



**Stichting Laka**  
Ketelhuisplein 43  
1054 RD Amsterdam  
Tel: 020 - 6 168 294  
Fax: 020 - 6 892 179  
E-mail: info@laka.org  
Web: www.laka.org  
Giro: 5 780 452

**Laka Foundation**  
Ketelhuisplein 43  
1054 RD Amsterdam  
The Netherlands  
Tel: +31 20 6 168 294  
Fax: +31 20 6 892 179  
E-mail: info@laka.org  
Web: www.laka.org

*factsheet 2003, herziene versie februari 2008*

## Vragen en antwoorden over verarmd uranium

Door het bijvoeglijke naamwoord bestaan er nogal wat misverstanden over “verarmd uranium”. Dat maakt het mede eenvoudig om bewust misleidende informatie over de eigenschappen van dit materiaal te verstrekken. Verarmd uranium (‘depleted uranium’ of DU) wordt vaak zonder gêne vergeleken met het uranium dat van nature voorkomt of het uraniumstof in de uraniummijnbouw. Om dit soort misverstanden zo veel mogelijk weg te nemen heeft de stichting Laka een lijst met vragen en antwoorden gemaakt, waardoor helder wordt welke verschijningsvormen van uranium er bestaan en hoe feit en fictie van elkaar kunnen worden onderscheiden.

### 1. Wat is uranium?

Uranium is een radioactief element dat overal van nature voorkomt. Als sporenelement komt uranium voor in water, bodem, lucht, in ons voedsel en in ons lichaam. Dit minerale uranium altijd in constante hoeveelheden voor. Op sommige plekken wat meer dan elders. Die hoeveelheden liggen vrijwel overal op aarde ruim beneden de limiet van wat het menselijk lichaam kan verdragen. Het uranium dat gebruikt wordt in de kernenergie- en militaire industrie wordt gewonnen uit uraanertsen. Met behulp van een chemisch proces wordt er uit deze ertsen wat men noemt “natuurlijk uranium” (NU) gewonnen. Dit uraniumconcentraat dient voor het verrijken van uranium en wordt “natuurlijk” genoemd omdat het dezelfde isotopenverhouding heeft als het uranium dat van nature voorkomt. Met het verrijken van uranium wordt bedoeld dat het percentage splijtbaar uranium wordt verhoogd. NU bevat 0,7 procent splijtbaar uranium. Om het geschikt te maken als brandstof voor kerncentrales moet dit percentage worden verhoogd tot 3,5 à 5 procent. Tijdens het verrijgingsproces ontstaat naast “verrijkt uranium” het bijproduct “verarmd uranium” of DU. Dat bevat meestal 0,2 tot 0,3 procent splijtbaar uranium en is daardoor minder radioactief dan NU. Uranium, en dus ook DU, is behalve een radioactief element ook een zwaar metaal. De kankerverwekkende eigenschappen van DU worden in de vakliteratuur steeds vaker met die van nikkel vergeleken. Zware metalen, waartoe ook lood en cadmium behoren, zijn stoffen die we het liefst zoveel mogelijk weren uit ons leefmilieu. Groot probleem met deze stoffen is dat ze zich ophopen in het milieu en in ons lichaam.

### 2. “DU is 40 procent minder radioactief dan het uranium dat van nature in en om ons heen voorkomt. Waarover maken we ons druk?”

Vaak wordt beweerd dat DU minder radioactief is en daardoor veel minder gevaarlijk is dan het minerale uranium dat overal voorkomt. Die bewering is vals en misleidend. “Verarmd” uranium zendt ongeveer 60 procent van de alfastraling uit die NU uitzendt, 85% van de gammastraling en in wezen dezelfde hoeveelheid bètastraling die NU uitzendt. DU is dus veel radioactiever dan uranium in haar natuurlijke staat, dat verspreid is in zeer kleine hoeveelheden (1 theelepel mineraal uranium per 5 ton droge aarde). De chemische giftigheid van DU is hetzelfde als die van NU. Volgens de vakliteratuur is het vooral de giftigheid van DU die verantwoordelijk is voor het veroorzaken van gezondheidseffecten.

