eingebaut werden. Der Einbau ist dabei im allgemeinen durchaus wirtschaftlich. Die Amortisationszeit ist stark abhängig vom nötigen Restgasstrom und beträgt üblicherweise 1 bis 6 Jahre.

Wärmerückgewinnung aus dem Abgas

Aufgrund der in den Backherden hohen Temperaturefordernisse verläßt das Rauchgas den Backofen mit Temperaturen von etwa 350 °C. Über das Rauchgasrohr wird das Abgas in den Rauchfang geleitet und abgeführt. Dieses Rauchgasrohr verläuft in einzelnen Betrieb bis zu 10 Meter weit ungedämmt und waagrecht quer durch die Backstube.



*Die Abgasrohre von Backöfen sind meist ungedämmt und verlaufen bis zu 10 Meter waagrecht durch die Backstube.
Photo: J. Weigl*

Die Wärmeabgabe dieser Abgasrohre in der Backstube ist beachtlich. So weist ein 10 m langes Abgasrohr eines Backofens eine Wärmeabgabe von etwa 4 kW auf. Diese Abwärme dient gleichzeitig zu einer unregelmäßigen Erwärmung der Backstube in der kalten Jahreszeit. In der warmen Jahreszeit führt diese Erwärmung aber zu überhöhten Temperaturen und führt zu einer klimatischen Belastung des Arbeitsraumes. In einem Fall mußte festgestellt werden, daß es durch die ungedämmte Abgasleitung zu einem zu hohen Temperaturabfall des Rauchgases kam. Dies führte in der Folge zur Kondensation im Kamin der dadurch massiv gefährdet ist. In diesem einen Fall schien eine Wärmedämmung des Abgasrohres in der Backstube sinnvoll. In den anderen Fällen ist eine

Wärmedämmung des Rauchrohres kaum sinnvoll, da die Abwärme zur Erwärmung des Raumes genutzt wird.



*Wärmerückgewinnung im Abgasrohr zur Warmwasserbereitung
Quelle: Erdgas in Bäckereien, BGW*

Sinnvoller wäre allerdings die Beheizung der Räume mit einer konventionellen, von der Außentemperatur geregelten Heizungsanlage. Solche Heizungsanlagen sind praktisch immer zur Beheizung der übrigen Räume, des Geschäfts und gegebenenfalls auch der Wohnung vorhanden. In fast allen Backstuben waren

entsprechende Heizkörper ebenfalls bereits installiert, zumeist aber nicht in Betrieb. Die dann nicht mehr benötigte Abwärme der Rauchgasrohre könnte wesentlich sinnvoller über eine Wärmerückgewinnungsanlage genutzt werden.

Diese Wärme (und auch der Wärmeinhalt des Schwadenabzugs) kann zur Warmwasserbereitung oder auch Raumwärmeversorgung (bei größeren Backmengen) genutzt werden. Bei der Planung einer solchen Maßnahme sind jedoch die notwendigen Voraussetzungen für einen reibungslosen Betrieb, wie Rohrfürungen des Abgasrohres und des Schwadenabzuges (Materialien, Steigung, Kondensatableitung), wirksame Kaminhöhe und Kaminquerschnitt usw. zu überprüfen.

Möglich sind Werte von etwa 10 % der bei der Verbrennung eingesetzten Endenergie. Da dies sogar für eine kleinere Bäckerei bereits eine Einsparung von etwa 7.500 bis 20.000 kWh pro Jahr bedeutet, sollten die Möglichkeiten einer Wärmerückgewinnung immer geprüft werden. Allerdings standen alle darauf angesprochenen Betriebe (aber auch potentielle Lieferanten solcher Anlagen!) vorerst auf dem Standpunkt, daß dies nicht rentabel sei.

Anhand von Meßergebnissen einer Wärmerückgewinnungsanlage bei einem in den Pilotberatungen untersuchten Betriebe und der Preisangaben eines deutschen Backofenherstellers zeigt sich, daß sich die Investition in eine solche Anlage bei Brennerlaufzeiten von etwa 1700 h/a in ca. 5 Jahren amortisiert und bei Brennerlaufzeiten von mehr als 2600 h/a Amortisationszeiten von etwa 3,5 Jahren auftreten.

Die mangelnde Bereitschaft zur Umrüstung bestehender Backöfen ist sicher auch auf das fehlende Angebot seitens der Lieferanten von Bäckereimaschinen bzw. Backöfen zurückzuführen. Im Zuge der Untersuchungen wurden 25 österreichische Lieferanten von Bäckereimaschinen um Informationen zu von Ihnen angebotenen energiesparenden Anlagen oder Geräten gebeten. Nur eines der befragten Unternehmen verwies dabei auf eine Wärmerückgewinnung aus dem Rauchgas. Im allgemeinen wird offenbar seitens der Lieferanten kein großes Augenmerk auf die Energieproblematik gelegt.

Organisatorische Maßnahmen rund um den Backofen

Die Einsparung von Energie liegt vor allem auch in der Hand des Bäckermeisters und seiner Mitarbeiter. Durchdachte und rationell organisierte Arbeits- und Produktionsabläufe können zu einer merkbaren Reduktion des Energieverbrauchs führen. In der Regel gibt es in jedem Betrieb eine Reihe von Ansatzpunkten, um durch organisatorische Maßnahmen den Energieverbrauch zu senken. Es ist daher sinnvoll sich selbst, aber gegebenenfalls auch unter Beziehung eines externen Experten, die Frage zu stellen, ob und wie sich das gleiche Ergebnis mit geringerem Energieaufwand erzielen läßt. Rund um den Backofen sind einige Maßnahmen möglich, den Verbrauch zu minimieren.

Optimierung des Einschaltzeitpunkts

Zur Vermeidung unnötiger Warmhaltezeiten gilt es den Einschaltzeitpunkt der Backöfen zu optimieren. Eine „Abstehzeit“ von 10 Minuten nach Erreichen der Einschießtemperatur sollte ausreichen. Außerdem sollte bei Schaltuhren die Einstellung regelmäßig überprüft werden (Stromausfälle, Sommer/Winterzeit etc.).

Auslastung des Backofens

Backen bei nur teilweise oder zu locker belegter Backfläche ist gegenüber voller Ausnutzung der Backfläche mit einem deutlich höheren spezifischen Energieverbrauch verbunden. Um die eigene Backflächenbelegung zu ermitteln, muß die pro Zeiteinheit (Stunde) und Backfläche (Quadratmeter) verbackene Mehlmenge ermittelt werden. Selbstverständlich ist dies von der Art des Backgutes abhängig. Als Durchschnittswert sollte in einer Bäckerei jedoch möglichst eine Backflächenbelegung von 3 kg/m² h angestrebt werden. Ein Unterschreiten einer Backflächenbelegung von 2 kg/m² h führt zumindest bei Etagenöfen sehr rasch zu überhöhten Verbräuchen und sollte daher vermieden werden. Bei Betrieben mit zwei oder mehr Backöfen, sollte nach Abdecken der morgendlichen

Produktionsspitze zumindest ein Backofen abgeschaltet werden. Kleineren Chargen sollten nach Möglichkeit gegen Ende des Backprozesses verarbeitet werden. So ist auch eine Produktionsplanung zu empfehlen, die es ermöglicht, daß „mit abnehmender Hitze“ gebacken werden kann, um unnötige Aufheizvorgänge zu vermeiden.

Schwadenabgabe

Etwa ein Drittel des Verbrauchs eines Backofens fällt auf die Beschwadung. Die Menge der Beschwadung sollte daher auf das für das Backgut unbedingt nötige Maß beschränkt bleiben - selbstverständlich unter Einhaltung aller Qualitätsanforderungen. Durch eine Einschränkung der Schwadenabgabe auf das unbedingt notwendige Maß oder durch Vermeidung der Schwadengabe durch Bestreichen des Backgutes mit Wasser ist eine Verringerung des Energieverbrauchs des Backofens um 10 % und mehr möglich.

Wartung von Öfen und Brennern

Die Überprüfung der Einstellung der Brenner und die Wartung der Backöfen wird teilweise vernachlässigt. Gerade in einer Bäckerei ist die Zuluft zu den Brennern teilweise stark mit Mehlstaub belastet, wodurch es leicht zu schlechten Verbrennungsbedingungen (hohe CO-Emissionen bedingen einen überhöhten Brennstoffverbrauch) und Störungen kommt. Ein Wartungsvertrag mit einem entsprechenden Serviceunternehmen ist jedenfalls empfehlenswert. Als Zeitspanne für die regelmäßige Wartung sollten halbjährliche Serviceintervalle gewählt werden. Zusätzlich zu diesem Wartungsvertrag empfiehlt sich wenigstens ein wöchentliches Reinigen der Zuluftkanäle und der Luftführung des Brenners mit einem Staubsauger. Dies führt letztendlich auch zu größerer Ausfallsicherheit für das Unternehmen.

Bauliche Maßnahmen

Beim Großteil der betrachteten Betriebe stellte sich heraus, daß zwar durch Verbesserungen der Wärmedämmung im Bereich der Außenwände, Decken, Fenster etc. große Einsparpotentiale zu erzielen sind, daß aber in der momentanen Situation die Investitionskosten über eine Energiekostenreduktion allein nicht amortisiert werden können, zumal ein Großteil der Wärmeversorgung bei den Bäckereibetrieben aus der Backofenabwärme gedeckt wird. Im Zuge von verschiedenen Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen sind aber auch solche Verbesserungen unbedingt zu empfehlen.

Raumheizung

Der Anteil der Raumheizung am Gesamtenergiebedarf eines Bäckereibetriebes hängt in erster Linie davon ab, wieviele Räumlichkeiten von einer Zentralheizungsanlage zu erwärmen sind. Dazu gehören neben Lagerräumen und Verkaufsräumen meist auch die Wohnräume der Familie des Bäckers bzw. anderer Parteien im selben Hause. Die Backstube wird oft alleine durch die Abwärme der Backöfen beheizt. Sinnvoller wäre es allerdings eine Wärmerückgewinnung aus dem Abgas einzusetzen und die dann gegebenenfalls zusätzlich benötigte Raumwärme durch die Zentralheizung abzudecken. Dies ermöglicht dann auch an Sonn- und Feiertagen die Backstube zu temperieren, wogegen andernfalls auch an arbeitsfreien Tagen der Backofen vorübergehend eingheizt werden muß, um in der Backstube eine ausreichende Temperatur zu gewährleisten. Dies ist bei einigen der untersuchten Bäckereien der Fall. Die kurzzeitige Inbetriebnahme des Backofens an Sonn- und Feiertagen stellt eine außerordentlich verlustreiche Art der Raumwärmeversorgung dar.

Der Austausch alter Kessel und/oder Brenner gegen moderne Feuerungsanlagen ist oft mit relativ geringer Amortisationszeit möglich. Die Energiekosteneinsparung bei neuen Anlagen ergibt eine Amortisation schon nach wenigen Jahren. Vor Einbau eines neuen Kessels sollte unbedingt anhand einer Heizlastberechnung der tatsächliche Wärmebedarf ermittelt werden, um den neuen Kessel richtig auslegen zu können. Sinnvoll ist jedenfalls auch ein Wartungsvertrag für die Heizungsanlage. Brenner und Kessel sollten in regelmäßigen Abständen von einem konzessionierten Betrieb gewartet werden.

Die Verteilleitungen und auch die Armaturen sollen ausreichend wärmedämmt sein. Eine ungedämmte Wärmeverteilung kann bis zu 20 % mehr an Heizkosten verursachen.

Da die Anforderungen von Wärme in den einzelnen Räumen zeitlich unterschiedlich sind, ist es zweckmäßig die Gesamtanlage in einzelne Heizkreise zu unterteilen. Das Wärmeabgabesystem (Heizkörper, Fußbodenheizung, etc.) eines Heizkreises soll dabei möglichst gleiche Nutzungszeiten aufweisen, um energiesparende Temperaturabsenkungen (z.B. Nachtabenkung) anwenden zu können. Meist bietet sich eine Unterteilung nach Produktion, Verkaufslokal, Café, Wohnung etc. an. Wenn bei größeren Objekten nicht in allen Fällen auch Einzelraumtemperaturregelungen (z.B. Thermostatventile an den Heizkörpern) vorhanden sind, ist auch eine Unterteilung in einzelne Zonen nach Himmelsrichtungen (Nord, Süd als eigene Zonen) sinnvoll.

Wärmeabgabe

Verkleidungen sollten nach Möglichkeit vermieden werden. Wichtig ist auch, daß die Heizkörper entlüftet sind. Fließgeräusche in den Heizkörpern ("Gluckern") deuten auf Luft im Heizkörper und dieser wäre dann unbedingt zu entlüften um erhöhte Energieverbräuche zu vermeiden. Ein weiterer Grund für erhöhte Energieverbräuche und Probleme mit der Wärmeabgabe (z. B.: einzelne Räume werden nicht ausreichend erwärmt) kann eine fehlende hydraulische Einregulierung sein. Auch dies kann sich durch Geräusche bemerkbar machen. Es wäre, soweit möglich, eine strangweise Regulierung (Strangreguliertventile) vorzunehmen und, falls nötig, wären zusätzliche voreinstellbare Heizkörperventile einzusetzen.

Einen Spezialfall der Wärmeabgabe stellt ein Warmluftschleier dar, der in mehreren untersuchten Betrieben im Eingangsbereich von Verkaufslokalen und Cafés eingesetzt wird. Diese Luftschleier verursachen bei geöffneten Türen hohe Wärmeverbräuche. Deshalb ist in diesen Fällen auf einen eingeschränkten Betrieb bzw. auf geschlossene Türen zu achten.

Lüftungsanlagen, die in Cafés eingesetzt werden, verursachen aufgrund der langen Laufzeiten einen vergleichsweise hohen Stromverbrauch. Einfache Ventilatoren rufen oftmals in 10 Jahren Stromkosten hervor, die mehr als viermal so hoch sind, wie die Investitionskosten. Es soll darauf geachtet werden, daß Ventilatoren möglichst nur bei wirklicher Notwendigkeit betrieben werden (automatische Abschaltung).

Wenn die Absaugung zu stark ist, kann durch eine Reduktion der Ventilatorzahl auch der Stromverbrauch reduziert werden (eine doppelte Drehzahl verursacht achtfachen Stromverbrauch!). Neben den Stromverbräuchen sind jedoch auch die Wärmeverbräuche besonders zu achten. Die durch solche Anlagen verursachten Lüftungswärmeverluste können durch den Einsatz von Wärmetauschern zur Vorwärmung der Zuluft drastisch reduziert werden.

Warmwasser

In einer Bäckerei wird Warmwasser für verschiedene Anwendungen benötigt. Neben der Reinigung (Betrieb, Geräte, Handwäsche, Dusche etc.) ist es auch für den Produktionsprozeß erforderlich. Am sinnvollsten wäre die Aufbereitung des Warmwassers über eine Wärmerückgewinnung. Dies kann entweder aus dem Rauchgas des Backofens oder aus den Kühlaggregaten erfolgen. Bei vielen Betrieben ist ein Backofen vorhanden, der einen darin liegenden Warmwasserspeicher aufweist. Von den Unternehmern wird dies meist auch als eine, wenn auch weniger effiziente Art der Wärmerückgewinnung gesehen. Da die dabei aufbereitete Warmwassermenge nicht ausreicht, ist auch in solchen Fällen praktisch immer noch ein zusätzlicher Warmwasserboiler vorhanden, der mit der Zentralheizung erwärmt wird.

Im Bereich der Warmwasserbereitung sind in den meisten Betrieben Sparpotentiale gegeben. Welche anlagentechnische Lösung jeweils die Beste ist, hängt stark von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten ab. Vor größeren Investitionen sollte hier unbedingt der Rat eines unabhängigen Energieberaters eingeholt werden. Neben investiven Maßnahmen, die zum Teil relativ lange

Amortisationszeiten aufweisen, sind es jedoch auch organisatorische Maßnahmen, die den Energieverbrauch für das Warmwasser verringern:

Entkalken

Je nach Wasserhärte kommt es zu Kalkablagerungen in den Anlagen. Eine Entkalkung sollte, sofern nicht andere Vorkehrungen getroffen sind (Wasseraufbereitung), ein- bis zweimal jährlich durchgeführt werden. Dabei ist nicht nur der Boiler zu entkalken. Auch der Schwadenapparat verkalkt und muß gewartet werden.

Wassertemperatur

Die Wassertemperatur im Boiler sollte möglichst niedrig gehalten werden, um einerseits Abstrahlungsverluste zu verringern und andererseits das Verkalken zu minimieren. Die Warmwassertemperatur sollte daher nach Möglichkeit nicht höher als 55 °C gewählt werden. Um einer Legionellenbildung vorzubeugen ist der Speicher jedoch zeitweise auf über 60 °C zu erwärmen.

Zirkulation

Bei größeren Warmwasseranlagen mit langen Leitungen sorgt eine zusätzliche Leitung dafür, daß immer etwas Warmwasser zirkuliert und damit sofort Warmwasser fließt. Wichtig ist, daß auch diese Zirkulationsleitung eine ausreichende Wärmedämmung aufweist. Eine Zirkulationspumpe sorgt über diesen Kreislauf dafür, daß ständig warmes Wasser zur Verfügung steht. Energie kann vor allem auch gespart werden, indem die Zirkulationspumpe auf Intervallbetrieb umgestellt wird (mit Zeitschaltuhr, Impulsrelais oder Thermostat am Zirkulationsrücklauf).

Wärmedämmung

Warmwasserleitungen müssen eine Wärmedämmung aufweisen. Ungedämmte Leitungen verursachen beachtliche Energieverluste.

Waschanlagen

Im Betrieb, aber auch bei den Sanitäreanlagen eines angeschlossenen Cafés sollten berührungslose Armaturen, bei denen Wassermenge und Temperatur fest eingestellt sind, verwendet werden. Speziell Einhebelmischer werden bei Spülen fast automatisch in der Mittelstellung betrieben (wo immer Warmwasser zugemischt wird, wo jedoch die Nutzung meist so kurz ist, daß nur kalt gewaschen wird) und verursachen so erhöhte Verteilverluste.

