

RICHTLINIE

231.51 PHOTOVOLTAIKANLAGEN

März 2024 / Version 1.5

HERAUSGEBER

Kanton Aargau
Departement Finanzen und Ressourcen
Immobilien Aargau
Tellistrasse 67
Postfach 2531
5001 Aarau
Telefon 062 835 35 00
Telefax 062 835 35 09
E-Mail immobilien@ag.ch
www.ag.ch/immobilienaargau

VERFASSER

Partner Ingenieure AG
Baslerstrasse 90
4600 Olten

ÜBERPRÜFT UND FREIGEgeben

Fachstelle Gebäudetechnik HLKKS / Elektro
Tellistrasse 67
5001 Aarau

INHALT

1	EINLEITUNG	
1.1	Gesetzliche Grundlage	3
1.2	Ziel und Zweck	3
1.3	Geltungsbereich	3
1.4	Grundlagen	4
1.5	Verbindlichkeit	5
2	RAHMENBEDINGUNGEN	
2.1	Abgrenzung	6
2.2	Bauliche Voraussetzungen	6
2.3	Inventarobjekte	6
2.4	Dimensionierung der Anlage	7
2.5	Bezügersituation	7
2.6	Allgemeines Vorgehen	7
2.7	Finanzierung	8
3	PLANUNGSANFORDERUNGEN	
3.1	Checkliste Planungsanforderungen für Vor- und Bauprojekt	9
3.2	Umfang des Vorprojektes (Phase 31)	14
3.3	Umfang des Bauprojektes (Phase 32)	14
3.4	Bewilligungsverfahren und Anträge (Phase 33)	15
4	PRÜFUNG DURCH PL-IMAG	
4.1	Schutz der natürlichen Umwelt	16
4.2	Gesellschaftliche Solidarität	16
4.3	Wirtschaftliche Effizienz	16
5	AUSFÜHRUNGSANFORDERUNGEN (PHASE 41, 51)	
5.1	Dachaufbau	18
5.2	Solarmodule	19
5.3	DC-Verkabelung	19
5.4	Wechselrichter	19
5.5	AC-Seite	20
5.6	Blitzschutz	20
5.7	Gerüst / Absturzsicherung	21
5.8	Gebäudeautomation	21
5.9	Messung	21
5.10	Thermografie zur Prüfung	21
6	ANFORDERUNGEN AN DOKUMENTATION (PHASE 53)	
6.1	Anlagendokumentation	22
6.2	Bestandesaufnahme gemäss Formular	22
7	VERZEICHNISSE	
7.1	Abbildungsverzeichnis	23
7.2	Tabellenverzeichnis	23
7.3	Abkürzungsverzeichnis	23
7.4	Publikationsverzeichnis	24

1 EINLEITUNG

1.1 GESETZLICHE GRUNDLAGE

In der Herbstsession 2022 haben die eidgenössischen Räte hinsichtlich der geopolitischen Lage des Landes verschiedene dringliche Beschlüsse gefasst. In diesem Zusammenhang wurde im Energiegesetz (EnG, 730.0) des Bundes der Artikel 45a «Pflicht zur Nutzung der Sonnenenergie bei Gebäuden» eingefügt, welcher vom 1. Oktober 2022 bis zum 31. Dezember 2025 in Kraft ist. Der Artikel legt Rahmenbedingungen fest und beauftragt die Kantone mit der Regelung der Ausnahmen zu dieser Pflicht. Ausgenommen sind jene Kantone, welche die Anforderungen zur Eigenstromerzeugung bei Neubauten gemäss den «MuKE 2014» spätestens per 1. Januar 2023 eingeführt haben. Der Kanton Aargau hat die «MuKE 2014» nicht eingeführt.

Der Bund definiert eine «Pflicht zur Nutzung der Sonnenenergie bei Gebäuden» beim Bau neuer Gebäude mit einer anrechenbaren Gebäudefläche (definiert gemäss IVHB – Interkantonale Vereinbarung über die Harmonisierung der Baubegriffe) von mehr als 300 m². Die Kantone können diese Pflicht auch verschärfen.

Der Kanton Aargau hat diesbezüglich eine entsprechende Ergänzung in der kantonalen Energieverordnung verfasst. Es ist eine Solaranlage (thermisch oder elektrisch) mit einer Fläche von mindestens 20 % der anrechenbaren Gebäudefläche zu erstellen. Weitere Ergänzungen sowie die formulierten Ausnahmen sind der aktuellen Version der Energieverordnung des Kanton Aargau zu entnehmen.

Der Kanton Aargau geht zudem einen Schritt weiter und hält mit der vorliegenden Richtlinie das Vorgehen bezüglich der Immobilien im Besitz des Kantons fest. Hierbei werden die Anforderungen verschärft.

1.2 ZIEL UND ZWECK

Das vorliegende Dokument wurde in Anlehnung an den Fachbericht «Nachhaltigkeitsgrundsätze Elektro» des Kanton Aargau erstellt und soll diesen ergänzen und präzisieren. Das Dokument bezieht sich hierbei auf den Ablauf von der Planung bis hin zur Umsetzung und Dokumentation einer Photovoltaikanlage. Ziel der Richtlinie ist es, einheitliche Vorgaben und Standards zu definieren, anhand welcher beim Erbau einer Photovoltaikanlage auf und an kantonseigenen Immobilien vorzugehen ist. Insbesondere betrifft dies die ausführliche Analyse der Gegebenheiten und die Erarbeitung von projektspezifischen Daten sowie Plänen. Die Richtlinie dient als Hilfsmittel für die Umsetzung einer den Grundsätzen des Kantons entsprechenden Photovoltaikanlage und definiert Ausführungsvorgaben sowie den Umfang des Vor- und Bauprojektes.

Zur Prüfung der Anlage seitens Kantons gemäss Kapitel 4 sind dem Kanton nach Ende der jeweiligen Phase die definierten Abgaben zuzustellen. Auf der Homepage (<https://www.ag.ch/de/verwaltung/dfr/immobilien/richtlinien-standards>) sind diesbezüglich Formulare verfügbar, welche verwendet werden sollen.

Nach Fertigstellung einer Photovoltaikanlage sind die Anlagendaten in die entsprechenden Systeme der Immobilien Aargau einzupflegen.

1.3 GELTUNGSBEREICH

Die Richtlinie gilt es bei allen Immobilien im Besitz des Kanton Aargau anzuwenden. Bei angemieteten Liegenschaften von Dritten ist die Richtlinie den objektspezifischen Vorgaben unterzuordnen.

Die beschriebenen Vorgaben sind vor allem beim Neubau einer Photovoltaikanlage einzuhalten. Bei Um- und Erweiterungsbauten bestehender Anlagen gilt es ebenfalls, sich, wenn immer möglich, an die Richtlinie zu halten. Sinnvolle Abweichungen sind zu begründen und mit der Fachstelle Elektro der Abteilung Immobilien Aargau zu besprechen.

Der Einsatz von Speichersystemen ist nicht Bestandteil dieses Dokuments. Entsprechende Vorgaben und Standards werden in der separaten Richtlinie «elektrische Speichersysteme» behandelt.

