

Konzept „virtueller“ BIPV-Einheiten mit integrierter Systemtechnik zur Anbindung von gebäudeintegrierter PV ans Hausstromnetz

Christian Schöner, Jan-Bleicke Eggers, Julien Mondot, Cornelius Armbruster

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg,
Tel. 0761/4588-2078, christian.schoener@ise.fraunhofer.de

Am Fraunhofer ISE wurde ein Systemkonzept für standardisierte BIPV-Einheiten mit integrierter Systemtechnik für Fassadenanwendungen entwickelt, was Anlagenplanern die Implementierung von PV-Modulen in Fassaden von Wohn-, Geschäfts- und Industriegebäuden und deren Anbindung ans Stromnetz erleichtern sowie den Verkabelungs- und Montageaufwand im Vergleich zu bisherigen Referenzanlagen verringern soll.

Motivation

- Für Energiewende sind große Zubauraten und viele Flächen zur Installation von PV-Anlagen erforderlich. Ziel ist, den jährlichen PV-Zubau in Deutschland bis 2026 auf Niveau von 22 GW zu heben und danach stabil zu halten [1, 2, 3].
⇒ Bis 2030 kumulierte installierte PV-Leistung von 215 GW
- Es gibt ausreichend Gebäudeflächen, um PV-Anlagen ohne weitere Versiegelung wertvoller Freiflächen zu errichten [4, 5, 6].
⇒ PV-Potential von Fassaden ist flächenbezogen doppelt so hoch wie für Dächer

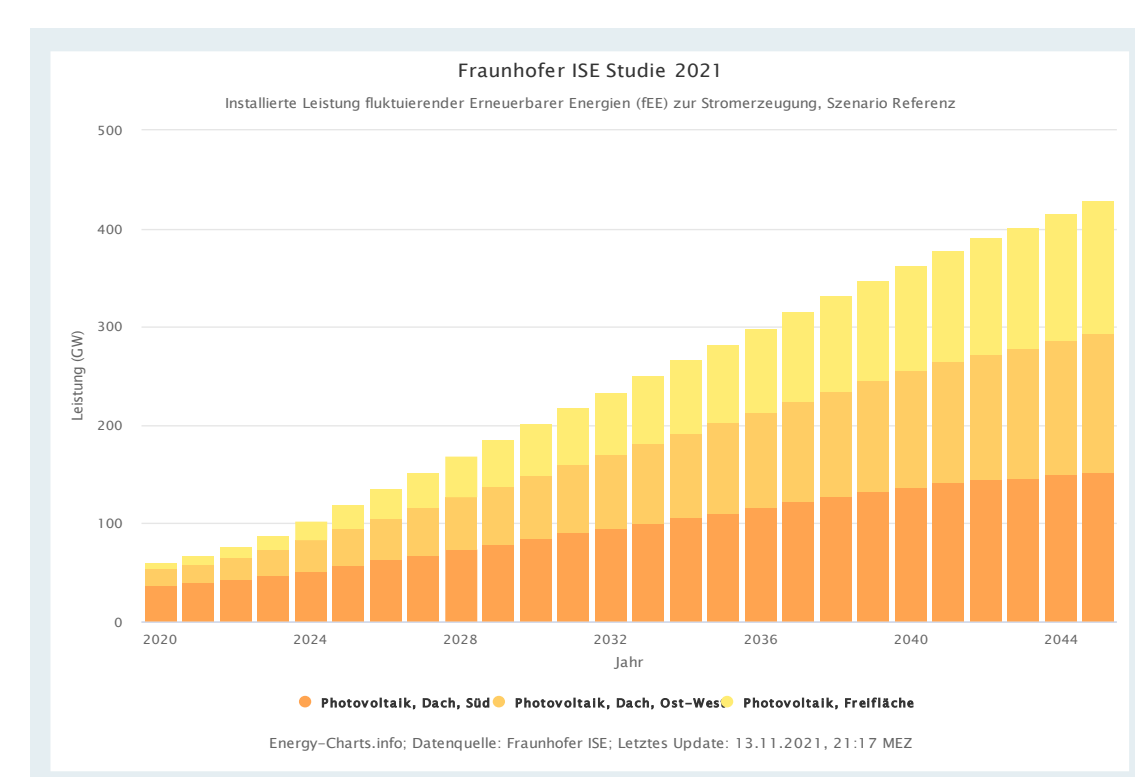


Abb. 1: Installierte PV-Leistung zur Stromerzeugung bis 2045 [1, 2]

