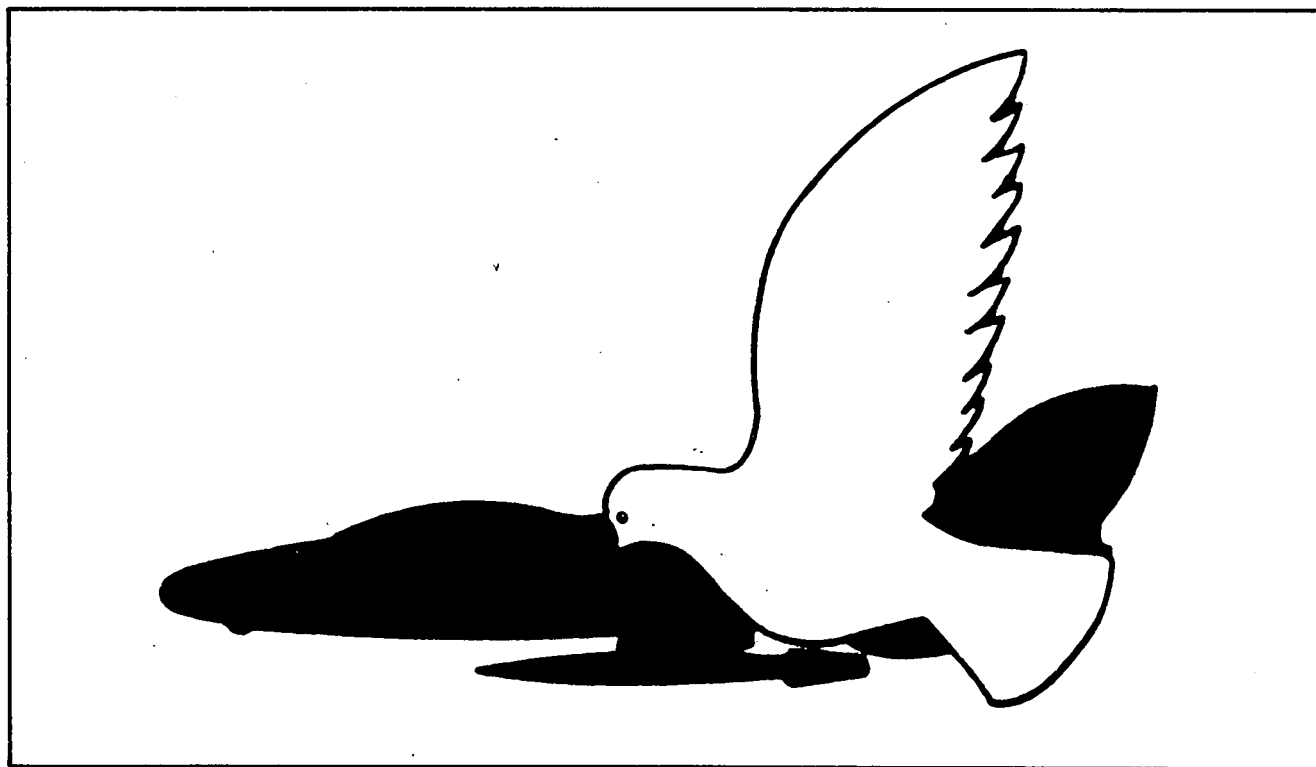

TER INZAGE

NIET MEENEMEN

natuurkunde
en
samenleving

kernwapens
en/of



veiligheid



© 1981 Rijksuniversiteit Utrecht
Experimentele uitgave, 1e versie
PLON, Lab. voor Vaste Stof
Postbus 80.008, 3508 TA Utrecht
tel. 030-532717

kernwapens en/of veiligheid

inhoud

deel 1	ORIENTATIE	
1.1	Waarom een thema over kernwapens ?	5
1.2	Kernwapens en/of veiligheid: waar gaat dit thema over ?	7
1.3	Veiligheid	10
deel 2	INFORMATIE	
2.1	Hoe verder ?	19
2.2	Wie is het sterkst ? de wedloop in strategische bewapening tactische kernwapens	21 21 24
2.3	Wat is de oorzaak van de wapenwedloop ? de vijand de rol van wetenschap en techniek	28 28 29
2.4	Wie hebben "de bom" ? de verspreiding van kernwapens kerncentrales en kernwapens	34 34 34
2.5	Is een kernoorlog te overleven ? hirosjima en nagasaki de uitwerking van kernwapens de gevolgen van een kernoorlog	37 37 38 41
deel 3	DE ROL VAN NEDERLAND	
3.1	De rol van nederland	45
3.2	Nederland en de kernbewapening neutronenbom modernisering	46 47 47
3.3	Wat kun jij doen ?	51
deel 4	DE NATUURKUNDE VAN KERNENERGIE	53
	INDEX	71

1.1

Waarom een thema over kernwapens?

Er wordt veel over kernwapens gepraat en geschreven. Daarbij gaat het om vragen als:

- wie is er sterker, "wij" of "zij"?
- moet "onze" kernbewapening gemoderniseerd worden?
- waarom hebben wij kernwapens nodig?
- wat zijn de gevolgen van een kernwapenoorlog?
- is een oorlog waarin kernwapens gebruikt worden te overleven (in schuilkeiders bijvoorbeeld)?
- zorgen kernwapens voor veiligheid of juist voor onveiligheid?
- wat is de oorzaak van de bewapeningswedloop?
- hoe kun je je tegen kernbewapening verzetten?



Als je in de krant of in tijdschriften de komende weken berichten of artikelen over kernbewapening tegenkomt, neem die dan mee en hang ze op in het klaslokaal.

Uit de discussies in kranten en tijdschriften, op de radio en tv blijkt dat mensen het onderling niet eens zijn. Zij verschillen van mening over de vraag of kernwapens nodig zijn. Zij hebben andere ideeën over de aanvaardbaarheid van kernbewapening.

Waarom is men het niet met elkaar eens? Het is belangrijk om naar een antwoord op die vraag te zoeken. Want: kernbewapening heeft te maken met *jouw* toekomst, met de wereld waarin *ij* moet leven.

Maar waarom moet zoiets dan in de natuurkunde-lessen?

Waarom niet bij geschiedenis of bij maatschappijleer?

Natuurkunde is niet zomaar een wetenschap. Natuurkunde is niet alleen een verzameling kennis, wetten, regeltjes en afspraken. Natuurkunde wordt gebruikt om dingen te maken. Natuurkunde en techniek leveren producten af. Producten die in de samenleving gebruikt worden.

Eén van die producten is de kernbom. En ook de raket of het vliegtuig dat die bom naar zijn doel moet brengen.

Die kernwapens horen dus in de natuurkundelessen thuis. En ook de manier waarop ze gebruikt worden, de problemen die ze veroorzaken en de vragen die ze oproepen.

Kernbewapening is geen leuk onderwerp.

We kunnen ons best voorstellen dat je het moeilijk vindt om met een thema als dit te beginnen. In de tekening zie je vijf verschillende manieren waarop je kunt reageren bij de start van dit thema.

SLECHT nieuws

.....HOE REAGEER JE DAAR OP?

WANNEER JE EEN BERICHT HOORT OVER DE BEDREIGENDE ONTWIKKELINGEN IN DE WERELD, BIJV. OVER DE BEWAPENINGSWEDLOOP, WAT IS DAN JE REAKTIE?... DENK JE ER OVER NA?... PRAAT JE EROVER MET ANDEREN?... PROBEER JE ER IETS TEGEN TE DOEN?... OF DOE JE ZOALS VEEL MENSEN EN HOU JE JEZELF VOOR DE GEK? ER ZIJN MINSTENS 5 MANIEREN OM JEZELF VOOR DE GEK TE HOUDEN!

ZWEEDS
INSTITUUT MELDT:
KANS OP KERN-
OORLOG NEEMT
DE KOMENDE
JAREN TOE.

1 ONTKENNING



2 UITSCHAKELING VAN HET GEVOEL



3 RATIONALISATIE



4 ONOPLETTENDHEID EN „VERGETEN“



5 AGRESSIE

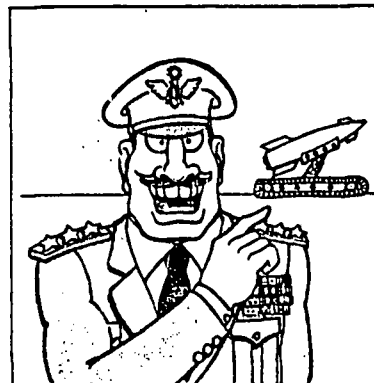


We hopen dat je het thema belangrijk genoeg vindt om er serieus aan te werken. Niet alleen met je verstand, maar ook met je gevoel. Dat zou dan de zesde manier van reageren zijn. Misschien dat we dan samen een stapje verder komen in de richting van een antwoord op de vraag: "Moeten kernwapens de wereld uit? En zo ja, wat kan ik er nou eigenlijk aan doen?"

1.2

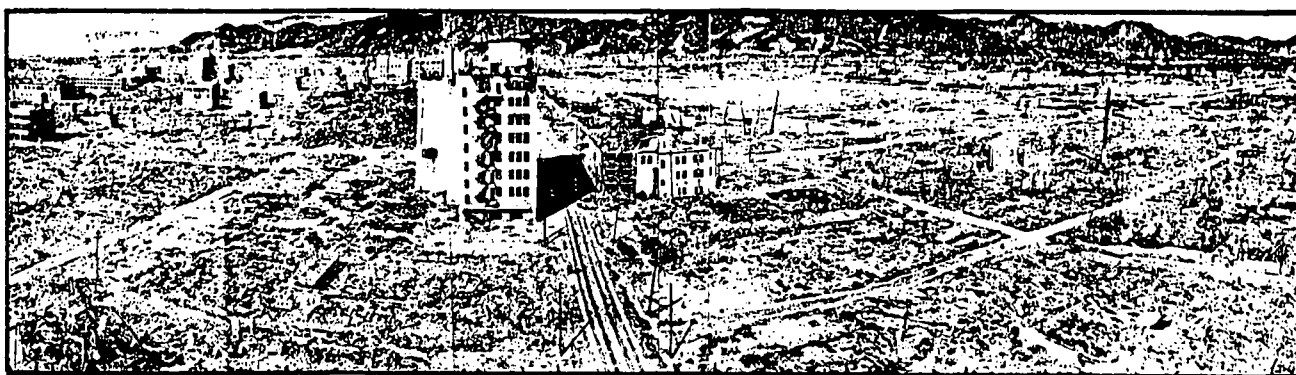
kernwapens en/of
veiligheid:
waar gaat dit
thema over?

Wapens zijn geen nieuw verschijnsel.



Wél nieuw is het inschakelen van grote aantallen wetenschappers en technici bij het ontwerpen en verbeteren van wapens. In het begin van deze eeuw waren dat vooral scheikundigen. Zij maakten ontplofbare stoffen en gifgassen. Rond de Tweede Wereldoorlog gingen de natuurkundigen meedoen. Zij zorgden voor de ontwikkeling van de eerste kernwapens.

Nieuw was de vernietigingskracht van deze wapens. De twee kernbommen op Japanse steden aan het eind van de Tweede Wereldoorlog zorgden voor een ongekennde verwoesting en meer dan 200.000 doden. Er sterven nu nog mensen aan de gevolgen van de radioactieve straling die bij dat bombardement vrij kwam.



Hiroshima, 1945

De natuurkunde heeft een grote bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van kernwapens. Op dit moment werken zo'n vier dan elke tien wetenschappers aan wapenonderzoek. Daardoor zijn zij mede verantwoordelijk voor de bewapeningswedloop. Een wedloop die vragen en problemen oproept.

Het is niet vanzelfsprekend dat natuurkundigen ook een oplossing voor die problemen zullen vinden.

Aktiviteit 1:

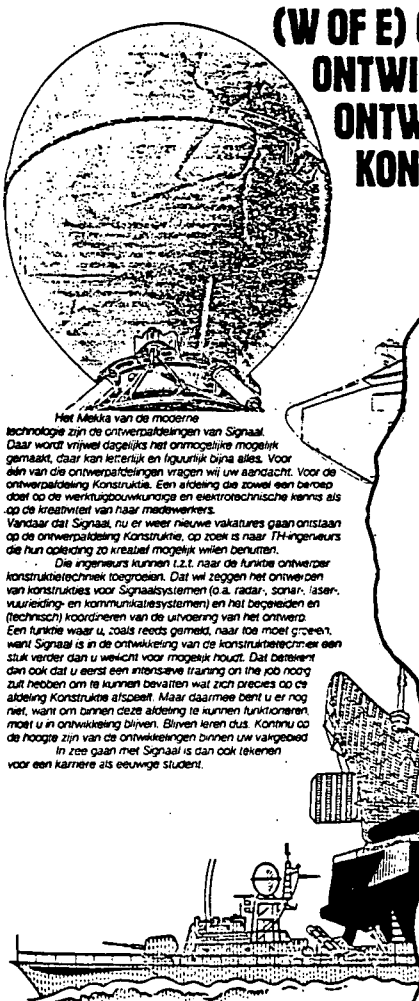
- Geef een voorbeeld van een maatschappelijk probleem, dat veroorzaakt wordt door de ontwikkeling van wetenschap (natuurkunde) en techniek.
- Denk je dat natuurkundigen een oplossing voor dat probleem kunnen vinden (of al gevonden hebben)?
- Waarom zou het vinden van een oplossing voor het probleem van de kernwapens door natuurkundigen zo moeilijk zijn, denk je?

Aktiviteit 2:

- Van elke tien wetenschappers werken er vier aan wapenonderzoek. Waarom is dit soort onderzoek zo aantrekkelijk voor wetenschappers, denk je?

(advertentie)

**BUITENKANS VOOR KREATIEVE TH-INGENIEURS
(W OF E) OM ZICH TE
ONTWIKKELEN TOT
ONTWERPER
KONSTRUKTIETECHNIEK.**



Het Mekka van de moderne technologie zijn de ontwerpatdelingen van Signaal. Daar wordt vrijwel dagelijks het onmogelijke mogelijk gemaakt, daar kan letterlijk en figuurlijk bijna alles. Voor één van die ontwerpatdelingen vragen wij uw aandacht. Voor de ontwerpatdeling Konstruktie. Een afdeling die zowel een beroep doet op de verhuisbouwtechniek en elektrotechnische kennis als op de creativiteit van haar medewerkers.

Vandaar dat Signaal, nu er weer nieuwe vakatures gaan ontstaan op de ontwerpatdeling Konstruktie, op zoek is naar TH-ingenieurs die hun opleiding zo creatief mogelijk willen benutten.

Die ingenieurs kunnen L.T.T. naar de functie ontwerper konstruktietechniek toegevoegd. Dat wil zeggen het ontwerpen van konstrukties voor Signaalsystemen (o.a. radar, sonar, laser, vuurleiding- en kommunicatiesystemen) en het begeleiden en (technisch) coördineren van de uitvoering van het ontwerp. Een functie waar u, zoals reeds gemeld, naar toe moet groeien, want Signaal is in de ontwikkeling van de konstruktietechniek een stuk verder dan u wellicht voor mogelijk houdt. Dat betekent dan ook dat u eerst een intensieve training op de job nodig zult hebben om te kunnen bevatten wat zich precies op de afdeling Konstruktie afspeelt. Maar daarmee bent u er nog niet, want om binnen deze afdeling te kunnen functioneren, moet u in ontwikkeling blijven. Blijven leren dus. Kom nu op de hoogte zijn van de ontwikkelingen binnen uw vakgebied. In een gesprek met Signaal is dan ook leven voor een carrière als eeuwige student.

Aktiviteit 3:

- Zoek twee artikelen uit kranten, tijdschriften, enz. op, of kijk naar een tv-programma of luister naar een radio-uitzending (kijk in de radio- en tv-gids) over kernbewapening. Schrijf de woorden op die je niet (goed) begrijpt. En ook de vragen die bij je opkomen bij het lezen, kijken, luisteren. Je kunt dit in je eentje doen, of samen met één of meer klasgenoten.

We weten dat dit boek niet op al je vragen een antwoord geeft. Zoiets zou onmogelijk zijn. Daarvoor is het probleem te uitgebreid. Op een aantal vragen is ook moeilijk antwoord te geven. Wil je er toch verder in duiken, dan heeft je lera(r) een lijst met titels en een korte beschrijving van een paar boeken en een lijst met adressen van instellingen en groepen mensen die je daarbij misschien wel kunnen helpen.

In deel 2 van dit thema krijg je, of ga je zelf op zoek naar informatie over een aantal aspecten van het probleem van de kernbewapening.

Die aspecten zijn:

- de wapenwedloop: hoe is die wedloop tot nu toe verlopen, wat zijn de vooruitzichten voor de toekomst, wat is de rol van wetenschap en techniek in die wedloop? (Hoofdstuk 2.2).
- de oorzaken van de wapenwedloop: waardoor blijft de kernwapenwedloop voortduren, wat is de rol van wetenschappers en technici daarbij, wat is het resultaat van "ontwapeningsbesprekingen" geweest? (Hoofdstuk 2.3).



SIGNAAL is een onderdeel van de Nederlandse wapenindustrie.

In deel 3 gaan we in op de rol van Nederland: wat doet Nederland aan of tegen kernbewapening, wat kun je er zelf aan of tegen doen.
 In deel 4 vind je informatie over "de natuurkunde van kernenergie".
 Die informatie heb je nodig bij het lezen en het uitvoeren van de activiteiten in deel 2

- de verspreiding: welk verband bestaat er tussen electriciteitsopwekking door kernsplijting en de productie van kernwapens, wat wordt er gedaan om de verspreiding van kernwapens over de wereld tegen te gaan en hoe effectief is dat, wie hebben "de bom" ? (Hoofdstuk 2.4.).
- de effecten: hoe groot is de vernietigingskracht van kernwapens, wat zijn de gevolgen van een kernoorlog, is een kernoorlog te overleven ? (Hoofdstuk 2.5).

Aan de hand van *jouw* vragen (die je bij activiteit 3 hebt opgeschreven) kun je bekijken in welk hoofdstuk iets staat dat je speciaal interesseert. Aan dat hoofdstuk kun je dan beginnen te werken.
 Maar misschien ben je meer geïnteresseerd in andere aspecten van het probleem van de kernbewapening. Ook daar kun je aan gaan werken. Dan moet je je eerst afvragen waar je de informatie vandaan haalt.

Maar voordat je daaraan begint: eerst iets over *veiligheid*.

1.3

veiligheid

"Veiligheid" is een belangrijk woord als het gaat over kernbewapening.

In de discussie over kernwapens is het belangrijk om te weten wat je bij het woord "veiligheid" denkt. Verschillende mensen hebben daar verschillende ideeën over. We gaan nu eerst proberen om daar wat duidelijkheid over te krijgen.

Activiteit 1:

- Op werkblad 1 vind je een aantal (genummerde) foto's. Bekijk elke foto. Schrijf op werkblad 1 de gedachten en gevoelens op die in je opkomen tijdens het kijken.

Activiteit 2:

- Op werkblad 2 vind je een aantal vragen. Probeer die vragen op het werkblad te beantwoorden.

Activiteit 3:

- Hieronder staan twee teksten afgedrukt. Ze gaan alle twee over kernwapens en veiligheid. Lees beide teksten. Maak tijdens het lezen een lijst van woorden die je niet begrijpt.

tekst A

waarom zijn kernwapens onmisbaar voor onze veiligheid ?

Deze tekst komt uit een folder van de OSL-Stichtingen.

VERKLARING

Prof. Dimitri Manuilskiy, aanvankelijk leraar aan de 'Lenin-school voor Politieke Oorlogsvoering' te Moskou en later leider van de KOMINTERN heeft in de jaren dertig verklaard:

"De strijd op leven en dood tussen communisme en kapitalisme is onvermijdelijk. Heden zijn wij nog niet sterk genoeg om aan te vallen. Over 30 à 40 jaar zal dat ogenblik voor ons gekomen zijn. We hebben een tactiek van verrassing nodig om de overwinning te behalen. De bourgeoisie moet in slaap worden gewiegd. Daarom moeten wij de

meest spectaculaire vredes-beweging lanceren waarvan men ooit hoorde. Sensationele tegemoetkomingen, ongehoorde concessies doen. Dan zullen de stupide en decadente kapitalistische landen dolgraag meewerken aan hun eigen vernietiging. Ze zullen gretig onze vriendenhand grijpen. En zodra ze niet meer op hun hoede zijn, zullen wij ze met gebalde vuist verpletteren."

Er is geen enkele reden om aan te nemen dat deze uitspraak is verouderd; integendeel: ze wordt door steeds duidelijker symptomen bevestigd als actuele politiek.

SOVJET-BEDOELINGEN

Bovenstaand citaat geeft dus precies de Sovjet-bedoelingen t.a.v. het Westen weer en vertelt ons welke strategie daarbij zal worden toegepast. Wij weten nu, wat ons te wachten staat. Het is tevens duidelijk dat alle ethische en evangelische verzoeningspogingen met de Sovjet-Unie op niets moeten uitdraaien. Moskou zal zulke pogingen ongetwijfeld toejuichen, niet om hun ware bedoeling, maar omdat ze bewijzen dat het Westen in de val loopt, die door Prof. Manuïlskiy werd opgezet. Ze zijn het bewijs van de veronderstelde decadentie en verregerende onnozelheid van de Westerse intelligentie en de geslaagde morele verzwakking van het Westen, waardoor dat des te gemakkelijker kan worden ingepalmd.

Ondertussen breiden de Sovjets hun toch al enorme oorlogsmarine koortsachtig uit, om straks op de oceanen onze levensaders te kunnen afsnijden en ons zo economisch te wurgen.

SOVJET-MIDDELEN

Uit de door Manuïlskiy en recent door andere Sovjet-autoriteiten afgelegde verklaringen mag men afleiden dat het doel de middelen heiligt. Alle middelen, inclusief het misbruiken van de oprechte vriendschap van Westerse medestanders en bewonderaars van het communisme. De door links georiënteerde jongeren, professoren, leraren en andere opvoeders toegestoken handen, de door linksgezinde politieke partijen en groeperingen spontaan verleende hand- en spandensten zijn koren op de molen van het naar de wereldheerschappij strevende Moskou. En wanneer de tijd gekomen is om het gehate kapitalistische Westen met de gebalde vuist te vermorzelen, zal er voor de ethische en politieke 'dienstwillige idioten' geen uitzondering worden gemaakt. Over dit onderwerp heeft Lenin zich indertijd al ondubbelzinnig uitgelaten. Zelfs in Rusland kan een Westerse verrader zich geen brevet van betrouwbaarheid verschaffen.

TACTISCHE KERNWAPENS

[Middellange afstand]

Het gelever over vrede en ontwapening past geheel in het Sovjet-plan en is, wat hen betreft, pure misleiding. Hoe aggressief Rusland in werkelijkheid is, bleek ons toch wel heel duidelijk in augustus 1968, toen de Russen Tsjecho-Slowakije zeer hardhandig tot de orde riepen. De vervolging van voor de korte Praagse Lente verantwoordelijken is nog niet ten einde en in dat land en Polen worden mensen, die zich beroepen op de naleving van de Akkoorden van Helsinki, wrede vervolgd en zwaar gestraft. Wat de vredelievendheid tegenover West-Europa betreft: reeds jarenlang staan er ca. 1000 kern-raketten van het type SS-4 en SS-5 op doelen in onze

landen gericht. Die relatief bescheiden wapens worden momenteel vervangen door de geduchte SS-20 raketten, die zijn uitgerust met drievoudige atoomkoppen met een bereik van ongeveer 4500 km. Daarvan zijn er minstens 150 al geïnstalleerd; het zullen er denkkelijk 1200 worden. Het is zeer wel mogelijk dat zich onder de 3600 daarmee bedreigde steden ook uw eigen woonplaats bevindt.

Die SS-20's verstoren het militaire evenwicht tussen de NAVO en de strijdkrachten van het Warschau-pakt, omdat de NAVO niet beschikt over een vergelijkbaar kernwapen. De SS-20 valt ook niet onder het SALT-akkoord tussen Amerika en Rusland, zodat de Sovjet-Unie die raketten dus feitelijk als extra achter de hand heeft.

Breznjev heeft voorgesteld het aantal SS-20's te verminderen, mits West-Europa zou afzien van het richten van kernwapens op Rusland. Dat kan nooit een basis voor een degelijke overeenkomst zijn, want zolang er toch nog SS-20 raketten overblijven, die wel op het Westen zijn gericht, kan er nooit sprake zijn van een eerlijk en duurzaam evenwicht. Het tegendeel is waar: onder de zware druk van die doorlopende kern-chantage zou Europa een versnelde 'finlandisering' niet kunnen ontlopen. Een 'eerlijk' evenwicht zou slechts kunnen worden bereikt indien West-Europa beschikte over nucleair 'wisselgeld'.

Dat hebben wij nu niet. Wij staan in ons hemd.

TACTISCHE KERNWAPENS

[Korte afstand]

De Sovjet-Unie heeft zijn bestand op dit punt de laatste jaren sterk uitgebreid en gemoderniseerd. De NAVO heeft ook hier een aanzienlijke achterstand opgelopen. In het belang van een waar evenwicht zou ook aan onze kant aan uitbreiding en modernisering moeten worden gewerkt. Ook hierover zou met de Sovjet-Unie moeten worden onderhandeld, maar een eerlijke dialoog is nauwelijks te verwachten, aangezien Moskou terdege op de hoogte is van onze zwakke punten die wij maar al te graag openlijk étaleren. De solidariteit binnen de NAVO is helaas ver te zoeken; de wil om onze defensie te versterken in sommige NATO-landen (als Nederland) vrijwel negatief. Die landen geven er de voorkeur aan, te verklaren dat het allemaal zo'n vaart niet zal lopen. Dat deed Nederland vóór mei 1940 ook al. Aan jeremiades geen gebrek, toen gedane zaken geen keer meer namen....

