

# Wirtschaftlichkeitsrechnung von handelsüblichen Sonnenkollektoren

Alexander Dyszewski

17. März 2011

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>3</b>
1.1	Abstract . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Aufstellung und Ausrichtung</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Aufbau einer thermischen Solaranlage</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsrechnung</b>	<b>9</b>
5.1	Kollektorendimensionierung . . . . .	9
5.2	Kosten der konventionellen Brennstoffe . . . . .	11
5.3	Weitere Parameter . . . . .	12
<b>6</b>	<b>Analyse der Ergebnisse</b>	<b>17</b>
6.1	Anlage 1 . . . . .	17
6.2	Anlage 2 . . . . .	18
6.3	Interpretation . . . . .	19
<b>7</b>	<b>Zukünftige Entwicklung</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>21</b>

# 1 Kurzfassung

In dieser Arbeit wird anhand von zwei Beispielanlagen untersucht, ob thermische Solaranlagen geeignet sind bei vorhandenen Heizungsanlagen die Warmwasserbereitungskosten in Einfamilienhäusern zu senken. Es wird versucht die Grenzen der Kollektoraufstellungsmöglichkeiten zu zeigen. Gleichzeitig werden Fachbegriffe Schritt für Schritt eingeführt und Anhand einer schemenhaften Anlage erklärt. Anschließend werden die Beispielanlagen dimensioniert und die solaren Erträge dieser Anlagen über einen gegebenen Kollektorwirkungsgrad ermittelt. Im nächsten Schritt werden die Energiekosten der konventionellen Anlagen ermittelt, danach wird die Wirtschaftlichkeit der Solaranlagen mit Hilfe der Barwertmethode untersucht. Abschließend wird ein kurzer Zukunftsausblick gegeben.

## 1.1 Abstract

Over the last decades since the original oil crisis the energy requirements for domestic hot water stayed roughly the same. Meantime space heating became way more efficient, in fact it became so efficient that homes with the highest energy efficiency standards require more energy for domestic hot water than for space heating. This thesis tries to find out if solar water heating is able to lower the energy costs for domestic hot water, thus reducing the expenses for energy of a average household. Annual solar energy production is calculated with given collector efficiency and then the costs for solar energy are compared to conventional heating sources using the discounted cash flow method. Finally there are a few lines about possible future development of solar water heaters in Austria.

## 2 Einleitung

Seit der ersten Ölkrise ist man zunehmend bemüht die Heizkosten und den Primärenergiebedarf der Haushalte zu senken. Davon weitgehend ausgenommen blieb zunächst der Energiebedarf der Warmwassererzeugung, er betrug ohnehin nur einen Bruchteil des Heizbedarfs und wurde deshalb nicht näher betrachtet.

In der Zwischenzeit liegt durch den steigenden Dämmstandard der Heizenergiebedarf bei Niedrigenergiehäusern in der selben Größenordnung wie der Energiebedarf der Warmwassererzeugung. Bei Passivhäusern wird unter Umständen mehr Energie für die Warmwasserbereitung als für die eigentliche Raumheizung benötigt.

Somit ist es sinnvoll nach alternativen Warmwasserbereitungskonzepten zu suchen. Ich möchte mit dieser Arbeit klären ob die Installation von thermischen Solarkollektoren wirtschaftlich vertretbar ist und somit einen Beitrag zur Senkung der Energiekosten von Haushalten beitragen kann.

Thema dieser Arbeit sind Solaranlagen zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern. Es werden mehrere exemplarische Solaranlagen in mit Gas, Heizöl, Holzpellets und Strom betriebene konventionelle Anlagen integriert.

Solaranlagen zur Warmwassererzeugung und Heizungsunterstützung sind nicht mehr Thema dieser Arbeit.

### 3 Aufstellung und Ausrichtung

Als ersten Schritt müssen die Rahmenbedingungen der Anlage festgelegt werden.

Üblicherweise werden Solarkollektoren auf dem Dach bzw. in der Dachfläche montiert. Somit können Orientierung und Neigung der Kollektoren als gegeben angenommen werden.

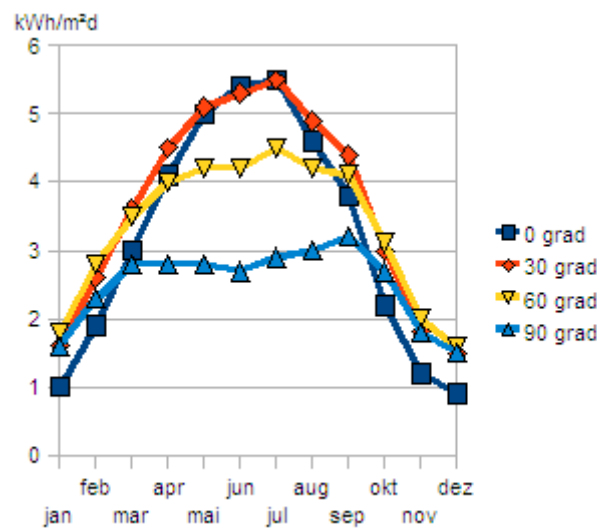


Abbildung 3.1: Jahresverlauf der Globalstrahlung auf geneigte Flächen nach Heinz Ladener - Solaranlagen (2003)

Mit 30Grad Neigung ergeben sich die höchsten Erträge in den Sommermonaten. Gleichzeitig ist dies auch der häufigste Dachneigungswinkel im Flachland. Sollte eine Anlage zur Heizungsunterstützung geplant werden ist es auch möglich die Kollektoren mit zb.: 60grad Neigung aufzustellen. Dabei steigen die solaren Erträge im Winter leicht an während sie in den Sommermonate stark abfallen. Dies ist durchaus erwünscht, da die Anlage für reinen Sommerbetrieb ohnehin deutlich überdimensioniert wäre.

Es ist wichtig die Kollektoren in Südrichtung auszurichten, eine Abweichung von etwa +/-30Grad aus der Südrichtung kann durchaus toleriert werden, jedoch sinken bei größerer Abweichung die Erträge der Kollektoren, womit mehr Kollektorfläche für den selben Ertrag benötigt wird. Außerdem darf der Aufstellungsort nicht verschattet sein, da selbst kleine Hindernisse wie zb Antennen oder Freilandleitungen erhöhten Reinigungsbedarf durch herabfallenden Vogelkot provozieren.

Prinzipiell sind auch andere Aufstellungsplätze wie zB. das Dach eines Carports denkbar,

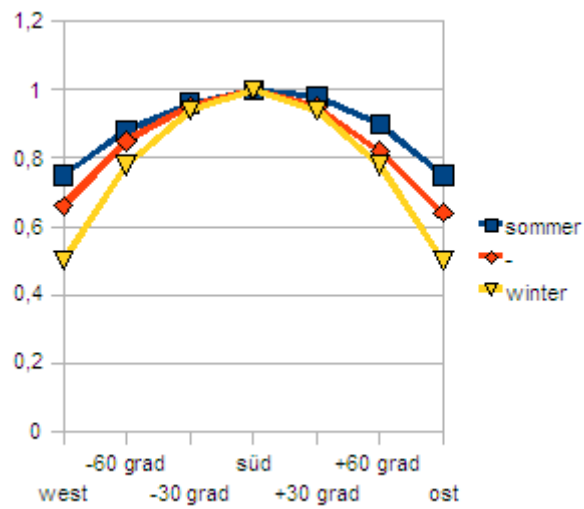


Abbildung 3.2: Relative Änderung der Globalstrahlung in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung nach Heinz Ladener - Solaranlagen (2003)

idealerweise sind die Anschlussleitungen insbesondere im Freien möglichst kurz gehalten um möglichst geringe Leitungsverluste zu erreichen. Es ist eine große Bandbreite an geeigneten möglichen Aufstellungsorten vorhanden, nur ist es notwendig die Vor- und Nachteile sorgfältig abzuschätzen um eine optimale Lösung zu finden.

