

De kernwapenwedloop, vanuit een wiskundige optiek bekeken

Mike Staring

K.L.S. Sittard

Samenvatting

In navolging van Kupperman en Smith worden een aantal aspecten van de kernwapenwedloop geanalyseerd met behulp van – niet al te moeilijke – wiskundige methoden. Achtereenvolgens komen de MAD-strategie, vormen van proliferatie en de invloed van ABM-systemen op de omvang van een minimale afschrikingsmacht aan de orde. Toegevoegde getalvoorbeelden geven een eerste indicatie van hoeveelheden strategische wapens die onder verschillende omstandigheden noodzakelijk worden geacht.

“Kernwapens dienen ter afschrikking”: een veelgehoorde opmerking. Is deze opmerking daarmee ook waar?

Met hetgeen VWO-leerlingen die wiskunde-A gekozen hebben leren in “*Kansverdelingen*” (i.h.b. de binomiale verdeling en de verwachtingswaarde daarbij), is een onderzoek naar een antwoord op die vraag mogelijk. In het nu volgende vindt u wat lijnen waarlangs zo’n onderzoek zou kunnen gaan.

Een leuke context? Neen!

Zinvol? Ik denk het wel.

Inleiding

Aanvankelijk, kort na de Tweede Wereldoorlog, bezat Amerika het atoomwapen-monopolie. Dit gegeven leidde tot de uitgesproken verzekering van de Verenigde Staten aan elke mogelijke agressor, dat er in geval van een aanval op de V.S. geantwoord zou worden met een massale vergeldingsactie met behulp van kernwapens. Die wapens zouden worden ingezet tegen de steden – dus bevolking – van de agressor: zogenaamd “*counter-city*” gebruik van wapens.

In 1957 was deze Amerikaanse monopoliepositie volledig doorbroken door de ontwikkeling van Russische atoomwapens en intercontinentale raketten en ontstond er geleidelijk aan een nieuw strategisch concept. Het streven is er aan beide zijden op gericht zóveel kernwapens op te stellen, dat zelfs na een massale aanval van de agressor, er voldoende kernwapens over zouden blijven om aan de aanvalleur onherstelbare schade en onmetelijk lijden toe te brengen. Dit

Summary

“The nuclear arms race” from mathematical point of view is an article that points out some possibilities to cope with this complex subject in the last years of secondary education.

Certainly not a very amusing context but a very meaningful one, and one of the very hot political items in the Netherlands at this moment.

strategisch concept wordt *mutual assured destruction* genoemd. (Afkort: MAD).

(In de Nederlandse versie van Helen Caldicott’s “*Nuclear Madness*”, (1), vinden we een letterlijke vertaling van de zoëven genoemde afkorting: GEK, gegarandeerd elkaar kapotmaken).

Met deze ontwikkeling groeide het inzicht dat het als eerste inzetten van kernwapens niet hoeft te leiden tot het winnen van een oorlog: het zou domweg zelfmoord betekenen. *Mutual assured destruction* werd *mutual assured deterrence* (nog steeds MAD); wederzijds verzekerde *afschrikking* en de beoogde strategische functie van een eigen kernwapenarsenaal werd het verhinderen dat de ander zijn kernwapens zou gaan inzetten. De kernwapenarsenalen van beide supermachten zouden sindsdien hebben bijgedragen tot het voorkómen van een gewapend treffen tussen de V.S. en de U.S.S.R. (2).

Het schijnt dat deze visie van militaire bevelhebbers en politici aan beide kanten van het IJzeren Gordijn te zijn (geweest?) dat als kernwapens helpen een oorlog te voorkómen, méér kernwapens die functie nog beter kunnen vervullen: het aantal strategische kernwapens van elk van de supermachten loopt nu in de duizenden (3). Daar tegenover staat de opvatting van anderen dat elk kernwapen erbij een vergroting van de kans op volledige vernietiging betekent en dus dat de kernwapens “de wereld uit” moeten.

Tussen deze twee uitersten vinden we de opvatting bij een aantal mensen, dat er getracht moet worden de arsenalen terug te brengen tot het minimale niveau waarop nog van wederzijdse afschrikking sprake is.

