

Kurzstellungnahme
Risiko des Betriebs von Eckert & Ziegler Nuclitec (EZN),
neben Wohnhäusern und Schulen

Im Auftrag der BISS (Bürgerinitiative Strahlenschutz Braunschweig e.V.)

März 2015

Autorin:

Dipl.-Phys. Oda Becker, Hannover (Germany), oda.becker@web.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
2 Risiko aus Normalbetrieb	4
3 Risiko eines schweren Unfalls.....	7
4 Risiko eines Flugzeugabsturzes.....	15
5 Risiko eines Terrorangriffs.....	17
6 Risiko durch Transporte.....	19
7 Literatur.....	21

1 Einleitung

Am Standort Braunschweig-Thune werden zwei Anlagen betrieben, die mit radioaktiven Stoffen umgehen [INTAC 2014]:

- Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH (EZN)
 - Konditionierungseinrichtungen für radioaktive Abfälle und Strahlenquellen
 - Vertrieb Strahlenquellen und Radiopharmaka
 - vorübergehende Lagerung
- GE Healthcare Buchler GmbH & Co KG
 - Vertrieb radioaktiver Medizinprodukte

Beide Anlagen besitzen Genehmigungen nach §7 Strahlenschutzverordnung. Für beide Anlagen ist der Umgang mit radioaktiven Stoffen in erheblichen Umfang genehmigt. Am Standort befinden sich weitere Firmen u.a. Eckert & Ziegler Umweltdienste GmbH.

Das Betriebsgelände der Firmen befindet sich in unmittelbarer Nähe zu Wohnbebauung und Schulen mit radioaktiven Stoffen. Die Wohnbebauung schließt sich an drei Seiten an den Gewerbestandort an.

Die Risiken der Bevölkerung am Standort Braunschweig-Thune beruhen vor allem auf der Nähe des Umgangs mit radioaktiven Stoffen zur Wohnbebauung. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit tatsächlicher Expositionen erhöht:

- durch Direktstrahlung in der Nähe der Einrichtungen (im Normalbetrieb),
- durch bei Stör- und Unfällen freigesetzte radioaktive Stoffe sowie
- durch An- und Abtransport radioaktiver Stoffe durch die Wohngebiete

In der vorliegenden Kurzstellungnahme werden die Risiken, die von den Anlagen am Standort Braunschweig-Thune ausgehen, kurz dargestellt. Anlass für diese Darstellung ist die Änderung des Bebauungsplans, der eine Betriebserweiterung von EZN zulässt. Auftraggeber ist die Bürgerinitiative Strahlenschutz Braunschweig e.V. (BISS).

Die Darstellung basiert auftragsgemäß vor allem auf folgenden Unterlagen:

- Vortrag von Wolfgang Neumann [INTAC 2014],
- Stellungnahme des Öko-Instituts Darmstadt [ÖKOINSTITUT 2014] sowie ein
- Brief der BISS an den niedersächsischen Umweltminister Wenzel [BISS 2014].

Der Vortrag von Wolfgang Neumann (intac GmbH) am 23. Oktober 2014 hatte das Thema „Welche Risiken entstehen durch die Nuklearbetriebe in Braunschweig bei Störfällen oder Unfällen?“ Als Grundlage dafür dienten die bisher vorliegenden Bewertungen.

Die Zielsetzung der Stellungnahme des Öko-Instituts lag in der Abschätzung von Gesundheitsrisiken – sofern anhand der vorhandenen Daten möglich – aus dem Betrieb der Atomanlagen am Standort Braunschweig-Thune hin war. Die Stellungnahme orientierte sich thematisch an der Beantwortung der vom Auftraggeber (Stadt Braunschweig) zusammengestellten Fragen.

Der Brief an den niedersächsischen Umweltminister enthält eine Auflistung der Aspekte, die bei einem Stresstest für die Atomanlagen am Standort Braunschweig-Thune zwingend zu berücksichtigen sind. Ein derartiger standortspezifischer Stresstest wird von der

Entsorgungskommission (ESK) aufgrund der Ergebnisse generischer Untersuchungen für erforderlich gehalten [ESK 2013].

In den folgenden Kapiteln werden die Risiken aus dem Normalbetrieb, von möglichen Störfall- und Unfällen, von unfallbedingtem Flugzeugabstürzen und von terroristischen Angriffen sowie die mit den Transporten zusammenhängenden Risiken qualitativ betrachtet. Eine quantitative Ermittlung der Risiken erfolgte im Rahmen dieser Kurzstellungnahme nicht.

2 Risiko aus Normalbetrieb

Ein Umgang mit radioaktiven Stoffen ist auch bei Einhaltung der Dosisgrenzwerte der Strahlenschutzverordnung mit Risiken verbunden, da eine Wirkungsschwelle der ionisierenden Strahlung nicht bekannt ist. Es sind Wirkungsmechanismen ionisierender Strahlung bekannt, die auch bei beliebig geringer Dosis Krebs und Erbschäden verursachen können. Dies bedeutet im Hinblick auf das Risiko: Auch unterhalb der Dosisgrenzwerte gibt es ein Risiko für später tödlich verlaufende Krebserkrankungen und Schäden bei Nachkommen. Das Risiko wird umso größer, je größer die Dosis ist [ÖKOINSTITUT 2014]. Der Strahlenschutz berücksichtigt diese Tatsache in seinen drei Grundforderungen: Rechtfertigung, Dosisbegrenzung und Dosisminimierung. Insgesamt muss laut Strahlenschutzverordnung die Dosis auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich gehalten werden.

Neueinschätzung der Strahlenrisiken

In der Vergangenheit sind Dosisgrenzwerte immer wieder gesenkt worden. Dies hing teilweise mit neueren Erkenntnissen zum Strahlenrisiko zusammen, teilweise mit technischen Fortschritten, die im Sinne der Minimierung eine weitere Absenkung erst ermöglichten. In der Stellungnahme des Ökoinstituts wird nach einer Darstellung der aktuellen Erkenntnislage zu den Strahlenrisiken zusammenfassend festgestellt, dass eine grundlegende Neueinschätzung von Strahlenrisiken für die Zukunft nicht erkennbar sei. Änderungen im Bereich eines Faktor 2 bis 3 seien dagegen durchaus möglich. [ÖKOINSTITUT 2014] Diese Aussage bestätigt das erforderliche Vorgehen gemäß den Grundsätzen der Strahlenschutzverordnung. Dabei ist auch zu bedenken, dass eine zukünftige Neueinschätzung der Strahlenrisiken auch gravierender ausfallen kann als nach aktuellen Kenntnislage absehbar.

Anwendung der 2000-Stunden Regel

Da sich die Anlagen der Unternehmen EZN und GE am Standort Braunschweig-Thune in unmittelbarer Nähe eines Wohngebiets befinden, ist die generelle Anforderung des Strahlenschutzes (die Dosis auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich zu halten) dort umso mehr geboten. Dieses ist jedoch nicht der Fall, wie sich z. B. an der Verwendung der sogenannten 2000-Stunden Regel für die Ermittlung der Jahresdosen zeigt.

Die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) enthält zum Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung Grundsätze und Anforderungen für Vorsorge- und Schutzmaßnahmen. Laut § 46 Absatz (1) beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis für den Schutz von Einzelpersonen der Bevölkerung ein Milli-Sievert im Kalenderjahr (1 mSv/a). Nach Absatz (3) richten sich die für die Strahlenexposition aus Direktstrahlung maßgeblichen Aufenthaltszeiten nach den räumlichen Gegebenheiten der Anlage oder des Standortes. Liegen keine begründeten Angaben für die Aufenthaltszeiten vor, ist Daueraufenthalt anzunehmen.

Der Absatz (3) ist nach Auffassung des Strahlenschutzexperten Wolfgang Neumann nur dahin gehend zu interpretieren, dass eine Ausnahme von dem zu unterstellenden Daueraufenthalt nur gerechtfertigt ist, wenn faktisch eine derartige Aufenthaltszeit räumlich nicht möglich ist. Dieses ist aber am Betriebsgelände EZN nicht der Fall. [BECKER 2013]

Dennoch ist es nach Auffassung des Betreibers gerechtfertigt, von einer maximalen Aufenthaltsdauer am Zaun von 2000 Stunden pro Kalenderjahr auszugehen. Begründung: an der Grenze des umzäunten Betriebsgeländes ist eine lückenlose Überwachung gegeben, sodass der Aufenthalt von Personen sofort festgestellt werden kann.

Die Bürgerinitiative BISS hat mehrfach darauf hingewiesen, dass die von EZN angewendete 2000-Stunden-Regel nach StrlSchV unzulässig ist. Nur damit werden die gemessenen Jahresdosen wieder herunter gerechnet, so dass sie unterhalb des Grenzwertes bleiben.

Die grundsätzliche Kritik der Bürgerinitiative an den Strahlenwerten am Zaun ist auch unabhängig von der Kritik an der 2000 Stunden-Regel nicht unbegründet. Auch wenn der Grenzwert von 1 mSv/a formal eingehalten wird, widerspricht es – wie bereits oben erwähnt – den Grundsätzen des Strahlenschutzes und der Strahlenschutzverordnung, den Grenzwert als alleinigen Maßstab für die Bewertung anzusetzen.

Neutronenstrahlung

Ein wichtiger Grund die Strahlendosen am Zaun des Betriebsgeländes so gering wie möglich zu halten, liegt daran, dass am Zaun Bereiche existieren, an denen die Neutronenstrahlung einen bedeutenden Anteil an der Gesamtstrahlung hat. Gerade die biologische Wirksamkeit der Neutronenstrahlung ist in der Vergangenheit Gegenstand wissenschaftlicher Kontroversen gewesen. Es ist nach wie vor nicht auszuschließen, dass die Neutronenstrahlung eine stärker schädigende Wirkung hat, als momentan für die Berechnung der Strahlendosis vorausgesetzt wird.