## 4 Aufbau einer thermischen Solaranlage

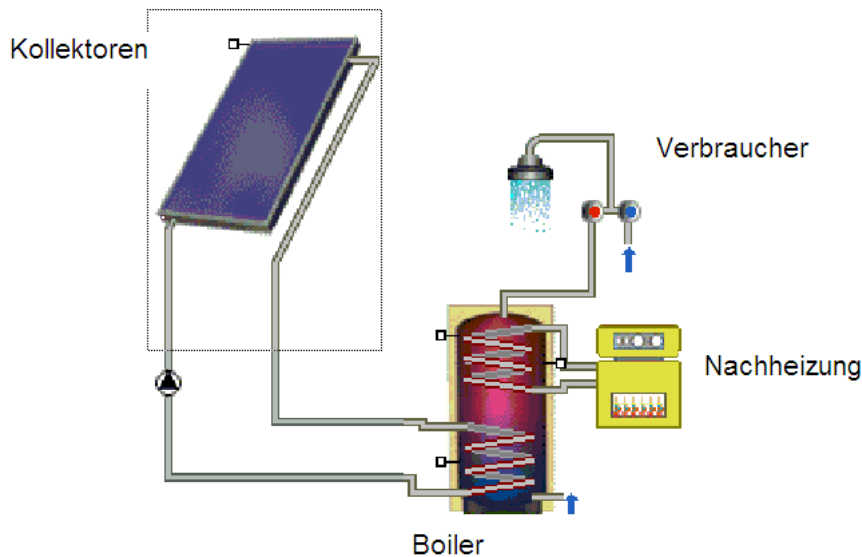


Abbildung 4.1: Blockdiagramm einer thermischen Solaranlage  
Screenshot aus der Simulationssoftware T-SOL

Die Kollektoren sind das eigentliche Kernstück der Anlage, sie erwärmen die Trägerflüssigkeit und in weiterer Folge über einen Wärmetauscher das Wasser im Boiler. Durch die hohen Temperaturunterschiede zwischen Stillstand und Winter, dauernde Uv-Bestrahlung und andere Witterungseinflüsse werden sehr hohe Ansprüche an die Kollektoren gestellt damit die angenommene Lebensdauer auch tatsächlich erreicht wird.

Eine Solaranlage liefert über viele Stunden relativ wenig Wärme, während das Warmwasser beim Duschen bzw beim Füllen der Badewanne ruckartig verbraucht wird. Um dies zu überbrücken wird ein gut isolierter Boiler zur Speicherung des Warmwassers benötigt. Die Wärmespeicherung ist das Hauptproblem einer Solaranlage, dies wird besonders offensichtlich wenn eine vorhandene Warmwasseranlage mit Sonnenkollektoren aufgewertet werden soll. Während bei gewöhnlichen Heizanlagen die Boiler- und Leitungsverluste durch erhöhten Brennstoffeinsatz kompensiert werden, könnte man bei einer Solaranlage glauben, dass das Kollektorenfeld keinen oder zuwenig Ertrag erbringt. Zusammen mit den sehr langen Anschlussleitungen hat das Speicherungsproblem in den 80er Jahren Solaranlagen zu unrecht einen schlechten Ruf eingebracht. Außerdem muss auf die Temperaturschichtung hingewiesen werden. Abbildung 4.2 stellt zwei zur Hälfte geladene

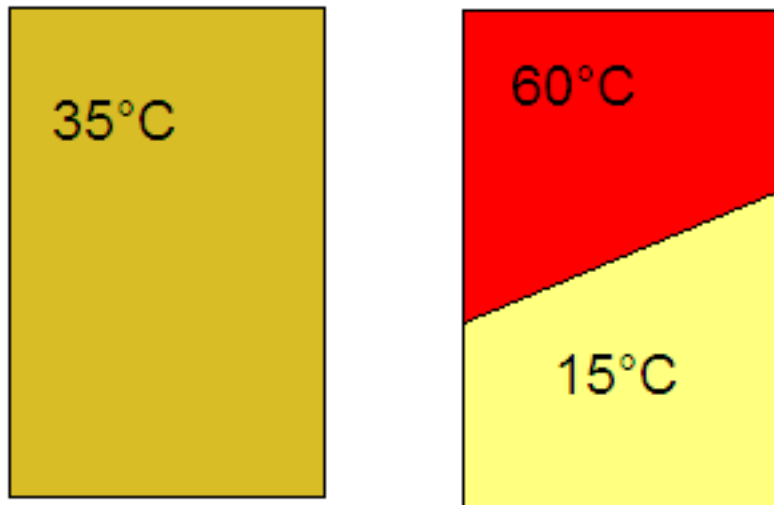


Abbildung 4.2: Temperaturschichtung in Boilern  
nach Heinz Ladener - Solaranlagen (2003)

3001 Boiler dar. Beide Speicher verfügen über die selbe Wärmemenge, jedoch ist sie beim linken Exemplar quasi nutzlos, da nur lauwarmes Wasser bereitgestellt wird. Der rechte Boiler ist ein moderner Solarboiler mit deutlich ausgeprägter Schichtung, der eine viel effektivere Nutzung der solaren Erträge erwarten lässt.

Die Nachheizung ist das bestehende Heizsystem, welches bei nicht ausreichender Boilertemperatur das Warmwasser zusätzlich erhitzt.

Um das Diagramm nicht unnötig zu überladen werden die unterschiedlichen Verbraucher im Haushalt als „Block“ angenommen. In weiterer Folge wird die tageszeitenabhängige Verteilung auf die unterschiedlichen Entnahmestellen im Haushalt nicht berücksichtigt um die Berechnung zu vereinfachen.

Die Regelung der Solaranlage ist nicht extra ins Diagramm aufgenommen worden, da bei einfachen Solaranlagen ein simpler Zweipunktregler welcher die Umwälzpumpe taktet bereits ausreichend ist.



# 5 Wirtschaftlichkeitsrechnung

## 5.1 Kollektorendimensionierung

Um herauszufinden ob die Investition in eine Solaranlage lukrativ ist, müssen als erstes die Einsatzbedingungen festgelegt werden und die erwarteten Erträge der Solaranlage berechnet werden.

Dafür benötigen wir:

- Jährliche Globalstrahlung
- Warmwasserbedarf

Die jährliche Globalstrahlung kann als Tabellenwert entnommen werden. Wir möchten sie aus monatlichen Globalstrahlungswerten mit monatsabhängigen Korrekturfaktoren berechnen, schliesslich fällt die Sonne je nach Jahreszeit mit unterschiedlichen Winkeln ein.

Es wäre schön, wenn Warmwasserzähler verbreiteter wären. Noch sind sie selbst in Komunalbauten eine Seltenheit, in privaten Wohngebäuden sind sie überhaupt eine Ausnahme. Daher werden Verbrauchswerte aus Tabellen entnommen oder aus vorhandenen Daten extrapoliert.

Die monatlichen Globalstrahlungssummen auf eine geneigte Fläche werden nach [HAAS] mit Gleichung 5.1 berechnet, wobei  $q_{\angle}$  die Strahlung auf die geneigte Fläche,  $R$  einen Korrekturfaktor und  $q$  die Strahlung auf eine horizontale Fläche darstellen.

$$q_{\angle} = R \cdot q \quad (5.1)$$

Es werden 200l/d Warmwasserverbrauch angenommen, laut „Solaranlagen“ entsprechen 30-60l/d einem mittleren bzw 60-120l/d einen hohen Bedarf pro Person. Es wird ein Tagesspeicher verwendet, also sind die Speichermöglichkeiten stark begrenzt. Somit orientiert sich die Kollektorfläche an 100 Prozent Warmwasserdeckung in den Sommermonaten.

$$Q = (200[l] \cdot 4,19[kj/kgK] \cdot t) / 3600[s] \quad (5.2)$$

$$t = t_{ww} - t_{kw} = 50^{\circ} - 10^{\circ} = 40^{\circ} \quad (5.3)$$

Mit Hilfe von Gleichung 5.2 wird nach [HAAS] der Energiebedarf für die Warmwassererwärmung berechnet. Gleichung 5.3 wird benötigt um die Temperaturdifferenz zwischen

Tabelle 5.1: Globalstrahlung auf 30° geneigte Fläche in 200m Seehöhe  
nach Haas - Wirtschaftliche und ökologische Optimierung der  
Heizenergieversorgung

Monat	Einstrahlung q kwh/m2 d	Korrekturfaktor R R	Globalstrahlung auf geneigte Fläche q $\angle$ kwh/m2 d
Jan	25	1,42	35,5
Feb	43	1,28	55,04
Mar	81	1,17	94,77
Apr	119	1,08	128,52
Mai	150	1,01	151,5
Jun	161	0,99	159,39
Jul	165	1	165
Aug	140	1,05	147
Sep	101	1,17	118,17
Okt	60	1,3	78
Nov	26	1,43	37,18
Dez	20	1,47	29,4
Jährlich	q $\angle$ a		1199,47

der Warmwassersolltemperatur und der Ausgangstemperatur zu ermitteln. Um die benötigte Kollektorfläche zu ermitteln muss ein Kollektorwirkungsgrad  $\eta$  angenommen werden. Diese Vorgehensweise ist fehlerbehaftet, da sämtliche Einflüsse wie die thermischen und optischen Verluste der Kollektoren, die Kollektortyp, Temperatur, Sonneneinstrahlung und Wind abhängig sind in einen einzelnen Faktor gepackt werden. In dieser Arbeit wird folgender, eher niedriger Wert in Anlehnung an [LAD] angenommen:

$$\eta = 0.34 \quad (5.4)$$

$$A = Q \div (\eta \cdot q\angle) \quad (5.5)$$

Mit Gleichung 5.5 wird die minimale Absorberfläche nach [LAD] für 100 Prozent Solare Deckung berechnet, die genauen Werte der jeweiligen Monate sind in Tabelle 5.2 ersichtlich. Es werden 6m2 Kollektorenfläche gewählt, da dies eine hohe Deckung verspricht, aber gleichzeitig Materialbelastender Leerlauf soweit wie möglich vermieden wird. Im nächsten Schritt werden in Gleichung 5.6 nach [LAD] die Bruttoerträge des Kollektorenfeldes über einen gegebenen Kollektorwirkungsgrad errechnet.

$$W = A \cdot \eta \cdot q\angle a = 6[m2] \cdot 0,34 \cdot 1199,47[kWh/m2] = 2446,92kWh \quad (5.6)$$

Um die tatsächlich nutzbare Energiemenge zu erhalten müssen die Speicher- und Kollektorkreisverluste abgezogen werden. Um die Berechnung nicht unnötig zu verkomplizieren werden in Gleichung 5.7 je 367kWh für beide Positionen abgezogen, diese Werte entsprechen einem hochwertigen 300l Speicher mit sorgfältig isolierten Anschlussrohren.

