



Dirty Bomb: Wie gross ist die Bedrohung?

Mögliche Auswirkungen eines radiologischen Terroranschlags

1. Einleitung
 2. Was ist eine Dirty Bomb?
 3. Wie schwierig ist der Bau einer Dirty Bomb?
 4. Welche Folgen hat die Freisetzung von Radioaktivität?
 5. Exkurs: Der radiologische Unfall von Goiânia
 6. Besteht bei einem Dirty Bomb-Anschlag eine akute gesundheitliche Gefährdung durch die freigesetzte Radioaktivität?
 7. Wird durch die bei einem Dirty Bomb-Anschlag freigesetzte Radioaktivität das Krebsrisiko erhöht?
 8. Welche Massnahmen würden zum Schutz der Bevölkerung ergriffen?
 9. Mögliche volkswirtschaftliche und psychologische Auswirkungen eines radiologischen Terroranschlags
 10. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen
-

1. Einleitung

Als Dirty Bomb oder auch als "Schmutzige Bombe" wird eine mit radioaktivem Material versehene konventionelle, "normale" Bombe bezeichnet. Die Möglichkeit eines Terroranschlags mit einer solchen Dirty Bomb wird in jüngster Zeit in Expertenkreisen intensiv diskutiert. Medienberichte, insbesondere im angelsächsischen Raum, haben das Thema aber auch an die Öffentlichkeit gebracht. Dabei besteht über die Einschätzung der Bedrohung keineswegs Einigkeit: Sowohl hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines derartigen Anschlags wie auch hinsichtlich der zu erwartenden Auswirkungen gehen die Meinungen weit auseinander.

Britische und amerikanische Geheimdienste gehen offensichtlich davon aus, dass ein Anschlag mit einer Dirty Bomb schon bald Realität sein wird. Für sie stellt sich nicht die Frage ob, sondern nur noch wann es einen solchen Anschlag geben wird.¹

¹ The Guardian, 18. Juni 2003: "MI5 says dirty bomb attack is inevitable".

Andere Experten halten dagegen, dass ein Dirty Bomb-Anschlag für Terroristen unattraktiv sei, weil damit unmittelbar kaum grösserer Schaden erzielt werden könnte als mit einem konventionellen Sprengstoffanschlag, während der Aufwand für die Vorbereitung und Durchführung sehr viel grösser sei. In der Logik eines Terroristen lohne sich ein Anschlag mit einer Dirty Bomb somit nicht, demzufolge sei ein solcher Anschlag in absehbarer Zeit nicht sehr wahrscheinlich.²

Die Folgen eines Dirty Bomb-Anschlags hängen von sehr vielen Parametern ab: von Art und Menge des in die Bombe verpackten radioaktiven Materials, von der Menge des eingesetzten Sprengstoffs, von den meteorologischen Verhältnissen und von vielem anderem mehr. Die Spannweite der möglichen Auswirkungen ist deshalb sehr gross.

Unglücklicherweise sind im Internet unsinnige "Studien" mit Katastrophenszenarien veröffentlicht worden, wonach als Folge eines Dirty Bomb-Anschlags in dem am meisten kontaminierten Gebiet jeder zehnte Betroffene an Krebs sterben würde, in einer Grosstadt also Tausende oder gar Zehntausende von Menschen.³ Derartige Szenarien sind völlig unrealistisch; sie basieren auf der Annahme, dass die Behörden nichts unternehmen würden, um die Bevölkerung zu schützen und das betroffene Gebiet zu dekontaminieren, und dass die Bevölkerung trotzdem vierzig Jahre lang ganz normal in diesem kontaminierten Gebiet wohnen würde.

Festzuhalten ist, dass bisher weltweit noch kein einziger Terroranschlag mit einer Dirty Bomb stattgefunden hat. Zumindest in einem Fall ist jedoch eine ernstzunehmende Drohung erfolgt: Im November 1995 benachrichtigten tschetschenische Rebellen mehrere russische Fernsehstationen, dass im Moskauer Ismailovsky-Park ein Paket mit radioaktivem Material deponiert sei. Die alarmierten Einsatzkräfte der Behörden fanden am angegebenen Ort tatsächlich einen kleinen, mit Cäsium gefüllten Behälter. Bei diesem Vorfall handelte es sich also nicht um einen vollzogenen Anschlag, aber die tschetschenischen Rebellen wollten mit der Aktion offensichtlich ihre Fähigkeit zum Bau einer Dirty Bomb unter Beweis stellen.

Das LABOR SPIEZ hat Voraussetzungen und mögliche Auswirkungen eines Anschlags mit einer Dirty Bomb untersucht. Die vorliegende Hintergrundinformation stellt Ergebnisse dieser Studien in einer für interessierte Laien aufbereiteten Form zusammen. Selbstverständlich sollen dabei keine Informationen publiziert werden, die als Anleitung zum Bau oder zum Einsatz einer Dirty Bomb dienen könnten. Im Fokus stehen allein die möglichen Auswirkungen eines derartigen Ereignisses.

