

EU Taxonomie

**Der JRC Report –
Grundlage für Entscheidungen zu
Atomkraft?**

INHALT

Zusammenfassung

Einführung / Hintergrund

Die Kriterien

A. Grundlegende Kritik an der Verfahrensweise des JRC Reports

1. Von wissenschaftsbasierter zu lobbybasierter Taxonomie
2. Ausschluss wirtschaftliche Aspekte – Bären dienst für's Klima
3. Hypothesen und Simulation – statt Analyse
4. Beschränkung auf Untersuchung von Umweltauswirkungen
5. Einseitige Quellenauswahl – Beispiel: Auswirkungen radioaktiver Strahlung

B. Der JRC Report

1. Wer ist das Joint Research Centre ?
2. Vorgehensweise des JRC Reports
2. Was kann eine Lebenszyklus-Analyse (LCA) – und was nicht?
 - a. Ausschließliche Betrachtung von Umweltaspekten ...
 - b. Keine Berücksichtigung der Auswirkung von Unfällen, Leckagen etc.
 - c. ‚Beseitigung‘ der Abfälle aus der nuklearen Brennstoffkette
3. Welche *formalen* Anforderungen muss eine LCA erfüllen?
4. *Exkurs:* zur Entstehungsgeschichte des JRC Reports
5. Wer / was verbirgt sich hinter dem JRC Report? „Lex Francia“ ?

C. JRC Report *versus* Realität – einige Beispiele

1. Beispiel Uranbergbau
2. Hypothesen und Simulation anstatt Analyse
3. Unfälle und Leckagen aus der Betrachtung ausgeschlossen ... Realitätsbezug?
4. Auswirkungen auf Gesundheit von Bergarbeitern und Bevölkerung in der Umgebung
5. ‚Bann‘ betrifft Uranbergbau
6. Uranbergbau – neue Projekte in der EU umstritten
7. Beispiel Brennstoff‘kreislauf‘

Die Vision einer unendlichen Energieerzeugung aus Atomkraft scheitert an der Realität

Zusammenfassung

- Die in-Frage-Stellung der Ergebnisse der Technical Expert Group, nach der Atomkraft nicht in die EU Taxonomie aufgenommen wurde, bedeutet eine **Abwendung von einer wissenschafts-basierten Taxonomie hin zu einer lobby-basierten**.
Damit wird auch das Vertrauen in die EU Institutionen erschüttert.
- Der **Ausschluss wirtschaftlicher Aspekte** aus der EU Taxonomie **führt – im Zusammenwirken mit dem JRC Report – zur Fehlallokation (Fehlleitung) finanzieller Mittel** in eine unwirtschaftliche Atomkraft, obwohl mit Investitionen in Erneuerbare Energien pro investiertem Euro mehr für den Klimaschutz erreicht werden kann als mit Investitionen in Atomenergie.
Das Ergebnis für einen effektiven Klimaschutz ist suboptimal.

- Der JRC Report benutzt eine **Lebenszyklus-Analyse**; häufig werden **jedoch nicht reale Situationen analysiert**, sondern mit Modellrechnungen und Simulationen gearbeitet.

Vielfach arbeitet der Report mit **Simulation, Hypothesen über zukünftige Reaktorkonzepte** und mit **unrealistischen Voraussetzungen** wie der allzeitigen Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften.

Die Ergebnisse des JRC Reports sind damit realitätsfern und für eine Beurteilung von Atomkraft nicht geeignet.

- **Die Quellen des Reports sind massiv einseitig** ausgewählt und beziehen sich an wesentlichen Stellen auf Veröffentlichungen von Mitarbeitern der französischen Atomenergiebehörde CEA und der Schweizer Atomforschungseinrichtung Paul Scherrer Institut.
- Eine **Lebenszyklus-Analyse muss nach ISO-Norm eine ‚critical review‘ enthalten**.
Diese fehlt.
- **Unfälle, Leckagen**, soziale und sozio-ökonomische Auswirkungen von Atomkraftnutzung werden **ignoriert**, ebenso **Kernschmelz-Unfälle (Tschernobyl, Fukushima) und deren Folgen – ausgeblendet**.
- Die unbekannten und ungenannten Autoren des JRC Reports beziehen sich immer wieder auf das französische Atomkraft-System, das selbst für die EU-Länder, die Atomkraft nutzen, nicht repräsentativ ist. **Die Relevanz für eine EU Taxonomie ist daher zweifelhaft.**
- Die unbekannten und ungenannten Autoren des JRC Reports **spielen mit der Vision einer nahezu unendlichen Energieerzeugung aus Atomkraft**. **Diese scheitert jedoch an den realen Gegebenheiten.**

Atomkraftbefürworter versuchen – erneut – mit Hinweisen auf zukünftige Entwicklungen an Geld zu gelangen, obwohl der JRC Report konstatiert, dass Atomkraft nicht wirtschaftlich ist und 60 Jahre nach ihrer Einführung trotz massiver staatlicher Unterstützung wirtschaftlich nicht auf eigenen Beinen stehen kann.

Einführung / Hintergrund

Die Europäische Union (EU) beschloss den ‚Green Deal‘, mit diesem soll durch eine EU-weite ‚Taxonomie‘, eine Klassifizierungsschema, eine Neuausrichtung von Kapitalflüssen hin zu nachhaltigen Investitionen erfolgen, um ein nachhaltiges und integratives Wachstum zu schaffen.

‚Greenwashing‘ soll ausgeräumt werden, und anhand von Kriterien soll bestimmt werden, ob eine Wirtschaftstätigkeit als (ökologisch) nachhaltig einzustufen ist, basierend auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse.

Die Kriterien

Die in Frage stehende Wirtschaftstätigkeit soll wesentlich zumindest einem der folgenden Ziele beitragen:

- * Klimaschutz
- * Anpassung an den Klimawandel
- * Schutz von Wasser und Meeres-Ressourcen
- * Verminderung der Umweltverschmutzung
- * Schutz der Biodiversität
- * Schutz von Ökosystemen

Dabei soll die infrage stehende Wirtschaftstätigkeit ohne „erhebliche Beeinträchtigung eines der anderen Ziele“ erfolgen („Do No Significant Harm“ – DNSH – Kriterium).

Außerdem sollen „soziale Mindestanforderungen“ eingehalten werden.

A. Grundlegende Kritik an der Verfahrensweise des JRC Reports

A. 1. Von wissenschaftsbasierter zu lobbybasierter Taxonomie

In einem webinar von von Nucler Transparency Watch (NTW) „**Nuclear energy and the EU sustainable finance taxonomy**“ an 12. Mai 2021 griff der luxemburgische Energieminister, Claude Turmes, die Vorgehensweise in Bezug auf den JRC Report massiv an: Die Technical Expert Group (TEG) hatte 2020 Atomkraft und fossiles Gas nicht als nachhaltig klassifiziert.

Diese auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse beruhende Entscheidung war offenbar nicht im Sinne einiger EU-Mitgliedsländer. Durch Lobby-Arbeit wurde bewirkt, dass eine neue Beurteilung von Atomkraft (und Gas) durch das Joint Research Center, Karlsruhe, in Auftrag gegeben wurde.

Damit wurde – so auch Claude Turmes, Energieminister Luxemburg – die Grundlager eines wissenschaftsbasierten Klassifizierungsschema zugunsten eines lobby-basierten Schemas verlassen. Turmes identifizierte Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen als verantwortlich, und damit auch verantwortlich für einen Vertrauensverlust der Bevölkerung in die Institutionen der EU.¹

¹ NTW online seminar on Nuclear energy and the EU sustainable finance taxonomy, www.youtube.com/watch?v=UVGTZ68wr10, online seit 12. Mai 2021

A. 2. Wirtschaftliche Aspekte ausgeschlossen

Obwohl die EU Taxonomie ein Instrument zur Neuausrichtung von Kapitalflüssen werden soll, werden wirtschaftliche Perspektiven aus der Betrachtung ausgeschlossen.

Was Umweltschützern zunächst positiv erscheinen mag – nur die Umwelt-Aspekte zu berücksichtigen und wirtschaftliche Gesichtspunkte außen vor zu lassen – entpuppt sich bei näherem Hinsehen als ‚Bärendienst‘ in Sachen Klimaziele.

Der JRC Reprot konstatiert (auf Seite 38)

*„However, as mentioned above, nuclear energy is highly capital-intensive, and this presents certain **difficulties to investors for financing the construction of new large nuclear power plants**, which has become more challenging in the last three decades, as energy markets have been deregulated. According to the IAEA, to encourage nuclear development despite these difficulties, innovative approaches to financing and support policies are being pursued, including partial investment or loan guarantees from the government.”²*

5

Das Joint Research Center sagt – überraschend – selbst: Atomkraftnutzung ist kaum / nicht durch (private) Investoren finanzierbar, deshalb soll der Staat mit investieren – oder für Kredite garantieren – eine Pleite-Erklärung für Atomkraft.

Letztlich gibt der JRC Report zu, dass mehr als 60 Jahre nach Beginn der kommerziellen Atomkraft-nutzung zur Stromerzeugung die Atomindustrie wirtschaftlich nicht auf eigenen Beinen stehen kann.