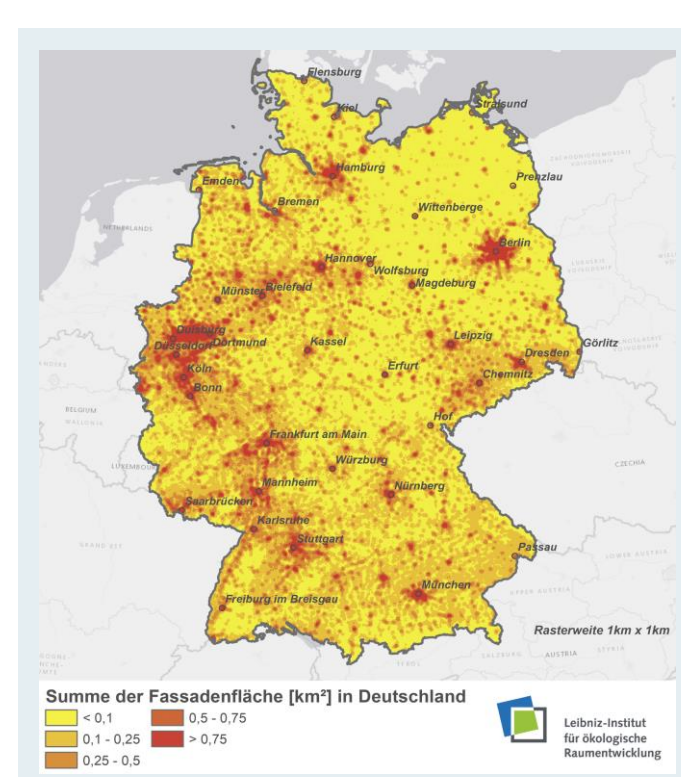


Abb. 2: Flächenpotentiale für Nutzung von Fassaden-PV in Deutschland [5]

Bisherige Systemkonzepte zur Anbindung von gebäudeintegrierter PV ans Stromnetz

Für die Fassadenplanung mit solaraktiven Elementen spielen verschiedene Aspekte eine Rolle, die nicht zwingend mit der elektr. Systemtechnik zusammenhängen, aber auf dessen Gestaltung und Auslegung wesentliche Auswirkungen haben:

- Vorschriften** (Gesetze, Sicherheit, Brandschutz...)
- Architekt** (Funktion, Design, Form, Farbe...)
- Projektplaner** (Verfügbarkeit, Lieferzeit, Kosten...)
- Bauherr** (Bauzeit, fixe und laufende Kosten, Ertrag...)
- Umgebungsbedingungen** (Nebengebäude, Teilverschattungen, Fläche, Anlagengröße...)

Daraus resultieren verschiedene Optimierungsansätze, die einen Einfluss auf die Ausgestaltung und Komplexität der elektrischen Systemtechnik mit Fokus auf die Leistungselektronik haben.

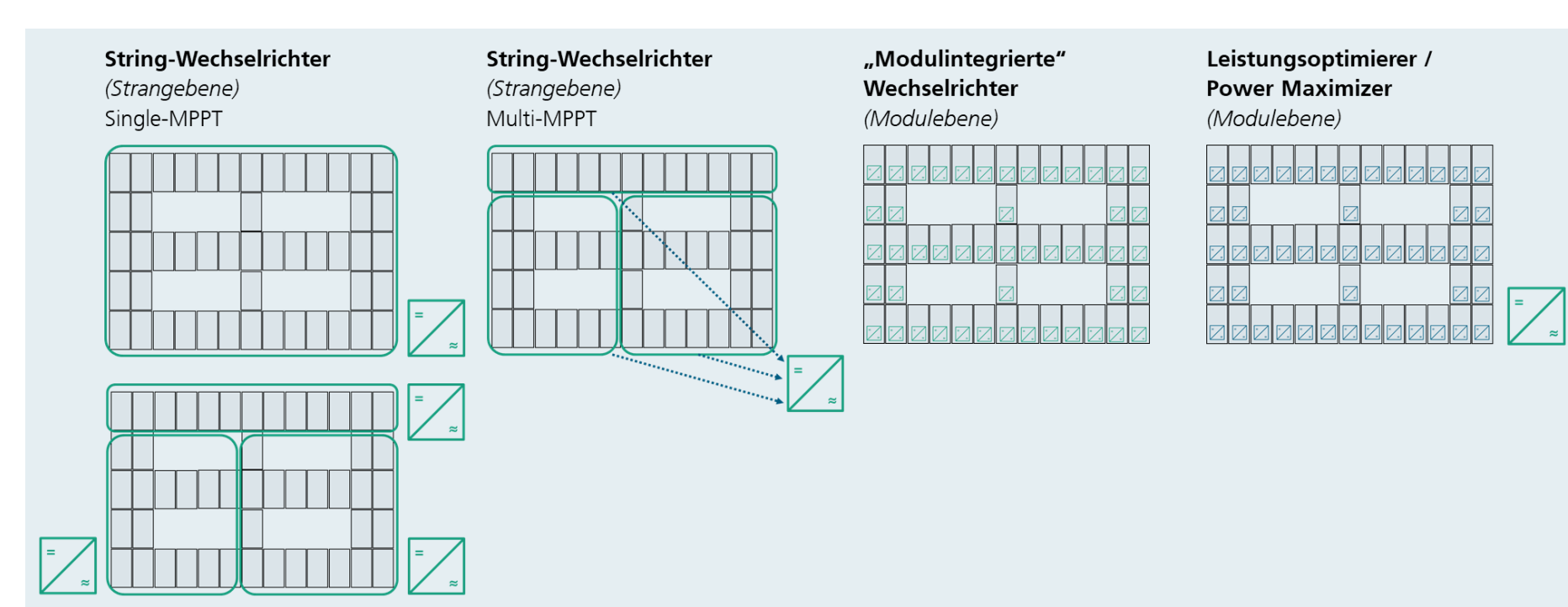


Abb. 3: Bisherige Systemkonzepte zur Anbindung von gebäudeintegrierter PV ans Stromnetz mit Fokus auf die verwendete Leistungselektronik