2. Was ist eine Dirty Bomb?

Unter Experten werden vier verschiedene Szenarien des Nuklearterrorismus unterschieden:⁴

1. Die selbstgebauten Atombombe ("Bastler-Bombe"); in der Fachsprache spricht man dabei von Improvised Nuclear Device (IND).
2. Der Diebstahl oder der Kauf einer Kernwaffe von einem Staat, der über solche verfügt.
3. Der Anschlag auf eine Kernanlage, insbesondere auf ein Kernkraftwerk oder auf einen Transport von Nuklearmaterial.
4. Der radiologische Terrorismus, d.h. die gezielte Freisetzung von radioaktivem Material.

² News Bureau, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1. Juli 2002: "Danger of dirty bomb exaggerated".

³ Testimony of Dr. Henry Kelly before the Senate Committee on Foreign Relations, 6. März 2002.

⁴ Bernard Anet, Ernst Schmid, Christoph Wirz: Nuklearterrorismus: Eine Bedrohung für die Schweiz?, Laboratorium Spiez, Bericht ACLS 2000-03, 24. Okt. 2000.

Nur im ersten und im zweiten Fall geht es um den Einsatz einer Atombombe, d.h. einer Bombe, bei der waffenfähiges Uran oder Plutonium zur Explosion gebracht wird. Wie an den historischen Beispielen Hiroshima und Nagasaki deutlich wird, hat dies eine enorme Zerstörungskraft. Die Dirty Bomb dagegen ist keine Atombombe, sondern eine Bombe aus konventionellem Sprengstoff, dem radioaktives Material beigefügt worden ist. Bei der Explosion einer Dirty Bomb findet keine Kernspaltung statt. Für die Explosionswirkung einer Dirty Bomb spielt das radioaktive Material keine Rolle. Die Sprengkraft einer Dirty Bomb, also die direkte Wirkung der Explosion unterscheidet sich denn auch überhaupt nicht von derjenigen einer normalen Bombe mit der gleichen Menge Sprengstoff. Es ist mit der gleichen Anzahl von Toten und Verletzten, mit dem gleichen Schadenausmass an Infrastruktureinrichtungen als Folge der Explosionswirkung zu rechnen.

Bei der Explosion einer Dirty Bomb wird aber zusätzlich zur Explosionswirkung radioaktives Material freigesetzt und damit eine radioaktive Kontamination der Umgebung bewirkt.⁵ In obiger Aufzählung fällt ein Dirty Bomb-Anschlag somit unter die Kategorie des radiologischen Terrorismus.

3. Wie schwierig ist der Bau einer Dirty Bomb?

Um eine Dirty Bomb zu bauen, benötigen Terroristen zuallererst Zugang zu Sprengstoff und Kenntnisse im Umgang damit. Die relativ grosse Zahl von Bombenanschlägen zeigt, dass dies kein wesentliches Hindernis darstellt. Entscheidend ist also, ob es Terroristen gelingen könnte, sich geeignetes radioaktives Material in ausreichender Menge zu verschaffen. Radioaktive Quellen sind weltweit in verschiedenen Anwendungsbereichen verbreitet, auch in der Schweiz gibt es Hunderte davon. Längst nicht alle dieser Quellen sind allerdings für einen Anschlag mit einer Dirty Bomb geeignet. Die meisten Quellen sind viel zu schwach, um einen grösseren Schaden zu verursachen. Trotzdem kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass sich Terroristen geeignetes radioaktives Material in genügender Menge verschaffen könnten.

Die Handhabung einer radioaktiven Quelle von einer gewissen Stärke erfordert Kenntnisse im Umgang mit radioaktivem Material und in Strahlenschutz. Beim modernen Typus des Terroristen, dem „Selbstmordattentäter“, muss allerdings damit gerechnet werden, dass der Selbstschutz untergeordnete Bedeutung hat. Ein Terrorist, der ein Selbstmordattentat plant, wird sich kaum um sein langfristiges Krebsrisiko kümmern.

Es ist also davon auszugehen, dass Terroristen in der Lage wären, radioaktives Material, welches sie in ihren Besitz gebracht haben, für die Verwendung in einer Dirty Bomb zu handhaben. Sie wären ausserdem in der Lage, in einem bestimmten Land entwendetes Material auch in einem anderen Land einzusetzen.

Unter dem Aspekt der technischen Machbarkeit betrachtet ist somit festzuhalten, dass der Bau einer Dirty Bomb möglich wäre: Ihre Herstellung erfordert in jedem Fall ein hohes Mass an Know-how und an Planung, ein sehr zielgerichtetes Vorgehen und einen nicht geringen Aufwand – ein prinzipielles Hindernis für eine Herstellung durch Terroristen gibt es jedoch nicht.

