

# URANIUMWINNING VOOR NEDERLAND

Jaap Jelle Feenstra

In Nederland staan twee kerncentrales, in Dodewaard en Borssele. Voor de een het symbool van technisch vernuft, voor de ander een angstwekkende uitwas van een kortzichtige industriesamenleving, voor een derde kunnen beide kwalificaties gelijktijdig gelden. De Dodewaard-centrale levert sinds 1968 elektriciteit. Het is een kleine, licht-water reactor van het zogenaamde kokend-water type BWR, met een thermisch vermogen van 183 MW en een elektrisch vermogen van 56 MWe.

De reactor bevat circa 11 ton splijtstof, waaronder licht verrijkt uraniumoxide van 2,5 procent. Dodewaard heeft een experimenteel karakter. Als zodanig is er in de periode 1971-1983 met gemengde plutonium-uranium brandstofelementen en met elementen van een variërende verrijkingsgraad gewerkt. Per jaar worden 36 van de 164 brandstofstaven verwisseld, waarvoor de centrale enkele weken wordt stilgelegd. Dodewaard verbruikt per jaar 2,3 ton uraniumoxide, hetgeen met 2,1 ton zuiver uranium overeenkomt. Een getal om te onthouden. De tweede Nederlandse kerncentrale staat in Borssele. Ze heeft een thermisch vermogen van 1365 MW en een elektrisch vermogen van 475 MWe. Hiervan is circa 300 MWe bestemd voor de nabijgelegen aluminiumsmelter Pechiney. De Borssele reactor is eveneens een licht-water reactor, maar nu van het zogenaamde drukwater type, PWR. Bij dit type is voor de warmteoverdracht een secundair watercircuit tussen enerzijds de reactor kern en het primaire watercircuit - waarin een hoge druk heerst om juist hier stoomvorming te voorkomen - en anderzijds de turbine en de dynamo geplaatst. Het reactorvat bevat 39 ton splijtstof waaronder 3,3 procent verrijkt uraniumoxide. Ook hier geldt dat de centrale enkele weken per jaar moet worden stilgelegd voor de vervanging van steeds een derde deel van de splijstofelementen. Borssele verbruikt per jaar vijftien ton uraniumoxide oftewel dertien ton zuiver verrijkt uranium. In het totaal heeft Nederland dus circa vijftien ton uranium per jaar nodig. Voordat het uranium in een bruikbare vorm in de reactor kern kan worden geplaatst, ondergaat het tal van bewerkingen. Uiteindelijk moet er voor Dodewaard en Borssele circa 52.500 ton uraniumerts per jaar worden gedolven.

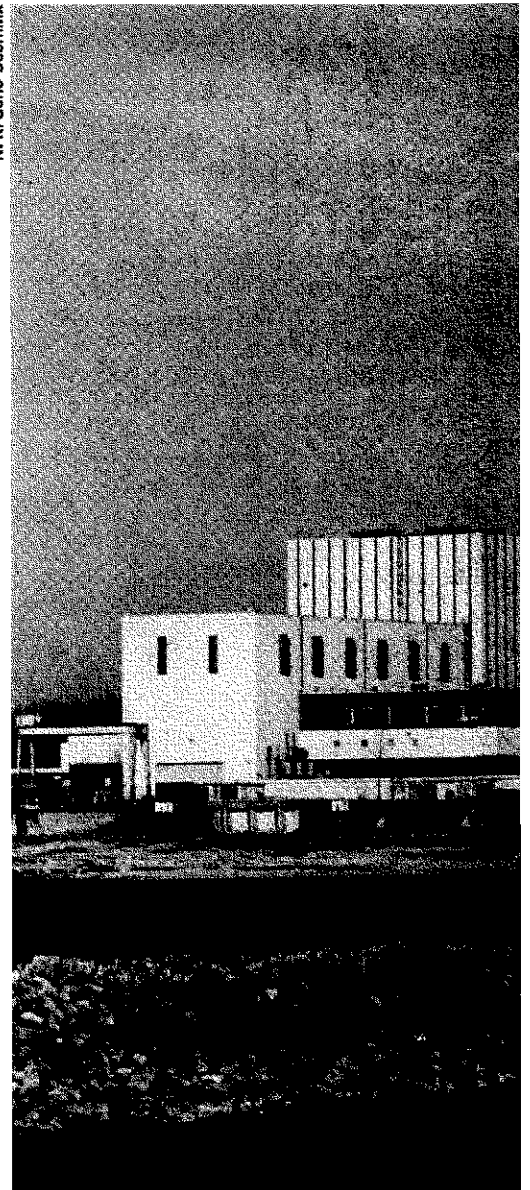
Dit brengt ons bij de vragen: waar haalt Nederland deze 52.500 ton uraniumerts vandaan voor het dagelijks laten functioneren van Dodewaard en Borssele, op welke

