Radioactiviteit: natuurlijk nodig!

NucleairNederland

Radioactiviteit en straling dragen bij aan:
- Welvaart
- Welzijn
- Gezondheid

In een notendop

Kernenergie (en dus radioactiviteit) staat weer volop in de belangstelling. De organisaties die samenwerken binnen Nucleair Nederland leggen in deze brochure uit wat radioactiviteit en straling zijn, wat je ermee kunt en waar met radioactiviteit wordt gewerkt. Ook de nadelen komen aan bod. Ongetwijfeld blijven nog vragen onbeantwoord. Wie meer wil weten of nog vragen heeft, kan contact opnemen met één van de bedrijven achterin deze brochure.

Radioactiviteit hoort bij het leven op aarde. De meest bekende toepassing, kernenergie, staat weer volop in de belangstelling. In deze brochure en op onze website leggen we uit wat radioactiviteit is en welke toepassingen er zijn.

Je vindt op onze website www.nucleairnederland.nl meer informatie en een lijst met links naar andere websites.

Radioactiviteit hoort bij het leven op aarde. Onze leefomgeving zendt radioactieve straling uit en kosmische straling daalt op ons neer vanuit het heelal.

Er is veel spin-off uit de nucleaire wetenschap. Faalkansberekeningen en veiligheidsanalyses worden overal gebruikt. Bijvoorbeeld bij het vaststellen van een veilige maximum-snelheid voor de Hoge SnelheidsLijn (HSL).

Radioactiviteit en straling

Radioactiviteit is een natuurlijk gegeven. Het zit in de aarde zelf en radioactieve straling bereikt ons vanuit het heelal. Zelfs ons eigen lichaam bevat van nature radioactiviteit.

De mens heeft geen zintuigen voor dit natuurlijke fenomeen. Doordat wij radioactieve straling niet zien, ruiken, horen of voelen, lijkt deze energiebron voor ons iets ongrijpbaars.

Toch hebben wij geleerd radioactieve straling goed te gebruiken. De toepassingen zijn inmiddels heel belangrijk voor onze gezondheid, onze energievoorziening en voor talloze producten en hulpmiddelen. We gebruiken radioactiviteit en straling bijvoorbeeld voor de conservering van ons voedsel, bij het bestrijden van ziektes en het controleren van processen en constructies. Ook ontstaat er radioactiviteit bij de productie van elektriciteit in kerncentrales.

Met radioactieve meetmethoden ontwikkelen we betere staalsoorten. Die stellen ons in staat om betere en inventievere constructies te bouwen.

Radioactieve straling is alleen met een apparaat waar te nemen. Vergelijk het met radiogolven, zonder radio kun je het geluid niet horen.

In de kern

Radio-Actief
Radio komt van radius en betekent straal.
Actief betekent werkzaam, het dóet iets.

Radioactieve stoffen zenden 'werkzame stralen' uit. Radioactiviteit heeft dus te maken met de eigenschap van bepaalde atoomkernen om straling uit te zenden. Een ander woord voor kern is nucleus, vandaar dat we ook spreken over 'nucleair'. Wetenschappers spreken over ioniserende straling terwijl we in het dagelijks leven het meestal over radioactieve straling hebben.
We gebruiken deze termen vaak door elkaar.

'Radioactief' klinkt misschien mysterieus, maar het is eigenlijk heel gewoon. Heel veel stoffen op aarde zenden namelijk 'werkzame stralen' uit. Je wordt er de hele dag mee omringd. Alleen merk je dat niet; de mens heeft er geen zintuig voor. Vergelijk het met radiogolven, die kun je ook niet waarnemen. Alleen als je er een apparaat (radio) voor hebt, kun je naar radiomuziek luisteren.
Zo kun je ook straling alleen met instrumenten waarnemen. Zou je een speciaal meetapparaat meedragen, dan zie je dat als je een vliegreis maakt of gaat skiën hoog in de bergen, je een fors hogere stralingsdosis oploopt dan tijdens een fietsvakantie rond het IJsselmeer.

Als je hoog in de bergen gaat snowboarden, loop je een aanzienlijk hogere dosis straling op dan bij jetskiën op zeeniveau.

***Het bekendste en ook oudste voorbeeld van een nuttige toepassing van straling is de röntgenfoto.
Na honderd jaar nog altijd een onmisbaar diagnose-instrument.***

In ons dagelijks leven

Nodig!
Wilhelm Röntgen (1845-1923) ontdekte eind negentiende eeuw het bestaan van deze 'actieve straling'. Zijn naam leeft voort in een medische toepassing: de röntgenfoto.

In de loop van de 20ste eeuw leerden we steeds beter om de eigenschappen en de vrijkomende energie uit nucleaire bronnen te benutten. Toch menen wetenschappers dat we nog maar aan het begin staan van de technische ontwikkelingen in de nucleaire sector.

