



WACKER POLYSILICON

STATUS UND POTENTIAL DER PHOTOVOLTAIK

Ewald Schindlbeck, Oktober 2012

CREATING TOMORROW'S SOLUTIONS

INHALTE

- Technologie der Photovoltaik
- Entwicklung und Potential der Photovoltaik
- Energiewende & Photovoltaik
- WACKER POLYSILICON

WELCHES IST DAS GRÖSSTE KRAFTWERK?

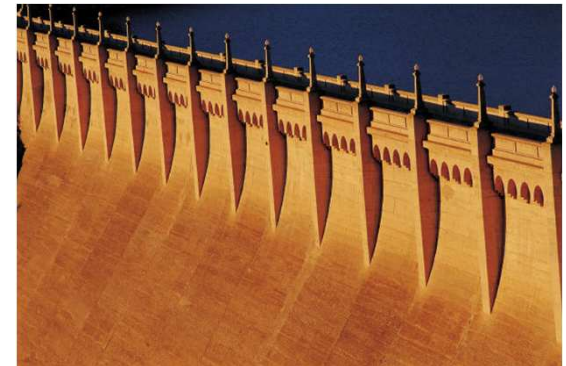
**Kohlekraftwerk
0,5-4 GW**



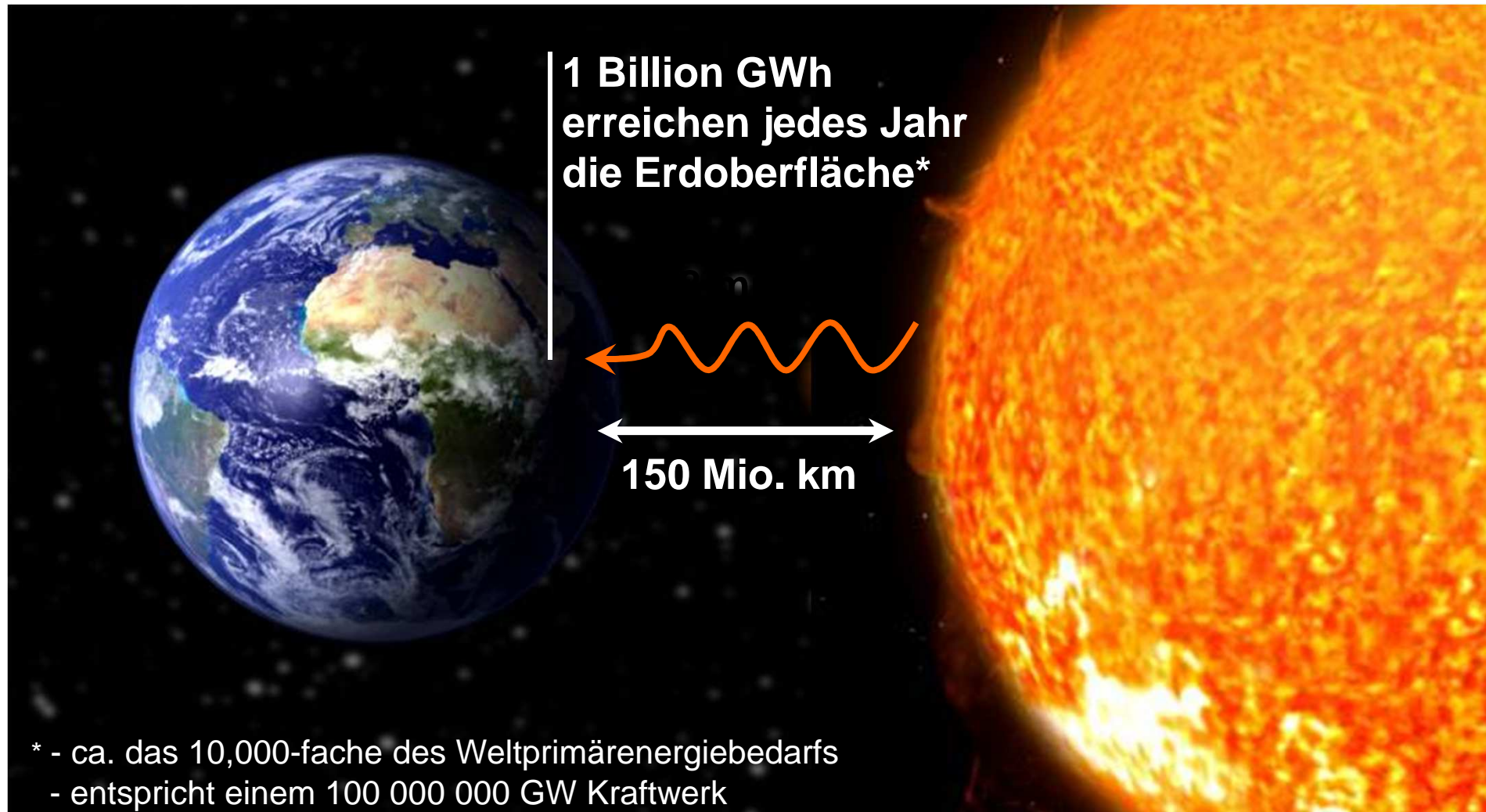
**Kernkraftwerk
2-10 GW**



**Wasserkraftwerk
2-20 GW**



DAS GRÖSSTE KRAFTWERK IST NUR 8 MINUTEN ENTFERNT



SILICIUM: DAS ZWEITHÄUFIGSTE ELEMENT IN DER ERDKRUSTE



Quarz (SiO_2)

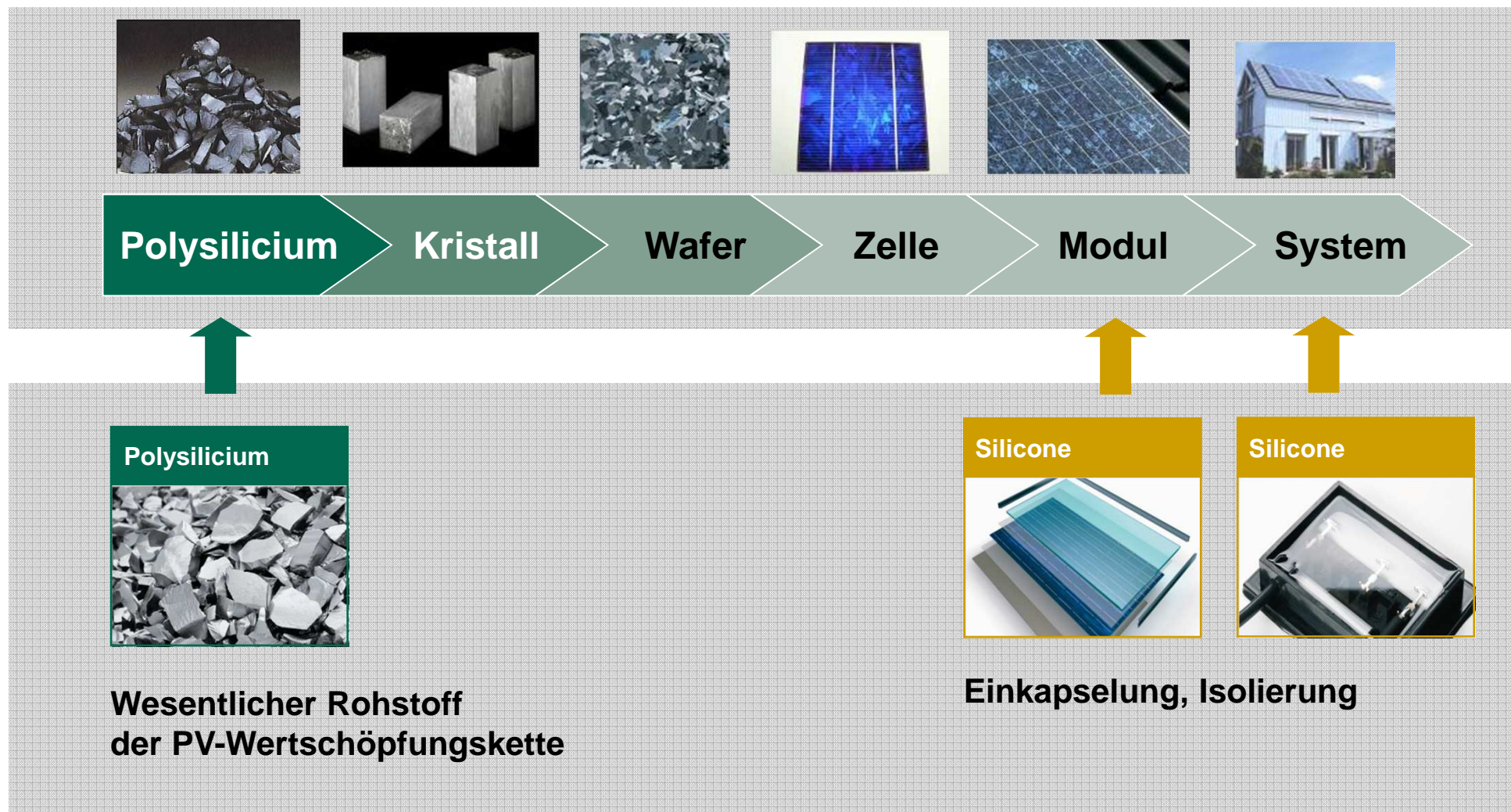


**Silicium-Metall
(mg-Si)**

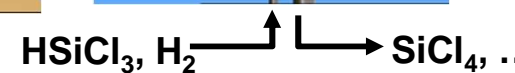
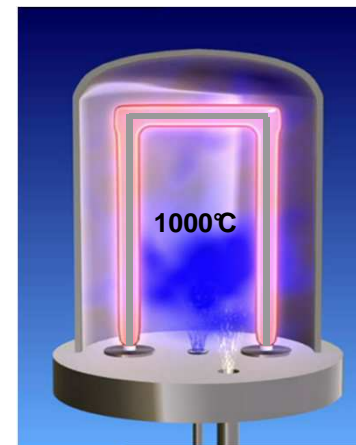
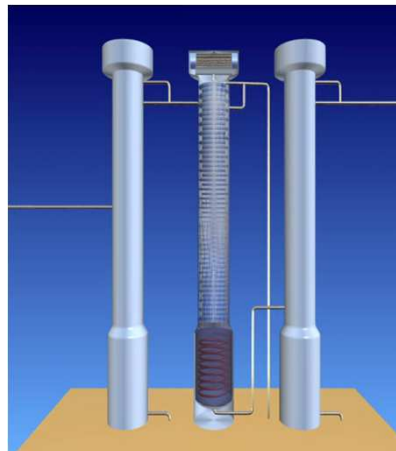
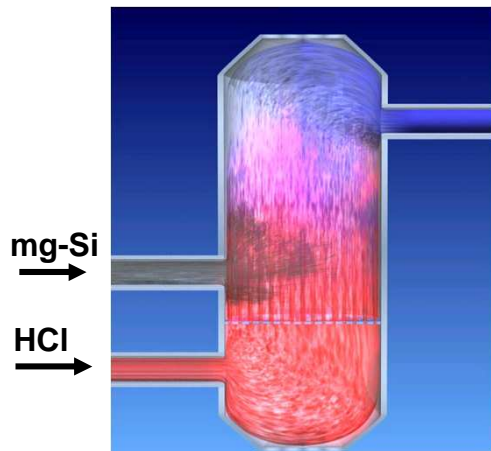


Polysilicium

HOCHREINES SILICIUM IST DER ENTSCHEIDENDE ROHSTOFF DER PHOTOVOLTAIK



DIE PRODUKTION VON POLYSILICIUM IST EIN VIERSTUFIGER PROZESS

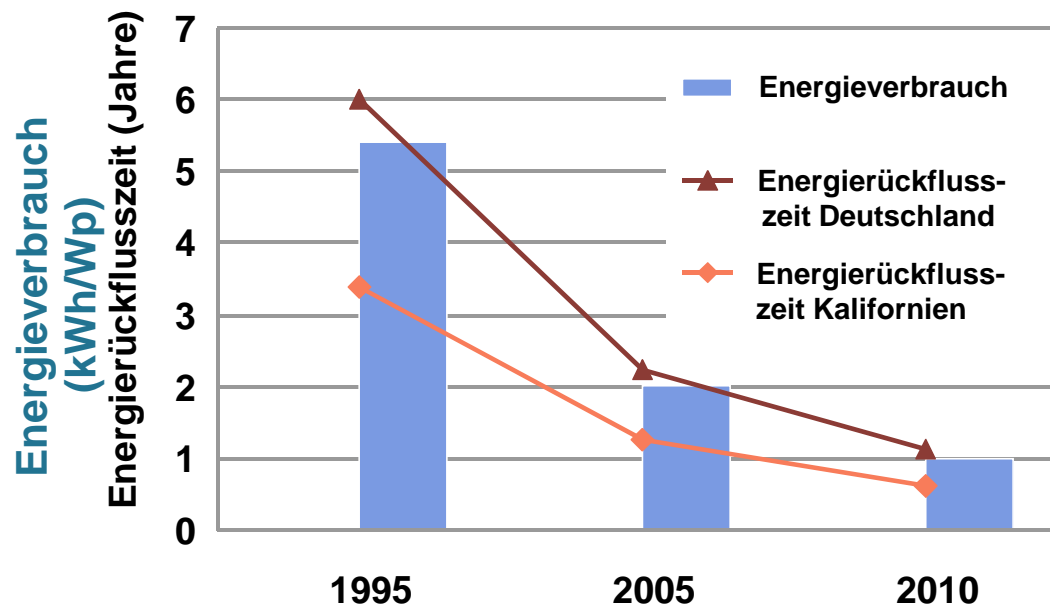


INHALTE

- Technologie der Photovoltaik
- Entwicklung und Potential der Photovoltaik
- Energiewende & Photovoltaik
- WACKER POLYSILICON

SIGNIFIKANTE SENKUNG DER ENERGIERÜCKFLUSSZEIT VON KRISTALLINEN SILICIUM PV-MODULEN

Beispiel: monokristalline Module hergestellt mit Material von WACKER POLYSILICON



	1995	2005	2010
% Zell-ausbeute	15	17	20
µm Wafer dicke	450	250	150

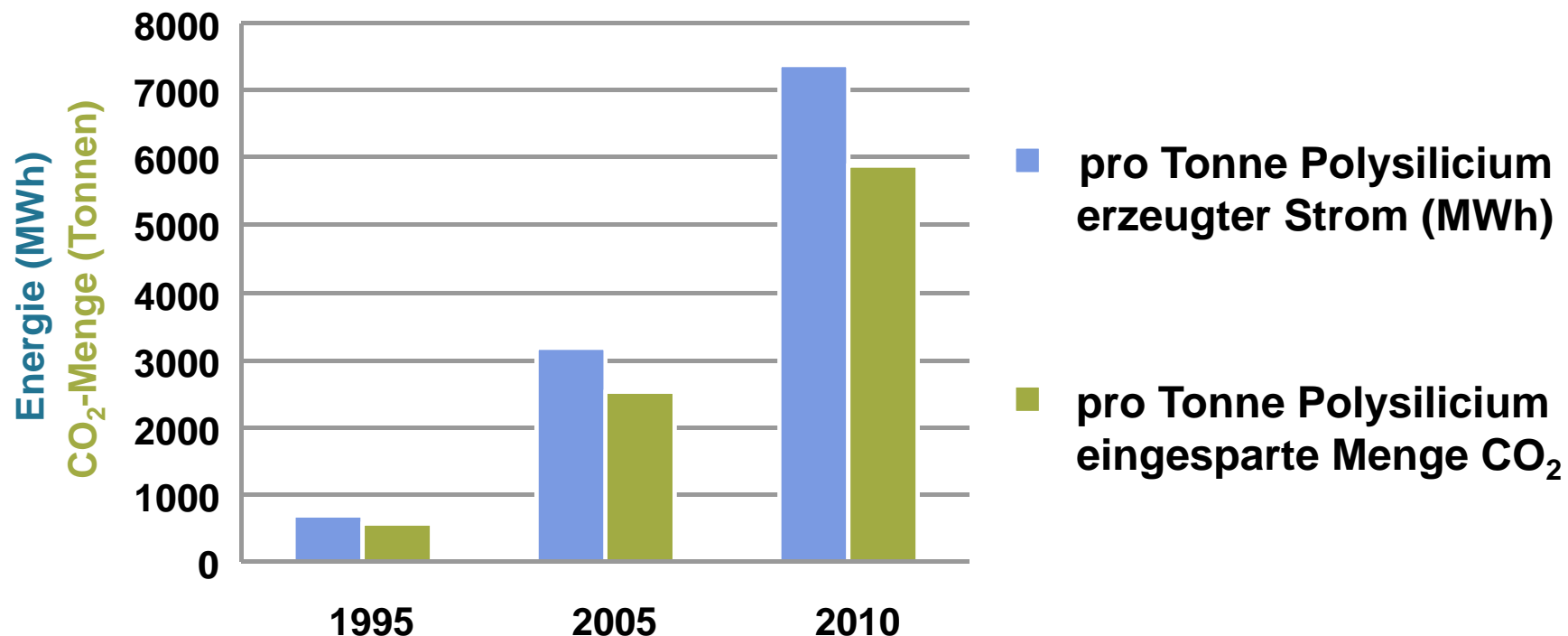
Hauptbeiträge:

- Reduktion der Scheibendicke
- Steigerung der Zelleffizienz
- Verbesserungen beim Kristallziehen
- Fortschrittliche Abscheidung von Polysilicium

Quellen: Wetzel et al., PVSEC proceedings 2011

JEDE IN DER PV INDUSTRIE VERWENDETE TONNE POLYSILICIUM SPART SECHSTAUSEND TONNEN AN CO₂

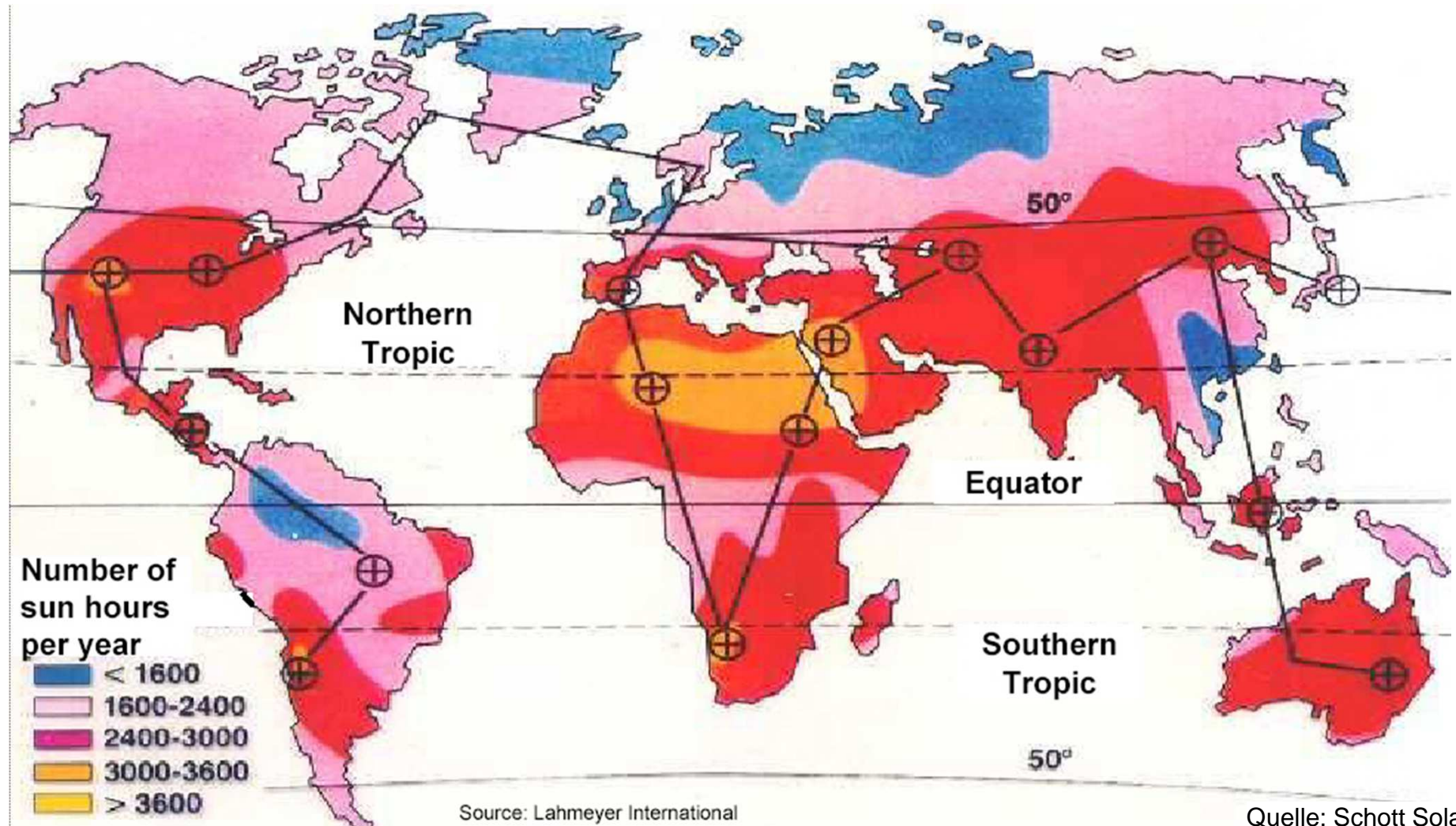
Nettostromerzeugung und eingesparte CO₂-Emissionen pro Tonne Polysilicium über die gesamte Modullebensdauer*



* Beispiel: monokristalline Module hergestellt mit Material von WACKER POLYSILICON

Quellen: Wetzel et al., Int. J. Solar Energy (2000)
Vol. 20, Roadmaps EPIA (2006) and
BMU (2005)

GIBT ES EIGENTLICH GENÜGEND PLATZ FÜR PV? JA, EIN ⊕ ENTSPRICHT DER BENÖTIGTEN FLÄCHE DES WELTWEITEN STROMVERBRAUCHS



Quelle: Schott Solar

PV UND WIND HABEN DIE BESTE FLÄCHENEFFIZIENZ ALLER ERNEUERBAREN ENERGIEQUELLEN

Flächenverbrauch (MW/ha)

Annahmen Photovoltaik:

- Silicium-Technologie
(≤ 3 ha/MWp)
- Freifläche in Süddeutschland
→ >35 GWh/km²

Annahmen Wind:

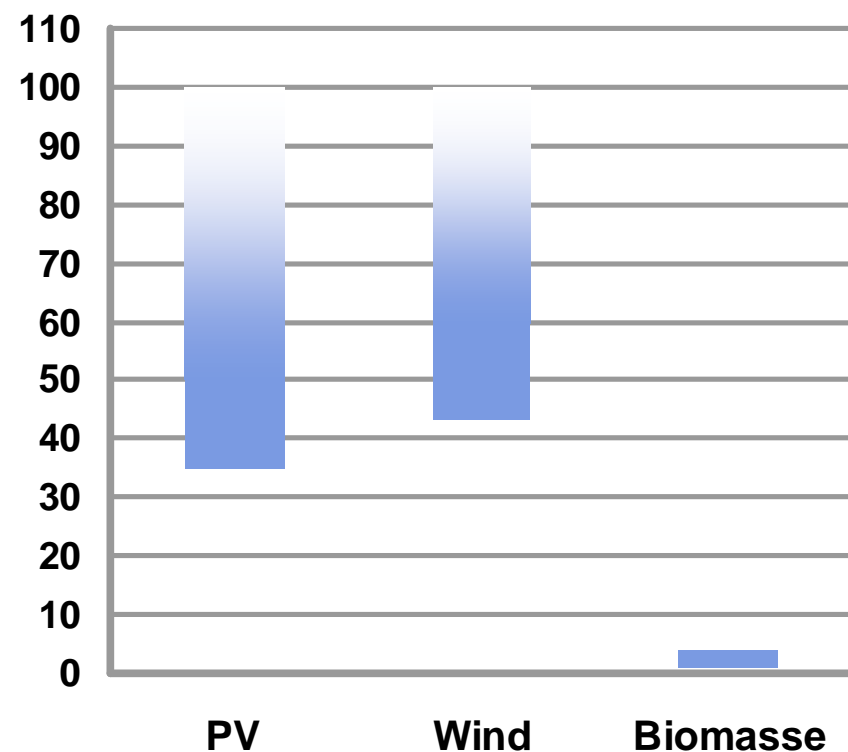
- Flächenbedarf ≤ 7 ha pro MWp
- 3.000 Betriebsstunden pro Jahr
→ >45 GWh/km²

Annahmen Biomasse:

- Abhängig von Bodenart,
Produkt und Biomasseertrag

→ $<<10$ GWh/km²

Flächeneffizienz (GWh/km²)



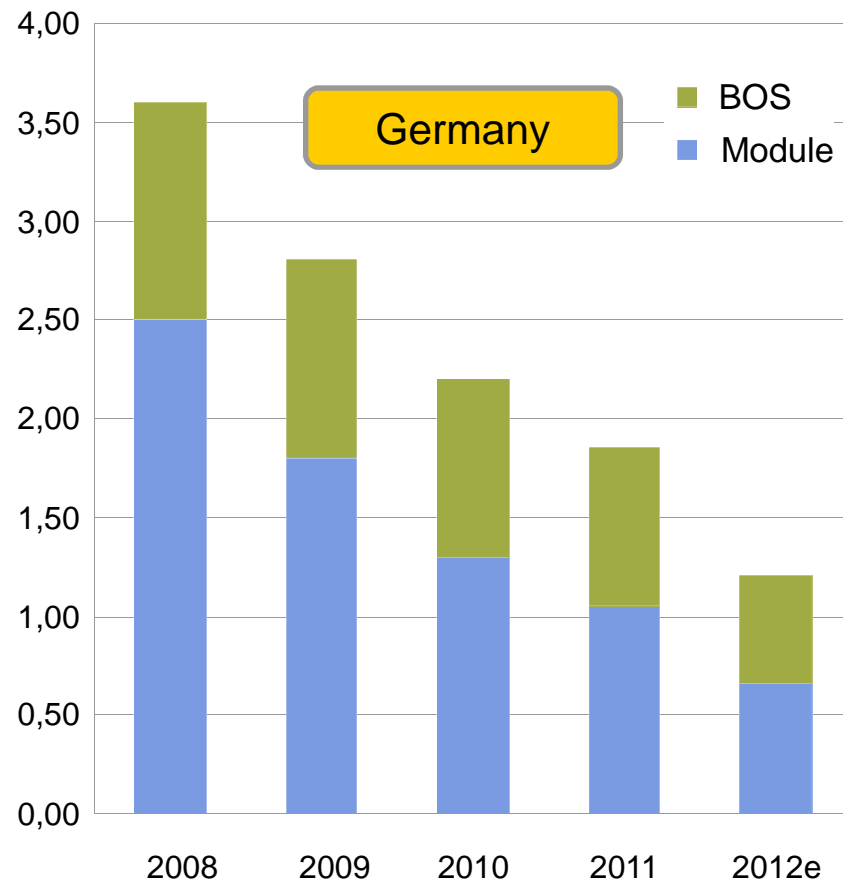
Quellen: BMU, BWE, Enercon, Enertrag

STROMGESTEHUNGSKOSTEN DER PHOTOVOLTAIK ERREICHEN IN 2 BIS 3 JAHREN DAS NIVEAU VON ONSHORE- WIND UND GAS-KRAFTWERKEN

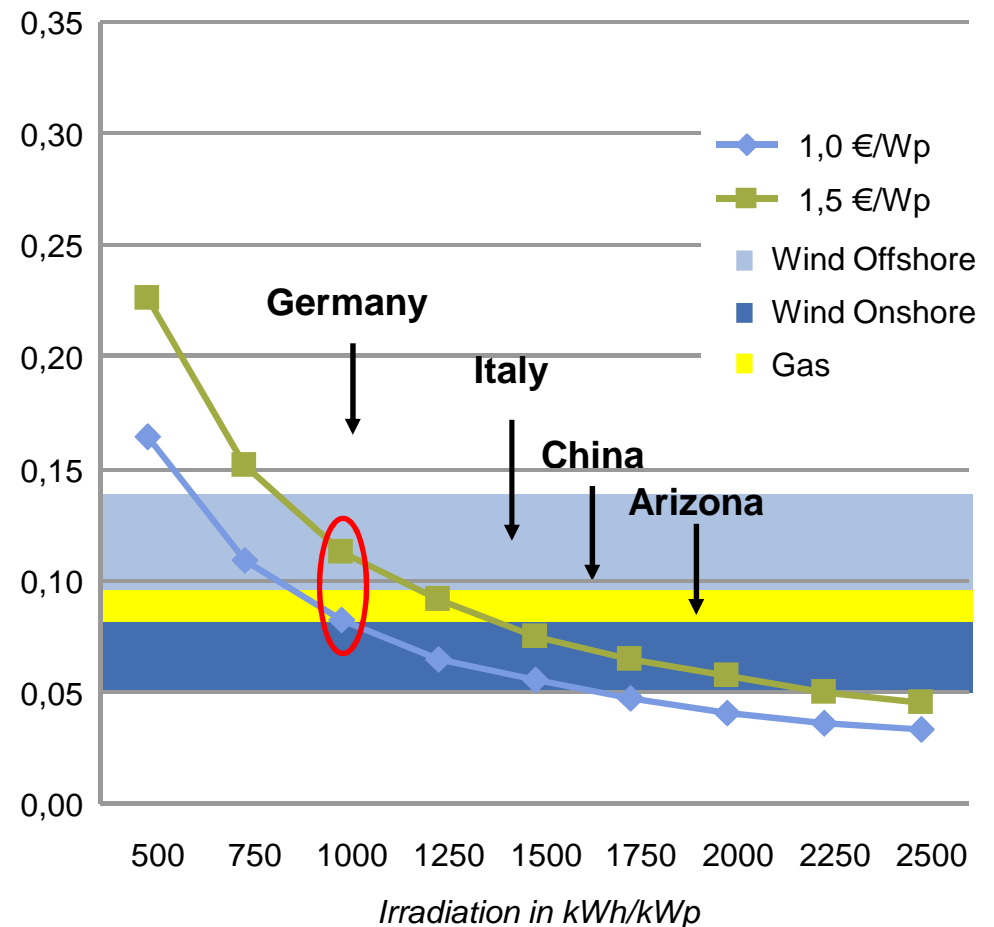
PV System Preis-Entwicklung* (€/Wp) und LCOE** (€/kWh, 30 Jahre Lebensdauer)