Tabelle 5.2: Kollektordimensionierung

Monat	Tage d	Energiebedarf Q kwh	benötigte Kollektorfläche m2
Jan	31	288,64	23,91
Feb	28	260,71	13,93
Mrz	31	288,64	8,96
Apr	30	279,33	6,39
Mai	31	288,64	5,60
Jun	30	279,33	5,15
Jul	31	288,64	5,15
Aug	31	288,64	5,78
Sep	30	279,33	6,95
Okt	31	288,64	10,88
Nov	30	279,33	22,10
Dez	31	288,64	28,88

$$2447kWh - 367kWh - 367kWh = 1713kWh \quad (5.7)$$

## 5.2 Kosten der konventionellen Brennstoffe

Da angenommen wird, dass die betrachtete Anlage von einem Endkunden in Auftrag gegeben wird, ist es notwendig Endkundenpreise für die Energiequellen zu betrachten.

Im ersten Schritt werden die Brennstoffkosten errechnet um die unterschiedlichen Mengeneinheiten der verschiedenen Energieträger vergleichbar zu machen. Die Auszüge für diese Daten sind im Anhang zu finden.

Elektrischer Strom (laut e-control Auszug):

$$p = 596,45Euro \div 3000kWh = 0,199Euro/kWh \quad (5.8)$$

Heizöl EL (laut fastenergy.at Auszug):

$$p = 684,43Euro \div 10000kWh = 0,0684Euro/kWh \quad (5.9)$$

Erdgas (laut e-control.at Auszug):

$$p = 82,84Euro/100liter \cdot 100liter \cdot 10kWh/l = 0,083Euro/kWh \quad (5.10)$$

Holzpellets (laut propellets.at Auszug):

$$p = 216Euro/1000kg \div 1000kg \div 5kWh/kg = 0,0432Euro/kWh \quad (5.11)$$

In weiterer Folge werden die spezifischen Brennstoffkosten berechnet: Für el. Strom und Erdgas wird ein Wirkungsgrad von  $\eta = 0,85$  angenommen, da beide Energieträger

im Sommerbetrieb zur Warmwasserzeugung einen hohen Wirkungsgrad erreichen. Bei Holzpellets und Heizöl EL gestaltet sich die Situation etwas anders, in beiden Fälle sind die Heizkessel im Sommerbetrieb weit überdimensioniert und zusätzlich gibt es eine sehr große Bandbreite an Heizölkesseln, daher wird  $\eta = 0,7$  angenommen.

Die Energieträger Hackschnitzel und Stückholz sind nicht betrachtet worden, da diese Energiequellen eher in landwirtschaftlichen Klein- und Großbetrieben Verwendung finden und daher weder konsistente Brennstoffqualität noch stabile Preise zu erwarten sind.

$$s = p \cdot \eta \quad (5.12)$$

Mit Hilfe von Gleichung 5.12 wird der jeweilige Wirkungsgrad  $\eta$  in die spezifischen Brennstoffkosten  $s$  einbezogen.

Tabelle 5.3: Brennstoffkosten

Energieträger	Brennstoffkosten $p$	Wirkungsgrad $\eta$	spezifische Brennstoffkosten $s$
el. Strom	0,199Euro/kWh	0,85	0,234Euro/kWh
Heizöl EL	0,083Euro/kWh	0,7	0,119Euro/kWh
Erdgas	0,0684Euro/kWh	0,85	0,08Euro/kWh
Holzpellets	0,0432Euro/kWh	0,7	0,062Euro/kWh

### 5.3 Weitere Parameter

Um eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchführen zu können benötigen wir folgende Daten:

Investitionskosten, als absoluter Betrag in Euro.

- Variante 1 Solarset vom Installateur mit Montage 5600Euro  
 Bruttofläche: 5,6m<sup>2</sup>  
 Indachmontage  
 50mm Rückwandisolierung  
 Dieses Set beinhaltet: Solarkollektoren, Montagematerial, Ausdehnungsgefäß, Trägerflüssigkeit, Pumpengruppe, Regelung, Verrohrung und Montage  
 Diese Variante deckt alle durch die Solaranlage entstehenden Nebenkosten ab.  
 Jedoch ist in diesem Satz kein Solarboiler sondern nur ein Einbauwärmetauscher enthalten, sollte der vorhandene Warmwasserspeicher ersetzt werden müssen so muss mit einem Aufpreis von ca. 500Euro gerechnet werden. Diese Zusatzkosten sind nicht in die Wirtschaftlichkeitsberechnung aufgenommen worden, da angenommen wird dass diese Anlage in Eigenregie montiert wird.
- Variante 2 Solarset aus dem Baumarkt ohne Montage 2700Euro  
 Bruttofläche: 6m<sup>2</sup>  
 Aufdachmontage  
 40mm Rückwandisolierung

Dieses Set beinhaltet: Solarkollektoren, Montagematerial, Ausdehnungsgefäß, Trägerflüssigkeit, Pumpengruppe, Regelung

Nicht enthalten sind: Verrohrung zwischen Kollektoren und Solarkollektoren, Montage der Anlage

Es kann angenommen werden, dass die Kosten für die Verrohrung etwa 10Euro je Laufmeter betragen. Bei unproblematischer Montage kann davon ausgegangen werden, dass etwa 250Euro für 25lfm isolierte Rohrleitung und etwa 1000Euro für die Montage aufgewendet werden müssen.

Die Kollektoren sind am selben Stand der Technik, um die Berechnung zu vereinfachen nehme ich an, dass die größere Fläche von Variante 2 durch die schlechte Rückwanddämmung und Aufdachmontage kompensiert wird.

### **Förderungen**

Falls die Anlage von öffentlicher Hand gefördert wird ist die Förderung von den Investitionskosten abzuziehen. Im Falle dieser Arbeit sind keine Förderungen berücksichtigt worden, da in Österreich mit 01.01.2011 sämtliche signifikanten Förderungen vom Bund ausgelaufen sind.

### **Preissteigerungsraten der Brennstoffe**

Die ist ein sensibles Thema, da die Steigerungsrate angenommen wird, gleichzeitig hat sie sehr großen Einfluss auf die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung. Die Erdgaspreise sind mit den Rohölpreisen gekoppelt, gleichzeitig sind die Elektrizitätskosten durch die steigende Verbreitung von Gaskraftwerken immer stärker an die Gaspreise gebunden. Um den Rechenaufwand zu begrenzen wird eine pauschale Preissteigerungsrate von 5% p.a. für alle Energieträger angenommen, dies deckt sich mit der Szenarienanalyse der langfristigen Ölpreisentwicklung des IER, Universität Stuttgart.

### **Barwertzinssatz**

Dies ist der Zinssatz der Vergleichsinvestition, Privathaushalte legen ihr Kapital tendenziell sehr schlecht (Schublade) bis schlecht (Sparbuch) an, dies würde etwa „2% pa“ entsprechen, jedoch ist es angebracht das Ausfallrisiko der Investition zu berücksichtigen. Somit wird mit „5% pa“ gerechnet.

### **Lebensdauer**

Die vorgesehene Lebensdauer der Anlage. In unseren Fall bedeutet das die Anlage über diesen Zeitraum ohne größere Reparaturen auskommen muss.