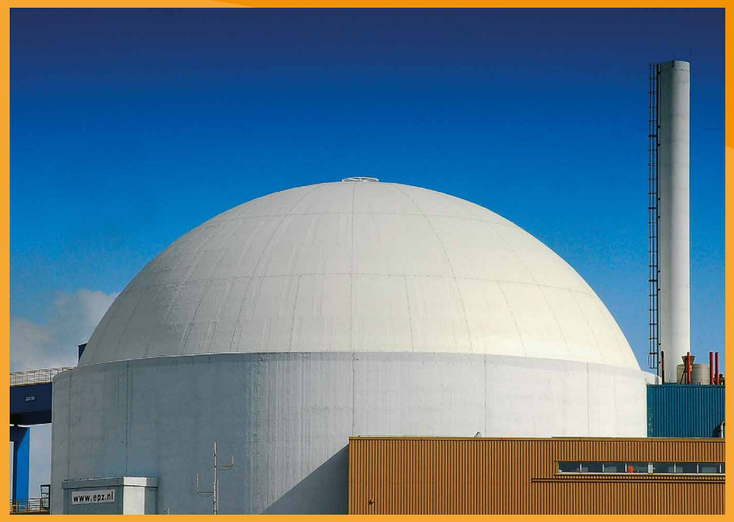
Wie zich verdiept in de mogelijkheden, komt er achter dat ze bijna eindeloos zijn. Je komt nucleaire technologie overal tegen.
Magere yoghurt wordt met neutronen bestraald en onderzocht. Met de kennis die dit oplevert, kan de smaak worden verbeterd. Als magere yoghurt lekkerder smaakt, kan dat bijdragen in de strijd tegen vetzucht.

Voedsel is langer houdbaar als schimmels en bacteriën met radioactieve straling zijn gedood. Deze toepassing is letterlijk en figuurlijk lopende bandwerk in de voedingsmiddelensector. De straling laat geen radioactieve sporen na in het voedsel. De voedselveiligheid neemt toe. Overal ter wereld kan ziekte en sterfte door bedorven voedsel worden verminderd.

In andere gevallen redden radioactieve stoffen heel direct ons het leven. In Europa krijgen jaarlijks meer dan 10 miljoen patiënten radioactieve producten uit een kernreactor toegediend voor diagnose, behandeling of pijnbestrijding.

Medische isotopen (radioactieve stoffen) worden in ziekenhuizen gebruikt om het functioneren van organen te bestuderen. Ook bestralen we er inwendig kankercellen mee door radio-isotopen in het lichaam te brengen.

Bestraling van etenswaren vergroot de voedselveiligheid. En nemen we kerncentrales uit bedrijf dan zitten miljoenen mensen zonder stroom.



Kerncentrale 'Borssele' produceert vier procent van onze elektriciteits-behoefte. Kernenergie is CO_2-vrij.

Met nucleaire detectie-methoden worden vitale constructies zoals bruggen en delta-werken op zwakke plekken gecontroleerd.

In relatie

Kankerbestrijding en diagnose met de hulp van radioactieve stoffen wordt veelvuldig gebruikt. De Hoge Flux Reactor in het Noord-Hollandse Petten is de belangrijkste Europese producent van die isotopen.

Bij de Technische Universiteit Delft worden nieuwe radioactieve stoffen gemaakt die zich op een andere manier via het bloed verspreiden richting kankercellen. Medici kunnen aan de hand van de afgegeven straling buiten het lichaam heel precies vaststellen waar in het weefsel kankercellen zitten. Dit soort onderzoek levert ondanks het gebruik van radioactiviteit nagenoeg geen schade op aan het lichaam. Als kanker eenmaal is vastgesteld, is het in sommige gevallen mogelijk om met deze methode (radionuclidetherapie) de ziekte zeer nauwkeurig te bestrijden. Er wordt dan een radioactieve stof in het bloed gebracht die de kankercellen niet alleen opzoekt, maar vervolgens ook doodt. Het Delfts onderzoek met de onderzoeksreactor zal leiden tot effectievere radioactieve stoffen voor deze vorm van kankerbestrijding. Hiermee neemt het aantal mogelijkheden toe waaruit artsen kunnen putten. Bovendien opent zich de weg naar geïndividualiseerde therapie: toegesneden op de patiënt in plaats van afgeleid van een gemiddelde patiëntengroep. Kerncentrales hebben we ook nodig in ons dagelijks leven. Ze leveren zo'n tien procent van de stroom die we in Nederland gebruiken. Voor Europa is dat zelfs 35 procent.

Patiënten in heel Europa zijn afhankelijk van producten die in kernreactoren worden gemaakt.

