

14. Wirtschaft und Marketing von Photovoltaik-Anlagen

Emmanouil Fylladitakis, Brunel University, UK

Lernziele

Nach dem Durcharbeiten dieses Kapitels sollte der Leser in der Lage sein:

- die verschiedenen Wirtschaftsindikatoren im Zusammenhang mit Solarstromanlagen zu verstehen
- die wirtschaftliche Machbarkeit von Investitionen in verschiedene Photovoltaiksysteme zu beurteilen
- die grundlegenden Marketingparameter von Photovoltaik zu verstehen
- die erforderlichen Kriterien für die Entwicklung einer korrekten Marketingstrategie zu begreifen

Einführung

Die Wirtschaftlichkeit einer Solarstromanlage zu berechnen ist der Schlüssel, um zu verstehen, ob eine Investition sowohl machbar als auch vernünftig ist. Abgesehen von einer Studie zur Beurteilung, ob die Installation einer PV-Anlage sinnvoll und realistisch ist, ist eine wirtschaftliche Analyse notwendig, um zu entscheiden, ob die finanzielle Investition in dieses System auch wirtschaftlich fundiert ist.

Generell sind Solarstromanlagen gekennzeichnet durch eine hohe Anfangsinvestition seitens des Energieerzeugers, die eine sorgfältige wirtschaftliche Analyse und Planung erfordert. Die Kapitalkosten eines PV-Systems nehmen jedes Jahr ab – nicht nur weil die Materialkosten sinken, sondern auch weil die Installateure bessere Installationsmethoden entwickeln und geringere Wartungskosten erreichen. Beispiel: obwohl die Solarmodulpreise zwischen 2004 und 2008 stabil geblieben sind, sanken die Kapitalkosten von Solarstromanlagen aufgrund besserer Gestellsysteme und niedrigerer Finanzierungskosten [1]. Aber: obwohl die Kapitalkosten von PV-Anlagen in den letzten zehn Jahren sehr reduziert worden sind, bleiben sie doch beachtlich und sind der primäre Hinderungsgrund für Investitionen in PV-Anlagen. Andererseits sind die Betriebs- und Wartungskosten für gewöhnlich gering und oft vernachlässigbar im Vergleich zum Stromkauf bei einem Energieanbieter.

Da die Anfangskapitalkosten einer Solarstromanlage so hoch sind, ist eine korrekte wirtschaftliche Analyse von höchster Wichtigkeit. Inselanlagen müssen präzise dimensioniert werden, und der Ertrag von netzgekoppelten Systemen sauber geschätzt, sonst erleidet der Besitzer große finanzielle Verluste. Vereinfachende wirtschaftliche Evaluierungen, die sich allein auf derzeitige Konjunkturzahlen stützen, sind ungeeignet; und Daumenregel-Ansätze sind ungenau und finanziell gefährlich. Dabei ist eine saubere wirtschaftliche Evaluierung einer Solarstromanlage nicht komplex. Die folgenden Abschnitte beschreiben die essenziellen wirtschaftlichen Parameter, die für die ökonomische Optimierung von PV-Anlagen von Bedeutung sind, sowie eine wirtschaftliche Optimierungsmethode und Beispiele von Anlagenbewertungen.

Wirtschaftliche Analysemethoden

Die gebräuchlichste Methode, Ingenieurökonomie auf PV-Anlagen anzuwenden, ist, alle zukünftigen Einkommensströme auf ihren gegenwärtigen Wert zu reduzieren. Die Kernidee ist, dass Geld einen Zeitwert hat – eine bestimmte Geldmenge wird in Zukunft weniger wert sein als heute. Das ist die Grundlage der beiden meistverbreiteten Wirtschaftsanalysemethoden für Solarstromanlagen, der Lebenszykluskostenrechnung (life cycle cost, LCC) und der Lebenszykluseinsparungsrechnung (life cycle savings, LCS).

Die LCC-Methode ist die Summe aller Kosten im Zusammenhang mit der PV-Anlage während eines Analysezeitraums, der normalerweise der erwarteten Lebensdauer der Anlage entspricht. Alle Kosten werden auf ihren gegenwärtigen Wert zurückgerechnet (diskontiert), indem man einen alternativen Diskontsatz anwendet und die Inflation berücksichtigt. Alle wichtigen Cashflows müssen beurteilt werden, inklusive aller Details, die signifikant sind.

Die LCS-Methode wird einfach definiert als die Differenz zwischen den LCC-Kosten einer herkömmlichen, mit fossilen Brennstoffen gespeisten Energiequelle allein und den LCC-Kosten der Solarstromanlage, die sie ersetzen oder ergänzen wird.