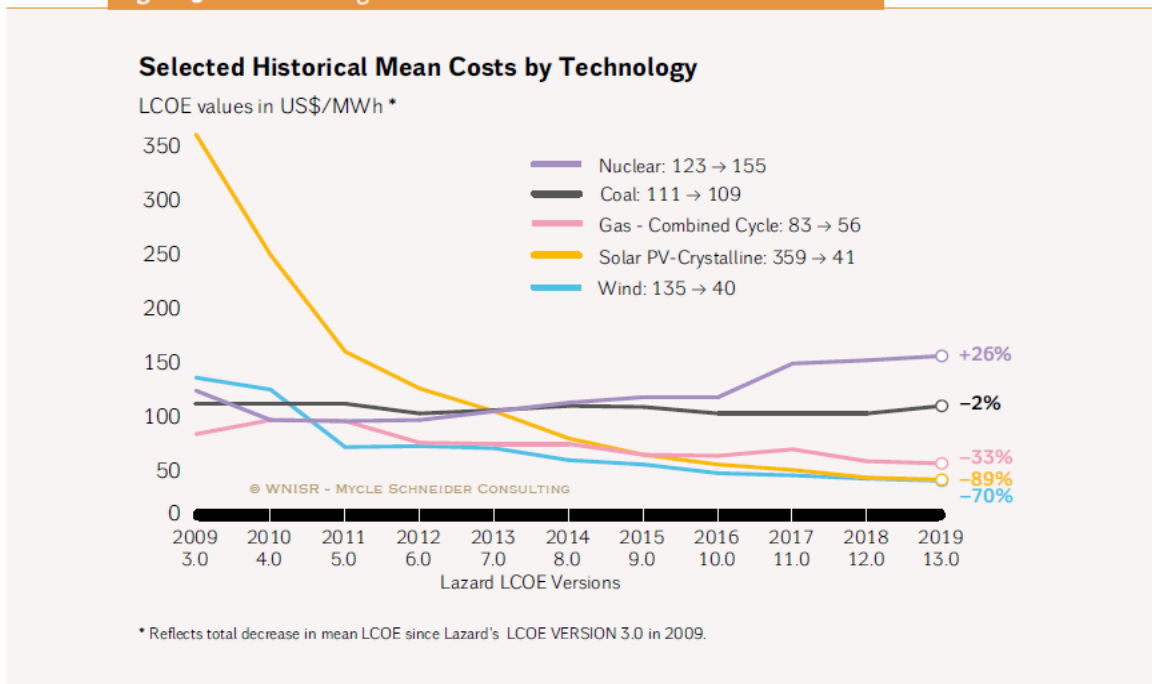
Der JRC Report stellt mit dem Ergebnis, Atomkraft genüge dem „Do No Significant Harm“-Kriterium einen Freibrief aus, einer unwirtschaftlichen Industrie weiterhin Geld zukommen zu lassen – vorgeblich, um zu den Klimaschutzzielen beizutragen.

Der Report stellt auch fest, dass die De-Regulierung der Energiemärkte – also der freie Markt für Energie, hier Elektrizität – die Finanzierung von Atomkraft erschwert.

Was der JRC Report nicht sagt: Preisgünstigere Erneuerbare Energien drängen auf den Markt und sind mit ein Grund dafür, dass Atomkraft nicht konkurrenzfähig ist.

Der Ausschluss wirtschaftlicher Perspektiven aus der EU Taxonomie bringt die Gefahr der Fehlallokation finanzieller Mittel mit sich:

² JRC Report, Seite 38

Figure 50 · The Declining Costs of Renewables vs. Traditional Power SourcesSource: Lazard Estimates, 2019¹³⁹**Notes**

LCOE=Levelized Cost of Energy.

This graph reflects average of unsubsidized high and low LCOE range for given version of LCOE study.

It primarily relates to North American renewable energy landscape, but reflects broader/global cost declines.

„Die fallenden Kosten von Erneuerbaren gegenüber herkömmlichen Energiequellen“³**“NON-NUCLEAR OPTIONS SAVE MORE CARBON PER YEAR”**

“Stabilizing the climate is urgent, but nuclear power is slow. It meets no technical or operational need that these low-carbon competitors cannot meet better, cheaper, and faster. Even sustaining economically distressed reactors saves less carbon per dollar and per year than reinvesting its avoidable operating cost (let alone its avoidable new subsidies) into cheaper efficiency and renewables. Whatever the rationales for continuing and expanding nuclear power, for climate protection it has become counterproductive, and the new subsidies and decision rules its owners demand would dramatically slow this decade’s encouraging progress toward cheaper, faster options, more climate-effective solutions.”⁴

So werden möglicherweise Kapitalflüsse in die Atomkraftnutzung geleitet, obwohl mit Investitionen in gleicher Höhe in Regenerative Energien MEHR für Klimaschutz erreicht werden kann.⁵

Durch den Ausschluss wirtschaftlicher Kriterien aus der Taxonomie wird den wesentlich günstigeren Erneuerbaren Energien der Wind aus den Segeln genommen – zugunsten von teuren, unökologischen Energieformen wie Atomkraft (und Gas).

³ aus: World Nuclear Industry Status Report 2020, Seite 269⁴ World Nuclear Industry Status Report 2019, Seite 250, 256⁵ World Nuclear Industry Status Report 2020, Seite 269, Seite 270 2. Absatz

3. Hypothesen und Simulation – statt Analyse

Im Sommer 2020 hatte die EU Kommission das Joint Resource Centre (JRC) beauftragt, Atomkraft erneut auf das „Do No Serious Harm“-Kriterium zu untersuchen.⁶

Das Ergebnis ist das „Technical assessment of nuclear energy with respect to the ‘do no significant harm’ criteria of Regulation (EU) 2020/852 (‘Taxonomy Regulation’), kurz JRC Report.

Der JRC Report verwendet weitgehend eine Lebenszyklus-Analyse (LCA).

An vielen Stellen jedoch ‚hypothetisiert‘ der Report – anstatt zu analysieren – obwohl reale, untersuchbare Situationen vorliegen: vom Uranbergbau und dessen Folgen über Anreicherung und deren Abfallprodukte bis hin zu den Atomkraftwerken.

7

Executive Summary (Seite 7/8):

“— With regard to potential radiological impacts on the environment and human health, the dominant lifecycle phases of nuclear energy significantly contributing to potential radiological impacts on the environment and human health are: uranium mining and milling (ore processing); NPP operation (production of electricity by means of nuclear fission reactors); and reprocessing of spent nuclear fuel.

— Related analyses demonstrate that appropriate measures to prevent the occurrence of the potentially harmful impacts or mitigate their consequences can be implemented using existing technology at reasonable costs.”⁷

“... geeignete Maßnahmen um das Auftreten potentiell schädlicher [radiologischen] Auswirkungen zu verhindern oder deren Folgen zu mildern, können ergriffen werden ...“

Außerdem schildert der Report, welche Maßnahmen ergriffen werden können, im negative Auswirkungen abzuwenden – im Report wird jedoch nicht untersucht, ob solche Maßnahmen tatsächlich ergriffen wurden oder werden, und ob ihre Anwendung erfolgreich angewendet war / ist.

Aus der puren Möglichkeit, dass Gegenmaßnahmen ergriffen werden können, wird abgeleitet, dass Atomkraft dem „Do No Significant Harm“-Kriteriums genüge.

Darüberhinaus sind die Maßnahmen nur unter der Voraussetzung erfolgreich, wenn alle Gesetze und gesetzlichen Vorschriften immer eingehalten werden – eine reichlich realitätsferne Bedingung.

“— Provided that all specific industrial activities in the whole nuclear fuel cycle (e.g. uranium mining, nuclear fuel fabrication, etc.) comply with the nuclear and environmental regulatory frameworks and related Technical Screening Criteria, measures to control and prevent potentially harmful impacts on human health and the environment are in place to ensure a very low impact of the use of nuclear energy.”

“-- Unter der Voraussetzung, dass alle (!) spezifischen industriellen Aktivitäten im gesamten Kernbrennstoffkreislauf (z. B. Uranabbau, Kernbrennstoffherstellung usw.) den nuklearen und umweltrechtlichen [gesetzlichen] Rahmenbedingungen ... entsprechen ...“

⁶ JRC Report, page 6, 5th paragraph

⁷ JRC Report, Executive Summary, page 7/8

Diese Bedingungen stellt das gesamte Ergebnis der Untersuchungen in Frage, Es kann keineswegs gewährleistet werden, dass z.B. Uranbergbau, der in Russland, Niger, Namibia oder Kasachstan (wesentlichen Lieferanten des in der EU verbrauchten Uran, siehe Kapitel C.) entsprechend gesetzlich geregelt ist, und dass diese Regelungen auch eingehalten werden.

Der JRC Report untersucht weiterhin nicht die tatsächlichen Auswirkungen z.B. von Uranbergbau in den Ländern, aus denen die EU Uran importiert, sondern stützt sich auf eine Simulation (→ Kap. B 4), die in der Folge des Imageverlustes von Atomkraft nach der Katastrophe von Fukushima entstanden ist^{8, 9}.

A. 4. Beschränkung auf Untersuchung von Umweltauswirkungen ...

Die EU Taxonomie-Kriterien beinhalten – vgl. oben – ausschließlich die Untersuchung von Umwelt-aspekten – soziale und sozio-ökonomische Auswirkungen sowie Auswirkungen auf Menschenrechte bzw. deren Verletzung oder auf die Recht von Arbeitern werden nicht untersucht.

Diesbezüglich wird nur eine „Erfüllung bestimmter Mindestanforderungen“ verlangt.

A. 5. Einseitige Quellenauswahl – Beispiel: Auswirkungen radioaktiver Strahlung

Die Quellenauswahl des JRC Reports ist äußerst einseitig, vgl. dazu auch Kapitle B 3 und 4.

Beispiel:

Der Auswirkungen radioaktiver Strahlung auf die menschliche Gesundheit widmet der JRC Report im Kapitel 3.4.1 etwa sechs von 380 Seiten des Reports (rd. 1,5% des Reports).

Ein Blick auf die Quellenauswahl zeigt massive Einseitigkeit:

Autoren des Paul Scherrer Instituts, das Schweizer Atom-Institut, der UNEP – UN Environmental Program, der WNA – World Nuclear Association – einer pro-nuklearen Lobby-Organisation, der Internationalen Strahlenschutzkommission ICRP und UNSCEAR, beide vielfach kritisiert wegen ihrer einseitigen Meinungen, sowie eine englische Regierungsveröffentlichung (von Public Health England).

Es gibt keinerlei Berücksichtigung kritischer Quellen oder Standpunkte, von kritischen Wissenschaftlern oder Organisationen wie IPPNW oder zahlreicher anderer Veröffentlichungen. Neuere Erkenntnisse die Auswirkungen von (langanhaltender) Exposition sogenannter radioaktiver ‚Niedrigstrahlung‘ werden nicht berücksichtigt.