⁵ Die Dirty Bomb ist allerdings nur eine von mehreren möglichen Ausbreitungsmethoden; eine Bombenexplosion ist nicht zwingend erforderlich. Unter Fachleuten wird denn auch allgemeiner von einer Radiologischen Dispersionsvorrichtung oder Radiological Dispersion Device (RDD), teilweise auch von einer Unkonventionellen Spreng- und Brandvorrichtung (USBV) mit radioaktiver Beiladung gesprochen.

4. Welche Folgen hat die Freisetzung von Radioaktivität?

Durch einen Anschlag mit einer Dirty Bomb würde gezielt Radioaktivität freigesetzt. Was heisst das eigentlich? Radioaktivität ist eine natürliche Eigenschaft von bestimmten Atomkernen. Etwas vereinfacht gesagt zerfallen instabile Atomkerne, so genannte Radionuklide, und wandeln sich zu anderen Atomkernen um; dabei senden sie eine Strahlung aus. Der Grad der Instabilität von Radionukliden ist sehr unterschiedlich, was in Form der Halbwertszeit ausgedrückt wird. Damit wird die Zeitspanne bezeichnet, nach der die Hälfte der zerfallsfähigen Kerne umgewandelt wurde. Ein Atom mit einem sehr instabilen Kern hat eine kurze Halbwertszeit, im Extremfall, beispielsweise bei Polonium-214, sind dies nur Bruchteile von Sekunden. Das entsprechende Material sendet somit über eine extrem kurze Zeit viel Strahlung aus. Ein Material mit einer derart kurzen Halbwertszeit kann in der Praxis jedoch gar nicht freigesetzt werden, da es nur für kurze Zeit existiert. Es gibt aber auch radioaktive Atome mit einer Halbwertszeit von mehreren Milliarden Jahren, beispielsweise Uran-238; bei der Freisetzung von derartigem Material könnte also über einen sehr langen Zeitraum eine schwache radioaktive Kontamination der Umwelt verursacht werden. Daraus wird ersichtlich, dass sich zum Bau einer wirkungsvollen Dirty Bomb nur wenige Radionuklide eignen würden.

Eine gewisse Strahlung ist natürlicherweise überall auf der Erde vorhanden, verursacht vor allem durch in der Umwelt vorkommende radioaktive Elemente sowie durch auf die Erde fallende kosmische Strahlung. In sehr geringen Dosen – wie wir sie durch die natürliche Strahlung aufnehmen – kann keine schädigende Wirkung von radioaktiver Strahlung auf lebende Organismen nachgewiesen werden. In grösseren Dosen jedoch kann Radioaktivität grundsätzlich für alle lebenden Organismen schädlich sein. Der mögliche gesundheitliche Schaden ist dabei proportional zur Dosis.

5. Exkurs: Der radiologische Unfall von Goiânia

Am 13. September 1987 entfernten Diebe in der brasilianischen Stadt Goiânia aus einer verlassenen Klinik ein nicht mehr gebrauchtes Strahlentherapiegerät, weil sie das Metall für wertvoll hielten. Beim Auseinandernehmen des Geräts öffneten sie den Behälter mit dem radioaktiven Cäsium-137, so dass dieses aus dem Gerät entweichen konnte. Das in der Dunkelheit blau phosphoreszierende Pulver faszinierte die Diebe; sie teilten es unter sich auf, nahmen es mit nach Hause und gaben es an Familienmitglieder und Bekannte weiter. Erst am 29. September, nachdem mehrere Personen am akuten Strahlensyndrom erkrankt waren und eine Person das Pulver zu einem Arzt gebracht hatte, weil sie darin richtigerweise die Ursache der in ihrer Familie auftretenden Krankheiten vermutete, wurde entdeckt, was passiert war.

In der Zwischenzeit waren zahlreiche Personen bestrahlt worden, teilweise mit hohen Dosen. Vier Personen starben an den durch die Radioaktivität verursachten Krankheiten. 28 Personen litten an durch die Strahlung verursachten Hautverbrennungen. In der Folge wurde bei 112'000 Einwohnern der Stadt Goiânia und deren Umgebung eine Kontaminationsmessung durchgeführt, wobei 249 kontaminierte Personen identifiziert wurden. Die Radioaktivität war über mehrere Quartiere verstreut worden, ganze Strassenzüge und Plätze waren kontaminiert.

Insgesamt wurden 85 Häusern kontaminiert; über 200 Menschen mussten aus 41 massiv kontaminierten Häusern evakuiert werden. Zur Dekontamination mussten 7 Gebäude vollständig abgerissen werden. In den Gärten und in öffentlichen Parkanlagen musste teilweise die oberste Erdschicht abgetragen werden. Insgesamt wurden als Folge dieses Unfalls 3'500 m³ an radioaktivem Müll entsorgt.

Trotz dieses gewaltigen Aufwandes, der für die Dekontamination betrieben wurde, werden über 15 Jahre nach dem Unfall in einigen der damals betroffenen Strassenzüge und Plätze nach wie vor erhöhte Strahlendosiswerte gemessen. Es ist denn auch leicht nachvollziehbar, dass der Unfall für die Stadt und Region Goiânia auch wirtschaftlich gravierende Folgen hatte.

