

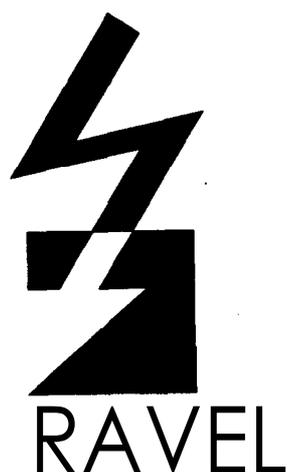
199.5 724.397.13.07.2 D

Materialien zu RAVEL

# Energiemanagement in Bäckereien

Grundlagen

Beat Nussbaumer  
Bernhard Eggen



Ressort 13: Dienstleistung und Gewerbe  
Bundesamt für Konjunkturfragen

**Adressen:**

- Herausgeber:** Bundesamt für  
Konjunkturfragen (BfK)  
Belpstrasse 53  
3003 Bern  
Tel.: 031/322 21 39  
Fax: 031/371 82 89
- Geschäftsstelle:** RAVEL  
c/o Amstein + Walther-t AG  
Leutschenbachstrasse 45  
6050 Zürich  
Tel.: 01/305 91 11  
Fax: 01/305 92 14
- Ressortleiter:** Jean-Marc Chuard  
Enerconom AG  
Hochfeldstrasse 34  
3012 Bern  
Tel.: 031/306 11 11  
Fax: 031/306 1166
- Autoren:** Beat Nussbaumer  
Bernhard Eggen  
Dr. Eicher + Pauli AG  
Viktoriastrasse 69  
3000 Bern 25  
Tel.: 031/333 11 91  
Fax: 031/333 15 31

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Händen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung

**Copyright** Bundesamt für Konjunkturfragen  
3003 Bern, Oktober 1995

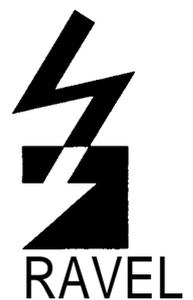
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.13.07.2 D)

Materialien zu RAVEL

# Energiemanagement in Bäckereien

Grundlagen

Beat Nussbaumer  
Bernhard Eggen



Impulsprogramm RAVEL  
Bundesamt für Konjunkturfragen



# Energiemanagement in gewerblichen Bäckereien

Erhebung, Messungen  
und Analyse von  
Bäckereibetrieben

## GRUNDLAGEN

---

### INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
1.1.	Zielpublikum	1
1.2.	Ausgangslage	1
1.3.	Vorgehen	2
2.	Statistische Kennzahlen	3
2.1.	Das Bäckereigewerbe	3
2.2.	Schweizerische Gesamtstatistik	4
2.3.	Die Erhebung in der Stadt Bern	5
3.	Dynamische Messungen	16
3.1.	Betriebsabläufe	17
4.	Fallstudien	21
4.1.	Kälteanlagen mit WRG	21
4.2.	Gas-Backöfen mit WRG	23
	Literatur	26
	Anhang	27

# 1. Einleitung

Mit dem RAVEL-Umsetzungsprojekt 13.07 "Energiemanagement in Bäckereien" soll der Elektrizitätseinsatz in gewerblichen Bäckereien ganzheitlich betrachtet und optimiert werden.

Optimierung gewerblicher Bäckereien

Ziel des Projektes ist es, dem gewerblichen Bäcker bewusst zu machen, dass er durch den rationellen Einsatz von Elektrizität Betriebskosten einsparen kann.

## 1.1. Zielpublikum

Das vorliegende Grundlagenpapier soll die wichtigsten Erkenntnisse aufgrund von durchgeführten Messungen und Erhebungen dokumentieren und richtet sich in erster Linie an interessierte Bauherren, Planer und Lieferanten von Bäckereieinrichtungen.

Grundlagenpapier für Fachleute im Energiebereich

Die gewonnenen Erkenntnisse können als Grundlage für eine integrale Planung von Bäckereibetrieben dienen. Auch sollen die Bauherren in die Lage versetzt werden, ihre Bedürfnisse klar in Planungen einzubringen.

## 1.2. Ausgangslage

Die Bäckereien weisen, auf den Arbeitsplatz bezogen, im Vergleich zu anderen Gewerbebetrieben einen sehr hohen Energieverbrauch auf. Davon macht die Elektrizität rund 50% aus. In rund 4'000 Bäckereien verfügt die Branche über 30'000 Arbeitsplätze. Die Energiekosten betragen in Bäckerbetrieben 2 bis 5 % des Umsatzes.

Hoher Elektrizitätsverbrauch pro Arbeitsplatz.

Als Energieträger zum Backen kommen heute vorwiegend Elektrizität, vereinzelt Öl und Gas zum Einsatz. Bisher wurde vor allem während der Nacht in Niedertarif-Zeiten gebacken und die Restwärme so weit wie möglich zum Backen von Spezialprodukten genutzt. In den nächsten 10 Jahren erwarten Experten einen starken Wandel in der Branche. Um Kosten zu sparen und die Nachtarbeit zu reduzieren, werden grössere Mengen Teig vorbereitet und mit verschiedenen Kühlverfahren gelagert. Gebacken wird anschliessend nach Bedarf. Dieser Wandel führt zu einem vermehrten Einsatz von Kühlgeräten. Damit dürfte der Elektrizitätsverbrauch und der Anfall an Abwärme stark zunehmen.

Wandel in Produktion führt in nächsten 10 Jahren zu weiterem Anstieg des Stromverbrauches.

Etwa die Hälfte der schweizerischen Brotproduktion erbringen die gewerblichen Bäckereien. Der Rest wird von Grossbäckereien wie Migros- und Coop-Bäckereien erzeugt.

Starker Verband erbringt zahlreiche Dienstleistungen.



### 1.3. Vorgehen

Die Projektbearbeitung gliedert sich in vier Phasen. Mit dem vorliegenden Dokument sollen die in der Phase 1 erhobenen Grundlagen interessierten Fachkreisen zugänglich gemacht werden. Die vier Projektphasen werden im folgenden kurz vorgestellt:

#### Phase 1: Grundlagen

Energiedaten von Bäckereien standen vor Projektbeginn als Jahresaufwand und spezifische Daten wie kWh/kg Brot vereinzelt zur Verfügung. Wenig Grundlagen lagen zudem vom dynamischen, resp. dem betriebsabhängigen Verbrauch vor. Die Verbesserung des Datenmaterials und eine Vertiefung ins Thema erfolgte durch folgende Aktionen:

- Erhebung von wichtigen Betriebsdaten der Bäckereien in der Stadt Bern in Zusammenarbeit mit dem städtischen Elektrizitätswerk.
- Erfassung des dynamischen Energiebedarfes von repräsentativen Bäckereibetrieben.
- Fallstudien von zwei fortschrittlichen Bäckereibetrieben.

Dokumentation durch vorliegende Arbeit

Stat. Kenntahlen

Dyn. Messungen

Fallstudien

#### Phase 2: Publikationen

Es wurde eine auf die Zielgruppe abgestimmte, leicht verständliche Broschüre erstellt. Diese können die Bäcker in die Lage versetzen, bei bestehenden Anlagen ihren Elektrizitätsverbrauch selber grob zu erfassen, zu analysieren und entsprechende Optimierungsschritte einzuleiten sowie bei Planungen von Neuanlagen ihre Bedürfnisse kompetent einzubringen.

Leicht verständliche Broschüren für bestehende Anlagen und Neubauten.

#### Phase 3: Wissensvermittlung und Veranstaltungen

Speziellen Kursen für dieses Projekt werden von den Branchenkennern schlechte Erfolgsaussichten prognostiziert. So soll das gewonnene Wissen nur durch die Integration in die verschiedenen Kurse der Bäckerfachschule vermittelt werden. Es sind Vorträge im Rahmen von Veranstaltungen des Verbandes und Veranstaltungen für den Erfahrungsaustausch vorgesehen.

Integration in vorhandene Kanäle.

#### Phase 4: Begleitung des Bäckereigewerbes

Die populäre Broschüre wird in Verbindung mit einer kostenlosen Telefonberatung und eines Wettbewerbes an alle Verbandsmitglieder versandt. Als weitergehenden Schritt können durch Fachleute erstellte Grobanalysen und Beratungen angeboten werden. Diese Dienstleistung wird auf die Bedürfnisse abgestimmt und nach den üblichen Ansätzen verrechnet.

Wettbewerb und Telefonberatung

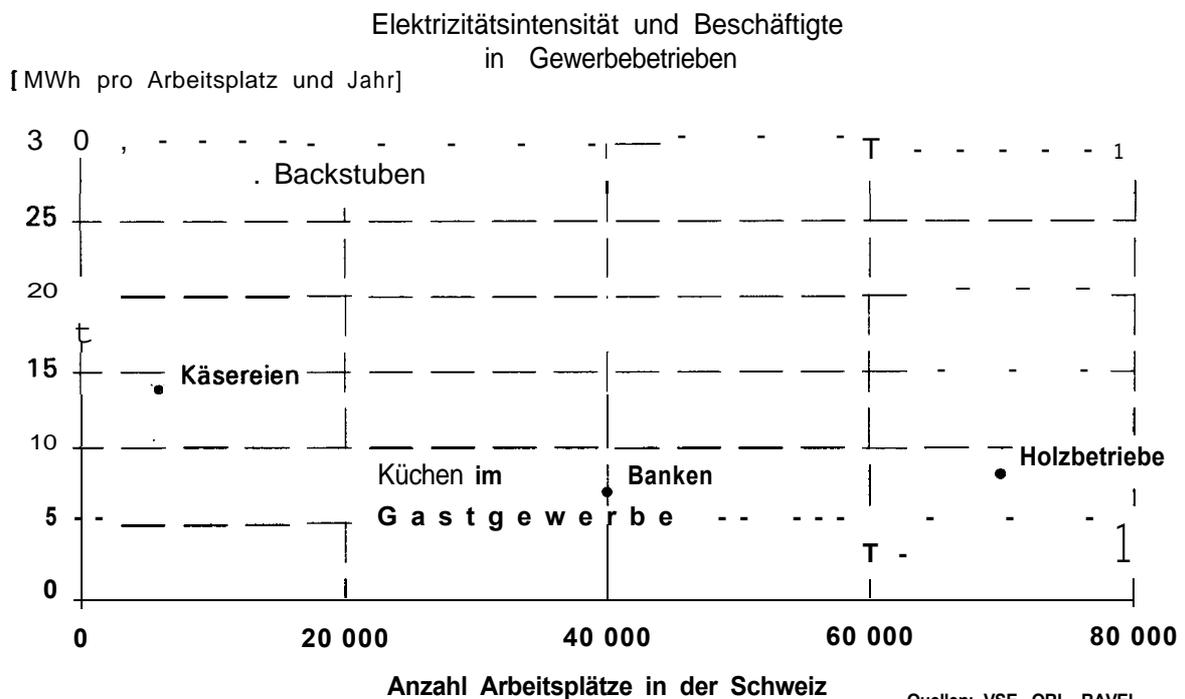


## 2. Statistische Kennzahlen

Aufgrund eigener RAVEL-Erhebungen sowie bestehendem Datenmaterial soll nachfolgend der Stellenwert des Bäckereigewerbes in Bezug auf die Elektointensität sowie die aktuelle "Energiesituation" in gewerblichen Bäckereien dargestellt werden.

### 2.1. Das Bäckereigewerbe im Vergleich

Bedingt durch den Einsatz verschiedener Hilfsmittel kann der Elektrizitätsbedarf eines Arbeitsplatzes stark unterschiedlich sein. Unter Bezug von bestehenden Erhebungen (VSE, ORL) ergab sich beispielhaft folgende Verteilung des Elektrizitätsbedarfes pro Arbeitsplatz und Jahr.



Die Tatsache, dass in Schweizer Backstuben die Öfen hauptsächlich elektrisch beheizt werden, spiegelt sich im rund drei mal höheren Elektrizitätsbedarf gegenüber anderen Gewerbebetrieben wieder.

Trotz der geringeren Anzahl Arbeitsplätze weisen die Backstuben insgesamt einen höheren Elektrizitätsbedarf als z.B. gewerbliche Küchen oder Banken auf.

