

Photovoltaik-Anlagen bei Logistikimmobilien - Evaluierung von Geschäftsmodellen in Österreich

Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades
"Master of Science"

eingereicht bei
DI (FH) Carmen Dilch MSc. MRICS

Daniil Elperin

11834273

Eidesstattliche Erklärung

Ich, **DANIIL ELPERIN**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Masterthese, "PHOTOVOLTAIK-ANLAGEN BEI LOGISTIKIMMOBILIEN - EVALUIERUNG VON GESCHÄFTSMODELLEN IN ÖSTERREICH", 84 Seiten, gebunden, selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, und
2. dass ich das Thema dieser Arbeit oder Teile davon bisher weder im In- noch Ausland zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, 25.10.2021

Unterschrift

Kurzfassung

Die österreichische Bunderegierung hat sich das Ziel gesetzt, bis 2030 die Treibhausgasemissionen um 36% gegenüber 2005 zu reduzieren. Solarenergie soll als erneuerbare Energiequelle einen wesentlichen Beitrag zu dieser Zielsetzung leisten, da rund 40% aus Photovoltaik (folgend PV) gewonnen werden soll. Gebäudeflächen bergen in Österreich ein großes Potenzial zur Realisierung dieses angestrebten Energieziels, wobei sich insbesondere Logistikimmobilien aufgrund von großen Flachdächern besonders gut für die Errichtung von PV-Anlagen eignen. Primär werden Logistikimmobilien in Österreich durch die Eigentümer selbst genutzt. Dabei ergeben sich für die Errichtung einer PV-Anlage in Abhängigkeit von mannigfachen Faktoren speziell zugeschnittene Modelle und Lösungen, wobei für den österreichischen Logistikimmobilienmarkt kaum Erfahrungswerte vorliegen. Daher hat sich vorliegende Masterthesis das Ziel gesetzt, potenzielle Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen bei eigengenutzten Logistikimmobilien in Österreich zu evaluieren. Die empirische Umsetzung erfolgt dabei mittels eines qualitativen Zuganges. Hierzu wurden sechs Experteninterviews mit zentralen Stakeholdergruppen – Eigennutzer von Logistikimmobilien, Anlagenerrichter von PV-Anlagen sowie Ingenieure und Techniker – durchgeführt und 23 technische und wirtschaftliche Evaluationskriterien abgeleitet. Als zentrales Ergebnis lässt sich festhalten, dass sieben verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten für die Errichtung von PV-Anlagen bei eigengenutzten Logistikimmobilien in Österreich möglich sind. Aus technischer Perspektive existieren zwei Varianten der Errichtung von PV-Anlagen – Eigenverbrauchsoptimierte und Volleinspeiser. Aus wirtschaftlicher Perspektive ergeben sich drei Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen – Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete. Jede Umsetzungsmöglichkeit bringt sowohl Vor- und Nachteile mit sich. Dabei existiert keine allgemeingültige Lösung. Vielmehr ist für die Errichtung von PV-Anlagen in Österreich vom Eigennutzer einer Logistikimmobilie eine Vielfalt von Entscheidungen zu treffen, wobei die in dieser Masterthesis abgeleiteten Bewertungsparameter sowie ein Entscheidungsbaum als Handlungsempfehlung dienen mögen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Motivation und Problemdefinition	1
1.2. Forschungsfrage und Ziel der gegenständlichen Arbeit	5
1.3. Methodische Vorgehensweise	5
1.4. Aufbau der Arbeit.....	10
2. Photovoltaik-Anlage	11
2.1. Solarzelle: Aufbau, Funktionsweise und Technologien	11
2.2. Komponenten und Planung	15
2.3. Anlagentypen	19
3. Logistikimmobilien	24
3.1. Logistikbegriff	24
3.2. Logistikimmobilienmarkt in Österreich	25
3.3. Arten von Logistikimmobilien	27
3.4. Flächenpotenzial und Eignung für Photovoltaik-Anlagen	30
4. Darstellung der Geschäftsmodelle	33
4.1. Eigeninvestment.....	33
4.2. Contracting	35
4.3. Dachmiete	40
5. Evaluierung potenzieller Geschäftsmodelle	41
5.1. Gründe und Vorteile.....	41
5.2. Potenzielle Geschäftsmodelle.....	44
5.3. Analyse von Geschäftsmodelle.....	46
5.3.1. Analyse- und Evaluierungskriterien.....	47
5.3.2. Technische Aspekte	48
5.3.3. Kaufmännische Aspekte	52

5.4.	Gegenüberstellung und Kontrastierung	53
5.4.1.	Gemeinsamkeiten und Unterschiede aus technischer und wirtschaftlicher Perspektive	54
5.4.2.	Vor- und Nachteile der Geschäftsmodelle	61
5.4.3.	Entscheidungsparameter	62
5.4.4.	Handlungsempfehlungen	64
6.	Schlussfolgerungen	68
	Literaturverzeichnis	71
	Abkürzungsverzeichnis	75
	Abbildungsverzeichnis	76
	Diagrammverzeichnis	77
	Tabellenverzeichnis	78
	Anhang 1 - Interviewleitfaden	79

1. Einleitung

Vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit Photovoltaik (folgend PV)-Anlagen bei eigengenutzten Logistikimmobilien in Österreich. Um eine erste Orientierung über die Thematik und die damit verbundene Relevanz der Arbeit zu geben, werden einleitend aktuelle nationalpolitische Bestrebungen und Ziele in Hinblick auf Nachhaltigkeit erläutert sowie die Marktentwicklung nachgezeichnet, da in den nächsten 10 Jahren mit einem erheblichen Anstieg der Stromproduktion aus PV-Anlagen zu rechnen ist (EAG § 4 Abs. 4). In weiterer Folge wird auf die Forschungsfrage, die Methodik und den Aufbau der Arbeit eingegangen.

1.1. Motivation und Problemdefinition

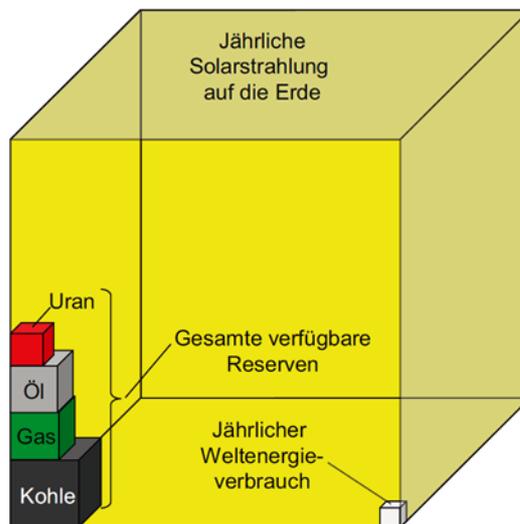
Die österreichische Bundesregierung hat sich in der Klimapolitik die Dekarbonisierung als zentrales Ziel gesetzt. Bereits in der Klima- und Energiestrategie vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) aus 2018 hieß es, „wir wollen unsere Treibhausgasemissionen senken, erneuerbare Energie verstärkt ausbauen, Energie- und Ressourceneffizienz erhöhen, saubere Technologien forcieren“ (BMNT 2018: 4). Konkret sollten bis 2030 Treibhausgasemissionen um 36% gegenüber 2005 reduziert werden und als langfristige Klimastrategie galt es, die Emissionsneutralität bis 2050 zu erreichen (BMNT 2018: 6). Mit der 2020 neu gebildeten Regierung aus ÖVP und den Grünen wurde ein weiterer Impuls gesetzt, indem die nationalen Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion angehoben werden sollen. Nun wird die Klimaneutralität bereits für 2040 angestrebt, wobei der Ausbau von heimischen erneuerbaren Energieträgern einen wesentlichen Beitrag zu dieser Zielsetzung leisten soll. Laut dem Regierungsprogramm wird das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) den Rahmen für eine „100% (national bilanziell) Versorgung mit Ökostrom bis 2030 sicher[n]“ (Bundeskanzleramt 2020: 72).

Auch wenn in der Literatur mitunter unterschiedlich definiert, werden als erneuerbare oder regenerative Energien überwiegend nichtfossile Energieträger verstanden, deren Ressourcen weitgehend zeitlich unbegrenzt zur Verfügung stehen respektive sich schnell oder ständig erneuern (Regelous & Meyn 2011: 1). Im EAG werden darunter „Wind, Sonne (Solarthermie und Photovoltaik),

geothermische Energie, Umgebungsenergie, Gezeiten-, Wellen- und sonstige Meeresenergie, Wasserkraft und Energie aus Biomasse, Deponiegas, Klärgas, Biogas und erneuerbarem Gas“ (§ 5 Abs. 13) gezählt, wobei die Sonne als wichtigste Quelle regenerativer Energie gilt.

Die Sonne ist ein Reaktor, in dem bei der Kernfusion Temperaturen in Höhe von 15 Millionen Grad Celsius entstehen. Die freigesetzte Energie wird in Form von Strahlen dauerhaft in den Weltraum abgegeben, wobei nur ein Bruchteil dieser Energie die Erdoberfläche erreicht (Mertens 2018: 41). Für die Bewohner¹ der Erde ist das Potenzial hinter diesem Bruchteil jedoch außerordentlich groß, übersteigt doch die jährlich verfügbare Menge an Solarenergie die weltweite Energienachfrage um das 7.000-fache. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, übersteigt die Solarenergie die noch insgesamt verfügbaren Reserven an fossilen Rohstoffen um das Vielfache, während fossile Rohstoffe begrenzt sind, Solarenergie aber jährlich wieder zur Verfügung steht (Mertens 2018: 60-61).

Abbildung 1: Potenzial von Solarenergie



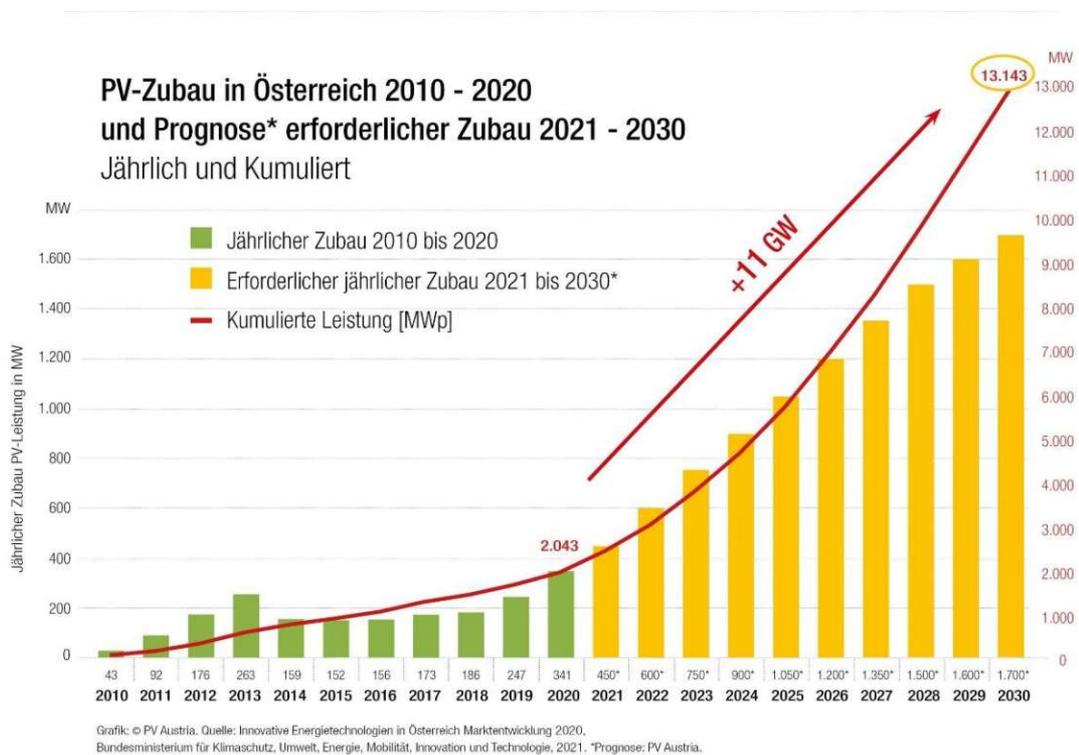
Quelle: Mertens 2018: 61

Dieses Potenzial von Solarenergie spiegelt sich auch im EAG wider, als in PV am stärksten investiert werden soll. Konkret wird in § 4 Abs. 4 von einem Zubau von 27 TWh Erzeugungskapazität aus erneuerbaren Energiequellen bis 2030 gesprochen,

¹ In dieser Masterthesis wird zur Förderung des Leseflusses auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet. Es wird generell nur das generische Maskulinum angeführt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Gesamtheit der Personenbezeichnungen gleichermaßen für alle Geschlechter gilt.

wobei diese sich anteilig aus 11 TWh PV, 10 TWh Windkraft, 5 TWh Wasserkraft und 1 TWh Biomasse zusammensetzen sollen. Somit wird der Zubau von PV-Anlagen in den nächsten zehn Jahren, mit rund 40% der Erzeugungskapazität, den größten Beitrag zur Zielerreichung leisten. Zu diesem Zweck wurde das ehemalige 100-Tausend-Dächer-Programm angepasst, als bis 2030 1-Million-Dächer mit PV ausgestattet werden sollen (Enkhardt 2020: o.S.). Um Anreize zu setzen und dieses Ziel zu erreichen sieht die österreichische Regierung unter anderem vor, bürokratische Hürden abzubauen, den Netzzugang zu vereinfachen, leistungsbezogene Förderungsgrenzen auszuweiten sowie rechtliche Rahmenbedingungen zu vereinfachen (Bundeskanzleramt 2020: 80).

Diagramm 1: PV-Zubau in Österreich 2010-2019 und erforderlicher Ausbau 2020-2030



Quelle: Photovoltaic Austria 2021a: 12

Diese Entwicklungen zeigen, dass die Errichtung von PV-Anlagen ein besonders aktuelles und zukunftsrelevantes Thema ist. Die Schienen für eine saubere Zukunft sind gelegt und die Politik setzt Anreize, um diesen Wirtschaftszweig stark wachsen zu lassen. Diagramm 1 zeigt die Marktentwicklung von 2010 bis 2019 und gibt eine Prognose für den zur Zielerreichung erforderlichen Ausbau von PV bis in das Jahr

2030. So muss sich die Gesamtleistung gegenüber 2019 rund verachtfachen und der jährliche Leistungszubau versiebenfachen (Photovoltaic Austria 2021a: 32). Insgesamt waren im Jahr 2020 PV-Anlagen mit 1.990 MW-Gesamtleistung aktiv (siehe Diagramm 1), wobei der Gesamtumsatz der PV-Branche knapp über 500 Mio. € mit 2.755 Vollzeit-Äquivalente betrug (Biermayr et al. 2021: 22).

Das starke Wachstum der PV-Branche ist unter anderem darauf zurück zu führen, dass PV-Technologie zum einen günstiger geworden ist und zum anderen, dass deren Ausbau vom Staat gefördert wird. Zur Verfügung stehen bislang bundesweite respektive bundesspezifische Förderungen sowie Landesförderungen. Auf bundesweiter Ebene gelten der Klima- und Energiefonds sowie die Abwicklungsstelle für Ökostrom (ÖMAG) als Hauptansprechpartner. Der Klima- und Energiefonds wurde dazu gegründet, die Bundesregierung bei der Umsetzung der festgelegten Klimaziele, wie beispielsweise das Vorantreiben der Energie- und Mobilitätswende, zu unterstützen (Klima- und Energiefonds 2020: 8), während die ÖMAG seit 2006 als zentraler Ansprechpartner für Anliegen bezüglich erneuerbarer Stromerzeugung und insbesondere der Verwaltung der Förderkontingente gilt (ÖMAG 2021a: 2).

Auch einzelne Bundesländer fördern PV, wobei sich ein einheitlicher Rahmen nicht ausmachen lässt. Während Niederösterreich, Tirol, Vorarlberg und Kärnten keine gewerbliche Förderung vergeben, sehen das Burgenland, Salzburg und Wien Förderungen für PV-Anlagen zwischen 5 kWp bis 2.000 kWp vor, während in der Steiermark lediglich innovative bzw. PV-Anlagen in Kombination mit Kühlung und in Oberösterreich PV-Anlagen im Gebiet der Stadt Linz gefördert werden (Photovoltaic Austria 2021b: o.S.). Aktuell, im Jahr 2021, erfährt die Förderlandschaft in der PV durch das EAG eine Änderung. Diese beinhaltet zukünftig zwei Förderungssysteme – eine Marktprämie für den eingespeisten PV-Strom oder einen Investitionszuschuss für PV-Anlagen –, wobei eine Kombination aus beiden Förderungen nicht zulässig ist (EAG § 2 Abs. 2).

Insgesamt wurden bislang durch den Klima- und Energiefonds sowie die ÖMAG 67.467 PV-Anlagen in Österreich gefördert. Im Mittel entfallen österreichweit 24 PV-Anlagen auf 1.000 Einwohner mit starken Schwankungen zwischen den Gemeinden. So verfügt Ohlsdorf in Oberösterreich mit 143 PV-Anlagen per 1.000 Einwohner den höchsten Anteil, während Wien mit knapp 1 PV-Anlage per 1.000

Einwohner sich am unteren Ende des Rankings befindet (Statistik Austria 2021: o.S.). Installiert werden in Österreich PV-Anlagen primär auf Dächer (Biermayr et al. 2021: 113), wobei deren Potenzial für Logistikimmobilien in Österreich aufgrund mangelnder Forschungslage in vorliegender Arbeit nachgegangen wird.

1.2. Forschungsfrage und Ziel der gegenständlichen Arbeit

Logistikimmobilien weisen in der Regel einen hohen Energieverbrauch auf und gleichzeitig haben sie großflächige, ungenutzte Flachdächer, weshalb sich diese Immobilien besonders gut für die Errichtung von PV-Anlagen eignen. Abhängig vom Kerngeschäft des Nutzers der Logistikimmobilie und seiner Strategie, den Investitionspräferenzen, den speziellen Eigenschaften einer Immobilie wie beispielsweise Eigentumsverhältnis, Lage, Nutzung, Dachgröße, Statik und Energieverbrauchsquote des produzierten Stroms, ergeben sich dabei speziell zugeschnittene Modelle und Lösungen für eine individuell sinnvolle Implementierung einer solchen Anlage. Daher geht vorliegende Arbeit von folgender Forschungsfrage aus: Welche technischen und wirtschaftlichen Varianten von PV-Anlagen sind für einen Eigennutzer von Logistikimmobilien in Österreich sinnvoll?

Verknüpft mit dieser Forschungsfrage verfolgt die gegenständliche Arbeit das Ziel, potenzielle Geschäftsmodelle für PV-Anlagen auf Logistikimmobilien anhand wirtschaftlicher und technischer Kriterien zu evaluieren und praktische Handlungsempfehlungen in Bezug auf die Errichtung von PV-Anlagen abzuleiten.

1.3. Methodische Vorgehensweise

Entsprechend der Zielsetzung bedient sich die Arbeit zunächst umfassender Literaturrecherche in fachspezifischen Datenbanken, Zeitschriften und Büchern um PV-Anlagen, Logistikimmobilien sowie Geschäftsmodelle auf theoretischer Ebene zu skizzieren.

In einem zweiten Schritt werden potenzielle Geschäftsmodelle auf dem PV-Markt einer Evaluation unterzogen. Definiert als „wissenschaftlich fundierte Bewertung von Sachverhalten (...) hinsichtlich verschiedener Bewertungskriterien“ (Döring & Bortz 2016: 977) dient vorliegende Evaluation primär dazu, die Geschäftsmodelle hinsichtlich ihrer Eignung bzw. Nichteignung respektive Stärken und Schwächen zu

analysieren. Als Evaluationskriterien werden dabei wirtschaftliche und technische Aspekte herangezogen, wobei von konkreten norm- oder kriteriumsorientierten Bewertungsmaßstäben Abstand genommen wird, da kaum Erfahrungswerte für PV-Anlagen auf Logistikimmobilien in Österreich vorliegen.

Daher werden in einem dritten abschließenden Schritt auf empirischer Ebene Experteninterviews durchgeführt. Diese eignen sich besonders dann, wenn es um die „Rekonstruktion von besonderen Wissensbeständen bzw. von besonders exklusivem, detailliertem oder umfassendem Wissen über besondere Wissensbestände und Praktiken“ (Pfadenhauer 2002: 113) geht. Daher verfügen Experten über spezifisches professionelles Deutungswissen, wobei in vorliegender Arbeit das Sample über eine bewusste Auswahl generiert wird. Hierfür wurde das Expertenpool über theoretische, fragestellungsgeleitete Überlegungen in drei zentrale Stakeholdergruppen untergliedert:

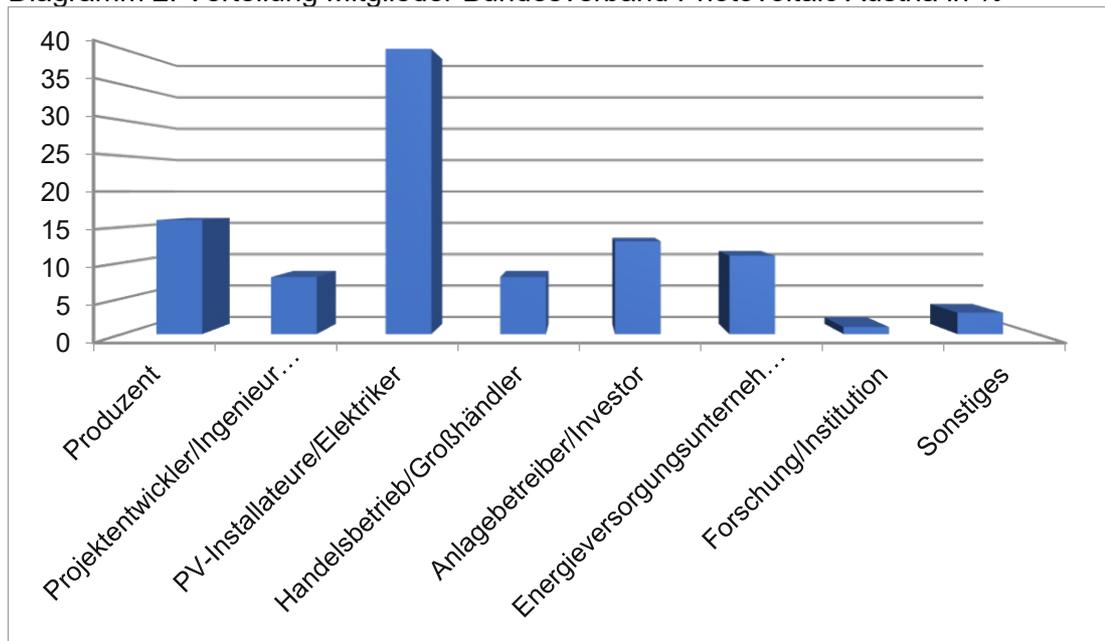
- Als Auftraggeber von Projekten zur Errichtung von PV-Anlagen werden Eigennutzer von Logistikimmobilien in Österreich definiert.
- Als Auftragnehmer werden Anlagenerrichter von PV-Anlagen in Österreich betrachtet.
- Ingenieure, Techniker und Planer fungieren als wichtige Schnittstelle zwischen diesen beiden Gruppen.

Gestützt werden diese Überlegungen durch die anteilmäßige Verteilung der Stakeholder in der PV-Branche in Österreich. So umfasst der nicht gewinnorientierte Bundesverband Photovoltaic Austria als überparteiliche Interessensvertretung in der österreichischen PV-Branche im Jahr 2020 über 260 Verbandsmitglieder, wobei PV-Installateure sowie Elektriker mit rund 40% den größten Anteil stellen, gefolgt von Anlagenproduzenten mit rund 15% (siehe Diagramm 2).

Energieversorger, Handelsunternehmen, Förderinstitutionen, Forschungsinstitute oder Berufsverbände stellen zwar wesentliche Akteure der PV-Branche dar, haben jedoch zur Beantwortung der Forschungsfrage nur sekundäre Bedeutung. Daher wurden aus den drei zentralen Stakeholdergruppen jeweils zwei Unternehmen respektive Experten ausgewählt. Mit dieser proportionalen Verteilung ist zwar eine gewisse Repräsentativität gegeben, verallgemeinerbare Aussagen über die Grundgesamtheit sind jedoch nicht möglich. Dies ist auch nicht Anliegen qualitativer

Forschung. Vielmehr wird in vorliegender Arbeit Generalisierbarkeit durch kontextspezifisches Vorgehen hergestellt, indem „aufgrund theoretischer Vorüberlegungen (...) solche Fälle oder Erscheinungsformen von Fällen bestimmt [wurden], die typisch und damit generalisierbar für eine größere Menge von Fällen oder eine Population sind“ (Mayring 2007: 7).

Diagramm 2: Verteilung Mitglieder Bundesverband Photovoltaic Austria in %



Quelle: eigene Darstellung anhand von Photovoltaic Austria 2020: o.S.

