

Radioaktivität aus den Tage- baugebieten in NRW



04. November 2013

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Berichtersteller: Dipl. Phys. Ulrich Krebs

Inhalt

Radioaktivität aus den Tagebaugebieten in NRW	3
1. Anlass	3
2. Hintergründe	3
3. Durchgeführte Untersuchungen zur Radioaktivität.....	5
3.1 Untersuchungen der Radonkonzentration im Bereich des Tagebaus	5
3.2 Untersuchungen von Staubfraktionen	9
3.2.1 Untersuchungen der PM-10-Staubfraktion.....	9
3.2.2 Untersuchungen der PM-2,5 Staubfraktion	12
3.2.3 Untersuchungen der PM-0,8 und PM-0,2 Fraktionen	13
3.3 Bewertung der Messdaten der Staubuntersuchung	13
4. Dosisbetrachtungen.....	15
5. Depositionsuntersuchungen.....	17
6. Stellungnahme zu den Unterlagen des BUND	17
7. Zusammenfassung:.....	20
8. Anhang	21

Radioaktivität aus den Tagebaugebieten in NRW

1. Anlass

Im Jahr 2003 ist von der Bürgerinitiative der Gemeinde Niederzier und vom BUND die Problematik einer radioaktiven Belastung der Luft durch Feinstaubemissionen aus den Tagebaugebieten publiziert worden. Seitdem ist dieses Thema immer wieder kontrovers diskutiert worden und durch wiederholte Anfragen an Behörden und die Politik, durch Stellungnahmen und Informationsveranstaltungen, durch Untersuchungen und Gegenargumentationen im Blickpunkt der Öffentlichkeit geblieben.

Dieser Bericht soll sowohl eine Zusammenfassung der bekannten Untersuchungen geben, die vorgebrachten Argumente der Bürgerinitiativen analysieren und in Verbindung mit Ergebnissen einer Untersuchungsreihe des LANUV zu einer möglichst abschließenden Bewertung kommen.

In diesem Zusammenhang wird darüber hinaus eine Bestimmung der durch die mögliche Exposition aufgenommenen Dosis einer Einzelperson der allgemeinen Bevölkerung vorgenommen, um eine strahlenschutzmäßige Bewertung der Belastung im Sinne der Strahlenschutzverordnung vornehmen zu können.

2. Hintergründe

Es sind in den vergangenen Jahren verschiedene Untersuchungen mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt worden, um den Einfluss des Tagebaus auf die Zusammensetzung des im Umfeld der Tagebaugebiete auftretenden Feinstaubes festzustellen und eine Bestimmung der radioaktiven Aktivität des Staubes in der Luft durchzuführen.

Die Feinstaubkonzentration in der Luft wird durch eine globale Hintergrundbelastung in Verbindung mit lokalen Einflüssen bestimmt. In welcher Größenordnung in den Tagebaugebieten die bergbaulichen Tätigkeiten die Konzentration bestimmen, ist bisher nicht untersucht worden. Damit ist auch der Mechanismus für die Anreicherung von radioaktiven Isotopen an den Feinstaub nicht bestimmt.

In der Braunkohle und im Abraum der Tagebaugebiete befindet sich, wie in jedem Untergrund auch, das natürliche vorkommende Uran-238, das in einer Zerfallsreihe in das stabile Blei (Pb-206) zerfällt. Die spezifische Aktivität des Urans in der Braunkohle des Niederrheins wird mit 2,6 Bq/kg (RWE) angegeben und ist damit typisch für diese Art von Boden. Ob aber über die bergbaulichen Tätigkeiten die Aktivität des Feinstaubes in der Luft so angereichert wird, dass die natürlich vorhandene Aktivität in strahlenschutzrelevante Bereiche ansteigt, ist Gegenstand des Berichts.

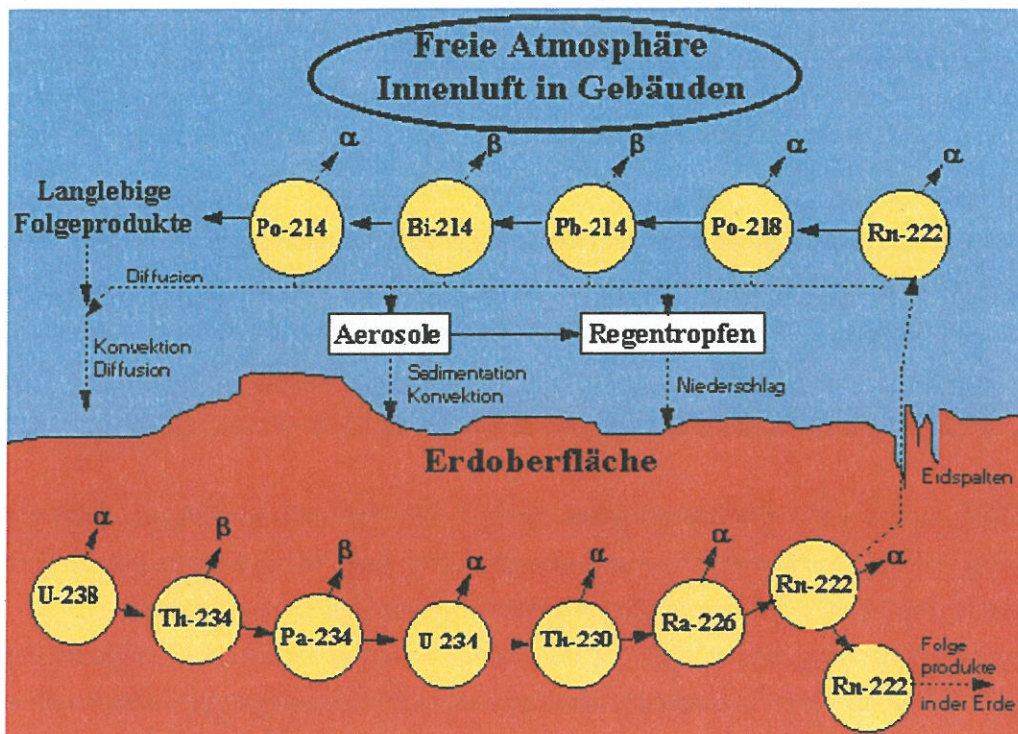


Abbildung 1: Zerfallskette Uran-238

Betrachtet man die natürliche Zerfallskette des Uran-238, so ist bis zum Isotop Radon-222 die Bindung der Zerfallsprodukte an die ursprüngliche Kristallstruktur des Uranatoms gegeben (Schwermetalle). Erst das Rn-222 ist gasförmig und kann damit die Gitterstruktur verlassen. Durch die Diffusion durch Risse und Spalten wird gasförmiges Rn-222 aus dem Boden austreten. Bei einer Halbwertszeit des Rn-222 von 3,8 Tagen werden sowohl im Boden als auch in der Luft schnell die weiteren Isotope der Zerfallskette gebildet, die dann sehr gut in der Lage sind, sich an die feinen Partikel in der Luft anzulagern und Teile des Aerosols und des Feinstaubes in der Luft zu werden.

Bei dieser Betrachtung ist die Konzentration des Rn-222 in der Luft der Hauptindikator für die Aktivität des Feinstaubes und nicht die Partikel, die aus Zerkleinerung und Freisetzung vom uranhaltigen Inhalt der Braunkohle bzw. des Deckgesteins entstehen.

Unbestritten ist die Belastung des Menschen durch die Inhalation des natürlich vorkommenden Radioisotops Radon und seiner Folgeprodukte. Etwa 50 % der natürlichen Strahlenbelastung wird durch die Inhalation von Radon bzw. der Folgeprodukte hervorgerufen (Bundesamt für Strahlenschutz, Jahresbericht 2004, S.14).

Die Radonkonzentration ist regional unterschiedlich und abhängig vom Aufbau des Untergrunds. Die Freisetzung in die Atmosphäre wird außerdem durch die meteorologischen und klimatischen Gegebenheiten beeinflusst. Der Eingriff des Menschen in die Bodenbeschaffenheit durch den Tagebau kann die Konzentration des Radons in der bodennahen Luft ändern. Damit ist die Untersuchung der Radonkonzentration in der bodennahen Luft eine notwendige Grundlage für die Bewertung eines möglichen radiologischen Einflusses des Tagebaus. Belastbare Aussagen können aber nur durch Langzeitbeobachtungen getroffen werden, die den klimatischen, meteorologischen und jahreszeitlichen Einfluss berücksichtigen.

3. Durchgeführte Untersuchungen zur Radioaktivität

In den vergangenen Jahren wurden Untersuchungen zur Ermittlung sowohl des Radongehaltes in der Luft als Grundlage für eine mögliche Anreicherung der radioaktiven Zerfallsprodukte aus den natürlichen Zerfallsreihen am Feinstaub durchgeführt, sowie auch die Aktivitäten der Aerosole und Feinstäube in unterschiedlichen Fraktionen bestimmt.

