

# Waarborgen 'de strengste stralingsnormen ter wereld' de veiligheid?

W.F. Passchier<sup>1</sup>

## Summary

'Radiation' is a popular news item. The accident with the Chernobyl nuclear reactor and its aftermath, the transport and disposal of radioactive waste, the occurrence of leukaemia clusters near nuclear installations in Britain are examples. The Netherlands government has contributed to the radiation news by introducing new, very restrictive radiation exposure standards. The standards evoked severe criticism from the medical and health physics communities and were discussed and critically questioned in the Netherlands Parliament. The minister of the environment defended his radiation protection policy, and promised a further review, but applied the standards in practice in licensing practices that may lead to increased radiation exposure.

The author discusses the most recent scientific data on the biological effects of ionising radiation. He argues explains why the new environmental radiation protection policy of the Netherlands government was not welcomed by the professional communities. In the accepted radiological protection system the radiation risk from justified radiological practices is reduced as low as reasona-

Straling is een dankbaar object voor de schrijvende pers en de actualiteitenrubrieken. Is de berichtenstroom over de naweën van Tsjernobyl, een lekkende kerncentrale in het oostblok, het vervoer van radioactief afval naar de Zeeuwse opslagplaats of weer een geval van leukemie in het Engelse Sellafield tijdelijk opgedroogd, dan wil de regering de nieuwsjagers wel een handje helpen door nieuwe (strengere) stralingsnormen te introduceren. Die normen vormden in het najaar van 1990 in de Tweede Kamer onderwerp van bespreking en werden door Rob Biersma in NRC-Handelsblad aangeduid als 'de strengste stralingsnormen ter wereld' (21 februari 1991). Ze worden thans door de minister van milieubeheer van een betere toelichting voorzien, maar ondertussen bij het verstrekken van vergunningen voor stralingstoepassingen al wel gehanteerd. Is straling dan (nog) gevaarlijker geworden dan wetenschap en politiek steeds al dacht? Wie de feiten de revue laat passeren, betwijfelt dat, maar bij de beoordeling van stralingsrisico's spelen meer zaken dan alleen feiten een rol.

## De Steen der Wijzen

De directeur van het Natuurkundig Historisch Centrum van het American Institute of Physics, Spencer R. Weart, is in de geschiedenis gedoken om opvattingen over straling<sup>2</sup> en kernenergie te kunnen begrijpen. Zijn bevindingen heeft hij vastgelegd in het boek *Nuclear Fear*<sup>3</sup>. Stra-

bly achievable. In the Netherlands and elsewhere qualified radiation protection officers and advisers are instrumental in ensuring that high standards of safety are actually met. Shifting the emphasis from safety procedures and risk generating processes to strict dose limits, as might be the result of the new policy, is possibly counterproductive.

ling en kernenergie zijn volgens hem de bekroning van het werk der oude alchimisten: de transmutatie der elementen. De ware alchimisten waren niet zozeer op zoek naar stoffelijk gewin, als wel naar het geheim van het leven zelf: loutering en wedergeboorte ('transmutatie') via verworping en chaos. Of, in de moderne tijd, de vernietiging door kernwapengeweld en de gouden tijd van ongebreidelde (kern)energie.

Straling en kernenergie zijn bij uitstek 'symbolen' van zaken die de mens tot in het diepste van zijn wezen fascineert, maar evenzeer met angst vervult. Dat verklaart waarom een redactie voor een bericht over straling, kernenergie of atoomwapens al gauw een prominente plaats inruimt. De analyse van Weart maakt misschien ook begrijpelijk waarom de Nederlandse regering haar risicobeleid<sup>4</sup> op het gebied van straling in een aparte beleidsnota, 'Omgaan met risico's van straling'<sup>5</sup> heeft uitgewerkt.

## Straling kan ongezond zijn

De risico's van straling en de beoordeling daarvan lijken dus met diepe roerselen samen te hangen. Dat hoort zijn consequenties te hebben voor een beschermingsbeleid. Alvorens daar op in te gaan, bespreek ik eerst nieuwe feiten over de mogelijke gevolgen van blootstelling aan straling en de ontwikkelingen op normstellingsgebied, binnen en buiten Nederland.

## Vernietiging van orgaanfuncties

Straling kan levensgevaarlijk zijn. Een deel van de slachtoffers in Hiroshima en Nagasaki in Japan overleed na het bombardement in 1945 aan stralingsziekte. Sommige mensen die onwetend een 'actieve' stralingsruimte betra-

1. Gezondheidsraad, Postbus 90 517, 2509 LM Den Haag. Dit artikel is geschreven op persoonlijke titel.

2. Met 'straling' bedoel ik in dit artikel steeds ioniserende straling, zoals röntgenstraling en de alfa-, bèta- en gammastraling van radioactieve stoffen.

