

# Photovoltaik für Gewerbe

- **Agenda:**
- Vorstellung
- Rechtliche Grundlagen
- Technische Grundlagen
- Solarmodule, Wechselrichter, Netzanschluss
- Montagesysteme
- Autarkie, Wirtschaftlichkeit

# Photovoltaik – Ihr Referent



- ✓ Dipl.-Wirt.-Ing.(FH), M.Sc. Felix Gudat
- ✓ Seit 2005 in der Solarbranche / Energieversorgung aktiv
- ✓ Leiter Erneuerbare Energien seit 2012 -2022 bei den Stadtwerken Heidelberg
- ✓ Gutachter Photovoltaik und Privatdozent an der DHBW Mannheim
- ✓ Über 400 realisierte Photovoltaik Anlagen (Freiflächen, Carports, Fassaden, Mehrfamilienhäuser)
- ✓ Deutscher Solarpreis 2017 für das Mieterstrommodell der Stadtwerke Heidelberg
- ✓ Gründer der BBG Energiekonzepte GmbH

# Über uns

## Wer wir sind:

**B**erger, Joachim; Dipl.-Ing. (FH)

- 20 Jahre Elektroingenieur

**B**oll, Alexander; Dipl.-Ing. oec.

- 15 Jahre Projektmanagement Anlagenbau und Betriebsingenieur

**G**udat, Felix; Dipl.-Wirt.-Ing., M.Sc

- 15 Jahre Entwicklung, Realisierung und Betrieb von PV Anlagen

Mit der Gründung der **BBG** Energiekonzepte GmbH im Mai 2022 bündeln wir unsere Kompetenzen zur Umsetzung Ihrer Energiewendeprojekte und gestalten aktiv die Energiewende mit!

# Partner für die Energiewende

## Bereiche

- Energieversorgung
- Speicherung
- Elektromobilität
- Wärme- und Kältelösungen



## Leistungen

- Beratung
- Projektierung
- Realisierung
- Betriebsführung



# Photovoltaik – rechtliche Grundlagen

- Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
- Das EEG verpflichtet die Netzbetreiber, EE-Anlagen vorrangig an ihr Netz anzuschließen und den erzeugten Strom vorrangig abzunehmen und weiterzuleiten.
- Anlagen zur Nutzung von Windenergie, Solarstrahlung, Erdwärme (Geothermie) werden nach dem EEG gefördert.
- Die Förderung ist auf einen Zeitraum von 20 Jahren begrenzt

# Photovoltaik – rechtliche Grundlagen

Gebäude- / Dachanlagen	Inst. Leistung [kWp]	Anzulegender Wert (mit Direktvermarktung) [ct/kWh]	EEG-Vergütung (ohne Direktvermarktung) [ct/kWh]
Volleinspeisung	<= 10	13,4	13,0
	<= 40	11,3	10,9
	<= 100	11,3	10,9
	<= 400	9,4	PV-Marktwert
	<= 1000	8,1	PV-Marktwert
Überschusseinspeisung = Eigenverbrauch	<= 10	8,6	8,2
	<= 40	7,5	7,1
	<= 100	6,2	5,8
	<= 1000	6,2	PV-Marktwert

Vergütungssätze ab 01.01.2023

# Photovoltaik – rechtliche Grundlagen



Ab 1. Mai 2022 gilt in Baden-Württemberg die Photovoltaik-Pflicht für neue Wohngebäude, ab Januar 2023 greift diese auch bei allen grundlegenden Dachsanierungen. Das Kabinett hat eine entsprechende Änderung der bestehenden Verordnung beschlossen.

# Photovoltaik – rechtliche Grundlagen

Photovoltaik Anlagen sind in Baden-Württemberg auf einem bestehenden Gebäude grundsätzlich genehmigungsfrei

- Ausnahme bei Denkmalschutz
- Ausnahme wesentliche Änderung am Gebäude (Fassade)
- PV Carport ist ab gewisser Größe genehmigungspflichtig



# PV Carports – rechtliche Grundlagen

## **Baugenehmigung erforderlich (bauliche Anlage)**

### Auszug LBO (BW)

Der Bau gilt aber nur als verfahrensfrei, wenn das geplante Carport im Innenbereich eine Größe von  $40\text{m}^3$  und im Außenbereich von  $20\text{m}^3$  nicht überschreitet.

# PV Carports – rechtliche Grundlagen

- **Entwässerung erforderlich** (Entwässerungsgesuch)
- Auszug LBO §8 (BW)

## Darstellung der Grundstücksentwässerung

(1) Wenn nicht an eine öffentliche Kanalisation angeschlossen wird, sind Anlagen zur Beseitigung des Abwassers und des Niederschlagswassers in einem Entwässerungsplan im Maßstab 1 : 500 darzustellen. Der Plan muß enthalten:

1. die Führung der vorhandenen und geplanten Leitungen außerhalb der Gebäude mit Schächten und Abscheidern,
2. die Lage der vorhandenen und geplanten Kleinkläranlagen, Gruben und ähnlichen Einrichtungen.

