

Dirk Mai

**Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von
Photovoltaikanlagen bei Eigenheimbauten
unter besonderer Berücksichtigung des
Standortes Berlin**

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2003 Diplom.de
ISBN: 9783832469740

Dirk Mai

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Photovoltaikanlagen bei Eigenheimbauten unter besonderer Berücksichtigung des Standortes Berlin

Dirk Mai

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Photovoltaikanlagen bei Eigenheimbauten unter besonderer Berücksichtigung des Standortes Berlin

**Diplomarbeit
an der Fachhochschule für Wirtschaft Berlin
Fachbereich Wirtschaft
Januar 2003 Abgabe**



Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 6974

Mai, Dirk: Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Photovoltaikanlagen bei Eigenheimbauten unter besonderer Berücksichtigung des Standortes Berlin

Hamburg: Diplomica GmbH, 2003

Zugl.: Fachhochschule für Wirtschaft Berlin, Fachhochschule für Wirtschaft, Diplomarbeit, 2003

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2003

Printed in Germany

Vorwort

Der Inhalt dieser Diplomarbeit beruht auf meinem Interesse an den erneuerbaren Energien.

Durch eine Gesetzesänderung bezüglich der Vergütung für Strom-einspeisung in Verbindung mit den bereits vorhandenen staatlichen Förderungen, wurde das Interesse von gewinnorientierten Investoren für die erneuerbaren Energien geweckt.

Inspiziert von der Möglichkeit einer gewinnorientierten Investition in die Photovoltaikbranche veranlasste Herr Dipl. Kaufmann J. Neumann einen Aushang in der FHW bezüglich der Vergabe von Diplomarbeiten zum Themenbereich „Stromgewinnung durch Photovoltaikanlagen im Einfamilienhausbereich“ unter Berücksichtigung von finanzwirtschaftlichen, steuerlichen und rechtlichen Aspekten.

Da ich vorher von dieser Gesetzesänderung bezüglich der Vergütung für Stromeinspeisung Kenntnis hatte, nahm ich Kontakt zu Herrn J. Neumann auf. Nach Rücksprache entschied ich mich dafür, dass sich der Inhalt meiner Diplomarbeit auf diesen Themenkomplex beziehen wird.

Die Änderung des Stromeinspeisegesetzes durch die Einführung des EEG setzt die Förderung erneuerbarer Energien nicht nur politisch und gesellschaftlich, sondern insbesondere auch wirtschaftlich in ein völlig neues Bild. Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien wurden nicht mehr nur als Liebhaberei wegen zu hoher Anschaffungskosten beurteilt. Nunmehr besteht auch die Möglichkeit, sich als gewinnorientierter Investor für erneuerbare Energien zu engagieren und neben der Gewinnerzielungsabsicht auch selbst einen positiven Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

Die mit der Gesetzesänderung verbundene Möglichkeit einer gewinnorientierten Anlage von Kapital deckte sich nicht nur mit meinem im Hauptstudium gewählten Schwerpunkt „Finanzierung und Investition“, sondern verband sich mit meinem Interesse für erneuerbare Energien, speziell für die Solartechnik. Diese Technik dient zum Einen durch Photovoltaik der Solarstromgewinnung. Zum Anderen wird sie zur Warmwasserbereitung genutzt.

Im Themenfeld des Hauptstudiums hatte ich bereits eine Hausarbeit über Existenzgründung geschrieben, die sich mit einer Produktinnovation im Bereich der Solartechnik befasste.

Für den praktischen Teil konnte ich die Unterstützung von Herrn J. Neumann gewinnen, der beabsichtigt in der Photovoltaikbranche ein Investitionsprojekt zu realisieren, welches wissenschaftlich noch nicht abschließend untersucht wurde. Dabei wird u.a. die Option in Betracht gezogen, sein Haus mit einer Photovoltaikanlage auszustatten. Somit konnte der praktische Teil dieser Diplomarbeit durch ein Fallbeispiel ergänzt werden.