**Over kernenergie is in Nederland inmiddels heel wat gediscussieerd. Gewoonlijk gaat de aandacht daarbij uit naar de risico's en effecten van de kerncentrale en de problemen met betrekking tot de berging van het radioactieve afval. In dit artikel staat de fase die aan het dagelijks functioneren van een kernreactor vooraf gaat centraal, namelijk die van de winning en bewerking van het splijtingsmateriaal.**

**Teneinde de effecten daarvan op mens en milieu te kunnen vaststellen wordt eerst bepaald hoeveel uranium de kerncentrales in Dodewaard en Borssele per jaar nodig hebben. Aan de hand van dit cijfer kan worden aangegeven hoeveel uraniumerts daarvoor moet worden gedolven en bewerkt. Vervolgens wordt gekeken naar de winningsomstandigheden en kunnen de effecten van de Nederlandse vraag naar uranium in kaart worden gebracht.**

**Dit artikel is opgesteld naar aanleiding van de publicatie van een rapport\*), dat in opdracht van de Nederlandse stuurgroep World Conservation Strategy (WCS) is opgesteld.**

NFK/Gerjo Beermink



wijze wordt dit uranium gewonnen en wat zijn daarvan de effecten op mens en milieu? Ook deze vragen behoren beantwoord te worden, net als de gebruikelijke set van vragen rondom veiligheid, straling, afval en proliferatie, teneinde een zinvolle afweging tussen nucleaire en andere vormen van elektriciteitsopwekking te kunnen maken.

## Recycling

Indien wordt uitgegaan van het eenmalig gebruik van splijtstof, dan moet er voor de Nederlandse kerncentrales jaarlijks 52.500 ton uraniumerts worden gedolven. Het is echter ook mogelijk om eenmaal uitgewerkte brandstofstaven, waarvan het uraniumgehalte inmiddels is gedaald van circa 3 naar 0,85 procent, wederom te verrijken: recycling. De aanwezigheid van natuurlijke en tijdens het splijtingsproces in de reactor ontstane, zogenaamde kunstmatige radioactieve isotopen maakt het recyclingproces moeilijk en daarmee ook kostbaar. Onder deze kunstmatige isotopen bevindt zich ondermeer plutonium, een stof geschikt voor kweekreactoren en kernwapens. De meeste exploitanten van kerncentrales geven bij het



De kerncentrale te Dodewaard verbruikt elk jaar 2,3 ton uranium-oxide

niem met circa 23 procent. Hiermee komt de Nederlandse vraag naar erts op circa 40.600 ton per jaar. Gelet op de relatief lage marktprijzen voor uranium, de problemen met betrekking met recycling en de geringe mate van recycling die momenteel mondiaal plaatsvindt wordt hier aangenomen dat de eenmalige verbruikscyclus wordt gehanteerd, zowel voor Dodewaard als Borssele. Het is lastig te achterhalen waar Nederland z'n 52.500 ton uraniumerts vandaan haalt. Allereerst staan de exploitanten (en controleurs) van kerncentrales niet bekend om hun spontane mededeelzaamheid en openhartigheid. Ten tweede maakt de bewerking van erts tot splijstofelement vermenging van uranium uit verschillende mijnen mogelijk. Ten derde is het bewerkingsproces een internationale aangelegenheid. Uit het combineren van verschillende bronnen kan echter worden afgeleid dat Dodewaard sinds 1978 erts uit Niger betreft. Voordien werden verschillende mijnen en voorraden van de Nederlandse staat en de Westduitse KernKraft-Werk GMBH gebruikt. Tijdens de Brede Maatschappelijke Energiediscussie (BMD) bleek dat Borssele ook uranium uit Niger gebruikt.

Pikant detail in dezen: tijdens de BMD, terwijl alle betrokkenen studeerden en discussieerden over onze toekomstige energievoorziening en de voor elektriciteitsopwekking te hanteren technieken, trachtte de SEP (overigens tevergeefs), zo blijkt uit haar jaarverslag 1983, 454,9 ton uranium extra uit Niger te bemachtigen. Deze hoeveelheid is voldoende voor het opstarten van een 650 MWe kerncentrale en voor haar eerste splijstofwisseling.