Der Absatz von Produkten aus der Region brach ein, das Bruttosozialprodukt fiel in der ganzen Provinz um ca. 20%. Es dauerte 5 Jahre, bis sich die regionale Wirtschaft einigermaßen erholt hatte.⁶ An diesem Unfall lässt sich beispielhaft erkennen, welche Probleme und Gefahren bei der Freisetzung grosser Mengen radioaktiver Stoffe in die Umwelt entstehen.

6. Besteht bei einem Dirty Bomb-Anschlag eine akute gesundheitliche Gefährdung durch die freigesetzte Radioaktivität?

Die radioaktive Strahlung gibt beim Durchdringen des menschlichen Körpers einen Teil ihrer Energie ab. Diese absorbierte Energie wird als Dosis bezeichnet, die Energieabsorption pro Zeiteinheit als Dosisleistung. Die Masseinheit, in der die Dosisleistung üblicherweise gemessen wird, ist Sievert bzw. Millisievert pro Stunde (Sv/h bzw. mSv/h). In der Schweiz beträgt die Dosisleistung durch die natürliche Radioaktivität normalerweise zwischen 0.1 und 0.3 µSv/h (1 µSv sprich 1 Mikrosievert = 1 Millionstel Sievert), je nachdem ob man sich im Jura, im Mittelland oder in den Alpen befindet. Die Gefährdung durch radioaktive Strahlung hängt sehr stark von der aufgenommenen Dosis und Dosisleistung ab. Eine Ganzkörperbestrahlung einer Person kann insbesondere dann zu einer akuten Strahlenerkrankung führen, wenn eine hohe Dosis innerhalb weniger Stunden akkumuliert wird. In Tabelle 1 ist für den Fall einer Bestrahlung mit der angegebenen Dosis innerhalb weniger Stunden aufgelistet, wie viele von den betroffenen Personen Symptome einer akuten Strahlenerkrankung zeigen werden und wie lange es dauert, bis diese Symptome auftreten.

Dosis	< 0.25 Sv	1 Sv	2 Sv	6 Sv	8 Sv	> 30 Sv
Zeit		3 – 6 h	2 – 4 h	1 – 2 h	< 1 h	Minuten
Übelkeit, Erbrechen	keine	5 %	50 %	75 % +	90 % +	100 %

Auftreten erster Symptome einer akuten Strahlenerkrankung

Die vier Personen, die beim Unfall von Goiânia starben, haben alle das radioaktive Pulver in ihren Händen getragen und – wahrscheinlich begeistert durch den Leuchteffekt des Materials und in spielerischer Absicht – Teile ihres Körpers damit eingerieben. Sie haben bei diesen Tätigkeiten auch Essen zu sich genommen und dadurch radioaktiven Staub geschluckt. Jene 28 Personen, welche vor allem an Strahlenschäden der Haut litten, haben das radioaktive Pulver ebenfalls in ihren Händen gehalten und Körperteile damit eingerieben. Im Hinblick auf den Einsatz einer Dirty Bomb besteht eine entsprechende Gefährdung vor allem für die Terroristen, die zwangsläufig das radioaktive Material manipulieren müssen. Dagegen würden alle bei der Explosion einer Dirty Bomb mit radioaktivem Staub kontaminierten Personen – Anwohner, Passanten, Mitarbeiter von Polizei, Feuerwehr und Sanitätsorganisationen – nur mit Bruchteilen der Menge an radioaktiver Substanz in Kontakt kommen, die bei den Betroffenen von Goiânia zu Strahlenschäden geführt hat.

Bei einer Sprengstoffexplosion findet ein chemischer Prozess statt, bei welchem schnell viel Wärme freigesetzt wird. Dabei wird eine Druckwelle erzeugt, die sich in alle Richtungen ausbreitet. Die Wärme kann Material zum Schmelzen bringen, die Druckwelle kann es in kleine Teile zerbrechen. Dies würde auch mit einer unter den Sprengstoff gemischten radioaktiven Quelle passieren. Kleinere Partikel würden durch den Wind weiter transportiert und könnten somit ein grösseres Gebiet kontaminieren. Je nach Grösse der entstehenden Partikel könnte die radioaktive Substanz von Passanten eingeatmet werden. Typischerweise nimmt die radioaktive Kontamination in einem belasteten Gebiet mit der räumlichen Entfernung vom Ursprungsort ab. Die Kontamination nimmt auch mit der Zeit ab, zum einen weil durch

⁶ Louis Charbonneau: A dirty bomb may not kill, but it sure would hurt, Reuters, 17. März 2003.

Witterungseinflüsse dauernd Radioaktivität aus dem kontaminierten Gebiet entfernt werden kann, zum andern durch den natürlichen Zerfall der radioaktiven Atome. Der natürliche Zerfall bewirkt für sich allein genommen einen Rückgang um 50% innerhalb einer Halbwertszeit.

