



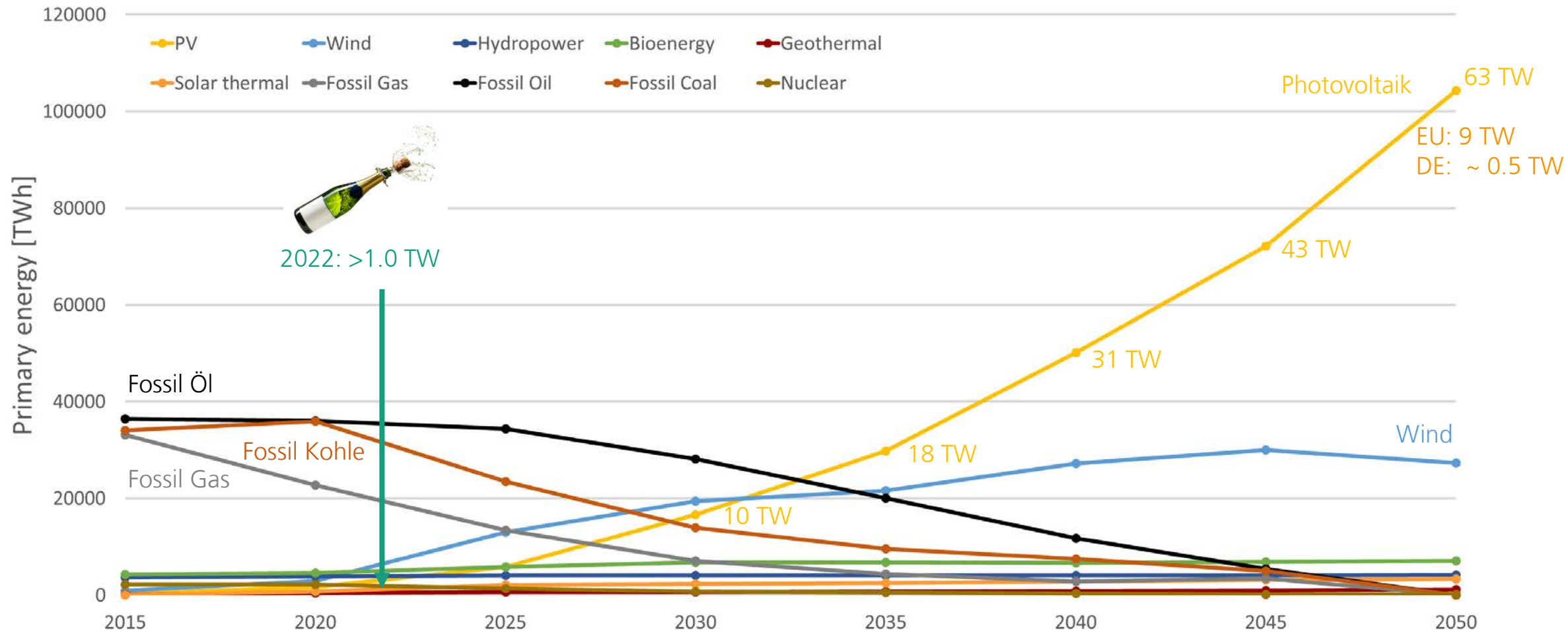
Kurz-Studie "Photovoltaikindustrie in  
BW entlang der Wertschöpfungskette"

Dr. Sönke Rogalla, Dr. Anna Heimsath, Dilara Subasi, Sebastian Kaiser,  
Dr. Sebastian Nold, Dr. Simon Philipps

Fachtagung der Plattform EE BW  
Stuttgart, 23.10.23  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

# Die globale Energiewende: CO<sub>2</sub>-frei in 2050

Photovoltaik: Riesige Mengen sind erforderlich!



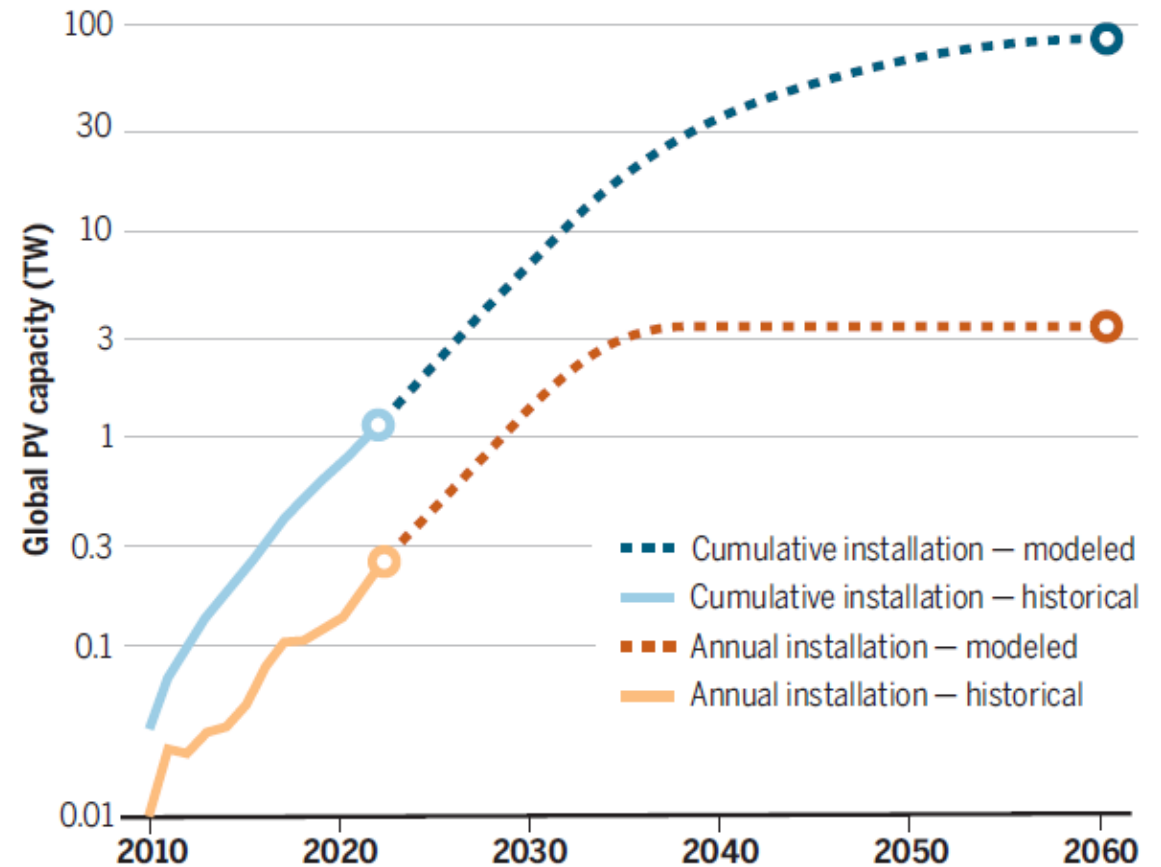
# PV: Ein Wachstumsmarkt

## Chancen ergreifen!

- Über mehr als eine Dekade wird der Bedarf mit jährlichen Steigerungsraten von  $> 25\%$  an PV-Modulen wachsen!
- Dies erfordert ein entsprechendes Wachstum an Produktionskapazitäten.

