

Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Was kostet die Kernenergie?

Von den „wahren“ Kosten der Kernenergie -
Gibt es sie? Lassen sie sich bestimmen?
Wovon hängen sie ab?

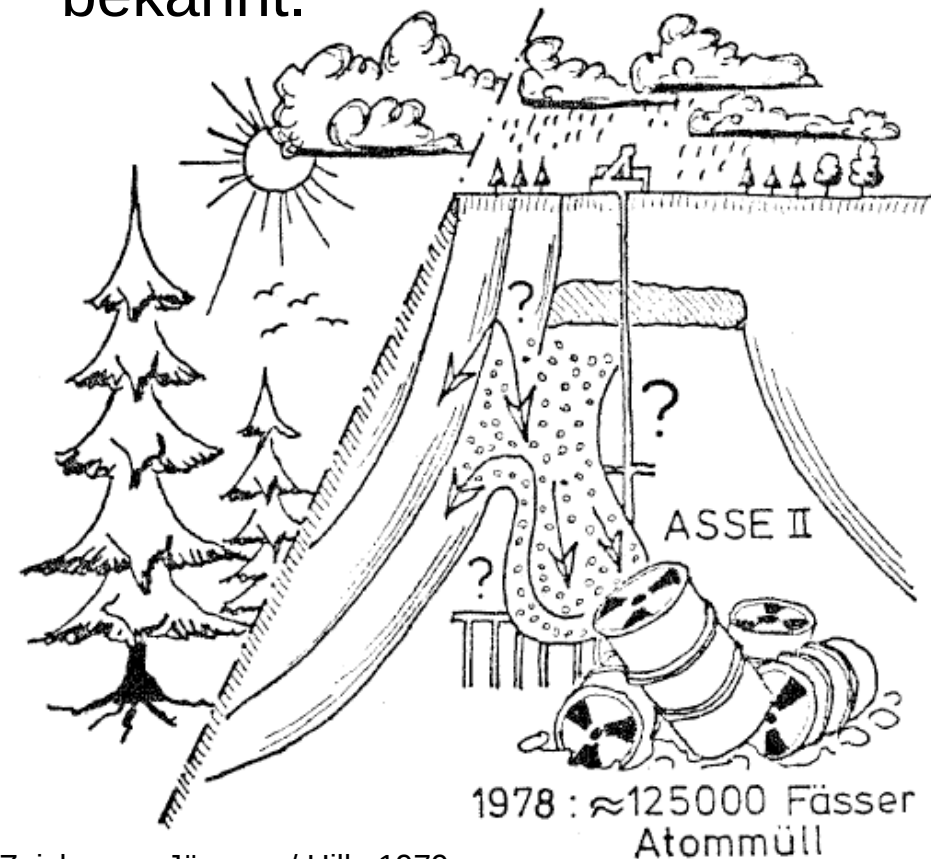
Präsentation bei der
SES-Fachtagung
**Neue Atomkraftwerke in der Schweiz:
Fehlinvestition oder Goldesel?**
Zürich, 12. September 2008

Dr. Wolfgang Irrek
Stellvertretender Leiter der
Forschungsgruppe
Energie-, Verkehrs- und
Klimapolitik



Foto: <http://de.wikipedia.org>

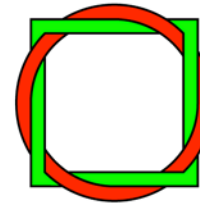
Die „wahren“ Kosten sind erst Dutzende oder Hunderte oder gar Tausende von Jahren nach Stilllegung und Rückbau einer kerntechnischen Anlage bekannt.



Zeichnung: Jürgens / Hille 1979

Anwendungsorientierte Nachhaltigkeitsforschung am Wuppertal Institut

- Ehem. Präsident: Prof. Dr. Peter Henricke
(April 2003 - Januar 2008)
- Vizepräsident: Dr. Manfred Fishedick
- Gründung: 1991 unter der Leitung von
Prof. Dr. Ernst Ulrich von Weizsäcker
- Rechtsform: GmbH, Non-Profit-Organisation
- Eigentümer: Land Nordrhein-Westfalen
- Personal: >140 Beschäftigte, multidisziplinär
- Projekte: 80 - 100 Projekte pro Jahr
- Budget 2007:
2,3 Millionen Euro Landesförderung (mit
abnehmender Tendenz)
und
rd. 8,0 Millionen Euro von Drittmittelgebern
(von UN, EU, Ministerien, Wirtschaft)