Maar belangrijker is: het minerale uranium hoopt zich niet op in ons lichaam. De effecten van dit minerale uranium laten zich daarom niet vergelijken met de geconcentreerde chemische stoffen NU en DU. De meeste stofdeeltjes (uraniumoxiden) die vrijkomen nadat munitie van DU een hard doel treft zijn matig oplosbaar (uraniumtrioxide). In tegenstelling tot het minerale uranium hopen deze deeltjes zich wel op in het lichaam. Dat geldt vooral voor de deeltjes die ingeademd worden. Hoogstwaarschijnlijk verlaten deze deeltjes het lichaam nooit meer.

Het uraniumstof dat vrijkomt bij de winning van uraanerts in de uraniummijnbouw is heel ander soort stof dat de uraniumstof die vrijkomt na inslag van uraniumhoudende munitie. In de uraniummijnbouw hebben we te maken met minerale en overwegend oplosbare uraniumdeeltjes en spelen vooral de schadelijke effecten van radon, een radioactief gas en een vervalproduct van uranium, een grote rol. Verbrande stofdeeltjes van DU zijn duizend maal meer geconcentreerd dan de stofdeeltjes in de uraniummijnbouw en kennen geen natuurlijke analoge verbindingen. Uit duizend kilogram uraanerts wordt gemiddeld een halve kilo NU vrijgemaakt. Bovendien bestaan stofdeeltjes uraniumoxiden (DUOs) overwegend uit het niet-splijtbare uranium-238 (alfastraler) en haar vervalproducten thorium-234 en protactinium-234 (beide bèta- en gammastraler). Het is dus onzin om de effecten van uraniumstof in de mijnbouw te vergelijken met de stofdeeltjes van DU. Dat komt neer op appels met peren vergelijken.

### **3. Wat zijn de risico's tijdens en na het militair gebruik van DU?**

Het grootste risico van verarmd uranium doet zich voor wanneer het zich in de vorm van stofdeeltjes bevindt. Dat risico geldt met name op het slagveld. Het Amerikaanse nucleaire adviesbureau SAIC waarschuwt in een rapport van juli 1990 aan het Amerikaanse legeronderdeel dat verantwoordelijk is voor het militair gebruik van verarmd uranium: "Blootstelling van soldaten op het slagveld aan aërosolen van verarmd uranium kan significant zijn met potentiële radiologische en toxicologische gevolgen." Stofdeeltjes dringen het lichaam binnen via de longen, de slokdarm, via open wonden of door granaatsplinters, die chirurgisch niet zijn te verwijderen. Granaatsplinters in het lichaam en opname van stofdeeltjes via inademing worden beschouwd als de routes van blootstelling die het meest waarschijnlijk zijn voor het veroorzaken van gezondheidseffecten. Vermoedelijk lopen burgers in het algemeen grotere risico's dan militairen omdat ze veel langer worden blootgesteld in besmette (post)conflictgebieden. Uitslagen van zeer nauwkeurige urineanalyses onder 800 Britse veteranen uit Irak waren allemaal negatief, terwijl alle werknemers van een munitiefabriek, ruim 25 jaar na sluiting, positief werden getest op DU, evenals een deel van de omwonenden van de fabriek. Dat wijst er dus op dat burgers in Irak nabij besmette tanks of andere harde doelen, door de voortdurende blootstelling, grotere risico's lopen dan militairen. Behalve natuurlijk die militairen die splinters van DU in hun lichaam hebben of bloot hebben gestaan aan relatief hoge hoeveelheden DU.

De gezondheidseffecten worden bepaald door de chemische en de radiologische giftigheid van de microdeeltjes verarmd uranium. De radiobioloog Alexandra Miller, in dienst van het Pentagon, wijst op de mogelijkheid van een extra schadelijke combinatie van deze twee effecten (synergie). Onderzoek brengt interne blootstelling aan verarmd uranium in verband met schade aan de nieren, het immuunsysteem en voortplantingsstelsel, de hersenen, het centrale zenuwstelsel, het ademhalingsstelsel, en het ontstaan van kanker en genetische mutaties.

