

Unterlagen wurden für Sie zusammengestellt von



zum Thema

Energiekennzahlen und -sarpotenziale in der Maschinen- und Stahlbauindustrie, Eisen- und Metallwarenindustrie

erstellt im Auftrag von

Wirtschaftskammer OÖ,
Ökologische Betriebsberatung
&
O.Ö. Energiesparverband

erschienen
1996

WINenergy! ist eine Gemeinschaftsinitiative von:



BRANCHENBERATUNG ENERGIE

**ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE
IN DER
MASCHINEN- UND STAHLBAUINDUSTRIE,
EISEN- UND METALLWARENINDUSTRIE**

**Eine Gemeinschaftsaktion von O.Ö. Energiesparverband,
Ökologischer Betriebsberatung und Wirtschaftskammer OÖ.**

Linz, im Juli 1996

ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE
IN DER
MASCHINEN- UND STAHLBAUINDUSTRIE,
EISEN- UND METALLWARENINDUSTRIE

Dieses Energie-Branchenkonzept basiert auf Pilotberatungen in der öö. Maschinen- und Stahlbauindustrie sowie der öö. Eisen- und Metallwarenindustrie, die im Winter 1995/96 von folgenden Energieberatern durchgeführt wurden:

- ❑ Scharoplan Ges.m.b.H., Linz*
- ❑ Schreiner Consulting, Linz*
- ❑ SCS-TECHNOLOGY Verfahrenstechnik Ges.m.b.H., Linz*

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Pilotberatungen sowie die Ausarbeitung des vorliegenden Konzeptes erfolgte durch SCS-TECHNOLOGY Verfahrenstechnik Ges.m.b.H. (Sachbearbeiter: Dipl.Ing. H. Tillian) im Auftrag der Ökologischen Betriebsberatung und des ÖÖ. Energiesparverbandes.

*Wirtschaftskammer ÖÖ.
Hessenplatz 3
A-4010 Linz
Tel.: +043/732/7800-429
Fax: +043/732/7800-421*

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

*Ökolog. Betriebsberatung
Wiener Straße 150
A-4024 Linz
Tel.: +43/732/3332-223
Fax: +043/732/3332-340*

Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung jeglicher Art nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Wirtschaftskammer ÖÖ. zulässig.

Trotz sorgfältigster Bearbeitung wird für die Ausführungen keine Gewähr übernommen und eine Haftung des Autors oder der Wirtschaftskammer ÖÖ. ausgeschlossen.

I N H A L T

1.	EINLEITUNG	3
2.	ALLGEMEINE BETRIEBSBESCHREIBUNG	4
3.	BRANCHEN- UND BETRIEBSKENNZAHLEN	5
4.	ENERGIEVERBRAUCHER	8
5.	ENERGIEBILANZEN	9
6.	EINSPARPOTENTIALE UND WIRTSCHAFTLICHKEIT	10
7.	ERLÄUTERUNG DER EINSPARMASSNAHMEN	11
8.	ANHANG: Formblätter zur Erfassung des eigenen Energieverbrauchs	26

1. EINLEITUNG

Durch eine systematische energetische Analyse eines Betriebes können relativ schnell Energie- und Energiekosteneinsparpotentiale aufgezeigt werden. Entsprechende Vorarbeit zur Erstellung einer solchen Energie-Systemanalysenmethode sowie der Bildung von Branchenkennzahlen wurde durch Energieberatungen von neun ausgewählten oberösterreichischen Betrieben der Branche getätigt.

Diese Broschüre stellt die allgemeine Zusammenfassung dieser Beratungen dar. Der Aufbau ist ähnlich dem eines Energieberatungsberichtes - jenem Bericht also, den ein Betrieb bei Durchführung einer Energieberatung erhalten würde.

Quantitative Ergebnisse der erfolgten Beratungen sind in vorliegenden Tabellen in der Regel als spezifische Branchendurchschnittswerte angegeben. Bei aktuellen Beratungen werden diese durch konkrete Zahlen ersetzt bzw. erweitert.

Diese Broschüre zeigt, daß die Energieanalyse letztendlich praktisch auf einen Blick Hauptergebnisse liefert, wie beispielsweise:

- ❑ sämtliche möglichen Maßnahmen zur Energie- und Energiekosteneinsparung eines Betriebes
- ❑ die Wirtschaftlichkeitsdaten jeder einzelnen Maßnahme
- ❑ die Beschreibung jeder einzelnen Maßnahme

2. ALLGEMEINE BETRIEBSBESCHREIBUNG

Der Branche können folgende Betriebsbereiche zugeordnet werden:

- ❑ **BÜRO**
mit den Bereichen Verwaltung, Entwicklung, Konstruktion
- ❑ **LAGER**
mit den Bereichen Rohmaterial-, Zukaufteile- und Produktlager
- ❑ **PRODUKTION**
mit den Bereichen
 - **MECHANISCHE FERTIGUNG**
⇒ spanlos (Stanzen, Biegen, Ziehen, Pressen, ...)
⇒ spanabhebend
(Schneiden, Bohren, Fräsen, Drehen, Schleifen,)
 - **THERMISCHE FERTIGUNG**
wie Gießen, Schmieden, Schweißen, Wärmebehandeln,
Spritzen von Kunststoff
 - **OBERFLÄCHENBEHANDLUNG**
Vorbehandeln, Lackieren, Beschichten, Trocknen
- ❑ **MONTAGE / VERSAND**
mit Vormontage, Endmontage, Kontrolle, Verpackung
- ❑ **NEBENBETRIEBE / INFRASTRUKTUR**
Schlosserei, E-Werkstätte, Versuchsabteilung, Tischlerei,
Sozialbereich, Heizung und Lüftung, E-Versorgung, ...

