Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Zum Stand der Energiewende: Herausforderungen, Perspektiven und Stolpersteine

Kongress der Fraktion Bündnis 90 / Die Grünen im Bayerischen Landtag – Bayerischer Energiekongress

„Energiewende in der Heimat, für die Heimat "

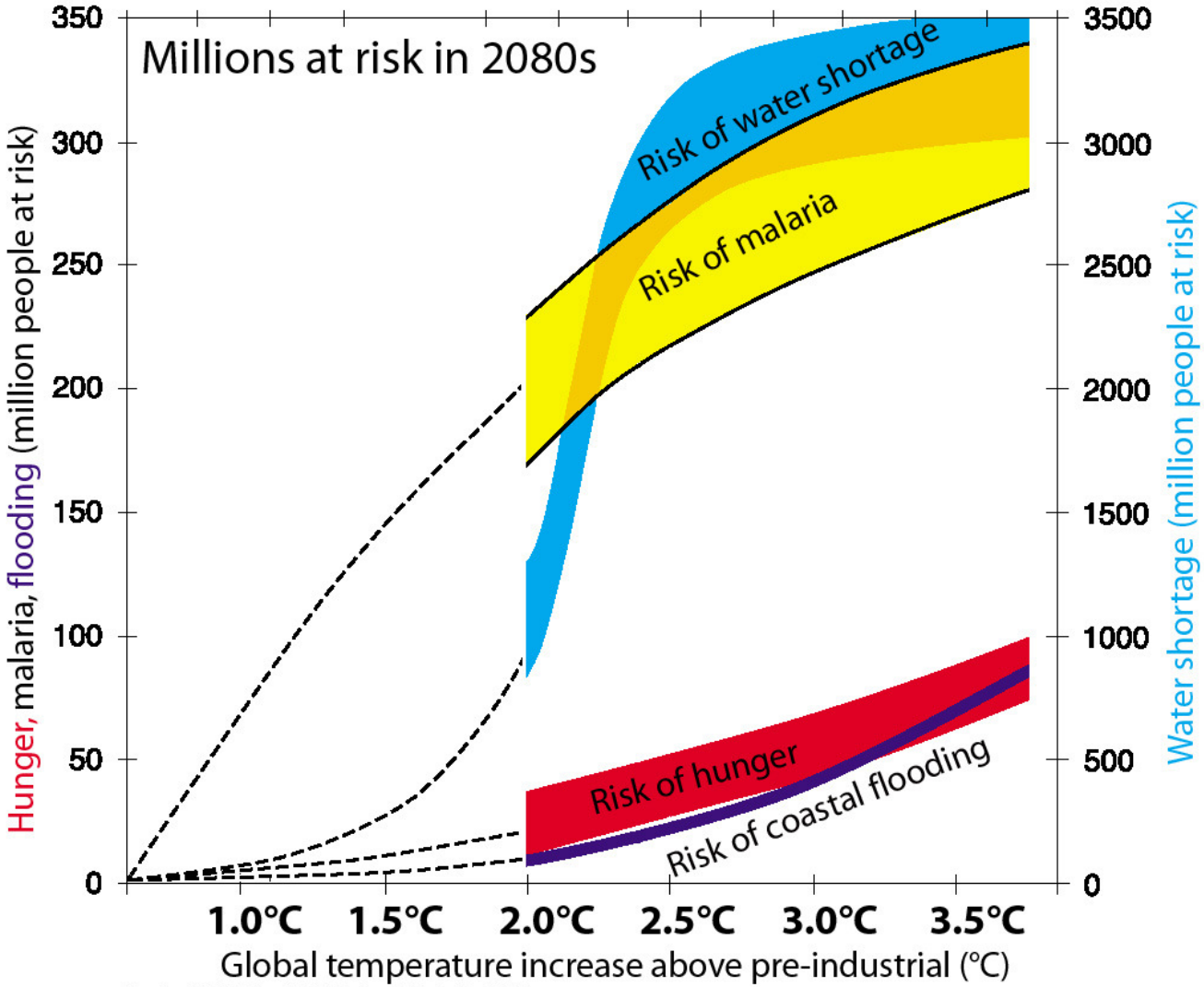
Dr. Felix Chr. Matthes

München, 16. März 2013

www.oeko.de

Externe Effekte betreffen Menschen
Kosten werden nicht nur bei uns fällig

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

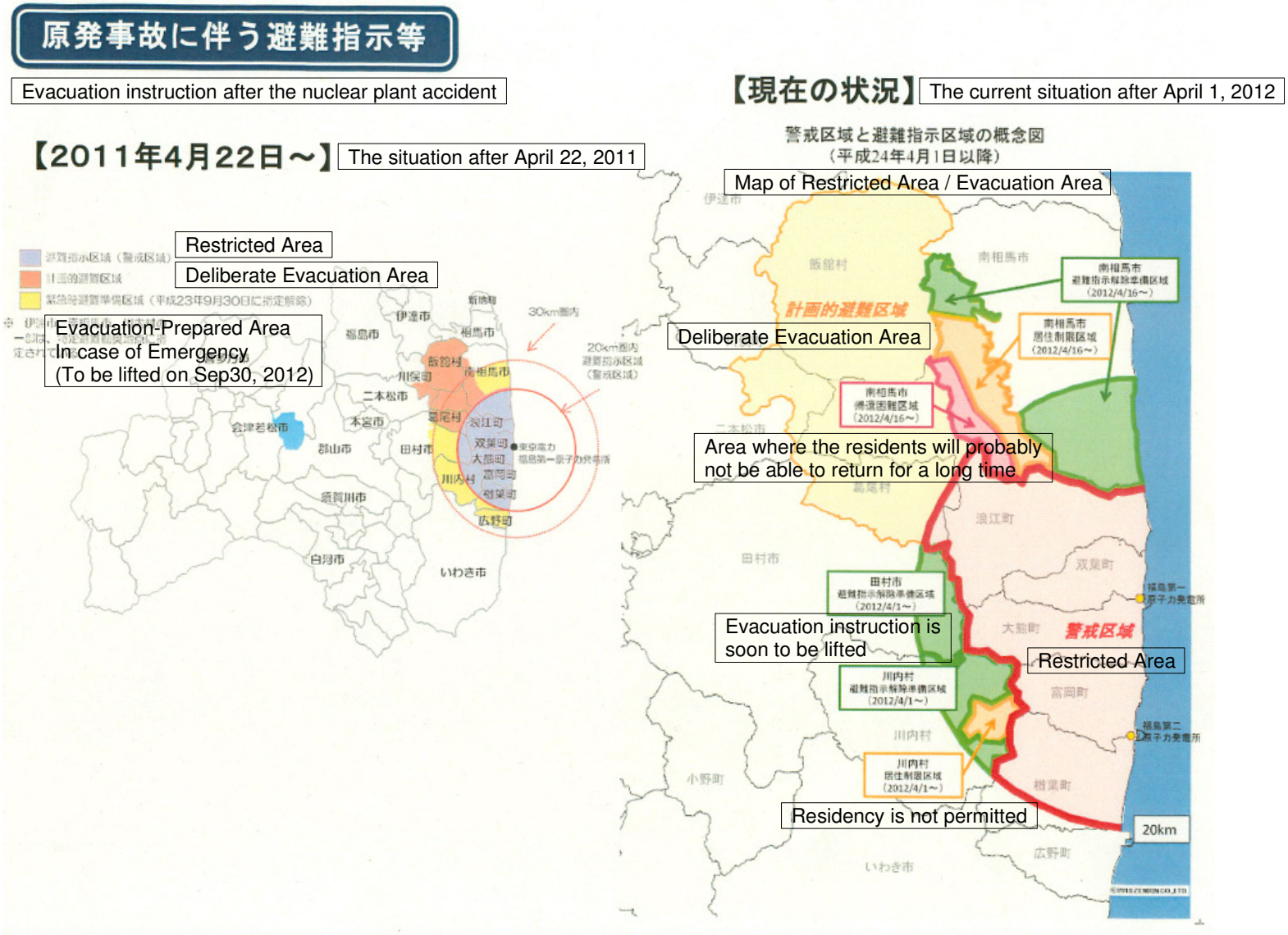


Source: Parry et al. (2001) "Millions at Risk" Glob. Env. Change. Graph adapted by M. Meinshausen
Note: The original graph presented temperature levels above 1990, not above pre-industrial. Thus, a 0.6°C temperature difference has been added.
Furthermore, the original graph presented temperature levels in 2080 for different CO2 equivalance (!) stabilization scenarios.
For a climate sensitivity of 2.5°C (as underlying the work of Parry et al.), the 2080 temperature level for the S550 CO2eq emission path has been about 1.4°C above 1990 (2°C above pre-industrial).

