

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission

Inhaltsübersicht

- 1 Sachstand**
- 2 Epidemiologische Befunde**
- 3 Statistische Bewertung regionaler Unterschiede**
- 4 Risikofaktoren für Leukämie und Schilddrüsenkrebs**
 - 4.1 Leukämien
 - 4.2 Schilddrüsenkrebs
- 5 Strahlenexposition der Bevölkerung als Folge von Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der Schachanlage Asse II**
- 6 Zur Erklärung der beobachteten Erhöhungen erforderliche Strahlenexpositionen**
- 7 Zusammenfassende Bewertung und Stellungnahme**
- 8 Literatur**
- 9 Abbildungs- und Tabellennachweis**

1 Sachstand

In einer Sonderauswertung des Epidemiologischen Krebsregisters Niedersachsen (EKN) aufgrund einer Anfrage des Landkreises (LK) Wolfenbüttel zur Krebshäufigkeit in der Samtgemeinde (SG) Asse waren für die Jahre 2002 bis 2009 bei Leukämien sowie beim Schilddrüsenkrebs signifikant mehr Neuerkrankungsfälle beobachtet worden, als im Vergleich zum restlichen LK Wolfenbüttel ohne SG Asse zu erwarten gewesen wären (EKN 2010a).

Der Anlass der Untersuchung des EKN in der SG Asse und dem LK Wolfenbüttel war: „Hintergrund dieser Sonderauswertung ist eine Anfrage des Landkreises (LK) Wolfenbüttel an das Epidemiologische Krebsregister Niedersachsen (EKN) aus dem Jahr 2008 zur Häufigkeit von Leukämien in der Samtgemeinde (SG) Asse. Aufgrund der seinerzeit noch unzureichenden Datenlage und der deutlichen Untererfassung von Leukämien und Lymphomen war eine kleinräumige Auswertung zum damaligen Zeitpunkt noch nicht möglich. Inzwischen ist die Datenlage für diese Analyse ausreichend. Die Ergebnisse der Auswertung werden in diesem Bericht vorgestellt.“ (EKN 2010a).

Damit bezog sich die Fragestellung ausschließlich auf Leukämien und die SG Asse. Die Auswertung des EKN erfolgte daher in Bezug auf die Erkrankungen an Leukämien hypothesengeleitet, für sonstige Krebserkrankungen und weitere Gemeinden im ehemaligen RB Braunschweig wurden explorative

Auswertungen (EKN 2010a, EKN 2010b) vorgenommen. Alle Unterscheidungen nach Männern und Frauen waren ebenfalls explorativ. Angesichts der vielen durchgeführten Tests musste in Bezug auf Fragen signifikanter Ergebnisse für multiples Testen korrigiert werden.

Von Mitgliedern des Landtages und dem LK Wolfenbüttel wurde im Nachgang zu der Auswertung (EKN 2010a) die Frage gestellt, ob andere Gemeinden des Landkreises ebenfalls höhere Krebshäufigkeiten aufweisen würden. Hierzu wurde durch das EKN eine ergänzende Auswertung für alle 41 berichteten Krebsdiagnosen durchgeführt (EKN 2010b). Das EKN stellte in (EKN 2010b) nach Korrektur für multiples Testen fest, dass sich in allen Mitgliedsgemeinden des LK Wolfenbüttel außer der SG Asse keine signifikanten Ergebnisse ergaben. Die auffälligen Ergebnisse für die Leukämie und den Schilddrüsenkrebs in der SG Asse waren die einzigen signifikanten Befunde.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat mit Schreiben vom 20. Dezember 2010 die Strahlenschutzkommission (SSK) um eine Bewertung der Ergebnisse der Auswertungen des Epidemiologischen Krebsregisters Niedersachsen zur Krebshäufigkeit in der SG Asse gebeten. Dabei sollten insbesondere die angewendeten statistischen Methoden geprüft und folgende Fragen beantwortet werden: Gibt es strahlenbiologische Erkenntnisse, die die Ergebnisse plausibel erklären können? Wie können die Ergebnisse erklärt werden?

2 Epidemiologische Befunde

Die SSK hat geprüft, ob die Auswertungen des EKN der guten epidemiologischen Praxis entsprechen und ob die Ergebnisse nachvollziehbar und belastbar sind. Die SSK ist der Ansicht, dass die vorliegenden Auswertungen des EKN zu der Fragestellung einer regionalen Krebshäufung im LK Wolfenbüttel korrekt durchgeführt wurden. Die Schlussfolgerungen sind ebenfalls korrekt.

Die SSK hat das EKN gebeten, zusätzlich zu den Auswertungen (EKN 2010a, 2010b) entsprechende Auswertungen der Daten aus der SG Asse mit dem ehemaligen RB Braunschweig als Vergleichsregion durchzuführen. Solche Auswertungen erlauben aufgrund der höheren Bevölkerungsanzahl im ehemaligen RB Braunschweig eine robustere Analyse. Die SSK hat diese Auswertungen (EKN 2011) in ihrer Stellungnahme ebenfalls berücksichtigt.

Die hypothesengeleitete Auswertung des EKN zur Krebshäufigkeit in der SG Asse gegenüber der Vergleichsregion LK Wolfenbüttel ohne die SG Asse (EKN 2010a) ergab eine signifikante Erhöhung des standardisierten Inzidenzverhältnisses (Standard Incidence Ratio, SIR) für Erkrankungen an Leukämie (ICD10 C91-C95) (Tabelle 1). Getrennt für Männer und Frauen wurden unterschiedliche SIR-Werte beobachtet. Dies beruht auf 18 beobachteten Fällen (Männer: 12; Frauen: 6) aus den Erkrankungsjahren 2002 bis 2009 im Vergleich zu 8,5 erwarteten Fällen (Männer: 5,2; Frauen: 3,3).