1. Messreihe des Materialprüfungsamts (MPA NRW) im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg
Zeitraum: Juli 2004 bis Oktober 2005
Untersuchungen zur Radonkonzentration in der Luft an 19 Standorten
Untersuchung der Alpha-/Beta-Aktivität an PM-10-Feinstaubproben des LANUV an 4 Filtern
Untersuchung der radioaktiven Blei (Pb-210)-Konzentration
2. Messreihe des Forschungszentrums Jülich (FZJ)
Zeitraum: Februar 2004 bis Januar 2005 (3 Kampagnen)
Untersuchung der Radonkonzentration in der Bodenluft an 9 Standorten mit Messgeräten des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)
3. Messreihe des Forschungszentrums Jülich
Zeitraum: Ende 2005
Untersuchung der Alpha-Aktivität an Feinstaubfiltern der Fraktionen PM-0,8 und PM-0,2
4. Untersuchung des Forschungszentrums Jülich
Zeitraum: seit 2009
Untersuchung der Alpha-Aktivität an PM-2,5-Feinstaubfiltern am Meteorologie-Turm in 30 und 120 Metern Höhe
5. Untersuchung des Bundesamtes für Strahlenschutz zur allgemeinen Radonbelastung auf dem Gebiet der Bundesrepublik
Zeitraum: 2003 bis 2006
Untersuchung der Radonkonzentration in der Bodenluft

3.1 Untersuchungen der Radonkonzentration im Bereich des Tagebaus

Im Bereich des Tagebaus Hambach sind bereits mehrere Untersuchungsreihen zur Radonkonzentration durchgeführt worden.

1. Im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg hat in den Jahren 2004 bis 2005 das Materialprüfungsamt NRW (MPA NRW) eine Messreihe im Tagebau und in der Umgebung an 19 Standorten erhoben. Die Messungen erstreckten sich über einen Zeitraum von 15 Monaten und waren aufgeteilt in 4 Kampagnen. Der ermittelte Mittelwert der Radonkonzentration beträgt danach 18 Bq/m^3 . Eine Abhängigkeit von der Entfernung zum Tagebaugelände oder von jahreszeitlichen Schwankungen wurde

nicht festgestellt. Das MPA vergleicht die ermittelten Werte mit Messungen des Kernforschungszentrums Karlsruhe an den Orten Düsseldorf (19 Bq/m³), Köln (16 Bq/m³) und Aachen (15 Bq/m³) und kommt zu dem Schluss, dass die Messwerte im Bereich der normalen Radonkonzentration liegen.

2. Etwa im gleichen Zeitraum hat auch das Forschungszentrum Jülich Untersuchungen zur Radonkonzentration im Tagebau Hambach durchgeführt und darüber als Schwerpunktthema im Jahresbericht 2004 berichtet. Das FZJ setzte bei der Untersuchung Messgeräte des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) ein. In 3 Kampagnen zwischen Februar 2004 und Januar 2005 wurde an 9 Messorten innerhalb des Tagebaus und der Umgebung sowie an einem Referenzort in Belgien die Radonkonzentration bestimmt. Signifikante Abweichungen sind nicht festgestellt worden. Der Mittelwert liegt bei etwa 8 Bq/m³. Der Vergleichswert in Belgien liegt nur gering unter dem Mittelwert.

3. Um die allgemeine Radonkonzentration in der Bundesrepublik Deutschland aufzuzeigen, hat das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) in den Jahren 2003 bis 2006 in 15 Städten in NRW die Radonkonzentration in der bodennahen Luft aufgezeichnet. Zu den untersuchten Orten in NRW gehört auch die Stadt Düsseldorf, die als Referenz für die unbeeinflusste normale Radonkonzentration des rheinischen Tieflands herangezogen werden kann.

Die normale Radonkonzentration der Bodenluft in der niederrheinischen Tiefebene liegt nach der BfS-Untersuchung zwischen 6 und 10 Bq/m³. Die Messergebnisse der Radon-Messungen über die Fläche der Bundesrepublik liegt zwischen 3 Bq/m³ und 42 Bq/m³. Der Mittelwert für Gesamt-Deutschland wurde mit (9±1) Bq/m³ ermittelt (BfS, Jahresbericht 2010, S. 72 ff).

Die Messergebnisse des Forschungszentrums Jülich für das Tagebaugebiet Hambach liegen damit im Bereich der normalen Radonkonzentration für die niederrheinische Tiefebene.

Die Ergebnisse der Messreihen sind in der Anlage, Tabelle 1 zusammengeführt.

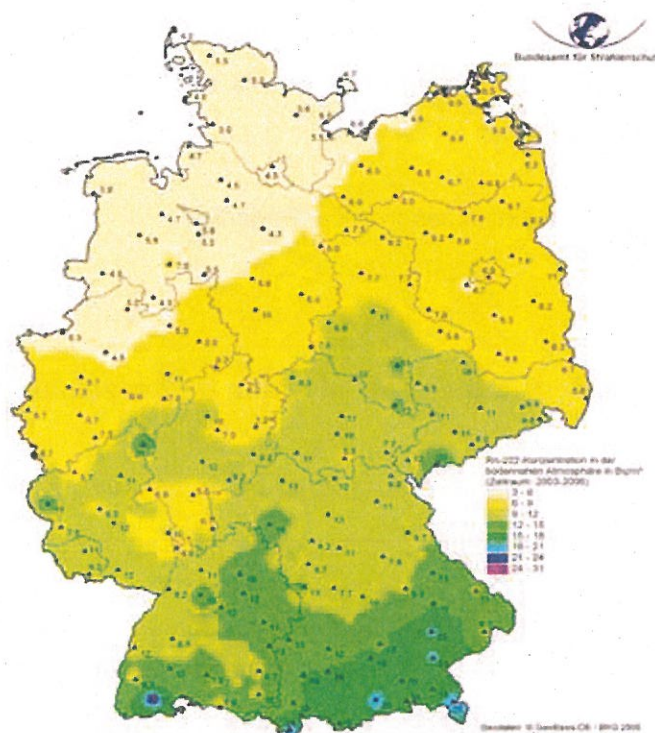


Abbildung 2: Mittlere Radonkonzentration in der freien Atmosphäre (BfS, Jahresbericht 2010)

In der unten stehenden Grafik sind die Ergebnisse der obigen Untersuchungen zusammengefasst. Als Vergleich ist zusätzlich die typische Spannweite der Radonkonzentration (30 Bq/m^3) des natürlichen Untergrundes in der Freiluft angegeben (BMU Jahresbericht 2010, Teil A, S. 27).

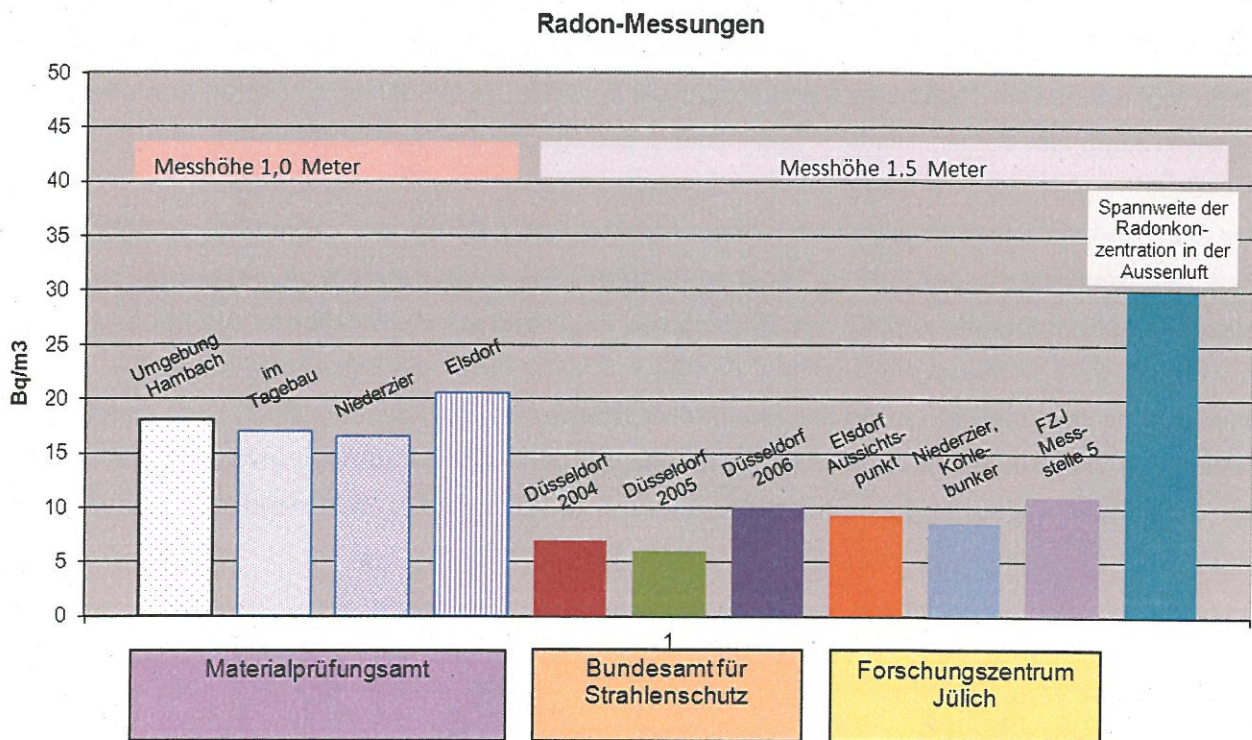


Abbildung 3: Diagramm der Radonmessungen

Bewertung:

Die oben angegebenen Messungen spiegeln Radonkonzentrationen im Bereich der normalen Konzentration in der bodennahen Luft wieder. Gemäß der Berechnungsgrundlage zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (*Berechnungsgrundlage Bergbau, BglBb 2010*) gilt als repräsentativer Wert für die natürliche Radon-222-Konzentration ein Wert von 10 Bq/m^3 . Nach dieser Berechnungsgrundlage Bergbau tragen zur bergbaubedingten Strahlenexposition der Referenzperson der allgemeinen Bevölkerung nur Aufenthalte an Expositionsorten bei, für die der repräsentative Messwert der Radon-222-Konzentration 15 Bq/m^3 übersteigt (BglBb, 2.6.5.1 b).

