Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

AHK Deutsch-Ungarische Industrie- und Handelskammer
Német-Magyar Ipari és Kereskedelmi Kamara

Energy

# Photovoltaik – eine disruptive Technik: Märkte, Politiken, Akteure, Technologie

Ruggero Schleicher-Tappeser, consultant, Berlin

AHK, Budapest, 29. März 2011

renewables Made in Germany

BSW

sustainable strategies ruggero schleicher-tappeser

eclareon

# Drängende Probleme führen zu einem schnellen Paradigmenwechsel

- Beschleunigter Klimawandel
- Schwindende Öl- und Gas-Vorräte
- Zunehmende Energienachfrage in Schwellen- und Entwicklungsländern

►Eine schnelle Transformation des Energiesystems ist nötig

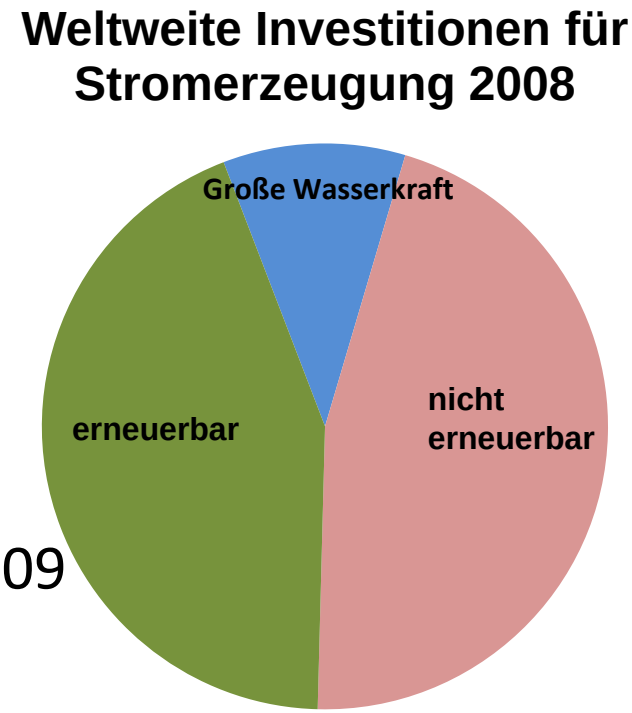
►Regierungen schaffen Märkte für neue Technologien

►Neue Technologien verändern die Energiemärkte

- PV ist die umwälzendste der neuen Energie-Technologien:
  - schnellstes Wachstum
  - steilste Lernkurve
  - größtes Potential
- Solarthermie : ein immer noch schlafender Riese

# Dramatischer Perspektivwechsel: Erneuerbare Energie sind die Zukunft

- Investitionen in erneuerbare Elektrizitätserzeugung
  - 2008: 155 Mrd. US$
  - Vierfache Zunahme seit 2004
  - Sonne: Wachstum +49%
- Hohe Priorität in Programmen zur Konjunkturstützung
- Wachstum Windenergie in China 2009 12,0 → 25,8 GW

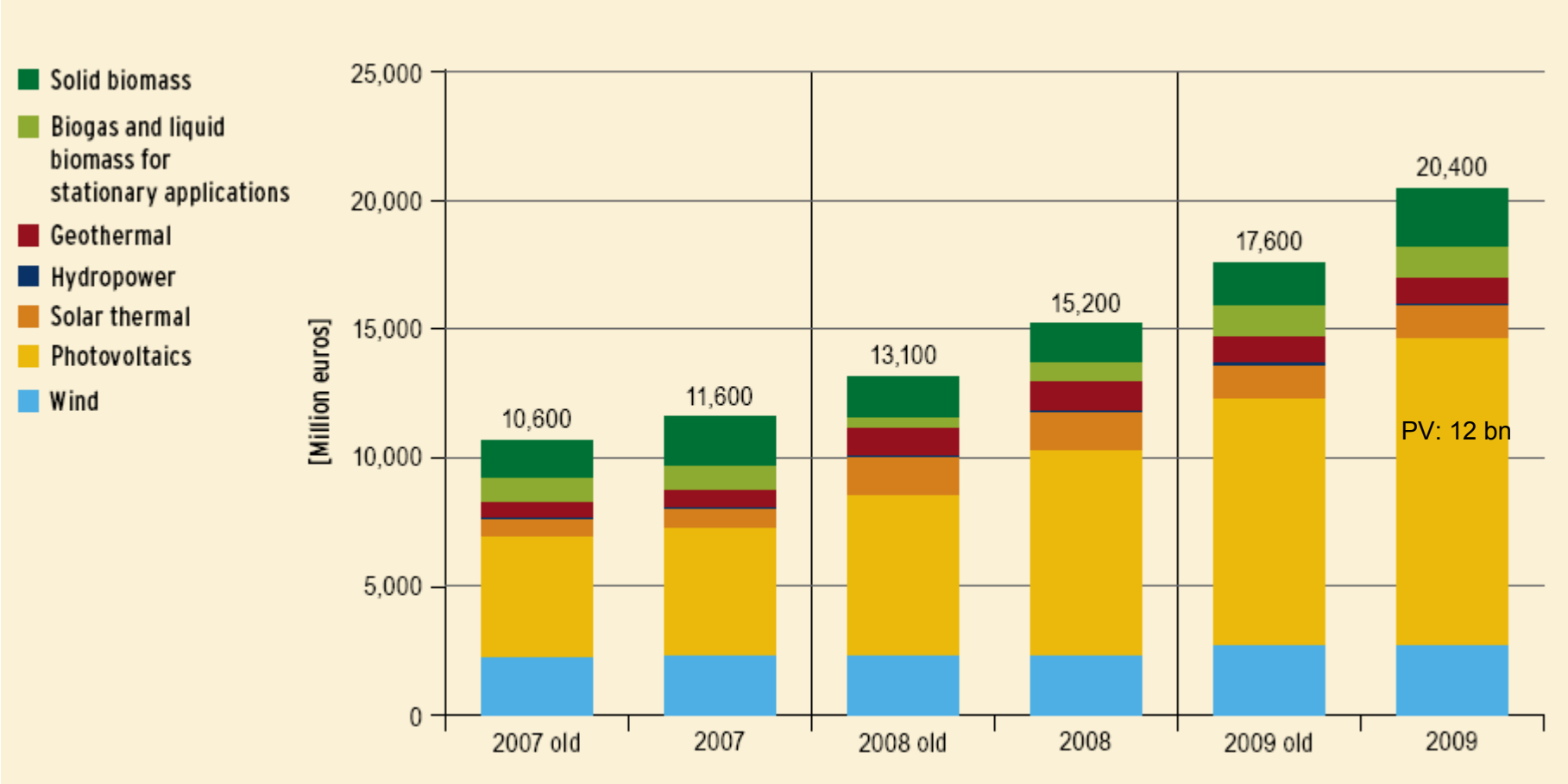



- 145 countries haben den Vertrag für IRENA (International Renewable Energy Agency) unterzeichnet
- Seit 2009 sind Erneuerbare Energien ein Top-Thema der internationalen Industriepolitik (China, USA, Japan, Indien, EU)

# Die Ziele werden ambitionierter

- 2009 beschließt die EU verbindliche Ziele:
  20% erneuerbare Energien in der EU bis 2020
- Bundesverband Erneuerbare Energien 2008:
  47% erneuerbare Energien in Deutschland bis 2020
- Deutscher Umweltminister Röttgen 2010:
  sein Ziel: 100% erneuerbare Elektrizität bis 2050
- EREC (European RE Industry Association) 2010:
  100% erneuerbare Energien in Europa bis 2050
- Energieszenarien der EU Kommission 2011:
  ??? % in Europa bis 2050

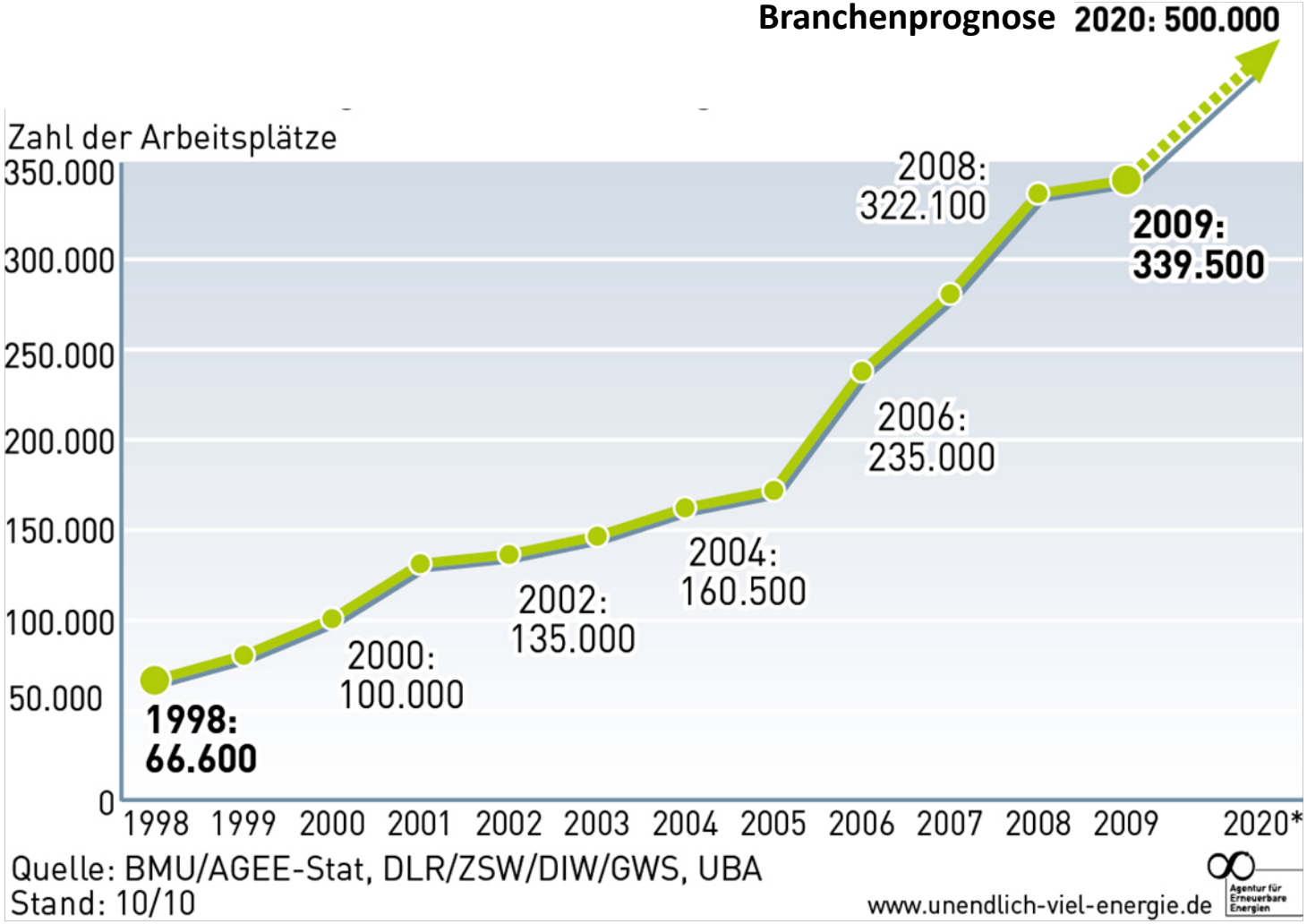
# Investitionen in erneuerbare Energien in Deutschland