Spin-off

Ook buiten de energievoorziening, de gezondheidszorg en de voedselbereiding is nucleaire technologie nodig voor de ontwikkeling van nieuwe of betere producten en technieken. De spin-off van deze sector zorgt voor verbetering van de gezondheid en grotere welvaart. De effecten vallen misschien niet meteen op, maar we vinden ze terug in heel gewone dingen in ons dagelijks leven.

We slagen er in om met kerntechnologie materialen en producten te veranderen en te verbeteren. Met neutronenbundels kunnen we de magnetische details van metalen blootleggen. Met deze kennis kunnen we betere staalsoorten ontwikkelen die leiden tot veiliger constructies in bijvoorbeeld de bruggenbouw.

Ook maken we door nucleaire meet- en analysetechnieken steeds betere zonnecellen, batterijen en zelfs veiligere vliegtuigen. In de wegenbouw meet men het vochtgehalte in beton of asfalt met een radioactieve bron om de kwaliteit van het beton of asfalt te waarborgen.

Met nucleaire meet- en analyse-technieken maken we steeds veiligere vliegtuigen. De vliegtuig-industrie traceert er lasfouten mee in aluminium vleugels en kan zelfs voorspellen of die tot breuken leiden.

Radioactieve stoffen worden minder actief naarmate ze ouder worden. Dit fenomeen gebruiken we om de oudheid van archeologische vondsten vast te stellen.
Hoeveel iets nog straalt, vertelt hoe oud het is.

En wat dacht je van forensisch onderzoek? Zo kan met nucleaire technologie DNA-onderzoek worden verricht. Of echtheidsonderzoek. Nieuw is om met neutronenbundels metalen te activeren zodat je bijvoorbeeld de samenstelling van bronzen beelden uit de oudheid kunt onderzoeken.

Archeologen en aardwetenschappers maken al heel lang gebruik van natuurlijke radioactiviteit om de ouderdom van voorwerpen en gebeurtenissen te bepalen (Koolstof-14 methode). De ouderdom van de aarde, de uitbarsting van vulkanen en de leeftijd van mummies: het kan allemaal gelezen worden uit de natuurlijke radioactiviteit.

Met luminescentiedatering is het mogelijk te achterhalen hoe oud aardewerk, duinen of rivierafzettingen zijn. Deze methode wordt binnenkort waarschijnlijk ook op Mars gebruikt.

Voorgaande is zo maar een greep uit de toepassingen van nucleaire technologie buiten het ziekenhuis en de kerncentrale.
Kerntechnologie is niet meer weg te denken uit de moderne maatschappij.

De koolstof-14 methode is de bekendste manier om de ouderdom van voorwerpen vast te stellen.

Waterstof kan in de toekomst een grote rol spelen in onze mobiliteit.

In de toekomst

Wat komt er nog aan?
In de toekomst kunnen we met kerntechnologie grote vraagstukken oplossen. Denk bijvoorbeeld aan waterproductie. Verschillende landen zetten kernreactoren in om drink- of landbouwwater te maken uit zeewater. Binnen het atoombureau van de VN (IAEA) werken achttien landen samen aan een ontziltingsonderzoek. Het tekort aan schoon water neemt toe en dus groeit ook de vraag naar nucleaire ontzilting. Landen als Japan en India hebben grote plannen met deze techniek.

Verder zullen kernreactoren worden ingezet bij de productie van waterstof. Met waterstof kunnen we auto's laten rijden zonder dat ze schadelijke gassen produceren. Bij zo'n 1.000 °C kun je water ontleden in waterstof en zuurstof. Waterstof willen we grootschalig en milieuvriendelijk produceren. Zonder elektriciteit of fossiele brandstoffen die CO_2 produceren, lukt dat alleen met kerntechnologie.

Ook in de ruimtevaart is de rol van kerntechnologie onmisbaar. In 2009 vertrok een missie naar de Marsmaan Phobos met aan boord nucleaire technologie die in Delft is ontwikkeld. Energiebronnen moeten in het heelal een lange adem hebben en erg compact zijn. Je moet ze over onmetelijke afstanden voor zeer lange tijd onbemensd operationeel houden.

We kennen nu al nucleaire besturing van raketten, communicatiesatellieten en ruimtestations. Maar denk eens verder: stel dat we een permanent station op die Marsmaan willen neerzetten? Of een reis naar Pluto willen maken? Zo ver van de zon kan dat alleen met kernenergie.

Om waterstof te maken heb je veel elektriciteit of hele hoge temperaturen nodig. Beide zijn goed op te wekken met kernenergie.

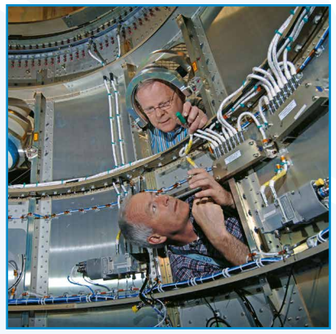
Vanuit de nucleaire sector is er veel spin-off. Robotica, het op afstand laten uitvoeren van werkzaamheden door machines, wordt overal toegepast. Van de automobiel-industrie tot in de bouw.

