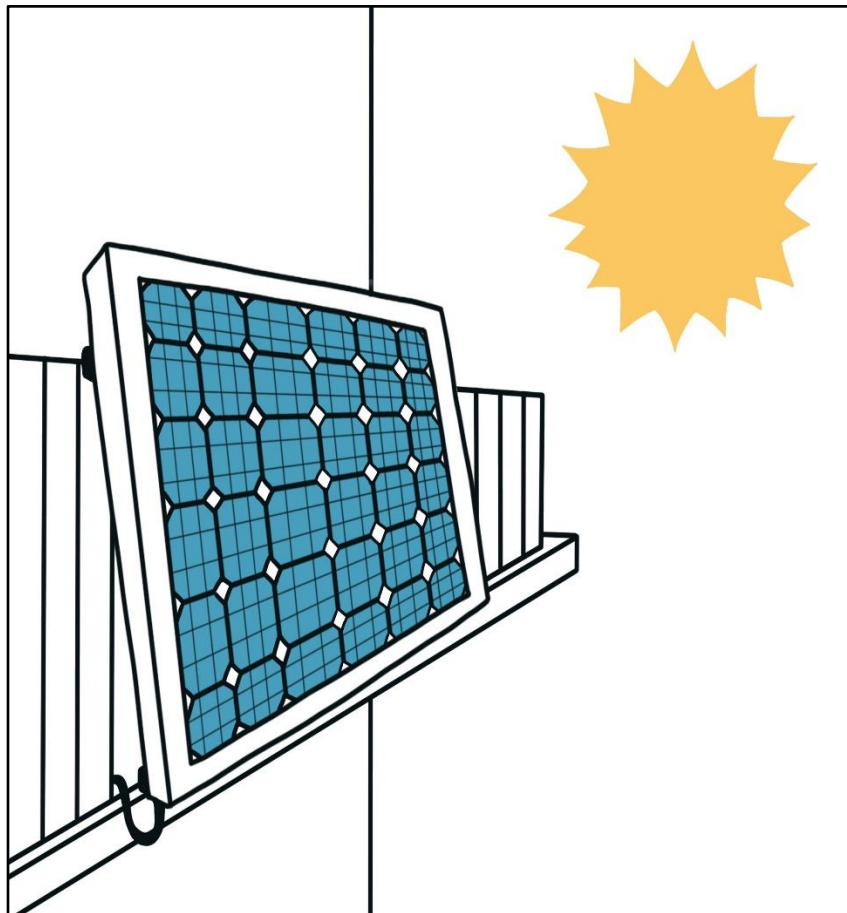


Kostensteuerung und Kostenanalyse

Aaron Kuhn

Kosten- und Ertragsanalyse eines Balkonkraftwerks



Juni 2026

Inhalt

1 Methodik des strategischen Kostenmanagements	3
2 Photovoltaikanlage für den Balkon als wirtschaftlicher Untersuchungsgegenstand im privaten Stromverbrauch	7
3 Lebenszykluskostenmanagement und Benchmarking bei einem Balkonkraftwerk	10
3.1 Lebenszyklusorientierte Wirtschaftlichkeitsanalyse des Balkonkraftwerks	10
3.2 Struktur der Kosten und Erlöse im Lebenszyklus	10
3.3 Durchführung der Investitionsrechnung (Kapitalwertmethode)	11
3.5 Benchmarking in Bezug auf das Balkonkraftwerk	16
3.6 Fazit	17
Quellenverzeichnis	19
Endnotenverzeichnis	20

1 Methodik des strategischen Kostenmanagements

Das strategische Kostenmanagement fokussiert sich nicht mehr auf die klassische Kostenzuordnung, sondern ermöglicht eine rechtzeitige und langfristige Kostenbeeinflussung. Es umfasst Maßnahmen, die die Wettbewerbsfähigkeit und Rentabilität des Unternehmens erhöhen, indem die Kostenstrukturen auf die Unternehmensziele abgestimmt werden.¹ Typische Bestandteile des strategischen Kostenmanagements sind: das Fixkostenmanagement, das Prozesskostenmanagement, das Zielkostenmanagement, das Lebenszyklusmanagement und das Benchmarking.

Fixkostenmanagement

Das Fixkostenmanagement konzentriert sich auf die Fixkosten, also regelmäßige und konstante Ausgaben, die unabhängig von Rohstoffverbrauch, Umsatz oder Produktionsmenge anfallen, z.B. Grundstücksmiete oder Lizenzen. Das Ziel des Fixkostenmanagements ist es, in Bezug auf die Fixkosten deren Transparenz zu erhöhen und deren Kostenblock zu kontrollieren bzw. zu optimieren. Ein effizientes Fixkostenmanagement ist wichtig, damit die Belastung durch Fixkosten möglichst reduziert wird und das Unternehmen auch bei schwankendem Umsatz oder niedriger Produktion profitabel bleibt. Die Analyse der Fixkostenstruktur hilft also dabei überflüssige Ausgaben und Einsparpotenziale aufzudecken und somit die Rentabilität zu verbessern.²

Um die Fixkostenstruktur zu analysieren, kann man eine **Kostenartenanalyse** durchführen. Dafür erfasst man alle Fixkostenarten, die im Unternehmen anfallen können (Gehalt, Abschreibungen usw.) und kategorisiert anschließend die einzelnen Fixkosten in die jeweiligen Arten, um einen besseren Überblick zu erhalten. Anschließend analysiert man die verschiedenen Fixkostenarten und kann ggf. Maßnahmen für eine bestimmte Art beschließen. Alternativ gibt es die **Kostenstellenanalyse**, die ähnlich abläuft, aber die Fixkosten den Kostenstellen, die man im Voraus identifiziert hat, zuordnet. Die darauffolgende Analyse und Bewertung basieren dann auf Kostenstellen statt auf Kategorien. Um das Verhältnis zwischen Fixkosten und variablen Kosten zu analysieren, verwendet man die **Break-even-Analyse**. Dafür werden erst die Fixkosten des gesamten Unternehmens ermittelt. Anschließend berechnet man den Break-even-Punkt, also den Punkt, an dem so viel Umsatzmenge oder Umsatzwert erreicht wurde, dass die Fixkosten gedeckt sind und ab dem das Unternehmen Gewinn realisieren kann.³ Anhand der Break-even-Analyse kann das Unternehmen z.B. den Umsatz feststellen, der nötig ist, um die anfallenden Fixkosten zu decken.

Um im Sinne der Fixkostenreduktion herauszufinden, welche Bestimmungsfaktoren die Fixkosten verursachen, kann man eine Vertrags- und eine Eigentumspotentialdatenbank anlegen. Eine **Vertragsdatenbank** dient dazu, alle vorhandenen Verträge zentral zu erfassen und zu verwalten. Sie ermöglicht gezielte Auswertungen, indem sie Informationen mit Sach-, Zeit- und Kostenbezug über die Verträge (z.B. Vertragspartner, Kündigungsfristen, Beiträge) sammelt. Somit können Kosten kontrolliert werden und Einsparpotenziale aufgedeckt werden. Ein Unternehmen kann dadurch beispielsweise kündbare Verträge schnell ermitteln. Eine **Eigentumsdatenbank** verfolgt einen ähnlichen Zweck, bezieht sich aber auf das betriebliche Vermögen. Sie erfasst die vorhandenen Güter (Maschinen, Fahrzeuge, Gebäude) hinsichtlich ihres wirtschaftlichen Nutzens und möglicher Verkaufserlöse. Diese Werte sind aber nicht immer genau bestimmbar und es ist wichtig, die richtigen Bewertungsgrundlagen vorauszusetzen. Trotzdem hilft sie dabei, die eigenen Vermögenswerte effizient zu nutzen und/oder sie abzubauen.⁴

Prozesskostenmanagement

Das Prozesskostenmanagement verteilt die anfallenden Gemeinkosten möglichst verursachungsgerecht auf Produkte wie die klassische Zuschlagskalkulation. Im Fokus stehen vor allem die indirekten Unternehmensbereiche wie Verwaltung, Logistik oder Marketing, bei denen der Anteil der Gemeinkosten relativ hoch ist.⁵

