

Der Uranabbau und seine Auswirkungen

Raphael Zimmerl
raphael.zimmerl@wien.gv.at

Uran

- Natürlich vorkommendes Metall
- Große Energiefreisetzung durch Spaltung von U235 durch Neutronenbeschuss
- U235 Anteil muss für kerntechnische Anwendungen angereichert werden

Isotope	Vorkommen in Natur
U238	99,27%
U235	0,70%
U234	< 0,01%

Quelle: WRF



Quelle: t3.ftcdn.net

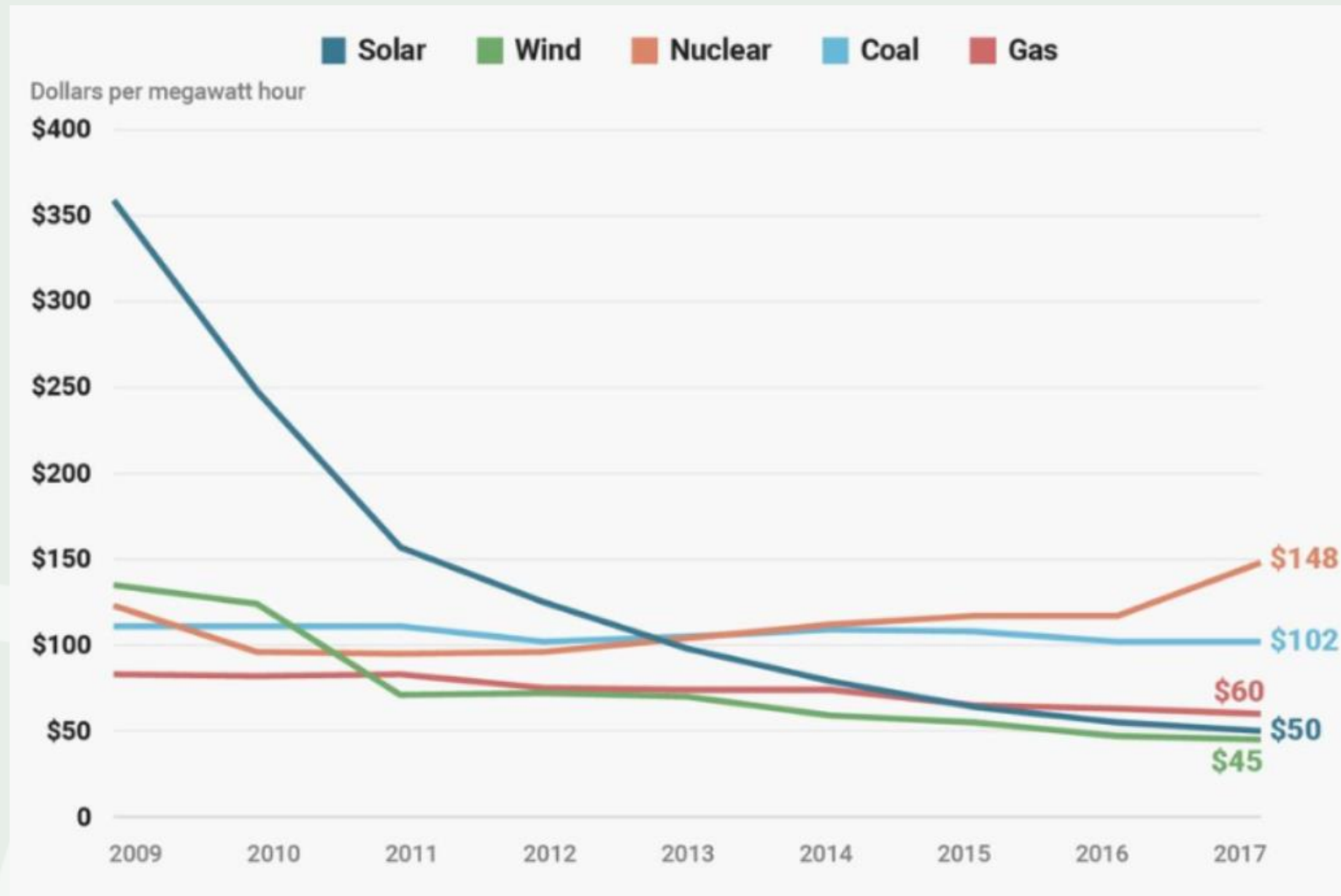
Uranvorkommen

„Reserven ist das zu gegenwärtigen Preisen und mit heutigen Fördertechnologien gewinnbare Uran“

