



27.4.3 Kernachtig: radioactief risico


Kernsplijting  wordt gebruikt om enorme hoeveelheden energie vrij te maken. Die energie gebruiken we via kerncentrales voor elektriciteit, of voor atoombommen en als energiebron voor kernonderzeeërs.



Figuur 1 Radioactief afval

Als brandstof worden (verrijkt) **uranium**  en plutonium gebruikt. Een atoom wordt beschoten, waardoor er neutronen en elektronen wegspatten, die ook weer atoomkernen raken en splitsen, enz.

Geconcentreerd leidt dit tot een kernexplosie, gecontroleerd produceert dit veel hitte die in kerncentrales gebruikt wordt om turbines aan te drijven en stroom te maken. De reactie levert veranderde atoomkernen op met meer of minder protonen en/of neutronen. Deze verander(en)de atomen zijn

radioactief : ze zenden ioniserende stralen uit: energie die elektronen uit een atoom kunnen wegschieten.

Onze beschaving bestaat nog geen honderdduizend jaar. Het verval van gevaarlijk **radioactief** materiaal tot ongevaarlijke stof duurt honderdduizenden jaren. Opslag is dus ook een onoverzienbaar probleem voor toekomstige generaties.

Een te hoge straling heeft ernstige gevolgen: misvormingen bij het nageslacht, kanker of zelfs een acute dood.

Door straling kunnen DNA-moleculen worden beschadigd, en lichaamscellen veranderd of gedood. Ongebreidelde celdelingen leiden tot *kanker en genetische mutaties* die cumuleren over meerdere generaties. De kansen hierop nemen toe met de mate van blootstelling, intensiteit, hoeveelheid, soort straling, duur.


De verminkte elementen (atomen) zullen op (soms zeer lange) termijn terug naar een stabiele toestand evolueren. Maar ondertussen kunnen ze jaren en eeuwenlang actief blijven.

Radioactieve vervuiling is onzichtbaar. Alles wat er mee in aanraking komt wordt **besmet**: gereedschap, vloeistof, volledige centrales, mijnen, ertsresten,... Dat maakt opruimen onbetaalbaar.

De Verenigde Staten brachten in 1945 drie **atoombommen** tot ontploffing: een test in de woestijn van New Mexico, daarna volgde de vernietiging van de Japanse steden Hiroshima en Nagasaki.

Er werden, ook door de Sovjet-Unie en andere landen, steeds meer en krachtiger bommen getest en gemaakt, waarnaast de eerste maar klein grut zijn.

Een verdrag tussen de US en de SU verbood bovengrondse **kernproeven** vanaf 1963.

Ondertussen tellen we 543 bovengrondse + 1.876 ondergrondse = 2.419 proeven (het aantal bommen ligt nog hoger), met als landenaandeel: 1.054 VS, 715 SU, Frankrijk 210, GB 45, China 45, India 7, Pakistan 6, Noord-Korea 1, Israël  Zuid-Afrika 1 (2012!)

♫ Het is niet omdat je met een Ferrari rijdt, dat je een betere chauffeur bent.

Na de **wapenwedloop** tussen VS en SU was er in 1998 in Azië ook een tussen India en Pakistan.

India, Pakistan en Israël, hebben het **Non-Proliferatie Verdrag** (tegen de verspreiding van kernwapens) niet getekend, Noord-Korea heeft het in 2003 opgezegd.

Er zijn ongeveer 35.000 **kernwapens** in de wereld. De VS hebben 5.300 operationele kernkoppen en 5.000 in de 'responsive reserveforce'. Rusland 7.200 operationele kernkoppen, China 400, Frankrijk 350, het Verenigd Koninkrijk 200, Israël tot 400, Pakistan tot 50 en India 30 tot 35. Noord-Korea?

Fall-out 📖, radioactieve- of kernneerslag staat voor het stralingsgevaar van neerdalend stof, na een kernexplosie in de atmosfeer of aan het aardoppervlak. Niet enkel het materiaal van de bom is radioactief, het stof dat opwerfelt door de intense neutronenbestraling van de explosie wordt zelf ook radioactief door neutronenvangst.

