



Photovoltaik System

Planungsmodule

Effizienz ist eine Frage der richtigen Planung.



Vaillant

Komfort für mein Zuhause



Web: www.unidomo.de

Telefon: 04621- 30 60 89 0

Mail: info@unidomo.com

Öffnungszeiten: Mo.-Fr. 8:00-17:00 Uhr

VIESSMANN



 **Vaillant**

WOLF

 **JUNKERS**  **BOSCH**

 **remeha**

 **DAIKIN**

ROTEX
a member of DAIKIN group



-  Individuelle Beratung
-  Kostenloser Versand
-  Hochwertige Produkte

-  Komplettpakete
-  Über 15 Jahre Erfahrung
-  Markenhersteller

Vorwort

Mit der Energie, die von der Sonne an einem Tag produziert wird, könnte der gesamte Energiebedarf der Menschheit 180 Jahre lang gedeckt werden. Das Beste daran: Diese unerschöpfliche und kostenlose Energiequelle kann ganz einfach genutzt werden.

Mit einem Photovoltaik-System können Ihre Kunden eigenen Strom erzeugen und so einen Teil der Energie für Haushaltsgeräte, Heizung und warmes Wasser gewinnen und werden so unabhängiger von steigenden Strompreisen.

auroPOWER ist das verlässliche Vaillant Photovoltaik-System mit perfekt aufeinander abgestimmten Komponenten in bester Markenqualität. Von Photovoltaikmodulen, Wechselrichtern und Befestigungssystemen bis hin zum Batteriespeicher.

Zuverlässige Qualität aus einer Hand bietet Ihnen und Ihren Kunden folgende Vorteile:

- Das komplette Photovoltaik-System aus einer Hand
- Aufeinander abgestimmte Systemkomponenten in bester Markenqualität
- Langjährige Garantien für Photovoltaikmodule und Wechselrichter
- Intelligentes Energiemanagement für maximalen Ertrag

Gleich, ob ein Neubauvorhaben, eine Gebäudesanierungs- oder Modernisierungsmaßnahme geplant wird, es müssen eine Vielzahl von Daten erfasst und ausgewertet werden, um eine effiziente Lösung zur Nutzung der Sonnenenergie zu realisieren.

Planungshinweise für die anschließende detaillierte Anlagenplanung finden Sie in dieser Unterlage.



Inhaltsverzeichnis



1. Grundlagen	7
1.1 Das Angebot der Sonne	7
1.2 Ertrag einer Photovoltaik (PV) Anlage	8
1.3 Ausrichtung und Neigung des Generators	9
1.4 PV-Anlagensysteme und Anwendungsfälle	10
1.5 Photovoltaik Komponenten	11
1.6 Der Wechselrichter	14
1.7 Der Batteriespeicher	16
1.8 Systemkonzepte	17



2. Rechtliche Rahmenbedingungen	19
2.1 Energieeinsparverordnung (EnEV 2014/2016)	19
2.2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	20
2.3 Rahmenbedingungen im Neubau	20
2.4 Energieausweis	21
2.5 Förderprogramme geprüft?	21
2.6 Vorschriften, Richtlinien und Normen	21
2.7 Einspeisungsvergütung und Anlageregistrierung	22



3. Planung Gebäude	23
3.1 Planungsübersicht	23
3.2 Vor-Ort-Termin	25
3.3 Aufstellung der PV-Generatoren	25
3.4 Die Bypassdioden – interne Schutzschaltung	25
3.5 Dimensionierung des PV Generators	26
3.6 Wechselrichterauswahl	26
3.7 Verschaltung der Module	33
3.8 Gleichstromverkabelung	33
3.9 Sicherheitseinrichtungen	34
3.10 Netzanschluss und Zählereinrichtungen	35
3.11 Projekterfassungsbogen	36



4. Montage der Module **43**

4.1 Übersicht über die Montagearten	43
4.2 Montagehinweise	43
4.3 Montage des Wechselrichters	44
4.4 Aufdachmontage	44
4.5 Schneelastzonen	51
4.6 Freiaufstellung, Flachdachmontage	53
4.7 Potentialausgleich	57



5. Überwachung und Regelung **59**

5.1 Anlagenüberwachung und Visualisierung	59
5.2 Einspeisemanagement und Energiemonitoring	59
5.3 SG Ready	60
5.4 PV Ready	70



6. Intelligente Systemkombinationen von Vaillant **77**

6.1 Mehr Unabhängigkeit im Neubau mit Wärmepumpe und Photovoltaik	77
6.2 aroTHERM – in Kombination mit uniTOWER	78
6.3 Wärmepumpenanlage flexoCOMPACT	79
6.4 Warmwasserwärmepumpen in bestehenden Anlagen	80
6.5 Zubehör Photovoltaik Systeme	81



1. Grundlagen

Die Sonne versorgt die Erde seit 5 Milliarden Jahren mit Energie und wird dies noch viele weitere Jahre leisten. Was liegt näher, als diese Energie zu nutzen?

1.1 Das Angebot der Sonne



Abb 1: Angebot der Sonne

Schon 8 Minuten Sonneneinstrahlung auf die Erdoberfläche entsprechen dem derzeitigen Weltenergieverbrauch eines Jahres. Gemessen an diesem Potenzial erscheinen die verfügbaren Ressourcen an fossilen und atomaren Energieträgern gering.

1.1.1 Einstrahlwerte

Die Strahlungsleistung der Sonne, die auf eine ebenerdige Fläche trifft, bezeichnet man als Globalstrahlung. Im langjährigen Mittel variiert z. B. in Deutschland das jährliche Strahlungsangebot der Sonne auf eine horizontale Fläche je nach Standort zwischen 950 kWh/m² und 1.200 kWh/m².

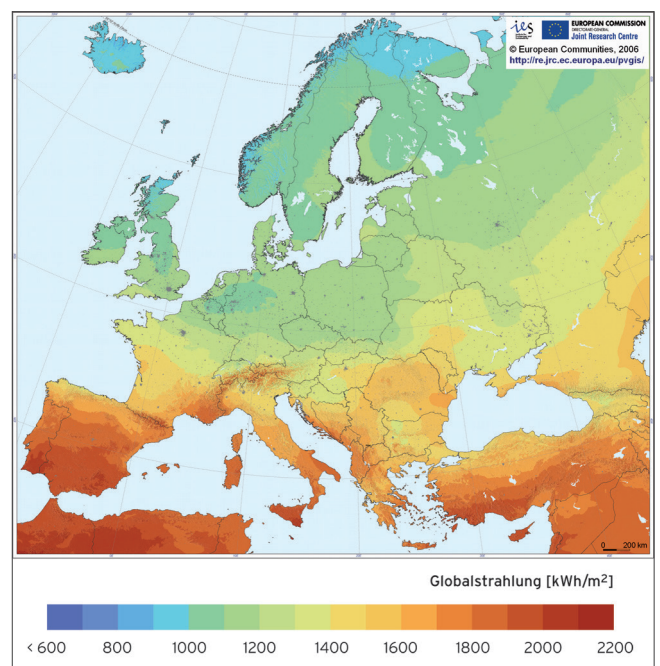


Abb 2: Globalstrahlung in Europa - mittlere Jahressummen in kWh/m²

Höhe und Anteile an direkter und diffuser Strahlung sind in starkem Maße von der Jahreszeit und den örtlichen Witterungsverhältnissen abhängig. Diffuse Strahlung entsteht durch Streuung, Reflexion und Brechung an Wolken und Partikeln in der Luft. Auch sie ist nutzbar.

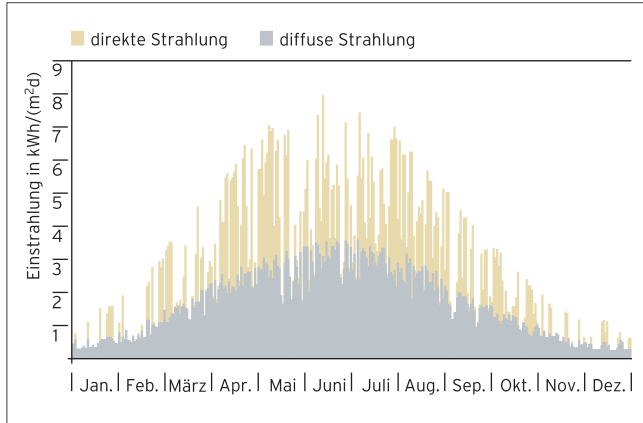


Abb 3: Jahreszeitlicher Verlauf der Globalstrahlung für den Standort Berlin

An einem trübem Tag mit einem diffusen Strahlungsanteil über 80 % können immer noch 300 W/m^2 Sonnenstrahlung gemessen werden.

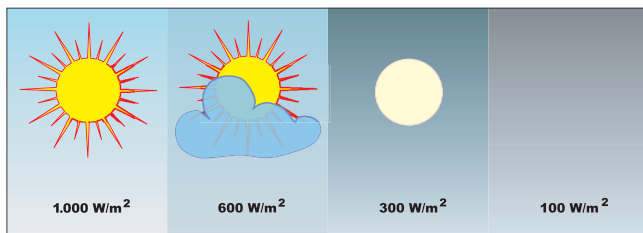


Abb 4: Direkte und diffuse Strahlung sind nutzbar

Die mittlere Einstrahlung am jeweiligen Standort kann an den Solarstrahlungskarten abgelesen werden. Für eine überschlägige Berechnung des jährlichen Ertrages wird in der Regel $1000 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (horizontal) angenommen.

1.2 Ertrag einer Photovoltaik (PV) Anlage

Der jährliche Ertrag einer PV Anlage hängt im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Solare Einstrahlung am Installationsort
- Neigung β und Ausrichtung α [alpha] der Module
- Womöglich vorhandene Verschattung
- Technische Eigenschaften der PV Komponenten, hauptsächlich PV Module und PV-Wechselrichter

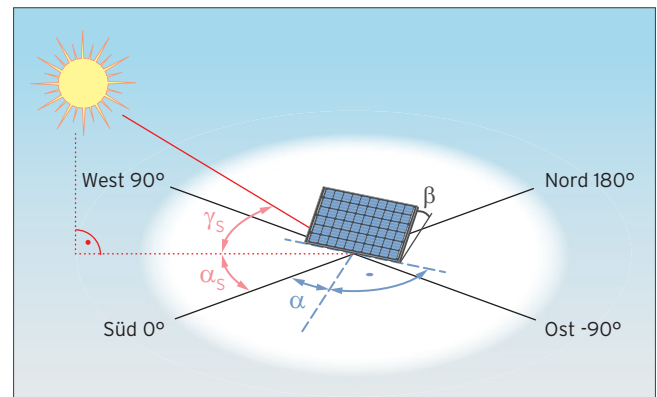


Abb 5: Winkelbezeichnungen in der Solartechnik

- α_s Sonnenazimut
- γ_s Sonnenhöhenwinkel
- α Azimut des PV-Generators
- β Neigung des PV-Generators

1.3 Ausrichtung und Neigung des Generators

Eine PV-Anlage mit einer Generator-Nennleistung von 3 kWp erzeugt im Jahr je nach Standort, Ausrichtung und Neigung zwischen 2.000 kWh und 3.000 kWh umweltfreundlichen PV-Strom. Das entspricht in etwa 100 % des Strombedarfs eines Drei-Personen-Haushaltes und sorgt für bis zu 2.000 kg CO₂-Einsparung.

Die höchsten Erträge werden in Deutschland bei Südausrichtung und einem Neigungswinkel der Module von 30 bis 45° erreicht.

Damit Schmutz und Verunreinigungen vom Regen abgewaschen werden, sollte der Generator mindestens eine Neigung von 10° aufweisen.

Die prozentuale Einstrahlung bei nicht optimal ausgerichtetem Generator kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

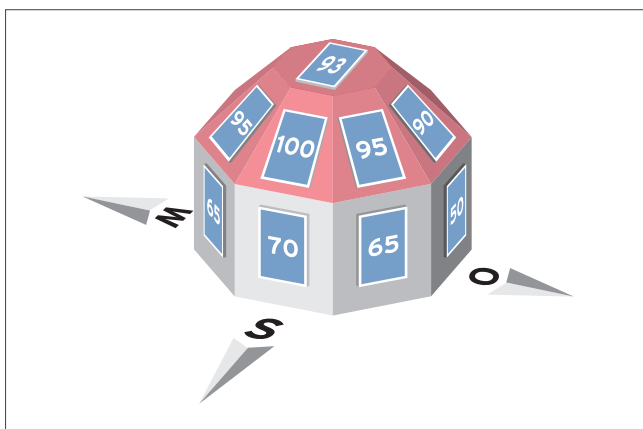


Abb 6: Prozentuale Abweichung der Einstrahlung von der optimalen Ausrichtung

Je weiter der Generator nach Osten oder Westen ausgerichtet ist, desto günstiger werden steilere Neigungswinkel. Da bei Ost- oder Westdächern neben der verminderten Einstrahlung aber auch höhere Reflexionen an der Glasscheibe auftreten, sinken die zu erwartenden Erträge mitunter deutlich unter die dargestellten Abweichungen der Einstrahlungsdaten.

Sehr hohe Ertragseinbußen können durch Schattenwürfe von umstehenden Hindernissen hervorgerufen werden. Schon relativ kleine Schattenlinien, wie sie durch Antennen, Strom- oder Telefonleitungen, Blitzableiter etc. hervorgerufen werden, müssen bei der Planung berücksichtigt werden.

Zu beachten ist, dass Bäume im Garten in den nächsten 25 Jahren wachsen können oder dass ggf. auf dem Nachbargrundstück gebaut werden kann.

Möglicherweise lassen sich schattenwerfende Antennen auf das Norddach verlegen, bei Neubauten gehört der Schornstein oder die Satellitenanlage von vornherein auf die Nordseite des Daches. Bleiben Verschattungen, die nicht beseitigt werden können, muss die Anordnung und Verschaltung der Module auf dem Dach entsprechend gestaltet werden (siehe ausführlich im Kapitel Anlagenplanung).

In schwierigen Fällen lassen sich mit Hilfe von Simulationsprogrammen und eines Sonnenbahnindikators Verschattungsanalysen durchführen, die anhand der Sonnenbahnkurven die Verschattung für unterschiedliche Jahres- und Tageszeiten sichtbar machen.

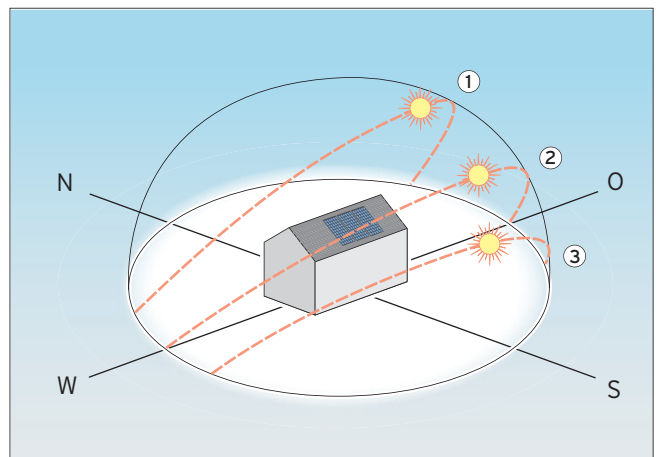


Abb 7: Sonnenstand im Verlauf der Jahreszeiten

- 1 Sommersonnenwende
- 2 Herbst/ Frühlings
- 3 Wintersonnenwende

1.3.1 Unterschiedlich ausgerichtete Generatorflächen

Sobald die PV-Module auf verschieden ausgerichtete Dachflächen aufgeteilt werden, muss jeder Teilgenerator an einem eigenen MPP-Tracker angeschlossen werden, der Bestandteil des Wechselrichters ist.

Der MPP-Tracker im Wechselrichter sorgt dafür, dass die Leistung der zu Strings zusammengefassten Module immer optimal auf den jeweiligen Strahlungs- und Temperaturzustand abgestimmt ist.

Nur so ist eine optimale Anpassung an die verschiedenen Einstrahlungsbedingungen möglich.

1.4 PV-Anlagensysteme und Anwendungsfälle

Die Hauptanwendungen für PV-Systeme sind:

- Anlagen für Kunden, die mit dem "öffentlichen Netz" verbunden sind, (netzgekoppelte Systeme).
- Anlagen mit elektrischen Speichersystemen im Inselbetrieb.
- PV Großanlagen, die mit dem Mittelspannungsnetz direkt verbunden sind.

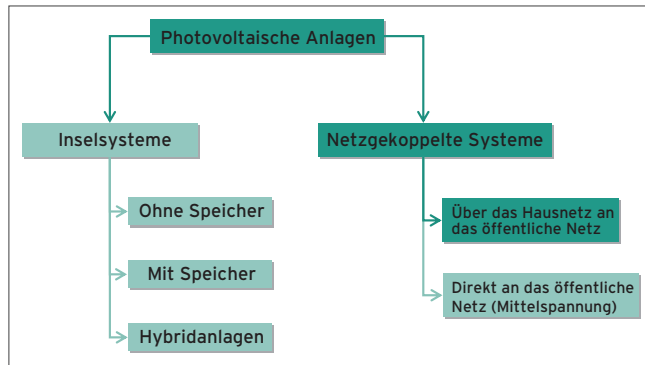


Abb 8: Photovoltaische Anlagen im Überblick

1.4.1 Anlagen mit elektrischen Speichersystemen im Inselbetrieb

Inselssysteme werden überall dort eingesetzt, wo eine Stromversorgung über das Stromnetz nicht möglich, nicht rentabel oder nicht erwünscht ist.

Einsatzgebiete von PV-Inselssystemen sind

- Kleinanwendungen wie Batterielader, Taschenrechner, Gartenlampen etc.
- Mobile Systeme für Autos, Wohnwagen, Boote, etc.
- Abseits gelegene Objekte wie Berghütten, Gartenlauben, Wochenend- und Ferienhäuser (mit oder ohne Wechselstromkreis)
- Netzferne Kleinsysteme wie Notrufsäulen, Parkscheinautomaten, Bojen etc.
- Photovoltaik-Pumpsysteme zur Trinkwasserförderung oder Bewässerung
- Gebäude- oder Dorfelektrifizierung (z. B. in Entwicklungsländern)

Ein typisches Inselsystem besteht aus den folgenden Hauptkomponenten:

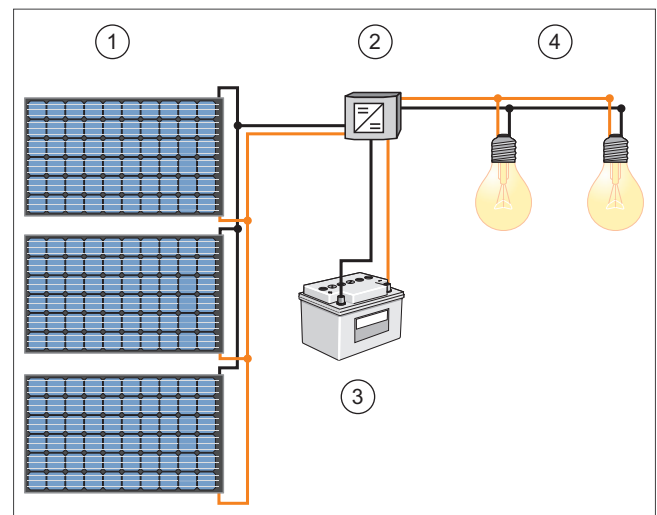


Abb 9: Photovoltaik Inselsystem

- 1 PV-Generator
- 2 Wechselrichter
- 3 Akkumulator
- 4 Verbraucher

1.4.2 Netzgekoppelte Anlagen

Hauptmerkmal von netzgekoppelten PV-Anlagen ist ihre Anbindung an das öffentliche Stromversorgungsnetz. Über einen Batteriespeicher kann ein Teil der überschüssigen elektrischen Energie zwischengespeichert werden.

Eine netzgekoppelte PV-Anlage besteht aus den folgenden Hauptkomponenten:

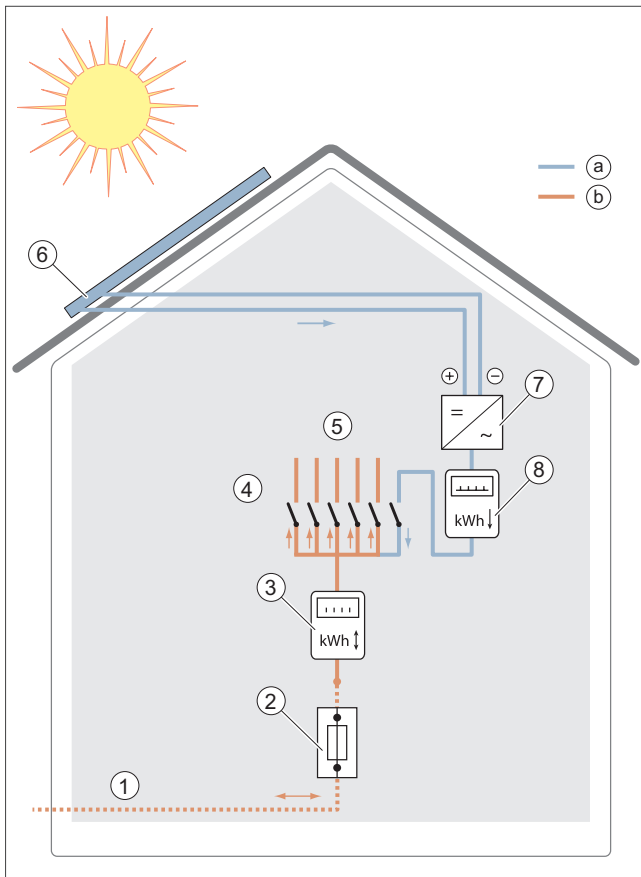


Abb 10: Hauptkomponenten einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage

- 1 EVU-Netz 230/ 400V
- 2 Hausanschlusskasten
- 3 Zähler für Entnahme und Einspeisung
- 4 Verteilung/ Sicherungskasten
- 5 Verbrauchseinrichtungen
- 6 Photovoltaikgenerator
- 7 Netzeinspeisegeräte/ Wechselrichter
- 8 Photovoltaik Einspeisezähler
- a PV-Strom
- b PV-Strom und Netzstrom gemischt

1.5 Photovoltaik Komponenten

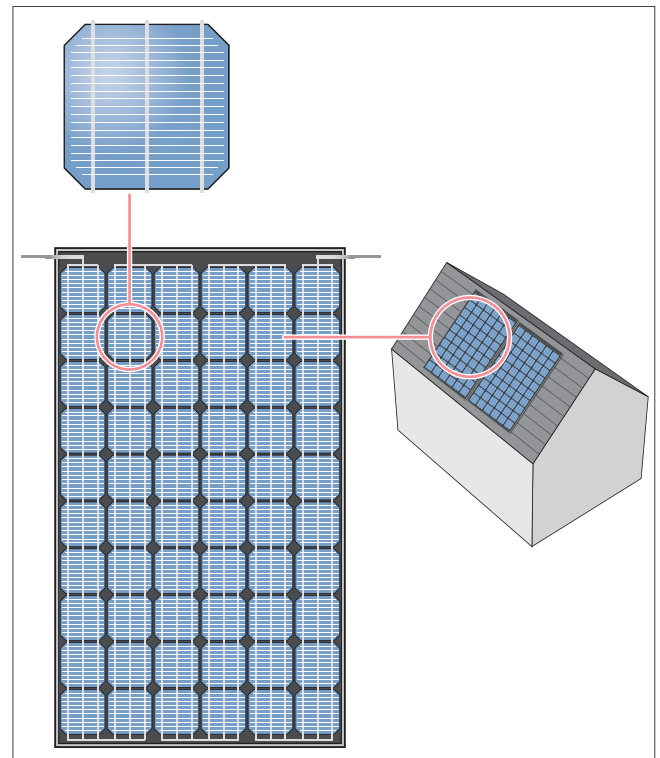


Abb 11: Photovoltaik Komponenten

In einer Photovoltaikzelle wird das Sonnenlicht in elektrische Leistung umgewandelt. Einzelne Photovoltaikzellen werden in Reihe geschaltet und zu einem Strang (engl. "string") zusammengefasst. Ein Photovoltaikmodul besteht wiederum aus mehreren Strings von Photovoltaikzellen. Zusätzlich ist auf der Rückseite der Photovoltaikmodule eine Anschlussdose mit Bypassdioden angebracht.

Der elektrische Verbund von mehreren Photovoltaikmodulen ergibt den Photovoltaikgenerator. Hierbei können PV-Module in einer Reihen-, einer Parallelschaltung oder einem Mix aus beiden Verschaltungsvarianten verbunden sein. Die Verschaltung muss zu dem verwendeten Wechselrichter passen, denn nicht an jedem Wechselrichter können mehrere Stränge angeschlossen werden.

Um die einzelnen PV-Module untereinander zu verschalten, besitzt jedes Vaillant PV-Modul Gleichstromkabel mit einem Stecker und einer Kupplung. Damit wird eine sichere Verbindung der einzelnen PV-Module untereinander gewährleistet.

Das Generatorfeld ist allpolig abschaltbar. Dies wird durch den im Vaillant Wechselrichter integrierten DC-Hauptschalter gewährleistet. Es wird kein separater Generatoranschlusskasten zum Anschluss der Vaillant PV-Module benötigt.

1.5.1 Die Photovoltaikzelle im Detail – Aufbau und Wirkungsweise

Photovoltaikzellen werden überwiegend aus hochreinem Silizium hergestellt, wie es auch in der Elektronik für Halbleiterelemente verwendet wird. Ausgangsmaterial ist Quarzsand, der in großen Mengen verfügbar ist.

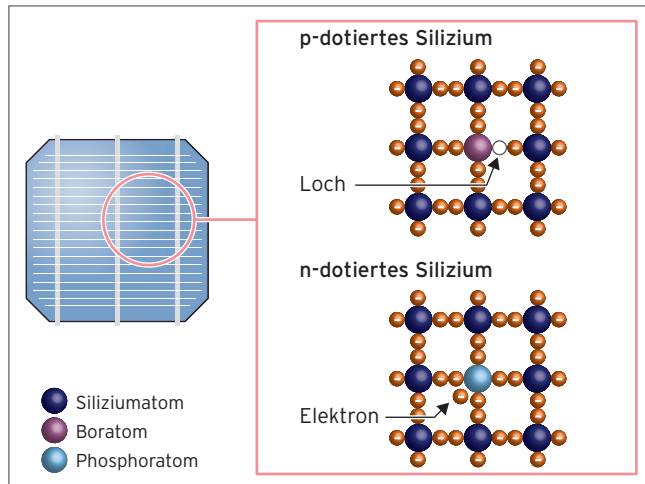


Abb 12: Ladungspotenziale der verunreinigten Siliziumatome

Die Siliziumatome bilden ein stabiles Kristallgitter. Durch Zugabe von gezielten Verunreinigungen (Dotierung) können unterschiedliche Ladungspotenziale erzeugt werden. Die dem Sonnenlicht zugewandte Schicht ist mit Phosphor negativ dotiert (Elektronenüberschuss), die darunter liegende Siliziumschicht wird dagegen durch gezielte Beigabe von Boratomen positiv dotiert (Elektronenmangel).

An der Grenzschicht entsteht ein entgegen der Dotierung gepoltes elektrisches Feld, das zur Trennung der durch Sonnenlicht freigesetzten Ladung führt. Bei Lichteinfall entsteht ein elektrisches Energiepotenzial (elektrische Spannung).

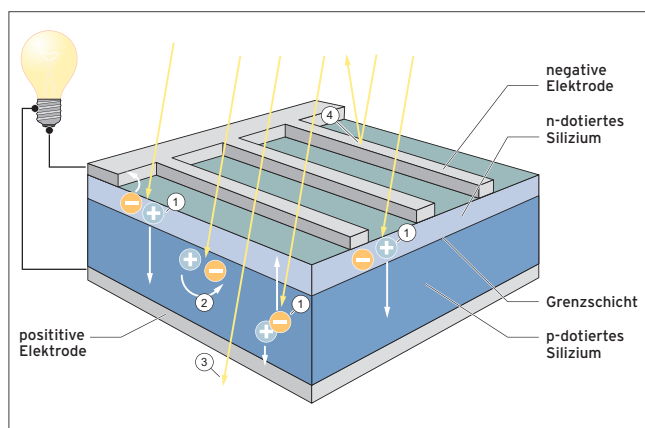


Abb 13: Aufbau und Wirkungsweise einer kristallinen Photovoltaikzelle

- 1 Ladungstrennung
- 2 Rekombination
- 3 ungenutzte Photonenenergie (zum Beispiel Transmission)
- 4 Reflexion und Abschattung durch Frontkontakte

Damit eine Photovoltaikzelle elektrische Energie produzieren kann, muss sie dem Sonnenlicht (Photonen) ausgesetzt werden. Photonen sind „Bausteine“ elektromagnetischer Strahlung, so etwa wie „Lichtteilchen“. Treffen Photonen auf die Zelle, werden – bedingt durch deren Energieeintrag – die Elektronen sich freier bewegen können und wieder zurück in das n-dotierte Gebiet gezogen. Gleichzeitig stellt sich im p-dotierten Gebiet wieder ein Elektronenmangel ein. Dieser Vorgang nennt sich photovoltaischer Effekt.

Bewegen sich nun die Elektronen zu den aufgebrachtten Kontakten, so entsteht an der Zelle eine elektrische Spannung.

Wird die Zelle nicht belastet, nennt sich diese Spannung auch Leerlaufspannung.

Wird nun der Stromkreis geschlossen, fließt ein Gleichstrom.

1.5.2 Photovoltaikzellentypen

Die beiden gebräuchlichsten Zelltypen sind die monokristalline Siliziumzelle und die polykristalline Siliziumzelle.

Die folgende Übersicht zeigt die unterschiedlichen Zelltypen und deren Wirkungsgrade für 1 kWp Leistung.

Photovoltaikzellentypen

Zellenmaterial	Modulwirkungsgrad	Zellengröße
Monokristallin	15 - 20 %	5 - 7 m ²
Polykristallin	14 - 18 %	6 - 7 m ²
Dünnschicht: Kupfer-Indium-Diselenid (CIS)	10 - 12 %	8 - 10 m ²
Cadmium Tellurid (CdTe)	10 - 14 %	7 - 10 m ²
Amorphes Silizium (a-Si)	6 - 10 %	10 - 17 m ²

Monokristalline Photovoltaikzellen

Beim Tiegelziehprozess wird ein Kristallkeim in eine Siliziumschmelze getaucht und unter langsamem Drehen aus der Schmelze gezogen. Dabei lassen sich völlig regelmäßige Einkristalle mit ca. 30 cm Durchmesser und mehreren Metern Länge herstellen. Die Stangen werden in ca. 0,18 - 0,22 mm dicke Scheiben (Wafer) geschnitten. Ausgehend von den bereits p-dotierten Wafern wird eine dünne n-dotierte Schicht durch Phosphor-Diffusion hergestellt. Nach Aufbringen der Rückkontaktschicht werden die Wafer auf der Vorderseite mit Stromabnahmelinien und einer Antireflexschicht versehen. Die Antireflexschicht lässt die eigentlich silbergrauen Zellen bläulich bis schwarz schimmern.

Polykristalline Photovoltaikzellen

Beim Blockgießverfahren wird Silizium im Vakuum erhitzt und in eine Form gegossen. Beim Abkühlen entstehen viele kleine Kristalle (Eisblumenmuster). Die Siliziumblöcke werden in Stangen und anschließend in Wafer zersägt, die bereits ihre rechteckige Form haben. Danach werden wieder eine n-dotierte Schicht, eine Rückkontaktschicht sowie auf der Vorderseite Stromabnahmelinien und eine Antireflexschicht aufgebracht.

1.5.3 Wichtige Kenngrößen der Photovoltaikmodule

Bei Lichteinfall entsteht ein elektrisches Energiepotenzial (elektrische Spannung). Auf Vorder- und Rückseite der Zellen sind metallische Kontakte aufgebracht. Wird der Stromkreis zwischen beiden Polen durch einen Verbraucher geschlossen, fließt Strom.

Der Strom und damit die elektrische Leistung einer PV-Zelle ist direkt abhängig von der Bestrahlungsstärke. Daher liefern PV-Zellen die meiste Energie bei direktem Sonnenschein. Bei diffusem Licht kann nur noch eine geringe Leistung abgegeben werden.

Außerdem ist der Wirkungsgrad der Photovoltaikzelle in starkem Maße abhängig von der Temperatur. Je niedriger die Zelltemperatur, desto größer ist die äquivalente Fläche in der Strom-Spannungskurve, die der maximal möglichen Leistung als Produkt von Spannung und Stromstärke entspricht.

Um den Energieertrag zu optimieren, versucht der Wechselrichter einer PV-Anlage permanent, das unter der aktuellen Einstrahlung und Zelltemperatur optimale Verhältnis aus Strom und Spannung, den so genannten MPP-Punkt (Maximum Power Point) einzustellen.

Die Spitzenleistung **Wp = Watt peak** (peak = engl. Spitze) einer Photovoltaikzelle wird unter Standardtestbedingungen (**STC = Standard Test Conditions**) ermittelt. Die STC-Prüfbedingungen wurden eingeführt, um Photovoltaikzellen oder auch Module miteinander vergleichen zu können.

Die STC sind in der Norm DIN EN 60904 bzw. IEC 60904 wie folgt definiert:

- eine Einstrahlung $E = 1000 \text{ W/m}^2$
- eine Zelltemperatur von $25^\circ\text{C} (\pm 2^\circ\text{C})$
- ein definiertes Lichtspektrum (nach IEC 60904-3)

Die Nennleistung jedes Photovoltaik Moduls enthält den zusätzlichen Hinweis "Wp unter STC Bedingungen".

Zusätzlich wird der **NOCT** Wert angegeben. Die Abkürzung NOCT steht für die englische Bezeichnung **Normal Operating Cell Temperature**.

Das bedeutet, die Photovoltaikzelle wird unter Normalbetrieb getestet.

Anders als bei den STC-Prüfbedingungen kommen folgende NOCT-Durchschnittswerte zum Einsatz:

NOCT-Durchschnittswerte

Windgeschwindigkeit	1 m/s Unterer Bereich der Windstärke 1 (3,6 km/h)
Bestrahlungsstärke	800 W/m ² Die Solareinstrahlung an einem Sommertag in Mitteleuropa beträgt rund 700 W/m ²
Air Mass (Abk. AM)	1,5 Die Strahlen einer schräg stehenden Vor-/Nachmittagssonne (48,2°)
Umgebungstemperatur	20 °C
Zelltemperatur	46 (+/- 2)°C

Photovoltaikanlagen, die das Gütezeichen RAL-GZ 966 tragen, sind NOCT geprüft.

