



AUSTRIAN ENERGY AGENCY



Zukunftsfähigkeit der Nuklearenergie: Energiebilanz und CO₂-Emissionen über den Lebenszyklus

Präsentation der Ergebnisse des Projektes
„Energiebilanz der Nuklearindustrie“

3. Wiener Nuklearsymposium, 14. Sept. 2012

Andrea Wallner – Österreichisches Ökologie-Institut





Rahmenbedingungen

- **Projektname**
Energiebilanz der Nuklearindustrie über den Lebenszyklus – ein Argumentarium über die Entwicklung der Kernenergie
- **Projektteam**
 - Österreichisches Ökologie-Institut: Andrea Wallner, Antonia Wenisch
 - Österreichische Energieagentur: Stephan Renner, Martin Baumann
- **Förderung**
 - **Neue Energien 2020**
 - 2. Ausschreibung, GLF
 - Laufzeit:
1. Mai 2009 – 28. Feb. 2011
 - **Wiener Umweltschutz**
 - Erweiterung um das Thema
„Reichweite der Uranressourcen“



Das Projekt wird aus Mitteln der Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms "Neue Energien 2020" als Grundlagenforschung durchgeführt. Das Projekt wurde durch eine Zusatzförderung der Wiener Umweltschutz um das Thema Uranressourcen erweitert.



Einflussfaktoren auf die Zukunftsfähigkeit der Kernenergie

- Versorgungssicherheit
- Unfall- und Proliferationsrisiko
- Lagerung von hochradioaktiven Abfällen
- Kosten
- ...
- Diese Präsentation:
 - CO₂-Emissionen
 - Energieoutput (Energiebilanz)
 - Reichweite der Uranressourcen



Hintergrund: Zukunftsfähigkeit bzgl. Treibhausgasemissionen

- **Kernenergie als Klimaretter?**
 - Kernenergie als THG-arme Technologie?
- **Treibhausgasemissionen**
 - Große Bandbreite der Ergebnisse der Literatur:
2 - 288 g CO₂/kWh
 - Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus nötig
 - Ergebnis des Projektes: realistische Bandbreite



Hintergrund: Zukunftsfähigkeit bzgl. Energiebilanz

- **Energiebilanzierung**
 - E-Input vs. E-Output der nuklearen Prozesskette
- **Energieintensität:**
 - Energieinput/Energieoutput
 - Ab 100 % kein Energieüberschuss mehr
 - Bandbreite der Literatur: 1,7 – 108 %
 - Wesentlicher Einflussfaktor: Uranerzgehalt
 - Wird lt. Prognosen in Zukunft sinken
 - Ab wann kein Energieüberschuss mehr? (E-Intensität 100%)
 - Ergebnisse des Projektes:
 - Realistische Bandbreite der Energieintensität
 - Einfluss des Erzgehaltes



Methodik: Energiebilanz

- CO₂-Emissionen und Energieintensität über Energiebilanz errechnet (E-Input vs. E-Output der nuklearen Prozesskette)
- In Excel-Modell (EBN = Energiebilanz Nuklear Modell)
- Hpts. eigene Bottom-Up Berechnungen
- Berücksichtigt:
 - Direkte Energie (elektrisch und thermisch)
 - Indirekte Energie (Materialien)

Prozesse Untertagbau	
Abbau	Bohren
	Sprengen
	Verladen
	Minenerrichtung
	Minen Clean-Up
Zerkleinerung	Brechen
	Grobmahlen
	Feinmahlen
	Anlagenbau
Laugen	Prozesschemikalien
	Anlagenbau
Transport	innerhalb der Mine
	Prozesschemikalien
	zwischen den Prozessorten
	zur Konversion



Methodik: Szenarien

○ Szenarien

- Versch. Anreicherungstechnologien (Zentrifuge: 60 – 100%)
- Andere Reaktorparameter (Lebensdauer: 30 – 60 Jahre)
- Uranabbau:
 - Mix verschiedener Abbauarten
 - Abbautiefen (140 – 175 m Obertagbau (Ranger AU); 440 – 550 Mc. Arthur CN)
 - Erzgehalte (0,02 – 20% Erzgehalt; Average 0,1%; – vgl.: drs. 0,05 – 0,15% weltweit)