3. BRANCHEN- UND BETRIEBSKENNZAHLEN

In den nachfolgenden Tabellen und Diagrammen sind die wesentlichen Branchenkennzahlen als Mittelwerte und als Bandbreiten aller untersuchten Betriebe dargestellt. In einer weiteren Tabelle sind die Kennzahlen für jeden einzelnen Betrieb angeführt.

Durch Gegenüberstellung der entsprechenden Betriebskennzahlen ist im konkreten Fall eine erste energetische Beurteilung des Betriebes sowie die erforderliche Richtung und der mögliche Nutzen der Energieanalyse ersichtlich.

Branchenkennzahl	Einheit	Mittelwert	Bandbreite (von - bis)
Jahr	--	1994	1993 - 1995
Dienstnehmer	--	440	25 - 1.189
Umsatz	Mio. öS/a	770	18 - 2.760
Umsatz pro Dienstnehmer	Mio. öS/a	1,75	0,80 - 2,32
Energieverbrauch	Mio. kWh/a	7,30	0,40 - 15,0
Energieverbrauch pro Tonne Produkt	kWh/t	3.360	415 - 11.600
Energieverbrauch pro Umsatz	Wh/öS	11	4 - 18
Energiekosten	Mio. öS/a	5,20	0,30 - 11,30
Energiekosten pro Umsatz	%	0,70	0,30 - 1,60
Energieeinsparpotential	%	25,0	6,0 - 53,0
Energiekosteneinsparpotential	%	20,0	2,0 - 45,0

Im Mittel wurde ein Energieeinsparpotential von 25 % und ein Energiekosteneinsparpotential von 20 % verifiziert.

Die Energiekosten in der Branche betragen im Durchschnitt weniger als 1 % vom Umsatz – trotzdem ist es oft sinnvoll, bestimmte Energiesparmaßnahmen zu setzen, wie aus den Ausführungen in Kap. 6 und Kap. 7 deutlich wird.

ENERGIEPREISE

	Mittelwert	Bandbreite	
Strom	1,47 öS.kWh ⁻¹	(1,13-2,81)	<p>PREIS [öS.kWh⁻¹]</p> <p>01.02.96 ENERG1.CDR</p>
Erdgas	0,21 öS.kWh ⁻¹	(0,16-0,27)	
Heizöl leicht	0,27 öS.kWh ⁻¹	(0,24-0,33)	
Sonstige (Flüssiggas, ...)	0,64 öS.kWh ⁻¹	(0,00-0,86)	

ENERGIEVERBRAUCHSSTRUKTUR

	Mittelwert	Bandbreite	
Strom	46,0 %	(25,0 - 66,0)	<p>HEIZÖL LEICHT 34%</p> <p>SONSTIGE 3%</p> <p>STROM 46%</p> <p>ERDGAS 17%</p> <p>01.02.96 ENERG2.CDR</p>
Erdgas	17,0 %	(0,0 - 56,0)	
Heizöl leicht	34,0 %	(0,0 - 72,0)	
Sonstige (Flüssiggas, ...)	3,0 %	(0,0 - 22,0)	

ENERGIEKOSTENAUFTEILUNG

	Mittelwert	Bandbreite	
Strom	83,0 %	(64,0 - 92,0)	<p>HEIZÖL LEICHT 12%</p> <p>SONSTIGE 1%</p> <p>STROM 83%</p> <p>ERDGAS 4%</p> <p>01.02.96 ENERG3.CDR</p>
Erdgas	4,0 %	(0,0 - 19,0)	
Heizöl leicht	12,0 %	(0,0 - 32,0)	
Sonstige (Flüssiggas, ...)	1,0 %	(0,0 - 18,0)	

UNTERNEHMENSVERGLEICH Maschinen-**Unternehmensbeschreibung**

Firma Nr		1	2	3	4	5	6
Branche		MS	MS	EM	MS	MS	EM

Unternehmenskennzahlen

Betriebsjahr		1995	1994	1994	1993	1994	1995
Arealfläche	m2	3452	13157	11830	43500	9865	2591
Betriebszeit	h/a				6240	2000	1850
Prod.leistung	Stk/a				1197		
Prod.leistung	t/a	450	4200	600	36000	5000	85,8
Energie tot.	MWh/a	791	3.210	6.968	14.948	2.449	356
Strom	MWh/a	259	786	4.490	9.240	1.082	88
Erdgas	MWh/a				5.708	1.367	
Heizöl	MWh/a	355	2.323	1.853	0		268
Sonstige	MWh/a	177	101	625			
Energie tot.	öS/a	583.549	1.970.990	5.692.445	11.341.119	1.941.883	311.711
Strom	öS/a	383.076	1.260.210	5.206.927	10.439.317	1.566.273	246.796
Erdgas	öS/a				901.802	375.610	
Heizöl	öS/a	95.377	624.450	485.518			64.915
Sonstige	öS/a	105.096	86.330	0			
Energie tot.	öS/kWh	737,74	614,02	816,94	758,70	792,93	875,59
Strom	öS/kWh	1479,06	1603,32	1159,67	1129,80	1447,57	2804,50
Erdgas	öS/kWh				157,99	274,77	
Heizöl	öS/kWh	268,67	268,81	262,02			242,22
Sonstige	öS/kWh	593,76	854,75	0,00			
Energiekosten zu Umsatz	%	0,33	0,39	1,63	0,41	0,51	1,56
Energie-Einsparpotential	kWh/a	108.122	1.134.305	1.922.894	1.150.000	1.295.000	129.400
Energiekosten-Einsparpotential	öS/a	88.631	513.075	1.292.097	255.000	282.200	50.400
Energie-Einsparpotential (in % vom bisherigen Energieverbrauch)	kWh/kWh*100	14	35	28	8	53	36
Energiekosten-Einsparpotential (in von den bisherigen Energiekosten)	öS/öS*100	15	26	23	2	15	16

4. ENERGIEVERBRAUCHER

Energieverbrauchsschwerpunkte werden durch die Quantifizierung der Energieverbraucher festgestellt.