## PV installations and growth toward 75 TW by 2050

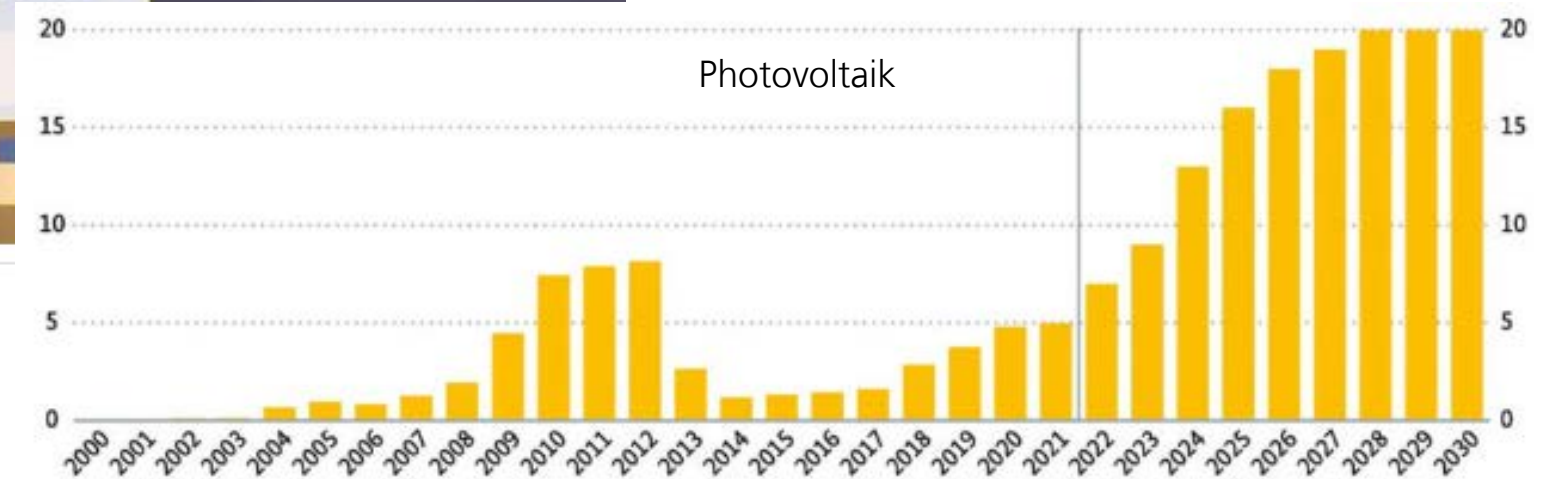
Modeled cumulative capacity going forward is based on sustaining 25% production rate growth over the next 7 years and then reducing slowly to steady state. Replacement needs are included by simple subtraction of installations 25 years before the modeled date.



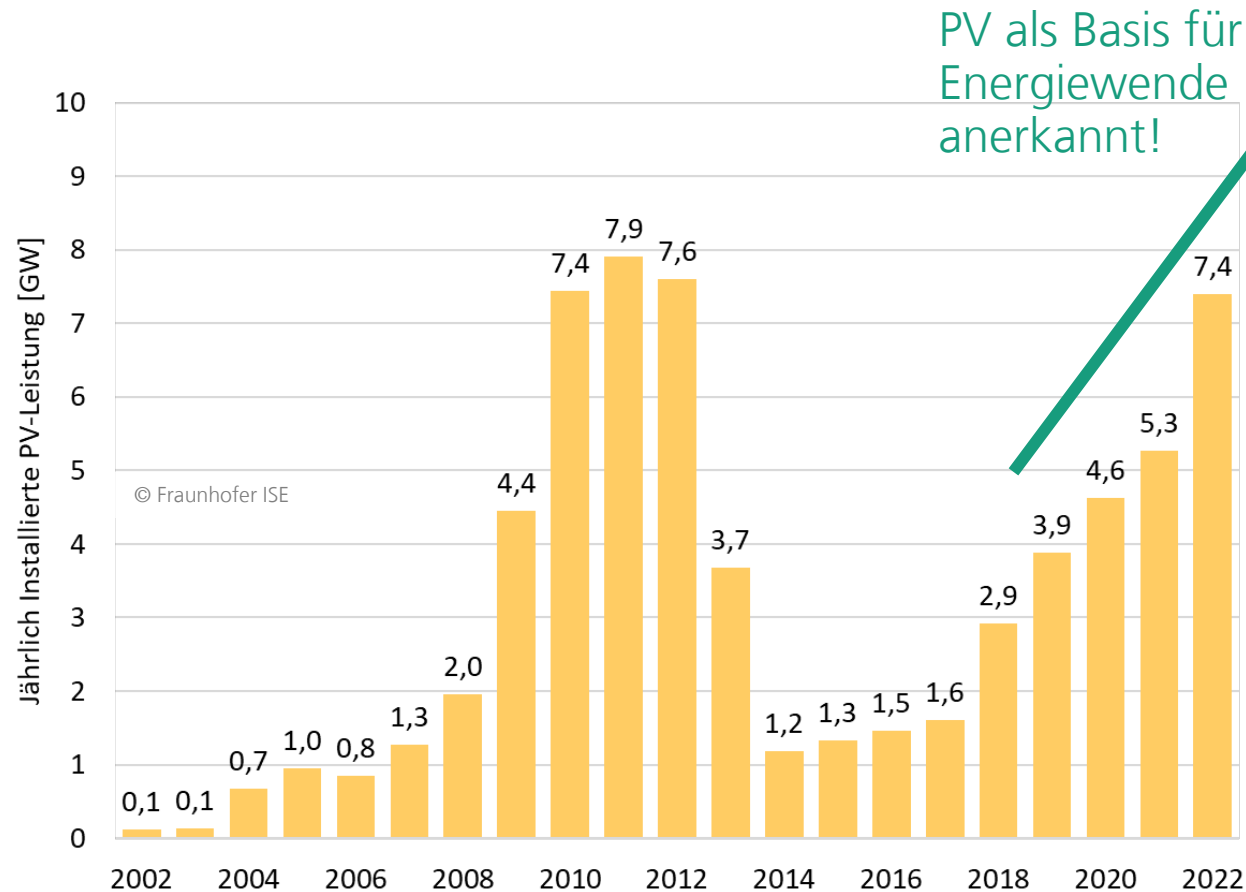
# Deutschland, Januar 2022: Die neue Bundesregierung setzt Ziele!