Referenz-PV-Modul

Als Referenzmodule werden PV-Module mit 35 monokristallinen Silizium-Solarzellen verwendet (PV-Modulgröße 120 x 100 cm²).

- ⇒ **Serienschaltung von zwei PV-Modulen, um diese an Eingang von Modulwechselrichter betreiben zu können**
- ⇒ **Kleinste virtuelle Sub-Einheit besteht aus zwei Modulen**

Referenz-Fassade

- Vorgehängte hinterlüftete Fassade mit Unterkonstruktion (Schienensystem mit Agraffen) für die PV-Modulmontage
- Bauraum zwischen PV-Modul und Dämmung ca. 87 mm
- Mobiler Demonstrator** mit je zwei c-Si-PV-Modulen auf unterschiedlichen Trägermaterialien (Stahl- / Steinwolleplatten)
- Pilotfassade** mit zwei Reihen á zehn c-Si-PV-Modulen

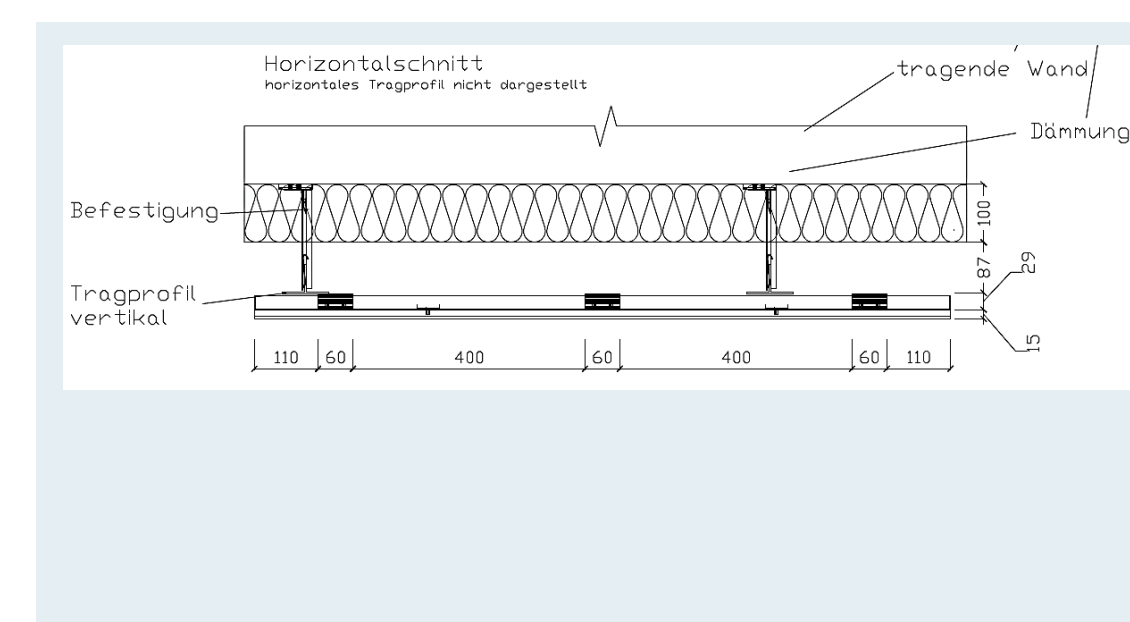


Abb. 4: Horizontalschnitt / Aufbauzeichnung der Referenz-Fassade



Abb. 5: Mobiler Demonstrator der Referenz-Fassade (von GIB mbH)

Aufbaukonzept der „virtuellen“ BIPV-Einheiten

- Modulwechselrichter haben i.d.R. einen Eingang (als „modulintegrierte“ Leistungselektronik zur Montage unter einem 60- oder 72-Zellen-PV-Modul entwickelt und spezifiziert)
- Zunehmend sind auch Geräte mit zwei, drei oder vier Eingängen kommerziell verfügbar
⇒ **bezogen auf das Referenz-PV-Modul lassen sich damit virtuelle 2er-, 4er-, 6er- und 8er-Einheiten aufbauen**

