

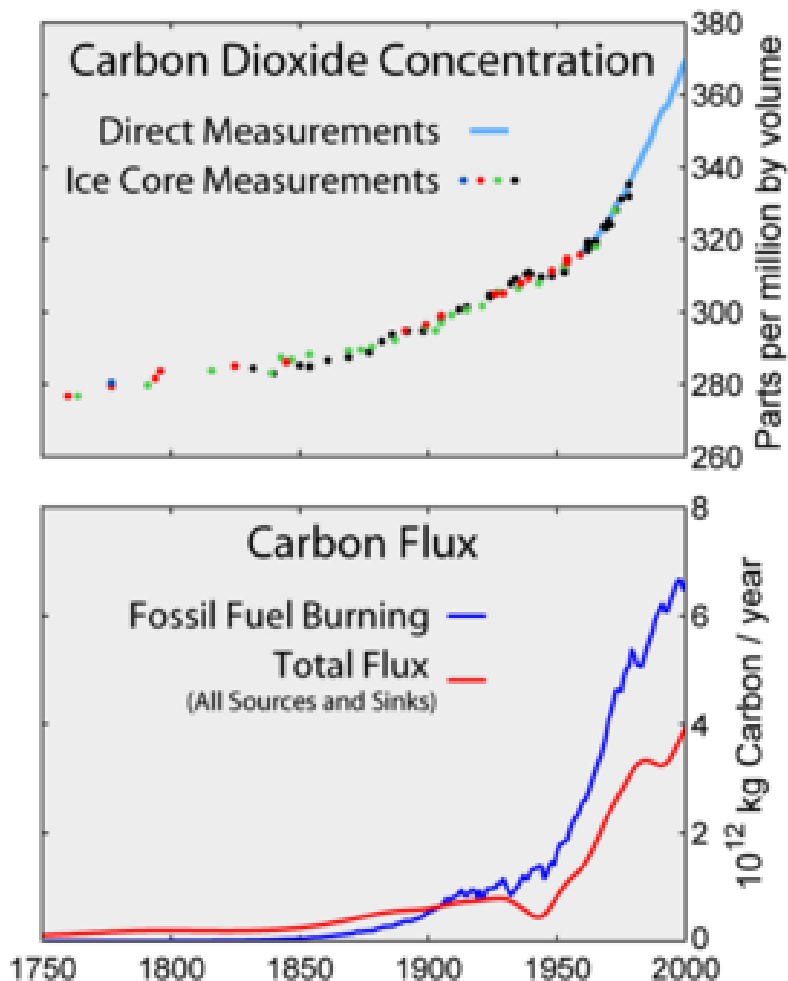
Aufbruch zur post-fossilen Ära: Umwälzende Innovationen ermöglichen Vollversorgung Europas mit erneuerbaren Energien

Ruggero Schleicher-Tappeser
consultant & writer, Berlin

Rotary Club Köln-Ville
Freitag, 19. Februar 2010, Köln

www.schleicher-tappeser.eu

Problem 1: Klimawandel



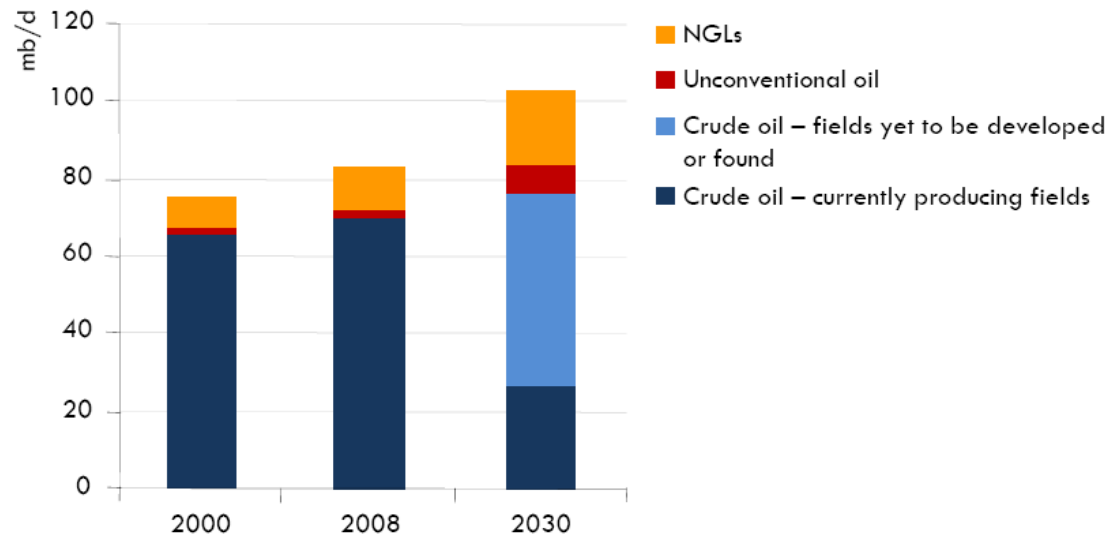
- Erwärmung $>2^{\circ}$ kann katastrophale Folgen haben
- CO_2 -Konzentration unter 350 bis 450 ppm halten
- Bevölkerung wächst, Emissionen 2008 höher als 1990
- Tolerierbarer (450ppm) einheitlicher pro-Kopf-Verbrauch in 2050 erfordert:

- 97% Reduktion in Industrieländern
- 80% Reduktion in Entwicklungs- und Schwellenländern

Problem 2: Peak Oil

- Zurückgehende Ölförderung
 - Steigende Produktionskosten
 - Steigende Nachfrage
- } → Steigende Preise
→ Instabile Märkte
→ Internationale Konflikte

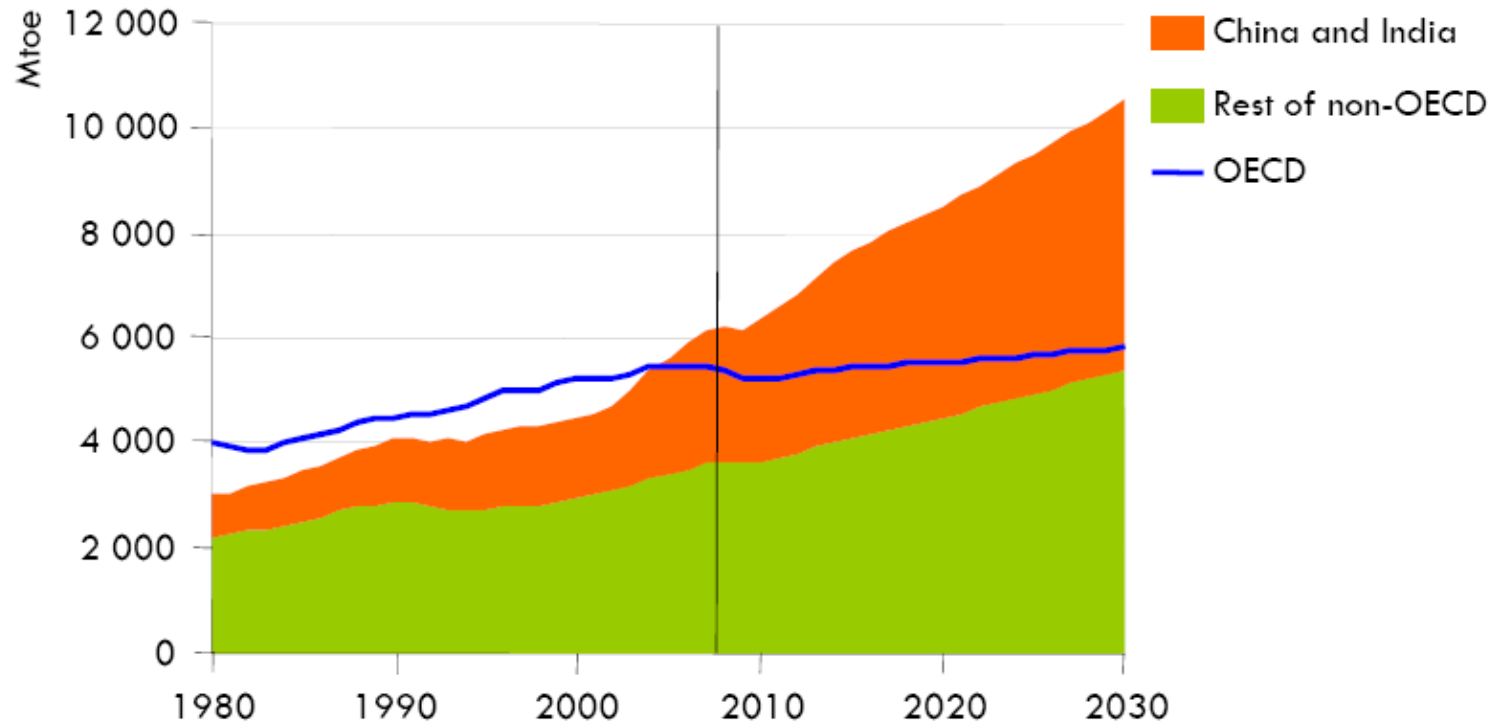
*IEA, World Energy
Outlook:*



*Sustained investment is needed mainly to combat the decline in output at existing fields,
which will drop by almost two-thirds by 2030*

Problem 3:

Massiv ansteigender Energiebedarf



Non-OECD countries account for 93% of the increase in global demand between 2007 & 2030, driven largely by China & India

Die Chance: Erneuerbare Energien

- Riesiges Potential, kaum Probleme
- Regierungen haben Märkte für neue Technologien geschaffen
- Ein unerwarteter Innovationsschub hat eingesetzt → rasch sinkende Kosten
- Neue Technologien verändern die Energiemärkte radikal
- Ein globaler Wettlauf um die Technologieführerschaft hat begonnen

Dramatischer Perspektivwechsel: Erneuerbare Energie sind die Zukunft

- Riesige Investitionen in erneuerbare Elektrizitätserzeugung
 - 2008: 155 Mrd. US\$
 - Vierfache Zunahme seit 2004
 - Sonne: Wachstum +49%
 - Europa: +49,7%
- Hohe Priorität in Programmen zur Konjunkturstützung
- Neu: starke Programme für Solarthermie
- 138 Länder haben den Vertrag für die Gründung der neuen International Renewable Energy Agency IRENA unterzeichnet