Zu meinen Zielen gehört, mir mit dem Abschluss des Studiums unter Verwendung des gewählten Themas die Möglichkeit einer beruflichen Veränderung zu schaffen. Ich sehe die Photovoltaik wie überhaupt die gesamte Branche der erneuerbaren Energien als eine in Zukunft nicht mehr wegzudenkende Technologie an, in der nunmehr zusätzlich für einen Investor die Möglichkeit besteht, Gewinne zu erzielen. Eine höhere Beachtung dieser Technologie und eine Zunahme des Investitionsvolumens dieser Branche ist nicht nur aus arbeitsmarktpolitischer, sondern insbesondere auch aus umweltpolitischer Sicht zu erwarten.

In Verbindung mit der Erarbeitung des ersten Konzeptes begann ich Informationsmaterial zu sammeln. Die wirtschaftswissenschaftliche Literatur bezüglich des Themenbereiches und ihrer relativ jungen Technologie ist rar. Wie das Literaturverzeichnis zeigt, steht Standardliteratur zum Thema, insbesondere Literatur zur Wirtschaftlichkeit bei der Förderung erneuerbarer Energien, nicht ausreichend zur Verfügung. Mangels Literatur bezüglich der Wirtschaftlichkeit dieser Branche wurde Primärinformationsmaterial bei zahlreichen Unternehmen, Verbänden, Vereinen, etc. angefragt. Des Weiteren besuchte ich das 13. Internationale Sonnenforum im September 2002 in Berlin um weitere Kontakte zu knüpfen und nutzte die Materialsammlung der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS).

Für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei Sachinvestitionen war ausreichend Literatur aufzufinden. Die Aufgabenstellung dieser Arbeit bestand u.a. nun darin, die wirtschaftswissenschaftliche Literatur auf eine

relativ junge Technologie und eine neue Finanzanlagemöglichkeit anzuwenden. Zusätzlich mussten aber Grundlagen dieser Technologie erarbeitet werden. Neben Technologie und Innovation werden darüber hinaus auch umweltökonomische und -politische Einflussfaktoren kurz betrachtet. Es sollen sämtliche Einflüsse auf die Photovoltaikbranche in die Untersuchungen eingehen, wobei Finanzierung und Investition den Schwerpunkt bilden.

Die Diplomarbeit beinhaltet eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen für Hauseigentümer mit einer Anlagengröße bis zu 5 kWp. Neben der Einführung einer erhöhten Einspeisevergütung durch das EEG werden insbesondere die beiden gängigsten staatlichen Förderprogramme, das 100.000 Dächer-Solarstrom- und das CO₂-Minderungsprogramm, betrachtet.

Während der Bearbeitung des Themas stellte sich mir die Frage, ob eine Vertiefung der Untersuchung des zinsgünstigeren 100.000 Dächer-Programms mit unterschiedlichen Annahmen erfolgen soll, oder ob eine tiefere Betrachtung beider Förderprogramme unter gleichen Annahmen sinnvoller ist. Da ich diese Wirtschaftlichkeitsuntersuchung auf einen längerfristigen Zeitraum auslegen wollte, das 100.000 Dächer-Programm aber auf Ende des laufenden Jahres befristet ist, entschied ich mich für eine tiefere Analyse beider Förderprogramme unter gleichen Annahmen. Unterschiedliche Einkommensteuersätze und der Einsatz von Eigenkapital finden daher keine Anwendung. Bei dieser Untersuchung wird die Annahme getroffen, dass die Investition ohne Einsatz von Eigenkapital erfolgt und der Investor einen persönlichen Einkommensteuersatz von 30% hat. Die weiteren Annahmen über Zinssätze und Fristen erfolgten zum Stichtag 31.12.2002.

Weiterhin stellte sich die Frage einer übersichtlichen Gestaltung der aufgeführten Tabellen, deren Größe und deren sinnvollste Einbindung in diese Arbeit. Aus Gründen der leichteren Handhabung und besseren Übersichtlichkeit entschied ich mich gegen eine Verwendung des DIN A3-Formats und gegen eine Auflistung im Anhang. Die erstellten Tabellen sind in diese Arbeit im DIN A4-Format an der jeweiligen Stelle der Untersuchung eingebunden.