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH



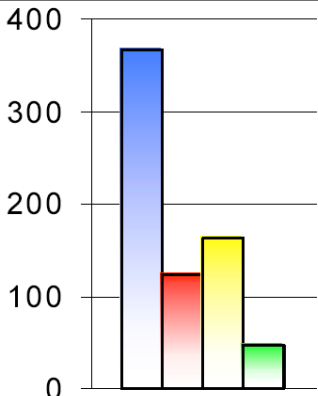
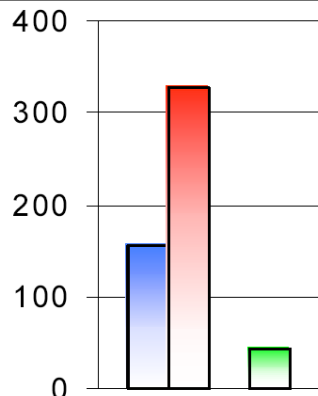
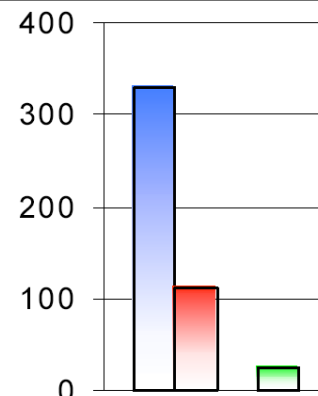
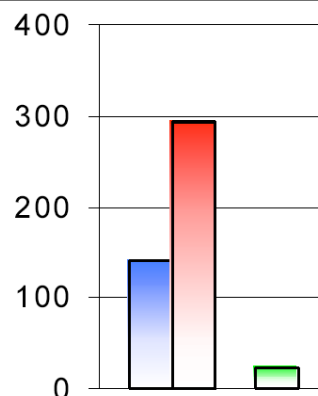
Überblick

- Quellen für Kostenangaben
- Kostenarten
- Kostenhöhen
- Einflussfaktoren auf Kostenhöhen
- Kosten- und Finanzierungsrisiken
- Zusammenfassende Sensitivitätsüberlegungen

Quellen für öffentlich zugängliche Kostenangaben: Asymmetrische Informationslage

- Auswertung Geschäftsberichte:
Unterschied Kostenrechnung und GuV / Bilanz auf
Einzelgesellschafts- und Konzernebene
- Publiizierte Ergebnisse von Modellrechnungen /
Kostenschätzungen
 - Hersteller und Zulieferer
 - Betreiber
 - Consultants
 - Forschung
- Weitergehende Detailinformationen / Empirie

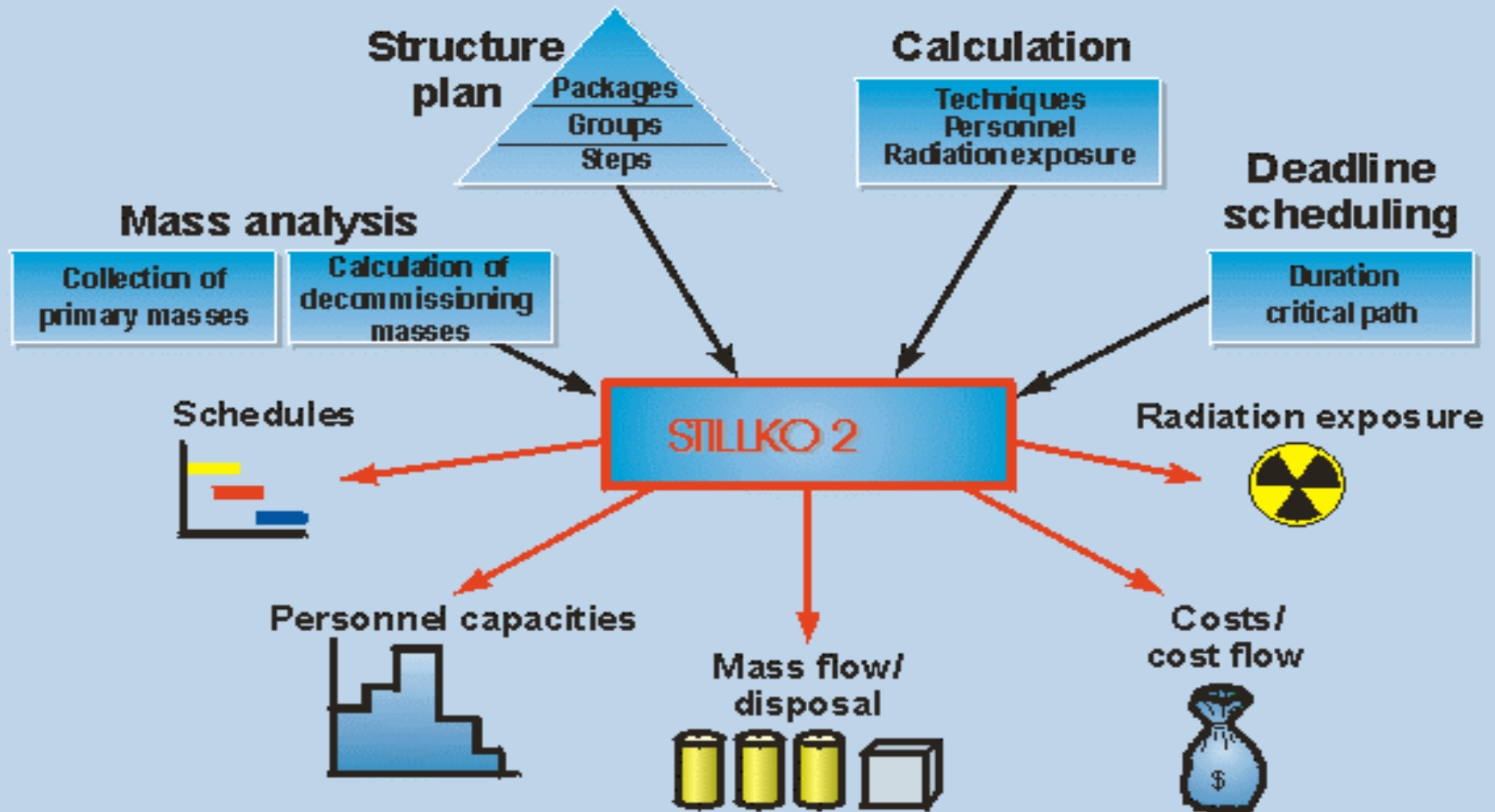
Beispiel für eine empirische Untersuchung: Arbeitsplätze in Würgassen KWW 1994 / 2001