Im ersten Schritt der Prozesskostenrechnung werden die in den indirekten Unternehmensbereichen (z.B. Marketing, Vertrieb, ...) erbrachten Leistungen erfasst. Ausgangspunkt ist die Identifikation der Dienstleistungen je Gemeinkostenbereich, wie zum Beispiel die Überwachung des Fertigungsablaufs bei der Fertigungssteuerung. Danach werden die einzelnen Tätigkeiten (Prozesse) innerhalb dieser Bereiche bestimmt. Die Tätigkeit ist die kleinste nicht weiter zerlegbare Einheit im Arbeitsprozess und führt stets zu einem Ressourcenverbrauch. Jeder Tätigkeit wird auch der entsprechende Zeitaufwand zugeordnet. Im zweiten Schritt werden die Tätigkeiten erst zu Teilprozessen innerhalb von einer Kostenstelle und dann zu kostenstellenübergreifenden Hauptprozessen zusammengefasst. Die Vielzahl der einzelnen Aktivitäten wird somit strukturiert und überschaubar. Außerdem erfolgt eine Unterscheidung in **leistungsmengeninduzierte Prozesse** (Imi) und **leistungsmengenneutrale Prozesse** (Imn), da nur für Imi-Prozesse die Kostentreiber bestimmt werden. Imi-Prozesse hängen von der Anzahl der erbrachten Leistung ab (z.B. Anzahl der Qualitätskontrollen), Imn-Prozesse hingegen nicht (z.B. Bereitstellung IT-Infrastruktur). Anschließend erfolgt die Bestimmung der Kostentreiber für die Imi-Prozesse. Kostentreiber oder englisch „Cost-Driver“ sind quantitative Einflussgrößen, die Ressourcenverbrauch und damit die Kosten in einem Prozess verursachen, wie z.B. die Anzahl von Prüfungen an einem Produkt. Die Kostentreiber stellen die Grundlage für die spätere Gemeinkostenrechnung und sie müssen sowohl messbar sein als auch einen Bezug zu den Kostenträgern aufweisen. Für leistungsmengenneutrale Prozesse können keine geeigneten Kostentreiber bestimmt werden, da deren Kosten unabhängig von der Leistungsmenge anfallen. Im nächsten Schritt werden die gesamten Prozesskosten der einzelnen Imi-Prozesse ermittelt, indem man z.B. anhand der Kosten eines Personaljahres und der Dauer eines ausgewählten Prozesses die Prozesskosten ermittelt.⁶

Darauf aufbauend lassen sich die Prozesskostensätze berechnen, die als Grundlage für die Verrechnung der Gemeinkosten dienen. Den Imi-Prozesskostensatz erhält man, wenn man die gesamten Prozesskosten durch die geplante Prozessmenge teilt. Ergänzend wird ein Imn-Prozesskostensatz zusätzlich aufgeschlagen. Die Summe beider Prozesskostensätze ergibt den Gesamtprozesskostensatz, der schließlich die Kosten pro Prozesseinheit abbildet und eine verursachungsgerechte Weiterverrechnung ermöglicht.

Zielkostenmanagement

Das Zielkostenmanagement (Target-Costing) verfolgt einen marktorientierten Ansatz und stellt nicht die Frage „Was kostet ein Produkt?“, sondern „Wie viel darf ein Produkt kosten?“ Ausgangspunkt für das Target-Costing ist dabei der am Markt erzielbare Preis, der sich aus der Wahrnehmung des Kunden hinsichtlich des Preis-Leistungs-Verhältnisses ergibt. Anhand der Kundenanforderungen werden Kostenziele definiert, die im gesamten Entwicklungsprozess des Produkts eingehalten werden müssen. Da sich die Kosten eines Produkts an der Akzeptanz des Kunden orientieren, ist eine konsequente Ausrichtung an Markt- und Wettbewerbsbedingungen sichergestellt. Die klassische Vorgehensweise beim Zielkostenmanagement besteht aus drei Schritten: Zuerst wird die Zielkostenfindung

durchgeführt, dann folgt die Zielkostenspaltung und abschließend wird der Schritt der Zielkostenerreichung durchgeführt.⁷

Um eine **Zielkostenfindung** durchzuführen, bedarf es mehrerer Schritte. Zunächst wird der Zielpreis auf Basis von Marktanalysen und Kundenanforderungen bestimmt. Um im Voraus die Zahlungsbereitschaft der Kunden zu ermitteln, wird häufig ein Prototyp benötigt, der den Kunden zur Verfügung gestellt wird. Dieser Ansatz, um die Zielkosten mit Hilfe eines Prototyps herauszufinden, nennt man „Market into Company“, aber es gibt auch noch andere Ansätze wie z.B. „Out of Company“ oder „Out of Competitor“. Im nächsten Schritt wird die Zielrendite festgelegt, meist in Form der Umsatzrendite (RoS), um den gewünschten Gewinn, den das Produkt erbringen muss, auszurechnen. Durch die anschließende Subtraktion der Zielrendite vom Zielpreis ergeben sich die Zielkosten, also die Kosten für ein Produkt, die vom Markt noch erlaubt werden. Liegen die Zielkosten über den unternehmensinternen Standardkosten, entsteht ein Kostenreduktionsbedarf, der Optimierungen oder Veränderungen hinsichtlich der bestehenden Prozesse und Produktgestaltung erforderlich macht.

Bei der **Zielkostenspaltung** werden die zuvor ermittelten Zielkosten eines Produkts auf dessen einzelne Komponenten oder Funktionen verteilt. Man unterscheidet hier zwischen der Komponentenmethode, mit der die Zielkosten auf Basis der technischen Bedeutung der einzelnen Bauteile verteilt werden, und der beliebteren Funktionsmethode, bei der die Zielkosten je nach kundenrelevanten Funktionen auf die physischen Komponenten, die zur Erfüllung der jeweiligen Funktion beitragen, aufgeteilt werden.⁸

Zur Sicherstellung der **Zielkostenerreichung** werden Zielkostenindizes ermittelt, die das Verhältnis zwischen dem Bedeutungsgrad einer Komponente für den Kundennutzen und ihrem tatsächlichen Kundennutzen beschreiben. Der Kundennutzen wird dem tatsächlichen Kostenanteil (Ist-Kosten) gegenübergestellt, um zu erkennen, ob eine Komponente im Verhältnis zu ihrem Nutzen für den Kunden zu teuer ist und sich Maßnahmen zur Kostenreduktion anbieten. Für die relevanten Komponenten wird der Zielkostenindex berechnet, indem man den Kundennutzen durch den Kostenanteil an Produkt-Ziel-Kosten teilt. Liegt dieser Wert über 1, sind die Kosten im Verhältnis zum Nutzen zu hoch, während ein Wert unter 1 auf angemessene Kosten bzw. zusätzlichen Spielraum hindeutet.⁹ Zur Visualisierung dieser Optimierungspotenziale kann z.B. ein Kostenkontrolldiagramm (Value Control Chart) verwendet werden. Die durch das Target-Costing entdeckten Zielkostenlücken können durch Kostensenkungsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen geschlossen werden. Dazu gehören produktbezogene Anpassungen wie die Vereinfachung der Konstruktion oder die Reduktion des Funktionsumfangs, ebenso wie kostenstellenbezogene Maßnahmen wie eine Rationalisierung oder eine Anpassung der Kapazitäten.