1.4 GRUNDLAGEN

Die vorliegende Richtlinie beschränkt sich auf Ergänzungen und Präzisierungen. Grundsätzlich sind Photovoltaikanlagen nach den zum Zeitpunkt der Ausführung geltenden Gesetzen, Verordnungen, Normen und Richtlinien zu erstellen. Es gelten grundsätzlich die Schweizer Normen und Leitsätze. Wo solche fehlen, sind die international harmonisierten Normen anzuwenden. Bei Verschärfungen in spezifischen Punkten seitens des Kantons gehen die Vorgaben des Kantons den Normen und Leitsätzen vor. Es sind auch die aktuell gültigen Empfehlungen, Vorgaben und Merkblätter der Fachverbände (SIA, Electrosuisse, SWKI, Swissolar, usw.) anzuwenden.

Für Bauvorhaben des Kanton Aargau ist die Empfehlung Gebäudetechnik der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren) in vollem Umfang anzuwenden.

Die aktuellen Richtlinien und Vorgaben Gebäudetechnik des Kanton Aargau sind jeweils auf der Homepage des Kantons (<https://www.ag.ch/de/verwaltung/dfr/immobilien/richtlinien-standards>) abrufbar.

Wichtige geltende Publikationen, auf welche sich in den anschliessenden Kapiteln bezogen wird, sind nachfolgend aufgeführt. Ein umfänglicheres Publikationsverzeichnis zum Thema Photovoltaik befindet sich im Kapitel Verzeichnisse am Ende dieses Dokuments. Es ist auf die Aktualität der jeweiligen Publikation zu achten.

Kantonale Publikationen (allesamt online verfügbar)

- Energieverordnung des Kantons (EnergieV, 773.211, 2022)
- Bauverordnung des Kantons (BauV 713.121, 2022)
- Richtlinie «Elektroanlagen» (Version 1.0 / 2019)
- Richtlinie «Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften – Planung und Bau» (Version 1.3 / 2022)
- Fachbericht «Nachhaltigkeitsgrundsätze Elektro» (Version 2024)
- Broschüre «Grundlagen zur Erstellung von Solaranlagen» (Version 2016, unter Vollzugshilfen und Formulare)

Unter: <https://www.ag.ch/de/verwaltung/dfr/immobilien/richtlinien-standards>
[https://www.ag.ch/de/verwaltung/bvu/bauen/baurecht/bauverordnung-\(bauv\)](https://www.ag.ch/de/verwaltung/bvu/bauen/baurecht/bauverordnung-(bauv))
<https://www.ag.ch/de/verwaltung/bvu/energie/bauen-energie/vollzugshilfen-und-formulare>

Allgemein

- Bundesgesetz Raumplanungsgesetz, RPG 1980
- Raumplanungsverordnung (RPV 700.1, 2000)
- Bau- und Nutzungsordnungen des jeweiligen Gemeinde (BNO)
- VREG:2022 – Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte
- Niederspannungsinstallationsnorm 2020 (NIN)
- SIA 480:2016 – Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau
- SIA 2062:2022 – Photovoltaik auf und an Gebäuden
- SN EN 61215:2022 – PV-Module Bauartneigung und Bauartzulassung
- SN EN 61730:2018 – PV-Module Sicherheitsqualifikation
- SN EN 62109-1/2:2011 – Wechselrichter allgemeine Anforderungen/besondere Anforderungen
- Suva Merkblatt 2022 «Sicher zu Energie vom Dach – Montage und Instandhaltung von Solaranlagen»
- VSE Branchenempfehlung «Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen an das Niederspannungsnetz»

1.5 VERBINDLICHKEIT

Die Vorgaben dieser Richtlinie sind verbindlich. Jegliche Abweichungen von den festgeschriebenen Vorgaben sind zu begründen und von der Fachstelle Elektro zu genehmigen.

2 RAHMENBEDINGUNGEN

2.1 ABGRENZUNG

Die vorliegende Richtlinie behandelt folgende Themen nicht oder nur am Rande:

- Vorstudien
- allgemeine Abklärungsaufgaben
- Denkmal-/Ortsbildschutz
- Energiestrategien
- Energiekonzepte
- Standort- und Nutzerstrategie
- Allgemeiner Sanierungsbedarf
- Betriebliche Besonderheiten
- Abrechnungskonzept

Diese Themen müssen projektspezifisch und gemäss Projektauftrag berücksichtigt und erarbeitet werden. Hierzu sind weitere auf der Homepage verfügbare Richtlinien des Kanton Aargau beizuziehen.

2.2 BAULICHE VORAUSSETZUNGEN

Hinsichtlich der Erstellung einer Photovoltaikanlage sind die baulichen Voraussetzungen zu prüfen. Grundsätzlich sieht der Kanton vor, dass die Erstellung neuer Photovoltaikanlagen mit dem Sanierungszyklus der entsprechenden Flächen des Gebäudes übereinstimmt, sodass Kosten (bspw. Gerüstmiete) eingespart und allfällige Nutzungseinschränkungen möglichst geringgehalten werden können.

Gemäss des Fachberichts «Nachhaltigkeitsgrundsätze Elektro» des Kanton Aargau wird definiert, dass der Dach- oder Fassadenzustand vor Erstellung einer PV-Anlage für die nächsten 20 Jahre sanierungsfrei zu sein hat. Ist dies nicht der Fall, so ist eine demontable Lösung vorzusehen, um den Mehraufwand der künftigen Sanierungsarbeiten zu reduzieren.

Die Gesamtheit aller baulichen Voraussetzungen sind im Sinne eines Vorprojektes (Phase 31) und gemäss dem Kapitel 3 dieses Dokuments zu überprüfen und zu dokumentieren.

2.3 INVENTAROBJEKTE

Der Kanton Aargau ordnet der Erhaltung des Denkmal- und Ortsbildschutzes in den Nachhaltigkeitsgrundsätzen die Dimension der gesellschaftlichen Solidarität zu. Da der Kanton Aargau jedoch nicht vorsieht explizit auf den Erbau von Photovoltaikanlagen auf als schützenswert eingestufte Gebäude zu verzichten, gilt es unter Beizug der Denkmalpflege projektspezifisch abzuschätzen, ob der Erbau einer Anlage der gesellschaftlichen Solidarität potenziell schaden könnte.

Bei der Ausschreibung ist die Eignung des Unternehmens und der gewählten Produkte bezüglich dem Erbau einer PV-Anlage auf einem Inventarobjekt anhand von Referenznachweisen zu prüfen. Die ordnungsgemässe Behandlung des entsprechenden Gebäudes ist sicherzustellen.

2.4 DIMENSIONIERUNG DER ANLAGE

Grundsätzlich soll sich die Grösse der geplanten PV-Anlage, unter Berücksichtigung der sicherheitsnotwendigen Einrichtungen und Korridore zum Unterhalt, immer an der gesamten verfügbaren Dachfläche orientieren. Zusätzlich soll auch die Aktivierung der Fassadenflächen geprüft werden.

Generell muss auf allen Neubauten des Immobilienportfolios des Kanton Aargau eine Photovoltaikanlage mitgeprüft werden. Der Planer oder Ingenieur führt jeweils eine Anlageplanung inklusive Simulation auf Basis von standortbezogenen Messdaten durch.

Bei Flachdächern wird grundsätzlich eine Ost-West-Ausrichtung mit einem geringen Neigungswinkel von <math><20^\circ</math> vorgesehen. Bei begrünten Dächern ist eine aufgeständerte Variante vorzusehen. Weitere Ausführungen diesbezüglich werden im Kapitel 5 erläutert.

Bei Steildächern werden grundsätzlich Dachflächen mit Ost-, Süd-, und Westausrichtung in Betrachtung gezogen.