In totaal

Werkgelegenheid?
Kerntechnologie is een hightechindustrie. Dat betekent kwalitatieve werkgelegenheid die leidt tot producten die we keihard nodig hebben.
De nucleaire industrie is dus een belangrijke sector voor Nederland die bovendien veel spin-off en innovatie teweegbrengt: robotica, procesbediening, materiaalkennis, stromingsleer (hydro- en aerodynamica), specialismen op het gebied van veiligheid, chemie en risicoanalyses. Allemaal kennis en technieken die worden gebruikt voor of voortkomen uit de nucleaire technologie en nieuwe toepassingen vinden in andere sectoren.

Er werken ruim 1.500 mensen in de Nederlandse nucleaire industrie, nog afgezien van de toeleverende industrie of de mensen die de eindproducten gebruiken.

De nucleaire industrie zorgt voor hightechwerkgelegenheid. Direct en indirect werken tal van mensen aan of met de kennis en producten die voortkomen uit deze sector.



Met behulp van nucleaire technologie kun je betere zonne-cellen maken.

In de basis

Energie uit straling
Iets wat straalt, is – net als de zon – een energiebron. Wie de straling opvangt, kan de energie ervan gebruiken.

Een goed voorbeeld is de al genoemde röntgenfoto. Door een heel klein beetje straling (energie) aan één kant ons lichaam in te zenden en vervolgens te bepalen hoeveel straling er aan de andere kant uitkomt, kunnen we een beeld opbouwen. De zwaarte en dikte van wat die straling onderweg tegenkomt, bepalen het plaatje. De plaats waar bijvoorbeeld een gaatje in het glazuur van een kies zit, laat de meeste straling door. En dat ziet de tandarts op de röntgenfoto.

Hoe ontstaat radioactiviteit?
De aarde bestaat uit heel veel verschillende stoffen. Die stoffen zijn samengesteld uit bouwstenen: atomen. Vergelijk het met lego:

- De verschillende legoblokjes zijn de atomen.
- Die kun je combineren tot legobouwsels: moleculen.
- Deze moleculen vormen samen een 'legostad': een materiaal.

Sommige atomen zijn niet zo stevig, ze willen uit elkaar vallen. Als atomen uit elkaar vallen, schieten de stukjes alle kanten op. Dat wegschieten noemen wij radioactiviteit. De mens heeft de energie van de straling leren gebruiken voor talloze slimme toepassingen.

Is radioactieve straling gevaarlijk?
Straling die in de natuur voorkomt, is normaal gesproken niet gevaarlijk. Wetenschappers denken dat we er daarom geen zintuig voor hebben. Het is niet nodig om natuurlijke straling te kunnen zien, ruiken, horen of voelen. Toch gaan we uit voorzorg heel voorzichtig met straling om, want we weten dat veel straling wél gevaarlijk is.

Word je lang blootgesteld aan heel veel straling dan moet je oppassen. Een grote hoeveelheid straling kan lichaamscellen beschadigen. Daar kun je ziek van worden.

De mens heeft geen zintuigen voor radioactieve straling. Hoewel alleen een hoge dosis straling aantoonbaar gezondheidseffecten heeft, nemen we uit voorzorg maatregelen om alle onnodige blootstellingen te voorkomen.

Radioactiviteit komt uit de aarde zelf. Op de ene plek krijg je daar meer mee te maken dan op de andere. Op boorplatforms hoopt natuurlijke radioactiviteit uit de aarde zich op in installatieonderdelen.

Soorten straling
Er zijn drie soorten straling: alfa-, bèta- en gammastraling.

Alfastraling bestaat uit relatief grote en zware deeltjes die vrijkomen uit een uiteenvallend atoom. We kunnen ze eenvoudig en goed tegenhouden; een blad papier is daarvoor al voldoende. Alfastralende stoffen zijn eigenlijk alleen belastend voor de gezondheid als we ze via voedsel of ademhaling in ons lichaam krijgen. Met controles en eenvoudige maatregelen zoals adembescherming kun je dit voorkomen.

Bètastraling bestaat uit lichtere deeltjes. Ze dringen dieper in de materie door, maar ze kunnen niet door een aluminiumplaat of door drie meter lucht. Ook tegen bètastraling kunnen we ons goed beschermen.

Gammastraling bestaat uit elektromagnetische golven. Die penetreren verder in de materie. Een voorbeeld is de röntgenstraling die in ziekenhuizen wordt gebruikt. We kunnen ons tegen ongewenste gammastraling beschermen door de bron af te schermen met lood of beton. Veel stoffen zenden gelijktijdig bètadeeltjes en gammastralen uit.