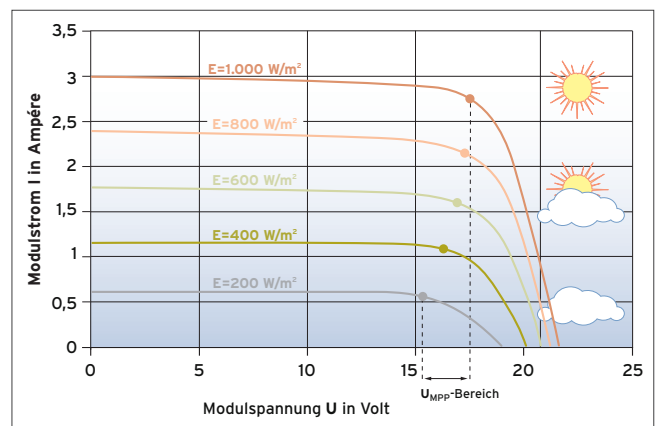


Abb 14: Abhängigkeit der Strom-Spannungs-Kennlinie von der Einstrahlung

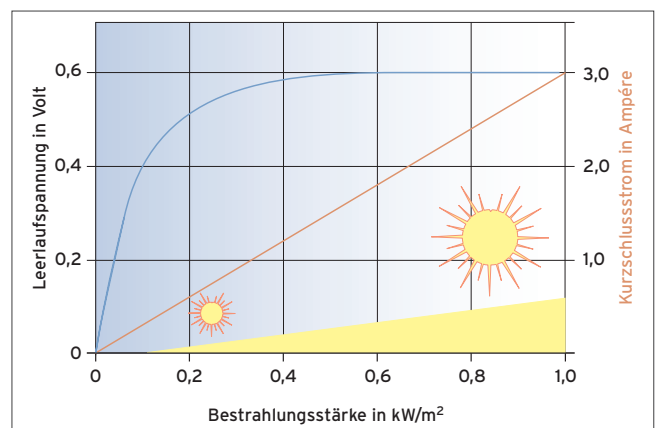


Abb 15: Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom in Abhängigkeit von der Einstrahlung

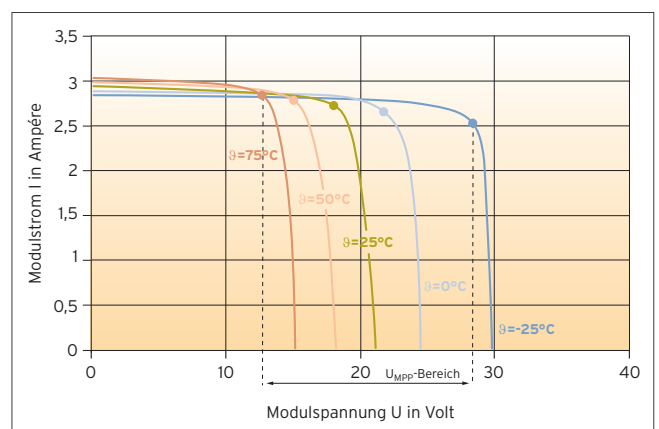


Abb 16: Temperaturabhängigkeit der Strom-Spannungs-Kennlinie

1.5.4 DC-Kabel

Damit die elektrische Sicherheit über die gesamte Lebensdauer der Anlage gewährleistet wird, sollte die Gleichstromverkabelung besonders langlebig und widerstandsfähig sein.

Anforderungen an die DC-Kabel:

- mechanische Festigkeit,
- UV-, Ozon- und Witterungsbeständigkeit,
- Temperaturbeständigkeit,
- Auslegungstemperatur auf dem Dach: 70 °C,
- schnelle und sichere Montage.

Für die erd- und kurzschluss sichere Verlegung werden Pluspol und Minuspol als getrennte, einadrige Kabel mit doppelter Isolierung verwendet.

Alle Vaillant PV-Module und DC-Kabel sind mit berührungs- und verpolungssicheren MultiContact-Steckern ausgestattet, die die Montage ohne Werkzeug erlauben und Fehler bei der Verkabelung ausschließen. Daher werden die Kabel auch nicht rot oder blau gekennzeichnet.

Zur Fixierung der Leitungen müssen UV-beständige Hilfsmittel verwendet werden.

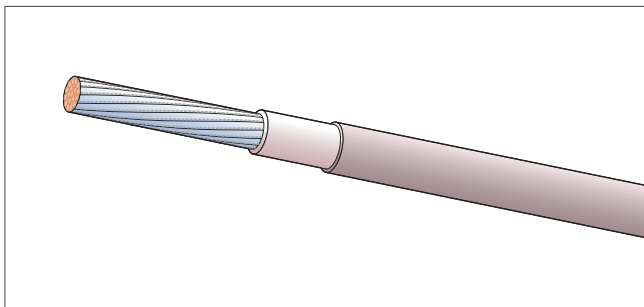


Abb 17: Spezielle einadrige Kabel mit doppelter Isolierung

1.6 Der Wechselrichter

Der Wechselrichter wandelt den vom PV-Generator gelieferten Gleichstrom in einphasigen Wechselstrom mit 230 V Netzspannung bzw. bei größeren Anlagen in dreiphasigen Drehstrom mit 400 V Netzspannung um.

Wechselrichter werden in vielen Leistungsklassen als Zentralwechselrichter, String- bzw. Multistringwechselrichter oder als Modulwechselrichter angeboten.

Bei einem Zentralwechselrichter werden alle PV-Module auf einen Wechselrichter verschaltet.

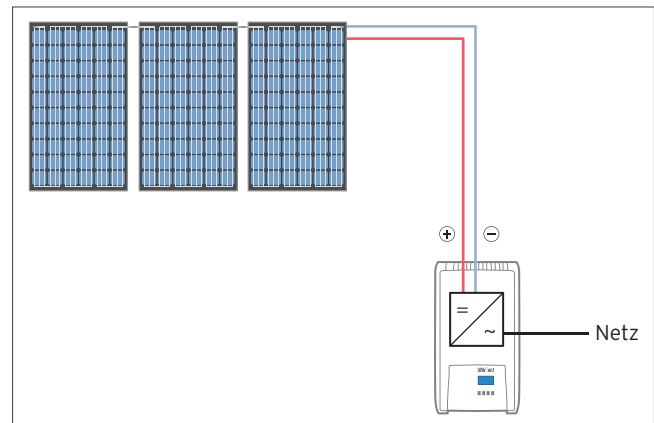


Abb 18: PV-Anlage mit Zentralwechselrichter

Bei vielen Anlagen ist es möglich bzw. erforderlich, den Generator auf mehrere Wechselrichter aufzuteilen, beispielsweise bei größeren Generatorleistungen, bei Teilverschattungen, abweichenden Ausrichtungen oder Neigungen innerhalb des Generators.

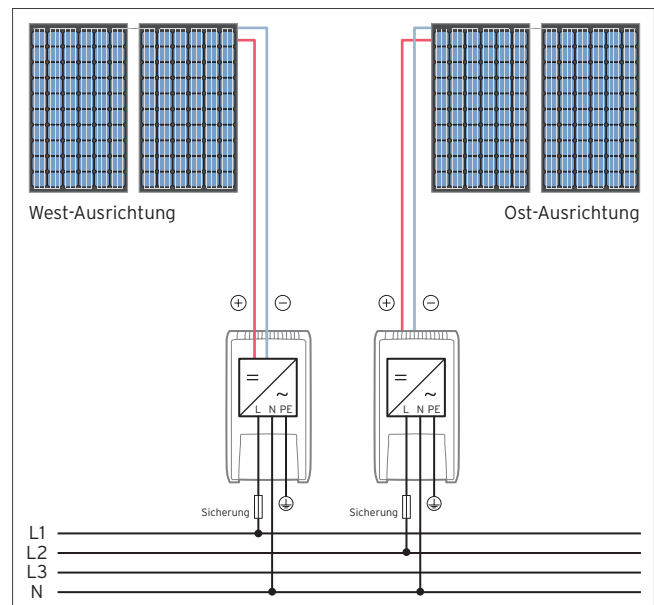


Abb 19: PV-Anlage mit Teilgeneratorwechselrichter

1.6.1 MPP-Regler im Multi-String-Konzept

Der Einsatz von Strangwechselrichtern kann bei verschatteten Anlagen oder Anlagen mit unterschiedlichen Teilgeneratorausrichtungen zu erheblichen Energieverlusten führen.

Um diese Verluste zu verringern, können gleich ausgerichtete Module zu Strängen zusammengefasst werden. Jeder Strang bzw. Teilgenerator wird durch einen separaten MPP-Regler geregelt. Dieses Konzept nennt sich Multi-String-Konzept.

Der Vorteil dieses Konzeptes ist, dass nur ein Wechselrichter für viele unterschiedlich ausgerichtete Teilgeneratoren genutzt werden kann.

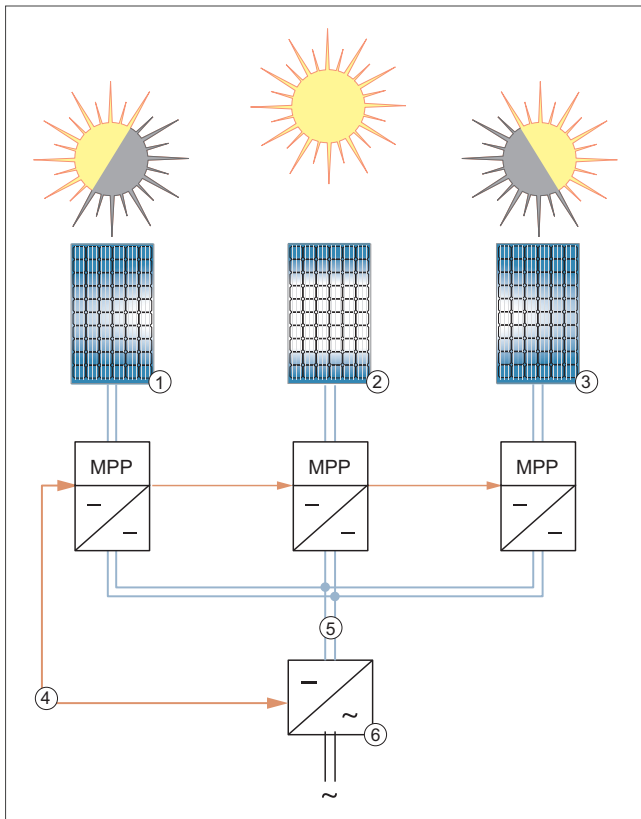


Abb 20: Multi-String-Wechselrichter

- 1 PV-Teilgenerator West
- 2 PV-Teilgenerator Süd
- 3 PV-Teilgenerator Ost
- 4 Steuerungs-, Regler- und Schutzfunktionseinheit
- 5 DC-Bus
- 6 gemeinsamer Wechselrichter

1.6.2 MPP-Regler im DC-Buskonzept

Bei diesem Konzept ist der Wechselrichter von den MPP-Reglern getrennt. In jedem Strang oder vor jedes Modul wird ein separater MPP-Regler gesetzt. Über die DC-Busleitung werden alle Stränge bzw. Module mit der zentralen Wechselrichtereinheit verbunden.

Der MPP-Regler passt seine Ausgangsspannung an die DC-Busspannung an. So können Stränge bzw. Module mit unterschiedlichen Spannungen und Strömen, verschiedenen Zellentechnologien (polykristallin, monokristallin, Dünnschicht...), Modultemperaturen, Modulanordnungen und Ausrichtungen sowie Verschattungsverhältnissen verschaltet werden, ohne dass entsprechende Mismatch-Verluste auftreten.

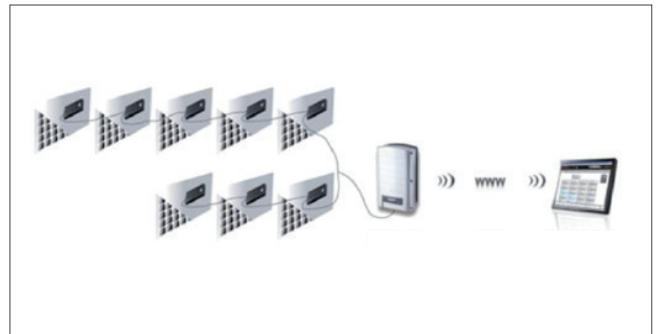


Abb 21: Separater MPP-Regler pro Modul verbunden über eine DC-Busleitung mit dem Wechselrichter (SolarEdge)

1.7 Der Batteriespeicher

1.7.1 Funktionsweise des Batteriespeichers

Der Batteriespeicher ermöglicht ein intelligentes Energiemanagement im Gebäude.

Mithilfe des Batteriespeichers kann überschüssig erzeugte elektrische Energie gespeichert werden. Diese gespeicherte Energie kann bei Bedarf elektrische Verbraucher versorgen.

Um den Eigenverbrauch zu optimieren und den Fremdbezug von elektrischer Energie zu minimieren, werden die Energieflüsse im Haus erfasst und gesteuert. Dazu werden mithilfe von Funksteckdosen elektrische Verbraucher gezielt zu oder abgeschaltet.

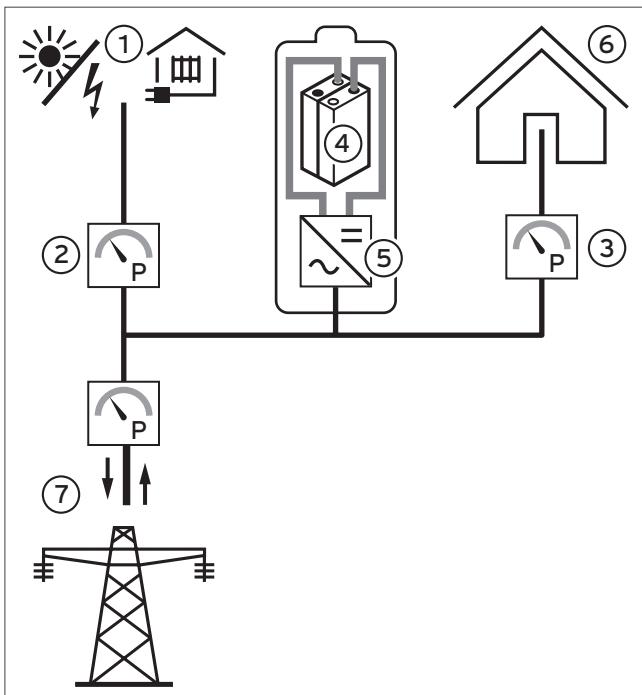


Abb 22: Funktionsprinzip des Batteriespeichers

Der mit einem Blockheizkraftwerk oder einer PV-Anlage (1) erzeugte Strom wird mithilfe eines Messinstruments (2) erfasst. Ein weiteres Messinstrument (3) misst den aktuellen Verbrauch im Haus.

Falls die selbsterzeugte elektrische Energie größer ist als die von den Verbrauchern im Haus benötigte Energie, besteht ein Energieüberschuss. Die überschüssige Energie wird gespeichert.

Dazu wandelt ein Batteriewechselrichter (5) die Energie im Batteriespeicher in Gleichstrom um. Anschließend wird die erzeugte Energie in den Batterien (4) gespeichert.

Ist der aktuelle Verbrauch größer als die selbsterzeugte elektrische Energie, wird elektrische Energie vom Speichersystem abgegeben.

Vor der Abgabe an elektrische Verbraucher im Haus (6) wird die gespeicherte Energie mithilfe des Batteriewechselrichters (5) wieder in Wechselstrom umgewandelt.

Ein Zweirichtungszähler (7) sorgt dafür, dass die aus dem öffentlichen Stromnetz bezogene Energie sowie die in das öffentliche Stromnetz eingespeiste Energiemenge ermittelt wird.

1.7.2 Lithium-Ionen-Akkumulatoren

Lithium-Ionen-Akkumulator ist ein Oberbegriff für Akkumulatoren auf der Basis von Lithium-Verbindungen.

In der Gebäudetechnik werden häufig Lithium-Eisenphosphat-Akkumulatoren (LiFePO_4) verwendet, da sich diese durch eine gute Temperaturstabilität, lange Lebensdauer und hohe Lade- und Entladeströme auszeichnen.



Abb 23: Lithium-Ionen-Akku

1.8 Systemkonzepte

Die folgenden Abbildungen zeigen typische Lastgänge für ein Einfamilienhaus.

1.8.1 Lastgang ohne Energieerzeugungsanlage

In der Grafik wird ein typischer Lastgang eines Einfamilienhauses ohne Energieerzeugungsanlage (z. B. BHKW oder PV-Anlage) dargestellt. Die gesamte benötigte elektrische Energie wird aus dem öffentlichen Netz bezogen.

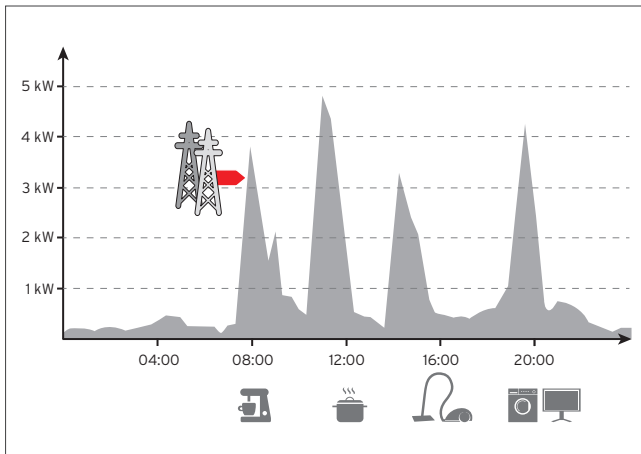


Abb 24: Lastgang ohne Energieerzeugungsanlage

1.8.2 Lastgang mit PV-Anlage

Durch den Ertrag einer vorhandenen PV-Anlage wird die aus dem öffentlichen Netz bezogene elektrische Energie deutlich reduziert.

Die Eigenverbrauchsquote bei einem Einfamilienhaus ohne intelligentes Energiemanagement und Stromspeicherung liegt dadurch bei ca. 30 %. Die restliche erzeugte Energie, die nicht selbst genutzt werden kann, wird ins Netz eingespeist.

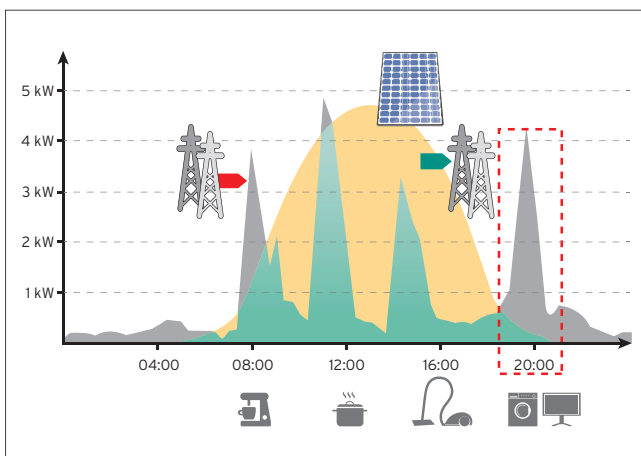


Abb 25: Lastgang mit PV-Anlage

Die Lastspitze am Abend wird z. B. von einer Waschmaschine verursacht, die manuell eingeschaltet wurde.

1.8.3 Lastgang mit PV-Anlage und Energiemanagement

Durch Verschiebung der entstehenden Lastspitzen in die Ertragszeiten, mit einem entsprechenden Energiemanagement, wird weniger Energie ins Netz eingespeist. Die Eigenverbrauchsquote kann auf ca. 45 % erhöht werden.

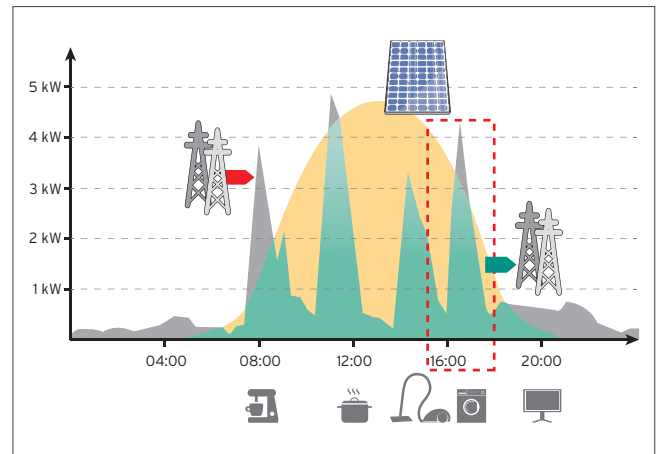


Abb 26: Lastgang mit PV-Anlage und Energiemanagement

Hier hat eine Verschiebung der Lastspitze in den Nachmittag stattgefunden. Aufgrund der automatischen Steuerung durch das Energiemanagement verlagert sich der Betrieb der Waschmaschine in einen Zeitraum, in dem PV-Energie zur Verfügung steht. Dadurch steigt der Eigenverbrauch der PV-Energie und die Kosten für Energie aus Netzbezug sinken.

1.8.4 Lastgang mit PV-Anlage und Batteriespeicher

Zusätzlich wird die Eigenverbrauchsquote durch ein Batteriespeichersystem mit intelligentem Batterielademanagement erhöht. Das intelligente Batterielademanagement sorgt zum einen dafür, dass genügend Kapazität zur Verfügung steht um die Ertragsspitzen zur Mittagszeit zu speichern. Zum anderen sorgt es dafür, dass das Speichersystem bis zum Abend voll geladen ist, damit genügend Energie für die Nacht bereitsteht. Die Eigenverbrauchsquote einer solchen Anlage kann bis zu 85 % betragen.

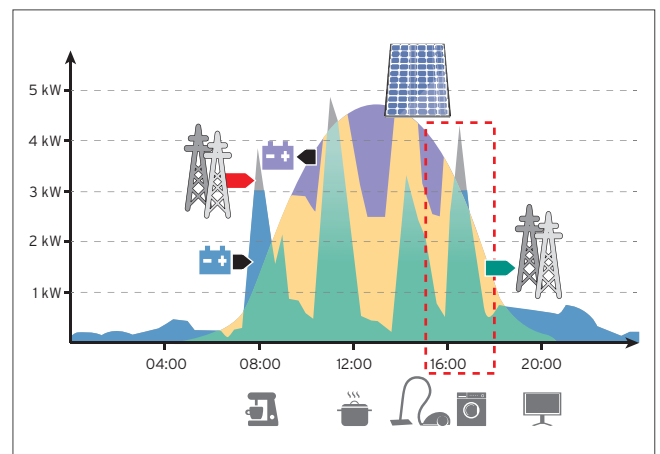


Abb 27: Lastgang mit PV-Anlage und Batteriespeicher



2. Rechtliche Rahmenbedingungen

Wer ein Bauvorhaben oder eine umfangreiche Sanierung plant, muss die rechtlichen Rahmenbedingungen beachten. Besonders wichtig sind dabei die folgenden bundesweiten Energieeinspar-Regelungen.

2.1 Energieeinsparverordnung (EnEV 2014/2016)

Seit Februar 2002 gilt die erste Fassung der EnEV. Zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wurde eine Neufassung erstellt, die am 1. Oktober 2009 gültig wurde.

Seit dem 1. Januar 2016 gelten noch einmal strengere Effizienzvorgaben für Neubauten.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) dient dem Ziel der Erfüllung des Kyoto-Protokolles von 1997 und dem damit verbundenen Ziel der Bundesregierung, bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen.

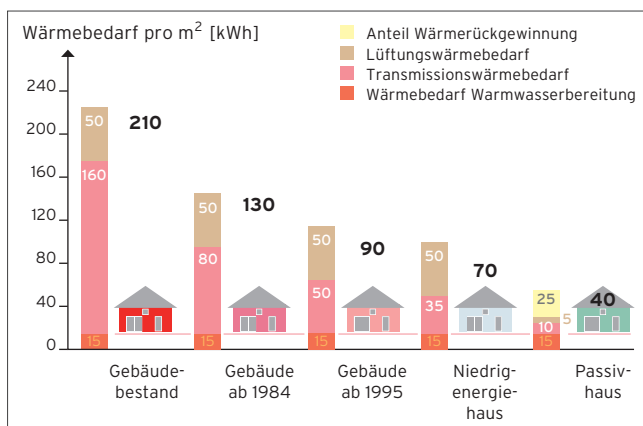


Abb 28: Entwicklung des Wärmebedarfs

Anders als in der früheren Wärmeschutzverordnung fließt inzwischen nicht nur der Heizwärmebedarf, sondern auch die Energie, die für Raumlüftung und Trinkwassererwärmung benötigt wird, in die Berechnung ein. Aus der Gesamtzahl dieser Parameter wird der Primärenergiebedarf eines Hauses ermittelt.

Durch die Anrechnung der Wärmerückgewinnung als Ersatzmaßnahme wirkt sich der Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung positiv auf den Primärenergiebedarf eines Gebäudes aus und erleichtert die Anforderung der EnEV.

Die EnEV 2014/2016 regelt die Maßstäbe für den höchstzulässigen Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden zum Zeitpunkt des Bauantrags.

Die Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle verschärfen sich.

Die Neuerungen der EnEV 2014/2016 präzisieren, vereinfachen und verschärfen die Anforderungen an Neubau, Baubestand und Energieausweis.

Nichtwohngebäude mit mehr als 4 Metern Raumhöhe müssen diese verschärften Vorschriften nicht erfüllen, wenn sie von dezentralen Gebläse- oder Strahlungsheizungen beheizt werden.

2.2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist das zentrale Förderinstrument zum Ausbau der Stromversorgung mit Wind, Sonne und Co. Ziel ist es, den Anteil von Erneuerbaren Energien an der deutschen Stromversorgung bis zum Jahr 2050 auf mindestens 80 Prozent zu steigern.

Mit dem EEG werden die Netzbetreiber verpflichtet, Strom aus Erneuerbaren Energien vorrangig abzunehmen und in der Regel deutlich über Marktpreis zu vergüten. Das Gesetz regelt zu diesem Zweck den Netzanschluss von Anlagen, in denen Strom aus Erneuerbaren Energien gewonnen wird. Zudem legt es fest, welche Vergütung der Anlagenbetreiber für den erzeugten Strom pro Kilowattstunde innerhalb eines bestimmten Zeitraums erhält. Die beschlossenen Vergütungssätze und die jeweiligen Veränderungen sind im Gesetz enthalten (siehe <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/eeg-2014.html>).

2.3 Rahmenbedingungen im Neubau

Wenn Sie ein neues Gebäude planen, muss es sich um einen energieeffizienten Neubau nach EnEV handeln.

Mit der EnEV 2014/2016 hat die Bundesregierung das Fundament für die Umsetzung der europäischen Richtlinie für energieeffiziente Gebäude gelegt. Diese besagt, dass ab 2021 in der EU nur noch Niedrigstenergie-Neubauten errichtet werden dürfen. Öffentliche Gebäude müssen diesem Standard ab 2019 entsprechen.

Die EnEV 2014/2016 legt neue, verschärfte Grenzen für den maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf von Neubauten fest. Dieser wird zwar wie gehabt mit dem höchstzulässigen Primärenergiebedarf von Musterbauten verglichen, muss seit Januar 2016 jedoch 25 % unter dem alten Wert eines Referenzgebäudes liegen.

Der Primärenergiefaktor für Strom liegt seit 2016 bei 1,8.

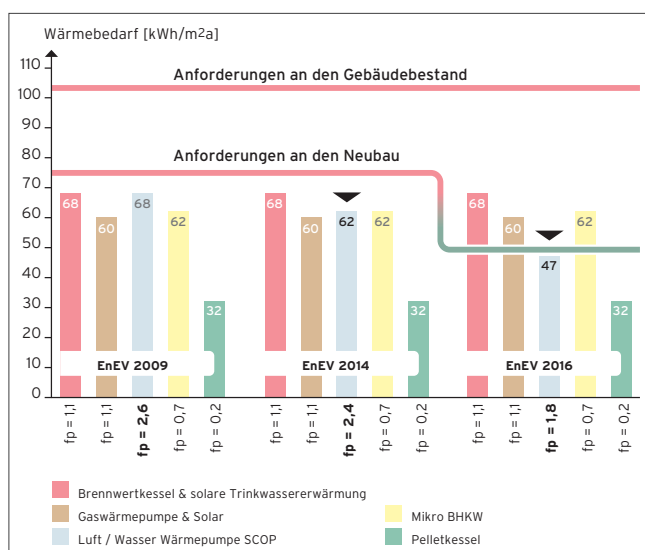


Abb 29: Anforderungen an Neubauten und Gebäudebestand

2.3.1 Anforderungen an den Wärmeschutz

Der Wärmeverlust durch die Gebäudehülle des neuen Wohnhauses darf nicht höher sein, als in der EnEV 2014/2016 vorgeschrieben. Die folgende Tabelle listet diese verbindlichen Höchstwerte auf.

Anforderungen an den Wärmeschutz

Gebäudetyp/Wohngebäude	Höchstwerte des spezifischen Transmissionswärmeverlustes (H'T) in W/(m² · K)
Freistehend	mit $A_N^* \leq 350 \text{ m}^2$ mit $A_N^* > 350 \text{ m}^2$
Einseitig angebaut**	
andere Arten	
Erweiterungen und Ausbauten gemäß § 9 Absatz 5	

* A_N – Nutzfläche des Wohngebäudes

** Einseitig angebaut ist ein Wohngebäude, wenn von den vertikalen Flächen dieses Gebäudes, die nach einer Himmelsrichtung weisen, ein Anteil von 80 % oder mehr an ein anderes Wohngebäude oder Nichtwohngebäude mit Raum-Solltemperatur von mindestens 19 °C angrenzt. Quelle: EnEV 2014, Anlage 1 (Anforderungen an Wohngebäude), www.bundesgesetzblatt.de

2.3.2 EnEV-easy für ungekühlte Wohngebäude

Die novellierte EnEV führt auch Vereinfachungen ein. Der EnEV-Nachweis für neue, ungekühlte Wohngebäude entfällt, wenn sie gewisse Ausstattungsvorgaben erfüllen.

Diese Vorgaben beziehen sich auf Größe, Form, Ausrichtung und Dichtheit des Gebäudes, auf die Vermeidung von Wärmebrücken sowie den Außenbau-Anteil zur gesamten wärmeübertragenden Umfassungsfläche. Ebenfalls vom EnEV-Nachweis befreit sind Ferien- und Wochenendhäuser, wenn diese hauptsächlich im Frühjahr und Sommer genutzt werden und der Energiebedarf weniger als 25 Prozent beträgt, als der Energiebedarf bei ganzjähriger Nutzung.

2.3.3 Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien

Die Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien ist bereits in der EnEV 2009 geregelt worden. Dieser Strom darf vom Endenergiebedarf des Neubaus abgezogen werden, wenn er in oder am Gebäude erzeugt und vorrangig in diesem genutzt wird. Die entsprechenden Berechnungsverfahren liefert nun die novellierte EnEV. Seit Mai 2014 bestimmen Sachverständige den Strombedarf als Monatswert mittels DIN V 18599; bei Strom aus Windenergie erfolgt dies auf Basis DIN V 18599, Teil 10.

2.4 Energieausweis

Der Energieausweis trägt zur Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden bei, indem er deren energetischen Zustand für Eigentümer, Käufer und Mieter transparent macht. Im Vergleich zur EnEV 2009 hat der Gesetzgeber die EnEV 2014/2016 in folgenden Punkten geändert.

Für Wohngebäude ist die Bandtacho-Spannweite deutlich verkürzt worden – von über 400 kWh/(m² a) auf höchstens über 250 kWh/(m² a).

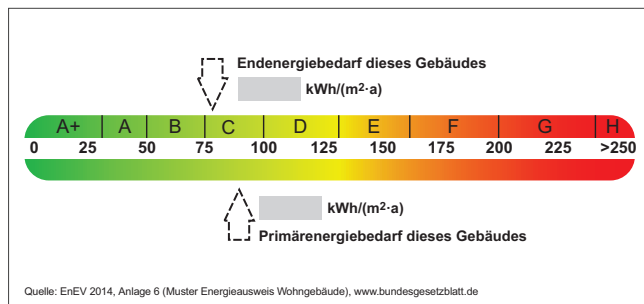


Abb 30: Bandtacho mit Energieeffizienzklassen

Zudem sind die Modernisierungsempfehlungen als Bestandteil des Energieausweises in diesen integriert worden. Die Anlage 10 der EnEV dokumentiert nun die Effizienzklassen für Wohngebäude.

Energieausweis

Energieeffizienzklasse	Endenergie [kWh/(m² a)]
A+	< 30
A	< 50
B	< 75
C	< 100
D	< 130
E	< 160
F	< 200
G	< 250
H	> 250

2.5 Förderprogramme geprüft?

Neue Anlagen oder Systeme können von Bund, Ländern, Kommunen und Energieversorgern gefördert werden. Die Höhe der Fördermittel ist abhängig vom Standort des Objektes, der Art des Bauvorhabens und vom Zeitpunkt der Antragsstellung.

Bei der Nutzung von Solarthermie, Wärmepumpen, Biomasse (Pellet-Heizkessel) oder eines KWK-Systems können Ihre Kunden vielfältige Förderungen von Bund, Ländern, Kommunen und Versorgern in Anspruch nehmen.

2.5.1 Sie benötigen Unterstützung bei der Vielfalt der unterschiedlichen Förderungen?

Vaillant unterstützt seine Fachpartner bei der Suche nach Fördermitteln. Auf der Vaillant Homepage können Sie mit der Fördermittelsuche alle Fördermöglichkeiten auf Bundes- und Landesebene sowie alle regionalen Sonderprogramme für Ihren Standort und Ihr Vorhaben finden.

Aktuelle Informationen finden Sie hier:



<http://www.vai.vg/foerdermittelsuche>

2.6 Vorschriften, Richtlinien und Normen

Bei der Planung, Errichtung und Installation einer Photovoltaik-Anlage bzw. der Komponenten (z. B. Module und Wechselrichter) sind einschlägige Normen und Richtlinien einzuhalten.

Die wichtigsten Normen und Richtlinien im Überblick:

- DIN VDE 0100-712: Oktober 2016
- (bzw. das Harmonisierungsdokument HD 60364-7-712) „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712 Anforderungen für Betriebsstätten Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik (PV)-Stromversorgungssysteme.“
- DIN EN 62446-1: Dez 2016 (VDE 0126-23)
- (bzw. IEC 62446-1:2016) „Netzgekoppelte Photovoltaiksysteme – Mindestanforderungen an Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und wiederkehrende Prüfungen.“
- DIN EN 62305-3 Beiblatt 5: Feb 2014
- „Blitzschutz Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen; Beiblatt 5: Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Stromversorgungssysteme.“
- VDI Richtlinie VDI 6012
- „Regenerative und dezentrale Energiesysteme für Gebäude. Grundlagen, Befestigung von Solarmodulen und -kollektoren auf Gebäuden.“
- VDE AR-N 4105
- „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz.“
- DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100): 2015-10
- „Betrieb von elektrischen Anlagen Teil 100: Allgemeine Festlegungen“
- DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4): 2013-06

- „Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen“

Photovoltaik-Anlagen sind grundsätzlich elektrische Anlagen im Sinne der gültigen Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“. Nach dieser UVV dürfen nur Elektrofachkräfte, die Kenntnis und Erfahrung auf diesem Gebiet haben, die Aufsicht oder die Installation der Photovoltaik-Anlage übernehmen. Bei den Vaillant Produkten handelt es sich um anschlussfertige Photovoltaik-Module, die mit geeigneten Steckverbindern aufgebaut werden. Unter „anschlussfertigen Betriebsmitteln“ versteht man anschlussfertige berührungssichere Steckverbindungen, die nur in der richtigen Reihenfolge und unverwechselbar angeschlossen bzw. miteinander verbunden werden können.