Die explorative Auswertung des EKN zur Krebshäufigkeit in der SG Asse gegenüber der Vergleichsregion LK Wolfenbüttel ohne SG Asse (EKN 2010a) ergab eine signifikante Erhöhung des standardisierten Inzidenzverhältnisses für Schilddrüsenkrebs (ICD10 C73) bei Frauen (Tabelle 2). Getrennt für Männer und Frauen wurden unterschiedliche SIR-Werte beobachtet. Dies beruht auf 12 beobachteten Fällen (Männer: 2; Frauen: 10) aus den Erkrankungsjahren 2002 bis 2009 im Vergleich zu 3,9 erwarteten Fällen (Männer: 0,6; Frauen: 3,3).

Mit dem ehemaligen RB Braunschweig als Vergleichsregion berechnete das EKN für die SG Asse ebenfalls ein signifikant erhöhtes SIR für Leukämien (Tabelle 1). Getrennt für Männer und Frauen ergaben sich auch hier unterschiedliche SIR-Werte. Dies beruht auf 18 beobachteten Fällen (Männer: 12; Frauen: 6) aus den Erkrankungsjahren 2002 bis 2009 im Vergleich zu 8,3 erwarteten Fällen (Männer: 4,8; Frauen: 3,5).

Das EKN berechnete für die SG Asse mit dem ehemaligen RB Braunschweig als Vergleichsregion ein ebenfalls signifikant erhöhtes SIR für Schilddrüsenkrebs (Tabelle 2), das allerdings zum Niveau 5 % bei 41 Tests korrigiert für multiples Testen nicht signifikant war. Getrennt für Männer und Frauen ergaben sich ebenfalls unterschiedliche SIR-Werte. Dies beruht auf 12 beobachteten Fällen (Männer: 2; Frauen: 10) aus den Erkrankungsjahren 2002 bis 2009 im Vergleich zu 4,7 erwarteten Fällen (Männer: 1,3; Frauen: 3,4).

Tab. 1: Standardisiertes Inzidenzverhältnis (SIR) für Leukämie in der SG Asse [Vergleichsregion LK Wolfenbüttel ohne SG Asse (EKN 2010a) bzw. ehemaliger RB Braunschweig (EKN 2011)]. Die fett gedruckte Zeile war Ergebnis einer externen Anfrage und das Konfidenzintervall (KI) kann damit als hypothesengesteuert bewertet werden. Alle übrigen Ergebnisse sind als explorativ zu bewerten.

		SIR	95 %-KI
Vergleichsregion LK Wolfenbüttel ohne SG Asse	Gesamt	2,12	1,25 – 3,35
	Männer	2,33	1,20 – 4,06
	Frauen	1,80	0,66 – 3,91
Vergleichsregion ehemaliger RB Braunschweig	Gesamt	2,17	1,28 – 3,43
	Männer	2,49	1,29 – 4,35
	Frauen	1,72	0,63 – 3,74

Tab. 2: Standardisiertes Inzidenzverhältnis (SIR) für Schilddrüsenkrebs in der SG Asse [Vergleichsregion LK Wolfenbüttel ohne SG Asse (EKN 2010a) bzw. ehemaliger RB Braunschweig (EKN 2011)]. Alle Ergebnisse sind als explorativ zu bewerten.

		SIR	95 %-KI

Vergleichsregion LK Wolfenbüttel ohne SG Asse	Gesamt	3,05	1,58 – 5,33
	Männer	3,36	0,38 – 12,13
	Frauen	3,00	1,43 – 5,51
Vergleichsregion ehemaliger RB Braunschweig	Gesamt	2,55	1,32 – 4,46
	Männer	1,56	0,18 – 5,56
	Frauen	2,94	1,41 – 5,40

Die SSK ist der Ansicht, dass von den vorliegenden alternativen Bewertungen der SG Asse im Vergleich zum LK Wolfenbüttel ohne SG Asse bzw. dem ehemaligen RB Braunschweig diejenigen Berechnungen im Vergleich zum ehemaligen RB Braunschweig zur Bewertung herangezogen werden sollten, da sie auf einer größeren Datenbasis beruhen.

Es ist möglich, dass die Anfrage des LK Wolfenbüttel an das EKN nicht ohne Anlass, sondern aufgrund eines konkreten Verdachts erfolgte. Dies wird dadurch gestützt, dass von den zwei unmittelbar an die Schachanlage Asse II angrenzenden Samtgemeinden (Asse und Schöppenstedt) eine Frage nur für die SG Asse formuliert wurde. Damit wäre die Auswertung nicht hypothesengesteuert, sondern datengesteuert, was ihre Aussagekraft mindern würde. Sie würde damit nicht die Kriterien für eine konfirmatorische Analyse im engeren Sinne erfüllen.

Eine signifikante Auffälligkeit bezüglich der Leukämiehäufigkeit wurde nur in der SG Asse, jedoch nicht in den anderen Mitgliedsgemeinden des LK Wolfenbüttel, auch nicht in der direkt östlich der Schachanlage Asse II gelegenen SG Schöppenstedt, beobachtet. Bezüglich der Altersstruktur und der Subentitäten der Leukämiefälle in der SG Asse ergeben sich keine Auffälligkeiten; die absoluten Anzahlen pro Altersgruppe und Subentität sind gering.

Die relativ geringen Inzidenzen an Schilddrüsenkrebs machen die Inzidenzvergleiche mit dem LK Wolfenbüttel ohne die SG Asse sehr unsicher. Der Vergleich mit dem ehemaligen RB Braunschweig erlaubt eine belastbarere Aussage. Eine (nicht signifikante) Auffälligkeit bezüglich der Schilddrüsenkrebshäufigkeit wurde in der explorativen Analyse auf dieser Basis nur in der SG Asse, jedoch nicht in den anderen Gemeinden, auch nicht in der direkt östlich der Schachanlage Asse II gelegenen SG Schöppenstedt, beobachtet. Die Alters-, Geschlechts- und Schweregradverteilung der Schilddrüsenpatienten (ungewöhnlich viele Frauen unter 50, ungewöhnlich viele niedrige Stadien) in der SG Asse deutet möglicherweise auf eine größere Zahl von Untersuchungen ohne konkreten Krankheitsverdacht hin. Eine Nachfrage ist aufgrund der Tatsache, dass alle diese Meldungen von Pathologen, und damit entsprechend dem niedersächsischen Krebsregistergesetz anonym erfolgten, nicht möglich. Die Verteilung der biologischen Subtypen unterscheidet sich nach Angaben des EKN nicht wesentlich von der Verteilung auf Landesebene in Niedersachsen.