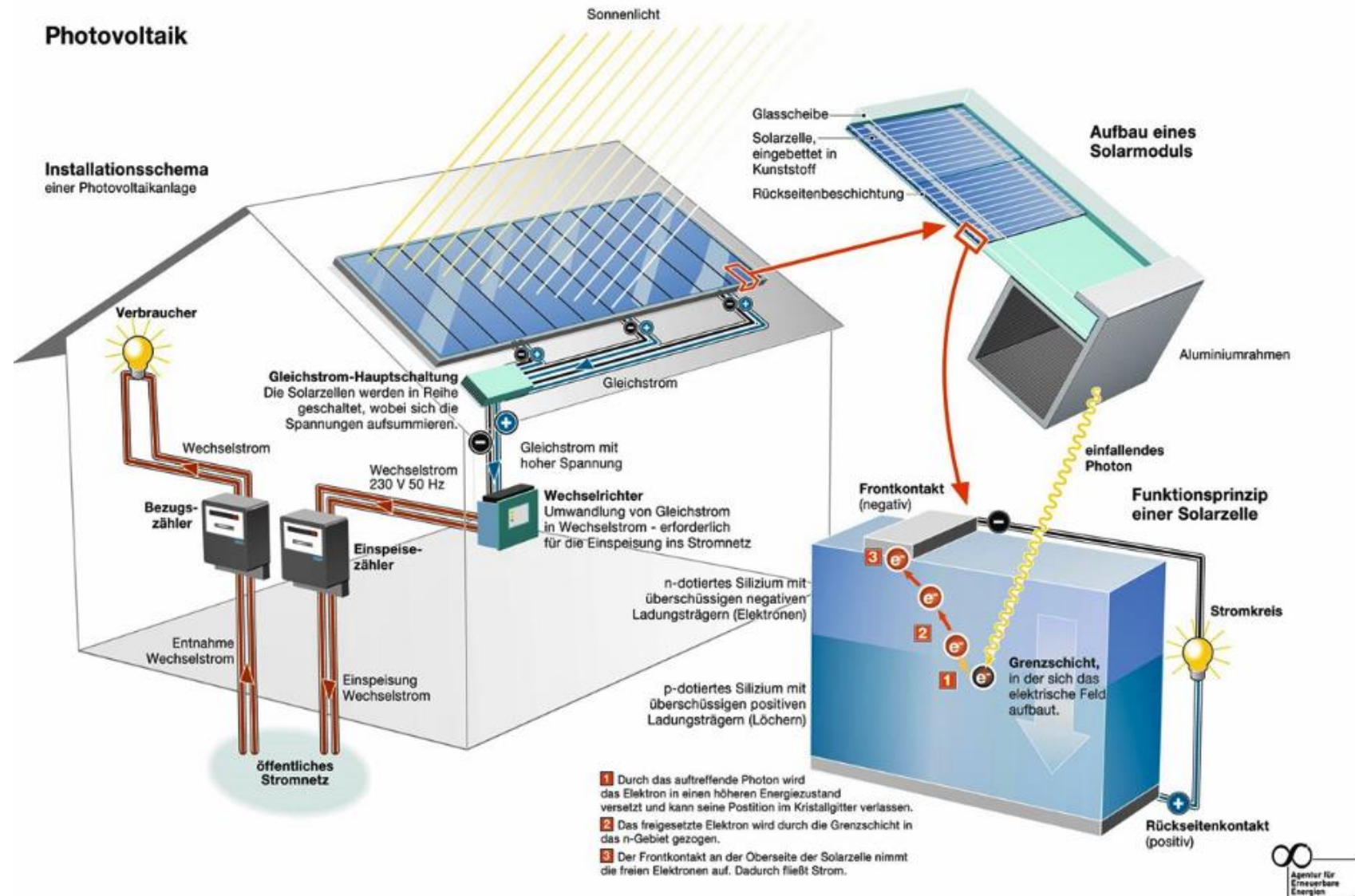
- Vorsicht bei Altlasten (Anschluss der Entwässerung an Kanalnetz)

# PV Carports – rechtliche Grundlagen

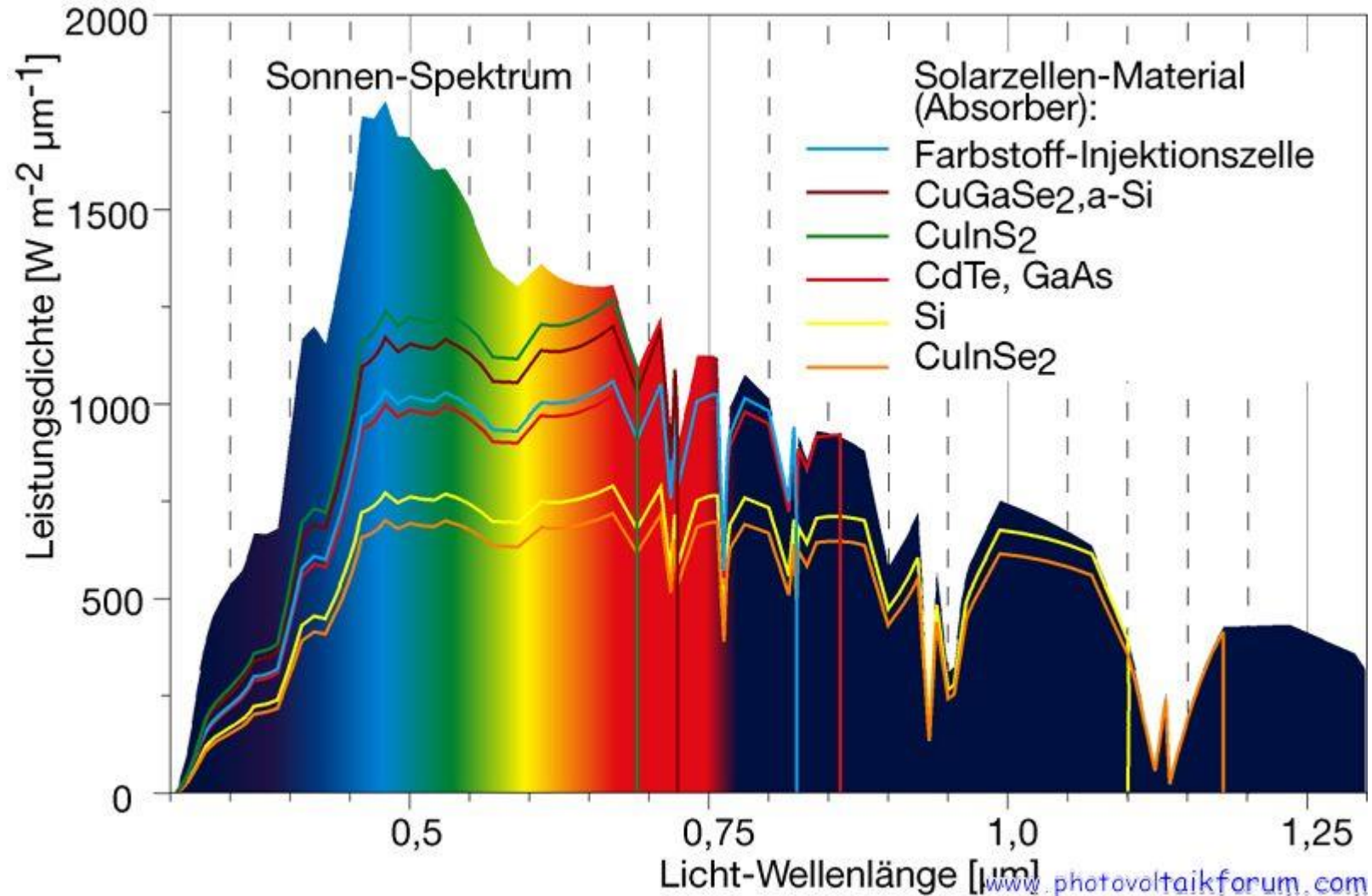
## Baden-Württemberg:

- Die **PV-Carport-Pflicht** ist in **Baden-Württemberg** seit 01.01.2022 ab 35 Stellplätzen gesetzlich vorgeschrieben.