### **Betriebskosten**

Die in der Anlage verwendete Pumpe erreicht jährlich etwa 5000 Betriebsstunden bei einem Verbrauch von etwa 20W, gleichzeitig haltet das verwendete Frostschutzgemisch vorraussichtlich nicht die vorhergesehene Lebensdauer durch. Da bei der konventionellen Heizanlage wahrscheinlich die Nebenkosten ignoriert werden, wird ein fixer Betrag für laufende Betriebskosten und „kleine“ Wartungen vorgesehen um pauschal diese Kosten

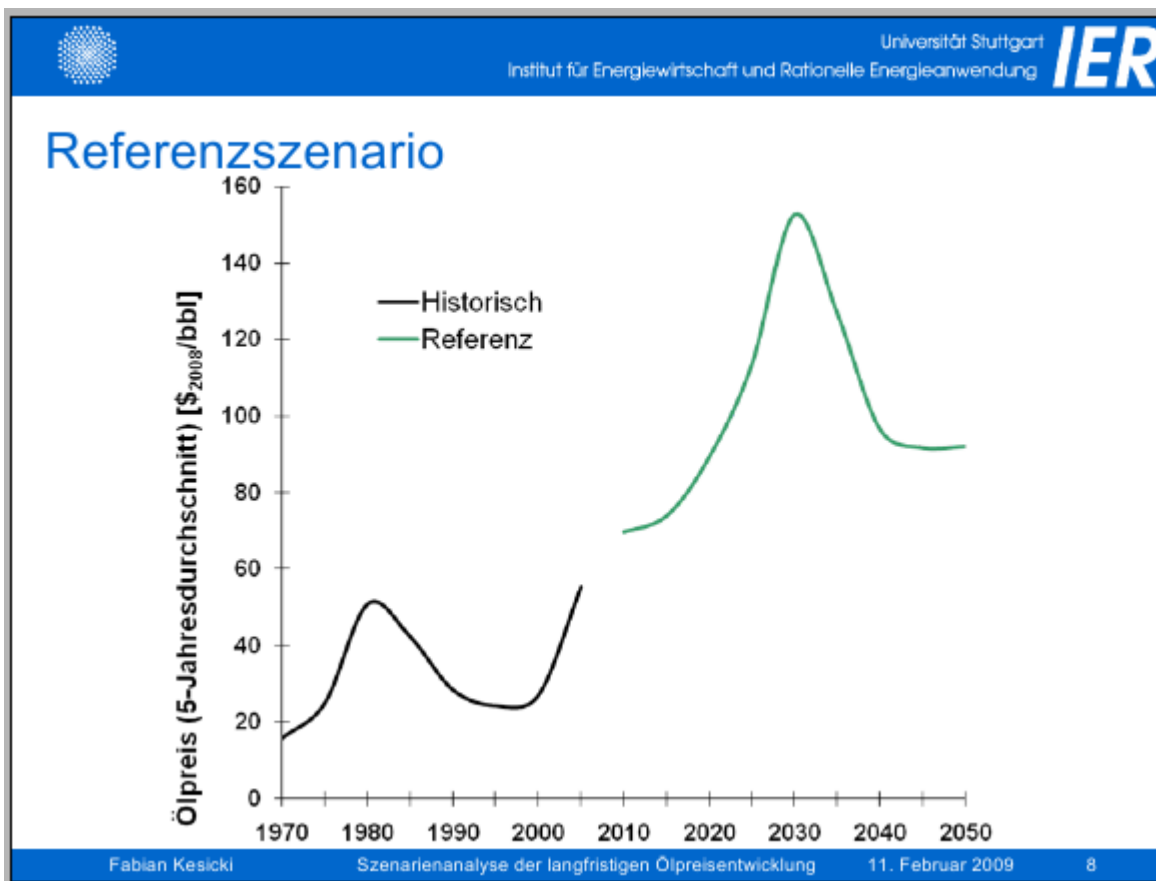


Abbildung 5.1: Referenzszenario mit 5% p.a. Rohölpreissteigerung.  
 Die Kurve ist zur besseren Lesbarkeit stark geglättet worden

abzugelten.

Tabelle 5.4: Zusammenfassung der Daten

Investitionskosten K	5600Euro	2700Euro		
Lebensdauer	20a	20a		
Energiepreis [Euro/kWh]	Pellets 0,062	Gas 0,08	Heizöl-EL 0,119	Strom 0,234
Steigerungsrate r	5% p.a.			
Barwertzinsatz q	5% p.a.			
Solarer Nettoertrag W	1713kWh			
Wartungskosten WK	20Euro	20Euro		

Um die Einnahmen aus unterschiedlichen Jahren vergleichbar zu machen müssen wir die Barwertmethode bemühen. Der Barwert ist der Wert den Zahlungen bzw Erträge aus der Zukunft in der Gegenwart besitzen. Der Kapitalwert berechnet sich aus der Summe der Barwerte bis zum Stichjahr.

Die jährlichen Erträge steigen mit der Preissteigerungsrate r

$$B = W \cdot P \cdot (1 + r)^{A-1} \quad (5.13)$$

Um den tatsächlichen Ertrag zu erhalten müssen die jährlichen Wartungskosten subtrahiert werden

$$D = B - C \quad (5.14)$$

Der Barwert beschreibt den auf das Ausgangsjahr abgezinsten Ertrag

$$E = D \div (1 + q)^A \quad (5.15)$$

Kapitalwert: Gegenwart der Investition im jeweiligen Jahr

$$F = F_{A-1} + E \quad (5.16)$$

In Tabelle 5.5 wird als Beispiel die Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage2 mit Primärenergiequelle Erdgas gezeigt. Alle weitere Tabellen sind im Anhang zu finden.

Tabelle 5.5: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 2 mit Energieträger Erdgas  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 2700 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				-2.700,00	-2.700,00
1	137,03	20,00	117,03	111,46	-2.588,54
2	143,88	20,00	123,88	112,36	-2.476,18
3	151,07	20,00	131,07	113,23	-2.362,95
4	158,63	20,00	138,63	114,05	-2.248,91
5	166,56	20,00	146,56	114,83	-2.134,07
6	174,89	20,00	154,89	115,58	-2.018,49
7	183,63	20,00	163,63	116,29	-1.902,20
8	192,81	20,00	172,81	116,97	-1.785,24
9	202,45	20,00	182,45	117,61	-1.667,63
10	212,57	20,00	192,58	118,22	-1.549,40
11	223,20	20,00	203,20	118,81	-1.430,59
12	234,36	20,00	214,36	119,37	-1.311,23
13	246,08	20,00	226,08	119,90	-1.191,33
14	258,39	20,00	238,39	120,40	-1.070,93
15	271,30	20,00	251,31	120,88	-950,05
16	284,87	20,00	264,87	121,34	-828,71
17	299,11	20,00	279,11	121,78	-706,93
18	314,07	20,00	294,07	122,19	-584,74
19	329,77	20,00	309,77	122,59	-462,15
20	346,26	20,00	326,26	122,96	-339,18



## 6 Analyse der Ergebnisse

### 6.1 Anlage 1

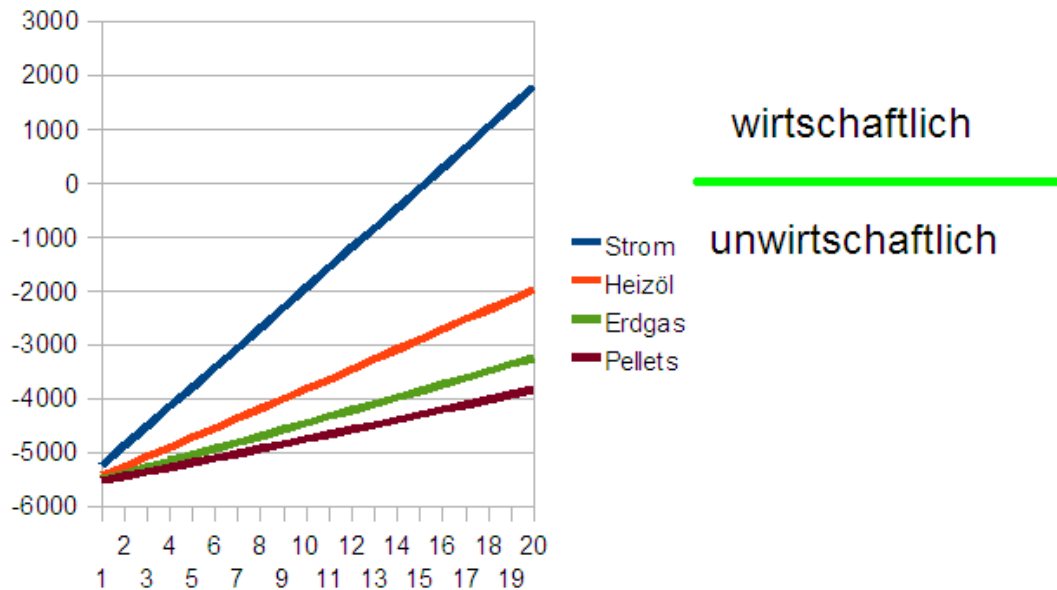


Abbildung 6.1: Kapitalwertentwicklung von Anlage 1  
Lösung vom Fachinstallateur  
Investitionskosten 5600Euro

An dieser Stelle stellt sich die Frage wie diese Ergebnisse zu interpretieren sind. Strenggenommen ist die Anlage wirtschaftlich, wenn der Ertrag den Aufwand übersteigt, dies geschieht wenn der Kapitalwert der Anlage innerhalb des 20jährigen Betrachtungszeitraumes positiv wird. Bei angenommenen Investitionskosten von 5600e und 20Jahren Lebensdauer geschieht dies nur wenn das Warmwasser mit Strom erzeugt wird. Diese Praxis ist sehr hinterfragenswert da die spezifischen Energiekosten für Strom mit Abstand am höchsten sind und Strom durch mäßigen Kraftwerkswirkungsgrad und Übertragungsverluste eine schlechte ökologische Bilanz besitzt. Mit dieser Anlage wird das ursprüngliche Ziel die Warmwasserkosten des Haushalts zu senken verfehlt. Die Solaranlage bringt über ihre Lebensdauer die Investitionskosten mit Ausnahme vom Vergleichsenergieträger Strom nicht wieder rein, daher ist diese Anlage nicht wirtschaftlich und es ist von einer Investition unter den getroffenen Annahmen abzusehen.

