

# DIW Berlin

Deutsches Institut  
für Wirtschaftsforschung

[www.diw.de](http://www.diw.de)

## „Volkswirtschaftliche Aspekte der Biomassenutzung“

Dr. Hans-Joachim Ziesing

ZAE-Symposium 2006  
Biomasse Polygeneration  
– die Zukunft?

11. Dezember 2006

Freising, Kardinal-Döpfner-Haus

## Agenda

- **Ausgangslage der Nutzung erneuerbarer Energien**
- **Herausforderung Nr. 1: Klimaschutzpolitische Herausforderungen und Notwendigkeiten**
- **Herausforderung Nr. 2: Ressourcenschonung und Versorgungssicherheit**
- **Herausforderung Nr. 3: Gesamtwirtschaftlich kostengünstige Energie/Wettbewerbsfähigkeit**
- **Die zentralen strategischen Optionen und die Rolle der erneuerbaren Energien**
- **Schlussfolgerungen**

# **Ausgangslage:**

## **Nutzung der erneuerbaren Energien weltweit und in Deutschland**

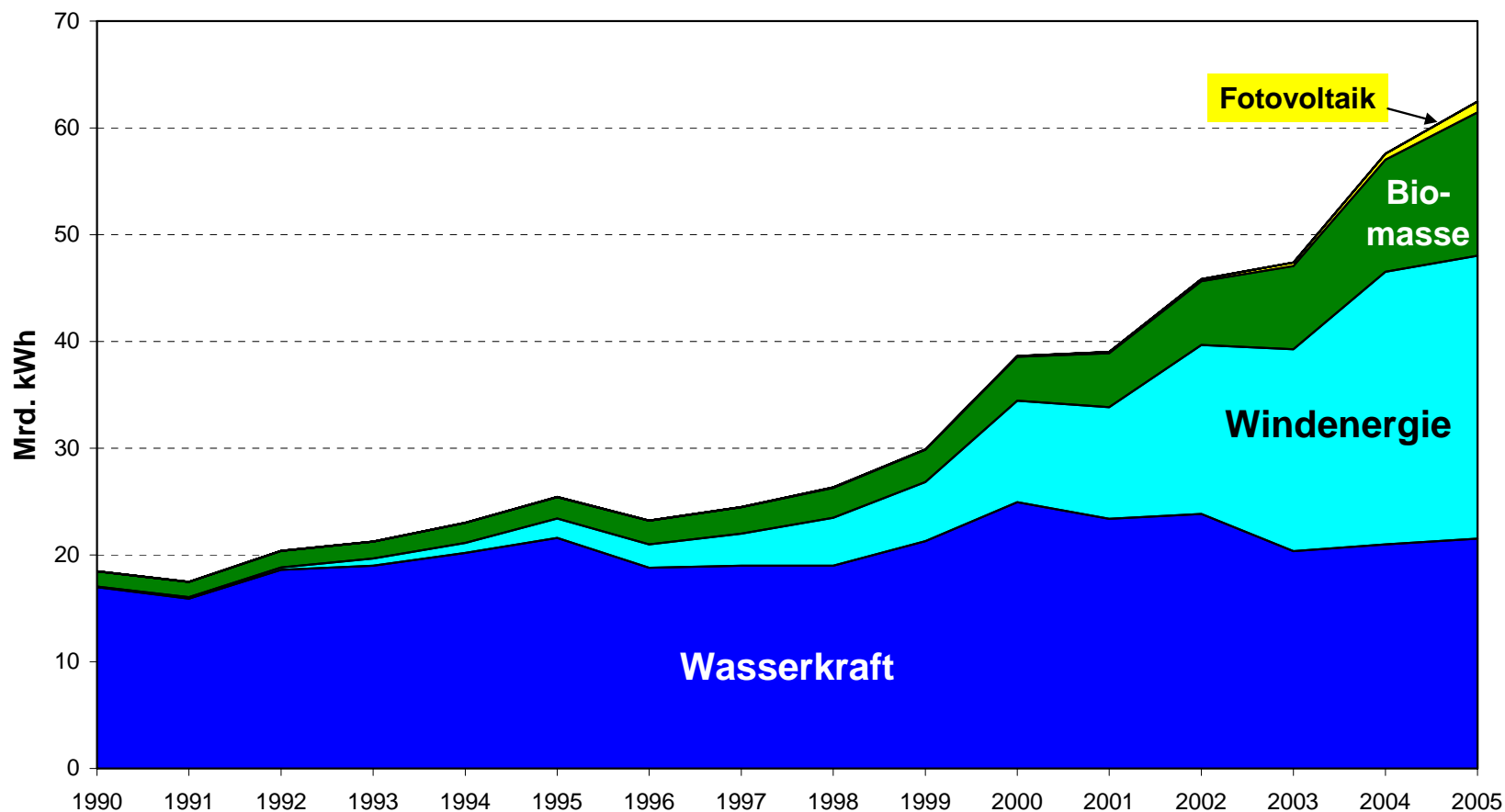
## Weltweite Nutzung erneuerbarer Energien (EE) nach Regionen 2003

	PEV	darunter EE	Anteil EE	Struktur der EE		
				Wasser	Geothermie, Solar, Wind u.ä.	Biomasse/ Abfall
	Mio. toe	%	%			
Afrika	559	280	50,1	2,6	0,3	97,1
Lateinamerika	464	135	29,2	35,9	1,4	62,6
Asien (ohne China)	1224	400	32,7	4,0	3,5	92,5
China	1426	243	17,1	10,0	0,0	90,0
Nicht-OECD Europa	103	10	9,4	40,8	0,7	58,5
Ex-UdSSR	962	27	2,9	69,7	1,1	29,2
Mittlerer Osten	446	3	0,7	42,7	24,1	33,2
OECD	5395	305	5,6	35,1	11,7	53,3
<b>Welt</b>	<b>10579</b>	<b>1403</b>	<b>13,3</b>	<b>16,2</b>	<b>3,8</b>	<b>80,0</b>
Quelle: IEA, o.Datum						

## Anteile der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2005 ....

	%
... am Bruttostromverbrauch	10,2
... an der Wärmebereitstellung (Endenergie)	5,3
... am Kraftstoffverbrauch	3,6
... am Primärenergieverbrauch	4,6
Quelle: BMU, Mai 2006.	

# Erneuerbare Energien zur Stromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2005



Quelle: BMU, Mai 2006.

## Struktur der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2005

	GWh	%
<b>Wasserkraft</b>	<b>21524</b>	<b>34,5</b>
<b>Windenergie</b>	<b>26500</b>	<b>42,4</b>
<b>Biomasse</b>	<b>13444</b>	<b>21,5</b>
<b>Fotovoltaik</b>	<b>1000</b>	<b>1,6</b>
<b>Geothermie</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Summe</b>	<b>62468</b>	<b>100,0</b>

BMU, Mai 2006.

## Struktur der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung in Deutschland im Jahr 2005

	GWh	%
<b>Biomasse</b>	<b>76014</b>	<b>94,3</b>
<b>Solarthermie</b>	<b>2960</b>	<b>3,7</b>
<b>Geothermie</b>	<b>1586</b>	<b>2,0</b>
<b>Summe</b>	<b>80560</b>	<b>100,0</b>

BMU, Mai 2006.

## Struktur der erneuerbaren Energien zur Kraftstoffbereitstellung in Deutschland im Jahr 2005

	GWh	%
<b>Biodiesel</b>	<b>18600</b>	<b>83,3</b>
<b>Pflanzenöl</b>	<b>2047</b>	<b>9,2</b>
<b>Bioethanol</b>	<b>1683</b>	<b>7,5</b>
<b>Summe</b>	<b>22330</b>	<b>100,0</b>

BMU, Mai 2006.

## Herausforderung Nr. 1: Der globale Klimawandel und seine Folgen

- Der globale Klimawandel führt zu **irreversiblen Schäden** für Mensch und Natur sowie zu **drastisch steigenden Schadenskosten**.
- Die erwartete starke Zunahme der weltweiten Treibhausgasemissionen steht im **krassen Widerspruch zu den Klimaschutzpolitischen Erfordernissen**.
- Für eine einigermaßen klimaverträgliche Entwicklung ist bis Mitte des Jahrhunderts **weltweit eine Halbierung** der Treibhausgasemissionen und in den **Industrieländern eine Reduktion um 80 %** notwendig.
- Evident sind: Ein **unabweisbarer Klimaschutzpolitischer Handlungsbedarf** und die Notwendigkeit eines **umgehenden Einsatzes wirksamer Instrumente**.

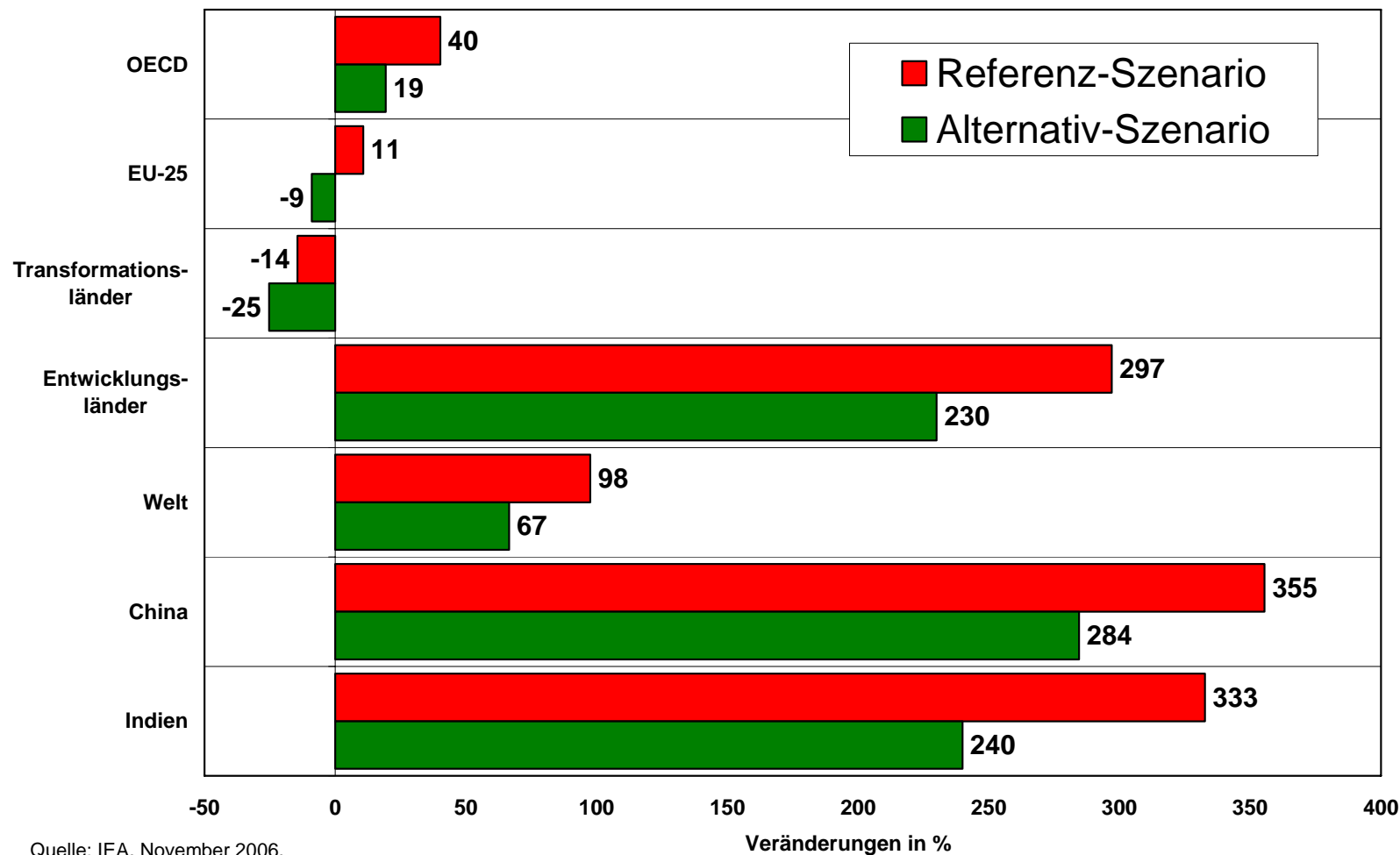
## Kosten des globalen Klimawandels: Eine volkswirtschaftlich relevante Größe

- **Irreversible Schäden** durch den Klimawandel, die die natürlichen Lebensgrundlagen gefährden.
- Das bedeutet aber zugleich:  
Hohe und steigende **einzelwirtschaftliche** und **volkswirtschaftliche Kosten**
- Bei einer Temperaturerhöhung um nur 1° C werden die **globalen Schäden auf eine Höhe von bis zu 2 Billionen US-Dollar** im Jahre 2050 geschätzt.
- In **Deutschland** könnten diese Schäden im Jahr 2050 nach Schätzungen des DIW Berlin **rund 137 Mrd. US-Dollar** ausmachen.

