

Nachhaltige Entwicklung der PV

Prof. Dr. Ralph Gottschalg
Leiter Fraunhofer CSP-IMWS
Professor für photovoltaische Energiesysteme, Hochschule Anhalt

Innovations for Quality in Photovoltaics

Profile of Fraunhofer CSP

- **founded in 2007** as a joint institution of Fraunhofer IMWS and Fraunhofer ISE.
Director CSP-IMWS: Gottschalg; CSP-ISE: Dold
- **locations** in **Halle (Saale)** and **Schkopau**
- applied research in **quality assurance** and analysis **along the whole value chain**
 - # recycling, wafering and crystallization (CSP-ISE),
 - # solar cell and module diagnostics as well as metrology,
 - # material, component and system reliability,
 - # module technology and energy system simulation
 - # hydrogen analytics and diagnostics
- **# PV in desert environment**
- about **100 employees**, students and guests generate the annual budget of **€ 9.5 Mio** (2023).



Agenda des Vortrags

1. Rahmenbedingungen für PV
2. Was ist Nachhaltigkeit (in der PV)
3. Nachhaltige PV in Mitteldeutschland
4. Zusammenfassung

Rahmenbedingungen für Photovoltaik

Warum sollen wir uns mit der Photovoltaik auseinandersetzen?

Sicherstellen unseres Wohlstandes

PV ist sehr kostengünstiger Strom

- Preistreiber in der derzeitigen Hochpreisphase ist nicht EE
- Systemintegration möglich mit adaptionen
- Netzadaptionen/Verbrauchsintegration für z.B. Atomkraftwerksintegration:
 - Nachtspeicheröfen (UK)
 - Autobahnbeleuchtung (B)

PV sichert Energiesouveränität

PV unterstützt Strukturwandel

- 80% der dt Produktion sind im Mitteldeutschen Revier oder in der Lausitz
- Mitteldeutschland hat das Potential sich in eine grüne Energieregion zu transformieren

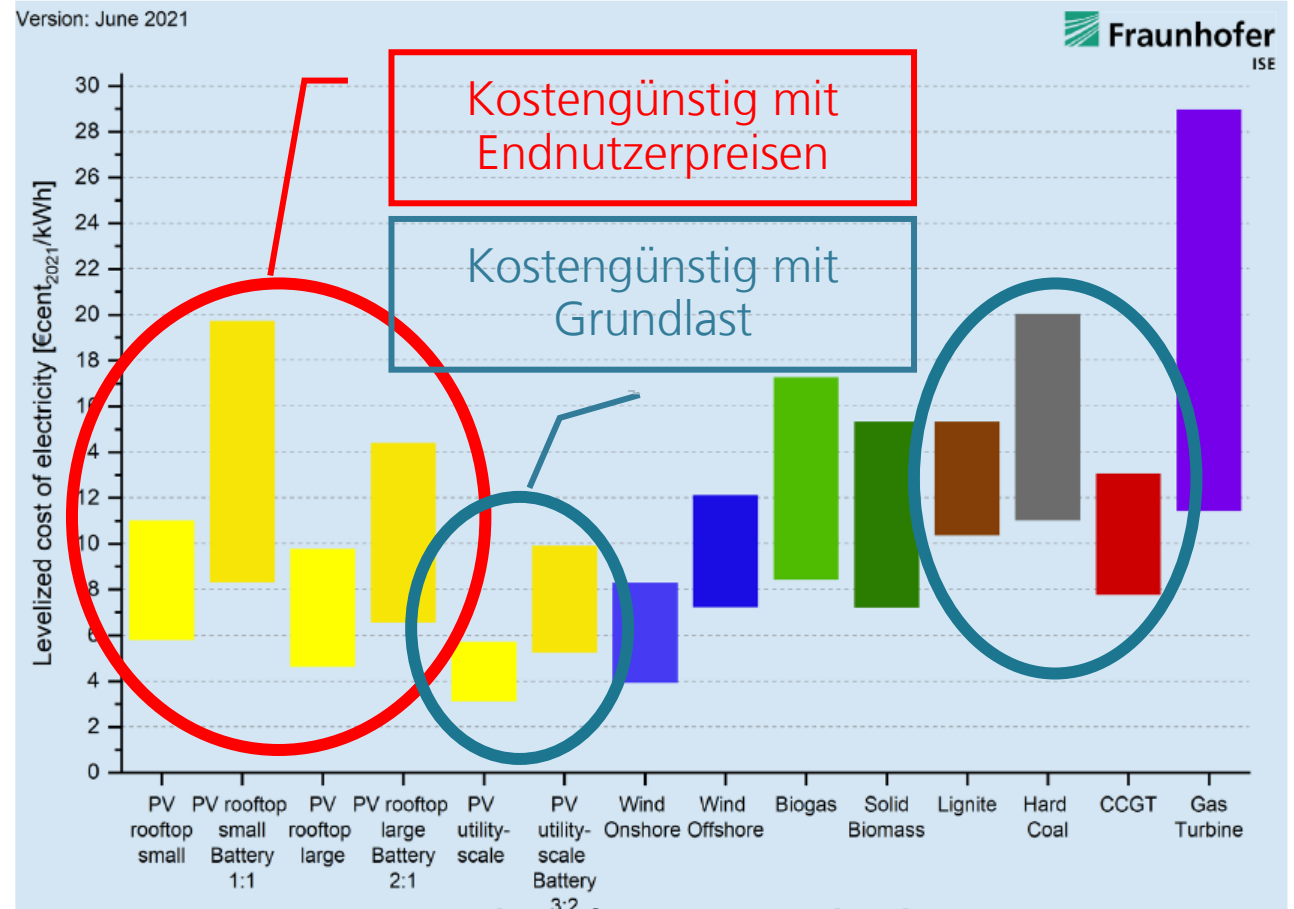
Wir brauchen die Energiewende
um den Lebensstandard zu
halten und als Industriestandort
attraktiv zu bleiben.