www.oeko.de

Nukleare Risiken sind reale Risiken
Reale Folgen für reale Menschen

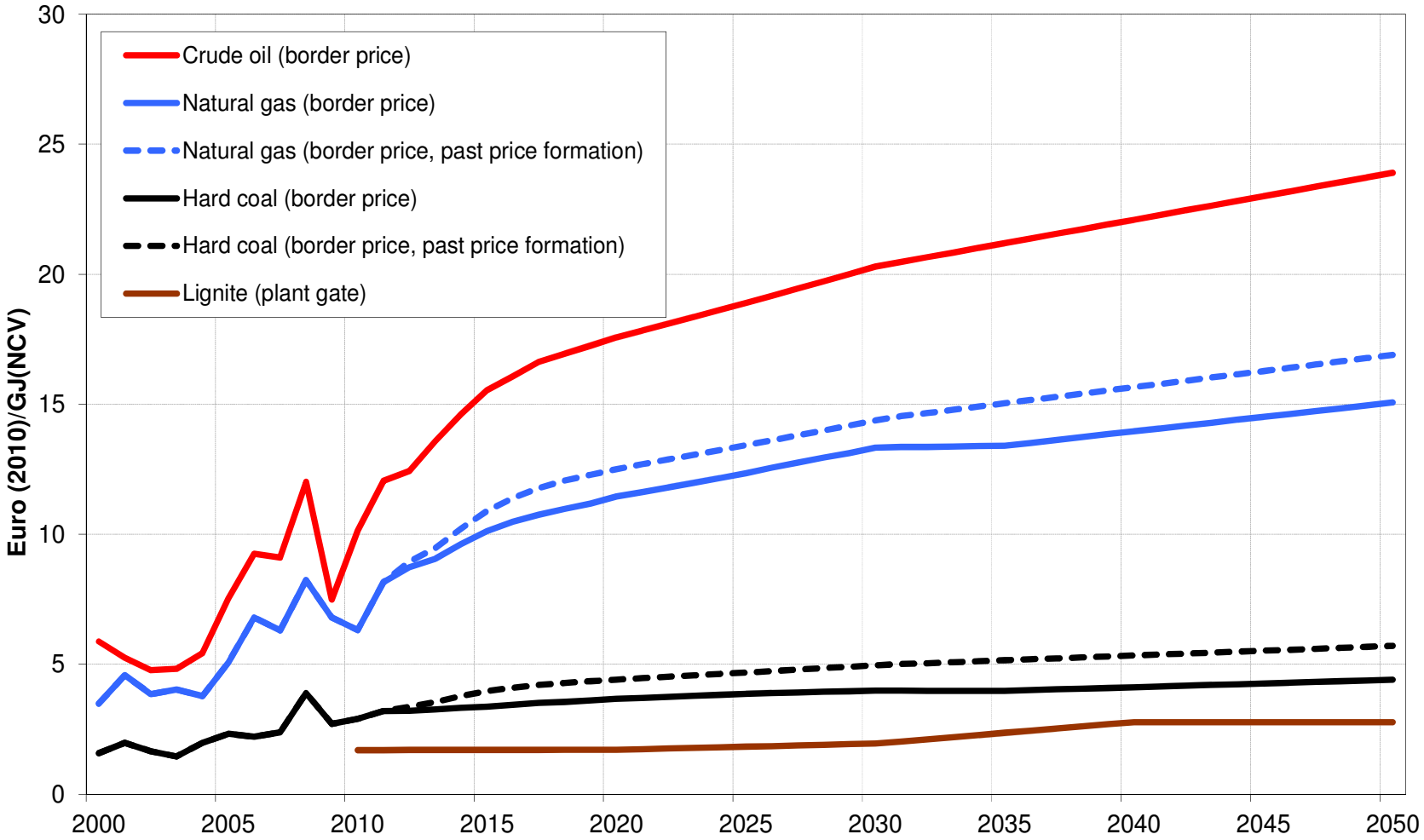
Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



www.oeko.de

Das Umfeld der Weltenergiemärkte
Die Ära niedriger (und stabiler) Preise ist vorbei

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



Öko-Institut (2012) auf Basis EIA, IEA

www.oeko.de

Startpunkte der aktuellen Debatten
Alles nur Energiewende?

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Die Energiewende 2010/2011**
  - Laufzeitverlängerung 2010 und ambitionierte Langfristziele für Treibhausgas-Emissionen, erneuerbare Energien sowie Energieeffizienz
  - Rückkehr zum Ausstiegspfad von 2002 (Beschleunigung um ca. 2 Jahre) unter Beibehaltung der Langfristziele
- **Ein sich massiv veränderndes energiewirtschaftliches Umfeld**
  - Ende der Übergangsphase der europäischen Strommarkt-Liberalisierung
  - globaler Brennstoffmarkt
  - Anlagenmärkte
- **Dynamische globale Klimapolitik**
  - UN-Verhandlungen mit langsamen Fortschritten
  - Ambitionierte Klimapolitiken in wichtigen Ländern/Regionen (Australien, China, Brasilien, Süd-Afrika, Kalifornien)

www.oeko.de

Langfristige Energie- und Klimaschutzziele
Zentrale Rahmensetzungen für Politik

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

	Treibhaus-gas-Emissionen	Erneuerbare Energien		Minderung Energiebedarf				Kern-energie
		Brutto-Endenergie	Strom-erzeugung	Primär-energie	Gebäude-Wärme	End-energie Verkehr	Strom-verbrauch	
2011 **2015** **2917** **2019**								**-41%** **-47%** **-54%** **-60%**
2020	**-40%**	**18%**	**35%**	**-20%**	**-20%**	**-10%**	**-10%**	
2021 **2022**								**-80%** **-100%**
2030 **2040**	**-55%** **-70%**	**30%** **45%**	**50%** **65%**					
2050	**-80 bis -95%**	**60%**	**80%**	**-50%**	**-80%**	**-40%**	**-25%**	
Basis	1990	-	-	2008	2008	2005	2008	2010

Als Ergebnis des Energiekonzepts 2010/2011 entstand ein Satz von einerseits explizit mittel- und langfristig ausgerichteten und andererseits sehr umfassend formulierten energie- und klimapolitischen Zielen

Quelle: BReg (2010/2011), eigene Berechnungen

www.oeko.de

Startpunkte der aktuellen Debatten
Viele Sektoren relevant – einige zentral

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Dekarbonisierung erfordert massive politische Anstrengungen in allen Sektoren**
  - Energiesystem
  - Industrieprozesse
  - Landwirtschaft
  - Abfallwirtschaft
  - LULUCF
- **Energiewende entscheidet sich vor allem in drei Sektoren**
  - Stromsystem (Dreh- und Angelpunkt)
  - Verkehrssektor (hohe Entwicklungsdynamik, starke Europäisierung, hohes Mobilisierungspotenzial)
  - Gebäudesektor (langlebiger Kapitalstock, nur mit hohem Aufwand adressierbar)
- **Fokussierung auf Stromsektor kann sinnvoll sein (Interaktionen mit anderen Sektoren gewinnen an Bedeutung)**

www.oeko.de

Die Energiewende hat viele Baustellen
Aber einige sind besonders kritisch (1)

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Energieeffizienz**
  - Gebäudesanierung
    - schnell schließende Handlungsfenster
    - CO2-freie Versorgung ohne massive Erhöhung der Energieeffizienz schwierig (Biomasse) bzw. teuer (Strom)
    - die soziale Frage von morgen!
  - elektrische Anwendungen
    - Strom bleibt (im Durchschnitt) teuer
    - Potenzial des Demand Response
  - Fahrzeuge
- **CO2-freie Energieträgerbasis des Verkehrssektors**
  - Biokraftstoffe?!
  - Elektromobilität

www.oeko.de

Die Energiewende hat viele Baustellen
Aber einige sind besonders kritisch (2)

