

Unterlagen wurden für Sie zusammengestellt von



zum Thema

Energiekennzahlen und -sarpotenziale für Fleischbetriebe

erstellt im Auftrag von

Wirtschaftskammer OÖ,
Ökologische Betriebsberatung
O.Ö. Energiesparverband
&
WIFI Österreich

erschienen
1996

WINenergy! ist eine Gemeinschaftsinitiative von:



BRANCHENBERATUNG ENERGIE

ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE FÜR FLEISCHERBETRIEBE

**Eine Gemeinschaftsaktion von O.Ö. Energiesparverband,
Ökologischer Betriebsberatung und Wirtschaftskammer OÖ.
mit finanzieller Unterstützung des WIFI Österreich**

Linz, im Juli 1996

ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE FÜR FLEISCHERBETRIEBE

Dieses Energie-Branchenkonzept basiert auf Pilotberatungen, die in neun Fleischerbetrieben im Sommer 1994 von folgenden Energieberatern durchgeführt wurden:

- *Enertec - Techn. Büro für Maschinenbau - Naftz & Partner OEG, Graz*
- *ÖEKV, Österreichischer Energie-Konsumenten-Verband, Wien*
- *EI - Verein Energieinstitut, Linz*
- *Eichberger und Pillichshammer OEG, Techn. Büro für Energietechnik, Frankenmarkt*
- *Ing. Norbert Rieser, TB - Ing. Büro für Maschinenbau, Wilhering*

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Pilotberatungen sowie die Ausarbeitung des vorliegenden Konzeptes erfolgte durch Enertec - Techn. Büro für Maschinenbau - Naftz & Partner OEG (Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. E. Naftz, Dipl.-Ing. Dr. T. Ebner) im Auftrag des WIFI Österreich.

*O.Ö. Energiesparverband
Landstraße 45
A-4020 Linz
Tel.: +043/732/6584 - 4380
Fax: +043/732/6584 - 4383*

*Ökologische Betriebsberatung
Wiener Straße 150
A-4024 Linz
Tel.: +043/732/3332 - 223
Fax: +043/732/3332 - 340*

*Wirtschaftskammer Oberösterreich
Energiewirtschaft und Energietechnik
Hessenplatz 3
A-4010 Linz
Tel.: +043/732/78 00 - 628
Fax: +043/732/78 00 - 587*

*Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung jeglicher Art ist 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.*

Inhalt

1 Branchenkonzept - Was ist das?	5
2 Kennzahlen	6
2.1 Kennziffern aus der Vollerhebung	6
2.2 Kennziffern aus der Branchenberatung	7
3 Wärmeversorgung	13
3.1 Wärmeerzeuger	13
3.2 Verteilssystem	14
3.3 Regelungssystem	15
3.4 Heizflächen	15
3.5 Brauchwasserbereitung	15
3.6 Dampferzeugung und -verteilung	16
4 Kälte, Lüftung, Klima	16
4.1 Kälteerzeugung	16
4.2 Lüftung und Klimatisierung	18
5 Elektrische Energie - Elektrische Verbraucher	19
5.1 Stromversorgung - Tarife	19
5.1.1 Stromkosten	19
5.1.2 Schwachlasttarife	20
5.1.3 Sondertarife	20
5.1.4 Prinzipielle Sparpotentiale bei den Stromkosten	20
5.2 Elektrische betriebene Maschinen in der Produktion	22
5.3 Beleuchtung	24
5.4 Druckluft - ein teurer Spaß	25

6 Spezielle Probleme	25
6.1 Gesetzliche Auflagen	25
6.2 Kältemittel	27
6.2.1 Ausgangssituation	27
6.2.2 Umweltauswirkungen von Kältemitteln	27
6.2.3 Ersatzstoffe für FCKW- und HFCKW-Kältemittel	28
6.3 Blockheizkraftwerke, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung	30
6.3.1 Blockheizkraftwerke (BHKW)	31
6.3.2 Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)	32
6.3.3 Wärmerückgewinnung (WRG) - Wärmepumpen	33
6.4 Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen	34
6.4.1 Betriebliche Maßnahmen (bestehendes System)	34
6.4.2 Investitionen in Energiesparmaßnahmen	35
7 Förderungen	36

1 Branchenkonzept - Was ist das?

Sie haben einen Fleischerbetrieb. In diesem Bereich sind Sie Fachmann. Aber wie steht's mit dem Bereich Energie? Energie stellt in Ihrem Betrieb einen nicht zu vernachlässigenden Kostenfaktor dar.

Haben Sie Sich schon einmal folgende oder ähnliche Fragen gestellt und auch Antworten darauf gewußt:

- **W**ie viele Mitbewerber gibt es in meinem Bundesland?
- **W**ie groß ist deren Umsatz?
- **W**ie groß ist mein Energieverbrauch bezogen auf den Umsatz oder die Produktionsmenge und wo stehe ich im Vergleich zu meinen Mitbewerbern?
- **W**elche Arten von Energie benötige ich wann, wo und in welcher Menge?
- **W**ie effizient erzeuge ich meine Energie?
- **W**ie hoch sind meine Stromkosten?
- **W**elche Nutzenergie wird durch welchen Energieträger bereitgestellt?
- **W**ie nutze ich meine Energiesysteme?
- **W**o sind die Schwachstellen in meinem Energiesystem?
- **W**as kann ich optimieren und wie sieht es mit der Wirtschaftlichkeit aus?
- etc.

Sollten Sie alle diese Fragen bereits für sich beantwortet haben, dann sind Sie "**energiefit**". Wenn nicht, dann lesen Sie das Branchenkonzept durch. Es ist kurz und verständlich gefaßt und gibt eine Vielzahl von nützlichen Informationen über vieles was den Bereich Energie betrifft.

Natürlich können in einem derartigen Konzept nicht alle Problemkreise detailliert behandelt werden. Einige für Sie vermutlich interessante Aussagen wie z.B. die Gegenüberstellung von Produktionsmaschinen unterschiedlicher Hersteller können in diesem Rahmen nicht behandelt werden.

Es soll vielmehr Ihr Energiebewußtsein geweckt werden. Energieumwandlung und rationeller Energieeinsatz sind in der heutigen Zeit Themenkreise von steigendem öffentlichen Interesse. Es zahlt sich aus, sich rechtzeitig - auch für den eigenen Betrieb - darüber Gedanken zu machen.

Sollten Sie nach dem Durchlesen der Broschüre das Gefühl haben, daß es in Ihrem Betrieb einiges zu verbessern gibt, dann wenden Sie sich an Fachleute aus dem Bereich der Energietechnik (eine für Ihren Betrieb kostengünstige Möglichkeit wäre beispielsweise eine Betriebsberatung über das WIFI).

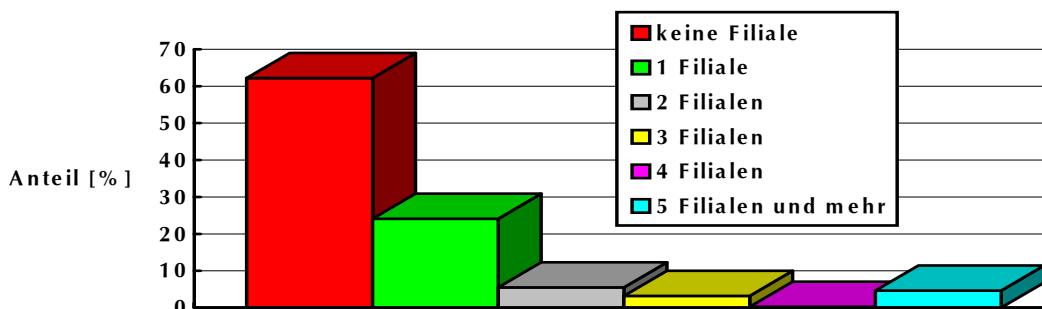
2 Kennzahlen

1994 wurde vom WIFI Oberösterreich die Branche der Fleischer schwerpunktmäßig untersucht. Dies erfolgte einerseits in einer Vollerhebung¹ und andererseits durch konkrete Betriebsberatungen mit externen WIFI-Beratern. Aus dem dabei erhobenen Datenmaterial wurden verschiedene Kennzahlen erarbeitet. In den folgenden Tabellen sind die wichtigsten Ergebnisse der statistischen Auswertung aus der Vollerhebung zusammengefaßt.

2.1 Kennziffern aus der Vollerhebung

Tab. 2-1: Filialstruktur (TCS, 1994)

	<i>Anzahl der Betriebe</i>	<i>Anteil [%]</i>
keine Filiale	214	62,21
1 Filiale	83	24,13
2 Filialen	19	5,52
3 Filialen	11	3,20
4 Filialen	1	0,29
5 Filialen und mehr	16	4,65
gesamt	344	100,00



Tab. 2-2: Mitarbeiteranzahl (TCS, 1994)

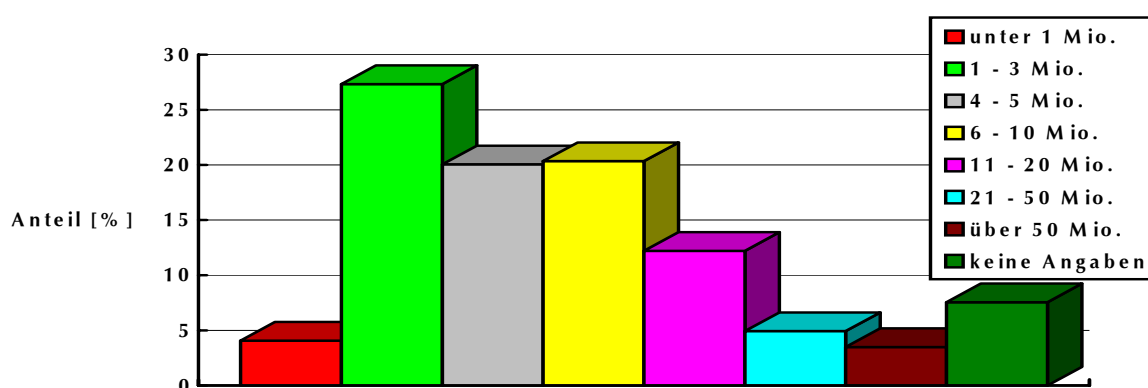
	<i>Verkauf</i>	<i>Erzeugung</i>
Vollbeschäftigte	4	4,8
Teilzeitkräfte	1,5	0,4
Lehrlinge	0,4	0,3
gesamt	5,9	5,5

Die Werte geben die durchschnittliche Mitarbeiteranzahl von allen 344 befragten Betrieben wieder.

¹ Vollerhebung Fleischer in OÖ für die Wirtschaftskammer OÖ; Projekt-Abschlußbericht [Verfasser: TCS-Directmarketing]

Tab. 2-3: Gesamtumsatz Detailverkauf netto (TCS, 1994)

<i>Umsatz</i>	<i>Anzahl der Betriebe</i>	<i>Anteil [%]</i>
unter 1 Mio.	14	4,07
1 - 3 Mio.	94	27,33
4 - 5 Mio.	69	20,06
6 - 10 Mio.	70	20,35
11 - 20 Mio.	42	12,21
21 - 50 Mio.	17	4,94
über 50 Mio.	12	3,49
keine Angaben	26	7,56
gesamt	344	100,00



2.2 Kennziffern aus der Branchenberatung

1994 wurden im Rahmen von WIFI-Betriebsberatungen insgesamt neun Betriebe einer genaueren Untersuchung unterzogen. Auf Basis der ermittelten Betriebsdaten wurden branchenspezifische Kenngrößen ermittelt. In den folgenden Tabellen werden diese in Form von Bandbreiten (Minimal-, Maximal- und arithmetischer Mittelwert) dargestellt. Bei der Auswertung wurde zwischen zwei Betriebsgrößen unterschieden:

- Rohmaterialinput < 250 t/a
- Rohmaterialinput > 250 t/a

Alle in den nachfolgenden Tabellen angeführten Kosten sind Nettokosten (exkl. MWSt). In **Tab. 2-4** sind personenbezogene Produktionsfaktoren dargestellt. Als Produktionsmenge wurde dabei wieder der Rohmaterialinput, das heißt die Einkaufsmenge definiert.