Quelle: bmwk.de/Twitter

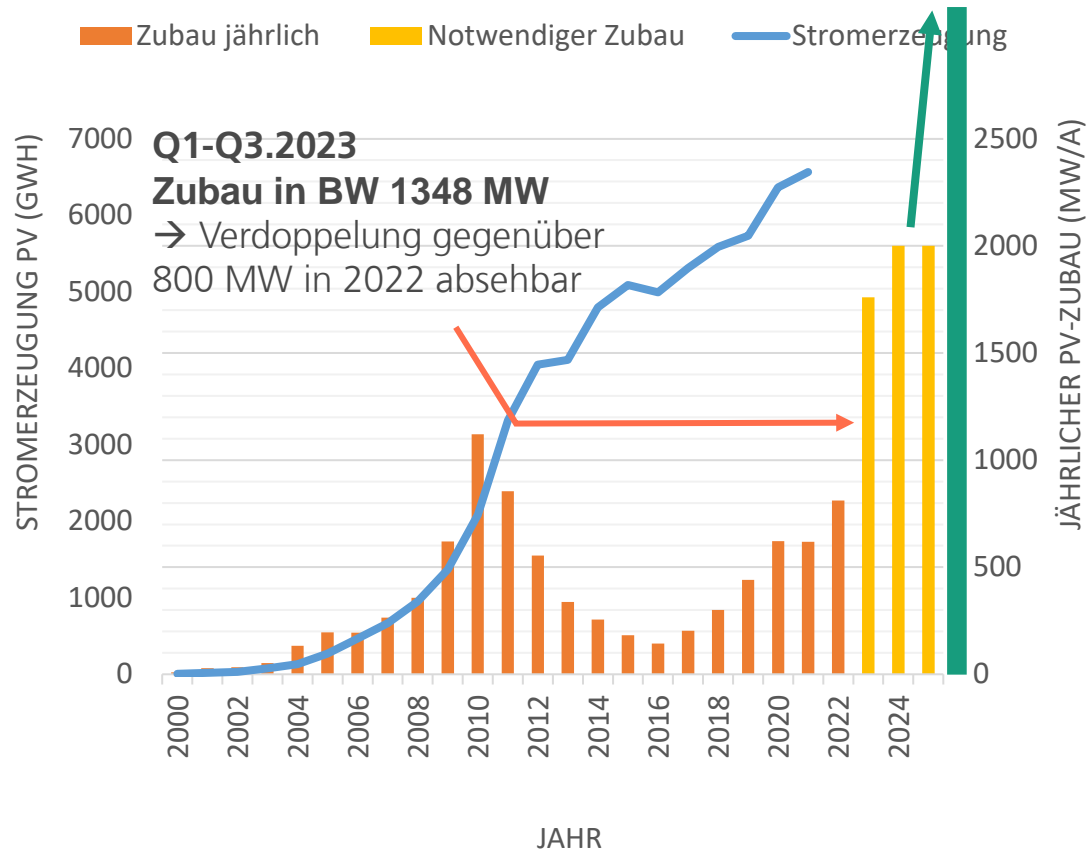


# PV-Marktentwicklung in Deutschland



Quelle: BNA. Graph: B. Burger, Fraunhofer ISE, Energy-Charts. Stand der Daten: Juli 2023

- Politische Unterstützung in Deutschland und Europa zum Aufbau PV ist gegeben!
  - Covid-Krise und Ukrainekrieg zeigen Abhängigkeiten auf
- Zentrale Argumente
  - europäischer PV-Markt wächst!
  - Kostenanteil für Transport von Asien nach Europa > 10 %
  - Produktion mit weniger CO<sub>2</sub> Emissionen
  - Resilienz! Durch technologische Souveränität wird die Unabhängigkeit gesichert



Quellen: Solar Cluster BW, Marktstammdatenregister, [www.solarbranche.de](http://www.solarbranche.de), Abruf: 14.10.2023

## Ausbau von 2.000 MW pro Jahr in 2024 und 2025

erfordert die Installation von...

- **170 mittleren Dachanlagen (~10 kWp) pro Tag**  
→ 620 MW/a
  - **8 Anlagen auf Industriedächern (~300 kWp) pro Tag**  
→ 880 MW/a
  - **2 Freiflächenanlagen (~5 MWp) pro Woche**  
→ 500 MW/a
- 2.000 MW/a

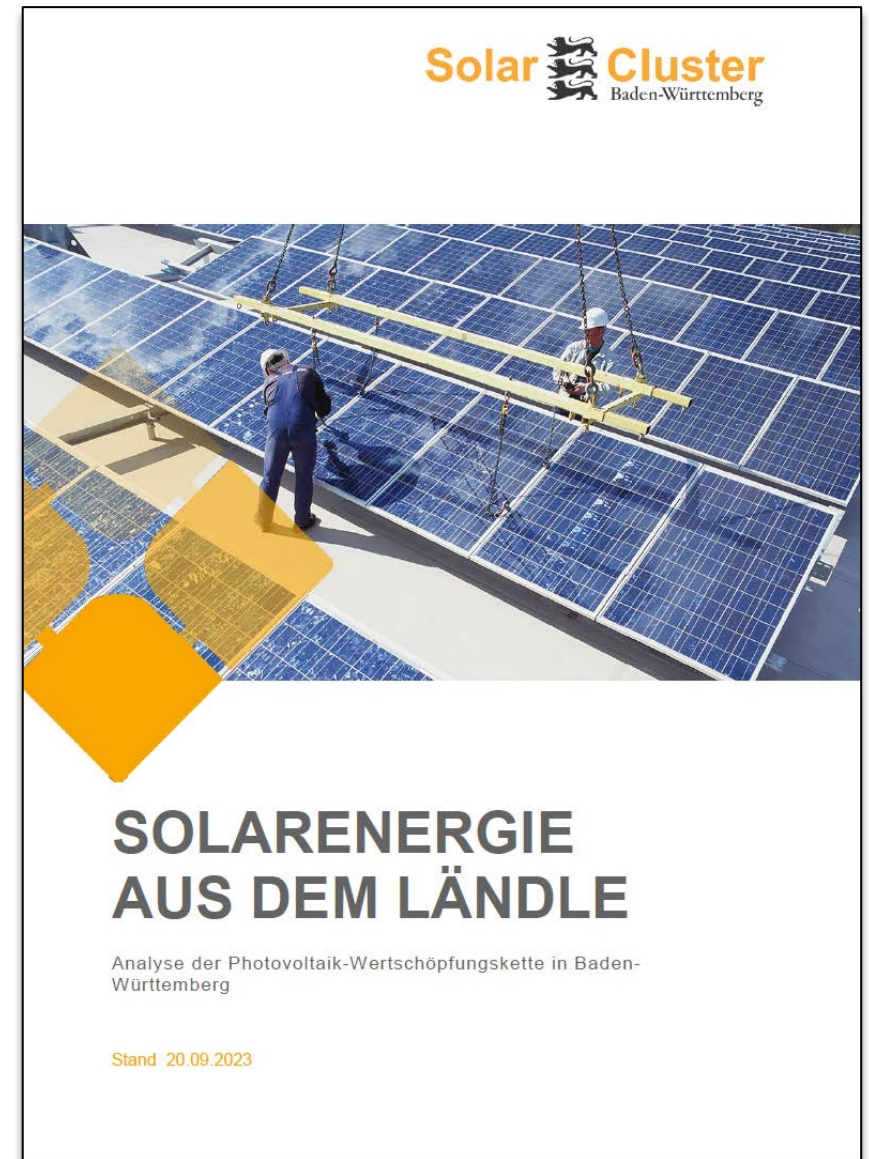
**Ausbau von 2.800 - 3.500 MW pro Jahr bis 2037**  
 erforderlich laut NEP 2023, um die Stromlücke in BW zu reduzieren.