Diese anschlussfertigen Photovoltaik-Module mit geeigneten Steckverbindern dürfen auch von Nicht-Elektrofachkräften verkabelt werden, nachdem diese von einer Elektrofachkraft unterwiesen wurden. Anschlussarbeiten am Wechselrichter sowie weitere elektrotechnische Arbeiten fallen aber eindeutig in den Aufgabenbereich der Elektrofachkraft. Die Installation des Einspeisezählers und die Anbindung an den Netzeinspeisepunkt sind ausschließlich dem konzessionierten Elektro-Meister vorbehalten! Er ganz allein trägt die volle Verantwortung für die gesamte Photovoltaikstromanlage und bescheinigt dies mit seiner Unterschrift.

Photovoltaik-Anlagen, die parallel zur Dachfläche montiert werden, benötigen keine Baugenehmigung. In einigen Bundesländern sind jedoch Auflagen bei aufgeständerten Anlagen zu erfüllen. Darüber hinaus kann es zu Einschränkungen durch örtliche Bebauungspläne kommen. Grundsätzlich genehmigungspflichtig sind Montagen auf oder an Immobilien, die unter Denkmalschutz beziehungsweise Ensembleschutz stehen. In jedem Fall sind die baurechtlichen Bestimmungen zu erfüllen, wie etwa Brandschutzanforderungen, Statik und Standsicherheit, Verkehrssicherheit oder Abstandsflächen zu Grundstücksgrenzen.

2.7 Einspeisungsvergütung und Anlageregistrierung

Das EEG verpflichtet die Netzbetreiber, Strom aus erneuerbaren Energien in ihr Netz aufzunehmen. Für jede Kilowattstunde erzeugten Stroms, den Betreiber einer Erneuerbaren-Energien-Anlage ins Netz einspeisen, erhalten sie eine sogenannte Einspeisungsvergütung. Die Höhe dieser Vergütung ändert sich monatlich und wird von der Bundesnetzagentur bekannt gegeben. So werden die Eigentümer von Photovoltaik-Anlagen auf Wohngebäuden vergütet. Die Einspeisungsvergütung erhalten Anlagen bis 100 Kilowatt. Ansprechpartner für die Netzeinspeisung ist der örtliche Netzbetreiber.

Der aus erneuerbaren Energien produzierte Strom wird von den Netzbetreibern an der Strombörse vermarktet. Der Preis an der Börse ist in der Regel niedriger als die Einspeisevergütung, den die Anlagenbetreiber von den Netzbetreibern erhalten. Betreiber von größeren Neuanlagen mit einer Leistung von 100 kWp und mehr sind verpflichtet, den von ihnen erzeugten Strom direkt an der Strombörse zu vermarkten. Sie erhalten als Ausgleich eine Marktpremie.

Die Förderung des eingespeisten bzw. erzeugten Stroms nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bzw. dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) erfordert entsprechende Messkonzepte.

Schon allein die komplexen Vergütungsregeln führen in der Praxis zu verschiedenen Konzepten. Die Auswahl des Messkonzeptes liegt grundsätzlich beim Anlagenbetreiber. Der Netzbetreiber hat wiederum die Verpflichtung, das gewählte Messkonzept vor allem auf Konformität mit dem EEG, KWKG und den Technischen Anschlussbedingungen zu prüfen.

2.7.1 Anlagen sind zu registrieren

Betreiber von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien sind verpflichtet, ab dem 1. August 2014 neu in Betrieb genommene Anlagen beim Anlagenregister der Bundesnetzagentur zu melden. Für Photovoltaikanlagen besteht bereits seit 2009 eine Meldepflicht. Bestandsanlagen müssen nur gemeldet werden, wenn bestimmte meldepflichtige Ereignisse eintreten, wie eine Änderung der installierten Leistung oder Stilllegung der Anlage.

Unter folgendem Link können Sie Ihre Anlage registrieren lassen:

<https://app.bundesnetzagentur.de/pv-meldeportal/>

2.7.2 EEG-Umlage für Stromerzeuger

Eigenstromversorger werden erstmals an den Kosten des Ausbaus der erneuerbaren Energien beteiligt: Mit der Novellierung des EEGs, die am 1. August 2014 in Kraft getreten ist, müssen Privatpersonen und Unternehmen, die Strom mit Erneuerbaren-Energien-Anlagen wie Photovoltaik- oder hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erzeugen und selbst verbrauchen, einen verminderten Teil der EEG-Umlage bezahlen. Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 10 Kilowatt Leistung sind davon teilweise ausgenommen. Die ersten 10.000 kWh pro Jahr sind frei, wer darüber hinaus Strom erzeugt, muss einen reduzierten Umlagesatz bezahlen. Der Satz beträgt ab 2017 40 Prozent der regulären EEG-Umlage. Diese reduzierte EEG-Umlage ist an den Übertragungsnetzbetreiber abzugeben. Alle bis zum 1. August 2014 in Betrieb genommenen Anlagen sind von der Umlage befreit.



3. Planung Gebäude

Der effiziente Betrieb einer Photovoltaikanlage kann nur erreicht werden, wenn die gesamte Anlage sorgfältig berechnet, detailliert geplant und entsprechend installiert und in Betrieb genommen wird.

Hinweis

Eine Ertragssimulation, Verschattungsanalyse und Wechselrichterauslegung kann mit der Planungssoftware **Solar.Pro.Tool** durchgeführt werden.



3.1 Planungsübersicht

Die folgenden Übersichtsseiten fassen den allgemeinen Planungsablauf zusammen.

Neben den wichtigsten Schritten des Planungsprozesses sind viele wichtige Aspekte aufgeführt, die im Rahmen der Planung eines Photovoltaiksystems beachtet oder geprüft werden müssen.

Art des Gebäudes



Planungsinformationen:

- Neubau
- Bestandsgebäude
- Einfamilienhaus
- Mehrfamilienhaus
- Wohn- und Geschäftshaus
- Anzahl der Wohn- oder Nutzeneinheiten
- Anzahl der Bewohner/Nutzer



Neubau



Bestand

Ergebnis:

- Art der Beheizung ist geplant (zentral/dezentral)

- Gesetzliche Anforderungen zur Energieeinsparung beachtet
- Förderprogramme geprüft

- Ggf. Maßnahmen zur Gebäudesanierung beachtet

Lage und Umgebung



Planungsinformationen:

- Einstrahlwerte bestimmen je nach Standort



Ausrichtung und Neigung der Module



Verschattung



Ergebnis:

- Photovoltaikmodule sind optimal ausgerichtet
- Optimaler Neigungswinkel gewählt

Ergebnis:

- Bäume stutzen, ggf. fällen (Gesetze & Vorschriften beachten)
- Falls möglich, Orientierung des Gebäudes überdenken

Systemvariante wählen



Planungsinformationen:

- Stromverbrauch ermitteln

Volleinspeisung



Eigenverbrauch



Überschusseinspeisung



Ergebnis:

- Systemvariante festgelegt

Generatorplanung



Planungsinformationen:

- Geometrie des Daches
- Größe der Dachfläche (a x b)

Anzahl der Photovoltaik-Module (z. B. Ost / West)



Anzahl der Wechselrichter (z. B. Ost / West)



Ergebnis:

- Maximale Modulanzahl festgelegt

Ergebnis:

- Wechselrichter ausgelegt

Installation der PV-Anlage planen



Planungsinformationen:

- Beschaffenheit des Daches
- Freiaufstellung möglich
- Schnee- und Windlast

Installation Aufdach



Installation auf dem Flachdach



Ergebnis:

- Installationsart festgelegt
- Verschaltung festgelegt

Abb 31: Planungsübersicht – Teil I

3.2 Vor-Ort-Termin

Folgende Punkte sollten bei der Vorortbesichtigung und Datenaufnahme beachtet werden; sie sind die Grundlage für eine gute Planung:

- Kundenwünsche bezüglich Modultyp, Anlagenkonzept, Montageart
- Erwünschte PV-Leistung oder der erwünschte Energieertrag
- Ist der Eigenverbrauch erwünscht, wenn ja:
- jährlicher Stromverbrauch, welche Verbraucher (Größe) befinden sich im Haus, Lastverlauf (abschätzen)
- Der finanzielle Rahmen unter Beachtung der jeweiligen Förderbedingungen
- Nutzbares Dach-/ Freifläche
- Ausrichtung und Neigung
- Dachform, Dachaufbau, Dachunterkonstruktion und Art der Eindeckung
- Nutzbares Dachdurchführungen (Lüftersteine, freie Schornsteinzüge...)
- Angaben zur Verschattung
- Montageorte für Generatoranschlusskasten, Freischalteneinrichtung und Wechselrichter
- Zählerschrank und Platz für weitere Energiezähler oder optionales Zubehör
- Leitungslängen, Leitungswege und Verlegeart
- Zufahrt beachten, besonders wenn für die Aufbringung des Generators Hilfsmittel nötig sind: Kran, Gerüst usw.
- Lageplan des Hauses zur Ermittlung der Ausrichtung
- Baupläne des Hauses zur Ermittlung der Dachneigung, der nutzbaren Fläche und der Leitungslängen
- Fotografien des Daches und des Zählerplatzes

3.3 Aufstellung der PV-Generatoren

Bei der Aufstellung der einzelnen Module ist auf Vermeidung von Verschattung zu achten. Fenstergaube, Schornsteine oder auch Bäume können zu bestimmten Tages- oder Jahreszeiten, je nach Sonnenstand, zu einer Verschattung führen. Die betroffenen Module oder Zellen werden dann selbstständig von der Bypassdiode außer Funktion gesetzt. Die Produktion von elektrischer Energie ist nur noch eingeschränkt möglich.

Für die Himmelsausrichtung, Aufstellwinkel und -ort des PV-Generators gelten grundsätzlich die gleichen Bedingungen, wie bei der Solarthermie.

Die Auslegung der einzelnen Komponenten kann mit Hilfe geeigneter Software erfolgen.

Zur Festlegung des optimalen Aufstellortes ist eine Verschattungsanalyse dringend erforderlich. Als Hilfsmittel gibt es entsprechende Simulationsprogramme oder auch spezielle Sonnenbahnindikatoren, durch die, aus Sicht des Aufstellortes, die Sonnenbahnen ermittelt werden können.

3.4 Die Bypassdioden – interne Schutzschaltung

In einem „normalen“ Betriebszustand fließt über alle PV-Zellen der gleiche elektrische Strom (elektrische Reihenschaltung).

Kommt es zur Verschattung einer einzelnen Zelle, z.B. durch Laub, erzeugt diese Zelle keine elektrische Energie. Da mehrere Zellen in Reihe geschaltet sind, reduziert sich die Leistung des kompletten Moduls durch die Verschattung erheblich. Außerdem wandelt sich diese Zelle vom Generator zum Verbraucher, wodurch ein Teil der elektrischen Energie in Wärme umgewandelt wird. Diese lokalen, sehr hohen Temperaturen können die Zelle dauerhaft zerstören und führen zu erkennbaren schwarzen Punkten, die „Hot Spot“ genannt werden. Dadurch vermindert sich die Leistung des PV-Moduls dauerhaft.

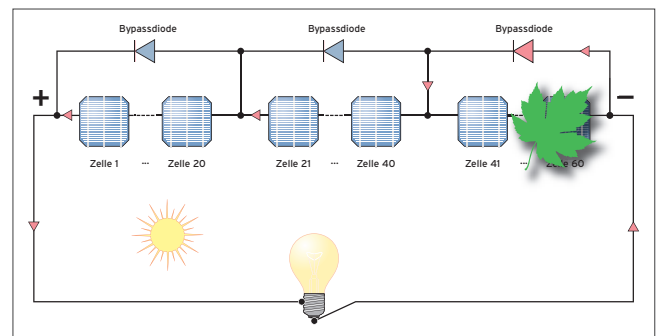


Abb 32: Interne Modulschaltung mit Bypassdioden

Aus diesem Grund werden in der Regel mehrere Zellen in einem Modul durch Bypassdioden geschützt. Bei einer zu großen Spannung öffnet die Diode den Bypass und der beschattete String wird nicht mehr durch den Strom beaufschlagt. Vorübergehend verkleinert sich die Leistung des Moduls. Wird die Zelle nicht mehr beschattet, sperrt die Diode wieder und der normale Generatorbetrieb wird aufgenommen.

3.4.1 Ausrichtung der Module

Die Positionierung der Bypassdioden und die Ausrichtung der Module kann die Stromerzeugung im Falle einer Verdunklung z. B. durch Schnee mehr oder weniger negativ beeinflussen.

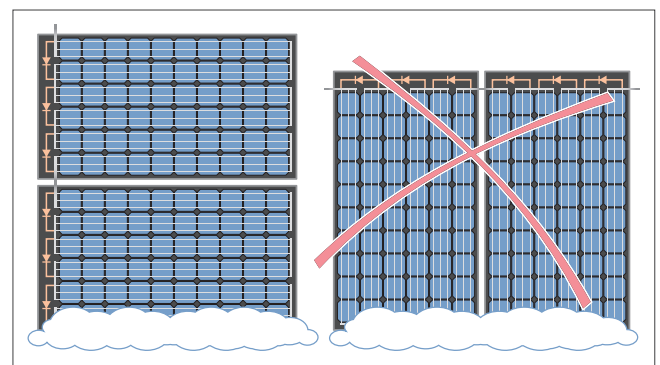


Abb 33: Ausrichtung der PV-Module

Der linke Generator ist durch die Verschattung des unteren Moduls in der Stromproduktion nur geringfügig eingeschränkt. Die untere Bypassdiode schützt 20 Zellen.

Beim rechten Generator ist die komplette Generatorleistung nicht mehr verfügbar, da in jedem String mindestens eine Zelle von der Verschattung betroffen ist. Die Bypassdioden haben alle Strings abgeschaltet.

3.4.2 Hinweise zur Flachdachaufstellung

Bei aufgeständerten PV-Anlagen ist ebenfalls der Abstand zwischen Modulreihen von Bedeutung. Die Module dürfen sich nicht gegenseitig verschatten.

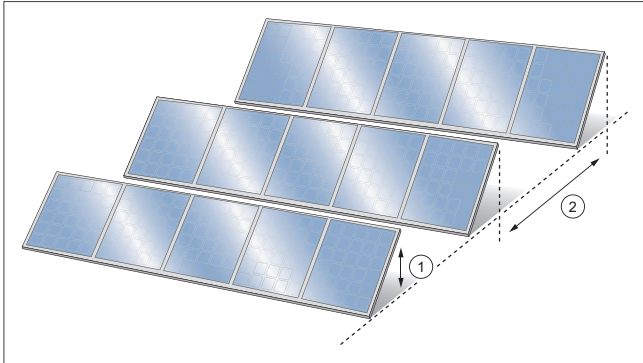


Abb 34: Abstand der PV-Module

- 1 Höhe
- 2 Abstand = 4 - 6 x Höhe

Als Faustformel gilt: Der Abstand der PV-Module sollte das 4- bis 6-fache der Höhe der Aufständering betragen.

Mit den Vaillant Montagezubehören ist die gegenseitige Verschattung durch den geringen Aufstellwinkel nahezu ausgeschlossen.



Abb 35: Flachdachsystem für Süd-Ausrichtung

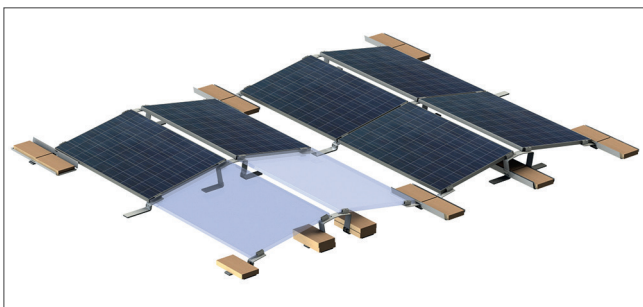


Abb 36: Flachdachsystem für Ost/West-Ausrichtung

3.5 Dimensionierung des PV Generators

Die Auswahl der Module ist sowohl von den Vorstellungen des Eigentümers als auch den Rahmenbedingungen für die Errichtung der Anlage abhängig. Der Modultyp kann vom Eigentümer vorgegeben werden, kann sich aber auch aufgrund von wichtigen Fragen ergeben:

- Wie hoch darf die Investitionssumme sein?
- Ist ein bestimmter Ertrag beabsichtigt?
- Welche Fläche steht zur Verfügung?
- Wie ist die Einstrahlung am Standort?
- Gibt es bauliche Vorgaben des Eigentümers?
- Gibt es bauliche Beschränkungen für eine Anlage?
- Soll der Strom ins Netz eingespeist werden oder soll auf Eigenverbrauch geplant werden?

Der Planer muss im Rahmen der Projektierung untersuchen, welche Module unter den gegebenen baulichen Bedingungen die Vorstellungen des Eigentümers am Besten erfüllen können.

Faustformel zur Bestimmung der Fläche einer PV-Anlage:

1 kWp = ca. 5 - 7 m² PV-Fläche

Faustformel für den Ertrag einer Anlage mit Südorientierung

1 kWp erzeugt 1.000 kWh/a

Hinweis

Je nach Modultyp, Standort und Orientierung können die Werte abweichen!



3.6 Wechselrichterauswahl

Der Wechselrichter arbeitet in einem Spannungsfenster, in dem er entsprechend der vorhandenen Sonneneinstrahlung den Betriebspunkt maximaler Generatorleistung findet (MPP Tracking). Dieses Spannungsfenster wird von der minimalen MPP-Spannung sowie von der maximal zulässigen Spannung des Wechselrichters begrenzt. Bei der Anpassung des Wechselrichters an den Generator sind folgende Kenndaten zu beachten:

- die maximal zulässige Generatorleistung am Wechselrichter,
- die minimale MPP-Spannung des Wechselrichters,
- die maximale Leerlaufspannung des Wechselrichters und der Photovoltaikmodule

sowie

- der maximal zulässige Generatorstrom des Wechselrichters.

Das Verhältnis von Generatornennleistung zu Wechselrichternennleistung sollte in unseren Breitengraden etwa 0,9 bis 1,1 betragen. Eine Überschreitung dieses Verhältnisses ist zu vermeiden, weil der Photovoltaikgenerator dann – vor allem im Sommer, aber auch an sonnigen Wintertagen – bei Volllast erheblich mehr Energie liefert, als der Wechselrichter verarbeiten kann. Die dauerhafte Überlastung des Wechselrichters kann zu einem vorzeitigen Ausfall führen. Umgekehrt kann die Generatornennleistung aber durchaus kleiner als die Wechselrichternennleistung gewählt werden. Hier nimmt man allerdings in Kauf, dass der Wechselrichter im Teillastbereich einen geringfügig schlechteren Wirkungsgrad hat, als es ein Wechselrichter mit besser abgestimmter Leistung hätte.

Beim **auropower** System werden die PV-Module immer in Reihe geschaltet.

3.6.1 Systemkombinationen und Beispiele

Im Folgenden werden beispielhaft Systemkombinationen für die ein-, zwei- und dreireihige Montage gezeigt.

Die folgenden Tabellen bieten eine Übersicht über die Kombinationsmöglichkeiten der **auroPOWER** Module mit den verschiedenen Wechselrichtern.

Beispiel 1 – Einphasiger Wechselrichter

Gewünscht: 10 PV-Module **auroPOWER VPV P 300** mit einer Gesamtleistung von 3.000 Wp.

Dies erfordert den Einsatz eines Wechselrichters **auroPOWER VPV I 3000/2** 230 V.

Alle Module können in Reihe verschaltet werden.

Beispiel 2 – Dreiphasiger Wechselrichter

Gewünscht: 20 PV-Module **auroPOWER VPV P 305** mit einer Gesamtleistung von 6.100 Wp.

Es werden jeweils 6 Module je Reihe montiert.

Dies erfordert den Einsatz eines Wechselrichters **auroPOWER VPV I 6000/1** 400 V.

Alle Module können gemeinsam in Reihe verschaltet werden.

auroPOWER Module und Wechselrichter – Kombinationsmöglichkeiten

Anlagenleistung [kWp]	3,00	3,10	3,05
auroPOWER Photovoltaik Modul			
	2 Reihen mit 5 Modulen VPV P 300/3 M SWF 10 x 0010031114	–	–
	–	2 Reihen mit 5 Modulen VPV P 310/3 M BWF 10 x 0010031112	–
	–	–	2 Reihen mit 5 Modulen VPV P 305/3 M BBF 10 x 0010031113
auroPOWER Wechselrichter			
	1 x VPV I 3000/2 230 V 0010024750	1 x VPV I 3000/2 230 V 0010024750	1 x VPV I 3000/2 230 V 0010024750

auroPOWER Module und Wechselrichter – Kombinationsmöglichkeiten

Anlagenleistung [kWp]	3,60	3,72	3,66
auroPOWER Photovoltaik Modul			
	2 Reihen mit 6 Modulen VPV P 300/3 M SWF 12 x 0010031114	–	–
	–	2 Reihen mit 6 Modulen VPV P 310/3 M BWF 12 x 0010031112	–
	–	–	2 Reihen mit 6 Modulen VPV P 305/3 M BBF 12 x 0010031113
auroPOWER Wechselrichter			
	1 x VPV I 4000/2 230 V 0010024751	1 x VPV I 4000/2 230 V 0010024751	1 x VPV I 4000/2 230 V 0010024751

auroPOWER Module und Wechselrichter – Kombinationsmöglichkeiten

Anlagenleistung [kWp]	3,00	3,10	3,05
auroPOWER Photovoltaik Modul			
	2 Reihen mit 5 Modulen VPV P 300/3 M SWF 10 x 0010031114	–	–
	–	2 Reihen mit 5 Modulen VPV P 310/3 M BWF 10 x 0010031112	–
	–	–	2 Reihen mit 5 Modulen VPV P 305/3 M BBF 10 x 0010031113
auroPOWER Wechselrichter			
	1 x VPV I 3000/1 400 V 0010022892	1 x VPV I 3000/1 400 V 0010022892	1 x VPV I 3000/1 400 V 0010022892

auroPOWER Module und Wechselrichter – Kombinationsmöglichkeiten

Anlagenleistung [kWp]	3,60	3,72	3,66
auroPOWER Photovoltaik Modul			
	2 Reihen mit 6 Modulen VPV P 300/3 M SWF 12 x 0010031114	–	–
	–	2 Reihen mit 6 Modulen VPV P 310/3 M BWF 12 x 0010031112	–
	–	–	2 Reihen mit 6 Modulen VPV P 305/3 M BBF 12 x 0010031113
auroPOWER Wechselrichter			
	1 x VPV I 4000/1 400 V 0010022893	1 x VPV I 4000/1 400 V 0010022893	1 x VPV I 4000/1 400 V 0010022893

auroPOWER Module und Wechselrichter – Kombinationsmöglichkeiten

Anlagenleistung [kWp]	4,80	4,96	4,88
auroPOWER Photovoltaik Modul			
	2 Reihen mit 8 Modulen VPV P 300/3 M SWF 16 x 0010031114	–	–
	–	2 Reihen mit 8 Modulen VPV P 310/3 M BWF 16 x 0010031112	–
	–	–	2 Reihen mit 8 Modulen VPV P 305/3 M BBF 16 x 0010031113
auroPOWER Wechselrichter			
	1 x VPV I 5000/1 400 V 00100228954	1 x VPV I 5000/1 400 V 0010022894	1 x VPV I 5000/1 400 V 0010022894

auroPOWER Module und Wechselrichter – Kombinationsmöglichkeiten

Anlagenleistung [kWp]	6,00	6,20	6,10
auroPOWER Photovoltaik Modul			
	2 Reihen mit 10 Modulen VPV P 300/3 M SWF 20 x 0010031114	–	–
	–	2 Reihen mit 10 Modulen VPV P 310/3 M BWF 20 x 0010031112	–
	–	–	2 Reihen mit 10 Modulen VPV P 305/3 M BBF 20 x 0010031113
auroPOWER Wechselrichter			
	1 x VPV I 6000/1 400 V 00100228955	1 x VPV I 6000/1 400 V 0010022895	1 x VPV I 6000/1 400 V 0010022895

3.7 Verschaltung der Module

3.7.1 Reihenschaltung

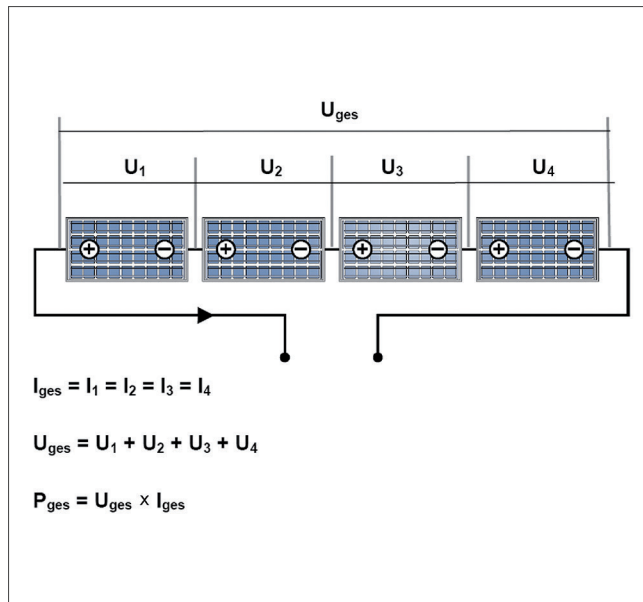


Abb 37: PV-Module – Reihenschaltung

Durch Reihenschaltung von Modulen addieren sich deren Einzelspannungen. Der Strom innerhalb der Reihenschaltung ist gleich.

Grundsätzlich sollten bei einer Reihenschaltung von PV-Modulen die MPP-Ströme gleich sein. Durch unterschiedliche Ströme wird die Modulleistung vermindert.

3.7.2 Verschaltung der PV-Module im auroPOWER-System

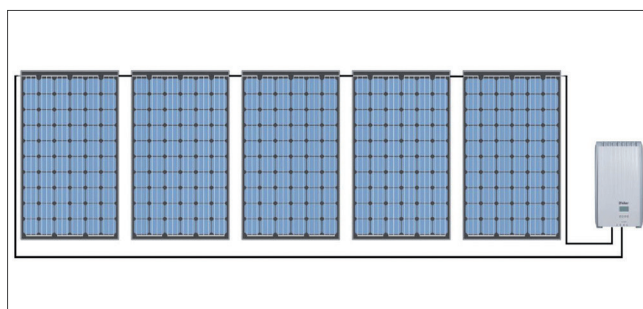


Abb 38: auroPOWER-System – Reihenschaltung

Beim **auroPOWER**-System werden die PV-Module immer in Reihe geschaltet.

3.8 Gleichstromverkabelung

Die Verbindung vom Generatorfeld zum Wechselrichter erfolgt über Gleichstromkabel. Als Faustformel für die Dimensionierung von Gleichstromkabeln gilt, dass die Leitungsverluste geringer als 1 % sein sollten. Bei der Berechnung der Leitungsquerschnitte ist ebenfalls der maximal mögliche Strangstrom und die Leitungslänge zu berücksichtigen.

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass eine Verpolung ausgeschlossen ist.

Bei der Befestigung der elektrischen Leitungen mit Kabelbindern ist darauf zu achten, dass sie UV-beständig sind. Dies wird durch eine eingearbeitete metallische Seele im Kabelbinder sichergestellt.

Das Generatorfeld ist allpolig abschaltbar. Dies wird durch den im Wechselrichter integrierten DC-Trennschalter gewährleistet. Es wird kein separater Generatoranschlusskasten benötigt.

Im Handel sind verschiedene Systeme verfügbar, die das Vertauschen von PLUS und MINUS ausschließen. Das von Vaillant angebotene System besitzt eine berührungssichere Kupplungs-Stecker-Technik und ermöglicht einen werkzeuglosen Anschluss des Steckers bzw. der Kupplung an die Gleichstromkabel.

3.8.1 Stecker und Kupplung für DC Kabel

Das System hat den Vorteil, dass die Verbindungen verriegelnd sind und so ein „Losrappeln“ auf Grund von Wind ausgeschlossen ist.



Abb 39: Stecker und Kupplung für DC Kabel

Wichtig ist, dass die Kabel UV-beständig sind, oder im Freien in einem Schutzrohr verlegt werden. Vaillant Kabel sind UV-beständig.

3.9 Sicherheitseinrichtungen

3.9.1 Schutz vor Blitzeinwirkungen

In der Regel ist für Photovoltaikanlagen keine zusätzliche Blitzschutzanlage erforderlich, da die Gefährdung für das Gebäude nicht erhöht wird.

Allerdings fordert der Verband der Schadensversicherer – siehe VDS-Richtlinie 2010 – bei größeren Photovoltaikanlagen ab 10 kWp einen Blitz- und Überspannungsschutz, der entsprechend der Blitzschutzklasse III und den einschlägigen VDE-Normen auszuführen ist.

Kann durch einen Fachmann gemäß der VDE V 0185 Teil 2 nachgewiesen werden, dass die Blitzgefährdung und das Schadensrisiko gering sind, werden von den Versicherungen auch Lösungen akzeptiert, die von der VDS-Richtlinie abweichen.

Für eine auf dem Flachdach eines Gebäudes in exponierter Lage mit hoher Blitzgefährdung aufgeständerte Photovoltaikanlage ist eine geeignete Blitzfangeinrichtung vorzusehen.

Besteht bereits eine Blitzschutzanlage, so ist die PV-Anlage einzubinden. Bei Planung und Ausführung sind die VDE-Richtlinien 0185 Teil 1 bis 5 ebenso zu beachten wie der Schattenwurf von Blitzfangstangen, der bei ungünstiger Anordnung zu Ertragsminderungen in einer Größenordnung von bis zu 20 % führen kann.

Hinweis

Ziehen Sie bei der Erstellung eines Blitzschutzkonzeptes grundsätzlich einen Spezialisten hinzu.



Üblicherweise werden Überspannungsableiter in den Generatoranschlusskasten eingebaut, der Potenzialausgleichsleiter in den Generatoranschlusskasten bzw. den Wechselrichter geführt.

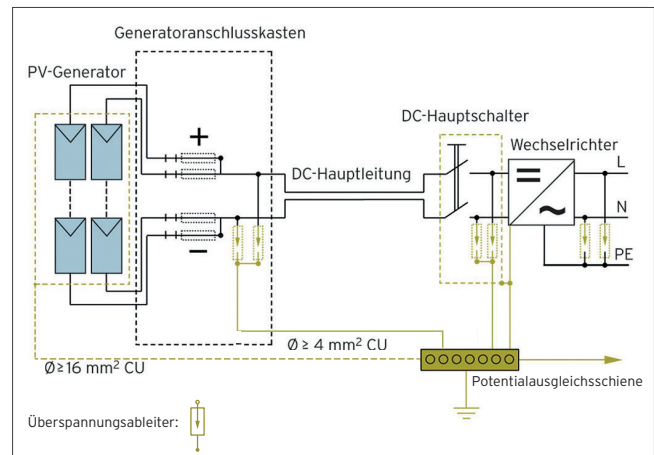


Abb 41: Schaltplan einer netzgekoppelten PV-Anlage mit Überspannungsschutz (ohne Einbeziehung einer Blitzschutzanlage)

Alle **auropower**-Wechselrichter sind mit eingangsseitigen Überspannungsableitern (Varistoren) ausgestattet, daher kann bei kleineren Photovoltaikanlagen auf zusätzliche Überspannungsableiter im Generatoranschlusskasten verzichtet werden. Auf der Wechselstromseite wird ein Überspannungsschutz grundsätzlich empfohlen, ist aber nicht zwingend vorgeschrieben.

3.9.2 Überspannungsschutz

Überspannungen in elektrischen Leitungen können z. B. durch Gewitter und Blitzeinschläge in der näheren Umgebung des Gebäudes erzeugt werden.

Der Überspannungsschutz umschreibt alle Maßnahmen und Einrichtungen im Gebäude, die sich mit dem Schutz elektronischer Geräte vor indirekten Blitzeinwirkungen, aber auch von Schalthandlungen im öffentlichen Stromnetz befassen.

Zum Schutz vor atmosphärischer Überspannung sollten im Generator Plus- und zugehöriger Minuspol dicht beieinander liegen. Je kleiner die gestrichelt gekennzeichnete Fläche der offenen Leiterschleife im Generatorstromkreis ist, desto kleiner ist die Einkoppelung in die Modulleitungen.

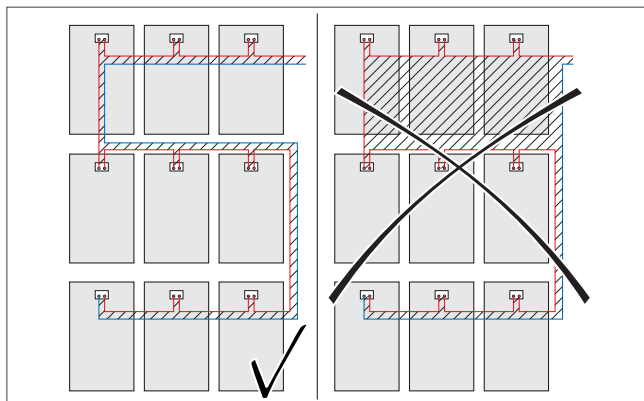


Abb 40: Überspannungsschutz durch richtige Kabelführung im Generator

3.9.3 Erdung- und Potenzialausgleich

Zusätzlich zum Blitzschutz und Überspannungsschutz sind für den sicheren Betrieb der PV-Anlage die Erdung und der Potentialausgleich zu beachten.

Dabei sind die Begriffe Erdung und Potentialausgleich wie folgt zu unterscheiden:

Erdung und Potentialausgleich

	Erdung	Potentialausgleich
Definition	Die Erdung ist eine elektrisch leitende Verbindung mit dem Potential des Erdbodens.	Der Potentialausgleich ist nach DIN VDE 0100, Teil 200 wie folgt definiert: "[Der Potentialausgleich ist eine] elektrische Verbindung, die die Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential bringt."
Umsetzung	Bei der (Schutz-)Erdung werden alle leicht berührbaren – nicht zum Stromkreis gehörenden – Metallteile mit dem Erdpotential verbunden.	Zunächst müssen der Hauptschutzleiter, Haupterdungsleiter und die Hauptdungsklemme bzw. -schiene miteinander verbunden werden. Des Weiteren werden leitfähige Bauteile, wie metallene Rohrleitungen im Gebäude oder Unterkonstruktionen des PV Generators, am Potentialausgleich angeschlossen.
Funktion	Die (Schutz-)Erdung soll Menschen und Tiere im Fehlerfall der elektrischen Betriebsmittel/ Anlagen vor einem elektrischen Schlag schützen.	Der (Schutz-)Potentialausgleich soll Potentialunterschiede, die eine gefährliche Funkenbildung, hohe Berührungsspannungen oder Funktionsstörungen (z.B. bei Messgeräten oder Datenübermittlung) hervorrufen können, verhindern.

Die fachgerechte Installation des Potentialausgleiches und der Erdung ist von hoher Bedeutung, da durch einen elektrischen Schlag auf Dächern leicht schwere Folgeschäden (z.B. Sturz vom Dach) entstehen können.