nebenbei werden wir auch CO2-neutral

Kosten der Photovoltaik im Vergleich zu anderen Technologien

Berechnet über die Lebensdauer (LCOE – Levelised Cost of Energy)

- Kosten von PV hängt von Konfiguration ab.
- Es ist nicht möglich Stromgestehungskosten verschiedener Technologien 1:1 zu vergleichen, das Nutzungsprofil bestimmt
 - LCOE (Gas) unrealistisch hoch wegen prozentualer Auslastung von 1-73% in 2022 (www.energiecharts.de)
- Kosteneffizienz bedeutet billiger als Alternativen
 - Kleinsysteme vergleichen sich mit Endnutzerpreisen
 - Großsysteme vergleichen sich mit Grundlastkraftwerken
- Verstärkte Integration von PV & Wind wird zu einer verstärkten Nutzung von Spitzenlastkraftwerken führen
 - Kosten für Gasstrom werden billiger
 - Kosten für Strommix werden geringer



Kostenvergleich für Energietechnologien

Fraunhofer ISE (2021): Levelised Cost of Electricity Renewable Energies

Warum ist PV so billig – jeder weiß, Strompreise steigen wegen EE

Wer würde die Kennzahlen dieses Fahrzeugs nutzen um die Fahrzeit von Leipzig und Dresden abzuschätzen?



Wie in jeder Technologie gibt es auch in der PV Technologie Fortschritt und Verbesserung in der Produktionstechnologie

Es gab schon einmal einen Solar-Boom (und Bust) – warum heute?