3. Weart S.R.; *Nuclear fear. A history of images*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1988. Zie voor een samenvatting: NVS-Nieuws 1992; 17(1): 12-17.

4. Omgaan met risico's. Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21 137, nr. 5.

5. Omgaan met risico's van straling. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21 483, nrs. 1-2.

den of een radioactieve bron in hun zak staken, hebben dat met de dood moeten bekopen. Door de blootstelling aan straling stierven weefselcellen af, waardoor celsystemen en organen hun functie niet meer konden uitoefenen. Van die werking van straling maakt de geneeskunde overigens heilzaam gebruik bij het vernietigen van kwaadaardige kankergezwellen.

Deze ernstige acute effecten zijn uiteraard onderwerp van zorg van stralingshygiënist, maar hun aandacht gaat toch vooral uit naar de mogelijke effecten op lange termijn: een verhoogde kans op kanker en afwijkingen bij nakomelingen van de bestraalden. Bij de bij het werk en in het binnen- en buitenmilieu gebruikelijke stralingsniveaus treden de acute effecten niet op.

### Kanker

Straling blijkt niet alleen cellen te kunnen doden, maar ook te kunnen ontregelen. Onder de getroffen bevolking in Hiroshima en Nagasaki, waar de stralingsniveaus veel hoger waren dan in ons leef- en werkmilieu gebruikelijk zijn, is een verhoogde sterfte aan kanker waargenomen. De kans op kanker bleek samen te hangen met de stralingsdosis<sup>6</sup>. Gegevens uit onderzoek onder bestraalde patiënten en uit laboratoriumonderzoek met lichaamscellen en proefdieren wezen in dezelfde richting. De conclusie uit dat onderzoek is dat algemeen lijkt te gelden: blootstelling aan straling verhoogt de kans op kanker; bij de stralingsniveaus die in leef- en werkmilieu voorkomen, is die verhoging evenredig met de stralingsdosis. Tussen het tijdstip van de ontregeling van een lichaamscel door inwerking van straling, en het manifest worden van een tumor verloopt een periode van vele jaren.

De interpretatie van de onderzoeksgegevens als een lineair verband tussen de extra kans om aan kanker te overlijden en de stralingsdosis, maakt het mogelijk dit verband in één getal uit te drukken: het zogeheten sterfterisicogetal. Dit getal is de verhouding van de extra kans aan kanker te overlijden en de stralingsdosis.<sup>7</sup> Over de waarde van het sterfterisicogetal zijn de geleerden onzeker. Duidelijk is wel dat die waarde afhangt van het tijdstip van bestraling en de tijd die is verlopen sinds de blootstelling aan straling. De omvang van de gevolgen voor de overlevenden van de atoombomexplosies boven Hiroshima en Nagasaki zal pas over 20 tot 30 jaar bekend zijn, als alle leden van de getroffen bevolking zijn overleden. En ook dan blijven onzekerheden bestaan: wat was de stralingsdosis precies, wat was de invloed van de oorlogssituatie in 1945 en van de economische opleving sindsdien? En ook, zijn de gegevens uit Japan wel bruikbaar voor een oordeel over de gevolgen van de chronische blootstelling aan straling in de woon- en werkomgeving?

Op dit ogenblik ziet het er naar uit dat blootstelling aan straling de kans om aan kanker te overlijden met een zeker percentage dat onafhankelijk is van de leeftijd van overlijden, verhoogt. De grootte van dat percentage hangt wel af van de stralingsdosis en van de leeftijd ten tijde van de bestraling. Leukemie vormt een uitzondering; bij de bevolking in Hiroshima en Nagasaki bereikte de extra sterfte aan leukemie zes tot acht jaar na de atoombomex-

6. De stralingsdosis is de hoeveelheid geabsorbeerde stralingsenergie per massa-eenheid. Het is gebruikelijk om de stralingsdosis over een bepaald orgaan of over het gehele lichaam te middelen. Zie ook noot 18.

7. Men kan het ook zo zeggen. Ontvangt elk lid van een bevolking van N personen een stralingsdosis D, en overlijden er in die bevolking op termijn K personen extra aan kankere, dan is het sterfterisicogetal  $K/(N \times D)$ .

plosie een maximum, om daar sterk te dalen.<sup>8</sup>

In de jaren zestig en zeventig waren velen de mening toegedaan dat de verhoogde kans op kanker met het verlopen van de tijd sinds de blootstelling zou afnemen, net als bij leukemie. Dat lijkt dus niet het geval te zijn. Gaat men ervan uit dat in Japan de kankersterfte onder de bestraalde bevolking tot op hoge leeftijd met een constant percentage is verhoogd, dan leidt dit tot een gemiddeld sterfterisicogetal dat ongeveer vijf maal groter is dan voorheen werd aangenomen.<sup>8,9,10</sup> Wie meent dat het sterfterisicogetal direct in stralingsnormen moet zijn weerspiegeld, heeft dus het gelijk aan zijn zijde als hij vraagt om een verlaging van de vigerende normen. Ik kom daar verderop op terug.