Insgesamt liegen daher der empirischen Studie sechs Unternehmer/Experten (E1-E6) als Sample zugrunde, zu denen Feldkontakt aufgrund beruflicher Vernetzung zum Autor bestand:

E1 hat über 10 Jahre Erfahrung in der PV-Branche. Er ist zum einen Generalunternehmer, der PV Anlagen für Dritte errichtet sowie betreibt, und zum anderen auch Investor und Contractinggeber mit Fokus auf Gewerbe, Industrie und Logistik-Immobilien, weshalb er als Auftragnehmer fungiert.

E2 ist in Österreich bei einem der führenden Logistikunternehmen für die Themen Immobilien, Facility und Bau zuständig. Er ist für die Errichtung von über zehn PV-Anlagen auf den eigengenutzten Logistikimmobilien verantwortlich und fungiert somit als Auftraggeber.

E3 leitet die Immobilienabteilung von einem der führenden österreichischen Logistikunternehmen. Er ist für die Errichtung von neun PV-Anlagen auf den eigengenutzten Logistikimmobilien verantwortlich und fungiert somit als Auftraggeber.

E4 ist seit ca. 15 Jahren im Bereich der technischen Gebäudeplanung, mit dem Fokus auf Elektrotechnikplanung tätig. Er fungiert als Ingenieur/Techniker und kann auf Erfahrung mit der Planung, Konzeption sowie technischem Detailengineering diverser PV-Anlagen auf Logistikimmobilien zurückgreifen.

E5 kann auf über 10 Jahre Erfahrung in der PV-Branche zurückgreifen. Er ist bei einem der größten österreichischen Bauunternehmen tätig und hat als Auftragnehmer diverse PV-Projekte auf Dächern von eigengenutzten Logistikimmobilien umgesetzt.

E6 ist Projektingenieur für erneuerbare Energien und ist seit fünf Jahren Projektleiter im Bereich PV. Er hat Erfahrungswerte mit der Errichtung von PV-Anlagen auf eigengenutzten Logistikimmobilien und fungiert als Ingenieur/Techniker.

Die Einladung zur Interviewteilnahme erfolgte durch telefonische Kontaktaufnahme. Als Basis für die Interviews diente ein Leitfaden, welcher aus sieben offenen Fragen bestand, um die Interviewpartner zum Erzählen und Erläutern anzuregen (siehe Anhang 1 Interviewleitfaden). Thematisch umfasst der Leitfaden Fragen nach Erfahrungswerten mit PV-Anlagen, möglichen Gründen für die Errichtung, technischen sowie wirtschaftlichen Voraussetzungen und Hürden vor der Errichtung, den Vorteilen von PV im speziellen für Eigennutzer von Logistikimmobilien, den möglichen Geschäftsmodellen sowie den Kriterien und Entscheidungsparametern für das Errichten einer PV-Anlage auf Logistikimmobilien. Die Reihenfolge der Fragen folgt zwar einem logischen Ablauf, kann jedoch an den Gesprächsverlauf flexibel angepasst werden. Diese als halbstrukturierte Befragung bezeichnete Vorgehensweise wird primär in der qualitativen Forschung eingesetzt (Döring & Bortz 2016: 403). Durchgeführt wurden die Interviews zwischen 10.09.2021 und 14.09.2021 als Videocalls mittels des Programms Microsoft Teams. Dabei wurde von den Experten das Einverständnis zur Tonbandaufnahme eingeholt. Im Durchschnitt dauerten die Interviews 30 bis 45 Minuten.

Im Anschluss an die Interviews wurden diese durch ein Transkriptionsbüro transkribiert. Hierbei wurden die Interviews um Dialektausdrücke und andere sprachliche Aspekte wie Versprecher, Pausen, Räuspern etc. bereinigt, da nur der manifeste Inhalt von Interesse war. Zudem wurden die Interviewpartner anonymisiert und mit fortlaufenden Nummern versehen (E1 – E6) sowie die jeweiligen Interviews mit Zeilennummern versehen.

Die Auswertung der Transkripte erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse. Hierbei wird Textmaterial „systematisch v.a. die manifesten Inhalte durch Kategorienbildung heraus[ge]arbeite[t]“ (Döring & Bortz 2016: 602). Die Kategorienbildung erfolgte dabei in einem ersten Schritt theoriegeleitet-deduktiv, orientiert am Interviewleitfaden mit sieben übergeordneten Kategorien: Stakeholder, Erfahrungswerte, Gründe für Errichtung, technische Aspekte vor Errichtung, wirtschaftliche Aspekte vor Errichtung, optimale Anlagengröße, Vorteile von PV für Logistikimmobilien im speziellen, Geschäftsmodelle, beste Lösung, Entscheidungsparameter. In einem zweiten Schritt wurde aus dem Interviewmaterial induktiv Subkategorien destilliert. Um aussagekräftige Passagen herauszuarbeiten, wurde das Textmaterial zerlegt, Kategorien zugeordnet, relevante Textstellen paraphrasiert und generalisiert (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Auswertungsraster

Kategorie	Experte	Zeile	Gesamte Passage	Paraphrase	Reduktion/Generalisierung	Unterkategorie
Berührungspunkte/ Gruppe Stakeholder	E1	11 bis 17	Also wir errichten und betreiben, dazu komme ich dann auch gleich nochmal in Österreich und inzwischen auch in Deutschland, also kleinere und größere Photovoltaikanlagen, also mit Fokus auf Gewerbe, Industrie und Logistik-Immobilien. Das zweite Standbein wie gesagt und das wird sich vielleicht im Zuge des Gesprächs dann auch nochmal, wenn wir drauf eingehen, sind wir auch Investor. Das heißt, wir errichten diese Anlagen nicht nur als Generalunternehmer, sondern wir betreiben auch Photovoltaikanlagen auf Contractingbasis bzw. mieten wir Dachflächen an	E1 ist zum einen Generalunternehmer, der PV Anlagen für Dritte errichtet sowie betreibt, und zum anderen auch Investor und Contractinggeber mit Fokus auf Gewerbe, Industrie und Logistik-Immobilien.	Generalunternehmer, Errichter, Betreiber, Contractinggeber	Universalist/ Auftragnehmer
Erfahrung in Jahren mit PV	E1	17 bis 20	Inzwischen mache ich das schon seit über zehn Jahren, also durchaus schon relativ viel Erfahrung für das, dass die Branche in Österreich eigentlich auch erst so in etwa seit zehn Jahren stark begonnen hat zu wachsen. Das ist so mein Hintergrund	E1 hat über 10 Jahre Erfahrung in der PV Branche	10 Jahre Erfahrung	Erfahrungsjahre
Erfahrungswerte/ Aufgabenbereiche mit PV bei Logistikimmobilien	E1	26 bis 42	einzelne von unseren Kunden sind auch in der Logistikbranche. Also wir haben jetzt auf der einen Seite ja mit DB Schenker, aber auch mit einem anderen Logistiker in Österreich sowie den Logistikstandorten oder Logistiktochtern, Logistikabteilungen von Lebensmitteleinzelhändlern als auch einem großen schwedischen Möbelhaus hier zusammengearbeitet, also haben durchaus relevante Erfahrungen in diesem speziellen Segment gesammelt. Sowohl für dedizierte Logistiker als auch für Firmen, die eigene Logistiktochter oder Abteilungen haben. Also insofern können wir also hier ein bisschen auf die Spezialitäten irgendwie eingehen, die es dort vielleicht gibt oder in welchem Punkt sie sich unterscheiden. Wir sind der Generalplaner oder der Errichter also insofern wissen wir eben, was ist alles wichtig im Zuge der Errichtung, welche technischen Parameter muss man da zuerst prüfen, welche, was sind meistens die wirtschaftlichen Hintergründe, warum sich ein Kunde eben in die eine oder die andere Richtung der verschiedenen Finanzierungs-, Eigentums- oder im Prinzip Vertragsformen begibt und letzten Endes auch was sind so die Fragen, die aus dem Thema der Entsorgung herauskommen, also sprich was passiert dann am Ende der Lebenszeit mit dieser Photovoltaikanlage.	E1 hat mit Kunden aus der Logistikbranche zusammengearbeitet und hat Erfahrung mit wesentlichen technischen und wirtschaftlichen Aspekten im Hinblick auf die Umsetzung von PV-Projekten, im speziellen mit den Bereichen Finanzierung, Planung, Errichtung, Betrieb und Entsorgung.	Erfahrung mit der Umsetzung von PV-Anlagen auf Logistikimmobilien in den Bereichen Finanzierung, Planung, Errichtung, Betrieb und Entsorgung.	Aufgabenbereiche
Allgemeine Gründe für Errichtung von PV	E1	47 bis 55	Also es gibt auf der einen Seite die, die einfach sagen, das ist ein Investment wie jedes andere und ich beurteile das jetzt rein nach der Wirtschaftlichkeit. Am Ende des Tages ist es so, dass man durch eine PV-Anlage, also Photovoltaikanlage bis zu einem gewissen Grad seinen eigenen Strom substituieren kann, also im Sinne dessen, man bezieht nicht so viel Strom aus dem Netz heraus und generiert damit eine Energieeinsparung, man erhöht die eigene Effizienz, weil da spielt natürlich auch das Thema Förderungen dann mit hinein, die PV-Anlage, immer dann wenn die Sonne scheint klarerweise, günstigeren Strombezug möglich macht als aus dem Netz heraus. Also sprich das ist der Block wirtschaftliche Gründe das zu machen.	Der Bezug des günstigeren Stroms aus der PV-Anlage generiert eine Einsparung von Energiekosten, wodurch die PV-Anlage als ein Investment betrachtet werden kann.	Aufgrund von Kosteneinsparungen ist die PV-Anlage ein Investment.	Investment

Quelle: eigene Darstellung

1.4. Aufbau der Arbeit

Entsprechend der Forschungsfrage werden in Kapitel 2 zunächst die theoretischen Grundlagen zu PV-Anlagen erläutert, um darauf aufbauend in Kapitel 3 Grundlagen zu Logistikimmobilien und deren Eignung für PV-Anlagen darzustellen. Kapitel 4 widmet sich den Geschäftsmodellen, anhand derer die PV-Anlagen von Eigennutzern von Logistikimmobilien umgesetzt werden können. Nach einer umfassenden Darstellung gilt es insbesondere potenzielle Geschäftsmodelle zu evaluieren und gegenüberzustellen (Kapitel 5) um darauf aufbauend Handlungsempfehlungen abzuleiten. Das abschließende Kapitel 6 fasst die Ergebnisse zusammen und unterwirft sie einer kritischen Betrachtung.

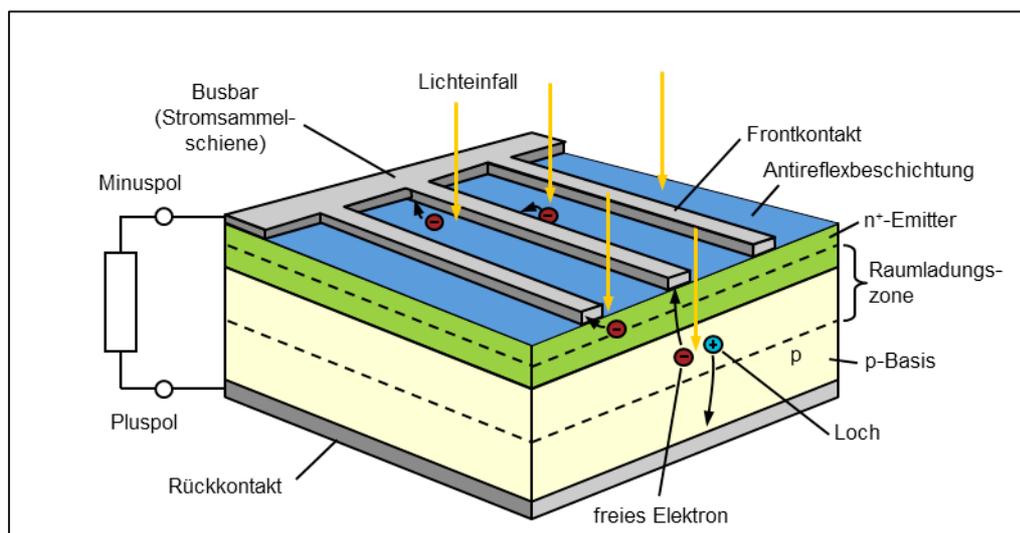
2. Photovoltaik-Anlage

Da der Generator jeder PV-Anlage aus PV-Modulen besteht, die wiederum aus vielen kleinen Solarzellen zusammengesetzt sind, wird im folgenden Kapitel zunächst der Aufbau einer Solarzelle beschrieben und deren Funktionsweise aus physikalisch-chemischen Perspektive näher betrachtet. Des Weiteren wird auf wesentliche Bestandteile, Planung, Installation sowie auf Arten von PV-Anlagen eingegangen.

2.1. Solarzelle: Aufbau, Funktionsweise und Technologien

Betreffend den Aufbau einer Solarzelle (siehe Abbildung 2), so bildet eine stromleitende Metallfolie den Rückseitenkontakt und damit den unteren Anschluss der Solarzelle. Darauf folgt eine Siliziumscheibe, die den Kern bildet und an beiden Seiten unterschiedlich dotiert ist. Die Unterseite ist positiv dotiert (p-dotiert), während die dünnere Oberseite negativ dotiert (n-dotiert) und lichtdurchlässig ist. Darauf folgt eine entspiegelnde Schicht, damit möglichst wenig Sonnenlicht reflektiert wird. Auf diese Schicht wird ein weiterer Metallkontakt angebracht, welcher aber im Gegensatz zur Unterseite aus dünnen Streifen besteht. An beide äußeren Metallkontakte sind Anschlussdrähte angebracht, an die ein Verbraucher angeschlossen werden kann. (Quaschnig 2019: 190f.)

Abbildung 2: Typischer Aufbau einer Solarzelle



Quelle: Mertens 2018: 92

Silizium ist zentral für die Funktionsweise einer Solarzelle (siehe Abbildung 3). Silizium wird aus Quarzsand hergestellt, ist das zweithäufigste vorkommende Element in der Erdkruste und hat vier Außenelektronen. Über diese Außenelektronen gehen Siliziumatome Elektronenpaarverbindungen ein und bilden stabile Gitter. In seinem reinen Zustand ist Silizium ein isolierender Festkörper ohne leitende Eigenschaften, was ihn elektrotechnisch betrachtet zunächst unbrauchbar macht. Sobald die im Sonnenlicht enthaltenen Photonen auf die Elektronen des Siliziums treffen, werden diese aus der Struktur gelöst und andere Elektronen können ihren Platz einnehmen. Das bedeutet, dass Silizium durch den Einfluss von Licht eine elektrizitätsleitende Eigenschaft bekommt.

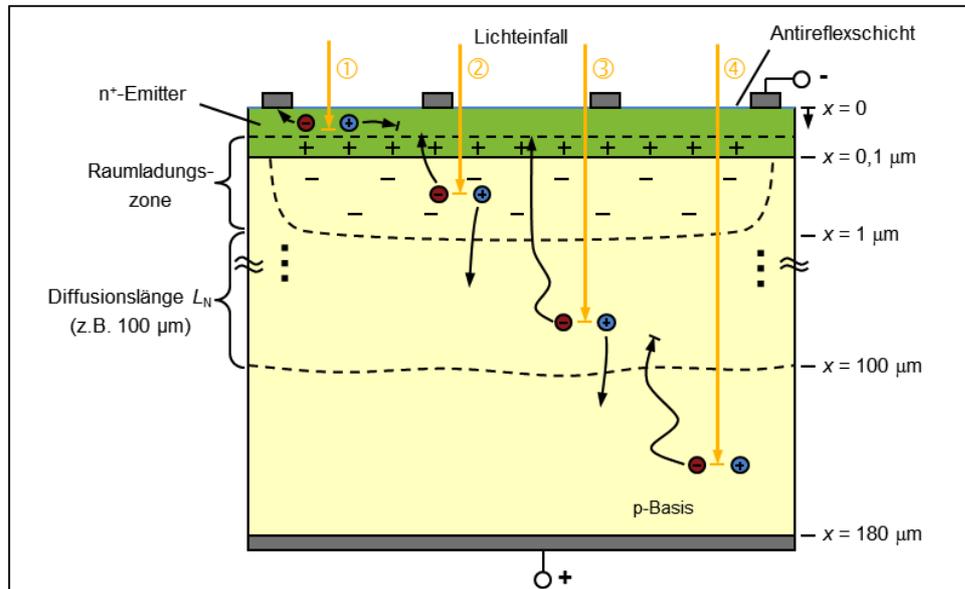
Nun werden der Siliziumscheibe an der Ober- und Unterseite bewusst neue Elemente beigemischt, beispielsweise Bor und Phosphor. Das Siliziumgitter wird dadurch aufgebrochen und mit Fremdatomen „verunreinigt“. Weil Phosphor fünf und Bor drei Außenelektronen besitzen, sind die Verbindungen auf beiden Seiten der Scheibe instabil, weshalb sich die Elektronen frei bewegen können. Dieser Vorgang wird beim Phosphor p-Dotierung und beim Bor n-Dotierung genannt.

Die einzelnen, locker gebundenen Elektronen des Phosphors können nun auf der p-Seite durch äußere Einflüsse gelöst werden, durch das Material diffundieren und sich auf der n-Seite beim Bor, wo ein Elektron zu wenig war, anlagern, wodurch Elektronen-Loch-Paare entstehen. Auf diese Weise bildet sich zwischen den unterschiedlich dotierten Seiten eine Verarmungszone, in der keine freien Elektronen oder Löcher vorhanden sind, sodass aus freien Elektronen gebundene werden. Aufgrund der Elektronenwanderung lädt sich die n-Seite positiv auf, während sich die p-Seite negativ auflädt. Somit entsteht zwischen diesen Ladungen ein elektrisches Feld, ein so genannter pn-Übergang, welcher die nötige Antriebskraft zur Stromerzeugung bildet.

Wenn Sonnenlicht auf den pn-Übergang fällt, trennt es die vorher gebildeten Elektronen-Loch-Paare und aufgrund des elektrischen Feldes werden die negativ geladenen Elektronen von der positiven bzw. der n-dotierten Seite des Siliziumkristalls angezogen. Somit ist die Lichtenergie dafür verantwortlich, dass aus gebundenen Elektronen wieder freie Elektronen werden. Aufgrund der hohen Konzentration von freien Elektronen im n-dotierten Teil entwickelt sich eine Potenzialdifferenz, eine Art Gefälle, zwischen den beiden Seiten des Kristalls.

Werden nun die beiden Seiten durch einen Metallkontakt verbunden, wandern Elektronen über diese Verbindung, wie über eine Brücke, in Richtung der negativen p-dotierten Seite, wo sie wieder gebunden werden. Dieser Vorgang wiederholt sich und solange Sonnenlicht auf die Siliziumscheibe fällt, besteht ein geschlossener Stromkreis. Auf diese Weise liefert die Solarzelle kontinuierlich Gleichstrom (Mertens 2018: 64ff. sowie Quaschnig 2019: 190ff.).

Abbildung 3: Schnitt einer Solarzelle und pn-Übergang



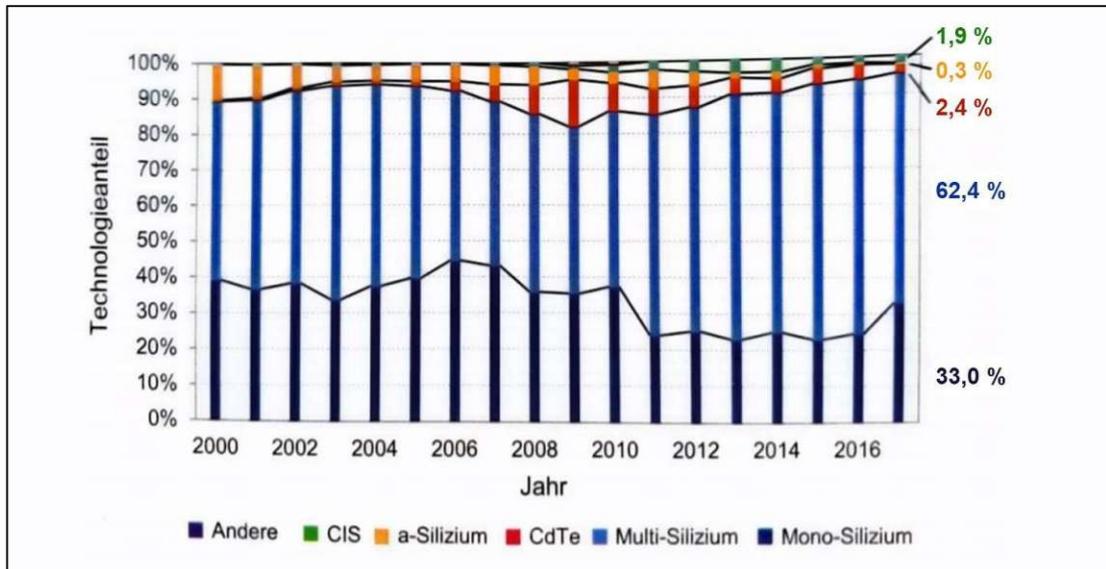
Quelle: Mertens 2018: 94

Silizium als Grundstoff für Solarzellen ist ein chemisches Element, das in der Natur in Reinform nicht vorkommt. Um reines Silizium herzustellen, wird zunächst Siliziumoxid, auch als Quarzsand bekannt, unter Zugabe von Kohle und elektrischer Energie bei hoher Hitze reduziert. Das dabei entstandene metallurgische Silizium, welches zu ca. 98% rein ist, muss in einem weiteren chemischen Prozess gereinigt werden. Durch diesen Prozess entstehen Stäbe aus hochreinem polykristallinem Silizium. In polykristallinen Zellen sind die Kristalle zufällig angeordnet und es bilden sich sogenannte Korngrenzen, an denen Verluste auftreten. Zur Verbesserung des Wirkungsgrades kann aus polykristallinem Silizium in einem weiteren Verfahren monokristallines Silizium hergestellt werden (Quaschnig 2019: 200ff.).

Sowohl Polysilizium- als auch Monosiliziumstäbe werden im nächsten Schritt in dünne Scheiben geschnitten, in so genannten Wafer, die wiederum das Herzstück der photovoltaischen Zelle bilden (Quaschnig 2019: 200). Mono- bzw.

polykristalline Siliziumzellen haben den Vorteil, dass mit ca. 17-23% hohe bis sehr hohe Wirkungsgrade (Spitzenwerte der am Markt verfügbaren Module) erzielt werden, eine akzeptable Energierücklaufzeit erreicht wird und das zur Herstellung notwendige Material, der Quarzsand, quasi unbegrenzt verfügbar ist (Mertens 2018: 162). Es ist daher nicht verwunderlich, dass Zellen mit Siliziumtechnologien (Stand 2016) den Weltmarkt mit 94% dominieren (siehe Diagramm 3).

Diagramm 3: Anteile der Zelltechnologien im Zeitverlauf



Quelle: Mertens 2018: 162

Neben mono- bzw. polykristallinen Solarzellen gibt es noch andere Technologien, welche allerdings noch nicht weit verbreitet sind. So weisen a) Dünnschichtzellen aus amorphem Silizium zwar einen geringeren Temperaturkoeffizienten, aber zu niedrige Wirkungsgrade von nur ca. 7-10% auf. Eine b) zweite Dünnschichttechnologie basiert auf Materialien aus der Gruppe der Chalkopyrite, zusammengefasst unter dem Kürzel CIS oder CIGS. Diese Zellen weisen mit ca. 16% akzeptable Wirkungsgrade auf, es besteht jedoch ein Verfügbarkeitsproblem des Materials. Darüber hinaus werden c) Dünnschicht-Solarzellen aus Cadmium-Tellurid (CdTe) hergestellt. Der Wirkungsgrad ähnelt mit ca. 18% den CIS-Zellen, doch zum Verfügbarkeitsproblem kommt ein Imageproblem hinzu, da deren Giftgehalt umstritten ist. Die Hoffnung auf einen relativ einfachen Herstellungsprozess, sowie den Einsatz kostengünstiger Materialien erwecken d) Farbstoff- und organische Solarzellen. Diese Technologien sind aber bislang nicht stabil und somit kommerziell nicht erfolgreich. Aufgrund von intensiven

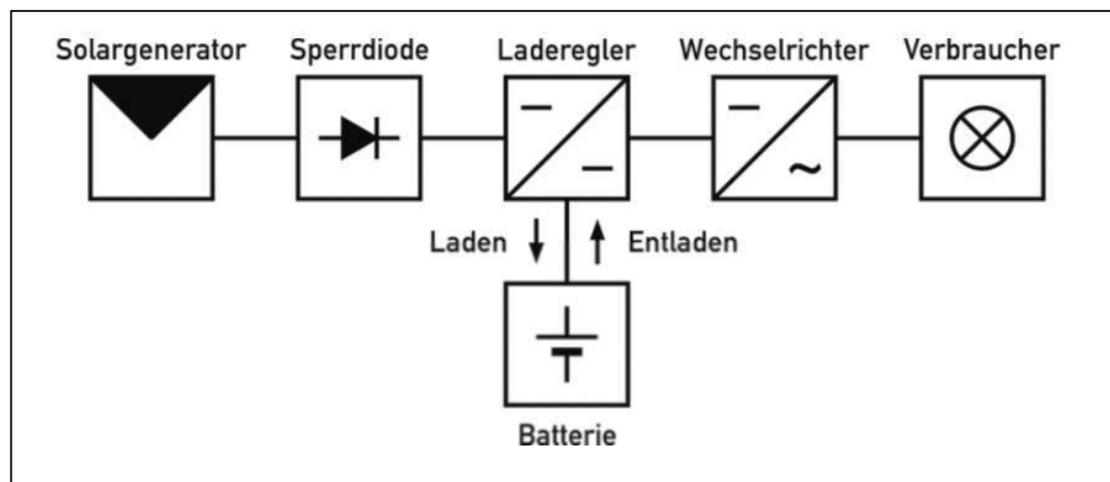
Forschungsarbeiten wird in kommenden Jahren mit technologischer Ausreifung und Wirkungsgradsteigerung gerechnet (Mertens 2018: 133-162).