Een minimale afschrikkingsmacht

Ter bepaling van de omvang van een minimale afschrikkingsmacht spelen allereerst de volgende zaken een rol:

1. De mate van kwetsbaarheid van strategische raketten bij een vijandelijke aanval – met kernwapens – op die raketten.
2. De precisie van, met name, de wapens van de aanvallers.
3. Het explosief vermogen van de diverse wapens.
4. Het geschatte aantal kernwapens dat militairen en strategen menen nodig te hebben om aan een agressor onaanvaardbare schade en ellende toe te brengen (onaanvaardbaar voor die agressor, is hier bedoeld).

ad 1. Er wordt op verschillende manieren getracht de kwetsbaarheid van de eigen strategische wapens te verminderen door spreiding over land, zee en lucht, door mobiele opstellingen, door opstelling in ultra-harde bunkers, enz.

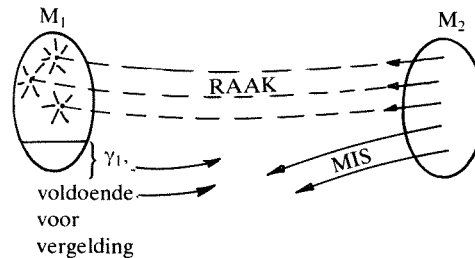
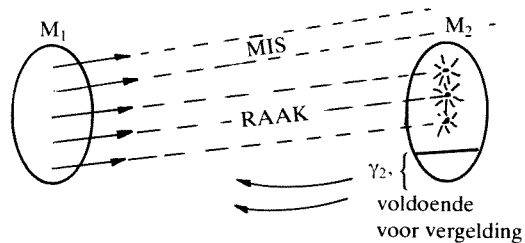
ad 2. Beide supermachten zijn er permanent op uit de precisie van hun wapens te vergroten. Dit is overigens slechts dan zinvol wanneer men streeft naar het ontwikkelen van zg. "first-strike"-wapens: dit zijn kernwapens waarmee – dankzij de precisie – het strategische arsenaal van de tegenstander goeddeels zou kunnen worden uitgeschakeld, dan wel wanneer men de optie van een beperkte kernoorlog serieus in overweging neemt.

ad 3. Het explosief vermogen is vooral van belang – strategisch gezien – om met zo klein mogelijke raketten zoveel mogelijk effect tweeg te brengen. Daarnaast draagt natuurlijk een groter explosief vermogen ertoe bij dat men er zekerder van is zijn doel te kunnen vernietigen.

ad 4. Het aantal wapens, nodig ter vernietiging van de samenleving van de tegenstander, is afhankelijk van een aantal factoren, zoals de mate van spreiding van woon- en industriegebieden van de tegenstander en het explosief vermogen van de eigen strategische wapens.

In navolging van *Kupperman* en *Smith*, op wier artikelen de rest van dit gedeelte grotendeels is gebaseerd (4), vatten we de begrippen kwetsbaarheid, precisie en explosief vermogen samen tot de kans dat een aanvallende raket zijn doel vernietigt.

Veronderstel dus dat p_{12} de kans is dat een raket van partij 1 het doel (eigendom van partij 2) vernietigt; stel verder dat γ_1 het aantal kernwapens in dat partij 1 meent te moeten overhouden voor *retaliation*-doeleinden (= vergeldingsdoeleinden) en neem aan dat partij 1 een arsenaal van M_1 strategische kernwapens bezit. (p_{21} , γ_2 en M_2 worden analoog gedefinieerd). Dan is er sprake van een *MAD-relatie* tussen beide supermachten, wanneer geldt dat zelfs bij een aanval van *alle* M_2 raketten van partij 2 op het kernwapenarsenaal van partij 1, er tenminste γ_1 kernwapens van partij 1 ongeschonden zullen blijven en dus voor vergelding kunnen worden gebruikt *en omgekeerd*.