Grundsätzlich ist die Erdung aller metallischen Teile einer elektrischen Anlage gemäß DIN VDE 0100, Teil 712 vorgeschrieben. Darüber hinaus ist vor allem die Erdung der Modulrahmen, einschließlich der Unterkonstruktion bei PV-Anlagen, mit trafolosen Wechselrichtern herzustellen, weil eine kapazitive Aufladung auf hohe Gleichspannungen am Modul nicht ausgeschlossen werden kann.

3.9.4 Netzanschluss

Die Elektroinstallation ab dem Anschluss des Wechselrichters und die Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage muss in jedem Fall durch einen zugelassenen Elektromeister vorgenommen werden.

Hinweis

Auch wenn er die Arbeiten nicht selbst ausgeführt hat, haftet der Elektroinstallateur für die Elektroarbeiten an der gesamten Anlage.



3.10 Netzanschluss und Zählereinrichtungen

Die maßgeblichen Anforderungen für den Anschluss von Photovoltaikanlagen an das öffentliche Stromnetz sind in den folgenden Normen und Richtlinien enthalten:

- Der Norm DIN EN 61727 (IEC 61727),
- der Norm VDE 0126-1-1
- der „VDEW-Richtlinie für den Anschluss und Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ und
- den „Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz“ (TAB2000) der Verteilungsnetzbetreiber (VNB).

Nach Planung und Auftragserteilung muss die Photovoltaikanlage beim zuständigen Netzbetreiber durch einen eingetragenen Elektromeister angemeldet werden. Dabei werden Anschlussart und Netzeinspeisepunkt mit dem Netzbetreiber geklärt.

Alle **auropower**-Wechselrichter verfügen über Schutzeinrichtungen zur Netztrennung und können daher in jedem Unterverteiler oder auch an bestehende Stromkreise angeschlossen werden. Bei Problemen mit dem Netzanschluss sollte entsprechend fachlicher Rat eingeholt werden, um eine für beide Seiten akzeptable Lösung zu finden.

Bis zu einer Wechselstrom-Einspeiseleistung der Photovoltaikanlage von 4,6 kVA ist der Einsatz einer einphasigen ENS zulässig.

Photovoltaikanlagen mit einer dreiphasigen ENS oder mehreren einphasigen Teilanlagen mit einphasiger ENS können bis zu einer Leistung von 30 kVA angeschlossen werden.

Über 30 kVA wird gemäß VDEW-Richtlinie eine Freischaltstelle gefordert.

Alternativ kann auch eine redundante 3-phasige Spannungsüberwachung gemäß VDE 0126-1-1 zum Einsatz kommen.

Eine netzgekoppelte PV-Anlage besteht aus den folgenden Hauptkomponenten:

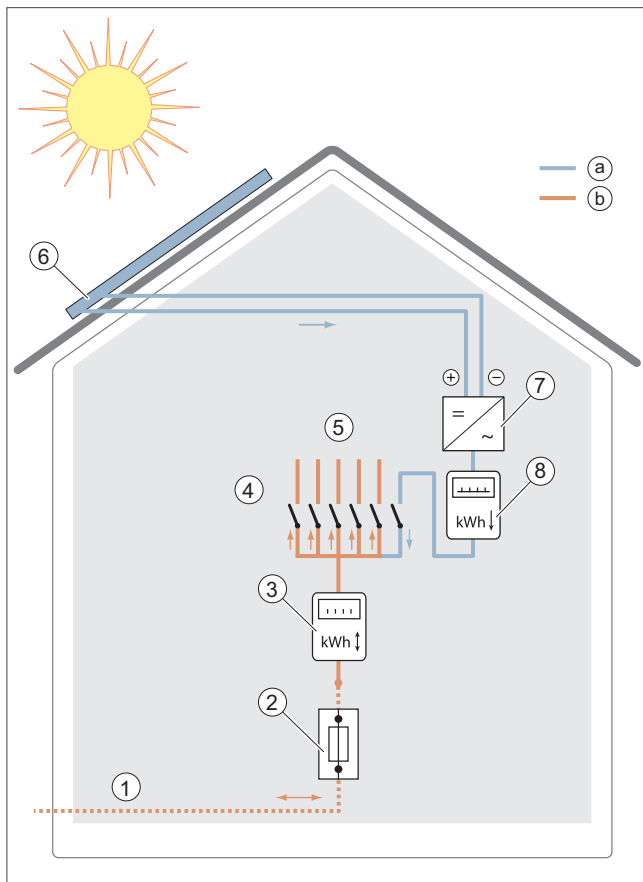


Abb 42: Hauptkomponenten einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage

- 1 EVU-Netz 230/ 400V
- 2 Hausanschlusskasten
- 3 Zähler für Entnahme und Einspeisung
- 4 Verteilung/ Sicherungskasten
- 5 Verbrauchseinrichtungen
- 6 Photovoltaikgenerator
- 7 Netzeinspeisegeräte/ Wechselrichter
- 8 Photovoltaik Einspeisezähler
- a PV-Strom
- b PV-Strom und Netzstrom gemischt

In der Vergangenheit kam es immer wieder zu Problemen mit einigen Netzbetreibern. Nach dem EEG in der Fassung von 2004 müssen Netzbetreiber Strom aus EEG-Anlagen auch ohne Vertragsabschluss abnehmen und entsprechend vergüten. Außerdem genießen EEG-Anlagen Vorrang gegenüber allen anderen Stromerzeugungsanlagen.

Hinweis

Ein geeigneter und geeichter Zähler muss vom VNB zugelassen sein.



3.11 Projekterfassungsbogen

Die folgenden Projekterfassungsbögen können auch online im FachpartnerNET ausgefüllt und heruntergeladen werden.

3.10.1 Einspeisezähler

Wegen der erhöhten Einspeisevergütung nach EEG wird der gesamte erzeugte Strom über einen Einspeisezähler parallel in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

Vom Netzbetreiber zugelassene Zähler können vom Anlagenbetreiber gemietet werden. In den erforderlichen Zählerschrank werden der Einspeisezähler und alle vom Netzbetreiber geforderten Mess-, Schalt- und Schutzgeräte integriert.

Neben dem Bezugszähler kann ein vorhandener zweiter Zählerplatz im Zählerschrank für den Einspeisezähler genutzt werden. Falls kein Platz vorhanden ist, wird ein externer Zählerplatz daneben eingerichtet. Dabei sind als Einspeisezähler Zähler ohne Rücklaufsperrung oder Zweirichtungszähler zugelassen.

Projekterfassung Photovoltaik (Freiaufstellung)		
Anfrage basiert auf den Angaben des Fachhandwerkers		Datum
Anlagenstandort/ Kundendaten	Fachhandwerker	
Name	Name	
Straße	Kunden-Nr.	
Ort Postleitzahl	Straße	
Telefon	Ort Postleitzahl	
Bauvorhaben	Telefon/ Fax	
Projekt	Email	
Ersteller	Ansprechpartn.	
Kopie an ☐ VKB ☐ VI ☐ GH-KD-Nr.		
Planungsschritte		
Verbrauchsdaten		
Zuständiger Versorgungs Netz-Betreiber (VNB, früher EVU)		
Stromverbrauch [kWh/a]		
Stromverbrauch nachts [kWh] (Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang)		
Strompreis [ct/kWh]		
Sperrzeiten [h]		
Geodätische Angaben		
PLZ des Bauvorhabens		
Geländeöhe über NN [m]		
Exponierte Lage (z.B. einzelstehende Gebäude auf Anhöhen, Kuppen) ☐ Ja ☐ Nein		

Geländekategorie



☐ Geländekategorie I



☐ Geländekategorie II



☐ Geländekategorie III



☐ Geländekategorie IV

☐ Mischprofil I (Binnenland, Mischprofil zwischen Geländekategorie II und III)

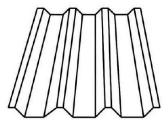
☐ Mischprofil II (Küstennahe Gebiete mit einer Breite von 5km landeinwärts ab der Küste sowie auf den Ostseeinseln)

☐ Mischprofil III (Nordseeinseln)

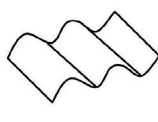
Dachkonstruktion/Netzintegration

Dacheindeckung und Dacheigenschaften

Ohne die Angabe der Tragfähigkeit des Daches ist eine sichere Planung mit hoher Qualität nicht möglich. Wir bitten Sie daher um Prüfung der Resttragfähigkeit (z.B. durch Einsicht in Konstruktionspläne / Beratung durch einen Statiker) vor dem Einsenden des Projektanfragebogens.



☐ Trapezblech



☐ Welldach

☐ Bitumenbahnen

☐ Folienbahn

☐ Kiesschüttung

☐ Aufdachdämmung

☐ Sonstige

Gebäudeart

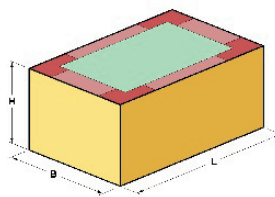
☐ Wohngebäude

☐ Nichtwohngebäude

Mögliche Verschattung durch

☐ Dachaufbauten

☐ benachbarte Bäume/ Gebäude



L (Süd-/Nordseite) [m]

B (Ost-/Westseite) [m]

H (Gebäudehöhe) [m]

Attikahöhe [m]

Haftreibungsbeiwert der
Bautenschutzmatte

Hinweis: Bitte eine Skizze (im Anhang) erstellen!

Dachkonstruktion

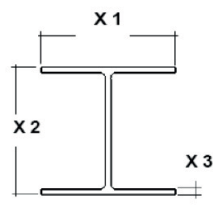
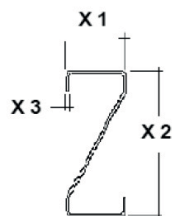
☐ Vollverschalung

Material

☐ Stahlbetondecke

☐ Sparren; Binder (senkrecht)

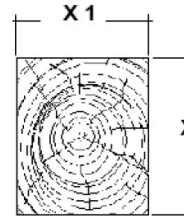
☐ Pfetten (waagrecht)



X1 [cm]

X2 [cm]

X3 [cm]



X1 [cm]

X2 [cm]

Abstand Sparren zueinander [cm]

Abstand 1. Sparren-Ortgang [cm]

Stärke Schalung [cm]

Abstand Pfetten zum Dachrand [cm]

Abstand 1. Pfetten-Traufe/First [cm]

Resttragfähigkeit [kg/m²]

Seite 2

Abb 44: Projekterfassungsbogen für die Freiaufstellung, Seite 2

Hinweis zur Kabelverlegung

Entfernung Modulfeld -> Wechselrichter [m]

Entfernung Wechselrichter -> Hausanschluss [m]

Kabel☐ keine Kabel

Modulauswahl☐ mono 300 Wp - bestes Preis/Leistung- Verhältnis
Rahmen silber, Folie weiß☐ mono 305 Wp - höchste optische Ansprüche
Rahmen schwarz, Folie schwarz☐ mono 310 Wp - max Leistung
Rahmen schwarz, Folie weiß

Eigenverbrauchserfassung☐ Eigenverbrauchserfassung für dynamisches
Einspeisemanagement (70% am Einspeisepunkt)☐ Ansteuerung von el. Verbrauchern (z.B. PV-Ready Funktion WP)

Prognose (nur bei Bedarf)☐ Ertragsprognose**Installations-/ Auslieferungsdatum**

Voraussichtlich bzw. gewünscht

Sonstiges/ Bemerkungen und Skizze der Dachfläche mit Maßen

Projekterfassung

Photovoltaik (Schrägdach)

Datum



Anfrage basiert auf den Angaben des Fachhandwerkers

Anlagenstandort/ Kundendaten

Name

Straße

Ort Postleitzahl

Telefon

Bauvorhaben

Projekt

Ersteller:

Fachhandwerker

Name

Kunden-Nr.

Straße

Ort Postleitzahl

Telefon/ Fax

Email

Ansprechpartn.

Kopie an ☐ VKB ☐ VI ☐ GH-KD-Nr.

Planungsschritte

Verbrauchsdaten

Zuständiger Versorgungs Netz-Betreiber (VNB, früher EVU)

Stromverbrauch [kWh/a]

Stromverbrauch nachts [kWh]
(Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang)

Strompreis [ct/kWh]

Sperrzeiten [h]

Geodätische Angaben

PLZ des Bauvorhabens Geländehöhe über NN [m]

Exponierte Lage (z.B. einzelstehende Gebäude auf Anhöhen, Kuppen): ☐ Ja ☐ Nein

Geländekategorie



☐ Geländekategorie I



☐ Geländekategorie II



☐ Geländekategorie III



☐ Geländekategorie IV

☐ Mischprofil I (Binnenland, Mischprofil zwischen Geländekategorie II und III)

☐ Mischprofil II (Küstennahe Gebiete mit einer Breite von 5km landeinwärts ab der Küste sowie auf den Ostseeinseln)

☐ Mischprofil III (Nordseeinseln)

Dachkonstruktion/Netzintegration

Dacheindeckung und Dacheigenschaften

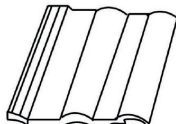
Ohne die Angabe der Tragfähigkeit des Daches ist eine sichere Planung mit hoher Qualität nicht möglich. Wir bitten Sie daher um Prüfung der Resttragfähigkeit (z.B. durch Einsicht in Konstruktionspläne / Beratung durch einen Statiker) vor dem Einsenden des Projektanfragebogens.



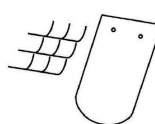
☐ Trapezblech



☐ Welldach



☐ Frankfurter Pflanze



☐ Schiefer / Biberschwan

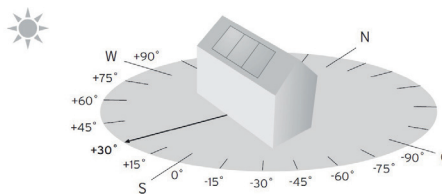
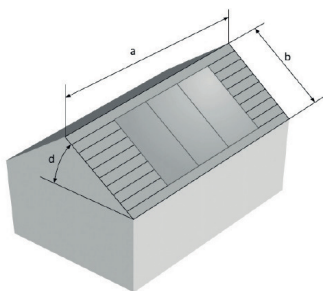
☐ Aufdachdämmung

☐ Sonstige

Gebäudeart

☐ Wohngebäude

☐ Nichtwohngebäude



Länge a (First) [m]

Länge b (Ortgang) [m]

Dachneigung d [°]

Firsthöhe über
Geländeoberkante

Ausrichtung S [°]
(Abweichung zur Südausrichtung)

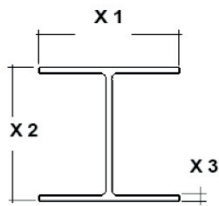
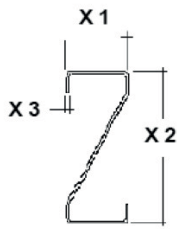
Mögliche Verschattung durch

☐ Gaube/ Kamin

☐ benachbarte Bäume/ Gebäude

Dachkonstruktion

☐ Sparren; Binder (senkrecht)



X1 [cm]

X2 [cm]

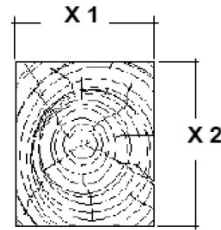
X3 [cm]

Abstand Sparren zueinander [cm]

Abstand 1. Sparren-Ortgang [cm]

Stärke Dachlattung [cm]

☐ Pfetten (waagrecht)



X1 [cm]

X2 [cm]

Abstand Pfetten zum Dachrand [cm]

Abstand 1. Pfetten-Traufe/First [cm]

Hinweis zur Kabelverlegung

Entfernung Modulfeld -> Wechselrichter [m]

Entfernung Wechselrichter -> Hausanschluss [m]

Kabel

☐ keine Kabel

Modulauswahl

☐ mono 300 Wp - bestes Preis/Leistungs-Verhältnis
Rahmen silber, Folie weiß

☐ mono 305 Wp - höchste optische Ansprüche
Rahmen schwarz, Folie schwarz

☐ mono 310 Wp - max Leistung
Rahmen schwarz, Folie weiß

Eigenverbrauchserfassung

☐ Eigenverbrauchserfassung für dynamisches
Einspeisemanagement (70% am Einspeisepunkt)

☐ Ansteuerung von el. Verbrauchern (z.B. PV-Ready Funktion WP)

Prognose (nur bei Bedarf)

☐ Ertragsprognose

Installations-/ Auslieferungsdatum

Voraussichtlich bzw. gewünscht

Sonstiges / Bemerkungen und Skizze der Dachfläche mit Maßen

Seite 3

Abb 48: Projekterfassungsbogen für die Schrägdachinstallation , Seite 3



4. Montage der Module

Die Montage der Module ist ein nicht zu vernachlässigender Schritt bei der Planung. Je nach Dachunterkonstruktion, Dacheindeckung und meteorologischen Gegebenheiten unterscheidet sich die hierbei die Art und Anzahl der Montagekomponenten.

4.1 Übersicht über die Montagearten

Prinzipiell eignen sich alle Teile der Gebäudeoberfläche, die direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, für die Installation von Photovoltaikanlagen: schräge und flache Dächer sowie Fassaden.

Es werden additive und integrative Lösungen unterschieden. Darüber hinaus können natürlich auch brachliegende Freiflächen genutzt werden.

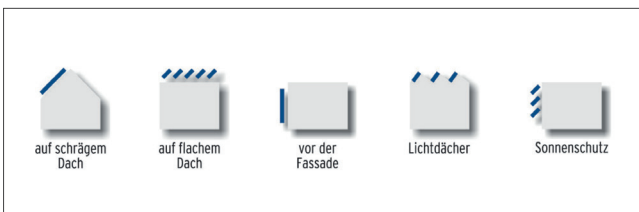


Abb 49: Montagearten des PV-Generators

Bedingt durch die Montageart, die Statik und andere Randbedingungen, ergeben sich individuelle Antworten auf die Frage, welches Montagesystem verwendet werden kann.

Des Weiteren gelten spezielle Anforderungen und Richtlinien für die Fassaden- und Überkopfinstallation.

4.2 Montagehinweise

Die Installation einer PV-Anlage kann die Zusammenarbeit unterschiedlicher Gewerke (Elektriker, Dachdecker, SHK-Handwerk, Fassadenbauer, etc.) erforderlich machen. Die Gewährleistungspflicht auf frühere Handwerksleistungen bei Eingriffen in die Dachhaut ist zu beachten, evtl. erforderliche Dachdurchführungen bei Flachdächern sollten in jedem Fall von einem Dachdecker ausgeführt werden.

Die berührungs- und verpolungssicheren Steckverbindungen ermöglichen auch dem fachkundigen „Nicht-Elektriker“ die Elektroinstallation auf der Gleichstromseite.

Der netzseitige Anschluss des Wechselrichters und die Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage muss in jedem Fall durch einen beim VNB zugelassenen Elektroinstallateur erfolgen.

Hinweis

Auch wenn der Elektroinstallateur die gleichstromseitigen Arbeiten nicht selbst ausgeführt hat, haftet er für die Elektroinstallation der gesamten Anlage.



4.2.1 Sicherheitsbestimmungen für Dacharbeiten beachten

Für die Montage auf Schrägdächern sind die Sicherheitsbestimmungen für Arbeiten auf dem Dach zu beachten.

Ab einer Höhe von drei Metern muss ein geeigneter Absturzschutz gemäß den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften vorgesehen werden. Eingesetzt werden können Schutzwände, Auffangnetze, ein Anseilschutz oder Fanggerüste. Die Art der Absturzsicherung ist auf die örtlichen Gegebenheiten abzustimmen.

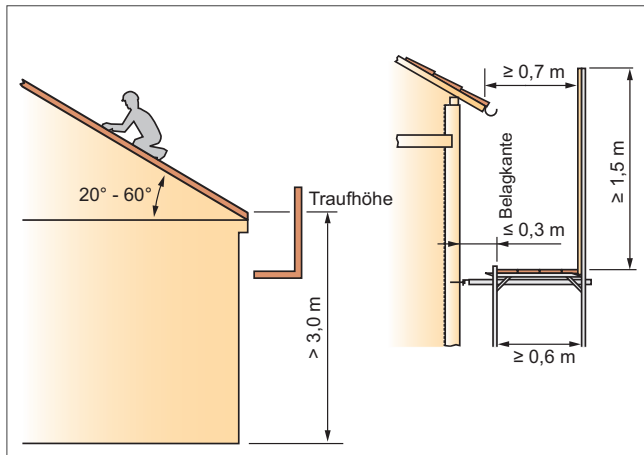


Abb 50: Fanggerüste bei Dacharbeiten

4.2.2 Montage des Generators

Die sorgfältige und fachgerechte Installation der Sparrenanker, der Befestigungsschienen, der Module und der PV-Kabel ist die Grundvoraussetzung für die langfristige Betriebssicherheit und die Dichtheit der Dachhaut.

Bei der Montage des Generatorfeldes ist auf die Besonderheiten der Gleichstrominstallation zu achten. Fällt Licht auf die Module, stehen diese auch bei der Montage, der elektrischen Installation oder erforderlichen Wartungsarbeiten unter Spannung. Bei Isolationsfehlern von Gleichstromleitungen kann ein dauerhafter Lichtbogen entstehen, daher ist eine erd- und kurzschluss sichere Installation zwingend erforderlich.

Bei der Auslegung der Schutztechnik ist zu beachten, dass konventionelle Wechselstromsicherungen und Schalter nicht eingesetzt werden können, da der Kurzschlussstrom von PV-Generatoren nur ca. 20 % über dem Nennstrom liegt. Blitzschutz (falls erforderlich), Erdung und Überspannungsschutz des Generators sind zu berücksichtigen.

4.2.3 Hinweise zur Leitungsverlegung

Die Dachdurchführung der PV-Kabel erfolgt durch geeignete Lüfterziegel. Um mechanische Beschädigungen zu vermeiden, sollte die Verkabelung des Generatorfeldes nicht auf der Dachhaut aufliegen, sondern beispielsweise mit temperatur-, witterungs- und UV-beständigen Kabelbindern am Montagegestell befestigt werden. Großflächige Leitungsschleifen sind zu vermeiden.

Die Strangleitungen werden innerhalb des Gebäudes auf möglichst kurzem Wege zum Generatoranschlusskasten geführt. Alle Gleichstromleitungen im Gebäude sollten als solche gekennzeichnet werden.

4.3 Montage des Wechselrichters

Der Wechselrichter ist an einem möglichst gleichmäßig kühlen und trockenen Ort – ohne direkte Sonneneinstrahlung – zu montieren (zulässige Umgebungstemperatur beachten).

Darüber hinaus sind die Mindestabstände zu anderen Geräten, Schränken, Decken o. Ä. einzuhalten, die freie Luftströmung um das Gehäuse und den Kühlkörper darf nicht behindert werden.

Beim Einbau in einen Schaltschrank ist durch Zwangsbelüftung für eine ausreichende Wärmeabfuhr des Wechselrichters zu sorgen.

Die Installation in Augenhöhe vereinfacht das Ablesen des Displays.

4.4 Aufdachmontage

Während flache Dächer dem Planer einer PV-Anlage gewisse Freiheiten lassen, geben schräge Dächer die Ausrichtung und Neigung für die Module meist vor. Deshalb muss vor der Planung die Eignung des Daches überprüft werden. Hierzu gehört insbesondere eine standortbezogene Ertragsabschätzung mit Berücksichtigung der vorgegebenen Ausrichtung und Neigung.

Bei der Aufdachmontage werden die Module mit einer Metallunterkonstruktion oberhalb der bestehenden Dacheindeckung montiert. Die Dacheindeckung bleibt dabei erhalten und behält ihre wasserableitende Funktion.

Bei Nachrüstungen auf bestehenden Dächern ist die Aufdachmontage in der Regel die kostengünstigste Variante, denn der Montage- und Materialaufwand ist gering.

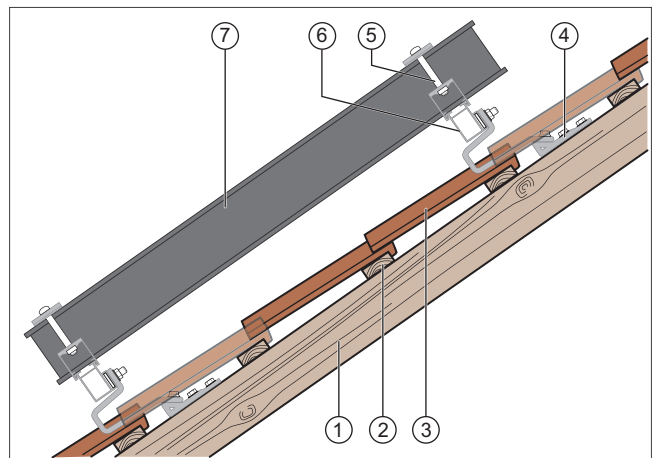


Abb 51: Aufdachmontage – Schematische Darstellung

- 1 Dachsparre
- 2 Dachlatte
- 3 Dachziegel
- 4 Dachhaken
- 5 Klemmelement
- 6 Systemträger (Aluschiene)
- 7 PV-Modul

In der Dachfläche müssen für die Aufnahme des Montagegestells Befestigungspunkte geschaffen werden. Die Wahl der Befestigung richtet sich nach der vorhandenen Dacheindeckung. Die Konstruktion kann an der Dachkonstruktion verankert oder direkt an der Dachdeckung befestigt werden.

Die Unterkonstruktion muss in der Lage sein, die am Generator auftretenden Kräfte aufzunehmen und auf das Dachtragwerk zu übertragen.

Abgesehen von der thermischen Beanspruchung im Hochsommer sind es vor allem mechanische Belastungen, denen die Module ausgesetzt sind.

4.4.1 Horizontale oder vertikale Anordnung der PV-Module

Entsprechend der vorgesehenen Modulanordnung auf dem Montagegestell sind unterschiedliche Unterkonstruktionen zu planen:

- Einlagige Unterkonstruktion für eine vertikale Modulanordnung
- Zweilagige Unterkonstruktion (Kreuzschienen-System) für eine horizontale Modulanordnung

Die **einlagige Unterkonstruktion** für die vertikale Montage der PV-Module setzt sich aus den folgenden Hauptbestandteilen zusammen.

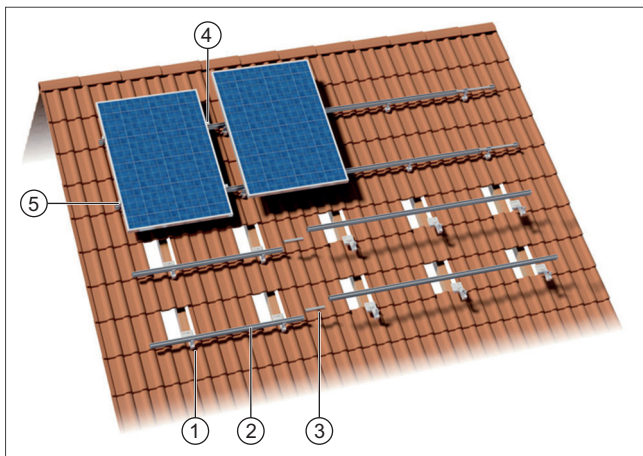


Abb 52: Einlagige Unterkonstruktion

- 1 Dachhaken
- 2 Systemträger (Aluschiene)
- 3 Schienenverbinder
- 4 Mittelklemme
- 5 Endklemme

Um die PV-Module horizontal auf dem Montagegestell zu installieren, müssen zusätzliche vertikale Schienen für eine zweilagige Unterkonstruktion (Kreuzschienen-System) eingeplant werden.

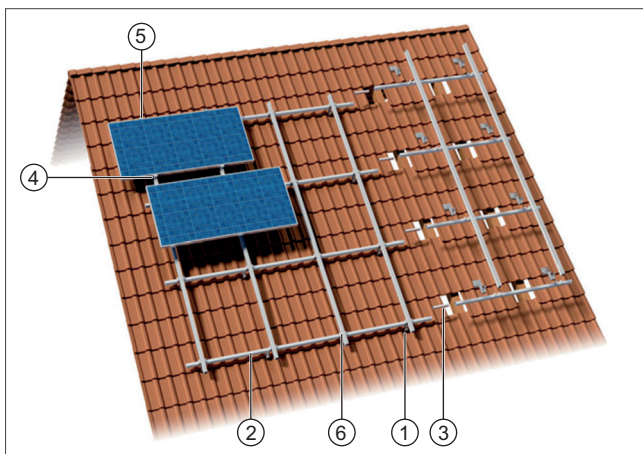


Abb 53: Zweilagige Unterkonstruktion (Kreuzschienen-System)

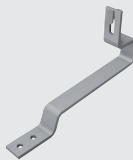
- 1 Dachhaken
- 2 Systemträger (Aluschiene)
- 3 Schienenverbinder
- 4 Mittelklemme
- 5 Endklemme
- 6 Kreuzschienenverbinder

4.4.2 Dachanker

Für die Montage werden sogenannte Dachanker durch die Ziegeleindeckung geführt und auf dem Sparren oder der Lattung befestigt.

Es existieren verschiedene Dachanker-Sets für die Aufdachmontage auf nahezu allen Dächern mit Pfannen und Schindeln.

Dachankertypen

Element	Beschreibung
	Dachhaken, Standard für gängige Dachziegel Art.-Nr. 0020228531
	Dachhaken, Schwerlast für gängige Dachziegel Art.-Nr. 0010029479
	Dachhaken für Biberschwanzeindeckung Art.-Nr. 0020228534
	Dachhaken für Schiefereindeckung Art.-Nr. 0020228536

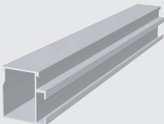
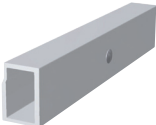
Eine Höhenverstellbarkeit im Dachlatten- und Schienenbereich ermöglicht auch auf unebenen Dachflächen ein ebenes PV-Feld und kann somit problemlos auf Alt- und Neubauten installiert werden.

Die Dachdurchführung der Stromleitung wird durch die Unterspannbahn und einen Lüfterziegel/ Rohrdurchführungsziegel realisiert.

4.4.3 Schienen-Set für Aufdachmontage

Auf die Dachanker werden Aluminiumschienen montiert, die zusammen mit dem Modul durch einen Halter unkompliziert und schnell am Dachanker befestigt werden.

Dachanker, Schiene und Halter sind mit einem Profil versehen, das die leichte Ausrichtung der Module bei gleichzeitig hoher Stabilität und einfacher Montage ermöglicht.

Schienen-Set	
Element	Beschreibung
	Aluminiumschiene, 40 x 37 mm und 60 x 37 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul Art.-Nr. 0020228532 (40 x 37 mm, silber) Art.-Nr. 0020228542 (40 x 37 mm, schwarz) Art.-Nr. 0010029474 (60 x 37 mm, silber)
	Schienenverbinder für Aluminiumschiene 40 x 37 mm und 60 x 37 mm, Art.-Nr. 0020273246 (40 x 37 mm) Art.-Nr. 0010029476 (60 x 37 mm)

Bei der Montage mehrerer Module nebeneinander werden die Schienen durch einfache steckbare Schienenverbinder verbunden.

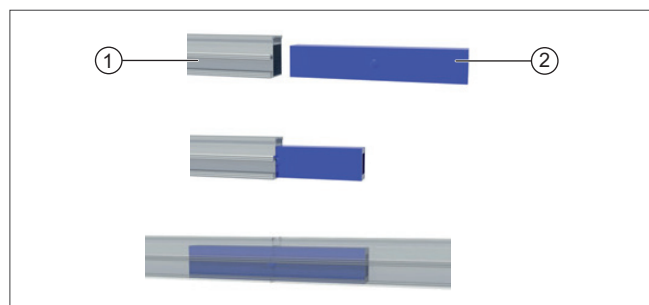


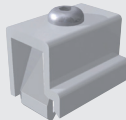
Abb 54: Aneinanderreihung der Aluminiumschienen mittels Schienenverbinder

- 1 Aluminiumschiene
- 2 Schienenverbinder für Aluminiumschiene

4.4.4 Kreuzschienenverbinder

Kreuzungspunkte sind mit Kreuzschienenverbindern realisierbar. Abhängig von den statischen Erfordernissen des Standorts und der Einbausituation, müssen ein oder zwei Kreuzschienenverbinder pro Kreuzungspunkt angeordnet werden.

Kreuzschienenverbinder

Element	Beschreibung
	Kreuzschienenverbinder für Aluminiumschiene Art.-Nr. 0020228545

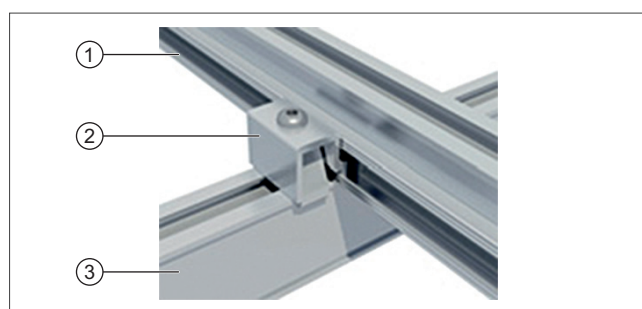


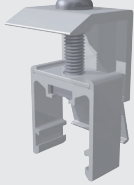
Abb 55: Kreuzschienenverbinder an Kreuzungspunkten

- 1 Aluminiumschiene
- 2 Kreuzschienenverbinder
- 3 Aluminiumschiene (horizontal)

4.4.5 Halter für Aufdachmontage

Die Halter (Klemmelemente) für die Befestigung von Modulen und Montageschiene auf dem Dachanker gibt es in zwei Ausführungen:

Haltertypen für Aufdachmontage

Element	Beschreibung
	Endklemme für Modulbefestigung auf Aluminiumschiene Art.-Nr. 0020276017 (silber) Art.-Nr. 0020276026 (schwarz)
	Mittelklemmen für Modulbefestigung auf Aluminiumschiene Art.-Nr. 0020276021 (silber) Art.-Nr. 0020276030 (schwarz)

Die einseitigen Halter (Endklemmen) werden für die Montage von Modulen in einer Reihe unten und oben verwendet.

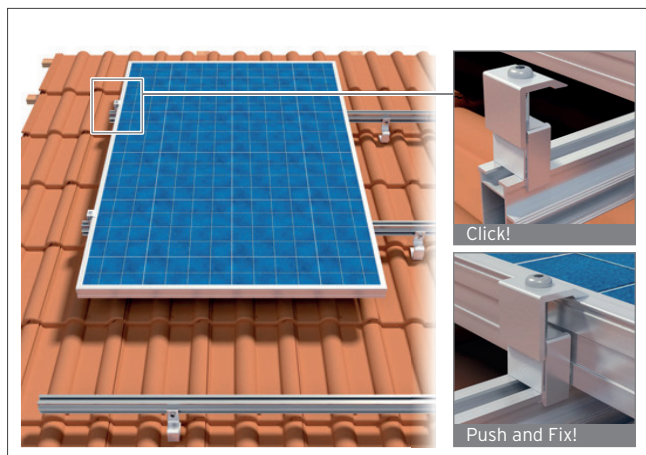


Abb 56: Endklemmen montieren

Bei der Montage von Modulen nebeneinander können die zwei-seitigen Halter (Mittelklemmen) zur Befestigung von zwei Modulen verwendet werden.