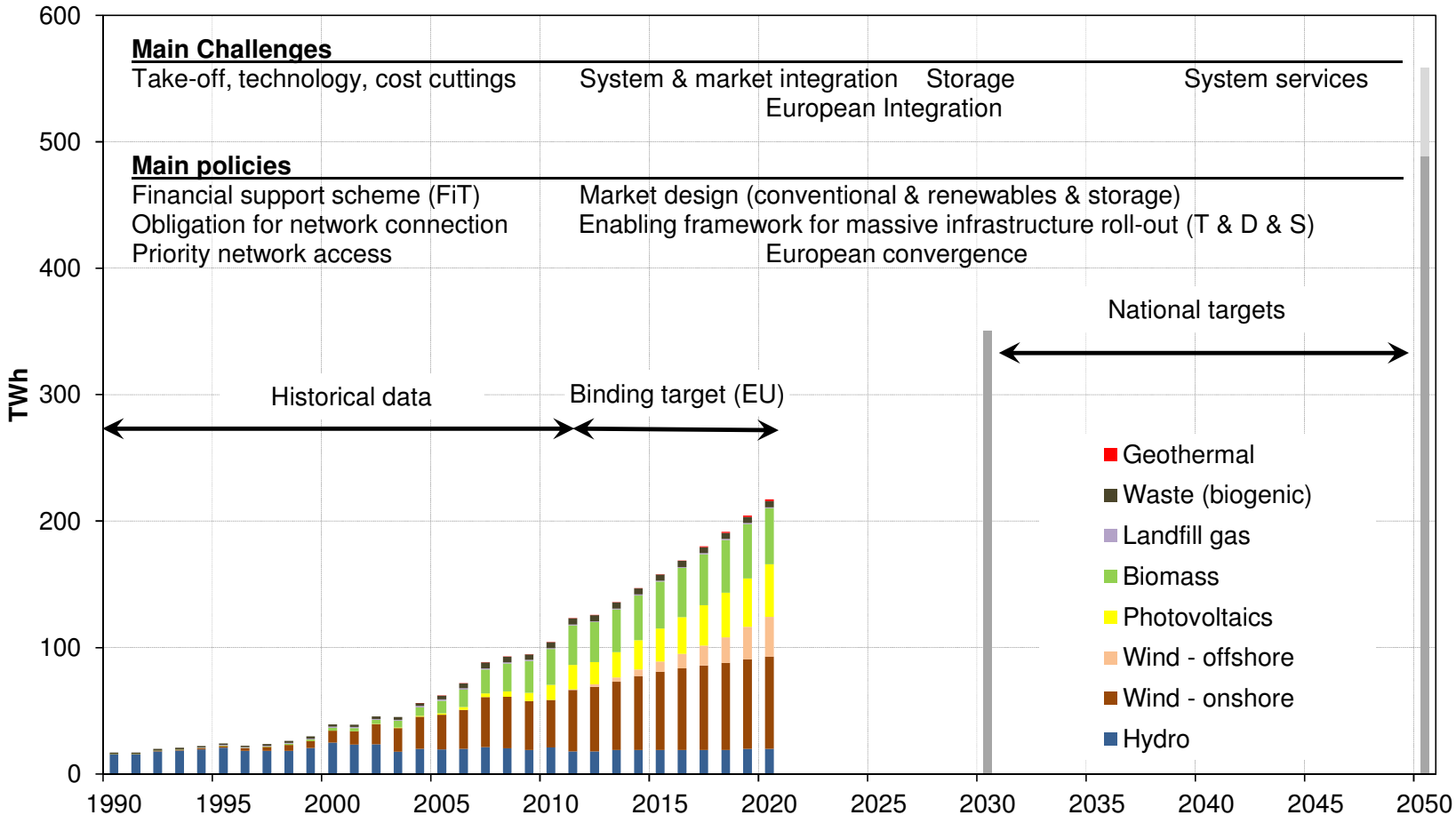
Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Zentraler Punkt für dieser Präsentation: Umstellung des Stromversorgungssystems auf erneuerbare Energien**
  - zukunftsfähiges Strommarktdesign (auch jenseits der erneuerbaren Energien)
  - Infrastrukturausbau
    - Übertragungsnetze
    - Verteilnetze
  - Stromspeicherung
    - soweit wie möglich vermeiden/hinaus schieben
    - Prioritäten
      - power-to-power
      - power-to-heat
      - power-to-chemicals (H2)
      - power-to-gas (eher H2 als CH4)
    - Innovation vorantreiben

www.oeko.de

Stromerzeugung aus Erneuerbaren
Herausforderungen & Ansatzpunkte

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



Quelle: BReg (2012), Öko-Institut (2012)

www.oeko.de

Ausweitung der regenerativen Stromerzeugung und Erschließung von Flexibilitätsoptionen

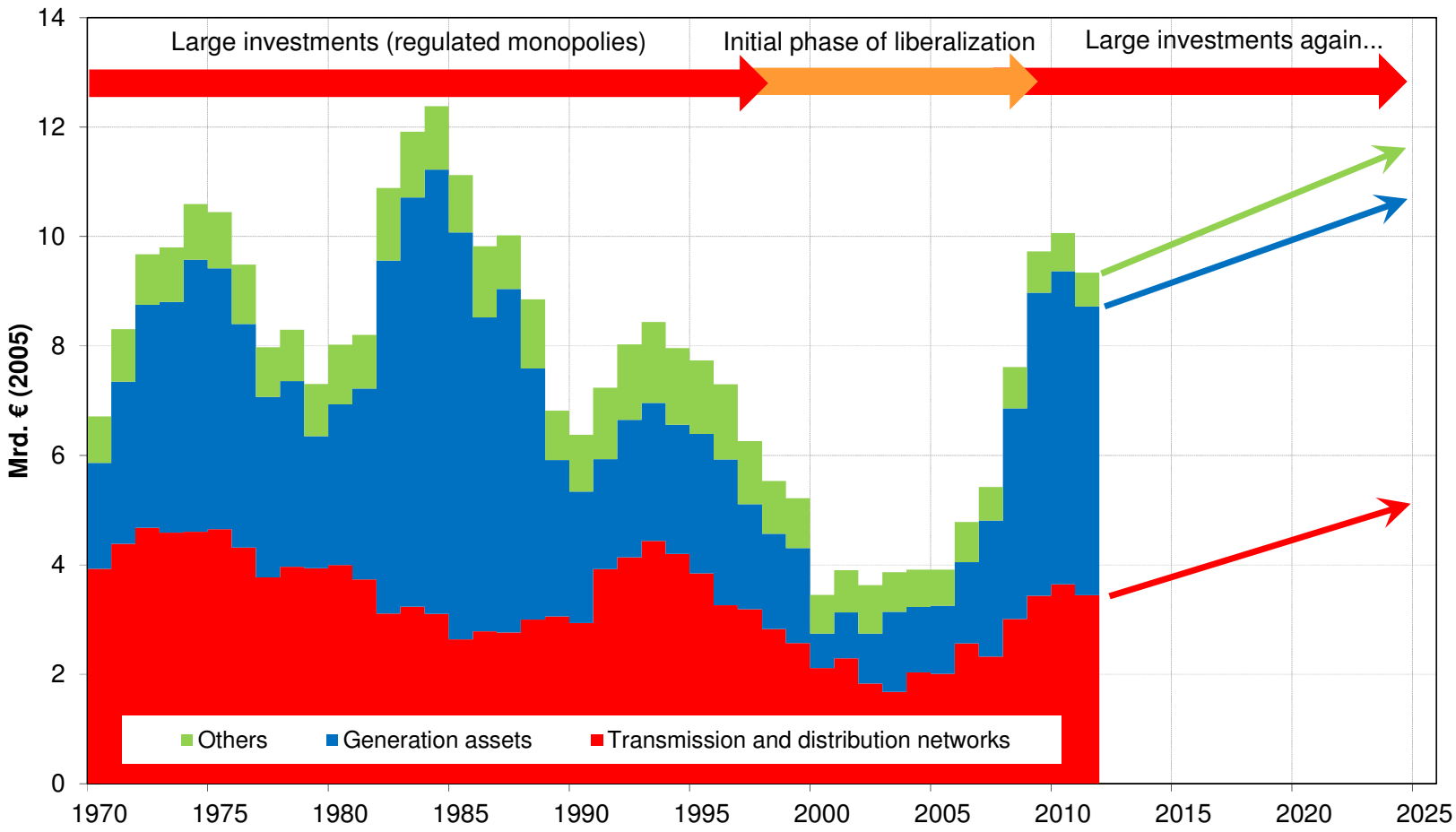
Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Das Stromversorgungssystem wird zunehmend geprägt durch variable erneuerbare Energien (v.a. Wind und Solar)**
  - Finanzierung, Optimierung für Investition und Betrieb, Systemdienstleistungen
- **Flexibilitätsoptionen für die Residuallastdeckung**
  - Phase 2015-2025/2030
    - bestehender fossiler Kraftwerkspark
    - Infrastrukturausbau (eher „Wann & Wie“ als „Ob“)
    - Demand Response
    - neue fossile Kraftwerke & kostengünstige Speicher (Pumpspeicher, Power-to-heat)
  - Phase 2030-2050
    - (dann) bestehender fossiler Kraftwerkspark
    - Infrastrukturausbau & Demand Response
    - Ausbau der verschiedenen Speicherprofile

