

Chancen und Risiken der Solartechnologie

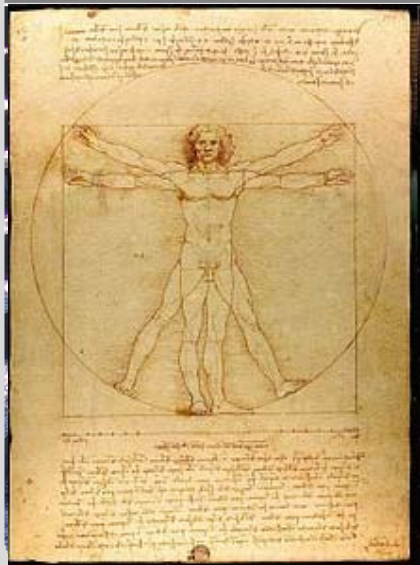
– Solarzeitalter 2011 –

11th Leibniz Conference of Advanced Science

LIFIS, Lichtenwalde, 13. Mai 2011

Professor Dr. Gerhard Banse

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)



Inhalt

- (1) Problembereiche**
- (2) Hintergrund**
- (3) Prämissen**
- (4) Technikbewertung und Zielkonflikte**
- (5) Zielkonflikte – Beispiel**
- (6) Fazit**

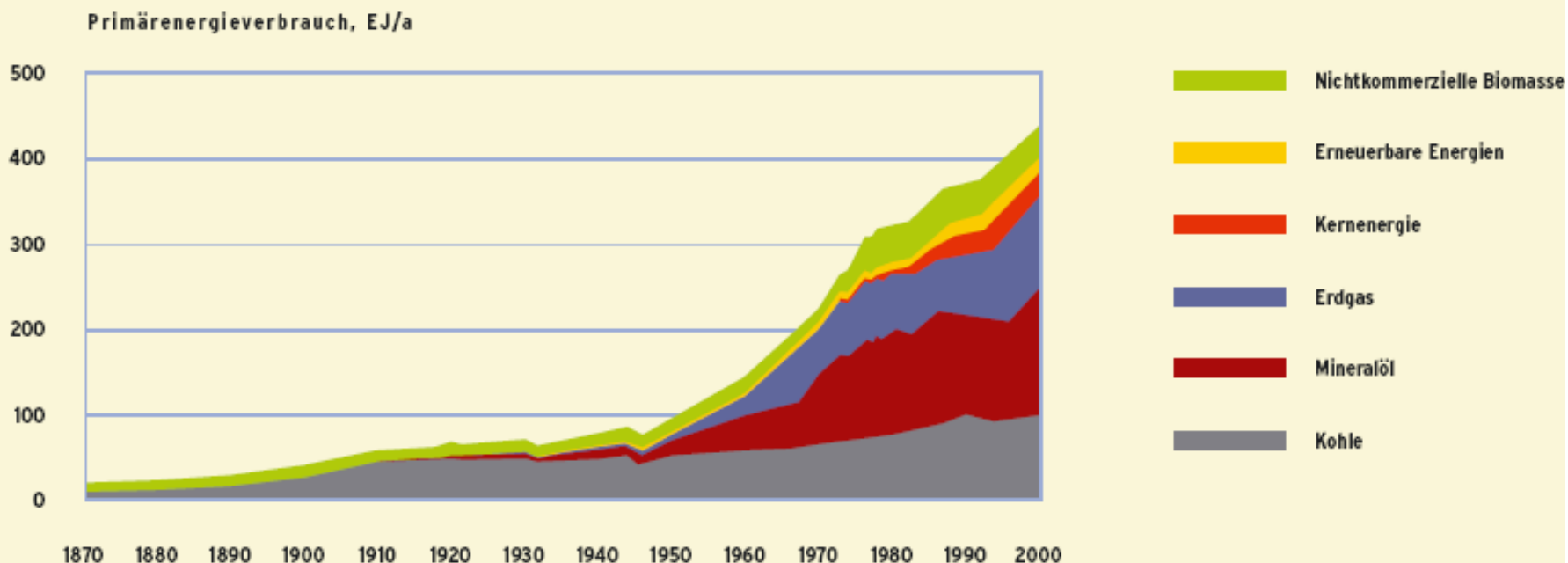
(1) Problembereiche

- Reduzierung von CO₂-Emissionen
- „Energiewende“ // „Ausstieg aus der Kernenergie“
- „erneuerbare“ Energiequellen (Wind, Sonne, Biomasse)
- (intelligente) Stromnetze // „smart home“
- e-Mobilität
- Energie-Speicher(ung)
- Geschäftsmodelle // Wertschöpfungsketten (m./o. „Recycling“)
- Genehmigungs-/„Überwachungs“verfahren // Standardisierung(en)
- zentrale Lösungen ⇔ dezentrale Lösungen // Kreislaufprozesse // „Systeme“
- politische, rechtliche, kulturelle, ... „Rahmenbedingungen“ // „Folgen“
- Bezugsrahmen (z.B. Individuum/Unternehmen, Region, Land in der BRD, Bundesrepublik, EU, Europa, global)
- „Das relevante (technische) Wissen ist vorhanden: Warum fangen wir nicht an?!“

(2) Hintergrund (I)

Quellen: IEA Statistiken u. a.

