

Unterlagen wurden für Sie zusammengestellt von



zum Thema

# Energiekennzahlen und -sparpotenziale in der Stein- und keramischen Industrie

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  
STEIN- UND KERAMISCHEN INDUSTRIE**

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

Linz, im Juli 1996

**ENERGIEKENNZAHLEN UND -SPARPOTENTIALE  
IN DER  
STEIN- UND KERAMISCHEN INDUSTRIE**

*Dieses Energie-Branchenkonzept basiert auf Pilotberatungen in der Stein- und keramischen Industrie in O.Ö., die im Sommer 1994 von folgenden Energieberatern durchgeführt wurden:*

- *ÖEKV, Österreichischer Energie-Konsumenten-Verband, Wien*
- *Scharoplan GmbH, Linz*
- *SCS Technology Verfahrenstechnik GmbH, Linz*

*Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Pilotberatungen sowie die Ausarbeitung des vorliegenden Konzeptes erfolgte durch SCS Technology Verfahrenstechnik GmbH (Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. H. Tillian) im Auftrag der Wirtschaftskammer Oberösterreich, Fachgruppe Stein- und keramische Industrie.*

*Wirtschaftskammer Oberösterreich  
Fachgruppe der Stein- und keramischen Industrie  
Hessenplatz 3  
A-4010 Linz  
Tel.: +043/732/78 00 - 0  
Fax: +043/732/78 00 - 421*

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

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

## **I N H A L T**

- 1. EINLEITUNG**
- 2. ALLGEMEINE PRODUKTIONSBECHREIBUNG**
- 3. BRANCHEN- UND BETRIEBSKENNZAHLEN**
- 4. ENERGIEVERBRAUCH UND KOSTEN**
- 5. ENERGIEBILANZEN**
- 6. EINSARPOTENTIALE UND WIRTSCHAFTLICHKEIT**
- 7. BESCHREIBUNG DER EINSPARMASSNAHMEN**
- 8. ANHANG**

## 1. EINLEITUNG

Die Stein- und keramische Industrie arbeitet mit hohem spezifischen Energieverbrauch. Damit verbunden sind naturgemäß auch hohe Energiekosten.

Durch eine systematische energetische Analyse eines Betriebes können relativ schnell Energie- und Kosteneinsparpotentiale aufgezeigt werden. Entsprechende Vorarbeit zur Erstellung einer solchen Energie-Systemanalysenmethode sowie der Bildung von Branchenkennzahlen wurde durch Energieberatungen von 6 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 dargestellten Tabellen in der Regel als spezifische Branchendurchschnittswerte angegeben. Bei aktuellen Beratungen werden diese durch konkrete Zahlen ersetzt bzw. erweitert (entsprechende Leerformulare befinden sich im Anhang unter Para 8.)

Die Broschüre zeigt, daß eine Energieanalyse letztendlich praktisch auf einen Blick Hauptergebnisse liefert, wie:

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

Als konkretes Ergebnis der bereits grob untersuchten Betriebe sei angemerkt, daß bezüglich der Betriebe mit durchschnittlich etwa 100 Mio. öS Umsatz pro Jahr ein Bruttoenergiekosteneinsparpotential (Investitionskosten etc. berücksichtigt) bei Realisierung aller Einsparmaßnahmen von ca. öS 60.000,-- pro Monat erreicht werden kann.

## 2. ALLGEMEINE PRODUKTIONSBECHREIBUNG

Die Stein- und keramische Industrie arbeitet mit mineralischen, natürlichen **ROHSTOFFEN**.

Diese Ausgangsstoffe werden in der **AUFBEREITUNG** durch Bearbeitungsschritte wie Zugabe von Wasser, Mischen, Mahlen, Homogenisieren etc. behandelt.

Anschließend erfolgt die **FORMGEBUNG** der so aufbereiteten Materialien durch Pressen, Gießen oder Drehen (Töpfeln).

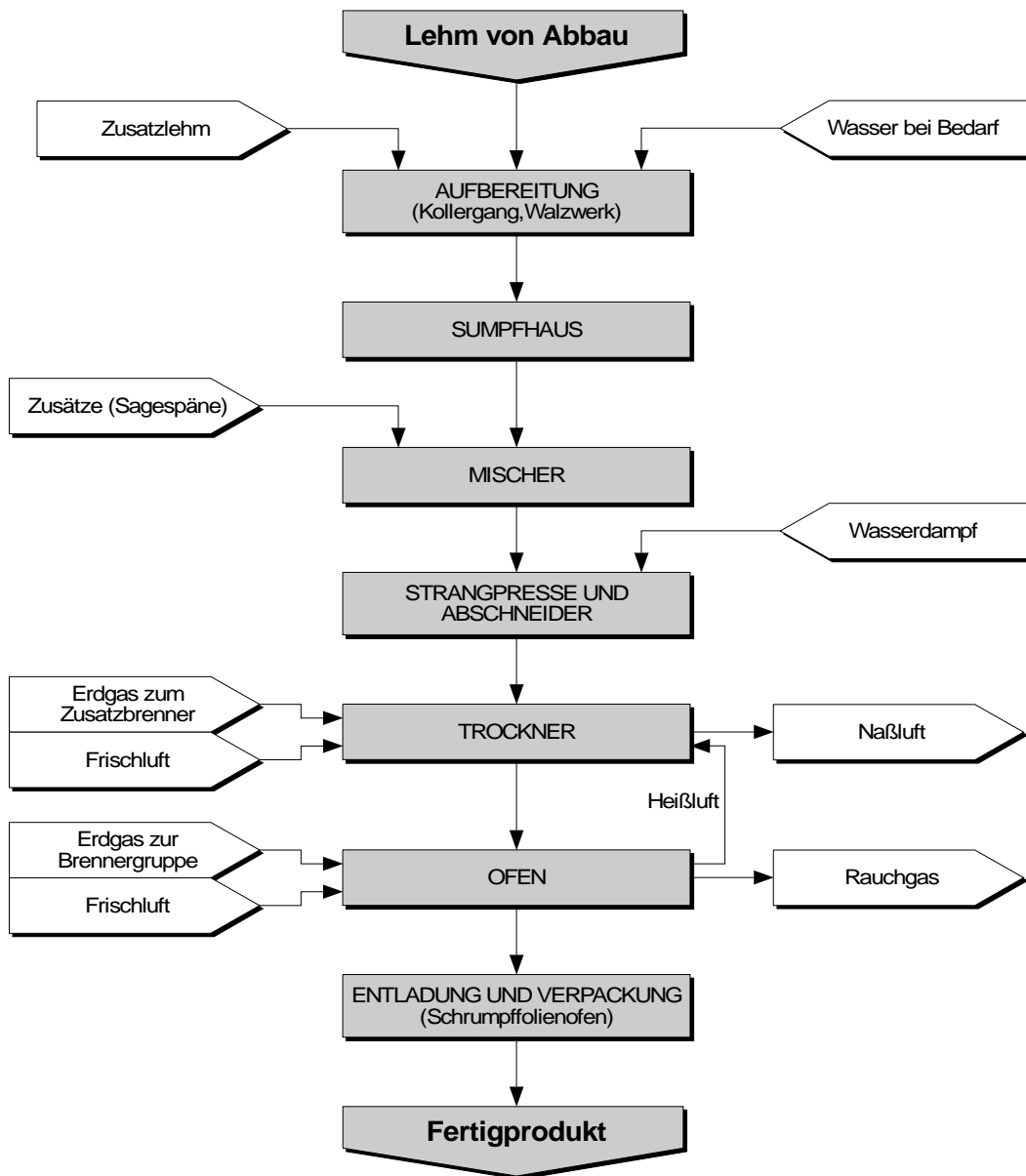
Die **TROCKNUNG** geschieht in Trockenöfen, in einem geschlossenen Raum oder im Freien, wobei der Wassergehalt der Formen wesentlich vermindert und die Eigenfestigkeit erhöht wird.