2.2. Komponenten und Planung

Typische Bestandteile von PV-Anlagen sind PV-Module, Wechselrichter, Unterkonstruktion, unterschiedliche Stromzähler, Akkumulatoren, Laderegler sowie Kabelführungen. Beeinflusst von Zweck, Typ und Dimensionierung einer Anlage, können die einzelnen Komponenten variieren, müssen jedoch stets optimal aneinander angepasst werden.

Ausschlaggebend für den Aufbau einer PV-Anlage, ist die Unterscheidung zwischen Insel- und Netzeinspeisesysteme. Im Gegensatz zu der so genannten Netzeinspeiseanlage, wird die Inselanlage (siehe Abbildung 4) nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Der produzierte Strom wird somit nicht eingespeist, da hier das Ziel darin besteht, möglichst unabhängig zu sein und die gesamte Energie in einem geschlossenen System aus zu behalten. Die Inselanlage besteht aus PV-Modulen, einer Sperrdiode, die verhindert, dass der Strom in beide Richtungen fließt, einem Laderegler, der die Ladezyklen der Batterie verwaltet, einem Wechselrichter sowie dem Verbraucher mit all seinen Haushaltsgeräten. Bei dieser Variante ist ein Akkumulator unbedingt notwendig, welcher für die nicht verbrauchte Energie als Puffer dient. (Wagner 2019: 109f.)

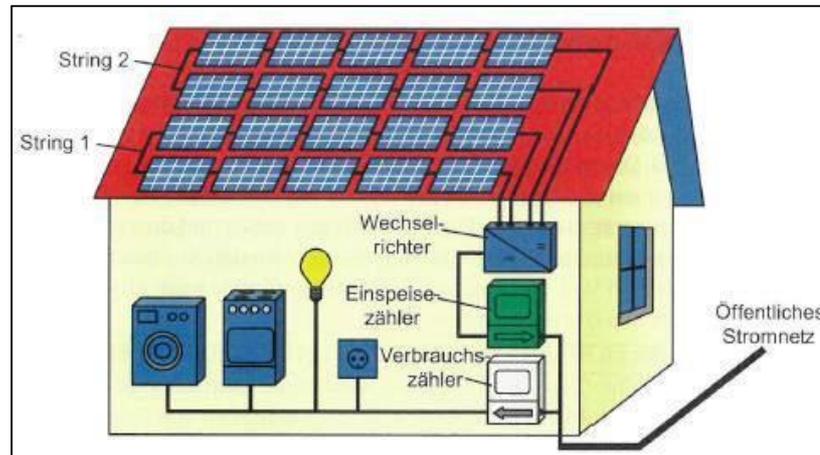
Abbildung 4: Blockschaltung einer Inselanlage



Quelle: Wagner 2019: 109

Da der Netzeinspeisung in der Praxis größere Bedeutung zukommt und sich Logistikimmobilien in Österreich nicht in Gebieten ohne Stromanschluss befinden, wird in vorliegender Arbeit der Fokus auf das Netzeinspeisesystem gelegt. Dieses kann, muss aber nicht einen Speicher umfassen. Abbildung 5 zeigt den klassischen Aufbau einer netzgekoppelten Anlage, deren einzelne Komponenten im Weiteren näher beschrieben werden.

Abbildung 5: Aufbau einer klassischen PV-Anlage mit Netzanschluss



Quelle: Mertens 2018: 34

Da eine einzelne Solarzelle wenig elektrische Energie liefert, werden mehrere Solarzellen zusammengeschaltet. Standardgemäß bestehen Module aus 36 oder 60 Solarzellen, die in Reihe, parallel oder in Kombination aus beidem zusammengeschaltet werden (Quaschnig 2019: 223). Mehrere, in eine Reihe geschaltete und an einen Wechselrichter angeschlossene Module werden als Strang bzw. aus dem englischen String bezeichnet (Mertens 2018: 33).

Neben den PV-Modulen sind Wechselrichter ebenfalls essenzielle Bestandteile einer PV-Anlage. Ein PV-Generator erzeugt Gleichstrom, doch in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung kommt überwiegend Wechselstrom zur Anwendung und auch die meisten Haushaltsgeräte werden mit Wechselstrom betrieben. Möchte der Verbraucher also den Solarstrom nutzen, muss dieser zunächst durch einen Wechselrichter von Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt werden (Quaschnig 2019: 254). Um Verluste in der Leitung zu minimieren, sollten Wechselrichter idealerweise in Modulnähe installiert werden. Diese können entweder an Wänden montiert oder am Flachdach aufgestellt werden, sollten jedoch

von Regen, Schmutz und direkter Sonnenstrahlung durch Überdachung geschützt werden. Zusätzlich sollte die Installation an einem gut erreichbaren sowie möglichst kühlen und gut belüfteten Standort erfolgen, um Überhitzung und daraus resultierenden Effizienzverlust zu vermeiden (Konrad 2008: 18f.).

Während ein Einspeisezähler der korrekten Abrechnung der ins öffentliche Netz eingespeisten Strommenge dient, überwacht ein Verbrauchszähler die in einem Haushalt verbrauchte Strommenge. Die meisten der aktuell gebaut PV-Anlagen sind jedoch darauf ausgelegt, dass der Großteil des selbsterzeugten Stroms direkt vor Ort verbraucht wird, während nur der Solarstromüberschuss in das öffentliche Netz eingespeist wird (Mertens 2018: 33f.). Hierbei kommt der so genannte Zweirichtungszähler zum Einsatz, welcher sowohl den eingespeisten als auch den aus dem Netz bezogenen Strom gleichzeitig erfasst. Möchte der Verbraucher wissen, wie viel Solarstrom seine Anlage produziert, so wird zusätzlich zwischen Wechselrichter und Zweirichtungszähler ein Solarstromzähler installiert (Mertens 2018: 200f.).

Wie bereits erwähnt, dient bei netzgekoppelten Anlagen das öffentliche Stromnetz als Puffer für überschüssigen Solarstrom. Deshalb ist die Installation eines Speichers bzw. Akkumulators technisch nicht notwendig. Möchte der Verbraucher aber den produzierten Strom zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise in der Nacht, zur Verfügung haben, so ist ein Speichermedium notwendig. Dabei sind unterschiedliche Typen am Markt verfügbar. Blei-Säure-Batterie ist eine sichere, erprobte und vor allem kostengünstige Technologie, die aber über geringe Lebensdauer und keine Schnellladung verfügt. Batterien, die auf der Lithium-Ionen-Technologie basieren, haben eine hohe Lebensdauer, einen hohen Wirkungsgrad und geringe Selbstentladung, sind aber noch relativ teuer. Auch die Natrium-Schwefel-Technologie weist eine hohe Lebensdauer und geringe Selbstentladung auf, doch aufgrund von hohen Betriebstemperaturen muss ein aufwändiges, energieverzehrendes thermisches Management betrieben werden. Eine sichere, wartungsarme Variante bietet die Redox-Flow-Technologie. Aufgrund der geringen Energiedichte und des damit verbundenen Platzbedarfs, ist aber deren Einsatzgebiet als stationäre Speicher sehr begrenzt. Dort, wo Gewichts- und Platzgründe keine Rolle spielen, wird der Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien empfohlen. Aus wirtschaftlichen Gründen sind die Batterien aus Blei die am meisten verbreiteten Speichermedien (Mertens 2018: 226ff. sowie Quaschnig 2019: 240).

Die Kombination aus den beschriebenen Komponenten ergibt ein photovoltaisches System. Aspekte wie beispielsweise geografische Lage, Himmelsausrichtung, Verschaltung und Neigungswinkel bestimmen über die Stromproduktion und damit über die Rentabilität eines solchen Systems. Zur Fehlervermeidung bei der Umsetzung von möglichst wirtschaftlichen Anlagen, bedarf es bereits im Vorfeld einer fachgerechten Planung und anschließenden Montage. Die wesentlichen Punkte werden dabei im Folgende aufgezählt (Wittlinger 2020: 14ff):

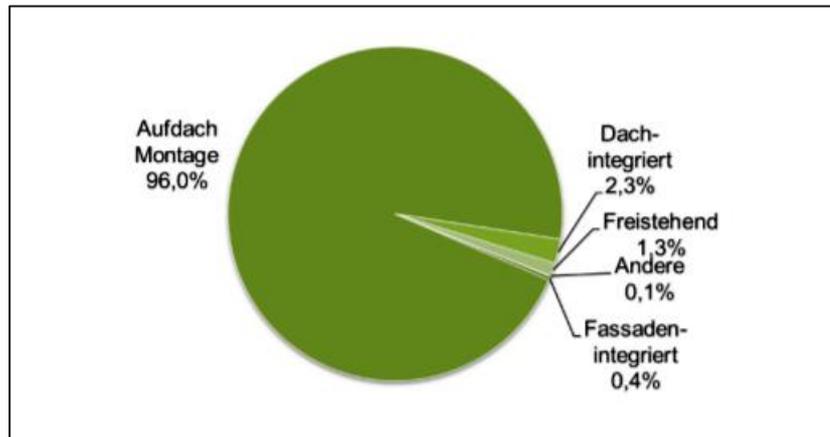
- Bei der Dimensionierung der Anlage ist grundsätzlich darauf zu achten, dass ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Die Wirtschaftlichkeit hängt wiederum von der verfolgten Strategie ab. Wird der erzeugte Solarstrom eigengenutzt, so fällt die Anlage im Verhältnis klein aus, da sich die Leistung eines Moduls nicht linear, sondern überproportional zur benötigten Modulfläche verhält. Soll der Solarstrom vollständig in das öffentliche Netz eingespeist werden, wird die gesamte verfügbare Fläche dazu verwendet, um die PV-Anlage möglichst groß zu errichten.
- Einen zentralen Aspekt stellt der Zustand des Daches dar. Statische Tragfähigkeit des Daches und der Dachunterkonstruktion, die Lastverteilung, die Restlebensdauer des Dachbelages müssen geprüft werden und notfalls sind Maßnahmen zur Verbesserung zu treffen. So soll sichergestellt werden, dass das Dach bei der Errichtung eines PV-Systems noch eine Restlebensdauer von ca. 30 Jahren aufweist.
- Um Wartungs- und Reinigungsarbeiten zu ermöglichen, ist besonders bei größer dimensionierten PV-Anlagen, wie bei solchen auf Logistikimmobilien, auf Abstände zwischen den einzelnen Modulen zu achten. So sollen „Wartungsgassen“ zum Begehen eingeplant werden.
- Des Weiteren sind stets die lokalen planungsrechtlichen, elektrotechnischen sowie brandschutztechnischen Regulierungen und Vorschriften zu beachten, die in Abhängigkeit vom Bundesland unterschiedlich ausfallen können. Um das Brandrisiko zu vermeiden, muss auf fachgerechte Verkabelung geachtet werden. Um der Feuerwehr gefahrlose Löscharbeiten zu ermöglichen, ist darauf zu achten, dass die Anlage bei Notfällen mit einer Freischaltstelle stromlos geschaltet werden kann. Blitzschutzvorrichtungen dienen der Vermeidung von Überspannungsschäden und sollen als Schutzmaßnahmen mit geplant werden.

- Verschattung können von Bäumen, Nachbargebäuden, Antennen, Schornsteinen etc. verursacht werden. Bei der Planung ist darauf zu achten, dass eine Anlage möglichst frei von dauerhaften oder vorübergehenden Schattenwürfen bleibt. Wird die Verschattung nicht vermieden, so kann auch keine Maximalleistung erreicht werden, die weniger Solarstrom produziert wird. Dies wirkt sich wiederum negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus.
- Damit es nicht zu Schäden bei der PV-Anlage und der Dachhaut kommt, sind Stauungen von Regenwasser zu vermeiden und somit auf eine entsprechende Entwässerung zu achten. Außerdem ist ein Augenmerk auf die Festigkeit der Module zu achten. Laut Standards sollen Module extremen Witterungsverhältnissen standhalten können, darunter auch Hagelkörnern mit einem Durchmesser bis zu 2,5 cm.
- Grundsätzlich wird empfohlen, die Montage durch einen Fachbetrieb mit geschultem Personal unter Einhaltung von vertraglich geregelten Qualitätsstandards durchzuführen. Nach Fertigstellung sollte eine sorgfältige und qualifizierte Abnahme inklusive umfassender Dokumentation erfolgen. Um Fehler bei der Installation auszuschließen bzw. möglichst früh zu erkennen, empfiehlt sich zu Beginn ein Monitoring der Anlage.

2.3. Anlagentypen

Ein großer Vorteil von PV-Anlagen ist deren Modularität. Auf diese Weise können Anlagen in verschiedenen Größen und unterschiedlichen Umgebungen geplant und umgesetzt werden. Zu den Hauptvarianten zählen Freilandanlagen, Schrägdachanlagen, Fassadenanlagen, schwimmende Anlagen und Flachdachanlagen. Eine Studie aus dem Jahr 2020 (Biermayr et al. 2021: 113) zeigt, dass in Österreich PV-Anlagen zu 98,3% auf Dächern, sei es als Aufdachmontage auf Schräg- oder Fassadendächer respektive als dachintegrierten Modellen installiert werden (siehe Diagramm 4).

Diagramm 4: Montagearten von PV-Anlagen in Österreich 2020



Quelle: Biermayr et al. 2021: 113

Den Ausführungen Mertens (2018: 185ff.) zufolge, können Freilandanlagen (siehe Abbildung 6) – sofern genügend Land zur Verfügung steht – als große Solarparks im Megawattbereich errichtet werden. Die Gründung der Aluminium- bzw. Stahlunterkonstruktion erfolgt meist als Ramm-, Schraub- oder Betonfundament. Um einen Mehrertrag zu erzielen, besteht die Möglichkeit Unterkonstruktion mit einem Nachführsystem auszustatten, was jedoch Mehrkosten verursacht.

Abbildung 6: Freilandanlage



Quelle: Photovoltaic Austria 2021c: o.S.

Schrägdachanlagen sind weit verbreitet und meist auf Einfamilienhäusern zu sehen (siehe Abbildung 7). Hier wird zum einen auf ausreichenden Abstand zu den Gaupen geachtet, um Verschattung zu verhindern und zum anderen auf genügend Abstand zu den Dachkanten geachtet, um dem Wind minimale Angriffsmöglichkeiten zu bieten. Hier liegen die Module auf Aluminiumschienen, welche über einen Dachhacken aus Edelstahl am Dachsparren befestigt werden. Es ist besonders auf den Abstand zwischen Hacken und Pfanne zu achten, um Beschädigungen der Pfanne durch mögliche Verbiegungen aufgrund von Schneelasten zu vermeiden. Eine Alternative ist die direkte Integration der Anlage, wobei Module die eigentliche Dachhaut bilden. In diesem Fall ist auf ausreichende Hinterlüftung und besonders gute Absprache zwischen den Gewerken zu achten.

Abbildung 7: Schrägdachanlage



Quelle: Photovoltaic Austria 2021c: o.S.

Fassadenanlagen (siehe Abbildung 8) werden meist an Gewerbegebäuden und Hochhäusern installiert. Eine Anlage auf der Südfassade liefert ca. 70% des Ertrages einer optimal ausgerichteten Dachanlage. Zusätzlich treten mögliche Ertragsverluste durch Verschattung von Bäumen, benachbarten Gebäuden und Feuerleitern auf.

Abbildung 8: Fassadenanlage



Quelle: Photovoltaic Austria 2021c: o.S.

Verbundene Schwimmpontons sind in der Lage sowohl Solarmodule als auch Container mit Wechselrichtern und Trafos auf Wasser zu tragen, was die Umsetzung ermöglicht (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9: Schwimmende Anlage



Quelle: Steinschaden 2020: o.S.

Da Logistikimmobilien hauptsächlich in Flachdachbauweise errichtet werden, kommen Flachdachanlagen (siehe Abbildung 10) besonderer Bedeutung zu. Im Fall von Flachdächern dominierten früher Unterkonstruktionen aus Aluminium, die mittlerweile von steingefüllten Kunststoffwannen abgelöst wurden. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Tragfähigkeit der Dachkonstruktion. Auch wenn Montagesysteme mit geringem Gewicht am Markt vertreten sind, sollten die Zusatzlasten von einem Statiker in der Planungsphase geprüft und genehmigt werden. (Mertens 2018: 185-192). Im Gegensatz zu Steildächern, wo es durch eine vorgegebene Dachneigung und Himmelsausrichtung zu Ertragsminderung kommen kann, ermöglicht die Errichtung von Anlagen auf Flachdächern eine höhere Flexibilität. Hier können die Module mit Hilfe von Unterkonstruktion in die optimale Position gebracht werden. Am besten eignen sich Ausrichtungen nach Süden oder Ost-West mit Neigungen zwischen 10 und 45 Grad (Wittlinger 2020: 14ff.).

Abbildung 10: Flachdachanlage



Quelle: Photovoltaic Austria 2021c: o.S.

3. Logistikkimmobilien

Da die vorliegende Arbeit die Errichtung von PV-Anlagen auf Dächern von eigengenutzten Logistikkimmobilien behandelt, stehen im folgenden Kapitel Logistikkimmobilien im Zentrum. Nach einer Definition des Logistikbegriffs, wird auf die Arten von Logistikkimmobilien eingegangen und der Eigennutzermarkt in Österreich dargestellt. Anschließend wird die Eignung von Logistikkimmobilien für die Installation von PV-Anlagen diskutiert.

3.1. Logistikbegriff

Geschichtlich betrachtet stammt der Logistikbegriff aus dem Militär, wo er die geplante Versorgung sowie Truppenbewegungen definierte (Schulte 2009: 1). Aktuell wird Logistik als „Sammelbegriff für den Transfer von Gütern und Waren in allen Bereichen der Industrie und des Handels“ (Arnold et al. 2008: VI) verwendet. Entsprechend definiert Schulte (2009) Logistik als „marktorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Material- und dazugehörigen Informationsflusses zwischen einem Unternehmen und seinen Lieferanten, innerhalb eines Unternehmens sowie zwischen einem Unternehmen und seinen Kunden“ (S.1).

Logistische Prozesse lassen sich nach Tempelmeier (2018: 9) in vier Hauptkategorien einteilen: Transport, Umschlag, Lagerung und Kommissionierung. Unter Transport wird eine Ortsveränderung von Waren und Gütern mit Hilfe von Transportmitteln verstanden (Seidelmann 1997: 1117). Um Kosteneinsparungen generieren zu können, müssen Transportaufträge gebündelt werden. Damit ein volles Transportmittel versendet werden kann, ist es notwendig lange Transportwege zu unterbrechen und Umschlagpunkte einzurichten. An diesen Umschlagpunkten können Transportmittel getauscht und Transportaufträge zusammengefasst werden (Tempelmeyer 2018: 7). Der Fokus beim Umschlag liegt nicht auf Lagerung, sondern auf das Entgegennehmen und das Weiterverschicken von Gütern. Im Speziellen werden die Güter von Transportmitteln be- und entladen, sortiert sowie ein- und ausgelagert. Umschlagprozesse dienen als Schnittstelle zwischen mehreren Gliedern einer Transportkette und stellen somit den Anfang bzw. das Ende eines einzelnen Transportweges dar (Schulte 2009: 213f sowie

Tempelmeier 2018: 7). Unter Lagerprozessen werden das Einlagern, Lagerung und das Auslagern verstanden (Tempelmeier 2018: 8). Im Kommissionierungsprozess werden unterschiedliche gelagerte Güter zu einem einzelnen Auftrag gebündelt (Tempelmeier 2018: 7).

3.2. Logistikimmobilienmarkt in Österreich

Im Mittelpunkt der Logistikprozesse stehen Immobilien, die in die Kategorie von Gewerbe- bzw. Spezialimmobilien eingestuft werden (Groenmeyer 2012: 43f. sowie Koch & Stocker 2018: 85f.).

Obwohl verschiedene Arten von Logistikimmobilien existieren, sind die spezifischen Voraussetzungen bei der Bewertung von Makro- und Mikrostandorten bei allen Arten zum Großteil übereinstimmend, weshalb die Vielfalt an Gebäudetypen unter dem Oberbegriff Logistikimmobilien zusammengefasst wird (Groenmeyer 2012: 48). Zu den wichtigsten Faktoren auf der Makroebene zählen insbesondere die regionale Wirtschaftskraft, ein ausreichendes Arbeitskräftepotenzial und die Nähe zu Ballungszentren, potenziellen Auftraggebern sowie Hauptverkehrsadern und Infrastrukturzentren. Demgegenüber stellen die Widmung, Grundstücksgröße, Grundstücksform, Bodenbeschaffenheit, Erschließung, lokale Vorschriften und Gesetze, infrastrukturelle Anbindung, Nutzungsrestriktionen sowie die direkte Nachbarschaft auf der Mikroebene zentrale Faktoren dar (Bienert & Wagner 2018: 702 sowie Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 44f.).

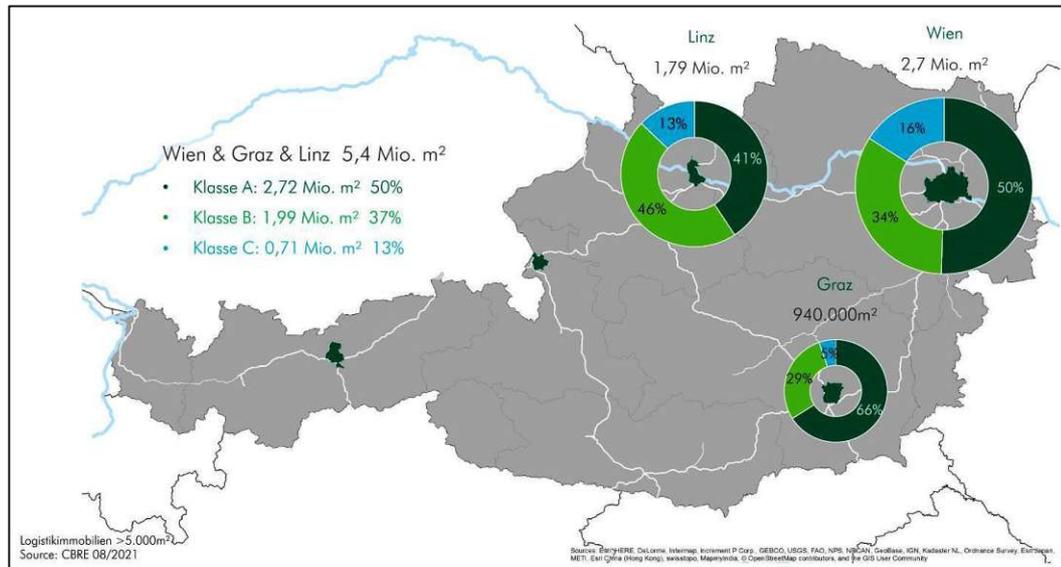
Seit dem EU-Beitritt im Jahr 1995, begünstigt durch die geografische Lage zwischen Zentral- und Osteuropa, konnte sich Österreich als ein attraktiver Logistikmarkt etablieren. Während Frachtschiffahrt nur eine untergeordnete Rolle spielt, findet der Transport zu zwei Drittel auf der Straße und zu einem Drittel auf Schiene statt. Die wichtigsten österreichischen Logistikteilmärkte von internationaler Bedeutung befinden sich entlang der Hauptverkehrsachsen und in der Nähe der größten Ballungszentren. Dazu zählen Wien, Linz, Graz, Salzburg sowie die jeweilige Umgebung (Danube Property Consulting Immobilien 2021: 6f.).