In eerste instantie is het handig te veronderstellen dat:

$$\begin{aligned} p_{12} &\approx p_{21} \quad (\text{notatie: } p) \\ \gamma_1 &\approx \gamma_2 \quad (\text{notatie: } \gamma) \\ M_1 &\approx M_2 \quad (\text{notatie: } M) \end{aligned}$$

In dat geval is aan de voorwaarden voor een *MAD*-relatie voldaan, als geldt:

$$\underbrace{M^* (1 - p)}_{\text{verwachte aantal ongeschonden raketten}} \geq \tilde{\gamma}$$

aantal wapens nodig voor *retaliation*

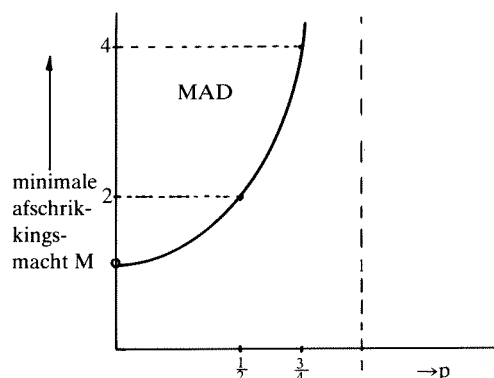
$$\text{dus } M \geq \frac{\gamma}{(1 - p)}$$

In geval van het *gelijkteken* is er sprake van de *minimale afschrikkingsmacht*.

Door onderzoek naar en ontwikkeling van geavanceerder wapentuig kan men trachten de waarde van p te verhogen. Dergelijke *Research and Development* (R & D) leidt ertoe dat het minimum op een hoger niveau van bewapening komt te liggen, immers de functie

$$p \rightarrow \frac{\gamma}{1 - p}$$

is op het interval $<0,1>$ monotoon stijgend:



N.B. U zult opgemerkt hebben dat ervan uitgegaan is dat de aanvallende raketten *verschillende doelen* "gekozen" hebben: slechts in dat geval (binomiale verdeling) is het verwachte aantal vernietigde kernwapens gelijk aan M^*p , dus het verwachte aantal overblijvende kernwapens gelijk aan $M - M^*p = M^*(1 - p)$.

Men zou zich echter ook kunnen voorstellen dat de agressor besluit niet het volledige arsenaal van de tegenstander aan te vallen, doch bijvoorbeeld *de helft* daarvan *dubbel* te bestoken. In dat geval blijven er naar verwachting ongeveer:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} * M + \frac{1}{2} * M * (1 - p)^2 = \\ & \text{(niet bestookt) (dubbel bestookt)} \\ & = \frac{1}{2} * M + \frac{1}{2} * M * (1 - 2p + p^2) = \\ & = M - M * p + \frac{1}{2} * M * p^2 \\ & \qquad \qquad \qquad \text{positief} \end{aligned}$$

aangevallen wapens ongeschonden en dat is méér (dus voor de agressor *ongunstiger*) dan bij de eerste strategie.

In het algemeen kan bewezen worden dat een *zoveel mogelijk gespreide* aanval voor de aanvallende partij het gunstigst is.

Hanteren we het principe van gespreide aanval, dan wordt ook het geval $p_{12} \neq p_{21} \vee \gamma_1 \neq \gamma_2 \vee M_1 \neq M_2$ hanteerbaar. Immers elke raket van partij 1 zal – bij maximale spreiding van de aanval – het doelwit zijn van $\frac{M_2}{M_1}$ aanvallende kernwapens en dus een kans hebben om ongeschonden te blijven, gelijk aan

$$(1 - p_{21})^{M_2/M_1}$$

De verwachtingswaarde van het aantal ongeschonden wapens bij een massale aanval door partij 2 is dan

$$M_1 * (1 - p_{21})^{M_2/M_1}$$

Ook bij een aanval van partij 1 op partij 2 kan men dergelijke berekeningen maken; de conclusie zal zijn dat er sprake is van een MAD-relatie (of: *evenwicht*) als

$$\begin{cases} M_1 * (1 - p_{21})^{M_2/M_1} \geq \gamma_1 \\ M_2 * (1 - p_{12})^{M_1/M_2} \geq \gamma_2 \end{cases}$$

Opmerking

In het voorafgaande is er stilzwijgend van uitgegaan dat zowel M_2/M_1 als ook M_1/M_2 gehele getallen zijn; dat kan natuurlijk slechts als $M_1 = M_2$. In geval $M_1 \neq M_2$ blijkt, dat de hierboven afgedrukte ongelijkheden toch een redelijke indicatie van de “werkelijkheid” geven. Bij precieser analyse zou men echter, ingeval $M_1 = 1000$ en $M_2 = 700$, moeten veronderstellen dat van de 1000 wapens van partij 1 er 700 zouden worden aangevallen door partij 2 – elk door één raket – en *niet* dat alle 1000 kernwapens zouden worden bestookt met $\frac{700}{1000} = \frac{7}{10}$ bom. Voor verdere analyse zie (4).