Quelle: 2.-ter Entwurf Netzentwicklungsplan (NEP 2023); Szenario B 2037

# Motivation und Ziele der Studie

## Ziele der Studie

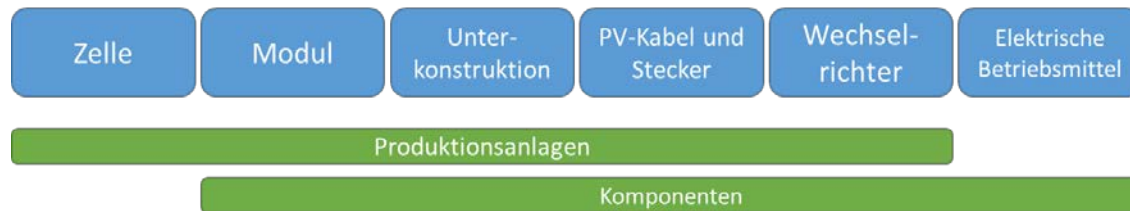
1. Analyse der existierenden PV-Industrie in Baden-Württemberg entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit Fokus auf produzierenden Unternehmen
2. Analyse der Wettbewerbssituation der PV-Industrie in Baden-Württemberg und Vorschläge zur Stärkung der regionalen Industrie



# Inhalt der Kurz-Studie

## Was die Studie behandelt?

- Fokus auf produzierendem Gewerbe in der PV-Branche („Von der Solarzelle bis zur Netzeinspeisung“)
- Bestandsaufnahmen von PV-Firmen auf Basis diverser Quellen
- Bewertung von Einstiegsoptionen in die PV-Branche für große Firmen auf Basis technologischer Überlegungen
- Ableitung von landespolitischen Empfehlungen zur Förderung lokaler PV-Industrie



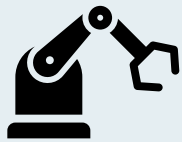
## Was wir nicht betrachtet haben!

- Wirtschaftliche Analysen zur PV-Industrie und deren ökonomische Entwicklungsperspektiven
- Branchenweite Erhebung oder Prognose von Arbeitsplätzen
- Nicht berücksichtigte Firmen und Einrichtungen:
  - PV-Planer und Projektentwickler
  - Installateure / Solarteure / Ingenieurbüros
  - PV-Parkbetreiber
  - Monitoring- und Betriebsführungsfirmen
  - Batteriespeicherhersteller
  - Energiemanagement-Anbieter
  - Recyclingfirmen
  - Forschungseinrichtungen

# PV-Industrielandschaft in Baden-Württemberg

## Identifizierte Firmen nach Produkten/Komponenten

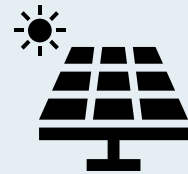
### Anlagenbau & Produktionstechnik



40  
Firmen

ACI Systems GmbH, acp systems AG, Aero-Lift, Alraun Maschinenbau GmbH, ASYS Group, CAT Group, centrotherm International AG, centrotherm clean solutions GmbH, EKRA, Exyte GmbH, Festo GmbH & Co. KG, HighLine Technology GmbH, HK-Präzisionstechnik GmbH, J. Schmalz GmbH, JB Instruments GmbH, M10 Solar Equipment GmbH, Manz AG, Montratec GmbH, Notions Systems, Phyrtonics GmbH, PV2plus, Precitec GmbH & Co. KG, Rehm Thermal Systems GmbH, RCT Solutions, RENA Technology GmbH, Robert Bürkle GmbH, Plasma Electronic GmbH, Polytec GmbH, pv-tools GmbH, Schmid Group, SensoPart Industriesensorik GmbH, SICK AG, Siemens AG, soniKKs@ Ultrasonics Technology GmbH, SUSS MicroTec Solutions GmbH & Co. KG, teamtechnik Maschinen und Anlagen GmbH, THIEME GmbH & Co. KG, TRUMPF, well Diamantdrahtsägen GmbH, ZwickRoell GmbH & Co. KG

### Materialien, Zellen & Module



20  
Firmen

Amphenol Tuchel Industrial GmbH, Arnold Zentralverwaltungsgesellschaft mbH, ATG GmbH & Co. KG, AxSun Solar GmbH & Co., Azur Space Solar Power GmbH, Berbertec GmbH & Co. KG, Breyer, CHT Group, EnPV, Joh. Sprinz GmbH & Co. KG, Krempel GmbH, Kocher + Beck, Luxor Solar GmbH, MicroChemicals GmbH, NexWafe GmbH, Polytec PT GmbH Polymere Technologien, Solvay Fluor GmbH, STG GmbH & Co. KG, temicon GmbH, TRIMAX Solar GmbH

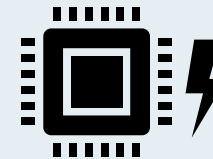
### Montagetechnik, Unterkonstruktion



23  
Firmen

Angele GmbH, Arau Technik GmbH, Bosch Rexroth, ClickCon GmbH & Co.KG, Contec Deutschland GmbH, CWF GmbH, Deger Energie, Frenell GmbH, Galaxy Energy GmbH, J&W Energie GmbH, K2 Systems GmbH, MKG Göbel, Novotegra GmbH, Optigrün international AG, Park-Solar, RoofTech GmbH, SBP Sonne, Solar-Hook GmbH, Schletter GmbH, Würth GmbH&CoKG, Zimmermann PV-Stahlbau GmbH&Co, ZinCo GmbH, Zuweso GmbH

### Elektrotechnik & Elektronik



22  
Firmen

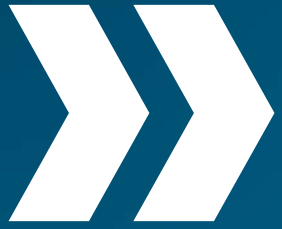
Axitec Energy GmbH & Co. KG, BRC Solar GmbH, Cembre GmbH, Delta Electronics (Netherlands) B.V., Engeser GmbH, Enphase Energy GmbH, Ensto, Fosera, Helukabel GmbH, Kabeltec GmbH, KACO new energy GmbH, KOSTAL Solar Electric GmbH, MERZ Schaltgeräte GMBH + CO KG, RCT Power, Santon GmbH, Scherer Kabel GmbH, SolarInvert, STS-Induktivitäten, TRUMPF Hüttinger, U.I. Lapp GmbH, XBK-Kabel Xaver Bechtold GmbH, ZIEHL industrie-elektronik GmbH + Co KG

### Sonstige



11  
Firmen

Adamczewski GmbH, Chauvin Arnoux GmbH, Fluke Deutschland GmbH, HECO-Schrauben GmbH & Co. KG, Intech GmbH & Co. KG, iPlon, IMS Verbindungstechnik GmbH&Co. KG, Jacob GmbH Elektrotechnische Fabrik, Keysight Technologies Deutschland GmbH, Schäfer + Peters GmbH, Sikla GmbH



**Der Aufbau von Produktionsstätten für Solarzellen sowie für PV-Module wäre fast vollständig mit in Baden-Württemberg ansässigen Herstellern und Forschungseinrichtungen möglich.«**