Durch das nachfolgende **BRENNEN** bei hohen Temperaturen (Ziegel werden bei ca. 900°C; Feinkeramik wird bei bis zu 1.200°C gebrannt) erfolgt der Entzug der Restfeuchte und das Sintern des Materials zur gewünschten, hochfesten Form.

Abhängig von der Art des Produktes erfolgt eine **NACHBEARBEITUNG**, beispielsweise durch Schleifen usw.

Schließlich gelangt das Fertigprodukt zur **VERPACKUNG**.

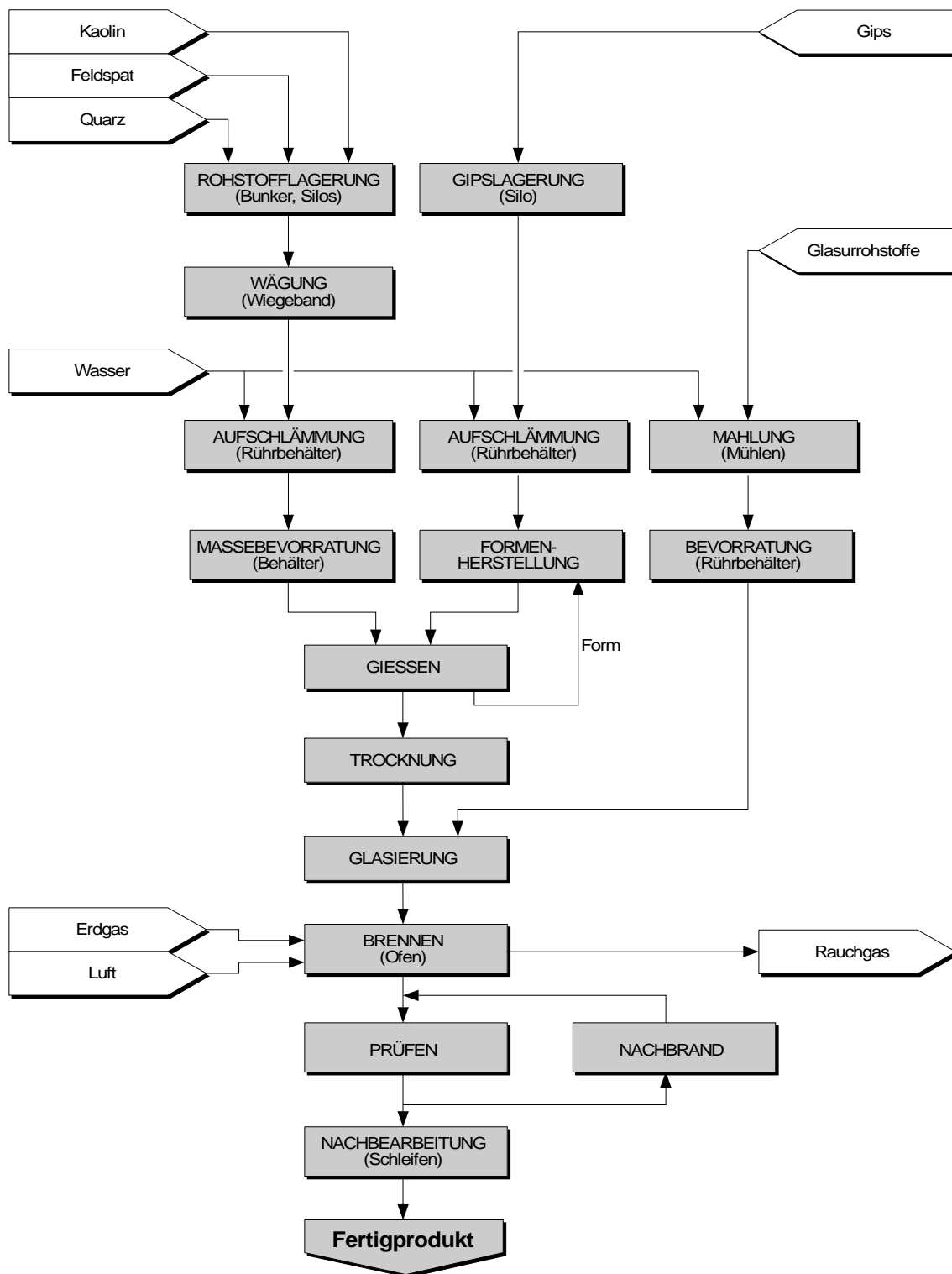
Zur Veranschaulichung der dargestellten Produktionsschritte befindet sich im folgenden je ein Produktionsschema eines Ziegelwerkes und eines Porzellanwerkes.



PROD1.CDR

14.11.94

# PRODUKTIONSSCHEMA ZIEGELWERK



PROD2.CDR 14.11.94

## PRODUKTIONSSCHEMA PORZELLANWERK



### 3. BRANCHEN- UND BETRIEBSKENNZAHLEN

Aus der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Branchenkennzahlen für die Ziegel- und keramische Industrie zu ersehen.

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.

Die spezifischen Zahlenwerte zeigen, daß eine Energieberatung vornehmlich in der Ziegelindustrie besonders attraktiv ist, da der Anteil der Energiekosten am Umsatz relativ hoch ist.