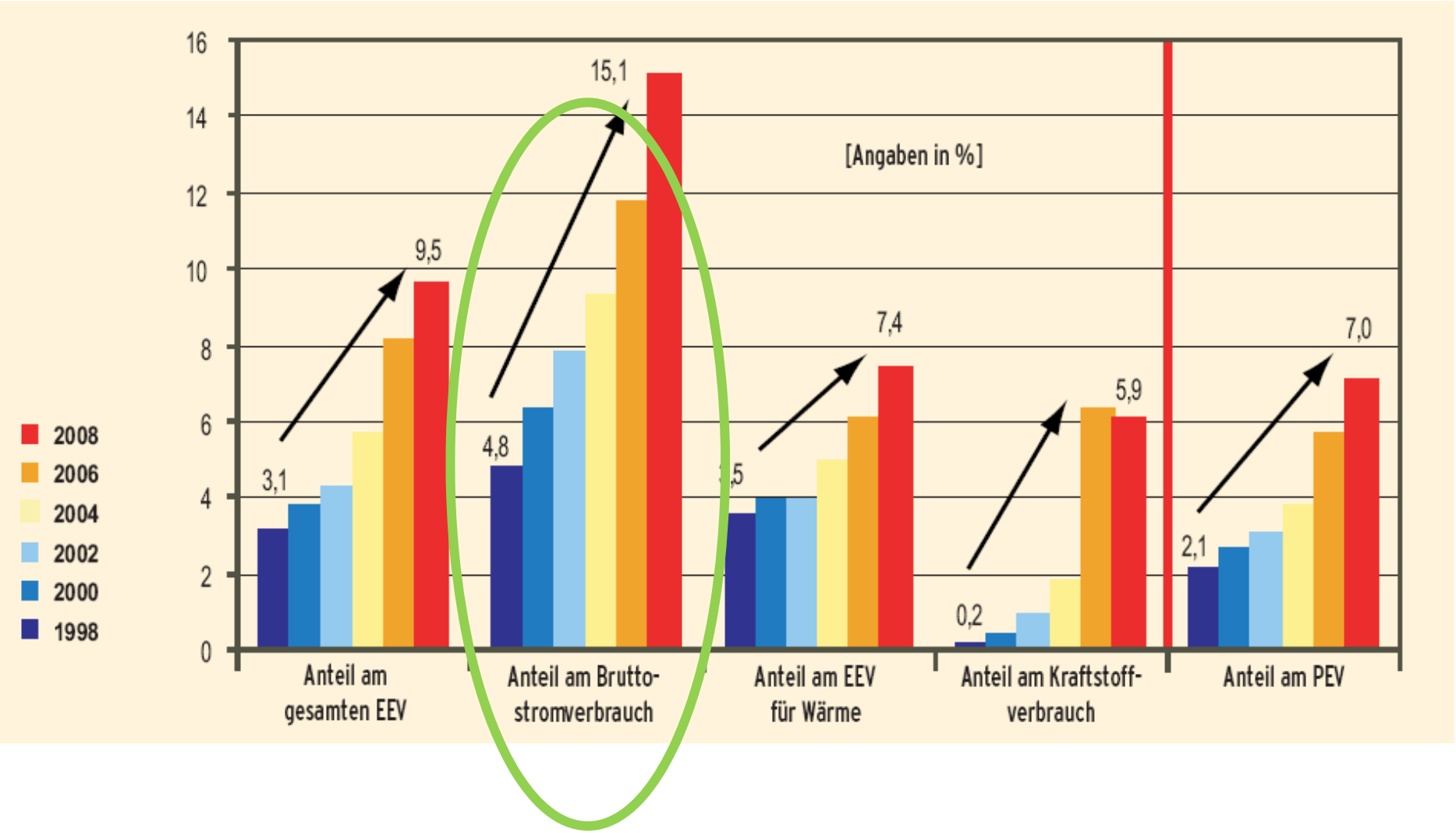
© BMU 2010

# Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland

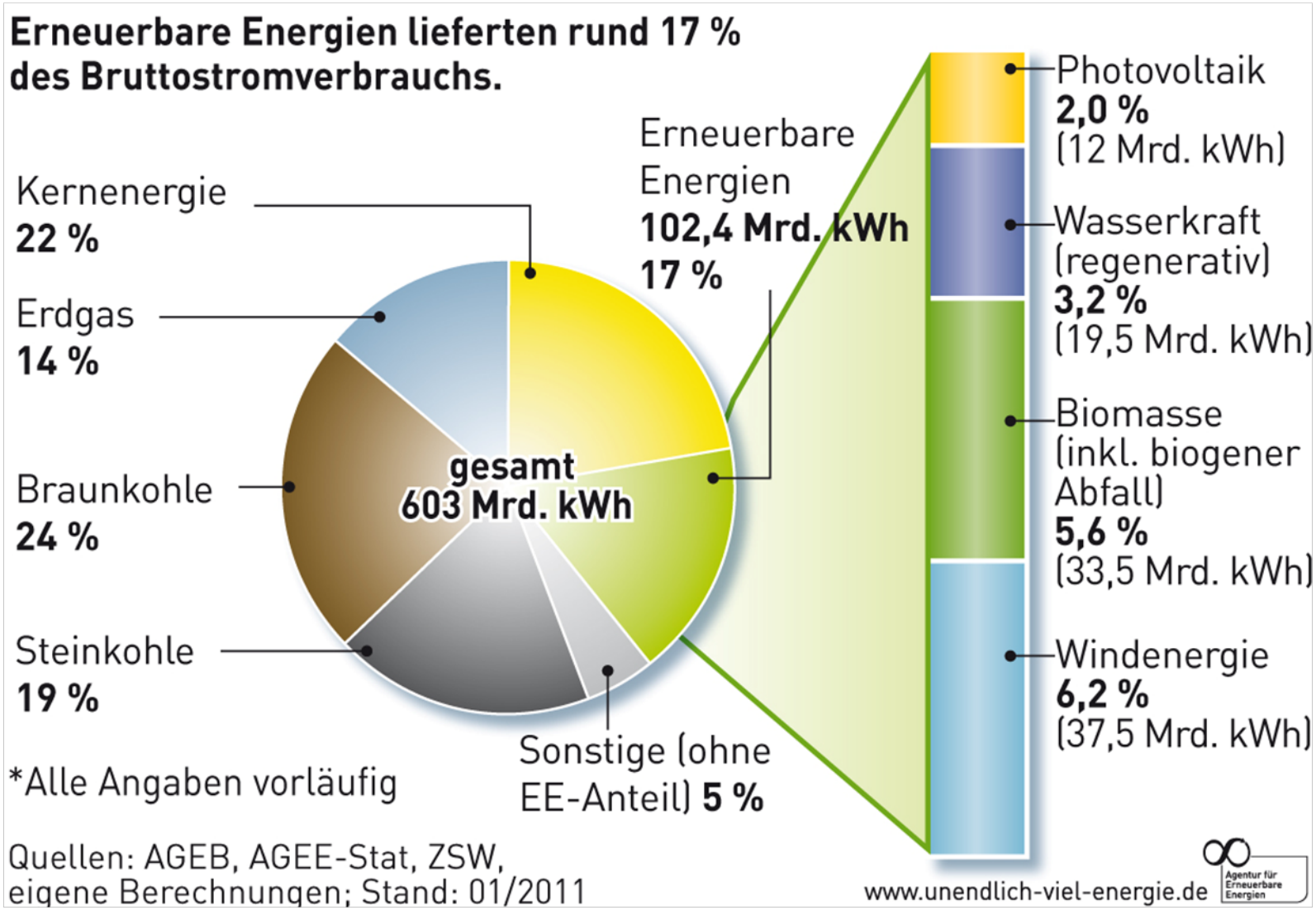


# PHOTOVOLTAIK – EINE DISRUPTIVE HALBLEITER-TECHNOLOGIE

# Anteil der Erneuerbaren am Endenergieverbrauch in Deutschland



# Stromerzeugung in Deutschland 2010

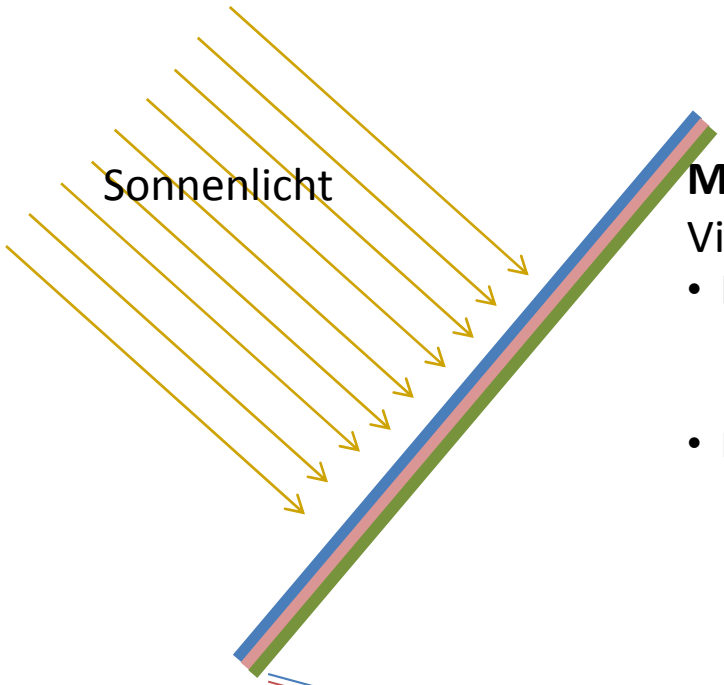


# Warum die Photovoltaik fördern?

Anschubfinanzierung für eine Technik zur Stromproduktion mit außerordentlichen Vorteilen:

- Anwendbar überall auf der Welt
- Anwendbar in allen Größenordnungen, netzgekoppelt und off-grid
- Keine wesentlichen Probleme für die Umwelt
- Rapide sinkende Kosten, beginnende Wettbewerbsfähigkeit mit traditioneller Stromproduktion
- Ein praktisch unbegrenztes Potential

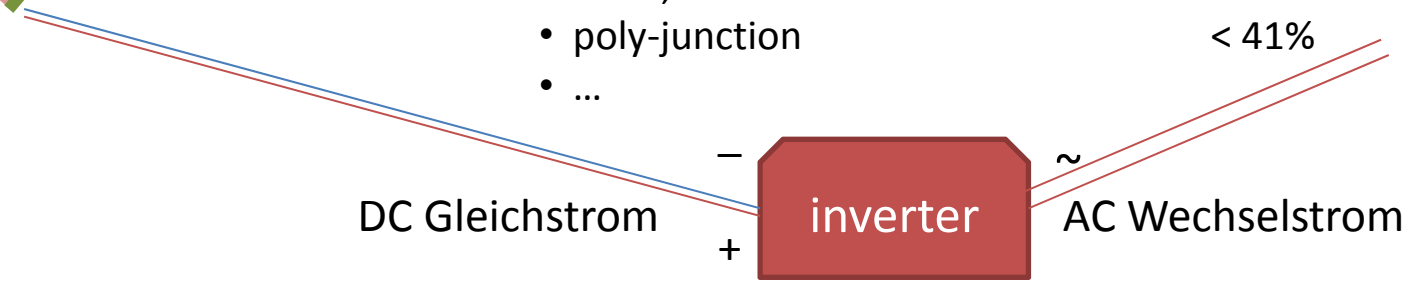
# Direkte Transformation von Sonnenlicht in Strom - PV ist eine Halbleiter-Technologie




**Mehrere Schichten von Halbleitern**

Vielfalt verschiedener Technologien:

- kristallines Silizium c-Si (ingot-wafer)
  - monokristallin < 24% efficiency
  - polykristallin < 20%
- Dünnfilm-Technologien
  - amorphes Silizium a-Si, auch komb. < 12%
  - CdTe Cadmium-Tellurid < 16%
  - CIGS, versch. Kombinationen < 20%
  - GaAs, Gallium-Arsenid < 24%
  - poly-junction < 41%
  - …