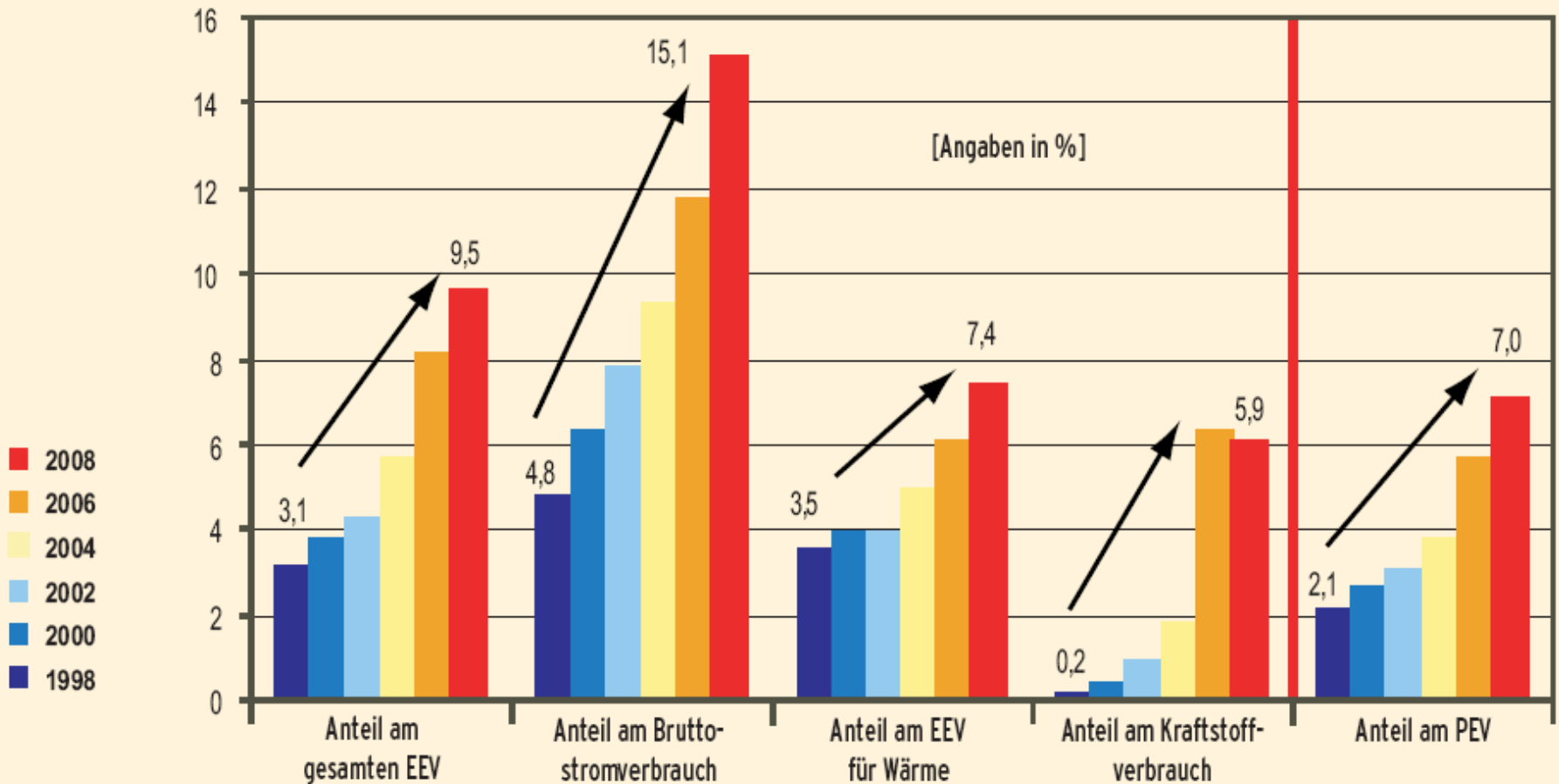
Weltweite Investitionen für Stromerzeugung 2008



Zielsetzungen werden ambitionierter

- EU-Beschluss in 2009, verpflichtend:
20% Erneuerbare Energie in Europa 2020
- Bundesverband Erneuerbare Energie 2008:
47% erneuerbarer Strom in Deutschland 2020
- Röttgen 2010:
100% erneuerbarer Strom in Deutschland 2050
- EREC (Europäischer Dachverband Erneuerbare) 2010:
100% erneuerbare Energie in Europa 2050
- EU-Kommission, Energieszenarien 2010:
??? % für 2050

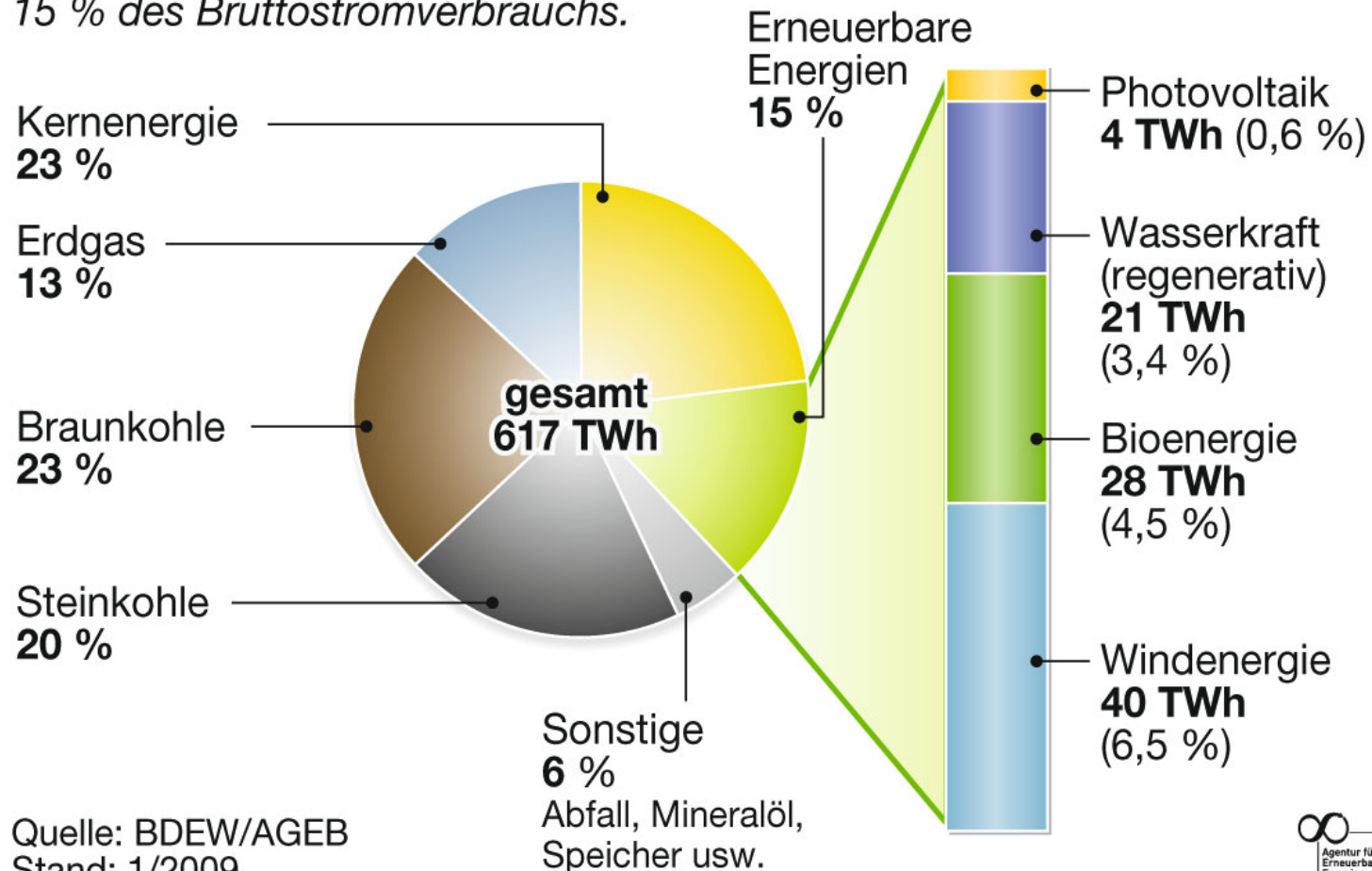
Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch in Deutschland



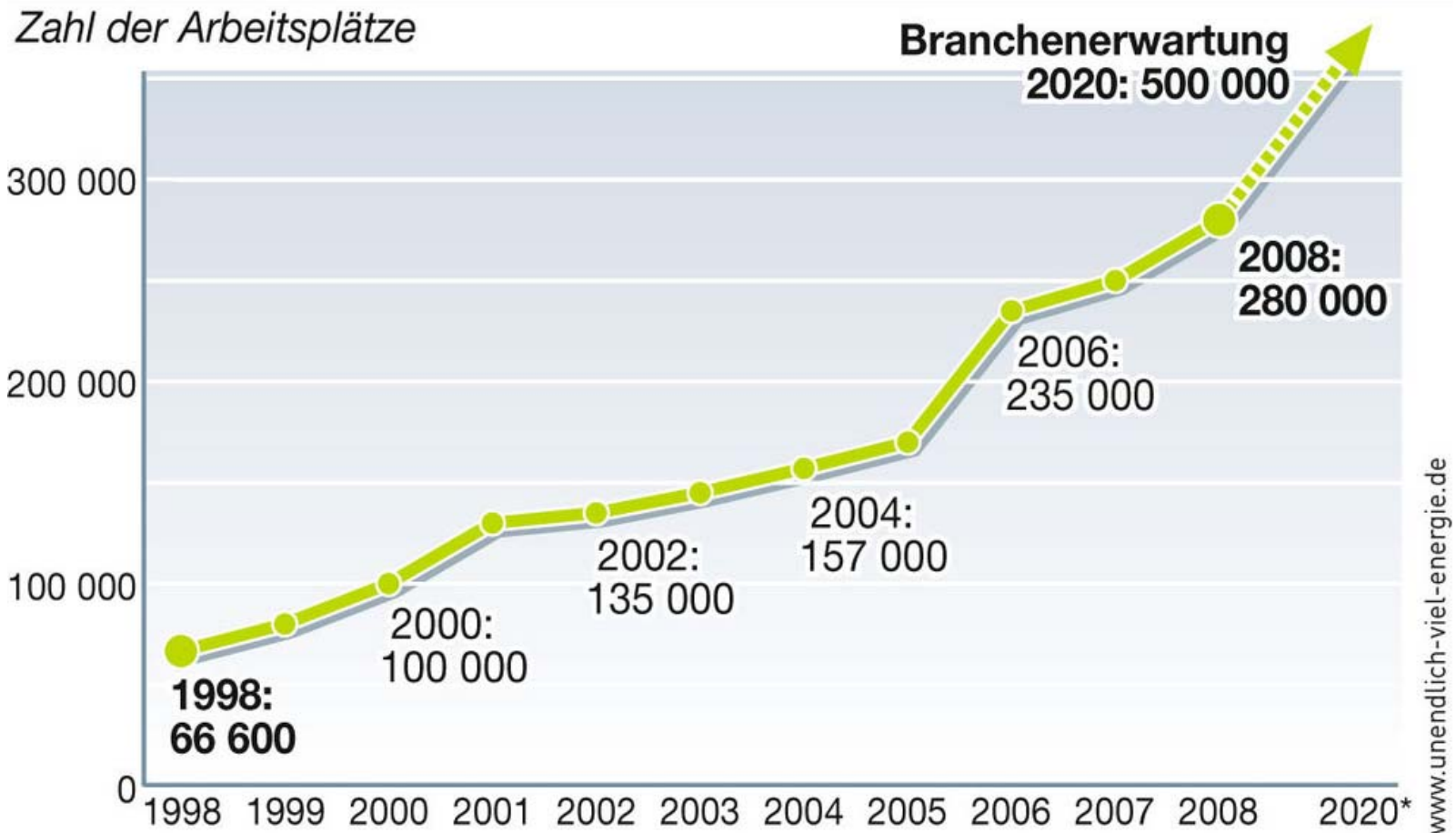
EEV: Endenergieverbrauch, PEV: Primärenergieverbrauch

Strommix in Deutschland 2008

*Erneuerbare Energien lieferten
15 % des Bruttostromverbrauchs.*



Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



Quellen: DLR/ZSW/DIW/GWS, BMU, UBA; Stand: 3/2009



Deutschland hat das Durchstarten des Weltmarkts für PV ausgelöst

Neu installierte Leistung in MW (3000)

PV Marktdaten 2008

Neu installierte Leistung	1 500 MWp
Total installierte Leistung	5 334 MWp
installierte Systeme insgesamt	ca. 500 000
Umsatz 2008	6 Mrd €
Beschäftigte	45 000

Meilensteine

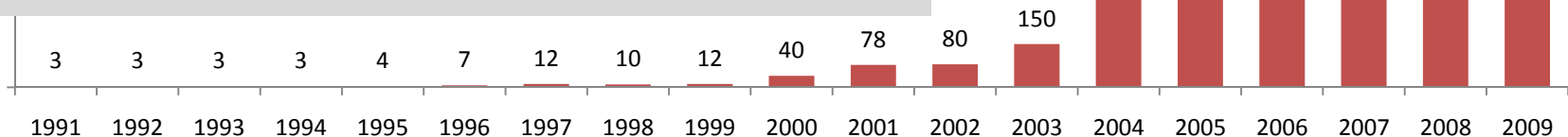
1991: Erstes Einspeisegesetz (niedrige Tarife)