Die Wirkung ionisierender Strahlung auf lebendes Gewebe – die Art und Anzahl der in den Zellen erzeugten Strahlenschäden – hängt u.a. von Art und Energie der Strahlung ab. Bei gleicher Energiedosis ist die biologische Wirkung der Neutronenstrahlung deutlich höher als die der Gammastrahlung. Sogenannte Strahlenwichtungsfaktoren spiegeln die relative biologische Wirksamkeit (RBW) wieder. Für Röntgen- und Gammastrahlung mit einer Energie von 200 kV ist ein Strahlenwichtungsfaktor von 1 definiert. Laut zurzeit gültiger Strahlenschutzverordnung wird der Wichtungsfaktor für Neutronenstrahlung durch eine Stufenfunktion beschrieben, er liegt (in Abhängigkeit von der Energie) bei 5 bis 20.

Bei den Strahlenwichtungsfaktoren und der daraus berechneten Strahlendosis in Sievert (Äquivalentdosis) ist zu beachten, dass es sich nicht um physikalische Messgrößen handelt. Es sind lediglich Abschätzungen, die vor allem aus Experimenten und aus Auswertungen gesundheitlicher Folgen bei den Überlebenden der Atombombenabwürfe ermittelt worden sind. Diese Abschätzungen dienen dazu, das schwer zu quantifizierende Strahlungsrisiko rechnerisch zu erfassen. Die Strahlenwichtungsfaktoren können sich daher mit neuen Erkenntnissen ändern. Die Wissenschaftlerin Schmitz-Feuerhake z. B. schlussfolgert nach der Auswertung zahlreicher Forschungsergebnisse, dass die Unterschätzung der Neutronendosis erheblich ist. Einen Strahlenwichtungsfaktor von bis zu 90 hält sie für wissenschaftlich gut begründet. [SCHMITZ-FEUEHAKKE 2009]

Am 26. Juni 2013 wurde von der Physikerin Oda Becker am Betriebsgelände im Auftrag der Bürgerinitiative Strahlenschutz Braunschweig e.V. (BISS) die Neutronenstrahlung gemessen. Ergebnis war u. a., dass die mit einem Strahlenwichtungsfaktor von 90 für

Neutronenstrahlung berechnete Jahresdosis an allen drei Messpunkten (MP) den Grenzwert überschreiten würde, an einem MP selbst bei einer Jahresdosis, die aus nur 2000 Stunden ermittelt wird. [BECKER 2013]

Tritium

Auch die Anhebung des Strahlenwichtungsfaktor für niederenergetische Beta-Strahlung wird seit Jahren diskutiert. Ein Beta-Strahler mit sehr niedriger Beta-Energie ist Tritium. Der Strahlenwichtungsfaktor beträgt bisher 1 für Beta-Strahlung unabhängig von ihrer Energie. Diskutiert wird seit einigen Jahren eine Anhebung auf den Faktor 2 bis 3. Dies würde sich auf das Risiko bei einer Bestrahlung mit bestimmten Radionukliden auswirken, hätte aber keine Auswirkung auf Risiken durch Direktstrahlung bei Aufenthalt am Zaun eines Geländes, auf dem mit radioaktiven Stoffen umgegangen wird.

Ob mit Tritium-Verbindungen, die nach Aufnahme in den Körper mit hoher Wahrscheinlichkeit in die DNA gelangen könnten, am Standort Braunschweig-Thune aktuell umgegangen wird, ist nicht bekannt. Auch wenn mit solchen Verbindungen umgegangen würde, würde dies aber nicht bedeuten, dass diese im normalen Betriebsablauf auch in die Umgebung gelangen. Zusammenfassend lässt sich laut Stellungnahme des Ökoinstituts hinsichtlich des Tritiums feststellen, dass es unter Risikogesichtspunkten nur dann relevant wäre, wenn eine Ableitung von speziellen Tritium-Verbindungen erfolgen würde. Dies ist zwar nach derzeitiger Kenntnislage nicht auszuschließen, kann aber laut Ökoinstitut nicht als plausibel angesehen werden [ÖKOINSTITUT 2014].

Aus Sicht der Bürgerinitiative BISS ist nicht nachzuvollziehen, warum das Ökoinstitut eine mögliche Ableitung der speziellen Tritium-Verbindungen als nicht plausibel ansieht, da sowohl verschiedene Tritium-Produkte als auch die entsprechende Tritium-Verbindung (Tritium-Thymidin bei GE Healthcare) am Standort vorhanden sind.

KiKK-Studie

Einen Hinweis auf das Risiko, das für die Bevölkerung vom Normalbetrieb einer Atomanlage ausgeht, gibt eine epidemiologische Studie aus dem Jahr 2007, die sogenannte KiKK-Studie. Eine umfangreiche Untersuchung zeigte, dass auch – ohne Überschreitung der Grenzwerte – in der Umgebung von Atomanlagen vermehrt Krebserkrankungen bei Kindern auftraten: Die KiKK-Studie kam zum Ergebnis, dass ein erhöhtes Risiko für Leukämie von Kindern unter 5 Jahren im 5 km-Umkreis deutscher Kernkraftwerke besteht. Die KiKK-Studie wies einen Zusammenhang zwischen der Entfernung des Wohnorts zum Atomkraftwerk und dem Auftreten von Leukämie bei Kindern nach. [BFS 2007]

Die Strahlenschutzkommission (SSK) kam in ihrer umfangreichen Bewertung der KiKK-Studie zu folgenden Ergebnis: „Die durch die Kernkraftwerke verursachte zusätzliche Strahlenexposition ist um deutlich mehr als einen Faktor 1.000 geringer als Strahlenexpositionen, die die in der KiKK-Studie berichteten Risiken bewirken könnten.“[SSK 2008]

Der Befund der KiKK-Studie lässt sich mit bisherigem Wissen über die Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Organismus nicht erklären. Daraus folgt jedoch nicht zwangsläufig, dass niedrigdosierte ionisierende Strahlung nicht die Ursache der Krebserkrankungen ist. Daraus folgt vermutlich eher, dass die Wissenslücken im Gebiet der Strahlenwirkung heute noch groß sind.

Auch die Stellungnahme des Ökoinstituts folgert in Bezug auf die KiKK-Studie: Da im normalen Betriebsablauf die tatsächliche Dosis eines Anwohners der Braunschweiger

Betriebe (EZN und GE) aufgrund der größeren Nähe deutlich höher sein kann als die des nächsten Anwohners eines Kernkraftwerks, ist das radiologische Risiko eines Anwohners des Standorts Braunschweig-Thune als größer einzuschätzen als das radiologische Risiko eines Anwohners eines Kernkraftwerks. [ÖKOINSTITUT 2014]

Fazit

Da insgesamt das strahlenbiologische Wissen noch lückenhaft ist, muss daher jede unnötige Strahlendosis vermieden, bzw. auch unterhalb der Grenzwerte so gering wie möglich gehalten werden – so ist es in der Strahlenschutzverordnung auch vorgesehen. Die Erweiterung des Betriebs von EZN für die Änderung des Bebauungsplans Voraussetzung ist, wird vermutlich die Dosisleistung im Normalbetrieb erhöhen – auch wenn sie innerhalb der Grenzwerte bleibt.

Eine Dosisleistung bis nahe an den zurzeit gültigen Grenzwert heran ist aufgrund der Wissenslücken zur biologischen Wirkung von Strahlung einerseits und der Befunde in der Umgebung von Atomanlagen andererseits nicht vertretbar. Im Gegenteil, eine angemessene Reaktion wäre eine Verringerung der Dosisleistung.

3 Risiko eines schweren Unfalls

Die Entsorgungskommission (ESK) hat aus Anlass des Unfalls im japanischen Kernkraftwerk Fukushima- Daiichi einen Stresstest für Anlagen der Ver- und Entsorgung in Deutschland durchgeführt. Dabei wurden wegen der Einbeziehung von Konditionierungsanlagen und Zwischenlagern auch die Anlagen der EZN am Standort Braunschweig-Thune betrachtet. Die Ergebnisse wurden 2013 in einer Stellungnahme veröffentlicht. [ESK 2013]

In den Konditionierungseinrichtungen werden die Abfälle in einen für eine längere Zwischenlagerung oder für die Endlagerung geeigneten Zustand gebracht. Dazu angewandte Verfahren sind beispielsweise Zerkleinern, Trocknen, Verbrennen und Weiterbehandlung der Verbrennungsrückstände, Hochdruckverpressen oder Betonieren. Einzelne Behälter bzw. deren Inventar befinden sich jeweils in der Bearbeitung. Während der Bearbeitung liegen die radioaktiven Abfälle in der Regel als offene radioaktive Stoffe vor. [ESK 2013]

Der Einschluss der radioaktiven Stoffe, die nicht in der Bearbeitung sind, erfolgt durch den Einschluss in Abfallbehältern, bei bestimmten Abfällen zusätzlich auch durch die Einbindung in eine Abfallmatrix. Relevante Auswirkungen von Störfällen können sich daher insbesondere dann ergeben, wenn sie zur Zerstörung der Behälter und der Abfallmatrix führen, so dass radioaktive Stoffe in die Umgebung freigesetzt werden. Die maximal möglichen Auswirkungen in der Umgebung sind abhängig von dem vorhandenen radioaktiven Inventar, dem maximal pro Gebinde gelagerten Inventar, der Anzahl der bei einem Störfall betroffenen Gebinde und den Freisetzungsszenarien. [ESK 2013]

Die Bewertung der ESK erfolgte anhand von typisierten Schadensbildern mit folgenden Annahmen [ESK 2013]:

- thermische Einwirkungen durch einen länger andauernden Brand (Modellannahme: Abbrand des Treibstoffs eines Militärflugzeugs (5.000 kg), Branddauer von einer Stunde bei einer Temperatur von 600 °C; Freisetzung aus 500 200-l-Fässern mit brennbaren Rohabfällen, davon 25 Fässer mit hohem ($4 \cdot E11Bq$) und 475 Fässer mit mittlerem Aktivitätsinventar ($1 \cdot E8Bq$), Freisetzungsquellterme: Co-60 $4,52 \cdot E12 Bq$, Ra-226 $5 \cdot E11Bq$).