Aan de voorwaarden voor strategisch *evenwicht* is te zien dat beide supermachten best wel in een MAD-relatie tot elkaar kunnen staan, *zonder* dat daarbij verplicht sprake zou moeten zijn van *gelijke omvang* van arsenalen: als voorbeeld kunnen we uitgaan van $p_{21} = p_{12} = \frac{1}{2}$; $\gamma_1 = \gamma_2 = 100$ en $M_1/M_2 = 2$ (dit laatste wil zeggen dat de omvang van het strategisch arsenaal van partij 1 het *dubbele* is van het aantal kernwapens

van partij 2). De voorwaarden voor strategisch evenwicht zijn dan:

$$\begin{cases} M_1 * (1 - \frac{1}{2})^{1/2} \geq 100 & \text{(precieser is: } \frac{1}{2} * M_1 + \\ & + \frac{1}{2} * M_1 * (1 - \frac{1}{2}) \geq 100) \\ M_2 * (1 - \frac{1}{2})^2 \geq 100 & \text{met } M_1 = 2M_2 \end{cases}$$

$$\text{dus: } \begin{cases} M_1 * 0,7 \geq 100 \\ M_2 * 0,25 \geq 100 \end{cases} \quad \wedge M_1 = 2M_2$$

Dit is gelijkwaardig met:

$$\begin{cases} M_1 \geq 143 \\ M_2 \geq 400 \end{cases} \quad \wedge M_1 = 2M_2$$

Aan deze drie voorwaarden kan simultaan voldaan worden door bijvoorbeeld te kiezen: $(M_1, M_2) = (800, 400)$. Algemener valt aan te tonen dat bij elke verhouding $M_1 : M_2$ een strategisch evenwicht bereikt kan worden.

Tot slot van deze paragraaf nog een tweetal opmerkingen:

- In de hierboven gevoerde berekeningen is uitgegaan van *op het land geplaatste* strategische kernwapenarsenalen. Daarnaast beschikken beide supermachten nog over kernwapens in bommenwerpers en in onderzeeboten. Met name de arsenalen in onderzeeërs zijn momenteel nog vrij onkwetsbaar. Aan beide kanten worden echter alle zeilen bijgezet om aan die situatie een eind te maken: de V.S. besteedden b.v. in 1980 circa 16% van het totale marine-budget aan anti-onderzeeboot activiteiten (zie (5)); van de Sovjet Unie zijn dergelijke gegevens niet voor het publiek beschikbaar: dat is *geheim!*
- De aantallen die u in deze paragraaf heeft aangegeven verschillen nogal van wat er feitelijk gebruikt wordt om elkaars bevolkingen te gijzelen. Toch zijn ze niet volstrekt irreëel of naïef: “..... In 1965, Secretary of Defense Robert McNamara set the ‘assured destruction’ level at one-third of the Soviet population and two-thirds of Soviet industrial capacity. If nuclear forces able to inflict this level of punishment could be maintained, it has been argued, deterrence would be sustained. Secretary McNamara estimated that perhaps 400-500 strategic launchers would be enough for this objective.” (6). Kennelijk is een MAD-relatie niet het enige wat men nastreeft (7).