Iedereen krijgt te maken met radioactieve straling. Naast natuurlijke straling staan we ook bloot aan kunstmatige straling. Bijvoorbeeld als de tandarts een röntgenfoto maakt.

Wat is halveringstijd?
Een kenmerk van radioactiviteit is dat de straling met de tijd afneemt. Dat regelt de natuur zelf. Hoe meer tijd er verstrijkt, hoe minder het straalt. Dat komt door het radioactief verval. De instabiele elementen zijn op zoek naar een nieuw evenwicht. Als dat evenwicht is bereikt, is de radioactieve stof stabiel geworden en zendt geen straling meer uit.

Hoe lang dat duurt, drukken we uit met halveringstijd. Dat is de tijd die nodig is om telkens de helft van de radioactiviteit kwijt te raken. Na twee halveringstijden is de radioactiviteit de helft van de helft. Dat is dus een kwart van de beginwaarde. Iedere radioactieve stof heeft een eigen vaste halveringstijd. Voor de ene stof zijn dat secondes, voor andere stoffen zijn dat duizenden jaren. Het ene radioactieve stofje is dus meteen als het ontstaat al ongevaarlijk.

Ander radioactief materiaal moet je vele duizenden jaren opslaan voor het ophoudt met stralen.

Sommige radioactieve stoffen vervallen vrij snel, andere doen er duizenden jaren over.

Ook wijzelf worden omringd door radioactieve stoffen zonder dat we daar last van hebben. Ze komen voor in tal van bouwmaterialen.

De luchtvaart heeft te maken met verhoogde radioactieve straling. Deze straling komt niet uit de aarde maar bereikt luchtreizigers op grote hoogte vanuit het heelal. De atmosfeer biedt hen minder bescherming.

In het bijzonder

Gezondheid

Ondanks alle nuttige toepassingen heeft radioactiviteit ook nadelen. Zo kun je van een langdurige blootstelling aan een heel hoge dosis ziek worden. Je moet dan wel aan heel extreme zaken denken zoals een nucleair ongeval of het binnenkrijgen van radioactieve stoffen.

Het is dus van groot belang dat we verstandig en veilig omgaan met de grondstoffen, de nucleaire producten en het afval. In de westerse wereld hebben we tal van waarborgen die voorkomen dat nucleaire stoffen in ons leefmilieu terechtkomen. Hierbij is zelfs rekening gehouden met scenario's zoals natuurgeweld, terrorisme en nucleaire ongelukken.

Afval

Radioactieve processen in ziekenhuizen, de industrie en in een kerncentrale leveren uiteraard afvalstoffen op. Dat is een verhaal op zichzelf.

Sommige nucleaire stoffen kunnen we nergens meer voor gebruiken, maar zenden nog wel straling uit. De hoeveelheid van dit kernafval dat ons land produceert, is zo weinig dat je het goed op één plek kunt verzamelen en opslaan.

Er bestaan talloze materialen die radioactieve stoffen tegenhouden. Als het om gammastraling gaat, kan dat met lood, water of beton. Alfastraling is al met een vel papier tegen te houden en bètastraling zit hier tussenin. Straling is dus goed af te schermen. Stralend afval is hanteerbaar te maken door het met beton te omgeven of met basaltachtig glas te mengen.

In ons land is besloten om radioactief afval voorlopig op die manier veilig in gebouwen op te slaan. Dat kan goed en voor zeer lange tijd. Zo houden we het afgezonderd van het milieu. Er wordt onderzoek gedaan naar het onschadelijk maken van radioactief afval zodat er in de toekomst wellicht een nog betere oplossing voor is.

Laag en middel radioactief afval wordt in beton gegoten en in roestvrijstalen vaten gedaan. Daarna gaat het in opslag tot het niet meer straalt.

Er bestaan talloze materialen om radioactieve straling tegen te houden. Alfastraling is al met een paraplu tegen te houden. Water kan zelfs gammastraling tegenhouden.

Tsjernobyl (1986) kleurt bij heel wat mensen het beeld van kernenergie. Er is van dit milieu-ongeluk veel geleerd.

Nucleaire installaties staan onder toezicht van de Verenigde Naties. Het atoom-bureau IAEA voert wereldwijd veiligheids-inspecties uit.

In perspectief

Het verleden

Deze brochure gaat voornamelijk over het heden en de toekomst van radioactieve processen en industrieën in ons land. Maar hoe zit het met het verleden?

In het verleden zijn er nucleaire incidenten en ongelukken geweest. Daarnaast werd kernenergie in verband gebracht met kernwapens; in de jaren tachtig speelde onder meer het kruisrakettendebat. In de publieke opinie raakten deze onderwerpen verweven. De houding tegenover kernenergie wordt ook nu nog in hoge mate bepaald door deze beelden uit het verleden.

Eén ongeluk kent bijna iedereen: Tsjernobyl. Er vielen tientallen doden en grote stukken land raakten nucleair vervuild. Tsjernobyl is nu één van de best onderzochte door de mens veroorzaakte rampen.