- punktförmige mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde (Modellannahme: Treffer einer Triebwerkswelle von 1,7 Mg mit einer Geschwindigkeit von 215 m/s; Freisetzung aus 250 200-l-Fässern, davon 25 Fässer mit hohem ($4 \cdot E11Bq$) und 225 Fässer mit mittlerem Aktivitätsinventar ($1 \cdot E8Bq$), Freisetzungsquellterme: Co-60 1,35 E12 Bq, Ra-226 1,5 E11 Bq; davon jeweils 50 % als lungengängige Aerosole
- großflächige mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde: Modellannahme Absturz eines Dachbinders von 20 Mg aus 10 m Höhe; Freisetzung aus insgesamt 84 200-l-Fässern mit Rohabfällen, davon 25 Fässer mit hohem ($4 \cdot E11Bq$) und 59 Fässer mit mittlerem Aktivitätsinventar ($1 \cdot E8Bq$); Freisetzung von jeweils 1 % des Inventars eines Fasses, davon 50 % als lungengängig Aerosole.
- länger dauerndes Hochwasser (Modellannahme: Überflutung der Einrichtung bis zu 2 m Höhe für zehn Tage) und Flutwelle (Modellannahme: Austragung von Gebinden aus den Einrichtungen in die Umgebung).

Die radiologischen Folgen wurden auf der Basis von typisierten Behälterinventaren und typisierten Nuklidvektoren abgeschätzt. Für Anlagen zu denen die Anlagen des Unternehmens EZN gehören wird wegen der gegenüber widerstandsfähigeren Gebindearten höheren Freisetzungsanteile bei Einwirkungen abdeckend von einer Einwirkung auf 200-l-Fässer ausgegangen. Als abdeckender Nuklidvektor dieser Fässer wird Co-60 (90%) und Ra-226 (10%) unterstellt.

Als Maßstab für die Bewertung der radiologischen Folgen galt, dass am Ort der nächstgelegenen Wohnbebauung der Eingreifrichtwert des Katastrophenschutzes für eine Evakuierung unterschritten sein soll [ESK 2013].

Das Ergebnis der ESK war für Anlagen und Einrichtungen der Gruppe II, zu denen auch EZN gehört, folgendermaßen:

- Bei thermischen Einwirkungen wird der Eingreifrichtwert für die Evakuierung ab einer Distanz von 100 m unterschritten. Der errechnete Wert für eine Distanz von 100 m beträgt 59 mSv.
- Bei punktförmigen mechanischen Einwirkungen wird der Eingreifrichtwert für die Evakuierung bis zu einer Distanz von 350 m überschritten. Der errechnete Wert für eine Distanz von 100 m beträgt 320 mSv.
- Bei großflächigen mechanischen Einwirkungen wird der Eingreifrichtwert für die Evakuierung mindestens ab einem Abstand von 20 m unterschritten. Der errechnete Wert für eine Distanz von 100 m beträgt 21,3 mSv.

Die ESK weist in ihrer Schlussfolgerung ausdrücklich darauf hin, dass die Auswirkungen auf der Basis generischer Modellannahmen abgeleitet wurden. Nur solange im Einzelfall bei den zu betrachteten Anlagen und Einrichtungen die Modellannahmen für die tatsächlichen Verhältnisse abdeckend sind, sind auch die hier ermittelten radiologischen Konsequenzen abdeckend. Sofern im Einzelfall beispielsweise höhere Brandlasten oder höhere Inventare dosisrelevanter Radionuklide vorliegen, so wären auch höhere Freisetzungen radioaktiver Stoffe möglich.

Die ESK hat den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden empfohlen, für die in ihre Zuständigkeit fallenden Anlagen und Einrichtungen weiterhin folgendes zu überprüfen:

- Bei den durchgeführten Betrachtungen ist die ESK von möglichst abdeckenden Erfahrungswerten in Bezug auf die jeweiligen Behälterinventare ausgegangen. Bei

einigen Anlagen und Einrichtungen lässt die Genehmigungssituation jedoch höhere gebindeszufällige Inventare oder Gesamtinventare an radioaktiven Stoffen zu. Die ESK empfiehlt daher, bei diesen zu überprüfen, ob die Auswirkungen der postulierten mechanischen und thermischen Lasten ebenfalls so begrenzt sind, so dass keine einschneidenden Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich werden. Dabei können die für den Standort genehmigten/zulässigen Inventare berücksichtigt werden.

- Aus den durchgeführten Betrachtungen der ESK ergeben sich Mindestabstände von Lagerbereichen zur nächsten Wohnbebauung von 350 m. Die ESK fordert sofern die konkreten Verhältnisse bei einer Anlage oder Einrichtung geringere Mindestabstände aufweisen, die Untersuchung durch anlagenspezifische Modellierungen zu vertiefen.
- Weiterhin sollte überprüft werden, ob in der jeweiligen Anlage oder Einrichtung massivere großflächige mechanische Einwirkungen als im Stresstest unterstellt möglich sind.

Auf einige Anlagen und Einrichtungen hat die ESK zusätzlich direkt hingewiesen [ESK 2013]:

- So weist die ESK darauf hin, dass für den Standort Braunschweig lediglich die Konditionierungsanlagen der Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH betrachtet wurden, am gleichen Standort jedoch durch die GE Healthcare Buchler GmbH & Co. KG Radiopharmaka in einer nicht in den Stresstest einbezogenen Einrichtung hergestellt werden die – da sie keine Entsorgungsfunktion hat – nicht unter den ESK-Stresstest fällt. Die Möglichkeit des Zusammenwirkens von Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus diesen Anlagen und Einrichtungen war daher von der ESK nicht zu untersuchen, sollte aber durch die zuständige Behörde betrachtet werden.

Diskussion der Ergebnisse der ESK

Die ESK hat die Situation am Standort Braunschweig-Thune als durch die zuständige Behörde weiter zu überprüfend eingestuft. Der aufgrund der Berechnungen der ESK geforderte Mindestabstand zu Wohngebieten von 350 m ist für den Standort Braunschweig-Thune nicht erfüllt. Sogar in drei Richtungen reicht das Betriebsgelände deutlich näher an Wohnbebauungen heran [ÖKOINSTITUT 2014]:

- Nach Norden hin liegt die Wohnbebauung unmittelbar nördlich der Harxbütteler Straße. Der minimale Abstand zwischen Wohngebäuden und Verwaltungs- bzw. Betriebsgebäuden beträgt hier nur ca. 40 m.
- Nach Osten grenzt die Wohnbebauung unmittelbar an den Standort an. Der Abstand zwischen Wohn- und Betriebsgebäuden beträgt ca. 60 m.
- Nach Süden hin ist die bestehende Wohnbebauung zunächst durch den Mittellandkanal getrennt und hat einen Abstand zu den Betriebsgebäuden von ca. 90 m.

Wie oben zitiert, fordert die ESK für diesen Fall, die generischen Untersuchungen durch anlagenspezifische Modellierungen zu vertiefen.

Anlagenspezifische Untersuchungen könnten dann das Ergebnis haben, dass die potenziellen Strahlenbelastungen geringer sind und im Gebiet der nächsten Wohnbebauung der Eingreifrichtwert für die Evakuierung doch unterschritten wird. Es

ist jedoch für den Standort Braunschweig-Thune nicht zu erwarten, dass anlagenspezifischen Untersuchungen der auslegungsüberschreitenden Einwirkungen ein Unterschreiten des Eingreifrichtwerts bei der nächst gelegenen Wohnbebauung zeigen.

Der Grund dafür ist zum einen der geringe Abstand der Wohnbebauung. Der Eingreifrichtwert wird nicht nur geringfügig, sondern um einen Faktor sechs überschritten. Die modellhaften Annahmen der ESK für die Unfallauswirkungen müssten daher die tatsächlichen Auswirkungen deutlich überschätzen. Dafür gibt es aber keine Anhaltspunkte, ganz im Gegenteil: Am Standort Braunschweig-Thune sind Bedingungen vorhanden, die die potenziellen Auswirkungen noch erhöhen können. Die ESK weist aber ausdrücklich darauf hin, dass nur solange im Einzelfall bei den zu betrachteten Anlagen und Einrichtungen diese Modellannahmen für die tatsächlichen Verhältnisse abdeckend sind, auch die hier ermittelten radiologischen Konsequenzen abdeckend sind.