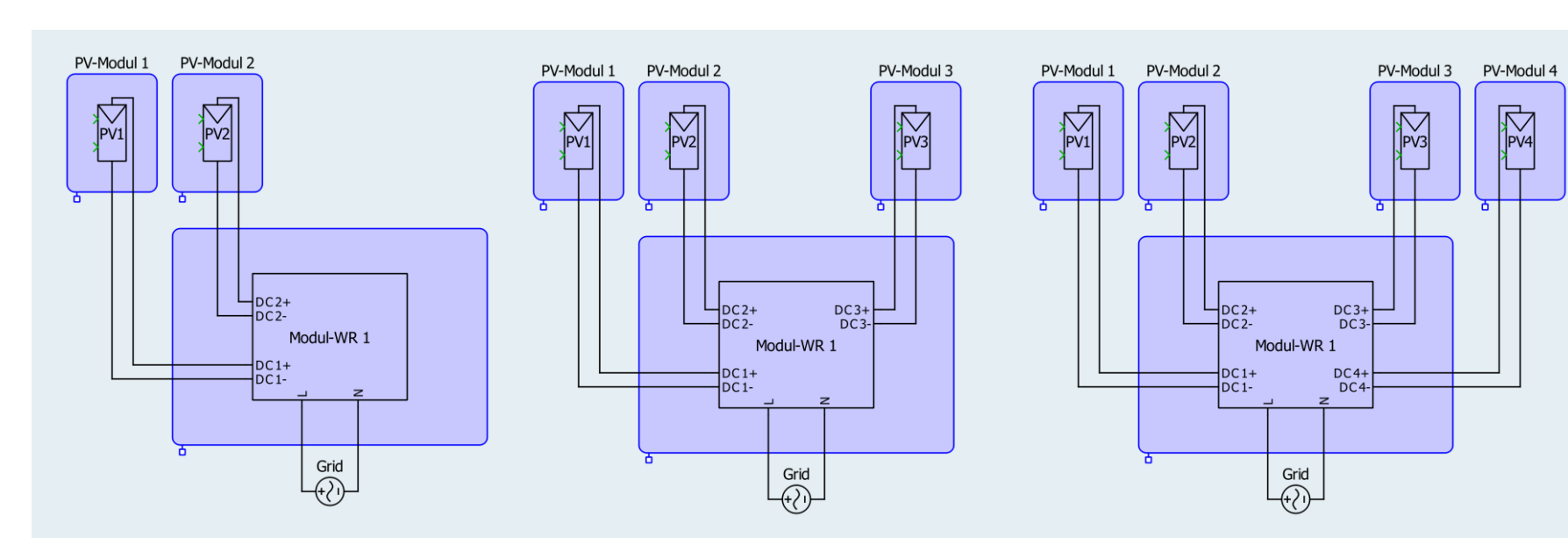


Abb. 6: Kommerzielle Modulwechselrichter mit bis zu vier getrennten Eingängen

- Bypassdioden werden in zentrale Junctionbox integriert
- Serielle PV-Modulverschaltung in Junctionbox realisiert
- Modulwechselrichter und Junctionbox auf Basis-Trägerplatte
- Aus Junctionbox führen 4-adrige PV-Verbindungskabel, an deren Ende spezielle 4-polige PV-Stecker angeschlossen sind
- Einheit kann komplett im Werk vorkonfektioniert werden
- Monteur befestigt Einheit an Tragschienen der Fassade
- Monteur verbindet Hausanschlusskabel mit Wechselrichter
- Monteur verbindet PV-Stecker mit PV-Modulen

