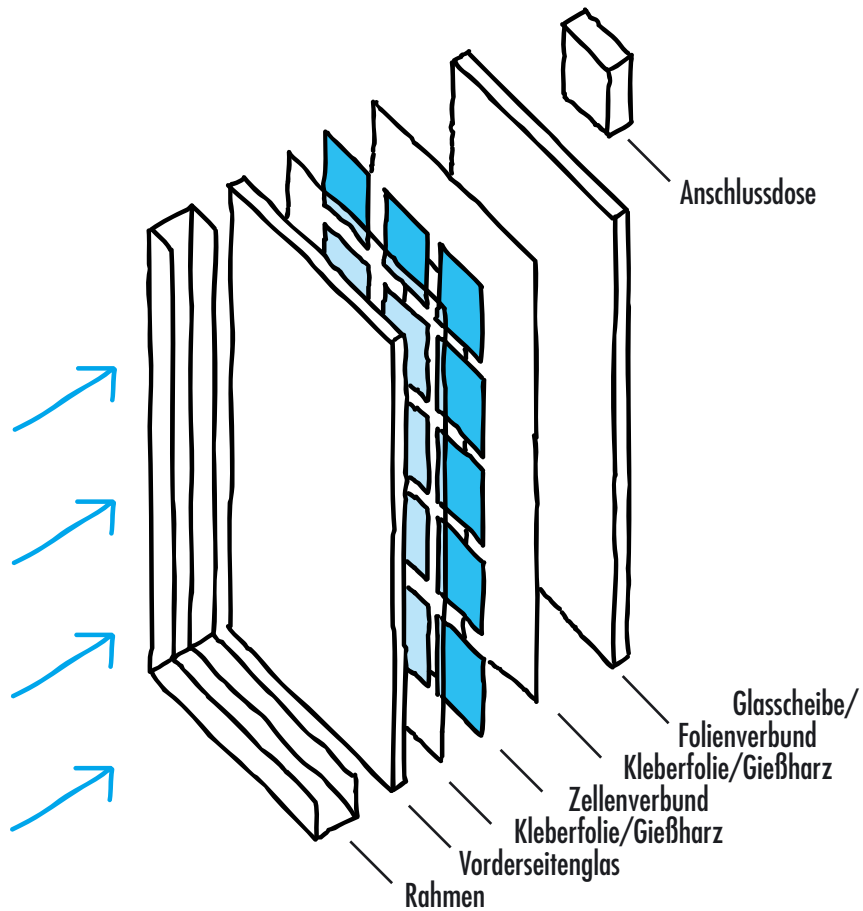
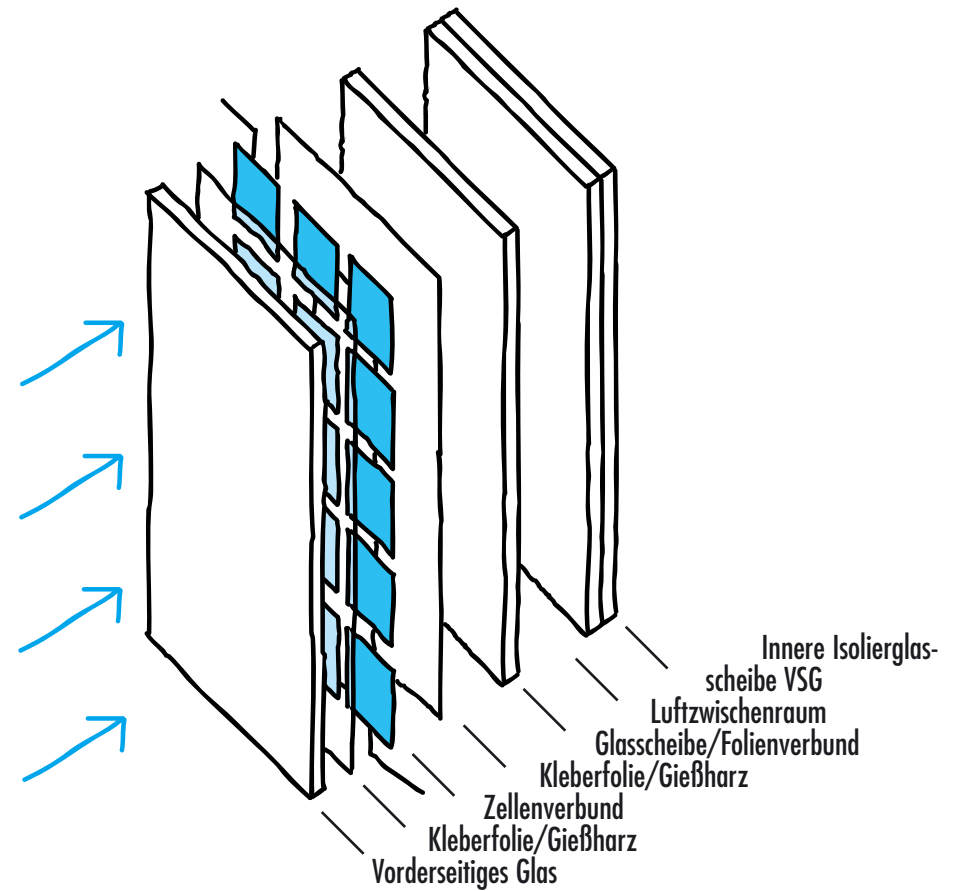


Konstruktiver Modulaufbau (1)

Standardmodul



Sondermodul

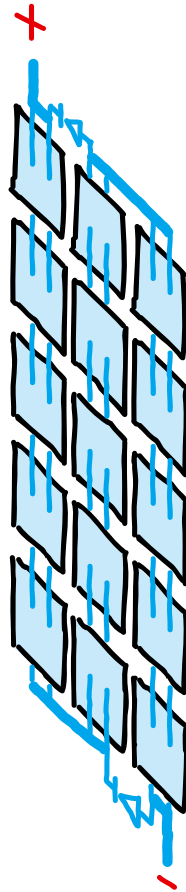


VSG: Verbund-Sicherheitsglas

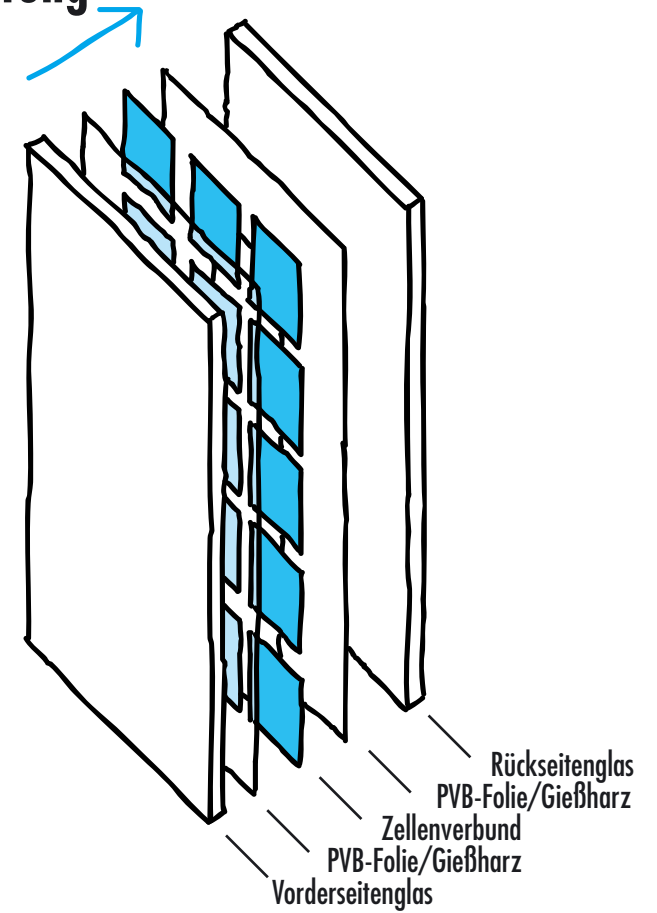


Konstruktiver Modulaufbau (2)

Solarzellenstrang



Laminatschichtung

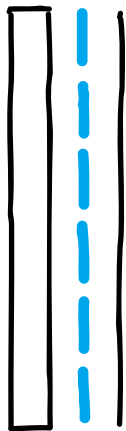


PVB: Polyvinyl-Butyral

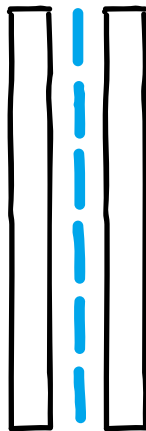


Aufbau von Photovoltaik-Verglasungen (1)