Die Unterschiede in den spezifischen Produktionsmengen ergeben sich unter anderem aus:

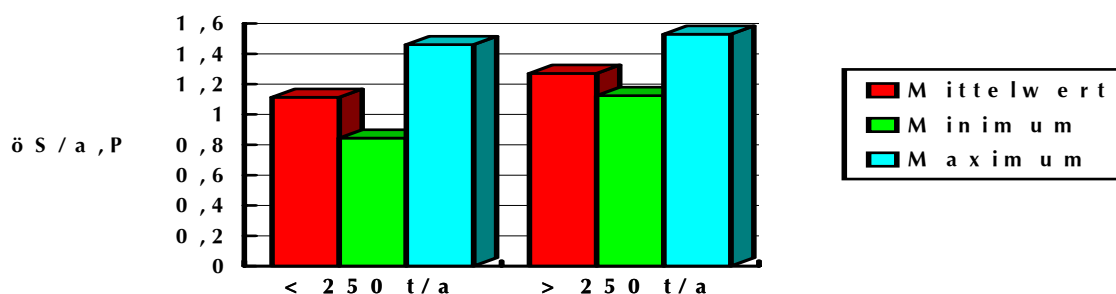
- Einkaufsgewohnheiten (lebend, Hälften, vorzerlegt etc.)
- „Maschinenpark“ - Höhere Mechanisierung und Maschinenauslastung wird meist bei größeren Betrieben angetroffen
- Unterschiedliche Personalstruktur (Produktion - Verkauf - Verwaltung)

Zu erwähnen ist an dieser Stelle, daß der kleinste untersuchte Betrieb 5 und der größte 170 Mitarbeiter beschäftigt. Unter Mitarbeiter sind alle Mitarbeiter inklusive Firmenchef zu verstehen.

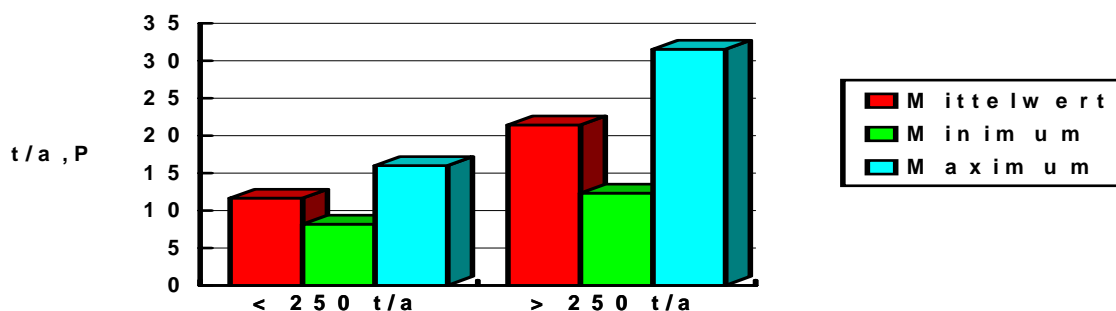
Tab. 2-4: Personalbezogene Produktionsfaktoren

	<i>spezifischer Umsatz</i> [Mio öS/a, Mitarbeiter]		<i>spezifische Produktion</i> [t/a, Mitarbeiter]	
	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a
Mittelwert	1,114	1,271	11,650	21,441
Minimum	0,844	1,125	8,167	12,333
Maximum	1,460	1,529	16,000	31,538

Spezifischer Umsatz



Spezifische Produktion



In **Tab. 2-5** sind die spezifischen Energieverbräuche (eingekaufte Energiemenge) angeführt. Unter thermischer Energie sind neben Öl und Gas auch Fernwärme und Biomasse zu verstehen. Bei fossilen Brennstoffen ist unter thermischer Energie die Brennstoffenergie bezogen auf den unteren Heizwert gemeint. In der rechten Spalte ist ein Mix aus thermischer und elektrischer Energie dargestellt. Dies deshalb, da in Betrieben thermische Nutzenergie teilweise mit elektrischer Energie erzeugt wird. Durch den Einsatz einer Vielzahl von Energieträgern kommt es naturgemäß zu einer sehr großen Schwankungsbreite bei den energiebezogenen Kennzahlen, vorallem bei kleineren Betriebsgrößen. Neben vollelektrisch

versorgten Betrieben sind zum Teil immer noch Betriebe mit holzbeheizten Anlagen anzutreffen. Bei Großbetrieben wird in der Regel zwischen mechanischer Bearbeitung (Strom) und thermischen Prozessen (Dampf) unterschieden. Da in dieser Statistik Energieträger mit notwendiger Energieumwandlung und den damit unvermeidbaren Verlusten wie z.B. Öl, Gas, Holz in einen Topf mit elektrischem Strom (bzw. Fernwärme) geworfen werden, wo die Umwandlung bzw. der Verlust bereits im Kraftwerk stattfindet, weisen vollelektrisch versorgte Betriebe die relativ günstigsten Kennzahlen aus.

Bei Betrieben mit Eigenstromerzeugung findet man naturgemäß die besten Stromkennzahlen. Entsprechend günstige Gesamtenergiekennzahlen können bei derartigen Anlagen nur bei Ausnutzung der anfallenden Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung) erreicht werden.

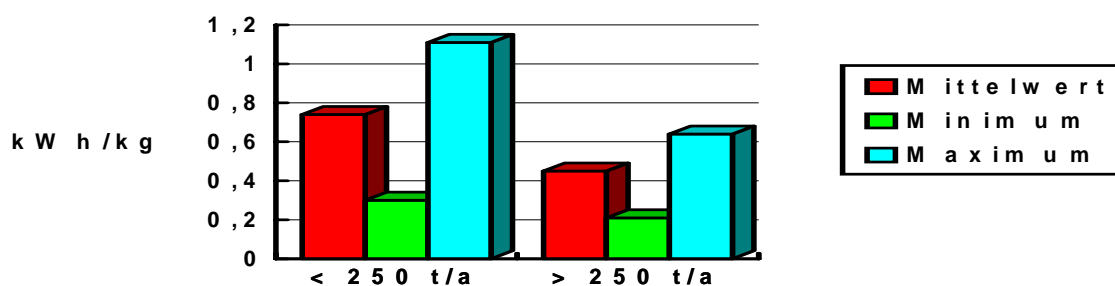
Zusammenfassend können folgende Faktoren für eine Erhöhung des Energieverbrauches verantwortlich gemacht werden:

- Maschinen und Anlagen mit schlechtem Wirkungsgrad
- Schlechte Anlagenauslastung (teilweise Beschickung, Motoren auf Teillast überdimensionierte Wärmeerzeuger)
- Hohe Verteilverluste durch dezentrale Bauweise
- Einhalten aller gesetzlichen Vorschriften (Temperaturniveaus bei Warmwasser und in den Kühlräumen, Klimatisierung von Arbeitsräumen)

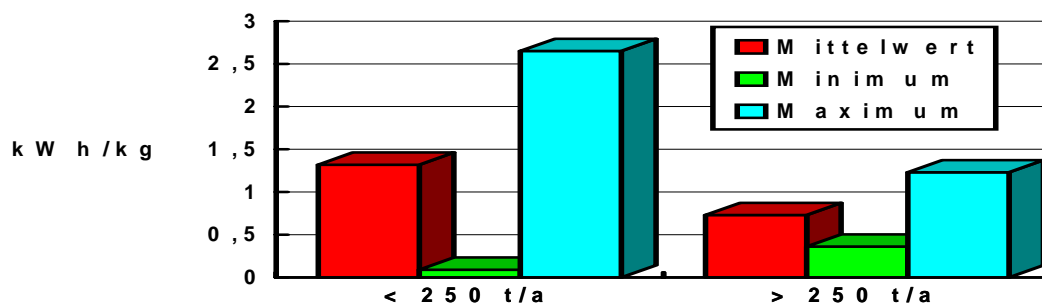
Tab. 2-5: Energieverbrauch (bezogen auf den Rohmaterialinput)

	<i>Strom</i> [kWh/kg]		<i>Thermische Energie</i> [kWh/kg]		<i>Gesamt (Mix)</i> [kWh/kg]	
	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a
Mittelwert	0,74	0,45	1,32	0,73	2,06	1,18
Minimum	0,30	0,21	0,09	0,36	0,83	0,57
Maximum	1,11	0,64	2,65	1,23	2,94	1,89

Spezifischer Stromverbrauch



Spezifischer Verbrauch thermischer Energie



Die Unterschiede im spezifischen Wasserverbrauch sind auf folgende Punkte zurückzuführen:

- Verwendung als Kühlwasser für die Kälteerzeugung
- Je größer und „industriähnlicher“ der Betrieb, bzw. je höher die hygienischen Anforderungen desto höher der Wasserverbrauch

Tab. 2-6: Wasserverbrauch (bezogen auf den Rohmaterialinput)

	<i>Wasserverbrauch</i> [l/kg]	
	< 250 t/a	> 250 t/a
Mittelwert	11,4	16,5
Minimum	7,0	11,7
Maximum	17,4	25,4

Bei den in **Tab. 2-7** angeführten Stromkosten sind die sehr unterschiedlichen Kosten zwischen kleinen und größeren Betrieben darauf zurückzuführen, daß für kleinere Betriebe eine Verrechnung nach dem Gewerbetarif zur Anwendung kommt, während größere Betriebe meist Sondertarifkunden (Industrietarif) sind. Innerhalb ähnlicher Tarifgruppen ergibt sich die Schwankungsbreite durch die unterschiedliche Ausnutzung der installierten Leistung. Je niedriger die verrechnete Leistung [kW] im Verhältnis zum Stromverbrauch [kWh] gehalten wird (z.B. durch optimierte betriebliche Abläufe oder Spitzenlastmanagement), desto kleiner der spezifische Stromtarif.