2.5 BEZÜGERSITUATION

Mit dem Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) können sich seit 2018 mehrere aneinandergrenzende Grundstücke zusammenschliessen und gegenüber dem Energieversorgungsunternehmen (EVU) als ein einziger Kunde mit einem einzigen Netzübergabepunkt auftreten. Das EVU führt hier lediglich eine Gebäudegesamtmessung durch. Die Messstruktur nach dem Gebäudezähler ist Sache des Eigentümers und befindet sich meist in Privatbesitz. Es besteht bezüglich einer Photovoltaikanlage vor allem der Vorteil der Eigenverbrauchsverbesserung, da in sämtliche Zählerkreise eingespeist werden kann.

Die Immobilien des Kanton Aargau werden bevorzugt im Praxismodell betrieben und weisen demnach keinen Zusammenschluss auf. Das Praxismodell bezeichnet die Lösung, in welcher das EVU ihre Werkzähler im Sinne eines ZEVs virtuell zusammenrechnen und im Zusammenhang mit der PV-Anlage die Rückvergütungen berechnen und auf die einzelnen Zählerkreise aufteilen. Der Vorteil dieser Variante ist, dass keine Veränderungen am Messkonzept vorgenommen werden müssen. Zudem führt das EVU die gesamte Verwaltung durch.

Im Falle einer Fremdvermietung eines Bereichs wird die Abrechnung ebenfalls vom EVU übernommen. Es müssen auch hier keine Änderungen am Bestand vorgenommen werden. Im Falle eines ZEVs bestünde allenfalls der Vorteil der absoluten Flexibilität und der Weiterverrechnung der produzierten Energie.

2.6 ALLGEMEINES VORGEHEN

Beim Erbau einer Photovoltaikanlage unter der Voraussetzung, dass diese als «genügend angepasst» (gemäss Raumplanungsverordnung RPV Art. 32a definiert) gilt, besteht keine Bewilligungspflicht für Dachanlagen¹. Die Anlage ist jedoch immer mit dem entsprechenden Meldeformular der jeweiligen Gemeinde anzumelden. Die Kriterien hinsichtlich einer Baubewilligungspflicht basieren auf den zum Zeitpunkt der Eingabe geltenden Grundlagen (Raumplanungsverordnung, Bauverordnung des Kantons, Bau- und Nutzungsordnung der Gemeinde) und werden von der Gemeinde geprüft. Erhebt die Gemeinde innert 30 Tagen nach Eingang der Meldung keine Einwände, so darf die Anlage erstellt werden. Denkmal- oder ortsbildgeschützte Objekte bedürfen immer einer detaillierten Abklärung sowie eines Bewilligungsantrags.

Unabhängig von dieser allgemeinen Regelung wird das Bauvorhaben einer Photovoltaikanlage auf kantoneigenen Gebäuden zur Prüfung dem PL-IMAG vorgelegt. Hierzu wird vom Planer ein Vor- und Bauprojekt gemäss Kapitel 3 durchgeführt. Der Genehmigung seitens des Kantons gemäss Kapitel 4 folgen Ausführungsvorgaben gemäss Kapitel 5 sowie Anforderungen an die abzugebende Dokumentation gemäss Kapitel 6.

¹ Für Fassaden und Nebenpotentiale besteht grundsätzlich eine Bewilligungspflicht.

2.7 FINANZIERUNG

Gemäss einem Beschluss des Regierungsrates definiert der Kanton den Grundsatz «Eigentum vor Miete». In Bezug auf die PV-Anlagen bedeutet dies, dass eine PV-Anlage nur als Eigenbeschaffung erstellt wird. Nur so ist sichergestellt, dass die PV-Anlagen nicht alleinig unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen Effizienz erstellt werden. Alle PV-Anlagen sind zwingend auch immer unter den Gesichtspunkten der gesellschaftlichen Solidarität und dem Schutz der natürlichen Umwelt zu erstellen.

Tabelle 1: Finanzierungsmöglichkeiten

Fianzierungsart	Vorteile	Nachteile
Eigenbeschaffung	<ul style="list-style-type: none"> · Kauf ermöglicht Steuerabzug · Solaranlage im Eigentum · ZEV möglich · Ggf. höhere Rendite 	<ul style="list-style-type: none"> · Hohe Investitionskosten · Gebundenes Kapital · Risiko, welches selbst getragen werden muss
Systemdienstleister	<ul style="list-style-type: none"> · Risiken minimieren · Garantierter Stromtarif · Keine Investitions- und Unterhaltskosten 	<ul style="list-style-type: none"> · geringere Rendite
Fremdfinanzierung	<ul style="list-style-type: none"> · keine Investitionskosten · feste, monatliche Raten · kein finanzielles Risiko · Schuldzinsen ermöglichen Steuerabzug 	<ul style="list-style-type: none"> · Vertragliche Gebundenheit · Höhere Gesamtkosten als bei Kauf · Geringere Rendite

3 PLANUNGSANFORDERUNGEN

Vor dem Start einer Anlagenplanung sollen im Rahmen einer Auftragsanalyse verschiedene Punkte abgeklärt und geprüft werden.

Der Planer erarbeitet im Sinne eines Vorprojektes verschiedene Varianten hinsichtlich verschiedener Dimensionierungsziele (Beispiele im Kapitel 3.2) und legt diese zur Prüfung dem Kanton vor. Die Checkliste dient hierbei sowohl im Vor- als auch im Bauprojekt als Hilfsmittel zur Erfüllung der Pflichten. Die Checkliste resultiert aus der Definition der «Nachhaltigkeitsgrundsätze Elektro» und fliesst direkt in die Richtlinie ein. Die Spalte Neubau betrifft hierbei das gesamte Gebäude (Neubau einer Liegenschaft). Unter Bestandsbau versteht man ein bestehendes Gebäude, welches potenziell mit einer Photovoltaikanlage ausgerüstet werden kann. Die Prüfkriterien werden in der Tabelle anschliessend erläutert.

Die Ergebnisse sind, vorzugsweise mittels des vom Kanton zur Verfügung gestellten Formulars des Vor- sowie des Bauprojektes, einzureichen und an den Kanton zu übergeben.

3.1 CHECKLISTE PLANUNGSANFORDERUNGEN FÜR VOR- UND BAUPROJEKT

Tabelle 2: Checkliste Planungsanforderungen

Prüfkriterien	Bestandsbau	Neubau	Dimension Nachhaltigkeit
Zustand Dach/Gebäudehülle, Dachlast	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zustand Elektroinstallationen (Alter, Asbest, usw.)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Leitungsführung PV Installationen inhouse	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aufwand Arbeitssicherheit/Materialtransport	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wartung, Absturzsicherheit, Reinigung, Austauschbarkeit, Unterhaltsaufwände	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Brandschutz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Blitzschutz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Bedarfs- oder Verbrauchsprofil Elektrizität	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Integration GLS, Netzwerk Kanton	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Das örtliche Elektro-Energie Werk wird frühzeitig kontaktiert, falls ein übergeordnetes Interesse besteht (wie z. B. Anschlussverstärkung)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dachbegrünung (ökologisches Konzept, Biodiversität, Ausgleichsflächen)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Schutz der natürlichen Umwelt
Beurteilung Dachflächen/Energiebezugsflächen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Schutz der natürlichen Umwelt
Fremd-Verschattung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Gesellschaftliche Solidarität

Prüfkriterien	Bestandsbau	Neubau	Dimension Nachhaltigkeit
Architektonische Eingliederung und gestalterische Einbindung	☒	☒	Gesellschaftliche Solidarität
Denkmal-/Ortbildschutz (Baubewilligungspflicht)	☒	☒	Gesellschaftliche Solidarität
Blendung	☒	☒	Gesellschaftliche Solidarität
Optimierung Eigenverbrauchsgrad	☒	☒	Wirtschaftliche Effizienz
Subventionen	☒	☒	Wirtschaftliche Effizienz

3.1.1 ERLÄUTERUNGEN CHECKLISTE PLANUNGSANFORDERUNGEN

Grundsätzlich sollen im Vorprojekt wichtige Abklärungen bezüglich der folgend erläuterten Punkte durchgeführt werden. Anhand dieser vorgelagerten Abklärungen wird einerseits bestimmt, auf welche Aspekte bei der genaueren Planung zu achten ist, andererseits wird bestimmt, ob die definierten Voraussetzungen für den Erbau einer Anlage gegeben sind. Im Bauprojekt werden aus den einzelnen erfassten Punkten Massnahmen abgeleitet und definiert.