Externe blootstelling aan verarmd uranium wordt over algemeen niet beschouwd als een potentieel gezondheidsrisico. Toch zijn er wel degelijk risico's, met name voor kinderen die gedurende langere tijd een gebruikt uraniumhoudend projectiel - of fragmenten daarvan - voor langere tijd tegen de huid houden. Bij direct contact met de huid is het dosistempo 2000 microsievvert per uur. De maximaal aanbevolen blootstelling voor de huid is 0,6 microsievvert per uur. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) waarschuwde in 2001 dat kinderen uit de buurt moeten blijven van restanten of splinters van gebruikte uraniumhoudende munitie. In de internationale media verschijnen in augustus 2003 evenwel berichten dat het in Irak vooral kinderen zijn die metaalresten inzamelen om een inkomen te verdienen. Die kinderen lopen dus, evenals kinderen die nabij wrakstukken van getroffen pantservoertuigen spelen, risico op zowel interne als externe besmetting.

### **4. Hoeveel mensen hebben er aan verarmd uranium blootgestaan?**

Tijdens de Golfoorlog van 1991 werd er voor het eerst op grote schaal gebruik gemaakt van wapensystemen met verarmd uranium. Ze werden hoofdzakelijk gebruikt tijdens de tankveldslagen

in het zuiden van Irak. Volgens het Pentagon werd er 315.000 kg aan DU munitie verbruikt. Bij de latere militaire aanvallen op Irak in de jaren negentig kwam daar nog 35.000 kg bij, waardoor het totaal op 350 ton verarmd uranium komt.

Volgens gegevens van het Amerikaanse ministerie van Defensie (DoD) en het ministerie van Veteranenzaken (VA) zijn tijdens de Golfoorlog van 1991 mogelijk honderdduizenden Amerikaanse militairen blootgesteld aan DU. Van ongeveer 1000 soldaten is bekend dat ze veel uraniumstof hebben binnengekregen. Blootstellingen aan uraniumstof vonden plaats in voertuigen die betrokken waren bij incidenten met “vriendelijk vuur” van uraniumhoudende munitie, door het verzamelen en transporteren van voertuigen die door munitie van verarmd uranium waren geraakt, door personeel die voertuigen en bunkers betraden die door uraniumhoudende munitie was geraakt; en in andere situaties. Een onafhankelijk onderzoek onder meer dan 10.000 Golfoorlogveteranen gaf aan dat 82% van de militairen in contact kwam met in beslaggenomen Irakees militair materieel dat mogelijk besmet was met uraniumstofdeeltjes. De Amerikaanse grondtroepen waren zich niet bewust van het gebruik van verarmd uranium. Laat staan dat ze training kregen om zichzelf te beschermen, ondanks het feit dat dit trainingsmateriaal bestond. Slechts een handjevol personeel was zich bewust van de noodzaak om beschermende kleding te dragen op plekken die besmet waren geraakt met verarmd uranium. Militaire commandanten negeerden tijdens Operatie Desert Storm bewust bestaande regelgeving, waarin medische testen en zorg voor veteranen die blootgesteld zijn aan DU is geregeld. Het leeuwendeel van de troepen werd medisch niet gescreend en ondergingen geen bloed- of urinetesten voor DU en andere giftige stoffen voor en na de oorlog.