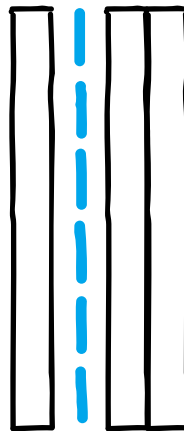
Einfachverglasung



ESG
Zellen
Folien

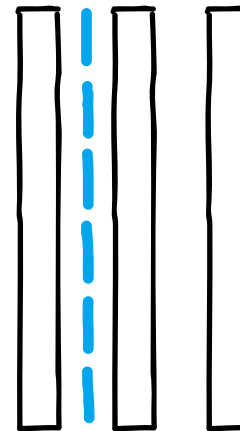


ESG
Zellen
ESG

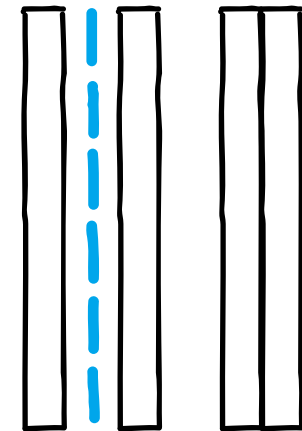


ESG
Zellen
VSG aus TVG

Isolierverglasung



ESG
Zellen
ESG
Luftzwischenraum
ESG/SPG/Drahtglas



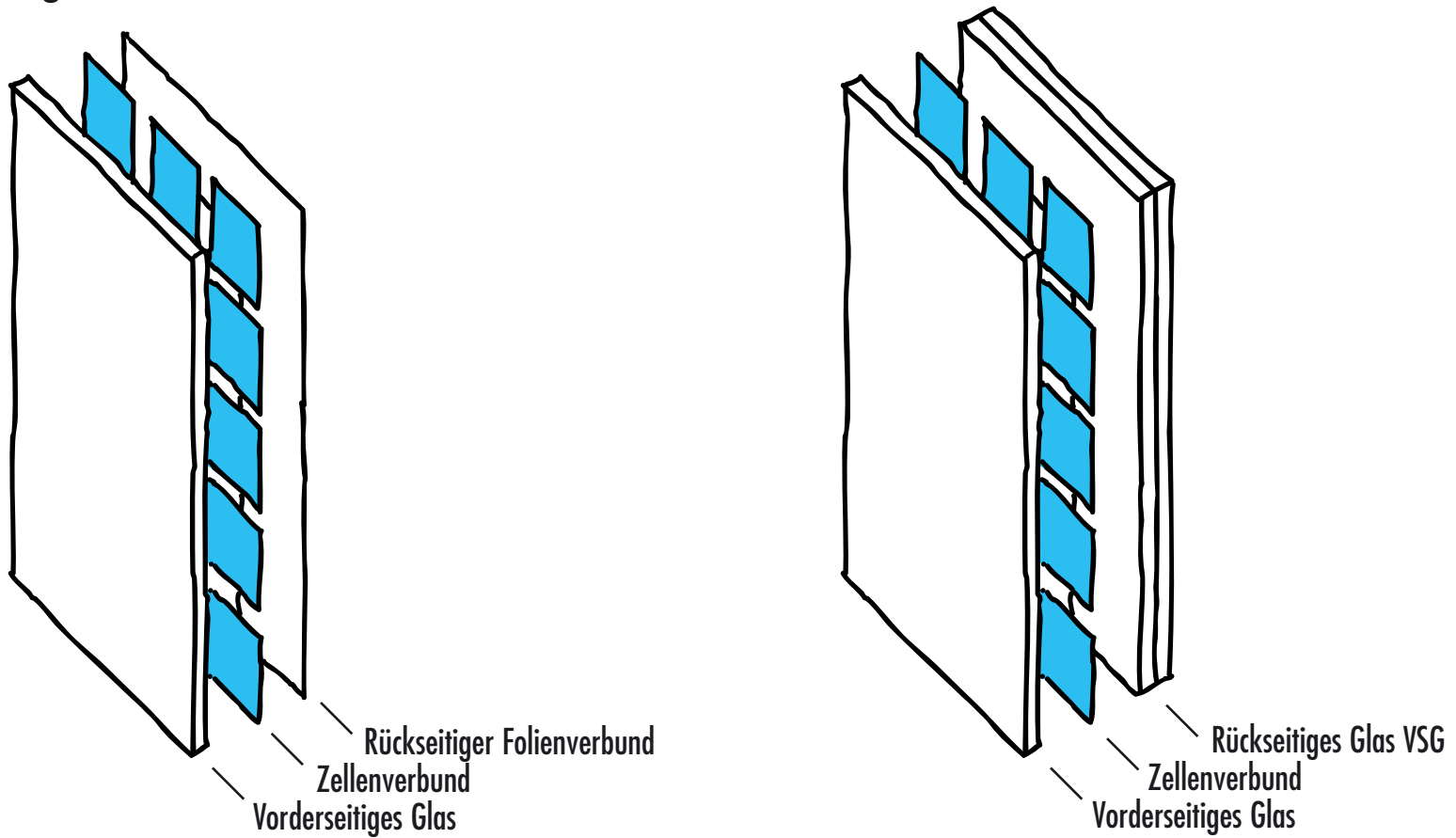
ESG
Zellen
ESG
Luftzwischenraum
VSG aus SPG

ESG: Einscheiben-Sicherheitsglas VSG: Verbund-Sicherheitsglas TVG: Teilvorgespanntes Glas SPG: Spiegelglas



Aufbau von Photovoltaik-Verglasungen (2)

Einfachverglasung

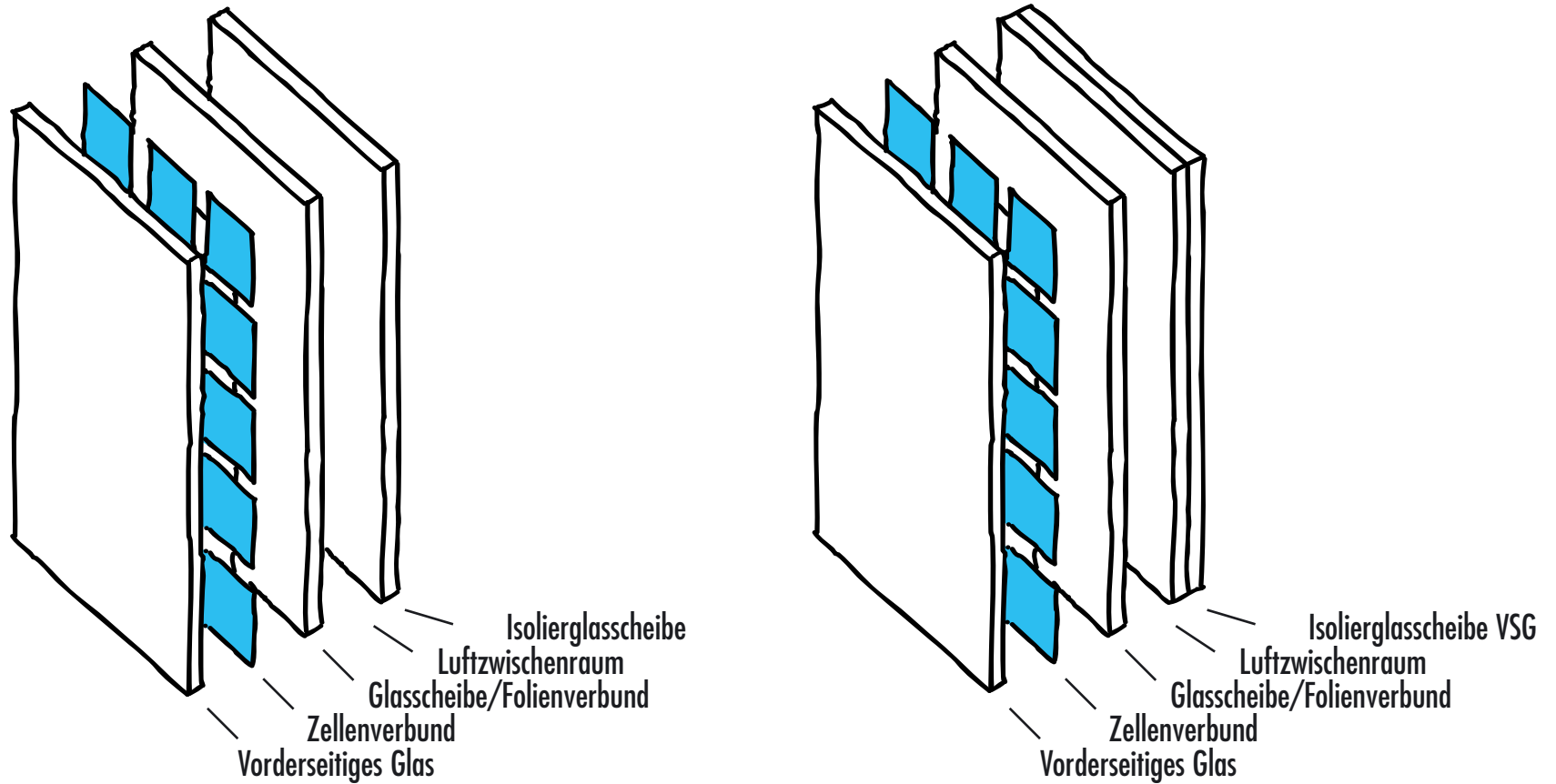


VSG: Verbund-Sicherheitsglas



Aufbau von Photovoltaik-Verglasungen (3)

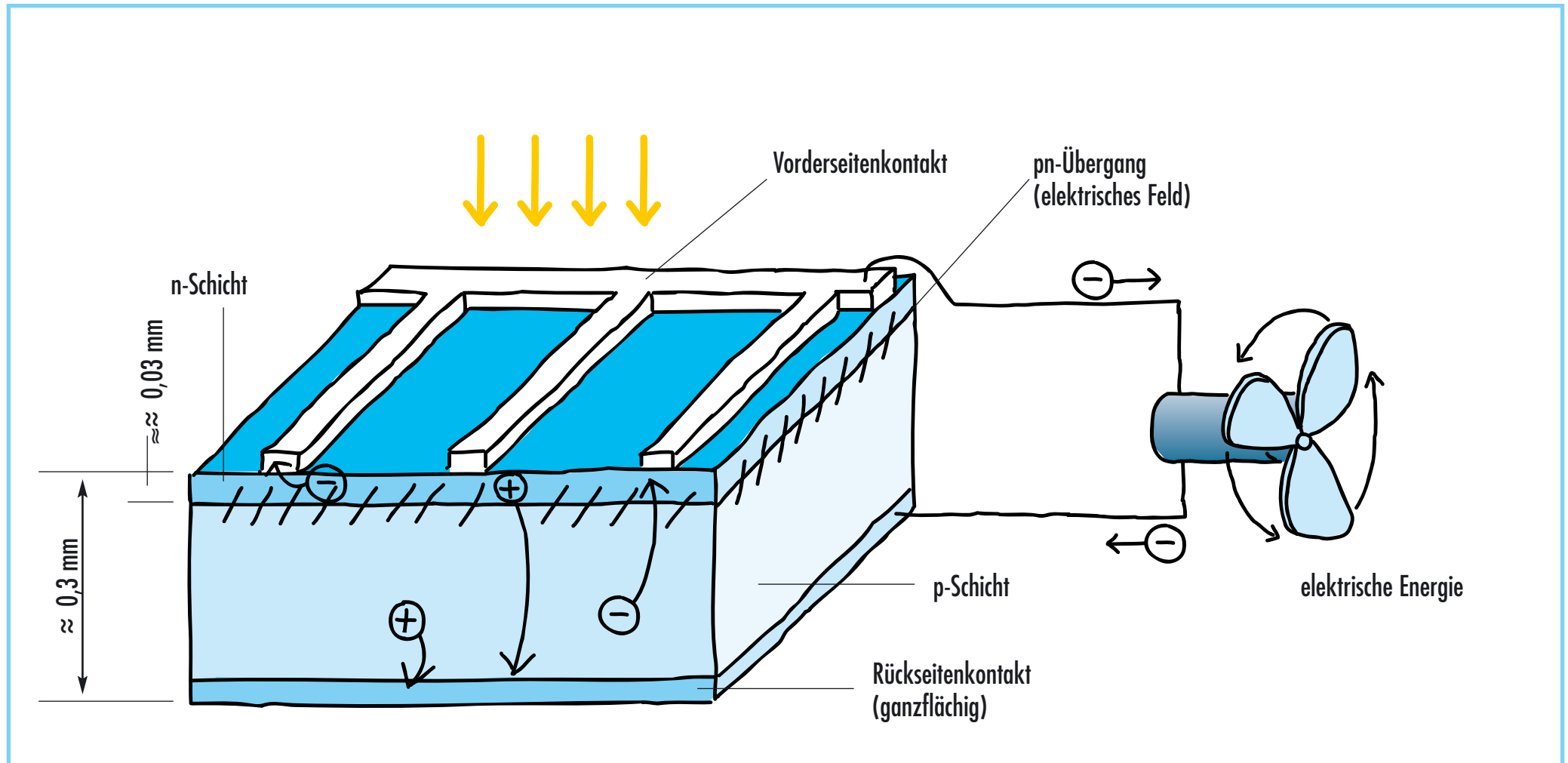
Isolierverglasung



VSG: Verbund-Sicherheitsglas

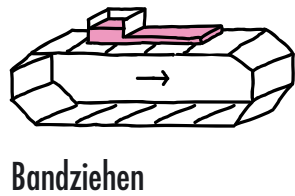


Aufbau und Funktion einer Silizium-Solarzelle

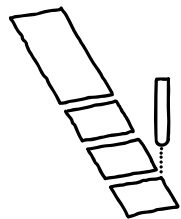


Fertigung kristalliner Silizium-Solarmodule (1)