WAPEN-BEHEERSING EN-BEPERKING

Gezien de agressiviteit van het Oostblok, zou het iedereen duidelijk moeten zijn dat éénzijdige wapenbeperking in het Westen een levensgevaarlijke zaak is. Al zou Nederland alle op zijn grondgebied opgeslagen kernwapens afstoten, dan nog zal dat voor de Sovjet-Unie geen aanleiding zijn om zijn nucleaire arsenaal ook maar met één raket te verminderen. Wel zouden wij met zo'n slag in de

lucht de verdediging aan NAVO-zijde hinderen, dus verzwakken, dus Rusland in de kaart spelen. Zulk een door naïeve zelfoverschatting ingegeven plan zou door Moskou alleen maar worden toegejuicht; de vrede niet dienen, maar in groter gevaar brengen. De prijs, die de Sovjet-Unie voor het bezit van West-Europa zou moeten betalen, werd er alleen maar lager door.

NAVO EN NEUTRONENWAPENS

Bij de NAVO ligt het accent op het voorkómen van een kern-oorlog: d.m.v. de z.g. afschrikking (de dreiging met gelijkwaardige repressailles). Hierdoor wordt de oorlogsdrempel (de kans dat een vijand besluit niet tot de aanval over te gaan) verhoogd. Elke vermindering van kernwapens aan onze kant, die niet gepaard gaat aan een minstens even belangrijke vermindering aan de kant van het Warschau-pakt, verlaagt die drempel. Hoe naar het ook is: de enige manier om Rusland te weerhouden van een oorlogsavontuur is het zo hoog mogelijk opbouwen van die drempel. Een moreel onbetrouwbare vijand mag men niet in verleiding brengen zich in zo'n avontuur te storten.

De NAVO heeft een kans die drempel behoorlijk op te vijzelen door de invoering van de 'omstreden' neutronengranaat; omstreden, omdat vooral in Nederland velen zich - niet gesterkt door enige kennis van zaken - lieten opjatten door een aanvankelijk communistische actie tegen de invoering van dit wapen, dat als bijzonder onmenselijk werd afgeschilderd. De Russen hadden er groot belang bij, deze actie te doen slagen, omdat zij - terecht - deze neutronengranaat zagen als de enige serieuze bedreiging van hun voor West-Europa uitgestippelde aanvalsstrategie. Hiermee gaf Moskou in wezen toe, dat het wel degelijk zulke plannen koesterde. Leuk voor Breznjew, dat zijn opzet - dankzij de naïviteit van de Nederlandse burgerij, haar politieke partijen en haar politiek bedrijvende kerken - hier volkomen slaagde.

VERMINDERING VAN TROEPENSTERKTE

Het Warschau-pakt heeft een sterkte aan conventionele troepen (dus zonder de kernbewapening hierin te betrekken) die vele malen groter is dan die van de NAVO. Als Breznjew dan een "tegemoetkomend gebaar" maakt van een troepenvermindering van 20.000 man (ca. één divisie) met 1000 tanks, dan is dat een loos gebaar, loos zowel in de betekenis van zinloos als van slim. Het zal niet nalaten indruk te maken op onze ondeskundige vredesengelen, maar niets wezenlijks doen t.a.v. het verstoorde militaire evenwicht. Met terugblik op de in de aanhef vermelde verklaring van Manuilskiy, gaat het hier wel om het speculeren op de zeer "spectaculaire vredesbeweging" in Nederland, maar bepaald niet om een "sensationele tegemoetkoming" of een "ongehoorde concessie". Die heeft Moskou nog achter de hand. Helaas heeft het in de afgelopen dertig jaar geleerd dat het

zijn zin óók kon krijgen zonder tegemoetkomingen. Het heeft in die periode nooit enige concessie van belang gedaan. Nooit één!

Misschien dat er ooit in de toekomst een concessie zal worden gedaan. Als het zo ver komt, kunnen we verwachten dat de Sovjet-Unie werkelijk bereid is tot normale, eerlijke onderhandelingen, omdat het de beperking van zijn eigen mogelijkheden inziet. Het is nu nog te vroeg: ze is overtuigd van haar eigen militaire superioriteit en dat is een gevaarlijke gemoedsstemming.

CONCLUSIE

Om de hiervoor uiteengezette redenen verzetten onze stichtingen zich tegen elke vorm van éézijdige ontwapening van het Vrije Westen, zoals zij zich ook verzetten tegen tendenzen, die het voortbestaan van onze vrije democratische samenleving in gevaar brengen.

Het Russische gevaar bestaat namelijk niet alleen uit militaire overmacht, maar ook uit een langs ondergrondse kanalen en slinkse wegen geleide aanval op onze democratische waarden. Op beide terreinen wordt de strijd offensief gevoerd en dankzij het algemeen gebrek aan karakter aan onze kant, stellen wij Westerlingen ons hoogstens schoorvoetend defensief daartegen op. Toch gaat het nu om onze vrijheid: de fysieke en de geestelijke. Help ons deze strijd te winnen!

tekst B

bedreigen kernwapens onze veiligheid ?

Deze tekst bestaat uit delen van het boek "Vredesverwachtingen", geschreven door dr. Frank Barnaby, ex-directeur van het in Zweden gevestigde "Internationale Instituut voor Vredesonderzoek" (SIPRI).

De wapenarsenalen op aarde bevatten tienduizenden atoomkoppen, waarschijnlijk wel 60 000. De totale explosiekracht van deze wapens is ongeveer gelijk aan 1,25 miljoen Hiroshima-bommen. Dat is vier ton TNT voor iedereen op aarde: mannen, vrouwen, kinderen. Als al deze wapens worden gebruikt, of wanneer zelfs maar een gedeelte ervan wordt afgeschoten, zullen de gevolgen onze fantasie te buiten gaan.

Op alle grote steden van het noordelijk halfrond, in Oost zowel als West, staat gemiddeld het equivalent van zo'n 2000 Hiroshima-bommen gericht. Bij gebruik van deze bommen zullen die steden dan ook volledig verwoest worden. Het merendeel van de stedelijke bevolking zal de dood vinden door de explosies en door vuur. Op het platteland sterft men als gevolg van radioactieve neerslag. Ook het zuidelijk halfrond wordt door deze atoomoorlog getroffen: vele miljoenen zullen er sterven door radioactieve straling. Maar de catastrofe zal hiermee nog niet geëindigd zijn. De niet te voorspellen — en daarom vaak maar achterwege gelaten — effecten op de lange termijn zullen eveneens zeer ingrijpend zijn: veranderingen in het klimaat, ernstige genetische schade bij alle levende wezens, aantasting van de ozonlaag die het leven op aarde beschermt tegen te veel ultraviolette stralen van de zon. Geen enkele gelcerde kan ons ervan overtuigen dat de mens een wereldwijde atoomoorlog zal overleven.

Het toenemend gevaar van een nucleaire oorlog

De atoombom die Hiroshima verwoestte, woog 4000 kilo en had een explosiekracht van 12 500 ton TNT. De nauwkeurigheid waarmee hij werd afgeworpen, werd bepaald door wat de bommenrichter van de B-29 bommenwerper, die op grote hoogte vloog, met het blote oog zag. Binnenkort komen er kernraketten die van een afstand van 10 000 kilometer hun doel tot op honderd meter nauwkeurig kunnen treffen. Met andere woorden, in dertig jaar heeft de militaire technologie zich vanuit het niets ontwikkeld tot bijna het maximaal haalbare. Kijken we verder in de toekomst, dan kunnen we verwachten dat het wapentuig zich steeds meer naar de ruimte zal verplaatsen, zoals ruimteschepen die bedoeld zijn om vijandelijke raketten te onderscheppen. Er wordt al studie verricht op het gebied van laserstralen die vijandelijke doelen vernietigen. Al dit soort systemen bergen een groot gevaar in zich: het bezit van vele soorten nauwkeurige vernietigingstechnieken bevordert het gebruik van één of meer van die technieken. En hoe nauwkeuriger de kernwapens worden, des te meer groeit de overtuiging dat ze in een beperkte kernoorlog, gericht op vernietiging van de vijandelijke militaire macht, te gebruiken zijn. Het besef groeit dat zo'n beperkte oorlog te vechten en te winnen is.

De opvatting dat de NAVO militair zwakker is dan het Warschaupact blijkt niet op waarheid te berusten. Gegeven het feit dat in

geval van oorlog of crisis de Sovjet-troepen zich geconfronteerd zien met oppositie in Oosteuropese landen, gegeven de superioriteit van de Amerikaanse militaire technologie ten opzichte van de technieken die de Sovjets hebben, gezien ook de mogelijkheid dat de Sovjets op de legers van veel Warschaupact-landen niet kunnen vertrouwen, kunnen we stellen dat het militair overwicht waarschijnlijk in het bezit van de Westerse landen is.

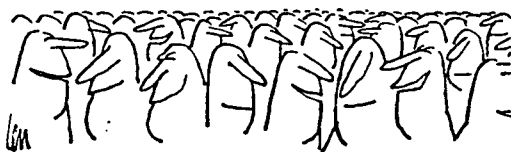
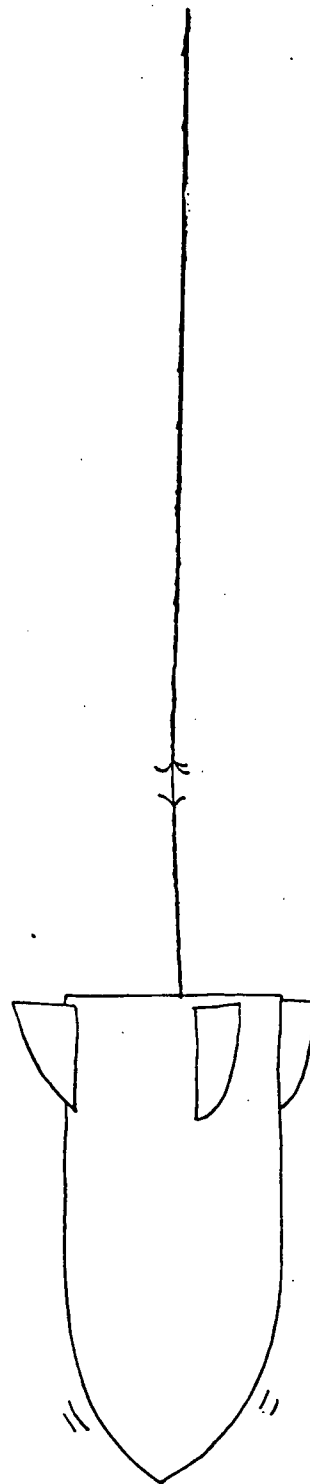
Welke dreiging?

De komende twintig tot dertig jaar zal één probleem de internationale verhoudingen fundamenteel wijzigen: de energieschaarste. Een typisch Westeuropese land, zo wordt gezegd, heeft ieder jaar een economische groei nodig van drie tot vier procent. Hierdoor kan de volledige werkgelegenheid min of meer gehandhaafd blijven, kunnen de sociale voorzieningen waar we aan gewend zijn geraakt worden betaald, kan onze levensstandaard worden gewaarborgd. Ik ken geen enkele manier die politiek gezien realistisch is, om de komende tien à twintig jaar zo'n groei van drie tot vier procent te bereiken, zelfs als men de meest optimistische voorspellingen aangaande de energievoorziening hanteert.

De meest waarschijnlijke uitkomst van de energiecrisis is dan ook dat de economische groei zal dalen, misschien een nulpunt bereikt of zelfs negatief wordt: energie wordt domweg te duur. Het gevolg is dat er veel werkloosheid zal optreden; de inflatie zal toenemen. Dit leidt wellicht tot politieke en sociale onrust in de rijke landen, en een nog grotere armoede in de ontwikkelingslanden. (De Noord-Zuid-spanning kan hierdoor overigens een nog grotere bedreiging voor de wereldvrede gaan vormen dan de Oost-West-verhouding.) Dit nu zijn precies de omstandigheden die landen doen grijpen naar militaire middelen. Het kan zijn dat legers worden ingezet omdat de bevolking vraagt om bescherming van oliebronnen en vindplaatsen van andere grondstoffen. Het leger kan ook worden gebruikt door politici die de aandacht van de verslechterende binnenlandse situatie willen afleiden en daarom een conflict met een andere staat forceren. Doch de strijd om steeds schaarser wordende grondstoffen zal waarschijnlijk de meest voorkomende oorzaak van toekomstige oorlogen zijn.

Het wordt steeds belangrijker ons af te vragen welke nu de ernstigste bedreigingen voor de Westerse democratieën zijn. Volgens mij vormt de op handen zijnde economische crisis, met name veroorzaakt door energietekorten, minstens zo'n groot gevaar als het Warschaupact. Waarschijnlijk is die eerste dreiging zelfs veel groter. Dit geldt des te meer daar ook de Oosteuropese landen, inclusief de USSR, zich met energietekorten geconfronteerd zien, net als wij in het Westen. Het meest waarschijnlijk resultaat van een energiecrisis zal zijn dat de economische groei bijzonder laag zal worden, wellicht nul wordt of zelfs negatief. Dit betekent veel werkloosheid en grote inflatie; onder deze omstandigheden doen voortdurende stijgingen in het defensiebudget meer kwaad dan goed. Een Amerikaans econoom, Marion Anderson, heeft becijferd dat elke miljard dollar die in de Verenigde Staten niet aan vreedzame doeleinden maar aan bewapening wordt uitgegeven, leidt tot een netto-verlies van banen dat in de buurt ligt van dertigduizend!

Een ander geeft aan dat de groeiende defensiebudgetten *niet* tot een toenemende veiligheid van de NAVO-landen leidt. Integendeel, het omgekeerde is het geval: zouden deze uitgaven worden verlaagd, en het vrijkomende geld weloverwogen worden besteed, dan neemt de werkgelegenheid naar verhouding toe, en wordt de inflatie verminderd. Hierdoor worden een aantal effecten van de komende energiecrisis in zekere zin teniet gedaan. Daardoor zal de kans groter worden dat de Westerse democratieën de effecten van



zo'n crisis zullen overleven. Kortweg gezegd: we zullen veiliger zijn als we minder uitgeven aan defensie en bewapening.

Het kan niet genoeg benadrukt worden: elke oorlog waarbij kernwapens worden ingezet, hoe klein in het begin ook, zal leiden tot een totale oorlog waarbij nagenoeg alle kernwapens worden gebruikt. Ik ga echter nog een stap verder: niet alleen een beperkte kernoorlog, maar *elke* oorlog in Europa zal tot een atoomoorlog op wereldschaal leiden. Een belangrijke vijandige actie over de Duitse grens — een daad van oorlog — zal bijna zeker uitmonden in de nucleaire strijd. Gelooft men dit niet, dan gaat men van de veronderstelling uit dat één der partijen zich overgeeft op het moment dat hij nog over een groot arsenaal wapens beschikt. Oorlogen in Europa hebben laten zien dat landen tot zo'n overgave niet bereid zijn, vooral niet wanneer de emoties hoog oplopen te midden van het gewelddadig oorlogsgewoel. De enige verstandige politiek die de kernwapen-landen kunnen voeren is dat ze hun atoomwapenarsenalen verkleinen, als stap in de richting van een totale afschaffing van deze wapens.

- Praat met je medeleerlingen en je lera(a)r(es) over de woorden die je niet begrijpt. Schrijf de betekenis van die woorden op in je lijst.
- De twee teksten A en B geven standpunten over kernbewapening. Lees nu één van beide teksten A of B nog een keer. Schrijf daarna op werkblad 3 in zo'n twee regels een antwoord op de vraag die boven de tekst staat.
Lees dan de andere tekst. Beantwoord de vraag die daarbij hoort ook in zo'n twee regels.
- Soms moet je wel eens een keuze maken tussen twee dingen die je leuk vindt. Bijvoorbeeld kiezen tussen naar een feestje of naar een voetbalwedstrijd gaan. Of kiezen tussen de ene of de andere grammofoonplaat omdat je maar geld hebt om er één te kopen. Zo'n keus tussen twee (of meer) verschillende mogelijkheden, die allemaal hun aantrekkelijke kanten hebben, noem je een *dilemma*. Bij de voorbeelden hierboven is het dilemma niet zo groot. Wat je ook kiest, je zult er (waarschijnlijk) best tevreden mee zijn. Een veel groter dilemma is een keus tussen twee (of meer) mogelijkheden, die allemaal hun *onaantrekkelijke* kanten hebben. (Kun je daar zelf wat voorbeelden van geven?)
Schrijf nu op werkblad 3 in je eigen woorden wat volgens jou het dilemma is dat uit de beide teksten A en B spreekt.
- In de teksten A en B vind je de opvatting van voorstanders en tegenstanders van kernwapens.
In het kort komen die opvattingen hierop neer:
 - tekst A zegt: "Zonder kernwapens worden we door de Russen overvallen, en wordt het communisme hier ingevoerd";
 - tekst B zegt: "Kernwapens zijn onmenselijk en maken ons leven onveilig".Voor zulke standpunten zijn argumenten nodig.
Schrijf op werkblad 3 de belangrijkste argumenten op voor beide standpunten. Zoek daarna de argumenten op, die elkaar tegenspreken. Ga na of die argumenten op feiten of op meningen berusten.

- Schrijf een kritische samenvatting van beide teksten in je schrift. In die samenvatting zou moeten staan:
 - wat beide teksten gemeenschappelijk hebben;
 - waar ze elkaar duidelijk tegenspreken;
 - vermoedens waarom ze elkaar tegenspreken.
 Bij het schrijven van deze samenvatting kun je het ingevulde werkblad 3 goed gebruiken.

Wat doe je met deze twee verschillende standpunten?

Het heeft niet zoveel zin om nu al te gaan praten over met welk standpunt jij het eens bent. Het is nodig om wat meer informatie te hebben over de verschillende kanten van het probleem van de kernbewapening. Als je je bij het werken aan dit thema in het probleem verdiept, zul je in staat zijn om goede en slechte, belangrijke en minder belangrijke argumenten *wat beter van elkaar te onderscheiden*. Pas dan heeft een discussie enige zin.

Ook "feiten" kunnen vervormd worden:

Ondergedoken

Sinds twee jaar zijn de raketten op zee plotseling uit de officiële overzichtjes van de krachtsverhoudingen verdwenen. De Britse regering deelt bijvoorbeeld een fraaie folder uit om de kruisraketten aan het Britse volk te slijten: „Kruisraketten, een vitaal deel van de levensverzekering van het Westen”. Daarin staat een statistiekje van de krachtsverhoudingen. Dat ziet er slecht uit voor het Westen. Op het gebied van raketten: de Sovjet-Unie vele honderden, de NAVO nul. De truc is dat het probleem op een nieuwe manier is omschreven.

Het gaat alleen over de systemen **op het land**. Dan hoef je die op zee niet mee te tellen. Die zijn kennelijk ondergedoken. Maar ze zijn er wel. De Russen tellen ze wel. En ook de modernisering daarvan is in volle gang.

uit: Vredeskrant 1981, IKV

Je zult wel gemerkt hebben (bij het lezen van de teksten A en B), dat een tekst overtuigend kan werken. Je bent snel geneigd om het standpunt over te nemen dat uit de tekst spreekt. Zelfs als de gebruikte argumenten niet kloppen of onvolledig zijn. Dan bestaat het gevaar, dat je bij het horen van een tegengesteld standpunt net zo snel weer van mening verandert.

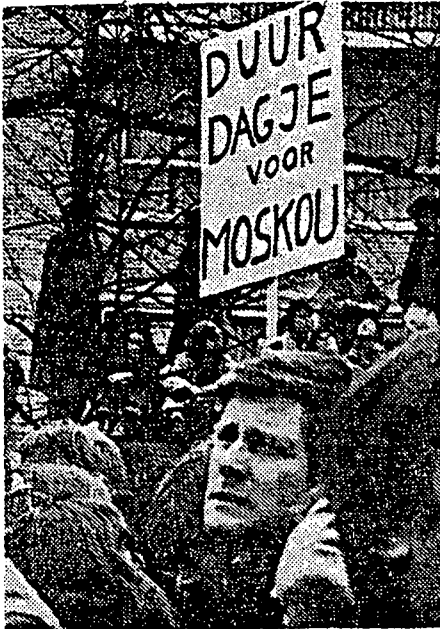
Het is belangrijk om de verschillende standpunten en de gebruikte argumenten eerst nauwkeurig te bekijken. *Waar spreken de argumenten elkaar tegen? Zijn ze gebaseerd op feiten? Welke argumenten zijn oncontroleerbare beweringen? En welke zijn meningen?*

In de teksten kun je zien hoe door het gebruik van bepaalde woorden het ene standpunt als juist, en het andere standpunt als fout wordt voorgesteld. Het standpunt van de schrijver van de tekst kan informatie (bewust of onbewust) *vervormen*. Je moet dus proberen om het standpunt van de schrijver te herkennen. Je moet proberen vast te stellen welke informatie hij/zij geeft en welke er weggelaten wordt. *En dat geldt ook voor dit thema.*

De aanwijzingen hierboven voor het lezen van teksten moet je ook op dit thema toepassen. Want het zal je duidelijk zijn dat *iedereen* die iets over een onderwerp zegt, waar de meningen over verdeeld zijn, dat altijd doet vanuit zijn eigen kijk op de zaak.

Het is niet eenvoudig om te beslissen of je voor of tegen kernbewapening bent. Zeker niet als je de discussie daarover niet volgt. De voor- en tegenstanders zijn overtuigd van de juistheid van hun eigen standpunt. Ze proberen allebei je te overtuigen met behulp van feiten. Maar vaak worden ook vermoedens, aannames en meningen als argument gebruikt. En ook gewoon bang zijn kan een belangrijk argument zijn, net als erop vertrouwen dat de mensen het gevaar wel op tijd zullen bedwingen (omdat dat in het verleden wel vaker gebeurd is). Redenen genoeg om iemand, die een ander standpunt heeft dan jij, niet zwart te maken, te beledigen, uit te schelden, enz.

RONALD REAGAN:
Vredesbeweging
Europa door
Russen betaald
 WASHINGTON (AP) — De Amerikaanse president Ronald Reagan heeft dat de Europese vredesbe-



Demonstratie tegen de kernbewapening op 21 november 1981 in Amsterdam.

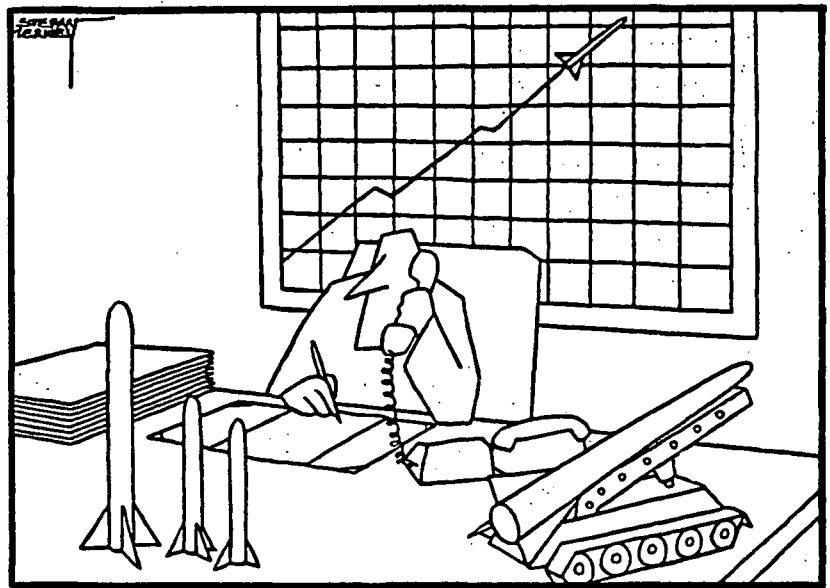
Wie mag er over de kernbewapening oordelen?

Zijn dat alleen de militairen, de generaals die precies (?) weten hoe sterk "de vijand" (?) is? Maar zelfs "experts" als generaals verschillen van mening.

BEROEP OP LIDSTATEN VAN NATO Ex-generaals willen alle kernwapens verwijderen

Zoiets zul je wel vaker tegenkomen. Want het gaat niet alleen om feiten, maar ook over bijvoorbeeld de *belangrijkheid* van die feiten. En daarover kun je van mening verschillen.

Behalve de feiten zelf, is het belangrijk *wie* er mee aankomt. Door wie is een tekst geschreven? Welk belang heeft die schrijver bij het standpunt dat hij verkondigt?



Laat je door dit soort onzekerheden niet afschrikken. Je kunt best zelf over het probleem nadenken, praten en oordelen. Maar één waarschuwing vooraf: *denk niet dat je na het werken aan dit thema precies weet welke argumenten in de discussie over kernbewapening goed of fout zijn.* Ten eerste kan dat niet in zo'n korte tijd. Ten tweede is het erg moeilijk om aan te geven wat "goed" en wat "fout" is. Het gaat bij het probleem van de kernbewapening om een *dilemma*: een *keuze* tussen verschillende mogelijkheden, die *beide* hun *onaantrekkelijke* kanten hebben.

Je zult bij het werken aan dit thema veel kunnen leren over de kernbewapening, de problemen ervan en de rol van natuurkunde en techniek. Je zult *beter* in staat zijn om de argumenten, die verschillende personen en belangengroepen gebruiken, te controleren en beoordelen. Misschien ben je ook beter in staat om de vragen te stellen die belangrijk zijn voor je eigen keuze, antwoorden op deze vragen te zoeken en de gevonden antwoorden erg voorzichtig te beoordelen.

2.1

hoe verder ?

ZOEKEN NAAR INFORMATIE

Meestal kun je met behulp van de inhoudsopgave in een boek wel te weten komen op welke bladzijden de informatie die je zoekt te vinden is. Sommige boeken hebben ook een index. Zo'n index maakt het zoeken wat gemakkelijker als je wat trefwoorden weet van de informatie waar je naar op zoek bent.

Het grootste deel van de informatie in deel 4 van dit thema was al opgenomen in het thema "Energie in de Toekomst". In 4.9 en 4.10 vind je nog wat nieuwe gegevens, die speciaal voor dit thema belangrijk zijn.