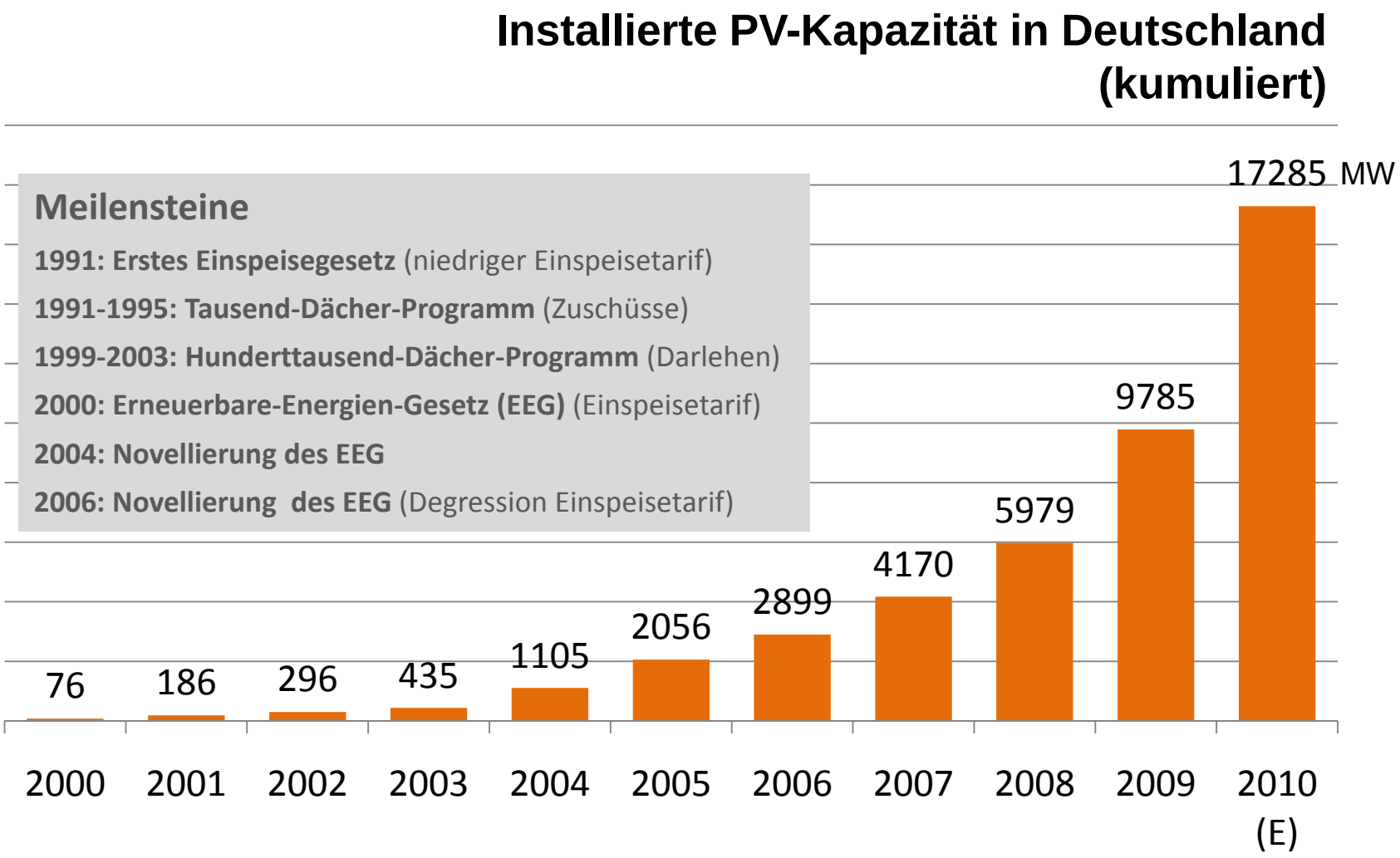
# Typische photovoltaische Systeme

# Wirtschaftlichkeit von PV-Systemen: Einflussfaktoren

- Systemkosten (Module [ca. 50%], Rest des Systems, Installation): heute ca. 3000€/kWpeak for small systems
- Laufende Kosten (ca. 1% p.a.: Wartung, Versicherung, Steuern)
- Stromertrag des Systems (Ort, Orientierung, Qualität der Installation)
- Lebensdauer der Installation, der Garantie (20-25a)
- Finanzierung, z.B. Bankkredit: Höhe / Struktur / Zinsen
- Kosten alternativer Stromversorgung (Netz, off-grid-System)
- Einspeisetarif: Höhe / Dauer
- Finanzielle Förderung der Investition (Steuern, Subventionen)

# WACHSTUMSDYNAMIK DER PV-MÄRKTE

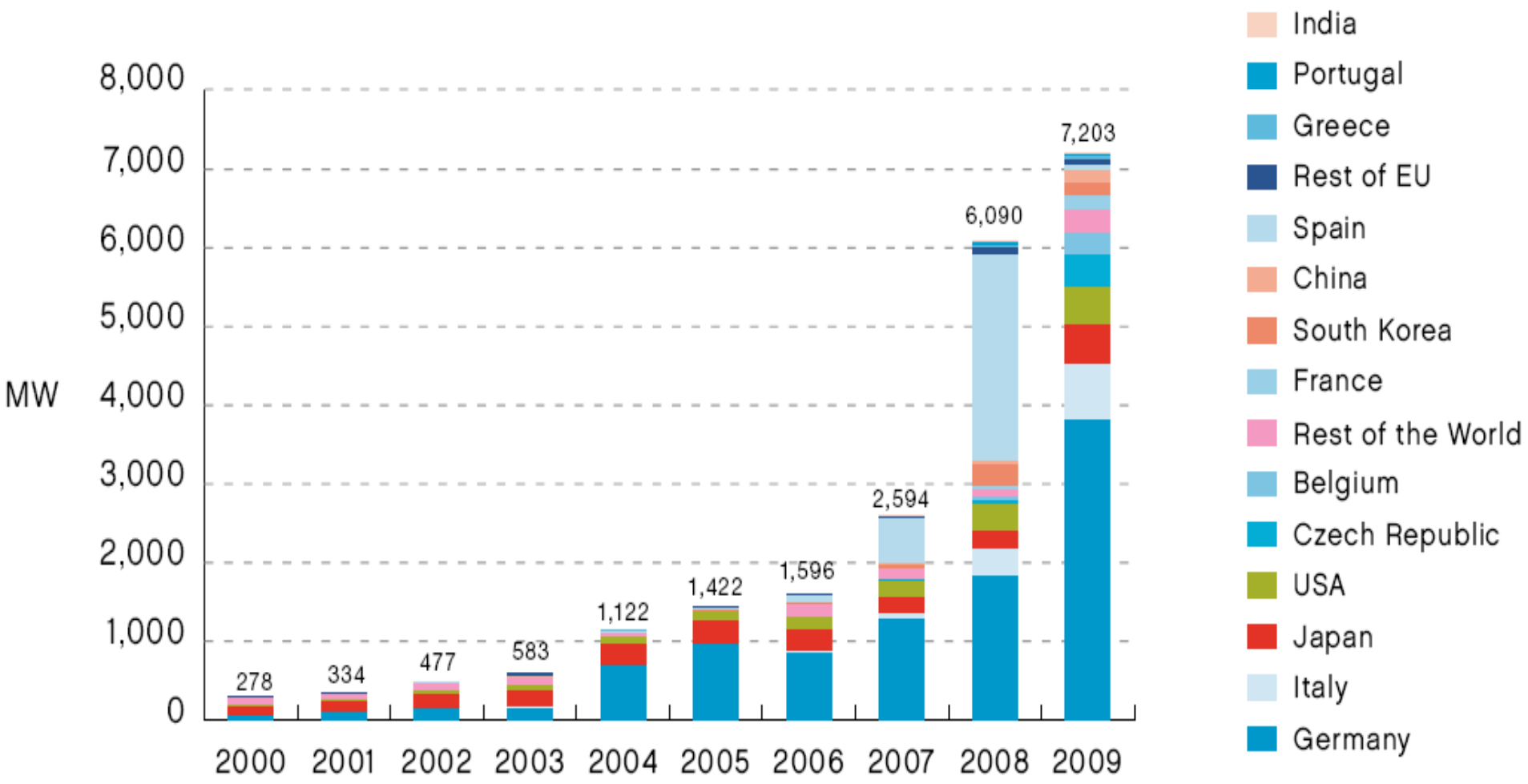
# Deutschland hat den Take-Off des weltweiten Photovoltaikmarktes ausgelöst






Source: BMU, BSW

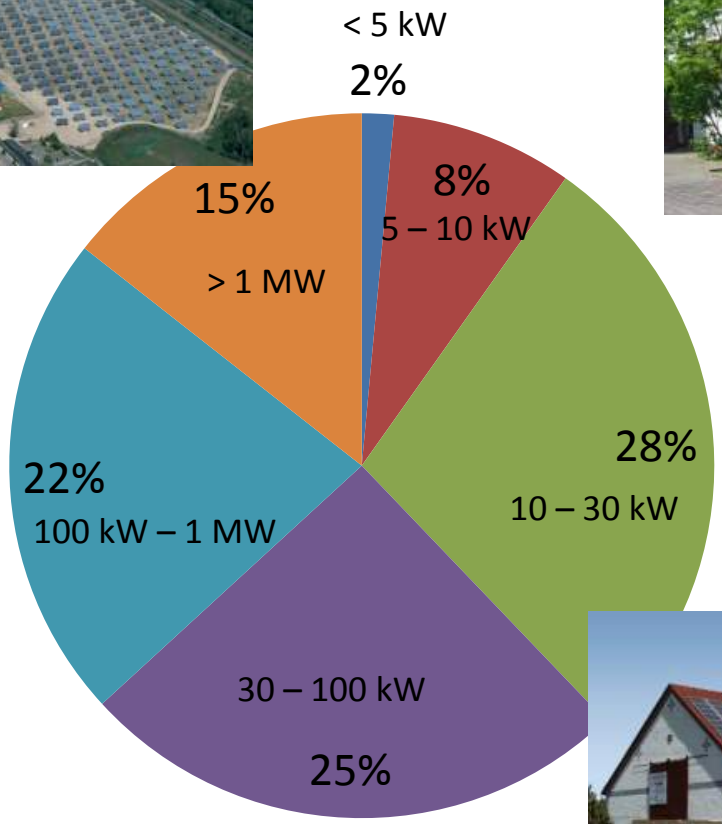
# Entwicklung des weltweiten PV-Markts






© EPIA

# Marktsegmente im deutschen PV-Markt: kleine und mittlere Anlagen dominieren




Installationen
Januar – September 2010

data: BNetzA 2010

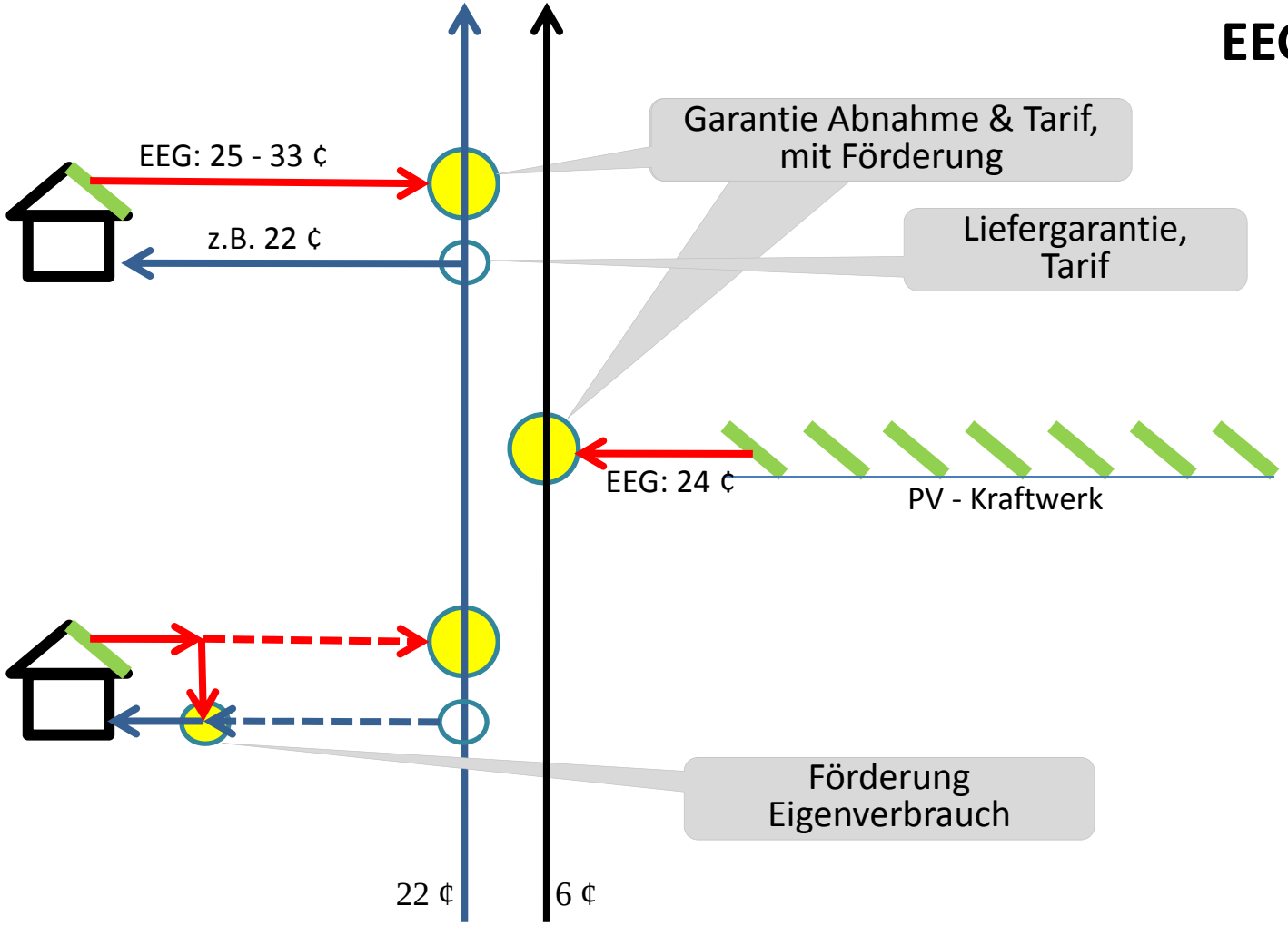
# Typische Anlage in Spanien (Menorca): 3.2 MWp