Grundlegende Wirtschaftsindikatoren

Die Basis dieser Analysemethode ist der Diskontsatz (d). Der Diskontsatz ist der Multiplikator, der das erwartete monetäre Einkommen einer Anlage in seinen gegenwärtigen Marktwert konvertiert. So wichtig es auch ist, eine realistische Zahl für den Diskontsatz zu wählen – man kann hier nur eine fundierte Vermutung anstellen. Bei PV-Anlagen könnte das der Zinssatz eines Sparkontos oder des Kredits sein, der die Anlage finanziert.

Die Inflation (i) ist eine weitere wirtschaftliche Größe, die vom Nutzer beurteilt werden muss, und die sich sowohl auf die gegenwärtige Inflationsrate als auch auf historische Parameter stützen sollte. Beachten Sie, dass die Inflationsrate für verschiedene Produkte und Dienste unterschiedlich ist, daher kann die Nutzung der durchschnittlichen nationalen Inflationsrate zu falschen Ergebnissen führen. Bei

einer kompletten Wirtschaftsanalyse müssen unterschiedliche Inflationsraten für die Beurteilung von Kosten für Brennstoffe, Produkte und andere Dienste herangezogen werden.

Um den Wert von Komponenten, die nach einer bestimmten Zeit möglicherweise ersetzt werden müssen (z.B. Batterien), zukünftige Servicekosten oder den Zeitwert der gesamten Anlage einzuschätzen, benötigt man einen geschätzten Diskontsatz. Das führt zum Zeitwertkoeffizienten (*Present Value Coefficient, PVC*). Wenn n die Zeitdauer (in der Regel Jahre) ist, dann ist die Formel für den PVC:

$$PVC = \frac{1}{(1 + d)^n}$$

Der PVC wird benutzt, um den zukünftigen Wert einer Geldsumme, ob Einnahmen oder Kosten, in seinen gegenwärtigen Wert umzurechnen. Die Formel zur Berechnung des Zeitwertes (Present Value, PV) einer Geldsumme bei bekanntem zukünftigem Wert (Future Value, FV) ist:

$$PV = FV \times PVC = FV \times \frac{1}{(1 + d)^n}$$

Diese Formel kann auch zur Umrechnung von aktuellen Geldflüssen in ihren zukünftigen Wert benutzt werden.

Beispiel: wenn die Akkus eines Inselfsystems nach 7 Jahren ersetzt werden müssen, kann ihr aktueller Wert beurteilt werden, indem man ihre derzeitigen Kosten schätzt und dabei einen Diskontsatz annimmt und n gleich 7 setzt. Nimmt man Ersetzungskosten von 10.000€ und einen Diskontsatz von 5% an, dann ist der Wert ihres Ersatzes nach 7 Jahren:

$$PV_b = 10.000\text{€} \times \frac{1}{(1 + 0,05)^7} = 7.106,81\text{€}$$

Die Gesamtkosten der Ersatzteile (C_R) ist einfach die Summe des Zeitwertes der Komponenten, multipliziert mit ihrem Zeitwertkoeffizienten. Wenn z die zu ersetzende Komponente bezeichnet und C_z die aktuellen Kosten dieser Komponente, dann kann man C_r mit der folgenden Formel berechnen:

$$C_R = \sum_z PVC_z \times C_z$$

Neben den Kosten für Ersatzteile muss der Ingenieur auch die Betriebs- und Wartungskosten beurteilen. Dieser Posten wird im Allgemeinen als konstant betrachtet, aber wie alle Geldwerte nimmt ihr aktueller Geldwert jedes Jahr ab. Für die Berechnung von Betriebs- und Wartungskosten (C_m) muss man den Capital Recovery Factor (CRF) beurteilen. Wenn die Lebensdauer der Solaranlage N Jahre beträgt und i_M die Inflationsrate der Betriebs- und Wartungskosten, dann kann man den CRF letzterer (CRF_M/CRF_0) mit der folgenden Formel berechnen:

$$CRF_M = \frac{i_M(1 + i_M)^N}{(1 + i_M)^N - 1}$$

$$CRF_O = \frac{i_O(1 + i_O)^N}{(1 + i_O)^N - 1}$$

Wenn die jährlichen Wartungskosten einer PV-Anlage 500€ betragen und die Inflationsrate der Wartungsdienste 3% ist, errechnet sich der Zeitwert über eine Zeitdauer von 25 Jahren wie folgt:

$$CRF_M = \frac{0,03 \times (1 + 0,03)^{25}}{(1 + 0,03)^{25} - 1} = \frac{0,063}{1,094} = 0,0576/\text{Jahr}$$

$$C_M = \frac{500\text{€}}{0,0576} = 8680,55\text{€}$$

Der CRF kann nicht nur zur Ermittlung von Betriebs- und Wartungskosten herangezogen werden. Er ist besonders nützlich zur Ermittlung von jeglichen sich amortisierenden Kosten, wie zum Beispiel jährliche Bankzahlungen. Wenn die Kapitalkosten (CC) einer gesamten Solarstromanlage oder von Performance- oder Komponentenugrades (z.B. Tracker) durch einen Bankkredit abgedeckt werden mit einer Zinsrate i_b und einem Tilgungszeitraum N_b , dann betragen die jährlichen Kosten (Y):

$$Y = CC \times CRF_b = CC \times \frac{i_b(1 + i_b)^{N_b}}{(1 + i_b)^{N_b} - 1}$$

