

---

# **Das Ressourcenproblem im 21. Jahrhundert und Konsequenzen aus der Energiewende**

**Prof. Dr. Rolf Kreibich**

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, Berlin  
IZT - Institute for Futures Studies and Technology Assessment

**Fachgespräch „Wie wird der Schwarze Peter zum Held?“  
Deutscher Bundestag**

**Berlin, 2.12.2011**

IZT

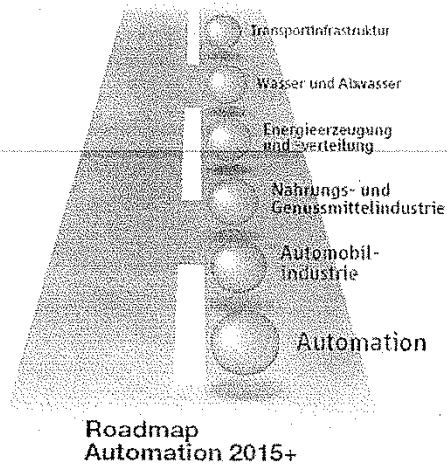


Anhörung im Deutschen Bundestag 2.12.2011

Folie 1

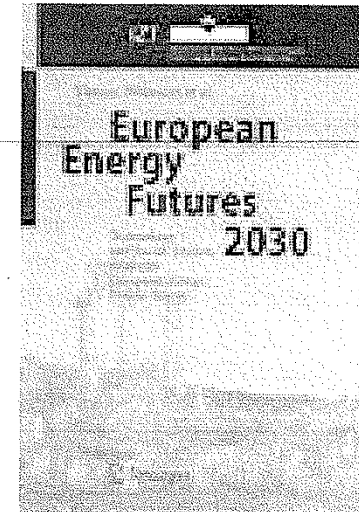
# Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

---



Das IZT ist ein unabhängiges und gemeinnütziges Forschungsinstitut und berät Unternehmen, Verbände und Politik.

- Technologiefrüherkennung
- Corporate Foresight
- Zukunftsmärkte
- Stakeholderintegration
- Nachhaltigkeitsbewertung



# Kernprobleme des Globalen Wandels in der Biosphäre

---

- Klimawandel
- Verlust biologischer Vielfalt
- Bodendegradation und Landschaftsverbrauch
- Süßwasserverknappung und –verschmutzung
- Verschmutzung der Weltmeere und der Anthroposphäre
- Bevölkerungsentwicklung und grenzüberschreitende Migration
- Gesundheitsgefährdung - Massenerkrankungen
- Gefährdung der Ver- u. Entsorgungssicherheit (Ernährung, Wasser, Energie, Abfall)
- Wachsende globale Entwicklungsdisparitäten
- Ausbreitung nicht-nachhaltiger Lebensstile

Quellen: Kreibich /Schellnhuber 2001

Quellen: OECD 2006/ UBA 2005



---

# **Wissenschaftlich- technologische Grundlagen für eine nachhaltige Entwicklung**



# Zukunftstechnologien und Innovationsfelder I

---

- **Innovative, ökologische und solare Bautechnik:**

Baukonstruktion, Bauorganisation, Baustoffe, Infrastruktur, Umfeldgestaltung, Energie- und Materialeffizienz, solare und ökologische Systemlösungen

- **Energieeffizienz-Systeme und Regenerative Energien:**

Energieeffizienz in Produktion, Verkehr, Wohn-, Gewerbe- und Bürobauten, Infrastruktur, Fahrzeugbau; Nutzung regenerativer Energien in allen Verbrauchssektoren; Energiespeichertechniken für Wärme und Strom

- **Kreislaufwirtschaft in Produktion und Distribution:**

Produktkreisläufe, Material- und Wasserkreisläufe, Wieder- und Weiterverwertung, Hilfsstoffkreisläufe, neue Logistik-Systeme

- **Nachhaltige Produkte und Produktionsverfahren; neue Werkstoffe**

Wertstofferhaltung, Energieeffizienz, Schadstoffarmut, Wiederverwendung, Materialkompatibilität, Entmaterialisierung, Sozialverträglichkeit; neue umweltschonende und ressourcenschonende Werkstoffe