*Freifläche in Deutschland

**Levelized Cost of Electricity



Sources: market surveys, industry announcements, WACKER estimates



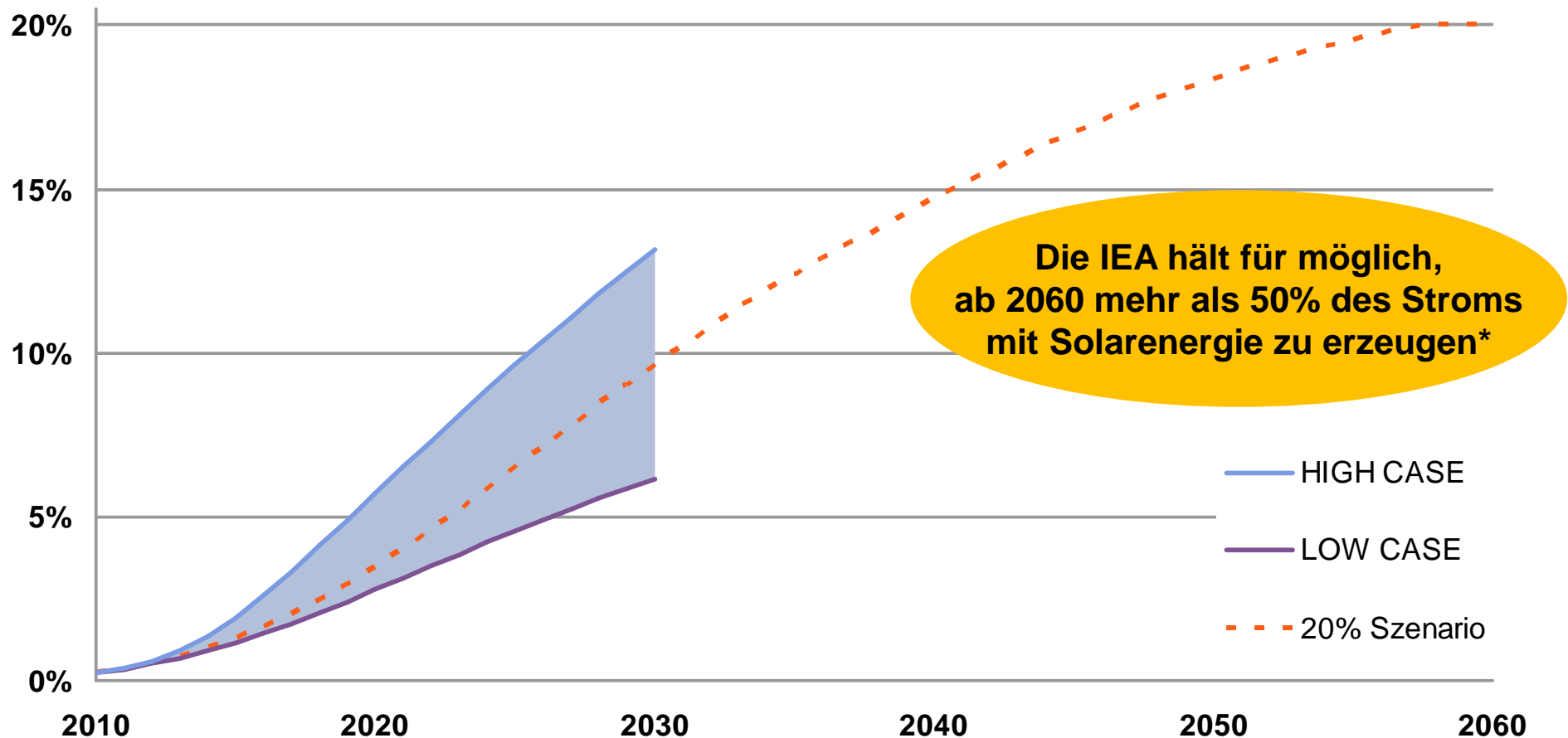
FALLENDE SYSTEMPREISE ERÖFFNEN DIE CHANCE FÜR NEUE PV MÄRKTE

Country	New Installations (MW)				CAGR 09-12
	2009	2010	2011	2012e	
France	300	700	1,700	1,600 - 1,800	75-80%
Germany	3,800	7,400	7,500	6,500 - 7,500	20-25%
Italy	700	4,000	7,000 - 7,500	3,000 - 3,500	60-70%
Rest of Europe	1,100	2,600	3,300	3,800 - 4,300	50-60%
Australia	100	400	800	1,000 - 1,200	115-130%
China	200	700	2,500	4,000 - 5,500	170-200%
India	50	150	400	1,200 - 1,800	190-230%
Japan	500	1,000	1,300	2,200 - 2,700	65-75%
USA	500	900	1,900	3,500 - 4,500	90-110%
Rest of World	300	500	1,300	2,800 - 3,200	120-130%
TOTAL	7.5 GW	~18 GW	~28 GW	~30 - 35 GW	60-70%

Source: EPIA 05/2010 and 02/2012, industry news, WACKER estimate

PHOTOVOLTAIK HAT DAS POTENTIAL UM MINDESTENS 20 % DES WELTWEITEN STROMBEDARFES ZU DECKEN

Photovoltaik-Anteil am globalen Strombedarf (%)



Quelle: WACKER-Analyse
* IEA interview, Photon 08/2011

- Extrem lange Lebensdauer (>30 Jahre) mit äußerst geringem Wartungsaufwand
- Rasantester Kostenverfall aller Energieformen
- Niedrigste Betriebskosten aller bestehenden Energiearten
- Skaleneffekte entstehen in der Produktion der Komponenten, nicht im Betrieb → Deshalb sind auch kleine dezentrale Systeme wirtschaftlich.
- Keine Geräuschentwicklung
- Höchste Flächeneffizienz aller Erneuerbaren Energien zusammen mit Wind

- Kann dezentral in Siedlungen und Industriegebieten montiert werden, also direkt dort, wo die Leistung benötigt wird → dadurch geringere Investitionen in Höchstspannungsnetze
- Solar- und Windenergie sind naturgemäß volatil → Schwankungen müssen kompensiert werden:
 - mittelfristig durch Regelung der konventionellen Kraftwerke und der steuerbaren Erneuerbaren Energien (Wasser, Biogas)
 - langfristig durch (i) überregionalen Ausgleich
(ii) Speichertechnologien

PHOTOVOLTAIK IST FESTER BESTANDTEIL DER KÜNFTIGEN ENERGIEVERSORGUNG

Industrieller Ausblick

- Starkes Wachstum des PV-Marktes erwartet auf Grund der weiterhin deutlich fallenden Produktionskosten
- Kristalline Silicium-Technologie mit klarem Wettbewerbsvorteil
- Qualitativ hochwertiges Polysilicium als entscheidender Faktor für hohe Prozess- und Systemausbeuten
- Wirkungsgrade von über 20% auf Modul-Basis als mittelfristiges Ziel um die politische und ökonomische Akzeptanz der PV sicherzustellen
- Stromgestehungskosten ≤ 8 €cent/kWh in 2 – 3 Jahren

INHALTE

- Technologie der Photovoltaik
- Entwicklung und Potential der Photovoltaik
- Energiewende & Photovoltaik
- WACKER POLYSILICON

WAS BEDEUTET ENERGIEWENDE?

- Ersatz für stillgelegte Atomkraftwerke
- Versorgungssicherheit
- Reduzierung des CO₂-Ausstosses
- Wettbewerbsfähige Stromtarife

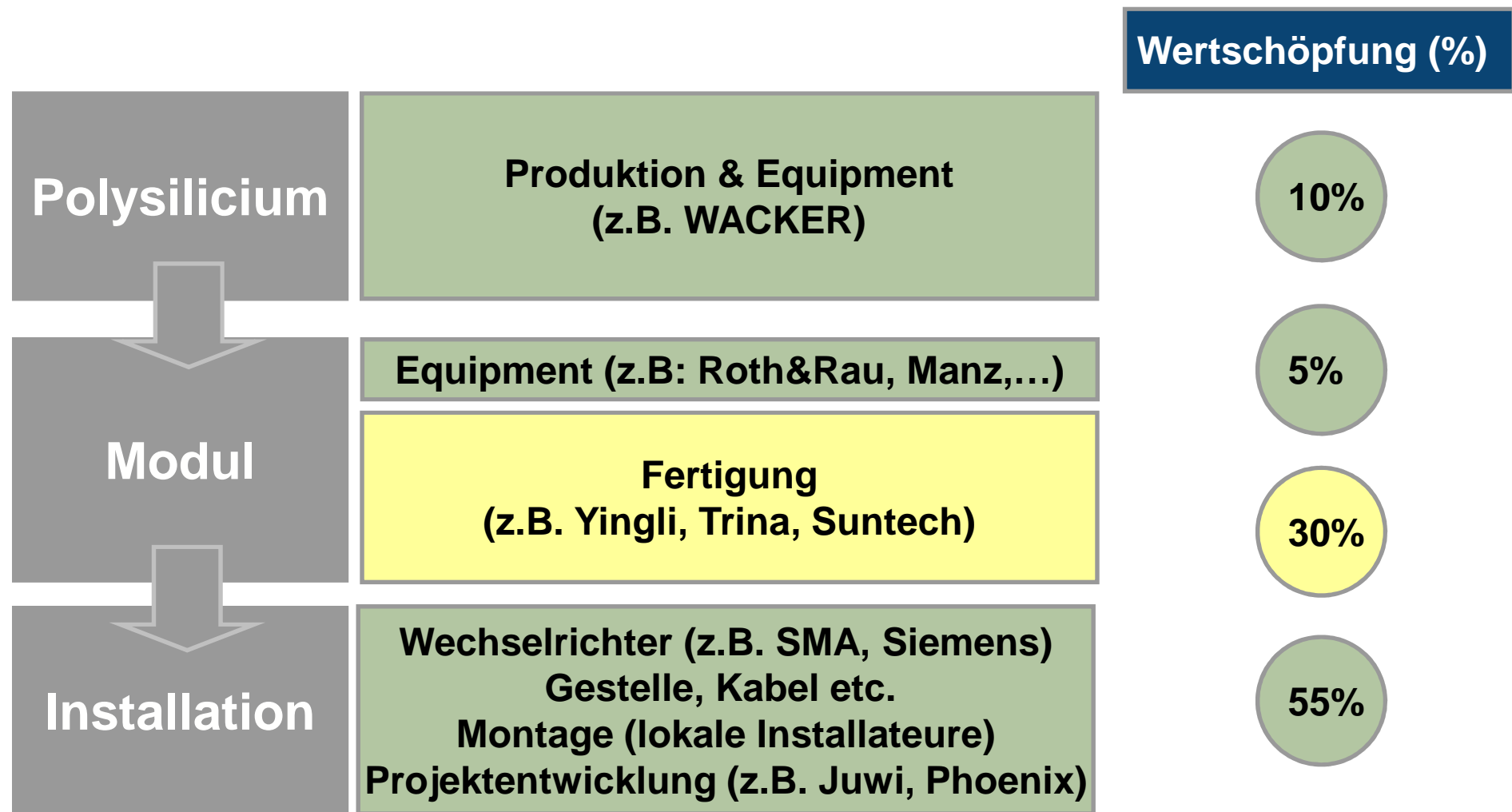
Was ist zu tun:

- ***Netzausbau (Verteilnetze vs. Übertragungsnetze)***
- ***Entwicklung von Stromspeichern***
- ***Schaffung eines neues Strommarktmodelles***

SPEICHERMÖGLICHKEITEN FÜR VOLATILE REGENERATIVE ENERGIEEN STEHEN TECHNISCH (BALD) ZUR VERFÜGUNG

- Flexible (überregionale) Stromnetze
- Pumpspeicherkraftwerke
- Druckluftspeicher
- Elektrolyse-Wasserstoff für
 - die Einspeisung ins Erdgasnetz
 - die Erzeugung von Methan aus CO₂
 - den Betrieb von Brennstoffzellen
- Wasserboiler / Wärmepumpen mit EE-Überschuss-Strom
- Akkus für dezentrale Anwendungen (u.a. Haushalt, E-Mobile)

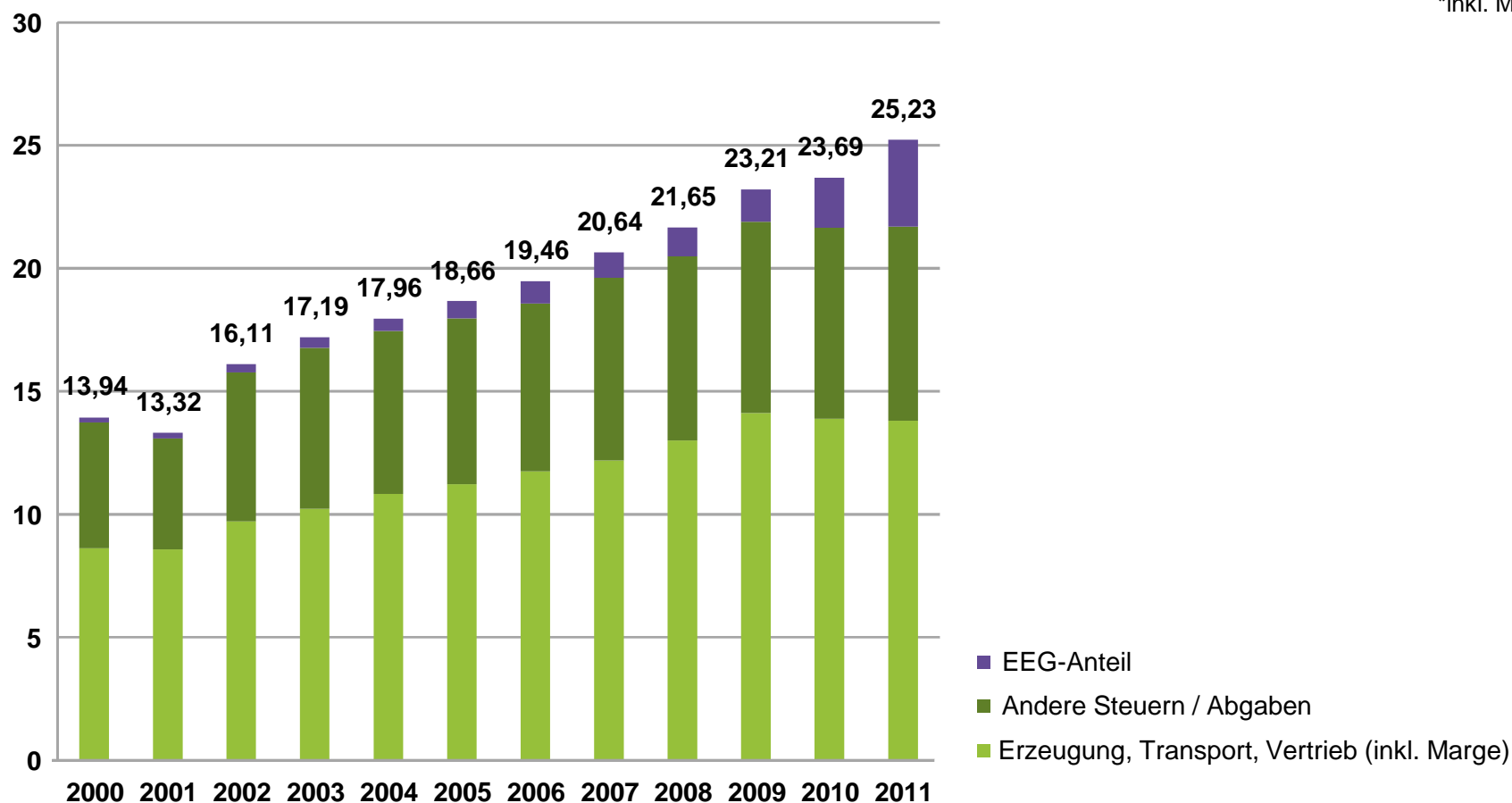
BIS ZU 70% EUROPÄISCHE WERTSCHÖPFUNG SELBST BEI VERWENDUNG CHINESISCHER MODULE



NUR EIN KLEINER TEIL DES ANSTIEGS DER STROMPREISE GEHT ZU LASTEN DER ERNEUERBAREN ENERGIEN

Strompreisentwicklung* für Privatkunden in €Ct/kWh

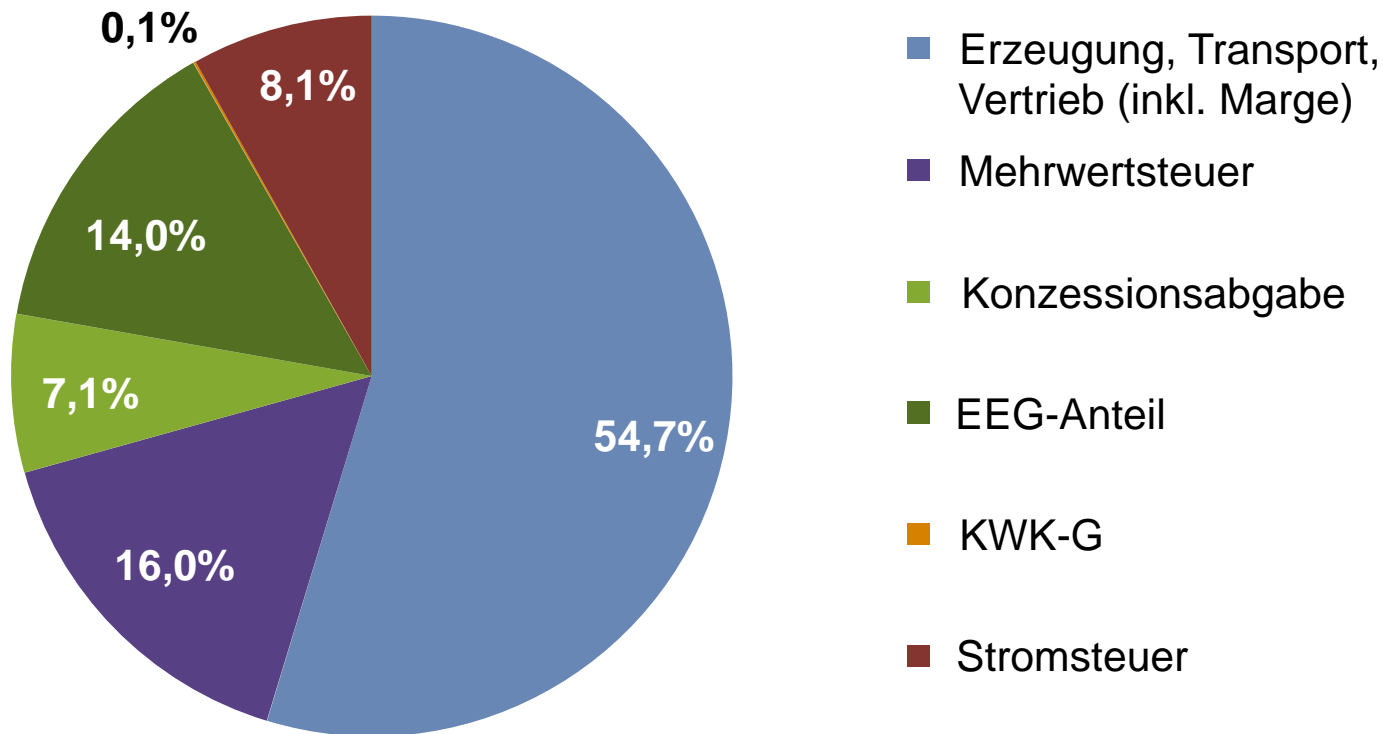
*inkl. Mehrwertsteuer



Quelle: BDEW

DEUTSCHLAND: NAHEZU DIE HÄLFTE DES STROMPREISES FÜR PRIVATKUNDEN ENTFÄLLT AUF STEUERN UND ABGABEN

Zusammensetzung des Strompreises für Privatkunden in 2011 (%)