Verticale proliferatie

De assured destruction optie na een “*all-out*”-aanval van de tegenpartij is een te bescheiden doel gebleken voor de machthebbers van zowel de Sovjet Unie als de Verenigde Staten. In de vorige paragraaf is al kort ingegaan op pogingen de *trekzekerheid* van de strategische kernwapens te verhogen. Echter, alléén het verhogen van de trefkans neemt niet weg dat ter vernietiging van n vijandelijke strategische raketten méér dan n eigen kernwapens noodzakelijk zijn; met andere woorden: het als eerste inzetten van kernwapens (*first*

use) blijft, strategisch gezien, ongunstig. Veronderstel nu eens dat elk van de supermachten het bezit van een *first-strike-capability* zou najagen, dan zouden zij trachten wapens te ontwikkelen die in staat zouden zijn – per stuk! – meer dan één vijandelijk wapen te vernietigen. Alle wapenbeheersings- en ontwapeningsretoriek ten spijt, (8), is dit laatste precies hetgeen er is gebeurd: vanaf circa 1970 worden strategische kernraketten uitgerust met meervoudige, op verschillende doelen te richten, kernkoppen: *MIRV's*, oftewel multiple independently targetable re-entry vehicles. Tegelijkertijd speelde in het hoofd van strategen de gedachte aan een *bepaalde kernoorlog*: een eerste klap met een deel van de eigen kernwapens tegen de arsenalen van de tegenstander, daarmee zowel in eerste instantie vernietiging en dood zaaiend, als ook daarna een militair-strategisch beter uitgangspunt bezettend dan de tegenstander, zodat deze tot grote concessies (waaronder het afzien van vergelding) bewogen zou kunnen worden. De voorwaarden waaraan de mate van *MIRV*-ing en de trefzekerheid van de kernkoppen zouden moeten voldoen ten behoeve van een dergelijke strategie zijn als volgt te benaderen: Veronderstel partij 1 heeft M_1 raketten met (gemiddeld) per raket μ kernkoppen, elk daarvan met trefkans gelijk aan p . Stel dat een deel van dat arsenaal, zeg K raketten $K \leq M_1$, wordt afgevuurd op de strategische raketten (M_2 stuks) van de tegenstander. Partij 1 heeft na die eerste aanval nog $M_1 - K$ strategische wapens over en partij 2 naar verwachting:

$$M_2 * (1-p)^{K \cdot \mu / M_2}$$

Er wordt dus een *premie op het eerste gebruik* van (K) kernraketten gesteld wanneer:

$$M_1 - K \gg M_2 * (1-p)^{K \cdot \mu / M_2}$$

In geval $M_1 = M_2 = 1000$, $\mu = 3$ en $p = 1/2$, gaat deze ongelijkheid over in:

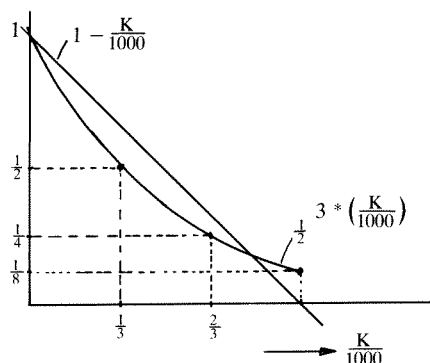
$$1000 - K \gg 1000 * (1/2)^{3K/1000}$$

gelijkwaardig met:

$$1 - \frac{K}{1000} \gg (1/2)^{3 * \left[\frac{K}{1000} \right]}$$

Voor $K = 670$ vinden we bijvoorbeeld $M_1 - K = 330$, terwijl $M_2 * (1-p)^{3K/1000} \approx 250$, zodat partij 1 na een beperkte aanval op partij 2 een kernwapenarsenaal overheeft dat met zo'n dertig procent het arsenaal van partij 2 overtreft.

Voor andere waarden van K geeft onderstaand grafiekje een indicatie van de verhoudingen na een eerste aanval:



Deze berekeningen maken wellicht duidelijk waarom als tegen-strategie nu en dan met *launch on warning* bedreigd wordt. Tegen die tegen-strategie wordt dan weer plaatsing van supersnelle kernraketten of van kernwapens die niet gemakkelijk door radar ontdekt kunnen worden, nagestreefd.

Tot slot van deze paragraaf zij opgemerkt dat door *MIRV*-ing het *assured destruction* evenwicht niet verstoord behoeft te worden. Het minimale niveau waarop dit plaatsvindt – "*minimum deterrent*" – ligt echter aanzienlijk *hoger* dan in geval er niet ge-*MIRV*'d wordt.