1991-1995: 1000-Dächer-Programm (Zuschüsse)

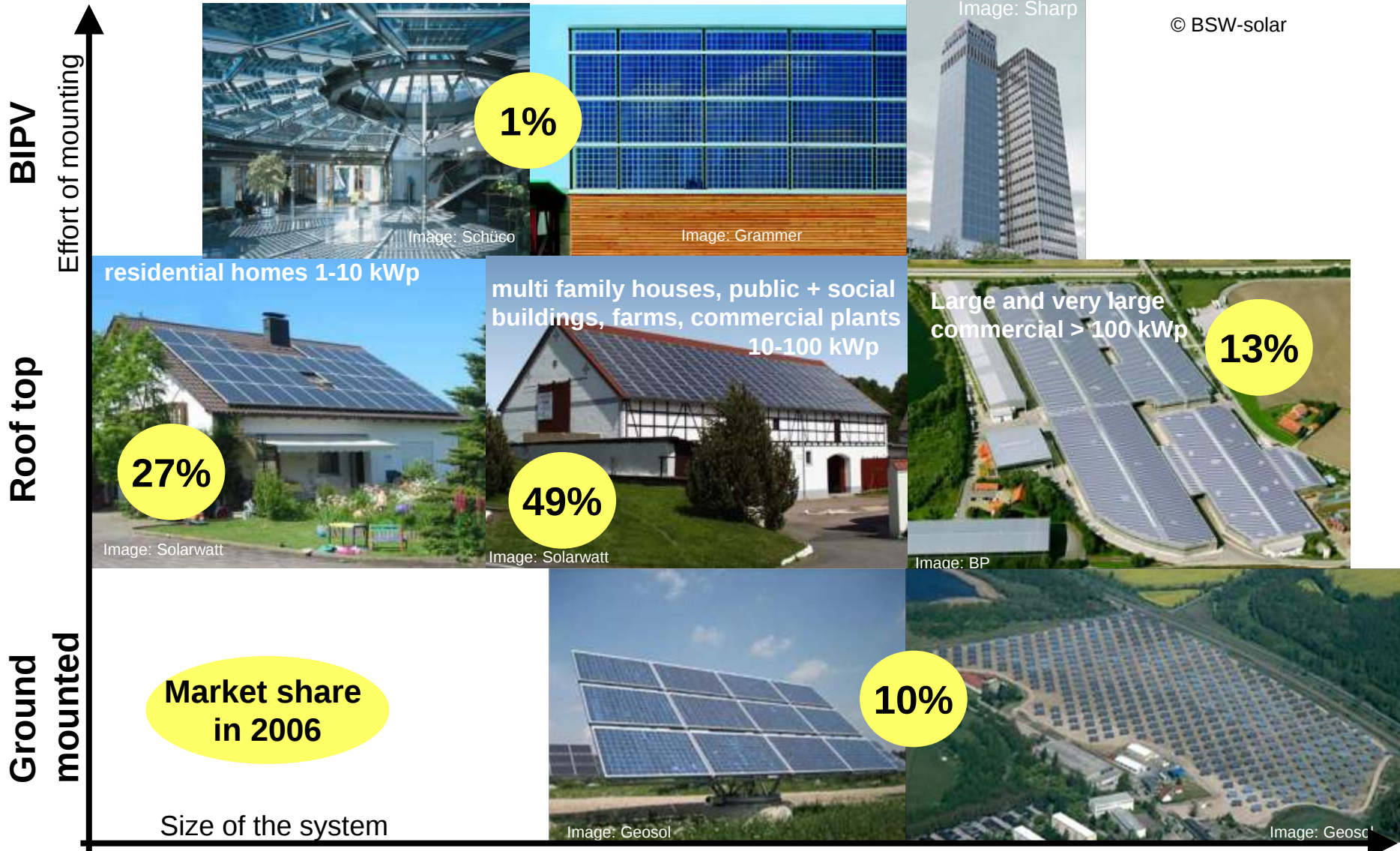
1999-2003: 100.000-Dächer-Programm (Darlehen)

2000: Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, Einspeisetarif)