○ Sensitivität

- Abbautiefe
- Erzgehalt
- Transportdistanzen
- Fahrzeugeffizienzen



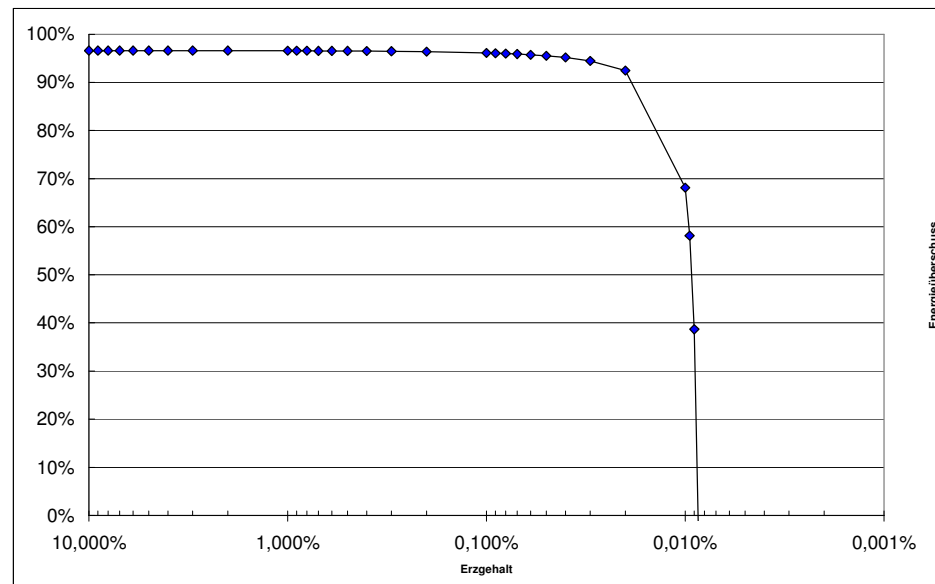
Ergebnisse: Sensitivität

- Sensitivität auf folgende Parameter wurde untersucht (+/- 20% der P.)
 - Minentiefe
 - Transportdistanzen
 - Fahrzeugeffizienz
 - Maschineneffizienz
 - B Faktor der Leaching Yield Kurve
- Änderungen des Erzgehaltes und der Abbautiefen bes. bei Szenarien mit niedrigen Erzgehalten großen Einfluss
- Transportdistanzen untergeordneter Einfluss