# Der Aufbau ausgewogener Marktstrukturen und notwendiger Kompetenzen braucht Zeit

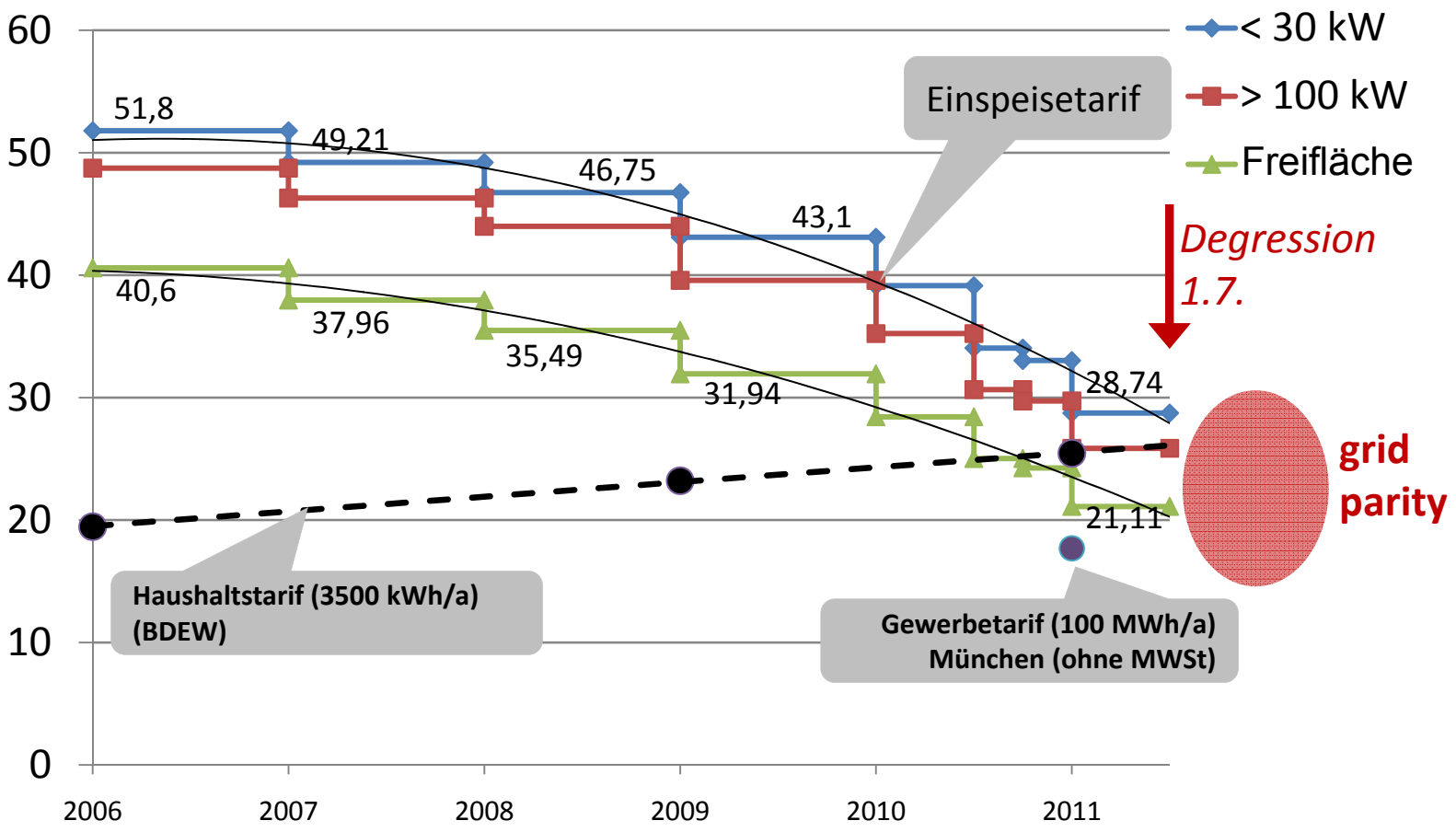
- Ausgewogene Marktstruktur mit vielen privaten Investoren DE → Widerstandsfähigkeit während der Finanzkrise
- Lange Geschichte des deutschen PV-Markts → aufgebaute Kompetenzen entlang der Wertschöpfungskette :
  - Forschungsinstitute
  - Hersteller von Produktionsanlagen
  - Banken und Investoren
  - Hersteller von Silizium, Zellen und Modulen
  - Systemintegratoren
  - Vielzahl spezialisierter Handwerker in der Bauwirtschaft
- Aufbau von Interessenvertretungen für die erneuerbaren Energien, die etablierten Organisationen der traditionellen Energiewirtschaft gegenübertreten können, braucht Zeit

# UNERWARTETER ERFOLG DES FÖRDERSYSTEMS:
# GRID PARITY SCHON FAST ERREICHT

# Das feed-in-tariff-System in Deutschland heute (EEG)

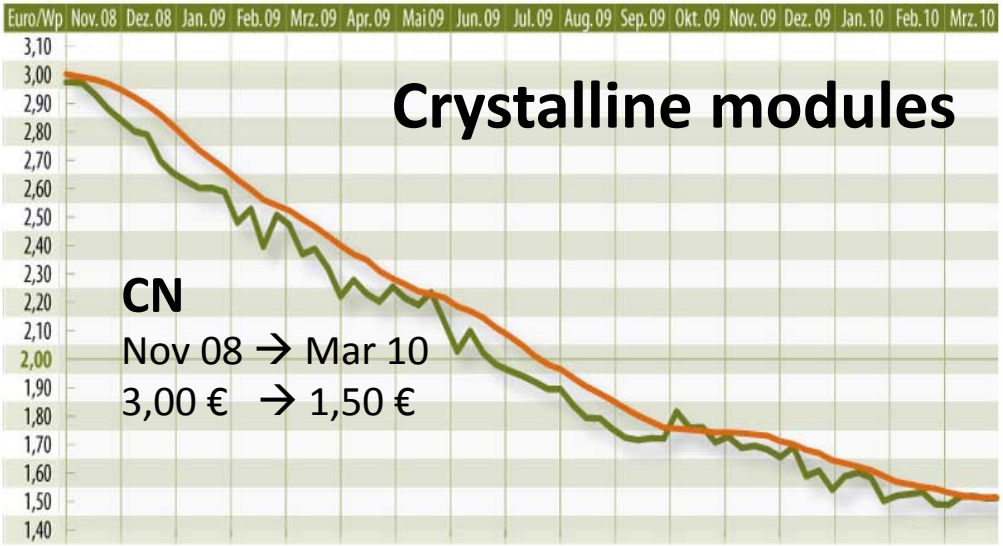


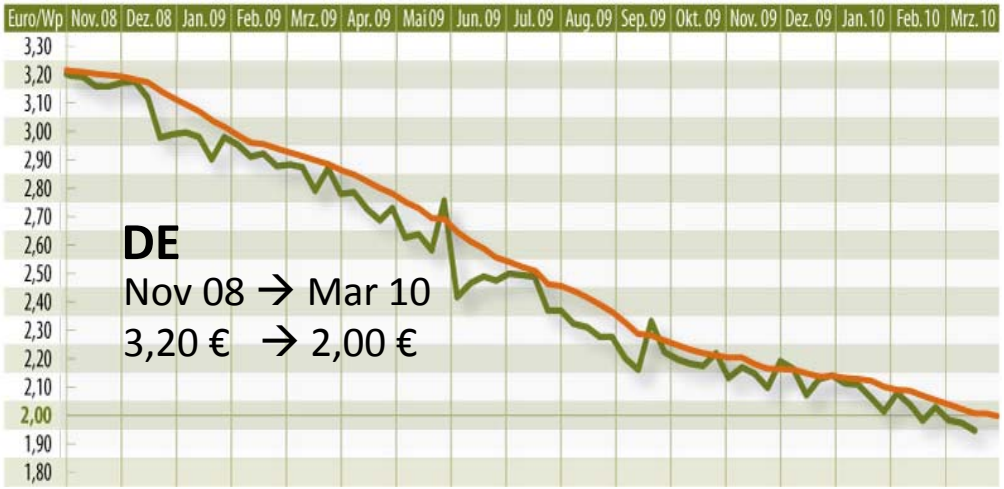
# Schnell sinkende Einspeisevergütung in Deutschland: grid parity schon 2012



# Schnelle Preissenkungen haben die weltweiten PV-Märkte verändert

- Plötzlicher schneller Preisverfall:
  - Ausreichende Versorgung mit Silizium nach Fertigstellung neuer Produktionsanlagen
  - Zusammenbruch des spanischen Marktes, Finanzkrise
  - Massiver Aufbau von Kapazitäten, turn-key Fabriken
  - Entschlossene chinesische Strategie zur Markteroberung
- Prise entsprechen nicht den niedrigsten Produktionskoster

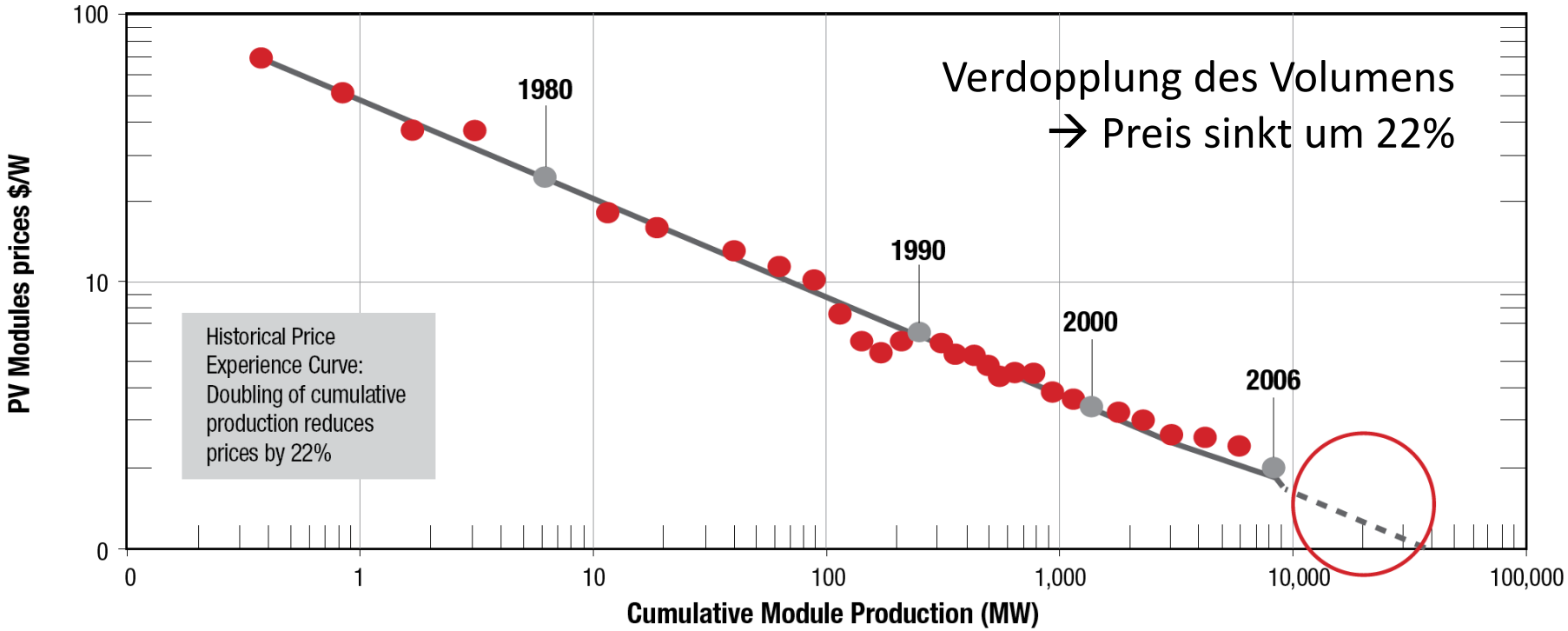


# Strukturwandel der PV-Industrie

- Starker Wettbewerb führt zu Marktbereinigung
- Große Firmen revidieren Geschäftsmodell und bauen Massenproduktion in Asien auf (Q-Cells, Solon)
- Steigende Bedeutung großer Player mit starker Kapitalbasis (Bosch, Schott, Sharp)
- Europäische Hersteller von Produktionsanalgen liefern integrierte Lösungen und behalten die technologische Führungsrolle
- Größere industrielle Einheiten erfordern mehr internationale Kooperation