Bei der Gegenüberstellung gilt es folgendes zu berücksichtigen:

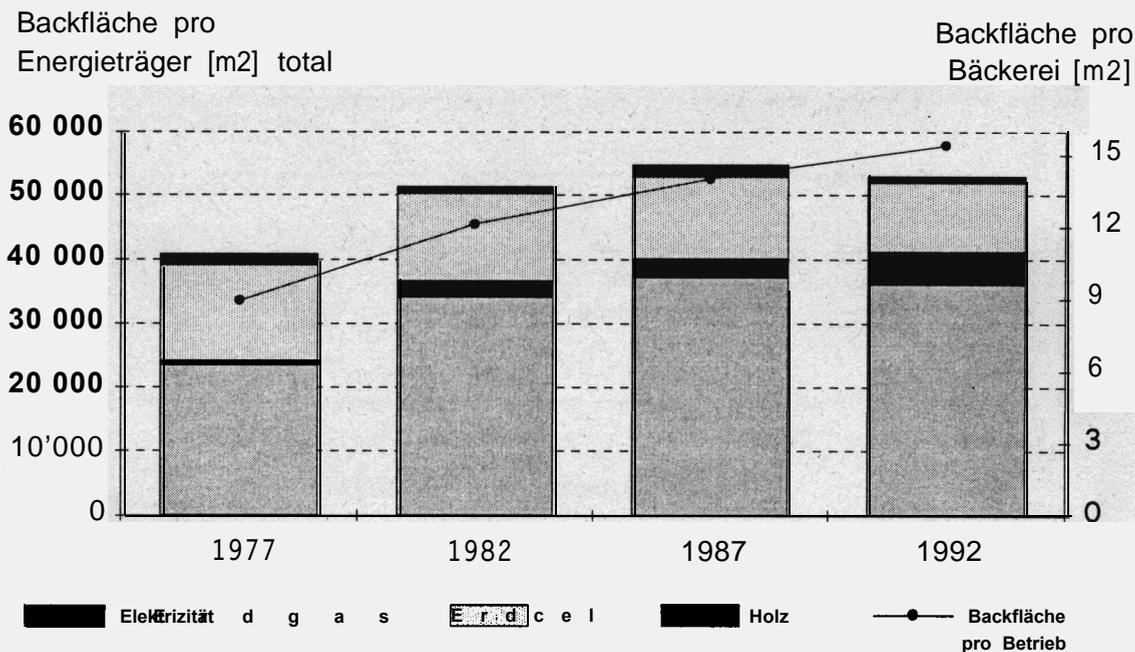
- Bei den Bäckereien wird nur der Arbeitsplatz "Backstube" ohne Verkauf ausgewiesen.
- Durch verschiedene Quellenbezüge leidet die Genauigkeit der einzelnen Werte.



## 2.2. Schweizerische Gesamtstatistik Bäckereien

Durch das Bundesamtes für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL) werden die Bäckereien in der Schweiz im Intervall von fünf Jahren detailliert statistisch erfasst. Unter Berücksichtigung des Datenschutzes können folgende Tendenzen in Bezug auf die Entwicklung der installierten Backfläche veröffentlicht werden.

	1977	1982	1987	1992	Vert. 92
<b>Backfläche in m<sup>2</sup> beheizt mit</b>					
Elektrizität	23'532	34'122	37'170	36'106	68%.
Erdgas	576	2'430	2'859	5'048	10%
Erdoel	14'967	13'620	12'781	10'785	20%
Holz	1'811	1'177	1'870	954	2%
<b>Total</b>	<b>40 886</b>	<b>51 349</b>	<b>54 680</b>	<b>52 893</b>	<b>100%</b>
Anzahl Betriebe inkl. Reserve	4'576	4'226	3'907	3'439	
<b>Backfläche pro Betrieb</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	



- Im Gewerbe findet eine Umstrukturierung in Bezug auf die Anzahl Betriebe und der Backfläche pro Betrieb statt. Die Tendenz geht weg vom Kleinbetrieb in Richtung halbindustrielle Mittelbetriebe.
- Der Energieträgeranteil "Elektrizität" war während der letzten 15 Jahren ziemlich konstant und beträgt rund 70%.
- Die Erfahrung bei der Wärmeerzeugung spiegelt sich auch im Bäckereigewerbe wieder: Der fossile Energieträger Erdgas setzt sich vermehrt gegen das Erdoel durch.



### 2.3. Die Erhebung in der Stadt Bern

Zur Beurteilung des Gewerbes als ganzes und der einzelnen Betriebsverfahren war eine statistische Erhebung in Bezug auf den Energiebedarf notwendig.

Im Frühjahr 1994 wurden in Zusammenarbeit mit dem Bäckerverband alle 45 gewerblichen Bäckereibetriebe der Stadt Bern mit einem Fragebogen angeschrieben. Der verschickte Fragebogen ist im Anhang aufgeführt.

Dank der freundlichen Unterstützung des Schweizerischen Bäcker-Konditorenmeister-Verbandes (SBKV) gingen 38 gültige Fragebögen ein. Durch die schriftliche Zustimmung von 34 Angeschriebenen konnten die Elektrizitätsverbräuche durch das EWB zur Verfügung gestellt werden.

Bei den nachfolgenden Aussagen gilt es zu berücksichtigen, dass es sich um städtische Gewerbebetriebe handelt und von daher das "Backen nach Bedarf" eine grössere Bedeutung hat.

Die Hauptaussagen der befragten Themengebiete werden nachfolgend zusammengefasst und anschliessend grafisch dokumentiert.

#### 2.3.1. Zusammenfassende Aussagen

##### Arbeitsplatz

Die untersuchten Backstuben weisen zwischen zwei bis 14 Arbeitsplätze aus, der Durchschnitt liegt bei 5.8. Der Einsatz von gut ausgelasteten Backstrassen kann zu einem hohen Energiebedarf pro Arbeitsplatz führen, hingegen weisen Betriebe mit einer grossen Produktpalette den kleinsten Elektrizitätsbedarf pro Arbeitsplatz aus (Ausnutzung der Restwärme).

Die verarbeitete Mehlmenge korreliert gut mit der Anzahl Beschäftigter. Gegenüber konventionellen Betrieben nehmen die verarbeiteten Mehlmengen pro Beschäftigter bei Betrieben mit Backstrassen um den Faktor zwei zu.

##### ***Be triebsauslas tung und -alter***

Hauptsächlich durch eine schlechte Auslastung der verfügbaren Backflächen kann der spezifische Elektrizitätsbedarf gegenüber gut ausgelasteten Betrieben bei gleichem Mehllumsatz um den Faktor 3 zunehmen.

Ab dem Jahre 1980 wurde in rund 40% der erneuerten Betriebe WRG-Anlagen realisiert, vorher keine.



### ***Betriebsgrösse und Verfahren***

Die im Mittel verarbeitete Mehlmenge pro Jahr beträgt 55 Tonnen, kann sich jedoch bei Kleinbetrieben auf lediglich 8 Tonnen belaufen. Unter einer Mehlmenge von 25 Tonnen pro Jahr nimmt der spezifische Elektrizitätsbedarf tendenziell stark zu.

### ***Energie träger***

In Stadtberner Backstuben wird zu 90% der Energieträger Elektrizität eingesetzt. Die fossilen Energieträger Erdoel und Erdgas sind lediglich mit 8, resp. 2% vertreten. Nur eine Bäckerei beheizt die Backöfen rein fossil.

Der Elektrizitätsbezug erfolgt durchschnittlich zu 55% während der Hochtarifzeit.

Die Abwärme der Backöfen wird in keinem Betrieb direkt genutzt.

### ***Brauch warm Wassererwärmung***

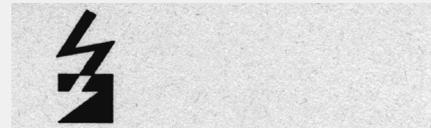
Bei der Hälfte der erhobenen Betriebe wird das Warmwasser rein elektrisch und bei 20% rein fossil aufbereitet. Ein Viertel der Bäckereien deckt den Energiebedarf "Warmwasser" alleine durch die Wärmerückgewinnung der Kälteanlagen.

### ***Perspektiven***

Die Befragung in Bezug auf den zukünftigen Betrieb bestätigt die Aussagen von verschiedener Seiten, dass sich die Branche im Umbruch befindet.

Jeweils 20% der Betriebe hat angegeben, dass in absehbarer Zeit die Backfläche vergrössert und die Arbeitszeit geändert wird.

Ein Viertel der Betriebe wird die Anzahl Kälteaggregate erhöhen und bei 15% steht eine grössere Sanierung an.

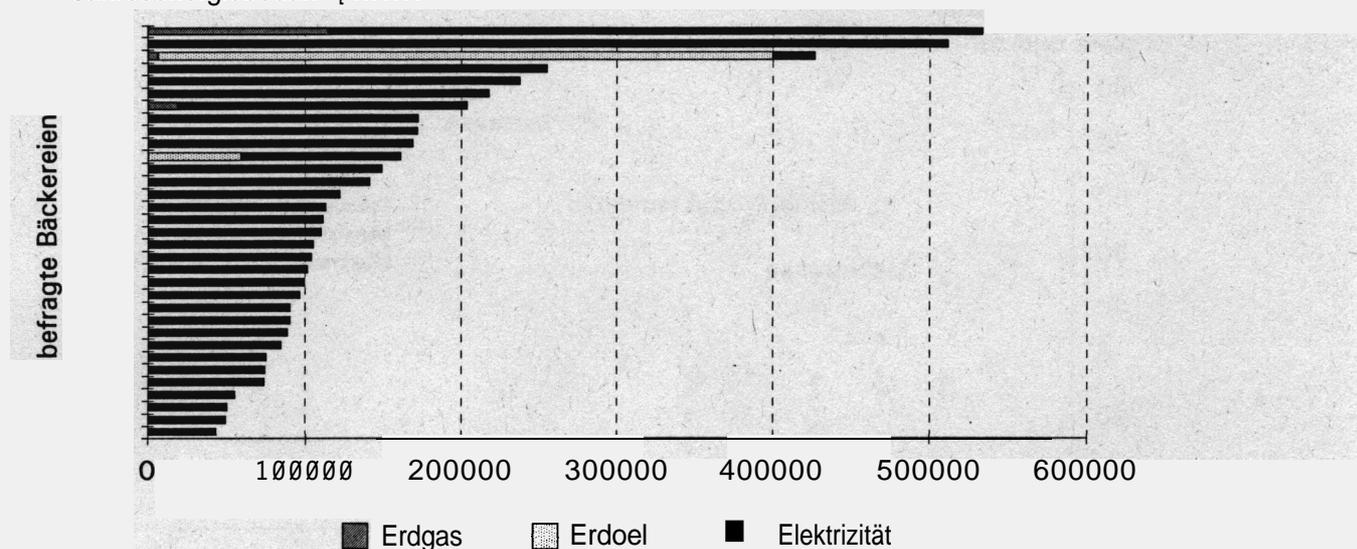


### 2.3.2. Einzelauswertung

#### Absoluter jährlicher Energiebedarf

In vier von 33 Bäckereien werden fossile Energieträger eingesetzt, lediglich eine wird nur mit Erdoel beheizt.

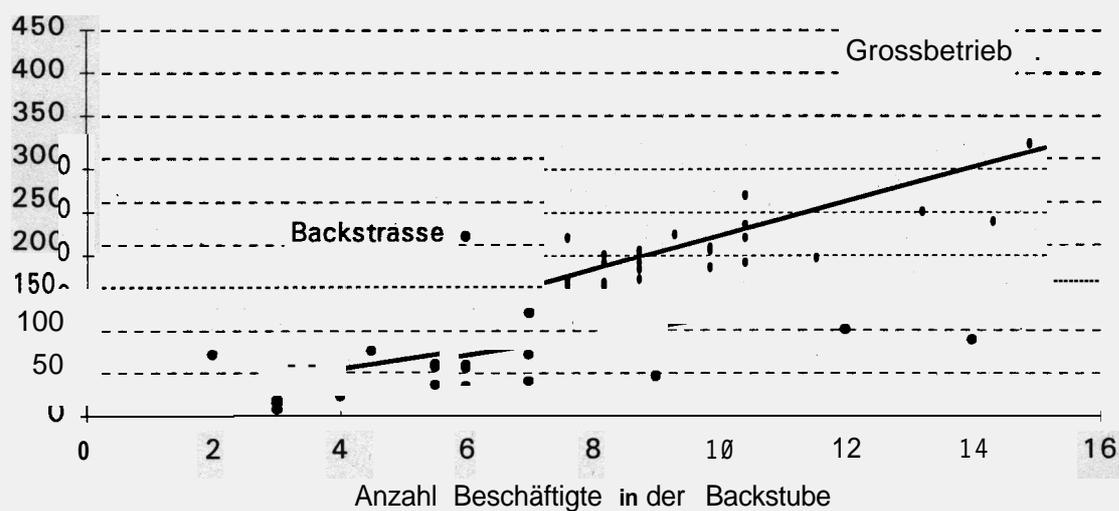
Jahresenergiebedarf [ kWh1



#### Mehlmenge und Anzahl Beschäftigte

Fragen: - Anzahl Beschäftigte in der Backstube?  
- Wie gross ist der Mehlbedarf pro Jahr?