Für eine detailliertere Auseinandersetzung mit dem Problem der Auswirkungen radioaktiver Strahlung auf die menschliche Gesundheit sei verwiesen auf die Veröffentlichung des Österreichischen Ökologie Instituts¹⁰ sowie von IPPNW.

⁸ „Improving Actinides Recycling, a Key Step towards a More Sustainable Nuclear Energy“, 2015, C. Poinssot et.al. <https://scanr.enseignementsup-recherche.gouv.fr/publication/cea-02489506>

⁹ „NELCAS, an efficient and relevant tool to assess key environmental indicators for nuclear energy, 2015, C. Poinssot, Stephane Bourg, <https://hal.archives-ouvertes.fr/cea-02489505>

¹⁰ TAXONOMY AND NUCLEAR ENERGY - Critical Review of the Joint Research Centre's Assessment for the EU Taxonomy Regulation, http://www.ecology.at/files/pr922_1.pdf

B. Zum JRC Report

B. 1. Wer ist das Joint Research Centre ?

Das Joint Research Centre (JRC) ist eine Einrichtung, die von EURATOM gefördert wird, deren Aufgabe es ihrerseits ist, die Nutzung von Atomkraft in den Ländern der EU zu fördern.

Das heutige JRC war 1957 als Plutonium Institut gegründet worden, und kurz darauf in Institut für Transurane umbenannt worden, es befindet sich in Karlsruhe. Es befasst sich u.a. mit Sicherheits- und ‚Entsorgungs-forschung‘, betreibt die Entwicklung einer „neuen“ Generation von Atomkraftwerken.

Es handelt sich um keine unabhängige wissenschaftliche Institution.

Nähere Informationen:

“Nuclear industry ties call EU research body’s impartiality into question”,
Greenpeace EU media briefing - March 2021 ¹¹

9

B. 2. Vorgehensweise des JRC Reports

Die unbekannten und ungenannten Autoren des JRC Reports wählen die Methode der Life Cycle Analysis / Assessment (LCA), also einer „Lebenszyklus-Analyse“, oder „Ökobilanz“, geregelt durch: ISO 14040, 14044, sowie 14067 betr. CO₂ ¹²

„Die Ökobilanz betrachtet den gesamten Lebensweg eines Produktes, von der Rohstoffgewinnung und -erzeugung über die Energieerzeugung und Materialherstellung bis zur Anwendung, Abfallbehandlung und endgültigen Beseitigung.“ (ISO 14040, S. 15, 4.1.2.)

B. 2. Was kann eine Lebenszyklus-Analyse (LCA) – und was nicht?

a. Ausschließliche Betrachtung von Umweltaspekten ...

Die gewählte Analyseform schränkt – wie schon die EU Taxonomie-Kriterien – das Untersuchungsspektrum erheblich ein, mit den obenerwähnten negativen Konsequenzen.

„Eine Ökobilanz bezieht sich auf die Umweltaspekte und -wirkungen eines Produktsystems. Üblicherweise liegen ökonomische und soziale Aspekte und Wirkungen außerhalb des Untersuchungsrahmens der Ökobilanz.“ (ISO 14040, S. 15, 4.1.3.) ¹³

¹¹ Nuclear industry ties call EU research body’s impartiality into question” Greenpeace EU media briefing - March 2021

www.greenpeace.org/static/planet4-eu-unit-stateless/2021/03/5a375b88-jrc-industrie-nucleaire-briefing-final-29032021.pdf

¹² JRC Report, Seite 23/24

¹³ International Organization for Standardization, ISO 14040, <https://www.iso.org/standard/37456.html>

„ ... it usually excludes social and other workplace related aspects, such as workplace-exposure and indoor-emissions“ (JRC Report, Seite 27)

Sowohl ISO-Norm als auch JRC Report halten fest, dass ökonomische und soziale Aspekte in einer Lebenszyklus-Analyse nicht untersucht werden; im JRC Report wird ergänzt, dass auch arbeitsplatzbezogene Belastungen nicht berücksichtigt werden.

Diese beträchtlichen Einschränkungen werfen die Frage auf, ob eine Lebenszyklus-Analyse eine angemessene Verfahrensweise ist, die Nutzung von Atomkraft zu beurteilen:

Große technische Anlagen haben definitiv Auswirkungen im sozialen / sozio-ökonomischen Bereich, angefangen vom Uranbergbau und negativen sozialen Auswirkungen auf Bergarbeiter und deren Familien über andere Beschäftigte, Anwohner etc. von Atomanlagen.

Die Beurteilung einer Energieerzeugungsart unter Vernachlässigung sozialer Aspekte birgt die Gefahr, dass die Anwendung der EU Taxonomie-Bestimmungen im sozialen und sozio-ökonomischen Bereich zum Zurückfallen auf „Mindestanforderungen“ führt – ein Alarmzeichen.

10

b. Keine Berücksichtigung der Auswirkung von Unfällen, Leckagen etc.

*“Another noteworthy issue is that LCA only considers impacts related to the normal and abnormal operation of processes and products. Hence, **the assessment does not cover impacts from accidents or spills.**”¹⁴*

Der JRC Report verwendet bezüglich Unfällen eine besondere Vorgehensweise: Zwar werden Atomkraftwerks-Unfälle betrachtet, aber die **Kernschmelz-Unfälle von Tschernobyl und Fukushima werden aus der Betrachtung ausgeschlossen**. Begründung: Der Tschernobyl-Reaktor sei nicht repräsentativ für die in den OECD-Ländern verwendeten Reaktortypen, die andere, sicherere Designs verwenden würden. Der Unfall von Fukushima wird ausgeschlossen, weil die Schadensanalyse – 10 Jahre nach der Katastrophe – noch nicht abgeschlossen sei¹⁵.

Die „Critical Review ...“ des Österreichischen Ökologie Instituts bezeichnet diese Vorgehensweise – zutreffend – als „trick“, der eine niedrige Mortalitätsrate von Atomkraft suggeriert, die nicht der Realität entspricht.¹⁶

Der Critical Report des Österreichischen Ökologie Instituts kommt infolgedessen zu einer ganz anderen, realistischeren Einschätzung der Mortalitätsfälle von Atomkraftnutzung: Fast alle anderen Energieerzeugungstechnologien haben wesentlich geringere Todesraten als Atomkraftnutzung, mit Ausnahme großer Dammbrüche und sehr schwerer Unfälle in Kohlekraftwerken).

Mortalität statt Morbidität

Ein weiterer schwerwiegender Fehler des JRC Reports ist, dass ausschließlich Mortalität (also Todesfälle) in Folge von Unfällen berücksichtigt wird, nicht jedoch die Morbidität, also Krankheitsfälle, Fehlgeburten, Geburtsfehler etc. in Folge von radioaktiver Belastung der Bevölkerung.

¹⁴ JRC Report, page 27, 3rd paragraph

¹⁵ JRC Report, Seite 74, Fußnote 114

¹⁶ “Taxonomy and Nuclear Energy, A Critical Review ...” page 6

Genetische Effekte – im JRC Report nicht diskutiert

Genetische Effekte radioaktiver Belastung, die sich auf mehrere Generationen hinaus auswirken können, werden im JRC Report überhaupt nicht diskutiert.

c. ‚Beseitigung‘ der Abfälle aus der nuklearen Brennstoffkette

„Die Ökobilanz betrachtet den gesamten Lebensweg eines Produktes, ... bis zur Anwendung, Abfallbehandlung und endgültigen Beseitigung“.¹⁷

Für die Analyse der Nachhaltigkeit von Produkten, die nach Nutzung geordnet beseitigt (oder recycelt) werden können, mag eine Lebenszyklus-Analyse hilfreich sein.

In Zusammenhang mit Atomkraftnutzung gibt es jedoch fundamental andere Gegebenheiten, die zu schwerwiegenden Problemen führen:

(1) Die MASSE der ‚Abfälle‘

Abraum aus Uranbergbau – weltweit rd. 2.352,55 Mio t (= 2,35 Mrd t)¹⁸

Abfälle aus der Urananreicherung (→ Depleted Uranium),
zwischen 1.188.573 t (WISE Uranium Project)¹⁹ und OECD-NEA: 2019: 1.210.100 t²⁰

Abgebrannte Brennstäbe aus der Stromproduktion
weltweit: ca. 400 000 t (metric tons)²¹
in Europa: ca. 60 000 t²²

Abraum aus dem Abriss von stillgelegten AKWs (keine Schätzungen verfügbar)

(2) **Langanhaltend radioaktiv:** Die ‚Abfälle‘ aus der nuklearen Brennstoffkette sind radioaktiv und bleiben über extrem lange Zeiträume radioaktiv.

Uranbergbau: Halbwertszeit U-234: 245.500 Jahre, Thorium-230: 77.000 Jahre, Radium 226: 1.600 Jahre.

Abgebrannte Brennelemente: Mischung verschiedener radioaktiver Spaltprodukte, gefährlich für mindestens 10 000 Jahre.

Angesichts der Masse dieser ‚Abfälle‘ und der langfristigen Gefahr, die sie beinhalten, sind sie nicht einfach zu ‚beseitigen‘ (wie bei einer LCA angenommen wird). Sie können nur ‚verwahrt‘ werden, gesichert vor dem Kontakt mit Biosphäre bzw. mit Menschen, auf Jahrtausende.

Masse und Langfristigkeit der erforderlichen Verwahrung weit über Zeiträume von menschlichen und technologischen Erfahrungshorizonten hinaus, stellt ein bisher ungelöstes Problem dar.

¹⁷ ISO 14040, S. 15, 4.1.2.

¹⁸ WISE Uranium Project, www.wise-uranium.org/umaps.html, Maps and Stats, Uranium Mill Tailings Inventory

¹⁹ ibid, select Depleted Uranium Inventory

²⁰ URANIUM 2020: RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND, NEA No. 7551, by OECD 2020, page 102

²¹ <https://www.stimson.org/2020/spent-nuclear-fuel-storage-and-disposal/>

²² Nuclear Waste Report, Focus Europe, <https://worldnuclearwastereport.org/>

Der JRC Report bietet keine Lösungen für die Atommüll-Problematik an. Der Report stellt ausschließlich Konzepte der Endlagerung abgebrannter Brennelemente dar, und vergleicht hypothetisch, ob die potentiellen Auswirkungen mit den gesetzlichen Vorschriften vereinbar sind.