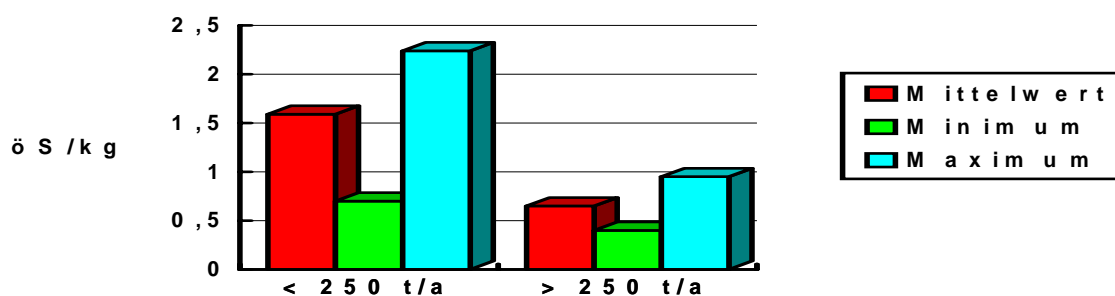
Tab. 2-7: Spez. Energiekosten (bezogen auf Energieeinheit)

	<i>Strom</i> [öS/kWh]		<i>Thermische Energie</i> [öS/kWh]		<i>Gesamt (Mix)</i> [öS/kWh]	
	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a
Mittelwert	2,19	1,53	0,48	0,32	1,30	0,78
Minimum	2,01	1,26	0,31	0,30	0,68	0,71
Maximum	2,37	1,92	0,68	0,36	2,15	0,94

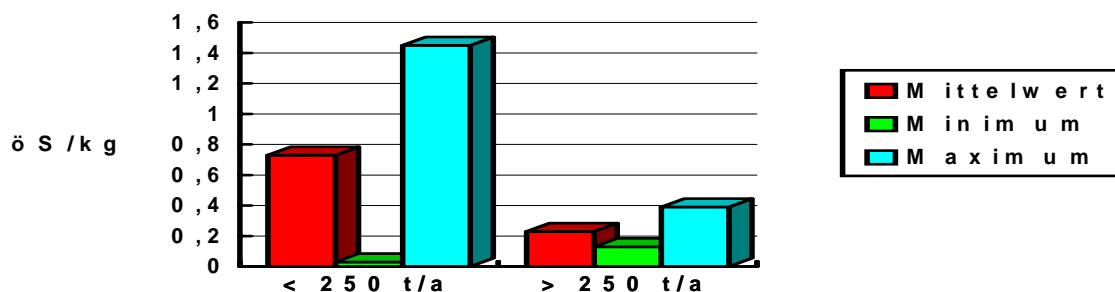
Tab. 2-8: Spezifische Energiekosten (bezogen auf Rohmaterialinput)

	<i>Strom</i> [$\text{öS/kg}_{\text{Input}}$]		<i>Thermische Energie</i> [$\text{öS/kg}_{\text{Input}}$]		<i>Gesamt (Mix)</i> [$\text{öS/kg}_{\text{Input}}$]	
	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a
Mittelwert	1,59	0,65	0,73	0,23	2,27	0,88
Minimum	0,70	0,40	0,03	0,13	1,77	0,57
Maximum	2,24	0,95	1,45	0,39	3,31	1,33

Spezifische Stromkosten



Spezifische Kosten thermische Energie

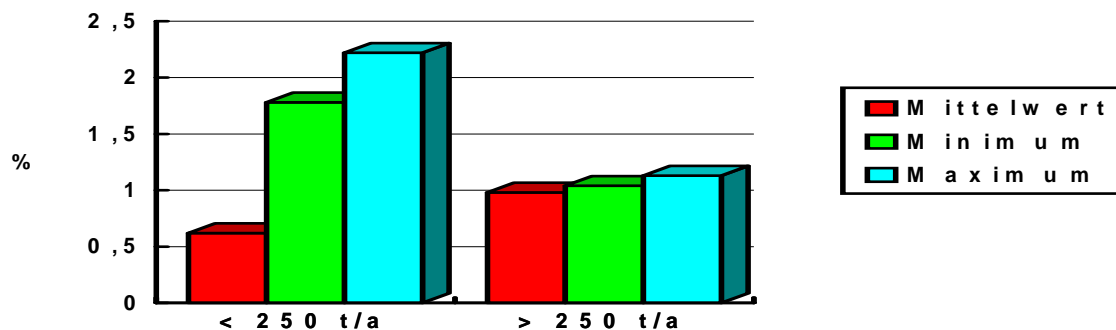


In Tab. 2-9 ist der prozentuelle Anteil der Energiekosten am Umsatz dargestellt.

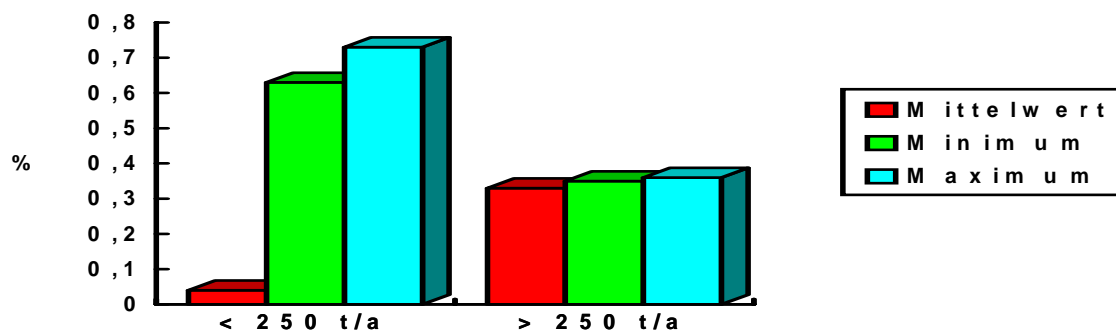
Tab. 2-9: Prozentuelle Energiekosten (bezogen auf Umsatz)

	<i>Strom</i> [%]		<i>Thermische Energie</i> [%]		<i>Gesamt (Mix)</i> [%]	
	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a
Minimum	0,62	0,98	0,04	,033	1,76	1,31
Mittelwert	1,78	1,04	0,63	0,35	2,38	1,39
Maximum	2,22	1,13	0,73	0,36	2,69	1,49

Prozentuelle Stromkosten



Prozentuelle Thermische Kosten



In **Tab 2-10** sind die spezifischen Wasserkosten angeführt. Diese setzen sich aus den Kosten für das Wasser **und** die anfallenden Kanalkosten zusammen. Die große Streuung ist auf den Umstand zurückzuführen, daß die Betriebe teilweise über eigene Brunnen verfügen und die Abwasserkosten sehr unterschiedlich sind (teilweise fallen für das Einleiten von Abwasser in den Kanal keine Kosten an).

Tab. 2-10: Spezifische Wasserkosten (bezogen auf den Rohmaterialinput)

	Wasserkosten [öS/m ³]		Wasserkosten [öS/kg]	
	< 250 t/a	> 250 t/a	< 250 t/a	> 250 t/a
Mittelwert	19,45	15,73	0,23	0,19
Minimum	0,00	8,15	0,00	0,10
Maximum	32,10	23,31	0,45	0,27

3 Wärmeversorgung

Ein fleischverarbeitender Betrieb benötigt:

- Heißwasser für Heizung (max. Temp. ca. 90 °C)
- Brauchwasser für Handwaschbecken (Entnahmetemperatur ca. 45 °C)²
- Brauchwasser für Reinigung etc. (Entnahmetemperatur ca. 65 °C)
- Brauchwasser für Desinfektion (Temp. min. 82 °C)
- Dampf für Prozeßwärme (Sattdampf zwischen 1,5 und 8 bar_{abs})

Die Wärmeerzeugung (Heißwasser, Dampf) erfolgt meist mit Kesseln. Zum Wärmeversorgungssystem gehören weiters Warmwasserboiler, Rohrleitungen, Armaturen, Kamin etc. Zu einer optimalen Betriebsweise bedarf es neben effizienten Einzelkomponenten auch einer optimalen Kombination der einzelnen Systemteile.

3.1 Wärmeerzeuger

In den letzten Jahren kam es gerade im Bereich der Kessel und Brenner durch Weiterentwicklungen zu großen Fortschritten bezüglich Wirkungsgrad und Emissionen. Moderne Anlagen können durch modulierende Brenner meist leistungsgeregelt betrieben werden. Außerdem wird bspw. ein Heizkessel nicht auf konstanter Temperatur betrieben, sondern gleitend mit der minimal erforderlichen Temperatur. Dadurch können die Strahlungs- und Bereitschaftsverluste minimiert werden. Ein weitverbreitetes Problem, das bei alten Anlagen häufig anzutreffen ist, ist eine oft enorme Überdimensionierung der Kessel. Dadurch werden die Anzahl der Anfahrvorgänge erhöht sowie die Bereitschaftsverluste vergrößert, was den Wirkungsgrad vermindert.

Für eine Beurteilung der Kesselanlage wird der Jahresnutzungsgrad (Verhältnis zwischen Nutzwärme ab Kessel und Brennstoffeinsatz über ein ganzes Jahr) ermittelt. Mit modernen Kesseln werden Nutzungsgrade von **85 ... 90 %** erreicht. Mit funktionierenden Brennwertkesseln kann sogar ein Nutzungsgrad von **100 %** erreicht werden. Mit alten Kesseln liegt der Nutzungsgrad lediglich im Bereich zwischen **60 ... 70 %**. Wird mit dem Heizkessel während der heizfreien Zeit (Sommerhalbjahr) das Brauchwasser bereitet, so sinkt der Kesselnutzungsgrad während dieser Zeit oft auf **weniger als 30 %**.

Bei alten Kesseln ergibt eine wirtschaftliche Überprüfung sehr oft, daß sich ein Austausch des Kessels und/oder Brenners durch die Energiekosteneinsparung schon nach wenigen Jahren amortisiert.

² Die minimalen Brauchwassertemperaturen sind gesetzlich geregelt (s. Kap. 6.1)

Wie erkennen Sie nun, ob Ihr Kessel effizient arbeitet?

- Bestimmung des Abgasverlustes (z.B. durch entsprechend ausgerüsteten Rauchfangkehrer), wobei die wichtigsten Einflußgrößen für diesen Verlust folgende sind:
 - Abgastemperatur (sollte maximal 100°C über der Betriebstemperatur des Kessels liegen. Grund für zu hohe Temperatur z.B. verrußter Kessel, schlechte Brenneinstellung)
 - Gleichwertig mit Abgastemperatur CO₂-Gehalt des Abgases sollte möglichst hoch sein (brennstoffabhängig)
- Ermittlung der Kesselauslastung (Betriebsstunden der Feuerung in Relation zur Gesamtbetriebszeit).
- Zonen mit hoher Oberflächentemperatur.
- „Umgerüstete“ Feststoffkessel arbeiten oft unwirtschaftlich.

Jährliches Brennerservice und Abgasmessung zahlen sich auf jeden Fall aus (auch der Umwelt zuliebe).

*Beispiel: Warmwasserkessel (Erdgas) 100 kW, 2.000 Vollbenutzungsstunden
200.000 kWh Nutzwärmebedarf pro Jahr
Nutzungsgrad alter Kessel: 60 % ⇒ Gasverbrauch 33.300 m³/a
Nutzungsgrad neuer Kessel: 85 % ⇒ Gasverbrauch 23.500 m³/a
Gaspreis 4 öS/m³ ⇒ Gaskosteneinsparung durch modernen Kessel: 39.200 öS/a*

3.2 Verteilssystem

Die wesentliche Aufgabe des Verteilsystems ist die Wärme in der richtigen Menge an den richtigen Ort zu transportieren. Achten Sie auch darauf, daß alle Verteilleitungen **und** Armaturen ordentlich wärmegeklämt sind.

Schlecht wärmegeklämte Verteilsysteme verschlingen 10 - 20% des eingesetzten Brennstoffes!

Beispiel: Ein nicht isoliertes Absperrventil hat bspw. die gleichen Wärmeverluste wie 20 m isolierte Leitung.

3.3 Regelungssystem

Für das Heizungssystem empfiehlt sich eine außen temperaturabhängige Vorlauftemperaturregelung. Außerdem sollten Nacht- und Wochenendabsenkungen programmiert werden. Da bei größeren Verteilsystemen eine gleichmäßige Versorgung aller Räume nur schwer realisiert werden kann, empfiehlt sich der Einbau von Thermostatventilen bei den einzelnen Heizkörpern. Diese regeln individuell die Raumtemperatur und vermeiden so Überheizungen die bspw. durch Sonneneinstrahlungen (auf welche das Heizungsregelungssystem nicht reagiert) bewirkt werden. Thermostatventile sind kostengünstig und können meist auch nachträglich einfach eingebaut werden.