### Gevolgen bij nakomelingen

Er zijn twee soorten gevolgen bij nakomelingen van bestraalde personen: effecten veroorzaakt door bestraling van geslachtscellen en effecten door bestraling van embryo of foetus tijdens de zwangerschap van de moeder. Effecten door bestraling van zaadcellen bij de man of eicellen bij de vrouw zijn noch bij de overlevenden van de atoombomexplosies in Japan, noch bij andere groepen bestraalden gevonden. Onze kennis over de mogelijke gevolgen van zo'n bestraling stamt vooral uit proeven met ratten en muizen. Hoewel steeds meer bekend wordt over de invloed van mutaties op de erfelijke eigenschappen, zijn de schattingen van het risico op genetische afwijkingen bij nakomelingen van bestraalde personen niet wezenlijk gewijzigd gedurende de afgelopen 20 jaar.

In Engeland haalde 'Sellafield' verscheidene malen de voorpagina's van de kranten. In het plaatsje Seascale in de buurt van deze opwerkingsfabriek van splijtstofstaven zou abnormaal veel leukemie voorkomen. Epidemiologisch onderzoek leek uit te wijzen dat de oorzaak bij bestraling van de vader in de fabriek moest worden gezocht. Die bevinding valt echter niet te rijmen met resultaten van radiobiologisch onderzoek, reden waarom de Gezondheidsraad meende dat ze niet moest leiden tot een bijstelling van het risico op genetische afwijkingen.<sup>10</sup>

Blootstelling van de onderbuik van een zwangere vrouw aan straling kan leiden tot afwijkingen bij de latere baby, zogenoemde teratogene effecten. Vele daarvan treden pas op als de stralingsdosis een bepaalde waarde overschrijdt. Of er ook sprake is van een drempelwaarde bij de mogelijke invloed van straling op de ontwikkeling van de hersenen en op de intellectuele vermogens is onderwerp van wetenschappelijke discussie.<sup>10,11</sup> Verder zijn er aanwijzingen dat bestraling van embryo en foetus ook de kans op jeugd-kanker kan vergroten<sup>10</sup>.

### Bescherming aanpassen?

De nieuwe gegevens vormen aanleiding om het systeem van de stralingsbescherming opnieuw te bezien. Overi- ▶

8. Het is overigens de vraag of de gegevens uit Japan zonder meer overdraagbaar zijn naar een ander land, zoals Nederland. De Commissie Stralingsrisico's van de Gezondheidsraad (zie noot 11) stelde dat voor alle vormen van kanker te zamen het sterfterisicogetal voor een Japanse bevolking gelijk is aan dat van de Nederlandse bevolking met een overeenkomende leeftijdsverdeling.

9. ICRP. 1990 recommendations of the International Commission for Radiological Protection. ICRP-Publication 60. Annals of the ICRP 1991; 21 (1-3).

10. Gezondheidsraad: Commissie Stralingsrisico's. Stralingsrisico's Den Haag: Gezondheidsraad, 1991; advies 1991/22.

11. Mole R.H.; ICRP and impairment of mental function following prenatal irradiation. J. Radiol Prot 1992; 12: 93-105.

**Tabel 1. Samenvatting van de aanbevelingen van de ICRP uit 1977 en 1990**

Eerst is aangegeven of de drie principes rechtvaardiging, optimalisatie en dosislimieten zijn gehonoreerd, vervolgens zijn de waarden van de individuele dosislimieten gegeven.

	1977	1990
rechtvaardiging	ja	ja
optimalisatie	ja	ja
individuele dosislimieten		
- werkers*	50 mSv per jaar	100 mSv per 5 jaar**
- bevolking*	5 mSv per jaar**** 1 mSv per jaar gemiddeld	1 mSv per jaar*** 5 mSv per 5 jaar

\* effectieve dosis, dat is een gewogen som van dosisequivalentwaarden per orgaan; zie ook noot 17; mSv is een afkorting van millie sievert

\*\* uitgangspunt is: minder dan 1000 mSv over de gehele arbeidsperiode

\*\*\* overschrijding in een jaar kan bij uitzondering worden gecompenseerd in een ander jaar; zie andere voorwaarden

\*\*\*\* later gaf de ICRP aan dat een waarde van 1 mSv per jaar als richtwaarde diende te worden beschouwd

gens was dat niet het argument voor de Nederlandse overheid om haar stralingsbeleid op de helling te zetten. Aanleiding daarvoor was de parlementaire discussie over de herziening van het Besluit stralenbescherming Kernenergiewet in 1987 en de wens van de regering om toepassingen van straling op dezelfde manier te beoordelen als risicovolle industriële installaties.