Het heeft zeer veel informatie opgeleverd en er is wereldwijd van de ramp geleerd.
Wie meer over de gevolgen en lessen van Tsjernobyl wil weten, vindt op de website van Nucleair Nederland een vertaling van het VN-feitendossier.

De Verenigde Naties hebben de feiten twintig jaar na Tsjernobyl op een rij gezet. Een Nederlandse bewerking is op de website van Nucleair Nederland terug te vinden.

De angst, de gevolgen en de enorme negatieve publiciteit die Tsjernobyl met zich meebracht, hebben de nucleaire sector nog meer van hun verantwoordelijkheid doordrongen. Transparantie, internationaal toezicht, samenwerking en een op veiligheid gerichte bedrijfscultuur in nucleaire installaties zijn het antwoord. In de jaren negentig werden vrijwel alle onveilige (vooral Russische) kerncentrales uit bedrijf genomen of grondig gemoderniseerd.

Na Tsjernobyl worden regels en wetten zeer streng en strikt toegepast. De VN houden toezicht. Er zijn veel voorzorgsmaatregelen genomen en de meeste centrales kregen een technische update. Er ontstond in het westen een nauwgezette controle op het beheer, transport en gebruik van nucleaire stoffen en strenge procedures en regels voor het afval. In alle westerse landen wordt verantwoord en veilig gewerkt met radioactieve processen.

Honderd procent veiligheid bestaat niet. Toch probeert de nucleaire sector door continue verbetering de risico's nog verder te verminderen. En mocht er iets gebeuren, dan zijn er internationale afspraken over hoe er moet worden gereageerd.

Werken in nucleaire installaties gaat gepaard met scherpe controles, uitgebreide procedures en tal van veiligheidsmaatregelen.

In Nederland

Nucleaire industrie

In Nederland zijn er vijf belangrijke plaatsen waar met radioactiviteit wordt gewerkt:

1. De TU Delft waar wetenschappelijk onderzoek en onderwijs kennis oplevert over energie, gezondheid en materialen.
2. In Petten zijn NRG en PALLAS gevestigd. NRG exploiteert de Hoge Flux Reactor (HFR) waarmee radioactieve medicijnen gemaakt worden en zij levert nucleaire onderzoeksexpertise voor energie, milieu en gezondheid. PALLAS bouwt de vervanger van de HFR, de PALLAS-reactor in Petten.
3. In Almelo verrijkt Urenco uranium als splijtstof (brandstof) voor kerncentrales.
4. De kerncentrale van EPZ maakt elektriciteit in Borssele.
5. In Borssele is de landelijke opslagplaats en het eindstation voor radioactief afval, beheerd door COVRA.

De TU in Delft is zowel binnen als buiten Nederland, een uniek kenniscentrum in wetenschappelijk nucleair onderzoek.

Technische Universiteit Delft

Opleiding, onderzoek en ontwikkeling

Hoe kun je de diagnose bij kanker verbeteren? Hoe detecteer je straling zo nauwkeurig en efficiënt mogelijk? Hoe ontwikkel je inherent veilige kern-reactoren? Bij het Reactor Instituut Delft (RID) van de TU Delft (Zuid-Holland), houdt men zich bezig met dit soort vragen.

De TU Delft verzorgt wetenschappelijk onderzoek en onderwijs op het gebied van energie en gezondheid in relatie tot straling. De Delftse universiteit is de enige in Nederland waar Nucleaire Technologie en alles wat daarmee te maken heeft, wordt gedoceerd. Het onderzoek richt zich niet alleen op kernenergie. Neutronen en positronen worden bijvoorbeeld ook als meetgereedschap ingezet voor de ontwikkeling van betere zonnecellen, batterijen en materialen voor waterstofopslag. Maar ook onderzoek naar betere medische radionucliden en het ontwikkelen van stralingsdetectoren voor de gezondheidszorg en de ruimtevaart. Het onderzoek wordt uitgevoerd met de onderzoeksreactor van het Reactor Instituut Delft. De onderzoeksreactor is zo ontworpen dat straling (neutronen, positronen, fotonen) direct wordt ingezet voor wetenschappelijk onderzoek. Het RID heeft unieke meetinstrumenten en bestralingsfaciliteiten zoals de meest intense positronenbundel ter wereld voor materiaal-onderzoek. Het toegepast wetenschappelijk onderzoek maakt van Delft een uniek kennis-centrum binnen en buiten Nederland.

TU Delft

Reactor Instituut Delft
Postbus 5042, 2600 GA Delft
T 015 - 27 84820
E secretary-rid@tudelft.nl
W www.rid.tudelft.nl

NRG zorgt er tot ver buiten Europa voor dat ernstig zieke mensen de juiste behandeling kunnen krijgen.