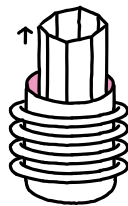
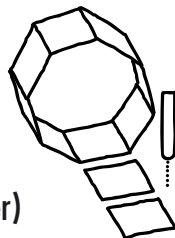
Herstellung der Siliziumscheiben



Bandziehen

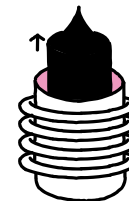


Scheiben schneiden (Laser)



Oktaederrohr

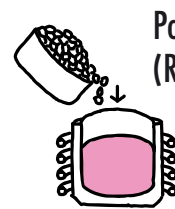
Tiegelziehprozess



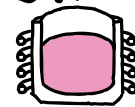
Säule



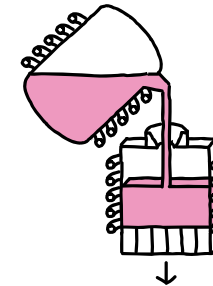
Besäumen



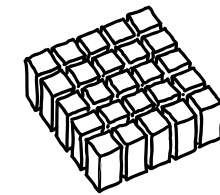
Polykristalline Silizium-Nuggets
(Reinheit 1:10⁹)



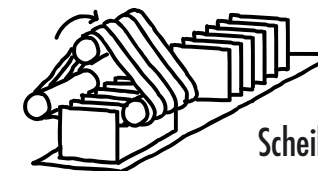
p-dotierte Silizium-Schmelze
(Borzusatz)



Blockgießen



Sägen in Prismen

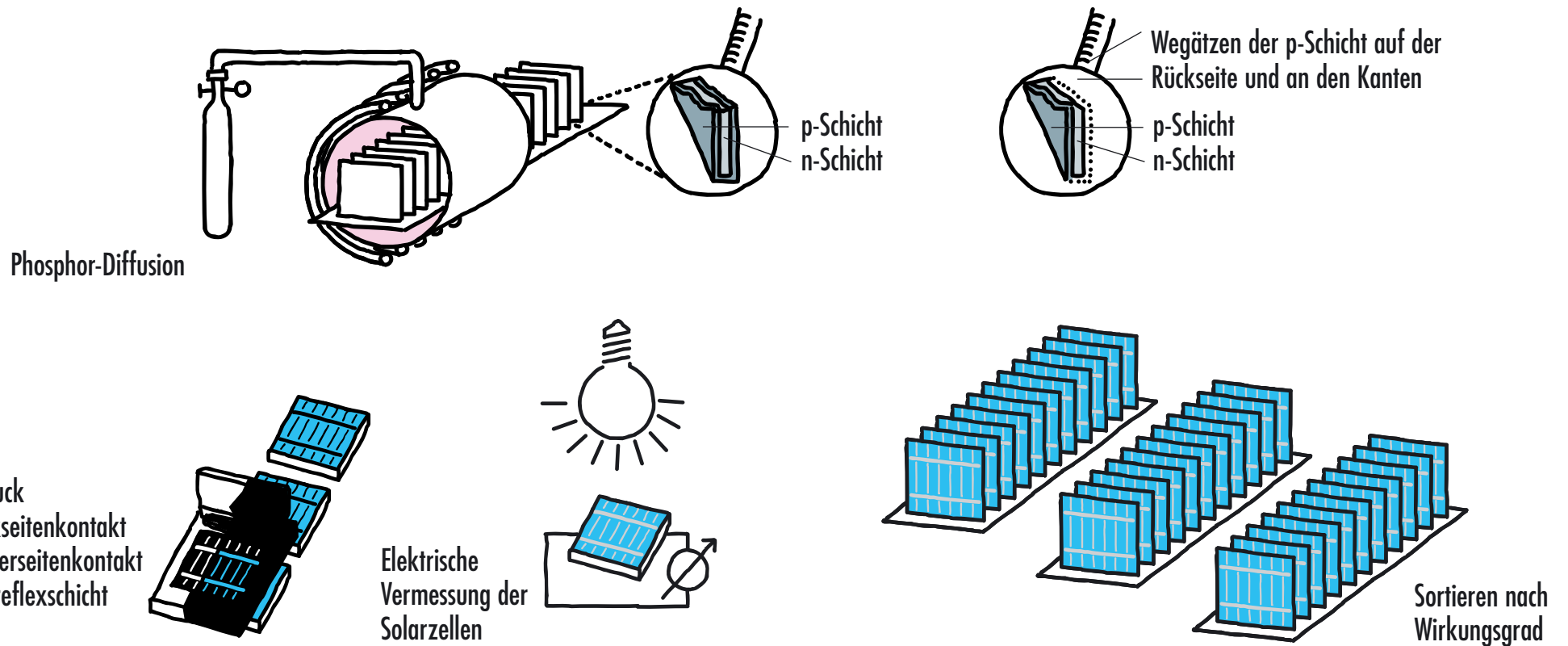


Scheiben sägen (Drahtsäge)



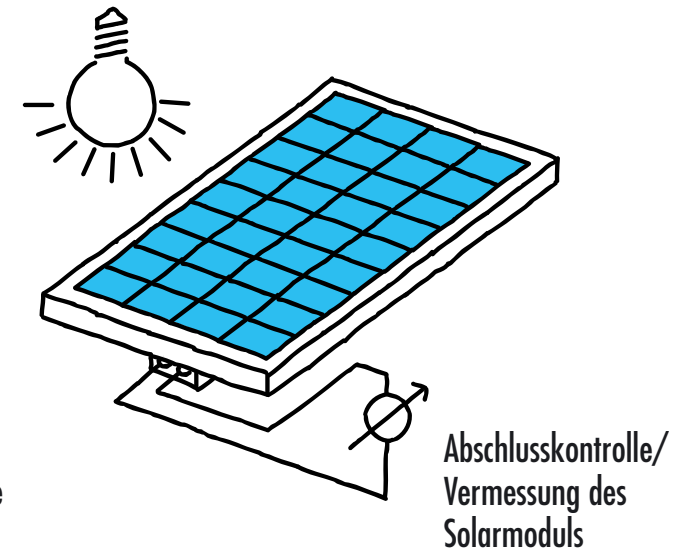
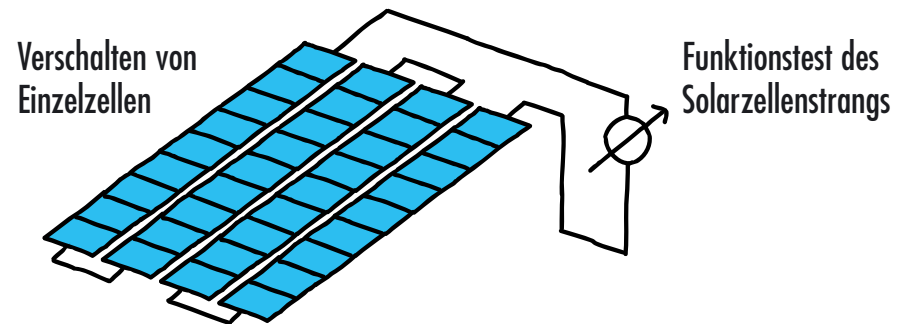
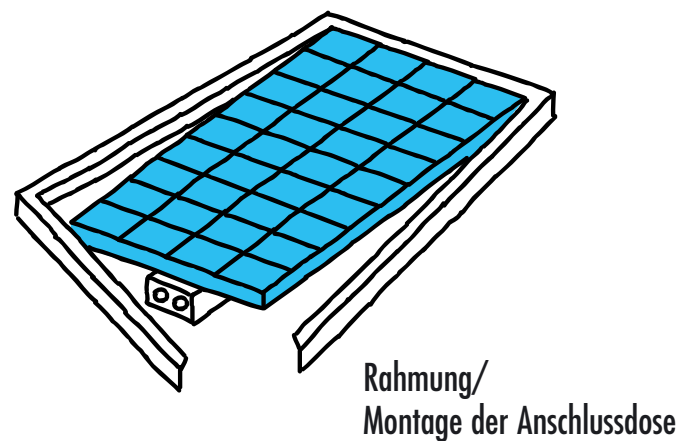
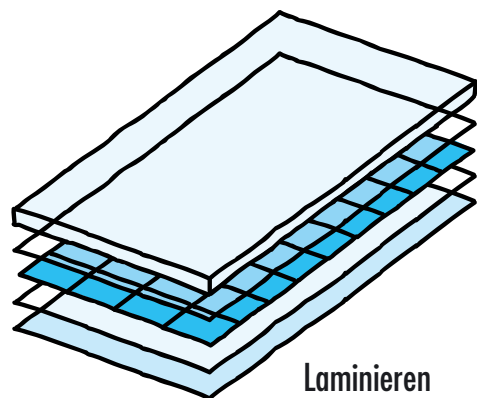
Fertigung kristalliner Silizium-Solarmodule (2)

Herstellung der Solarzellen



Fertigung kristalliner Silizium-Solarmodule (3)

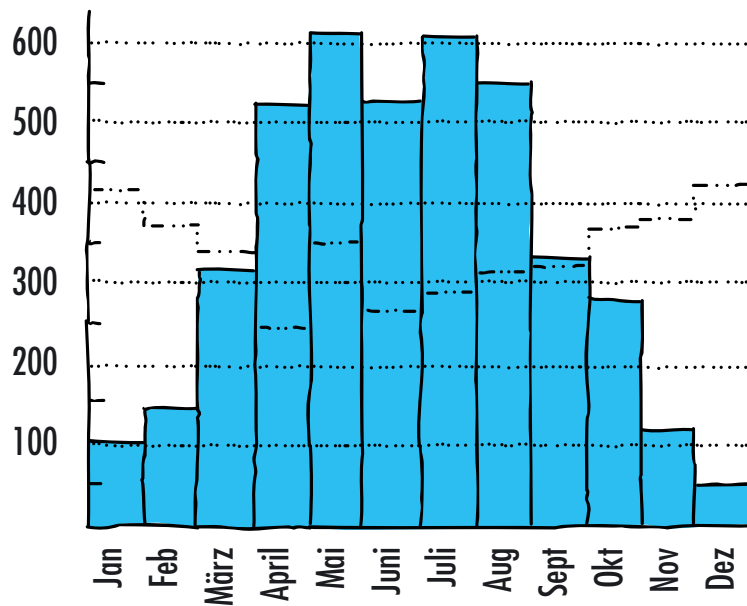
Zusammenbau des Moduls



Auslegung einer Photovoltaik-Anlage

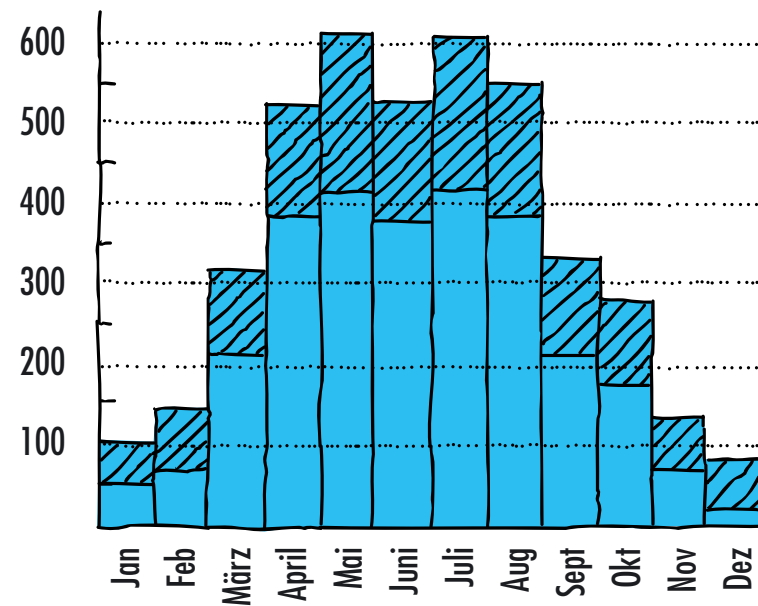
Beispiel: 5 kW-Anlage auf Einfamilienhaus



