
ZUKÜNFTIGE KOSTEN DER PHOTOVOLTAIK BIS 2050 – LANGFRISTSZENARIEN ZU MARKTENTWICKLUNG, SYSTEMPREISEN UND STROMGESTEHUNGSKOSTEN



Dipl.-Phys. oec. Johannes N. Mayer

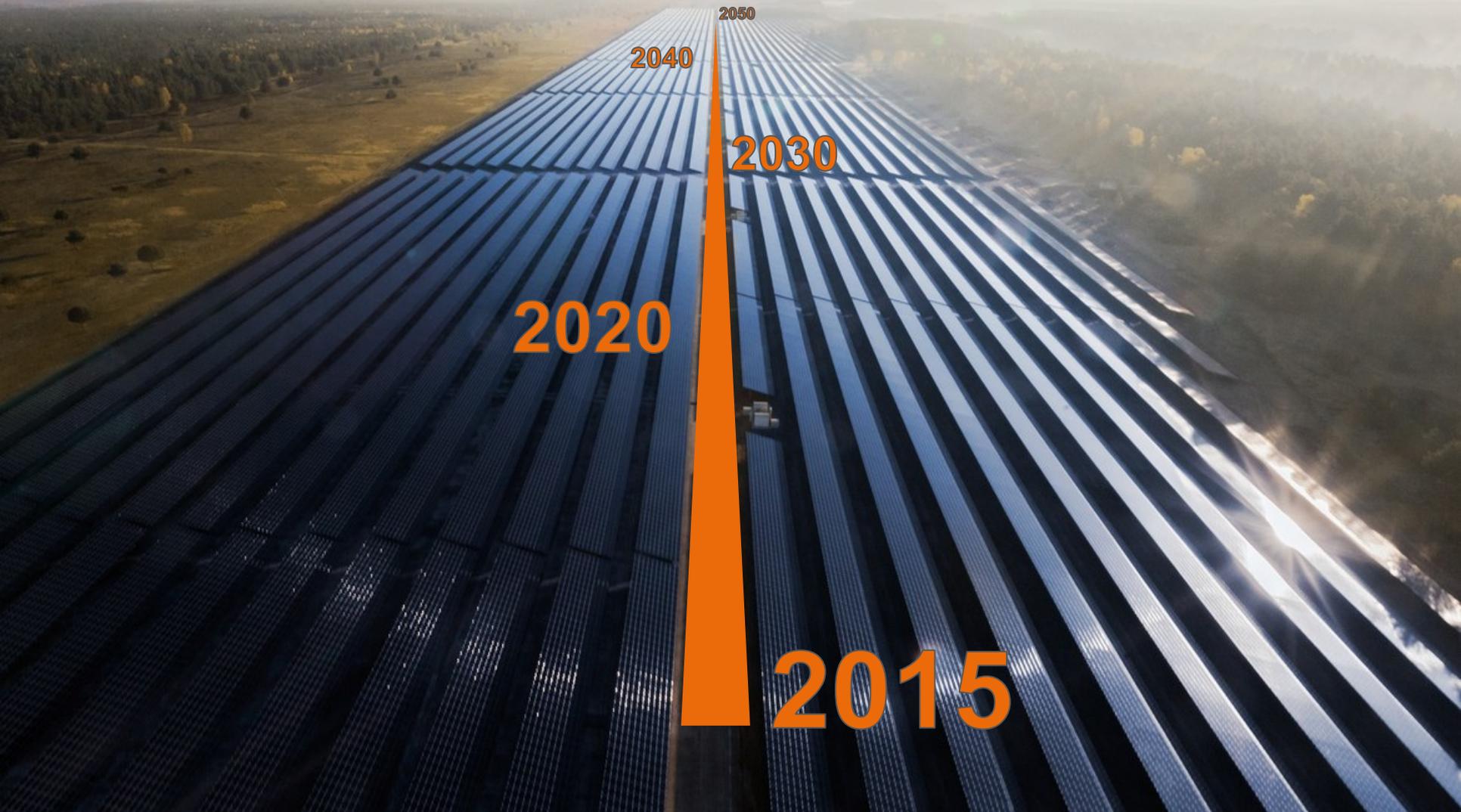
Fraunhofer Institut für Solare
Energiesysteme ISE

Vortrag bei Agora Energiewende

02.06.2015

www.ise.fraunhofer.de

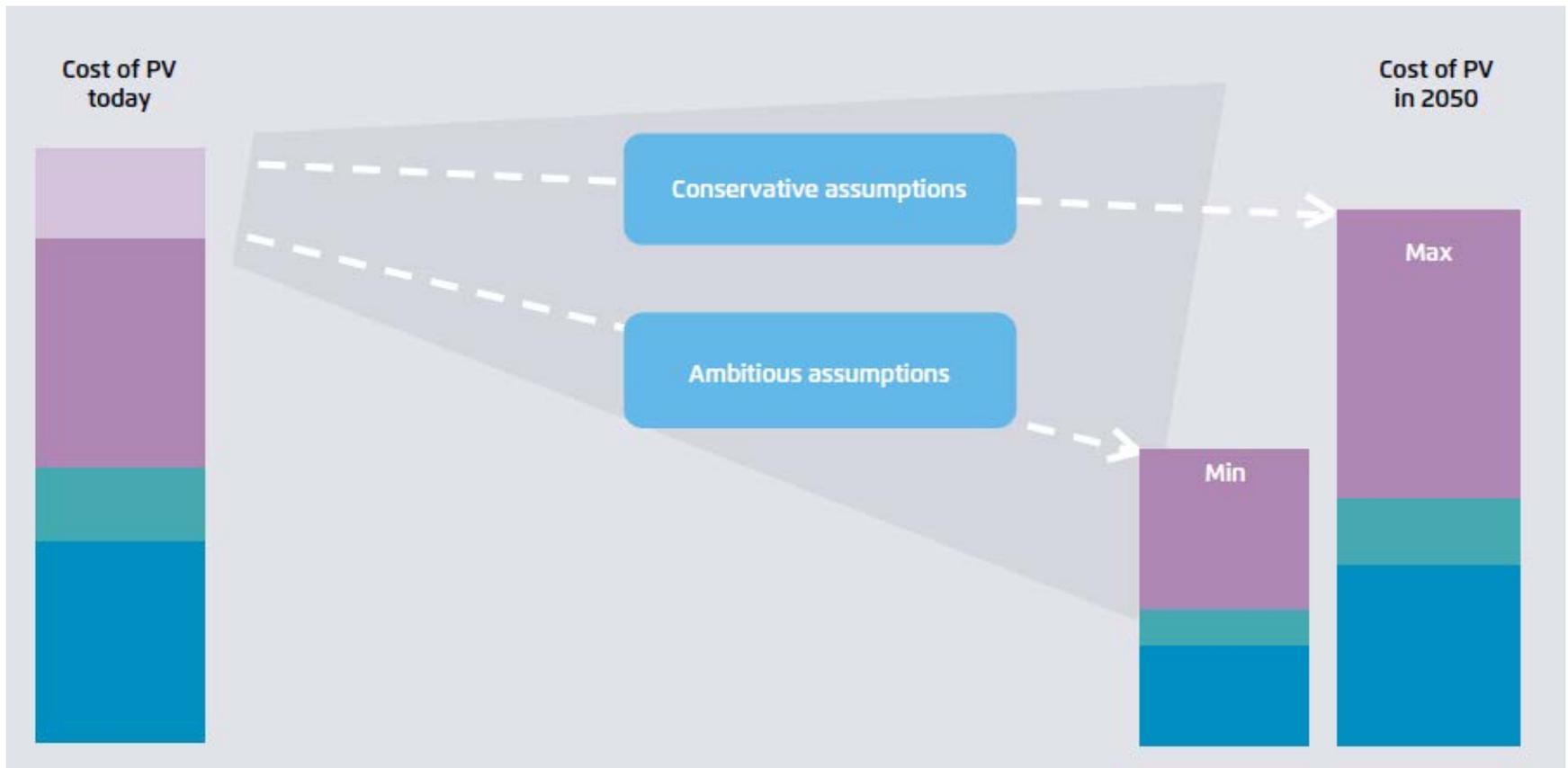
Zukünftige Kosten der Photovoltaik in 2050



