Rückenwind für die Solarindustrie in Deutschland und Europa

Prof. Andreas W. Bett

Fraunhofer Institut für
Solare Energiesysteme ISE

Solarbranchentag, Solar Cluster BW

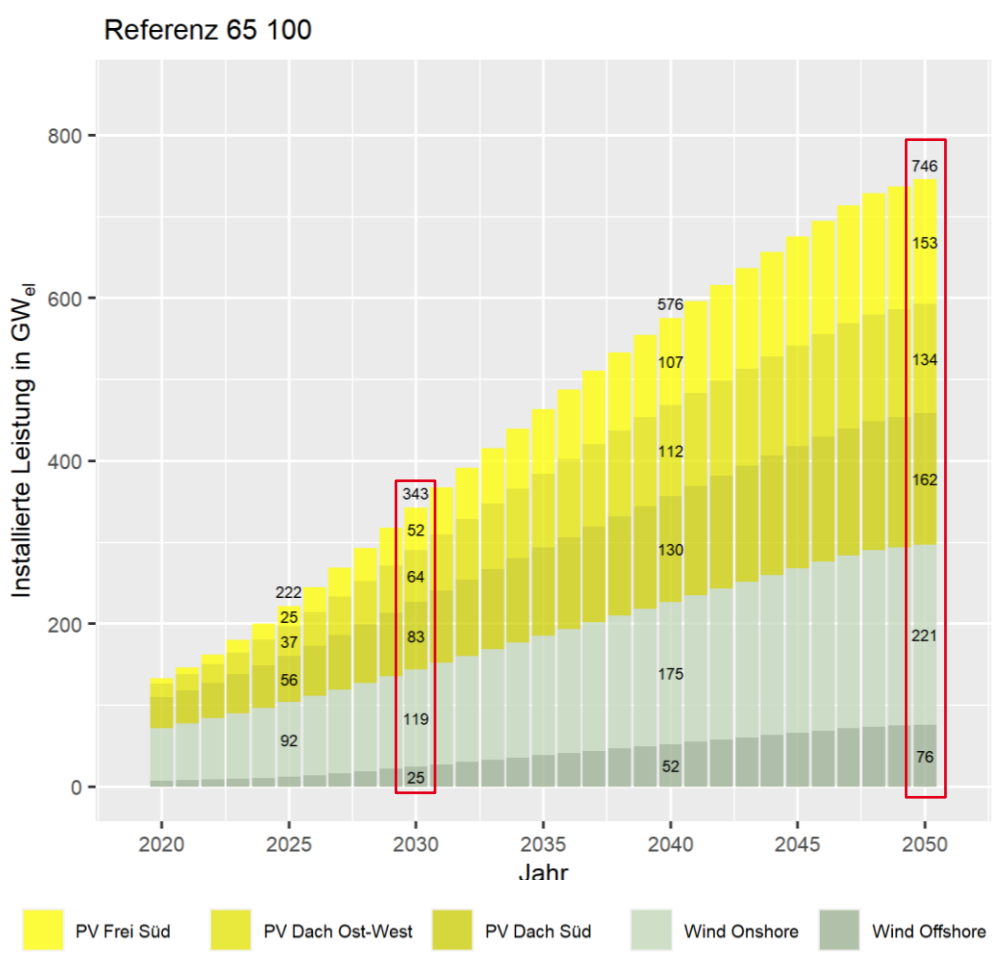
14. Oktober 2021

www.ise.fraunhofer.de

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Fraunhofer ISE

PV-Bedarf in Deutschland



Ergebnis zum Intervall mit Zielverschärfung in 2030 (2050)

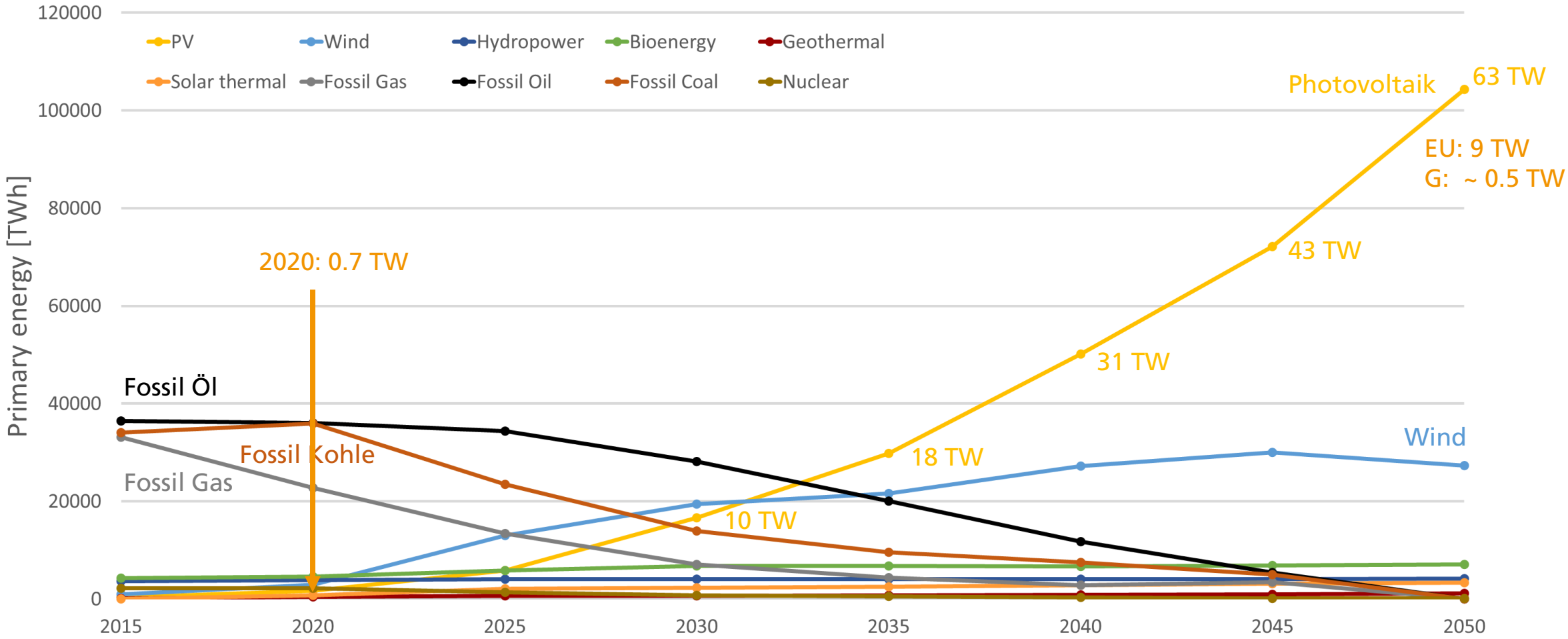
- Photovoltaik
  199 GW
  (449 GW)
- Wind Onshore
  119 GW
  (221 GW)
- Wind Offshore
  25 GW
  (76 GW)

https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem-Update-Zielverschaerfung.pdf

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Die globale Energiewende: CO_2-frei in 2050

Photovoltaik: Riesige Mengen sind erforderlich!



Based on: D. Bogdanov et al, Energy 227 (2021)

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Fraunhofer ISE

Nachhaltigkeit in der Photovoltaik

Eine Chance für die europäische Industrie

Riesige Ressourcen erforderlich:

- ~ 300.000 km² Fläche
- ~ 3.000.000.000 Tonnen Material (Glas, Silicium, Aluminium, Silber, Polymere…..)

