



PV-Leitfaden

Für Gewerbe- und
Logistikimmobilien im
Bestand



Erneuerbare Energien
Hamburg

IN ZUSAMMENARBEIT MIT



Logistik-Initiative
Hamburg

Inhalt

1	Begriffliche Grundlagen.....	4
1.1	Kundenanlage.....	4
1.2	Sektorenkopplung.....	4
1.3	Autarkie/Autarkiegrad	4
1.4	Eigenverbrauch.....	4
1.5	Anlagenkomponenten/ Konfiguration.....	5
1.6	Energy-Sharing	6
1.7	Prosumer.....	6
2	Vorbereitung & Installation	8
2.1	Frühzeitige unabhängige Beratung, realistische Zeitangabe der Projektrealisierung.....	8
2.2	Vorplanung/Konzepterstellung/Unterlagen.....	9
2.2.1	Voruntersuchungen der Statik	10
2.2.2	Wirtschaftlichkeitsberechnung	11
2.2.3	Priorisierung „Wann das Projekt umsetzen?“, „Welches Dach zuerst?“	12
2.3	Abstimmung mit Mieter bzw. Eigentümer	12
2.4	Prüfung des Netzanschlusses.....	13
2.5	Rechtliche Vorgaben PV und/oder Gründach	13
2.6	Brand, Blitz- und Überspannungsschutz	14
2.7	Anlagenzertifizierung.....	16
3	Betrieb der Anlage	18
3.1	Betreibermodelle Eigentümer.....	18
3.1.1	Volleinspeisung.....	18
3.1.2	Sonstige Direktvermarktung	19
3.1.3	Eigenverbrauch/Überschusseinspeisung	19
3.1.4	Enabler	20
3.1.5	Dachverpachtung	21
3.1.6	Contracting	21
3.2	Nutzer- / Betreibermodelle für Mieter.....	22
3.2.1	Mieterstrom.....	22

3.2.2	Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung.....	22
3.2.3	Anlagenrückpacht.....	23
3.3	Energiemanagement	23
3.3.1	Batteriespeicher.....	24
3.3.2	E-Mobilität.....	24
3.3.3	Wärme	24
3.4	Rückbau	25
4	Kosten	27
4.1	Investitionskosten.....	27
4.2	Betriebskosten	28
4.2.1	Wartung.....	28
4.2.2	Versicherung	29
4.2.3	Reinigung	29
5	Finanzierung	31
5.1	Steuerrechtliche Fragestellungen	31
5.1.1	Abschreibung	31
5.1.2	Nullsteuersatz	31
5.1.3	Stromsteuer	31
5.2	Finanzierung über eine Bank	32
5.2.1	Projektfinanzierung.....	32
5.2.2	Nutzungsvertrag	32
5.2.3	Kreditsicherung	33
5.3	Bundes-Förderprogramme	34
5.4	Landesförderprogramme	34
6	Trends & Ausblick.....	36
7	Anhang	38
7.1	Tabelle1: Beispiel-Fälle für Betreibermodelle	38
7.2	Anlage 2.....	39
7.3	Anlage: Lageplan.....	43

Einleitung / Zielstellung

Das **Forum Solar** der **Erneuerbaren Energien Hamburg** und der **Fachkreis Logistikimmobilien** der **Logistik-Initiative Hamburg** haben sich zusammengeschlossen, um gemeinsam einen Leitfaden für PV-Anlagen auf Logistikimmobilien zu erarbeiten. Dieser Leitfaden dient als Handreichung für Eigentümer und Nutzer von Logistikimmobilien (in erster Linie im Bestand) und soll einen kompakten Überblick geben über die Rahmenbedingungen, die Nutzungsmöglichkeiten bzw. Vorteile der Solarstromproduktion, sowie die ersten Schritte zur Umsetzung einer Photovoltaik-Anlage.

Im Jahr 2023 lag der PV-Zubau in Deutschland insgesamt bei rund 14 GWp. Um das Ausbauziel der Bundesregierung im Solarbereich von 215 GW bis 2030 zu erreichen, müssten pro Jahr ca. 19 GWp zusätzliche PV-Kapazitäten installiert werden. Ein großes Potenzial liegt dabei im Bereich der Gewerbe- und Logistikimmobilien. Eine Analyse der Garbe Industrial Real Estate hat ergeben, dass für Deutschland auf diesen Gebäuden ein Potenzial von 37 GWp liegt. Für Hamburg hat die EEHH-Solarpotenzialstudie ein realisierbares Potenzial auf Logistik- und Gewerbehallen von 1,6 GWp ermittelt.

Immer mehr Unternehmen wollen und müssen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Gleichzeitig verfolgen sie das Ziel, die eigene Energieversorgung preisstabil, zuverlässig und wirtschaftlich aufzustellen. Die Photovoltaik ist als Technologie sehr gut geeignet, diese Ziele zu vereinen.

Neben der Eigenstromversorgung liegt ein wesentlicher Vorteil der PV-Installation auf einer gewerblich genutzten Immobilie in der Erfüllung von ESG-Standards und in diesem Zusammenhang der unmittelbaren Vermeidung bzw. Einsparung von CO₂-Emissionen. Der Aspekt der CO₂-Reduzierung kann durch die zusätzliche Errichtung eines Gründachs oder begrünter Fassaden noch signifikant gesteigert werden. Gründächer können durch ihre kühlende Wirkung auch die Leistung einer PV-Anlage und damit den Ertrag im Jahresmittel um bis zu 8 % erhöhen.

Ein weiterer positiver Aspekt, der die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage deutlich erhöhen kann, ist die Nutzung des selbsterzeugten Stroms nicht nur zur Abdeckung des eigenen unternehmensspezifischen direkten Strombedarfs, sondern auch im Bereich der E-Mobilität,

beispielsweise durch Ladesäulen für die eigene E-Flotte oder im Bereich der stromgeführten Wärmeversorgung z.B. durch Wärmepumpen.

Kapitel 1:

Begriffliche Grundlagen

1 Begriffliche Grundlagen

1.1 Kundenanlage

Als Kundenanlagen werden gem. § 3 Nr. 24a EnWG, Energie-Erzeugungsanlagen verstanden, wenn über eine kundeneigene Energieanlage Letztverbraucher angeschlossen sind und diese Anlage mit einem Summenzähler vom Netz der allgemeinen Versorgung abgegrenzt ist. Eine Versorgung über eine Kundenanlage ist also immer dann gegeben, wenn der Strom im unmittelbaren räumlichen Umfeld, also in der Regel auf dem gleichen Grundstück, verbraucht wird, ohne durch das öffentliche Netz geleitet zu werden. Für Strom, der aus einer Kundenanlage stammt, müssen keine Netzentgelte und keine Stromsteuer gezahlt werden.

1.2 Sektorenkopplung

Unter Sektorenkopplung wird die Vernetzung der Sektoren der Energiewirtschaft sowie der Industrie verstanden. Traditionell wurden die Sektoren Elektrizität, Wärme- bzw. Kälteversorgung, Verkehr und Industrie weitgehend unabhängig voneinander betrachtet. Mit Sektorenkopplung im Kontext dieses Leitfadens ist die Nutzung von PV-Strom in den Sektoren Mobilität, Wärme und Power to X- Anwendungen sowie beispielsweise Prozesswärme am oder in unmittelbare Nähe des Objekts gemeint, auf dem eine PV-Anlage installiert wird.

1.3 Autarkie/Autarkiegrad

Unter Autarkiegrad wird der Anteil der elektrischen Energienachfrage eines betrachteten Gebäudes in einem bestimmten Zeitraum verstanden, welcher durch die PV-Anlage bereitgestellt wird und somit das jeweilige Gebäude bzw. System mehr oder weniger unabhängig/autark vom Netzstrombezug macht.

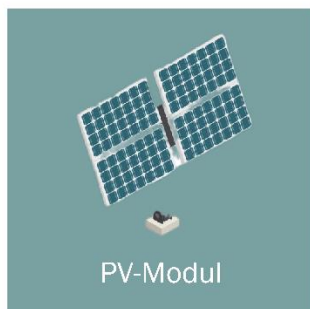
1.4 Eigenverbrauch

Unter Eigenverbrauch ist die elektrische Energienachfrage des betrachteten Gebäudes innerhalb eines bestimmten Zeitraums zu verstehen, die durch den bereitgestellten PV-Strom gedeckt werden kann. Eine sehr kleine PV-Anlage bei einem Gebäude mit einem sehr hohen Stromverbrauch würde somit einen sehr hohen Eigenverbrauch aufweisen (fast der gesamte

PV-Strom, der bereitgestellt wird, kann genutzt werden). Im Gegensatz dazu wäre die Autarkie vergleichsweise gering (fast die gesamte nachgefragte elektrische Energie muss aus dem Netz kommen). Eine PV-Anlage i. d. R. umso wirtschaftlicher, je höher die Werte für Eigenverbrauch und Autarkie sind. Da mit zunehmender Anlagengröße bzw. -leistung der Eigenverbrauch sinkt und der Autarkiegrad steigt, ist häufig eine Abwägung zwischen diesen beiden Zielgrößen zu treffen.

