

Vortrag “Atomare Bedrohung” 2000, später überarbeitet

Dr. C.J. Luchsinger

www.luchsinger-mathematics.ch, jobs@math-jobs.com, 076/392 03 20

1. Motivation
 2. Historische Entwicklung
 3. Was geschieht bei einer A-Bomben-Explosion
 4. Auswirkungen
 5. Schutzmassnahmen
 6. Repetition wichtigste Massnahmen
-

1. Motivation

Folie: UEBERSICHT

Wenn Fragen: sofort stellen!

Was fällt ein zum Thema “Atombombe?” (auf OHP: Radioaktivität, massive Zerstörung, Atompilz, Hiroshima, EMP)

Von 60er bis Anfang 90er Jahre: mögliche weitgehende Zerstörung der Menschheit (USA etwa 30'000 und SU etwa 60'000 Atomwaffen, Mitte 80er Jahre); heute nicht mehr Thema

Was ist Grund für heutige Besorgnis?

a) KKW's (5 in CH, welche?) (Beznau I und -II, Gösgen, Leibstadt, Mühleberg): sehr sicher, internationaler Standard, gute Leute, Restrisiko bleibt. Unfälle im nahen Ausland

b) Iran, Nordkorea (Folie: WELTKARTE)

c) Terroristen, Entwendung aus Arsenalen (Russland; 20 Kofferbomben) bzw. Kauf bei korrupten Offizieren, was sind Kofferbomben, Einsatzart, Glaubwürdigkeit, FBI

d) Denkbare Einsatz in militärischen Operationen: Volksrepublik China gegen Taiwan (Neutronenbombe) (Folie: WELTKARTE)

2. Historische Entwicklung

Folie: UEBERSICHT

Bis ~ 1900: "klassische Physik", dann "Unbehagen im ganz grossen (Universum) und ganz kleinen (Atome)"

Gegen 2. Weltkrieg zu: Vermutung, A-Bombe möglich, arbeiten die Achsenmächte, Deutschland daran? Gelingt es Ihnen?

Umfeld (Folie: WELTKARTE): fast ganz Europa unter Kontrolle der Nazis, in Afrika kurz vor Suezkanal, ganzer Westen von Russland erobert; in Ostasien: Japan hat ganz Ostasien erobert: **freie Welt, Demokratien waren in höchster Gefahr! Angst: A-Bombe der Nazis.**

F.D.R. (Präsident der USA in schwerster Zeit (Depression, Krieg)): USA als Waffenkammer der Demokratie: UK und SU wären ohne amerikanische Unterstützung zusammengebrochen. Rede von F.D.R. vor über 1500 WissenschaftlerInnen (Physiker, Chemiker, Biologen, Ingenieure, Mathematiker): "müssen Flagge bekennen, in die Waffenindustrie: Flugzeuge, Motoren, Kanonen, elektronische Geräte." -- > überzeugte Pazifisten arbeiteten für Waffenindustrie.

Neben dieser konventionellen Rüstung, auch völlig neuartiges Projekt mit unsicherem Ausgang: "Manhattan-Projekt": Entwicklung der ersten A-Bombe. Risikoreich: viel Intelligenz, Rohstoffe, Soldaten, Geld von konventioneller Rüstung abgezogen. "Who is who der Physik": Edward Teller, Enrico Fermi, u.s.w.. Ort: Los Alamos, New Mexiko; *Buch unter anderem "Jetzt darf ich sprechen" von Leslie R. Groves.*

8. Mai 45: Kriegsende in Europa

Juni 45: erste Testexplosion in der Wüste von Alamogordo bei Los Alamos

6. August 45: Abwurf auf Hiroshima, nachfolgendes Ultimatum (unbeantwortet)

9. August 45: Abwurf auf Nagasaki, danach Kriegsende

Nachricht Atombombe: 1 einzige Bombe von 1 Flugzeug zerstört ganze Stadt! / Eltern & Grosseltern fragen, wie erlebt / Radioaktivität noch kein Thema / erste Bilder des Atompilzes

Kontrovers diskutiert und erinnert: **Tote:** 140'000 bei Hiroshima bis Ende 1945 und dann bis 350'000 an den Spätfolgen (schwierig zu definierende Zahlen). Verleiche mit Dresden April 45 (RAF und USAF) 30'000, Tokio ebenfalls und vollständig zerstört. Bei Dresden und Tokio waren mehrere hundert Bomber und mehrere 1000 Bomben beteiligt! *Buch unter anderem "Hiroshima - Geschichte und Nachgeschichte" von Florian Coulmas.*

