



Klima schützen!
Ich bin dabei.



BUND
FREUNDE DER ERDE

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland
LV NRW e.V.

BUND *hintergrund* November 2008

Radioaktivität aus Kohlekraftwerken

von Dirk Jansen

Kohlekraftwerke sind als punktförmige Emittenten radioaktiver Substanzen schon seit langem bekannt. Bereits 1978 wies das international renommierte, allerdings atomfreundliche amerikanische Oak Ridge National Laboratory (ORNL) darauf hin, dass die radioaktive Belastung im Umfeld kohlebefeuerter Kraftwerke sogar noch höher sei als in der Umgebung von Atomkraftwerken. Sowohl die radioaktiven Isotope der Uran- als auch der Thorium-Kette finden sich in den Kraftwerksaschen und werden auch über die Schornsteine emittiert. Weltweit gelten Braun- und Steinkohlekraftwerke neben Atomkraftwerken als die größte Quelle radioaktiver Kontamination der Umwelt. Das ORNL schätzt, dass durch Kohlekraftwerke innerhalb der 100-Jahres-Periode bis 2040 weltweit insgesamt über 800.000 t Uran und 2 Mio. t Thorium freigesetzt sein werden.¹

Auch wenn die Atomlobby das Argument gerne missbräuchlich für die Eigenwerbung nutzt: Neben dem Problem radioaktiver Grubenwässer oder tagebaubedingter Radioaktivität² darf das Problem der Emission radioaktiver Substanzen durch den Betrieb von Kohlekraftwerken nicht unterschätzt werden und ist in den anstehenden immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

Kohle und Radioaktivität

Uran und Thorium sind natürlich in der Erdkruste vorkommende radioaktive Metalle. Ihr geogenes („erdbürtiges“) Vorkommen beträgt je nach Beschaffenheit des Untergrundes im Mittel 2-3 g Uran/t bzw. 12-15 g Thorium/t. Kohlen und Sedimente enthalten demgegenüber geringere Mengen radioaktiver Elemente natürlichen Ursprungs. Neben den Radionukliden der Zerfallsreihen des Urans und Thoriums ist das im Wesentlichen das radioaktive Kaliumisotop K-40, das mit einem Anteil von 0,011 % im natürlichen Kalium enthalten ist.

Der natürliche Urangehalt der rheinischen Braunkohle liegt nach Angaben des NRW-Energieministeriums bei 0,2 Gramm pro Tonne, der des Abraumes bei 0,2 bis 3 Gramm (Mittelwert 0,8 g) pro Tonne.³ Dabei enthält deutsche Braunkohle um den Faktor 2 bis 3 geringere spezifische Aktivitäten von Uran-238 und Thorium-232 als Steinkohle. An einigen Orten finden sich Urankonzentrationen in der Steinkohle von über 20 g/t.

Bei deutscher Steinkohle betragen die spezifischen Aktivitäten im Mittel 32 Kilobecquerel pro Tonne Uran-238, 21 Kilobecquerel pro Tonne Uran-232 und 225 Kilobecquerel pro Tonne Kalium-40.⁴ Importkohle, die heute bereits mengenmäßig etwa 60 % der in deutschen Kraftwerken verfeuerten Steinkohle ausmacht, weist die nachfolgend aufgeführten spezifischen Aktivitäten auf:

Herkunft	Spezifische Aktivität [kBq/t]		
	U-238-Reihe	Th-232-Reihe	Kalium-40
Steinkohle			
Polen	38 (2 bis 140)	30 (7 bis 110)	290 (40 bis 800)
Südafrika	30	20	110
Russland	28	25	120
Australien	30 bis 48	30	40

Quelle: Deutscher Bundestag, Drs. 16/9032

Bei einem jährlichen Kohleverbrauch in Deutschland von 68 Mio. t Steinkohle und 182 Mio. t Braunkohle (in 2006) entspricht die Stromerzeugung aus Kohle damit rechnerisch Gesamtaktivitäten von etwa 4 Terabecquerel Uran-238, 3 TBq Thorium-232 und 15 TBq Kalium-40.