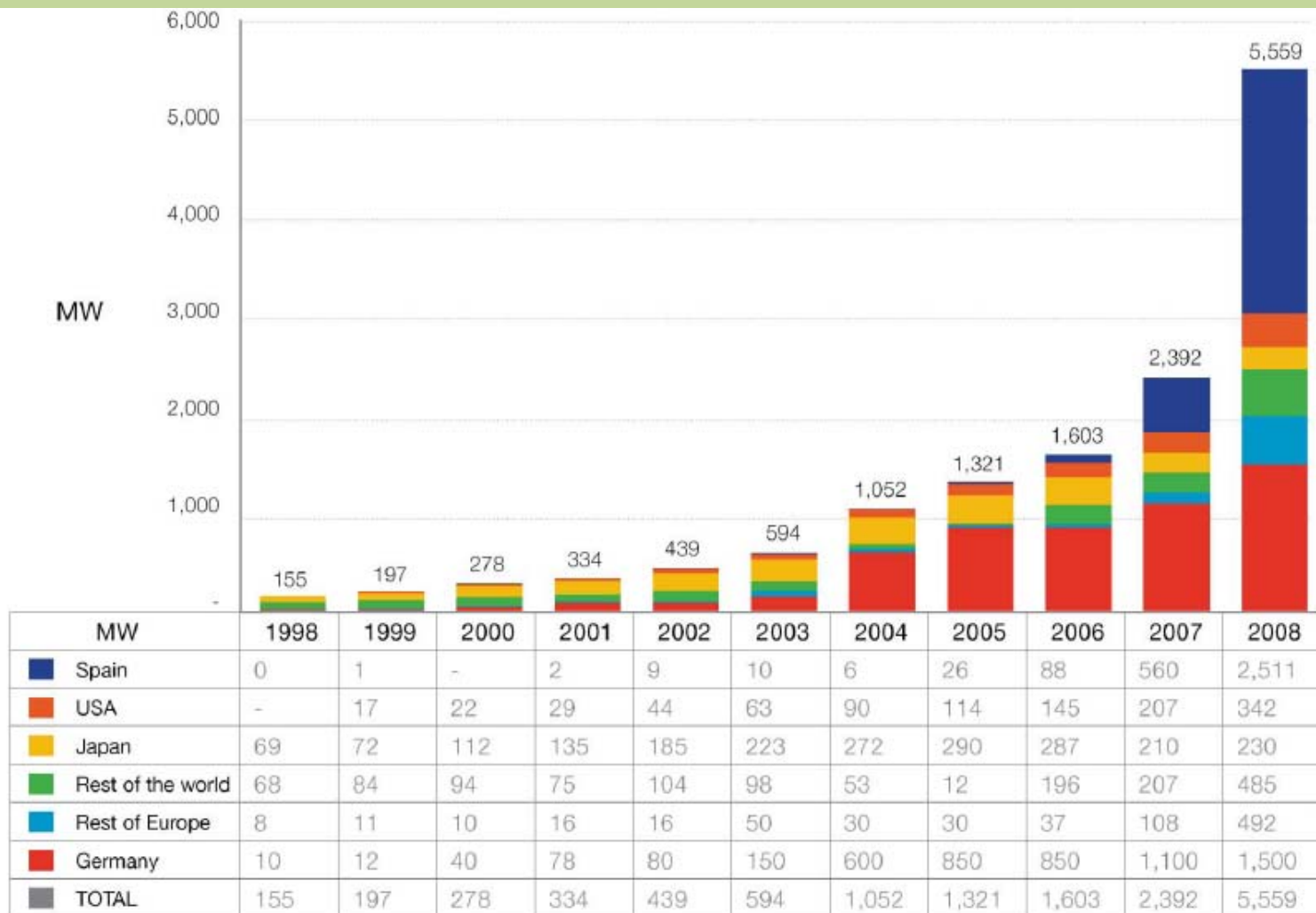
2004: EEG-Novelle



Marktsegmente im PV-Markt Deutschland: kleine und mittlere Anlagen dominieren

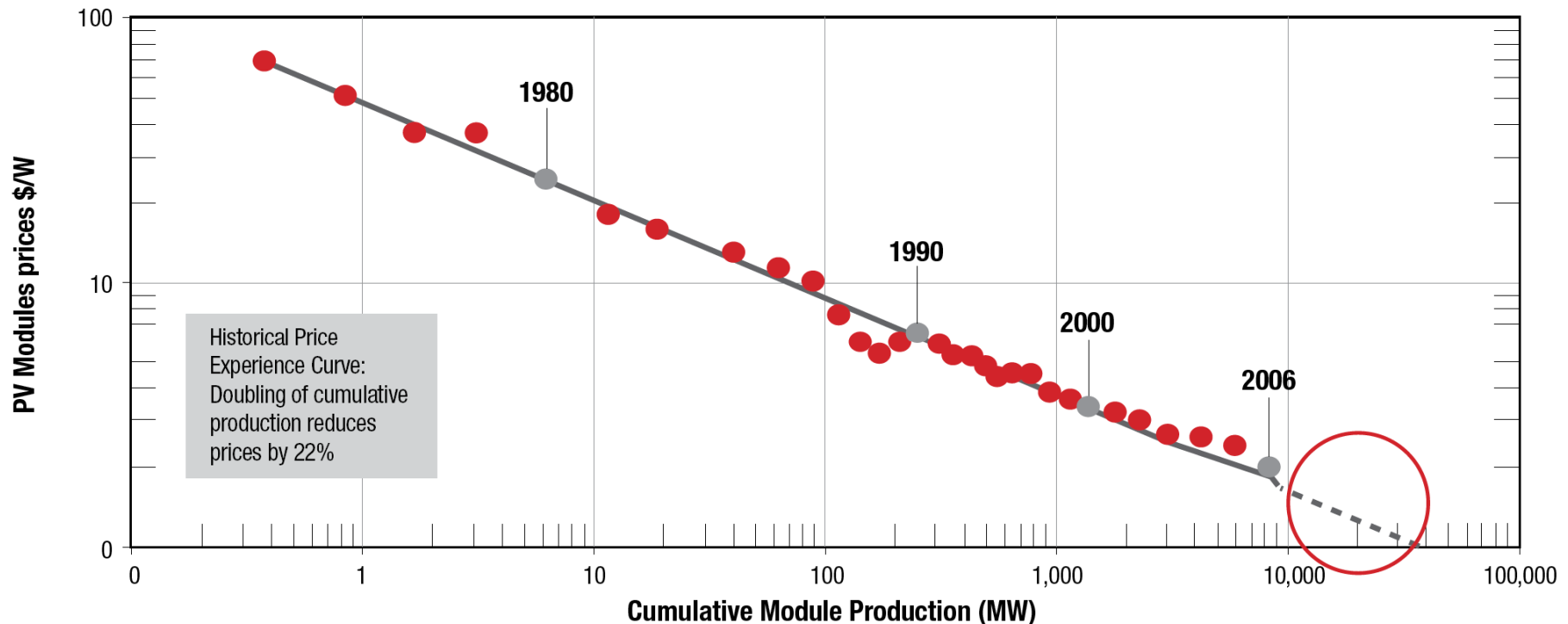


Entwicklung des weltweiten Photovoltaik-Marktes



Die Lernkurve in der Photovoltaik

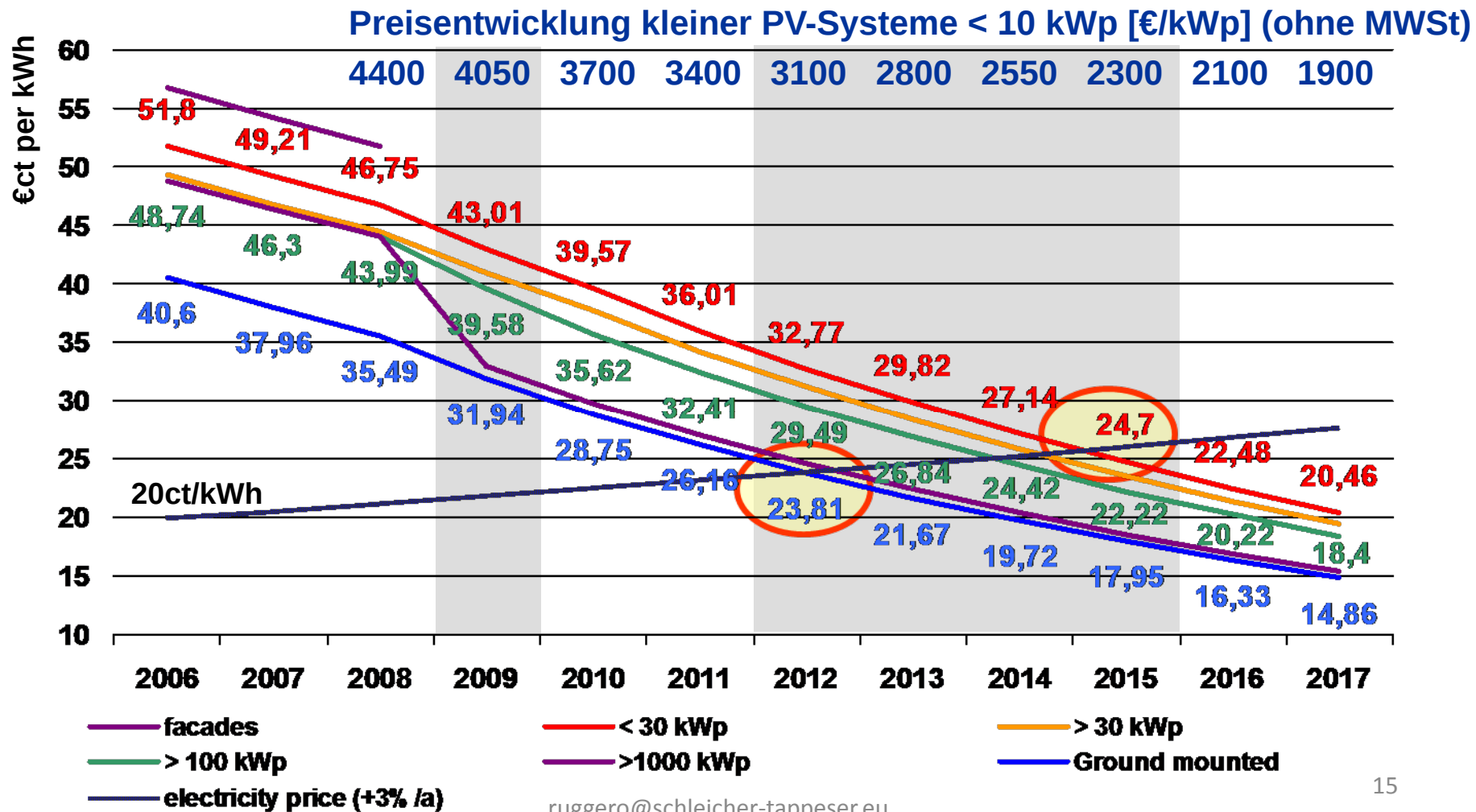
- PV: steilste Lernkurve aller Energietechniken
- Kapazitätswachstum schneller als erwartet



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

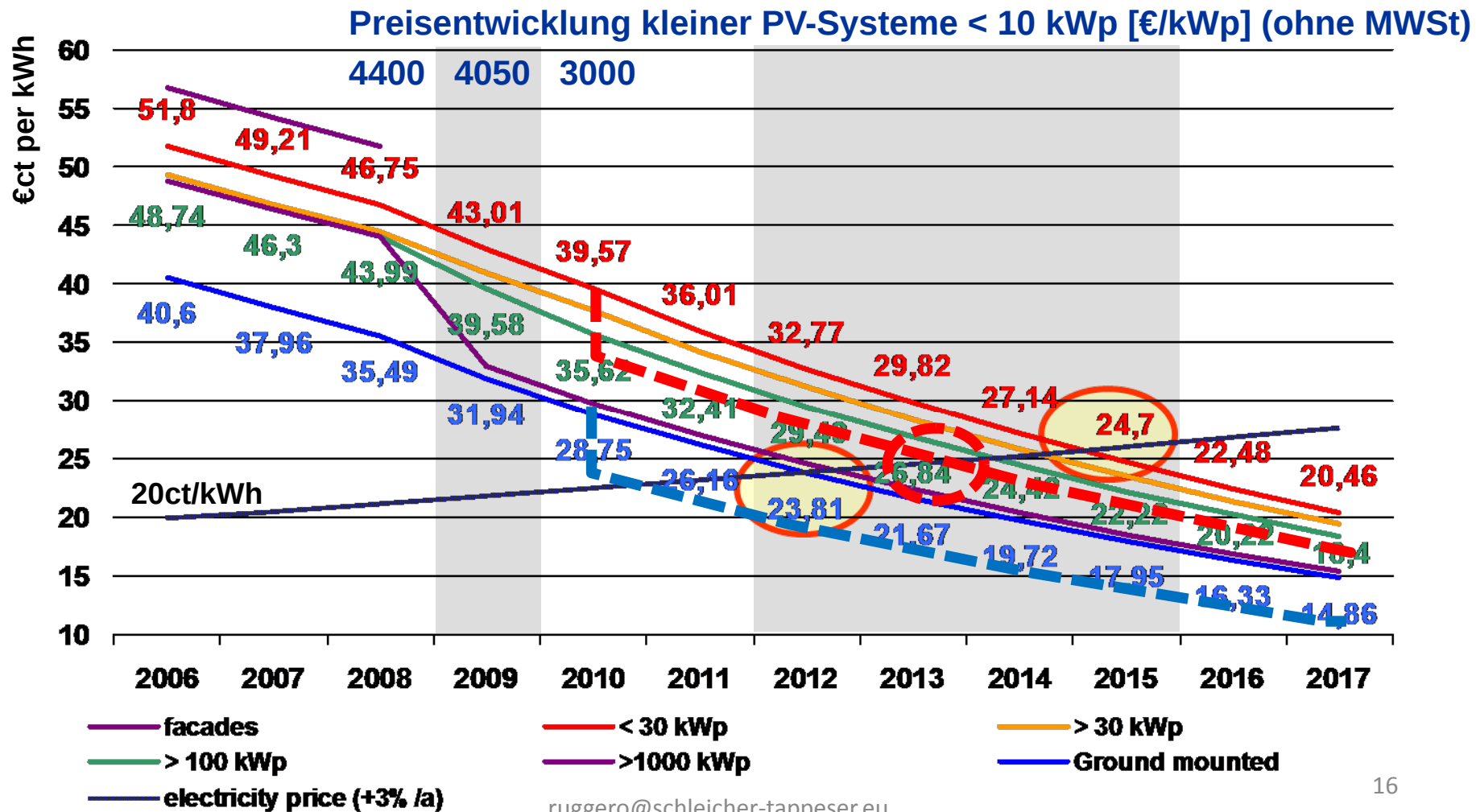
Degression der Einspeisetarife für Photovoltaik in Deutschland (EEG)

Entsprechende der EEG-Novelle vom 6. Juni 2008



Degression der Einspeisetarife für Photovoltaik in Deutschland (EEG)

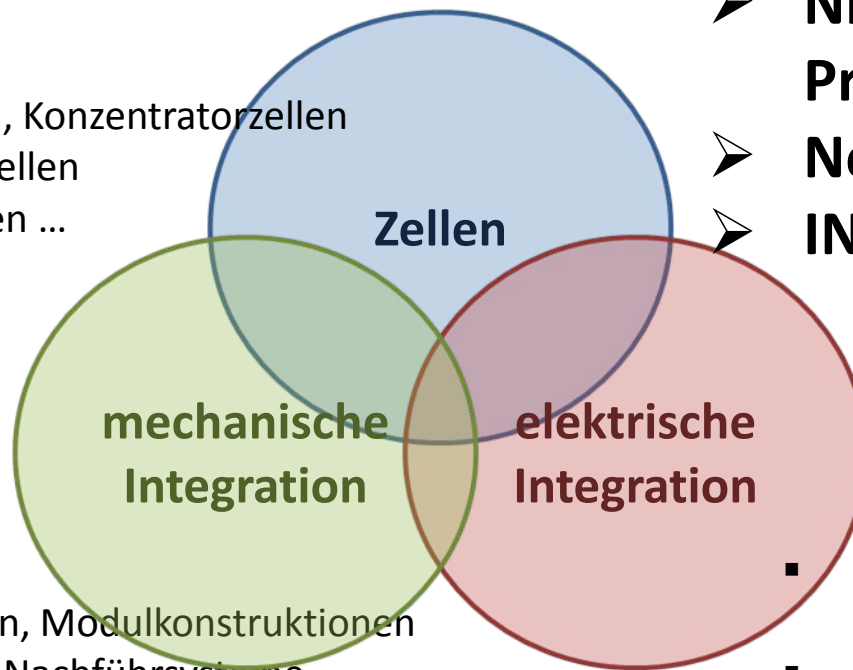
Entsprechende der EEG-Novelle vom 6. Juni 2008



Unterschätzte Reichweite und Vielfalt der Innovationen

- Silizium, Verbesserung c-Si-Zellen
- Dünnschicht: Si,
- CIGS,
- CdS, ...
- Multi-Junction, Konzentratorzellen
- Organische Zellen
- Farbstoffzellen ...

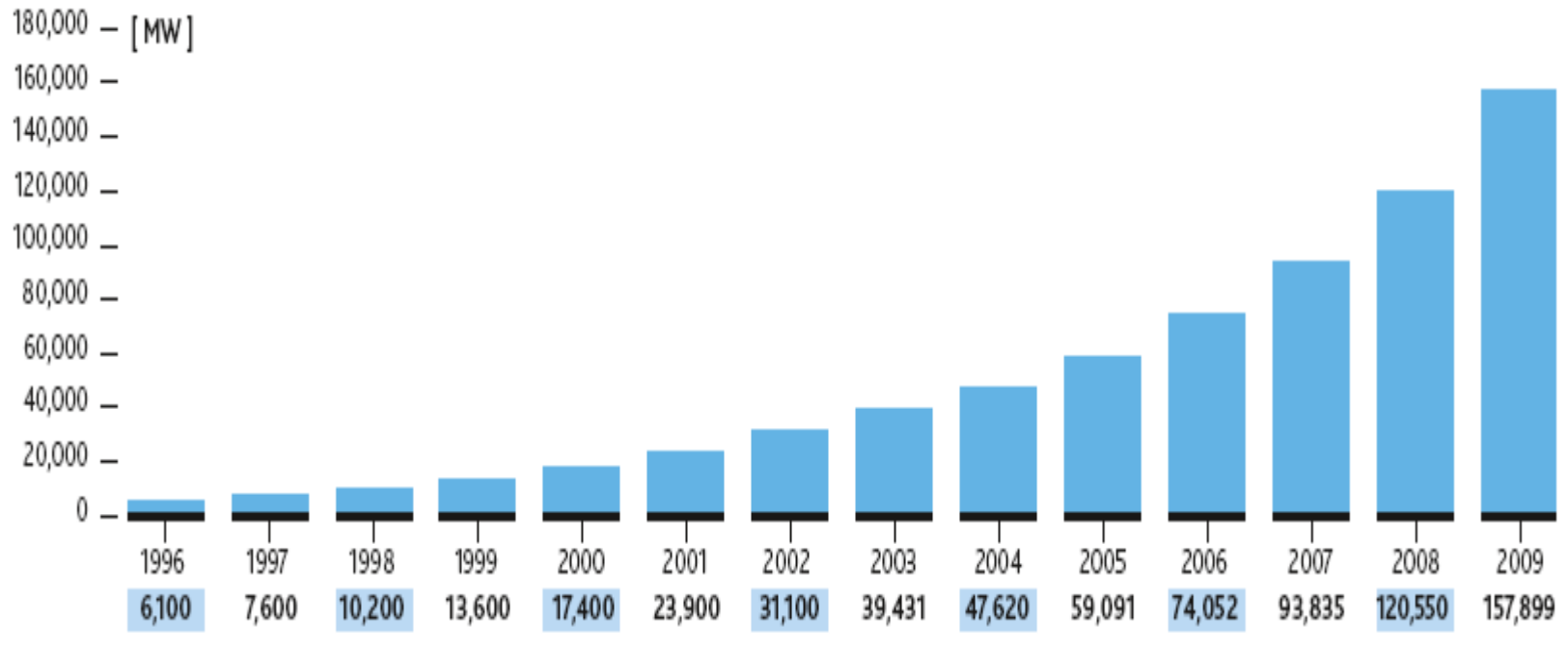
- **Höherer Wirkungsgrad**
- **Niedrigere Produktionskosten**
- **Neue Anwendungsfelder**
- **INTEGRATION**