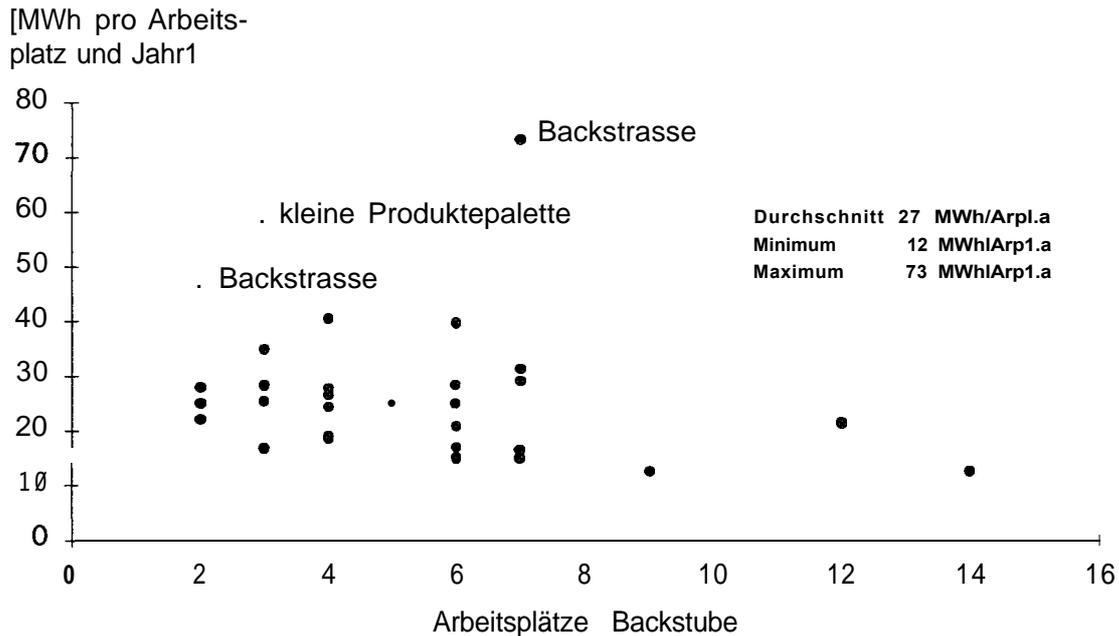
Mehlmenge  
pro Jahr [Tonnen]



Die verarbeitete Mehlmenge in der Backstube unterliegt starken Schwankungen und liegt zwischen 3 bis 15 Tonnen pro Beschäftigten. Durch den Einsatz von halbautomatischen Backstrassen und ein weniger ausgedehntes Produktesortiment kann der Mehldurchsatz pro Jahr und Beschäftigten auf 30 bis 35 Tonnen steigen.

## Elektrizitätsbedarf pro Arbeitsplatz

- Fragen: - Anzahl Beschäftigte in der Backstube?  
 - Elektrizitätsverbrauch der letzten zwei Jahre?



Die Darstellung des Energiebedarfes pro Arbeitsplatz "Backstube" in der Stadt Bern zeigt in Betriebsgrössen von zwei bis sieben Beschäftigten eine erstaunlich grosse Streuung.

Der Grund für spezifische Energiebezüge von über 40 MWh pro Arbeitsplatz und Jahr liegt in erster Linie bei einem Einsatz von "halbautomatischen" Backstrassen, die einen grossen Mehldurchsatz erlauben.

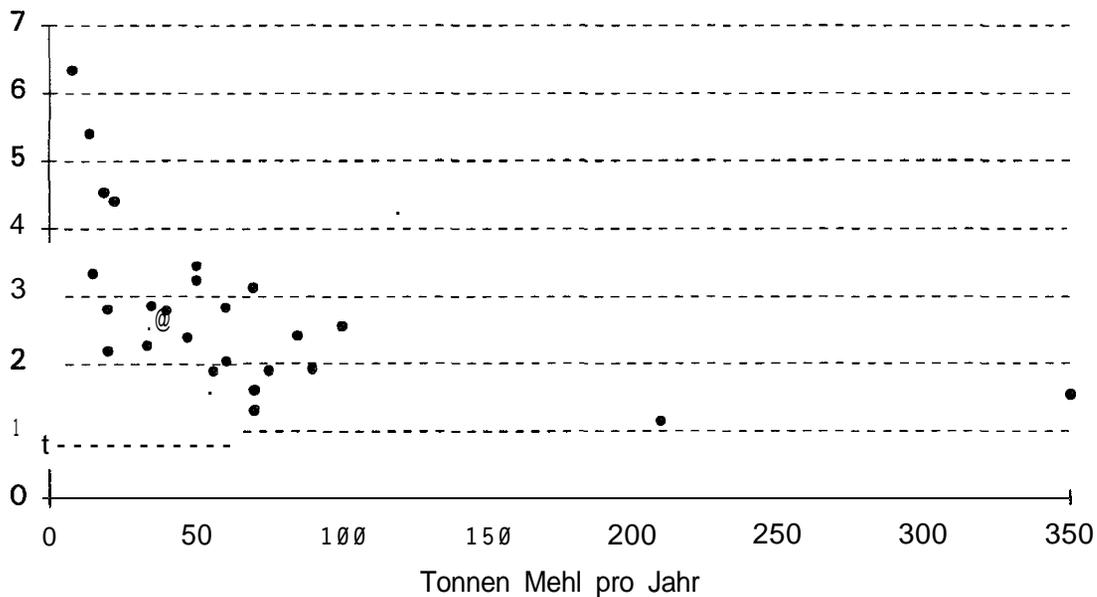
Ebenso kann eine kleine Produktepalette ("nur" Brotwaren) zu einem hohen Mehldurchsatz und in der Folge zu einem hohen Energiebedarf pro Arbeitsplatz führen.



**Spezifischer elektrizitätsbedarf in Bezug auf:**  
**- verarbeitete Mehlmenge pro Jahr**  
**- Auslastung der Backfläche**

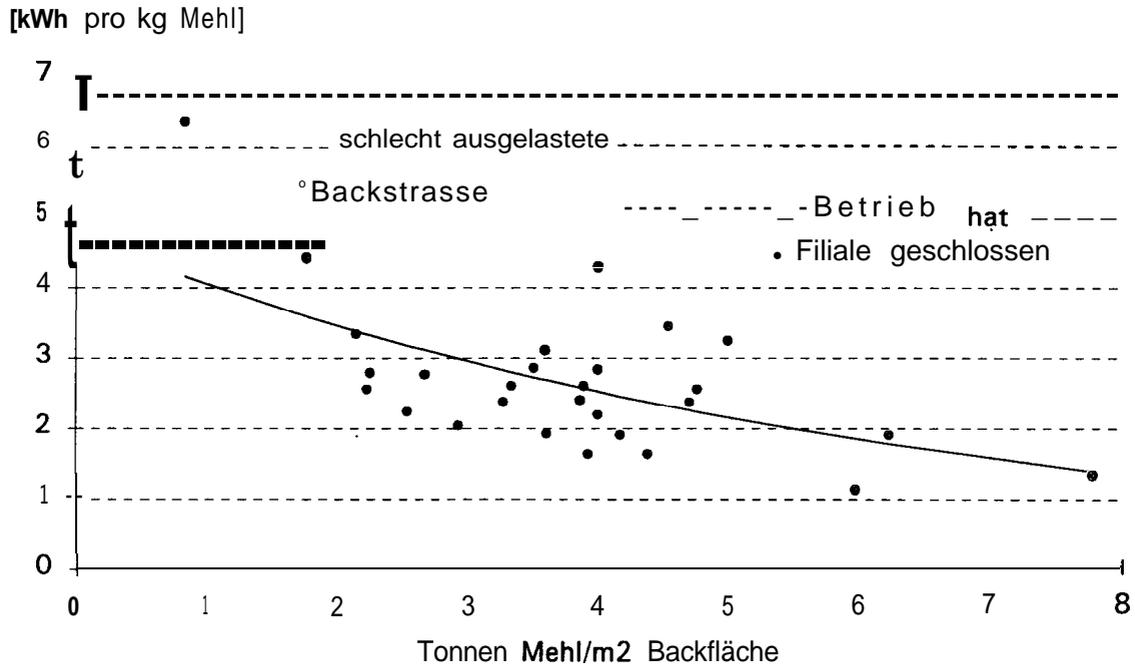
- Fragen: - Energiebedarf Backstube?  
- Wie gross ist die totale Backfläche?  
- Wie gross ist der Mehlbedarf pro Jahr?

Spezifischer Energiebedarf  
[kWh/kg Mehl]



Im Durchschnitt liegt der spezifische Energiebedarf pro verarbeitetes kg Mehl bei 2.8 kWh. Mit einem Mehlanteil von 700 Gramm Mehl pro kg Brot beläuft sich der Energieaufwand auf durchschnittlich 2 kWh pro kg Brot ( $\text{Summe Energie} / \text{Summe Mehl} * 0.7$ ).

Mit einem angenommenen Elektrizitätstarif von 12 Rp pro kWh belaufen sich die gesamten Energiekosten pro kg Brot auf durchschnittlich 25 Rappen (Mittelwert der Mittelwerte) mit einem Streubereich von mindesten 10 bis maximal 55 Rappen pro kg Brot.



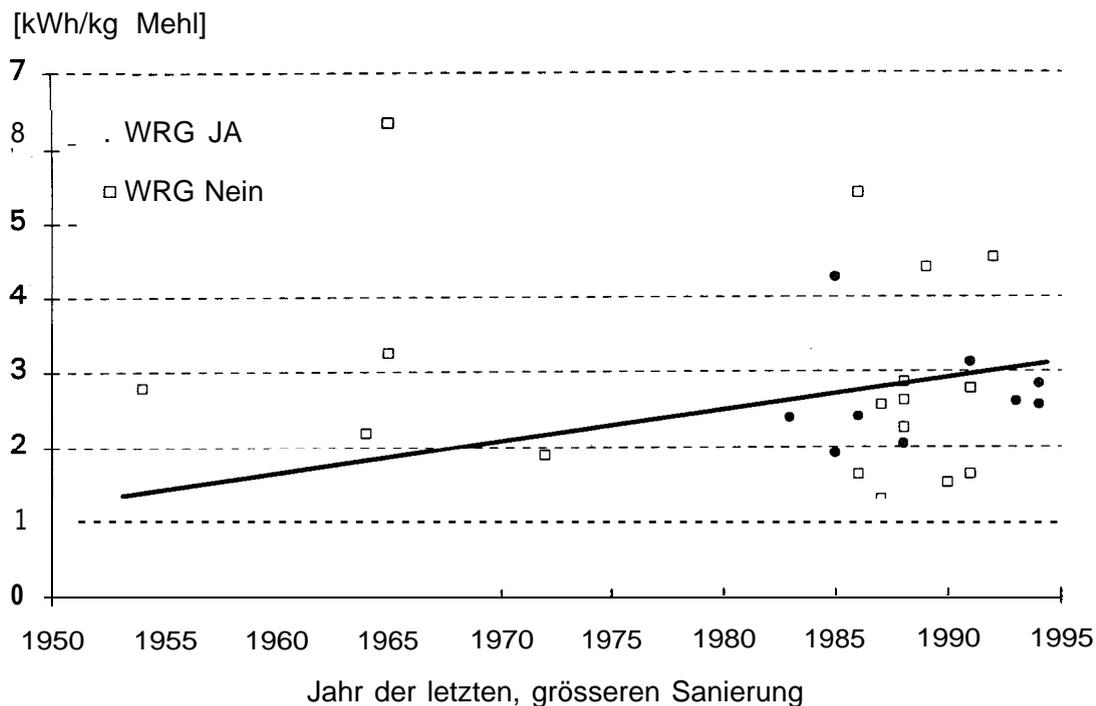
Unter Berücksichtigung der Backflächenauslastung (t Mehl pro m<sup>2</sup> Backfläche) zeigt sich im Bezug auf den spezifischen Energiebedarf einerseits eine klare Tendenz bei guter, resp. schlechter Backflächenauslastung. Der spezifische Energiebedarf kann bei **gleichem** jährlichen Mehlbedarf um den Faktor 3 schwanken.

Das Mittelfeld von zwei bis fünf Tonnen pro m<sup>2</sup> Backfläche unterliegt einer grossen Streuung. Hier wird der spezifische Energiebedarf zusätzlich durch Faktoren wie z.B. der Produktpalette und dem dynamischen Betrieb bestimmt.



### Elektrizitätsbedarf versus Betriebsalter

- Fragen:
- Letzte grössere Sanierung?
  - Wie gross ist der Mehlbedarf pro Jahr?
  - Elektrizitätsverbrauch der letzten zwei Jahre?
  - Wie wird die Wärmerückgewinnung eingesetzt?