## 6.2 Anlage 2

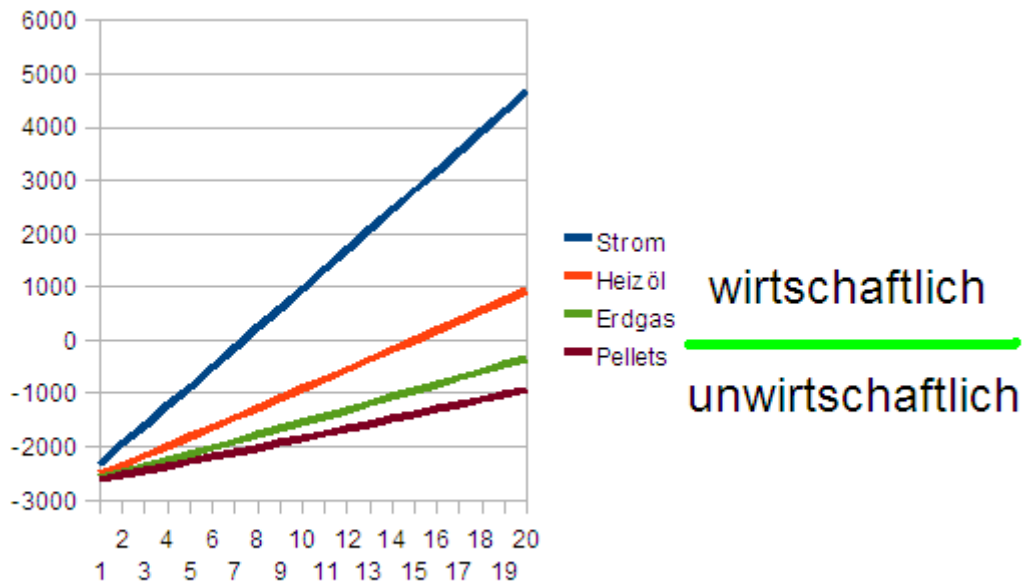


Abbildung 6.2: Kapitalwertentwicklung von Anlage 2  
Baumarktlösung ohne Montage  
Investitionskosten 2700Euro

Bei der zweiten Anlage sieht die Situation schon deutlich besser aus. Die Anlage amortisiert sich bei den Energieträgern Heizöl EL und Strom innerhalb der Lebensdauer. Bei Holzpellet- und Erdgasbetrieb ist die Anlage nicht wirtschaftlich, aber es ist durchaus zu diskutieren ob eine Investition nicht trotzdem sinnvoll wäre, da sich Energiekosten und zugehörigen Steigerungsraten möglicherweise in der Realität anders als in der Annahme entwickeln könnten. Außerdem könnte man mit erhöhter Heizkessel-Lebensdauer in Folge einer viel geringeren Anzahl an Kesselkaltstarts argumentieren. Wirtschaftlich betrachtet ist die Anlage kostendeckend, bzw bei den Energieträger Erdgas kann sie als quasi-kostendeckend betrachtet werden, jedoch ist keine Kostendeckung bei Holzpellets gegeben. Gleichzeitig wird das Ziel der Warmwasserkostensenkung nur bedingt erreicht, da die Amortisationszeiten zu lang sind um von einer guten Investition zu sprechen.

## 6.3 Interpretation

Wir haben festgestellt, dass Anlage 1 nicht rentabel ist, dafür bietet sie 10 Jahre Herstellergarantie für die Kollektoren. Der Hersteller von Anlage 2 bietet dagegen nur 5 Jahre Garantie. Somit ist die Amortisationszeit in beiden Fällen länger als die Herstellergarantie. Beide Kollektorentypen werden mit Allmetallrahmen hergestellt, dies verspricht gute Haltbarkeit, jedoch sind 20 Jahre ein sehr langer Zeitraum für ein den Umwelteinflüssen exponiertes Bauteil. Bei Kollektoren mit Holzrahmen kam es bereits nach 15 Jahren Betrieb durchaus zu Totalausfällen. Wenn berücksichtigt wird, dass bereits der Ausfall eines Kollektors innerhalb von 20 Jahren die Wirtschaftlichkeit der Anlage fragwürdig erscheinen lässt kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Investition eher geringe Erträge bei gleichzeitig hohem Risiko verspricht und somit ist nach den angestellten Berechnungen eine Solaranlage im Einfamilienhaus ein Accessoire bzw. eine „kann“ Investition.

Jetzt stellt sich die Frage: Unter welchen Bedingungen kann eine thermische Solaranlage interessant sein? Nun, die Globalstrahlung zusammen mit dem Aufstellungsort ist gegeben, es wurde versucht die Investitionskosten zu minimieren. Der einzige Parameter der überbleibt ist der Kollektorwirkungsgrad. Angenommen es wird eine Anlage die das Warmwasser bevor es von einem konventionellen Heizkessel auf Solltemperatur gebracht wird solar vorwärmt werden durch niedrigere Kollektortemperaturen höhere Kollektorwirkungsgrade erreicht. Dieser Anlagentyp ist nur für Mehrparteienhäuser interessant, da die Infrastruktur für die Anlage unabhängig von der Anzahl der montierten Kollektoren errichtet werden muss, daher ist dieser Anlagentyp in dieser Arbeit nicht berücksichtigt worden.

## 7 Zukünftige Entwicklung

Solartechnik funktioniert, sofern die Anlage nach den Regeln der Technik geplant und richtig aufgebaut wurde. Jedoch ist die Wirtschaftlichkeit in vielen Fällen nicht gegeben. Wenn sich das ändern soll sind einheitliche rechtliche Rahmenbedingungen und langfristige, aber degressive Förderungen notwendig. „Sven Teske - Solarkollektoren - Wärmege-winnung mit der Sonne“ geht sogar soweit eine Solarkollektorenverordnung zu fordern, damit der Einbau von Kollektoren verpflichtend wird. Ich möchte mich nicht so weit aus dem Fenster lehnen, da gerade in Mehrparteienhäusern immer öfter auf Zentralheizun-gen für das ganze Gebäude verzichtet wird und stattdessen Gasthermen in den einzelnen Wohneinheiten montiert werden. Zinshausbesitzer ersparen sich auf diese Art und Weise die mühselige und fehleranfällige Ablesung der Verdunsterröhrchen an den einzeln Heiz-körpern und auch die Heizungs- und Warmwasserabrechnung.

Sonnenkollektoren werden wie viele andere technische Produkte durch verbesserte Fer-tigungsmöglichkeiten von Jahr zu Jahr preiswerter, gleichzeitig sind jedoch keine erhebli-chen Technologiesprünge in den nächsten Jahren zu erwarten. Unter Umständen könnten Vakuumröhrenkollektoren durch attraktive Preisgestaltung seitens der Importeure auch zur Warmwassererzeugung interessant werden. Während diese Arbeit geschrieben worden ist änderte sich der Endkundenpreis von Anlage2 von 3490Euro auf 2690Euro um wieder auf 3490Euro zu steigen. Gleichzeitig musste die Herstellerfirma Xolar Insolvenz anmel-den und wird nun mit neuen Eigentümer weitergeführt. Ich erwarte nach dem Wegfall der Förderungen für die nächsten Monate bis Jahre stagnation bis der Markt sich berei-nigt hat und möglicherweise seitens der Politik neue einheitliche Förderungsbeschlüsse kommen.