→ Kreislaufwirtschaft ist erforderlich

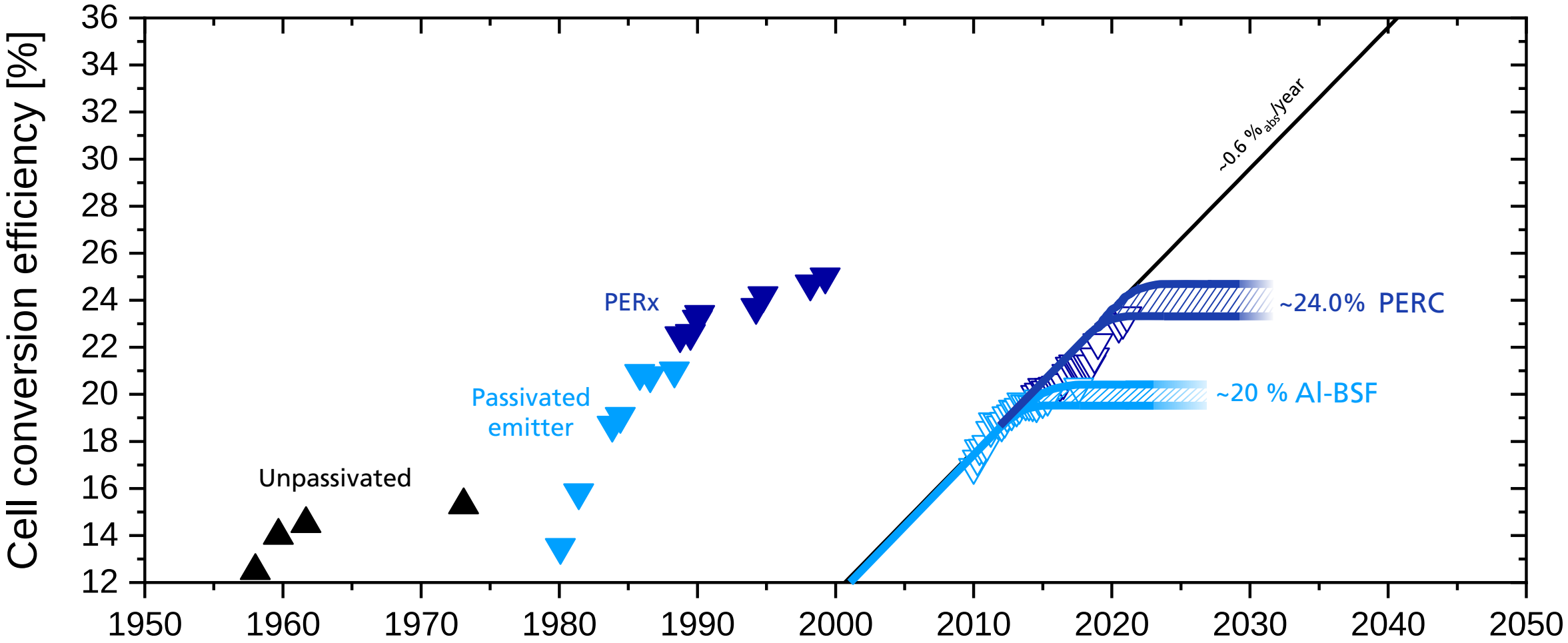
→ Hocheffizienz ist erforderlich

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Fraunhofer ISE

Entwicklung der Photovoltaik Technologie

Laborrekorde und Dauer des Transfers in ein industrielles Produkt



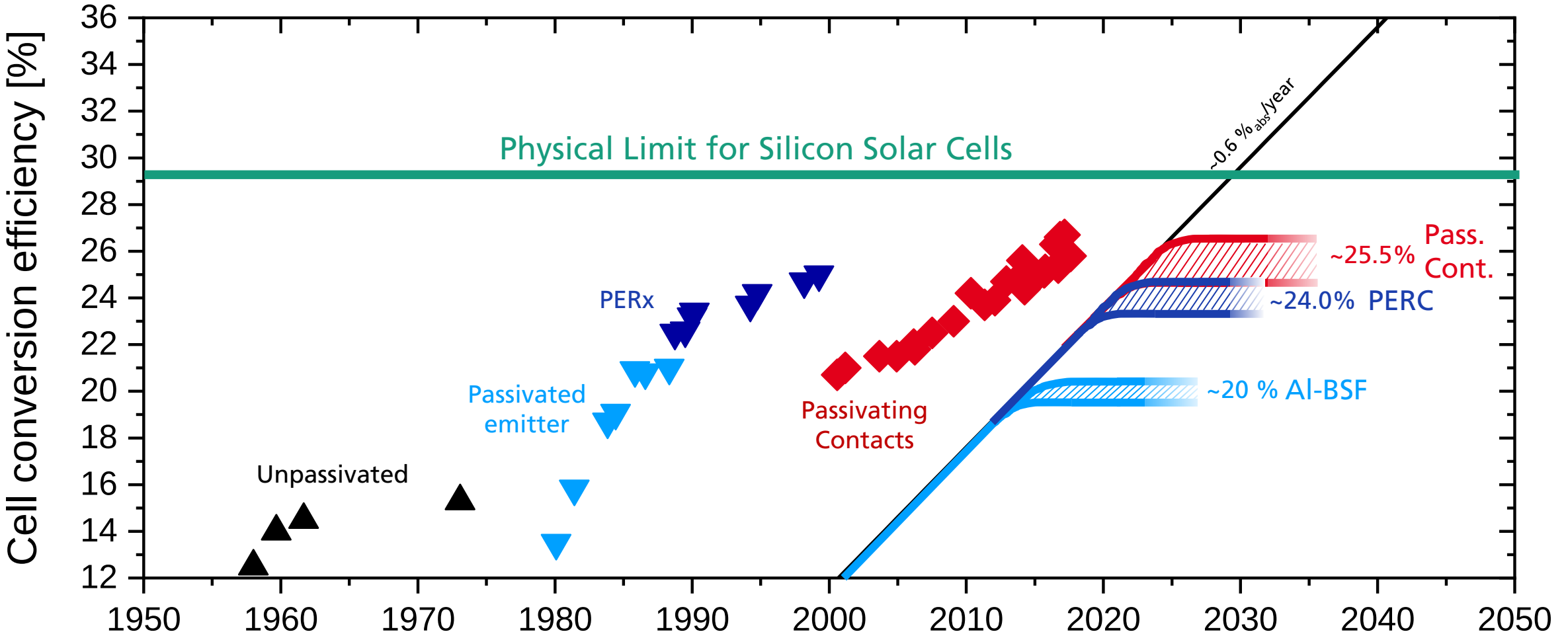
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

F. Stenzel et al, 36th EUPVSEC (2019), P. Altermatt, PV Cell Tech (2020)
Y. Chen et al, IEEE Journal of PV 8 (2018), A. Richter et al, Nature Energy 6 (2021)
M. Hermle, ETIP PV Conference, Brussels (2017)

Fraunhofer ISE

Entwicklung der Photovoltaik Technologie

Was kommt als Nächstes?