Kühlungen

Kälteanlagen verursachen alle einen nicht unbedeutenden Energieeinsatz. Hat man sich jedoch einmal zur Kältetechnik aus produktionspezifischen Überlegungen entschieden, so kann durch verschiedene Maßnahmen der Energieeinsatz minimiert werden:

- Kühlgeräte bzw. der Kondensatorteil sollten an einem möglichst kühlen Platz aufgestellt werden. Das kann bis zu 10 % an Strom sparen. Standorte möglichst weit weg vom Backofen, ohne Sonnenbestrahlung und extreme Temperaturschwankungen sind am besten geeignet.
- Beleuchtung (im Kühlraum nur Leuchtstoffröhren verwenden und geringst mögliche Beleuchtung wählen; nach dem verlassen des Kühlraumes Beleuchtung ausschalten; Automatik oder Kontrolleuchte außen)
- Minimierung der Öffnungszeiten
- Regelmäßiges Abtauen von Kühl- und Gefriergeräten (Zeitschaltung in Kombination mit Spitzenlastmanagement; elektrische Abtauungen können teure Leistungsspitzen verursachen)
- Nachrüstung von Regelung der Kühlaggregate (Nachtanhebung des Saugdrucks)
- Zusammenschaltung von Aggregaten und Optimierung der Anlagen: Einstellung auf minimalen Kondensationsdruck
- Kälteschutzvorhang zusätzlich zur Kühlraumtür

- Durch Einhaltung der vorgeschriebenen Mindesttemperaturniveaus der Kühlungen wird unnötiger Stromverbrauch vermieden. Besonders ist darauf zu achten, daß eine stufenweise Abkühlung der Backwaren erfolgt (möglichst geringer Temperaturunterschied zwischen Kühlgut und Kühlraumtemperatur ist durch mehrmaliges Umlagern erreichbar).
- Abwärmenutzung aus den Kälteanlagen kann besonders bei zentraler Verdichtung des Kältemittels kostengünstig realisiert werden. Soll bei mehreren kleineren Kälteanlagen die Abwärme genutzt werden, muß der Kältemittel-Kreislauf geöffnet und vor dem Kondensator ein Wärmetauscher angeschlossen werden. Der Wärmetauscher selbst wird in den bestehenden oder einen neu zu installierenden Warmwasserspeicher eingebaut. Es sind Warmwasserspeicher auf dem Markt, die bis zu vier Wärmetauscher aufnehmen können, d. h. an die bis zu vier Kälteaggregate anschließbar sind. Damit sind Wassertemperaturen von etwa 40 °C erzielbar. Das erwärmte Wasser muß dann in einem Warmwasserbereiter auf die benötigte Brauchwassertemperatur von 45 bis 55 °C nacherhitzt werden.
- Offene Kühlgeräte (Kühlregale etc. in den Verkaufsräumen) sollten mit transparenten Kunststoffhauben oder Wärmeschutzverglasung abgedeckt werden, die den Kunden den Blick auf die Ware nicht verwehren, aber das schnelle Vereisen vermeiden und den Stromverbrauch senken helfen. Dadurch kann die Laufzeit der Kältemaschine in Zeitraum um 30 bis 40 % gesenkt werden. Die Temperatur sollte nur so tief gewählt werden wie es unbedingt nötig ist. Sollte keine Abdeckung vorhanden sein, kann eine Dämmplatte auch die Abdeckung ersetzen und eine deutliche Verringerung des Energieverbrauches bewirken. Wenn ein Abdecken nicht möglich ist, dann sollen solche Kühlinseln ersetzt werden.
- Zwischen Frosterraum und der Backstube sollte ein Schleusenbereich eingerichtet sein. Dieser kann als Kühlraum genutzt werden. Die Tür sollte immer nur kurz geöffnet werden, um das Eindringen von warmer und feuchter Luft zu verhindern.
- Bei allen Kältegeräten gilt. Die Tür muß gut schließen, die Türdichtung muß einwandfrei sein und sollte gegebenenfalls bei Ermüdungserscheinungen ersetzt werden.
- Die Türrahmenheizung kann im allgemeinen über eine Zeitschaltuhr zeitweise ausgeschaltet werden. Bei einem der untersuchten Betriebe wurde die Türrahmenheizung völlig weggeschaltet ohne daß es dadurch zu Problemen gekommen wäre.
- Kühlgeräte und Kühlräume sollten mit möglichst kurzen Kältemittelrohrleitungen an das Kühlaggregat angeschlossen sein. Derartige Rohrleitungen sind im übrigen zu dämmen, damit nicht über das kalte Rohr Wärme wieder aus der Umgebung aufgenommen wird. Es ist dies ein Punkt, der immer wieder bei bestehenden Anlagen zu bemängeln ist. Eine Wärmedämmung der kalten Rohrleitungen ist im allgemeinen auf sehr einfache und kostengünstige Art nachträglich möglich und erspart einen beträchtlichen Einsatz an elektrischer Energie.
- Wichtig ist auch die regelmäßige Reinigung der Kühlrippen des Kondensatorteils. Ein verschmutzter Kondensator beeinflusst wesentlich Verdampfungs- bzw. Kondensationstemperatur und führt damit zu einer Erhöhung des Energiebedarfs einer Kälteanlage. Auch eine regelmäßige Kontrolle der Kältemittelfüllmenge ist angebracht. Die Verdampfer sollten bedarfsabhängig enteist werden ohne unnötig lange abtauen zu lassen.
- Schon bei der Anschaffung eines neuen Kühlgerätes ist es wichtig den Energieverbrauch zu beachten. Dabei reicht es nicht aus bei neuen Modellen nur den Anschlußwert zu vergleichen. Wichtig ist der tägliche Stromverbrauch (kWh) pro Liter Kühlinhalt.

Elektrische Energie

Bäckereien benötigen in vielfacher Weise elektrische Energie. Die elektrischen Verbraucher reichen dabei von der Beleuchtung im Verkaufsraum über Großgeräte, in der Bäckerei wie Kopfmaschine, Semmelautomat oder Krapfenfrifter bis zu den Kühlgeräten oder der Lüftungsanlage.

Es hat sich gezeigt, daß den einzelnen Betrieben die eigene Tarifsituation meist nicht genau bekannt ist. Oft ist allein aufgrund der Tarifsituation bzw. der gewählten Leistungsermittlung eine Einsparung von Kosten möglich. Daher soll hier die prinzipielle tarifliche Situation mit ihren Möglichkeiten dargestellt werden.

Stromkostensparpotentiale in Bäckereien

Energiesteuerrückvergütung

Die Möglichkeit einer Energiesteuerrückvergütung ist von Steuerberater zu überprüfen. Die Energieabgabe wird ab einer Höhe von mehr als 0,35% des Nettoproduktionswerts bei einem Selbstbehalt von öS 5000,-- rückvergütet.

Stromtarife

Der zu bezahlende Strompreis setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Arbeitspreis für die bezogene Wirkarbeit [öS/kWh]
- Meßpreis für die Beistellung der Meß-, Schalt- und Steuereinrichtungen, die durch Anschlußgröße oder Tarif bedingt sind oder Kundenwünschen entsprechen.
- Leistungspreis für die im Abrechnungszeitraum beanspruchte elektrische Leistung. Bemessungsgrundlage ist die „Verrechnungsleistung“, die entweder auf Basis einer 96-Stunden-Meßperiode (gemessen oder rechnerisch ermittelt) oder einer ¼-Stunden-Meßperiode bestimmt wird. Bei der 96-Stunden-Meßperiode (durchschnittlicher jährlicher Stromverbrauch über 12000 kWh pro Jahr) wird der Stromverbrauch über einen Zeitraum von jeweils 96 Stunden gemessen (mit jeder Stunde beginnt eine neue 96-Stunden-Periode). Jede so gemessene kWh wird als Leistungseinheit bezeichnet. Bei kleineren Verbrauchern wird die Verrechnungsleistung rechnerisch aus Stromverbrauch mal Lastfaktor (für Gewerbe: 0,025) ermittelt. Bei der ¼-Stunden-Messung (bei höheren jährlichen Stromverbräuchen) wird der höchste ¼-Stunden-Wert (Spitzenleistung) jeweils für die Monate Jänner bis März, April bis September und Oktober bis Dezember gemessen. Das arithmetische Mittel dieser drei Meßwerte bildet die Verrechnungsleistung, welche mit dem Preis in öS/kWh multipliziert den zu bezahlenden Leistungspreis ergibt.
- Blindstrom: Von verschiedenen Stromverbrauchern wird einerseits Wirkstrom (das ist der Strom, der mit den normalen Stromzählern gemessen werden kann und über den Arbeitspreis verrechnet wird) und andererseits sogenannter Blindstrom (Einheit: [VArh] Volt-Ampère-reaktiv-stunde) bezogen. Dieser Strom fällt für den Aufbau von magnetischen und elektrischen Feldern an z. B. Magnetfeld eines Transformators, elektrisches Feld eines Kondensators etc. (was zu einer Phasenverschiebung φ zwischen Strom und Spannung führt; $\cos \varphi$ wird als Leistungsfaktor bezeichnet) und pendelt zwischen Kraftwerk und Verbraucher hin und her. Dadurch entsteht für den Netzbetrieb eine zusätzliche Belastung. Eine Verrechnung für Blindarbeit erfolgt dann (bei größeren Stromverbrauchern), wenn im Abrechnungszeitraum ein Anteil von 50% der Wirkarbeit überschritten wird. Durch den Einbau von Blindstromkompensationsanlagen ($\cos \varphi$ mindestens 0,9) kann der Kunde seinen Blindstrombezug einschränken. Bei Bäckereien kommen für Blindleistungsbedarf in erster Linie alle mit Motoren angetriebenen Geräte in Frage. Hierher gehören vor allem die Kühlgeräte aber auch die Motoren für die Lüftung oder für die Produktion (Teigknetter etc.) Bei kleineren Bäckereien fallen im allgemeinen keine Blindstromkosten an. Bei größeren Betrieben kann vor allem bedingt durch die Kühlgeräte Blindarbeit in einer bemerkenswerten Größe anfallen.

Im Bereich der elektrischen Energie bzw. der Stromkosten sind verschiedene Möglichkeiten zur Kostenoptimierung gegeben. Dabei sind unter Umständen sogar Maßnahmen ohne zusätzliche Investitionen möglich, z. B. durch eine Umstellung des Tarifs, richtige Einstellung elektrischer Verbraucher oder organisatorische Maßnahmen innerhalb des Betriebes.

Bei einer relativ großen Anzahl von Betrieben ist eine Reduktion der Leistungskosten möglich. Dies kann im einfachsten Fall organisatorisch erzielt werden, In den meisten Fällen wird es sich dabei aber um investive Maßnahmen handeln, wie z.B. die Installation einer Leistungsüberwachung. Auch durch Zählerzusammenlegungen ist unter Umständen eine Kosteneinsparung möglich.

Tarifwahl

Durch die Auswahl des für das Unternehmen am besten geeigneten Stromtarifs bzw. durch Anpassung von Energielieferverträgen an die betrieblichen Bedingungen können große Sparpotentiale erzielt werden. Eine Tarifanalyse (wie sie von der OÖ. Wirtschaftskammer angeboten wird) zeigt die jeweils günstigsten Varianten auf. Speziell für Backöfen, Gärräume und dgl. werden von EVU's günstigere Stromtarife angeboten.

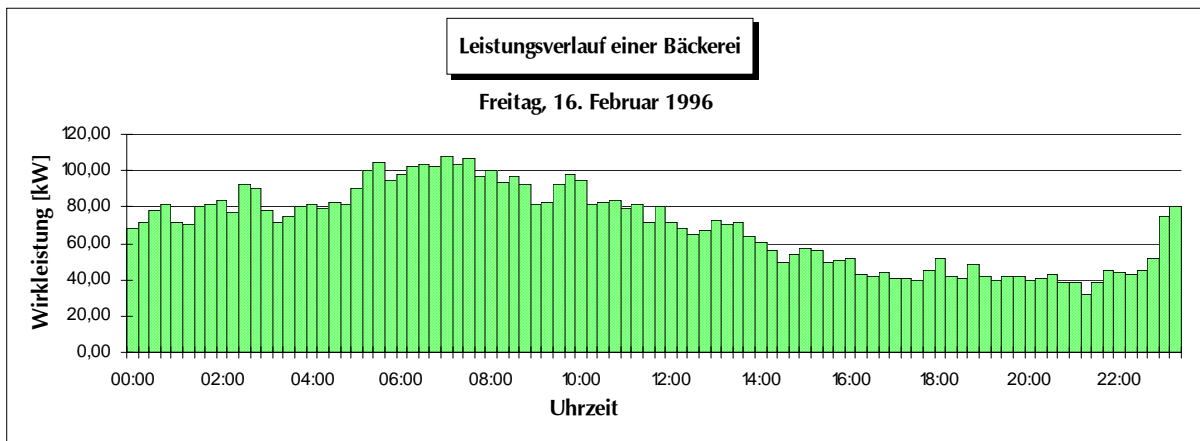
Reduktion des Stromverbrauchs

durch Reduktion der Einschaltzeiten von bestehenden Verbrauchern bzw. Ersatz durch energiesparende Systeme.

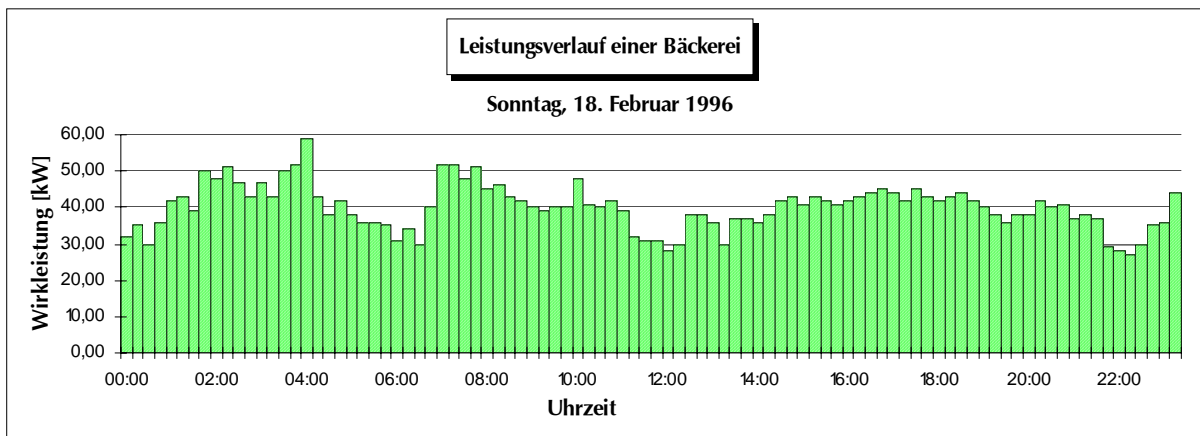
Reduktion der Verrechnungsleistung

Zur Vermeidung von Leistungsspitzen gibt es mehrere Möglichkeiten. Neben der rein organisatorischen Festlegung von Betriebszeiten wäre ein Wechselschalter eine einfache investive Maßnahme. Ein derartiger Wechselschalter bewirkt, daß sich größere Geräte gegenseitig verriegeln. Das heißt, daß von zwei großen Verbrauchern immer nur einer an das Netz angeschlossen werden kann, während der andere vom Netz getrennt ist. Es ist dies eine billige, aber wohl auch nur in Einzelfällen wirklich praktikable Lösung für kleinere Betriebe. Bei mittleren oder größeren Betrieben wird eine automatische Leistungsbegrenzung notwendig sein. Diese kommt praktisch ausschließlich bei einer Viertelstunden-Messung der Verrechnungsleistung in Frage. Hierfür sind Lastkontrollsysteme bzw. sog. Energiemanagement- bzw. Lastmanagementanlagen am Markt erhältlich.

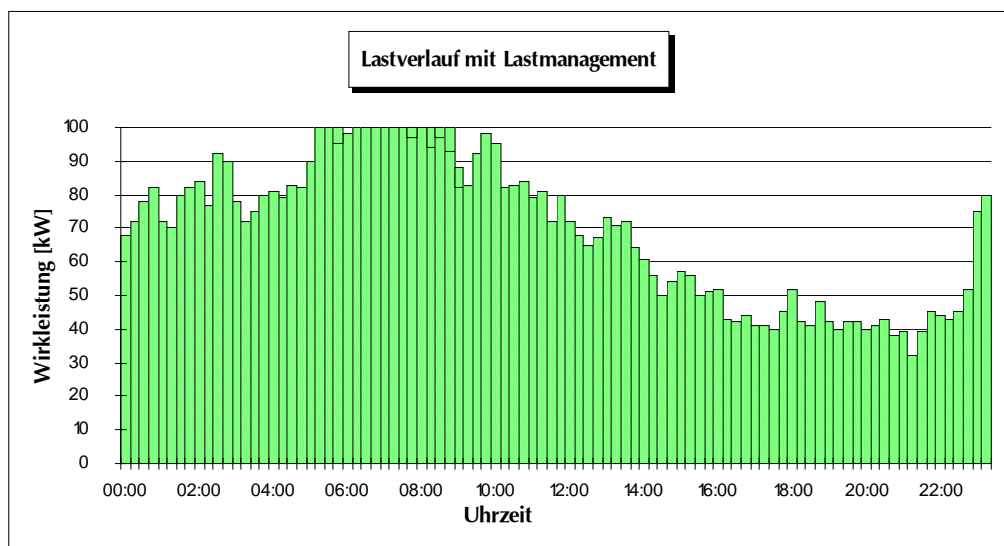
Die Palette reicht dabei von einfachen Anlagen für kleinere Betriebe mit 5 bis 8 Schaltausgängen bis zu großen computergesteuerten Anlagen mit bis zu 200 Schaltausgängen für Großbetriebe. Die prinzipielle Funktionsweise bei all diesen Geräten ist gleich. Die während einer Viertelstunde bezogene Leistung wird festgestellt. Droht eine Leistungsspitze, so reagiert das Lastmanagementsystem darauf. Dies geschieht in der Form, daß einzelne Verbraucher, für die die Priorität des Abschaltens vorgegeben wird, auf bestimmte Zeit vom Netz getrennt werden. Die Abschaltzeit, die Abschaltreihenfolge (Priorität) und die Art des Abschaltens (dauernd oder getaktet) werden auf die betrieblichen Gegebenheiten abgestimmt. Dadurch wird erreicht, daß die Schaltspiele der einzelnen Verbraucher so verschoben werden, daß sie in den Ausschaltphasen der anderen Geräte zu liegen kommen. Intelligente Geräte berechnen dabei auch jene Leistung, die für die kommenden Minuten zu erwarten ist und schalten entsprechend der noch möglichen Reserven. Durch ein derartiges Lastmanagement kann der Tagesleistungsverlauf eines Betriebes wesentlich verbessert werden. Der Tagesverlauf eines größeren Bäckereibetriebes ist in den folgenden Abbildungen für einen normalen Werktag dargestellt. Die Bandlast von etwa 40 kW ergibt sich einerseits durch ständig laufende Geräte wie Kühlanlagen, andererseits aber auch durch ein Café, das in den Bäckereibetrieb integriert ist und auch sonntags geöffnet ist. Leistungsspitzen können oft um 20 bis 40 % gesenkt werden, ohne den Betriebsablauf wesentlich zu beeinflussen. Im allgemeinen weisen Bäckereibetriebe ihre Spitzen während der Morgenstunden auf. Im folgenden ist schematisch ein Beispiel für einen Lastverlauf mit einer Leistungsbegrenzung dargestellt.



Leistungsverlauf für einen normalen Werktag. Das Maximum tritt während der hauptsächlichen Produktion in den Morgenstunden auf.



Beispiel eines Lastverlaufs während eines produktionsfreien Sonntags. Eine Bandlast von fast 40 kW ist auch an Ruhetagen gegeben.



Beispiel eines Lastverlaufs mit Lastmanagement - die Spitzen werden deutlich gekappt (Quelle.- ASKI Industrie-Elektronik-GmbH, Mondsee)

Wichtig für eine gute Funktionsweise des Lastmanagements ist, daß möglichst alle großen Verbraucher miteinbezogen werden. In der Regel kann den Verbrauchern eine Rangordnung und Ausschaltdauer zugeordnet werden. Das heißt, daß manche Geräte nur im "Notfall" und dann nur für kurze Zeit ausgeschaltet werden können. Ein Hockerkocher für die warme Schokolade kann jedoch sicher 5 Minuten ausgeschaltet werden, ohne daß die Produktion dadurch behindert wird. Zur Ermittlung der tatsächlichen Abschaltleistung der in einer Anlage vorhandenen Geräte ist es

notwendig, die Geräteanschlußleistung und die mögliche maximale Abschaltzeit festzuhalten. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht der gebräuchlichen Elektrogeräte in Bäckereibetrieben mit der dabei üblichen Abschaltdauer:

Gerät	Leistung [kW]	max. Abschaltdauer [Minut]
Backofen	12 - 150 kW	3
Backofen(Teilspeicherung)	12 - 150 kW	5
Hockerkocher	3 - 6	10
Gärstoff		3
Fritteuse	6 - 9	2
Geschirrspüler (Tank)	4 - 36	5
Frosteranlage		2
Wasserspeicher	3 - 20	>5
Direktheizung	3 - 20	>5
Lüftungsventilatoren	1 - 3	10
el. Fußbodenheizung	2 - 12	15
Kühlgeräte	1 - 4	5
Durchlauferhitzer	1 - 5	5
Wärmepumpen	2 - 50	15

Typische abschaltbare Verbraucherin Bäckereibetrieben

Lastmanagementsysteme sollten eine Amortisationszeit von etwa 1 bis 3 Jahren aufweisen. Bei Änderungen an der vorhandenen Elektroinstallation (z.B. neue Großverbraucher) oder im Betriebsablauf sollte daher immer auch geprüft werden, inwieweit ein vorhandenes Lastmanagement an diese neuen Gegebenheiten angepaßt werden muß und kann.