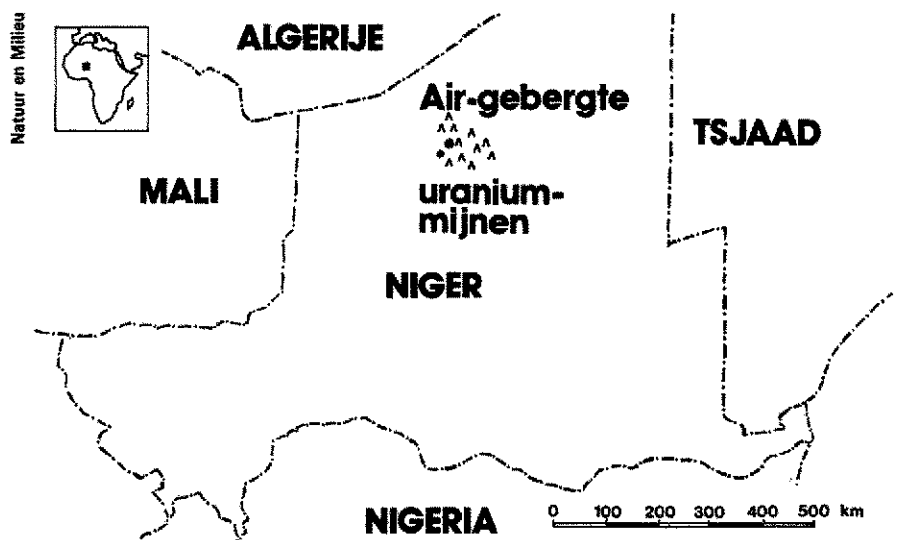
#### Aanbodzijde

Het Nederlandse uraniumerts is dus hoofdzakelijk afkomstig uit Niger. In Niger is het Franse Commissariat à l'Énergie Atomique, CEA, in de jaren vijftig begonnen met uraniumwinning. De commerciële exploitatie vindt in het noordwestelijk gelegen Airgebergte plaats. Daarvoor is voor de Arlitmijn de Société des Mines de l'Air, SO-

huidige aanbod van uranium op de wereldmarkt en de relatief lage prijs, met name door het mondiaal sterk verminderde bouwprogramma voor kerncentrales, de voorkeur aan het eenmalig gebruiken van uranium, en zijn dus afhankelijk van de aanvoer van steeds vers, natuurlijk uranium.

Het is bekend dat Dodewaard deze eenmalige verbruikscyclus hanteert. De uitgewerkte brandstofstaven gaan na gebruik naar een opslagfaciliteit in Engeland, waar ze mogelijk door British Nuclear Fuel Limited wel voor hergebruik elders worden aangewend.

Het laat zich aanzien dat Borssele in beperkte mate gebruik maakt van de recyclingscyclus, aangezien haar behoefte aan UF<sub>6</sub> over de jaren 1978, 1982 en 1985 daalde van 92 naar 80 en respectievelijk 70 ton per jaar. Het vakblad 'Nuclear Fuel' van juni 1985 vermeldt echter dat uranium-recycling in de bestaande commerciële verrijkingsinstallaties nagenoeg niet plaatsvindt. Wellicht maakt Borssele gebruik van experimenteel verrijkt uranium. Indien volledig van de recyclingscyclus gebruik wordt gemaakt, daalt de vraag naar natuurlijk ura-