www.oeko.de

Das stromwirtschaftliche Umfeld
Umfassende Investitionen werden notwendig

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

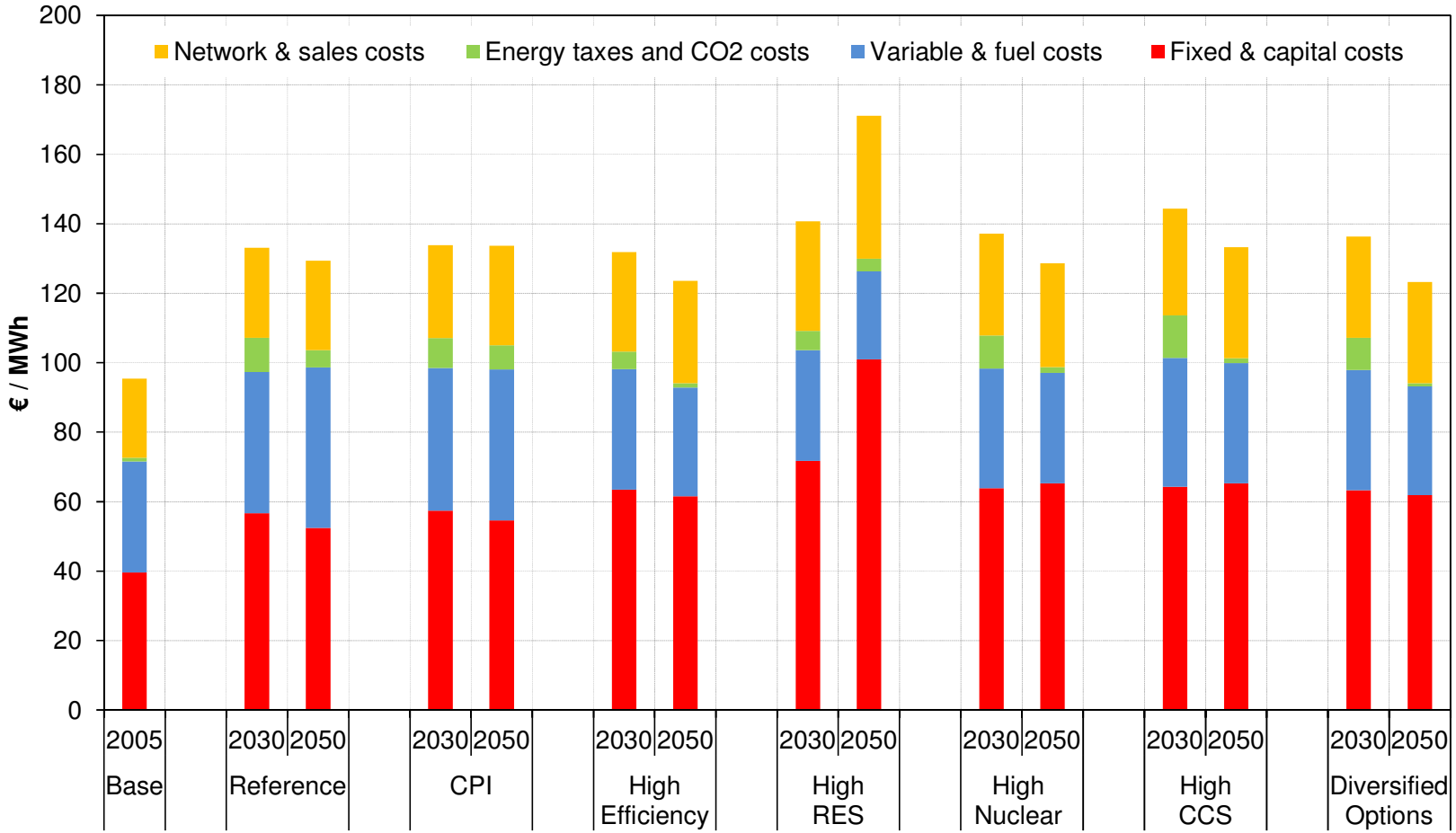


VDEW, BDEW, Öko-Institut 2012

www.oeko.de

Zukünftiges Energiesystem: in den meisten Varianten sehr heterogen & kapitalintensiv

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



European Commission, E3MLab 2011, Matthes 2012

www.oeko.de

Ausgangspunkt 1: Konventionelles Segment Strommengenmärkte sind nicht nachhaltig

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Der Strommengen- (Energy only-) Markt im konventionellen Segment hat sich als sehr effizienter Koordinations-mechanismus für den Kraftwerksbetrieb erwiesen**
- **Das konventionelle Segment des Energieversorgungssystem steht an der Schwelle einer neuen Etappe**
  - nach der „Brownfield“-Liberalisierung des Strommarktes sind die Mitnahmeeffekte aufgebraucht
  - erhebliche Investitionen in konventionelle Kraftwerke werden kurz- und mittelfristig notwendig
  - mittel- bis langfristig nicht-nachhaltige Anreizstrukturen für die – notwendigen – Kraftwerks- und Speicherinvestitionen
  - Kapazitätserhaltung als Zwischenlösung
  - die Situation in den meisten europäischen Staaten unterscheidet sich nicht wesentlich (Ausnahme: Iberische Halbinsel)
  - neue Marktmechanismen (= Kapazitätsmärkte) werden unausweichlich, intelligente Übergangsstrategien notwendig

www.oeko.de

Ausgangspunkt 2a: Erfolgreicher Ausbau des Segments der erneuerbaren Energien

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Massiver Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von seit 1990 von ca. 5 auf 25%**
- **Vergleichsweise günstige Förderung erneuerbarer Energien**
  - differenzierter Ansatz ermöglicht umfassende Innovation und beschränkt Verteilungseffekte
  - Einspeisevergütung senkt Risikoprämien bzgl. (a) Vermarktung, (b) Förderhöhe, (c) Zahlungsdauer
- **Reale Investitionen im Kraftwerkspark, sehr breite Streuung des Investorenspektrums (ökonomische Teilhabe)**
- **Massive Kostenreduktionen (nicht nur für DE)**
  - bei Onshore-Wind und Fotovoltaik (in der Lernkurve weit fortgeschritten)
  - in geringerem Maße bei Biomasse (Kostensenkung begrenzt, bedingt durch Anlagenmarkt- und Brennstoffpreis-Entwicklung)
  - noch nicht bei Offshore Wind (steht am Beginn der Lernkurve)
  - aber: Kostensteigerungen bei fossilen Kraftwerken als Referenz

www.oeko.de

Ausgangspunkt 2b: Herausforderungen für das Segment der erneuerbaren Energien

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Versagen bei der Anpassung der PV-Förderung in 2010/2011**
- **Grenzen kostenorientierter Einspeisevergütungen (Cost-plus-Ansatz) bei größeren Marktanteilen (EU-Strombinnenmarkt)**
- **Optimierung der erneuerbaren Energien untereinander wird in zunehmendem Umfang (dringend) notwendig**
  - Investitionen
    - Netz-Infrastruktureinbettung
    - (zukünftiger) Speicherbedarf
  - Betrieb
    - Beitrag zur Residuallastdeckung
    - ggf. (kurzzeitige) Abregelung (X%)
- **Aber auch: Erhaltung wichtiger Errungenschaften**
  - niedrige Risikoprämien durch langfristige „Verträge“
  - Erschließung industrialisierungsbedingter Innovationspotenziale
  - ökonomische Teilhabe