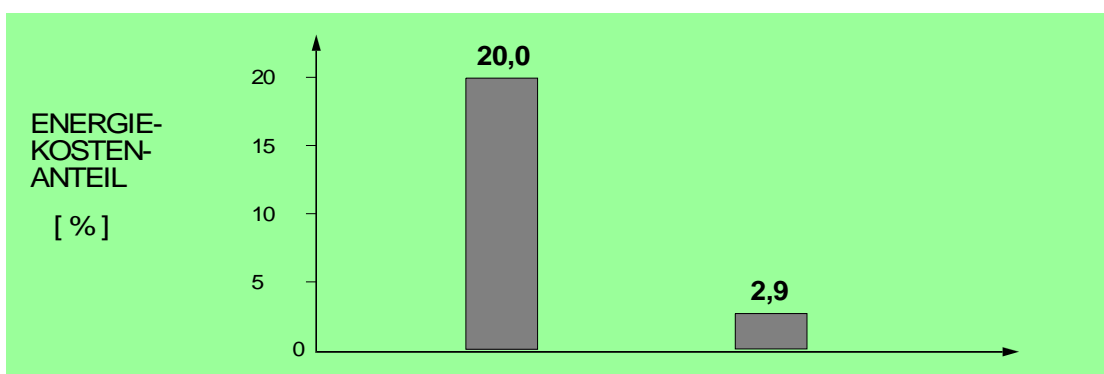
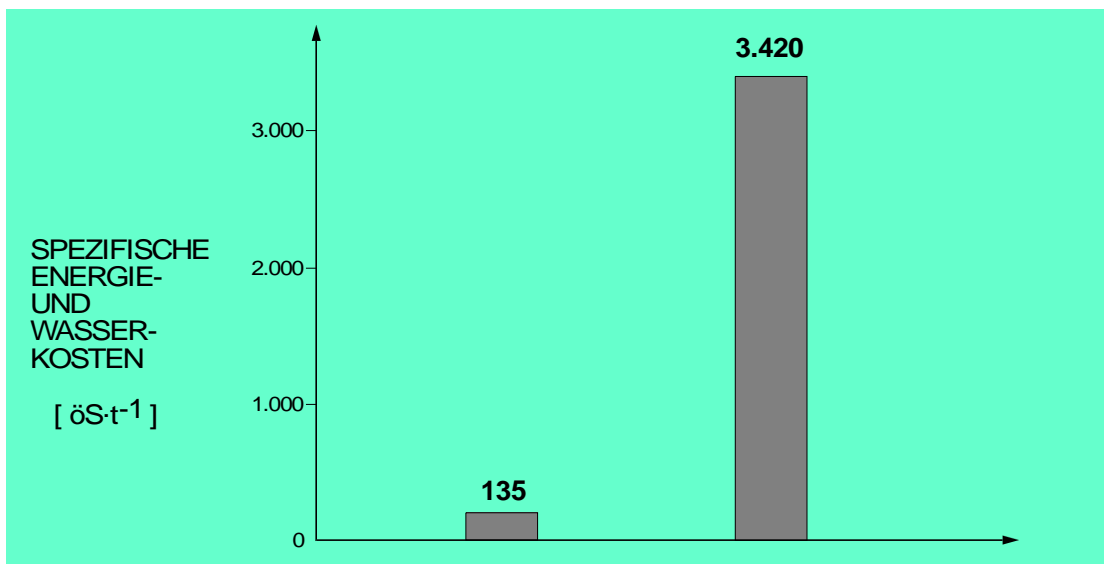
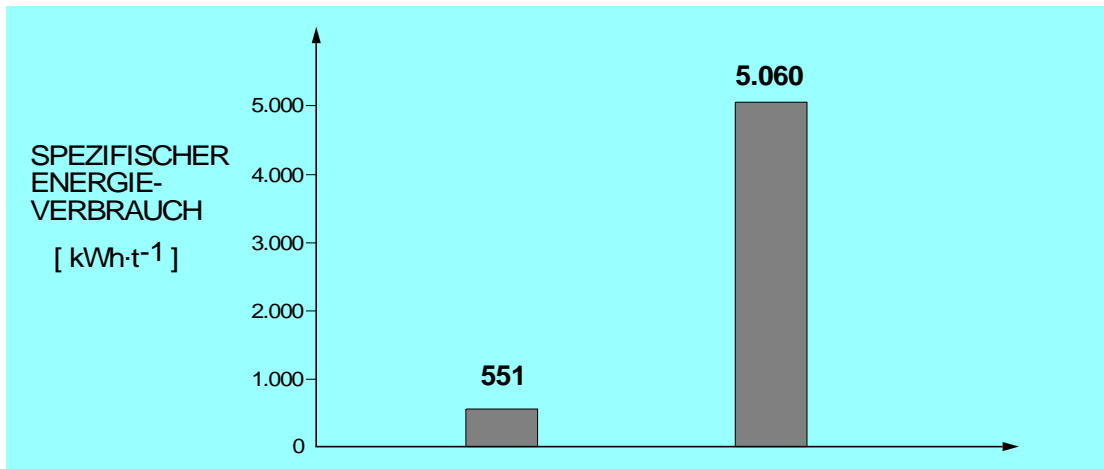
BRANCHENKENNZAHLEN auf Basis der untersuchten Betriebe					
Kenngröße		Einheit	ZIEGELINDUSTRIE *)	KERAMISCHE INDUSTRIE **)	
Allgemein	Beschäftigte	Anzahl	Ø 23 ± 10 %	Ø 220 ± 80 %	
	Produktionsleistung	t/a	Ø 46.000 ± 40 %	Ø 2.000 ± 95 %	
	Umsatz	1.000 Stk/a	Ø 2.000 ± 50 %	Ø 1.150 ± 85 %	
		Mio. öS/a	Ø 30 ***)± 45 %	Ø 180 ± 90 %	
Spezifische Verbräuche	Energie elektr. Strom	kWh/t	Ø 43 ± 14 %	Ø 1.920 ± 65 %	
	Erdgas	kWh/t	Ø 495 ± 10 %	Ø 2.650 ± 100 %	
	Sonstige	kWh/t	Ø 13 ± 100 %	Ø 490 ± 100 %	
	S u m m e	kWh/t	Ø 551 ± 9 %	Ø 5.060 ± 15 %	
	Wasser	m <sup>3</sup> /t	---	Ø 7,5 ± 60 %	
Preise	Energie elektr. Strom	öS/kWh	Ø 1,16 ± 7 %	Ø 1,24 ± 7 %	
	Erdgas	öS/kWh	Ø 0,16 ± 12 %	Ø 0,26 ± 40 %	
	Sonstige	öS/kWh	Ø 0,45 ± 22 %	Ø 0,28 ± 10 %	
	Wasser	öS/m <sup>3</sup>	---	Ø 25,00 ± 3 %	
Spezifische Kosten	Energie elektr. Strom	öS/t	Ø 49 ± 8 %	Ø 2.400 ± 70 %	
	Erdgas	öS/t	Ø 79 ± 4 %	Ø 690 ± 100 %	
	Sonstige	öS/t	Ø 7 ± 100 %	Ø 140 ± 100 %	
	Wasser	öS/t	---	Ø 190 ± 50 %	
	S u m m e	öS/t	Ø 135 ± 1 %	Ø 3.420 ± 50 %	
Energiekostenanteil am Umsatz		%	Ø 20	Ø 2,9	

\*) Anzahl der untersuchten Betriebe gering

\*\*\*) Abweichung vom Mittelwert nach oben und unten werden der Einfachheit halber gleich hoch angegeben

\*\*\*) Werte wurden nicht bekanntgegeben; Rückrechnung aufgrund Ziegelpreise und Handelsspanne

<b>ZIEGEL-INDUSTRIE</b>	<b>KERAMISCHE INDUSTRIE</b>
-------------------------	-----------------------------



KENNZAHL.CDR 09.12.94

## BRANCHENKENNZAHLEN

#### 4. ENERGIEVERBRAUCH UND ENERGIEKOSTEN

Die Energieverbräuche und Energiekosten sind in den folgenden Tabellen als spezifische Branchendurchschnittswerte einiger untersuchter Betriebe dargestellt. Im konkreten Fall erfolgt die Aufnahme der notwendigen absoluten Verbrauchsdaten zum Beispiel über das vom O.Ö. Energiesparverband bereitgestellte Programm "RAVEL - Erfassung des Energieverbrauches" bzw. sonstigen im Anhang unter Para 8. befindlichen Formblättern. Mit der Ermittlung der Werte sind schließlich die Energieverbrauchsschwerpunkte festgelegt.

Die Tabelle "GESAMTENERGIEN UND KOSTEN" zeigt den Gesamtenergieverbrauch und die Energiekosten, aufgeteilt auf die einzelnen Energieträger.

Angeführte Branchendurchschnittswerte weisen auf den hohen Erdgaseinsatz in der Ziegelindustrie - verursacht durch erdgasbeheizte Brennöfen - und auf relativ hohen elektrischen Energieeinsatz in der keramischen Industrie - verursacht durch fallweise elektrisch beheizte Brennöfen - hin.