Da die Konzepte zur Atommüll-Endlagerung nach Maßgabe der gesetzlichen Vorschriften entwickelt wurden, handelt es sich bei diesem Versuch einer Beweisführung um einen Zirkelschluss.

Weitere Informationen

TAXONOMY AND NUCLEAR ENERGY - Critical Review of the Joint Research Centre's Assessment for the EU Taxonomy Regulation, Österreichisches Ökologie Institut, Juni 2021, [Taxonomy Cover und Logo.indd \(ecology.at\)](#)

12

B. 3. Welche *formalen* Anforderungen muss eine LCA erfüllen ?

Dokumentation, nach ISO 14044

„Alle Berechnungsverfahren müssen explizit dokumentiert werden und die gemachten Annahmen müssen eindeutig angegeben und erläutert werden.“ (ISO 14044, 4.3.3.1, Allgemeines)

„Kritische Prüfung durch interne oder externe Sachverständige

... kann von internen oder externen Sachverständigen vorgenommen werden. Dabei muss die Prüfung durch von der Ökobilanz unabhängige Sachverständige durchgeführt werden. Das Gutachten, Stellungnahmen des Erstellers sowie alle Reaktionen auf Empfehlungen des Gutachters müssen in den Bericht zur Ökobilanz aufgenommen werden.“ (ISO 14044, Seite 45, 6.2.)

Die teilweise mangelnde Dokumentation sowie das Fehlen einer „critical review“ (Kritischen Überprüfung) ist ein erheblicher methodischer Mangel des JRC Reprots, der die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse des JRC Reports in Frage stellt.

B. 4. Exkurs: zur Entstehungsgeschichte des JRC Reports

Da die Autoren des JRC Reports ungenannt und unbekannt bleiben, war ein **Blick auf die Quellen bzw. die Autoren wesentlicher Quellen** von besonderer Wichtigkeit. Dabei kristallisiert sich folgendes heraus:

Nach der Katastrophe von Fukushima 2011 hatte sich das Ansehen von Atomkraft in der Öffentlichkeit beträchtlich verschlechtert. Die Atomindustrie, und Länder, die stark von ihr abhängen, versuchten, das schlechte Ansehen von Atomkraft aufzubessern; sie realisierten auch den ‚Ruf der Stunde‘: ein Produkt muss „nachhaltig“ sein – oder als nachhaltig dargestellt werden können – um weiter vermarktbare zu sein.

“However, nuclear energy will only develop if future nuclear energy systems meet the criteria of sustainability ...”²³

„In order to bring insights on this issue, we developed a Life Cycle Assessment (LCA) simulation tool NELCAS, based on the French nuclear system ...”²⁴

Der Ursprung des JRC Reports liegt in einer Simulation – er beruht nicht auf der Untersuchung realer Auswirkungen der nuklearen Brennstoffkette.

Diese Simulation wurde im Gefolge der Katastrophe von Fukushima entwickelt, um das Image von Atomkraft zu verbessern.

Die Verwendung einer Simulation erklärt auch, weshalb so gut wie keine Untersuchungen realer Gegebenheiten im Report zu finden sind.

In *“Annex 2. Summary of LCA results for all lifecycle phases of nuclear energy”* (JRC Report, Seite 347) werden drei Studien ausgewählt:

“The selected three studies were as follows:

— [A.2-1] Ch. Poinssot, et al.: *Assessment of the environmental footprint of nuclear energy systems. Comparison between closed and open fuel cycles*, *Energy* 69 (2014) 199-211

— [A.2-2] A. Simons, C. Bauer: *Life cycle assessment of the European pressurized reactor and the influence of different fuel cycle strategies*, *Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, April 2012

— [A.2-3] X. Zhang, C. Bauer: *Life cycle assessment (LCA) of nuclear power in Switzerland, Final Report*, Paul Scherrer Institute (PSI), 16 July 2018”

In Quelle [A.2-1] neben Christophe POINSSOT einer der Co-Autoren Stephane BOURG.

²³ “Improving Actinides Recycling, a Key Step towards a More Sustainable Nuclear Energy”, 2015, C. Poinssot et.al. <https://scanr.enseignementsup-recherche.gouv.fr/publication/cea-02489506>

²⁴ “NELCAS, an efficient and relevant tool to assess key environmental indicators for nuclear energy, 2015, C. Poinssot, Stephane Bourg, <https://hal.archives-ouvertes.fr/cea-02489505>

Hintergrund:

Prof. Christophe POINSSOT

derzeit: Head of the Radiochemistry and Processes Department at the French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA) and

Professor at the National Institute of Nuclear Science and Technology (INSTN)

2018 Rückkehr zur (französischen) BRGM – Bureau de Recherches Géologiques et Minières

2018 Nuclear Counselor and CEA representation in China, at the French Embassy

2017 Atomic Energy and Alternatives Energy Commission / CEA, France

1997 / 98 Paul Scherrer-Institut (PSI), Schweiz, Laboratory for Waste Management

Dr Stéphane BOURG

Project Manager, French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA)

Research Department on Mining and Fuel Recycling Process,

in CEA Marcoule Research Center, in charge on international cooperation

14

Beide sind leitende Mitarbeiter der französischen Atomenergiebehörde CEA.

Prof. POINSSOT war früher beim Schweizer PSI – Paul Scherrer Institut, dem Atomforschungsinstitut der Schweiz.

Mehrere der Co-Autoren der wesentlichen Quellen für die Lebenszyklus-Analyse des JRC Reports sind oder waren Mitarbeiter des Schweizer Paul-Scherrer-Instituts.

Sowohl Prof. Poinssot als auch Dr. Bourg sind propagieren auf internationalen Konferenzen gemeinsam oder einzeln die (angebliche) Nachhaltigkeit von Atomkraft, insbesondere durch einen – noch anzustrebenden – geschlossenen (!) Brennstoffkreislauf (→ siehe dazu auch Kap. C. 7)

B. 5. Wer / was verbirgt sich hinter dem JRC Report? „Lex Francia“ ?

Ein weiteres Beispiel für das ‚hypothetisieren‘ im JRC Report findet sich in einer anderen Quelle:

„This article presents a life cycle assessment (LCA) of electricity generated by the European pressurized reactor (EPR), a Generation III (Gen III) nuclear reactor concept.

The focus of the LCA is on the potential locations in Switzerland and France in the year 2030.

(...) The potential impacts due to nuclear-related accidents were not considered.“

JRC Report Seite 348, Quelle [A.2-2] ²⁵

In dem als Quelle verwendeten Artikel wird die Simulation der Auswirkung von Reaktorkonzepten bzw. zukünftiger Reaktoren im Jahr 2030 in Frankreich bzw. an einen potentiellen Standort in der Schweiz (!) untersucht – also wiederum keine Untersuchung einer realen Situation, sondern einer hypothetischen Situation in 18 Jahren ²⁶.

²⁵ „Life cycle assessment of the European pressurized reactor and the influence of different fuel cycle strategies“, A Simons, C Bauer, March 14, 2012, <https://doi.org/10.1177/0957650912440549>, <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0957650912440549?journalCode=piac>

²⁶ Der Artikel wurde 2012 verfasst und bezieht sich auf eine potentielle zukünftige Situation im Jahr 2030 – also 18 Jahre später.

Die Relevanz der Untersuchung von 2012 betreffs eines Reaktorkonzeptes an einem potentiellen Standort in der Schweiz, für die Beurteilung von Atomkraft im Jahr 2020 / 2021 ist mehr als fragwürdig.

Zu beachten ist auch, dass die Schweiz kein EU-Land ist, und einem zukünftigen Ausbau der Atomkraftnutzung eine Absage erteilt hat ²⁷.

Im JRC Report wird immer wieder davon gesprochen, dass

- *die Grundlage* das französische Atomkraftsystem mit Wiederaufarbeitung sei.
Welche Relevanz hat dies für die EU mit 27 Ländern von denen 14 – also etwas mehr als die Hälfte Atomkraft nicht nutzt?
- *in Zukunft* Generation III-Reaktoren und Schnelle Brüter verwendet würden
In der Realität sind Generation-II-Reaktoren nicht in Funktion, ebenso wenig wie Schnelle Brüter: das letztes Schnelle Brüter Programm, ASTRID, wurde 2018 von Frankreich eingestellt.
- *Spekulativ*: Obwohl KEIN anderes EU-Land WAA betreibt, und KEIN Land weltweit (außer Russland) Schnelle Brüter betreibt, kehrt die ‚Vision‘ im JRC Report immer wieder
- *Tenor*: Closed fuel cycle bzw. Twice-through fuel cycle („TTC“, d.h. 1x Wiederaufarbeitung)

Die Relevanz des JRC Reports für die EU ist extrem fragwürdig und begrenzt.

Vielmehr geht es offenbar darum ein „Lex Francia“, eine pro-Atomkraft-Sonderregelung mit Blick auf Frankreich zu schaffen.

²⁷ <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/abstimmungen/abstimmung-zum-energiegesetz/kernenergie.html>

C. Der JRC Report *versus* Realität – einige Beispiele

Im JRC Report werden fast ausschließlich nicht reale Situationen untersucht, wie oben dargestellt, er basiert auf Simulationen.

Im Folgenden werden an einige Beispielen reale Situationen dargestellt; die zeigt beispielhaft die Mängel des JRC Reports auf, und Realitätsferne der Schlussfolgerungen des JRC Reports.

C. 1. Beispiel Uranbergbau

Nahezu der gesamte AKW-Brennstoff, Uran, wird aus dem Ausland in die Europäische Union (EU) importiert (siehe nebenstehende Tabelle).

Importe von Uran in die EU aus ...