Der Markt ist vor der Produktion

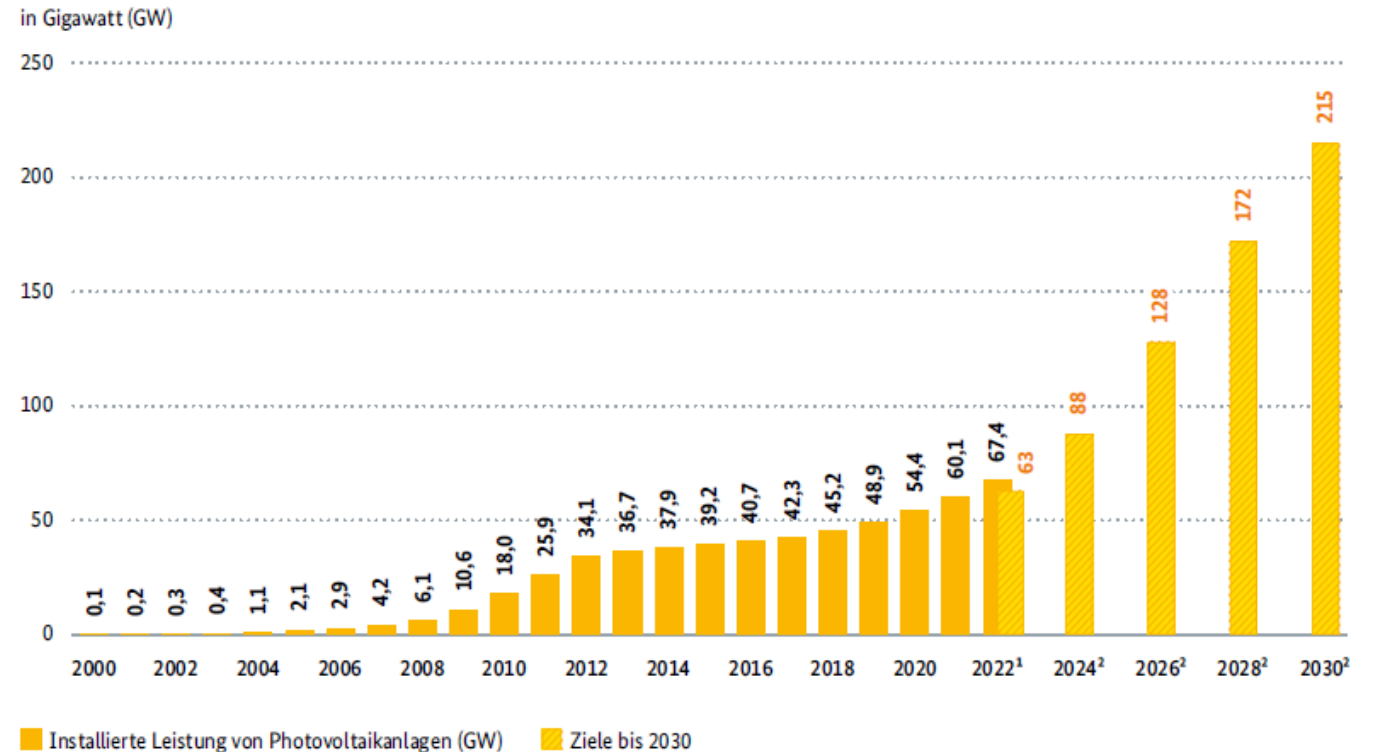
- Ausbauziele der Bundesregierung geben Marktvolumen vor
- Die Installation in D muss um einen Faktor 10 in 5 Jahren steigen

Die Technologie ist erwachsen

- PV ist mit der günstigste Energieerzeuger (früher: der wohl teuerste)
- Die Technologie ist demonstriert und zuverlässig

EE sind die einzige Technologie die wachsenden Strombedarf decken können

- Bedarf für e-mobility, Wärmewende, H₂, ...



1 Zielwert für das Jahr 2022 laut EEG 2021

2 Zielwerte für die Jahre 2024, 2026, 2028 und 2030 laut EEG 2023

Ausbauziele für Photovoltaik

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023): Photovoltaikstrategie

Was bedeutet die PV-Renaissance?

Was bedeutet dies für die deutsche Wirtschaft?

Jahresinstallation >20GW (~30 Kohlekraftwerke)

- ca 3000 Großsysteme mit ca 60 Millionen Module;
- >100.000 Jobs in Planung, Entwicklung und Planung (> 5 Personenjahre pro MWp)

Betriebsführung & Wartung existierender Anlagen für durchschnittliche Lebensdauer von 25 Jahren

- Umsatz pro MWp für geplante Maßnahmen ca 10T€/MWp/Jahr installiert (für 25 Jahre)
- In 2023 >70GWp installiert → Jahresumsatz >700Mio€

Energiehandel

- Energieerzeugung in D ~ 900 kWh/kWp; Kosten <0,1€/kWh
- >63 TWh Strom erzeugt
- 25 Tt CO2 vermieden

Was bedeutet Nachhaltigkeit (in der PV)?

Was bedeutet Nachhaltigkeit?