Modellrechnungen zeigen, dass bei einem Anschlag mit einer Dirty Bomb am Ort der Explosion, wo die Dosisleistung am höchsten ist, je nach Annahmen mit Dosisleistungen bis zu 10 mSv/h gerechnet werden muss. Eine Person müsste sich hundert Stunden in diesem Kernbereich aufhalten, um mit 5% Wahrscheinlichkeit Symptome einer akuten Strahlenerkrankung zu entwickeln. Es ist also nahezu ausgeschlossen, dass die betroffenen Anwohner, Rettungskräfte oder Passanten eine Strahlendosis akkumulieren würden, welche zu akuter Strahlenerkrankung oder gar zum Tode führen könnte.

Durch die mit einer Dirty Bomb freigesetzte Radioaktivität kann also kaum ein ernsthafter Schaden im Sinne einer akuten gesundheitlichen Gefährdung verursacht werden. Dennoch könnten gewisse Massnahmen zum Schutz der betroffenen Bevölkerung erforderlich sein: Die gesetzlichen Werte für die zulässige Strahlenbelastung liegen wesentlich unterhalb der für akute Strahlenschäden relevanten Schwelle. Bei allen nach einem Dirty Bomb-Anschlag allfällig zu ergreifenden Schutzmassnahmen geht es deshalb ausschliesslich darum, langfristige Schäden durch Radioaktivität, d.h. konkret die Erhöhung des langfristigen Krebs- und Leukämierisikos bestmöglich zu vermindern.

7. Wird durch die bei einem Dirty Bomb-Anschlag freigesetzte Radioaktivität das Krebsrisiko erhöht?

Die unmittelbaren Auswirkungen einer kurzzeitigen Bestrahlung mit einer hohen Strahlendosis sind sehr gut bekannt, die Spätfolgen einer Bestrahlung insbesondere mit einer kleinen Dosis dagegen sind schwieriger zu erfassen. Die Bestrahlung mit kleineren Einzeldosen, aber auch die Dauerbestrahlung mit kleinen Dosen kann eine Erhöhung des langfristigen Krebs- und Leukämierisikos zur Folge haben. Erwiesen ist ebenfalls, dass jeder Mensch eine individuelle Strahlenempfindlichkeit aufweist und somit etwas anders auf eine gegebene Strahlendosis reagiert. Dadurch wird eine individuelle Prognose des Langzeitrisikos einer Strahlenbelastung sehr schwierig und kann nur relativ ungenau abgeschätzt werden.

Strahlenbedingte Krebs- und Leukämieerkrankungen treten erst nach langer Latenzzeit, Jahre oder Jahrzehnte nach einer Bestrahlung auf. Da sich eine solche Erkrankung im Erscheinungsbild nicht von spontan auftretenden Erkrankungen unterscheidet, lässt sich im Einzelfall nicht feststellen, inwiefern eine Krebserkrankung strahlenbedingt ist. Ein Zusammenhang zwischen radioaktiver Strahlung und Krebserkrankungen kann nur durch statistische Methoden festgestellt werden: Wenn in einer genügend grossen Bevölkerungsgruppe die Häufigkeit an Erkrankungen auffällig größer ist als in einer vergleichbaren, jedoch unbestrahlten Bevölkerungsgruppe.

Wissenschaftlich zweifelsfrei erwiesen ist, dass sich das Erkrankungsrisiko mit zunehmender Dosis erhöht. Nach heutigem Stand der Kenntnis liesse sich aber kaum ein Zusammenhang zwischen Krebstoten und einem Dirty Bomb-Anschlag feststellen, statistisch wäre vermutlich nichts Signifikantes festzustellen. Da in der Schweiz ungefähr jeder dritte Einwohner an Krebs erkrankt, ist kaum zu erwarten, dass ein Anschlag mit einer Dirty Bomb zu einer nachweisbaren Zunahme der Krebsfälle führen würde. Die Zahl würde mit grösster Wahrscheinlichkeit im Bereich der normalen, „natürlichen“ Schwankung liegen.

Das heisst jedoch wiederum nicht, dass von den zuständigen Behörden nichts unternommen würde: Bei einem Dirty Bomb-Anschlag werden in einem begrenzten Gebiet entsprechend der radioaktiven Kontamination Massnahmen angeordnet werden.

8. Welche Massnahmen würden zum Schutz der Bevölkerung ergriffen?

Unter welchen Umständen welche Massnahmen angeordnet werden müssen, ist in der Schweiz in der Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR) festgelegt. Grundsätzlich können in einem definierten kontaminierten Gebiet abhängig vom Ausmass der Kontamination die folgenden Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung angeordnet werden:

- Empfehlung an alle Personen, die sich während des Anschlags im Freien aufhielten, ihre Kleider zu wechseln und zu duschen;
- die vorübergehende Einschränkung des Aufenthaltes im Freien;
- der vorübergehende Aufenthalt im Keller oder im Schutzraum;
- Einschränkungen im Konsum gewisser landwirtschaftlicher Produkte;
- Ernte-, Weide-, Jagd- und Fischereiverbot;
- die zeitlich begrenzte Evakuierung oder
- die definitive Umsiedlung der Bevölkerung.