Lebenszyklusmanagement

Das Lebenszyklusmanagement betrachtet ein Produkt über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg, also von der Entwicklung über die Marktphase bis hin zu Nachsorge- und Pflegephasen. Es versucht, alle anfallenden Kosten und Erlöse ganzheitlich zu erfassen, da diese im Laufe der Zeit unterschiedlich ausfallen können und in der klassischen periodenbezogenen Kostenrechnung oft nicht genug berücksichtigt werden. Indem sie die langfristigen Aspekte des Produktlebenszyklus einbezieht, wird verhindert, dass Produkte aufgrund niedriger Produktionskosten als wirtschaftlich erscheinen, obwohl hohe Entwicklungs- oder Folgekosten anfallen und das Unternehmen im Gesamtergebnis Verluste macht. Ein zentrales Ziel ist die Minimierung der gesamten Lebenszykluskosten sowie eine

kontinuierliche Rentabilitätsbewertung des Produktes über alle seine Phasen hinweg. Aufgrund ihres Entscheidungscharakters wird die Lebenszyklusrechnung häufig auch als Investitionsrechnung verstanden, bei der mit Hilfe des Kapitalwerts oder des internen Zinses die Wirtschaftlichkeit des Produkts beurteilt wird. Dabei ist die Unterscheidung zwischen Kosten (Investitionsrechnung: Auszahlungen) und Betriebserträgen (Investitionsrechnung: Einzahlungen) wichtig, da mit diesen Größen die Rentabilität berechnet wird.¹⁰

In der Entstehungsphase des Produktes fallen vor allem Kosten für Forschung, Entwicklung, Marktforschung und andere Vorbereitungen an, während Erlöse zum Beispiel durch Zuschüsse, Steuervergünstigungen oder Lizenzverkäufe entstehen können. In der Marktphase stehen den laufenden Erträgen aus dem Produktverkauf Kosten für die Markteinführung, Produktion und später für die Markteinführung gegenüber. Die Nachsorgephase umfasst schließlich Erlöse aus Wartung, Reparatur oder Verwertung des Produkts, doch es können auch Kosten durch Garantie- oder Reparaturversprechen und Entsorgungsaufwand anfallen.

Die zentrale Methode der Lebenszyklusrechnung ist die **Kapitalwertmethode**, bei der zukünftige Ein- und Auszahlungen gegenübergestellt werden. Ein positiver Kapitalwert zeigt, dass die angestrebte Verzinsung erreicht oder übertroffen wird, während ein negativer Kapitalwert auf eine unwirtschaftliche Investition hinweist.¹¹

Die Produktlebenszyklusrechnung ist aber auch mit Unsicherheiten verbunden, da die zukünftigen Kosten und Erträge des Produkts nicht vollständig vorhergesagt werden können und man sich stattdessen auf Schätzwerte verlässt. Außerdem verläuft nicht jeder Produktlebenszyklus nach demselben Muster, was die Planung erschwert. Für die Bewertung der Erlöse und der Kosten ist auch ein hoher Koordinationsaufwand notwendig, da für die Bewertung sowohl technische als auch marktbezogene Informationen in Betracht gezogen werden müssen.

Benchmarking

Benchmarking ist ein Ansatz zur Leistungsbewertung und -verbesserung, bei dem ein Unternehmen seine eigenen Prozesse, Produkte oder Dienstleistungen mit den Best Practices anderer Unternehmen oder Organisationen in der Branche vergleicht. Ziel ist es, durch den Vergleich Verbesserungspotenziale aufzudecken und gezielte Maßnahmen zur Optimierung abzuleiten. Der sogenannte „Benchmark“ dient dabei als Referenzmaßstab, an dem die eigene Leistungsfähigkeit gemessen wird. Neben dem Vergleich mit Best Practices und dem Fokus auf kontinuierliche Verbesserung hat das Benchmarking noch weitere Ansätze. Zum Beispiel ist ein wesentliches Merkmal der kontinuierliche Charakter des Benchmarkings, da es sich nicht um eine einmalige Analyse handelt, sondern ein immer fortlaufender Prozess der Anpassung und Optimierung ist. Zudem ist es für ein effektives Benchmarking wichtig, seine Analyse mit quantitativen Kennzahlen und unter der Berücksichtigung von qualitativen Faktoren durchzuführen, damit die Ergebnisse auch fundiert und datengestützt sind. Beispiele für Benchmarking-Objekte sind monetäre Kennzahlen wie Umsatzrentabilität, Logistikkosten usw. oder nicht monetäre Kennzahlen wie z.B. Lieferzeiten, Anzahl der Fehler oder Durchlaufzeiten.¹²

Der Benchmarking-Prozess lässt sich in mehrere aufeinanderfolgende Schritte gliedern. Zuerst erfolgt die Planung und Vorbereitung, bei der die Fragestellungen, die die Benchmarking-Analyse behandelt, definiert und geeignete Vergleichsgrößen oder -faktoren (z.B. Kosten, Produktionszeit, ...) festgelegt werden. Anschließend wählt man Unternehmen oder Organisationen aus, die als Referenz zum Vergleich geeignet sind. Ein wichtiger Aspekt bei diesem Schritt ist die Frage, woher die Daten kommen

und ob sie frei verfügbar sind oder erst gesammelt werden müssen. In der darauffolgenden Analysephase werden die eigenen Leistungskennzahlen mit den Benchmarking-Partnern oder den allgemeinen Best Practices verglichen, um Abweichungen und Schwachstellen zu identifizieren. Anhand der Analyseergebnisse werden konkrete Verbesserungsmaßnahmen entwickelt und im Unternehmen implementiert, die darauf abzielen, die identifizierten Leistungslücken zu schließen. Abschließend erfolgt eine Überwachung und Nachverfolgung, um den langfristigen Erfolg der Maßnahmen zu kontrollieren.

Je nach Zielsetzung lassen sich unterschiedliche Arten des Benchmarkings unterscheiden. Beim **internen Benchmarking** werden Prozesse und Leistungen innerhalb des eigenen Unternehmens verglichen, beispielsweise zwischen verschiedenen Abteilungen oder unterschiedlichen Standorten. Das **Wettbewerbsbenchmarking** richtet sich hingegen auf den Vergleich mit direkten Konkurrenten und liefert Erkenntnisse zur eigenen Marktposition. Beim **funktionalen Benchmarking** werden sich ähnliche Vergleichsprozesse branchenübergreifend angeschaut, um Best Practices aus einem breiteren Umfeld zu bekommen. Findet das Unternehmen keine Wettbewerber als Benchmarking-Partner oder konkrete Vergleichsobjekte, kann ein **allgemeines Benchmarking** durchgeführt werden, das die eigene Leistung des Unternehmens mit allgemein anerkannten Best Practices vergleicht.¹³

Benchmarking bietet viele Vorteile für das strategische Kostenmanagement und die Unternehmenssteuerung. Es dient zur Identifikation effizienter Prozesse und Best Practices, unterstützt durch Vergleiche mit Konkurrenten die Wettbewerbsfähigkeit und schafft generell eine Kultur der kontinuierlichen Verbesserung. Gleichzeitig sollte man aber auch die Herausforderungen beachten, die durch eine Benchmarking-Analyse entstehen. Nicht immer lassen sich die Daten optimal mit dem eigenen Unternehmen vergleichen und es ist ggf. auch schwierig überhaupt an die benötigten Daten zu kommen. Außerdem kann die Implementierung von ausgearbeiteten Verbesserungsmaßnahmen oder allein die Durchführung des Benchmarking-Prozesses hohe Kosten und Aufwand verursachen.

2 Photovoltaikanlage für den Balkon als wirtschaftlicher Untersuchungsgegenstand im privaten Stromverbrauch

Begriff und Einordnung

Ein sogenanntes Balkonkraftwerk ist eine kleine Anlage zur Erzeugung elektrischer Energie aus Sonnenlicht, die speziell für private Haushalte konzipiert ist. Im Gegensatz zu den klassischen Photovoltaikanlagen auf Hausdächern handelt es sich hierbei um kleinere Systeme mit geringerer Leistung, die ohne eine aufwendige Installation direkt an das Stromnetz des Haushalts angeschlossen werden können. Der dadurch erzeugte Strom wird primär für den eigenen Haushalt genutzt, wodurch sich die Bezugskosten für den Strom aus den öffentlichen Netzen reduzieren lassen. Somit können auch Mieter oder Wohnungseigentümer ohne eigenes Dach einfach von Solarstrom profitieren. Im Vergleich zu großen Photovoltaikanlagen weisen Balkonkraftwerke eine geringere Leistung auf, die typischerweise bei 800 Watt liegt, denn statt der Einspeisung ins öffentliche Netz steht die Deckung des direkten Eigenverbrauchs im Vordergrund. Für private und vor allem urbane Haushalte stellen diese Anlagen eine Möglichkeit dar, die eigenen Energiekosten zu senken. Vor diesem Hintergrund lohnt es sich, bei einem Balkonkraftwerk eine Wirtschaftlichkeitsanalyse mit Methoden des strategischen Kostenmanagements durchzuführen.