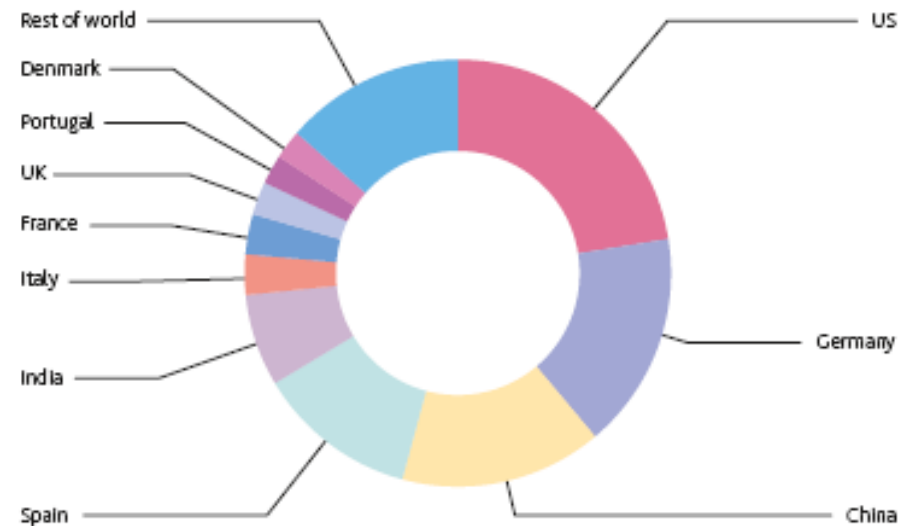
- Trägermaterialien, Modulkonstruktionen
- Konzentratoren, Nachführsysteme
- Integr. in Gebäude, Baumaterialien
- in Geräte, in Fahrzeuge
- Freiflächen, Verkehrsflächen, Überdachungen

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

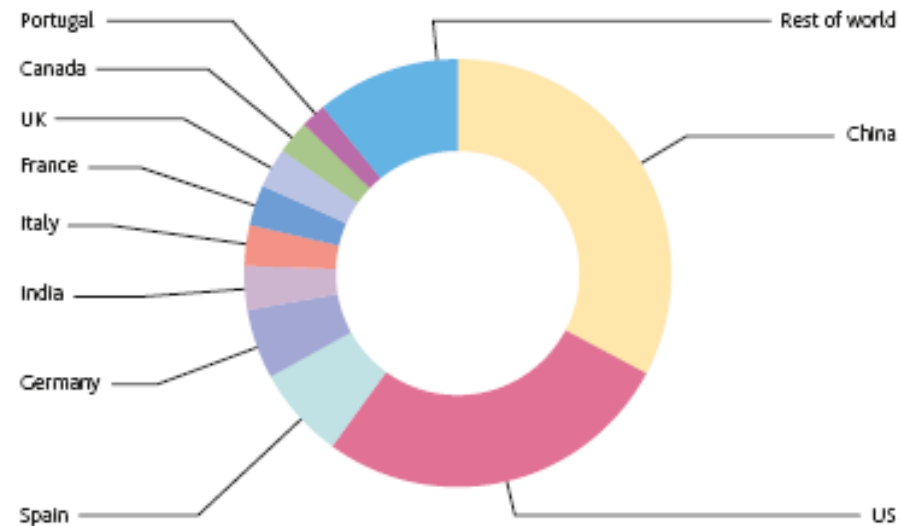
Windenergie: Installierte Kapazität weltweit