„Als Ressource gelten alle technisch gewinnbaren Uranfunde“

	Reserven (kt) < 80 \$/kg	%
Kasachstan	304	23,8
Kanada	275	21,5
Südafrika	168	13,1
Brasilien	156	12,2
Volksrepublik China	102	8,0
Mongolei	50	3,9
WELT	1.280	100

	Ressourcen (kt) < 130 \$/ kg	Ressourcen (kt) < 260 \$/ kg
Australien	1.664,1	1.780,8
Kasachstan	745,3	941,6
Kanada	509,0	703,6
Russland	507,8	695,2
Namibia	267,0	463,0
Südafrika	322,5	449,3
WELT	5.718,4	7.641,6



World Economic Forum, 2019

Uranabbau

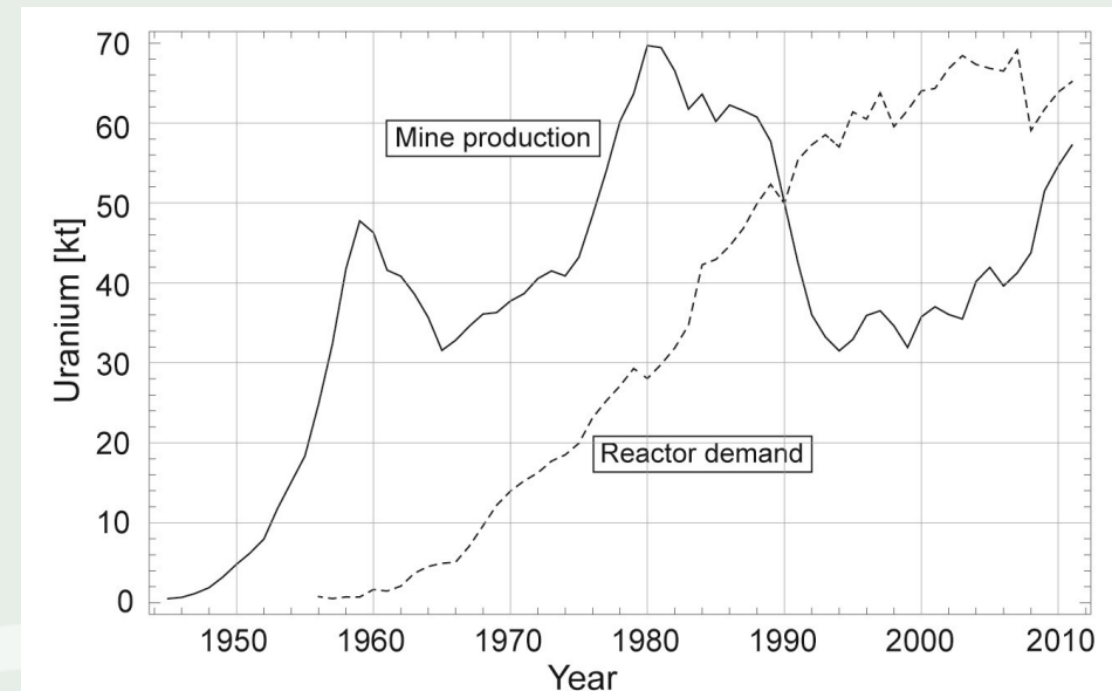
- In 9 großen Stätten findet ~50 % des weltweiten Uranabbaus statt
- In Europa kein nennenswerter Abbau (<1 % von Bedarf)
- Bedarf seit 1990ern höher als Produktion aufgrund hohen Uranpreises
 - Differenz wird durch Lagerbestände abgedeckt

Land	Produktion in kt (2021)
Kasachstan	21.82
Namibia	5.75
Kanada	4.69
Australien	4.19
Usbekistan	3.50
WELT	48.33