De uraniummijnen in Niger liggen in het noordwestelijke Airgebergte

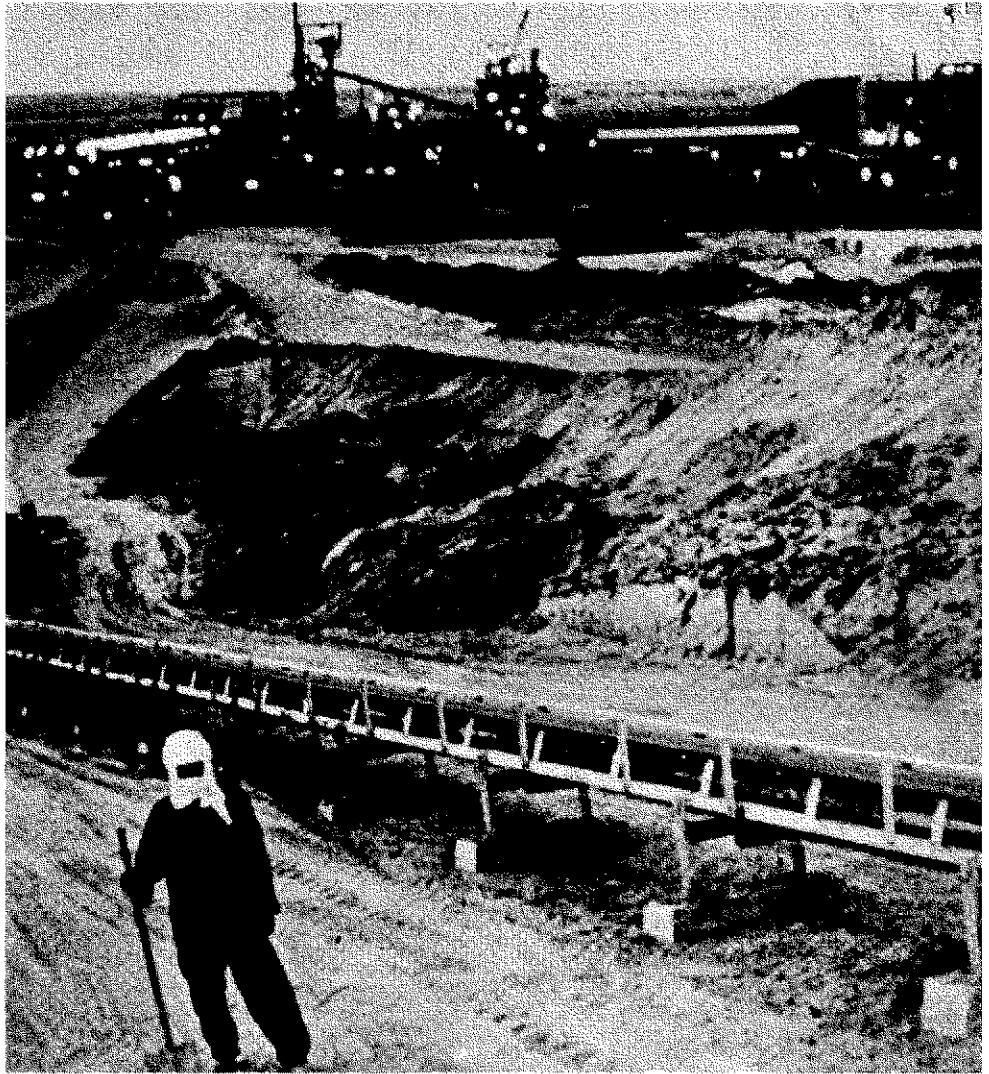
MAIR, opgericht, die sinds 1971 uranium levert. Voor de tien kilometer zuidwestelijk hiervan gelegen Akouta-mijn is in 1974 de Compagnie Minière d'Akouta, COMINAH, opgericht, die sinds 1978 in productie is. Aan een derde mijn wordt momenteel gewerkt. Daarvoor is de Société Minière de Tassa N'Taghalgué, SMT, opgericht. Vijf van de zes maatschappijen werken van buiten Niger. Tot 1971 had Niger slechts 17 procent aandeel in SOMAIR. Het kapitaal voor haar toegenomen aandeel is door Frankrijk ter beschikking gesteld. Een kwestie van onbaatzuchtige ontwikkelings-samenwerking. Frankrijk heeft in beide producerende mijnen ongeveer de helft van de aandelen in haar bezit, levert het merendeel van het technisch personeel en het management, en neemt tweederde van de productie af.

### De mijnen

Afhankelijk van de diepte waarop het uraniumerts wordt aangetroffen vindt winning in dagbouw of mijnbouw plaats. Technieken voor ondergrondse (bio)chemische uraniumwinning zijn in ontwikkeling maar worden vooralsnog niet op commerciële schaal toegepast. Bij Arlit wordt in dagbouw uraniumerts gewonnen. Daarvoor wordt circa tien maal zoveel bodemmateriaal verwijderd als erts gewonnen. In Akouta ligt de ertslaag op 150 meter diepte en wordt ze middels een ondergronds gangstelsel gewonnen. Vanuit de derde mijn bij Arni vindt nog geen productie plaats. Men is hier inmiddels begonnen met het verwijderen van de bovenlaag om exploitatie in dagbouw mogelijk te maken. Het erts van Arlit en Akouta is sterk vergelijkbaar. De zandsteen- en kleilagen bevatten hier 0,15 tot 0,30 procent uranium. De Arlit-mijn produceert 600.000 ton erts en dus, tengevolge van de dagbouw, 6.000.000 ton bodemmateriaal per jaar. De Akoutamijn levert jaarlijks 700.000 ton erts. Gezamenlijk komt hier 2300 ton uranium bij beschikbaar. Over 25 jaar wil Niger het drievoudige leveren en tot de grootste uraniumproducenten ter wereld gaan behoren.