Der elektrische Energiekostenanteil ist in beiden Fällen beachtlich.

Dies legt nahe, den teuren Strom durch ein betriebseigenes Blockheizkraftwerk zu erzeugen, wobei die Abwärme des Aggregates möglicherweise einen Teil des gesamten thermischen Energiebedarfes abdecken könnte.

Die Tabelle "BEREICHSENERGIEVERBRÄUCHE" ordnet die Gesamtenergien den einzelnen Betriebsbereichen zu.

Die Branchendurchschnittswerte zeigen, daß der elektrische Verbrauch hauptsächlich im Bereich Trocknung und Brennen - verursacht durch Gebläse und fallweise elektrische Brennöfen - und der Erdgasverbrauch hauptsächlich im Bereich Brennen auftritt.

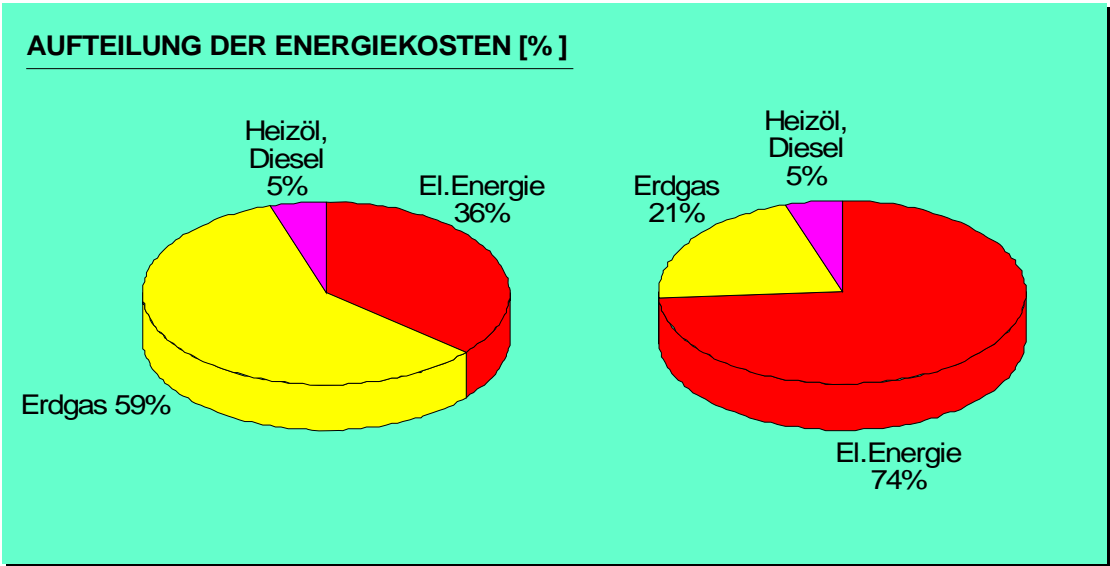
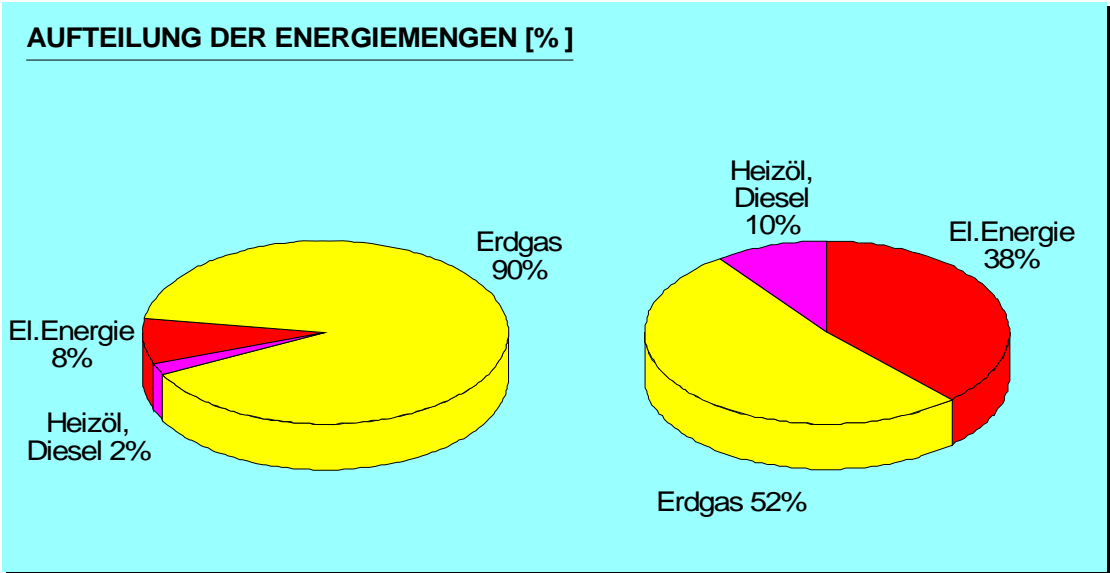
GESAMTENERGIEN UND KOSTEN *)				
ENERGIEART	Energienmenge [%]		Energiekosten [%]	
	Ziegelindustrie	keramische Industrie	Ziegelindustrie	keramische Industrie
Elektrische Energie	Ø 8	Ø 38	Ø 36	Ø 74
Erdgas	Ø 90	Ø 52	Ø 59	Ø 21
Heizöl	Ø 2	Ø 5	Ø 5	Ø 2
Diesel	--	Ø 5	--	Ø 3
Sonstige	--	--	--	--
<b>S u m m e</b>	100	100	100	100

\*) Branchendurchschnittswerte getrennt für Ziegelindustrie und keramische Industrie

BEREICHSENERGIEVERBRÄUCHE *)				
BEREICH	Elektr. Energie [%]	Erdgas [%]	Heizöl [%]	Diesel [%]
Aufbereitung	10	--	--	--
Formgebung	10	1	--	--
Trocknung	17	6	--	--
Brennen	50	79	--	--
Nachbearbeitung	5	--	--	--
Verpackung	1	--	--	--
Transport	--	--	--	100
Heizung	--	13	100	--
Sonstige	7	1	--	--
<b>S u m m e</b>	100	100	100	100

\*) Branchendurchschnittswerte gemeinsam für Ziegelindustrie und keramische Industrie

<b>ZIEGEL-INDUSTRIE</b>	<b>KERAMISCHE INDUSTRIE</b>
-------------------------	-----------------------------



ENERGDAT.CDR 09.12.94

## ENERGIEKOSTEN

## 5. ENERGIEBILANZEN

Ausgehend von einer Detailanalyse des Betriebes, Untersuchung energieintensiver Aggregate wie Brennöfen etc., Aufnahme entsprechender Verfahrensschemata und Verfahrensdaten werden Energiebilanzen (wie unten) dargestellt.