Quelle: NEA, 2022

Land	Bedarf in kt (2021)
USA	18,16
Frankreich	9,21
Russland	6,26
China	5,34
Südkorea	5,01
WELT	63,40

Quelle: WNA, 2022



Uranbedarf - Aktueller AKW Bestand

- 440 AKW weltweit mit $\sim 400 \text{ GW}_{el}$ Leistung (EE 2023 $\sim 400 \text{ GW}$ neu)
- 5 % der weltweiten Energieproduktion (80 % aus fossilen Energieträgern)
- 1 Kernladung $\sim 100 \text{ t UO}_2$
- Weltweiter Bedarf 63,2 kt Uran / Jahr (2021)

	kt Uran	Verfügbarkeit (Jahre)
Reserven (< 80 \$ / kg)	1280	20,3
Ressourcen (< 130 \$ / kg)	5718	90,5
Ressourcen (< 260 \$ / kg)	7641	121,0

AKW Ausbauszenarien und Bedeutung

- IAEA/OECD Redbook
 - Low Case: 511 GWel bis 2035
 - High Case: 782 GWel bis 2035
 - (aktuell 400 GWel)

	kt Uran	Verfügbarkeit Low Case (Jahre)	Verfügbarkeit High Case (Jahre)
Reserven (< 80 \$ / kg)	1280	14,9	9,7
Ressourcen (< 130 \$ / kg)	5718	70,8	46,3
Ressourcen (< 260 \$ / kg)	7641	94,6	61,8

Energy Cliff / CO2 Trap

- Bei einer Konzentration von 0,02 - 0,01 % Uran im Gestein wird mehr Energie für die Produktion von Uran verbraucht als im Reaktor gewonnen werden kann – betrifft alle Abbauarten bis auf In-Situ Leaching (Storm v. Leeuwen 2007)
- Ähnliches Phänomen ist die „CO2 - Trap“, wo mehr CO2 durch den Abbau verursacht wird, als später eingespart werden kann. Bsp. Strom, der für Urangewinnung in Kasachstan verwendet wird, stammt größtenteils aus Kohle.

Woher kommt das Uran in Europa?