- Für die verschiedenen Schadensszenarien wurden von der ESK unabhängig von der Anzahl der betroffenen 200-l Fässer angenommen, dass jeweils nur 25 Fässer mit hohem Aktivitätsinventar ($1 \cdot 10^{11}$ Bq) und ansonsten Fässer mit geringerem Aktivitätsinventar ($1 \cdot 10^8$ Bq) betroffen waren. Aufgrund des um einen Faktor 1000 höheren Inventars waren letztendlich die o.g. 25 Fässer für die radiologischen Folgen ausschlaggebend. Diese Annahme wurde auch im Hinblick auf die angenommene Gesamtaktivität am generischen Standort getroffen. Für den Standort Braunschweig-Thune ist jedoch aufgrund der bestehenden Genehmigungen, die ein hohes Gesamtinventar ermöglichen, nicht auszuschließen, dass Fässer mit höherem Aktivitätsinventar und/oder mehr Fässer mit hohem Aktivitätsinventar an einem Unfall beteiligt sind. Für EZN ist der Umgang mit $1 \cdot 10^{13}$ Freigrenzen umschlossener radioaktive Stoffe genehmigt. Freigrenzen sind Radioaktivitätswerte in der Strahlenschutzverordnung, unterhalb denen keine Überwachung bei ihrem Umgang erforderlich ist. Für das dosisrelevante Radionuklid Cäsium-137 (Cs-137) gilt eine Freigrenze von $1 \cdot 10^4$ Bq. Für EZN ist der Umgang mit $1 \cdot 10^{13}$ Freigrenzen genehmigt, das entspricht z.B. für Cäsium-137 einem radioaktiven Inventar von $1 \cdot 10^{17}$ Bq.
- Für EZN ist zudem der Umgang mit $1 \cdot 10^{11}$ Freigrenzen offener radioaktive Stoffe genehmigt, die besonders leicht freigesetzt werden können. [BISS 2014, INTAC 2014]) (Zum Vergleich: für Cs-137 entspricht das 10 Prozent der nach heutiger Kenntnislage während des Unfalls in Fukushima im März 2011 freigesetzten Menge von $1 \cdot 10^{16}$ Bq [GRS 2015].)
- Die ESK weist darauf hin, dass sofern höhere Inventare dosisrelevanter Radionuklide vorliegen, so auch höhere Strahlenbelastungen möglich wären. Ob die Menge der dosisrelevanten Radionuklide am Standort höher ist als von der ESK in ihrer standortunabhängigen Untersuchung angenommen, konnte in dieser Kurzstellungnahme nicht ermittelt werden. Allerdings wäre dieses anhand der bestehenden Umgangsgenehmigungen möglich, da diese deutlich höhere Inventare am Standort zulassen. [ESK 2013]
- Nuklidvektor: Im ESK-Stresstest wurden die relevanten Szenarien auf Basis generischer Radionuklidinventare ermittelt und bewertet. Für die Bestimmung des generischen Nuklidvektors schreibt die ESK: „Die Nuklidvektoren sollen in Verbindung mit den angenommenen Inventaren abdeckend sein. Dies bedeutet, dass diese Anforderung im Mittel über die jeweils einbezogene Zahl an betroffenen Behältern erfüllt sein

muss. Außerdem sollen die Nuklidvektoren geeignet und hinreichend konservativ im Hinblick auf die hier durchgeführten Dosisbetrachtungen sein. Besonderes Gewicht haben daher Radionuklide, die für die Inhalation und die externe Gamma-Strahlung über einen kurzen Zeitraum bedeutend sind.“ Es konnte im Rahmen dieser Kurzstellungnahme nicht geklärt werden, wie abdeckend der gewählte Nuklidvektor für EZN tatsächlich ist. Es ist nicht auszuschließen, dass sich der Nuklidvektor der Anlagen am Standort Braunschweig Thune (insbesondere wenn die Firma GE mit einbezogen wird) erheblich von den typisierten Annahmen der ESK unterscheidet. Aufgrund der Produktion von Radiopharmaka sind erhebliche Aktivitäten aus alpha- und betastrahlenden Nukliden vorhanden, die hohe Inhalationsdosen verursachen. [BISS 2014]

- Heiße Zelle: Bei einer punktförmigen mechanischen Einwirkung auf die heiße Zelle kann im Falle des Dichtheitsverlusts möglicherweise mit einer erheblich höheren Freisetzungsrates gerechnet werden, da die Nuklide großenteils in besonders leicht freisetzbaren Formen vorliegen. [BISS 2014]

Aufgrund der oben dargestellten Aspekte zum möglichen Gesamtinventar an geschlossen radioaktiven Stoffen und an offenen radioaktiven Stoffen laut geltender Umgangsgenehmigungen, zum dosisrelevantem Inventar und zum Nuklidvektor sind mindestens die von der ESK ermittelten Auswirkungen zu erwarten.

Vor allem aber sind deutlich höhere Freisetzungen im Schadenstyp thermische Einwirkung zu erwarten. Entscheidend für die Freisetzungsmenge ist im Allgemeinen weniger die Gesamtmenge an radioaktivem Material am Standort als die Anzahl der betroffenen Behälter bzw. die betroffene Menge der offen gelagerten radioaktiven Stoffe. Dieses gilt zumindest für die Freisetzungsmenge im Schadenstyp punktförmige mechanische Einwirkung. Anders ist es für den Fall einer thermischen Einwirkung.

Aufgrund der höheren Brandlast am Standort Braunschweig-Thune als von der ESK angenommen ist von einer längeren Branddauer und einem größeren von einem Brand betroffenen Bereich und so von einem höheren Anteil der von einem Brand betroffenen Fässer bzw. radioaktiven Inventare und so von höheren Freisetzungen auszugehen.

Die von der ESK geforderte Berücksichtigung der Anlagen des Unternehmens GE erhöht die am Standort die vorhandenen radioaktiven Inventare und die vorhandenen Brandlasten und so die möglichen radiologischen Folgen eines Brandes aus zwei Gründen. Ein Gutachter kam 2002 in seiner Bewertung des Standorts Braunschweig-Thune zu dem Fazit, dass Brände kritische Störfälle sind, d.h. die Störfälle, bei denen die höchsten Freisetzungen zu erwarten sind. Für GE errechneten sich Werte für eine potenzielle radioaktive Belastung nach möglichen Bränden, die bis in eine Entfernung bis 200 m die Maßnahme „Aufenthalt in Gebäuden“¹ erfordert. Zudem ist bis in eine Entfernung bis 500 m Einnahme von Jod-Tabletten erforderlich. Die Randbedingungen (insbesondere Brandlast und Inventar) für diese Störfallanalysen sind nicht bekannt. [INTAC 2014] Deutlich wird aber, dass auch GE nennenswerte Brandlasten und radioaktive Inventare hat, die bei einem Brand freigesetzt werden kann.

Die ESK weist darauf hin, dass sofern höhere Brandlasten vorhanden sind, auch höhere Freisetzungen radioaktiver Stoffe möglich sind. Höhere Brandlasten sind nicht nur durch Berücksichtigung der Anlagen des Unternehmens GE am Standort vorhanden. Hinzu kommt

¹ (10 mSv effektive Dosis in 7 Tagen durch äußere Bestrahlung sowie der effektiven Folgedosis durch in diesem Zeitraum eingeatmete Radionuklide)

noch, dass sich auf dem Betriebsgelände die Fa. Buchler GmbH befindet, die eine große Menge chemischen Stoffe bevorratet. Unter anderem besitzt die Buchler GmbH Genehmigungen zur Lagerung von erheblichen Brandlasten (25.975 kg Methanol, 52.200 kg Toluol). [BISS 2014] Es ist nicht auszuschließen, dass bei Unfällen die dort gelagerten brennbaren Stoffe zu einer Erhöhung der Branddauer beitragen.

Wie o.g. dargestellt, werden für die von der ESK postulierten mechanischen Lasten Maßnahmen des Katastrophenschutzes erforderlich. Für die thermischen Lasten ist dieses anhand der generischen ESK Untersuchungen nicht erforderlich. Werden allerdings standortspezifische Bedingungen betrachtet, ist davon auszugehen, dass sich auch bei einem Brand Strahlendosen ergeben, die an der nächsten Wohnbebauung oberhalb des Evakuierungswerts liegen.

Bewertung der potenziellen radiologischen Folgen

Als Maßstab wird von der ESK der Eingreifrichtwert für die Evakuierung festgelegt. Dieser Wert entspricht einer effektiven Dosis in 7 Tagen durch äußere Bestrahlung sowie der effektiven Folgedosis durch in diesem Zeitraum eingeatmete Radionuklide von 100 mSv. Es wird dabei ein durchgängiger Aufenthalt im Freien unterstellt.

In den Untersuchungen des ESK-Stresstests wurde die als Maßstab gewählte Dosis erst ab einer Entfernung von 350 m vom Betriebsgelände der EZN unterschritten. Nach den Ergebnissen des ESK-Stresstests könnte der Eingreifrichtwert für die Evakuierung an der nächsten Wohnbebauung etwa um einen Faktor 6 überschritten werden [ÖKOINSTITUT 2014]; in einer Entfernung von 50 m ermittelt sich eine Strahlendosis von rund 600 mSv. [ESK 2013]

Auch wenn für die Ermittlung dieses Wertes ein Zeitraum von 7 Tagen zu Grunde gelegt wird, ist davon auszugehen, dass Personen den größten Anteil dieser Strahlendosis bereits kurz nach der Freisetzung durch die Inhalation der radioaktiven Stoffe erhalten. Es ist bei den betrachteten Unfallszenarien zu erwarten, dass die Freisetzung bereits kurze Zeit nach Unfallbeginn erfolgt.

Im Katastrophenschutz wird davon ausgegangen, dass eine Evakuierung in der sogenannten Vorfreisetzungsphase erfolgt, also vor einer unfallbedingten Freisetzung von radioaktiven Stoffen. Für die Unfallszenarien in einem Atomkraftwerk beträgt diese Phase mehrere Stunden oder Tage. Für einen auslegungsüberschreitenden Unfall in den Einrichtungen zur Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, zu denen auch die Anlagen von EZN gehören, ist die Vorfreisetzungsphase deutlich kürzer, vermutlich nur Minuten. Daher empfiehlt die ESK, als Kriterium gewissermaßen, zu gewährleisten, dass eine Evakuierung der Bevölkerung nicht erforderlich wird.

Laut der Ergebnisse der ESK ist dieses für den Standort Braunschweig-Thune nicht gewährleistet. Insofern muss anhand der vorliegenden Untersuchungen insgesamt davon ausgegangen werden, dass die nächsten Anwohner eine Dosis von fast 600 mSv kurz nach Unfallbeginn erhalten könnten.