## 8 Anhang

Tabelle 8.1: Anlage 1

Investitionskosten: 5600Euro

10Jahre Herstellergarantie für die Kollektoren

Solarfocus Solaranlage			
Menge	Bezeichnung	E-Preis	G-Betrag
2	Sunny-28 2,8m2	690,00	1380,00
1	SAS25 Solaranlagen Anschlussset	103,00	103,00
1	ID2 Indachbefestigungsmaterial	88,00	88,00
2	KEG-2 Sunny-Einfassung Grundset	390,00	780,00
1	PGS-ID-35 Pumpengruppe mit ADG	374,00	374,00
1	Solarfocus Ein-Kreis-Solarregelung	140,00	140,00
1	FS-30 Frostschutzkonzentrat 30l	145,00	145,00
1	BWM-3/4" Brauchwassermischer	47,00	47,00
1	Verschraubung für BWM-3/4"	12,00	12,00
1	AE Rippenrohr WT 2,3m2	495,00	495,00
25m	Insultube Solar Edelstahlwellrohr	33,04	826,00
4	NMC Verschraubungsset für Wellrohr	18,43	73,72
1	NMC Befestigungsschellen für Doppelrohr	12,72	12,72
	Sondernachlass		-826,00
	Mwst		895,00
	Montagekosten		1000,00
	Summe		5545,00

# baumaxx SOLARSETS

BEREITS AB 1.990,- ERHÄLTlich!

Preise inkl. MWST, excl. Landes- und Gemeindeförderung.  
Alle Angaben ohne Gewähr. Vorbehaltlich Satz- und Druckfehler sowie technische Änderungen.

Foto: fotofix.de, © pascmann grafik-design

Solarset 6 m<sup>2</sup>  
€ ~~3.490,-~~  
2.690,-

- 3 Solarkollektoren (maximale Flächenausnutzung, hoher Wirkungsgrad, Leistung und Qualitätsprüfung, Austria Solar Gütesiegel),
- 300 Liter Solarspeicher SSH-PU mit 2 Glattrohrregistern (große Wärmeübergabe, kein Verkalken, für 2. Heizsystem möglich)

Verrohrung zwischen Dacheinführung, Pumpenbaugruppe und Speicher ist im Paket nicht enthalten!

Solarset 8 m<sup>2</sup>  
€ 4.590,-

- 4 Solarkollektoren (maximale Flächenausnutzung, hoher Wirkungsgrad, Leistung und Qualitätsprüfung, Austria Solar Gütesiegel),
- 500 Liter Solarspeicher SSH-PU mit 2 Glattrohrregistern (große Wärmeübergabe, kein Verkalken, für 2. Heizsystem möglich)

Verrohrung zwischen Dacheinführung, Pumpenbaugruppe und Speicher ist im Paket nicht enthalten!

## Bei beiden Sets bei uns inkludiert:

- Anschlussset für Kollektoren (schnelle und rasche Montage)
- Anbindeschlauchset 1 m1 VL u. RL (flexible und dadurch schnelle Einführung der Verrohrung unter Dach)
- Befestigungssystem Stockschraube (leichte und sichere Montage auf dem Dach)
- Solarpumpenstation (kompakte Bauweise, schnelle Montage, kompakte Isolierung)
- Ausdehnungsgefäß inkl. Befestigung (Betriebssicherheit durch optimalen Druckausgleich in der Anlage)
- Wärmeträgermedium (bessere Wärmeübertragung, Schutz vor Korrosion, biologisch abbaubar),
- Emailliert (hochwertiges Material, lange Lebensdauer)
- 6/4" Muffe für Elektroheizung (Möglichkeit zur Nachrüstung einer Elektrozusatzheizung)
- FCKW-freie Hartschaumisolierung (umweltfreundlich, geringe Abkühlverluste).
- Speicherfühler, Kollektorfühler, Schnellentlüfter.
- Ertragsmessmodul
- Regelung (1 Kollektorfeld mit 1 Speicher, 1 Kollektorfeld mit 2 Speicher, 2 Kollektorfelder mit 1 Speicher – regelbar)

## Qualitätsprüfung Österreich

- Auslegung Ihrer Solaranlage durch den Fachberater
- Abnahme der Solaranlage durch einen autorisierten Installateur / Heizungsbauer auf Anfrage möglich
- Schonend zur Umwelt
- Großer Beitrag für den Umweltschutz



## Zuverlässigkeit und Service

- Kosteneinsparung bei Ihren Heiz-/Stromkosten
  - Brauchwasseraufbereitung und als Heizungsunterstützung möglich
  - Geprüfte Qualität
  - Österreichische Produkt-/Prüfzertifikate
- Weitere Infos bei Ihrem Baumaxx-Fachberater

Detailinformationen **WIEN ENERGIE Vertrieb GmbH & CO KG**

Ihre Angaben

Datum: 27.12.2010  
 Gaslieferant: WIEN ENERGIE Vertrieb GmbH & CO KG  
 Produktname: PrivatGas Optima (Gas)  
 Verbrauch: 10000 kWh/Jahr  
 Netzbetreiber: WIEN ENERGIE Gasnetz GmbH



**Wien Energie Kundenservice**  
 Mariannengasse 4 - 6  
 1090 Wien

Tel: 0800 500 800  
 Fax: 0800 500 801  
 E-Mail: [info@wienenergie.at](mailto:info@wienenergie.at)  
 web: <http://www.wienenergie.at>

PrivatGas Optima (Gas)

Energiepreis	301,00
Arbeitspreis gesamt	290,20
Grundpauschale	10,80
Netztarif	182,57
Netznutzungsentgelt	
Arbeitspreis	136,33
Leistungspauschale	30,00
Entgelt für Ablesung	4,00
Entgelt für Messleistungen	12,24
Steuern und Abgaben	86,79
Erdgasabgabe	58,98
Gebrauchsabgabe auf Netz	9,75
Gebrauchsabgabe auf Energie	18,06
Summe	570,36
Nettogesamtpreis	570,36
Umsatzsteuer	114,07
<b>Bruttogesamtpreis</b>	<b>684,43</b>

Preisdetails

**Arbeitspreis (exkl. USt.) - Zonenmodell**  
 0 - 8.000 kWh 2,91 Cent/kWh  
 8.001 - 40.000 kWh 2,87 Cent/kWh  
 40.001 - 400.000 kWh 2,83 Cent/kWh

**Grundpauschale (exkl. USt.)**  
 0 - 400.000 kWh 0,90 Euro/Monat

Allgemeiner Tarif für Haushalts- und Privatkunden.  
 Österreichs Gasmarkt ist vollständig liberalisiert. WIEN ENERGIE liefert Ihnen weiterhin preiswertes und umweltfreundliches Erdgas.

Gaslieferanten wechseln

So einfach wechseln Sie Ihren Gaslieferanten!

1. Formulare downloaden
2. Ausfüllen
3. Abschicken und fertig

[Lieferbedingungen\\_Gas.pdf](#)

Zusatzinformationen PrivatGas Optima (Gas)

Gültigkeitsbeginn  
 01.12.2009  
 Gültigkeitsende  
 bis auf Widerruf  
 Bindefrist  
 keine  
 Zahlungsarten / Zahlungsintervalle  
 Abbuchungsauftrag: monatlich  
 Zahlschein: quartalsweise  
 Kündigungsfrist  
 6 Wochen, jeweils zu Monatsletzen

Hier finden Sie alle Informationen zum Lieferantenwechsel.

Abbildung 8.2: [www.econtrol.at](http://www.econtrol.at) Erdgaspreise Grundlage

## Detailinformationen WIEN ENERGIE Vertrieb GmbH & Co KG

### Ihre Angaben

Datum: 27.12.2010  
 Stromlieferant: WIEN ENERGIE Vertrieb GmbH & Co KG  
 Produktname: OPTIMA (Strom)  
 Tarifart: ein Tarif von 0 bis 24 Uhr  
 Verbrauch: 3000 kWh/Jahr  
 Netzbetreiber: WIEN ENERGIE Stromnetz GmbH



**Wien Energie Kundenservice**  
 Mariannengasse 4 - 6  
 1090 Wien

Tel: 0800 500 800  
 Fax: 0800 500 801  
 E-Mail: [info@wienenergie.at](mailto:info@wienenergie.at)  
 web: <http://www.wienenergie.at/>

### OPTIMA (Strom)

Energiepreis	260,63
Arbeitspreis gesamt	248,63
Grundpauschale	12,00
Netztarif	156,10
Netznutzungsentgelt	
Arbeitspreis	105,00
Leistungspauschale	7,30
Netzerlustentgelt	15,00
Entgelt für Messleistungen	28,80
Steuern und Abgaben	80,31
Elektrizitätsabgabe	45,00
Zählpunktpauschale	15,00
Gebrauchsabgabe für die Stadt Wien	20,31
Summe	497,04
Rabatte	<b>0,00</b>
<input type="checkbox"/> Abbucherbonus 2 Tage FreiEnergie jährlich bei Bankeinzugsermächtigung	-1,43
Nettogesamtpreis	497,04
Umsatzsteuer	99,41
<b>Bruttogesamtpreis</b>	<b>596,45</b>

### Preisdetails

**Arbeitspreis (exkl. USt.) - Staffelmmodell**  
 0 - 100.000 kWh 8,29 Cent/kWh  
**Grundpauschale (exkl. USt.)**  
 0 - 100.000 kWh 1,00 Euro/Monat

Der neue OPTIMA-Tarif ist gültig für Haushalte und Landwirtschaft im Verteilnetzbereich der Wienstrom GmbH. Kombi-Bonus: 6 Tage FreiEnergie jährlich, wenn Sie zusätzlich unseren Nachtstromtarif/Schwachlasttarif zum Heizen oder zur Warmwasseraufbereitung nutzen.