## Die globalen und nationalen Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>)

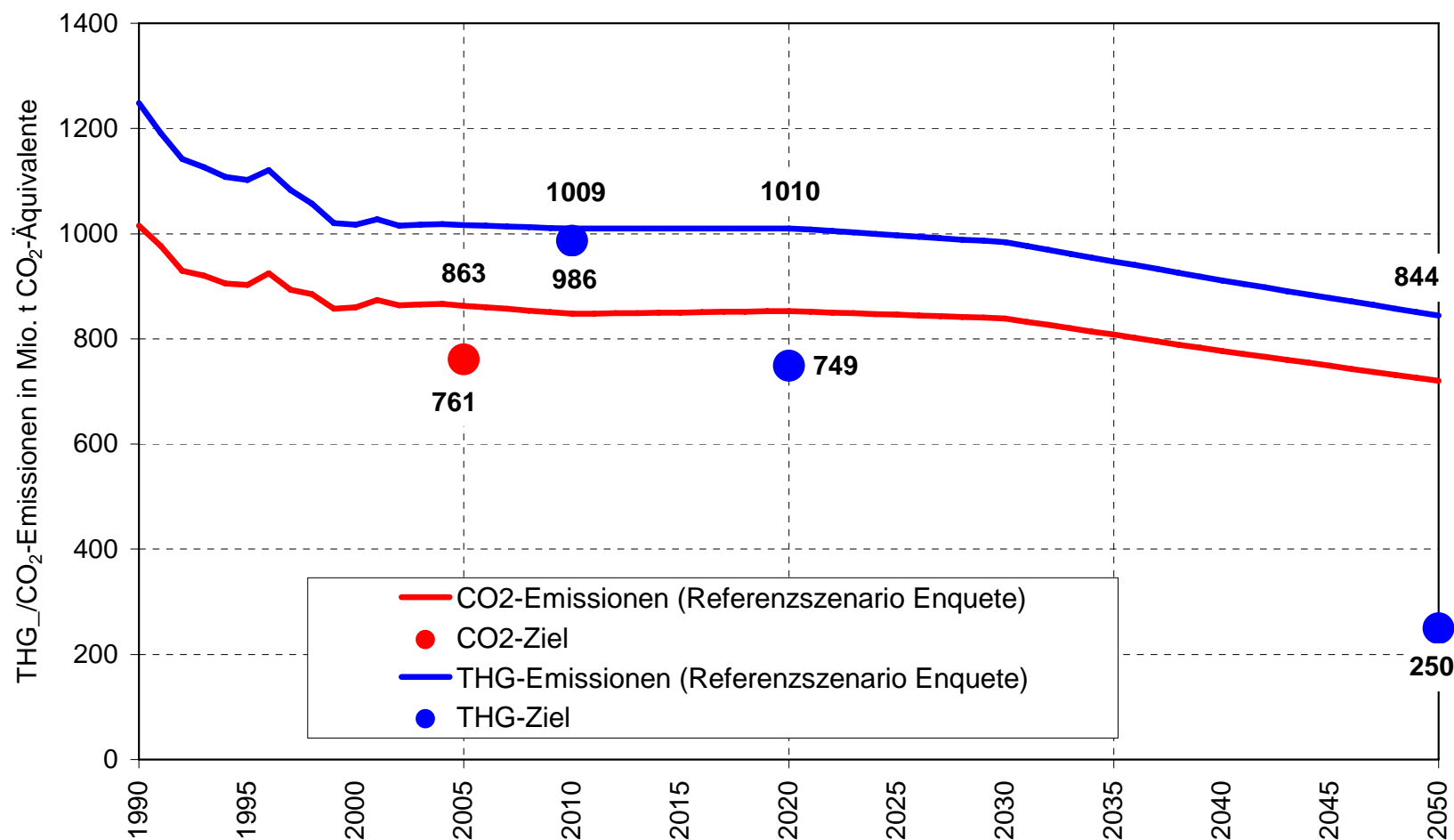
- **IPCC-Ziel global bis 2050** : - 50 %
- **Enquete-Kommission** des Deutschen Bundestages für **Deutschland**
  - bis zum Jahr 2020 : - 40 %
  - bis zum Jahr 2050 : - 80 %
- **Kyoto-Ziele bis 2008/2012**
  - für Industrieländer : - 5,2 %
  - für Europäische Union : - 8,0 %
  - für Deutschland : - 21 %
  - (- **USA (inzwischen „ausgestiegen“**: - 7 %)
  - ohne USA und Australien : - 3,1 %

# Änderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2030 nach IEA(2006): Referenz- und Alternativszenario



Quelle: IEA, November 2006.

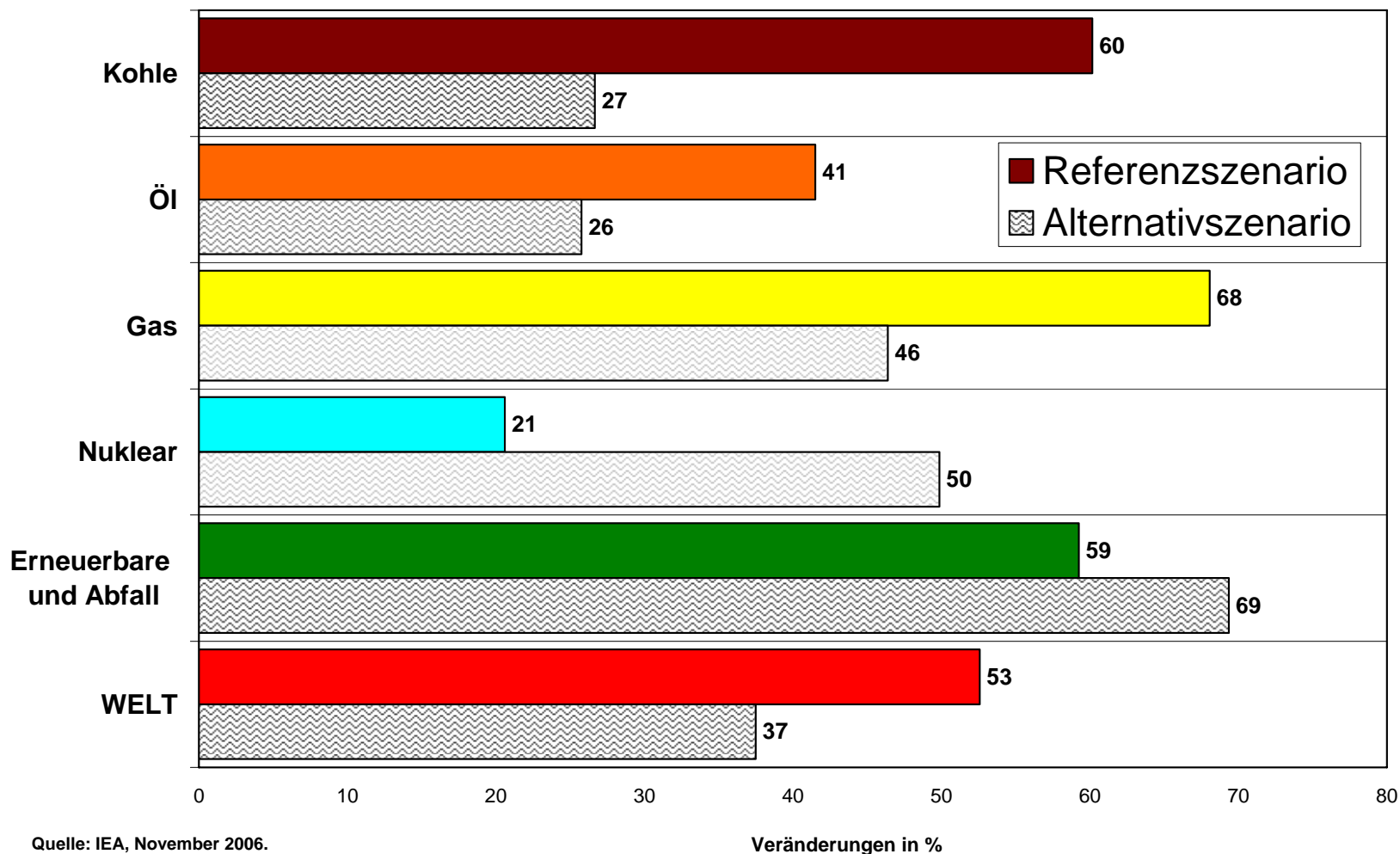
# CO<sub>2</sub>-/THG-Emissionen in Deutschland: Ziele und Erwartungen bis 2050



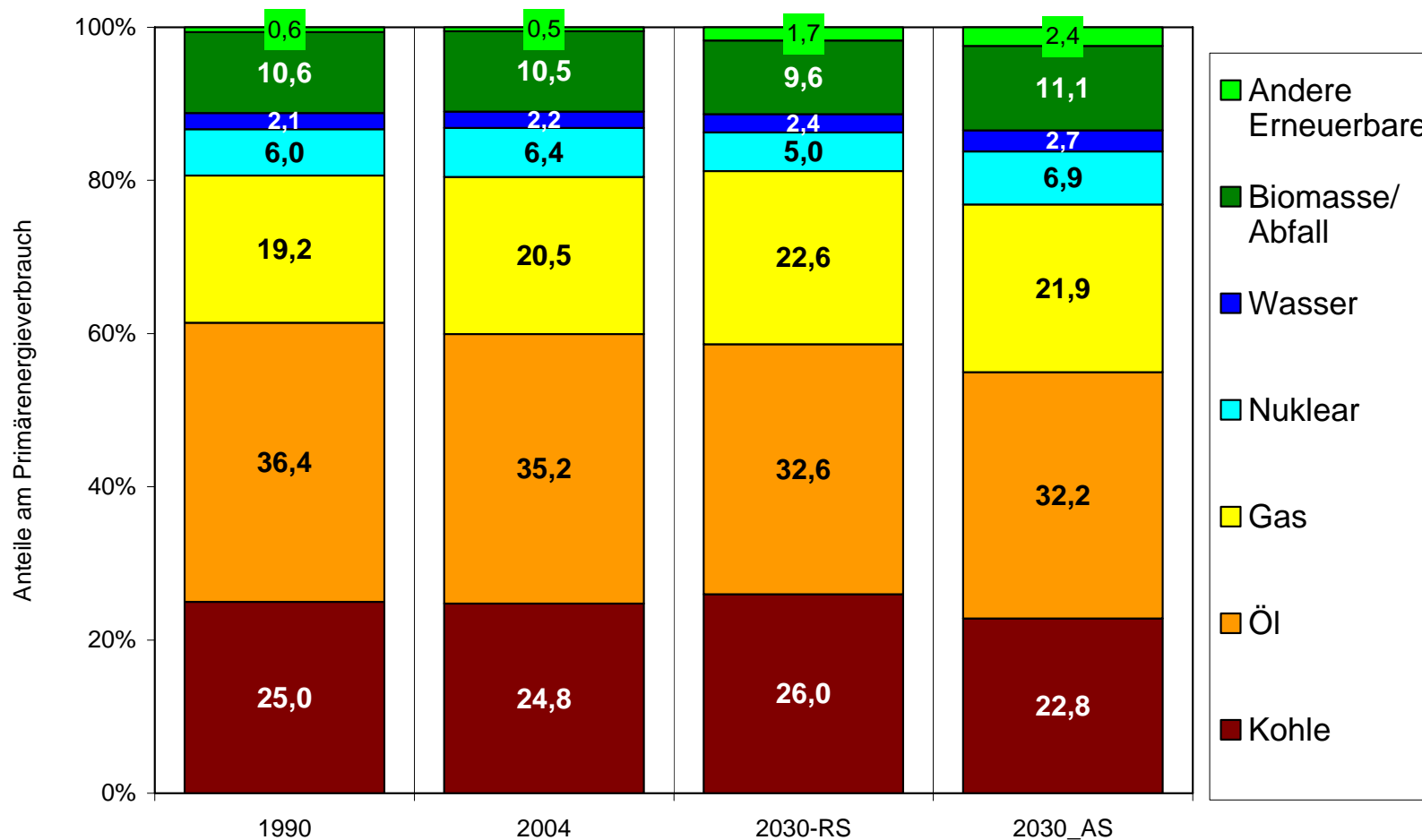
## Herausforderung Nr. 2: Ressourcenschonung und Versorgungssicherheit

