

# Abstract

## **Titel: Kosten-Nutzen-Analyse einer solarthermischen Energieversorgungsanlage**

**Kurzzusammenfassung:** Verfehlte Klimaziele, Nuklearkatastrophen sowie die allmähliche Verknappung nicht erneuerbarer Ressourcen drängen auf ein Umdenken der weltweiten Energieversorgungspolitik. Erneuerbaren Energien wird ein riesiges Potenzial vorausgesagt. So würde theoretisch rund 1 % der Fläche der Sahara ausreichen, um mit Solarkraftwerken den weltweiten Elektrizitätsbedarf zu decken. Nebst Strom kann mit Sonnenenergie auch Prozesswärme wie beispielsweise Dampf erzeugt werden. Für Unternehmen mit einem grossen Prozesswärmebedarf kann eine solare Dampferzeugung eine attraktive Option sein. So lassen sich fossile Energiequellen und CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen. Wie wirtschaftlich eine solare Prozesswärmeerzeugung für ein Unternehmen ist, hängt von diversen Faktoren ab.

**Verfasser/-in:** Milena Bollinger

**Herausgeber/-in:** Dr. Mathias Scheiblich

**Publikationsformat:**

- BATH
- MATH
- Semesterarbeit
- Forschungsbericht
- Anderes

**Veröffentlichung (Jahr):** 2012

**Sprache:** deutsch

**Zitation:** Bollinger, M. (2012). Kosten-Nutzen-Analyse einer solarthermischen Energieversorgungsanlage. (Unveröffentlichte Bachelor Thesis). FHS St.Gallen, Hochschule für Angewandte Wissenschaften

**Schlagwörter (3-5 Tags):** Wirtschaftlichkeit, Kosten, Energie, Prozesswärme, Solaranlage

**Ausgangslage:** Eine Arbeitsgruppe eines Schweizer Technologieunternehmens setzt sich in einem mehrjährigen Projekt mit dem Thema Solarthermie auseinander. Unter Solarthermie versteht man die Umwandlung von Sonnenenergie in nutzbare thermische Energie. Für das Unternehmen ist die Erzeugung von Prozesswärme wie Dampf besonders interessant, da die Kundschaft des Unternehmens unter anderem diese Art von Energie für ihre Prozesse benötigt.

**Ziel** dieser Bachelor Thesis ist es, für das Unternehmen anhand eines Kundenbeispiels zu prüfen, ob es sich wirtschaftlich gesehen lohnt, die für seine Prozesse notwendige Wärme solar mithilfe eines Sonnenkraftwerks, anstatt konventionell mit Erdgas, zu erzeugen.

**Vorgehen:** In einem ersten Schritt ist die Kundschaft zu bestimmen, für die eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt werden soll. Prozesswärme wird idealerweise bei einem Temperaturniveau von 100 bis 300° C erzeugt. Ausserdem sind thermische Solaranlagen nur in sonnenreichen, ariden Gegenden wirtschaftlich einsetzbar. Folglich hat man sich für einen türkischen Kunden entschieden, der für seine Produktion von Cerealien hauptsächlich Dampf als Energiequelle benötigt.

In einem zweiten Schritt sollen der Dampfbedarf sowie die Dampferzeugungskosten, die für den türkischen Kunden aktuell anfallen, ermittelt werden. Ist der jährliche Dampfbedarf bekannt, werden anschliessend mithilfe eines Solarunternehmens die Investitions- und Betriebskosten einer solarthermischen Energieversorgungsanlage berechnet. In einem weiteren Schritt werden die Kosten aktuell erzeugter Prozesswärme jenen Aufwendungen gegenübergestellt, die sich bei einer solaren Energieversorgung ergeben. Daraus kann schliesslich abgeleitet werden, wie wirtschaftlich die Investition in ein Solarkraftwerk für den Kunden aus der Türkei ist.

Folgende **Erkenntnisse** haben sich aus den Untersuchungen ergeben:

#### 1. Kostenrechnung im Vergleich

Nachstehende Tabelle 1 zeigt, welche Kosten und Einsparungen sich bei welcher Art von Prozesswärmeerzeugung zu unterschiedlichen jährlichen Produktionszeiten ergeben. Spalten 1 und 3 listen die Zahlen bei einer hundertprozentigen Versorgung mit Erdgas zu zwei verschiedenen Produktionszeiten auf, während in den Spalten 2 und 4 ein gewisser Dampfbedarf durch Sonnenenergie gedeckt wird. Die Angaben aus den Spalten 2 und 4 stammen aus zwei Offerten unterschiedlicher Solarunternehmen. Dabei hat das Solarunternehmen 1 ihre Anlage auf einen 6000-Stunden-Betrieb ausgelegt, während das zweite Unternehmen mit einer jährlichen Produktionszeit von 8640 Stunden gerechnet hat.