		Arbeitsplätze, die vom KKW abhängen		Beschäftigte mit Wohnort im Umkreis von 20 km	
		Leistungsbetrieb (1994)	Rückbau, Jahr 5 (2001)	Leistungsbetrieb (1994)	Rückbau, Jahr 5 (2001)
Eigenpersonal					
Fremdpersonal o. R.					
Fremdpersonal Revision					
sonstige Aufträge					
Summe direkte Arbeitsplätze		700	530	466	456
Summe indirekt abhängig Arbeitsplätze		700 ¹⁾	530 ¹⁾	308 ²⁾	301 ²⁾
Summe		1.400	1.060	774	757

2) Faktor = 0,66

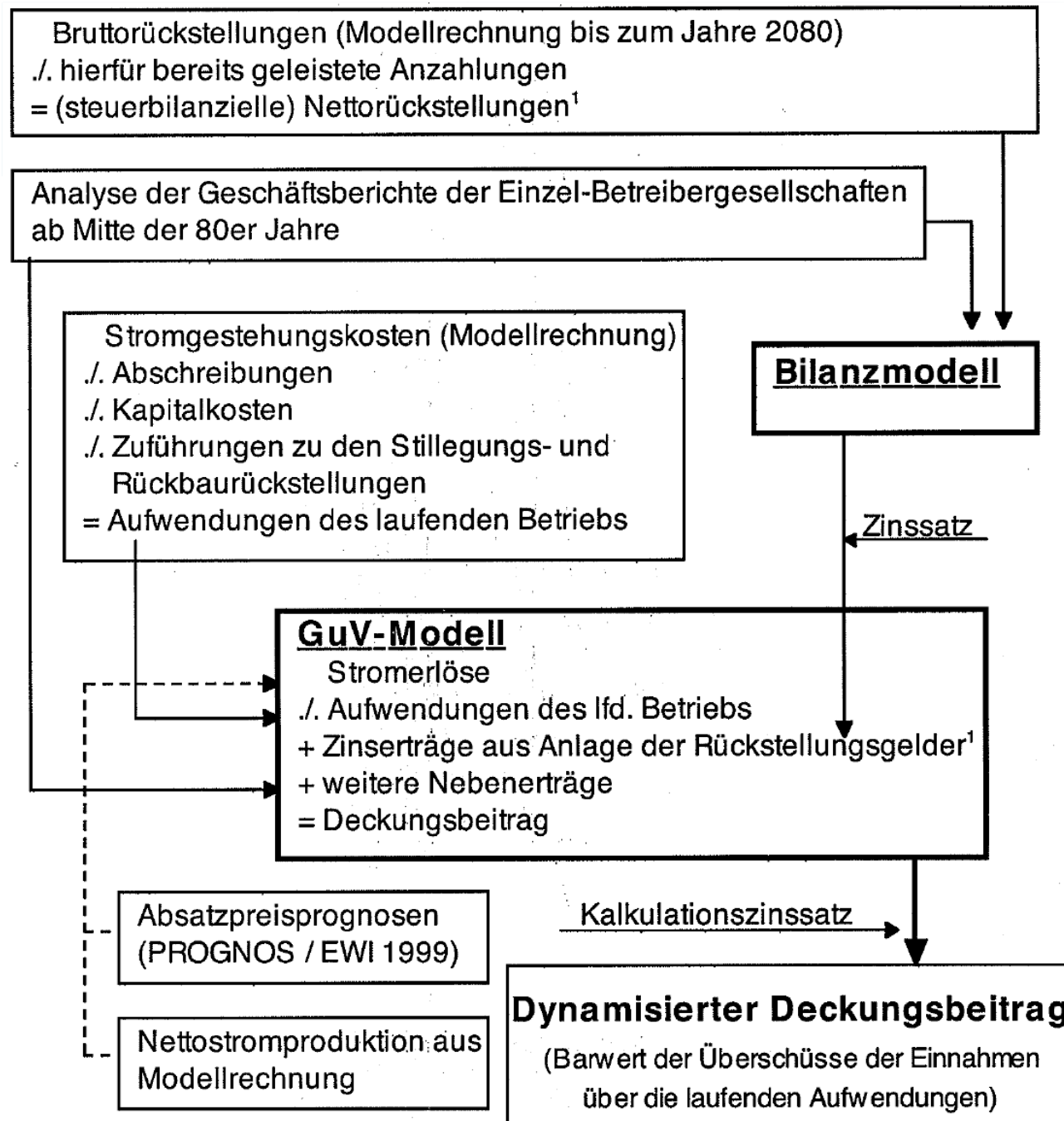
12. September 2008	Irrek: Von den „wahren“ Kosten der Kernenergie, Zürich	5	Wuppertal Institut
--------------------	--	---	---------------------------