Um die Frage zu beantworten, ob die in den Jahren 2002 bis 2009 in der SG Asse beobachtete Erhöhung der Zahl der Neuerkrankungen (Leukämien, Lymphome und Schilddrüsenkrebs)

möglicherweise mit einer Beschäftigung bei der Schachanlage Asse II zusammenhängen könnte, hat sich das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) entschieden, einen anonymisierten Abgleich der 47 Fälle (35 Fälle von hämatologischen Erkrankungen [Leukämien und Lymphome] und 12 Schilddrüsenkrebserkrankungen) mit den Beschäftigten der Asse durchzuführen.

Ein derartiger Abgleich ist bzgl. der personenbezieharen und -identifizierenden Daten hoch sensibel und unterliegt strengsten Datenschutzbestimmungen. Um einen Abgleich der Daten des EKN mit den Daten der Beschäftigten der Schachanlage Asse II durchzuführen, wurden ein Datenschutzkonzept entwickelt und das Einverständnis der Geschäftsführung und des Betriebsrats der Asse GmbH sowie die Zustimmungen der Datenschutzbeauftragten des BfS (Treuhanderin der personenbezogenen Daten der Asse) und des Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI) eingeholt.

Das Datenschutzkonzept sah vor, dass die personenbezogenen Daten von den jeweiligen Stellen (EKN und BfS) doppelt verschlüsselt wurden und die so verschlüsselten Daten an eine dritte unabhängige Stelle weitergegeben wurden, die den Abgleich vornahm. Als Ergebnis des Abgleichs wurde lediglich mitgeteilt, wie viele Übereinstimmungen bzw. „Treffer“ gefunden wurden.

Der Abgleich der 47 im Zeitraum 2002 bis 2009 in der SG Asse neu aufgetretenen Krebsfälle (hämatologische Krebserkrankung oder Schilddrüsenkrebs) mit den 800 zwischen 1967 und 2008 bei der Schachanlage Asse II Beschäftigten ergab lediglich einen Treffer. Dies bedeutet, dass eine der 47 zwischen 2002 und 2009 in der SG Asse neu an einer der genannten Krebsarten erkrankten Personen bei der Schachanlage Asse II beschäftigt war. Die zwischen 2002 und 2009 in der SG Asse beobachtete Inzidenzerhöhung für Schilddrüsenkrebs und hämatologische Krebserkrankungen kann von daher nicht auf eine Tätigkeit auf der Schachanlage Asse II zurückgeführt werden.

3 Statistische Bewertung regionaler Unterschiede

Die SSK hat untersucht, ob es sich bei den epidemiologischen Auffälligkeiten in der SG Asse im Vergleich zum LK Wolfenbüttel bzw. zum ehemaligen Regierungsbezirk (RB) Braunschweig um Zufall handeln kann.

Dazu wurden Verfahren des Disease Mapping verwendet, um strukturelle Unterschiede im Untersuchungsgebiet beschreiben zu können. Verfahren des Disease Mapping sind grundsätzlich nicht geeignet, eine kausale Beziehung zwischen einer Exposition und einer Erkrankung herzustellen, sie haben beschreibenden Charakter. Um die Betrachtung auf eine breitere Basis zu stellen, hat die SSK eine Untersuchung aller 71 Gemeinden und Samtgemeinden des ehemaligen RB Braunschweig vorgenommen.

Zunächst wurde für jede Gemeinde und die jeweilig betrachtete Erkrankung das „rohe“ SIR bezogen auf den ehemaligen RB Braunschweig berechnet. Grundsätzlich werden bei kleinen Fallzahlen eher starke

Schwankungen des SIR, d. h. weit von 1 entfernte Werte, beobachtet als bei großen Fallzahlen. Besonders anfällig für eine derartige Überbewertung sind folglich Gemeinden mit wenigen Einwohnern und seltene Erkrankungen.

Deshalb wurden sogenannte empirische Bayes- und vollständige Bayes-Verfahren genutzt, um strukturelle Unterschiede des Erkrankungsrisikos, die über Zufallsschwankungen hinausgehen, zu identifizieren. Beiden Verfahren (empirisches und vollständiges Bayes-Verfahren) ist gemeinsam, dass sie die resultierenden SIR-Schätzwerte für die jeweilige Region von Zufallsschwankungen, dem sogenannten „Rauschen“, befreien. Eine verbleibende Heterogenität bedeutet, dass es Unterschiede gibt, die sich nicht ausschließlich durch Zufallsschwankungen erklären lassen. Damit ist über die Ursachen dieser Schwankungen nichts gesagt. Die so geschätzten gegebenenfalls verbliebenen Größenunterschiede zwischen den Regionen bedürfen einer inhaltlichen Einschätzung. Neben den Bayes-Verfahren (empirisch und vollständig), von denen aufgrund der Literatur das vollständige Bayes-Verfahren bevorzugt wird, wurden auch nichtparametrische Mischverteilungsmodelle mit Klassenbildung angewendet, die zu ähnlichen Schlussfolgerungen führten.