Eine Strahlenexposition mit einer Dosis ab 500 mSv verursacht bei Menschen in kurzer Zeit akute Strahlenschäden (deterministische Strahlenwirkung: Veränderungen des Blutbilds, Hautrötungen, vereinzelt Übelkeit, Erbrechen). Bleibt die Strahlendosis unter einer Schwellendosis von ca. 500 mSv, tritt zwar kein akuter Fröhschaden auf, eine spätere tödliche Leukämie- oder Krebserkrankung (stochastische Strahlenwirkung) ist jedoch nicht

ausgeschlossen. Mithilfe eines Risikofaktors, der mit großen Unsicherheiten behaftet ist, kann die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer tödlichen Krebserkrankung abgeschätzt werden. Das rechnerische Risiko, eine tödliche Krebserkrankung zu erhalten, liegt bei einer möglichen Strahlendosis von 500 mSv bei fast 3 % (unter Verwendung des Risikofaktors aus IRCP 60 von 5,5 % pro Sievert).

Bei der Bewertung des bestehenden Risikos ist auch zu berücksichtigen, dass sich im unmittelbaren Nahbereich Wohnsiedlungen, Kindertagesstätten und Schulen mit über 1000 SchülerInnen befinden. Da gegenwärtig keine speziellen Pläne für das Verhalten bei Stör- und Unfällen auf dem Betriebsgelände bzw. Anschlägen auf das Betriebsgelände vorliegen, würden sich in einem solchen Fall vermutlich wie bei einem Feuersalarm alle (Schul-)Kinder im Freien sammeln. Sie wären dann ungeschützt den potenziell freigesetzten radioaktiven oder chemischen Stoffen ausgesetzt. [BISS 2014]

Die möglichen Auswirkungen für die betroffene Bevölkerung variieren je nach meteorologischen Bedingungen. Für Freisetzungen bei geringer Windstärke und stabilen Verhältnissen sind die radiologischen Folgen in der Umgebung am höchsten.

Auch wenn eine gewisse Zeitspanne für eine Evakuierung nach Unfallbeginn zur Verfügung stände, erscheint eine Evakuierung der nahegelegenen Wohngebiete aufgrund der Lage insbesondere des Ortsteils Wenden (zwischen Mittellandkanal, Autobahn A2 und Westtangente) schwierig. Zudem ist eine Verteilung von Jodtabletten innerhalb kurzer Zeit weder vorgesehen noch durchführbar. In Braunschweig-Thune wohnen in einem Radius von 10 km um das Betriebsgelände ca. 200.000 Menschen. [BISS 2014]

Zudem könnte die Freisetzung von chemischen Stoffe vom Betriebsgelände der Fa. Buchler GmbH, die sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Nuklearbetrieben befindet, sowohl eine Brandbekämpfung als auch Katastrophenschutzmaßnahmen erheblich erschweren. Dort werden u.a. 640 kg Chlorameisensäureethylester gelagert, dieser Stoff führt bereits in Luftkonzentrationen von wenigen ppm zu massiven Gesundheitsschädigungen. [BISS 2014]

Erhöhung der potenziellen radiologischen Folgen durch neuen Bebauungsplans

Der derzeitige Entwurf des Bebauungsplans der Stadt Braunschweig schließt zwar offiziell Erweiterungen aus und gestattet lediglich Modernisierungen. Allerdings wird unter einer „Erweiterung“ nur eine Ausweitung der Umgangsgenehmigungen verstanden. Die Erweiterung in der Fläche des Betriebsgeländes, Bebauung von Freiflächen auf dem bisherigen Gelände und Erhöhung der Geschoszahl und Grundflächenzahl, die durch den derzeitigen Entwurf des Bebauungsplans ermöglicht werden, ermöglicht eine entsprechende Erhöhung des Inventars. Daher ermöglicht sie auch eine häufigere Ausnutzung der bestehenden Umgangsgenehmigungen. Das real vom Standort Braunschweig-Thune ausgehende Risiko kann so also steigen. Zudem kann eine Ausweitung der Radiopharmaka- und Quellenfertigungssparte inklusive der Vorratshaltung hierfür das Inventar der dosisrelevanten Radionuklide und damit auch das Risiko erhöhen. [BISS 2014]

Auch wenn die bestehenden Umgangsgenehmigungen derzeit nur teilweise ausgenutzt werden (maximal 6,65 % zu den Stichtagen 31. Dezember der Jahre 2006 – 2010), lassen die Aussagen der Firma EZN zur angeblichen Notwendigkeit der Umgangsgenehmigungen in der erteilten Höhe zur Bevorratung von nicht durchgängig verfügbaren Nukliden eine erheblich höhere Ausnutzung der Umgangsgenehmigungen befürchten, als zu den Meldestichtagen angegeben wird. [BISS 2014] Eine höhere Ausnutzung der

Umgangsgenehmigungen wird nach Abschluss der geplanten Betriebserweiterung vermutlich häufiger der Fall sein.

Fazit

Der ESK Stresstest ermittelte anhand generischer Untersuchungen für eine Entfernung zum Betriebsgelände von 50 Metern, in der sich am Standort Braunschweig-Thune bereits Wohnhäuser befinden, Strahlendosen bei denen mit erheblichen gesundheitlichen Folgen zu rechnen ist – sofern Katastrophenschutzmaßnahmen eine Exposition nicht verhindern können. Dieses ist anhand des Unfallszenarios aber zu bezweifeln.

Es ist für den Standort Braunschweig-Thune nicht zu erwarten, dass anlagenspezifischen Untersuchungen der auslegungsüberschreitenden Einwirkungen geringere Strahlendosen, oder gar ein Unterschreiten des Eingreifrichtwerts für eine Evakuierung bei der nächst gelegenen Wohnbebauung ermitteln.

Gründe dafür sind vor allem der geringe Abstand zur Wohnbebauung, das hohe Inventar am Standort und die vorhandenen Brandlasten.

Ob eine von der ESK empfohlene anlagenspezifische Überprüfung durch die zuständige Behörde, das Niedersächsische Umweltministerium, schon durchgeführt bzw. abgeschlossen wurde und zu welchen Ergebnissen diese ggf. geführt hat, ist nicht bekannt.

Soweit bekannt, liegt auch kein aktuelles Gutachten mit Störfallanalysen vor. In jedem Fall sollte die Änderung des Bebauungsplanes erst nach Fertigstellung eines entsprechenden Gutachtens inklusive der von der ESK empfohlenen Untersuchungen erteilt werden und dann auch nur für den Fall, dass dieses Gutachten ein als ausreichend gering anzusehendes Risiko für die umliegende Bevölkerung ermittelt. Anhand der dargestellten Sachverhalte ist zum jetzigen Zeitpunkt von einem hohen Risiko auszugehen.

Für eine konservative Abschätzung des aus den Anlagen resultierenden möglichen Risikos ist eine Störfallanalyse auf Grundlage der erteilten Umgangsgenehmigungen erforderlich.²

Es ist im Sinne des Schutzes der Bevölkerung nicht plausibel, erst die Erweiterung der Betriebe zu ermöglichen und anschließend die potenziellen Auswirkungen zu ermitteln. Eine Änderung des Bebauungsplans, die eine Betriebserweiterung von EZN ermöglicht, würde bereits Fakten schaffen, bevor eine Neubewertung der Risiken nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erfolgt ist.

Das Niedersächsische Umweltministerium prüft derzeit, ob eine Reduzierung der Umgangsgenehmigungen nach Art und Umfang rechtlich möglich ist und dann ggf. angeordnet werden kann. Diese Prüfungen werden voraussichtlich noch bis Ende 2015 andauern. [NLT 2015] Eine vorherige Änderung des Bebauungsplans, die eine Betriebserweiterung von EZN ermöglicht, würde auch hier bereits Fakten schaffen, die vermutlich auch juristisch eine Reduzierung der Umgangsgenehmigungen erschweren würde.

² Für eine vollständige Risikoerhebung und -bewertung müssen auch seltene externe Ereignisse betrachtet werden. Dazu gehört z.B. auch die Auswirkung einer Explosion eines Schiffes mit einer explosiven Fracht auf dem Mittellandkanal oder extremer Wetterereignisse (z. B. Tornado). [BISS 2014]

4 Risiko eines Flugzeugabsturzes

Die Gefahr eines zufälligen Flugzeugabsturzes ist als relevant für den Standort einzuschätzen. Zu diesem Ergebnis kam auch das Ökoinstitut in seiner Stellungnahme [ÖKOINSTITUT 2014].

Eine äußere Einwirkung wie der Absturz eines Verkehrsflugzeugs auf eine Atomanlage kann sehr hohe Freisetzungen radioaktiver Stoffe verursachen. Grund hierfür ist eine Kombination von mechanischen und thermischen Einwirkungen. Durch mechanische Einwirkungen können Barrieren, die radioaktive Stoffe zurückhalten sollen, zerstört und so radioaktive Stoffe freigesetzt werden. Durch eine darauf folgende thermische Einwirkung werden zusätzlich Stoffe freigesetzt und in der Atmosphäre verbreitet.