49: erste A-Bomben-Explosion in der SU

folgten weitere Länder: UK, F, Ch, Indien, RSA (nicht mehr), Pakistan. Auch Israel, aber keine Testexplosionen, Nordkorea

arbeiten daran: Iran

arbeiteten daran, ohne Abschluss: Brasilien und Argentinien

CH hat keine A-Waffen

Einsatz stand immer wieder zur Debatte: **Koreakrieg:** General Douglas MacArthur wollte A-Waffen gegen China einsetzen -- > abgesetzt / **Vietnamkrieg:** Präsident Nixon überlegte sich, gegen Hanoi A-Waffen

einzusetzen / **Falklandkrieg**: Briten hatten A-Bomben dabei, auch auf der versenkten Sheffield -- > mussten Bomben retten / **Golfkrieg**: im Falle einer Niederlage oder bei Giftgaseinsatz von Seiten der Irakis

Bemühungen, Wettrüsten unter Kontrolle zu bekommen und später sogar Abrüstung: 63: Teil-Teststopabkommen (US, SU, UK; keine Oberflächentests), 70er: ABM-Vertrag (US, SU; keine Anti-Balistische Missiles), lange dauernde SALT-Gespräche, 90er: START I, -II und umfassendes Atomtestverbot (nach F in Mururoa)

Sehr viele Staaten haben KKW. Beim Betrieb eines KKW's fällt Plutonium an. Davon kann man A-Bomben bauen. Sehr viele Staaten haben sich freiwillig verpflichtet, erstens keine A-Waffen zu bauen und zweitens garantiert, dass dieses Plutonium nicht in Kreise gelangt, bei denen man A-Waffen herstellen möchte. Rechtlich ist das im Non-Proliferationsvertrag festgehalten; auch die CH hat diesen Vertrag unterzeichnet. Er ist jedoch von der Machtpolitik her nicht unumstritten (Zementierung der Macht der Atommächte).

3. Was geschieht bei einer A-Bomben-Explosion

Folie: UEBERSICHT

Nicht so schlimm, wenn man Teile davon nicht versteht!

kurze Einführung in Chemie/Physik: es gibt verschiedene chemische Elemente: Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Eisen, Uran, Schwefel etc. Stück Eisen nicht beliebig teilbar. Irgendwann kommt man bei den Atomen an. Wenn man ein Eisen-Atom spaltet, ist es nicht mehr Eisen! Diese Atome bestehen aus unterschiedlich vielen sogenannten Protonen, Neutronen und Elektronen. Folie: ATOM. Die Protonen und Neutronen sind im Kern des Atoms und die Elektronen kreisen um diesen Kern. Das Proton ist positiv geladen, die Elektronen sind negativ geladen und die Neutronen sind elektrisch neutral. Ein Wasserstoff-Atom besteht aus einem Proton und einem Elektron. Ein Uran-Atom hat sehr viele Protonen, Neutronen und Elektronen (wie kleine Tennisbälle kugelförmig zusammengehalten).

(Folie: KERNSPALTUNG) Man kann sich vorstellen, dass die grossen Atome, welche aus vielen kleinen Teilchen bestehen, eventuell in zwei Teile zerfallen, wenn man ein anderes kleines Teilchen (Neutron) hineinschiesst. Das ist in der Tat der Fall; bei diesem Zerfall wird zudem noch eine grosse Menge von Energie frei. Zusammengefasst: **Man kann also ein Uran-Atom mit sogenannten Neutronen beschliessen, sodass es zerfällt, wobei gleichzeitig Energie frei wird.**

Wie kommt man jetzt aber zur Atombombe oder zu einem Atomkraftwerk? Dazu dient nun die sogenannte Kettenreaktion (Folie: KETTENREAKTION). Wenn wir ein Uran-Atom mit einem Neutron beschliessen und es zerfällt, so werden auch 2 bis 3 weitere Neutronen freigesetzt und fliegen in der Gegend herum. Wenn man jetzt um dieses zerfallende Uran-Atom geschickt und gedrängt weitere Uran-Atome anordnet, so treffen diese Neutronen wieder auf ein Uran-Atom und spalten dieses, womit wieder 2 bis 3 Neutronen frei werden, welche wieder neue Uran-Atome spalten können und so weiter: das ist die Kettenreaktion! Dies führt zu einem exponentiellen Anstieg der Anzahl der zerfallenden Atome und damit auch zu einem exponentiellen Anstieg der freigesetzten Energie! Dies alles spielt sich zudem innert sehr kurzer Zeit ab (Bruchteile von Sekunden).

