

# Impulsvortrag Photovoltaik Bedeutung & Ausblick

EnBW Energie Baden-Württemberg AG

23.05.2022

A horizontal orange bar with rounded ends.

Alexander Eckert

Projektleiter Technik

Projektentwicklung Photovoltaik

EnBW AG

# Erzeugung durch Erneuerbare Energien in Zahlen (EnBW-Konzern)



## Erzeugungsarten 2021

Laufwasser

**1.007** MW

Wind offshore

**976** MW

Wind onshore

**1.016** MW

Biomasse

**86** MW

Photovoltaik

**498** MWp

Pumpspeicher (mit nat. Zufluss)

**1.517** MW

# Der Ausbaufokus liegt auf Windkraft und Photovoltaik – national und international



## Ausbau der Windenergie in Deutschland

- Onshore-Windenergie
- Offshore-Windenergie
- EnBW He Dreht als erster Offshore-Windpark ohne staatliche Förderung (geplante Inbetriebnahme 2025)
- Selektive Internationalisierung



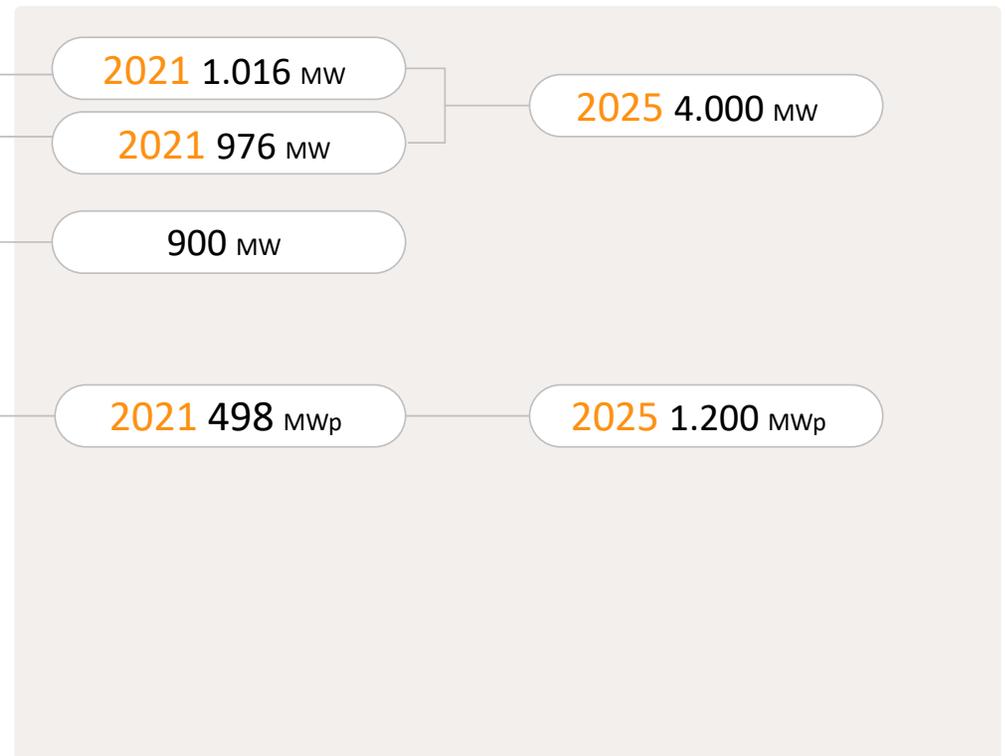
## Solarenergie als weiterer Baustein



## Wasserkraft als traditionelle Basis



## Ferner Biogas, Biomasse, Geothermie



# Das Geschäftsmodell für Photovoltaik-Anlagen



# Einblick in einen Solarpark – Ingoldingen 4,28 MWp – IBN 2018

The image shows an aerial view of a solar park with several components labeled with arrows pointing to specific parts of the installation:

- Trafostationen**: Transformer stations, shown in a close-up of a grey metal cabinet with warning signs.
- Übergabestation/Netzanschluss**: Handover station/network connection, indicated by an arrow pointing to a small structure in the field.
- Solarmodulreihen**: Solar panel rows, shown in the main aerial view.
- Modulunterkonstruktion**: Module substructure, shown in a close-up of the metal support structure with a yellow label "Block B Reihe 7".
- Wechselrichterbanken mit maximal 16 Wechselrichtern**: Inverter banks with a maximum of 16 inverters, shown in a close-up of a row of white SMA inverters.
- Verkabelung auf der Modulrückseite**: Cabling on the back of the module, shown in a close-up of the SMA inverter with "SUNNY" and "SMA" branding.