- **Wasser- und Wasserreinigungstechnologien:**

Wasserkreislaufführung; Wasseraufbereitungs- und Reinigungstechnologien; Wasserentsorgung; Wasserfernversorgung

- **IuK-Technik, Neue Logistik-Systeme und Telematik:**

Hochleistungsfähige Netze und Multimedia-Systeme; Produktions-, Organisations-, Marketing-, Verteil- und Verkehrslogistik; Telearbeit; Telelearning; Teleshopping

- **Biotechnologie und Medizintechnik:**

Ökologisch und biologisch verträgliche Werkstoffe und Produkte, Gentechnik im Pharmabereich, Telemedizin, Präventionstechnik

# Zukunftstechnologien und Innovationsfelder II

---

- **Energiespeichertechniken:**

Langzeitwärmespeicherung; Hochleistungs-Stromspeicher

- **Nachhaltige Mobilitäts- und Verkehrstechnik:**

Systemlösungen für integrierten Verkehr; Schnittstellen-Technik zwischen Straße, Schiene, Wasser, Luft; 2-Liter-Auto; 5-Liter-Fahrzeugflotte; Brennstoffzellen; Güter auf die Schiene, Leichter als Luft-Technologien

- **Hochentwickelte Produktions-, Mess-, Steuerungs- und Regeltechniken**

- **Neue ökologisch und sozial-verträgliche Hochleistungswerkstoffe:**

Recyclbar, biologisch abbaubar, kompatibel

- **Miniaturisierung und Digitalisierung in Produktion, Handel und Alltag**

Mikroprozessor-, Sensortechnik, drahtlose Funktechnik, Mikrocomputerisierung, Smart-Home-Technik, RFID, Pervasive Computing, Diagnostik und Therapie durch Miniaturisierung in der Medizin, Verkehrs-, Organisations- und Bürotechnik

- **Mikroelektronik und Nanotechnik:**

Stoff- und energieeffizient, schadstoffarm

- **Bionik:**

Übertragung stoff- und energieeffizienter sowie schadstoffarmer Organisationsmuster und Prozesse aus der Natur auf technische Systemlösungen

---

# Nachhaltige Entwicklung

## Nachhaltige Ökonomie

### (Sustainable economy)



# Nachhaltige Entwicklung

---

## Leitperspektiven

- Verbesserung der Lebensqualität und Sicherung von wirtschaftlicher Entwicklung und Beschäftigung
- Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und Schonung der Naturressourcen
- Sicherung von sozialer Gerechtigkeit und Chancengleichheit
- Wahrung und Förderung der kulturellen Eigenentwicklung und Vielfalt von Gruppen und Lebensgemeinschaften
- Förderung menschendienlicher Technologien und Verhinderung superriskanter Techniken und irreversibler Umfeldzerstörungen





# Nachhaltige Entwicklung/ Nachhaltiges Wirtschaften

---

## Strategien der Nachhaltigkeit

1. Effizienzstrategie
2. Konsistenzstrategie
3. Suffizienzstrategie
4. Selbstorganisation / Selbstverantwortung



# Nachhaltige Ökonomie

---

## Entwicklungsfeld Nachhaltiges Wirtschaften

- Generierung von Zukunftsmärkten
  - Ressourcen- und Materialeffizienz
  - Grüne Informations- und Kommunikationstechnik (Green IT); Cebit
  - Urban Technologies: Wasser, Energie, Transport/Mobilität, Versorgung und Entsorgung
- Bildung, Ausbildung, Qualifizierung, Weiterbildung
  - Ökologische Dienstleistungen
- Analyse, Bewertung und Management von Stoffströmen
- Life-Cycle-Assessment
- Entwicklung und Einsatz von Systemlösungen (mehrere Einsätze, Baukastensystem, integrative Systemlösungen)
- **Innovative** Technik- und Produktfolgenabschätzung (ITA)
- Kommunikation und Kooperation mit potentiellen Anwendern, Nutzern, Kunden
- Szenarien und Wild Cards