Kohlekraftwerke und Radioaktivität

Steinkohle und Braunkohle enthalten also je nach Art und Herkunft in unterschiedlichen Konzentrationen natürliche radioaktive Stoffe. Diese werden bei der Verbrennung in die Biosphäre freigesetzt und führen so durch externe Bestrahlung und durch Inkorporation zu einer zusätzlichen, durch zivilisatorische Einflüsse bedingten Strahlenexposition durch Radioaktivität.⁵

Strittig ist, in welchen Mengen Radioaktivität in die Umgebung von Kohlekraftwerken gelangt.

Bei der Verbrennung von Kohle geht der größte Teil der enthaltenen radioaktiven Stoffe in feste Rückstände, wie Aschen, Schmelzkammergranulat und Rückstände aus der Rauchgasfilterung und Rauchgasentschwefelung über. In diese festen Rückstände erfolgt eine erhebliche Aufkonzentration. Die Konzentration der in den Aschen verbleibenden Radionuklide ist um den Faktor 'Masse Kohle dividiert durch Masse Asche' höher. Bei einem Aschengehalt von lediglich 5% läge somit bereits eine um das 20-Fache höhere Konzentration als im Ausgangsmaterial vor.

Bei einer Urankonzentration in der Kohle von 20 ppm kann durch die Verbrennung eine Anreicherung auf über 200 ppm erfolgen, eine Konzentration, mit der andernorts, z.B. in der Rössing-Mine in Namibia, mit Erfolg Erz abgebaut wird. Atomforscher fordern deshalb die Urangeinnung aus Kraftwerksaschen zur Gewinnung neuen Brennstoffs für Atomkraftwerke. Eine kanadische Bergbau-firma will z.B. aus der ständig anfallenden Asche dreier chinesischer Kohlekraftwerke in der Provinz Yunnan jährlich 120 t Natururan gewinnen, was einem Viertel des jährlichen Bedarfs der AKWs in der Schweiz entspricht.⁶

Becquerel, abgekürzt Bq, ist die Einheit der Radioaktivität. Das Becquerel gibt die Anzahl der Atome an, die pro Sekunde zerfallen:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$$

Das **Sievert** (Einheitenzeichen: Sv) ist die Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen. Vor dem 31. Dezember 1985 war die offizielle Einheit der Äquivalentdosis das Rem (rem). 1 rem = 0,01 Sv. Da 1 Sv eine relativ große Äquivalentdosis darstellt, werden praktisch vorkommende Werte meist in Millisievert (mSv) angegeben.

$$1 \text{ Sv} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

ppm (parts per million): 1 ppm = 1 g/t = 1 mg/kg

Die Bundesregierung ermittelte in Rückständen aus der Kohleverbrennung folgende spezifische Aktivitäten:

Rückstand	Spezifische Aktivität [Bq/kg]	
	U-238-Reihe	Th-232-Reihe
Flugasche	90 bis 180	70 bis 115
Granulat	100	75
Bettasche	26	26
Filterpressen-, Absetzbeckenschlamm	5-16	5
REA-Gips	0,6 bis 1,5	1,7

Quelle: Deutscher Bundestag, Drs. 16/9032

Wie viel Radioaktivität direkt in die Umwelt gelangt, hängt vom Staub-Rückhaltegrad des jeweiligen Kraftwerks ab. Bei Filteranlagen nach dem Stand der Technik sollen etwa 99,5 % der Flugasche im Filter zurückgehalten werden, während der Rest in die Umwelt entweicht.⁷

Ingesamt stoßen die NRW-Kraftwerke nach Angaben des Landesumweltamtes⁸ trotz Filtertechnik nach den gesetzlichen Vorgaben etwa 8.000 Tonnen Staub jährlich aus. Der Anteil des besonders gesundheitsgefährlichen Feinstaubes (PM_{2,5} und PM₁₀) ist dabei dominierend. Etwa 80-90 % des ausgestoßenen Staubs entfällt auf PM₁₀, bis zu 75 % auf PM_{2,5}. Allein die vier RWE Braunkohlengroßkraftwerke Frimmersdorf, Neurath, Niederaußem und Weisweiler emittieren jährlich etwa 2.000 Tonnen lungengängigen Feinstaub⁹. Das derzeit in Düsseldorf geplante 400-MW-Steinkohlenkraftwerk würde jährlich trotz vermeintlich moderner Filtertechnik 160 Tonnen Feinstaub ausstoßen.