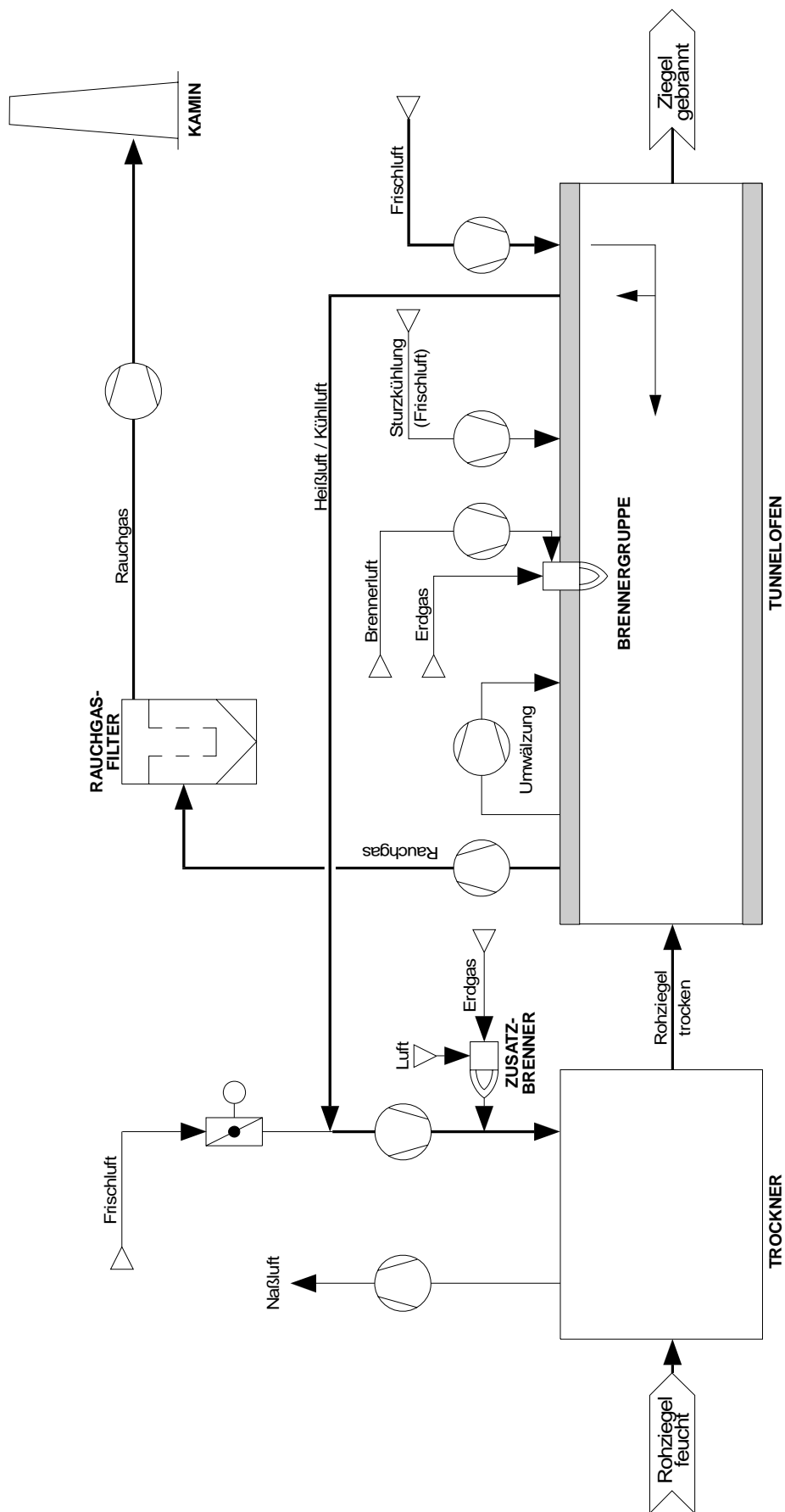
Sie zeigen den Weg, die Form und die Höhe der Energieströme auf und sind schließlich mittels Energieflußschema (siehe unten) veranschaulicht.

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

In der folgenden Tabelle sind als Zahlenwerte spezifische Branchendurchschnittswerte angeführt.

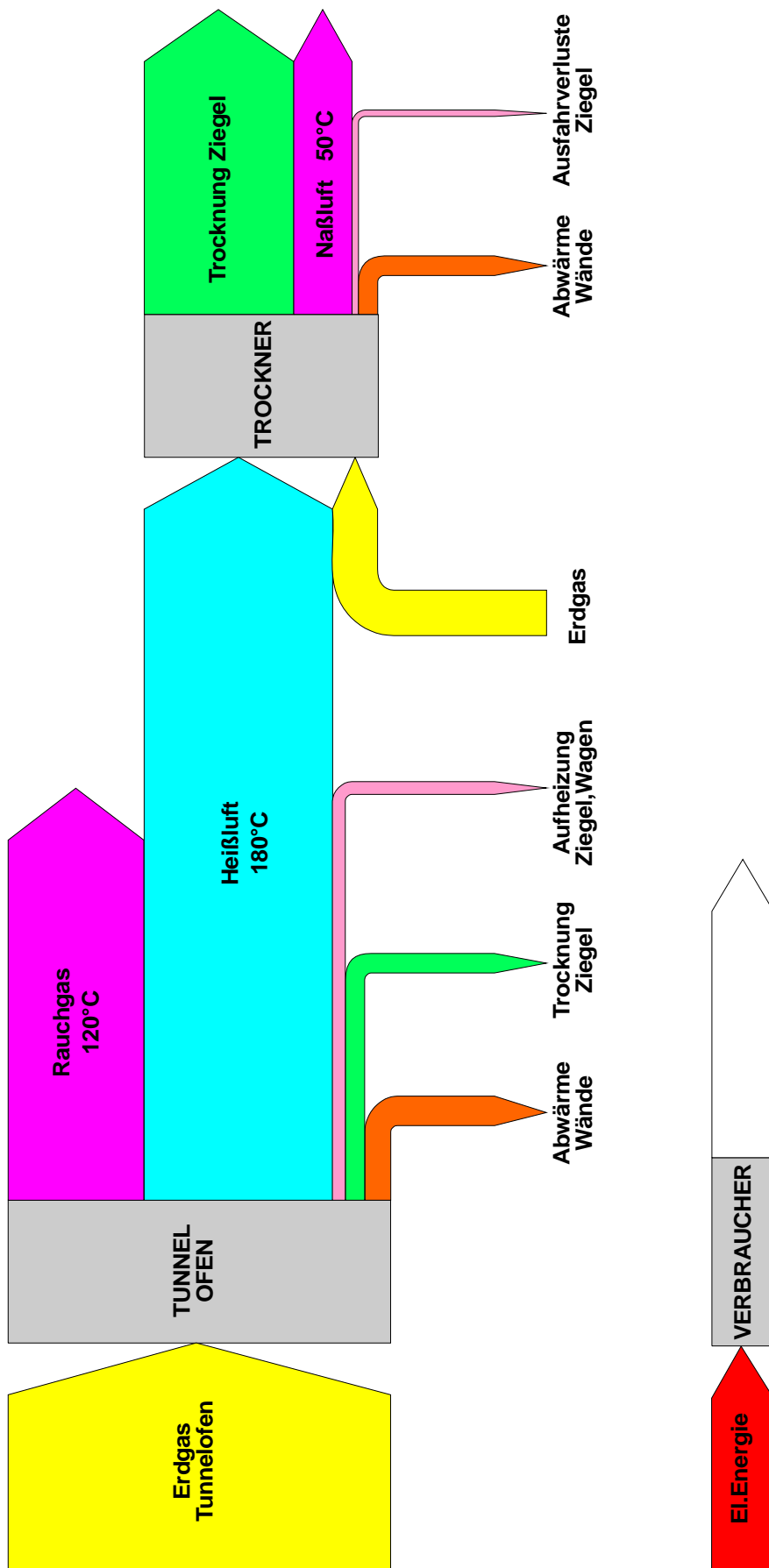
<b>E N E R G I E B I L A N Z E N</b>			
<b>Bereich</b>	<b>Input / Output</b>	<b>Energieform</b>	<b>Energiestrom *)</b>
			<b>in %</b>
<b>TROCKNUNG</b> (geschlossener Trockner - Ziegelindustrie)	Input	▪ Brennstoff, elektr. Energie ▪ Heißluft	20 80
	Output	▪ Trocknung ▪ Sinterenergie ▪ Naßluft ▪ Abwärme Wände ▪ Ausfahrverlust	55 -- 25 7 3
<b>BRENNEN</b> (Tunnelöfen)	Input	▪ Brennstoff, elektr. Energie	100
	Output	▪ Resttrocknung ▪ Sinterenergie ▪ Rauchgas ▪ Heißluft ▪ Abwärme Wände ▪ Ausfahrverlust	2 15 40 30 11 2
<b>GESAMT- BETRIEB</b>	Input	▪ thermische Energie ▪ elektrische Energie	87 13
	Output	▪ Trocknung ▪ Sinterenergie ▪ Rauchgas ▪ Fortluft ▪ Abwärme über Gebäudewände, Abwasser (Heizenergie, Abwärme Öfen etc.)	21 7 25 10 37