Aktiviteit 1:

- Je hebt al eerder (bij aktiviteit 3 in 1.2) een lijstje gemaakt met vragen die je zelf had over kernbewapening. Pak dat lijstje en ga bij jezelf na of je op dit moment al weer nieuwe vragen hebt.
Praat in je groep over welke vraag jullie voor jezelf het belangrijkste vinden.

Misschien kun je in de korte beschrijvingen van de informatieteksten (op de volgende bladzijde) vinden welke tekst op jullie vraag ingaat. Als dat niet lukt, of je bent er onzeker over, praat dan met je lera(a)r(es).

Aktiviteit 2:

- Kies naar aanleiding van je belangrijkste vraag een informatietekst, waar je verder aan wilt gaan werken.
Lees de tekst aandachtig door. Probeer de vragen die erin staan te beantwoorden of de genoemde activiteiten uit te voeren.
Omdat de informatieteksten vrij kort zijn, en het over een ingewikkeld probleem gaat, kan het zijn dat je er meer over wilt weten. Aan het eind van elke tekst worden daarom wat boeken opgegeven, waarin je meer informatie kunt vinden. Die boeken vind je in de schoolbibliotheek of in de bibliotheek in je wijk of dorp.

Bij de informatieteksten zie je regelmatig in de kantlijn verwijzingen naar deel 4 van dit thema. In deel 4 vind je informatie over de "natuurkunde van kernwapens". Daarin kun je een antwoord vinden op vragen als:

- wat zijn isotopen?
- wat is kernsplijting?
- wat is radio-actieve straling en hoe gevaarlijk is die straling?
- hoe zit een kernbom in elkaar, welke splijtstof is er voor nodig en hoeveel?
- wat is een "rem"?

Gebruik de natuurkundige informatie van deel 4 bij het lezen van de informatieteksten.

de informatieteksten in het kort

2.2 Wie is het sterkst?

Dit hoofdstuk gaat over de wapenwedloop: de aantallen en soorten kernkoppen van beide machtsblokken NAVO en Warschau-pact, de technische vernieuwingen en de ontwikkeling van het denken over het "gebruik" van kernwapens.

Als afsluiting kun je zelf op een rij zetten welke invloed de technische ontwikkelingen hebben gehad (en nog hebben) op het denken over het mogelijke gebruik van kernwapens.

2.3 Wat is de oorzaak van de wapenwedloop?

De meest verbreide opvatting over de oorzaak van de wapenwedloop is dat de grote mogendheden op elkaar reageren. Als de een ontdekt dat de ander aan een nieuw wapen werkt, zal hij zelf ook gaan beginnen. In dit hoofdstuk komen nog wat andere mogelijke oorzaken van de wapenwedloop aan de orde, zoals bijvoorbeeld de rol van het militair/industriële-complex en de rol van wetenschap en techniek.

Als afsluiting kun je zelf uitzoeken wat het resultaat van "ontwapeningsbesprekingen" tot nu toe geweest is, en kun je naar een "verklaring" voor die resultaten zoeken.

2.4 Wie hebben "de bom"?

In dit hoofdstuk vind je informatie over het verband tussen het "vreedzaam gebruik" van kernenergie (de splijtstofcyclus voor elektriciteitsopwekking uit kernsplijting) en het maken van kernwapens.

Je kunt zelf uitzoeken welke landen de mogelijkheid hebben om "de bom" te maken. En in welke conflicten ze verwickeld zijn.

Er zijn een aantal pogingen geweest om de verspreiding van kernwapens tegen te gaan. Je kunt nagaan welke resultaten dat heeft gehad.

2.5 Is een kernoorlog te overleven?

De effecten van één enkele ontploffende kernbom zijn redelijk bekend. Die gevolgen probeer je in dit hoofdstuk in beeld te brengen. Over de gevolgen van een complete kernaanval (op Nederland bijvoorbeeld) is wat meer onduidelijkheid: in hoeverre zijn de overlevenden van een kernoorlog in staat om een grotendeels verwoes en samenleving draaiende te houden?

Als afsluiting van dit hoofdstuk denk je na over de manier waarop je de gevolgen van een kernoorlog aan anderen duidelijk kunt maken en of je je tegen een kernaanval kunt beschermen.

2.2

wie is het sterkst ?

De NAVO (Noordatlantische Verdragsorganisatie) is de militaire verdedigingsorganisatie van de Verenigde Staten, Canada en dertien Westeuropese landen (waaronder Nederland). De NAVO werd opgericht in 1949.

Het Warschau-pact is de militaire verdedigingsorganisatie van de Sovjet-Unie en zes Oosteuropese landen. Het pact werd opgericht in 1955.

Werking kernbom: zie 4.9

Ontploffingskracht: zie 4.9

de wedloop in strategische bewapening

Na 1945 begon de bewapeningswedloop tussen de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie. Later, na de oprichting van de NAVO en het Warschau-pact, werd dit een wedloop tussen de beide militaire verdedigingsorganisaties. In dit hoofdstuk bekijk je de wedloop in de kernbewapening: de kernbommen en de raketten om ze naar hun doel te schieten.

Kernwapens kun je onderscheiden in *strategische* en *tactische* wapens.

- *Strategische kernwapens* staan opgesteld in de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie of bevinden zich in onderzeeboten en vliegtuigen. Ze staan gericht op de kernwapens en de steden van de tegenstander.
- *Tactische kernwapens* staan meestal buiten het grondgebied van de grote mogendheden opgesteld. Ze moeten op het slagveld gebruikt worden tegen militaire doelen: troepen, tanks, spoorwegen en eventueel steden. Ze zijn niet gericht tegen doelen op het gebied van de andere grote mogendheid.

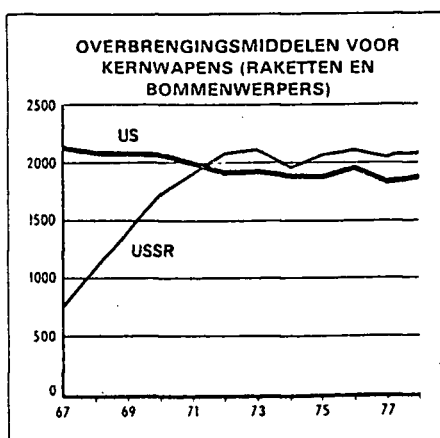
Het verschil tussen strategische en tactische kernwapens is niet een verschil in ontploffingskracht. Ze verschillen in de manier waarop ze gebruikt zullen worden.

In het begin van de jaren vijftig hadden de Verenigde Staten op het gebied van kernwapens een grote voorsprong. Amerikaanse vliegtuigen met kernbommen konden vanaf vliegbases rond de Sovjet-Unie of vanuit de Verenigde Staten zelf de Sovjet-Unie bereiken. Halverwege de jaren vijftig was Amerika op zijn beurt bereikbaar geworden voor de Russische bommenwerpers.

Aan het eind van de vijftiger jaren volgde een nieuwe stap in de bewapeningswedloop: de *intercontinentale raket* (afgekort ICBM: Intercontinental ballistic missile). Intercontinentale raketten kunnen afstanden van 5500 km of meer overbruggen. Ze kunnen dus van het ene continent naar het andere geschoten worden.

Aktiviteit 1:

- In de grafiek zie je de groei van het aantal overbrengingsmiddelen (raketten en bommenwerpers) van beide grote mogendheden.
Welke van de twee mogendheden is op grond van deze gegevens het sterkst volgens jou ?

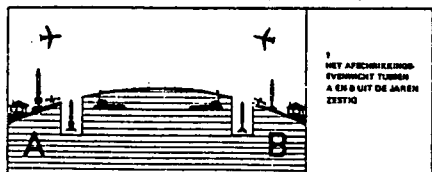


Bron: SIPRI-jaarboek 1978

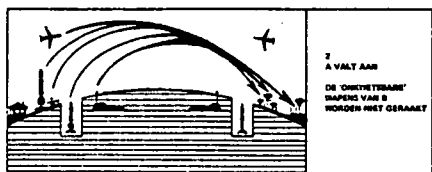
Beide grote mogendheden waren in de jaren vijftig bang voor een verrassingsaanval. Ze hadden allebei een *first strike capability*: de mogelijkheid om in een eerste klap de kernwapens van de tegenstander uit te schakelen. Daardoor zou de tegenstander weerloos worden.

De Verenigde Staten en de Sovjet-Unie begonnen daarom beide een onkwetsbare verdedigingsmacht op te bouwen. Een deel van de bommenwerpers werd voortdurend in de lucht gehouden. Raketten werden in zwaar gepantserde silo's onder de grond en in onderzeeboten geplaatst. Zo werd een deel van de kernwapens onkwetsbaar bij een aanval van de te-

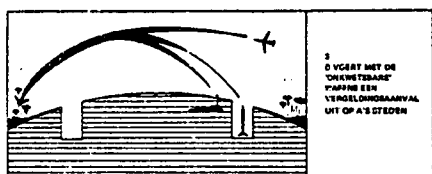
Het afschrikkingsevenwicht in de jaren zestig



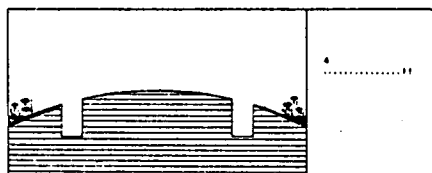
1. HET AFSCHRIKKINGSEVENWICHT TUSSEN A EN B UIT DE JAREN ZESTIG



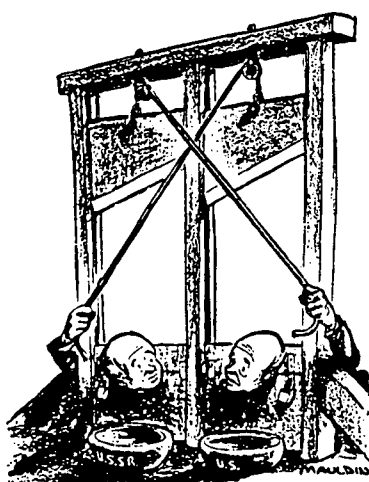
2. A VALT AAN DE 'ONKWETSBARE' WAPENS VAN B WORDEN NIET GERAACHT



3. B VERGELT MET DE 'ONKWETSBARE' WAPENS EEN VERGELDINGSAANVAL UIT OP A'S STEDEN



4. A VALT AAN DE 'ONKWETSBARE' WAPENS VAN B WORDEN NIET GERAACHT



"Wederzijds verzekerde vernietiging" als basis voor de vrede.

genstander. Beide grote mogendheden kregen zo in de jaren zestig een *second strike capability*: de mogelijkheid om met de overgebleven kernwapens, na eenmaal aangevallen te zijn, de vijand toch nog (grotendeels) te vernietigen. Men noemt dit een *afschrikkingsevenwicht*: wie de aanval ook opent, de aanvaller wordt zelf ook vernietigd.

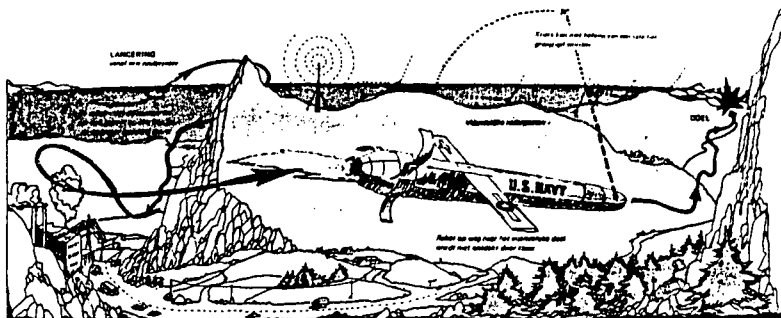
Door dit afschrikkingsevenwicht werd in de jaren zestig de kernwapensituatie stabiel. Velen vonden dit een verbetering met de situatie in de jaren vijftig. Toen moest namelijk snel gereageerd worden, ook al was het onzeker of er inderdaad een aanval op komst was of al was uitgevoerd. De kans op vergissingen was groter, en daardoor ook de kans op "een oorlog per ongeluk". Bij het bezit van een onkwetsbare vergeldingsmacht kun je wachten tot je zeker weet dat er een aanval is. En dan kan alsnog de vergeldende klap worden uitgedeeld.

Terwijl het afschrikkingsevenwicht tot stand kwam, werd er gewerkt aan allerlei nieuwe wapens: de ABM, de MIRV, de kruisraket (cruise missile).

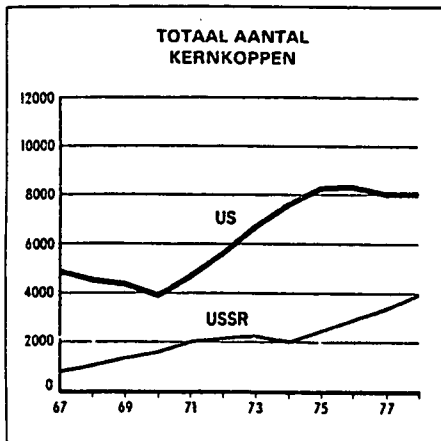
De ABM (anti ballistic missile) is een anti-raket. Zo'n ABM moet de inkomende raketten met een kernontploffing "onschadelijk" maken voordat ze hun doel treffen.

De MIRV (multiple independently targetable re-entry vehicle) is een raket met drie tot elf kernkoppen. De kernkoppen kunnen onafhankelijk van elkaar nauwkeurig worden gericht op verschillende doelen.

Een *cruise missile* is een klein robot-vliegtuig dat vlak boven de grond kan vliegen. Ze zijn daardoor zeer moeilijk met radar te ontdekken. Cruise missiles kunnen grote afstanden overbruggen. Met behulp van signalen uit een satelliet in de ruimte kunnen ze heel nauwkeurig op hun doel afgestuurd worden.



De grote richtnauwkeurigheid van de strategische kernwapens werd bereikt door de ontwikkeling van de (micro)electronica (chips). Daardoor werd ook een verandering van militaire strategie mogelijk. Bij het afschrikkingsevenwicht van de jaren zestig stonden de kernwapens gericht op de steden van de tegenstander (counter city). In de loop van de jaren zeventig werd duidelijk dat het beleid van de Verenigde Staten er op gericht was bij een (dreigende) kernoorlog zoveel mogelijk kernwapens van de tegenstander uit te schakelen. Daardoor zal dan de schade in de Verenigde Staten beperkt worden. Een deel van de Amerikaanse kernkoppen staat dus gericht op de Russische strategische wapens (counter force). Zo'n strategie is alleen maar mogelijk als je wapens bezit, die zeer nauwkeurig op hun doel terecht kunnen komen.



Bron: SIPRI-jaarboek 1978

Aktiviteit 2:

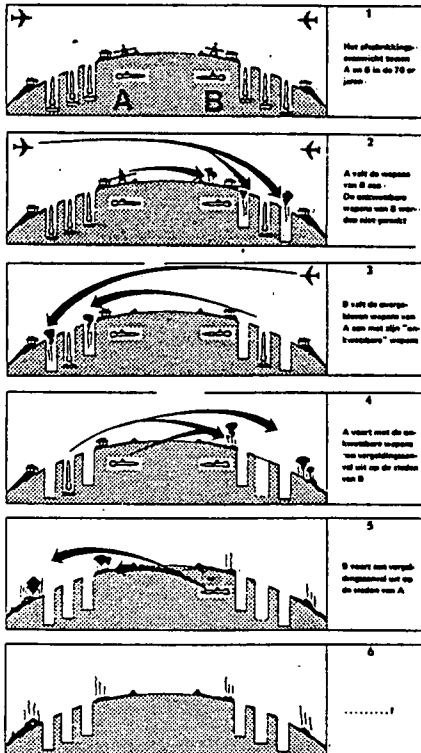
- In de grafiek zie je de groei van het aantal strategische kernkoppen van beide grote mogendheden vanaf 1967. Welke van de twee grote mogendheden is op grond van deze gegevens het sterkst volgens jou?
- Vergelijk je antwoord met je antwoord bij aktiviteit 1. Is er verschil? Wat zou daar de oorzaak van zijn?
- Wat is volgens jou de beste manier om de sterkte van de twee grote mogendheden te vergelijken: tellen van het aantal raketten of van het aantal kernkoppen? Zijn er nog andere dingen die volgens jou bij zo'n vergelijking belangrijk zijn?

Kan een kernoorlog gewonnen worden?

De theorie van het afschrikkingsevenwicht gaat er van uit dat een kernoorlog uitloopt op wederzijdse vernietiging "dankzij" het hebben van een vergeldingsmacht. De wapens die zijn ontwikkeld na het tot stand komen van het afschrikkingsevenwicht, maken dat beide grote mogendheden kunnen gaan twifelen aan hun eigen vermogen tot vergelding. De ontwikkeling van de micro-electronica verhoogt de richtnauwkeurigheid van de nieuwe raketten. Rond 1985 zullen deze raketten die van de tegenstander in hun silo's kunnen vernietigen. De afschrikking bestaat dan alleen nog maar door de onkwetsbaarheid van kernraketten op onderzeeboten. Maar de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie zijn allebei bezig met het ontwikkelen van manieren om onderzeeboten op te sporen en te vernietigen. Als dat eenmaal gelukt is kan een aanval het overgrote deel van de kernwapens van de tegenstander met een "eerste klap" uitschakelen (*disarming first strike*). Daardoor kan de schade op zijn eigen grondgebied vrij klein blijven. De verleiding om dan als eerste toe te slaan in een gespannen situatie is vrij groot.

De nieuwe technische ontwikkelingen in de bewapeningswedloop dreigen dus de onkwetsbare vergeldingsmachten aan te tasten. Ze bedreigen de stabiliteit van het afschrikkingsevenwicht.

Het afschrikkingsevenwicht in de jaren zeventig

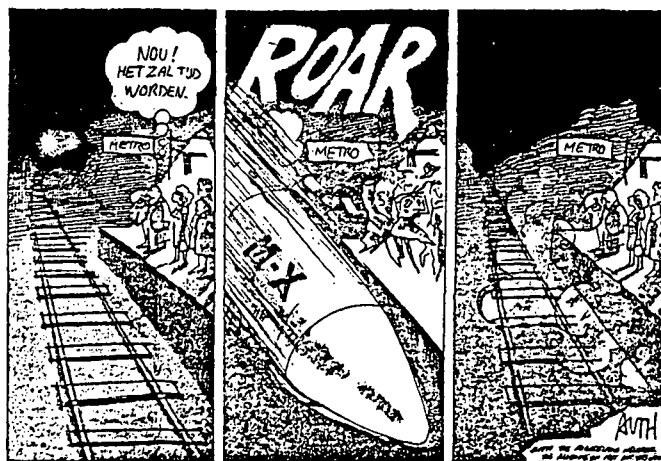


Aktiviteit 3:

- In dit hoofdstuk werd twee keer met behulp van een aantal plaatjes het afschrikkingsevenwicht in de jaren zestig en zeventig in beeld gebracht. Teken zelf zo'n plaatje voor het eind van de jaren tachtig.

Aktiviteit 4:

- Probeer eens uit te zoeken wat het Amerikaanse MX-plan inhoudt. Op welke ontwikkeling in de bewapeningswedloop is dat plan een reactie?



Behalve de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie hebben Frankrijk, Engeland en China ook een (vrij kleine) kernmacht. Engeland heeft vier onderzeeboten met kernraketten; Frankrijk heeft er daar drie van, plus nog een aantal landraketten voor de middellange afstand (4000 km). China heeft zo'n 70 middellange afstands-raketten.

tactische kernwapens

Tactische kernwapens kwamen in het midden van de jaren vijftig in "gebruik". Ze kunnen op hun doel gebracht worden met kanonnen, raketten en vliegtuigen. Deze kernwapens moeten in West-Europa een tegenwicht vormen tegen het overwicht van de troepen van het Warschau-pact. Bovendien moet de plaatsing van deze Amerikaanse kernwapens in West-Europa aan het Warschau-pact duidelijk maken dat de Verenigde Staten werkelijk bereid zijn kernwapens voor de verdediging van Europa in te zetten. Bij een aanval op West-Europa zou Amerika namelijk kunnen aarzelen met het gebruik van zijn *strategische* kernwapens. Want dat zou een vergeldingsaanval op het Amerikaanse grondgebied betekenen.

De tactische kernwapens van de NAVO in West-Europa moeten het Warschau-pact *afschrikken* van een aanval, met of zonder kernwapens. De tweede taak is het *afslaan* van een aanval, als de afschrikking heeft gefaald. Of er inderdaad tactische kernwapens gebruikt zullen worden bij het afslaan van een aanval hangt ervan af of de aanval ook met andere middelen ("gewone" wapens) afgeslagen kan worden. Politici en militairen spreken daarom van een "aangepast antwoord". (flexibele response).

Over de Russische bedoelingen met tactische kernwapens is minder bekend. Een redelijke schatting is dat het grootste deel van de tactische raketten gericht staat op de steden in West-Europa. En dat ze worden ingezet in de eerste fase van een kernoorlog.

Binnen de NAVO gelooft men dat een kernoorlog met tactische kernwapens binnen een beperkt gebied (het slagveld) gevoerd kan worden. In de Sovjet-Unie gelooft men daar niet in. De Russen houden rekening met het voeren van een totale kernoorlog als eenmaal de eerste kernbom gevallen is.

Aktiviteit 5:

- Lees eerst het hieronder afgedrukte gedeelte van een artikel van Prof. Mr. B.V.A. Röling in het blad "Transactie", 1977, nr. 3.

De redenen dat men de veiligheid bedreigd acht, zijn van verschillende aard. Velen denken daarbij allereerst aan Russische agressie: de supermacht Sovjet Unie, bezielde met een missie-geachte, zou uit zijn op militaire verovering van de wereld. Anderen denken vooral aan de bedreiging die schuilt in de wildgroei van de wapens: een wereld getypeerd door een constante wapenwedloop, een overbewapening, die het voortbestaan op het spel zet, als het ondanks alles tot een militaire confrontatie zou komen.

Er is een Russisch probleem en een wapenprobleem. Mijn bezwaar tegen het telkens weer door de NAVO ingenomen standpunt: opvoering van de bewapening, is, dat men zich vooral laat leiden door "het Russisch gevaar", en daarbij verwaarloost het veel groter gevaar dat verscholen ligt in de ontwikkeling van de wapens.

Het lijkt mij dat ten onrechte de bewapeningsinspanning wordt afgestemd op het geval van doelbewuste Russische agressie. Zo'n agressie — de "Blitzkrieg" waarover men zich op het ogenblik zoveel zorgen maakt — is uiterst onwaarschijnlijk, om vele redenen. Ik noem er vijf van:

- 1 een aanval betekent oorlog tegen een zwaarbewapende militaire alliantie van een half miljard mensen, die het hoogst ontwikkeld gebied van de wereld vormen;
- 2 zo'n oorlog brengt het grote risico van de totale nucleaire oorlog, waaraan ook de Sovjet Unie weet ten gronde te gaan;
- 3 er is het grote risico, dat China er zich in zou mengen;
- 4 de Warschau pact bondgenoten zouden niet betrouwbaar zijn in geval van Russische agressie;
- 5 groot gevaar zou ontstaan van interne onlusten in de Sovjet Unie zelf.

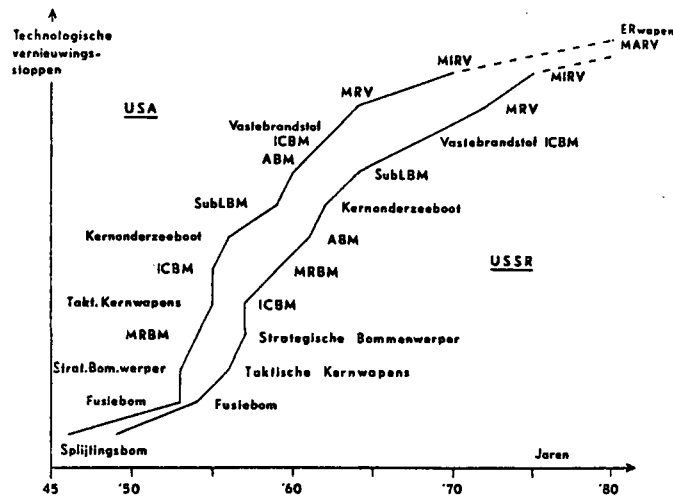
- Prof. Röling geeft een aantal argumenten voor de onwaarschijnlijkheid van een Russische verrassingsaanval op het Westen. Schrijf zelf de argumenten op die het Westen moeten weerhouden van een verrassingsaanval op de Sovjet-Unie.
- Welke technische ontwikkelingen op het gebied van de bewapening kunnen zo'n verrassingsaanval toch "aantrekkelijk" maken? Wie zou het eerst tot zo'n verrassingsaanval in staat zijn, denk je? Welk(e) argument(en) heb je daarvoor?

Aktiviteit 6:

- Lees eerst het hieronder afgedrukte gedeelte van een artikel van Prof. Dr. H.W. Tromp in het blad "Vredesopbouw", 1980, nr. 7/8.

Het is eenvoudig na te gaan alleen al aan de wapentechnologische vernieuwingen na 1945, dat wij alles maar dan ook alles eerder hebben ontwikkeld. En onze voorsprong is, voorzover ik dat kan overzien, alleen maar toegenomen. Wij hadden het eerst de atoombom; de Sovjet-Unie pas vijf jaar later. Wij hadden het eerst de waterstofbom, wij hadden het eerst de intercontinentale raket; er is even een moment geweest waarop wij dachten dat zij voorlagen nadat de Sputnik gelanceerd werd maar dat bleek al vrij snel totaal het omgekeerde te zijn. Wij hadden het eerst de meervoudige kernkop, wij hadden ook het eerst de meervoudige kernkop die tijdens de doelvluucht nog bijgestuurd kon worden. Ik zou niets essentieels kunnen bedenken, dat wij niet eerder hadden; erger nog, als je dus kijkt naar de datum van het vinden van de mogelijkheid, en de datum van indienststelling van het wapensysteem, dan ligt op beide punten de Sovjet-Unie globaal genomen zes, zeven jaar achter. Dat is niet het algemeen ver-

breide geloof. Nu is de wetenschap er voor om na te kijken hoe het precies zit; en als die nakijkt hoe het precies zit dan is aan deze conclusie niet te ontkomen. Daarbij is nog een opmerking te maken: een wijd verbreid misverstand in het denken over bewapeningswedlopen wordt ook door de publieke opinie en de afspiegeling daarvan, het dagblad, in stand gehouden. 'Het dagblad' houdt als publieke opinie in stand dat het alleen maar over *kwantiteiten* gaat. Je moet mannetjes tellen en tanks tellen en vliegtuigen tellen, en dat is belangrijk. Nee; er zijn *twee* bewapeningswedlopen; en de kwantitatieve, die in aantallen, is het minst belangrijk, De *kwalitatieve* , die gaat over het niveau van ontwikkeling van bewapeningssystemen, die is het meest belangrijk. En daarin liggen wij circa zeven jaar voor.