Das Prinzip der A-Bombe ist einfach und habe ich soeben beschrieben. Die Schwierigkeit ist die, diese Atome so anzuordnen, dass die herumfliegenden Neutronen auch auf ein Atom treffen und nicht die Bombe verlassen und ausserhalb der Bombe verpuffen. Man braucht also ein Mindestmass an spaltbarem Material und muss dieses dicht anordnen. Das ist die kritische Masse. Man muss aber verhindern, dass die Bombe einfach losgeht. Wie baut man nun eine Atombombe? 2 subkritische Massen (Halbkugeln) aufeinander losschiessen und beim Zusammenprallen zünden, damit stark zusammengepresst.

Nicht alle Atome zerfallen so "schön", wenn man sie beschiesst. Man muss diese Atome schon suchen in der Natur oder sogar künstlich herstellen (schneller Brüter). Uran 235 und Plutonium 239 sind die bekanntesten.

Wir haben oben die Kettenreaktion beschrieben, in der **grosse** Atome (Uran, Plutonium) **zerfallen**, wobei Energie frei wird. Es ist nun überraschend, dass bei der **Verschmelzung** von kleinen Atomen (Wasserstoff) zu grösseren Atomen (Helium) ebenfalls Energie frei wird. Man kann auch aus diesem Prinzip eine Bombe entwickeln und dies ist dann die sogenannte Wasserstoffbombe; viel grössere Sprengkraft.

Wer kommt noch mit? - Jetzt leichter

Wieviel Energie wird dabei frei? Einheiten der Angaben: TNT-Äquivalent, will heissen: wieviel TNT bräuchte man, um den gleichen Spreng-Effekt zu erzielen? Fliegerbomben: etwa 400 kg TNT bei 454 kg Bombe. Bei Hiroshima: 16 kt, also 16'000 Tonnen also 16 Millionen Kilogramm. Gibt es beliebig kleine Atombomben? Es gibt ein unteres Minimum: etwa 0.03 kt TNT (=30'000 kg, weniger geht nicht wegen der kritischen Masse). Wasserstoffbomben bis zu 58 Megatonnen TNT-Äquivalent.

Bei einem Atomkraftwerk wird man obige Kettenreaktion derart steuern, dass pro zerfallenes Atom im Durchschnitt immer nur ein weiteres Atom in der nächsten Generation zerfällt. Wenn zu wenig zerfallen, sind wir subkritisch; wenn zu viele zerfallen, sind wir superkritisch. Ein KKW muss also immer kritisch gehalten werden.

4. Auswirkungen

Folie: UEBERSICHT

Im Wesentlichen 5 Auswirkungen (bei Explosionspunkt Tief):

(4 sofort und 1 mit Verzögerung)

5 Auswirkungen auf Folie AUSWIRKUNGEN

Schockwelle (sehr starker Wind) wegen extremer Erwärmung und deshalb Ausdehnung, dies im Prinzip noch gleich wie bei konventioneller Bombe, aber um ein Vielfaches stärker -- > Fahrzeuge, Bäume, Mauern, Gebäude, bis in grosse Distanzen: Fensterscheiben! *Folgen für die Menschen und Geräte: mechanisch verursachte Schäden (wegen inneren Blutungen kann auch eine "geringe" Verletzung wegen des Chaos und nicht vorhandener medizinischer Versorgung schnell ein Todesurteil sein).*