# Die Lernkuve der Photovoltaik

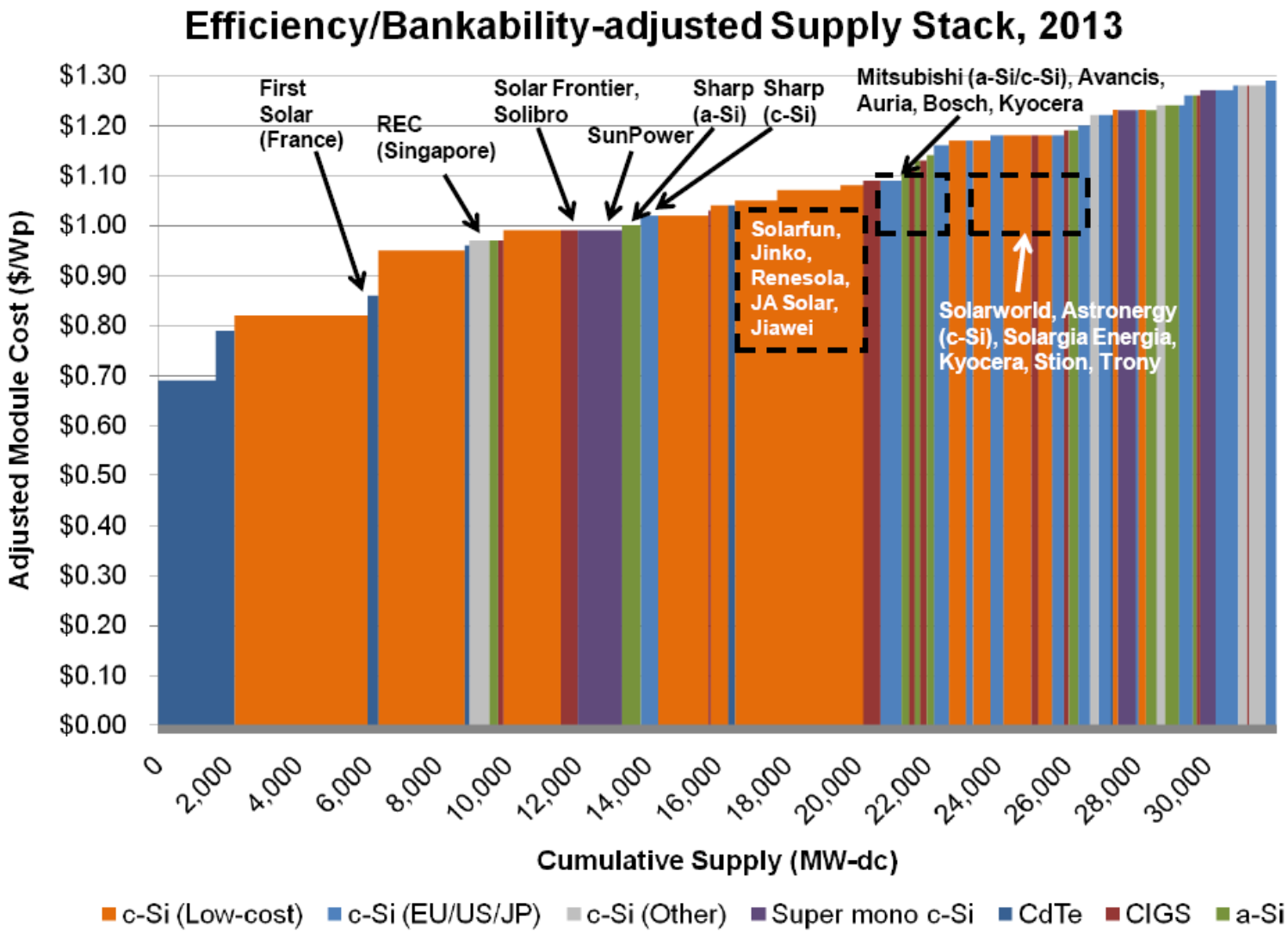



Sources: EU Joint Research Centre - EIA - National Renewable Energy Laboratory - A.T. Kearney analysis.



© EPIA

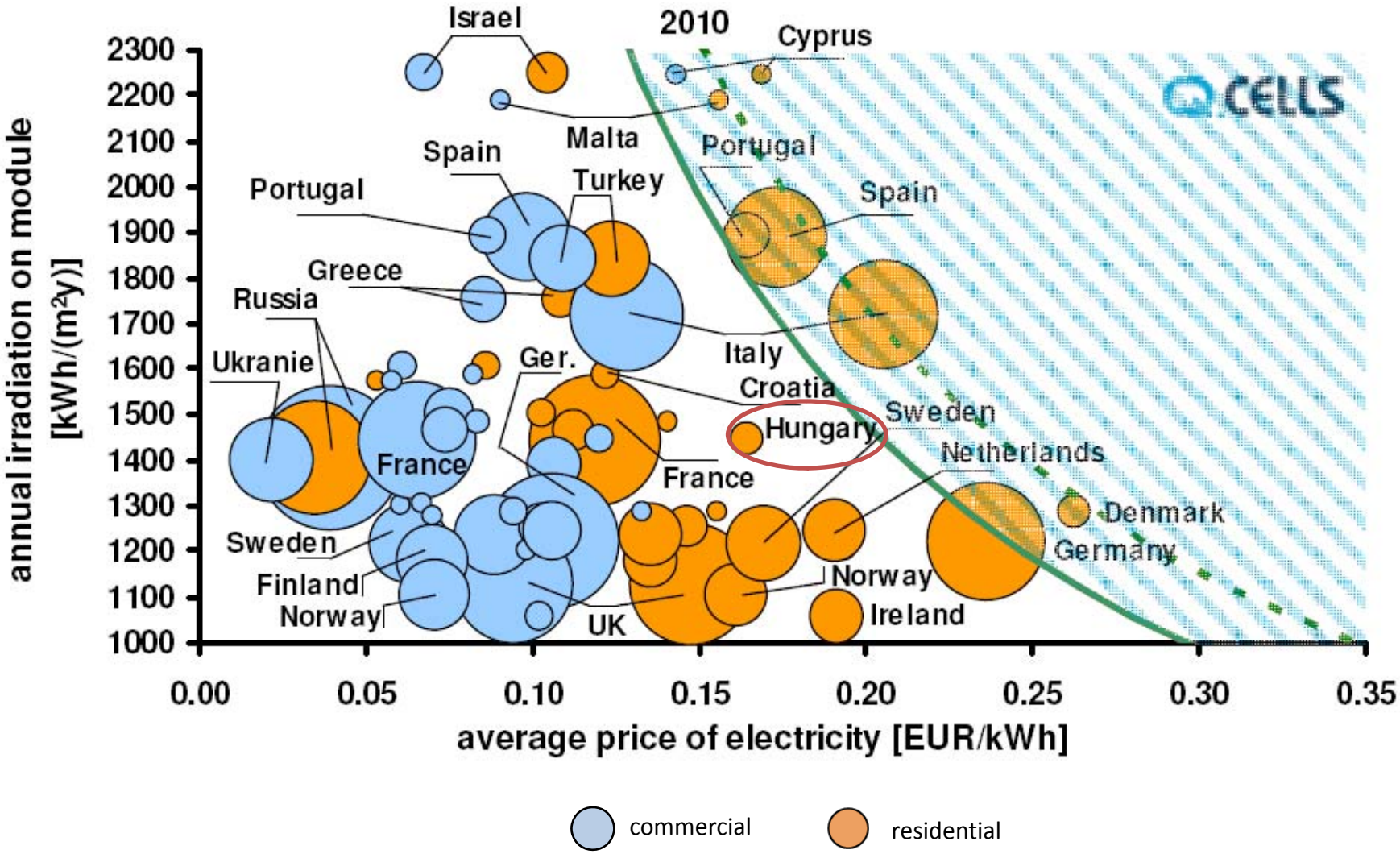
# Erwartetes Angebot 2013: Kosten und Volumen
## (mit Korrektur für Effizienz und Bankability)