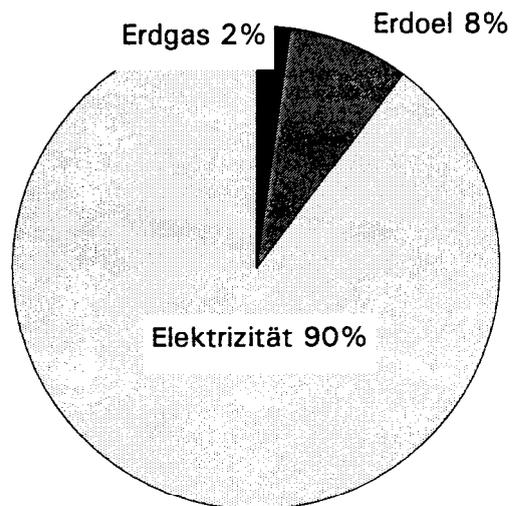
Der vermehrte Einsatz von Kälteanlagen bei Betrieben, die nach 1980 saniert wurden, führt zu einem Elektrizitäts-Mehrverbrauch und wiegt die möglichen Einsparungen durch effizientere Geräte wieder auf.

40% der Betriebe, welche grössere Sanierungen ab dem Jahre 1983 ausweisen, verfügen über eine Abwärmenutzung der Kälteaggregate zur Brauchwarmwasseraufbereitung (WRG). Bei einer Anwendung dieser effizienzsteigernden Technologie konnte keine klare Tendenz in Bezug auf den spezifischen Energiebedarf festgestellt werden.



### Genutzte Energieträger (Primärenergie)

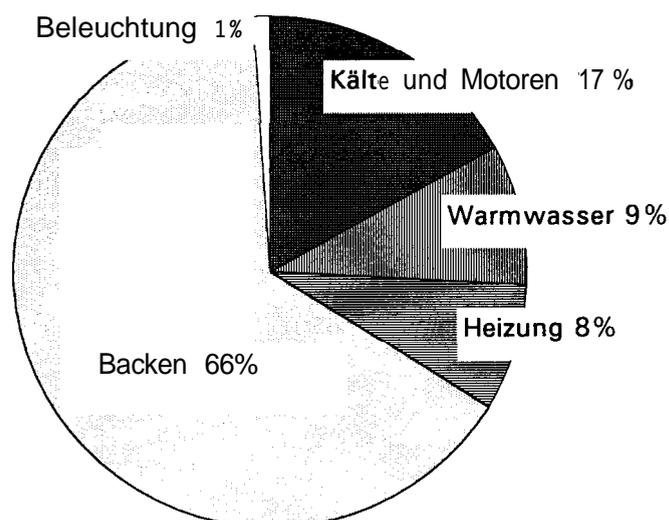
Frage: Energieverbrauch von Elektrizität [kWh], Erdoel [Liter] und /oder Erdgas [m<sup>3</sup>] der letzten zwei Jahre.



Der Elektrizitätsanteil zur Backofenbeheizung dominiert in der Stadt Bern mit 90%. Mitentscheidend für dieses Übergewicht ist der relativ tiefe Elektro-“Wärmetarif”.

### Energiebilanz (Nutzenergie)

Die Erhebung in der Stadt Bern liess keine Aufteilung der Nutzenergie zu. Die folgende Darstellung basiert auf Daten der [DURENA] und der [HE-AI].

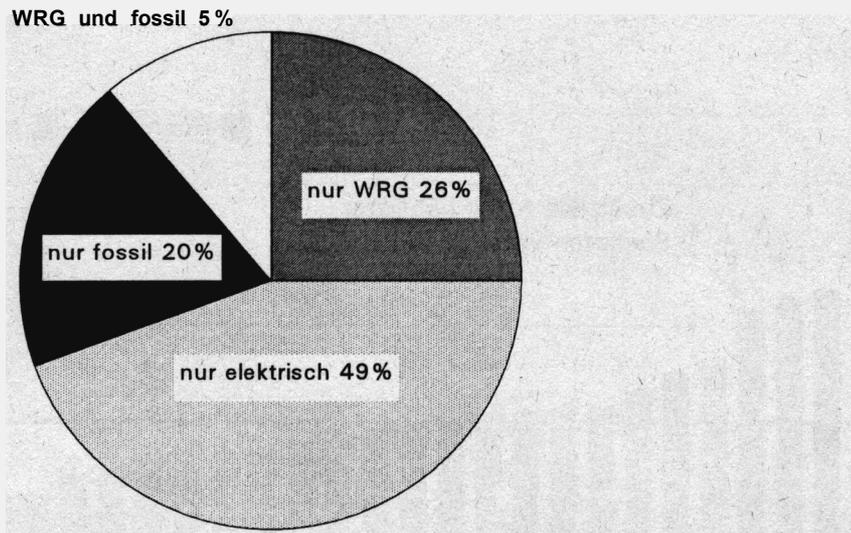


Die Aufteilung des Energiebedarfes in einer gewerblichen Bäckerei mit Elektrobacköfen bestätigt die Tatsache, dass in erster Linie der Wärme- und Kältesektor elektrizitätsintensiv ist.



## Energieträger zur Brauchwarmwasserbereitung

Frage: Wie wird Ihr WW aufbereitet:      Wärmerückgewinnung  
   Oel- oder Gas  
   Elektrisch  
   Fernwärme



In rund  $\frac{3}{4}$  der untersuchten gewerblichen Bäckereien wird das Brauchwarmwasser noch konventionell aufbereitet, d.h. durch "Elektroboiler" oder eine Feuerung. Dies, obschon in einem Bäckereibetrieb ein Vielfaches der benötigten Wärmemenge als "Abfall" anfällt.

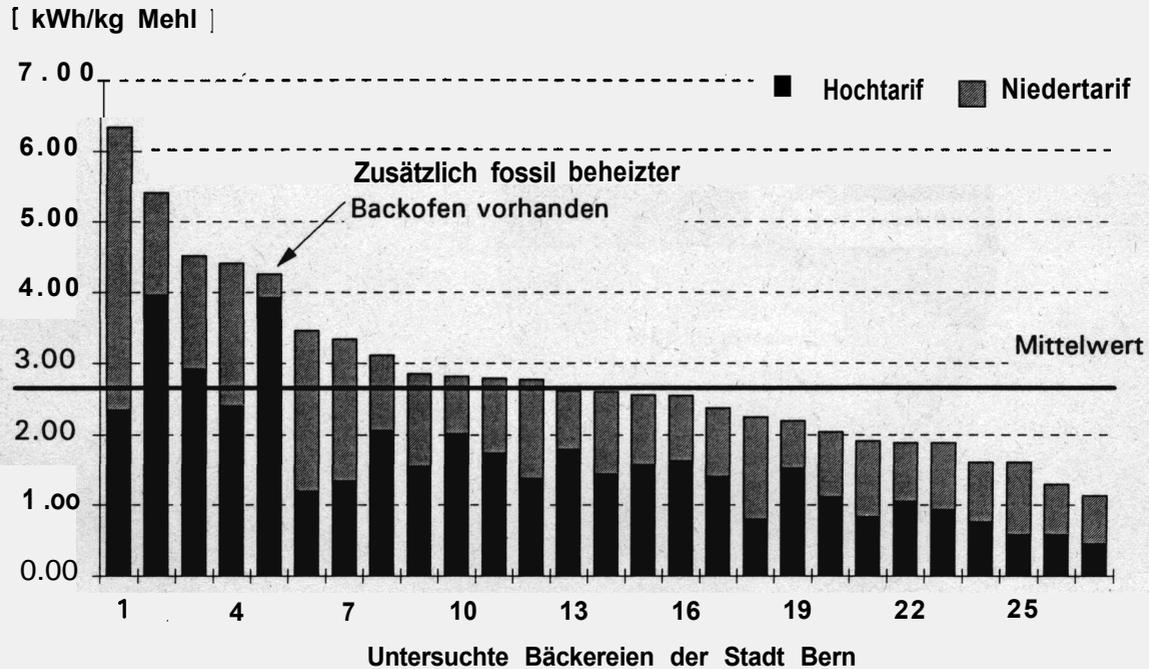
Obschon bei der Beantwortung eine Mehrfachnennung möglich war, wurde bei 26% eine "reine WRG-Nutzung" zur Brauchwarmwasseraufbereitung angegeben. Alle Bäckereien, die über eine Wärmerückgewinnung aus der Kälteproduktion verfügen, wurden innerhalb der letzten 20 Jahre einer grösseren Sanierung unterzogen. In 5% der Fälle wird neben der WRG das Warmwasser zusätzlich fossil erwärmt.



### Spezifischer Elektrizitätsbedarf und HT-/NT-Aufteilung

Fragen: - Elektrizitätsbedarf der letzten zwei Jahre  
- Mehlmenge pro Jahr.

Die rein elektrisch betriebenen Bäckereien zeigen folgende Aufteilung des Hoch- und Niedertarif-Elektrizitätsbezuges.



Der Hochtarifanteil am jährlichen Elektrizitätsbedarf schwankt von 33 bis 93%.

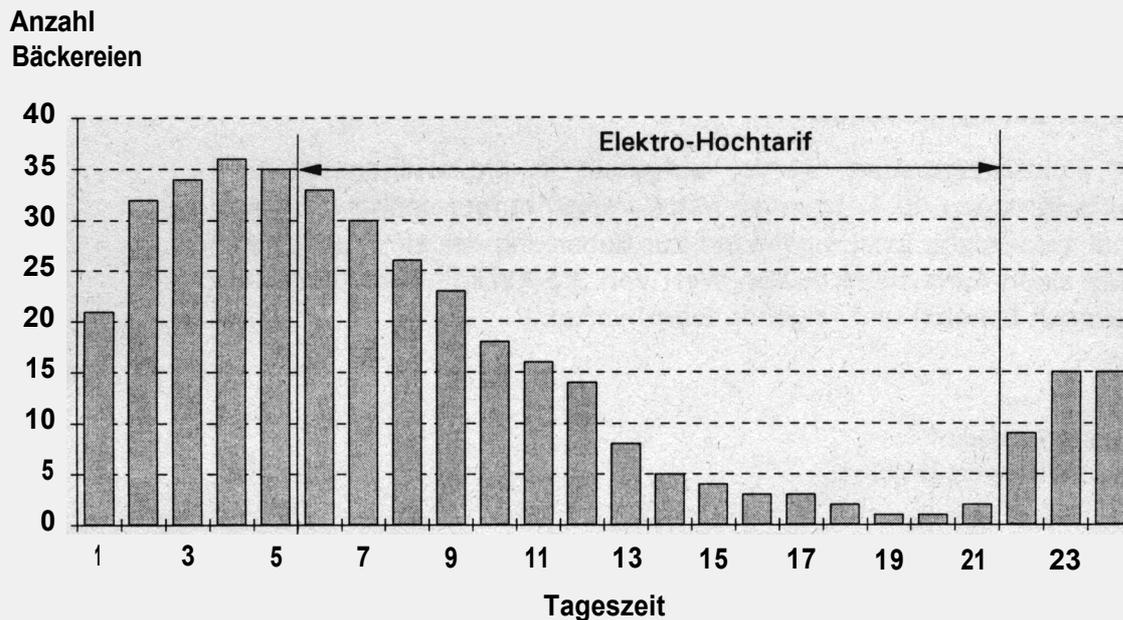
Der jährliche Elektrizitätsbedarf erwies sich über die letzten zwei Jahre als konstant. Es konnte jedoch eine Zunahme des durchschnittlichen Hochtarifanteils von 52% im Jahre 1992 auf 54% im Jahre 1993 festgestellt werden,.



### Backbetrieb im Tagesablauf

Frage: - Zu welchen Tageszeiten wird Energie zum Backen bezogen?

Für nachfolgende Darstellung wurden die Bäckereien aufsummiert, welche während der entsprechenden Tagesstunde Elektrizität zum Backen beziehen.



Die Angabe, zu welchen Tageszeiten Elektrizität zum Backen bezogen wird, bestätigt die vorangehend dargestellte Hoch-/Niedertarifaufteilung und ergibt ebenfalls einen Hochtarifanteil von 53%.