# Photovoltaik – technische Grundlagen



# Photovoltaik – technische Grundlagen



# Photovoltaikmodule



IBC MonoSol	395 GS10-HC Black	400 GS10-HC Black
Artikelnummer	2005800016	2005800014
<b>Elektrische Daten (STC)<sup>2</sup></b>		
STC Leistung P <sub>max</sub> (Wp)	395	400
STC Nennspannung U <sub>mpp</sub> (V)	30,92	31,09
STC Nennstrom I <sub>mpp</sub> (A)	12,77	12,86
STC Leerlaufspannung U <sub>oc</sub> (V)	36,8	37,0
STC Kurzschlussstrom I <sub>sc</sub> (A)	13,52	13,65
Modulwirkungsgrad (%)	20,2	20,5
Leistungstoleranz (W)	-0/+5	-0/+5
<b>Elektrische Daten (NMOT)</b>		
NMOT (°C)	41	41
800 W/m <sup>2</sup> NMOT AM 1.5 Leistung P <sub>max</sub> (Wp)	295,25	298,99
800 W/m <sup>2</sup> NMOT AM 1.5 Nennspannung U <sub>mpp</sub> (V)	28,83	28,99
800 W/m <sup>2</sup> NMOT AM 1.5 Leerlaufspannung U <sub>oc</sub> (V)	34,79	34,98
800 W/m <sup>2</sup> NMOT AM 1.5 Kurzschlussstrom I <sub>sc</sub> (A)	10,98	11,07
Rel. Wirkungsgradreduzierung bei 200 W/m <sup>2</sup> (%)	3,5	3,5
<b>Temperaturkoeffizient (linear)</b>		
Tempkoeff I <sub>sc</sub> (%/°C)	0,045	0,045
Tempkoeff U <sub>oc</sub> (mV/°C)	-99,36	-99,90
Tempkoeff P <sub>mp</sub> (%/°C)	-0,35	-0,35
<b>Betriebsbedingungen</b>		
Max. Systemspannung (V)	1000	
Anwendungsklasse	A	
Rückstrombelastbarkeit I <sub>r</sub> (A)	25	
Absicherung ab parallelen Strängen	2	
Schutzklasse	II (DIN EN 61140)	
Brandschutzklasse	C (IEC 61730-ANSI/UL790)	
<b>Mechanische Eigenschaften</b>		
Abmessungen (L × B × H in mm)	1722 × 1134 × 30	
Gewicht (kg)	21,6	
Max. Testlast, Druck/Zug (Pa)	5400/2400	
Max. zulässige Last <sup>2</sup> , Druck/Zug (Pa)	3600/1600	
Frontabdeckung (mm)	3,2 (eisenarmes Solarglas mit Antireflexionsbeschichtung)	
Rahmen	eloxiertes Aluminium, Hohlkammerahmenprofil	
Zellen	12 × 9 monokristalline Siliziumzellen	
Anschlusstyp	MC4	
<b>Garantien und Zertifizierung</b>		
Produktgarantie	15 Jahre <sup>1</sup>	
Leistungsgarantie	25 Jahre <sup>1</sup>	
Jährliche Degradation	Jahr 1	2,5%
	Jahr 2-25	0,7%
Zertifizierung	IEC 61215, IEC 61730-1/-2, ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001	
<b>Verpackungsinformationen</b>		
Anzahl Module pro Palette	36	
Anzahl Paletten pro 40' Container	26	
Größe inkl. Palette (L × B × H in mm)	1744 × 1115 × 1247	
Bruttogewicht inkl. Doppelpalette (kg)	821,6	
Stapelbarkeit pro Palette	2-fach	



# Photovoltaikmodule für PV Carports



## Als Baumaterial



PANEL VISION CONSTRUCT

### Vielseitig einsetzen, vielseitig Energie gewinnen.

Diese Module bieten Ihnen kreative Freiheit beim Gewinnen sauberer Energie. Sie sind als Baumaterial zugelassen und können ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen beispielsweise als Dach von Carports, Parkdecks oder an Fassaden verwendet werden.

- ✓ allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)
- ✓ Max Nennleistung: 320 Wp
- ✓ Abmessung: 1.680 x 990 x 40 mm (L x B x D)
- ✓ Gewicht: ca. 22,8 kg
- ✓ Glas-Glas Laminat mit Aluminiumrahmen schwarz
- ✓ 60 monokristalline PERC-Hochleistungszellen
- ✓ Komplettschutz inklusive (5 Jahre)
- ✓ optional: CO<sub>2</sub>-Kompensation



# Photovoltaik – Wechselrichter



EINGANGSDATEN	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
Anzahl MPP-Tracker		2	
Max. nutzbarer Eingangsstrom ( $I_{dc \max \text{ MPPT1 / MPPT2}}$ )		25 A / 12,5 A	
Max. Kurzschlussstrom Modulfeld (MPPT1 / MPPT2)		37,5 A / 18,75 A	
DC-Eingangsspannungsbereich ( $U_{dc \min} - U_{dc \max}$ )		80 V - 1000 V	
Nominale Eingangsspannung ( $U_{dc,r}$ )		610 V	
Einspeisung Startspannung ( $U_{dc \text{ start}}$ )		80 V	
Nutzbarer MPP-Spannungsbereich		80 V - 800 V	
Anzahl DC-Anschlüsse (MPPT1 / MPPT2)		2 / 1	
Max. nutzbare DC-Leistung (MPPT1/MPPT2/Summe)	6220 / 6000 / 6220 W	8260 / 6000 / 8260 W	10300 / 6000 / 10300 W
Max. PV-Generatorleistung (MPPT1/MPPT2/Summe)	7,5 / 6,5 / 9 kW <sub>peak</sub>	10 / 7 / 12 kW <sub>peak</sub>	12,5 / 7,5 / 15 kW <sub>peak</sub>

AUSGANGSDATEN	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
AC-Nennleistung ( $P_{ac,r}$ )	6000 W	8000 W	10000 W
Max. Ausgangsleistung / Scheinleistung	6000 VA	8000 VA	10000 VA
Nom. AC-Ausgangsstrom ( $380V_{ac} / 400V_{ac}$ )	9,1 / 8,7 A	12,1 / 11,6 A	15,2 / 14,5 A
Netzanschluss (Spannungsbereich)	3–NPE 400 V / 230 V oder 3–NPE 380 V / 220 V (+ 20 % / - 30%)		
Frequenz (Frequenzbereich)	50 Hz / 60 Hz (45 Hz – 66 Hz)		
Klirrfaktor	< 3,5 %		
Leistungsfaktor ( $\cos \phi_{ac,r}$ )	0,7 - 1 ind. / cap.		

AUSGANGSDATEN PV POINT / FULL BACKUP <sup>1</sup>	SYMO GEN24 6.0 PLUS	SYMO GEN24 8.0 PLUS	SYMO GEN24 10.0 PLUS
Nom. Ausgangsleistung PV Point / Full Backup	3000 VA / 6000 VA	3000 VA / 8000 VA	3000 VA / 10.000 VA
Nom. Phasenleistung Full Backup	3,68 kVA		
Netzanschluss PV Point	1 – NPE 220 V / 230 V		
Netzanschluss Full Backup	3–NPE 400V/230V oder 3–NPE 380V/220V		
Umschaltzeit	< 90 Sekunden		

<sup>1</sup>Die Full Backup Option ist für den Symo GEN24 6.0 – 10.0 Plus verfügbar. Für das Full Backup werden zusätzliche externe Komponenten zur Netzumschaltung benötigt. Detailliertere Informationen dazu finden Sie in der Bedienungsanleitung.