Beispiel: nehmen wir an, dass die Installation eines Trackers die Produktion der Anlage um 3000kWh pro Jahr erhöhen würde. Der Tracker kostet 8000€, und sein Kauf wird mit einem Darlehen mit einer Laufzeit von 8 Jahren und einem Zinssatz von 7% finanziert:

$$Y_{ex} = 8.000\text{€} \times \frac{0,07 \times (1 + 0,07)^8}{(1 + 0,07)^8 - 1} = 1339,74\text{€/Jahr}$$

Wenn der Betreiber diese Kosten während der Kreditlaufzeit vollständig durch die Energieproduktion der Anlage decken möchte, dann muss der Preis pro kWh während dieses Zeitraumes höher als die Stromkosten dieses Beispiels sein:

$$EC_{ex} = \frac{1339,74\text{€/Jahr}}{3000\text{kWh/Jahr}} = 0,44658\text{€/kWh}$$

Die Kapitalkosten einer PV-Anlage (CC_s) bestehen aus zwei Teilen – Kosten, die abhängig von der Kollektorfläche sind (C_A), und die, die es nicht sind (C_E). Der erste Teil beinhaltet alle Komponenten, die abhängig von der Kollektorfläche sind (z.B. Solarpanels, Kabel, Gestelle usw.), und der zweite die Komponenten, die nicht abhängig von der Größe der Anlage sind (z.B. Zähler, Akkus, Netzanschlusskosten usw.). Wenn die Panelfläche A ist, betragen die Kapitalkosten einer Anlage:

$$CC_S = A \times C_A + C_E$$

Nehmen wir in einem einfachen Beispiel an, dass wir eine netzgekoppelte Anlage mit 150m² haben. Ein 300W_p-Panel von zwei mal einem Meter kostet 300€. Die Gestelle schätzen wir auf 50€ pro Quadratmeter. Weiterhin braucht die Anlage einen geeigneten Wechselrichter, und als Netzanschlusskosten fallen einmalig 2000€ an.

Um den CC_S zu berechnen, müssen wir zunächst die Größe der Anlage schätzen. Unter der Annahme, dass keine Neigung vorhanden ist, d.h. die komplette Fläche kann von Panels bedeckt werden, passen 75 Panels auf unsere Anlagenfläche. Die Kosten der Panels sind 150€/m², und ein für 22,5 kW_p ausgelegter Wechselrichter ist nötig, er wird mit 6000€ angenommen. Dann sind die CC_S dieser Anlage:

$$CC_S = A \times (150 + 50) + 6.000 + 2.000 = 38.000\text{€}$$

Wenn die Kapitalkosten der Anlage bekannt sind, kann man schließlich die kompletten Lebenszykluskosten (Life Cycle Costs - LCC) der Solarstromanlage ausrechnen:

$$LCC = CC_S + C_R + C_M - RV$$

Wobei RV der Restwert der Anlage am Ende ihrer Lebensdauer ist. Häufig wird dieser Wert mit Null angenommen.

Netzgekoppelte PV-Anlagen

Bei der Beurteilung von netzgekoppelten Anlagen nutzt man die LCC-Methode, um alle Cashflows in ihren gegenwärtigen Wert zu diskontieren.

Der jährliche Gewinn (AECB) eines netzgekoppelten Systems ist die Summe der Netto-Cashflows (Einnahmen minus Ausgaben) über den analysierten Zeitraum. Der Netto-Cashflow CF für das Jahr N beträgt:

$$CF_N = [ES \times FIT \times (1 + i_{FIT})^{N-1}] - BPP - \left[C_{MN} \times (1 + i_{CMN})^{N-1} \right]$$

Wobei ES die im Jahr N an das Stromnetz verkaufte Energie ist, FIT der Einspeisungspreis, i_{FIT} die jährliche Inflationsrate vom FIT, BPP die jährlichen Rückzahlungen an die Bank im Falle eines Kredits, C_{MN} die jährlichen Wartungskosten und i_{CM} die jährliche Inflationsrate der C_{MN}. Weitere Indikatoren, wie Betriebskosten oder zu erwartende Austauscherteile, können ebenfalls hinzugefügt werden.