Een '**Nucleaire Winter**' 📖 wordt veroorzaakt door de miljoenen tonnen roet in de atmosfeer als gevolg van alle branden veroorzaakt door veelvoudige kernexplosies. Deze wolk blokkeert het zonlicht, met wereldwijd mislukte oogsten en honger bij mens en vee als gevolg.

Zelfs als kernwapens nooit gebruikt worden hebben productie, testen en opslaan ervan immense milieugevolgen.

♪ *Mijn brein is mijn tweede favoriete lichaamsdeel. Woody Allen*

Kerncentrales staan vooral in geïndustrialiseerde regio's: US, SU, Europa en Japan. De wereld telt er 442, waarvan 197 in Europa. Volgens het IAEA ligt rond de 20 procent in gebieden met 'significante seismische activiteit.' Dit extra risico speelt vooral in Japan en Taiwan, maar ook India, Turkije en Chili aardig mee.

Een kernsmelting of **meltdown** 📖 is een ongeluk met een kernreactor waarbij de kern van de reactor oververhit raakt en brandstofelementen smelten. Dat kan tot gevolg hebben dat radioactief materiaal vrijkomt, en maakt in ieder geval de reactor onbruikbaar tot de kern is gerepareerd of vervangen. In een zeer ernstig scenario zou de nucleaire kettingreactie uit de hand lopen en de reactormassa zich door de bodem van het reactorvat en het reactorgebouw heen de grond in smelten (*China syndroom*). In de gevallen waarin een (gedeeltelijke) kernsmelting plaatsvond, was hiervan geen sprake.

Een eerste ontploffing in september 1957 (**Kyshtym**, Oeral) werd lange tijd door de Russen stilgehouden.

De overhaaste bouw van de oorspronkelijke **Windscale** centrale (nu **Sellafield** - Groot-Brittannië) heeft geleid tot veel ongelukken. Bijvoorbeeld: op 9 oktober 1957 was er een brand in de reactorkuip,

op 18 april 2005 werd ontdekt dat negen maanden lang een breuk in een pijpleiding onopgemerkt was gebleven!

In de opwerkingsfabriek **Majak** in Rusland zijn in de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw twee grote en diverse kleine nucleaire ongelukken geweest.

Op 28 maart 1979 kwam er door een kernsmelting in kerncentrale van **Three Mile Island** in Harrisburg, Verenigde Staten veel radioactief gas in de atmosfeer. Pas na zes jaar kon het reactorvat geopend worden. Toen bleek dat de schade veel ernstiger was dan eerst was verondersteld. En pas in 1993 was de schoonmaak van het reactorvat grotendeels afgerond.

Tsjernobyl, 25-26 april 1986: na een fout bij een test werd de reactor onbedoeld vrijwel volledig stilgelegd.

Door een combinatie van opeenvolgende problemen en fouten liepen temperatuur en vermogen steeds verder op, en een stoomontploffing blies het 2.000 ton zware dak van de reactor weg.

Na tien dagen waren circa 135.000 mensen geëvacueerd uit een gebied met een straal van 30 km rond de reactor. Deze 'vervreemdingszone' is nog altijd streng verboden gebied.

Rond 2 mei bereikte de radioactieve wolk Nederland en België.

In Nederland werd een graasverbod ingesteld om besmetting van melk te voorkomen. Verse bladgroente mocht niet meer verkocht worden. In België werd geen enkele maatregel genomen. Weerman Armand Pien mocht niet meedelen hoe hoog de straling van de radioactieve wolk was. Het was gewoon 'stralend' weer.

Vooral de consumptie van wild, herten, en wilde bospaddenstoelen zijn absoluut te vermijden. Wordt nog vele jaren later in Duitsland gesteld.