1.5 Anlagenkomponenten/ Konfiguration

Die wesentlichen Anlagenkomponenten umfassen



Die Konfiguration und Dimensionierung einer Solaranlage hängt stark mit den Gebäudeeigenschaften, dem Stromverbrauch bzw. dem Verbrauchsprofil, der Eigentümer- bzw. Nutzungsstruktur und dem Betreibermodell zusammen. Die Faustformel 1,5 kWp Anlagenleistung pro 1 MWh Stromverbrauch kann als erster Näherungswert betrachtet werden, um die Investitionskosten und den Flächenbedarf abzuschätzen. Im Hinblick auf den Flächenbedarf sind als Installationsfläche für Schrägdächer ca. 5 m² pro kWp, für Flachdächer ca. 6 -7 m² pro kWp PV-Leistung notwendig. Auch die Zustimmung des Netzbetreibers ist (bei Anlagen > 30 kWp) Voraussetzung, um eine Anlage bestimmter Leistung realisieren zu können. Grundsätzlich sinken die solaren Stromgestehungskosten mit der Größe der Anlagen.

Daher ist es häufig ratsam die geeignete Dachfläche maximal auszunutzen. Zudem erhöht sich die Wirtschaftlichkeit mit einem steigenden Eigenverbrauch und/ oder Autarkiegrad vor Ort. Darüber hinaus ist die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage von den Strombezugskosten abhängig.

1.6 Energy-Sharing

Unter „Energy Sharing“ wird die gemeinschaftliche Stromerzeugung und dessen Verbrauch in räumlichem Zusammenhang, jedoch einschließlich der Nutzung des öffentlichen Stromnetzes, verstanden. Das EU-Recht sieht eine verpflichtende Einführung des Energy-Sharings in deutsches Recht vor, so dass in den nächsten Jahren mit einer Umsetzung gerechnet werden sollte. Im Hinblick auf die üblicherweise großflächigen Logistik- und Gewerbedächer kann dem Energy-Sharing z.B. innerhalb von Gewerbegebieten eine besondere Bedeutung zukommen, da dezentral erzeugter PV-Strom, wenn nicht in der eigenen Immobilie benötigt, in der unmittelbaren Umgebung verbraucht werden kann¹. Durch eine Einführung des Energy-Sharings ins Energierecht können sich mittelfristig auch neue Betreibermodelle ergeben.

1.7 Prosumer

Der Prosumer-Begriff hängt eng mit dem Energy-Sharing zusammen. Verbraucher können gleichzeitig Strom beziehen und beispielsweise über die Solaranlage auf dem Dach auch produzieren und ins Netz einspeisen. Als Prosumer nehmen Verbraucher mit ihrer PV-Anlage dementsprechend aktiv am Energiemarkt teil.

¹ Siehe auch: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2022/dena-ANALYSE_Energy_Communities_Beschleuniger_der_dezentralen_Energiewende.pdf

Kapitel 2:

Vorbereitung & Installation

2 Vorbereitung & Installation

2.1 Frühzeitige unabhängige Beratung, realistische Zeitangabe der Projektrealisierung

Sollte entsprechendes Fachwissen im Unternehmen nicht verfügbar sein, empfiehlt es sich, schon frühzeitig nach dem Wunsch zur Installation einer PV-Anlage, eine externe Beratung zurate zu ziehen. In jedem Fall sollte eine möglichst realistische Zeitplanung für die Umsetzung angenommen werden. Eine genaue Vorhersage ist schwierig zu treffen und die Dauer einer Projektumsetzung hängt von vielen Faktoren ab, wie der Verfügbarkeit von Bauteilen oder der Kapazität von Fachbetrieben, von Vorberechnungen zur Statik oder dem Netzanschluss durch den Netzbetreiber. Erfahrungen aus den Jahren 2022/23 zeigen, dass eine Projektumsetzung bei größeren PV-Anlagen bis zu einem Jahr dauern kann.

ANSPRECHPARTNER

(Planer/Installationsunternehmen)



Eine Übersicht und Kontaktdaten zu regionalen Solarinstallationsbetrieben und Planungsunternehmen ist auf der Website des SolarZentrums Hamburg, des Bundesverbands-Solarwirtschaft oder über das Mitgliederverzeichnis der Erneuerbare Energien Clusteragentur Hamburg erhältlich.

Zudem gibt es in Hamburg individuelle unabhängige Beratungsangebote über folgende Institutionen:

- Die Klimaschutzteams der Bezirke bieten im Rahmen einer temporären PV-Kampagne für Gewerbe- und Industrieunternehmen ein begrenztes Kontingent an Beratungen an. Ein beauftragtes Ingenieurbüro führt die Beratungen durch.
- SolarZentrum Hamburg des LV Hamburg/Schleswig-Holstein e.V. der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie, DGS e.V. (u.a. Durchführung von Verschattungsanalysen)

Die BUKEA bietet zudem über das Portal <https://www.hamburg.de/photovoltaik> eine vollständige Übersicht zu den städtischen Beratungsangeboten und Maßnahmen zum Ausbau der Solarenergie in Hamburg an.

2.2 Vorplanung/Konzepterstellung/Unterlagen

Im Zuge der Vorplanung einer PV-Anlage ist es ratsam, folgende Unterlagen zum Objekt zu beschaffen, da diese häufig im Rahmen einer detaillierten Planung angefordert werden, auch um die entstehenden Investitionskosten möglichst realistisch abschätzen zu können:

- ☐ Zeichnungen wie Grundrisse bzw. Gebäudeschnitte: hilfreich, um die Gebäudehöhe bzw. Kabellängen und somit Kosten abzuschätzen.
- ☐ Informationen zum Denkmal- oder Milieuschutz für das betreffende Gebäude (Nach §2 EEG sowie des neuen §2a des HmbKliSchG liegen erneuerbare Energien im überragenden öffentlichen Interesse. Denkmalschutz und der Einsatz von Erneuerbaren schließen sich grundsätzlich nicht aus.)
- ☐ Unterlagen zur Gebäude- bzw. Dachstatik: hilfreich, um die Anlagengröße und Modulverteilung zu optimieren.
- ☐ Informationen zum Dach: Hinweise zur Dacheindeckung (z. B. Bitumen, Metall oder Kies) und ob das Dach kürzlich saniert wurde bzw. ob in den nächsten Jahren eine Sanierung geplant ist. Hilfreich, um die passende Unterkonstruktion und den Installationszeitpunkt zu wählen. Informationen zu möglichen verschattenden und damit ertragsreduzierenden Objekten wie nahestehende Bäume oder höhere Gebäude (Verschattungsanalyse).
- ☐ Informationen zum Stromverbrauch bzw. dem Lastprofil des Gebäudes. Ab einem Jahresstromverbrauch von 100.000 kWh stellt der Netzbetreiber das Lastprofil in viertelstündiger Auflösung zur Verfügung.
- ☐ Informationen zum Netzanschluss: Möglicherweise liegen Dokumente vor, mit welchem Kabelquerschnitt das Gebäude angeschlossen ist und ob eine eigene Trafostation auf dem Gelände liegt. Diese Informationen liegen meist dem Facility-Management vor. Hilfreich, um die Anlagengröße zu optimieren.



2.2.1 Voruntersuchungen der Statik²

Photovoltaikanlagen bringen zusätzliche Dachlasten mit sich. Aus diesem Grund muss im Vorfeld durch einen Statiker geprüft werden, ob das Dach genügend Traglastreserven aufweist. Durch das Eigengewicht der Module und der Unterkonstruktion entstehen neue Flächenlasten. Zudem wirken bei windigem Wetter Druck- und Sogkräfte auf die Module und das Dach. Deshalb muss z.B. auf Flachdächern die Unterkonstruktion mit Gewichten beschwert werden, um ein Abheben der Module zu verhindern.

Je höher das Gebäude ist und je steiler die Module aufgeständert werden, desto umfangreicher muss die Ballastierung ausfallen. Eine Durchdringung der Dachhaut zur Befestigung des Montagesystems sollte nach Möglichkeit aufgrund potentieller Leckagen vermieden werden. Um die Dachlasten zu minimieren, wird bei Flachdächern daher meist auf eine flache Aufständerung (Neigung $< 10^\circ$) zurückgegriffen und auch auf möglichst zusammenhängende Modulreihen, um auftretende Druck- und Sogkräfte zu reduzieren und die aerodynamischen Verhältnisse zu optimieren. Das Zusatzgewicht einer PV-Anlage (Module plus Montagesystem) beträgt heutzutage ca. 13 bis 20 kg/m². Bei einer Flachdachaufständerung können aufgrund der Ballastierung durchaus auch 30-40 kg/m² hinzukommen. Zum Vergleich: die durchschnittliche Schneelast kann bei 10 kg/m² bis zu 40 kg/m² oder noch höher liegen³. Bei sehr knappen Lastreserven kann darüber hinaus auf besonders leichte PV-Module (Glas-Folien-Module < 11 kg/m²) zurückgegriffen werden⁴. Zudem können die Modul- bzw. Reihenabstände vergrößert werden, um die Flächenlast besser zu verteilen bzw. insgesamt weiter zu reduzieren. Diese Maßnahmen ermöglichen daher die Installation einer PV-Anlage auch auf Dächern, die bisher aus statischer Sicht nicht geeignet waren. Bei Schrägdächern spielt die Statik meist eine untergeordnete Rolle, da die Unterkonstruktion mit den Modulen in der Dachkonstruktion verschraubt wird und dachparallele Module weniger Windangriffsfläche bieten. Ist die Ertüchtigung der Dachkonstruktion notwendig, um eine PV-Anlage zu realisieren, bedeutet dies i.d.R. das vorzeitige Ende des Projekts.