### 3. Dynamische Messungen

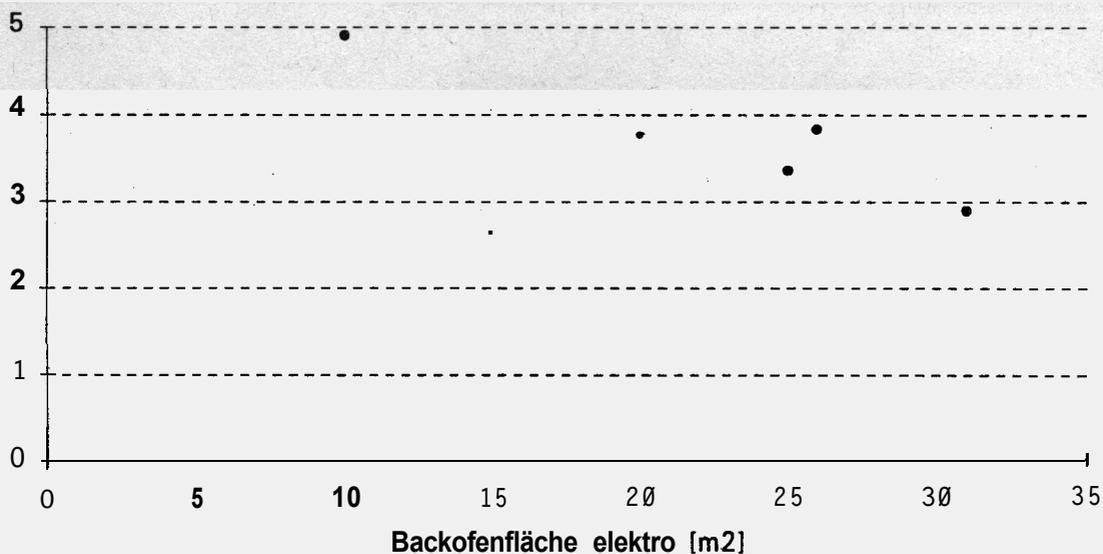
In Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Bern (EWB) konnte der Elektrizitätsbedarf von sechs Bäckereien während jeweils zwei Wochen dynamisch erfasst werden.

Die dynamischen Untersuchungen dienten einerseits der Detaillierung der vorhandenen Kennzahlen. Andererseits, konnte in zwei Betrieben die vorhandenen Wärmerückgewinnung untersucht werden.

#### 3.0.1. Leistungsbedarf

Der Elektrizitätsbedarf wurde, aufgeteilt in die wichtigsten Verbrauchsgruppen, in %-Stunden-Mittelwerten aufgezeichnet. Der maximal gemessene Leistungsbedarf zur Beheizung der Elektrobacköfen ergab einen durchschnittlichen Wert von  $3.5 \text{ kW/m}^2$  Backfläche (nur elektrisch beheizt) und folgende Einzelwerte:

Leistungsbedarf  
 $\frac{1}{4} \text{ h-Mittelwert [kW/m}^2\text{]}$



Die Tendenz von kleineren spezifischen Leistungen bei grösseren Backflächen ergibt sich trotz der Tatsache, dass auch bei den kleineren Öfen eine Leistungsbegrenzung zum Einsatz gelangt.

### 3.1. Betriebsabläufe

Aufgrund von gemessenen, konkreten Tagesprofilen des elektrischen Energiebedarfes sollen nachfolgend typische Eigenschaften des dynamischen Energiebedarfes in Bäckereien vorgestellt werden.

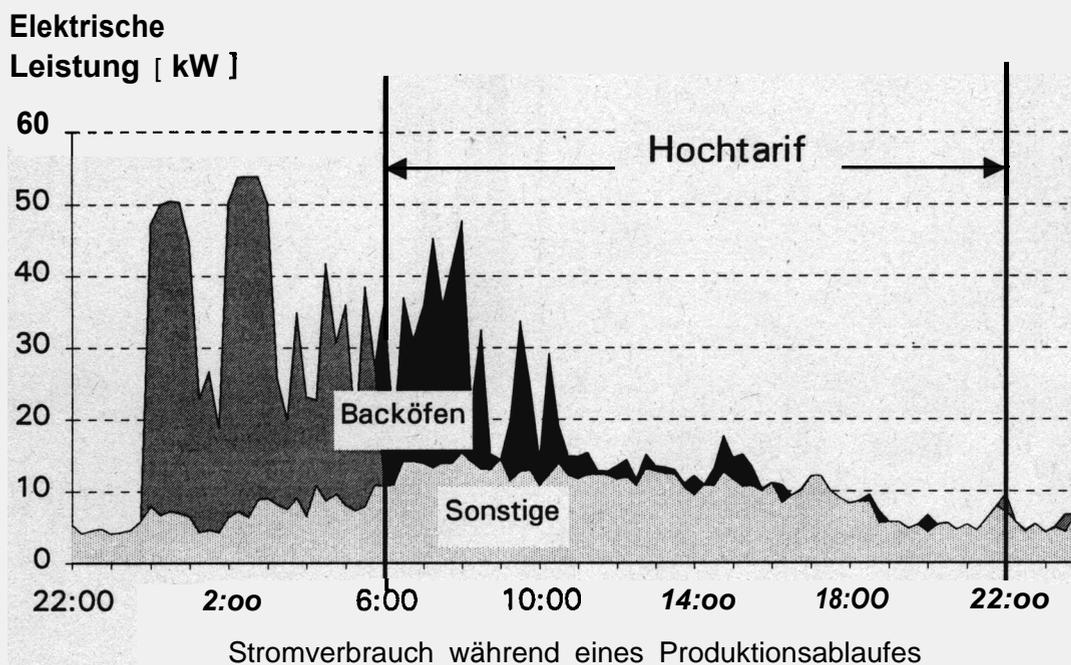
#### 3.1.1 . Backbetrieb mit geringer Backfläche

**Backfläche:** 10 m<sup>2</sup> elektrisch

**Mehlmenge:** 4 7 Tonnen pro Jahr, 4.7 Tonnen pro m<sup>2</sup>

**Energiebedarf.** 2.4 k Wh/kg Mehl

**Bemerkung:** Die vorhandene Backfläche ist heute zu klein. Der Leistungsbezug des elektrischen Einschiessofens wird begrenzt.



#### Feststellungen:

- Die zu kleine Backfläche bedingt ein Aufheizen des Elektroofens auch in der Hochtarifzeit, was zusätzliche Kosten verursacht.
- Die Einschaltung des Etagenofens erfolgt über eine Schaltuhr ca. 2 Stunden vor Produktionsbeginn. Die Einschiesstemperatur wird bereits nach einer Stunde erreicht. Dadurch, dass eine "Abstehzeit" von rund 10 Minuten genügt, verursachen die "Stillstands-Abstrahlungsverluste" unnötigen Energiebedarf.
- Die Zeitschaltuhren verfügen über keine automatische Sommer-/Winterzeit-Umschaltung. **Bei unterlassener Korrektur entstehen ein halbes Jahr lang zusätzliche Stillstandsverluste.**
- **Durch eine gute Backflächenauslastung liegt der spezifische Energiebedarf unter dem Mittelwert.**



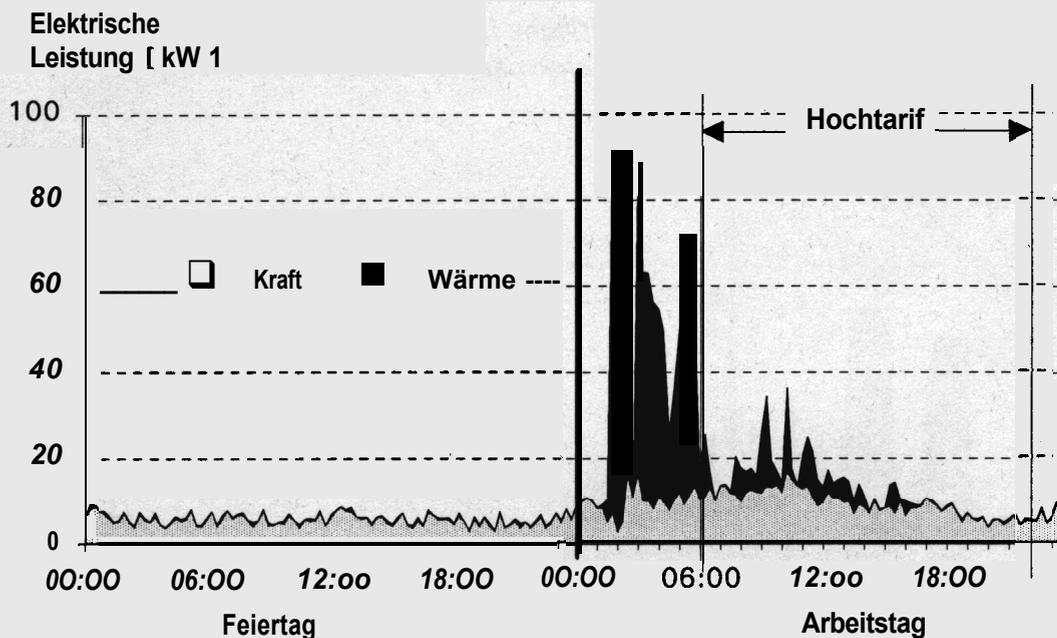
### 3.12. Backbetrieb hauptsächlich in Niedertarifzeit

**Backfläche:** 25 m<sup>2</sup> elektrisch

**Mehlmenge:** 90 Tonnen pro Jahr, 3.6 Tonnen pro m<sup>2</sup>

**Energiebedarf:** 7.9 k Wh/kg Mehl

**Bemerkung:** Die Backofen wurden kürzlich ,erneuert und die Backfläche der Produktionsmenge angepasst.



#### **Feststellungen:**

- Die Aufwärmung der Öfen kann durch eine grosse Ofenkapazität praktisch vollständig in der Niedertarifzeit erfolgen.
- Die Bandlast beträgt rund 8 kW und wird in erster Linie durch die Kälteaggregate verursacht.
- Durch einen neueren und richtig ausgelegten Backofen wird ein tiefer spezifischer Energiebedarf erreicht.



### 3.1.3. Backbetrieb mit hoher Auslastung

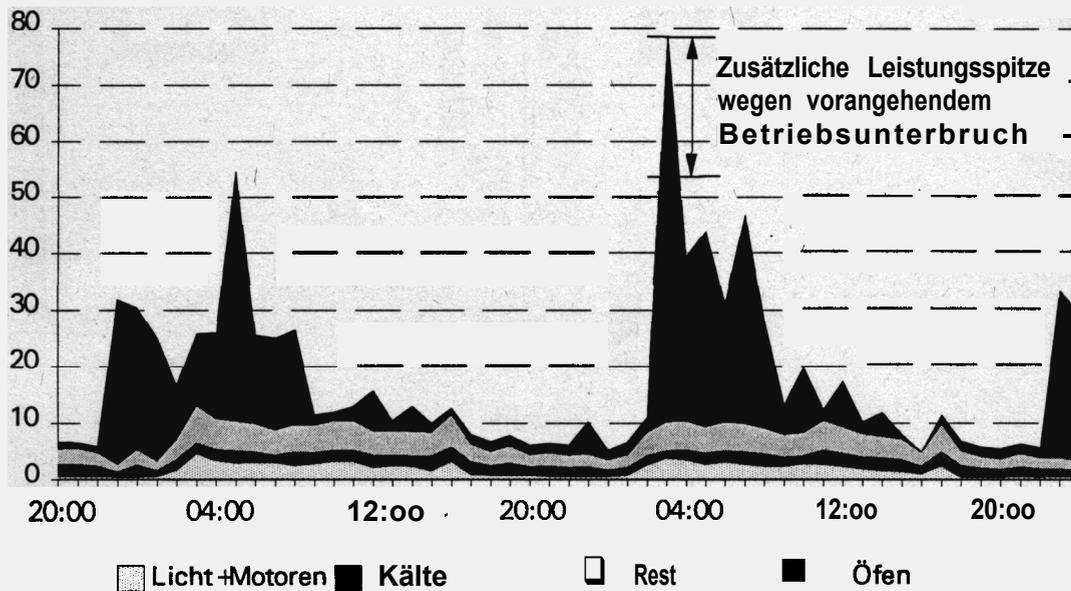
**Backfläche:** 15 m<sup>2</sup> elektrisch

**M e h l m e n g e :** 78 Tonnen pro Jahr, 5.2 Tonnen pro m<sup>2</sup>

**Energiebedarf:** 1.5 kWh/kg Mehl

**Bemerkung:** Die Backofenfläche ist stark ausgelastet. Zu der Bäckerei gehört auch eine Konditorei.

Elektrisch  
Leistung [kW]



#### Feststellungen:

- Eine Betriebspanne verzögerte die Einschaltzeit des Einschuss-Ofens um zwei Stunden und führte zu einem Leistungs-Mehrbedarf von rund 25 kW. Diese einmalige Leistungserhöhung kann bei einer Leistungsverrechnung zu nicht unwesentlichen Mehrkosten führen.
- Die Dampfapparate werden nicht ausgeschalten. Es entstehen dadurch Bandlasten der Verbrauchsgruppe Öfen und die Verkalkung wird zusätzlich gefördert.
- Eine weitere Bandlast wurde durch einen Dauerbetrieb eines Schokolade-Warmhalteofens festgestellt. Dabei werden mehrere Kilo Schokolade flüssig gehalten, obschon diese oft nur in 14 Tagesabständen benötigt wird.
- Die gute Backofenauslastung ergibt einen tiefen spezifischen Verbrauch. Die Optimierung der Dauerverbraucher ermöglicht eine weitere Verbesserung.