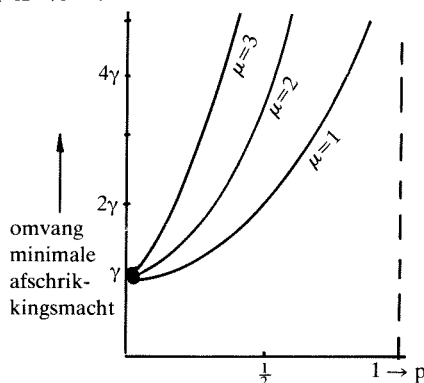
De MAD-voorwaarden worden nu:

$$M_1 * (1 - p_{21})^{\mu_2 M_2 / M_1} \geq \gamma_1$$

$$M_2 * (1 - p_{12})^{\mu_1 M_1 / M_2} \geq \gamma_2$$

weer vanuit de veronderstelling dat $\mu_2 M_2 / M_1$ en $\mu_1 M_1 / M_2$ gehele getallen zijn.

De gevolgen van meerkoppigheid op de omvang van een minimale afschrikkingsmacht zijn globaal aangegeven in de volgende afbeelding, in geval $M_1 = M_2$, $p_{21} = p_{12}$, $\gamma_1 = \gamma_2$ en $\mu_1 = \mu_2$:



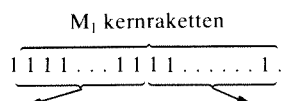
Is echter bijvoorbeeld $\mu M_2 / M_1$ niet geheel, dan zal elke raket van partij 1 in geval van een gespreide aanval door partij 2 door tenminste $\lceil \mu M_2 / M_1 \rceil$ kernkoppen bestookt worden.

(N.B. $\lceil x \rceil$ is de entier van x ; met $\langle x \rangle$ zullen we $x - \lceil x \rceil$, het gedeelte van x achter de komma, bedoelen), dan zijn er nog:

$$\begin{aligned} \mu_2 M_2 - M_1 * \left\lceil \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rceil &= \\ = M_1 * \left[\frac{\mu_2 M_2}{M_1} - \left\lceil \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rceil \right] &= \\ = M_1 * \left\langle \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rangle & \end{aligned}$$

extra kernkoppen voor nog een aanvullende klap.

Schematisch:



$$M_1 - M_1 * \left\langle \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rangle \text{ raketten}$$

van partij 1 worden bestookt

$$\text{door } \left\lceil \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rceil$$

vijandige kernkoppen.

$$M_1 * \left\langle \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rangle \text{ raketten}$$

worden bestookt door

$$\left\lceil \frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right\rceil + 1$$

kernkoppen van partij 2.

Bij een dergelijke *all-out* aanval blijven er naar verwachting:

$$\begin{aligned} & (M_1 - M_1 * < \frac{\mu_2 M_2}{M_1} >) * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right) + \\ & + M_1 * < \frac{\mu_2 M_2}{M_1} > * (1 - p_{21}) \left[\left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right) + 1 \right] = \\ & = M_1 * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right) * (1 - < \frac{\mu_2 M_2}{M_1} >) + \\ & + < \frac{\mu_2 M_2}{M_1} > * (1 - p_{21}) = \\ & = M_1 * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right) * (1 - p_{21} * < \frac{\mu_2 M_2}{M_1} >) \end{aligned}$$

kernraketten ter vergelding over.

De preciese relaties voor een strategisch kernwapen-evenwicht worden dus:

$$\begin{aligned} M_1 * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} \right) * (1 - p_{21} * < \frac{\mu_2 M_2}{M_1} >) & \geq \gamma_1 \\ M_2 * (1 - p_{12}) \left(\frac{\mu_1 M_1}{M_2} \right) * (1 - p_{12} * < \frac{\mu_1 M_1}{M_2} >) & \geq \gamma_2 \end{aligned}$$

ABM en BMD

Afgezien van ge-MIRV-de raketten, kan het bezitten van een effectief *anti ballistic missile*-systeem ook de mogelijkheid van een *first strike capability* dichterbij brengen, zo wordt gevreesd. Bij het tekenen van *SALT-1* een zucht van verlichting, dus. Maar hoe zouden de zaken zich ontwikkeld kunnen hebben, wanneer er géén afspraken over het niet-ontwikkelen van ABM-systemen zouden zijn gemaakt?