- Marktseitig – dauerhafte Entwicklung kein Boom and Bust
- Energiewende – Strom-Versorgungssicherheit
- Arbeitsmarkt – Langzeitbeschäftigung
- Umweltrelevanz
 - Energiebilanz
 - Schadstofffreiheit
 - Soziale Kosten



Marktseitige Nachhaltigkeit

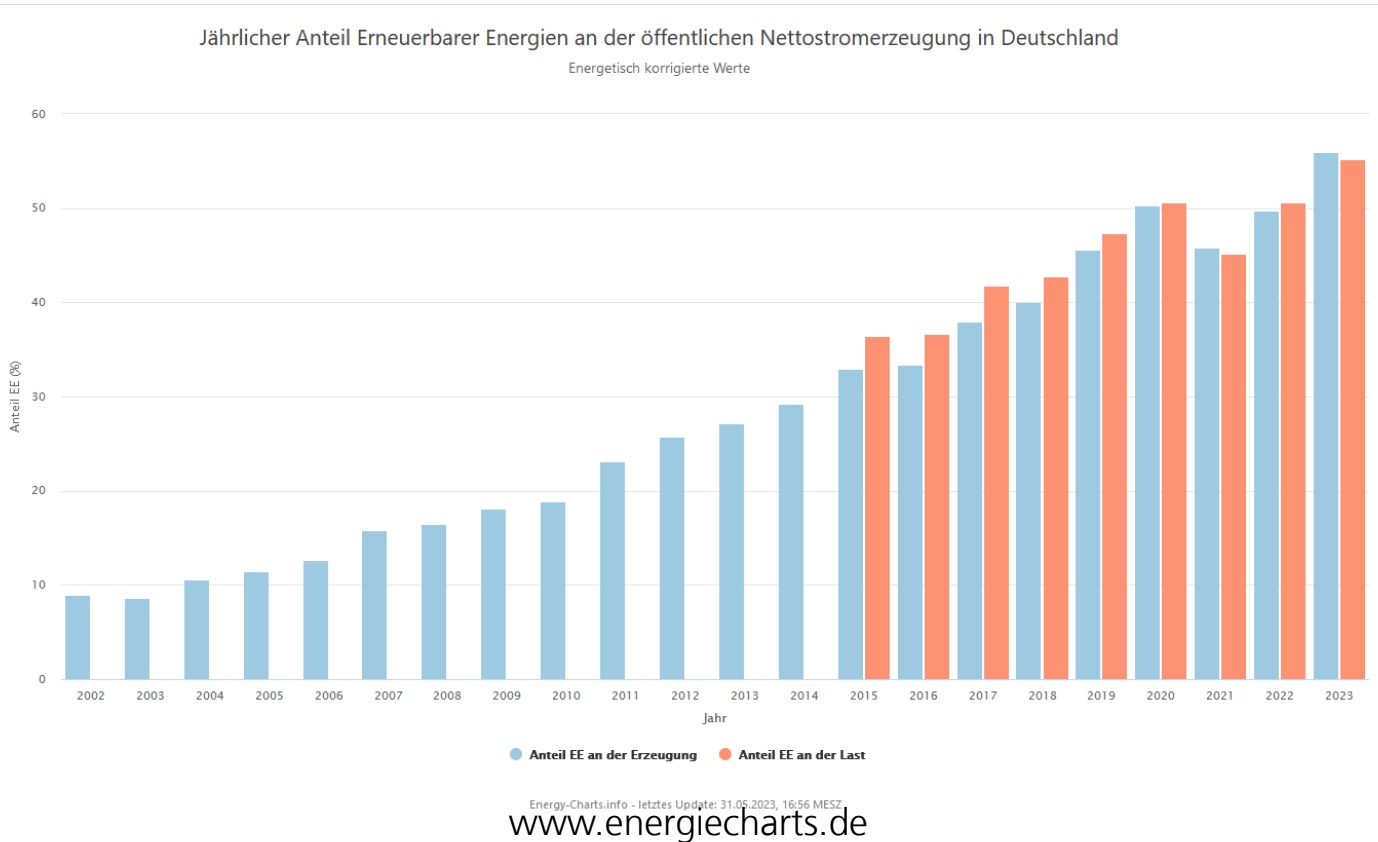
Ökonomische Nachhaltigkeit

- Sustainable Development Goals
- Planbarer Markt (keine Stufenfunktionen)
- Marktseitig ist zumindest für diese Legislaturperiode für D sicher
- Internationale Installationsszenarien sagen stabilen Weltmarkt voraus
- Politische Verwerfungen international könnten problematisch sein



© Aktion Deutschland Hilft

Versorgungssicherheitbezogene Nachhaltigkeit



- Einmal installierte Leistung bleibt erhalten
- Schlechtwetterperioden sind managebar
- Dunkelflauten können durch Spitzenlastkraftwerke abgefangen werden (wie heutzutage auch schon)