Elektrische Energie
in kWh



 Eigenerzeugung PV-Anlage 4 250 kWh/a
 Haushaltsstromverbrauch 4 130 kWh/a

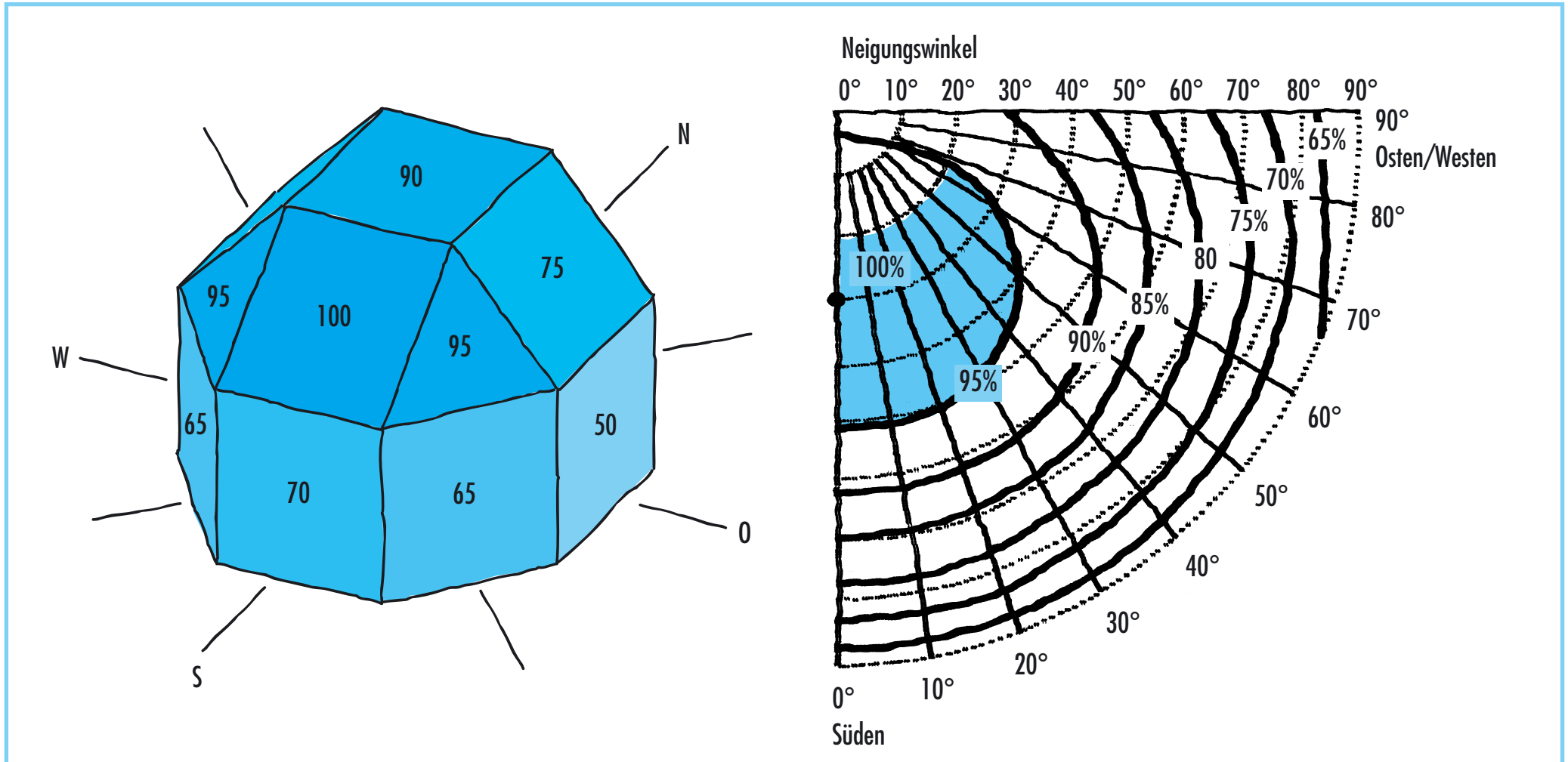
Elektrische Energie
in kWh



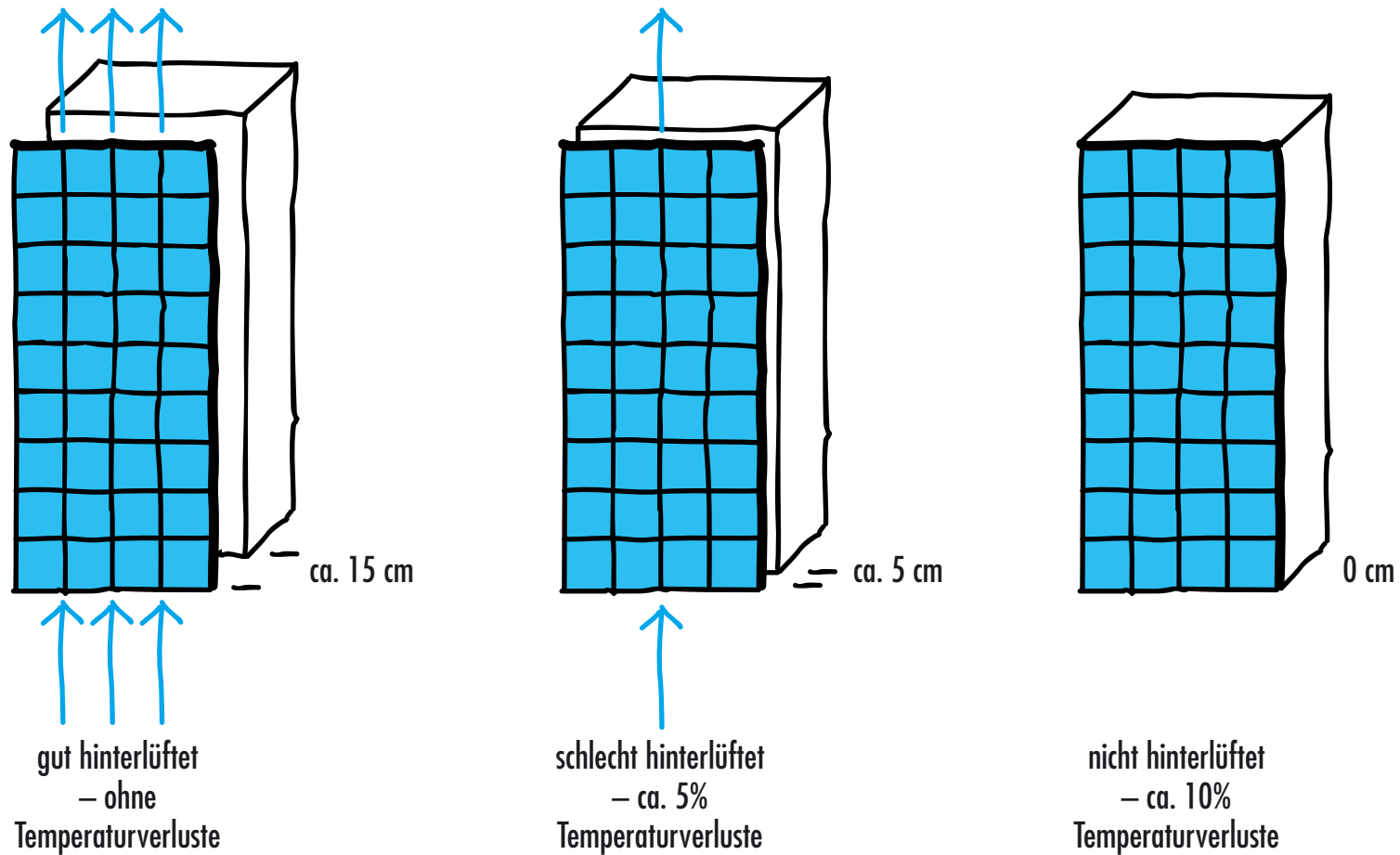
 Selbstgenutzte Energie 1 425 kWh/a
 Netzeinspeisung 2 825 kWh/a



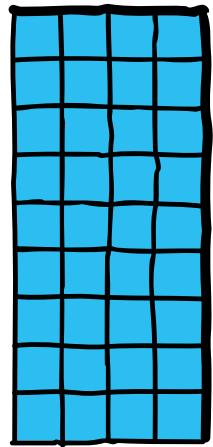
Ausrichtung der Generatorfläche



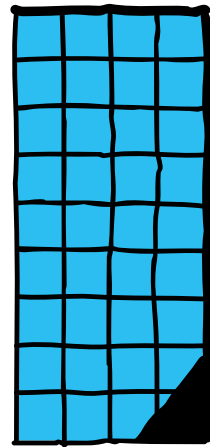
Hinterlüftung der Generatorfläche



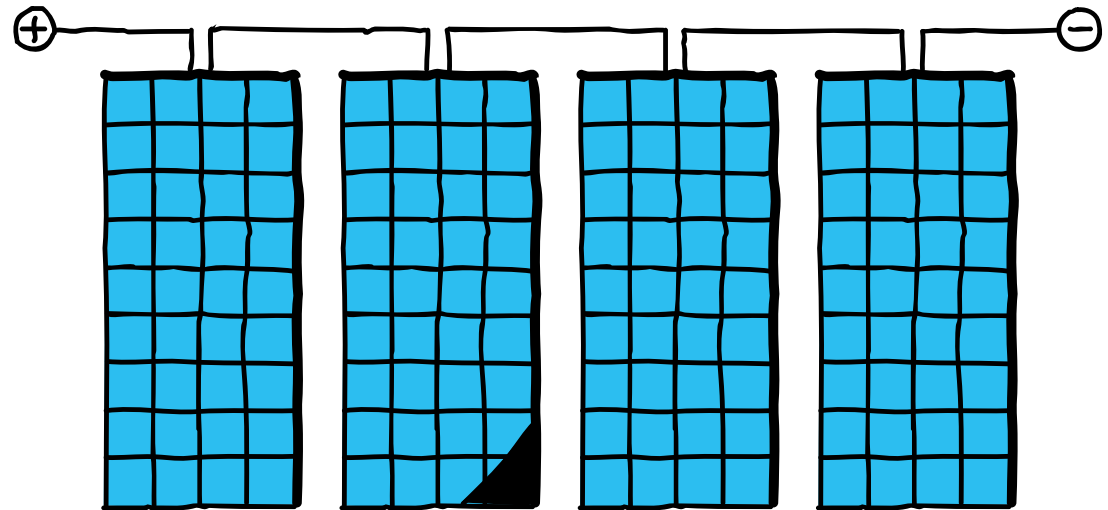
Abschattung der Generatorfläche (1)