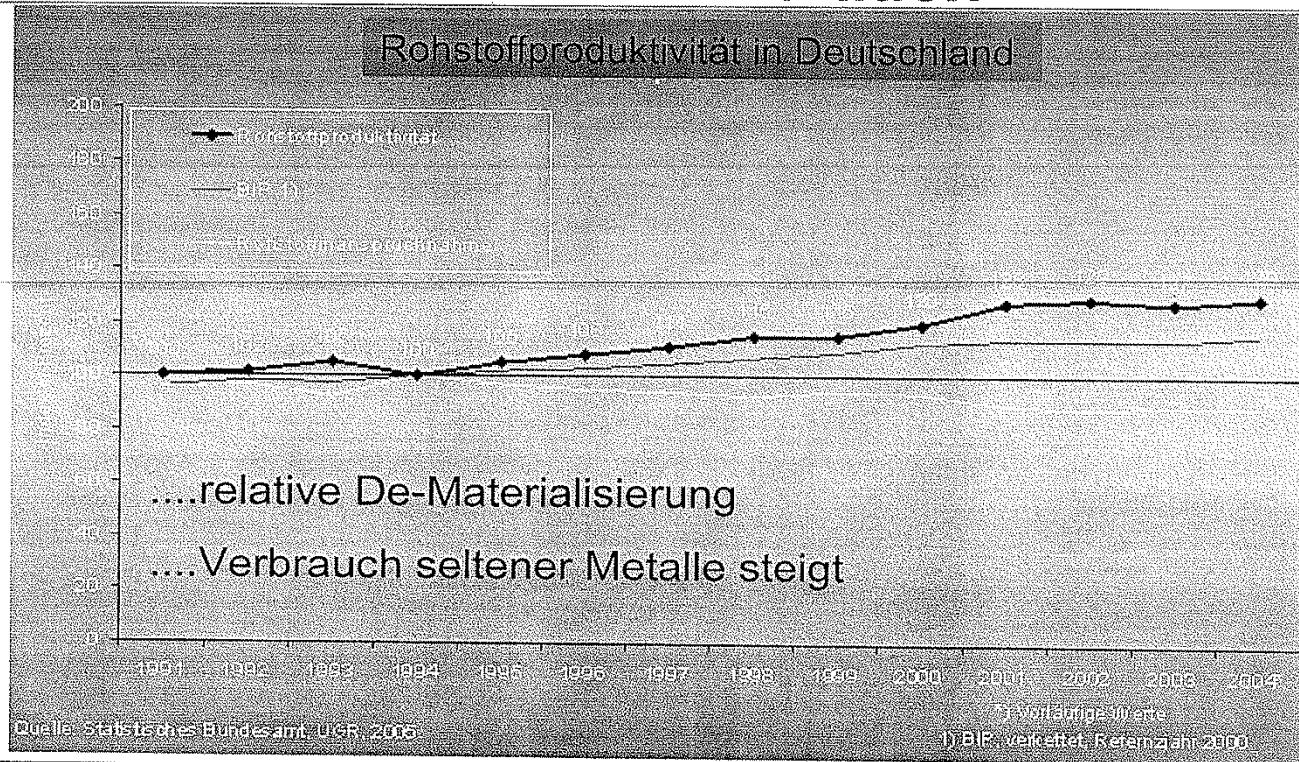
# Handlungsfeld: Energie und Klima

---

- ⇒ Einsatz energie- und materialeffizienter Geräte und Technologien
- ⇒ Strom aus EE und Speichertechniken für Strom (möglichst verlustarm/verlustfrei)
- ⇒ Wärme aus EE und Speichertechniken für Wärme (möglichst Langzeitspeicher)
- ⇒ Klimaneutrale Produkte und Dienstleistungen



# Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Rohstoffverbrauch



# Umsetzung auf kommunaler und regionaler Ebene

---

- + **Kommunal- /Regionalentwicklung und Kommunal- / Regionalplanung**
  - Baurechtliche Voraussetzungen und Instrumente
  - Integrales kommunales /regionales Energiemanagement aufbauen
  - Nachhaltigkeit als Leitziel
  - Fordern und Fördern (Anreize schaffen; Mobilisierung privaten Kapitals)
  - Systematische Integration von Energieeffizienz und EE in die Kommune/Region
- + **Kommunale Liegenschaften mit Vorbildfunktion**
- + **Einbeziehung Stadtwerke und andere kommunale/regionale Unternehmen; innovative KMU fördern**
- + **Information, Beratung, Schulung, Öffentlichkeitsarbeit**
- + **Gesamtsystem- Gesamtobjektlösungen: Umsetzungsstrategien, Umsetzungsmaßnahmen (ggf. stufenweise)**



