

## 5 STEIRISCHE POTENTIALSTUDIE

### 5.1 METHODEN

Ziel dieses Arbeitspaketes war es das Potential zur Verwendung solar-thermischer Energie in steirischen Industrie- und Wirtschaftsbetrieben zu erheben. Nieder- und Mitteltemperaturprozesse (<150°C) eignen sich besonders gut für den Einsatz von Solarenergie, daher lag der Schwerpunkt dieser Potentialstudie auf Branchen/Sektoren mit Prozessen in diesem Temperaturbereich.

Folgende Arbeitsschritte wurden durchgeführt:

- (1) *Festlegung der Industriesektoren und der Prozesse,*
- (2) *Erstellung der Datenbanken über relevante steirische Industrie- und Gewerbebetriebe,*
- (3) *Festlegung der statistischen Parameter (z.B. Größe der Stichproben),*
- (4) *Erhebung der Daten über Fragebögen und Telefonkontakte,*
- (5) *Selektion und Verifikation der Daten,*
- (6) *Statistische Analyse der erfassten Daten,*
- (7) *Berechnung des Potentials für solare Prozesswärme.*

Für die relevanten Industrie-Sektoren wurde eine Firmendatenbank anhand folgender Datenquellen entwickelt: (1) JOINTS Datenbank für Industriebetriebe, (2) WKO Datenbank für Industriebetriebe, (3) Herold Branchenverzeichnis, (4) Wirtschafts- und Marketing-Magazine, z.B. „Top of Styria, 2005“, (5) Homepages mit relevanten Datenbanken für Industriebetriebe, z.B. „Leitbetriebe der Steiermark“ (<http://www.leitbetriebe.at/lbstatus/status/start.asp?p=steiermark&site=start>). Für den Gewerbebereich wurde eine Datenbank basierend auf dem Herold Branchenverzeichnis entwickelt.

Im Rahmen dieser Potentialanalyse wurde ein Bottom-up Ansatz verfolgt, in dem Daten durch direkten Kontakt mit den Firmen – in beiden Bereichen (Industrie und Gewerbe) – gewonnen wurden. Die meisten der gefundenen Industriebetriebe aus den Bereichen Lebensmittel, Papier und Textilien wurden kontaktiert, während die Firmen der Metall- und Chemischen Industrie aufgrund ihrer großen Zahl anhand gewisser Produkt/Prozess-Kriterien selektiert werden mussten.

Im Bereich der Gewerbebetriebe wurden einige Firmen in jeder Sparte anhand ihrer geografischen Lage ausgewählt. Um eine flächendeckende Befragung durchzuführen, wurden in jedem Bezirk mindestens 10% der Unternehmen kontaktiert, maximal jedoch 10 Unternehmen pro Branche.

Zur systematischen Datengewinnung wurden zwei unterschiedliche Fragebögen je einer für Industrie und Gewerbe mit energieorientierten Fragen entwickelt (siehe Anhang 10.4.1.1).

Die Daten pro Bereich wurden ausgewählt, überprüft und analysiert. Die Datengewinnung erwies sich in gewissen Branchen als leicht, in anderen als schwieriger, was Rückschlüsse darauf zulässt, welches Bewusstsein in den unterschiedlichen Branchen zu den Themen Energieeffizienz und Solarenergie herrscht. In sehr vielen Fällen konnte erst durch Nachtelefonieren wichtige Daten von den Firmen erhoben werden.

Die Daten wurden statistisch ausgewertet um den gesamten Wärmebedarf pro Sektor und Branche zu erheben. Ziel der statistischen Analyse war es, für die unterschiedlichen Branchen einen Zusammenhang zwischen Wärmebedarf und Firmengröße (nach Anzahl der Arbeitnehmer) nachzuweisen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms „Statgraphics 5“. Es wurde zuerst nach einem Zusammenhang gesucht der eine Gesetzmäßigkeit zwischen den einzelnen erhobenen Daten aufweist. Als einfachste und zielführendste Methode hat sich die Regressionsanalyse erwiesen. Die erhaltenen Ausgleichsgeraden wurden mit dem parameterfreien U-Test nach Wilcoxon Mann und Whitney getestet. Die Aussagen mit der kleinsten Irrtumswahrscheinlichkeit wurden für die Hochrechnung des Potentials verwendet.

Die erhaltene Korrelation wurde mit Hilfe regionaler statistischer Daten für die Steiermark für alle Firmen pro Branche extrapoliert und nach Größe der Firmen eingeteilt. Dadurch wurde dann der Gesamtverbrauch an thermischer Energie pro Branche abgeschätzt.

Das Solarpotential wurde aus dem thermischen Gesamtenergieverbrauch in jedem Bereich berechnet. Limitierende Faktoren waren:

- das prozesstechnische Potential (Verbesserung der Prozesstechnik für Niedertemperaturprozesse)
- das solar-technische Potential (Effizienz der solaren Technologie, verfügbare Dachfläche)
- das ökologische Potential ( $\text{CO}_2/\text{SO}_2$  Emissionsgrenzen)
- das soziale Potential (Bewusstsein der Firmen)
- das wirtschaftliche Potential (Investitionskosten, Förderprogramme, Rohstoffpreise: Öl, Gas, Holz,...).