Veronderstel, ter analyse, dat één van beide partijen (partij 1) een dergelijk systeem zou opstellen in de vorm van d_1 anti-ballistische wapens – elk met trefkans q_1 , ter bescherming van de eigen M_1 strategische kernraketten. Wanneer dan partij 2 massaal zou aanvallen, dan zouden de aanvliegende $\mu_2 M_2$ kernkoppen elk door zo'n

$$k_1: = \frac{d_1}{\mu_2 M_2}$$

anti-wapens bestookt worden. Naar verwachting blijven daarbij

$$\mu_2 M_2 * (1 - q_1)^{k_1}$$

kernkoppen onbeschadigd, te verdelen over de M_1 strategische raketten van partij 1.

Van die M_1 kernraketten blijven er dan zo'n

$$M_1 * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} * (1 - q_1)^{k_1} \right)$$

over.

Dat zijn er – in de ogen van partij 1 – voldoende voor verzekerde vernietiging van partij 2, als geldt dat:

$$M_1 * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} * (1 - q_1)^{k_1} \right) \geq \gamma_1$$

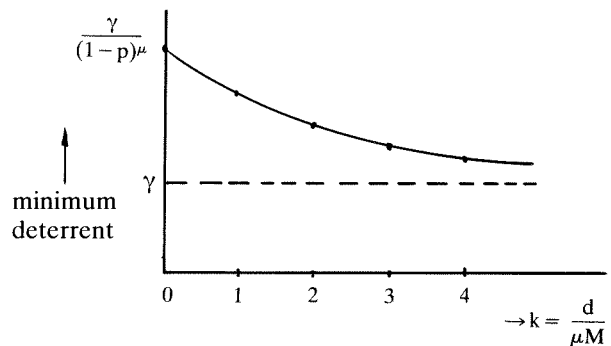
Wanneer *beide* partijen zouden overgaan tot het implementeren van ABM-systemen, dan staan zij in een MAD-relatie tot elkaar als:

$$\begin{cases} M_1 * (1 - p_{21}) \left(\frac{\mu_2 M_2}{M_1} * (1 - q_1)^{k_1} \right) \geq \gamma_1 \\ M_2 * (1 - p_{12}) \left(\frac{\mu_1 M_1}{M_2} * (1 - q_2)^{k_2} \right) \geq \gamma_2 \end{cases}$$

Gaan we – voor het gemak – even uit van identieke omstandigheden voor de twee supermachten (dus veronderstellen we $p_{12} = p_{21}$, $\mu_1 = \mu_2$, $q_1 = q_2$, $k_1 = k_2$, $\gamma_1 = \gamma_2$ en $M_1 = M_2$) dan vinden we:

$$M * (1 - p) \mu^{*(1-q)^k} \geq \gamma$$

en kan het effect van de omvang van het ABM-systeem op de grootte van de minimale afschrikkingsmacht als volgt grafisch worden weergegeven:



Het blijkt dus, dat de omvang van de strategische kernmacht kan *afnemen* naarmate de omvang van het ABM-systeem toeneemt. Echter, deze conclusie is *slechts dan* gerechtvaardigd wanneer de anti-raketwapens *uitsluitend* ter bescherming van het eigen strategische arsenaal worden opgesteld; wanneer het anti-raket-systeem voor bescherming van de bevolking moet dienen, veranderen de berekeningen ietwat omdat niet de first-strike wapens – die immers op de kernwapens van de aangevallene zijn gericht – worden onderschept, doch de *counter-value* wapens die door het eerste slachtoffer ter vergelding op de steden van de agressor worden afgevuurd. In dat geval (de afleiding slaan we over) is er nog sprake van wederzijds verzekerde vernietiging, als:

$$M * (1 - p) \mu^{*(1-q)} \left(\frac{k}{(1-p)^\mu} \right) \geq \gamma$$

aan deze ongelijkheid is te zien dat de omvang van de minimum-deterrent *exponentieel toeneemt* als functie van k . Een recht-toe-recht-aan berekening laat zien dat zulks ook het geval is (min of meer) wanneer de ABM-systemen zowel voor bescherming van het strategisch arsenaal als ook voor bescherming van de bevolking gebruikt zouden kunnen worden.