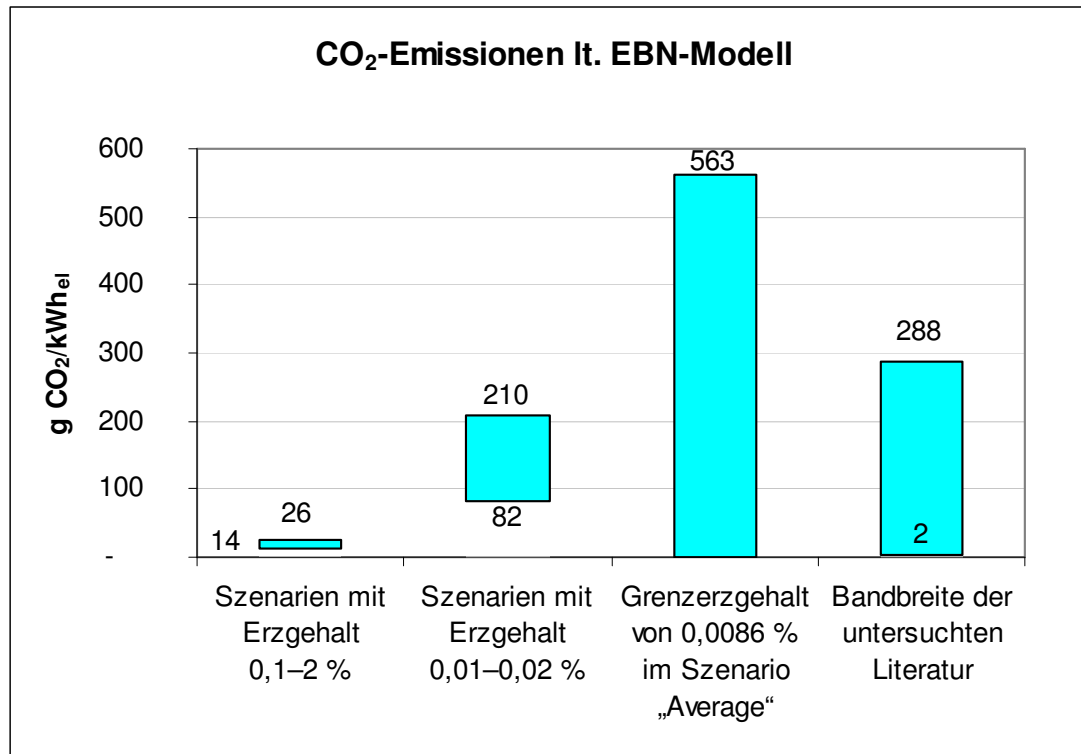


Grenzerzgehalt

- **Grenzerzgehalt**
 - 0,008 – 0,012% je nach Szenario
 - Darunter kein Energieüberschuss
- **Entwicklung des Energieüberschusses - Szenario „Average“**
30% Diffusion, 35 a KKW-Lebensdauer,
- Drs. Erzgehalt in den letzten 5 Jahrzehnten: 0,05 – 0,15 %