\*) Branchendurchschnittswerte gemeinsam für Ziegelindustrie und keramische Industrie



**GRUNDFLIESSBILD  
TROCKNER UND TUNNELOFEN  
ZIEGELWERK**

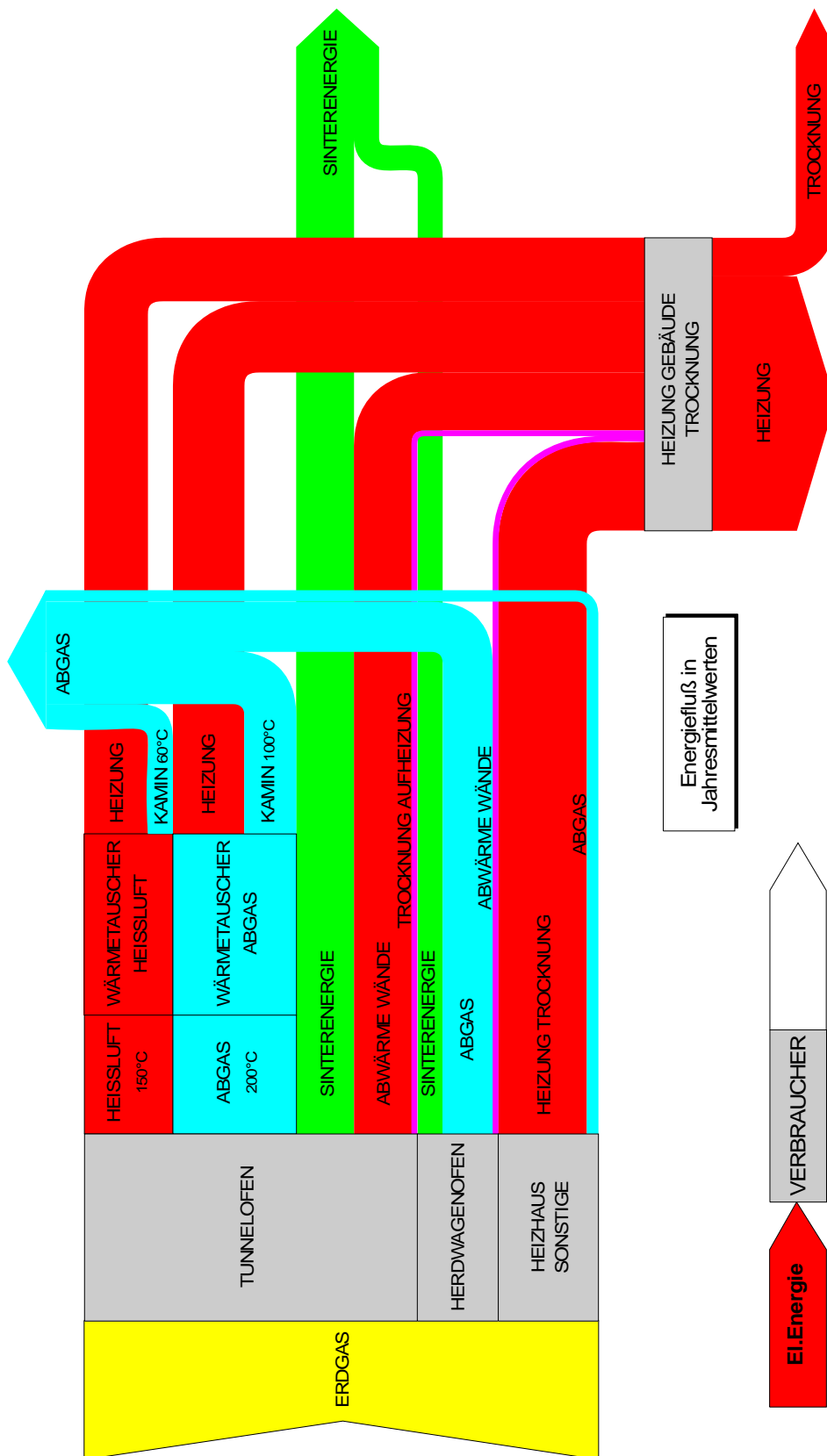
TROCKNER.GDR 27.10.94



# ENERGIEFLUSSBILD ZIEGELWERK

ENERG-1.CDR 14.11.94





ENERG-A4.CDR 14.11.94

# ENERGIEFLUSSBILD PORZELLANWERK

## 6. EINSARPOTENTIALE UND WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Tabelle "GESAMTBETRACHTUNG" stellt die zusammenfassende Bewertung aller möglichen Einsarpotentiale eines Betriebes dar.

Angeführt sind explizit die Branchendurchschnittswerte. Im Durchschnitt der untersuchten Betriebe wurde ein Energieeinsarpotential von 11 %, ein Energiekosteneinsarpotential von 30 %, eine Amortisationsdauer der zur Energieeinsparung erforderlichen Investitionen von durchschnittlich 4,4 Jahren festgestellt.

In der Tabelle "EINSARPOTENTIALE - WIRTSCHAFTLICHKEIT" sind die einzelnen energieeinsparenden Maßnahmen dargestellt und bewertet. Die Bewertung erfolgte spezifisch als Durchschnittsangaben einiger untersuchter Betriebe.

Die Tabelle zeigt, daß bestimmte einzelne Maßnahmen wesentlich sinnvoller sind als die Realisierung aller Maßnahmen und es ist auch ersichtlich, welche Maßnahmen wie rentabel zu realisieren sind.

Die Diskussion der angesprochenen Maßnahmen erfolgt dann unter Para 7.