3.4 Heizflächen

Auch die Art der verwendeten Heizkörper ist nicht unwesentlich für den Energieverbrauch des Heizungssystems. Die optimale Wahl hängt von der Art des zu beheizenden Raumes ab. So tritt gerade bei hohen Hallen oft das Problem auf, daß im oberen Bereich der Halle (warme Luft steigt auf) zu hohe Raumtemperaturen auftreten, während den Leuten unten die Füße abfrieren. In solchen Fällen können gleichzeitig die Arbeitsbedingungen verbessert und die Energiekosten gesenkt werden durch:

- optimierte Luftführung bei Luftheizregistern
- spezielle Strahlungsheizflächen für die Aufenthaltsbereiche von Personen (der restliche Teil der Halle kann dann durchaus einige Grade kühler gehalten werden (dies senkt die Transmissionsverluste des Gebäudes deutlich)
- Einziehen von Zwischendecken damit die warme Luft im Personenbereich bleibt

3.5 Brauchwasserbereitung

Das Brauchwasser wird meist zentral erzeugt und im einem Warmwasserboiler gespeichert. Die Verteilung erfolgt oft über ausgedehnte Verteilsysteme. Damit an den einzelnen Entnahmestellen immer sofort warmes Wasser zur Verfügung steht wird das Verteilsystem meist in Form einer Zirkulationsleitung ausgeführt. Dies führt in Abhängigkeit des Zustandes der Wärmedämmung der Verteilrohre und der Entnahmemenge zu mehr oder weniger großen Verlusten. Im Extremfall (minimale Entnahme) sinkt der Nutzungsgrad gegen **Null**. Zirkulationsverluste bei Systemen mit ständiger Zirkulation liegen in der Praxis in der Größenordnung von 50% der Nutzwärme „ab Wasserhahn“.

Wie kann man dieses System optimieren?

- Großzügige Wärmedämmung der Zirkulationsleitungen
- Abschalten der Zirkulation in betriebsfreien Zeiten
- Kleine Verbraucher an entfernten Entnahmestellen dezentral versorgen (z.B. Untertischboiler für Waschbecken)

3.6 Dampferzeugung und -verteilung

Die Dampferzeugung (meist Sattdampf) erfolgt üblicherweise durch Dampfkessel. Für den Dampfkessel selbst gelten die analogen Überlegungen wie für den Heizkessel. Zusätzlich kommt beim Dampf aber noch der Parameter Druck hinzu. Üblicherweise bewegt sich der Dampfdruck zwischen 1,5 und 8 bar_{abs.}. Je höher der Dampfdruck (und damit die Temperatur) ist, desto verlustreicher ist die Erzeugung. Oft wird Dampf mit hohem Druck erzeugt obwohl er in dieser Form gar nicht benötigt wird und vor den Verbrauchern auf das notwendige niedrigere Druckniveau gedrosselt. Um das Dampfsystem so effizient wie möglich zu gestalten, beachten Sie folgende Punkte:

- Betrieb des Dampfnetzes mit minimal notwendigem Druck
- lückenlose und ausreichende Wärmedämmung (infolge der hohen Temperaturen sind die Isolationsverluste besonders hoch)
- möglichst dichtes System (keine defekten Kondensatableiter, etc.)
- eventuell bestehende alte Dampfheizungen durch Warmwasserheizungen ersetzen (Dampfheizungen sind schlecht regelbar, Dampferzeugung ist teurer als Warmwassererzeugung)
- Dampf wirklich nur dort verwenden, wo man mit Heißwasser kein Auslangen mehr findet

4 Kälte, Lüftung, Klima

4.1 Kälteerzeugung

Für Ihren Fleischereibetrieb benötigen Sie neben Wärme auch Kälte. Üblicherweise benötigen Sie Kälte auf drei verschiedenen Temperaturniveaus:

- Kühlung der Verarbeitungsräume (Klimakälte)
- Pluskühlung der Waren (Warentemperatur > 0 °C)
- Minuskühlung der Waren (Warentemperatur < -18 °C)

Die Kälteerzeugung erfolgt üblicherweise mit Kompressionskälteanlagen, deren Kompressoren mit (teurem) Strom angetrieben wird. Im Gegensatz zu Heizkesseln, wo es keine allzu großen Auswirkungen hat, wie heiß das produzierte Wasser ist, hängt die Effizienz von Kompressionskälteanlagen sehr stark von der Temperatur der Wärmequelle (Kaltwasser, Kühlraumtemperatur) und der Wärmesenke (Kühlwasser, Kühlluft) ab. Man sollte also darauf achten, daß die Verdampfungstemperatur (Sättigungstemperatur des Kältemittels auf der kalten Seite) möglichst hoch und die Kondensationstemperatur (Sättigungstemperatur des Kältemittels auf der warmen Seite) möglichst niedrig ist. **Als Faustformel kann man sagen, daß eine um 1 °C niedrigere Verdampfungstemperatur eine Verringerung der Kälteleistung der Anlage um ca. 5% und der Effizienz der Kälteerzeugung um 3% bewirkt.** Es sollte darum für jeden Temperaturbereich eine eigene Kälteanlage vorhanden sein.

*Beispiel: Kälteanlage mit einer Kälteleistung von 50 kW
Verdampfungstemperatur -13 °C
durchschnittliche Betriebszeit 16 h/d (mit 50 kW) ⇒ ca. 5.000 h/a (mit Berücksichtigung der betriebsfreien Zeit); Leistungszahl der Kälteerzeugung 2,3 ⇒ Stromverbrauch 109.000 kWh/a
bei einer Verdampfungstemperatur von -9 °C (optimiertes System) ⇒ Leistungszahl 2,58
⇒ Stromverbrauch (optimiertes System) 97.000 kWh/a ⇒ Stromeinsparung 12.000 kWh/a
spezifische Stromkosten 1,5 öS/kWh ⇒ **Stromkosteneinsparung 18.000 öS/a***

Zu niedrige Verdampfungstemperaturen bzw. zu hohe Kondensationstemperaturen können auch durch schlechte Anlagenplanung oder mangelnde Wartung (z.B. Vereisung oder Verschmutzung der Wärmetauscher) auftreten. Die Beurteilung des Betriebsverhaltens einer Kälteanlage bedarf meist einer umfangreichen meßtechnischen Untersuchung sowie spezieller Fachkenntnis. Sehr empfehlenswert ist es, mit der Erstinbetriebnahme der Anlage neben der obligaten sicherheitstechnischen Abnahmeprüfung gleich eine meßtechnische Überprüfung der Ausschreibungsdaten durch einen neutralen Experten durchführen zu lassen (die Kosten für eine derartige meßtechnische Überprüfung liegen bei ca. 1 ... 2 % der Investitionssumme und amortisieren sich meist sehr rasch, da die Erfahrung gezeigt hat, daß kaum eine Kälteanlage ordnungsgemäß funktioniert). Nachträgliche Änderungen an der Anlage sind meist sehr viel teurer.

Bei der Planung und beim Betrieb der Kälteanlage sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- exakte Kühllastberechnung
- großzügige Auslegung der Wärmetauscher (etwas mehr Wärmetauscherfläche kostet nicht viel mehr, spart aber viel an Stromkosten)
- Verwendung effizienter Verdichter (Mehrkosten zahlen sich schnell aus)
- optimiertes Regelungs- und Steuerungskonzept
- den Betriebsbedingungen angepaßte Teillastregelung (optimale Verdichterstufe bei Verbundanlagen, polumschaltbare Verdichtermotoren, Zylinderwegschaltung, keine Heißgasbypaßsysteme, Saugdruckregler vermeiden etc.)
- gleitende Kondensationstemperatur (die in der Kältetechnik häufig verwendeten Kondensationsdruckregler sind meist sinnlos und verschwenden Energie)
- effiziente Abtausysteme (bedarfsgerechte Abtauststeuerung)
- regelmäßige Reinigung der Wärmetauscher (verschmutzte Wärmetauscher verschlechtern den Wärmeübergang und somit die Effizienz)
- regelmäßige Kontrolle der Kältemittelfüllmenge am Schauglas vor dem Expansionsventil (zu wenig Kältemittel senkt die Verdampfungstemperatur und damit die Kälteleistung und den Wirkungsgrad)
- wenn möglich - Nutzung der Abwärme der Kälteanlagen (s. Kap. 6.3.3)
- Türen der Kühlräume möglichst selten und kurz öffnen

Bei allen Überlegungen für die Kälteerzeugung sollten Sie bedenken, daß bei keiner der anderen energietechnischen Anlagen Ihres Betriebes der Einfluß von schlecht funktionierenden Anlagen direkt auf das Produkt so stark ist wie bei der Kühlung. Die gesetzlichen Regelungen bezüglich der Temperaturanforderungen an Lebensmittel sind teilweise sehr streng (s. Kap. 6.1).

4.2 Lüftung und Klimatisierung

Zur Aufrechterhaltung der hygienischen Anforderungen ist in produzierenden Betrieben ein Lüftungssystem unerlässlich. Können die Lüftungsanlagen auch noch Erwärmen, Abkühlen, Be- und Entfeuchten, so spricht man von Klimaanlage. Der häufig gehörte Vorwurf - **Klimaanlagen machen krank** - ist **nicht wahr**, es handelt sich in diesen Fällen um schlecht geplante, falsch geregelte und mangelhaft gewartete Anlagen.

Die Hauptaufgaben von Klimaanlage sind:

- Konditionierung der Luft
- Sicherung des nötigen Luftwechsels
- Reinigung der Luft

Die Luftumwälzung erfolgt durch Ventilatoren. Der Energieverbrauch dieser Ventilatoren ist beträchtlich. Für einen minimalen Energieverbrauch der Lüfter sind folgende Dinge zu beachten:

- verschmutzte Filter und Wärmetauscher erhöhen den Druckabfall und damit den Stromverbrauch
- zu hohe Luftmengenströme vermeiden (der elektrische Antriebsaufwand steigt überproportional mit der geförderten Luftmenge) → **2-fache Luftmenge bedeutet eine 8-fachen Antriebsleistung der Lüfter**
- kann der Volumenstrom zeitweise abgesenkt werden (→ drehzahlgeregelte Lüfter)?
- Umluftanteil maximieren (Frischluft muß gereinigt und meist gekühlt oder geheizt werden → zusätzlicher Energieaufwand für Kälteanlage oder Heizanlage)
- kann die Anlage teilweise mit free cooling (Kühlung mit Außenluft) betrieben werden (Kälteanlage kann in diesen Zeiten abgeschaltet werden)

Beispiel: Lüftungsbedarf 12.000 m³/h; tatsächlich umgewälzte Luftmenge 16.000 m³/h; elektrische Antriebsleistung für die Ventilatoren 12 kW; Vollastbetriebsstunden der Lüftung 5.000 h/a; spez. Stromkosten 1,5 öS/kWh

⇒ jährliche Stromkosten zum Betrieb der Lüfter 90.000 öS/a

*Verbesserungen: a) tatsächliche Luftmenge auf 12.000 m³/h eingestellt
b) Optimierung der Laufzeiten der Lüftung auf 4.000*

Vollaststunden/a

Stromkosteneinsparung:

a) Antriebsleistung der Lüfter: 5,1 kW

⇒ Stromkosteneinsparung 51.750 öS/a

*b) Stromkosteneinsparung: 18.000 öS/a [bezogen auf ursprüngliches System]
7.650 öS/a [wenn a) bereits durchgeführt]*

5 Elektrische Energie - Elektrische Verbraucher

Bevor auf die elektrischen Verbraucher genauer eingegangen wird, soll an dieser Stelle kurz auf das prinzipielle tarifliche System der Stromversorgung eingegangen werden.

5.1 Stromversorgung - Tarife

5.1.1 Stromkosten

Die Kosten für die elektrische Energie setzen sich zusammen aus:

- Arbeitspreis
- Leistungspreis
- Meßpreis
- Blindstromkosten

Der **Arbeitspreis** ist das Entgelt für die vom Kunden bezogene Wirkarbeit in [öS/kWh]. Die Kosten für eine kWh sind abhängig von der Art der Bestimmung der Verrechnungsleistung.

Der **Leistungspreis** stellt das Entgelt für die vom Kunden im jeweiligen Abrechnungszeitraum beanspruchte elektrische Leistung dar. Als Berechnungsgrundlage dient die Verrechnungsleistung, die entweder auf Basis der **96-Stunden-Meßperiode** (gemessen oder rechnerisch bestimmt) oder der **1/4-Stunden-Meßperiode** ermittelt wird.