- **Abhängigkeit** der Energieversorgung von den **endlichen fossilen Energiereserven und –ressourcen**
- Weltweit nach wie vor **deutlich zunehmender Verbrauch fossiler Energien**
- Wachsende **Abhängigkeit von Importen fossiler Energien** auch aus politisch instabilen Regionen
- **Fördermaximum** beim (konventionellen) **Öl in greifbarer Nähe**
- **Steigende Preise fossiler Energien** mit starken Preisschwankungen
- **Schlussfolgerung:** Substitution und effizientere Nutzung fossiler Energien zwingend!

## Zuwachs des weltweiten Energieverbrauchs von 1990 bis 2030 nach Energieträgern

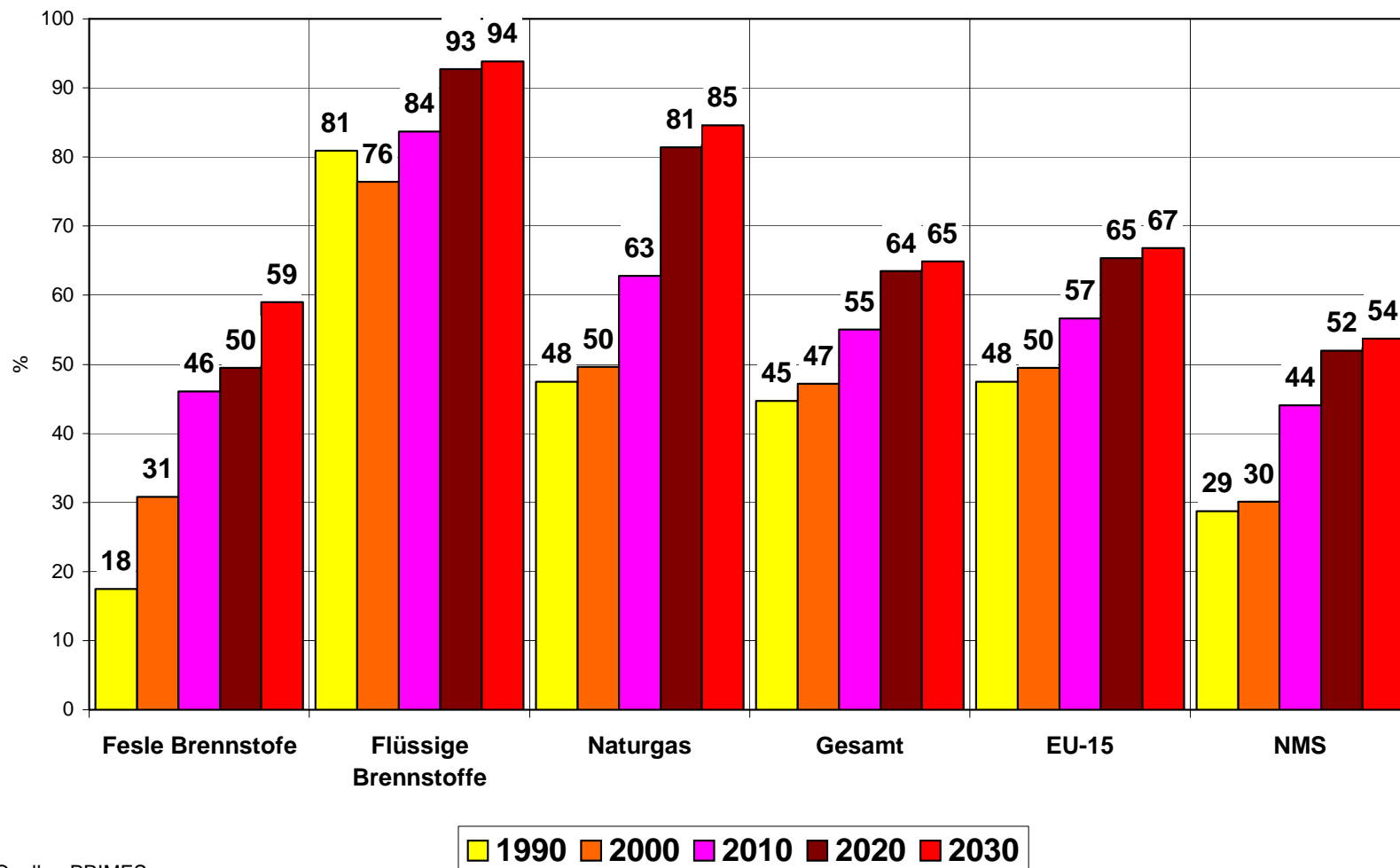


# Struktur des weltweiten Energieverbrauchs 1990 bis 2030 nach Energieträgern

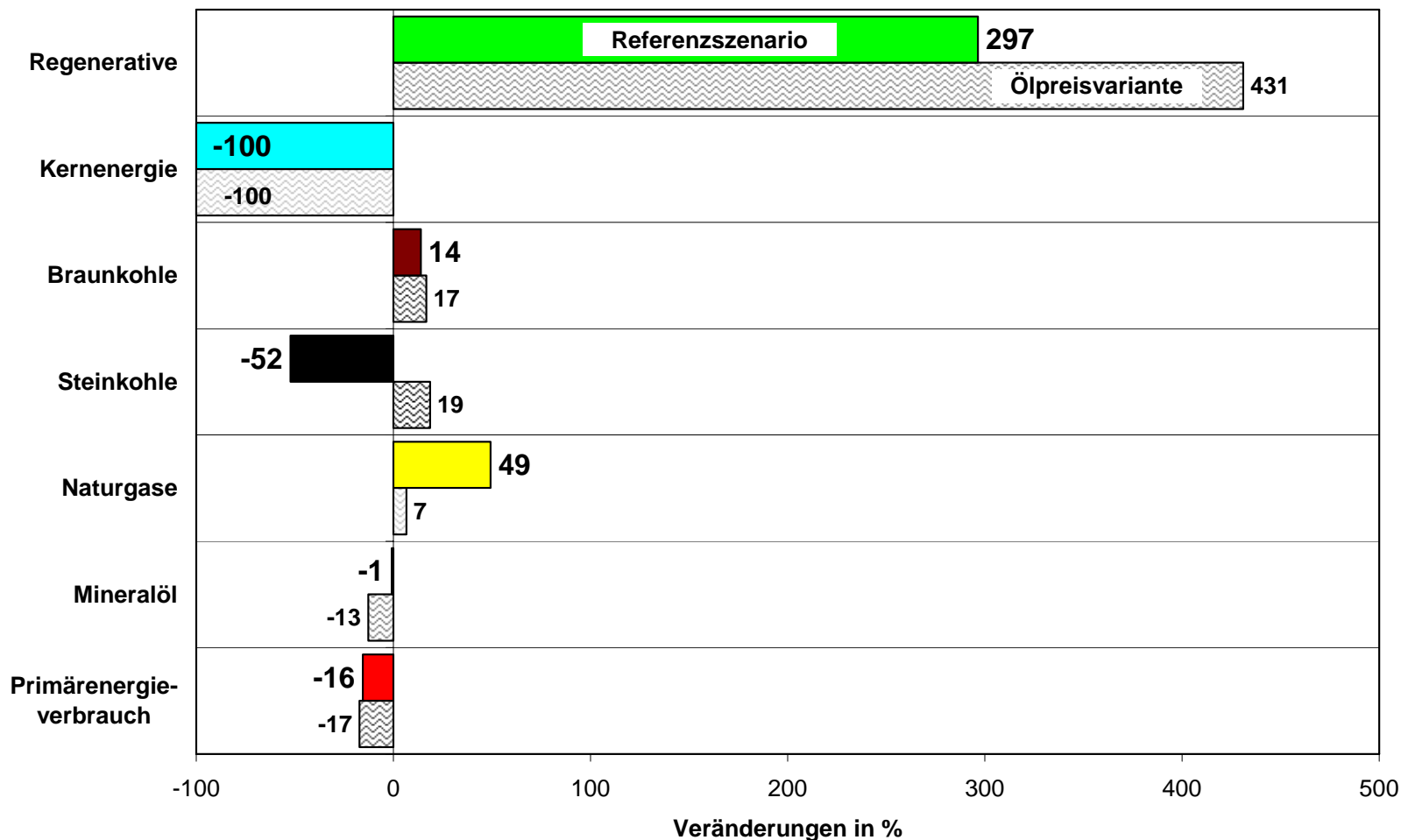


Quelle: IEA, 2006; eigene Berechnungen.

