INGOLF STÅHL

Vem tjänar på spelteorin?

Spelteorin, med tonvikt på den icke-kooperativa varianten, med Nashjämviktspunkten som central byggsten, har rönt stort akademiskt intresse och belönades med Nobelpriset 1994. I denna artikel diskuteras denna teoris betydelse för beslutsfattande i företag. Ingolf Ståhl anser att teorin har haft liten betydelse vad gäller praktiskt handlande och undersöker anledningarna till detta. På grundval av ett antal experiment med studenter på Handelshögskolan, som fått instruktion om teorin, konstateras att de flesta inte ville bete sig enligt denna spelteoris mycket krävande antagande om korrekta förväntningar.

I Ekonomisk Debatt nr 1.1988 ges ett referat av en debatt i Nationalekonomiska Föreningen med anknytning till spelteori. I denna debatt fick jag frågan om möjligheterna att tjäna pengar som konsult inom spelteoriområdet. Är det så att företag efterfrågar spelteoretiska modeller för att ha som grundval för sina beslut, t ex rörande sin marknadsföring eller rörande förhandlingar med andra företag eller med fackföreningar. Jag noterade då, att jag, tyvärr, 15 år efter min då internationellt kända bok *Bargaining Theory*, ännu inte hade kunnat tjäna ett enda öre som konsult inom spelteori.

Jag har nu fått motsvarande fråga av denna tidskrifts redaktörer. Det kan därför vara på sin plats att i en artikel diskutera det praktiska företagsekonomiska värdet av spelteorin. Denna teori har under de senaste 10–15 åren lett till allt mera akademiska studier på detta område. Nobelpriset i ekonomi[1] utdelades också till tre forskare inom detta område 1994. Mot denna bakgrund är det naturligt att fråga om spelteori har efterfrågats, eller kommer att efterfrågas, av företag som en operationsanalytisk metod, på liknande sätt som gäller linjär programmering och simulering.

INGOLF STÅHL är professor i företagsekonomi vid Handelshögskolan i Stockholm. Han har forskat i spelteori (speciellt förhandlingsteori), experimentella spel, Operational Gaming och simulering.

Några personliga erfarenheter

Först några personliga erfarenheter. Jag vill först nämna att vad gäller den speciella gren av spelteorin, där min främsta teoretiska insats legat, förhandlingsteorin med den s k Rubinstein-Ståhl-modellen (se nedan), är min erfarenhet av dess applicerbarhet entydigt negativ. Jag har varit involverad i åtminstone fyra förhandlingar om belopp över 1 Mkr och jag har vid dessa tillfällen funderat om förhandlingsteorin skulle kunna ge någon vägledning. Så var ej fallet. Jag försökte även, just när min avhandling *Bargaining Theory* var klar, att applicera den på de då pågående löneförhandlingarna. SAFs chefsekonom kunde ganska enkelt ta mig ur villfarelsen att min

[1] Sveriges Riksbanks pris i ''ekonomisk vetenskap'' till Alfred Nobels minne.

teori var applicerbar på denna typ av förhandlingar. Jag kan vidare konstatera att mina kunskaper inom spelteori inte någon gång under perioden 1972−1996 varit efterfrågade av något företag. Däremot har mina kunskaper om företagsspel (främst i utbildningssyfte) och i simulering varit starkt efterfrågade, i både Sverige och utlandet.

Spelteoretiska applikationer i litteraturen

Jag har vidare letat i litteraturen efter exempel på att spelteori använts som en typ av operationsanalytisk metod inom företag. Jag prenumererar t ex på *Interfaces*, en tidskrift som specialiserat sig på presentationer av den praktiska användningen av operationsanalytiska metoder. Jag har även utfrågat ett antal kända spelteoretiker om exempel på att företag i sitt beslutsfattande verkligen använt sig av spelteori. Jag har även letat en del efter exempel på sådana praktiska applikationer av spelteori inom den spelteoretiska standardlitteraturen.

Utan att ha haft tid till en fullständig genomgång vill jag hävda, tills dess att någon påvisar motsatsen, att, med undantag för ett enda område, finns det ytterst få belägg för att man i företag eller organisationer har fattat beslut på grundval av spelteori och besluten blivit väsentligt annorlunda än om man inte haft tillgång till sådan teori.

Det enda undantaget vad avser spelteori gäller användningen av s k kooperativ spelteori, speciellt det s k Shapley-värdet inom kostnadsfördelningssammanhang. Detta gäller dock inte den gren av spelteorin, som nu är den uppmärksammade grenen, icke-kooperativ spelteori, baserad framför allt på den s k Nashjämviktsteorin. Det var denna gren som belönades med Nobelpriset 1994. Det skall framhållas att även den nämnda Rubinstein-Ståhl-modellen är en del av den icke-kooperativa spelteorin, då den baseras på Seltens prisbelönade ”refinement” av Nashjämviktspunkten.

När jag nedan talar om spelteori, vill jag med detta inskränka mig till denna prisbelönade typ av icke-kooperativ spelteori, baserad på spelteoretisk rationalitet som leder till Nashlösningar. Jag kommer därmed att utesluta inte bara kooperativ spelteori utan även en del annorlunda, men dock stringenta, teorier för spelbeteende i situationer, som normalt behandlas i Nashtermer. Det gäller teorier som främst baserar sig på andra antaganden om parternas beteende än de som preciseras nedan, bl a sådana teorier som tillåter olika typer av inlärning. Det är dock mitt intryck att den helt övervägande delen av dem, som anser sig syssla med spelteori, ägnar sig åt den snävare typ av spelteori som jag behandlar i denna artikel.

Det skall framhållas, att det finns ett stort antal exempel i den spelteoretiska litteraturen, kallade ”applikationer”, där den spelteoretiske författaren ger en spelteoretisk lösning på en mer eller mindre verklighetsförankrad situation. Det avgörande är dock, att det här inte gäller i praktiken genomförd användning. Ej heller vill jag betrakta redogörelser för hur beslutsfattare fattat beslut i konkurrenssituationer utan någon användning av spelteori och där inget indikerar att beslutet lett till en Nashlösning för en applikation av denna teori. Jag utesluter således vad Shubik [1987] kallar ”conversational game theory”[2].

Ovanstående brist på applikationer skall kontrasteras med ett antal andra metoder som t ex LP, simulering och optionsteori. Man kan i litteraturen lätt hitta mängder av exempel på beslut, som fattats på grundval av dessa metoder, och som i frånvaro av dessa metoder skulle blivit väsentligt annorlunda och mindre lönsamma. Det skall också nämnas att jag lagt ned ungefär lika

[2] Som ett exempel på detta kan nämnas Branderburger & Nalebuff [1995].

mycket arbete på att leta efter motsvarande praktiska användning i företag av s k Operational Gaming. Detta avser spelandet av företagsspel i planeringssyfte, t ex för att lista ut konkurrenternas svar på företagets egna strategier (se Ståhl [1983 och 1988]). Även om denna metods praktiska användning är begränsad, anser jag mig dock ha funnit fler exempel på praktisk användning av Operational Gaming än av spelteori.

Varför vill företagen ej använda den icke-kooperativa spelteorin?

Mot bakgrund av ovanstående uppkommer frågan, varför företag ej vill använda sig av denna icke-kooperativa Nashska spelteori, som ju fått den högsta graden av akademiskt erkännande, nobelpriset. Beror detta enbart på okunskap hos företagen eller kan det bero på andra faktorer? Den hypotes som jag här vill framföra är att det inte beror på bristande kunskap hos beslutsfattarna, utan att de, även om de vore totalt informerade om spelteorin, inte skulle *vilja* besluta på grundval av denna.

Detta motstånd beror, enligt min mening, i stället på två huvudtyper av invändningar mot spelteorin, nämligen invändningar mot de två huvudtyperna av antaganden, som används i spelteorin. 1. De *institutionella antagandena* bakom spelteorin är inte relevanta för den aktuella beslutssituationen. 2. Beslutsfattarna vill inte bete sig i enlighet med de *beteendeantaganden* som spelteorin har.