#### Internationale herbezinning

De regelgeving voor toepassingen van straling in de meeste landen gaat uit van de aanbevelingen van de International Commission on Radiological Protection, ICRP. De ICRP zag in de nieuwe gegevens geen aanleiding haar in 1977<sup>12</sup> voor het laatst omschreven systeem van stralingsbeschermingsmaatregelen fundamenteel te wijzigen.<sup>9</sup> Dat systeem komt kort samengevat neer op:

- beoordeel eerst of een stralingstoepassing meer voordelen dan nadelen biedt ('rechtvaardiging');
- probeer vervolgens de blootstelling aan straling zover terug te dringen dat extra inzet (moeite, geld) niet meer opweegt tegen de daarmee te behalen verlaging van het stralingsrisico ('optimalisatie-' of 'ALARA-principe'<sup>13</sup>);
- zorg er voor dat bij die laatste stap niet enkele individuen worden opgeofferd ter wille van het collectief door dosislimieten te hanteren als randvoorwaarden bij de optimalisatie.

Tabel 1 vat het door de ICRP in 1977 en in 1990 aanbevolen systeem samen.

Als de voortekenen niet bedriegen zal de EG haar zogenoemde Euratom-basisnormen aan de nieuwe aanbevelingen van de ICRP aanpassen.<sup>14</sup> Dat zou enige fricties kunnen

12. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26. Annals of the ICRP 1977; 1(3).

13. Het acronym ALARA staat voor 'as low as reasonably achievable'. 'Reasonably' duidt de optimalisatie aan, waarbij volgens de ICRP sociale en economische factoren een rol spelen.

14. NVS-Nieuws 1992; 17(3): 19-20.

geven met het Nederlandse stralingsbeleid, zoals hieronder duidelijk zal worden.<sup>15</sup>

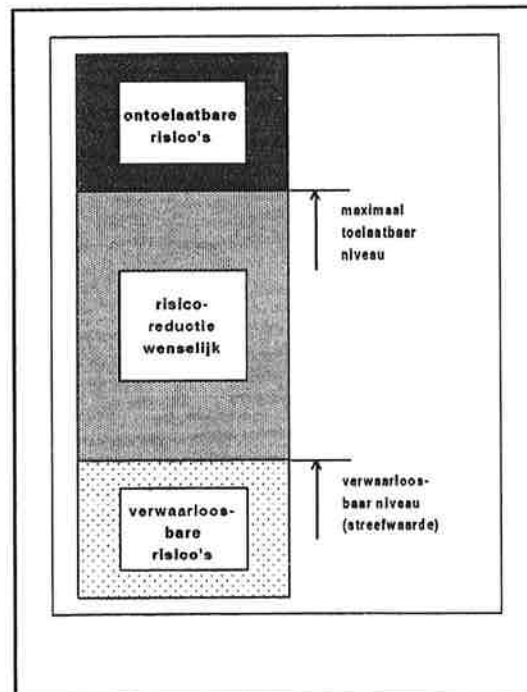
#### De Nederlandse aanpak

De Nederlandse regering wil als onderdeel van haar milieubeleid activiteiten toetsen aan het uitgangspunt van 'duurzame ontwikkeling'. Dit begrip geeft aan dat de activiteiten die wij ondernemen, de wereld voor onze kinderen en kindskinderen niet onbewoonbaar en onleefbaar moeten maken. Het principe is echter nog weinig concreet uitgewerkt; bovendien vereist 'duurzame ontwikkeling' politieke afspraken op Europees en mondiaal niveau (denk aan de problematiek van de ozonlaag en het broeikaseffect). Een tweede pijler van het Nederlandse milieubeleid is het aan banden leggen van de mogelijke effecten van activiteiten op de gezondheid van mens en milieu volgens het beoordelingsschema in figuur 1.

De opzet van het beoordelingsschema lijkt heel plausibel. Risico's boven een bepaald niveau zijn ontoelaatbaar. Naarmate het risico geringer wordt, hoeft de overheid er steeds minder aandacht aan te besteden; ze heeft immers wel wat beters te doen dan zich met verwaarloosbare risico's bezig te houden. Cruciaal in de risicobenadering van de Nederlandse overheid is het in maat en getal uitdrukken van de twee grenzen: het maximaal toelaatbaar risiconiveau en het verwaarloosbaar risiconiveau.