Nachhaltigkeit des Arbeitsmarktes

- Arbeitsplätze in Planung & Installation sind eher regional, z.B. Leipziger Energie in Leipzig oder ASG-Solar in Köthen
- Arbeitsplätze in Betriebsführung und Wartung sind eher regional, z.B. Naturstrom AG in Dresden
- Arbeitsplätze im Stromhandel sind regional – z.B. EEX in Leipzig oder envia THERM GmbH in Bitterfeld Wolfen

Anzahl der Beschäftigten im Bereich Solarenergie in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021



www. statistica.de

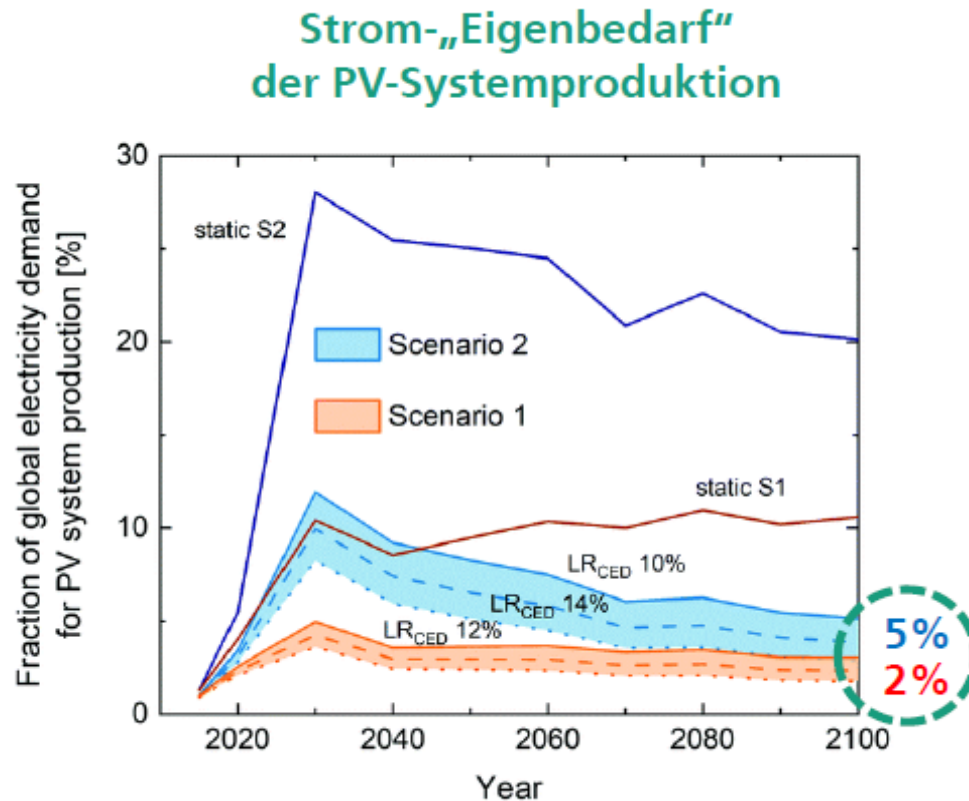
Nachhaltigkeit in Energierücklaufzeit

Das Gerücht, PV braucht mehr Energie als jemals erzeugt wird, hält sich leider sehr hartnäckig....

Verweis auf Folie 7 – Beispiel eines Ford Model T als Vertreter moderner Autos.....

**Moderne PV-Systeme haben eine Energierücklaufzeit von deutlich weniger als 2 Jahren
und eine Leistungsgarantie über 25-35 Jahre**

Energierückgewinnung im Vergleich mit anderen Technologien



Stromverbrauch für PV-Systemproduktion bei 2-5% des Systemertrags

→ PV-Systemproduktion erreicht geringeren Strom-Eigenbedarf als

1) Kohlestromerzeugung

- 4-10% Kohlekraftwerk [4]
- 2.5-5% Kohlebergbau [5]