Bereits der Aufenthalt im Inneren eines Hauses bietet gegenüber einem Aufenthalt im Freien einen Schutzfaktor von etwa 10, d.h. wenn im Freien eine Dosisleistung von 1 mSv/h gemessen wird, würde im Inneren eines Gebäudes nur 0.1 mSv/h gemessen. Die Evakuierung kann für eine kurze Zeitperiode angeordnet werden, um Einsatzkräften die Möglichkeit zu geben, das betroffene Gebiet ungehindert auszumessen und zu dekontaminieren. Die Evakuierung wird auch ins Auge gefasst, wenn der Schutz durch das Gebäude ungenügend ist oder die auferlegten Aufenthaltsbeschränkungen unzumutbar sind.

Sollte sich eine Dekontamination des Gebietes als unmöglich oder zu kostspielig erweisen, würden möglicherweise die Umsiedlung der Bevölkerung und die Schliessung der betroffenen Zone in Betracht gezogen. Mit den aufgeführten Massnahmen kann im Falle einer radioaktiven Kontamination eine Gesundheitsgefährdung reduziert oder sogar ausgeschlossen werden. Das Risiko einer Erkrankung an Krebs infolge der Strahlenbelastung könnte damit derart reduziert werden, dass keine nachweisbare Zunahme der Krebsfälle zu erwarten wäre. Allein unter dem Aspekt der Gesundheitsgefährdung könnten die nötigen Massnahmen zudem ohne besonderen Zeitdruck angegangen werden. Eine Verzögerung um einige Tage würde kaum ins Gewicht fallen. Es ist auch durchaus möglich, dass eine Kontamination so schwach wäre, dass keine der aufgeführten Massnahmen angeordnet werden müsste.

Im Falle einer stärkeren Kontamination kann es erforderlich sein, die betroffenen Personen, Gebäude und Strassen zu dekontaminieren, d.h. von den radioaktiven Materialien zu reinigen. Eine kontaminierte Person ist normalerweise bereits durch das Ausziehen der Kleider und gründliches Duschen weitestgehend dekontaminiert. Dabei sollten kontaminierte Kleider und Schuhe vor dem Betreten eines Gebäudes ausgezogen werden, um eine Kontamination im Gebäudeinneren zu vermeiden. Die ausgezogenen Kleider sollten dabei vorläufig in einem gut verschlossenen Plastiksack aufbewahrt werden. Dadurch kann das weitere Verschleppen der Kontamination verhindert und später die Kontamination nachgewiesen werden. Wesentlich schwieriger ist die Dekontamination von Strassen, Plätzen und Gebäuden. Diese müssen mit viel Wasser abgespritzt oder abgebürstet, evt. auch abgesaugt werden.

Mit einem solchen Dekontaminationsvorgang können je nach Art der Kontamination und Beschaffenheit der Oberfläche zwischen ca. 10 bis 90% der Radioaktivität entfernt werden – für eine deutliche Reduktion der Strahlung sind also unter Umständen mehrere Dekontaminationsvorgänge erforderlich. Gewisse radioaktive Substanzen können sich mit Asphalt oder Beton verbinden, so dass mit diesen Massnahmen nur eine ungenügende Dekontamination erreicht

werden kann. In diesen Fällen kann es sich als notwendig erweisen, Gebäude oder Strassenbeläge abzureissen und als radioaktiven Müll zu entsorgen. Auch bei nicht dekontaminierbaren Flächen wie Gärten oder Parkanlagen, muss die obere Erdschicht bis zu einer Tiefe von 20-30 cm abgetragen werden. Das heisst, dass gewaltige Materialmengen als radioaktiver Müll entsorgt werden müssen.

Um diese Dekontamination in grossem Massstab durchzuführen, würden wahrscheinlich Armee, Zivilschutz und private Unternehmen aufgeboden. Dazu existiert in der Schweiz eine Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (EOR). Ihre Tätigkeit ist ebenfalls in der bereits erwähnten Verordnung (VEOR) festgelegt und geregelt.

Alle Personen, die an einer derartigen Aufgabe beteiligt wären, müssten dosimetrisch überwacht werden. Auch dafür müssten zahlreiche Spezialisten aus zivilen Stellen, Armee und Zivilschutz aufgeboden werden. Wenn die Dekontamination erfolgreich ist, können die Bewohner nach einigen Tagen oder Wochen wieder in ihre Häuser zurückkehren. Im ungünstigen Fall, wenn eine Dekontamination nicht möglich oder zu teuer sein sollte, müssten Gebäude abgerissen und neu aufgebaut oder die betroffene Bevölkerung umgesiedelt werden.