# Leitlinien für Kommunales Energiemanagement

## Ansätze und Strategien:

**Langfristig rechnen –  
Lebenszykluskosten und Amortisationszeiten,  
Bürgerfonds, Fonds-Modelle**

**Umweltkosten internalisieren**

**Allgemeingültige Richtlinien für optionales  
Energiemanagement (Solar-Charta)**

**Aus eigenen Erfahrungen lernen**

**Qualitätsbewusst, preiswert, innovativ,  
ökologisch und solar bauen**

STADT  FRANKFURT AM MAIN

 Hochbauamt

## **Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2006**

### **Zielsetzung**

Ziel der Leitlinien ist es, mit einem Lebenszyklusansatz die Gesamtkosten (Summe aus Investitionskosten, Betriebskosten und Umwelt-Folgekosten) bei gegebener Nutzungsqualität über den betrachteten Nutzungszeitraum zu minimieren.

Weitere Ziele sind eine möglichst weitgehende Herstellung des „barrierefreien Frankfurt“ und der lokale Beitrag zum globalen Klimaschutz (Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Frankfurt am Main um 50 % bis zum Jahr 2010).

Diese Leitlinien sollen allen zukünftigen Baumaßnahmen zugrunde gelegt werden. Sie implizieren jedoch keine Nachrüstverpflichtung für bestehende Gebäude.