Es erwies sich als äußerst schwierig, das ökologische/soziale/wirtschaftliche Potential in Zahlen zu fassen, da es laufenden signifikanten Änderungen unterliegt. Andererseits konnte jedoch das technische/solare Potential quantitativ bestimmt werden und diente somit als limitierender Faktor für die Berechnung des solar-thermischen Potentials.

## 5.2 ERGEBNISSE DER POTENTIALSTUDIEN

### 5.2.1 DER INDUSTRIE-SEKTOR

Basierend auf den Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten (PROMISE, SHIP-IEA: Task 33, SolProBat), wurden folgende Branchen und Prozesse identifiziert, die Potential für den Einsatz von Solarenergie zeigen:

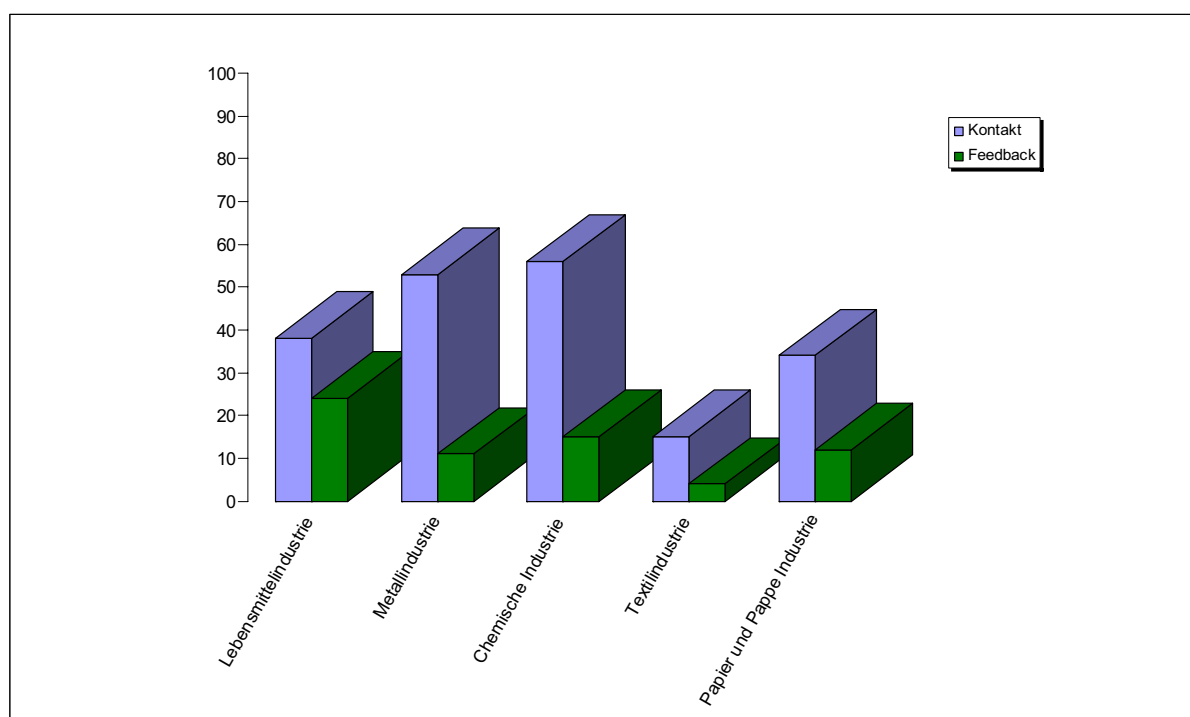
**Tabelle 5-1** Branchen und Prozesse der Industrie mit Potential für den Einsatz von Solarenergie

Sektor	Branche	Beispiel-Prozesse mit Solarpotential
Industrie	Lebensmittel	Vorwärmung von Stoffen (20-60°C), Pasteurisieren/Sterilisieren (70-120°C), Kochen (100-240°C), Destillieren (40-100°C), Trocknen (40-250°C), Verdampfen (40-170°C), Waschen (30-60°C), Reinigen der Produktionshallen und Geräte (30-170°C), Beheizen der Produktionshallen (20°C), Kühlen (-18 to 10°C)
	Metall	Bäder zur Oberflächenbehandlung (20-100°C), Waschen (30-60°C), Trocknen (60-90°C), Reinigen der Produktionshallen und Geräte (30-70°C), Beheizen der Produktionshallen (20°C)
	Papier und Pappe	Vorwärmung von Stoffen (40-80°C), Kochen (~160°C), Trocknen (110-240°C), Reinigen der Produktionshallen und Geräte (30-70°C), Beheizen der Produktionshallen (20°C)
	Textilien	Färben (40-130°C), Waschen (40-100°C), Reinigen der Produktionshallen und Geräte (30-70°C), Beheizen der Produktionshallen (20°C)
	Chemie	Aufheizen von Stoffen (~60°C), Thermoformen (130-160°C), Reinigen der Produktionshallen und Geräte (30-70°C), Beheizen der Produktionshallen (20°C), Kühlen (5-15°C)

Nachfolgende Tabelle (Tabelle 5-2) bietet einen Überblick über die gesamte Anzahl an Firmen pro Industriebranche, die Anzahl der Firmen mit denen Kontakt aufgenommen wurde und jene Firmen die Daten für die Erstellung der Potentialstudie geliefert haben.