² <https://www.pv-auf-gewerbe.nrw/pv-auf-ihrem-dach/voraussetzungen-und-dimensionierung#Ueberschrift3>

³ https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/iib8_merkblatt_der_naechste_winter_kommt_bestimmt_201211.pdf

⁴ <https://echtsolar.de/gewicht-solarmodul/>

2.2.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen ist projektabhängig und liegt je nach Rahmenbedingungen meist zwischen 5 und 15 Jahren. Unabhängig vom Betreibermodell gibt es mehrere Faktoren, auf die geachtet werden sollte, um die Wirtschaftlichkeit zu verbessern:

- Derzeit sichert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) noch eine Einspeisevergütung über 20 Jahre. Entsprechend lang sollte die Mindestlaufzeit der Solaranlage über diesen Zeitraum eingeplant werden.
- Verschattungen durch Bäume oder Gebäude in der Umgebung (südlich, östliche, westlich zum Dach) mindern den Ertrag und sollten, wenn möglich, minimiert und bei einer Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt werden (-> Verschattungsanalyse).
- Eigenstrombedarf in der Immobilie. Je höher der Direktverbrauch, desto wirtschaftlicher ist die Anlage.
- Anlage zeitnah nach Montage ans Netz bringen. Bei größeren Anlagen können bereits einige Monate weniger Betriebszeit, insbesondere in den Sommermonaten, wirtschaftlich spürbar ins Gewicht fallen.

Der Strombedarf und das Lastprofil in der Immobilie haben starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage. Wieviel Strom zu welcher Zeit in der Immobilie benötigt wird, wirkt sich auf die beiden Bewertungsgrößen „Eigenverbrauch“ und „Autarkie“ aus.

Im Hinblick auf eine PV-Anlage sind vor allem Verbraucher, die tagsüber und ggf. sogar am Wochenende einen kontinuierlichen hohen Strombedarf besitzen, von Vorteil. Es kann zudem sinnvoll sein, nach Möglichkeit einzelne Verbrauchseinrichtungen so zu steuern, dass der Strom möglichst tagsüber verbraucht wird, z. B. Ladevorgänge von Elektroautos und Betrieb von Klimaanlage. Klimaanlage sind in Bezug auf die Nutzung von PV-Strom nahezu ideale Verbraucher, da sie einen mit dem solaren Strahlungsangebot einhergehenden Strombedarf aufweisen. Bei Spitzenlasten am Vor- oder/und am Nachmittag besteht auch eine Möglichkeit der Optimierung darin, die Stromproduktion vermehrt in die Morgen- oder Abendstunden zu „verschieben“. Dabei werden die PV-Module auf dem Flachdach eher in Ost- (hoher Verbrauch vormittags) oder in Westrichtung (hoher Verbrauch nachmittags) oder nach Ost und West

(hoher Verbrauch vor- und nachmittags) ausgerichtet. Auch die Fassaden können prinzipiell als Montagefläche genutzt werden und ggfs. gleichzeitig als Verschattungselement in Bezug auf den sommerlichen Überhitzungsschutz in den Räumen dienen.

Sollten das Lastprofil und die Solarstromerzeugung dennoch nicht ideal zueinander passen und zeitlich stark versetzt sein, ist der Einsatz von gewerblichen, stationären Batteriespeichern eine Möglichkeit, den tagsüber gespeicherten Solarstrom in den Abend- oder Nachtstunden zu nutzen. Aufgrund der derzeit noch relativ hohen Kosten für Batteriespeicher sind jedoch Lösungen ohne Stromspeicher i.d.R. wirtschaftlicher. Eine konkrete Entscheidungshilfe liefern Simulationsprogramme für PV-Anlagen (z.B. PV*SOL, polysun). Weitere hilfreiche Tools für eine erste Betrachtung der Wirtschaftlichkeit bietet der Solar- und Speicherrechner der HTW Berlin und der Solaratlas-Hamburg.

2.2.3 Priorisierung „Wann das Projekt umsetzen?“, „Welches Dach zuerst?“

Es sollte im Vorfeld abgeklärt werden, wann ein Projekt umgesetzt werden soll. So z.B. in Abstimmung mit anderen baulichen Maßnahmen am Gebäude oder ob geplant ist Ladesäulen für E-Autos zu installieren bzw. die Heizung auf Stromgeführte Heizsysteme mittels Wärmepumpen umzurüsten. Dies kann durch das geänderte Lastprofil bzw. den Strombedarf signifikanten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsberechnung und die Auswahl des Betreibermodells haben.

2.3 Abstimmung mit Mieter bzw. Eigentümer

Häufig ist das Unternehmen nicht der Eigentümer einer Immobilie, sondern Mieter der Liegenschaft. Tatsächliche Eigentümer können u.a. Privatpersonen, Holdings oder konzerneigene Immobiliengesellschaften sein. Andersherum sollte sich der Eigentümer einer Logistikimmobilie bei einem geplanten Solarvorhaben frühzeitig mit dem Nutzer der Immobilie in Verbindung setzen, denn zum einen entscheidet sich anhand der Eigentümerstruktur das Betreibermodell bzw. das Anlagenkonzept (siehe Kapitel 3). Zum anderen ist es in Bezug auf Förder- und/oder Finanzierungsanträge und die vertraglichen Absprachen wichtig, an wen das Angebot adressiert wird. So können mögliche Verzögerungen durch Korrekturschleifen und Missverständnisse von Beginn an vermieden werden.

2.4 Prüfung des Netzanschlusses

Es besteht die Verpflichtung zur Netzverträglichkeitsprüfung und Einhaltung der technischen Vorgaben des Stromnetzes der öffentlichen Versorgung. Diese ist zwingend dann zu empfehlen, wenn klar ist, welche Anlagenleistung realisiert werden soll, um unliebsame kostenrelevante Überraschungen möglichst zu vermeiden. Ebenso verpflichtend ist die Meldung im Marktstammdatenregister. Stromnetz Hamburg weist auf der Website auf die Einhaltung des folgenden Ablaufs hin:



Häufig wird die PV-Anlage installiert und erst dann Kontakt mit dem Netzbetreiber aufgenommen. Das erfordert unnötig viel Zeit und kann vermieden werden.

Eine detaillierte Übersicht der einzelnen Schritte zur Anmeldung der PV-Anlage ist ebenfalls auf der Website von Stromnetz Hamburg aufgeführt.

2.5 Rechtliche Vorgaben PV und/oder Gründach

Das Hamburgische Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG⁵) schreibt die Installation von PV-Anlagen für Neubauten bereits seit Januar 2023 und für Bestandsdächer seit Januar 2024 vor. Die PV-Pflicht gilt nur für Dächer mit einer Bruttofläche von mindestens 50 m². Dabei muss bei wesentlichen Umbauten eines Daches bei Bestandsgebäuden mindestens ein Anteil von 30 Prozent der Nettofläche (Bruttofläche minus nicht nutzbare Flächen – zum Beispiel wegen Ausrichtung nach Norden oder bestehenden Dachaufbauten) mit PV-Modulen belegt werden. Es ist möglich, die Pflicht nicht nur auf dem Dach, sondern auch auf anderen Gebäudeteilen oder versiegelten Flächen des gleichen Grundstückes zu erfüllen. Auch können Dachflächen mehrerer Gebäude auf gleichem Grundstück zusammengelegt werden. Außerdem ist auf Stellplatzanlagen, die neu errichtet oder erweitert werden und mehr als 35 Stellplätze umfassen, eine Photovoltaikanlage zu installieren. Es wird ein Mindestflächenanteil von 40

⁵ Siehe auch: [BUKEA Infoseite zum Hamburgischen Klimaschutzgesetz](#)

Prozent der für die Nutzung der solaren Strahlungsenergie geeigneten Stellplatzflächen vorgegeben, welcher mit Photovoltaikmodulen zu belegen ist.

Ab dem 01. Januar 2027 ist zudem für flache Dächer bis zu einer Neigung von 10 Grad ein Gründach zu errichten. Dies gilt für Neubauten und bei der Sanierung bzw. Erneuerung der Dachhaut. Die Pflicht zur Errichtung einer Photovoltaikanlage gilt dabei als zusätzliche Pflicht. Zusammen bilden Photovoltaikanlage und Gründach das Solargründach. Dabei sollen mindestens 70 Prozent des Daches mit einem Gründach und zusätzlich 30 Prozent mit Photovoltaik belegt werden. Beides lässt sich sehr gut in Kombination realisieren, so dass beispielsweise die PV-Module über dem Gründach aufgeständert werden sowie die Ankerpunkte der PV-Anlage in das Gründach integriert werden können, um zusätzliche Flächenlasten für die Ballastierung der PV-Anlage zu minimieren. Hierbei spielen die statischen Anforderungen bzw. Gegebenheiten eine zentrale Rolle.

2.6 Brand, Blitz- und Überspannungsschutz

Bei der Installation einer PV-Anlage sind Anforderungen zum Brand, Blitz- und Überspannungsschutz zu beachten.