Der Jahresbericht 2010 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gibt einen typischen Wert für die Radonkonzentration in der Außenluft im Bereich von $5\text{-}30 \text{ Bq/m}^3$ an. Ursache für die große Spannweite ist die unterschiedliche Beschaffenheit und die Zusammensetzungen des geologischen Untergrundes. Zum Beispiel können in Gebieten, in denen orografisch der Luftaustausch erschwert wird (z. B. Tallagen), Maximalwerte bis zu 80 Bq/m^3 erreicht werden (BMU-Jahresbericht 2010). Die Radonkarte des BfS zeigt die Verteilung der unterschiedlichen Radonaktivitätskonzentrationen auf Grund des geologischen Untergrundes in Deutschland (Abb.2).

Die bei den bisherigen Untersuchungen ermittelten Werte der Radonkonzentration in den Tagebaugebieten liegen im unteren Bereich der natürlichen Radonkonzentration.

Die Unterschiede in den Messergebnissen des MPA und den FZJ/BfS-Daten können mit den unterschiedlichen Messhöhen der Messreihen erklärt werden. Bei den Messungen des FZJ und des BfS wurden die Geräte in Höhen von 1,5 Meter über dem Boden angebracht, die Geräte des MPA jedoch befanden sich in 1 Meter Höhe. Die Verdünnung der Radonkonzentration wird mit an- steigender Höhe über dem Boden durch die Luftbewegung deutlich verstärkt werden. An einer Stelle ist durch die Messungen des MPA eine erhöhte Radonkonzentration (Mittelwert 34 Bq/m^3) festgestellt worden. Diese Stelle liegt 4,5 km vom Tagebaurand entfernt und die erhöhten Werte können daher nicht durch den Tagebau begründet werden. Hierfür müssen andere geologische Einflüsse verantwortlich sein.

Als übereinstimmendes Ergebnis aller Messungen ist festzustellen, dass eine Abhängigkeit der Radonkonzentration in der Luft am Tagebau Hambach keine entfernungsabhängige oder jahreszeitliche Komponente enthält. Ein Einfluss des Tagebaus auf die Emanation des Radons aus der kristallinen Phase der Gesteins- und Bodenmatrix durch die Bewegungen des Bodenaushubs oder der Förderung der Braunkohle ist aus den vorliegenden Daten nicht festzustellen. Die Werte liegen im Schwankungsbereich der natürlichen Radonkonzentration, es liegen keine Hinweise auf eine Erhöhung der natürlich vorkommenden Radonkonzentration vor.

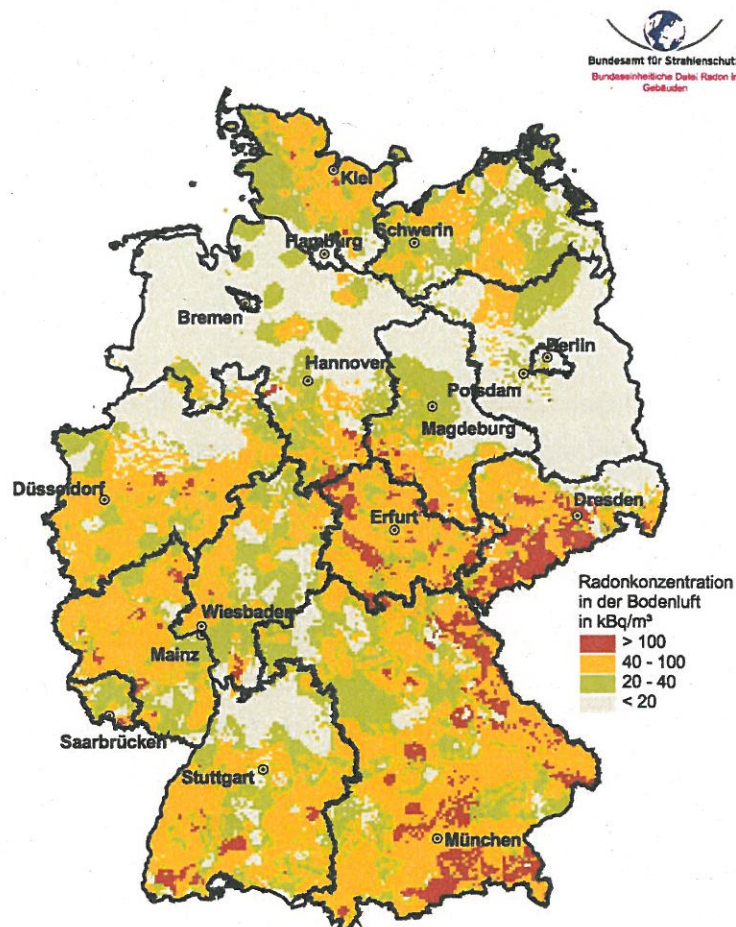


Abbildung 4: Radonkarte des Bundesamts für Strahlenschutz

3.2 Untersuchungen von Staubfraktionen

Für die Staubfraktionen ist die Betrachtung relativ komplex. Wird ein Staubteilchen freigesetzt, trägt es die Radionuklidzusammensetzung des Bodens mit sich. Während der Bewegung des Staubpartikels in der Luft kommen Anlagerungen hinzu, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Vorgeschichten unterschiedliche Nuklidzusammensetzungen aufweisen (Verbrennungsrückstände, organische Bestandteile, etc.). Auch durch die Zerfallsprodukte des Radons werden die Staubpartikel in der Luft mit radioaktiven Nukliden versehen. Bei Zerfall des Radons entstehen kurzlebige Elemente, die bereits bei der Strahlenexposition des Radons betrachtet werden und für die radiologische Betrachtung des Staubs nicht relevant sind.

Für die radiologische Betrachtung des Staubs sind die langlebigen Isotope ausschlaggebend. Als erstes langlebiges Isotop kommt in der natürlichen Zerfallsreihe des Uran-238 der Beta-Strahler Blei-210 (Pb-210) vor. Blei zerfällt (über Zwischenschritte) in den Alpha-Strahler Polonium (Po-210). Aus der Sicht des Strahlenschutzes geht von einem inkorporierten Alpha-Strahler eine höhere Strahlenbelastung aus als von einem Beta-Strahler. Deshalb muss das Augenmerk auf den inhalierten Alpha-Strahlern liegen.

Aufgrund der Verhältnisse der Zerfallszeiten zwischen Pb-210 und Po-210 ist für etwa ein Jahr nach der Bildung von Pb-210 mit einer Zunahme der Aktivität von Po-210 auszugehen. Deshalb ist bei der Bewertung der Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität der Zeitraum zwischen der Probenahme und der Analyse wichtig.

Für die strahlenschutzmäßige Bewertung sind die Staubpartikel maßgebend, die in den menschlichen Körper eindringen können. Das sind bei der Inhalation die PM-10-Fraktion und die lungengängige PM-2,5-Fraktion.

Die Aktivitätsbestimmung einer Staubprobe aus der Luft wird typischerweise durch die Menge des Staubes in der Probe bestimmt. Damit kommt den meteorologischen Randbedingungen bei den Probenahmen eine besondere Bedeutung zu. Starke Luftturbulenzen oder stabile Wetterlagen werden die Menge des bei den Probenahmen aufgenommenen Staubes beeinflussen.

Auch die Zusammensetzung des Staubes ist keine Konstante. Das Verhältnis des durch großräumige Verfrachtungen eingebrachten Anteils und des Anteils, der durch lokale Einflüsse hinzukommt, wird durch die Meteorologie beeinflusst werden. Bei stabilen Wetterlagen ist die Wahrscheinlichkeit der Anlagerung von lokal freigesetzten Nukliden deutlich höher als bei Starkwindepisoden.

Diese Einflüsse müssen bei der Bewertung von einzelnen Aktivitätsbestimmungen berücksichtigt werden. Das heißt, dass durch stichprobenartige Analysen nur Tendenzen aufgezeigt werden können.

3.2.1 Untersuchungen der PM-10-Staubfraktion

Es liegen mehrere Untersuchungen an Staubfraktionen der Größe PM-10 vor.

Die Aktivitäten der Proben wurden dabei mit unterschiedlichen Messmethoden (Gesamt-Alpha-Messung, Alpha-Spektroskopie, Gamma-Spektroskopie) bestimmt.