Tabelle 3: Erläuterungen Checkliste Planungsanforderungen

Bezeichnung	Erläuterung
Zustand Dach/Gebäudehülle, Dachlast	<p>Der allgemeine Dach- oder Fassadenzustand soll ermittelt werden. Der Zustand der Flächen soll für die nächsten 20 Jahre sanierungsfrei sein. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist eine einfach demontable Lösung vorzusehen.</p> <p>Es ist zu überprüfen, ob die vorhandene Struktur dem Mehrgewicht der geplanten PV-Anlage (auch Schneelast berücksichtigt) standhält.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Statische Verstärkung · Demontable Lösung
Zustand Elektroinstallationen (Alter, Asbest, usw.)	<p>Der Zustand der betroffenen Elektroinstallationen ist zu überprüfen. Allfällige Erneuerungen sollen dem Erbau einer Photovoltaikanlage vorgehen. Hier können namentlich vor allem Verteilungen und Verbindungswege (Trassen, Kanäle, usw.) angepasst werden. Verteilungen mit asbesthaltigen Elementen (bspw. Grundplatte) sind vorgängig zu ersetzen.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Hauptverteilung ersetzen · Verbindungswege erneuern

Bezeichnung	Erläuterung
Leitungsführung PV Installationen inhouse	<p>Die Leitungsführung vom Dach bis in das Untergeschoss (Standort der Technikräume) ist früh abzuklären. Die Durchdringung eines bestehenden Daches (vor allem Flachdach) ist zu vermeiden.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Steigzone erstellen · Steigleitung an Fassade entlang
Aufwand Arbeitssicherheit und Materialtransport	<p>Der Aufwand für die Sicherstellung einer ausreichenden Arbeitssicherheit sowie für den Transport der Materialien für die geplante PV-Anlage ist abzuschätzen. Dies beinhaltet auch die Abklärung bezüglich der Zugänglichkeit der Liegenschaft mit den benötigten Maschinen.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Transportwege erörtern (Abwägung, ob ein Teleskoplader o.Ä. nötig ist) · Organisation von speziellen Maschinen
Wartung, Absturzsicherheit, Reinigung, Auswechselbarkeit, Unterhaltsaufwände	<p>Eine PV-Anlage muss auch nach Inbetriebnahme zugänglich sein, um das Warten, Reinigen oder gar Auswechseln von Komponenten sicherzustellen. Hierzu ist abzuklären, auf welche Weise dieser Zugang gegeben ist. Bei begrünten Dächern ist auch der Unterhalt der Begrünung zu klären. Weiter gilt es abzuklären, ob bereits eine Absturzsicherung vorhanden ist. Wartungswege von mindestens 60 cm sind gemäss Suva Merkblatt «Sicher zu Energie vom Dach» einzuhalten.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Wartungswege definieren, Einfluss auf verfügbare Dachfläche · Konzept für Absturzsicherheit
Brandschutz	<p>Überprüfung der Photovoltaikanlage hinsichtlich des Brandschutzes, dazu sind folgende Dokumente in der Planung zu berücksichtigen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brandschutzmerkblattes «Solaranlagen». - Übergangsdokument für Planung und Brandschutznachweis «Brandschutz für hinterlüftete Photovoltaikanlagen an Fassaden (gültig bis 31.12.2024)
Blitzschutz	<p>Bei Vorhandensein eines Blitzschutzkonzepts ist die Photovoltaikanlage sinnvoll in dieses zu integrieren. Es sind die Bestimmungen gemäss NIN 7.12.4.4 «Schutz gegen Überspannung» anzuwenden.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Blitzschutzkonzept erstellen

Bezeichnung	Erläuterung
Bedarfs- oder Verbrauchsprofil Elektrizität	<p>Die Liegenschaft als Ganzes soll einem Bedarfs- oder Verbraucherprofil zugeteilt werden (z. B. Schulhaus, Verwaltungsgebäude, Rechenzentrum). Je nach Nutzung (Verbraucherprofil) kann ein anderes Bedürfnis hinsichtlich der Auslegung der Anlage entstehen. Die Anlage soll der Nutzung entsprechend angepasst werden.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Optimierungsmassnahmen Eigenverbrauch · Einfluss auf Ausrichtung der Anlage
Integration GLS, Netzwerk Kanton	<p>Die Energieproduktion sowie der Betriebszustand der Anlage ist zu erfassen und im Gebäudeleitsystem darzustellen und anzuzeigen. Die Daten sollen zudem über das Netzwerk des Kantons verfügbar gemacht werden. Hierzu sind Abklärungen nötig.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Netzwerkanbindung vorsehen
Das örtliche Elektro-Energie Werk wird frühzeitig kontaktiert, falls ein übergeordnetes Interesse besteht (wie z.B. Anschlussverstärkung).	<p>Es gilt abzuklären, ob das lokale EVU übergeordnetes Interesse hinsichtlich einer Anlage auf dem entsprechenden Gebäude hat. Hier können seitens der Unternehmung verschiedene Begehren entstehen.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Anschlussverstärkung vorsehen
Dachbegrünung (ökologisches Konzept, Biodiversität, Ausgleichsflächen)	<p>Gemäss der Richtlinie «Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften» des Kanton Aargau ist immer eine Dachbegrünung in Betracht zu ziehen. Es ist die passende Kombination von Unterkonstruktion, Substratschichtdicke und Modulabstand zu eruieren. Weiter kann ein spezifischer Wartungsplan hinsichtlich der Begrünung in einer Bewilligungspflicht resultieren.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Unterkonstruktion und Substratschicht entsprechend der Begrünung auswählen
Beurteilung Dachflächen/Energiebezugsflächen	<p>Es soll eine erste grobe Abschätzung der verfügbaren Dachfläche gemacht werden. Ebenfalls soll die Energiebezugsfläche der gesamten Liegenschaft in Erfahrung gebracht werden.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Abklärung von Labelanforderungen
Fremd-Verschattung	<p>Es soll eine ungefähre Abschätzung hinsichtlich der Verschattung der Anlage durch umgebende Gebäude oder Ähnliches gemacht werden.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Einsatz von Leistungsoptimierern