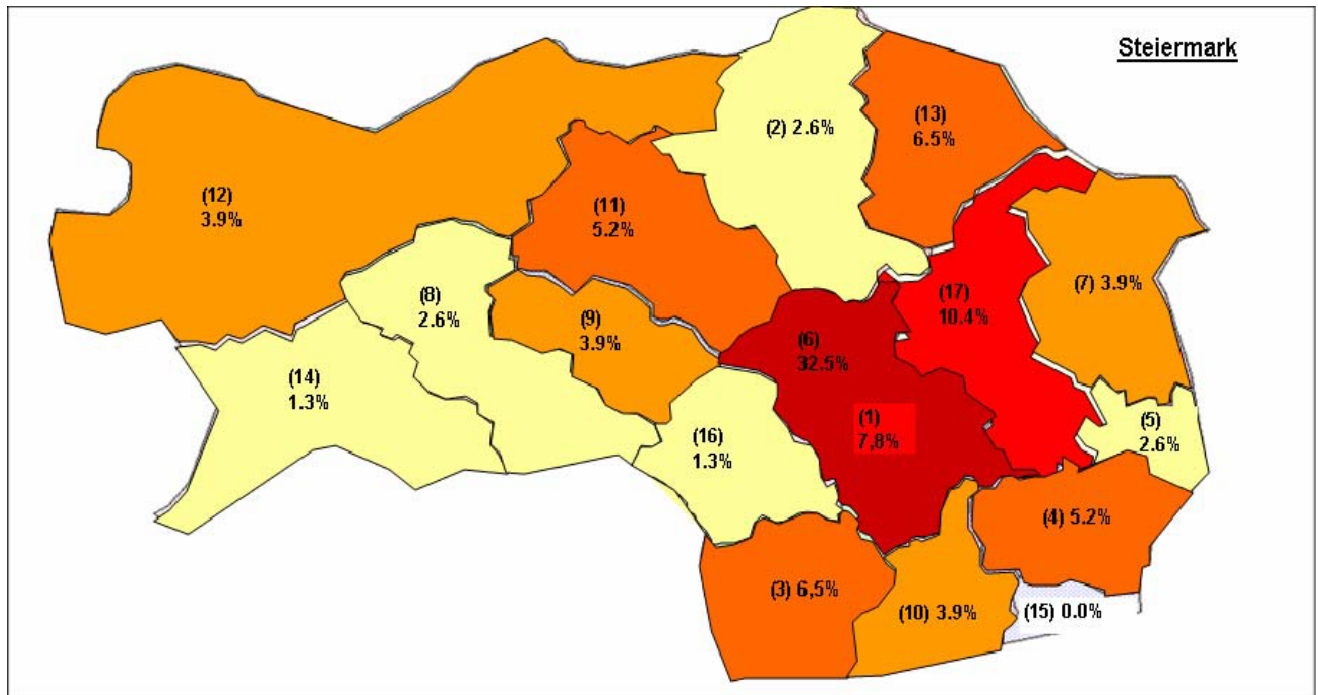
**Tabelle 5-2** Überblick über die gesamte Anzahl an Firmen pro Industriebranche, die Anzahl der Firmen mit denen wir in Kontakt getreten sind und jene Firmen die Daten für die Erstellung der Potentialstudie geliefert haben: 1: Regionalstatistik Steiermark 2006, WKO Steiermark, 2: Beschäftigtenstatistik 2006, WKO Steiermark

<i>Branche:</i>	Lebensmittelindustrie	Metallindustrie	Chemische Industrie	Textilindustrie	Papier und Pappe Industrie
<b>Betriebe<sup>1,2</sup></b>	<b>38</b>	<b>210</b>	<b>61</b>	<b>15</b>	<b>34</b>
<b>Kontakt</b>	<b>38</b>	<b>53</b>	<b>56</b>	<b>15</b>	<b>34</b>
<b>Kontakt %</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>92</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Feedback</b>	<b>24</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
<b>Feedback %</b>	<b>63</b>	<b>21</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>35</b>



**Abbildung 5-1** Anzahl an Firmen pro Industriebranche die kontaktiert wurden und jene Firmen von denen ein Feedback für die Potentialstudie erhalten wurde

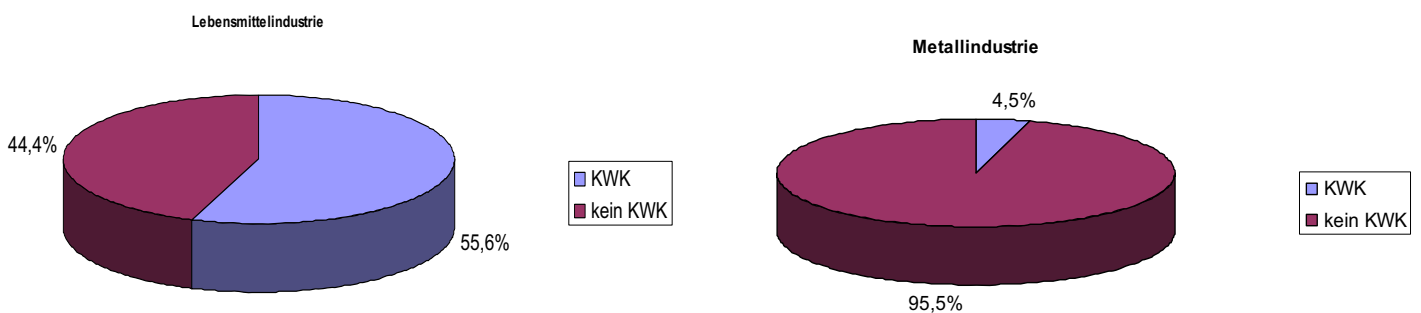
Nachfolgende Grafik (Abbildung 5-2) zeigt die geografische Verteilung der Industriebetriebe die ein Feedback für die Potentialstudie lieferten:

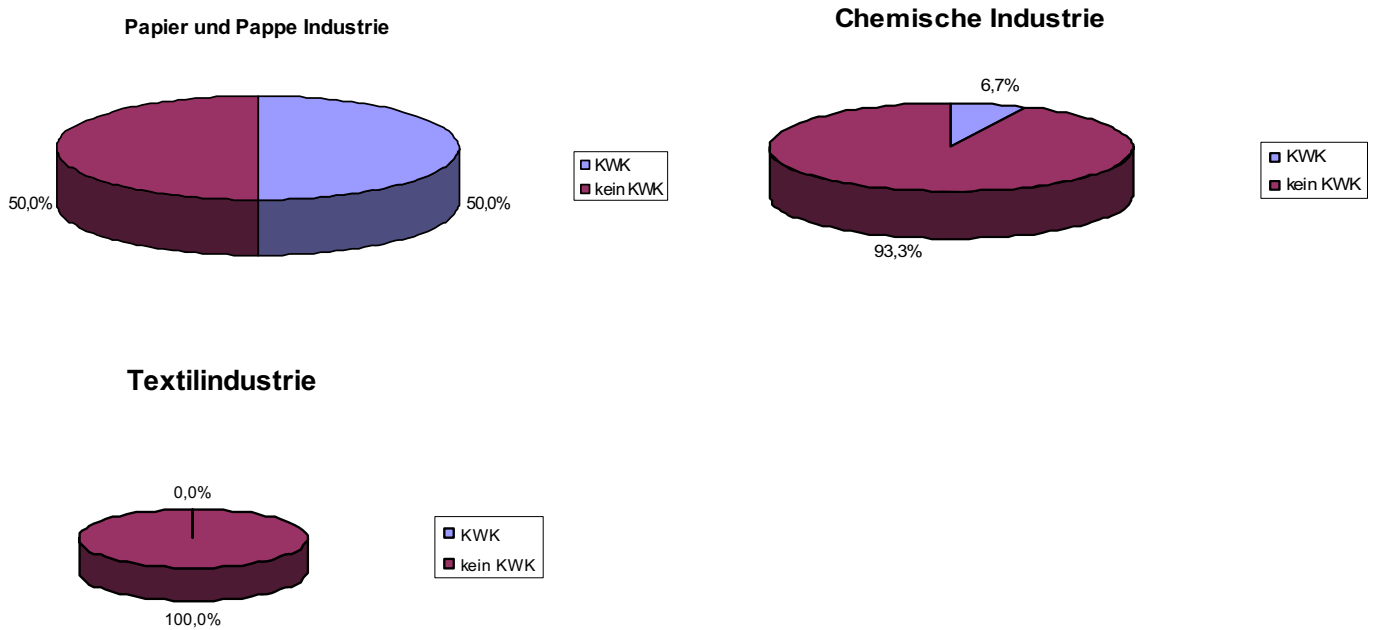


**Abbildung 5-2** Die geografische Verteilung der Industriebetriebe die ein Feedback für die Potentialstudie lieferten

Die Steiermark wurde in 17 Regionen unterteilt: (1) Graz, (2) Bruck an der Mur, (3) Deutschlandsberg, (4) Feldbach, (5) Fürstenfeld, (6) Graz-Umgebung, (7) Hartberg, (8) Judenburg, (9) Knittelfeld, (10) Leibnitz, (11) Leoben, (12) Liezen (Gröbming und Bad Aussee), (13) Mürzzuschlag, (14) Murau, (15) Radkersburg, (16) Voitsberg, (17) Weiz.

Neben dem Gesamtenergiebedarf (thermisch und elektrisch) und den drei Prozessen mit dem höchsten Energiebedarf wurde auch u.a. die bestehenden KWKs in den Industriebetrieben abgefragt. Folgendes Ergebnis pro Industriebranche lieferte die Befragung:





**Abbildung 5-3** : Errichtete kombinierte Kraft-Wärme Anlagen je Sektor für jene Firmen die an der Potentialstudie teilnahmen

Wie die Grafiken verdeutlichen sind in der Lebensmittelindustrie und in der Papierindustrie mehr KWKs im Einsatz als in den anderen Branchen.

Anhand der gesammelten Daten der Firmen die für die Erstellung der Potentialstudie geliefert wurden, wurde die Verteilung der Produktionspläne und die Verwendung von Energiequellen pro Branche in Diagrammen dargestellt. Diese sind im Anhang (10.4.1.2) zu finden.

Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigten eine lineare Korrelation zwischen dem gesamten thermischen Energiebedarf pro Branche und der Anzahl der Beschäftigten ([gesamter thermischer Energiebedarf]= $a \cdot [\text{Anzahl der Beschäftigten}] + b$ ). Die Korrelationsgerade verläuft offensichtlich nicht durch den Nullpunkt, was sich durch die fehlenden Daten im Bereich von Firmen mit geringer Anzahl an Arbeitern erklären lässt.