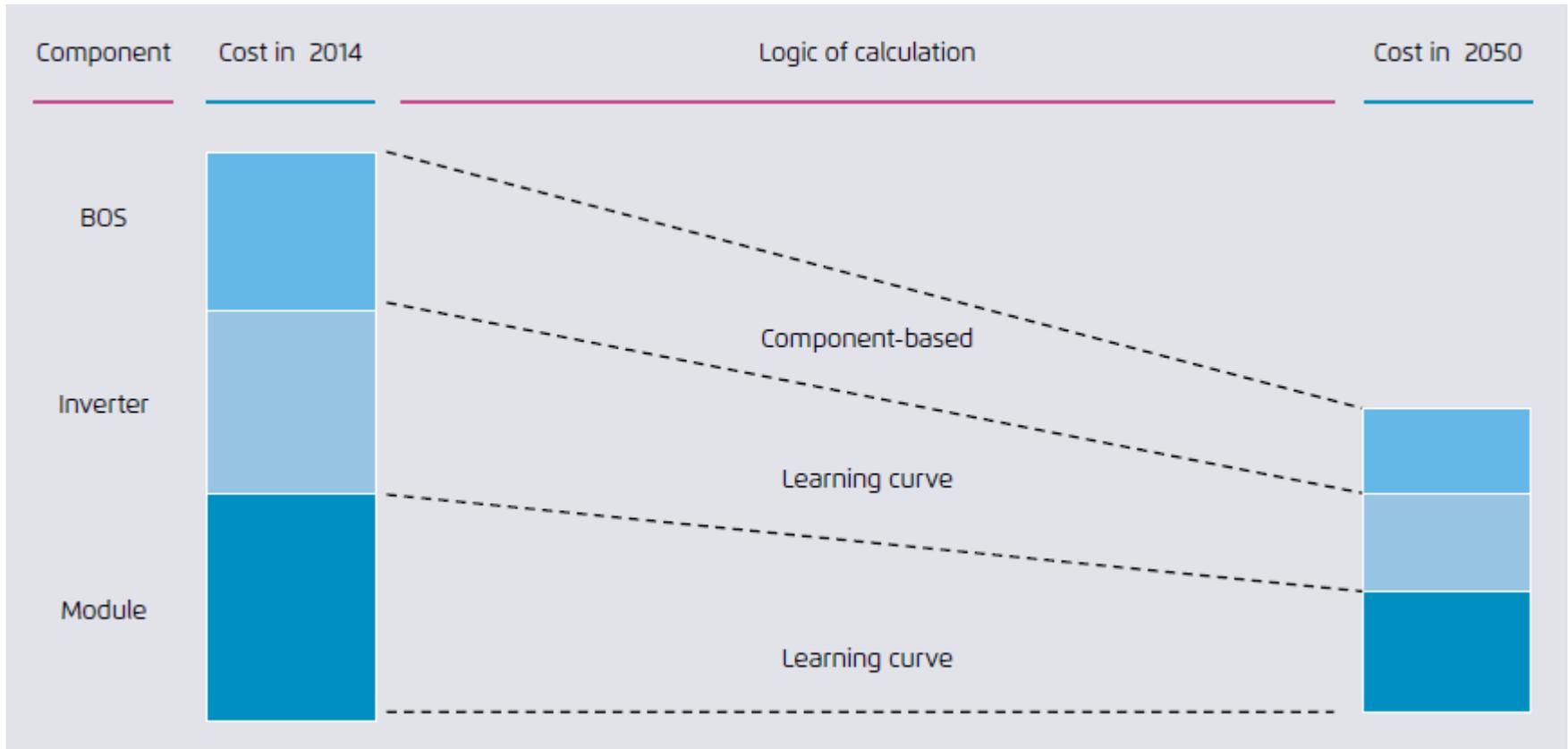
1. Ziele, Methodik und Fokus der Studie

Ziel: Bandbreite an Kostenszenarien für die PV bis 2050

Diskussion der Rolle der PV im globalen Energiemix

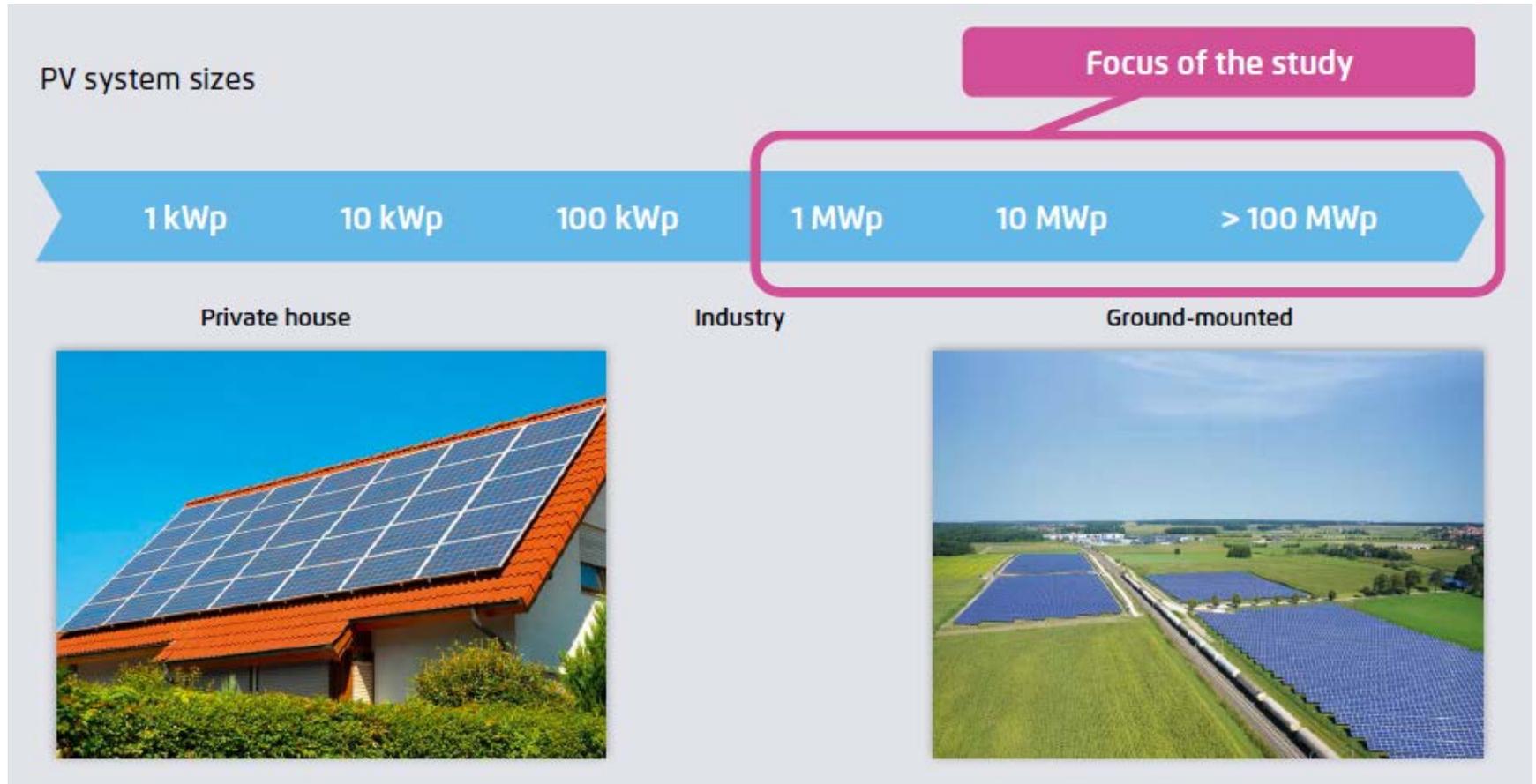


Methodik



Fokus der Studie (I)

Freiflächenanlagen ab 1 MW Leistung



Fokus der Studie (II)

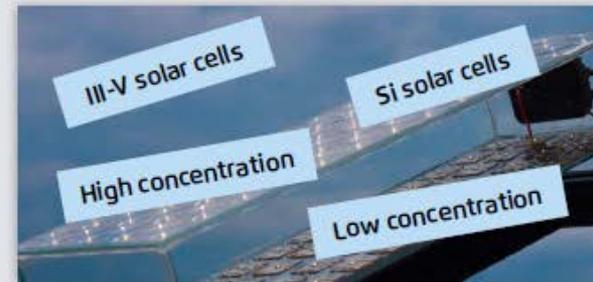
Siliziumbasierte Technologien

Focus of the study

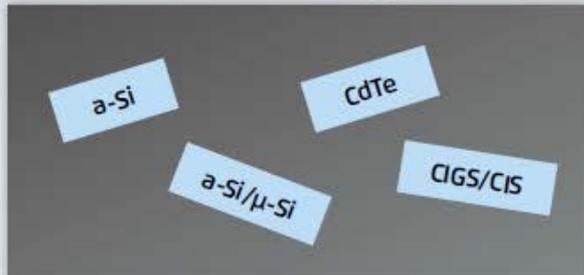
Crystalline silicon technologies



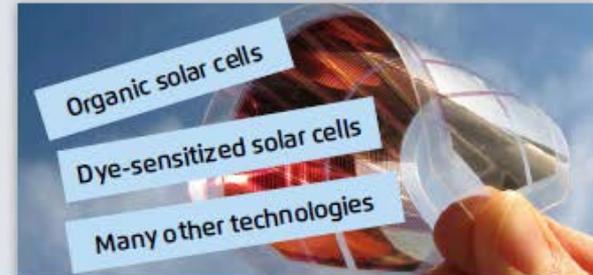
Concentrating Photovoltaics



Thin-film technologies



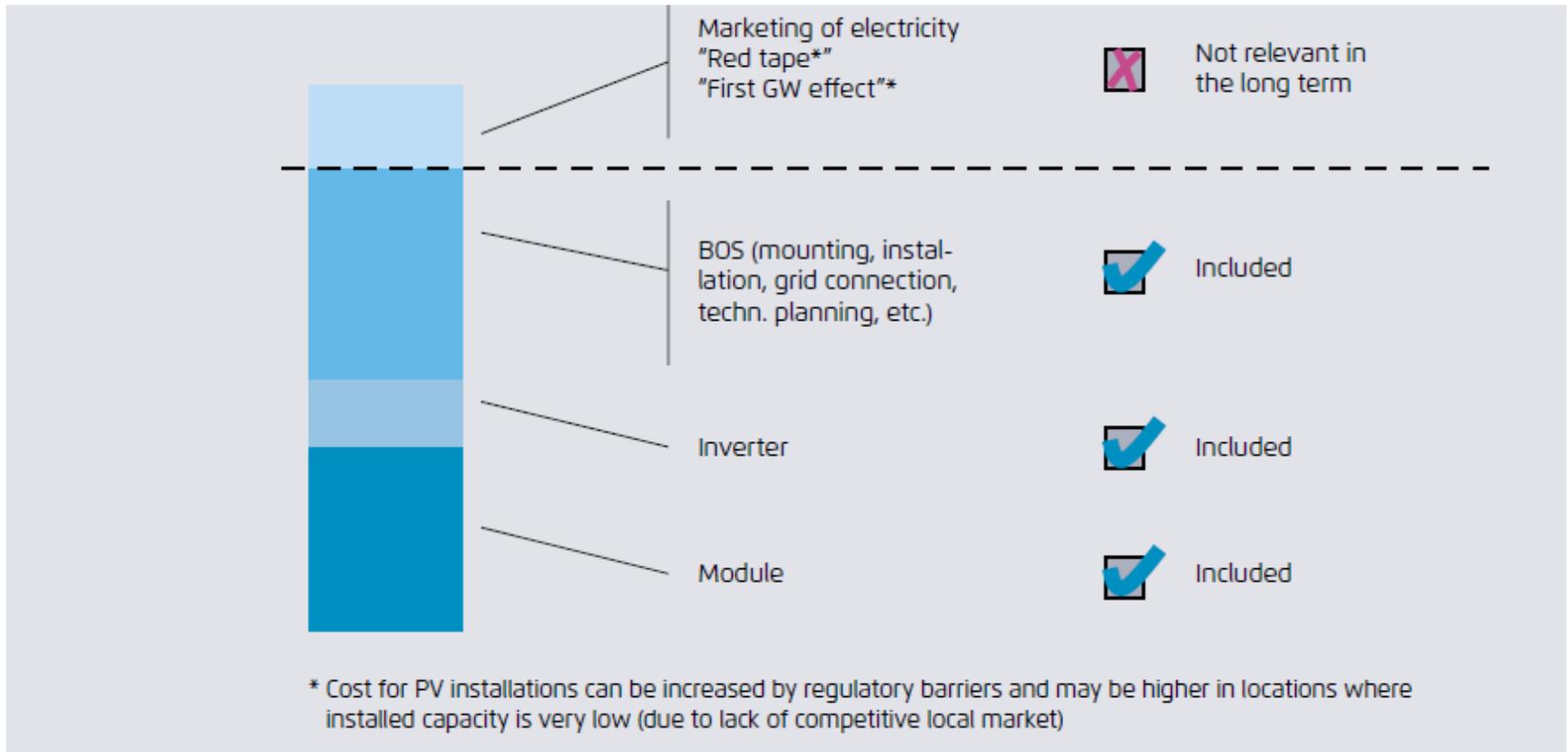
Other technologies



Classification according to: EPIA, Solar Generation 6, 2011

Fokus Kostenbestandteile

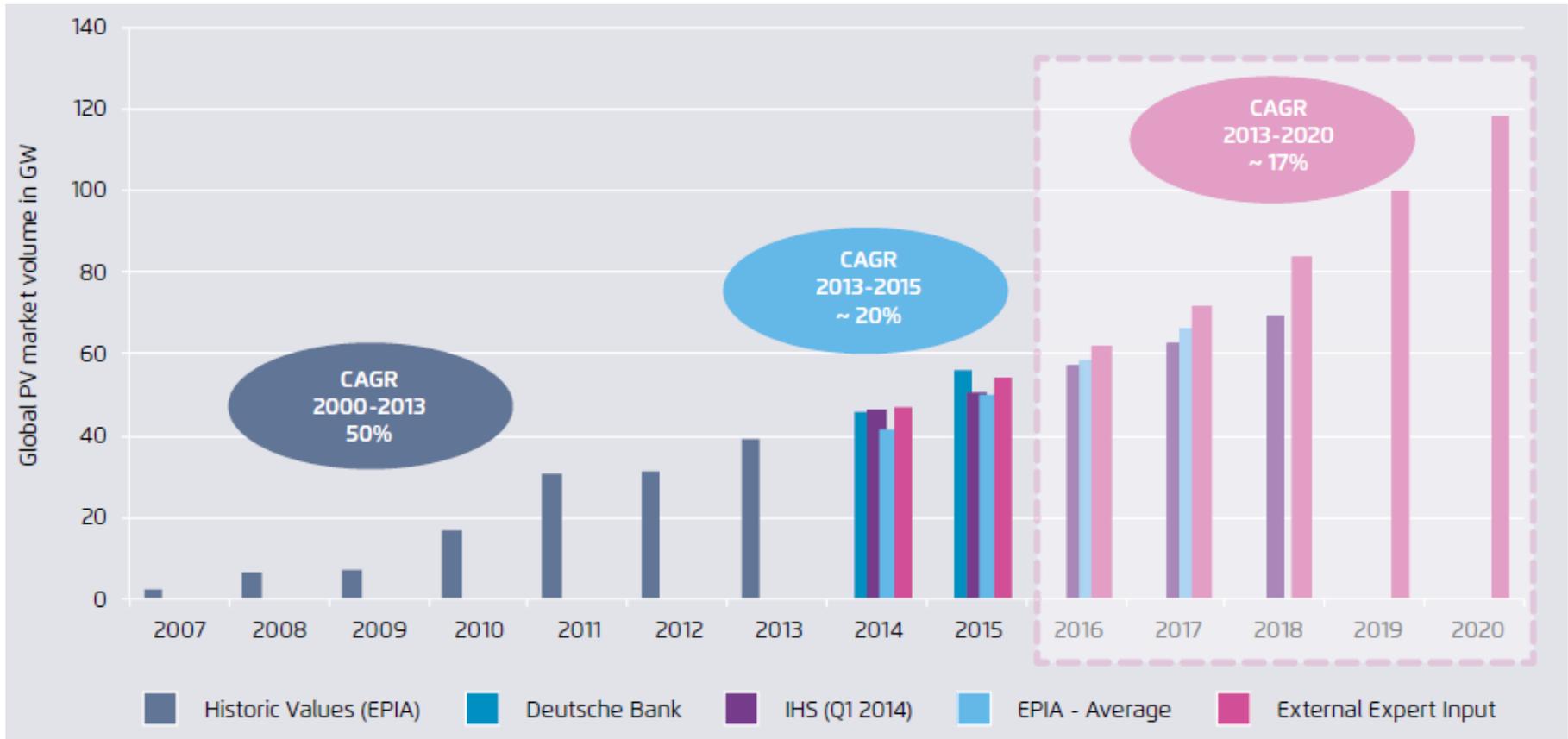
Zusatzkosten für „First GW“ und „Red Tape“ können langfristig vernachlässigt werden