In de grafiek zijn de belangrijkste technologische vernieuwingen op het gebied van de kernbewapening van de Verenigde Staten en de USSR vermeld. De grafiek is ontleend aan Borst G., Walter F. *Osteuropa*, vol. 23, 1973, pag. 100. Een ICBM is een raket die met een kernwapen de afstand tussen continenten kan overbruggen. Een MRBM is een raket bedoeld voor afstanden van 1000 tot 7000 km. ABM is een verdedigingssysteem tegen ICBM's dat om militair-strategische en financiële redenen onaantrekkelijk bleek en sindsdien per verdrag tot onbetekenende proporties is beperkt. Een SubLBM is in het algemeen een MRBM, te lanceren vanuit een (kern)onderzeeboot. Vaste brandstof voor raketten betekent dat deze sneller gereed zijn om afgevuurd te worden. MRV is een aanduiding voor raketten met meer dan één wapen aan boord. MIRV en MARV zijn verdere ontwikkelingen van de MRV. Het MIRV-concept betekent dat de wapens onafhankelijk van elkaar op verschillende doelen gericht kunnen worden. Het MARV-concept houdt in dat met de wapens in het laatste deel van de vlucht gemanoeuvreerd kan worden. ER-wapen (Enhanced Radiation) betekent verhoogd stralingswapen: de neutronenbom.

- Wat is volgens Prof. Tromp het belangrijkste aspect van de bewapeningswedloop?
- Bij activiteit 5 heb je een antwoord gegeven op de vraag, welke van de beide grote mogendheden het eerst tot een verrassingsaanval in staat zou zijn. Kloppen de argumenten die je daarvoor had met het verhaal van Prof. Tromp?

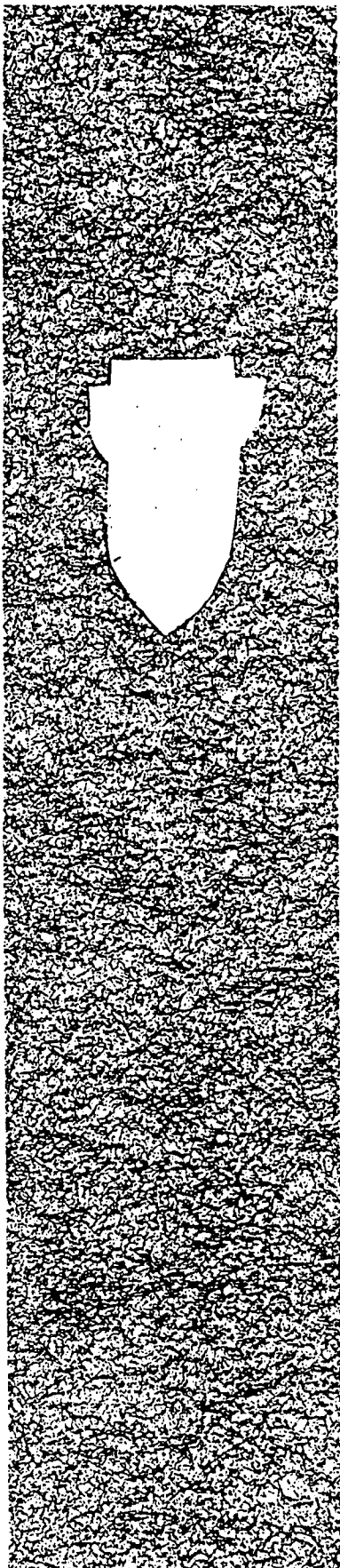
Activiteit 7:

- Lees eerst het hieronder afgedrukte gedeelte van een artikel van Prof. Mr. V.B.A. Röling in het blad "Transaktie", 1977, nr. 3.

Het wapenprobleem is een product van de technologie, van de vernieuwingen die de technologie op het gebied van de wapens bracht. Allereerst denkt men dan aan de atoomwapens, die de vernietigingskracht duizendmaal, ja miljoenmaal verhevigden. Rotterdam werd verwoest met een bombardement, waarbij in totaal 93.5 ton TNT werd afgeworpen. De zwaarste waterstofbom tot nu toe tot ontploffing gebracht – door de Russen, op Nova Zembla – had een explosieve kracht van 57 miljoen ton TNT.

Kernwapens zijn inderdaad wapens van massale vernietiging. Een bom van 25 megaton kan een land als Nederland verzengen. En sinds 1945 zijn kernwapens naarstig aangemaakt, tactische kernwapens om in de militaire strijd op militaire doelen te richten: strategische kernwapens, gericht op het achterland, en wel op grote militaire doelen ("counter force"), of tegen de burgerbevolking ("counter city")⁷. Men schat de op het ogenblik in de wereld aanwezige voorraad gelijk aan 1.200.000 bommen zoals er één diende ter verdelging van Hiroshima. Als die voorraad zou worden gebruikt – even effectief als de bom op Hiroshima, maar democratische eerlijke verdeling is moeilijk – dan zou men meer dan 100 miljard mensen daarmee kunnen doden. Maar er zijn er slechts 4 miljard.

We hebben daar een vakterm voor: "overkill". Méér kunnen dan nodig is, dat is een typische trek van de moderne bewapening. Wanneer de 7 à 8.000 tactische atoomwapens die aan onze kant in West Europa staan opgesteld, en de ongeveer 4.000 atoomwapens aan Russische kant, worden gebruikt, wordt West- en Mid-den-Europa tot een onleefbare woestenij.



- De bestaande "overkill-capaciteit" aan beide kanten wordt wel gebruikt als argument om de bewapeningswedloop te stoppen. Toch gebeurt dat niet. Wat zijn de redenen dat de beide grote mogendheden doorgaan met de wapenwedloop, denk je?

Aktiviteit 8:

- Maak een overzicht van de invloed die de technische ontwikkeling van kernbommen en hun overbrengingsmiddelen heeft gehad (en nog heeft) op het denken over het "gebruik" van kernwapens.

Meer informatie en meningen over de wapenwedloop kun je vinden in:

- Vredesverwachtingen
Dr. Frank Barnaby
Meulenhoff Informatief, Amsterdam, 1980
- Kernwapens - wat er gebeurt als ze gebruikt worden
Nigel Calder
Bosch & Keunig, Baarn, 1980
- Atlantisch Perspectief, 1981/2
Stichting Atlantische Commissie, Den Haag, 1981
- Kernwapens - een kwestie van overleven
J. de Jong e.a.
Werkgroep Vredesonderwijs, Groningen/Utrecht, 1979

2.3

Wat is de oorzaak van de wapenwedloop?

Sinds 1945 zijn de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie bezig met een wapenwedloop. Waarom wordt er bewapend? Welke argumenten worden er voor gebruikt? Welke motieven spelen een rol?

de vijand

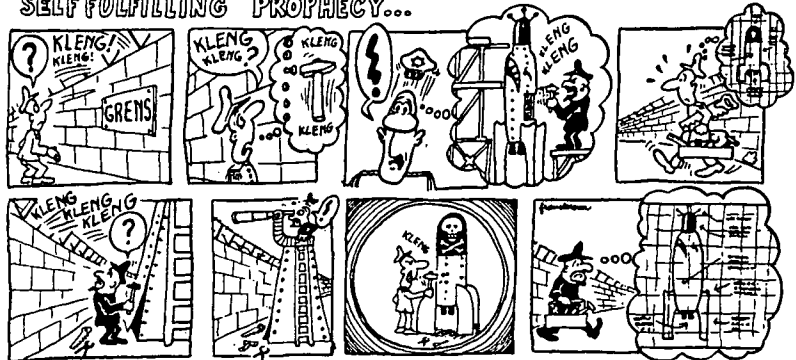
Regeringen van landen weten nooit zeker of ze door andere landen wel met rust gelaten zullen worden. In geval van nood moeten ze hun grondgebied en hun belangen kunnen beschermen. Daarvoor maken ze wapens of ze kopen ze. Een belangrijke oorzaak van bewapening is dus dat we in een wereld leven met allemaal aparte landen die voor hun eigen veiligheid moeten zorgen.

Tussen twee (of meer) landen kunnen politieke spanningen ontstaan. Bijvoorbeeld als ze "ruzie" krijgen over grondstofvoorraden buiten hun eigen grondgebied.

Uit voorzorg gaat het ene land zich verder bewapenen. Het andere land ziet dat, voelt zich bedreigd, en doet hetzelfde. Zo ontstaat een op-eenvolging van acties en reacties.

Maar een wapenwedloop kan ook ontstaan of doorgaan doordat het ene land niet precies weet wat het andere doet. Men is bang dat de ander aan een nieuw wapen werkt, en daarom begint men zelf ook maar. Onvolledige informatie en wantrouwen kunnen gemakkelijk tot "zich-zelf-waarmakende-voorspellingen" leiden:

SELF FULFILLING PROPHECY...



Als een wapenwedloop eenmaal aan de gang is, dan hebben militairen en politici in een land de neiging om de kracht van de tegenstander te overschatten. En om de eigen kracht te onderschatten. Voor de veiligheid van het land voelen militairen en politici zich verplicht om het zekere voor het onzekere te nemen.

Maar er kan ook een doelbewust streven naar een militair overwicht achter zitten. In het begin van de jaren zestig kwam het afschrikkingsevenwicht tot stand. De Verenigde Staten en de Sovjet-Unie waren beide in staat tot een verwoestende vergeldingsaanval met kernwapens als één van beide een kernoorlog zou beginnen.

Zo'n evenwichtssituatie is een garantie voor de vrede, verklaarden talloze militairen en politici. In de jaren zestig en zeventig zijn in de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie echter voortdurend nieuwe wapens ontwikkeld. Wapens die het afschrikkingsevenwicht moeten verbreken.

Er kunnen een aantal redenen zijn om een militair overwicht te willen hebben. Je kunt daarmee je tegenstander onder druk zetten. En in het geval van oorlog de schade in eigen land zoveel mogelijk beperken. In het geval van kernwapens, is het dan belangrijk dat je die van je tegenstander in een "eerste klap" volledig of vrijwel volledig kunt uitschakelen. Tenslotte levert een militair overwicht een gevoel van veiligheid bij de bevolking. Met dit laatste is niet iedereen het eens. Zij zijn bang dat een militair overwicht erg verleidelijk is om dan ook maar als eerste aan te vallen. En dan is het maar de vraag of de rekensommen van de militairen wel kloppen.



de rol van wetenschap en techniek

In de vorige paragraaf zijn een paar redenen gegeven voor het voortduren van de (kern)wapenwedloop. Je zou verwachten dat in perioden van ontspanning tussen de beide grote mogendheden de wapenwedloop wat minder zou worden. Hoewel er vanaf 1945 wel langere perioden van ontspanning geweest zijn, ging de wapenwedloop toch door.

Een aantal mensen zoekt daarom de oorzaken van de wapenwedloop in een andere richting. Niet bij het bestaan van een "vijand", maar bij een tweetal oorzaken in eigen land:

- het militair/industriële-complex;
- de druk vanuit wetenschap en techniek.

Met de bewapening van een land houden zich bezig: het ministerie van defensie, het leger, wapenfabrieken en instituten waar wetenschappers en technici nieuwe wapens ontwikkelen. Al deze instellingen bij elkaar noemt men het *militair/industriële-complex*. Het woord "complex" zegt iets over de vaak ingewikkelde en talloze verbindingen tussen de verschillende instellingen.



Mensen die in het militair/industriële-complex werken, vinden hun werk belangrijk voor de veiligheid van hun land. Maar er spelen nog meer motieven:

- ondernemers willen wapen-orders om winst te kunnen maken en om het bedrijf door te laten draaien of groter te maken;
- wetenschappers willen steeds nieuwe wapens ontwikkelen, waardoor ze in staat zijn om door te gaan met het onderzoek waarin ze vaak helemaal opgaan;
- de hoge officieren van elk legeronderdeel willen goede wapens, en ze willen niet achtergesteld worden bij andere legeronderdelen;
- mensen die in de wapenfabrieken werken, willen dat hun fabriek nieuwe opdrachten van de regering krijgt, omdat ze anders werkloos worden.

De belangen van de verschillende groepen mensen in het militair/industriële-complex komen dus met elkaar overeen. Daardoor wordt een regering onder druk gezet om steeds verder te bewapenen. Of om de bewapening te moderniseren.

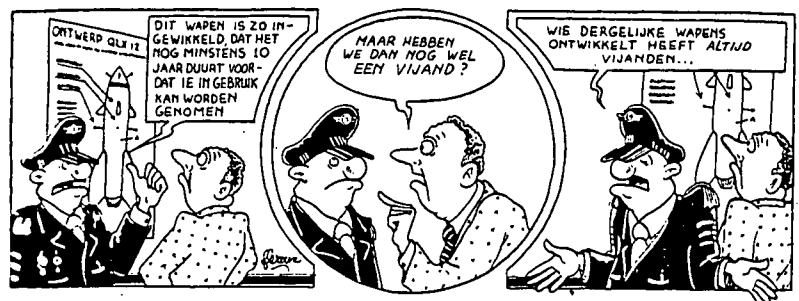
Binnen het militair/industriële-complex hebben de wetenschappers een belangrijke rol. Zij zorgen ervoor dat nieuwe wapens bedacht worden.

Het ligt voor de hand dat zij reageren op de nieuwste wapens die de "vijand" uitvindt. Dat ze proberen een wapen te bedenken dat opgewassen is tegen het nieuwe wapen van de tegenstander. Maar het lijkt er vaak meer op dat wetenschappers niet reageren op de uitvindingen van de vijand, maar op hun *eigen* uitvindingen. Ze willen hun eigen wapens verbeteren. Dat wordt gestimuleerd doordat wetenschappers en technici het gewoon fascinerend vinden om aan *ingewikkelde* dingen (en dat zijn wapens) te werken.



Herbert York, voormalig chef onderzoek van het Amerikaanse ministerie van defensie, zegt hierover: "Het klinkt misschien vreemd, maar ze houden ervan raketten te maken. Een nieuwe fiets ontwikkelen, dat vinden ze gewoon heel wat minder interessant".

Door de ingewikkeldheid van nieuwe wapens zit er op dit moment zo'n zeven tot tien jaar tussen het idee voor een nieuw wapen en het in gebruik nemen ervan. Er worden dus nu wapens ontwikkeld voor over zeven of tien jaar. Daarbij gaat men er van uit dat de "vijand" er over zeven of tien jaar nog is. Tegenstellingen en vijandschappen kunnen echter verdwijnen. Maar door de voortgaande ontwikkeling van nieuwe wapens zal de tegenstander zich bedreigd blijven voelen. De vijandschap wordt in stand gehouden of versterkt. Door het karakter van de huidige techniek krijgen vijandschappen als het ware minder kans om te verdwijnen.



Aktiviteit 1:

- De oorzaken van het voortduren van de (kern)wapenwedloop kun je in twee soorten verdelen. Oorzaken die het bestaan van een "vijand" veronderstellen, en oorzaken die meer in het eigen kamp gezocht moeten worden.

Het aanschaffen van nieuwe wapens moet tegenover de eigen bevolking verdedigd worden (die betaalt er tenslotte voor). Daar zijn argumenten voor nodig. Je kunt die argumenten ook in twee soorten verdelen. Argumenten die verwijzen naar het bestaan

van een "vijand". En argumenten die te maken hebben met de belangen van het militair/industriële-complex.

Probeer in kranten en tijdschriften argumenten te vinden voor het invoeren van nieuwe wapens of het opvoeren van de bewapening. Knip ze uit (of schrijf ze over). Rangschik de gevonden argumenten zó, dat ze tot één van beide soorten behoren.

- Van welke soort argumenten heb je de meeste gevonden? Wat zou de oorzaak van het verschil in aantal zijn, denk je?
- Wat is volgens jou de belangrijkste oorzaak van de wapenwedloop?

Behalve in kranten en tijdschriften kun je ook argumenten (van verschillende politieke partijen) vóór of tegen bewapening vinden in:

- Atlantisch perspectief 1981/2
Stichting Atlantische Commissie, Den Haag, 1981

Aktiviteit 2:

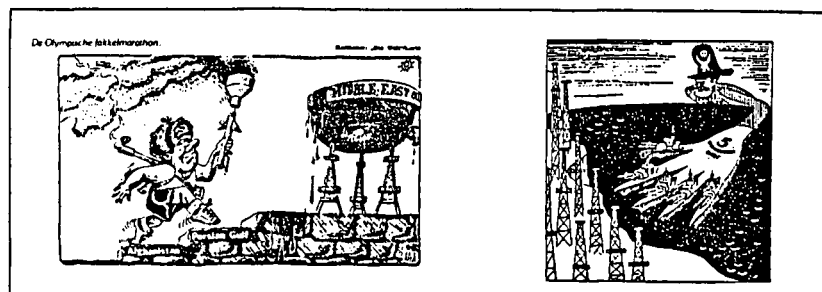
- De Russische inval in Afghanistan (1979) wordt vaak gebruikt als aanwijzing voor Russische agressieve bedoelingen en het streven naar wereldheerschappij. Wat verder in het verleden ligt het "orde op zaken stellen" in Hongarije (1956) en Tsjecho-Slowakije (1968).



Probeer eens uit te zoeken (met behulp van wat geschiedenisboeken bijvoorbeeld) welke daden in het verleden van de Verenigde Staten en/of Westeuropese landen voor "de Russen" een aanleiding geweest kunnen zijn om "het Westen" als vijand af te schilderen?

- Zijn er volgens jou verschillen in agressief gedrag tussen "de Russen" en "het Westen"?

De Russische inval in Afghanistan in Westerse ogen (links) en de Russische kijk op de Amerikaanse aanwezigheid in de Persische Golf (rechts).



Aktiviteit 3:

- Lees eerst het afgedrukte krante-artikel.

De Volkskrant, 19 oktober 1981

Reagan noemt kernoorlog niet ondenkbaar

WASHINGTON (DPA, AFP). — Volgens de Amerikaanse president Ronald Reagan is een conflict tussen Amerika en de Sovjet-Unie, waarbij tactische kernwapens worden gebruikt, niet ondenkbaar. Zo'n conflict hoeft niet automatisch te betekenen dat de twee supermogendheden verwikkeld zullen raken in een kernoorlog op eigen grondgebied, zo voegde de president eraan toe.

In een vrijdag gehouden vraaggesprek met Amerikaanse journalisten, dat zondag werd vrijgegeven door het Witte Huis, zegt Reagan verder, dat het gevaar van een ge-

wapend conflict tussen de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie kleiner wordt naarmate het westen sterker is.

Reagan zegt in het interview opnieuw dat hij voorstander is van een echte ontwapening. De kansen daarop worden groter, wanneer het westen meer in te brengen heeft, aldus de president, daarmee zijn stelling onderstrepend dat Amerika vanuit een positie van militaire kracht met Moskou moet onderhandelen over ontwapening.

Volgens Reagan gelooft Moskou, in tegenstelling tot de VS, dat een atoomoorlog te winnen is wanneer het maar sterk genoeg is. De Sovjet-Unie kan echter een wapenwedloop niet meer bijbenen, aangezien de Russische bevolking nu al op het bestaansminimum zit, aldus Reagan.

- Eén van Reagan's stellingen is: "Ontwapeningsonderhandelingen kunnen alleen maar succesvol zijn door eerst de (kern)bewapening verder op te voeren".
Vanaf 1945 is de kernmacht van beide grote mogendheden voortdurend sterker geworden. En tegelijkertijd zijn er heel wat "ontwapeningsonderhandelingen" geweest.
Probeer eens een overzicht te maken van de ontwapeningsbesprekingen die er vanaf 1945 geweest zijn, en wat voor resultaten die gehad hebben.
Kun je de resultaten van die besprekingen "verklaren" met behulp van de oorzaken van de bewapeningswedloop die in dit hoofdstuk genoemd worden.

Informatie hierover kun je mogelijk vinden in:

- Vredesverwachtingen
Dr. Frank Barnaby
Meulenhoff Informatief, Amsterdam, 1980
- Kernwapens - wat er gebeurt als ze gebruikt worden
Nigel Calder
Bosch en Keunig, Baarn, 1980
- Natuurkunde in de Samenleving
Drs. H.M.C. Eijkelhof e.a.
VU, Amsterdam, 1978
- Kernwapens - een kwestie van overleven
J. de Jong e.a.
Werkgroep Vredesonderwijs, Groningen/Utrecht, 1979

2.4

wie hebben 'de bom'?

de verspreiding van kernwapens

kerncentrales en kernwapens

Vorming van plutonium: zie 4.9

Isotoop: zie 4.2

Kernreactor: zie het thema "Energie" in de toekomst"

De Verenigde Staten werden in 1945 een "kernwapenstaat". De Sovjet-Unie volgde in 1949. Engeland in 1952, Frankrijk in 1960 en China in 1964. India was het zesde land dat een aantal jaren geleden een kernontploffing tot stand bracht.

Er bestaat een grote kans dat het aantal kernwapenstaten in de toekomst nog verder toeneemt. Als dat gebeurt, lijkt de kans dat er in de toekomstige oorlog kernwapens gebruikt worden toe te nemen. De argumenten hiervoor zijn:

- de kans op misrekening en technische fouten wordt groter;
- de kans op het aan de macht komen van een onverantwoordelijke politicus in een kernwapenstaat wordt groter;
- de tegenstander zal in veel gevallen niet over een onkwetsbare vergeldingsmacht beschikken, waardoor de aanvaller niet met mas-sale vernietiging bedreigd wordt.

Hoe komt een land aan kernwapens?

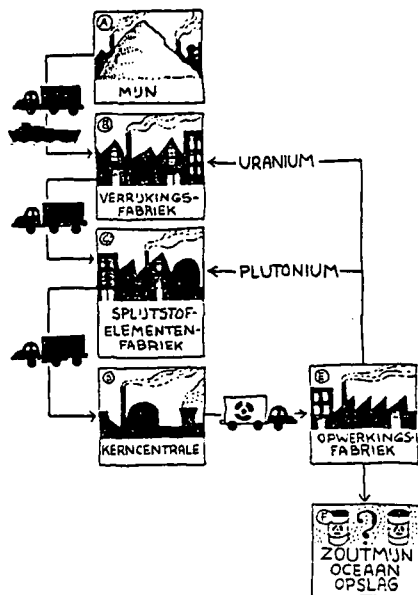
In kerncentrales, bedoeld voor de opwekking van electriciteit, wordt plutonium gevormd. Plutonium kan gebruikt worden als splijtstof in kernwapens. Plutonium van "wapenkwaliteit" bestaat voor 95% uit de isotoop ^{239}Pu . Het kan gemaakt worden door brandstofstaven met ^{238}U een paar weken in een kernreactor te laten hangen. Blijven de staven langer hangen, dan wordt er niet alleen ^{239}Pu , maar ook veel ^{240}Pu gevormd. Dat gebeurt dus meestal in een kerncentrale die voor vreedzame doelen gebruikt wordt. ^{240}Pu is niet geschikt als splijtstof in kernwapens. Toch kan met het "verontreinigde" ^{239}Pu een kernbom gemaakt worden, waarmee het centrum van een flinke stad kan worden vernietigd.

Er zijn op dit moment rond de 200 kerncentrales in gebruik in zo'n twintig landen. Ook in landen die op dit moment (nog) geen kernwapenstaat zijn, zoals bijvoorbeeld Brazilië, Argentinië, Japan, Pakistan.

Die kerncentrales hebben een plutoniumvoorraad opgeleverd van op z'n minst 250.000 kg. Vergelijk dat eens met de hoeveelheid plutonium in de bom die in 1945 op Nagasaki viel: 7 kg.

De verspreiding van kerncentrales voor electriciteitsopwekking vormt misschien nog niet het grootste risico. Het snel achter elkaar stil leggen van een kerncentrale om de splijtstofstaven te verwisselen, is moeilijk geheim te houden. Bij kerncentrales die niet voor electriciteitsopwekking gebruikt worden, is dat veel makkelijker. Dit soort kerncentrales wordt gebruikt voor het doen van onderzoek. Meer dan veertig niet-kernwapenstaten hebben zo'n "research-reactor", waaronder Egypte, India, Israël en Zuid-Afrika. De genoemde landen willen geen controle over deze installaties toestaan. Sommige van deze kleinere reactoren kunnen makkelijk 20 kg plutonium per jaar produceren.

DE SPLITSTOF CYCLUS



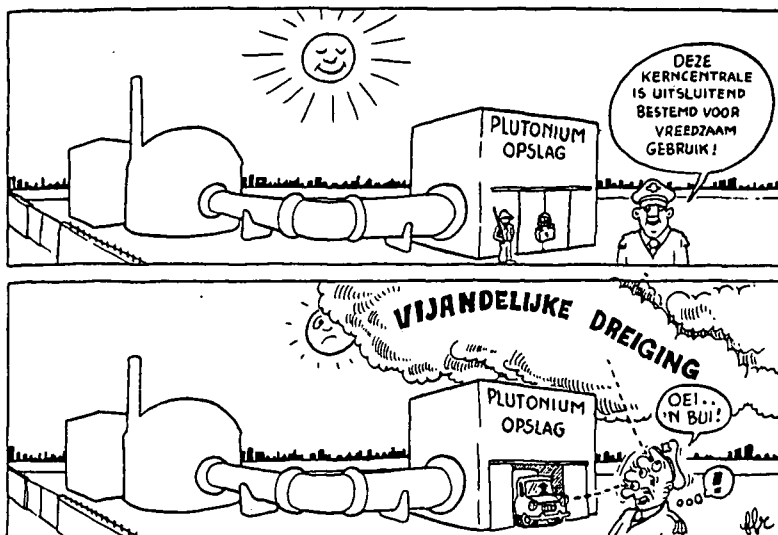
Opwerkings- en verrijkingsfabrieken zijn onderdelen van de splijfstofcyclus: zie het thema "Energie in de toekomst"

Het plutonium dat uit een kerncentrale komt, is in elk geval verontreinigd met de isotopen ^{235}U en ^{238}U en de splijtingsproducten van ^{235}U . In een opwerkingsfabriek kan het plutonium eruit gehaald worden.

Een andere mogelijkheid om aan splijststof voor een kernbom te komen, is de productie van ^{235}U . Natuurlijk uranium bevat maar 0,7% van deze uranium-isotoop. Het uranium wordt bruikbaar gemaakt als splijststof voor een kerncentrale in een verrijkingsfabriek. Daar wordt de hoeveelheid ^{235}U tot 3% verhoogd. Maar het is ook mogelijk om het uranium verder te verrijken. Uranium dat meer dan 40% ^{235}U bevat, kan als splijststof in een kernbom gebruikt worden.

De mogelijke verspreiding van kernwapens heeft dus alles te maken met kerncentrales, en de hele splijststofcyclus daar omheen.

Zonder kernreactors, opwerkings- of verrijkingsfabrieken kun je geen kernbom maken. Dat wil echter niet zeggen, dat elk land dat over een splijststofcyclus of onderdelen daarvan beschikt, ook zelf kernbommen maakt. Maar de mogelijkheid is er wel.



Aktiviteit 1:

- Probeer eens uit te zoeken welke landen nu of over een aantal jaren in staat zijn om kernbommen te maken. Waarschijnlijk zijn er daar een aantal bij, die al kernwapens hebben (zonder ze tot nu toe getest te hebben).
- De kans dat een kernoorlog tussen twee "kleine" kernwapenstaten "uit de hand loopt" (escaleert), doordat de "grote" kernwapenstaten te hulp komen, is altijd aanwezig. Probeer eens uit te zoeken of de landen die nu of over een aantal jaren in staat zijn om kernbommen te maken bij conflicten betrokken zijn.

Aktiviteit 2:

- Vanaf het eerste moment hebben de grote mogendheden de verspreiding van kernwapens willen tegengaan. Verspreiding van kernwapens zou hun eigen machtspositie kunnen bedreigen. Maar ook zou-

den zij ongewild in een kernoorlog betrokken kunnen raken. Daarom zijn er een aantal verdragen gesloten, die de verspreiding van kernwapens moeten tegengaan. In het lijstje hieronder staan die verdragen genoemd:

1963 kernstopverdrag

1968 non-proliferatie-verdrag (verdrag tegen de verspreiding van kernwapens)

1975 akkoord van Londen

- Probeer eens uit te zoeken wat die verdragen inhouden, wie ze ondertekend hebben en wie niet, hoe effectief die verdragen zijn (dus bijvoorbeeld: welke controle-mogelijkheden zijn er op naleving van het verdrag, wat zijn de mogelijkheden om het verdrag op te zeggen, enz.).



Bruikbare informatie voor het uitvoeren van de activiteiten 1 en 2 vind je mogelijk in:

- Vredesverwachtingen
Dr. Frank Barnaby
Meulenhoff Educatief, Amsterdam, 1980
- Kernwapens - wat gebeurt er als ze gebruikt worden
Nigel Calder
Bosch & Keunig, Baarn, 1980
- Natuurkunde in de Samenleving
Drs. H.M.C. Eijkelhof e.a.
VU, Amsterdam, 1978
- Kernenergie en kernwapens
J. van Ginkel e.a.
Nederlands Instituut voor Vredesvraagstukken, Den Haag, 1977
- Kernwapens - een kwestie van overleven
J. de Jong e.a.
Werkgroep Vredesonderwijs, Groningen/Utrecht, 1979

2.5

is een kernoorlog
te overleven ?

hirosjima en
nagasaki



Dè ontdekking van deze eeuw

Eerste atoombommen vallen op Japanse legerbasis

TRUMAN: „DIT VERKORT DE OORLOG”

PRESIDENT TRUMAN heeft vandaag in 't Witte Huis te Washington voor 60 journalisten onthuld, dat de Amerikaanse luchtmacht zestien uur te voren de grootste bom, ooit in de historie van de oorlog gebruikt, een atoombom, krachtiger dan 20.000 ton ontplofbare stoffen, heeft uitgeworpen op de Japanse legerbasis van Hirosjima. De president, die de ontdekking „de verbluffendste vordering in de oorlogvoering sinds de ontdekking van het buskruit” noemde, vertelde voorts, dat twee grote en vele kleinere fabrieken in de Ver. Staten voor de productie van atoombommen in werking zijn. Er is meer dan twee en een half jaar aan gewerkt.

Radio Tokio heeft bekendgemaakt, dat de stad Hirosjima, het doel van de Amerikaanse atoom-bom, te acht uur 20 Japanse verwoest is. Van enige ongewone destructie wordt bericht. Amerikaanse verkenningsvliegtuigen zijn boven de stad geweest en hebben een wolk van rook gezien.

De eerste kernbom werd op 6 augustus 1945 op de Japanse stad Hirosjima gegoooid. Enkele dagen later volgde Nagasaki.

Werking kernbom: zie 4.9

Radioactieve straling: zie 4.5 en 4.7

Waterstofbom: zie 4.9

Ontploffingskracht: zie 4.9

Grote verwoestingen waren het gevolg. En meer dan 200.000 doden. Zo'n groot aantal slachtoffers was in 1945 niet nieuw. Bij de massale bombardementen op steden als Dresden of Tokio in de tweede wereldoorlog vielen in één nacht ook vele tienduizenden slachtoffers. Daarvoor waren erg veel vliegtuigen en bommen nodig. In Hiroshima werd de vernietiging veroorzaakt door één vliegtuig en één bom.

Nieuw was ook de *radioactieve straling*, die bij de ontploffing van de kernbom vrij kwam. Mensen die blootgesteld waren aan veel straling, stierven al gauw. Anderen, blootgesteld aan minder straling, stierven soms jaren later pas aan kanker. Dat kernwapens jaren later nog slachtoffers eisen, is nieuw als je dat vergelijkt met de uitwerking van andere wapens.

De radioactieve straling blijft niet beperkt tot het gebied van de ontploffing. Bij de ontploffing van een kernbom worden radio-actieve stofdeeltjes de lucht in geslingerd. De zwaardere stofdeeltjes komen in de wijde omgeving van de plaats van ontploffing weer op de grond terecht. De lichtere stofdeeltjes kunnen zich over de hele wereld verspreiden. Deze radioactieve "neerslag" heet *fall out*.

De kracht van de kernbommen op Hiroshima en Nagasaki was vrij klein, vergeleken met de kracht van de later ontwikkelde *waterstofbommen*. Sommige kernwapens zijn nu vijftig tot duizend maal zo krachtig. Een bom met een ontploffingskracht van één megaton kan een stad met een miljoen inwoners vernietigen. De gevolgen van een oorlog met zulke kernwapens zijn onvoorstelbaar. Hun uitwerking is niet te vergelijken met iets dat we tot nu toe kennen. De radioactieve neerslag maakt dat de gevolgen (ook van een kernoorlog in een beperkt gebied) over de hele wereld en generaties lang merkbaar zullen zijn.

de uitwerking van kernwapens

Een ontploffende kernbom heeft vier effecten: een *druk golf*, *radio-actieve straling*, *hittestraling* en *fall out*.

DE DRUKGOLF

De drukgolf veroorzaakt grote schade aan gebouwen, kabels, leidingen enz. Ook lopen mensen gevaar door instortende gebouwen, rondvliegend puin en de rechtstreekse uitwerking van de luchtdruk op hun lichaam.

tabel 1 Overzicht van de effecten van de drukgolf

Ontploffingskracht kernwapens:		20 kT	100 kT	500 kT	2 MT
afstand van het ontploffingspunt in km					
a	totale vernietiging tot zeer ernstige schade	1,6 (1,1)*	2,8 (1,8)	4,7 (3,2)	7,6 (5)
b	ernstige tot matige schade	3,2 (2)	5,6 (3,5)	9,5 (6)	15 (9,5)
c	matige tot lichte schade ..	5,1 (3,2)	8,8 (5,6)	15,1 (9,5)	23,9 (15,1)
* de getallen tussen haakjes gelden voor een ontploffing op de grond, de andere voor een ontploffing in de lucht					
Bij a: vele bakstenen gebouwen met dragende muren zullen praktisch geheel verwoest zijn					
Bij b: gescheurde buitenmuren en ingestorte binnenmuren tot en met schade aan ramen en deuren					
Bij c: schade aan daken, deuren en ramen					

De gegevens uit deze paragraaf zijn gebaseerd op:

- Th.E. v.d. Leur, Bescherming tegen kernwapens, Stichting "De Paladijn", Den Haag 1969
- Rapport over schuilgelegenheid voor de bevolking, Commissie Schuilgelegenheid 's Gravenhage 1970

Aktiviteit 1:

- Neem een kaart van je woonplaats met de directe omgeving (of maak er een kopie van).
Geef met behulp van een passer het gebied aan, waarbinnen sprake is van "totale vernietiging tot zeer ernstige schade".
Doe dit voor een ontploffing in de lucht van een "middelzware" kernbom van 500 kT.
Geef ook de gebieden met "ernstige tot matige schade" en "matige tot lichte schade" aan.
- In Nederland wonen gemiddeld 400 mensen per vierkante kilometer. Hoeveel mensen zullen er gemiddeld wonen binnen het gebied waarin de drukgolf schade aanricht?
Zullen dat er in jouw woonplaats meer of minder zijn?
- Vind je de kans dat jouw woonplaats in een kernoorlog getroffen wordt door een kernbom groot of klein? Welke argumenten heb je daarvoor?

DE RADIOACTIEVE STRALING

Hierbij gaat het om de radioactieve straling die in de eerste minuut na de ontploffing vrijkomt.

In tabel 2 vind je een overzicht van de effecten van deze straling gedurende de eerste maanden na de ontploffing (de gevolgen voor de gezondheid op langere termijn staan daar dus niet in). Het effect van de straling is afhankelijk van de hoeveelheid (dosis) straling die het lichaam ontvangt. In tabel 3 wordt aangegeven hoeveel straling iemand ontvangt op verschillende afstanden van een kernontploffing.

Tabel 2 Overzicht van de vroege effecten van radio-actieve straling op het menselijk lichaam

stralings-dosis (rem)	gevolgen binnen enkele maanden
0-75	Geen aantoonbare afwijkingen
100	Bij 2% van de getroffen personen misselijkheid en braken gedurende 1 dag; geen arbeidsongeschiktheid
150	25% van de getroffen personen krijgt stralingsziekte, is arbeidsongeschikt; opname in een ziekenhuis is niet nodig
200	50% van de getroffen personen krijgt stralingsziekte, ziekenhuisopname noodzakelijk; geen doden
300	100% ziek; 20% overlijdt binnen 3 maanden
400	100% ziek, 50% overlijdt binnen 3 maanden
600	100% overlijdt binnen 2 weken
Onder de late gevolgen van radio-actieve straling valt de verhoogde kans op leukemie, schildklierkanker, botkanker, enz.: ziekten die jaren later optreden.	

tabel 3 Overzicht van de hoeveelheid straling die iemand ontvangt bij een kernontploffing

ontploffingskracht kernwapens:	20 kT	100 kT	500 kT	2 MT
afstand van het ontploffingspunt in km				
↓ ↓ ↓ ↓ ↓				
stralingsdosis gamma- en neutronstraling (rem)				
1000	1,25	1,6	2,1	2,5
500	1,4	1,8	2,2	2,7
100	1,7	2,1	2,5	3,1

Rem: zie 4.10

Aktiviteit 2:

- In tabel 3 wordt alleen de stralingsdosis voor gamma- en neutronstraling gegeven. Leg uit (met behulp van de informatie over radio-actieve straling in deel 4) waarom de effecten van alfa- en bèta-straling hier niet meegerekend worden.
- Teken op dezelfde kaart als bij activiteit 1 (nu met een andere kleur) voor een 500 kT-kernbom de "stralingszone" waarbinnen mensen een stralingsdosis van meer dan 300 rem oplopen.
- Maak een schatting van het aantal dodelijke slachtoffers binnen drie maanden in deze stralingszone.

DE HITTESTRALING

Hittestraling veroorzaakt brand. Branden kunnen ook ontstaan door omvallen van verwarmings- of kooktoestellen, door kortsluiting in elektrische installaties of door breuk in de gasleidingen als gevolg van de drukgolf.

tabel 4 Overzicht van de effecten van hittestraling

ontploffingskracht kernwapens	20 kT	100 kT	500 kT	2 MT
afstand van het ontploffingspunt in km				
↓ ↓ ↓ ↓ ↓				
uiterste brandgrens als gevolg van hittestraling (helder weer)*	3,1 (2,4)	6 (4,7)	11,5 (9)	19,5 (15,5)
* de getallen tussen haakjes gelden voor een ontploffing op de grond, de andere voor een ontploffing in de lucht				

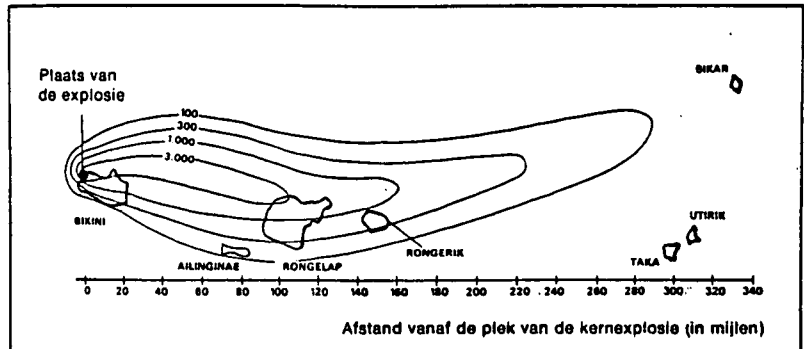
Aktiviteit 3:

- Teken op dezelfde kaart als bij activiteit 1 en 2 (weer met een andere kleur) voor een ontploffing van een 500 kT kernbom in de lucht de uiterste brandgrens als gevolg van hittestraling.

FALL OUT

We beperken ons hier tot de radioactieve neerslag in het gebied rond het ontploffingspunt. Als voorbeeld nemen we het fallout-patroon van de proefontploffing van een 15 MT waterstofbom op het atol Bikini in de Stille Oceaan op 1 maart 1954. Dit was een "zware bom". De cijfers in het fallout-patroon geven de opgelopen hoeveelheid straling in rem na 14 dagen.

Falloutpatroon 15 MT proefontploffing op Bikini (1 maart 1954)



Aktiviteit 4:

- Waarom is het fallout-patroon geen cirkel ?
Waarom zit er een knik in het fallout-patroon?
Zal het fallout-patroon altijd hetzelfde zijn?
- Neem aan dat er een kernbom van 15 MT op Soesterberg valt (militair vliegveld). De windrichting is zuid-west. Het waait net zo hard als op 1 maart 1954 op het atol Bikini.
Teken op een kaart van Nederland het fallout-patroon.
Geef met een kleur het gebied aan waarbinnen men een dodelijke stralingsdosis kan oplopen.

de gevolgen van een kernoorlog

Hierboven heb je de gevolgen van één kernontploffing bekeken. Bij een complete kernoorlog zullen in Nederland miljoenen doden en gewonden vallen. Niet alleen door de directe gevolgen van ontploffingen of door fallout. Door de enorme verwoestingen, kan er een economische en maatschappelijke chaos ontstaan. Bij de aanvallen op Hiroshima en Nagasaki werden zoveel brandweermannen, dokters, verpleegsters, politiemensen, onderwijzers, enz. gedood of gewond, dat er praktisch geen hulporganisaties meer werkten. En daarbij ging het dan om slechts twee "lichte" kernbommen.

Bij een complete kernoorlog wordt het hele land op die manier getroffen. Voedsel en drinkwater wordt radioactief besmet. Ernstige hongersnood en het uitbreken van besmettelijke ziekten zullen het gevolg zijn. De gevolgen van het uit elkaar vallen van de samenleving kunnen tientallen jaren duren. Dat geldt ook voor de lichamelijke schade aan mensen (en dieren) die een niet direct dodelijke stralingsdosis oplopen. Misschien het onzekerst, maar mogelijk het meest rampzalig, zijn de ecologische gevolgen: de verstoring van het evenwicht in de natuur. Alle gevolgen bij elkaar zouden de manier van leven die we nu kennen wel eens onmogelijk kunnen maken.

Aktiviteit 5:

- De BB (Bescherming Bevolking) heeft instructies gemaakt voor hoe je je moet gedragen tijdens een kernaanval. Die instructies zijn geheim. Ze worden bewaard op elk gemeentehuis, maar het is niet erg waarschijnlijk dat je er een exemplaar van te pakken kunt krijgen (je kunt het natuurlijk altijd proberen). Een aantal jaren geleden zijn er soortgelijke instructies huis-aan-huis uitgedeeld. De schrijver Harry Mulisch gaf daar in zijn boek "Wenken voor de jongste dag" commentaar op. Probeer dat boek te pakken te krijgen, en lees dat verhaal eens. Wat is jouw mening over deze BB-instructies?

Aktiviteit 6:

- Bekijk met je groep, samen met de lera(a)r(es), de film "The Wargame" van Peter Watkins (verkrijgbaar bij het Filmverhuurbedrijf Gofilex). Deze film geeft een behoorlijk indringend beeld van de gevolgen van een kernoorlog. Het is erg moeilijk om er naar te blijven kijken. Als je voelt dat je er niet meer tegen kan, vraag dan de film stop te zetten, en probeer er over te praten. Vind je deze film geschikt om aan de hele klas te laten zien? Zo ja, bedenk dan wat je tijdens of na afloop van de film kunt doen om medeleerlingen die het teveel wordt "op te vangen". Praat alles goed met je lera(a)r(es) door.



Aktiviteit 7:

- In veel plaatsen worden de laatste jaren schuilkelders gebouwd tegen een aanval met kernwapens. Is een kernoorlog in zo'n schuilkelder te overleven?

Voor wie is zo'n schuilkelder bedoeld?

Hoeveel mensen moeten erin en voor hoelang; zijn die schuilkelders daarop berekend?

Als er in jouw woonplaats een schuilkelder is, of als er plannen zijn om er één te bouwen, dan kun je proberen om bijvoorbeeld op het gemeentehuis een antwoord op de vragen hierboven (of op je eigen vragen) te krijgen.

Bruikbare informatie over schuilkelders vind je mogelijk ook in:

- Bescherming tegen kernwapens
Th. E. van Leur
Stichting "De Paladijn", Den Haag, 1969
- Hoe overleef je een atoomoorlog
EKOG, Eibergen, 1981

- Op welk(e) punt(en) komen de standpunten, die uit beide bovengenoemde publicaties spreken, met elkaar overeen? Op welk(e) punt(en) verschillen ze?
Wat is jouw mening?

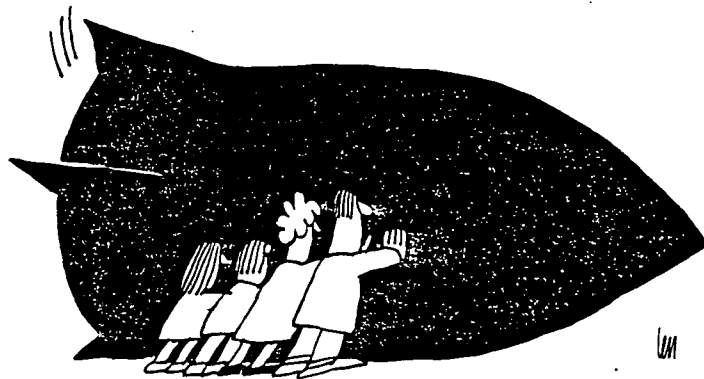
3.1

de rol van nederland

In dit deel van het thema ga je na hoe Nederland te maken heeft met het probleem van de kernwapens.

Als kernwapens ooit in een wereldoorlog of in een oorlog in Europa gebruikt worden, zal zeer waarschijnlijk ook Nederland getroffen worden. Door kernontploffingen op Nederlands grondgebied of door fallout. Maar Nederland is veel directer bij de kernbewapening betrokken.

Nederland is lid van één van de beide grote machtsblokken in de wereld: de NAVO. Er liggen kernwapens op Nederlands grondgebied opgeslagen. Er moet een beslissing genomen worden over de modernisering van die kernwapens. En er is in Nederland een vrij grote "vredesbeweging" die zich tegen die modernisering verzet en alle kernwapens het land uit wil hebben.



3.2

nederland en de kernbewapening

In Nederland liggen (Amerikaanse) kernbommen opgeslagen. Opslagplaatsen zijn vermoedelijk militaire bases in Volkel, Gilze Rijen, vliegveld Twente, Havelte, 't Harde, Soesterberg, Leeuwarden, Zuidwolde, Rotterdam, Bergen, Woensdrecht, Oirschot, De Peel en Ermelo. De opslagplaatsen zijn niet allemaal tegelijk in gebruik. Om veiligheidsredenen worden de kernbommen regelmatig verplaatst. Bovendien zitten er ook namaakkernwapens tussen. Dit alles om de "vijand" in verwarring te brengen. De wapens staan onder beheer van Amerikanen. Nederlandse soldaten zorgen voor de bewaking.

Verder heeft het Nederlandse leger kanonnen en raketten die kernwapens kunnen afvuren. En ook vliegtuigen die kernbommen kunnen vervoeren.

In Nederland wordt electriciteit opgewekt met *kerncentrales*. In die centrales wordt daarbij plutonium gevormd, dat gebruikt kan worden voor het maken van kernbommen. Verder staat er in Almelo een *verrijkingsfabriek*. Uranium kan zó ver verrijkt worden dat het geschikt is voor het maken van kernbommen.

De Nederlandse regering heeft laten weten dat zij zelf geen kernwapens zal laten maken. Toch kan Nederland omgewild bijdragen aan de verspreiding van kernwapens. De industrie kan namelijk splijtstof of kerninstallaties aan andere landen verkopen. Die zouden ze kunnen misbruiken voor de productie van kernwapens. Verkoop van kernreactorvaten aan Zuid-Afrika en verrijkt uranium aan Brazilië is uiteindelijk niet doorgegaan. Druk vanuit de bevolking op de Nederlandse regering heeft daar zeker toe bijgedragen. Nu worden de spullen geleverd aan Frankrijk en Engeland.



Er zijn in Nederland heel grofweg twee stromingen als het gaat om de kernbewapening.

De ene stroming zegt dat de NAVO op z'n minst een verklaring moet afleggen dat zij nooit *als eerste* kernwapens zal gebruiken. De andere stroming brengt daar tegenin dat het als eerste gebruiken van kernwapens nodig kan zijn als het Warschau-pact een aanval met gewone wapens (dus geen kernwapens) op West-Europa begint.

De Russische troepenovermacht is zo groot dat waarschijnlijk alleen het gebruik van kernwapens zo'n aanval kan afslaan.

De ene stroming zegt dat de (tactische) kernwapens uit Oost- en West-Europa *verwijderd* moeten worden. Om dat te bereiken vinden zij dat de NAVO de *eerste stap* moet doen, om het proces van ontwapening op gang te brengen. En Nederland zou daarmee kunnen beginnen! De andere stroming werpt tegen dat het machtsverwicht daardoor verstoord wordt en dat de strategie van *afschrikking* dan niet meer werkt.

De beweging tegen de kernbewapening is de laatste jaren in Nederland (maar ook in de rest van Europa) flink gegroeid. Het voorlopige hoogtepunt van de actie was de "vredesmars" op 21 november 1981 in Amsterdam met 350 à 400.000 deelnemers.

De groei van het verzet tegen de kernbewapening wordt onder andere veroorzaakt door twee nieuwe stappen in de bewapeningswedloop:

- de dreigende invoering van de *neutronenbom*
- de komende *modernisering* van de NAVO-kernwapens in West-Europa.

neutronenbom



modernisering

De neutronenbom is een nieuw kernwapen. Bij een ontploffing komt er veel meer radioactieve straling vrij, vergeleken met een "normale" kernbom met dezelfde ontploffingskracht. Daardoor kunnen neutronenbommen een kleinere ontploffingskracht hebben. Dat betekent minder schade aan huizen en andere gebouwen, maar wel veel slachtoffers van de radioactieve straling.

Volgens de NAVO zou de neutronenbom gebruikt moeten worden op het eigen grondgebied tegen aanvallende Russische tanks.

Voorstanders van de invoering van de neutronenbom zeggen dat deze de afschrikking zal verhogen. Dat zal het Warschau-pact ervan weerhouden om West-Europa aan te vallen. Verder zijn zij van mening dat de neutronenbom een rol kan spelen bij "ontwapeningsbesprekingen". De neutronenbom kan "ingeruild" worden voor vermindering van de Russische kernbewapening. De tegenstanders vinden de neutronenbom een onmenselijk wapen, juist omdat het mensen doodt en gebouwen spaart. Omdat de ontploffingskracht van deze bom niet zo groot hoeft te zijn, vrezen zij dat militairen het wapen ook eerder zullen gebruiken ("de N-bom verlaagt de atoom-drempel"). Tenslotte zijn zij van mening dat de invoering van de neutronenbom juist een nieuwe stap in de wapenwedloop betekent.

Het verzet dat vanaf 1977 tegen de neutronenbom op gang kwam, heeft ertoe geleid dat deze bommen tot nu toe nog niet in West-Europa zijn opgeslagen. Ze worden in de Verenigde Staten wel geproduceerd.

In 1979 werd duidelijk dat de NAVO een deel van haar kernbewapening in West-Europa wilde gaan moderniseren. Er komen 572 nieuwe raketten, waaronder 464 kruisraketten. Minder in het nieuws zijn de Amerikaanse moderniseringsprogramma's: kruisraketten op onderzeeboten en in vliegtuigen.

Volgens de NAVO is deze modernisering nodig als antwoord op de nieuwe Russische SS-20 raketten. Daarvan zijn er nu (eind 1981) zo'n 250 à 300 geplaatst, en er zullen er nog meer bijkomen. Ze zijn gericht op steden en militaire doelen in West-Europa. Tegelijk met het besluit tot modernisering werd afgesproken dat de Amerikanen met de Russen zouden gaan onderhandelen (dat heet met een mooi woord "dubbel-besluit"). Die onderhandelingen zijn eind 1981 gestart. De Amerikaanse inzet bij de onderhandelingen is het niet doorgaan van de modernisering als de Sovjet-Unie alle SS-20 raketten opruimt. Zoiets heet een "nul-optie". Dit Amerikaanse aanbod lijkt voor de Russen onaanvaardbaar. Zij redeneren dat de NAVO dan nog steeds doelen in de Sovjet-Unie kan treffen met raketten vanaf Amerikaanse onderzeeboten en dat de Engelse en Franse kernmacht voor hen ook een bedreiging inhoudt.

Onder druk van onder andere de anti-kernwapenbeweging heeft de Nederlandse regering nu (eind 1981) nog geen besluit genomen over de plaatsing van de nieuwe raketten in Nederland.

Voorstanders van de modernisering van de NAVO-kernwapens vinden dat het verzet van de vredesbeweging de Westerse onderhandelingspositie tegenover de Russen aantast. Het verzet tegen de plaatsing van nieuwe raketten zou er toe leiden dat de Russen met hun armen over elkaar kunnen toekijken hoe het Westen langzaam in kracht vermindert. Zonder zelf maar iets te hoeven "inleveren".

„GEGEVENS ZIJN SPIJKERHARD“
VVD-fractie zoekt bewijs tegen IKV

Vredesmars in Madrid
 MADRID (AFP) — Naar schatting 200.000 mensen hebben zondag in Madrid gedemonstreerd voor „vrede, ontwapening en vrijheid“. In de betoging, die was georganiseerd door de linkse partijen, werden veel spandoeken meedragen met teksten tegen toetreding van Spanje tot de NATO. Aan het slot van de mars werd onder meer gesproken door de socialistische leider Felipe Gonzalez.

Roemenen betogen
 BOEKAREST (AP) — In Boekarest gingen zaterdag zo'n 100.000 mensen de straat op, om te demonstren tegen nieuwe kernwapens in Europa. De demonstratie was georganiseerd door de communistische partij. Eind oktober deed partijleider Ceausescu een beroep op de Sovjet-Unie, haar op West-Europa gerichte kernraketten terug te trekken als daar geen kruisraketten en Pershing II's worden gestationeerd.

MASSALE DEELNAME
Vredesbetog

Van onze verslaggever
 DEN HAAG — Uit VVD-kring blijven beschuldigingen komen aan het adres van anti-kernenergiegroepen en de vredesbeweging in Nederland. De VVD-fractie van de Tweede Kamer verzamelt nu „bewijsmateriaal“ over de connecties die er zouden bestaan tussen de Nederlandse vredesbeweging en Oostseuroese landen.

Fractiesecretaris D. Dees zei dit tijdens een spreekbeurt in Roosendaal. Hij beweerde dat bij de fractie de laatste weken steeds meer berichten over dit onderwerp binnenkomen. Een deel daarvan zou afkomstig zijn van „deskundige mensen op het gebied van buitenlandse zaken“ en betrekking hebben op hechte relaties van met name het Interkerkelijk Vredesberaad met communistische regeringen.

Dees merkte op dat het om „spijkerharde gegevens“ gaat. „De bewijzen ontbreken echter nog maar daar wordt aan gewerkt“, zei de VVD'er. Dees hield zijn gehoor ook voor het feit dat hij niet twijfelt aan de juistheid van de opmerkingen.

Hervormde Staten raar om op te treden u.“ Alting w besch finge

„GEEN GELD UIT MOSKOU“
Minister betreurt laster over IKV

Van onze correspondent
 DEN HAAG — Er bestaat geen schijn van een bewijs voor de beschuldigingen dat het IKV (Interkerkelijk Vredesberaad) overheids-subsidie misbruikt en dat „Stop de neutronenbom“ door Moskou betaald wordt. Dat heeft minister Van Thijn van Binnenlandse Zaken gisteren in de Tweede Kamer verklaard op vragen van het RPF-lid Wagenaar. Het is buitengewoon te betreuren dat zonder sluitend bewijs een lastercampagne tegen deze groepen gevoerd wordt, aldus Van Thijn.

tenlandse Zaken, de Tilburgse hoogleraar Alting van Geusau. „De regering betreurt dat zo'n belangrijke opiniërende groep, die uitdrukking geeft aan het diepgewortelde onbehagen over de kernwapenwedloop, in een kwaad daglicht wordt gesteld zonder een schijn van bewijs“, aldus Van Thijn. „Bewijzen zijn er niet“, aldus minister, „noch spijkerhard, noch boterzacht.“ Met deze woorden duikt hij op de meningen van de VVD-fractie in de Tweede Kamer.

De vredesbeweging wordt er nu van beschuldigd handlangers te zijn van Moskou, en zelfs vanuit het Oostblok betaald te worden. Bewijzen daarvoor zijn tot nu toe niet geleverd.

Aktiviteit 1:

- Lees eerst het hieronder afgedrukte gedeelte uit het boek "Vredesverwachtingen" van dr. Frank Barnaby.

Het feit dat de grote mogelijkheden blijven doorgaan met het energiek werken aan de anti-onderzeeboot-oorlog laat zien dat ze niet in staat zijn de militaire onderzoeken en technologieën onder controle te houden. Dit ondanks het gegeven dat deze nieuwe methodes hun politiek van wederzijds gegarandeerde afschrikking ondergraven, terwijl ze deze juist zo vreselijk graag willen handhaven.

De grote groepen wetenschappelijke onderzoekers die qua geld volledig van het militaire apparaat afhankelijk zijn vormen een sterke politieke lobby. Daar komt bij dat er in de landen der supermachten reusachtige bureaucratieën zijn ontstaan die zich met dit apparaat bezighouden. Niet voor niets worden er evenveel burgers uit het militaire budget betaald als soldaten in uniform. Er is in de loop der tijd een universitair-bureaucratisch-militair-industrieel complex ontstaan, dat ernaar streeft de defensiebudgetten te vergroten. Tevens probeert men voortdurend de nieuwe ontwikkelingen in wetenschap en techniek voor militaire doelen te gebruiken. Dit complex is zo sterk dat het op het politieke niveau bijna onweerstaanbaar is geworden. In feite staat de hele nucleaire bewapeningswedloop momenteel buiten het toezicht van politieke leiders; *dat geldt voor zowel de Sovjetunie als de Verenigde Staten*. Deze ongecontroleerde bewapeningsrace is zonder twijfel de grootste bedreiging van de samenleving op aarde.

Daarbij moet gezegd worden dat er veel moeite wordt gedaan om deze militaire technologie toch in de hand te houden en de wedloop tot staan te brengen. Sinds de Tweede Wereldoorlog hebben vele van de meest briljante mensen op aarde zich actief met pogingen op dit gebied beziggehouden. Binnen de Verenigde Naties en andere organisaties heeft geen probleem zo veel aandacht gekregen, en er zijn hele bibliotheken over dit onderwerp geschreven. Desondanks gaat de bewapeningswedloop gewoon door, zo snel als het menselijk kunnen in Rusland en Amerika maar toelaat; de politieke druk van de groeperingen die voortdurend hameren op grotere militaire inspanning is daar te sterk. Alleen al door de voortstuwende kracht van de militaire technologie op zich worden we in de richting van een nucleaire wereldoorlog gedreven.

Toch nog hoop voor de toekomst

Ik wil niet suggereren dat er een duistere groep samenzweersers bezig is te werken aan onze vernietiging. Wat ik wel wil stellen is dat we niet over de vaardigheid beschikken om *die* politieke en sociale instellingen te vormen die in staat zijn de militaire technologie in de hand te houden. Voor zover ik het kan bekijken, drijven we langzaam af in de richting van een catastrofe. Ondanks het feit dat de politici op de hoogte zijn en zo'n ramp niet willen, zal hij toch plaatsvinden, vrees ik, en wel door de natuur van de mens zelf.

De grote — en waarschijnlijk enige — hoop voor de toekomst is dat het publiek tijdig de feiten leert kennen, zodat de publieke opinie de aarzelende politici dwingt de kernbewapeningswedloop tot staan te brengen en de bewapening te beperken. Ik ben ervan overtuigd dat wanneer de politieke leiders aan zich zelf worden overgelaten, ze niet in staat zijn een nucleaire vernietiging te voorkomen, zelfs al zouden ze dat nog zo graag willen. Ik geloof evenzeer dat wanneer het publiek de waarheid zou weten over de nucleaire bewapening, het inderdaad een ingrijpen van politici zou eisen, ten einde aan deze krankzinnige ontwikkeling een halt toe te roepen. De enige manier om een nucleaire wereldramp te voorkomen is een tijdig protest vanuit het grote publiek kenbaar te maken. Alhoewel de publieke opinie in alle landen belangrijk is, geldt dit in het bijzonder voor de kleinere landen, die daardoor een extra verantwoordelijkheid hebben. Deze landen zouden overeenstemming moeten bereiken over een sluitend programma van maatregelen die leiden tot wapenbeheersing, en een vergaande nucleaire ontwapening. Zo'n programma, mogelijk gegoten in de vorm van een verdrag, zou dan op een conferentie kunnen worden gepresenteerd waar alle landen zijn uitgenodigd. Zo veel mogelijk naties moeten worden overgehaald om een verdrag te tekenen of het programma

te steunen. De kernmogendheden zullen natuurlijk weinig zin hebben om op zo'n conferentie te verschijnen of hun handtekening te plaatsen. Maar afwezigheid op de conferentie zou de wereld duidelijk laten zien welke landen weigeren om aan de ontwapening mee te werken. De morele druk van zo'n gebeurtenis moet niet onderschat worden: de grote mogendheden kunnen het zich niet permitteren de opvatting van kleine landen zonder meer te negeren.

- Welke rol ziet Barnaby voor kleine landen, zoals bijvoorbeeld Nederland?
Denk je, dat zijn voorstel kans heeft om te slagen? Heb je argumenten voor jouw mening?
Zitten er ook gevaarlijke kanten aan zijn voorstel? Welke? Waarom?

3.3

wat kun jij doen ?

Dit is misschien nog wel het moeilijkste onderwerp uit dit thema. Allereerst moet je je afvragen *of* je wel iets wilt doen. Het antwoord op die vraag hangt af van hoe je tegen kernbewapening aankijkt: *kernwapens zorgen voor veiligheid of kernwapens bedreigen de veiligheid* (het dilemma uit deel 1 van dit thema).

Als je van mening bent dat kernwapens nodig zijn om onze veiligheid te verzekeren, dan hoef je waarschijnlijk niet veel te doen. De krachten in de samenleving (zowel in Nederland als daarbuiten) die de kernbewapening willen uitbreiden en/of verbeteren zijn vrij sterk. De wapeningswedloop zal ongetwijfeld doorgaan als er niets tegen gedaan wordt. Over een paar jaar stemmen op een partij die voorstander is van kernbewapening, is één van de manieren waarop je in elk geval enige invloed kunt uitoefenen.

Aktiviteit 1:

- Vraag de (verkiezings)programma's van de politieke partijen aan. Zoek uit welk(e) standpunt(en) ze hebben over kernbewapening. Maak daar een overzicht van (bijvoorbeeld in de vorm van een matrix).

Informatie over de standpunten van politieke partijen (niet allemaal) kun je ook vinden in

- Atlantisch perspectief, 1981/2
Stichting Atlantische Commissie, Den Haag, 1981
- Probeer de standpunten uit de (verkiezings)programma's eens te vergelijken met de standpunten die ze in de politiek van alledag innemen (daarover kun je mogelijk informatie vinden in de kranten- en tijdschriftartikelen die je de afgelopen weken verzameld hebt).

Je kunt kernwapens ook een bedreiging vinden voor je veiligheid. Dan nóg kun je nog vinden dat je maar niets moet doen, "want er is toch niets tegen te doen".

Veel mensen hebben het gevoel dat ze geen enkele invloed hebben als het om bewapening gaat. Daarom laten ze het allemaal maar langs hun heen gaan. Ze praten er niet met anderen over, ze laten hun stemgedrag bij verkiezingen er niet door bepalen, enz. Zo krijgen politici en militairen veel speelruimte om hun eigen ideeën uit te werken. Wie zwijgt stemt toe, kunnen ze denken. Hoe meer de bevolking zijn stem laat horen, hoe minder speelruimte politici en militairen krijgen. De veranderingen zullen langzaam gaan, dus je moet wel een goed uithoudingsvermogen hebben. Maar als er genoeg mensen in beweging komen, dan zijn veranderingen niet onmogelijk.

Aktiviteit 2:

- Welke mogelijkheden zie jij om je tegen de kernbewapening in te zetten (even ervan uitgaande dat je dat zou willen)?
Welke van die mogelijkheden lijken je het meest effectief?
Voor welke van die mogelijkheden zou je zelf kiezen?

de natuurkunde van kernenergie

inhoud

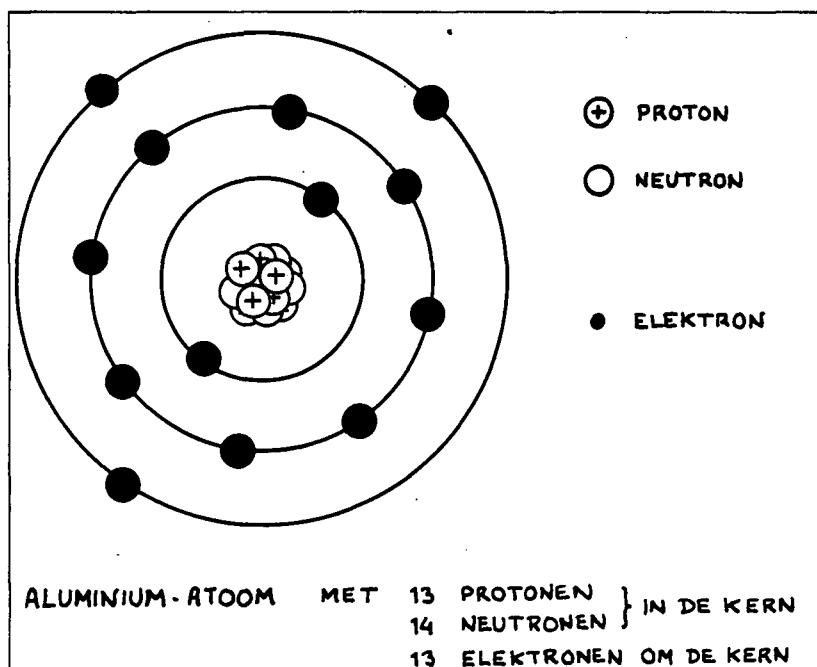
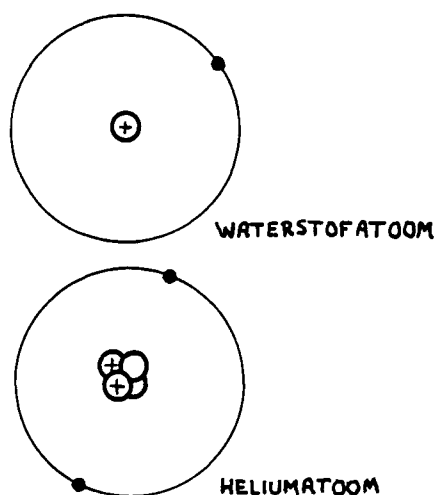
4.1	Atoom en atoomkern	54
4.2	Isotopen	55
4.3	Energie uit kernfusie	56
4.4	Energie uit kernsplijting	57
4.5	Radioactieve straling	59
4.6	Natuurlijke en kunstmatige radioactiviteit; halveringstijd	60
4.7	Gevaren van radioactieve straling	62
4.8	Toepassingen van radioactieve straling	64
4.9	Hoe werkt een kernbom ?	65
4.10	Stralingseenheden	68

4.1

atoom en
atoomkern

Alle stoffen zijn opgebouwd uit atomen. Die atomen zijn heel klein en daarom kunnen we ze niet zien, ook niet met de beste microscoop. We kunnen ons er wel een voorstelling van maken. Zo'n voorstelling of model ben je al tegengekomen in leestekst 1 van "Electrische Schakelingen".

Een atoom bestaat uit een atoomkern en elektronen (negatief geladen deeltjes) die zich om die atoomkern heen bewegen. De kern is opgebouwd uit protonen (dat zijn positief geladen deeltjes) en neutronen (niet geladen deeltjes). Er zijn evenveel protonen in de kern van een neutraal atoom als elektronen om de kern heen. De massa van een proton is ongeveer gelijk aan de massa van een neutron. Maar een electron is veel lichter. Daardoor bevat de atoomkern vrijwel de hele massa van het atoom (kern en elektronen samen). De kern neemt echter een ontzettend klein deel van de ruimte van het atoom in: als een korrel zand in een kathedraal. De verhoudingen in het getekende aluminiumatoom kloppen dus helemaal niet, maar het is onmogelijk die verhoudingen goed te tekenen.



Het lichtste atoom dat we kennen is het waterstofatoom: één proton met één electron er om heen.

De kern van helium, een gas dat op aarde weinig voorkomt, bestaat uit twee protonen en twee neutronen in de kern. Er draaien dus twee elektronen om de kern heen.

De kern van lithium - een licht metaal - bevat drie protonen en vier neutronen. Zo heeft elk element een eigen aantal protonen. Het zwaarste element dat in de natuur op aarde aanwezig is, is uranium. Dat heeft 92 protonen en 146 neutronen. In het periodiek systeem der elementen, zoals je dat uit de scheikunde misschien al kent zijn de elementen gerangschikt naar het aantal protonen in hun kern (en dus het aantal elektronen om de kern heen)

Periodiek systeem van de elementen

Groep Periode	Ih	IIh	IIIh	58/71 90/103	IVh	Vh	VIh	VIIh	VIII	IX	X	XIh	IVh	Vh	VIh	VIIh	O	Groep Periode		
1	1 H																2 He	1		
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	2	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	3	
4	19 K	20 Ca	21 Sc		22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	4
5	37 Rb	38 Sr	39 Y		40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	5
6	55 Cs	56 Ba	57 La	58/71 •	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	6
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90/103 ••	104 Ku	105 Ha														7

58/71 •	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90/103 ••	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

4.2 isotopen

Het aantal protonen in de kern van een atoom bepaalt tot welk element het atoom behoort. Maar alle kernen van één element zijn daarom nog niet het zelfde. Het aantal neutronen in de kern staat niet vast. Als we als voorbeeld chloor nemen, dan blijken er in de natuur twee chloorkernen voor te komen. Beide hebben (natuurlijk) even veel protonen (17) maar ongeveer 75% van de chloorkernen in de natuur bezit 18 neutronen, 25% daarentegen bezit 20 neutronen. We zeggen dat deze twee soorten kernen *isotopen* van chloor zijn (grieks: *isos* = gelijk; *topos* = plaats) omdat ze beiden op dezelfde plaats in het periodiek systeem staan. De ene kern noemen we chloor-35 (^{35}Cl) omdat er 35 deeltjes in de kern zitten. De andere is dus chloor-37 (^{37}Cl). Ook andere elementen bezitten verschillende isotopen.

Waterstofisotopen



Belangrijk - in verband met kernfusie (o.a. in de zon en in de waterstofbom) - zijn de isotopen van waterstof. Waterstof-1 (^1H) is het gewone waterstof waarvan één proton de kern vormt. Bij waterstof-2 (^2H of ^2D) dat gewoonlijk deuterium wordt genoemd bevat de kern ook nog een neutron. Bij waterstof-3 (^3H of ^3T), het tritium, bestaat de kern uit één proton en twee neutronen.

Twee isotopen van uranium zijn ook belangrijk in verband met kernsplijting (de kerncentrale en de kernbom). Deze zijn uranium-235 (^{235}U) en uranium-238 (^{238}U), beide met 92 protonen in de kern.

Vragen:

- Hoeveel neutronen bevatten de bovengenoemde isotopen van Uranium?
- Er bestaan koolstofkernen met 14 kerndeeltjes en stikstofkernen met 14 kerndeeltjes. Zijn deze isotopen van elkaar?

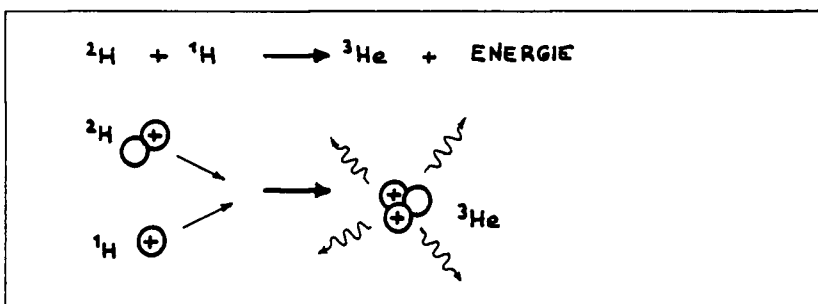
3. Het zuurstofisotoop $^{16}_8\text{O}$ bevat 8 protonen. Hoeveel neutronen zitten daarin? En hoeveel neutronen bevat het zuurstofisotoop $^{18}_8\text{O}$?
4. Hoeveel electronen draaien er rond een zuurstofkern?

4.3

energie uit kernfusie

De zon zendt voortdurend energie uit. Heel lange tijd is de vraag geweest hoe de zon die enorme hoeveelheid energie kan produceren, al miljarden jaren lang. De oplossing is: uit het samensmelten van vier protonen (waterstofkernen) tot helium-4 (^4_2He). Protonen zijn er volop in de zon omdat minstens 80% van de zon uit waterstof bestaat.

Omdat deze samensmelting van kernen - *kernfusie* genaamd - een heel ingewikkeld proces is, zullen wij een eenvoudig voorbeeld geven. De temperatuur in de zon is miljoenen graden celcius. Daardoor worden kernen met geweldig grote snelheden tegen elkaar gesmeten. Omdat kernen altijd positief geladen zijn, stoten ze elkaar af. Maar door die hele hoge snelheid kunnen ze toch héél dicht bij elkaar komen. Dan gaat er plotseling een andere kracht tussen de kernen werken: de *kernkracht* die de protonen en neutronen in een kern bij elkaar houdt. Die kernkracht is veel groter dan de afstotende kracht tussen de positieve ladingen. Daardoor vliegen de kernen plotseling nog dichtër naar elkaar toe en gaan ze een nieuwe kern vormen. Daarbij komt heel veel energie vrij. Een voorbeeld van zo'n fusie-reactie is de reactie tussen een proton en een deuteriumkern:



Deze reactie maakt deel uit van een reeks reacties die er op neer komen dat 4 protonen samengesmolten worden tot helium-4.

Ook op de aarde heeft men deze reactie willen nabootsen. Dat is tot nu toe alleen gelukt in de waterstofbom. Er wordt al jaren lang gezocht naar een methode om op deze manier op aarde energie op te wekken voor een elektrische centrale. Maar het is onwaarschijnlijk dat dat op korte termijn zal lukken vanwege de zeer hoge temperatuur die daarvoor nodig is.

4.4

energie uit kernsplijting

Lichte kernen worden samengesmolten tot zwaardere kernen in de zon en de sterren. Daarbij komt energie vrij. Maar als er zware kernen worden gevormd (meer dan 28 protonen) kan er energie vrijkomen door de kern in brokken te splijten.

Het eerste heeft men daarvan gebruik gemaakt bij kernbommen (sinds 1945). In zeer korte tijd worden veel kernen gespleten en alle energie komt plotseling vrij zodat de bom ontploft.

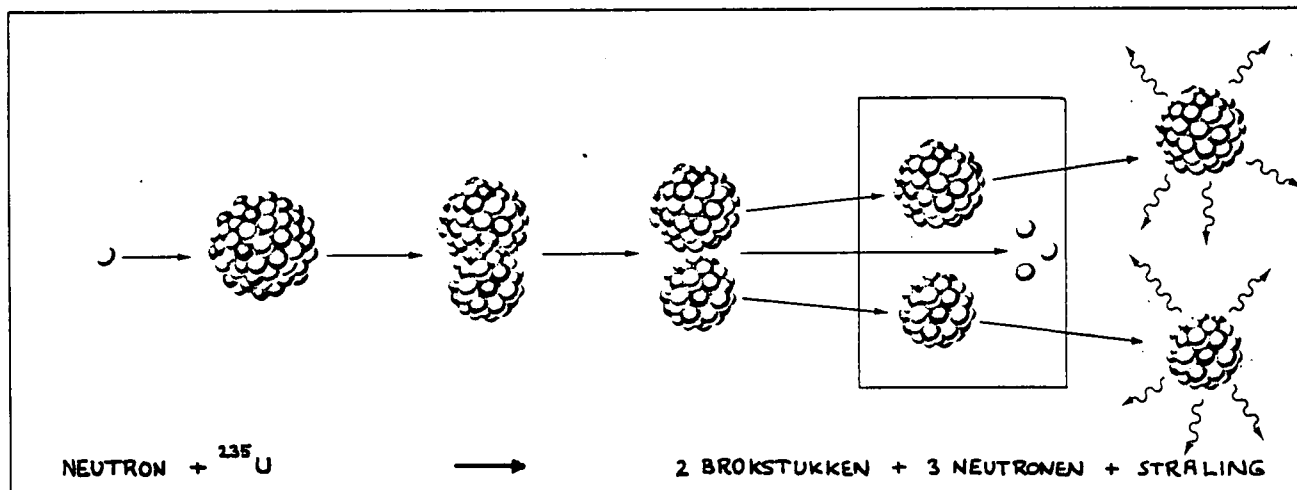
Later (sinds 1954) heeft men in een kerncentrale de energie langzaam vrij laten komen zodat er electriciteit uit gemaakt kan worden.