Was die Eigentumsverhältnisse von Logistikimmobilien am österreichischen Markt betrifft, so liegen kaum Zahlen vor. So werden laut dem Colliers Marktbericht (2020: 62) 70% der Flächen in Österreich durch Eigentümer selbst genutzt. Laut einer

telefonischen Auskunft am 26. August 2021 von Danube Property Consulting Immobilien GmbH, konnte diese Aussage bestätigt werden. Dieses besondere Merkmal von Logistikimmobilien sei historisch so gewachsen. Noch Anfang der 2000er Jahre war der österreichische Immobilienmarkt ein kleiner und für internationale Investoren unattraktiver Markt. So waren Nutzer von Logistikobjekten gezwungen, in die Immobilien selbst zu investieren. Nach der Süd-Ost-EU-Erweiterung wurde Österreich zu einem Drehkreuz für Gütertransport zwischen Mittel- und Südeuropa sowie Süd-Ost-Europa, wodurch der Markt gewachsen ist und für internationale Investoren attraktiver wurde. Dabei liegt der Fokus auf lokalen Hauptmärkten in den Bundesländern Wien, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark, während Kärnten und der Westen Österreichs kaum Bedeutung haben. Zudem sind auch die Logistikunternehmen in Österreich gewachsen und mit ihnen ihr Immobilienbestand als Betriebsmittel in Anlagevermögen. Damit einhergehend ist auch der Eigennutzeranteil auf ca. 70% gestiegen, wobei zukünftig im Mietmarkt investiert werden soll. Diesen Trend zu mehr Mietfläche belegen auch die Zahlen einer Recherche von CBRE GmbH. So sollen nach einer telefonischen Auskunft am 26. August 2021 in den nächsten zwei Jahren in Österreich Logistikprojekte mit einer Fläche von ca. 440.000 m² fertiggestellt werden. Etwa 320.000 m² davon sollen spekulativ gebaut werden, was bedeutet, dass diese Fläche auf dem Mietmarkt angeboten wird. Das entspricht ca. 70% der Fläche, lediglich die restlichen 30% sind für die Eigennutzung bestimmt.

Wie aus dem nachfolgenden Diagramm 5 ersichtlich, verfügen die Hauptmärkte Wien, Linz und Graz inkl. jeweiliger Umgebung zusammen über einen Logistikflächenbestand von insgesamt 5,4 Mio. m². Unter der Annahme, dass ca. 70% eigengenutzt werden, kann davon ausgegangen werden, dass eine Logistikfläche von ca. 3,5 Mio. m² sich im Bestand von Eigennutzern befindet.

Diagramm 5: Logistikbestand in Österreich



Quelle: CBRE 2021: o.S.

3.3. Arten von Logistikimmobilien

Wie bereits erwähnt, ist der Terminus Logistikimmobilien eine Sammelbezeichnung für verschiedene Gebäudetypen. Diese lassen sich entlang der bereits beschriebenen logistischen Prozesse in vier Hauptkategorien untergliedern: Distributionsimmobilien, Warehouseimmobilien (Produktionslager und Fertigwarenlager), Umschlagimmobilien sowie Sonder- bzw. Spezialimmobilien (Groenmeyer 2012: 43).

Warenverteilzentren, Logistikzentren und Zentrallager werden unter die Kategorie der Distributionsimmobilien zusammengefasst (siehe Abbildung 11). Diese dienen der Warenverteilung und der Kommissionierung inklusive der Lager-, Umschlag-, Kommissionierung-, Verteilung- und Transportprozesse und befinden sich meist in der Nähe zum Kunden (Hypertz Fachgruppe Logistik 2018: 48f.). Auch das Hochregallager ist eine Sonderform der Distributionsimmobilie. Distributionsimmobilien werden durch die Mindesthöhe der Binderunterkante von 12 Metern ausgezeichnet, werden entweder in konventioneller Bauweise oder in Silobauweise errichtet und können im ersten Fall eine Bauhöhe von bis zu 20 Metern bzw. im zweiten Fall eine Bauhöhe von bis zu 50 Metern aufweisen (Hypertz Fachgruppe Logistik 2018: 51f.). Übliche Objektgröße beträgt mindestens 10.000 m² und kann bis 40.000 m² reichen (Hypertz Fachgruppe Logistik 2018: 105).

Abbildung 11: Distributionshalle



Quelle: Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 104

Der Zweck von Warehouseimmobilien (Produktionslagern und Fertigwarenlagern) ist die Lagerung von Roh- und Fertigwaren, welche für den industriellen Fertigungsprozess benötigt werden (siehe Abbildung 12). Baulich sehr ähnlich zu der Distributionsimmobilie, werden hier zusätzlich zu den Transport-, Umschlag- sowie Lagerungsprozessen auch Montage- und Konfektionstätigkeiten verrichtet. Somit wird das Layout an die speziellen Anforderungen des Produktionsprozesses angepasst, wodurch die Drittverwendungsmöglichkeit nur bedingt gegeben ist. Nutzer solcher Hallen sind meist Industriebetriebe oder die von ihnen beauftragten Logistikdienstleister (bulswiengesa 2018: 130f., Groenmeyer 2012: 44f. sowie Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 48). Übliche Objektgröße beträgt mindestens 3.000 m² (Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 103).

Abbildung 12: Produktionslager



Quelle: Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 102.

Der Fokus bei Umschlaghallen (siehe Abbildung 13) liegt auf schnellem Wechsel des Transportmittels. Hierfür wird eine Immobilie benötigt, die gleichzeitig lang und schmal ist und auf beiden Seiten mit möglichst vielen Ladetoren versehen ist. Essenzielle Anforderungen sind hierbei eine ausgezeichnete Verkehrsanbindung sowie richtig dimensionierte und gut befestigte Abstellflächen für Transportmittel. Eine weitere Besonderheit von Umschlaghallen ist ein hoher Personalaufwand, weshalb im Vergleich zu anderen Logistikimmobilien ein größerer Anteil an Büroflächen benötigt wird (Napolitano 2000: 74f.). Übliche Objektgröße beträgt bis zu 10.000 m², woraus kleinere Dachflächen resultieren (Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 107).

Abbildung 13: Umschlaghalle



Quelle: Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 106.

Für spezielle logistische Funktionen werden Spezialimmobilien verwendet, worunter z.B. Kühllager und Gefahrgutlager fallen (siehe Abbildung 14). Hier müssen besondere bautechnische sowie gesetzliche Rahmenbedingungen erfüllt werden (Groenmeyer 2012: 46f.).

Abbildung 14: Kühlhaus



Quelle: Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 110.

In der Studie „Bewertung von Logistikimmobilien“ von der Hypzert Fachgruppe Logistik (2018) sind in Typenblättern die wesentlichen Eigenschaften und Merkmale von Immobilientypen aufgeführt. Mit Informationen über übliche Grundstücksgrößen, dem üblichen Verhältnis von Objektfläche zu Grundstücksfläche, der Geschossanzahl sowie die übliche Objektgröße lassen sich Annahmen über die jeweiligen Dachflächen ableiten. So betragen übliche Dachflächen von Distributionsimmobilien 10.000 m² bis 40.000 m², Dachflächen von Produktionslagern mind. 3.000 m² und Dachflächen von Umschlaghallen 5.000 m² bis 10.000 m² (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Dachflächen von ausgewählten Logistikimmobilien

Art der Logistikimmobilie	Übliche Grundstücksgröße [m ²]	Verhältnis Gebäude- zu Grundstücksfläche	Geschosse	Übliche Objektgröße [m ²]	Abgeleitete Dachfläche [m ²]
Distribution	20.000 - 80.000	1:2	1	mind. 10.000	10.000 - 40.000
Warehouse	mind. 10.000	1:2	1	mind. 3.000	mind. 3.000
Umschlag	15.000 - 40.000	1:3	1	bis 10.000	bis 10.000

Quelle: Hypzert Fachgruppe Logistik 2018: 102ff.

3.4. Flächenpotenzial und Eignung für Photovoltaik-Anlagen

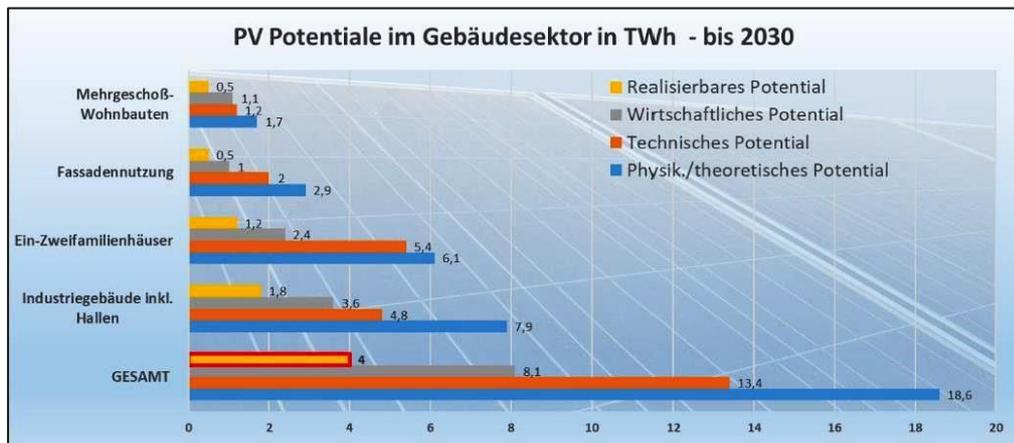
Wie im Kapitel 1 erläutert, sollen bis 2030 zusätzliche 11 TW aus PV produziert werden, um die nationalen Energieziele zu erreichen. Dabei werden Gebäude als

vorrangige Orte für die Errichtung von PV-Anlagen genannt. Um das Flächenpotenzial von Gebäuden für den PV-Ausbau in Österreich zu ermitteln, wurde durch Fechner (2020) im Auftrag von Österreichs Energie² eine Studie durchgeführt. Dabei wurde untersucht, welche Flächenkategorien von Gebäuden, inklusive Gewerbe- und Industrieflächen, zu denen auch Logistikimmobilien zählen, einerseits für die Erreichung des Ökostromziels von besonderer Bedeutung sind und andererseits sich unter aktuellen Rahmenbedingungen realistisch umsetzen lassen. Unter der Berücksichtigung von technischen, wirtschaftlichen, ökologischen sowie sozialen Barrieren und ausgehend vom physikalisch/theoretischen Potenzial über das technische und das wirtschaftliche Potenzial, wurde das realistische bzw. zu erwartende Flächenpotenzial durch Hochrechnungen ermittelt. Zentrales Ergebnis war, dass Gebäudeflächen in Österreich ein realisierbares Potenzial für ca. 4 TWh bieten, was rund 40% des angestrebten Energieziels entspricht (Fechner 2020: 3).

Was Industriegebäude und Hallen im Speziellen betrifft, so entspricht das theoretische Potenzial rund 8 TWh, das technische Potenzial rund 5 TWh, das wirtschaftliche Potenzial 3,6 TWh und das realisierbare Potenzial lediglich rund 2 TWh (siehe Diagramm 6). Damit können lediglich 25% der theoretischen Flächen bis 2030 mit PV ausgestattet werden. Bei einem gemittelten Flächenertrag von 22 kWh je m² entspricht das einer Gesamtdachfläche von ca. 82 km² (Fechner 2020: 4). Bezogen auf den potenziellen Ausbau von 0,44 km² an Logistikprojekten (telefonische Auskunft von CBRE GmbH am 26. August 2021) mit umgerechnet 0,027 TWh entspricht dies allerdings nur ein Siebentel der benötigten Energiemenge zur Erreichung des 1,8 TWh Ziels aus PV-Anlagen bis 2030 (EAG 2021 § 4 Abs. 4).

² 1953 gegründet, fungiert Österreichs Energie als Interessenvertretung der österreichischen Energiewirtschaft. Sie vertritt die Interessen von Elektrizitätsunternehmen (Erzeuger, Verteiler und Händler) gegenüber Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit (Österreichs Energie 2021: o.S.).

Diagramm 6: PV-Potenziale im Gebäudesektor bis 2030



Quelle: Fechner 2020: 4

Dabei eignen sich Logistikimmobilien besonders gut für die Errichtung von PV-Anlagen. Dies ist einerseits aufgrund der Flachdächer und die damit verbundene Flexibilität bei der Errichtung von PV-Anlagen (siehe Kapitel 2.2) argumentierbar, andererseits aufgrund der Größe der Dachflächen. Wie oben gezeigt, können diese von 3.000 m² bis 40.000 m² reichen. Bei einem gemittelten Flächenertrag von 22 kWh je m² (Fechner 2020: 18), entspricht das einem jährlichen Ertrag aus Sonnenenergie von 66.000 kWh bis 880.000 kWh.

Nach Mertens (2020: o.S.) ist der Energieverbrauch bei Logistikhallen aufgrund von nachhaltigen Maßnahmen für den Betrieb des Gebäudes deutlich gesunken. Lag der Energieverbrauch im Jahr 2010 noch bei ca. 243 kWh/m², so kann aktuell ein Verbrauch von ca. 36 kWh/m² erzielt werden. Da jedoch Logistikimmobilien in Bezug auf Größe, Funktion und Lage heterogen sind und zudem der Energieverbrauch für den Geschäftsbetrieb durch Digitalisierung, e-Mobilität und andere Gleichzeitigkeitsfaktoren in den letzten Jahren massiv gestiegen ist, sind auch die energetischen Verbrauchsprofile unterschiedlich ausgeprägt. Die klassischen Verbrauchskategorien sind Förder- und Sortiertechnik, Lagertechnik, Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik, Klimatisierung, Verwaltung, Werkstätten (Rüdiger & Dobers 2013: 2f.). Somit ist der genaue Energieverbrauch schwierig zu bestimmen, aber die Spannweite von ca. 35 bis 250 kWh/m² kann als Richtwert gesehen werden. Dabei kann an sonnigen Tagen die Hälfte des Stromverbrauchs durch PV gedeckt werden (Bulswiengesa 2020: 68), was für den Nutzer erhebliche Einsparungen mit sich bringen kann.

4. Darstellung der Geschäftsmodelle

Besitzer und Eigennutzer von Logistikimmobilien haben unterschiedliche Möglichkeiten für die Errichtung von PV-Anlagen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht handelt es sich im weitesten Sinne um eine strategische Entscheidung für eines der grundlegenden Modelle „Kauf“ oder „Miete bzw. Vermietung“, im speziellen auch Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete genannt. Aus Mangel an wissenschaftlicher Literatur, die die Anwendung der eben genannten Geschäftsmodelle in Bezug auf Errichtung von PV bei Logistikimmobilien thematisiert, werden im Folgenden die drei grundlegenden Modelle aus allgemeiner betriebswirtschaftlicher Perspektive erläutert. Erst im nächsten Kapitel 5 werden spezielle Aspekte zur Anwendung der jeweiligen Geschäftsmodelle bei PV-Anlagen auf Logistikimmobilien mit Hilfe von Experteninterviews aufgegriffen.

4.1. Eigeninvestment

In diesem Fall wird ein Projekt zur Umsetzung einer PV-Anlage vom Eigentümer einer Logistikimmobilie gesteuert, überwacht und koordiniert. Dieser übernimmt die Aufgaben zur Planung, Errichtung, Finanzierung sowie den Betrieb einer PV-Anlage und trägt gleichzeitig das Investitions- und Betreiberrisiko.

Bei der Frage nach der Umsetzbarkeit von PV-Projekten wird selten die technisch oder ökologisch optimale Lösung bevorzugt. Vielmehr stehen Aspekte der Wirtschaftlichkeit eines Projekts im Vordergrund (Quaschnig 2019: 415). So werden in der Praxis oft jene Projekte umgesetzt, die beispielsweise eine festgelegte Amortisationszeit unterschreiten oder eine erwartete Rendite erreichen. Dabei hängen die Methode zur Wirtschaftlichkeitsberechnung sowie der Grenzwert für die Umsetzung subjektiv vom Entscheider bzw. Investor ab. Die gängigsten Ansätze der Wirtschaftlichkeitsberechnung können in zwei Methoden unterteilt werden: statische und dynamische. Der Hauptunterschied zwischen beiden Methoden liegt in der Betrachtung der zukünftigen Geldflüsse. Während der statische Ansatz von gleichbleibenden durchschnittlichen Einnahmen und Ausgaben ausgeht, werden diese bei der dynamischen Methode zeitlich differenziert und mit der Berechnung von Zins und Zinseszins verbunden. So erfordern statische Methoden weniger Annahmen und sind einfacher sowie schneller zu kalkulieren,

während die dynamischen detaillierter und aussagekräftiger sind (Bränzel et al. 2019: 236f.).

Die Bindung von Kapital für einen bestimmten Zeitraum und mit einem bestimmten Verwendungszweck wird in der Wirtschaft als Investition bezeichnet. Investitionen dienen grundsätzlich der Vermehrung von Kapital mit dem Ziel der langfristigen Gewinnmaximierung. Eine gängige Vorgehensweise Investitionen zu klassifizieren, ist die nach ihrem Gegenstand. Es erfolgt eine Unterscheidung nach der Verwendung von Finanzmitteln in Sach-, Finanz- und immaterielle Investitionen, also nach der Art der Vermögensgegenstände. Vermögensgegenstände sind Positionen in der Bilanz, die auf der Aktivseite dargestellt werden. So wird in der Bilanz ersichtlich, wofür die Finanzmittel verwendet werden. Sachinvestitionen umfassen zum Beispiel Investitionen in Grundstücke, Gebäude, technische Anlagen und Maschinen. Finanzinvestitionen sind jene in Aktien, Anleihen und Beteiligungen. Immaterielle Investitionen sind beispielsweise solche in Patente, Marken und Lizenzen. Des Weiteren werden Investitionen nach ihrem Zweck, nach ihrer Funktion nach ihrem Risikoprofil unterschieden. Wird der Zweck untersucht, so wird zwischen Ersatz-, Rationalisierungs- und Erweiterungsinvestitionen differenziert. Ersatzinvestitionen dienen dem Tausch von abgenutzten Anlagen und Maschinen, Erweiterungsinvestitionen dienen einer Produktionssteigerung und Rationalisierungsinvestitionen dienen der Effizienzsteigerung durch den Einsatz eines geringeren Inputs. (Lechner et. al. 2016: 225 ff. sowie Wöhe & Döring 2010: 520ff.)

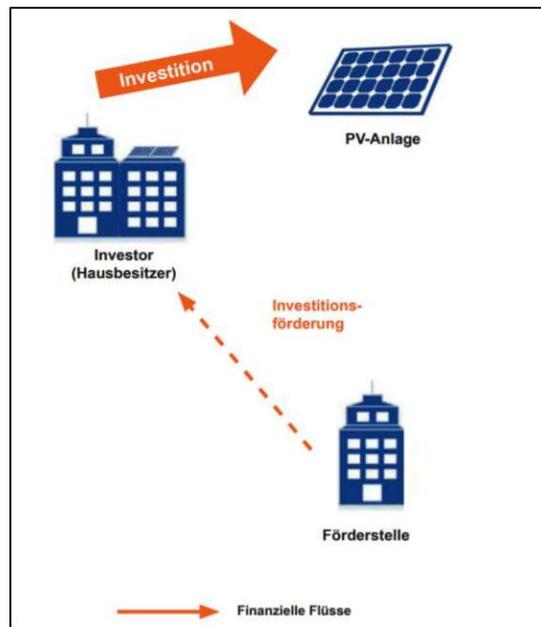
Werden diese Überlegungen auf die Thematik der gegenständigen Masterthesis übertragen, dann lassen sich Eigeninvestitionen in PV-Anlagen auf Logistikkimmobilien als langfristige Sachanlageninvestitionen mit Rationalisierungszweck kategorisieren.

Im betriebswirtschaftlichen Sinne wird unter Finanzierung die Bereitstellung der für Investitionen benötigten Kapitals verstanden. Während die Mittelverwendung auf der Aktivseite zu finden ist, befindet sich die Mittelherkunft auf der Passivseite. Finanzierungsformen werden zum einen nach ihrer Herkunft und zum anderen nach der Rechtsstellung des Kapitalgebers kategorisiert. So kann sich ein Unternehmen entweder von innen bzw. außen finanzieren und gleichzeitig können die Mittel aus dem Eigen- bzw. Fremdkapital stammen (Lechner et. al. 2016: 225ff. sowie Wöhe &

Döring 2010: 520ff.). Welche Finanzierungsformen Eigennutzer von Logistikimmobilien zur Errichtung einer PV-Anlage präferieren, geht aus der Literatur nicht hervor, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass der Besitzer einer Logistikimmobilie, der auch gleichzeitig der Anlagenerrichter ist, sich selbständig um die Finanzierung kümmert.

Bei einer hohen Eigenverbrauchsquote und nicht vorhandenen Leasingraten kann eine attraktive Rendite erzielt werden und gleichzeitig stellt das Eigeninvestment aufgrund von nicht Einbeziehen von externen Investoren die einfachste und unkomplizierteste Form der Finanzierung dar (Teoh & Liebl 2016: 22). Diese Form der Eigenfinanzierung von PV-Anlagen bietet sich bei privaten Investitionen an, wobei der investierte Betrag durch Förderungen reduziert werden kann (siehe Abbildung 15).

Abbildung 15: Finanzierung von PV-Anlagen mittels Eigenfinanzierung



Quelle: Teoh & Liebl 2016: 22

4.2. Contracting

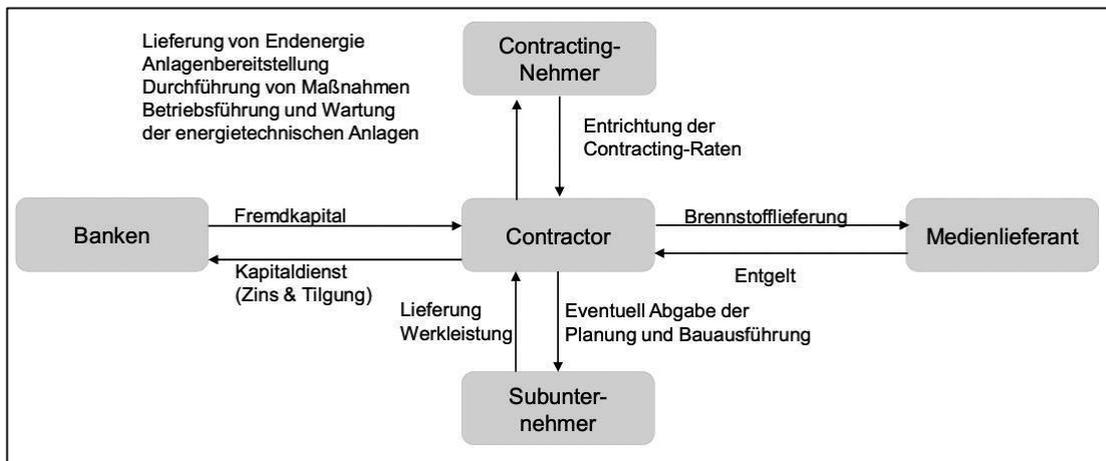
Contracting ist ein Begriff, der ursprünglich aus den USA stammt und in den deutschen Sprachraum Eingang gefunden hat. Als Oberbegriff für vertraglich geregelte Formen der Zusammenarbeit wird er in der Umweltwirtschaft meist mit Energieeffizienz und -einsparung in Verbindung gebracht (Unterweger 2002: 13).

Die vertragliche Regelung ist aufgrund der komplexen Eigentumsverhältnisse von großer Bedeutung (Braunmühl 2000: 8). Die Begriffe „Third Party Financing“ und Drittfinanzierung werden mit Contracting gleichgestellt, stellen aber in der Regel reine Finanzierungsinstrumente dar. Contracting Modelle hingegen erweitern die reine Finanzierung und beinhalten die Planung, Durchführung, Betrieb, Instandhaltung und Wartung von technischen Anlagen (Wyputta 1998: 4).

Die Idee des Contractings geht ursprünglich auf den Erfinder der Dampfmaschine James Watt (1736-1819) zurück. Die Anschaffungskosten seiner Dampfmaschine waren zu hoch, als dass er die gewünschten Absätze erzielen würde. So passte er sein Angebot an, indem er seine Erfindung „kostenlos“ überlies, installierte und fünf Jahre wartete. Dabei garantierte er den Abnehmern, dass die Kohle für seine Maschine weniger kosten würde als das Futter für die Pferde. Im Gegenzug wollte er ein Drittel des ersparten Geldes, also der ersparten Energiekosten (Braunmühl 2000: 7).

Bei einem Contracting-Modell sind aufgrund von vielseitigen Aufgaben mehrere Akteure beteiligt. Wie in Abbildung 16 dargestellt, stellen Banken Fremdkapital bereit und erhalten dafür als Gegenleistung den Kapitaldienst. Verbrauchsmedien wie Wasser und Gas werden von Energieversorgungsunternehmen bereitgestellt, die dafür ein Entgelt erhalten. Erforderliche Installationsarbeiten werden von Subunternehmen durchgeführt, während der Contractor selbst ein Vertragsverhältnis mit dem Contracting-Nehmer (in diesem Fall dem Eigennutzer der Logistikimmobilie) eingeht, alle Bausteine koordiniert, und dafür z.B. Contracting-Raten erhält (Hirschner et. al. 2018: 125). Der Contractor bietet Contractingleistungen an, während der Contracting-Nehmer als Auftraggeber und Empfänger dieser Leistungen auftritt (Bränzel et al. 2019: 290f.).