Das Risiko eines unfallbedingten Flugzeugabsturzes ist dort am höchsten, wo Start- und Landevorgänge stattfinden. Der Flughafen Braunschweig-Wolfsburg ist etwa 3,5 km Luftlinie, seine westliche Start- und Landebahn 2,7 km vom Gewerbestandort in Braunschweig-Thune entfernt. Unabhängig von der genauen Lage der Flugrouten ist von einem gegenüber dem mittleren Wert erhöhten Flugzeugabsturzrisiko auszugehen, da Flugzeuge in der Start- und Landephase die Nähe des Gewerbestandorts in Braunschweig-Thune passieren können. Ein erhöhtes Risiko durch Flugzeugabsturz besteht auch noch neben einer festgelegten Flugroute, da diese (insbesondere durch ein in technische Schwierigkeiten geratenes oder abstürzendes Flugzeug) verlassen werden kann. [ÖKOINSTITUT 2014]

Die Forschungsflughafen Braunschweig GmbH verfügt über 11 Versuchsflugzeuge, darunter ein Airbus A320 ATRA (Advanced Technology Research Aircraft). Durch das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) werden dort Forschungsflüge unternommen. So sollten vom 13. Juni bis zum 24. Juli 2014 verschiedene Forschungsflüge durchgeführt werden. Dazu sollte das Forschungsflugzeug A320 ATRA mehrere tiefe Anflüge fliegen. In diesem Zusammenhang sollte es auch zu mehreren tiefen Überflügen in der Umgebung des Flughafens Braunschweig-Wolfsburg kommen.

Fazit der Stellungnahme des Ökoinstituts: Der Flughafen Braunschweig-Wolfsburg stellt ein besonderes Risiko im Hinblick auf einen Flugzeugabsturz auf Gebäude der Gewerbebetriebe am Standort Braunschweig-Thune und Freisetzungen von radioaktiven Stoffen dar. [ÖKOINSTITUT 2014]

Qualitative Abschätzung der Folgen eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs

Im Folgenden erfolgt eine qualitative Abschätzung der Auswirkungen eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs im Vergleich zu den ermittelten Auswirkungen im ESK Stresstest.

Grundsätzlich sind für die Schadenswirkung eines Flugzeugabsturzes die folgenden Eigenschaften eines Flugzeugs relevant [NEUMANN 2004]:

- Gesamtmasse. Relevant für die Größe des mechanischen Impulses auf die Gebäude und damit für ihre Standfestigkeit.
- Zahl und Anordnung sowie geometrischer Aufbau und Masse steifer Massen (Triebwerke, Fahrgestell etc.). Relevant bzgl. der Durchdringungsfähigkeit von stabilen Gebäudestrukturen und relevant für nachhaltige Schädigung der Fässer/Abfallbinde.
- Kerosinmenge und sonstige Brandlasten. Relevant als Ausgangsbasis für die Ableitung möglicher thermischer Einwirkungen.

- Anzahl und Anordnung der Tanks, auf die das Kerosin verteilt ist. Relevant für die Verteilung der möglichen Kerosinmenge.

Das Schadensausmaß hängt außerdem von den Flugdaten unmittelbar vor Aufprall auf das Gebäude ab:

- Geschwindigkeit. Relevant für die kinetische Energie und damit die Zerstörungskraft.
- Auftreffwinkel zur Horizontalen. Relevant für die Verteilung der Kräfte.

Im Falle eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs ist folgendes Unfallszenario zu erwarten: Das Flugzeug prallt auf Gebäude, dessen Baustrukturen einem Flugzeugabsturz nicht standhalten werden. Ein erheblicher Anteil der dort gelagerten Fässer oder sonstigen Abfallgebinde wird durch den Aufprall von Gebäudetrümmern und steifen Massen des Flugzeuges, durch Umkippen und sowie die Druckwelle einer möglichen Kerosinexplosion (Feuerball) erheblich mechanisch belastet. Vermutlich wird eine große Anzahl der Fässer/Abfallgebinde eine mechanische Belastung erfahren, die zu einem relevanten Dichtheitsverlust führt.

Zusätzlich sind die Fässer/Abfallgebinde einer starken thermischen Belastung ausgesetzt: Das Kerosin verteilt sich entweder über den gesamten Lagerbereich oder es sammelt sich durch Trümmer, andere Hindernisse und durch den Flugzeugabsturz verursachte Vertiefungen des Lagergebäudebodens in einem Teil des Lagerbereiches.

Die gebildete Kerosinlache wird sich mit großer Wahrscheinlichkeit entzünden und abbrennen. Die Fässer/Abfallgebinde stehen oder liegen in diesem Fall direkt im Feuer und werden dementsprechend thermisch belastet. Durch den Brand erfolgt eine zusätzliche Freisetzung der radioaktiven Stoffe, deren Umfang von der Zahl der Fässer/Abfallgebinde abhängt, deren Dichtheit beeinträchtigt ist, sowie dem Umfang ihrer Beeinträchtigung.

Vergleich Absturz eines Verkehrsflugzeugs mit Annahmen in ESK Stresstest: Für die Ermittlung der thermischen und mechanischen Einwirkungen wurde von der ESK der Absturz einer schnellfliegenden Militärmaschine betrachtet. Allerdings wurden die Lasteinträge offenbar getrennt betrachtet und nicht als kombiniertes Ereignis. Gerade die kombinierte Einwirkung mechanischer und thermischer Einwirkungen verursacht hohe Freisetzungen. Durch mechanische Belastung in ihrer Dichtheit stark beeinträchtigte Fässer/Abfallgebinde stehen in dem Bereich, wo sich das Kerosin sammelt und nachfolgend über längere Zeit abbrennt.

Durch die kombinierten Belastungen erfolgt, in Abhängigkeit von der Anzahl betroffener Fässer/Abfallgebinde, eine Freisetzung radioaktiver Stoffe. Eine länger andauernde thermische Belastung vor oder nach einem Integritätsverlust führt zu einer erhöhten Freisetzungsrates.

Eine Gegenüberstellung aller relevanten Parameter des Flugzeugabsturzes in der ESK Untersuchung und des Absturzes eines Verkehrsflugzeuges konnte im Rahmen dieser Kurzstellungnahme nicht erfolgen. Einige Beispiele zeigen aber den qualitativen Unterschied in den zu erwartenden Auswirkungen:

- Im Vergleich zum von der ESK betrachteten Kerosineintrag von 5000 kg hat der Airbus A320 eine erheblich höhere Kerosinmenge an Board (ca. 30.000 Liter). Im Falle des Absturzes eines A320 ist von einer längeren Branddauer und von höheren Temperaturen, insbesondere aber von einer erheblich höheren Anzahl der von einem

Brand betroffenen Behälter und radioaktiven Inventare auszugehen. Insofern sind erhebliche höhere Freisetzungen zu erwarten. [BISS 2014]

- Die Masse eines Airbus A320 beträgt mit ca. 77 Tonnen fast das 4-fache der von der ESK angenommenen Masse eines Militärflugzeugs. [BISS 2014] Dadurch entsteht eine erhebliche größere mechanische Belastung (Diese höhere Masse muss nicht zwangsläufig zu einer höheren punktförmigen mechanischen Belastung führen, da die wesentliche mechanische Belastung durch den Aufprall der Triebwerkswelle erzeugt wird.)
- Zudem ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei einem Absturz eines Verkehrsflugzeugs die Brandlasten der Fa. Buchler GmbH in Brand geraten, deutlich höher als bei einem Absturz eines Militärflugzeugs.
- Zusätzlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Absturz eines Verkehrsflugzeugs einen Bruch der unter dem Betriebsgelände zwischen dem Lagergebäude E (AB9) und der Abfallkonditionierung (AB 10.1) verlaufenden 70 bar-Gasleitung und in Folge eine Explosion bedingt. Dieser Bereich wird zur Lagerung von Behältern unter freiem Himmel verwendet. Daher könnte die Freisetzung radioaktiver Stoffe erheblich erhöht werden. [BISS 2014]

Fazit

Die Unfallwahrscheinlichkeit für den Absturz eines Verkehrsflugzeuges ist aufgrund des nahen Flughafens mit Forschungsflügen im Vergleich zu anderen Standorten als relativ hoch einzuschätzen ist, besteht ein erhebliches Risiko durch unfallbedingte Flugzeugabstürze. Es liegt bisher keine quantitative Abschätzung dieses Risikos vor, weder hinsichtlich der Unfallwahrscheinlichkeit noch hinsichtlich möglicher Freisetzungsquellterme nach einem unfallbedingten Flugzeugabsturz. Der Gutachter Wolfgang Neumann empfiehlt eine Nachbetrachtung des Risikos durch die Aufsichtsbehörde [INTAC 2014].

Diese ist insbesondere deshalb wichtig, da die Untersuchungen im ESK Stresstest, die bereits beträchtliche radiologische Folgen für deutlich geringe Lasteinträge ermittelten, nahelegen, dass erhebliche Auswirkungen zu erwarten sind. Eine qualitative Beschreibung der Auswirkungen eines Absturzes eines Verkehrsflugzeugs verdeutlicht, dass ein qualitativ anderes Szenario mit erheblichen höheren Freisetzungen resultiert.

Um das resultierende Risiko einschätzen zu können, folgende Bemerkung: Bereits um einen Faktor 10 höhere Strahlendosen als von der ESK für die nächste Wohnbebauung ermittelt wurden, führen zu Strahlendosen (5000 mSv), die in den meisten Fällen zum Tode führen.

5 Risiko eines Terrorangriffs

Das Risiko eines terroristischen Anschlags besteht auch für die Anlagen des EZN am Standort Braunschweig-Thune. Laut einer Berichterstattung in den Medien im Jahr 2004 gab es Hinweise darauf, dass Terroristen ein Vorgängerunternehmen von EZN, die AEA Technology QSA, ausforschten. Dabei soll es sich nach unbestätigten Angaben allerdings um die Suche nach nuklearem Material für die Herstellung einer sogenannten schmutzigen Bombe gehandelt haben. [BZ 2004] Allerdings zeigte sich, dass die Unternehmen am Standort Braunschweig-Thune in den Fokus der Terroristen geraten können.