Sehr hohe Temperaturen: anstatt ein paar 1000 Grad (konventionelle Explosion), Millionen von Grad; dazu kommt ein Blitz (extrem hell). *Folgen für die Menschen und Geräte: Hautverbrennungen und Brände auch in grossen Distanzen, Wärmestrahlung bis 10 km, dort aber völlig harmlos, in Nähe: Sehstörungen bis Erblindung.*

unsichtbare Initialstrahlung (Strahlendusche) am Anfang der Explosion (etwa 1 Minute lang), bis 2 km vom Explosionspunkt auch Neutronen- und Gamma-Strahlung. Mit menschlichen Sinnesorganen nicht wahrnehmbar. *Folgen für die Menschen und Geräte: "Strahlenkrankheit": Erbrechen, Durchfall, Fieber, Zerfall der Kräfte, Orientierungslosigkeit, Unwohlsein, Haarausfall, Ausfall wichtigster Körperorgane und darauffolgender Tod. Bei kleineren Dosen: Krebs mit oder ohne Todesfolgen, vorübergehendes Unwohlsein, Erbschäden bei den Nachkommen. Bei gewissen Menschen gibt es diese Auswirkungen, bei anderen nicht (stochastisch, zufällig). Geräte nicht betroffen.*

Weiterer Effekt: EMP (Was ist das?) auch zu Deutsch: NEMP. Starker und sehr rasch ansteigender elektromagnetischer Puls. *Folgen für die Menschen und Geräte: Zerstörung von elektronischem Gerät, Herzschrittmachern etc. Ansonsten unschädlich für Menschen.* Bei Bodenexplosionen nur in der Nähe des Explosionspunktes; bei hohen Explosionspunkten sehr grosse Schäden an elektrischen Geräten über sehr grosse Gebiete hinweg (Folie: EMP)

Mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung (Folie: ABLAUF, log-Skala!) kommt noch:

Fallout: Bei Bodenexplosionen werden radioaktive Teile mit Erde/Gestein vermischt, in die Höhe geschleudert (in den Atompilz) und von Winden an eventuell weit entfernte Orte transportiert. Folien: Wandernder Pilz und Abnahmegesetz. "Bitte kein Regen, während Wolke über uns zieht; danach bitte Regen, damit die Radioaktivität in den Boden sickert!" *Folgen für die Menschen und Geräte, wie bei Strahlendusche.*

Zusammengefasst: sofortige Auswirkungen: Schockwelle, Wärmestrahlung, Strahlendusche, EMP. Mit zeitlicher Verzögerung: Fallout.

5. Schutzmassnahmen

Folie: UEBERSICHT

Zuerst Träger nennen: Bomber, Jagdbomber, Raketen, Cruise Missiles, Minen, Kanonen.

1. Zentraler Unterscheidungspunkt: Luft- oder Bodenexplosion. Falls schmutzigschwarzer Pilz, dicker Stamm, so hat man eine Bodenexplosion.

Sonst Luftexplosion: EMP und Strahlendusche in Nähe der Explosion, keine weiteren Folgen, insbesondere kein Fallout. Braucht Deckung vor Strahlung. Doch Fallout bei lokalem Regen, aber nicht mit Bodenmaterial vermischt.

Im Weiteren nur Bodenexplosion:

2. Zentraler Unterscheidungspunkt: Sind wir derart Nahe am Explosionspunkt, dass wir es mit allen Auswirkungen zu tun haben oder haben wir genug Distanz, damit wir uns nur noch um den Fallout kümmern müssen?

5.1 Nahe am Explosionspunkt

Bei Nullpunkt: keine Chance!

Eventuell Vorwarnung wegen einfliegender Rakete oder so: Wenn möglich noch Bunker, Luftschutzkeller etc, sonst Mulde (Eingraben sehr wichtig, auch sonst wichtig), falls bei Explosion überrascht (*sehr* heller Blitz): "Duck and Cover": Hinwerfen (auch in konventionellem Krieg wichtig) und nackte Körperstellen bedecken (gegen Hitzestrahlung und Schockwelle) Folien: MASSNAHMEN und 10KT (gegen mechanische Zerstörung). Gegen Initialstrahlung hat man entweder Glück oder Pech, je nachdem ob man in Sichtweite von Explosion und aufsteigendem Pilz. US-Army: Begleitfahrer mit immer verbundenen Augen, kann nach Blitz alle anderen (vorübergehend erblindet) aus Gebiet fahren. Wenn Druckwelle vorbei, auf Fallout vorbereiten (Schutzanzug mit Gasmasken).

EMP: im Zeitpunkt der Explosion zu spät, vorher Massnahmen treffen: Stecker raus (Elektrizität und Antenne, alles!) und diese von Gerät entfernen (Funkensprung), ASU.