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

F. Stenzel et al, 36th EUPVSEC (2019), P. Altermatt, PV Cell Tech (2020)
Y. Chen et al, IEEE Journal of PV 8 (2018), A. Richter et al, Nature Energy 6 (2021)
M. Hermle, ETIP PV Conference, Brussels (2017)

Entwicklung der Photovoltaik Technologie
Zusammenfassung aktueller Status

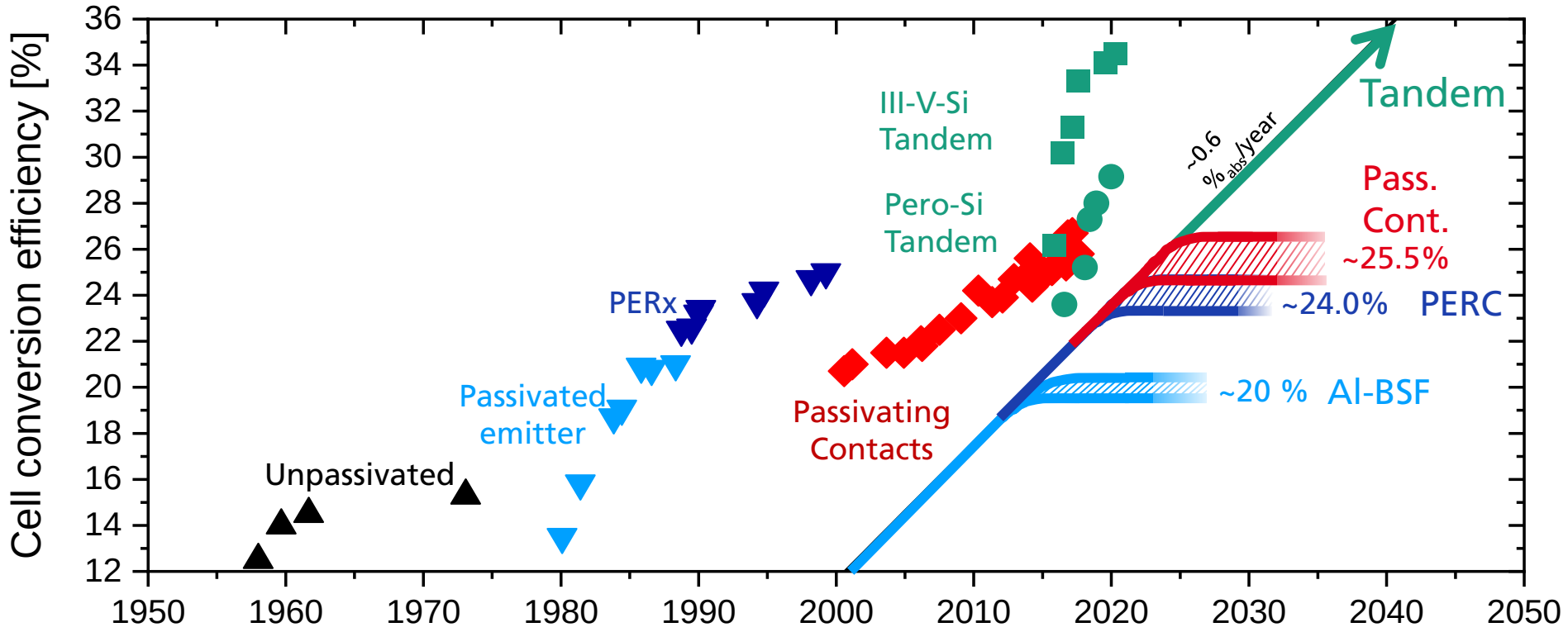
- Passivierte Emitter- und Rückseiten-Solarzellen (PERC) decken 2021 mehr als 80 % des Weltmarkts ab
- **Aktuelle Rekorde:**

  Si-TOPCon: 26,0 % (Europa)

  BJ-HJT: 26,7% (Japan)

  Pero/Si-Tandem: 29,5% (Europa)

  III-V/Si-Tandem: 34,5% (Europa)