Windenergie 2009

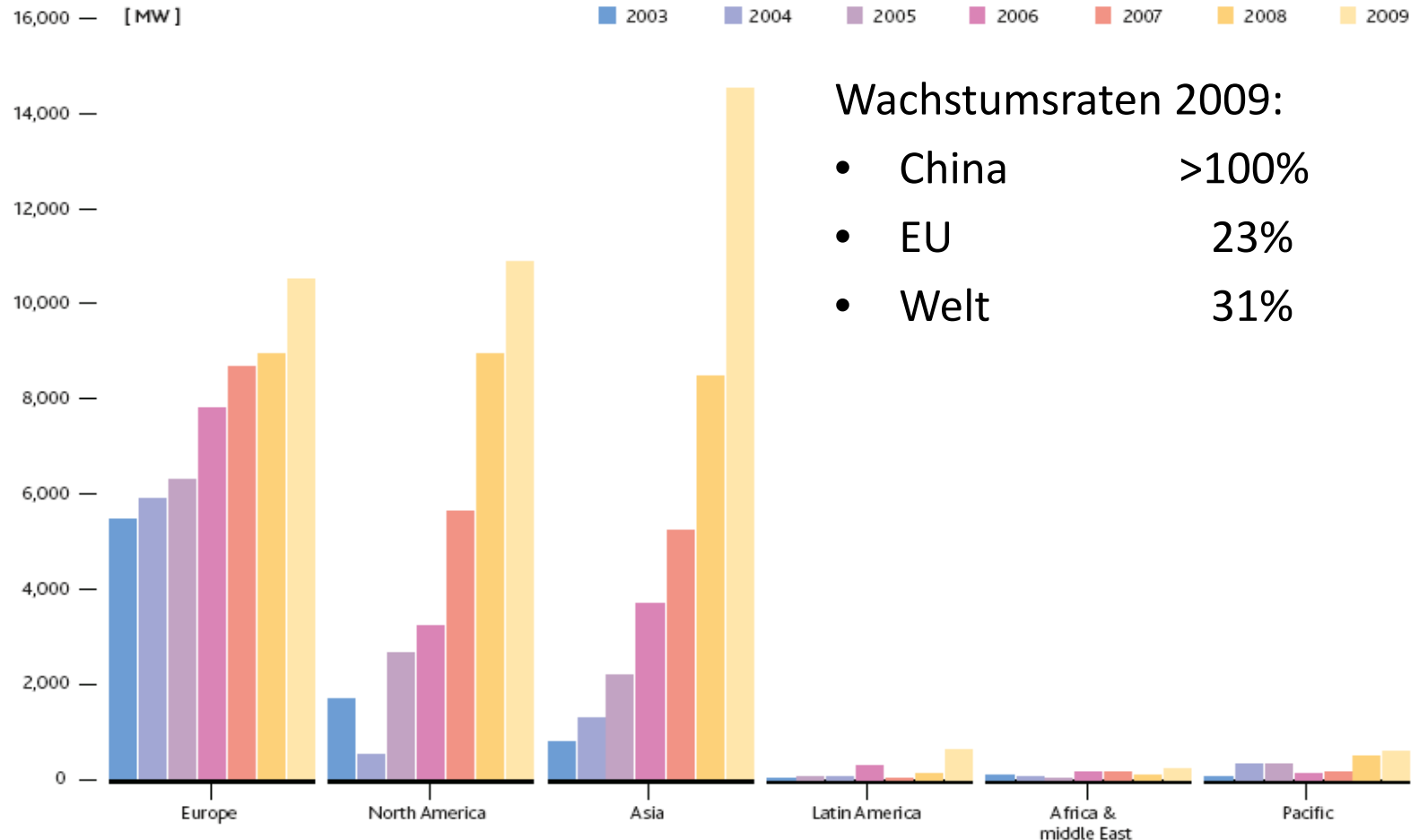


Installierte Kapazität
kumuliert

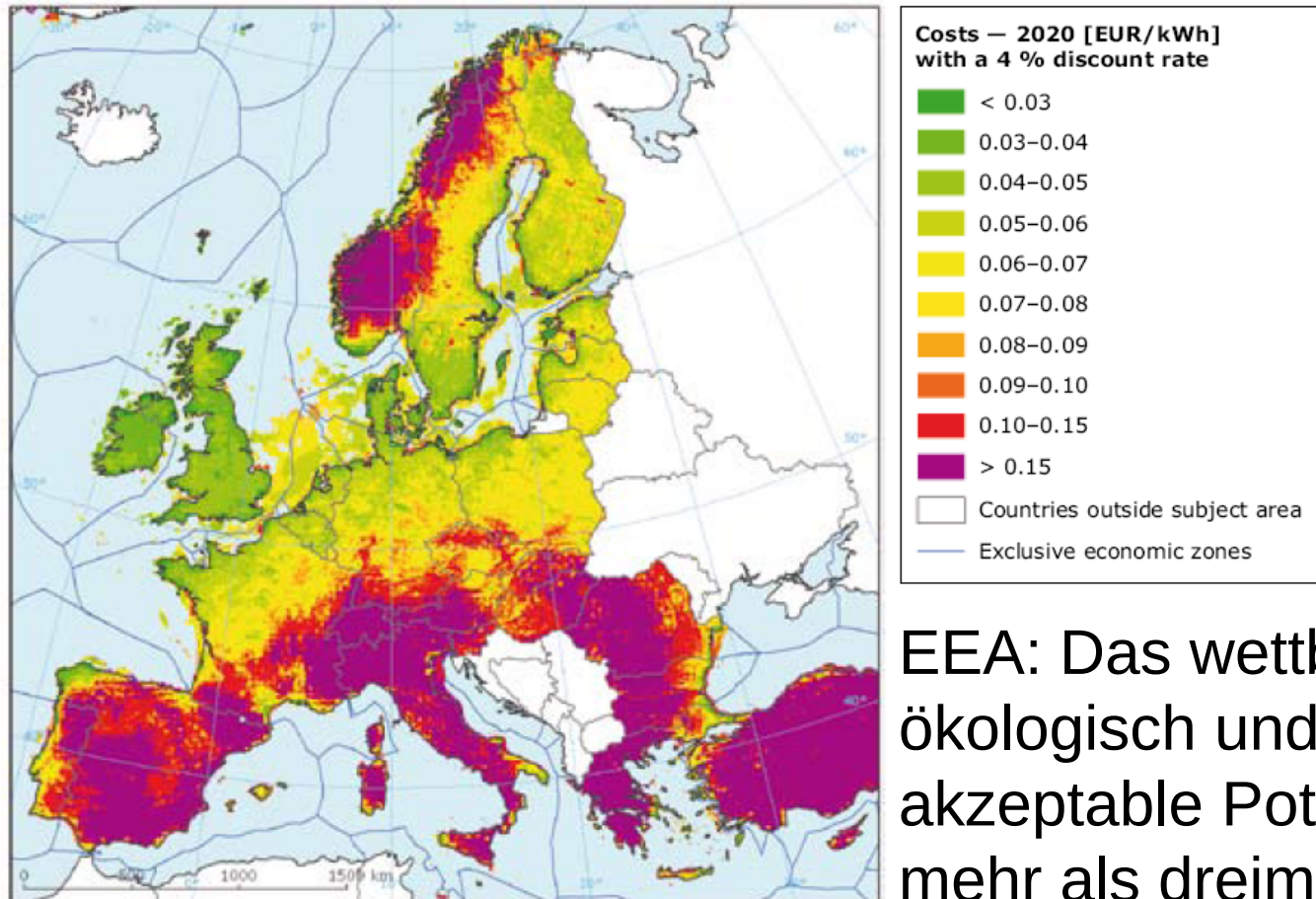


Installierte Kapazität
neu

Windenergie: Neu installierte Kapazität

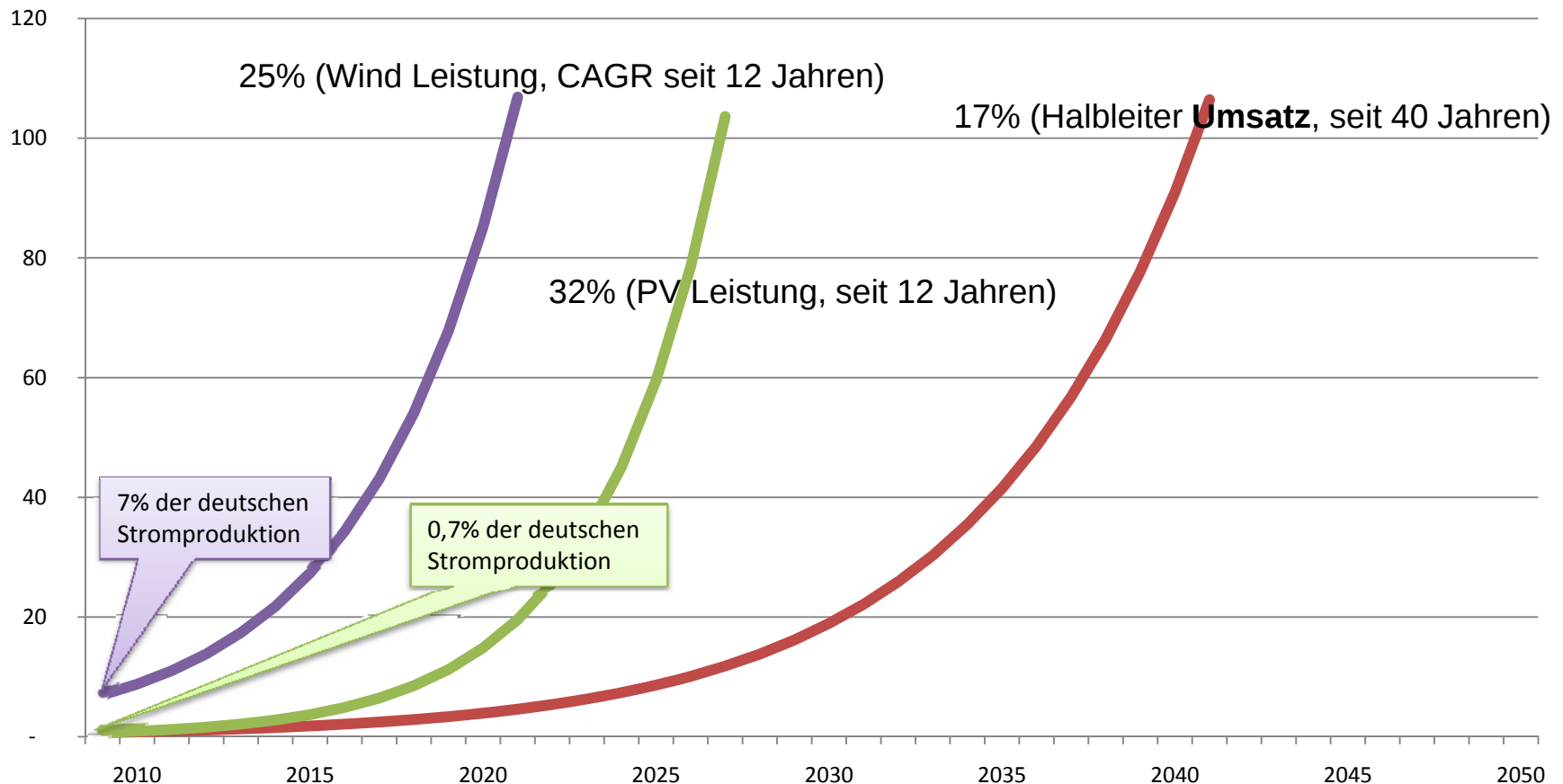


Windenergie wird kostengünstig in großen Mengen verfügbar



EEA: Das wettbewerbsfähige, ökologisch und sozial akzeptable Potential ist 2020 mehr als dreimal so groß wie die Stromnachfrage