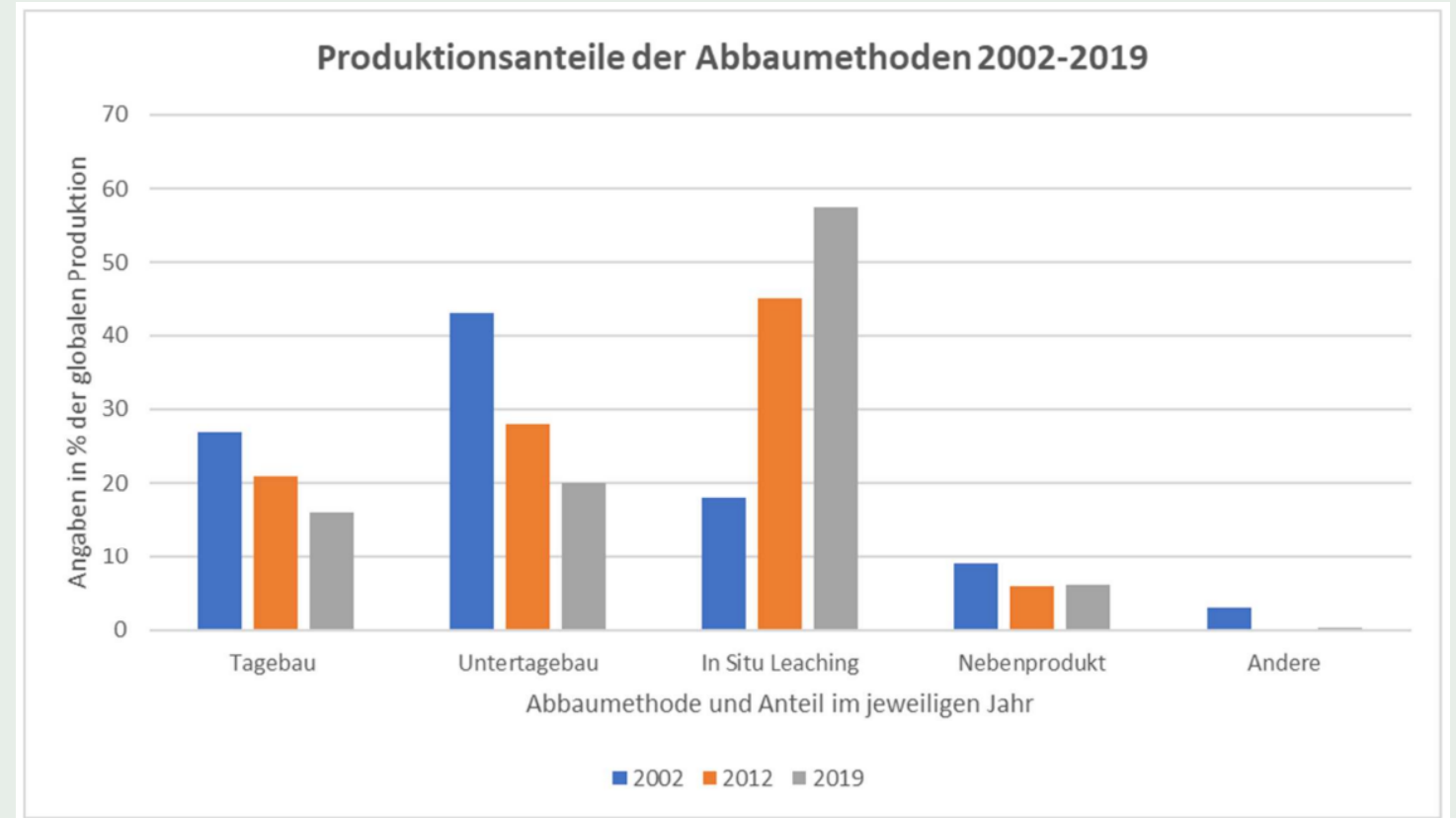
- EU importiert > 99 % des Natururans
- 40 % des Urans stammen aus Russland / Kasachstan (für 21 Reaktoren)
- Rosatom kontrolliert 15 % des globalen Uranmarktes

Herkunft	Gesamtjahres- produktion (tU)	Exportanteil in die EU (%)	Exportmenge in die EU (tU)	Marktanteil in der EU (%)
Kasachstan	19 500	12,38%	2 414	19,17%
Australien	6 200	26,95%	1 671	13,27%
Namibia	5 400	8,91%	481	3,82%
Kanada	3 900	59,28%	2 312	18,36%
Usbekistan	3 500	9,40%	329	2,61%
Niger	3 000	85,17%	2 555	20,29%
Russland	2 846	89,78%	2 545	20,21%

Quelle: Umweltbundesamt

Abbauarten von Uran

- Herkömmlicher Bergbau und Untertagebau gehen massiv zurück
- In-Situ Leaching > 50 % der Produktion



Quelle: ISR, 2020

Tagebau

- Erdoberflächennahe Erzkörper werden abgebaut
 - Starker Einfluss in Erdoberfläche, Förderung von Nebengesteinen
 - Leichte Zugänglichkeit



Uranabbau in Australien,
Quelle: Wikipedia

Untertagebau

- Finanziell und technisch aufwändig
- Oberflächlicher Eingriff ist geringer
- Gesundheitliche Gefährdung des Personals durch radioaktiven Staub