# Analyse des Standorts Baden-Württemberg

## Standortvorteile



## Standortvorteile



**Know-how im Maschinen- und Anlagenbau**



**Ökosystem für Forschung und Entwicklung**



**Zahlungsbereitschaft für „Made in Europe“ (insb. Heim- und Gewerbe-Bereich)**



**Zunehmender Bedarf an PV-Produkten für den Gewerbe- und Industriebereich**



**Hoher Eigenbedarf an PV-Ausbau in BaWü**



**Recyclingsektor bereits gut ausgebaut**



**Gute Lage im Zentrum des europäischen Wirtschaftsraums**



**Ausgeprägte Lösungskompetenz in systemischen Fragestellungen in der PV-Integration**

# Analyse des Standorts Baden-Württemberg

## Herausforderungen



## Herausforderungen



**Hohe und tendenziell weiter steigende Energiekosten**



**Fachkräftemangel**



**Mangel an freien Industrieflächen**



**Abhängigkeit von Rohstoffimporten**



**PV-Markt stark von politischen und regulatorischen Entscheidungen abhängig**



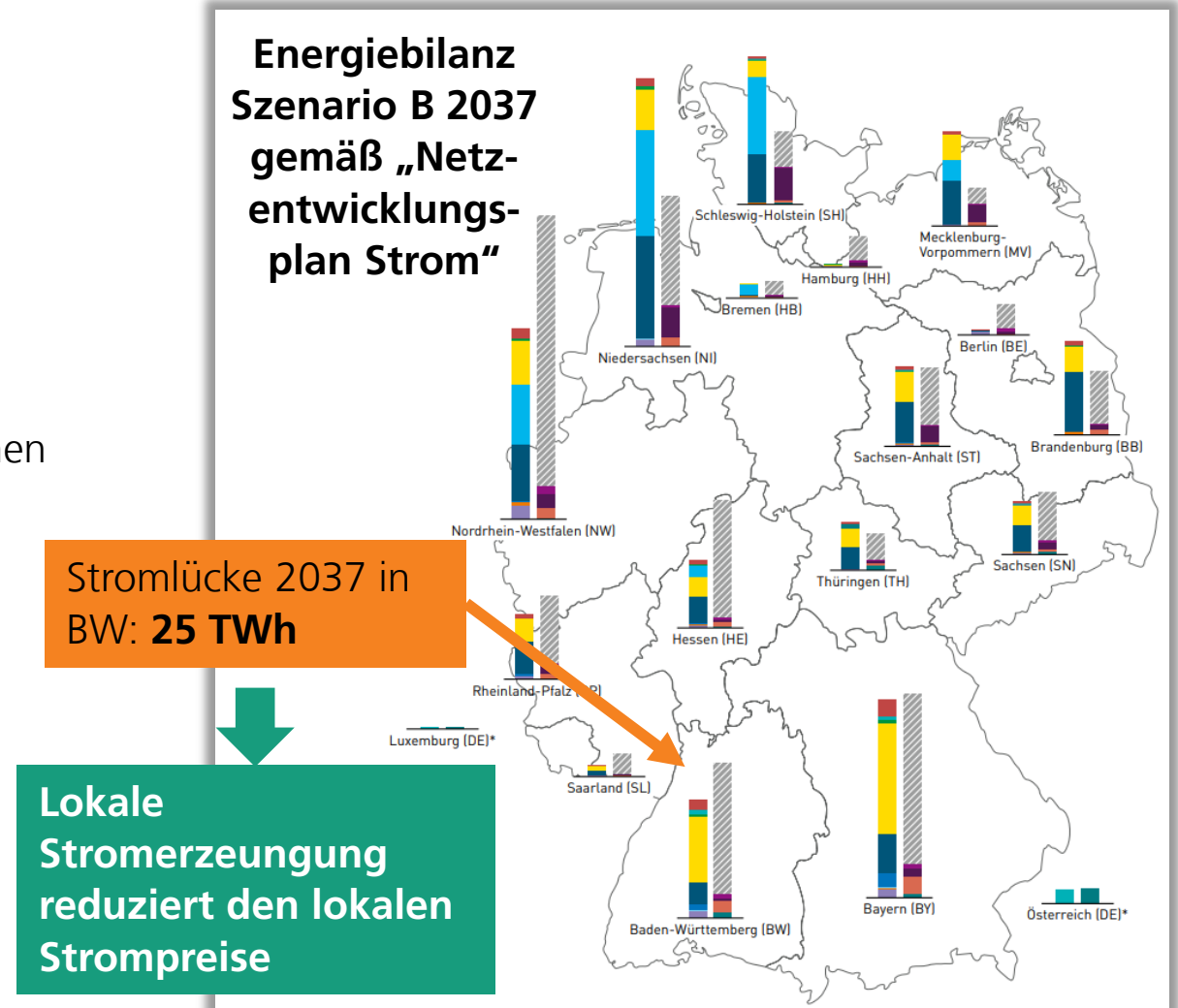
**Fehlende Investitionssicherheit (insb. im internationalen Wettbewerb)**

# Lokale PV-Produktion braucht eine lokale PV-Stromproduktion!

## Zusätzliche Förderprogramme und Regularien zur Erhöhung des PV-Ausbaus

- Ausbau von Netzanschlüssen und die Beschleunigung von Genehmigungsverfahren durch „massentaugliche“ Verfahren
- Nutzung von PV-Anlagen auf bestehenden Industriedachflächen und Fassaden,
- Beim Ausweisen von neuen Industrieflächen den Bau von nahegelegenen Freiflächenanlagen in der Planung berücksichtigen. → Günstiger Industriestrom.
- Planungskonzepten für besonders geeignete Standorte für Flächenanlagen mit Kommunen entwickeln.
- besonderen Solaranlagen anreizen, Demonstratoren und Begleitforschung fördern, z.B. Agri-PV, Biodiversitäts-PV, Floating-PV, Verkehrswege-PV, MoorPV

### Energiebilanz Szenario B 2037 gemäß „Netz- entwicklungs- plan Strom“



# Möglichkeiten zur Verbesserung der Wettbewerbssituation

## Ansätze zur Unterstützung und Ansiedlung von industrieller PV-Produktion

### Grundsätzliche Fördermaßnahmen auf der Kostenseite

- Direkte Fördermaßnahmen für CAPEX und/oder OPEX, z.B.
  - Bereitstellung und Umnutzung von Produktionsstandorten fördern
  - Unterstützung bei der Bereitstellung von günstigem Investitionskapital
  - Unterstützung bei der Bereitstellung von günstigem und nachhaltigem Industriestrom
- Beschleunigung bürokratischer Prozesse, u.a.
  - durch Schaffung einer Anlaufstelle zur Unterstützung von industrieller Fertigung

### Grundsätzliche Fördermaßnahmen zur Wert-/Erlössteigerung lokal-produzierter Module

- Nicht-preisliche Aspekte nutzen: Resilienz, Local Content, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Soziales, z.B.
  - bei öffentlichen Ausschreibungen lokale Produktion über CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und Transportwege durch Preisauflschläge unterstützen.
- Preislicher Anreiz von Local Content durch „**Resilienz-Boni und -Ausschreibungen**“, deren Volumen pro Jahr mit der Kapazität der (neu aufgebauten) Modulproduktion in der EU ansteigt.
- Projekte zur Nutzung von Sondertechnologien wie BIPV, APV, FPV fördern



# Möglichkeiten zur Verbesserung der Wettbewerbssituation

## Einige laufende Aktivitäten

### European Green Deal Industrial Plan

Umfasst mehrere Elemente, u.a.