→ Entwicklung des Primärenergieverbrauchs

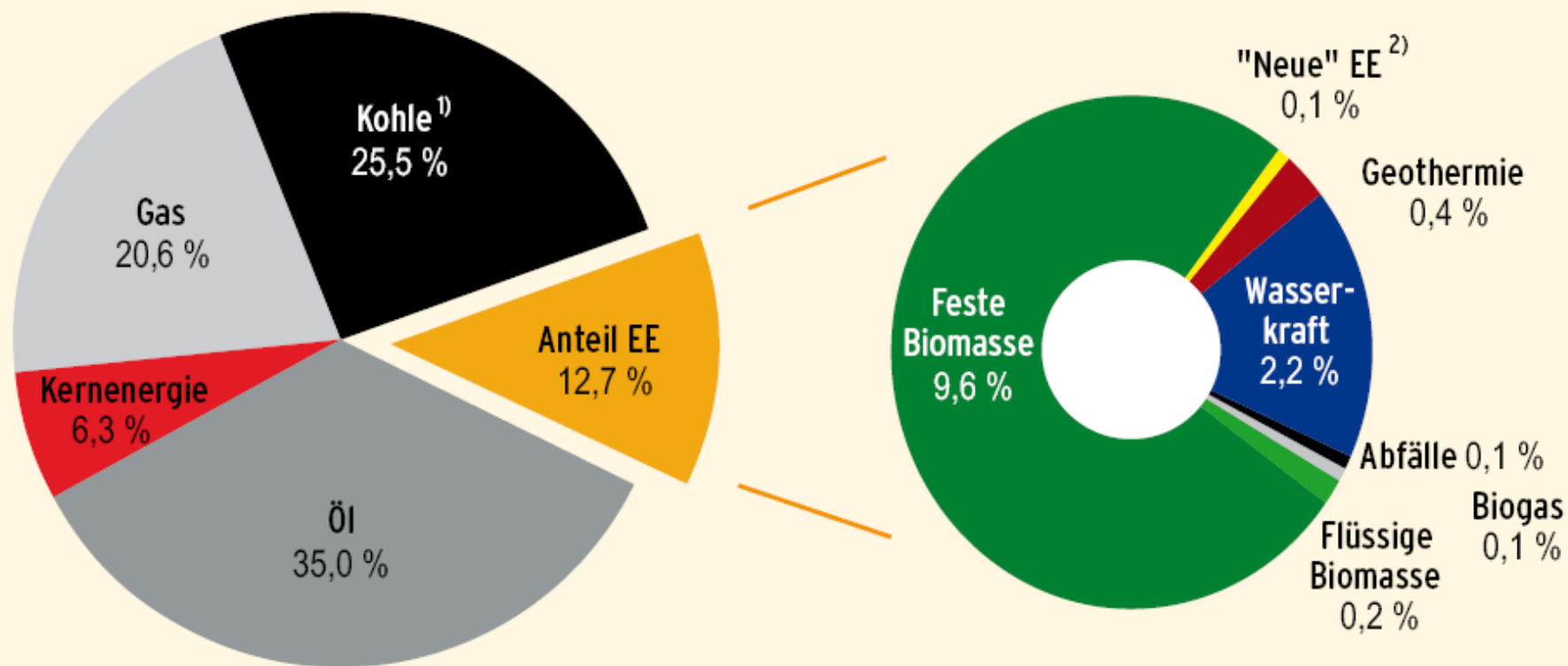


Entwicklung des weltweiten Primärenergieverbrauchs seit 1870 und seiner Deckung nach Energiequellen einschließlich der nichtkommerziellen Nutzung von Biomasse (Brennholz)

(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

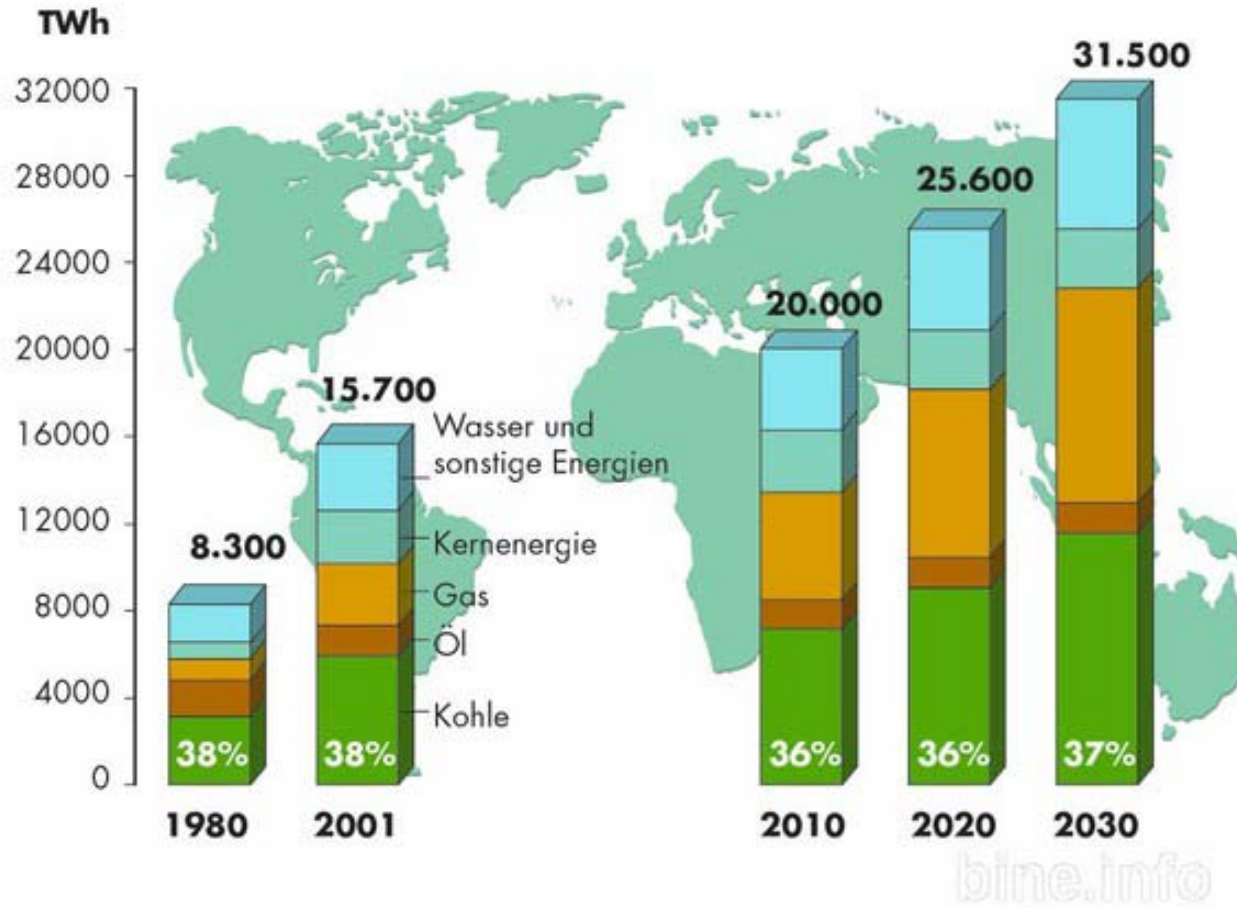
(2) Hintergrund (II)

Struktur des globalen Primärenergieverbrauchs im Jahr 2005



(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

(2) Hintergrund (III)

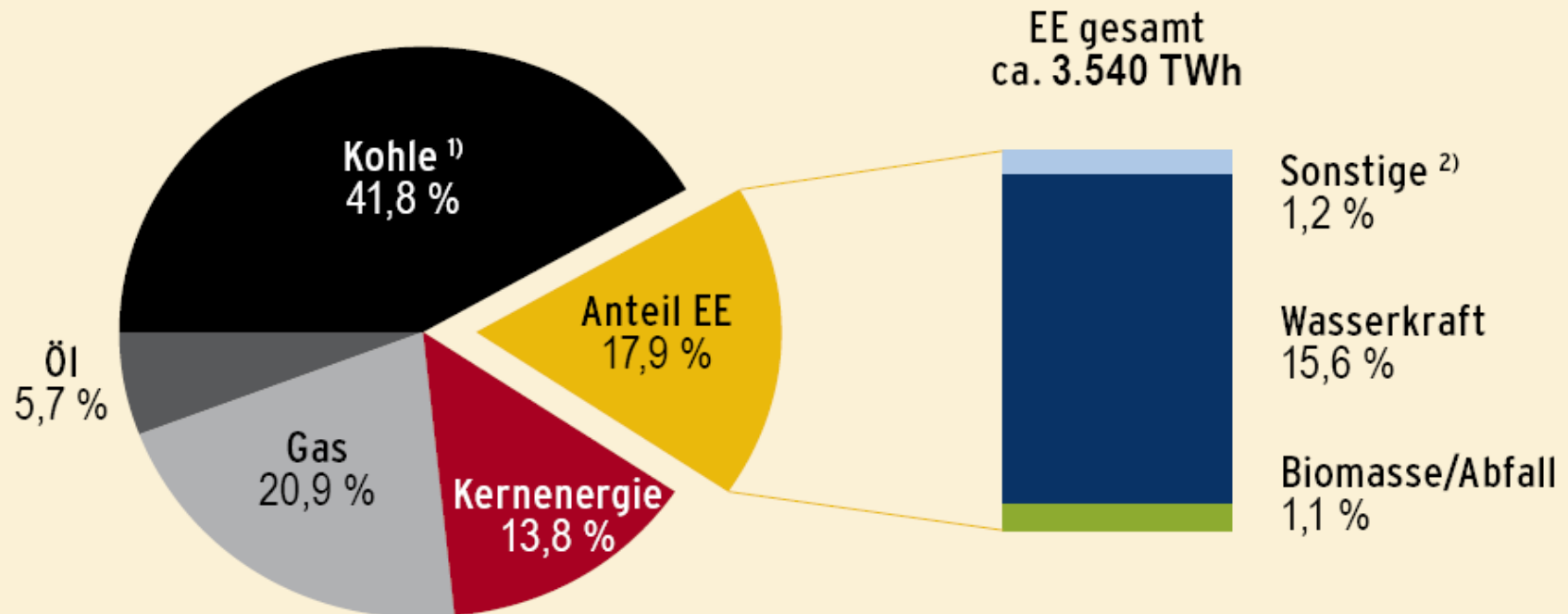


Prognose für den Weltstrombedarf bis 2020. Eine TWh sind 1 Milliarde kWh.