Extrapolation des exponentiellen Wachstums



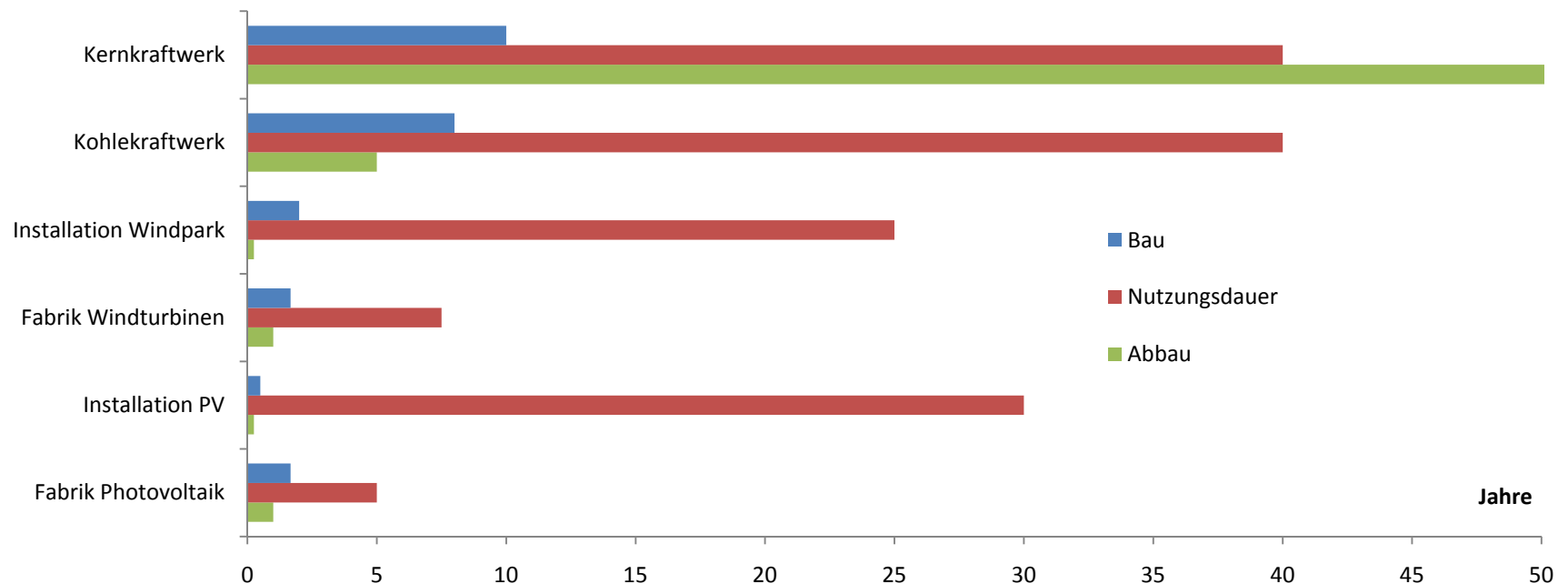
Bauzeiten / Innovationszyklen

Radikale Verkürzung / Beschleunigung gegenüber herkömmlichen Techniken

→ Schnellerer Kapazitätsaufbau

→ Schnellere Kostendegression

→ Schnellere Transformation des Elektrizitätssektors

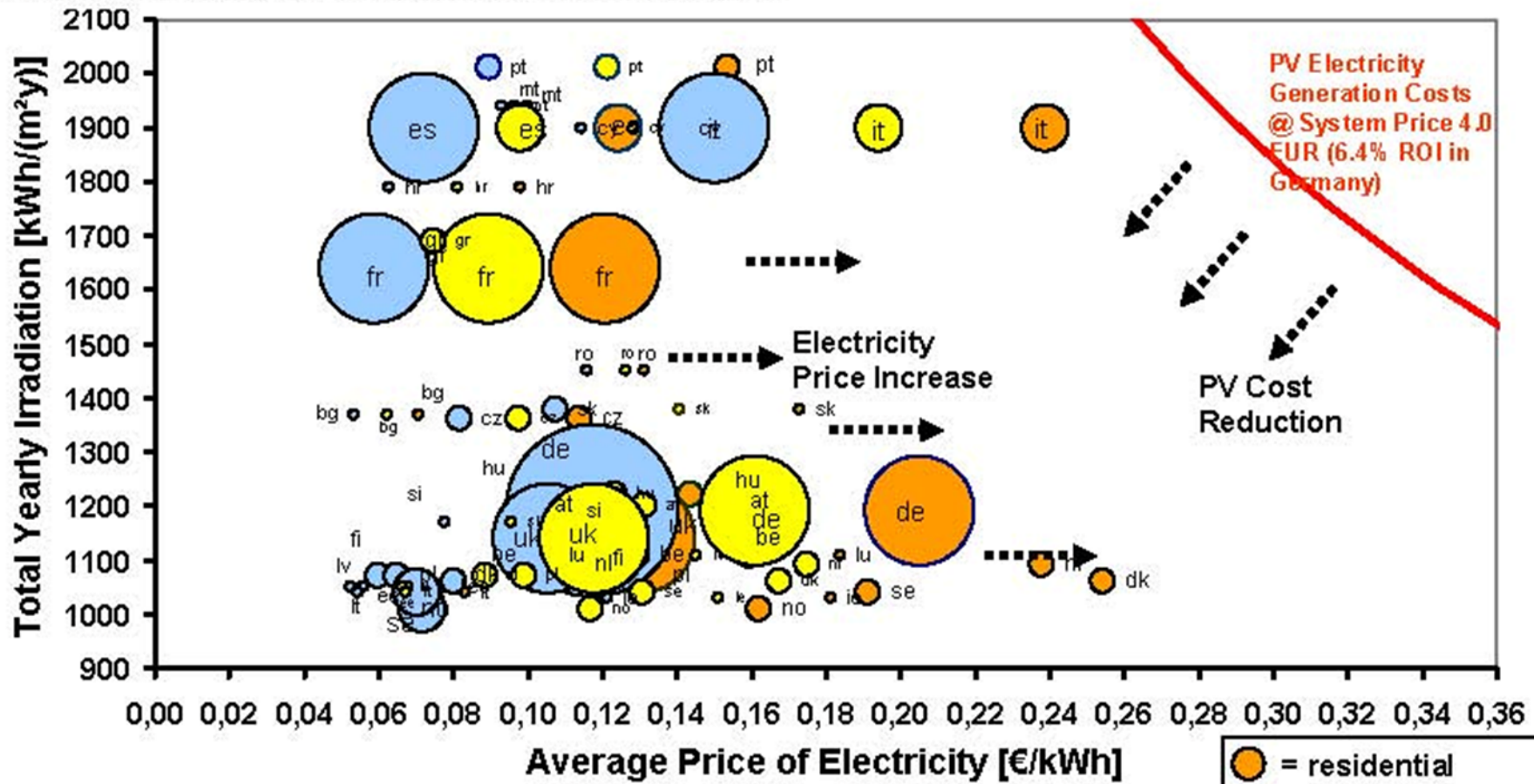


Elektrizität aus Erneuerbaren: Scaling-up times

- 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

Grid parity kommt schnell: Die Lage Anfang 2009

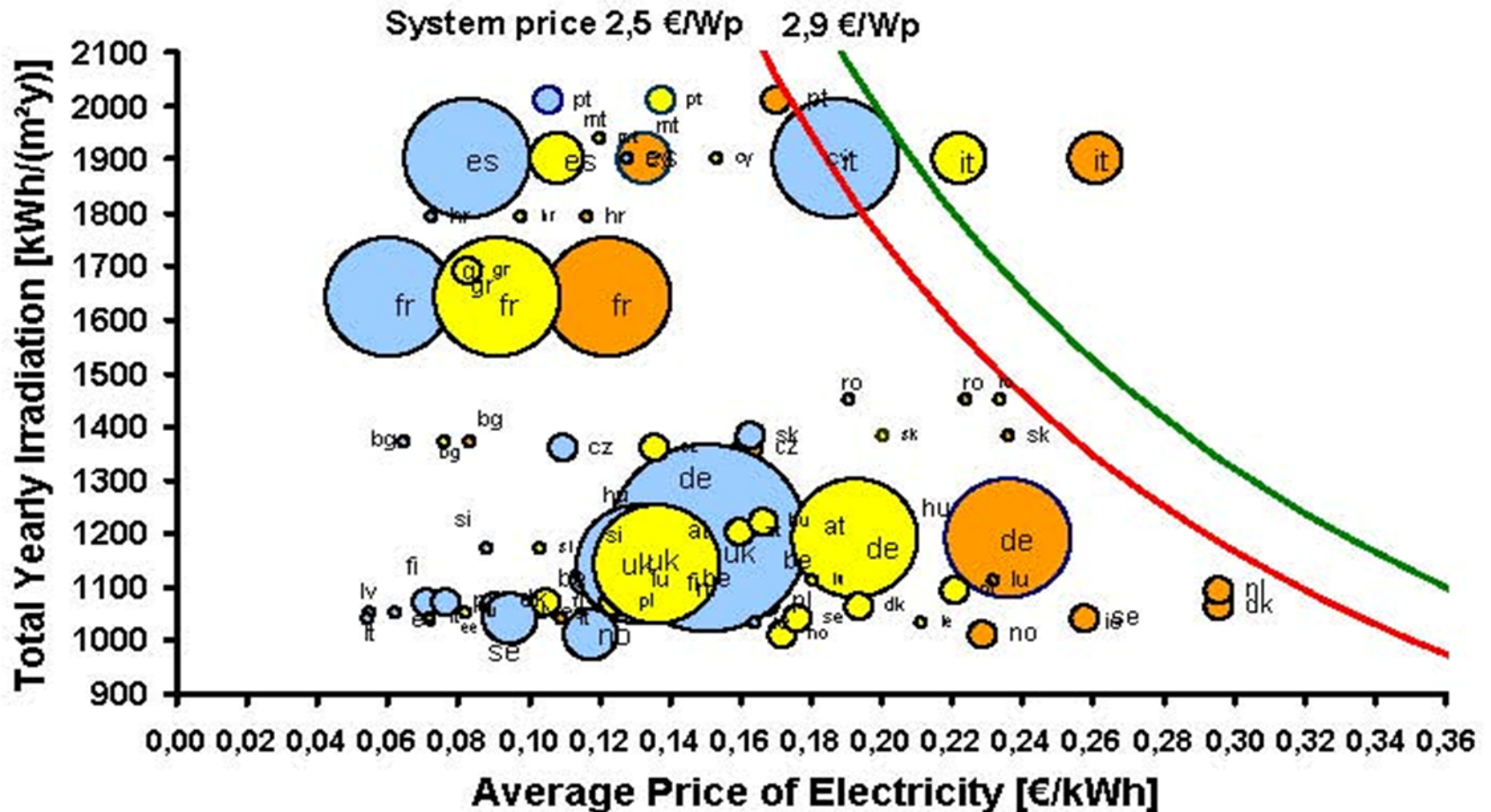
Grid parity in the EU by segment according to SET Plan, 2008



Assumptions: Operation & Maintenance: 1.5% of Capex; System Lifetime 20 years; Performance ratio 80%; WACC 6.4%

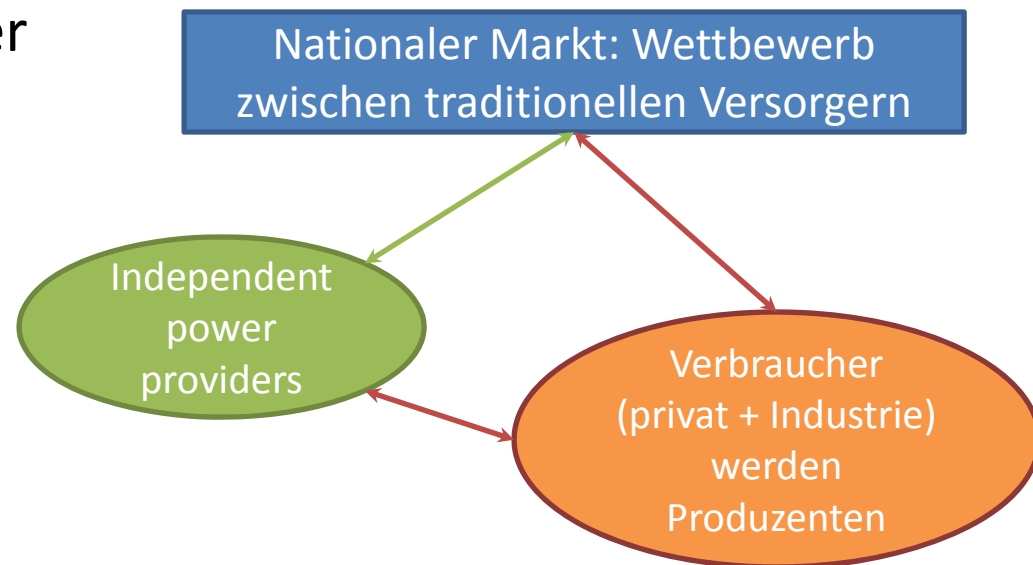
- = residential
- = commercial
- = industrial

Grid parity kommt schnell: Aussichten Mitte 2010



Grid parity für die Konsumenten wird die Märkte ändern

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



Auf dem Weg zu einem Mehrebenen-System

- Zunehmend wird die Aufgabe der Versorger darin bestehen, die Schwankungen auf den verschiedenen Ebenen auszugleichen
- Das hierarchische System hat sich überlebt – smart grids mit vielen Akteuren werden komplexe Systeme steuern
- Wahrscheinlich brauchen wir Märkte auf mehreren Ebenen: Europa, national, regional, lokal – Systemfunktionen bekommen einen Marktpreis