De onderzoeken van het Amerikaanse Leger van na de Golfoorlog zijn van een bedroevend niveau en – sommige zeggen opzettelijk – inadequaet om de blootstellingen aan DU te bepalen tijdens de oorlog en de mogelijke gevolgen voor de gezondheid. In 1993 kwam de Amerikaanse Algemene Rekenkamer (GAO) met een rapport dat de veelzeggende titel draagt: “Het Amerikaanse Leger is niet adequaat voorbereid om met DU om te gaan.” Met de kritiek en aanbevelingen van de rapporteurs – uitbreiding van het medisch onderzoek en het ontwikkelen van gedegen trainingsmateriaal – is vrijwel niets gedaan. Het in 1996 door de NAVO ontwikkelde beleid dat soldaten moet beschermen tegen lage stralingsdoses op het slagveld wordt in een studie van de Amerikaanse Academie van Wetenschappen in 1999 (“Potential Radiation Exposure in Military Operations”) scherp bekritiseerd. Zo verbazen de deskundigen zich erover dat de NAVO er vanuit gaat dat er geen interne besmetting kan optreden met het dragen van een mondkapje. Maar een handleiding

van het Amerikaanse Leger die veiligheidsmaatregelen specificeert bij benadering van met verarmd uranium besmette doelen schrijft voor: “Wanneer gewerkt wordt binnen 50 meter van met verarmd uranium uitgeruste voertuigen die vernietigd zijn door brand of wanneer voertuigen worden betreden die geraakt zijn met uraniumhoudende munitie, moet een stofmasker en beschermende kleding worden gedragen van MOPP niveau 4.” (Nuclear, Biological, and Chemical Vulnerability Analysis; Army Field Manual 3-14; US Army Chemical School; July 1, 1996) MOPP staat voor “Mission Oriented Protective Posture.” Niveau 4 is het hoogste niveau van bescherming in geval van nucleaire, biologische en chemische oorlogvoering. Deze voorschriften gelden ook wanneer men tijdens

zandstormen zich in de nabijheid van met DU besmette voertuigen bevindt. Alleen de stoffilters van een uitrusting met MOPP 4 zijn in staat stofdeeltjes van 0,1 tot 5 micrometer (inadembare stofdeeltjes) tegen te houden.

Het ongeschreven beleid van het Pentagon in de afgelopen tien jaar is er één van “niet onderzoeken, niet vinden”. In feite misleidde het DoD voortdurend andere instituten en autoriteiten over de omvang en de gevolgen van blootstellingen aan DU. Het Pentagon gaf herhaaldelijk te lage cijfers van het aantal veteranen dat aan verarmd uranium werd blootgesteld, ondanks het feit dat het bewijsmateriaal bezat van meer wijdverspreide blootstellingen. Het Presidentiële Speciale Overzichtsbestuur (Presidential Special Oversight Board) dat toeziet op de onderzoeken van de DoD van verscheidene blootstellingen in de

Golfoorlog noemt de schattingen van blootstellingen “niet compleet en misleidend,” en de GAO concludeert dat de schattingen “onbetrouwbaar” zijn.

Naast Amerikaanse militairen zijn er in de Golfoorlog van 1991 onder meer ook Britse, Franse en Australische militairen besmet met verarmd uranium. Door gebrek aan gegevens is niet duidelijk hoeveel veteranen er precies zijn besmet. Ook over de blootstellingen van militair personeel aan verarmd uranium in de Irak-oorlog van voorjaar 2003 en in de periode daarna zijn geen exacte gegevens te melden.

Door het uitblijven van grootschalig onderzoek in Irak, ondanks verzoeken daartoe van Iraakse artsen aan de internationale gemeenschap, zijn er geen gegevens bekend over het aantal Irakezen die met DU zijn besmet. Ofschoon er naar alle waarschijnlijkheid minder DU is gebruikt in de Irak-oorlog van voorjaar 2003, rond de 215 ton, is in tegenstelling tot 1991 de uraniumhoudende munitie vooral gebruikt in en nabij bevolkte gebieden, waaronder steden met miljoenen inwoners. Bij de oorlogen in Bosnië ('94/'95) en Kosovo ('99) werd door het Amerikaanse Leger in beperkte mate ook gebruik gemaakt van DU. Er zijn geen bewijzen dat DU in Afghanistan wordt gebruikt. Hooguit kun je spreken van ‘circumstantial evidence’.