© Forschungszentrum Jülich STE

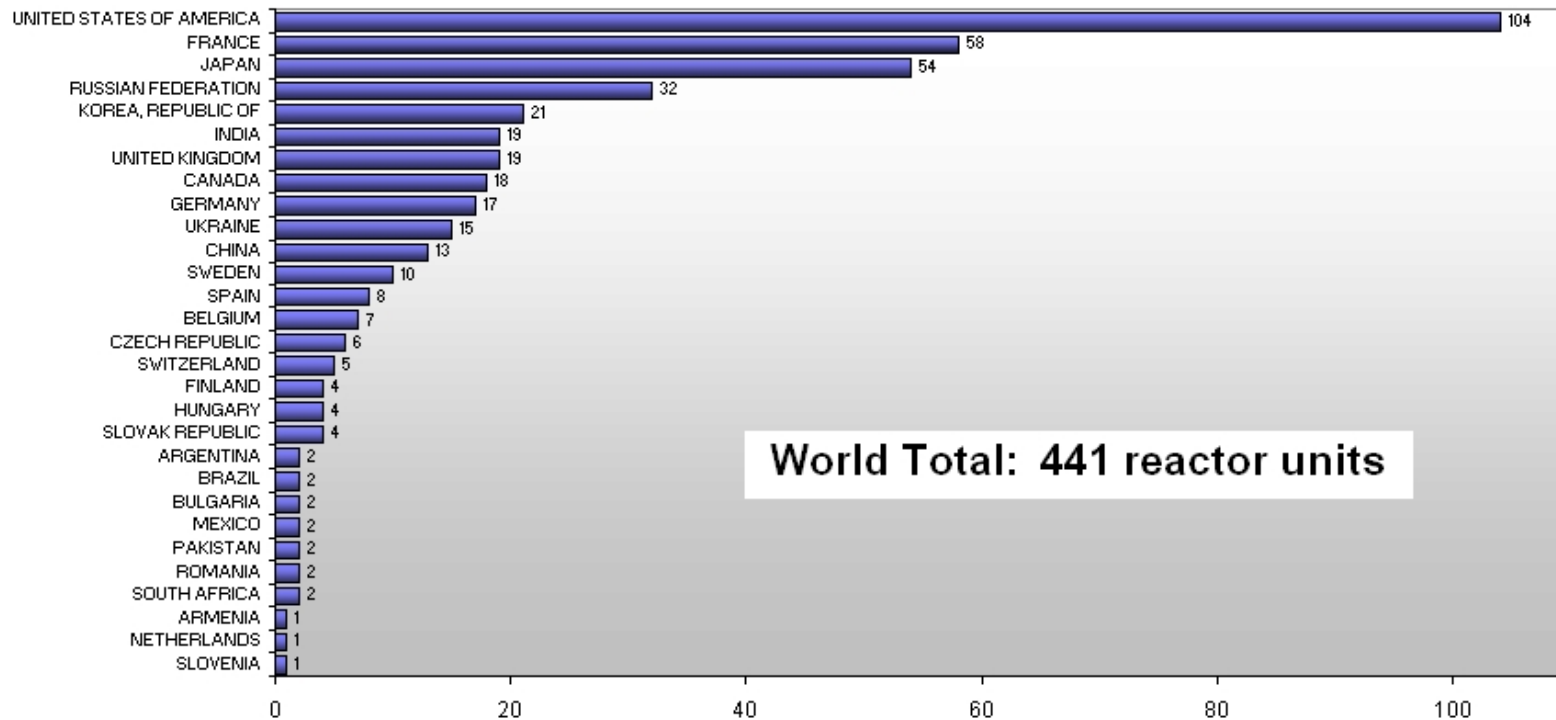
(2) Hintergrund (IV)

Anteile erneuerbarer Energien an der globalen Stromerzeugung im Jahr 2007



(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

Number of Reactors in Operation Worldwide



World Total: 441 reactor units

Note: Long-term shutdown units (5) are not counted

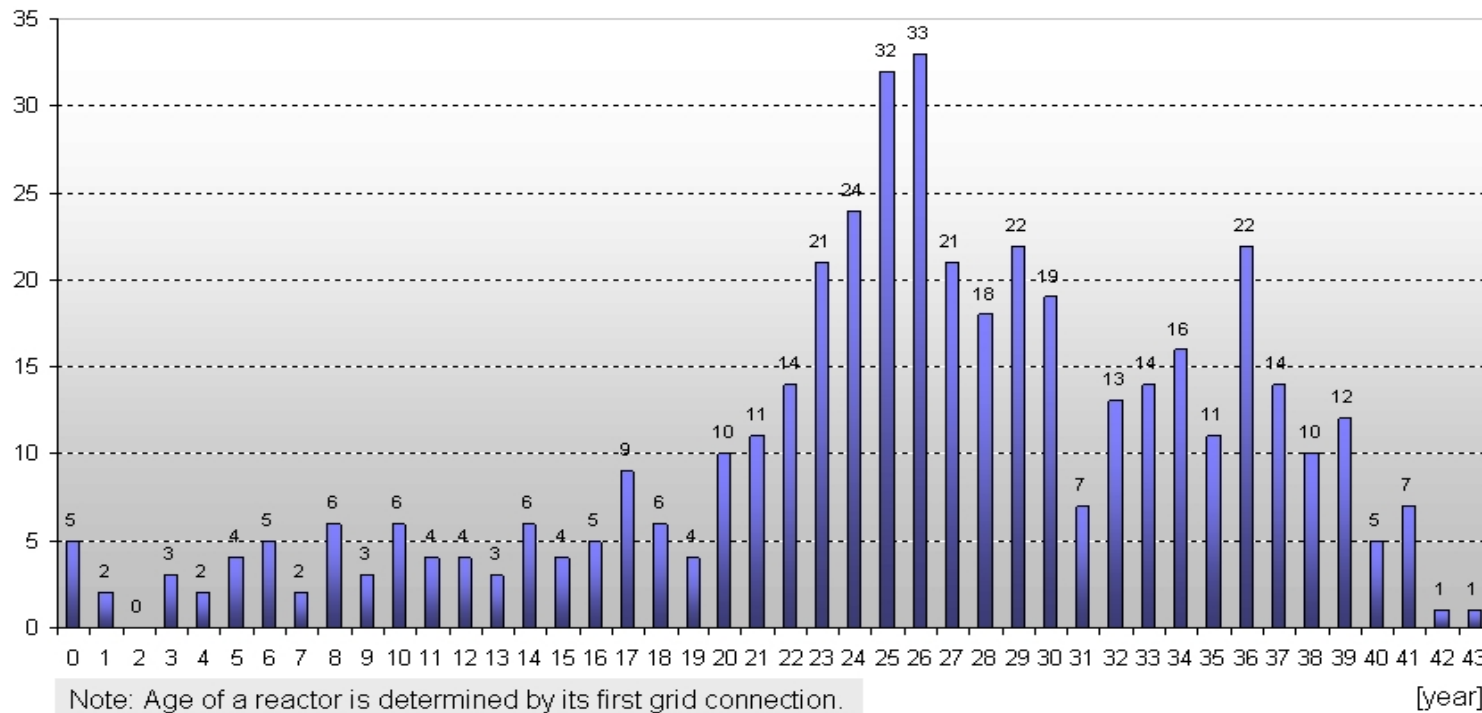
Stand 24.10.2010

International Atomic Energy Agency: **NUCLEAR POWER PLANTS INFORMATION**

(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

(2) Hintergrund (VI)