Dafür gibt es unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten, welche die individuellen Voraussetzungen des Standortes berücksichtigen. Grundsätzlich muss die PV-Anlage von einem entsprechenden Fachbetrieb errichtet und stets nach den aktuellen technischen Anschlussbedingungen mit allen notwendigen Sicherheitssystemen ausgestattet werden.

Brandschutz

Der Brandschutz sorgt dafür, dass im Falle eines Brandes (beispielsweise durch einen Blitzeinschlag) dieser nicht auf andere Komponenten des Versorgungssystems übergreifen und ein Brand lokal eingegrenzt werden kann. Brandschutzmaßnahmen umfassen beispielsweise Brandschutzverkleidungen, Abstandregelungen und Brandmeldeanlagen. Moderne Wechselrichter müssen nicht mehr zwingend innerhalb des Gebäudes angebracht werden. Dies kann die Integration der PV-Anlage in bestehende Brandschutzkonzepte

erleichtern. Die Verbände der PV-Branche und Feuerwehren haben gemeinsame Vorgaben für die brandschutztechnische Installation von PV-Anlagen erarbeitet⁶.

Blitzschutz

Der Blitzschutz sorgt dafür, dass bei einem Blitzschlag keine Schäden an der PV-Anlage oder anderen Komponenten des elektrischen Versorgungssystems entstehen. Blitzschutzmaßnahmen umfassen beispielsweise Erdungskabel, Blitzableiter, Fangstangen und Ähnliches.

Bereits bestehende Blitzschutzsysteme müssen bei der Installation berücksichtigt und wenn nötig erweitert werden. Die Einbindung in einen bestehenden Blitzschutz sollte immer durch eine Fachfirma durchgeführt werden. Gleichzeitig kann die PV-Anlage



dann einfach in die bestehende Gebäudeversicherung integriert werden. Alternativ kann auch eine spezielle auf PV-Anlagen ausgerichtete Versicherungspolice abgeschlossen werden.

Überspannungsschutz

Zu den häufigsten Schadensursachen bei PV-Anlagen zählen Überspannungsschäden. Überspannungsschutz-Vorrichtungen werden von den meisten Versicherungen gefordert und sind daher verpflichtend zu installieren. Beim PV-Überspannungsschutz handelt es sich nicht um Fangstangen, die für den äußeren Blitzschutz gedacht sind. Vielmehr geht es um die aktiven Bauteile, die sowohl die PV-Anlage als auch sämtliche elektrischen Geräte im Haus schützen. Damit ist der Überspannungsschutz ein wichtiger Teil des Blitzschutzes.

⁶ Siehe auch: <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/bildung/wissen-kompakt/brandschutz-photovoltaik/>

Grundsätzlich wird, wie auch bei anderweitigem Schutz gegen Überspannung, zwischen dem Inneren und dem Äußeren Überspannungsschutz unterschieden⁷.

2.7 Anlagenzertifizierung

Durch das Solarpaket 1 wird ein Anlagenzertifikat (Typ B) erst ab einer installierten Wechselrichterleistung von mehr als 500 kW (zuvor 135 kW) bzw. einer Einspeiseleistung von 270 kW erforderlich. Die Zertifizierung sorgt dafür, dass bestimmte Qualitätsstandards erfüllt und die PV-Anlagen somit sicher betrieben werden können. Zertifizierungen müssen hierbei von unabhängigen Zertifizierungsstellen durchgeführt werden. Auch die Installation der elektrischen Anbindung an das Versorgungssystem des entsprechenden Gebäudes (oder der Netzanschlussstelle) muss durch zertifiziertes Fachpersonal durchgeführt und abgenommen werden.

⁷ Weitere Informationen zum PV-Überspannungsschutz: <https://www.tritec-energy.com/ratgeber/pv-ueberspannungsschutz/>

Kapitel 3:

Betrieb der Anlage

3 Betrieb der Anlage

Im folgenden Kapitel werden unterschiedliche Betreibermodelle vorgestellt. Dabei wird zwischen Betreibermodellen für Immobilien-Eigentümer bei unterschiedlichen Konstellationen (Eigentümer Dach, Betreiber der PV-Anlage, Nutzer des Stroms) und Nutzer bzw. Betreibermodellen für Mieter unterschieden. Im Anhang ist zudem in Tabelle 1 exemplarisch eine Übersicht unterschiedlicher Betreiber-Fälle aufgeführt.

3.1 Betreibermodelle Eigentümer

3.1.1 Volleinspeisung

Das in der Vergangenheit gängigste Betreibermodell ist die Volleinspeisung des Solarstroms über das EEG. Nachdem im weiteren Verlauf aufgrund gesunkener Vergütungssätze bei gleichzeitig steigenden Netzbezugskosten der Eigenverbrauch in den Vordergrund gerückt ist, bieten die seit der EEG-Novellierung 2023 deutlich höheren Vergütungssätze für die Volleinspeisung von lokal erzeugtem Strom einer PV-Anlage neue Anreize für dieses Betreibermodell⁸. Für große Dachflächen bei geringem eigenen Stromverbrauch (wie z. B. bei Lagerhallen) kann die Volleinspeisung ein interessantes Modell sein. Im Zuge des Solarpakets 1 (04|2024) wurde die Vergütung für Anlagen ab 40 kWp um 1,5 ct/kWh erhöht.

Außerdem wurde für Solaranlagen auf, an oder in einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand die Ausschreibungsgrenze gesenkt: Für große Photovoltaik-Aufdachanlagen sieht der Gesetzgeber nun bereits ab 750 kWp die verpflichtende Teilnahme an EEG-Ausschreibungen vor, dies gilt für Inbetriebnahmen ab dem 16.05.2025. Diese werden von der Bundesnetzagentur mehrmals im Jahr durchgeführt⁹. Dabei wird die Höhe der Marktprämie bzw. der sog. *Anzulegende Wert* durch ein Auktionsverfahren ermittelt. Geboten wird auf die Förderhöhe [ct/kWh], wobei die niedrigsten Gebote zuerst berücksichtigt werden, bis das Ausschreibungsvolumen (geregelt im EEG) erreicht ist. Der Strom wird dann direkt an der

⁸ Höhe der aktuellen EEG PV-Fördersätze:

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html

⁹ Siehe auch: [BNetzA, Ausschreibungstermine](#)

Strombörse, ggf. mithilfe eines entsprechenden Dienstleisters direkt vermarktet. Die Höhe der Marktprämie errechnet sich wie folgt:

$$\text{Marktprämie} = \text{Anzulegender Wert} - \text{Marktwert Solar aus dem jeweiligen Monat}$$

Die Vermarktung des Stroms sowie die Organisation für die Ausschreibungsteilnahme können mit Hilfe von spezialisierten Dienstleistungsunternehmen erfolgen.

3.1.2 Sonstige Direktvermarktung

Der Solarstrom kann auch außerhalb der EEG-Förderung vermarktet werden. Der Strom wird in diesem Fall in das öffentliche Stromnetz eingespeist und mit Hilfe eines Direktvermarkters an der Strombörse zum Marktpreis verkauft. Richtwert ist auch hier der Marktwert Solar (aktuelle Daten finden sich auf dem Portal [Netztransparenz](#)). Eine finanzielle Förderung in Form einer Einspeisevergütung oder Marktprämie besteht in diesem Fall jedoch nicht.

Stattdessen hat der Anlagenbetreiber aber die Möglichkeit, vom Umweltbundesamt Herkunftsnachweise für den eingespeisten Strom zu erhalten. Wird der Strom im Rahmen eines Stromlieferungsvertrages über das öffentliche Stromnetz an einen Verbraucher geliefert (d. h. nicht in unmittelbarer Nähe über eine Direktleitung), so fallen alle Abgaben und Umlagen im Rahmen dieser Stromlieferung an (bei Lieferungen in Entfernung von max. 4,5 km kann bei einer Anlagenleistung von bis zu 2 MWp auf Antrag die Stromsteuerbefreiung von 2,05 ct/kWh erlangt werden). Trotz allem ist auch auf Anlagen der sonstigen Direktvermarktung das EEG anwendbar. Das betrifft beispielsweise den Einspeisevorrang und technische Anforderungen. Auch eine Kombination bzw. der Wechsel der Veräußerungsform sind möglich.