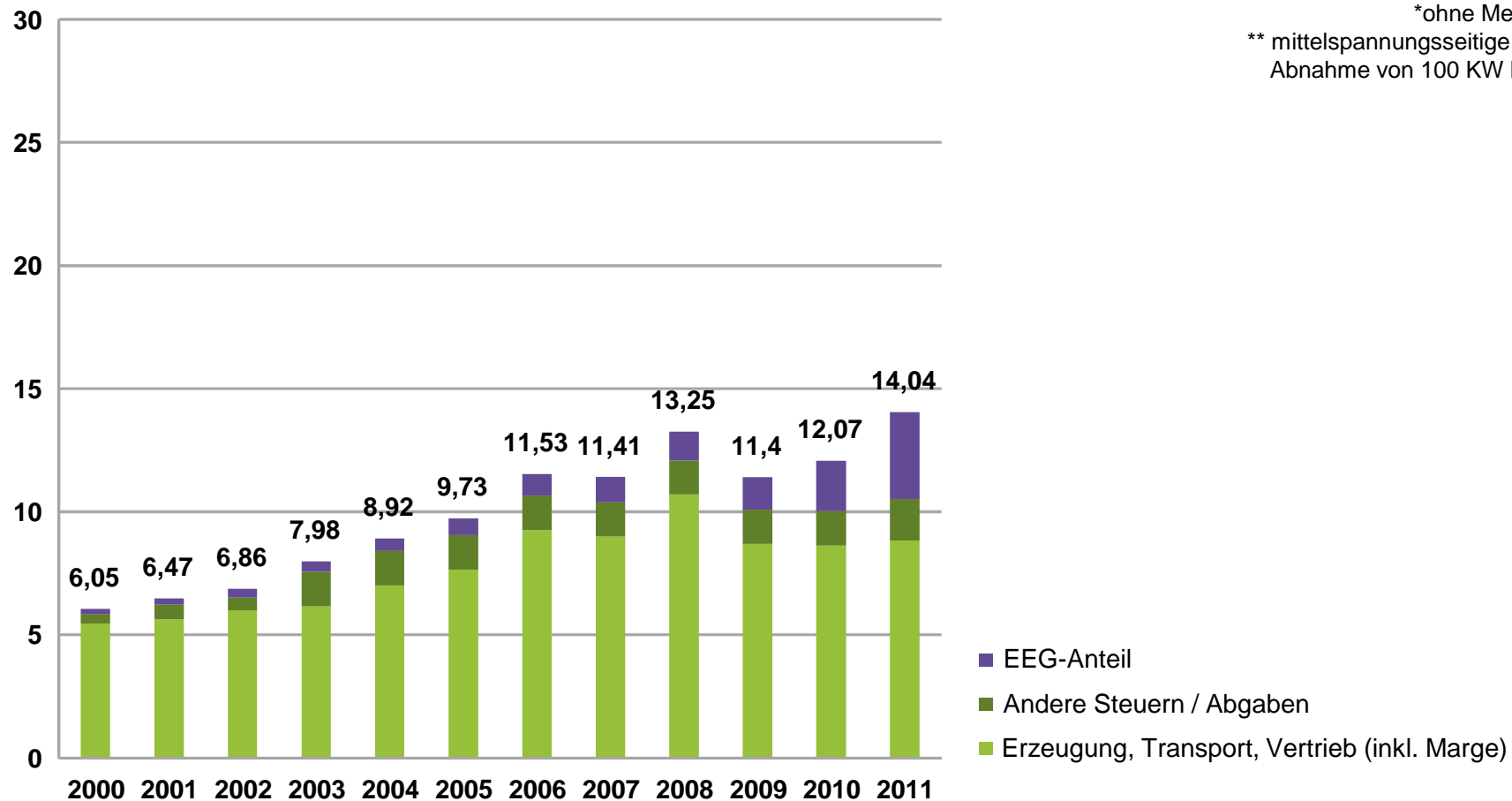
Quelle: BDEW

GROSSBETRIEBE KÖNNEN STROM DURCH REDUZIERTE ABGABEN HÄUFIG DEUTLICH GÜNSTIGER EINKAUFEN

Strompreisentwicklung* für Industriekunden** in €/kWh

*ohne Mehrwertsteuer

** mittelspannungsseitige Versorgung,
Abnahme von 100 KW bis 4000 KW



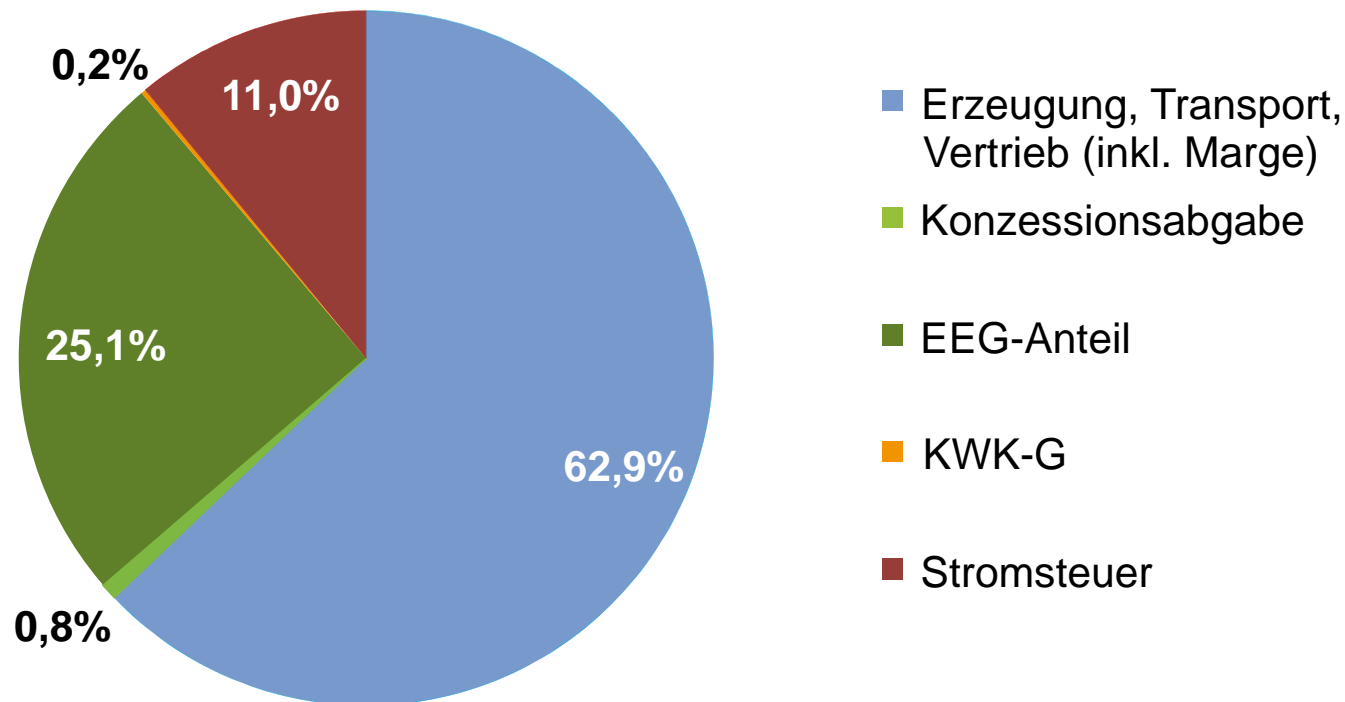
Quelle: BDEW

DEUTSCHLAND: AUCH INDUSTRIEKUNDEN MÜSSEN HOHE ABGABEN UND STEUERN BEZAHLEN

Zusammensetzung des Strompreises* für Industriekunden** in 2011 (%)

*ohne Mehrwertsteuer

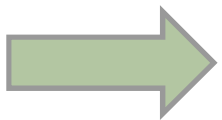
** mittelspannungsseitige Versorgung,
Abnahme von 100 KW bis 4000 KW



Quelle: BDEW

DAS AKTUELLE STROMMARKTMODELL IST FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN NICHT GEEIGNET

- Merit Order Effekt führt zeitweise zu negativen Strompreisen auf Grund der sehr niedrigen variablen Produktionskosten der Erneuerbaren Energien Wind und Sonne
- Kein Investitionsanreiz für Regelenergie, Reservekapazität und flexible Stromnetze
- Berechnungsmethode der EEG-Umlage führt zu unnötigen Zusatzkosten



Wirtschaftlicher Umbau des Strommarktmodells ist möglich, da in Summe die Wertschöpfung des Strommarktes ausreicht, eine effiziente wettbewerbsfähige Stromversorgung zu gewährleisten.

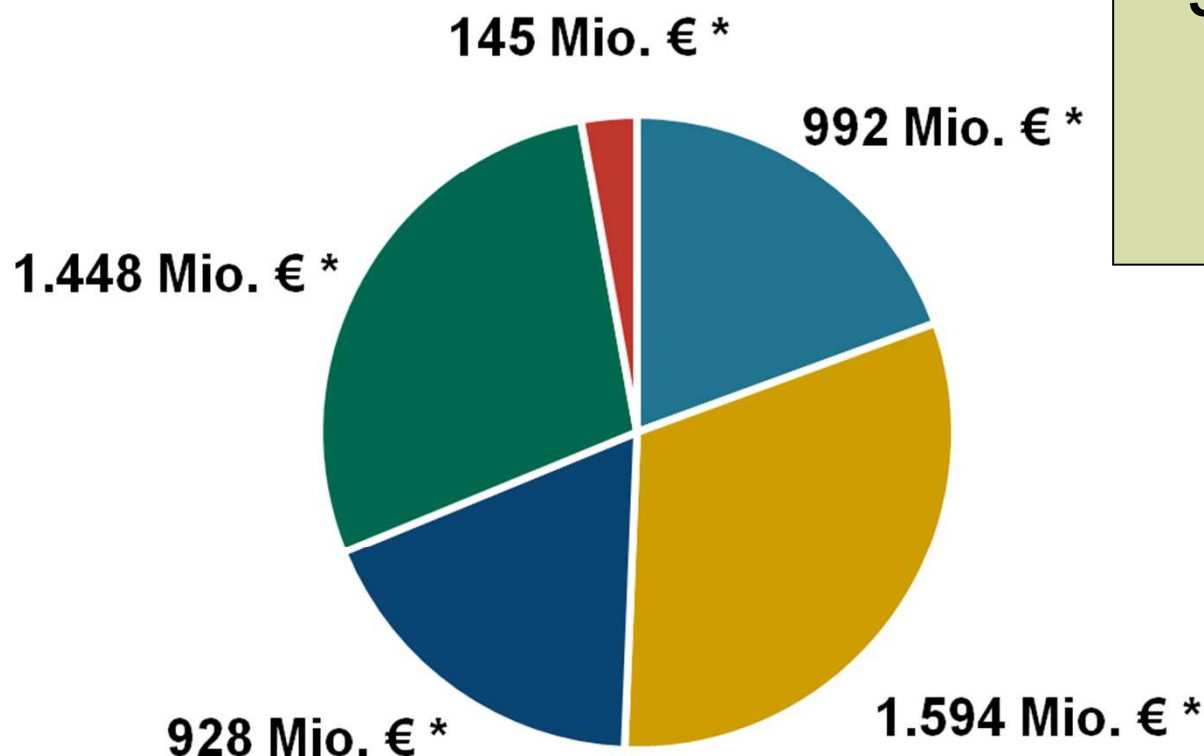
INHALTE

- Technologie der Photovoltaik
- Entwicklung und Potential der Photovoltaik
- Energiewende & Photovoltaik
- WACKER POLYSILICON