# Photovoltaik – Wechselrichter

SUNNY HIGHPOWER PEAK3



Premium Monitoring-Service  
SMA SMART CONNECTED

#### Wirtschaftlich

- Hohe Leistungsdichte bei 180 kW durch kompakte Bauform
- Max. Ertrag durch mögliches DC/AC-Verhältnis bis 200 %

#### Sicher

- Höchste Anlagenverfügbarkeit durch 180 kW Einheiten
- Zukunftsfähige digitale Funktionen abgestimmt mit der Energiemanagement-Plattform ennxOS

#### Flexibel

- Für DC-Eingangsspannungen bis 1.500 V
- Flexible DC-Lösungen durch kundenspezifischen Generatoranschlusskasten

#### Einfache Installation

- Ergonomisches Handling und einfacher Anschluss für schnelle Installation
- Zentrale Inbetriebnahme und Regelung des PV-Kraftwerks via SMA Data Manager

# Photovoltaik – Netzanschluss

---

0 bis 25 kWp	Anlagen, die nach dem 1. Januar 2021 eingebaut wurden, müssen entweder fernregelbar sein oder sie werden dauerhaft auf 70 Prozent reduziert.
--------------	--

---

über 25 bis 100 kW/kWp	Ferngesteuerte Reduktion der Einspeisung für Anlagen seit 1. Januar 2021
------------------------	--

---

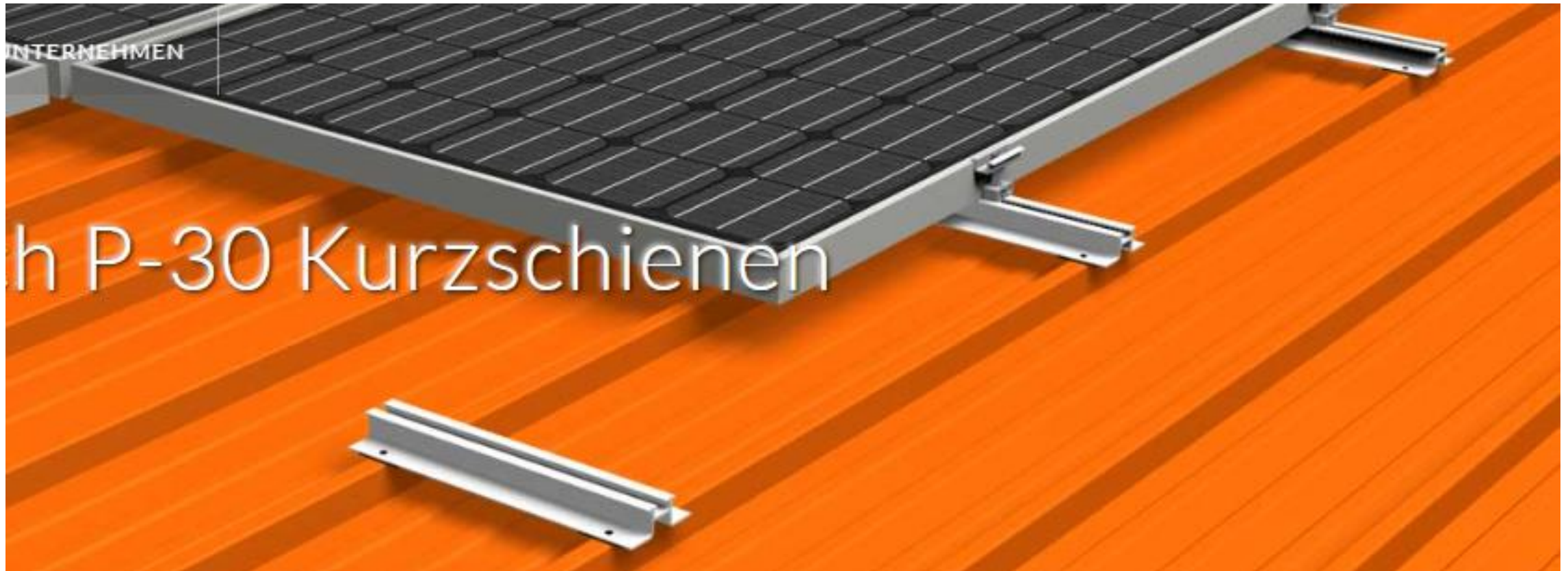
über 100 kW/kWp und mehr	Ferngesteuerte Reduktion und Übertragung der Stromeinspeisung an den Netzbetreiber
--------------------------	--