In der nachfolgenden Tabelle ist dargestellt, in welchen Betriebsbereichen die Energieverbräuche anfallen und wie hoch die Verbräuche anteilmäßig im Mittel und in der Bandbreite der untersuchten Betriebe waren.

Energieart	Verbraucher	Verbrauch [%]	
		Mittelwert	Bandbreite
Strom	Büro, Belichtung	6,0	(3,0 - 23,0)
	Mechanische Fertigung	43,0	(20,0 - 54,0)
	Thermische Fertigung	27,0	(7,0 - 50,0)
	Oberflächenbehandlung	12,0	(5,0 - 30,0)
	Kompressor Heizung	13,0	(7,0 - 17,0)
	<i>S u m m e</i>		<i>100,0</i>
Erdgas, Heizöl leicht, Sonstige	Heizzentrale	62,0	(48,0 - 91,0)
	Örtliche Brenner	34,0	(9,0 - 42,0)
	Interner Transport	4,0	(0,0 - 33,0)
	<i>S u m m e</i>		<i>100,0</i>

5. ENERGIEBILANZEN

Ausgehend von einer Detailanalyse des Betriebes, Untersuchung energieintensiver Aggregate, Aufnahme entsprechender Verfahrensschemata und Verfahrensdaten werden Energiebilanzen dargestellt.

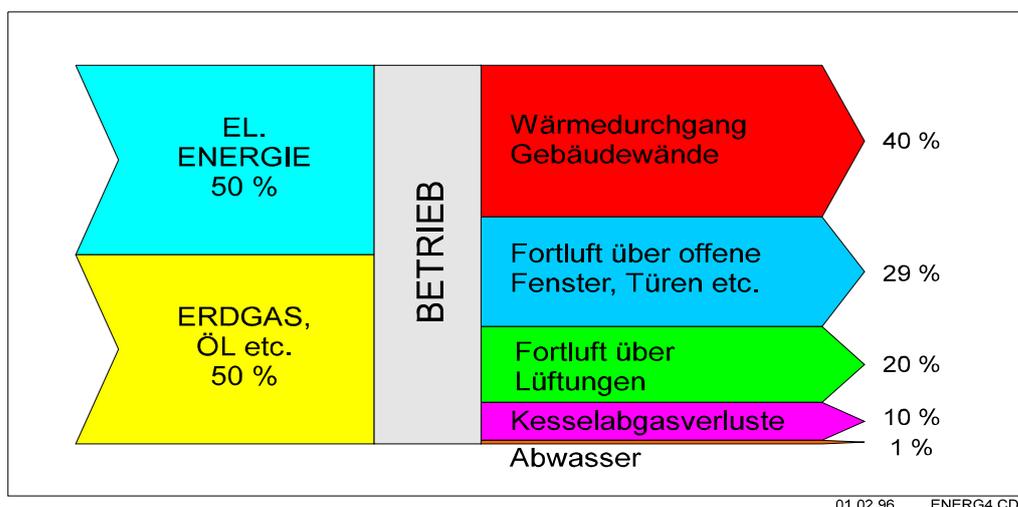
Sie zeigen den Weg, die Form und die Höhe der Energieströme auf und sind schließlich mittels Energieflußschema veranschaulicht.

Durch Quantifizierung der nicht genutzten Energieoutputströme sind Ansatzpunkte zur Energieeinsparung gegeben.

In der folgenden Tabelle sind als Zahlenwerte spezifische Branchendurchschnittswerte angeführt.

□ INPUT	Einheit	W e r t	
		Mittelwert	Bandbreite
Elektrische Energie	%	50,0	(25,0 - 65,0)
Erdgas, Öl etc.	%	50,0	(35,0 - 75,0)
S u m m e	%	100,0	
□ OUTPUT	Einheit	W e r t	
Wärmedurchgang Wände	%	40,0	(36,0 - 60,0)
Offene Fenster, Türen	%	29,0	(23,0 - 33,0)
Fortluft über Lüftungen	%	20,0	(2,0 - 32,0)
Kesselabgasverluste	%	10,0	(6,0 - 13,0)
Wasser	%	1,0	(0,0 - 2,0)
S u m m e	%	100,0	

□ ENERGIEBILANZ - MASSENBILANZ



6. EINSARPOTENTIALE UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Dieser Abschnitt bildet den Kern einer Energieberatung - jede Energiesparmaßnahme wird hier bewertet. In der nachfolgenden Tabelle ist das quantitative Ergebnis der betrachteten Einsparmaßnahmen als Mittelwerte der untersuchten Betriebe zusammengefasst. Wurden dieselben Maßnahmen für mehrere Betriebe untersucht, sind für die Amortisationszeiten auch die Bandbreiten angeführt.

Im konkreten Fall ist jede Maßnahme einzeln zu untersuchen und wird dann in der Regel auch andere Werte (z.B. Amortisationszeiten) liefern als dargestellt.

Gegebenenfalls liefern die Maßnahmen Nr. 1, 2, 3, 4 und Nr. 10, 11 sehr geringe Amortisationszeiten (in den untersuchten Betrieben waren diese Maßnahmen bereits verwirklicht).