## **5. Wat is er tot op heden aan onderzoek verricht naar de gevolgen voor de gezondheid?**

Slechts een beperkt aantal veteranen die zeker of mogelijk zijn blootgesteld aan DU zijn ooit getest op besmetting met verarmd uranium. Dat aantal neemt nu gestaag toe door de snelle ontwikkeling van verbeterde meetmethoden. Inmiddels zijn apparaten ontwikkeld die hoeveelheden van een miljardste milligram ( $10^{-12}$  gram) uranium kunnen meten. Nadeel is dat deze testen relatief duur zijn. Grote medische onderzoeken onder veteranen en burgers hebben (nog) niet plaatsgevonden. Wel is het aantal publicaties in de vakliteratuur van experimenten op laboratoriumschaal sinds 1998 enorm toegenomen. Daaruit komt naar voren dat de giftigheid van DU (of uranium) zich laat vergelijken met nikkel. De effecten van de ioniserende straling van DU zijn overigens minder goed onderzocht dan de chemisch giftige effecten van DU. Net als nikkel tast DU het erfelijk materiaal aan, en geldt het zware metaal als een kankerverwekkende en mutagene stof. Mutageen wil zeggen dat het erfelijke afwijkingen kan veroorzaken in het nageslacht. Ook wordt steeds duidelijker dat de huidige risicomodellen van DU veel te beperkt zijn. Veel schadelijke effecten van DU op celniveau zijn nog niet verwerkt in deze modellen, evenals het feit dat ook de hersenen sinds 2002, naast longen, nieren en botten, worden gezien als een doelorgaan van DU. Net als andere zware metalen is DU dus ook neurotoxisch, schadelijk voor hersen en het centrale zenuwstelsel. Najaar 2007 werd onder oud-werknemers van een DU-munitiefabriek in de staat New York overtuigend aangetoond dat ingeademde verbrande stofdeeltjes (uraniumoxiden) niet één jaar in het lichaam achterblijven, maar hoogstwaarschijnlijk nooit meer het lichaam verlaten. Dat heeft gevolgen voor de effecten op de gezondheid op de langere termijn.

Naar aanleiding van een mediahype over kankergevallen onder Kosovo-veteranen verschijnt er in 2001 (en deels in 2002) een hele stapel literatuurstudies

over uraniumbesmetting en de mogelijke effecten daarvan op de gezondheid.

Maar veldonderzoek naar een mogelijk oorzakelijk verband blijft uit, ondanks krachtige aanbevelingen daartoe door een hele reeks aan onderzoeksinstituten, waaronder de Britse Academie van Wetenschappen (The Royal Society).

Vanaf 2000 is er wel veldonderzoek verricht naar de milieueffecten van DU. De milieuorganisatie van de Verenigde Naties (UNEP) heeft verscheidene rapporten gepubliceerd over de besmettingen in de Balkan die zijn aangericht door de uraniumkogels van het Amerikaanse Leger. Onderzoekers van de UNEP uiten hierin hun bezorgdheid over de effecten van DU op de langere termijn voor de drinkwater- en voedselvoorziening

in de besmette gebieden. Ook geven ze, evenals de Royal Society, aan dat er nog veel hiaten zijn in de kennis over de mogelijke effecten van DU.

Tijdens de Irak-oorlog drong de UNEP aan om zo spoedig mogelijk een wetenschappelijk team naar Irak te sturen zodra de gevechtshandelingen waren gestaakt. In een persbericht van 6 April 2003

stelt de UNEP op grond van hun onderzoeken in Servië (en Kosovo), Montenegro en Bosnië Herzegovina vast dat ‘er een aantal wetenschappelijke onzekerheden overblijven die verder zouden moeten worden onderzocht. Bijvoorbeeld de mate waarin DU de bodem indringt en eventueel het grondwater besmet, en de mogelijkheid dat het uraniumstof later kan opdwarrelen in de lucht door de wind of door menselijke activiteiten, met het risico dat het kan worden ingeademd.’ Helaas heeft een dergelijk vroeg onderzoek niet plaatsgevonden.