Wenn der Eigentümer der Immobilie auch Eigentümer und Betreiber der PV-Anlage ist, kommen folgende Betreibermodelle in Betracht (s. [Anhang Tabelle 1](#), Fall 1 & Fall 2):

3.1.3 Eigenverbrauch/Überschusseinspeisung

Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung ist eines der wirtschaftlichsten und am häufigsten genutzten Betreibermodelle für Eigentümer, die gleichzeitig Nutzer der Immobilie sind. Der erzeugte PV-Strom wird, in Abhängigkeit vom Lastprofil und der Anlagengröße, weitestgehend selbst verbraucht. Produziert die Anlage mehr Strom als zum gleichen Zeitpunkt verbraucht

wird, wird dieser eingespeist und zu dem für die jeweilige PV-Anlage gültigen Fördersatz vergütet. Mit dem Solarpaket 1 (04|2024) besteht für Solaranlagen bis 400 kWp (bei Inbetriebnahme bis 31.12.2025 danach 200 kWp) die Möglichkeit zur so genannten „unentgeltlichen Abnahme“ zu optionieren. Dann haben die Anlagenbetreiber zwar für den ins Netz eingespeisten Solarstrom keinen Vergütungsanspruch nach EEG mehr, zugleich können sie aber auch die hohen Direktvermarktungskosten sparen. Die an sich für alle Anlagen ab 100 kWp bestehende Direktvermarktungspflicht für Überschussstrom entfällt dann. Dies erleichtert den Betrieb gerade solcher Anlagen in diesem Leistungssegment (zwischen 100 und 200 kWp), bei denen aufgrund eines hohen lokalen Eigenverbrauchs- oder Direktversorgungsanteils der Anteil des ins Netz abgegebenen Solarstroms sehr gering ist. Durch das Solarpaket 1 wird damit für alle Neuanlagen obsolet bereits für kleinste Strommengen, die nicht vor Ort in der Kundenanlage selbst oder durch Dritte verbraucht werden können, Direktvermarktungskosten aufwenden zu müssen.

Der Eigentümer kann als Anlagenbetreiber den produzierten Strom nach Belieben nutzen. Auch Batteriespeicher, das Laden von Elektrofahrzeugen oder die Erzeugung von Wärme (z.B. Wärmepumpe) sind möglich. Durch den Wegfall der EEG-Umlage müssen Anlagenbetreiber auf den selbst verbrauchten und auch den gespeicherten Strom keine reduzierte EEG-Umlage mehr abführen. Die restlichen, sonst üblichen Stromkostenbestandteile (Entgelte, Abgaben, Steuern), fallen ebenfalls nicht an.

Hinweis: Eigenverbrauch liegt nur dann vor, wenn Stromerzeuger und Stromverbraucher die gleiche juristische Person sind, also Personenidentität aufweisen.

Mieterstrom (siehe 3.2.1) oder Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung (siehe 3.2.2)

Wenn der Eigentümer der Immobilie auch Eigentümer der PV-Anlage ist, diese aber nicht betreibt und den produzierten Strom nicht selbst verbraucht, kommen folgende Betreibermodelle in Betracht (s. Anhang Tabelle 1, Fälle 3 - 6):

3.1.4 Enabler

Ein Enabler ist, im Gegensatz zum Contractor, nicht Eigentümer der PV-Anlage übernimmt jedoch den Betrieb der Anlage sowie die (Netz-) Strombelieferung des Nutzers bzw. Mieters der

Immobilie. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, dass der Eigentümer die PV-Anlage an den Enabler verpachtet (Anlagenpacht bzw. Anlagenrückpacht siehe [3.2.2](#))

Wenn der Eigentümer der Immobilie nur das Dach zur Verfügung stellt, die PV-Anlage also weder besitzt oder betreibt, kommen folgende Betreibermodelle in Betracht (s. [Anhang Tabelle 1, Fälle 7 - 14](#)):

3.1.5 Dachverpachtung

Das Modell der Dachverpachtung kommt in Betracht, wenn der Eigentümer nicht gewillt ist, selbst in eine PV-Anlage zu investieren. Bei größeren Anlagen und je nach Vergütungsregime bzw. Börsenstrompreisen können hier einmalig mehrere zehntausend Euro ausgezahlt werden. Die Dachpacht läuft in der Regel mindestens 20 Jahre mit der Option auf eine Verlängerung.

3.1.6 Contracting

Das Contracting baut in den meisten Fällen auf der Dachverpachtung auf. Der Vorteil beim Contracting besteht darin, dass Eigentümer und / oder Nutzer des PV-Stroms die Anlage nicht selbst betreiben und keine Investitionen tätigen müssen. Denn zum einen gehört die Stromproduktion nicht zum eigentlichen Kerngeschäft, zum anderen entstehen mit der



Quelle: Bild 3

Strombelieferung auch Nachweis- und Informationspflichten eines Energieversorgers. Ein weiterer Aspekt kann sein, dass die Investition in eine PV-Anlage hinter anderen Investitionen zurücksteht.

Contracting wird auch als Direktlieferung vor Ort bezeichnet. Der Eigentümer stellt einem Contractor das Dach zur Verfügung, welcher die Anlage finanziert, errichtet und betreibt. Der Nutzer der Immobilie handelt dann mit dem Contractor einen Stromliefervertrag (Purchase

Agreement - PPA) aus. Dabei liegt der ausgehandelte Strompreis i.d.R. deutlich unter dem regulären Strompreis des Energieversorgers. Das Contracting-Modell eignet sich auch für Eigentümer einer Immobilie, die eine PV-Anlage nicht selbst errichten und betreiben, den Strom aber selbst vor Ort oder durch den Mieter nutzen wollen.

Mieterstrom (siehe 3.2.1) oder Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung (siehe 3.2.2)

3.2 Nutzer- / Betreibermodelle für Mieter

3.2.1 Mieterstrom

Mieterstrommodelle sind in erster Linie aus dem Segment der Wohngebäude bekannt.

Durch die Neuregelungen im Solarpaket 1 (04|2024) kann der Mieterstromzuschlag auch auf gewerblich genutzten Immobilien sowie Nebenanlagen in der gleichen Kundenanlage in Anspruch genommen werden, wenn und soweit keine Personenidentität zwischen dem Letztverbraucher des vor Ort produzierten Stroms und dem Betreiber der Solardachanlage besteht und zudem Vollversorgung geleistet wird. So entstehen dem, den Solarstrom vor Ort verbrauchenden Immobiliennutzer durch das Mieterstrommodell Vorteile. Dies spiegelt sich neben dem nun möglichen Mieterstromzuschlag auf den lokal verbrauchten Strom vor allem in dem geringeren Strompreis für diesen lokalen Solarstrom wider, denn da der Strom i. d. R. innerhalb der Kundenanlage genutzt wird, entfallen Netzentgelte und andere Abgaben auf diesen Vor-Ort-Strom. So liegt der Strompreis meist deutlich unter dem Industriestrompreis von 17,65 ct/kWh (2024)¹⁰. Bei Anlagen kleiner 2 MWp kann zudem eine Befreiung von der Stromsteuer beantragt werden.

3.2.2 Gemeinschaftliche Gebäudeversorgung

Eine Alternative zum Mieterstrommodell stellt die, mit dem Solarpaket 1 eingeführte, gemeinschaftliche Gebäudeversorgung dar. Bei der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung werden alle oder einzelne Mieter/ Nutzer der Immobilie mit PV-Strom versorgt. Die

¹⁰ Siehe auch: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>

Reststrombelieferung wird weiterhin durch den bestehenden Stromliefervertrag vom Stromlieferanten übernommen. Die Verteilung des Stroms kann über einen dynamischen oder statischen Schlüssel erfolgen. Auch bei diesem Modell profitieren die Nutzer vom günstigeren PV-Strom. Der Lieferant des PV-Stroms ist bei der gemeinschaftlichen Gebäudeversorgung, im Gegensatz zum Mieterstrom von den Lieferantenpflichten (Stromkennzeichnung) befreit. Es entfällt bei diesem Modell jedoch der Anspruch auf den Mieterstromzuschlag.

3.2.3 Anlagenrückpacht

Bei der Anlagenrückpacht wird der Mieter (oder Enabler) selbst zum Betreiber der PV-Anlage. Der Vorteil für den Eigentümer der PV-Anlage kann bei diesem Modell darin bestehen, dass er keine Pflichten als Stromlieferant für den Mieter übernehmen muss. Der Mieter kann sich hingegen mit selbstproduziertem Strom versorgen, ohne einen Vertrag mit einem Contractor bzw. Enabler abschließen bzw. selbst in die Anlage investieren zu müssen. (siehe [Anhang Tabelle 1](#), Fall 6 & Fall 14)

Pflichten bei Inbetriebnahme



Eine detaillierte Checkliste zu den Pflichten bei Inbetriebnahme und Betrieb von PV-Anlagen ist unter folgendem Link einsehbar:

[Checkliste-Meldepflichten Errichtung und Betrieb von PV Anlagen.pdf \(pv-auf-gewerbe.nrw\)](#)

3.3 Energiemanagement

Das Energiemanagement umfasst sowohl die Planung als auch den Betrieb von energietechnischen Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten. Zukünftig werden die Anforderungen an Energiemanagementsysteme aufgrund des Zusammenspiels von PV-Anlage und zahlreichen Verbrauchseinrichtungen aber auch regulatorischer Neuerungen wie der Steuerbarkeit von Verbrauchseinrichtungen (§14a EnWG) immer komplexer. Neben den individuellen Verbrauchseinheiten innerhalb einer Logistikimmobilie sollen im Folgenden als

wesentliche Komponenten Batteriespeicher, E-Mobilität und Wärmeversorgung betrachtet werden.