Die jährlichen Bankrückzahlungen BPP für einen Kredit LS über eine Laufzeit von LNP Jahren bei einem angenommenen Kreditzins von i_{bl} werden mit der folgenden Formel berechnet:

$$BPP = LS \times \left(i_{bl} + \frac{i_{bl}}{(1 + i_{bl})^{LNP} - 1} \right)$$

Für gewöhnlich entspricht der Kredit den Kapitalkosten der Anlage, und die Kreditlaufzeit ist gleich deren Lebensdauer.

Und schließlich ist der Nettozeitwert (NPV) der Anlage:

$$NPV = \left[\sum_1^N \frac{CF_N}{(1+d)^N} \right] - ICC_S$$

Wobei ICC_S die Anfangskapitalkosten der Anlage sind, die nicht von einem Kredit abgedeckt werden.

Berechnen wir als Beispiel den Nettozeitwert (NPV) einer netzgekoppelten Anlage, die aus fünfzig 300Wp-Panels besteht. Ein Panel kostet 300€. Die Montagegestellkosten werden mit 100€ pro Panel angenommen, der Inverter mit 3800€ und die einmaligen Anschlusskosten mit 1500€. Die jährlichen Wartungskosten betragen 250€ und haben eine Inflationsrate von 2%. Der FIT ist 0,3€/kWh und hat eine Inflationsrate von 1%. Unsere kompletten Anfangskapitalkosten werden von einem Kredit mit 25 Jahren Laufzeit und einem Zinssatz von 5,5% gedeckt. Simulationen zeigen, dass die Anlage jährlich 20.000kWh produzieren wird. Unter der Annahme einer minimalen Investitionsrate von 4% und einer Lebensdauer von 25 Jahren – was ist der NPV der Anlage?

Die Kapitalkosten der Anlage sind:

$$CC_S = 50 \times (300 + 100) + 3.800 + 1.500 = 25.300\text{€}$$

Diese Kosten werden komplett von einem Kredit abgedeckt, dessen jährlichen Rückzahlungen sein werden:

$$BPP = 25.300\text{€} \times \left(0,055 + \frac{0,055}{(1 + 0,055)^{25} - 1} \right) = 1886,1\text{€/Jahr}$$

Der jährliche Netto-Cashflow CF pro Jahr N ist:

$$CF_N = \left[20.000\text{kWh} \times \frac{0,3\text{€}}{\text{kWh}} \times (1 + 0,01)^{N-1} \right] - \frac{1886,1\text{€}}{\text{Jahr}} - [250\text{€} \times (1 + 0,02)^{N-1}]$$

Beispielsweise:

$$\begin{aligned} CF_8 &= \left[20.000\text{kWh} \times \frac{0,3\text{€}}{\text{kWh}} \times (1 + 0,01)^{8-1} \right] - \frac{1886,1\text{€}}{\text{Jahr}} - [250\text{€} \times (1 + 0,02)^{8-1}] \\ &= 4259,5\text{€} \end{aligned}$$

Der ICCS der Anlage ist Null, daher ergibt die diskontierte Summe der Cashflows den Nettozeitwert der Anlage:

$$NPV = \sum_1^N \frac{CF_N}{(1+d)^N} = \frac{114299,1\text{€}}{(1 + 0,04)^{25}} = 42876,1\text{€}$$

Insel- oder Selbstverbraucheranlagen

Bei Insel- oder Selbstverbraucheranlagen ist die LCS-Methode normalerweise die geeignetste, da die wirtschaftliche Machbarkeit der Investition in Solarstrom mit anderen Energiequellen verglichen werden muss. Die LCS-Methode ist praktisch nicht anders als die LCC-Methode, mit der Ausnahme, dass die LCC für jede Option evaluiert werden muss und die wirtschaftlichen Ergebnisse miteinander verglichen werden.

Der jährliche Gewinn einer Solarstromanlage, die eine existierende netzgekoppelte Anlage unterstützt oder ersetzt, kann auch in zwei Teile unterteilt werden: den direkten Gewinn (DECB) und den indirekten Gewinn (IECB). Der direkte Gewinn besteht, wie der Name schon sagt, aus den finanziellen Einnahmen pro Jahr. Für ein beliebiges Jahr N kann er ausgedrückt werden als:

$$DECB_N = H_N \times EC_N \times [EPC_N \times (1 + i_{EPC})^{N-1}]$$

Wobei H die Anzahl der Tage im Jahr ist, an denen die Anlage läuft, EC die Stromkosten pro kWh, EPC die aktuelle elektrische Energie pro Tag, die von der Anlage abgedeckt wird und i_{EPC} die jährliche Inflationsrate der EPC.