Number of Operating Reactors by Age



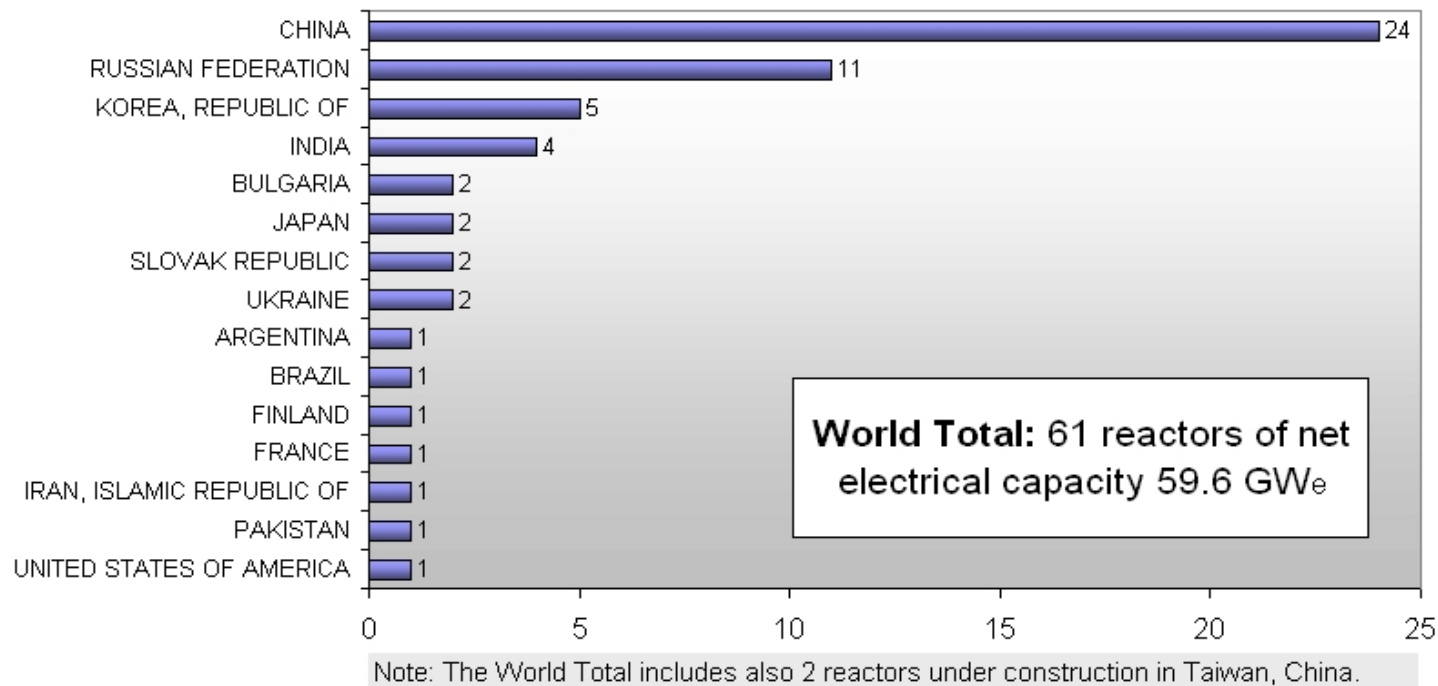
World total: 441 Reactor Units
Stand 24.10.2010

International Atomic Energy Agency: **NUCLEAR POWER PLANTS INFORMATION**

(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

(2) Hintergrund (VI)

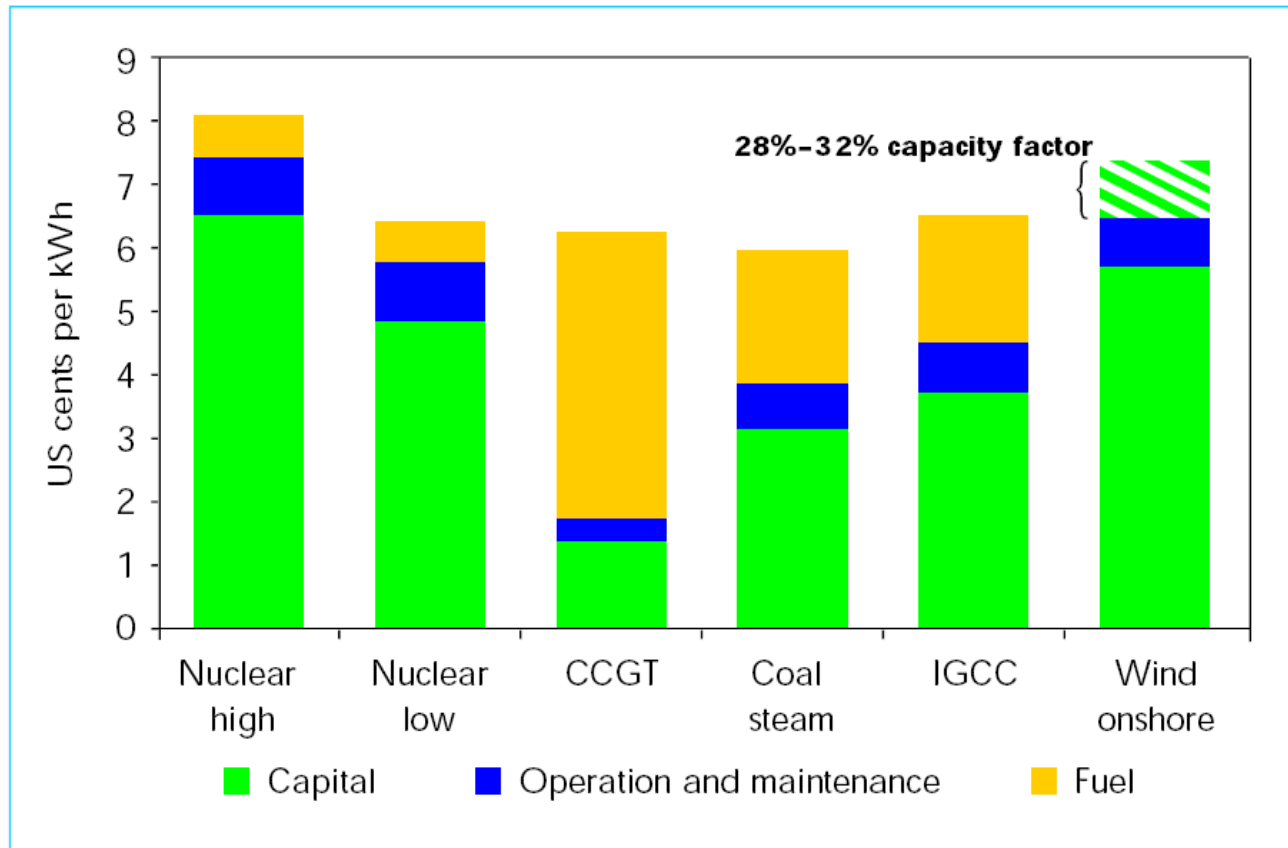
Number of Reactors under Construction Worldwide



Stand 24.10.2010

(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

(2) Hintergrund (VII)



CCGT - Combined Cycle Gas Turbine Plant

IGCC - Integrated Gasification Combined Cycle

(Abbildung von Harald Bradke, ISI Karlsruhe, übernommen.)