Abbildung 16: Beteiligte bei einem Contracting-Modell



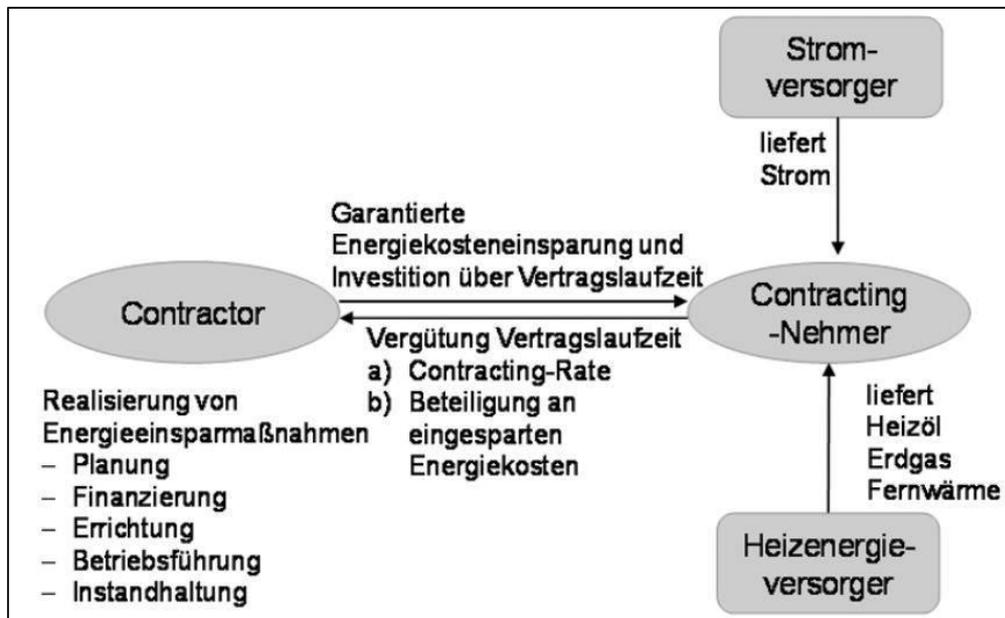
Quelle: Hirschner et. al. 2018: 126

So treten üblicherweise Interessenten mit fehlendem Know-How in Bezug auf energiesparende Betriebsweise und begrenzten Finanzmitteln an spezialisierte Dienstleister heran, um diese in die eigene Energieversorgung einzubinden. Die wichtigsten Branchen, bei denen die Energieversorgung auf solche Weise erfolgt, sind kommunale und öffentliche Einrichtungen wie Schulen und Kindergärten, Krankenhäuser, Industrie- und Gewerbebetriebe mit hohem Energiebedarf sowie Wohngebiete mit Nahversorgungsnetz. Contracting hat vielfältige Einsatzbereiche und vertragliche Gestaltungsmöglichkeiten, wobei Einspar- und Anlagen-Contracting die am häufigsten vorkommenden Arten sind (Bränzel et al. 2019: 287f.).

Einspar-Contracting wird auch als Performance-Contracting bezeichnet. Dabei investiert der Contractor in Maßnahmen zur Optimierung der Gebäudetechnik. Dazu zählen Senkung des Energieverbrauchs, Steigerung von Energieeffizienz und/oder Senkung von Co2-Emission bei Bestandsobjekten, denn nur hier liegen Vergleichswerte für Energieeinsparungen vor. Der Anbieter der Contractingleistungen plant, errichtet, finanziert und betreibt die Anlagen. Eine weitere zentrale Aufgabe besteht darin, ein Energiekonzept zu erstellen und den Nutzer durch Schulungsmaßnahmen in dieses einzuführen. Darüber hinaus garantiert der Contractor den Erfolg der energieeinsparenden Maßnahmen und als Gegenleistung erhält er einen Teil der eingesparten Kosten. Über eine Vertragsdauer von bis zu 10 Jahren, werden vom Contractor die Investitionskosten refinanziert und ein Gewinn erzielt (Bränzel et al. 2019: 287f.). Das Modell ist darauf ausgelegt, dass beide

Parteien von Vertragsbeginn an durch die erzielten Einsparungen profitieren. Anders als beim Anlagen-Contracting stehen bei dieser Variante Energieeinsparungsmaßnahmen im Vordergrund. Sollten die vereinbarten Einsparungen nicht realisiert werden, erhält der Nutzer Ausgleichszahlungen. Nach Ablauf der Vertragsdauer gehen die Anlagen in das Eigentum des Contracting-Nehmers und zusätzlich stehen ihm die Einsparungen in voller Höhe zur Verfügung (Hirschner et. al. 2018: 132). Um die Vertragslaufzeit zu verkürzen, kann der Contracting-Nehmer einen Baukostenzuschuss leisten. Das Betreiberisiko liegt während der Vertragslaufzeit beim Contractor (Unterweger 2002: 45). Die Abbildung 17 verdeutlicht die Leistungsbeziehungen zwischen den Vertragsparteien beim Einspar-Contracting.

Abbildung 17: Leistungsbeziehungen bei Einspar-Contracting

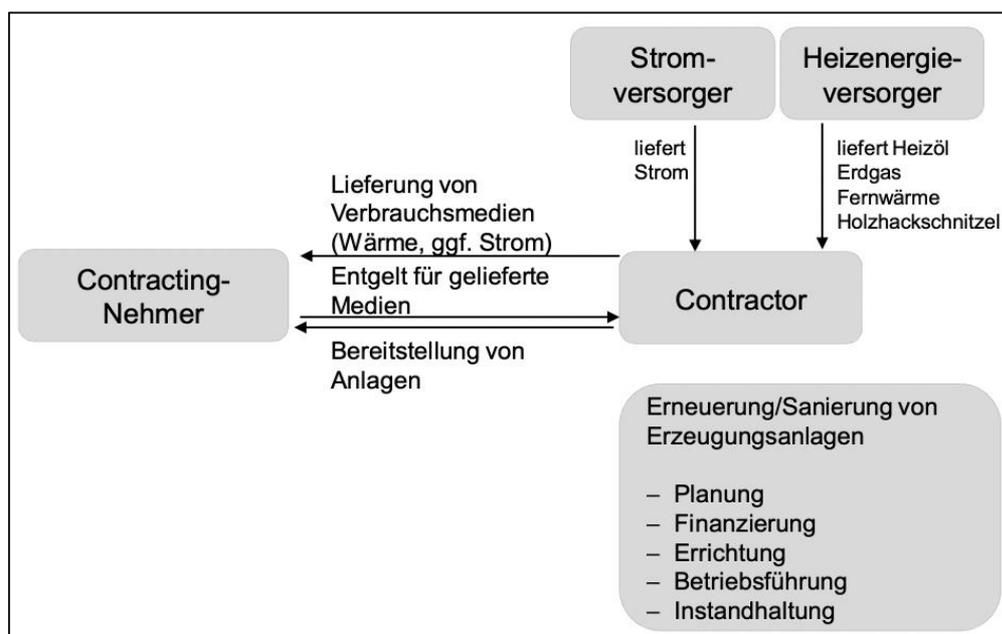


Quelle: Hirschner et. al. 2018: 132

Eine andere Variante stellt das Anlagen-Contracting dar, auch Energieliefer-Contracting genannt. Hier plant, errichtet, finanziert und betreibt der Contractor auf eigene Kosten eine neue bzw. bestehende energietechnische Anlage. Beide Parteien schließen einen langfristigen Vertrag ab, auf dessen Basis der Contractor das Risiko für den Betrieb und die Instandhaltung der Anlage trägt. In der Regel kauft der Contractor die Medien wie Strom, Wärme, Kälte oder auch Druckluft ein und verkauft die Nutzenergie an den Contracting-Nehmer weiter. Während der Vertragslaufzeit bleiben die Anlagen im Eigentum des Contractors (Hirschner et. al.

2018: 128). In der Praxis werden solche Verträge für 10 bis 15 Jahre abgeschlossen, dabei refinanziert der Contractor seine Investition durch die Differenz aus Einkaufs- und Verkaufspreisen von Medien sowie durch die Einkünfte für Bereitstellung, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen. Emissionseinsparungen und somit positive Umwelteffekte entstehen aufgrund des Tausches von alten gegen neue Anlagen, die dem Stand der Technik entsprechen. Solche Projekte eignen sich sowohl bei Sanierungs-Projekten als auch bei Neubau-Projekten (Bränzel et al. 2019: 288f.). Die Leistungsbeziehungen zwischen den Vertragsparteien sind für diese Form des Contractings in Abbildung 18 dargestellt.

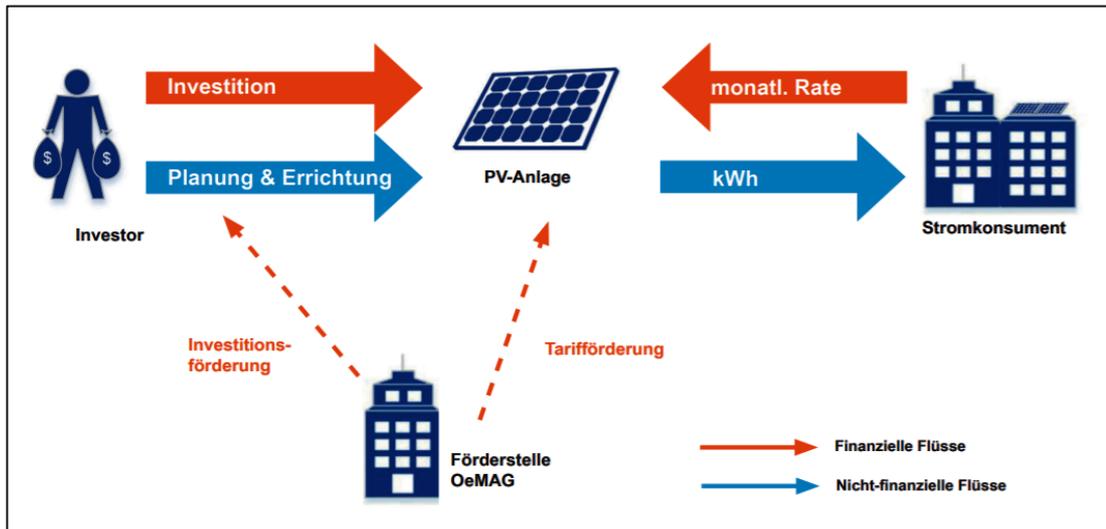
Abbildung 18: Leistungsbeziehungen bei Anlagen-Contracting



Quelle: Hirschner et. al. 2018: 129

Contracting findet auch bei der Errichtung von PV-Anlagen Anwendung, dessen Struktur in Abbildung 19 dargestellt ist. Die PV-Anlage wird von einem externen Unternehmen finanziert und auf dem Gebäude des Eigentümers errichtet. Das Unternehmen, welches die Anlage errichtet, ist Eigentümer der Anlage und verkauft den produzierten Solarstrom an den Gebäudeeigentümer zu einer vereinbarten monatlichen Rate. Dabei entstehen beim Anlagennutzer keine Anschaffungskosten und nach dem Vertragende, üblicherweise nach 13 bis 15 Jahren, geht die PV-Anlage in das Eigentum des Contracting-Nehmers über (Teoh & Liebl 2016: 23).

Abbildung 19: Finanzierung von PV-Anlagen mittels Contracting



Quelle: Teoh & Liebl 2016: 22

4.3. Dachmiete

Bei diesem Geschäftsmodell vermietet der Gebäudeeigentümer die benötigte Dachfläche an den Anlagenbetreiber für einen vertraglich vereinbarten Zeitraum. Der Anlagenbetreiber zahlt an den Eigentümer eine jährliche Miete, während der Strom vom Anlagenerrichter und -betreiber in das öffentliche Netz eingespeist und verkauft wird. Da die Anlage zu einem vorübergehenden Zweck errichtet wird, zählt sie nicht zum Bestandteil des Gebäudes und bleibt somit im Eigentum des Mieters. Um Zugangsrechte zum Grundstück und zum Fremddach für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zu garantieren, kann eine Dienstbarkeit in Form eines Grundbucheintrages erfolgen. Darüber hinaus gewährt diese Maßnahme dem Mieter die Weiternutzung des Daches auch bei einem eventuellen Eigentümerwechsel des Grundstücks oder des Gebäudes. Nach Ablauf des Vertrages kann entweder eine Vertragsverlängerung, ein Eigentumsübergang oder eine Demontage der Anlage vereinbart werden. Es ist darauf zu achten, dass seitens des Pächters eine Sach- sowie Haftpflichtversicherung für die PV-Anlage abgeschlossen wird. Außerdem kann der Verpächter dazu vertraglich verpflichtet werden, Beeinträchtigungen der Funktion der PV-Anlage (z.B. durch Verschattung) zu vermeiden (Wittlinger 2020: 164f.).

5. Evaluierung potenzieller Geschäftsmodelle

Um potenzielle Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen auf österreichischen Logistikimmobilien zu evaluieren, wurden sechs Experteninterviews mit Eigennutzern von Logistikimmobilien, Errichtern von PV-Anlagen sowie Ingenieuren und Planern, die eine fachgerechte Projektdurchführung gewährleisten sollen, durchgeführt (siehe Kapitel 1.3.). Im nun folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung dargestellt. Beginnend mit einer Beschreibung von Gründen und Vorteilen zur Errichtung von PV-Anlagen auf Logistikimmobilien, gilt es danach die von den Experten genannten Geschäftsmodelle zur Umsetzung von PV-Projekten darzustellen, um diese in einem dritten Schritt anhand von technischen und kaufmännischen Aspekten zu analysieren. Durch den Vergleich von jeweiligen Gemeinsamkeiten und Unterschieden anhand definierter Kriterien, erfolgt im vierten Schritt die Gegenüberstellung und Kontrastierung der potenziellen Geschäftsmodelle, welche in eine Ableitung von Entscheidungsparameter und Handlungsempfehlungen für die Auswahl eines geeigneten Geschäftsmodells zur Errichtung von PV-Anlagen auf österreichischen Logistikimmobilien mündet.

5.1. Gründe und Vorteile

Insgesamt wurden von den Experten neun unterschiedliche Gründe zur Errichtung von PV-Anlagen auf österreichischen Logistikimmobilien genannt, wobei Elektro (E)-Mobilität, Nachhaltigkeit und Investment am häufigsten genannt wurden.

So gaben Experten aus allen Stakeholdergruppen an, dass das Thema der E-Mobilität in den letzten Jahren immer mehr in den Vordergrund rücken würde. Unternehmen bauen vermehrt Elektrotankstellen-Infrastruktur aus, um sowohl Lademöglichkeiten für eigene E-PKWs als auch für jene der Kunden zu haben (E4, Z 62-69). Der Umstieg auf E-Mobilität bringt einen erhöhten Strombedarf mit sich, wobei sich eigene Dachflächen zur Erzeugung von PV-Strom für E-Fahrzeuge eignen (E5, Z 54-57). Sobald Speichertechnologie und Ladeinfrastruktur ausgereift sind, würde PV auch eine Rolle für E-LKWs spielen. So ist es denkbar, dass E-LKWs beim Ein- und Ausladungsprozess auch gleichzeitig mit PV-Strom geladen werden (E1, Z 67-75).

Ebenfalls wurden Klimaschutz und Nachhaltigkeit von allen Expertengruppen als Grund zur Errichtung von PV-Anlagen thematisiert. E4 denkt, dass die Erzeugung von grüner Energie mit einem positiven Beitrag zum Umweltschutz sowie der Bekämpfung der Klimakrise assoziiert wird und für viele Unternehmen an erster Stelle stehe (E4, Z 48-51). E3 bestätigte, dass die Intention einen Beitrag zur Umweltfreundlichkeit zu leisten, zur Auseinandersetzung mit der PV-Thematik führt (E3, Z 47-48).

Gleichzeitig kann die Anschaffung einer PV-Anlage auf einer Logistikimmobilie ein Investment darstellen. Der Bezug des günstigeren Stroms aus der PV-Anlage generiert eine Einsparung von Energiekosten, wodurch diese rein nach der Wirtschaftlichkeit als ein Investment bewertet werden kann (E1, Z 47-55). Aus Sicht eines Anlagenerrichters wird in PV-Anlagen auch aufgrund von attraktiven Renditen investiert, die durch hohe Förderungen ermöglicht werden (E5, 49-52). Dies bestätigt ein Eigennutzer von Logistikimmobilien, als im Zusammenhang mit der derzeit vorteilhaften Fördersituation bei der Errichtung von PV-Anlagen eine Kostenersparnis erzielt werden kann, die sich positiv auf den Return on Investment (folgend ROI) auswirkt (E3, Z 48-53).

Neben E-Mobilität, Nachhaltigkeit und Investment, werden auch steigende Strompreise (E6, Z 39) als Grund für die Errichtung einer PV-Anlage auf Logistikimmobilien genannt. Ungewissheit in Hinblick auf Entwicklungen der Energiepolitik sowie über die zukünftigen Strompreisentwicklungen hat einen Eigennutzer von Logistikimmobilien dazu bewegt, Dachflächen als Dachressourcen zu betrachten. So wurde die Entscheidung getroffen, eigene Dachressourcen nicht langfristig durch Vermietung an Dritte zu blockieren, sondern diese selbst zu nutzen, um zukünftig flexibel auf politische Entscheidungen reagieren zu können (E2, Z 51-58). Zudem kann mit grüner Stromproduktion im Allgemeinen, mit Strom aus PV-Anlagen im Speziellen, der in Österreich zu erwartenden CO₂-Besteuerung entgegengesteuert werden (E2, Z 58-60); ein Aspekt, der von dem anderen Eigennutzer einer Logistikimmobilie geteilt wird (E3, Z 55). Des Weiteren entscheiden sich Unternehmen für die Errichtung von PV-Anlagen aufgrund des mit der Produktion von grünem Strom verbundenen Imagegewinn (E4, Z 52-54). So können Unternehmen mit hohem CO₂-Ausstoß nach der Errichtung von PV-Anlagen das grüne Image für Marketingzwecke nutzen (E1, Z 62-67). Aus Sicht von

E6 kann dies von Vorteil sein, da durch die Medienpräsenz PV in das Bewusstsein gerufen wird, wodurch weitere Unternehmen ebenfalls für das PV-Thema sensibilisiert werden (E6, Z43-44). Mitunter erhoffen sich Unternehmen durch die Errichtung einer PV-Anlage auch mehr Unabhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz und damit einhergehend eine Absicherung der eigenen Notstromversorgung, auch wenn diese Autarkie in der Realität nicht gegeben sei, da eine PV-Anlage eine tatsächliche Notstromversorgung nicht ersetzen kann (E4, Z 54-62).

Neben diesen vielfältigen Gründen ist mit dem Errichten von PV-Anlagen auf Logistikimmobilien zudem eine Vielzahl an Vorteilen verbunden. Insgesamt wurden von den Experten acht spezifische Vorteile genannt wurden, wobei die Dachbeschaffenheit von allen Experten, ausgenommen E2, besonders betont wurde. So besitzen Logistikimmobilien im Regelfall große Dachflächen, die sich aus technischer Sicht für die Errichtung von PV-Anlagen aufgrund von ebenen und homogenen Dachflächen mit wenigen Dachaufbauten sowie kaum Verschattung besonders gut eignen (E1, Z 194-203). Laut E4 haben Logistikimmobilien in der Regel keinen hohen Bedarf an haustechnischen Anlagen wie beispielsweise Lüftung und Kühlung, die üblicherweise auf Dächern installiert werden. Somit wird die Dachfläche nicht vermindert und kann für die Belegung mit PV-Modulen genutzt werden. Damit können PV-Anlagen auf Dächern von Logistikimmobilien im Vergleich zu anderen Immobilienklassen tendenziell größer dimensioniert werden (E4, Z 287-299). Einer der beiden Auftraggeber bestätigte, dass seine Dächer bis auf Lichtkuppeln sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen keine anderweitige Nutzung aufweisen, wodurch viel freie Fläche zur Verfügung steht (E3, Z 140-144). Zudem bieten laut E6 Logistikimmobilien mit großen, wenig verbauten Dachflächen die Option, eine höhere PV-Leistung zu installieren, da Logistikimmobilien im Vergleich zu Produktionsimmobilien einen eher geringen Stromverbrauch aufweisen, könnte dadurch mehr Strom produziert werden, als am Standort verbraucht wird (E6, Z 94-99).

Aufgrund der Möglichkeit hohe PV-Leistungen zu errichten, ergibt sich ein weiterer Vorteil für die Logistikbranche, als der produzierte Strom für die Beladung von E-Staplern und E-PKWs genutzt werden kann (E5, Z 180-183 sowie E6, Z 104-105). Zusammenhängend mit dem hohen Anteil von Nutzfahrzeugen wird die Verwendung des Solarstroms für die E-Mobilität als vorteilhaft erachtet (E4, Z 303-309). Auftraggeber E3 bestätigt, dass das Logistikunternehmen, in dem er tätig ist,

den ökologisch freundlich produzierten Strom für die Beladung von E-Staplern und E-Fuhrparks nutzen möchte (E3, Z 146-147). Des Weiteren wird derzeit an einem Lademanagementkonzept gearbeitet. So soll eine höhere Anzahl von Staplerbatterien angeschafft werden als für den tatsächlichen Einsatz benötigt wird, um diese mit PV-Strom zu laden, wodurch die Lebensdauer von Staplerbatterien erhöht werden soll (E3, Z 152-155). Darüber hinaus könnte mit PV zukünftig auch Wasserstoff produziert werden, welcher wiederum als Kraftstoff für PKWs und LKWs dient (E5, Z 180-185 sowie E6, Z 105-106).

Mit dem Errichten von PV-Anlagen auf Logistikimmobilien sind auch wirtschaftliche Vorteile verbunden. So ließe sich auf homogenen Flachdachflächen eine einfache Montage von PV-Anlagen realisieren, was sich wiederum positiv auf die Montagekosten auswirkt. Somit können aufgrund von Einsparungen vergleichsweise kostengünstige Anlagen errichtet werden (E1, Z 220-225 sowie E4, Z 275-283). Zudem ergibt sich durch die Installation einer PV-Anlage für eigengenutzte Logistikimmobilien ein direkter ökonomischer Nutzen, als der selbstproduzierte Solarstrom günstiger ist als der zugekaufte aus dem öffentlichen Netz (E1, Z 225-230). Die erwähnte Vollbelegung von Dachflächen mit PV-Anlagen eröffnet auch die Chance, möglichst viel CO₂ einzusparen, was sich in Hinblick auf die angedachte CO₂-Besteuerung als wirtschaftlich vorteilhaft erweisen kann (E5, Z 185-187 sowie E6, Z 100-101).

Nach der Aussage eines Experten soll es zukünftig die Möglichkeit geben, Energiegemeinschaften zu bilden. Das bedeutet, dass der an einem Standort produzierte Strom auf Verbraucher an anderen Standorten verteilt werden kann. So können gesamte Dachflächen für PV genutzt werden, und somit der Eigenverbrauch erhöht werden (E6, Z 107-120). Darüber hinaus erachtet einer der Auftragnehmer die Errichtung von PV-Anlagen auf Logistikimmobilien aufgrund von Rangierflächen um das Gebäude als besonders vorteilhaft. Diese bieten viel Platz und ermöglichen somit eine gute Zugänglichkeit, was wiederum die Montagearbeit vereinfacht (E1, Z 203-207).

5.2. Potenzielle Geschäftsmodelle

Nach den Gesprächen mit den Experten haben sich drei Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen auf eigengenutzten Logistikimmobilien

herauskristallisiert. Jeder Experte beschrieb die Modelle Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete, wobei auch die Möglichkeit zur Bildung einer Mischform aus den drei Geschäftsmodellen erwähnt wurde.

Beim Eigeninvestment investiert der Eigennutzer einer Logistikimmobilie als Auftraggeber in eine PV-Anlage auf der eigenen Dachfläche und lässt diese von einem Auftragnehmer errichten. Der Auftraggeber ist für die Aufstellung der dafür notwendigen Finanzierung selbst verantwortlich und muss die PV-Anlage nach der Errichtung buchhalterisch in das Anlagevermögen aufnehmen und diese über eine vorgegebene Laufzeit abschreiben. Auch das wirtschaftliche Risiko bei Produktionsausfällen, Schadensfällen, Gewährleistungsfristen etc. bleibt beim Auftraggeber, jedoch bezieht dieser im Gegenzug den gesamten Nutzen aus der PV-Anlage (E1, Z 261-273). Beide Experten auf der Auftraggeberseite bestätigten, dass bei diesem Geschäftsmodell auch der Betrieb der Anlage in ihrem Verantwortungsbereich liegt (E2, Z 94 sowie E1, Z 236-238), wobei E6 darauf hingewiesen hat, dass der Betrieb, die Wartung sowie das Monitoring der PV-Anlage auch an ein drittes, darauf spezialisiertes Unternehmen fremdvergeben werden kann (E6, Z 215-216). Bei diesem Geschäftsmodell empfiehlt es sich eine eigenverbrauchsoptimierte Anlage zu errichten, das heißt ein möglichst hoher Anteil des erzeugten Solarstroms soll vom Eigennutzer der Logistikimmobilie selbst verbraucht werden. E4 empfiehlt außerdem, die PV-Anlage auf dem Markt auszuschreiben, statt diese durch eine Angebotslegung zu erwerben, um möglichst hohe Preisvorteile zu erzielen (E4, Z 323-327).