3.3.1 Batteriespeicher

Batteriespeicher werden heute in den meisten Fällen in Kombination mit PV-Anlagen errichtet. In Abhängigkeit des Lastprofils kann ein Batteriespeicher den Eigenverbrauch bzw. Autarkiegrad und somit die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage mehr oder weniger deutlich erhöhen. Bei der Planung einer PV-Anlage sollte der Einsatz eines Batteriespeichers insbesondere bei starken zeitlichen Unterschieden zwischen Solarstromerzeugung und Stromverbrauch mitberücksichtigt werden. Zukünftig sind im Zusammenhang mit Prosumer oder Energy-Sharing-Modellen auch Groß-Batteriespeicher denkbar, die überschüssigen Solar-Strom aus mehreren Gebäuden „poolen“ und als Quartierspeicher größere Strommengen für Dunkelflauten vorhalten. Weitere mögliche Geschäftsmodelle eines Gewerbespeichers sind Lastspitzenkappung, Energy Trading (Arbitrage), Notstrom/Ersatzstrom oder Ladesäulenstrom.

3.3.2 E-Mobilität

Die Kombination von PV-Anlagen mit E-Mobilitätskonzepten kann aufgrund des dadurch steigenden Eigenverbrauchs die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage verbessern und auch positive Auswirkungen auf ESG-Vorgaben entfalten. In diesem Zusammenhang sollte bei der Planung einer PV-Anlage auch ein Aufbau bzw. die Erweiterung von PKW-Ladesäulen bedacht werden. Auch Ladesäulen für Transporter oder LKW sollten berücksichtigt werden. Zukünftig werden vsl. auch vermehrt E-Autos mit bidirektionalen Ladevorrichtungen auf den Markt kommen. Dadurch können E-Autos auch noch aus ihren Speichern in das Hausnetz einspeisen („vehicle to grid“).

3.3.3 Wärme

Im Kontext der Wärmeversorgung ist bei der Planung einer PV-Anlage auch die Installation einer Wärmepumpe, oder anderer strombasierter Heizsysteme, zu diskutieren. Die Nutzung des Solarstroms kann hier, ggf. auch in Kombination mit Batteriespeichern, die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage zusätzlich steigern. Die klimaschonende Wärmeversorgung

wirkt sich zudem positiv auf die Erfüllung ESG-Vorgaben aus. Bei hohem Wärmebedarf in den Sommermonaten kann der Einsatz von solarthermischen Systemen eine effiziente Ergänzung zu einer PV-Anlage sein.

3.4 Rückbau

Die Lebensdauer einer PV-Anlage beträgt 20-30 Jahre, wobei in diesem Zeitraum i.d.R. der Wechselrichter ein- bis zweimal ausgetauscht werden muss. Zu der Lebensdauer eines Stromspeichers lassen sich noch keine gesicherten Aussagen machen. In dieser Zeit sollte der Rückbau der Anlage nicht nötig sein. Gründe für einen Rückbau, die dennoch vor Ablauf der Lebensdauer eintreten können, umfassen:

- Umbaumaßnahmen und Reparaturen am Dach
- Den Umzug des Unternehmens
- Repowering¹¹
- Schäden an der Anlage

Eine vollständige Deinstallation der PV-Anlage wird von einem Fachbetrieb durchgeführt. Die Kosten für die Entsorgung bzw. das Recycling von Solarmodulen liegt für gewerbliche Nutzer bei 180 -210 € pro Tonne¹².

¹¹ Repowering beschreibt den Austausch und Ersatz durch leistungsstärkere Module.

¹² Siehe auch: <https://www.energie-experten.org/erneuerbareenergien/photovoltaik/solarmodule/entsorgung#c44937>

Kapitel 4:

Kosten

4 Kosten

Die folgenden Angaben dienen nur als grobe Orientierung für eine beispielhafte PV-Anlage. Die realen Kosten für eine PV-Anlagen hängen von vielen weiteren Faktoren ab. Hierbei ist vor allem die Leistung einer PV-Anlage, aber auch der Standort und die Qualität der Komponenten entscheidend. Zudem unterlagen die Materialkosten wie z.B. die Modulpreise stetigen Schwankungen.

4.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten setzen sich zusammen aus den Kosten für:



In diesem Fall ist auch von sog. Turn-Key-Kosten die Rede. Mit der Größe der Dachfläche steigt die potenziell mögliche installierbare Anlagenleistung und damit erhöhen sich auch die

Investitionskosten. Allerdings profitieren größere Anlagen auch von Skaleneffekten, was zu geringeren spezifischen Investitionskosten [€/kW] führt.

Folgende spezifische Kosten sind aktuell (Stand Q1 2024) für eine Aufdachanlage zu erwarten (Angaben in netto, inkl. Installation, ohne Kosten für Batteriespeicher, aktuelle Preise können von diesen Werten abweichen):

30 kW	ca. 1.500 €/kW
100 kW	ca. 1.100 €/kW
300 kW	ca. 1.000 €/kW
750 kW	ca. 860 €/kW
3.000 kW	ca. 680 €/kW

Für eine PV-Anlage mit 300 kW ist demnach mit Investitionskosten in Höhe von 250.000-300.000 EUR zu rechnen.

Soll die PV-Anlage mit einem Batteriespeicher ausgerüstet werden, ist im Gewerbebereich mit spezifischen Kosten von ca. 600 – 800 € pro nutzbare kWh Speicherkapazität zu rechnen.

Die tatsächlichen Kosten können je nach den lokalen Begebenheiten des Gebäudes (z. B. Gebäudehöhe, Dachtyp/-qualität, Netzinfrastruktur usw.) nach oben und unten variieren.

4.2 Betriebskosten

Neben den Installationskosten fallen für den Betrieb der PV-Anlage auch noch laufende Kosten an.

4.2.1 Wartung

Für gewerblich genutzte PV-Anlagen ist eine jährliche Wartungspflicht (gemäß DIN EN 62446-1 VDE 0126-23-1:2019-04) vorgeschrieben. Häufig werden die Wartungsintervalle auch von Versicherungen vorgegeben. Fachbetriebe und Solarteure bieten dazu u.a. Monitoring-Services an, die ein frühzeitiges Erkennen von Fehlern und Schäden an der Anlage ermöglichen. Bei der Wartung der gesamten Anlage werden turnusmäßig Kabel und Leitungen, Wechselrichter, Zähler, Blitzschutz und Stromspeicher auf mögliche Fehler oder

Störungen untersucht. Wartungsarbeiten können (inklusive Reinigung) bei einer 200 kWp Anlage bis zu 200 Euro im Jahr betragen. Der Austausch des Wechselrichters kann unter Umständen nach einer Laufzeit von 10-15 Jahren erforderlich sein.

4.2.2 Versicherung

Zu den gängigsten Versicherungsarten für PV-Anlagen zählen die Betreiberhaftpflicht-Versicherung, Ertragsausfallversicherung, die Allgefahrenversicherung (beinhaltet oft die Ertragsausfallversicherung) und ggf. eine Kunststoffversicherung. Die Kosten für eine 200 kWp Anlage liegen hier insgesamt bei 400 – 500 Euro pro Jahr.



Quelle: Bild 4

4.2.3 Reinigung

PV-Anlagen sind ganzjährigen Umwelteinflüssen ausgesetzt. Durch die Neigung der Module auf mind. 10° tritt bei Regen ein selbstreinigender Effekt ein. Stärkere Verschmutzungen durch Laub oder Staub oder die Lage der PV-Anlage in Industrie- oder Hafennähe können die Erträge jedoch beeinträchtigen. Es empfiehlt sich daher u.U. die Anlage regelmäßig reinigen zu lassen. Die Kosten für die Reinigung liegen bei 1-3 Euro / m².

Kapitel 5:

Finanzierung

5 Finanzierung

5.1 Steuerrechtliche Fragestellungen

5.1.1 Abschreibung

Bei einer sogenannten Aufdach-Photovoltaikanlage handelt es sich steuerrechtlich um eine Betriebsvorrichtung bzw. ein bewegliches selbstständiges Wirtschaftsgut. Die Anschaffungskosten können über 20 Jahre linear abgeschrieben werden. Darüber hinaus steht dem Unternehmen ggf. noch eine Sonderabschreibung bzw. ein Investitionsabzugsbetrag zur Verfügung. Aufgrund der Komplexität von Steuerfragen wird empfohlen, für die Umsetzung von Abschreibungen fachkundige Beratung einzuholen¹³.

5.1.2 Nullsteuersatz

Es gelten verschiedene „Nullsteuersätze“ im Zusammenhang mit der Anschaffung einer PV-Anlage und Zubehör.

So sind PV-Anlagen bis 30 kWp sowie Zubehör wie Batteriespeicher, Wechselrichter und Zählerschrank von der Umsatzsteuer befreit¹⁴.

5.1.3 Stromsteuer

Wird der Strom im räumlichen Zusammenhang (4,5 km Radius) vom Betreiber der Anlage selbst verbraucht oder von einem Betreiber im räumlichen Zusammenhang an einen Letztverbraucher geliefert, ist der so erzeugte Strom von der Stromsteuer befreit.

¹³ Weitere Informationen:

https://www.finanzzamt.bayern.de/Informationen/Steuerinfos/Weitere_Themen/Photovoltaikanlagen/

¹⁴ <https://www.pv-magazine.de/2023/12/08/finanzverwaltung-praezisiert-nullsteuersatz-fuer-photovoltaik-anlagen-weiter/>

Diese Steuerbefreiung gilt für Strom aus erneuerbaren Energieanlagen bis zu einer Größe von 2 MW und kann beim Zoll beantragt werden. Anlagen kleiner 1 MW sind auch ohne Einzelerlaubnis befreit (s. auch [Kapitel 3.2.2](#) zu Pflichten bei Inbetriebnahme).