2. Marktszenarien

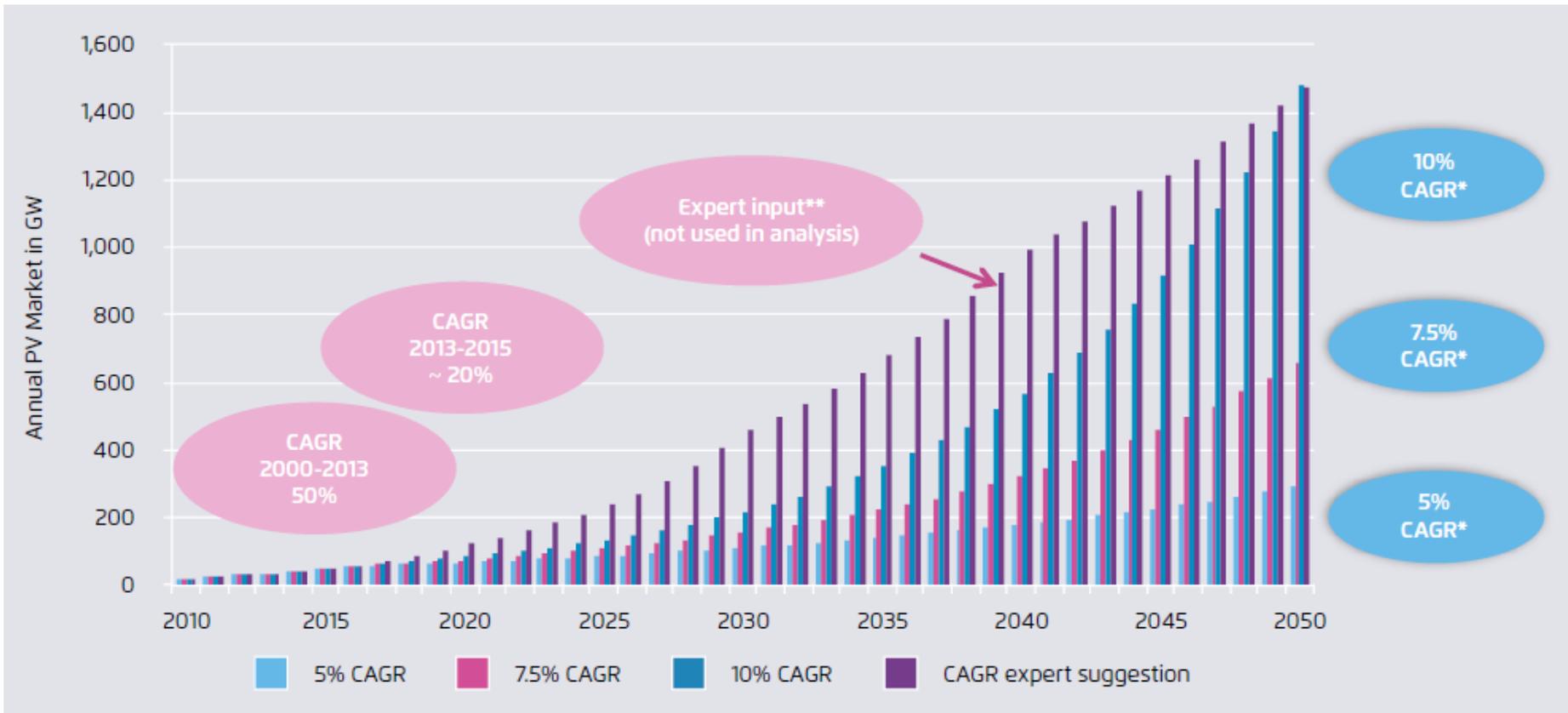
PV-Marktszenarien

Kurzfristprognosen für den PV-Markt



PV-Marktszenarien

Szenarien mit CAGR-Ansatz (Bottom-Up)

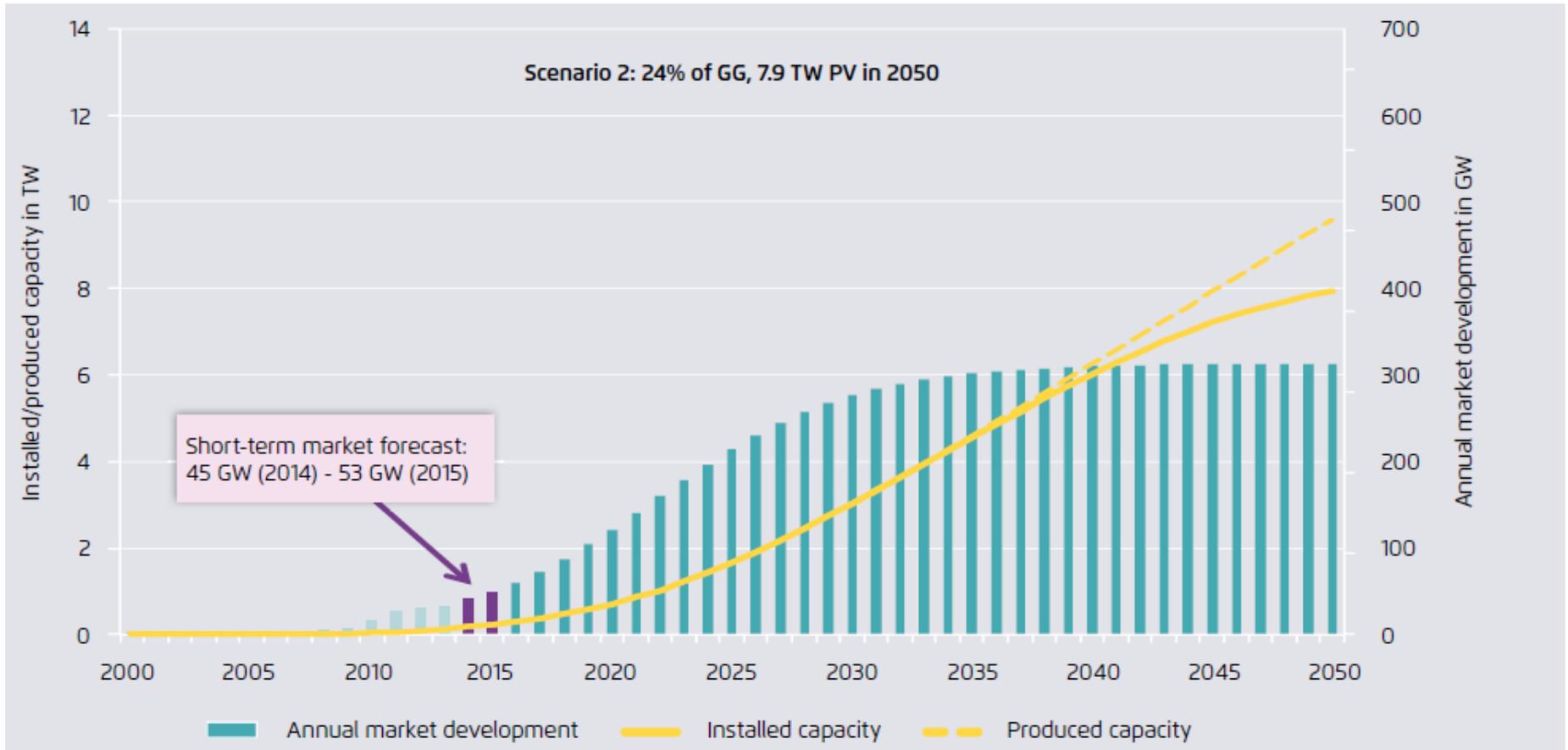


Own illustration

* CAGR = Compound Annual Growth Rate; ** Suggested market growth by year: 2014-2020: ~20%; 2020-2030: 14%; 2030-2040: 8%; 2040-2050: 4%; Considered by applying the S-curve approach to all scenarios