1. Das Materialprüfungsamt hat bei den Untersuchungen im Jahre 2005 jeweils vier PM10-Feinstaubfilter des LANUV aus den Orten Niederzier und Elsdorf (Tagebaugebiet Hambach) auf die Alpha- und Beta-Gesamt-Aktivität untersucht, sowie durch Gamma-Spektrometrie die Aktivität von Pb-210 bestimmt. Die Proben wurden an vier Tagen im August 2005 jeweils 24 Stunden bestaubt. Die meteorologischen Randbedingungen zu den Probenahmezeiten sind nicht angegeben. Die Daten der Gesamt-Alpha-Aktivität des MPA des Jahres 2005 zeigen eine deutliche Schwankungsbreite ($4,7E-05 \text{ Bq/m}^3 - 2,94E-04 \text{ Bq/m}^3$), ein Zeichen für den nicht zu vernachlässigenden Einfluss der klimatischen und meteorologischen Parameter. Die Schwankungen finden um den in der BglBb angegebenen Wert für die natürliche Aktivitätskonzentration der Alpha-Aktivität in bodennaher Luft statt ($8E-05 \text{ Bq/m}^3$). Der ermittelte Mittelwert liegt leicht darüber. Bei der spektrometrischen Bestimmung der Pb-210-Aktivität konnten aufgrund der niedrigen Aktivität nur Ergebnisse nach einer Probenaufbereitung mit einem Messfehler von 60 % ermittelt werden. Alle Ergebnisse für den Messort Niederzier liegen dabei über den Werten für den Messort Elsdorf.

2. Aus aktuellem Anlass hat das LANUV weitere Messungen veranlasst, um Hinweise für neuere Erkenntnisse zu finden. Dazu wurden Proben der Filterbänder der kontinuierlich messenden Messstationen des Luftqualitätsmessnetzes LUQS des LANUV auf ihre Aktivität untersucht. Alpha-Aktivitätsmessungen an Staubproben kann das LANUV nicht selbst durchführen. Gemäß einer Absprache mit dem MKULNV hat das LANUV das Forschungszentrum Jülich und das Landesinstitut für Arbeitsgestaltung (LIA) um Analysen von PM-10-Feinstaubfiltern der Messstelle Niederzier des Luftqualitätsmessnetzes des LANUV (LUQS) aus dem Jahre 2011 und 2012 gebeten.

Zusätzlich sind als Referenzuntersuchungen in diesem Zusammenhang auch Feinstaubfilter von Verkehrsmessstationen in Essen und Köln sowie Filter aus Warstein, aus der Nähe eines Steinbruchs, untersucht worden. Diese stichprobenartigen Untersuchungen wurden durchgeführt, um mögliche Tendenzen zwischen den Feinstäuben aus dem Tagebaugebiet und anderen Umgebungen aufzuzeigen.

Die allgemeine Feinstaub-Hintergrundbelastung zur Zeit der Probenahme hat einen deutlichen Einfluss auf das Messergebnis. Dies zeigt sich an den Ergebnissen der Aktivität im November 2011. Dieser Wert ($7,5E-04 \text{ Bq/m}^3$) liegt über den Messwerten des MPA aus dem Jahr 2005 und den LANUV-Werten aus März 2012. Der erhöhte Wert der Aktivität im November 2011 liegt in den zur Probenahmezeit vorhandenen meteorologischen Bedingungen begründet. Die Bestäubung des Filterbandes in Niederzier im November 2011 erfolgte während einer sogenannten „Feinstaub-Episode“, in der durch den globalen Hintergrund eine deutliche Erhöhung der allgemeinen Feinstaubkonzentration auftrat. Die Feinstaubepisode ist aus dem Bericht des Umweltbundesamtes „Luftqualität 2011“ zu ersehen (s. u.).

Der Messwert von Niederzier ($1,4E-04 \text{ Bq/m}^3$) aus dem Monat März 2011 ist vergleichbar mit den Werten des MPA aus August 2005. Im Vergleich hierzu liegen die Daten für die Verkehrsstationen (Essen: $7,3E-05 \text{ Bq/m}^3$, Köln: $9,9E-05 \text{ Bq/m}^3$) leicht darunter, während der Wert für Warstein ($1,6E-04 \text{ Bq/m}^3$) darüber liegt. Diese Ergebnisse beziehen sich auf die Untersuchung der Gesamt-Alpha-Aktivität. Das LIA hat die Untersuchungen an den Feinstaubfiltern mittels Alpha-Spektroskopie für die Po-210-Aktivität durchgeführt. Auch bei diesen Untersuchungen sind obige Verhältnisse bei den Ergebnissen wiederzufinden.

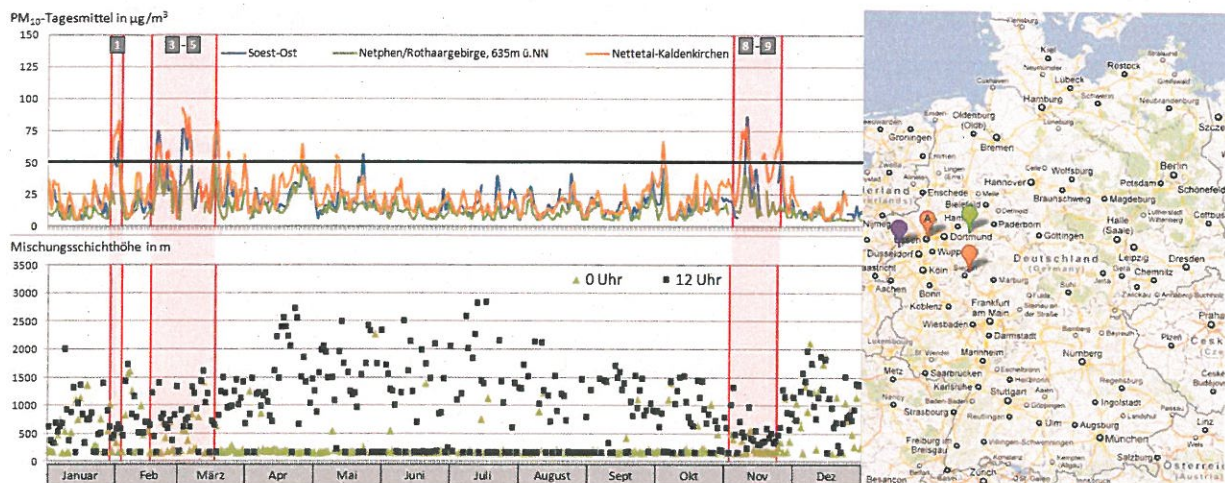


Abbildung 5 UBA-Bericht "Luftqualität 2011", Seite 19, vom 25.5.2012

Alle Ergebnisse sind im Anhang in Tabelle 2 (Gesamt-Alpha-Aktivität), Tabelle 3 (Alpha-Spektrometrie) und Tabelle 4 (Gamma-Spektrometrie) zusammengefasst.

Zusammenfassung:

Die durchgeführten Messungen sind an Einzelproben durchgeführt worden. Es liegen keine kontinuierlichen Messreihen über längere Zeiträume vor, die den Einfluss von meteorologischen und Klimafaktoren berücksichtigen würden.

Da die Messungen jedoch stichprobenartig zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt wurden, sind Tendenzen abzulesen.

1. Die Aktivitätskonzentration des Feinstaubes ist von der Gesamtmenge des Staubes in der Luft abhängig. In Zeiträumen, in denen eine erhöhte Feinstaub-Hintergrundbelastung festzustellen ist, ist die Alpha-Aktivitätskonzentration in der Luft auch erhöht.
2. Neben der allgemeinen Hintergrundbelastung ist auch ein Einfluss lokaler Faktoren zu sehen. Die Messergebnisse deuten darauf hin, dass die Zusammensetzung des Staubes in Bereichen mit unterschiedlichem geogenen Untergrund oder zivilisatorisch geprägtem Umfeld einen Einfluss auf die Aktivität hat. In Gebieten mit einem erhöhten Anteil an Elementen der natürlichen Zerfallsreihen im Boden (Warstein, Naturstein) liegt die Alpha-Aktivität über der Aktivität in Gebieten mit im Vergleich dazu niedrigeren natürlichen Anteilen (Niederzier, Lößböden, städtisches Gebiet, industrieller Einfluss).
3. Die Messergebnisse aller Untersuchungsmethoden geben keinen Hinweis auf eine unnatürlich hohe Belastung durch den Feinstaub, auch wenn die Gesamt-Alpha-Aktivitäten zum Teil über den in der Berechnungsgrundlage Bergbau angegebenen Wert für die natürliche Untergrund-Aktivitätskonzentration liegen. Die Untergrund-Aktivitätskonzentration der Berechnungsgrundlage Bergbau wurde auf Grund einer Staubkonzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und einer mittleren spezifischen Aktivität in der oberen Bodenschicht **berechnet**. Der 24 Stunden-Mittelwert der PM-10-Konzentration betrug jedoch am 23.11.2011, 19:00 an der Station Niederzier **82,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** und **69,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** am 28.3.2012, 9:00 (Daten des kontinuierlichen LUQS-Systems). Der Wert für die Untergrund-Aktivitätskonzentration kann somit nicht als Fixwert herangezogen

werden. Eine Schwankungsbreite um den Untergrundwert ist bei den geringen Aktivitäten und unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflussgrößen als normal einzustufen.