Technischer Aufbau

Ein Balkonkraftwerk setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Im Zentrum der Anlage stehen die Photovoltaikmodule, die aus mehreren Solarzellen bestehen und das einfallende Licht in elektrische Energie umwandeln. Da Haushaltsgeräte mit Wechselstrom betrieben werden, ist ein Wechselrichter erforderlich, der den erzeugten Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom umwandelt. Bei Balkonkraftwerken kommt üblicherweise ein Mikrowechselrichter zum Einsatz, der direkt an die Solarmodule angeschlossen ist. Er sorgt für die Umwandlung des Stroms für den Haushalt, erfüllt aber auch sicherheitstechnische Funktionen wie die automatische Abschaltung bei Netzstörungen. Der Anschluss der Anlage an das häusliche Stromnetz erfolgt über ein vorkonfektioniertes Kabel mit Stecker. Hierfür wird eine Schutzkontaktsteckdose (Schuko-Steckdose) verwendet, wobei alternativ dafür auch spezielle Einspeisesteckdosen zum Einsatz kommen können. Ergänzend zu den elektrischen Komponenten umfasst ein Balkonkraftwerk ein Montagesystem, das der sicheren Befestigung der Solarmodule dient. Dieses System kann je nachdem an einem Balkongeländer, an der Hauswand oder auf einer anderen freien Fläche angebracht werden. Der technische Aufbau von Balkonkraftwerken ist insgesamt sehr standardisiert und hat eine geringere Komplexität als große PV-Anlagen.

Leistungsdaten und Strompreis

Für die wirtschaftliche Bewertung eines Balkonkraftwerks sind insbesondere die elektrischen Leistungs- und Ertragskennzahlen von zentraler Bedeutung. Als maßgebliche Größe dient zunächst die installierte Nennleistung der Anlage, die in Watt (W) angegeben wird. Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Anlage mit einer maximal zulässigen Leistung von 800 W betrachtet, da sie dem in Deutschland üblichen Standard entspricht.¹⁴ Die tatsächlich erzeugte Strommenge hängt jedoch nicht nur von der Nennleistung ab, sondern wird maßgeblich durch standortspezifische Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die geografische Lage, die Ausrichtung und Neigung der Module sowie mögliche Verschattungen. Unter den Bedingungen in Deutschland kann für eine Anlage mit zwei Solarmodulen (2x400 W) von einem jährlichen Stromertrag zwischen etwa 660 und 950 Kilowattstunden ausgegangen werden.¹⁵ Neben dem Jahresertrag spielt auch die Effizienz der Anlage eine Rolle, wobei hier besonders Umwandlungsverluste im Wechselrichter sowie temperaturbedingte Leistungsverluste der Module zu berücksichtigen sind. Diese führen dazu, dass die tatsächlich nutzbare Strommenge unterhalb der theoretisch maximal möglichen Erzeugung liegt. Die Verluste müssen in die Berechnung (in dieser Arbeit mit einem pauschalen Abschlag) mit einfließen. Für die folgende Analyse wird angenommen, dass das Balkonkraftwerk von einem Haushalt genutzt wird, in dem tagsüber mindestens eine Person anwesend ist. Dadurch kann ein wesentlicher Anteil des erzeugten Stroms unmittelbar im Haushalt verbraucht werden. Es wird folglich eine Eigenverbrauchsquote von 70% angesetzt¹⁶, während die verbleibenden 30% unentgeltlich in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Der durchschnittliche Haushaltsstrompreis beträgt, ohne Berücksichtigung der Grundgebühr, in Deutschland 0,32 €/kWh¹⁷. Die Grundgebühr wird in der Rechnung ausgelassen, da sie je nach Anbieter sowie Bezugsmenge unterschiedlich ausfallen kann und man sie unabhängig davon, ob man ein Balkonkraftwerk nutzt oder nicht, zahlen muss.

Kostenstruktur und Lebensdauer

Für die im Rahmen dieser Arbeit betrachtete Anlage, die aus zwei 400-W-Modulen, einem Wechselrichter, den erforderlichen Anschlusskabeln und einer entsprechenden Halterung besteht, liegen die Investitionskosten typischerweise in einem Bereich von etwa 250€ bis 500€. ¹⁸ Soweit keine

baulichen Anpassungen erforderlich sind, bleibt der Installationsaufwand insgesamt gering und die Befestigung kann in vielen Fällen ohne die Hilfe eines Handwerkers erfolgen. Balkonkraftwerke sind eher wartungsarm, deshalb fallen laufende Betriebskosten nur in sehr geringem Umfang an. Sichtprüfungen und Reinigungen der Module durch den privaten Besitzer sind sinnvoll, aber führen nicht zu nennenswerten zusätzlichen Kosten. Insgesamt zeichnet sich die Kostenstruktur von Balkonkraftwerken durch im Vergleich zu normalen PV-Anlagen geringe Einstiegskosten und minimale laufende Aufwendungen aus. Die Investitionskosten müssen sich über die Betriebszeit der Anlage amortisieren, dabei ist es wichtig zu beachten, dass die einzelnen Bestandteile der Anlage unterschiedliche Lebensdauern haben. Die langlebigsten Komponenten sind die PV-Module und haben üblicherweise eine Lebensdauer von etwa 20 bis 25 Jahren. Trotzdem muss man die Abnahme der Leistungsfähigkeit im Zeitverlauf berücksichtigen: Die Degradation liegt normalerweise etwa bei 0,5% Leistungsverringerung pro Jahr und führt dazu, dass der jährliche Stromertrag im Laufe der Nutzungsdauer leicht sinkt.¹⁹ Der Wechselrichter weist eine kürzere Lebensdauer auf, die im Bereich von 10 bis 15 Jahren liegt. Weil er für den Betrieb der Anlage essenziell ist, ist ein Austausch im Laufe der Gesamtnutzungsdauer des Balkonkraftwerks wahrscheinlich. Die Nutzung der Module erfolgt über das ganze Jahr, wobei die maximal erreichbare Leistung und somit die Stromproduktion saisonalen Schwankungen unterliegen. In den Sommermonaten wird aufgrund höherer Sonneneinstrahlung deutlich mehr Strom erzeugt als im Winter, man muss also einen gemittelten Stromertrag in Betracht ziehen. Zudem spielt das Nutzverhalten eine wichtige Rolle, da der Strom idealerweise direkt im Haushalt verbraucht wird. Somit ist eine möglichst hohe Übereinstimmung zwischen Erzeugungs- und Verbrauchszeit wichtig.

Zusammenfassung der Rahmenbedingungen

Tab. 1: Auflistung der Rahmenparameter und ihre Werte

Kategorie	Parameter	Wert	Erläuterung
Technische Daten	Installierte Leistung	800 W (Watt)	Standardgröße für Anlagen
	Anzahl der Module	2 Stück	je 400 W
	Jahresertrag	750 kWh/Jahr (Kilowattstunden/Jahr)	Durchschn. Wert für Deutschland
	Degradation	0,5% p.a.	Wirkungsgradverlust
Kosten und Preise	Anschaffungskosten	400€	Marktmittelwert
	Wechselrichter Ersatz	100€	nach ca.12 Jahren
	Strompreis	0,32 €/kWh (Euro/Kilowattstunde)	durchschnittlicher Haushaltsstrompreis
Lebensdauer	Module	25 Jahre	typ. Lebensdauer
	Wechselrichter	12 Jahre	typ. Lebensdauer
Nutzung	Eigenverbrauch	70%	Wert kann in der Realität schwanken
	Einspeisung	30%	ohne Vergütung
Sonstiges	Standort	Deutschland	mittlere Einstrahlung
	Betrachtungszeitraum	25 Jahre	entspr. Lebensdauer

3 Lebenszykluskostenmanagement und Benchmarking bei einem Balkonkraftwerk

3.1 Lebenszyklusorientierte Wirtschaftlichkeitsanalyse des Balkonkraftwerks

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des betrachteten Balkonkraftwerks wird im Rahmen dieser Arbeit unter anderem ein lebenszyklusorientierter Ansatz gewählt. Die Lebenszyklusrechnung ermöglicht eine ganzheitliche Analyse sämtlicher Kosten und Erträge über die gesamte Nutzungsdauer der Anlage. Das Balkonkraftwerk stellt eine einmalige Anfangsinvestition dar, deren wirtschaftlicher Nutzen sich erst über einen längeren Zeitraum durch kontinuierliche Stromerzeugung bemerkbar macht. Die erzeugte Energie wird im Haushalt direkt verbraucht und führt somit zu einer Reduktion des Strombezugs aus dem öffentlichen Netz. Die daraus entstandenen Einsparungen stellen die monetären Rückflüsse in der Investitionsrechnung dar, die im Zuge der lebenszyklusorientierten Analyse durchgeführt wird. Gleichzeitig muss man aber auch zusätzlich anfallende Kosten, wie z.B. den Ersatz einer Komponente der Anlage, berücksichtigen. Alle relevanten Zahlungsströme werden im Rahmen der Analyse erfasst und den jeweiligen Phasen des Lebenszyklus zugeordnet. Zur quantitativen Bewertung der Wirtschaftlichkeit wird im weiteren Verlauf die Kapitalwertmethode herangezogen, die es ermöglicht, zukünftige Ein- und Auszahlungen auf den Zeitpunkt der Investition abzuzinsen und sie vergleichbar zu machen.