Der ehemalige RB Braunschweig hat in Bezug auf beide betrachtete Diagnosen eine deutliche, über die Zufallsschwankung hinausgehende strukturelle Heterogenität, zu der die SG Asse mit ihrer erhöhten SIR beiträgt. Bei den Männern findet sich eine über eine reine Zufallsschwankung hinausgehende Heterogenität bei den Leukämien. Nach Bereinigung um die Zufallsschwankung bleibt eine abgeschätzte Erhöhung um 30 % in der SG Asse. Allerdings zeigt sich bezogen auf den RB Braunschweig auch in mindestens einer anderen Gemeinde ein vergleichbar hohes Risiko für Leukämien bei Männern. Dies deutet nicht auf ein Alleinstellungsmerkmal für die SG Asse hin. Bezogen auf den Schilddrüsenkrebs ist bei Männern kein auffälliges Ergebnis in der SG Asse zu beobachten. Bei Frauen findet sich bezogen auf Leukämien kein auffälliges Ergebnis für die SG Asse. Bezogen auf den Schilddrüsenkrebs bei Frauen befindet sich die SG Asse unter den Regionen mit höherem Risiko. Die statistische Analyse zeigt eine verbleibende Heterogenität für Leukämieerkrankungen bei Männern und Schilddrüsenkrebskrankungen bei Frauen, wobei allerdings die Kreditibilitätsintervalle der bereinigten SIRs stets den Wert 1 enthalten.

4 Risikofaktoren für Leukämie und Schilddrüsenkrebs

Die SSK hat sowohl für Leukämien als auch für Schilddrüsenkrebs den aktuellen Wissensstand zur Frage möglicherweise verursachender Noxen, insbesondere ionisierender Strahlung, einer kritischen Sichtung unterzogen. Die SSK sieht es als gesichert an, dass Leukämien und Schilddrüsenkrebs durch ionisierende Strahlen verursacht werden können. Der Wissensstand dazu erlaubt es, das dosisabhängige Risiko zu quantifizieren.

4.1 Leukämien

Die Ursachen für Leukämieerkrankungen sind weitgehend unklar. Nur ein geringer Teil lässt sich mit einzelnen Risikofaktoren in Zusammenhang bringen. Solche Risikofaktoren sind u. a. genetische Faktoren, bestimmte Viruserkrankungen, bestimmte Medikamente, Rauchen und Expositionen mit verschiedenen Schadstoffen, wie z.B. Benzol oder Butadien in der Umwelt und am Arbeitsplatz. Eine Vielzahl von Studien belegt, dass ionisierende Strahlung ein Risikofaktor für Leukämieerkrankungen ist. In den späten 1940er Jahren wurde von einem japanischen Arzt unter den Überlebenden der Atombombenexplosionen in Hiroshima und Nagasaki eine Häufung von Leukämieerkrankungen beobachtet, woraufhin ein Register eingerichtet wurde und in den frühen 1950er Jahren erste wissenschaftliche Veröffentlichungen zu Leukämieerkrankungen erschienen. Im Rahmen der Life Span Study (LSS) wurden alle Fälle, die seit 1950 diagnostiziert wurden, betrachtet. In der neuesten 2004 veröffentlichten Auswertung – beruhend auf allen Leukämie-Todesfällen zwischen 1950 und 2000 unter 49 204 Personen der LSS mit einer Knochenmarksdosis von mindestens 5 mSv – traten insgesamt 204 Fälle von Leukämien auf, gegenüber einer aufgrund des Spontanrisikos erwarteten Anzahl von 110 Todesfällen. Eine Auswertung nach Leukämieart zeigte dosisabhängige Anstiege der Leukämiemortalitätsraten für akute myeloische Leukämie (AML), akute lymphatische Leukämie (ALL) und chronische myeloische Leukämie (CML), nicht aber für andere Leukämiearten inklusive chronische lymphatische Leukämie (CLL). Zu einem ähnlichen Schluss kam die frühere Auswertung von Leukämieinzidenzdaten im Zeitraum von 1950 bis 1987. Wegen der geringen Häufigkeit von CLL in der japanischen Bevölkerung sind diese Daten aber nicht aussagekräftig, und neuerdings wird die Frage der Strahleninduzierbarkeit von CLL kontrovers diskutiert.

Eine Vielzahl von Studien untersuchte den Zusammenhang zwischen Strahlenexposition und Leukämieerkrankung an Personen, die am Arbeitsplatz oder durch Umwelteinflüsse einer erhöhten Strahlenexposition ausgesetzt waren, z.B. an Arbeitern kerntechnischer Anlagen, Aufräumarbeitern nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, Anwohnern des kontaminierten Flusses Tetscha und Bewohnern von Regionen mit erhöhter natürlicher Strahlenexposition. Die meisten dieser Studien ergaben Hinweise auf erhöhte Leukämieinzidenz oder -mortalität nach Strahlenexposition, wenn auch die Erhöhungen aufgrund der geringen Fallzahlen oft nicht statistisch signifikant waren. In einer Metaanalyse von 23 dieser Studien zu Leukämierisiken (ohne CLL) nach protrahierter Strahlenexposition mit hauptsächlich locker ionisierender Strahlung am Arbeitsplatz oder in der Umwelt wurde ein zusätzliches Risiko bei 100 mGy von $ERR = 0,19$ (95 %-KI: 0,07 – 0,32) abgeschätzt in guter Übereinstimmung dieses Wertes mit Leukämierisiken von Männern, die als Erwachsene bei den Atombombenabwürfen in Japan exponiert wurden ($ERR = 0,15$ bei 100 mGy, 95 %-KI: 0,11 – 0,53).

4.2 Schilddrüsenkrebs

Von zahlreichen Faktoren wird vermutet, dass sie entweder Schilddrüsenkrebs auslösen können oder an der Auslösung zumindest beteiligt sind. Ein Teil der relativ seltenen medullären Karzinome ist auf Gendefekte zurückzuführen, was die häufig zu beobachtende familiäre Häufung dieses Typs erklärt. Auch für andere Formen des Schilddrüsenkrebses wird eine genetische Komponente vermutet. Die in

Jodmangelgebieten beobachteten Strumaerkrankungen erhöhen das Risiko, ein Schilddrüsenkarzinom zu entwickeln. Anfälliger für Schilddrüsenkrebs sind auch Personen mit Schilddrüsen-Adenomen (also gutartigen Tumoren) und mit chronischen Schilddrüsen-Entzündungen. Schon lange wird vermutet, dass das TSH (thyroid stimulating hormone), wenn es im Überschuss vorkommt, eine maßgebliche Rolle bei der Entwicklung von Schilddrüsenkrebs spielt.