---

# Montagesysteme für Gründach



# Montagesysteme für Sandwichblech



# Montagesysteme für Ziegeldach





# Montagesysteme für Ziegeldach



# Montagesysteme für Foliendach



# Montagesysteme für Freiland





# Montagesysteme für Zäune

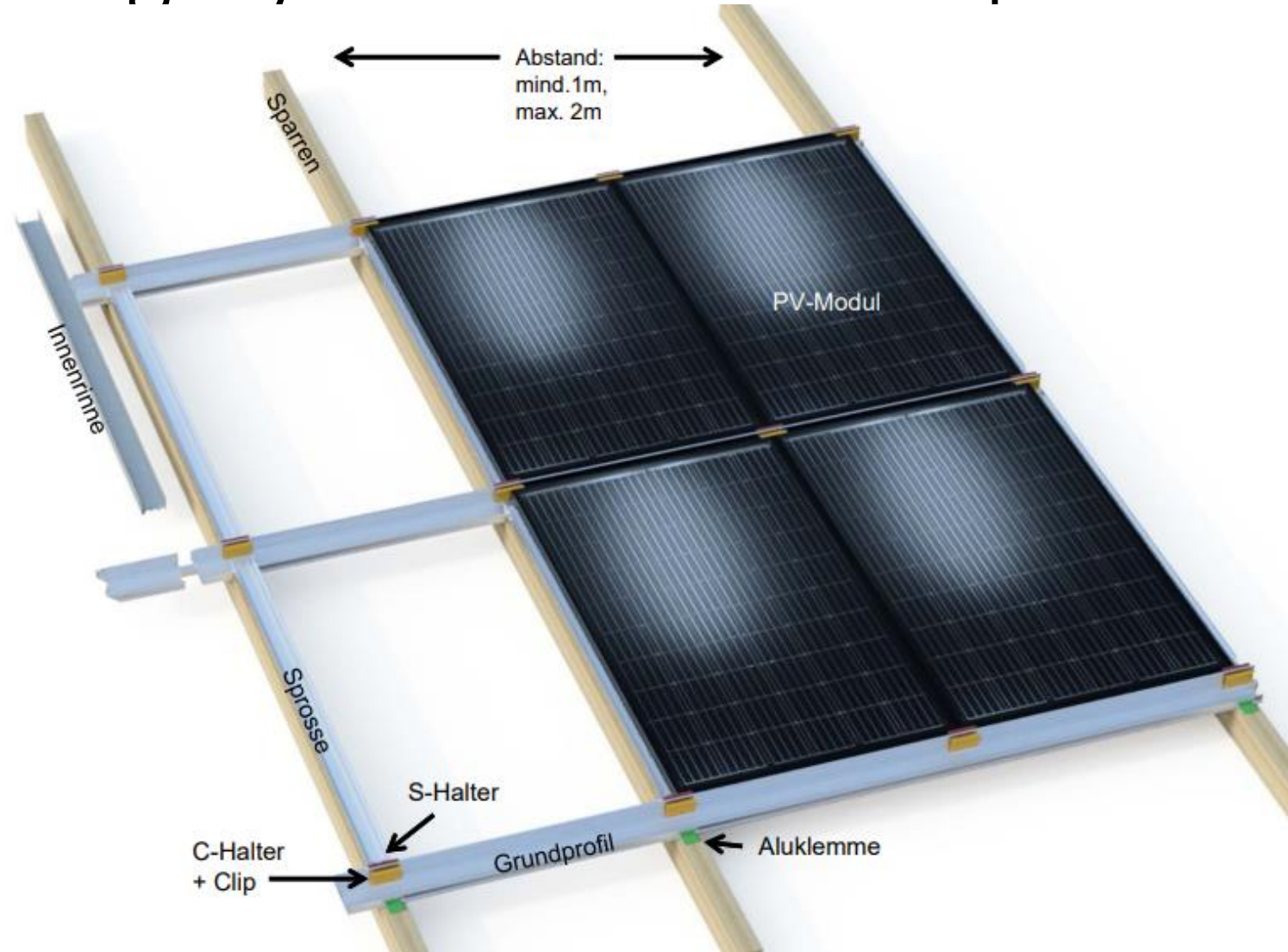


# Montagesysteme für PV Carports

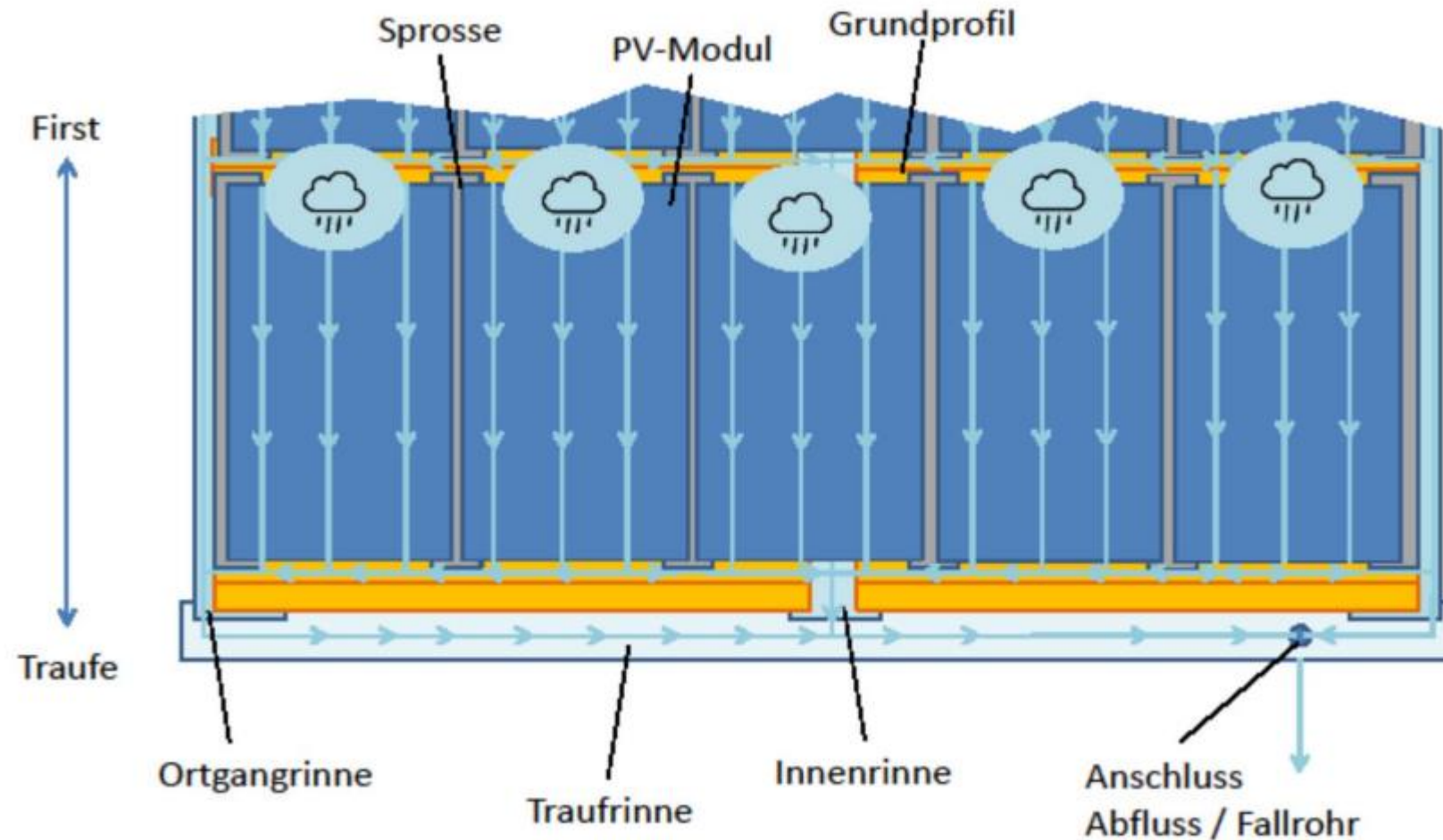


- › Aluminium Unterkonstruktion
- › Integrierte Entwässerung
- › Ersetzt Dachhaut
- › Dachdichtheit
- › Für PV Module mit Zulassung für Überkopfverglasung