Reduktion der Blindarbeit durch den Einsatz von Blindstromkompensation

Wenn Blindstromkosten anfallen (ist auf der Stromrechnung ersichtlich), empfiehlt sich die Installation einer Blindstromkompensation. Dabei werden, je nach Anforderung, dezentral an einzelnen Verbrauchern, bei Verbrauchergruppen oder zentral Regeleinheiten installiert, die einen Bezug von Blindstrom verhindern.

Zählerzusammenlegungen

Es gibt Betriebe, die zum Teil aus unterschiedlichen Gebäuden bestehen bzw. durch nachträgliche Erweiterungen zusätzliche Schalteinrichtungen benötigen. In solchen Fällen ist oft eine Vielzahl von Übergabestellen und elektrischen Zählleinrichtungen vorhanden. Da für jeden Zähler ein Meßpreis zu entrichten ist, kann alleine der Meßpreis für mehrere Meßeinrichtungen einige tausend Schilling pro Jahr betragen. Schon aus diesem Grunde wäre es sinnvoll, Zähler zusammenzulegen und über einen einzelnen gemeinsamen Zähler den gesamten Betrieb (Voraussetzung gleicher Tarif!) abzurechnen. Von erheblich größerer Bedeutung ist eine Zählerzusammenlegung aber noch beim Leistungspreis. Da mit jedem Zähler der Höchstwert je Abrechnungsperiode ermittelt wird, setzt sich bei mehreren Zählern der Gesamtpreis immer aus den ungünstigsten Einzelergebnissen jedes Kreises zusammen. Eine Gesamtmessung würde nicht die Summe der schlechtesten Momente jedes einzelnen Kreises ermitteln, sondern die wesentlich niedrigere Maximalleistung des gesamten Betriebes. Dies kann beim Leistungspreis einen erheblichen Unterschied bedeuten. Die Zusammenlegung verschiedener Zähler zu einem einzigen Zähler ist manchmal technisch nicht machbar. In solchen Fällen kann jedoch mit den heutigen Zählern eine rechnerische Zusammenlegung und gemeinsame Ermittlung der Leistung erfolgen. Hierzu wird ein weiterer Zähler montiert, der die Summe der anderen Zähler bildet. Die Kosten für den zusätzlichen Zähler betragen meist nur einen Bruchteil der beim Leistungspreis eingesparten Kosten.

Beleuchtung

Sowohl in der Backstube als auch in den Verkaufs-, Lager- und Büroräumen wird Licht in meist unterschiedlicher Form benötigt. In der Backstube ist eine gute Arbeitsplatzbeleuchtung

Voraussetzung für die Arbeitssicherheit und eine gute Arbeitsleistung. In den Verkaufsräumen muß die Ausleuchtung eine angenehme Atmosphäre für den Kunden bieten und ihn zum Kaufen anregen. Es ist durchaus auch bei der Beleuchtung sinnvoll den Rechenstift anzusetzen. Dies hat weniger unter dem Gesichtspunkt des Lichtsparens, als vielmehr unter dem Gesichtspunkt des Stromsparens zu erfolgen.

Auch im Bereich der Beleuchtung kann durch regelmäßige Wartung und Reinigung ein Energiespareffekt erzielt werden. Verschmutzte Beleuchtungskörper, aber auch Lichtbänder, Glaskuppeln und Fenster verursachen wesentlich längere Einschaltzeiten und damit Stromverbräuche.

Energiesparen bei der Beleuchtung bedeutet vor allem auch das Tageslicht möglichst effizient zu nutzen. Hier können bereits bei der Planung entscheidende Schritte gesetzt werden. Große Fenster in den südliegenden Räumen lassen das Sonnenlicht herein. Dies spart künstliche Beleuchtung und ermöglicht im Winter auch eine gewinnbringende Nutzung der Sonnenenergie. Die maximale Nutzung des Tageslichtes kann auch durch die Gestaltung der Innenräume beeinflusst werden. So können helle Farben an den Wänden dafür sorgen, daß der Lichteinfall durch Fensteröffnungen auch tatsächlich im Raum gut genutzt wird.

Eine optimale Beleuchtung des Schaufensters zieht Passanten an und macht auf das Angebot aufmerksam. Allerdings ist es wohl nicht nötig, daß die Außen- und Schaufensterbeleuchtung die ganze Nacht in Betrieb ist. Die Installation einer Schaltuhr mit Wochenprogramm ermöglicht es, die Beleuchtung sparsamer einzusetzen. Ist bereits ein Zeitschalter vorhanden, so empfiehlt es sich die Betriebszeiten gründlich zu überdenken. Nicht vergessen darf man dabei auch auf die Umstellung auf Sommerzeit bzw. Normalzeit. Noch wirkungsvoller als Schaltuhren arbeiten Anlagen mit eingebautem Dämmerungsschalter. Diese schalten die Beleuchtungsanlage selbsttätig in Abhängigkeit des Tageslichtes. Heute sind selbst Energiesparlampen mit eingebautem Lichtsensor erhältlich.

Entscheidend für die Auswahl der Beleuchtung sind Lichtstärke, Lichtfarbe und Farbwiedergabe. Die Farbwiedergabe entscheidet den Verkaufserfolg mit. Bei einer Bäckerei wird in den Geschäften, wie es ein Grazer Bäcker formulierte, "über das Licht verkauft". Für Backwaren eignet sich vor allem warmweisses Licht mit einer Farbtemperatur von 2700 K. Gute Farbwiedergabe wird durch die Farbwiedergabestufen 1A oder 1 B erreicht.

Ist an das Verkaufslokal auch ein Café angeschlossen, so bieten sich für die Tischbeleuchtung Kompaktleuchtstofflampen an. Diese sogenannten Energiesparlampen weisen die selbe Funktionsweise wie stabförmige Leuchtstofflampen auf. Das Entladungsrohr ist jedoch ein oder mehrmals gebogen und mit beiden Enden zum Sockel geführt. Damit sind diese Lampen vor allem dort einsetzbar, wo bisher herkömmliche Glühlampen in Verwendung waren, diese aber wegen des Energiebedarfs und der geringeren Lebensdauer gegen Energiesparlampen ausgetauscht werden sollen. Da die Energiesparlampen mit den selben Sockeln erhältlich sind, wie sie auch für Glühlampen üblich sind (E 14 und E 27) ist ein Austausch jederzeit problemlos möglich. Vereinzelt sind allerdings (z.B. in Cafés) Lampenschirme im Einsatz, die auf eine birnenförmige Lampe gesetzt werden müssen (Drahtbügel). Derartige Lampenschirme können bei den stabförmig gebogenen Energiesparlampen nicht eingesetzt werden, allerdings sind am Markt bereits birnenförmige Energiesparlampen erhältlich, die in ihren Abmessungen (Birnendurchmesser) nur geringfügig von den herkömmlichen Glühlampen abweichen. Bei den meisten aufgesetzten Lampenschirmen ist mit solchen Lampen ebenfalls ein Austausch möglich. Ebenso bereits erhältlich sind Energiesparlampen mit dem kleinen Sockel E14 als sogenannte Kerzenlampen. Diese weisen eine Leistung von 3 Watt auf und können herkömmliche Kerzenlampen mit 25 Watt ersetzen. Die Vorteile der Energiesparlampe sind kleine Abmessungen und leichter Austausch gegen herkömmliche Glühlampen, eine hohe Lichtausbeute die vier- bis fünfmal so groß wie bei herkömmlichen Glühlampen ist, sowie die lange Lebensdauer, die etwa achtmal höher ist. Warmweiße Lichtfarbe wie bei Glühlampen sowie gute Farbwiedergabeeigenschaften sind möglich. Als Nachteil sind die hohen Lampenkosten anzusehen sowie die schlechte Bündelungsfähigkeit, womit diese Lampen nur schwer

für Akzentlicht einzusetzen sind. Hinzu kommt je nach Lampentyp eine Anlaufzeit von bis zu zwei Minuten für volle Lichtstromabgabe. Energiesparlampen sind dort sinnvoll einzusetzen, wo Licht über einen längeren Zeitraum benötigt wird. Nicht geeignet sind diese Lampen für Stellen, an denen es zu einer hohen Schalthäufigkeit mit nur kurzen Pausen kommt. Gerade aber in einem Café mit meist sehr langen Betriebszeiten der Beleuchtung können sie sinnvoll eingesetzt werden und Energie sparen. In einem Fall eines größeren Cafés konnte der konsequente Austausch von rund 70 herkömmlichen Glühbirnen eine Einsparung von 12.000 Schilling pro Jahr erbringen und amortisiert sich schon im Laufe eines halben Jahres.

Geräte

Bei den Maschinen und Geräten gibt es folgende Einsparmöglichkeiten:

- ⇒ Betreiben: Ein- und Ausschalten, Einstellungen, Wartung, Kontrolle
- ⇒ Sanierungen: Umbau, Optimierung, Automatisierung
- ⇒ Erneuerungen: Erweiterungen, Neuanschaffungen

Im Folgenden werden entsprechende Maßnahmen für die verschiedenen Stromverbraucher vorgeschlagen:

Die Maschinen machen trotz der relativ hohen installierten Leistung nur etwa 10 % des Stromverbrauchs aus. Viele Maschinen laufen nur relativ wenig Betriebsstunden pro Jahr. Im Allgemeinen lohnt sich das Abschalten bei Unterbrechungen, welche länger als 5-mal die Hochlaufzeit dauern.

Jede automatische Anlage sollte eine Ruheschaltung haben, welche alle nicht benötigten Aggregate bei einer Unterbrechung abstellt. Wenn ein solcher Betriebsmodus nicht vorhanden ist, sollte dieser nachgerüstet werden, denn das spart nicht nur Energie, es erhöht auch die Standzeit der Maschine.

Für alle Geräte gilt, daß bei Neuinvestition besonders auf die zu erwartenden Energieverbräuche zu achten ist. So sind vom Lieferanten verbindliche Angaben über die Leerlaufleistung zu fordern. Eine geringe Leistungsaufnahme (kW) im Leerlauf ist ein Zeichen für eine energieeffiziente Maschine mit geringem Verschleiß.

Für alle Geräte gilt: bei Nichtgebrauch abschalten. Außerdem sind Stand-by-Verbraucher, wie Dampfapparate, Warmhalteeinrichtungen (z. B. flüssige Schokolade), diverse Heizungen (z. B. Türrahmen) auf ihre Notwendigkeit zu überprüfen und gegebenenfalls abzuschalten.

Druckluft

Die Verwendung von Druckluft zu Reinigungszwecken in Bäckereibetrieben verursacht einerseits Stromkosten und andererseits wird dabei der Mehlstaub nur fein in der gesamten Umgebung verteilt und muß daher später erst recht entfernt werden. Zu Reinigungszwecken eignen sich Staubsauger wesentlich besser.

Druckluft ist prinzipiell ein relativ teurer Energieträger, da ca. 95% des in einem Kompressor eingesetzten Stroms in Abwärme umgewandelt werden. Eine Reduktion des Energieverbrauchs in der Druckluftanlage kann Maßnahmen an der Drucklufterzeugung sowie an der Verteilung der erzeugten Druckluft erfordern. Wenn die mittlere jährliche Ansaugtemperatur um 10° abgesenkt werden kann, kann eine Energieeinsparung von ca. 3 - 4 % erreicht werden (z. B. durch ein Verlegen der Ansaugung, sodaß der Verdichter direkt Außenluft ansaugt). Durch organisatorische Maßnahmen können die Kompressorlaufzeiten minimiert werden. Dazu gehören die Unterbindung des Mißbrauchs von Druckluft sowie das Abschalten der Druckluftanlage außerhalb der Betriebszeiten. Allein durch diese Maßnahmen können Einsparungen von bis zu 20% erreicht werden. Die im Druckluftsystem vorhandenen Undichtheiten können im wesentlichen durch verbessertes Bedienerverhalten abgestellt werden. Am Abend soll der Haupthahn beim Windkessel abgedreht werden.

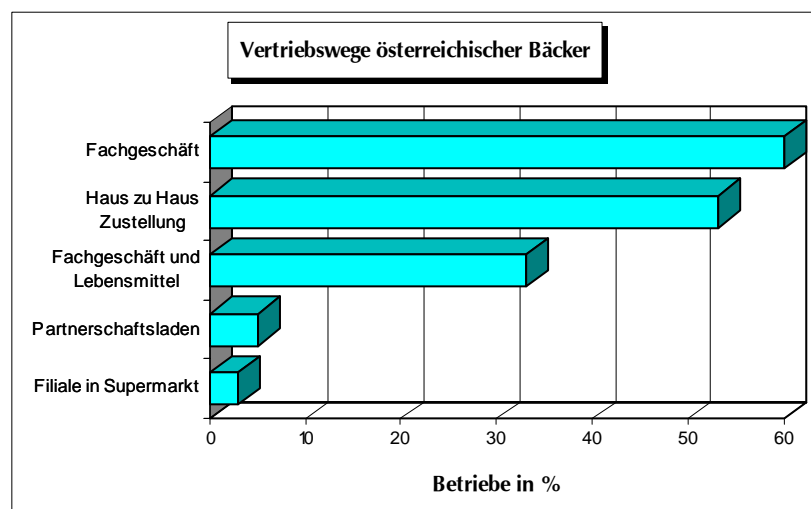
Lüftungen

Die Absaug- und Lüftungsanlagen verursachen aufgrund der langen Laufzeiten einen vergleichsweise hohen Stromverbrauch. Einfache Ventilatoren rufen oftmals in 10 Jahren Stromkosten hervor, die mehr als viermal so hoch sind, wie die Investitionskosten. Es soll darauf geachtet werden, daß Ventilatoren möglichst nur bei wirklicher Notwendigkeit betrieben werden (automatische Abschaltung).

Wenn die Absaugung zu stark ist, kann durch eine Reduktion der Ventilator Drehzahl auch der Stromverbrauch reduziert werden (eine doppelte Drehzahl verursacht achtfachen Stromverbrauch!).

Transport - Verkehr

Ein Punkt, der gerne bei der Bewertung des Energieverbrauchs von Gewerbebetrieben übersehen wird, ist der Bereich Verkehr und Transport. Der Transport kann, ganz nach den speziellen Gegebenheiten der Branche, einen beachtlichen Anteil am Gesamtenergiebedarf eines Gewerbebetriebes ausmachen. Bei Bäckereien tritt der Aufwand für Verkehr bzw. Transport in erster Linie in Zusammenhang mit dem Verkauf. Bäckereien sind gezwungen, einen Teil der produzierten Waren direkt an den Abnehmer zu liefern. Abnehmer können dabei sowohl Wiederverkäufer als auch Endverbraucher sein. Bäckereibetriebe haben daher im allgemeinen zwei oder mehrere Kraftfahrzeuge, mit denen die Ware zum Kunden transportiert wird. Im Durchschnitt werden pro Auto rund 20.000 km pro Jahr zurückgelegt, so daß sich daraus bereits ein erheblicher Aufwand für den Kraftstoff ergibt. Wie die Strukturuntersuchung österreichischer Bäckereibetriebe zeigt, führen 51,3 % der Betriebe auch eine Hauszustellung durch.



Vertriebswege von Bäckereien. Die gewählten Vertriebswege haben wesentlichen Einfluß auf den Energieverbrauch im Bereich Transport. Nach [5]

Als Aufwand für den Bereich Transport sind fast ausschließlich jene Aufwendungen zu sehen, die dazu dienen, die Ware von der Backstube zum Wiederverkäufer oder Endverbraucher zu bringen. Der Anteil des Verkehrs am Gesamtenergieaufwand ist stark abhängig von der geographischen Lage und der Vertriebsstruktur des Unternehmens. Städtische Unternehmen weisen tendenziell einen eher geringeren Aufwand für den Verkehr bzw. den Transport auf. Demgegenüber müssen ländliche Betriebe relativ hohe Anstrengungen unternehmen, um die Ware zum Kunden zu bringen. Der Unterschied im Aufwand für den Transport der Ware ist bedingt durch die unterschiedlichen Verkaufswege. In der Stadt kann über den Ladentisch, das heißt über das an die Bäckerei angeschlossene Geschäft bzw. eventuelle weitere Filialen umgesetzt werden. Ein weiterer Teil der Ware wird in erster Linie an Wiederverkäufer (Lebensmittelhandel, Hotellerie bzw. Gastronomie) geliefert. Bei zumindest einem der untersuchten städtischen Betriebe erfolgt der Verkauf auch über einen Frühstücks-Brötchen-Dienst, wobei auch hier keine wesentlichen Aufwendungen für den Verkehr in die Energiebilanz des Unternehmens einfließen. Ein bei den Pilotberatungen untersuchter

städtischer Betrieb verursachte jedoch mit Transport und Verkehr (ohne „Fahrt ins Gai“) fast ein Viertel des gesamten Energieverbrauchs.

Demgegenüber versorgen ländliche Betriebe neben Wiederverkäufern und dem direkten Verkauf im eigenen Geschäft auch viele Endverbraucher, die in einem doch weit verstreuten Gebiet zu versorgen sind. Die Versorgung geschieht dabei über einen fahrenden Verkauf womit eine relativ kleine Menge an Ware über erhebliche Strecken transportiert werden muß.

Bei einem ländlichen Betrieb ist ein Ein-Kilo-Laib mit einer Fahrtleistung von ca. 0,98 km belastet. Demgegenüber ist bei den meisten städtischen Betrieben lediglich eine Kilometerleistung von 150 bis etwa 220 Kilometer pro Tonne Mehl zu erbringen (0,12 km für einen Ein-Kilo-Laib Brot).

Wenn bei Bäckereibetrieben Energiesparpotentiale aufzuzeigen sind, und wenn der Energieaufwand für den Transport bis zu 25 % des Gesamtenergiebedarfs ausmachen kann, darf das Sparpotential beim Transport nicht außer acht gelassen werden. Bei allen Fahrten ist auf entsprechende Auslastung und auch Fahrweise zu achten. Prinzipiell gilt es auch zu überlegen, ob nicht ein Auslagern der Transportaufwendungen zu Kurierdiensten möglich und vielleicht auch kostengünstiger ist. Sowohl durch die Wahl eines sparsamen Fahrzeuges mit niedrigem Treibstoffverbrauch als auch durch dessen richtige Bedienung und Wartung kann der Energieaufwand eines Bäckereibetriebes wesentlich beeinflußt werden. Es ist alleine durch die Fahrweise bereits möglich den Treibstoffverbrauch zu drosseln. In Deutschland werden so zum Beispiel schon Spritsparkurse angeboten und diese zeigen, daß Verbrauchsreduktionen bis zu 40% alleine durch die Fahrweise möglich sind [6].

Bei der Wahl eines neuen Fahrzeuges sollte für jeden Unternehmer der Treibstoffverbrauch ein wesentliches Entscheidungskriterium sein. Grundlage hierfür kann der nach dem EU-Fahrzyklus gemessene durchschnittliche MVEG-Verbrauch sein. Der MVEG-Wert wird durch einen Fahrzyklus sowohl bei Stadt- als auch Oberlandfahrten ermittelt. (MVEG= Motor Vehicle Emission Group). Auch Autofahrerverbände ermitteln Verbrauchswerte zu Vergleichszwecken. Neben dem Ankauf von sparsamen Kraftfahrzeugen sind es vor allem auch organisatorische Maßnahmen, die helfen Treibstoff zu sparen. Im Vordergrund steht eine regelmäßige Wartung der Fahrzeuge. Auch auf den richtigen Reifendruck ist zu achten. Zu den organisatorischen Maßnahmen gehört aber vor allem die Streckenplanung zu prüfen und die günstigste Fahrtroute zu wählen. Beim Betrieb des Fahrzeuges kann durch Berücksichtigung der in Tabelle 14 genannten Tips der Treibstoffverbrauch positiv beeinflußt werden.