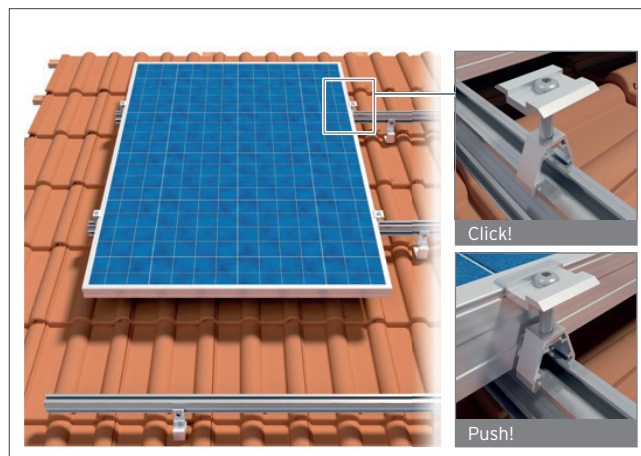


Abb 57: Mittelklemmen anbringen

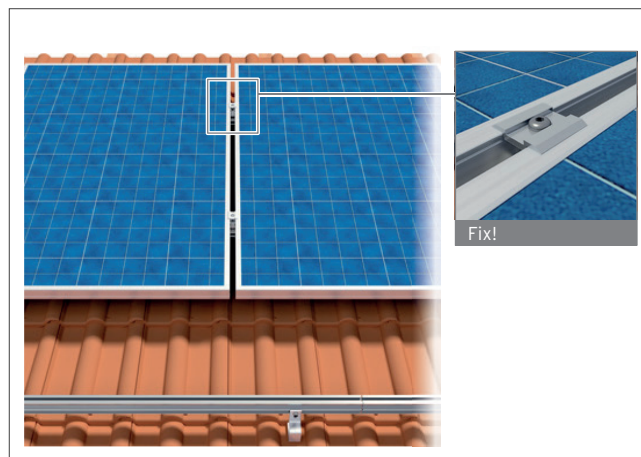


Abb 58: Module mit Mittelklemmen fixieren

Dabei sind jedoch unbedingt die Anforderungen an die Statik (Schneelast, Dachneigung und Höhe des Anlagenstandortes) zu prüfen.

Beachten Sie dabei die Einsatzgrenzen und Klemmbereiche bezogen auf die Rahmenstärke (42 mm oder 35 mm) und Lasten aus den folgenden Tabellen.

4.4.6 Montagezeichnungen für die Laststufen I bis V

	42 mm		35 mm	
	A	B	A	B
I				
II				
III				
IV				
V				

Abb 59: Montagezeichnungen für die Laststufen I bis V

Legende zur Tabelle Montagezeichnungen für die Laststufen I, II und III

Kennzeichnung	Bedeutung
42 mm	Produkt mit 42-mm-Rahmen
35 mm	Produkt mit 35-mm-Rahmen
A	Klemmsystem (lange PV-Modulseite, horizontal/vertikal)
B	Klemmsystem (kurze PV-Modulseite, horizontal/vertikal)
I	Laststufe I: Druck und Sog bis 1400 Pa (ca. 140 kg/m ²)
II	Laststufe II: Druck und Sog bis 2400 Pa (ca. 240 kg/m ²)
III	Laststufe III: Druck bis 3900 Pa (ca. 390 kg/m ²), Sog bis 2400 Pa (ca. 240 kg/m ²)
IV	Laststufe IV: Druck bis 5400 Pa (ca. 540 kg/m ²), Sog bis 2400 Pa (ca. 240 kg/m ²)
V	Laststufe V: Druck bis 7500 Pa (ca. 750 kg/m ²), Sog bis 2400 Pa (ca. 240 kg/m ²)
1	Möglichkeit 1 (symmetrische Klemmung), Möglichkeit 2 (asymmetrische Klemmung)
2	Bei $430 \leq a \leq 560$ wählen Sie $b \geq 300$ und $c \geq 800$. a und b dürfen vertauscht werden.
3	Achtung: maximal zulässige Soglast 2400 Pa
4	mindestens 1 Stütze
	Zulässiger Klemmbereich
Δ	Stütze

4.4.7 Komponentenzusammenstellung für gängige Ziegeldächer

Für die einfache und übersichtliche Bestellung bietet Vaillant passende Sets, die nach Bedarf bzw. Anlagenkonfiguration in entsprechender Stückzahl zu bestellen sind.

Die Sets beinhalten bereits die benötigten Teile – vom Dachhaken über die entsprechende Zahl an End- oder Mittelklemmen bis zum Befestigungsclip (siehe auch Kapitel Zubehör Photovoltaik-Systeme).

Komponentenzusammenstellung für gängige Ziegeldächer

Set	Anzahl Module je Reihe bei einreihiger Montage									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Basis-Set Schrägdach Art.-Nr. 0020275993 (silber) oder 0020275999 (schwarz)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Erweiterungs-Set + 1 Schrägdach Art.-Nr. 0020275997 (silber) oder 0020276004 (schwarz)	–	1	–	1	–	1	–	1	–	1
Erweiterungs-Set + 2 Schrägdach Art.-Nr. 0020275998 (silber) oder 0020276003 (schwarz)	–	–	1	1	2	2	3	3	4	4
Aluminiumschiene 2.080mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Entsprechend wird bei der **zwei- bzw. dreireihigen Montage** die **doppelte bzw. dreifache Anzahl** der Sets und Aluminiumschienen benötigt.

Hinweis

Jedes Projekt muss statisch mit dem Solar.Pro. Tool geprüft werden. Je nach Wind- und Schneelast kann die Anzahl der notwendigen Dachhaken höher sein, als die in den Sets verfügbaren Dachhaken.



4.4.8 Montageabstände

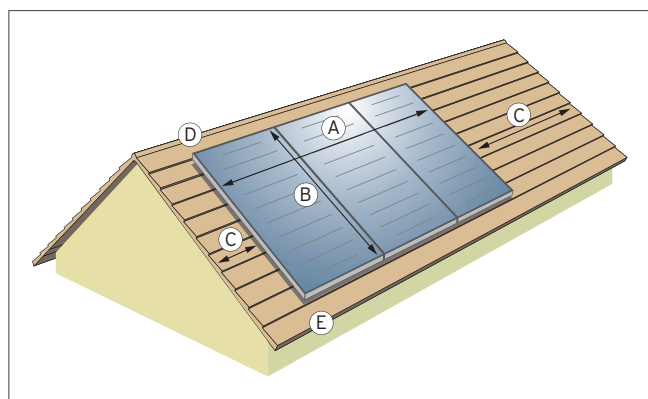


Abb 60: Abstände und Maße Aufdachmontage

- A Breite des Modulfeldes
- B Höhe des Modulfeldes
- C Mindestabstand zum Dachrand (Ortgang): Jeweils der kleinere Wert von 1/10 der Gebäudebreite (Giebelbreite) oder 1/5 der Gebäudehöhe zu den seitlichen Rändern
- D Abstand zum Dachfirst: Mindestens zwei Pfannenreihen bzw. jeweils der kleinere Wert von 1/10 der Gebäudelänge (Trauflänge) oder 1/5 der Gebäudehöhe von der Traufe zum First
- E Mindestabstand zur Dachunterkante (wie bei D)

4.5 Schneelastzonen

Die charakteristischen Werte für Schneelasten (S_k) werden für regionale Zonen (Schneelastzonen) mit unterschiedlichen Intensitäten ermittelt.

Es werden fünf Schneelastzonen unterschieden:

Zone 1, 1a, 2, 2a und 3. Die Intensität der Schneelasten nimmt von Zone 1 nach Zone 3 zu.

Im norddeutschen Tiefland wurden in seltenen Fällen Schneelasten bis zum Mehrfachen der Rechenwerte gemessen.

Die zuständige Behörde kann in den betroffenen Regionen die Rechenwerte festlegen, die dann zusätzlich nach DIN EN 1991-1-3/NA: 2010-12 als außergewöhnliche Einwirkungen anzusetzen sind.

Für bestimmte Lagen der Schneelastzone 3 können sich ebenso höhere Werte als nach der Gleichung ergeben. Informationen über die Schneelast in diesen Lagen sind von den zuständigen örtlichen Stellen einzuholen. Dies betrifft z. B. Gebiete wie den Harz oder Hochlagen des Fichtelgebirges, Reit im Winkl, Obernach / Walchensee etc.

(Quelle: <http://schneelast.info/node/1>)

Die Schneelastzonen können aus der folgenden Tabelle entnommen werden.

Schneelastzonen

Ort	Schneelastzone	Höhe NN
Aachen	2	173
Augsburg	1a	494
Bergisch-Gladbach	1	129
Berlin	2	34
Bielefeld	2	120
Bochum	1	93
Bonn	1	60
Bottrop	1	49
Braunschweig	2	74
Bremen	2	3
Bremerhaven	2	0
Chemnitz	3	309
Cottbus	2	71
Darmstadt	1	144
Dortmund	1	93
Dresden	2	113
Duisburg	1	32
Düsseldorf	1	36
Erfurt	2	195
Erlangen	2	326
Essen	1	77
Frankfurt	1	117
Freiburg	2	273
Fürth	2	293
Gelsenkirchen	1	43
Gera	2	204
Hagen / Hamm (Westf.)	2 (1)	156
Halle	2	89
Hamburg	2	6

Ort	Schneelastzone	Höhe NN
Hannover	2	55
Heidelberg	1	114
Heilbronn	2	188
Herne	1	61
Hildesheim	2	88
Ingolstadt	1a	372
Jena	2	179
Kaiserslautern	2	253
Karlsruhe	1	119
Kassel	2	164
Kiel	2	5
Koblenz	1	72
Köln	1	53
Krefeld	1	39
Leipzig	2	112
Leverkusen	1	52
Lübeck	2	9
Ludwigshafen	1	97
Magdeburg	2	50
Mainz	1	110
Mannheim	1	101
Moers	1	30
Mönchengladbach	1	55
Mülheim	1	263
München	1a	518
Münster	1	55
Neuss	1	43
Nürnberg	1	309
Oberhausen	1	48
Offenbach (Main)	1	106
Oldenburg	2	8
Osnabrück	2	97
Paderborn	2	159
Pforzheim	2	290
Potsdam	2	70
Recklinghausen	1	76
Regensburg	1a	359
Remscheid	2	312
Reutlingen	2	379
Rostock	3	13
Saarbrücken	1a	190
Salzgitter	2	107
Schwerin	2	38
Siegen	2a	290
Solingen	1	188
Stuttgart	2	245
Ulm	1	478
Witten	1	135
Wolfsburg	2	63
Wuppertal	1	244
Würzburg	1	177
Zwickau	2	267

4.5.1 Berechnung der Schneelasten (S_k)

Ausgehend von der Schneelastzone wird der Wert für Schneelasten (S_k) anhand der folgenden Formeln ermittelt. Ist der Rechenwert kleiner als der Mindestwert, ist dieser anzunehmen.

Informationen zu Schneelastzonen finden Sie z. B. auf: www.schneelast.info.

Berechnung der Schneelasten

Schneelastzone	Berechnungsformel	Mindestwert Schneelast in kN/m ²
Zone 1	$S_k = 0,19 + 0,91 \times ((A+140)/760)^2$	> 0,65 (kN/m ²)
Zone 1a	$S_k = 1,25 \times [0,19 + 0,91 \times ((A+140)/760)^2]$	> 0,81 (kN/m ²)
Zone 2	$S_k = 0,25 + 1,91 \times ((A+140)/760)^2$	> 0,85 (kN/m ²)
Zone 2a	$S_k = 1,25 \times [0,25 + 1,91 \times ((A+140)/760)^2]$	> 1,06 (kN/m ²)
Zone 3	$S_k = 0,31 + 2,91 \times ((A+140)/760)^2$	> 1,10 (kN/m ²)

*A = Geländehöhe in Metern über Meeresniveau

4.5.2 Anzahl erforderlicher Dachanker in Abhängigkeit von der Schneelastzone, Dachneigung und Standorthöhe

Prinzipiell werden bei der Aufdachmontage pro Modul mindestens vier Dachanker benötigt. Diese Aussage gilt für sämtliche Standorte in Deutschland bis 400 m über NN, unabhängig von der Dachneigung und der Schneelastzone.

Ausschlaggebend ist vor allem die statische Belastung durch Schnee. Entsprechend spielen die Dachneigung, die Ortshöhe, die Schneelastzone, der Sparrenabstand und vor allem die Windlastzone eine besondere Rolle.

Bei Anlagenstandorten oberhalb von 400 m über NN sind die benötigten Dachanker wie folgt zu ermitteln:

Anzahl erforderlicher Dachanker in Abhängigkeit von der Schneelastzone, Dachneigung und Standorthöhe

Standorthöhe über NN[m] bis	Schneelastzone														
	1			1a			2			2a			3		
	Dachneigung ab:														
	30°	45°	60°	30°	45°	60°	30°	45°	60°	30°	45°	60°	30°	45°	60°
400	•	•	•	•	•	•	+2 Da	•	•	–	•	•	–	+2 Da	•
600	+2 Da	•	•	+2 Da	•	•	–	+2 Da	•	–	–	•	–	–	•
900	–	+2 Da	•	–	–	•	–	–	•	–	–	•	–	–	•
1200	–	–	•	–	–	•	–	–	•	–	–	•	–	–	•

• = zulässig, – = nicht zulässig, +2 Da = zwei zusätzliche Dachanker erforderlich

Hinweis

Bei Windlastzonen über 2 und Sparrenabständen > 80 cm ist eine Einzelfallstatik zu erstellen.



Berechnungsbeispiel:



Dachneigung: 45°

Höhe des Aufstellortes: 900 m über NN

Schneelastzone: 1

Anzahl der Module (n): 4

Ergebnis aus der Tabelle: 2 x n = 2 x 4 = 8

**Es sind 8 Dachanker zusätzlich zu installieren.
Zwei je Modul.**

4.6 Freiaufstellung, Flachdachmontage



Abb 61: Flachdachsystem für Süd-Ausrichtung

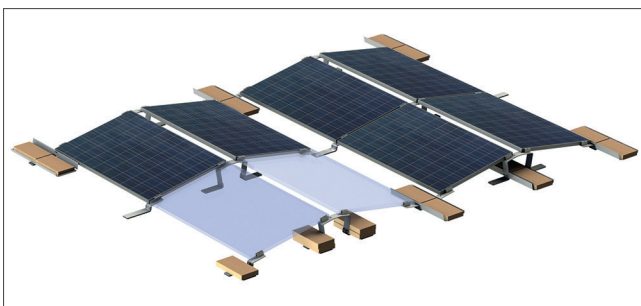


Abb 62: Flachdachsystem für Ost-/West-Ausrichtung

Die Freiaufstellung ermöglicht die Montage der Module auf Flachdächern oder auf einer beliebigen ebenen Fläche.

Flachdächer sind Dächer, die keine oder nur eine geringe Dachneigung aufweisen.

Merkmale der Freiaufstellung sind:

- Orientierung zur Sonne und Neigungswinkel optimal einstellbar.
- Beachtung der erforderlichen Gewichtslasten in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe und Bodenfreiheit der Module.
- Tragfähigkeit des Daches beachten, insbesondere bei der Beschwerung über Beladungsplatten und zusätzlicher Schneelast.
- Bei Hintereinanderschaltung mehrerer Modulreihen genügend großen Abstand wählen, um mögliche Verschattung zu vermeiden.

Die Flachdachaufständerung für die Aufnahme der Module setzt sich aus den folgenden Hauptbestandteilen zusammen:

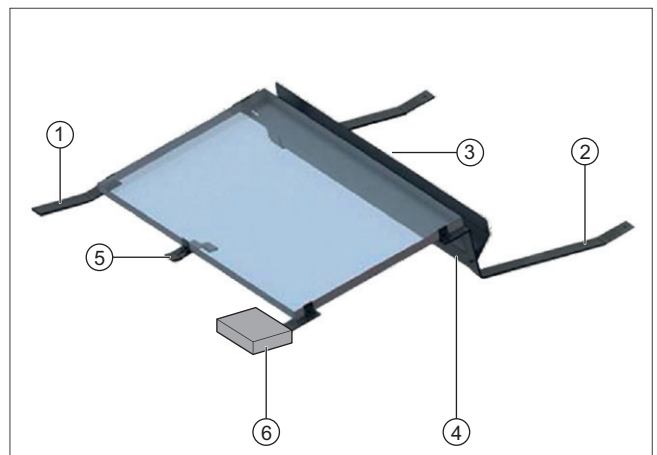


Abb 63: Montagebeispiel für Flachdachaufständerung Süd Aufständerung

- 1 Anfangsteil
- 2 Verbinder
- 3 Windleitblech
- 4 Alpin Schneelastblech
- 5 Alpin Schneelaststütze
- 6 Ballaststein

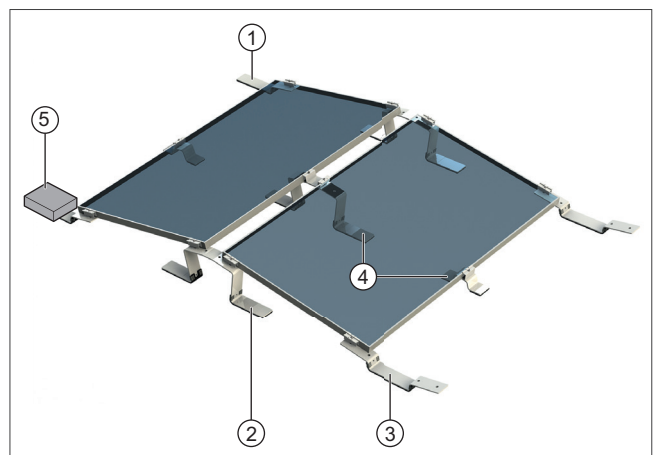


Abb 64: Montagebeispiel für Flachdachaufständerung Ost/West Aufständerung

- 1 Anfangsteil / Endteil
- 2 Mittelteil
- 3 Verbinder
- 4 Alpin Unterstützungsfuß (optional)
- 5 Ballaststein

Für die Flachdachmontage oder Freiaufstellung stehen Gerüstsysteme zur Verfügung, die eine Neigung von 10° bei Süd Aufständerung und 10° bei Ost/West Aufständerung erlauben.

Dieses Montagesystem ermöglicht eine Flachdachmontage ohne Dachdurchdringung.

Die Modulmontage auf dem Flachdach ist so auszuführen, dass sie die am Ort auftretenden maximalen Wind- und Schneelasten aufnehmen kann. Hierbei sind folgende Regeln nach DIN EN 1991-1-4 zu beachten.

Das Standard-System ist für Wind- und Schneelasten bis maximal 2,4 kN/m², das Alpin System bis maximal 4,4 kN/m² ausgelegt. Die Werte für die Belastungen sind eine Kombination aus Eigengewicht, Winddruck und Schnee. Prüfen Sie daher zuvor in welcher Schnee- und Windlastzone Sie das System einsetzen möchten.

Das System ist windkanalgeprüft und UL zertifiziert.

Insbesondere ist hier auch die Tragfähigkeit des Daches (Dachstatik) zu prüfen, ob die geforderten Beschwerungen für die Modulmontage aufgenommen werden können.

Die Freiaufstellung/ Flachdachmontage ermöglicht unter anderem auf dem Dach auch die schwimmende Montage mit Beladungsplatten und Beladungsgewichten. Bei der Verwendung von Beladungsplatten sind diese noch bauseits zu beschweren (z. B. Gehwegplatten 40 x 40 cm).

Bei dieser Montageart wird die Dachhaut von Gebäuden oder Baugrund nicht angebohrt oder beschädigt. Bitte hier unbedingt die Statik des Daches beachten sowie die erforderliche Beschwerung entsprechend der Windlastzonen.



Abb 65: Beladungsplatten bei Süd Aufständering

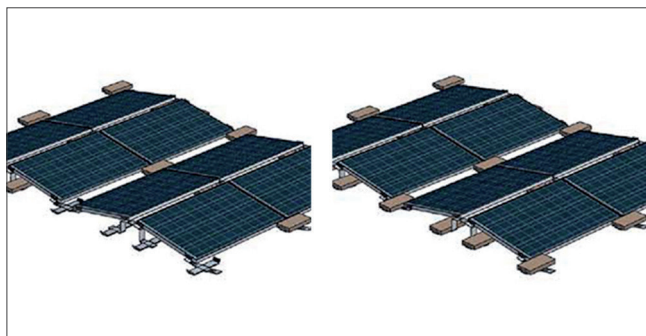


Abb 66: Beladungsplatten bei Ost/West Aufständering

Um einen sicheren Stand zu begünstigen, empfehlen sich entsprechende Bautenschutzmatte mit hohen Reibbeiwerten, welche zudem die Dachabdichtung vor Beschädigungen schützen. Hierdurch lassen sich unter Umständen auch die Auflasten noch minimieren.

In Abhängigkeit des Standortes und der Gebäudehöhe sind die entsprechenden Gewichte pro Gestell aufzubringen.

Hinweis

Die Auslegung der Modulfeldgröße und die notwendigen Beschwerungen müssen mit dem Solar.Pro.Tool berechnet werden.



4.6.1 Windlastzone

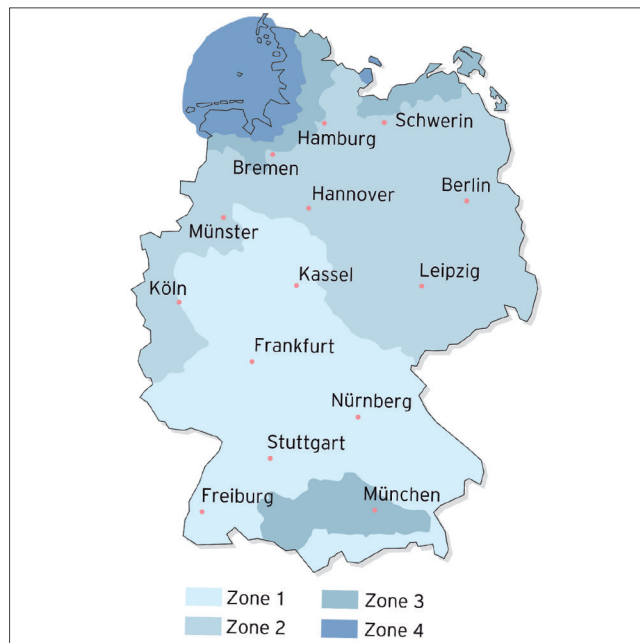


Abb 67: Windlastenzonen

Über die Windlastzonen ergeben sich Basiswindgeschwindigkeiten, die eine maßgebliche Rolle bei der Gewichtsverteilung spielen. Aus der Tabelle sind die Basiswindgeschwindigkeiten zu entnehmen.

Windlastzonen und Basiswindgeschwindigkeiten

Windlastzone	Basiswindgeschwindigkeit	Windstärke
1	bis 72 km/h	ca. 9
1	bis 81 km/h	ca. 10
2	bis 90 km/h	ca. 10
3	bis 99 km/h	ca. 11
4	bis 108 km/h	ca. 12

Randbereiche am Flachdach

In den Eck- und Randbereichen entstehen durch Wind Sog- und Druckspitzen. Achten Sie bei der Montage der Kollektoren darauf, dass Sie hier Mindestabstände von mindestens 1 m zum Rand des Daches einhalten (DIN 1055 Teil 4).

Windlastzone 1 - 4

Gemäß der nach DIN 1055-4 und -5 zugrundeliegenden Lastannahmen müssen folgende Mindest-Randabstände der Kollektoren eingehalten werden:

1. Jeweils der kleinere Wert von 1/10 der Gebäudelänge (Trauflänge) oder 1/5 der Gebäudehöhe zur Traufe und zum First.
2. Jeweils der kleinere Wert von 1/10 der Gebäudebreite (Giebelbreite) oder 1/5 der Gebäudehöhe zu den seitlichen Rändern.

4.6.2 Komponentenzusammenstellung für Freiaufstellung/ Flachdächer

Für die einfache und übersichtliche Bestellung bietet Vaillant passende Sets, die nach Bedarf bzw. Anlagenkonfiguration in entsprechender Stückzahl zu bestellen sind.

Die Sets beinhalten bereits die benötigten Teile – von Stützen und Bautenschutzmatte über die entsprechende Zahl an End- oder Mittelklemmen bis zum Befestigungsclip (siehe auch Kapitel Zubehör Photovoltaik-Systeme).

Hinweis

Zusätzlich zu den Sets sind je nach Wind- und Schneelast Beschränkungen notwendig. Diese müssen individuell berechnet werden.



Komponentenzusammenstellung für Flachdachsystem Süd (aufgeständert)

Sets Flachdachsystem Süd 10° (aufgeständert)	Anzahl Module je Reihe (durchgängig ohne Lücken)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Basis-Set für 1. Reihe Art.-Nr. 0020276006	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Basis-Set für jede weitere Reihe Art.-Nr. 0020273239	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Erweiterungs-Set für 1. Reihe Art.-Nr. 0020228559	–	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Erweiterungs-Set ab 2. Reihe Art.-Nr. 0020228560	–	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ergänzungs-Set Alpin (optional) für Aufstellung 1 x PV Modul Art.-Nr. 0020273240										
Ergänzungs-Set Ballastwanne (optional) für Aufstellung 1 x PV Modul Art.-Nr. 0020228530										

Beispiel

Für eine **Süd Aufständigung** mit **9 Modulen** in drei Reihen werden 1 x Basis-Set 0020276006, 2 x Erweiterungs-Set 0020228559, 2 x Basis-Set 0020273239 und 4 x Erweiterungs-Set 0020228560 benötigt:

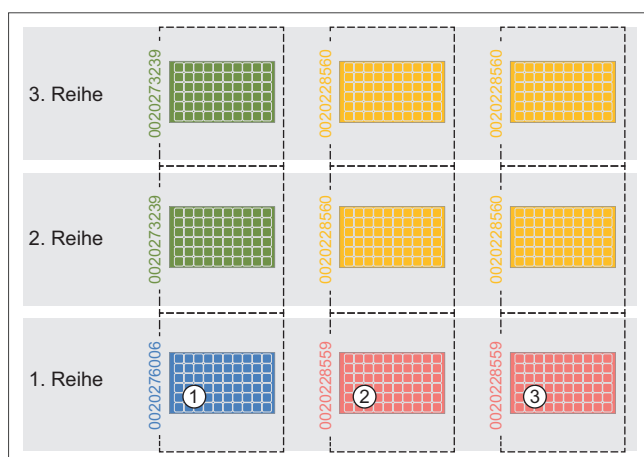


Abb 68: Flachdachsystem Süd – Bestellschema

Flachdachsystem Süd – Bestellschema

1. Reihe	1. Modul 2. + 3. Modul	1 x 0020276006 2 x 0020228559
2. Reihe	1. Modul 2. + 3. Modul	1 x 0020273239 2 x 0020228560
3. Reihe	1. Modul 2. + 3. Modul	1 x 0020273239 2 x 0020228560
Optional		9 x 0020273240 9 x 0020228530

Komponentenzusammenstellung für Flachdachsystem Ost/West 10° (aufgeständert)

Sets Flachdachsystem Ost/West 10° (aufgeständert)	Anzahl Module je Reihe (durchgängig ohne Lücken)				
	2	4	6	8	10
Basis-Set für 1. Reihe Art.-Nr. 0020276010	1	1	1	1	1
Basis-Set für jede weitere Reihe Art.-Nr. 0020273245	1	1	1	1	1
Erweiterungs-Set für 1. Reihe Art.-Nr. 0020273242	–	1	2	3	4
Erweiterungs-Set ab 2. Reihe Art.-Nr. 0020273243	–	1	2	3	4
Ergänzungs-Set Alpin (optional) für Aufstellung 1 x PV Modul Art.-Nr. 0020273244					
Ergänzungs-Set Ballastwanne (optional) für Aufstellung 1 x PV Modul Art.-Nr. 0020228530					

Beispiel

Für eine **Ost/West Aufständerung** mit **18 Modulen** in drei Reihen, werden 1 x Basis-Set 0020276010, 2 x Erweiterungs-Set 0020273242, 2 x Basis-Set 0020273245 und 4 x Erweiterungs-Set 0020273243 benötigt:

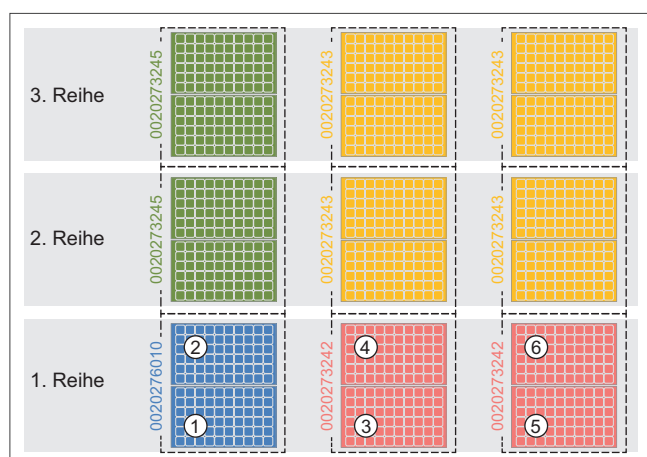


Abb 69: Flachdachsystem Ost/West 10° – Bestellschema

Flachdachsystem Ost/West 10° – Bestellschema

1. Reihe	1. + 2. Modul 3. - 6. Modul	1 x 0020276010 2 x 0020273242
2. Reihe	1. + 2. Modul 3. - 6. Modul	1 x 0020273245 2 x 0020273243
3. Reihe	1. + 2. Modul 3. - 6. Modul	1 x 0020273245 2 x 0020273243
Optional		9 x 0020273244 18 x 0020228530

4.7 Potentialausgleich

Aus den im Kapitel 3.9 erläuterten Sicherheitsgründen ist ein Potentialausgleich bzw. eine Erdung der PV-Anlage vorzusehen und wird direkt an die Haupterdungsschiene/ Hauptpotentialausgleichsschiene des Gebäudes angeschlossen.

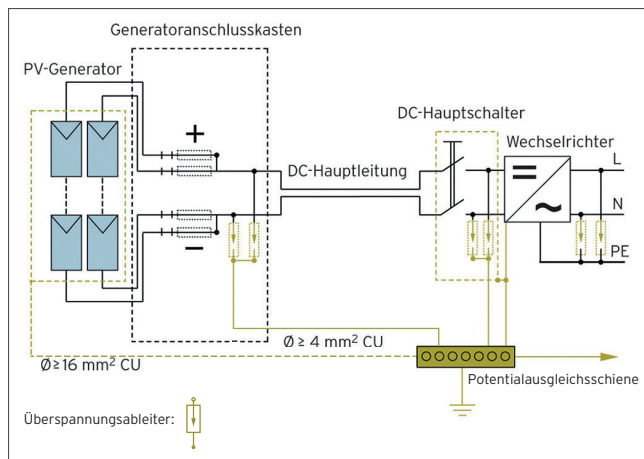


Abb 70: Schaltplan einer netzgekoppelten PV-Anlage mit Überspannungsschutz (ohne Einbeziehung einer Blitzschutzanlage)

Die Erdungs- und Schutzpotentialausgleichsleiter dürfen nach DIN VDE 0100, Teil 510 mit grün-gelb gekennzeichnet werden, aber eine andere farbliche Kennzeichnung ist auch zulässig.

Die Leitungsquerschnitte für die Schutzpotentialausgleichsleiter sollten nach DIN VDE 100, Teil 410 nicht kleiner als 6 mm^2 Kupfer und 16 mm^2 Aluminium sein. Als Querschnitt für den Potentialausgleich und Erdung werden jedoch 16 mm^2 Kupfer oder 25 mm^2 Aluminium-Leitungen empfohlen und sollten bei zusätzlichen Funktionen (z.B. Erdung oder Blitzschutz) eingehalten werden.

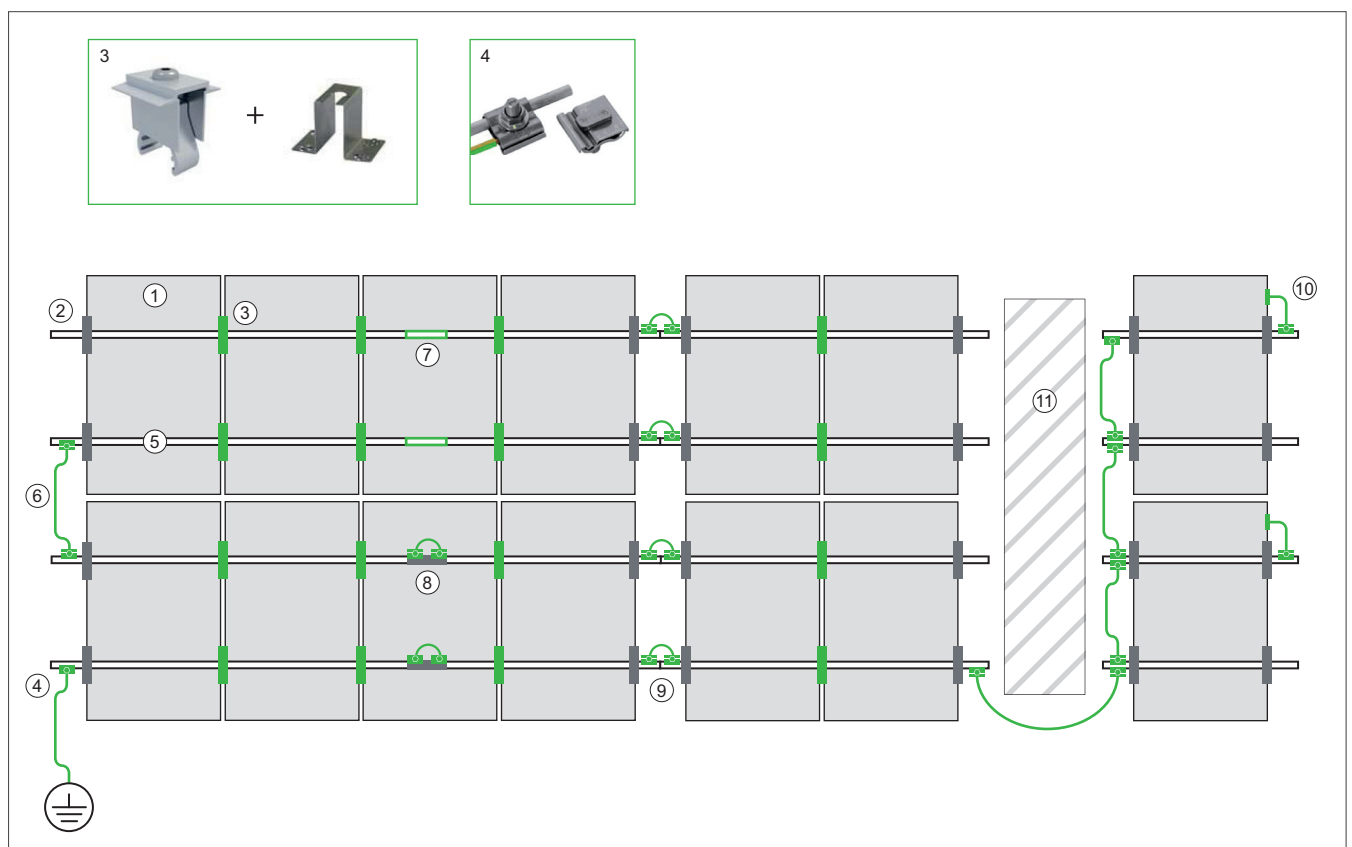


Abb 71: Erdung der Dach-Unterkonstruktion, Teil I

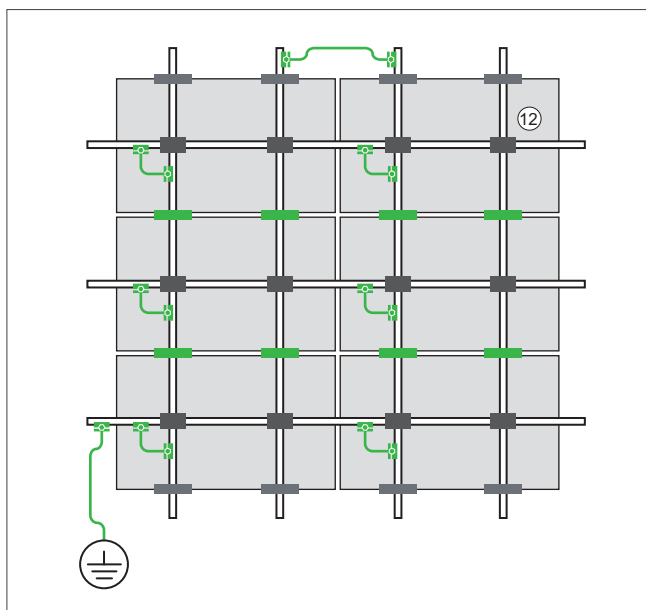


Abb 72: Erdung der Dach-Unterkonstruktion, Teil 2

- 1 Photovoltaikmodul
- 2 Endklemme
- 3 Mittelklemme mit Erdungsblech
- 4 Universal-Erdungsklemme
- 5 Montageschiene
- 6 Verbindung zweier Modulschienen
- 7 Schienenverbinder mit Potentialausgleich
- 8 Schienenverbinder ohne Potentialausgleich
- 9 Dehnungsfuge
- 10 Potentialausgleich mit Erdungspunkt am Modul
- 11 Störfläche
- 12 Kreuzverbinder

Verallgemeinert wird der Potentialausgleich bei den PV Modulen realisiert, indem eine elektrisch leitende Verbindung von den Modulen über die Schienen zur Potentialausgleichsschiene hergestellt wird.