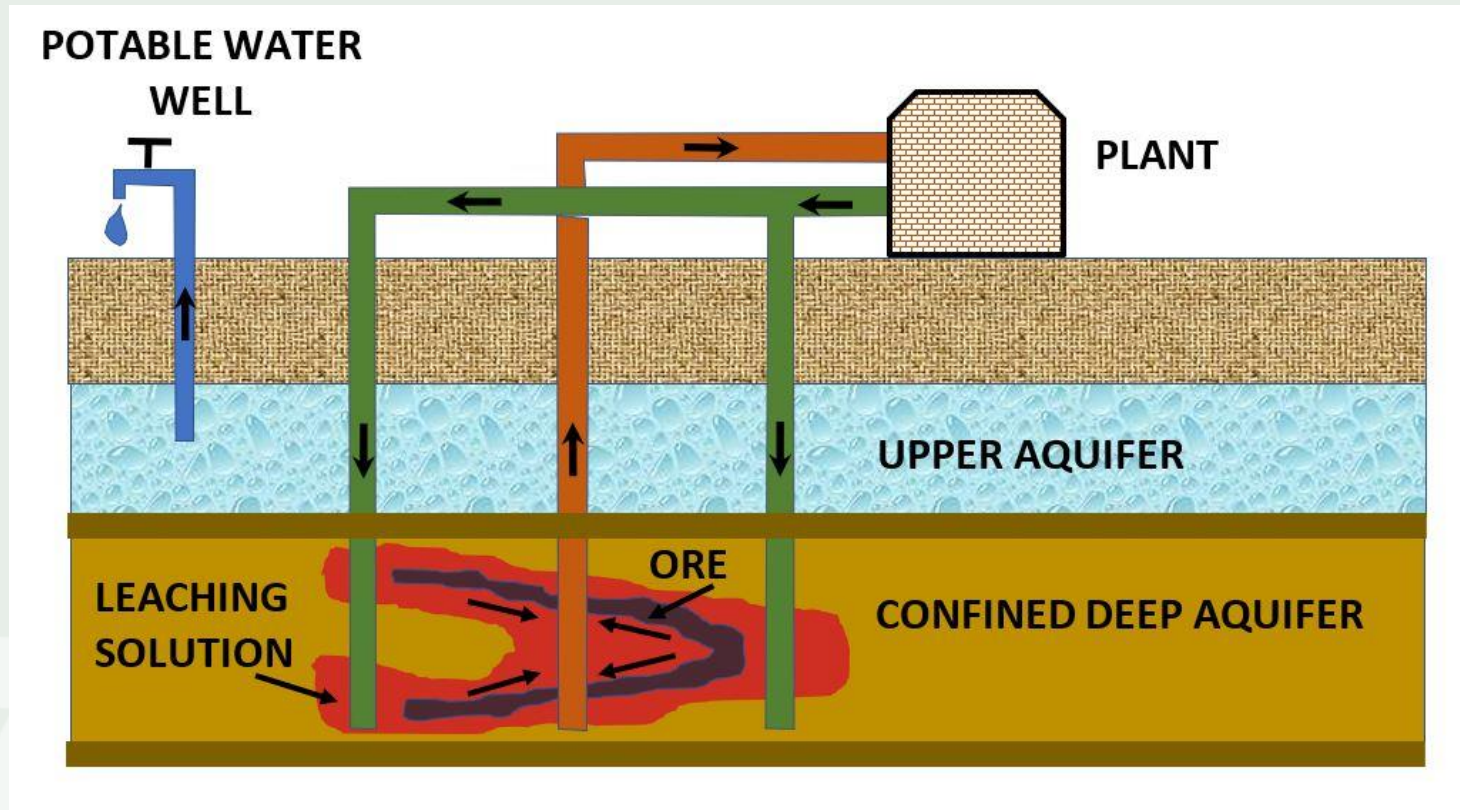


McArthur River Uranmine,
Kanada, Quelle: Canadian
nuclear safety commission

In-Situ Leaching (ISL)

- Chemikalien (z.B. Zyanid) werden in Bohrlöcher initiiert, um Uran im Gestein zu verflüssigen -> Flüssiges Uran (+ Reststoffe) kann an Oberfläche gepumpt werden
- Auch für geringe Urankonzentrationen ($\sim 0,02\%$) geeignet
- Nur in bestimmten Gesteinsarten (z.B. Sandstein) möglich
- Geringe Gewinnungsraten
- Grundwasser kann durch Säuren/Basen verunreinigt werden

In-Situ Leaching (ISL)



Quelle: Inifinit Pipe

Umweltauswirkungen und Gefahrenpotenzial



- Grundwassergefährdung (besonders bei In-Situ Leaching)
- Großer Energie-/Wasserbedarf
- Radioaktive(r) Staub/Schlamm/Abwasser
 - Gefahr für Mensch (Strahlenkrankheit) und Umwelt

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!