Es ist aus allen vorliegenden Untersuchungsergebnissen der PM-10-Feinstaub-Fraktion kein Hinweis auf eine deutlich erhöhte Belastung des Feinstaubes durch Alpha-Strahlung zu erkennen.

3.2.2 Untersuchungen der PM-2,5 Staubfraktion

In Veröffentlichungen besorgter Bürger wurde wiederholt eine besondere Gefährdung speziell durch Feinstäube kleiner 10 µm Korngröße angesprochen.

Aus diesem Grund hat das Forschungszentrum Jülich bereits 2009 ein Untersuchungsprogramm aufgelegt, in dem am Meteorologiemast des FZJ in den Höhen 30 und 120 Metern kontinuierlich PM-2,5 Proben gezogen und ihre Aktivität untersucht wurden. Die Untersuchungen des FZJ wurden zu einer Bestimmung der Pb-210-Belastung der Staubproben genutzt.

Geht man davon aus, dass Partikel der PM-2,5-Fraktion länger in der Atmosphäre verbleiben und weiter verfrachtet werden können als größere Partikel, ist eine Untersuchung auf einen potentiellen Einfluss des Tagebaus auf die Aktivität des Feinstaubes auch bei der größeren Entfernung des Forschungszentrums zum Tagebau sinnvoll. Das FZJ hat deshalb die Messreihe auch auf eine Windrichtungsabhängigkeit untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind im Anhang in der Tabelle 5 aufgeführt.

Die Pb-210-Aktivitätskonzentration ($2,48E-04 \text{ Bq/m}^3$) der Untersuchungsreihe des FZJ stimmt mit den vom Ministerium für Umwelt und Reaktorschutz (BMU) im Jahresbericht 2002 veröffentlichten Werten der Schwankungsbreite der natürlich vorkommenden Pb-210-Aktivität ($2,0E-04 - 6,7E-04 \text{ Bq/m}^3$) überein.

Das FZJ konnte auch bei der Auswertung der Daten in Abhängigkeit von der Windrichtung keinen Einfluss einer Belastung des Feinstaubes durch den Tagebau feststellen.

Die Messungen der PM-2,5-Feinstaubfraktionen am Meteorologiemast des Forschungszentrums Jülich können als weiterer Hinweis gewertet werden, dass durch den Tagebau keine relevante, über dem natürlichen Untergrund liegende Anreicherung der radioaktiven Aktivität des Feinstaubes auftritt.

3.2.3 Untersuchungen der PM-0,8- und PM-0,2-Fractionen

Gesamt-Alpha-Aktivität

Das Forschungszentrum Jülich hat Ende 2005 an den Standorten Niederzier und Elsdorf Untersuchungen der PM-Fractionen 0,8 und 0,2 durchgeführt. Es wurden Proben in sieben Zeitintervallen beprobt. Die Mittelwerte der gemessenen Alpha-Aktivität betragen:

	PM-0,8 / Bq/m ³	PM-0,2 / Bq/m ³
Niederzier	4,3E-05	2,7E-06
Elsdorf	3,6E-05	1,5E-06

Die vorherrschende Windrichtung bei den Probenahmen war eine West- bzw. Südwestrichtung. Das bedeutet, dass die Aktivitätskonzentration auf der dem Wind abgewandten Seite (Niederzier) höher war als auf der dem Wind zugewandten Seite des Tagebaus (Elsdorf) und damit ein Austrag aus der gesamten Tagebaufläche unwahrscheinlich ist.

Die absoluten Werte liegen unterhalb der natürlichen Alpha-Aktivitätskonzentration von 8E-05 Bq/m³ (BglBb).

3.3 Bewertung der Messdaten der Staubuntersuchung

Die Untersuchungen der unterschiedlichen Staubfraktionen können durch folgende Punkte zusammengefasst werden:

1. Kurzzeitige, stichprobenartige Untersuchungen haben auf Grund der vielfältigen meteorologischen, zivilisatorischen und klimatischen Einflüsse nur eine beschränkte Aussagekraft. Sowohl die Messungen des MPA aus dem Jahr 2005 (Probenahme an vier Tagen) als auch die Untersuchungen an LANUV-Feinstaubfilter der Jahre 2011 und 2012 (Einzelmessungen an Proben über 8 Tage) können nur Tendenzen aufzeigen.
2. Die unterschiedlichen Ergebnisse der Aktivitätsbestimmungen an den Messorten Niederzier und Elsdorf sowie Köln, Essen und Warstein lassen vermuten, dass neben einer großräumigen Hintergrundbelastung auch der Einfluss von kleinräumigen, lokalen Parametern (geogener Untergrund, zivilisatorische Einflüsse) die Zusammensetzung des Feinstaubes und damit die Aktivität beeinflussen.
3. Neben der Zusammensetzung des Feinstaubes ist ein bestimmender Parameter für die Aktivität des Feinstaubes die Gesamtmenge. Ein Anstieg der Aktivität aufgrund einer großräumigen Feinstaubepisode ist ein deutliches Indiz dafür.
4. Die Messergebnisse aller Untersuchungen zeigen bei aller Beschränktheit keine Erhöhung über die natürliche Schwankungsbreite der Alpha-Aktivität an.

Der Einfluss der lokalen Feinstaubzusammensetzung auf die Aktivität wird durch eine spezielle Untersuchung gestützt.

Das Institut für Angewandte Geowissenschaften der Technischen Universität Darmstadt, Prof. Dr. Weinbruch hat im Auftrag der RWE Power AG im Jahr 2010 eine Untersuchung mittels Rasterelektronenmikroskopie zur Zusammensetzung des Feinstaubes des Tagebaus Hambach durchgeführt.¹ Als Ergebnis der Studie geht hervor, dass die Staubkonzentration und die Zusammensetzung zwischen Niederzier und Elsdorf systematisch unterschiedlich sind. Betrachtet man dazu den Einfluss des Tagebaus auf die Zusammensetzung, so kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass am Standort Niederzier etwa 20 -25 % und am Standort Elsdorf etwa 12-15 % der PM-10-Fraktion als Beitrag des Tagebaus anzusehen ist. In der PM1-Fraktion liegen die Beiträge des Tagebaus bei unter 3% bzw. 2%. Die Beiträge des Tagebaus liegen als Silikate bzw. Silikat/Kohleverbindungen vor. Die PM1-Fraktion wird bestimmt durch sekundäres Aerosol und Ruß.

Die radioaktive Aktivität des Feinstaubes wird durch die globale Hintergrundbelastung (Feinstaubmenge) und durch die unterschiedliche Zusammensetzung des Feinstaubes in Abhängigkeit vom geogenen und zivilisatorischen Umfeld beeinflusst. Insgesamt liegt die Aktivität in Tagebaugebieten im Bereich der Schwankungsbreite der natürlichen Untergrundbelastung.

¹ „Charakterisierung der Feinstaubzusammensetzung in der Umgebung des Tagebaus Hambach durch Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Röntgenmikroanalyse“, Müller-Ebert, Ebert, Weinbruch, TU Darmstadt 2011

4. Dosisbetrachtungen

Die Inhalation des Feinstaubs führt durch die radioaktiven Inhaltsstoffe zu einer Energiedosis im menschlichen Körper. Geht man davon aus, dass die Aufnahme des Feinstaubs in der Lunge zeitlich so einzuschätzen ist, dass die Hauptdosis durch die Inkorporation des Alpha-Strahlers Po-210 erfolgt, ergeben sich die in untenstehender Abbildung 6 gezeigten Werte für eine Lungendosis für den erwachsenen Menschen pro Jahr unter konservativer Betrachtung (Daueraufenthalt im Freien).

Die Berechnung wurde durchgeführt nach der Formel

$$H = g \cdot A \cdot V \cdot t$$

Mit

H = Organfolgedosis;

g = Dosisfaktor für Inhalation, Organ Lunge, Po-210, Absorptionsklasse M, Erwachsener, 2,6E-05 Sv/Bq