5.2 Finanzierung über eine Bank

5.2.1 Projektfinanzierung

In vielen Fällen wird die Errichtung der PV-Anlage durch eine Bank finanziert, meistens im Wege einer sogenannten Projektfinanzierung. Hierbei werden Errichtung und Betrieb der PV-Anlage von einer wirtschaftlich und rechtlich selbständigen Projektgesellschaft durchgeführt. Die Projektgesellschaft ist auch die Kreditnehmerin. Die Rückzahlung des Kredites erfolgt aus den von der PV-Anlage selbst generierten Einspeise- bzw. Vermarktungserlösen.

5.2.2 Nutzungsvertrag

Zwischen dem Eigentümer der Dachfläche und der Projektgesellschaft wird ein Nutzungsvertrag (ähnlich einem Mietvertrag über die Dachflächen) geschlossen. Dieser bildet die rechtliche Grundlage für den langfristigen (in der Regel mindestens 20 Jahre) Betrieb der PV-Anlage durch die Projektgesellschaft.

Der Nutzungsvertrag sollte mindestens folgende Punkte regeln:

- Parteien (in der Regel Grundstückseigentümer als Vermieter und Projektgesellschaft als Mieterin)
- Feste Laufzeit (üblicherweise 20-30 Jahre Festlaufzeit ab Unterschrift)
- Nutzungsentgelt (Höhe der Miete für die Dachflächen)
- Umfang des Nutzungsrechts
- Eintrittsrecht der Bank oder eines von ihr zu benennenden Dritten im Sicherheitsfall
- Ausschluss des Vermieterpfandrechts an der PV-Anlage

- Rückbauverpflichtung
- Verpflichtung zur Eintragung von Dienstbarkeit und Vormerkung im Grundbuch (s.u.)

5.2.3 Kreditsicherung

Zur Sicherung des Kredits wird regelmäßig die PV-Anlage sicherungsübereignet und der Bank oder einem von ihr zu benennenden Dritten ein Eintrittsrecht in den Nutzungsvertrag gewährt. Außerdem wird das Betreiberrecht der Projektgesellschaft und das Eintrittsrecht der Bank durch Eintragung einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit für den Betreiber und eine Vormerkung für die Bank/den Dritten im Grundbuch gesichert. Die Dienstbarkeit bzw. Vormerkung muss ein Erstellungs-, Betriebs-, Wege-, Leitungs- und Nutzungsrecht an der PV-Anlage (und ggf. Speicher) zugunsten der Projektgesellschaft bzw. Bank umfassen. Sie ist im Rang vor allen wertmindernden Rechten in Abteilung II und III des Grundbuchs einzutragen.

So wird sichergestellt, dass die PV-Anlage über ihre gesamte Lebensdauer betrieben werden kann, und zwar auch dann, wenn der Grundstückseigentümer wechselt oder die Projektgesellschaft wirtschaftlich ins Straucheln gerät. Für die Bestellung einer Standortdienstbarkeit im Zusammenhang mit einer fremdfinanzierten PV-Anlage sind gängige „Mieterdienstbarkeits“-Muster (wie etwa das des vdp) oft nicht geeignet. Denn anders als eine „klassische“ Mieterdienstbarkeit ist die Dienstbarkeit zur Sicherung einer PV-Projektfinanzierung in ihrem Bestand unabhängig vom Nutzungsvertrag, d.h. sie besteht auch weiter, wenn dieser z.B. gekündigt wird. Auf diese Weise kann die PV-Anlage über ihre gesamte Lebensdauer hinweg am selben Standort betrieben werden, woran regelmäßig alle Beteiligten ein Interesse haben.

Ein Muster einer typischen Dienstbarkeitsbestellungsurkunde für eine fremdfinanzierte PV-Anlage findet sich in **Anlage 2**.

5.3 Bundes-Förderprogramme

KFW-Programm Erneuerbare Energien (www.kfw.de)

Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (www.kfw.de)

Sanierung Nichtwohngebäude (www.bafa.de)

5.4 Landesförderprogramme

Landes-Förderung Hamburg: **IFB-Gründachförderprogramm**

Kapitel 6:

Trends & Ausblick

6 Trends & Ausblick

PV-Anlagen auf Gewerbe- und Logistikhallen sind eine geeignete Option, um die Immobilie mit günstigem Grünstrom zu versorgen. Auch wenn der Eigenverbrauch im Objekt nicht hoch genug ist, um den gesamten Strom vor Ort zu verbrauchen, so bieten doch unterschiedliche Betreibermodelle z.B. über das Contracting die Möglichkeit, die vorhandenen Dachflächen größtmöglich zu nutzen und so einen wichtigen Beitrag zur Energiewende zu leisten. In jedem Fall erfährt die Immobilie vor dem Hintergrund der ESG-Kriterien eine langfristige Wertsteigerung. In Zukunft wird sich vsl. auch der Strombedarf durch einen steigenden Anteil von E-Fahrzeugen deutlich erhöhen. Dies kann sowohl die eigene Fahrzeugflotte oder Mitarbeiter-Fahrzeuge, aber auch elektrisch betriebene LKWs externer Spediteure betreffen. Vor Ort produzierter Solarstrom liegt preislich i.d.R. immer deutlich unter dem Netzstrompreis und kann in Verbindung mit E-Ladesäulen perspektivisch einen weiteren Standortvorteil bedeuten. Auch die Wärme- (und Kälte-) Versorgung muss durch gesetzliche Vorgaben zukünftig stärker defossilisiert werden. Eine stromgeführte Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe, die sich ebenfalls gut mit Solarstrom kombinieren lässt, wird wahrscheinlich an Bedeutung gewinnen.

Auch im Bereich der Regulatorik hat sich etwas getan. Im Solarpaket 1 (Stand April 2024) sind Regelungen enthalten, die sich positiv auf Solaranlagen auf Gewerbe- und Logistikhallen auswirken können. So wird die gemeinschaftliche Gebäudeversorgung, als Alternative zum Mieterstrom, ermöglicht¹⁵ und die EEG-Vergütung für eingespeisten Strom wird für alle Anlagen ab einer Leistung von 40 kWp um 1,5 ct/kWh erhöht. Weitere rechtliche Anpassungen, die zukünftig eine gemeinschaftliche Stromversorgung größerer Areale ermöglichen („Energy-Sharing“, Prosumer-Modelle), befinden sich bereits in der Vorbereitung und werden vsl. im Jahr 2025 in Kraft treten.

¹⁵ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/solarpaket-1.html>

Kapitel 7:

Anhang

7 Anhang

7.1 Tabelle1: Beispiel-Fälle für Betreibermodelle

Fall	Eigentümer Immobilie	Eigentümer PV-Anlage	Betreiber PV-Anlage = Lieferant PV Strom	Netzstromlieferant	Nutzer / Stromverbrauch	Betreibermodell vor Ort (Überschüsse = Direktvermarktung)
1	ET Immo	= ET Immo	= ET Immo	EVU (Dritter)	= ET Immo	Eigenverbrauch ET Immo + Überschüsseinspeisung oder Volleinspeisung, ab 750 kWp EEG Ausschreibung
2	ET Immo	= ET Immo	= ET Immo	EVU (Dritter)	Mieter 1	Onsite PPA an Mieter 1
3	ET Immo	= ET Immo	PV Enabler	EVU (Dritter)	Mieter 1	Onsite PPA an Mieter 1, Anlagenpacht an ET Immo/PV Investor
4	ET Immo	= ET Immo	PV Enabler	= PV Enabler	Mieter 1	Mieterstrom an Mieter 1, Anlagenpacht an ET Immo
5	ET Immo	= ET Immo	PV Enabler	= PV Enabler	Multi Mieter 1+x	Mieterstrom an X Mieter, Anlagenpacht an ET Immo
6	ET Immo	= ET Immo	Mieter 1	EVU (Dritter)	Mieter 1	Eigenverbrauch und Rückpacht der Anlage durch den Mieter vom Anlagenbesitzer/ ET Immo
7	ET Immo	PV Investor	= PV Investor	EVU (Dritter)	= ET Immo	Onsite PPA an ET Immo, typischerweise keine Dachpacht
8	ET Immo	PV Investor	= PV Investor	EVU (Dritter)	Mieter 1	Onsite PPA an Mieter 1, Dachpacht an ET Immo
9	ET Immo	PV Investor	= PV Investor	= PV Investor	Mieter 1	Mieterstrom an Mieter 1, Dachpacht an ET Immo
10	ET Immo	PV Investor	= PV Investor	= PV Investor	Multi Mieter 1+x	Mieterstrom an X Mieter, Dachpacht an ET Immo
11	ET Immo	PV Investor	PV Enabler	EVU (Dritter)	Multi Mieter 1+x	Onsite PPA an Mieter 1, Anlagenpacht an PV Investor, ggf. Dachpacht an ET Immo
12	ET Immo	PV Investor	PV Enabler	PV Enabler	Mieter 1	Mieterstrom an Mieter 1, Anlagenpacht an PV Investor, ggf. Dachpacht an ET Immo
13	ET Immo	PV Investor	PV Enabler	PV Enabler	Multi Mieter 1+x	Mieterstrom an X Mieter, Anlagenpacht an PV Investor, ggf. Dachpacht an ET Immo
14	ET Immo	PV Investor	Mieter 1	EVU (Dritter)	Mieter 1	Eigenverbrauch und Rückpacht der Anlage durch den Mieter vom Anlagenbesitzer

7.2 Anlage 2

Muster: Bewilligung und Beantragung einer beschränkten persönlichen Dienstbarkeit (Standortdienstbarkeit) nebst Vormerkung für Photovoltaikanlage(n)

Hinweis: Dieses Muster ersetzt keine Rechtsberatung im Einzelfall.