- *Net Zero Industrial Act (NZIA)*
  - Ziel: 40% des jährl. Bedarfs aus EU-Produktion
  - Ansatzpunkte: Finanzierung und Ausbildung
- *Critical Raw Material Act (CRMA)*
  - Ziel (u.a.): Eigene Ressourcenausbeutung für 10% des jährlichen Bedarfes
- *Temporary Crisis and Transition Framework (TCTF)*
  - Ziel: Vereinfachung des Beihilferechts zur Finanzierung von NZIA- und CRMA-Projekten

- *Interessenbekundungsverfahren des BMWK*
  - Ziel: CAPEX-Unterstützung zum Aufbau lokaler, industrieller PV-Produktion
  - Eingereichte Projektideen werden aktuell evaluiert
- *Zusätzlicher Vorschlag des Bundesverband Solarwirtschaft (BSW):*
  - Höhere Fertigungskosten gegenüber chinesischen Wettbewerbern mittels degressiv ausgelegter **Resilienz-Boni und -Auktionen** ab dem kommenden Jahr abfedern



# Möglichkeiten zur Verbesserung der Wettbewerbssituation

Unterstützung weiterer, relevanter PV-Industriezweige

## PV-Industrie ist mehr als PV-Modul-Produktion!

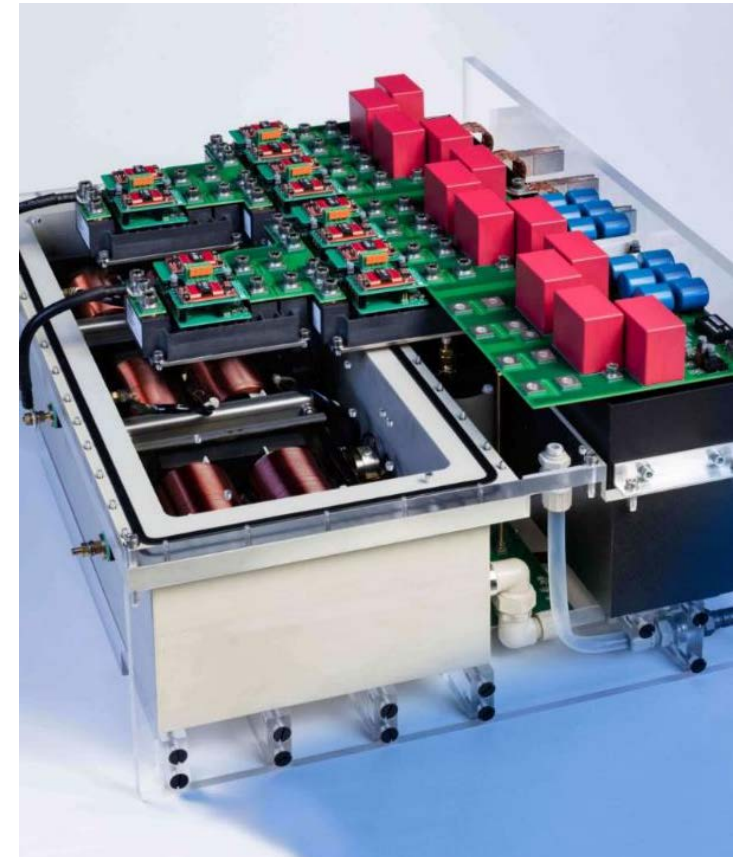
- Unterkonstruktionen, Leistungselektronik, Monitoring- und Steuerungssysteme.
- Wertschöpfung mind. ebenso groß wie das die Zell- und Modulproduktion.

## Beispiel 1: PV-Wechselrichter

- Preisdruck seitens asiatischer Hersteller ist enorm.
- Gefahr der Abwanderung der WR-Industrie (vgl. Zell- und Module vor 10 Jahren!)
- Birgt enorme Risiken für die Energiesouveränität des Landes!
- **Zuverlässigkeit der Wechselrichterregelung ist entscheidend für die Systemstabilität der Stromnetze!** (→ vgl. [Roadmap Systemstabilität des BMWK](#))
- Reine Abhängigkeit von ausländischen Produkten unbedingt vermeiden!

## Beispiel 2: Systemlösungen

- Verknüpfung von PV-Stromerzeugung mit Batterien, Mobilität und Wärmeversorgung
- Komplettlösungen für die Sektorenkopplung benötigt
- Stärke der vorhandenen **Systemlösungskompetenz** nutzen und ausbauen!

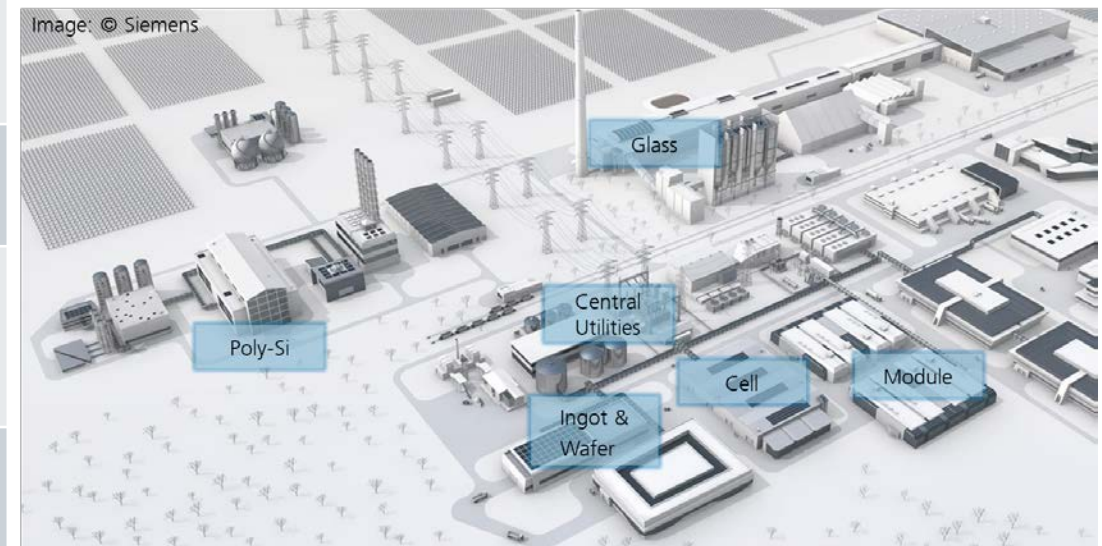
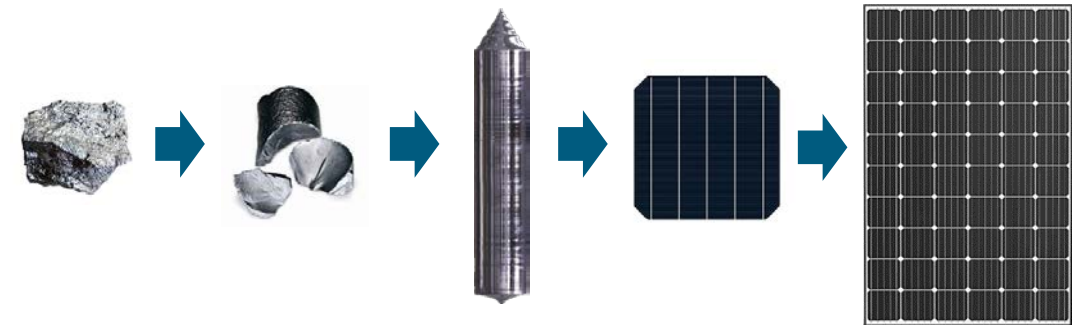