3.2 Struktur der Kosten und Erlöse im Lebenszyklus

Im Kontext der lebenszyklusorientierten Analyse ist eine Erfassung aller relevanten Kosten- und Erlösarten erforderlich. Diese werden den einzelnen Phasen des Lebenszyklus der PV-Anlage zugeordnet, um eine Grundlage für die anschließende Investitionsrechnung zu schaffen. Für das betrachtete Balkonkraftwerk lassen sich drei zentrale Phasen unterscheiden: die Anschaffungsphase, die Nutzungsphase sowie eine Auslaufphase. In der **Anschaffungsphase** fallen die einmaligen Investitionskosten an, die für den Erwerb und die Inbetriebnahme der Anlage erforderlich sind. Diese umfassen die Kosten für die Solarmodule, den Wechselrichter sowie das Montagesystem. Wegen der eher einfachen Installation eines Balkonkraftwerks bleiben zusätzliche Installationskosten in der Regel gering oder entfallen vollständig. Die **Nutzungsphase** beschreibt die tatsächliche Verwendung der Anlage, um Strom zu erzeugen. Im Gegensatz zu anderen Investitionsgütern entstehen in diesem Fall kaum laufende Kosten, da Balkonkraftwerke meist keine Wartung oder Ähnliches benötigen. Der Aufwand beschränkt sich auf Sichtkontrollen und ggf. einfache Reinigungen, die von der Privatperson durchgeführt werden können. Im Vordergrund stehen eher die jährlichen Einsparungen, die durch die selbst erzeugte und direkt verbrauchte elektrische Energie erzielt werden. Diese Einsparungen stellen im betrachteten Fall die „Erlöse“ der Anlage dar, weil man den erzeugten Strom nicht mehr vom Anbieter kaufen muss. Es ist noch zu berücksichtigen, dass der Stromertrag im Laufe der Nutzung durch die technische Alterung der Module leicht abnimmt. Die **Auslaufphase** umfasst schließlich den Rückbau und die Entsorgung der Anlage nach Ablauf der technisch möglichen Nutzungsdauer. In der Praxis sind auch die hier entstehenden Kosten gering, da zumindest die Solarmodule meistens auf den kommunalen Wertstoffhöfen kostenlos zurückgenommen werden, da Recyclingprozesse für Photovoltaikmodule zunehmend etabliert sind. Nach einer entsprechenden Nutzungsdauer kann für die Anlage kein signifikanter Restwert angesetzt werden, da der technologische Fortschritt und die technische Ermüdung den Materialwert sehr gering halten.

Tab. 2: Relevante Kosten- und Erlösarten

Lebensphase	Art und Kategorie	Beschreibung	Zahlungswirkung
Anschaffung	Auszahlung (Investition)	Module, Wechselrichter, Kabel	einmalig
	Auszahlung (Investition, Montage)	Montagevorrichtung ggf. Handwerker	einmalig
Nutzungsphase	Erlös (Stromeinsparung)	Reduktion des Strombezugs des Anbieters	laufend
	Kosten (Degradation)	sinkender Ertrag	indirekt
	Kosten (Investition)	Ersatzteile	einmalig
End-of-Life	Kosten (Entsorgung)	Rückbau / Recycling	einmalig
	Erlös (Restwert)	ggf. vernachlässigbar	einmalig

3.3 Durchführung der Investitionsrechnung (Kapitalwertmethode)

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit des betrachteten Balkonkraftwerks wird im Folgenden die Kapitalwertmethode angewendet. Die Anschaffung dieser Anlage wird also als Investition klassifiziert. Die Methode zählt zu den Verfahren der Investitionsrechnung und berücksichtigt den Zeitwert des Geldes. Ziel ist es, alle zukünftigen Ein- und Auszahlungen, die im Zusammenhang mit der Investition stehen, auf den Zeitpunkt der Anschaffung abzuzinsen und miteinander zu vergleichen. Der Kapitalwert ergibt sich aus der Differenz zwischen den abgezinsten Einzahlungen und den abgezinsten Auszahlungen, die im Betrachtungszeitraum auftreten. Ein positiver Kapitalwert bedeutet, dass die Investition unter den angegebenen Annahmen wirtschaftlich vorteilhaft ist, da die monetären Rückflüsse die anfänglichen Investitionen übersteigen. Die Kapitalwertmethode eignet sich gut bei Photovoltaikanlagen, da sie langfristig benutzt werden.

Die vorliegende Analyse wird zwar im Rahmen des Lebenszykluskostenmanagements durchgeführt, jedoch werden in der Berechnung des Kapitalwerts die Ausgaben nicht als Kosten über den Nutzungszeitraum (Werteverzehr) dargestellt, sondern sie werden klassischerweise als einmalige oder regelmäßige Auszahlungen betrachtet. Insbesondere wird die Anschaffung der Anlage als einmalige Auszahlung zum Zeitpunkt der Investition berücksichtigt. Bei einer klassischen Lebenszykluskostenrechnung würden die anfänglich investierten 400€ nicht direkt in voller Höhe angesetzt werden. Stattdessen würden die Anschaffungskosten über die Nutzungsdauer der Anlage verteilt und in Form von Abschreibungen als Kosten erfasst werden. Die Abschreibungen stellen einen periodischen Werteverzehr der Anlage dar und führen zu einer gleichmäßigen Verteilung der Anschaffungskosten auf die Nutzungsjahre. Bei solch einer Betrachtung wäre der Kapitalwert größer, da anfallende Kosten in der Zukunft über die Zeit abgezinst werden und den Kapitalwert somit weniger senken können. Da im Anschluss an die Kapitalwertmethode noch eine Amortisationsrechnung erfolgt, werden hier die Anschaffungskosten, wie bei einer klassischen Investitionsrechnung, als einmalige Auszahlung am Anfang der Rechnung dargestellt.

Für die Berechnung des Kapitalwerts werden die in Kapitel 2 definierten technischen und wirtschaftlichen Rahmendaten herangezogen: die Anschaffungskosten von 400€, den jährlichen Stromertrag von 750 kWh/Jahr, eine Eigenverbrauchsquote von 70%, den Strompreis von 0,32€/kWh und eine jährliche Leistungsdegradation der Photovoltaikmodule in Höhe von 0,5%. Größen, die in die Rechnung einfließen. Ergänzend zu den Annahmen aus dem vorherigen Kapitel werden für die

Kapitalwertmethode noch weitere erforderliche Annahmen getroffen. Zur Berücksichtigung des Zeitwerts des Geldes wird ein Kalkulationszinssatz in Höhe von 2% angesetzt. Dieser orientiert sich an typischen sowie risikoarmen Anlagenalternativen und stellt somit eine geeignete Vergleichsgröße für die Bewertung von privaten Investitionen dar. Da die Lebensdauer des Wechselrichters unterhalb der Nutzungszeit der Solarmodule liegt, wird im Jahr 12 eine Ersatzinvestition in Höhe von 100€ in die Berechnung mit einbezogen. Laufende Betriebskosten hat die Anlage im privaten Gebrauch nicht.