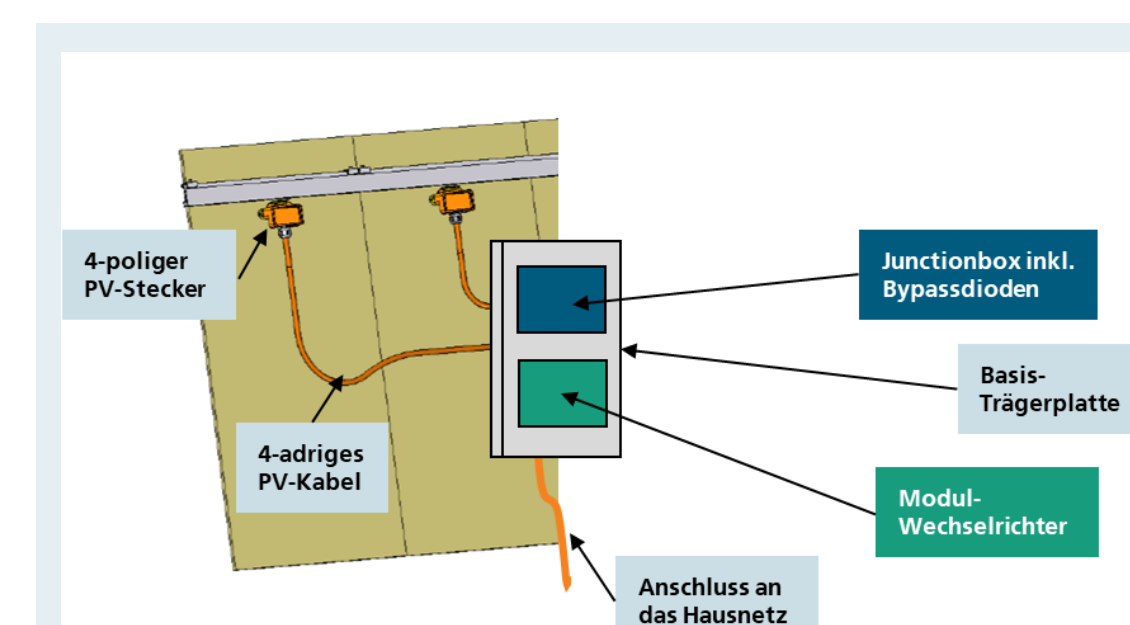


Abb. 7: Kleinstes „virtuelles“ BIPV-Fassadenelement als 2er-Einheit

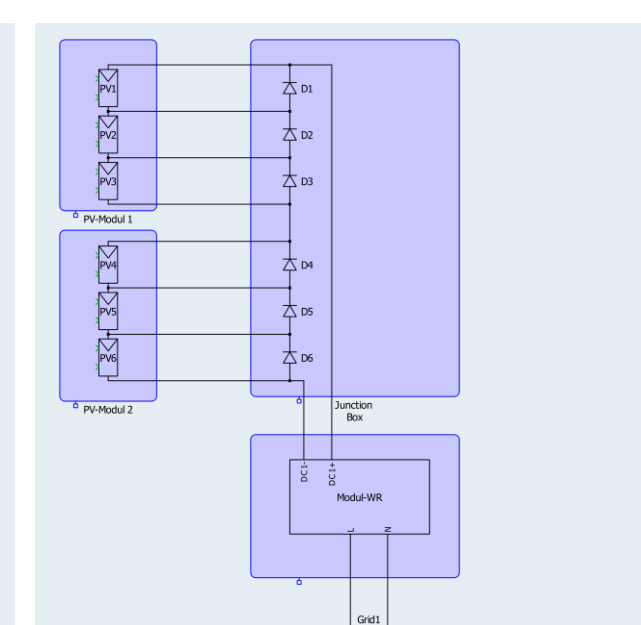


Abb. 8: Verschaltungskonzept einer virtuellen 2er-Einheit