# Die EnBW nimmt Deutschlands größten förderfreien Solarpark in Betrieb – Weesow-Willmersdorf



## Standort

Werneuchen/Brandenburg  
ca. 26 Kilometer nordöstlich von Berlin

## Inbetriebnahme

März 2021

## Leistung

187 MWp

## Versorgung

von rechnerisch  
rund 50.000 **Haushalten**

## Erzeugung

von **180 Mio. kWh/a**

## CO<sub>2</sub>-Vermeidung

129.000 t/a



## Monofaziale Glas-Glas-Solarmodule

465.000 je ca. 390 Wp

## Die EnBW legt mit zwei weiteren förderfreien Solarparks nach – Gottesgabe & Alttrebbin



### Standort

Gottesgabe & Alttrebbin  
ca. 50 km nordöstlich von Berlin

### Versorgung

von zusammen rechnerisch  
rund 90.000 **Haushalten**

### Inbetriebnahme

April 2022

### Erzeugung

zusammen **320 Mio. kWh/a**

### Leistung

Gottesgabe: 153 MWp  
Alttrebbin: 151 MWp

### CO<sub>2</sub>-Vermeidung

zusammen 190.000 t/a



### Bifaziale Glas-Glas-Solarmodule

zusammen 700.000 mit je ca. 435 Wp

# Auch auf dem Wasser kann Sonnenenergie genutzt werden

## – Floating PV auf Baggersee



### Standort

Baggersee Maiwald  
(Achern, Ortenaukreis)