Ergebnisse EBN-Modell: CO₂-Emissionen

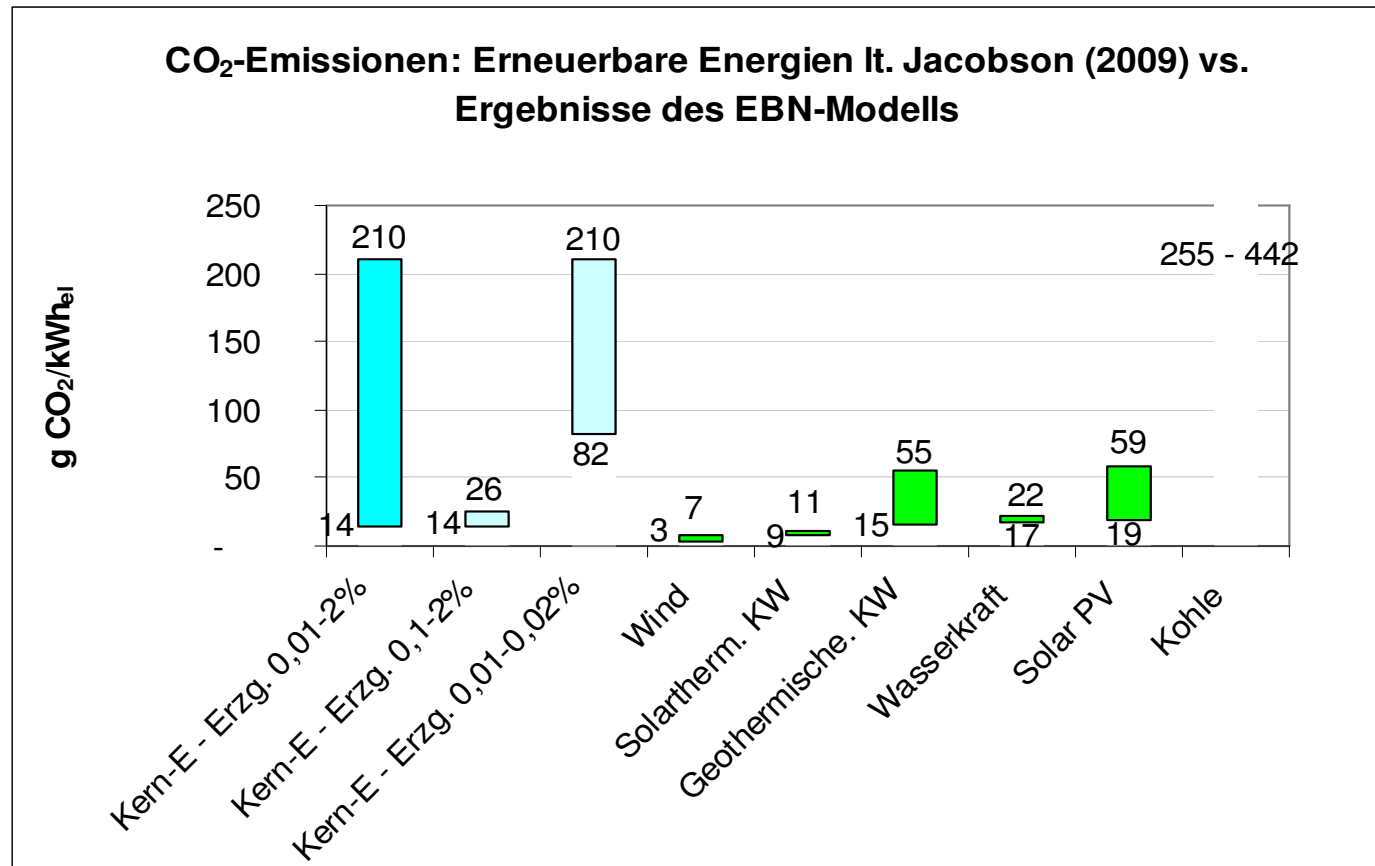


CO₂-Emissionen [g/kWh]

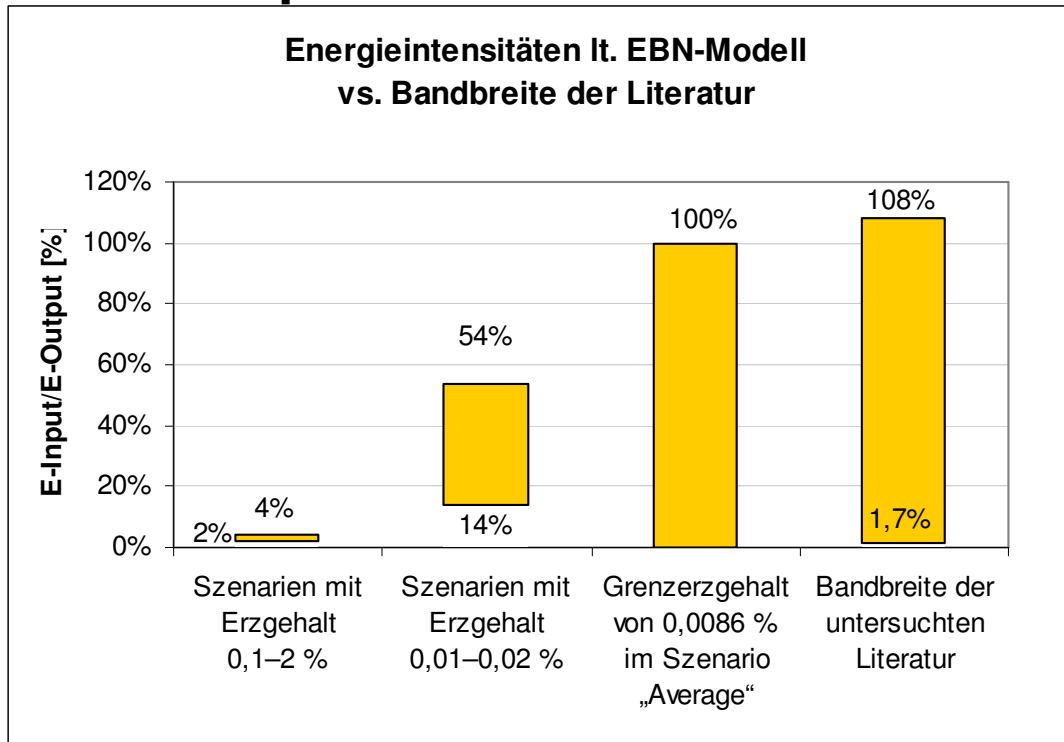
Ergebnisse des EBN-Modells:

Szenarien mit Erzgehalt 0,1–2 %	14–26
Szenarien mit Erzgehalt 0,01–0,02 %	82–210
Grenzerzgehalt von 0,0086 % im Szenario „Average“	563
Alle Szenarien	14–210
Bandbreite der untersuchten Literatur	2–288