Uit de beleidsnota<sup>5</sup> van de regering valt af te leiden dat voor een stralingstoepassing het maximaal toelaatbaar risico overeenkomt met een toename 1 op de miljoen van de kans dat een individu later in het leven aan kanker overlijdt. Het gaat daarbij om het risico veroorzaakt door blootstelling gedurende één jaar aan straling van de desbetreffende toepassing. Het verwaarloosbaar niveau ligt een factor 100 lager. Als de regering uitgaat van de door de Gezondheidsraad afgeleide omrekeningsfactoren (sterfterisicotellen)<sup>10</sup>, dan komt het maximaal toelaatbaar

**Figuur 1. De risicobenadering in het milieubeleid**



15. De EG-lidstaten moeten namelijk de Euratom-basisnormen verwerken in hun wet- en regelgeving op stralingshygiënisch gebied.

**Tabel 2. Een vergelijking van de aanbevelingen van de ICRP uit 1990 en het beleid van de Nederlandse overheid met betrekking tot de bescherming tegen beroepsmatige blootstelling aan straling**

Voor niet-beroepsmatige blootstelling hanteert de regering risiconormen; een individueel overlijdensrisico van meer dan 1 op de 100 000 door blootstelling gedurende 1 jaar aan alle stralingsbronnen te zamen acht zij ontoelaatbaar; zie de tekst.

	ICRP	Nederland
rechtvaardiging	ja	impliciet via vergunning-verlening
optimalisatie dosislimieten	ja	ja
- stralingswerkers*	100 mSv per jaar 50 mSv per jaar	20 mSv per 5 jaar**
- anderen	1 mSv per jaar***	2 mSv per jaar**

\* werknemers die zijn onderworpen aan een stelsel van opleidingseisen en aan medisch en stralingshygiënisch toezicht (zogenoemde radiologische werkers)

\*\* overschrijding van deze waarde is niet toegestaan in uitzonderlijke gevallen is overschrijding toegestaan mits de stralingsdosis in 5 opeenvolgende jaren een waarde van 5 mSv niet overschrijdt; zie tabel 1

niveau overeen met een dosisequivalent van 15 tot 25 microsievvert per jaar. Het niveau waar het verwaarloosbare gebied begint bedraagt 0,15 tot 0,25 microsievvert per jaar.<sup>16</sup>

Overigens uitte de Gezondheidsraad kritiek op de beperking tot kankersterfte bij het in maat en getal uitdrukken van het stralingsrisico. Dat getuigt van een beperkte visie op stralingsrisico's, aldus de Commissie Stralingsrisico's van de Raad in haar in december 1991 gepubliceerde advies.<sup>10</sup> De beoordeling van het stralingsrisico zou daardoor in vergelijking tot de beoordeling van andere risico's onevenwichtig kunnen worden.

Voor de bescherming van werkers tegen straling sluit de regering nauw aan bij de aanbevelingen van de ICRP. Altijd geldt dat de stralingsbelasting zo laag moet zijn als redelijkerwijs mogelijk is, conform de huidige regelgeving. Voor individuele werknemers hanteert zij in de nota 'Omgaan met risico's van straling' dezelfde dosislimieten als de ICRP, met dien verstande dat de middeling over een periode van vijf jaar niet is toegestaan. Tevens introduceert de regering een nieuwe categorie, namelijk bezoekers op het bedrijfsterrein. Zie tabel 2. De nieuwe dosislimieten worden pas van kracht na wijziging van het Besluit stralenbescherming Kernenergiewet.

### Kritiek op Nederlandse aanpak

De nota 'Omgaan met risico van straling' zorgde voor de nodige opwinding in 'stralingsland'. Waarom? In het begin van dit artikel heb ik al gewezen op de diepe emoties die elke discussie over straling en kernenergie oproept. Maar er is meer.

16. De regering geeft andere getallen omdat ze van een ander (lager) sterfterisicogetal uitgaat. Volgens haar komt het maximaal toelaatbaar risico overeen met 40 microsievvert per jaar en het verwaarloosbaar risico van 0,4 microsievvert per jaar. Het afleiden van sterfterisicogetallen is in eerste instantie een wetenschappelijke bezigheid. Op grond van het Gezondheidsraadadvies zou de regering daarom de met de risiconiveaus overeenkomende dosisingrenzen moeten bijstellen.