## Entwicklung der Importabhängigkeit in der EU-25 bis 2030 unter BAU-Bedingungen

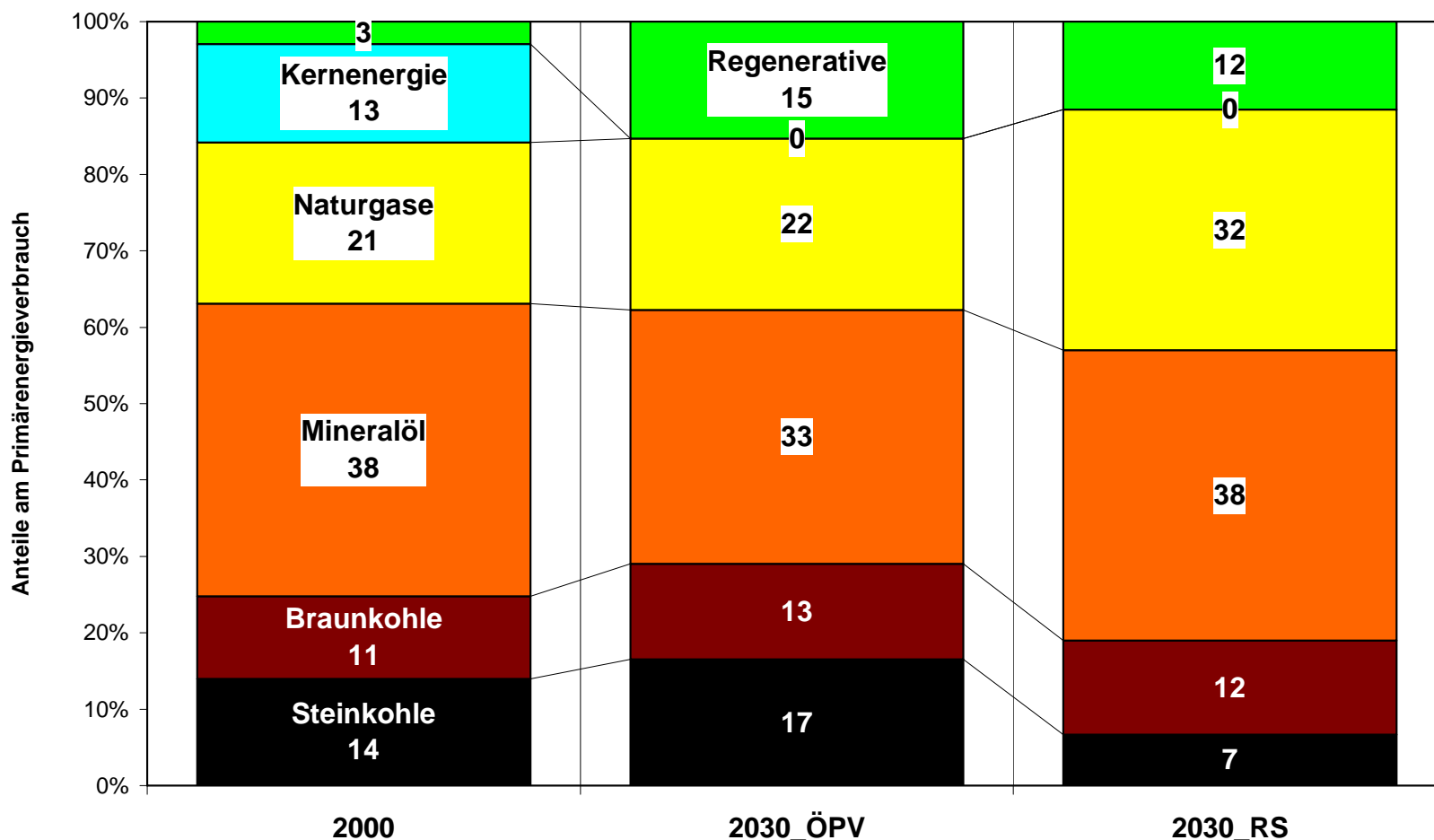


# Veränderungen des Primärenergieverbrauchs in Deutschland von 2000 bis 2030 nach Energieträgern



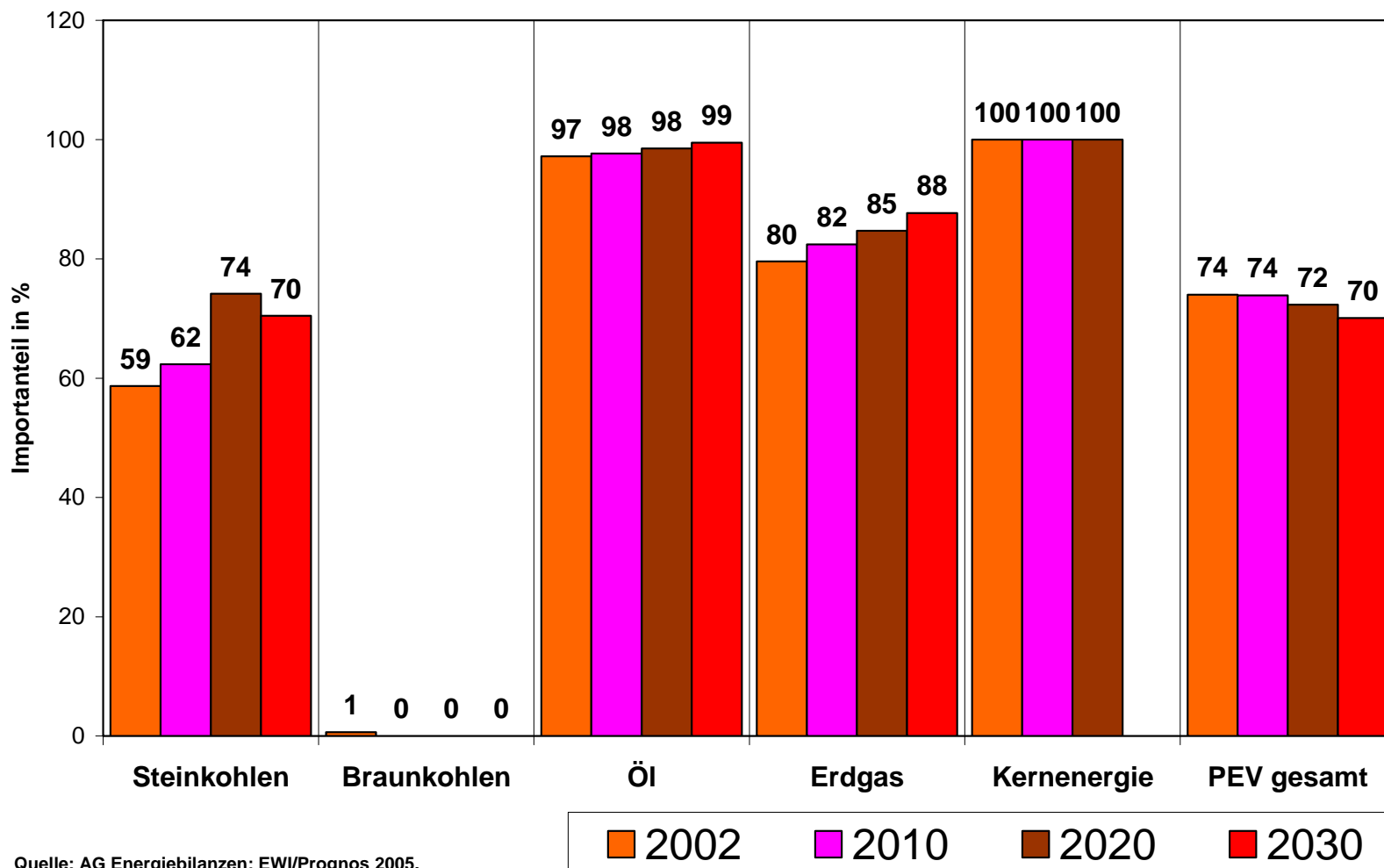
Quelle: EW/Prognos, 2005 und 2006.

# Struktur des Primärenergieverbrauchs in Deutschland bis 2030: Referenz und Ölpreisvariante



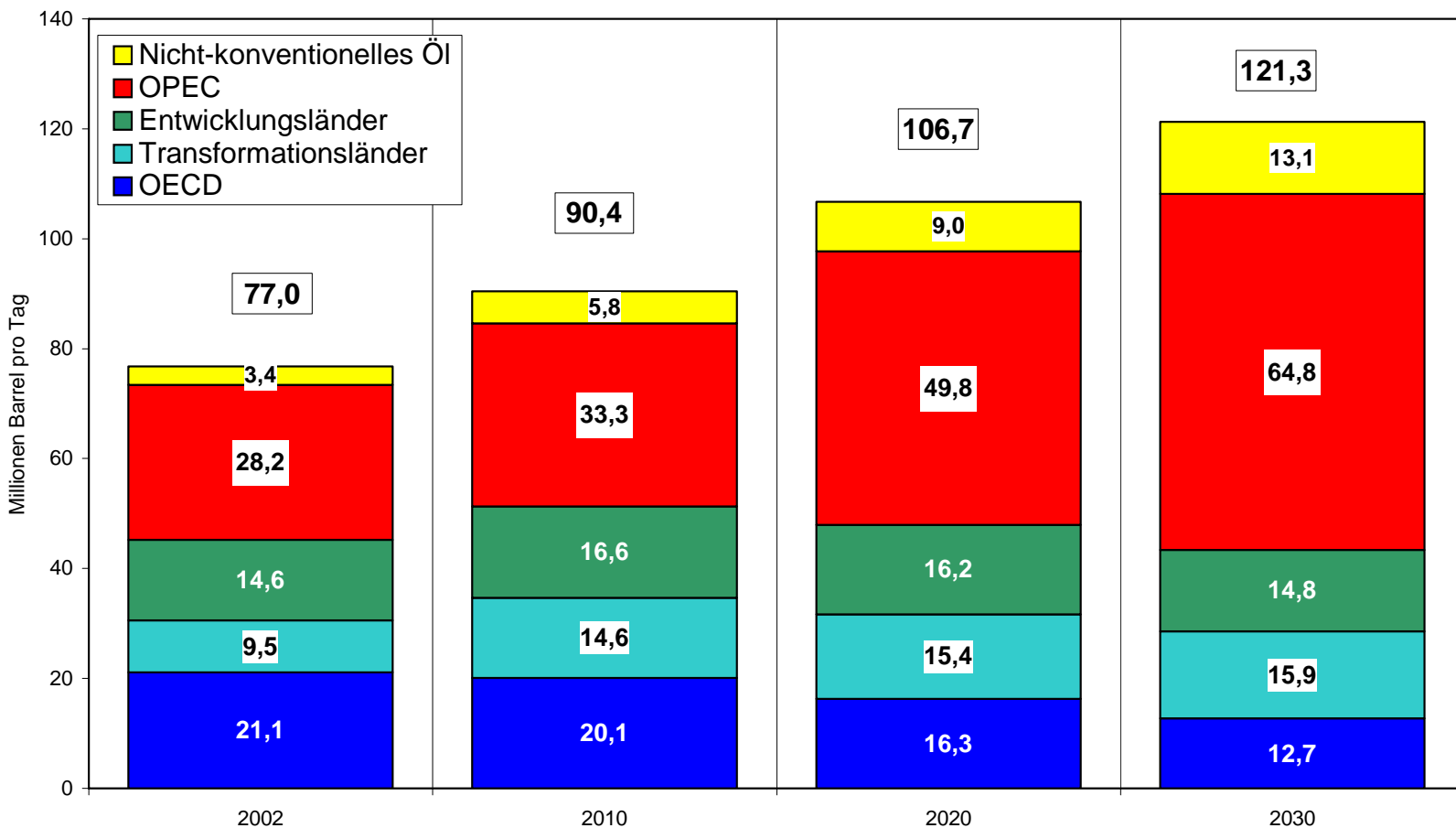
Quelle: EWI/Prognos, 2005 (RS) und 2006 (ÖPV)

# Entwicklung der Importabhängigkeit in Deutschland im EWI/Prognos-Referenzszenario bis 2030



Quelle: AG Energiebilanzen; EWI/Prognos 2005.