- **96-Stunden-Meßperiode**

Dabei wird der Stromverbrauch in 96-Stundenperioden gemessen. Mit jeder Stunde beginnt eine neue Periode. Jede gemessene kWh stellt eine Leistungseinheit dar. Verrechnet wird der höchste 96-Stundenwert des Abrechnungszeitraumes. Falls die Ermittlung der Leistungseinheiten rechnerisch erfolgt (nur bei sehr kleinen Verbrauchern) wird die Verrechnungsleistung über den sogenannten **Lastfaktor** ermittelt. Dieser beträgt für das Gewerbe 0,025.

- **1/4-Stunden-Meßperiode**

Die Jahresverrechnungsleistung in kW ergibt sich aus dem **arithmetischen Mittel der drei höchsten gemessenen 1/4-Stunden-Durchschnittsleistungen** in den Zeiträumen

- Jänner bis März
- April bis September
- Oktober bis Dezember

Der Stromkunde kann nach dem neuen Tarifsystem den für ihn günstigsten Tarif über weite Bereiche selbst wählen.

Blindstrom

Neben der Wirkarbeit bezieht ein Betrieb üblicherweise auch Blindarbeit. Diese ist bis zu 50 % der Wirkarbeit (im Abrechnungszeitraum) kostenfrei. Blindstromkompensationsanlagen sind daher auf einen **cos ϕ von mindestens 0,9** auszulegen.

Meßpreis

Der Meßpreis ist das Entgelt für die zur Verfügungstellung der Meß-, Schalt- und Steuer-einrichtungen

5.1.2 Schwachlasttarife

Außerhalb der Netzspitzen kann der Stromkunde kostengünstige Schwachlasttarife in Anspruch nehmen.

- **Nachtstrom**
- **Sommer-Nachtstrom**
- **Tarif für unterbrechbare Lieferung**

Diese Art des Tarifes ist besonders günstig für Betriebe mit einzelnen elektrischen Verbrauchern hoher Anschlußleistung aber geringer täglicher Betriebszeit. Können diese Betriebszeiten in fixe, für das EVU lastschwache Perioden verlegt werden, so kann dieser Sondertarif in Anspruch genommen werden.

5.1.3 Sondertarife

Die Sondertarife sind nach Spannungsebene, Leistungs- und Eigentumsverhältnissen (Übergabestelle) strukturiert.

5.1.4 Prinzipielle Sparpotentiale bei den Stromkosten

Mögliche Kostenoptimierungen können auf mehreren Ebenen stattfinden:

- **Reduzierung der Leistungskosten**

Zur Vermeidung von Leistungsspitzen gibt es mehrere Möglichkeiten:

- **Wechselschalter**

Eine sehr einfache und kostengünstige Lösung stellt ein Wechselschalter dar. Der Wechselschalter bewirkt, daß von zwei großen Verbrauchern immer nur einer an das Netz angeschlossen sein kann, während der andere weggeschaltet ist. Diese Lösung eignet sich nur für überschaubare kleine Betriebe, bei denen der Produktionsablauf entsprechend eingeteilt werden kann.

- **Spitzenwächter**

Spitzenwächter geben bei drohenden Leistungsspitzen ein Alarmsignal ab, ohne allerdings in den Betrieb der Verbraucher regulierend einzugreifen. Damit besteht die Gefahr, daß es bei einem Ignorieren des Signals erst wieder zu unerwünschten Leistungsspitzen kommt.

- **Leistungssteuerungen**

Die Leistungssteuerung (auch Lastmanagementsystem genannt) stellt ebenfalls eine drohende Leistungsspitze fest und reagiert darauf. Dies geschieht in der Form, daß einzelne Verbraucher (die mit verschiedenen Wegschaltprioritäten belegt sein können) auf eine bestimmte Zeit weggeschaltet werden können.

• **Reduzierung der Arbeitskosten**

Eine Optimierung der Arbeitskosten hängt der Art und dem Betrieb der verwendeten Anlagen ab. Auf diese Problematik wird in den Kap. 4, 5.2, 5.3 und 5.4 ausführlich eingegangen.

• **Reduzierung der Blindstromkosten**

Die Blindleistung entsteht im Stromnetz vorwiegend durch induktive Lasten, die hauptsächlich von Elektromotoren verursacht werden. Mit Hilfe einer Blindstromkompensationsanlage werden diese Induktivitäten durch entsprechende Kondensatoren ausgeglichen. Damit keine Kosten für den Blindstrom anfallen muß eine Blindstromkompensation üblicherweise derart ausgelegt sein, daß die Blindleistung max. 50% der Wirkleistung beträgt (d.h. daß der $\cos \varphi$ größer gleich 0,9 ist).

5.2 Elektrische betriebene Maschinen in der Produktion

Neben den bereits angesprochenen elektrischen Verbrauchern (Kälteanlagen, Ventilatoren etc.) sind in einem Betrieb eine Vielzahl anderer elektrischer Verbraucher. Beispielhaft ist in **Tab 5-1** eine Stromverbrauchsaufteilung eines Fleischereibetriebes dargestellt.

In fleischverarbeitenden Betrieben gibt es eine Reihe von Maschinen mit hohen elektrischen Anschlußwerten. Im Bereich Schlachten und Zerlegen sind dies bspw.: Enthaarung, Säge, Entschwartelung, Knochensäge, in der Produktion: Kutter, Wolf, Spritze, Trommeln, etc.

In der Summe ihrer Anschlußleistungen stellen diese Maschinen den größten elektrischen Verbraucher dar. Meist ist ihre tägliche oder wöchentliche Betriebszeit aber eher gering. Zur Minimierung der Energiekosten dieser Verbraucher sind zwei Ansätze zu beachten. Bei der Investition sollten Maschinen mit energieoptimierten Antrieben bevorzugt werden. Der Wirkungsgrad elektrischer Motoren hängt von ihrer Leistung und der Belastung ab. Kleine Motoren haben prinzipiell schlechtere Wirkungsgrade als große, außerdem ist die Bandbreite der Wirkungsgrade zwischen den verschiedenen Herstellern bei kleinen Motoren größer. Die größten Energieeinsparungen sind nach Untersuchungen³ bei Elektromotoren im Leistungsbereich zwischen 1 und 20 kW zu erzielen. Eine weitere Verlustquelle stellen Elektomotore dar die im extremen Teillastbetrieb (z.B. Überdimensionierung) betrieben werden. Prinzipiell kann gesagt werden, daß der Wirkungsgrad von Motoren unter 50 % der Nennlast stark abfällt.

3 Sakulin, Gross, Rassi (1995); Sparpotentiale durch effektiven Stromeinsatz im Untersuchungsgebiet Graz; Studie im Rahmen des KEK

Tab. 5-1: Stromverbrauchsaufteilung

Firma/Betrieb		Fleischerei mit eigener Schlachtung						
		Jahresproduktionsleistung > 250 t/a						
El. Verbraucher								
Abgeschätzter Stromverbrauch (aufgrund der verfügbaren Rohdaten)								
Pos.	Bezeichnung	el. Leistung [kW]	Einschalt- dauer [h/Wo]	Lastfaktor [-]	Verbrauch [kWh/Wo]	Verbrauch [kWh/a]	Anteil [%]	Anteil (ges.) [%]
Schlachten	1 Enthaarung	4,0	5	1,00	20	1.000	36,0	0,2
Zerlegen	2 Säge	1,6	45	0,30	22	1.080	38,8	0,2
	3 Entschwartelung	2,0	4	1,00	8	400	14,4	0,1
	4 Knochensäge	3,0	2	1,00	6	300	10,8	0,1
	5 SUMME	10,6			56	2.780	100,0	0,5
Produktion	6 Kutter	20,0	1	1,00	20	1.000	0,5	0,2
		40,0	5	1,00	200	10.000	5,0	1,9
		60,0	20	1,00	1.200	60.000	29,8	11,3
	7 Wolf	29,0	2	1,00	58	2.900	1,4	0,5
		38,0	10	1,00	380	19.000	9,4	3,6
	8 Spritze	10,0	20	1,00	200	10.000	5,0	1,9
	9 Selchen	20,0	100	0,70	1.400	70.000	34,7	13,2
	10 Backofen	10,0	25	0,70	175	8.750	4,3	1,7
	11 Trommeln	4,0	100	1,00	400	20.000	9,9	3,8
	12 Eismaschine	1,0	20	1,00	20	1.000	0,5	0,2
	13 SUMME	142,0			4.033	201.650	100,0	38,1
Verkauf	14 Kühlschränke	0,5	168	0,40	34	1.747	40,7	0,3
	15 Warmhalte	1,0	30	0,70	21	1.050	24,4	0,2
	16 Diverses	3,0	10	1,00	30	1.500	34,9	0,3
	17 SUMME	4,5			85	4.297	100,0	0,8
Kühlung	18 Vitrine	2,2	168	0,80	296	15.375	5,3	2,9
	19 Wurst	1,5	168	0,80	202	10.483	3,6	2,0
	20 Expedit	4,4	168	0,80	591	30.751	10,7	5,8
	21 Pökel	0,7	168	0,80	94	4.892	1,7	0,9
	22 Klimaraum	4,0	168	0,80	538	27.955	9,7	5,3
	23 Kühlraum	6,0	168	0,80	806	41.933	14,5	7,9
	24 TK	4,6	168	0,80	618	32.148	11,1	6,1
	25 Brät	2,2	168	0,80	296	15.375	5,3	2,9
	26 Lager 1	4,4	168	0,80	591	30.751	10,7	5,8
	27 Lager 2	3,7	168	0,80	497	25.859	9,0	4,9
	28 Schnell	7,6	168	0,80	1.021	53.115	18,4	10,0
	29 Diverses	3,0	168	0,80	403	20.966	7,3	4,0
	30 SUMME	41,3			5.551	288.637	100,0	54,5
Sonstiges	31 Waschmasch.	10,0	20	0,40	80	4.000	12,6	0,8
	32 Druckluft	2,0	28	1,00	56	2.800	8,8	0,5
	33 Beleuchtung	20,0	25	1,00	500	25.000	78,6	4,7
	34 Diverses	5,0	40	1,00	200	10.000	31,4	1,9
	34 SUMME	32,0			636	31.800	100,0	6,0
	35 GESAMT	230,4			10.360	529.165	100,0	

Der zweite und wahrscheinlich wichtigere Punkt (bezüglich Energiekosten) ist aber das Vermeiden von Lastspitzen und damit hohen Leistungskosten für die elektrische Energie. Es sollte also möglichst versucht werden, den gleichzeitigen Einsatz aller Verbraucher mit geringer Laufzeit zu vermeiden. Auf die tarifliche Problematik wird in Kap. 5.1 eingegangen. Eine mögliche Alternative (Einsatz eines BHKW) wird in Kap. 6.3.1 diskutiert.

Beispiel: Durch betriebliche Maßnahmen (Verlegen der Betriebszeiten von einigen Maschinen in lastschwache Produktionszeiten) gelingt es, die Leistungsspitzen um 20 kW zu reduzieren. Bei einem Leistungspreis von 1.872 öS/kW,a ergibt sich damit eine Stromkosteneinsparung von 37.440 öS/a

5.3 Beleuchtung

Die Beleuchtung hat einen nicht zu vernachlässigenden Anteil am Gesamtstromverbrauch. Gerade in Produktionshallen ohne Außenfenster hat die Beleuchtung eine sehr hohe Einschaltdauer. Liegt die Beleuchtung in gekühlten Bereichen so verdoppelt sich der Energieverbrauch dadurch, daß die durch die Beleuchtung eingebrachte Energie dem Raum durch die Kühlanlagen wieder entzogen werden muß. Überprüfen Sie einmal folgende Punkte:

- Ist die Beleuchtung wirklich nur dort eingeschaltet wo sie gebraucht wird ?
- Kann in einigen Bereichen die Beleuchtungsstärke reduziert werden?
- Sind die Arbeitsplätze mit lokal beschränkter, gezielt geplanter Arbeitsplatzbeleuchtung ausgestattet?
- Werden bereits Leuchtröhren der "neuen" Generation verwendet (die schlanken Leuchtstoffröhren haben bei gleicher Lichtleistung einen um 10 % geringeren Stromverbrauch; die noch bessere Ausführung hat gleichzeitig einen geringeren Energiebedarf und eine erhöhte Lichtleistung was umgerechnet einer Verbrauchseinsparung von rund 30 % gleichkommt)
- Wie ist die Anordnung Ihrer Beleuchtungseinrichtung?
- Werden Reflektoren verwendet?
- Gibt es eine tageslichtgesteuerte Ein- und Ausschaltsteuerung der Beleuchtung?