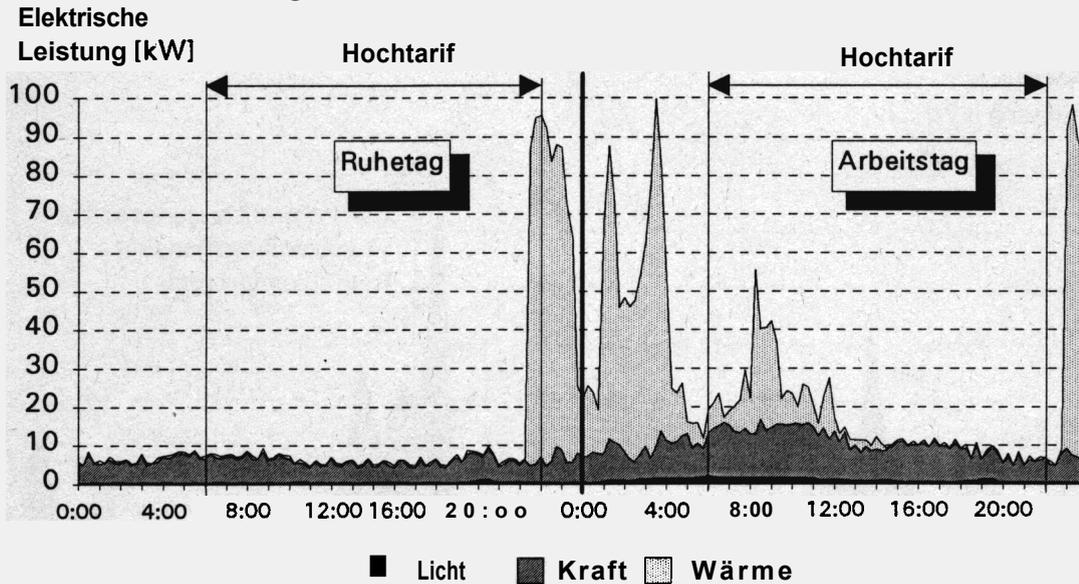
### 3.1.4. Weitere dynamische Betriebsabläufe

**Backfläche:** 26 m<sup>2</sup> elektrisch

**Mehlmenge:** 90 Tonnen pro Jahr, 3.5 Tonnen pro m<sup>2</sup>

**Energiebedarf:** 2.3 kWh/kg Mehl

**Bemerkung:** Lange Aufheizzeit der Backöfen und grosser Leistungsbedarf auch im Hochtarif.

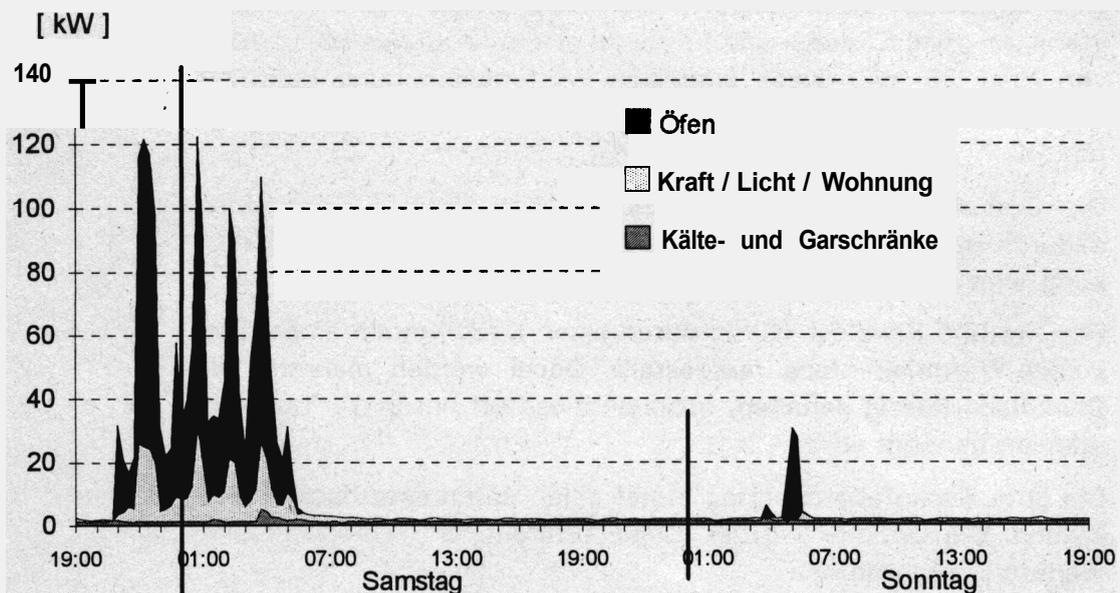


**Backfläche:** 31 m<sup>2</sup> elektrisch

**Mehlmenge:** 240 Tonnen pro Jahr, 7.7 Tonnen pro m<sup>2</sup>

**Energiebedarf:** 0.9 kWh/kg Mehl

**Bemerkung:** Be trieb war für Produktionsmenge viel zu klein und wurde in der Zwischenzeit erweitert.



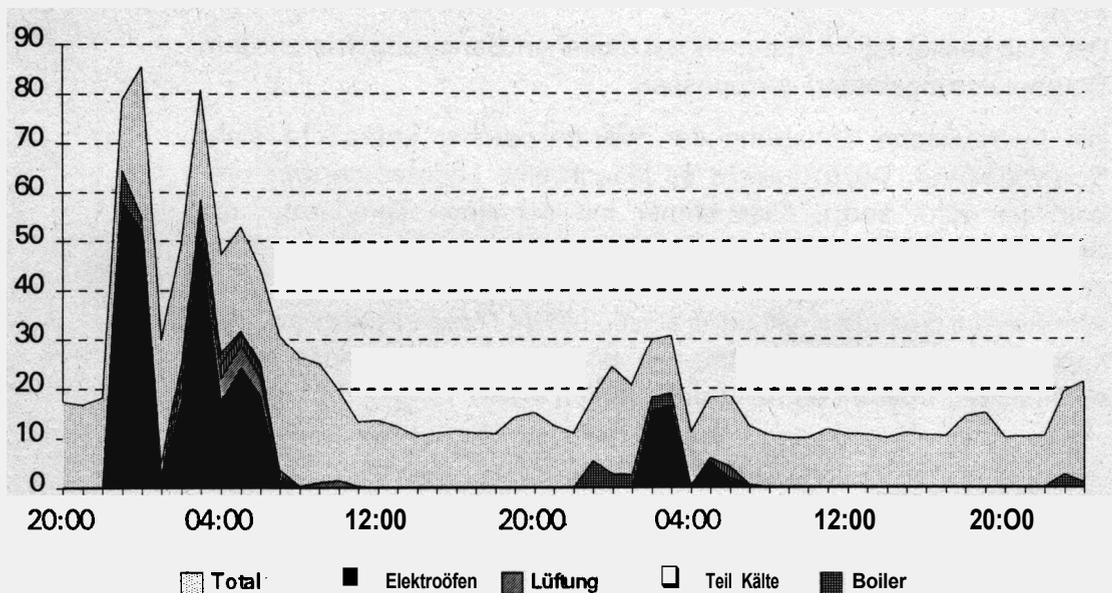


## 4. Fallstudien

### 4.1. Kälteanlagen mit WRG

- Backfläche:** 20 m<sup>2</sup> elektrisch, "Einschiessofen"  
15 m<sup>2</sup> fossil, Stickenofen
- Mehlmenge:** 130 Tonnen pro Jahr, .3.7 Tonnen pro m<sup>2</sup>
- Energiebedarf:** 2.1 k Wh/kg Mehl
- Bemerkung:** Die Abwärme der Kälteanlagen wird zur Warmwasseraufbereitung und zu Heizzwecken genutzt.

Elektrische Leistung [kW]



#### Feststellungen:

- Die detaillierte Messung erfasste nicht alle Verbraucher. Die Differenz zum Total ergibt sich hauptsächlich durch den Elektrobedarf zusätzlicher Kälteanlagen.

Die Betriebsanalyse und eine Kontrolle des bestehenden Energiekonzeptes ermöglicht folgende Aussagen:

- Es wurde ein Deckungsgrad der-WRG von 65% vorausgesagt. Bei einer 100%igen Abwärmenutzung ist jedoch anhand der Projektierungsdaten lediglich ein Deckungsgrad von 37% möglich.



- **Der Energieverbrauch für die 'Warmwasseraufbereitung** wurde nicht berücksichtigt und der Variantenvergleich erfolgte, anhand verschiedener Berechnungsmethoden.
- **Die Abschätzung der nutzbaren Abwärme anhand eines Summenhäufigkeitsdiagrammes** der Aussentemperaturen ermöglicht eine grobe Abschätzung, wurde jedoch falsch angewendet.

### **Optimierungsmöglichkeiten**

- **Gegenüber einem Wärmeleistungsbedarf von 127 kW gemäss SIA384/2 für das ganze Gebäude wurde ein Heizkessel mit einer Leistung von 170kW** installiert. Der gemessene Energiebedarf zeigt, dass wegen der WRG ein effektiver Leistungsbedarf von nur ungefähr **70 kW vorhanden ist. Das führt zu einem dauernden Teillastbetrieb und in** der Folge zu höheren Bereitschaftsverlusten und zu einem schlechten Nutzungsgrad (statt 90% nur ca. 75-80%).  
Der Heizkessel ist im Rahmen der üblichen Sanierungsfristen dem Wärmeleistungsbedarf anzupassen.
- Die hydraulische Schaltung der Wärmespeicher entspricht einer Schichtladung. Dazu braucht es jedoch eine Ladetemperaturregelung die dafür sorgt, dass immer mit derselben Temperatur, die Speicher geladen werden. Eine solche Regelung ist nicht vorhanden.  
Werden die Speicher mit unterschiedlichen Temperaturen geladen kann keine Schichtung entstehen und der Ölkessel muss öfters nachheizen, obwohl es nicht erforderlich wäre.

### **Schlussfolgerungen**

- Die installierten Wärmeleistungen sind auf den tatsächlichen Bedarf abzustimmen.
- Eine optimierte Wärmerückgewinnung verlangt nach einer kritischen Betrachtung der anfallenden Wärmemengen sowie des effektiven Wärmebedarfes.
- Eine konsequente Berücksichtigung der anfallenden Temperaturniveaus ist in Bezug auf eine Abwärmennutzung unerlässlich. Die möglichen Wärmebezüger sind darauf abzustimmen.
- **Erfolgskontrollen ermöglichen eine Optimierung in Bezug auf die Energieeffizienz und zahlen sich meistens rasch aus.**



## 4.2. Gas-Backöfen mit WRG

Der Neubau einer grösseren, gewerblichen Bäckerei mit einer Backfläche von total 45 m<sup>2</sup> ermöglicht eine konsequente Rückgewinnung der anfallenden Wärmemengen. Durch die zusätzliche Wärmeversorgung einer Nachbarliegenschaft können die Energiekosten reduziert werden.

Das dem Neubau zugrunde liegende Energiekonzept wird im Folgenden kurz vorgestellt.

### 4.2.1. Energiekonzept

#### Systemtemperaturen

Neben der zur Verfügung stehenden Abwärmemenge ist das Temperaturniveau für eine weitere Nutzung von ausschlaggebender Bedeutung. Aus dem Bäckereiproduktionsprozess fallen zur weiteren Nutzung zwei Abwärmemperaturen an:

Rauchgaswärmetauscher der Gasbacköfen    ca. 80°C  
Abwärme Kältemaschinen                      ca. 45°C

Bei der folgenden Konzepterarbeitung sollen die Energiemengen entsprechend ihrem Temperaturniveau wie folgt eingesetzt werden:

Systemtemperaturen [°C]	Vorlauf	Rücklauf
Fussbodenheizsystem	40	30
Brauchwarmwasser	80	40
Nahwärmeversorgung	80	60

Die Abwärme fällt mit Temperaturen von 80°C und 45°C an.

Um die Abwärme möglichst effizient zu nutzen, ist eine Systemtrennung auf Speicher und Wärmeverteilung mit verschiedenen Betriebstemperaturen erforderlich. Dafür sollen 45°C-Speicher für die eigene Gebäudeheizung und ein 80°C-Speicher für das Brauchwarmwasser sowie die Nahwärmeversorgung eingesetzt werden.