### Stromlieferanten wechseln

So einfach wechseln Sie Ihren Stromlieferanten!

1. Formulare downloaden
2. Ausfüllen
3. Abschicken und fertig

Produktinformation.pdf

ALB\_Strom.pdf

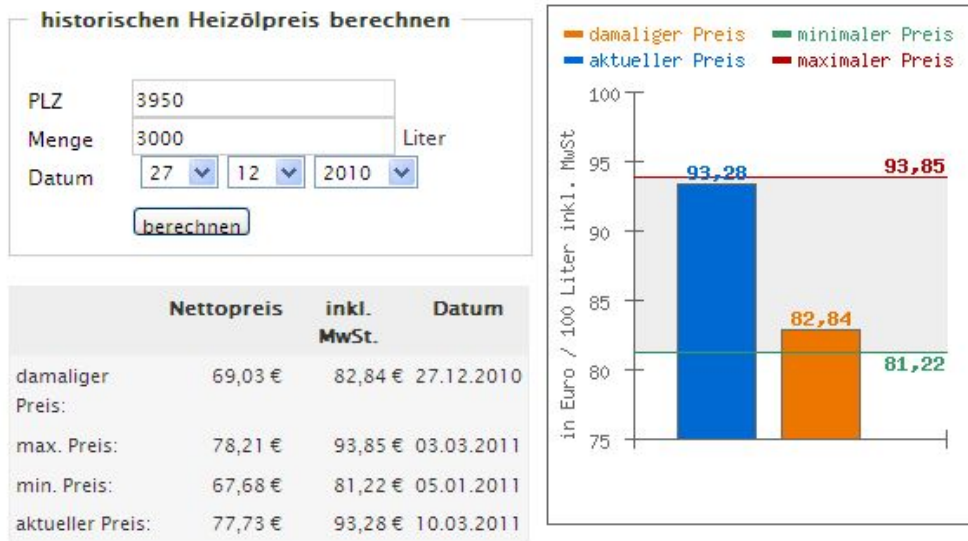
Hier finden Sie alle Informationen zum Lieferantenwechsel.

### Zusatzinformationen OPTIMA (Strom)

Gültigkeitsbeginn  
 15.11.2008  
 Gültigkeitsende  
 bis auf Widerruf  
 Bindefrist  
 keine  
 Zahlungsarten / Zahlungsintervalle  
 Abbuchungsauftrag: monatlich, quartalsweise  
 Zahlschein: quartalsweise  
 Kündigungsfrist  
 6 Wochen, jeweils zu Monatsende

Abbildung 8.3: [www.econtrol.at](http://www.econtrol.at) Strompreis Grundlage





alle Preise in € / 100 Liter inkl. MwSt. für Standardqualität nach Ö-Norm C 1109 bei 1 Abladestelle

Abbildung 8.4: www.fastenergy.at Heizöl EL Grundlage

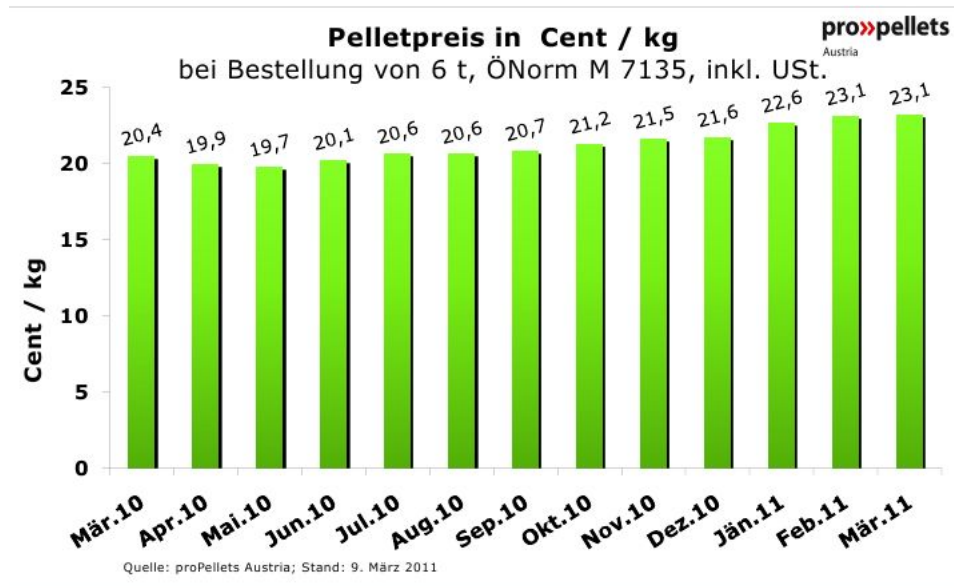


Abbildung 8.5: www.propellets.at Holzpellets Grundlage

Tabelle 8.2: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 1 mit Energieträger Strom  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 5600 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				-5.600,00	-5.600,00
1	400,81	20,00	380,81	362,67	-5.237,33
2	420,85	20,00	400,85	363,58	-4.873,75
3	441,89	20,00	421,89	364,44	-4.509,30
4	463,98	20,00	443,98	365,27	-4.144,03
5	487,18	20,00	467,18	366,05	-3.777,98
6	511,54	20,00	491,54	366,80	-3.411,19
7	537,12	20,00	517,12	367,51	-3.043,68
8	563,97	20,00	543,98	368,18	-2.675,49
9	592,17	20,00	572,17	368,83	-2.306,67
10	621,78	20,00	601,78	369,44	-1.937,22
11	652,87	20,00	632,87	370,03	-1.567,20
12	685,51	20,00	665,52	370,58	-1.196,61
13	719,79	20,00	699,79	371,11	-825,50
14	755,78	20,00	735,78	371,62	-453,88
15	793,57	20,00	773,57	372,10	-81,78
16	833,25	20,00	813,25	372,56	290,78
17	874,91	20,00	854,91	372,99	663,77
18	918,65	20,00	898,66	373,41	1.037,18
19	964,59	20,00	944,59	373,81	1.410,99
20	1.012,82	20,00	992,82	374,18	1.785,17

Tabelle 8.3: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 1 mit Energieträger Heizöl  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 5600 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				-5.600,00	-5.600,00
1	203,83	20,00	183,83	175,08	-5.424,92
2	214,02	20,00	194,02	175,98	-5.248,94
3	224,72	20,00	204,72	176,85	-5.072,09
4	235,96	20,00	215,96	177,67	-4.894,42
5	247,75	20,00	227,76	178,45	-4.715,97
6	260,14	20,00	240,14	179,20	-4.536,77
7	273,15	20,00	253,15	179,91	-4.356,86
8	286,81	20,00	266,81	180,59	-4.176,27
9	301,15	20,00	281,15	181,23	-3.995,04
10	316,20	20,00	296,21	181,85	-3.813,19
11	332,01	20,00	312,02	182,43	-3.630,76
12	348,62	20,00	328,62	182,99	-3.447,78
13	366,05	20,00	346,05	183,52	-3.264,26
14	384,35	20,00	364,35	184,02	-3.080,24
15	403,57	20,00	383,57	184,50	-2.895,73
16	423,74	20,00	403,75	184,96	-2.710,77
17	444,93	20,00	424,93	185,40	-2.525,38
18	467,18	20,00	447,18	185,81	-2.339,56
19	490,54	20,00	470,54	186,21	-2.153,36
20	515,06	20,00	495,07	186,59	-1.966,77

Tabelle 8.4: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 1 mit Energieträger Erdgas  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 5600 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				-5.600,00	-5.600,00
1	137,03	20,00	117,03	111,46	-5.488,54
2	143,88	20,00	123,88	112,36	-5.376,18
3	151,07	20,00	131,08	113,23	-5.262,95
4	158,63	20,00	138,63	114,05	-5.148,90
5	166,56	20,00	146,56	114,83	-5.034,07
6	174,89	20,00	154,89	115,58	-4.918,49
7	183,63	20,00	163,63	116,29	-4.802,20
8	192,81	20,00	172,81	116,97	-4.685,23
9	202,45	20,00	182,45	117,61	-4.567,62
10	212,57	20,00	192,58	118,23	-4.449,39
11	223,20	20,00	203,21	118,81	-4.330,58
12	234,36	20,00	214,37	119,37	-4.211,22
13	246,08	20,00	226,08	119,90	-4.091,32
14	258,39	20,00	238,39	120,40	-3.970,92
15	271,30	20,00	251,31	120,88	-3.850,03
16	284,87	20,00	264,87	121,34	-3.728,69
17	299,11	20,00	279,12	121,78	-3.606,91
18	314,07	20,00	294,07	122,19	-3.484,72
19	329,77	20,00	309,78	122,59	-3.362,13
20	346,26	20,00	326,26	122,97	-3.239,17