Wechselrichter © Fraunhofer ISE

# Arbeitsplätze

Fachkräftebedarf am Beispiel einer vollintegrierten 10-GW-PV-Produktionskette

Mitarbeiter-qualifikation	MG-Si	Poly-Si	Ingot & Wafer	Zellen	Mo- dule	Σ
Anlagenbedienung	70	358	745	652	1145	<b>2970</b>
Technische Fachkräfte	43	262	489	566	847	<b>2207</b>
Ingenieurwesen	15	24	138	29	250	<b>456</b>
Management und Administration (inkl. Assistenz)	8	62	101	50	40	<b>261</b>
Σ	<b>136</b>	<b>706</b>	<b>1473</b>	<b>1297</b>	<b>2282</b>	<b>5894</b>



# Ausbildung und Umschulung von Fachkräften massiv fördern

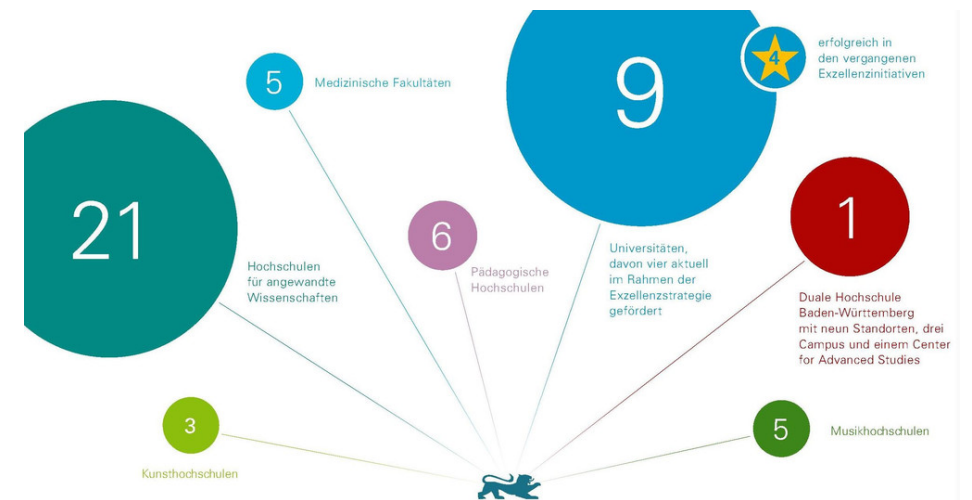
Baden-Württemberg ist mit seinem hochqualitativen Ausbildungssystem und der Hochschullandschaft im internationalen Vergleich sehr gut aufgestellt.

**ABER:**

**Fachkräfte werden nicht ausreichender Zahl ausgebildet!**

**Handlungsbedarf:**

- „Clean-Tech“-Studiengänge und -Arbeitsplätze aktiv fördern und bewerben!
- Potenzial durch Umschulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen nutzen (→ „Verlierer“ der Energiewende in den Blick nehmen!)
- Landesinvestitionen in die Forschung → „PV made in Baden-Württemberg“ über Innovationskraft konkurrenzfähig (nicht über Preis!)
- Frauen noch stärker für „Clean-Tech“-Berufe begeistern!



Quelle: [MWK Baden-Württemberg](#)



Quelle: [n-tv](#)

# Fachkräftemangel im Ingenieurbereich wird eklatant!

## Beispiel Elektrotechnikstudierende in Deutschland

- Zusätzlicher Bedarf an E-technik-Ingenieur\*innen durch Energiewende, Digitalisierung, Industrie 4.0 und E-Mobility: **+6.200 p.a.**
- Ersatzbedarf (→ Demografie) : **+13.200 p.a.**



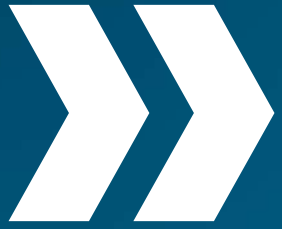
- Studienanfängerzahlen brechen ein!
- Abbrecherquoten steigen massiv!
- Absolvierende: **< 8.000 p.a.**

**< 8.000 p.a.**

**Der Gap zwischen Bedarf (ca. 20.000 p.a.) und Angebot (<8.000 p.a.) war noch nie so groß wie derzeit!**

## Beliebtheit der Studiengänge Vergleich Ingenieurwissenschaften und Informatik





**Sofern es gelingt, über alle benötigten Qualifikationsebenen die Ausbildung von Fachkräften nicht nur mit hoher Qualität, sondern auch mit hoher Quantität zu erreichen, entsteht für Baden-Württemberg ein entscheidender Standortvorteil.«**