www.oeko.de

Ausgangspunkt 3: Herausforderungen für den Infrastrukturausbau

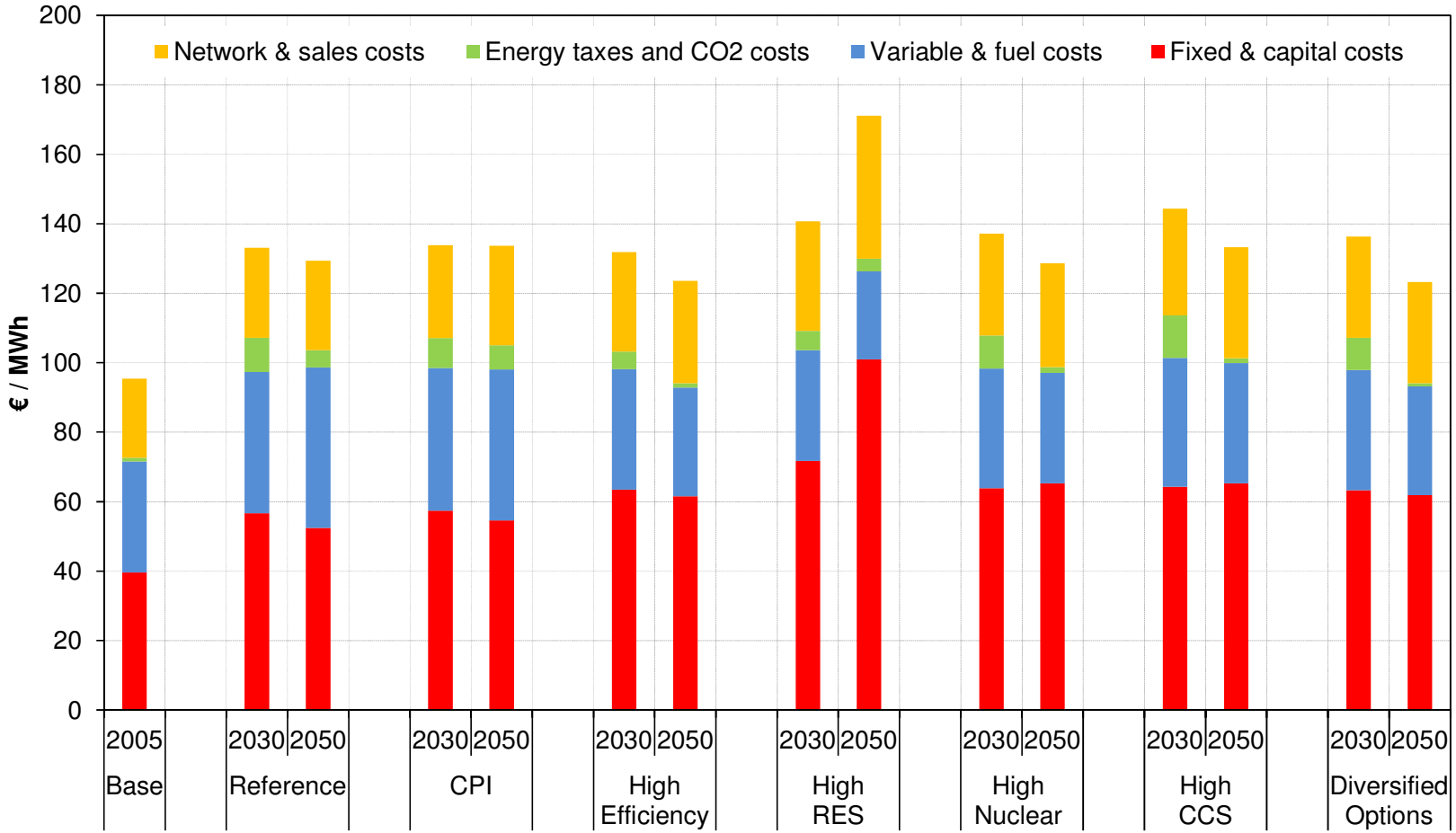
Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Deutlicher Ausbau der Infrastruktur ist unausweichlich**
  - wenn die Umstellung auf erneuerbare Energien gelingen soll
  - wenn die Kosten der Transformation in Grenzen gehalten werden sollen
- **Die Herausforderungen im Bereich der Netz-Infrastruktur haben sehr unterschiedliche Herausforderungsprofile**
  - Übertragungsnetz
    - Planung („Was, wann, wie“)
    - Partizipation, Akzeptanz & Kompensation
    - Finanzierung
  - Verteilungsnetz
    - Planung
    - Finanzierung & Regulierung

www.oeko.de

Zukünftiges Energiesystem: in den meisten Varianten sehr heterogen & kapitalintensiv