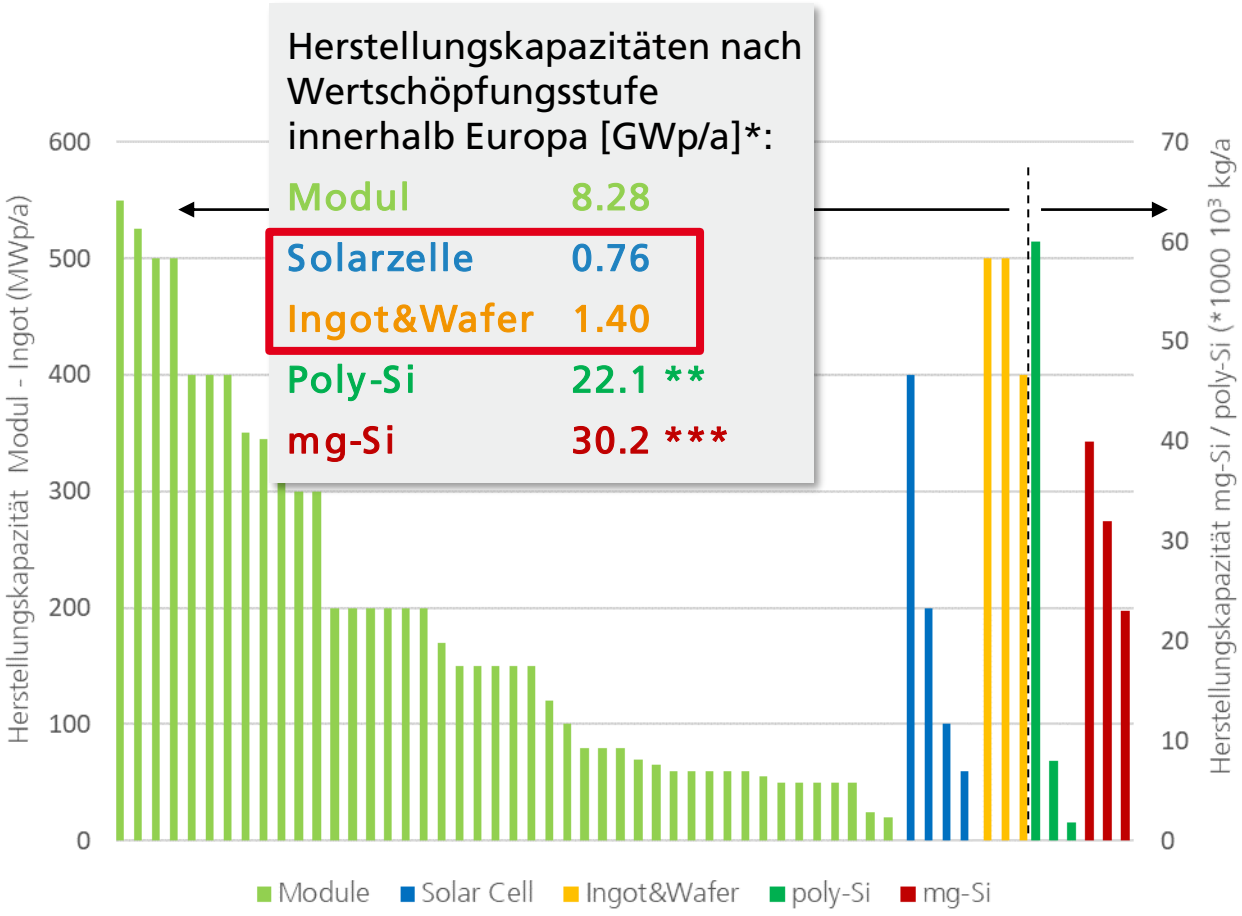


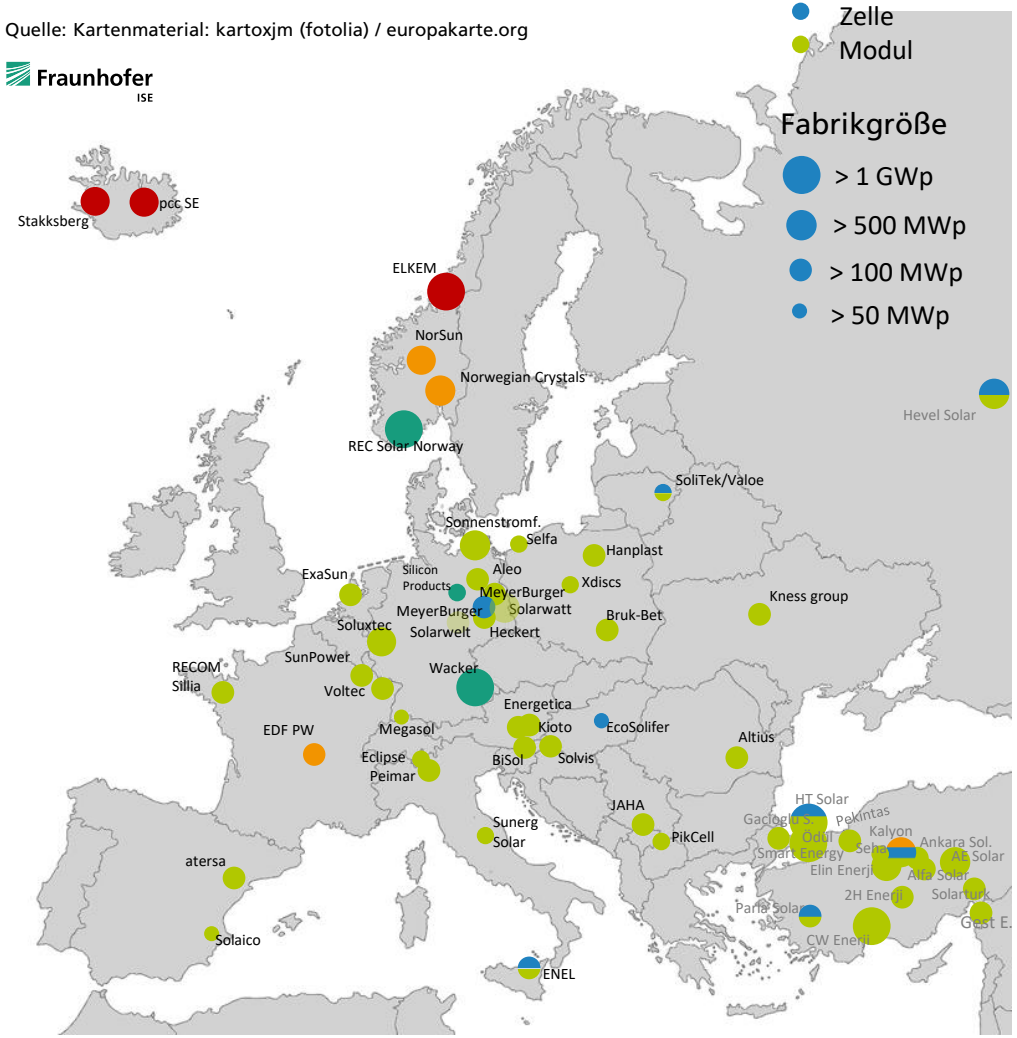
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

F. Stenzel et al, 36th EUPVSEC (2019), P. Altermatt, PV Cell Tech (2020)
Y. Chen et al, IEEE Journal of PV 8 (2018), A. Richter et al, Nature Energy 6 (2021)
M. Hermle, ETIP PV Conference, Brussels (2017)

Industrielle PV-Produktion in Europa - Status Quo

Übersicht entlang der Wertschöpfung



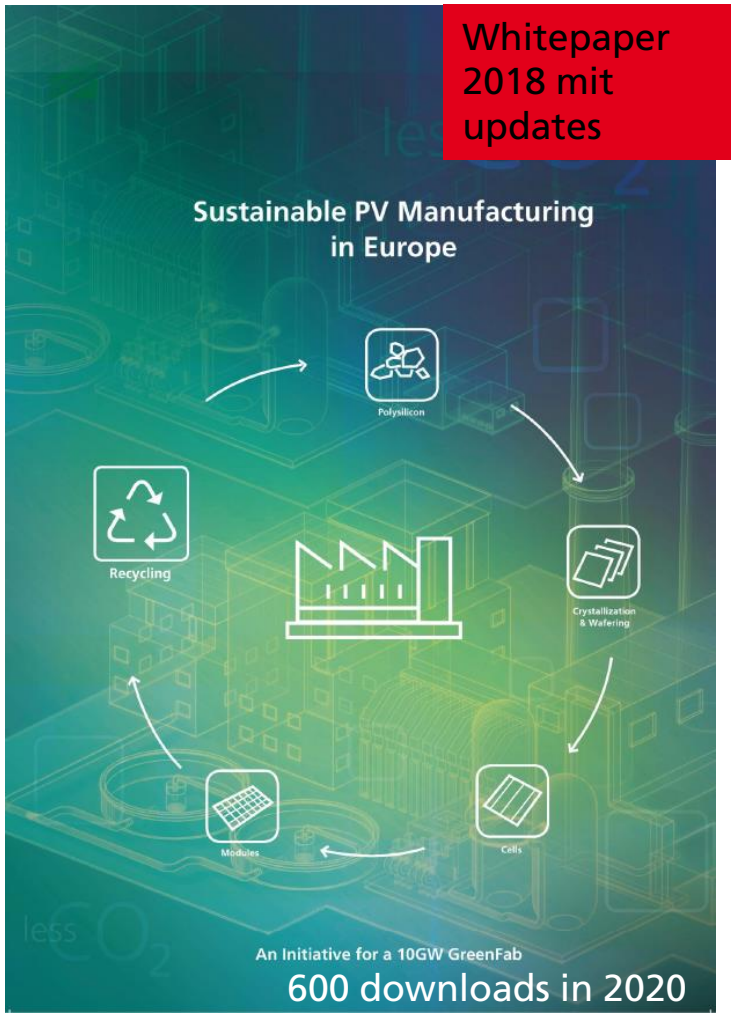


© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

* ohne Türkei und Russland
** derzeit sind 2,800 kg/MWp Poly-Si zur Ingotherstellung notwendig
*** derzeit sind 3,150 kg/MWp mg-Si zur Ingotherstellung notwendig

Fraunhofer ISE

PV-Produktion in Europa
Gesamte Wertschöpfungskette



- 10 GW_p **vollintegrierte** Produktion in Europa ist wettbewerbsfähig

- **Zentrale Argumente**
  - europäischer PV-Markt wird stark wachsen
  - Kostenanteil für Transport von Asien nach Europa >10 %
  - Produktion mit weniger CO_2 Emissionen
  - technologische Souveränität sichert Unabhängigkeit

https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/ISE-Sustainable-PV-Manufacturing-in-Europe.pdf