<b>GESAMTBETRACHTUNG</b>			
<b>ENERGIEMENGEN</b>			
Energiebedarf	derzeit	%	100
Einsarpotential	- Energie	%	<b>11 *)</b>
<b>ENERGIEKOSTEN</b>			
Energiekosten	derzeit	%	100
Einsarpotential	- Kosten	%	<b>30 *)</b>
<b>INVESTITIONSKOSTEN</b>			
Jährliche Kosteneinsparung / Investitionskosten		%	37 *)
Amortisationszeit (Zinsatz: 7 %)		Jahre	4,4 *)

\*) Branchendurchschnittswerte

BERECHNUNG DER AMORTISATIONSZEIT X:

$$X = \frac{\ln\left(\frac{I}{E} * \frac{a-1}{a} + 1\right)}{\ln a}$$

mit a = (1 + s) / (1 + i)

X ..... Amortisationszeit in Jahren

I ..... Investitionskosten

E ..... Einsparungen jährlich

s ..... Energiepreissteigerung jährlich in % / 100 (hier: 0 %)

i ..... Abzinsung jährlich in % / 100 (hier: 7 %)

<b>E I N S P A R P O T E N T I A L E - W I R T S C H A F T L I C H K E I T *)</b>				
<b>E n e r g i e a r t</b>	<b>M a ß n a h m e n (Stichwort)</b>	<b>E n e r g i e - e i n s p a r u n g</b>	<b>E n e r g i e k o s t e n - e i n s p a r u n g</b>	<b>A m o r t i s a t i o n s - z e i t ①</b>
		[ % ]	[ % ]	[ J a h r ]
<b>Elektrische Energie</b>	▪ Stromtarif, -preis	0,0	0,3	1 (12) **)
	▪ Leistungsbegrenzung, -steuerung	0,0	1,8	3
	▪ Blindstromkompensation	0,1	0,3	1 (12) **)
	▪ Umstellen der Öfen auf Gas	0,0	5,7	8
	▪ Druckluftverbrauch	0,2	0,6	4
	▪ Gebläseregelung, -auslegung	0,2	0,9	3
	▪ Blockheizkraftwerk	0,0	9,3	4
<b>Erdgas / Heizöl</b>	▪ Brennstoffpreis	0,0	3,3	1
	▪ Wärmerückgewinnung Brennöfen	7,0	3,3	4
	▪ Abwärmeverluste Öfen/Trockner	0,5	0,3	2
	▪ Sonstige therm. Optimierung Öfen	0,5	0,3	8
	▪ Sonstige therm. Optimierung Trockner	0,5	0,6	6
	▪ Optimierung Heizungsanlage	0,5	1,5	4
	▪ Gebäudeisolierung	1,5	1,5	15
<b>Diesel / Wasser</b>	▪ Fuhrpark	--	--	--
	▪ Recycling	--	0,3	2
<b>S u m m e</b>		11,0	30,0	4,4

① Abzinsung der Einsparungen mit Zinssatz von 7% berücksichtigt

\*) Branchendurchschnittswerte der untersuchten Betriebe

\*\*\*) Für einzelne Betriebe sehr unterschiedlich

## 7. BESCHREIBUNG DER EINSPARMASSNAHMEN

### 7.1. Stromtarif

Gestaffelt nach Leistungsbedarf (kW); eventuell Sonderregelungen für Wärmeanwendungen. Aufgeschlüsselt nach:

- Arbeitspreis für den Verbrauch (kWh) während Tag, Nacht, Sommer, Winter.
- Leistungspreis für bezogene Leistung (kW).

In Absprache mit Versorgungsunternehmen sind die Strombezugskosten durch Wahl eines günstigeren Tarifes eventuell zu reduzieren; möglicherweise ist auch eine Umstellung auf erhöhten Nachtstrombetrieb in Betracht zu ziehen.

### 7.2. Leistungsbegrenzung / Leistungssteuerung

Durch Installation einer Leistungsmessung mit gekoppelter Aggregateabschaltung kann der Leistungspreis reduziert werden (Herabsetzung der Leistungsspitzen; "Spitzenlastmanagement").

Im Vorfeld der Installation einer solchen Spitzenstromabschaltung ist die Durchführung von Leistungsmessungen über Tag und Jahr sinnvoll - siehe Beispiel "Leistungskurve elektrischer Strom" im Anhang unter Para 8.

### 7.3. Blindstromkompensation

Der Blindstrom wird zum Aufbau von elektromagnetischen Feldern in vielen Verbrauchsanlagen benötigt. Er wird jedoch nicht tatsächlich verbraucht, belastet aber die Versorgungseinrichtungen des Energieversorgungsunternehmens. Der Zusammenhang zwischen Wirkleistung [kW], Scheinleistung [kVA] und Blindleistung [kvar] ist über den Leistungsfaktor " $\cos\varphi$ " gegeben.

$$\cos\varphi = \frac{\text{Wirk}}{\text{Schein}} \text{ - Komponente} \qquad \tan\varphi = \frac{\text{Blind}}{\text{Wirk}} \text{ - Komponente}$$

Die Einhaltung eines bestimmten Leistungsfaktors ( $\cos\varphi = 0,9$ ) wird in den Tarifverträgen vorgeschrieben. Da einem geforderten Leistungsfaktor  $\cos\varphi = 0,9$  ein  $\tan\varphi = 0,48$  entspricht, bedingt dies ein Verhältnis von Blind- zu Wirkarbeit von rund 0,5. Daher gilt die 50 % der gleichzeitig abgegebenen Wirkarbeit übersteigende Blindarbeit (kvarh) als verrechenbar. Der Blindarbeitspreis liegt deutlich niedriger als der Wirkarbeitspreis. Durch Blindstromkompensation können Blindleistung und Blindstromkosten vermieden werden.

#### 7.4. Umstellen eines Brennofens von Öl auf Gas

Der Energiebedarf bezogen auf eine Mengeneinheit des Produkts eines Elektro-Brennofens ist gegenüber dem eines Gas-Brennofens geringer; die Energiekosten sind jedoch in Relation teurer, wodurch sich im allgemeinen beim Elektro-Brennofen erhöhte Betriebskosten ergeben.

*Fallbeispiel aus der Praxis für Rohbrand in der Keramikindustrie:*

##### ELEKTRO-BRENNOFEN

Spezifischer Energiebedarf	kWh/t	706
Energiepreis	öS/kWh	1,33
Spezifische Betriebskosten	öS/t	939

##### GAS-BRENNOFEN

Spezifischer Energiebedarf	kWh/t	2.500 *)
Energiepreis	öS/kWh	0,32
Spezifische Betriebskosten	öS/t	800

\*) kann auch geringer sein!

#### 7.5. Druckluftverbrauch

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 sollten aus diesem Grunde auch umgehend behoben werden.

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

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

#### 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. Blockheizkraftwerk

Insbesondere bei Betrieben der keramischen Industrie kann sich die Installation eines Blockheizkraftwerkes anbieten, da die bei solchen Aggregaten anfallende Wärme genutzt werden kann.

Im folgenden sind die Verhältnisse für ein Fallbeispiel (elektrische Leistung = 210 kW) dargestellt. Dabei könnte ein Heizkessel durch die Abwärmestation des Stromaggregates ersetzt werden bzw. auch Abwärmeströme einem Brennofen zugeführt werden.