Widersprüchlich sind die Ergebnisse zur Jod-Supplementierung. Festzustehen scheint, dass sich zumindest das Spektrum der Schilddrüsenkrebs-Formen verändert. Ob die Schilddrüsenkrebs-Häufigkeit insgesamt durch diese Maßnahme ansteigt, ist umstritten, da die in manchen ökologischen Studien beobachteten Anstiege auf eine intensivere Diagnostik und verbesserte diagnostische Methoden rückführbar sein könnten.

Ein bisher ungeklärter Zusammenhang besteht zwischen Vulkanen und der Häufigkeit von Schilddrüsenkrebs. Auffällig ist, dass in Gebieten mit zahlreichen Vulkanen (Hawaii, Philippinen, Island) Schilddrüsenkrebs besonders häufig ist. Als Auslöser verdächtigt werden einige arsen- und zinkhaltige Mineralien.

Ionisierende Strahlung kann Schilddrüsenkrebs auslösen. Dies gilt jedoch insbesondere für Strahlenexpositionen während der Kindheit. Dagegen ist das Risiko nach Exposition im Erwachsenenalter (älter als etwa 20 Jahre) gering. Insbesondere fehlt bis heute der Nachweis, dass I-131 bei Erwachsenen Schilddrüsenkrebs hervorruft.

Ein Problem, das bei der Ermittlung des Strahlenrisikos für die Schilddrüse unbedingt beachtet werden muss, ist der sogenannte Screening-Effekt. Es gibt eine ganze Reihe von Mikrokarzinomen (Durchmesser kleiner 1 cm) in der Schilddrüse, die normalerweise nie entdeckt werden, da sie keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen nach sich ziehen. Wenn nun eine Population systematisch im Hinblick auf das Vorliegen von Schilddrüsen-Veränderungen untersucht wird („screening“), so werden diese Mikrokarzinome zusätzlich entdeckt und können dann zumindest teilweise irrtümlich als Strahleneffekt interpretiert werden. Auffällig und auf einen Screening-Effekt hinweisend ist das Auffinden vieler früher Tumor-Stadien. Ein intensives Screening kann durchaus die absolute Anzahl gefundener Schilddrüsen-Tumoren um den Faktor 3 bis 4 erhöhen.

5 Strahlenexposition der Bevölkerung als Folge von Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der Schachtanlage Asse II

In der Schachtanlage Asse II, in der zwischen 1909 und 1964 Kali- und Steinsalz abgebaut worden war, wurden von 1967 bis 1978 insgesamt 124 494 Gebinde mit schwach radioaktiven Abfällen (LAW, low activity waste) und 1 239 Gebinde mit mittelradioaktiven Abfällen (MAW, medium activity waste) mit einem deklarierten Inventar von 7,8 PBq (5,0 PBq im LAW, 2,8 PBq im MAW) in 13 Kammern auf der

511 m-Sohle (1 Kammer), der 725 m-Sohle (1 Kammer) und der 750 m-Sohle (11 Kammern) eingelagert.

Aus den eingelagerten radioaktiven Abfällen gelangen H-3, C-14 und Rn-222 (Letzteres als Zerfallsprodukt der eingelagerten Ra-226 Abfälle) in die Grubenluft. Mit Rn-222 kommen so die Folgeprodukte des Rn-222, darunter auch das langlebige Pb-210, in die Grubenluft. Die Grubenluft wird über einen Diffusor auf dem Schachtgebäude in die Umgebungsluft abgeleitet.

Kurzlebige Spaltprodukte, insbesondere I-131, sind in der Grubenluft nicht nachweisbar. Abschätzungen der SSK zur Entstehung von I-131 aus der Spontanspaltung von Aktiniden-Isotopen haben ergeben, dass diese im Hinblick auf potentielle Ableitungen von I-131 aus der Schachanlage Asse II vernachlässigbar sind. Stichprobenmessungen haben keine Hinweise auf aus den Abfällen stammendes langlebiges I-129 oder Plutonium-Isotope ergeben.

Strahlenexpositionen resultieren für die Beschäftigten aus externer Strahlung, aus der Radioaktivität in der Grubenluft und aus dem Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen bei Kontaminationsfällen. Für die Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse II ergibt sich eine potentielle Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Grubenfortluft. Aus der Schachanlage Asse II werden nach Angabe des Betreibers keine radioaktiven Stoffe mit dem Abwasser abgeleitet.

Die SSK kommt auf der Grundlage der Berichte der Betreiber und der unabhängigen Messstellen, der von verschiedenen Institutionen vorgenommenen Ausbreitungsrechnungen und Dosismodellierungen sowie des vom BfS durchgeführten „Gesundheitsmonitoring Asse“ und der darin zitierten Unterlagen zu folgender Bewertung in Bezug auf die durch die Schachanlage Asse II verursachte zusätzliche potentielle Strahlenexposition der Bevölkerung in der SG Asse:

Die Strahlenschutzüberwachung der Schachanlage Asse II einschließlich der Immissions- und Emissionsüberwachung entsprach dem jeweiligen Stand von Wissenschaft und Technik.

Die Daten der Immissionsüberwachung und die Messungen der Umweltradioaktivität (IMIS) in der Umgebung der Asse zeigen keinen messbaren Eintrag von radioaktiven Stoffen aus der Schachanlage Asse II. Messbare Effekte resultierten lediglich aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl. Aus den Immissionsmessungen gehen keine Hinweise für einen Einfluss der Schachanlage Asse II auf die Umweltradioaktivität in der Umgebung der Schachanlage und erhöhte Strahlenexpositionen der Bevölkerung in der SG Asse hervor.