# Weltweite Erdölförderung bis 2030 nach Regionen (IEA WEO 2004)

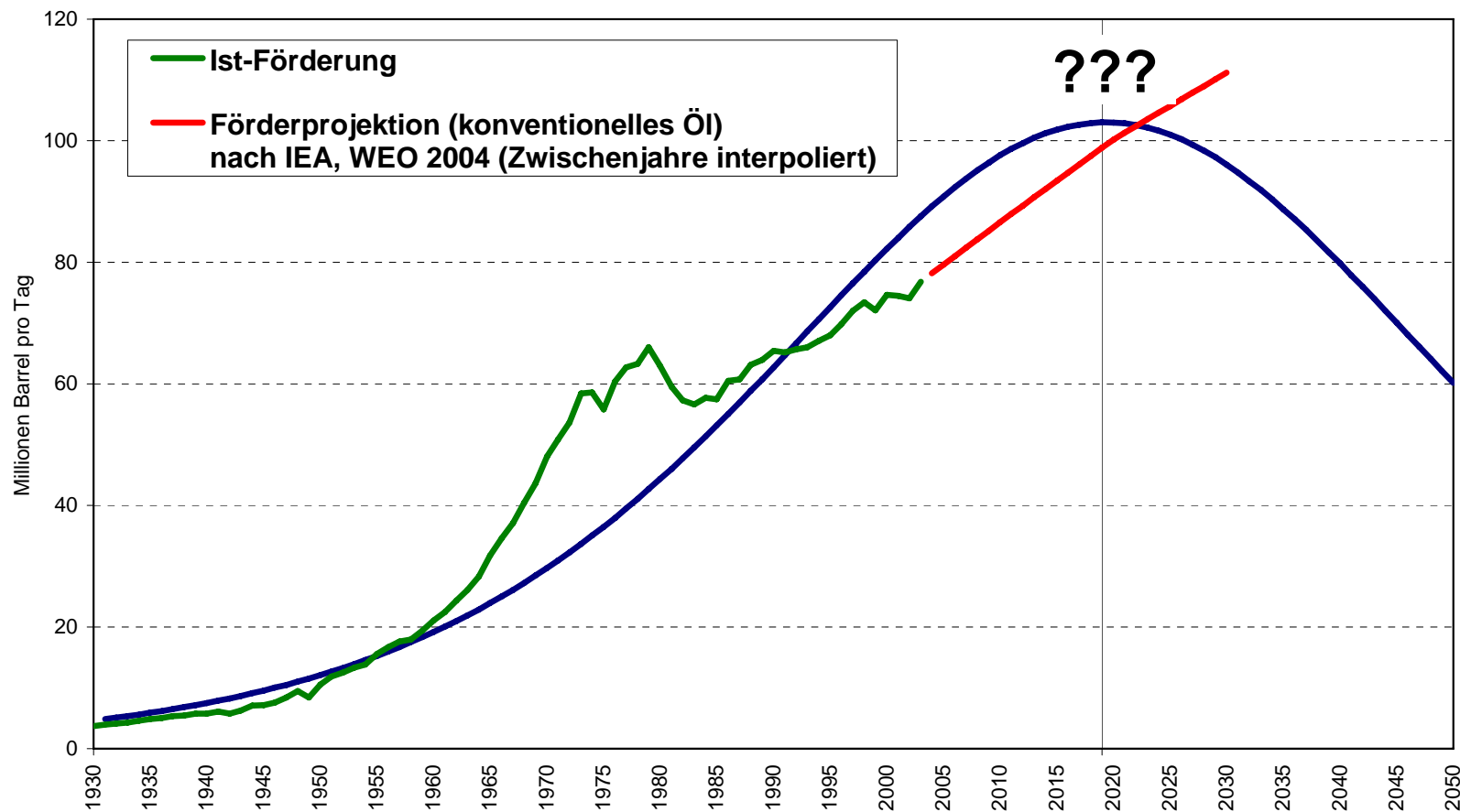


Quelle: IEA, WEO 2004.

## Regionale Verteilung und Reichweite der nachgewiesenen Reserven fossiler Energien 2005

	<u>Vorratsanteil</u> (%)	<u>Reichweite</u> (Jahre)
➤ <b>Erdöl</b>		<b>41</b>
- <b>OPEC</b>	<b>75</b>	<b>73</b>
- <b>OECD</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
- <b>GUS</b>	<b>17</b>	<b>28</b>
➤ <b>Erdgas</b>		<b>65</b>
- <b>OPEC</b>	<b>49</b>	<b>&gt;100</b>
- <b>OECD</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
- <b>GUS</b>	<b>32</b>	<b>77</b>
➤ <b>Kohlen</b>		<b>155</b>
- <b>OPEC</b>	<b>&lt;1</b>	<b>x</b>
- <b>OECD</b>	<b>41</b>	<b>178</b>
- <b>GUS</b>	<b>25</b>	<b>&gt;450</b>

# Wann ist das Fördermaximum beim Erdöl erreicht? (nur konventionelles Erdöl)

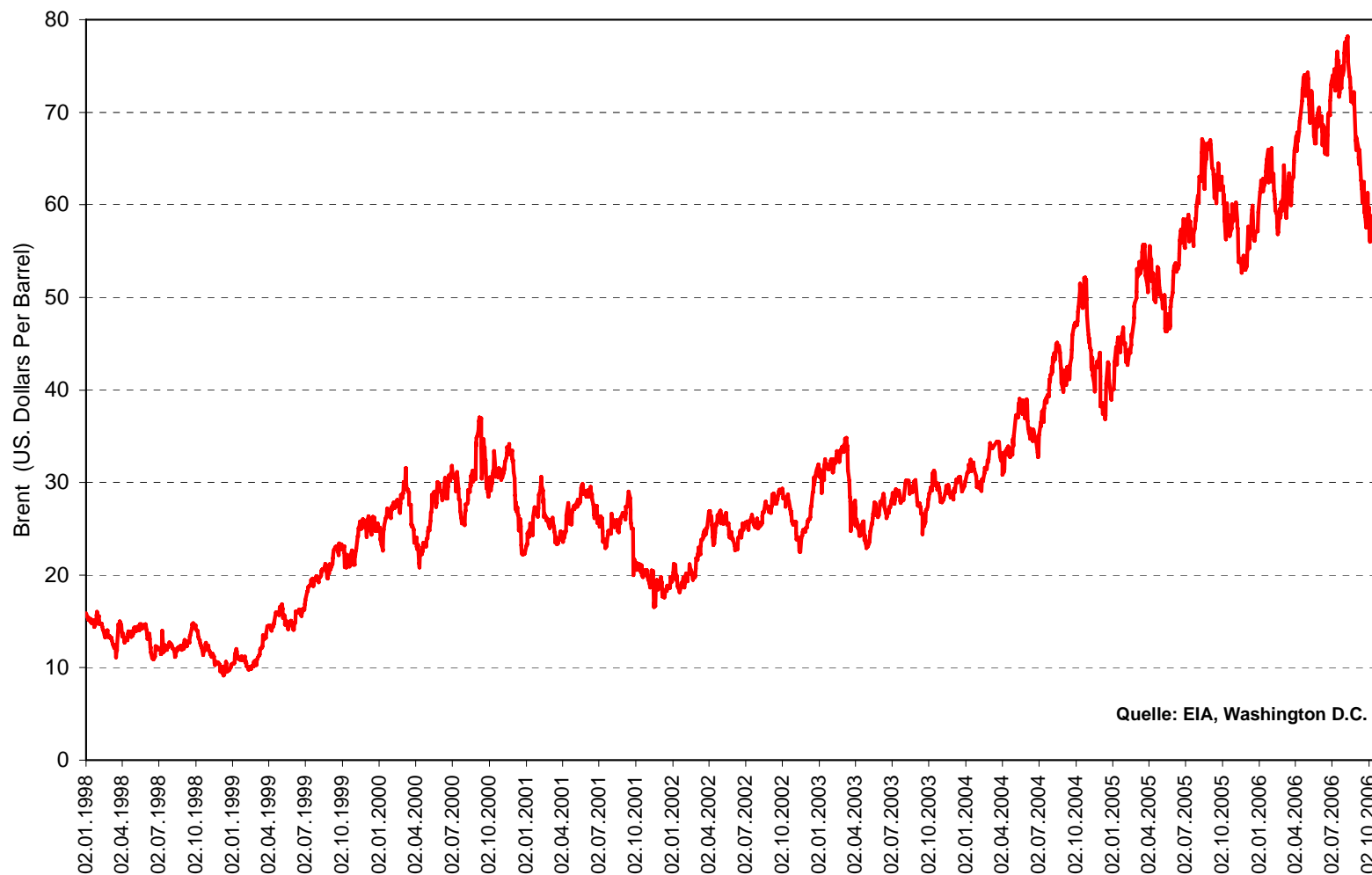


Quellen: BP Statistical Review of World Energy 2004; IEA, World Energy Outlook, Okt. 2004; Berechnungen des DIW Berlin.

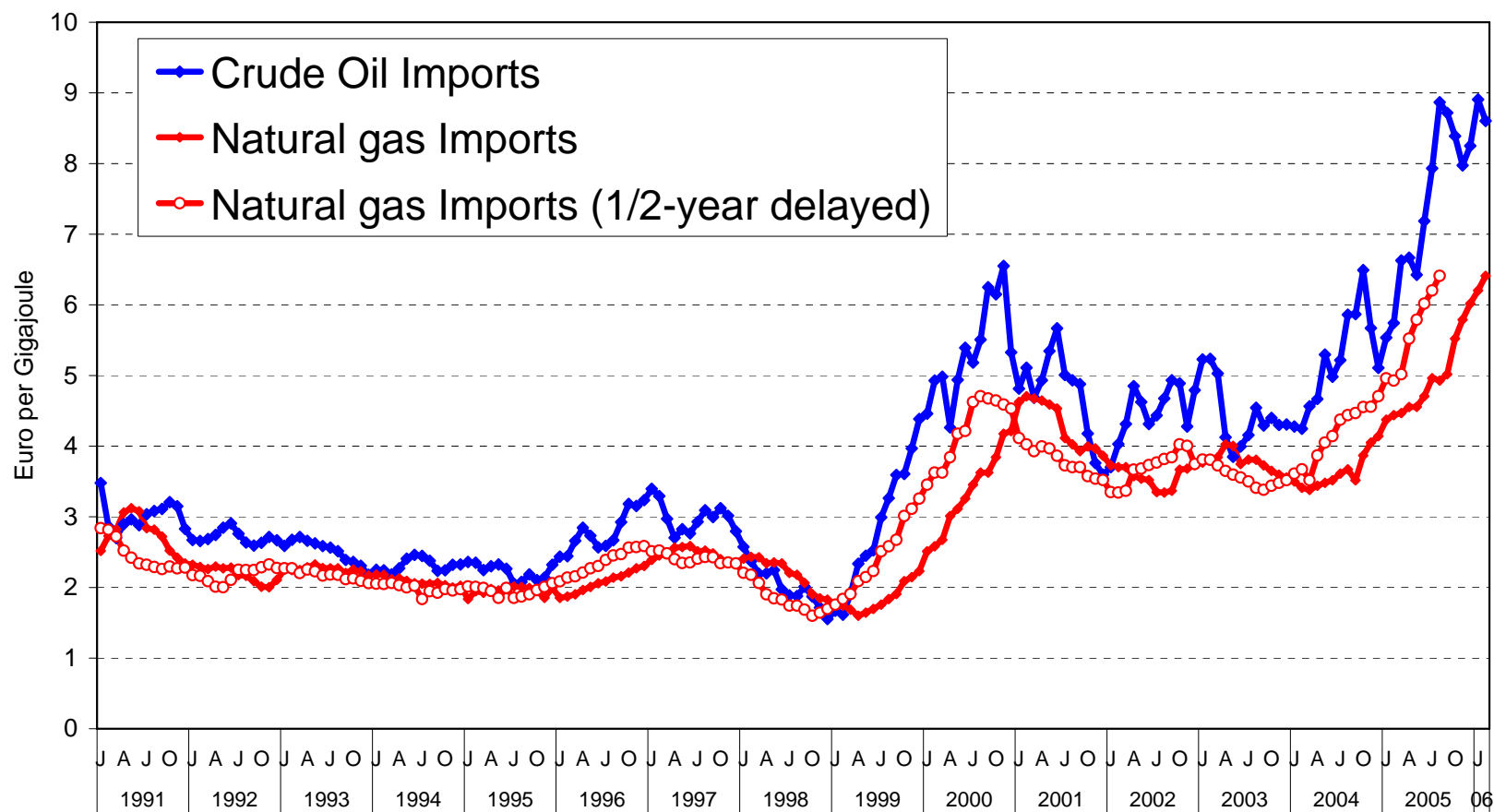
## Herausforderung Nr. 3: Gesamtwirtschaftlich kostengünstige Energie/Wettbewerbsfähigkeit

- Die dominierende Importabhängigkeit bei fossilen Energieträgern bedeutet zugleich **Abhängigkeit von den Preisentwicklungen** auf den Weltenergiemärkten.
- Steigende und zudem stark volatile Preise bewirken eine **erhebliche Kostenbelastung der Wirtschaft**.
- **Versorgungsrisiken** können diesen Effekt noch verstärken.

# Entwicklung der Rohölpreise (Sorte Brent) von Anfang 1998 bis Herbst 2006



# Rohöl und Naturgas: Importpreise in Deutschland 1991 - 2006



source: Federal Ministry of Economics.