(3) Prämissen (I)

- 1. Erfolgreiche technikbasierte menschliche Handlungsvollzüge** im Sinne ziel- und zweckgerichteter Tätigkeiten sind dadurch charakterisiert, dass
- das angestrebte Ziel erreicht, der angestrebte Zweck realisiert wird (Folgen 1. Ordnung);
 - zugleich weitere, nicht angestrebte Folgen, Effekte, Wirkungen eintreten (können);
 - im Zeitverlauf sich die Folgen 1. Ordnung wandeln und damit unvorhergesehene, zumeist unerwünschte Folgen, Effekte, Wirkungen eintreten (können), etwa additiver, kumulativer oder synergetischer Art (Folgen 2., 3., ... Ordnung).

Die Konsequenz ist die Notwendigkeit des Umgangs mit (graduellem) *Nichtwissen*, d.h. ein Handeln unter nicht-eliminierbarer (kognitiver) *Unsicherheit*.

(3) Prämissen (II)

2. *Folgen* können

- bekannt oder unbekannt (in Beziehung zum gegebenen Wissen) sein;
- beabsichtigt oder unbeabsichtigt (in Beziehung zum gegebenen Ziel) sein;
- vorhersehbar oder nicht-vorhersehbar (in Beziehung zum gegebenen Ziel) sein;
- positiv oder negativ bewertet (in Beziehung zu einer gegebenen Werteskala) werden.

Die Konsequenz ist (auch) die Notwendigkeit, die (gegebene) Werteskala zu explizieren und Präferenzen, Konkurrenzen, Ziel- und Wertkonflikte usw. sichtbar zu machen. [Zu berücksichtigen sind vor allem Wirtschaftlichkeit, Langfristigkeit, Umweltverträglichkeit, Sozialverträglichkeit und Verteilungsgerechtigkeit.]

3. *Ziele und Zwecke* dürfen bei der (rationalen) Begründung und Bewertung von Technologien nicht ausgeblendet werden (wider eine „instrumentelle Vernunft“).

(3) Prämissen (III)

4. *Technikdebatten und –konflikte*

Technikkonflikte (Technikkontroversen) mit ihren moralischen Implikationen sind nicht nur Kontroversen um technische Mittel, sondern Konflikte um *Lebensentwürfe (-stile)* und *Zukunftsvorstellungen*, um Menschenbilder und Gesellschaftsentwürfe. Sie sind verbunden mit Fragen, in welcher Gesellschaft wir leben wollen und welche Menschenbilder wir dabei unterstellen.

Treten auf im Zusammenhang mit den Bedingungen, Zwecken und Folgen der Entwicklung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Technik.

- Umgang mit und die Zumutbarkeit von technikbedingten Risiken wie Strahlenbelastungen oder Unfallrisiken durch nukleare Anlagen,
- Sicherheitsfragen der Endlagerung radioaktiver Stoffe,
- Elektromog,
- Fragen einer nachhaltigen Energieversorgung.

(3) Prämissen (IV)

5. Güterabwägung(en)

Güterabwägung „ist eine Methode der Konfliktlösung. Bei Kollisionen zwischen Rechtsgütern wird dem höherrangigen Rechtsgut(wert) der Vorrang gegenüber dem niederrangigen gegeben. [... Es wird] nichts darüber aus(gesagt), nach welchen Maßstäben festgestellt werden soll, welches Gut das höherwertige ist“.

(Münchener Rechts-Lexikon. Bd. 2 G – Q. München 1987, S. 306)

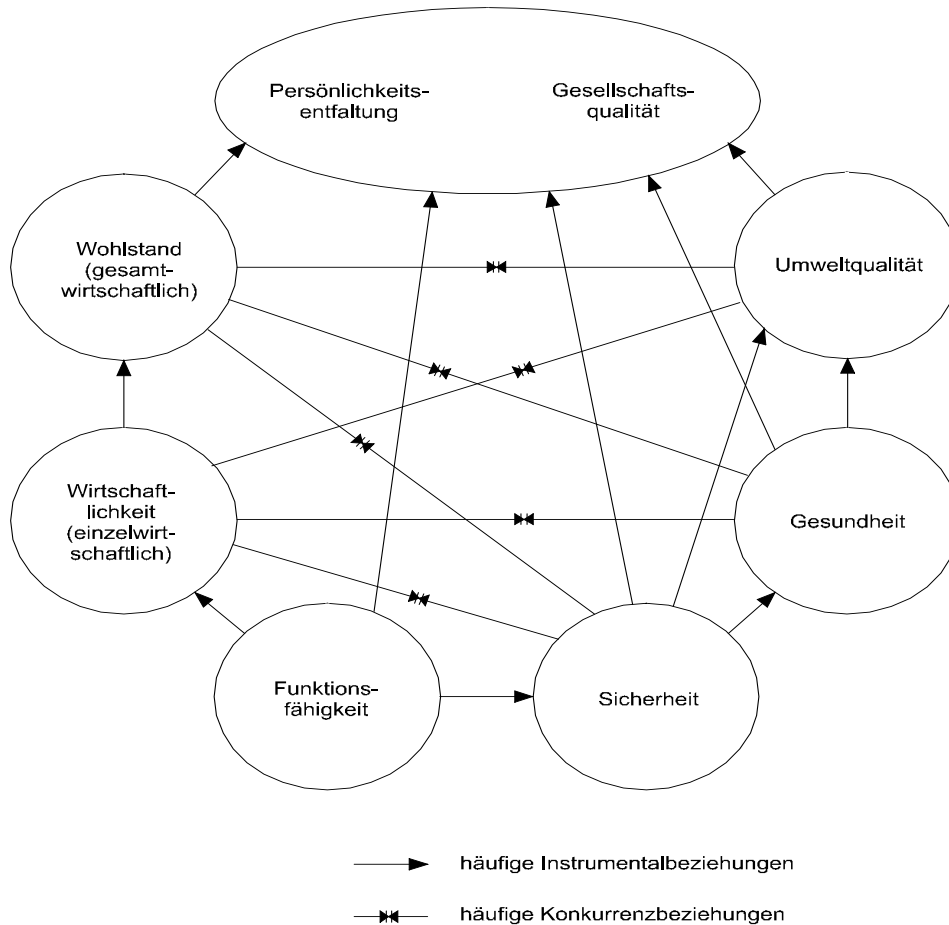
„Wo Güter miteinander konkurrieren [...] werden, um zu sicheren und konsensfähigen Entscheidungen zu gelangen, für den Abwägungsprozeß neben den maß- und richtungsgebenden Prinzipien und Kriterien allgemein handhabbare Vorzugsregeln und Abwägungsmaximen benötigt“.

(Feldhaus, St. (1993): Ethische Einflüsse in Entscheidungssituationen. In: atomwirtschaft, Oktober 1993, S. 693)

„Wenn ein [...] Ziel nicht ohne Nebenfolgen zu erreichen ist, so darf das als mögliche Nebenfolge eintretende Übel niemals größer sein als das Übel, das eintreten würde, wenn die Handlung unterbliebe“.

(Korff, W. (1985): Wie kann der Mensch glücken. Perspektiven der Ethik. München/Zürich 1985, S. 277)

(4) Technikbewertung und Zielkonflikte (I)



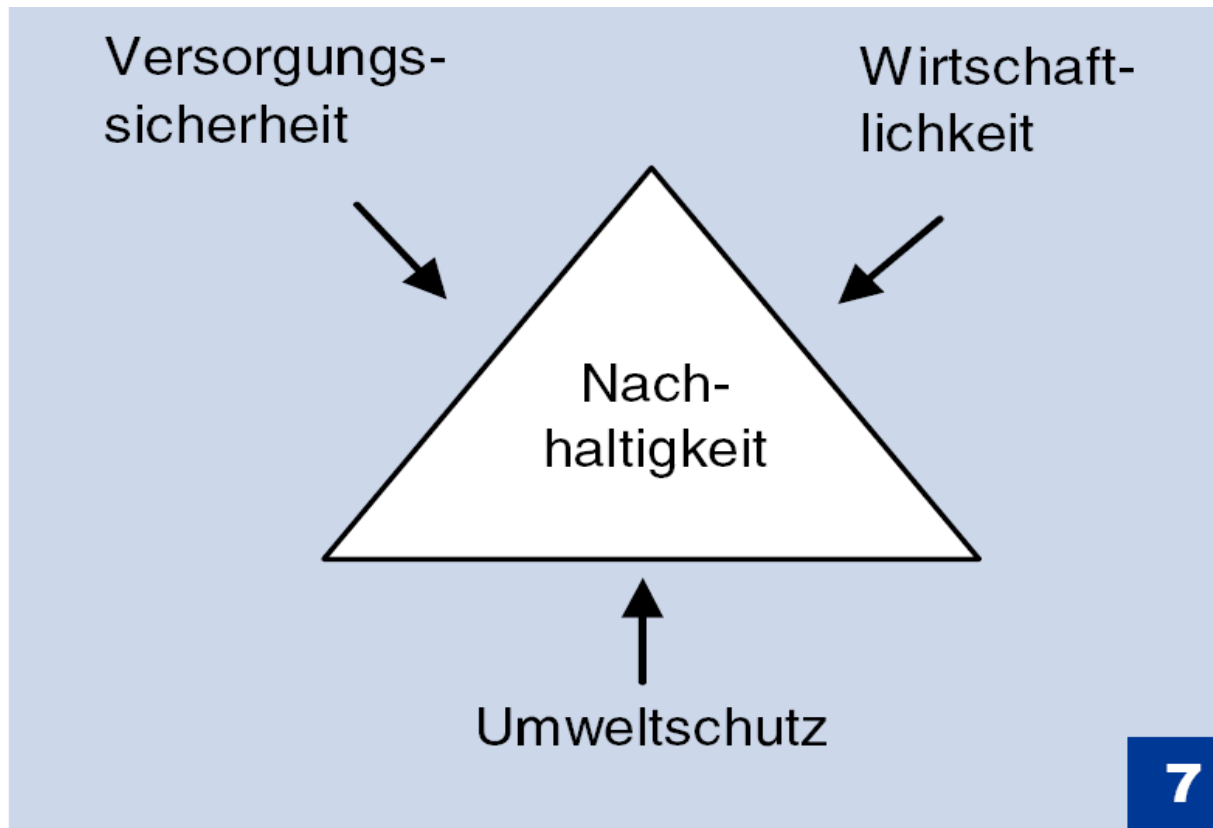
Bedeutsamkeit von

1. Wert-Päferenzen bzw. Wert-Hierarchien
2. Konkurrenzbeziehungen
3. Operationalisierung / Operationalisierbarkeit von Werten

(aus: VDI-Richtlinie 3780, März 1991)

(4) Technikbewertung und Zielkonflikte (IIa)

Zieldreieck der Energiepolitik



7

(aus Auer, J.: Technologie macht Kohle fit für Zeit nach dem Öl. Frankfurt am Main (Deutsche Bank Research) 2007, S. 4)

(4) Technikbewertung und Zielkonflikte (IIb)

1. **Wirtschaftlichkeit:** Versorgungssicherheit + Wettbewerbsfähigkeit;
2. **Langfristigkeit:** Berücksichtigung der zeitlichen Fernfolgen menschlichen Handelns; Folgen „höherer“ Ordnung; keine Folgen mit stark irreversiblen Charakter;
3. **Umweltverträglichkeit:** keine irreversible Schädigung der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit; Gesundheitsrisiken in vertretbarem Verhältnis zum Nutzen; Rücksichtnahme auf ästhetische Bedürfnisse;
4. **Sozialverträglichkeit:** Wohlfahrt (Grundrechtssicherung / Chancen-Gefahren-Verteilung) + Rechtsstaatlichkeit (Zustimmungsfähigkeit von technischen Lösungen)
5. **Verteilungsgerechtigkeit:** Verteilung von Chancen und Gefahren muss zustimmungsfähig durch alle Betroffenen sein.

(nach: Streffer, Chr.; Gethmann, C. F.; Heinloth, K.; Witt, A.; Rumpff, K.: Ethische Probleme einer langfristigen globalen Energieversorgung. Berlin/New York 2005)

(5) Zielkonflikte – Beispiel (Ia)

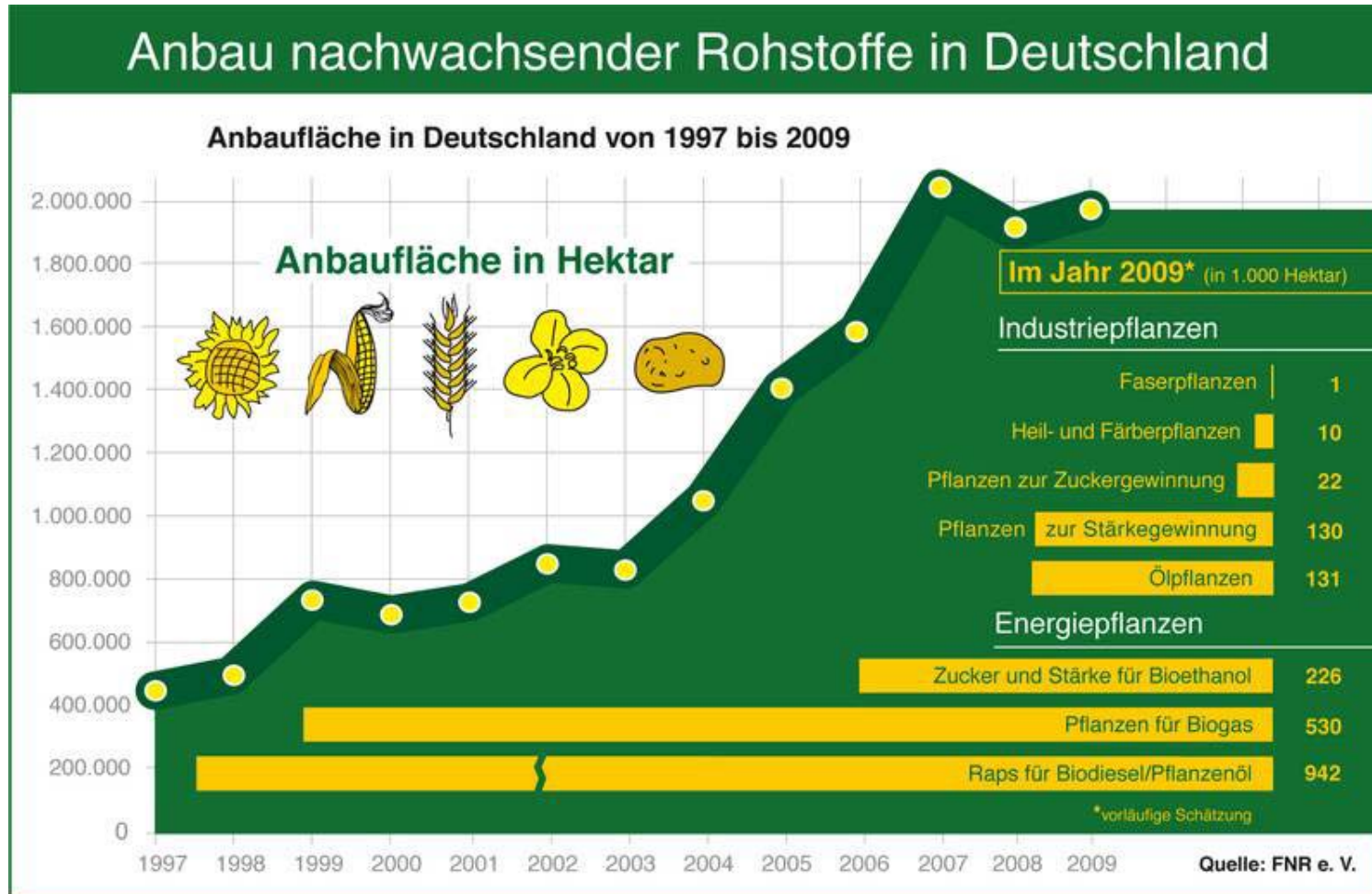
1. Für die Sicherung des Energiebedarfs der Menschheit werden zunehmend regenerative (d. h. erneuerbare bzw. „sich erneuernde“) Energieträger genutzt –

vor allem in Form von

- Sonnenlicht und -wärme,
- Windenergie,
- Wasserkraft,
- Erdwärme und
- *Biomasse*.

Biomasse wird neben der stofflichen Verwertung (z. B. als Nahrungsmittel für Mensch und Tier) quantitativ wie qualitativ immer mehr als fester, flüssiger oder gasförmiger Energieträger zur Erzeugung von Wärme, Strom und (Bio-)Kraftstoff eingesetzt.

(5) Zielkonflikte – Beispiel (Ib)



(Quelle: <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/index.php>)

(5) Zielkonflikte – Beispiel (IIa)

2. In der EU sollen bis zum Jahr 2020 20% des Primärenergiebedarfs durch erneuerbare Energieträger gedeckt werden, um den Ausstoß klimarelevanter Gase und die Abhängigkeit von Importen fossiler Energieträger zu verringern.

Wirtschaftswoche, 26.02.2011: „Biosprit ist klimapolitischer Unfug“:

„Mehr Bio-Benzin hilft dem Weltklima wenig, treibt aber die Nahrungsmittelpreise hoch – der Bundestagsbericht zum Öko-Kraftstoff ist vernichtend.“

(<http://www.wiwo.de/politik-weltwirtschaft/biokraftstoff-ist-klimapolitischer-unfug-458309/>)

Meyer, R.; Rösch, Chr.; Sauter, A.: Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. Endbericht zum TA-Projekt. Berlin (TAB) 2010 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 136)

[Meyer, R.; Grunwald, A.; Rösch, Chr.; Sauter, A.: Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen - Basisanalysen -. Berlin (TAB) 2007 (TAB-Arbeitsbericht Nr. 121)]

(5) Zielkonflikte – Beispiel (IIb)

(a) Ausbau der Energiepflanzennutzung und (Flächen-)Konkurrenzen

Die zukünftige Entwicklung von Nutzungskonkurrenzen zwischen der Energiepflanzenerzeugung auf der einen Seite und der Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie der Erhaltung natürlicher Ökosystemen auf der anderen Seite ist in komplexer Weise von zahlreichen sozioökonomischen Rahmenbedingungen abhängig.

Konkurrenzen

- zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion;
- zu anderen Flächennutzungen wie Siedlung und Verkehr oder Naturschutz;
- zur stofflichen Nutzung (nachwachsender Rohstoffe).

(5) Zielkonflikte – Beispiel (IIc)

(b) umweltverträgliche Energiepflanzenproduktion

Die Energiepflanzennutzung soll zu einer klima- und umweltverträglicheren Gestaltung der Energieversorgung beitragen. Je nach Kulturpflanze, Anbauverfahren und Standort kann der Anbau von Energiepflanzen jedoch auch negative Umweltwirkungen verursachen.

(c) Zertifizierung

Mit der im Juni 2009 in Kraft getretenen EU-Richtlinie müssen bei der Nutzung flüssiger Biokraft- und Biobrennstoffe steigende Mindest-Treibhausgasreduzierungen erreicht und in der EU die Cross-Compliance-Bestimmungen eingehalten werden. Grundsätzlich – und damit auch außerhalb der EU – dürfen die landwirtschaftlichen Rohstoffe nicht auf Flächen anerkannt hohen Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt produziert werden.

(5) Zielkonflikte – Beispiel (IId)

Handlungsoptionen, -perspektiven:

1. Handlungsperspektive: Priorität für Biokraftstoffe beibehalten

Dahinter stehen die Zielsetzungen, die Nutzung nichtfossiler Kraftstoffe auszubauen und damit einen Beitrag des Verkehrsbereiches zur Reduktion von Klimagasemissionen zu leisten sowie eine höhere Versorgungssicherheit zu erreichen.

2. Handlungsperspektive: Priorität auf Strom- und Wärmeerzeugung aus Energiepflanzen verschieben

Die Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung weist derzeit und auf absehbare Zeit die besseren Einsparpotenziale bei den Treibhausgasemissionen auf.

3. Handlungsperspektive: Auf die Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe umsteuern

4. Handlungsperspektive: Bioenergieträger importieren

6 Fazit (I)

(1) Die „technische Zivilisation“ benötigt neben *Verfügungswissen* (vor allem durch die Natur- und Technikwissenschaften erzeugt) auch *Orientierungswissen* (vor allem seitens (praktischer) Philosophie und Theologie bereitgestellt).

Menschliches Handeln und Entscheiden basiert auf *Rationalität* und *Emotionalität*.

Bedeutung der *Kommunikation* von Chancen und Gefahren (Medien!).

„Untugend“ des Nicht-Wissens / „Untugend“ des Zuviel-Wissens



Haben wir das W., das wir brauchen? / Brauchen wir das W., das wir haben?

Was zu komplex ist, ist (oft) nutzlos! / Was zu einfach ist, ist (meistens) falsch.

Evidenzbasierung: Was wissen wir? Was wissen wir nicht? Welches sind die Ziele und Bewertungskriterien? Welches sind (mögliche) Alternativen? ...

6 Fazit (II)

(2) *Handeln unter Nicht-Wissen*

Ursachen für Unsicherheit / nicht ausreichende Sicherheit / Katastrophen:

- (a) Art und die Qualität des verfügbaren Wissens;
- (b) Genese bzw. Gewinnung dieses Wissens;
- (c) Entwurfsprozess technischer (Sach-)Systeme;
- (d) Nutzungs-/Gebrauchsprozess technischer (Sach-)Systeme.

„vollkommenes“ Wissen (Bereich der Faktizität)

„unvollkommenes“ Wissen (Bereich der Hypothesizität)

„Nicht-Wissen“ (Bereich des „Nicht-Gewussten“: noch nicht-wissen, nicht-wissen-können; ...)

Schwierigkeiten bei der Erlangung „vollkommenen“ Wissens:

- Vollständigkeit;
- Datengrundlage;
- Mehrfachausfälle gleicher Ursache („Common-Mode“-Ausfälle);
- Modellierung von Ereignisabläufen;
- menschlicher Einfluss;
- subjektive Annahmen.

6 Fazit (III)

(3) *Options-Vielfalt erhalten*

[Zusammenhang zur Nachhaltigkeitsdebatte: „Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft“]

- Maximen:

Handeln muss möglich bleiben (d.h. auch: Folgen bedenken).

Handeln muss möglich sein (d.h. auch: Gerechtigkeit, Partizipation).