Aus den Berichten über Kontaminationsfälle während der Einlagerungsphase lassen sich keine Hinweise auf erhöhte Strahlenexpositionen der allgemeinen Bevölkerung in der Umgebung der Schachanlage Asse II ableiten. Die Kontaminationsereignisse waren sowohl über als auch unter Tage insgesamt zu

geringfügig, um Spuren in den Emissions- und Immissionsmessungen zu hinterlassen. Ihr Beitrag zur potentiellen Strahlenexposition der Bevölkerung ist vernachlässigbar.

Die Berichte der Betreiber zur Emissions- und Immissionsüberwachung haben die Einhaltung der Grenzwerte für die Strahlenexposition der allgemeinen Bevölkerung nachgewiesen. Die in ihnen gemachten Angaben zur Strahlenexposition beruhen jedoch auf extrem konservativen Annahmen, d. h. sie überschätzen die tatsächlichen Expositionen. Sie sind nicht geeignet, die Strahlenexpositionen der Menschen in der Umgebung der Schachtanlage Asse II realistisch zu beschreiben. Sie erlauben es aber, zumindest obere Grenzen der Strahlenexposition anzugeben.

Die SSK hat die Strahlenexpositionen der Referenzpersonen¹ an der ungünstigsten Einwirkungsstelle am Zaun der Anlage in circa 50 m Abstand vom Diffusor für den gesamten Zeitraum, für den Ableitungsdaten vorliegen, d. h. seit 1978 (letztes Jahr der Einlagerungsphase), einheitlich berechnet. Grundlagen waren die von Brenk (2001) durchgeführten Rechnungen nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV). Diese Berechnungen wurden auch für die Zeit vor 1978 durchgeführt. Dabei wurden Ableitungen, die ihren Ursprung in den eingelagerten radioaktiven Stoffen haben, proportional zur bis dahin eingelagerten Aktivität angenommen. Da die bei den Ableitungen relevanten Radionuklide, H-3, C-14, Ra-226 und Rn-222, sich überwiegend im eingelagerten schwach aktiven Abfall verteilt auf die Einlagerungskammern befinden, ist diese Annahme konservativ. Die eingelagerten Aktivitäten als Quelle der abgeleiteten Radionuklide sind von 1972 bis 1978 stark angestiegen, und in den ersten Jahren lag ein noch relativ geringes Radioaktivitätsinventar in der Schachtanlage Asse II als Quelle für die Ableitungen vor.

Zu allen Zeiten lagen die berechneten Organdosen für das rote Knochenmark der Referenzpersonen an der ungünstigsten Einwirkungsstelle unter 110 μSv im Kalenderjahr, die berechneten Schilddrüsendosen unter 29 μSv im Kalenderjahr. Die höchsten Organdosen für das rote Knochenmark (110 μSv für unter 1-jährige Kinder) werden für das Jahr 1981 berechnet. Für die Schilddrüsendosen liegt das Maximum (29 μSv für 1- bis 2-jährige Kinder) im Jahr 1982. In den übrigen Jahren lagen die berechneten Dosen deutlich niedriger. Auch ist eine starke Altersabhängigkeit der berechneten Dosen festzustellen. Pb-210 bewirkt bei weitem den größten Anteil der berechneten Strahlendosen.

Die Dosisangaben für die Referenzpersonen an der ungünstigsten Einwirkungsstelle der Schachtanlage Asse II sind für die Bewohner der SG Asse extrem überschätzend. Dies ist nicht nur in den unrealistischen Eigenschaften und Gewohnheiten der Referenzpersonen begründet, sondern folgt auch aus der geographischen Lage der SG Asse relativ zur ungünstigsten Einwirkungsstelle.

¹ Für die Referenzpersonen der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zu § 47 StrlSchV werden extreme und teilweise unmögliche Verhaltensweisen angenommen, so dass man in Verbindung mit anderen konservativen Festlegungen der AVV (vergleiche Abschnitt 5.6 der wissenschaftlichen Begründung) davon ausgehen kann, dass die so berechneten Strahlenexpositionen stark überschätzende obere Grenzen der tatsächlichen Strahlenexpositionen darstellen.

Aus den Modellierungen der Verdünnung der Aktivitätskonzentrationen der aus der Schachtanlage Asse II abgeleiteten Grubenluft in der Umgebung mittels Lagrange-Ausbreitungsrechnungen kann gefolgert werden, dass die nach der AVV zu § 47 StrlSchV berechneten potentiellen Strahlenexpositionen von in größter Nähe zur Schachtlage lebenden Referenzpersonen (für die SG Asse sind dies: Remlingen und Wittmar, für sonstige Gemeinden: Groß- und Klein-Vahlberg) mindestens einen Faktor 10 unter denen der Referenzpersonen an der ungünstigsten Einwirkungsstelle am Zaun der Schachtanlage liegen. In den nächstgelegenen Ortschaften ist mit Langzeitausbreitungsfaktoren zu rechnen, die um einen Faktor 10 bis 100 geringer sind als an der ungünstigsten Einwirkungsstelle.

Für den Zweck dieser Stellungnahme, d. h. für die Abschätzung der radiologischen Risiken für stochastische Schäden in der Bevölkerung der SG Asse, kann die SSK damit feststellen, dass die zusätzlichen Strahlenexpositionen von Referenzpersonen nach der AVV zu § 47 StrlSchV in den zur Schachtanlage Asse II nächstgelegenen Ortschaften sowohl für die effektiven Dosen als auch für die Organdosen des roten Knochenmarks und der Schilddrüse immer unter 10 μSv im Kalenderjahr lagen. Für weiter entfernte Ortschaften der SG Asse lagen diese Expositionen um Zehnerpotenzen niedriger.

Die SSK weist jedoch darauf hin, dass wegen der extremen Annahmen zu den Eigenschaften der Referenzpersonen nach der AVV zu § 47 StrlSchV die tatsächlichen Strahlenexpositionen für reale Menschen mit normalen Lebens- und Aufenthaltsgewohnheiten in den nächstliegenden Ortschaften um Größenordnungen unter 10 μSv im Kalenderjahr liegen.