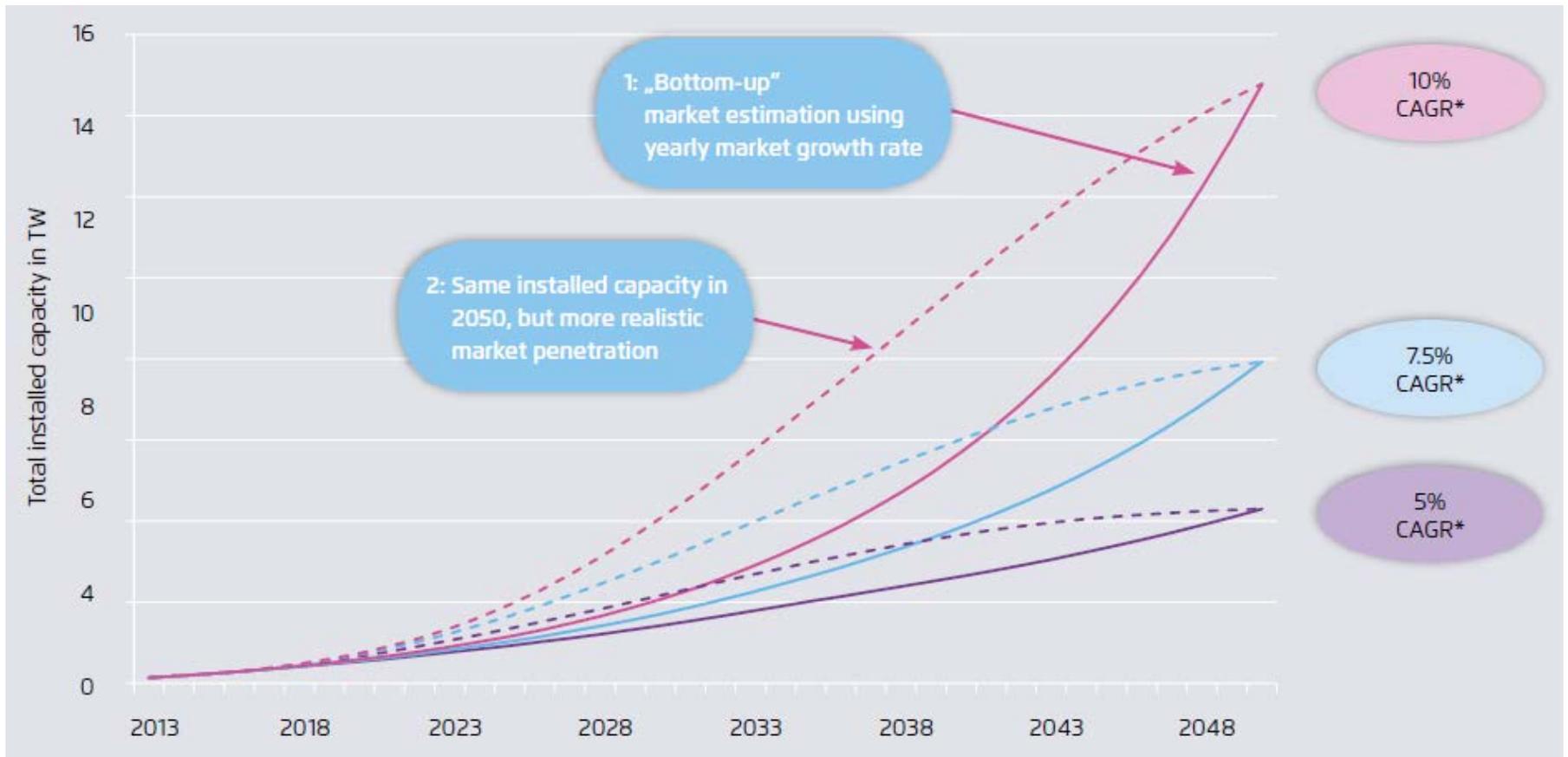
PV-Marktszenarien

Szenarien mit S-Kurven-Ansatz



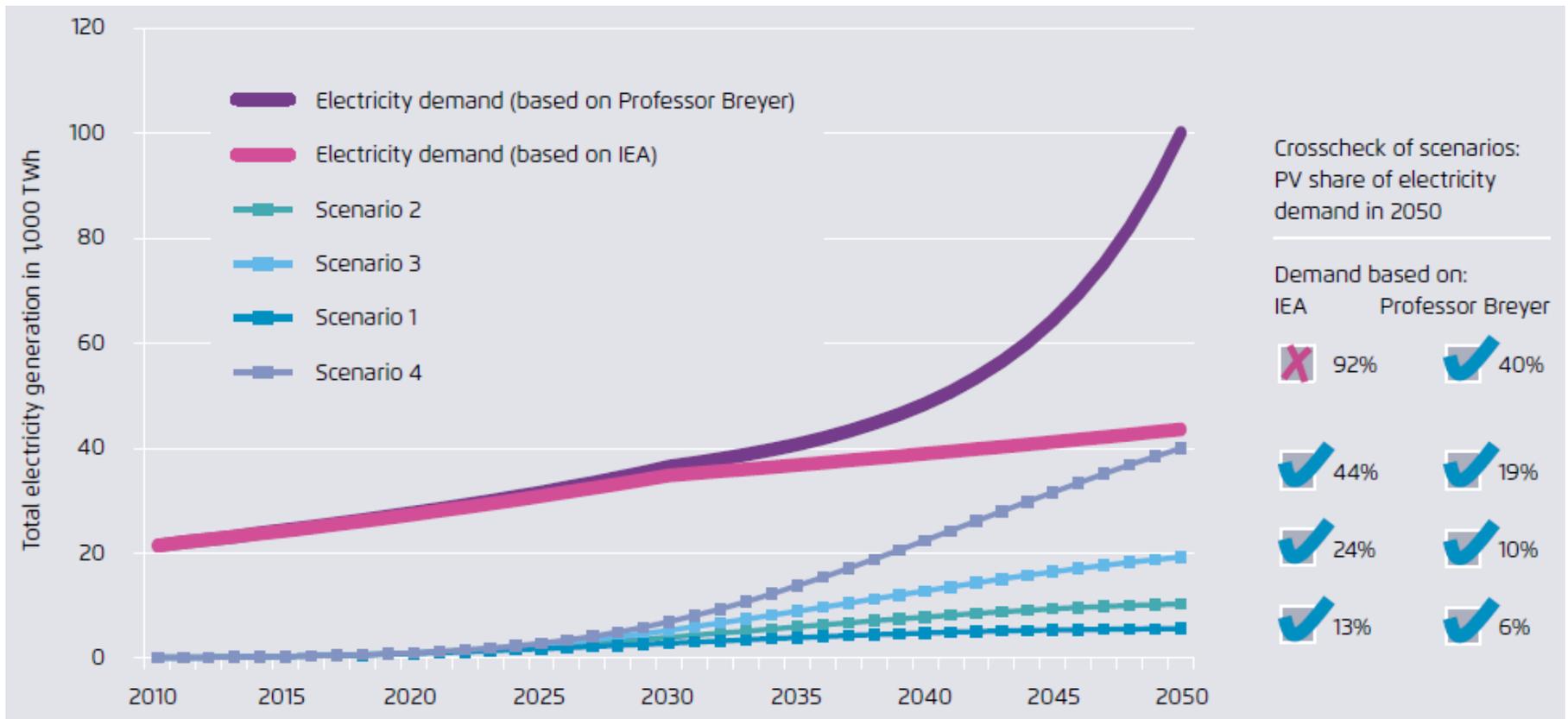
PV-Marktszenarien

Szenarien mit S-Kurven-Ansatz



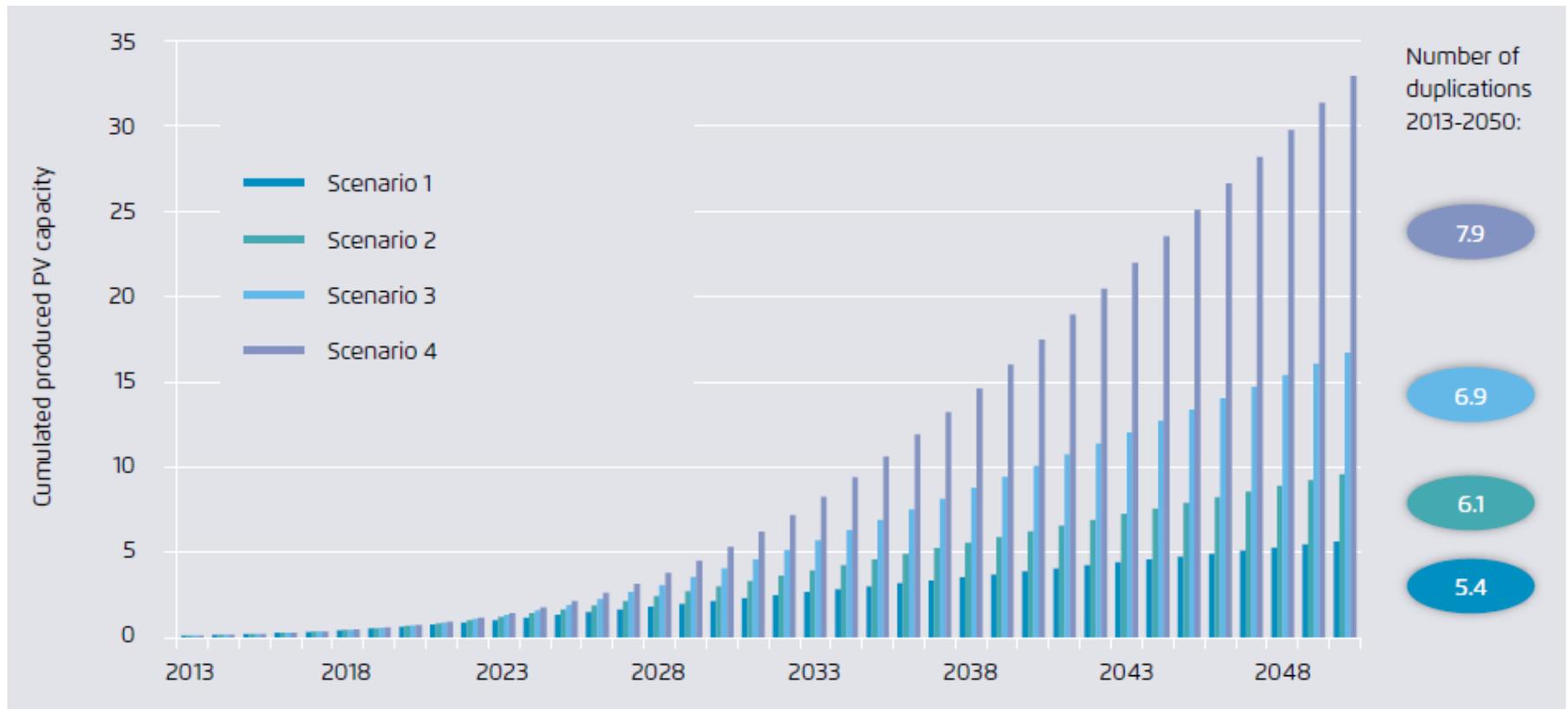
PV-Marktszenarien

PV-Anteil an der globalen Stromerzeugung (top down)



PV-Marktszenarien

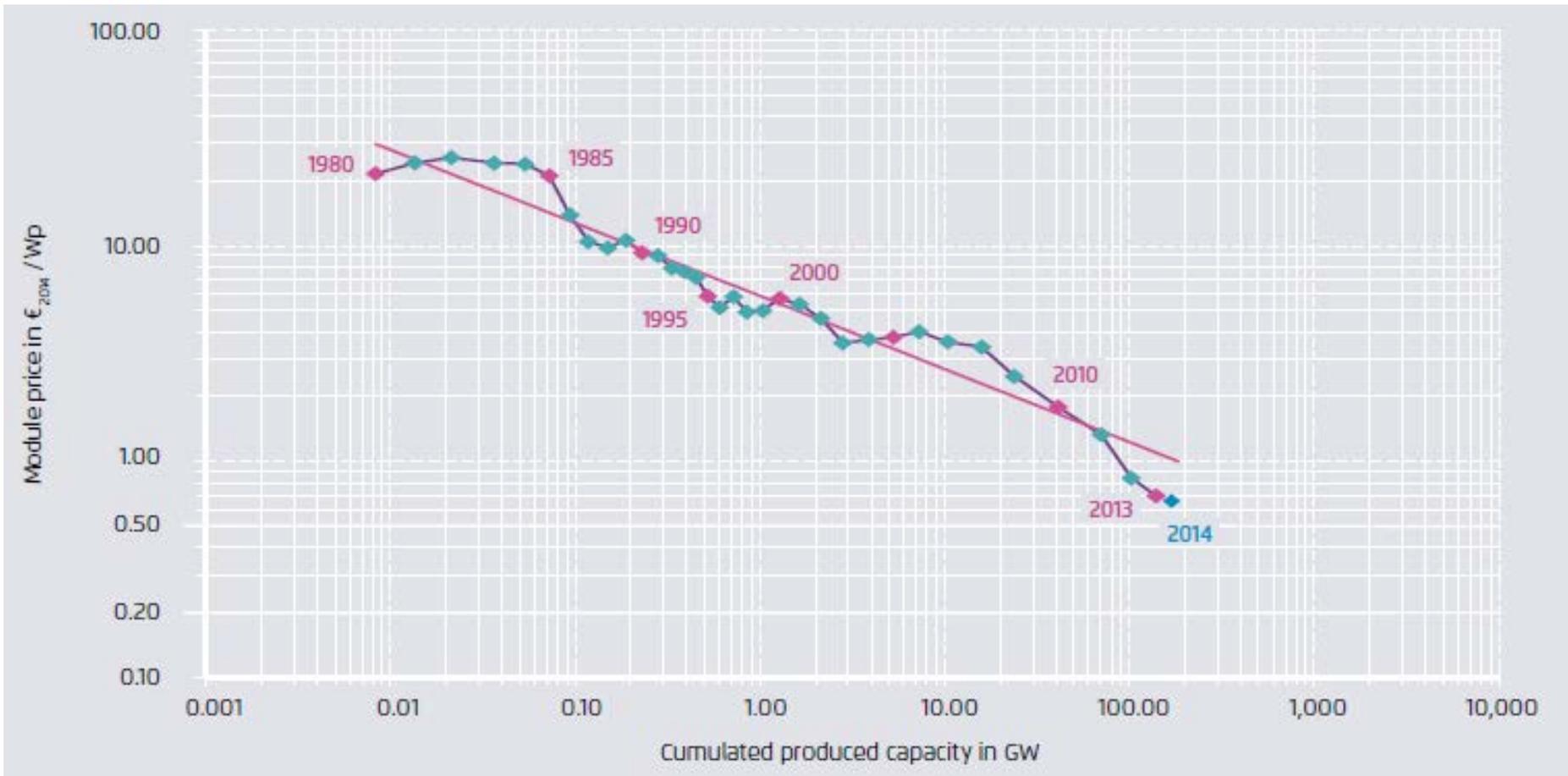
Verdopplungen der kumulierten Leistung bis 2050