5.2 Radioaktivität, von Fallout: (3 Kategorien von Massnahmen)

Was ist Radioaktivität? Viele Atome sind *nach der Explosion* immer noch instabil und zerfallen. Bei diesen Zerfällen werden 3 Arten von Strahlen frei: α , β (eigentlich β^-) und γ .

Aussagen wie: "Aus einem KKW ist radioaktive Strahlung ausgetreten." machen keinen Sinn. 1. tritt immer aus, 2. Schlimm ist Austritt von radioaktiv strahlendem Material.

Es gibt 3 Kategorien von Massnahmen gegen diese Strahlen: Folie: MASSNAHMEN

Distanz ($\frac{1}{d^2}$ bei Punktquelle) wo d Distanz zur strahlenden Materie: Verdoppelung der Distanz, nur noch ein Viertel der Strahlungsintensität. Quadratische Abnahme.

Abschirmung Folie: ABSCHIRMUNG, α : Blatt Papier, β : Plexiglassscheibe, gegen γ nur Halbwertsdicke, das heisst: nie vollständige Abschirmung aber Schwächung der Strahlung (Je dicker Betonwand, desto besser!).

Dauer der Bestrahlung Schaden etwa proportional zur Dauer

Die folgenden Massnahmen können eventuell noch geordnet von Offizieren und Unteroffizieren angeordnet und kontrolliert werden. Meldung ist dann vielleicht: "Fallout von 9 Uhr bis 11 Uhr zu erwarten".

Erstes Ziel der Schutzmassnahmen gegen Radioaktivität: **Keine radioaktiven Substanzen in den Körper lassen, auch nicht direkt auf den Körper!** Grund (Frage an Publikum, 3 Kategorien): Distanz (s.o.)=0 cm / "Abschirmung" durch den eigenen Körper / Dauer der Bestrahlung bis an's Lebensende (s. aber auch weiter unten). Also: Problem der Atmung und Aufnahme von Nahrungsmitteln und Flüssigkeit. Schutzmaske gegen Einatmen von radioaktivem Staub, Cäsar mit Trinkmöglichkeit, luftdicht verpackte Nahrungsmittel. Kein Fallout auf nackte Haut, sondern immerhin Uniform, Handschuhe etc. Besser: Schutzüberwurf oder gar Cäsar. Das Ziel ist nicht, die γ -Strahlung aufzuhalten (unmöglich!), sondern: keine strahlenden Partikel in oder direkt auf den Körper. Bereits Uniform, Überwurf oder Cäsar nützt gegen α - und β -Strahlen.

Je nach Entfernung vom Explosionspunkt herrscht Chaos bis Ordnung. Vb eventuell nicht vorhanden: Selbst- und Kameradenhile (keine Sanität da, auch gut gegen Panik).

Wenn Fallout unten und in sicherem Gebiet: reinigen (grob mit Mannsputzzeug, Wasser, Seife, Benzin; fein: duschen mit Lappen, 007 in Dr. No, Ursula Andress und Sean Connery, in Luftschutzkeller, Bunker)

Falls man nicht in sicheres Gebiet kann und länger der Strahlung ausgesetzt ist: Fallout von Uniform abklopfen, Gedränge anordnen (auswechseln, wer innen und wer aussen) und Ruhe. Folie: GEDRAENGE.

Fantasie entwickeln!

Falls man in sicherem Unterstand ist: nach gewisser Zeit jemand mit Messgerät raus, da Prognosen unsicher (hotspots)

Falls bestrahlt worden:

1. Körper braucht Ruhe, schlafen lassen

2. Spezialbehandlungen: Bier, Komplexbildner, Plutonium kommt eher aus dem Körper raus, "biologische Halbwertszeit". Knochenmarktransplantationen, diverse Behandlungen gegen auftretende Krankheiten

6. Repetition wichtigste Massnahmen, 2 Folien

Folie: UEBERSICHT

5 (=4 plus 1) Auswirkungen: Schockwelle, Wärmestrahlung, Strahlendusche, EMP, danach Fallout

2 Sofortmassnahmen wenn überrascht: Duck and Cover!

3 Kategorien von Massnahmen gegen Radioaktivität: Distanz, Abschirmung, Dauer der Bestrahlung. Schutzanzug und Schutzmaske, kein strahlendes Material in Körper oder schon auf Körper, Fantasie entwickeln!