Das zweite Geschäftsmodell stellt das Contracting dar, welches nach der Angabe von E1 als eine Zwischenvariante aus Eigeninvestment und Dachmiete betrachtet werden kann. Bei diesem Geschäftsmodell geht der Eigennutzer der Logistikimmobilie als Contractingnehmer mit einem Contractinggeber eine Partnerschaft ein. Während der Partner in die Errichtung der PV-Anlage auf der Dachfläche der Logistikimmobilie investiert und diese auch betreibt, profitiert der Contractingnehmer von der Stromkosteneinsparung, da in diesem Fall der Vertragsgegenstand die Kilowattstunde an PV-Strom ist und nicht die PV-Anlage selbst. Somit ist während der Vertragslaufzeit der Contractinggeber und nicht der Contractingnehmer der Eigentümer der PV-Anlage. Dieser schreibt die PV-Anlage über die Lebensdauer buchhalterisch ab, liefert den PV-Strom an den Contractingnehmer und trägt das wirtschaftliche Risiko sowie das Risiko für den

Betrieb der Anlage (E1, Z 248-258 sowie Z 289-286). Ein solcher Contractingvertrag wird üblicherweise auf die Dauer zwischen 10 und 20 Jahren abgeschlossen. Danach kann die PV-Anlage entweder durch den Contractingnehmer übernommen werden oder muss vom Contractinggeber abgebaut werden (E4, Z 335-336 sowie E6, Z 216-223).

Das dritte Geschäftsmodell ist die Dachmiete, welches als das Gegenteil von Eigeninvestment gesehen werden kann (E1, Z 242), weil hier zwischen dem Eigennutzer der Logistikimmobilie und der PV-Anlage der größte emotionale Abstand besteht (E4, Z 337-338). Damit ist gemeint, dass bei diesem Geschäftsmodell der Eigennutzer keine Berührungspunkte mit der Stromproduktion hat. Er stellt einem externen Investor die ungenutzte Dachfläche zur Verfügung, wofür er als Gegenleistung sichere Mieterträge erhält (E1, Z 242-248). Das Interesse des Investors besteht darin, möglichst große Dachflächen zu mieten, um darauf PV-Anlagen mit dem Ziel der Volleinspeisung zu errichten. Der gesamte produzierte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist und so ein Gewinn erwirtschaftet (E4, Z 342-349). Oft sind es Energieversorger, die fremde Dachflächen und Grundstücke mieten, um darauf PV-Kraftwerke zu errichten (E5, Z 202-209).

Die drei Geschäftsmodelle können nach E1 auch miteinander kombiniert werden. Eigennutzer von Logistikimmobilien haben die Möglichkeit, in eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage nach dem Eigeninvestment-Modell selbst zu investieren und gleichzeitig die restliche, noch freiverfügbare Dachfläche einem externen Investor in Form von Dachmiete zur Verfügung stellen mit der Option, eine Volleinspeise-Anlage zu errichten. Auch die Kombination aus den Geschäftsmodellen Contracting und Dachmiete ist eine Variante, die in der Praxis umgesetzt wird (E1, Z 298-311).

5.3. Analyse von Geschäftsmodelle

Im nun folgenden Kapitel geht es darum, die drei zentralen potenziellen Geschäftsmodelle (Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete) zur Errichtung von PV-Anlagen auf eigengenutzten Logistikimmobilien in Österreich zu analysieren. Hierfür werden in einem ersten Schritt, die destillierten Analyse- und Evaluationskriterien offengelegt, um danach die Geschäftsmodelle zunächst auf

übergeordneter Ebene anhand wirtschaftlicher und technischer Faktoren zu beleuchten. Erst im daran anschließenden Kapitel 5.4. werden diese Kriterien für eine kontrastierende Beleuchtung nach Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete herangezogen.

5.3.1. Analyse- und Evaluierungskriterien

Da in der Literatur keine konkreten norm- oder kriteriumsorientierten Bewertungsmaßstäben vorliegen, wurden aus den Experteninterviews Analyse- und Evaluationskriterien abgeleitet. Insgesamt wurden 56 Aspekte genannt, welche zu 23 Kriterien verdichtet und in zwei Oberkategorien, technische und kaufmännische Kriterien, zusammengefasst wurden.

Im Hinblick auf die technischen Aspekte, welche bei der Errichtung einer PV-Anlage bei eigengenutzten Logistikimmobilien zu beachten sind, wurden insgesamt 12 Faktoren destilliert. Was die Planung betrifft, so sind die statische Tragfähigkeit des Daches, der Dachzustand (Alter und Zustand des Gebäudedachs), geplante Dachweiterungen (Aufstockungen), Verschattungen des Gebäudedaches, Brandschutzvorgaben und -maßnahmen, Blitzschutz sowie die Erbringung von Blendgutachten zentrale Kriterien. Darüber hinaus erweisen sich die Komponenten, die Ausrichtung, die Dimensionierung, der Netzanschluss und die damit einhergehende elektrotechnische Umsetzbarkeit der PV-Anlage sowie der Genehmigungsprozess als weitere wichtige technische Kriterien.

Auf der kaufmännischen Seite wurden 11 Kriterien extrahiert, welche für Eigennutzer von Logistikimmobilien in Österreich relevant sind. Diese betreffen vor allem das Investment, wobei die Rentabilität, die Amortisationsdauer, die Beschaffungspreise sowie die Zusatzkosten als zentrale Kriterien definiert wurden. Als weitere kaufmännische Faktoren gelten die Eigentumsverhältnisse, die Vertragslaufzeit, die Förderung, das Risiko, die CO₂-Steuer sowie der Betrieb und die Entsorgung einer PV-Anlage.

Nachfolgende Tabelle 3 bietet einen Überblick über die Analyse- und Evaluationskriterien.

Tabelle 3: Evaluierungskriterien

Technisch	Grundkomponenten Statische Tragfähigkeit Dachzustand Aufstockung Verschattung Brandschutz Blitzschutz Blendgutachten	Planung
	Genehmigungsprozess Netzanschluss Dimensionierung Ausrichtung	
Kaufmännisch	Rentabilität Amortisationsdauer Beschaffungspreise Zusatzkosten	Investment
	Eigentumsverhältnisse Vertragslaufzeit Förderung Risiko Betrieb Entsorgung CO2-Besteuerung	

Quelle: Eigendarstellung

5.3.2. Technische Aspekte

Faktoren, die von jedem der Experten genannt wurden und somit als besonders wichtig erachtet werden, sind die statische Tragfähigkeit, der Dachzustand, der Netzanschluss sowie die Dimensionierung der PV-Anlage.

Besonders zentral im Zuge der Dachuntersuchung erweist sich die statische Tragfähigkeit aufgrund der Schneelasterhöhung (E1, Z 82-91). Die Verschärfung der Schneelastbestimmungen führte dazu, dass Bestandsgebäude über begrenzte statische Tragfähigkeitsreserven verfügen. Die Reserven in der Tragfähigkeit müssen vor der Errichtung einer PV-Anlage geprüft werden (E4, Z 83-91). E3 bestätigt, dass die Änderung der maximal zulässigen Dachlast sich unter Umständen negativ auf die Errichtung der PV-Anlage auswirkt oder diese sogar verunmöglicht. Kosten für statische Verbesserungen der Unterkonstruktion sowie

Dachsanierungen fließen negativ in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein und können die Anlage kommerziell unrealisierbar machen (E3, Z 65-73).

Ebenfalls wesentlich sind das Alter und der Zustand des Gebäudedachs, auf dem die PV-Anlage errichtet werden soll. Daher sind Vorüberlegungen für eine anstehende Dachsanierung zu machen (E4, Z 76-83). Auch ein Errichter weist auf den Zustand der Dachhaut bzw. die Eindeckung hin. Um den Auf- und Abbau der Anlage und die damit verbundenen Kosten zu vermeiden, sollte daher die Dacheindeckung vor der Errichtung erneuert werden. Diese Maßnahme verursacht jedoch Zusatzkosten und wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus (E1, Z 91-99).

Auf allfällige Dachaufstockungen weist E4 hin. Es kommt zwar selten vor, ist aber jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen, dass Hallen nach oben erweitert bzw. aufgestockt werden. Auch die Fragestellung, ob die Immobilie in Zukunft aufgestockt werden soll, muss im Vorfeld abgeklärt werden (E4, Z 91-96).

Darüber hinaus ist auf die Ausrichtung des Gebäudes sowie auf Nebengebäude zu achten, um eventuelle Verschattung zu vermeiden (E1, Z 99-103). Verschattung durch anliegende und höhergelegene Objekte führt zu Einbußen der Stromproduktion und wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus. Deshalb muss dieser Aspekt bei der Planung und Dimensionierung der PV-Anlage unbedingt berücksichtigt werden (E4, Z 96-103).

Aus anlagentechnischer Sicht sind PV-Anlagen keine komplexen Gebilde, da sie aus wenigen Anlagenkomponenten bestehen – Solarmodulen, Wechselrichtern und der Verkabelungsinfrastruktur, jedoch gibt es im Hinblick auf die drei Geschäftsmodelle technische Unterschiede bei der Netzanbindung (E4, Z 356-364) und bei der Ausrichtung der PV-Module (E5, Z 246-248).

Grundsätzlich bergen PV-Anlagen nur ein geringes Gefahrenpotenzial in sich. Da jedoch jedes Modul durch eine Steckerverbindung an die Kabelinfrastruktur angeschlossen ist, muss aus brandschutztechnischer Sicht davon ausgegangen werden, dass ein gewisser Prozentsatz an Steckerverbindungen fehlerhaft ist. Diese fehlerhaften Verbindungsstellen können zu einem elektrischen Schaden führen und somit einen Brand auslösen (E4, Z 134-143). Entsprechende Vorgaben für den

Brandschutz seitens des Gesetzgebers sind je Bundesland unterschiedlich und sind besonders zu beachten (E4, Z 145-154). Außerdem muss für den Brandfall ein sicherer Feuerwehreinsatz gewährleistet werden, weshalb die lokale Feuerwehr in den Genehmigungsprozess einzubinden sei (E4, Z 165-171).

Brände oder Schäden können auch durch Blitze entstehen. Wenn der Blitzschutz bei Bestandsgebäuden entweder gänzlich fehlt oder aber unzureichend dimensioniert ist, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen (E4, Z 174-179), die mit Zusatzkosten einhergehen (E4, Z 214-218).

Befinden sich Logistikimmobilien in der Nähe von Flughäfen, dann ist die Errichtung von PV-Anlagen ein aufwändiger Prozess. Hierfür muss ein Blendgutachten der PV-Module beauftragt und Kontakt mit dem Flughafen aufgenommen werden. Wird die Einflugschneise durch PV-Module geblendet, so müssen diese unter Umständen so ausgerichtet werden, dass kein maximaler Ertrag mehr erzielt werden kann (E6, Z 69-75). E3 bestätigte, dass sein Unternehmen auf gesonderte Genehmigungen im Zusammenhang mit der Blendung durch PV-Module in der Nähe von Flughäfen Rücksicht nehmen musste (E3, Z 83-87).

Was den Genehmigungsprozess betrifft, so existieren in Österreich betreffend die Errichtung von PV-Anlagen auf Bundeslandebene unterschiedliche Gesetze (E1, Z 116-119). Die Genehmigungspflicht fällt abhängig von der Dimensionierung der Anlage unterschiedlich aus (E6, Z 66-69). Auch E4 bestätigte, dass auf die unterschiedlichen Genehmigungsprozesse des jeweiligen Bundeslandes und der jeweiligen Gewerbebehörde zu achten ist, denn diese weichen stark voneinander ab (E4, Z 157-165).

Ein weiterer technischer Aspekt, der von allen Experten als besonders wichtig erachtet wurde, ist der Netzanschluss und die damit verbundene elektrotechnische Umsetzbarkeit. Aufgrund von potenziellen Netzüberlastungen wird mitunter seitens der Netzbetreiber nur eine begrenzte Anlagenleistung genehmigt (E5, Z 95-98). Gleichzeitig werden in der Praxis bei größeren PV-Anlagen die Netzanschlusskosten relevant. Es gibt Fälle, bei denen die Kosten für den Umbau oder für die komplette Erneuerung der hauseigenen Elektroanlage die Kosten der PV-Anlage übersteigen (E5, Z 158-169).

Ein besonders wichtiger technischer Aspekt, der sich wesentlich auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt, ist die optimale Dimensionierung einer PV-Anlage. Auf der einen Seite muss die zur Verfügung stehende Dachfläche evaluiert werden. Ungünstige Positionierung von Lichtkuppeln sowie der Rauch- und Wärmeabzugsanlage auf Bestandsdächern kann die Fläche für PV-Anlagen vermindern und somit die Dimensionierung negativ beeinflussen (E3, Z 105-109). Die für PV-Anlagen günstige Planung solcher Dachinstallationen wird bei der Errichtung von neugebauten Logistikimmobilien von E3 mitberücksichtigt (E3, Z 103-105). Auf der anderen Seite hängt die Dimensionierung der PV-Anlagen nicht nur von der verfügbaren Fläche, sondern auch vom aktuellen Stromverbrauch der Logistikimmobilie ab. Hier analysiert der Auftragnehmer das Lastprofil der vergangenen Jahre und stimmt die Stromerzeugung der PV-Anlage mit diesem ab (E1, Z 104-109). Nach E3 kommt hinzu, dass die Prognose des zukünftigen Strombedarfs aufgrund von zusätzlichem Stromverbrauch wegen potenzieller Gebäudeerweiterungen, E-Mobilität, elektrischer Stapler, Kühlung etc. ebenfalls mitberücksichtigt werden muss, um die PV-Anlage auch für die Zukunft strategisch korrekt zu dimensionieren (E3, Z 90-100). Bei der Frage nach der optimalen Dimensionierung waren sich die Experten aus allen Stakeholdergruppen einig. So sind der Leistungsbezug sowie der Grundlastverbrauch des Gebäudes wesentlich. Um eine Überdimensionierung zu vermeiden, müssen die Vorjahreswerte analysiert werden. Nachdem es für den Eigennutzer der Logistikimmobilie wirtschaftlicher ist den produzierten PV-Strom selbst zu verwerten als diesen einzuspeisen, werden PV-Anlagen in der Regel für den Eigenverbrauch ausgelegt. So wird die größtmögliche Rentabilität erreicht (E4, Z 105-119). Ein Errichter bestätigte, dass bei einer Vollbelegung mit PV-Modulen, aufgrund der großen Dachflächen von Logistikimmobilien, üblicherweise die Stromerzeugung den Strombedarf übersteigen würde (E1, Z 174-177). Eine PV-Anlage ist jedoch am wirtschaftlichsten, wenn diese eigenverbrauchsoptimiert dimensioniert ist, sodass möglichst viel vom produzierten Strom direkt am Standort verbraucht wird (E1, Z 172-182). Auch ein Eigennutzer gab an, seine Anlagen nicht überdimensioniert zu planen, damit die Stromproduktion nicht den Strombedarf übersteigt. Es sei aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhafter den produzierten Strom direkt in der Logistikimmobilie zu verbrauchen, als diesen in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen (E3, Z 203-210). E4 meint dazu: „Jede Kilowattstunde oder jede Megawattstunde Strom, die ich ins Netz zurückspeise, wird mit einem wesentlich günstigeren oder kleineren Tarif entgolten als jener Teil, den ich einkaufen muss und reduziert somit auch eine so genannte

Amortisation der Anlage“ (E4, Z 199-202). Ein Auftragnehmer gab an, dass die Dachflächen von Logistikimmobilien zwar grundsätzlich Flächen für größer dimensionierte Anlagen bieten würden, es sei jedoch für Eigennutzer von Logistikimmobilien aufgrund eines besseren ROI rentabler, kleinere eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlagen zu errichten (E5, Z 283-294).

5.3.3. Kaufmännische Aspekte

Im Hinblick auf das Investment, welches von allen Stakeholdergruppen hervorgehoben wurde, muss primär die Rentabilität bzw. Amortisationszeit einer PV-Anlage kalkuliert werden, um anschließend nach internen Vorgaben des Unternehmens eine Investitionsentscheidung treffen zu können (E1, Z 157-158 sowie E3, Z 108-112 sowie E5, Z 131-132 sowie E6, Z 86-87). Je kürzer die Amortisationszeit ist, desto wirtschaftlicher ist ein Investment. Dafür werden die Kosten des produzierten PV-Stroms den Stromkosten des öffentlichen Netzes gegenübergestellt (E1, Z 136-146). Auch der Beschaffungspreis von PV-Modulen fließt in die Investment Entscheidung mit ein. Der Marktpreis muss im jeweiligen Investitionsfall geprüft werden, weil dieser stark die Amortisationszeit beeinflusst. Nach der Aussage von E4 seien die Preise von PV-Modulen in den letzten Jahren zwar stark gefallen, die zukünftige Preisentwicklung lässt sich jedoch nicht vorhersehen (E2, Z 72-75 sowie E4, Z 218-231). Zudem müssen Zusatzkosten für notwendige Dachsanierungen, statische Verbesserungsmaßnahmen und weitere technische Maßnahmen müssen vor der Errichtung evaluiert werden, da diese ein Investment in die PV-Anlage unter Umständen als unwirtschaftlich darstellen können (E4, Z 208-214 sowie E5, Z 156-158).

Ein weiterer wichtiger Aspekt für Eigennutzer von Logistikimmobilien sind die Eigentumsverhältnisse. Je nach Geschäftsmodell ist der Eigentümer der PV-Anlage ein anderer (E3, Z 122-126). Denn Eigentumsverhältnisse wirken sich unter anderem auf die Aspekte Risikoübernahme, Förderanspruch, Betreiberverantwortung sowie Entsorgung aus. Hier stellt sich die Frage, ob die internen Vorgaben des Logistikunternehmens es grundsätzlich zulassen, Vermögenswerte aufzubauen, die nicht dem Kerngeschäft entsprechen (E1, Z 163-167). Je nach Geschäftsmodell werden auch unterschiedliche Vertragslaufzeiten für PV-Anlagen vereinbart (E1, Z 371-372 sowie E1, Z 402-411).

Ein weiterer von allen Stakeholdergruppen angesprochener und entscheidender Punkt ist die Förderung von PV-Anlagen. Bundeslandabhängig gibt es verschiedene Förderungen in Formen von Investitionszuschüssen und Subventionen für die Einspeisung des produzierten Stroms. E4 empfiehlt einen Förderspezialisten zu Rate zu ziehen, um hier im Sinne der Wirtschaftlichkeit ein optimales Ergebnis zu erzielen (E4, Z 231-246). Eigennutzer E2 teilt mit, dass die PV-Projekte seines Unternehmens erst durch die Förderung wirtschaftlich realisierbar wurden (E3, Z 115-118).

Für E1 ist Risikobewertung ebenfalls ein wirtschaftlicher Aspekt. Eine PV-Anlage auf dem eigenen Dach stellt trotz Versicherung ein Risiko dar. Auch wenn die Anlage technisch realisierbar ist, muss das Risiko bewertet werden, um auf dieser Grundlage eine Entscheidung über die Umsetzung treffen zu können (E1, Z 146-153). Im Unterschied zu Kraftwerksbetreiber zählt die Stromerzeugung nicht zum Kerngeschäft von Logistikunternehmen, weshalb der Risikobewertung eine besondere Rolle zukommt (E1, Z 158-163).

Ein weiterer Aspekt, mit dem sich Eigennutzer von Logistikimmobilien beschäftigen müssen, ist die Betreiberverantwortung, also wer den Betrieb der PV-Anlage übernimmt (E5, Z 313-317).

Die CO₂-Steuer ist ein weiterer Punkt, der zu beachten ist. Nur die Unternehmen, die grüne Energie selbst produzieren werden in der Hinsicht Vorteile daraus ziehen (E4, Z 389-393).

Darüber hinaus wurden von den Experten die Aspekte Eigentumsübergang und Entsorgung genannt (E3, Z 242-244 sowie E5, Z 327-334).

5.4. Gegenüberstellung und Kontrastierung

Im nun folgenden Kapitel gilt es zunächst, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Geschäftsmodellen anhand der präsentierten technischen und wirtschaftlichen Kriterien aufzuzeigen, um danach die Vor- und Nachteile der Geschäftsmodelle zu erläutern. Danach werden mögliche Parameter, die bei der Auswahl des geeigneten Geschäftsmodells als Entscheidungshilfe für die Errichtung

einer PV-Anlage dienen sollen, vorgestellt, um abschließend Handlungsempfehlungen abzuleiten.

5.4.1. Gemeinsamkeiten und Unterschiede aus technischer und wirtschaftlicher Perspektive

Nach Angaben der Experten existieren aus technischer Perspektive, je nach Geschäftsmodell, zwei unterschiedliche Varianten zu Errichtung von PV-Anlagen. Die eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage ist die erste Variante und kommt beim Eigeninvestment und Contracting zum Einsatz. Bei dem Dachmietmodell wird die zweite Variante errichtet, der Volleinspeiser (E1, Z 320-334 sowie E4, Z 357-364). Technisch betrachtet, gibt es bei den beiden Varianten sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede.

Äußerlich betrachtet, sehen die Anlagen optisch gleich aus (E1, Z 314) und ein Laie würde den Unterschied nicht erkennen können (E5, Z 221-222). Denn diese bestehen aus denselben Grundkomponenten: Solarmodulen, Wechselrichtern sowie der Verkabelungsinfrastruktur (E4, Z 356-357 sowie E5, Z 223-224). Was die Prüfung der technischen Machbarkeit sowie die Planung betrifft, so müssen vor der Errichtung bei beiden Varianten alle zuvor definierten technischen Evaluierungskriterien in Betracht gezogen werden: statische Tragfähigkeit, Dachzustand, Aufstockung, Verschattung, Brandschutz, Blitzschutz, Blendgutachten, Genehmigungsprozess, Netzanschluss, Dimensionierung sowie Ausrichtung. Nach E4 erfolgen bei beiden Varianten die gleichen Planungsschritte (E4, Z 366-367) und auch für E6 existieren im Planungsprozess kaum Unterschiede (E6, Z 164). Die Experten wiesen darauf hin, dass der behördliche Genehmigungsprozess bei beiden Anlagenvarianten ebenfalls der gleiche ist (E1, Z 318-319 sowie E4, Z 368 sowie E5, Z 236-237).

Nach der Meinung von E6, sind die beiden Anlagenformen zwar hinsichtlich der PV-Module und der Wechselrichter grundsätzlich gleich, es existiert jedoch eine, eng mit dem Verwendungszweck des produzierten PV-Stroms verknüpfte, technische Differenzierung (E6, Z 144-145). Während eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlagen dem Zweck dienen, den Solarstrom großteils selbst zu verbrauchen, sind Volleinspeiser darauf ausgerichtet, eine möglichst hohe elektrische Erzeugungsleistung zu erzielen, um den Strom über das öffentliche Netz

gewinnbringend zu verkaufen. Daraus resultiert der Hauptunterschied, welcher in der Netzanbindung liegt. Eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlagen werden in das Werksnetz von Logistikimmobilien eingebunden (E1, Z 320-334). Dies funktioniert über die Niederspannungshauptverteilung, wo der Strom zunächst verbraucht und der Überschuss anschließend eingespeist wird (E5, Z 229-231). Dafür ist ein normaler Netzanschluss der Ebene sechs ausreichend, bei dem der Strom in beide Richtungen fließt (E4, Z 396-399). Bei Volleinspeisern hingegen, wird keine Rücksicht auf den Strombedarf des darunterliegenden Gebäudes genommen (E4, Z 362-363), weshalb diese Anlagen nicht in das Werksnetz von Logistikimmobilien eingebunden werden (E1, Z 328-329). Diese haben einen eigenen Netzanschlusspunkt, über den der Strom direkt in das Stromnetz eingespeist wird (E4, Z 399-401 sowie E5, Z 228-229).

Aus dem Einsatzzweck der beiden Anlagenvarianten resultiert ein Unterschied in der Dimensionierung, da Volleinspeiser im Regelfall so groß dimensioniert sind, wie es die verfügbare Dachfläche zulässt (E6, Z 174-175). Auch weitere Experten bestätigten, dass diese Variante aufgrund einer höheren Anzahl von PV-Modulen wesentlich größer ist als eigenverbrauchsoptimierte Anlagen (E1, Z 329-330 sowie E4, Z 357-364 sowie E5, Z 227-232 sowie E6, Z 174). Daraus ergeben sich eine andere Kabeldimensionierung und bauliche Erweiterung von Trafoanlagen (E1, Z 331).

Ein weiteres technisches Unterscheidungsmerkmal zwischen den beiden Varianten ist die Ausrichtung von PV-Modulen. Während eigenverbrauchsoptimierte mit einer Ost-West-Orientierung errichtet werden, wird bei Volleinspeisern für die Erzeugung von Spitzenleistungen die Ausrichtung nach Süden bevorzugt (E6, Z 145-147).