Russland	19,8%
Kasachstan	19,6%
Niger	15,3%
Australien	14,4%
Kanada	11,5%
Namibia	9,6%
Usbekistan	4,8%
(zusammen)	95%

(aus: ESA-Report 2019, 10 Jahres-Mittel 2010-19)

16

Der JRC Report identifiziert den Uranbergbau als Hauptquelle betreffs des „Human Toxicity Potential“, also der Gefährlichkeit für die menschliche Gesundheit (im wesentlichen durch Radioaktivität als auch durch die chemischen Eigenschaften der abgebauten Materialein (Uranerz) bzw. der Abfallprodukte („tailings“).

“With regard to potential radiological impacts on the environment and human health, the dominant lifecycle phases of nuclear energy significantly contributing to potential radiological impacts on the environment and human health are: uranium mining and milling (ore processing);”

(JRC Report, Exec. Summary, page 7/8)

“Poinssot et al [3.2-8], also report that the main contributor (99%) to HTP [Human Toxicity Potential] for the nuclear energy chain is mining, ...” (JRC Report, page 46)

Die Fortsetzung der Nutzung von Atomkraftnutzung bedeutet die Perpetuierung eines Systems, das
(a) auf Kolonialismus bzw. dessen Fortsetzung bei der Brennstoffbeschaffung beruht , und
(b) Menschen- und Landrechte Indigener Völker verletzt.

Zu (a)

Wir verweisen insbesondere auf den Uranbergbau in Niger durch das französische Staatsunternehmen Cogema / AREVA / ORANO, der schwere Belastungen für Umwelt und Gesundheit der Menschen mit sich bringt. Der Uranbergbau hat nachweislich nichts zur Entwicklung des Landes Niger beigetragen, das nach wie vor zu einem der fünf ärmsten Länder der Welt gehört.

Der Problembereich ist zu umfangreich, um ihn hier detailliert darzulegen, deshalb verweisen wir auf weitere Informationen.

Weitere Informationen

UranAtlas – Daten und Fakten über den Rohstoff des Atomzeitalters

deutsch, herausgegeben von Le Monde diplomatique, der Nuclear Free Future Foundation, der Rosa-Luxemburg-Stiftung sowie dem Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland herausgegeben.

www.nuclear-free.com/files/assets_nuclear_free_foundation/de/pdf/URANATLAS_Web_11_2019.pdf

UraniumAtlas – Facts and Data about the Raw Material of the Atomic Age, English edited by Nuclear Free Future Foundation, Rosa-Luxemburg-Stiftung, Beyond Nuclear, and International Physicians for the Prevention of Nuclear War (IPPNW).

https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/sonst_publicationen/UraniumAtlas_2020.pdf

Areva en Afrique. Une face cachée du nucléaire français, von Raphaël Granvaud
Marseille, Agone, Survie, col. « Dossiers Noirs », 2012, 300 p., ISBN : 978-2-7489-0156-6.

The Impact of the Uranium Exploitation by the Niger Subsidiaries of COGEMA-AREVA, CRIIRAD, 2005,
(<http://www.criirad.org/actualites/dossiers2005/niger/notecriiradarlit.pdf>)

Abandonnés dans la poussière - L'héritage radioactif d'AREVA dans les villes du désert nigérien,
Greenpeace, 200, <https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2017/02/abandonnes-dans-la-poussiere.pdf>
English version: **Left in the dust AREVA's radioactive legacy in the desert towns of Niger**
www.sortirdunucleaire.org/IMG/pdf/greenpeace-2010-left-in-the-dust-areva-s-radioactive-legacy-in-the-desert-towns-of-niger.pdf

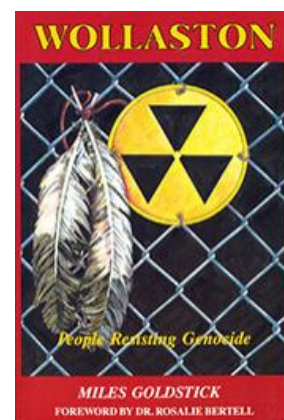
The uranium curse - The Northern Niger's suffering from its wealth, by Association Tchinquaghen, 2007
<https://uranium-network.org/wp-content/uploads/2009/05/2009-Tchinaghen-TheUraniumCurse.pdf>

(b) Menschen- und Landrechte Indigener Völker werden verletzt

JRC Report und EU Taxonomy

Die Herkunft des Atomkraftwerks-Brennstoffs Uran wird – obwohl im JRC Report als größter Beiträger zum Human Toxicity Potential identifiziert – und obwohl nach Angaben der European Supply Agency (ESA) der EU 95% des in der EU verbrauchten Urans importiert werden, nicht untersucht.

Die Realität



Uranbergbau, Beispiel Kanada, Provinz Saskatchewan

In dieser Region und in den angrenzenden North-West Territorien, jetzt Nunavut, findet Uranbergbau seit 1930, in großem Umfang seit 1942, damals für das US-Atombomben-Programm, statt. Uranbergwerke und deren Tailings im Norden der Provinz Saskatchewan (sowie in anderen Landesteilen) wurden rd. 40 Jahre lang sich selbst überlassen, ohne Sanierungsmaßnahmen, und kontaminier(t)en die Umwelt.²⁸

²⁸ The Legacy of Uranium Mining in Saskatchewan: The Unacceptable Environmental Impacts of Uranium Mining, by SES – Saskatchewan Environmental Society, March 2015, <https://www.sortirdunucleaire.org/IMG/pdf/saskatchewanenvironmentalsociety-2015-the-legacy-of-uranium-mining-in-saskatchewan-he-unacceptable-environmental-impacts-of-uranium-mining.pdf>

Die Indigenen Bewohner, in Kanada als ‚First Nations‘ bezeichnet (im Rahmen der UN ‚Indigenous Peoples‘) hatten von Anfang an erhebliche Vorbehalte gegen den Uranbergbau, jedoch wurden ihre Vorbehalte – sie wollten zunächst ihre Landrechte geklärt sehen – nicht berücksichtigt.

In der Folge kam es z.B. 1985 zu einer gewaltfreien Blockade einer Straße, die zu den Uranbergwerken am Wollaston Lake im Norden der Provinz führt ²⁹, Details siehe: „VOICES FROM WOLLASTON LAKE“ ³⁰.

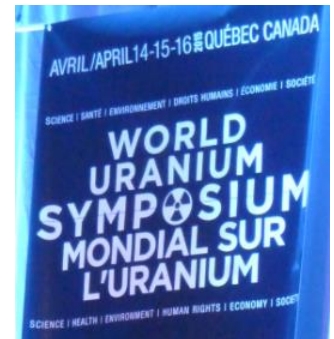
Der Uranbergbau wurde fortgesetzt und in den 1990er Jahren massiv ausgeweitet – gegen den Widerstand u.a. der Dene First Nation, in deren Gebiet die neuen Uranbergwerke liegen.

2011 benennt eine Master-Arbeit explizit den Uranbergbau im Norden Saskatchewan als Kolonialismus ³¹.

“Nehithawak [Cree territory] stand in the way of a colonial agenda that requires access to land for its survival. In the context of northern Saskatchewan, the Canadian state and the Province of Saskatchewan require access to uranium ore underneath traditional Nehithaw and Denesuline territories for the development and maintenance of the nuclear industry one of the key components of the capitalist framework in Canada. This is the latest form that colonialism has taken in northern Saskatchewan and is one of many in a long history of threats which our people have had to respond to and protect ourselves from. (...) Many of the world’s largest and most profitable uranium mining and milling operations are located on or just north of our traditional territory, as well as the territory of our northern neighbours, the Denesuline. The Denesuline bear the brunt of contamination as they live and work in close proximity to the mines. Milled uranium ore is transported south through Nehithaw and traditional territory and Métis communities², putting our lands and waters at risk. Millions of dollars in revenue are generated annually by northern Indigenous communities through direct and indirect collaborations with the uranium mining industry.(...) Upon further research, however, it is clear that the uranium mining industry in Saskatchewan has serious health and environmental costs both locally and worldwide. (...) Once I had completed this research, I began to realize the enormity of the threat posed to the Nehithaw nation and others by uranium mining.”

Während der Uranbergbau in der Provinz Saskatchewan fortgesetzt wird – obwohl es nach dem Desaster von Fukushima zur Schließung eines der Uranbergwerke aufgrund mangelnder Nachfrage nach Uran kam – leisteten die Cree in der Provinz Quebec in Zusammenarbeit mit Umweltschutz-NGOs erheblichen Widerstand gegen geplante Uranprojekte.

Auf dem World Uranium Symposium 2015, Quebec City, sprachen sich die Teilnehmer*innen mit der ‚Declaration of the World Uranium Symposium 2015‘ ³² gegen jedweden Uranbergbau aus.



In der Provinz Quebec kam es danach zu einem *de facto* Moratorium bezüglich Uranbergbaus. Keines der Uranprojekte wurde fortgeführt.

²⁹ Resistance at Wollaston, from: Open Road Spring 1986, www.zisman.ca/openroad/1986-Spring/pages/P6-7.pdf

³⁰ VOICES FROM WOLLASTON LAKE - Resistance against Uranium Mining and Genocide in Northern Saskatchewan, by Miles Goldstick, 1987, <https://nonuclear.se/files/voices-from-wollaston-lake1987goldstick.pdf>

³¹ “Becoming Onîkânîwak: Defending Nehithaw-Askiy from Saskatchewan’s Uranium Industry”, by Kirstin Scansen, 2011 / 2015, <https://pdfs.semanticscholar.org/32d2/09e8fcb64a5f734f83bc10bd7addfedc064b.pdf>, Quotations from pages 6,7,9

³² Declaration of the World Uranium Symposium 2015, http://ccnr.org/declaration_WUS_e_2015.pdf

C. 2. Hypothesen und Simulation anstatt Analyse

Der JRC Report

Betreffs der Auswirkungen von Uranbergbau auf Umwelt und menschliche Gesundheit verwendet der JRC Report – wie auch in anderen Bereichen – keine Analyse der realen Situation, sondern ausschließlich Simulationen.