Bezeichnung	Erläuterung
Architektonische Eingliederung und gestalterische Einbindung	<p>Die Photovoltaikanlage ist möglichst stimmig in das architektonische Gesamtkonzept einzugliedern und gestalterische Vorgaben bezüglich des entsprechenden Baus sind einzuhalten.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Einbezug einer Architektin oder eines Architekten · Einbezug der Bau- und Nutzungsordnung der Gemeinde
Denkmal-/Ortbildschutz (Baubewilligungspflicht)	<p>Bei der entsprechenden Gemeinde gilt es abzuklären, ob die Liegenschaft als schützenswert eingestuft wird.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Spezielle Baueingabe und Abklärungen
Blendung	<p>Eine mögliche Blendung von umliegenden Gebäuden und Verkehrsstrecken auf dem Boden sowie in der Luft ist zu beachten und in die Planung miteinzubeziehen. Insbesondere Anlagen mit Nordausrichtung können unter Umständen ungewollte Blendungen hervorrufen.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Lösungsstrategie gegen Blendung entwickeln · Endblendete Module verwenden
Optimierung Eigenverbrauchsgrad	<p>Bereits im Vorprojekt sind einige Aspekte zur Optimierung des Eigenverbrauchsgrad in Betracht zu ziehen. So kann beispielsweise der bereits vorgesehene Umbau der Heizung oder ähnlicher Anlagen erfasst und in die Planung miteinbezogen werden.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Optimierungsmassnahmen Eigenverbrauch erarbeiten
Subventionen	<p>Auf Bundesebene werden Photovoltaikanlagen mit der Einmalvergütung (EIV) gefördert. Der Kanton Aargau ist ebenfalls berechtigt, Fördermittel für PV-Anlagen zu beziehen. Es gilt abzuklären, ob weitere spezielle und anlagenspezifische Förderungen möglich sind.</p> <p>Bsp. Massnahmen Bauprojekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Eingabe von Förderungsantrag

3.2 UMFANG DES VORPROJEKTS (PHASE 31)

Im Vorprojekt werden die grundlegenden Abklärungen getroffen und verschiedene Varianten erarbeitet. Die Varianten werden dem Kanton vorgelegt. Dieser beurteilt hierbei die verschiedenen Varianten und gibt eine entsprechende Rückmeldung.

Die folgenden Eckdaten müssen bis Ende Vorprojekt bearbeitet und in Form des zur Verfügung gestellten Formulars der Fachstelle der Immobilien Aargau vorgelegt werden. Sämtlichen berechneten Werten ist der Berechnungsweg (oder auch die Simulation) zu hinterlegen.

- 1) Auftragsanalyse gemäss Checkliste
- 2) Abklärung Baubewilligung (insbesondere bei denkmal- und ortsbildgeschützten Objekten)
- 3) Hochwassernachweis bei Wechselrichterplatzierung im UG
- 4) Abklärungen Brandschutz
- 5) Dimensionierungsziele festlegen (max. Eigenverbrauch, max. Energieertrag, max. Gewinnertrag, Bio-diversität, ...)
 - a) PV-Varianten
 - b) Installierte PV-Leistung
 - c) Ausrichtung, Neigung
 - d) Aufbau/Indach
 - e) Jahresenergieertrag
 - f) Aussagen bezüglich Vor- und Nachteile
 - g) Begründung
- 6) Wirtschaftlichkeit der Varianten gemäss SIA 480 (statische Methode²), zusätzlich Stromgestehungskosten gemäss LCoE-Verfahren (Levelized Cost of Electricity)
- 7) Darstellung der Tarifsituation am Objektstandort (bei Fachstelle Energie des Kantons abzufragen)

3.3 UMFANG DES BAUPROJEKTS (PHASE 32)

Sind die Voraussetzungen anhand des durchgeführten Vorprojekts gegeben, so erarbeitet der Planer ein Bauprojekt. Auch hier werden die Ergebnisse an den Kanton übermittelt.

Die folgenden Eckdaten müssen bis Ende Bauprojekt bearbeitet und in Form des zur Verfügung gestellten Formulars der Fachstelle der Immobilien Aargau vorgelegt werden. Sämtlichen berechneten Werten ist der Berechnungsweg (oder auch die Simulation) zu hinterlegen.

- 1) Massnahmenkatalog gemäss Checkliste
- 2) PV-Anlagendaten:
 - a) Installierte PV-Leistung
 - b) geschätzte Jahreserzeugung anhand Simulationen auf Basis von standortbezogenen Messdaten
 - c) Ausrichtung, Neigung
 - d) Aufbau/Indach
 - e) Unter Einbezug aller Prüfpunkte der Checkliste
- 3) Bestimmung Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad anhand eines nachvollziehbaren angenommenen Bedarfs- oder Lastprofils.
- 4) Wirtschaftlichkeit der Varianten gemäss SIA 480 (statische Methode²), zusätzlich Stromgestehungskosten gemäss LCoE-Verfahren (Levelized Cost of Electricity)
- 5) Darstellung der Tarifsituation am Objektstandort (bei Fachstelle Energie des Kantons abzufragen)
- 6) Einpoliges Prinzipschema inkl. Messkonzept unter Absprache mit lokalem EVU
- 7) Definition Praxismodell, ZEV
- 8) Dachaufsichtsplan mit ersichtlichen Abständen zwischen den Modulen

² Kennziffern mit und ohne Förderung: Kapitalwert, Rendite, Rückzahldauer, Netto-Jahresertrag, Gestehungskosten pro Nutzeinheit [Rp./kWh]

3.4 BEWILLIGUNGSVERFAHREN UND ANTRÄGE (PHASE 33)

Für das Bewilligungsverfahren sind verschiedene Gesuche und Anträge zu erstellen.

- 1) Baubewilligung (falls obligatorisch, je nach Anlage und Anforderung der Gemeinde)
 - a) Durch Gemeinde überprüft (Meldung)
 - b) Bei denkmal- und ortsbildgeschützten Objekten immer erforderlich
- 2) Voranmeldung der Anlage EVU
- 3) Förderungsantrag (bei Anlagen <100kW erst nach Inbetriebnahme möglich)
 - a) ab einem Anstellwinkel von 75 Grad wird eine Bonusförderung ausbezahlt
 - b) mögliche Zusatzförderung durch Gemeinde

4 PRÜFUNG DURCH PL IMAG

Die Prüfung des Vor- sowie auch des Bauprojekts einer geplanten PV-Anlage geschieht seitens des Kantons anhand der definierten Dimensionen. Die folgend aufgeführten Dimensionen unterliegen keiner Gewichtung und sollen in gleichem Mass berücksichtigt werden.

- Schutz der natürlichen Umwelt
- Gesellschaftliche Solidarität
- Wirtschaftliche Effizienz

4.1 SCHUTZ DER NATÜRLICHEN UMWELT

Der Schutz der natürlichen Umwelt wird unter der Betrachtung der im Vorprojekt erarbeiteten Punkte bewertet. Hierbei entscheidet der Kanton, ob die Anforderungen in genügendem Mass erfüllt sind. Eine Dachbegrünung fördert beispielsweise die Biodiversität und dient dem Schutz der natürlichen Umwelt. Eine ungenügende Erfüllung dieser Dimension kann dazu führen, dass eine geplante Anlage oder eine vorgesehene Anlagenvariante bezüglich gewisser Punkte überdacht oder zurückgewiesen werden muss.