### Inbetriebnahme

Juli 2019

### Leistung

750 kWp

### Versorgung

überwiegend des angrenzenden  
Kieswerks sowie  
Netzeinspeisung

### Erzeugung

**860 Tsd. kWh/a**

### CO<sub>2</sub>-Vermeidung

560 t/a

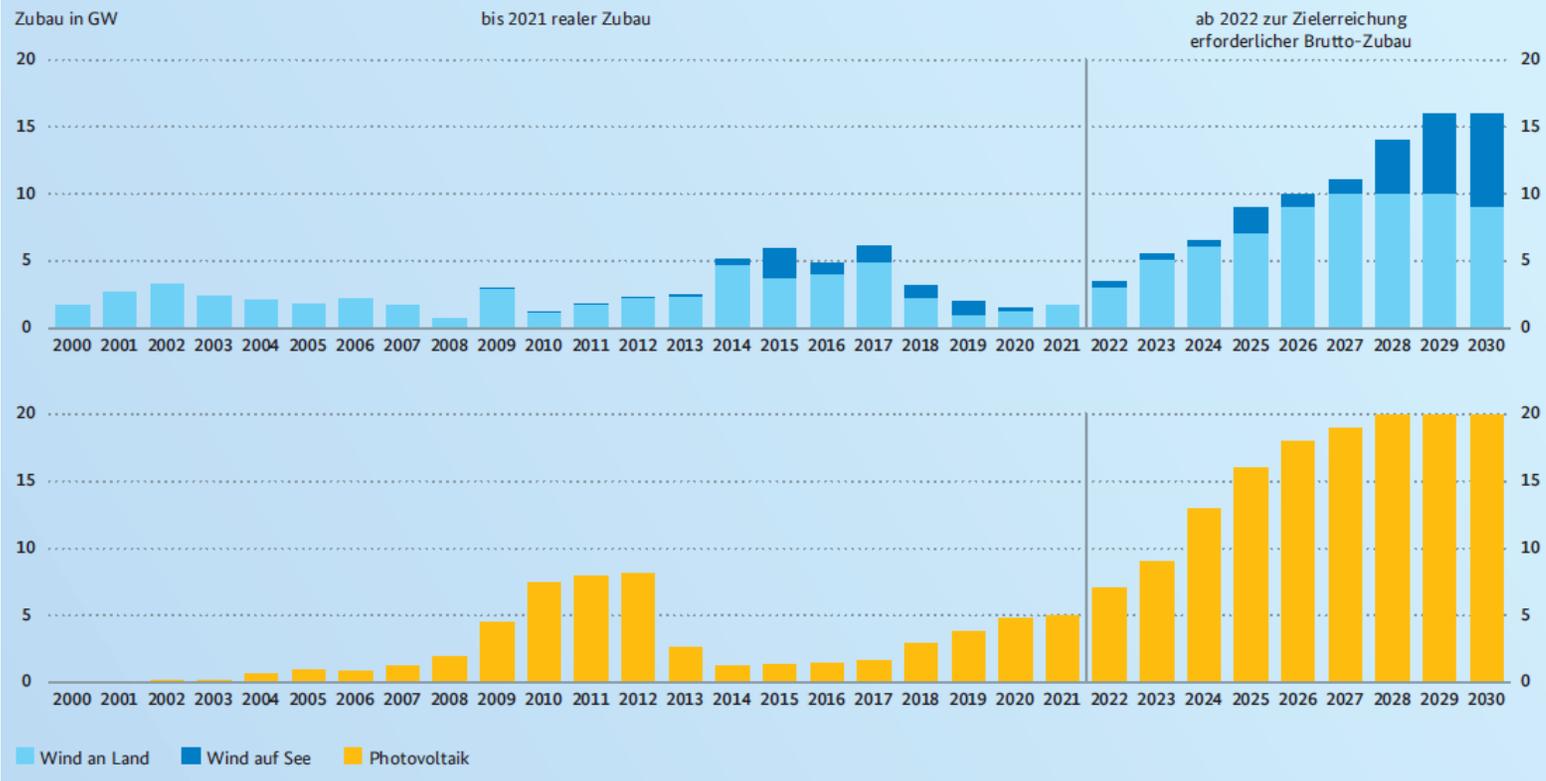


### Monofaziale Solarmodule

2.300 mit je 325 Wp

# Ausblick: Zubauziele Wind & PV Deutschland

## Ausbau Wind und Photovoltaik



# Vielen Dank !

## **Alexander Eckert**

Projektleiter Technik  
Projektentwicklung Photovoltaik

EnBW Energie Baden-Württemberg AG  
Schelmenwasenstr. 15 · 70567 Stuttgart  
Telefon +49 711 289-83808  
Mobil +49 171 9091484  
[alexander.eckert@enbw.com](mailto:alexander.eckert@enbw.com)

[www.enbw.com](http://www.enbw.com)

# Backup

# Modultechnologie Entwicklungen

## » Bifaziale Module

Von PERC-Zelle (Markstandard) aus Produktionssicht nur geringer Mehraufwand zum bifazialen Modul – Doppelseitiges Glas.

Diffuses Streulicht (durch Boden oder rückseitige Modulreihe) auf Modulrückseite reflektiert trägt dieses zur Energiegewinnung bei. Mehrleistung stark von Bifazialität des Moduls (ca. 65%) und von Reflexionscharakteristik des Untergrunds (Albedo) abhängig.

Je nach Systemdesign (Reihenhöhe & Abstände) Ertragsgewinn von ~2-10% möglich – Optimierung der Unterkonstruktion möglich aber nicht zwingend gesamtwirtschaftlich sinnvoll (Frontseitenertrag deutlich wichtiger).

Keine bekannten zusätzlichen Risiken durch Bifazialität – Im Systemdesign müssen erhöhte Ströme berücksichtigt werden.

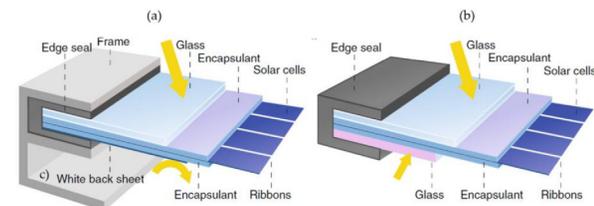
„Bifacial“ etabliert sich bei Freiflächenanlagen zunehmend als Standard.