An keiner Stelle im JRC Report werden die tatsächlichen aktuellen Auswirkungen von Uranbergbau analysiert, oder Literatur – die dazu umfangreich vorhanden ist – ausgewertet.

Die Autoren des Reports verwenden ausschließlich die Ergebnisse von Simulationen, und benennen Möglichkeiten, mit denen die negativen Auswirkungen des Uranbergbaus gemildert werden können. Ob die genannten ‚mitigation measures‘ auch tatsächlich angewendet werden, bleibt offen.

Über die zukünftigen Anwendung solcher ‚mitigation measures‘ kann nur spekuliert werden. Der JRC Report wendet anschließend mehrere Seiten auf, und benennt EU-Direktiven zu Strahlenschutz usw., deren Anwendung und Wirksamkeit jedoch in den Abbauländern wie Russland, Kasachstan, Niger oder Namibia sehr fragwürdig ist, und auch in andere Ländern keineswegs garantiert werden kann.

Diese Vorgehensweise entspricht nicht einer Lebenszyklus-Analyse, sondern kann nur als ‚hypothetisieren‘ eingestuft werden.

In der nachfolgenden Grafik sind die möglichen ‚mitigation measures‘ rot eingekreist.

Table 3.3.1-2. Importance of mining & milling impacts on the TEG environmental objectives

Non-radioactive and radioactive impact indicators		Prevention or mitigation of potentially harmful impacts	
Indicator	Importance	Appropriate mitigation measures	Remarks
GHG emissions	+++	Decreasing fossil fuel consumption	Diesel fuel use at remote locations
Water withdrawal	++	Optimization of water use	-
Water consumption	++	Optimization of water use	-
Water pollution	+++++	Tailings management	Containment
Ecotoxicity	+++++	Tailings covering management &	Containment & dusting prevention
Human toxicity	+++++	Idem	Idem
Land use	++++	Reclamation of land	Full remediation
Atmospheric pollution	++++	Covering of tailings	Dusting prevention
Acidification pot.	++++	Waste rock management	Avoid acid drainage
Eutrophication pot.	++++	Runoff water control	-
Ozone creation pot.	++++	Control of NOx emission	Control of diesel fuel use
Production of TW	++++	Selective waste management	-
Depletion of resources	+++	Exploring new uranium deposits	Application of novel technologies
Production of solid RW	++++	Stabilization and capping	YLLW only
Gaseous RA releases	+++++	Covering of tailings	Radon retention
Liquid RA releases	N/A	-	-

Legend

N/A	Not applicable
+	Very low importance
++	Low importance
+++	Normal importance
++++	High importance
+++++	Critical importance

JRC—Report, page 81

Maßnahmen werden in bestehenden Uranbergwerken **nicht** oder nur **unzureichend** durchgeführt.
(Erhebliche Unterschiede nach Ländern)

“As it can be seen from Table 3.3.1-2, uranium mining and milling activities do not represent significant challenge to the climate change mitigation and adaptation TEG objectives.” ???

Tabelle 3.3.1-2 aus dem JRC Report, Seite 81 (rote Markierungen nicht im Original)

Die Realität

Die erwähnten ‚mitigation measures‘ werden in der Realität – unterschiedlich nach Ländern – nicht oder nur unzureichend durchgeführt.

Von einer sorgfältigen Durchführung dieser Maßnahmen hängt ihre Wirksamkeit jedoch wesentlich ab. Die Erfahrungen der Vergangenheit zeigen, dass diese Maßnahmen – wenn überhaupt durchgeführt – schon nach kurzer Zeit an Wirkung verlieren. Häufig werden sie erst gar nicht durchgeführt.

Der Problembereich ist äußerst komplex und kann hier nur kurz angeschnitten werden.

Es bleibt festzuhalten, dass eine sorgfältige Durchführung von ‚mitigation measures‘ keineswegs garantiert ist, im JRC Report nicht untersucht wird und auch keine Schritte vorgeschlagen werden, deren Durchführung sicherzustellen.

Der Report verweist lediglich auf existierende Gesetze und Regelungen, was für eine realistische Beurteilung der Situation weitgehend belanglos ist.

C 3. Unfälle und Leckagen aus der Betrachtung ausgeschlossen ... Realitätsbezug?

Erläuterung

Tailingsbecken – im englischen oft als ‚tailings dams‘ nach dem Damm bezeichnet, hinter dem der Abraum aus dem Bergbau abgelagert wird: Aufgrund des geringen Gehalts von Uran im Gestein von 0,1% bis 0,05% müssen sehr große Mengen von uranhaltigem Erz (bei 0,05% Urangehalt 2 000 t Erz für 1 t Uran) abgebaut werden; das Uran wird chemisch aus dem Gestein ausgelöst, die verbleibenden 99+% sind Abraum, größtenteils flüssig-schlammiger Form, der jedoch wegen der Zerfallsprodukte des Urans noch rd. 85% der ursprünglichen Radioaktivität des Erzes enthält; er kann außerdem gelöste Schwermetalle enthalten. Dieser Abraum (‚tailings‘) – weltweit rd. 2,3 Mrd Tonnen – wird größtenteils in schlammiger Form – in ‚Tailingsbecken‘ abgelagert.

21

Dammbrüche von Tailings

Der JRC Report

Unfälle und Leckagen sind per Definition aus der Betrachtung in einer Lebenszyklus-Analyse ausgeschlossen (siehe → B.2).

Der JRC Report beschreibt ausschließlich einen großen Unfall, nämlich den Dammbruch von Church Rock, USA.

Die Auswirkung des Unfalls auf die Beurteilung vom Uranbergbau und Atomkraft im Report bleibt unklar.

Die Realität

Von 1952 bis 2012 gab es 21 größere Dammbrüche von Uran-Tailingsbecken weltweit, durchschnittlich alle 3 Jahre ein Dammbruch, mit erheblichen Freisetzungen radioaktiver Elemente ³³.

Über Aufräumarbeiten und deren Effizienz ist wenig bekannt.

Aufgrund erheblicher Problem mit immer neuen Dammbrüchen der Abraumbetten von Bergwerken sah sich das UN Environmental Program zu einem ‚Rapid Response Assessment‘ veranlasst.

“Mine Tailings Storage: Safety Is No Accident” ³⁴.

Die Studie zeigt, dass zwischen 1985 und 2006 weltweit 105 Dämme von Abraumbetten brachen, also durchschnittlich fünf Dammbrüche pro Jahr.

Die Dammbrüche hatten mit verheerenden Folgen für die Umwelt, in mehreren Fällen kosteten sie auch Menschenleben (zuletzt Brumadinho, Brasilien, Januar 2019, mit 259 Toten).

Das Gefahrenpotential von Dammbrüchen von Uranbergbau-Tailings wird im JRC Report vollkommen ignoriert.

³³ WISE Uranium Project, <http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>

³⁴ Mine tailings storage: Safety is No Accident, by UNEP and International Commission on Large Dams, 2017

www.grida.no/publications/383, <https://grida.no/publications/383>

https://live.s3.amazonaws.com/production/documents/s_document/371/original/RRA_MineTailings_lores.pdf?1510660693

Leckagen

Der JRC Report

Leckagen sind per Definition aus Lebenszyklus-Analysen ausgeschlossen (→ B.2.)

Die Realität

In vielen Fällen weisen Tailingsbecken Leckagen auf und radioaktives Material gelangt in die Umwelt, vor allem Grund- und Oberflächengewässer und wird mit diesen in der näheren oder weiteren Umgebung verbreitet.

Beispiel Australien

Aus den Tailings des Ranger Uranbergwerks gelangten rd. 100.000 Liter kontaminiertes Wasser täglich in die Umgebung – den Kakadu Nationalpark.

Uranium mine leak '5400 times normal level'

Contaminated water seeping from a mine in Kakadu National Park has a uranium concentration more than 5,000 times the normal level, a Senate estimates committee has heard. (...)

The office today told the committee that water seeping from underneath the dam has about 5,400 times the level of uranium than the natural background level.

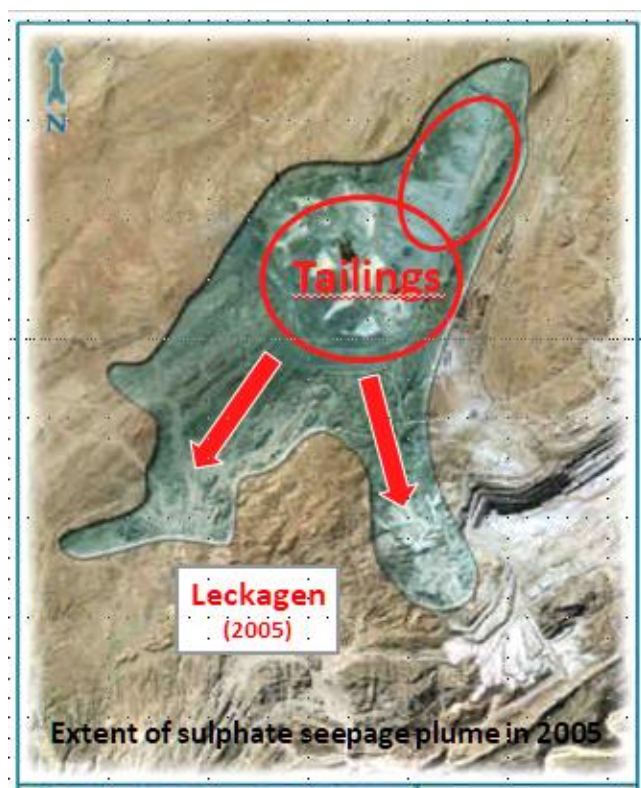
Greens Senator Scott Ludlam says the environmental regulator told the committee about 100,000 litres of water seeps from the tailings dam every day. Mr Ludlam says the water has been leaking from the dam for years. He says the regulator says it will be impossible to rehabilitate the site. (...)

"ERA made a quarter of a billion dollars in profit last year," he said. "I think the least they can do for the cultural and environmental integrity of Kakadu National Park is do some proper water quality sampling so we know what kind of contamination we are dealing with." (...)

from: ABC News

<http://www.abc.net.au/news/2010-02-09/uranium-mine-leak-5400-times-normal-level/325276>

22



Beispiel Namibia

Aus den Abraumhalden des Rössing Uranbergwerks, Namibia, sickert radioaktiv und chemisch belastetes Wasser in die Umgebung.