# Zukunftsperspektiven für Gebäudetechnik Ressourcenschutz/Materialnutzung

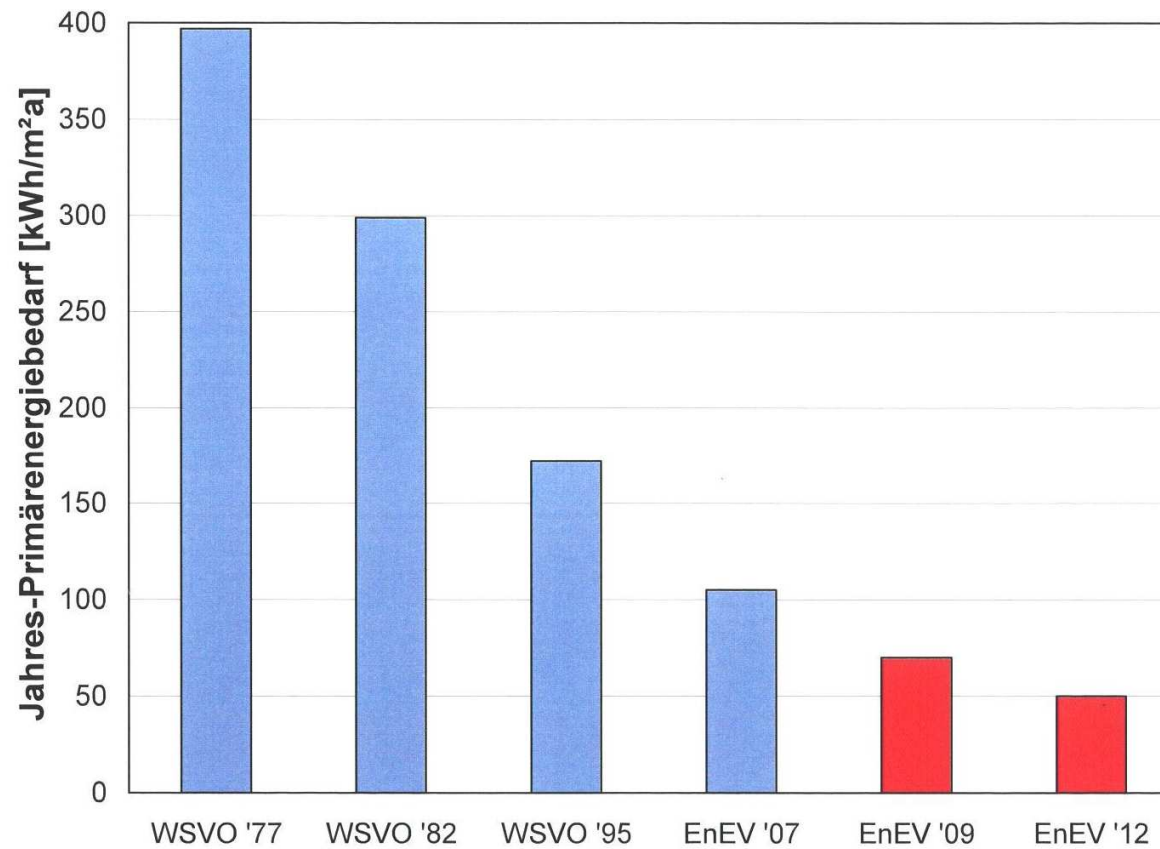
---

## Ausgewählte Beispiele

- Ressourceneffizienz: Verringerung des Wertstoff- und Materialverbrauchs:
  - Optimale Wertstoff- und Materialauswahl und – kombination
  - Wiederverwendung, Weiterverwendung von Wertstoffen/Recyclingfähigkeit durch ökologische Produktentwicklung
  - Mikro- und Nanobeschichtungen
  - Wasserkreislaufführungen; dezentrale Reinigungsanlagen
- Nutzung nachwachsender und biologisch abbaubarer Rohstoffe
  - Dämmstoffe aus Biomasse
  - Holz für Innen- und Außenausbau
  - Biomasse für Wärmespeicherung und Kleinklima (Lüftungs-)Regulierung
- Materialkompatibilität für Recycling von Metallen (Aluminium, Kupfer etc.); seltenen Metallen und seltenen Erden; Kunststoffen



# Entwicklung Primärenergiebedarf - Wohngebäude





# Energiewelt der Zukunft

---

## Säulen einer zukunftsfähigen Energiestrategie

- **Effizienztechnologien und Effizienzinnovationen**  
in allen Verbrauchssektoren: Industrie, Haushalte, Dienstleitungen/Gewerbe, Verkehr
- **Konsistente Energiequellen und Rohstoffe**  
Erneuerbare Energien, nachwachsende Rohstoffe, ökologisch und sozial verträgliche Energiespeicher für Wärme und Strom
- **Verantwortungsvolles effizientes und sparsames Verbraucher- und Nutzerverhalten**  
mehr Lebensqualität durch sparsame Energieverwendung, geringe Umweltbelastungen, geringere Kosten und Schutz der Gesundheit



# Solarwirtschaft I

---

- + Durchbruch der Erneuerbaren Energien ist Realität
- + Solarwirtschaft ist ein Paradebeispiel für eine neue ökologische Industriepolitik
- + Die Solarwirtschaft beweist: Ökonomie und Ökologie sind keine Gegensätze, sondern bedingen sich gegenseitig in einer Welt der endlichen Ressourcen und verletzbaren Ökosysteme
- + Widerlegt ist die Grundlage der neoliberalen Raubbauwirtschaft, daß die Unternehmer erst große Gewinne machen müssen, um danach die Reparatur der gigantischen Folgeschäden fossiler und nuklearer Ressourcenverbrennung beseitigen zu können



# Solarwirtschaft II

---

- + Die Windräder, Solarkraftwerke, Solarfabriken, Biomasseanlagen, geothermische Modellprojekte schießen wie Pilze aus der Erde mit zunehmenden wirtschaftlichen Erfolgen;
- + Das Ausbaugewerbe und die Zulieferer kommen manchmal kaum nach, um die Nachfrage nach Systeminstallationen, Dämmungen, Speichereinheiten, Rohstoffen und Halbprodukten zu erfüllen;
- + Die gesamte Branche der Erneuerbaren Energien und der Energie-Effizienztechnologien hat die meisten zukunftssträchtigen Arbeitsplätze geschaffen; in den letzten 5 Jahren 270.000 allein im Bereich der Regenerativen Energien
- + Die Bildungs- und Ausbildungseinrichtungen kommen kaum nach, um den Fachkräftebedarf zu decken;
- + Die Kunden laufen den großen Energieversorgern scharenweise davon