Eine elektrisch leitende Verbindung von den Modulen zur Unterkonstruktion kann generell über zwei verschiedene Wege hergestellt werden.

Wenn mehrere Module in einer Reihe installiert werden, kann die Verbindung über die Mittelklemmen (3) erfolgen. Für die elektrisch leitende Verbindung muss jedoch ein Erdungsblech, welches separat zu bestellen ist, in die Mittelklemme eingelegt werden.

Die zweite Möglichkeit eine elektrisch leitende Verbindung herzustellen, ist durch einen Erdungspunkt (10) am Modul und einer Universal Erdungsklemme (4) möglich. Bei der Herstellung des Erdungspunktes muss beachtet werden, dass der Modulrahmen von Vaillant aus eloxiertem Aluminium besteht. Die Eloxat-Schicht auf dem Modulrahmen schützt vor Umwelteinflüssen, ist aber auch elektrisch isolierend. Aus diesem Grund muss die Oberfläche, an der der Erdungspunkt erstellt wird, beschädigt werden.

Nachdem eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Modulen und der Unterkonstruktion sichergestellt ist, muss die Unterkonstruktion untereinander elektrisch leitend verbunden werden. Zum einen muss die Verbindung zwischen einzelnen Modulschienenreihen (6) errichtet werden. Diese Verbindung wird durch den Einsatz von zwei Universal Erdungsklemmen (4) realisiert. Zum anderen ist die Verbindung zweier Modulschienen in derselben Reihe zu beachten. Besitzt der Schienenverbinder einen Potentialausgleich (7), so ist eine elektrisch leitende Verbindung zwischen zwei Schienen gegeben. Wird jedoch ein Schienenverbinder ohne Potentialausgleich eingesetzt, ist auch hier mithilfe von Universal Erdungsklemmen (4) eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Schienen herzustellen (8).

Ähnlich ist es bei Dehnungsfugen: Ist eine Dehnungsfuge notwendig, muss immer mithilfe von zwei Universal Erdungsklemmen (4) eine elektrisch leitende Verbindung hergestellt werden (9). Außerdem ist bei sich kreuzenden Schienen eine Verbindung (12) mit zwei Universal Erdungsklemmen (4) herzustellen, da eine elektrisch leitende Verbindung durch den Kreuzschienenverbinder nicht gegeben ist.

Wenn alle Komponenten untereinander elektrisch verbunden sind, muss die Verbindung vom Generatorfeld zur Potentialausgleichsschiene hergestellt werden.



5. Überwachung und Regelung

Die Anlagenüberwachung einer Photovoltaik-Anlage bietet eine Übersicht über ihre Ertragsdaten und sorgt so zusätzlich für Betriebssicherheit. Anlagenbetreiber können diese Daten online abrufen, um sie statistisch auszuwerten oder auch selbst grafisch aufzubereiten. Außerdem ermöglicht der Online-Zugriff die Fernüberwachung der Anlage, eine automatische Alarmierung im Fehlerfall sowie eine leichtere Energiebilanzierung.

5.1 Anlagenüberwachung und Visualisierung

Die Betriebsdaten der Photovoltaik-Anlage werden vom Wechselrichter erfasst. Diese können direkt am Wechselrichter über ein grafisches Display oder durch die integrierte Onlineportal-funktion auch aus der Ferne eingesehen werden. Durch die Überwachung können die Erträge verfolgt und rechtzeitig Störungen erkannt werden.

5.2 Einspeisemanagement und Energiemonitoring

In Kombination mit dem 3-phasigen Stromzähler, der über eine Modbus (RTU) Schnittstelle direkt mit dem Wechselrichter verbunden wird, lässt sich der Eigenverbrauch im Gebäude erfassen und ein dynamisches Einspeisemanagement realisieren.

Das Erweiterungsmodul Einspeisemanagement bietet die Möglichkeit, mit einer Photovoltaikanlage ein Einspeisemanagement zu realisieren.

So kann z.B. ein Rundsteuerempfänger des jeweiligen Verteilnetzbetreibers angeschlossen werden.

Die digitalen Signale die der Rundsteuerempfänger bereitstellt, können alternativ auch vom Vaillant Batteriespeichersystem **eloPACK** bereitgestellt werden.

Zusätzlich kann über einen potentialfreien Schaltkontakt ein elektrischer Verbraucher ein- oder ausgeschaltet werden. Dieser Schaltkontakt wird für die PV-Ready-Funktion der Wärmepumpe genutzt, wenn kein Batteriespeicher **eloPACK** Bestandteil des Systems ist.



Abb 73: Stromzähler 3-phasig für dynamisches Einspeisemanagement



Abb 74: Erweiterungsmodul Einspeisemanagement

5.3 SG Ready

Das SG Ready-Label (SG = Smart Grid) wird an Wärmepumpen-Baureihen verliehen, deren Regelungstechnik die Einbindung der einzelnen Wärmepumpe in ein intelligentes Stromnetz ermöglicht. Es kann von Wärmepumpen-Herstellern und Vertriebsunternehmen beantragt werden.

Das Label wird nur in Deutschland vergeben und besitzt darüber hinaus keine Gültigkeit.

Folgende Vaillant Wärmepumpen sind mit dem SG Ready Label versehen:

- flexoTHERM exclusive
- flexoCOMPACT exclusive
- aroTHERM
- aroTHERM Split
- aroSTOR

5.3.1 Installationsrelevante Geräte und Zubehör

- Vaillant Wärmepumpe **flexoTHERM** VWF 57/4, VWF 87/4, VWF 117/4, VWF 157/4, VWF 197/4
- Vaillant Wärmepumpe **flexoCOMPACT** VWF 58/4, VWF 88/4, VWF 118/4
- Vaillant Wärmepumpe **aroTHERM** VWL 55/3, VWL 85/3, VWL 115/2, VWL 155/2 und das zusätzliche Hydraulikmodul VWZ MEH 61
- Vaillant Wärmepumpe **aroTHERM Split** VWL 35/5 AS, VWL 55/5 AS, VWL 75/5 AS, VWL 105/5 AS und VWL 125/5 AS

dazu

- Vaillant Systemregler **multiMATIC 700**
- Vaillant VR 70/ VR 71 Systemerweiterungsmodul
- Zwei externe Relais mit je 1x Öffner, 1x Schließer mit Goldkontakten für 24 V/20 mA
- Systemverschaltung Nr. 0020212759 für **flexoTHERM**
- Systemverschaltung Nr. 0020212760 für **aroTHERM**
- Systemverschaltung Nr. 0020234171 für **aroTHERM Split**

ODER

- Vaillant Warmwasser-Wärmepumpe **aroSTOR** VWL B 290/4 und VWL BM 290/4

5.3.2 Funktionsweise

Die Smart Grid Schaltzustände 0:0, 0:1, 1:0, 1:1 werden durch eine bauseitige Übergabestelle an das Vaillant System übermittelt. Diese muss aus zwei Relais bestehen.

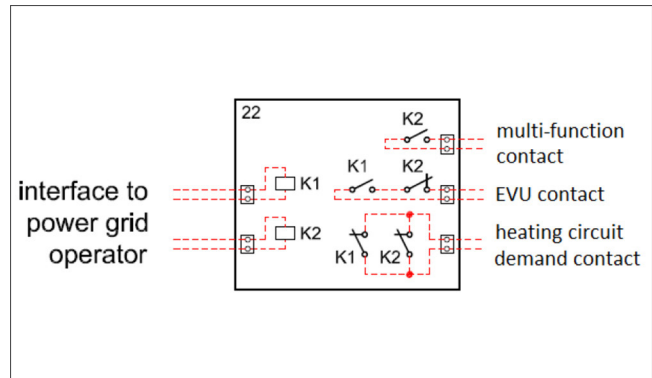


Abb 75: Bauseitige Signal-Übergabestelle/-Verarbeitung der Energieversorger

Legende zur Signalverarbeitung für flexoTHERM und flexoCOMPACT

flexoTHERM/ flexoCOMPACT	Klemme
Multi-function contact	FB/OT „0-Masse“ von der HMU Klemmenleiste X 41
EVU contact	S 21 von der HMU
Heating circuit demand contact	S 2 von VR 70-Modul

Legende zur Signalverarbeitung für aroTHERM

aroTHERM	Klemme
Multi-function contact	ME VWZ AI oder MEH 61
EVU contact	VWZ AI oder MEH 61
Heating circuit demand contact	S 2 von VR 70-Modul

Schaltzustand 1 bzw. 1:0 (K1 = 1; K2 = 0) – Zwangsabschaltung

Verhalten: Die Wärmepumpe und die elektrische Zusatzheizung sind aus.

Schaltzustand 2 bzw. 0:0 (K1 = 0; K2 = 0) – Normaler Betrieb

Verhalten: Keine Einschränkung auf das Verhalten der Wärmepumpe.

Schaltzustand 3 bzw. 0:1 (K1 = 0; K2 = 1) – Einschalttempfehlung

Verhalten: Das System speichert Energie im Warmwasserspeicher durch Auslösung der Einmal-Speicherladung bis zur im **multiMATIC 700** eingestellten Solltemperatur. Danach speichert das System Energie im Pufferspeicher (sofern vorhanden), indem die Temperatur auf den im **multiMATIC 700** eingestellten Sollwert erhöht wird.

Bei der Warmwasserbereitung dominiert die Zwangsaufladung gegenüber Zeitprogrammen bei Warmwasser. Außerhalb der eingestellten Zeitfenster wird eine Speicherladung durchgeführt.

Wenn keine Wärmeanforderung vorliegt und Schaltzustand 3

liegt an, findet keine Speicherladung im Heizbetrieb statt.

Schaltzustand 4 bzw. 1:1 (K1 = 1; K2 = 1) – Zwangseinschaltung

Verhalten: Das System speichert Energie im Warmwasserspeicher durch Auslösung der Speicherladung. Danach speichert das System Energie im Pufferspeicher, indem die Temperatur auf den im **multiMATIC 700** eingestellten Sollwert und einen variabel einstellbaren Offset erhöht wird. Der Temperaturwert liegt über dem für Schaltzustand 3 eingestellten Wert.

Warmwasser siehe Schaltzustand 3.

Heizbetrieb-Abweichung: Durch einen zusätzlichen virtuellen Heizkreis (mit variabel einstellbarem eigenem Sollwert (von x - y) wird in jedem Fall eine künstliche Wärmeanforderung generiert, welche zur Aufladung des Pufferspeichers auf den Sollwert und den variabel einstellbaren Offset (0 - 20 K) führt. (Offset-Zustand 3 = Offset-Zustand 4).

Ein normaler Heizkreis wird durch die Speicherladung nicht beeinflusst.

Hinweis

Bei Einsatz von mehreren realen Heizkreisen entfällt ein nutzbarer Heizkreis, wenn Zustand 4 verwendet werden soll. Es kann hierfür ein ungemischter oder ein gemischter Heizkreis verwendet werden.



5.3.3 Anschluss mit flexoTHERM/ flexoCOMPACT exclusive

1. Anschluss der Übergabestelle an das Vaillant System, wie in Systemverschaltung 0020212759 beschrieben
2. Die Reihenschaltung aus Schließer von K1 und Öffner von K2 muss mit dem EVU-Kontakt **S21** der flexoTHERM/ flexoCOMPACT Wärmepumpe verbunden werden. Der Schließer von K2 muss mit dem „Multifunktionsingang“ **FB** und „Null/Masse“ **OT** von Klemmleiste X41 verbunden werden.
3. Die Parallelschaltung aus Öffner von K1 und Öffner von K2 muss mit dem Kontakt **S2** des externen VR 70-Moduls verbunden werden. Das Modul VR 70 wird neben der Wärmepumpe montiert und in das eBUS-System eingebunden.

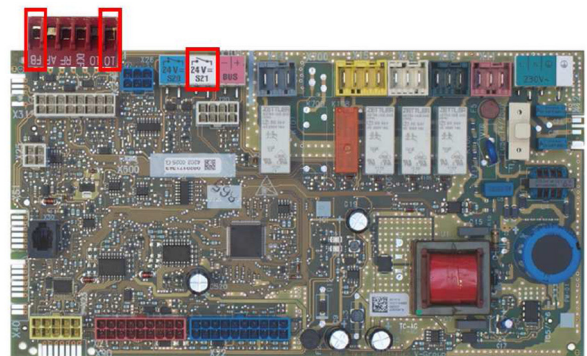


Abb 76: Reglerleiterplatte mit markiertem EVU-Eingang (S21) und Multifunktions-Eingang (FB und Null/Masse)

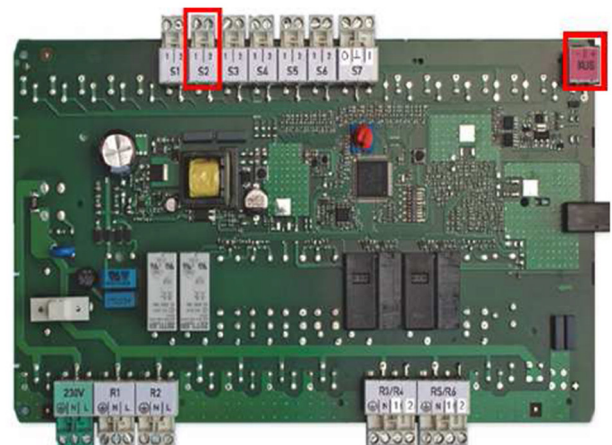


Abb 77: Platine VR 70 mit markiertem S2-Eingang und eBUS-Verbindung

5.3.4 Anschluss mit aroTHERM

1. Anschluss der Übergabestelle an das Vaillant System, wie in Systemverschaltung 0020212760 beschrieben
2. Den Schließer von K1 und der Öffner von K2 in Reihe geschaltet mit dem EVU Eingang verbinden.
3. Den Schließer von K2 mit dem ME-Eingang verbinden.
4. Die Parallelschaltung aus Öffner von K1 und Öffner von K2 muss mit dem Kontakt **S2** des externen VR 70-Moduls verbunden werden. Das Modul VR 70 wird neben der Wärmepumpe montiert und in das eBUS-System eingebunden.

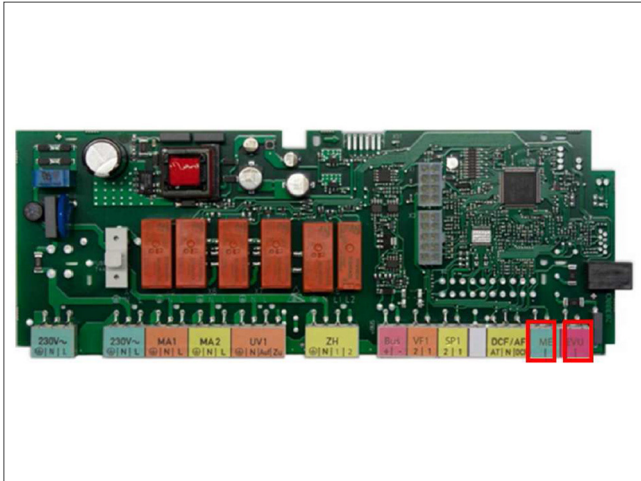


Abb 78: Leiterplatte Hydraulikmoduls mit markiertem ME- und EVU-Eingang

5.3.5 Anschluss mit aroTHERM Split

1. Anschluss der Übergabestelle an das Vaillant System, wie in Systemverschaltung 0020234171 beschrieben
2. Die Reihenschaltung aus Schließer von K1 und Öffner von K2 muss mit dem EVU-Kontakt **S21** der aroTHERM Split Wärmepumpe verbunden werden. Der Schließer von K2 muss mit dem „Multifunktionseingang“ **FB** und „Null/Masse“ **OT** von Klemmleiste X41 verbunden werden.
3. Die Parallelschaltung aus Öffner von K1 und Öffner von K2 muss mit dem Kontakt **S2** des externen VR 70-Moduls verbunden werden. Das Modul VR 70 wird neben der Wärmepumpe montiert und in das eBUS-System eingebunden.

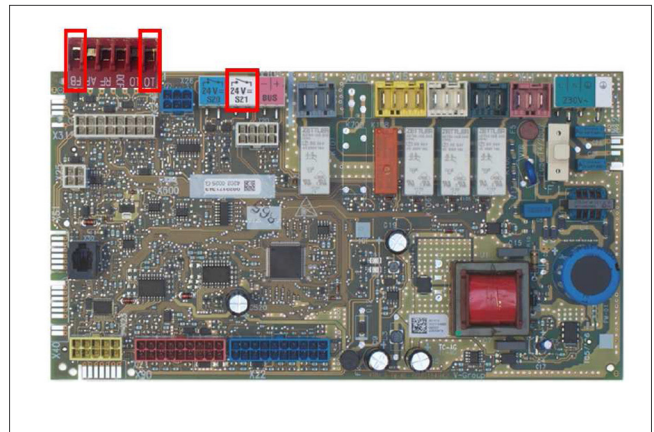


Abb 80: Reglerleiterplatte mit markiertem EVU-Eingang (S21) und Multifunktions-Eingang (FB und Null/Masse)

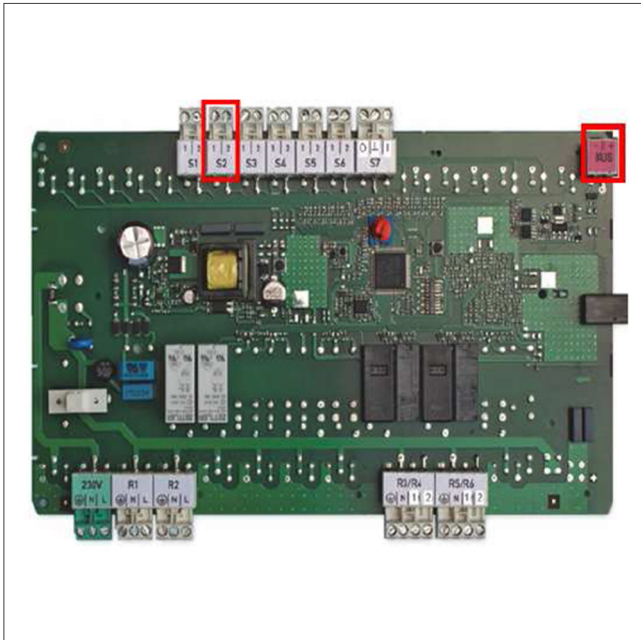


Abb 79: Platine VR 70 mit markiertem S2-Eingang und eBUS-Verbindung

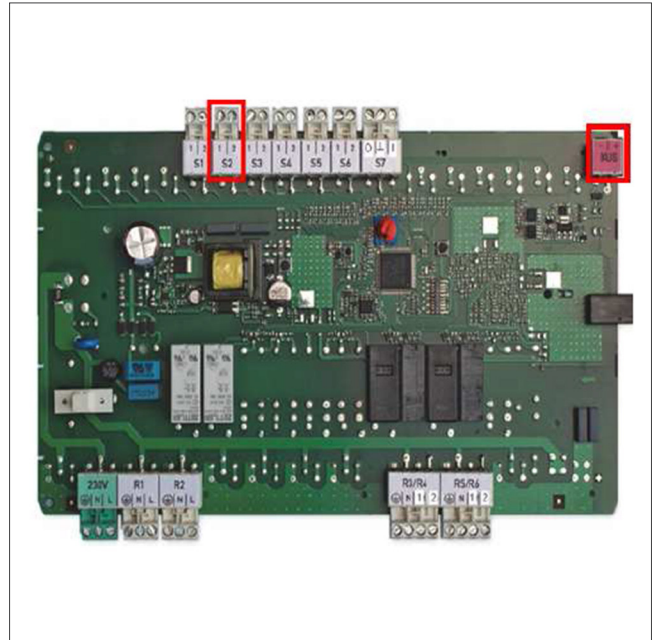


Abb 81: Platine VR 70 mit markiertem S2-Eingang und eBUS-Verbindung

5.3.6 Einstellungen im Systemregler multiMATIC VRC 700 für flexoTHERM, flexoCOMPACT, aroTHERM und aroTHERM Split

- VRC700_1-5576 – Systemschema = 8
- VRC700_1-5512 – Konfiguration VR 70, Adr. 1 = 1
- VRC700_1-7697 – Energieversorger = WP&ZH aus
- VRC700_1-9784 – Multifunktionseingang = Smart PV
- VRC700_1-9920 – PV Pufferspeicher Offset = z.B. 10 K
- VRC700_1-7923 – Zone aktiviert = ja (für Zone/ HK B)
- VRC700_1-5391 – Kreisart = Festwert (für HK A)
- VRC700_1-5391 – Kreisart = Heizen (für HK B)
- VRC700_1-4508 – AT-Abschaltgrenze = z.B. 21 °C (gleich für beide HK A und HK B)
- VRC700_1-5401 – Vorlaufsolltemperatur Tag = z.B. 50 °C (für HK A)
- VRC700_1-5402 – Vorlaufsolltemperatur Nacht = 0 °C (für HK A)
- VRC700_1-4504 – Betriebsart/ Heizen = Tag (für Zone/ HK A)

Weitere Funktionen werden in der Installationsanleitung **multiMATIC VRC 700** beschrieben.

Einstellung in der Wärmepumpe flexoTHERM/ flexoCOMPACT

Kühlung: **Kühlung AUS**

5.3.7 Anschluss mit aroSTOR Warmwasser-Wärmepumpe

Niedertarif/ Hochtarif

Auf der Relaisplatine befindet sich ein Niedertarifstecker (NT-Stecker), der als potentialfreier Schaltkontakt ausgeführt ist. Wenn dieser Kontakt durch den Versorgungsnetzbetreiber geöffnet wird, kann während Hochtarifzeiten im Menü der Wärmepumpe unter Parameter „ZUSH.EINST.“ eingestellt werden, welche Komponenten die Speicherladung übernehmen (Wärmepumpe, Zusatzheizung, keine). Falls eine Photovoltaikanlage in das System integriert ist, ist diese Funktion nicht vorhanden.

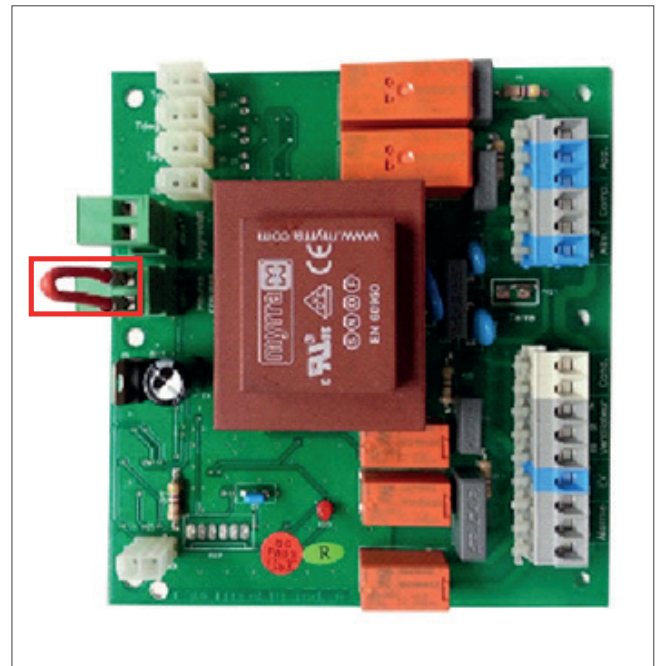


Abb 82: Relaisplatine der aroSTOR mit Niedertarifstecker

5.3.8 Systempläne

flexoTHERM und flexoCOMPACT

flexoTHERM VWF 57/4, VWF 87/4, VWF 117/4, VWF 157/4 und VWF 197/4.

flexoCOMPACT VWF 58/4, VWF 88/4 und VWF 118/4.

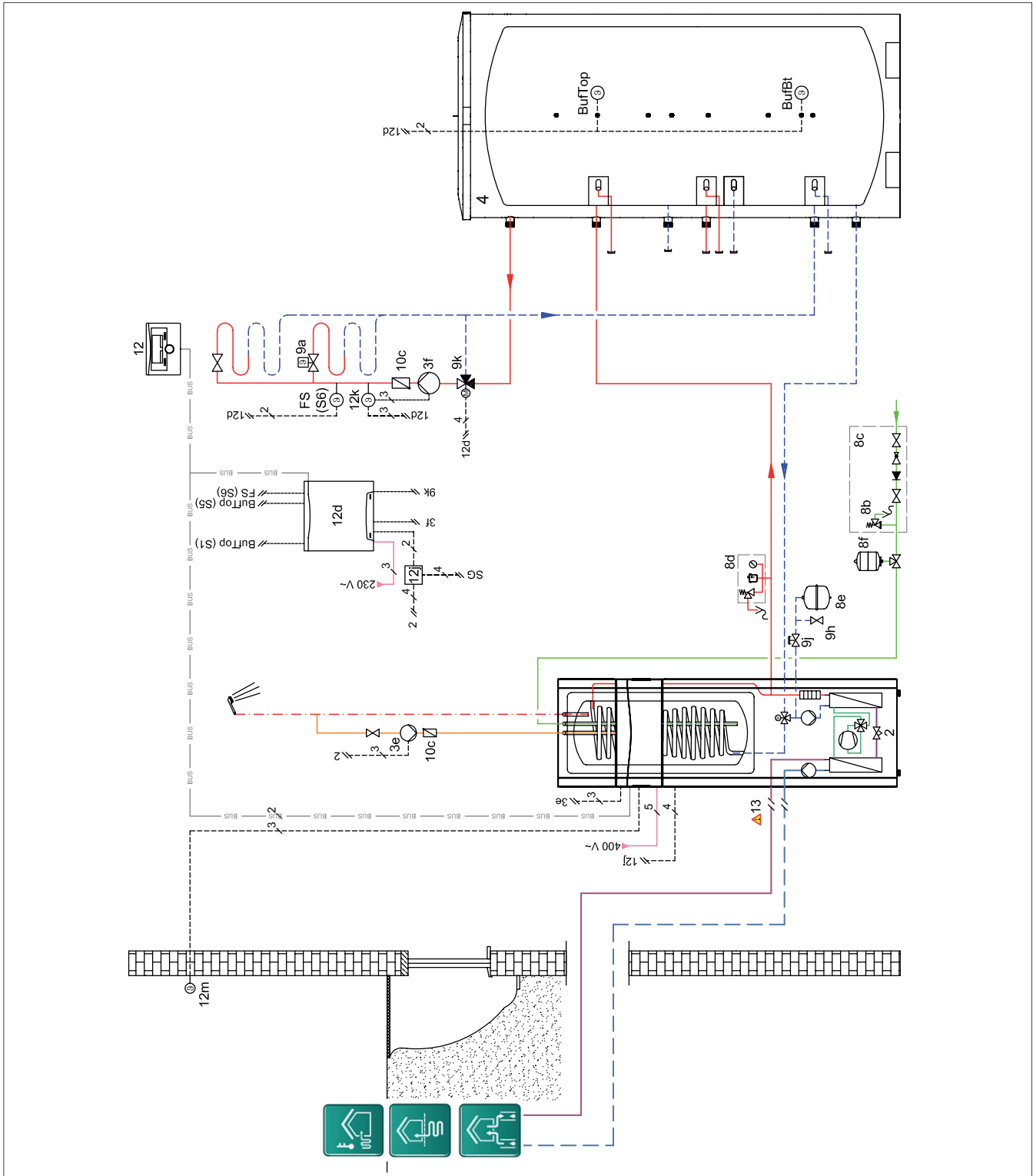


Abb 83: Hydraulikplan flexoTHERM/ flexoCOMPACT



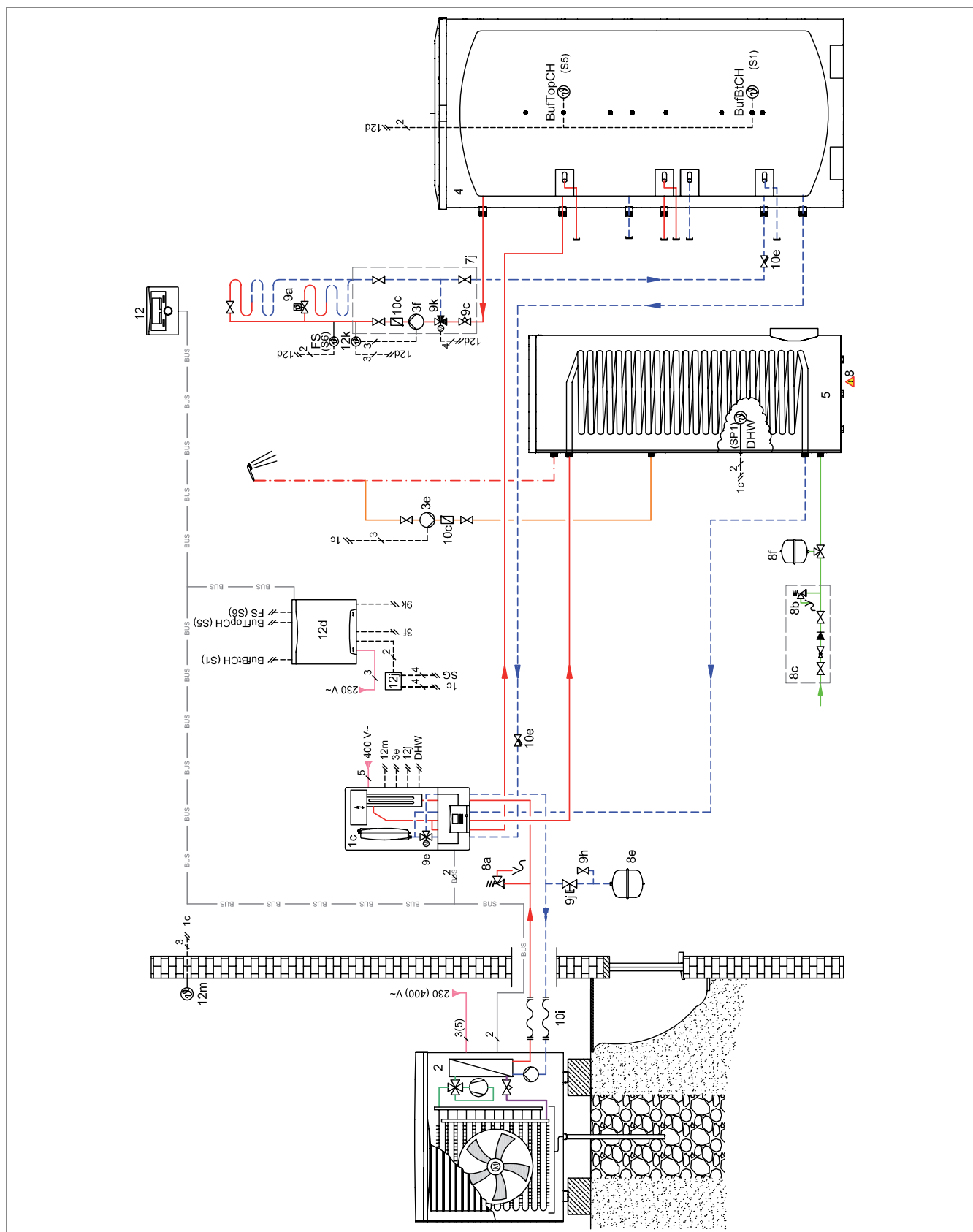
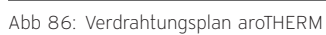


Abb 85: Hydraulikplan aroTHERM



aroTHERM Split mit Hydraulikstation

VWL 35/5 AS, VWL 55/5 AS, VWL 75/5 AS, VWL 105/5 AS und
VWL 125/5 AS mit VWL IS.