Tips zum ökonomischen Fahren

- Motor nicht im Stand warmlaufen lassen
- Bei längerem Stillstand Motor abstellen (Ampel, Bahnschranken etc.)
- Choke nur so lange wie unbedingt nötig
- hohe Drehzahlen vermeiden
- bereits frühzeitig hochschalten
- wirtschaftlichsten Gang möglichst lange nutzen

Energiebuchhaltung

Nach einer Optimierung des bestehenden Systems muß in weiterer Folge darauf geachtet werden, daß das System diese Betriebsweise auf Dauer beibehält bzw. daß auftretende Mängel rasch entdeckt werden. Durch eine regelmäßige Aufzeichnung und Auswertung der Energieverbrauchsdaten können auftretende Fehler oder sich ändernde Bedingungen festgestellt werden und entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Dies ist mittels einer Energiebuchhaltung möglich. Die möglichen Formen einer Energiebuchhaltung sind vielfältig. Dies kann von einer einfachen Aufzeichnung in Listen bis zu automatischer Aufzeichnung von verschiedensten Parametern durch moderne Leittechniksysteme gehen. Folgende Meßeinrichtungen sollen abgelesen werden:

- Stromzähler (Gesamtbetrieb und eigene Zähler für die wichtigsten Verbraucher)
- Wärmemengenzähler (Brauchwasser, Heizung, etc.)

- Gaszähler, Ölstände etc.
- Betriebsstundenzähler (Kessel, Kälteanlagen, usw.)
- Außentemperatur
- Raumtemperatur(en)

Zusätzlich sollten die Rechnungen über Energielieferungen (Öl, Gas, Strom, Fernwärme etc.) und Rechnungen für Reparatur und Wartung an energietechnischen Anlagen, Rauchfangkehrerprotokolle etc. gesondert und übersichtlich geordnet werden.

Folgende Aufgaben sollten wahrgenommen werden:

- regelmäßiges Ablesen der Meßwerte und Eintragen in die Listen
- Aufbereitung der Aufzeichnungen
- Vergleich der jeweils neuesten Aufzeichnungen mit älteren
- Erarbeitung von Trends
- Interpretieren von sich ändernden Bedingungen
- Berichterstattung an die Geschäftsführung bei Auftreten von negativen Veränderungen

Energieverbrauch des eigenen Betriebs

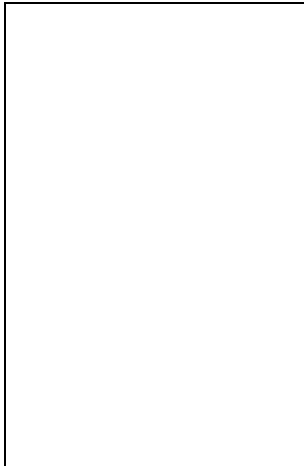
Energieträger	Jahresverbrauch	Umrechnungsfaktor	Jahresverbrauch [kWh]	Kosten [ATS]
Strom	kWh	x1=		
Heizöl	l	x10=		
Erdgas	m ³	x9,5=		
Flüssiggas	kg	x12,8=		
sonstige	...	x...=		
		Summe		

Teil B

GERÄTE IN DER BÄCKEREI

In jeder Bäckerei sind unterschiedliche Geräte vorhanden. Einerseits geht es dabei um die mechanische Bearbeitung des Produkts, andererseits um Konditionieren der Ware durch Wärme (oder Kälte) auf unterschiedlichen Niveaus. Neben dem Backofen, der meist durch fossile Brennstoffe versorgt wird, ist für den Betrieb der Geräte und Anlagen einer Bäckerei vor allem elektrische Energie erforderlich. In Bäckereien sind für einzelne Sonderprodukte teilweise Spezialmaschinen in Betrieb (z.B. Waffelblatt-Elevator, Palatschinkenmaschine, Hohlhippenbackautomat etc.). Der folgende Überblick kann nicht alle möglichen Maschinen berücksichtigen, soll aber eine Übersicht über die wichtigsten und in den üblichen Bäckereien am meisten verbreiteten Maschinen geben.

Mehlanlieferung, Wiegevorrichtung



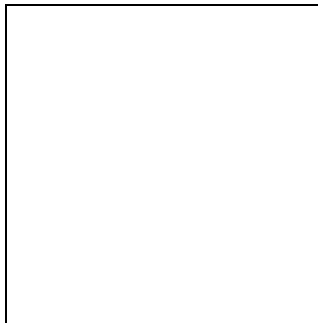
Das in Silos gelagerte Mehl wird über eine Fördervorrichtung in die Backstube gebracht. Die erforderliche Mehlmenge kann stufenlos über eine Wiegeeinrichtung eingestellt werden. Kleinsilozellen sind ab 1,5 Tonnen Fassungsvermögen lieferbar. Förder- und Verwiegetechnik sind dabei speziell auch für Kleinbetriebe erhältlich.

Mehlzuführung - Das Mehl muß gelockert, gesiebt und gewogen werden, um dann zum Teig gerührt werden zu können.

Photo: J. Weigl

Wasserdosierung

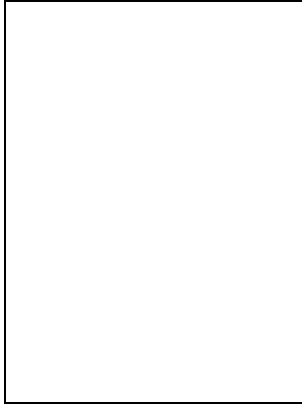
Die richtige Wassertemperatur und -menge ist eine wesentliche Voraussetzung für die Teigproduktion. Wasserdosiergeräte ermöglichen eine automatische Temperaturmischung und Mengendosierung des Wassers. Unter Umständen ist neben dem ganzjährig erforderlichen warmen Wasser gerade im Sommer auch eine Teigwasserkühlung nötig. Über ein Display sind Menge und Temperatur des Wassers am Dosiergerät kontrollierbar bzw. können diese Werte über das Menü voreingestellt werden.



Bei automatischen Wasserdosiergeräten ist neben der Menge und der Temperatur auch die Einlaufzeit in die Knetmaschine steuerbar.

Wasserdosiergerät. Menge und Temperatur des Teigwassers sind voreinstellbar. Photo: J. Weigl

Knetmaschinen

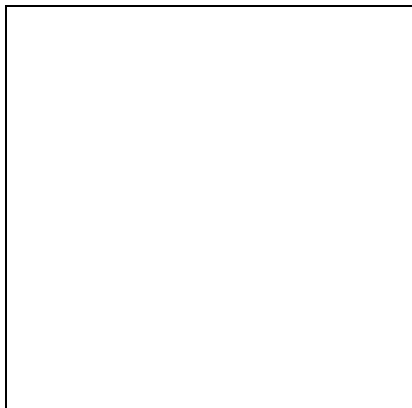


Knetmaschinen werden in unterschiedlichen Ausführungen angeboten. Sie bestehen aus einem Knetwerk und einer Knetschale die möglichst auswechselbar ist. Für besonders schwere Teige sind Sonderausführungen mit stärkeren Motoren erhältlich.

Spiralkneter Quelle: Ing. Krenn - Maschinenbau, Wien.

Wirkmaschine

Der Teig wird entweder von Hand aus, oder über eine Auswiegemaschine mit Hochtransport direkt in die Rundwirkerwanne der Wirkmaschine gefördert. In der Wirkwanne mit einem Durchmesser von einem Meter wird dann der Teig durch einen exzentrisch verstellbaren Wirkkegel rundgeformt. Durch die exzentrische Bewegung des Wirkkegels wird der Teig fast wie von Hand rundgeformt und weiterbefördert. Nach Beendigung dieses Vorganges fallen die Teigstücke auf die darunterliegende -

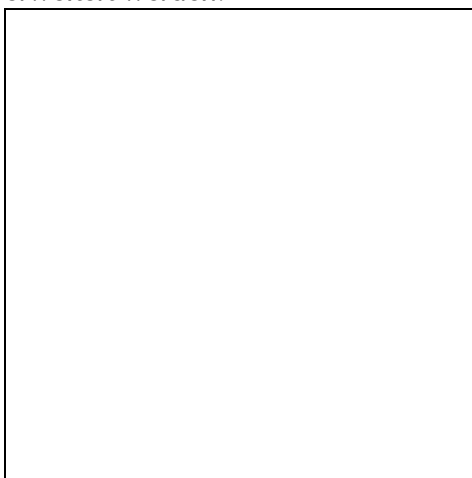


sogenannte - Ruheplatte, um eine Entspannungszeit vor der weiteren Langformung zu ermöglichen. Nach einer Umdrehung auf dieser, in der Geschwindigkeit regelbaren, Ruheplatte fällt der Teig durch eine Ausnehmung in den darunter liegenden Langwirker, wo er in beliebiger Länge langgeformt werden kann. Die Einstellung im Langroller kann auf verschiedenen Stufen verändert werden, sodaß je nach Teigart und Teigform eine genaue Formgebung möglich ist.

Rund- und Langwirkmaschine für Weizen-,Misch- und Roggenteige. Quelle: Hudetist Maschinen, Graz

Teigteil- und Schleifmaschine

Mit Teigteil- und Schleifmaschinen ist ein kontinuierliches teigschonendes Teilen und Schleifen möglich. Damit sind durch unterschiedliche Stempelgrößen Teiggewichte zwischen ca. 20 und 120 g zu erreichen. Die Wirkfunktion kann bei diesen Geräten auch abgeschaltet werden. Solche Teigteil- und Schleifmaschinen können durch eine Formstation, Wickelstation oder Bemohnungseinheit erweitert werden.

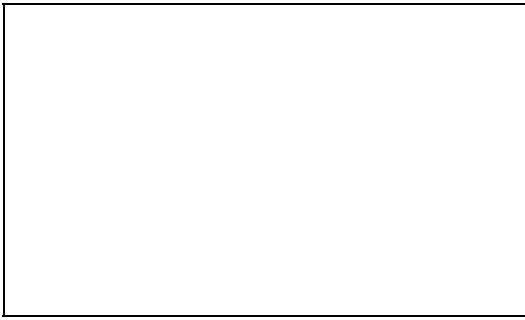


1. Schachtrichter mit Schutzkorb
2. Teigeinzugssterne
3. Auswiegebereich mit Teigniveaufühler
4. Auswiegeschieber mit abgefedertem Antrieb
5. Mehlstauber
6. Kurvengesteuerte Auswiegetrommel
7. Auswiegestempel 54 - klein
8. Auswiegestempel 70 - groß
9. Trommelreinigungsbürste
10. Schleifapparat - abschaltbar
11. Teigabnehmerrolle
12. Auslaufband - hochklappbar
13. Untergestell mit Rädern

Automatische Teigteil- und Schleifmaschine "Mini-REX 4000". Quelle: KÖNIG-Maschinen, Graz

Kipferlwickelmaschine

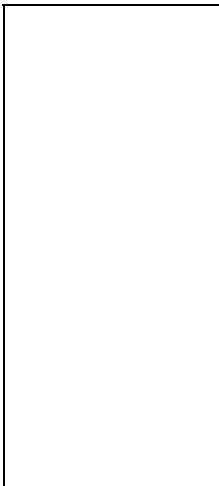
Eine Wickelmaschine sorgt dafür, daß längliches Gebäck wie Kipferl, Salzstangerl, Weckerl und ähnliches Kleingebäck die richtige Form erhält. Diese Maschinen sind in unterschiedlichen Größen mit Walzbreiten zwischen 40 und 60 cm erhältlich. Sie können aufgrund ihrer einfachen Bedienung auch von ungelerntem Personal betreut werden.



Kipferlwickelmaschine. Photo: J. Weigl

Teiggärung - Gärzeitsteuerung

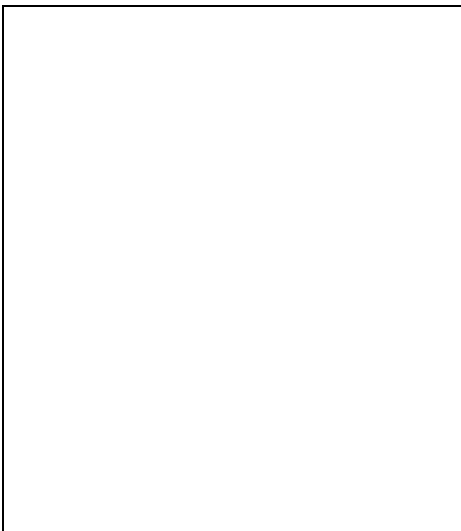
In einer modernen Backstube ist es nötig auch die Gärungsvorgänge des Teiges zu planen. Eine gezielte Gärzeitsteuerung ermöglicht gerade dem Kleinbetrieb markt- und absatzgerecht zu produzieren. Verschiedene Faktoren wie z.B. die verschiedenen Zutaten (Rezeptur), die Konsistenz des Teiges und die Aufarbeitungsweise beeinflussen die Gärzeit. Nach dem Teigteilen und Formen gelangt das Teigstück in die Zwischengäranlage. Hier wird mit geregelter Temperatur und Luftfeuchte ein optimales und gleichmäßiges Gärklima erzielt. In einem Klimagärraum lassen sich die Idealtemperaturen und die nötige Luftfeuchte erzielen.



Ein Ventilator wälzt die Luft um und sorgt so für ein einheitliches Klima. Gärshrankanlagen ermöglichen, daß im durchlaufenden Betrieb die nötigen Gärzeiten erreicht werden. Mit tieferen Temperaturen und der gezielten Unterbrechung des Gärvorganges arbeitet ein Gärunterbrecher.

Vollautomatischer und fahrbarer Gärshrank. Quelle: KUNZE - Kältetechnik (Fellner Maschinen, Graz)

Restbrot-Zerkleinerer



Altes Brot oder Gebäck bzw. Retourware soll wirtschaftlich verwertet werden. Es wird im allgemeinen getrocknet und zu Brösel verarbeitet. Hierzu sind Zerkleinerungsmaschinen erforderlich. Die gebackene und getrocknete Ware wird in diesen Maschinen gemahlen und gesiebt. Je nach gewünschtem Ergebnis werden verschiedene Siebe verwendet. Semmelbrösel werden bei kleineren Betrieben meist nur direkt über die eigenen Verkaufsgeschäfte vertrieben.

Restbrot-Zerkleinerer Quelle: Hudetist-Maschinen, Graz

Elektrische Anschlußleistung der Geräte

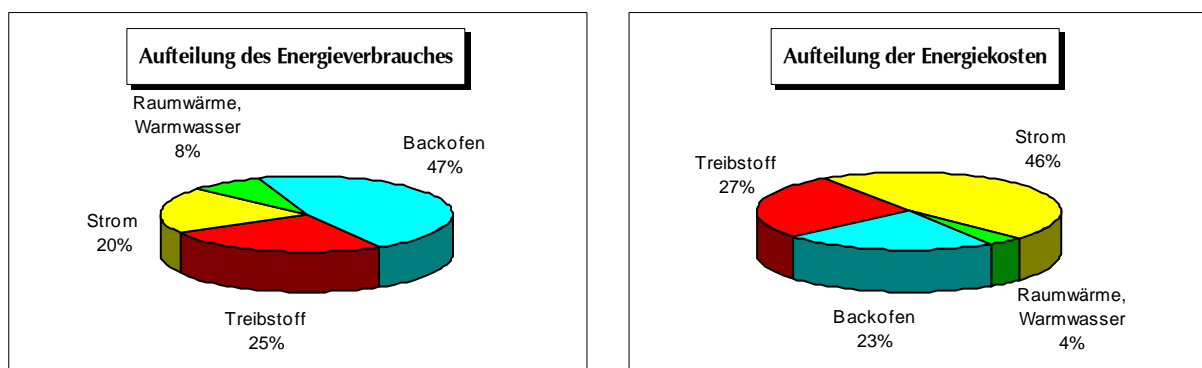
Die Anschlußleistung der beschriebenen Geräte hängt teilweise von der Betriebsgröße ab, da mit steigender Betriebsgröße stärkere Maschinen erforderlich werden. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über gebräuchliche Anschlußleistungen einzelner Bearbeitungsmaschinen.

Teigbe- und -verarbeitungsmaschinen	
Gerät	elektrische Leistung - kW
Mehlsilo	4 - 8
Knetmaschinen	4 - 12
Teigwasserkühlung	2 - 3
Teigteil- und VVirkmaschine	1
Kipferlwickelmaschine	1
Restbrotzerkleinerer	3
Wasserdosiergerät	0,025

Typische Nennleistungen für Bäckereimaschinen

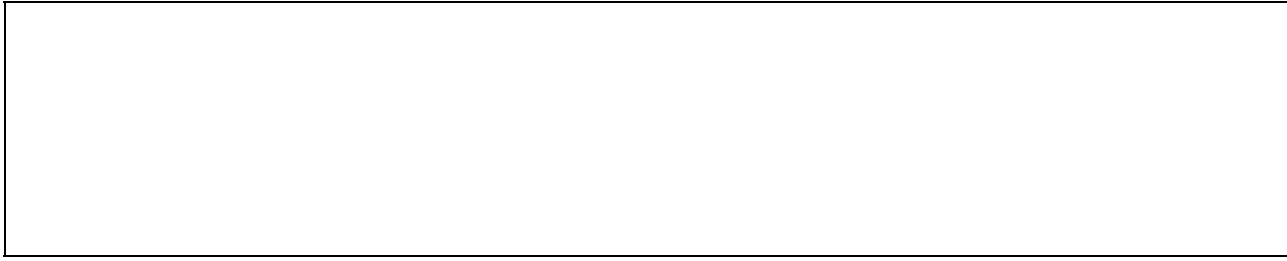
Backofen

Der Backofen stellt das Herzstück jeder Bäckerei dar. Gleichzeitig ist er auch der größte Energiekonsument des Betriebes. Bei den meisten Betrieben ist allerdings eine exakte Erfassung des Energieeinsatzes für das Backen nicht möglich, da mit dem selben Energieträger auch andere Verbraucher versorgt werden. Die bei einigen der untersuchten Betriebe mögliche Trennung zeigt jedoch, daß mehr als die Hälfte des Endenergieeinsatzes (ohne Treibstoff) der Bäckerei für den Backofen verwendet werden. Der Mittelwert liegt bei 57% (bei einer Streuung zwischen 32 und 74%).



Verteilung des Endenergieeinsatzes und der Energiekosten einer Bäckerei im Stadtgebiet mit etwa 115 t Mehl pro Jahr.

Diese Ergebnis aus den untersuchten Betrieben wird im übrigen auch durch Studien aus dem Ausland belegt. In Deutschland ermittelte man einen Endenergieeinsatz von 58 % für den Backofen [1], in der Schweiz, mit einem starken Anteil an Elektrobacköfen ergab sich ein Anteil von 65 % [2]. Von der in fossil beheizten Backöfen eingesetzten Energie gelangen, je nach Art des Gebäckes und des Auslastungsgrades des Backofens, etwa 34 bis 37% als Nutzwärme in das Backgut. Der Rest geht als Verluste verloren, wobei die Verluste sich in Abgas-, Schwaden- und Konvektions- bzw. Strahlungsverluste aufteilen. Dies ergaben Messungen von Angerer et al. [3]. Die folgenden Abbildungen zeigen die Energieflüsse an einem Etagenbackofen beim Backen von Brot bzw. die Leerlaufverluste in einem nicht belegten Backofen.