### Het gevestigde systeem

Het toepassen van röntgenapparatuur, radioactieve stoffen, deeltjesversnellers en kernreactoren is, in elk geval in de westerse geïndustrialiseerde wereld, steeds gepaard gegaan met een uitgebreid scala van veiligheidsmaatregelen. Daarbij speelden de aanbevelingen van de ICRP een cruciale rol. Onder stralingshygiënisten heerste dan ook het gevoel dat men het toepassen van stralingsbronnen goed onder (veiligheids)controle had. Sterker nog, meer dan eens kon men hen horen betogen dat het 'stoffenbeleid' aan het 'stralingsbeleid' een voorbeeld zou moeten nemen. Een regeringsnota die met zoveel woorden zegt dat op stralingsgebied nodig orde op zaken moet worden gesteld en dat het stralingshygiënische beleid van de overheid zich aan het externe-veiligheidsbeleid en het gevaarlijke-stoffenbeleid zal aanpassen, snijdt dus diep in de ziel van stralingshygiënisten.

### Boze medici

Ongemeen fel was de kritiek uit de medische hoek. Door het milieubeleid van de overheid wordt de gezondheidszorg op kosten gejaagd: zwaardere afscherming rond röntgenapparaten, lineaire versnellers en radioactieve therapiebronnen. Patiënten die met radioactieve stoffen waren behandeld, zouden langer in het ziekenhuis moeten verblijven; volgens de nieuwe milieunormen van de regering zouden zij als 'wandellende stralingsbronnen' een ontoelaatbaar risico vormen. Dat zo'n aanpak bijdroeg aan de verbetering van de volksgezondheid, vermochten de medici niet in te zien. De afwegingen die zij maken tussen de diagnostische of therapeutische voordelen van straling voor de patiënt en de mogelijke lange-termijnnadelen, vinden overduidelijk plaats in een geheel ander risicoregime dan dat van de Nederlandse milieuminister.

### Stralingsvariëaties

Radiobiologen en stralingshygiënisten kennen aan het dosisbegrip in hun beschouwingen over de risico's van blootstelling aan straling een centrale plaats toe. Elke blootstelling van straling rekenen zij om in een geabsorbeerde dosis en die weer, na weging voor de biologische effectiviteit van de straling, in het dosisequivalent.<sup>17</sup> Of het om straling uit de bodem, radonvervalproducten uit de lucht of medische straling uit röntgenapparatuur of radioactief jodium gaat, omgerekend in termen van het dosisequivalent zijn zij onderling vergelijkbaar. Nu levert de straling uit van nature aanwezige bronnen - de kosmos, radioactief kalium en vervalproducten van uranium en thorium in de bodem, en vervalproducten van radon in de lucht - voor een Nederlander om en nabij een dosisequivalent van 2 millisievvert per jaar<sup>18</sup> op. Variaties in deze waarde in de grootte van 1 millisievvert per jaar zijn niet exceptioneel. De gemiddelde stralingsdosis door medisch diagnostisch onderzoek komt uit op ongeveer 0,5 millisievvert met een individuele variatie van een veelvoud van die waarde.

17. De geabsorbeerde dosis is de in het biologische weefsel opgenomen stralingsenergie per eenheid van massa (zie noot 7). De eenheid van geabsorbeerde dosis is de gray; 1 gray (Gy) = 1 J/kg. Door de geabsorbeerde dosis te vermenigvuldigen met een zogeheten stralingsweegfactor kan men verschillen in biologische effectiviteit tussen verschillende soorten straling in rekening brengen. Men krijgt dan het dosisequivalent. De eenheid van dosisequivalent is de sievert (Sv).

18. Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen. Metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen in het biologische milieu in Nederland 1989. Bilthoven: CCRX, 1990.

Zoals boven is aangegeven vallen de stralingsnormen van de Nederlandse regering als onderdeel van haar milieubeleid in het microsievte-gebied. Het strakker aanhalen van de normen door een traject uit te zetten in de richting van het bereiken van het verwaarloosbare niveau voor de stralingstoepassing die daar niet aan voldoet, bereikt men een 'gezondheidswinst' die valt uit te drukken in termen van hooguit enkele microsievte en dus verdrinkt in de variatie van de stralingsdosis tussen Nederlanders door natuurlijke stralingsbronnen en het toepassen van straling bij diagnose en therapie. Tot op heden lijkt het Ministerie van VROM doof voor deze kritiek. Voor de problematiek van de met radioactieve stoffen behandelde patiënten was het bereid om het beleid te heroverwegen. Voor andere toepassingen worden de regels via de voorwaarden in de Kernenergiewetvergunningen aangescherpt.