2) Atomstromerzeugung

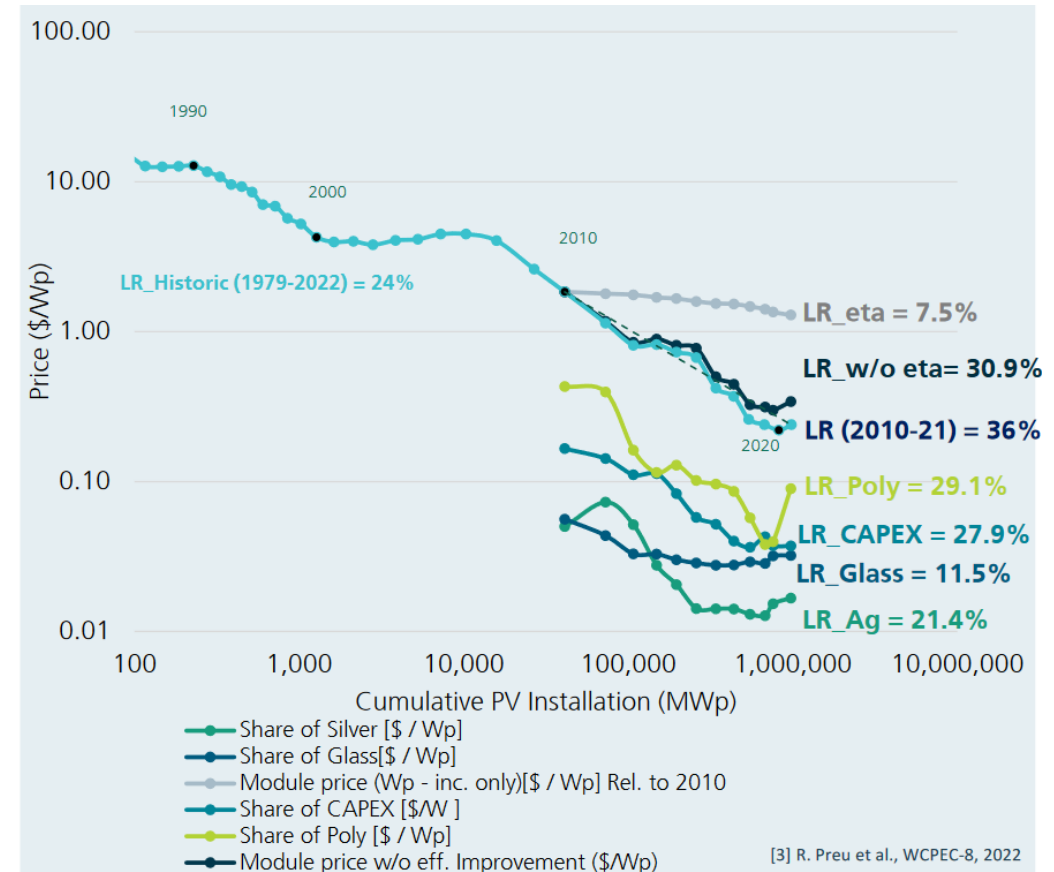
- 5-16% Eigenbedarf [4]

S. Nold, E. Gervais und R. Preu: Einleitung der Podiumsdiskussion zum Thema „Nachhaltigkeit und Ressourcenverfügbarkeit“; Vollversammlung des Forschungsnetzwerks Erneuerbare Energien – Photovoltaik; Leipzig 17.05.2023

Material XYZ wird zur Neige gehen

Lernkurven

- Kosten werden durch Lerneffekte gedrückt.
- Ressourceneffizienz verbessert sich durch Lerneffekte
- Oftmals sind Ressourcen deutlich größer als gedacht, da immer nur wirtschaftlich abbaubare Ressourcen diskutiert werden
- Frühzeitige Identifikation von möglichen Problemen (z.B. Ag) erlaubt Entwicklung alternativer Technologien (z.B. Substitution durch Cu).



S. Nold, E. Gervais und R. Preu: Einleitung der Podiumsdiskussion zum Thema „Nachhaltigkeit und Ressourcenverfügbarkeit“; Vollversammlung des Forschungsnetzwerks Erneuerbare Energien – Photovoltaik; Leipzig 17.05.2023

Nachhaltige PV in Mitteldeutschland

Was braucht eine Nachhaltige Entwicklung in der PV

- Regionale Produktion zwingend notwendig
- Explodierender Weltmarkt bedeutet Wettbewerb um Produkte. Supply Chain Issues auf allen Ebenen
- ist die Welt wirklich politisch stabil genug um diese zu verhindern?
- D ist kein einfacherer Markt, mit geringen Margen, warum sollte man vorzugsweise hierhin exportieren?
- Wenn mal etwas schief geht, muss dies über regionales Recht gehen (Ein Gerichtsstandort in Fernost ist nicht hilfreich bei der Problembehebung)
(und wer hatte nicht schon mal das Gefühl etwas zu billig gekauft zu haben????)