#### TECHNISCHE DATEN

Leistung elektrisch	kW	210
Leistung thermisch	kW	348
Erdgasbedarf	kW	626
Lebensdauer	h	40.000
Investitionskosten Aggregat	öS	3,500.000.--
Investitionskosten Infrastruktur (geschätzt)	öS	500.000.--

#### JÄHRLICHE KOSTENEINSPARUNG

Elektrische Energie		
(a) Leistungspreis (210 kW * 1.740.-- öS/kWh <sup>-1</sup> )	öS	365.000.--
(b) Arbeitspreis (210 kW * 7.840 h/a * 0,80 öS/kWh)	öS	1.317.000.--
(c) Störaushilfe (210 kW * 348 öS/kWh)	- öS	73.000.--
(210 kW * 160 h/a * 1,60 öS/kWh)	- öS	54.000.--
Wartung (210 kW * 7.840 h/a * 0,15 öS/kWh)	- öS	247.000.--
Erdgaseinsatz für Stromerzeugung (210 kW * 7.840 h/a * 0,18 öS/kWh)	- öS	296.000.--
<b>Jährliche Kosteneinsparung</b>	<b>öS</b>	<b>1.012.000.--</b>
<b>Statische Amortisationszeit (4,0 Mio./1,012 Mio.)</b>		<b>4 Jahre</b>

### **7.8. Brennstoffpreis**

Die Brennstoffpreise sind je nach Betrieb zum Teil stark unterschiedlich. Das Einsparpotential durch Wechsel des Brennstoffes kann gegebenenfalls beachtlich sein.

### **7.9. Wärmerückgewinnung Brennöfen**

Etwa 40 % der einem Brennofen zugeführten Energie geht durch das Abgas verloren. Durch Installation eines Rauchgaswärmetauschers, Verbesserung eines vorhandenen Wärmetauschers, Nutzung bzw. verbesserte Nutzung der Heißluft kann fallweise erheblich Energie eingespart werden.

### **7.10. Abwärmeverluste Öfen / Trockner**

Durch Anbringung von Zusatzisolierungen etc. können Abwärmeverluste verringert und somit Primärenergiekosten eingespart werden. Eine entsprechende wirtschaftliche Investition setzt eine detaillierte Voruntersuchung voraus.

### **7.11. Sonstige thermische Optimierung der Öfen**

Dazu zählen beispielsweise Brennluftvorwärmung, Brennerregelung über O<sub>2</sub>-Messung, Änderung der Ofengeometrie, Ofenart etc.

### **7.12. Sonstige thermische Optimierung der Trockner**

Geschlossene Trockner mit spezifisch niedrigen Naßluftmengen und Temperaturen kommen mit geringem Energiebedarf aus.

### **7.13. Optimierung Heizungsanlage**

Um ein Heizungsnetz hydraulisch einregulieren zu können, ist die Messung der Drücke bzw. Druckdifferenzen in den Heizkreisen erforderlich. In jenen Heizsträngen, wo abnehmerseitig eine Veränderung des Durchflusses - z.B. durch Absperrventile - möglich ist, sollten zur Einhaltung der einmal eingestellten Werte zwischen Vor- und Rücklauf Überströmventile bzw. Druckdifferenzregler eingebaut werden. Sowohl die dafür erforderlichen Armaturen als auch die nachträgliche Montage ist leider sehr kostenintensiv.

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

### **7.14. Gebäudeisolierung**

Falls Sanierungen relativ einfach durchzuführen sind, kann eine Gebäudeisolierung sinnvoll sein.

### **7.15. Fuhrpark**

Im allgemeinen ist dies kein relevanter Posten.

### **7.16. Recycling von Abwasser**

Durch Installation einer Abwasseraufbereitungsanlage können Frischwasser- und Kanalkosten eingespart werden.



## **8. ANHANG**

### **8.1. Formblätter zur Erfassung des eigenen Energieverbrauchs**

- Gesamtenergien und Kosten
- Bereichsenergieverbräuche
- Energiebilanzen
- Einsparpotentiale - Wirtschaftlichkeit
- RAVEL-Formblätter (Erfassung des Energieverbrauches)

Anmerkung: Die Disketten zu den RAVEL-Formblättern sind gegen einen Kostenbeitrag von ATS 50,- erhältlich beim OÖ. Energiesparverband oder beim Skriptenreferat des WIFI OÖ.

### **8.2. Leistungskurven elektrischer Strom**

## Formblätter zur Erfassung des eigenen Energieverbrauchs

GESAMTENERGIEN UND KOSTEN					
ENERGIEN	MWh/a	%	öS/a	%	öS/kWh
Elektrische Energie					
Erdgas					
Heizöl					
Diesel					
Sonstige					
<b>S u m m e</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	
MEDIEN	m <sup>3</sup> /a	%	öS/a	%	öS/m <sup>3</sup>
Wasser		<b>100</b>		<b>100</b>	

BEREICHSENERGIEVERBRÄUCHE								
BEREICH	Elektr. Energie		Erdgas		Heizöl		Diesel	
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	MWh	%
Aufbereitung								
Formgebung								
Trocknung								
Brennen								
Nachbearbeitung								
Verpackung								
Transport								
Heizung								
Sonstige								
<b>S u m m e</b>		<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

ENERGIEBILANZEN					
Bereich	Input / Output	Energieform	E n e r g i e s t r o m		
			Berechnungsbasis	kW	%
<b>TROCKNUNG</b>	<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brennstoff, elektr. Energie</li> <li>▪ Heißluft</li> </ul>			
	<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trocknung</li> <li>▪ Sinterenergie</li> <li>▪ Naßluft</li> <li>▪ Abwärme Wände</li> <li>▪ Ausfahrverlust</li> </ul>			
<b>BRENNEN</b>	<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brennstoff, elektr. Energie</li> </ul>			
	<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resttrocknung</li> <li>▪ Sinterenergie</li> <li>▪ Rauchgas</li> <li>▪ Heißluft</li> <li>▪ Abwärme Wände</li> <li>▪ Ausfahrverlust</li> </ul>			
<b>GESAMT-BETRIEB</b>	<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ thermische Energie</li> <li>▪ elektrische Energie</li> </ul>			
	<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trocknung</li> <li>▪ Sinterenergie</li> <li>▪ Rauchgas</li> <li>▪ Fortluft</li> <li>▪ Abwärme über Gebäudewände</li> <li>Abwasser (Heizenergie, Abwärme Öfen etc.)</li> </ul>			

EINSPARPOTENTIALE - WIRTSCHAFTLICHKEIT								
Energieart	Maßnahmen (Stichwort)	Energieeinsparung		Energiekosteneinsparung		Investitionskosten		Amortisationszeit ①
		kWh/a	%	öS/a	%	1.000 öS	%	Jahr(e)
<i>Elektr. Energie</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stromtarif, -preis</li> <li>▪ Leistungsbegrenzung, -steuerung</li> <li>▪ Blindstromkompensation</li> <li>▪ Umstellen der Öfen auf Gas</li> <li>▪ Druckluftverbrauch</li> <li>▪ Gebläseregelung, -auslegung</li> <li>▪ Blockheizkraftwerk</li> </ul>							
<i>Erdgas/Heizöl</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Brennstoffpreis</li> <li>▪ Wärmerückgewinnung Brennöfen</li> <li>▪ Abwärmeverluste Öfen/Trockner</li> <li>▪ Sonstige therm. Optimierung Öfen</li> <li>▪ Sonstige therm. Optimierung Trockner</li> <li>▪ Optimierung Heizungsanlage</li> <li>▪ Gebäudeisolierung</li> </ul>							
<i>Diesel/Wasser</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuhrpark</li> <li>▪ Recycling</li> </ul>							
<b>S u m m e</b>			<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>	

① Abzinsung: Zinssatz = \_\_\_\_ % / Energiepreissteigerung = \_\_\_\_ %