Nr.	Maßnahme (Stichworte)	Energiesparpotential [%]	Energiekosteneinsparpotential [%]	Statische Amortisationszeit [a]
1	Stromtarif	--	--	--
2	Leistungsüberwachung	--	--	--
3	Blindstromkompensation	--	--	--
4	Kontrolle elektr. Antriebe	--	--	--
5	Erneuerung elektr. Aggregate	1,3	1,3	27,0
6	Optimierung Gebläse	0,2	0,4	1,1
7	Druckluftherzeugung	0,5	0,8	2,0 (0 - 3)
8	Beleuchtung	0,5	1,0	5,6
9	Blockheizkraftwerk	n.b. ^{*)}	9,8	4,6 (2,7-12)
10	Brennstofftarif	--	--	--
11	Umstellung Energieträger	<0,1	0,5	9,0
12	Gebäudeisolierung	6,9	1,7	6,4 (2-12)
13	Wärmerückgewinnung / Umluftbetrieb	8,9	2,0	4,0 (3-10)
14	Heizungssystem Kessel	4,9	1,2	7,9 (2 - 8)
15	Sonstige	2,3	2,3	n.b.
	S u m m e	25,0	20,0	

Anmerkung: Energiesparpotential: in % vom bisherigen Energieverbrauch

Energiekosteneinsparpotential: in % von den bisherigen Energiekosten

^{*)} Die Frage nach der (Primär-)Energieeinsparung kann nicht eindeutig beantwortet werden. Zum einen kommt es darauf an, ob eine betriebswirtschaftliche oder eine volkswirtschaftliche Betrachtungsweise zugrunde gelegt wird. Im ersten Fall hat man evt. sogar einen Mehreinsatz von Energieträgern im Betrieb zu verbuchen. Bei der volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise hängt es überdies davon ab, auf welche Art und Weise der substituierte Strom erzeugt wurde (Wasserkraft, kalor. Kondensationskraftwerk, GuD-Kombikraftwerk etc.). Klare Aussagen lassen sich jedenfalls zu den ökonomischen Aspekten eines BHKWs treffen (siehe 2. Spalte).

7. ERLÄUTERUNG DER EINSPARMASSNAHMEN

Im folgenden werden die angeführten Einsparpotentiale allgemein erläutert und fallweise mit Beispielen veranschaulicht.

Begonnen wird mit Sparmaßnahmen bei elektrischer Energie und danach wird der Wärmebereich betrachtet.

7.1. Stromtarif

Die Tarife sind bei den entsprechenden Versorgungsunternehmen in den Tarifrichtlinien festgeschrieben. Soweit darüber hinaus Freiraum zur Ermittlung des günstigsten Tarifes besteht, steht dabei das Versorgungsunternehmen selbst bzw. die Wirtschaftskammer OÖ. (Herr Ing. Kalab) als Berater zur Verfügung.

Gegebenenfalls kann dadurch ein günstigerer Tarif erzielt werden.

Die Kosten für elektrische Energie setzen sich zusammen aus:

- Arbeitspreis
- Leistungspreis
- Meßpreis
- Blindstromkosten

Der Arbeitspreis ist das Entgelt für die vom Kunden bezogene Wirkarbeit in [€/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

Dieses Verfahren kann bis zu einer Obergrenze von 75.000 kWh angewendet werden, wobei über 35.000 kWh der Stromverbrauch in 96-Stunden-Perioden gemessen wird. Mit jeder Stunde beginnt eine neue Periode. Jede gemessene kWh stellt eine Leistungseinheit dar. Verrechnet wird der höchste 96-Stunden-Wert des Abrechnungszeitraumes. Falls die Ermittlung der Leistungseinheiten rechnerisch erfolgt (nur bei sehr kleinen Verbrauchern bis 35.000 kWh), wird die Verrechnungsleistung über den sogenannten Lastfaktor ermittelt. Dieser beträgt für das Gewerbe 0,025. Wird dieser Faktor mit dem Gesamtjahresverbrauch multipliziert, so erhält man die Verrechnungsleistung.

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 Tarifsysteem 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 $\cos \varphi$ von mindestens 0,9 auszulegen.

Meßpreis

Der Meßpreis ist das Entgelt für die Zur-Verfügungstellung der Meß-, Schalt- und Steuereinrichtungen.

Tarifbeispiel

Bei der OKA stellt sich beispielsweise ein Tarif wie folgt dar:

10/30 kV-Sondertarif 1 MW bis 5 MW

<u>Leistungspreis:</u>	oberspannungsseitige Messung	1.818,00 öS/kWh und Jahr	
<u>Arbeitspreis:</u>	<i>Winter</i>	- Hochtarif	0,83 öS/kWh
		- Niedertarif	0,70 öS/kWh
	<i>Sommer</i>	- Hochtarif	0,57 öS/kWh
		- Niedertarif	0,49 öS/kWh
<u>Blindstrom:</u>		0,30 öS/kWh	

7.2. Leistungsüberwachung

Die Kontrolle der aufgenommenen elektrischen Leistung soll verhindern, daß der Betrieb in eine Leistungsspitze kommt und Nachzahlungen für den erhöhten Bezug zu erbringen hat. Oft reichen geringe Investitionen, um merkliche Kosteneinsparungen zu erzielen. Die nachfolgenden Maßnahmen zeigen die wichtigsten Kontrollen zum Vermeiden der Leistungsspitze.

Wechselschalter

Die Reduktion der anschließbaren Leistung kann im einfachsten Fall durch Wechselschalter erreicht werden. Der Wechselschalter bewirkt, daß von zwei großen Verbrauchern nur einer an das Netz angeschlossen werden kann, während der andere weggeschaltet ist. Diese Lösung eignet sich eher für kleine Betriebe, bei denen die Maschinen nicht ständig eingeschaltet sind.

Spitzenwächter

Spitzenwächter geben bei einer drohenden Leistungsspitze ein Alarmsignal ab. Sie sind heute nicht mehr zeitgemäß, da die Warnung entweder ignoriert wird oder zu einem Leistungsabfall in der Produktion führt. Die Spitzenwächter sollten ausgetauscht werden gegen moderne Leistungssteuerungen mit Schaltfunktion.