1. Bestellung einer Dienstbarkeit

Ich, Name, Anschrift und ggf. Registernummer des Grundstückeigentümers / der Grundstückeigentümerin,

bestelle als Eigentümer/in (im Folgenden „**Eigentümer**“ genannt) des Grundstücks/der Grundstücke mit der Katasterbezeichnung

Grundbuch von Angabe Grundbuch, Gemarkung Angabe Gemarkung, Blatt Angabe Blatt, Flur Angabe Flur, Flurstück Angabe Flurstück

unwiderruflich eine auflösend bedingte, beschränkte persönliche Dienstbarkeit

zugunsten des/der Name, Anschrift und ggf. Registernummer des Betreibers / der Projektgesellschaft (im Folgenden der „**Berechtigte**“ genannt)

in Form eines Erstellungs-, Betriebs-, Wege-, Leitungs- und Nutzungsrechtes für die auf einer Teilfläche ggf. Angabe der Fläche (bsp. Dach) des vorgenannten Grundstücks/der vorgenannten Grundstücke gemäß anliegendem Lageplan (die Teilfläche ist Angabe Farbe umrandet) zu erstellende(n) Photovoltaikanlage(n), einschließlich sämtlicher Nebenanlagen, insbesondere zur Herstellung und Nutzung von Schalt-, Mess- und Transformatorstationen, befestigten und unbefestigten Zuwegungen, Betriebsanlagen und unter- und oberirdischen Leitungen aller Art, insbesondere Anschlussleitungen, zur Eintragung in Abt. II des Grundbuches. Das Nutzungsrecht umfasst insbesondere auch die Nutzung zur Überprüfung, Wartung, Instandsetzung und Instandhaltung, Erneuerung sowie zum Rückbau aller Anlagen und Einrichtungen. Der Berechtigte ist ferner berechtigt, das Grundstück/die Grundstücke in dem zur Errichtung, zur Erhaltung und zum Betrieb der Photovoltaikanlage(n) erforderlichen Umfang zu betreten und zu befahren und von Dritten betreten und befahren zu lassen. Auf dem gesamten Grundstück/den gesamten Grundstücken dürfen für die Dauer des Bestehens dieser

Anlage(n) keine Gebäude oder sonstigen Anlagen errichtet oder sonstige Einwirkungen vorgenommen werden, welche den Bestand, den Betrieb oder die Nutzung der Anlage(n) beeinträchtigen oder gefährden können.

Dieses Recht kann Dritten zur Ausübung überlassen werden.

Die Dienstbarkeit wird unter der auflösenden Bedingung bestellt, dass der Antrag auf Eintragung der Dienstbarkeit in Ausübung des durch die Vormerkung zu Nr. 2 gesicherten Anspruchs beim Grundbuchamt eingegangen ist.

2. Bestellung einer Vormerkung für die finanzierende Bank

Ich verpflichte mich ferner der **Name und Anschrift der Bank** (finanzierenden Bank des Berechtigten, im Folgenden „**Bank**“ genannt) gegenüber als Versprechensempfängerin, einem von der Bank benannten Dritten zu dessen Gunsten (Vertrag zugunsten Dritter) eine beschränkte persönliche Dienstbarkeit gleichen Inhalts zu bewilligen, wie er sich aus der vorgenannten Nr. 1 ergibt. Diese Verpflichtung übernehme ich zur mehrfachen Erfüllung, z.B. für den Fall des Wechsels der finanzierenden Bank oder des Berechtigten. Das Recht aus der Dienstbarkeit kann Dritten zur Ausübung überlassen werden.

Dieser Anspruch ist veräußerlich und übertragbar und verjährt in 30 Jahren.

Zur Sicherung dieses Anspruchs soll eine Vormerkung auf Bestellung der Dienstbarkeit vorstehenden Inhalts zu Nr. 1, für die Bank im unmittelbaren Rang nach der zu Nr. 1 bestellten Dienstbarkeit in Abt. II im Grundbuch eingetragen werden.

3. Eintragungsbewilligung

Ich, der/die unterzeichnende Grundstückseigentümer/in, bewillige und beantrage unwiderruflich,

- a) die in Nr. 1 bestellte beschränkt persönliche Dienstbarkeit und
- b) die Vormerkung gemäß obiger Nr. 2,

jeweils im Rang vor sämtlichen wertmindernden Rechten in Abt. II und III des Grundbuchs einzutragen. Solange vorrangige Rechte eingetragen sein sollten, soll die Eintragung zunächst an

rangbereiter Stelle erfolgen. Ich stimme bereits jetzt allen erforderlichen Erklärungen für die Beschaffung der vereinbarten Rangstelle zu und beantrage die Rangänderung im Grundbuch.

4. Schuldrechtliche Vereinbarungen

Die Dienstbarkeit und die Vormerkung dienen der Sicherstellung des Betriebs der Photovoltaikanlage(n) auf dem Grundeigentum. Die Löschung der Dienstbarkeit gem. Nr. 1 kann erst nach dem Datum verlangt werden, nicht jedoch vor Beendigung eines zwischen dem jeweiligen Berechtigten und dem Eigentümer bestehenden Nutzungsvertrages. Die Löschung kann sofort verlangt werden, wenn der Eigentümer den Nutzungsvertrag wirksam außerordentlich gekündigt hat und der Berechtigte den Kündigungsgrund zu vertreten hat.

Diese Regelungen gelten entsprechend für eine Dienstbarkeit in Ausnutzung der Vormerkung zu Nr. 2 sowie der Vormerkung zu Nr. 2 selbst. Insoweit wird jedoch vereinbart, dass der Eigentümer verpflichtet ist, der Bank umgehend Mitteilung von der außerordentlichen Kündigung zu machen. Die Bank oder ein von ihr benannter Dritter ist dann berechtigt, binnen sechs Wochen nach Erhalt der Mitteilung gegen Zahlung der offenen Verbindlichkeiten aus dem Nutzungsvertrag einen inhaltlich identischen Nutzungsvertrag abzuschließen. Wird hiervon nicht Gebrauch gemacht, kann die Löschung der Vormerkung/Dienstbarkeit zu Nr. 2 verlangt werden.

Bei Weiterbetrieb der Photovoltaikanlage(n) ohne Bestehen eines Nutzungsvertrages hat der Berechtigte dem jeweiligen Eigentümer ein Entgelt entsprechend den Zahlungsregelungen des zwischen dem Eigentümer und der Berechtigten oder deren Rechtsnachfolgern bestehenden zuletzt gültigen Nutzungsvertrages in der zuletzt gezahlten bzw. zur Zahlung fälligen Höhe zu leisten. Verstößt er gegen diese Verpflichtung, so kann ebenfalls die Löschung verlangt werden.

5. Annahme ohne Erklärung gegenüber dem Eigentümer

Soweit diese Urkunde Vereinbarungen vorsieht, die erst mit Annahme der Angebote des Eigentümers durch den Berechtigten und/oder Bank zustande kommen, verzichtet der Eigentümer i. S. d. § 151 BGB auf den Zugang der Annahmeerklärungen bei ihm.

6. Sonstiges

Der Geschäftswert dieser Urkunde beträgt ____ Euro.

Der Eigentümer beantragt beim Grundbuchamt, dem Berechtigten und der Bank

- nach Vollzug der Eintragungsanträge eine unbeglaubigte Grundbuchabschrift und
- von etwaigen Zwischenverfügungen eine Abschrift zu erteilen.

Der Eigentümer beauftragt den Notar,

- dem Berechtigten und der Bank sofort eine beglaubigte Ausfertigung dieser Urkunde zu erteilen,
- dem Grundbuchamt die Erstausfertigung dieser Urkunde sofort einzureichen und
- dem Eigentümer eine einfache Ausfertigung dieser Urkunde zu erteilen.

Die Kosten trägt der Berechtigte.

Ort, Datum

Eigentümer

Unterschriftsbeglaubigung und ggf. Vertretungsfeststellung

Nicht Inhalt der notariellen Urkunde*

Ort, Datum __

____ (Berechtigter)*

____ ([Name der Bank])*

7.3 Anlage: Lageplan

*) Diese Unterschriften erfolgen **nach** Bewilligung und Beantragung durch den Eigentümer in notariell beglaubigter Form. Eine Beglaubigung dieser Unterschriften ist **nicht** erforderlich.

Quellen

Titelbild: Quelle: Istockphoto, Bildnachweis: Zhongguo

Bild 2: Canva/Zstockphotos

Bild 3: Getty Images

Bild 4: Getty Images Signature

Grafiken: <https://de.freepik.com>

Impressum

Herausgeber

Erneuerbare Energien Hamburg Clusteragentur GmbH

Hamburg im Juni 2024