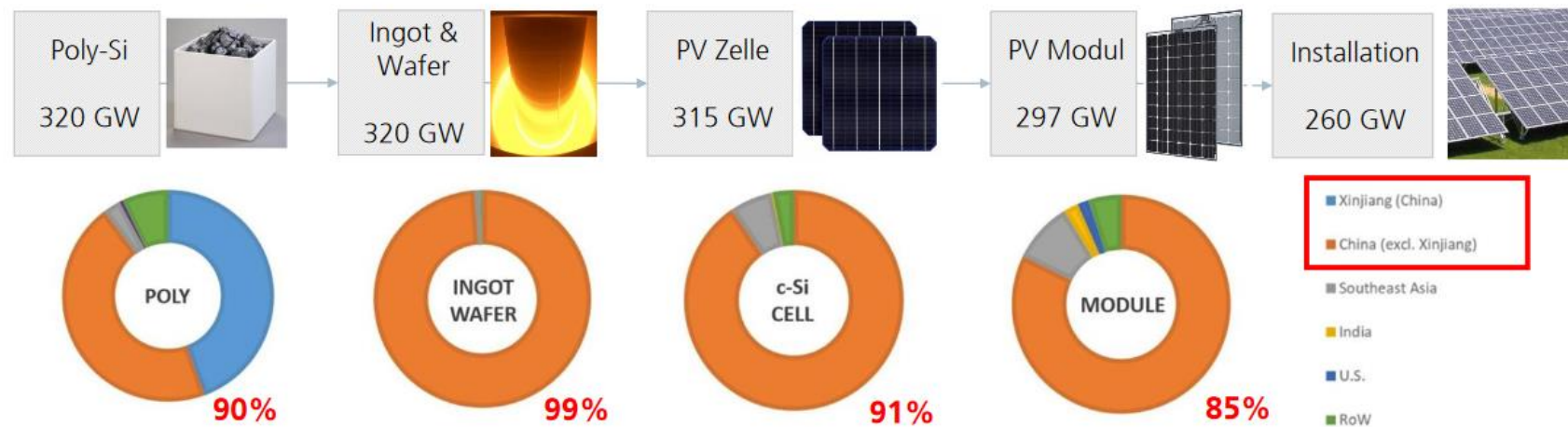


Beispiel für ‚supply chain issues‘

Abhängigkeit von Lieferketten in Fernost

Status PV-Produktion entlang der Wertschöpfungskette

Starke Abhängigkeit von einem Land: China



- **Extreme Abhängigkeit von China** über die gesamte Wertschöpfungskette – Tendenz steigend
- Im Bereich **poly-Si Fertigung** große Anteile der **Produktion in Region Xinjiang** unter kritischen Arbeitsbedingungen (ESG Standards)

A. Bett: Nachhaltige Photovoltaik-Produktion in Europa – Jetzt die Chancen ergreifen!
Präsentation vom 22.05.2023

Nachhaltiger Beitrag zur Wirtschaft durch regionale Produktion

- Investitionsvolumen für vertikal integrierte PV-Produktion ist 400M€/GW
- Voraussetzungen variieren in Europa
 - Stromkosten
 - Arbeitsmarkt
 - Subventionen

→ Es wird nicht alles an einem Ort investiert werden. Wie kann man regional attraktiv sein?
- Stabile Strompreise → vermehrte Installation von EE
- Was macht die Region für Industrie besonders attraktiv?
- Nebenbemerkung: Seit Ende 2022 gibt es in den USA den Inflation Reduction Act (IRA) mit sehr lukrativer Unterstützung für den Aufbau von PV Produktion. Nahezu alle Investitionsentscheidungen gehen seither für die USA aus.
Wann wacht Europa endlich auf? Energiesouveränität kann man nicht so einfach erreichen!

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- PV ist keine Luxustechnologie – wir brauchen diese Technologie um unseren Lebensstandard zu wahren
- Eine Technologiebewertung sollte immer mit aktuellen Werten durchgeführt werden
- Aus Gründen der Nachhaltigkeit ist eine regionale Produktion unabdingbar
- PV ist eine Chance für die Region – die Frage ist nur wie der Nutzen maximiert werden kann

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit
