

FORUM

Coöperatie via een vriendelijke, wederkerige en duidelijke strategie

door R. DE BONDT* en K. KESTELOOT*

I. INLEIDING

Het maatschappelijk en economisch leven kent talrijke situaties waarin het gemeenschappelijk belang van een groep het best gediend wordt door coöperatie, door een samenwerken van de leden van de groep. De individuele belangen van de groepsleden kunnen dit samenwerken echter bemoeilijken of zelfs beletten: wat goed is voor de groep als een geheel is niet altijd of niet noodzakelijk ook het beste voor elk lid van de groep afzonderlijk. Divergenties tussen het particulier eigenbelang en het gemeenschappelijk groepsbelang zullen in het beste geval de duurzaamheid van de samenwerking ondermijnen en in het slechtste geval het tot stand komen van een coöperatief scenario beletten.

Allerhande mechanismen kunnen nochtans de mogelijke conflicten tussen eigen- en groepsbelang neutraliseren of althans beheersen. Zo kan een centraal gezag coöperatie uitlokken door het individueel gedrag te monitoreren en de voor de groep ongewenste afwijkingen te ontmoedigen, via b.v. een sanctionering. Ook kan de groep pogen, al dan niet met behulp van een centrale autoriteit, om de individuele belangen meer te integreren. Zo kunnen culturele patronen, b.v.,

* INCAP (INdustry and Company Analysis Program), D.T.E.W., K.U.Leuven.
De auteurs danken P. Van Cayseele voor zijn bemerkingen bij een vroegere versie.

stimuleren dat het individueel belang ook een positief gewicht geeft aan het belang van anderen waardoor coöperatief gedrag eveneens kan vergemakkelijkt worden. Mechanismen die een beroep doen op een centraal gezag en/of die pogen de individuele objectieven te wijzigen zijn echter aan duidelijke beperkingen onderworpen. Het monitoren van individueel gedrag, b.v., is veelal niet kosteloos en deze kosten kunnen de voordelen van groepswerking te niet doen.

Eenieder kent echter, ongetwijfeld, voorbeelden van individuen, groepen, ondernemingen, landen, die florissant lijken samen te werken zonder enige vorm van centraal gezag of altruïsme: m.a.w. individuele entiteiten gedreven door eigenbelang, werken samen zonder dat die coöperatie wordt afgedwongen door een centrale autoriteit. Het lijkt interessant te peilen naar de omstandigheden waarbij zulke vrije coöperatie kan ontstaan en zich ontwikkelen. Deze omstandigheden zijn ongetwijfeld niet universeel, maar misschien toch voldoende ruim om de aandacht te verdienen.

Dit blijkt althans uit het invloedrijke werk van Axelrod (1984). Experimentele evidentie en analyse suggereren dat vrije coöperatie kan ontstaan en gedijen tussen door eigenbelang gemotiveerde individuen die in hun interacties met andere individuen een vriendelijke, afstraffende, vergevende en duidelijke strategie volgen. Deze vriendelijke, wederkerige en duidelijke strategie presteert beter in interacties met andere strategieën dan b.v. de niet coöperatieve handelswijzen.

Axelrods meest essentiële bevindingen zullen besproken worden in de volgende bladzijden. Vooreerst wordt nader ingegaan op het conflict tussen eigen- en groepsbelang dat tot uiting komt in het zgn. prisoner's dilemma. Vervolgens wordt nagegaan hoe vrije coöperatie kan ontstaan en gedijen, waarna enkele implicaties en besluiten worden aangegeven.

II. PRISONER'S DILEMMA

Prisoner's dilemma situaties vertonen scherpe conflicten tussen de individuele en groepsrationaliteit. Het menselijk gedrag in deze situaties werd reeds extensief onderzocht door psychologen, sociologen, wiskundige speltheoretici, politicologen, economen en zelfs biologen, aangezien gelijkaardige conflicten zich ook in niet-menselijke levensvormen blijken voor te doen. Het dilemma is een nuttige

abstractie die toelaat de moeilijkheden en mogelijkheden tot coöperatief gedrag nader te analyseren.

Twee individuele entiteiten, vanaf hier “spelers” genoemd, dienen onafhankelijk van elkaar een coöperatieve of niet-coöperatieve (competitieve) actie te kiezen, aangeduid door respectievelijk *C* en *NC*. De “beloning” die elke speler zal ontvangen is niet alleen afhankelijk van de actie die hij zelf kiest, maar ook van de keuze van de andere speler. De spelers kennen de beloningsstructuur overeenkomstig de mogelijke acties, m.a.w. ze kennen de matrix van fig. 1.

FIGUUR 1
 “Prisoner’s dilemma” beloningsstructuur*
 speler 2

		speler 2	
		C	NC
speler 1	C	3 3	0 5
	NC	5 0	1 1

* De beloning voor speler 1 staat in de linkerbovenhoek van elke rechthoek, deze voor speler 2 in de rechterbenedenhoek.

Wanneer beide spelers *C* (coöperatief) spelen, ontvangen ze elk een beloning 3. Indien beiden *NC* (competitie) kiezen is de individuele beloning slechts 1. De speler die *NC* kiest, terwijl de andere speler *C* speelt, kan zijn beloning verhogen tot 5 ten koste van de andere die niets meer krijgt. De grootste totale beloning, zodus voor beide spelers tesamen, wordt bekomen bij coöperatie ($3 + 3 = 6$). De kleinste totale opbrengst resulteert bij competitie ($1 + 1 = 2$). Het “exploiteren” van de coöperatieve houding van één speler, verbetert wel de positie van de “valserik”, maar dit is ten koste van de totale beloning, die lager is dan ze zou zijn bij coöperatie van beide spelers ($5 + 0 < 3 + 3$). De beloningsmatrix kan opgevuld worden met andere (eventueel asymmetrische) waarden, op voorwaarde dat deze een gelijkaardige structuur vertonen.

Welk is nu de optimale strategie voor elke speler, gegeven – wat redelijk is – dat elke speler zijn individuele beloning tracht te maximaliseren? De spelers kiezen hun acties onafhankelijk van elkaar, d.w.z. dat wanneer ze hun keuze maken, ze *niet* weten wat de andere speler kiest. Indien speler één meent dat speler twee *C* zal spelen, dan pres-

teert hij best door *NC* te kiezen (5 i.p.v. 3). En indien speler één meent dat de tegenspeler *NC* zal kiezen, dan ook kiest hij best *NC* (1 i.p.v. 0). Een gelijkaardig argument gaat op voor speler twee. Zodus, elke speler gedreven door eigenbelang kiest best de competitieve actie *NC*, ongeacht wat de andere speler kiest! (*NC* is een *dominerende strategie*).

Ondanks de voordelen van coöperatie, zullen beide spelers verkiezen te concurreren. Noteer ook dat indien na keuze van *NC*, de spelers op de hoogte worden gebracht van de actie *NC* van de opponent, ze *niet* zullen zeggen: “had ik maar *C* gespeeld”. Inderdaad, gegeven dat de tegenspeler *NC* speelt heeft de speler er geen belang bij iets anders te spelen dan *NC*. *C* spelen zou in dit geval resulteren in exploitatie door de tegenspeler (0 i.p.v. 1). (*NC, NC* is een *Nash evenwicht*).

Mogelijk zullen de spelers wel stellen: “hadden we *beiden* maar *C* gekozen”. De competitieve acties *NC* resulteren immers in een “onredelijke” situatie (*NC, NC* is *niet Pareto efficiënt*). Het is mogelijk om de beloning van beide spelers te verbeteren door coöperatief i.p.v. competitief te spelen¹. Wat dienen de spelers nu te doen? Het is een dilemma: het *beste* doen wat je kan (*NC*) resulteert in een situatie die *slechter* is dan wat je zou kunnen bereiken door iets anders te doen (*C*)! Het dilemma reflecteert het verschil tussen individuele rationaliteit, die *NC* dicteert en groepsrationaliteit, die *C* als beste keuze impliceert.

Het bovenstaand scenario is een model van conflictsituaties in de realiteit. Belangrijk is te realiseren dat deze abstractie een aantal onderstellingen omvat:

- elke speler weet welke de andere spelers zijn, welke acties ze kunnen ondernemen en welke beloningsstructuur met het spel overeenkomt (*volledige kennis*);
- op het ogenblik van de keuze van de actie, weten de spelers *niet* wat de andere speler zal kiezen (*imperfecte informatie*);
- er zijn geen mechanismen voorhanden waarmee de spelers zich – al dan niet geloofwaardig – kunnen verbinden om een bepaalde actie te voeren;
- er zijn geen “derde” spelers in de omgeving;
- de spelers kunnen de beloningen niet wijzigen en het spel wordt slechts éénmaal gespeeld.

Naast deze kenmerken werden ook niet-essentiële vereenvoudigingen ingebouwd teneinde de uiteenzetting niet nodeloos te complice-

ren. Zo blijft de analyse van het prisoner's dilemma van toepassing wanneer:

- coöperatie van de spelers nadelig is voor derde spelers;
- de spelers niet optimaliseren, maar hun acties b.v. kiezen via gewoonten, vuistregels of instincten;
- de beloningen alleen een ordinale betekenis hebben of wanneer de spelers asymmetrisch beloond worden in al dan niet vergelijkbare eenheden.

De stilering van het prisoner's dilemma karakteriseert op een fascinerende wijze de fundamentele conflicten in een overvloed van situaties, b.v.:

- in het origineel model is het rationeel voor de gevangenen hun misdaad te bekennen alhoewel ze een lichtere straf zouden krijgen door niet te praten²;
- elk land kan voordeel halen uit het opdrijven van haar defensiebudget, ongeacht wat de andere landen doen. Maar hierdoor komen alle landen in een situatie die slechter is dan wanneer ze coöperatief zouden handelen en gezamenlijk de bewapening afbouwen. Het unilateraal afbouwen van de bewapening is, juist zoals unilateraal *NC* spelen, een actie die gemakkelijk exploiteerbaar is door de andere speler. Simultaan afbouwen is rationeel voor de groep, maar niet voor elk land afzonderlijk;
- alle landen die betrokken zijn in de internationale handel hebben enerzijds belang bij een gezamenlijke afbouw van de handelsbelemmeringen vermits dit (onder welbepaalde vrij ruime voorwaarden) de internationale handel en de globale welvaart van alle deelnemende landen maximaliseert. Anderzijds kan elk land afzonderlijk mogelijk voordeel halen uit (neo)protectionistische maatregelen, ongeacht wat andere landen doen, maar dit resulteert via de beperking van de vrijhandel in een situatie die slechter is dan wanneer deze handelsbelemmeringen niet zouden bestaan;
- in een oligopolistische bedrijfstak kan een gezamenlijk afbouwen van een overtollige productiecapaciteit, mogelijk de winstgevendheid in de bedrijfstak verbeteren. Maar elke onderneming zal veelal de eigen (winst)positie kunnen verbeteren door zich niet aan de overeengekomen reductie te houden en een hogere capaciteit en productie te behouden, ongeacht wat de anderen doen³. Maar indien alle ondernemingen deze individuele rationaliteit volgen

komt de bedrijfstak terug naar de competitieve toestand met lage winstgevendheid;

- politieke strekkingen of regio's kunnen mogelijk gezamenlijk voordeel halen uit een coöperatieve budgettaire discipline. Elke strekking of belang heeft er echter voordeel bij zijn aandeel in de besparing te minimaliseren, ongeacht wat de anderen doen. Maar indien alle politiek doeltreffende groepen hierin slagen, resulteert een slechtere budgettaire situatie dan bij coöperatie.

Hoe kan het dilemma worden opgelost? Of beter, hoe kan gegeven de prisoner's dilemma structuur van de beloningen, toch coöperatie tot stand komen? Het is duidelijk dat tenminste één van de hierboven aangegeven karakteristieken van het prisoner's dilemma scenario dient aangepast te worden. Gesteld dat de spelers blijven opereren met volledige kennis en imperfecte informatie zal een coöperatieve oplossing alleen compatibel zijn met individuele rationaliteit indien het spel "ergens" wordt gewijzigd. Mogelijk wordt het spel meerdere malen i.p.v. éénmaal gespeeld. Hierop wordt in een volgende paragraaf ingegaan. Ook kan verwacht worden dat de spelers zelf naar mechanismen zullen zoeken om aan het onredelijk evenwicht te ontsnappen.

Zo kunnen, b.v. de *objectieven* van de spelers (geheel of gedeeltelijk) *geïntegreerd* worden. Culturele patronen kunnen, b.v., altruïsme stimuleren in de mate dat het geluk van één individu niet alleen een positief gewicht geeft aan de eigen beloning, maar ook aan de welvaart van anderen. Ondernemingen, landen, politieke fracties kunnen "fusioneren". De beloningsstructuur van het prisoner's dilemma zal echter blijven prikkels geven om van deze integratiepatronen af te wijken.

Een meer duurzame coöperatie kan resulteren indien de spelers *bijkomende overeenkomsten* afsluiten, waardoor coöperatief handelen compatibel wordt met eigenbelang. Zo kan, b.v., de stabiliteit van een quota-overeenkomst in een oligopolie, mee gegarandeerd worden door overeen te komen dat bij overschrijding door één of meerdere "valsspelers" de andere "loyale" ondernemingen hun produktie zullen aanpassen, zodanig dat de overeengekomen marktaandelen behouden blijven (Osborne (1976)). Quota-overschrijding, d.i. competitief gedrag, is nu oninteressant op voorwaarde dat het bestaan en de grootte ervan voldoende snel gedetecteerd worden.⁴

Het is duidelijk dat een "derde" speler de individuele pogingen tot wijzigingen van het prisoner's dilemma kan vergemakkelijken en

ondersteunen. Zo kan deze de bijkomende overeenkomsten of de integratie van beloningen *suggereren*, mogelijk met een voldoende autoriteit. Ook kan de derde speler *bemiddelen* tussen de spelers bij het wijzigen van het spel. Tenslotte kan deze ook de acties van de spelers *reguleren*, d.i. monitoreren en sanctioneren om het gewenste (coöperatieve) evenwicht af te dwingen (Myerson (1985)). In een hiërarchische structuur kan een *centrale overheid* (met gezag over alle spelers) deze “opvoedende”, bemiddelende en regulerende functies uitoefenen.

Ongetwijfeld zal een regulator in een brede klasse van omstandigheden noodzakelijk zijn om de gewenste coöperatieve oplossing te garanderen. De noodzaak van een staatsgezag, b.v., is hiervan afgeleid. Aangezien een centraal gezag echter niet kosteloos opereert, lijkt het nuttig te peilen naar andere coöperatie-inducerende mechanismen.

III. COÖPERATIE VIA EEN “DIT VOOR DAT” STRATEGIE

In de realiteit zullen de individuele entiteiten veelal meerdere malen met elkaar in een prisoner's dilemma situatie terecht komen. Ze nemen m.a.w. deel aan een *herhaald* spel, waarbij in elke spelfase dient gekozen te worden tussen coöperatie en competitie (*C* en *NC*). Mogelijk is het precies aantal interacties in de toekomst niet gekend op voorhand. In andere scenario's kan het aantal fasen wel bekend zijn. Alle andere karakteristieken van het prisoner's dilemma kunnen behouden blijven, zodat, b.v., in elke fase de spelers beloond worden overeenkomstig de matrix van fig. 1. Bij het begin van elke spelperiode weten de spelers niet welke acties de tegenpartij in die periode en in de *toekomst* zal nemen, maar ondersteld wordt dat ze zich wel alle *vroegere* beslissingen van zichzelf en van hun opponenten herinneren.

Op het eerste zicht lijken de prikkels tot coöperatie in het herhaald spel nog even klein als in het éénmalig spel. Stel dat het spel tienmaal gespeeld wordt. De 10de keer is het zeker optimaal voor elke speler om *NC* te kiezen, omwille van de redenen uiteengezet in vorige paragraaf. In de 9de fase is er eveneens geen reden tot samenwerken, omdat de spelers het niet samenwerken in de 10de ronde al kunnen anticiperen en die 10de ronde dus geen enkele wijziging aan hun calculus in deze voorlaatste ronde zal aanbrengen. Dezelfde redenering kan worden toegepast voor de 8ste ronde, de 7de, enzovoort tot en

met de eerste keer. Het is voor alle spelers optimaal om 10 maal *NC* te spelen. (De redenering gaat niet meer op wanneer het spel een oneindig aantal keren zou gespeeld worden). Een merkwaardig toernooi suggereert echter een mogelijke uitweg.

A. *Het Axelrod toernooi*

Voor elk individu is het niet rationeel om coöperatief te spelen in een herhaald prisoner's dilemma. Toch zou coöperatief gedrag in alle spelfasen tot een hogere score leiden. Een speler weet echter niet welke strategie – dit is een sekwentie van keuzen – de andere speler zal volgen doorheen alle fasen. Welke strategie zal in een *herhaald* prisoner's dilemma spel tot de hoogste score leiden?

Tot voor enkele jaren was hierover weinig bekend, ondanks een literatuur gespreid over ongeveer dertig jaar. Axelrod (1984) kwam op de idee om een computertornooi te organiseren, waarbij strategieën tegenover elkaar geplaatst werden in een spel van 200 fasen met de beloningsmatrix van fig. 1. Wiskundigen, politicologen, psychologen, een socioloog en ook economen namen deel. Sommige van de deelnemende strategieën waren, zoals wellicht te verwachten was, zeer ingewikkeld omdat ze b.v. trachten de waarschijnlijkheid te schatten, op basis van de keuzen in het verleden, dat de opponent coöperatief zal spelen.

Het Axelrod toernooi werd echter gewonnen door een zeer eenvoudige strategie: "*dit voor dat (dvd)*", ingezonden door de psycholoog Anatol Rapoport. Het computerprogramma van "*dvd*" is amper 4 lijnen lang in Fortran. "*Dit voor dat*" speelt in de eerste fase altijd coöperatief. Daarna speelt ze in elke fase precies hetzelfde als de opponent in de vorige fase speelde. Speelde de opponent in fase één, b.v., *NC* dan speelt "*dvd*" in de tweede fase ook *NC*. Maar speelt de opponent, b.v., in de tweede fase *C* dan speelt "*dvd*" in de derde fase ook terug *C*.

"*Dvd*" is dus een strategie die:

- *vriendelijk* is: ze zal nooit als *eerste* niet coöperatief spelen;
- *afstraffend* is: indien de opponent *NC* speelt in een fase, zal "*dvd*" onmiddellijk in de volgende fase met dezelfde *NC* terugslaan;
- *vergevend* is: indien de opponent terug *C* speelt, zal "*dvd*" onmiddellijk alle eventuele vroegere *NC*'s van de opponent "*vergeven*" en in de volgende fase terug *C* spelen;

– *duidelijk* is: “dvd” is eenvoudig en gemakkelijk te begrijpen door de opponent, gezien de ingebouwde wederkerigheid.

“Dvd” won het toernooi *ondanks* het feit dat wanneer “dvd” speelt t.o.v. een andere strategie of zichzelf, het *nooit* deze *individuele* confrontaties wint! In het beste geval zal “dvd” gelijk spelen tegen opponenten en vaak zal het zelfs verliezen. Het prisoner’s dilemma is *geen* zero som spel, waarin de winst van de ene speler juist gelijk is aan het verlies van de andere (zoals b.v. in schaak). Het “verslaan” van de opponent door b.v. *NC* te spelen resulteert niet in de hoogst mogelijke score. *Globaal* gezien echter, presteert “dvd” het best aangezien het de hoogste *gemiddelde* score behaalt. Enige verduidelijking is wellicht gewenst.

Een *eerste* reden waarom “dvd” de hoogste gemiddelde score behaalt ligt in het *vriendelijk* karakter van de strategie: het zal nooit de eerste zijn om competitief te spelen. Een vriendelijke strategie zal gemiddeld gezien een hogere beloning behalen dan een vijandige strategie, die b.v. altijd *NC* speelt, op voorwaarde dat het aantal spelfasen voldoende groot is. Het toernooi liep over 200 fasen, zodat met de cijfers van fig. 1, “dvd” b.v. in confrontatie met een andere “dvd” speler en een “altijd *NC*” speler, een gemiddelde van 399,5 scoort. Inderdaad

	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	...	Totaal	
dvd	3	3	3	3	...	600	}
dvd	3	3	3	3	...	600	
	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	...		
	<i>C</i>	<i>NC</i>	<i>NC</i>	<i>NC</i>	...		
dvd	0	1	1	1	...	199	
altijd <i>NC</i>	5	1	1	1	...	204	
	<i>NC</i>	<i>NC</i>	<i>NC</i>	<i>NC</i>	...		

$(600 + 199)/2 = 399,5$

“Dvd” speelt gelijk tegen een andere “dvd” speler (600 tegen 600) en verliest tegen “altijd *NC*” (199 tegen 204). Toch doet “altijd *NC*” het gemiddeld slechter dan “dvd”, omdat het in confrontatie met een andere “altijd *NC*” speler gelijk speelt met een zeer lage score (200), terwijl de interactie met “dvd” wel gewonnen wordt maar door het wederkerig karakter van “dvd” ook resulteert in een lage beloning (204).

Altijd NC behaalt dientengevolge gemiddeld slechts 202:

	NC	NC	NC	NC	...	Totaal	
altijd NC	1	1	1	1	...	200	} (200 + 204)/2 = 202
altijd NC	1	1	1	1	...	200	
	NC	NC	NC	NC	...		
	NC	NC	NC	NC	...		
altijd NC	5	1	1	1	...	204	
dvd	0	1	1	1	...	199	
	C	NC	NC	NC	...		

“Dvd” werd in het toernooi ook geconfronteerd met andere strategieën. Sommige van de opponenten waren ook vriendelijk daar ze nooit als eerste *NC* spelen. Een *tweede* reden waarom “dvd” het toernooi won ligt in de superieure prestatie van “dvd” t.o.v. een aantal strategieën – de zgn. “king makers” – die zelf niet goed presteren, maar wel in hun interactie met de vriendelijke varianten bepalen welke de beste vriendelijke strategie is!

Beschouw b.v. de vriendelijke strategie ingezonden door de speltheoreticus *James W. Friedman* (niet te verwarren met de meer bekende naamgenoot *Milton Friedman*). De strategie van Friedman is: “begin met coöperatie en blijf coöperatief totdat, eventueel, de opponent competitief speelt. Speel van dan af *altijd* competitief”. Het is voldoende dat de opponent de vriendelijkheid éénmaal exploiteerde, opdat hij voor altijd met een niet coöperatieve actie zal geconfronteerd worden. “Dvd” tegenover deze Friedman strategie resulteert in coöperatie. Ook laten beide strategieën zich éénmaal “vangen” door “altijd *NC*” en spelen daarna *NC*. Gemiddeld gezien doen de vriendelijke scenario’s “dvd” en Friedman het dus even goed in confrontatie met elkaar en met b.v. de vijandige strategie “altijd *NC*”.

De vriendelijke strategieën kwamen echter ook in contact met meer gesofisticeerde en soms zeer ingenieuze strategieën, die b.v. eerst competitief spelen en pas naar coöperatie overgaan wanneer de tegen-speler coöperatief heeft gespeeld of scenario’s waarin getracht wordt occasioneel de opponent een “hak te zetten” door nu en dan eens *NC* te spelen. “Dvd” presteerde beter dan de andere vriendelijke strategieën t.o.v. deze meer gesofisticeerde scenario’s. De strategie van Friedman, b.v., is niet vergevend en maakt dus geen gebruik,

zoals “dvd” dit wel doet, van de bewegingen van de gesofisticeerde opponent naar coöperatie. Om al deze redenen won “dvd” dus het tornooi, zie Tabel 1.

TABEL 1
Resultaten van het Axelrod tornooi

Rang	Ingezonden door	Discipline	Lengte programma	Gemiddelde score
1	Anatol Rapoport (dit voor dat)	Psychologie	4	504,5
2	Nicholas Tideman & Paula Chieruzzi	Economie	41	500,4
3	Rudy Nydegger	Psychologie	23	485,5
4	Bernard Grofman	Politieke Wetensch.	8	481,9
5	Martin Shubik	Economie	16	480,7
6	William Stein & Amnon Rapoport	Wiskunde Psychologie	50	477,8
7	James W. Friedman	Economie	13	473,4
8	Morton Davis	Wiskunde	6	471,8
9	James Graaskamp		63	400,7
10	Leslie Downing	Psychologie	33	390,6
11	Scott Feld	Sociologie	6	327,6
12	Johann Joss	Wiskunde	5	304,4
13	Gordon Tullock	Economie	18	300,5
14	Anoniem		77	282,2
15	Lukrake strategie		5	276,3

Bron: Axelrod (1984)

De hoge gemiddelde score van “dvd” is het gevolg van het feit dat de eerste 8 inzendingen (zie tabel 1) vriendelijk waren en in interactie met “dvd” coöperatie en een score van $3 \times 200 = 600$ opleveren. Het is van belang nogmaals te beklemtonen dat de globale prestatie van “dvd” slechts tot stand komt bij een “voldoende” herhaling van de spelfasen. Met slechts twee spelfasen, b.v., zou “dvd” gemiddeld lager scoren t.o.v. “altijd NC” gegeven de beloningen van fig. 1 (3,5 t.o.v. 4).

In de realiteit kan het juist aantal interacties onbekend zijn, maar de superioriteit van “dvd” blijft bestaan op voorwaarde dat de waarschijnlijkheid dat er een volgende interactie zal plaatsvinden dus voldoende groot wordt ingeschat door de spelers. Axelrod organiseerde ook een tweede confrontatie, waarbij de deelnemers *vooraf* werden

ingelicht over de resultaten van het eerste toernooi. De deelnemers van het tweede toernooi wisten dus dat “dvd” de té kloppen strategie was! Ook werd het aantal fasen probabilistisch bepaald met gemiddeld 151 perioden. In totaal speelden nu niet minder dan 63 strategieën t.o.v. elkaar en, inderdaad, “dvd” won ook dit tweede toernooi!

B. De evolutie van coöperatie

Spelers die altijd “dvd” spelen, coöpereren met andere spelers die ook “dvd” toepassen. De samenwerkende “dvd” spelers zullen beter presteren (zoals in het toernooi) dan spelers met andere strategieën. Dit kan deze laatsten aanzetten om ook “dvd” te gaan spelen, waardoor na een zekere tijd het aandeel van de “dvd” en dus van de coöpererende spelers toeneemt. Eén en ander vraagt om een analyse van de *stabiliteit*, de *initiële leefbaarheid* en de *robuustheid* van coöperatie via een “dvd” strategie.

1. Stabiliteit

Een groep spelers die samenwerkt via een “dvd” strategie zal dit ongetwijfeld blijven doen, zolang het niet mogelijk is de verwachte beloningen te verhogen door een andere strategie te volgen tegenover de “dvd” collega’s. Reeds eerder werd beklemtoond dat coöperatie via “dvd” aan de spelers een hogere score zal opleveren dan b.v. “altijd *NC*” als, en alleen als, er voldoende toekomstige interacties zijn. In dit geval is er slechts een éénmalige winst door *NC* te spelen, en deze wordt in de toekomst geneutraliseerd door de afstraffing van “dvd”. De “dvd” spelers realiseren coöperatieve beloningen, die met een voldoende aantal fasen belangrijk genoeg zijn om de aanvankelijke winst van *NC* te elimineren.

Dit inzicht kan veralgemeend worden door aan te tonen dat “dvd” stabiel is t.o.v. een andere strategie, b.v. “altijd *NC*”, als en alleen als, de waarschijnlijkheid van de voortzetting van het spel voldoende groot is. De voldoende hoge probabilmiteit kan ook geïnterpreteerd worden als een voldoende kleine verdiscontering van de toekomstige beloningen. Coöperatie via “dvd” is dus *niet* stabiel, als en alleen als de probabilmiteit van toekomstige interacties voldoende *klein* is. Indien er b.v. geen toekomstige interacties zijn (en de waarschijnlijkheid van een volgende fase dus nul is) bevinden de spelers zich in een

éénmalig spel en is het altijd beter om competitief te spelen (zie vorige paragraaf).

“Dvd” is echter niet de enige mogelijke stabiele strategie. Zo is “altijd NC” ook een stabiele strategie. In een omgeving van competitieve “altijd NC” spelers zal één “dvd” speler slechter presteren dan de “altijd NC” individuen, vermits “dvd” zich éénmaal laat vangen door vriendelijk te zijn. Hoe kan coöperatie via “dvd” in zo’n “vijandige” omgeving tot stand komen?

2. Initiële leefbaarheid

Een strategie is initieel leefbaar indien ze “voet aan de grond krijgt” in een omgeving van spelers die een andere strategie volgen. Indien één speler “dvd” speelt in de “vijandige” omgeving van NC spelers, is hij (of zij) zeker gezien wegens zijn (of haar) vriendelijkheid. Deze speler zal een lagere beloning bekomen dan al de andere. De reden is dat de vriendelijke speler met niemand in contact komt die ook vriendelijk is, zodat de coöperatieve beloningen niet kunnen gerealiseerd worden.

Dit inzicht suggereert de oplossing. Stel dat een kleine *groep* van spelers “dvd” speelt in interactie met elkaar en met de andere vijandige “altijd NC” spelers. De “dvd” spelers zullen nog steeds verliezen tegen de “altijd NC” spelers tengevolge van hun vriendelijkheid, maar in interactie met de andere “dvd” spelers van de kleine cluster, zullen ze de hoge coöperatieve beloningen realiseren. Er kan worden aangetoond dat de kleine groep geen al te grote omvang dient te hebben, relatief tegenover de omvang van de totale groep van spelers, opdat de spelers van de cluster door hun coöperatie via “dvd” een grotere beloning zullen realiseren dan de vijandige “altijd NC” spelers. Een kleine *groep* van samenwerkende “dvd” spelers kan dus gemakkelijk beginnen te floreren in een vijandige omgeving.

3. Robuustheid

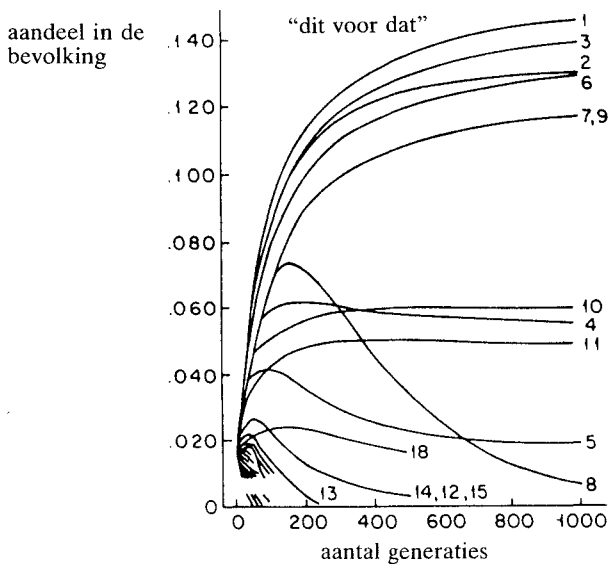
Robuustheid betekent dat een strategie kan groeien in een omgeving waarin ook nog andere strategieën voorkomen. Zal, b.v., de kleine groep van “dvd” spelers aan belang winnen in de bevolking van spelers naargelang de tijd vordert? Of zullen ze verdwijnen? Zijn de vriendelijke “dvd” spelers ook de “fittest”?

Axelrod simuleerde de ecologische evolutie van 63 prisoner’s

dilemma strategieën, waaronder “dvd”. De succesvolle strategieën met hoge gemiddelde beloningen kregen hierbij een steeds groter wordend aandeel in de bevolking van spelers, precies in verhouding tot hun prestatie. Dit heeft voor gevolg dat de betere strategieën meer en meer in contact komen met andere hoog scorende alternatieven. Eén van de meer vijandige relatief goed presterende strategieën won aanvankelijk aan belang in de bevolking, maar naarmate de slechtere scenario's verdwenen, hadden deze spelers ook geen tegenspelers meer die ze konden exploiteren en na een zekere tijd daalde het belang ervan drastisch.

Van in het begin tot op het einde van de simulatie had “dvd” het belangrijkste aandeel in de bevolking en dit aandeel nam ook voortdurend toe. Op het einde van het experiment groeide het nog sneller in belang dan elke andere strategie, zie fig. 2.

FIGUUR 2
Resultaten van een ecologisch experiment (1000 generaties)*



* De cijfers geven de plaats weer in het tweede Axelrod tornooi.
Bron: Axelrod (1984).

4. Besluit

Bovenstaande analyse toont aan dat de evolutie naar coöperatie als volgt kan verlopen. Een kleine groep van spelers realiseert zich, om

welke redenen ook, dat coöperatie via “dvd” voordeel kan opleveren en hun positie zal versterken relatief tegenover de andere spelers, zelfs indien die anderen altijd competitief spelen. Het demonstratie-effect van deze kleine groep kan tot een florissante aangroei van de “dvd” spelers en dus van coöperatie leiden. De groep van samenwerkende spelers is ook beschermd tegen het afhaken van spelers of invasie van anderen die b.v. competitief spelen, op voorwaarde dat de toekomst voldoende belang heeft voor alle spelers. In dit scenario evolueren de spelers naar coöperatie op basis van hun puur eigenbelang. Er is *geen* centraal gezag, *geen* medelevendheid en er worden *geen* bijkomende acties genomen of overeenkomsten afgesloten.

IV. IMPLICATIES VOOR HET BEVORDEREN VAN COÖPERATIE

Coöperatie bij herhaalde prisoner’s dilemma confrontaties kan dus tot stand komen en stand houden, doordat de spelers de eenvoudige “dvd” strategie volgen. Vrije coöperatie kan via het “dvd” mechanisme voorkomen in de meest, op het eerste gezicht, onmogelijke omstandigheden.

In wereldoorlog I, b.v., ontstond er in de loopgraven een situatie van *“leven en laten leven”*. De vijandige troepen die elkaar dienden te bevechten, hadden geleerd hoe ze tot een coöperatieve situatie konden komen, door “dvd” te spelen. Geleidelijk aan ontwikkelde zich aan het front een “dvd” cultuur. B.v. ter gelegenheid van troepenwisselingen of maaltijden was er aan beide zijden een staakt het vuren. Deze coöperatieve toestand werd vlug herkend als “beter” en werd bewaard door ze niet als eerste te doorbreken. Wanneer er per ongeluk toch een schot naar de vijand ging, werd alle moeite gedaan om de vijand te overtuigen dat het om een vergissing ging (via b.v. witte vlaggen). Er werd aan de vijand echter ook duidelijk gemaakt dat een afstraffing op elk ogenblik kon plaatsvinden: er werd op niet relevante doelwitten gemikt zodat de paraatheid geen twijfel overliet. De soldaten wisten dat de toekomstige interacties met elkaar voldoende waarschijnlijk waren (het einde van de oorlog was niet voor “morgen”) en deze coöperatie was dan ook stabiel. Het opvoeren van de rotatiesnelheid van de troepen kon de coöperatie moeilijk ondermijnen omdat de soldaten de “leven en laten leven” filosofie – m.a.w. de “dvd” strategie – doorgaven aan de opeenvolgende eenhe-

den. Uiteindelijk werd het systeem doorbroken door de soldaten direkte, vaak *éénmalige* raids te laten uitvoeren. Dit bracht ze terug in een éénmalig prisoner's dilemma waarin vechten individueel rationeel was.

Coöperatie tussen ondernemingen in een oligopolie, tussen landen die internationale handel drijven, tussen regio's, politieke fracties en tussen individuen kan dus gedijen via "dvd" strategieën, ondanks het feit dat de partijen alleen hun eigenbelang nastreven en elke confrontatie een prisoner's dilemma is. Vanzelfsprekend wordt coöperatie en "dvd" niet altijd waargenomen. Dit is niet verwonderlijk, omdat de conflictomstandigheden kunnen verschillen van het eerder omschreven prisoner's dilemma scenario. Niet zelden zal, b.v. de kennis onvolledig zijn, omdat b.v. niet alle spelers of niet alle acties die de spelers kunnen ondernemen gekend zijn. Optimale (evenwichts)strategieën kunnen zeer gevoelig zijn aan de informatiestructuur van het spel en of "dvd" ook in bredere situaties zijn toch wel merkwaardige eigenschappen bewaart, is vooralsnog onduidelijk.

In nog andere scenario's kunnen b.v. de opbrengsten in de toekomst groter zijn wanneer vroegere confrontaties gewonnen worden. In deze omstandigheden is winnen of dominantie, eerder dan coöperatie belangrijk, en zullen andere strategieën dan "dvd" aangewezen zijn. Zo observeerde de vader van de positieve politieke theorie van de overheid, Niccolò Machiavelli, geen wederkerigheid bij succesvolle heersers. "En wie meent dat machtige personen oude beledigingen vergeten doordat ze nieuwe weldaden ontvangen, vergist zich" (1976, p. 95). De "heerser" tracht zijn dominantie op te bouwen en te bewaren en speelt dus een ander "spel" dan het eerder omschreven herhaald prisoner's dilemma.

De situaties die voldoende dicht benaderd worden door het omschreven prisoner's dilemma blijven echter zeer talrijk. In deze omstandigheden kan een evolutie naar coöperatie zonder centraal gezag gestimuleerd worden via de volgende accenten.

A. *Hoog scoren, niet vergelijken!*

Een vertrouwen in de "dvd" strategie vraagt vooreerst om een correct inzicht in het conflict tussen individueel en groepsbelang. In het prisoner's dilemma is wat de ene wint, niet gelijk aan wat de andere verliest. Proberen om beter te presteren dan de opponent is een slechte inspiratiebron. Zoals de "dvd" analyse aantoont, kan de totale belo-

ning immers verhoogd worden door individuele confrontaties niet te winnen! Het vergelijken van de beloning met die van de opponent, stimuleert het competitief *NC* spelen, waardoor misschien – b.v. tegen vriendelijke spelers – kan gewonnen worden. Maar in herhaalde interacties met wederkerige strategieën zullen lage beloningen resulteren.

Spelers doen er goed aan hun prestaties *niet* te vergelijken met die van de opponent. De uitdaging bestaat erin om een hoge beloning te behalen, niet om de tegenstrever te verslaan. Experimenten tonen aan dat onervaren spelers veel moeite hebben om deze idee te assimileren. Ze geven toe aan de ingebouwde neiging om hun prestaties relatief t.o.v. een norm, in dit geval de beloning van de opponent, te evalueren.

Ook dient het mechanisme van de “dvd” strategie goed begrepen te worden. Essentieel is om nooit als eerste competitief te spelen, wederkerigheid toe te passen en niet proberen hiervan af te wijken door “slim” of ingewikkeld te werk te gaan!

B. *Waarschijnlijkheid van toekomstige interacties opdrijven*

Het belang van een voldoende waarschijnlijke herhaling van het spel voor de stabiliteit van coöperatie via “dvd” werd reeds beklemtoond. Deze idee wordt dikwijls toegepast. In onderhandelingen, b.v. zullen de partijen vaak een groot complex probleem in kleine stukjes opsplitsen. Van een éénmalig prisoner’s dilemma spel, komt men in een herhaald spel en kan “dvd” gespeeld worden.

In het economisch leven is de continuïteit van interacties vaak, maar niet altijd een gegeven. Waar ze wel voorkomt, zal, overige omstandigheden gelijkblijvend, coöperatie stabiel zijn. Indien bepaalde subjecten (cfr. b.v. bepaalde olieproducerende landen met beperkte reserves) een korte tijdshorizon hebben, zullen zij minder geneigd zijn de “dvd” strategie te spelen en wordt coöperatie moeilijker. (Een toepassing op het regionaliseringsdebat in België is te vinden bij De Bondt en Van Cayseele (1983, pp. 357-358)).

Coöperatie tussen niet menselijke levende wezens is blijkbaar ook meer frekwent bij voldoende toekomstige interacties. Zo kunnen bepaalde vormen van symbiose omslaan in parasitisme (*C* in *NC*), indien de waarschijnlijkheid van verdere interacties klein wordt. Zo kan b.v. een parasiet die normaal voorkomt op het menselijk huidoppervlak (b.v. *candida albicans*) gevaarlijk worden voor oude of zieke mensen. Bepaalde bacteriën die in de darmen leven, zijn daar schadeloos of zelfs voordelig zolang de darmen gezond zijn. Indien darm-

perforatie optreedt, kunnen deze bacteriën infecties veroorzaken. Nabij kustgebieden, bij riffen, leven er kleine vissen die de parasieten weghalen van het lichaam en uit de mond van de grote vissen, alhoewel zij het gevaar lopen opgevreten te worden door die kanjers. Dit fenomeen blijkt niet voor te komen in open zee, wellicht omdat daar de waarschijnlijkheid van toekomstige interacties te klein is.

C. Bevorderen van de herkenningcapaciteit

“Dvd” spelen is onmogelijk zonder dat elke speler de andere spelers kent en zich herinnert welke acties ze ondernamen. Een deel van het menselijk brein is speciaal ontwikkeld voor deze herkenningfunctie. Waar de herkenningcapaciteiten beperkt zijn bij levende wezens, b.v. bacteriën, blijken de spelers de interacties te beperken tot één tegenspeler zodat er geen misverstand over de origine van de vijandige of vriendelijke actie mogelijk is.

Indien het observeren van acties van de tegenpartij problematisch is kan de “dvd” strategie niet werken. Vandaar dat kartels die het probleem van detectie van valspelers niet kunnen oplossen, slechts een kort leven hebben. “Dvd” spelen bij het afbouwen van de bewapening wordt om dezelfde reden bemoeilijkt door de beperkte mogelijkheden van verificatie.

D. Clusters van coöperatie en altruïsme

Coöperatie kan tot stand komen en gedijen in competitieve omgevingen, doordat één of meerdere kleine groepen “dvd” spelen onder elkaar en in interactie met anderen. Maar hoe kan “dvd” tot stand komen binnen deze kleine groepen? Culturele patronen met zekere vormen van altruïsme kunnen de aanvankelijke, noodzakelijke vriendelijkheid stimuleren. In de praktijk kunnen allerhande sociologische eenheden zoals de familie en verenigingen de taak van coöperatieve clusters vervullen.

Er is echter meer. Eén van de onaantrekkelijke aspecten van “dvd” is het oog om oog, tand om tand karakter. Indien “dvd” spelers om één of andere reden competitief ageren, resulteert een eindeloze sekwentie van competitief gedrag. Hoe kan dit doorbroken worden?

Een centraal gezag kan de spelers terug op de “goede” weg zetten, door b.v. een nieuwe ronde van coöperatie af te dwingen, waarna “dvd” terug de vrije coöperatie zal ondersteunen. Altruïsme en coöperatieve clusters kunnen evenzeer helpen deze competitieve ketting te doorbreken. Ook is het mogelijk dat de spelers kunnen overtuigd

worden, door b.v. externe gebeurtenissen of derde spelers, dat het oude herhaalde spel is afgelopen en een *nieuw* herhaald spel aanvangt. In dit nieuwe spel zal “dvd” terug met coöperatie gepaard gaan, gezien het vriendelijk karakter.

V. BESLUIT

Prisoner's dilemma situaties vertonen scherpe conflicten tussen individueel en groepsbelang. Alhoewel coöperatie tot de hoogste gezamenlijke beloning leidt, heeft elk individu in een geïsoleerde confrontatie er belang bij *niet* samen te werken, ongeacht wat de anderen doen. Wanneer de confrontaties zich met een voldoende waarschijnlijkheid herhalen, blijkt een eenvoudige “dit voor dat” strategie beter te presteren dan andere. De “dvd” strategie is vriendelijk, vermits ze nooit als eerste niet-competitief ageert. Bovendien is ze wederkerig en eenvoudig.

Coöperatie kan ontstaan en gedijen, ondanks het eigenbelang, zelfs in aanvankelijk competitieve omgevingen. Zo is het voldoende dat een kleine groep individuen zich de superioriteit van “dvd” realiseert en deze strategie gaat toepassen in interacties binnen de groep en met de omgeving. Deze kleine cluster zal vlug superieur presteren en het demonstratie-effect kan de omgeving aanzetten tot het volgen van een “dvd” handelswijze. Gegeven dat de waarschijnlijkheid van toekomstige interacties voldoende groot is, is de groep van “dvd” spelers beschermd tegen het afhaken van spelers en de invasie van andere strategieën. De spelers kunnen beter presteren door zich aan “dvd” te houden en te blijven samenwerken. De spelers evolueren dus naar coöperatie via “dvd” op basis van hun puur eigenbelang, zonder tussenkomst van een centraal gezag en zonder (andere) wijzigingen van de spelsituatie.

Dat wederkerigheid het maatschappelijk en economisch leven vlotter doet verlopen, weet wellicht iedereen. Merkwaardig is ongetwijfeld dat de vriendelijke, wederkerige en duidelijke “dit voor dat” strategie, ondanks het feit dat het confrontaties met andere handelswijzen nooit wint, toch superieure beloningen garandeert in omgevingen waar ook anderen deze strategie toepassen. Bovendien genereert en ondersteunt de strategie vrije coöperatie tussen door eigenbelang gedreven individuen. Wanneer prisoner's dilemma confrontaties zich herhalen zijn de “fittest” niet de gesofisticeerde, ingenieuze of competitieve spelers, maar de spelers die samenwerken via de simpele, wederkerige en vriendelijke “dit voor dat” handelswijze.

NOTEN

1. Voor Pareto-inefficiëntie is het voldoende dat de beloning van één speler kan verhoogd worden, zonder die van de andere speler te verlagen.
2. In het oorspronkelijk prisoner's dilemma scenario zijn de spelers gevangenen. Het bewijsmateriaal is echter tamelijk zwak en heeft b.v. alleen betrekking op bepaalde omstandigheden. Indien de gevangenen niet praten, of meer concreet, niet bekennen, krijgen ze een lichte straf (b.v. voorarrest) van elk 2 jaar. Indien één van de gevangenen bekent zullen vlug bijkomende bewijzen gevonden worden. Teneinde bekennen te stimuleren stellen de autoriteiten bij het begin van de ondervraging dat indien één gevangene bekent en de andere dit niet doet, deze laatste een zware straf, b.v. 25 jaar te wachten staat en diegene die praat slechts 1 jaar. Indien beide bekennen, krijgen ze elk 15 jaar. De strafstructuur is dus de volgende

		gevangene 2	
		C (niet bekennen)	NC (bekennen)
gevangene 1	C (niet bekennen)	2 2	25 1
	NC (bekennen)	1 25	15 15

Gegeven dat de gevangenen onafhankelijk van elkaar kiezen en trachten hun straf te minimaliseren, is hun *beste* strategie NC, *bekennen*! Maar dit resulteert in elk 15 jaar terwijl zwijgen "slechts" 2 jaar zou meebrengen. Vandaar het dilemma: wat moeten de gevangenen nu doen?

3. Gelijkaardige vrijbuitersproblemen kunnen ook onderkend worden i.v.m. de productie van zgn. collectieve goederen. Zie ook Kindleberger (1986).
4. Ook andere contracten kunnen bijdragen tot het wijzigen van de beloningsmatrix en het stimuleren van coöperatie. "Meeting competition" en "most favoured customer" clausules afgesloten met klanten, b.v. kunnen deze functie vervullen, zie Salop (1986).

REFERENTIES

- Axelrod, R., 1984, *The evolution of cooperation*, (Basic Books, New York).
- De Bondt, R. en Van Cayseele, P., 1983, Regionalisering en de dynamiek in de oriëntatie van het industriebeleid, *Tijdschrift voor Economie en Management* 28, 337-370.
- Kindleberger, C., 1986, International public goods without international government, *American Economic Review* 76, 1-13.
- Machiavelli, N., 1976, *De Heerser* (vertaling F. van Dooren, Athenaeum, Pollak en Van Gennep, Amsterdam).
- Myerson, R., 1985, An introduction to game theory, Discussion paper 623, Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science, Northwestern University.
- Osborne, D.K., 1976, Cartel problems, *American Economic Review* 66, 835-844.
- Salop, S.C., 1986, Practices that (credibly) facilitate oligopoly coordination, in Stiglitz, J.E. and Mathewson, G.F. eds., *New developments in the analysis of market structure*, (M.I.T. Press, Cambridge), 265-294.