Beispiel für eine Modellrechnung: STILKO 2 der NIS Ingenieurgesellschaft mbH



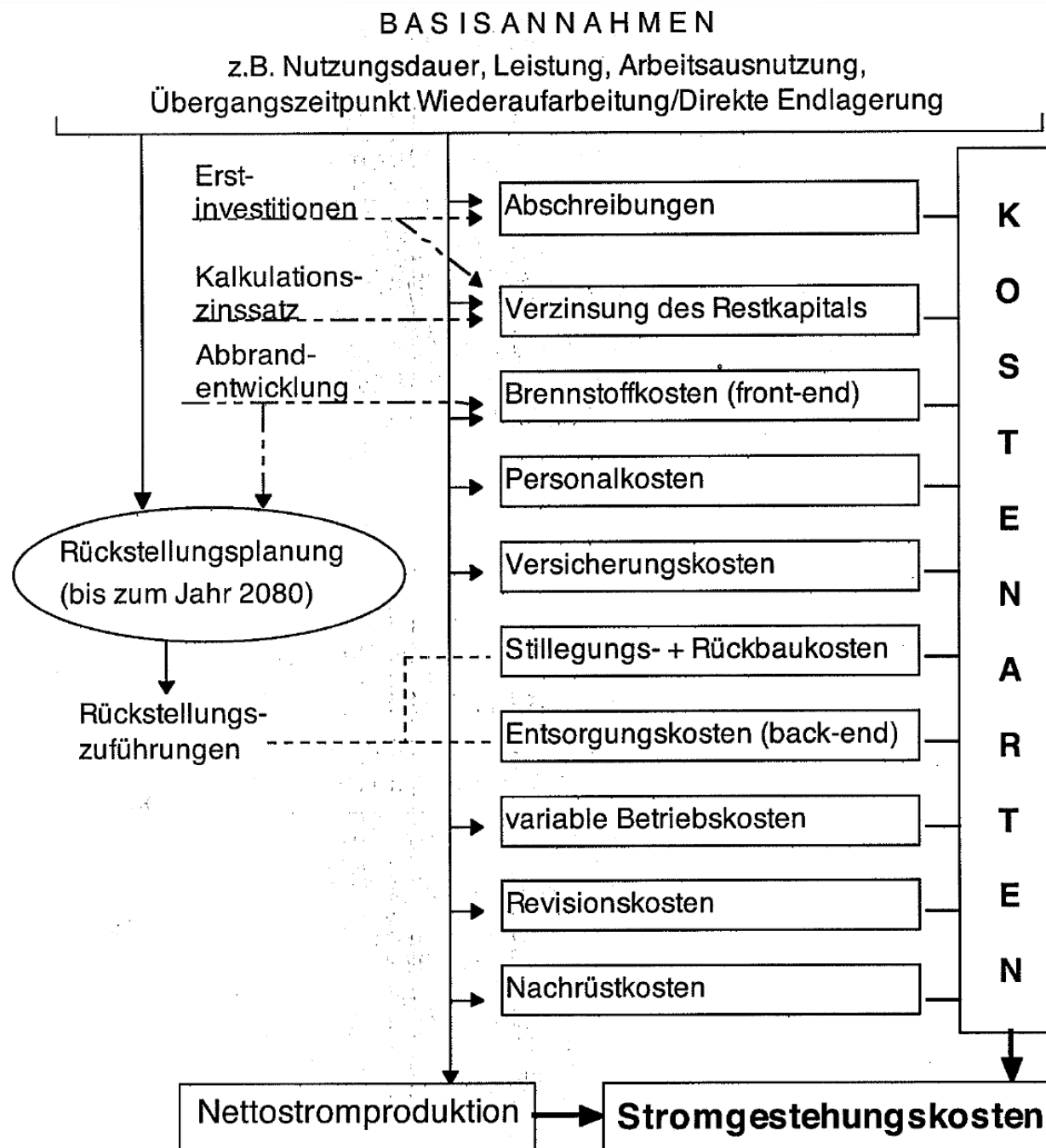
Quelle: NIS Ingenieurgesellschaft mbH

Kombination
dynamisierte
Deckungsbeitrags-
Modellrechnung mit
GuV-Auswertung:
**Kosten (inkl.
Finanzierung)
und Erträge**



Kostenarten

Kostenarten in Modellrechnung von Wuppertal Institut / Öko-Institut 2000 im Auftrag des BMU für deutsche kommerzielle KKW („Kernkraftwerks-scharfe Analyse“)



„Overnight“-Investitionskosten und ihre Unterschätzung

Beispiele regelmäßiger Unterschätzung durch Hersteller / Betreiber:

Kerntechnische Anlage (Baubeginn)	Ursprüngliche Kostenschätzung	Tatsächliche Kosten	Kostensteigerung
75 in Betrieb befindl. US-Reaktoren	45 Mrd. US-\$	145 Mrd. US-\$ (Thomas, Bradford, Froggatt, Milborrow 2007)	+323,5%
Tarapur III und IV, Indien (Erstkritikalität 2006)	2.428 Rs Crores	6.200 Rs Crores (Ramana et al. 2005)	+255%
Temelin, Tschechische Republik (1987)	20 Mrd. CZK (1981)	99 Mrd. CZK (IEA 2001 für 1998)	+495%
Sizewell B, UK (1987)	1.691 Mio. £	3.700 Mio. £ (House of Commons 1990)	+219%
EPR OL 3 Olkiluoto, Finnland (2003)	3,2 Mrd. Euro	4,5 Mrd. Euro bisher (Handelsblatt, 01.09.2008) (inkl. 10% „penalty clause“?)	min. +41%

„Overnight“-Investitionskosten vs. Abschreibungen + Verzinsung inkl. Bauphase

- Wurden Zinsen und Schadensersatzzahlungen während der **Bauphase** berücksichtigt?
- **Zinssatz** für Verzinsung des eingesetzten Kapitals?
 - PROGNOS 2008: 2,5% als gesamtwirtschaftlicher Kalkulationszins
 - UK Government: 10%
 - RWE-Return on Capital Employed (ROCE)-Ziel 2006: 14%
- Angenommene **Nutzungsdauer** und **Arbeitsausnutzung** bei **spezifischen Kostenangaben**?

Sind 60 Jahre und 7.600 Stunden für den EPR realistisch (PROGNOS 2008)?
- **UK-Berechnungsbeispiel**

(Thomas, Bradford, Froggatt, Milborrow 2007):
91,2 CHF/MWh mit 10% Verzinsung
128 CHF/MWh mit 15% Verzinsung

Brennstoffkosten (Front-end): Uranpreis hat nur geringen Einfluss auf Gesamtkosten

PROGNOS 2008:

- 5,8 CHF₂₀₀₇/MWh_{el} bei Uranpreis von 90 US-\$/kg und Gesamtkosten von 48 CHF₂₀₀₇/MWh_{el}:
Gesamtkostenanteil Brennstoff: 12%; **Kostenanteil Uran: 5%**

Uranpreis [US-\$/kg]	Brennstoffkosten gemäß PROGNOS 2008 [CHF ₂₀₀₇ /MWh _{el}]	Veränderung Gesamtkosten (Brennstoffkosten)
136 (+51%) (Juni 2007)	7,1	+2,7% (+23%)
59 (-35%) (Juni 2008)	4,9	-1,8% (-15%)

Kerntechnische Anlagen sind unterversichert - Das Risiko trägt die Allgemeinheit

- Haftpflichtprämie Deutschland (Harbrücker 2007): **0,13 CHF/MWh**
- Grob geschätzte komplette Internalisierung der Kosten eines GAU auf Basis verschiedener Studien zu externen Kosten der Kernenergie (Schmidt 2003): **80 CHF/MWh** (EDF-Kraftwerk)



Nachrüstkosten: Nicht wirklich abschätzbar

- **Technische Risiken:** Risse im Kernmantel haben in Würgassen 1994 zur Stilllegung aus wirtschaftlichen Gründen geführt
- **Politische / regulatorische Risiken:** Nachrüstbedarf entsprechend Entwicklung „Stand der Technik“
 - Beispiel Biblis A: ca. 500 Mio. Euro Nachrüstung
 - PROGROS 2008: 300 - 1.300 CHF/kW
(Referenz: 840 CHF/kW $\approx$ ca. 1,8 CHF/MWh_{el})
 - Wuppertal Institut / Öko-Institut 2000 (bestehende KKW):
durchschnittlich ca. 3,6 CHF/MWh_{el}

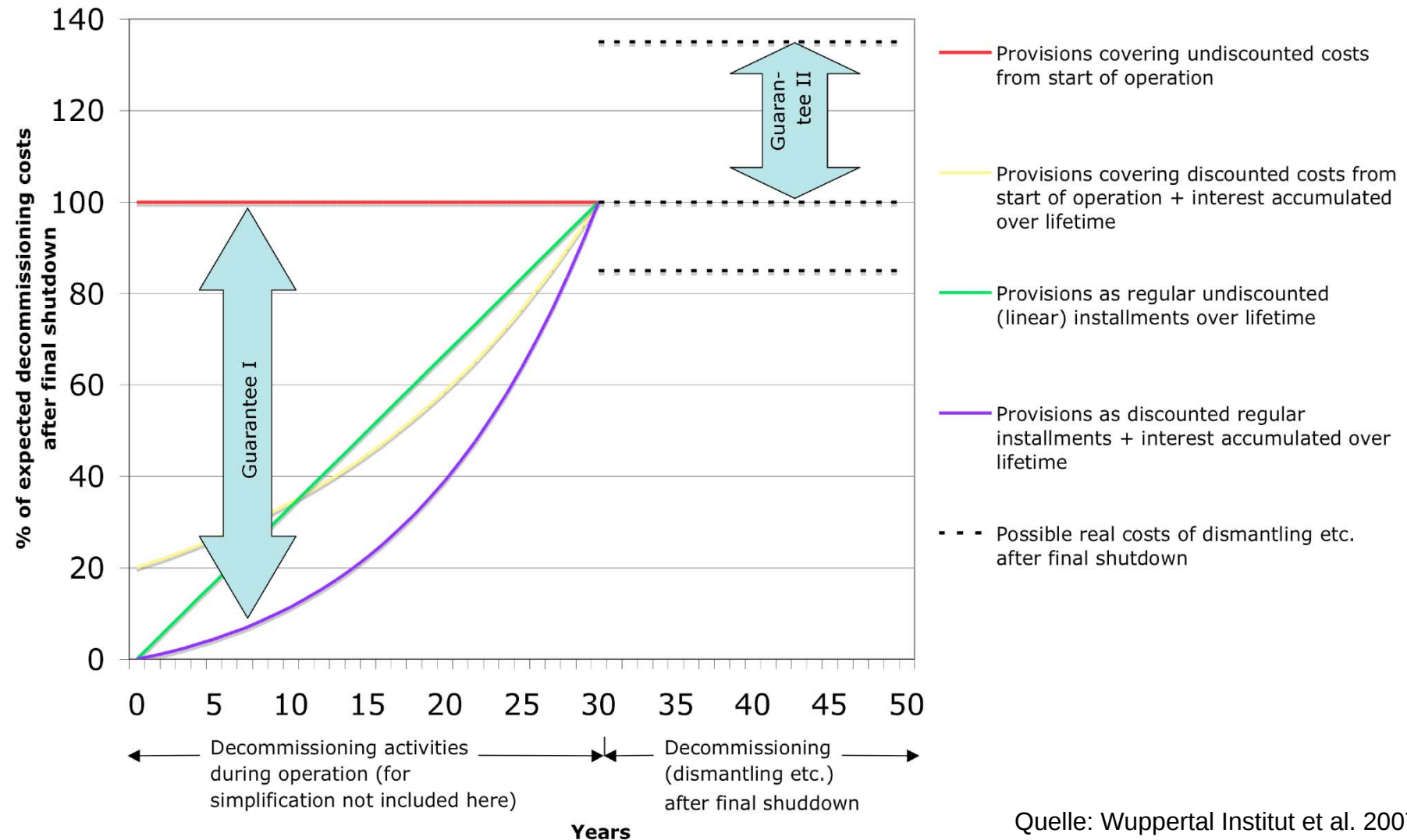
Sonstige Betriebskosten für Wartung, Instandhaltung, Revision, etc.

- Tendenziell Unterschätzung der **Revisionsdauern** in Kostenschätzungen von Herstellern
- **Fixe Betriebskosten** nach **PROGNOS 2008**:
62 - 145 CHF/(kW*a)
(Referenz: 100 CHF/(kW*a) $\approx$ ca. 13 CHF/MWh_{el})
- **Wuppertal Institut / Öko-Institut 2000** (bestehende KKW):
65 CHF/(kW*a) $\approx$ ca. 8,6 CHF/MWh_{el} leistungsabhängige
+ ca. 1,2 CHF/MWh_{el} variable Betriebskosten
 $\approx$ ca. 9,8 CHF/MWh_{el}

Das unsichere Back-End: Stilllegungs-, Rückbau- und Entsorgungskosten

- Unterschiedliche Entsorgungswege (direkte Endlagerung; Wiederaufbereitung)
- Keine Praxiserfahrungen mit Konditionierung und Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle
- Wenig Erfahrungen mit Stilllegung und Rückbau
- Kostenschätzungen sehr unterschiedlich in Europa und weltweit
- Abdiskontierung zukünftiger Kosten lässt Kosten in CHF/MWh_{el} gering erscheinen:
 - Zinssatz und Abdiskontierungszeitraum haben großen Einfluss
 - Garantien bei vorzeitiger Stilllegung oder Kostenunterschätzung?
 - Reichen Zuführungen und Nachschusspflicht bei den Schweizer Fonds aus?

Können die Schweizer Stilllegungs- und Entsorgungsfonds noch von Schweden lernen?



Quelle: Wuppertal Institut et al. 2007

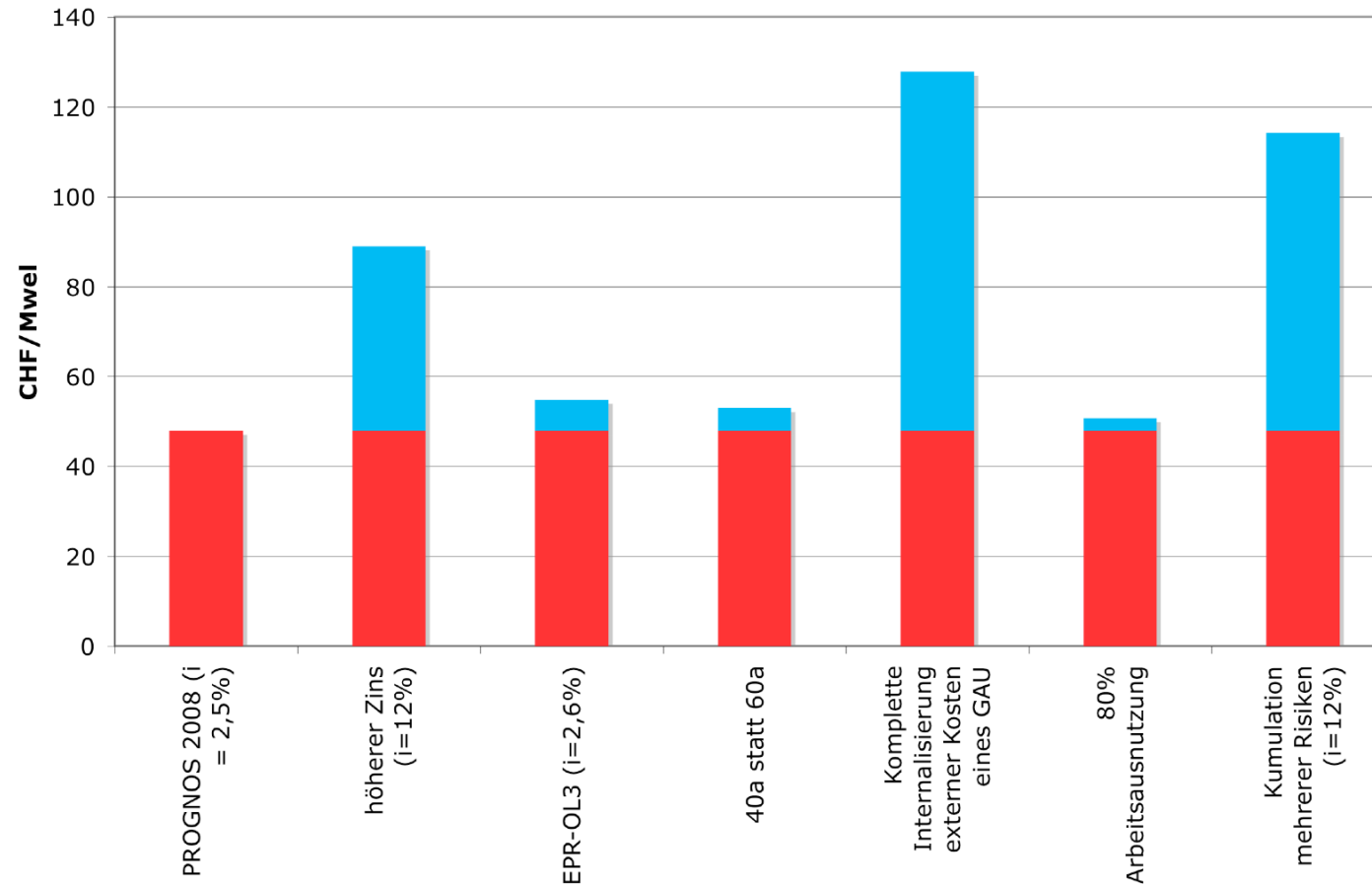
Politisch-administrative Einflussfaktoren: Explizite und implizite Begünstigung über die gesamte Prozesskette I