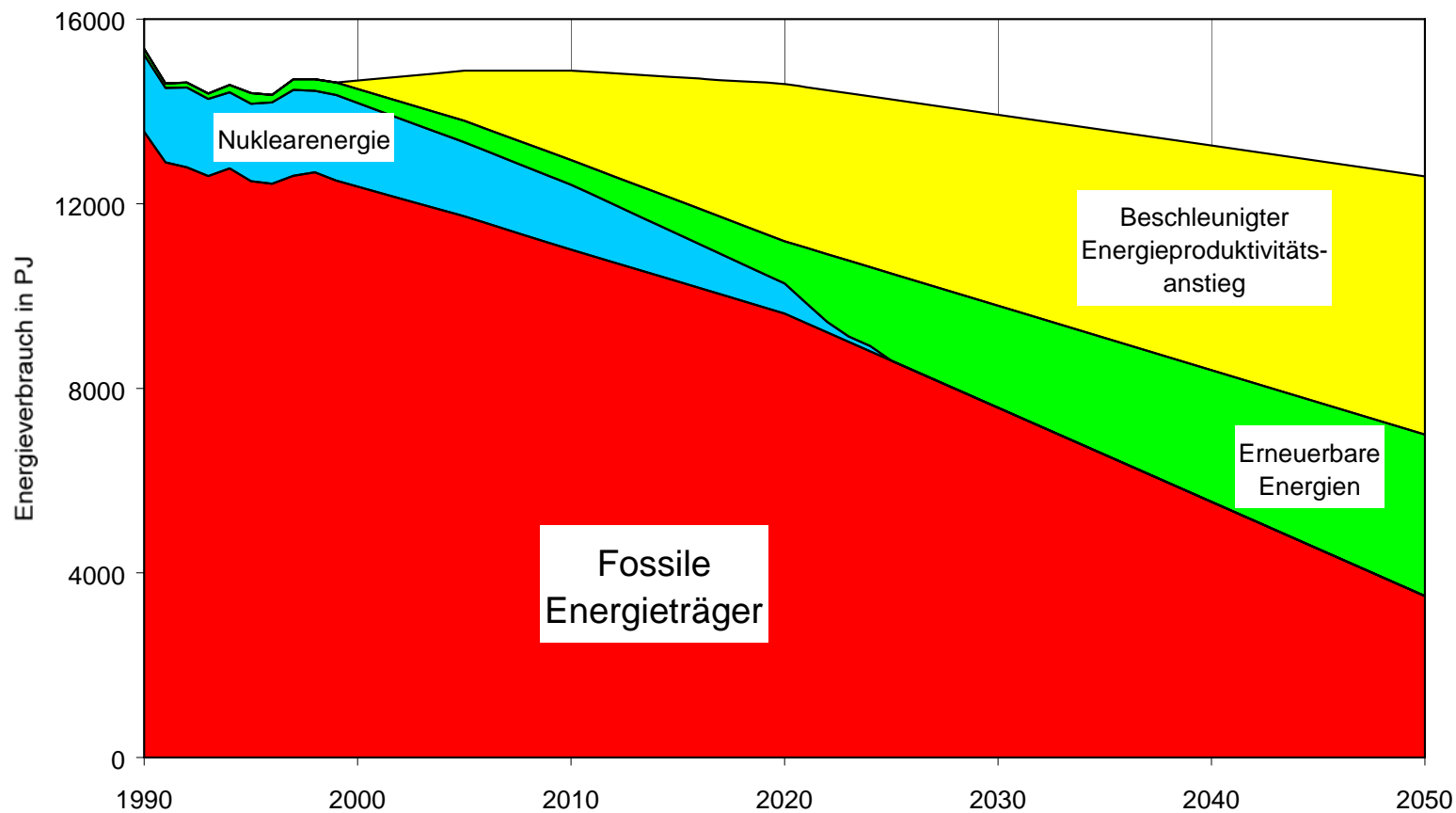
## Die zentralen strategischen Optionen für einen nachhaltigen Klima- und Ressourcenschutz

1. Steigerung der **Energieeffizienz**
2. Ausschöpfen der Nutzungspotenziale **erneuerbarer Energiequellen**
3. Wandlungen des **Produzenten- und Verbraucher-  
verhaltens** zugunsten eines sparsameren Umgangs mit Energie

Dazu vielleicht noch?

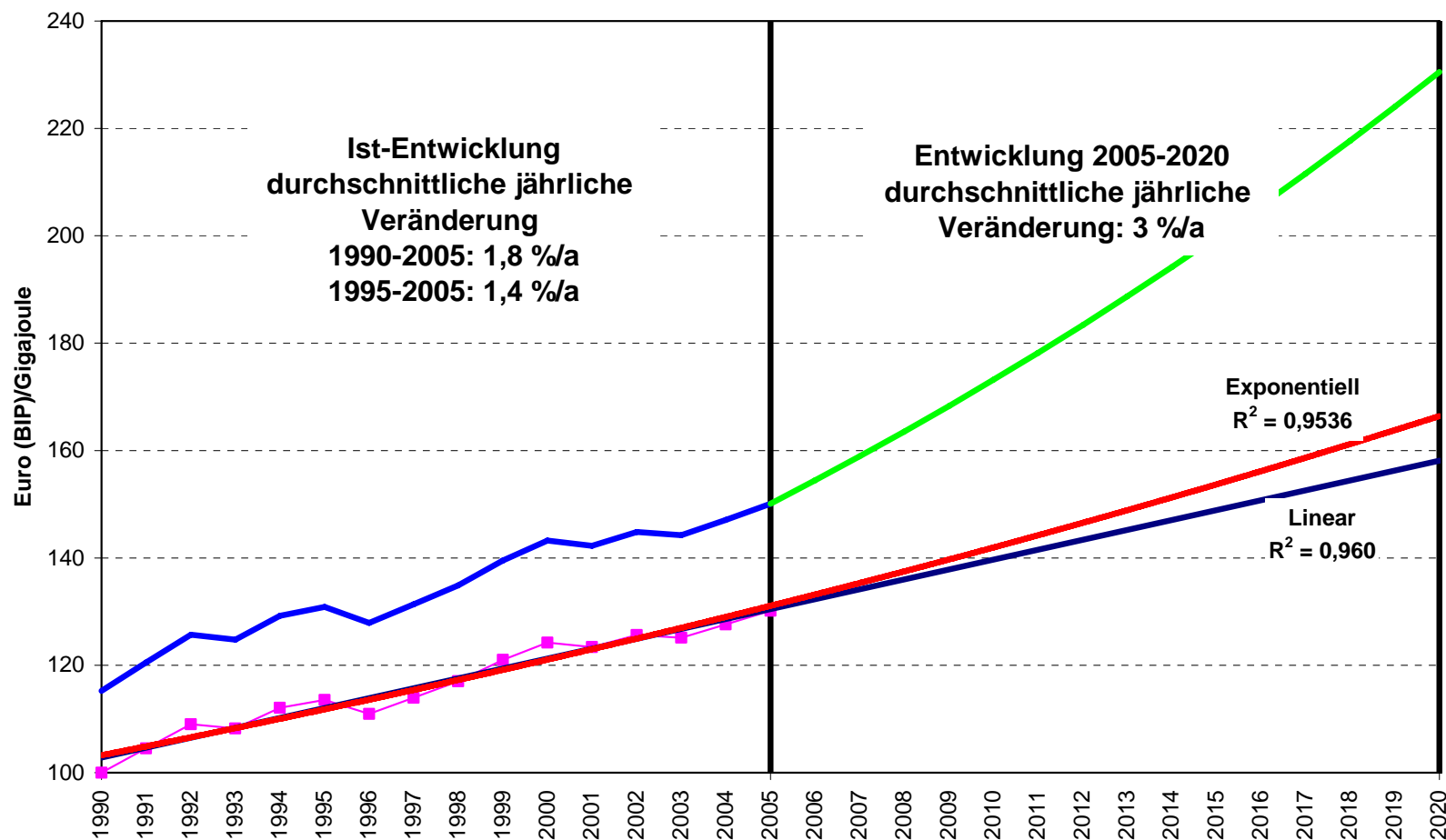
- ... Erdgas als fossile Übergangsstrategie?
- ... CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Speicherung?
- ... Kernenergie, Kernfusion, Wasserstoff?

# Die Optionen zur Reduktion des Verbrauchs fossiler Energien und der CO<sub>2</sub>-Emissionen



Annahmen 1990-2050: CO<sub>2</sub>-Reduktion bis 2005 um 25%, bis 2020 um 40% und bis 2050 um 80%  
BIP-Wachstum 1,7 %/a; Energieproduktivitätssteigerung auf 3 %/a (vs. 2 %/a im Referenzfall),  
Ergebnis: Anteil erneuerbarer Energiequellen 2050: 50 %

# Entwicklung der Energieproduktivität in Deutschland: Ist 1990-2005 sowie Ziel 2020



## Erneuerbare Energien haben das Potential, einen wesentlichen Beitrag ...

- zur Lösung der **klimaschutzpolitischen Probleme**,
- zur Verbesserung der **Sicherheit der Energieversorgung**

und

- zur Stärkung der **Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft** zu leisten.

Erneuerbare Energien tragen damit zugleich

- zur Schaffung **neuer Beschäftigungsmöglichkeiten**

und

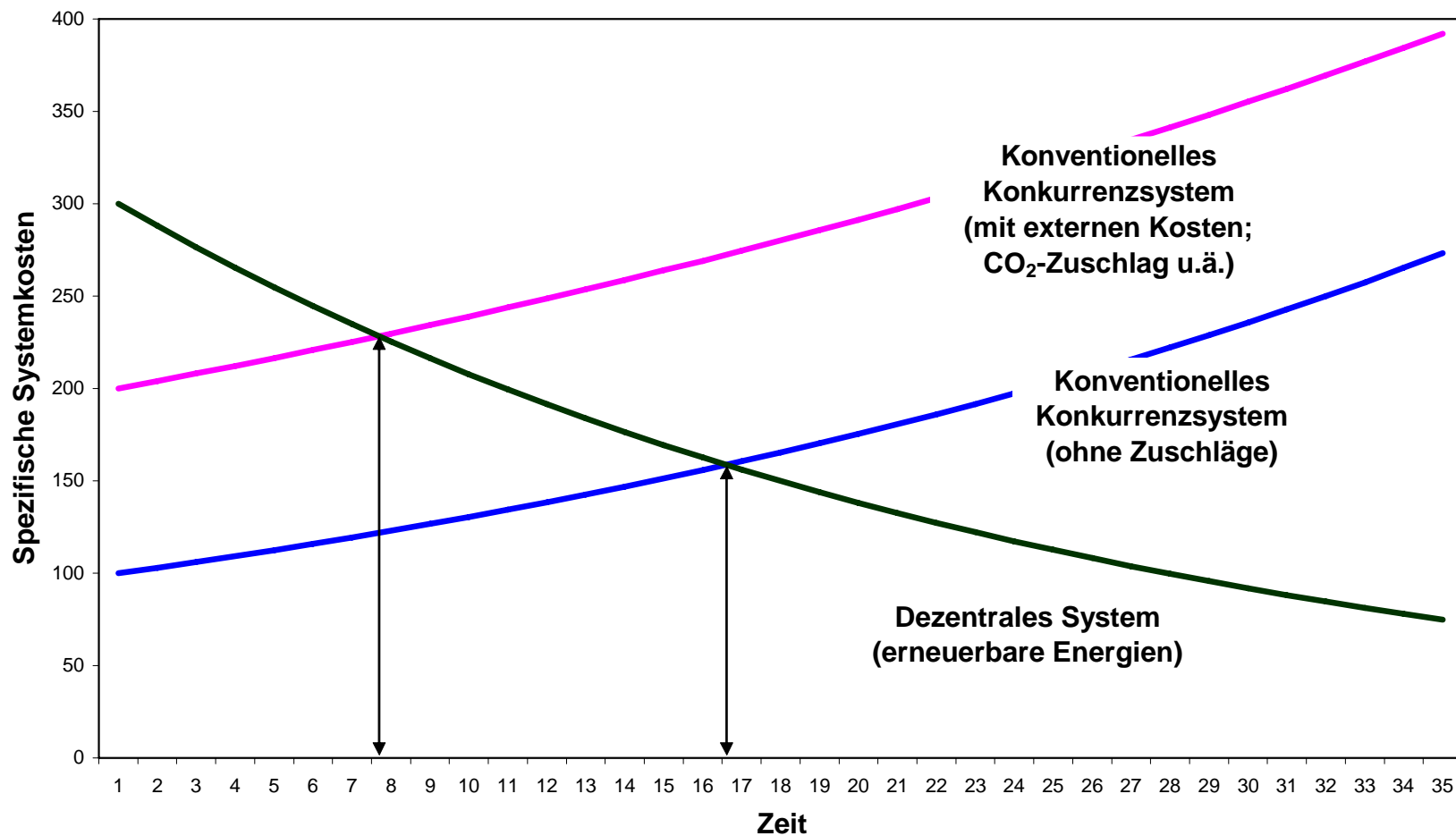
- zum **gesamtwirtschaftlichen Strukturwandel**

bei.