Beispiel: wenn eine PV-Anlage rund um die Uhr und 7 Tage die Woche arbeitet und dabei 60kWh/Tag produziert und man die Stromkosten mit 0,015€/kWh annimmt, dann ist der DECB für dieses Jahr:

$$DECB = 365 \times 60 \times 0,015 = 328,5\text{€}$$

Der IECB ist ein empirischer Wert, der das Resultat darstellt von zum Beispiel:

- der Reduzierung negativen Einflüssen auf die Umwelt durch Nutzung konventioneller Energien
- der Vermehrung zusätzlicher sozialer Dienste (Gesundheit, Sicherheit usw.), die aufgrund der Reduzierung des Imports fossiler Brennstoffe auftreten kann
- dem Rückgang der Arbeitslosigkeit
- der Reduzierung der nationalen Energieabhängigkeit von Importen

Häufig wird der IECB als halb so groß wieder DECB erachtet [2]. Daraus folgt, dass der AECB ganz einfach $1,5 \times DECB$ ist. Allerdings wird der IECB für privatwirtschaftliche Investitionen nicht berücksichtigt, und es gilt $AECB = DECB$.

Vergleichen wir zum Beispiel die folgenden drei Optionen über einen Zeitraum von 10 Kalenderjahren. Der Bedarf wird mit durchschnittlich 15800 kWh pro Jahr angenommen.

Ölbetriebener 4kW-Generator – Kapitalkosten 5000€, Energiekosten 0,09€/kWh.

Gasbetriebener 4kW-Generator – Kapitalkosten 4000€, Energiekosten 0,11€/kWh.

Solarstromanlage, 12kW_p-Insulanlage – Kapitalkosten 40.000€, keine Energiekosten.

Wir gehen davon aus, dass keine Teile ersetzt werden müssen und dass die Inflationsrate der Energiekosten 6% pro Jahr beträgt.

Für den Ölgenerator ergeben sich Energiekosten von:

$$\sum_{N=1}^{10} 15.800 \times 0,06 \times (1 - 0,06)^N = 20.825,66\text{€}$$

Inklusive der Kapitalkosten beträgt der LCC des ölbetriebenen Systems:

$$LCC_o = 5.000 + 12.495,39 = 25.825,66\text{€}$$

Analog hat der gasbetriebene Generator einen LCC von:

$$\sum_{N=1}^{10} 15.800 \times 0,11 \times (1 - 0,06)^N = 22.908,22\text{€}$$

$$LCC_G = 4.000 + 16.660,52 = 26.908,22\text{€}$$

Unter diesen Annahmen ist die Solarstromanlage keine wettbewerbsfähige Investition, da die Kapitalkosten signifikant höher sind als der LCC der konventionellen Stromerzeuger. Wenn wir allerdings annehmen, dass der überschüssige Strom der PV-Anlage an das Stromnetz verkauft wird, zu einem Festpreis 0,27€ für die nächsten 10 Jahre und mit einer Diskontrate von 0,03%, und der Energieüberschuss 4000kWh beträgt, dann ergibt sich:

$$DECB_{PV} = 6.500 \times 0,27 = 1.755\text{€/Jahr}$$

$$PV_{PV} = \left[\sum_{N=1}^{10} FV \times \frac{1}{(1 + d)^N} \right] = 15.419,62\text{€}$$

Dann ist der LCC der PV-Anlage:

$$LCC_{PV} = 40.000 - 15.419,62 = 24.580,38\text{€}$$

Was nun durchaus wie eine wettbewerbsfähige Investition im Vergleich zu konventionellen Generatoren aussieht.

Photovoltaikmarketing

Marketing wird definiert als die Gesamtheit aller Maßnahmen, um die Aufmerksamkeit der Kunden auf Sie und Ihr Produkt zu ziehen. Es ist ein sehr weites Feld, kann aber in drei Hauptbereiche eingeteilt werden: grundlegendes Marketing, systematische Planung und das Verkaufsgespräch. Unter grundlegendem Marketing versteht man einzelne, unorganisierte Maßnahmen von direkter oder indirekter Reichweite. Das Verkaufsgespräch ist die direkteste Kontaktform mit dem Kunden und beruht normalerweise auf persönlicher oder telefonischer Kommunikation. Die systematische Planung ist ein Programm oder eine Reihe von Maßnahmen, die ein bestimmtes Ziel erfüllen sollen. Da die systematische Planung zeitabhängig ist, ist sie immer dynamisch und für gewöhnlich auf die folgenden Kriterien ausgerichtet:

- Ökonomie (niedrigere Kosten, höhere Einnahmen, höherer wirtschaftlicher Wert)
- Sonstige Vorteile (Umwelteinfluss, Arbeitslosigkeit)
- Technische Leistungsfähigkeit verbessern
- Soziale Akzeptanz verbessern