Berechnung der jährlichen Einsparung

Die Rückflüsse der Investition stellen sich als jährliche Stromkosteneinsparung dar, die im Folgenden berechnet wird. Diese ergibt sich aus dem Anteil des erzeugten Stroms, der direkt im privaten Haushalt selbst genutzt wird und somit den Bezug von herkömmlichem Netzstrom ersetzt. Um den jährlichen Rückfluss zu berechnen. Hinzu kommt auch noch die Degradation der Anlage, die in die Berechnung mit einfließt. Die Degradation beschreibt die jährliche Verringerung des Stromertrags infolge technischer Alterung der Module. Dadurch reduzieren sich die jährlichen Einsparungen im Zeitverlauf geringfügig. Es folgt die Berechnung des jährlichen Ertrags über die Betrachtungszeit und die Tabelle mit den entsprechenden Ergebnissen:

$$t = \text{Jahr}; E_t = \text{Ertrag im Jahr } t; E_0 = \text{Anfangsertrag}$$

$$E_t = E_0 \cdot (1 - (t - 1) \cdot 0,005)$$

$$\text{Jahr 1: } 750 \text{ kWh} \cdot (1 - (1 - 1) \cdot 0,005) = 750 \text{ kWh}$$

$$\text{Jahr 2: } 750 \text{ kWh} \cdot (1 - (2 - 1) \cdot 0,005) = 746,25 \text{ kWh}$$

....

Tab. 3: Jährlicher Stromertrag

Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
750 kWh	746,25 kWh	742,5 kWh	738,75 kWh	735 kWh
Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
731,25 kWh	727,5 kWh	723,75 kWh	720 kWh	716,25 kWh
Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
712,5 kWh	708,5 kWh	705 kWh	701,25 kWh	697,5 kWh
Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
693,75 kWh	690 kWh	686,25 kWh	682,5 kWh	678,75 kWh
Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
675 kWh	671,25 kWh	667,5 kWh	663,75 kWh	660 kWh

Die Einsparung wird berechnet, indem man den Ertrag mit dem durchschnittlichen Strompreis multipliziert. Sie wird pro Jahr in einer Tabelle dargestellt:

$$\text{Jahr 1: } 750 \text{ kWh} \cdot 0,32 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 240 \text{ €}$$

$$\text{Jahr 2: } 746,25 \text{ kWh} \cdot 0,32 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 238,80 \text{ €}$$

...

Tab. 4: Jährlich mögliche Einsparung

Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
240,00 €	238,80 €	237,60 €	236,40 €	235,20 €
Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
234,00 €	232,80 €	231,60 €	230,40 €	229,20 €
Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
228,00 €	226,80 €	225,60 €	224,40 €	223,20 €
Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
222,00 €	220,80 €	219,60 €	218,40 €	217,20 €
Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
216,00 €	214,80 €	213,60 €	212,40 €	211,20 €

Die Einsparungen aus dieser Tabelle kann ein Haushalt aber nur erreichen, wenn dessen Eigenverbrauch konstant bei 100% liegt. Da man den erzeugten Strom nicht immer komplett ausnutzt und somit ein Teil davon wieder in das öffentliche Netz ohne Vergütung eingespeist wird, wird der jährliche Ertrag in das Verhältnis zum Eigenverbrauch von 70% gesetzt:

$$\text{Jahr 1: } 227,50 \text{ €} \cdot 0,7 = 135,98 \text{ €}$$

$$\text{Jahr 2: } 276,11 \text{ €} \cdot 0,7 = 135,30 \text{ €}$$

...

Tab. 5: Jährliche Einsparung unter Berücksichtigung des Eigenverbrauchs

Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
168,00 €	167,16 €	166,32 €	165,48 €	164,64 €
Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
163,80 €	162,96 €	162,12 €	161,28 €	160,44 €
Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
159,60 €	158,76 €	157,92 €	157,08 €	156,24 €
Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
155,40 €	154,56 €	153,72 €	152,88 €	152,04 €
Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
151,20 €	150,36 €	149,52 €	148,68 €	147,84 €

Berechnung des Kapitalwerts

Anschließend folgt die eigentliche Kapitalwertberechnung. Hierzu werden die zukünftigen Zahlungsüberschüsse auf den Investitionszeitpunkt abgezinst, um den Zeitwert des Geldes zu berücksichtigen. Der angenommene Kalkulationszinssatz beträgt 2% und orientiert sich an risikoarmen Anlagenalternativen wie Tagesgeld oder Staatsanleihen, somit ist er eine geeignete Vergleichsgröße für private Investitionsentscheidungen. Da die Lebensdauer des Wechselrichters kürzer als die Nutzungsdauer der Photovoltaikmodule ist, wird im Jahr 12 eine Ersatzinvestition in Höhe von 100€ berücksichtigt und entsprechend abgezinst. Die verwendete Formel der Kapitalwertmethode lautet dabei wie folgt:

$C_0 = \text{Kapitalwert}; I_0 = \text{Anfangsinvestition}; I_W = \text{Ersatz Wechselrichter};$

$i = \text{Kalkulationszins (2\%)}; Z_t = \text{jährliche Einsparung}; t = \text{Jahr}$

$$C_0 = -I_0 + \left(\sum_{t=1}^{25} \frac{Z_t}{(1+i)^t} \right) - \frac{I_W}{(1+i)^{12}}$$

Nun werden die Barwerte der einzelnen Jahre ausgerechnet und miteinander addiert. Das Summenzeichen in der Formel wird damit aufgelöst:

$$\text{Barwert: } \frac{Z_t}{(1+i)^t}$$

$$\text{Jahr 1 (} Z_1 = 168 \text{ €): } \frac{168 \text{ €}}{(1+0,02)^1} = 164,71 \text{ €}$$

$$\text{Jahr 2 (} Z_2 = 167,16 \text{ €): } \frac{167,16 \text{ €}}{(1+0,02)^2} = 160,67 \text{ €}$$

...

Tab. 6: Barwerte der einzelnen Jahre

Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
164,71 €	160,67 €	156,73 €	152,88 €	149,12 €
Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
145,45 €	141,87 €	138,37 €	134,95 €	131,62 €
Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
128,36 €	125,18 €	122,08 €	119,05 €	116,09 €
Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
113,20 €	110,38 €	107,63 €	104,94 €	102,32 €
Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
99,76 €	97,26 €	94,82 €	92,44 €	90,11 €
Gesamt				
3099,96 €				

Auch der Austausch des Wechselrichters im 12. Jahr muss verzinst berücksichtigt werden:

$$\text{Barwert Wechselrichter} = \frac{I_W}{(1+i)^{12}} = \frac{100 \text{ €}}{(1+0,02)^{12}} = 78,85 \text{ €}$$

Da nun alle Werte bekannt sind, kann man sie in die Formel einsetzen und den Kapitalwert berechnen:

$$C_0 = -400 \text{ €} + 3099,96 \text{ €} - 78,85 \text{ €} = 2621,11 \text{ €}$$

Laut den dargestellten Zahlungsströmen ergibt sich für das betrachtete Balkonkraftwerk ein positiver Kapitalwert. Die abgezinsten Einsparungen übersteigen die anfänglichen Investitions- und

Ersatzkosten, wodurch die Anlage unter den getroffenen Annahmen als wirtschaftlich einzustufen ist. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Investition in ein Balkonkraftwerk für private Haushalte langfristig auszahlen kann. Maßgeblich dafür sind die vergleichsweise niedrigen Anschaffungskosten gepaart mit den kontinuierlichen Einsparungen beim Strombezug. Die Berücksichtigung der Degradation führt zu leicht sinkenden Einsparungen, während die Abzinsung die zukünftigen Zahlungsströme reduziert. Da der Kapitalwert deutlich positiv ist, können noch andere einmalige Kosten wie z.B. für die Entsorgung am Ende anfallen und die Anschaffung des Balkonkraftwerks wäre trotzdem noch sinnvoll.