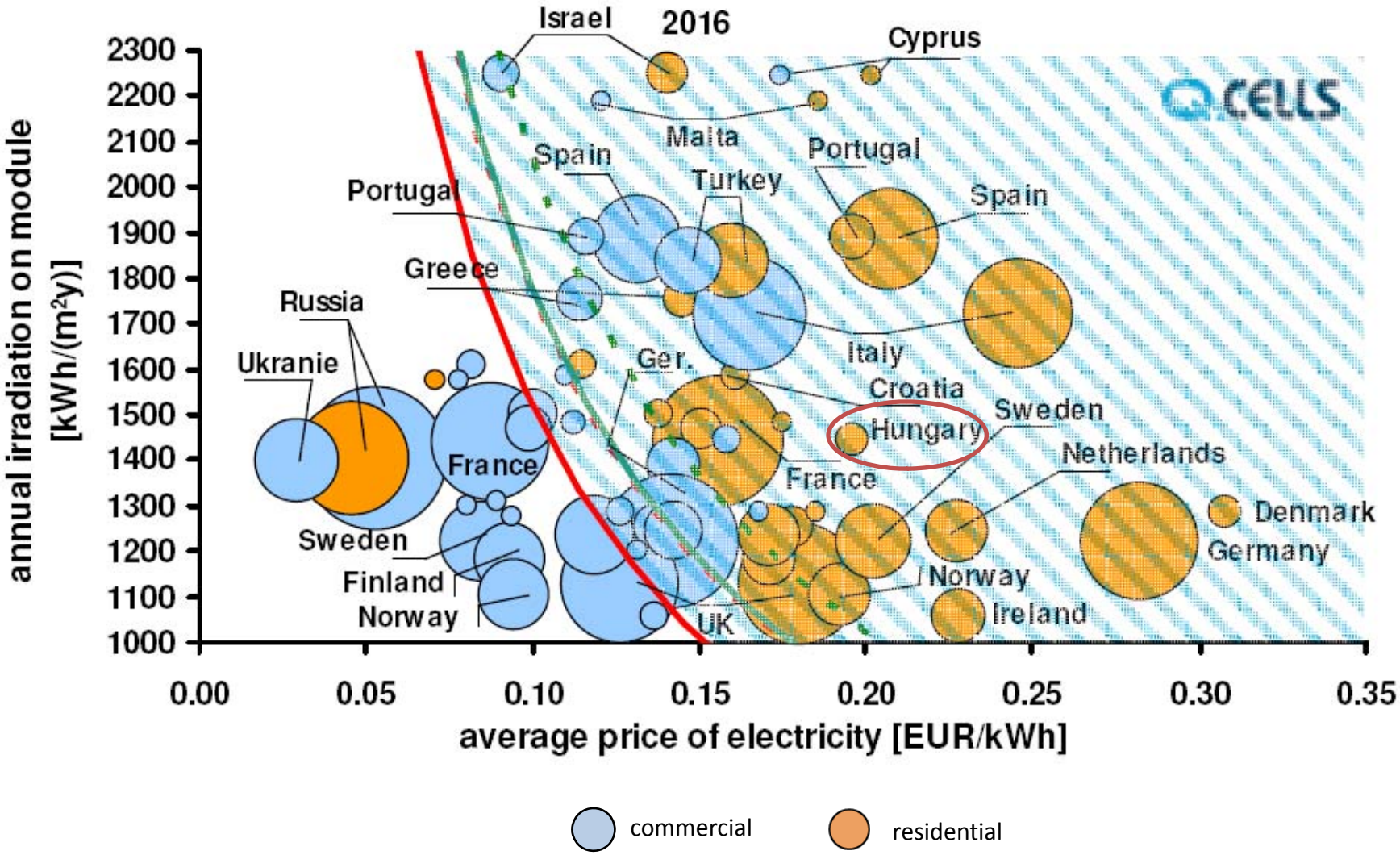


© GTM Research

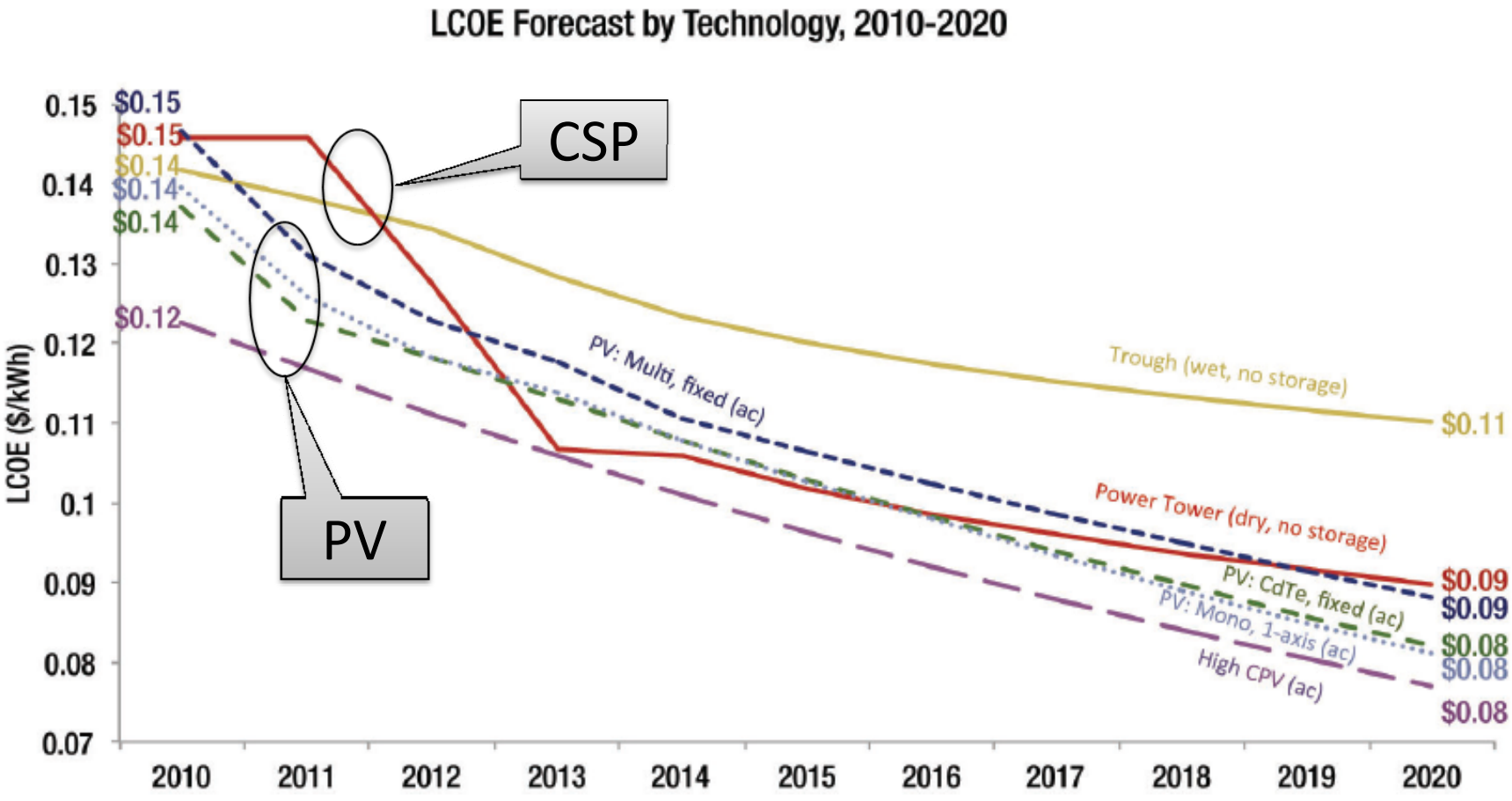
# Grid parity in Europa 2010



# Grid parity in Europa 2016



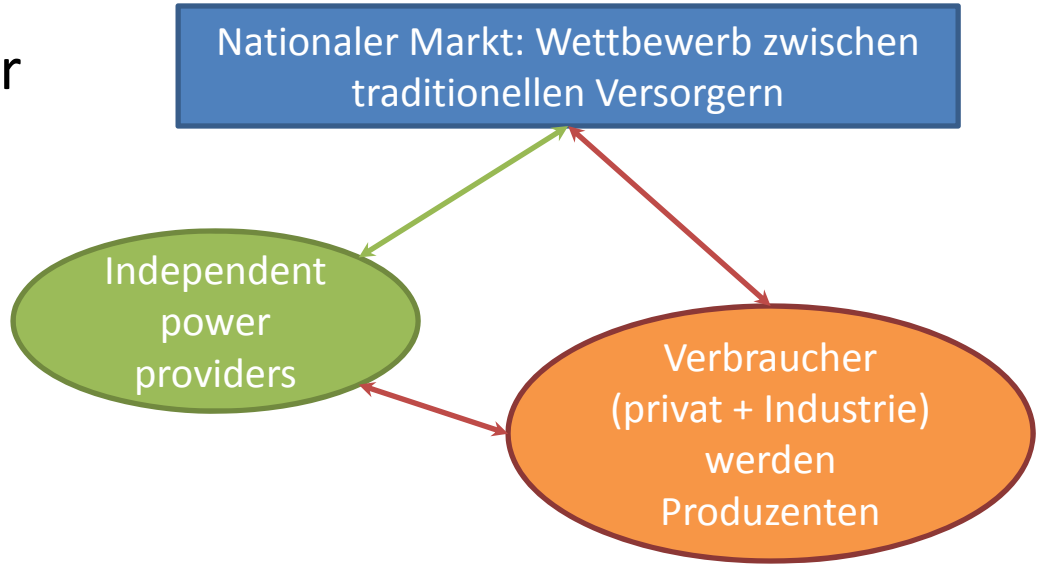
# Entwicklung der mittleren Stromkosten (LCOE) für verschiedene Technologien




© GTM Research: Concentrating Solar Power 2011

# Grid parity der PV bringt neue Akteure ins Spiel

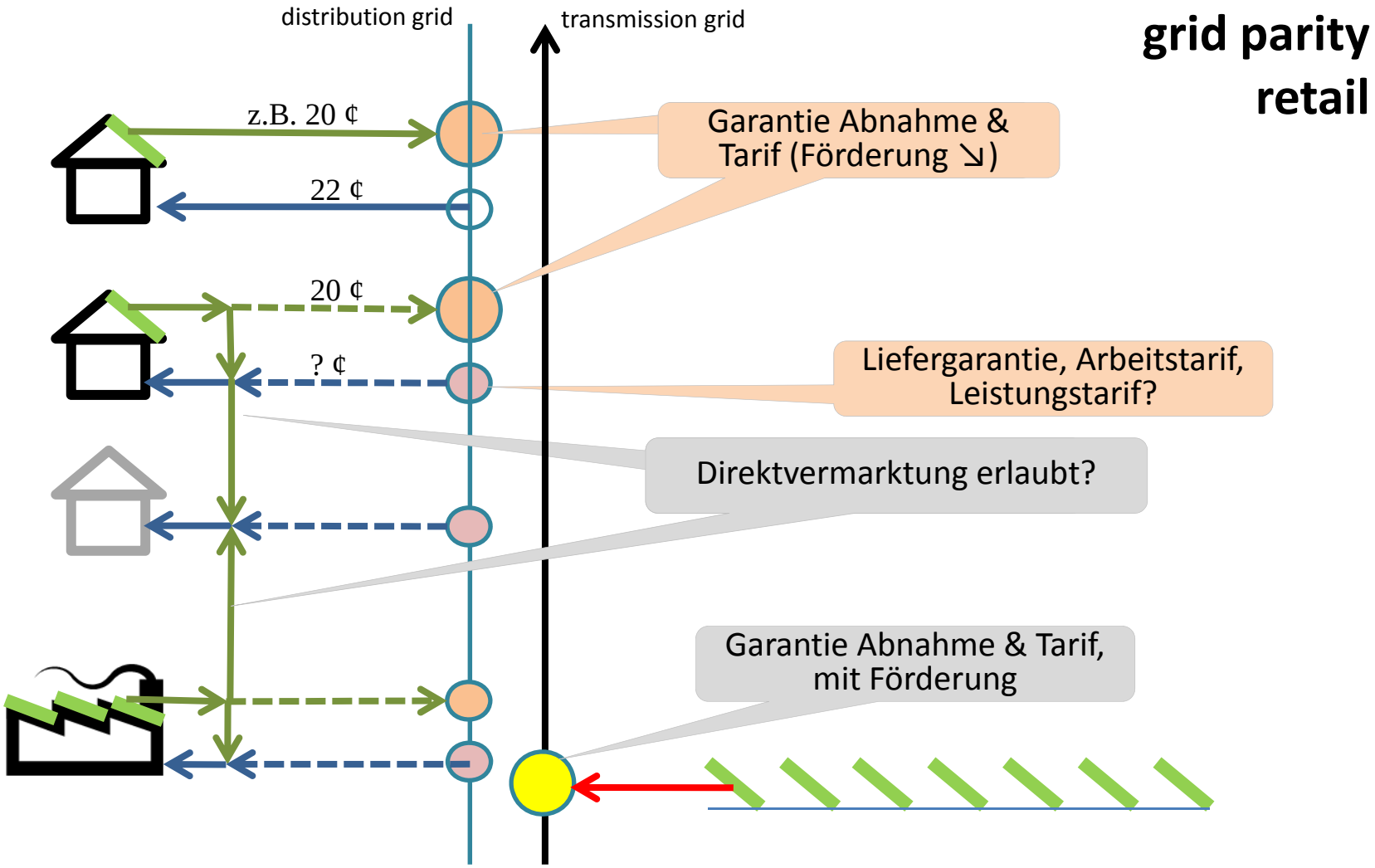
- Neue Technologien bringen eine Alternative auf der Ebene der Steckdose
- Ein neuer Markt auf dieser Ebene stellt die traditionelle Regulierung und die Versorger in Frage
- Produktion für den Eigenverbrauch wird zunehmen, der Anteil der Versorger nimmt ab