*Beispiel: Alle 200 Leuchtstoffröhren (65 W/Röhre) eines Betriebes werden auf die neue Generation (Stromeinsparung 10 %) umgestellt.
Spez. Stromkosten von 1,5 öS/kWh; Einschaltdauer 2.500 h/a
→ jährliche Stromeinsparung: 4.875 öS/a [0,065*0,1*200*2.500*1,5]*

5.4 Druckluft - ein teurer Spaß

Druckluft wird mit elektrisch angetriebenen Verdichtern erzeugt. Der Verdichtungsprozeß ist prinzipiell mit großen Verlusten behaftet (ca. 95% der Antriebsenergie wird in Wärme umgesetzt, lediglich 5% kommen der Druckerhöhung zugute). Ihr Betrieb wird wahrscheinlich zentral mit Druckluft versorgt. Dies bedeutet lange Verteilwege und damit eine große Gefahr von Undichtheiten (undichte Ventile und Verbindungen, Löcher in den Leitungen, etc.).

Beispiel: Ein Loch in einem 8 bar Druckluftsystem mit einem Durchmesser von 1,5 mm verursacht einen Luftverlust von 9 m³/h, was Sie im Jahr ca. 17.000 öS kostet. Vielleicht sollten Sie also einmal die Dichtheit Ihres Druckluftsystems überprüfen.

Wartungsmaßnahmen:

- Verschmutzte Ansaugfilter wechseln
- Ventilrevisionen regelmäßig durchführen (diese werden mit der Zeit undicht)
- Öl- und Luftkühler regelmäßig reinigen (dadurch bleiben die Temperaturen niedrig)
- Regelmäßige Kontrolle der Dichtheit des Druckluftverteilsystems

6 Spezielle Probleme

6.1 Gesetzliche Auflagen

Für fleischverarbeitende Betriebe sind natürlich eine Vielzahl von verschiedenen Gesetzen und Verordnungen relevant. An dieser Stelle und im folgenden wird auf einige wichtige gesetzliche Regelungen bezüglich deren Relevanz auf das betriebliche Energiesystem eingegangen. Im Bereich der Lebensmittelhygiene sind dies:

396. Verordnung des Bundesministers für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz über die Hygiene bei der Gewinnung, Bearbeitung, Lagerung und beim Transport von frischem Fleisch (Frischfleisch-Hygieneverordnung) (BGBl. Nr. 118/1994)

Zeitpunkt des Inkrafttretens: 1. Juli 1994
Teilweise Übergangsbestimmungen bis: 31. Dezember 1995 (s. §20)

Die gegenständliche Verordnung besteht aus 11 Hauptstücken.

In § 3 Pkt. 10 heißt es u.a.:

Es müssen Kühlanlagen vorhanden sein, durch die gewährleistet wird, daß die vorgeschriebene Temperatur des Fleisches eingehalten wird...

In § 3 Pkt. 12 heißt es:

*Es muß eine Anlage vorhanden sein, die in ausreichender Menge heißes Trinkwasser liefert. Die Wassertemperatur hat für die Handwaschbecken **ungefähr 45 °C**, für die Reinigung von Räumen, Einrichtungsgegenständen und Arbeitsgeräten **ungefähr 65 °C** und für die Desinfektion **mindestens 82 °C** zu betragen.*

In § 6 Pkt. 2 heißt es.:

Es muß ein Registrierthermometer oder ein Registrierfernthermometer in jedem bzw. für jeden Lagerraum vorhanden sein.

In §9 (5) heißt es sinngemäß:

Während des Zerlegens, Entbeinens, Umhüllens und Verpackens muß die Innentemperatur des Fleisches konstant auf höchstens 7 °C, jene der Innereien konstant auf höchstens 3 °C gehalten werden. ...Die Temperatur im Zerlegungsraum darf nicht höher als 12 °C sein. (Ausnahmen s. §11)

Die Produkttemperaturen für die Lagerung sind gleich wie für die Verarbeitung.

In §12 (4,5) heißt es sinngemäß:

Bei tiefgekühltem Fleisch muß eine Innentemperatur von nicht wärmer als -12 °C erreicht werden.

Aufgetautes tiefgekühltes Fleisch darf nicht wieder tiefgekühlt werden.

397. Verordnung des Bundesministers für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz über die Hygiene bei der Verarbeitung von Fleisch sowie bei der Bearbeitung, Lagerung und beim Transport von Fleischerzeugnissen (Fleischverarbeitungsbetriebe-Hygieneverordnung) (BGBl. Nr. 118/1994); (Bestimmungen analog 396. Verordnung)

305. Verordnung der Bundesminister für soziale Verwaltung und für Handel, Gewerbe und Industrie vom 21 Juli 1969 über den Schutz der Dienstnehmer und der Nachbarschaft beim Betrieb von Kälteanlagen (Kälteanlagenverordnung)

Die Kälteanlagenverordnung hat zwar keine direkte Relevanz bezüglich energetischer Aspekte, sie stellt aber die wichtigste Verordnung im Zusammenhang mit dem Betrieb von Kälteanlagen dar. Neben der Aufstellung und dem Betrieb der Anlage wird in dieser Verordnung auch auf die Kältemittel eingegangen, wobei deutlich klargelegt wird, daß ein Einsatz von brennbaren Kältemitteln der Gruppe 3 (Propan u.ä.) derzeit so gut wie verboten ist.

201. Verordnung des Bundesministers für Gesundheit, Sport und Konsumentenschutz über tiefgefrorene Lebensmittel vom 18. März 1994

Diese Verordnung ist besonders bezüglich der Temperatur von tiefgekühlten Lebensmitteln interessant; so heißt es in §4 (1) und §4 (2):

(1) Die Temperatur tiefgefrorener Lebensmittel muß gleichbleibend sein und an allen Stellen des Erzeugnisses auf -18°C oder niedriger gehalten werden.

(2) Beim Versand sowie beim örtlichen Vertrieb und in den Tiefkühltruhen des Einzelhandels ist im Rahmen redlicher Aufbewahrungs- und Vertriebsverfahren ein kurzzeitiger Anstieg der Temperatur um 3°C (höchstens -15 °C) zulässig.

301. Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie vom 17. Mai 1990 über Beschränkungen und Verbote der Verwendung, der Herstellung und des Inverkehrsetzens von vollhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen (BGBl, Juni 1990)

Die Kältemittelverordnung von 1990 ist noch gültig. In ihr wird die Verwendung der Kältemittel geregelt (s.a. Kap. 6.2.2) Derzeit ist aber eine neue Verordnung im Entwurfsstadium bzw. in der Begutachtung, welche deutlich schärfere Bestimmungen (Ausstiegszeitpunkte aus den teilhalogenierten HFCKW) vorsieht und wahrscheinlich in diesem oder im nächsten Jahr in Kraft treten wird.

6.2 Kältemittel

Der Bereich der Kühlung stellt in Ihrem Betrieb einen aus energetischer Sicht bedeutenden Anteil (ca. 50 % des Gesamtstromverbrauchs) dar. Durch das (nahende) Verbot der bisher gängigen Kältemittel und die Unsicherheit bezüglich der zukünftigen Alternativen wird im folgenden auf diese Problematik ausführlich eingegangen.

6.2.1 Ausgangssituation

Für die Kälteerzeugung im unteren und mittleren Leistungsbereich sowie den Temperaturbereichen, wie sie in Lebensmittelmärkten erforderlich sind, werden derzeit fast ausschließlich Kaltdampf-Kompressionsanlagen eingesetzt. Als Kältemittel werden sogenannte Sicherheitskältemittel verwendet, die seit ihrer Einführung in den Dreißigerjahren, abgesehen von Ammoniak für Großanlagen, nahezu alle anderen Kältemittel ersetzt haben.

6.2.2 Umweltauswirkungen von Kältemitteln

Heute wissen wir, daß diese Kältemittel, die hervorragende thermodynamische Eigenschaften besitzen, Fremdkörper in unserer Biosphäre darstellen und sich auf die Umwelt (Ozonloch, Treibhauseffekt) negativ auswirken. Zur Bewertung der globalen Auswirkungen dieser Stoffe haben sich folgende Kennzahlen etabliert:

- **ODP (Ozone Depletion Potential), Ozonzerstörungspotential**
- **GWP (Global Warming Potential), direkter Treibhauseffekt**
- **TEWI (Total Equivalent Warming Impact), direkter und indirekter Treibhauseffekt**

Im Bereich der gewerblichen Kühlung fanden bislang hauptsächlich die beiden vollchlorierten Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) **R12** (Normalkühlbereich) und **R502** (Tiefkühlung) Verwendung. In Österreich ist der Einsatz dieser Kältemittel in Neuanlagen seit dem 1. Jänner 1992 verboten. Altanlagen dürfen weiterhin betrieben werden.

Als kurzfristige Alternative wurden nach dem Verbot der FCKW die teilhalogenierten HFCKW eingesetzt. Der Bereich der gewerblichen Kühlung wurde ab diesem Zeitpunkt fast

ausschließlich durch das HFCKW **R22** abgedeckt. Dieser Umstieg bedeutete für die Kältebranche keinerlei Probleme, da R22 ein in der Klimatechnik seit vielen Jahren bewährtes Kältemittel darstellt, das keine Umstellungsschwierigkeiten bei der Einführung in den Bereich der gewerblichen Kühlung mit sich brachte. Durch das zwar weitaus geringere aber immer noch vorhandene Ozonerstörungspotential von R22 ist auch dieses Kältemittel lediglich als kurzfristige Übergangslösung zu betrachten. In Österreich ist derzeit ein Gesetzesentwurf in Bearbeitung, der die Verwendung von teilhalogenierten Fluorchlorkohlenwasserstoffen in gewerblichen Kühlanlagen frühestens mit 1. Jänner 1998 verbietet, wobei der genaue Einföhrungstermin noch nicht feststeht. Damit ist der Einsatz von R22 für neue Anlagen aus heutiger Sicht nicht mehr zu empfehlen.

6.2.3 Ersatzstoffe für FCKW- und HFCKW-Kältemittel

Mit einem Ausstieg aus den HFCKW kommt es zu grundlegenden Änderungen im Bereich der Kältetechnik im allgemeinen und der gewerblichen Kühlung im besonderen. Mit diesem Ausstieg ist dann kein Umstieg auf bereits vertraute Technologien bzw. Arbeitsmedien mehr möglich. Im folgenden wird eine Übersicht über den Bereich der Kältemittel gegeben und es wird versucht, die Alternativen und zukünftigen Tendenzen abzuschätzen.