Einordnung der getroffenen Annahmen

Die durchgeführte Rechnung basiert auf mehreren Annahmen, die zur Vereinfachung der Analyse als konstant über den gesamten Betrachtungszeitraum angenommen wurden. Jedoch können in der praktischen Anwendung diese Einflussgrößen Schwankungen unterliegen und der Kapitalwert verändert sich. In der Berechnung wurde ein konstanter Strompreis von 0,32 €/kWh angenommen. In der Realität wird der Strompreis von Marktereignissen und der Energiepolitik beeinflusst, sodass er im Zeitverlauf steigen oder fallen kann. Da die wirtschaftlichen Vorteile des Balkonkraftwerks aus den vermiedenen Strombezugskosten entstehen, wirkt sich eine Veränderung des Strompreises direkt auf die Höhe der erzielten Einsparungen aus. Zudem basiert die Rechnung auf einer angenommenen Eigenverbrauchsquote von 70%. Diese Quote hängt aber stark vom individuellen Nutzungsverhalten des Haushalts ab. Faktoren wie die Anwesenheit der Bewohner während des gesamten Tages (z.B. Homeoffice vs. externer Arbeitsplatz), der Einsatz von stromintensiven Geräten oder unerwartete Veränderungen beim Verbrauchsverhalten können dazu führen, dass der tatsächliche Eigenverbrauch von der Annahme abweicht. Der angesetzte Zinssatz von 2% dient als Annahme für die Bewertung des Zeitwerts des Geldes und orientiert sich an risikoarmen Anlagenalternativen. Veränderungen des allgemeinen Zinsniveaus oder individuelle Renditemöglichkeiten können jedoch zu anderen Ergebnissen führen. Ein steigender Zinssatz reduziert den heutigen Wert zukünftiger Einsparungen und führt somit zu einem geringeren Kapitalwert.

Nicht berücksichtigte Lebenszykluseffekte und Restwertbetrachtung

Die durchgeführte Analyse basiert auf festen Annahmen und kann nicht alle zukünftigen und potenziellen Ein- und Auszahlungen über den gesamten Lebenszyklus der Anlage berücksichtigen. Dadurch soll vermieden werden, die Wirtschaftlichkeit durch schwer vorhersehbare Einflussgrößen falsch zu bewerten. Es existieren dennoch Faktoren, die sich positiv auf das wirtschaftliche Ergebnis auswirken können. Ein Einflussfaktor ist die tatsächliche Nutzungsdauer der PV-Module. Obwohl in der vorliegenden Analyse ein Betrachtungszeitraum von 25 Jahren angesetzt wurde, bedeutet dies nicht zwangsläufig das Ende der technischen Nutzbarkeit. Moderne Photovoltaikmodule können auch nach 25 Jahren häufig noch eine Restleistung von etwa 80% – 90% ihrer ursprünglichen Nennleistung aufweisen. Die Anlage kann also über den Betrachtungszeitraum hinaus Strom erzeugen und somit Kosten einsparen. In der Berechnung wurde für das Balkonkraftwerk kein Restwert berücksichtigt. Die Anlage ist zwar nach 25 Jahren noch funktionsfähig, doch es ist davon auszugehen, dass zukünftige Photovoltaiktechnologien leistungsfähiger sind, wodurch der Marktwert älterer Anlagen, die auch von Leistungsdegradation betroffen sind, deutlich sinkt. Folglich wird ein Restwert von 0€ angenommen, da die potenziellen Erlöse aus der Verwertung oder aus dem Verkauf wahrscheinlich durch die Kosten für Demontage, Transport und fachgerechte Entsorgung vollständig kompensiert werden.

3.5 Benchmarking in Bezug auf das Balkonkraftwerk

Nachdem das Balkonkraft mithilfe der Kapitalwertmethode untersucht wurde, erfolgt im nächsten Schritt eine Einordnung durch ein Benchmarking. Ziel des Benchmarkings ist es, die ermittelten Kennzahlen mit geeigneten Referenzwerten zu vergleichen und dadurch die Vorteilhaftigkeit der Investition besser bewerten zu können. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein allgemeines Benchmarking durchgeführt. Hierbei wird die Wirtschaftlichkeit der Anlage zum einen mit dem ausschließlichen Bezug von Netzstrom und zum anderen mit einer alternativen Kapitalanlage in Form eines verzinsten Sparguthabens verglichen.

Strompreis und ausschließlicher Bezug von Netzstrom

Die Wirtschaftlichkeit eines Balkonkraftwerks hängt maßgeblich von den Kosten des alternativ zu beziehenden Netzstroms ab. Weil die Strompreise langfristig Schwankungen unterliegen und zukünftige Entwicklungen nur schwer vorherzusehen sind, wird im Rahmen des Benchmarkings untersucht, wie sich verschiedene Strompreisszenarien auf die Vorteilhaftigkeit der Investition auswirken. Als Vergleichsmaßstab dient dabei der zuvor betrachtete Strompreis von 0,32 €/kWh.

Tab. 7: Strompreisszenarien und deren jährliche Einsparung

Szenario		
1	2	3
Niedrigpreis-Szenario 0,18 €/kWh	Basisszenario 0,32 €/kWh	Hochpreis-Szenario 0,50 €/kWh
Jährliche Einsparung (70% Eigenverbrauch)		
$750 \text{ kWh} \cdot 0,7 \cdot 0,18 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ = 94,50 €	$750 \text{ kWh} \cdot 0,7 \cdot 0,32 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ = 168 €	$750 \text{ kWh} \cdot 0,7 \cdot 0,50 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ = 262,50 €

Bei diesem Vergleich ist zu beachten, dass die steigenden Strompreise zwar die durch das Balkonkraftwerk erzielten Einsparungen erhöhen, jedoch nicht zwangsläufig zu einer absoluten Kostensenkung für den Haushalt führen. Da im betrachteten Szenario lediglich 70% des erzeugten Stroms selbst genutzt werden und die Anlage dadurch nur einen Teil des gesamten Strombedarfs deckt, bleibt der Haushalt weiterhin auf den Bezug von Netzstrom angewiesen. Die steigenden Stromkosten erhöhen trotzdem noch die Kosten für den Haushalt im Vergleich zum vorherigen Zeitpunkt, da nicht von einem kompletten Eigenverbrauch ausgegangen wird. Obwohl bei höheren Strompreisen mehr Geld gespart wird, steigen dennoch die generellen Kosten für den Haushalt.

Die Amortisationsdauer gibt an, nach welchem Zeitraum die anfänglich getätigte Investition durch die erzielten Rückflüsse vollständig zurückgewonnen wurde. Im vorliegenden Fall entspricht das dem Zeitpunkt, an dem die durch das Balkonkraftwerk erzielten Stromkosteneinsparungen die anfänglichen Anschaffungskosten ausgleichen. Für das Benchmarking eignet sich die Amortisationsdauer insbesondere dazu, die Auswirkungen unterschiedlicher Strompreise auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu veranschaulichen. Außerdem kann durch diese Methode auch festgestellt werden, wie lange man ein Balkonkraftwerk betreiben muss, damit es sich mehr lohnt, als ausschließlich Netzstrom zu beziehen. Denn durch die anfängliche Investition von 400€ ist es kurzfristig betrachtet billiger weiterhin Netzstrom zu beziehen, doch ab einem gewissen Zeitpunkt übersteigt die Summe der Einsparungen die Investitionskosten für ein Balkonkraftwerk. Die Amortisationsdauer wird als Verhältnis zwischen den Investitionskosten und den jährlich erzielten Einsparungen berechnet. Die

Degradation wird bei dieser Berechnung aufgrund ihres geringen Einflusses und zur Vereinfachung vernachlässigt.

$$\text{Amortisationsdauer} = \frac{\text{Investitionskosten}}{\text{jährliche Einsparung}}$$

Tab. 8: Berechnung der Amortisationsdauern

Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
$\frac{400 \text{ €}}{94,5 \text{ €}} = 4,23$	$\frac{400 \text{ €}}{168 \text{ €}} = 2,38$	$\frac{400 \text{ €}}{262,50 \text{ €}} = 1,52$
Amortisation in		
4 Jahren und 3 Monaten	2 Jahren und 5 Monaten	1 Jahr und 6 Monaten

Die berechneten Amortisationsdauern zeigen, wie stark die Wirtschaftlichkeit des Balkonkraftwerks von den zugrunde gelegten Strompreisen beeinflusst wird. Während sich die Investition in Szenario 2 nach etwas mehr als zwei Jahren refinanziert, verlängert sich dieser Zeitraum bei niedrigen Strompreisen entsprechend. Die Amortisationsdauer liegt aber in allen drei betrachteten Szenarien deutlich unter der technischen Lebensdauer der Anlage von 25 Jahren.