A = Aktivitätskonzentration

V = Atemrate Erwachsener 0,93 m³/h;

t = Aufenthaltsdauer im Freien 9000 h

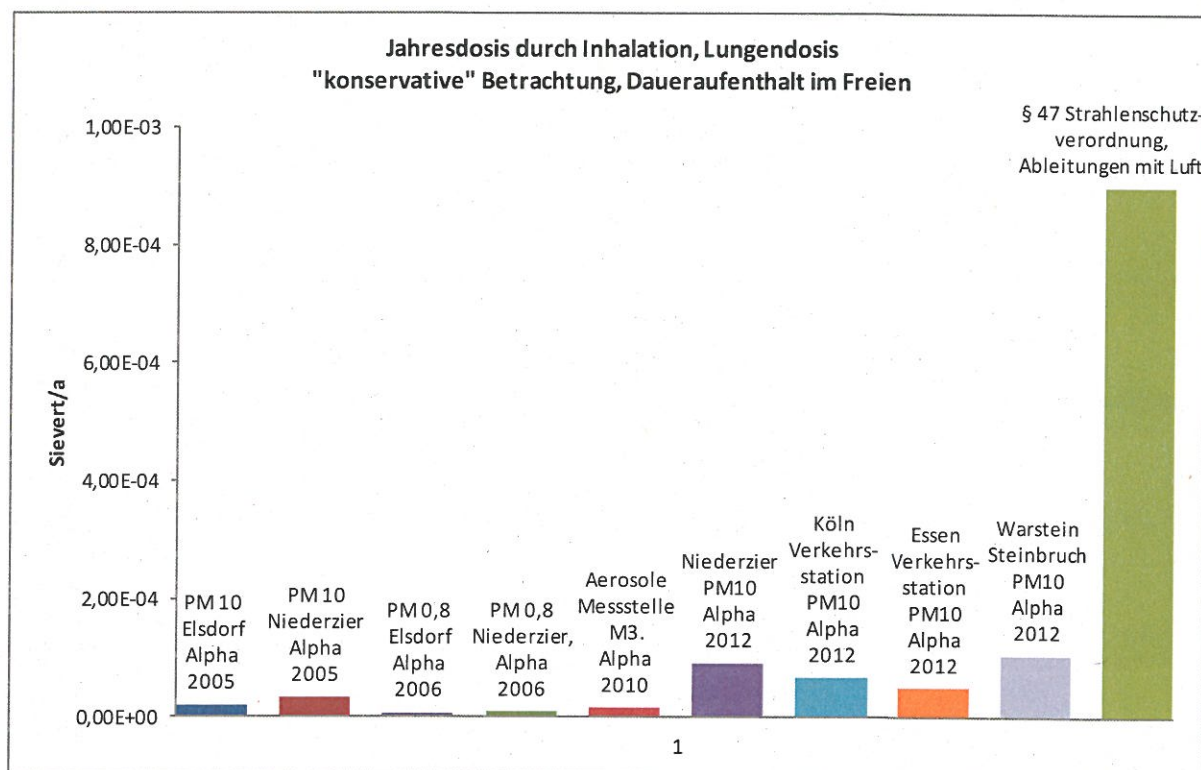


Abbildung 6: Lungendosis für die Inhalation von Po-210

Da aber die biologische Halbwertszeit (Verbleiben im Körper) des Po-210 ca. 50 Tage beträgt, darf die Wirkung der Strahlung im Lungengewebe nicht allein betrachtet werden. Polonium wird sich auch in anderen Organen anlagern. Daher ist die gewichtete effektive Dosis für den erwachsenen Menschen ein weiterer Indikator für eine mögliche Belastung (Abbildung 7).

In Abbildung 6 ist zu Vergleichszwecken auch die nach der Strahlenschutzverordnung zulässige effektive Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung durch Strahlenexpositionen aus Tätigkeiten aufgetragen.

Die Dosen wurden gemäß der Berechnungsgrundlage Bergbau für die Inhalation von Staub berechnet. Dabei wurde darauf verzichtet, die natürliche Untergrund-Aktivitätskonzentration des Staubes abzuziehen, so dass sich die errechnete Dosis auf die Gesamtdosis aus natürlicher und tagesbedingter Dosis zusammensetzt. Der eingesetzte Inhalationsdosiskoeffizient wurde für ein Gemisch von Alpha-strahlenden Nukliden der natürlichen Zerfallsreihen (U-238, U-234, Th-230, Ra-226, Pb-210, Po-210, U-235, Pa-231, Ac-227) angenommen (BglBg, Tab II.2, $g_{inh.} = 6,3E-05$ Sv/Bq für Erwachsene).

Alle vorliegenden Daten der Dosisbetrachtungen zeigen jedoch, dass keine Belastung auftritt, die an die jährliche Strahlendosis aus natürlichen Strahlenquellen heranreicht. Die natürliche Strahlenbelastung der Bevölkerung in Deutschland beträgt im Mittel 2,1 mSv/a. Der maximale Wert der errechneten effektiven Dosis beträgt nur 0,98 % der natürlichen Strahlenbelastung.

Nach § 46 der Strahlenschutzverordnung ist zur Begrenzung der Strahlenexposition der Einzelperson der Bevölkerung der Grenzwert für die effektive Dosis von 1 mSv/a einzuhalten.

Nach Abbildung 7 liegen alle durch die verschiedenen Untersuchungen des Feinstaubes ermittelten Dosen weit unterhalb dieses Grenzwertes und sind damit strahlenschutzmäßig nicht relevant.

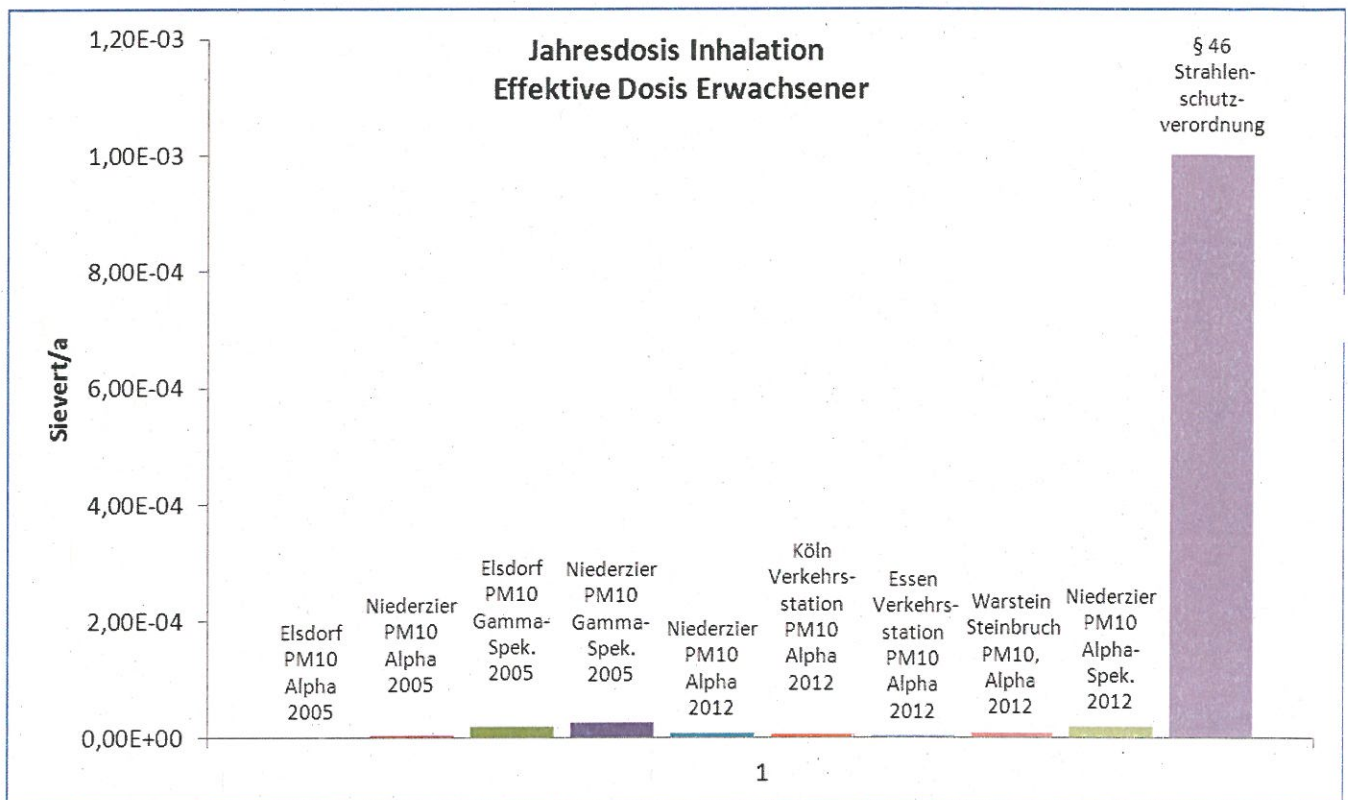


Abbildung 7: Effektive Dosen der Inhalation

Bewertung:

Die für die strahlenschutzmäßige Bewertung signifikante effektive Dosis ist bei allen berechneten Dosisbeträgen so niedrig im Vergleich zum Dosisgrenzwert von 1 mSv/a, dass nicht von einer relevanten Belastung gesprochen werden kann. Obwohl die Betrachtungen zur Berechnung der Dosen konservativ ausgelegt wurden (Daueraufenthalt im Freien, kein Abzug der natürlichen Untergrunddosis) liegen die errechneten Dosen im Bereich von etwa 1 - 2 % des Grenzwertes für eine Einzelperson der allgemeinen Bevölkerung nach § 46 der Strahlenschutzverordnung und sind damit nicht strahlenschutzmäßig zu betrachten. Auch das Bundesamt für Strahlenschutz sieht bei den Tagebaugebieten keine strahlenschutzmäßige Relevanz (BfS, Dr. Ettenhuber, „Stellungnahme zu einer Anfrage der Bürgergemeinschaft Niederzier über die Strahlenexposition in der Umgebung des Tagebaus Hambach“ vom 25.06.2003 und Telefonat mit Dr. Kümmel, Januar 2013).