# Potenziale für Quer-Einsteiger

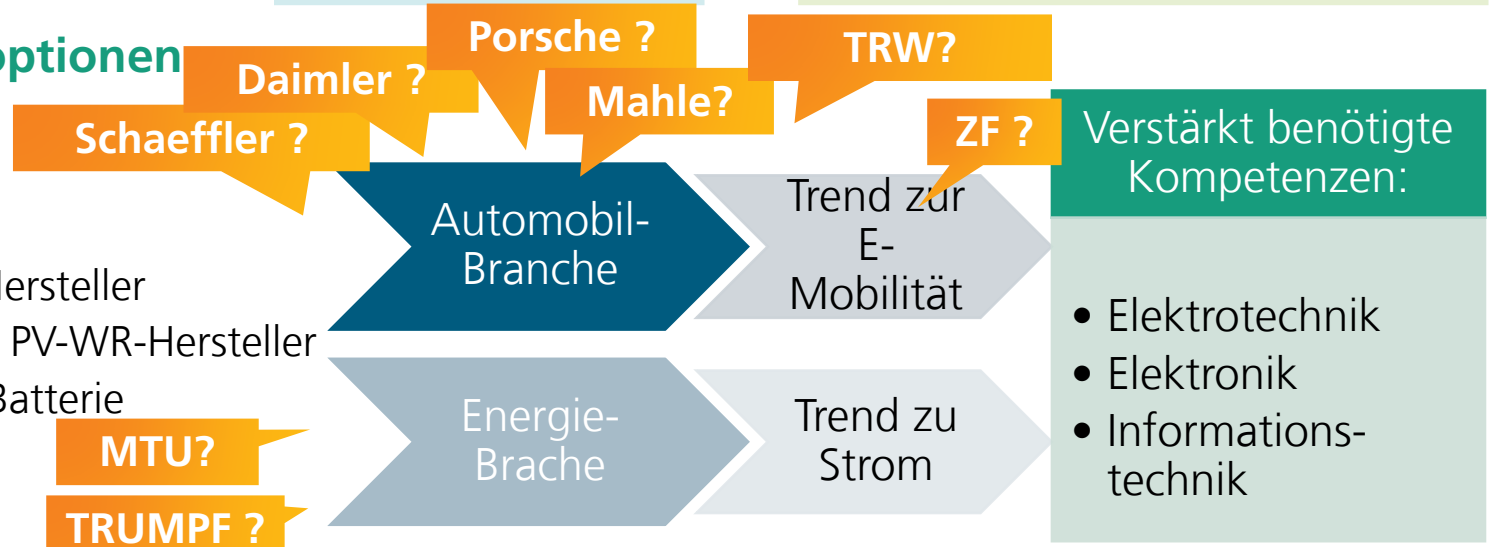
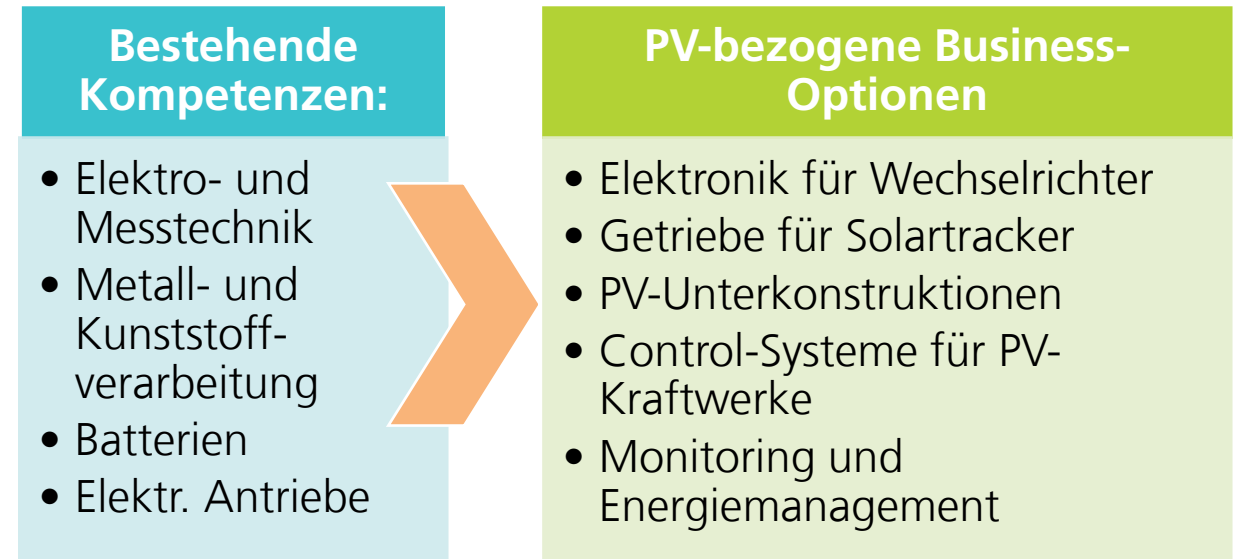
**Automobilindustrie, Maschinen- und Anlagenbau bildet das Rückgrat der Industrie in Baden-Württemberg.**

- Bestehende Kompetenzen können genutzt werden.
- Technologischer Wandel erfordert neue Kompetenzen, die auch für die PV-Industrie benötigt werden.

→ **Neue Synergien und Quereinstiegsoptionen entstehen!**

**Beispiele:**

- **Kaco New Energy:** Bahntechnik → PV-WR-Hersteller
- **Kostal solar electric:** Automobilzulieferer → PV-WR-Hersteller
- **Tesla:** E-Fahrzeug-Hersteller → WR für PV & Batterie



# Zusammenfassung

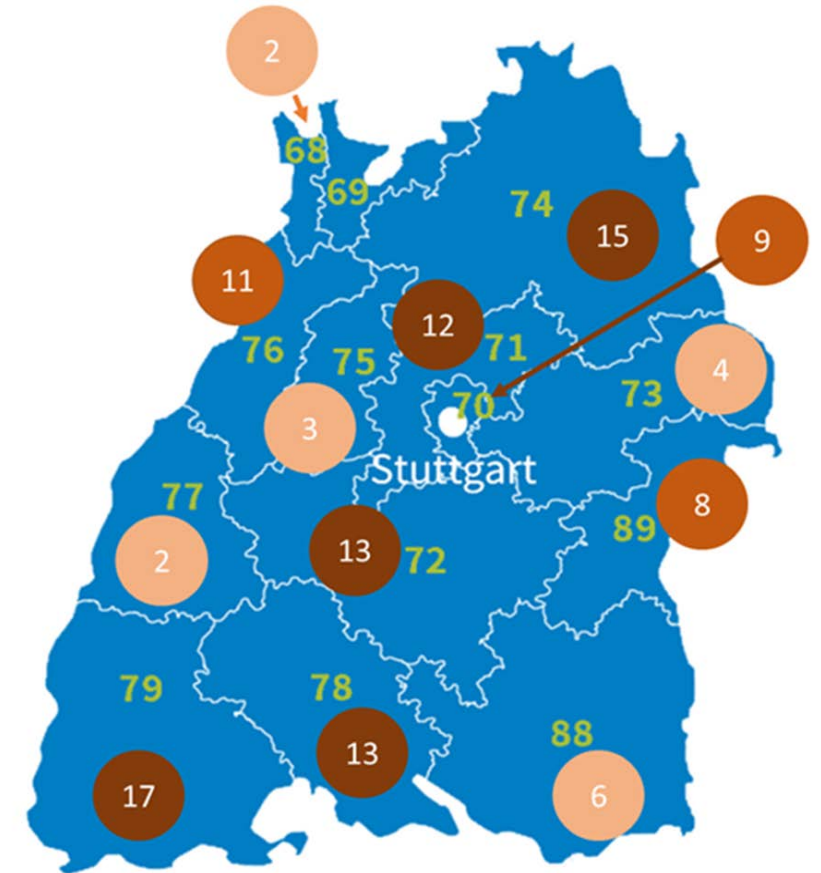
## Baden-Württemberg als Standort für die PV-Industrie

### Haben-Seite

- 116 aktive Unternehmen in der PV-Branche tätig
- Technologie der ganzen PV-Wertschöpfungskette abgedeckt
- Hervorragender Ausbildungs- und Forschungsstandort

### Aufgaben

- Komplettes Abwandern des Anlagenbaus und der Wechselrichter-Industrie nach Fernost dringend verhindern!
- Randbedingungen für die Investitionsbereitschaft in lokale PV-Produktion schaffen! (CAPEX/OPEX-Förderung, Resilienz-Bonus, ...)
- Fördern von „Clean-Tech“-Studiengänge und Berufen!



**Standort der PV-Industrie in BW**

**BW besitzt eine sehr gute Basis an PV-Industrie und -Kompetenz.  
Jetzt müssen die politischen Weichen für eine schnelle und massive Skalierung gestellt werden!**

# Kontakt

---

**Dr.-Ing. Sönke Rogalla**  
**Leistungselektronik und Netzintegration**  
Tel. +49 761 4588-5454  
[soenke.rogalla@ise.fraunhofer.de](mailto:soenke.rogalla@ise.fraunhofer.de)  
[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