WACKER CHEMIE AG: AUSGEWOGENES GESCHÄFTS- PORTFOLIO IN FÜNF GESCHÄFTSBEREICHEN

Konzernumsatz 2011: 4.910 Mio. €

**Stromverbrauch WACKER
in Deutschland:
~ 3 200 GWh/Jahr
(= 0,5 % Deutschland)**

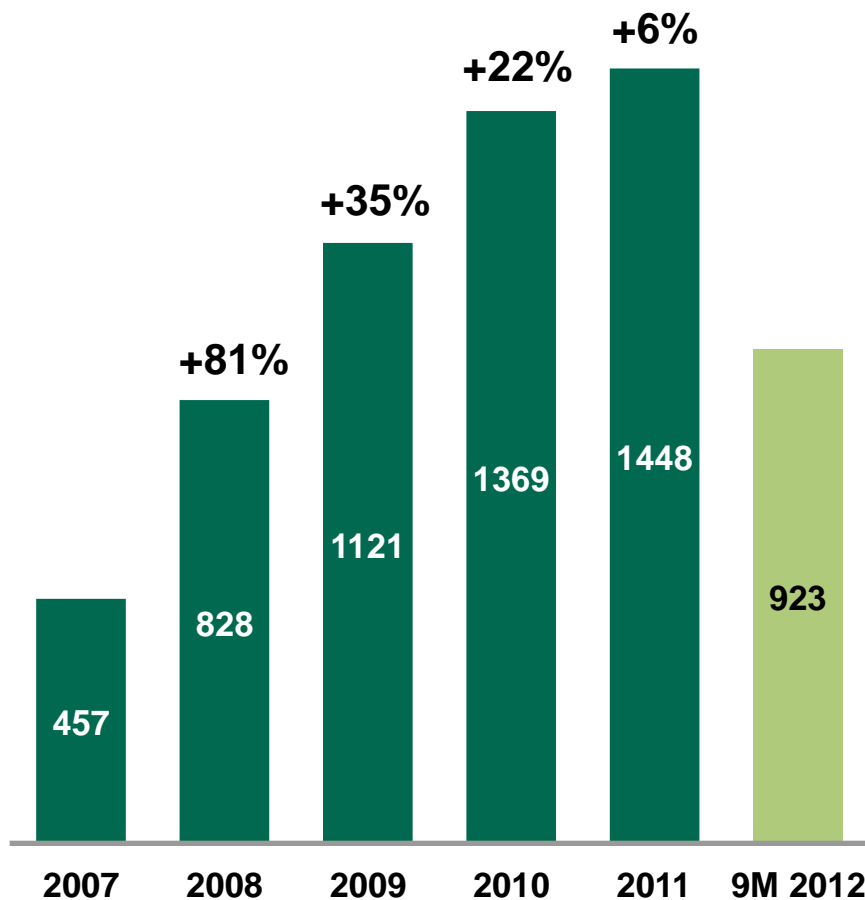


- SILTRONIC
- WACKER SILICONES
- WACKER POLYMERS
- WACKER POLYSILICON
- WACKER BIOSOLUTIONS

* einschließlich Innenumsatz

WACKER POLYSILICON: STARKES WACHSTUM DURCH PHOTOVOLTAIK

Umsatz WACKER POLYSILICON in Mio. €

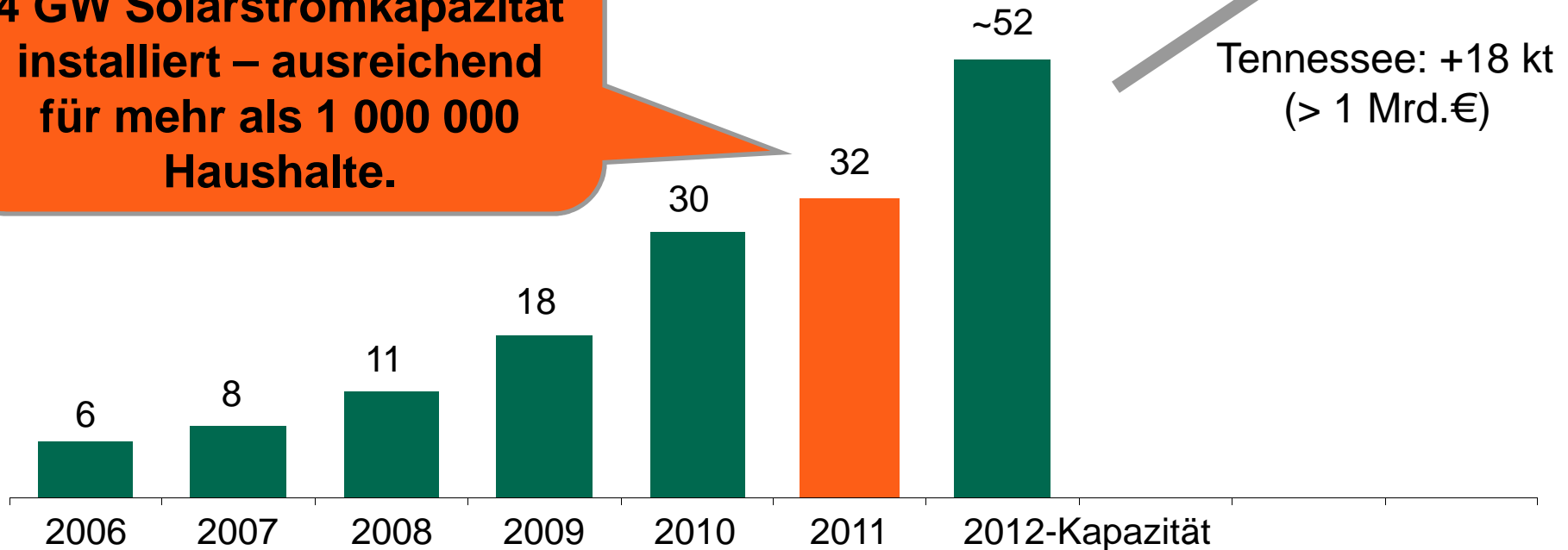


- Umsatz 2011: ~1.45 Mrd €
- Investitionen in D seit 2006: ~ 2 Mrd €
- Produktions-Standorte:
 - Burghausen (D)
 - Nünchritz (D)
 - Charleston (TN, USA)
 -
- Beschäftigte: 2 348 (Stand: 30.09.2012)

WACKER HAT DIE POLYSILICIUM-PRODUKTION IN DEN LETZTEN JAHREN AUF ÜBER 50.000 TONNEN AUSGEBAUT

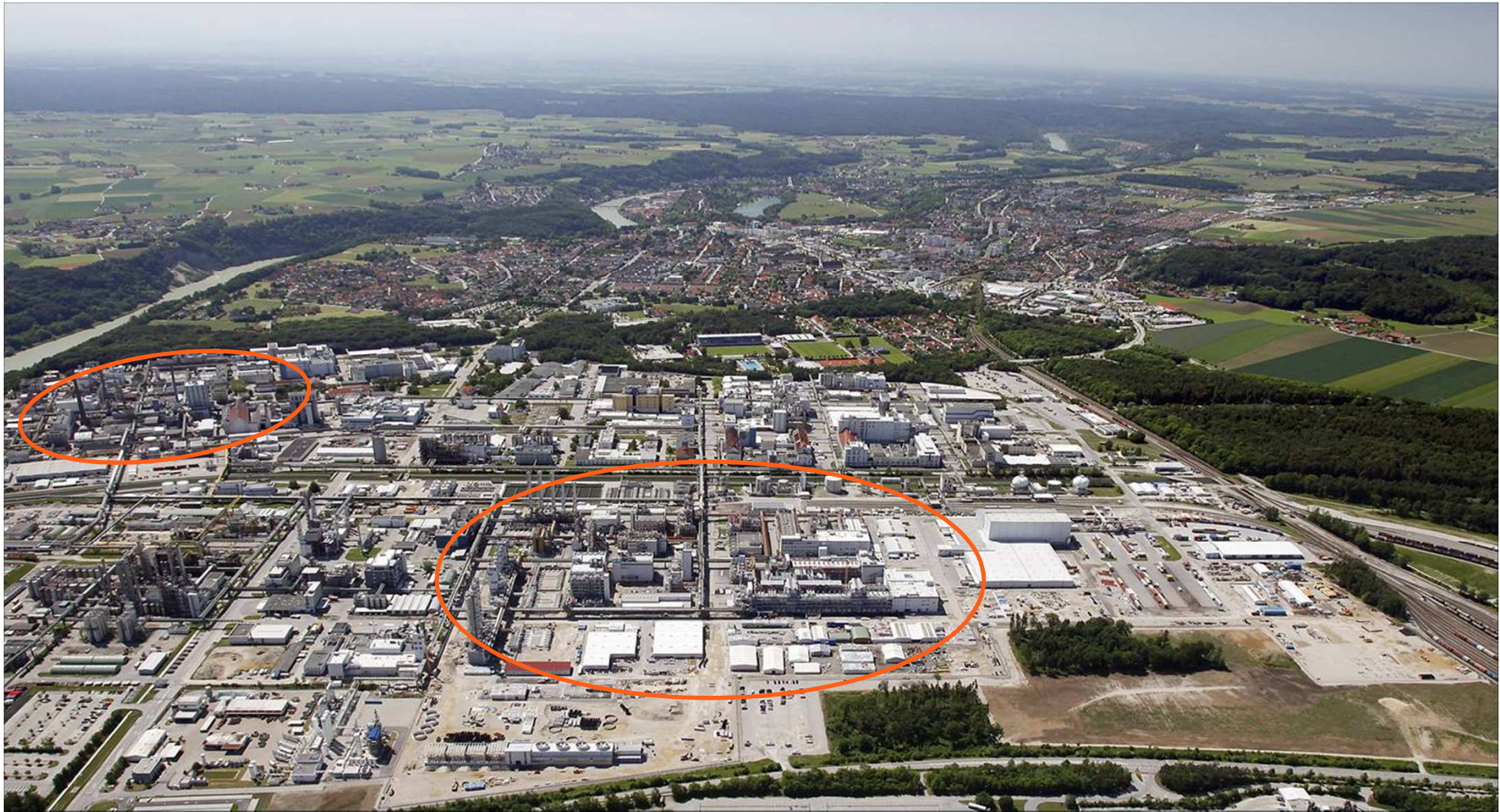
Absatz / Kapazität Polysilicium (kt/Jahr)

Damit wurden mehr als
4 GW Solarstromkapazität
installiert – ausreichend
für mehr als 1 000 000
Haushalte.

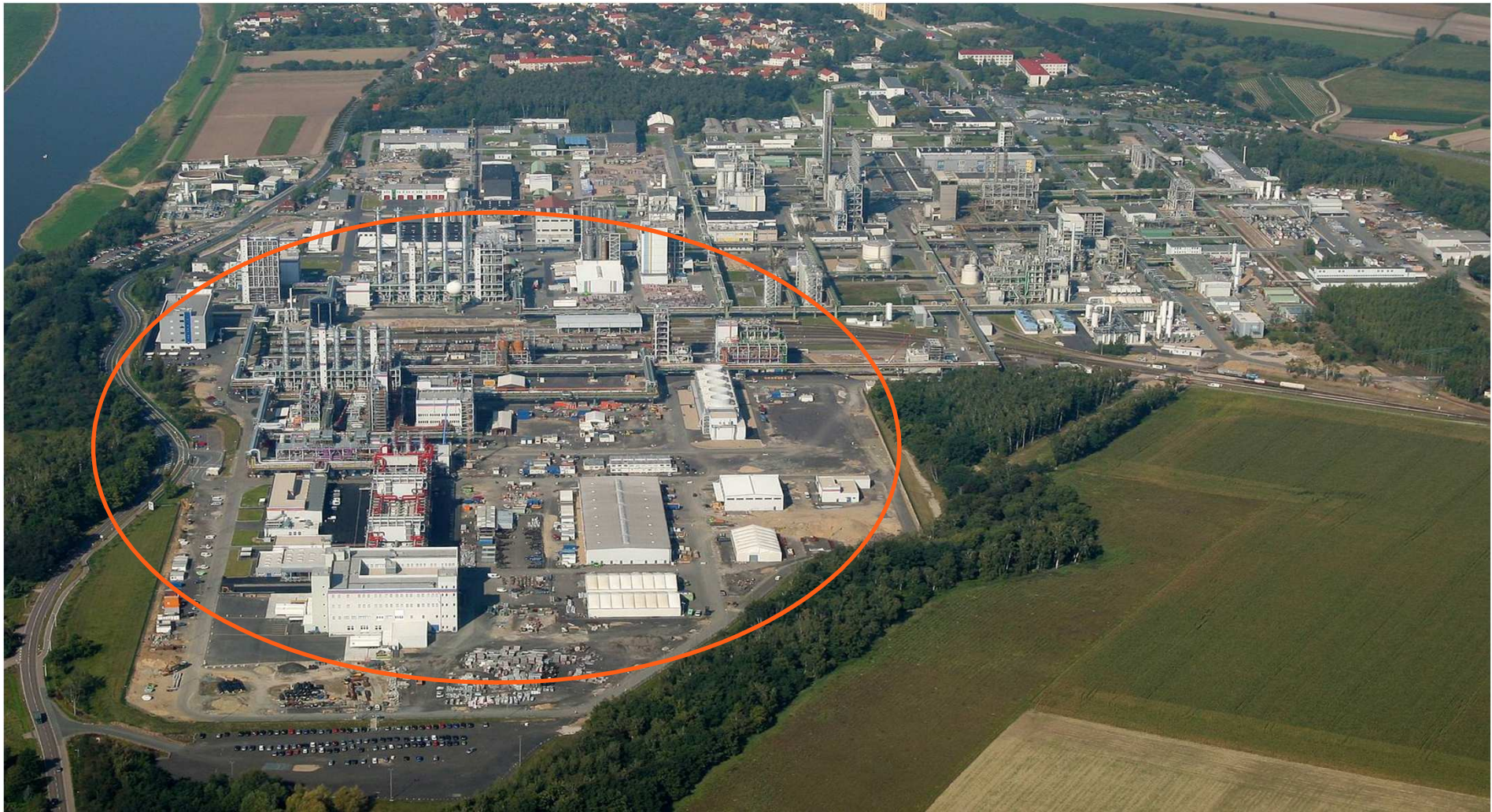


2015 beginnt voraussichtlich die Produktion in Tennessee

POLY 0 – 8 IN BURGHAUSEN: VOLLE INTEGRATION IN DAS CHEMISCHE VERBUNDSYSTEM DES STANDORTES



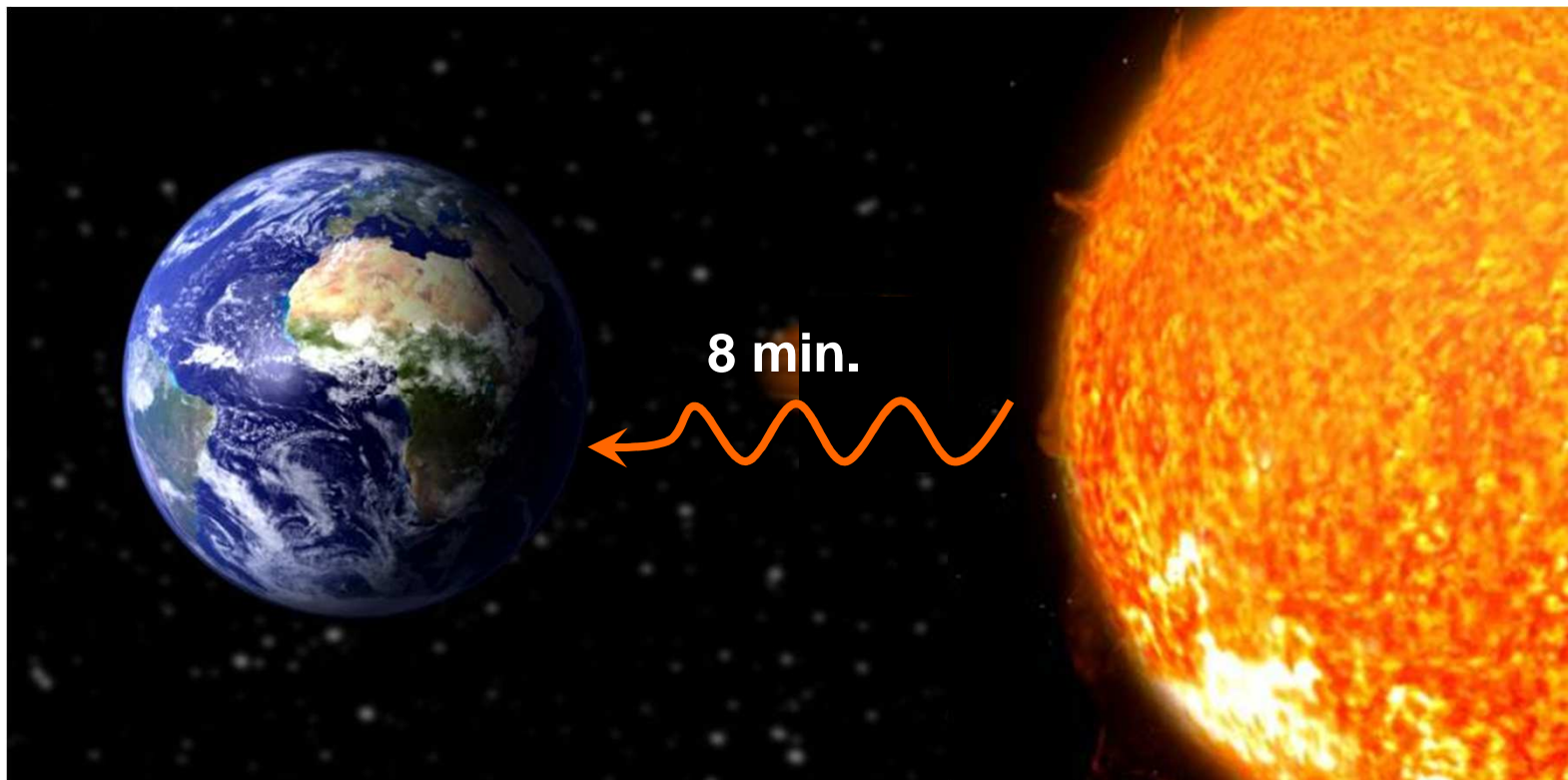
POLY 9 IN NÜNCHRITZ: INBETRIEBNAHME IM AUGUST 2011