5. Depositionsuntersuchungen

Die bisherigen Betrachtungen bezogen sich auf die Kleinstpartikel des Staubes, die inhaliert werden und über die Lunge in den menschlichen Körper eindringen können. Zur Abrundung und Vervollständigung der Darstellung wäre eine Bestimmung der Aktivität des Gesamtstaubs hilfreich. Diese Untersuchung könnte im Jahre 2013 durchgeführt werden. Nach der aktuellen Messplanung des LANUV werden ab Januar 2013 an vier Standorten um die Tagebaugebiete Messstationen des Luftqualitätsmessnetzes LUQS aufgestellt sein, und zwar in Niederzier, Elsdorf, Grevenbroich und Jackerath. Nach ersten Absprachen besteht die Möglichkeit, im Rahmen des diskontinuierlichen Messsystems an den oben genannten Stationen Depositionsmessungen durchzuführen. Die Kapazitäten der beauftragten externen Probensammlung lassen die zusätzlichen Messungen zu. Abzustimmen wären noch die an den monatlichen Depositionen durchzuführenden Analysen.

6. Stellungnahme zu den Unterlagen des BUND

Die Diskussion zum Thema Radioaktivität aus den Tagebaugebieten ist durch verschiedene Veröffentlichungen und Schriftverkehre aufgebracht worden. Vom BUND wurden dem MKULNV zu diesem Thema die folgenden Unterlagen zur Bewertung übergeben:

1. Veröffentlichung des Herrn Biehl „Radioaktivität – eine Gefahr für die Anrainer von Braunkohle-Tagebauen?“ ohne Datum
2. Schreiben der Bürger-Gemeinschaft e. V. für die Gemeinde Niederzier an das Forschungszentrum Jülich, Herrn Dr. Pomplun vom 13.06.2003
3. Kommentar des Herrn Biehl zu der Veröffentlichung der Ergebnisse des Forschungszentrums Jülich der Untersuchungsreihe Messung der Aktivität von PM-2,5-Filtern vom Dezember 2011

Die grundlegenden Argumente der obigen Papiere sollen hier nochmal bewertet werden.

Die in den obigen Unterlagen angesprochenen Argumente für eine radioaktive Belastung der Bevölkerung aufgrund der Tagebau-Tätigkeiten sind:

1. Argument

Eine Anreicherung der Braunkohle und des freigesetzten Staubes durch die Anlagerung des Zerfallsproduktes des in der Braunkohle und im Abraum enthaltenen Uran-238 über die Radon-222 Exhalation.

- a. Als Nachweis wird die Untersuchung einer nicht näher bezeichneten Grobstaubprobe auf das radioaktive Po-210 und der Vergleich mit den Freigabewerten der Strahlenschutzverordnung aufgeführt.
- b. Als zweiter Nachweis wird die Langzeit-Untersuchung des Forschungszentrums Jülich zur Alpha-Aktivität im Niederschlagsrückstand aus den Jahren 1982 -2003 angeführt sowie der Vergleich von Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentrationen verschiedener Standorte in Deutschland.

Bewertung:

Die unter a. aufgeführte Untersuchung ist so nicht nachzuvollziehen, da die Probenahme und Messung der Aktivität nicht beschrieben sind. Der Vergleich mit den Freigabewerten der Strahlenschutzverordnung ist außerdem für diesen Fall nicht anwendbar. Die Freigabewerte gelten für den Verwaltungsakt einer Freigabe von radioaktiven Stoffen, beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Bodenflächen und Anlagen, die aktiviert oder kontaminiert sind und aus Tätigkeiten stammen, die der zielgerichteten Nutzung radioaktiver Stoffe stammen. Nicht anwendbar sind die Werte für Stoffe der natürlichen Umweltradioaktivität.

Im Argumentationsverfahren zu b. wird ein Vergleich der spezifischen Gesamt-Alpha-Aktivität des Niederschlagsrückstands einer Sammelprobe mit nicht nachvollziehbaren Berechnung einer spezifischen Aktivität von Uran-238 im Abraum und der Braunkohle gezogen. Dieser Vergleich würde bedeuten, dass der gesamte Uran-Anteil aus der Braunkohle und dem Abraum herausgefiltert und dann in einer Sammelprobe von einigen 10^{-6} Gramm konzentriert würde. Die Angabe der spezifischen Aktivität sagt jedoch nichts über die in einem Luft-Volumen vorhandene Menge an radioaktiven Stoffen aus, sondern ist eine Stoffeigenschaft, die nicht mit einer möglichen Belastung durch Inhalation verglichen werden kann.

Der Vergleich der Gesamt-Alpha-Konzentration verschiedener Standorte in Deutschland mit dem Standort Jülich ist vom Forschungszentrum Jülich bereits in einer Stellungnahme vom 22.11.2007 relativiert worden. Die großen Unterschiede zwischen den Standorten Karlsruhe und Jülich sind danach in aktualisierten Betrachtungen nicht mehr vorhanden.

Die allgemein aus der spezifischen Aktivität der Braunkohle bzgl. des Urans berechnete mögliche Anreicherung des Feinstaubes bzw. der Aerosole allgemein ist nicht nachvollziehbar.

2. Argument

Durch die massiven Erdbewegungen werden die natürlichen Exhalationsraten des Radons aus dem Boden gestört bzw. verstärkt und der Austrag mit Wasser und Luft wird erhöht.

Bewertung:

Alle vorliegenden Untersuchungen der Radonkonzentration sowohl im Tagebau als auch in unterschiedlichen Abständen zum Tagebau haben keine Erhöhung der natürlich vorkommenden Radonfreisetzung durch die Bergbau-Tätigkeiten gezeigt (s. oben). Untersuchungen zur Freisetzung mit dem Grundwasser oder Spülwasser liegen dem LANUV nicht vor. Da jedoch alle bisherigen Untersuchungen zu Radon- und Alpha-Aktivitäten in der Luft keine Abweichungen von den Schwankungen der natürlichen Aktivitäten gezeigt haben, ist auch ein Austragen von erhöhten Aktivitäten mit dem Wasser als unwahrscheinlich anzusehen. Das LANUV wird dem Thema jedoch noch mal nachgehen.

3. Argument

Die Aktivitätskonzentration in den Aerosolen wird noch übertroffen von den Aktivitätskonzentrationen in den lungengängigen Feinstäuben $< 2,5 \mu\text{m}$.

Bewertung:

Die Messungen des FZJ zu den Feinstaubfraktionen $< 2,5 \mu\text{m}$ an den Standorten Niederzier und Elsdorf zeigen keine Werte über den natürlichen Alpha-Aktivitätskonzentrationen.

4. Argument

In der Öffentlichkeit diskutiert wird ausschließlich die effektive Dosis.

Bewertung:

Es ist nicht korrekt, dass ausschließlich die effektive Dosis betrachtet wird. Sowohl in der Veröffentlichung des FZJ zu der Langzeituntersuchung von PM-2,5 Feinstaub wird neben der effektiven Dosis auch die Lungendosis aufgrund der Inhalation der ermittelten Pb-210-Aktivität angegeben.

Im Strahlenschutz wird davon ausgegangen, dass die innere Strahlenexposition nicht ortsfest ist, sondern über das Blut im Körper verteilt werden kann. Somit sind auch andere Körperteile durch die Exposition betroffen. Für Polonium beträgt z. B. die biologische Halbwertszeit, d. h. die Aufenthaltszeit im Körper 50 Tage. Danach ist die Hälfte der inkorporierten Aktivität mit dem Urin ausgeschieden. Es ist daher sinnvoller, das Risiko für eine Erkrankung aufgrund von stochastischen Strahlenwirkungen für den gesamten Körper anzugeben. Dazu wird die effektive Dosis als Summe der gewichteten Organdosen herangezogen.

Die vorgebrachten Argumente der Bürgerinitiative sind nicht nachvollziehbar und insgesamt durch Messungen widerlegt worden. Auch wenn durch den Tagebau temporär erhöhte Staubkonzentrationen auftreten, so ist die durch die verhältnismäßig geringe natürliche Aktivität hervorgerufene Dosisbelastung strahlenschutzmäßig nicht relevant. Es gibt keine Hinweise für eine Anreicherung der radioaktiven Aktivität der Feinstäube über die Schwankungen der natürlichen Aktivität hinaus.

7. Zusammenfassung

1. Die durchgeführten Untersuchungen der Radonkonzentration in der Luft am Tagebau Hambach zeigen keine Abhängigkeit von der Entfernung oder der Jahreszeit. Es ist aus den vorliegenden Daten kein Einfluss des Tagebaus auf die Emanation des Radons aus der kristallinen Phase der Bodenmatrix festzustellen. Es liegen keine Hinweise auf eine Erhöhung der natürlichen Radonkonzentration in der bodennahen Luft vor.
2. Die bisher durchgeführten Untersuchungen deuten nicht daraufhin, dass erkennbare Hinweise auf eine erhöhte Belastung durch Alpha-Strahlung vorliegen. Mit unterschiedlichen Messmethoden wurden die Aktivitäten des Feinstaubes in unterschiedlichen Korngrößen bestimmt. Lediglich bei einer Messmethode lagen die Werte über dem in der Literatur angegebenen Wert für die natürliche Untergrundaktivität. Bei allen anderen Methoden schwanken die Werte im Bereich der natürlichen Aktivität.
3. Strahlenschutzmäßig ist die Aktivitätskonzentration des Staubes nicht relevant. Die errechneten Dosen liegen für alle durchgeführten Untersuchungen unter 1% der Strahlenbelastung der Bevölkerung durch natürliche Strahlenquellen bzw. unter 2 % des Grenzwertes für die Einzelperson der Bevölkerung nach § 46 Strahlenschutzverordnung für Strahlenbelastungen aus Tätigkeiten.
4. Um die Verständnislage zu vertiefen wären weitergehende Untersuchungen notwendig. Aus strahlenschutzmäßiger Sicht ist dies aber nicht erforderlich, da die ermittelten Dosen im Vergleich mit der natürlichen Strahlenbelastung gering sind.