Die statistische Analyse konnte für die Lebensmittel-, die Metall- und die Papierbranche durchgeführt werden. Für die Textilbranche waren lediglich die Energiedaten von drei Firmen vorhanden, was für eine statistische Untersuchung nicht ausreichend ist. In der Chemiebranche konnte keine Korrelation gefunden werden, da hier aufgrund verschiedener Produkte und Prozesse der Verbrauch an thermischer Energie sehr unterschiedlich ist.

Es wurde versucht die Chemie-Firmen anhand ihrer Produkte in Gruppen einzuteilen. Da aber maximal nur drei Firmen pro Branchen-Gruppe vorhanden waren, konnte keine statistische Analyse durchgeführt werden.

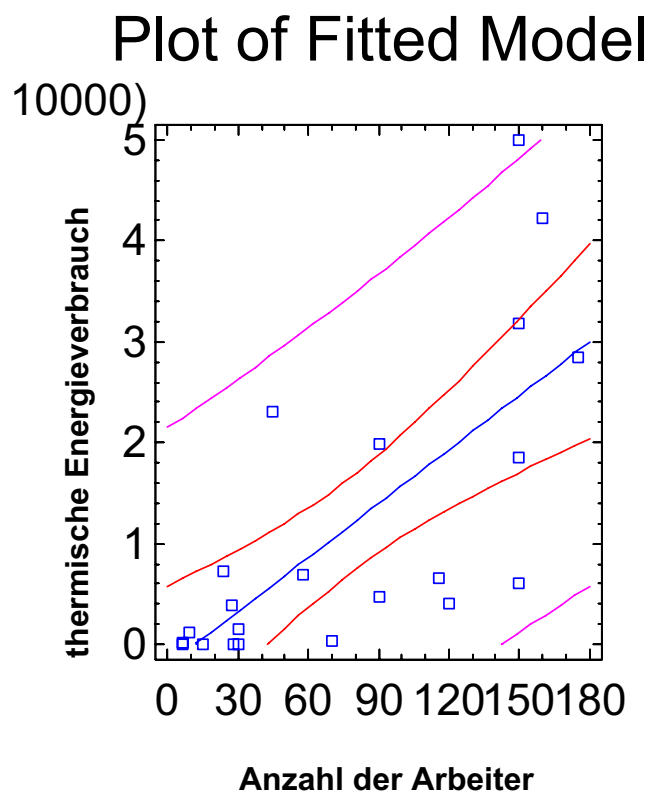
Die erhaltenen Korrelationen für die Lebensmittel-, Metall- und Papierbranchen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

**Tabelle 5-3 Erhaltene Korrelationen für die Lebensmittel-, Metall- und Papierbranchen**

(Thermische Energiebedarf vs (Anzahl der Arbeiter) <sup>1</sup> )	Linear Korrelation		
	A	b	Signifikanz
Lebensmittelindustrie	178,321	-2099,95	hoch
Metallindustrie	14,22	3136,7	normal
Papier und Pappe Industrie	3092,21	-305424	normal

1: "Statgraphics 5"

Nachfolgende Grafik zeigt einen Beispiel für die lineare Korrelation zwischen Energiebedarf und Anzahl der Arbeiter in der Lebensmittelindustrie.

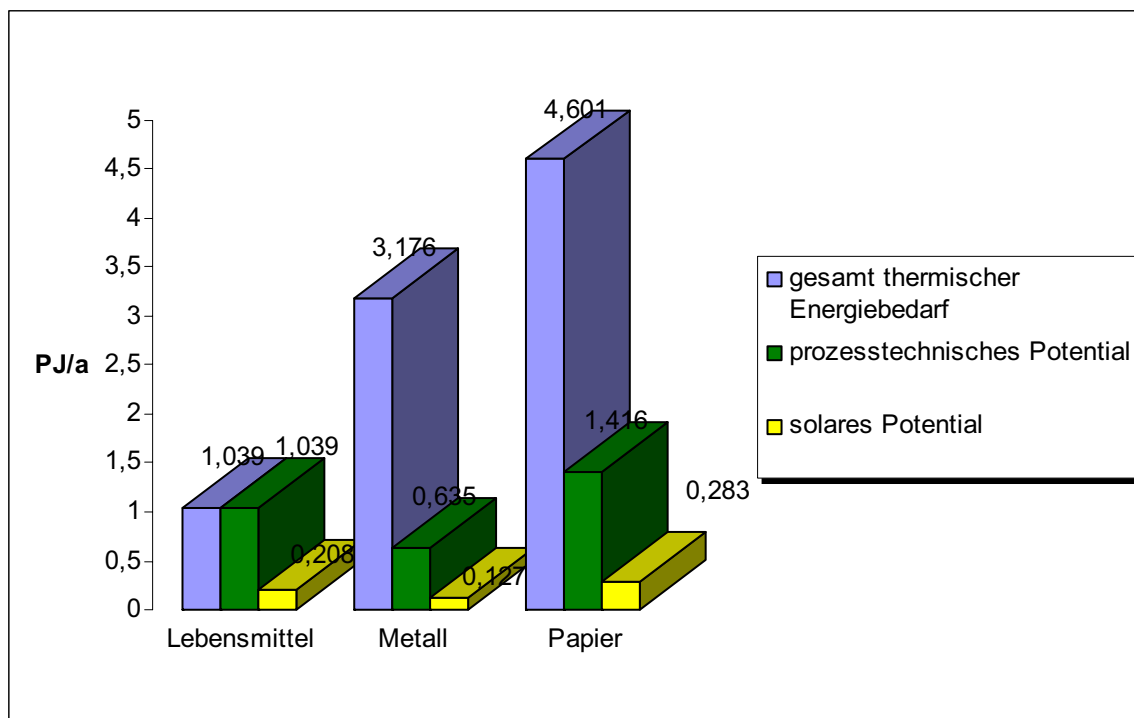


**Abbildung 5-4** Lineare Korrelation zwischen Energiebedarf und Anzahl der Arbeiter in der Lebensmittelindustrie

Die Ergebnisse der statistischen Auswertung für alle Industriebranchen sind im Anhang (10.4.1.3) zu finden.