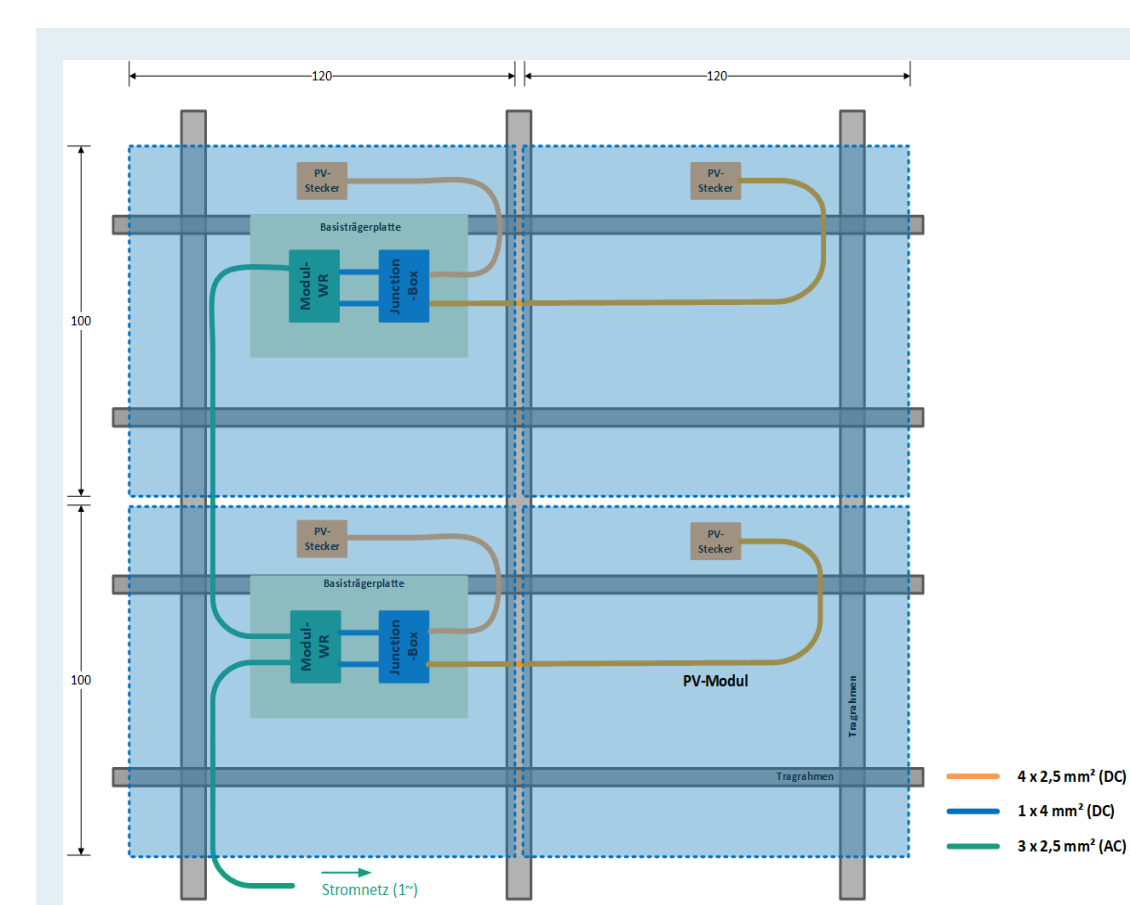


Abb. 9: Verschaltungskonzept des mobilen Demonstrators mit vier Referenz-PV-Modulen und zwei virtuellen 2er-Einheiten