Leistungssteuerungen

Die Leistungssteuerung stellt ebenfalls eine drohende Bezugsspitze fest, doch reagiert die Steuerung mit der Abschaltung von weniger wichtigen Maschinen über eine einstellbare

Zeit. Sehr moderne Systeme bewirken eine Einschaltverzögerung von nur wenigen Sekunden bei allen Maschinen, sodaß die Gesamtaufnahme des Betriebes verringert wird.

Kontrolle der Auslegung der Maschinen

Im Verhältnis zur Arbeit können Maschinen zu groß ausgelegt sein. Auch kurze Betriebszeiten einzelner Maschinen können ausreichen, um eine Leistungsspitze zu bewirken, die dem Energieversorgungsunternehmen abzugelten ist.

Kontrolle von Nebenaggregaten

Nicht beachtete Nebenaggregate wie Pumpen für die Wasserversorgung oder der Kompressor für die Druckluft können völlig autonom eine Erhöhung des Strombedarfs bewirken, der dann zur Leistungsspitze führt.

7.3. Blindstromkompensation

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 derart ausgelegt sein, daß die Blindarbeit maximal 50 % der Wirkarbeit beträgt (d.h., daß der $\cos \varphi \geq 0,9$ ist).

Falls keine Blindstromkompensation vorhanden ist und Blindstromkosten anfallen, ist eine entsprechende Installation im allgemeinen mit kurzen Amortisationszeiten verbunden.

7.4. Kontrolle von elektrischen Antrieben

Die mechanische Fertigung stellt einen hohen Verbraucher dar.

Die größten Energieeinsparungen sind nach Untersuchungen bei Elektromotoren im Leistungsbereich zwischen 1 kW und 20 kW zu erzielen. Eine weitere Verlustquelle stellen Elektromotore dar, die im extremen Teillastbetrieb (z.B. Überdimensionierung) betrieben werden.

Eine entsprechende Kontrolle kann durchaus sinnvoll sein.

Eine Heizungsanlage benötigt für die Umwälzpumpen und eventuell für den Saugzug beim Kessel ständig Energie. Da der Kessel in der Regel über acht bis zehn Monate beheizt wird, laufen alle Aggregate zwischen 2.000 und bis zu 8.000 Stunden pro Jahr. Bei einer Anschlußleistung von nur 3 kW im Heizungsbereich werden bei 6.000 Stunden 18 MWh/a

benötigt. Die beste Abhilfe besteht in der sorgfältigen Auslegung der Heizungsanlage mit allen heute zur Verfügung stehenden regeltechnischen Mitteln.

7.5. Erneuerung elektrischer Aggregate

Moderne Aggregate sind sehr oft energieoptimiert, wodurch geringe Betriebskosten anfallen. Allein aus Energieeinspargründen ist jedoch eine Neuinvestition nicht wirtschaftlich, wenn die Wirtschaftlichkeit eine Amortisationszeit von weniger als fünf Jahren bedeutet.

7.6. Gebläseoptimierung

Die durch den Strombedarf der Gebläse verursachten Kosten sind fallweise beachtlich. Durch Einstellung der Gebläse auf den optimalen Betriebspunkt, Installation einer Drehzahlregelung etc. lassen sich oft nennenswerte Stromeinsparungen realisieren.

In einem konkreten Fall ergab die Installation einer Drehzahlregelung bei einem Filteranlagegebläse einer Metallwarenfirma eine Amortisationszeit von nur sieben Monaten und eine Energiekosteneinsparung von 1 Mio. öS im Jahr.

7.7. Druckluftherzeugung

Aufgrund des Wirkungsgrades bei der Druckluftherzeugung von ca. 5 % (der Rest wird als Abwärme abgeführt) sollte Druckluft nur dort eingesetzt werden, wo sie unbedingt notwendig ist.

Undichtheiten im Leitungsnetz sind aus diesem Grunde auch umgehend zu beheben.

Das Einsparpotential durch Beseitigen von Undichtheiten liegt erfahrungsgemäß bei ca. 10 % des bisherigen Verbrauches.

Weitere Einsparungen durch beispielsweise Senken des Druckluftdruckes oder teilweises Umstellen auf elektrische Antriebe sind fallweise möglich.

Wartungsmaßnahmen:

- Verschmutzte Absaugfilter 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

7.8. Beleuchtung

Die Beleuchtung hat einen nicht zu vernachlässigenden Anteil am Gesamtstromverbrauch - insbesondere in Produktionshallen ohne Außenfenster.

So sollte im Zuge von Revisionen in diesem Zusammenhang auf helle Decken- und Wandanstriche sowie verschmutzungsunempfindliche Oberlichter geachtet werden.

Folgende Punkte sollten überprüft werden, um eine energetisch effiziente Beleuchtung gewährleisten zu können:

- 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 Leuchtstoffröhren 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?

Zu diesem Thema ist die Broschüre "Energiesparende Beleuchtungsanlagen" vom Hessischen Ministerium für Umwelt herausgegeben worden und kann von oö. Industriebetrieben in der Sektion Industrie der Wirtschaftskammer OÖ. angefordert werden (Dr. Markus Hofer, Tel. 0732/7800-429).

7.9. Blockheizkraftwerk

7.9.1. Allgemeines

Ein Blockheizkraftwerk ist ein Aggregat (Verbrennungskraftmotor, Gasturbine), das elektrischen Strom erzeugt und dessen Abwärme gleichzeitig zur Bereitstellung der benötigten thermischen Energie genutzt wird.

Die Wirtschaftlichkeit eines Blockheizkraftwerkes ist umso eher gegeben, je größer die Leistung ist, je größer die jährliche Betriebszeit ist, je mehr thermische Energie genutzt werden kann und je teurer die Energiepreise sind.