Energiefluß beim Backen von Brot und nicht belegten fossil beheizten Etagenbacköfen. Nach [4]

Die Backfläche und die Backeigenschaften des Ofens bestimmen den Arbeitsrhythmus und den Arbeitsablauf in einer Bäckerei. Eine ausreichende Backfläche bestimmt wesentlich das Arbeitstempo und die Qualität der Waren. Zu kleine Backflächen führen zu einem zu langsamen Arbeitstempo. Dies bedingt oft zu schnell gebackene Waren mit erheblichen Qualitätseinbußen. Wichtig bei der Beurteilung der Backfläche ist auch, ob ein Ladenbackofen vorhanden ist oder nicht. Das Backen im Laden ermöglicht eine gewisse Entlastung der Backflächen in der Backstube; auch kleine Betriebe kommen daher oft ohne Ladenbackofen nicht mehr aus. Dabei wird meist der Ladenbackofen am Nachmittag eingesetzt.

In kleineren Betrieben ist meist nur ein Backofen vorhanden. Aufgrund der Sortenvielfalt an Brot und Gebäck muß dieser Backofen praktisch ein "Alleskönner" sein. In größeren Betrieben besteht allerdings die Möglichkeit für unterschiedliche Produkte unterschiedliche Backöfen zu nutzen.

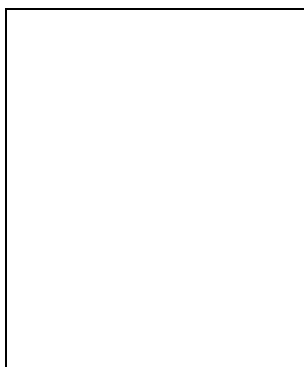
Backofensysteme

Etagenbacköfen

Etagenbacköfen besitzen mehrere übereinander angeordnete Backherde. Die Herdflächen sind unbeweglich, so daß das Backgut mittels einer flachen Holzschaufel ("Schießer") oder auch anderer Hilfsgeräte (Abziehapparate) eingebracht wird. Die Beheizung der Etagenbacköfen kann direkt oder indirekt (Thermoöl) erfolgen. Die Wärmeübertragung an das Backgut erfolgt durch Strahlung (Infrarotbeheizung). Im allgemeinen erfolgt das Backen bei ruhender Backatmosphäre. Lediglich beim Backofen mit Heißluftumwälzung ist eine bewegte Backatmosphäre gegeben. Der Etagenofen in seinen verschiedenen Ausführungen (s.u.) ist der am weitesten verbreitete Backofen. Am Markt sind heute zahlreiche Hersteller aus dem In- und Ausland vertreten.

Zu unterscheiden sind bei Etagenöfen solche mit ruhender Backatmosphäre und Backöfen mit bewegter Backatmosphäre. Bei ruhender Backatmosphäre werden die Backherde allseitig vom Heizgas umspült oder Heizplatten durch Thermoöl erwärmt.

Bei Thermoölbeheizung kann der Wärmeerzeuger unabhängig vom Backofenstellplatz installiert werden und gleichzeitig mehrere Backöfen bedienen. Auch der Dampfbackofen weist eine ruhende



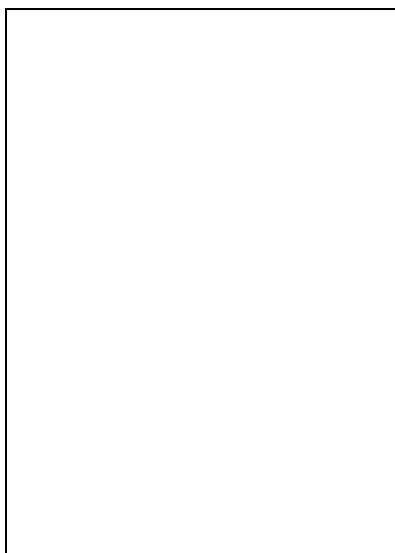
Backatmosphäre auf. Hierbei sind die Heizrohre zu 20 bis 30 % mit Wasser gefüllt. Durch Wärmebeaufschlagung in der Brennerkammer bildet sich Dampf der in den Heizrohren um die Backherde geleitet wird. Der sich durch die Wärmeabgabe abkühlende Dampf bildet Kondensat, das zur Brennkammer zurückfließt. Bei Backöfen mit bewegter Backatmosphäre wird hingegen heiße Luft vom Wärmetauscher aus mittels Ventilatoren direkt durch die Backherde geführt.

Etagenbackofen. Quelle: DEBAG - Deutsche Backofenbau GmbH (Fellner Maschinen, Graz)

Für bestimmte Backprozesse bietet ein Wärmeübergang durch Konvektion auf das gesamte Backgut gewisse Vorteile (z.B. beim Anbacken, wenn die Ware noch kalt ist). Am Markt sind daher auch Backöfen mit ruhender Backatmosphäre erhältlich, die mit Turbulenzeinrichtungen versehen sind. Bei Bedarf können diese Ventilatoren dann eine bewegte Backatmosphäre schaffen. Bei älteren Etagenöfen sind immer alle Herde mit der gleichen Temperatur beaufschlagt. Seit etwa 20 Jahren gibt es jedoch auch Etagenbacköfen mit Herdgruppensteuerung bzw. abschaltbaren Herdgruppen. Eine Herdgruppensteuerung ermöglicht gleichzeitig unterschiedliche Backwaren zu backen. So kann in einer Herdgruppe Brot gebacken werden, während bei anderem Temperaturniveau in der anderen Herdgruppe Kleingebäck produziert wird. Wird eine Herdgruppe nicht benötigt, besteht die Möglichkeit, diese völlig abzuschalten. Dies spart in Schwachlastzeiten Energie, da die für die Spitzenbelastung ausgelegte gesamte Herdfläche nicht voll beheizt werden muß.

Stikkenöfen

Anders als der Etagenbackofen, besitzt der Stikkenofen einen hohen Backraum in den das Backgut mit einem Wagen (Stikken) eingefahren wird. Ein Stikken faßt dabei, abhängig vom Backgut bis zu 60 Backbleche. Diese Bleche können außerhalb des Ofens bequem belegt und geleert werden und haben meist ein Größe von etwa 0,6 m². Fertige Bleche können darüber hinaus auch vorbereitet und gekühlt (Gärunterbrecher) werden. Besonderes Merkmal des Stikkenofens ist die kleine Stellfläche bzw. Ofenoberfläche im Verhältnis zur großen Backfläche und die schnelle und problemlose Beschickung des Ofens. Damit können Abkühlverluste weitgehend vermieden werden.

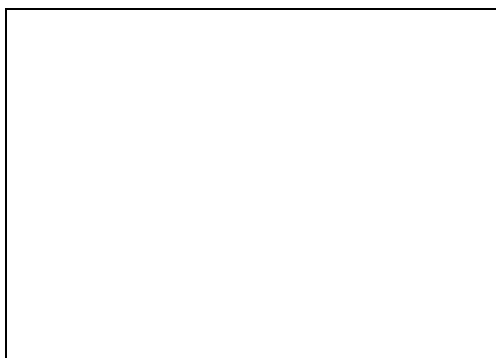


Auch die Aufheizzeiten sind gegenüber einem Etagenofen wesentlich kürzer. Bei Stikkenöfen liegen die Aufheizzeiten zwischen 15 und 30 Minuten, wogegen bei Etagenöfen mit Aufheizzeiten um etwa eine Stunde gerechnet werden muß. Stikkenöfen sind erhältlich mit stehendem Stikken, wobei die Heißluft über ein Luftleitsystem wechselseitig durch den Backraum geblasen wird. Damit kann ein gleichmäßiges Backergebnis erzielt werden. Im Unterschied dazu wird bei dem drehenden Stikken die Heißluft seitwärts zugeführt und der Stikken selbst rotiert um seine Achse, um ebenfalls ein gleichmäßiges Backergebnis zu gewährleisten. Nachteil des Stikkenofens ist, daß jeweils nur eine Gebäcksorte hergestellt werden kann, weil der Backraum anders als beim Etagenofen keine unterschiedlichen Temperaturen zuläßt.

*Ein Stikkenofen ermöglicht ein einfaches Beschicken des Backraumes.
Quelle: König-Maschinen, Graz.*

Bandöfen

Netz- oder Plattenbandöfen haben meist größere Backflächen als herkömmliche Etagenöfen und werden in mittleren und größeren Betrieben eingesetzt. Pro Etage ist ein bewegliches motorgetriebenes Band vorhanden, das eine einfache und schnelle Belegung und Entleerung des Ofens ermöglicht. Diese Öfen arbeiten mit Heizgasumwälzung und haben daher eine ruhende Heizgasatmosphäre.



Netzbandöfen ermöglichen eine rasche und einfache Belegung bzw. Entleerung des Backofens. Photo: J. Weigl

Durchlaufbacköfen

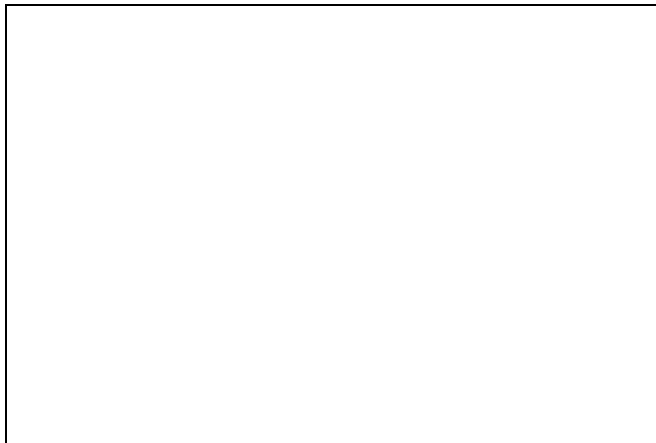
Bei diesen Öfen durchwandert das Backgut auf einem Netz- oder Plattenband die einzelnen Backzonen mit gesteuerten Temperaturen und erreicht als fertige Backware das Ende des Ofens bzw. Bandes. Durchlaufbacköfen werden in Bäckereigrößbetrieben eingesetzt.

Plattenumlauföfen

Plattenumlauföfen bieten eine größtmögliche Backfläche bei sehr geringem Platzbedarf. Da damit auch das Verhältnis Backfläche zu Abstrahloberfläche gut ist, weisen solche Öfen einen geringeren Energieverbrauch auf als konventionelle Durchlauföfen. Sie sind universell einsetzbar und können von einem Mann bedient werden. Aufgrund der großen Backflächen von 25 bis 65 m² werden sie in erster Linie in Großbetrieben eingesetzt. Wie dargestellt, gelangen die heißen Backplatten über Kettentransportwagen zur Belegstation. Nach dem Belegen erfolgt das Einstapeln der Backplatten über einen elektromechanischen oder hydraulischen Hebemechanismus.

Die Backplatte durchläuft dann drei Klimazonen. Zuerst die Schwadenzzone und dann die Vorback- bzw. Entwicklungszone mit eigener, unabhängiger Temperatursteuerung (bis 350 °C). Danach gelangt das Backgut in die Ausbackzone. Über eine elektromechanische Verschiebevorrichtung wird die Backplatte in den zweiten Ausbackturm transportiert. Je nach Backgut erfolgt der Weitertransport im reinen Durchlaufbetrieb (Kleingebäck) oder es sind mehrere Turmumläufe erforderlich (Brot). In

letzterem Fall erfolgt die Steuerung selbsttätig durch den Backcomputer anhand der eingebrachten Brotmenge. Das fertige Backgut kann automatisch über eine geringe Fallhöhe und ein eingebautes Förderband abtransportiert werden. Große Anlagen können damit etwa 17.000 Kaisersemmeln pro Stunde produzieren.

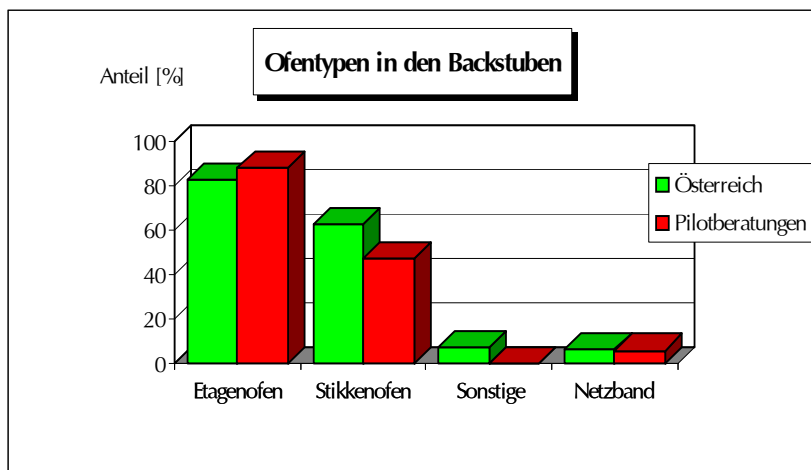


Aufbau des automatischen Plattenumlaufofens "INTEGRAL". Quelle:

König Maschinen, Graz

Backofentypen in der Backstube

Die meisten Bäckereibetriebe verfügen über einen Etagenbackofen. Die Verteilung der Backöfentypen bei den in den Pilotberatungen untersuchten Betrieben im Vergleich zu den österreichweit eingesetzten Typen ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



Verteilung der Backofentypen

Österreichweit sind 82,5 % der Betriebe mit einem Etagenofen ausgestattet. Auch der Stikkenofen ist heute bereits stark verbreitet. Der Anteil an Bäckereibetrieben mit einem Stikkenofen hat sich von 1983 bis 1994 österreichweit verdreifacht. Bei den untersuchten Betrieben war allerdings der Stikkenofen nur schwach vertreten.

Energieeinsatz beim Backofen:

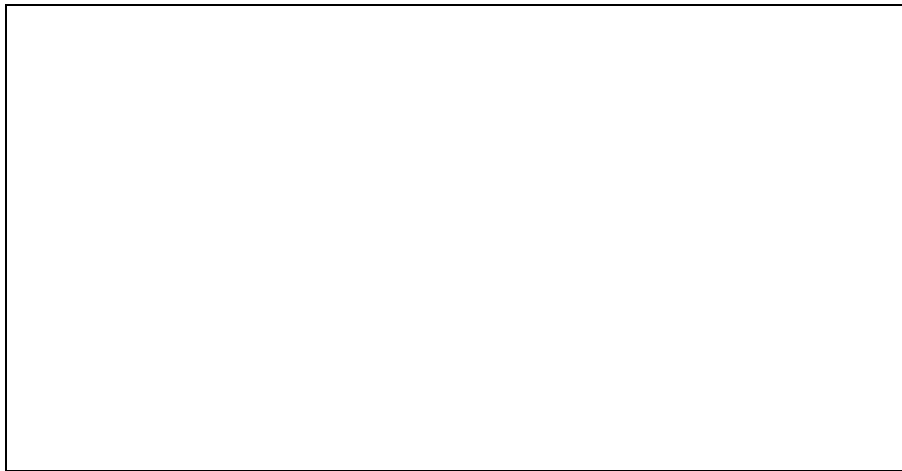
Der Endenergieverbrauch eines Backofens hängt ab vom Heizsystem und dem Energieträger. Wesentlichen Einfluß haben aber auch das Backwarensortiment und die Bedienung des Backofens. Sinnvoll ist es, analog der ersten, auf die Mehlmenge bezogenen, Energiekennzahl den spezifischen Endenergieverbrauch des Backofens zu ermitteln. Dabei wird nun der Energieaufwand für den Backofen bezogen auf die verbackene Mehlmenge. Dieser Wert stellt also jenen Energieaufwand dar, der pro Kilogramm verbackenem Mehl zu leisten ist und bietet eine gute Vergleichsmöglichkeit unterschiedlicher Backbedingungen. Von entscheidendem Einfluß auf den spezifischen Energieverbrauch ist die Backflächenbelegung. Unter Backflächenbelegung ist jene Menge Mehl zu verstehen die pro Stunde und Quadratmeter gebacken wird. Diese Backflächenbelegung beschreibt, wie gut der Backofen während seiner Betriebsstunden ausgelastet wird. Die niedrigeren Werte der dargestellten Backflächenbelegung betreffen dabei im allgemeinen Betriebe mit zwei oder mehr Backöfen.

Gerade in solchen Fällen ist es wichtig, die Öfen optimal auszulasten. Das heißt, daß nach der morgendlichen Produktionsspitze möglichst ein Ofen abgeschaltet wird. Aber auch beim Betrieb nur eines Backofens ist die bestmögliche Ofenauslastung ein wichtiger Ansatzpunkt für eine rationelle Energieanwendung. Ist eine Herdgruppensteuerung möglich, so sollten nicht benötigte Herdgruppen

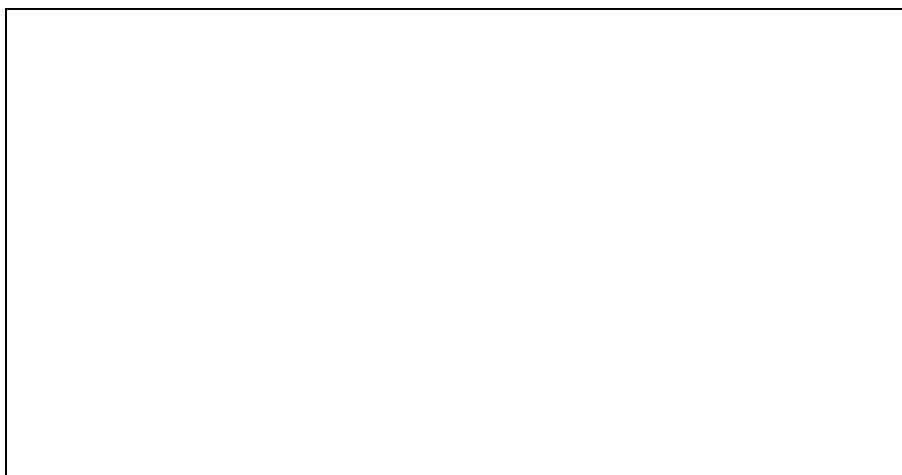
auch wirklich abgeschaltet werden. Zu schwach ausgelastete Öfen führen zu beachtlichem Energie-mehrverbrauch. So zeigen Untersuchungen des Fraunhofer Instituts in Karlsruhe, daß eine Teilauslastung von 25 einen 50%-igen Energie-mehrverbrauch bewirkt.

Energiemehrverbrauch bei teilbelegtem Backofen. Quelle: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (IS), Karlsruhe

Auch die oben erwähnten Messungen an 43 Backöfen zeigen diesen Mehrverbrauch. Die Untersuchungen wurden getrennt für Stikken- und Etagenöfen durchgeführt. Die folgenden Abbildungen zeigen die Abhängigkeit des spezifischen Energieverbrauchs im Backofen (ohne Stromverbrauch für Nebenaggregate). Wie sich zeigt, führt eine hohe Backflächenbelegung zu geringeren spezifischen Energieverbräuchen.



*Spezifischer Energieverbrauch in Etagenbacköfen in Abhängigkeit der Backflächenbelegung.
Nach [4]*



*Spezifischer Energieverbrauch in Stikkenbacköfen in Abhängigkeit der Backflächenbelegung.
Nach [4]*

Aus diesen Bildern ist zu erkennen, daß die spezifischen Energieverbräuche bei geringer Belegung sehr stark ansteigen. Auffällig ist, daß bei geringer Belegung die spezifischen Energieverbräuche bei Etagenbacköfen viel stärker ansteigen, als bei Stikkenbacköfen. Als Ursache dafür sind die unterschiedlichen Oberflächenverluste der Backofensysteme anzunehmen. Ein Stikkenbackofen hat im Vergleich zu einem Etagenbackofen bei gleicher Backfläche eine wesentlich kleinere Abstrahloberfläche und auch die aufzuheizenden Massen sind bei Stikkenöfen geringer.