POLY 11 IN CHARLESTON: MODERNSTE TECHNOLOGIE FÜR HÖCHSTE PRODUKTIONSEFFIZIENZ



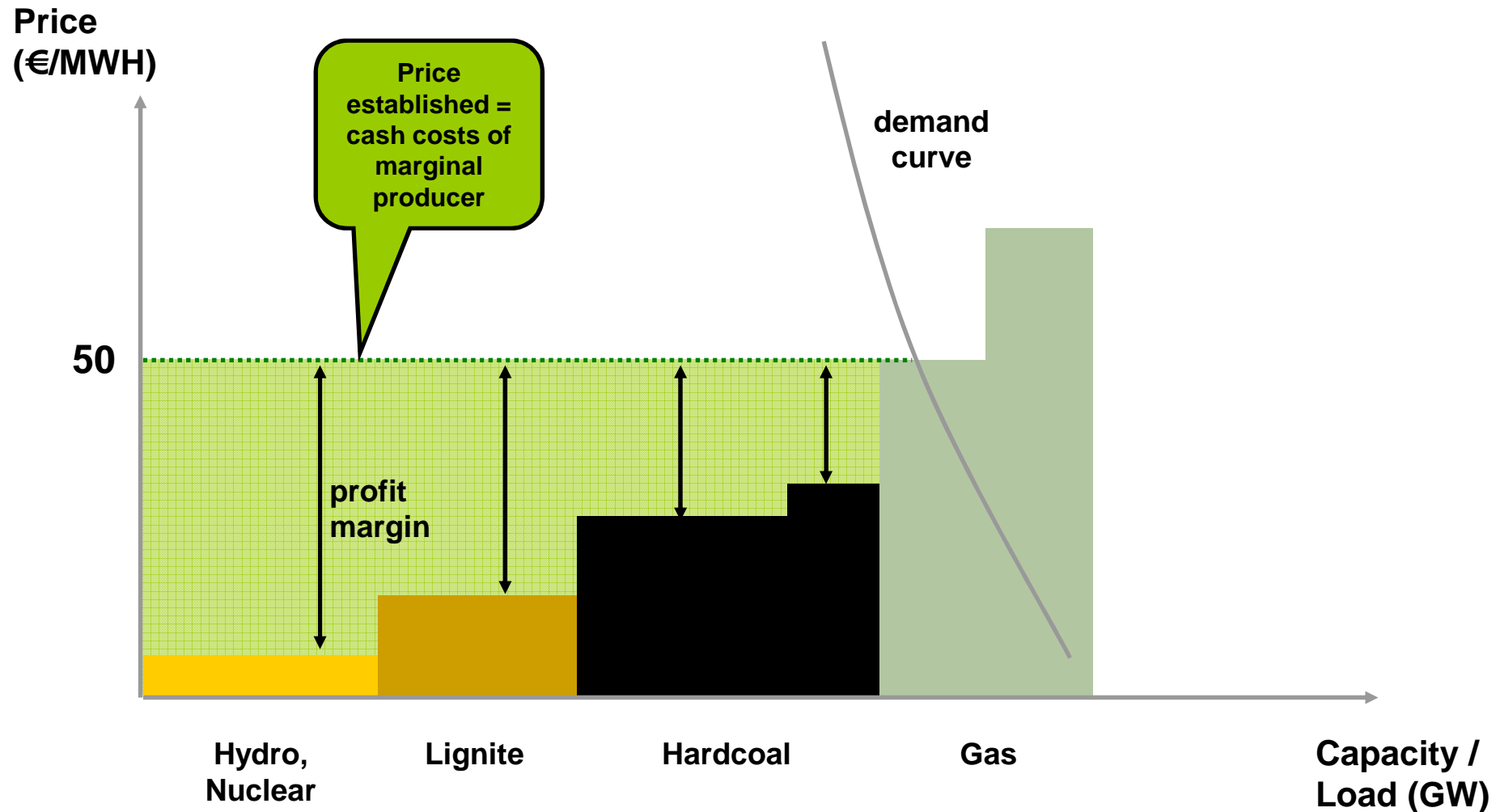
MIT SILICIUM KÖNNEN WIR UNS DAS KRAFTWERK SONNE NUTZBAR MACHEN



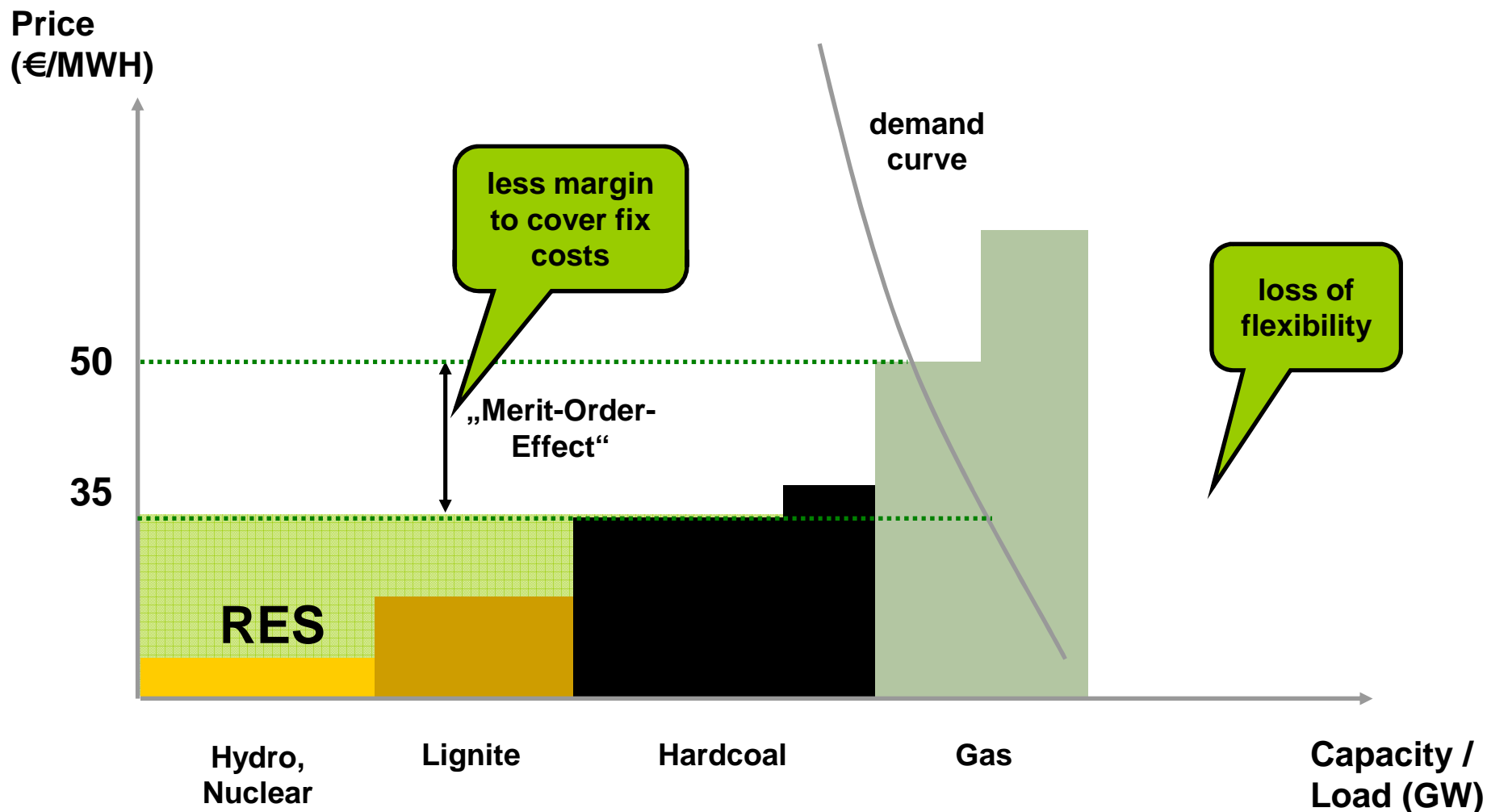
WACKER leistet mit Spitzentechnologie aus Burghausen
einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Energieversorgung.

ZUSATZINFORMATIONEN

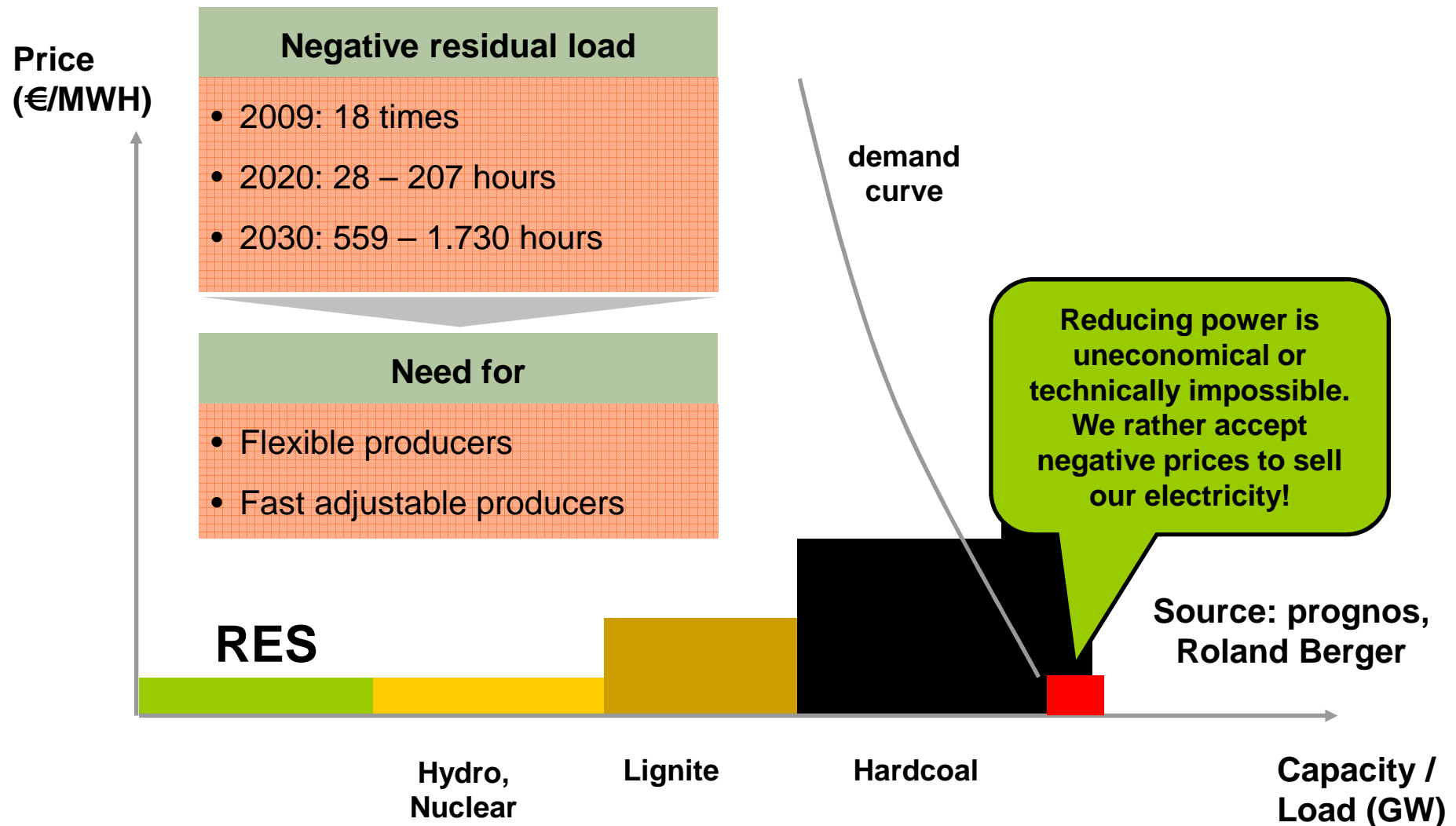
LAST POWER PLANT THAT FULFILLS THE DEMAND WITHIN THE MERIT ORDER SETS THE PRICE FOR ALL POWER PLANTS



PREFERRED TREATMENT OF RENEWABLE CAUSE (I) LOWER WHOLESALES PRICES AND (II) FLEXIBILITY & PROFITABILITY PRESSURE FOR GAS AND COAL



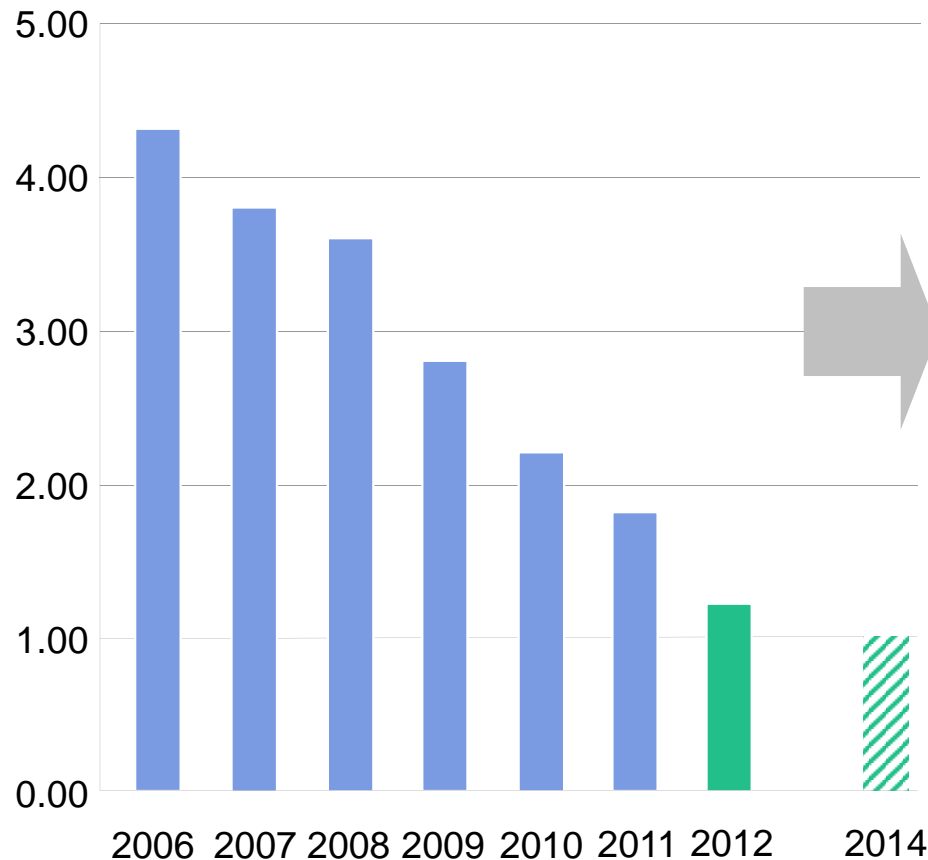
MERIT ORDER MECHANISM SOMETIMES BREAK DOWN DUE TO HIGH COSTS OF SHORT TERM POWER MODIFICATIONS, LEADING TO NEGATIVE MARKET PRICES



STROMGESTEHUNGSKOSTEN DER PHOTOVOLTAIK FALLEN RASANT UND ERREICHEN IN WENIGEN JAHREN DAS NIVEAU VON ONSHORE-WIND UND GAS-KRAFTWERKEN

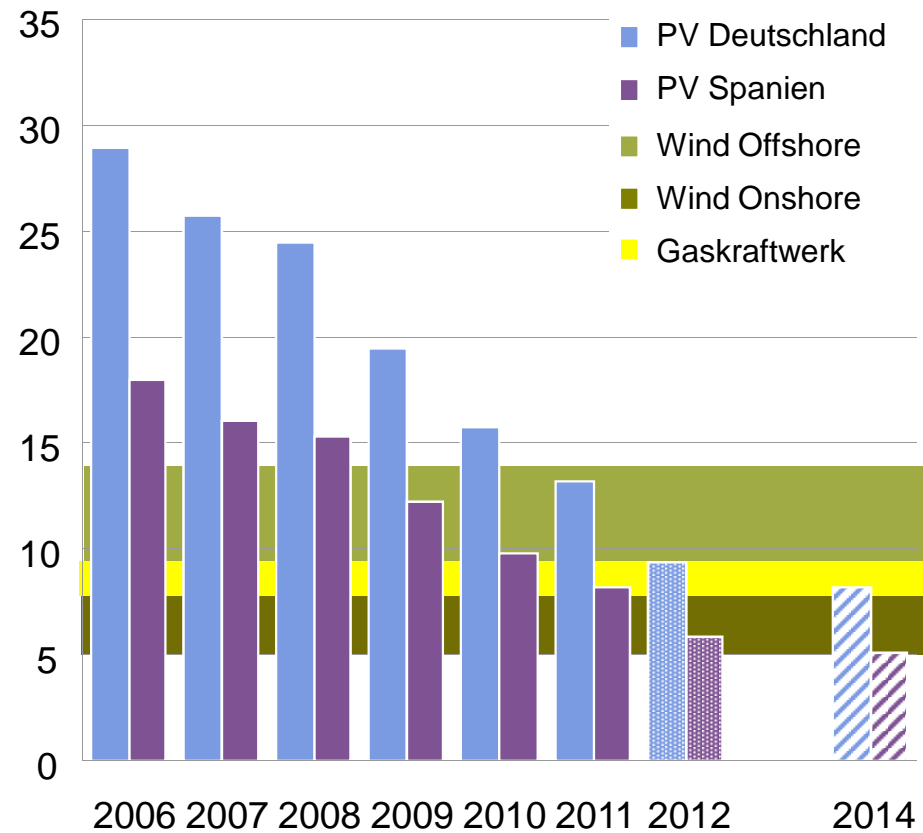
PV Systempreis (€/Wp)