### Modellen

Er was niet alleen kritiek op de milieunormen uit de nota 'Omgaan met risico's van straling' op zich, maar ook op de wijze waarop deze werden toegepast. Zo meende de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne dat het niet zinvol was om altijd uit te gaan van de aanwezigheid van iemand gedurende 24 uur per dag 365 dagen per jaar op elke plek waar de stralingstoepassing mogelijk tot een verhoogd stralingsniveau zou kunnen leiden. Daarnaast was zij het niet eens met de wijze waarop de regeringsnota het begrip optimalisatie vervormde. Volgens de stralingsbeleidsnota betekent optimalisatie het terugbrengen van een risico tot onder het verwaarloosbaarheidsniveau, iets wat in het begin van de 21e eeuw een feit moet zijn. Die opvatting van optimalisatie staat haaks op de gebruikelijke van het afwegen van extra kosten tegen extra gezondheidswinst.<sup>19,20</sup>

### Stand van zaken

Het wijzigen van overheidsbeleid is geen eenvoudige zaak. Wat de gezamenlijke beroepsgroepen met hun interventies bereikten, was dat de Tweede Kamer de minister van milieubeheer om een nadere toelichting op zijn beleid vroeg. Die circuleert al wel in conceptvorm - de wijzigingen zijn minimaal en komen nauwelijks aan de door het 'stralingsveld' geuite kritiek tegemoet - maar is nog niet officieel gepubliceerd.

Zolang de koningin haar handtekening nog niet heeft gezet onder een gewijzigd Besluit stralenbescherming Kernenergiewet, blijven de huidige wettelijke regels van kracht. Maar bij het afgeven van vergunningen kan de overheid haar nieuwe stralingsmilieubeleid realiseren en blijkt dat in de praktijk, zoals ik reeds aangaf, ook te doen.

### Overzicht

Wat is dus, samengevat, de huidige stand van zaken:

- de vroegere verwachting dat een aantal jaren na de blootstelling de extra kans om aan kanker te overlijden afneemt, blijkt, behalve voor keukemie niet juist te zijn;
- het onderzoek onder aan straling blootgestelde werknemers en onder de bevolking rond kerninstallaties levert tot op heden geen aanwijzingen op dat de inzichten op grond van de gegevens die zijn verkregen uit onderzoek onder de bevolking van Hiroshima en Nagasaki en uit radiobiologisch laboratoriumonderzoek, onjuist zijn;

19. Commentaar van het Bestuur van de NVS op de beleidsnota 'Omgaan met risico's van straling'. NVS-Nieuws 1990; 15(4): 4-6.

20. Rechtvaardigen, optimaliseren en begrenzen: in die volgorde! Verslag van de werkconferentie van de NVS op 4 oktober 1991 over de aanvulling op de nota Omgaan met risico's van straling. NVS-Nieuws 1991; 16(4): 27-33.

- internationaal doet de benadering van rechtvaardiging en optimalisatie met individuele dosislimieten als randvoorwaarde als basis voor een stralingshygiënisch beleid, nog steeds opgeld;

- op grond van de meest recente gegevens uit Japan is internationaal aanbevolen de dosislimieten in neerwaartse richting enigszins bij te stellen;

- in Nederland heeft de regering in 1990 in een beleidsnota haar stralingshygiënische beleid voor de werkplek en het milieu uiteengezet;

- het Nederlandse beleid voor de werkplek spoort redelijk met de internationale aanbevelingen;

- 'straling in het milieu' wil de regering echter op een andere manier benaderen dan tot nu toe (internationaal) gebruikelijk is; zij meent zo te kunnen aansluiten bij het beleid op het gebied van gevaarlijke stoffen en van risicovolle industriële installaties;

- optimalisatie in de ware betekenis van het begrip speelt in het voorgestelde overheidsbeleid geen rol;

- de grenswaarden voor de stralingsdosis die de regering voorstelt, zijn aanmerkelijk lager dan internationaal is aanbevolen; het realiseren van deze grenzen brengt in sommige gevallen aanzienlijke kosten met zich mee;

- aan de doeltreffendheid (het behalen van gezondheidswinst) van het stralingsmilieubeleid van de regering wordt in kringen van medici en stralingshygiënisten ernstig getwijfeld.

### Veiligheid als proces

Wat nu? Voor wie een stralingsbron wil gaan toepassen, heb ik maar één raad. Kijk goed in de Staatscourant of een gewijzigd Besluit stralenbescherming Kernenergiewet van kracht wordt. Als uw Kernenergiewetvergunning op de helling moet, raadpleeg dan een stralingsdeskundige. Houd u in uw dagelijkse praktijk in elk geval aan het adagium: beperk de stralingsbelasting van mens en milieu zo ver als redelijkerwijs mogelijk is. Dat biedt de beste garantie voor een zinvolle gezondheidsbescherming, terwijl in de meeste gevallen de risico's ver onder de oude en welke nieuwe normen dan ook blijven.