8. Anhang

Tabelle 1

Radonkonzentration

Probenahme	Untersuchungsstelle	Probenahmeort	Untersuchungszeitraum	Mittelwert [Bq/m ³]	Minimalwert [Bq/m ³]	Maximalwert [Bq/m ³]	Bemerkungen
MPA NRW	MPA NRW	19 Position im und am Tagebau Hambach	07.07.2004 – 07.11.2005	18	8	42	Kernspurdetektoren, Messhöhe 1 Meter über Grund
MPA NRW	MPA NRW	im Tagebau Hambach		17	15	19	
MPA NRW	MPA NRW	Niederzier		16,5	13	22	
MPA NRW	MPA NRW	Elsdorf		20,5	14	26	
MPA NRW	MPA NRW	MPA Dortmund		14			Referenzmessung
FZJ	FZJ	9 Standorte im Umkreis Hambach	29.1.2004 – 01.02.2005	8	5	13	Kernspurdetektoren, Messhöhe ca. 1,5 Meter über Grund
FZJ	FZJ	Speziell Niederzier, Kohle-bunker		9	8	10	
FZJ	FZJ	Speziell Elsdorf, Tagebauaussichtspunkt		9,3	6	13	
FZJ	FZJ	FZJ-Gelände, Messstelle M5		11	9	13	
FZJ	FZJ	Referenz Belgien		6	< 5	7	
BfS	BfS	15 Städte in NRW	2003 – 2004	6	4	9	Kernspurdetektoren, Messhöhe ca. 1,5 Meter über Grund
BfS	BfS	Speziell Düsseldorf	2003 – 2004	7			
BfS	BfS	15 Städte in NRW	2004 – 2005	7	3	15	
BfS	BfS	Speziell Düsseldorf	2004 – 2005	6			
BfS	BfS	15 Städte in NRW	2005 – 2006	7	5	11	
BfS	BfS	Speziell Düsseldorf	2005 – 2006	10			

(Quellen: 1. Gutachten MPA NRW Nr. 320005688-04, für Bezirksregierung Arnsberg vom 31.01.2006,
2. Forschungszentrum Jülich, GbS-Arbeitsbericht 2004,
3. BfS, SW 1.2 Herr Kümmel, Mail, Langzeitmessung zur Ermittlung des natürlichen Radonpegels)

Tabelle 2
PM-10-Staubproben,
Gesamt-Alpha-Aktivitätsbestimmung

Probenahme	Untersuchungsstelle	Probenahmeort	Untersuchungszeitraum	Mittelwert [Bq/m ³]	Korrigierter Mittelwert [Bq/m ³]	Minimalwert [Bq/m ³]	Maximalwert [Bq/m ³]	Bemerkungen
LANUV	MPA NRW	Elsdorf-Angelsdorf	August 2005	1,04E-04		5,0E-05	1,58E-04	Filterproben, Luftdurchsatz 725 m ³ , Digital DHA-80
LANUV	MPA NRW	Niederzier	August 2005	1,71E-04		4,70E-05	2,94E-04	
LANUV	FZJ	Niederzier	November 2011	1,50E-03	7,5E-04			Filterproben, Luftdurchsatz 96 m ³ , div. Geräte, 8 Filterplätze gleichzeitig
LANUV	FZJ	Niederzier	März 2012	2,71E-04	1,4E-04			
LANUV	FZJ	Köln Verkehrsstation	Mai 2012	1,98E-04	9,9E-05			
LANUV	FZJ	Essen Verkehrsstation	Mai 2012	1,46E-04	7,3E-05			
LANUV	FZJ	Warstein	Mai 2012	3,13E-04	1,6E-04			

(Quelle: 1. Gutachten MPA NRW Nr. 320005688-04, für Bezirksregierung Arnsberg, vom 31.01.2006, 2. Bericht FZJ, Dr. Kümmerle vom 26.10.2012,) die korrigierten Mittelwerte geben die Aktivität zum Zeitpunkt der Probenahme an

Bei den letztgenannten Untersuchungen ist zu beachten, dass die Aktivitätsbestimmungen aus Kapazitätsgründen etwa 4 Monate nach der Probenahme durchgeführt wurden, so dass nicht mehr die Ursprungs-Aktivität auf den Filtern bestimmt wurde, sondern die bereits durch das „Nachwachsen“ des Po-210 aus dem Zerfall des Pb-210 erhöhte Alpha-Aktivität. Damit ist eine Korrektur der Messwerte um den Faktor ca. 0,5 erforderlich.

Anmerkung: Das Forschungszentrum Jülich hat im Arbeitsbericht 2004 des Geschäftsbereichs Sicherheit und Strahlenschutz die zeitliche Entwicklung der Gesamt-Alpha-Aktivität von Filterproben für einen Zeitraum von 15 Monaten untersucht (s. Diagramm Kapitel 3, Seite 22 des Arbeitsberichts) und damit nachgewiesen, dass durch den Zerfall des Mutternuklids Pb-210 die Alpha-Aktivität des Po-210 bis zum Erreichen des radioaktiven Gleichgewichts auf den Proben anwächst. Nach dem Erreichen des radioaktiven Gleichgewichtes sind die Aktivitäten von Mutter- und Tochternuklid gleich groß. Da die Messungen an den LANUV-Proben ca. 120 Tage und damit etwa Halbwertszeit des Po-210 (HZ= 138,4 Tage) nach der Probenahme erfolgte, ist in der Zwischenzeit die Gesamt-Alpha-Aktivität durch den Zerfall des Pb-210 um 50 % angestiegen. Damit die Messwerte mit anderen Messungen vergleichbar und auf den Zeitpunkt der Probenahme bezogen sind, wurden die Mittelwerte mit dem Faktor 0,5 korrigiert.

Tabelle 3

**PM-10-Staubproben,
Alpha-Spektrometrie, Po-210**

Probenahme	Untersuchungsstelle	Probenahmeort	Untersuchungszeitraum	Mittelwert [Bq/m ³]	Korrigierter Mittelwert [Bq/m ³]	Minimalwert [Bq/m ³]	Maximalwert [Bq/m ³]	
LANUV	LIA NRW	Niederzier	November 2011	5,87E-04	2,94E-04	2,19E-04	1,08E-03	Filterproben, Luftdurchsatz 96 m ³ , div. Geräte, Einzelfiltermessung
LANUV	LIA NRW	Niederzier	März 2012	1,1E-04	5,50E-05	<NWG (1,0E-04)	1,83E-04	
LANUV	LIA NRW	Köln, Verkehrsstation	Mai 2012	< NWG (9,2E-05)				
LANUV	LIA NRW	Warstein	Mai 2012	< NWG (1,2E-05)				
LANUV	LIA NRW	Essen, Verkehrsstation	Mai 2012	< NWG (6,4E-05)				

(Quelle, Bericht LIA NRW, Dipl.-Ing. Vetter vom 15.10.2012, die korrigierten Mittelwerte geben die Aktivität zum Zeitpunkt der Probenahme an)

Tabelle 4

**PM-10-Staubproben,
Gamma-Spektrometrie, Pb-210**

Probenahme	Untersuchungsstelle	Probenahmeort	Untersuchungszeitraum	Mittelwert [Bq/m ³]	Korrigierter Mittelwert [Bq/m ³]	Minimalwert [Bq/m ³]	Maximalwert [Bq/m ³]	Bemerkungen
LANUV	MPA NRW	Niederzier	August 2005	6,5E-04		-	-	Nassaufschluss, Luftdurchsatz 1334 m ³ , Messzeit 60 Stunden
LANUV	MPA NRW	Elsdorf	August 2005	4,7E-04		-	-	
LANUV	LIA NRW	Niederzier	November 2011	1,67E-04				Gamma-Spektroskopie
LANUV	LIA NRW	Niederzier	März 2012	9,72E-05				

(Quelle: 1. Gutachten MPA NRW Nr. 320005688-04, für Bezirksregierung Arnsberg, vom 31.01.2006, 2. Bericht LIA NRW, Dipl.-Ing. Vetter vom 15.10.2012)

Tabelle 5
PM 2,5-Staubproben
Pb-210-Aktivitätsbestimmung

Probe- nahme	Unter- suchungs- stelle	Probe- nahmeort	Unter- suchungs- zeitraum	Mittelwert [Bq/m ³]	Minimal- wert [Bq/m ³]	Maximal- wert [Bq/m ³]	Bemerkungen
FZJ	FZJ	FZJ Mete- oro- logiemast	2009	2,48E-04	7,00E-05	5,80E-04	

Quelle: Veröffentlichung FZJ, Oktober 2011, "Does open-pit coal mining increase the natural α -activity in respirable aerosols?", Möllman-Coers, Kümmerle, Pomplun, Klomp