3. Kosten und Wirkungsgrade von Solarmodulen

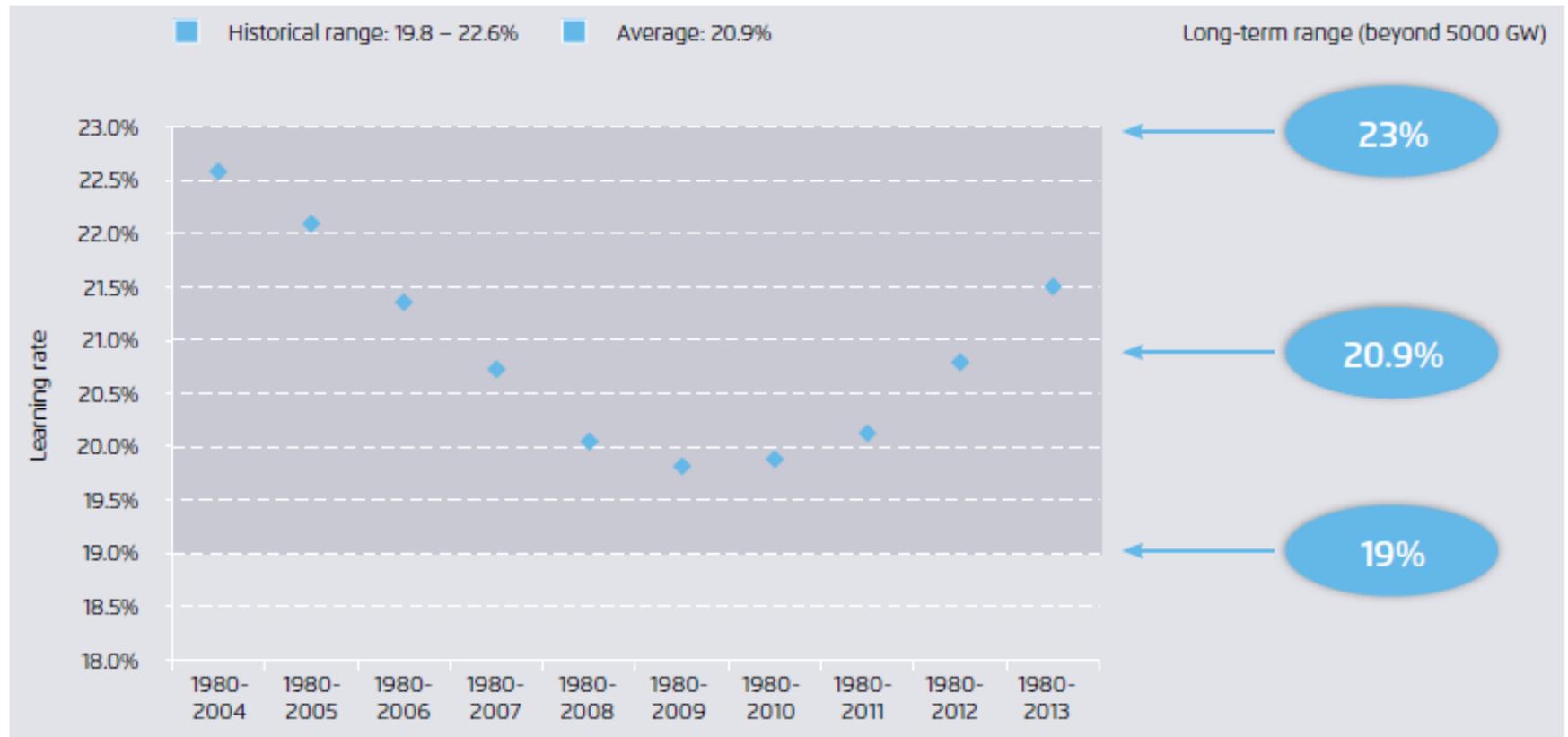
Preis-Erfahrungskurve von PV Modulen

Preis über kumulierter Kapazität in GW



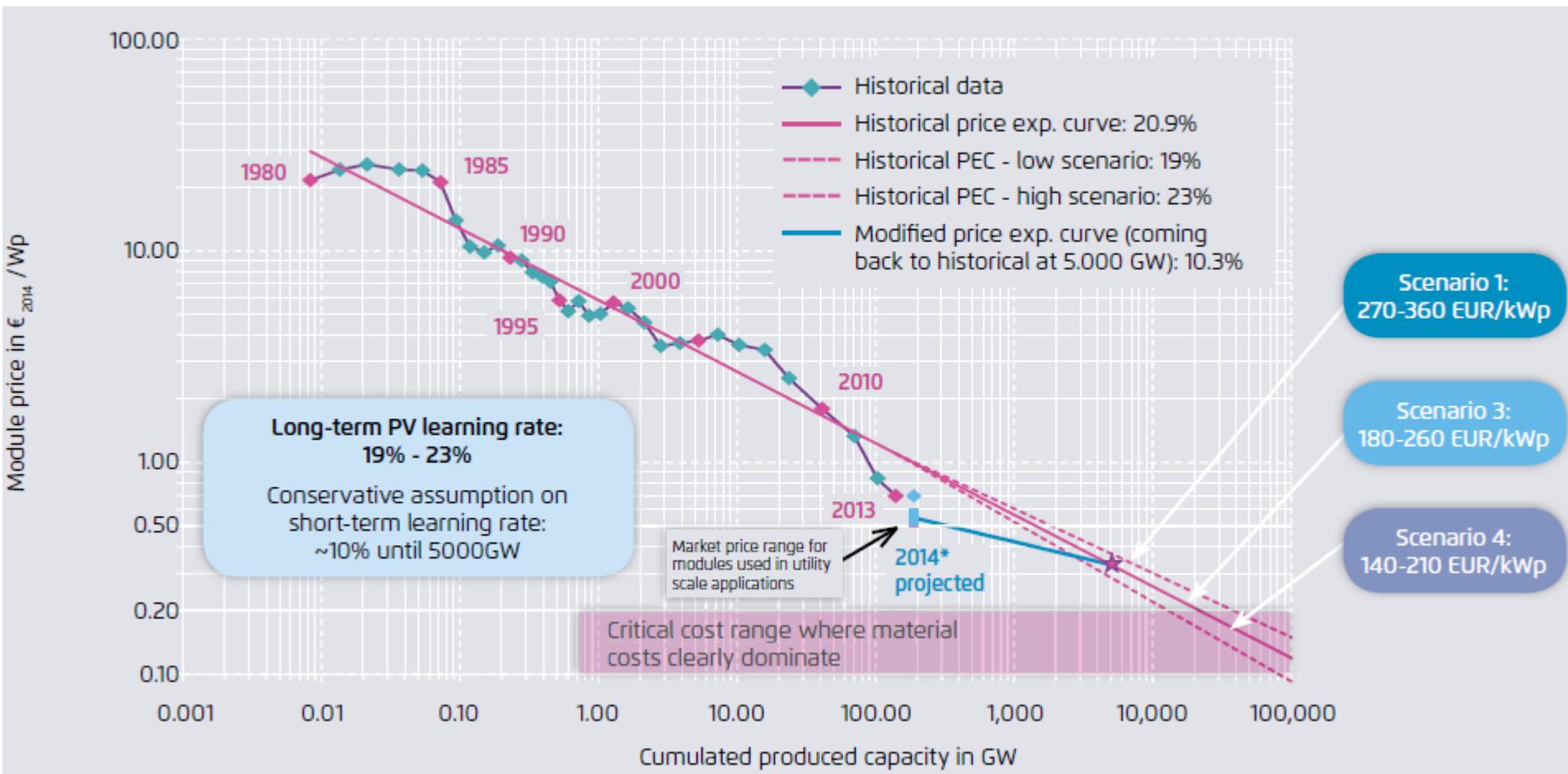
Preis-Erfahrungskurve von PV Modulen

Variation der Lernrate



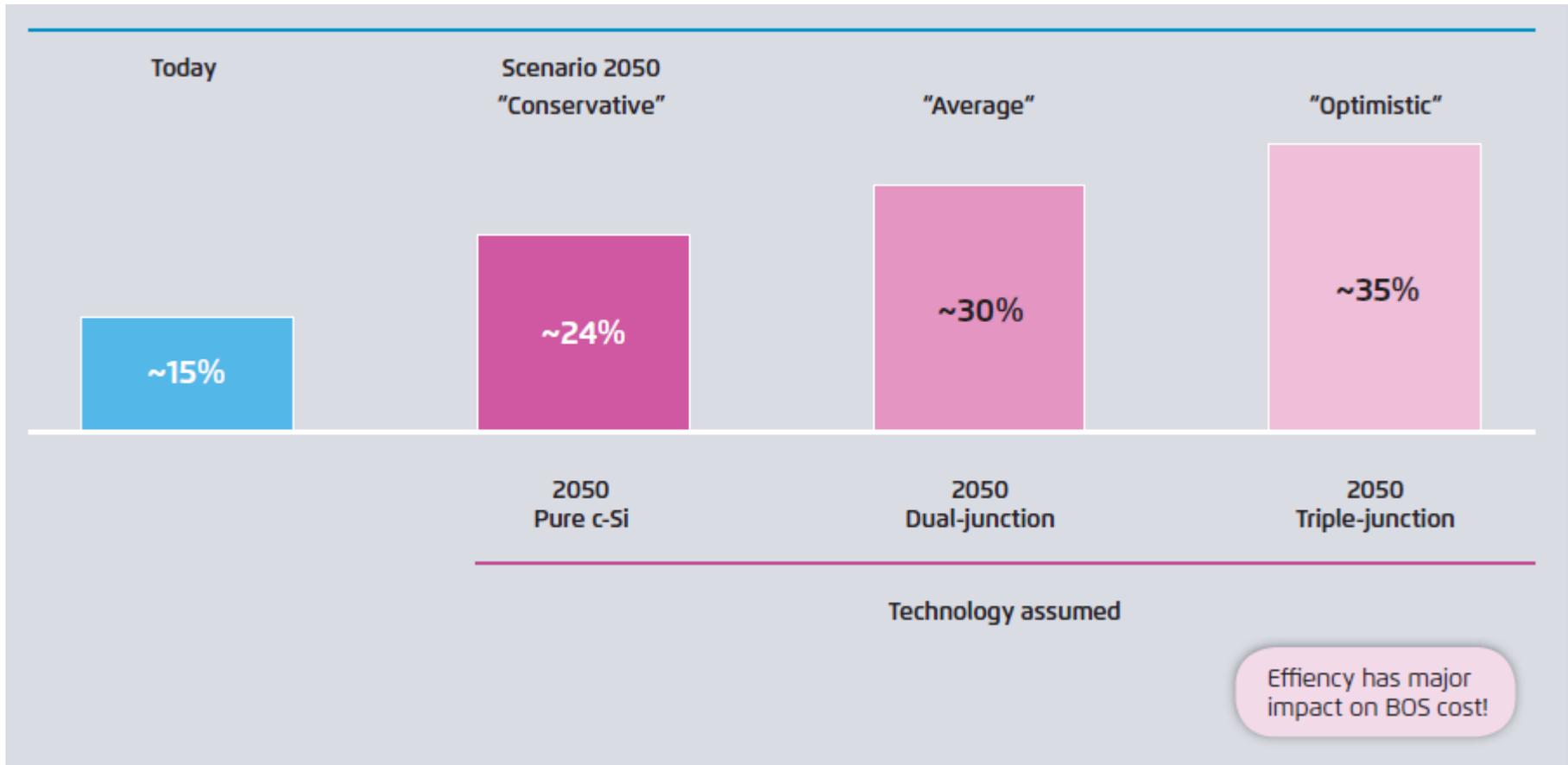
Preis-Erfahrungskurve von PV Modulen

Preis über kumulierter Kapazität in GW



Szenarien für Wirkungsgrad von Solarmodulen in 2050

Single oder multi-junction Technologien?