Mit einer Systemtrennung kann Abwärme am effizientesten genutzt werden.

#### Wärmeversorgung Bäckerei

##### Raumheizung

Der Heizenergiebedarf der Bäckerei kann durch die Abwärmenutzung der Kältemaschinen ohne zusätzliche Wärmeerzeugung erbracht werden. Die Abwärme fällt durch die Schockgefrierung mit Schwergewicht während dem Backbetrieb an, was eine Energiespeicherung nötig macht.

Während dem Backbetrieb entsteht bei den Backöfen soviel Strahlungsabwärme, dass ein Grossteil weggelüftet werden muss. Im be-



stehenden Betrieb konnte die Raumtemperatur bis **35°C** ansteigen. Dass Arbeitspersonal ist sich so hohe Raumtemperaturen gewohnt.

Zur möglichst guten Ausnutzung der Strahlungswärme durch die Wärmespeicherung in der Gebäudemasse soll nun die Raumtemperatur im Neubau ebenfalls bis auf rund **32°C** ansteigen. Über einen Tag ergeben sich somit grundsätzlich folgende Heizphasen:

Wärmespeicherung in der Gebäudemasse

Backbetrieb:	Direkte Nutzung der Strahlungswärme	2 <sup>00</sup> bis 13 <sup>00</sup> Uhr
Absenkezeit :	Gebäudemasse gibt gespeicherte Wärme ab	13 <sup>00</sup> bis ca.18 <sup>00</sup> Uhr
Heizzeit:	Bodenheizung sichert Minimaltemperatur	ca.18 <sup>00</sup> bis 2 <sup>00</sup> Uhr

Bei hohen Aussentemperaturen verkürzt sich die Heizzeit entsprechend. Es gilt nun, die Masse der Gebäudeteile als Speichermedium einzuplanen und danach die zusätzliche benötigte Wärmemenge in einem zu dimensionierenden Speicher von 45 °C Wassertemperatur bereitzustellen.

#### Fussbodenheizung

Durch eine Fussbodenheizung mit Systemtemperaturen von 40/30°C soll die Abwärme der Kältemaschinen direkt nutzbar und der Fussboden als zusätzlicher Speicher eingesetzt werden.

Fussbodenheizung ermöglicht direkte Nutzung der Kältemaschinen-Abwärme.

Der mit obiger Auslegung ca. **26°C** warme Boden gibt nur Wärme an den Raum ab, wenn die Raumtemperatur unter **26°C** sinkt; die Wärmeabgabe geschieht somit selbstregulierend.

#### Brauchwarmwasser

Der tägliche Bedarf à **70°C** wird über die Ausnutzung der Heissgase des Schockprofi vorgewärmt und über einen externen Wärmetauscher vom Heizungswasser aus dem 80°C-Speicher nachgewärmt und in einem Boiler gespeichert.

Bei den hohen Brauchwarmwassertemperaturen ist der Verkalkung und der Korrosion der Anlageteile besondere Beachtung zu schenken. Eine Wasseraufbereitung ist in diesem Falle notwendig.

#### **Nah wärmeverbund**

Während der Heizperiode fällt 'etwa das 3-fache vom Wärmebedarf als Abwärme an.

Pro Heizperiode können rund 45 MWh Abwärme von der Rauchgasabwärmenutzung in den geplanten Wärmeverbund eingespielen werden. Die Überschusswärme aus der Kälteproduktion kann wegen dem tiefen Temperaturniveau, ohne umfangreiche Änderung an der bestehenden Wärmeverteilung, leider nicht genutzt werden.

Mit der Rauchgasabwärmenutzung kann **zusätzlich 20-25% des Wärmebedarfes** der anstossenden Liegenschaft gedeckt werden.

Der Wärmebedarf der versorgten Liegenschaft beträgt anhand des Ölverbrauchs etwa 200 MWh. Mit dem Wärmeverbund kann demzu-



folge.20 bis 25% des Heizenergiebedarfs abgedeckt und rund 4 500 kg Heizöl eingespart werden.

### Sommerbetrieb

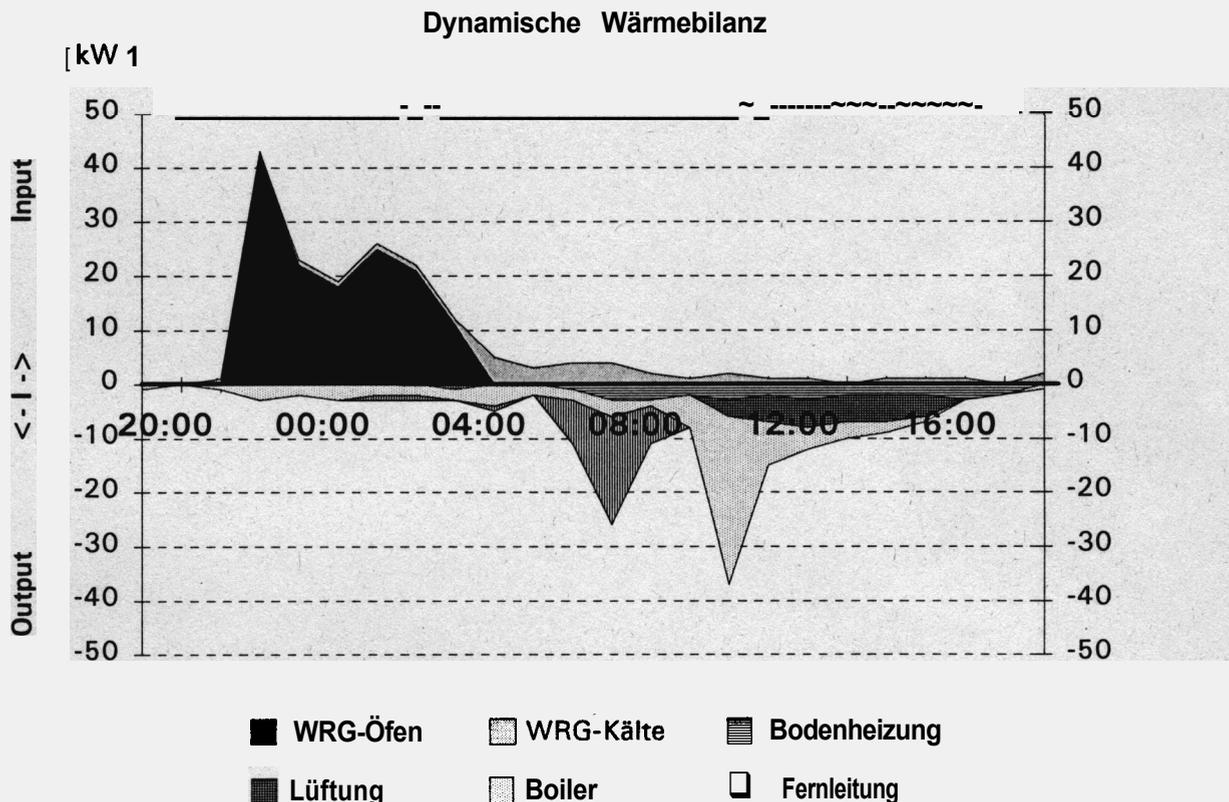
Die während der Heizperiode genutzte Abwärme fällt auch ausserhalb der Heizperiode an. Lediglich durch den Warmwasserbedarf ist noch Abwärme nutzbar.

Der grösste Teil der Abwärme muss im Sommer an die Umwelt abgegeben werden.

Im Sommer muss der grösste Teil der Abwärme an die Umwelt abgegeben werden.

### 4.2.2. Erfolgskontrolle

Nach erfolgter Inbetriebnahme wurden die wichtigsten Energiemengen während einem Jahr mit Wochenbilanzen festgehalten und der dynamische Betrieb während zwei Wochen erfasst. Die Datenerfassung ermöglicht die folgende Darstellung der Energiedynamik.



Die Betriebsergebnisse entsprachen weitgehend den prognostizierten Werten. Anhand der Auswertung konnte die Steuerung und Regelung optimiert und in der Folge die Energieausnutzung weiter verbessert werden.

## Literatur

- [DURENAI] Energiesparpotential im Gewerbe Hauptbericht, kre  
Kommission für rationelle Elektrizitätsanwendung,  
Durena AG Lenzburg, Oktober 1990
- [HEA] Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung,  
Maximumüberwachung im Gewerbe, Frankfurt am  
Main, Mai 1993
- [RWE] Ladenbäckerei neu geplant, Energie-Verlag Heidel-  
berg, Oktober 1993





## Die ERFA-Tagung

Am 24. Juni 1994 trafen sich Spezialisten von Backofen- und Kältefirmen zu einem Erfahrungsaustausch in Bezug auf den Energieeinsatz im Bäckereigewerbe.

In vier Gruppen wurden die nachfolgenden Thesen besprochen. Je nach Zusammensetzung der Gruppen konnten die Schwerpunkte des Erfahrungsaustausches unterschiedlich festgelegt werden.

Direkte Transskription der Tagungsaussagen

### Zum Vorgehen

Anhand der zwei nachfolgenden Thesen wurden in vier Arbeitsgruppen die Themengebiete bearbeitet und anschliessend im Plenum die Aussagen zusammengefasst.

### These 1:

In Bäckereien nehmen die Abwärmemengen zu. Diese gehen aber grösstenteils mangels ganzheitlicher Sicht noch ungenutzt verloren!

Nach einer neuen Umfrage in Bäckereien der Stadt Bern arbeiten noch 60% der Betriebe ohne WRG.

### WRG von Kälteanlagen

Welche Bedeutung hat die WRG? Akzeptanz, Wirtschaftlichkeit, Probleme, allg. Erfahrungen klären. Gibt es Erfahrungen mit Einsatz in Heizanlagen?

- Die Akzeptanz der Wärmerückgewinnung bei Kälteanlagen zur Warmwasseraufbereitung ist gut und heute bei Neuanlagen sowie baulichen Erneuerungen Stand der Technik. **WRG bei Kühlanlagen Stand der Technik**
- Beim Einsatz von WRG-Wärme zu Heizzwecken bestehen noch wenige Erfahrungen. Dies ist komplexer und stark abhängig von den Randbedingungen.- Vor allem bei der Abwärmennutzung von Gas-/Öl-Backöfen sollte die Nachbarschaft einbezogen werden. Bei Neubauten und grösseren Sanierungen sind mit einer integralen Planung u.U. interessante Konzepte realisierbar. **WRG zu Heizzwecken noch wenig verbreitet**
- Bei einzelnen Lieferanten ist die Wärmerückgewinnung sicher nicht ein primäres Verkaufsargument und das Interesse des Bäckers ist der direkte Nutzen der Anlage. Also bedingt es von der Seite des Planers Ideen und Anstösse in Bezug auf eine effiziente Energienutzung, eine WRG. **Interdisziplinäre Sicht nicht immer gegeben, jedoch notwendig**



Aus unseren Erfahrungen ist ein ganzheitliches Denken unabdingbar. Wenn die Wärmerückgewinnung nicht örtlich, z.B. die Abwärmenutzung von einer Kälteanlage auf einen Boiler, sondern wenn sie umfänglich angegangen werden soll, braucht es eine ganzheitliche Planung. Wahrscheinlich übersteigt es dann den Einsatzbereich eines einzelnen Produktevertreters. Man muss die einzelnen Firmen zusammenbringen und schauen, was sie herauskristallisieren.

- Wichtig ist, das Energiebewusstsein und ein ganzheitliches Denken im Zusammenhang mit dem Energiebedarf den Bäckermeistern bewusst zu machen.
- Die gesetzlichen Auflagen sollen nur so weit gehen, dass Wärme zurückgewonnen wird, die mit vertretbarem Aufwand auch genutzt werden kann. Eine Koordination mit Nachbarn kann dabei zudem zu interessanten Lösungen führen. Wo allenfalls unsinnige Gesetze existieren, sind diese zu hinterfragen.

Gesetzliche Auflagen hinterfragen

### Effiziente Energienutzung

Ist beim Kauf einer Anlage (Backofen, Kälte) der Energieverbrauch relevant? Verlangt der Kunde detaillierte Verbrauchswerte? Welche von weichen Geräten? Was kann bei Backofen und Kälteanlagen noch verbessert werden? Weitere Ansätze für ganzheitliche Sicht?

- Beim Kauf von Backöfen und Kälteanlagen stellen die Lieferanten eine gewisse Sensibilisierung betreffend Energieverbrauch fest. Es führen jedoch meistens andere Kriterien mit höherer Priorität zum Kaufentscheid. Von zentraler Bedeutung ist der Elektro-Leistungsbedarf, detaillierte Energieverbrauchsdaten sind hingegen noch kaum gefragt. Wenig bekannt ist der Energieverbrauch pro kg verarbeitetes Mehl.