ohne
Abschattungsverluste



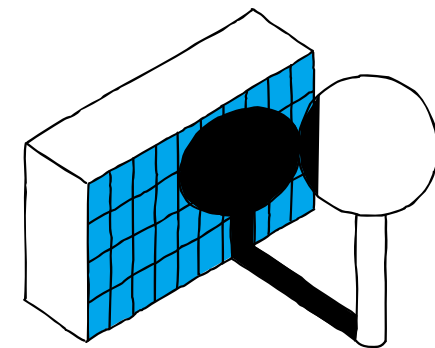
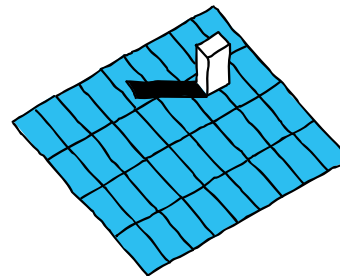
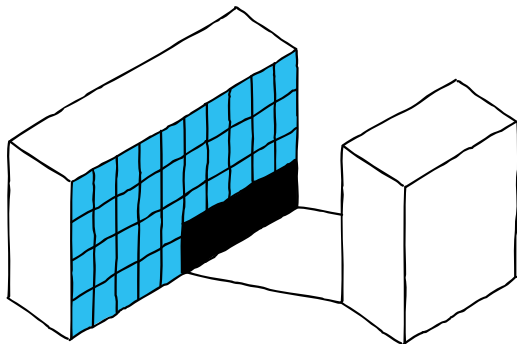
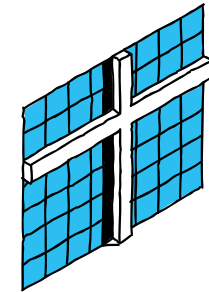
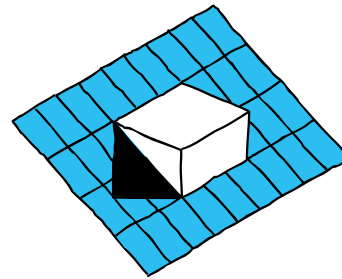
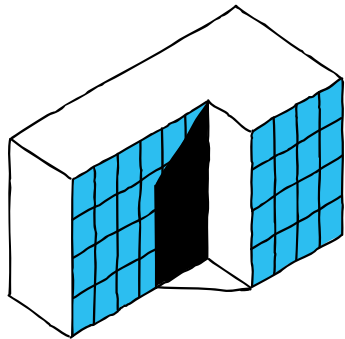
ca. 90%
Abschattungsverluste
des Moduls



ca. 90%
Abschattungsverluste
des gesamten Generatorstrangs



Abschattung der Generatorfläche (2)



Verschattung durch Gebäudegeometrie

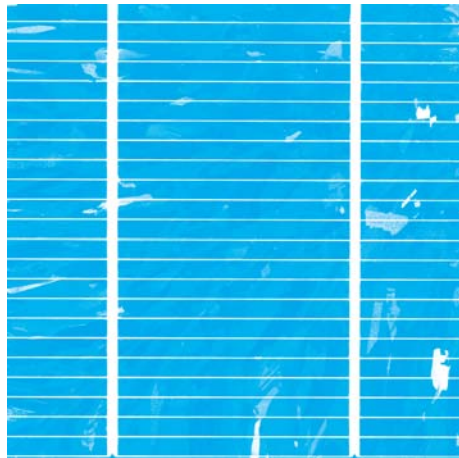
Verschattung durch Dachdurchstöße

Verschattung durch tiefe Abdeckleisten
und Bepflanzung

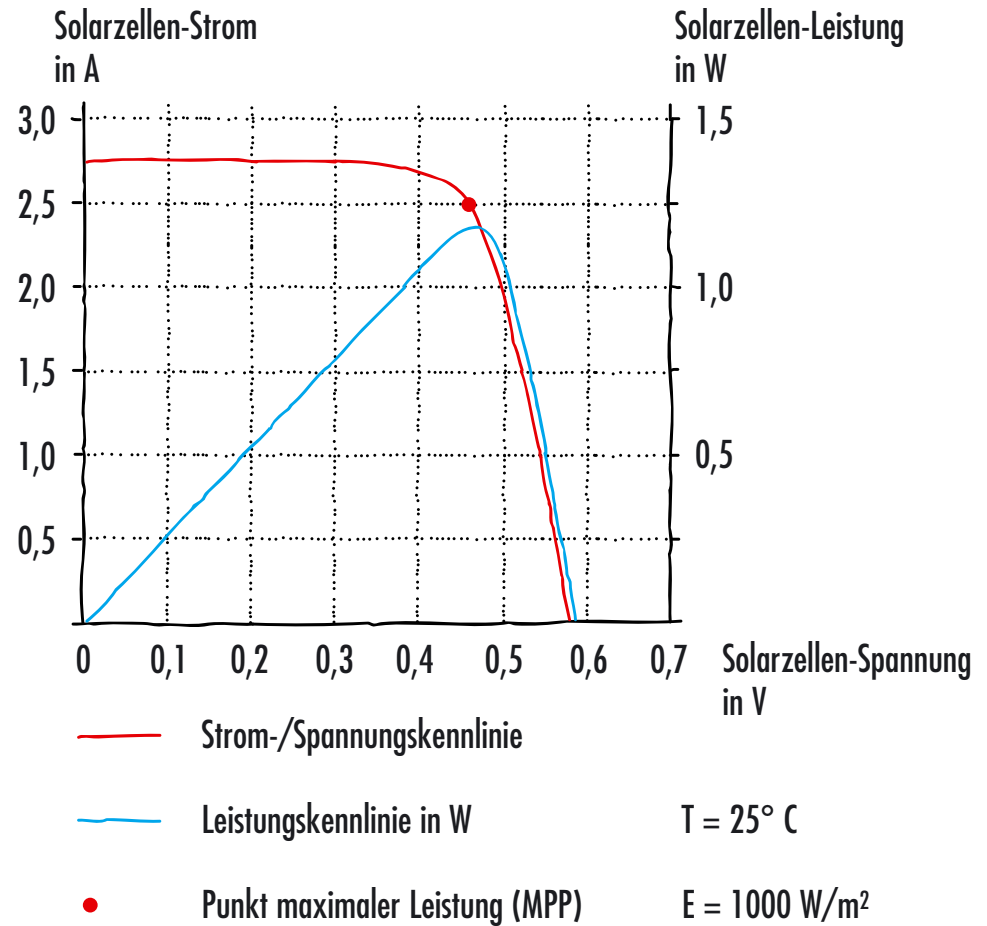


Solarzellenkennlinien (1)

Strom-/Spannungskennlinie mit Leistungsverlauf

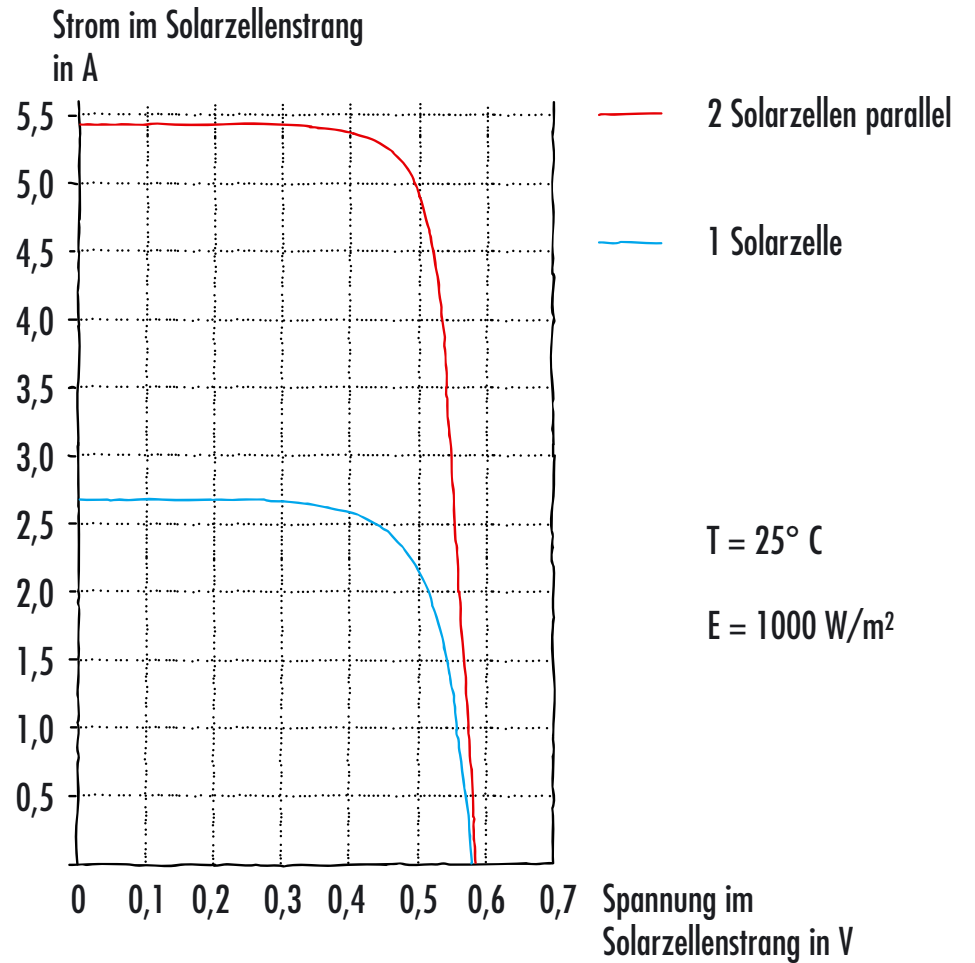
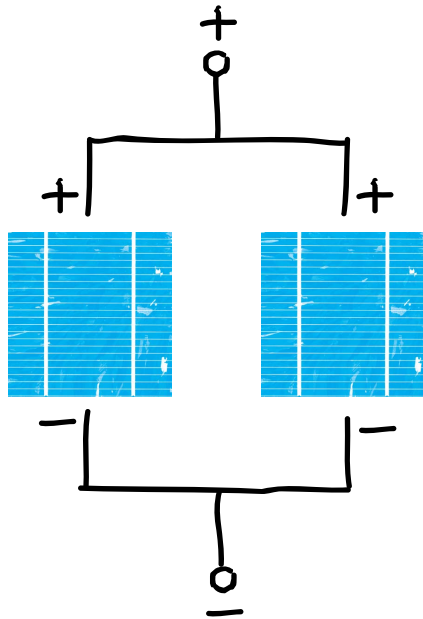