## » Entwicklung Modulgrößen

Mit zunehmender Zellgröße steigt (bei gleicher Zellanzahl) die Modulgröße. Dadurch sind Module 500 Wp+ aktueller Standard in EEG- und Großprojekten. Senkt generell spez. Kosten (auch UK), trotz schwierigerer Montage.



**PVA Mühlhausen – Rückseitige Ansicht eines Modultisches:** Rückseitig auftreffendes Licht trägt zum Ertrag bei. Optimierung des Gesamtdesigns (Reihenhöhe, Abstände, Träger, etc.) möglich  
Quelle: EnBW T-PDP

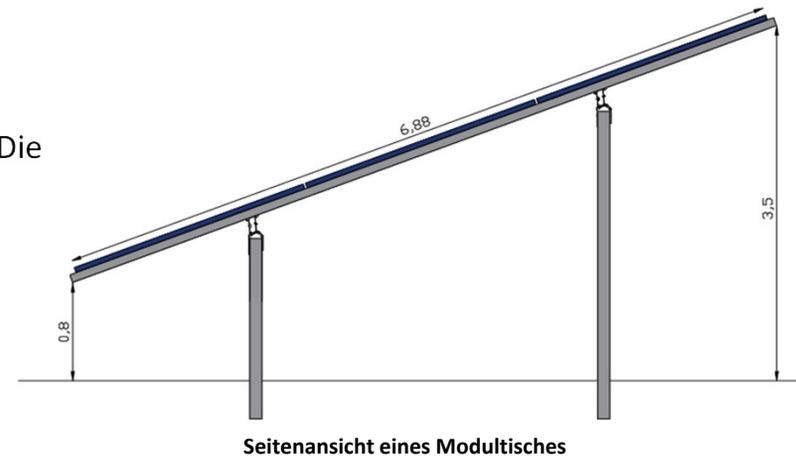


**Zellaufbau im Vergleich: monofacial links & bifacial rechts**  
Quelle: Energies 2021, 14(8), 2076 – 08.04.2021

# Unterkonstruktion und Modultische

## » Tischlayout

Das Standardlayout der Solarparks beinhaltet dreireihige Modultische. Die Gesamtlänge eines Tisches (26 Module je Reihe) beträgt ca. 30 m. Die Module werden hochkant montiert. Der Anstellwinkel beträgt  $19^\circ$  zur Horizontalen.



## » Verschattungstiefe und Reihenabstand

Der minimale **Reihenabstand** zwischen den Modultischen beträgt in jedem Fall **2,5 m** für Wartungsarbeiten.

Bei **EEG-Projekten** und **Großprojekten** werden gleichermaßen die unterste Modulreihe verschattet. Dies ergibt eine **Verschattungstiefe von etwa 2,3 m**. Die Verschattungstiefe bezeichnet die Reichweite des Schattens einer voranstehenden Modulreihe am 21.12. um 12:00 Uhr auf der Tischebene der nachfolgenden Modulreihe. Durch die Verschattung werden eine hohe installierbare Leistungen und somit **absolute Erträge** erreicht.

# Wechselrichtertechnologie

## Strangwechselrichter

### » Strangwechselrichter

- In Ausschreibungsprojekten ( $\leq 20$  MW) setzt die EnBW aktuell auf Strangwechselrichter in Kombination mit DC-Strangsammlern.
- » 26 Module werden seriell in einem Strang verschaltet. Im DC-Strangsammler werden mehrere Stränge parallel gebündelt und zum Strangwechselrichter geführt.
- » Die Strangwechselrichter werden an einem gemeinsamen Ort nahe der Transformatorstation direkt an der PV-Unterkonstruktion montiert, um einerseits kurze AC-Strecken (Verluste) zu erlangen und um eine effiziente Betriebsführung zu ermöglichen.



**SMA Sunny Highpower PEAK 3**  
(aktuell für viele Projekte in Bau)  
Quelle: SMA



**Kaco Blueplanet 150 TL3 (für Projekte 2022 vorgesehen)**  
Quelle: Kaco

- » Stand der Technik sind aktuell Geräte in einem Leistungsbereich von 125-350 kVA und einer maximalen DC-Eingangsspannung von 1.500 V bei Wirkungsgraden um 99 %.
- » Durch das dynamische Marktumfeld werden die standardmäßig verwendeten Geräte laufend überarbeitet.