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

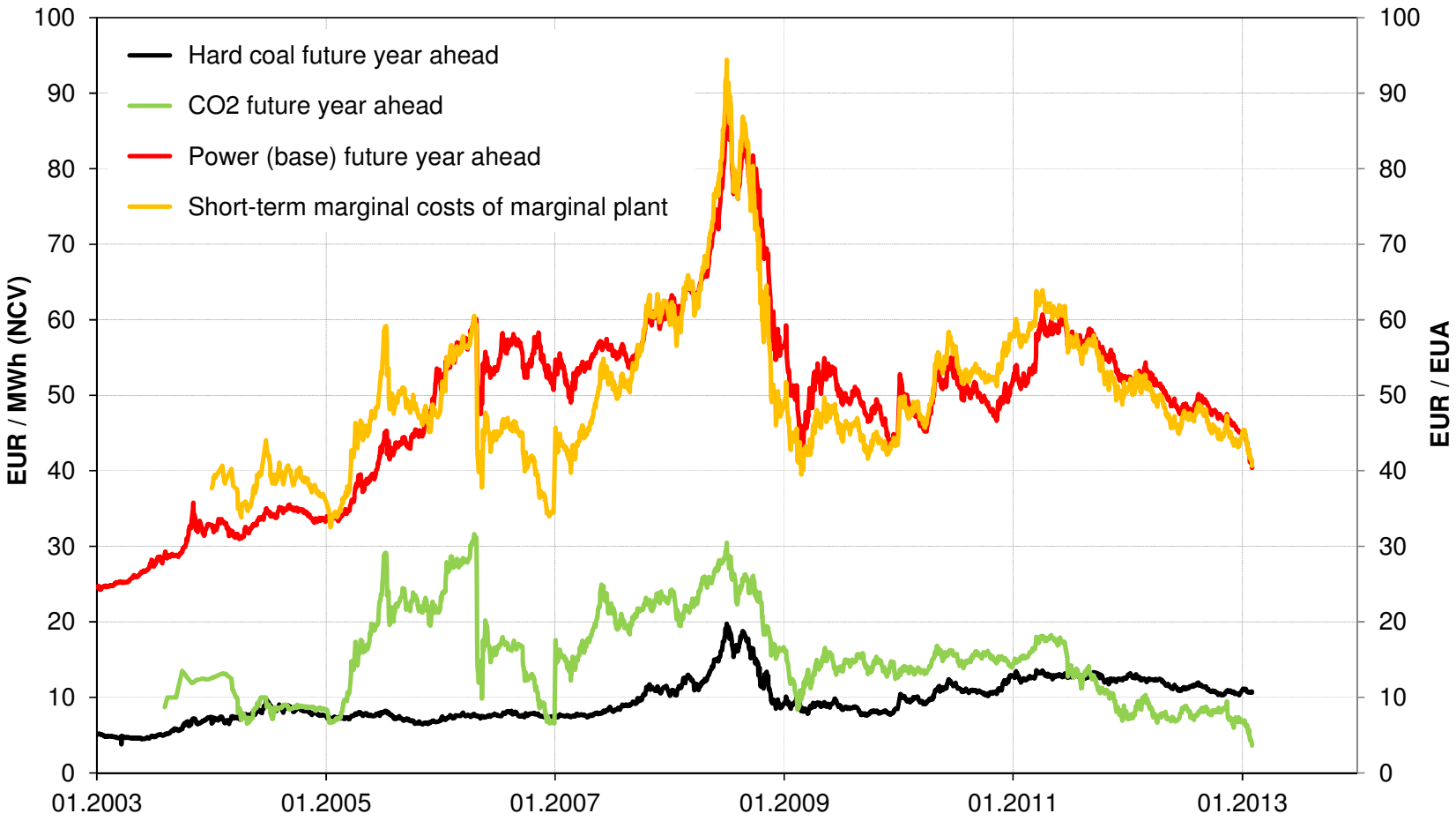


European Commission, E3MLab 2011, Matthes 2012

www.oeko.de

Herausforderung Strompreise
Niedrige Preisniveaus an der Börse

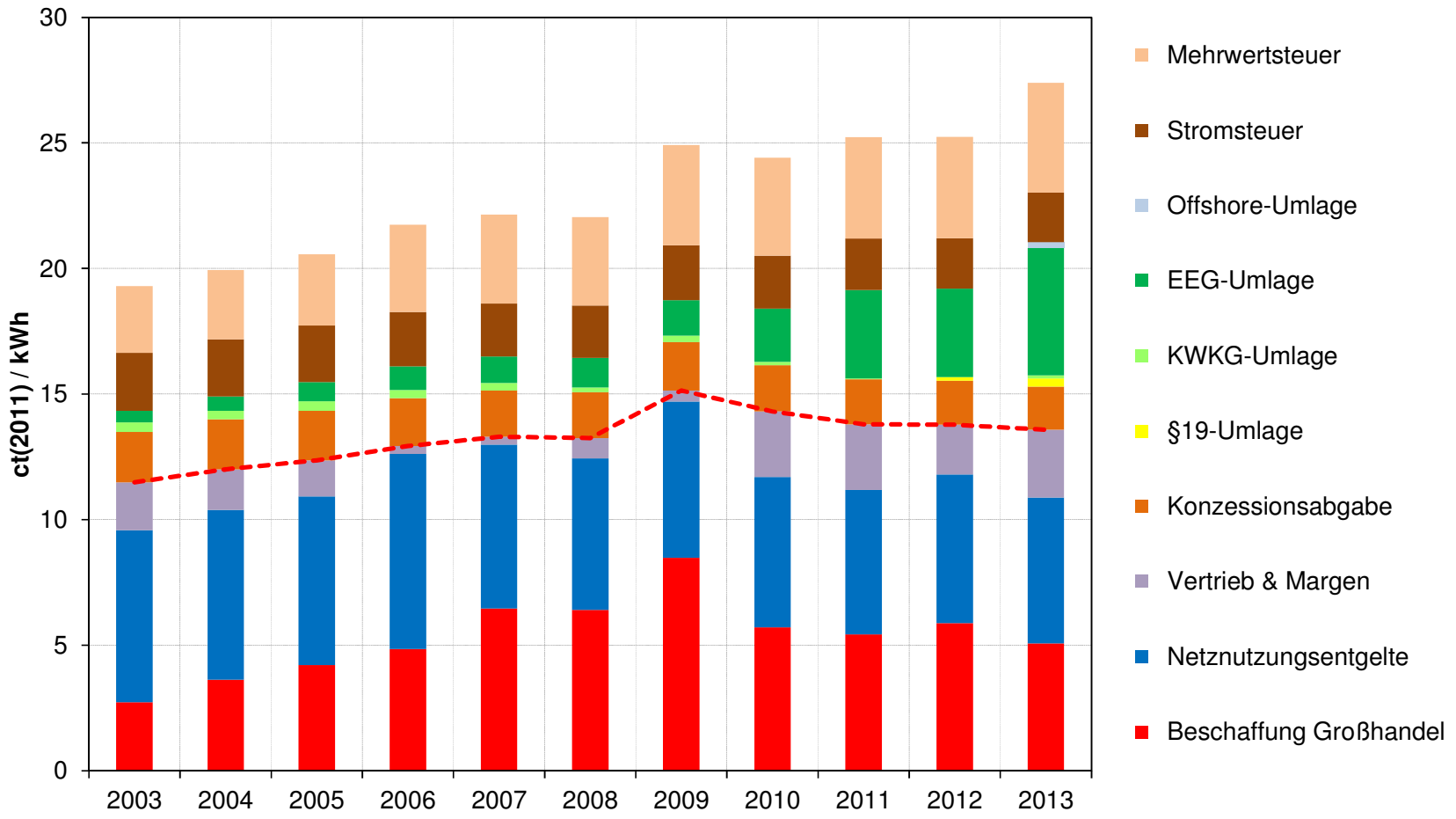
Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