Komt het ooit nog goed tussen de Nederlandse milieuminister en het 'stralingsveld'? Onmogelijk is dat niet.

Minister Alders heeft aan de Gezondheidsraad gevraagd om de aanbeveling<sup>10</sup> om het stralingsrisico niet alleen op de kans op overlijden te beoordelen, nader uit te werken. Mogelijk leidt een nader advies van de Gezondheidsraad tot een stralingshygiënisch beleid dat sterker dan het huidige stoelt op een wetenschappelijke basis, vooral met betrekking tot het karakteriseren en het vergelijken van risico's.

De huidige nadruk op het toepassen van normen heeft een groot gevaar. Het leidt de aandacht af van het beheersen van de processen die aan blootstelling aan straling ten grondslag liggen. Dat laatste was (is) een - moeizaam veroverde - verworvenheid van de stralingshygiënische wereld. Mijns inziens is aandacht voor risicobeheersing door het beheersen van technische en organisatorische processen en hun onderlinge wisselwerking van cruciaal belang, niet alleen voor het terugdringen van stralingsrisico's tot een aanvaardbaar niveau, maar evenzeer voor het beheersen van andere oorzaken van risico's van menselijke activiteiten.<sup>21,22</sup> Sleutelbegrippen daarbij zijn: opleiding en deskundigheid, inzicht in de techniek, aan-

21. Wagenaar, W.A.; Groeneweg J. Accidents at sea: multiple causes and impossible consequences. Int J Man Machine Studies 1987; 27: 587-598.

22. Gezondheidsraad: Commissie Herbezinning kernenergie. Herbezinning kernenergie; risico-analyse, menselijk handelen, interventiewerkwaarden. Den Haag: Gezondheidsraad, 1989; advies 1989/13.

dacht voor de organisatie, begrip van de relatie tussen mens en techniek, onafhankelijke beoordeling van de procesgang en 'vergevingsgezinde' procesopties.

Met de keuze voor procesbeheersing als methode voor risicobeperking accepteert men dat een beoordeling van risico's aan de hand van een enkele maat en een enkel getal slechts een tipje van de risicosluier oplicht. Door het bestuderen van het proces dwingt men zichzelf het risico zoveel mogelijk in zijn totaliteit te beschouwen. Dat laatste kan tot gevolg hebben dat voor een radiotherapie-afdeling van een ziekenhuis andere regels en normen gaan gelden dan voor een opslagplaats voor radioactief afval. Betekent zo'n beschouwing nu het volledig afstand nemen van het toetsen aan normen volgens een schema als in figuur 1 is weergegeven? Ik meen van niet. Een stelsel van normen en referentiewaarden vormt al jarenlang onderdeel van de aanbevelingen voor het beperken van stralingsrisico's.<sup>9,12,23</sup> Zo'n stelsel kan men het best uitdrukken in termen van het dosisequivalent. De waarden ervan dienen het resultaat te zijn van een (niet zo eenvoudige) afweging waarbij de rechtvaardiging van bepaalde

categorieën toepassingen, de uitkomsten van optimalisatie-exercities en kennis van en inzicht in de mogelijke effecten van blootstelling aan straling een rol spelen.<sup>9</sup> Ik besef dat het dosisequivalent als maatstaf voor het stralingsrisico zich minder goed leent voor politieke discussie<sup>24</sup>, hoewel ook de regering er in de nota 'Omgaan met risico's van straling' voor zover het gaat om arbeidsbescherming aan het dosisequivalent de voorkeur geeft. Aan de andere kant is het een illusie te denken dat emotionele discussies over straling en stralingstoepassingen door de keuze van individueel overlijdensrisico als risicomat te vermijden zijn. Het voordeel van de keuze voor het dosisequivalent als risicomat is dat men deze grootheid, althans in principe, kan meten en dat men vermijdt dat het risicogetal een beleidsmatig vast te stellen grootheid wordt.

Zo kunnen normen een zinvolle rol spelen binnen het proces van risicobeheersing. Het resultaat leidt mijns inziens tot een situatie waarin de beperkte middelen daar worden ingezet waar de gezondheid van mens en milieu er het meest mee is gebaat. ■

23. Eggermont G.X.; Passchier W.F., Sapir M., Zerbib J.C. A Union and consumer proposal for the regulation of enhanced natural radiation. *Sci Tot Environ* 1985; 45: 631-638.

24. Huyskens Ch.J.; Passchier W.F. Effectief dosisequivalent: maat voor stralingsrisico? In: *Straling: van effect tot bescherming*. Den Haag: Gezondheidsraad, 1988; rapport A88/05.