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

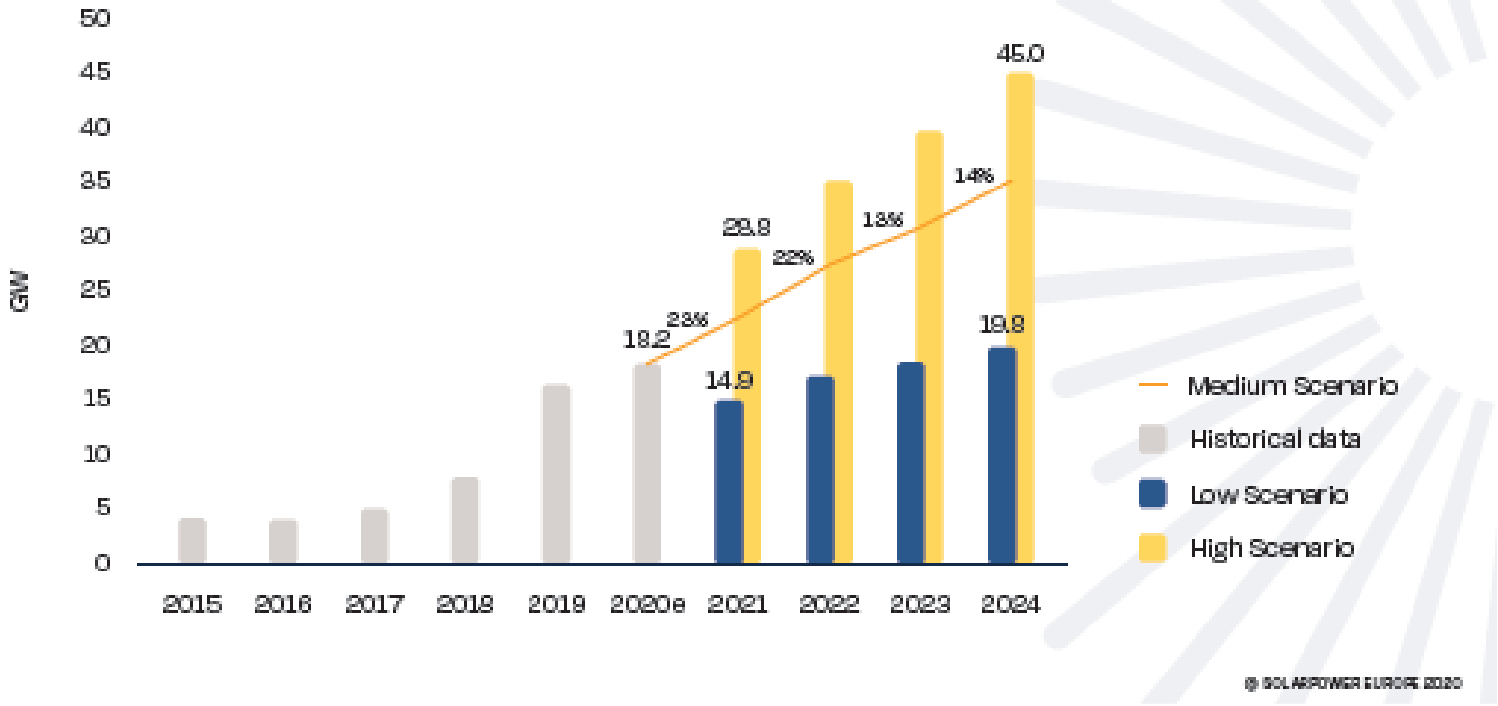
Markt in Europa 2021
Nur eine Richtung: Nach oben!

- Marktbelebung durch
  - Niedrige Kosten für PV
    → Integrierte PV ist möglich
  - Erreichen der Ziele von Paris
  - Green Deal-Bemühungen
  - Gerichtliche Entscheidungen

Deutschland: Verfassungsgericht entschied, dass das deutsche Klimaschutzgesetz Anpassungen braucht

Die Niederlande: Shell wird zu mehr Klimaschutz gezwungen

FIGURE 7 EU27 ANNUAL SOLAR PV MARKET SCENARIOS 2021-2024



Quelle: SPE, Dezember 2020 EU-Marktausblick

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

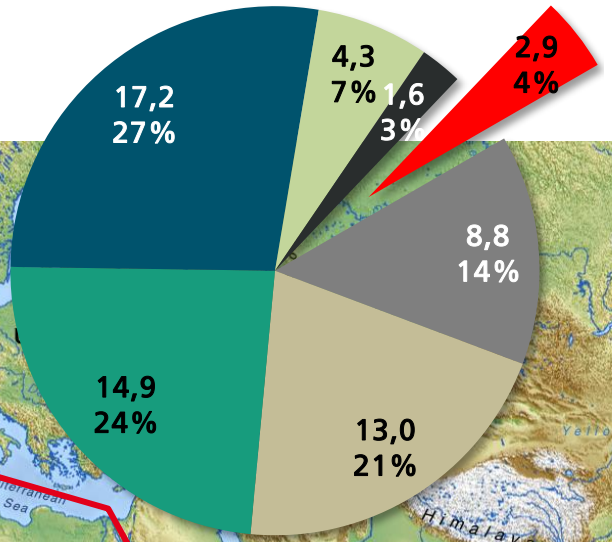
Transportkosten werden wichtig!

2022: > 10% Kostenanteil!

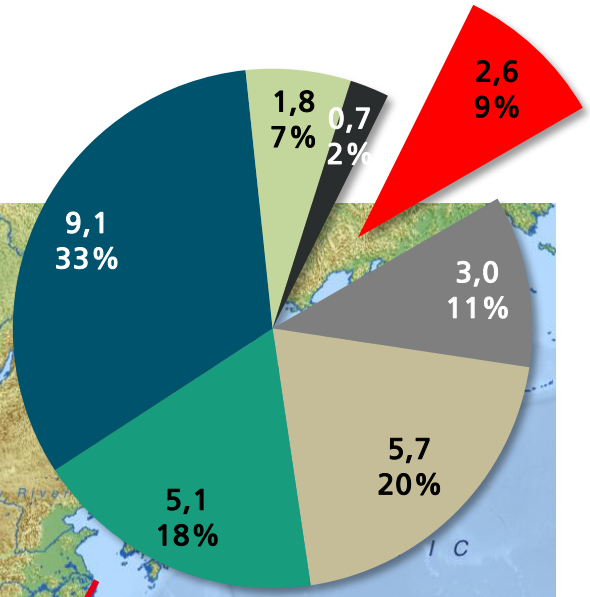
2-3 €ct/W Kosten für den Transport

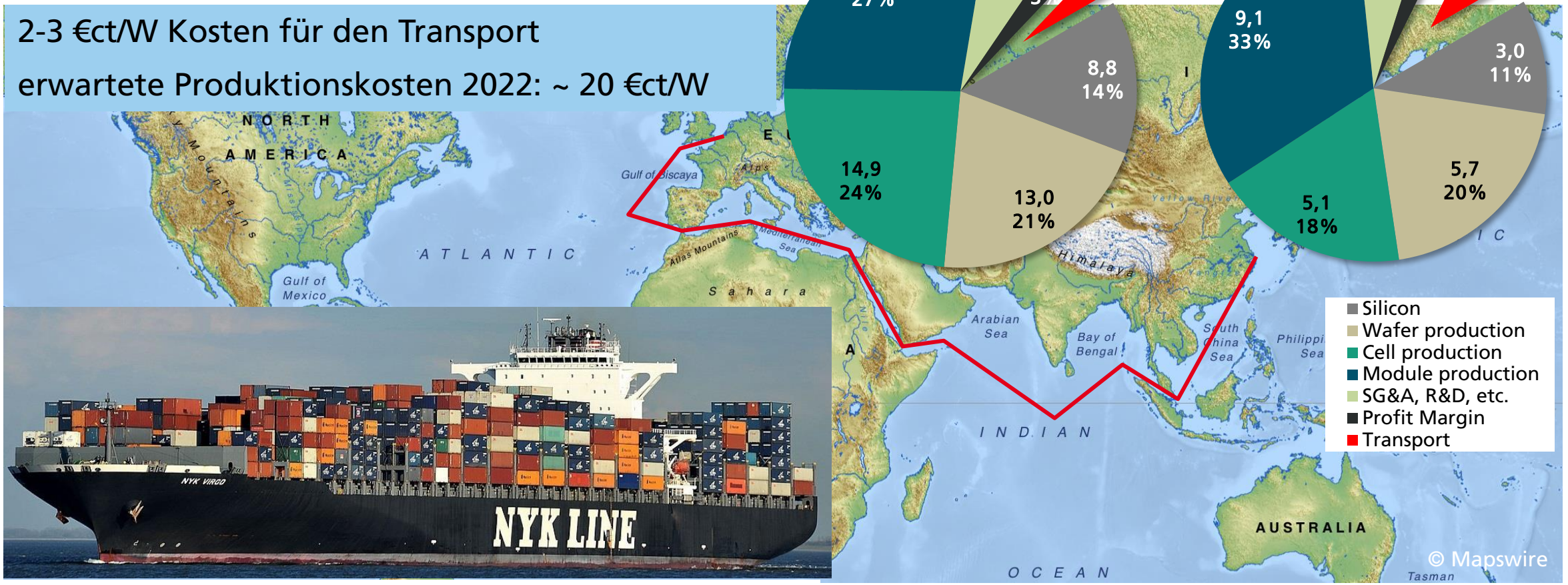
erwartete Produktionskosten 2022: ~ 20 €ct/W