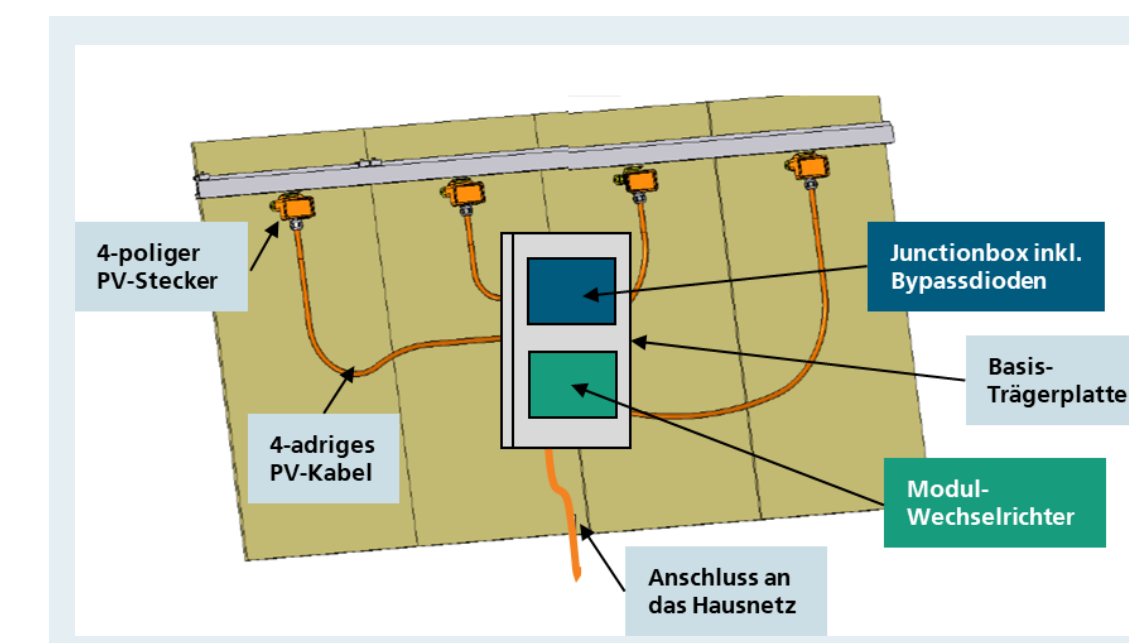


Abb. 10: „Virtuelles“ BIPV-Fassadenelement als 4er-Einheit

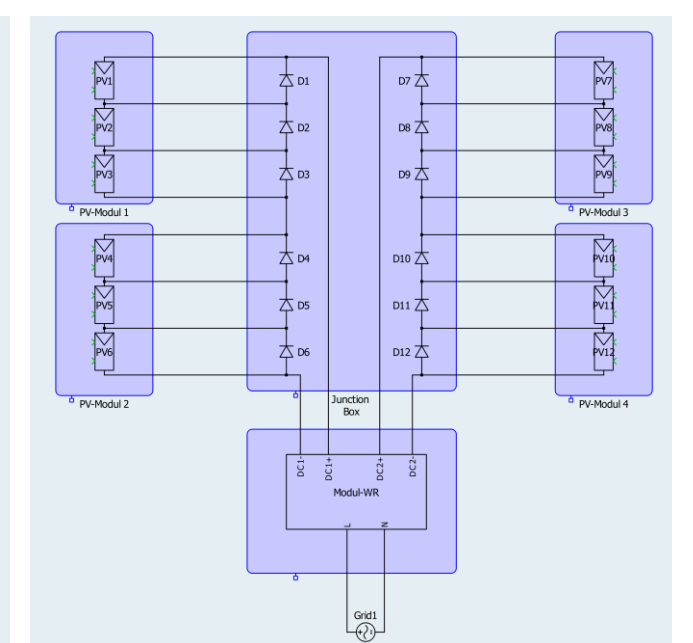


Abb. 11: Verschaltungskonzept einer virtuellen 4er-Einheit

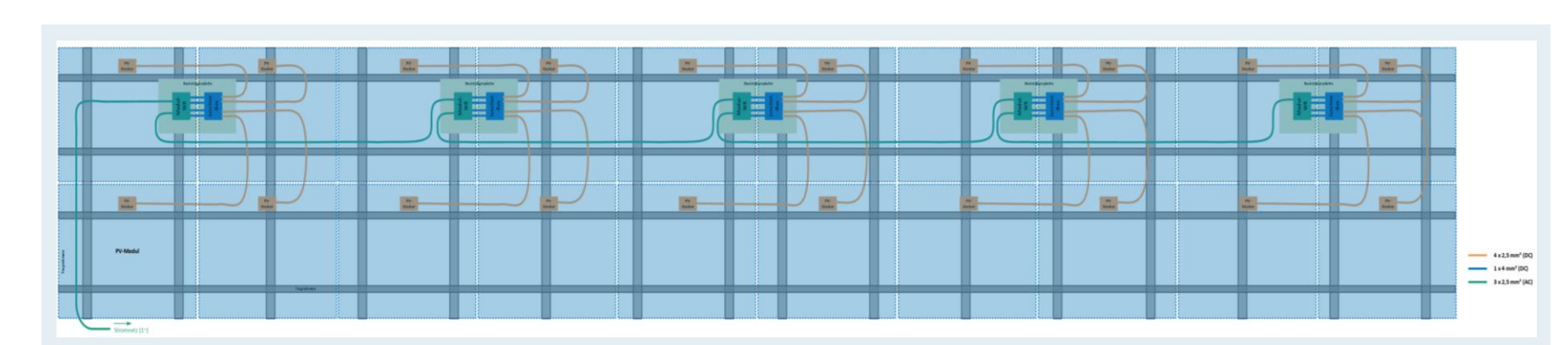


Abb. 12: Verschaltungskonzept der Pilotfassade mit 20 Referenz-PV-Modulen und fünf virtuellen 4er-Einheiten

Technische Umsetzung

Junctionbox

- Serielle Modulverschaltung und zentrale Unterbringung der Bypassdioden
- Entwickelte Leiterplatte, in der Bypassdioden sowohl in SMD- als auch in THT-Bauweise verbaut werden können
- Leiterplatte ist für virtuelle 4er-Einheit vorgesehen, kann aber teilbestückt auch für virtuelle 2er-Einheit verwendet werden
- Vorteil: Bypassdioden können perspektivisch sehr leicht durch aktive Bypassdioden ersetzt werden