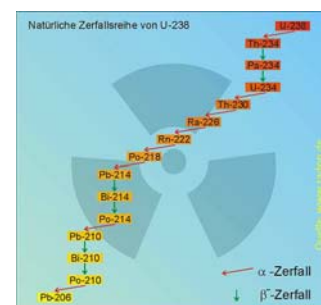
Mit dem Staub aber werden auch die angelagerten radioaktiven Isotope der Uran- und Thorium-Zerfallsreihe sowie Kalium-40 in die Umgebung der Kraftwerke emittiert. Anders als gerne behauptet, verbleiben damit keineswegs die radioaktiven Isotope in den Aschen bzw. Reststoffen. Die radioaktiven Isotope von Radon, Blei und Polonium gehen aufgrund ihrer niedrigen Siedepunkte beim Verbrennungsvorgang (- bzw. das Radon schon bereits bei Trocknungsvorgängen -) in die Gasphase über und können kaum aus der Abluft entfernt werden. Allerdings müssen auch die Reststoffe insbes. Filterstäube als hochgefährlicher Sondermüll dauerhaft und sicher beseitigt werden.

Radioaktivitätsemissionen: Kohlekraftwerke und AKW im Vergleich

Die tatsächliche zusätzliche radioaktive Belastung durch den Betrieb von Kohlekraftwerken wird in der Wissenschaft uneinheitlich bewertet. Während verschiedene Wissenschaftler und die Atomlobby ein nicht unerhebliches Risiko von Kohlekraftwerken konstatieren, versuchen andere, zu relativieren.

„Bei vergleichbarer Erzeugung elektrischer Energie geben Steinkohlekraftwerke mehr radioaktive Stoffe an die Umwelt ab, als Kernkraftwerke

Feinstaub (PM = Particulate Matter): Feinstaub ist ein Teil des Schwebstaubs. Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 Mikrometern (1 µm = 0,000.001 m) werden als PM₁₀, die lungengängige Fraktion Feinstaub mit kleiner/gleich 2,5 µm als PM_{2,5} bezeichnet. Feinstaub gefährdet die Gesundheit. Die EU rechnet für Deutschland mit 68.000 feinstaubbedingten Todesfällen pro Jahr.



Radioaktiver Zerfall: Die Anzahl der Protonen ist bei ein und demselben Element immer gleich, aber die Anzahl der Neutronen kann unterschiedlich sein. Dann nennt man das „Isotope eines Elementes“. Je nach der Zusammensetzung ist so ein großer Atomkern mehr oder weniger stabil. Der Atomkern des Uran-238 (92 p + 146 n) wandelt sich z.B. dadurch um, dass es 2 p und 2 n ausstößt (Alpha-Strahlung). Dadurch entsteht Thorium-234 (90 p + 144 n). Im Thoriumkern wandelt sich ein Neutron durch Abgabe von einem Elektron Beta-Strahlung) in ein Proton um und es entsteht wieder ein neues Element: Protactinium-234 (91 p + 143 n). So kann es immer weiter gehen und immer neue Elemente entstehen.

bei störungsfreiem Betrieb", so Prof. Dr. Claus Grupen.¹⁰ Es würde wohl einen Sturm der Entrüstung auslösen, wenn die permanent von Kohlekraftwerken ausgehende Niedrigstrahlung von kerntechnischen Anlagen ausginge, so der Siegener Wissenschaftler. Auch der Chemiker Prof. Dr. Günter Henze bestätigt, dass die radioaktiven Emissionen von Kohlekraftwerken ein bis zwei Größenordnungen größer seien als die von Atomkraftwerken.¹¹ Amerikanische Wissenschaftler errechneten, dass ein 1.000 MW Kohlekraftwerk jährlich bis zu 5,2 t/a Uran (davon 34 kg Uran-235) und 12,8 t/a Thorium freisetzen würde. Insgesamt sei die durch Kohlekraftwerke freigesetzte Strahlung mehr als drei Mal höher als von Atomkraftwerken gleicher Leistung.¹²