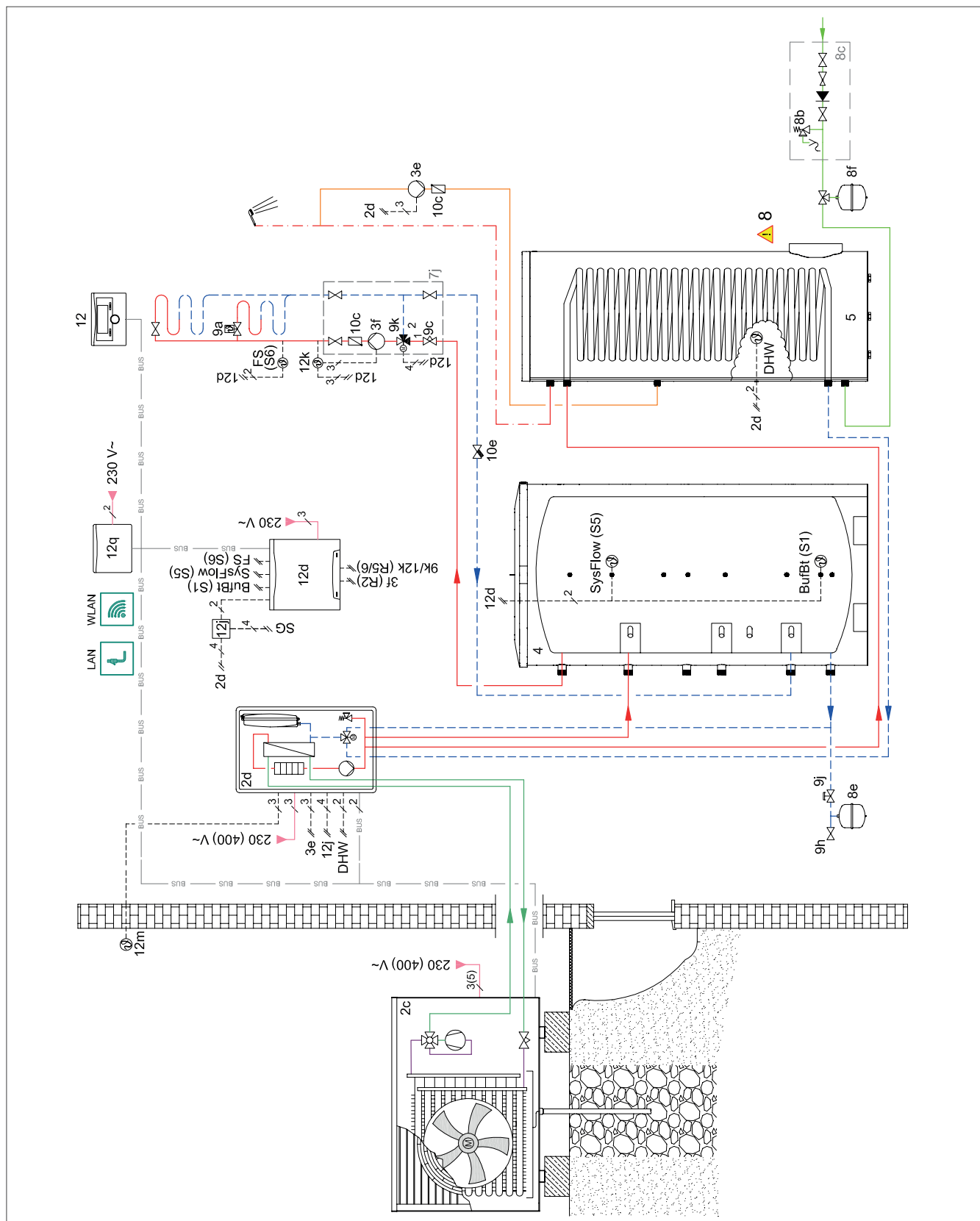


Abb 87: Hydraulikplan aroTHERM Split

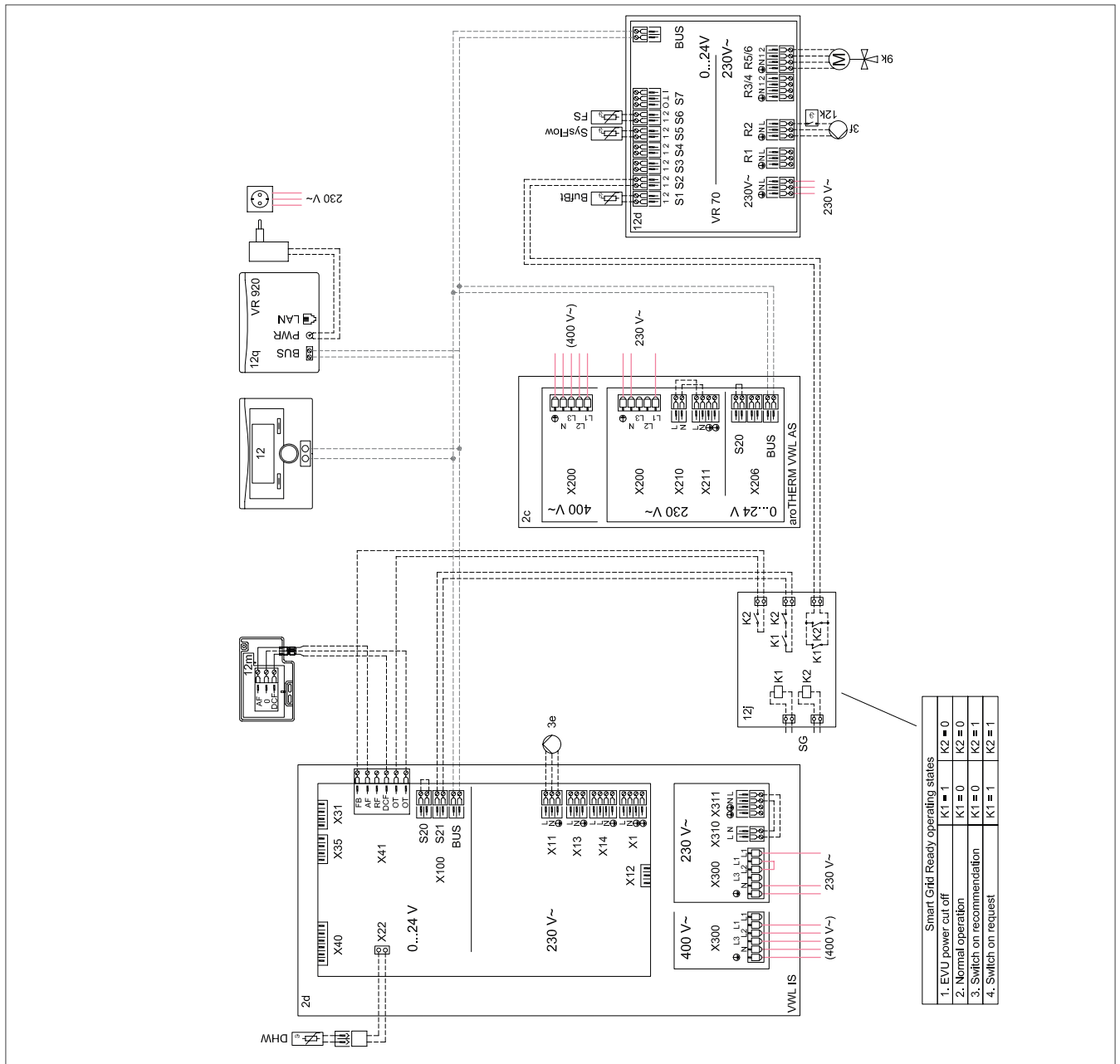


Abb 88: Verdrahtungsplan aroTHERM Split

5.4 PV Ready

Überschüssiger Strom, der durch die Photovoltaikanlage erzeugt wurde, kann für eine Wärmepumpe genutzt werden. Dadurch wird Solarstrom nicht nur im eigenen Haushalt genutzt, sondern er wird auch gleichzeitig dank der Wärmepumpentechnik effizient in Wärme umgewandelt und gespeichert.

Die Energieproduktion der Photovoltaikanlage wird dadurch optimal genutzt und der Eigenverbrauchsanteil erhöht.

Um die Wärmepumpe bei überschüssiger PV-Energie gezielt anzusteuern, werden die Schaltzustände 1 und 2 der PV Ready gewählt.

5.4.1 Funktionsweise

Die Schaltzustände 1 und 2 werden durch eine bauseitige Übergabestelle an das Heizsystem übermittelt.

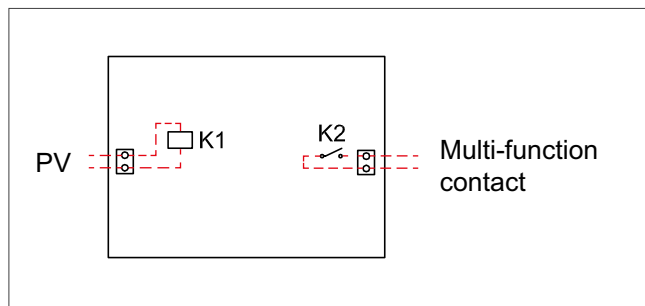


Abb 89: Bauseitige Signal-Übergabestelle

Schaltzustand 1 (K1 = 0) – Normaler Betrieb

Verhalten: Keine Einschränkung auf das Verhalten der Wärmepumpe.

Schaltzustand 2 (K1 = 1) – Einschalttempfehlung

Verhalten: Das System speichert Energie im Warmwasserspeicher durch Auslösung der Einmal-Speicherladung bis zur im Regler eingestellten Solltemperatur. Danach speichert das System Energie im Pufferspeicher (sofern vorhanden), indem die Temperatur um den im Regler eingestellten Sollwert erhöht wird. Bei Warmwasserbereitung dominiert die Zwangsaufladung gegenüber Zeitprogrammen bei Warmwasser. Außerhalb der eingestellten Zeitfenster wird eine Speicherladung durchgeführt.

Wenn keine Wärmeanforderung vorliegt und Schaltzustand 2 anliegt, findet keine Speicherladung im Heizbetrieb statt.

5.4.2 Anschluss mit flexoTHERM/ flexoCOMPACT

Bei **flexoTHERM/ flexoCOMPACT** wird der Kontakt „FB und OT“ am Stecker X 41 z.B. durch einen Energie-Manager der Photovoltaikanlage geschlossen (ab Softwarestand 304.03.00). Zuvor ist die Abfrage „Multifunktionseingang“ vom Fachmann am multiMATIC 700 auf „PV“ einzustellen.

Die PV-Funktion ist seit dem VRC 700/2 vorgesehen. Ist ein Erweiterungsmodul VR 70 im System vorhanden, muss am Sensoreingang S2 eine Brücke installiert werden.

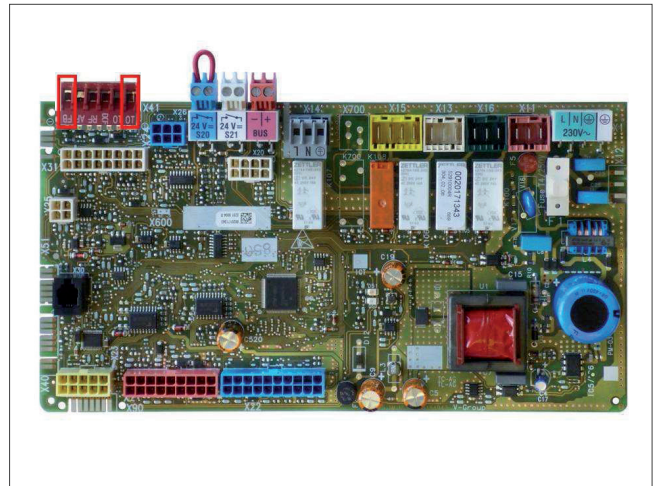


Abb 90: Kontakte FB und OT auf der Platine

1. Anschluss der Übergabestelle an das System, wie in Systemverschaltung 0020177918 beschrieben.
2. **Einschalttempfehlung:** Den Schließer von K2 mit dem Stecker X 41 an den Kontakten FB und OT verbinden.
3. **Optional:** Wenn ein Erweiterungsmodul VR 70 vorhanden ist, am Sensoreingang S2 eine Brücke installieren.

5.4.3 Anschluss mit aroTHERM oder geoTHERM

Bei **aroTHERM** oder **geoTHERM VWS 36/4.1** muss an der Anschlussplatine des VWZ MEH 61, des VWZ AI oder des VIH QW 190 der Multifunktionseingang ME mit dem potenzialfreien Kontakt des Energiemanagers beschaltet werden.

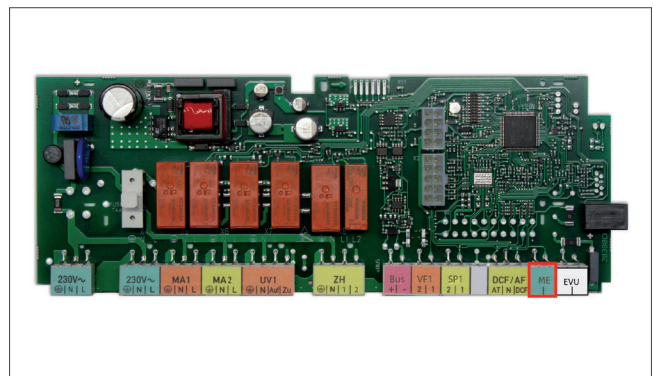


Abb 91: VWZ MEH 61 – mit ME- und EVU-Eingang

1. Anschluss der Übergabestelle an das System, wie in Systemverschaltung 0020223729 beschrieben.
2. **Einschalttempfehlung:** Den Schließer von K2 mit dem ME-Eingang verbinden.

5.4.4 Anschluss mit aroSTOR Warmwasser-Wärmepumpe

Auf der Relaisplatine befindet sich ein Steker für eine externe Ventilatorsteuerung (1) und ein Niedertarifstecker (2), der als potentialfreier Schaltkontakt ausgeführt ist. Wenn diese Kontakte mit der Photovoltaikanlage verbunden werden, stellen sich zwei verschiedene Schaltzustände ein.

Dabei ist zu beachten, dass nur einer der beiden Schaltzustände verwendet werden darf. Es können nicht beide Zustände in ein System angeschlossen werden.

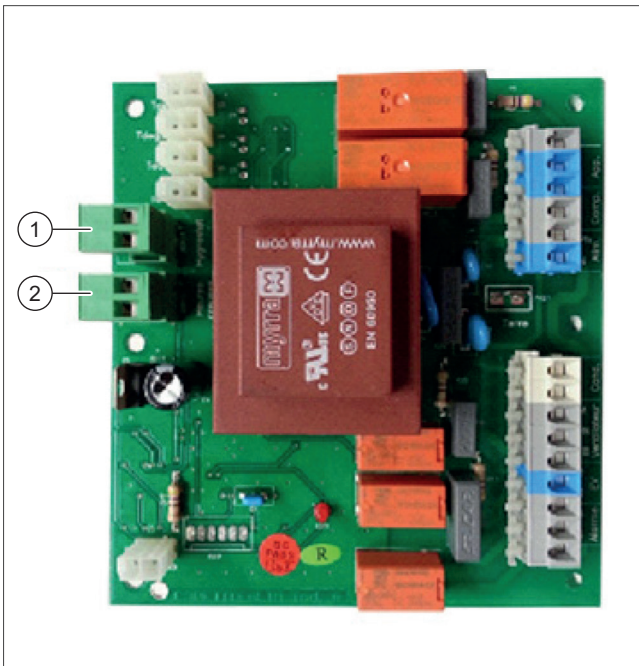


Abb 92: Relaisplatine mit externer Ventilatorsteuerung und Niedertarifstecker

- 1 Externe Ventilatorsteuerung (Kompressor und Elektroheizstab)
- 2 Niedertarifstecker (Nur Kompressor)

Mit dieser Funktion kann die optimierte Selbstversorgung durch die Photovoltaikanlage verwendet werden, um die Wärmepumpe und den Elektroheizstab zu versorgen und das Wasser im Speicher zu erwärmen.

5.4.5 Systempläne

flexoTHERM und flexoCOMPACT

flexoTHERM VWF 57/4, VWF 87/4, VWF 117/4, VWF 157/4 und VWF 197/4.

flexoCOMPACT VWF 58/4, VWF 88/4 und VWF 118/4.

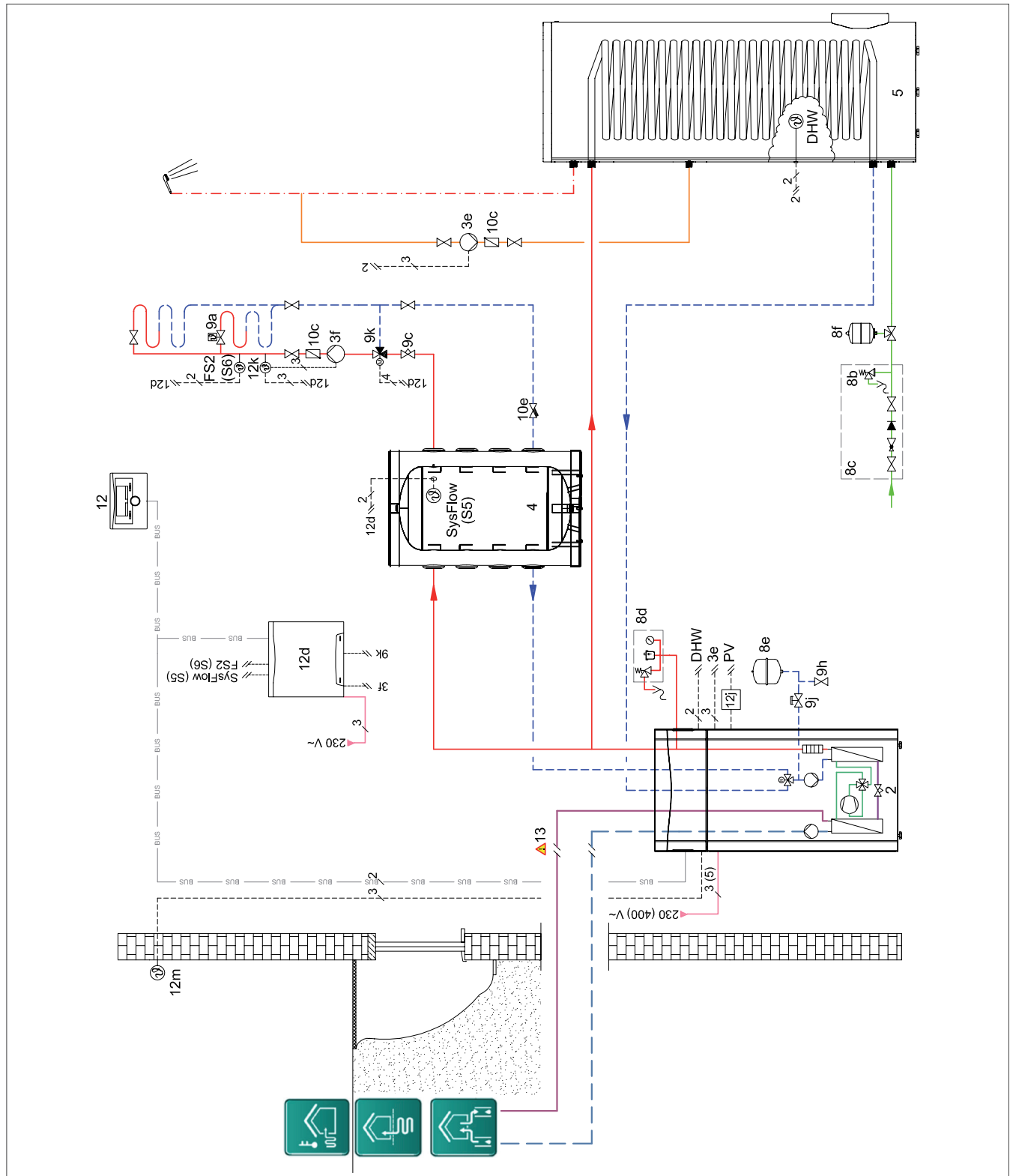


Abb 93: Hydraulikplan flexoTHERM/ flexoCOMPACT

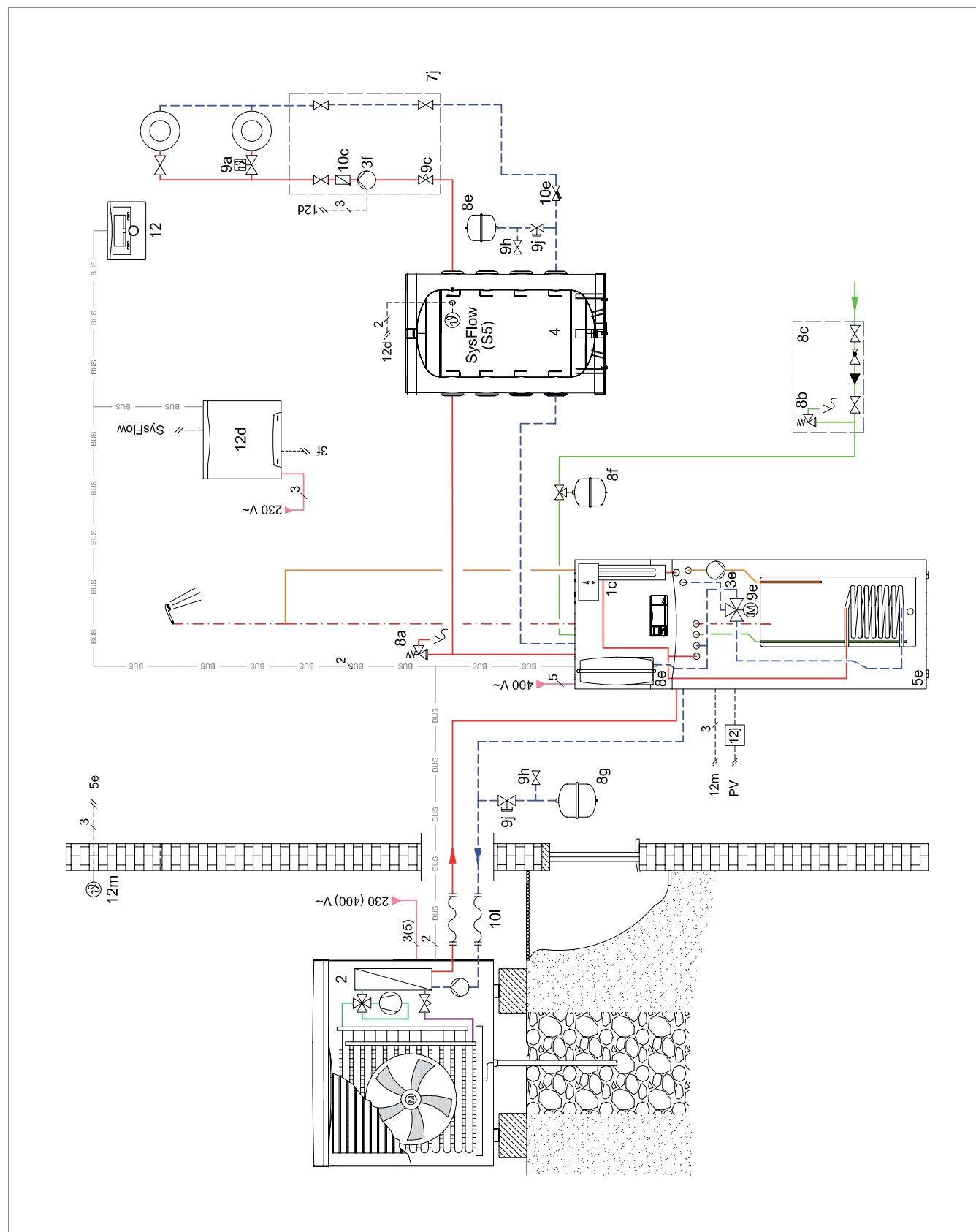


Abb 95: Hydraulikplan aroTHERM





6. Intelligente Systemkombinationen von Vaillant

Ein System aus Wärmepumpe, Lüftung, Photovoltaik und Batteriespeicher schont die natürlichen Ressourcen besonders konsequent und erfüllt die energetischen Anforderungen für das KfW-Effizienzhaus 40 Plus.

6.1 Mehr Unabhängigkeit im Neubau mit Wärmepumpe und Photovoltaik

Da Vaillant Wärmepumpen „SG Ready“ sind, lassen sie sich in intelligente Stromnetze (Smart Grids) einbinden. So sichern selbst erzeugter Photovoltaik-Strom und intelligentes Energiemanagement niedrigste Stromkosten.

Vaillant unterstützt Sie nicht nur bei der Auswahl und Planung des optimalen Heizungssystems sondern bietet auch umfangreiche Unterstützung bei der Inbetriebnahme und Wartung.

6.2 aroTHERM – in Kombination mit uniTOWER

Die Nutzung der Wärmepumpe **aroTHERM** gewährleistet eine kostengünstige Erschließung der Wärmequelle Luft durch einfache und flexible Installation der Wärmepumpe im Freien. In dieser Systemkonfiguration ist ein monoenergetischer Betrieb der Wärmepumpe möglich.

In der folgenden Systemkonfiguration ist die Wärmepumpe mit dem **uniTOWER** kombiniert. Es werden 2 Heizkreise über die im **uniTOWER** befindlichen Hydraulikkomponenten, hier speziell über die Einbau- und Erweiterungssets mit Wärme versorgt (1 hydraulische Weiche, 1 Heizkreis mit Mischer, 1 Heizkreis ohne Mischer).

Die Speicherladung übernimmt die Wärmepumpe, falls notwendig mit Unterstützung der im **uniTOWER** integrierten elektrischen Zusatzheizung. Der Systemregler **multiMATIC 700** (wandmontiert) regelt das WP-System. Seit **multiMATIC 700/2** sind PV Ready Funktionen möglich.

Mit allen Heizungssystemen ist die Wohnungslüftung **recoVAIR** zur kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung kombinierbar.

Das Photovoltaik System ist mit einem digitalen Stromzähler für dynamisches Einspeisemanagement und dem Erweiterungsmodul Einspeisemanagement ausgestattet. So ist es möglich, die Wärmepumpe über das Photovoltaik System zu betreiben.

Wichtigste Systemkomponenten:

- Heizgerät: **aroTHERM** Wärmepumpe
- Wohnungslüftung **recoVAIR**
- Kompakteinheit **uniTOWER** mit Warmwasserspeicher und Komponenten zur Wärmeverteilung
- Photovoltaik System: **auroPOWER** PV-Module, **auroPOWER** Wechselrichter, Stromzähler 3-phasig mit Verbindungsleitung RTU Mod-Bus und Erweiterungsmodul Einspeisemanagement
- Witterungsgeführter Regler für Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung **multiMATIC 700**

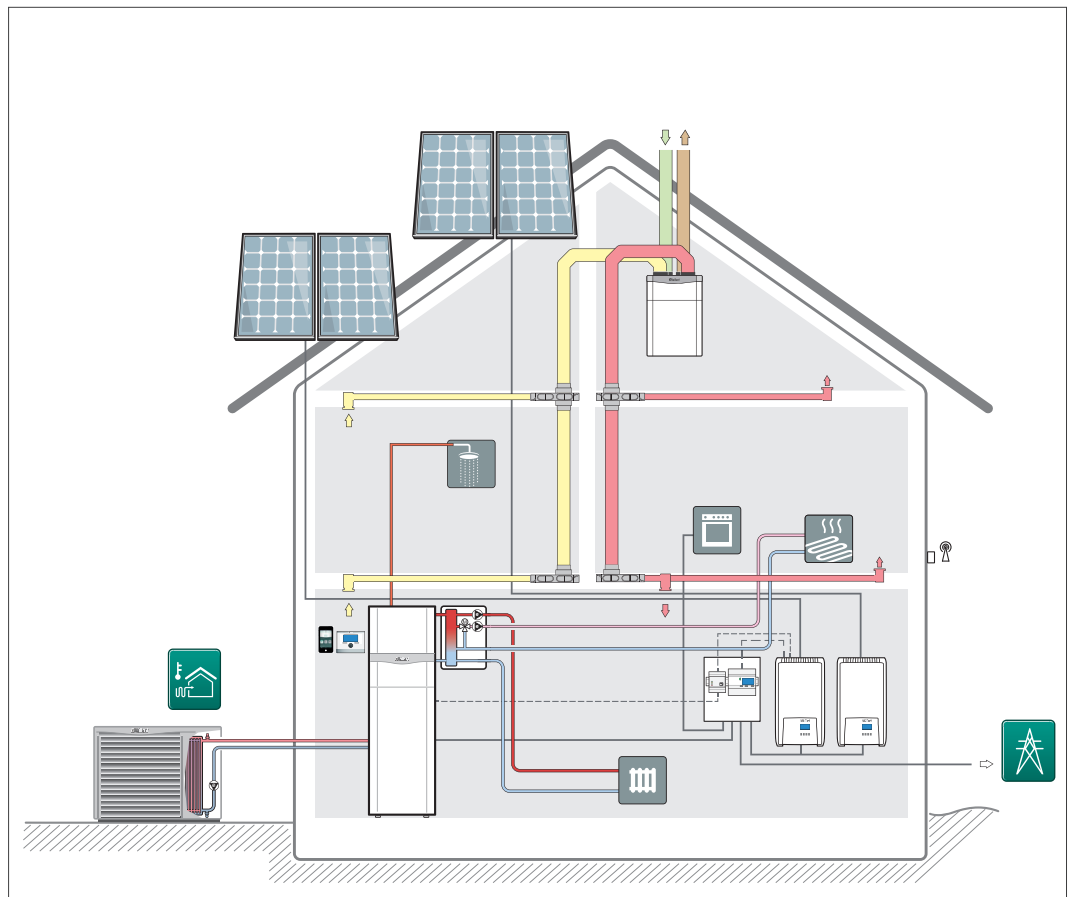


Abb 97: aroTHERM – in Kombination mit uniTOWER

Über den witterungsgeführten Heizungsregler **multiMATIC 700** wird das Wärmepumpensystem geregelt und eingestellt.

6.3 Wärmepumpenanlage flexoCOMPACT

Die Wärmepumpen **flexoCOMPACT exclusive** sind einfach zu installieren. Der Warmwasserkomfort wird durch den integrierten 171 Liter Warmwasserspeicher bestimmt. Ein sorgfältiger Abgleich mit dem gewünschten Warmwasserbedarf ist daher im Vorfeld sehr wichtig. Der Einsatz dieser platzsparenden Lösung ist besonders im Neubau ohne Keller möglich.

Mit allen Wärmepumpensystemen ist die Wohnungslüftung **recoVAIR** zur kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung kombinierbar.

Das Photovoltaik System ist mit einem digitalen Stromzähler für dynamisches Einspeisemanagement und dem Erweiterungsmodul Einspeisemanagement ausgestattet. So ist es möglich, die Wärmepumpe mit Hilfe des Batteriespeichers und des Photovoltaik Systems zu betreiben.

Wichtigste Systemkomponenten:

- Heizgerät: **flexoCOMPACT** Wärmepumpe
- Wohnungslüftung **recoVAIR**
- Photovoltaik System: **auroPOWER** PV-Module, **auroPOWER** Wechselrichter, Stromzähler 3-phasig mit Verbindungsleitung RTU Mod-Bus und Erweiterungsmodul Einspeisemanagement
- Batteriespeichersystem **eloPACK**
- Witterungsgeführter Regler für Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung **multiMATIC 700**
- Internetkommunikationsmodul **VR 920**
- App-Steuerung für Android und iOS
- Hydraulische Baugruppen

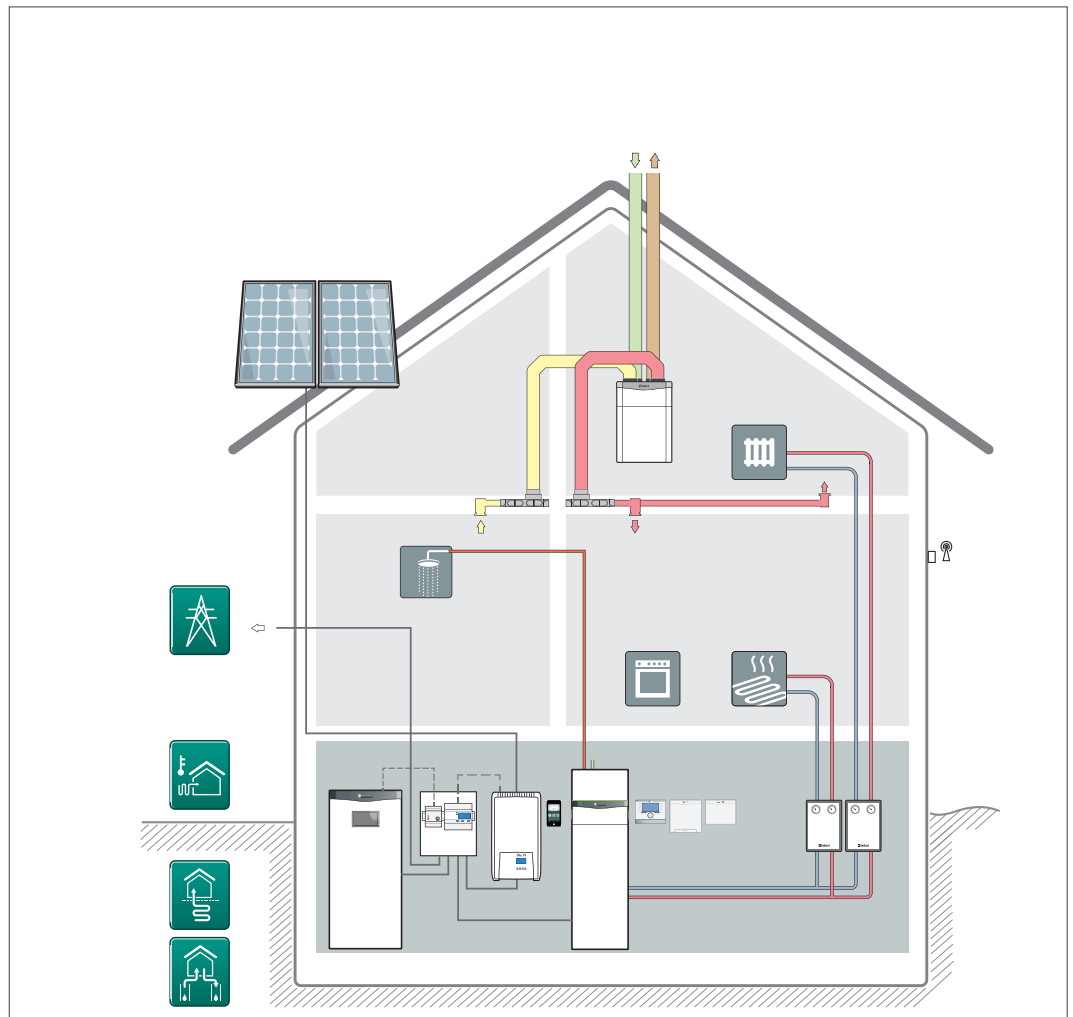


Abb 98: Wärmepumpenanlage flexoCOMPACT mit Batteriespeichersystem eloPACK und Wohnraumlüftung recoVAIR

Die oben gezeigte Lösung ist mit allen Wärmequellen möglich. Die Kühlfunktion steht bei allen Wärmequellen zur Verfügung. Informationen zu den unterschiedlichen Wärmequellen, deren Vor- und Nachteilen sowie entsprechende Einsatzgrenzen sind in dem Planungsmodul Wärmepumpe zusammengefasst.

6.4 Warmwasserwärmepumpen in bestehenden Anlagen

Die Warmwasserwärmepumpe **aroSTOR** kann ein gesamtes Einfamilienhaus von einer zentralen Stelle mit Warmwasser versorgen.

Der Aufstellungsraum befindet sich vorrangig dort, wo Wärme anfällt. Das kann in einem Wirtschaftsraum, Heizraum oder in Kellerräumen sein, wo Abwärme von Waschmaschinen oder Kühlgeräten zur Verfügung steht. Die Luft wird von der Wärmepumpe angesaugt, abgekühlt und wieder in den Raum abgegeben. Zusätzlich wird die Raumluft entfeuchtet.

Mit allen Wärmepumpensystemen ist die Wohnungslüftung **recoVAIR** zur kontrollierten Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung kombinierbar.

Das Photovoltaik System ist mit einem digitalen Stromzähler für dynamisches Einspeisemanagement und dem Erweiterungsmodul Einspeisemanagement ausgestattet. So ist es möglich, die Warmwasser-Wärmepumpe über das Photovoltaik System zu betreiben.