	konventionell 1	Solar 1	konventionell 2	Solar 2
Produktionszeit/a	6000 h	6000 h	8640 h	8640 h
Erdgasbedarf in kWh/a	904'176	593'139	1'302'013	628'872
Erdgasbedarf in %	100 %	65.6 %	100 %	48.3 %
solarer Deckungsgrad	0 %	34.4 %	0 %	51.7%
Investitionskosten in CHF	98'786	581'886	98'786	861'866
Betriebskosten in CHF/a	102'237	81'819	145'918	95'534
<b>Einsparung in CHF/a</b>	<b>0</b>	<b>20'418</b>	<b>0</b>	<b>50'384</b>

Tabelle 1: Kosten und Einsparungen bei verschiedenen Energieversorgungen. Quelle: eigene Darstellung

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass das Solarunternehmen 1 eine Solaranlage anbietet, durch die bei einer jährlichen Produktionszeit von 6000 Stunden CHF 20'418 an Erdgaskosten eingespart werden kann. Im Vergleich dazu lässt sich mit dem Solarkraftwerk des zweiten Unternehmens bei einem 8640-Stunden-Betrieb mehr als das Doppelte an Kosten einsparen, dies trotz höheren Investitions- und Betriebskosten und einer längeren Produktionszeit.

Der Hauptgrund für diese Differenz liegt darin, dass die beiden Solarunternehmen ihre Anlagen mit unterschiedlich grossen Kollektorfeldflächen ausgelegt haben. Während Solarunternehmen 1 ein Solarfeld von knapp 517 m<sup>2</sup> anbietet, beträgt jenes des zweiten Unternehmens 918 m<sup>2</sup>. Wie sich das Solarfeld bei gegebener Sonneneinstrahlung auf den Ertrag der zwei Solaranlagen auswirkt, zeigt Abbildung 1.

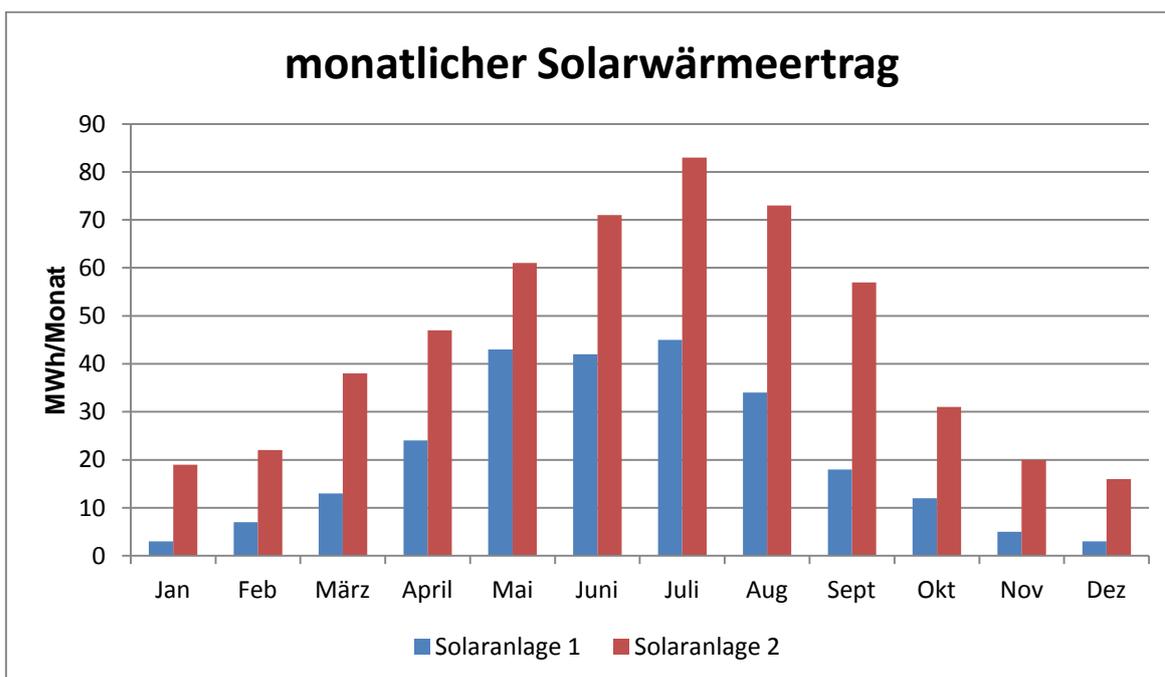


Abbildung 1: monatlicher Solarwärmeertrag. Quelle: eigene Darstellung

Mit dem Kollektorfeld der Solaranlage 1 (517 m<sup>2</sup>) lässt sich etwa 34.4 % des Wärmebedarfs solar decken bzw. es kann jährlich gut ein Drittel Erdgas eingespart werden. Im Vergleich dazu spart die Solaranlage 2 mit ihrer beinahe doppelt so grossen Kollektorfeldfläche (918 m<sup>2</sup>) 51.7 % Erdgas ein, und dies bei einer längeren Produktionszeit.

Aus den Untersuchungen lässt sich ausserdem feststellen, dass die Kosten mit zunehmender Grösse des Solarfelds unterproportional oder degressiv ansteigen. Das Kollektorfeld ist nur einer von vielen Faktoren, die einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer solarthermischen Energieversorgung ausüben.