Nadat de brand geblust was werd reactor 4 ingepakt in een betonnen sarcofaag, die in november 1986 klaar was. Dit omhulsel verkeert nu (nog/weer) in onverantwoorde staat. De kosten om de restanten van de centrale opnieuw af te schermen zijn geraamd op € 1,54 miljard, geld dat Oekraïne niet heeft.

In 1995 vroeg Oekraïne ook al 900 miljoen dollar aan de G8-landen om de Tsjernobyl-installatie permanent stil te kunnen leggen. Dat gebeurde pas in 2000. Het aantal sterfgevallen als gevolg van deze ramp ligt tussen 4.000 en 200.000.

Op 11 maart 2011 bleken de kerncentrales in het Japanse **Fukushima** onvoldoende bestand tegen natuurgeweld van een tsunami.

De volgende dag moesten 170.000 mensen vertrekken uit een straal van 20 km, na een maand verruimd tot 30 km.

♪ *Na de crematie van 2 verstrooide professoren verwisselden ze de X- en de Y-as.*

Het Amerikaanse vliegdekschip USS Ronald Reagan heeft op 160 km uit de kust straling gemeten.

Op 23 maart werd radioactief jodium gevonden in het drinkwater van Tokio (200 km verder) in een hoeveelheid die voor kinderen tot één jaar gevaarlijk is. Ook in groenten en melk uit de omgeving werden verhoogde concentraties radioactief jodium en cesium gevonden.

Op 11 mei werden bij Marumori, op 60 kilometer van Fukushima in het gras verhoogde concentraties radioactief cesium gevonden die de maximaal toegestane wettelijke waarde vijfmaal overschreden.

Bij iedere kernramp kwam informatie altijd maar mondjesmaat, foutief en veel te laat in een poging paniek en verantwoordelijkheid zoveel mogelijk te vermijden.

Iedereen wordt constant blootgesteld aan **achtergrondstraling**: 📖 natuurlijke ioniserende straling, afkomstig van de kosmos (zon en sterren), natuurlijk radioactief materiaal in de rotsen en de grond, radionucliden die normaal in ons lichaamswaarsel zitten, en radon en zijn producten, dat we inademen. Tot heden kan men niet zeggen welk risico hieraan verbonden zou zijn.

Bij kernrampen worden **jodiumtabletten** geslikt om te voorkomen dat het lichaam de radioactieve isotoop ervan opneemt.

Je kan de radioactiviteit in je regio zelf volgen via <http://telerad.fgov.be/>

♪ Het verschil tussen seks en liefde is dat seks de spanning verlicht en liefde ze veroorzaakt. Woody Allen

La Hague in Frankrijk en Sellafield aan de noordwestelijke kust van het Verenigd Koninkrijk zijn **opwerkingsinstallaties** met hoge concentraties toxische stoffen in de lozingen, terug te vinden in de omgeving, water, schaaldieren...

Gebruikte reactorbrandstof kan o.m. hier herwonnen worden door opwerking, een milieuvriendelijk proces waarbij een grote hoeveelheid bijkomend radioactief afval gecreëerd wordt, met veel ongevallen en onverantwoorde emissies van radioactief materiaal.

In tegenstelling tot giftige chemische verbindingen, die in principe kunnen afgebroken worden tot atomen, zijn radionucliden zelf elementen die niet vernietigd of schadeloos gemaakt kunnen worden op een chemische manier.

Een grote zorg is momenteel de **veilige berging** en isolatie. Voor duizenden jaren.


Het restproduct 'verarmd uranium' komt niet in de natuur voor. Het is een giftig zwaar metaal (1,7 keer zo zwaar is als lood) en wordt in projectielen en civiele toepassingen gebruikt. Zo raken leger en industrie gevaarlijk afval vooral via het slagveld kwijt. De fall-out van verarmd uraniumstof dringt overal door. Veel onderdelen komen na gebruik gewoon op de schroothoop terecht!