Wichtigste Systemkomponenten:

- Warmwasser-Wärmepumpe **aroSTOR**
- Gas-Brennwertgerät **ecoTEC**
- Wohnungslüftung **recoVAIR**
- Photovoltaik System:
auroPOWER PV-Module,
auroPOWER Wechselrichter, Stromzähler 3-phasig mit Verbindungsleitung RTU Mod-Bus und Erweiterungsmodul Einspeisemanagement

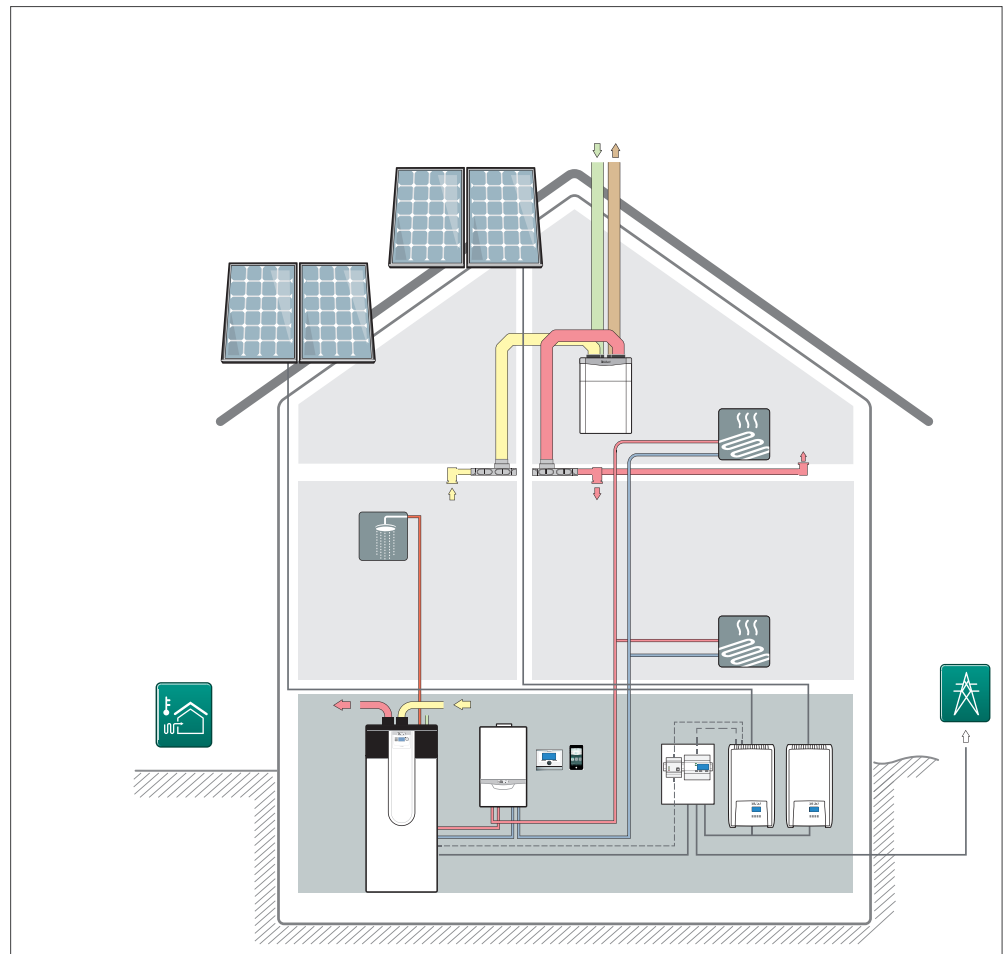


Abb 99: Warmwasserwärmepumpe aroSTOR zur Erweiterung bestehender Anlagen

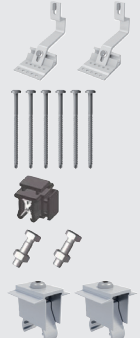
Serienmäßig ist die **aroSTOR** VWL B 290/4 und VWL BM 290/4 so ausgeführt, dass sowohl die Zuluft als auch die Abluft aus dem Aufstellungsraum entnommen bzw. in diesen abgegeben wird. Dadurch kommt es zu einer Abkühlung der Luft im Aufstellungsraum. Sollte dies nicht gewünscht werden, kann die Abluft über einen Abluftkanal ins Freie oder zur Kühlung in einen anderen Raum geleitet werden.

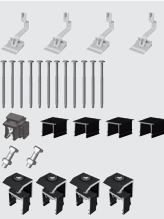
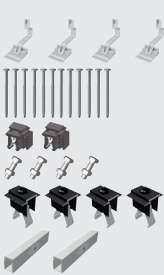
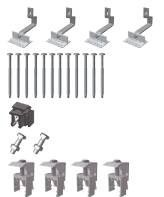
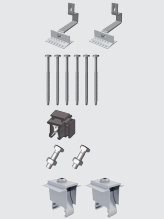
6.5 Zubehöre Photovoltaik Systeme

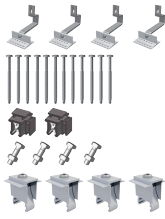
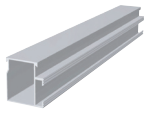
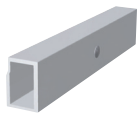
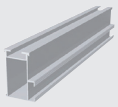
Zubehör Einspeisemanagement, Kabel und DC Steckverbinder

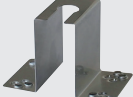
Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Erweiterungsmodul Einspeisemanagement für Wechselrichter auroPOWER VPV I Das Erweiterungsmodul verfügt über einen potentialfreien Schaltkontakt für eine intelligente Spitzenlastverschiebung. Der Kontakt kann z. B. für die Ansteuerung der PV Ready Funktion von Vaillant Wärmepumpen der Baureihen flexoTHERM , flexoCOMPACT , aroTHERM und aroSTOR genutzt werden. Außerdem kann das Erweiterungsmodul für die 4-stufige Leistungsreduzierung von Photovoltaiksystemen verwendet werden.	0020252793
	Stromzähler 3-phasig für dynamisches Einspeisemanagement Der Energiezähler lässt sich über eine RTU Mod-BUS (RS 485) Schnittstelle direkt mit den Wechselrichtern der VPV I-Serie kombinieren. In Kombination mit dem Energiezähler lässt sich der Eigenverbrauch im Gebäude erfassen und ein dynamisches Einspeisemanagement realisieren. Hinweis: Verbindungsleitung RTU Mod-BUS (0020228555) separat bestellen.	0020252794
ohne Abb.	Verbindungsleitung RTU Mod-BUS (RS 485) für dynamisches Einspeisemanagement mit eloPACK VSE Hinweis: Stromzähler 3-phasig (0020252794) separat bestellen	0020228555
	Elektro-Heizstab in Kombination mit Photovoltaik Heizleistung 0,5 - 3,5 kW/1N PE ~ 230 V, 16 A, vom mitgelieferten Energiemanager gesteuert (abhängig vom Photovoltaikstromüberschuss) Hinweis: geeignet zur Steigerung der Eigenverbrauchsquote von PV-Anlagen in Verbindung mit VIH R 300-500/3, VIH S 300-500/3, VIH RW 300- 500/3, VIH SW 400-500/3	0020230738
	Paar DC Steckverbinder, werkzeuglos für Verbindung VPV P mit DC-Kabel (1 Paar)	0020253028
	DC-Kabel, 100 m, 6 mm², ohne Stecker für Verbindung Module und Wechselrichter (100 m)	0020062076

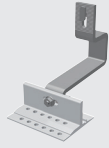
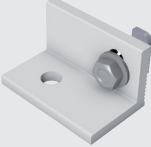
Befestigungsmaterial Aufdachmontage

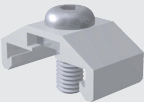
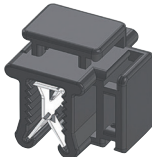
Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
Befestigungsmaterial/ Aufdach-Sets (dachparallel)		
	Basis-Set, Schrägdach, silbern für Montage 1 x PV Modul, Rahmen silbern 4 x Dachhaken, Standard, höhenverstellbar 12 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Abrutschsicherung für Schrägdach 4 x Endklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, silbern 4 x Endkappe für Montageschiene 40 x 37,1, silbern Hinweis: Aluminiumschiene, 40 x 37 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul, silbern (0020228532) separat bestellen	0020275994
	Erweiterungs-Set + 1, Schrägdach, silbern für Montage 1 x PV Modul, Rahmen silbern 2 x Dachhaken, Standard, höhenverstellbar 6 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 2 x Mittelklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, silbern Hinweis: Montageschiene, 40 x 37 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul, silbern (0020228532) separat bestellen.	0020275997

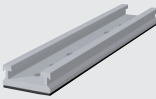
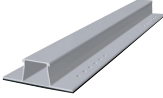
Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Erweiterungs-Set + 2, Schrägdach, silbern für Montage 2 x PV Modul, Rahmen silbern 4 x Dachhaken, Standard, höhenverstellbar 12 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 4 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 4 x Mittelklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, silbern 2 x Schienenverbinder mit Potentialausgleich für Montageschiene, 40 x 37 mm Hinweis: Aluminiumschiene, 40 x 37 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul, silbern (0020228532) separat bestellen	0020275998
	Basis-Set, Schrägdach, schwarz für Montage 1 x PV Modul, Rahmen schwarz 4 x Dachhaken, Standard, höhenverstellbar 12 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 4 x Endklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, schwarz 4 x Endkappe für Montageschiene 40 x 37,1, schwarz Hinweis: Aluminiumschiene, 40 x 37 mm, Länge 2080 mm für Montage PV Modul, schwarz (0020228542) separat bestellen	0020276000
	Erweiterungs-Set + 1, Schrägdach, schwarz für Montage 1 x PV Modul, Rahmen schwarz 2 x Dachhaken, Standard, höhenverstellbar 6 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 2 x Mittelklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, schwarz Hinweis: Aluminiumschiene, 40 x 37 mm, Länge 2080 mm für Montage PV Modul, schwarz (0020228542) separat bestellen	0020276004
	Erweiterungs-Set + 2, Schrägdach, schwarz für Montage 2 x PV Modul, Rahmen schwarz 4 x Dachhaken, Standard, höhenverstellbar 12 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 4 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 4 x Mittelklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, schwarz 2 x Schienenverbinder mit Potentialausgleich für Montageschiene, 40 x 37 mm Hinweis: Aluminiumschiene, 40 x 37 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul, schwarz (0020228542) separat bestellen	0020276003
	Schrägdach-Set, silber, Schwerlast, Basis für Montage 1 x VPV P, Rahmen silber 4 x Dachhaken, Schwerlast, höhenverstellbar 12 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 100 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Abrutschsicherung für Schrägdach 4 x Endklemme, verstellbar, 30 - 50 mm, silber Hinweis: Aluminiumschiene, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul	0010029482
	Schrägdach-Set, silber, Schwerlast, Erweiterung + 1 für Montage 1 x VPV P, Rahmen silber 2 x Dachhaken, Schwerlast, höhenverstellbar 6 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 100 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 2 x Mittelklemme, verstellbar, 30 mm - 50 mm, silber Hinweis: Aluminiumschiene, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul	0010029484

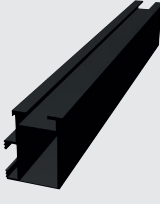
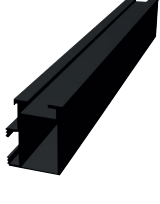
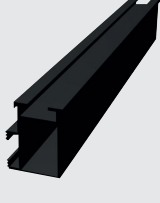
Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Schrägdach-Set, silber, Schwerlast, Erweiterung + 2' für Montage 2 x VPV P, Rahmen silber 4 x Dachhaken, Schwerlast, höhenverstellbar 12 x Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 100 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 4 x Abrutschsicherung, für Schrägdach 4 x Mittelklemme, verstellbar, 30 mm - 50 mm, silber Hinweis: Aluminiumschiene, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul	0010029483
Befestigungsmaterial/ Aufdach Einzelkomponenten (dachparallel)		
	Montageschiene, 40 x 37 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul, silbern (1 Stück) verwendbar bei Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparren- ankern. Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 5,078 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 2,501 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 40 x 37,1 x 2.080 mm Gewicht 1,275 kg/Stück kein Hammerkopfkanaal an der Schienenoberseite	0020228532
	Montageschiene, Silber, Endkappen, 40 x 37,1 mm (4 Stück) zum Verschließen der Montageschienen Aluminium EN-AW-6063 T6 Abmessungen (H x B x L) 31 x 25 x 36,8 mm Gewicht 0,013 kg/Stück verwendbar für auroPOWER VPV P	0020271103
	Montageschiene, 40 x 37,1 mm, Länge 2.080 mm für Montage PV Modul, schwarz (1 Stück) verwendbar bei Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparren- ankern. Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 5,078 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 2,501 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 40 x 37,1 x 2.080 mm Gewicht 1,275 kg/Stück kein Hammerkopfkanaal an der Schienenoberseite	0020228542
	Montageschiene, Schwarz, Endkappen, 40 x 37,1 mm, (4 Stück) zum Verschließen der Montageschienen Aluminium EN-AW-6063 T6 Abmessungen (H x B x L) 31 x 25 x 36,8 mm Gewicht 0,013 kg/Stück verwendbar für auroPOWER VPV P	0020271104
	Schienenverbinder mit Potentialausgleich für Montageschiene 40 x 37 mm (10 Stück) zur Verbindung der Montageschienen zur Montage auf bauseitigen Solar-haltern oder Sparrenankern. Verwendbar für PV Module. Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 5,594 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 2,910 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 37,1 x 25,6 x 195 mm Gewicht 0,174 kg/Stück inkl. Durchschubsicherung	0020273246
	Montageschiene, silber, 60 x 37,1 x 2.080 mm, (1 Stück) für Montage VPV P verwendbar bei Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparren- ankern Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 14,622 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 4,815 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 60 x 37,1 x 2.080 mm Gewicht 3,613 kg/Stück	0010029474
	Montageschiene, silber, Endkappen, 60 x 37,1 mm, (4 Stück) zum Verschließen der Montageschienen Aluminium EN-AW-6063 T6 Abmessungen (H x B x L) 31 x 25 x 48,2 mm Gewicht 0,017 kg/Stück verwendbar für auroPOWER VPV P	0010029477

Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Montageschiene, Verbinder, 60 x 37,1 mm, (2 Stück), mit Potentialausgleich zur Verlängerung der Montageschienen Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 13,084 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x 5,395 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 48,5 x 23,8 x 195 mm Gewicht 0,256 kg/Stück inkl. Durchschubsicherung verwendbar für auroPOWER VPV P	0010029476
	Kreuzschienenverbinder für Aluminiumschiene 40 x 37,1 mm und 47 x 35,4 mm (20 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschr. Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Gewicht 0,048 kg/Stück vormontiert Hinweis: 1 Stück pro Kreuzpunkt	0020228545
	Endklemme, verst. 30 - 50 mm, silbern für Modulbefest. auf Montageschiene (10 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 A Modulrahmenhöhe von 30 mm bis 50 mm Klemmabstand 25 mm Gewicht 0,055 kg/Stück vormontiert	0020276014
	Mittelklemme, verst. 30 - 50 mm, silbern für Modulbefest. auf Aluminiumschiene (40 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 A Modulrahmenhöhe von 30 mm bis 50 mm Klemmabstand 19 mm zwischen den Modulen Gewicht 0,048 kg/Stück vormontiert	0020228552
	Endklemme, verst. 30 - 50 mm, schwarz für Modulbefest. auf Montageschiene (10 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Modulrahmenhöhe von 30 mm bis 50 mm Klemmabstand 25 mm Gewicht 0,055 kg/Stück vormontiert	0020276023
	Mittelklemme, verst. 30 - 50 mm, schwarz für Modulbefest. auf Montageschiene (40 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Modulrahmenhöhe von 30 mm bis 50 mm Klemmabstand 19 mm zwischen den Modulen Gewicht 0,048 kg/Stück vormontiert	0020228548
	Erdungsblech für Mittelklemmen zur Herstellung des Potentialausgleichs (40 Stück) Durch das Erdungsblech entsteht eine elektrisch leitende Verbindung zwischen Modulrahmen und Montageschiene. Edelstahl 1.4301 Gewicht 0,007 kg/Stück Verwendbar für PV Module	0020271102
	Dachhaken, Standard, höhenverstellbar, 45 - 58 mm, mit Hammerkopfschraube (10 Stück) Aluminium EN-AW-6082 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Grundplatte 93 mm x 95 mm x 40 mm Bohrung 10 x 7 mm Dacheindeckungsform Ziegel und Pflanne max. Höhenausgleich 45 bis 58 mm im Dachlattenbereich, 21 mm im Schienenbereich Gewicht 0,446 kg/Stück vormontiert inkl. Hammerkopfschraubenset M8 x 25 in 3 Achsen verstellbar Hinweis: Universal Dachhaken für nahezu alle gängigen Dachziegel	0020228531

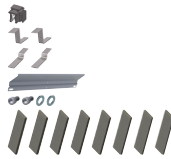
Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Dachhaken, Schwerlast, verstellbar, 49 - 65 mm (2 Stück) mit Hammerkopfschraube Aluminium EN AW-6063 T6 (EN AW-ALMg0,7Si) Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Grundplatte 112,5 mm x 84 mm Bohrung 8 x 7 mm und 8 x 9 mm Dacheindeckungsform Ziegel und Pflanne Gewicht 0,952 kg/Stück vormontiert inkl. Hammerkopfschraubenset M8 x 25 in 3 Achsen verstellbar verwendbar für auroPOWER VPV P	0010029479
	Dachhaken, Edelstahl, Schiefer für Schiefereindeckung (10 Stück) Edelstahl A2; 1.4301 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Dacheindeckungsform Schiefer Gewicht 0,450 kg/ Stück Abmessungen B x H Materialstärke 30 x 5 mm Bohrung 3 x 7 mm für Senkk.-Holzschrauben vormontiert inkl. Hammerkopfschraubenset M8 x 25 in 1 Achse verstellbar	0020228536
	Universal Abdeckblech, Aluminium für Schindeleindeckung, 246 x 205 mm (10 Stück)	0020228537
	Dachhaken „Biber Vario“, Edelstahl für Metaldachziegel (10 Stück) Edelstahl A2; 1.4301 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Dacheindeckungsform Biberschwanz Gewicht 0,592 kg/ Stück Abmessungen B x H Materialstärke 30 x 6 mm Bohrung 2 x 9 mm für Tellerk.-Holzschraube vormontiert inkl. Hammerkopfschraubenset M8 x 25 in 1 Achse verstellbar	0020228534
	Metaldachziegel „Biber Vario“, verzinkt, DE für Biberschwanzziegel, Deckmaß 180 x 370 mm (10 Stück) Stahlblech verzinkt Abmessung 180 x 370 mm (Deckmaß) Stärke 0,7 mm Gewicht 0,516 kg/ Stück Lieferung mit Schaumstoffkeilen zum Einkleben	0020228535
	Stockschraube M 10 x 200 mm ohne Winkel (10 Stück) Material Edelstahl A2 Dacheindeckungsform Welleternit, Trapezblech, Wellblech Gewicht 0,123 kg/ Stück vormontiert mit 3 Sperrzahnmutter M10 und 1 EPDM-Dichtung Antrieb SW 7 Hinweis: Universal Adapter für Aluminiumschiene (0020228540) separat bestellen	0020228539
	Universal Adapter für Aluminiumschiene für Stockschraube, Metaldachziegel (10 Stück) Winkel 60 mm, M10 komplett Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Gewicht 0,087 kg/ Stück Fußbohrung für 10 mm Schrauben vormontiert inkl. Hammerkopfschraubenset M8 x 25 in 1 Achse verstellbar	0020228540

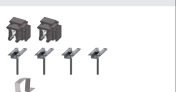
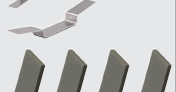
Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Abrutschsicherung, für Schrägdach für PV Modul, Hochkantmontage (25 Stück) Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Gewinde M6 Schraubenlänge 20 mm Gewicht 0,008 kg/ Stück inkl. Sechskantmutter M6	0020228553
	Arretierungsblock, silbern, Schrägdach für PV Modul, Quermontage (20 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Gewicht 0,022 kg/ Stück vormontiert	0020228554
	Arretierungsblock, schwarz, Schrägdach für PV Modul, Quermontage (20 Stück) Aluminium EN-AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Gewicht 0,022 kg/ Stück vormontiert	0020228541
	Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 30, 6 x 80 Tellerkopf, für Dachhaken, Standard (100 Stück) Edelstahl A2 Schraubenlänge 80 mm Gewicht 0,0153 kg/ Stück für Dachhaken Alu mit Bohrspitze und Gleitbeschichtung	0020228544
	Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 40, 8 x 80/72 Tellerkopf, für Dachhaken, Schwerlast (100 Stück) Edelstahl X5CrNi18-10 Schraubenlänge 80 mm Gewicht 0,020 kg/ Stück für Dachhaken Alu mit Schneidkerbe	0020228549
	Holzschraube, Edelstahl, A2, TX 25, 6 x 80 Senkkopf, für Schieferdachhaken (100 Stück) Edelstahl A2 Schraubenlänge 80 mm Gewicht 0,0132 kg/ Stück für Dachhaken Schiefer mit Bohrspitze und Gleitbeschichtung	0020228550
	Befestigungsclip mit Kabelbinder für Befestigung DC-Kabel (100 Stück) Polyamid UV-beständig Abmessung 200 x 3,6 mm Zugkraft 182 N Klemmbereich 0,7 - 3,0 mm Kabelführung variabel parallel/ 90° zur Klemmkante	0020228533
	Universal Erdungsklemme für Anschluss Potentialausgleich an Montage- schiene (5 Stück)	0020271105
	Holzschraube, Edelst., A2, TX 30, 6 x 100 Tellerkopf, für Dachhaken, Standard (100 Stück) Edelstahl A2 Schraubenlänge 100 mm Gewicht 0,0153 kg/Stück für Dachhaken Alu mit Bohrspitze und Gleitbeschichtung	0020271098

Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Schiene 180 mm, Silber für Trapezblechdächer (10 Stück) Aluminium EN AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 0,243 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 0,157 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 14 x 31 x 180 mm Gewicht 0,088 kg/Stück jeweils 2 Löcher 5 mm / 6,5 mm / 8,5 mm vorgebohrt Unterseite flächig mit Dichtband beklebt	0020271149
	Schiene 395 mm, Silber für Trapezblechdächer (10 Stück) Aluminium EN AW-6063 T6 geschlossenzelliger Zellkautschuk, EPDM max. Trägheitsmoment $I_x = 2,279 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 1,358 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 25 x 80 x 395 mm Fußbohrung 24 x 5 mm Gewicht 0,255 kg/Stück 2x 12 Löcher 5 mm variabel vorgebohrt Unterseite flächig mit Dichtband beklebt	0020271151
	Montagedreieck, 15°, Silber für Aufständerung (2 Stück) Aluminium EN AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Abmessungen aufgebaut 346,5 x 1145 x 1145 mm (a-b-c) Abmessungen Transport 93 x 44,4 x 1145 mm Gewicht 1,926 kg/Stück 2x 12 Löcher 5 mm variabel vorgebohrt Aufständerung 15°	0020271152
	Set-Montagedreieck, 25° Aufständerung (2 Stück) für waagerechte Modulanordnung Aluminium EN AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Abmessungen aufgebaut 530,4 x 1145 x 1145 mm (a-b-c) Abmessungen Transport 93 x 44,4 x 1145 mm Gewicht 2,074 kg/Stück Aufständerung 25° verwendbar für auroPOWER VPV P	0010029480
	Set-Montagedreieck, 35° Aufständerung (2 Stück) für waagerechte Modulanordnung Aluminium EN AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Abmessungen aufgebaut 698,9 x 1145 x 1145 mm (a-b-c) Abmessungen Transport 93 x 44,4 x 1145 mm Gewicht 2,202 kg/Stück Aufständerung 35° verwendbar für auroPOWER VPV P	0010029481
	Set-Montagedreieck, Aussteifungsset (1 Stück) für Stabilisierung Montagedreieck Aluminium EN AW-6063 T6 Verschraubung Edelstahl X5CrNi18-10 A2-70 Abmessungen 35 x 3 x 1900 mm Gewicht 0,536 kg/Stück verwendbar für auroPOWER VPV P	0010030584
	Bolzenanker für Beton (4 Stück)	0020271153

Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
Befestigungsmaterial/ Aufdach Einzelkomponenten (dachparallel) geeignet für Solarthermie und Photovoltaik		
	Montageschiene, 47 x 35,4 mm, Länge 2,606 mm, schwarz (2 Stück) für Montage 2 x Solar-Flachkollektoren (vertikal) oder PV Modul bei Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparrenankern. Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 7,079 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 3,155 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 47 x 35,4 x 2606 mm Gewicht 1,936 kg/Stück Hammerkopfkanaal an der Schienenoberseite	0020228571
	Montageschiene, 47 x 35,4 mm, Länge 1,323 mm, schwarz (2 Stück) für Montage 1 x Solar-Flachkollektoren (vertikal) oder PV Modul bei Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparrenankern. Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 7,079 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 3,155 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 47 x 35,4 x 1323 mm Gewicht 1,983 kg/Stück Hammerkopfkanaal an der Schienenoberseite	0020228573
	Montageschiene, 47 x 35,4 mm, Länge 2,123 mm, schwarz (2 Stück) für Montage 1 x Solar-Flachkollektoren (horizontal) oder PV Modul bei Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparrenankern. Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 7,079 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 3,155 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 47 x 35,4 x 2123 mm Gewicht 1,578 kg/Stück Hammerkopfkanaal an der Schienenoberseite	0020228575
	Endkappe für Montageschiene 47 x 35,4, schwarz (4 Stück) zum Verschließen der Montageschienen zur Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparrenankern Aluminium EN-AW-6063 T6 Abmessungen (H x B x L) 31 x 25 x 35,2 mm Gewicht 0,013 kg/Stück	0020228578
	Schienenverbinder für Montageschiene 47 x 35,4 mm (2 Stück) zur Verbindung der Montageschienen zur Montage auf bauseitigen Montageträgern oder Sparrenankern Aluminium EN-AW-6063 T6 max. Trägheitsmoment $I_x = 7,007 \text{ cm}^4$ max. Widerstandsmoment $W_x = 3,959 \text{ cm}^3$ Abmessungen (H x B x L) 35,5 x 24,2 x 195 mm Gewicht 0,224 kg/Stück inkl. Durchschubsicherung	0020228576

Befestigungsmaterial Flachdachmontage

Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
Befestigungsmaterial/ Flachdach Süd Sets (aufgeständert)		
	Basis-Set für 1. Reihe, Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 2 x Stütze Unten, für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 2 x Innensechskantschraube M8 x 30 für Flachdachsystem Windleitblech und Ballastwanne 2 x Unterlegscheibe M8 x 30 A2 für Innensechskantschraube Windleitblech und Ballastwanne 8 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020276006
	Basis-Set für weitere Reihe, Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Stütze Kombi für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 2 x Innensechskantschraube M8 x 30 für Flachdachsystem Windleitblech und Ballastwanne 2 x Unterlegscheibe M8 x 30 A2 für Innensechskantschraube Windleitblech und Ballastwanne 4 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020273239
	Erweiterungs-Set für 1. Reihe, Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 1 x Clip für Windleitblech für Flachdachsystem 2 x Modulmittelklemme für Flachdachsystem 1 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 1 x Stütze Unten, für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 1 x Innensechskantschraube M8 x 30 für Flachdachsystem Windleitblech und Ballastwanne 1 x Unterlegscheibe M8 x 30 A2 für Innensechskantschraube Windleitblech und Ballastwanne 4 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem	0020228559
	Erweiterungs-Set ab 2. Reihe, Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul 1 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 1 x Clip für Windleitblech für Flachdachsystem 2 x Modulmittelklemme für Flachdachsystem 1 x Stütze Kombi für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 1 x Innensechskantschraube M8 x 30 für Flachdachsystem Windleitblech und Ballastwanne 1 x Unterlegscheibe M8 x 30 A2 für Innensechskantschraube Windleitblech und Ballastwanne 2 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem	0020228560
	Ergänzungs-Set Alpin für Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul 1 x Modulendklemme für Flachdachsystem 1 x Alpinstütze Oben, für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 1 x Alpinstütze Unten, für Flachdachsystem Süd 10° Neigung 1 x Innensechskantschraube M8 x 30 für Flachdachsystem Windleitblech und Ballastwanne 1 x Unterlegscheibe M8 x 30 A2 für Innensechskantschraube Windleitblech und Ballastwanne 1 x Blindsteckmutter aus Stahl VZ M8 für Flachdachsystem Alpinstütze unten Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020273240

Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
Befestigungsmaterial/ Flachdach Ost/West-Sets (aufgeständert)		
	Basis-Set für 1. Reihe, Flachdachsystem Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 4 x Stütze Unten, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 12 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020276010
	Basis-Set für weitere Reihe, Flachdachsystem, Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 2 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 2 x Stütze Unten, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 8 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm, für Flachdachsystem Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020273245
	Erweiterungs-Set für 1. Reihe, Flachdachsystem, Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 4 x Modulmittelklemme für Flachdachsystem 1 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 2 x Stütze Unten, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 6 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020273242
	Erweiterungs-Set ab 2. Reihe, Flachdachsystem, Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul 2 x Befestigungsclip mit Kabelbinder zur Befestigung DC-Kabel 4 x Modulmittelklemme für Flachdachsystem 1 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 1 x Stütze Unten, für Flachdachsystem Ost/West 10° Neigung 4 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020273243
	Ergänzungs-Set Alpin für Flachdachsystem, Ost/West für Aufstellung 2 x PV Modul 1 x Stütze Oben, für Flachdachsystem Ost/West 10° 2 x Alpinstütze Unten, für Flachdachsystem Ost/West 10° Hinweis: Randklemmen für Flachdachmontage je nach Modulrahmenstärke separat bestellen.	0020273244
Befestigungsmaterial/ Flachdach Süd und Ost/West-Sets (aufgeständert)		
	Ergänzungs-Set Ballastwanne für Flachdachsystem, Süd und Ost/West 10° 1 x Ballastierungswanne für Flachdachsystem 4 x Torbandschraube M8 x 20 A2 für Flachdachsystem Ballastierungswanne 4 x Innensechskantsmutter M8 x 16 A2 für Flachdachsystem Ballastierungswanne 4 x Unterlegscheibe M8 x 30 A2 für Innensechskantschraube Windleitblech und Ballastierungswanne 1 x Blindsteckmutter aus Stahl VZ M8 für Flachdachsystem Alpinstütze unten und Ballastierungswanne 2 x Bautenschutzmatte mit Filz, 200 x 80 x 10 mm für Flachdachsystem	0020228530
	Endklemme Flachdach, 50 mm, silbern, Flachdachsystem 10° Süd und Ost/West (4 Stück) Hinweis: Rahmenstärke des Moduls beachten. Wird in Kombination Set Flachdachsystem benötigt: 1 x Basis-Set Süd 1. & weitere Reihe 2 x Basis-Set Ost/West 1. & weitere Reihe 1 x Erweiterungs-Set Ost/West 1. & weitere Reihe 1 x Ergänzung-Set Alpin Ost/West Ergänzungs-Set Alpin Süd = 0,25 x	0020273253

Zubehör	Bezeichnung	Bestell-Nr.
	Endklemme Flachdach, 35 mm, silbern, Flachdachsystem 10° Süd und Ost/West (4 Stück) Wird in Kombination mit Basis-Set 1x für 1. & 2. Reihe, Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul und Basis-Set 2x für 1. & 2. Reihe, Flachdachsystem Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul sowie 1x für Erweiterungs-Set für 1. & 2. Reihe, Flachdachsystem, Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul benötigt. Wird 0,25x in Kombination mit Ergänzungs-Set Alpin für Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul benötigt. Wird 1x in Kombination mit Ergänzungs-Set Alpin für Flachdachsystem, Ost/West für Aufstellung 2 x PV Modul benötigt.	0020273254
	Endklemme Flachdach, 42 mm, silbern, Flachdachsystem 10° Süd und Ost/West (4 Stück) Wird in Kombination mit Basis-Set 1x für 1. & 2. Reihe, Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul und Basis-Set 2x für 1. & 2. Reihe, Flachdachsystem Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul sowie 1x für Erweiterungs-Set für 1. & 2. Reihe, Flachdachsystem, Ost/West 10° für Aufstellung 2 x PV Modul benötigt. Wird 0,25x in Kombination mit Ergänzungs-Set Alpin für Flachdachsystem, Süd 10° für Aufstellung 1 x PV Modul benötigt. Wird 1x in Kombination mit Ergänzungs-Set Alpin für Flachdachsystem, Ost/West für Aufstellung 2 x PV Modul benötigt.	0020273255

Zubehöre Batteriespeichersystem eloPACK

Bezeichnung	Bestell-Nr.
eloPACK Speichererweiterung 1,975 kWh Erweiterung Batteriemodul LiFePO4 zur Erhöhung der Nutzkapazität bis maximal 11,850 kWh	0020228461
Zusätzliche 3-phasige externe Leistungsmessung 0 - 60 A pro Phase Das Ladeverhalten des Batteriespeichersystems kann damit genau auf die tatsächlich produzierte Energie abgestimmt werden. Ohne dieses Zubehör kann nur ein Wechselrichter bzw. über eine Hochrechnung nur eine Dachausrichtung erfasst werden. Die externe Leistungsmessung kann ebenfalls zur Erfassung der Erzeugung eines modulierenden BHKW genutzt werden. Eine dynamische Leistungsreduzierung am Einspeisepunkt kann auf diesen Teil der Erzeugungsanlage derzeit nicht angewendet werden. (Der Platzbedarf für die in der Unterverteilung zu verbauenden Messgeräte beträgt 7 Automatenplätze.) Hinweis: In Kombination mit nicht modulierenden Erzeugungsanlagen ecoPOWER 1.0 nicht erforderlich.	0020228465
Set Funksteckdosen, 3 Stück Die optional erhältlichen Funksteckdosen ermöglichen die automatische, intelligente Zuschaltung von elektrischen Geräten im Haus. Ebenso können die Funksteckdosen manuell (Über das Internetportal, per App oder direkt an der Funksteckdose) aktiviert/ deaktiviert werden. Durch den LED-Ring wird die aktuelle Leistung, die über die Funksteckdose im Moment bezogen wird, visualisiert.	0020228467
Messbereichserweiterung bis 100 A Mit der Messbereichserweiterung können Ströme bis 100 A gemessen werden. Im Lieferumfang sind zwei externe Stromwandler für den Messbereich 0 - 100 A enthalten. Diese ersetzen die standardmäßig ausgelieferten Stromwandler 0 - 60 A.	0020228468



Web: www.unidomo.de

Telefon: 04621- 30 60 89 0

Mail: info@unidomo.com

Öffnungszeiten: Mo.-Fr. 8:00-17:00 Uhr

VIESSMANN



 **Vaillant**

WOLF

 **JUNKERS**  **BOSCH**

 **remeha**

 **DAIKIN**

ROTEX
a member of DAIKIN group



-  Individuelle Beratung
-  Kostenloser Versand
-  Hochwertige Produkte

-  Komplettpakete
-  Über 15 Jahre Erfahrung
-  Markenhersteller