Bei der Bearbeitung des Themas wurden zunächst die theoretischen Grundlagen erarbeitet. Dabei wurden die wichtigsten Aspekte, die eine Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen haben, erläutert und die zur Anwendung kommenden wirtschaftlichen Rechenmethoden dargestellt. Anschließend wurden die für die Analyse der Wirtschaftlichkeit notwendigen Annahmen getroffen. Anhand der theoretischen Grundlagen und der getroffenen Annahmen erfolgte dann die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung unter Anwendung der Standardsoftware Excel. Zum Schluss wurde das Ergebnis der einzelnen Untersuchungen ausgewertet und eine Empfehlung für oder gegen die Realisierung des Investitionsvorhabens gegeben.

Diese Arbeit richtet sich insbesondere an einen innovativen, gewinnorientierten Investor. Weiterhin möchte ich den Leser auf die Möglichkeiten der erneuerbaren Energien aufmerksam machen bzw. auf die Notwendigkeit für deren Nutzung in der Zukunft hinweisen. Außerdem soll diese Untersuchung dazu anregen, einen eigenen Beitrag zur Minderung der CO₂-Emmission zu leisten.

Bedanken an dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn J. Neumann, der mir bei betriebswirtschaftlichen Fragen zur Seite stand und mit seinem Interesse an einem Investitionsprojekt der Photovoltaik dem praktischen Teil dieser Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ein Fallbeispiel gab.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn H. Schwochow der SunTechnics GmbH für seine aus der betriebswirtschaftlichen und technischen Praxis kommenden Beiträge sowie bei den Mitarbeitern der DGS e.V. für das mir zur Verfügung gestellte Informationsmaterial.

Nicht zuletzt gilt mein Dank Herrn C. Paulini, Gas-, Wasserinstallateur, Bauklempner und Fachkraft für Solartechnik, für die Klärung von Fragen, die sich auf Technologie und Installation von Photovoltaikanlagen bezogen.

Berlin, 24.1.2003

Dirk Mai

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Seite

I. Einleitung

Aktueller Stand der Stromwirtschaft

1

II. Hauptteil

1. Theoretische Grundlagen

1.1 Fördermöglichkeiten

1.1.1	Förderung durch die Einspeisevergütung des EEG	7
1.1.2	Das 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm	8
1.1.3	KfW-Sonderprogramm Photovoltaik	10
1.1.4	CO ₂ -Minderungsprogramm der KfW	11
1.1.5	ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm der DtA	12
1.1.6	DtA-Umweltprogramm	13
1.1.7	Bewag-Förderung "Energie 2002" als Zuschuss	14
1.1.8	Weitere Förderungen je nach Bundesland	15
1.1.9	Förderung Gewerbetreibender	16
1.1.10	Förderperspektive	16

1.2 Steuerliche Aspekte

1.2.1	Abschreibungsmethoden	18
	a) lineare Abschreibung	19
	b) degressive Abschreibung	19
	c) linear-degressive Abschreibung	20
	d) Sonderabschreibung	20
1.2.2	Umsatzsteuer	20
1.2.3	Einkommensteuer	22
1.2.4	Gewerbsteuer	23
1.2.5	Bauabzugssteuer	24
1.2.6	Auswirkungen auf die Ökozulage	25

1.3 Rechtliche und sonstige Aspekte

1.3.1	Netzeinspeisung	25
1.3.2	Bauordnungsrecht	27
1.3.3	Versicherung	28

1.4 Betriebswirtschaftliche Aspekte

1.4.1	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hinsichtlich Liquidität und Endwert der Investition	29
1.4.2	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hinsichtlich Gewinn/Verlust unter Berücksichtigung von Steuern und Abschreibung	31
1.4.3	Investitionsrechenverfahren	33
	a) Amortisationsrechnung	36
	b) Rentabilitätsrechnung	39
	c) Kapitalwertmethode	40
1.4.4	Einzelinvestitionsentscheidung bei Ungewissheit	42
	a) Korrekturverfahren	42
	b) Sensitivitätsanalyse	43