# Wechselrichtertechnologie

## Zentralwechselrichter

### » Zentralwechselrichter

Besonders in PV-Großprojekten setzt die EnBW bevorzugt Zentralwechselrichter in sog. SKID-Ausführung ein. Analog zu Strangwechselrichtern werden mehrere Modulstränge durch DC-Strangsammler zusammengeführt und zum Zentralwechselrichter geführt. Hier sind Leistungen von 2 MW bis ca. 10 MW marktüblich.

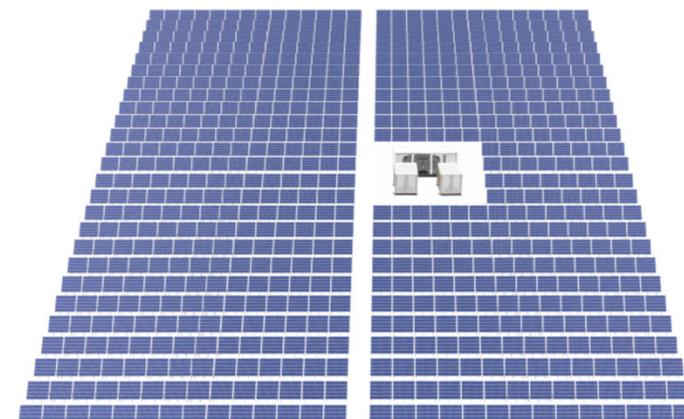


Siemens SKID Lösung mit bis zu 5000 kVA, Quelle: Siemens

Größter Unterschied ist, dass sog. SKID- bzw. Kompaktstation neben den/m Zentralwechselrichter/n auch Mittelspannungskomponenten wie Mittelspannungstransformator und Schaltanlage enthält. Diese Gesamtlösung ist meist auf einem „SKID“ (= Rahmen/Gestell) montiert. Diese Lösung ist besonders **wirtschaftlich** und bietet sich gerade für Großprojekte mit **homogenem Parklayout** an.



SMA Medium Voltage Power Station mit bis zu 4600 kVA, Quelle: SMA



# Elektrisches Anschlusskonzept

## » Systemspannung

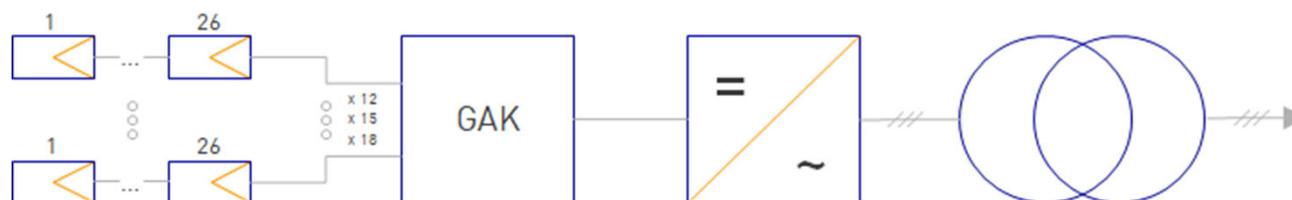
Die DC-seitige Systemspannung beträgt max. 1.500 V. Die parkinterne AC-Spannung liegt, abhängig vom Wechselrichter, bei 690 V – 760 V.

## » DC/AC Ratio

Das DC/AC Verhältnis ist bei EEG-Projekten an den verwendeten Wechselrichter und die Leistungsklasse der Module gekoppelt. Diese liegen aktuell zwischen 1,1 bzw. 1,2.

Welches Strangwechselrichterkonzept verwendet wird, hängt vom Zuschnitt der belegten Grundstücksfläche ab. Es werden 12 oder 15 Stränge mit jeweils 26 in Reihe geschalteten Modulen über einen DC-Strangsammler auf einen Wechselrichter geschaltet.

Bei Großprojekten kommt ebenfalls ein DC-Strangsammler zum Einsatz. Die Belegung des Wechselrichters wird anders als bei einem EEG-Projekt individuell ausgelegt, entsprechend schwankt das DC/AC Verhältnis.



Skizze Parkinterne Verschaltung