Voor kernsplijting gebruikt men uranium-235 (^{235}U) of plutonium-239 (^{239}Pu). 0,7% van het natuurlijke uranium bestaat uit ^{235}U . De rest is ^{238}U . ^{239}Pu komt niet in de natuur voor maar kan in een kerncentrale gemaakt worden door ^{238}U te beschieten met neutronen.

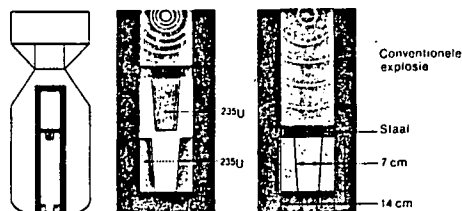
In de zogenaamde kweekreactoren, zoals er een in het Duitse plaatsje Kalkar, net over de grens bij Nijmegen, wordt gebouwd, wordt op deze manier plutonium gemaakt.

We zullen alleen de kernsplijting van ^{235}U verder uitleggen.

Een ^{235}U -kern kan door een neutron worden gespleten. Het neutron dringt in de kern, die daardoor splijt en veel energie afgeeft in de vorm van straling en bewegingsenergie van de brokstukken.



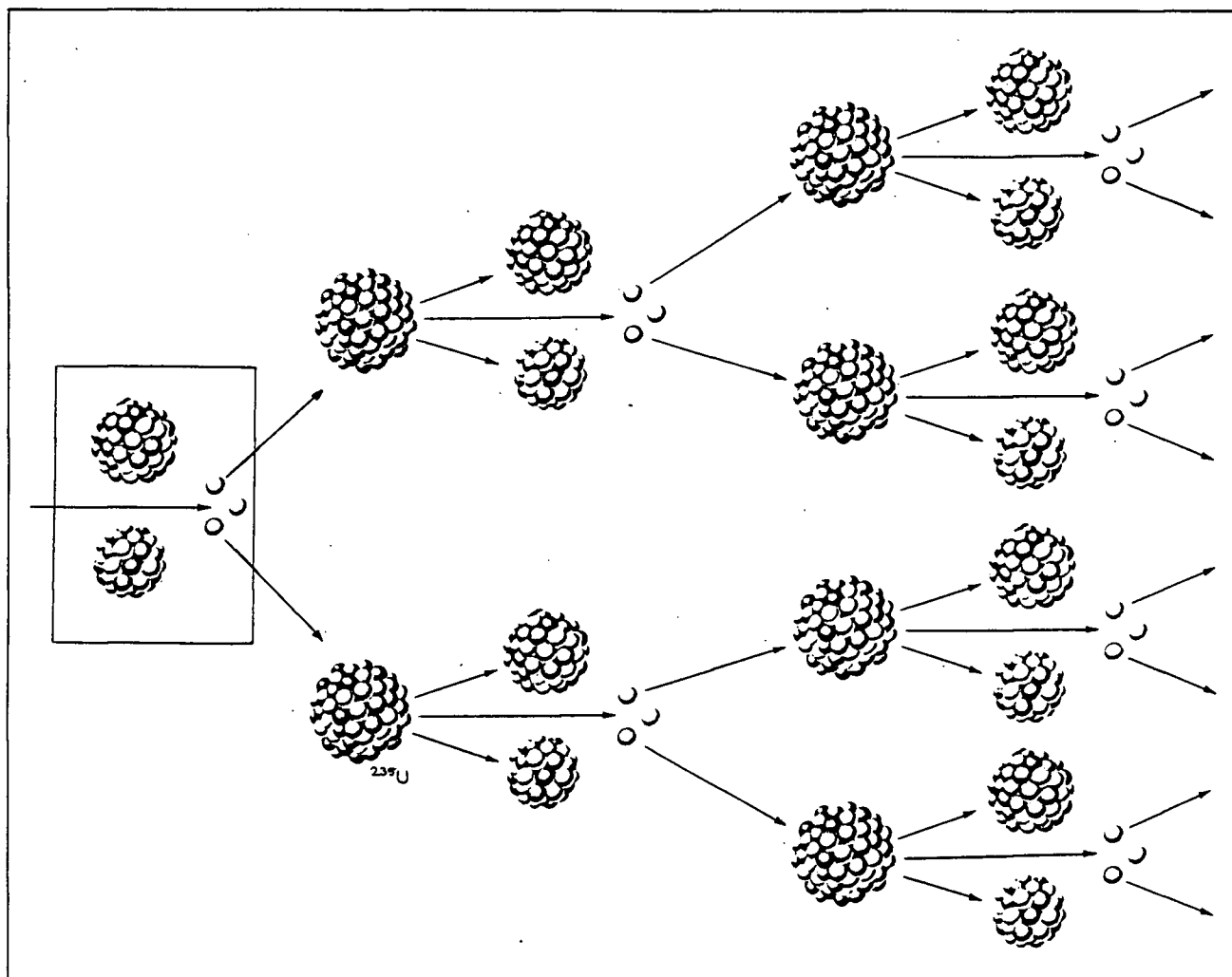
In de bom, die Hiroshima op 6 augustus 1945 verwoestte en die aangeduid werd met de afschuwelijke naam 'Little Boy', kwam de nucleaire explosie tot stand doordat een stuk uraan-235 door middel van een conventionele explosie met grote snelheid in een ander stuk uraan-235 werd geschoten, waarin het precies paste.



Deze kernreactie heeft nieuwe reacties tot gevolg omdat er bij deze splijting maar liefst drie nieuwe neutronen vrijkomen.

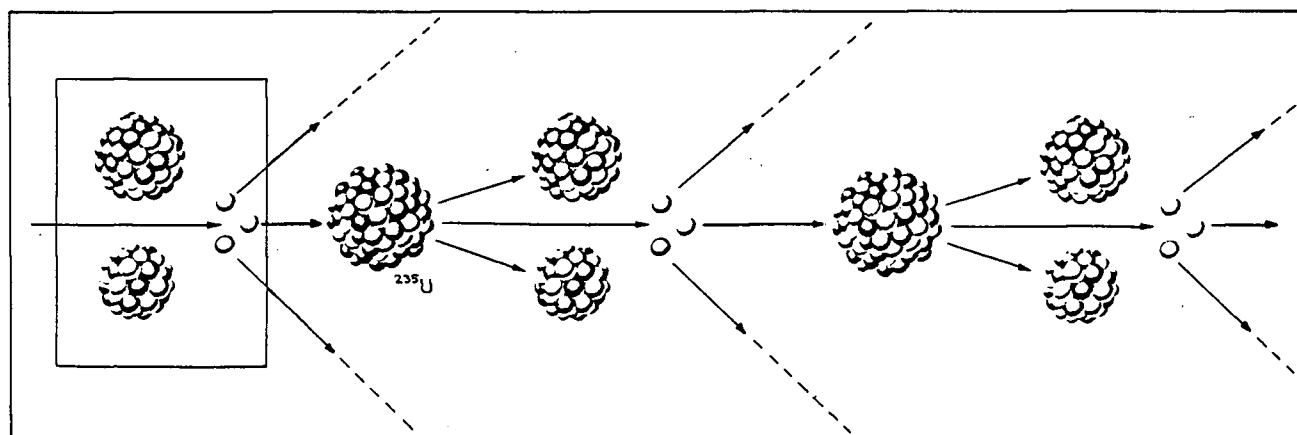
Als alle drie de neutronen elk weer in een ^{235}U kern doordringen en die splijten, komen er 9 neutronen vrij, vervolgens 27 neutronen enzovoorts. Er vindt een "kettingreactie" plaats. Razend snel worden ontzettend veel ^{235}U -kernen gespleten en komt er een geweldige hoeveelheid energie vrij: er vindt een kernexplosie plaats.

In een klein stuk zuiver ^{235}U zullen echter te veel neutronen ontsnappen om de reactie gaande te houden. In een (kern)splijtingsbom schiet men echter twee kleine stukken op elkaar zodat er uit het aldus ontstane grote stuk niet meer zo veel neutronen kunnen ontsnappen. De kettingreactie komt dan wel op gang en er volgt een kernontploffing.



Kernsplijting in een kernbom

In een kerncentrale mag natuurlijk geen explosie optreden. Er moet steeds een constante hoeveelheid energie vrijgemaakt worden. Van de drie neutronen die er bij een splijting vrijkomen mag er één (niet meer, maar ook niet minder) een andere kern splijten. De twee andere neutronen moeten dus weggevangen worden en mogen geen splijting veroorzaken.



Kernsplijting in een kernreactor

Vragen:

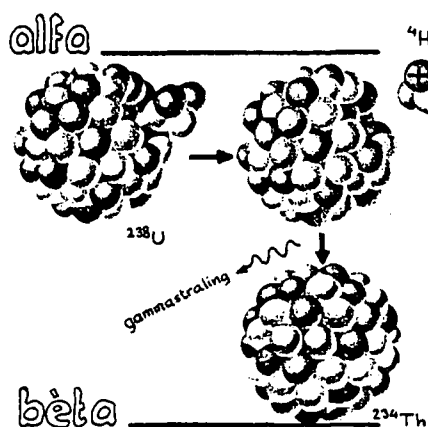
1. Wat zal er in een kernreactor gebeuren als er van elke 3 neutronen er twee een nieuwe splijting veroorzaken?
2. Wat zal er in een kernreactor gebeuren als van elke 6 neutronen er één een nieuwe splijting veroorzaakt?
3. Hoe groot is het totaal aantal protonen en het totaal aantal neutronen in de twee brokstukken die ontstaan zijn bij splijting van ^{235}U .

4.5

radio actieve straling

Zowel bij kernsplijting als bij kernfusie kunnen vier soorten radio-actieve straling vrijkomen. Die straling ontstaat omdat de nieuw gevormde kernen *radioactief* zijn. Dat wil zeggen dat ze na korte of lange tijd veranderen in een ander soort kern onder uitstoting van deeltjes of straling.

Drie van de vier stralingssoorten zijn rond 1900 ontdekt bij radioactieve stoffen die in de aarde voorkomen. Men heeft ze toen met de eerste drie letters van het griekse alfabet alfa, bèta en gamma-straling genoemd.



Alfastraling bestaat uit deeltjes met twee protonen en twee neutronen - helium-4 - kernen dus. Deze straling komt vooral vrij als zware kernen spontaan splijten. Een voorbeeld daarvan is ^{238}U :
 $^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Th} + ^4\text{He} + \text{gammastraling}$

Omdat er vier kerndeeltjes uit het uranium weeggaan bevat het gevormde thorium nog maar 234 kerndeeltjes.

Het alfadeeltje bevat meestal zeer veel bewegingsenergie maar raakt die door botsingen snel kwijt. Een stukje krantenpapier, enkele centimeters lucht of je huid kunnen alfadeeltjes al stoppen.

Bètastraling wordt door een stof uitgezonden als in de kernen een neutron kan worden omgezet in een proton en een electron. De splijtingsproducten van ^{235}U (o.a. ^{90}Br) zenden bètastraling uit en gaan daardoor over in andere kernen ($^{90}\text{Br} \rightarrow ^{90}\text{Kr} + \text{electron}$). Bètastraling bestaat uit electronen met zeer grote snelheden. Zij raken hun snelheid bij botsingen minder snel kwijt dan alfadeeltjes en kunnen daarom in de lucht enige meters afleggen. Bètadeeltjes worden niet door de huid tegengehouden. Zij kunnen in aluminium enkele millimeters doordringen.

gamma

Gammastraling ontstaat als de kernen van een stof teveel energie bezitten die ze niet kwijt kunnen via het uitzenden van deeltjes. Ze raken hun energie dan kwijt door gammastraling uit te zenden.

Je zou die kunnen beschouwen als een soort lichtflits maar dan van een onzichtbaar soort licht met grote energie. Gammastraling is moeilijk tegen te houden. Het dringt zelfs door dikke lagen beton en lood heen.

neutronen

- Neutronenstraling bestaat uit neutronen die met grote snelheden worden uitgezonden. Bij de splijting van ^{235}U ontstaat zo'n intensieve neutronenstraling. De neutronenstraling is moeilijk tegen te houden. Omdat neutronen de meeste snelheid kwijtraken bij botsingen met waterstof is het het beste de neutronenstralingsbron af te schermen met meters dikke lagen water of paraffine, die beide veel gebonden waterstofatomen bevatten.

Vragen:

1. ^{14}C vervalst onder uitzending van straling tot stikstof-14 (^{14}N). Zendt ^{14}C alfa of bèta straling uit?
2. De radiumisotoop ^{224}Ra vervalst onder uitzending van een alfa-deeltje. Er ontstaat het element radon. Hoeveel deeltjes bevat de radonkern?

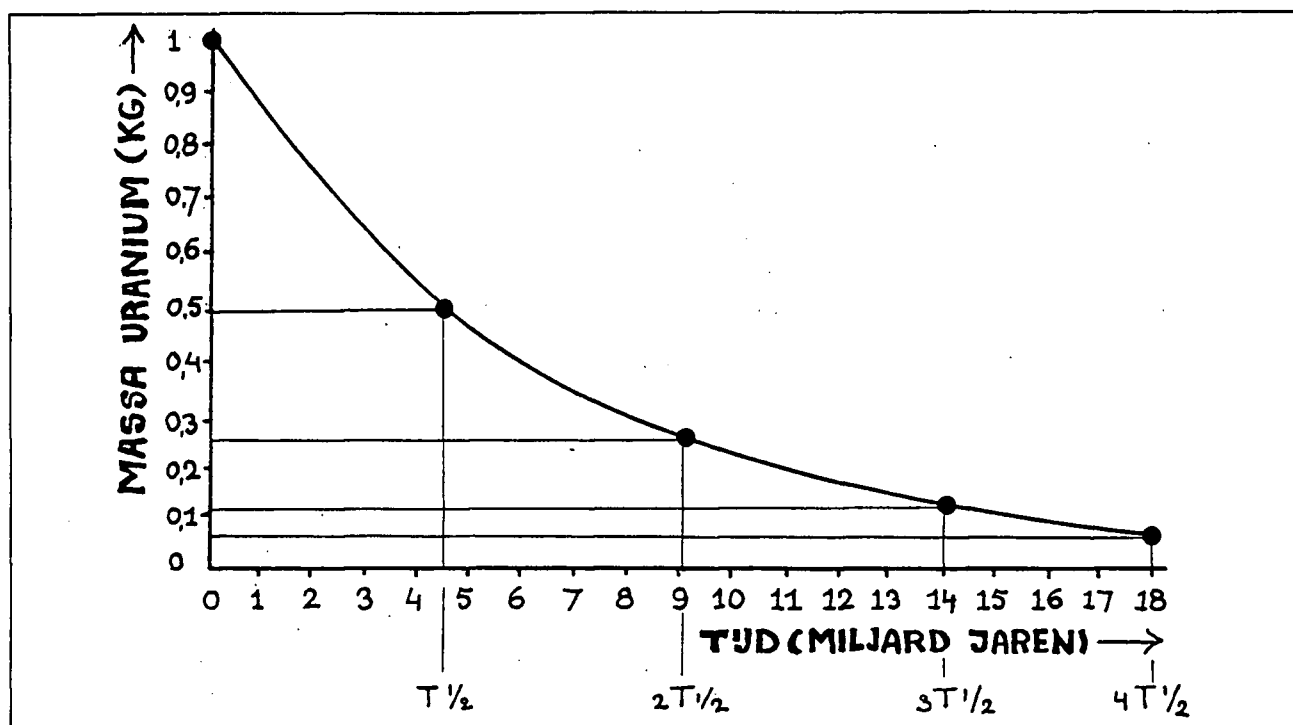
4.6

natuurlijke en kunstmatige radio activiteit: halveringstijd

In de natuur komen allerlei zwak-radioactieve stoffen voor. Sommige daarvan, zoals ^{238}U , ^{235}U en ^{40}K bevonden zich al op de aarde toen deze ontstond. Andere stoffen, zoals ^{14}C en ^3T ontstaan voortdurend in de buitenste luchtlagen die aan een continue stroom "kosmische straling" blootstaan. De "kosmische straling" is afkomstig van kernfusieprocessen die in de zon en andere sterren plaatsvinden.

Hoe is het mogelijk dat er nu, 4,6 miljard na het ontstaan van de aarde, nog radioactieve stoffen bestaan die er toen ook al waren? Je zou zeggen dat die stoffen allang uit elkaar gevallen zouden moeten zijn. Natuurlijk is een deel van bijvoorbeeld het ^{238}U uit elkaar gevallen. Maar het uit elkaar vallen van ^{238}U gaat zo langzaam dat pas na 4,5 miljard jaar de helft van alle ^{238}U atomen uit elkaar gevallen is. Dat betekent dat er nu nog ongeveer de helft van de oorspronkelijke hoeveelheid ^{238}U over is.

1	KG	^{238}U	
0,5	KG	^{238}U	NA 4,5 MILJARD JAAR
0,25	KG	^{238}U	NA 9 MILJARD JAAR
0,125	KG	^{238}U	NA 13,5 MILJARD JAAR
0,063	KG	^{238}U	NA 18 MILJARD JAAR



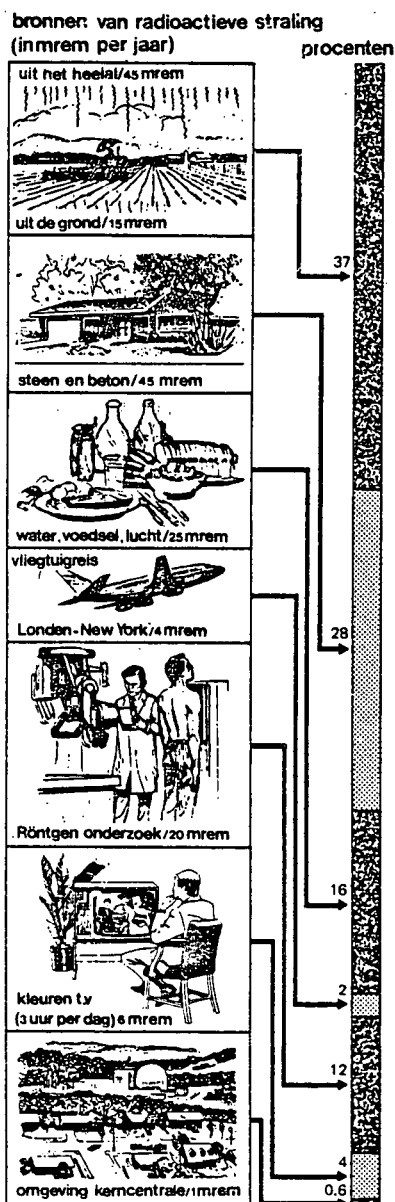
We zeggen dat ^{238}U een *halveringstijd* van 4,5 miljard jaar heeft. Elke radioactieve stof heeft zo'n halveringstijd. Stoffen met een (relatief) korte halveringstijd komen in de natuur niet voor tenzij ze voortdurend bijgemaakt worden zoals ^{14}C (halveringstijd 5730 jaar) en tritium (halveringstijd 12 jaar). Van de aardse radioactieve stoffen die op aarde voorkomen, moet de halveringstijd heel lang zijn: ^{235}U : 0,71 miljard jaar; ^{40}K : 1 miljard jaar.

Het gevaar dat radioactieve stoffen opleveren is onder andere sterk afhankelijk van de halveringstijd.

Vragen:

1. Waarom zou tritium niet op aarde voorkomen als het niet voortdurend bijgemaakt zou worden?
2. Het koolstofisotoop ^{14}C heeft een halveringstijd van 5730 jaar. Hoeveel is er over van 1 kg ^{14}C als er driemaal 5730 jaar verlopen is?
3. Het isotoop ^{232}Th is een radioactieve stof die in de aarde voorkomt. Welke van de volgende halveringstijden zou thorium wel en welke zou die niet kunnen hebben.
a. 96 jaar b. 140.000 jaar c. 14 miljard jaar
4. De isotopen Plutonium-239 en Plutonium-241 zijn beide radioactief. De halveringstijd van Plutonium-239 is 24.000 jaar, van Plutonium-241 is die 13 jaar. Beide vervallen onder uitzending van alfastraling.
Als je van beide stoffen een even grote hoeveelheid neemt, zendt de een veel meer alfa-straling uit dan de andere. Welke isotoop zendt dan de meeste straling uit? Waarom?
Welke isotoop zendt na 100 jaar de meeste straling uit.

4.7

gevaaren van
radioactieve
straling

De mrem is een maat voor de hoeveelheid radio-actieve straling.

Radio-actieve straling komen we overal in de natuur tegen. Veel radio-actieve straling ontstaat zonder toedoen van de mens. Het wordt ook wel natuurlijke achtergrondstraling genoemd. De bronnen daarvan zijn in de bovenste vier plaatjes hiernaast aangegeven. Die radio-activiteit komt voort uit de kosmische straling en uit het verval van radioactieve stoffen in de aarde. De onderste drie plaatjes zijn voorbeelden van radioactieve straling die door de mens wordt opgewekt. In het onderste plaatje gaat het om een goed werkende kerncentrale. Als de kerncentrale kapot gaat kan daar natuurlijk veel meer straling vrijkomen.

In deze plaatjes is straling die veroorzaakt wordt door militaire activiteit niet opgenomen.

Alle soorten radio-actieve straling hebben de eigenschap dat ze door botsingen met molekulen in levende cellen deze molekulen kunnen veranderen of kapot maken.

De eigenschappen van de cellen kunnen daardoor veranderen waardoor kankercellen kunnen ontstaan of de weerstand tegen ziekten kan afnemen. In een cel zit een celkern. In de celkern bevinden zich de stoffen die zorgen voor de deling van de cel. Als die stoffen in een cel door radio-actieve bestraling beschadigd worden, heeft dat tot gevolg dat alle cellen die uit die ene cel ontstaan, ook beschadigd zijn. Groeien die cellen hard, dan spreekt men van kankervorming. Als zo'n cel tot de voortplantingscellen behoort, wordt die beschadiging aan het nageslacht doorgegeven.

De werkingen van de vier soorten straling verschillen onderling.

- Alfadeeltjes zijn vrij ongevaarlijk buiten het lichaam omdat de huid ze tegenhoudt. Maar als een isotoop die bij zijn verval een alfadeeltje uitzendt in het lichaam is opgenomen, is het uiterst gevaarlijk omdat het alfadeeltje met heel veel moleculen zal botsen en dus veel moleculen zal kunnen beschadigen. ^{239}Pu is zo'n stof. Kleine deeltjes ^{239}Pu die via de lucht in de longen terecht komen, kunnen daar al snel longkanker veroorzaken.

We hebben gezien dat plutonium een halfwaardetijd van 24.000 jaar heeft. Daarom zou je misschien denken dat bijvoorbeeld 10 microgram (0,00001 gram) ^{239}Pu , die zich enige tijd in je longen zou bevinden, in de longen gedurende die tijd wel niet zal stralen (vervallen), zodat je het kwijt zou zijn voordat er longbeschadiging optreedt.

Tien microgram plutonium bevat echter zoveel atomen Plutonium-239 (namelijk tweemaal 10 tot de macht 16), dat er per dag meer dan een miljard splijten. Per uur splijten er nog minstens 40 miljoen. De alfadeeltjes komen niet voor in het longweefsel maar vernielen levende cellen vlak bij de plaats waar het plutonium-stofdeeltje zit. Dit langdurige en zeer plaatselijke bombardement verhindert de cel om de schade te herstellen en zo kan er op die plaats kanker ontstaan. Alfastraling heeft dus een erg klein doordringingsvermogen, maar is daarom als inwendige straling (ten gevolge van inademen of opeten van met plutonium besmet materiaal) uiterst gevaarlijk.

- Bêta-deeltjes (snelle electronen) zijn veel lichter dan alfadeeltjes. Daarom dringen ze enkele millimeters in het lichaam door.

De schade aan de cellen wordt over een groter gebied verspreid.

Daardoor is de kans groter dan bij inwendige bestraling met alfadeeltjes dat de cellen zich kunnen herstellen.

- Gamma-straling dringt door het hele lichaam heen. De schade aan de cellen wordt daardoor nog over een groter gebied verspreid als bij bètastraling, maar daar tegenover staat dat gamma-straling meestal veel meer energie bevat en dus groter schade kan aanrichten en dat het heel moeilijk is de gamma-stralen tegen te houden.
- Neutronen kunnen ook moeilijk worden tegengehouden. Zij richten ook grote schade aan door moleculen in cellen kapot te maken. Bovendien kan een neutron een atoom, dat deel uitmaakt van een molecuul, splijten wanneer het in dat atoom doordringt.

Bij het schatten van het gevaar van radioactieve stoffen die bijvoorbeeld bij kernsplijting of kernfusie vrijkomen, is behalve de soort straling die vrijkomt ook de halveringstijd van belang.

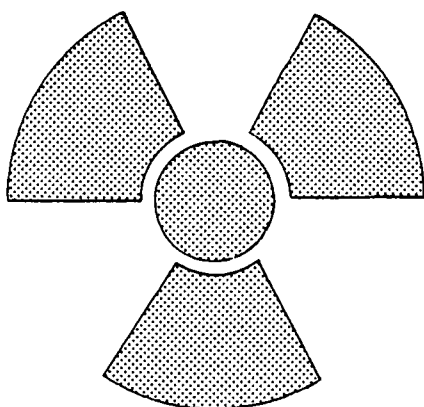
De stof plutonium-239 (^{239}Pu) bijvoorbeeld, heeft een halveringstijd van 24.000 jaar. 1 kg ^{239}Pu zal dus in dezelfde tijd veel meer straling uitzenden dan 1 kg ^{238}U : ongeveer 200.000 maal zoveel omdat zijn halveringstijd 200.000 maal zo kort is.