(Deutschland, Freifläche)



LCOE* (€Cent/kWh), 30 Jahre

(Freifläche)

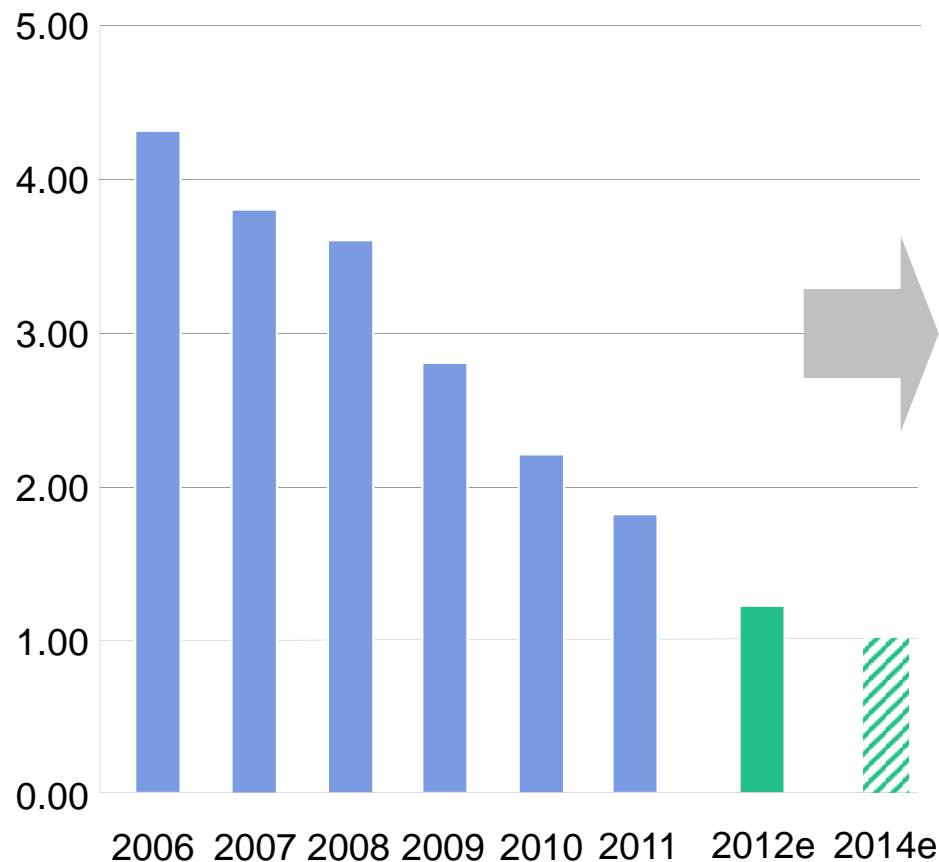


Quellen: LBBW 02/2009, Industrieankündigungen, WACKER Analyse

HOHE SYSTEMLEBENSDAUER SENKT DIE STROM- GESTEHUNGSKOSTEN DER PHOTOVOLTAIK DEUTLICH

PV Systempreis (€/Wp)

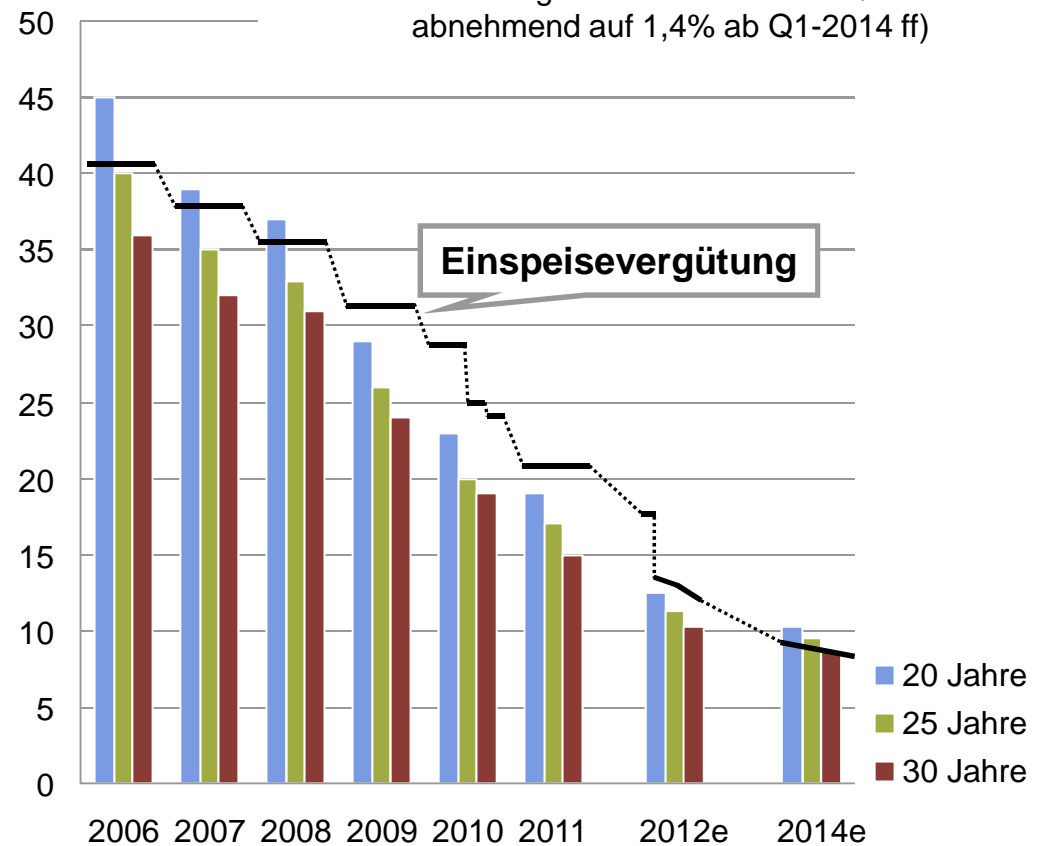
(Deutschland, Freiflächenanlage)



Quellen: LBBW 02/2009, Industrieankündigungen, WACKER Analyse

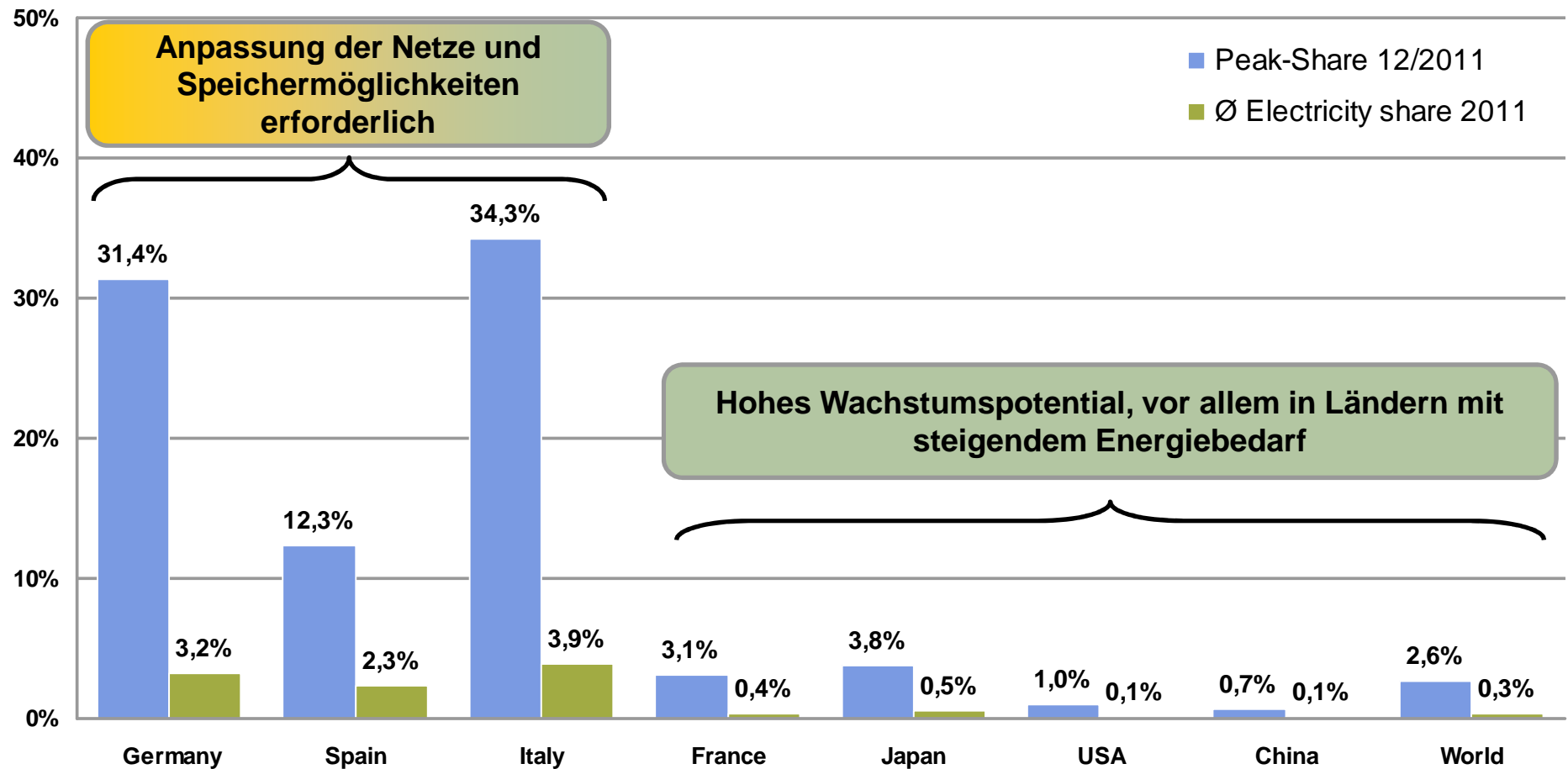
LCOE (€Cent/kWh) - Lebensdauer

(Deutschland, Freiflächenanlage
monatliche Degression von 2.5% in Q4-12
abnehmend auf 1,4% ab Q1-2014 ff)



DAS WACHSTUM DER PHOTOVOLTAIK IST IN DEN MEISTEN LÄNDERN NOCH NICHT DURCH ENGPÄSSE IN DER INFRASTRUKTUR BEGRENZT

Stromversorgungsanteil der Photovoltaik in 2011



Source: WACKER analysis based on various external sources

PHOTOVOLTAIK UND ELEKTROMOBILITÄT – ZWEI IDEALE PARTNER

Eckdaten eines Elektrofahrzeugs:

- Strombedarf: ~ 20 kWh/100km → ~ 2400 kWh/Jahr*)
- PV-Anlage: ~ 15 m² Modulfläche (2,4 KW-Anlage)
(Biodiesel: ~ 5000 m²)
~ 5000 € Investitionskosten
- „Spritkosten“: ~ 430 € p.a. (Diesel: ~ 900 € p.a. bei 5/100km)

*) 12 000km p.a.

DIE IN DEUTSCHLAND HEUTE INSTALLIERTE PV-LEISTUNG ERMÖGLICHT DEN BETRIEB VON 9 MILLIONEN E-MOBILEN

- PV-Energie Deutschland 2011: ~ 22 000 GWh
- Strombedarf je 1 Mio. E-Mobile: ~ 2 400 GWh

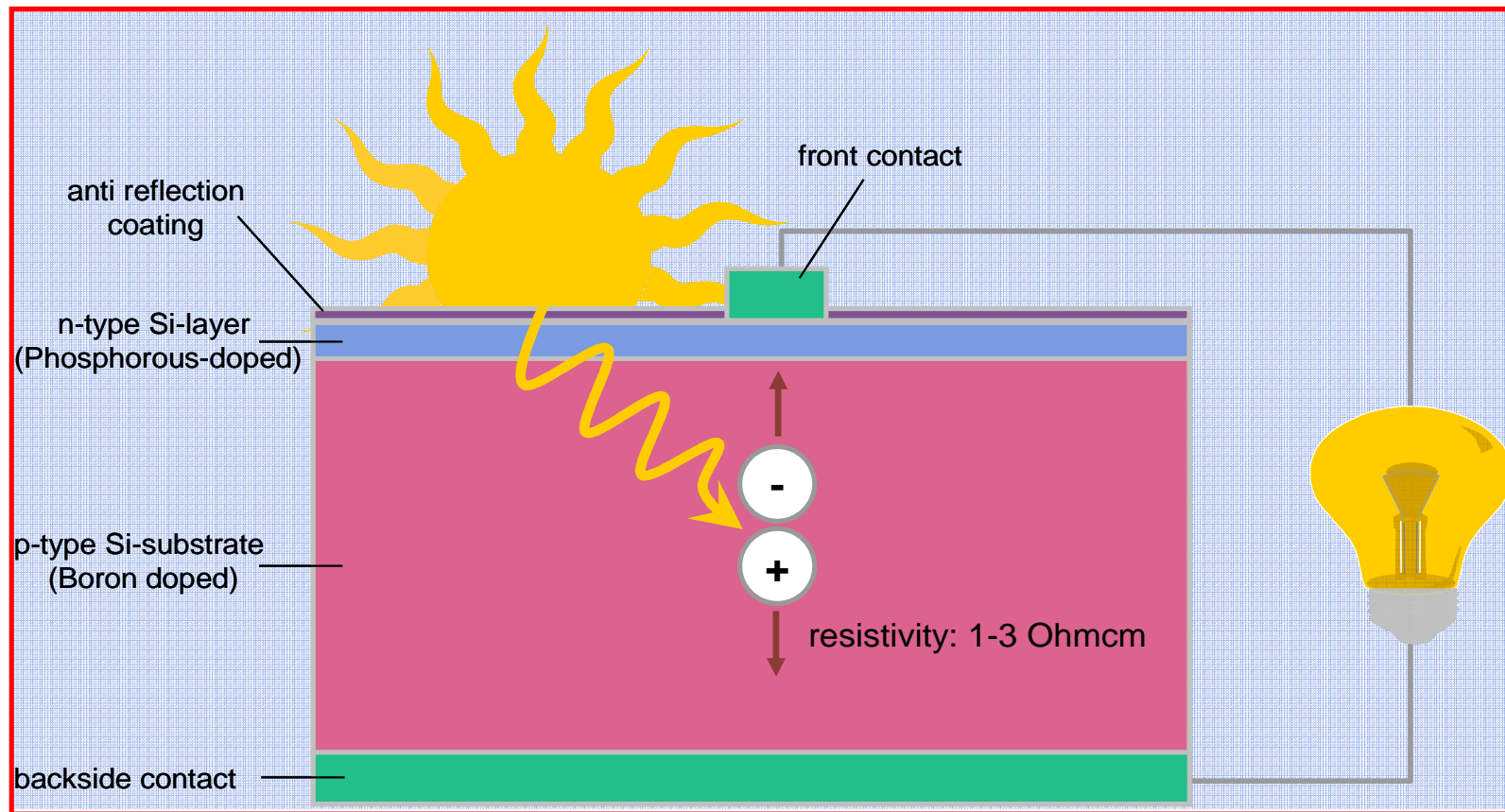
→ ~ 9 Millionen E-Mobile

→ CO₂-Einsparung*): ~130 000 Tonnen p.a.