Urenco maakt naast brandstof voor kerncentrales ook stabiele isotopen voor medische en industriële toepassingen.

NRG

Nucleaire medicijnen en kennis

In Petten (Noord-Holland) staat een kernreactor voor onderzoek en het vullen van de medicijnkast. Naast een belangrijk exportland van splijtstof is Nederland ook één van de belangrijkste landen voor nucleaire geneeskunde.

De productie van radioactieve grondstoffen is erg belangrijk voor de diagnose en behandeling van bijvoorbeeld patiënten met hart- en vaatziekten en kanker. De Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten fungeert als onderzoeksmiddel en ook als fabriek. De mensen van NRG maken er producten die essentieel zijn voor nucleaire medicijnen. De reactor is van de Europese Unie maar NRG zorgt voor de bediening en de kennis. Tot ver buiten Europa hebben ernstig zieke mensen baat bij het werk van deze Nederlandse specialisten.

Bij NRG gebeurt nog veel meer op het gebied van radioactiviteit. Je kunt zeggen dat het in Nederland het belangrijkste onderzoeksinstituut is en vraagbaak voor iedereen die werkt met radioactiviteit. Als een bedrijf, een organisatie of een geïnteresseerde burger vragen heeft over radioactiviteit, dan kunnen die bij NRG terecht.

NRG

Postbus 25, 1755 ZG Petten
T 0224 - 56 49 50
W www.nrg.eu

PALLAS

De 'Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor' is verantwoordelijk voor het verkrijgen van een vergunbaar ontwerp, voor het aantrekken van private investeerders, de bouw en de in bedrijfstelling van de PALLAS-reactor.

De nieuwe reactor is beoogde opvolger van de HFR en zal vanaf 2025 een van de meest toonaangevende reactors ter wereld zijn: PALLAS zal per dag tienduizenden patiënten gaan helpen door de levering van medische isotopen en het uitvoeren van medisch nucleair onderzoek.

PALLAS

Postbus 1092, 1810 KB Alkmaar
T 0882 - 024 024
E info@pallasreactor.com
W www.pallasreactor.com

Urenco

Splijtstof voor de kerncentrale

Bij Urenco in Almelo (Overijssel) staan ultracentrifuges waarmee uranium wordt verrijkt. Urenco maakt op deze manier 'brandstof' voor kerncentrales, de zogenaamde splijtstof. Daarnaast produceert Urenco stabiele isotopen voor medische en industriële toepassingen.

Uranium is een delfstof en wordt dus uit de aarde gehaald. Slechts een klein deel is geschikt als splijtstof voor een kerncentrale. Maar dat deel is onvoldoende aanwezig in natuurlijk uranium. Er is dus meer van nodig.

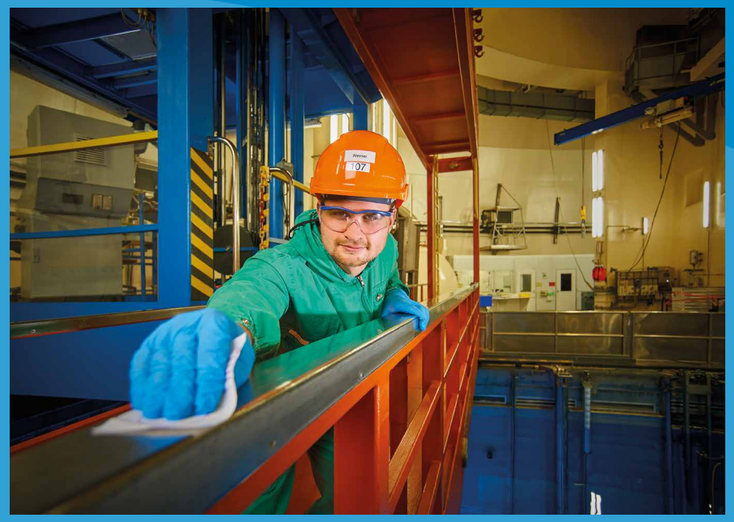
Wat nodig is, is juist dát kleine beetje uranium dat instabiel is en makkelijk uit elkaar valt. Dit uranium heet ^{235}U en zit tussen uranium dat niet zo gemakkelijk uiteenvalt, het ^{238}U. Urenco heeft een centrifugemethode ontwikkeld om het uranium te scheiden. In de verrijkingsfabrieken staan tienduizenden centrifuges waarin het gasvormige uranium razendsnel ronddraait. Zo wordt het splijtbare ^{235}U gescheiden van het niet-splijtbare ^{238}U en verrijkt tot een concentratie die wél geschikt is als splijtstof voor een kerncentrale.

Urenco's product noemen we lichtverrijkt uranium omdat er iets meer splijtbaar uranium in zit dan wanneer het zo uit de grond komt.
Een kerncentrale heeft tussen de drie en vijf procent verrijkt uranium nodig om daar CO_2-vrije elektriciteit mee op te wekken. Nederland is een belangrijke leverancier van splijtstof voor kerncentrales over de hele wereld.