„As shown in table 3 below, an increase is detected for fluoride, nitrates and sulphates whose concentrations are below detection limits upstream.

The impact is particularly high for sulphates (1 302 mg/l downstream). (...)

The data also shows an increase for arsenic, zinc, boron, radon 222, vanadium and zinc (factor of 9 to 35), Molybdenum (factor 85), selenium (factor 131).

But the highest impact concerns uranium (factor 2 155) whose concentration is 431 µg/l downstream while it was only 0.2 µg/l upstream.

Of huge concern is that the waste rocks and the 200 million tons of tailings will constitute – on the long term - a source of chemical contamination (especially sulphates) and radioactive contamination of the Khan river basin.”³⁵

Eine EJOLT-Studie stellte 2014 massive erhöhte Werte von radioaktiven und chemischen Schadstoffen unterhalb der Tailingsbecken fest.

³⁵ Chareyron, B. 2014. Radiological Impact of Rössing Rio Tinto Uranium Mine. EJOLT & CRIIRAD Report (2014) page 15, 27) www.criirad.org/mines-uranium/namibie/radiological-impactofriotintorossing-CRIIRAD-EJOLT.pdf

Beispiel Niger

Nach über 30 Jahren Uranbergbau liegen rd. 35 Mio. Tonnen radioaktiven Abraums ohne Schutzmaßnahmen in der Umgebung der Bergbaustädte Arlit und Akokan, nördlicher Niger. Wind weht radioaktiven Staub von den Tailings in die Stadt Arlit, Trinkwasserbrunnen sind mit Uran belastet.



Sonstige Unfälle

Der JRC Report

Andere Arten von Unfällen werden ebenfalls aus einer Lebenszyklus Analyse und aus dem JRC Report ausgeblendet.

Die Realität

Beispiel Malawi

2007 wird ein neues Uranbergwerk, Kayelekera, in Malawi eröffnet. Noch vor Inbetriebnahme kommt es zu tödlichen Unfällen unter den Arbeitern, die das Bergwerk einrichten. Während des Betriebs kommt es weiteren Unfällen, Beschwerden und Streiks der Arbeiter wegen unsicherer Arbeitsbedingungen, radioaktives Abwasser gelangt in die Umgebung, eine Untersuchung stellt fest, dass das Bergwerk unter australischer Gesetzgebung (die Betreiberfirma kommt aus Australien) nicht genehmigt worden wäre. Mit Stilllegung des Bergwerks 2014 enden die Probleme nicht, weiterhin gelangt radioaktives Material in die Umgebung und stellt eine Gefahr für die Bevölkerung dar ³⁶.

³⁶ Chareyron, B., 2015, Impact of the Kayelekera uranium mine, Malawi. EJOLT Report No. 21, 77 p.

Paladin Energy Ltd Hall of Infamy

(last updated 21 Dec 2018)

- Dec. 12, 2018: [Paladin avoided paying US\\$ 20 million tax on sale of 25% stake in Langer Heinrich uranium mine \(Namibia\)](#)
- Jan. 25, 2017: [Paladin and Malawi government reject request to disclose water monitoring data of Kayelekera uranium mine](#)
- July 9, 2015: [Prime Minister's report exposes lack of safety at Langer Heinrich uranium mine \(Namibia\)](#)
- Feb. 20, 2015: [Workers protest against unsafe working conditions at Paladin's Langer Heinrich uranium mine \(Namibia\)](#)
- Nov. 19, 2014: [NGOs warn Paladin against planned release of Kayelekera uranium mill tailings water into river used for drinking water \(Malawi\)](#)
- Oct. 7, 2014: [Contract workers claim unfair treatment at Langer Heinrich uranium mine \(Namibia\)](#)
- Feb. 17, 2014: [Uranium ore concentrate spilled in transport accident near Paladin's Kayelekera mine \(Malawi\)](#)
- Oct. 30, 2013: [Worker dies from injuries suffered in electrical incident at Langer Heinrich uranium mine \(Namibia\)](#)
- July 31, 2013: [Fatal accident at Paladin's Kayelekera mine \(Malawi\)](#)
- July 22, 2013: [UN Special Rapporteur savages Malawi's deal with uranium miner Paladin Energy](#)
- December 19, 2012: [Paladin threatens anti-nuclear website owner with court action](#)
- September 24, 2011: [Student found dead after critical publication alleged payments of Kayelekera uranium mine to Malawi president](#)
- November 3, 2010: [Uranium miner Paladin Energy refuses disclosure of carbon footprint \(Namibia\)](#)
- QUOTE OF THE DAY: "at the mine we focus on production matters"
(Mr. Werner Duvenhage, Managing Director Langer Heinrich, Paladin Energy Africa, September 2010, in an email communication with WISE Amsterdam, denying request for information and site visit)
- September 25, 2010: [Paladin orders miners to work in Kayelekera mine in spite of shortage of dust masks \(Malawi\)](#)
- QUOTE OF THE DAY: "Mining is a 24 hour operation and cannot be stopped as a result of a shortage of available dust masks"
(Johan De Bruin, geology superintendent of Paladin's Kayelekera uranium mine in Malawi, Nyasa Times Sep. 25, 2010)
- October 8, 2009: [Fourth death this year at Paladin's Kayelekera mine \(Malawi\)](#)
- QUOTE OF THE DAY: "We're taking the uranium out of the ground, we're exporting it to be used for productive purposes, so we should be getting a medal for cleaning up the environment."
(Neville Huxham, Malawi country director for Paladin Energy Africa, operator of the Kayelekera uranium mine, IPS Aug. 24, 2009)
- March 18, 2009: [Malawi police fire teargas at workers at Kayelekera mine construction site: operations disrupted, managers evacuated](#)
- April 25, 2008: [Intervention after sulphuric acid spill at Langer Heinrich mine leads to explosions \(Namibia\)](#)
- March 1, 2007: [Paladin Resources' Kayelekera Uranium Project in Malawi, Africa would not be approved in Australia, conclude independent reviewers](#)

24

List of accidents in Paladin's uranium mines 2007 – 2015 (www.wise-uranium.org/ucpalhi.html)

C. 4. Auswirkungen auf Gesundheit von Bergarbeitern und Bevölkerung in der Umgebung

Der JRC Report

Der JRC Report stuft die Gefahren für Bergarbeiter und Bevölkerung in der Umgebung von Uranbergwerken als gering ein.

Die Realität

Berichte aus den Uranbergbauländern Niger und Namibia sprechen eine andere Sprache.

Beispiel Niger

"Zaki is one of many ex-workers and local people who have illnesses they cannot account for - and which often have not been properly diagnosed and treated.

*Many suffer from the uncertainty, not knowing what risks they have been exposed to and how that will affect the lives of themselves and their families."*³⁷

Im Krankenhaus der Uranbergwerks-Stadt Arlit gibt es nach Berichten von NGOs vor Ort keinen Arzt, der Berufskrankheiten diagnostizieren kann oder darf³⁸ - somit gibt es auch keine Erfassung berufsbedingter Krankheiten.

„Der Mangel an Daten über die Todesursache hilft französischem Unternehmen“ folgte daher ein Journalist im Jahr 2010³⁹.

³⁷ Left in the Dust - Niger's Legacy from Uranium Mining", Greenpeace, 2009, page 53

³⁸ Ibid, page 55

³⁹ NIGER: Lack of Data on Causes of Death Buffers French Company, by Julio Godoy, 22 April 2010

Beispiel Namibia

Ähnlich der Situation in Niger ist die Lage in Bezug auf die Gesundheitssituation von Bergarbeitern in Rössing's Uranbergwerk in Namibia.

Bereits in den 1990er Jahren gingen Bergarbeiter wegen vermuteter Gesundheitsschäden vor Gericht ⁴⁰.

2009 untersuchte das Labour Resource and Research Institute (LaRRI) von Namibia erneut die unbefriedigende Gesundheitslage und die sozio-ökonomischen Auswirkungen auf die Bergarbeiter:

„URANIUM MINING IN NAMIBIA - The mystery behind 'low level radiation'“ ⁴¹.

Ergebnis: Einige Bergarbeiter haben sich Tuberkulose oder Lungenkrebs zugezogen, die wirkliche Auswirkung des Uranbergbaus auf die Bergarbeiter und die Bevölkerung in der Umgebung (vor allem Bergarbeiter-Siedlung Arandis) ist unbekannt, die Bergarbeiter vertrauen nicht auf die Ärzte des Unternehmens.

Im Jahr 2014 war die Gesundheitssituation der namibischen Bergarbeiter erneut Gegenstand von Untersuchungen:

"The older workers all Study on low-level radiation of Rio Tinto's Rössing Uranium mine workers said they know miners dying of cancer and other diseases, mainly after retirement. These are workers started working in the mine in the 70s and early 80s when safety conditions were non-existing or very poor. The questionnaires confirm that many of these workers are by now retired and many have already died of cancer or unknown diseases: ..." ⁴²

Obwohl die Sicherheitsstandards erhöht worden waren, bleiben die Auswirkungen von langjähriger Beschäftigung im Uranbergbau auf die Bergarbeiter zumindest umstritten.

Bergarbeiter aus den frühen Jahren des Uranbergbaus – die wegen geringer Sicherheitsstandards größerer Strahlenbelastung ausgesetzt waren – bleiben entschädigungslos.

www.ipsnews.net/2010/04/niger-lack-of-data-on-causes-of-death-buffers-french-company/

⁴⁰ Vilaseca, I. (CEDAT, Universitat Rovira I Virgili), 2012. *Rio Tinto in Namibia: the Connelly Case*, EJOLT Factsheet No. 39,

⁴¹ URANIUM MINING IN NAMIBIA - The mystery behind 'low level radiation' researched and compiled by Hilma Shindondola-Mote, Windhoek, February 2009, ISBN: 99916-64-92-0

⁴² Kohrs, B., Kafuka, P. 2014. Study on low-level radiation of Rio Tinto's Rössing Uranium mine workers. EJOLT & Earthlife Namibia Report.