9. Mögliche volkswirtschaftliche und psychologische Auswirkungen eines radiologischen Terroranschlags

In einem dicht bebauten Gebiet würde die gründliche Dekontamination auch nur einer relativ beschränkten Zone wahrscheinlich riesige Kosten verursachen. Die dort angesiedelten direkt betroffenen Unternehmen müssten ihre Tätigkeit wahrscheinlich vorübergehend einstellen; viele Anwohner, die eine Alternative haben, würden vermutlich wegziehen. Abgesehen von diesen mehr oder weniger direkt verursachten Kosten dürfte die zu erwartende Verunsicherung unter grossen Teilen der Bevölkerung zusätzlich zu sehr hohen volkswirtschaftlichen Gesamtkosten führen: Obwohl das Gesundheitsrisiko marginal wäre, würde die Attraktivität der betroffenen Stadt, vielleicht einer ganzen Region für die Anwohner, für Unternehmen und auch für Touristen massiv sinken.

Damit dürfte die zentrale Gefährdung unserer modernen Gesellschaft durch eine Dirty Bomb angesprochen sein: Bisher ist die Frage nach den Folgen weitgehend technokratisch beleuchtet worden – unter der unausgesprochenen Annahme, dass sich die betroffenen Menschen im Sinne einer effizienten Bewältigung des Ereignisses vernünftig verhalten würden. Eine Befragung in den USA ergab jedoch, dass bei einem derartigen Ereignis etwa 40% der erwachsenen Bevölkerung den Anweisungen der Behörden nicht folgen und auf jeden Fall versuchen würden, die Stadt so schnell wie möglich zu verlassen.⁷

Auch über die mittel- und längerfristigen psychologischen Auswirkungen eines derartigen Ereignisses lässt sich nur spekulieren. Die Anschläge vom 11. September 2001 haben gezeigt, dass unter der betroffenen Bevölkerung viele Fälle von posttraumatischem Stress Syndrom, Depression, Schlaflosigkeit oder Angst auftreten. Eine 2002 publizierte Studie besagt, dass über 67'000 Bewohner Manhattans nach den Anschlägen von 9/11 an einem posttraumatischen Stress Syndrom und 87'000 Personen an einer Depression litten.⁸ Betroffene Personen, insbesondere auch diejenigen, welche an den Aufräumarbeiten beteiligt waren, benötigen unter Umständen noch Jahre nach einem Ereignis eine medizinische Betreuung. Symptome wie Schlafstörungen, Angstzustände, Konzentrationsstörungen und Lustlosigkeit sind unter diesen Menschen weit verbreitet.

⁷ Roz D. Lasker: Redefining Readiness: Terrorism Planning Through the Eyes of the Public, Center for the Advancement of Collaborative Strategies in Health, The New York Academy of Medicine, September 14, 2004.

⁸ RD. Marshall: If we had known what we know now: a review of local and national surveys following September 11, 2001. CNS Spectr. 2002 Sep;7(9):645-9.

Die psychologischen und im Endeffekt politischen Auswirkungen können zudem weit über die direkt betroffene Bevölkerungsgruppe hinaus reichen. Am Beispiel der Anschläge von 9/11 werden mögliche innen- und aussenpolitische Auswirkungen eines verheerenden Terroranschlags sichtbar: Ein Militärbündnis ist in Afghanistan und Irak gegen Regierungen, welche den Terrorismus unterstützt haben, in einen veritablen Krieg gezogen. Im Innern sind die Kontroll- und Schutzmassnahmen verschärft worden – was in einer offenen, freiheitlichen Gesellschaft potentiell eine Gefährdung von Persönlichkeits- und Freiheitsrechten der Bürger bedeuten kann und dementsprechend in den USA und weltweit heftige Debatten über sinnvolle Massnahmen im Kampf gegen Terrorismus ausgelöst hat.

10. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Eine Dirty Bomb ist eine Bombe aus konventionellem Sprengstoff, dem radioaktives Material beigefügt worden ist. Bei der Explosion wird zusätzlich zur Explosionswirkung radioaktives Material in die Umwelt verstreut und damit eine radioaktive Kontamination der Umgebung bewirkt. Unter dem Aspekt der technischen Machbarkeit sind die Herstellung und der Einsatz einer solchen "Schmutzigen Bombe" für eine gut organisierte Terrororganisation möglich. Fraglich ist jedoch, ob sich der relativ grosse Aufwand für eine Terrororganisation lohnt, denn die unmittelbaren Folgen eines Terroranschlags mit einer Dirty Bomb unterscheiden sich nicht wesentlich von den Folgen eines Anschlags mit einer konventionellen Bombe von entsprechender Sprengkraft: Sie verursacht unmittelbar genau gleich viele Tote und Verletzte. Gemessen an den unmittelbaren Auswirkungen fällt die durch eine Dirty Bomb verursachte radioaktive Kontamination der Umgebung kaum ins Gewicht: Sie ist zu gering, als dass es dadurch bei Passanten und Bewohnern des betroffenen Gebietes oder bei den Einsatzkräften zu einer akuten Strahlenerkrankung oder gar zu Todesfällen kommen könnte.