In einer ungarischen Studie wurden die Aktivitätskonzentrationen im Umfeld eines Braunkohle-Kraftwerks untersucht.¹³ Bodenproben an 81 verschiedenen Punkten ergaben Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Uran-238, Radium-226, Thorium-232, Cäsium-137 und Kalium-40, die um das bis zu Fünffache über dem Durchschnitt lagen. Auch türkische Untersuchungen belegen erhöhte Aktivitätskonzentrationen im Umfeld von Kohlekraftwerken, wobei gleichfalls ein Zusammenhang der jeweiligen Deposition mit der vorherrschenden Windrichtung nachgewiesen werden konnte.¹⁴

Dem Bericht des United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) aus dem Jahr 2000 zufolge werden bei einem Kohlekraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 600 Megawatt und Filtern nach dem Stand der Technik jährlich folgende Aktivitäten in die Atmosphäre freigesetzt:¹⁵

Uran-238:	160 Megabecquerel (106 Bq),
Thorium-228:	80 Megabecquerel,
Radium-288:	110 Megabecquerel,
Radon-222:	34 Megabecquerel,
Blei-210:	400 Megabecquerel,
Polonium-210:	800 Megabecquerel und
Kalium-40:	270 Megabecquerel.

Danach beträgt die Strahlenexposition (effektive Dosis) durch die Abgabe radioaktiver Stoffe aus einem Kohlenkraftwerk in die Atmosphäre etwa 0,4 $\mu\text{Sv/a}$. Allerdings spricht die UNSCEAR auch davon, dass im Einzelfall die lokale Bevölkerung effektiven Dosen von bis zu 100 μSv ausgesetzt werden könnte.¹⁶

Laut Bundesregierung lag die in 2002 ermittelte jährliche Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus deutschen Atomkraftwerken über den Luftpfad im Mittel bei 1,4 μSv pro Anlage.

Radioaktive Emissionen von Kohlekraftwerken und Genehmigungsverfahren

Die differierenden Ergebnisse der verschiedenen Studien zeigen, dass bezüglich der Strahlenbelastung durch Kohlekraftwerke noch Untersuchungsbedarf besteht. Fakt ist allerdings, dass Kohlekraftwerke eine Quelle zusätzlicher Freisetzung von Radionukliden sind. Trotzdem spielt dieser Umstand in immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren bisher überhaupt keine Rolle.

Im Dezember 2007 sorgte das Ergebnis einer Studie des Mainzer Kinderkrebsregisters für Schlagzeilen: Je näher ein kleines Kind an einem Atomkraftwerk wohnt, desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass es an Krebs erkrankt. Eine 2008 veröffentlichte Qualitätsprüfung der Studie bewertete den kausalen Zusammenhang zwischen der AKW-Strahlung und den Kinderkrebsfällen neu. Danach können die radioaktiven Emissionen aus den Atomanlagen als Erklärung für das erhöhte Krebsrisiko bei Säuglingen und Kleinkindern in ihrer Nähe nicht ausgeschlossen werden. Sie stellen im Gegenteil die bislang plausibelste Erklärung dar.¹⁷

Vor diesem Hintergrund ist eine vollständige Risikobewertung der Kohlekraftwerke mehr als überfällig.

Mehr Infos: Dirk Jansen, BUND-Geschäftsleiter, Tel.: 0211 - 30 200 5-22, dirk.jansen@bund.net , www.bund-nrw.de