Solarzelle:
polykristallines Silizium
10 cm x 10 cm



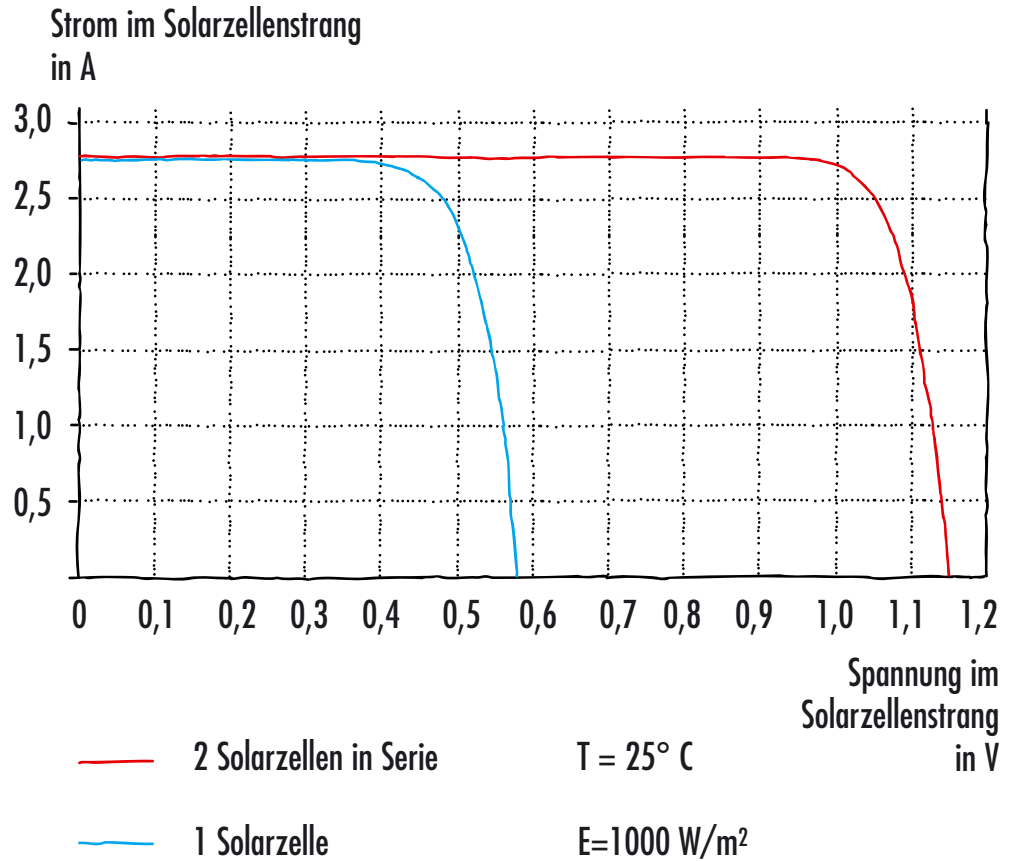
Solarzellenkennlinien (2)

Parallelschaltung



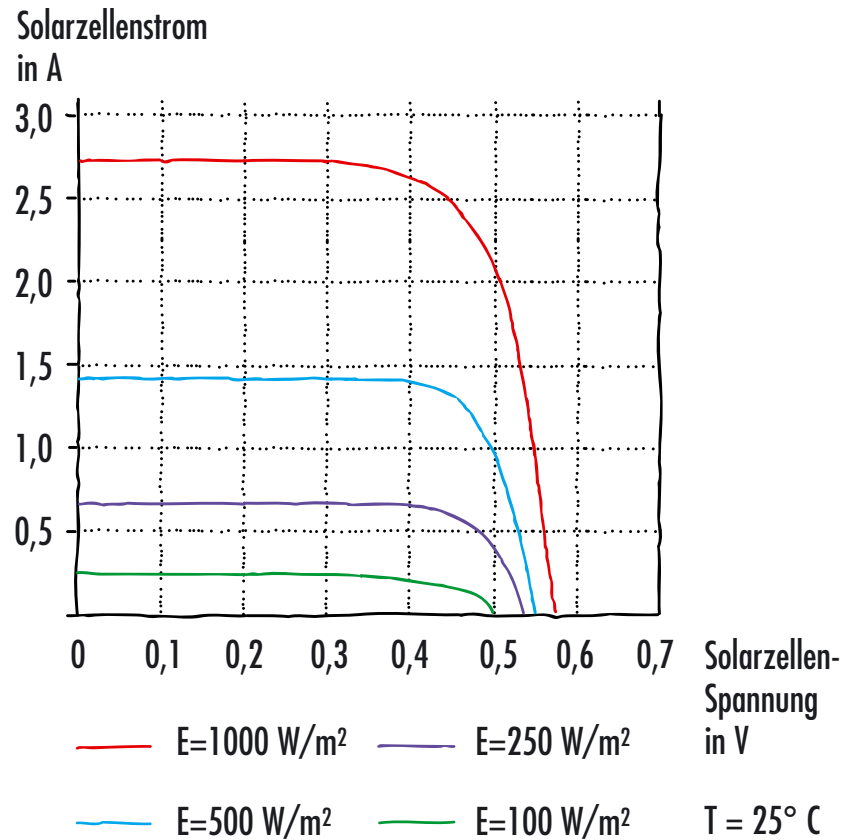
Solarzellenkennlinien (3)

Reihenschaltung

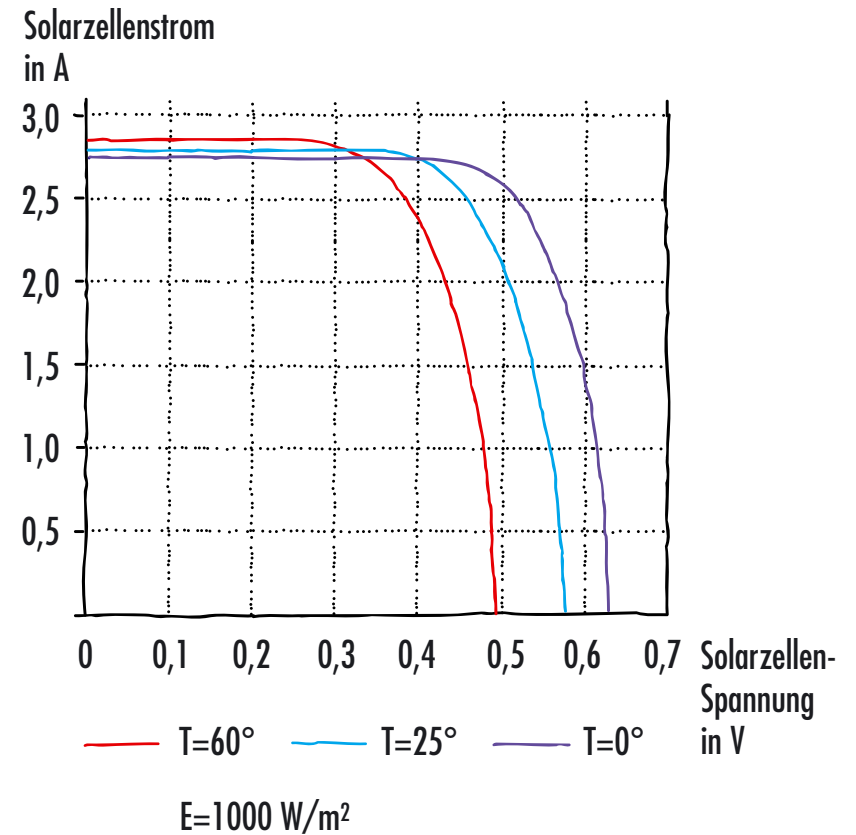


Solarzellenkennlinien (4)

Einfluss der Bestrahlung

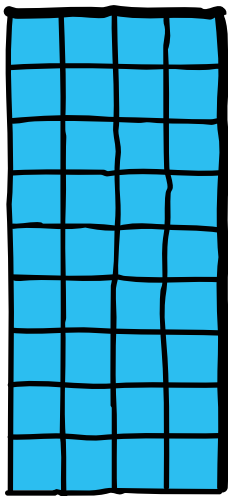


Temperatureinfluss

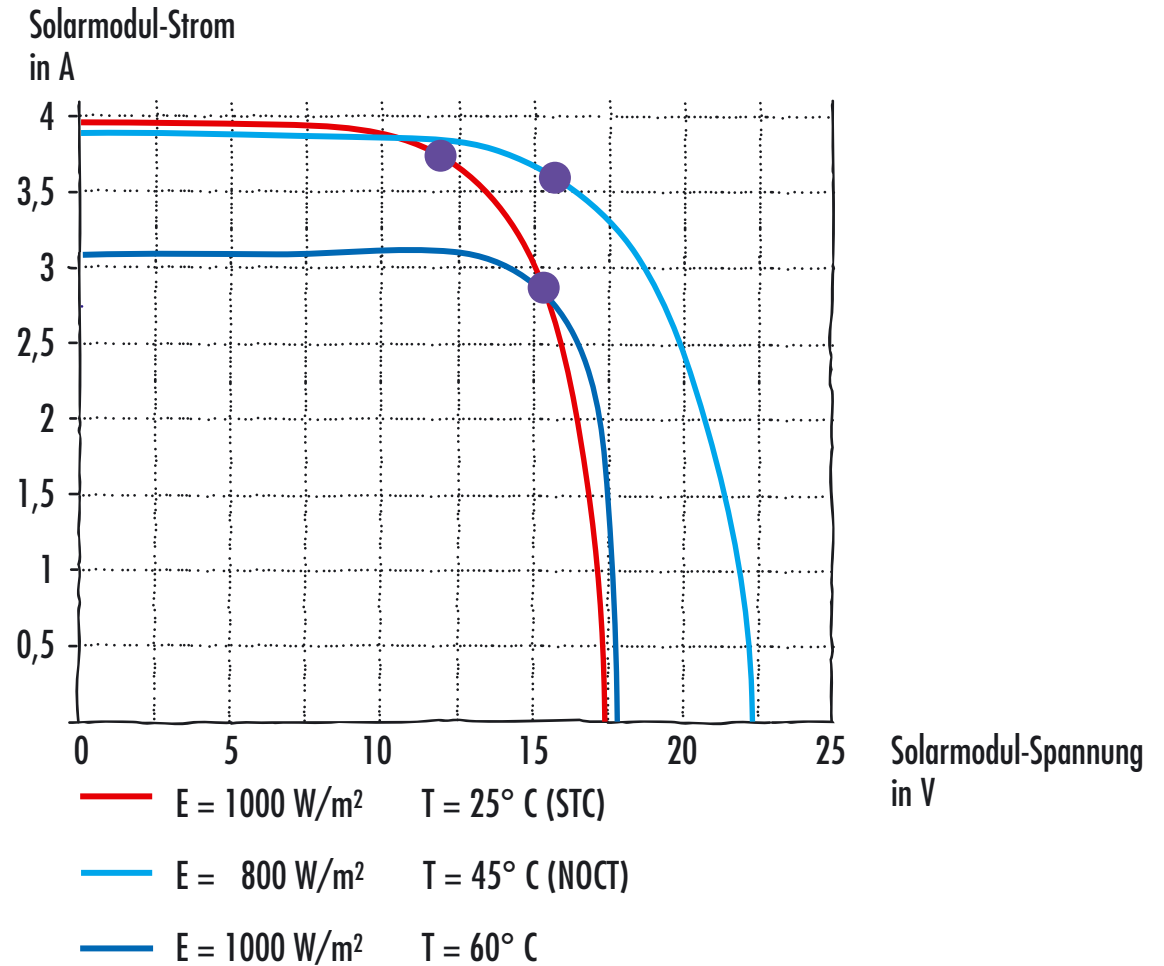


Solarmodulkennlinien

**Strom-/Spannungskennlinien
in Abhängigkeit
von der Sonneneinstrahlung
und der Modultemperatur**

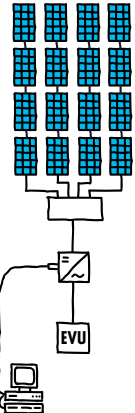
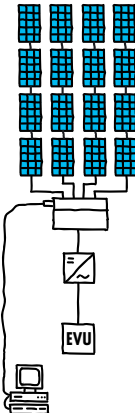
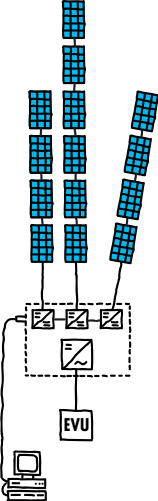
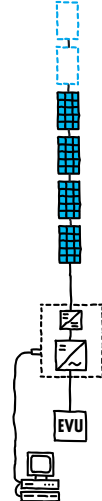
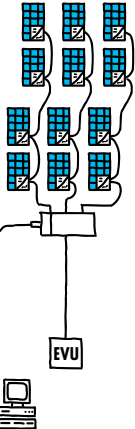