Tabelle 8.5: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 1 mit Energieträger Holzpellets  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 5600 Euro

Jahr A	Ertrag B Euro	laufende Kosten C Euro	tatsächlicher Ertrag D Euro	Barwert E Euro	Kapitalwert F Euro
0				-5.600,00	-5.600,00
1	106,20	20,00	86,20	82,09	-5.517,91
2	111,51	20,00	91,51	83,00	-5.434,91
3	117,08	20,00	97,08	83,86	-5.351,04
4	122,94	20,00	102,94	84,69	-5.266,35
5	129,08	20,00	109,08	85,47	-5.180,88
6	135,54	20,00	115,54	86,22	-5.094,67
7	142,31	20,00	122,32	86,93	-5.007,74
8	149,43	20,00	129,43	87,60	-4.920,13
9	156,90	20,00	136,90	88,25	-4.831,89
10	164,75	20,00	144,75	88,86	-4.743,02
11	172,98	20,00	152,98	89,45	-4.653,58
12	181,63	20,00	161,63	90,00	-4.563,57
13	190,71	20,00	170,72	90,53	-4.473,04
14	200,25	20,00	180,25	91,04	-4.382,00
15	210,26	20,00	190,26	91,52	-4.290,48
16	220,77	20,00	200,78	91,98	-4.198,50
17	231,81	20,00	211,82	92,41	-4.106,09
18	243,40	20,00	223,41	92,83	-4.013,26
19	255,57	20,00	235,58	93,23	-3.920,03
20	268,35	20,00	248,36	93,60	-3.826,43

Tabelle 8.6: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 2 mit Energieträger Strom  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 2700 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				2.700,00	2.700,00
1	400,81	20,00	380,81	362,67	-2.337,33
2	420,85	20,00	400,85	363,58	-1.973,75
3	441,89	20,00	421,89	364,44	-1.609,30
4	463,98	20,00	443,98	365,27	-1.244,04
5	487,18	20,00	467,18	366,05	-877,99
6	511,54	20,00	491,54	366,80	-511,19
7	537,12	20,00	517,12	367,51	-143,69
8	563,97	20,00	543,97	368,18	224,50
9	592,17	20,00	572,17	368,83	593,33
10	621,78	20,00	601,78	369,44	962,77
11	652,87	20,00	632,87	370,03	1.332,79
12	685,51	20,00	665,51	370,58	1.703,38
13	719,79	20,00	699,79	371,11	2.074,49
14	755,78	20,00	735,78	371,62	2.446,11
15	793,57	20,00	773,57	372,10	2.818,21
16	833,25	20,00	813,25	372,56	3.190,77
17	874,91	20,00	854,91	372,99	3.563,76
18	918,65	20,00	898,65	373,41	3.937,17
19	964,59	20,00	944,59	373,81	4.310,97
20	1.012,82	20,00	992,82	374,18	4.685,16

Tabelle 8.7: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 2 mit Energieträger Heizöl  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 2700 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				2.700,00	-2.700,00
1	203,83	20,00	183,83	175,08	-2.524,92
2	214,02	20,00	194,02	175,98	-2.348,94
3	224,72	20,00	204,72	176,85	-2.172,10
4	235,96	20,00	215,96	177,67	-1.994,43
5	247,75	20,00	227,76	178,45	-1.815,97
6	260,14	20,00	240,14	179,20	-1.636,77
7	273,15	20,00	253,15	179,91	-1.456,87
8	286,81	20,00	266,81	180,59	-1.276,28
9	301,15	20,00	281,15	181,23	-1.095,05
10	316,20	20,00	296,21	181,84	-913,20
11	332,01	20,00	312,02	182,43	-730,77
12	348,62	20,00	328,62	182,99	-547,79
13	366,05	20,00	346,05	183,52	-364,27
14	384,35	20,00	364,35	184,02	-180,25
15	403,57	20,00	383,57	184,50	4,25
16	423,74	20,00	403,75	184,96	189,21
17	444,93	20,00	424,93	185,40	374,61
18	467,18	20,00	447,18	185,81	560,42
19	490,54	20,00	470,54	186,21	746,63
20	515,06	20,00	495,07	186,58	933,21

Tabelle 8.8: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 2 mit Energieträger Erdgas  
 Baumarktlösung ohne Montage  
 Investitionskosten 2700 Euro

Jahr A	Ertrag B	laufende Kosten C	tatsächlicher Ertrag D	Barwert E	Kapitalwert F
	Euro	Euro	Euro	Euro	Euro
0				-2.700,00	-2.700,00
1	137,03	20,00	117,03	111,46	-2.588,54
2	143,88	20,00	123,88	112,36	-2.476,18
3	151,07	20,00	131,07	113,23	-2.362,95
4	158,63	20,00	138,63	114,05	-2.248,91
5	166,56	20,00	146,56	114,83	-2.134,07
6	174,89	20,00	154,89	115,58	-2.018,49
7	183,63	20,00	163,63	116,29	-1.902,20
8	192,81	20,00	172,81	116,97	-1.785,24
9	202,45	20,00	182,45	117,61	-1.667,63
10	212,57	20,00	192,58	118,22	-1.549,40
11	223,20	20,00	203,20	118,81	-1.430,59
12	234,36	20,00	214,36	119,37	-1.311,23
13	246,08	20,00	226,08	119,90	-1.191,33
14	258,39	20,00	238,39	120,40	-1.070,93
15	271,30	20,00	251,31	120,88	-950,05
16	284,87	20,00	264,87	121,34	-828,71
17	299,11	20,00	279,11	121,78	-706,93
18	314,07	20,00	294,07	122,19	-584,74
19	329,77	20,00	309,77	122,59	-462,15
20	346,26	20,00	326,26	122,96	-339,18



Tabelle 8.9: Wirtschaftlichkeitsberechnung von Solaranlage 2 mit Energieträger Holzpellets

Baumarktlösung ohne Montage  
Investitionskosten 2700 Euro

Jahr A	Ertrag B Euro	laufende Kosten C Euro	tatsächlicher Ertrag D Euro	Barwert E Euro	Kapitalwert F Euro
0				-2.700,00	-2.700,00
1	106,20	20,00	86,20	82,09	-2.617,91
2	111,51	20,00	91,51	83,00	-2.534,91
3	117,08	20,00	97,08	83,86	-2.451,04
4	122,94	20,00	102,94	84,69	-2.366,36
5	129,08	20,00	109,08	85,47	-2.280,89
6	135,54	20,00	115,54	86,22	-2.194,67
7	142,31	20,00	122,31	86,93	-2.107,75
8	149,43	20,00	129,43	87,60	-2.020,14
9	156,90	20,00	136,90	88,25	-1.931,89
10	164,75	20,00	144,75	88,86	-1.843,03
11	172,98	20,00	152,98	89,45	-1.753,59
12	181,63	20,00	161,63	90,00	-1.663,58
13	190,71	20,00	170,71	90,53	-1.573,05
14	200,25	20,00	180,25	91,04	-1.482,01
15	210,26	20,00	190,26	91,52	-1.390,49
16	220,77	20,00	200,78	91,98	-1.298,51
17	231,81	20,00	211,81	92,41	-1.206,10
18	243,40	20,00	223,40	92,83	-1.113,27
19	255,57	20,00	235,58	93,23	-1.020,05
20	268,35	20,00	248,35	93,60	-926,44

# Literaturverzeichnis

[LAD] **Heinz Ladener, Frank Späte**

*Solaranlagen;*  
Ökobuch Verlag; 2003

[HAAS] **ao.Univ.Prof Dr. DI Reinhard Haas**

*Wirtschaftliche und ökologische Optimierung der Heizenergieversorgung;*

- [1] **Fabian Kesicki, Uwe Remme, Markus Blesl, Ulrich Fahl; IER, ESA** *Eine integrative Szenarienanalyse der langfristigen Ölpreisentwicklung*
- [2] **Der Standard** *Ausgabe vom 15.02.2011;*  
<http://derstandard.at/1297216425030/>  
Oberoesterreich-Solaranlagenbauer-Xolar-insolvent
- [3] **Greenpeace** *Solarkollektoren - Wärmegewinnung mit der Sonne*  
[http://www.greenpeace.de/themen/energie/erneuerbare\\_energien/artikel/solarkollektoren\\_waermegewinnung\\_mit\\_der\\_sonne/](http://www.greenpeace.de/themen/energie/erneuerbare_energien/artikel/solarkollektoren_waermegewinnung_mit_der_sonne/)