# Montagesysteme für PV Carports



# Montagesysteme für PV Carports





## Praxisbeispiel - Parkplatzüberdachung

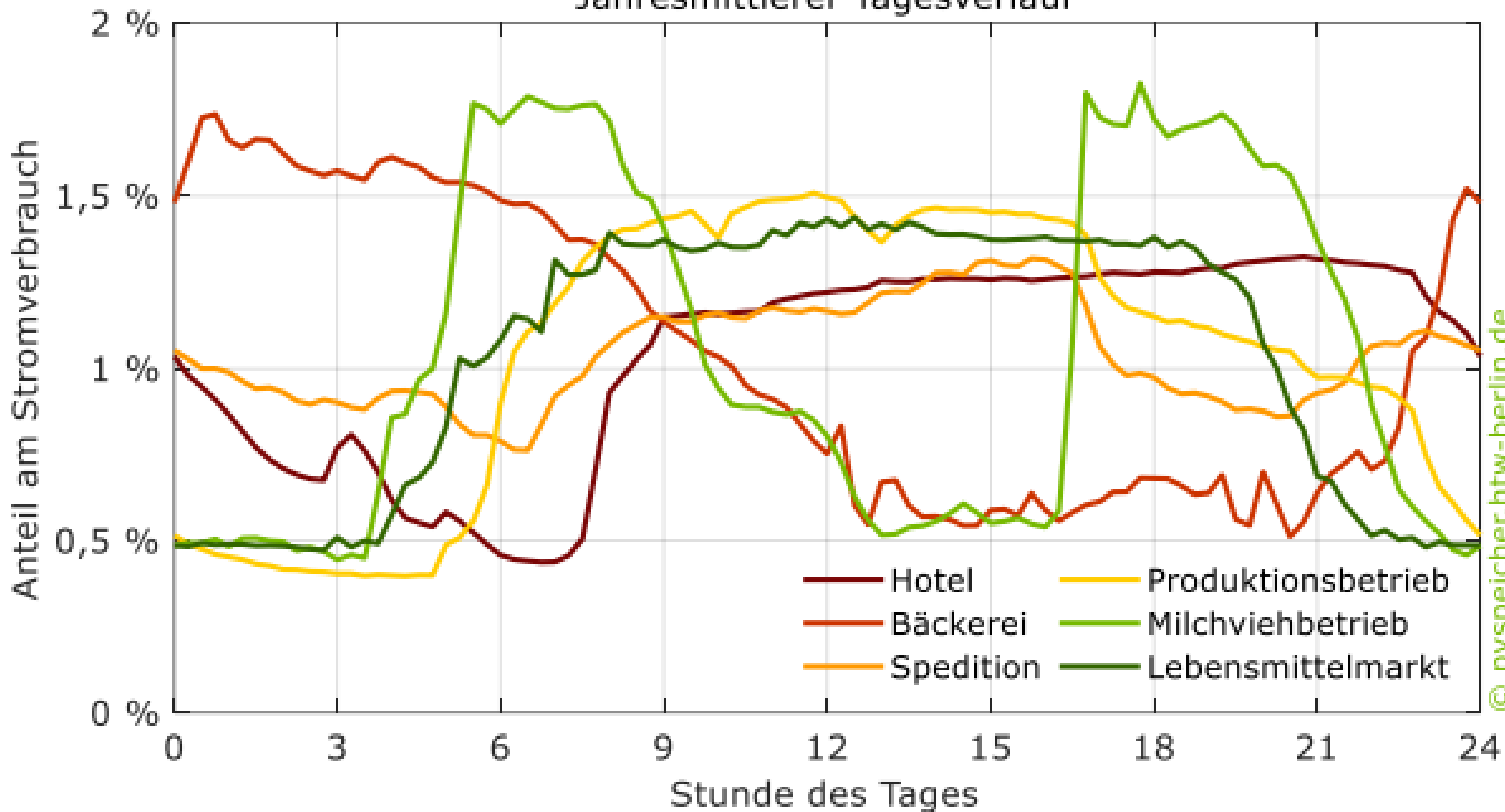


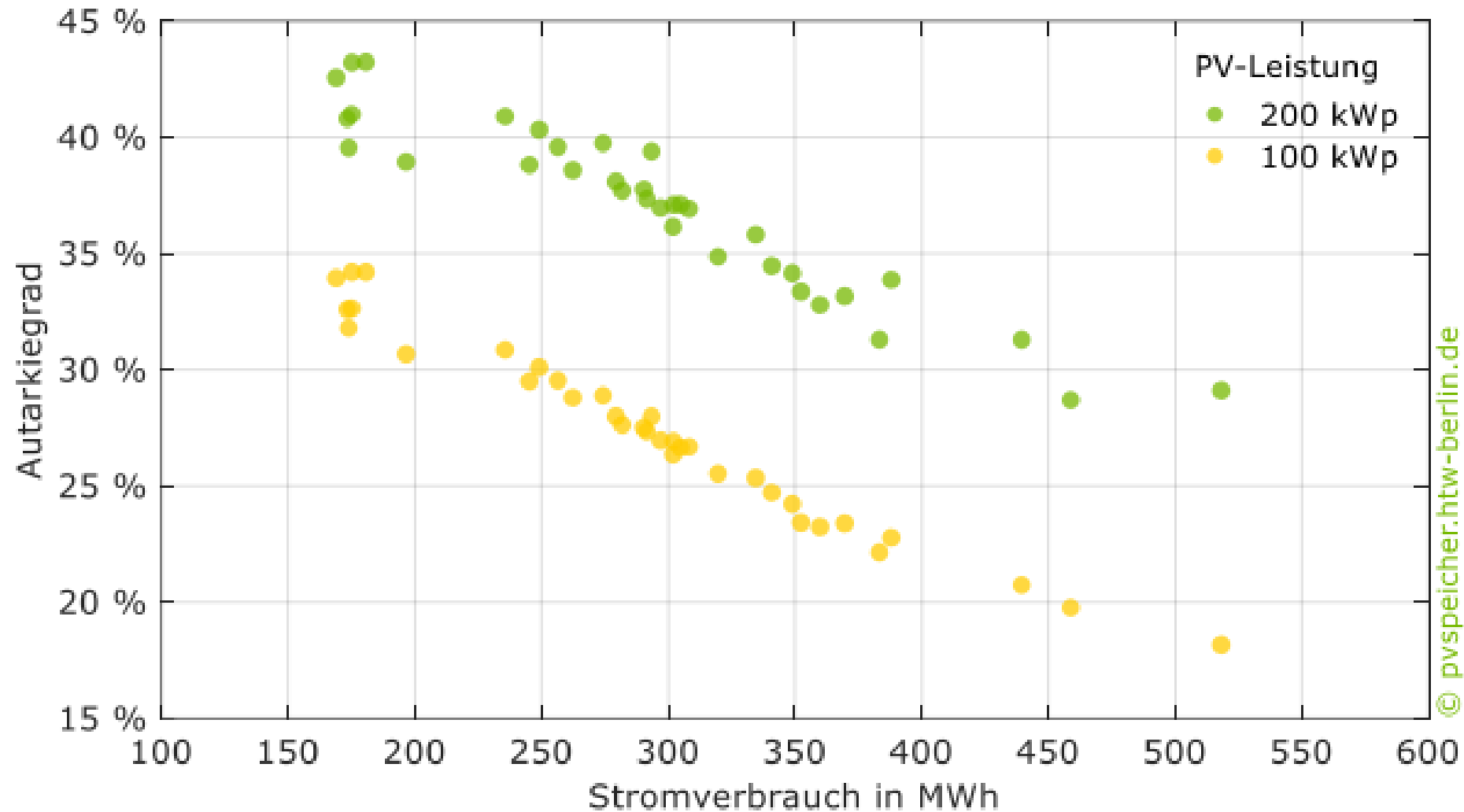
# Photovoltaik für Gewerbe-

Was gilt es zu beachten

- Baugenehmigung klären
- Netzzusage einholen beim Netzbetreiber
- Statik, Systemstatik des Montagesystems muss zur Gebäudestatik passen
- PV Anlagen grösser 100 kW - Direktvermarktungspflicht
- PV Anlagen grösser 135 kW – Zertifizierung der Erzeugungsanlage nach VDE-AR-N-4110