Solarmodul:
36 Solarzellen
à 10 cm x 10 cm



STC: standard test conditions
NOCT: normal operating conditions temperature

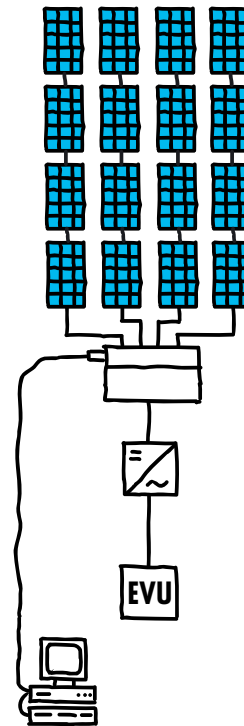
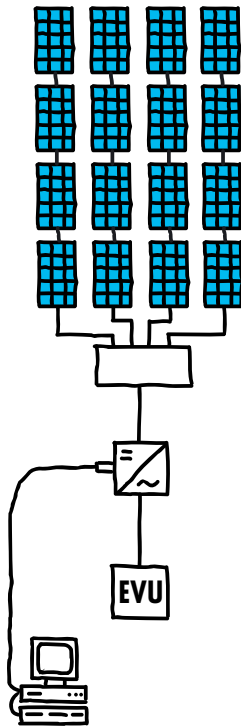
Der Wechselrichter zur Netzkopplung (1)

Zentraler Wechselrichter	Zentraler Multistrang-Wechselrichter	Strangorientierter zentraler Wechselrichter	Strangwechselrichter	Modulorientierte Wechselrichter
	mit „intelligenten“ Solargenerator-Anschlusskasten	mit vorgeschalteten Gleichspannungswandlern (Hochsetzsteller)		
				
• relativ niedrig	Spannungsniveau des Solargenerators • variabel		• relativ hoch	• 220 V Wechsellspannung
• für alle Module im Generatorfeld	Anordnung der Module • gleiche Einbaubedingungen erforderlich • für Module im jeweiligen Generatorstrang <small>(Stränge mit verschiedener Orientierung, Modulanzahl, Modultypen, Einbauart etc. möglich)</small>		• Verschiedene Einbaubedingungen für jedes Modul möglich	
• nur gesamtes Generatorfeld	Anlagenüberwachung • jeder Generatorstrang		• jedes Einzelmodul	



Der Wechselrichter zur Netzkopplung (2)

Zentraler Wechselrichter



mit „intelligenten“
Solargenerator-Anschlusskasten

Spannungsniveau des Solargenerators

- relativ niedrig

Anordnung der Module

- gleiche Einbaubedingungen erforderlich für alle Module im Generatorfeld

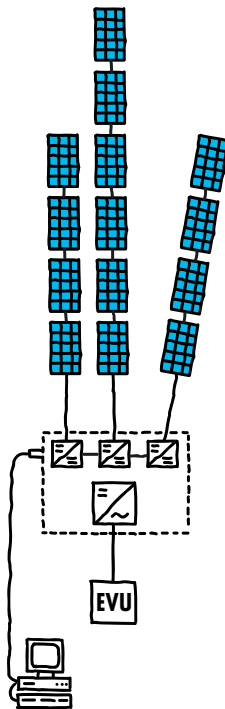
Anlagenüberwachung

- nur gesamtes Generatorfeld
- jeder Generatorstrang

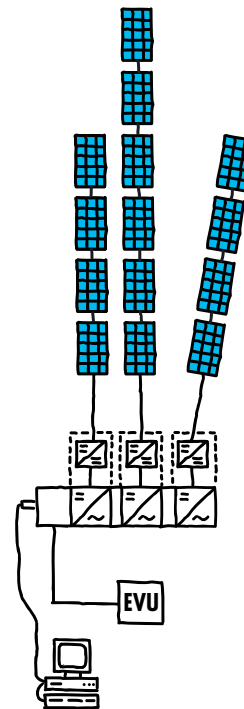


Der Wechselrichter zur Netzkopplung (3)

Zentraler Multistrang-Wechselrichter



Strangorientierter zentraler Wechselrichter



mit vorgeschalteten Gleichspannungswandlern (Hochsetzsteller)

Spannungsniveau des Solargenerators

- variabel

Anordnung der Module

- gleiche Einbaubedingungen erforderlich für Module im jeweiligen Generatorstrang (Stränge mit verschiedener Orientierung, Modulanzahl, Modultypen, Einbauart etc. möglich)

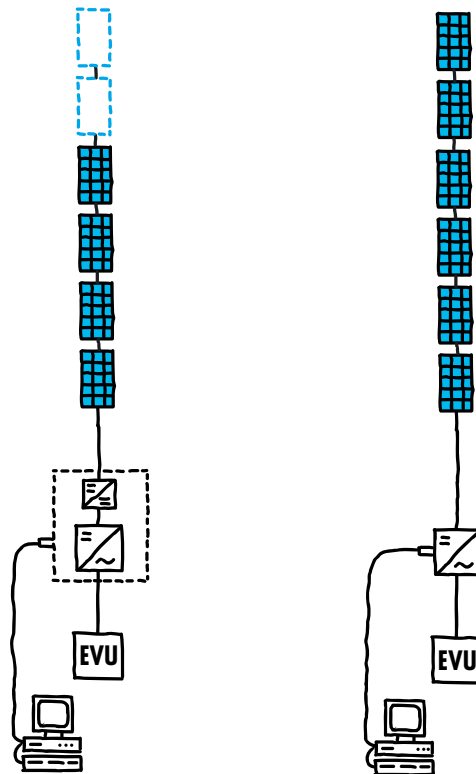
Anlagenüberwachung

- jeder Generatorstrang



Der Wechselrichter zur Netzkopplung (4)

Strangwechselrichter



mit vorgeschalteten Gleichspannungswandlern (Hochsetzsteller)

Spannungsniveau des Solargenerators

- variabel
- relativ hoch

Anordnung der Module

- gleiche Einbaubedingungen erforderlich

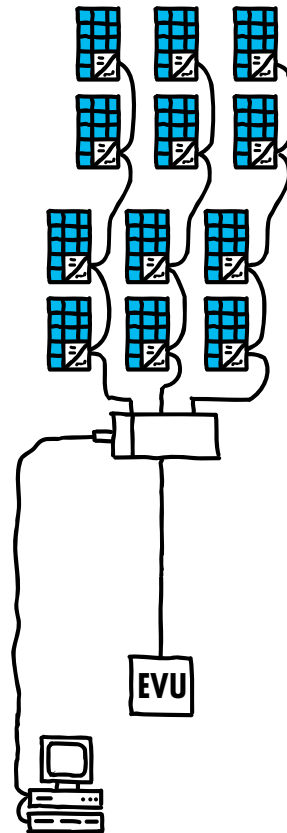
Anlagenüberwachung

- gesamter Generatorstrang



Der Wechselrichter zur Netzkopplung (5)

Modulorientierte Wechselrichter



Spannungsniveau des Solargenerators

- 220 V Wechselspannung

Anordnung der Module

- verschiedene Einbaubedingungen für jedes Modul möglich

Anlagenüberwachung

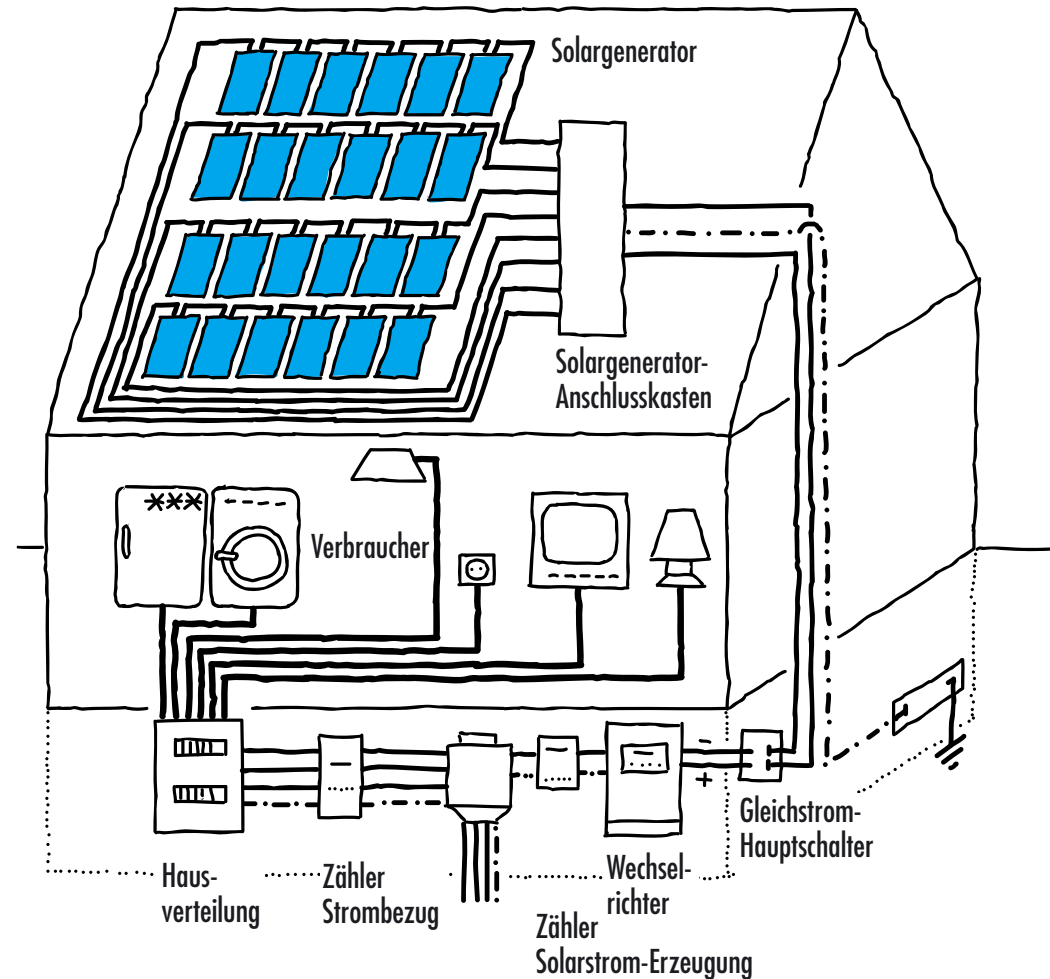
- jedes Einzelmodul



Die netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage (1)