7.9.2. Beispiel über Wirtschaftlichkeit

Für eine ausgewählte Firma stellt sich die Situation beispielsweise wie folgt dar:

□ PLANUNGSDATEN

ELEKTRISCHER ENERGIEBEDARF

Spitze	kW	3.000
Verbrauch (Durchschnitt über 6.000 h/a)	kW	1.170

HEIZENERGIE HEIZZENTRALE

Installierte Kesselleistung	kW	6.960
Verbrauch (Durchschnitt über 4.300 h/a)	kW	1.100

Als Blockheizkraftwerk wird ein Aggregat mit 800 kW elektrischer Leistung und 1.100 kW thermischer Leistung ausgewählt.

Aufgrund von Tagesganglinien ist zwischen 06:00 Uhr und 16:00 Uhr bei 5 Tagen pro Woche und 48 Wochen pro Jahr ein elektrischer Bedarf von rund 800 kW gegeben. Es ist geplant, das Kraftwerk in diesem Zeitraum zu betreiben.

Es wird weiters davon ausgegangen, daß über die Heizperiode von ca. sechs Monaten (entspricht also 1250 Vollast-Stunden) die Heizleistung von 1.100 kW zu 80 % eingespeist werden kann.

□ WIRTSCHAFTLICHKEIT

TECHNISCHE DATEN

Leistung elektrisch	kW	800
Leistung thermisch	kW	1.100
Erdgasbedarf	kW	2.240
Lebensdauer	h	40.000
Investitionskosten Aggregat	öS	5.500.000
Investitionskosten Infrastruktur (geschätzt)	öS	500.000

JÄHRLICHE KOSTENEINSPARUNG

Heizenergie Erdgas (1.100 kW x 80 % x 1.250 h = 1,100.000 kWh 1,100.000 kWh x 0,16 öS/kWh / 0,8)	öS	220.000
Elektrische Energie (a) Leistungspreis (800 kW x 1.818 öS/kWh)	öS	1,454.000
(b) Arbeitspreis (800 kW x 2.400 h/a x 0,70 öS/kWh)	öS	1,344.000
Störaushilfe (800 kW x 363,60 öS/kWh)	- öS	290.880
(800 kW x 50 h/a x 1,40 öS/kWh)	- öS	56.000
Wartung (800 kW x 2.400 h/a x 0,15 öS/kWh)	- öS	288.000
Erdgaseinsatz für Stromerzeugung (2.240 kW x 2.400 h/a x 0,16 öS/kWh)	- öS	860.160
JÄHRLICHE KOSTENEINSPARUNG	öS	1,522.960

STATISCHE AMORTISATIONSZEIT (6,0 Mio. / 1,535.840)

3,9 Jahre

7.9.3. Detailerläuterungen

□ **STÖRAUSHILFE FÜR BLOCKHEIZKRAFTWERK**

Zu bezahlen sind: 20 % des Leistungspreises
 und 200 % des Arbeitspreises

Leistungspreis: 1.818,00 öS.kWh⁻¹
 1.818 x 0,2 = 363,60 öS.kWh⁻¹ Bereitstellung

Arbeitspreis: 0,70 öS.kWh⁻¹
 0,70 x 2,0 = 1,40 öS.kWh⁻¹ Inanspruchnahme der Störaushilfe

Derzeit werden von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen weitere Modelle zur Gestaltung der Störaushilfe untersucht.

□ **WARTUNG FÜR BLOCKHEIZKRAFTWERK (INKLUSIVE STÖRBEHEBUNG)**

Jedes Blockheizkraftwerk-Modul wird erstmalig nach 500 Betriebsstunden und dann regelmäßig nach jeweils 1.000 Betriebsstunden gewartet, wobei die nach Art und Umfang unterschiedlichen Serviceleistungen bei 1.000 und 3.000 Betriebsstunden nach Wartungslisten einen Zyklus bilden, der sich entsprechend den Betriebsstunden wiederholt. Der Richtpreis pro Modul für die Regelwartungsarbeiten und Störbehebungen wird berechnet für jährlich 4.000 Betriebsstunden und eine Laufzeit von zehn Jahren (= 40.000 Betriebsstunden).

Der in der nachfolgenden Tabelle genannte Preis ist ein Richtpreis für die Ausführungen der Arbeiten im Jahre 1996. Im Preis sind sämtliche Wartungsmaterialien wie Ölfilter, Luftfilter, Zündkerzen etc. enthalten. Dem Richtpreis liegen Wartungslisten zugrunde.

Es wird davon ausgegangen, daß das Motorschmieröl vom Auftragnehmer gestellt wird und daß die täglichen und wöchentlichen Sichtkontrollen vom Anlagenbetreiber gemäß Checklisten durchgeführt werden.

ANMERKUNGEN:

- Vollwartung:
- Turnusmäßige Wartung im 1.000-Betriebsstunden-Intervall mit Wartungsmaterial
 - Schmierölwechsel bei jeweils 1.000 Betriebsstunden

Störungsbehebung (ungeplante Instandhaltung):

Alle ungeplanten Störungen einschließlich Ersatzteile (z.B. Anlasser, Elektronikteile, Zündanlage) - d.h. alle Anbauteile.

Instandhaltung

Im Richtpreis berücksichtigt sind alle Instandhaltungsarbeiten inklusive Ersatzteile (z.B. Zylinderköpfe, Generatoranlagen etc.) - jedoch keine große Motorrevision (Motortausch, Motorüberholung) gemäß Instandhaltungstabellen des Herstellers - basierend auf einer jährlichen Betriebszeit von 4.000 Betriebsstunden und einer Laufzeit von zehn Jahren (= 40.000 Betriebsstunden).