2014: 62,6 €ct/W_p



2019 / 28,0 €ct/W_p p





https://de.wikipedia.org/wiki/Containerschiff#/media/Datei:NYK_Virgo_(8154929586).jpg

Ref: A.W. Bett, Opening Session, 36th EU-PVSEC, 2019

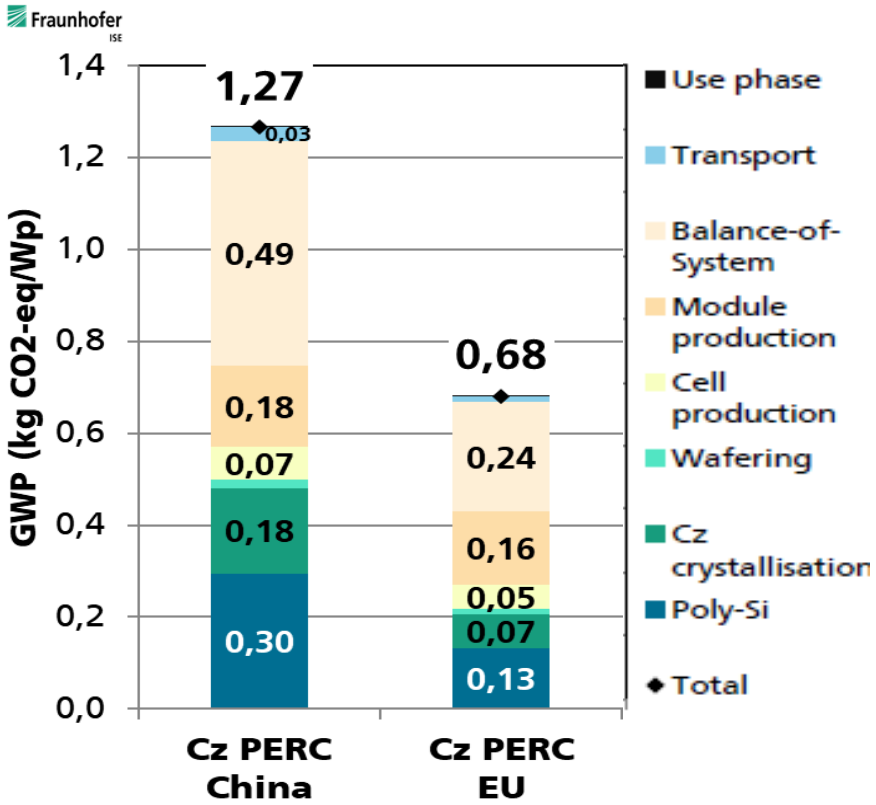
© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

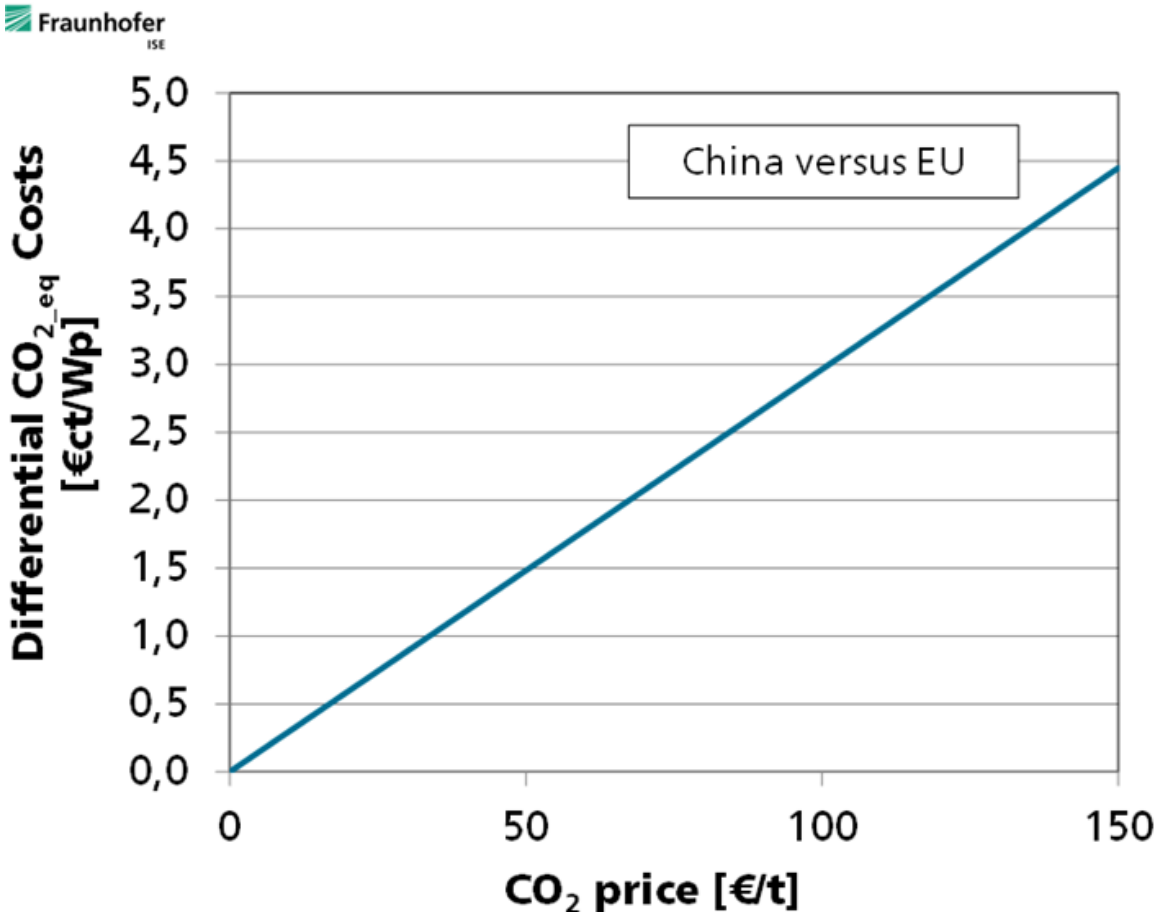
Fraunhofer ISE

Wettbewerbsfähigkeit der europäischen PV-Produktion

Nachhaltigkeit: CO_2-Fußabdruck

Ökologischer Fußabdruck*:





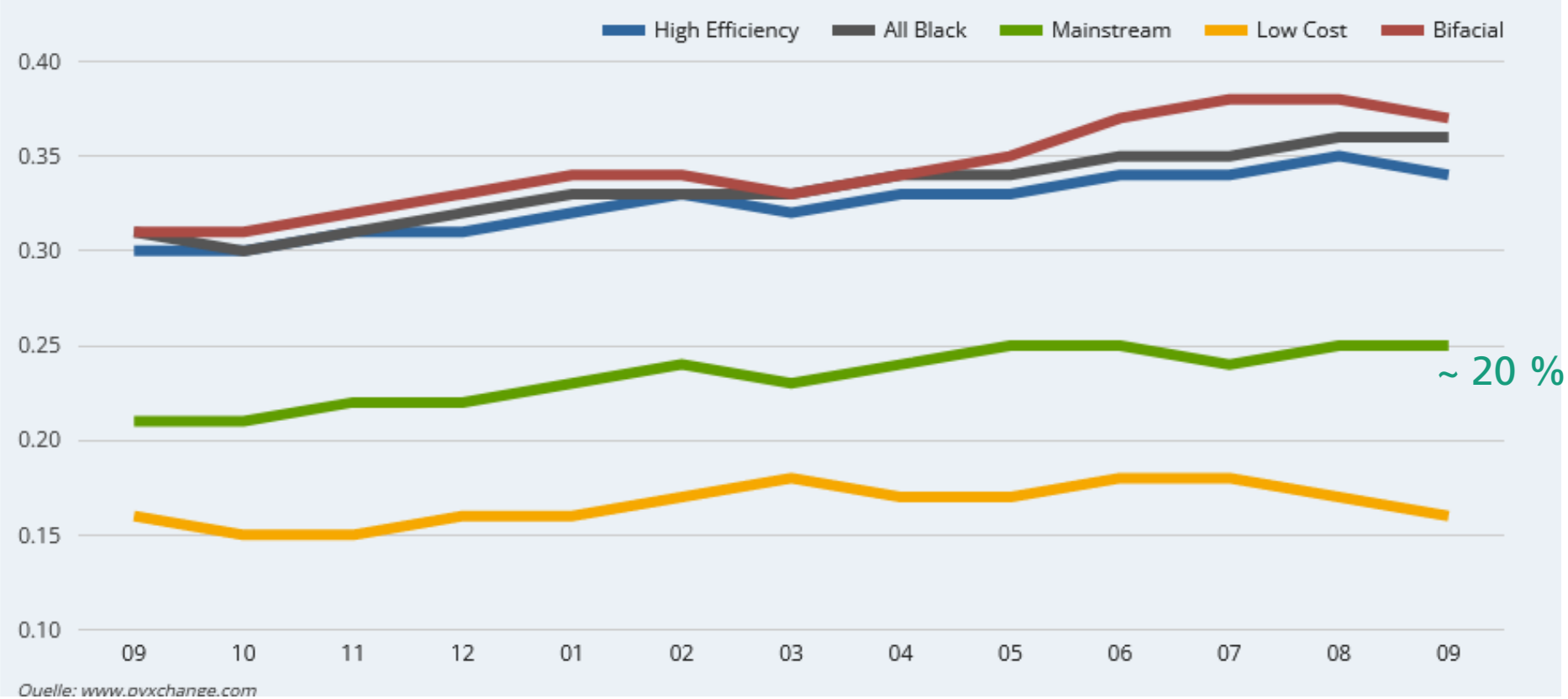
*Quelle: Friedrich et al. (2020) - GWP and EPBT Analysis of PV Electricity by PERC Solar Modules, Journal of Photovoltaics, eingereicht.

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Berechnet über gesamten Lebenszyklus, einschließlich aller Vorprodukte und des Abbaus. Lebenszyklus-Inventar der PV-Produktionsprozesse auf Basis der aktuellen Produktionstechnologie, Lebenszyklusinventar der Vorprodukte auf Basis von Ecoinvent 3.6, 19 % Modulwirkungsgrad. LCIA basierend auf IPCC 2013 GWP 100 a.

Aktueller Trend: Steigende Modulpreise in Europa

Zeigt Abhängigkeiten von Asien auf und stellt die Frage nach technologischer Souveränität!



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

https://www.pvxchange.com/Preisindex , heruntergeladen 3.Oktober 2021

PV-Produktion: Was ist untwegs?
Initiativen in Europa

DISCLAIMER: kein Anspruch auf Vollständigkeit!

Vollintegrierte Fertigung: Wafer – Zelle – Module
Greenland GigaFab, EnCore (Hevel), Kaylon

Zelle - Modul
Meyer-Burger, Energetica, REC (Reliance), Valoe/Solitek, MCPV

Wafer
Norsun, NexWafe

Zelle
Oxford-PV, GigaPV, EnelGreen Power, Aiko,….

Modul
SolarWatt, Heckert, Voltec Solar, Energyra,….

Unterstützende Aktivitäten:

esmc
European Solar Manufacturing Council

- Initiative zur Nutzung Recovery and Resilience Facility and Just Transitions Funds
- Entwicklung eines IPCEI für PV

SolarPower Europe

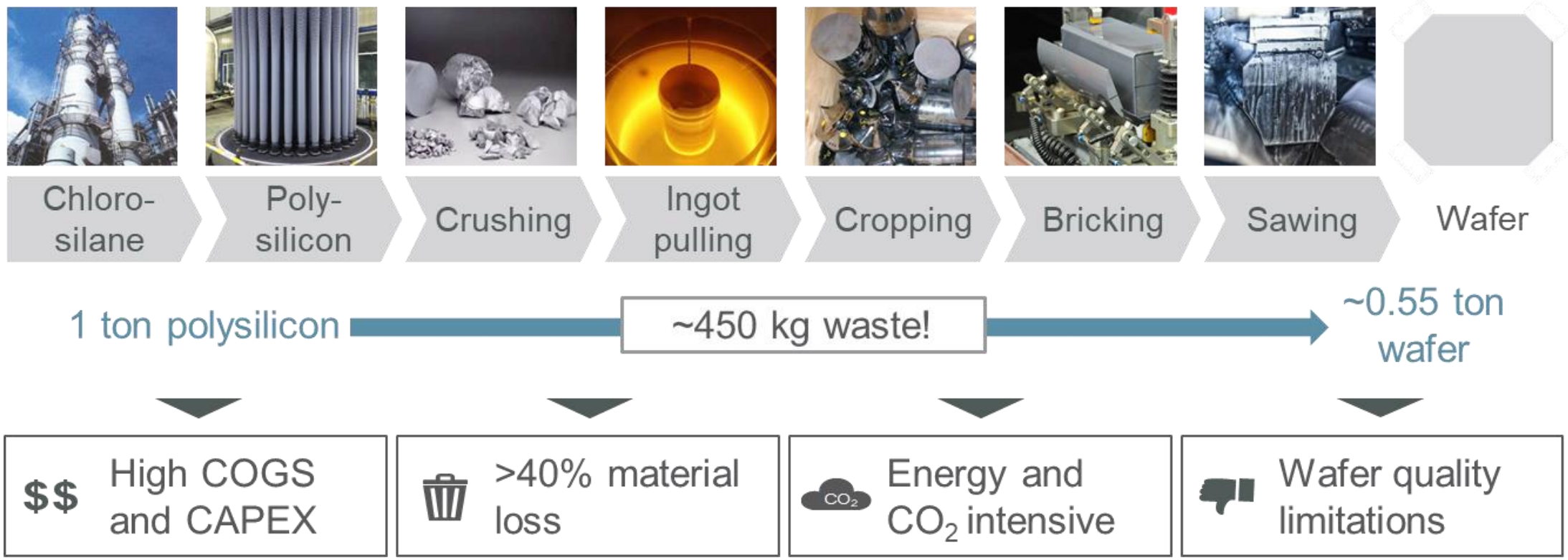
PhotoVoltaic
EUROPEAN TECHNOLOGY & INNOVATION PLATFORM