Volleinspeisung ins Stromnetz

- unternehmerischer Anlagenbetrieb mit Vorsteuerabzugsberechtigung und Umsatzsteuerpflicht
- zwei Stromzähler – jeweils für Strombezug und Stromeinspeisung

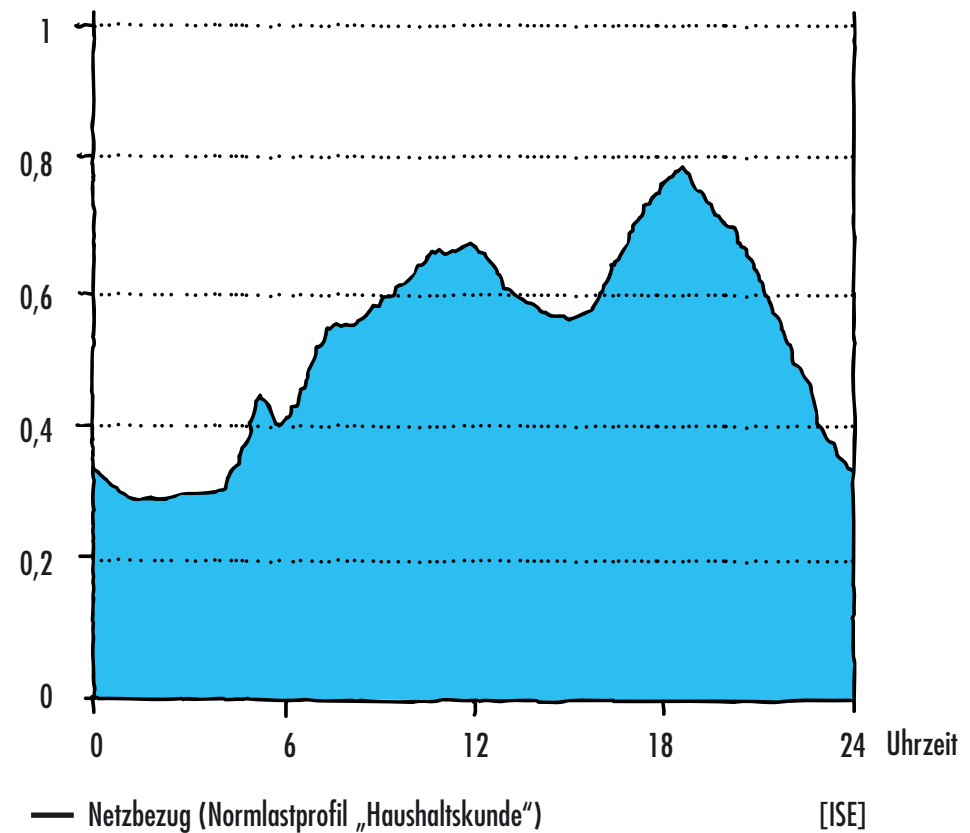


Die netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage (2)

Volleinspeisung ins Stromnetz

- Eigenstrombezug unabhängig von der Solarstromerzeugung

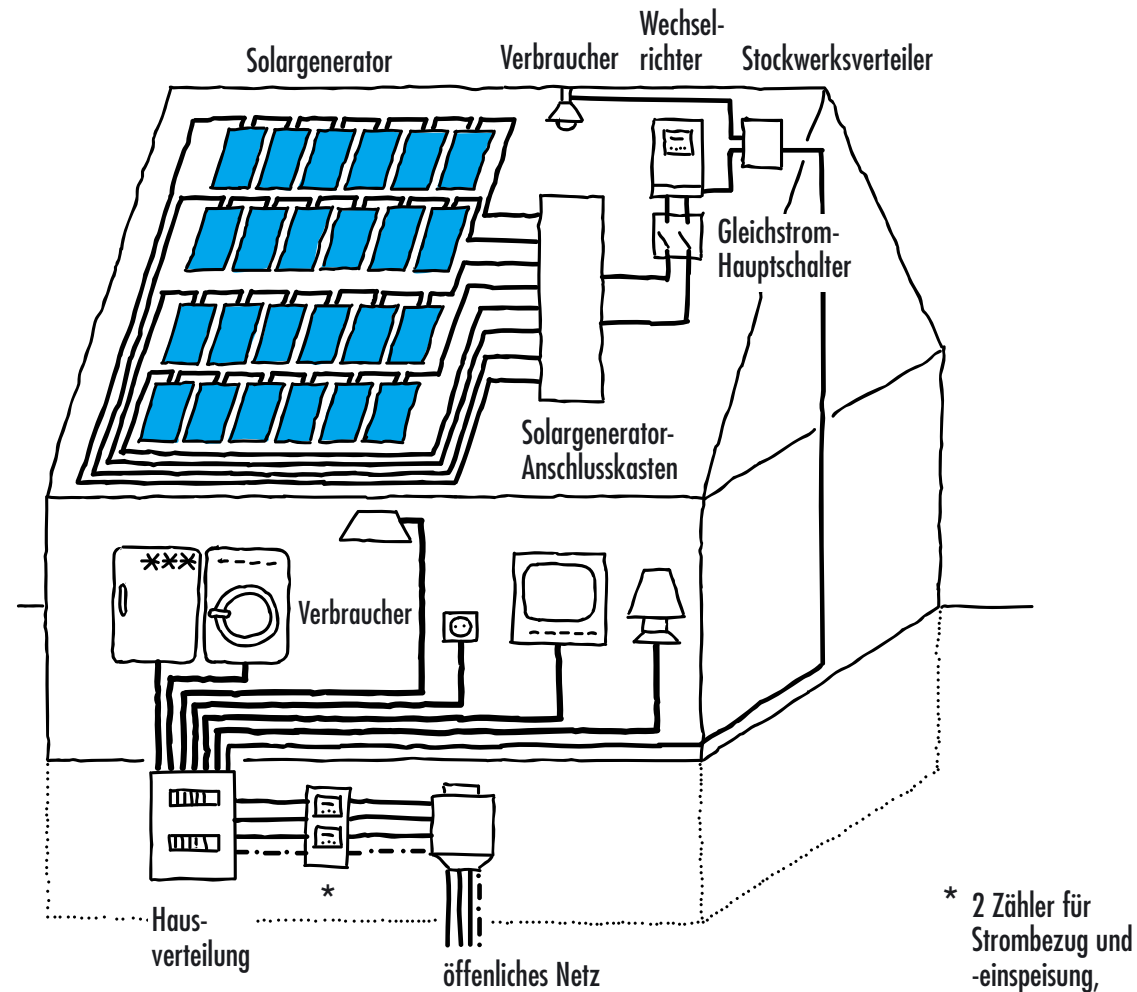
Elektrische Leistung
in kW



Die netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage (3)

Überschusseinspeisung und anteilige Eigenbedarfsdeckung

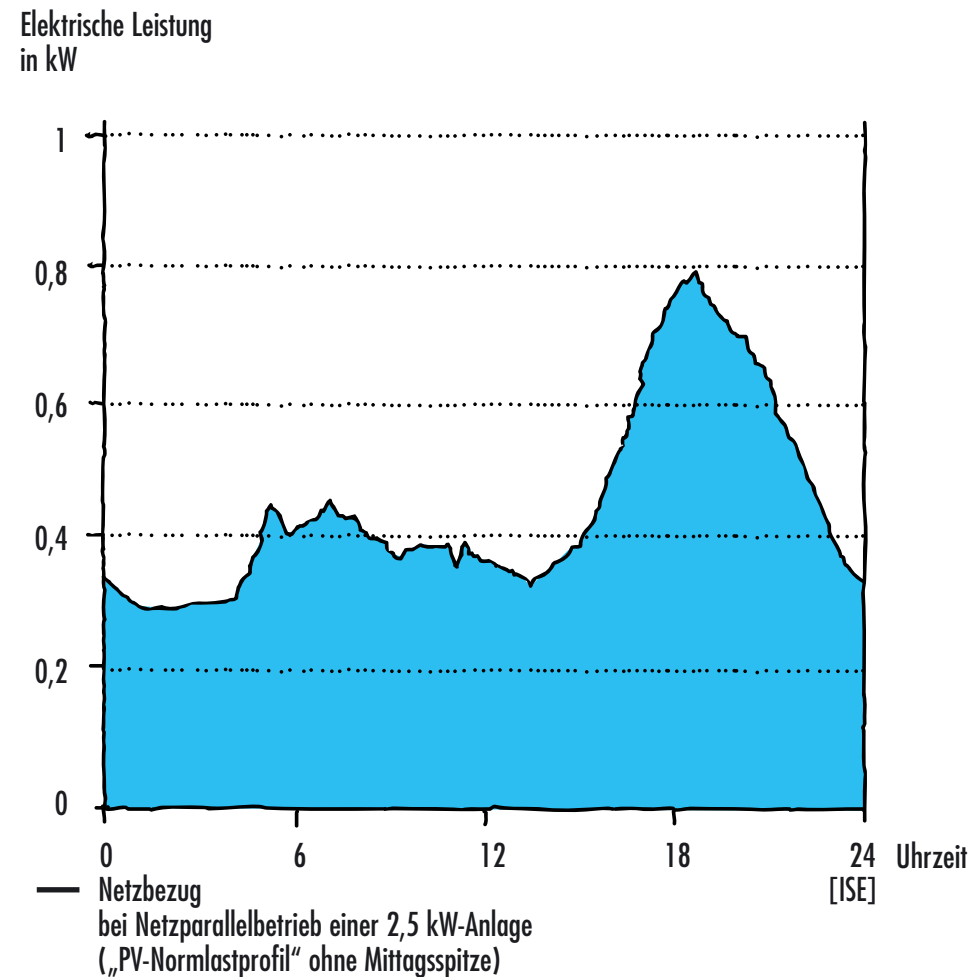
- privater Anlagenbetrieb
- zwei Stromzähler für Strombezug und -einspeisung; evtl. zusätzlich ein Solarstromzähler
alternativ: saldierende Stromverrechnung über vorhandenen Stromzähler
- Montagevereinfachung möglich bei Direkteinspeisung ins Hausstromnetz im Dachstock



Die netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage (4)

Überschusseinspeisung und anteilige Eigenbedarfsdeckung

- Solarstrom wird zu ca. 30 – 50% selbst genutzt
- Verringerung des Strombezugs – vor allem während der Mittagsspitzenlastzeit



Photovoltaik-Anlagen in der Gebäudehülle