Nucleaire onderzeeërs (blijven lang onder)

Tot op heden zijn zeven kernonderzeeboten gezonken, twee van de VS en vijf van de Sovjet-Unie. De eerste was de USS Thresher in 1963, daarna zonken nog de USS Scorpion van de VS, en de K-8, de K-429 (die tweemaal gezonken is), de K-219, de K-278 Komsomolets in de Noorse zee in 1989 en de Koersk in de Barentszee op 12 augustus 2000.


Op en rond het schiereiland Kola, ten noordwesten van de Witte Zee, zijn veel uiterst dubieuze opslagplaatsen voor radioactief afval te vinden. In diverse havens liggen 90 afgedankte Russische atoomonderzeeërs te roesten.

In de Karische Zee, ten oosten van Nova Zembla, liggen zestien gebruikte kernreactoren, zonder omhulling. Ook bij kernenergiecentrales op het land liggen veel en gevaarlijke afvalvoorraden. Lekkages zullen er al wel zijn...

Als er van een stof 1 atoom per seconde vervalt (desintegreert) is die stof een radioactieve bron (stralingsbron) met een sterkte van 1 **becquerel** .

Als voedsel radioactiever is dan 600 bequerel per kilogram grijpt de overheid in. De hoeveelheid natuurlijke radioactieve stoffen in het menselijk lichaam is zo'n 120 Bq/kg. De gemiddelde mens is dus een radioactieve bron van ca. 8.500 Bq.

Om gammastraling voor 95% tegen te houden zijn 6 centimeter lood, 10 centimeter ijzer of 33 cm beton nodig.

Radioactiviteit is het uitzenden van ioniserende straling. Bepaalde isotopen zijn instabiel en veranderen (desintegreren) spontaan in een andere atoomsoort. Dit noemt men **radioactief verval** . Zo ontstaan er andere nucliden, soms een andere isotoop van hetzelfde element, meestal een ander element. Dat proces gaat door tot een stabiele atoomkern is ontstaan.

De **halveringstijd** en de **vervaltijd** geven de tijd aan die een instabiel en exponentieel vervallend deeltje nodig heeft om tot de helft van zijn activiteit of straling te komen. Daarna is er statistisch, voor een massa (niet individueel per atoom) nog precies de helft van de hoeveelheid over.

Voorbeeld voor tritium (^3H), een instabiele isotoop van waterstof. Tritium-atomen kunnen onder uitstraling van een elektron overgaan in helium. De halveringstijd van tritium is 12,33 jaar. Na 12,33 jaar is dus de helft van het tritium omgezet in helium. Na nog eens 12,33 jaar is er nog maar een $1/4$ van het oorspronkelijke tritium over, na weer 12,33 jaar $1/8$, enz.

👉 Ik heb veel verborgen talenten. Welke? Weet ik niet, ze zijn verborgen...

Halfwaardetijden \equiv 📖 voor enkele isotopen

Jodium-131	8 dagen
Cesium-131	9,7 dagen
Cesium-134	2 jaar
Strontium-90	28 jaar
Cesium-137	30 jaar
Plutonium-239	24.400 jaar
Cesium-135	2,3 miljoen jaar
Uranium-235	704 miljoen jaar
Uranium-238	4,5 miljard jaar

(Meer info: http://www.motherearth.org/nuke/milieu_nl.pdf)

We vervuilen ons milieu en de hele aarde voor miljoenen, zelfs miljarden jaren met levensgevaarlijke rotzooi. Wie na ons komt moet maar zien wat ie er mee doet. 1.000den generaties na ons zullen de achterkleinkinderen nog altijd zorg moeten dragen voor onze nu al lekkende vaten met radioactief afval...

Meer nog dan mensen zijn wetenschappers slim, maar niet verstandig, bedrijfsleiders graaiers en politici kortzichtig.

♪ *De volgende oorlog wordt uitgevochten met atoombommen.
De daaropvolgende met speren. Harold Urey*
♪ *Ondergrondse atoomproeven zijn als paddenstoelen:
vroeg of laat komen ze op tafel. Bernard Seulsten*