### De winning

De winning en bewerking van uranium verloopt bij beide mijnen, afgezien van de delvingsmethode, op een vergelijkbare wijze en gaat als volgt in haar werk: De erts wordt naar vergruizers gebracht, die blokken van een meter tot drie centimeter diameter opleveren. Deze blokken worden met 600°C hete lucht bewerkt en vermalen. Zodoende verkrijgt 80 procent van het erts een diameter van minder dan 0,8 mm. Afhankelijk van het kalkgehalte van het erts worden nu wisselende hoeveelheden chemicaliën gebruikt en wordt de ertspap opgelost, ingedikt, gewassen, uitgevlokt, gecentrifugeerd en gefilterd en met stoom gedroogd. Na de mechanisch-chemische bewerking bevat de pap nog 70 procent van het oorspronkelijk uranium. De resterende 30 procent is met



het afval verdwenen. Voor deze bewerking worden grote hoeveelheden chemicaliën en water gebruikt (zie onderstaande tabel).

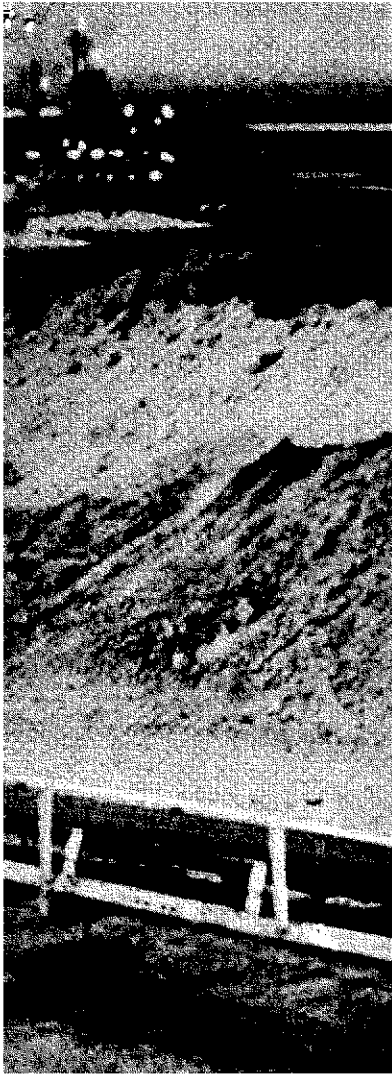
Het afval wordt bovengronds gestort. Hoewel het merendeel van het uranium inmiddels uit het erts is verwijderd, bevat het afval veel radioactieve stoffen, overeenkomend met circa 85 procent van het oorspronkelijk radioactief gehalte van de erts-laag. Tijdens het bewerkingsproces zijn tal van chemicaliën aan het erts toegevoegd waardoor deze nucleïden mobil zijn geworden en met het regenwater uit de afvalhopen spoelen. De radioactieve stoffen komen op deze wijze vrij in het milieu en worden via de voedselkringloop geaccumuleerd.

### Effecten op mens en milieu

Voor het beschrijven van de effecten op mens en milieu dient eerst nader met het winningsgebied kennis te worden gemaakt. De Arlit- en Akoutamijnen liggen in het woeste, noordelijke deel van Niger, aan de zuidzijde van de Sahelzone van de Sahara begrensd door het Airgebergte aan de oostzijde en de uitgebreide vlakten van Mali aan de westzijde. De regenval varieert van 0 tot 200 mm per jaar, met een gemiddelde van 150 mm, gedurende vaak slechts enkele dagen in de maanden juli en augustus. Deze geconcentreerde regenval en de grote temperatuursverschillen (over het jaar gemeten 42 graden, per dag variërend met 20 graden) geven aanleiding tot overstromingen en erosie. De bodem bestaat uit rots en uit

Afvalprodukt	maat	hoeveelheid
zwavelzuur	ton	510
kalk	ton	1145
zwaveldioxide	ton	27
magnesiumdioxide	ton	255
ammoniak	ton	35
vervuild water	kubieke meter	60.000-90.000