Basierend auf der Literaturquelle "Regionalstatistik Steiermark 2006" der WKO, wurden die oben angeführten Korrelationen für jede Branche extrapoliert und der thermische Gesamtenergiebedarf je Branche berechnet [1].

Für die Erfassung des prozesstechnische Potential wurden folgende Annahmen getroffen: (a) 100% für die Lebensmittelbranche (alle Prozesse in der Lebensmittelindustrie sind Niedertemperaturprozesse), (b) 20% für die Metallbranche (sehr konservative Abschätzung bzw. starke Reduktion weil sehr viele Metalloberflächenbehandlungsschritte wie Beizen oder Phosphortieren innerhalb eines Betriebes ablaufen und nur einen Teil des gesamten erhöhten Energiebedarfs ausmachen) und (c) 31% für die Papierbranche (Reduktion auf Grund von kurzen Verweilzeiten und teilweise benötigte Dampfsysteme). Das solar-technische Potential betrug 20% für den gesamten Industrie-Sektor [3, 4]. Nachfolgende Grafik zeigt den gesamten thermischen Energiebedarf, die Einsparung aufgrund des prozesstechnischen Potentials und die Einsparung aufgrund des solar-technischen Potentials, woraus sich das Solarpotential pro Branche ergibt:



**Abbildung 5-5** Gesamter thermischer Energiebedarf, Einsparung aufgrund des prozesstechnischen Potentials und Einsparung aufgrund des solar-technischen Potentials, woraus sich das Solarpotential pro Branche ergibt

Die folgende Tabelle fasst das Solarpotential für die betrachteten Branchen zusammen:

**Tabelle 5-4** Berechnetes Potential pro betrachtete Branche

<b>Branche</b>	<b>Solarpotential (PJ/a)</b>
Lebensmittel	0,208
Metall	0,127
Papier und Pappe	0,283
<b>TOTAL</b>	<b>0,618</b>

Das berechnete Solarpotential ergab sich zu: (a) 0,208 PJ/a für die Lebensmittelindustrie, zu (b) 0,127 PJ/a für die Metallindustrie und zu (c) 0,283 PJ/a für die Papierindustrie. Das gesamte solar-thermische Potential für diese drei Branchen in der Steiermark beträgt 0,618 PJ/a.

## 5.2.2 GEWERBEBETRIEBE

Im Gewerbesektor fanden sich folgende Branchen und Prozesse mit Potential für solare Prozesswärme.

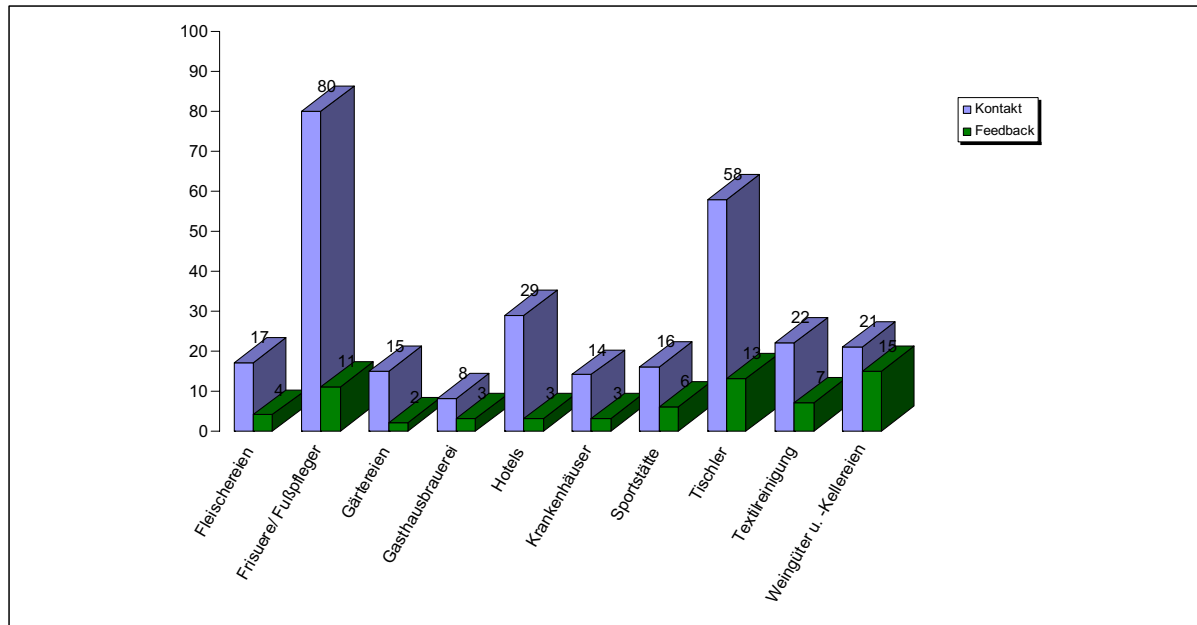
**Tabelle 5-5** Branchen und Prozesse des Gewerbesektors mit Solarpotential