# Nachhaltige Zukunftstechnologien und Innovationsfelder – Entwicklungsbeispiele -

## Energieeffizienztechnologien

- **Kleinkraftwerk in KWK ( $\eta \geq 89\%$ )**
  - Kooperationsprojekte: VW und Lichtblick AG Hamburg
  - Klima-Kleinkraftwerk: Gasag Berlin, Comuna Metall, Kraftwerk GmbH
- **Virtuelle Kraftwerke in KWK:**  
Kopplung dezentraler Energieerzeugungsanlagen und Optimierung/ Nachwärme-Verbundsysteme (100% Erneuerbare Energien); WKA; Biogas; Photovoltaik, Solarthermie, Klein-KWK-Anlagen, Umgebungswärme, Tiefengeothermie, Brennstoffzellen, Strom- und Wärmespeicher
- **Energieautarke Gemeinden**  
D: Modellgemeinden: Feldheim (Brandenburg); Jühnde (Niedersachsen); Morbach (Rheinland-Pfalz); Reuth (Sachsen)  
A: Modellgemeinden: Güssing (Burgenland); Mäder (Voralberg/Feldkirch); Weiz (Steiermark)
- **Energieeffizienter Beton (Supraton); Beton-Solarabsorber**  
CH; Firma: Stüssi AG, Dälikon ZH



# Nachhaltige Zukunftstechnologien und Innovationsfelder – Entwicklungsbeispiele -

## Energiekonsistenztechniken

- **Intelligente passive Sonnenergienutzung im Gebäudebereich**  
**Zahlreiche Modellprojekte weltweit für:**
  - Spezielle Gebäudekonstruktionen (nach Außen und Innen)
  - Neue starke wärmeabsorbierende Materialien
  - Semitransparente Fassaden
  - Flüssigkeits – Langzeitspeicher
  - Speichertechnologien für Methanhydrat (Südkorea)
- **Solarthermienutzung aktiv: Kollektoren**
- **Photovoltaik-Nutzung: Systemintegration in Dächern, Fassaden etc. DESERTEC**
- **Dämmstoffe aus Biomasse**  
(BASF: 1,5 Biomasse  $\hat{=}$  15 cm Styropor)



# Nachhaltige Zukunftstechnologien und Innovationsfelder – Entwicklungsbeispiele -

## Energiespeichertechniken

- **Pumpspeicherwerke; Druckluftspeicher**
- **Intelligente Netz-Speichersysteme**
  - Kombinationslösungen von Batteriespeichern mit synchronen Blindleistungskompensatoren (STATCOM): das SVC Light – Energy Storage – System von ABB
  - Smart grids (intelligente Stromnetze)  
Optimierung des Zusammenwirkens von Erzeugung, Transport, Speicherung und Verbrauch  
European Technology Platform smart grids  
D: BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung: Projekte Deutsche Telekom
- **Weiterentwicklung der Batterietechniken**
  - Leitlinien-Ionen-Batterien: Konsortium Daimler-Bosch (Hildesheim); Siemens-München; Daimler-EVONIK (Kamenz/Sachsen): Li-Tec GmbH
  - MIT und Rutgers University: Batteriesysteme A123 (Modulare)
  - KIT Karlsruher Institut of technology: Batterien auf Nanostruktur von Kohlenstoff-Eisen-Streifen (fünffache Energiedichte; niedrige Herstellungskosten)
  - University of Central Florida (UCF); Aerogel-Batterien-Nanoröhren (Multi-Walled Carbon Nanotubes – MWCNT) – geringer Materialverbrauch, große Oberfläche, hohe Energiedichten



# Fazit

---

Ich bin sicher, dass das 21. Jahrhundert das Jahrhundert der Nachhaltigen Entwicklung und der Solarenergie werden muss und wird. Nur wenn die Nachfrage nach energetischen und stofflichen Ressourcen bei einer auf 9 - 10 Milliarden Menschen wachsenden Weltbevölkerung drastisch reduziert, die Sonne, die Erdwärme und die nachwachsenden Rohstoffe optimal (im Sinne des Entropiesatzes) genutzt werden, kann es gelingen, die Biosphäre als Lebens- und Produktionsgrundlage zu erhalten und eine für alle Menschen akzeptable Lebensqualität zu schaffen.