Es hat in den letzten zwei Jahrzehnten zahlreiche Publikationen gegeben, die verschiedene Solarmarketingstrategien untersucht haben. Einige schlagen Marketing- und Finanzierungsstrategien vor [3], andere erforschen Durchdringungsstrategien für spezifische/neue Märkte [4-6]. Einige untersuchen nicht-technische Aspekte [7, 8], und wieder andere analysieren das Verbraucherverhalten [9, 10]. Ein erfolgreiches Marketingprogramm erfordert die sorgfältige Beachtung von vielfachen Parametern und die Anpassung von multiplen Marketingstrategien an die spezifischen Bedürfnisse der anvisierten Kundengruppe.

Kundenorientiertes Marketing

Um die erwarteten Ergebnisse zu erzielen, muss der Kunde im Mittelpunkt der Marketingmaßnahmen stehen. Ob es nun um eine einzelne, grundlegende Marketingaktion (z.B. Werbung) geht oder um ein groß angelegtes Marketingprogramm – man versucht, die Bedürfnisse und Wünsche der Zielkunden zu verstehen und strebt deren Befriedigung an. Jede Kundengruppe kann unterschiedliche Bedürfnisse haben (Finanzen, Lebensraum), und sie werden daher verschieden auf individuelle Marketingaktionen reagieren. Um Marketingaktionen oder -strategien auszuwählen, müssen vier Hauptparameter beachtet werden.

Parameter 1 : Geographische Lage

Es ist offensichtlich, dass Solarpanels nur in unverschatteten Gebieten verwendet werden können. Aber auch andere Parameter müssen bedacht werden, wie z.B. die lokalen Klimadaten (Sonnenscheindauer, Sonneneinstrahlung pro Quadratmeter, Windgeschwindigkeiten usw.). Es ist unbedingt erforderlich, zumindest die grundlegenden Klimaparameter zu bedenken und technisch-wirtschaftliche Simulationen durchzuführen, bevor man die Installation einer Solarstromanlage vorschlägt, und untersucht, ob die Investition sowohl

wirtschaftlich als auch technisch machbar ist. Auch müssen die Panels in Richtung des Sonnenlaufs an der Himmelskuppel zeigen (nach Süden auf der Nordhalbkugel, nach Norden auf der Südhalbkugel).

Parameter 2 : Demografie

Es gibt drei Hauptkategorien von Investoren: private, kommerzielle und industrielle. Ein jeder von ihnen hat unterschiedliche Bedürfnisse, Budgets und Ziele. Privatinvestoren beispielsweise werden sich höchstwahrscheinlich von kleinen Low-Cost-Installationen angezogen fühlen und von den ökologischen Vorteilen überzeugt werden können, selbst wenn der wirtschaftliche Gewinn gering ist. Kommerzielle Investoren könnten für eine große Investition gewonnen werden, um das gesellschaftliche Ansehen ihres Unternehmens zu verbessern, was dann anziehender auf ihre Kunden wirkt. Industrieinvestoren werden wahrscheinlich nur von finanziellen Gewinn und der Zuverlässigkeit angezogen werden.

Wenn ein Marketingprogramm auf mehrere demografische Gruppen abzielt, ist es zwingend erforderlich, dass seine Ressourcen gemäß der erwarteten Bereitschaft einer jeden Gruppe zugewiesen werden. Beispielsweise muss der größte Teil der Marketingressourcen der Gruppe mit der größten finanziellen Schlagkraft gewidmet werden und dabei ihre Investitionsbereitschaft beachtet werden.

Parameter 3 : Psychografie

Die Psychografie erlaubt die Unterteilung der potenziellen Kunden in Gruppen, je nach ihrer gesellschaftlichen Klasse, Lebensstil und Persönlichkeitsmerkmalen. Häufig haben Gruppen, die bereit sind, in Solarenergie zu investieren, gemeinsame Bedürfnisse und Wertvorstellungen. Entweder suchen sie ein Investment mit geringem Risiko oder sie sind ökologisch motiviert. Kulturelle und regionale Verhaltensmerkmale sind auch sehr wichtig. Marketingstrategien an die gesellschaftliche Klasse, Werte, Meinungen und Interessen der Zielgruppe anzupassen ist essenziell, damit die Marketingaktion eine signifikante Wirkung erzielt.