Spezifischer Energieverbrauch des Backofens [kWh/kg]		
Energieträger	Etagenbackofen	Stikkenbackofen
Strom	0,84	0,69
Erdgas	1,19	1,20
Heizöl	1,75	1,08

Mittlerer spezifischer Energieverbrauch für unterschiedliche Energieträger bei Messungen an 43 Backöfen. Quelle: Eigene Auswertungen von Meßwerten nach [4]

Ofenkennzahl - Bewertungsgröße für den Backofen

Wie die Energiebilanz eines Backofens zeigt, wird der Energiebedarf eines Backofens, neben der Nutzwärme durch Abgasverlust, Oberflächenverlust und Schwadenverlust beeinflusst. Diese drei Verlustgrößen sind in gewissen Grenzen durch die Ofen- bzw. Brennerkonstruktion und -einstellung beeinflussbar. Die Beschwadung ist erforderlich, um den zur Bildung der gewünschten Kruste

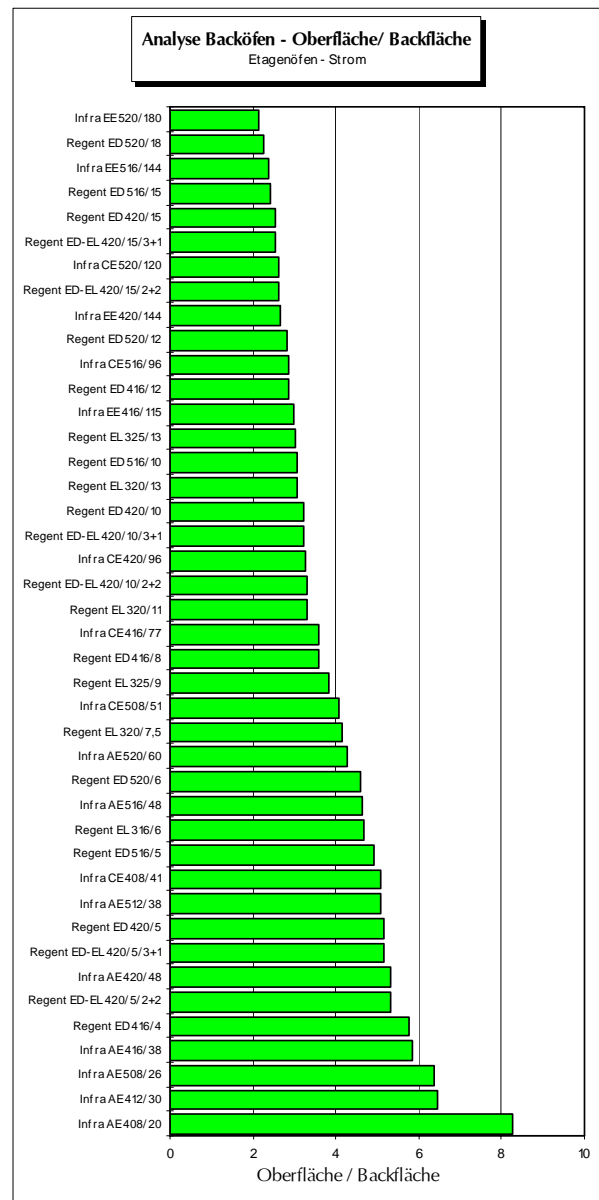
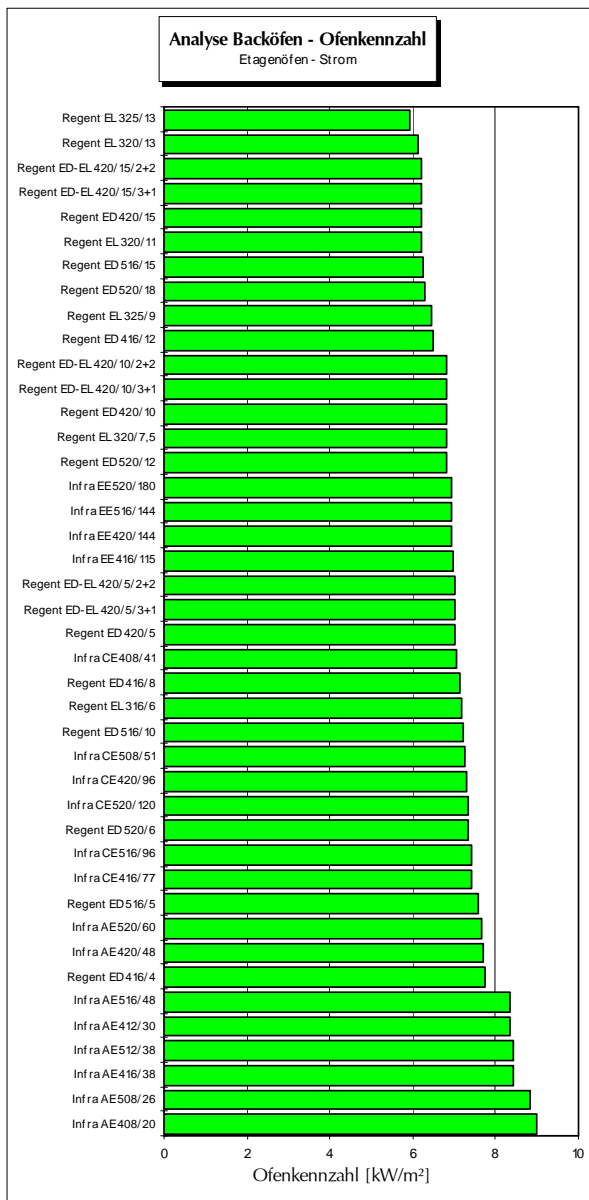
erforderlichen Dampf erzeugen zu können. Dabei wird durch Aufsprühen von Wasser auf erhitzte Stahlteile des Ofens Dampf erzeugt und in die Backräume gebracht.

Der Energieverlust durch die Beschwadung kann zwischen 22 und 33 % des gesamten Energieeinsatzes am Backofen ausmachen. Beeinflußbar ist diese Größe im wesentlichen nur durch die Einschränkung der Schwadenabgabe auf das unbedingt notwendige Maß. Durch bewußten Umgang mit der Schwadenvorrichtung kann der Energiebedarf bis zu ca. 10% verringert werden. Abgasverluste sind in erster Linie durch richtige Einstellung und regelmäßige Wartung der Feuerungsanlage beeinflußbar. Hier kommen aber auch konstruktive Maßnahmen zum Tragen, insbesondere muß die Feuerungsanlage zu der Größe des Backofens im richtigen Verhältnis stehen. Die richtige Dimensionierung ist im allgemeinen durch den Hersteller gewährleistet, könnte aber gegebenenfalls auch durch eine nachträgliche Änderung (Brennertausch, Änderung des Energieträgers) negativ beeinflusst werden.

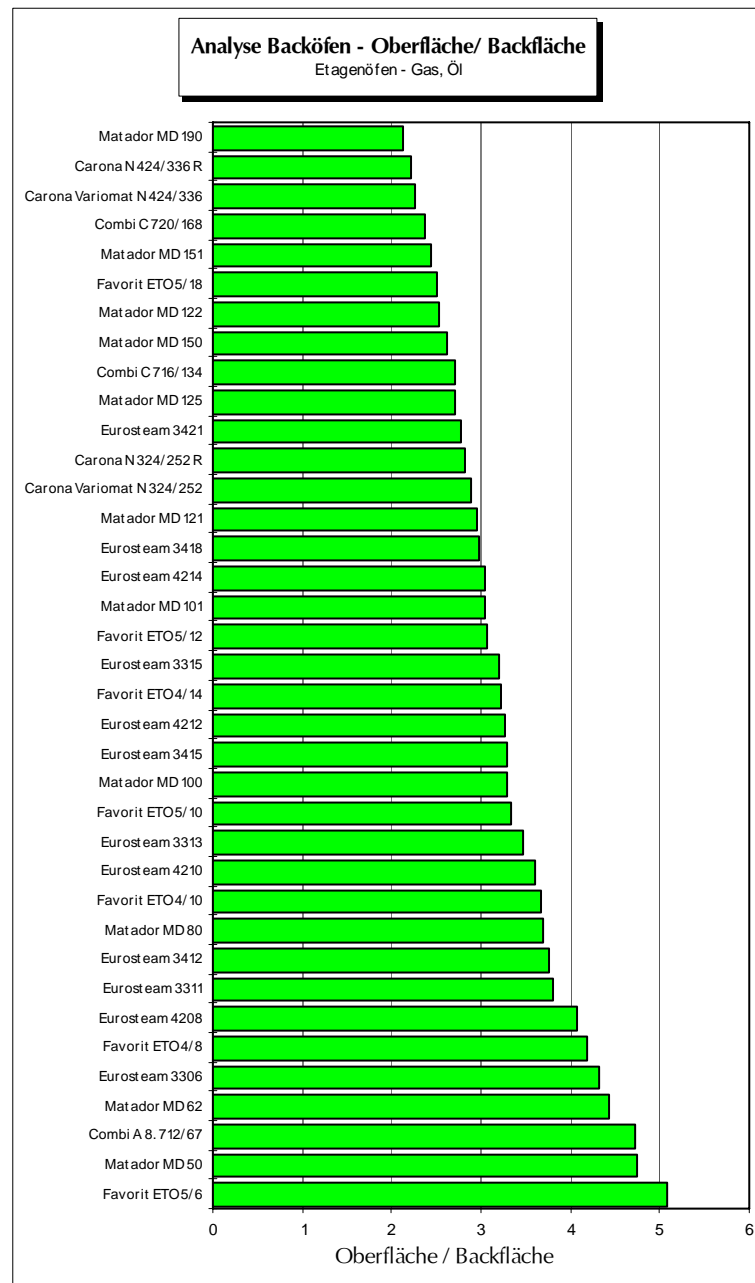
Die Abstrahlungsverluste werden in erster Linie durch die Oberfläche und Wärmedämmung des Backofens bestimmt. Hier stehen konstruktive Maßnahmen im Vordergrund, wobei neben einer guten Wärmedämmung auch das Verhältnis Backfläche zu Backofenoberfläche optimiert werden muß. Nicht zu vergessen sind auch Bauteile, die direkt an den Backofen angrenzen. Dies wird im allgemeinen vorerst die Standfläche sein, die nach Möglichkeit zusätzlich wärmegeklämt werden sollte. Aufgrund des hohen Gewichtes und der Tatsache, daß es sich im allgemeinen um erdanliegende Bereiche handelt, wäre Schaumglas hier als Dämmmaterial sinnvoll. Da die genannten konstruktiven Maßnahmen bei verschiedenen Backofenherstellern unterschiedlich gelöst werden, gibt es gewisse Abweichungen der Verbrauchswerte auch bei sonst gleicher Bedienung der Backöfen. Um Backöfen miteinander vergleichen zu können, wäre es sinnvoll die Verbrauchswerte bei einem Normbetrieb anzugeben. Derartige Vergleichswerte existieren aber nicht und Verbrauchswerte werden praktisch in Firmenprospekten nicht angegeben. Angegeben sind im allgemeinen allerdings neben der wichtigen Größe der Backfläche die sonstigen Abmessungen des Ofens und die Nennleistung der Feuerungsanlage. Es lag daher nahe, auf dieser Grundlage eine Ofenkennzahl zu ermitteln. Dabei wurde soweit möglich die spezifische Nennleistung ermittelt und das Oberflächen/Backflächenverhältnis errechnet. Es sind dies Anhaltspunkte für eine energiesparende Konstruktion. Grundlage dieser Datenerhebung war eine Aussendung an Produzenten und Lieferanten von Backöfen. Die erhaltenen Firmenprospekte wurden, soweit sie die relevanten Daten beinhalteten, ausgewertet. Wir möchten uns an dieser Stelle bei all jenen Unternehmen bedanken, die Unterlagen zur Verfügung stellten.

In den folgenden Tabellen und Darstellungen sind die ermittelten Verhältniszahlen für Etagenöfen und Stikkenöfen getrennt nach Energieträgern (elektrische Beheizung oder fossil = Gas/Öl) aufgelistet. Festzuhalten ist, daß für fossil beheizte Etagenöfen keine Nennleistungen der Feuerungsanlagen angegeben wurden. Daher war es für diese Öfen nicht möglich die Ofenkennzahl zu ermitteln. Das Verhältnis Oberfläche zu Backfläche war hingegen auch bei diesen Öfen errechenbar und ist in den folgenden Darstellungen berücksichtigt. Kleinere Backöfen mit geringer Backfläche weisen naturgemäß schlechtere Kennwerte auf als Öfen mit größeren Backflächen. Es wird auch gezeigt, wie sich das Verhältnis Oberfläche zu Backfläche bzw. auch die Ofenkennzahl in Abhängigkeit der Backfläche verringert.

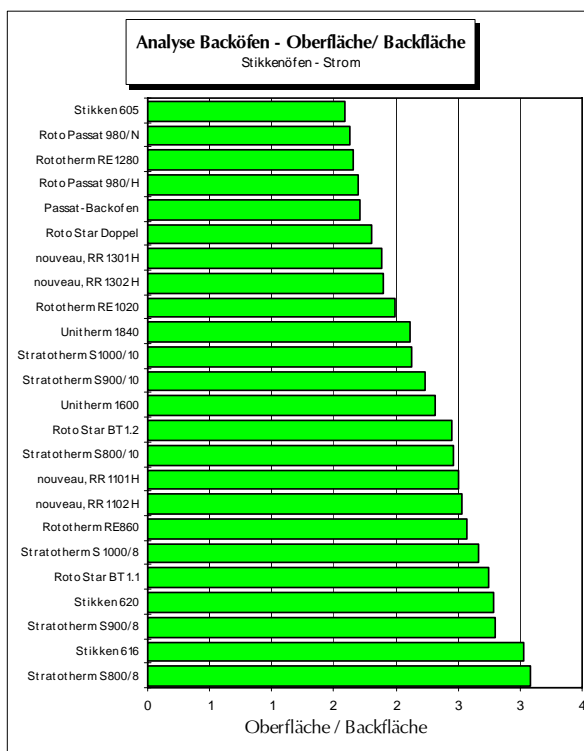
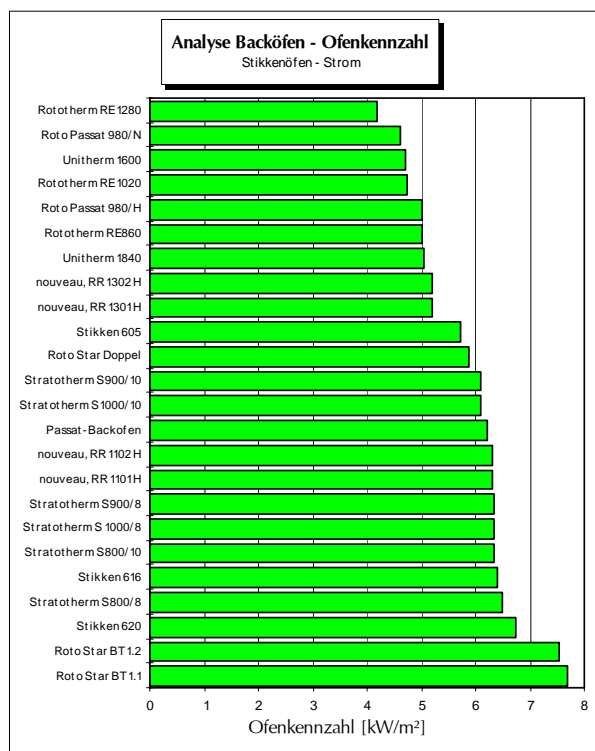
Technische Bewertungsgrößen - Etagenöfen - Strom				
Hersteller	Type	Backfläche (m ²)	OKZ (kW/m ²)	Oberfläche / Backfläche
Winkler Wachtel	Infra AE 408/20	2,00	9,00	8,27
Winkler Wachtel	Infra AE 508/26	2,60	8,85	6,36
Winkler Wachtel	Infra AE 412/30	3,00	8,33	6,45
Winkler Wachtel	Infra AE 416/38	3,80	8,42	5,86
Winkler Wachtel	Infra AE 512/38	3,80	8,42	5,09
Back-Tech	Regent ED 416/4	4,00	7,75	5,76
Winkler Wachtel	Infra CE 408/41	4,10	7,07	5,08
Winkler Wachtel	Infra AE 420/48	4,80	7,71	5,33
Winkler Wachtel	Infra AE 516/48	4,80	8,33	4,64
Back-Tech	Regent ED 420/5	5,00	7,00	5,18
Back-Tech	Regent ED 516/5	5,00	7,60	4,90
Back-Tech	Regent ED-EL 420/5/3+1	5,00	7,00	5,18
Back-Tech	Regent ED-EL 420/5/2+2	5,00	7,00	5,34
Winkler Wachtel	Infra CE 508/51	5,10	7,25	4,09
Back-Tech	Regent ED 520/6	6,00	7,33	4,58
Back-Tech	Regent EL 316/6	6,00	7,17	4,66
Winkler Wachtel	Infra AE 520/60	6,00	7,67	4,26
Back-Tech	Regent EL 320/7,5	7,50	6,80	4,16
Winkler Wachtel	Infra CE 416/77	7,70	7,40	3,57
Back-Tech	Regent ED 416/8	8,00	7,13	3,60
Back-Tech	Regent EL 325/9	9,00	6,44	3,83
Winkler Wachtel	Infra CE 420/96	9,60	7,29	3,26
Winkler Wachtel	Infra CE 516/96	9,60	7,40	2,86
Back-Tech	Regent ED 420/10	10,00	6,80	3,21
Back-Tech	Regent ED 516/10	10,00	7,20	3,05
Back-Tech	Regent ED-EL 420/10/3+1	10,00	6,80	3,21
Back-Tech	Regent ED-EL 420/10/2+2	10,00	6,80	3,30
Back-Tech	Regent EL 320/11	11,25	6,22	3,32
Winkler Wachtel	Infra EE 416/115	11,50	6,96	2,97
Back-Tech	Regent ED 520/12	12,00	6,83	2,83
Back-Tech	Regent ED 416/12	12,00	6,50	2,88
Winkler Wachtel	Infra CE 520/120	12,00	7,33	2,61
Back-Tech	Regent EL 320/13	13,20	6,14	3,06
Back-Tech	Regent EL 325/13	13,50	5,93	3,04
Winkler Wachtel	Infra EE 420/144	14,40	6,94	2,68
Winkler Wachtel	Infra EE 516/144	14,40	6,94	2,37
Back-Tech	Regent ED 420/15	15,00	6,20	2,56
Back-Tech	Regent ED 516/15	15,00	6,27	2,43
Back-Tech	Regent ED-EL 420/15/3+1	15,00	6,20	2,56
Back-Tech	Regent ED-EL 420/15/2+2	15,00	6,20	2,63
Back-Tech	Regent ED 520/18	18,00	6,28	2,25
Winkler Wachtel	Infra EE 520/180	18,00	6,94	2,14