Für eine im Jahr 1978 geborene Referenzperson akkumulierten sich die nach der AVV zu § 47 StrlSchV berechneten Strahlendosen bis zum Jahr 2009 an der ungünstigsten Einwirkungsstelle am Zaun der Schachtanlage Asse II für das rote Knochenmark zu 700 μSv und für die Schilddrüse zu 200 μSv . In den nächstgelegenen Orten Remlingen und Wittmar liegen die berechneten potentiell akkumulierten Strahlenexpositionen bei 70 μSv für das rote Knochenmark und bei 20 μSv für die Schilddrüse. In weiter entfernten Orten der SG Asse liegen die berechneten potentiell akkumulierten Strahlenexpositionen in diesem Zeitraum jeweils unter 10 μSv .

Im Zuge der Beratung zu dieser Stellungnahme stellte die SSK fest, dass die für Pb-210 berechneten potentiellen Strahlenexpositionen der Referenzpersonen an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung der Schachtanlage Asse II unrealistisch hoch sind. Dies beruht auf einer Überschätzung des Luftpfades für Pb-210 in der AVV zu § 47 StrlSchV.

Die SSK stellt außerdem fest, dass die in den Parlamentsberichten der Bundesregierung für die Schachtanlage Asse II – und auch für andere kerntechnische Anlagen – angegebenen Strahlenexpositionen unrealistisch hoch sind und nicht der Anforderung der EU-Grundnormen zur realistischen Ermittlung der Dosis entsprechen. Die SSK mahnt eine realistische Berichterstattung für existierende Anlagen an.

6 Zur Erklärung der beobachteten Erhöhungen erforderliche Strahlenexpositionen

Die SSK hat die Strahlenexpositionen berechnet, die zur Erklärung der beobachteten Erhöhung der Fälle von Leukämie unter Männern und von Schilddrüsenkrebs unter Frauen in der SG Asse erforderlich wären. Dabei wurde zunächst angenommen, dass die gesamte Exposition im Jahre 1978 stattgefunden hat (siehe Kapitel 5 dieser Stellungnahme). Ausgangspunkt der Rechnungen war jeweils das Strahlenrisiko in der Kohorte der Atombombenüberlebenden von Hiroshima und Nagasaki. Die Risikofunktionen wurden entsprechend der von BEIR VII (2006) verwendeten Methode auf das Zeitintervall 2002 bis 2009 auf die SG Asse übertragen. Dieses Verfahren verwendet unter anderem das Spontanrisiko in der SG Asse. Dieses ist nicht direkt aus der beobachteten Inzidenzrate ableitbar, da die Inzidenz ja durch einen unbekanntem Faktor oder durch eine statistische Fluktuation signifikant erhöht ist. Deshalb wurde für die Spontaninzidenz in der SG Asse die beobachtete Inzidenz im ehemaligen RB Braunschweig ohne die SG Asse verwendet. Mit Hilfe der Populationsstatistik für die SG Asse wurde dann diejenige Knochenmarks- bzw. Schilddrüsendosis bestimmt, die unter diesen Annahmen zu der beobachteten Anzahl von Krebsfällen führen würde.

Es ergab sich ein bester Schätzwert von 0,73 Sv für eine Knochenmarksdosis, der die 10 Leukämiefälle unter den in dem angenommenen Expositionsszenario exponierten Männern in der SG Asse im Zeitraum 2002 bis 2009 erklären könnte. Auf dem 95-Prozent-Konfidenzniveau wäre mindestens eine Knochenmarksdosis von 0,50 Sv nötig. Weiterhin ergab sich ein bester Schätzwert von 1,3 Sv für eine Schilddrüsendosis, der die 10 Schilddrüsenkrebsfälle unter den Frauen in der SG Asse erklären könnte. Auf dem 95-Prozent-Konfidenzniveau wäre mindestens eine Schilddrüsendosis von 0,32 Sv nötig.

Bei den Rechnungen wurde angenommen, dass alle männlichen bzw. weiblichen Bewohner der SG Asse gleichermaßen exponiert worden sind. Bei einer inhomogenen Exposition müsste die nötige Dosis in der kritischen Gruppe naturgemäß höher sein.

Untersuchungen anderer, teilweise extrem unrealistischer Expositionsszenarien ergaben hypothetische Mindestwerte der Knochenmarks- bzw. Schilddrüsendosis, die mindestens 80 % der Mindestwerte im Szenario der ausschließlichen Exposition im Jahre 1978 betragen. Das gewählte Expositionsszenario ist deshalb für eine Abschätzung der mindestens notwendigen Dosis zur Erklärung der beobachteten Krebsinzidenzen in der SG Asse geeignet.

Die abgeleiteten Werte der zur Erklärung der beobachteten Krebsinzidenzen mindestens notwendigen Knochenmarksdosis von Männern von 0,5 Sv und mindestens notwendigen Schilddrüsendosis von Frauen von 0,32 Sv liegen um drei Größenordnungen über den in Kapitel 5 abgeschätzten möglichen Dosiswerten durch Ableitungen aus der Schachanlage Asse II. Demnach kann nach dem heutigen Kenntnisstand die beobachtete hohe Krebsinzidenz in der SG Asse nicht durch ionisierende Strahlung von Ableitungen aus der Schachanlage Asse II erklärt werden.

7 Zusammenfassende Bewertung und Stellungnahme

Die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung der Schachtanlage Asse II kann nur auf der Grundlage von Modellrechnungen abgeschätzt werden. Die Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit der Fortluft aus der Schachtanlage Asse II führen zu keinerlei messbaren Konzentration in der Umwelt. Auf der Grundlage extrem konservativer Modellierung der potentiellen Strahlenexpositionen der Bevölkerung in der Umgebung der Schachtanlage Asse II ergeben sich lediglich vernachlässigbare Jahresdosen (Tabelle 3).

Die SSK kommt zu dem Schluss, dass die sich aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft ergebenden Strahlenexpositionen der Bevölkerung selbst an der ungünstigsten Einwirkungsstelle, d. h. am Zaun der Anlage nordwestlich vom Diffusor, um Größenordnungen zu gering sind, um die beobachteten Inzidenzen zu erklären. Die Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der Schachtanlage Asse II können daher nicht als Ursache der beobachteten Auffälligkeiten in den Jahren 2002 bis 2009 in der SG Asse angesehen werden.