Anfang 2012 bestätigte auch die damals zuständige Aufsichtsbehörde, das staatliche Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig (GAA BS), eine bestehende Terrorgefahr. In einem Antwortschreiben an die Bürgerinitiative BISS (18.01.2012) teilte das GAA BS mit, dass es beabsichtigt, den Antrag vom 17.11.2011 auf Umweltinformationen zur Firma Eckert & Ziegler Nuclitec abzulehnen. Begründet wurde dieses damit, dass die Herausgabe der Inventarlisten und die damit nicht zu vermeidende Verbreitung der Inventarlisten per Internet die Gefahr von terroristischen Anschlägen erhöhen könnte. [GAA 2012]

Die Lage des Betriebsgeländes von EZN in unmittelbarer Nähe eines Wohngebiets erhöht nicht nur die potenziellen Auswirkungen, sondern erleichtert auch die Vorbereitung und Durchführung eines Terroranschlags. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ist ein "unauffälliges" Annähern an das Betriebsgelände, d.h. ein Annähern ohne als potenzieller Attentäter erkannt zu werden, möglich. Grundsätzlich muss auch ein „unbemerkter Zutritt“ auf das Gelände für möglich gehalten werden. Ein "unbemerkter Zutritt" bezieht sich hier nicht auf einen beliebigen, längeren Zeitraum, sondern auf die Zeitspanne, die zur erfolgreichen Ausführung des Angriffs erforderlich ist, d.h. auf den Zeitraum von einigen Minuten. Denkbar ist auch, dass sich die Täter mit Hilfe von Innentätern ("Schläfern") Zutritt verschaffen. In jedem Fall wird ein gewaltsames Eindringen kaum zu verhindern sein.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Zwischenlagers Brunsbüttel wurde von behördlicher Seite als Störmaßnahme bzw. sonstige Einwirkung Dritter (SEWD) der Beschuss mit einem Hohlladungsgeschoss aus einer tragbaren panzerbrechenden Waffe auf einen dort aufbewahrten Behälter unterstellt. Dieses Tatmittel wurde als abdeckend für SEWD Ereignisse angesehen.

Die Hohlladungsgeschosse, die von Panzerfäusten oder panzerbrechenden Lenkwaffen (ATWGs) abgefeuert werden, haben eine Durchschlagsleistung von 700 bis 1400 mm in Panzerstahl. Daher durchdringen sie die nur ca. 400 mm dicke Behälterwand eines CASTOR Behälters aus Gusseisen ohne Schwierigkeiten. Für den Beschuss von 200-l Fässern erscheint eine tragbare panzerbrechende Waffe etwas überdimensioniert. Sollte allerdings die Heiße Zelle das Ziel eines Anschlags sein, könnten Hohlladungsgeschosse als geeignet erscheinen.

Ein Angriff mit einer panzerbrechenden tragbaren Waffe auf die Anlagen am Standort-Thune erscheint aber vor allem dann „wirkungsvoll“, wenn thermobarische Gefechtsköpfe eingesetzt werden. Die Wirkung thermobarischer Waffen oder Aerosolbomben (FAE = Fuel-Air Explosiv) beruht auf der Zündung einer in der Luft verteilten brennbaren Substanz. Aerosolbomben sind die militärische Anwendung der Explosionen von Benzin-Luft-Gemischen, die z. B. in Raffinerien katastrophale Unfälle verursachten.

Ein thermobarischer Gefechtskopf besteht aus einem Behälter, der eine brennbare Substanz enthält. Zur Zündung werden zwei Sprengladungen verwendet: Die erste Sprengung verteilt den Brennstoff fein in der Luft, ein Brennstoff-Luft-Gemisch, ein Aerosol, entsteht. Wenige Zehntelsekunden später zündet die zweite Sprengladung die Aerosolwolke. Die Verpuffung erfolgt fast gleichzeitig in einer Kugel mit einem Durchmesser von 10 bis 40 Metern. Die Hauptwirkung thermobarischer Gefechtsköpfe wird durch die bei der Verpuffung entstehende Druckwelle erzeugt, sie zerstört Gebäude. Der Überdruck der Detonation kann 30 bar erreichen. Aerosolbomben entwickeln eine wesentlich stärkere Hitzewirkung als konventionelle Sprengladungen. Die Temperatur kann 2.500 bis 3.000 °C betragen. Weiterer Schaden wird durch die Vakuumwirkung erzeugt: Die Explosion entzieht der Luft Sauerstoff,

dadurch entsteht ein starker Unterdruck, der bewegliche Gegenstände anzieht und so zu weiteren Zerstörungen führt. [BECKER 2010]

Der Abschuss eines oder mehrerer derartiger Gefechtsköpfe würde großflächige Zerstörungen und Brände verursachen, erhebliche Freisetzungen würden resultieren. Zu bedenken ist, dass aufgrund der Reichweite und der großen Zielgenauigkeiten von tragbaren panzerbrechenden Lenkwaffen ein Terroranschlag auch ohne Geländezutritt von einem geschützten Ort außerhalb des Betriebsgeländes erfolgen kann.

Derartige thermobarische Gefechtsköpfe sind bisher nur für wenige tragbare panzerbrechende Waffen verfügbar und befinden sich vermutlich nur in sehr begrenzten Umfang in den Händen von terroristischen Gruppen. Insofern würden heutzutage Terroristen möglicherweise zu anderen Tatmitteln greifen. Darüber welches die geeigneten Tatmittel für einen terroristischen Anschlag auf die Anlagen am Standort Braunschweig-Thune sind, soll hier nicht spekuliert werden, insbesondere da keine Handlungsanweisungen für mögliche Terrorangriffe gegeben werden sollen.

Tatsache ist aber, dass aufgrund des am Standorts Braunschweig-Thune vorhandenen einerseits relativ ungeschützten, andererseits relativ hohen radioaktiven Inventars eine Reihe von „effektiven“ Terroranschlägen möglich ist.

Hervorzuheben ist der Absturz eines großen Verkehrsflugzeuges nach dem Vorbild der Anschläge vom 11.09.2011. Ein derartiger Angriff würde erhebliche Zerstörung und großflächige Brände verursachen.

Das Urteil des Schleswig-Holsteinischen OVG (Az. 4 KS3/08) vom 19.07.2013 bestätigte die Bedeutung der Betrachtung von Terrorrisiken im Rahmen der Genehmigung von Atomanlagen. Für das Standortzwischenlager Brunsbüttel sind als Terrorangriffe der mehrfache Beschluss mit panzerbrechenden Waffen der dritten Generation sowie der gezielte Absturz eines Airbus A380 zu berücksichtigen. [BISS 2014]

Fazit

Für die Nuklearanlagen am Standort Braunschweig-Thune besteht ein signifikantes Risiko durch einen Terroranschlag, da einerseits die Durchführung eines Anschlags relativ einfach ist und andererseits das potenzielle Schadensausmaß relativ groß wäre. Durch eine Erweiterung des Betriebes des Unternehmens EZN, die durch Genehmigung des Bebauungsplanes ermöglicht wird, wird das bestehende Terrorrisiko vermutlich weiter ansteigen.

6 Risiko durch Transporte

Der Gewerbestandort in Braunschweig-Thune liegt am westlichen Ortsausgang an der Verbindungsstraße K 28 nach Harxbüttel. An- und Abtransporte zum Betriebsgelände müssen bis zur Erreichung von Hauptverkehrsstraßen durch Straßen in Wohngebieten erfolgen. Insbesondere die Hauptstraße bildet mit ihren angelagerten Wohnbereichen sowie ihrer zentralen Versorgungsfunktion das Potenzial, mit Transporten in Berührung zu kommen. [ÖKOINSTITUT 2014]

Zwischen dem Außenlager Leese und dem Betriebsgelände in Braunschweig werden Abfallgebinde mit Rohabfällen und konditionierten Abfällen, in der Regel 200-l-Fässer, in großem Umfang hin- und hertransportiert. [NLT 2012]

Wesentliche Anforderungen an die Versandstücke und die Beförderung radioaktiver Stoffe sind in den ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route) sowie den Gefahrgutverordnungen für verschiedene Verkehrsträger festgelegt. Die meisten Versandstücke mit radioaktiven Stoffen, die in Wissenschaft, Medizin und Technik angewendet werden, sind sogenannte freigestellte Versandstücke im Sinne der ADR. Für die Beförderung eines radioaktiven Stoffes als "freigestelltes Versandstück" darf die Dosisleistung an irgendeiner Stelle der Außenseite des Versandstücks 5 $\mu\text{Sv/h}$ nicht überschreiten. Da mehrere Versandstücke gleichzeitig befördert werden können, ist zusätzlich die Dosisleistung am Fahrzeug begrenzt. Nach ADR, Teil 7 Kapitel 7.5.11 (3.3) darf die Dosisleistung unter Routine-Beförderungsbedingungen auf der Außenfläche des Fahrzeugs an keinem Punkt 2 mSv/h und in einem Abstand von 2 m an keinem Punkt 0,1 mSv/h überschreiten. [ÖKOINSTITUT 2014]

In der Stellungnahme des Ökoinstituts wurde die mögliche Strahlenbelastung für unfallfreie Transporte ermittelt [ÖKOINSTITUT 2014]: Von einer regelmäßigen Ausschöpfung der zulässigen Dosisleistung am Fahrzeug nach ADR ist demnach bei der betrachtenden Art von Transporten nicht auszugehen; Erfahrungswerte mittlerer Dosisleistungen liegen mehrere Größenordnungen darunter. Daher wird von einer Ausschöpfung der nach ADR zulässigen Dosisleistung von im Mittel 10 % ausgegangen. Die Zahl der Transporte von und nach Braunschweig-Thune ist nicht bekannt und kann auch je nach Ausschöpfungsgrad der Umgangsgenehmigungen sowie unabhängig davon variieren. Die durch Transporte höchstexponierten Personen der Bevölkerung sind Anwohner und Passanten, die sich in einem Bereich der Transportstrecke aufhalten, an dem alle oder zumindest eine Vielzahl der Transporte vorbeiführen. Für die Ermittlung einer Strahlendosis wird unterstellt, dass sich eine Person arbeitstäglich zweimal bei Vorbeifahrt eines Transports radioaktiver Stoffe am Straßenrand befindet. Die Vorbeifahrt soll jeweils in 2 m Abstand mit etwa 50 km/h erfolgen. Bei jedem zehnten Transport soll es zu einem Halt in 2 m Abstand von der Person für die Dauer von zehn Minuten (z. B. Halt an einer Tankstelle) kommen. Insgesamt ist die betrachtete Person dann jährlich durch 234 Vorbeifahrten und 26 Halte exponiert. Insgesamt über ein Jahr beträgt die effektive dann 0,044 mSv , davon 0,043 mSv durch die zehnminütigen Halte neben der exponierten Person.