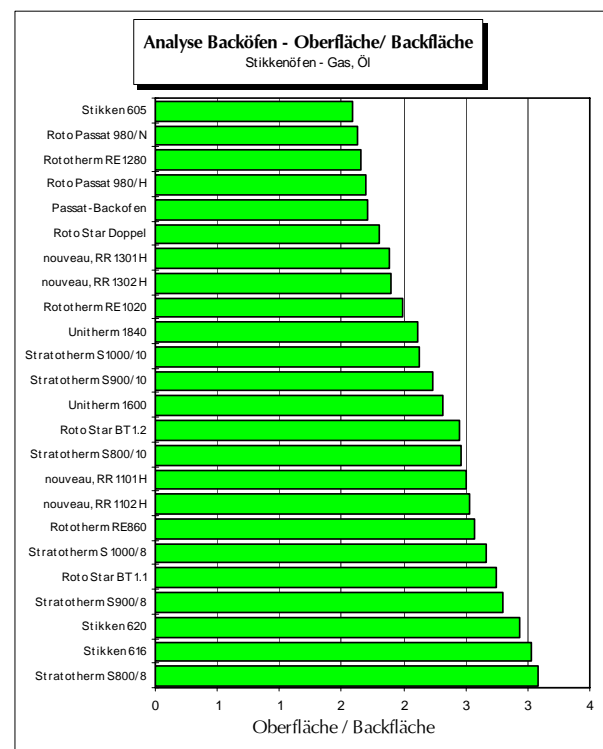
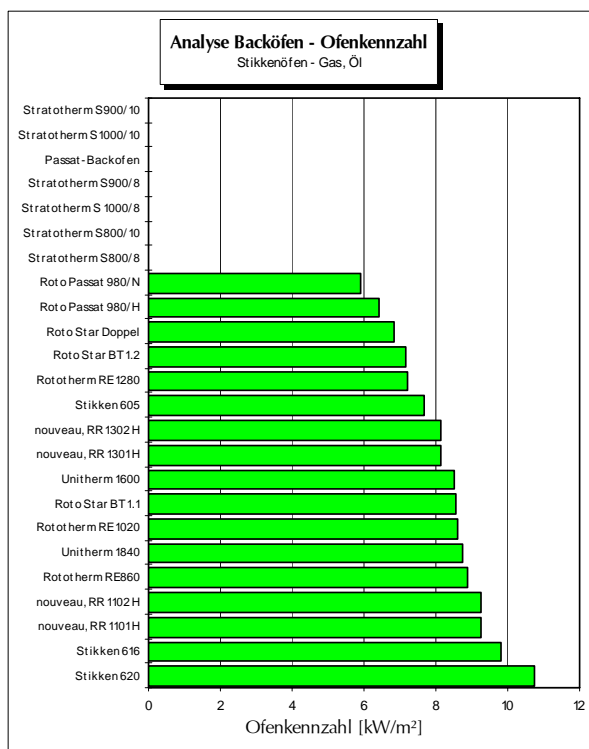
Technische Bewertungsgrößen - Etagenöfen - Gas, Öl				
Hersteller	Type	Backfläche (m ²)	OKZ (kW/m ²)	Oberfläche / Backfläche
Werner Pfleiderer	Matador MD 50	5,00	k.A.	4,75
Werner Pfleiderer	Matador MD 62	6,00	k.A.	4,43
Back-Tech	Favorit ETO 5/6	6,00	k.A.	5,08
Winkler	Combi A 8. 712/67	6,70	k.A.	4,72
Europa	Eurosteam 4208	7,90	k.A.	4,08
Werner Pfleiderer	Matador MD 80	8,00	k.A.	3,70
Back-Tech	Favorit ETO 4/8	8,00	k.A.	4,18
Europa	Eurosteam 3306	8,90	k.A.	4,32
Europa	Eurosteam 4210	9,90	k.A.	3,60
Werner Pfleiderer	Matador MD 100	10,00	k.A.	3,29
Werner Pfleiderer	Matador MD 101	10,00	k.A.	3,04
Back-Tech	Favorit ETO 4/10	10,00	k.A.	3,67
Back-Tech	Favorit ETO 5/10	10,00	k.A.	3,34
Europa	Eurosteam 3311	11,10	k.A.	3,81
Europa	Eurosteam 4212	11,90	k.A.	3,27
Europa	Eurosteam 3412	11,90	k.A.	3,75
Werner Pfleiderer	Matador MD 122	12,00	k.A.	2,53
Werner Pfleiderer	Matador MD 121	12,00	k.A.	2,95
Back-Tech	Favorit ETO 5/12	12,00	k.A.	3,06
Werner Pfleiderer	Matador MD 125	12,50	k.A.	2,70
Europa	Eurosteam 3313	13,30	k.A.	3,47
Winkler	Combi C 716/134	13,40	k.A.	2,70
Europa	Eurosteam 4214	13,90	k.A.	3,04
Back-Tech	Favorit ETO 4/14	14,00	k.A.	3,22
Europa	Eurosteam 3415	14,90	k.A.	3,29
Werner Pfleiderer	Matador MD 150	15,00	k.A.	2,62
Werner Pfleiderer	Matador MD 151	15,00	k.A.	2,43
Europa	Eurosteam 3315	15,60	k.A.	3,20
Winkler	Combi C 720/168	16,80	k.A.	2,38
Europa	Eurosteam 3418	17,90	k.A.	2,98
Back-Tech	Favorit ETO 5/18	18,00	k.A.	2,50
Werner Pfleiderer	Matador MD 190	19,00	k.A.	2,12
Europa	Eurosteam 3421	20,80	k.A.	2,77
Winkler	Carona N 324/252 R	25,20	k.A.	2,82
Winkler	Carona Variomat N 324/252	25,20	k.A.	2,88
Winkler	Carona N 424/336 R	33,60	k.A.	2,22
Winkler	Carona Variomat N 424/336	33,60	k.A.	2,27



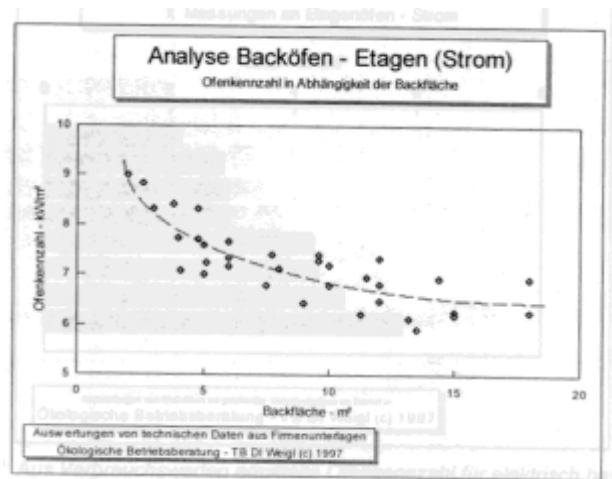
Technische Bewertungsgrößen - Stikkenöfen - Strom				
Hersteller	Type	Backfläche (m²)	OKZ (kW/m²)	Oberfläche / Backfläche
Werner Pfleiderer	Rototherm RE860	7,20	5,00	2,57
König	Stratotherm S800/8	7,70	6,49	3,08
Revent	Stikken 616	8,14	6,39	3,03
Back-Tech	Roto Star BT 1.1	8,20	7,68	2,74
Revent	nouveau, RR 1101 H	8,64	6,32	2,50
Revent	nouveau, RR 1102 H	8,64	6,32	2,53
König	Stratotherm S800/10	9,60	6,35	2,47
König	Stratotherm S 1000/8	9,60	6,35	2,66
König	Stratotherm S900/8	9,60	6,35	2,80
Werner Pfleiderer	Rototherm RE 1020	10,10	4,75	1,99
Werner Pfleiderer	Unitherm 1600	10,20	4,71	2,31
Back-Tech	Roto Star BT 1.2	10,20	7,55	2,45
Revent	Stikken 620	10,23	6,74	2,78
König	Passat-Backofen	10,80	6,20	1,71
Werner Pfleiderer	Unitherm 1840	11,90	5,04	2,12
König	Stratotherm S1000/10	12,00	6,08	2,13
König	Stratotherm S900/10	12,00	6,08	2,24
König	Roto Passat 980/H	12,00	5,00	1,69
König	Roto Passat 980/N	13,00	4,62	1,63
Revent	nouveau, RR 1301 H	13,50	5,20	1,88
Revent	nouveau, RR 1302 H	13,50	5,20	1,90
Werner Pfleiderer	Rototherm RE 1280	14,40	4,17	1,65
Back-Tech	Roto Star Doppel	20,40	5,88	1,81
Revent	Stikken 605	21,72	5,71	1,59



Technische Bewertungsgrößen - Stikkenöfen - Gas, Öl				
Hersteller	Type	Backfläche (m ²)	OKZ (kW/m ²)	Oberfläche / Backfläche
Werner Pfleiderer	Rototherm RE860	7,20	8,89	2,57
König	Stratotherm S800/8	7,70	k.A.	3,08
Revent	Stikken 616	8,14	9,83	3,03
Back-Tech	Roto Star BT 1.1	8,20	8,54	2,74
Revent	nouveau, RR 1101 H	8,64	9,26	2,50
Revent	nouveau, RR 1102 H	8,64	9,26	2,53
König	Stratotherm S800/10	9,60	k.A.	2,47
König	Stratotherm S 1000/8	9,60	k.A.	2,66
König	Stratotherm S900/8	9,60	k.A.	2,80
Werner Pfleiderer	Rototherm RE 1020	10,10	8,61	1,99
Werner Pfleiderer	Unitherm 1600	10,20	8,53	2,31
Back-Tech	Roto Star BT 1.2	10,20	7,16	2,45
Revent	Stikken 620	10,23	10,75	2,94
König	Passat-Backofen	10,80	k.A.	1,71
Werner Pfleiderer	Unitherm 1840	11,90	8,74	2,12
König	Stratotherm S1000/10	12,00	k.A.	2,13
König	Stratotherm S900/10	12,00	k.A.	2,24
König	Roto Passat 980/H	12,00	6,40	1,69
König	Roto Passat 980/N	13,00	5,90	1,63
Revent	nouveau, RR 1301 H	13,50	8,15	1,88
Revent	nouveau, RR 1302 H	13,50	8,15	1,90
Werner Pfleiderer	Rototherm RE 1280	14,40	7,22	1,65
Back-Tech	Roto Star Doppel	20,40	6,86	1,81
Revent	Stikken 605	21,72	7,69	1,59



Verhältnis Oberfläche zu Backfläche in Abhängigkeit der Backfläche



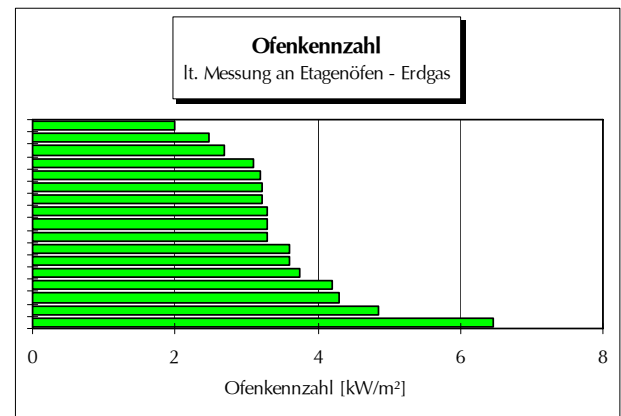
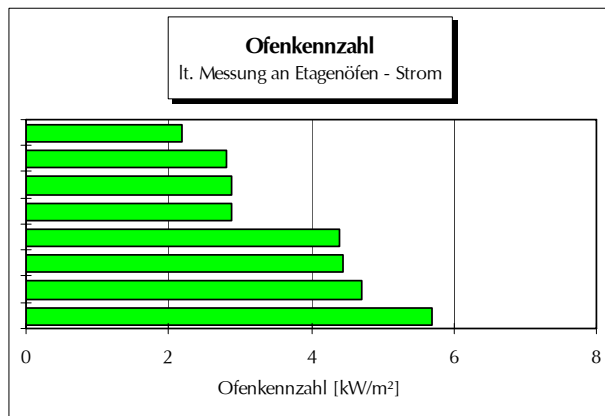
Ofenkennzahl in Abhängigkeit der Backfläche

Kleinere Backöfen bis etwa 5 m² Backfläche haben damit überproportional hohe Abstrahlungsverluste. Wesentlich ist, diese Abstrahlungsverluste durch eine gute Wärmedämmung zu minimieren. Leider fehlen in den Firmenunterlagen fast immer detaillierte Angaben zur Wärmedämmung. Meist wird nur pauschal von einer guten Wärmedämmung gesprochen, die Stärke derselben wird praktisch nie angegeben.

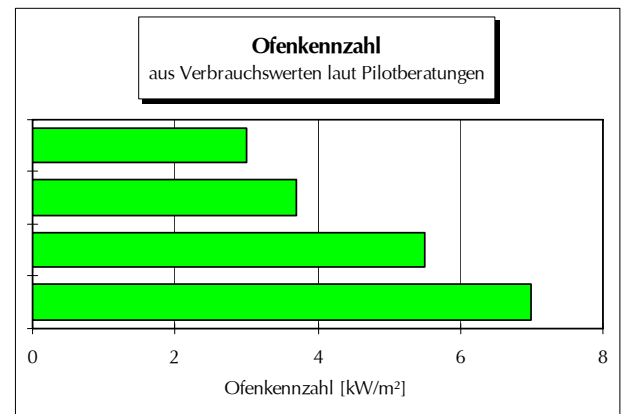
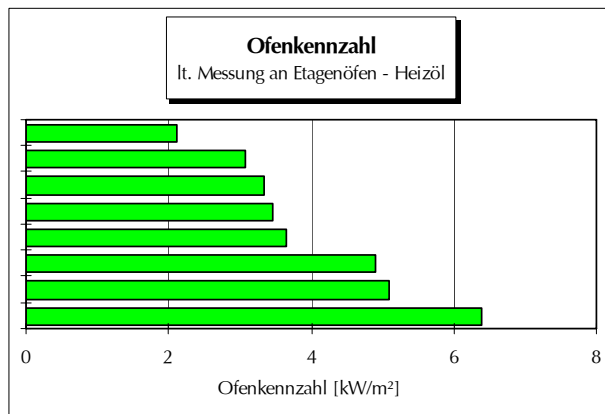
Anhand der vorhandenen Daten war es möglich, auch Ofenkennzahlen für den Betrieb von Backöfen zu ermitteln. Dabei ist zu beachten, daß diese Werte

- auf Grundlage der Verbrauchswerte bei einem Mix unterschiedlicher Betriebspunkte ermittelt wurden und
- die ermittelten Werte auf Betriebsbedingungen beruhen und nicht auf den Nennleistungen der jeweiligen Feuerungsanlagen.

Aus diesen Gründen sind die, in den folgenden Abbildungen dargestellten Ofenkennzahlen nicht direkt mit den Auswertungen der technischen Datenblätter vergleichbar. Sie sollen aber als Anhaltspunkte für eventuelle Messungen an bestehenden Backöfen dienen und daher hier dargestellt werden.



Aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl für elektrisch und mit Erdgas betriebene Etagenöfen.
Quelle: Eigene Auswertungen der Meßdaten nach [4]



Aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl für mit Heizöl betriebene Etagenöfen. Quelle: Eigene Auswertungen der Meßdaten nach [4]

Aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl für mit Heizöl betriebene Etagenöfen. Quelle: Auswertungen der Verbrauchswerte von an den Pilotberatungen beteiligten Betrieben.

Wichtig ist zu beachten unter welchen Bedingungen die Ofenkennzahl ermittelt wurde (Gebäcksorte, Backtemperatur bzw. Vorheizen etc.). Eine wie hier dargestellte, über einen längeren Zeitraum ermittelte Ofenkennzahl ist Hinweis auf den üblichen Betriebsbereich des Ofens. Bei der Bewertung der Ofenkennzahl aus Verbrauchswerten ist dabei immer auch die entsprechende Backflächenbelegung zu berücksichtigen. Im Unterschied zu gemessenen Werten kann die aus der Nennleistung ermittelte Ofenkennzahl jedenfalls ein Hinweis auf eine energiesparende Konstruktion des Ofens sein. Unter der Voraussetzung, daß bei jedem am Markt befindlichen Backofen die nötigen Temperaturen problemlos zu erreichen sind, weist eine hohe Ofenkennzahl entweder auf eine zu große Dimensionierung der Feuerungsanlage oder auf erhöhte Wärmeverluste hin. Auch ein größeres Verhältnis Oberfläche zu Backfläche führt, bei gleicher Wärmedämmung, zu erhöhten Abstrahlungsverlusten.

Backen im Laden

Das Backen in den Verkaufsräumen wird immer mehr angewandt. Im Vordergrund stehen dabei das "Verkaufserlebnis" und die Frische. Frisches Kleingebäck aber auch Brot wird vom Kunden auch tagsüber gewünscht und der Unternehmer muß diesem Wunsch heute nachkommen. Das Backen im Laden bietet dazu noch die Möglichkeit den Kunden in einer Art "Schaubacken" ein zusätzliches Erlebnis zu bieten. Auch aus dieser Sicht fördert das Backen im Laden den Absatz. In städtischen Betrieben ist dieser Trend auf Grund der gleitenden Einkaufszeit wesentlich stärker ausgeprägt, als am Land, wo noch klare Einkaufszeiten bestehen. Das Tagesbacken hat daher in ländlichen Betrieben wesentlich geringere Bedeutung. Eingesetzt werden können kleine Ladenbacköfen jedoch auch in Supermärkten oder der Gastronomie. Gerade hier kann sich für den Bäcker als Lieferanten der Teiglinge und Vermieter der Backöfen ein zusätzliches Betätigungsfeld bieten.

Am Markt sind verschiedene Systeme und Größen von Ladenbacköfen erhältlich. Die Backfläche dieser Ladenbacköfen liegt zwischen 0,5 und 4 m², die Anschlußleistung bewegt sich etwa zwischen 3 und 25 kW. Als Energieträger für die Beheizung der Ladenbacköfen dient in erster Linie Strom, allerdings sind am Markt auch Ladenbacköfen für Erdgasbetrieb erhältlich. Elektrische Backöfen können einen erheblichen Einfluß auf den elektrischen Leistungspreis nehmen. Im wesentlichen sind folgende Typen von Ladenbacköfen zu unterscheiden:

Elektrischer Ladenbackofen in Kombination mit einem Gärschrank. Quelle: Gassner Backsysteme, (Fellner Maschinen, Graz)

Konvektions-Backofen

Der kompakte Heißluftbackofen ist am weitesten verbreitet. Die Backfläche eines solchen Ofens setzt sich meist aus vier bis acht Backblechen zusammen. Übliche Größen der Bleche sind 0,4 x 0,6 m bzw. 0,6 x 0,8 m. Eine Computersteuerung erleichtert den Betrieb dieser Anlagen. Im übrigen weisen auch solche kleine Backöfen heute eine sehr zufriedenstellende Schwadenleistung auf. Die Aufheizzeit ist gering und Konvektions-Backöfen erreichen nach etwa sechs bis zehn Minuten ihre volle Betriebsleistung. Sie können damit bei Bedarf schnell genutzt werden. Im Vergleich zu Etagenbacköfen weisen sie eine kleinere Leistung auf, was besonders bei elektrischem Betrieb von Bedeutung ist.

Kleine Etagenbacköfen

Trotz der Vorteile eines Konvektions-Backofens erzielt ein kleiner Etagenbackofen eine bessere Qualität des Backgutes. Erhältlich sind solche kleinen Etagenöfen mit zwei bis fünf übereinanderliegenden Herden. Die üblichen Größen der Backflächen betragen 0,6 x 0,8 m bzw. 1,2 x 0,8 m. Diese Backflächen können einzeln zu- bzw. abgeschaltet werden. So kann in den einzelnen Etagen unterschiedliches Backgut (Kleingebäck bis Brot) mit verschiedenen Temperaturen gebacken werden. Die Aufheizzeiten betragen, abhängig von der Anschlußleistung, ca. 25 bis 40 Minuten.

Kombimodelle

Die meisten Backofenhersteller bieten heute auch Kombimodelle an. Bei diesen kann sowohl mit Heißluft als auch mit Strahlungshitze gebacken werden. Meist wird im Heißluftteil Kleingebäck gebacken und im darunterliegenden Etagenofenteil Brot.

Gärraum

Um die notwendige Endgare bei den Teiglingen zu erreichen, ist meist neben dem Ladenbackofen auch ein kleiner Gärraum erforderlich. Luftfeuchtigkeit und Temperatur sind regelbar, um eine gute Qualität zu gewährleisten. Werden die Teiglinge tiefgekühlt angeliefert, müssen sie in einem Klimaschrank bei etwa 3 °C bis 6 °C und hoher Luftfeuchtigkeit gelagert werden. Bei kleineren Anlagen befindet sich der Gärraum meist unterhalb des Ladenbackofens.