CO₂-Emissionen – Vergleich mit Erneuerbaren



Ergebnisse: Energieintensität



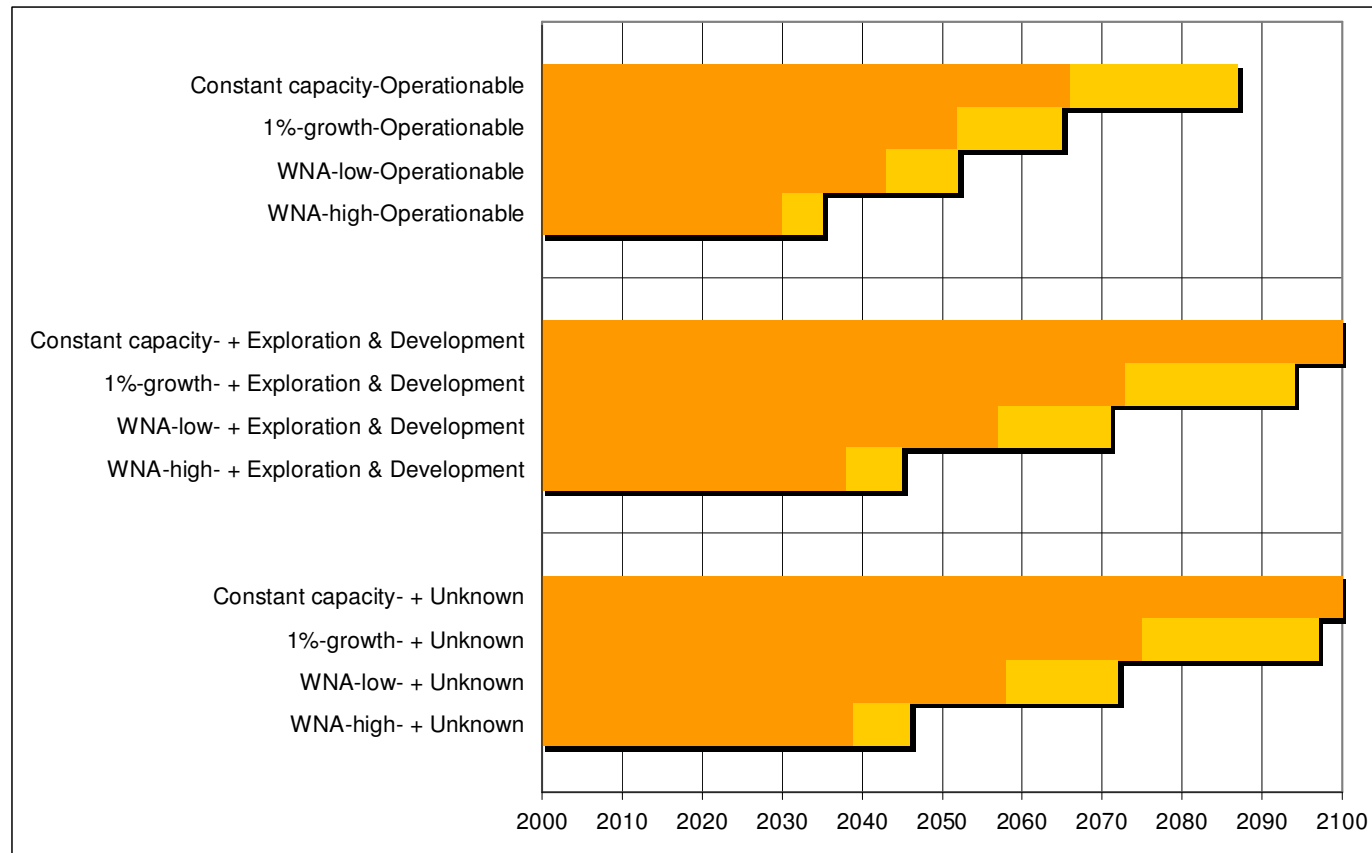
Energieintensität:
Energieinput/Energieoutput

Ergebnisse des EBN-Modells:

	Energieintensität [%]
Szenarien mit Erzgehalt 0,1-2 %	2-4
Szenarien mit Erzgehalt 0,01-0,02 %	14-54
Grenzerzgehalt von 0,0086 % im Szenario „Average“	100
Alle Szenarien	2-54
Bandbreite der untersuchten Literatur	1,7-108



Ergebnisse: Reichweite der Uranressourcen





Zukunftsfähigkeit der Nuklearindustrie?

- Steigende CO₂-Emissionen
- Sinkender Energieüberschuss
- Sinkende Uranressourcen
- Radioaktiver Abfall
- Sicherheit
 - Unfälle
 - Proliferation
 - Radioaktivität
- Kosten



Danke für die Aufmerksamkeit!