### Jahresmittlerer Tagesverlauf

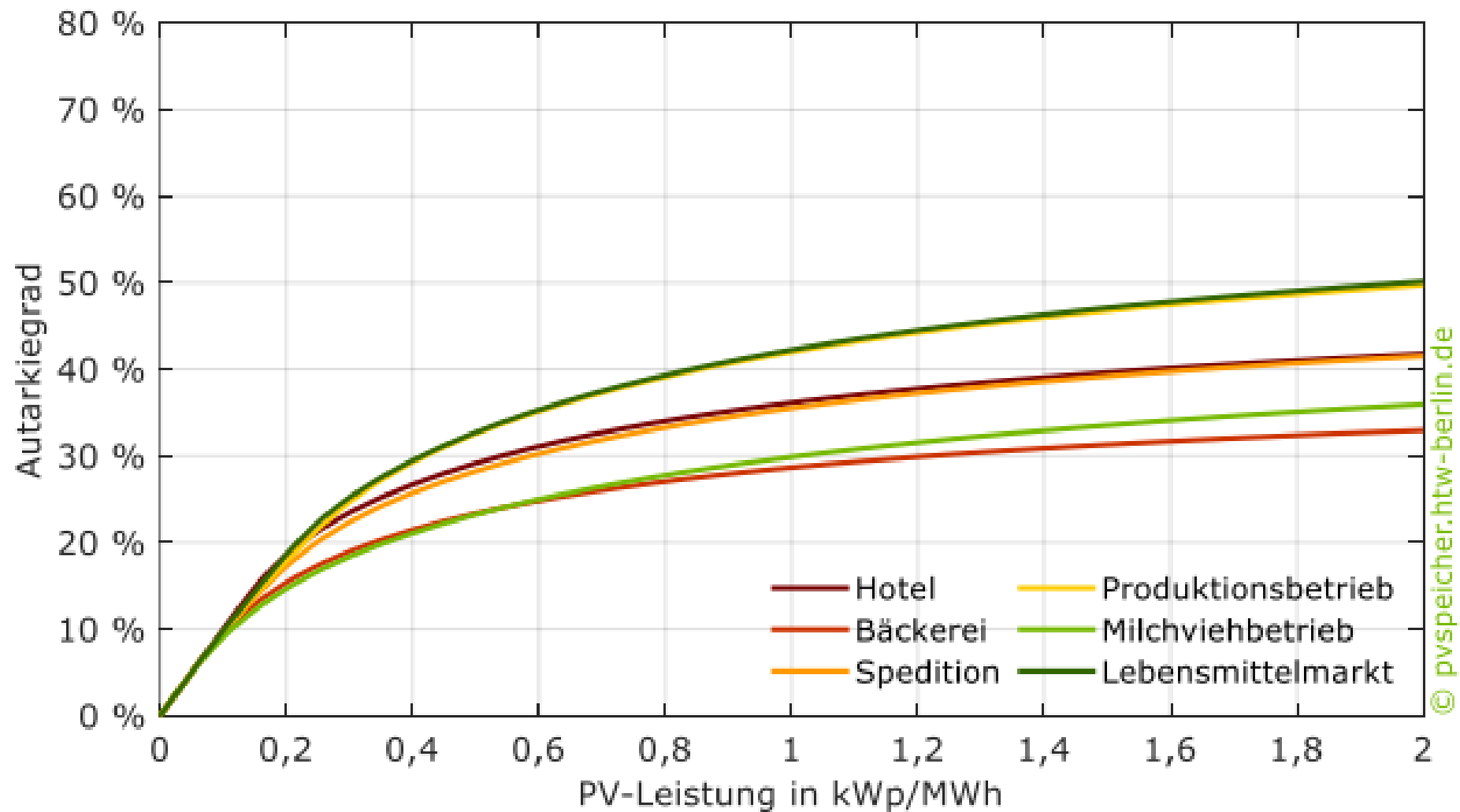




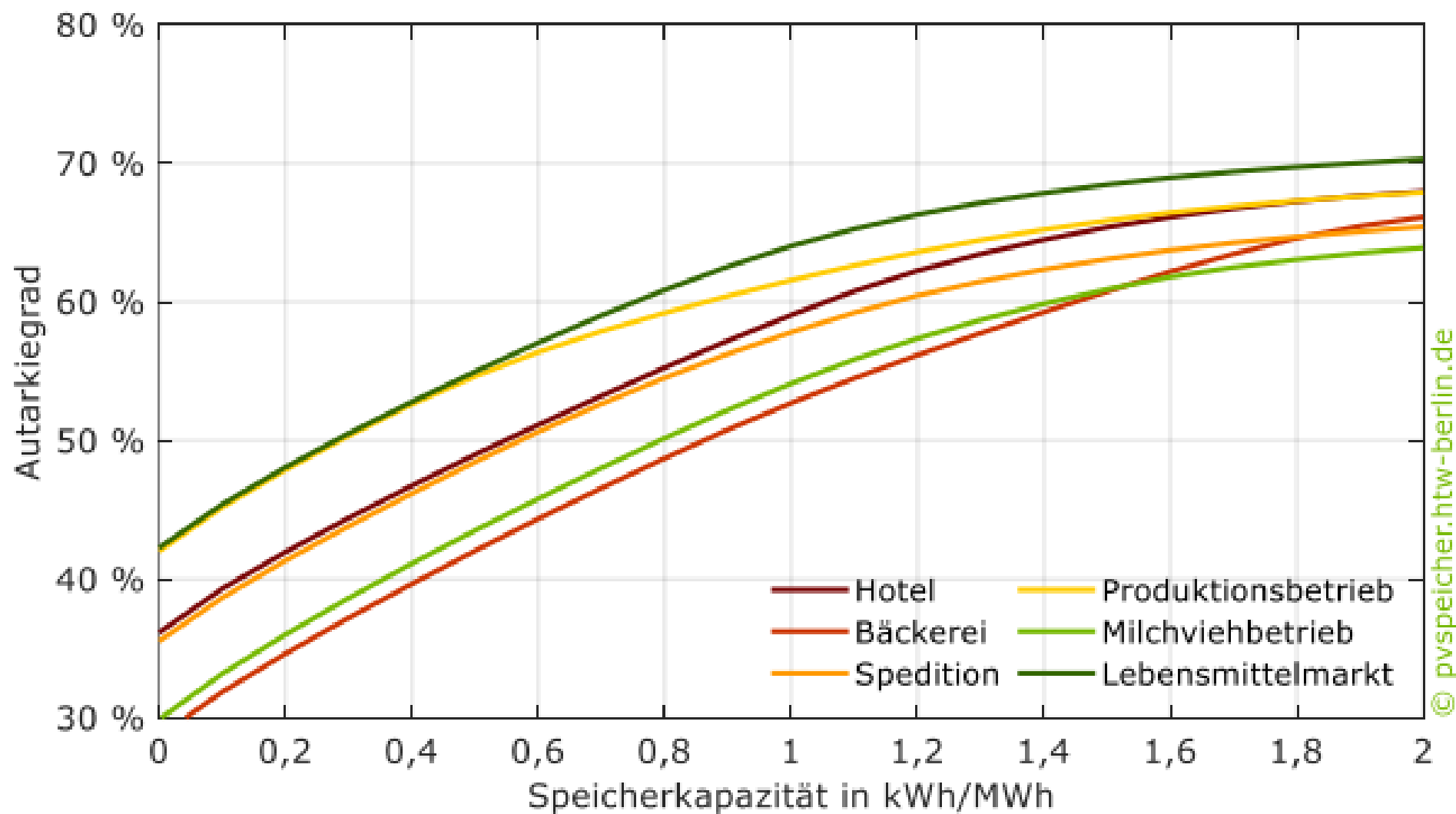
© pvspeicher.htw-berlin.de

**Bild 2** Berechnete Eigenversorgung von 35 unterschiedlichen Lebensmittelmärkten je nach PV-Anlagengröße.



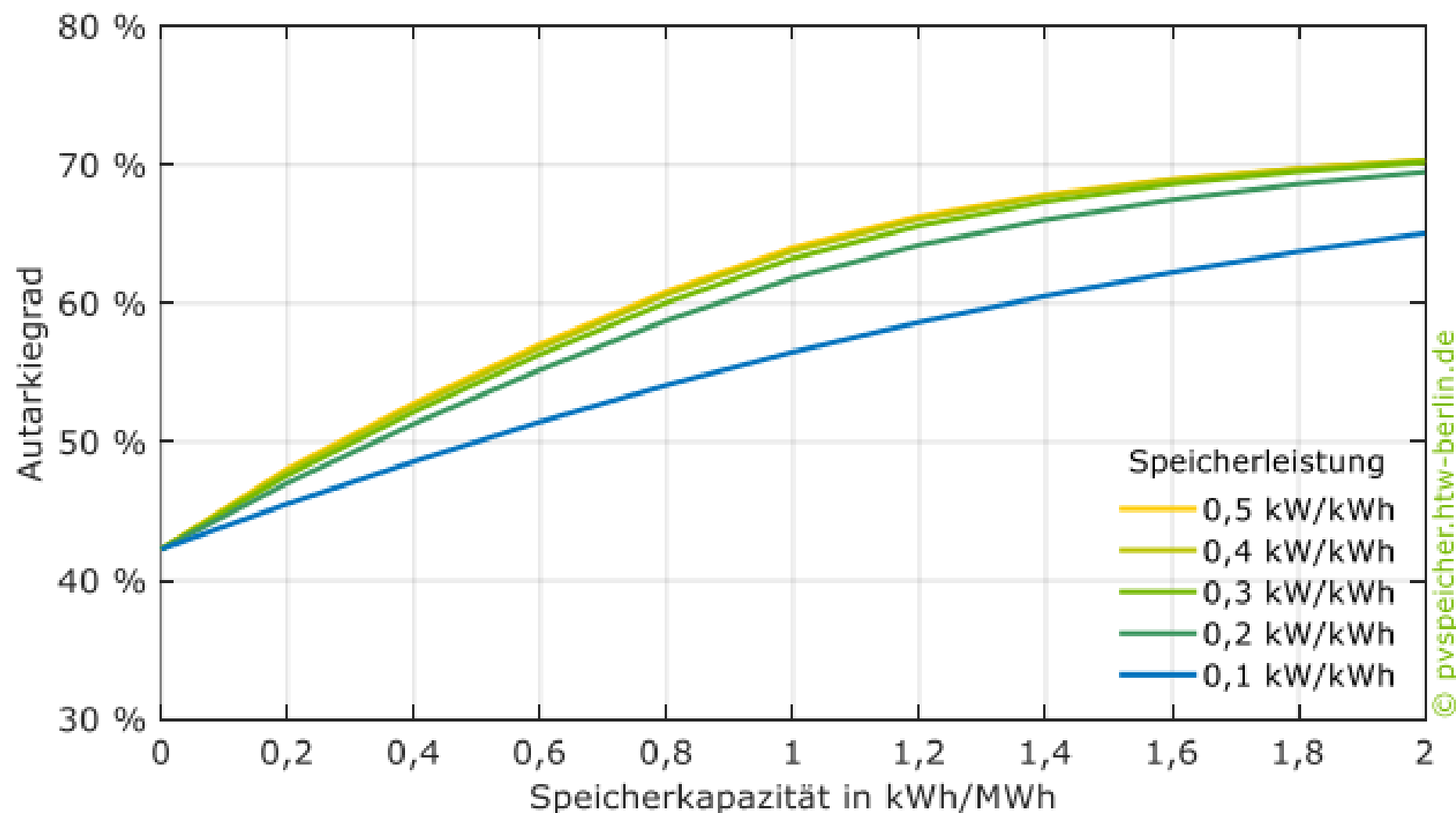


**Bild 3** Einfluss der Größe des PV-Systems auf die zeitgleiche Deckung des Stromverbrauchs für unterschiedliche Gewerbetypen (Normierung der PV-Leistung auf den jährlichen Stromverbrauch in MWh).



© pvspeicher.htw-berlin.de

**Bild 4** Steigerung der solaren Eigenversorgung von unterschiedlichen Gewerbetypen durch den Einsatz von Batteriesystemen bei einer PV-Leistung von 1 kWp/MWh und einer Speicherleistung von 0,5 kW/kWh (Normierung der Speicherkapazität auf den Jahresstromverbrauch in MWh).



© pv-speicher.htw-berlin.de

**Bild 5** Einfluss der Nennleistung und Speicherkapazität der Batteriesysteme auf die solare Eigenversorgung eines Lebensmittelmarkts bei einer PV-Leistung von 1 kWp/MWh (Normierung der Speicherkapazität auf den Jahresstromverbrauch in MWh, Normierung der Speicherleistung auf die Speicherkapazität in kWh).

# Photovoltaik für Gewerbe

Wirtschaftlichkeit



<https://www.test.de/Photovoltaik-Rechner-1391893-0/>

# Photovoltaik für Gewerbe

Zusammenfassung



- Der Betrieb einer PV Anlage ist i.d.R. wirtschaftlich
- Ohne Speicher sind Autarkiegrade von 20 – 50 % möglich
- Mit Speicher sind Autarkiegrade 40 – 70 % möglich



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Felix Gudat

Im Schiff 16

68789 St Leon

[f.gudat@bbg-energiekonzepte.de](mailto:f.gudat@bbg-energiekonzepte.de)

[www.bbg-energiekonzepte.de](http://www.bbg-energiekonzepte.de)