4. Kosten von Systemkomponenten (BOS)

Entwicklung der PV-Wechselrichter

Große Fortschritte bei Leistungsdichte und Kosten

30 kW von 2004
370 kg -> 12 kg/kW



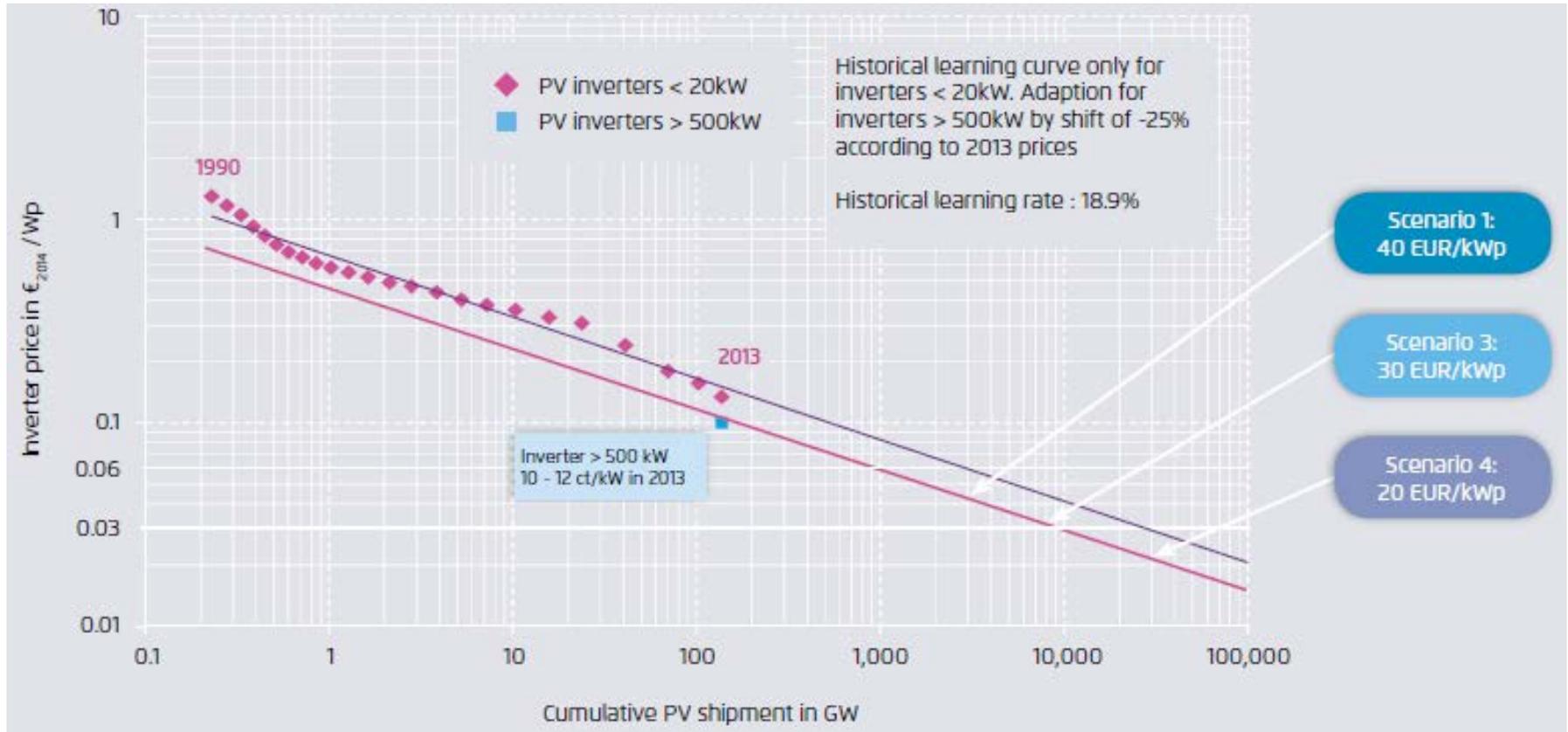
30 kW von 2008
155 kg -> 5 kg/kW



20 kW von 2014
40 kg -> 2 kg/kW



Entwicklung der PV-Wechselrichter Lernkurve



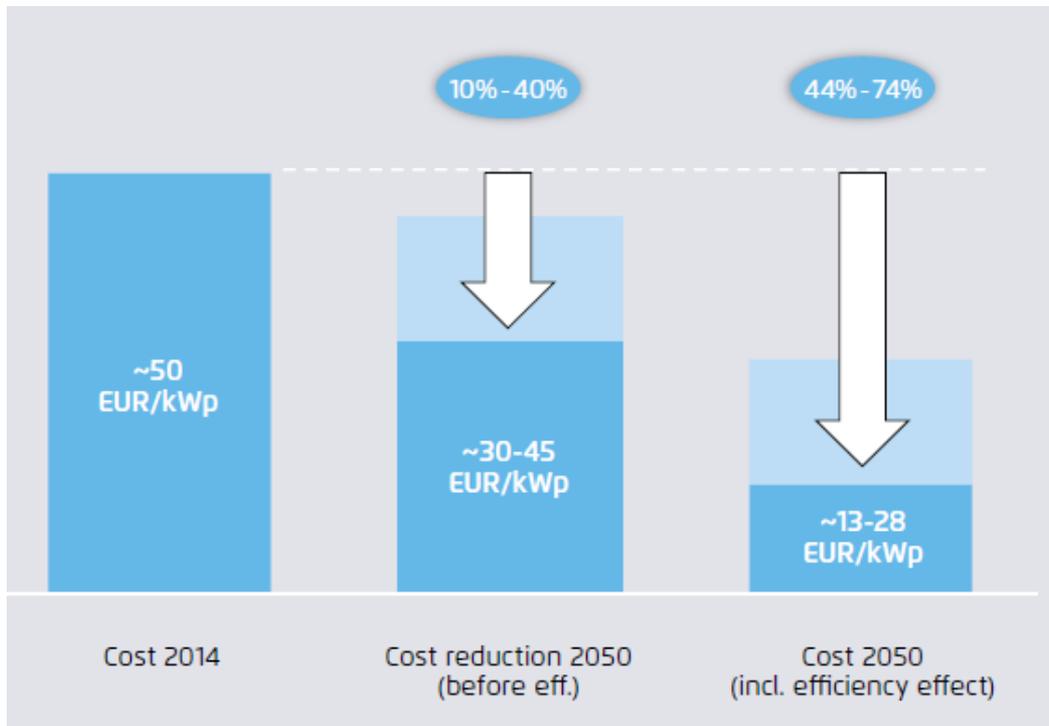
Kostenszenarien für BOS-Komponenten

Treiber für mögliche Kostenreduktion

BOS cost component	Key drivers for cost reduction			
	Module efficiency	System size	DC-voltage increase	Other
Installation	X			X
Mounting structure	X			X
DC cabling	(X)		X	X
Grid connection		X		
Infrastructure	(X)			
Planning & documentation	(X)	X		
Transformer			X	