Diese Berechnung verdeutlicht, dass der höchste Anteil an der möglichen Jahresdosis aus dem Aufenthalt neben einem stehenden Transportfahrzeugen resultiert. Es wurde von einer maximalen Aufenthaltszeit von 4 Std 20 Minuten pro Jahr ausgegangen. In der Wohngegend sind für Einzelpersonen längere Aufenthaltszeiten neben den Transportfahrzeugen nicht auszuschließen. **Anzumerken ist hier zudem, dass der Bürgerinitiative BISS aufgrund eigener Messungen an der Transportstrecke, die Annahme in der Stellungnahme des Ökoinstituts der zulässige Grenzwert würde erfahrungsgemäß nicht ausgenutzt, als nicht gerechtfertigt ansieht.**

Unfallbedingte Freisetzungen

Die Bestimmung der bei Transportunfällen freigesetzten Radioaktivitätsanteile ist generell mit großen Unsicherheiten verbunden. Experimentelle Untersuchungen und theoretische Modellrechnungen zum Freisetzungsverhalten führen zu Ergebnissen, die für bestimmte, definierte Randbedingungen gelten und weisen meist einen größeren Schwankungsbereich auf. [INTAC 2012]

Im Rahmen dieser Kurzstellungnahme konnte weder eine Ermittlung der Unfallwahrscheinlichkeit noch eine Ermittlung möglicher Freisetzungsmengen erfolgen.

Exemplarisch soll hier das Ergebnis einer Studie genannt werden, um die Relevanz möglicher Transportunfälle zu verdeutlichen:

In einer Studie über Transporte konditionierter schwach und mittelradioaktiver Abfälle zum geplanten Endlager Konrad wurden für einen Unfall mit mechanischer und anschließender thermischer Belastung als radiologische Folgen (nur für das Cäsium-Inventar) eine Überschreitung des Störfallplanungswertes nach StrlSchV (der Lebenszeitdosis von 50 mSv) bis in 400 m Entfernung vom Unfallort errechnet. [INTAC 1997]

Terroranschläge auf Transporte

Da "Atomtransporte" aufgrund der öffentlichen Diskussion einen hohen Symbolwert besitzen, sind gezielte Anschläge durch Einzeltäter oder terroristische Gruppen nicht auszuschließen.

Das radioaktive Material ist während eines Transports noch einfacher zugänglich als während des Umgangs auf dem Betriebsgelände. Untersuchungen zum möglichen Beschuss von Transporten mit Abfallgebinden mit panzerbrechenden Waffen sind nicht bekannt. Untersucht wurde dagegen der Beschuss von Transportbehältern mit abgebrannten Brennelementen. Die abgeschätzten Strahlenbelastungen in der Umgebung des Transports betragen hierbei 30 mSv bis zu einigen 100 mSv [BUND 2001].

Bei einem vergleichbaren Beschuss eines Abfallgebindes wäre die Zerstörungswirkung der Waffe deutlich größer, da die Behälter deutlich geringere Wanddicken als der CASTOR aufweisen. Andererseits ist das zulässige Aktivitätsinventar in Bezug auf das Leitnuklid Cs-137 um etwa den Faktor 100 geringer als für den CASTOR mit abgebrannten Brennelementen. Insgesamt ist jedoch nicht auszuschließen, dass ein Angriff auf einen Transport mit panzerbrechenden Waffen nennenswerte Auswirkungen hat. [INTAC 2012]

Fazit

Aufgrund der Vielzahl erforderlicher Transporte von radioaktiven Stoffen im Zusammenhang mit dem Umgang dieser Stoffe bestehen Risiken sowohl bei unfallfreien Fahrten als auch bei Unfällen mit Transportfahrzeugen als auch durch mögliche Terrorangriffe auf Transportfahrzeuge.

Eine Erweiterung des Betriebes, die durch den neuen Bebauungsplan ermöglicht würde, würde die bestehenden Transportrisiken weiter erhöhen.

7 Literatur

BECKER 2010 Terrorangriff mit der panzerbrechenden Lenkwaffe AT-14 (Kornet-E) auf ältere deutsche Atomkraftwerke; Studie; Dipl.-Physikerin Oda Becker. Erstellt im Auftrag von Greenpeace Deutschland e.V.; Hannover, März 2010

BECKER 2013: Messungen am Firmenkomplex von Eckert & Ziegler, GE Healthcare und Buchler neben Wohnhäusern und Schulen Im Auftrag der BISS (Bürgerinitiative Strahlenschutz Braunschweig e.V.); Oda Becker, Hannover, Dezember 2013

BFS 2007: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS): Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie); 2007
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-20100317939>

BISS 2014: Brief an den Umweltminister Stefan Wenzel; Biss Bürgerinitiative Strahlenschutz; Braunschweig, 05.11.2014

BUND 2001 Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschlands e.V.: „Verwundbarkeit von CASTOR-Behältern bei Transport und Lagerung gegenüber terroristischen und kriegerischen Einwirkungen sowie zivilisatorischen Katastrophen“; H. Hirsch, W. Neumann unter Mitarbeit von O. Becker, Hannover 2001

BZ 2004: Terroristen haben Interesse an Braunschweiger Firma; Braunschweiger Zeitung, Jacqueline Carewicz, Katrin Teschner; Braunschweig, 02.09.2004

ESK 2013: Entsorgungskommission (ESK): ESK-Stresstext für Anlagen und Einrichtungen der Ver- und Entsorgung in Deutschland, Teil 2: Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle, stationäre Einrichtungen zur Konditionierung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle, Endlager für radioaktive Abfälle. Stellungnahme der Entsorgungskommission, revidierte Fassung vom 18.10.2013

GAA 2012: Anhörung zur Anfrage nach Umweltinformationen der Firma Eckert & Ziegler Nuclitec, Schreiben von Herrn Dr. Hamann an BISS Bürgerinitiative Strahlenschutz; Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Braunschweig; Braunschweig, 18.01.2012

GRS 2015: Fukushima Daiichi 11. März 2011, Unfallablauf – Radiologische Folgen; Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, 4. Auflage, 2015

INTAC 1997: „Auswertung von Veränderungen des fachwissenschaftlichen Standes ausgewählter Themen im Planfeststellungsverfahren zum geplanten Endlager Konrad seit Beginn des Erörterungstermins im September 1992 – Phase B“; im Auftrag von Arbeitsgemeinschaft Schacht KONRAD e.V., intac - Beratung · Konzepte · Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH; Hannover, Mai 1997

INTAC 2012: Fachliche Bewertung der Transportstudie Konrad 2010 von der GRS; Auftraggeber Stadt Salzgitter; intac Beratung, Konzepte, Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH; Hannover, November 2012

INTAC 2014: „Welche Risiken entstehen durch die nuklearbetriebe in Braunschweig bei Störfällen oder Unfällen?“, Gefahren durch Eckert & Ziegler; intac Beratung, Konzepte, Gutachten zu Technik und Umwelt GmbH; Braunschweig, 23.10.2014

NEUMANN 2004: Stellungnahme zu einem Flugzeugabsturz auf das Standort-Zwischenlager am KKK, Auftraggeber Aktion Z; Wolfgang Neumann, November 2004

NLT 2012: Atommüll im „radioaktiven Dreieck“ zwischen Eckert & Ziegler in Braunschweig, dem Zwischenlager: Leese und der niedersächsischen Landessammelstelle in Jülich (NRW) Antwort auf eine Große Anfrage ; Niedersächsischer Landtag, 16. Wahlperiode, Drucksache 16/14713; 24.04.2012

NLT 2014: Strahlenbelastung an den Produktions- und Abfallkonditionierungsanlagen in Braunschweig-Thune (Firmen Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH und GE Healthcare Buchler GmbH & Co. KG), Kleine Anfrage zur schriftlichen Beantwortung mit Antwort; Niedersächsischer Landtag, 17. Wahlperiode, Drucksache 17/1456; 09.05.2014

NLT 2015: Antwort auf die mündliche Anfrage zu: Was unternimmt die Landesregierung gegen weitere Verzögerungen im Streit zwischen der Stadt Braunschweig und Eckert & Ziegler? Niedersächsischer Landtag; 20.02.2015

ÖKOINSTITUT 2014: Restrisiko beim Umgang mit radioaktiven Stoffen durch die Gewerbebetriebe im Bereich des geplanten Bbauungsplans „Gieselweg/Harxbüttler

Straße“, Stellungnahme im Auftrag der Stadt Braunschweig; Öko-Institut e.V. Institut für angewandte Ökologie, Christian Küppers; Darmstadt, 24.11.2014

SCHMITZ-FEUERHAKE 2009: Neutronen als Strahlenschutzproblem bei Atommülltransporten, Inge Schmitz-Feuerhake, Strahlentelex Nr. 532-533; 2009

SSK 2008: Strahlenschutzkommission (SSK): Bewertung der epidemiologischen Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken (KiKK-Studie). Stellungnahme der SSK, Berichte der SSK Heft 57 (2008)