Vergleich mit einer alternativen Kapitalanlage

Neben dem Vergleich mit unterschiedlichen Strompreisszenarien soll die Investition in das Balkonkraftwerk auch einer alternativen Verwendung des eingesetzten Kapitals gegenübergestellt werden. Hierfür wird angenommen, dass die für die Anschaffung benötigten 400€ nicht in die Anlage investiert, sondern über (den gleichen Betrachtungszeitraum) 25 Jahre zu einem Zinssatz von 2% angelegt werden. Die zukünftige Entwicklung des Kapitals ergibt sich nach der Formel des Zinseszinses:

$$K_n = \text{Enkapital}; K_0 = \text{Anfangskapital}; i = \text{Zinssatz}; n = \text{Anzahl der Jahre}$$

$$K_n = K_0 \cdot (1 + i)^n$$

$$K_{25} = 400 \text{ €} \cdot (1 + 0,02)^{25} = 656,24 \text{ €}$$

$$\text{Vermögenszuwachs} = 656,24 \text{ €} - 400 \text{ €} = 256,24 \text{ €}$$

Während man mit der Investitionsalternative nur einen Vermögenszuwachs von 256,24 € erzielen kann, hat das Balkonkraftwerk einen positiven Kapitalwert von ca. 2621,11€. Der Vergleich zeigt, dass die Investition in die kleine PV-Anlage unter den getroffenen Annahmen einen deutlich höheren Gewinn abwirft als eine konservative Kapitalanlage. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass beide Alternativen unterschiedliche Risikoprofile aufweisen. Die Kapitalanlage zeichnet sich durch eine höhere Flexibilität und geringe technische Risiken aus, während die Einsparungen des Balkonkraftwerks von Faktoren wie Strompreisen, Eigenverbrauchsquote und technischer Leistungsfähigkeit der Anlage beeinflusst werden.

3.6 Fazit

Die Lebenszyklusrechnung zeigt, dass die Investition trotz der anfänglichen Anschaffungskosten von 400€ langfristig wirtschaftlich vorteilhaft ist. Maßgeblich hierfür sind die erzielten Stromkosteneinsparungen, die die anfänglichen Investitionskosten und mögliche Ersatzkosten deutlich übersteigen. Auch unter Berücksichtigung einer jährlichen Degradation der Module sowie des

Austauschs eines Wechselrichters innerhalb der Nutzungsdauer ergibt sich ein positiver Kapitalwert. Damit kann die Investition nach den Maßstäben der Kapitalwertmethode als wirtschaftlich sinnvoll eingestuft werden. Das anschließende Benchmarking bestätigte das Ergebnis. Sowohl der Vergleich mit verschiedenen Strompreisszenarien als auch die Gegenüberstellung mit einer alternativen Kapitalanlage zeigen, dass sich die Anschaffung eines Balkonkraftwerks unter verschiedenen Bedingungen trotzdem noch lohnt. Insbesondere bei steigenden Strompreisen kann man mit der Anlage hohe Einsparungen erzielen, jedoch steigen die Kosten für den privaten Haushalt (ausgenommen 100% Eigenverbrauch) durch die Strompreiserhöhung dennoch an. Gleichzeitig zeigte sich, dass die Investition bereits nach wenigen Jahren amortisiert ist und anschließend über einen langen Zeitraum positive Rückflüsse generiert. Es gilt zu beachten, dass die tatsächliche Wirtschaftlichkeit unter anderem von der Entwicklung der Strompreise, der Höhe der Eigenverbrauchsquote, der technischen Leistungsfähigkeit der Anlage sowie den allgemeinen politischen Rahmenbedingungen abhängt. Balkonkraftwerke sind nicht nur ein einfacher Weg, erneuerbare Energien zu nutzen, sondern stellen auch eine attraktive Investitionsmöglichkeit für private Haushalte dar. Aus der durchgeführten Analyse geht hervor, dass bereits mit geringem Kapitaleinsatz langfristig deutliche Kosteneinsparungen erzielt werden können. Unter den getroffenen Annahmen ist die Investition daher sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll.

Quellenverzeichnis

Print-Quellen

- Büsch, Mario (2007): Praxishandbuch Strategischer Einkauf. Methoden, Verfahren, Arbeitsblätter für professionelles Beschaffungsmanagement. 1. Aufl. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Gaubinger, Kurt; Rabl, Michael; Werani, Thomas (Hg.) (2009): Praxisorientiertes Innovations- und Produktmanagement. Grundlagen und Fallstudien aus B-to-B-Märkten. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.
- Kremin-Buch, Beate (2004): Strategisches Kostenmanagement. Grundlagen und moderne Instrumente. Mit Fallstudien. 3. überarbeitete Auflage. Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag (Springer eBook Collection Business and Economics).
- Luderer, Bernd (2025): Starthilfe Finanzmathematik. Zinsen – Kurse – Renditen: Flash-Cards inside. 5., aktualisierte und ergänzte Auflage. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Spektrum (Moremedia). Online verfügbar unter <https://link.springer.com/978-3-658-46680-0>.
- Plinke, Wulff; Utzig, Bernhard Peter (2020): Industrielle Kostenrechnung. Eine Einführung. 9. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (Lehrbuch).
- Rounaghi, Mohammad Mahdi; Jarrar, Hajer; Dana, Leo-Paul (2021): Implementation of strategic cost management in manufacturing companies: overcoming costs stickiness and increasing corporate sustainability. In: Futur Bus J 7 (1). DOI: 10.1186/s43093-021-00079-4.
- Rudorfer, Marco (2026): Intensivkurs Kostenrechnung. Anschaulicher Einstieg für Studium und Praxis. 3., korrigierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint Springer Gabler.

Online-Quellen

- Elers, 2025, Onlinequelle: Balkonkraftwerk Ertrag, abgerufen unter: <https://www.balkonstrom.com/blogs/news/balkonkraftwerk-ertrag-tabelle>
- Gieße, 2026, Onlinequelle: Balkonkraftwerk: So lohnt sich 2026 eine Mini-PV-Anlage bis 800 Watt, abgerufen unter: <https://www.adac.de/rund-ums-haus/energie/versorgung/balkonkraftwerk/#was-kosten-balkonkraftwerke-mit-und-ohne-speicher>
- Hilgert, 2026, Onlinequelle: Eigenverbrauchsquote vs. Autarkiegrad, abgerufen unter: <https://www.balkonkraftwerk-kompodium.de/wirtschaftlichkeit/eigenverbrauchsquote-vs-autarkiegrad>
- Schneider, 2026, Onlinequelle: Lebensdauer Balkonkraftwerk, abgerufen unter: <https://solarscouts.de/blog/lebensdauer-balkonkraftwerk/>
- Verivox, 2026, Onlinequelle: Die Strompreisentwicklung für bundesdeutsche Haushalte, abgerufen unter: <https://www.verivox.de/strom/strompreise/>
- Weber, 2018, Onlinequelle: Prozesskostenrechnung, abgerufen unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/prozesskostenrechnung-44779/version-268083>
- Weber/Pape, 2018, Onlinequelle: Break-Even-Analyse, abgerufen unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/break-even-analyse-31893/version-255441>

Endnotenverzeichnis

- ¹ Rounaghi/Jarrar/Dana, Implementation of strategic cost management, S.1f
- ² Kremin-Buch, Strategisches Kostenmanagement, S.23f
- ³ Weber/Pape, 2018
- ⁴ Kremin-Buch, Strategisches Kostenmanagement, S.27ff
- ⁵ Rudorfer, Intensivkurs Kostenrechnung, S.208ff
- ⁶ Weber, 2018
- ⁷ Plinke/Utzig, Industrielle Kostenrechnung, S.252
- ⁸ Gaubinger/Werani/Rabl, Praxisorientiertes Innovations- und Produktmanagement, S.150
- ⁹ Rudorfer, Intensivkurs Kostenrechnung, S.230f
- ¹⁰ Plinke/Utzig, Industrielle Kostenrechnung, S.265
- ¹¹ Luderer, Starthilfe Finanzmathematik, S.138
- ¹² Büsch, Praxishandbuch Strategischer Einkauf, S.77
- ¹³ Kremin-Buch, Strategisches Kostenmanagement, S.228ff
- ¹⁴ Gieße, 2026
- ¹⁵ Elers, 2025
- ¹⁶ Hilgert, 2026
- ¹⁷ Verivox, 2026
- ¹⁸ Gieße, 2026
- ¹⁹ Schneider, 2026