Urenco's stabiele isotopen worden gebruikt om straling te verminderen in kernreactoren. Of om lasnaden en constructiefouten in metaal op te sporen en te controleren. Ziekenhuizen gebruiken ze voor diagnosticeren, tumorbehandeling en pijnbestrijding.

urenco
The Energy to Succeed

Postbus 158, 7600 AD Almelo
T 0546 - 54 54 54
E almelo@urenco.com
W www.urenco.com



Bij de kerncentrale van EPZ in Borssele werken meer dan vierhonderd mensen.

EPZ

Kerncentrale Borssele

Bij EPZ in Borssele (Zeeland) staat de enige werkende kerncentrale in ons land. Er wordt genoeg elektriciteit gemaakt om Amsterdam en Schiphol samen van elektriciteit te voorzien.

Een kerncentrale is in feite een stoommachine die een hele grote dynamo aandrijft waarmee elektriciteit wordt gemaakt. De warmtebron is een soort super waterkoker die werkt op uranium. Door uranium te splijten, ontstaat warmte. De uraniumsplijtstof zit in splijtstofelementen in de kernreactor. Na verloop van tijd is de splijtstof verbruikt. De splijtstofstaven worden dan vervangen door nieuwe.

Door een proces van opwerken kan 96 procent van het gebruikte uranium worden hergebruikt in nieuwe splijtstofstaven. Dat maakt kernenergie tot een zeer efficiënte vorm van energiewinning waarbij geen broeikasgassen vrijkomen.
De vier procent verbruikte splijtstof die niet kan worden hergebruikt, is het zogenaamde kernsplijtingsafval. Per jaar wordt 1.5 kubieke meter hoogradioacief afval opgeslagen bij COVRA.

De kerncentrale in Borssele werd in 1973 in bedrijf genomen en in 1997 en 2006 gemoderniseerd. Daardoor behoort Borssele tot de veiligste kerncentrales in de wereld. De centrale heeft vele veiligheids-voorzieningen die meervoudig zijn uitgevoerd. Bij extreme ongelukken zoals aardbevingen of gasexplosies kan de centrale veilig uit bedrijf worden genomen.

De kerncentrale blijft tot 2034 veilig in bedrijf.

EPZ

Postbus 130, 4380 AC Vlissingen
T 0113 - 35 60 00
E info@epz.nl
W www.epz.nl

COVRA slaat alle nucleaire afvalstoffen uit de industrie en ziekenhuizen veilig op.

COVRA

Verwerking en opslag van radioactief afval

Bij de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) in Borssele (Zeeland) komen alle nucleaire afvalstoffen terecht. COVRA is in 1982 opgericht als een naamloze vennootschap. Alle aandelen zijn in handen van de Staat. Nederland heeft er voor gekozen om al het radioactief afval centraal in te zamelen, te verwerken en te bewaren. Naast de kerncentrale in Borssele leveren ook de onderzoeksreactoren en de industrie hun radioactieve afval in bij COVRA.

Voor het hoogradioactieve afval is een knaloranje supergebouw gemaakt, dat bestand is tegen overstromingen, neerstortende vliegtuigen, aardbevingen en andere rampen. Het hoogradioactief afval kan daar veilig honderd jaar of langer liggen. Het laag- en middelradioactief afval wordt verpakt in stalen vaten en beton en bewaard in een apart opslaggebouw.

Na honderd jaar is een deel van het afval nog steeds radioactief. Volgens de huidige stand van de wetenschap en techniek is opslag van dit langlevende afval in stabiele geologische aardlagen in de diepe ondergrond de enige oplossing om het afval duizenden jaren buiten de levensruimte van de mens te houden. Dit noemen we eindberging. Maar mogelijk vinden we in de komende decennia ook nog nieuwe toepassingen voor het afval. Het is bijvoorbeeld al mogelijk om bepaald radioactief afval te gebruiken als brandstof in een nieuw type kerncentrale. Er worden de komende jaren nog veel onderzoeken uitgevoerd op dit gebied.

COVRA NV

Postbus 202, 4380 AE Vlissingen
T 0113 - 61 66 66
E info@covra.nl
W www.covra.nl

NucleairNederland

Nucleair Nederland verenigt diverse bedrijven in Nederland die professioneel omgaan met de thema's kernenergie en straling en de toepassingen daarvan. Wij hebben de krachten gebundeld om u feitelijke informatie te leveren.

www.nucleairnederland.nl

Tekst en productie	Zuid-West 3 Communicatie
Vormgeving	Chris Cras Reclame
Fotografie	Ton Borsboom; Ruden Riemens; IAEA; Herman Kempers; Karel Tomeï;
Herziene versie	Mei 2020