Richtpreiszusammenstellung - Wartungskosten

(Grobstaffelung nach der abgegebenen elektrischen Leistung)

E r d g a s - B l o c k h e i z k r a f t w e r k			
4.000 Betriebsstunden p.a. / maximal 40.000 Betriebsstunden bzw. 10 Jahre Laufzeit			
(Quelle: MAN-Deutschland, Augsburg)			
Abgabeleistung - ELEKTRISCH -	Wartungs-Richtkosten inkl. Störungsbehebung	Instandhaltungs- Richtkosten	Vollwartungs- Richtkosten
≤ 150 kW	0,11 öS.kWh ⁻¹	0,14 öS.kWh ⁻¹	0,25 öS.kWh ⁻¹
> 150 kW bis < 400 kW	0,10 öS.kWh ⁻¹	0,08 öS.kWh ⁻¹	0,18 öS.kWh ⁻¹
> 400 kW bis < 800 kW	0,08 öS.kWh ⁻¹	0,07 öS.kWh ⁻¹	0,15 öS.kWh ⁻¹

7.10. Brennstofftarif

Die Brennstofftarife sind allgemein abhängig von Brennstoffart, Abnahmemenge, Lieferzeit u.ä.

Gegebenenfalls sind die Preise verhandlungsfähig, wodurch eine Kosteneinsparung (ohne zusätzliche Investitionskosten!) erzielt werden kann.

7.11. Umstellung Energieträger

Grundsätzlich sollte angestrebt werden, teure Energieträger durch billigere zu ersetzen, falls dies ökologisch vertretbar ist und die Produktqualität dies zulässt. Im allgemeinen fallen die Energiepreise von Strom, Flüssiggas und Heizöl zu Erdgas und Abfallbrennstoff.

Durch derartige Umstellungen sind oft ohne wesentliche Investitionskosten beachtliche Energiekosteneinsparungen möglich.

7.12. Gebäudeisolierung

Durch zusätzliche Isolierung sind die Energiekosten grundsätzlich zu reduzieren. Insbesondere sollen Gebäudeisolierungen bei ohnehin anfallenden Fassadensanierungen ins Auge gefasst werden, da diese Option eine sehr gute Verzinsung des eingesetzten Kapitals verspricht.

Eine Bewertung der wärmedämmungstechnischen Ausführung von Gebäuden ist durch die Energiekennzahl in kWh pro m² Wohnfläche und Jahr möglich.

Als Beispiel sei angeführt:

Gebäudeart	Energiekennzahl [kWh.m ⁻² .a ⁻¹]
Althaus	150
Standardhaus	130
Haus gemäß OÖ. Bauordnung (LGBl.Nr. 106/1994)	113
Niedrigenergiehaus	70
Einige untersuchte Betriebe der Metallwarenindustrie	140 bis 360

7.13. Wärmerückgewinnung / Umluftbetrieb

Sehr oft wird über die entsprechenden Lüftungen, Absaugungen etc. die Abwärme von Raum- bzw. Prozeßluft ungenutzt ins Freie abgegeben.

Durch Installation von Abluft- / Zuluftwärmetauschern bzw. Abluft- / Zuluftwärmeverchiebungen kann ein Großteil der Abluftwärme rückgewonnen werden.

Die Rückgewinnung aus erwärmten Kühlwasser kann auch mittels Wärmepumpen erfolgen. Weiters kann z.B. bei Späneabsaugungen durch Installation eines Filters mit Umluftbetrieb gefahren werden bzw. bei Luftheizregistern zumindest teilweise auf Umluftbetrieb umgestellt werden, was eine Energiekosteneinsparung bedeutet.

Im allgemeinen ist eine akzeptable Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen gegeben.

7.14. Heizungssystem Kessel

Dazu zählen der Kessel, das Verteil- und Regelungssystem, die Heizflächen und die Warmwasserbereitung.

Das mögliche Einsparpotential bei Industrieheizungsanlagen nach durchgeführten Optimierungsmaßnahmen liegt zwischen 5 % und 30 %. Dieser Wert ist im erheblichen Umfang vom Anlagen-Istzustand abhängig.

Kessel

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 beispielsweise 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 % bis 90 % erreicht. Mit funktionierenden Brennwertkesseln kann sogar ein Nutzungsgrad von 100 % erzielt werden. Mit alten Kesseln liegt der Nutzungsgrad lediglich im Bereich zwischen 60 % und 70 %. Wird mit dem Heizkessel während der heizfreien Zeit (Sommerhalbjahr) das Warmwasser 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.

Nachfolgend wird eine *Checkliste für einen effizienten Kesselbetrieb* angeführt.

- ❑ Bestimmung des Abgasverlustes
(z.B. durch entsprechend ausgerüsteten Rauchfangkehrermeister),
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 Brennereinstellung)
 - 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.

BEISPIEL: Warmwasserkessel (Erdgas) 100 kW, 2.000 Vollbenutzungsstunden
200.000 kWh Nutzwärmebedarf pro Jahr

Nutzungsgrad alter Kessel:	60 %	⇒	Gasverbrauch	33.300 m ³ .a ⁻¹
Nutzungsgrad neuer Kessel:	85 %	⇒	Gasverbrauch	23.500 m ³ .a ⁻¹
Gaspreis: 4,00 öS.m ⁻³		⇒	Gaskosteneinsparung durch modernen Kessel:	39.200 öS.a ⁻¹

Thermokondensator

Es ist möglich, einen Heizwertkessel durch Einbau eines Thermokondensators auf einen Brennwertkessel mit einem besseren Wirkungsgrad (Verbesserung um ca. 15 %) umzurüsten. Dazu ist jedoch im allgemeinen auch eine entsprechende Kaminsanierung erforderlich. Als Beispiel sei angeführt:

THERMOKONDENSATOR NACH 2,9 MW - KESSEL

Einsparung: 15 % (d.h. 535.000 kWh.a⁻¹ / 12.300 öS.a⁻¹)

<i>Investitionskosten:</i>	Thermokondensator	öS	300.000
	Kaminsanierung	öS	80.000
	Montage etc.	öS	100.000

Verteilsystem

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

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

BEISPIEL: Ein nicht isoliertes Absperrventil hat beispielsweise die gleichen Wärmeverluste wie eine 20 m isolierte Leitung.