4.2 GESELLSCHAFTLICHE SOLIDARITÄT

Die Dimension der gesellschaftlichen Solidarität wird ebenfalls anhand der im Vorprojekt erarbeiteten Punkte beurteilt. Es wird vor allem auf das Befolgen von architektonischen und gestalterischen Aspekten geachtet. Es sollte beim Bestand vor allem auf ein abgestimmtes Gesamtbild geachtet werden, bei welchem sich die PV-Anlage der Formsprache und den Proportionen des Gebäudes anpasst. Wohingegen beim Neubau, die PV-Anlage als gestalterisches Element des Gebäudes inszeniert werden kann. Bei Inventarobjekten wird der Einbau einer Photovoltaikanlage besonders streng betrachtet.

4.3 WIRTSCHAFTLICHE EFFIZIENZ

Mit den lokalen Tarifen für Bezug und Rückspeisung von Elektrizität können, unter Berücksichtigung der Gestehungskosten, Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit gemacht werden. Anhand der Parameter wird die Anlage einem der vier Quadranten zugeteilt. Die Beurteilung gemäss untenstehenden Schemas resultiert in einer Entscheidung seitens des Kantons. Je nach Quadranten, in welchen die PV-Anlage resultiert, können verschiedene Entscheidungen oder Konsequenzen daraus resultieren. Eine ausführliche Erläuterung der Grafik ist dem Fachbericht «Nachhaltigkeitsgrundsätze Elektro» zu entnehmen.

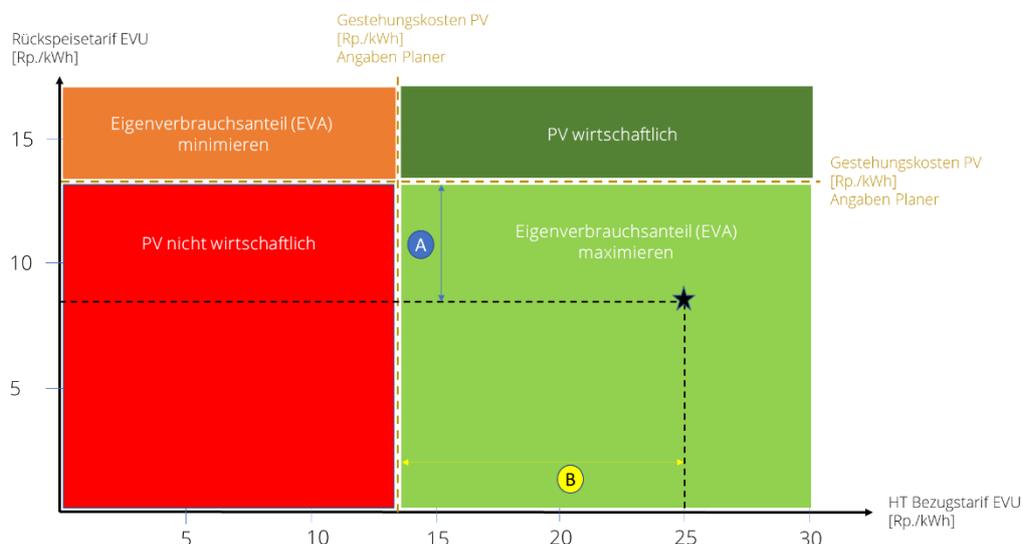


Abbildung 1: Prüfungsinstrument wirtschaftliche Effizienz

5 AUSFÜHRUNGSANFORDERUNGEN (PHASE 41, 51)

Mit den Ausführungsanforderungen definiert der PL-IMAG verschiedene zu beachtende Punkte und weist auf anzuwendende Normen oder Richtlinien hin. Im Folgenden werden die Anforderungen unter einzelnen Unterkapiteln erläutert.

Die im Bauprojekt erarbeiteten Massnahmen sollen in die Ausschreibung einfließen. Grundsätzlich gilt es produkte- und systemneutral auszuschreiben und die Schnittstellen klar zu definieren.

5.1 DACHAUFBAU

5.1.1 BEGRÜNUNG

Grundsätzlich erachtet der Kanton, gemäss der Richtlinie «Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften», die Begrünung auf den Dächern als sinnvolles und wichtiges Element und wünscht, wo sinnvoll, eine ökologisch wertvolle Begrünung. Es gilt eine optimierte Kombination von Photovoltaikanlage und Dachbegrünung zu erarbeiten. Es sollen keine Matten aus Vlies oder Gummischrot eingesetzt werden, um den Grünbewuchs zu hemmen. Wichtig bei der Kombination einer Dachbegrünung mit einer Photovoltaikanlage ist die durchdachte Abstimmung sämtlicher Bestandteile. Die Unterkonstruktion und die Aufstellung hat einen Einfluss auf den Grünbewuchs und das Substrat muss entsprechend ausgewählt, dosiert und verteilt werden.

5.1.2 UNTERKONSTRUKTION

Grundsätzlich ist in Kombination mit einer Dachbegrünung immer eine aufgeständerte Variante (Erhöhung ab Boden) der Photovoltaikanlage auszuführen. Je nach Art der Aufstellung entstehen hierbei wiederum Vor- und Nachteile. Die Unterkonstruktion ist mit der Art der Begrünung und dem gewählten Substrat abzustimmen. Es soll eine geeignete Kombination resultieren, welche eine effiziente Anlage mit einer geeigneten Begrünung vereint. Im Folgenden sind die verschiedenen Aufstellungsvarianten dargestellt und die Vor- und Nachteile erläutert. Mittels einer überlegten Aufschüttung der Substratschicht kann den entstehenden Problemen entgegengewirkt werden.

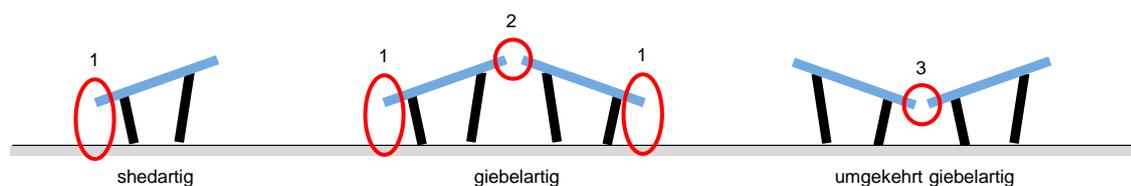


Abbildung 2: Aufstellungsarten bei Aufständigung

- 1) Erhöhter Wasseranfall, Substratart und -stärke anpassen, sodass Begrünung nicht über Modulkante wächst
- 2) Abdeckblech vorsehen (Hochwuchs verhindern)
- 3) Abdeckblech mit Entwässerung vorsehen (Hochwuchs verhindern), Schneeauflage beachten

Die geeignetste Variante hinsichtlich einer Kombination aus Photovoltaikanlage und Begrünung stellt, auch aufgrund des vereinfachten Unterhalts, die shedartige Aufstellung dar. Die umgekehrt giebelartige Aufstellung kann bei Dächern ohne Begrünung durchaus verwendet werden, da hier auf das Abdeckblech verzichtet werden kann und somit die Thematik der Schneeauflage im Winter entschärft wird.

5.1.3 SUBSTRATSCHICHT

Durch die Auswahl der Substratart und der Substratschichtdicke verändert sich zumindest kurzzeitig das Wachstum der Pflanzen. Die Schichtdicken sind so zu variieren und auszuwählen, dass der Grünbewuchs an den gewünschten Stellen reduziert wird. Vorgängige Überlegungen bezüglich der Substratschicht verhindern den unkontrollierten Auswuchs von Pflanzen.

Ziel soll es sein, dass die Begrünung die Energieproduktion nicht einschränkt und die Wartungsarbeiten bezüglich der Begrünung tief gehalten werden.