C. 5. ‚Bann‘ betreffs Uranbergbau

Aufgrund der schlechten Erfahrungen mit Uranbergbau, verfügten manche Staaten, Provinzen oder Regionen – oft nach erheblichen zivilgesellschaftlichen Aktivitäten – einen Bann für Uranbergbau.

Der JRC Report ignoriert dies vollkommen.

in Europa

Schweden (seit 2018)

Irland – Prospektion nicht zulässig

Spanien – 13. Mai 2021: Das Spanische Parlament erlässt ein Gesetz zum Klimawandel

Neue Anträge für den Abbau von Kohlewasserstoffen und Uran werden nicht mehr entgegengenommen.

Grönland Bestehende ‚zero tolerance policy‘ war 2013 aufgehoben worden; nach Zerbrechen der Regierungskoalition im März 2021 findet derzeit (Juli 2021) erneut eine öffentliche Konsultation über die Einführung eines Banns für den Abbau von Uran statt⁴³

in Kanada:

British Columbia (seit 2008)

Nova Scotia (seit 1982)

Quebec (Moratorium seit 2013, de facto Bann seit 2015)

in USA

Virginia

Dineh – Navajo Nation

Grand Canyon area (20 jähriges Verbot von Uranbergbau in Umgebung des Grand Canyon, seit 2012)

in Asien

Kirgistan (seit 2019)

in Australien und Neuseeland

Western Australia (seit 2017)

South Australia (regional)

Victoria

New Zealand

⁴³ Høring af forslag til Inatsisartutlov om forbud mod forundersøgelse, efterforskning og udnyttelse af uran, https://naalakkersuisut.gl/da/H%c3%b8ringer/Arkiv-over-h%c3%b8ringer/2021/0207_Uranimik-misissueqqaarnermut

C. 6. Uranbergbau – neue Projekte in der EU umstritten

In der EU gibt es aktuell keinen Uranbergbau. Es gibt jedoch einige Versuche, Uranbergbau in der EU bzw. an deren Grenzen wieder zu beginnen.

Spanien

Seit 2011 /12 versucht das Unternehmen Berkeley Energia Ltd., Tochter eines australischen Unternehmens, ein Uranbergbau-Vorhaben in Retortillo, in der Nähe von Salamanca, zu starten.

Das Projekt zog erheblichen lokalen und regionalen Widerstand nach sich, und musste aufgrund von nicht erteilten Genehmigungen eingestellt werden.⁴⁴

Im Mai 2021 (→ siehe ‚Bann‘) beschloss das spanische Parlament, keine neuen Anträge für Uranbergbauvorhaben mehr zu akzeptieren; die Auswirkungen auf das im Stillstand befindliche Retortillo Projekt sind unklar. Das Unternehmen Berkeley Energia Ltd. bedrohte die spanische Regierung mit einer Schadensersatzklage über € 500 Mio. falls das Projekt nicht durchgeführt werden könne.

Weiteren Uran-Explorationsvorhaben (Cabra Alta, Guadelajara) in Spanien wurden Absagen erteilt.⁴⁵

Grönland

Das australische Unternehmen Greenland Minerals Ltd. versucht seit 2010, ein Uran-und-Seltene-Erden-Bergwerk in Kvanefjeld (Kuannersuit) zu installieren. Eine zunächst bestehende „zero tolerance policy“ für Abbau von Uran war 2013 aufgehoben worden. Greenland Minerals Ltd. trieb daraufhin sein Vorhaben weiter voran, der Widerstand in der Bevölkerung wuchs ebenfalls.

Das Bergbau-Vorhaben würde u.a. die grönländische World Heritage Site Kujataa gefährden^{46, 47}.

Mitte Februar 2021 zerbrach die Regierungskoalition über der Frage des Bergbauprojekts; bei den Neuwahlen Anfang April 2021 gewannen zwei Parteien, die gegen das Bergbau-Projekt Stellung bezogen hatten. Derzeit (Juli 2021) findet erneut eine öffentliche Konsultation über die Einführung eines Banns für den Abbau von Uran statt.

Die sozialen Verwerfungen die in Folge der Uranbergbau-Vorhaben entstehen und die sozialen bzw. sozio-ökonomischen Folgen aus den Bergbau-Vorhaben finden in der Beurteilung von Atomkraft keinerlei Beachtung.

⁴⁴ WISE Uranium Project, <https://www.wise-uranium.org/upes.html#SALAMANCA1>

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ WorldHeritage Watch Report 2021, page 88 – 92 <https://world-heritage-watch.org/content/wp-content/uploads/2021/06/WHW-Report-2021.pdf>

⁴⁷ World Heritage Watch Report 2020, page 80 – 84, <https://world-heritage-watch.org/wp-content/uploads/2020/06/WHW-Report-2020.pdf>

C. 7. Beispiel Brennstoff‘kreislauf‘ ...

Die Vision einer unendlichen Energieerzeugung aus Atomkraft scheitert an der Realität

Der JRC Report

Der Report bringt immer wieder einen ‚geschlossenen Brennstoffkreislauf‘ ins Spiel; damit sollen u.a. die Folgen des Uranbergbau relativiert werden, da das einmal abgebaute Uran zwei- oder mehrfach in AKWs verwendet werden könne („TTC – twice through cycle“ oder geschlossener Brennstoffkreislauf).

Ihre Zukunftsvision machen die unbekannten und ungenannten Autoren des Reports deutlich:

“The already accumulated stocks of depleted uranium, when used in a closed fuel cycle with advanced reactors, will be sufficient for several centuries of nuclear power generation at present global levels. Currently known reserves of uranium, used in the same way, extend this time frame to a few millennia.”⁴⁸

Vision von endloser Energie auf Jahrtausende hinaus durch geschlossenen Brennstoffkreislauf ...

Die Realität

In keinem Land der Welt existiert ein geschlossener Brennstoffkreislauf; er würde – neben einer Wiederaufarbeitungsanlage – auch sog. ‚Schnelle Brüter‘ erfordern. würde, stellen schon Angaben von ESA, OECD & NEA sowie der IAEA dieser Idee hinderlichen Fakten in den Weg.

Der JRC Report versucht zu suggerieren, durch Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente spare man viel Uranabbau ein („large amount of direct uranium mining capacity“).

*„It has to be noted that about 30% of the total amount of SF [spent fuel] produced globally in the nuclear power plants has been reprocessed, saving large amount of direct uranium mining capacity.“*⁴⁹

Die European Supply Agency ESA konstatiert:

“Use of MOX resulted in estimated savings of 470 tU and 331 tSW (see Annex 5).”

und

“Savings in natural uranium resulting from the use of MOX fuel together with reprocessed uranium give the amount of feed material (...) coming from domestic secondary sources.

*All this provided about 5.8% of the EU’s annual natural uranium requirements.”*⁵⁰

Wiederaufarbeitung und Wiederverwendung von Plutonium in MOX-Brennelementen sowie von aus der Wiederaufarbeitung zurückgewonnenem Uran („repU“) erbringen in der EU eine ‚Ersparnis‘ von rd. 470 t Uran, d.h. 5.8 % an ‚frischen‘ Uran aus Uranbergbau – keine beachtenswerte Menge.

Darüber hinaus versucht das aus Wiederaufarbeitung gewonnene Uran („repU“) durch eine andere Isotopen-Zusammensetzung Probleme bei der erneuten Verwendung in AKWs.

⁴⁸ JRC Report page 49 / 50

⁴⁹ JRC Report, page 63, 1st lines

⁵⁰ ESA Report 2019, European Supply Agency, page 28, right column, 2nd paragraph und Annex 5, Unterstreichung nicht im Original, <https://ec.europa.eu/euratom/ar/last.pdf>

Der alle zwei Jahre erscheinende Standardbericht der OECD und NEA zu Uranressourcen, Produktion und Nachfrage benennt dies, zunächst unspektakulär: „repU“ wird eingelagert „für zukünftige Wiederverwendung“, es wird also normalerweise nicht wieder genutzt:

“The uranium recovered through reprocessing of spent fuel, known as reprocessed uranium (RepU), is not routinely recycled; rather, it is stored for future reuse.”⁵¹

Die IAEA selbst äußert sich in einem ‘Technical Report’ (2009) zu “repU” wesentlich klarer:

*„RepU should fill between 10 and 20% of annual uranium needs (depending on the burnup of the spent fuel reprocessed). In 2006, however, RepU loaded into reactors was 2.3% of world reactor needs, and current forecasts up to 2015 show no significant increase in the RepU share.”*⁵²

Weiteren Versuchen, „repU“ zu verwenden, waren seit 2009 keine bemerkenswerten Fortschritte beschieden. Im Jahr 2020 kam es zu zwei Absichtserklärungen von Framatome und Rosatom, an dem Problem weiterzuarbeiten – bislang jedoch ohne konkreten Ergebnisse.⁵³

Die ‚Vision‘ einiger Autoren der Quellen, auf denen der JRC Report fußt, d.h. die Vision einer endlosen Energieversorgung auf Jahrtausende hinaus durch einen geschlossenen Brennstoffkreislauf scheitert an der Realität und den *de facto* Problemen der ‚endlosen‘ Wiedernutzung des einmal abgebauten Urans.

Günter Wippel
uranium-network.org
mail@uranium-network.org
Juli 2021

⁵¹ “Uranium 2020 - Resources, Production and Demand”, Joint Report by the Nuclear Energy Agency, page 100, 1st paragraph, last line, www.oecd-neo.org/upload/docs/application/pdf/2020-12/7555_uranium_-_resources_production_and_demand_2020_web.pdf

⁵² IAEA Nuclear Energy Series, No. NF-T-4.4, Technical Reports, Use of Reprocessed Uranium: Challenges and Options, 2009, <https://www.iaea.org/publications/8010/use-of-reprocessed-uranium-challenges-and-options>

⁵³ WISE Uranium Project, www.wise-uranium.org/erepu.html