EEX, Öko-Institut

www.oeko.de

Haushaltstrompreise (real)
Sehr unterschiedliche Einflussgrößen

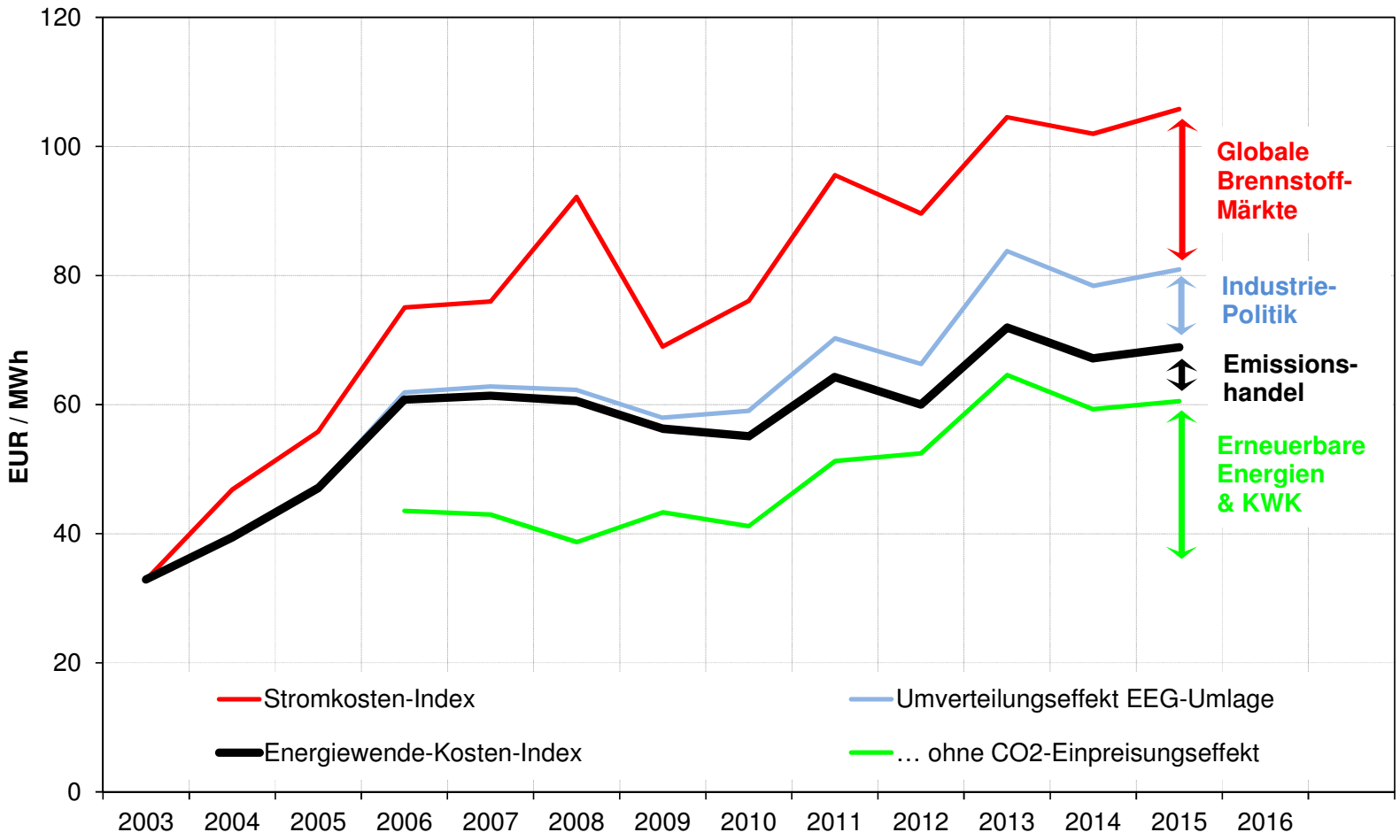


Öko-Institut auf Basis BDEW, BNetzA, Eurostat

www.oeko.de

Realistische Betrachtung der Interaktionen EKX – Energiewende-Kosten-Index

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

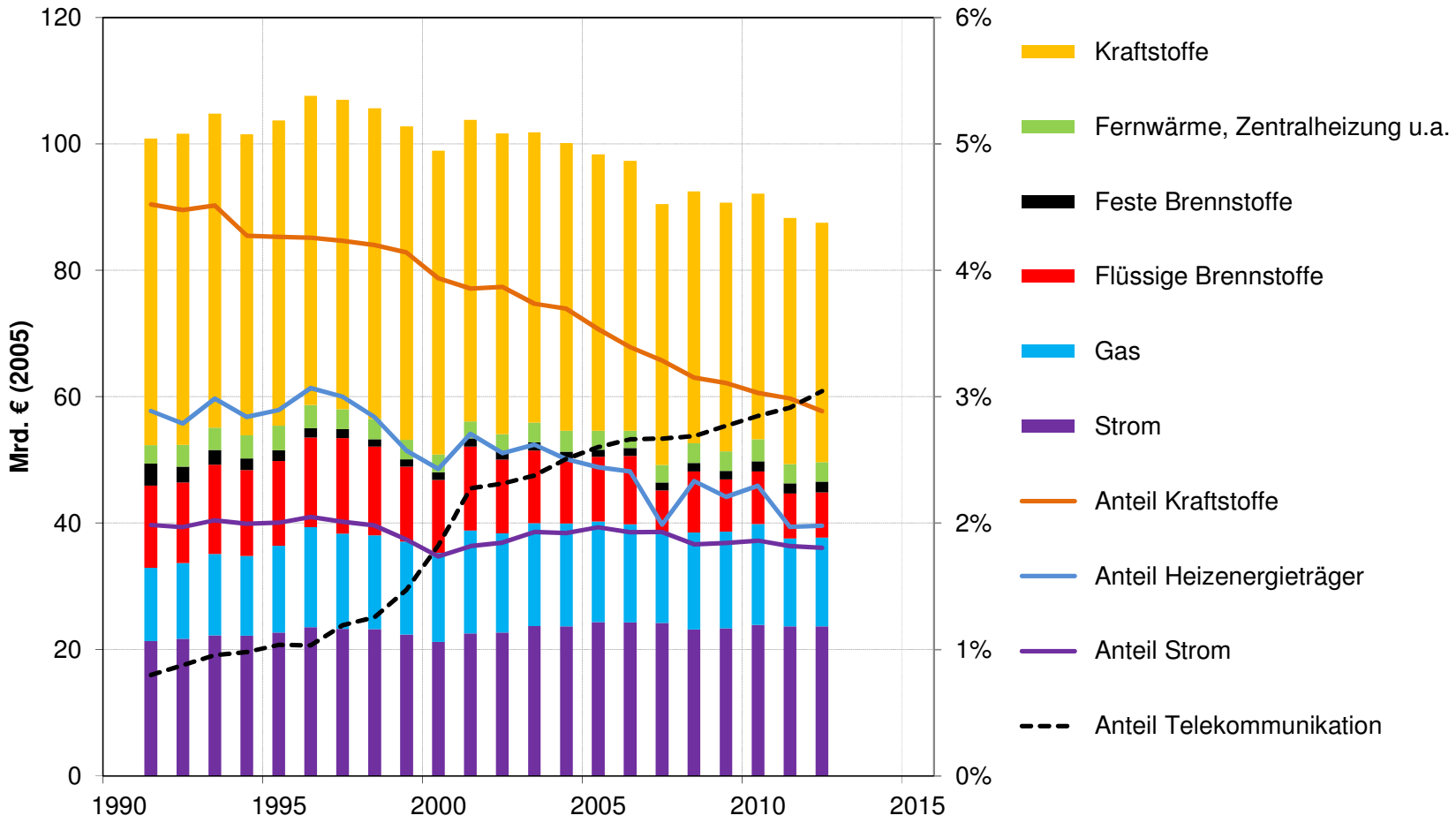


Öko-Institut (2012)

www.oeko.de

Strom-Kosten müssen eingeordnet werden
Kosten sind entscheidend, nicht Preise

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



Statistisches Bundesamt, Öko-Institut

www.oeko.de

Aufgabe: Die anstehende Transformation einer polarisierten Struktur des Energiemarkts

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Erneuerbare Energien

EEG: (implizite) Kapazitätszahlungen, Einheitsmodell, hohe Differenzierung

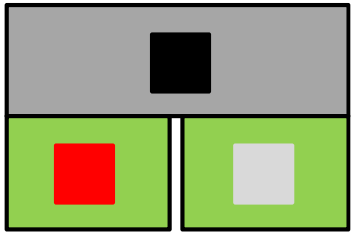
"Invest, produce & forget"

Strommarkt nach der Liberalisierung: Zahlungen für Energie, Grenzkostenpreise

"Produce & forget about investments"

Konventionelle Energien

Das zukünftige Stromsystem: kapitalintensiv, sehr flexibler Dispatch notwendig



Zahlungen für Energie

Zahlungen für gesicherte Kapazität

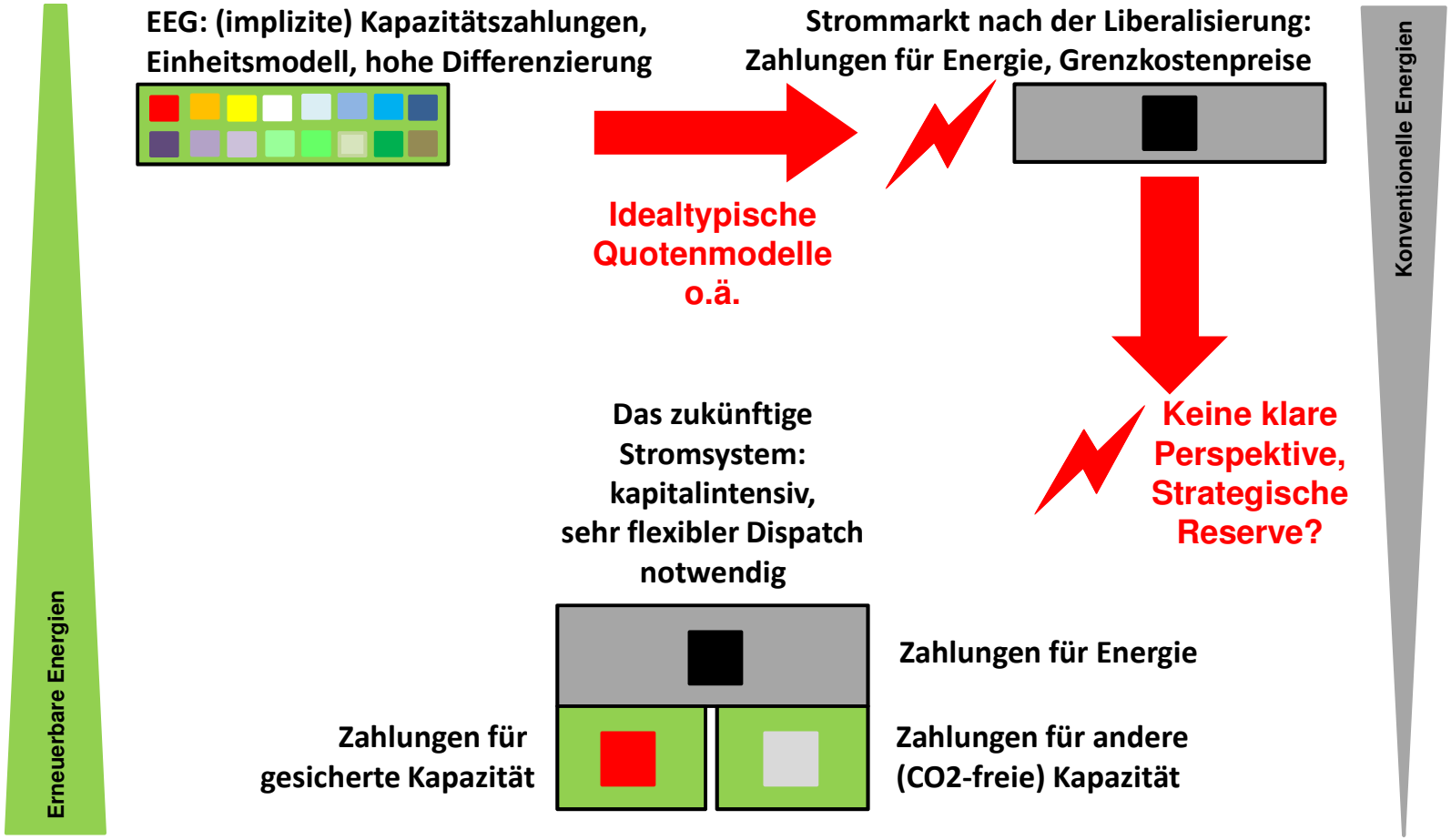
Zahlungen für andere (CO2-freie) Kapazität

Welcher Weg dorthin?