Parameter 4 : Verhalten

Sowohl für grundlegendes als auch für komplexes Marketing ist es wichtig zu erforschen und zu erkennen, wie Kunden auf ein Produkt reagieren und sie abhängig davon in Gruppen zu unterteilen. Solarmarketingstrategien müssen unter Berücksichtigung ihrer Erwartungen und Absichten an das technische und ökologische Bewusstsein der Zielgruppe angepasst werden. Beispielsweise könnten Privatanutzer mit hohem Einkommen in eine Solaranlage investieren wollen, nehmen dann aber aus ästhetischen Gründen davon Abstand. Daher wird ein Marketing für möglicherweise teurere, aber optisch weniger beeinträchtigende Anlagen/Panels wirksamer sein. In Gebieten mit sehr geringem Umweltbewusstsein der potenziellen Kunden stützt sich wirksames Marketing in der Regel eher auf wirtschaftliche Aspekte.

Die Konzeption einer Marketingstrategie

Einer einfachen Definition zufolge ist eine Marketingstrategie "das Bestreben, das richtige Produkt am richtigen Ort, zum richtigen Preis und im richtigen Moment zu platzieren". Sie ist auch bekannt als die vier Ps – Product, Place, Price and Promotion [11]. James Culliton hat die Rolle des Marketing Managers als "Mischer von Zutaten" beschrieben – jemand, der mal Rezepten von anderen folgt, mal sein eigenes Rezept im Verlauf kreiert, auch mal ein Rezept für die gerade vorhandenen Zutaten anpasst, und wieder ein anderes Mal neue Zutaten erfindet, die niemand zuvor probiert hat [12].

Parameter 1 : Product

In der Photovoltaik kann man die "Produkte" in zwei Hauptgruppen einteilen: materielle Güter und immaterielle Dienste. Güter sind die Panels, Gestelle, Wechselrichter und jegliches physisch vorhandene Gerät. Dienste sind der Verkauf, Kundendienst, Wartung, Garantiebedingungen und mehr.

Ein wirksamer Marketingplan muss die Güter und Dienste gemäß der Bedürfnisse und Wünsche der Kunden berücksichtigen. Beispielsweise müssen spezielle Gestelle und Panel dort an potenzielle Kunden vermarktet werden, wo Hagelstürme häufig und intensiv auftreten, während ein hochentwickelter Kundendienst für kommerzielle Kunden wichtig ist. Die erwartete Lebensdauer eines jeden Produkts muss für den Kunden klar ersichtlich sein, und der Vermarkter muss die Herausforderungen evaluieren, die während der Lebensdauer der Solaranlage auftreten können.

Parameter 2 : Price

Der Preis setzt sich aus den Gesamtkosten zusammen, die ein Kunde für ein spezifisches Produkt oder Dienst bezahlt. Er ist nicht nur ein finanzieller Aspekt, sondern schließt auch andere Parameter, wie Zeit und Bewusstsein, ein. Für den Vermarkter ist die richtige Untersuchung dieser Parameter von höchster Bedeutung, beeinflussen sie doch sowohl die Wettbewerbsfähigkeit der Marketingstrategie als auch die des Verkäufers.

In der Photovoltaik ist es wichtig, eine detaillierte Aufstellung aller auftretenden Kosten während der Lebensdauer einer Anlage zur Verfügung zu stellen, nicht nur die Kapitalkosten. Aktuell sind diese Kosten in der Regel hoch, und die meisten Investoren werden das als eine bedeutende Ausgabe empfinden. Wirksames Marketing muss die finanziellen Langzeitgewinne hervorheben – neben anderen Gewinnen, wie dem ethischen.

Parameter 3 : Place

Eine wirksame Marketingstrategie erfordert Wissen darüber, was wo damit erreicht werden soll. Das führt zur Auswahl der geeigneten Vertriebsmethode:

intensiv, selektiv oder gar exklusiv (peer-to-peer-Verkauf). Der selektive Vertrieb wird oft von Vermarktern gewählt, die eine spezifische Nutzergruppe erreichen wollen, während der exklusive Vertrieb meistens auf P2P-Ebene stattfindet. Intensiver Vertrieb ist in der Photovoltaik selten wirksam, es sei denn, ein groß angelegtes Subventionsprogramm ist gerade in Kraft.

Parameter 4 : Promotion

Unter Werbung versteht man jegliche Kommunikationsmethode, die dem Vermarkter zur Annäherung an verschiedene Kundengruppen zur Verfügung steht. Oft wird Werbung fälschlicherweise für das einzige Element des Marketings gehalten – nichts könnte weiter von der Wahrheit entfernt sein. Die vier grundlegendsten Elemente von Werbung sind:

- Reklame: jegliche bezahlte Kommunikation, Werbespots, Printmedien.
- PR: nicht direkt bezahlte Kommunikation, wie Handelsmessen, Seminare, Pressemitteilungen
- Verkaufsorganisation: sie identifiziert und spricht jede potenzielle Kundengruppe an. Häufig erfordert die Photovoltaik den persönlichen Verkauf, was heißt, dass sich der Verkäufer mit dem potenziellen Käufer trifft und seine Bedürfnisse verstehen muss.
- Sales promotion: das kann einschließen, dass man Kunden informieren muss, was lokale oder nationale Subventionen, Rabatte oder Steuererleichterungen betrifft, oder jedwede Aktion, die die Verkäufe kurzfristig belebt (z.B. Gutscheine, befristete Rabatte).