6.2.3.1 Entwicklungstendenzen

Für den Ausstieg aus R12, R502 und R22 werden derzeit zwei Zielrichtungen verfolgt:

- ungiftige und nicht brennbare synthetische Reinstoffe bzw. Gemische
- brennbare und/oder giftige natürliche Stoffe wie Propan, Propan-Butan-Gemische und Amoniak

a) Nicht brennbare Kältemittel

Untersucht man die chlorfreien Möglichkeiten unter dem Kriterium der Unbrennbarkeit, dann reduziert sich die Anzahl der in Frage kommenden Stoffe drastisch. Als Ersatz für R12 (Normalkühlung) bietet sich der Reinstoff R134a als Alternative an. Bei diesem Kältemittel handelte es sich um das erste der sogenannten "chlorfreien Alternativen". Bezüglich der energetischen Effizienz (und damit den Stromkosten) liefert R134a sehr ähnliche Werte wie R12. Es scheint also, daß für den Bereich der Normalkühlung mit R134a ein Ersatzstoff gefunden wurde. Im Bereich der Tiefkühlung sind die Entwicklungen derzeit noch im Fluß und es gibt noch keinen definitiven Ersatz. Da es für diesen Anwendungsbereich keine geeigneten nicht brennbaren Reinstoffe gibt, verstärken sich die Bemühungen auf dem Gebiet der Mischungen.

Faßt man den derzeitigen Stand an nicht brennbaren Alternativen zusammen, so scheinen mit R134a als Ersatz für R12 und mit Mehrstoffgemischen als Ersatz für R502 und R22, zukunftssträngige Alternativen gefunden zu sein. Bei allen diesen Stoffen gibt es jedoch derzeit noch Unsicherheiten bzw. Probleme. Aus diesen Gründen gehen die Überlegungen über mögliche Alternativen in letzter Zeit auch in eine zweite Richtung.

b) Brennbare natürliche Kältemittel

Es handelt sich dabei um Stoffe (z.B. Propan, Butan, Ammoniak), die in unserer Biosphäre immer schon eine Rolle spielten. Eigentlich sind dies alte Kältemittel, die abgesehen von Ammoniak, gänzlich durch die Einführung der Sicherheitskältemittel ersetzt wurden.

- **Ammoniak** ist ein Kältemittel mit ausgezeichneten thermodynamischen Eigenschaften und hat bei Großkälteanlagen bis heute eine dominierende Marktstellung. Ammoniak hat kein Ozonzerstörungspotential und liefert keinen Beitrag zum Treibhauseffekt. Die Nachteile liegen in der Brennbarkeit, der Giftigkeit und dem typischen Geruch, der bei Menschen Panikreaktionen hervorruft. Derzeit wird intensiv an der Entwicklung von gekapselten Ammoniakanlagen mit minimaler Füllmenge für kleinere und mittlere Leistungen gearbeitet. Die Verwendung von Ammoniak wird auch im Zusammenhang mit indirekten Systemen intensiv diskutiert, weil dadurch das Vorhandensein von Ammoniak auf den Maschinenraum beschränkt bleibt, wo die notwendigen Sicherheitsanforderungen leichter eingehalten werden können.
- **Propan, Propan-Butan-Gemische** sind abgesehen von ihrer Brennbarkeit ausgezeichnete Kältemittel und können als Ersatz für R22 verwendet werden, wobei die Kälteleistung ca. 10 % geringer als bei R22, die Leistungszahlen und damit die Energieeffizienz aber um ca. 10 % höher sind. Durch die sehr restriktive gesetzliche Situation in Österreich ist derzeit aber der Einsatz von Propan o.ä. fast unmöglich.

Zusammenfassend kann der Einsatz von brennbaren Kältemitteln, nicht zuletzt aus Umweltschutzgründen, als eine äußerst interessante Möglichkeit für zukünftige Anlagen angesehen werden, wobei vor einer breiten Anwendung eine Novellierung der derzeitigen gesetzlichen Bestimmungen unbedingt erforderlich ist.

6.2.3.2 Kältemittelproblematik bei bestehenden Anlagen

Neuanlagen dürfen, wie schon erwähnt, nicht mehr mit FCKW betrieben werden. Für bestehende Anlagen gilt das Verbot für diese vollhalogenierten Stoffe nicht. Trotzdem wurden schon sehr bald nach der Vorstellung von alternativen chlorfreien Kältemitteln Überlegungen angestellt, inwieweit bestehende Anlagen auf den Betrieb mit neuen alternativen Kältemitteln umgerüstet werden können. Bei der Umrüstung bestehender Anlagen sind folgende grundsätzliche Unterscheidungen zu treffen.

• DROP - IN - Kältemittel

Diese Kältemittel sind Stoffe (Gemische) mit sehr ähnlichen thermodynamischen Eigenschaften wie die bisherigen FCKW. Sie enthalten unter anderem auch das Kältemittel R22 und es ist dadurch möglich, die bisher üblichen Kältemaschinenöle weiter zu verwenden. DROP-IN-Kältemittel wurden speziell dafür entwickelt, um FCKW in bestehenden Anlagen zu ersetzen. Dazu ist lediglich das Kältemittel im Kältekreislauf zu wechseln und gegebenenfalls die Regelung der Anlage neu einzustellen. Mit einem Verbot von R22 geht aber auch ein Einsatzverbot dieser Ersatzstoffe Hand in Hand.

• RETROFIT

Unter RETROFIT versteht man das Umrüsten einer bestehenden Anlage auf neue chlorfreie Kältemittel. Wie schon erwähnt, sind bei Verwendung von chlorfreien Kältemitteln neue Öle notwendig. Eine Retrofit-Prozedur beinhaltet daher neben dem Wechsel des Kältemittels auch einen Austausch des Kältemaschinenöles sowie mancher Komponenten (z.B. Expansionsventil).

Für beide genannten Verfahren gibt es zwischenzeitlich umfangreiche Erfahrungen. Inwieweit eine Umrüstung sinnvoll ist, ist in jedem Einzelfall zu überprüfen. Wegen der aufwendigen Umrüstprozeduren und dem damit verbundenen Kostenaufwand ist ein derartiges Vorgehen wahrscheinlich nur bei relativ neuen Anlagen, die sich in einem sehr guten technischen Zustand befinden, sinnvoll.

6.3 Blockheizkraftwerke, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung

Fleischverarbeitende Betriebe stellen aus energetischer Sicht ein System dar, das im wesentlichen einen Energiebedarf in folgender Form hat:

- **elektrische Energie**
- **thermische Energie**
 - o Dampf zwischen 1,5 und 8 bar_{abs}
 - o Heißwasser min. 82 °C (Desinfektion)
 - o Heißwasser ca. 65 °C (Reinigung)
 - o Heißwasser ca. 45 °C (Handwaschbecken)
 - o Heizungswasser (Temperatur abhängig von der Heizungsauslegung)
 - o Kühlung der Verarbeitungsräume (Klimakälte)
 - o Pluskühlung der Waren (Warentemperatur > 0 °C)
 - o Minuskühlung der Waren (Warentemperatur < -18 °C)

Für diese verschiedenen Arten bzw. Niveaus der benötigten Energieformen besteht im Betrieb ein individueller Bedarf, der tages- und wochenzeitlich aber auch jahreszeitlich schwankt. Den zeitlichen Verlauf des Bedarfs nennt man Ganglinie. Die Aufgabe des betrieblichen Energiesystems ist, die o.a. Nutzenergieformen in der richtigen Menge, zum richtigen Zeitpunkt zu minimalen Kosten bereitzustellen. Dazu kommen dann noch Faktoren wie Umweltverträglichkeit, Ausfallssicherheit u.ä..

Neben einer konventionellen Energiebereitstellung (elektr. Energie aus dem Netz, thermische Energie durch Kessel bzw. durch Kälteanlagen) bei der die einzelnen Nutzenergieformen getrennt, ohne Berücksichtigung der anderen bereitgestellt werden, können Teile der Energiebereitstellung auch durch kombinierte Systeme durchgeführt werden.

6.3.1 Blockheizkraftwerke (BHKW)

Ein BHKW ist ein Aggregat (Verbrennungskraftmotor, Gasturbine) das elektrischen Strom erzeugt und dessen Abwärme gleichzeitig zur Bereitstellung der benötigten thermischen Energie genutzt wird. Die Betriebsweise eines BHKW kann entweder **strom-** oder **wärmegeführt** sein. Die Auswahl und Auslegung eines BHKW hängt sehr stark von der Betriebszeit ab. Vereinfacht können folgende beiden prinzipiellen Typen unterschieden werden:

- BHKW zur elektrischen Spitzenlastdeckung

Diese Variante ist für Betriebe mit ausgeprägten und kurzen Lastspitzen (und damit verbundenen hohen Leistungskosten für die elektrische Energie) einsetzbar. Es erfolgt lediglich eine Einschaltung bei Überschreitung des maximal zulässigen Strombezugs. Diese Art kann somit als Spitzenlastmanagement in der Art und Weise verstanden werden, daß bei Überschreitung der maximalen Leistung nicht Verbraucher weggeschaltet werden, sondern intern Leistung bereitgestellt wird. Infolge der geringen Laufzeiten kommt einer optimierten Abwärmenutzung des BHKW's keine besondere Bedeutung zu, was die Investitionskosten senkt. Außerdem kann das BHKW selbst ein billigeres (im Extremfall reines Notstromaggregat für Netzparallelbetrieb oder Inselbetrieb von einzelnen Verbrauchern hoher Anschlußleistung), für die geringe jährliche Betriebszeit angepaßtes Aggregat sein.

- BHKW zur Grundlastdeckung

Hat ein Betrieb über einen langen Zeitraum einen gleichzeitig hohen Bedarf an elektrischer und thermischer Energie, so kann ein BHKW zur Grundlastdeckung zum Einsatz kommen. Dabei sind eine möglichst hohe Betriebszeit und Vollbenutzungsstunden (geringer Teillastbetrieb und Stillstandszeiten) anzustreben. Die Betriebsweise des BHKW's kann wärme- oder stromgeführt sein. Der Betrieb hat derart zu erfolgen, daß ein maximaler Nutzungsgrad (erzeugte thermische und elektrische Energie zu eingesetztem Brennstoff) des BHKW erreicht wird. Die Abwärmenutzung kann im einfachsten Fall auf einem Temperaturniveau (Heißwassererzeugung) erfolgen oder thermische Nutzenergie auf verschiedenen Niveaus (z.B. Dampf und Heißwasser) bereitstellen. Ein Grundlast BHKW ist infolge der weitaus höheren Betriebszeiten sowie der optimierten Abwärmenutzung weitaus teurer als ein Spitzenlast-BHKW. Die elektrische Energieerzeugung kann entweder zur teilweisen Abdeckung des betrieblichen Strombedarfs oder mit einer Lieferung ins Netz erfolgen.

Die Frage, ob ein betriebliches BHKW wirtschaftlich sinnvoll ist oder nicht bzw. welche Art (Grundlast- oder Spitzenlastbetrieb) am zweckmäßigsten ist, kann nicht allgemein beantwortet werden. Es stellt vielmehr ein wirtschaftliches Optimierungsproblem dar, das für jeden einzelnen Fall durch einen neutralen Fachmann detailliert untersucht werden muß, wobei neben den Investitionskosten besonders die Betriebskosten (Wartungskosten etc.) genau betrachtet werden müssen. Außerdem sind Faktoren wie Emissionen, Wartungsintervalle, Stillstandszeiten, Lebensdauer des BHKW, etc. in die Überlegungen miteinzubeziehen. Von besonderer Bedeutung ist auch die Leistung des BHKW. Je größer die Leistung ist, desto geringer sind sowohl die spezifischen Investitionskosten als auch die spezifischen Wartungskosten; andererseits erhöhen sich mit steigender Aggregatsgröße die Wartungsintervalle und die Lebensdauer des BHKW.

Üblicherweise kann beim derzeit herrschenden Energiepreisgefüge für ein Grundlast BHKW unter sehr günstigen Voraussetzungen bezüglich des elektrischen und thermischen Leistungsbedarfs sowie Vollbenutzungsstunden von deutlich mehr als 5.000 h/a und entsprechender Größe des Aggregats mit einer statischen Amortisationszeit von bestenfalls 5 Jahren gerechnet werden. Vor der Installation eines sehr kleinen Aggregats (unter 100 kW_{el}) für Dauerbetrieb wird deutlich gewarnt. Die am Markt verfügbaren Aggregate kleiner Leistungen sind nicht für einen derartigen Betrieb konzipiert und geeignet.