## Die Antwort auf die skizzierten Herausforderungen lautet deshalb auch:

- **Stärkung der Rolle der erneuerbaren Energien im Energiemix.**
- Daran kann und muss die **Biomasse** einen wesentlichen Anteil haben.
- Erneuerbare Energien sind gegenwärtig allerdings vielfach **noch nicht wettbewerbsfähig**. Bei fortgesetzt steigenden Preisen fossiler Energien und zugleich realisierten Kostenreduktionspotentialen kommen sie aber **Schritt für Schritt der Wettbewerbsfähigkeit** näher und bilden damit ein **Element der Preisstabilisierung** auf dem Inlandsmarkt.

# Idealisiertes Bild der Wettbewerbssituation der dezentralen Systeme



## Kostendegression für Systeme zur Erzeugung von Wärme und Strom aus Biomasse bis 2010

Art	Brennstoff	Kostenreduktion bis 2010
Wärme	C4-Pflanzen	ca. 5 %
	Biogas	40–45 %
	flüssige Bio-Brennstoffe	20–60 %
	Restholz	10%
Strom	Deponiegas	ca. 15 %
	C3-Pflanzen	ca. 40 %
	Energiepflanzen	25–50 %

Quellen: Reetz; Altner; Teres nach Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung ..."

## Der Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006 zu den erneuerbaren Energien

„Die **erneuerbaren Energien sind** bei entsprechender ökologischer Ausgestaltung **umweltfreundlich**, tragen besonders zum **Klimaschutz** bei und sind Voraussetzung für den Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung auf nationaler und globaler Ebene. Die verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien vermeidet die Freisetzung von klimaschädlichen Treibhausgasen. Aus diesem Grund **ist der Ausbau der erneuerbaren Energien von zentraler Bedeutung für die Klimaschutzpolitik und die nachhaltige Energiepolitik der Bundesregierung.**“

## Mögliche Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland

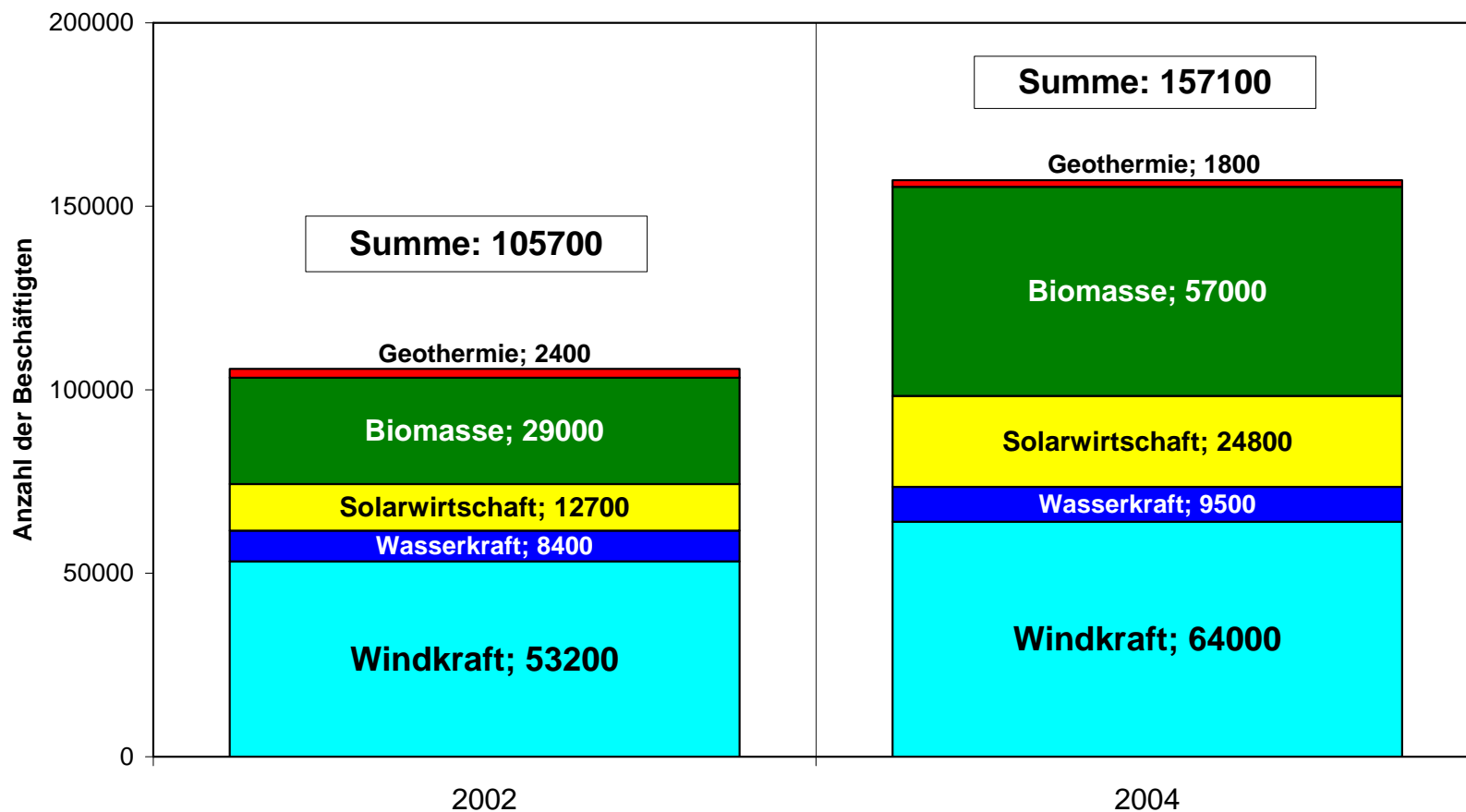
Mio. t CO <sub>2</sub>	2000	2005	2010	2020	2005 bis 2010	2010 bis 2020
<b>Strom</b>	30,9	57,5	72,0	111,0	14,5	39,0
davon EEG gefördert	17,0	38,0	52,0	89,0	14,0	37,0
<b>Wärme</b>	13,5	18,5	19,7	27,4	1,2	7,7
<b>Biogene Kraftstoffe</b>	0,7	6,9	14,2	19,8	7,3	5,6
<b>CO<sub>2</sub>-Vermeidung insgesamt</b>	45,1	82,9	105,9	158,2	23,0	52,3
Quelle: Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006						

## Umsatz aus Errichtung und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2005

	Errichtung	Betrieb	Gesamt	
	Mio. Euro			%
Wind	2100	2400	4500	27,4
Biomasse	2850	3400	6250	38,0
Photovoltaik	3000	500	3500	21,3
Solarthermie	750		750	4,6
Geothermie	270	0	270	1,6
Wasser	70	1100	1170	7,1
<b>Summe</b>	<b>9040</b>	<b>7400</b>	<b>16440</b>	<b>100,0</b>

Quelle: BMU, Mai 2006.

# Beschäftigte im Bereich Erneuerbare Energien in Deutschland in den Jahren 2002 und 2004



Quelle: Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

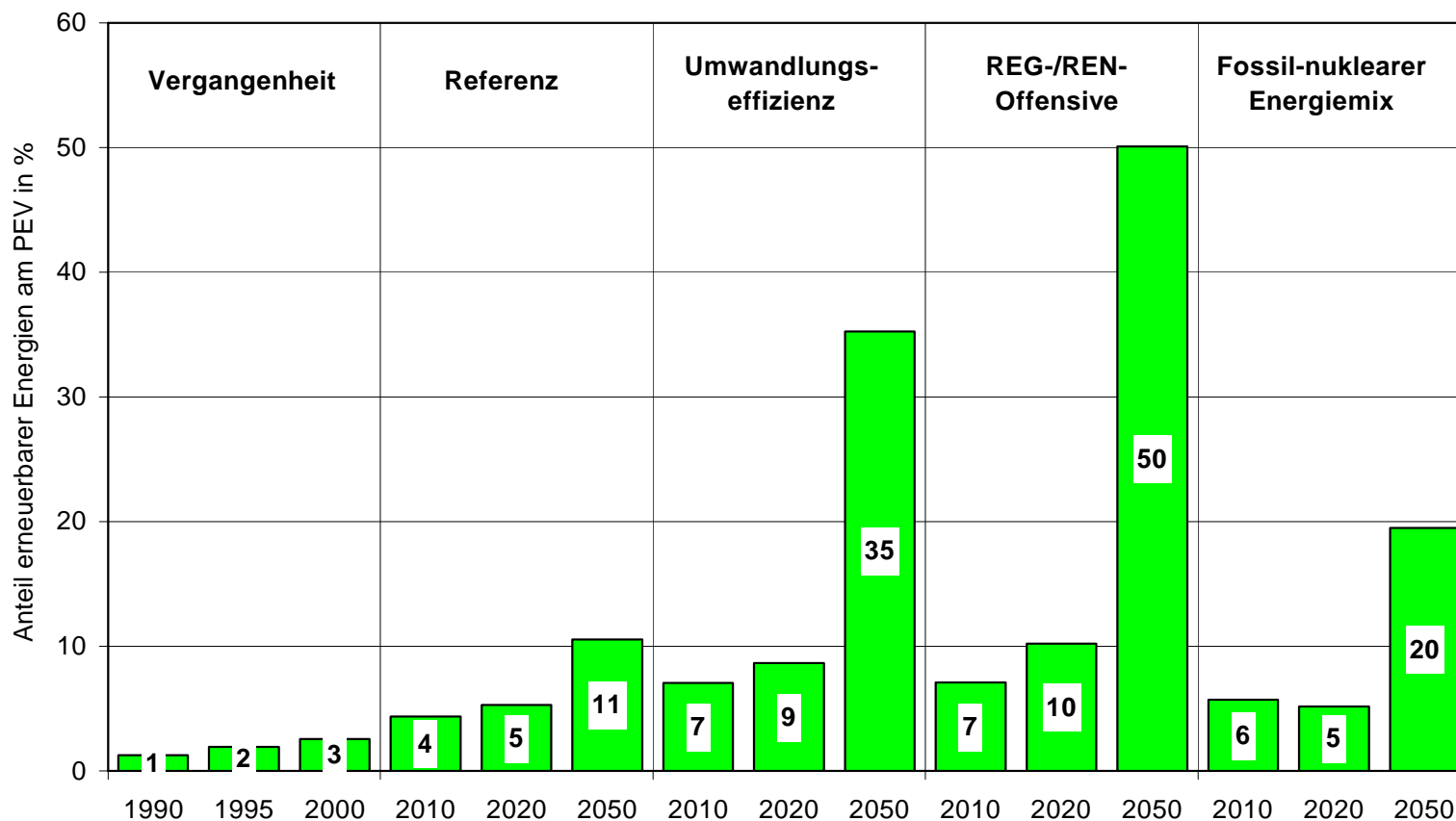
**Langfristige Möglichkeiten zur  
Nutzung erneuerbarer Energien  
in Deutschland  
sowie  
einige Schlussfolgerungen**