Geschatte hoeveelheden chemisch afval bij de bereiding van de hoeveelheid uraniumerts die nodig is voor de kerncentrales van Borssele en Dodewaard



ABC/M. en A. Kirtley/ANA



ABC/Cameras press

Links: Nachtelijke verlichting van uraniummijn in Niger  
Boven: Mijnwerker met uraniumerts

zandsteen en mineraalarme klei. Het klimaat en het periodiek zwellen, uisdrogen en barsten van de kleilaag biedt slechts aan een schrale plantengroei voldoende leefmogelijkheden. Afgezien van enkele natuurlijke bronnen, komt er in het gebied geen oppervlaktewater voor. De poreuze bodem kan in het regenseizoen net voldoende water opslaan om de verdampde hoeveelheid te compenseren. Hoeveelheden water die op andere wijze aan watervoerende bodemlagen worden onttrokken moeten als verloren worden beschouwd. De geconcentreerde regenval maakt landbouw nagenoeg onmogelijk. De fauna in het gebied is beperkt.

De in dit gebied levende nomadenstammen van de Tuaregs trekken met hun kuddes in het regenseizoen het gebied in om zich daarna geleidelijk weer rondom de waterbronnen te verzamelen. De kuddes worden daar met gedroogd gras gevoed. De bevolkingsdichtheid is 0,06 persoon per vierkante kilometer. In dit subtiele milieu vindt uraniumwinning plaats. Kort samengevat kan gewezen worden op de volgende effecten voor de mens en zijn milieu.

**Water.** Uraniumvoorkomens bevinden zich gewoonlijk in watervoerende bodemlagen, de zogenaamde aquifers. Voor de winning moeten de mijnen worden ontwaterd. Aangezien de aquifers met elkaar in verbinding

staan, is het effect van het droogpompen van de mijnen over een afstand van 80 kilometer nog merkbaar. Voor de bewerking van het uraniumerts is veel water, en in dit milieu spreken we dan al snel van teveel water, nodig. Bij de winning, bewerking en opslag van het erts komen tal van chemische en radioactieve stoffen vrij die de waterkwaliteit beïnvloeden. De chemische stoffen, die aan het erts worden toegevoegd om uranium vrij te maken, zorgen er ook voor

dat andere stoffen worden opgelost en mobiel worden, zoals selenium, zware metalen en andere radioactieve stoffen. Het voor de mijnbouw speciaal aangelegde stadje met enkele duizenden inwoners heeft ook extra waterverbruik tot gevolg.

**Flora.** De schaarse flora wordt door de stofneerslag vanuit de mijnen en via de kwalitatieve en kwantitatieve veranderingen in de waterhuishouding beïnvloed. Daarnaast vormt de komst van een relatief grote groep mensen in het gebied een rechtstreekse bedreiging: na vijf jaar mijnbouw was al het beschikbare hout in de omgeving van de mijn aangewend als brandhout!

**Fauna.** Via water en flora wordt de fauna rechtstreeks beïnvloed. De mobiel gemaakte (radioactieve) stoffen (lood-210, uranium-238, thorium, radium-266) blijken via waterplanten maar ook via klaver, bonen en erwten te worden geaccumuleerd. Via deze planten komen deze stoffen bij mens en dier terecht. De fauna wordt verder bedreigd door de jacht, het verkeer en het lawaai (explosies, mijnindustrie).