Elektrizitäts-Märkte

Europäischer Markt

*Kompensation, große Kraftwerke
(Afrika, Skandinav. Wasserkraft)*

ationale Märkte

*Kompensation, große Kraftwerke
(z.B. off-shore)*

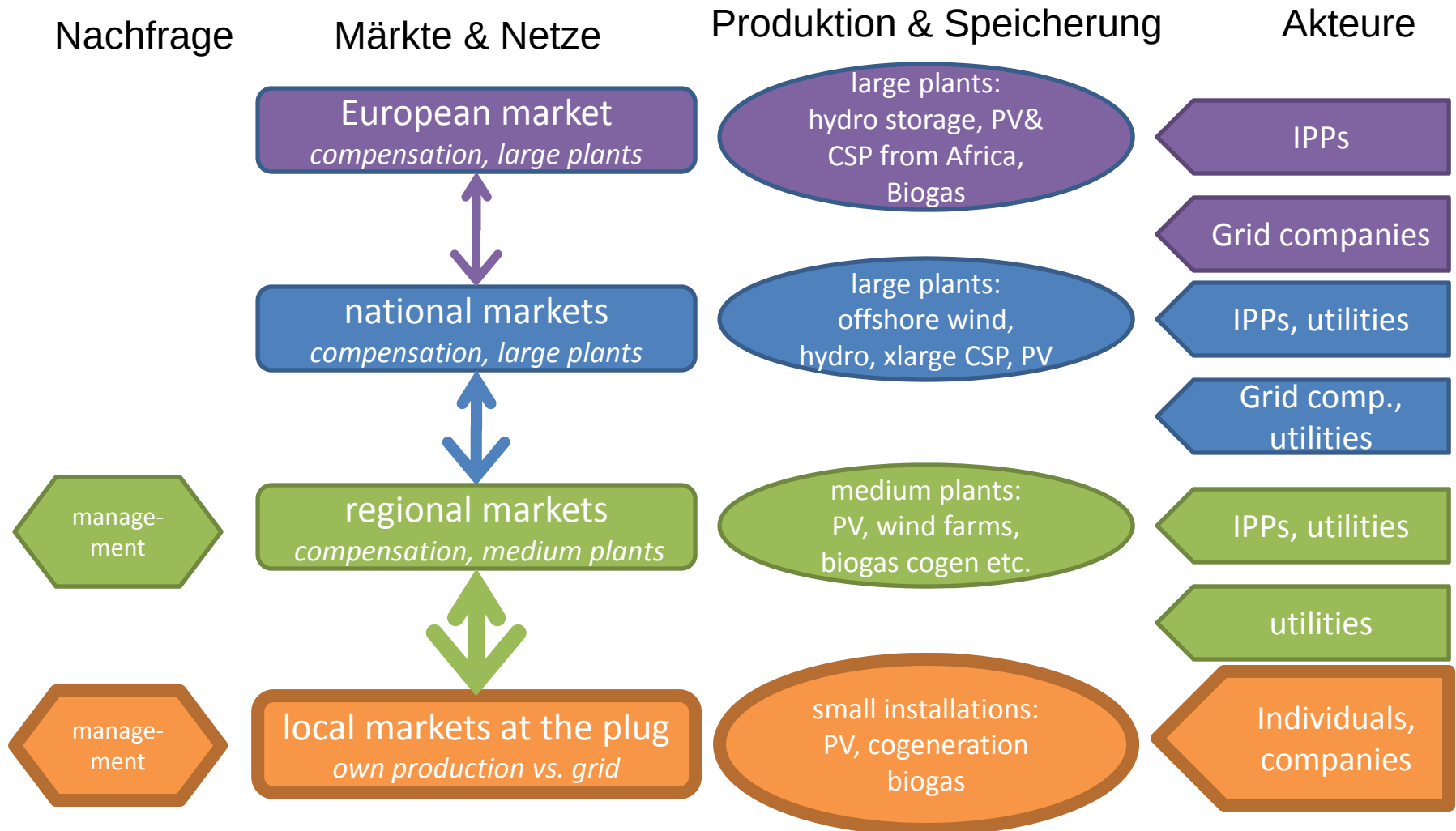
regionale Märkte

*Kompensation, mittlere Kraftwerke
(Biogas, Solar, Wind)*

Lokale Märkte

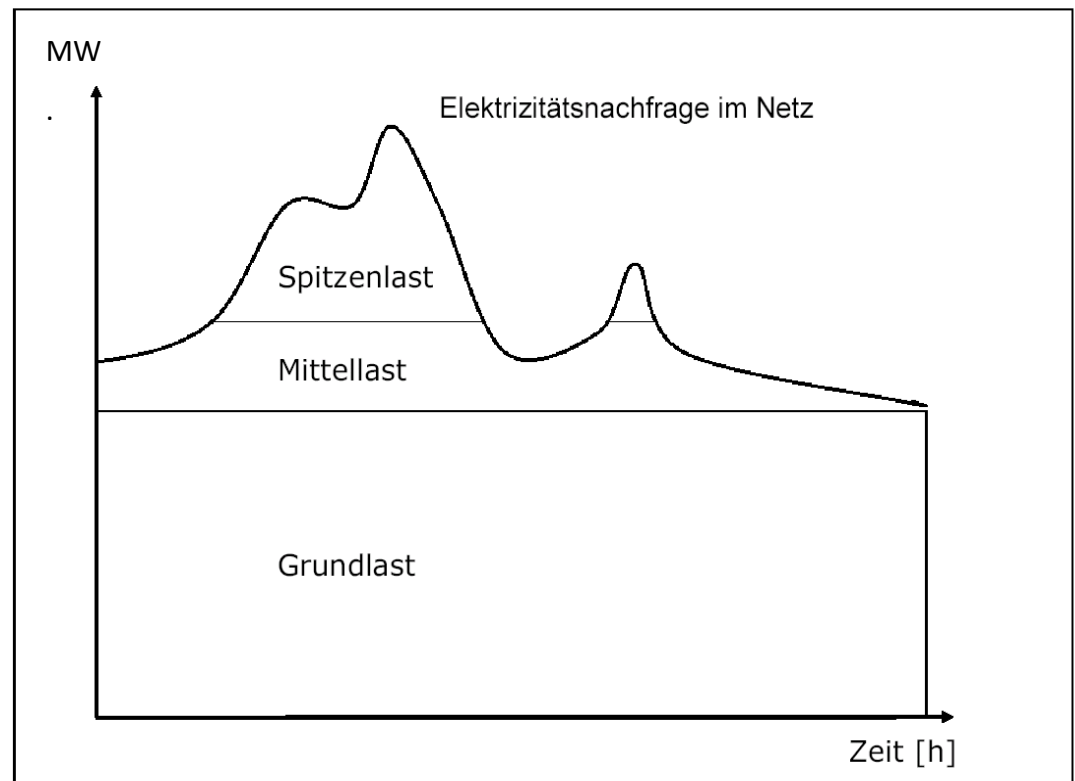
Einkauf gegenüber Eigenproduktion

“Prosumer” treiben die Märkte auf den verschiedenen Ebenen an



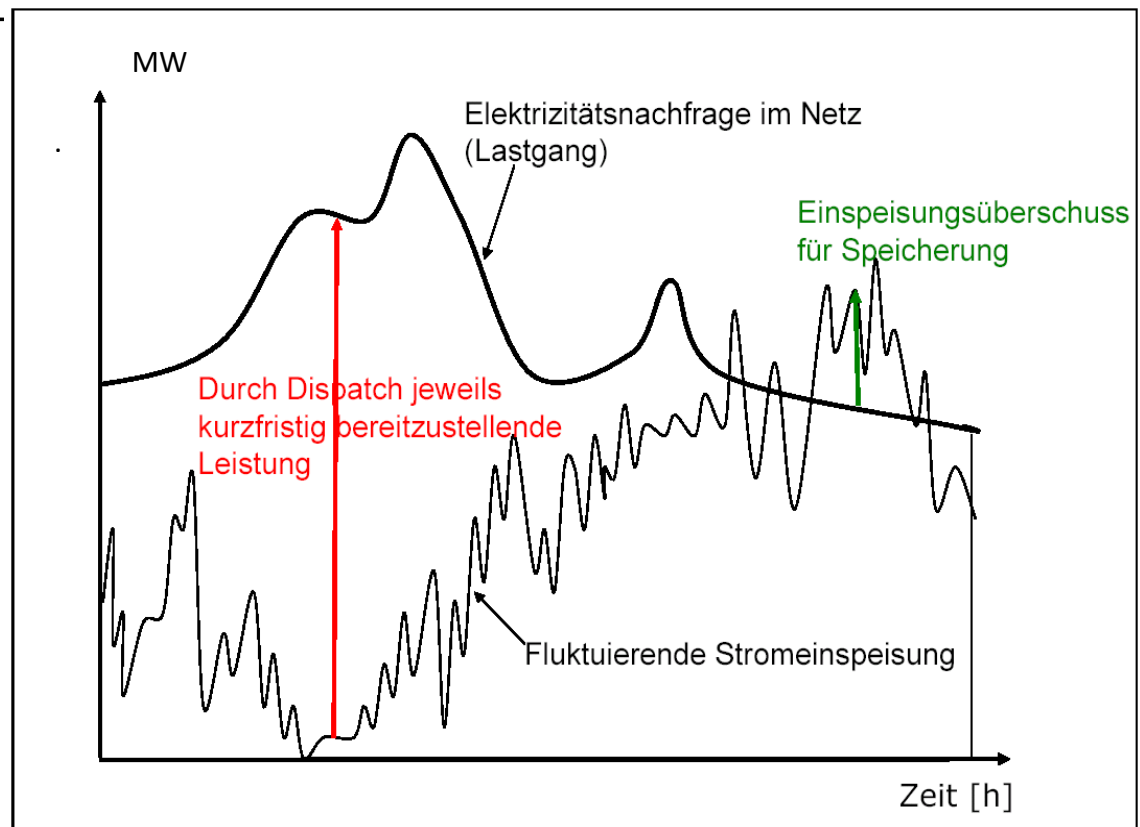
Das alte Grundlast-Konzept

- Billiger Grundlast-Strom aus großen schwerfälligen Kraftwerken
- Teure Spitzenlast aus schneller steuerbaren Kraftwerken
- Zentrale Steuerung einer kleinen Zahl von Einheiten
- Sehr wenig Steuerung der Nachfrage

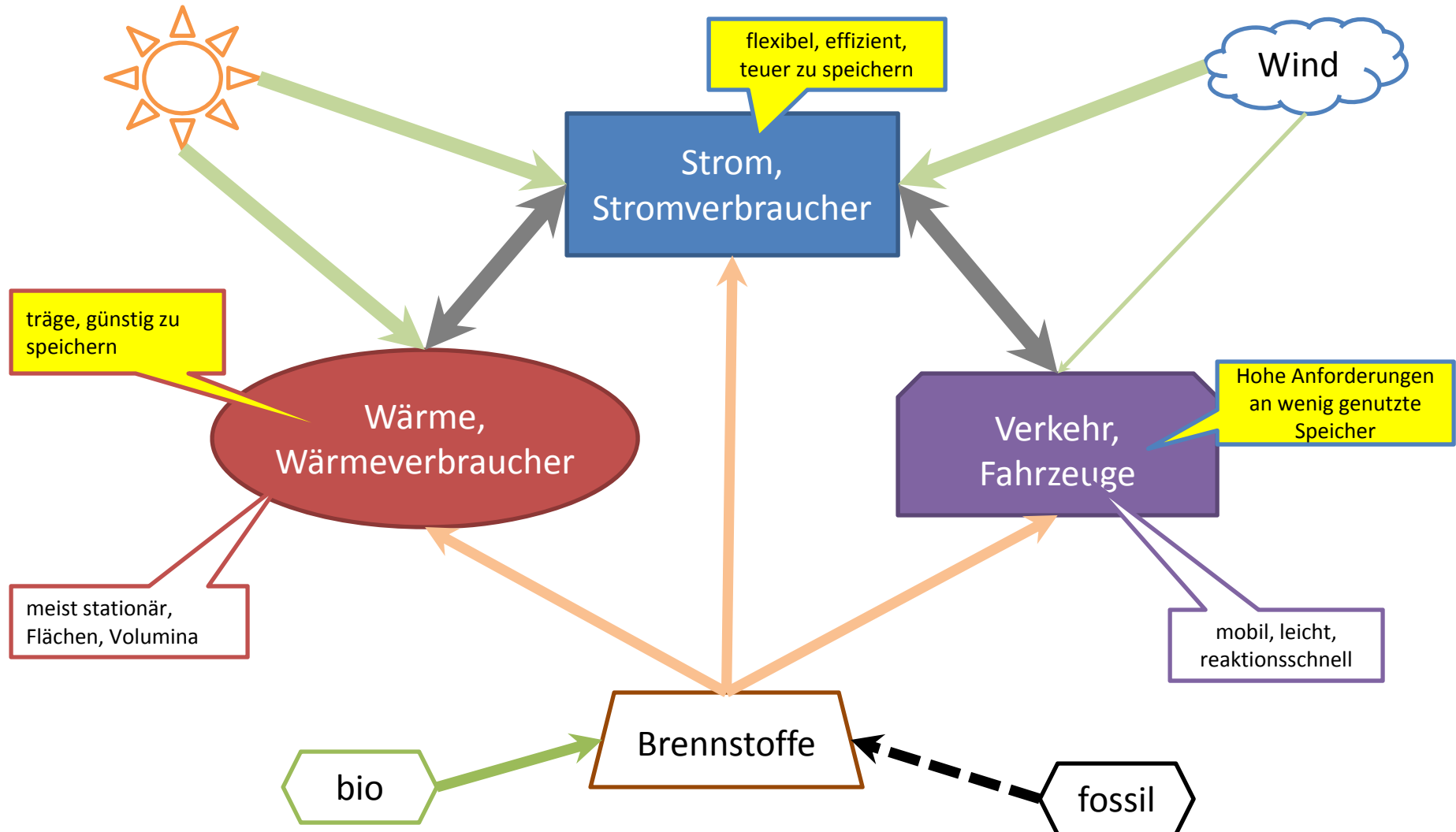


Das neue Paradigma: kein Platz für Grundlast-Kraftwerke

- Variable Produktion mit Erneuerbaren mit Null marginalen Kosten
- Kompensation durch großräumigen Verbund
- Kompensation mit schnell reagierenden Quellen (Wasserkraft, Gasturbinen)
- Speicherung wird wichtig
- Laststeuerung wird wichtig (smart grid)
- Keine Verwendung für Grundlast-Kraftwerke



Stärkere Verknüpfung der Energiesektoren



Herausforderung Wärmesektor: Komplexität, Investitionsrhythmen

- Raumwärme und Kühlung:
Integration in das komplexe System Gebäude
- Prozesswärme:
Integration in komplexe Produktionssysteme
- Notwendig: Systemkompetenz, Kooperation
von Spezialisten, Qualität – die Stärke der
europäischen Industrie
- Zu langsame Investitionsrhythmen im
Gebäudebereich

Herausforderung Verkehr: Öffentliche Infrastruktur

- Elektromobilität wird Industrien umwälzen
- Verkehrszuwachs weltweit kann nur mit massivem Ausbau der Bahnen bewältigt werden
- Ausbau von Infrastrukturen braucht langen Vorlauf
- Wachstum Flugverkehr nicht nachhaltig

Disruptive technologies: Das Ende der fossil-nuklearen Ära

- Energieproduktion mit standardisierten Konsumgütern
- Erneuerbare Energie kann uns von Beschränkungen und Konflikten der fossil-nuklearen Ära befreien
- **Erneuerbare Energien sind dabei, die Schwelle der Glaubwürdigkeit zu überschreiten
→ bahnbrechende Vorteile werden die Durchsetzung weiter beschleunigen**
- **Es ist höchste Zeit, unser Industriesystem auf eine neue Basis zu stellen. Das rauschende Fest der fossilen Verschwendung ist vorbei.**

Herausforderungen

1. Die Technologieführerschaft Europas bei den erneuerbaren Energien erhalten
2. Den schnellen Umbau des Energiesystems ohne Brüche und Fehlinvestitionen ermöglichen
3. Einen neuen regulatorischen Rahmen auf mehreren Ebenen entwickeln
4. Europaweit eng zusammenarbeiten
5. Neue Businessmodelle für die bisherigen Player entwickeln