5.2 SOLARMODULE

Es sollen möglichst effiziente Module eingesetzt werden, um die belegte Fläche bestmöglich auszunutzen.

Die Wahl der Solarmodule ist dem Unternehmer im Rahmen der untenstehenden Definitionen im Sinne von Mindestanforderungen grundsätzlich freigestellt.

- Mindestwirkungsgrad Module: 19 %
- PV-Module müssen nachweislich mit den verwendeten Wechselrichtern kompatibel sein
- Nachweis über die ausreichende Belastbarkeit der Module gemäss örtlichen Schnee- und Windlasten nach SIA 261
- Nachweislich ausreichende Hagelwiderstandsklasse für den entsprechenden Standort
- SN EN 61215, SN EN 61730 und CE zertifiziert (Prüfberichte einsehbar)
- Modulhersteller ist nach SN EN 14001 zertifiziert

Die Entsorgung der PV-Module in der Schweiz ist in der Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG) geregelt. Beim Kauf des PV-Moduls wird eine vorgezogene Recyclinggebühr (vRG) bezahlt. Ein sehr grosser Teil eines PV-Moduls kann und muss wiederverwertet werden.

5.3 DC-VERKABELUNG

Die DC-Verkabelung zwischen den Modulen auf dem Dach oder der Fassade und zwischen den Modulen und dem Wechselrichter sind so auszuführen, dass diese mit möglichst kleinem Aufwand ersetz- oder erneuerbar sind.

Hierzu gibt es einige Punkte hinsichtlich der Verlegung und Installation zu beachten.

- Keiner unnötig starken Witterung ausgesetzt (Sonne, stehendes Wasser)
- Eingraben von Schläuchen auch bei UV-beständigen Rohren
- Möglichst einfacher Austausch und Ersatz
- Geeignete Leitungsführung
- Umschlossene Fläche von Leiterschleife möglichst klein halten (induktive Einkopplung, Blitz)
- Markierung der Verkabelung im Inneren des Gebäudes gemäss NIN 7.12.5.1.4 Figur 1-4

Die Mindestanforderungen für die zu verwendende Art der Leitungsführung sind gemäss NIN 7.12.5 Figur 6 definiert und entsprechend auszuführen.

Die Problematik der Leiterschleifenbildung wird in der NIN 7.12.4 Figur 10 genauer dargestellt und erläutert.

5.4 WECHSELRICHTER

5.4.1 MONTAGEORT

Bei der Positionierung des Wechselrichters ist darauf zu achten, dass kein zusätzlicher mechanischer Lüftungsaufwand entsteht und das erforderliche Betriebsklima auch im Sommer ohne Raumklimatisierung erreicht wird. Es sind Räume auszuwählen, bei welchen die natürliche oder bereits bestehende Lüftung

des Raumes ausreicht. Grundsätzlich ist anzustreben, keine aktive Lüftung betreiben zu müssen. Bei der Aufstellung im Aussenbereich ist dieser in einem wetterfesten Gehäuse unterzubringen, das vor Regen, Schnee und Feuchtigkeit schützt. Weiter ist beim Gehäuse auf die Hitzeentwicklung im Sommer zu achten und gegebenenfalls Massnahmen zum Schutz vorzusehen. Grundsätzlich gilt auch hier, dass der Austausch und Ersatz des Wechselrichters möglichst einfach realisierbar sein sollte.

5.4.2 WECHSELRICHTERTYPEN

Aufgrund der langen Lebensdauer des PV-Generators auf dem Dach muss während dieser Zeit mit einem Ausfall des Wechselrichters gerechnet werden. Der Austausch soll möglichst einfach und ohne grossen Aufwand möglich sein.

Die Wahl der Wechselrichter ist dem Unternehmer im Rahmen der untenstehenden Angaben grundsätzlich freigestellt.

- Dreiphasige, symmetrisch einspeisende Wechselrichter
- Fehlerschutzstromeinrichtung nach NIN 7.12.4.1.1.3 B+E müssen erfüllt werden, falls nicht integriert als zusätzlicher RCD-Schutzschalter in Unterverteilung
- Der Wechselrichter muss nach SN EN 61000-3-2/3, SN EN 62109-1/2 und CE zertifiziert sein
- Die Garantiebestimmungen des Herstellers müssen beigelegt werden
- Mindestwirkungsgrad von 95%

5.5 AC-SEITE

5.5.1 VERKABELUNG

Bei der AC- und DC-Verkabelung gelten die bekannten NIN-Vorschriften (NIN Kapitel 7.12). Es ist auf eine vorschriftsgemässe Ordnungstrennung der AC- und DC-Kabel zu achten.

5.5.2 NETZKOMMANDOANSCHLUSS

Die Notwendigkeit eines externen Zugriffs auf den Wechselrichter via Netzkommandoanschluss muss mit dem örtlichen VNB geklärt werden. Grundsätzlich soll jedoch jede Anlage für die Nachrüstung eines Anschlusses vorbereitet werden.

5.5.3 REVISIONSSCHALTER

Ein vorschriftsgemässer Platz für einen AC-seitigen Revisionsschalter muss neben den Wechselrichtern zur Verfügung stehen.

5.5.4 NA-SCHUTZ

In welcher Form ein NA-Schutz vorhanden sein muss, ist gemäss der Branchenempfehlung des VSE «Netzanschluss für Energieerzeugungsanlagen an das Niederspannungsnetz» abzuklären und mit dem lokalen EVU abzugleichen. Grundsätzlich reicht der im Wechselrichter integrierte NA-Schutz bei einer Anlage ≤ 30 kW aus. Hier kann das lokale EVU jedoch Verschärfungen der Vorschrift vornehmen. Es bedarf einer Abklärung.

5.6 BLITZSCHUTZ

Die Unterkonstruktion und die Module sowie auch sämtliche leitenden Leitungsführungen müssen, falls vorhanden, vorschriftsgemäss in das Blitzschutzsystem eingebunden werden. Zur Bestimmung der Schutzmassnahmen für die PV-Anlage soll gemäss NIN 7.12.4 Figur 2 vorgegangen werden. Die entsprechende Variante zieht Massnahmen bezüglich dem inneren und dem äusseren Blitzschutz nach sich.

5.7 GERÜST / ABSTURZSICHERUNG

Da die Errichtung der PV-Anlagen mehr als zwei Personenarbeitstage in Anspruch nimmt, ist gemäss Suva «Sicher zu Energie vom Dach – Montage und Instandhaltung von Solaranlagen» eine Kollektivschutzmassnahme gegen den Absturz zu errichten.

5.8 GEBÄUDEAUTOMATION

Hinsichtlich der Überprüfung der Funktionalität der installierten Anlage ist eine Erfassung der Energiedaten vorzusehen. Die Jahresproduktion sowie die Betriebszustände der Anlage (Betrieb, Warnung, Störung) sollen erfasst und im Gebäudeleitsystem dargestellt werden. Das Messkonzept dient hauptsächlich der Überwachung der Anlage. Über das Gebäudeleitsystem hinaus sollen die Daten auch im allgemeinen Netzwerk des Kantons verfü- und abrufbar sein.