Man sollte beachten, dass große Unternehmen oder komplexe Marketingstrategien die Untersuchung von mindestens zwei weiteren Aspekten erfordern – den Kunden (Consumer) und die Umstände (Circumstances). Die damit zusammenhängenden Faktoren kann man sich mit den vier Himmelsrichtungen merken, weswegen diese Erweiterung das "Kompassmodell" genannt wird. Diese Faktoren sind:

Consumers	Circumstances
N - Needs	N - National/International
W - Wants	W - Weather
S - Security	S - Social/cultural
E - Education	E - Economic

Im Gegensatz zu den vier Ps sind diese Elemente der Marketingstrategie die Zielsetzungen, nicht die Taktik. Dennoch ist ihre Beachtung essenziell für langfristig und breit angelegte Marketingstrategien, wo Fehler zu folgenschwerer Verschwendung von Ressourcen führen.

Der Vermarkter muss auch Elemente untersuchen, die durch Marketingentscheidungen nicht beeinflussbar sind. Das könnten sein:

Umwelt: starke klimatische Veränderungen, Wahrscheinlichkeit von extremen Wetterereignissen

Wettbewerb: das Erscheinen anderer Wettbewerber auf dem Markt, die ähnliche Dienste anbieten

Technologie: Weiterentwicklungen, die Verfügbarkeit und Preis jeglicher Komponenten im Zusammenhang mit Solaranlagen beeinflussen können

Gesellschaft: jegliche Veränderung des Bewusstseins und der Bereitschaft der Öffentlichkeit im Verhältnis zur Photovoltaik und erneuerbaren Energiequellen

Recht: Lizenzen, Genehmigungen, Sicherheitsbestimmungen, Subventionen und regierungsseitige Richtlinien, die die Nutzung von Photovoltaik beeinflussen können.

Literaturnachweis

- [1] M. Bazilian, I. Onyeji, M. Liebreich, I. MacGill, J. Chase, J. Shah, *et al.*, "Re-considering the economics of photovoltaic power," *Renewable Energy*, vol. 53, pp. 329-338, May 2013.
- [2] I. Fragkiadakis, "Photovoltaic systems," *Professor of TEI of Crete, Zito press, Copyright*, 2004.
- [3] T. Nordmann, "Successful Solar Marketing and Financing in Europe: How to get from here to there in Photovoltaics?," *Proc. EUROSUN'96 Freiburg*, 1996.
- [4] B. Sigrin and E. Drury, "Diffusion into New Markets: Economic Returns Required by Households to Adopt Rooftop Photovoltaics," in *2014 AAAI Fall Symposium Series*, 2014.
- [5] N. Bach, P. Calais, and M. Calais, "Marketing residential grid-connected PV systems using a Balanced Scorecard as a marketing tool," *Renewable Energy*, vol. 22, pp. 211-216, 2001.
- [6] M. Muntasser, M. Bara, H. Quadri, R. El-Tarabelsi, and I. La-Azebi, "Photovoltaic marketing in developing countries," *Applied energy*, vol. 65, pp. 67-72, 2000.
- [7] R. Haas, "RESIDENTIAL PHOTOVOLTAICS APPLICATIONS: THE RELEVANCE OF NON-TECHNICAL ISSUES," *International Journal of Solar Energy*, vol. 20, pp. 37-55, 1998/01/01 1998.
- [8] B. Groenendaal, T. De Lange, P. Lako, J. Van Roosmalen, C. Tool, and D. Wild-Scholten, "Critical Success Factors for the Large-Scale Introduction of Grid-Connected Photovoltaic Systems. A survey focusing on the non-technical aspects," Netherlands Energy Research Foundation ECN, Petten (Netherlands)2000.
- [9] A. Faiers and C. Neame, "Consumer attitudes towards domestic solar power systems," *Energy Policy*, vol. 34, pp. 1797-1806, 2006.
- [10] W. Jager, "Stimulating the diffusion of photovoltaic systems: A behavioural perspective," *Energy Policy*, vol. 34, pp. 1935-1943, 2006.
- [11] N. H. Borden, "The concept of the marketing mix," *Journal of advertising research*, vol. 4, pp. 2-7, 1964.
- [12] J. W. Culliton, *The management of marketing costs*: Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard Univ., 1948.