Het SALT-1 verdrag heeft dus vermoedelijk de kernwapenrace iets minder snel laten verlopen dan wellicht zonder dat verdrag het geval zou zijn geweest; men juiche echter niet te vroeg; strategen zijn inmiddels druk doende ontwerpen te brouwen voor *ballistic*

missile defense-systemen (BMD), met laser-kanonnen en andere straalwapens, die ervoor zouden moeten dienen aanvallende kernraketten – of die nu ter first strike of ter vergelding zijn afgevuurd – in aantal te reduceren tot één promille van het gelanceerde arsenaal.(9)

Realisering van een dergelijk BMD-systeem zou de eerste bezitter een first-strike capability verschaffen.

Horizontale proliferatie

Bij de inmiddels stopgezette bilaterale onderhandelingen te Genève was van Russische zijde regelmatig te horen dat in berekeningen ook de Franse en Engelse kernwapenarsenalen zouden moeten worden betrokken. Daarmee wordt min of meer gesteld, dat zelfs na een gecombineerde aanval van alle mogelijke vijanden voldoende strategische wapens intact moeten zijn gebleven ter vergelding. Vergelding, nu, tegenover al die agressoren.

Was het bij een twee partijen-stelsel nog zo dat wederzijdse vernietiging verzekerd zou zij als:

$$M \geq \frac{\gamma}{(1-p)^\mu}$$

in een n-partijen stelsel zou dat slechts gegarandeerd zijn wanneer:

$$M \geq \frac{(n-1) * \gamma}{(1-p)^{(n-1)*\mu}}$$

Een klein tabelletje maakt duidelijk hoe de kernwapenrace zou gaan verlopen, als zowel kernwapens als ook de MAD-ideologie gemeengoed onder meer staten zouden worden; in een tabelletje zijn de aanvallen weergegeven in geval $p = 1/2$, $\mu = 3$ en $\gamma = 100$:

n=	M ≥
2	800
3	12.800
4	153.600
5	1.600.000
6	17.000.000

Wanneer dus nog een paar landen supermachten-aspiraties krijgen – en de vraag is of het Non-Proliferatie Verdrag daar afdoende bescherming tegen biedt – hebben we binnen de kortste keren allemaal een raket in de achtertuin; als ze niet gebruikt worden, tenminste.

Literatuur

- (1) Caldicott, H., *Atoomwaanzin: wat u er zelf aan kunt doen*, Luyten, Amstelveen, 1982, p. 65.
- (2) Voor flink wat discussie-materiaal zie b.v.:
* *Met de koppen tegen elkaar*. (uitg. “de Volkskrant”).
* *Vechten voor de vrede*. (uitg. “Trouw”).
Hoe het allemaal echt in elkaar zit, leest u in *Te Beginnen in Nederland*, door Van der Beugel e.a., uitgegeven door Van Oorschot, Amsterdam, 1983.
- (3) Zie b.v.: Forsberg, R., *A Bilateral Nuclear-Weapon Freeze*, Scientific American, vol. 247, nr. 5, 1982, pag. 32-41.
- (4) Kupperman, R. en H. Smith, *On Achieving Stable Mutual Deterrence*, Journal of Cybernetics, vol. 1, nr. 3, 1972.
Some Computational Techniques and Theorems Concerning Mutual Deterrence Relationships, Journal of Cybernetics, vol. 1, nr. 4, 1972.
- (5) Zie b.v.: Wit, J., *Advances in Antisubmarine Warfare*, Scientific American, vol. 244, nr. 2, 1981, pag. 27-37.
- (6) Uit: The Harvard Nuclear Study Group: *Living with Nuclear Weapons*, Bantam, New York, 1983, pag. 156.
- (7) Zie het bij (6) vermelde boek.
- (8) Zie b.v.: Myrdal, A., *The Game of Disarmament*, Spokesman, Nottingham, 1980.
- (9) Gegevens ontleend aan Hans Friedeman: *De Wedloop naar de Eerste Slag*, de Volkskrant, 29-10-1983.