Energieverbrauch von Ladenbacköfen

Wie auch bei den Backöfen in der Backstube wird der Energieverbrauch eines Ladenbackofens durch das Backwarensortiment, das Heizsystem, die Backofenbelegung und die Bedienung des Ofens beeinflusst. Wie auch bei Etagen- bzw. Stikkenbacköfen sinkt bei Ladenbacköfen der spezifische Energieverbrauch mit zunehmender Backflächenbelegung. Die folgende Darstellung zeigt diese Abhängigkeit anhand von Messungen an 23 Ladenbacköfen für Gas bzw. Strom (eigene Auswertungen nach [4]).



Spezifischer Energieverbrauch für Ladenbacköfen in Abhängigkeit der Backflächenbelegung.

Der mittlere spezifische Energiebedarf für Ladenbacköfen ist naturgemäß etwas höher als die für Etagenöfen ermittelten Werte

Energieträger	Spez. Energiebedarf
Strom - Heißluftumwälzung	1,04 kWh/kg
Strom - ruhende Backatmosphäre	1,21 kWh/kg
Erdgas	1,21 kWh/kg

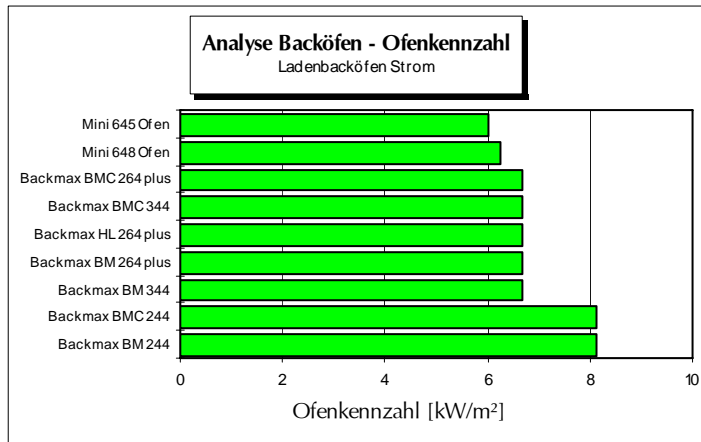
Mittlerer spezifischer Energiebedarf für Ladenbacköfen. Quelle: nach [4]

Zu beachten ist, daß bei diesen kleinen Backöfen die Hilfsenergie (Umwälzgebläse, Beschwadung, Beleuchtung, Steuerung) einen relativ hohen Anteil der gesamten benötigten Energie ausmacht und etwa 10% des Gesamtenergieverbrauches betragen kann. Energiesparender Betrieb ist, wie auch in der Backstube durch bewußten Umgang mit der Anlage möglich (Beschwadung, Backflächenbelegung). Bei elektrischen Backöfen kann es, unter Einhaltung der Temperaturerfordernisse, sinnvoll sein den Ladenbackofen in ein elektrisches Energiemanagement einzubinden, um überhöhte Leistungsspitzen zu vermeiden. Bei Gasöfen kommt der richtigen Einstellung der Verbrennung erhöhte Bedeutung zu, da Messungen an kleineren Backöfen teilweise hohe Abgasverluste ergeben haben.

Ofenkennzahlen für Ladenbacköfen

Wie bereits zu den Backöfen in der Backstube ausgeführt, ermöglicht die Ofenkennzahl und das Verhältnis Oberfläche zu Backfläche eine erste Beurteilung eines Backofens. Anhand der uns zur Verfügung gestellten technischen Daten zu einzelnen Ladenbacköfen wurden diese Kennwerte ermittelt. Leider liegen ausreichende Daten nur für 2 Hersteller vor.

Technische Bewertungsgrößen - Ladenbacköfen - Strom				
Hersteller	Type	Backfläche (m ²)	OKZ (kW/m ²)	Oberfläche / Backfläche
Gassner Backsysteme	Backmax BM 244	0,32	8,13	5,95
Gassner Backsysteme	Backmax BM 344	0,48	6,67	4,32
Gassner Backsysteme	Backmax BM 264 plus	0,48	6,67	4,75
Gassner Backsysteme	Backmax HL 264 plus	0,48	6,67	4,18
Gassner Backsysteme	Backmax BMC 244	0,32	8,13	5,95
Gassner Backsysteme	Backmax BMC 344	0,48	6,67	4,32
Gassner Backsysteme	Backmax BMC 264 plus	0,48	6,67	4,75
Revent	Mini 645 Ofen	1,50	6,00	3,48
Revent	Mini 648 Ofen	2,40	6,25	2,69

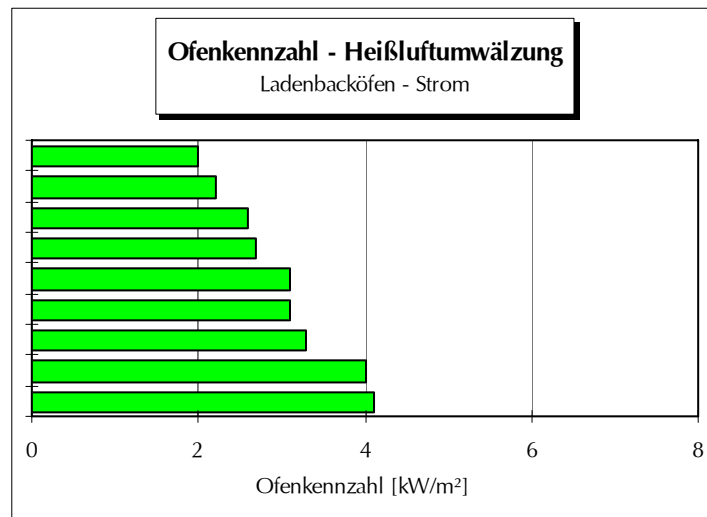


*Technische Bewertungsgrößen und Ofenkennzahlen von Ladenbacköfen.
Auswertung von Firmenunterlagen*

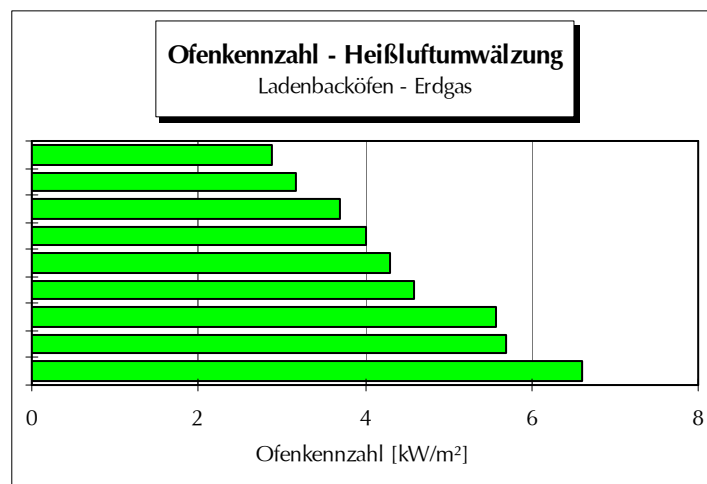
Anhand der vorhandenen Meßdaten von 23 Ladenbacköfen war es möglich, auch Ofenkennzahlen für den Betrieb von Backöfen zu ermitteln. Dabei ist ähnlich wie bei den Etagen- bzw. Stikkenbacköfen zu beachten, daß diese Werte

- auf Grundlage der Verbrauchswerte bei einem Mix unterschiedlicher Betriebspunkte ermittelt wurden und
- die ermittelten Werte auf Betriebsbedingungen beruhen und nicht auf den Nennleistungen der jeweiligen Feuerungsanlagen bzw. elektrischen Widerstandsheizung.

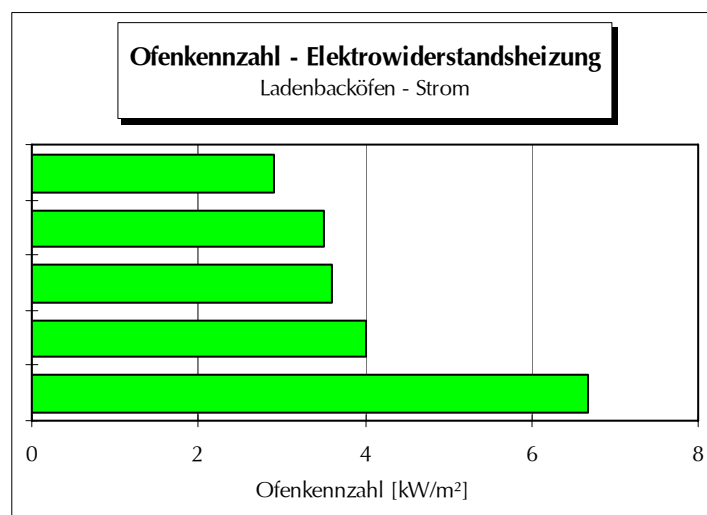
Aus diesen Gründen sind die in den folgenden Abbildungen dargestellten Ofenkennzahlen nur bedingt mit den Auswertungen der technischen Datenblätter vergleichbar. Es fällt auf, daß für elektrische Ladenbacköfen die Ofenkennzahl zwischen 2 und 4 kW/m² beträgt. Ein einzelner Wert von knapp 7 kW/m² ist bedingt durch eine sehr hohe Backflächenbelegung. Hier ist nochmals darauf hinzuweisen, daß eine aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl nicht unbedingt einen hohen Energieverbrauch bedeuten muß. Vielmehr ist dieser Wert bei der Ermittlung aus Verbrauchswerten immer auch in Zusammenhang mit der Backflächenbelegung zu sehen.



Elektrische Ladenbacköfen mit Heißluftumwälzung.- Aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl. Quelle: Eigene Auswertungen der Meßdaten aus [4]



Ladenbacköfen mit Erdgas befeuert und Heißluftumwälzung.- Aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl. Quelle: Eigene Auswertungen der Meßdaten aus [4]



Elektrische Ladenbacköfen mit ruhender Backatmosphäre.- Aus Verbrauchswerten ermittelte Ofenkennzahl. Quelle: Eigene Auswertungen der Meßdaten aus [4]

Bei mit Erdgas befeuerten Ladenbacköfen konnte eine größere Streuung der Ofenkennzahl festgestellt werden. Dies dürfte in erster Linie auf unterschiedliche Nutzungsgrade der Gasfeuerung zurückzuführen sein. Die elektrische Wärmeenergie weist hingegen keine so großen Unterschiede

hinsichtlich der Nutzungsgrade auf. Ein mit Erdgas betriebener Ladenbackofen ist trotz des höheren spezifischen Energieverbrauchs aufgrund der geringeren Arbeitskosten für Erdgas im allgemeinen wirtschaftlicher. Sofern also ein Erdgasanschluß vorhanden ist und seitens des Stromversorgers kein Wärmetarif für den Ladenbackofen (dies wäre außerordentlich unwahrscheinlich) angeboten wird, sollte man aus Kostengründen daher der Erdgasanlage den Vorzug geben.

Kälte in Bäckereien

Kälte wird in Bäckereien aus unterschiedlichen Gründen eingesetzt. War es ursprünglich die Konservierung durch Kälte, die als Schutz vor dem Verderben im Vordergrund stand, so geht es heute vor allem um Vorratshaltung von Teiglingen und Gebäck als Mittel zur besser organisierten Produktion. Die Vorratsproduktion ermöglicht gerade auch Spezialgebäck mit kleinen täglichen Verkaufsmengen in großen Aufarbeitungs- und Backchargen zu produzieren. Kälte wird heute in jedem Bäckereibetrieb in der einen oder anderen Form eingesetzt. Bei manchen Betrieben nur in Form von ein oder mehreren einfachen Haushaltstiefkühltruhen, bei anderen wieder in Form von Gärunterbrechern mit genauem Temperatur- und Feuchtigkeitsverlauf. Für frisches Gebäck auch untertags und in Verbindung mit dem Backen im Laden ist diese Kältetechnik heute unverzichtbarer Bestandteil einer Bäckerei. Die Gärzeitsteuerung gibt dem Kleinbetrieb die Möglichkeit absatzgerecht zu produzieren. Mit Hilfe der Kältetechnik können die Aufarbeitungszeit für den Teig und sein Abbacken so weit auseinander gelegt werden, wie dies der Verkauf der Backwaren erfordert. Damit ist es möglich Gebäck morgens aufzuarbeiten und mittags oder nachmittags zu backen. Damit kann auch in Kleinbetrieben das Frischeangebot den ganzen Tag über gewährleistet werden. Das programmgesteuerte Auftauen ermöglicht Backwaren genau zur gewünschten Zeit backreif zu haben.

Seitens der Technik wird Kälte nach den Temperaturniveaus unterschieden in:

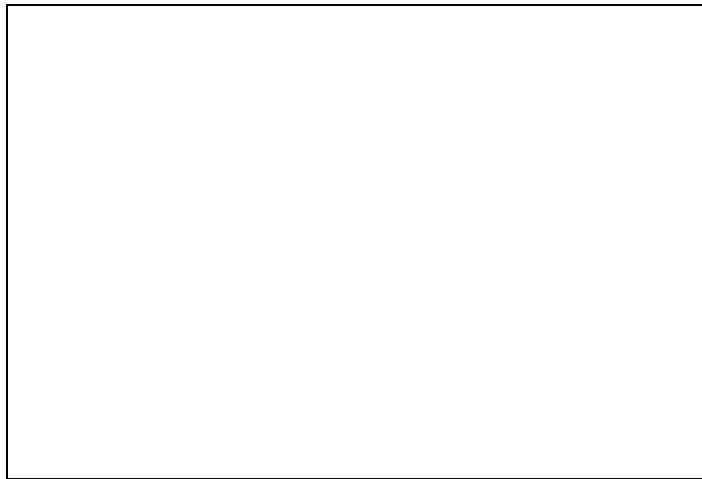
- **Pluskühlung**- Temperatur des Kühlgutes $> 0\text{ °C}$
zB Kühlschränke, Getränkékühlung ca. $+ 4 \dots + 8\text{ °C}$
- **Minuskühlung** - Temperatur des Kühlgutes $< 0\text{ °C}$
zB Tiefkühlen - Gefrieren -18 °C

In einer Bäckerei kann Kälte mit unterschiedlichen Niveaus benötigt werden. Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über übliche Temperaturniveaus in backtechnischen Anlagen.

Anlage	Temperatur
Schockfroster	$- 20\text{ °C} \dots - 40\text{ °C}$
Tiefkühlung	$- 20\text{ °C}$
Gärautomat/Gärstop	$- 15\text{ °C} \dots + 30\text{ °C}$
Gärunterbrechung	$- 7\text{ °C} \dots - 15\text{ °C}$
Gärverzögerung	$+ 10\text{ °C} \dots - 6\text{ °C}$
Kühlung	$+ 2\text{ °C} \dots + 8\text{ °C}$

Anlagen und Temperaturniveaus in Bäckereien

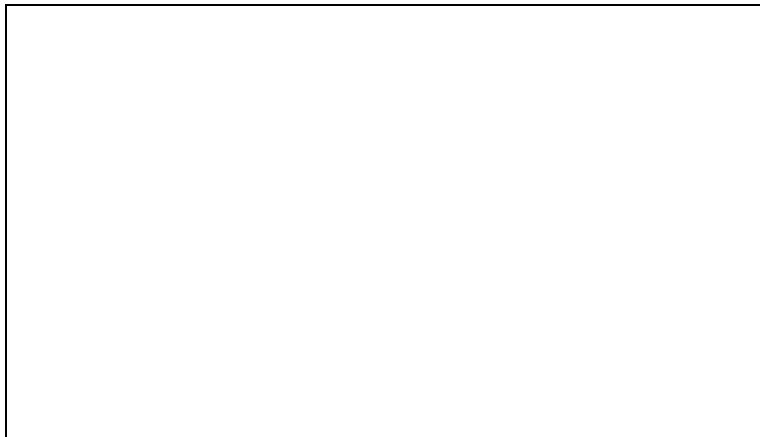
Der Einsatz der unterschiedlichen Temperaturniveaus kann anhand einer Gärstopanlage beschrieben werden. Gärstopanlagen frosten den Teig ein, damit er über mehrere Tage gelagert werden kann. Anschließend wird er wieder aufgetaut und gelangt zur Gare. Zum festgelegten Zeitpunkt steht er dann wieder backfertig zur Verfügung. Dabei muß das Austrocknen und die Verhäutung der Teiglinge verhindert werden.



Zeitlicher Verlauf des Temperaturniveaus einer Gärstop-Anlage. Quelle: Kunze Kälte-Klimatechnik (Fellner Maschinen, Graz)

Beim Schockfrostern ist daher eine hohe Gefrierleistung erforderlich. Schockfrostern wird aber auch zur Vorratshaltung von gebackener Ware genutzt. Beim schnellen Frostern wird ofenheiße Ware (70/80 °C) in kürzester Zeit im Kern auf – 7°C heruntergekühlt. Dabei muß das ofenheiße Gebäck innerhalb der ersten 4 - 5 Minuten außen bei -1 bis - 2 °C vereisen. Es bildet sich eine ca. 0,3 mm starke Eisschicht, die das Austrocknen verhindert.

In der Frostphase mit ruhender Kälte ist eine Lagerung des Gebäcks über mehrere Tage möglich. Die Auftauphase geht über mindestens 6 Stunden. Dadurch wird ein gleichmäßiges Auftauen der Teiglinge bis zum Inneren gewährleistet. Danach steigt die Temperatur weiter unter genau festgelegten Feuchtigkeitswerten bis zur Gare der Teiglinge. Bei schockgefrosteter fertiger Backware wird in der Konditionierungsphase die Ware von der Tiefkühlageretemperatur auf eine Kerntemperatur von + 45 °C gebracht. Damit kann, ohne daß vorher die Backstube betreten werden muß, warme, fertige und lieferfähige Ware auch an Feiertagen oder Wochenenden entnommen werden.



Schema einer Wärmerückgewinnung zur Warmwasserbereitung.

Quelle: Tips zum Umweltschutz - HEA

Eine Kälteanlage kann auch dazu verwendet werden, Brauchwasser zu erwärmen. Der Kältemittelkreislauf führt über einen Wärmetauscher zum Kondensator. Der Wärmetauscher selbst befindet sich im Warmwasserspeicher. Falls erforderlich wird das Warmwasser mit einer Zusatzheizung auf die benötigte Wassertemperatur nacherwärmt. Die nutzbare Wärmemenge hängt von der Menge des Kühlgutes, der Kälte- und Motorleistung, sowie der Laufzeit der Kühlmaschinen ab. Die Amortisationszeit einer solchen Anlage ist im Einzelfall von einem unabhängigen Energieberater zu ermitteln und hängt unter anderem auch davon ab, ob der bisherige Warmwasserspeicher weiter verwendet werden kann.

Literatur

- [1] A. Hagedorn, Rationelle Energie- und Wasserverwendung für das Backgewerbe, Köln 1995
- [2] Rationeller Energieeinsatz in Bäckereien, Bundesamt für Konjunkturfragen, RAVEL, Bern 1995
- [3] Angerer, G. et al., Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieausnutzung in Backöfen, Stuttgart 1985
- [4] Energieeinsatz beim Backen, Vergleichende Untersuchungen an Backöfen Zentralverband des Deutschen Bäckerhandwerks e.V.
- [5] Strukturuntersuchung Bäcker und Konditoren, Wirtschaftsförderungsinstitut der Wirtschaftskammer, Wien
- [6] VCÖ - Verkehrsclub Österreich - Autoumweltliste 1996/97
- [7] Recknagel, Sprenger, Schramek, Taschenbuch für Heizungs- und Klimatechnik 1997/98, R. Oldenbourg Verlag, München 1997