- Direkte staatliche Ausgaben, vor allem für F&E:
 - EURATOM: 83 Mrd. CHF 1974 - 1998 Hilfszuwendungen und F&E (DNR 2003); about 640 Mrd. CHF gesamte Fördermittel seit 1957 (Eurosolar 2006)
 - Deutschland: bislang 72,3 Mrd. CHF Bundesausgaben seit 1956 + Länderausgaben (Diekmann/Horn, DIW, 2007)
- Begünstigte Kredite, Kreditgarantien, Umschuldungen:
 - EURATOM-Kredite: 4,8 Mrd. CHF 1974 - 1998
 - USA: Bundesbürgschaft für bis zu 80% der Projektkosten
 - EPR OL3: Bürgschaften Frankreichs (650 Mio. Euro) und Schwedens (110 Mio. Euro); Kredit zu 2,6% über 1,95 Mrd. Euro von Bayerischer Landesbank u.a.
- Niedrige Renditeanforderungen bei staatlichen Unternehmen
- Staatliche Unterstützung im Falle von „stranded investments“:
z.B. British Energy
- Sicherheitsanforderungen: Welches Restrisiko wird akzeptiert?
Und wie werden Sicherheitsanforderungen umgesetzt?

Politisch-administrative Einflussfaktoren: Explizite und implizite Begünstigung über die gesamte Prozesskette II

- **Haftpflicht und ihre faktische Begrenzung:**
0,13 CHF/MWh in Deutschland (Harbrücker 2007) heute vs.
80 CHF/MWh bei kompletter privater Versicherung eines typischen EDF-Kraftwerks
gemäß Schmidt 2003 (Öko-Institut)
- **Prozedere der Finanzierung von Stilllegung, Rückbau und Entsorgung:**
 - Verursacherprinzip realisiert oder „Cap“ auf vom Betreiber zu tragende Kosten?
 - Verursacherprinzip umsetzbar (Garantien)?
 - Verfügbarkeit über rückgestellte Beträge?
- **Entsorgungs-, Konditionierungs- und Endlagerungskonzept:**
Adäquate Sicherheitsanforderungen?
- **Steuervergünstigungen, niedrige Verwaltungsgebühren, Infrastrukturelle Unterstützung, etc.:**
Steuervergünstigungen in den USA gemäß EPACT 2005:
bis zu ca. 22 CHF/MWh bzw. ca. 150 CHF/GW

Zusammenfassende Sensitivitätsüberlegungen: Was sind mögliche Kosten eines neuen KKW?



Quelle:
Wuppertal Institut
u. a. auf Basis
PROGNOS 2008

[Überblick über existierende Kostenschätzungen nach Thomas, Bradford, Froggatt, Milborrow 2007: **29 - 122 CHF/MWh_{el}**]

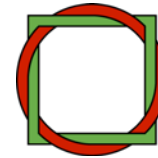
Fazit

- Ursprüngliche Herstellerangaben **unterschätzen** i. d. R. die tatsächlichen Kosten kerntechnischer Anlagen, auch bei neueren Anlagen (z.B. EPR)
- Neben den im „Normalfall“ erwarteten Aufwandshöhen (CHF/MWh) sind für Investitions- und Finanzierungsentscheidungen auch **Kosten- und Finanzierungsrisiken** zu beachten: diese sind prinzipiell **hoch**
- Wirtschaftliche Risiken sind bei der **Generation III/III+** nicht überwunden: warum sollten sie bei Generation IV überwunden werden können?
- **Vielfältige Einflüsse** auf Kostenhöhen und Kostenrisiken: **Politisch-administrative Rahmenbedingungen** haben größten Einfluss
- **Hersteller und Betreiber** haben großes Interesse an Reduktion der wirtschaftlichen Risiken und Kostenübernahme durch die Politik
- **Wirtschaftlich und finanzierbar sind neue Kernkraftwerke nur mit impliziter oder expliziter staatlicher Begünstigung**

Unter Berücksichtigung der “wahren” Kosten ist die Kernenergie einer der teuersten Energieträger

**“If governments do not
facilitate the investment,
I don’t think nuclear will fly.”**

Fatih Birol, Chief Economist, OECD International Energy
Agency, in: The Economist, 9 November 2006



Wuppertal Institut
für Klima, Umwelt, Energie
GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Weitere Informationen
finden Sie auf unserer
Website:

www.wupperinst.org