2. Annahmen

2.1	Investitionskosten einer Photovoltaikanlage	44
2.2	Betriebskosten / laufende Kosten	46
2.3	Inflation	48
2.4	Weitere Annahmen	48
2.4.1	Globalstrahlung	48
2.4.2	Ausrichtung der Photovoltaikanlage	51
2.4.3	Jährliche Einspeisung einer Anlage mit 4,0 kWp Anlagenleistung	53
2.4.4	Individuelle Annahmen über Förderung	54
2.4.5	Individuelle steuerliche Annahmen	55

3. Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Umsetzung der theoretischen Grundlagen und Annahmen anhand eines Beispiels unter Verwendung der Standardsoftware Excel

3.1	Betriebserfolg, Liquidität und Endwert der Investition	58
3.2	Gewinn/Verlust unter Berücksichtigung von Steuern und Abschreibungen	59
3.3	Amortisationsrechnung	60
3.3.1	Durchschnittsmethode	61
3.3.2	Kumulationsmethode	61
3.4	Rentabilitätsrechnung	62
3.5	Kapitalwertmethode	64
3.6	Einzelinvestitionsentscheidung bei Ungewissheit	66
3.6.1	Korrekturverfahren	
	a) Korrekturverfahren bei 100%iger Förderung aus dem 100.000 Dächer-Programm	66
	b) Korrekturverfahren bei 100%iger Förderung aus dem CO ₂ - Minderungsprogramm	68
3.6.2	Sensitivitätsanalyse	
	a) Sensitivitätsanalyse bezüglich des Kapitalwertes der Investition	69
	b) Sensitivitätsanalyse bezüglich des Endwertes der Investition	72

4. Auswertung der Ergebnisse der einzelnen Methoden in Hinsicht auf Realisierung des Investitionsvorhabens

4.1	Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bei 100%iger Förderung aus dem 100.000 Dächer-Programm	73
4.2	Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bei 100%iger Förderung aus dem CO ₂ -Minderungsprogramm	77

5. Abschließende Empfehlung über die Realisierung des Investitions- vorhabens

5.1 Realisierung der Investition in eine Photovoltaikanlage mit 4,0 kWp Anlagenleistung bei 100%iger Förderung aus dem 100.000 Dächer- Solarstrom-Programm	82
5.2 Realisierung der Investition in eine Photovoltaikanlage mit 4,0 kWp Anlagenleistung bei 100%iger Förderung aus dem CO ₂ -Minderungs- Programm	85
<u>III. Schlussbetrachtung</u>	89

Anhang

- Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bezüglich Liquidität, Endwert und Gewinn/Verlust bei 65%iger Förderung aus dem 100.000 Dächer-Programm und 35%iger Förderung aus dem CO₂-Minderungsprogramm
- Auszug aus dem EEG
- Mustereinspeisevertrag

Literaturverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung

Abkürzungsverzeichnis

BMWi	- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CO ₂	- Kohlendioxid
DGS	- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
DtA	- Deutsche Ausgleichsbank
DWD	- Deutscher Wetterdienst
EEG	- Erneuerbare-Energien-Gesetz
ERP	- Umwelt- und Energiesparprogramm
EStG	- Einkommensteuergesetz
FHW	- Fachhochschule für Wirtschaft Berlin
KfW	- Kreditanstalt für Wiederaufbau
KW	- Kilowatt
KWh	- Kilowattstunde
KWp	- Kilowattpeak
MW	- Megawatt
UStG	- Umsatzsteuergesetz

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:

Anteil der Photovoltaik an den erneuerbaren Energien in Deutschland

Abbildung 2:

Natürliches und technisch nutzbares Angebot der erneuerbaren Energien im Vergleich zum Endenergieverbrauch der Welt

Abbildung 3:

Verteilung der Kosten für eine Photovoltaikanlage bis zu einer Anlagenleistung von 5 kWp

Abbildung 4:

Globalstrahlung in der Anlagenebene