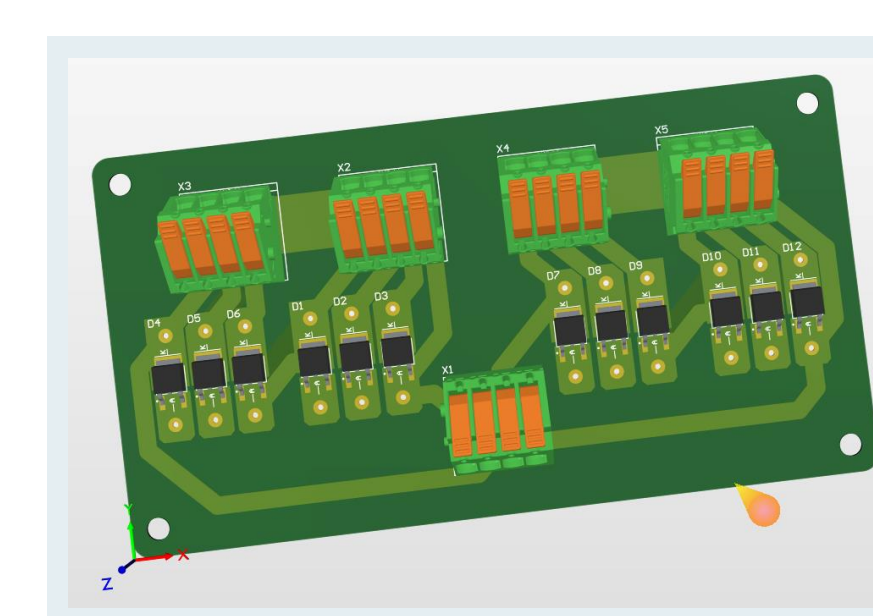


Abb. 13: PCB-Design der Junctionbox

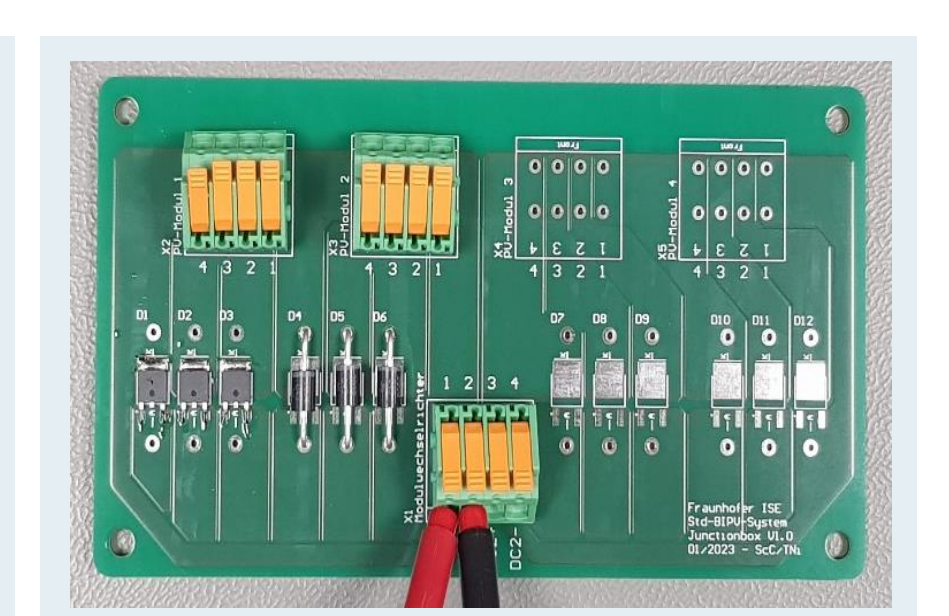


Abb. 14: Bestückte Leiterplatte der Junctionbox

Leistungselektronik

- Modulwechselrichter und Junctionbox auf Basis-Trägerplatte
- Konzeptvorteil: einzelne virtuellen Einheiten können komplett im Werk vorkonfektioniert werden



Abb. 15: Basis-Trägerplatte (2er-Einheit) mit Modulwechselrichter und Junctionbox



Abb. 16: Komplett vormontierte virtuelle 2er-Einheit

Kommunikation

- Auslesen der Betriebsdaten über DTU (Data Transfer Unit) in einem Cloud-Service beim Hersteller und Zugriff über Webinterface oder Enduser-App
- Alternative Open-Source-Lösungen ermöglichen direkten Zugriff auf Messdaten ohne externe Clouddienste (z.B. über WLAN-Modul und 2,4 GHz-Funkmodul)



Abb. 17: Kommunikationsplattform bestehend aus WLAN-Modul und 2,4-GHz-Funkmodul

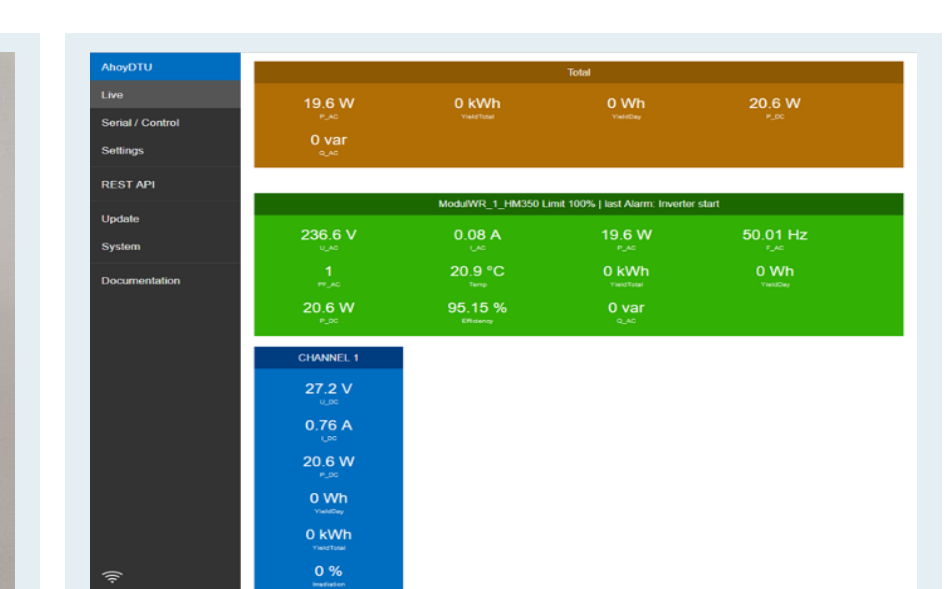


Abb. 18: Dashboard mit Messdaten des Modulwechselrichters

[1] Fraunhofer ISE: „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem“. Studie, 2022, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html>
[2] Energy-Charts: <https://energy-charts.info>
[3] <https://www.pv-magazine.de/2022/04/06/eeo-osterpaket-vom-kabinett-verabschiedet/>
[4] Fatih, Karoline: „Technical and economic potential for photovoltaic systems on buildings“. KIT, Dissertation. 2018. URL <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000081498> – Überprüfungsdatum 25.6.18.
[5] <https://www.transforming-cities.de/grosses-flaechenpotenzial-fuer-photovoltaik-strom-von-der-hauswand/>
[6] Wirth, Harry: „Integrierte Photovoltaik – Flächen für die Energiewende“. Fraunhofer ISE, 2022, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik.html>