Für ein Spitzenlastaggregat können keine Richtwerte angeführt werden. Unter sehr günstigen Bedingungen (extreme Lastspitzen, Inselbetrieb einzelner Verbraucher) können sich derartige Aggregate schon nach deutlich kürzerer (gegenüber Grundlast-BHKW) Betriebszeit amortisieren.

Eine Problematik, die es sowohl für Grund- als auch Spitzenlast-BHKW zu bedenken gilt, ist die Ausfallssicherheit. Der Betrieb eines BHKW ist mit planmäßigen (Wartung, Instandhaltung) und außerplanmäßigen (Störungen, Schäden) Stillständen verbunden. Während erstere noch vorausplanbar sind und unter Umständen in Zeiten geringeren Energiebedarfs verlegt werden können, sind zweitere unabsehbar. Damit ergibt sich das Problem, daß entweder die Produktion eingeschränkt, oder die benötigte Leistung auf eine andere Art bereitgestellt werden muß. Dies kann entweder durch eine erhöhte eingekaufte elektrische Leistung erfolgen (was aber sehr teuer ist) oder durch ein Ausfallsaggregat (billiges Notstromaggregat gleicher Leistung). Die Kosten für beide Varianten sind nicht unbedeutend und müssen in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen miteingebunden werden.

6.3.2 Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)

Für den Fall, daß der Bedarf an Heißwassers während des Sommers gering ist (und damit die anfallende Abwärme eines BHKW nicht optimal genutzt werden kann) aber dafür ein erhöhter Kühlbedarf vorhanden ist, wäre die Installation einer KWKK zu untersuchen. Diese besteht üblicherweise aus einem BHKW in Kombination mit einer Absorptionskälteanlage. Die Abwärme des BHKW wird nun bspw. im Winter zur Heißwassererzeugung genutzt und im Sommer zur Kälteerzeugung mittels einer Absorptionskälteanlage.

Die Erzeugung von Kälte in Absorptionskälteanlagen, deren Austreiber mit der Abwärme des BHKW's betrieben wird, stellt ein relativ neues Konzept dar, das allerdings erst bei großen Leistungen (Kälteleistung von mehr als 500 kW) wirtschaftlich interessant wird. Außerdem

sind einfache Absorptionsanlagen nur für eine Kälteerzeugung im Klimabereich (bspw. zur Kühlung der Produktionshallen) geeignet, nicht aber für tiefere Temperaturen. Der Einsatz derartiger Systeme in kleineren und mittleren fleischverarbeitenden Betrieben erscheint daher aus derzeitiger Sicht als wirtschaftlich und auch energetisch nicht sinnvoll und wird nicht mehr näher behandelt.

6.3.3 Wärmerückgewinnung (WRG) - Wärmepumpen

6.3.3.1 Wärmerückgewinnung

Alle fleischverarbeitende Betriebe benötigen Kälteanlagen für Produktionsräume und Warenkühlung sowie teilweise zur Tiefkühlung der Produkte. Bei den Kälteanlagen handelt es sich fast ausschließlich um Kompressionskälteanlagen. Die Abwärme der Kälteanlage wird üblicherweise an die Umgebung (Luft, Wasser) abgegeben. Die Effizienz der Kälteanlage ist das Verhältnis von Nutzen (Kälteleistung) zu Aufwand (el. Leistungsbedarf des Kompressors und der Hilfseinrichtungen). Kann man die Abwärme der Kälteanlage mit Hilfe einer WRG nutzen, so steigt die Effizienz der Anlage um die nutzbare Abwärme (d.h. der Wirkungsgrad (bei Kälteanlagen Leistungszahl genannt) steigt von bspw. 250 % der reinen Kälteanlage für Normalkühlung auf bis zu 600 %).

Die Sinnhaftigkeit einer Abwärmenutzung hängt von mehreren Parametern ab:

- zeitlicher Zusammenfall von Kälte- und Wärmebedarf (Zwischenspeicherung der Abwärme in Pufferspeichern über einen Tag möglich)
- möglichst niedriges Temperaturniveau der Abwärmenutzung: Die Effizienz der Anlage wird u.a. durch das Temperaturniveau der Abwärme bestimmt; d.h. es ist nur sinnvoll die Abwärme zu nutzen, wenn dies auf einem sehr niedrigen Temperaturniveau geschehen kann, andernfalls steigt der elektrische Energieaufwand für den Kompressor und der Wirkungsgrad sinkt. Eine sehr günstige Möglichkeit der Abwärmenutzung stellt bspw. eine Vorwärmung des Brauchwassers für die Produktion und anschließende Endaufwärmung über einen Kessel oder mit der Abwärme eines BHKW dar.

6.3.3.2 Wärmepumpen

Wärmepumpen arbeiten wie Kälteanlagen, wobei nicht die Kälte sondern die Wärme den Nutzen darstellt. Wärmepumpen werden für Brauchwasserbereitung und Heizungszwecke eingesetzt. Ein besonders effizienter Einsatz von Wärmepumpen ist dann gegeben, wenn Abwärme zur Verfügung steht, die aufgrund ihres Temperaturniveaus nicht direkt genutzt werden kann (z.B. Hallenabluft im Winter).

Aus wirtschaftlicher Sicht ist der Einsatz von Wärmepumpen gegenüber konventionellen Wärmeerzeugern (außer in Wärmerückgewinnungsanlagen) derzeit als eher kritisch zu betrachten.

6.4 Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen

Der gesamte Energie(spar)bereich steckt seit Jahren in einem Dilemma. Dies hat folgende Gründe:

- Energieträger sind billig wie noch nie
- Kostenfaktor Energie weit hinter Personalkosten etc.
- mangelndes Bewußtsein für den Zusammenhang zwischen Produkt und Energie
- energiesparende Maßnahmen sind nicht renommierfähig
- niedrige geforderte Amortisationszeiten (kurzfristiges betriebswirtschaftliches Denken, üblicherweise max. 2 Jahre) für energiesparende Investitionen bei gleichzeitiger Nutzungsdauer von 15 bis 20 Jahren

Die oben genannten Punkte verdeutlichen die Schwierigkeit, Investitionen für energiesparende Maßnahmen umzusetzen.

Prinzipiell kann zwischen zwei Arten von energiesparenden Maßnahmen unterschieden werden:

6.4.1 Betriebliche Maßnahmen (bestehendes System)

6.4.1.1 Optimierung des bestehenden Systems

Wie in Kap. 6.3 bereits aufgelistet stellt ein fleischverarbeitender Betrieb ein komplexes Energiesystem dar, das sowohl thermische Energie unterschiedlicher Temperaturniveaus als auch elektrische Energie benötigt. Durch eine optimale Kombination der einzelnen Energieerzeugungs- und Verbrauchsschienen, sowie einen optimalen Betrieb der Energieerzeugungsanlagen lassen sich meist beträchtliche Einsparungen erzielen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Betriebsweise von einzelnen Anlagen meist nicht optimal ist. Bei einer Analyse des bestehenden Systems zeigt sich oft, daß **ohne** oder mit **geringem** finanziellen Aufwand (bspw. Umstellung der Regelung, Änderung der Vorrangschaltung von Kesseln, etc.) beträchtliche Energieeinsparungen und damit eine Verringerung der Betriebskosten möglich ist. Damit ist die Wirtschaftlichkeit derartiger Maßnahmen in hohem Maß gegeben.

Für eine notwendige Analyse des betrieblichen Energiesystems empfiehlt es sich dringend externe, neutrale Energieberater beizuziehen. Dies deshalb, weil die Wahrscheinlichkeit, daß die Erbauer oder Planer Mängel an der eigenen Anlage aufdecken als äußerst gering einzustufen ist.

6.4.1.2 Energiebuchhaltung, Werksenergiebeauftragter

Wurde eine Optimierung des bestehenden Systems durchgeführt, so muß in weiterer Folge darauf geachtet werden, daß das System diese Betriebsweise auf Dauer beibehält bzw. daß auftretende Mängel rasch entdeckt werden. Dies ist mittels einer **Energiebuchhaltung** möglich. Die möglichen Formen einer Energiebuchhaltung sind vielfältig. Dies kann von einer einfachen Aufzeichnung in aufliegende Listen bis zu automatischer Aufzeichnung von verschiedensten Parametern durch moderne Leittechniksysteme gehen. Damit eine Energiebuchhaltung überhaupt durchgeführt werden kann sind folgende Meßeinrichtungen erforderlich:

- Stromzähler (Gesamtbetrieb und eigene Zähler für die wichtigsten Verbraucher)
- Wärmemengenzähler (Brauchwasser, Heizung, Dampf)
- Betriebsstundenzähler (Kessel, Kälteanlagen, Produktionsanlagen)
- Außentemperatur
- Raumtemperatur(en) (Produktionsräume, Lagerräume, Kühlräume)
- Gaszähler bzw. Ölzähler

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

Damit die zur Verfügung stehenden Daten auch genutzt werden können ist eine regelmäßige Auswertung und Analyse erforderlich. Zu diesem Zweck sollte jeder Betrieb einen **Energiebeauftragten** (Techniker mit einschlägigem Fachwissen) ernennen. Im Rahmen dieser Tätigkeit hat dieser folgende Aufgaben wahrzunehmen:

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

6.4.2 Investitionen in Energiesparmaßnahmen

Im Gegensatz zur Wirtschaftlichkeit von betrieblichen Maßnahmen (Eingriffe am bestehenden Energiesystem) ist die Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen, die mit größeren Investitionen verbunden sind meist äußerst kritisch. Dies liegt, wie bereits erwähnt an den meist geforderten sehr kurzen Amortisationszeiten für derartige Investitionen. Es wäre zu wünschen, daß bei energietechnischen Anlagen, deren Nutzungsdauer üblicherweise zwischen 10 und 20 Jahren liegt, eine längerfristige wirtschaftliche Betrachtung angestellt wird, die sich an der zu erwartenden Lebensdauer der Anlagen orientiert. Dies umso mehr, da der betriebliche Energiebereich teilweise als vom Produkt entkoppelt zu betrachten ist (eine Umstellung von einem Produkt auf ein anderes innerhalb einer Branche hat meist keine

unmittelbaren Auswirkungen auf den Energiehaushalt) und der Bereich Energie bezüglich der anfallenden Kosten längerfristig an Bedeutung gewinnen wird.

Prinzipiell sollte die Vorgangsweise für oder gegen eine Investitionsentscheidung mit einer fundierten Analyse des bestehenden Energiesystems beginnen. Ausgehend von einer Bestandsaufnahme (bei komplexeren Systemen empfiehlt sich meist eine meßtechnische Untersuchung) werden die Schwachstellen ermittelt und Lösungskonzepte erarbeitet. Infolge der langen Nutzungsdauer der Anlagen sollten in die Vorplanung auch eventuell geplante Betriebserweiterungen u.ä. miteinbezogen werden. Die so erarbeiteten technischen Konzepte werden im nächsten Schritt einer ersten wirtschaftlichen Abschätzung (Betriebskosteneinsparung, Investitionskostenabschätzung mit Richtofferten, Gesamtkostenrechnung) unterzogen, die dann Basis für die Investitionsentscheidung ist.

7 Förderungen

Umstellungen auf energiesparende und damit auch umweltschonende Produktionsmethoden sind meist kostenintensiv, doch gibt es eine Reihe von Förderungsmöglichkeiten, die derartige Investitionen erleichtern.

Details mit aktuellen Änderungen können Sie dem **Umwelthandbuch für Fleischverarbeitende- und Schlachtbetriebe** (WIFI Schriftenreihe Nr.: 232) entnehmen.