# Langfristiges Nutzungspotential erneuerbarer Energien in Deutschland

		Nutzung 2005	Potentiale	Ausschöpfung 2005
		TWh	TWh/a	%
Strom- erzeugung	Wasserkraft	21,5	24	90
	Wind - onshore	26,5	55	48
	Wind - offshore	0,0	110	0
	Biomasse	13,1	60	22
	Fotovoltaik	1,0	105	1
	Geothermie	0,0002	200	0
	<b>Summe Strom</b>	<b>62,1</b>	<b>554</b>	<b>11</b>
	<b>Anteil an Stromerzeugung 2005 (%)</b>	<b>10,0</b>	<b>90</b>	
Wärme- erzeugung	Biomasse	76,5	200	38
	Solarthermie	3,0	290	1
	Geothermie	1,6	330	0
	<b>Summe Wärme</b>	<b>81,1</b>	<b>820</b>	<b>10</b>
	<b>Anteil an EEV Wärme 2003 (%)</b>	<b>5,4</b>	<b>55</b>	
<b>Kraftstoffe (Biomasse)</b>		<b>20,7</b>	<b>60</b>	<b>35</b>
<b>Anteil am Kraftstoffverbrauch 2005 (%)</b>		<b>3,4</b>	<b>10</b>	

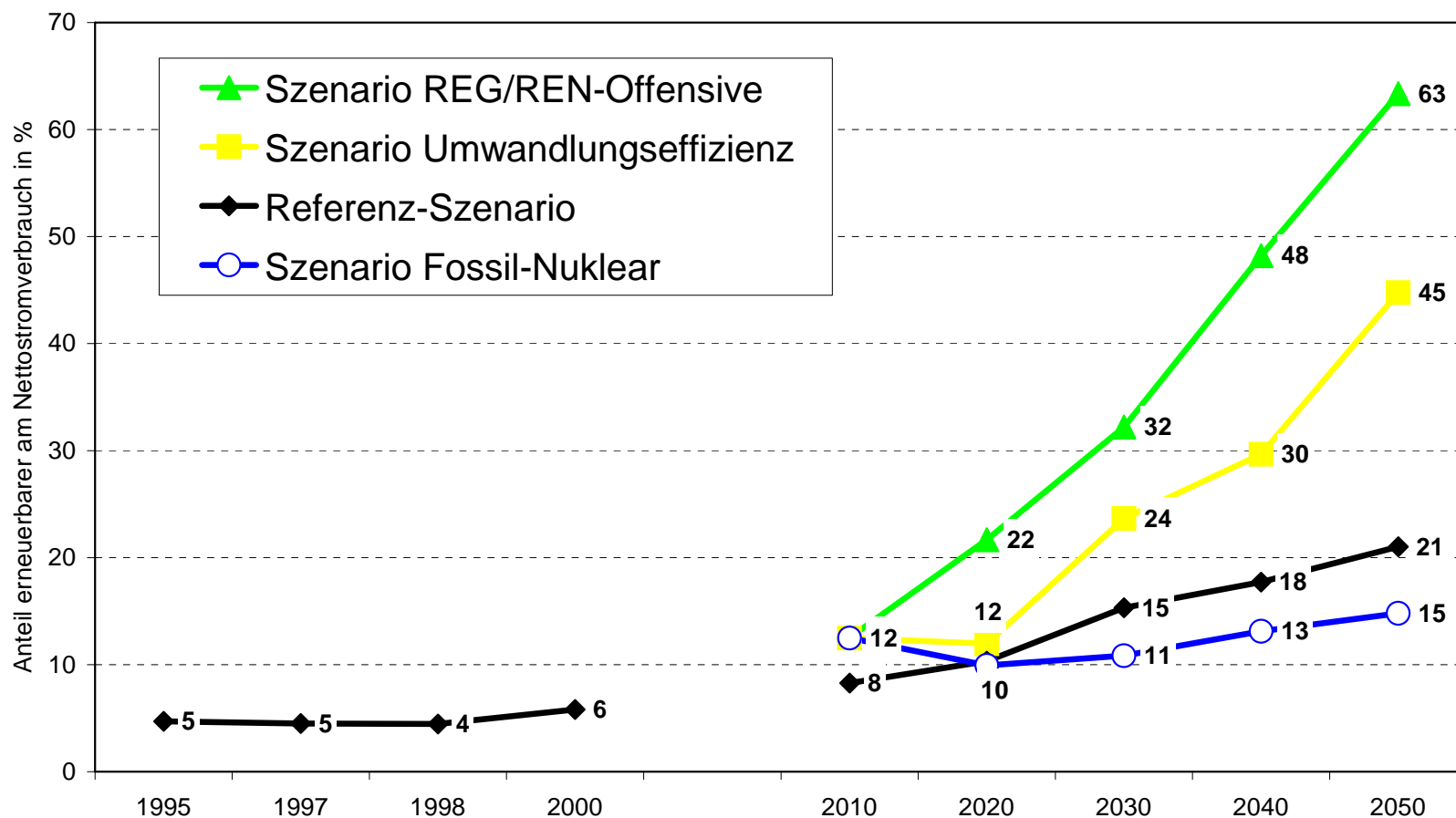
Quelle: BMU; Berechnungen des DIW Berlin.

# Anteil der erneuerbaren Energien am PEV in den Szenarien der Enquete-Kommission bis 2050



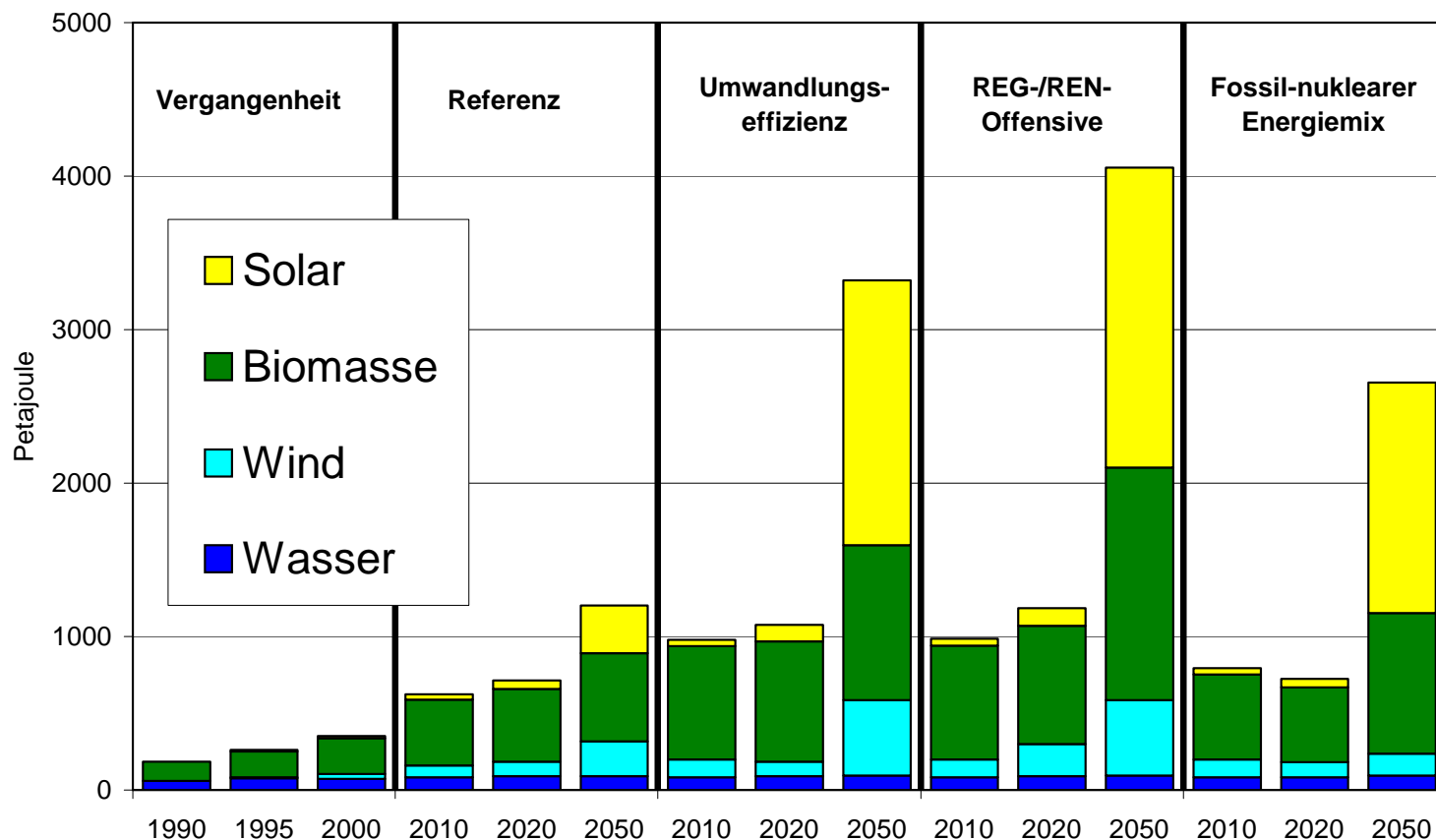
Quelle: Enquete-Kommission; IER.

# Anteile erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in den Enquete-Szenarien bis 2050



Quelle: Enquete-Kommission.

# Struktur der erneuerbaren Energien in den Szenarien der Enquete-Kommission bis 2050



Quelle: Enquete-Kommission; IER.

## Schlussfolgerungen zur Rolle der erneuerbaren Energien in Deutschland (1)

- **Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind die entscheidenden Strategien für die Erfüllung energie- und umweltpolitischer Ziele.**
- **Erneuerbare Energien tragen wesentlich bei zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und damit zum Klimaschutz sowie zur Schonung der knappen Ressourcen fossiler Energien, zur Minderung der Importabhängigkeit der deutschen Volkswirtschaft und zur Preisstabilisierung.**
- **Der Beitrag der erneuerbaren Energien zum Klimaschutz ist zugleich eine wesentliche Voraussetzung zur Vermeidung bzw. zur Minderung der zu erwartenden hohen volkswirtschaftlichen Kosten des Klimawandels.**

## Schlussfolgerungen zur Rolle der erneuerbaren Energien in Deutschland (2)

- **Die verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien schafft neue Produktions- und Beschäftigungsmöglichkeiten und damit die Voraussetzungen für den industriellen Strukturwandel und zur Stimulierung des gesamtwirtschaftlichen Wachstums.**
- **Die Wirtschaftlichkeit der erneuerbaren Energien ist heute vielfach (ohne Berücksichtigung der externen Kosten) noch nicht gegeben. Mittel-/längerfristig wird sich ihre Konkurrenzfähigkeit aufgrund des erwarteten Preis-/Kostenanstiegs für konventionelle Systeme einerseits und der Kostenreduktion bei erneuerbaren Energien andererseits verbessern.**

## Schlussfolgerungen zur Rolle der erneuerbaren Energien in Deutschland (3)

- Die Förderung der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung nach dem EEG ist überaus erfolgreich. Ein grundlegender Wechsel der Fördersystematik ist kaum begründbar.
- Ein Herunterfahren der Förderung würde die weiteren Investitionsaktivitäten und damit die mit den erneuerbaren Energien verbundenen Zielerfüllungsbeiträge gefährden. Erneuerbare Energien erfordern vorerst noch eine stetige und verlässliche Förderpolitik.
- Notwendig ist eine Ergänzung der Förderinstrumente um wirksame Maßnahmen vor allem zugunsten der thermischen Nutzung erneuerbarer Energien und zur Nutzung im Kraftstoffbereich.

## Schlussfolgerungen zur Rolle der erneuerbaren Energien in Deutschland (4)

- **Langfristig sind die erneuerbaren Energien in der Lage, einen wesentlichen Teil der Energieversorgung des Landes zu übernehmen. Dabei muss der Biomasse ein großes Gewicht zukommen.**
- **Den notwendigen Beitrag werden die erneuerbaren Energien aber nur leisten können, wenn die Energie- und Umweltpolitik konsequent ihren Ausbau in allen drei Anwendungsbereichen**

### **Strom - Wärme – Kraftstoffe**

**betreibt. Die Weichen sind heute zu stellen, wenn wir die langfristigen Erfolge ernten wollen.**

**VIELEN DANK,  
DASS SIE  
ZUGEHÖRT HABEN**

**hziesing@diw.de  
hziesing@t-online.de**