Tab. 3: Vergleich der akkumulierten Strahlenexposition einer im Jahr 1978 geborenen Referenzperson bis zum Jahr 2009, berechnet nach der AVV zu § 47 StrlSchV mit Gauß-Fahnenmodell und der zur Erklärung der beobachteten Inzidenzen erforderlichen Dosis.

	Akkumulierte Strahlenexposition einer im Jahr 1978 geborenen Referenzperson bis zum Jahr 2009, berechnet nach der AVV zu § 47 StrlSchV			Zur Erklärung der beobachteten Inzidenzen erforderliche Dosis in µSv	
	ungünstigste Einwirkungsstelle am Zaun der Schachtanlage Asse II	nächstgelegene Orte Remlingen und Wittmar	weiter entfernte Orte der SG Asse	bester Schätzwert	95stes-Perzentil
Organdosis rotes Knochenmark in µSv	700	70	7	730 000	500 000
Schilddrüsendosis in µSv	200	20	2	1 300 000	320 000

Die statistische Analyse zeigt eine verbleibende Heterogenität für Leukämieerkrankungen bei Männern und Schilddrüsenkrebskrankungen bei Frauen, wobei allerdings die Kreditabilitätsintervalle² der bereinigten SIRs stets den Wert 1 enthalten.

Die relativ hohen Unsicherheiten der statistischen Analyse der SIRs sind jedoch nicht eine Konsequenz der angewandten Verfahren, sondern eine Folge der Kleinräumigkeit des Problems und damit der geringen Fallzahlen und deuten auf ein generelles Problem bei der Bewertung sogenannter „Cluster“ hin.

Wird ein „Cluster“, d. h. eine zeitliche oder räumliche Häufung von Krankheitsfällen in der Bevölkerung vermutet oder wahrgenommen, weckt es Ängste und Besorgnis in der Bevölkerung. Dies ist sehr gut nachvollziehbar und muss ernst genommen werden. Jedoch sollten nationale und internationale Empfehlungen, unter welchen Umständen epidemiologische Studien aufgrund beobachteter kleinräumiger Erkrankungshäufungen sinnvoll erscheinen und zielführend sein könnten, befolgt werden.

Die Literatur zeigt, dass generell die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, aufgrund eines kleinräumigen Krankheitsclusters durch eine ausführliche epidemiologische Untersuchung Hinweise auf mögliche Ursachen – wenn es sie denn gibt – zu finden.

Speziell gilt der Vorbehalt, dass einzelne Cluster im Allgemeinen zu klein sind für epidemiologische Untersuchungen. In solchen Fälle reicht die verfügbare Information für eine Analyse mit geringen verbleibenden Unsicherheiten nicht aus. Dies ist auch der Fall für die beobachtete Erhöhung der Krebshäufigkeit in der SG Asse.

8 Literatur

- EKN 2010a Epidemiologisches Krebsregister Niedersachsen (EKN). Auswertung des EKN zur Krebshäufigkeit in der Samtgemeinde Asse. Oldenburg, 16. Dezember 2010
- http://www.krebsregister-niedersachsen.de/registerstelle/dateien/aktuellesnews/pdf/Asse/EKN_Bericht_SG_Ass_e_2010_12_16.pdf
- EKN 2010b Epidemiologisches Krebsregister Niedersachsen (EKN). Auswertung des EKN zur Krebshäufigkeit in den Gemeinden Cremlingen, Wolfenbüttel, SG Baddeckenstedt, SG Oderwald, SG Schladen, SG Schöppenstedt und SG Sickte. Oldenburg, 16. Dezember

² In der Bayes-Statistik ist ein Kreditabilitätsintervall (oder Bayesisches Konfidenzintervall) ein Intervall, das eine gegebene Wahrscheinlichkeit der resultierenden (posterior) Wahrscheinlichkeitsverteilung enthält. Die begriffliche Unterscheidung eines Kreditabilitätsintervalls von einem Konfidenzintervall der frequentistischen Statistik wird gemacht, um die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeitsbegriffe der Bayes-Statistik und der frequentistischen Statistik zu betonen.

2010

http://www.krebsregister-niedersachsen.de/registerstelle/dateien/aktuellesnews/pdf/Asse/EKN_Bericht_Gemeinden_Wolfenbuettel_2010_12_16.pdf

- EKN 2011 Niedersächsischen Krebsregister (EKN). Mitteilung vom 20. Januar 2011 an die Strahlenschutzkommission
- Brenk 2001 Brenk Systemplanung GmbH. Rechnungen gemäß der neuen Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung für den Standort der Schachanlage Asse zu GSF-Vergabenr. 021/01, Endbericht, BS-Proj.-Nr. 0103-10, erstellt im Auftrag des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit GmbH, Forschungsbergwerk Asse, Aachen, 9. November 2001
- BEIR VII United States National Research Council, Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation (2006). Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. BEIR VII – Phase 2. United States National Academy of Sciences. National Academy Press, Washington, 2006

9 Abbildungs- und Tabellennachweis

Tab. 1

SIR der Leukämieinzidenz in der SG Asse. Die fett gedruckte Zeile war Ergebnis einer externen Anfrage und das Konfidenzintervall (KI) kann damit als hypothesengesteuert bewertet werden. Alle übrigen Ergebnisse sind als explorativ zu bewerten.

Tab. 2

SIR der Inzidenz des Schilddrüsenkarzinoms in der SG Asse. Alle Ergebnisse sind als explorativ zu bewerten.

Tab. 3

Vergleich der akkumulierten Strahlenexposition einer im Jahr 1978 geborenen Referenzperson bis zum Jahr 2009 berechnet nach der AVV zu § 47 StrlSchV mit Gauß-Fahnenmodell und der zur Erklärung der beobachteten Inzidenzen erforderlichen Dosis.