Sektor	Branche	Beispielprozess mit Solarpotential
Gewerbe	Fleischereien	Waschen/Erhitzen (55-65°C), Reinigung der Hallen und Geräte (30-80°C), Kühlen (-20 to 4°C)
	Frisuere/ Fußpfleger	Waschen (35-38°C), Beheizung (20°C)
	Gärereien	Beheizung (~80°C)
	Gasthausbrauerei	Vorwärmen von Stoffen (20-70°C), Kochen (90-100°C), Reinigen von Hallen und Geräten(30-80°C), Beheizung (20°C)
	Hotels	Waschen (30-40°C), Beheizung (40°C)
	Krankenhäuser	Waschen (max 65°C), Beheizung (45°C)
	Sportstätte	Waschen (max 85°C), Beheizung (40°C)
	Tischlereien	Beheizung (20°C)
	Textilreinigung	Waschen (30-90°C), Beheizung (20°C)
	Weingüter u. -Kellereien	Reinigung von Hallen und Geräten (30-80°C), Kühlen (0-10°C)

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Gesamtanzahl an Firmen pro Gewerbe, die Anzahl der Firmen mit denen Kontakt aufgenommen wurde und jene Firmen die Daten für die Erstellung der Potentialstudie geliefert haben:

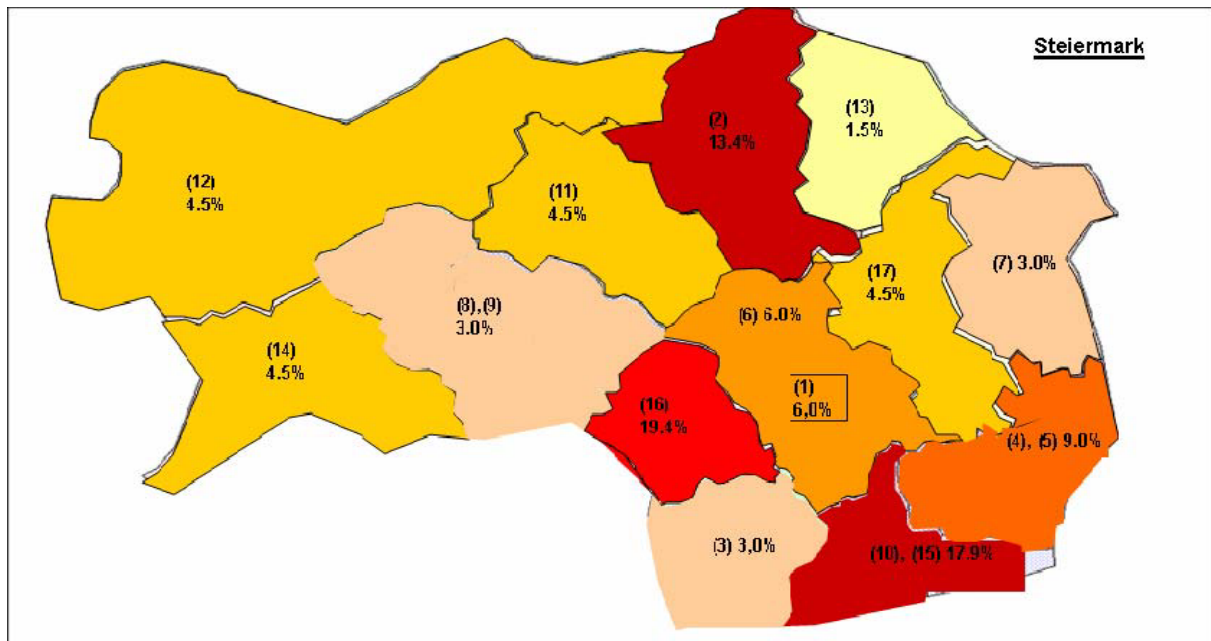
**Tabelle 5-6** Überblick über die Gesamtanzahl an Firmen pro Wirtschaftsbranche, die Anzahl der Firmen mit denen wir in Kontakt getreten sind und jene Firmen die Daten für die Erstellung der Potentialstudie geliefert haben

<i>Branche:</i>	Fleischereien	Frisiere/ Fußpfleger	Gärtereien	Gasthausbrauerei	Hotels	Krankenhäuser	Sportstätte	Tischler	Textilreinigung	Weingüter u. Kellereien
Betriebe	221	1921	159	8	321	48	26	644	113	156
Kontakt	17	80	15	8	29	14	16	58	22	21
Kontakt %	8	4	9	100	9	29	62	9	19	13
Feedback	4	11	2	3	3	3	6	13	7	15
Feedback %	24	14	13	38	10	21	38	22	32	71



**Abbildung 5-6** Gesamtanzahl an Firmen pro Wirtschaftsbranche die kontaktiert wurden und Anzahl der Firmen von denen ein Feedback für die Potentialstudie erhalten wurde

Nachfolgende Grafik zeigt die geografische Verteilung der Wirtschaftsbetriebe die ein Feedback für die Potentialstudie lieferten.