Toch is een halveringstijd van 24.000 jaar lang. Plutonium zal dus ook vele duizenden jaren veilig opgeslagen moeten worden voordat de radio-activiteit voldoende is afgenomen. Een andere stof die bij kernsplijting kan ontstaan is barium-140. Dit heeft een halveringstijd van 13 dagen. Dit barium zal in het begin dus heel veel straling uitzenden.

Maar reeds na een aantal weken is er zoveel barium uit elkaar gevallen dat de straling dan al erg klein is geworden. Gedurende die weken moet het barium natuurlijk zeer goed worden opgeborgen, maar daarna is het ongevaarlijk.

We kunnen de radioactieve stoffen aan de hand van hun halveringstijd dus in drie soorten verdelen:

- stoffen met een zeer lange halveringstijd (miljarden jaren). Deze vervallen zeer langzaam en zenden dus niet zoveel straling uit. Ze zijn alleen gevaarlijk in grote hoeveelheden bij elkaar. Deze stoffen komen vrijveel in de natuur voor.
- stoffen met een middel-lange halveringstijd (enige duizenden jaren). Deze zenden veel straling uit en het duurt lang voordat ze volledig zijn uitgewerkt. Deze zijn dus zeer gevaarlijk en moeten heel lange tijd worden opgeslagen.
- stoffen met een korte halveringstijd. Deze zenden heel veel straling uit maar raken vrij snel hun radioactiviteit kwijt. Ze zijn dus gedurende redelijk korte tijd erg gevaarlijk maar daarna niet meer.

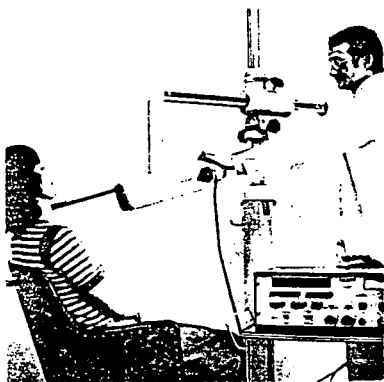


RADIO-AKTIEF

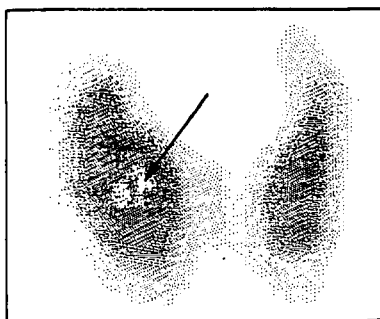
4.8

toepassingen
van radioactieve
straling

Hoewel radioactieve straling erg gevaarlijk kan zijn, zijn er toch veel heilzame toepassingen in de medische, wetenschappelijke en technische wereld. De reden daarvan is dat reeds zeer kleine en daardoor weinig gevaarlijke hoeveelheden straling met de moderne apparatuur gemeten kunnen worden. Daarmee kunnen gegevens verzameld worden die op andere wijze niet te krijgen zijn. We zullen hier van elk genoemd gebied één toepassing behandelen.

medisch:
schildklieronderzoek

Schildklieronderzoek met radioactief ^{131}I .



"Gamma-foto" van de schildklier.

De pijl wijst naar het niet of slecht functionerende deel ervan.

De schildklier is een orgaan in je keel. Deze scheidt een stof (hormoon) af die belangrijk is voor de stofwisseling in je hele lichaam. Bij sommige mensen zijn bepaalde delen van de schildklier aangetast en werken daardoor niet. Men kan de schildklier op de volgende wijze onderzoeken. Het is bekend dat de schildklier het element jodium nodig heeft voor het maken van het hormoon. Vrijwel alle jodium die door het lichaam wordt opgenomen komt in de schildklier terecht. Daarvan maakt men gebruik door de patiënt een radioactieve isotoop van jodium (^{131}I) toe te dienen. Dat ^{131}I komt in die delen van de schildklier terecht, die wel goed functioneren. Een deel van het jodium vervalt daar onder uitzending van bèta en gammastraling. De bèta-straling wordt in het lichaam tegengehouden omdat het daarin maar enkele millimeters kan afleggen. De gammastraling dringt wel naar buiten door. Men maakt daarmee een "gamma-foto".

Als de schildklier gezond is komt uit alle delen evenveel gammastraling. Een niet gezond deel heeft geen ^{131}I opgenomen en zendt dus ook geen gammastraling uit. Zo kan opgespoord worden of er een afwijking in de schildklier is.

Men probeert jodium met een korte halveringstijd te gebruiken. De patiënt hoeft dan weinig jodium toegediend te krijgen. Bovendien duurt het dan niet lang tot al het jodium is vervallen tot niet radioactieve producten.

^{131}I heeft een halveringstijd van 8,1 dag. Beter is nog ^{123}I waarvan de halveringstijd 0,55 dag is. Maar deze moet door het snelle verval in het ziekenhuis zelf gemaakt worden en is daardoor erg duur. Daarom kan ^{123}I meestal niet worden toegepast.

Op dergelijke wijze kan men, door isotopen van geschikte elementen te kiezen, ook gammafoto's maken van het hart, de longen, nieren enzovoorts.

wetenschappelijk:
'gemerkte' atomen

In de biologie is men zeer ingewikkelde processen aan het bestuderen, zoals de fotosynthese: het vastleggen van zonne-energie in plantaardig materiaal. Bij dat proces wordt CO_2 uit de lucht opgenomen en O_2 afgestaan. Men wil graag precies weten hoe dat proces in zijn werk gaat. Men laat planten CO_2 inademen die "gemerkt" zijn omdat het koolstofatoom het radio-actieve ^{14}C is. Het $^{14}\text{CO}_2$ wordt door de plant opgenomen. Men onderzoekt nu in welke van de stoffen die bij de fotosynthese ontstaan het ^{14}C teruggevonden wordt. Die stoffen herkent men aan de radio-actieve straling die het ^{14}C bij zijn verval uitzendt. Op deze

manier heeft men inzicht gekregen in het biochemische proces van de fotosynthese.

Ook bij allerlei andere processen in de biologie en de scheikunde maakt men nu gebruik van "gemerkte" atomen.

technisch: dikte-controle

Gammastraling wordt door aluminium voor een deel tegengehouden. Als je dikker aluminium neemt, wordt er meer gammastraling tegengehouden. Men kan nu in een fabriek voor aluminiumfolie van die eigenschap gebruik maken voor het constant houden van de dikte van het folie. Onder het folie zet men een gamma-stralingsbron. Er boven een detector die de hoeveelheid gammastraling meet. Als er teveel gamma-straling gemeten wordt is de folie te dun. Te weinig gamma-straling betekent dat de folie te dik is. De walsen die de dikte van het folie bepalen kunnen automatisch op het signaal van de detector reageren en de folie op de juiste dikte regelen.

Ook hier zijn vele andere toepassingen mogelijk: dikte-controles bij het lassen van pijpleidingen, het volgen van rioolwater in zee dat radioactief gemerkt is enzovoorts.

4.9

hoe werkt een kernbom ?

splijtingsbom

Je kunt twee soorten kernbommen onderscheiden: splijtingsbommen (A-bommen) en waterstofbommen (H-bommen).

Bij het ontploffen van een splijtingsbom komt er in een korte tijd zeer veel energie vrij. Een kettingreactie van kernsplijtingen (zie 4.4) zorgt voor een enorme warmte-ontwikkeling. De hittestraling veroorzaakt brand. De hoge temperatuur zorgt ook voor enorme drukverschillen en schokgolven, die over grote afstanden verwoestingen achterlaten. De splijtingsproducten zijn bronnen van radioactieve straling.

Als splijtstof in een kernbom kan ^{235}U gebruikt worden. Een ^{235}U -kern splijt spontaan of bij beschieting met een neutron.

Om een hoeveelheid splijtstof te laten ontploffen, moet aan twee voorwaarden voldaan zijn:

- er mogen niet te veel verontreinigende stoffen in zitten, die neutronen wegvangen. In een kernbom moet dus zuiver of bijna zuiver ^{235}U gebruikt worden. Omdat natuurlijk uranium maar voor 0,7% uit ^{235}U bestaat (de rest is het moeilijk splijtbare ^{238}U), moet dit uranium dus *verrijkt* worden;
- de massa van de splijtstof moet groter zijn dan een bepaalde waarde. Deze waarde heet *kritische massa*. Voor zuiver ^{235}U met een normale dichtheid is de kritische massa 15 kg.
Als de massa splijtstof te klein is, zullen vrijwel alle vrijkomende neutronen ontsnappen voor ze de kans krijgen om een splij-

Verrijking: zie het thema "Energie in de Toekomst"

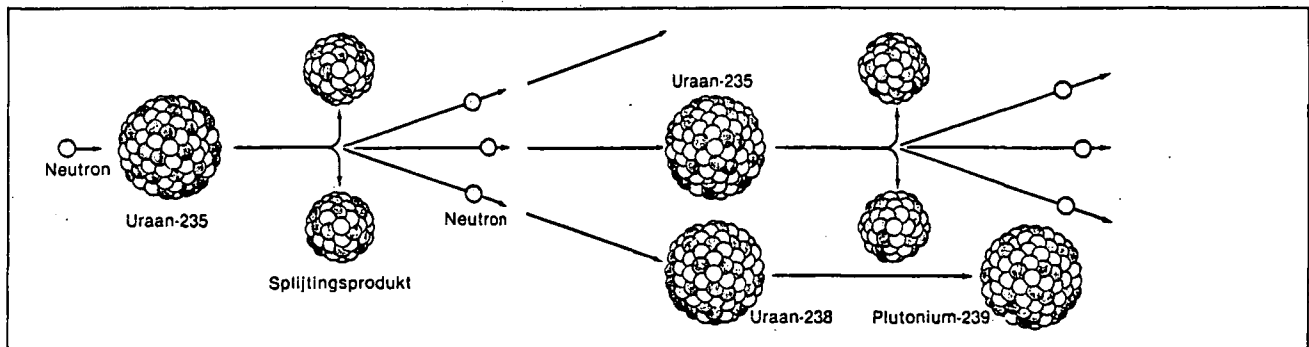
Voor de werking van een kernreactor: zie het thema "Energie in de Toekomst".

ting te veroorzaken. Als de massa splijtstof precies gelijk is aan de kritische massa, dan veroorzaakt elke kernsplijting precies één volgende kernsplijting. Die situatie is te vergelijken met wat er in een normaal werkende kernreactor gebeurt.

Eenzelfde verhaal geldt voor ^{239}Pu (plutonium 239). Deze stof kan ook als splijtstof in een kernbom gebruikt worden.

^{239}Pu komt echter niet in de natuur voor. Dit plutonium kan in een kernreactor gemaakt worden door ^{238}U te beschieten met neutronen.

De vorming van plutonium in een kernreactor



Voor de productie van plutonium: zie het thema "Energie in de Toekomst".

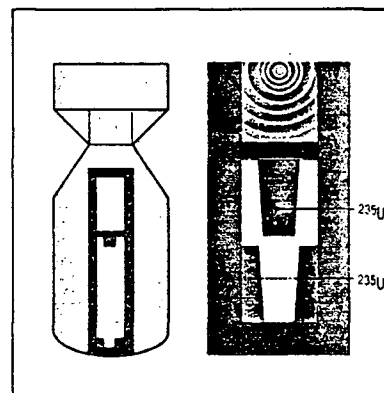
In een *opwerkingsfabriek* kan het gevormde plutonium uit de kernbrandstof gehaald worden.

In een kernbom kan de kettingreactie van splijtingen op twee manieren tot stand gebracht worden.

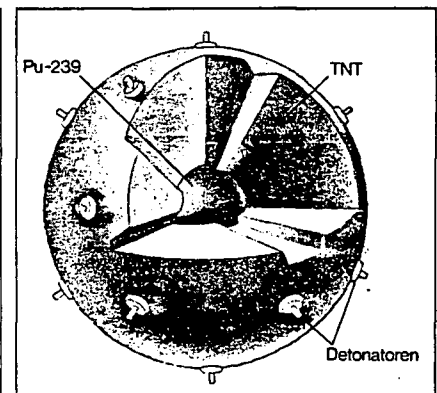
- De *kanon-methode*. De bom bestaat uit twee stukken splijtstof, met allebei een massa die *kleiner* is dan de kritische massa. Door een ontploffing van een hoeveelheid gewone springstof worden de twee stukken op elkaar geschoten. Zo ontstaat één stuk splijtstof, met een massa die *groter* is dan de kritische massa. Dan volgt de ontploffing.
- De *implosie-methode*. De bom bestaat uit een bolvormige hoeveelheid splijtstof, met een massa die net iets kleiner is dan de kritische massa. Met behulp van gewone springstofladingen wordt deze splijtstof samengeperst. De splijtbare kernen van uranium of plutonium komen daardoor zoveel dichter bij elkaar te liggen, dat elk neutron een veel grotere kans krijgt om een splijting te veroorzaken.

In beide typen bommen zit, behalve splijtstof en de gewone springstof (TNT), ook nog een "initiator" (niet getekend). In de initiator zitten twee stoffen van elkaar gescheiden. Bij de ontploffing van de springstof worden deze stoffen met elkaar vermengd. Via kernreacties worden dan in een korte tijd veel neutronen geproduceerd. Deze neutronen starten de kettingreactie in de splijtstof.

Kanon-methode



Implosie-methode



Bij beide bommen zit de splijtstof in een stalen omhulsel. De stalen massa bevordert de optredende kettingreactie door een deel van de ontsnappende neutronen terug te kaatsen. Dat veroorzaakt extra splijtingen. Bovendien moet het stalen omhulsel het uitzetten van de splijtstof bij de ontploffing vertragen. Door die uitzetting komen de uranium- of plutoniumkernen verder van elkaar te liggen. Daardoor wordt de kans kleiner dat een neutron een splijting veroorzaakt. Dat zou de ontploffingskracht verminderen.

fusieboom

Bij de fusie van waterstofkernen tot helium (zie 4.3) komt veel meer energie vrij dan bij splijting van uranium. Daarvan maakt men gebruik om bommen te maken met een nog verwoestender werking dan een splijtingsbom. Deze bommen worden waterstofbommen (of H-bommen) genoemd. Fusie van lichte atoomkernen komt pas op gang bij een temperatuur van meer dan 10 miljoen °C. Bij de fusiebomben ontstaat deze hoge temperatuur door de ontploffing van een splijtingsbom.

Nadat de fusie-reactie op gang is gebracht, moet hij verder zeer snel verlopen. Gebeurt dat niet, dan is de massa al uit elkaar geblazen voordat het grootste deel van de waterstofkernen de kans heeft gekregen om te reageren. Gewone waterstofkernen reageren te langzaam. De waterstofisotopen deuterium en tritium (zie 4.2) reageren veel sneller, en worden daarom in een fusieboom gebruikt.

Waterstofbommen zitten in een zwaar metalen omhulsel. Dit vertraagt het uiteenspatten van de bom. Deze tijdwinst levert meer fusie-energie op. Het metalen omhulsel kan bestaan uit ^{238}U (dat overblijft bij de verrijking van natuurlijk uranium). Dat heeft nog een extra effect. Bij de fusie komen namelijk erg snelle neutronen vrij. Een ^{238}U -kern splijt bij de botsing met zo'n erg snel neutron. De splijtingsproducten zijn sterk radioactief en kunnen zich over een groot gebied verspreiden (fallout).

Een dergelijke bom, waarin achtereenvolgens *splijting-fusie-splijting* optreedt, wordt een *vuile* bom genoemd. Bij een *schone* bom is het omhulsel van staal; daar vindt alleen *splijting-fusie* plaats. Er komt ook radio-actief materiaal vrij, maar minder dan bij een vuile bom.

Bij een fusieboom heb je niet te maken met het probleem van de kritische massa. Daarom kan een fusieboom zo groot gemaakt worden als het draagvermogen van een vliegtuig of raket toelaat.

Meer informatie over hoe kernbommen in elkaar zitten is te vinden in: "Energie uit atoomkernen", Prof. dr. J.D. Fast, Natuur en Techniek, Maastricht, 1980

ontploffingskracht

Om een indruk te geven van het geweld van een ontploffing: in mei 1940 hadden de Duitsers minder dan 0,1 kiloton TNT nodig om een groot deel van Rotterdam te verwoesten.

De ontploffingskracht van bommen wordt meestal uitgedrukt in TNT. Dat is de afkorting van trinitrotolueen. Deze springstof wordt meestal gebruikt in gewone bommen. De zwaarste gewone bom uit de tweede wereldoorlog bevatte 10 ton TNT (1 ton = 1000 kg). De (splijtings)bom van Hiroshima had een ontploffingskracht die overeenkwam met de ontploffingskracht van 16000 ton of 16 kiloton TNT. Afgekort: 16 kT. De krachtigste kernwapens (fusie-bommen) hebben nu een ontploffingskracht van 20 megaton TNT (20 MT). Dat is te vergelijken met de ontploffingskracht van 20 miljoen TNT.

Vragen:

1. Leg uit waardoor er een grens is aan de ontploffingskracht van een splijtingsbom.
2. De bom op Hiroshima was van het "kanon-type", en bevatte 40 kg ^{235}U als splijtstof. Op z'n minst één van de twee stukken splijtstof moet dan een massa gehad hebben groter dan de kritische massa van ^{235}U . Toch ontplofte deze bom niet spontaan. Weet je daar een verklaring voor?

4.10

stralingseenheden

Alle soorten radio-actieve straling hebben de eigenschap dat ze door botsing moleculen in levende cellen in ionen splitsen. Deze ionen kunnen zich weer samenvoegen, en dan is er niets aan de hand. Maar ze kunnen zich ook blijvend aan andere moleculen of ionen hechten. De eigenschappen van de cel kunnen daardoor veranderen. Het meest op de voorgrond tredende ziekteverschijnsel dat daar een gevolg van kan zijn is kanker.

Voor het meten van een stralingsdosis worden twee eenheden gebruikt: de *rad* (radiation absorbed dose) en de *rem* (röntgen equivalent man).

- Bij radioactieve straling gaat het om de hoeveelheid ionen die in een cel worden gevormd. De energie die daarvoor nodig is, wordt geleverd door de radioactieve straling. De hoeveelheid energie die overgedragen wordt, is meebepalend voor de aangerichte schade. Als eenheid voor een dosis radioactieve straling wordt de *rad* gebruikt. Dit is een maat voor de hoeveelheid energie die een kilogram weefsel absorbeert ($1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J/kg}$).
- De stralingsdosis in *rad* is meetbaar. Belangrijker is echter het biologische effect van de straling. Dus: de schade aan de cel. De meting daarvan is veel moeilijker.
De verschillende soorten straling richten in levend weefsel bij dezelfde hoeveelheid geabsorbeerde energie (hetzelfde aantal *rad*) niet dezelfde schade aan. Behalve van het soort straling hangt de schade ook nog af van het soort weefsel en de manier van bestraling (bijvoorbeeld lang met een lage of kort met een hoge intensiteit). Om praktische redenen houdt men alleen rekening met het verschil in straling. Alfa- en neutronenstraling zijn 10 maal zo schadelijk als bèta- en gamma-straling onder vergelijkbare omstandigheden (dus in vergelijkbaar weefsel bij dezelfde manier van bestraling bij dezelfde hoeveelheid geabsorbeerde energie). Een eenheid die met het verschil in schadelijkheid van stralingssoorten rekening houdt is de *rem*.
Een stralingsdosis in *rem* wordt gevonden door de (meetbare) stralingsdosis in *rad* te vermenigvuldigen met 1 (bij bèta- en gamma-straling) of 10 (bij alfa- en neutronenstraling).
Bij kleinere stralingsdoses wordt vaak de eenheid millirem gebruikt (afgekort: *mrem*; $1 \text{ mrem} = 0,001 \text{ rem}$).

Vragen:

1. Kun je uitleggen waarom radioactieve straling ook wel *ioniserende straling* genoemd wordt?

2. Hoe groot is de stralingsdosis in rem (of mrem) als de geabsorbeerde energie bij neutronenstraling 0,10 J/kg is?
3. De achtergrondstraling bedraagt ruwweg 0,1 rad per jaar. Dat komt overeen met 170 mrem per jaar (zie 4.7).
Welke conclusie kun je hieruit trekken over de soorten straling waaruit achtergrondstraling bestaat?
4. Veronderstel dat er een stralingsbron is, die alle vier soorten radioactieve straling uitzendt. De energie van de vier stralingssoorten is daarbij hetzelfde.
Welke stralingssoort is dan het gevaarlijkst voor je lichaam als je op een flinke afstand van de stralingsbron staat? (Voor je antwoord moet je gegevens uit 4.5. en 4.10 met elkaar combineren).

ABM (anti-raket)	22	kruisraket	22
achtergrondstraling	62	kweekreactor	57/66
actie/reactie (bij bewapeningswedloop)	28		
Afghanistan (1979)	32	lithiumatoom	54
afschrikkingsevenwicht	22/23/28/46		
akkoord van Londen	36	MARV	26
alfastraling	59	micro-elektronica (chips)	22
alfastraling (gevaaren van -)	62/68	militair/industrieel-complex	29
atoom	54	MIRV	22/26
atoomdrempel	47	modernisering (kernbewapening)	47
atoomkern	54	MRBM	26
		MRV	26
		MX	24
BB (Bescherming Bevolking)	42	Nagasaki	37
bètastraling	59	NAVO	21
bètastraling (gevaaren van -)	62/68	neutron	54
bperkte kernoorlog	24	neutronenbom	47
bewapeningswedloop	21ev/26	neutronenstraling	60
Bikini	41	neutronenstraling (gevaaren van -)	63/68
		non proliferatie verdrag	36
counter city-strategie	22		
counter force-strategie	22	onderzeeboot(bestrijding)	23
cruise missile (kruisraket)	22	onkwetsbare verdedigingsmacht	21/23
		ontploffingskracht	67
deuterium	55/67	ontwapening(sbesprekingen)	33/46
diktecontrole (met gammastraling)	65	opslag van kernwapens (in Nederland)	46
dilemma	15/17/51	opwerkingsfabriek	35/66
druk golf	38/65	overkill	26
elektron	54	periodiek systeem der elementen	54/55
ER-wapen (neutronenbom)	26	plutonium	34/35/57/66
		proton	54
fallout (radioactieve neerslag)	38/41	rad (radiation absorbed dose)	68
first strike capability	21	radioactieve straling	38/39/59/60/65
flexible response	24	radioactieve straling (gevaaren van -)	62/68
fotosynthese	64	radioactieve straling (toepassingen van -)	64/65
fusiebom	67	rem (röntgen equivalent man)	68
gamma-foto	64	schildklieronderzoek	64
gammastraling	59	schuilkelder	42
gammastraling (gevaaren van -)	63/68	second strike capability	22
gemerkte atomen (onderzoek met -)	64	S(ub)LBM	26
		splijtingsbom	65/67
halveringstijd	61/63/64	splijtstof	34
heliumatoom	54	splijtstofcyclus	35
Hiroshima	7/37	SS 20	47
hittestraling	28/40/65	strategische kernwapens	21
Hongarije (1956)	32		
		tactische kernwapens	21/24
ICBM (intercontinentale raket)	21	TNT (trinitrotolueen)	67
implosie-methode (bij splijtingsbom)	66	tritium	55/67
initiator (bij splijtingsbom)	66	Tsjecho-Slowakije (1968)	32
ioniserende straling	68		
isotopen (van jodium)	64	uranium	34/35/54/57/65/67
(van uranium)	55		
(van waterstof)	55	verrijkingsfabriek	35/46/65
isotoop	55	verspreiding (van kernwapens)	34ev
		vredesbeweging	47/48
kanker	62		
kanon-methode (bij splijtingsbom)	66	wapenonderzoek	7
kerncentrale	34/46/62	Warschau-pact	21
kernfusie	56	waterstofatoom	54
kernkracht	56	waterstofbom	38/56/67
kernreactie	56/57	wetenschap en techniek (rol van - in bewapeningswedloop)	30
kernsplijting	57/58		
kernstopverdrag	36	zichzelf waarmakende voorspelling	28
kernwapens (gevolgen van -)	37ev		
kernwapenstaat	34		
kettingreactie	57		
kosmische straling	60/62		
kritische massa	65/66		

- vp Vredesopbouw, 15 (5/6) p 17
5 Kernwapens - een kwestie van overleven p 4
6 Frans Leroux in Kernwapens - een kwestie van overleven p 86 / IKV / OSL
7 - / Kernwapens - wat er gebeurt als ze gebruikt worden p 18/19
8 Hollandse Signaal, advertentie in Intermediair 1981
14 -
17 de Volkskrant 24-11-81 / Stefan Verwey in de Volkskrant 11-10-80
22 Kernwapens - een kwestie van overleven p 35 / Reflector / Transactie april 1976
23 Kernwapens - een kwestie van overleven p 50
24 -
26 Tussen oorlog en vrede p 81
27 -
28 Frans Leroux in Kernwapens - een kwestie van overleven p 74
29 -
30 Frans Leroux in Kernwapens - een kwestie van overleven p 80
31 Frans Leroux in Kernwapens - een kwestie van overleven p 82/83
32 de Volkskrant / Die Welt / Pravda
35 Frans Leroux in Kernwapens - een kwestie van overleven p 63
36 Vredesopbouw 15 (4) p 12/13
37 de Volkskrant
41 Wapens - bewapening/ontwapening p 22
42 Ron Cobb
45 Vredesopbouw 15 (3) p 3
46 Kernwapens - een kwestie van overleven p 94
47 actiegroep "Stop de neutronenbom"
55 Natuurkunde op corpusculaire grondslag 4V, Malmberg, p 143 / Energie uit atoomkernen, N&T p 52
57 Energie uit atoomkernen, N&T p 102/103/118/119
58 Energie uit atoomkernen, N&T p 102/103
59 Energie uit atoomkernen, N&T p 69/70/71
62 Energie, INVRO p 51
64 Energie uit atoomkernen, N&T p 285/293
66 Energie uit atoomkernen, N&T p 136/137/118/121