www.oeko.de

Übergangsoption #1
Marktidealisten übernehmen

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

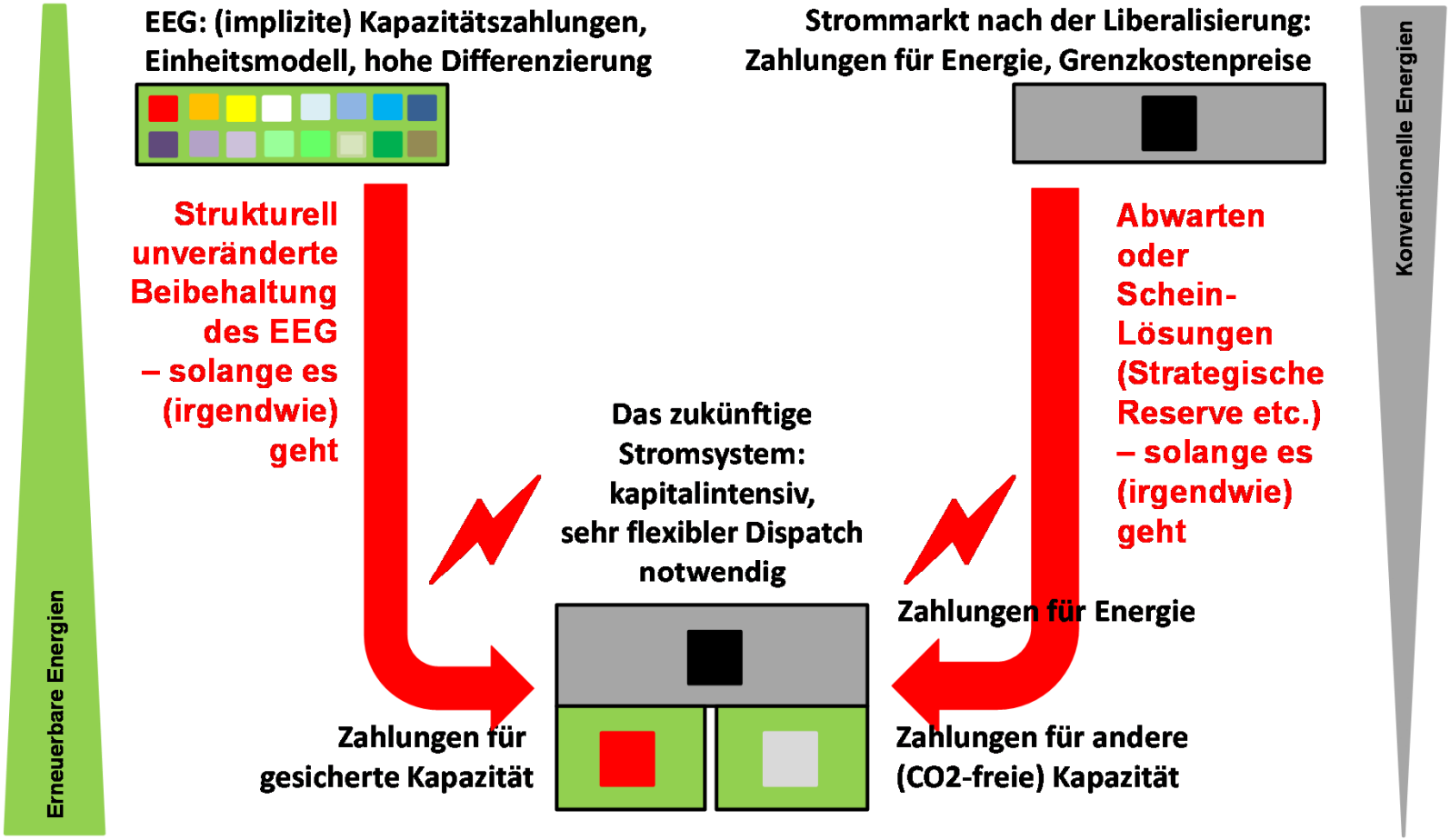


Destruktive Revolution: Abriss des EEG
& Orientierung auf (sehr) fragwürdige Alternativen

www.oeko.de

Übergangsoption #2
Marktidealisten einigen sich mit Marktskeptikern

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

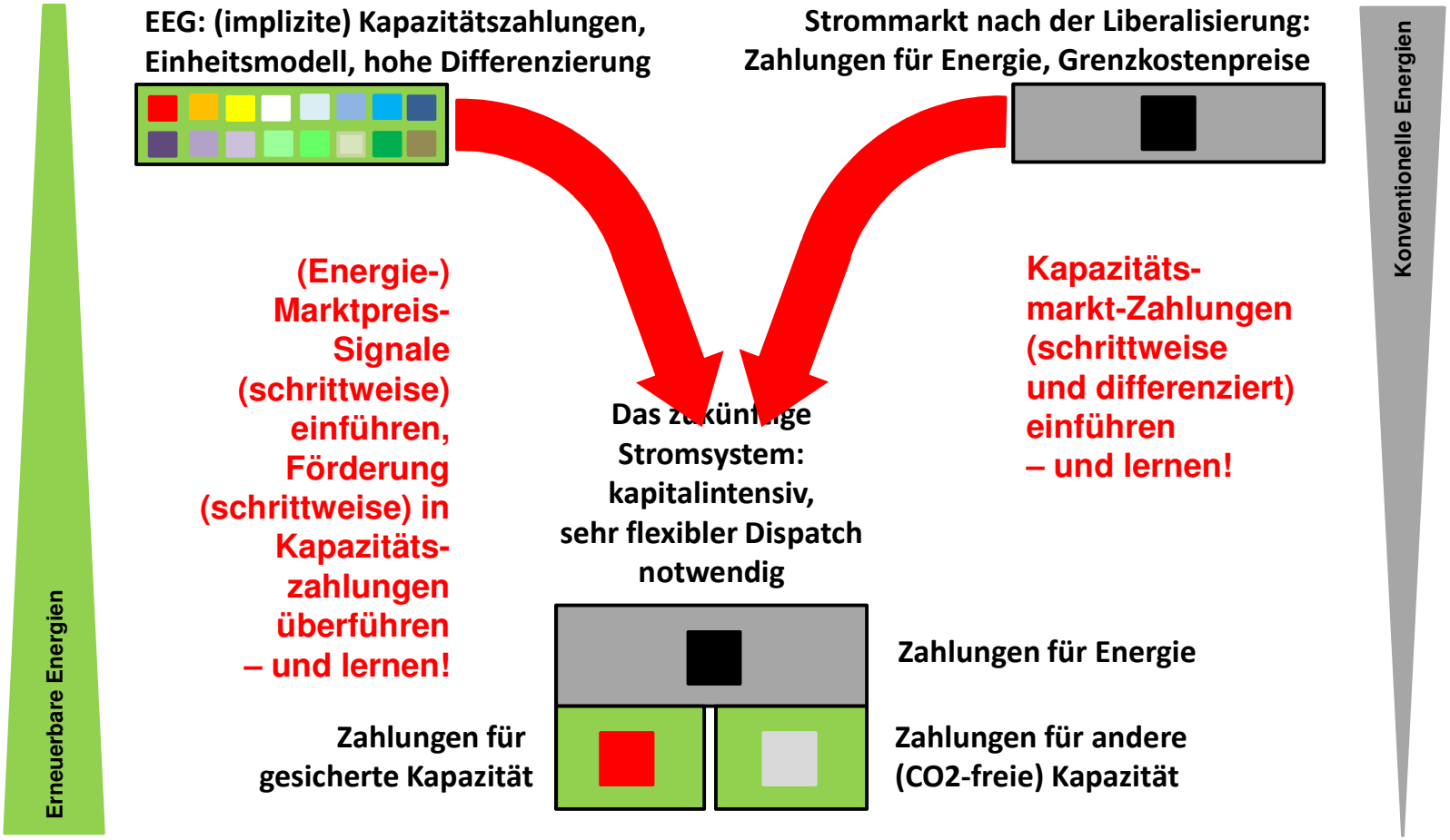


Perspektivlose Ausbeutung der bisherigen Strukturen – und (dann) der "Große Sprung (nach vorn?)"

www.oeko.de

Übergangsoption #3
Marktrealismus mit Vision auf beiden Seiten

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology



Aufgeklärte Reform: Klare strukturelle Perspektive, auch auf Lernen angelegte Schritte hin zu Konvergenz & Integration

www.oeko.de

Strommarktdesign: Die nächsten Schritte „Der rote Zettel“ (1)

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Der Schwerpunkt der aktuellen Debatten liegt aktuell – nicht ganz unberechtigt – vor allem im Bereich der Stromversorgung**
  - Energieeffizienz /Demand Response müssen Priorität erhalten
  - Betriebs- und Investitionsentscheidungen für alle Erzeugungs-optionen müssen mit dem Koordinationssignal des Strom-mengenmarktes konfrontiert werden
  - für alle Erzeugungsoptionen müssen (zunächst ggf. differenzierte) Kapazitätszahlungen eingeführt werden
  - der Infrastrukturausbau – als (fast) immer kostengünstigste Flexibilitätsoption – sollte soweit wie möglich vorangetrieben werden (Faustformel: 10 Mrd. Investition ~ 0,15 ct/kWh)
  - die (großflächige) Stromspeicherung – als (fast) immer kostenträchtigste Option – sollte zeitlich so weit wie möglich nach hinten verschoben werden (wobei kurzfristig v.a. hohe Innovationsanstrengungen unternommen werden müssen)
  - Kostendiskussion muss aufgeklärt geführt werden

www.oeko.de

Strommarktdesign: Die nächsten Schritte „Der rote Zettel“ (2)

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

- **Gleichwohl kann die Energiewende nicht gelingen, wenn die zentralen Herausforderungen im Bereich von Gebäuden und Verkehr nicht rechtzeitig aufgenommen werden**
  - Gebäudesanierung muss energisch vorangetrieben werden, auch aus Gründen der sozialen Vorsorge (und entsprechendem Mitteleinsatz sowie neuen Instrumenten)
  - massive Steigerung der Fahrzeugeffizienz ist unabdingbar (aktuelle EU-Prozesse)
  - eine neue Biomassestrategie – mit neuen Schwerpunkten – ist unausweichlich
  - das Entwicklungsmoment bei der Elektromobilität muss erhalten bleiben
  - etc. etc.

www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Besten Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Felix Chr. Matthes
Energy & Climate Division
Büro Berlin
Schicklerstraße 5-7
D-10179 Berlin
f.matthes@oeko.de
www.oeko.de

www.oeko.de