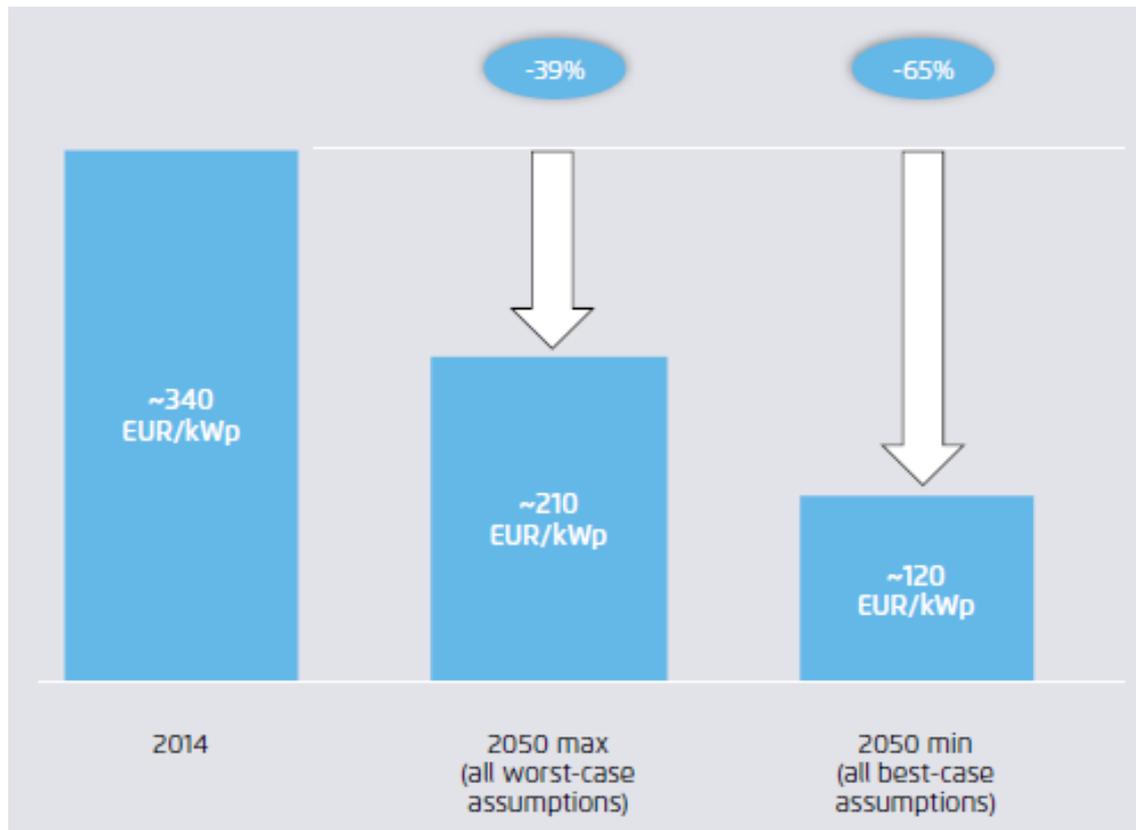
Kostenszenarien für BOS-Komponenten

Beispiel: Installation



Kostenszenarien für BOS-Komponenten

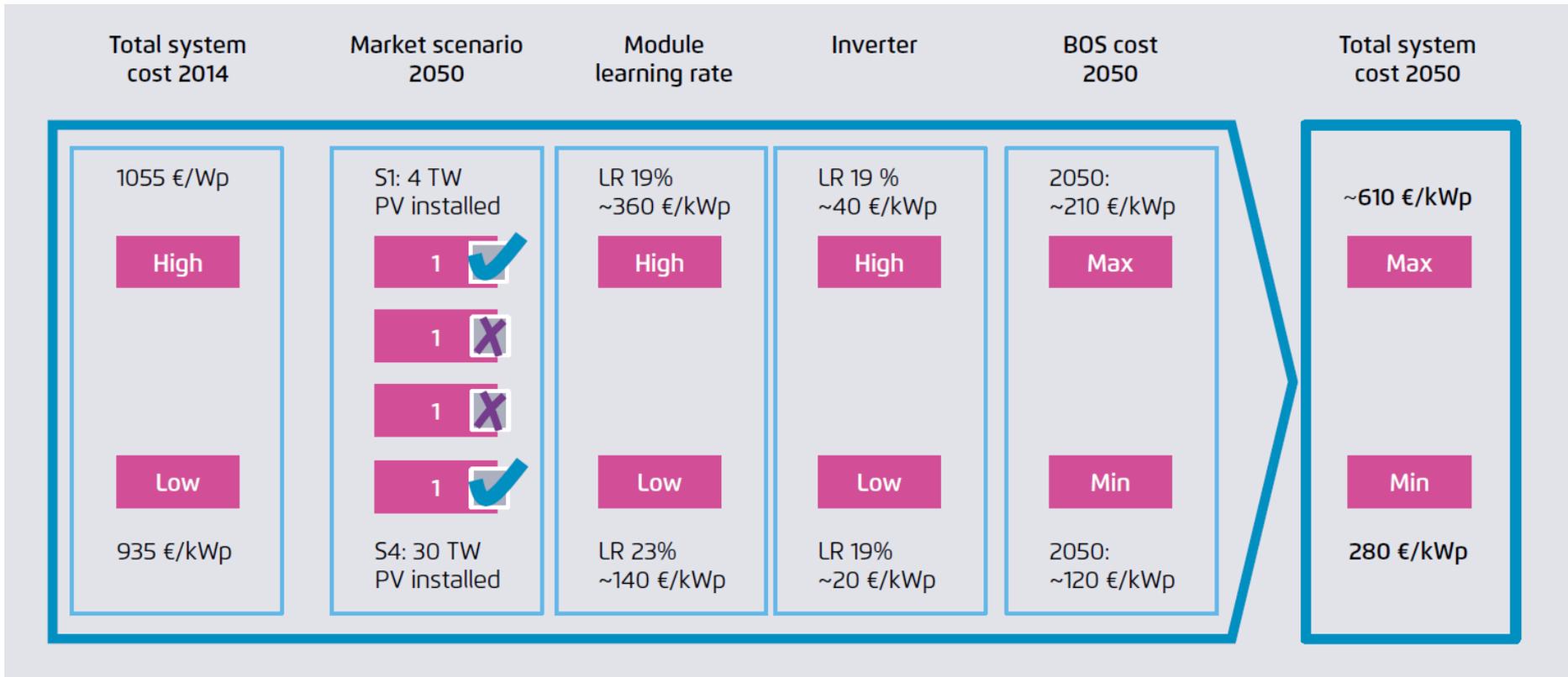
Zusammenfassung der Kostensenkungspotentiale