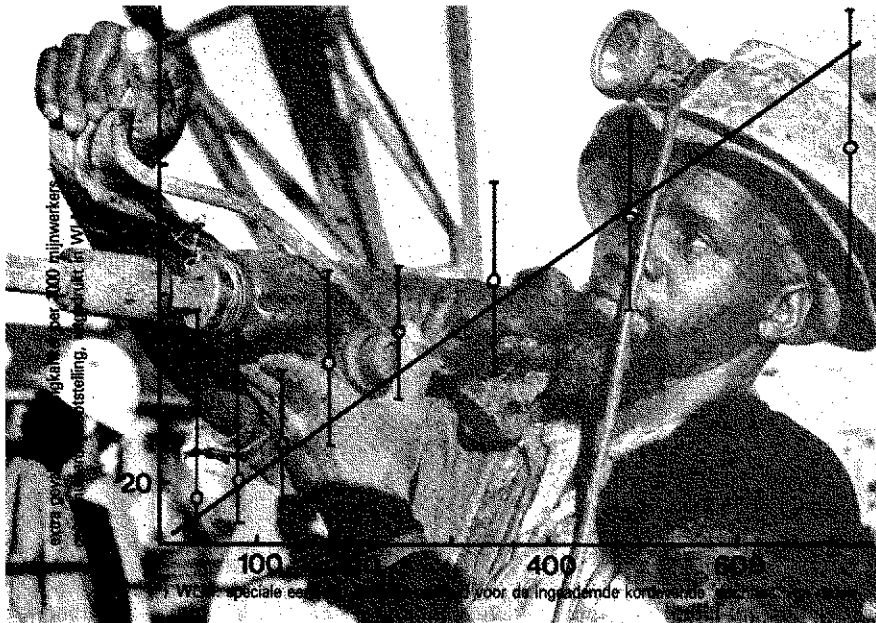
**Mens.** De traditioneel nomadische leefstijl van de Tuaregs wordt bedreigd via de hierboven beschreven invloeden van de mijnbouw op het ecosysteem. Daarnaast verandert de economie van het gebied, met name door de import van voorheen schaarse en waardevolle ruilmiddelen zoals suiker, thee en tabak. De door de mijnbouw geschapen werkgelegenheid wordt door de Tuaregs minder positief gewaardeerd dan hier wellicht gedacht wordt. Ten eerste bestond hier geen werkloosheid conform onze industriële opvattingen. Ten tweede is werk zoeken in de eigen omgeving in de ogen van de lokale bevolking oneervol. Voor de mijnbouw worden dan ook krachten uit andere gebieden geworven. Met name jongens van 15 en 16 jaar oud van zuidelijker levende nomadenstammen werken in de mijnen om geld voor hun bruidsschat te verdienen. En, niet het minst belangrijk, werken in een uraniummijn stelt de arbeiders bloot aan tal van chemische en radioactieve, aan stofdeeltjes vastzittende stoffen en radongas, een vervalprodukt van uranium. Inademing van de

ABC/David Burnett



Ontwatering van de bodem ten behoeve van de uraniumwinning heeft zeer ernstige gevolgen voor de kwetsbare waterhuishouding





Seve et al. ABC/Camera press

economie van het land benadeeld: in 1980 maakte de uraniumexport 70 procent van de totale export uit en leverden de uraniummijnen voor 50 procent de import. Voegt men hier de relatief ongunstige productieomstandigheden in Niger (het ontbreken van een deugdelijke infrastructuur en zeehavens) dan zal duidelijk zijn dat, indien Niger op dit terrein een actieve politiek zou willen voeren, haar onderhandelingspositie beperkt is.

Als Nederland - onverhoopt - haar kernenergiebeleid wil voortzetten, dienen de extra kosten die voortvloeien uit een meer verantwoorde winningsmethode door de kernenergie-exploitanten te worden opgebracht. De overheid kan dat bewerkstelligen door bij de vergunningafgifte een milieu-effectenrapport en het uitvoeren van deugdelijke herstelwerkzaamheden te eisen. De vervuiler betaalt.

### Epiloog

Elektriciteit maakt 22 procent van het totale energieverbruik in Nederland uit. Daarvan leveren Dodewaard en Borssele samen circa 8 procent, oftewel deze beide kerncentrales voorzien voor circa 2 procent in onze energiebehoefte. Door middel van deze wijze van elektriciteitsproductie worden tal van problemen veroorzaakt op het terrein van reactorveiligheid, straling, afval en proliferatie. Als de techniek faalt, of de mens, of beiden, dan zijn de effecten, zo bevestigt ook het recente ongeluk met de Russische kerncentrale in Tsjernobyl, grensoverschrijdend, aanhoudend en omvangrijk. Het dagelijks functioneren van een kerncentrale brengt echter ook risico's en schadelijke effecten met zich mee, zowel voor de nabije omgeving als tot ver buiten onze landsgrenzen. Deze effecten moeten in de meningen- en besluitvorming ook volledig worden meegenomen. De milieu-effecten van uraniumwinning op bodem, water en lucht zijn aanzienlijk. De mogelijkheden om deze effecten te beperken zijn beperkt maar dienen wel onderdeel van verdere mijnbouwactiviteiten uit te maken. Het beheer van het mijnafval is vooralsnog niet opgelost en is misschien wel onoplosbaar. Niger is niet in staat de problemen van de uraniumwinning aan te vatten, de afnemers van uranium moeten hiervoor maatregelen nemen en de financiering dragen. Het bovenstaande werpt - nogmaals - de vraag op of het wijs en moreel verantwoord is voor de Nederlandse elektriciteitsvoorziening uranium te gebruiken. Nu staat in ons land voor circa 600 MWe aan nucleair vermogen opgesteld. Indien daar nog 2 à 3 kerncentrales van elk 650 MWe bijkomen, dan nemen de problemen zeker met het aantal installaties verder toe.