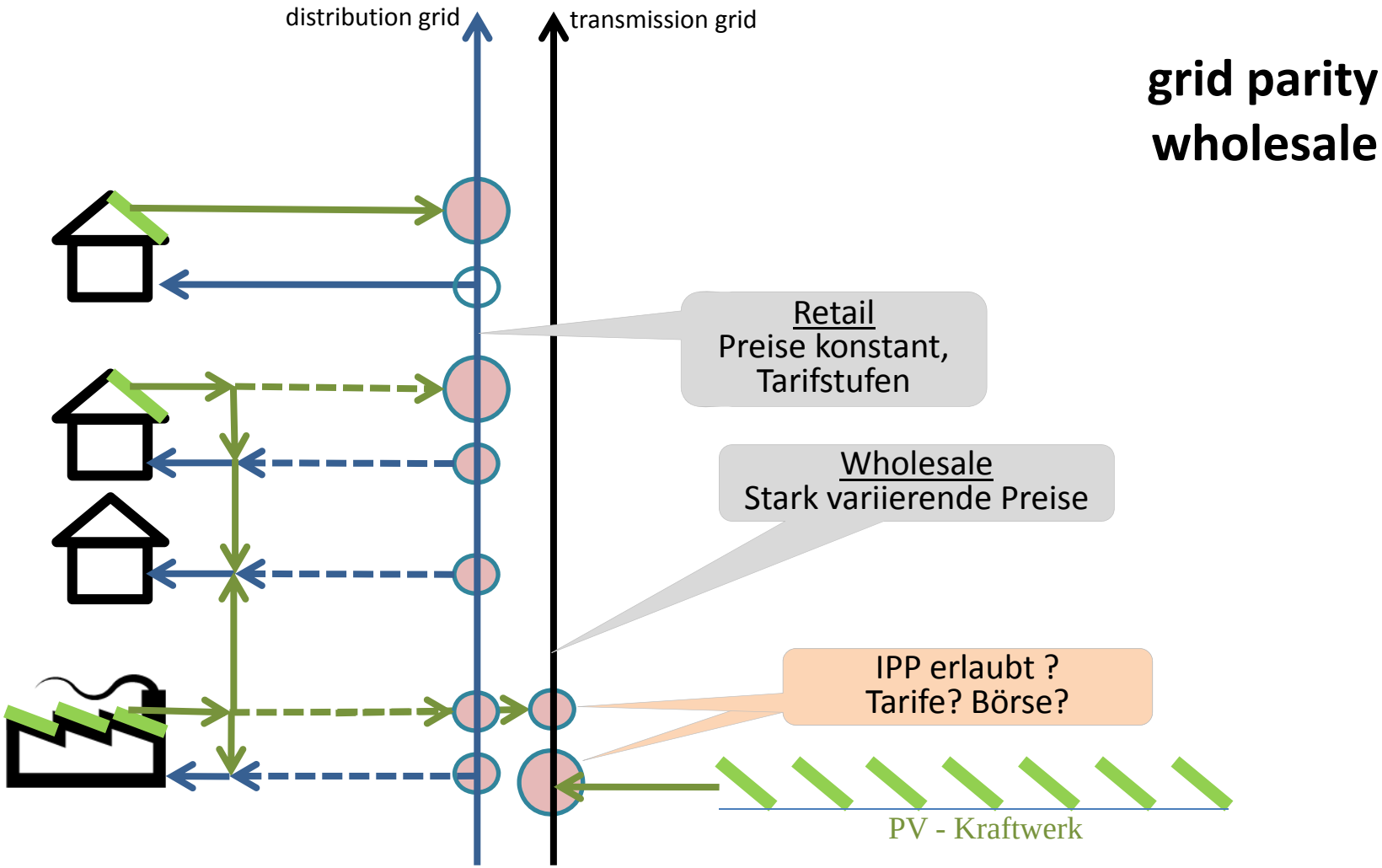



ruggero@schleicher-tappeser.eu

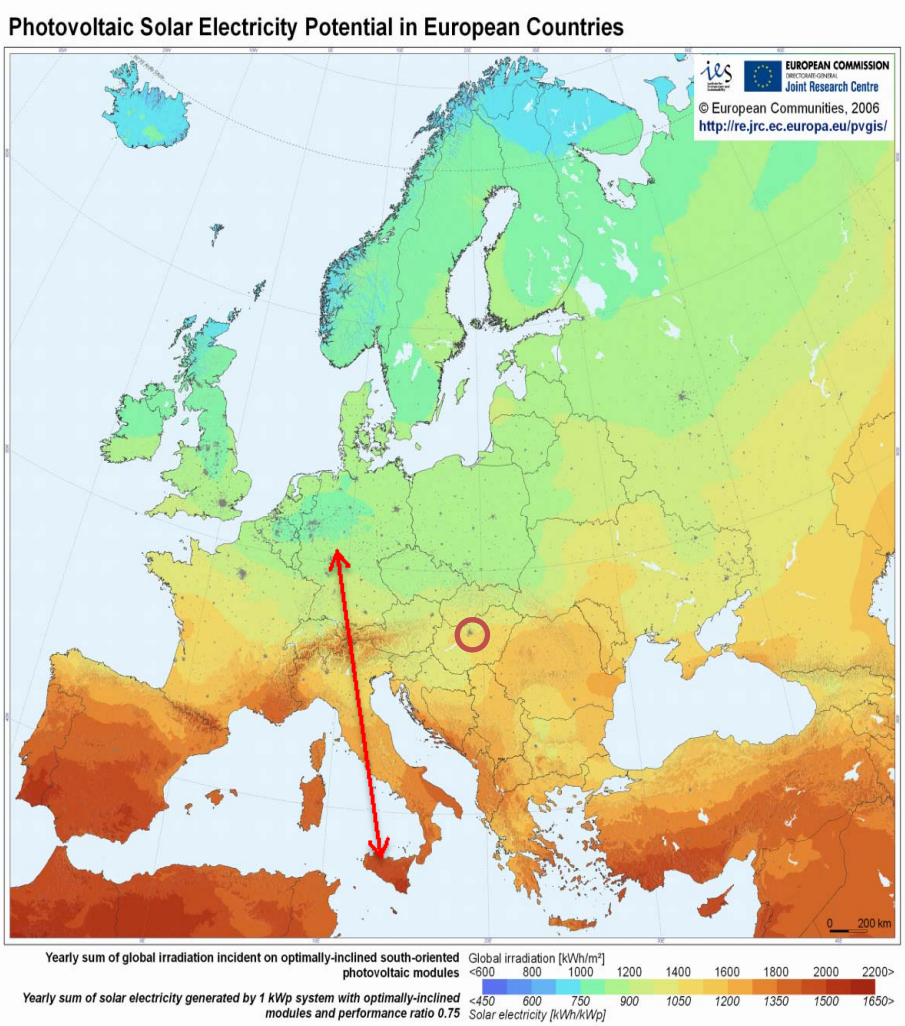
# Grid parity retail in Märkten mit Förderung: Regulierung und Förderung bleiben wichtig

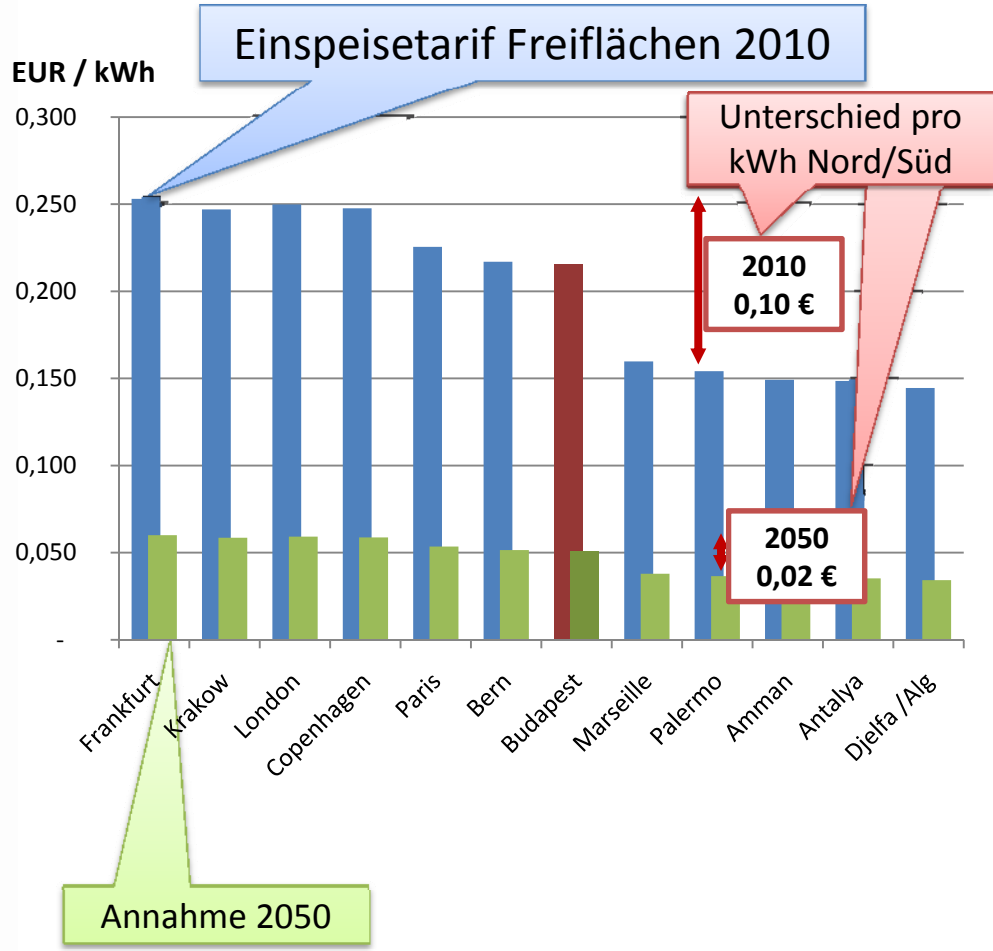


# Grid parity wholesale in allen Märkten



# Einfluss der unterschiedlichen Einstrahlung auf den LCOE (levelised cost of electricity)



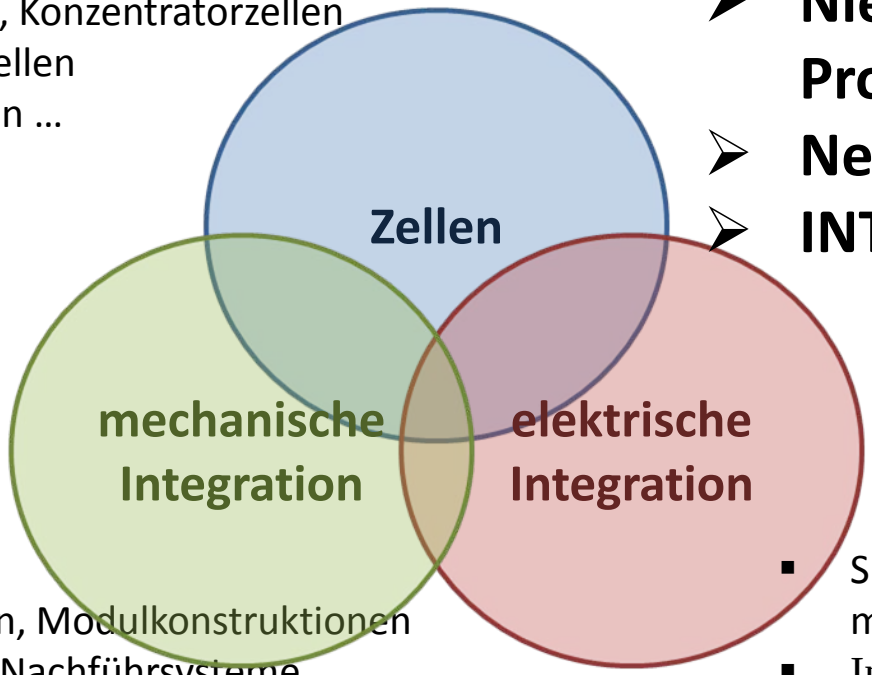



# STARKE INNOVATION SORGT FÜR NACHHALTIGES WACHSTUM

# Innovationen in der PV-Enwicklung: Vielfalt garantiert anhaltend starke Kostensenkung

- Silizium, Verbesserung c-Si-Zellen
- Dünnschicht: Si, CIGS, CdS, …
- Multi-Juction, Konzentratorzellen
- Organische Zellen
- Farbstoffzellen …

- **Höherer Wirkungsgrad**
- **Niedrigere Produktionskosten**
- **Neue Anwendungsfelder**
- **INTEGRATION**




- Trägermaterialien, Modulkonstruktionen
- Konzentratoren, Nachführsysteme
- Integr. in Gebäude, Baumaterialien
- in Geräte, in Fahrzeuge
- Freiflächen, Verkehrsflächen, Überdachungen

- Speichertechnologien (stationär, mobil, off-grid, Netz)
- Intelligente Wechselrichter, Anlagenkonzeptionen
- Kombikraftwerke, Minigrids
- Netzkonzepte, Steuerung
- Regulierung, Märkte

# Gebäudeintegrierte Photovoltaik
# Building Integrated PV (BIPV)

- Dachsysteme als erster Schritt
- Andere Gebäude-Komponenten brauchen raffiniertere Integration mit
  - standardisierten Bauelementen
  - Planungs- und Bauprozessen
  - der Bauindustrie
- Sehr hohes Potential aber wenig kommerzieller Fortschritt in den letzten Jahren
- Neue Möglichkeiten mit Dünnschichtprodukten