Verwendete Literatur

- ¹ vgl. GABBARD, A.: Coal combustion: nuclear resource or danger. Oak Ridge National Laboratory Review, summer/fall 1993, 26 (3/4), www.ornl.gov/ORNLReview/rev26-34/text/coalmain.html; BOSEVSKI, T. und POP-JORDANOWA, N.: Innovative approach to ash radioactivity and health impacts of lignite power plants, www.worldenergy.org/wec-geis/; MOORE, C.A. : New Showdown Over Coal. In: NATIONAL WILDLIFE FEDERATION (Hg.): International Wildlife May/June 2000, www-nwf.org/internationalwildlife/2000/coal.html; u.a.
- ² vgl. JANSEN, D. /BUND: Feinstaub und Radioaktivität aus Tagebauen – die verschwiegene Gefahr. BUNDhintergrund, September 2003.; JANSEN, D. /BUND: Feinstaub und Radioaktivität aus Tagebauen – Aktuelle Zwischenergebnisse. BUNDaktuell, März 2004
- ³ Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung NRW: „Radioaktivität und Staubbelastung im Umfeld von Braunkohlentagebauen in NRW“. Statement von Staatssekretär Jörg Hennerkes anlässlich der Bürgerversammlung in Niederzier am 04.12.2003 sowie „Stellungnahme zum Hintergrundpapier des BUND NRW...“ vom 04.12.2003
- ⁴ DEUTSCHER BUNDESTAG: Zukunft der Kohleverstromung. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen (Drs. 16/8554); Drucksache 16/9032 vom 05.05.2008.
- ⁵ KOELZER, W.: Die Strahlenexposition des Menschen, Forschungszentrum Karlsruhe, Hauptabteilung Sicherheit, 2001
- ⁶ Prasser, H.-M.: Gedanken zur Versorgungssicherheit beim Kernbrennstoff. Zusammenfassung des Referats anlässlich der Jubiläumsveranstaltung des Nuklearforums Schweiz am 29. Mai 2008 in Lausanne; www.nuklearforum.ch/_upl/files/Referat_Prasser.pdf
- ⁷ vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG Drucksache 16/9032; U.S. GEOLOGICAL SURVEY: Radioactive Elements in Coal and Fly Ash: Abundance, Forms, and Environmental Significance; USGS Fact Sheet FS-163-97, 1997
- ⁸ LANDESUMWELTAMT NRW (Hrsg.): Emissionsmessungen von Feinstaub (PM10 und PM2,5) an industriellen Anlagen. Jahresbericht 2001, S. 18-22. Essen.
- ⁹ vgl. Emissionskataster NRW, <http://www.lanuv.nrw.de/luft/emikat97/startfr2.htm>
- ¹⁰ in: Westfälische Rundschau, Lünen, 7.2.2008, <http://www.derwesten.de/nachrichten/staedte/luenen/2008/2/7/news-21972488/detail.html>
- ¹¹ in: Allgemeine Zeitung vom 14.01.2008: Umweltanalytiker lehnt Kohlekraftwerk ab. Mainz.
- ¹² A. GABBARD: Coal Combustion: Nuclear Resource or Danger? ORNL Review, Summer/Fall 1993, Vol. 26, Nos. 3 and 4.
- ¹³ Z. PAPP, Z. DEZSÓ UND S. DAROCZY: Significant radioactive contamination of soil around a coal-fired thermal power plant: In: Journal of environmental radioactivity, 2002, vol. 59, Nr. 2, S. 191-205
- ¹⁴ HÜSEYİN AYTEKİN AND RIDVAN BALDIK: On the Radiological Character of a Coal-Fired Power Plant at the Town of Çatalağzı, Turkey. Turkish J. Eng. Env. Sci.32 (2008) , 101 – 105.;
- ¹⁵ UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION: Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly
- ¹⁶ UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION: UNSCEAR 1998 Report to the General Assembly.
- ¹⁷ vgl. BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ; <http://www.bfs.de/de/kerntechnik/kinderkrebs/kikk.html>

IMPRESSUM

BUND*hintergrund* wird herausgegeben vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Landesverband Nordrhein-Westfalen e.V. ♦ **Anschrift:** BUND NRW e.V., Merowingerstr. 88, 40225 Düsseldorf, Tel.: 0211/302005-0, Fax: -26, e-Mail: bund.nrw@bund.net ♦ **V.i.S.d.P.:** Paul Kröfges, Landesvorsitzender ♦ **Autor:** Dirk Jansen ♦ **BUND-Spendenkonto:** Bank für Sozialwirtschaft GmbH Köln, BLZ: 370 205 00, Konto-Nr. 8 204 700 ♦ Nachdruck oder sonstige Verwertung nur mit Genehmigung des BUND NRW e.V. ♦ © BUND NRW November 2008 ♦ **Der BUND im Internet:** www.bund-nrw.de ♦