Regelungssystem

Für das Heizungssystem empfiehlt sich eine außentemperaturabhängige Vorlauf-temperaturregelung. 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 beispielsweise durch Sonneneinstrahlungen (auf die das Heizungsregelungssystem nicht reagiert) bewirkt werden. Thermostatventile sind kostengünstig und können meist auch nachträglich einfach eingebaut werden.

Eine teilweise manuelle Regelung ist bei geeigneter Organisation oft auch sinnvoll.

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 Grad kühler gehalten werden; dies senkt die Transmissionsverluste des Gebäudes deutlich)
- Einziehen von Zwischendecken, damit die warme Luft im Personenbereich bleibt
- Einbau von Deckenlüftern

Warmwasserbereitung

Das Warmwasser wird meist zentral erzeugt und in 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 geführt. Dies führt in Abhängigkeit des Zustandes der Wärmedämmung der Verteilrohre und der Entnahmemenge zu mehr 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".

7.15. Sonstige Maßnahmen

Die unter Kap. 6 angeführten Maßnahmen sind in der Regel betrachtenswert. Zusätzlich können im konkreten Fall weitere Maßnahmen sinnvoll sein - z.B. die Auflassung energieintensiver Bereiche wie jene einer Härterei, wenn die betroffenen Werkstücke extern billiger gehärtet werden können.

8. ANHANG: Formblätter zur Erfassung des eigenen Energieverbrauchs

8.1. Kennzahlenübersicht

Kennzahlen	Einheit	Eigenes Unternehmen	Branchen-Mittelwerte	Branchen-Bandbreiten (von - bis)
Jahr	--		1994	1993 - 1995
Dienstnehmer	--		440	25 - 1.189
Umsatz	Mio. öS/a		770	18 - 2.760
Umsatz pro Dienstnehmer	Mio. öS/a		1,75	0,80 - 2,32
Energieverbrauch	Mio. kWh/a		7,30	0,40 - 15,0
Energieverbrauch pro Tonne Produkt	kWh/t		3.360	415 - 11.600
Energieverbrauch pro Umsatz	Wh/öS		11	4 - 18
Energiekosten	Mio. öS/a		5,20	0,30 - 11,30
Energiekosten pro Umsatz	%		0,70	0,30 - 1,60
Energieeinsparpotential	%		25,0	6,0 - 53,0
Energiekosteneinsparpotential	%		20,0	2,0 - 45,0

8.2. Energiepreise

	Eigenes Unternehmen	Branchen-	
		-Mittelwert	-Bandbreite
Strom		1,47 öS.kWh ⁻¹	(1,13-2,81)
Erdgas		0,21 öS.kWh ⁻¹	(0,16-0,27)
Heizöl leicht		0,27 öS.kWh ⁻¹	(0,24-0,33)
Sonstige (Flüssiggas, ...)		0,64 öS.kWh ⁻¹	(0,00-0,86)

8.3. Energieverbrauchsstruktur

	Eigenes Unternehmen	Branchen-	
		-Mittelwert	-Bandbreite
Strom		46,0 %	(25,0 - 66,0)
Erdgas		17,0 %	(0,0 - 56,0)
Heizöl leicht		34,0 %	(0,0 - 72,0)
Sonstige (Flüssiggas, ...)		3,0 %	(0,0 - 22,0)

8.4. Energiekostenaufteilung

	Eigenes Unternehmen	Branchen-	
		-Mittelwert	-Bandbreite
Strom		83,0 %	(64,0 - 92,0)
Erdgas		4,0 %	(0,0 - 19,0)
Heizöl leicht		12,0 %	(0,0 - 32,0)
Sonstige (Flüssiggas, ...)		1,0 %	(0,0 - 18,0)

8.5. Energiebilanzen

<input type="checkbox"/> INPUT	Eigenes Unternehmen		Branchen-	
	(kWh)	(%)	-Mittelwert	-Bandbreite (jeweils in %)
Elektrische Energie			50,0	(25,0 - 65,0)
Erdgas, Öl etc.			50,0	(35,0 - 75,0)
S u m m e		100%	100,0	
<input type="checkbox"/> OUTPUT	Eigenes Unternehmen		Branchen-	
	(kWh)	(%)	-Mittelwert	-Bandbreite (jeweils in %)
Wärmedurchgang Wände			40,0	(36,0 - 60,0)
Offene Fenster, Türen			29,0	(23,0 - 33,0)
Fortluft über Lüftungen			20,0	(2,0 - 32,0)
Kesselabgasverluste			10,0	(6,0 - 13,0)
Wasser			1,0	(0,0 - 2,0)
S u m m e		100%	100,0	

8.6. Einsparpotentiale und Wirtschaftlichkeit

Nr.	Maßnahme (Stichworte)	Energiesparpotential		Energiekosten-einsparpotential		Investitions-kosten		Statische Amortisationszeit [a]
		[kWh/a]	[%]	[öS/a]	[%]	[öS/a]	[%]	
1	Stromtarif							
2	Leistungsüberwachung							
3	Blindstromkompensation							
4	Kontrolle elektr. Antriebe							
5	Erneuerung elektr. Aggregate							
6	Optimierung Gebläse							
7	Druckluftherzeugung							
8	Beleuchtung							
9	Blockheizkraftwerk							
10	Brennstofftarif							
11	Umstellung Energieträger							
12	Gebäudeisolierung							
13	Wärmerückgewinnung / Umluftbetrieb							
14	Heizungssystem Kessel							
15	Sonstige							
	S u m m e							