Energieverbrauch der Anlagen hat beim Kauf heute untergeordnete Priorität

### Backöfen

- In vielen Betrieben ist die Backflächen überdimensioniert. Zu grosse Anlagen verursachen in der Folge natürlich sehr viele unnötige Kosten (Energie und Unterhalt).
- Bei der Produktionsplanung besteht ein Nachholbedarf. Je nach Arbeitsweise und Organisation kann der Energieverbrauch um den Faktor zwei variieren. So wird z.B. oft der Backofen für ein Backgut von 250°C auf 200°C heruntergekühlt um dann für das nächste Produkt wieder auf 230°C aufgeheizt zu werden.

Überdimensionierte Anlagen

Sparpotential durch Optimierung des Betriebes vorhanden



## Kälteanlagen

- Es sind zu viele Einzelanlagen mit kleinen Kompressoren installiert. Vor allem in ländlichen Gegenden gibt es Betriebe, die zu Beginn kleine Tiefkühltruhen und -schränke hatten; diese wurden zu klein und weitere Kleinanlagen mit je einem Kompressor wurden hinzugekauft. Eine effiziente Wärmerückgewinnung von vielen kleinen Einzelanlagen ist nicht mehr wirtschaftlich zu realisieren.  
**Viele kleine Einzelanlagen verhindern effiziente Energienutzung**
- Tendenziell werden auch zu grosse Kälteanlagen verkauft und eingesetzt, was den Energieverbrauch unnötig vergrössert. Die Anbieter kommen übermässigen Vorstellungen von Kunden oft gerne nach.  
**Zu grosse Anlagen vergrössern den Energieverbrauch unnötig**
- Je nach Temperaturbereich sind unterschiedliche Kältemittel einzusetzen. Die Wahl des Kältemittels beeinflusst den Energieverbrauch erheblich.  
**Wichtig ist die richtige Wahl des Kältemittels**
- Im Zusammenhang mit einer WRG ist darauf zu achten, dass die Kühlanlagen primär zum Kühlen und nicht zum Heizen eingesetzt werden. Zu hohe Heizwassertemperaturen erhöhen den Stromverbrauch und reduzieren die Standzeiten der Kälteanlagen.  
**Anlagen richtig auslegen**

## These II:

Durch vermehrtes "Backen nach Bedarf" wächst die Notwendigkeit des rationellen Elektrizitätseinsatzes. Die Elektrotarife und die Wahl des Energieträgers (Elektro, Gas, Öl) gewinnen an Bedeutung.

## Backen nach Bedarf

Welche Bedeutung hat das sogenannte Tagesbacken? Anteile heute und Aussicht, welche Probleme stellen sich dabei? Nehmen die Bäcker die höheren Elektropreise wahr und wie reagieren sie darauf?

- Der Trend zum **Tagesbacken** ist eindeutig da und wird anhalten; es ist keine Modeerscheinung. Frisches Brot wird vom Kunden gewünscht und das Gewerbe wird dem Wunsch durch vermehrtes Tagesbacken nachkommen müssen. In städtischen Betrieben besteht dieser Trend verstärkt durch eine gleitende Einkaufszeit mit Passanten. In ländlichen Gegenden bestehen noch klare Einkaufszeiten und das Tagesbacken hat eine geringere Bedeutung.
- Beim Nachbacken kann durch ein Abstimmen der Ofengrösse zur Backmenge der Energiebedarf optimiert werden.



## Direktbacken, Tiefkühlung, Gärverzögerung

Was ist heute gefragt und wie sind Aussichten? Nach welchen Kriterien wird ein Verfahren gewählt? Ist Energieverbrauch dabei ein Thema?

- Die Meinungen in der Bäckerschaft über das Gärstopverfahren gehen sehr stark auseinander. Die Investitionen sind hoch und das Personal sei meistens nicht fähig, dieses Verfahren richtig zu bedienen. Auch das Abbacken sei nicht unproblematisch.
- Von der Lieferantenseite her wird das Tiefkühlprodukt bevorzugt.

Neue Backverfahren sind nicht unbestritten und verursachen hohe Investitionen

Lieferanten bevorzugen Tiefkühlprodukte

## Spitzenlastbewirtschaftung und Elektrotarife

Welche Verbreitung haben Spitzenlastregulierungen? Wo werden diese eingesetzt? Wie verbreitet sind Leistungstarife?

- In der Schweiz verrechnen die Elektrizitätswerke den Bäckern mehrheitlich noch einen Wärme- oder Sondertarif. Die Verrechnung von Leistungstarifen ist erst vereinzelt üblich.
- Das Interesse des Kunden an einer Spitzenlastregulierung ist da, wo Leistungstarife verrechnet werden. Meistens wird aber, in Anbetracht der Kosten, von irgend einem teuren Regelgerät abgesehen und eine einfache Verriegelung (z.B. Schlüsselschalter) bevorzugt.  
Es wurde auch festgestellt, dass viele Einrichtungen zur Spitzenlastregulierung nicht genutzt werden, weil die Bedienung zu aufwendig ist oder die Steuerungen nicht mehr funktionieren.

Leistungstarife noch selten

Manuelle Verriegelungen werden automatisierten Steuerungen vorgezogen

## Energieträgerwahl

Welche Energieträger werden heute und in Zukunft eingesetzt? Wo wird die Wahl des Energieträgers hinterfragt? Warum? Wie ist der Entwicklungsstand bei Oel/Gas-Backöfen? Wie wird die Abgaswärmenutzung eingesetzt?

- Heute sind wesentlich mehr Elektro-Backöfen im Einsatz als Oel-/Gas-befeuerte. Der Trend ist vor allem bei Neubauten Richtung Oel-/Gas-Backöfen, weil verbunden mit dem Tagesbacken der Betrieb oft wirtschaftlicher ist.
- Bei bestehenden Betrieben wird der Energieträger Elektrizität aus technischen Gründen selten gewechselt. Auch spielt die Betriebsgewohnheit des Bäckers eine wichtige Rolle.  
Tendenziell wird versucht, die Elektro- und Stickenöfen zu kombinieren. Den Stickenofen, weil er mit Gas/Oel betrieben wird, relativ flexibel ist und vor allem Kleingebäck während des ganzen Tages mit relativ kleinem Energieaufwand gebacken werden kann.

Bei Erneuerungen ist ein Wechsel des Energieträgers selten



Bei Neuinvestitionen in älteren und bestehenden Bäckereien treten immer wieder Probleme mit ungenügenden Elektro-Leistungsrerven auf.

- Bei Gas- und Oel-Backöfen müssen zwingend Wärmerückgewinnungssysteme installiert werden, um nicht Rauchgastemperaturen von über 300°C über das Kamin abzugeben. Die effiziente Nutzung dieser hohen Abwärmemengen bedingt eine umfassende Konzepterarbeitung. Genügend Wärmebezügler sind nicht immer vorhanden.
- Technisch sind sicher keine grossen Unterschiede mehr vorhanden zwischen Oel/Gas oder elektrisch beheizten Backöfen.
- Bei leitungsgebundenen Energieträgern wie Elektrizität und Gas müssen die jeweiligen, regional stark schwankenden Tarife und Gebühren sowie die Erstellungskosten in einer Kosten-Nutzen-Analyse berücksichtigt werden. Sowohl bei Gas wie Strom sind unterbrechbare Tarife möglich, d.h. mit bestimmten Sperrzeiten bekommt man einen günstigeren Tarif.

WRG bei fossil beheizten Öfen Voraussetzung, Wärmebezügler jedoch nicht immer vorhanden

Elektrische und fossile Backöfen gleichwertig

Tarifabklärungen jeweils erforderlich

## Resultate

**Die nachfolgenden Aussagen entsprechen direkt den Äusserungen an der ERFA-Tagung, sind teilweise subjektiv geprägt und müssen nicht immer mit den Erkenntnissen und Meinungen der RAVEL-Fachgruppe übereinstimmen.**

### Betrieb

Von grosser Bedeutung für den Energiebedarf in Bäckereien ist der Betrieb der Anlage. Zudem werden oft zu grosse Anlagen, d.h. Back- und Kühlflächen, betrieben. Durch diese Faktoren kann der Energieaufwand für die gleichen Produkte um den Faktor zwei schwanken.

Es ist ein wichtiger Ansatz für unser Projekt, dass man den Betreibern plastisch vor Augen führt, welche Einsparungen allein durch betriebliche Optimierungen ohne grosse Investitionen möglich sind.

Betriebsablauf und -auslastung sind bestimmend für den Energiebedarf

Optimierungen ohne Investitionen möglich

### Energieträger

Bei baulichen Erneuerungen oder Neubauprojekten erfolgt die Energieträgerwahl meist aufgrund von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen. Mit einem vermehrten Tagesbacken werden wegen den höheren Elektro-Tagestarifen die Gas-/Oel-Backöfen interessant und auch tendenziell eher eingesetzt. Bei bestehenden Anlagen wird aus Gründen der Raumverhältnisse, der Kosten und der Gewohnheit meistens



mit dem heute vermehrt eingesetzten Energieträger Elektrizität weitergefahren.

Die Spitzenlastregulierung des Elektrizitätsbezuges wird nur vereinzelt eingesetzt. Von entscheidender Bedeutung ist dabei die Tarifstruktur der Elektrizitätswerke. Die Tatsache, dass in weiten Versorgungsgebieten noch Wärme- oder andere Sondertarife verrechnet werden, fördert dieses sinnvolle Energiemanagement nicht. Die Bedienung der installierten Spitzenlastregulierungen ist oftmals problematisch, wodurch auf betriebliche Veränderungen nicht reagiert werden kann. Hier scheint ein Informationsbedarf zu bestehen.

Informationsbedarf bei der Bedienung von Spitzenlast-Regulierungen

## Backöfen

Die neuinstallierten Backöfen werden vermehrt mit fossilen Energieträgern betrieben. Bei der Backqualität scheint heute kein grosser Unterschied mehr zwischen elektrisch oder fossil beheizten Öfen zu bestehen. Die Wahl wird aber neben wirtschaftlichen Betrachtungen im Wesentlichen bestimmt durch den bisherigen Betrieb.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Backöfen in Bezug auf eine effiziente Energienutzung einen hohen Entwicklungsstand aufweisen. Dass in Hinblick auf steigende Energietarife eine weitergehende Energieoptimierung (Wärmedämmung, Energieregulierung, Spitzenlastmanagement etc.) auch ökonomisch sinnvoll wird, ist wahrscheinlich.

Weitere energetische Optimierung möglich

Die Reduktion der Abgastemperaturen bei fossilen Backöfen wird angestrebt und gefördert durch die kantonalen Energiegesetze.

## Wärmerückgewinnung

Die WRG von Kälteanlagen zur Warmwasseraufbereitung ist heute Stand der Technik.

Anders sieht es bei einer umfassenden Abwärmenutzung zu Heizzwecken aus. Diese wird oft eingeschränkt durch einen zu geringen oder stark schwankenden Wärmebedarf sowie eine ungeeignete Bezügerstruktur. Mit einer rechtzeitigen, umfassenden Beratung müssen die objektspezifischen Gegebenheiten geklärt sowie ein ganzheitliches Konzept und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellt werden.

Rechtzeitige, umfassende Beratung für ganzheitliche Konzepte nötig

## Kältetechnik

Die verschiedenen Produktionsverfahren setzen sehr unterschiedliche Anforderungen an die Kältetechnik. Als Entscheidungsgrundlage für ein Verfahren sollen nicht nur betriebliche Kriterien und die Investitionen, sondern auch die unterschiedlichen Betriebskosten mit einbe-

Einbezug der Betriebskosten von verschiedenen Verfahren



zogen werden. So wird z.B. mit der Tiefkühlung mehr Elektrizität verbraucht als mit dem Gärverzögerungsverfahren.

Die richtige Auslegung und Dimensionierung ist zudem von entscheidender Bedeutung für eine Energie- und somit Kostenoptimierung. Dadurch, dass die Auslegung oftmals direkt durch die Anbieter erfolgt, wird auf "Nummer sicher" gegangen und die Anlagen grosszügig dimensioniert.

Es wurde festgestellt, dass durch etappierte Betriebserweiterungen auf der Kälteseite oft eine Vielzahl von Einzelanlagen angetroffen werden, die eine effiziente Energie- und Abwärmenutzung erschweren.

Unabhängige Planung  
bringt Vorteile

### **Gesetzliche Rahmenbedingungen**

Es besteht ein Informationsbedarf bei den gesetzlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf innovative Energiekonzepte. Unklarheit besteht über den Umfang von Förderbeiträgen von Bund und Kantone.

Informationsbedarf  
über Gesetzgebung  
und Förderbeiträge