## 2. Einflussfaktoren Solaranlage

Die Wirtschaftlichkeit einer solarthermischen Energieversorgung hängt nebst indirekt beeinflussbaren Faktoren wie der Erdgaspreisentwicklung oder der Energiepolitik von der Auslegung der thermischen Solaranlage ab. Diese wird wiederum von unzähligen Faktoren, die gegenseitige Wechselwirkungen aufweisen, beeinflusst. Einige dieser Faktoren sind in nachstehender Abbildung 2 in Form eines Netzwerks dargestellt.

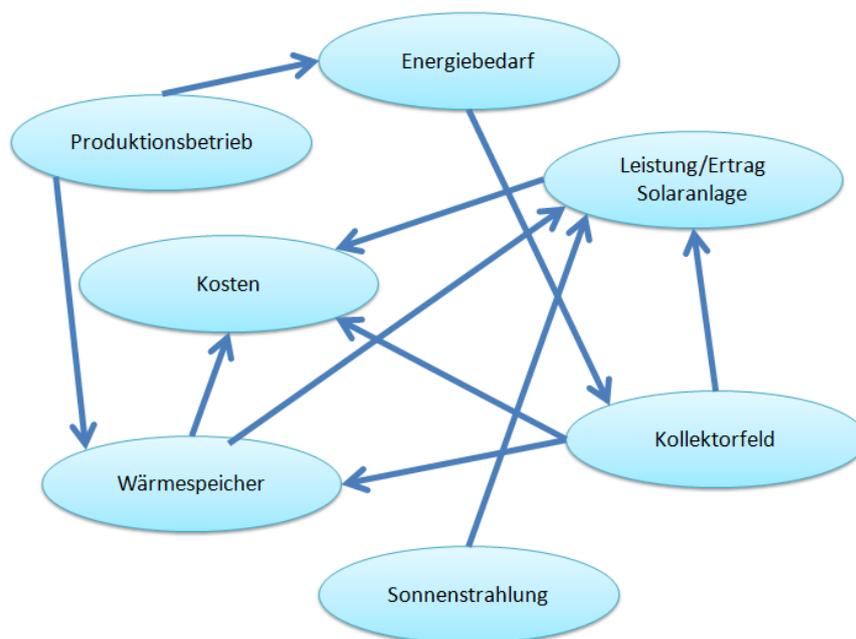


Abbildung 2: Netzwerk Einflussfaktoren Solaranlage. Quelle: eigene Darstellung

Je länger die Produktionszeit bzw. je mehr Betrieb desto höher ist der Bedarf an Prozesswärme. Ein höherer Dampfbedarf verlangt einen grösseren Ertrag der Solaranlage, was sich durch eine intensivere oder längere Sonnenstrahlung, durch eine grössere Kollektorfeldfläche oder einen grösseren Wärmespeicher erzielen lässt. Dies wiederum ist mit höheren Kosten verbunden. Ein erhöhter Ertrag kann die Kosten hingegen auch senken, da sich mehr fossile Energie einsparen lässt.

Die Wechselwirkungen der Faktoren aus Abbildung 2 zeigen, dass es sehr schwierig ist, ein Solarkraftwerk perfekt auszulegen, denn oft zieht die Nutzung des einen Vorteils das Aufgeben eines anderen Vorzugs mit sich.

### 3. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Anhand der jährlichen Einsparungen, die sich durch die Unterstützung der solaren Wärmeerzeugung ergeben, lässt sich die Wirtschaftlichkeit einer solarthermischen Energieversorgung ermitteln. Für die zwei offerierten Kraftwerke der beiden Solarunternehmen wurde je eine Investitionsrechnung durchgeführt. Nachstehende Tabelle 2 zeigt die Amortisationsdauer, auch Payback Period genannt, die sich unter den gegebenen Bedingungen für die zwei Investitionen ergibt.

<b>Payback Period für</b>	<b>Solar 1</b>	<b>Solar 2</b>
Amortisationsdauer der Investition	39 Jahre	20 Jahre

Tabelle 2: Payback Period für Solaranlagen

Wie aus Tabelle 2 zu entnehmen ist, lässt sich die Investition in das Solarkraftwerk 1 unter den angenommenen Bedingungen innerhalb von 39 Jahren zurückzahlen. Rechnet man für die Lebensdauer einer Solaranlage mit ca. 25 Jahren, ist diese Investition nicht wirtschaftlich. Hingegen kann sich die Investition in das Solarkraftwerk 2 lohnen, da sie nach 20 Jahren amortisiert ist und nach 25 Jahren sogar einen Ertrag von knapp CHF 300'000 aufweist.

Ändern sich die angenommenen Bedingungen wie der Erdölpreis, die Solartechnologie, die Anzahl Produktionsstunden pro Jahr oder die Energiepolitik (z.B. CO<sub>2</sub>-Abgabe), wird die Amortisationsdauer der Investitionen je nachdem positiv oder negativ beeinflusst.