Wenn allerdings keinerlei Massnahmen getroffen würden, um die Bevölkerung vor den längerfristigen Auswirkungen der erhöhten Radioaktivität zu schützen, wäre nach Jahren und Jahrzehnten eventuell eine Zunahme der Krebsfälle zu erwarten. Durch geeignete Massnahmen können diese Auswirkungen jedoch vermindert werden. In der Schweiz regelt die Verordnung über die Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (VEOR) Zuständigkeit, Organisation und Einsatz der Organe des Bundes in Fällen, in denen Bevölkerung und Umwelt durch erhöhte Radioaktivität gefährdet sind oder sein könnten. Je nach Art und Grad der Kontamination wären eine Einschränkung des Aufenthaltes im Freien, ein Ernte-, Weide-, Jagd- und Fischereiverbot, in den am stärksten betroffenen Gebieten möglicherweise auch eine Evakuierung und aufwändige Dekontamination oder gar der Abriss von ganzen Gebäuden erforderlich. Sehr aufwändige und einschneidende Massnahmen wie eine Evakuierung müssten allerdings nicht zwingend sofort durchgeführt werden. Unter dem Aspekt der Gefährdung wäre genügend Zeit vorhanden, um alle erforderlichen Massnahmen sorgfältig vorzubereiten, ohne dabei die Bevölkerung einem relevanten Risiko auszusetzen. Fraglich bleibt jedoch, ob die betroffene Bevölkerung das erforderliche Vertrauen und die nötige Einsicht aufbringen würde – oder ob nicht Panik ausbrechen würde, was zu erheblich grösseren Schäden führen könnte.

Während also die durch einen Dirty Bomb-Anschlag unmittelbar an Leib und Leben verursachten Schäden relativ eng begrenzt blieben, liesse sich volkswirtschaftlich zumindest bei einer starken Kontamination ein grösserer Schaden wahrscheinlich nicht vermeiden: Abgesehen davon, dass eine allfällige Evakuierung und anschliessende Dekontamination eines bestimmten Gebietes technologisch und logistisch gewaltige Schwierigkeiten bereiten könnte, wäre es in jedem Fall eine äusserst kostspielige Massnahme. In einem dicht bebauten und besiedelten Gebiet könnten Kosten in Milliardenhöhe entstehen. Dabei ist keineswegs klar, wer diese Kosten zu tragen hätte: Wieweit würde in der Schweiz der Bund, der betroffene Kanton, die betroffene Gemeinde einspringen? Was bliebe an privaten Eigentümern hängen?

Angesichts der begrenzten gesundheitlichen, aber volkswirtschaftlich möglicherweise grösseren Auswirkungen herrscht in Fachkreisen deshalb seit längerer Zeit weitgehende Übereinstimmung darüber, dass mit Bezug auf die Dirty Bomb nicht eigentlich von einer „Weapon of Mass Destruction“ oder Massenvernichtungswaffe gesprochen werden kann, sondern vielmehr von einer „Weapon of Mass Disruption“, einer „Massenstörungswaffe“.

Terroristen könnten versucht sein, eine solche Waffe einzusetzen, wenn sie einer Gesellschaft einen möglichst hohen und möglichst langfristig wirksamen, materiellen Schaden zufügen wollen. Bisher war dies offensichtlich nicht das Ziel von Terroristen; sie zielten vielmehr darauf, mit einem Anschlag einen möglichst hohen unmittelbaren Schaden zu verursachen. Werden sie auch in Zukunft entsprechend vorgehen? Werden sie neue Strategien und neue Anschlagsformen entwickeln? Darüber kann nur spekuliert werden.

In jedem Fall müssen wir auch in der Schweiz alles daran setzen, um uns vor einem möglichen Anschlag mit einer Dirty Bomb bestmöglich zu schützen. Die Prävention gegen illegalen Erwerb und den missbräuchlichen Einsatz von radioaktiven Stoffen muss weltweit verbessert werden. In der Schweiz haben wir ein relativ hohes Niveau erreicht, bestehende Lücken werden laufend identifiziert und geschlossen. International sind koordinierte Anstrengungen erforderlich. Das LABOR SPIEZ unterstützt in diesem Bereich insbesondere die Arbeit der Internationalen Atomenergieagentur IAEA. Darüber hinaus werden von den Schweizer Behörden Massnahmen ausgearbeitet, um die Durchführbarkeit eines Terroranschlags mit einer Dirty Bomb sowie seine potentielle Folgen weiter zu verringern. Das LABOR SPIEZ ist auch daran beteiligt.

Die Autoren: Dr. Emmanuel Egger, Dr. Kurt Mürger

LABOR SPIEZ - Die schweizerische Fachstelle für ABC-Schutz

LABOR SPIEZ
CH-3700 Spiez
Tel. +41 33 228 14 00
Fax +41 33 228 14 02
laborspiez@babs.admin.ch
www.labor-spiez.ch