J. J. Feenstra is als energiedeskundige werkzaam bij het Centrum voor Energiebeparing.

\*) Dutch Nuclear Power and the environmental implications of Uranium mining and milling. S. J. Thornton.

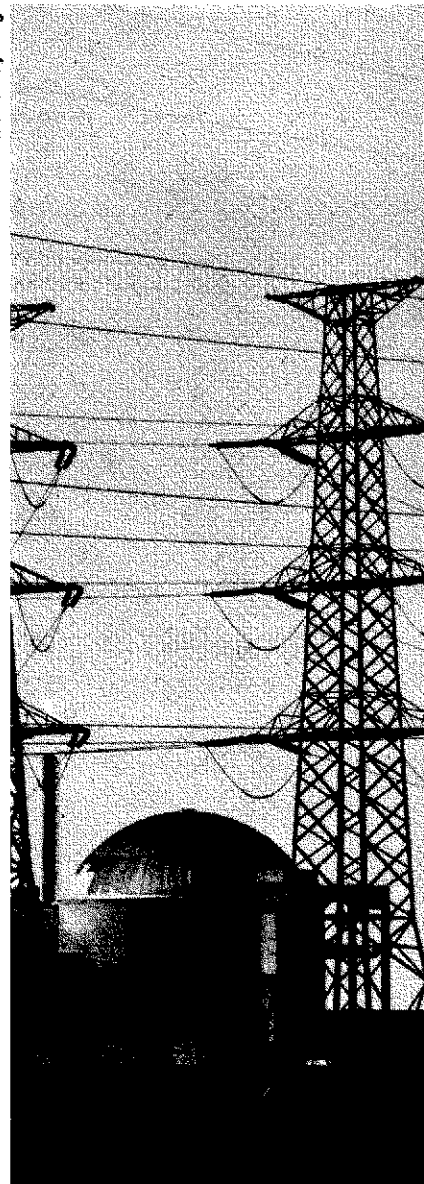
Blootstelling-effecten-curve voor ondergronds werkende mijnwerkers die zijn blootgesteld aan radioactiviteit

stofdeeltjes en van het radongas stelt het longweefsel bloot aan alfastraling wat een significante toename van kanker tot gevolg heeft. Een van de methodisch meest verfijnde onderzoeken op dit terrein leert dat hierbij geen veilige ondergrens bestaat (zie bovenstaande figuur).

Michiel Wijnbergh

### Mogelijkheden voor het beperken van de schade

De bovengenoemde, schadelijke effecten van uraniumwinning kunnen slechts ten dele worden teruggedrongen. Bijvoorbeeld door het zorgvuldig beheren van de afvalbergen en het afdekken daarvan. Een kleilaag van vier meter dikte verhindert bijvoorbeeld dat 98,6 procent van het radongas kan ontsnappen. Nog effectiever is het weer terugplaatsen van de afvalhopen in de mijnen, het toedekken daarvan met ondoordringbare lagen en het herbeplanten van de mijn. Ook kan getracht worden het vrijkomen van stof te beperken door met een vochtige bewerkingmethode te werken. Het gebruiken van chemische stabilisatoren kan het mobiel maken van bedreigende stoffen terugdringen. Veel van deze voorstellen hebben duidelijk hun beperkingen en brengen via de onvermijdelijke Wet van Behoud van Ellende zelf ook weer nadelige effecten met zich mee. Zo is bijvoorbeeld geprobeerd met bariumchloride radium te verwijderen in een poging om het vrijkomen van radongas terug te dringen. Deze aanpak bleek redelijk succesvol ten aanzien van deze ene stof te zijn, maar is ook duur en levert zelf ook weer verontreiniging op. Voeg hierbij dat de meest direct belanghebbende bij het terugdringen van de schadelijke effecten van de uraniumwinning Niger is. Haar mogelijkheden op dit punt zijn beperkt. Ten eerste heeft Niger een minderheidsbelang in de mijnbouw. Ten tweede zullen (milieu)beschermingsprogramma's de kosten van uraniumwinning verhogen. Hiermee wordt de



De kerncentrale te Borssele levert, samen met die te Dodewaard, slechts acht procent van onze elektriciteit