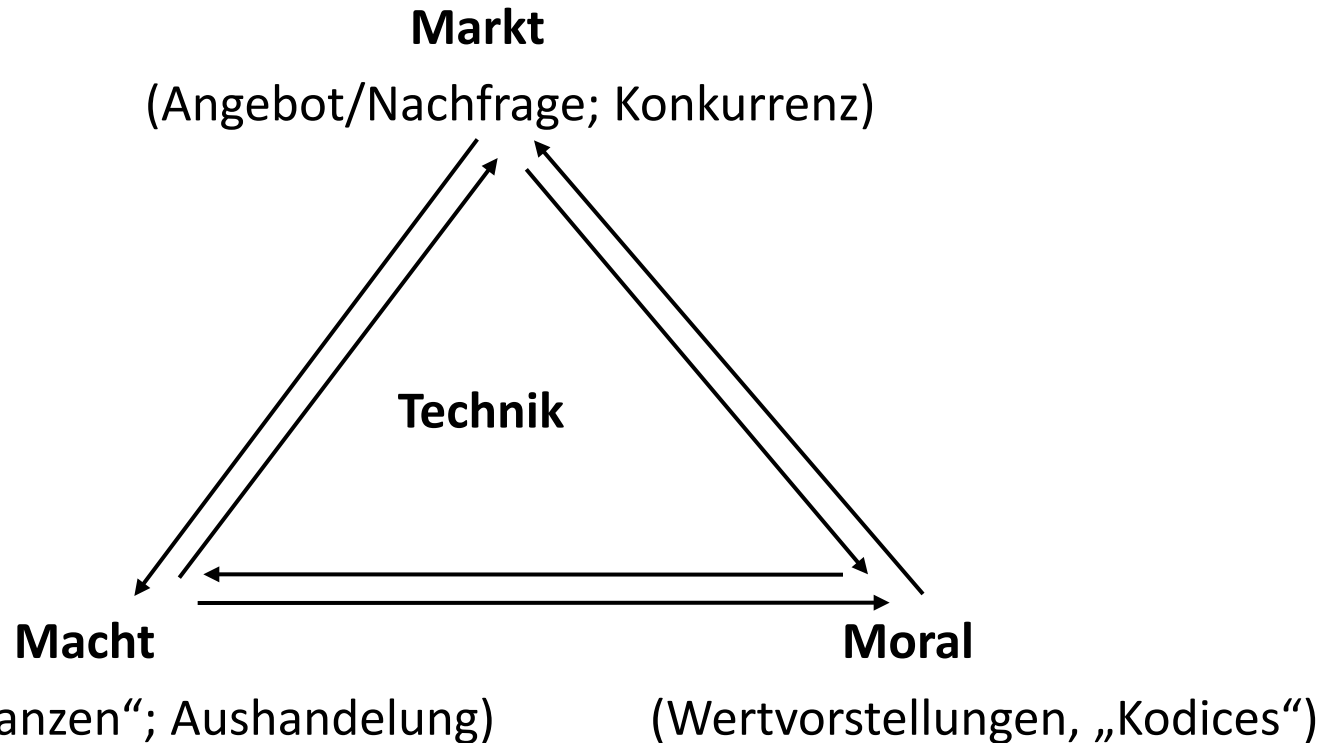
Handeln muss denkbar sein (d.h. auch: Entscheidungsfähigkeit, Alternativen).

(Th. Schärfl, Augsburg)

- Kompetenzen erhalten bzw. (neu) ausprägen (z.B. im KKW-Bereich)

6 Fazit (IV)

(4)



Technik entwickelt sich zwischen bzw. in Markt, Macht und Moral –
durch Konkurrenz und Kooperation.

(5)

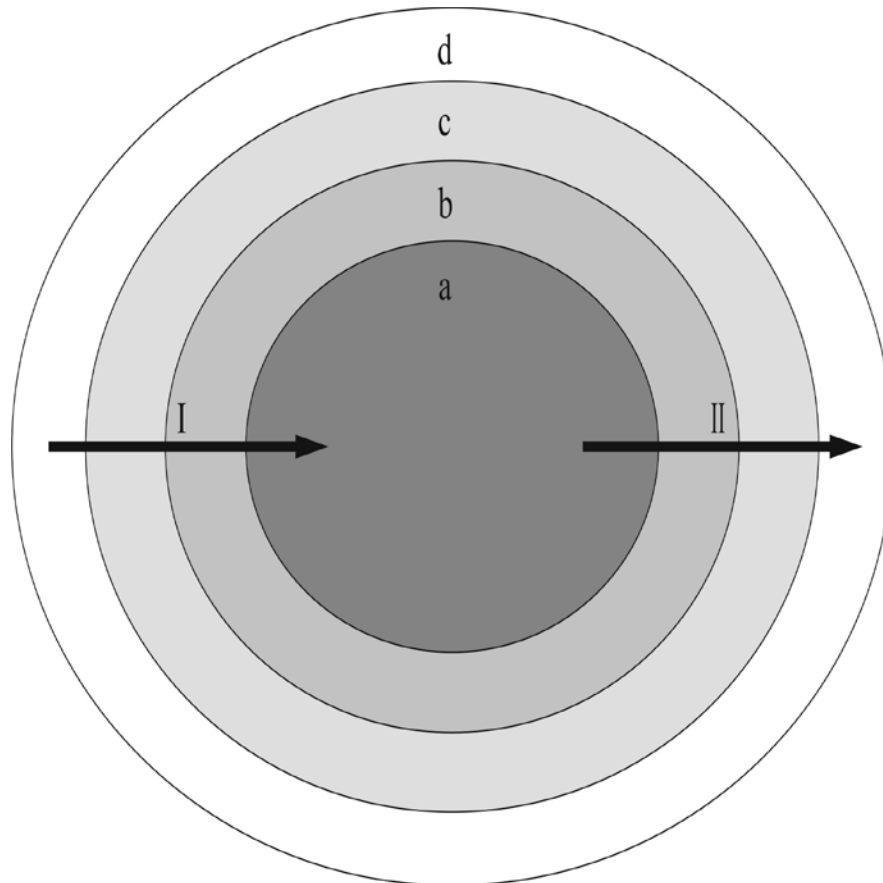
Fazit (V)



nach: Hirschberg, St.; Strupczewski, A.: Comparison of Accident Risks in Different Energy Systems: How Acceptable? In: IAEA Bulletin, No. 41/1 (January, 1999), pp. 25-30

6 Fazit (VIa)

(6) *Sicherheitskultur*



- a technisches Sachsystem (als „Kern“)
- b technisch-organisatorische Ebene
- c rechtliche, ökonomische Ebene
- d soziale, kulturelle Ebene

- I Sozialkonstruktivismus
- II Technischer Determinismus („Sachzwang“)

6 Fazit (VIb)

- „Sicherheitskultur umfasst diejenigen Eigenschaften und Grundhaltungen in Organisationen und Personen, die dazu führen, dass Angelegenheiten, welchen die [...] Sicherheit der Anlage betreffen, mit vorrangiger Priorität ihrer Bedeutung entsprechend beachtet werden“.
(zit. nach Swiss Re: Safety Culture – a Reflection of Risk Awareness. Zürich (Swiss Reinsurance Company) 1998, p. 18; Klammern – G.B.)
- Technik, „transfer“:
intrakulturell: Produzent \Rightarrow Nutzer
interkulturell: Land 1 \Rightarrow Land 2
- Sicherheitskultur besitzt eine
mehr „theoretische“ Ebene (vor allem in Form von Anweisungen, Regeln, Vorschriften, Statements, Codes usw.);
mehr „praktische“ Ebene (als gelebte und praktizierte Sicherheitskultur).
- Operationalisierung / Indikatoren??