- Manufacturing accelerator

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Innovation aus Baden-Württemberg: Kerfless Wafer Produktion

Prozesssequenz Herstellung Siliciumwafer heute



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

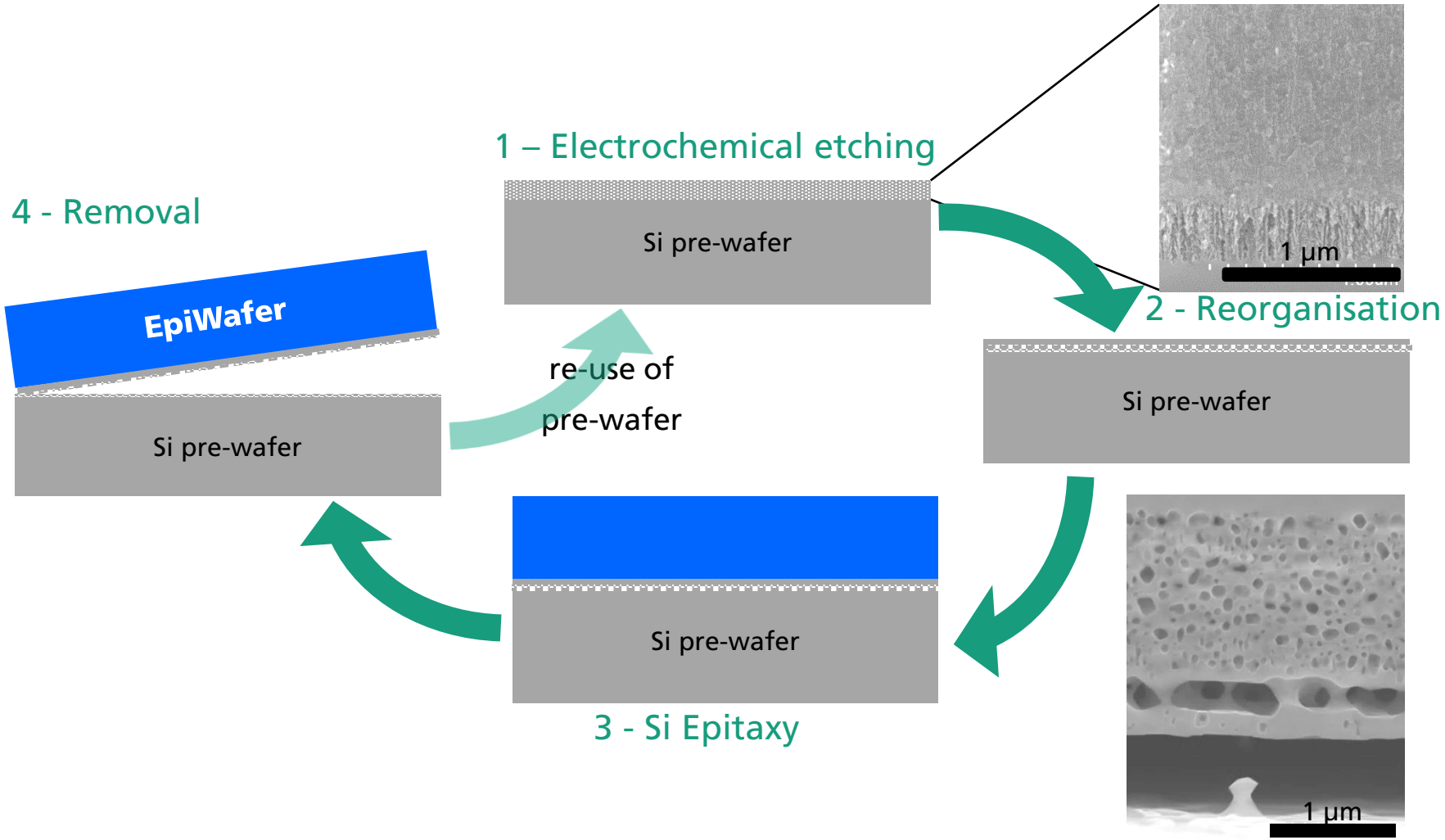
Ref: NexWafe GmbH, Freiburg Germany

NEXWAFE GREEN SOLAR WAFERS

Fraunhofer ISE

Innovation Wafer Produktion in Deutschland

Prozesssequenz Herstellung Siliciumwafer neu



© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Innovation Wafer Produktion in Deutschland

Prozesssequenz Herstellung Siliciumwafer neu durch NexWafe

Chloro-silane

NEXWAFE GROWING POWER

High-throughput deposition

EpiNex® wafer

Unique benefits

- 90% lower silicon losses
- 50% less energy and CO_2
- 50% less CAPEX

Disruptive wafer production by direct growth from chlorosilane gas

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Ref: NexWafe GmbH, Freiburg Germany

NEXWAFE GREEN SOLAR WAFERS

Fraunhofer ISE

Innovation Wafer Produktion in Deutschland

Prozesse

Wafe

Reliance New Energy Solar Ltd to invest in NexWafe as Strategic Lead Investor

NEXWAFE

NEWS RELEASE BY **NEXWAFE**

Freiburg, Germany | October 12, 2021 01:46 PM Eastern Daylight Time

- **NexWafe's next-generation epitaxy technology offers remarkable cost advantages over existing technologies**
- **Leveraging this technology, Reliance intends to set up giga-scale wafer manufacturing facilities in India and build global photovoltaic leadership**

NexWafe GmbH today announced the induction of Reliance New Energy Solar Limited (RNESL), a wholly owned subsidiary of Reliance Industries Limited (Reliance) as a strategic lead investor in its EUR 39 million ($45 million) Series C financing round with an investment of EUR 25 million ($29 million) in phase one.

The investment by Reliance will accelerate product and technology development for NexWafe, including completion of the commercial development of NexWafe's solar

icon losses

rgy and CO_2

PEX

lorosilane gas

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Ref: NexWafe GmbH, Freiburg Germany

NEXWAFE GREEN SOLAR WAFERS

Fraunhofer ISE

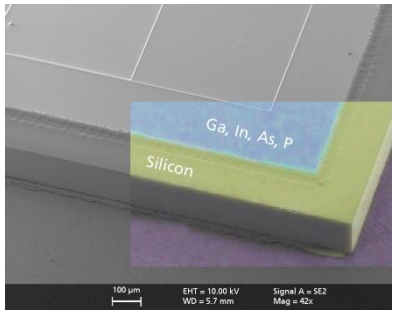
Rückenwind für eine industrielle Fertigung in Europa ist vorhanden

ABER

Passende Rahmenbedingungen sind zu schaffen: die gesamte Wertschöpfung sollte erfolgreich sein!

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Ich freue mich auf Fragen.



Fraunhofer Institute für Solare Energiesysteme ISE

Prof. Dr. Andreas Bett

www.ise.fraunhofer.de

andreas.bett@ise.fraunhofer.de

40 JAHRE
FRAUNHOFER ISE
#CreatingTheEnergyFuture

© Fraunhofer ISE
FHG-SK: ISE-INTERNAL