© Sufurcell

© Solarsiedlungs-GmbH

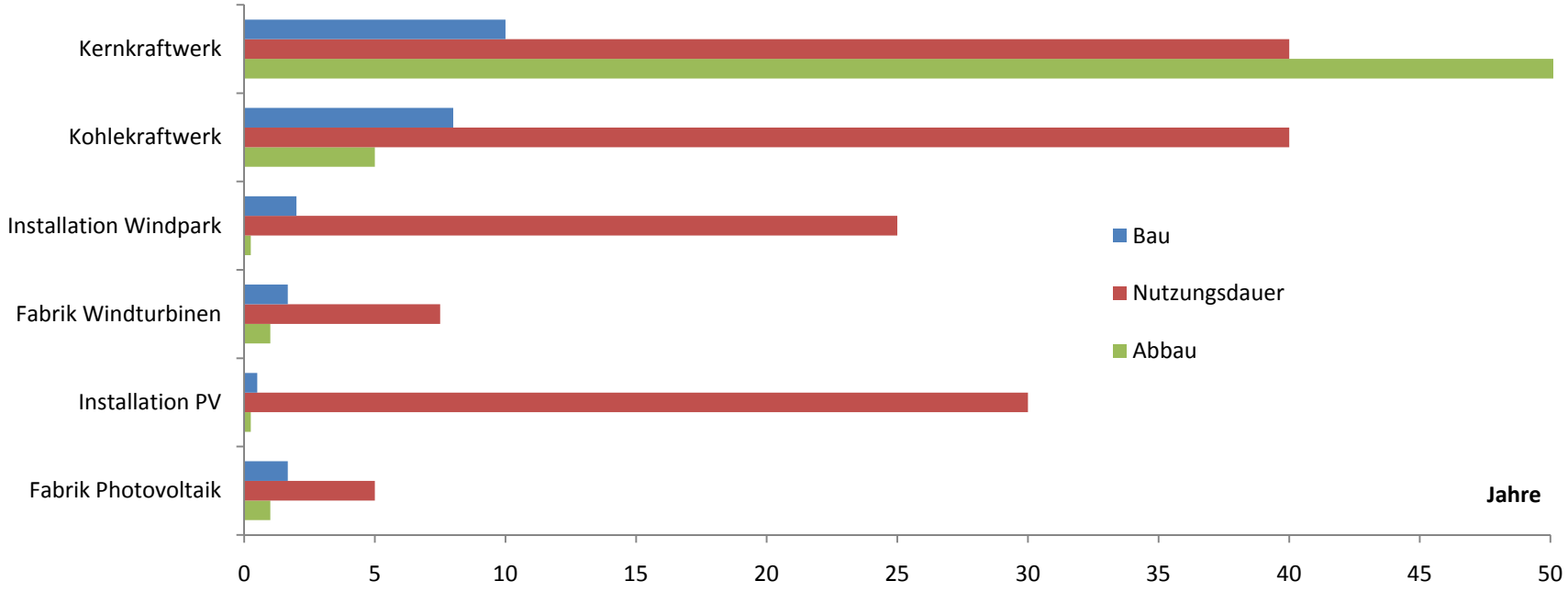
# Bauzeiten / Innovationszyklen

Radikale Verkürzung / Beschleunigung gegenüber herkömmlichen Techniken

→ Schnellerer Kapazitätsaufbau

→ Schnellere Kostendegression

→ Schnellere Transformation des Elektrizitätssektors

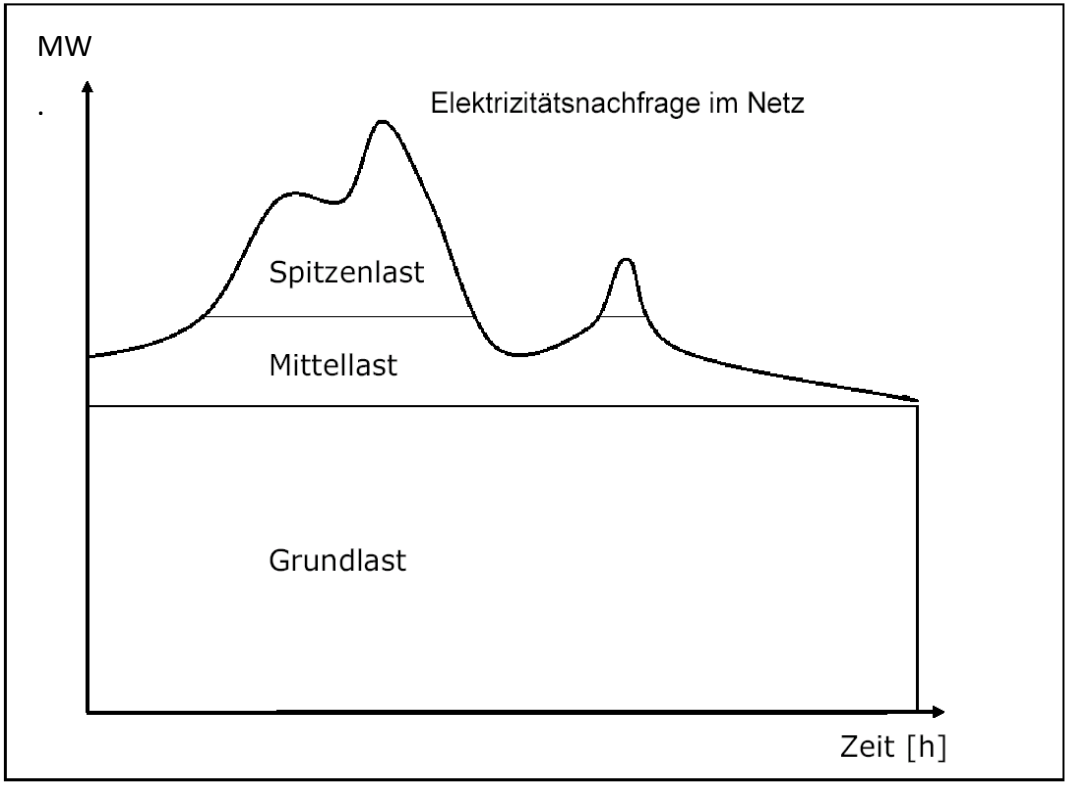


# Elektrizität aus Erneuerbaren: Scaling-up times

- Industrie kann Wachstumsraten von über 30% leisten
- Wachstum ist nicht durch natürliche Potentiale und Ressourcen begrenzt
- Schnelles, gleichmäßiges Wachstum zu sichern ist große Herausforderung für Politik und Regulierung
- Entscheidend ist die schnelle Integration eines hohen Anteils fluktuierender Stromproduktion

# Das alte Grundlast-Konzept

- Billiger Grundlast-Strom aus großen schwer-fälligen Kraftwerken
- Teure Spitzenlast aus schneller steuer-baren Kraftwerken
- Zentrale Steuerung einer kleinen Zahl von Einheiten
- Kaum Steuerung der Nachfrage

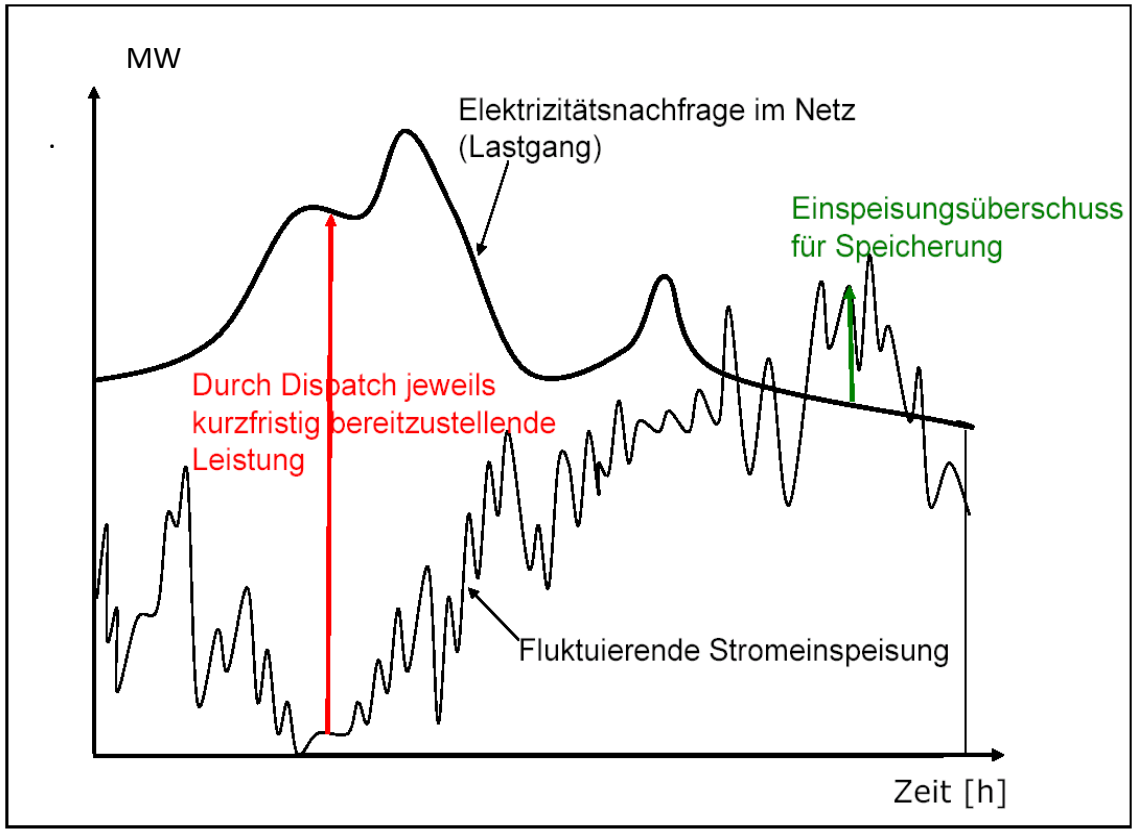




© SRU / Hohmeyer

# Das neue Paradigma: kein Platz für Grundlast-Kraftwerke

- Variable Produktion mit Erneuerbaren mit Null marginalen Kosten
- Kompensation mit schnell reagierenden Quellen (z.B. Gasturbinen)
- Speicherung wird wichtig
- Laststeuerung wird wichtig (smart grid)
- Keine Verwendung für Grundlast-Kraftwerke





© SRU / Hohmeyer

# DIE GROSSE HERAUSFORDERUNG: VOLLSTÄNDIGE TRANSFORMATION DES ENERGIESYSTEMS

# Strategien für den Übergang – eine große Aufgabe

- 100% erneuerbare Energie in Europa 2050 für Strom, Wärme und Transport ist notwendig und möglich (2010 EREC, 2011 Ecofys & WWF; für Strom: 2010 McKinsey & ECF, DE: 2010 Greenpeace, 2010 SRU …)
- Nach der Schaffung von Märkten durch die Politik treiben jetzt industrielle Dynamik und technologische Innovation den Wandel
- Neue Akteure kommen ins Spiel, die lokale und die europäische Ebene gewinnen an Bedeutung
- Neue Geschäftsmodelle und angepasste gesetzliche Rahmen-bedingungen sind dringend notwendig – Widerstand der herkömmlichen Strukturen riskiert Verluste oder Niedergang
- Ein kollektiver internationaler Lernprozess ist nötig um den Übergang zu managen

# Die wichtigsten HERAUSFORDERUNGEN

- Für die Industrie:
  - Neue Fähigkeiten und Kapazitäten Fähigkeiten entwickeln
  - International kooperieren und gleichzeitig die lokale Wertschöpfung erhöhen
  - Kooperation entlang der Wertschöpfungskette: innovative und starke Partner finden
  - Neue Geschäftsmodelle entwickeln, z.B. für Stromerzeugung zum Eigenverbrauch
- Für die Stromversorger:
  - Einen steigenden Anteil fluktuierender Stromerzeugung integrieren
  - Ein integriertes Management von Erzeugung und Verbrauch anstreben
  - Neue Geschäftsmodelle entwickeln, mit einer Vielfalt verschiedener Akteure kooperieren
- Für Regierung und Verwaltung
  - Eine Vision für das Energiesystem der Zukunft entwickeln
  - Stabile Investitionsbedingungen schaffen, insbesondere für neue Akteure
  - Stetiges Marktwachstum schaffen – niedrige Eintrittsbarrieren, sinkende Förderung
  - Akzeptable Strompreise für die Verbraucher gewährleisten

Federal Ministry
of Economics
and Technology

Deutsch-Ungarische
Industrie- und Handelskammer
Német-Magyar
Ipari és Kereskedelmi Kamara

Energy

# Vielen Dank

www.schleicher-tappeser.eu

renewables Made in Germany

BSW

sustainable strategies
ruggero schleicher-tappeser

eclareon