5. Systempreise und Stromgestehungskosten

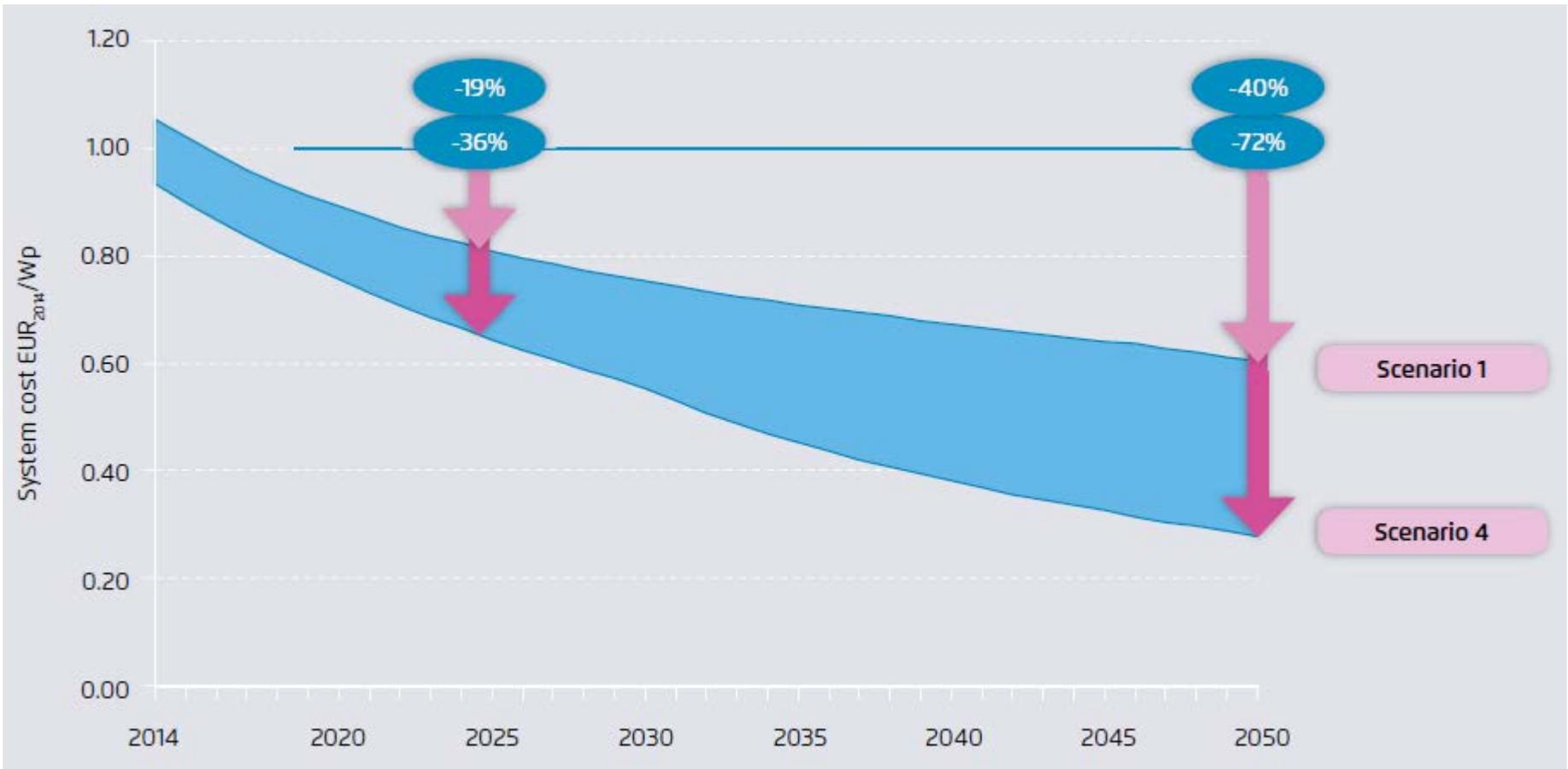
Entwicklung der PV-Systemkosten

Bandbreite 0.28 - 0.61 €₂₀₁₄/Wp in 2050



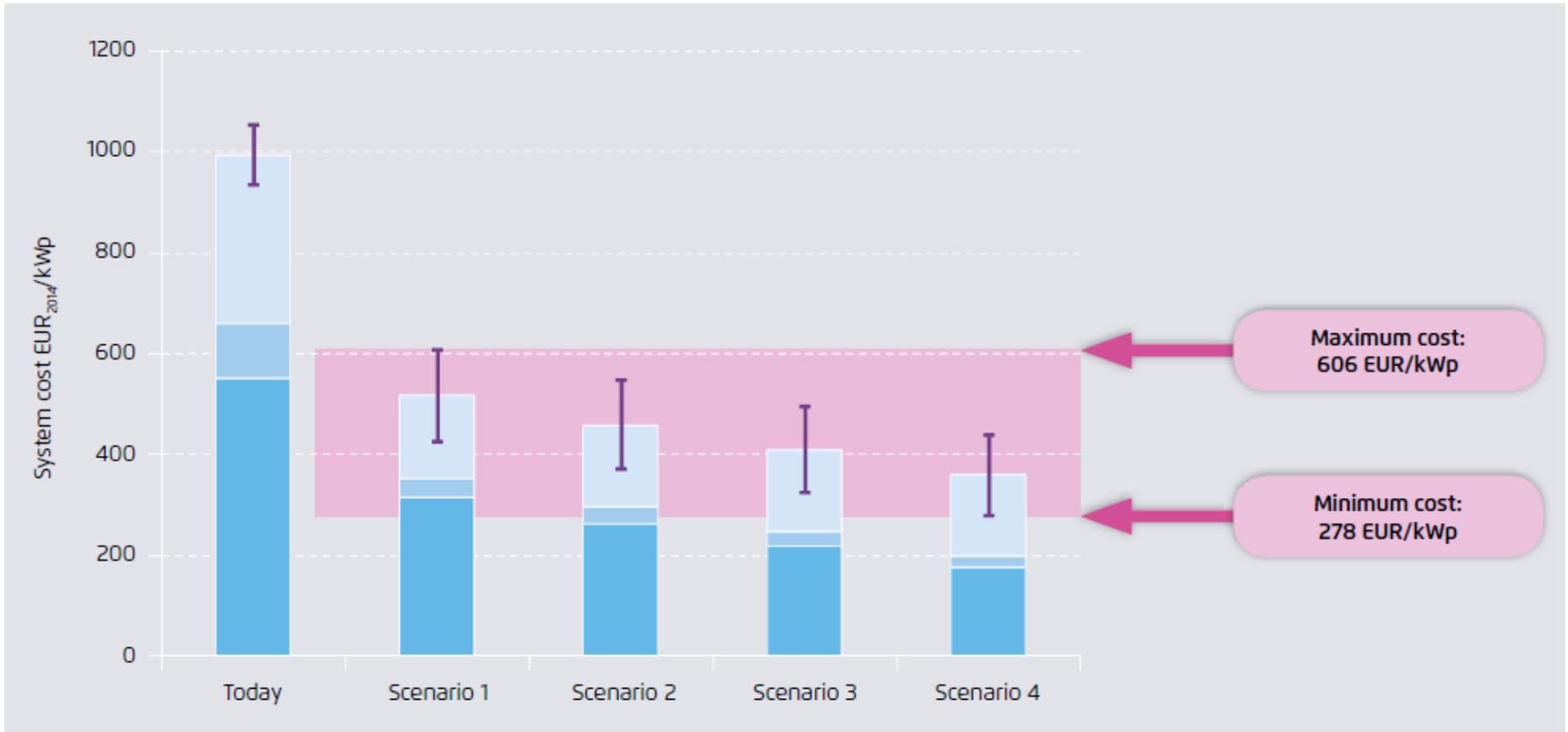
Entwicklung der PV-Systemkosten

Bandbreite 0.28 - 0.61 €₂₀₁₄/Wp in 2050



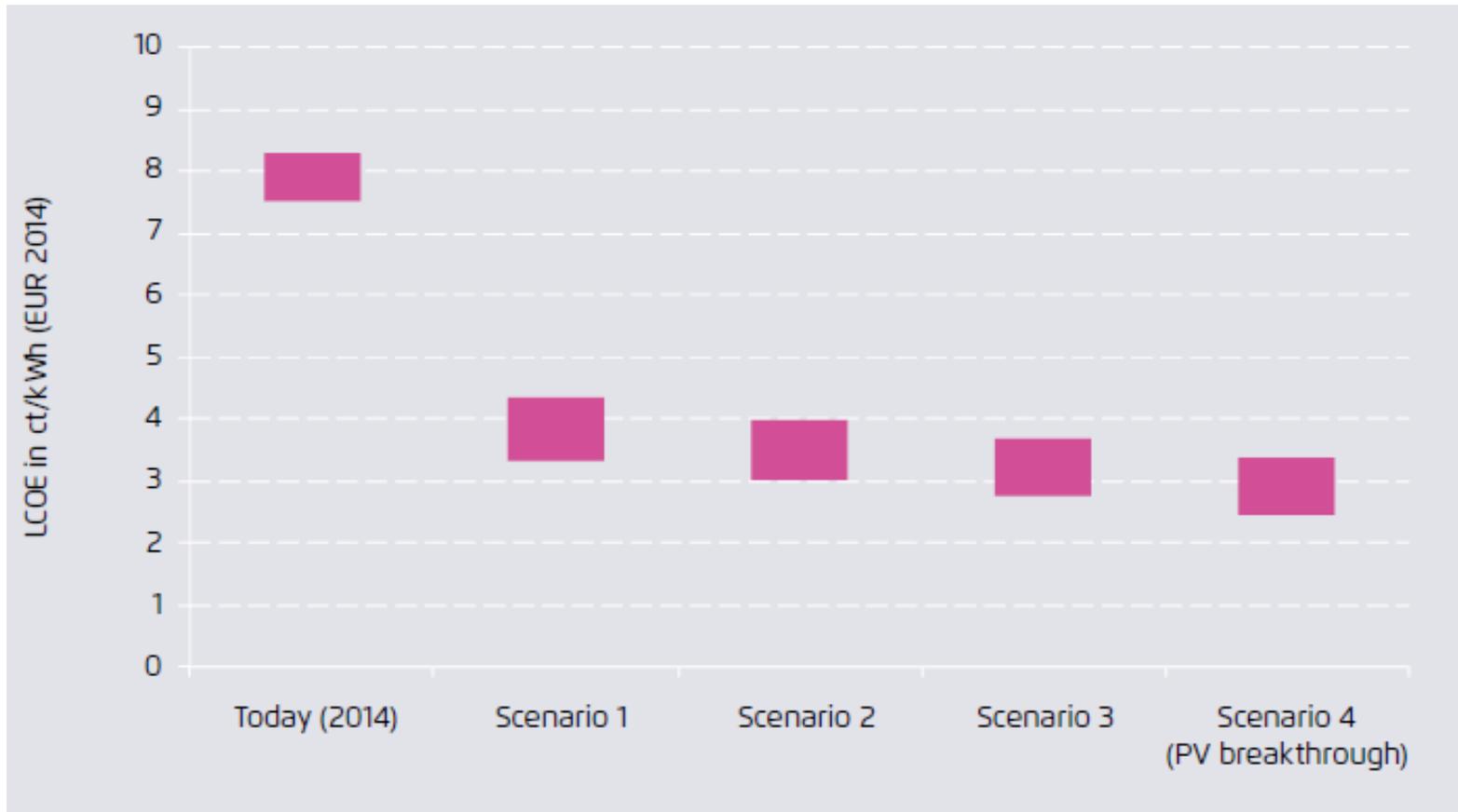
Entwicklung der PV-Systemkosten

Bandbreite 0.28 - 0.61 €₂₀₁₄/Wp in 2050



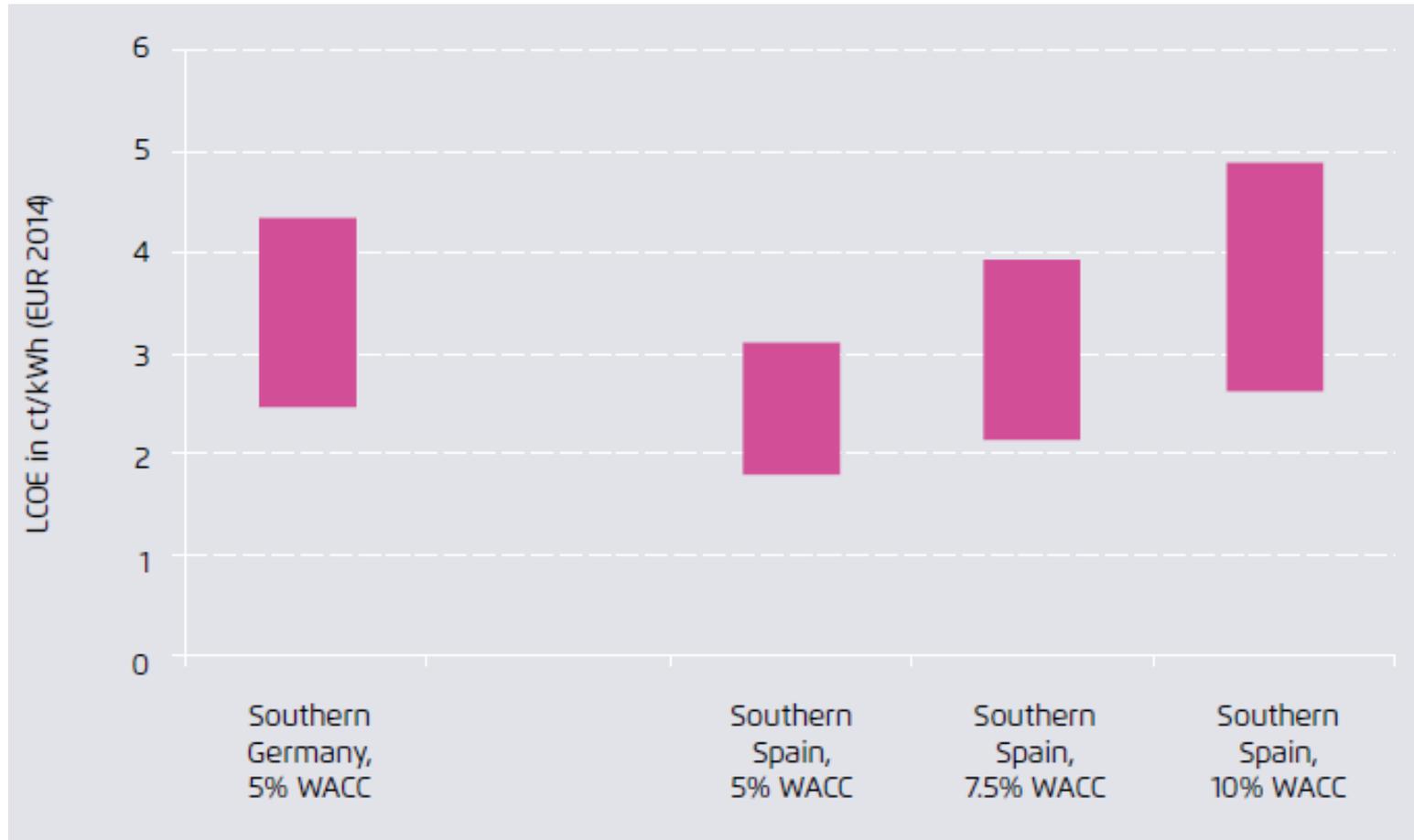
PV Stromgestehungskosten in 2050

Süddeutschland



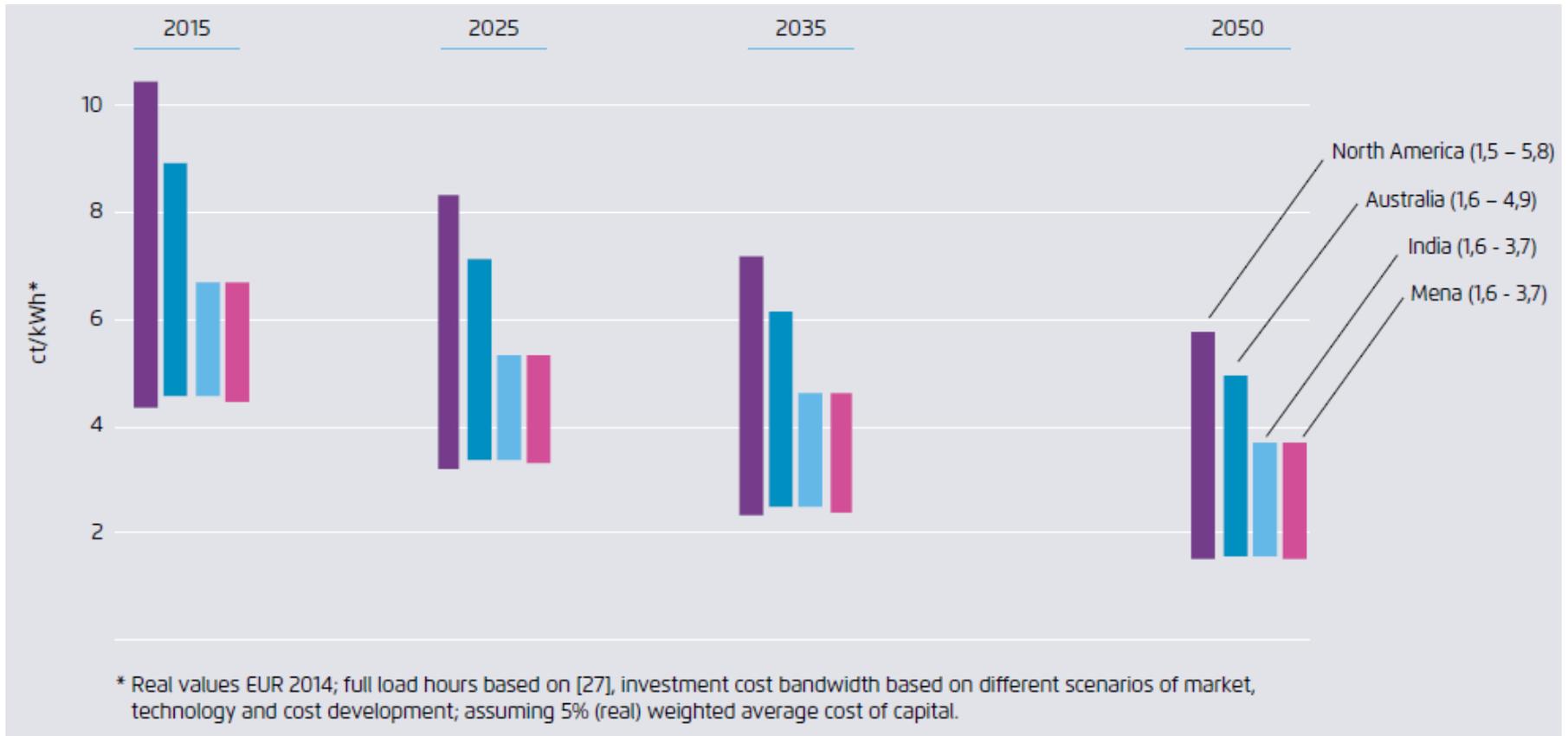
PV Stromgestehungskosten in 2050

Sensitivität der Kapitalkosten



PV Stromgestehungskosten in 2050

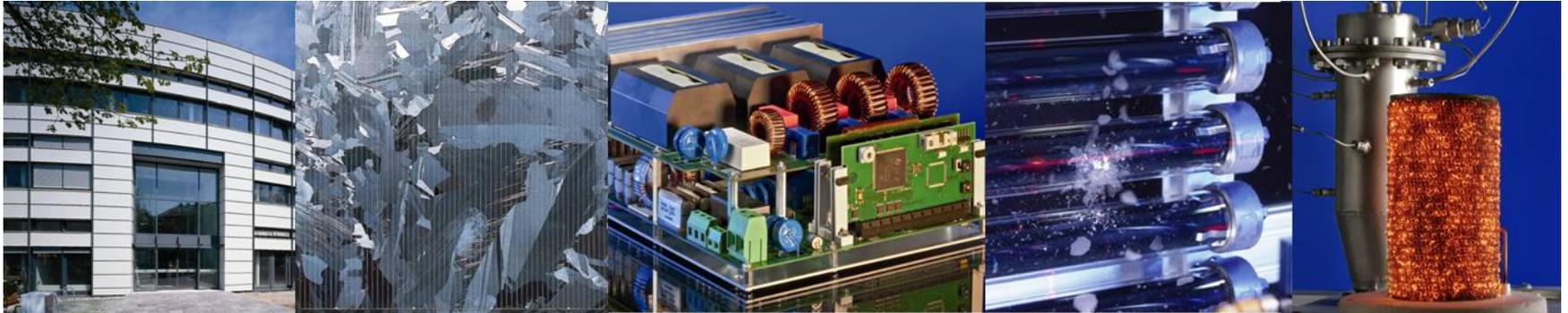
Regionenvergleich



Zusammenfassung

- PV gehört bereits heute zu den kostengünstigen erneuerbaren Energien und bietet noch erhebliche Kostensenkungspotentiale
- Photovoltaik wird in vielen Regionen die kostengünstigste Stromquelle
- Schlüsselrolle: Finanzierungsbedingungen und regulatorischen Rahmenbedingungen
- Die Rolle der PV in der zukünftigen Energieversorgung wird in vielen Szenarien massiv unterschätzt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE

Dipl.-Phys. oec. Johannes Mayer

johannes.nikolaus.mayer@ise.fraunhofer.de

www.ise.fraunhofer.de