**Abbildung 5-7** Geografische Verteilung der Gewerbebetriebe die ein Feedback für die Potentialstudie lieferten

Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigten eine lineare Korrelation zwischen dem gesamten thermischen Energiebedarf pro Branche und der Anzahl der Beschäftigten ( $[\text{gesamter thermischer Energiebedarf}] = a \cdot [\text{Anzahl der Beschäftigten}] + b$ ). Die Korrelationsgerade verläuft offensichtlich nicht durch den Nullpunkt, was sich durch die fehlenden Daten im Bereich von Firmen mit geringer Anzahl an Arbeitern erklären lässt.

Die statistische Analyse konnte für folgende Branchen durchgeführt werden: Friseur/Fußpflege, Sportstätte, Textilreinigung, Weingüter und –kellereien. Für die Branchen der Fleischereien, Gärtnereien, Gasthausbrauereien, Hotels und Krankenhäuser waren lediglich die Energiedaten von drei Firmen vorhanden, was für eine statistische Untersuchung zu wenig war. In der Branche der Tischlereien konnte keine Korrelation gefunden werden.

Die für den Wirtschaftssektor erhaltenen Korrelationen sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt:

**Tabelle 5-7** Korrelationen aus der statistischen Analyse der Wirtschaftsbranchen

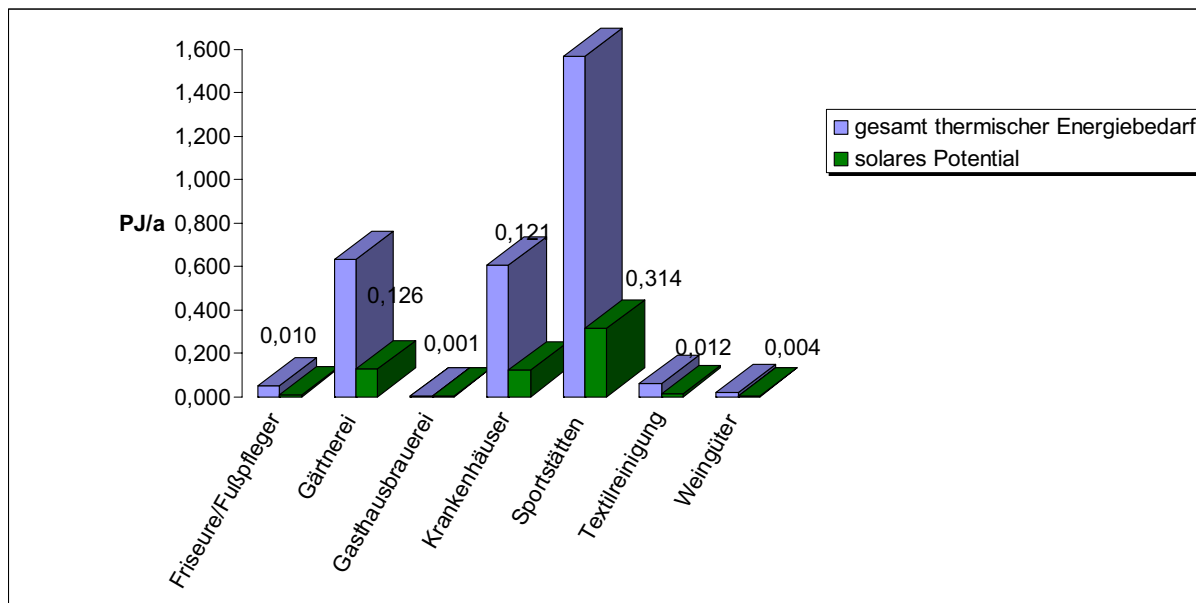
(Thermische Energiebedarf) vs (Anzahl der Arbeiter) <sup>1</sup>	Linear Korrelation		
	a	b	Signifikanz
Friseur/Fußpflege	3507,86	8457,26	normal
Sportstätte	121086	-63089,5	hoch
Textilreinigung	42291,8	-78509,9	sehr
Weingüter u.-kellereien	21881,3	56003,2	hoch

1: "Statgraphics 5"

Die Grafiken der Korrelationsgeraden sind im Anhang zu finden.

Basierend auf verschiedenen Literaturquellen, wurden die oben angeführten Korrelationen für jede Branche extrapoliert und der gesamte thermische Energiebedarf pro Branche wurde berechnet. Für jene Branchen, in denen eine statistische Analyse nicht möglich war, wurde der gesamte thermische Energiebedarf mithilfe von Literaturquellen abgeschätzt [5].

Das gesamte technische Potential (technisch und solar) wurde für alle Gewerbebetriebe auf 20% geschätzt. Nachfolgende Abbildung (Abbildung 5-8) zeigt den gesamten thermischen Energiebedarf und das Solarpotential je Branche.



**Abbildung 5-8** Der gesamte thermische Energiebedarf und das solare Potential der Branchen bei Gewerbebetrieben

Die folgende Tabelle fasst das Solarpotential für die betrachteten Branchen zusammen:

**Tabelle 5-8** Solarpotential für die betrachteten Branchen

Branche	Solarpotential (PJ/a)
Friseur/Fußpflege	0,010
Gärtnereien	0,126
Gasthausbrauereien	0,001
Krankenhäuser	0,121
Sportstätte	0,314
Textilreinigung	0,012
Weingüter und – kellereien	0,004

<b>TOTAL</b>	<b>0,587</b>
--------------	--------------

Das gesamte Solarpotential für den Wirtschaftssektor in der Steiermark beträgt: 0,587 PJ/a.