Wird der Blick auf wirtschaftliche Aspekte gelenkt, so tätigt beim Eigeninvestment der Eigennutzer der Logistikimmobilie das Investment in eine PV-Anlage selbst. Es liegt in seiner Verantwortung, eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchzuführen, in welche die Beschaffungspreise, potenzielle Zusatzkosten, Förderungen sowie Betriebskosten einfließen, um die Amortisationszeit zu berechnen (E4, Z 381-381). Beim Contracting und der Dachmiete tätigt der Eigennutzer der Logistikimmobilie kein Investment (E5, Z 262-264), sondern dieses erfolgt durch einen externen Investor (E4, Z 368-389).

Was die Eigentumsverhältnisse betrifft, so ist beim Eigeninvestment der Eigennutzer der Logistikimmobilie der Besitzer der PV-Anlage. Beim Contractingmodell ist es der Contractingpartner, während bei der Dachmiete es derjenige ist, der im Zuge der Dachmiete die PV-Anlage auf dem Fremddach errichtet (E1, Z 351-356), jedoch gehört die Anlage nur während der Vertragslaufzeit den externen Investoren. Es kann vereinbart werden, dass die PV-Anlage nach einer vereinbarten Vertragslaufzeit in das Eigentum des Eigennutzers übergeht (E4, Z 429-432 sowie E5, Z 270-274). Auf der anderen Seite kann auch die Vereinbarung getroffen werden, dass die Anlage nach der Vertragslaufzeit durch den externen Investor/Contractingpartner wieder abgebaut werden muss (I5, Z 333-334 sowie I6, Z 220-221).

Beim Modell des Eigeninvestments gibt es in Bezug auf die PV-Anlage keine Vertragslaufzeiten, denn die Anlage befindet sich im Besitz des Eigennutzers (E1, Z 371-372). Beim Contracting kann die Vertragslaufzeit flexibel gestaltet werden, jedoch beträgt die wirtschaftlich sinnvolle Zeit aus der Sicht von E1 mindestens zehn Jahre (E1, Z 396-397). Der Contractor investiert in eine PV-Anlage mit der Absicht, einen Gewinn zu erzielen, weshalb sich die Vertragslaufzeit auf den Energiepreis auswirkt, zu dem der Eigennutzer den PV-Strom bezieht. Der Kilowattstundenpreis bei einem Zehnjahresvertrag ist höher als der Preis bei einem Zwanzigjahresvertrag, denn der Contractor muss in einer kürzeren Zeit den erwünschten Gewinn erzielen (E1, Z 382-385). Hat der Contractingnehmer die Absicht, Eigentümer einer PV-Anlage zu werden und ist ihm die Erstinvestition zu hoch, so kann mit dem Contractor vor Vertragsbeginn ein Kaufpreis vereinbart werden, zu dem die Anlage nach einer bestimmten Laufzeit den Besitzer wechselt. Zu diesem Zeitpunkt wird der Contractor einen Gewinn erzielen und die Anlage bereits zu einem Teil abgeschrieben haben. Somit kann er diese zu einem Teil der ursprünglichen Investitionskosten dem Eigennutzer verkaufen (E1, Z 392-402). Bei der Dachmiete sind die Vertragslaufzeiten üblicherweise länger als beim Contracting, 20 Jahre gelten hier im Regelfall als Minimum. Das hängt mit der Laufzeit der Förderung zusammen, die auf 20 Jahre ausgelegt ist. In den Förderrichtlinien ist festgehalten, dass die Förderung bei einer kürzeren Laufzeit teilweise zurückerstattet werden muss (E1, Z 402-411). Während der Vertragslaufzeit amortisiert sich die PV-Anlage für den Dachmieter und er erwirtschaftet einen Gewinn. Über die Vertragslaufzeit hinaus kann vereinbart werden, dass die Anlage nach den 20 Jahren den Eigentümer wechselt. Dabei

hängt der Kaufpreis von der Höhe der Mietzahlung ab, die für die Vertragslaufzeit zwischen Eigennutzer und Dachmieter vereinbart wurde. Diese wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit des Dachmieters aus und je geringer die Mietzahlung ist, desto niedriger fällt am Schluss der Kaufpreis aus. Ist die Anlage nach den 20 Jahren durch den Dachmieter abbezahlt, so ist der Kaufpreis Null. Dann fallen nach dem Eigentümerwechsel beim Eigennutzer der Logistikimmobilie nur die Kosten für Wartung und Betrieb der PV-Anlage an, wodurch er den selbsterzeugten PV-Strom günstig produzieren kann (E1, Z 411-428).

Die Partei, die in die Anlage investiert, erhält die Förderung (E5, Z 319). Beim Eigeninvestment erhält diese der Eigentümer der Logistikimmobilie, beim Contractingmodell der Contractinggeber und bei der Dachmiete der Dachmieter bzw. externe Investor (E6, Z 243-255). Jedoch betonen die Experten, dass beim Contracting der Eigennutzer indirekt von der Förderung profitiert (E4, Z 423-424), da im Regelfall Contractingverträge so gestaltet sind, dass die Fördersumme zugunsten des Eigennutzers über einen niedrigeren Strompreis abgebildet wird (E1, Z 358-362).

Verantwortung für den Betrieb und die Wartung obliegt demjenigen, der in die PV-Anlage investiert (E5, Z 313-317). Beim Eigeninvestment ist der Betriebsführer der Eigennutzer der Logistikimmobilie. Sollten dem Logistikunternehmen jedoch keine internen personellen Ressourcen mit dem dafür notwendigen Knowhow zu Verfügung stehen, kann ein externes Unternehmen gegen Entgelt für Betrieb und Wartung der PV-Anlage beauftragt werden (E4, Z 412-421). Beim Contractingmodell hat der Contractinggeber Verantwortung für den Betrieb und die Wartung der PV-Anlage, bei der Dachmiete übernimmt der Dachmieter bzw. externe Investor die Betreiberverantwortung (E5, Z 266-268).

Mit dem Risiko verhält es sich ähnlich wie mit dem Betrieb. Grundsätzlich trägt das technische und wirtschaftliche Risiko der Anlageneigentümer (E6, Z 256). Das Eigeninvestment stellt für den Eigennutzer der Logistikimmobilie das größte Risiko dar (E5, Z 302), denn nach E4 hat dieser „selbst damit zu kämpfen, ob der berechnete Solarertrag auch tatsächlich eintritt, ob meine PV-Module über die Jahre womöglich mehr Leistung verlieren als in den technischen Datenblättern drinnen steht und die auch tatsächlich den Ertrag erbringen oder ähnliches“ (E4, Z 403-406). Beim Contracting wird das Risiko vom Logistikimmobilienbesitzer auf den

Contractinggeber übertragen. Dieser übernimmt die Haftung, bewertet jedoch das Risiko monetär, schlägt einen höheren Centbetrag pro Kilowattstunde auf den erzeugten PV-Strom auf und überwälzt damit das Risiko auf den Logistikimmobilienutzer (E1, Z 362-368). Das ist einer der Gründe, weshalb der Energiepreis beim Contracting höher ist als beim Eigeninvestment. Gleichzeitig weist E6 darauf hin, dass die PV-Anlage vom Contractinggeber versichert wird (E6, Z 258-259). Bei der Dachmiete liegt das Risiko nicht in der Sphäre des Eigennutzers, sondern beim Dachmieter (E4, Z 406-408). Dennoch betont E5, dass Eigennutzer von Logistikimmobilien bei der Vertragsgestaltung von Contracting- und Dachmietmodellen den Themen Risiko und Haftung eine besondere Beachtung schenken müssen. Dabei geht es z.B. um Aspekte wie Brandschäden, Betriebsausfälle, Arbeitsunfälle, Dachsicherheit oder Gewerbeberechtigung, die stets in der Verantwortung des Betreibers einer PV-Anlage liegen sollten und nicht beim Eigennutzer der Logistikimmobilie (E5, Z 302-312).

Was die Entsorgung der PV-Anlage betrifft, so ist bei Eigeninvestment der Eigennutzer der Logistikimmobilie dafür verantwortlich. Bei den Geschäftsmodellen Contracting und Dachmiete, wenn nach der genannten Vertragslaufzeit das Eigentum auf den Immobilienbesitzer übergeht, ist dieser ebenfalls am Ende der Lebenszeit der PV-Anlage für ihre Entsorgung verantwortlich. Jedoch stellt die Entsorgung einer PV-Anlage für den Eigennutzer der Logistikimmobilie keinen großen Kostenblock dar, da PV-Anlagen vermehrt aus den werthaltigen Stoffen Aluminium, Stahl und Kupfer bestehen. Geht das Eigentum nicht auf den Immobilienbesitzer über, bleibt die Verantwortung für die Entsorgung, je nach Geschäftsmodell, entweder beim Contractinggeber oder beim Dachmieter (E1, Z 456-476).

Ein weiterer Punkt, in dem sich die Geschäftsmodelle unterscheiden, ist die CO₂-Besteuerung, mit dessen Einführung zukünftig zu rechnen sei. Abgaben für den CO₂-Ausstoß sollen zukünftig mit positiven CO₂-Zertifikaten gegengerechnet werden können. Dabei werden die CO₂-Zertifikate nur von den Unternehmen erzeugt, die grüne Energie tatsächlich selbst produzieren. Auf die drei Geschäftsmodelle übertragen bedeutet dies, dass Eigennutzer von Logistikimmobilien nur beim Eigeninvestment von CO₂-Zertifikaten profitieren werden können, nicht jedoch beim Contracting oder bei der Dachmiete (E2, Z 163-165 sowie E4, Z 389-393).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass aus technischer Perspektive zwei Varianten der Errichtung von PV-Anlagen existieren, Eigenverbrauchsoptimierte und Volleinspeiser. Beide Varianten gleichen sich hinsichtlich der Grundbestandteile, der Planung sowie des Genehmigungsprozesses. Die Unterschiede liegen beim Netzanschluss, der Dimensionierung und der Ausrichtung der PV-Module. Bei den Geschäftsmodellen Eigeninvestment und Contracting wird meist eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage errichtet, denn diese hat die kürzeste Amortisationszeit und ist somit für den Investor die wirtschaftlichste Variante. Bei der Dachmiete kommt die Volleinspeise-Variante zum Einsatz, denn der Dachmieter errichtet die Anlage mit dem Ziel der größtmöglichen Stromproduktion. Aus wirtschaftlicher Betrachtung existieren drei Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen: Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete. Diese unterscheiden sich voneinander bezüglich Investition, Eigentumsverhältnisse, Vertragslaufzeit, Förderung, Risiko und Haftung, Betrieb, Entsorgung sowie CO₂-Besteuerung. Die diskutierten Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Hinblick auf die Geschäftsmodelle werden in nachfolgender Tabelle 4 gegenübergestellt.

Tabelle 4: Gemeinsamkeiten und Unterschiede

	Geschäftsmodelle	Eigeninvestment	Contracting	Dachmiete
	Technische Variante	Eigenverbrauchsoptimiere PV-Anlage		Volleinspeiser
	Evaluierungskriterien			
Technisch	Grundkomponenten	Solarmodule Wechselrichter Verkabelung		
	Planung durch	Eigennutzer der Logistikimmobilie	Contractor	Dachmieter
	Statische Tragfähigkeit	Zu prüfen		
	Dachzustand	Zu prüfen		
	Aufstockung	Zu prüfen		
	Verschattung	Zu prüfen		
	Brandschutz	Zu prüfen		
	Blitzschutz	Zu prüfen		
	Blendgutachten	In Flughafennähe		
	Genehmigungsprozess	Gleicher Ablauf		
	Netzanschluss	In das Werksnetz der Immobilie integriert: Niederspannungshauptverteilung		Eigener Netzanschlusspunkt: Trafoanlage
	Dimensionierung	Dachfläche für den Eigenverbrauch		Max. verfügbare Dachfläche
	Ausrichtung	Ost-West		Süd
Kaufmännisch	Investor	Eigennutzer der Logistikimmobilie	Contractor	Dachmieter
	Eigentümer	Eigennutzer der Logistikimmobilie	Contractor	Dachmieter
	Vertragslaufzeit	Keine	Flexibel, mind. 10 Jahre	Mind. 20 Jahre
	Förderung	Eigennutzer der Logistikimmobilie: direkt	Eigennutzer der Logistikimmobilie: indirekt	Dachmieter
	Risiko und Haftung	Eigennutzer der Logistikimmobilie	Contractor	Dachmieter
	Betrieb und Wartung	Eigennutzer der Logistikimmobilie/ Outsourcing	Contractor	Dachmieter
	Entsorgung	Eigennutzer der Logistikimmobilie	Contractor	Dachmieter
	Erzeugung CO2-Zertifikate	Eigennutzer der Logistikimmobilie	Contractor	Dachmieter

Quelle: Eigene Darstellung

5.4.2. Vor- und Nachteile der Geschäftsmodelle

Jedes der drei Geschäftsmodelle bringt für Eigennutzer von Logistikimmobilien sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich (siehe Abbildung 20).

Einer der Vorteile beim Eigeninvestment in eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage ist die kurze Amortisationszeit und der dadurch resultierende ROI (E5, Z 337). Nach E4 liegt die Amortisationszeit von PV-Anlagen inzwischen deutlich unter zehn Jahren (E4, Z 444-445). Jedoch wird die absolute Wirtschaftlichkeit je nach Investor subjektiv bewertet (E5, Z 338). Was die relative Wirtschaftlichkeit angeht, so hat das Eigeninvestment im Vergleich mit den anderen Geschäftsmodellen für den Eigennutzer die höchste Wertschöpfung. Der Grund dafür ist, dass keine externe Partei von den Ersparnissen aus der PV-Anlage mitprofitiert (E5, Z 362-368). Die daraus resultierenden Nachteile liegen darin, dass für das Investment eine Liquidität benötigt wird und dass der Eigennutzer bis zur Amortisation der Anlage Kapital in diese bindet (E5, Z 339-343) und zusätzlich das gesamte Risiko dafür trägt (E3, Z 236-237).

Auf der anderen Seite liegt der Vorteil von Contracting und Dachmiete darin, dass der Eigennutzer kein Kapital investieren muss, um die Vorzüge einer PV-Anlage zu erlangen, denn hier investiert ein Dritter (E5, Z 262-264). Das bedeutet, dass der Eigennutzer aufgrund von Einsparungen von Stromkosten beim Contractingmodell und aufgrund von Mieteinnahmen beim Dachmietmodell von Beginn an profitiert (E5, Z 343-345), ohne dabei ein wirtschaftliches Risiko einzugehen (E6, Z 256-260). Gleichzeitig besteht für ihn die Option, die PV-Anlage nach der Vertragslaufzeit in sein Eigentum zu übernehmen (E5, Z 270-274). Hinzu kommt der Vorteil, dass die genannten Modelle unkompliziert sind, da die Verantwortung für Betrieb, Wartung und Kontrolle der PV-Anlage nicht beim Eigennutzer liegt (E3, Z 236-240). Ein weiterer genannter Vorteil des Dachmietmodells für den Eigennutzer von Logistikimmobilien ist das so genannte Greenwashing. So wird nach außen ein positives Image vermarktet, ohne eine dafür hinreichende Grundlage in Form von Eigenleistung zu liefern (E4, Z 462-465 sowie E5, Z 348-351).

Dennoch erklären beide Experten auf der Auftraggeberseite, sie hätten sich bei der Errichtung von PV-Anlagen für das Eigeninvestment entschieden. Die Eigennutzer der Logistikimmobilien sehen die Vorteile in der Verfügung über den

eigenproduzierten Strom (E2, Z160) sowie in der Kontrolle über die eigenen Dachflächen (E2, Z 160-161 sowie E3, Z 216-217). Gleichzeitig wird die langfristige vertragliche Bindung an einen externen Investor als ein Nachteil betrachtet. Es herrscht eine Ungewissheit über zukünftige umweltpolitische Regularien, beispielsweise im Hinblick auf die CO2-Besteuerung, über potenzielle Änderungen des eigenen Strombedarfs sowie über die technologischen Entwicklungen der PV-Module. Aus den genannten Gründen werden Dachflächen als potenzielle Ressourcen gesehen und deshalb bevorzugt, diese nicht zu blockieren, um auf die zukünftigen Gegebenheiten des Marktes flexibel reagieren zu können (E3, Z 213-222).

Abbildung 20: Vor- und Nachteile der Geschäftsmodelle

Beschreibung	Vor- und Nachteile	
A - Investition in PV durch Eigennutzer der Logistikimmobilie - Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung, Entsorgung durch den Eigennutzer der Logistikimmobilie - Nutzung des eigenproduzierten PV-Stroms - Einspeisung von Strom-Überschuss Eigeninvestment	+ Return on Investment + Nutzung PV-Strom + Kontrolle & Flexibilität + Keine dritte Partei	- Kapitalbindung - Betreiber- & Finanzierungsrisiko
B - Flexibler Contractingvertrag für 10-20 Jahre - Investition in PV durch Contractor - Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung, Entsorgung durch Contractor - Nutzung des PV-Stroms, Einspeisung vom Überschuss - Eigentumsübergabe oder Abbau nach Vertragslaufzeit Contracting	+ Kein Investitionsbedarf + Energieeinsparung + Kein Betreiber- & Finanzierungsrisiko	- Langfristige Bindung - Keine Flexibilität - Verlust Wertschöpfung
C - Vermietung der Dachflächen für mind. 20 Jahre - Investition in PV durch Mieter - Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung, Entsorgung durch Mieter - Garantierte Mieteinnahmen, keine Nutzung von PV-Strom - Eigentumsübergabe oder Abbau nach Vertragslaufzeit Dachmiete	+ Kein Investitionsbedarf + Mieteinnahmen + Kein Betreiber- & Finanzierungsrisiko + Greenwashing	- Langfristige Bindung - Keine Flexibilität - Verlust Wertschöpfung - Verlust Förderung

Quelle: eigene Darstellung

5.4.3. Entscheidungsparameter

Es wurden drei Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen auf eigengenutzten Logistikimmobilien mit jeweiligen Vor- und Nachteilen dargestellt. Dabei existiert keine optimale Lösung, denn die Auswahl eines Geschäftsmodells ist eine subjektive Entscheidung der Eigennutzer von Logistikimmobilien, welche unter Betrachtung unterschiedlicher Aspekte getroffen werden muss.

Die Experten wurden nach der Priorisierung möglicher Entscheidungsparameter gefragt. Themen wie Klimaschutz, Nachhaltigkeit, soziale Verantwortung und grünes Image sind zwar mitentscheidende Faktoren, werden bei der Entscheidung für ein Geschäftsmodell aber nicht priorisiert (E5, Z 377-392). Aus der Erfahrung von E4 werden Klimaschutz und Nachhaltigkeit gepaart mit der Wirtschaftlichkeit behandelt (E4, Z 477-479). Auch für E6 sind dies Nebeneffekte, die genutzt werden können, jedoch das Hauptargument sei immer die Wirtschaftlichkeit (E6, Z 331-337). Alle Experten gaben an, dass die Wirtschaftlichkeit der wichtigste Aspekt bei der Errichtung einer PV-Anlage sei. Nach Auftragnehmer E1, steht das Thema der Wirtschaftlichkeit in der Praxis an erster Stelle. Es kommt vor, dass Eigennutzer von Logistikimmobilien der Errichtung von PV-Anlagen zwar positiv gegenüberstehen, jedoch wird das Projekt nicht umgesetzt, da es sich als unwirtschaftlich erweist (E1, Z 508-511). Auftragnehmer E5 bestätigt die Aussage von E1, denn auch für seine Kunden ist die Wirtschaftlichkeit das wichtigste Entscheidungskriterium. Ein Logistikunternehmen hat die Absicht der Gewinnmaximierung und wenn die Wirtschaftlichkeit nicht gegeben ist, dann wird die Investition nicht getätigt (E5, Z 377-392). Nach der Meinung von E6 liegt es daran, dass Geschäftsmodelle von wirtschaftsorientierten Unternehmen nach dem ROI beurteilt werden. Verglichen mit dem ROI von PV-Anlagen, welcher bei acht bis zehn Jahren liegt, existieren am Markt lukrativere Investments mit einem ROI von drei bis fünf Jahren (E6, Z 293-317).

In der Gewichtung an zweiter Stelle befindet sich für E5 die technische Umsetzbarkeit einer PV-Anlage (E5, Z 389). Jedoch können sich die Evaluierung der technischen Umsetzbarkeit und die daraus resultierenden Zusatzkosten wiederum negativ auf die Wirtschaftlichkeit auswirken, weshalb sie nach E3 ein wesentliches Entscheidungskriterium darstellt. Technisch sei alles umsetzbar, so E3, doch können die Kosten für Baumaßnahmen so hoch sein, dass die Errichtung einer PV-Anlage nicht mehr wirtschaftlich darstellbar ist (E3, Z 278-281). Eigennutzer E2 bestätigt, dass sein Logistikunternehmen nur PV-Anlagen errichtet, die internen Wirtschaftlichkeitsvorgaben entsprechen. Diese können nicht erfüllt werden, wenn die notwendigen Vor-Investitionen in statische Verbesserungsmaßnahmen oder elektrische Anlagen zu hoch seien (E2, Z 168-177). Deshalb rät E4 dazu, sich in einem möglichst frühen Projektstadium intensiv mit der Beschaffenheit der Logistikimmobilie auseinanderzusetzen und die technische Machbarkeit sowie alle dazugehörigen Nebenkosten zu beurteilen (E4, Z 481-483).

E1 erläutert, dass es Fälle gibt, in denen sich Eigennutzer trotz erfüllter Wirtschaftlichkeitsanforderungen gegen das Eigeninvestment entscheiden, weil dies der Unternehmensstrategie widersprechen würde. Es gehöre nicht zum Kerngeschäft eines Logistikunternehmens, PV-Kraftwerke zu errichten und zu betreiben, weshalb die Entscheidung in Richtung Contracting oder Dachmiete ausfällt (E1, Z 515-525).

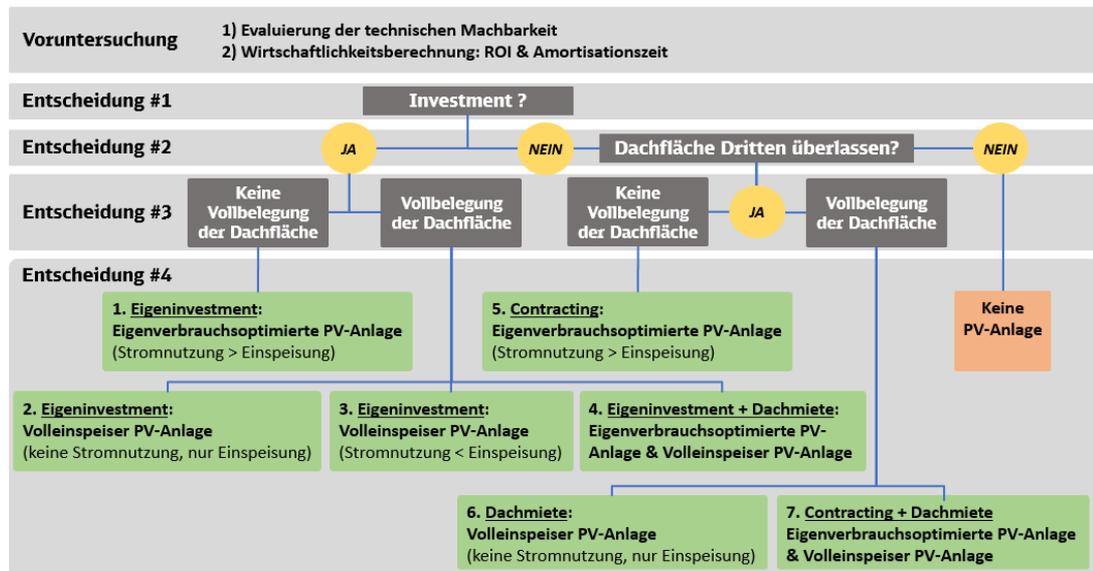
Ein weiterer Aspekt, welcher die Entscheidung über das passende Geschäftsmodell beeinflussen kann, ist die Verfügbarkeit von internen Ressourcen (E3, Z 267-268). Es stellt sich die Frage, ob der Eigennutzer der Logistikimmobilie über eine interne Facility Management Abteilung mit PV-Knowhow verfügt (I6, Z 325-327). Logistikunternehmen sind ihrem Wesen nach nicht auf die Errichtung und den Betrieb von PV-Anlagen spezialisiert, weshalb Eigennutzer dazu tendieren können, diese Tätigkeiten einem Fachbetrieb zu überlassen (I6, Z 279-304).

5.4.4. Handlungsempfehlungen

Auf dem Weg zum individuell passenden Geschäftsmodell sind Eigennutzer von Logistikimmobilien mit einer Reihe von bereits diskutierten Fragen und Entscheidungen konfrontiert. Nach einer genauen Analyse hat sich herausgestellt, dass aus der Kombination aus drei Geschäftsmodellen und deren Mischformen und sowie zwei technischen Umsetzungsvarianten von PV-Anlagen sieben Umsetzungsmöglichkeiten resultieren. Dabei wurde gezeigt, dass die Auswahl einer passenden Umsetzungsmöglichkeit eine subjektive Entscheidung ist und dass keine optimale Lösung existiert. Das Optimum wird unter Berücksichtigung und Gewichtung verschiedener Aspekte, je nach Eigennutzer von Logistikimmobilien, ein anderes sein. Dabei werden die Aspekte Wirtschaftlichkeit und technische Machbarkeit priorisiert behandelt. Themen wie Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Image und Marketing wurden von den Experten als nachrangig eingestuft.