Ook de Royal Society roerde zich. Na uitspraken van het Pentagon dat het opruimen van verarmd uranium niet nodig was, reageerde de voorzitter van de commissie over verarmd uranium van de Royal Society, dr. Brian Spratt als volgt: “Soldaten en burgers lopen zowel op de korte als de lange termijn gevaar. In het bijzonder kinderen die op besmette plekken spelen lopen risico.” (The Guardian, 17 april 2003) De Britse regering heeft aangekondigd haar aandeel in de uraniumbesmetting op te ruimen, maar dit betreft slechts één of twee ton van de totaal geschatte hoeveelheid van 215 ton verarmd uranium. Bovendien is het zeer de vraag of de besmette bodems goed kunnen worden gesaneerd. Op alle besmette plekken moet tenminste een toplaag van 30 cm grond worden verwijderd.

## **6. Lopen Nederlandse soldaten ook risico op besmetting met verarmd uranium?**

De Nederlandse regering maakte tijdens het Kamerdebat (25 juni 2003) over de zending van 1100 Nederlandse militairen naar de provincie Al-Muthanna in het zuiden van Irak; kenbaar dat in deze streek geen verarmd uranium zou zijn gebruikt. Bronnenonderzoek bracht aan het licht dat er in de Irak-oorlog, evenals in 1991, wel degelijk in deze streek DU is gebruikt. Ook de Nederlandse militairen lopen dus risico op besmetting met stofdeeltjes verarmd uranium.

## **7. Hoeveel verarmd uranium mag je in Europa lozen in het milieu?**

De totale hoeveelheid radioactiviteit van verarmd uranium betreft 40.000 becquerel (Bq) per gram. In Europa is de maximale dosislimiet voor het lozen van radioactiviteit in het milieu 10 Bq/gram. Per saldo mag er dus in geen enkel Europees land verarmd uranium in het milieu worden geloosd. Een ieder die dat wel doet of zelfs maar een geringe hoeveelheid verarmd uranium in zijn bezit heeft, riskeert een boete of gevangenisstraf. Verarmd uranium hoort volgens westerse normen thuis in een depot voor laag radioactief afval. In Nederland zijn depots voor radioactief afval in beheer van de centrale opslag voor radioactief afval (COVRA) dat gevestigd is nabij de kerncentrale Borssele in Zeeland.

## **8. Waarom wordt verarmd uranium toegepast in munitie?**

In de eerste plaats omdat het zwaar is. Het is ongeveer anderhalf maal zwaarder dan lood en ongeveer even zwaar als wolfram, dat al langer wordt toegepast in munitie. In de tweede plaats heeft uranium een lage verbrandingstemperatuur. Stofdeeltjes uranium (metaal) kunnen bij kamertemperatuur spontaan ontbranden. Deze eigenschap maakt munitie van verarmd uranium nog dodelijker dan de wolfram munitie. Bij inslag op een tankpantser wordt de uraniummunitie gloeiend heet en scherpt het patroon zich zelf aan wanneer het door het pantser snijdt. Het doelwit staat in een mum van tijd in lichterlaaie, waarbij de bemanning levend wordt geroosterd.

Omdat wolfram een duur importproduct is, besloot het Amerikaanse Leger eind jaren zestig de toepassing van verarmd uranium te onderzoeken. In tegenstelling tot wolfram is verarmd uranium gratis verkrijgbaar bij de kernindustrie, die graag wil besparen op de hoge opslagkosten van dit laag radioactief afval. De eerste antitankgranaten van verarmd uranium kwamen in 1974 in massaproductie. Sindsdien is het assortiment steeds verder uitgebreid.

In 1988 werd openbaar gemaakt dat de Amerikaanse Abrams tanks zijn uitgerust met uraniumplaten in de tankbepantsering. Alleen bepantsering met verarmd uranium is in staat om antitankgranaten van verarmd uranium te weren, mits er voldoende verarmd uranium aanwezig is in de tankbepantsering. Naar aanleiding van incidenten met “vriendelijk vuur”, waarbij de hoeveelheid verarmd uranium in de M1A1 onvoldoende bleek, werd besloten de hoeveelheid DU in de volgende generatie tanks, de M1A2 tanks, te verdubbelen.