5.9 MESSUNG

Um miteinander vergleichbare Produktionsdaten bezüglich den verschiedenen Photovoltaikanlagen im Besitz des Kantons zu erfassen, sieht der Kanton ein einheitliches Messprinzip vor. Wo immer möglich sollen die Energieproduktionswerte direkt vom Wechselrichter oder vom dazugehörigen Energiemanagementsystem bezogen werden. Sind diese Werte nicht vorhanden, so ist eine private Produktionsmessung vorzusehen. Bei Anlagen mit einer Leistung von mehr als 30 kW wird eine Produktionsmessung vom EVU benötigt. Die private Produktionsmessung soll hierbei elektrisch so nahe wie möglich am Produktionszähler des EVUs liegen. Zur Auslesung der Zähler kann beispielsweise ein ModBus- oder TCP/IP-System verwendet werden.

5.10 THERMOGRAFIE ZUR PRÜFUNG

Mit einer professionellen Wärmebildkamera kann eine sogenannte Thermografie der PV-Anlage (Modulfelder) aufgenommen werden. Mithilfe dieser Thermografie können neue sowie auch bestehende Anlagen auf mögliche Fehler und Unregelmässigkeiten untersucht werden. Bei neu erbauten Anlagen kann beispielsweise ein Defekt einer Komponente ausfindig gemacht oder der ordnungsgemässe Anschluss sämtlicher Module kontrolliert werden. Im Verlaufe der Jahre kann eine weitere Thermografie durchaus sinnvoll sein, um mögliche Hotspots (Punkte mit höherer Temperaturbelastung) aufgrund von Verschmutzungen oder Defekten ausfindig zu machen. Die Kontrolle mittels Thermografie kann mithilfe einer entsprechenden Drohne ohne einen Eingriff in die Anlage geschehen und ist bei laufendem Betrieb auszuführen.

Bei Bedarf einer thermografischen Untersuchung ist diese in die Ausschreibung zu integrieren.

6 ANFORDERUNGEN AN DOKUMENTATION (PHASE 53)

6.1 ANLAGENDOKUMENTATION

Für jede Anlage ist eine ausführliche Dokumentation zu erstellen und im Rahmen der Abnahme abzugeben.

- Die komplette Anlagendokumentation muss mindestens folgende Teile umfassen.
- Übersichtsblatt mit den wichtigsten Anlagen- und Kontaktdaten *
- Sicherheits- und Betriebshinweise *
- Wartungsanweisungen *
- Grundrisse mit den Generatorfeldern *
- Grundrisse als Stringpläne inkl. Standorten der GAK *
- Grundrisspläne mit den Standorten der Wechselrichter *
- Prinzipschema DC und AC *
- Datenblätter und Garantiezertifikate aller eingesetzten Komponenten
- Auflistungen aller relevanten Parametrierungen und Programmierungen
- Gegebenenfalls Exporte der Einstellungen als Datei
- Nachweis der Windlastfestigkeit
- Sicherheitsnachweise (SiNa) DC und AC inkl. unabhängige Kontrolle
- Zertifikat HKN-Audit
- Protokoll der Abnahme ESTI (ev. Nachlieferung nach erfolgter Abnahme durch das ESTI)
- Kopien aller Gesuche und Bewilligungen

Die Bezeichnungen der Verzeichnisse und der Files müssen, mit denen der Ordnerregister und Dokumenten übereinstimmen.

Die mit * bezeichneten Teile müssen als reduzierte Dokumentation in Papierform an dem Wechselrichterstandorten hinterlegt werden. An den Standorten müssen passende, hochwertige Halterungen montiert werden.

Die Vertreter der Bauherrschaft müssen über Bedienung, Wartung und Sicherheit der Anlage instruiert werden.

Weitere Ausführungen, welche der Dokumentation hinzugefügt werden können, werden im Anhang C.1 «Checkliste zur Dokumentation» des SIA-Merkblatts SIA 2062 aufgelistet.

6.2 BESTANDESAUFNAHME GEMÄSS FORMULAR

Der PL-IMAG sieht vor alle bestehenden PV-Anlagen in den entsprechenden Systemen der IMAG einzupflegen und den entsprechenden Immobilien zuzuteilen. Hierdurch kann der Bestand von Photovoltaikanlagen stets ausgegeben und mit dem Ausbauziel des Kantons verglichen werden. Weiter lassen sich Reinigungszyklen oder Ähnliches einrichten, welche dann vom System ausgegeben werden können. Hierzu sind die Anlagendaten nach Inbetriebnahme der Anlage der Fachstelle zu übermitteln.

7 VERZEICHNISSE

7.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Prüfungsinstrument Wirtschaftliche Effizienz	17
Abbildung 2: Aufstellungsarten bei Aufständering	18

7.2 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Finanzierungsmöglichkeiten	8
Tabelle 2: Checkliste Planungsangorderungen	9
Tabelle 3: Erläuterungen Checkliste Planungsanforderungen	10

7.3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AC		
alternating current, engl. Wechselstrom		18, 20
BauV		
Bauverordnung		4
BNO		
Bau- und Nutzungsordnungen des jeweiligen Gemeinde		4
CE		
Conformité Européenne, franz. europäische Konformität		17, 18
DC		
direct current, engl. Gleichstrom		17, 18, 20
EIV		
Einmalvergütung		12
EN		
Europäische Norm		4, 17, 18
ESTI		
Eidgenössisches Starkstrominspektorat		20
EVU		
Energieversorgungsunternehmen		6, 11, 13, 14, 18, 19
GAK		
Generatoranschlusskasten		20
GLS		
Gebäudeleitsystem		8, 10
HKN		
Herkunftsnachweis		20
KBOB		
Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren		4
kVA		
Kilo Volt-Ampere, Scheinleistungsangabe		18
LCoE		
Levelized Cost of Electricity, engl. Stromgestehungskosten		13
NA-Schutz		
Netz- und Anlagenschutz		18
NIN		
Niederspannungsinstallationsnorm		4, 17, 18
PV		
Photovoltaik		4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20
RCD		

Residual Current Devide, engl. Fehlerstrom-Schutz-Schalter	18
RPG	
Raumplanungsgesetz	4
SIA	
Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein	4, 13, 17, 20, 22
SiNa	
Sicherheitsnachweis	20
SN	
Schweizer Norm	4, 17, 18
Suva	
Schweizerische Unfallversicherungsanstalt	4, 10
SWKI	
Schweizerischer Verein von Gebäudetechnikern	4
UG	
Untergeschoss	13
UV	
ultraviolette Strahlung	17
VNB	
Verteilnetzbetreiber	18
VREG	
Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte	4, 17
vRG	
vorgezogene Recyclinggebühr	17
VSE	
Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen	4
ZEV	
Zusammenschluss zum Eigenverbrauch	6, 7, 13

7.4 PUBLIKATIONSVERZEICHNIS

Ergänzend zu den im Text erwähnten Publikationen sind im Folgenden weitere informative Normen, Richtlinien und Merkblätter aufgeführt. Es ist auf die Aktualität der jeweiligen Publikation zu achten.

Norm SIA 112	Modell Bauplanung
Norm SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
Norm SIA 232/1	Geneigte Dächer
Norm SIA 232/2	Hinterlüftete Bekleidung von Aussenfassaden
Norm SIA 260	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
Norm SIA 261	Einwirkungen auf Tragwerke
Norm SIA 358	Geländer und Brüstungen
Norm SIA 380	Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden
Norm SIA 480	Wirtschaftlichkeitsrechnung
Norm SIA 118/380	Allgemeine Bedingungen für Gebäudetechnik
Norm SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
Norm SIA 2062	Photovoltaik auf und an Gebäuden
VKF-Brandschutzmerkblatt	2001-15 «Solaranlagen»