*) 120 g/100km

**Die Forschung & Entwicklung von Fahrzeug-Batterien muss
intensiviert werden!**

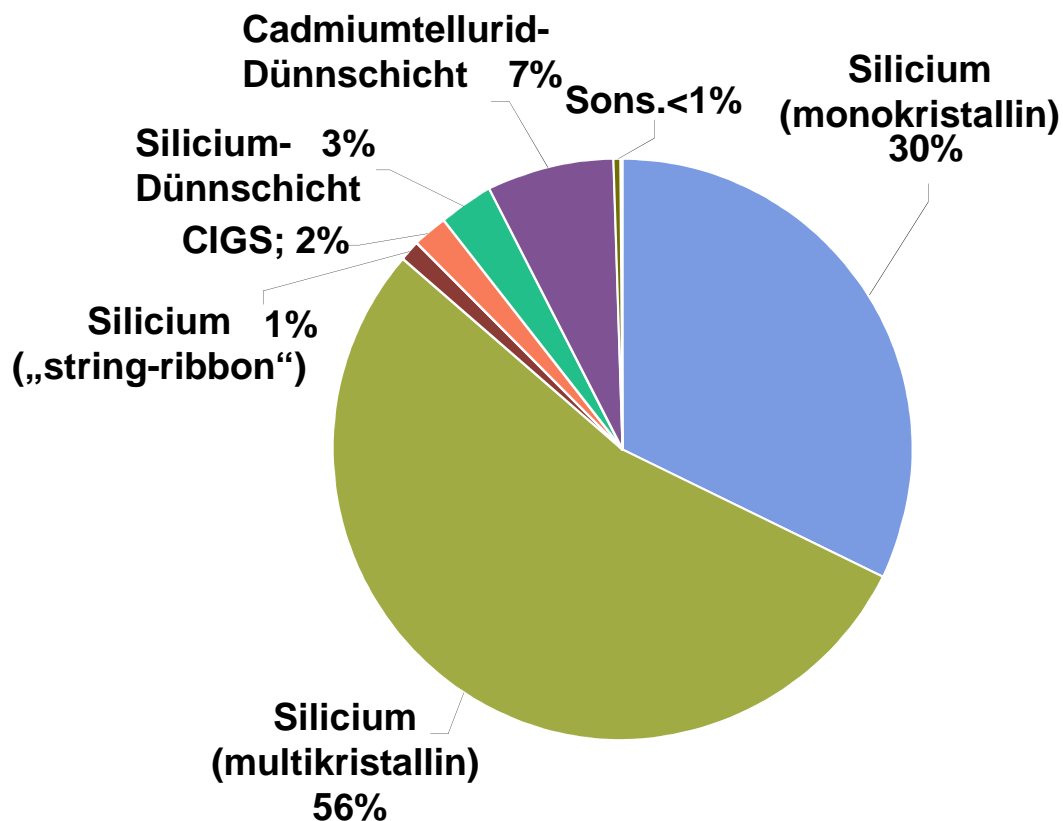
ALBERT EINSTEIN BEKAM FÜR DIE THEORIE DES PHOTOELEKTRISCHEN EFFEKTS 1922 DEN NOBELPREIS



Durch Sonnenlicht erzeugte Ladungsträger müssen ohne Rekombination die Frontseitenkontakte erreichen.

DIE KRISTALLINE SI-BASIERTE PHOTOVOLTAIK WIRD LANGFRISTIG DIE DOMINIERENDE TECHNOLOGIE BLEIBEN

PV Marktanteile 2011



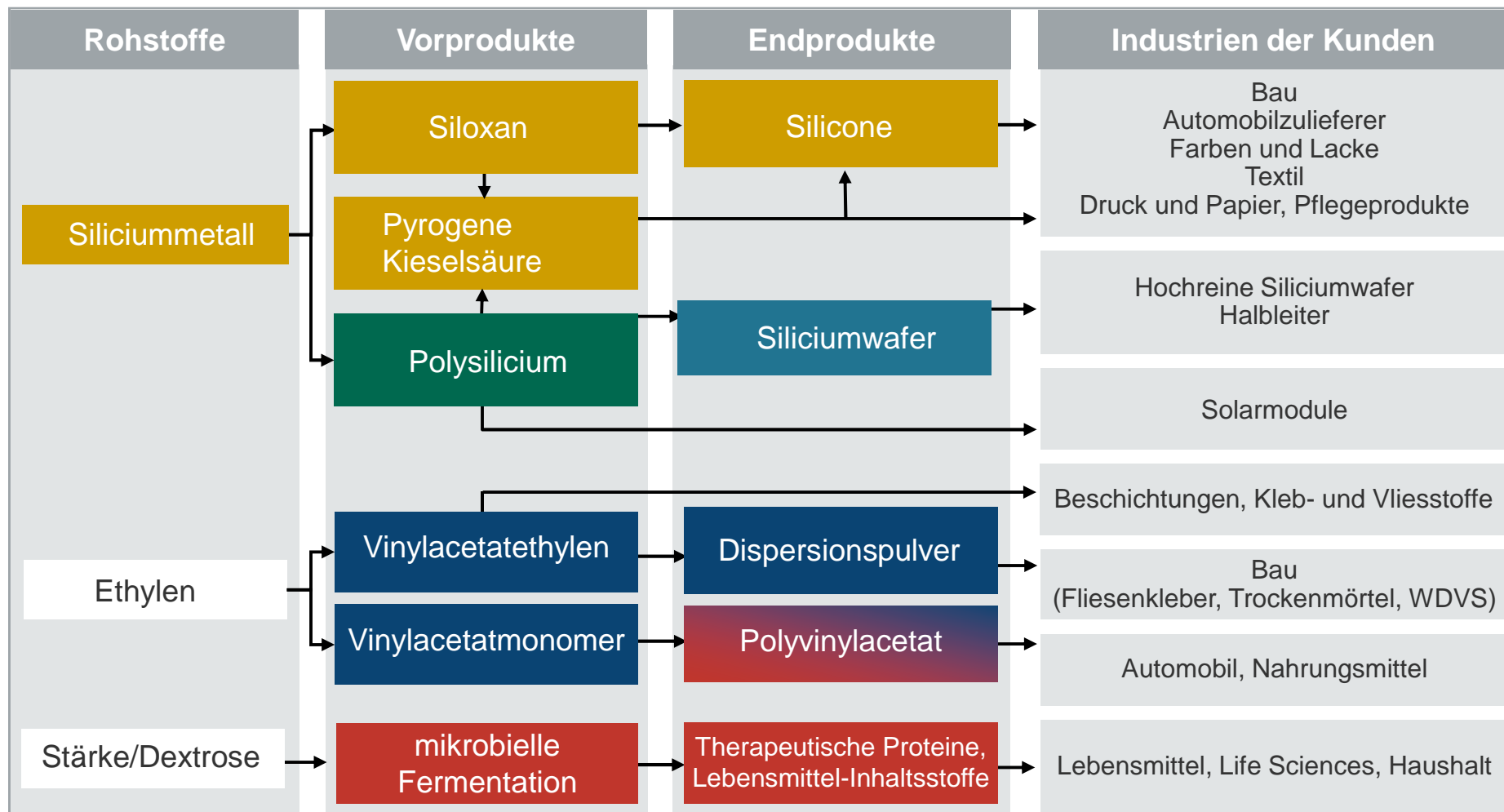
Aktuelle Marktsituation

- Kristalline Silicium-PV mit klarem Wettbewerbsvorteil ggü. Dünnschicht
- Dünnschicht wird beherrscht von First Solar mit CdTe-Technologie
- CIGS mit Potential, aber Nachweis der Massenproduktion fehlt
- Amorphes Silicium kämpft mit hohen Kosten und niedrigen Wirkungsgraden
- Kristalline Silicium-PV mit hohem Kostensenkungs- und Wirkungsgradpotential

Die weiteren Kostensenkungen werden den Wettbewerb zwischen c-Si und Dünnschicht entscheiden

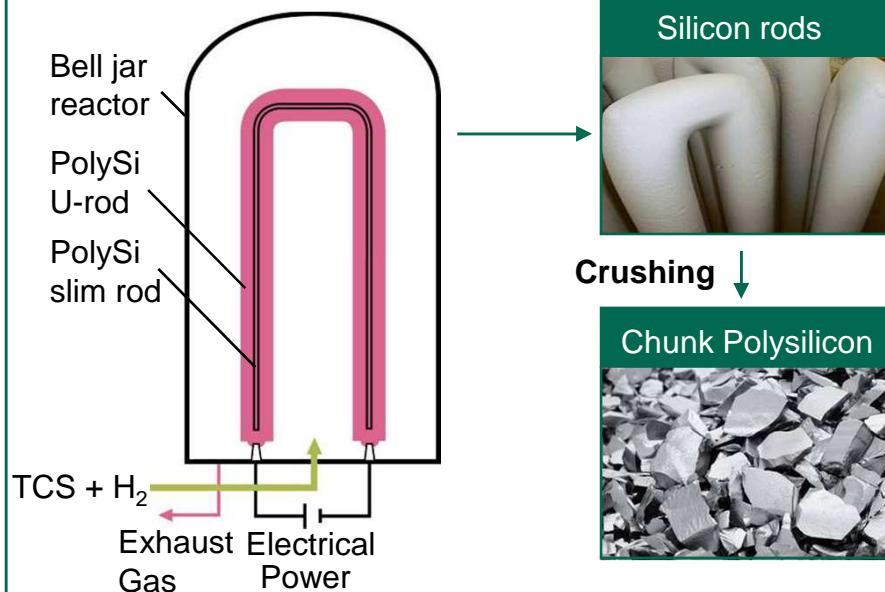
Quellen: Marktanalysen, Industrieankündigungen, WACKER Analysen

WACKER CHEMIE: HOCH INTEGRIERTE PRODUKTION AUF BASIS VON DREI ROHSTOFFEN



WACKER VERWENDET ZWEI TECHNOLOGIEN ZUR HERSTELLUNG VON POLYSILICIUM

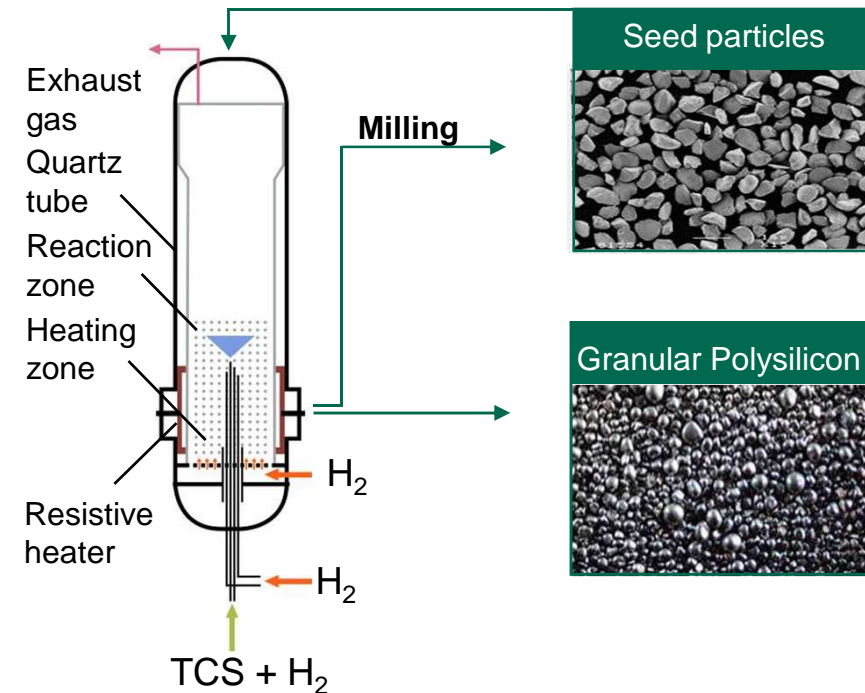
State of the Art TCS Process



TCS Chunks characteristics

- Switchable reactors (Electronic/Solar)
- Large scale production > 50 years
- Time proven process - fast ramp up

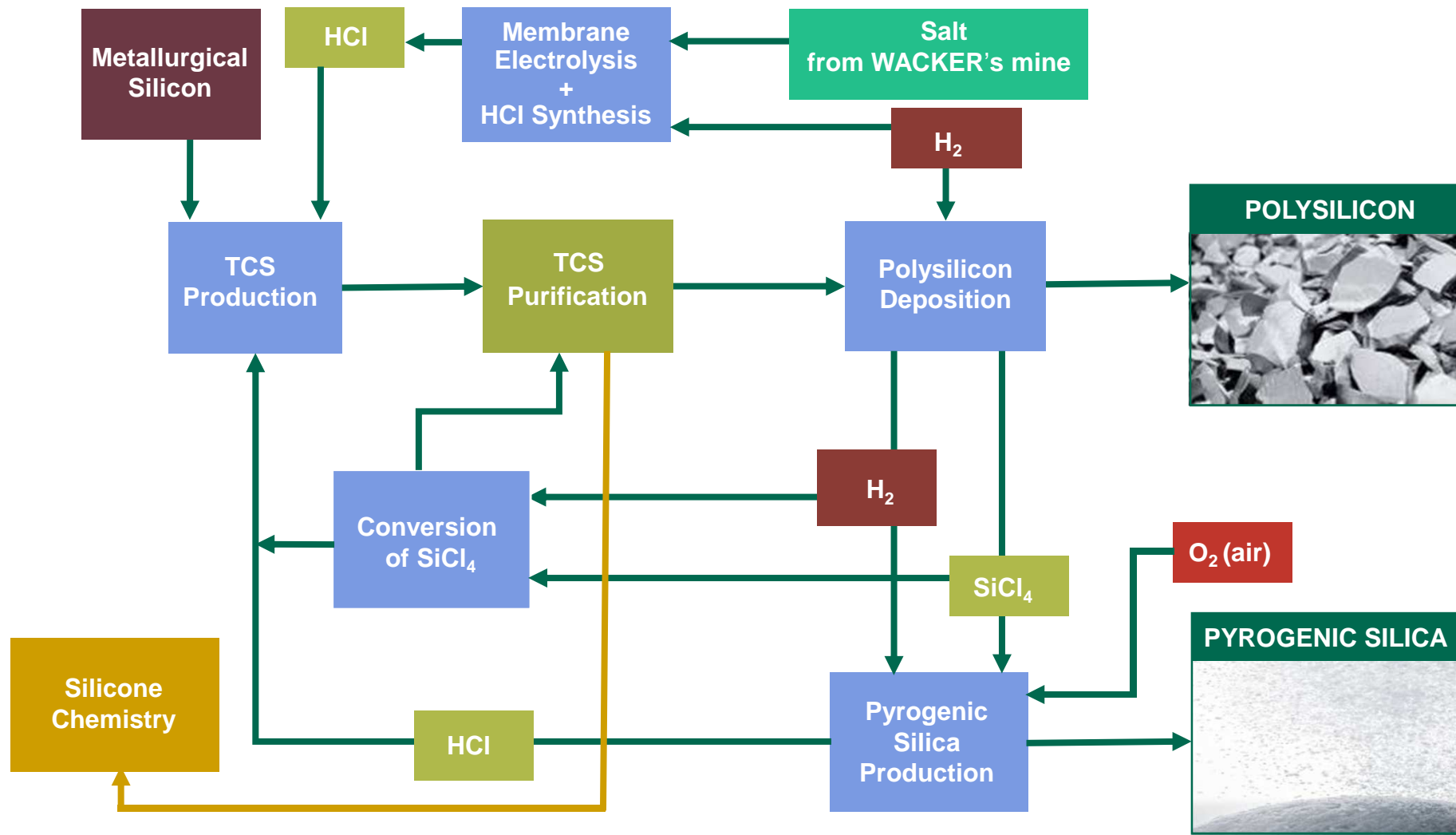
Fluidized Bed TCS Process for Granular



TCS Granular characteristics

- Continuous deposition based on fluidized bed technology
- Trichlorosilane as feed gas for high product yields
- Reduced energy consumption

GESCHLOSSENE KREISLÄUFE FÜR MAXIMALE QUALITÄT, UMWELTVERTRÄGLICHKEIT UND WIRTSCHAFTLICHKEIT



UNSERE STANDORTE FÜR PRODUKTION UND VERTRIEB