Um die forschungsleitende Fragestellung, welche technischen und wirtschaftlichen Varianten von PV-Anlagen für einen Eigennutzer von Logistikimmobilien in Österreich sinnvoll sind, zu beantworten, wurde aus den Erkenntnissen der Interviews ein Entscheidungsbaum (siehe Abbildung 21) abgeleitet, welcher als Hilfestellung dienen soll.

Abbildung 21: Entscheidungsbaum



Quelle: eigene Darstellung

Im ersten Schritt erfolgt die Auseinandersetzung mit der Bestandsimmobilie, wobei die Evaluierung der technischen Machbarkeit im Fokus steht. Im Speziellen stehen die statische Tragfähigkeit des Daches, der Dachzustand, potenzielle Aufstockungen, die Verschattung der PV-Module, der Brand- und Blitzschutz, das Blendgutachten, der Genehmigungsprozess, der Netzanschluss, die Dimensionierung der PV-Anlage sowie die Ausrichtung der PV-Module im Vordergrund.

Im nächsten Schritt erfolgt die Wirtschaftlichkeitsberechnung. Hierbei werden die Kosten der Errichtung, unter der Berücksichtigung von potenziellen Zusatzkosten für technische Verbesserungsmaßnahmen sowie von Förderungen, dem Ertrag aus der PV-Anlage gegenübergestellt.

Für die subjektive Bewertung der Rentabilität wird der ROI bzw. die Amortisationszeit herangezogen. Erfüllt das Investment in eine PV-Anlage interne Wirtschaftlichkeitsvorgaben sowie weitere Entscheidungskriterien wie Unternehmensstrategie und Ressourcenverfügbarkeit, so kann die Entscheidung für das Investment getroffen werden. Entscheidet sich der Eigennutzer für die Investition, kann im nächsten Schritt die konkrete Dimensionierung der PV-Anlage behandelt werden.

Bei der 1. Variante erfolgt die Eigeninvestition in eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage, wofür aufgrund der großen Dachflächen von Logistikimmobilien keine Vollbelegung der Dachfläche benötigt wird. Hier wird möglichst viel von dem produzierten Strom verbraucht und nur der Überschuss in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Das ist gleichzeitig die Variante, die die kürzeste Amortisationszeit aufweist und wirtschaftlich betrachtet für den Investor die rentabelste.

Eigeninvestment in einen Volleinspeiser ist die 2. Variante. Hierbei wird die gesamte Dachfläche mit PV-Modulen belegt, wobei der gesamte produzierte Strom in das öffentliche Netz eingespeist und entweder zu Marktpreisen oder zu einem geförderten Tarif verkauft wird.

Wie bei Variante 2, belegt der Eigennutzer bei der 3. Variante die gesamte Dachfläche mit PV-Modulen. Jedoch wird ein kleiner Anteil des produzierten PV-Stroms dazu genutzt, den eigenen Strombedarf zu decken, während der meiste überschüssige Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird.

Variante 4 sieht vor, dass der Eigennutzer den Teil der Dachfläche, der für die eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage benötigt wird für sich nutzt und ein Eigeninvestment in die Anlage tätigt. Ist der Eigennutzer nicht daran interessiert, die restliche Dachfläche selbst zu nutzen bzw. ungenutzt zu lassen, hat er die Möglichkeit, diese an einen externen Dachmieter gegen Entgelt zu vermieten, damit dieser wiederum einen Volleinspeiser errichtet. So profitiert der Eigennutzer gleichzeitig von dem Investment in die PV-Anlage und den Mieterträgen für die vermietete Dachflächen.

Entscheidet sich der Eigennutzer grundsätzlich gegen ein Eigeninvestment in eine PV-Anlage, möchte aber dennoch von Stromeinsparungen bzw. Mieterträgen, dem grünen Image und zukünftiger Eigentumsübernahme der Anlage profitieren, so kann er seine Dachflächen externen Investoren (Dachmieter oder Contractor) zur Verfügung stellen, damit diese in eine PV-Anlage investieren.

Variante 5 ist das Contracting-Modell. Hier investiert der Contractor in eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage und verkauft den produzierten Strom an den Eigennutzer der Logistikimmobilie. Dieser Strom hat einen günstigeren Preis als jener aus dem Stromnetz, wodurch der Eigennutzer Energiekosten spart. Den

überschüssigen Strom speist der Contractor in das öffentliche Netz ein. Nach der Vertragslaufzeit, nachdem der Contractor einen gewünschten Gewinn erwirtschaftet hat, kann der Eigennutzer die Anlage übernehmen und vollständig vom PV-Strom profitieren.

Variante 6 ist die Vermietung der gesamten Dachfläche an einen Dachmieter welcher einen Volleinspeiser errichtet. Während der Eigennutzer in der Vertragslaufzeit von sicheren Mieterträgen profitiert, speist der Dachmieter den gesamten produzierten Strom in das öffentliche Stromnetz ein und erwirtschaftet damit einen Gewinn. Nach der Vertragslaufzeit kann der Eigennutzer Eigentümer der PV-Anlage werden.

Variante 7 ist eine Mischung aus Contracting und der Dachmiete, wobei erneut die gesamte Dachfläche belegt wird. So kann der Eigennutzer gleichzeitig von Stromeinsparung und Mieterträgen profitieren, ohne dabei in eine PV-Anlage selbst zu investieren.

6. Schlussfolgerungen

Solarenergie soll als erneuerbare Energiequelle einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen leisten, da rund 40% aus PV gewonnen werden soll. Gebäudeflächen bergen in Österreich ein großes Potenzial zur Realisierung dieses angestrebten Energieziels. Aufgrund von großen Flachdächern eignen sich dabei insbesondere Logistikimmobilien besonders gut für die Errichtung von PV-Anlagen, wobei für den österreichischen Logistikimmobilienmarkt kaum Erfahrungswerte vorliegen. Vor dem Hintergrund, dass Logistikimmobilien und deren Flächen in Österreich primär durch die Eigentümer selbst genutzt werden, verfolgte daher vorliegende Masterthesis das Ziel, potenzielle Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen bei eigengenutzten Logistikimmobilien in Österreich zu evaluieren.

Die empirische Umsetzung erfolgte dabei mittels eines qualitativen Zuganges. Hierzu wurden sechs Experteninterviews mit zentralen Stakeholdergruppen – Eigennutzer von Logistikimmobilien, Anlagenerrichter von PV-Anlagen sowie Ingenieure, Techniker und Planer – durchgeführt. Kritisch anzumerken ist, dass durch die kontextspezifische Auswahl zwar eine gewisse Generalisierbarkeit gegeben ist, verallgemeinerbare Aussagen über die Grundgesamtheit jedoch nicht getroffen werden können. Hierzu wären weiterführende quantitative Forschungen notwendig, welche neben einer größeren Anzahl der genannten Stakeholdergruppen auch die Perspektive von Energieversorger, Handelsunternehmen, Förderinstitutionen, Forschungsinstituten oder Berufsverbänden einfangen.

Insgesamt wurden aus den Experteninterviews 23 technische und wirtschaftliche Evaluationskriterien abgeleitet, um die Geschäftsmodelle hinsichtlich ihrer Eignung bzw. Nichteignung respektive Stärken und Schwächen zu analysieren.

Als zentrales Ergebnis lässt sich festhalten, dass aus technischer Perspektive zwei Hauptvarianten der Errichtung von PV-Anlagen existieren, Eigenverbrauchsoptimierte und Volleinspeiser. Beide Varianten gleichen sich hinsichtlich der Grundbestandteile, der Planung sowie des Genehmigungsprozesses. Die Unterschiede liegen beim Netzanschluss, der Dimensionierung und der Ausrichtung der PV-Module. Aus wirtschaftlicher

Betrachtung existieren drei Geschäftsmodelle zur Errichtung von PV-Anlagen: Eigeninvestment, Contracting und Dachmiete. Diese unterscheiden sich voneinander grundlegend in Hinblick auf Investition, Eigentumsverhältnisse, Vertragslaufzeit, Förderung, Risiko und Haftung, Betrieb, Entsorgung sowie CO₂-Besteuerung.

Aus der Kombination der drei Geschäftsmodelle und deren Mischformen sowie den zwei technischen Varianten von PV-Anlagen resultieren sieben Umsetzungsmöglichkeiten. Jedes Geschäftsmodell bringt sowohl Vor- und Nachteile mit sich. Bei dem Geschäftsmodell Eigeninvestment wird meist eine eigenverbrauchs-optimierte PV-Anlage errichtet, denn diese hat die kürzeste Amortisationszeit und ist somit das rentabelste Investment, gleichwohl das Betreiber- und Finanzierungsrisiko beim Eigennutzer liegt. Bei der Dachmiete kommt die Volleinspeise-Variante zum Einsatz, denn der Dachmieter errichtet die Anlage zum Ziel der größtmöglichen Stromproduktion, bedeutet jedoch für den Eigennutzer einer Logistikimmobilie eine langfristige Bindung an einen externen Investor mit einhergehendem Wertschöpfungsverlust. Beim Contracting investiert der Contractor in eine eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlage und verkauft den produzierten Strom an den Eigennutzer der Logistikimmobilie, wodurch der Eigennutzer Energiekosten spart, jedoch mit einem Verlust der Wertschöpfung rechnen muss.

Zu betonen gilt, dass es keine optimale, universell gültige Lösung zur Errichtung von PV-Anlagen gibt. Vielmehr muss jeder Eigennutzer von Logistikimmobilien eine individuelle Entscheidung nach subjektiven Bewertungskriterien treffen und eine passende Umsetzungsmöglichkeit auswählen, wofür ein Entscheidungsbaum entwickelt wurde. Dieser sieht neben der Auseinandersetzung mit der Bestandsimmobilie und der Evaluierung der technischen Machbarkeit, eine Analyse der Wirtschaftlichkeit vor. Hierbei werden die Kosten der Errichtung, unter der Berücksichtigung von potenziellen Zusatzkosten für technische Verbesserungsmaßnahmen sowie von Förderungen, dem Ertrag aus der PV-Anlage gegenübergestellt sowie die Rentabilität durch den ROI bzw. die Amortisationszeit bewertet. Konkrete Auseinandersetzungen mit Investmentformen und Dimensionierungsaspekten sind weitere hilfreiche Parameter für die Wahl eines geeigneten Geschäftsmodells zur Errichtung von PV-Anlagen bei eigengenutzten Logistikimmobilien in Österreich.

Getragen ist dieser Entscheidungsbaum primär von Fragen der Wirtschaftlichkeit und der technischen Machbarkeit. Auch wenn die Experten Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Image und Marketing als nachrangig eingestuft, könnten diese Aspekte in Zukunft den subjektiven Bewertungsprozess potenziell beeinflussen. Aus diesem Grund wäre daher der in dieser Arbeit erstmals entwickelte Entscheidungsbaum nicht nur im Rahmen einer Studie zu überprüfen, sondern auch auf zukünftige Entwicklungen hin zu adaptieren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich für die Errichtung einer PV-Anlage in Abhängigkeit von mannigfachen Faktoren speziell zugeschnittene Modelle und Lösungen für Eigennutzer von Logistikimmobilien ergeben. Neben der Abdeckung des eigenen Strombedarfs, zeichnet sich zusätzlich ein klarer Trend in Richtung zunehmender E-Mobilität ab. Mit dem zukünftigen Ausbau der Ladeinfrastruktur für E-PKWs sowie Ausreifung der Technologie zur Speicherung des überschüssigen Solarstroms, wird die Errichtung von PV-Anlagen immer interessanter. Aktuell ist für Eigennutzer das Eigeninvestment in „kleine“ eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlagen die wirtschaftlichste Variante. Jedoch ist eine mögliche zukünftige Entwicklung, dass mit steigendem Stromverbrauch und günstigeren Speichermöglichkeiten, das Eigeninvestment in die Vollbelegung der Dachflächen mit PV-Modulen die wirtschaftlichste Variante sein wird.

Literaturverzeichnis

Bücher:

Arnold, Dieter/Isermann, Heinz/Kuhn, Axel/Tempelmeier, Horst (2008): Handbuch Logistik. 3. Aufl. Berlin: Springer

Bienert, Sven/Wagner, Klaus (2018): Bewertung von Spezialimmobilien. Risiken, Benchmarks und Methoden. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer

Bränzel, Juliane/Engelmann, Dirk/Geilhausen, Marko/Schulze, Olaf (2019): Energiemanagement. Praxisbuch für Fachkräfte, Berater und Manager. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer

Braunmühl, Wilhelm von (2000): Handbuch Contracting. 2. Aufl. Düsseldorf: Krammer

Döring, Nicola/Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Human- und Sozialwissenschaften. 5. Aufl. Berlin: Springer

Hirschner, Joachim/Hahr, Henric/Kleinschrot, Katharina (2018): Facility Management im Hochbau. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg

Konrad, Frank (2008): Planung von Photovoltaik-Anlagen. Grundlagen und Projektierung. 2. Aufl. Wiesbaden: Vieweg

Lechner, Karl/Egger, Anton/Schauer, Reinbert (2013): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 26. Aufl. Wien: Linde

Mertens, Konrad (2018): Photovoltaik. Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis. 4. Aufl. München: Hanser

Napolitano, Maida (2000): Making the move to cross docking: A practical guide to planning, designing, and implementing a cross dock operation. Oak Brook: Warehousing Education and Research Council

Pfadenhauer, Michaela (2002): Auf gleicher Augenhöhe reden. Das Experteninterview. Ein Gespräch zwischen Experten und Quasi-Experte. In: Bogner, Alexander/Littig, Beate/Menz, Wolfgang (Hrsg.): Das Experteninterview: Theorie, Methode, Anwendung. Opladen: Leske + Budrich, S. 113-130

Quaschnig, Volker (2019): Regenerative Energiesysteme. Technologie – Berechnung – Klimaschutz. 10. Aufl. München: Hanser

Rüdiger, David/Dobers, Kerstin (2013): Strommessungen an Logistikstandorten zur Ermittlung von Energietreibern und Einsparpotentialen. In: Schenk, Michael (Hrsg.): Sichere und nachhaltige Logistik, Magdeburg: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –Automatisierung, S. 184-189

Seidelmann, Christoph (1997): Umschlag. In: Bloech, Jürgen (Hrsg.): Vahlens großes Logistiklexikon. München: Beck, S. 1116-1117

Schulte, Christof (2009): Wege zur Optimierung der Supply Chain. 5. Aufl. München: Vahlen

Tempelmeier, Horst (2018): Begriff der Logistik, logistische Systeme und Prozesse. Köln: Springer Vieweg

Teoh, Mira/Liebl, Vera (2016): Leitfaden zu PV-Eigen-Verbrauchsmodellen. 2. Aufl. Wien: Photovoltaic Austria

Unterweger, Josef (2002): Contracting von A bis Z. Wien: Verlag Österreich

Wagner, Andreas (2019): Photovoltaik Engineering. Handbuch für Planung, Entwicklung und Anwendung. 5. Aufl. Berlin: Springer-Vieweg

Wittlinger, Jürgen K. (2020): Photovoltaikanlagen im Steuerrecht. Steuerliche Grundlagen zur Nutzung der Sonnenenergie. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer

Wöhe, Günter/Döring, Ulrich (2010): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 24. Aufl. München: Vahlen

Wyputta, Frank (1998): Finanzierungsmöglichkeiten für rationelle Energieverwendung und erneuerbare Energie. Kiel: Schulz-Kirchner

Forschungsberichte:

Biermayr, Peter/Dißauer, Christa/Eberl, Manuela/Enigl, Monika/Fechner, Hubert/Fürnsinn, Bernhard/Jaksch-Fliegenschnee, Martin/Leonhartsberger, Kurt/Moidl, Stefan/Prem, Evelyne/Schmidl, Christoph/Strasser, Christoph/Weiss, Werner/Wittmann, Maximilian/Wonisch, Patrik/Wopienka, Elisabeth (2021): Innovative Energietechnologien in Österreich: Marktentwicklung 2020 - Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Windkraft. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Fechner, Hubert (2020): Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können. Mit Fokus auf bis 2030 realisierbare PV-Potentiale im Gebäudesektor und technische Potentiale auf anderen Flächen. Wien: Österreichs Energie

Groenmeyer, Thomas (2012): Logistikimmobilien vom Band: Standardisierung im gewerblichen Hochbau am Beispiel von Warehouse-Logistikimmobilien. Kassel: Kassel University Press.

Internetquellen:

Enkhardt, Sandra (2020): Österreichs neue Regierung verspricht 1-Million-Photovoltaik-Dächer-Programm. In: PV Magazine vom 03.01.2020. <https://www.pv-magazine.de/2020/01/03/oesterreichs-neue-regierung-verspricht-1-million-photovoltaik-daecher-programm/> – abgerufen am 14.10.2021

Mayring, Philipp (2007): Generalisierung in qualitativer Forschung [23 Absätze]. In: Forum Qualitative Sozialforschung 8(3), Art. 26. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0703262> – abgerufen am 15.09.2021

Mertens, Anton (2020): Logistikimmobilien sind eine Säule der Energiewende. In: Deutsche Verkehrs-Zeitung vom 13.10.2020. <https://www.dvz.de/rubriken/management-recht/nachhaltige-logistik/detail/news/logistikimmobilien-sind-eine-saeule-der-energiewende.html> – abgerufen am 12.08.2021

Photovoltaic Austria (2020): Unsere Mitglieder. Wien: Photovoltaic Austria. <https://pvaustria.at/pva-mitglieder/> – abgerufen am 09.11.2020

Photovoltaic Austria (2021b): Förderungen in den Bundesländern. Wien: Photovoltaic Austria. <https://pvaustria.at/forderungen/> – abgerufen am 13.09.2021

Photovoltaic Austria (2021c): Pressefotos. <https://pvaustria.at/presseberichte/> – abgerufen am 05.10.2021

Regelous, Anette/Meyn, Jan-Peter (2011): Erneuerbare Energien – eine physikalische Betrachtung. In: Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG Frühjahrstagung, S.1-5. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/index> – abgerufen am 12.09.2021

Statistik Austria (202): Anzahl der Photovoltaik-Anlagen auf 1000 Einwohner. https://www.statistik.at/atlas/?mapid=them_energie_klimafonds&layerid=layer2&sublayerid=sublayer1&languageid=0&bbox=858553,5733426,2032626,6385893,8 – abgerufen am 14.09.2021

Steinschaden, Jakob (2020); Singapur baut riesige schwimmende Solarfarm. <https://www.techandnature.com/singapur-baut-riesige-schwimmende-solar-farm/> – abgerufen am 10.10.2021

Sonstiges:

Abwicklungsstelle für Ökostrom (ÖMAG) (2021a): Über uns – Beschreibung des Unternehmens. Wien: ÖMAG

Abwicklungsstelle für Ökostrom (ÖMAG) (2021b): Photovoltaik – Tarifvergleich. Wien: ÖMAG

Bulswiengesa (2018): Logistik und Immobilien 2018. Berlin: Bulswiengesa

Bulswiengesa (2020): Logistik und Immobilien 2020. Berlin: Bulswiengesa

Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG) vom 27.07.2021 (BGBl. I Nr. 150/2021 in der Fassung vom 17.09.2021)

Bundeskanzleramt (2020): Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020– 2024. Wien: Bundeskanzleramt

Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMWD) (2021): Förderungsrichtlinie COVID-19-Investitionsprämie für Unternehmen. Wien: BMWD

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) (2018): #mission 2030. Die österreichische Klima- und Energiestrategie. Wien: BMNT

CBRE (2021): Logistikbestand Österreich. Wien: CBRE GmbH

Colliers International (2020): Immobilienmarktbericht Österreich 2020. Wien: Colliers International

Danube Property Consulting Immobilien (2021): Logistikmarktbericht 2021. Wien: DPC Immobilien

Hypzert Fachgruppe Logistik (2018): Bewertung von Logistikimmobilien. Berlin: Hypzert GmbH

Klima- und Energiefonds (2020): Jahresbericht 2020. Wien: Klima- und Energiefonds

Klima- und Energiefonds (2021): Leitfaden Photovoltaik-Anlagen Jahresprogramm 2020–2022. Wien: Klima- und Energiefonds

Koch, David/Stocker, Emanuel (2018): Logistikimmobilien im Wandel. In: Österreichische Zeitung für Liegenschaftsbewertung, 5, S. 85-88

Photovoltaic Austria (2021a): Gemeinsam stark. Wien: Photovoltaic Austria

Abkürzungsverzeichnis

AWS	Austria Wirtschaftsservice
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
CdTe	Cadmium-Tellurid
CIS / CIGS	Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid
EAG	Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz
E-Mobilität	Elektro Mobilität
n-dotiert	negativ dotiert
ÖMAG	Abwicklungsstelle für Ökostrom
p-dotiert	positiv dotiert
PV	Photovoltaik
ROI	Return On Investment
TWh	Terawattstunde

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Potenzial von Solarenergie	2
Abbildung 2: Typischer Aufbau einer Solarzelle	11
Abbildung 3: Schnitt einer Solarzelle und pn-Übergang	13
Abbildung 4: Blockschaltung einer Inselanlage	15
Abbildung 5: Aufbau einer klassischen PV-Anlage mit Netzanschluss	16
Abbildung 6: Freilandanlage	20
Abbildung 7: Schrägdachanlage	21
Abbildung 8: Fassadenanlage.....	22
Abbildung 9: Schwimmende Anlage.....	22
Abbildung 10: Flachdachanlage.....	23
Abbildung 11: Distributionshalle.....	28
Abbildung 12: Produktionslager	28
Abbildung 13: Umschlaghalle	29
Abbildung 14: Kühlhaus	30
Abbildung 15: Finanzierung von PV-Anlagen mittels Eigenfinanzierung	35
Abbildung 16: Beteiligte bei einem Contracting-Modell	37
Abbildung 17: Leistungsbeziehungen bei Einspar-Contracting.....	38
Abbildung 18: Leistungsbeziehungen bei Anlagen-Contracting.....	39
Abbildung 19: Finanzierung von PV-Anlagen mittels Contracting.....	40
Abbildung 20: Vor- und Nachteile der Geschäftsmodelle	62
Abbildung 21: Entscheidungsbaum.....	65

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: PV-Zubau in Österreich 2010-2019 und erforderlicher Ausbau 2020-2030	3
Diagramm 2: Verteilung Mitglieder Bundesverband Photovoltaic Austria in %	7
Diagramm 3: Anteile der Zelltechnologien im Zeitverlauf	14
Diagramm 4: Montagearten von PV-Anlagen in Österreich 2020	20
Diagramm 5: Logistikbestand in Österreich.....	27
Diagramm 6: PV-Potenziale im Gebäudesektor bis 2030.....	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auswertungsraster	9
Tabelle 2: Dachflächen von ausgewählten Logistikimmobilien	30
Tabelle 3: Evaluierungskriterien	48
Tabelle 4: Gemeinsamkeiten und Unterschiede	60

Anhang 1 - Interviewleitfaden

1. Können Sie sich bitte kurz vorstellen. Was sind Ihre Berührungspunkte mit PV-Anlagen und wie viele Jahre Erfahrung haben Sie mit der PV-Thematik?
2. Welche Erfahrungswerte haben Sie hinsichtlich PV-Anlagen auf Logistikimmobilien im Speziellen?
3. Was sind mögliche allgemeine Gründe, weshalb sich Eigennutzer von Logistikimmobilien für die Errichtung von PV-Anlagen entscheiden?
4. Was ist vor der Errichtung von PV-Anlagen bei eigengenutzten Logistikimmobilien besonders zu beachten?
 - a. Aus technischer Perspektive
 - i. Wenn Sie priorisieren müssten, welche sind die drei wesentlichen?
 - b. Aus wirtschaftlicher Perspektive
 - i. Wenn Sie priorisieren müssten, welche sind die drei wesentlichen?
5. Wo sehen Sie für den Eigennutzer von Logistikimmobilien die technischen und wirtschaftlichen Vorteile für die Errichtung und Nutzung von PV-Anlagen?
6. Welche Möglichkeiten/Geschäftsmodelle gibt es am Markt zur Errichtung von PV-Anlagen auf eigengenutzten Logistikimmobilien?
 - Was sind die wesentlichen technischen Gemeinsamkeiten?
 - Was sind die wesentlichen technischen Unterschiede?
 - Was sind die wesentlichen wirtschaftlichen Gemeinsamkeiten?
 - Was sind die wesentlichen wirtschaftlichen Unterschiede?
 - Welche Variante ist für Sie subjektiv aus technischer und wirtschaftlicher Sicht die beste für Eigennutzer von Logistikimmobilien?
7. Was ist aus Ihrer Sicht der wichtigste Parameter bei der Auswahl des geeigneten Geschäftsmodells zur Errichtung von PV-Anlagen?