Distinktionen mellan de institutionella antagandena och beteendeantagandena är fundamental, men måste kanske förklaras. Det enklaste sättet att förklara distinktionen är utgå ifrån ett sällskapsspel, t ex Monopol, eller ett företagsspel. De institutionella antagandena avser spelreglerna, inkl spelplanen, d v s faktorer såsom hur många spelare det finns, vilka drag som är tillåtna, vad vinsten är vid olika drag från spelarnas sida, hur länge spelet pågår, o s v. I ett experimentellt spel är de institutionella antagandena allt det som experimentledaren har fullständig kontroll över[3].

Beteendeantagandena avser hur spelarna beter sig. I sällskapsspelet eller spelexperimentet bestämmer spelarna själva detta. I spelteorin försöker man formulera antaganden eller axiom för hur en ”rationell” spelare skall bete sig.

De institutionella antagandenas bristande relevans

De institutionella antagandenas bristande relevans gäller främst antagandena om antalet spelare, den tillgängliga informationen, antalet tänkbara alternativ och den tid som spelet kan pågå. Den större delen av spelteorin, åtminstone som presenterad i standardlitteraturen, utgår ifrån mycket få, oftast endast två, spelare, att parterna har komplett information om allting, att antalet alternativ antingen är mycket litet eller oändligt stort och att spelet antingen pågår blott en enda gång eller kan pågå oändligt länge. Dessa extrema antaganden görs för att man med hjälp av matematisk analys på enkelt sätt skall kunna räkna fram en lösning.

Det skall dock framhållas att det ofta är möjligt, inte minst genom att gå över till numerisk analys på dator, att göra de institutionella antagandena mycket mera komplexa och realistiska. Många spelteoretiker med matematisk böjelse vill dock hålla sig kvar vid enkla modeller, som tillåter lösningen att bestämmas med matematisk analys, bl a då detta är mera elegant och i linje med matematiska traditioner. Bortsett från övergång till antaganden om inkomplett information i enlighet med Harsanyis belönade teori, så förefaller intresset för mera realistiska modeller förvå-

[3] I en spelteoretisk beskrivning av ett spel i extensiv form ligger de institutionella antagandena främst i spelträdets form, tilldelningen av spelarna till olika noder, tilldelningen av payoffs till olika slutnoder och fördelningen av noderna på olika informationsmängder.

nansvärt ringa. Detta torde vara en faktor bakom många spelmodellers begränsade relevans.

Speciellt antagandena om att ett spel, t ex en förhandling, kan pågå under *oändligt* lång tid, eller att en summa eller en paj kan delas upp i *oändligt* många delar, minskar teoriernas relevans, om man kan visa att man genom att anta att om förhandlingen helt säkert är slut efter ett visserligen mycket stort, men dock *ändligt*, antal år eller att en summa kan delas upp i ett mycket stort, men dock *ändligt*, antal delar, kan få en *totalt annorlunda* lösning.

Jag kan exemplifiera detta med Rubinsteins och min förhandlingsteori. De grundläggande beteendeantagandena samt antagandena om budgivningssättet är desamma för båda teorierna. Rubinstein förutsätter dock att en summa kan delas i oändligt många delar och att förhandlingen kan pågå oändligt länge. Om så är fallet och t ex den ene av de två förhandlande parterna har 10 procent årlig ränta och den andre har 20 procent ränta och de bjuder i varannan period, varvid varje period är av samma mycket korta längd, kommer den med 10 procent ränta att få 2/3 av det belopp som skall delas på. Detta kan, baserat på Rubinstein [1992], med stor elegans visas på en sida.

Med min mer generella, men mer komplicerade, teori (Ståhl [1972 och 1994]) kan det dock visas att så fort som summan inte kan delas i oändligt många delar, utan t ex ”bara” 2 miljoner delar (1 Mkr delas upp i 50-öringar) och förhandlingen inte pågår oändligt länge, utan t ex är slut inom senast 1000 år, så är ett stort antal helt annorlunda lösningar möjliga. Blott vid ett mycket snävt antagande om periodlängd, nämligen att varje period är 236.5 sekunder lång, kommer lösningen i detta fall att överensstämma med Rubinsteins. Om vi däremot antar en något kortare periodlängd, om högst 157 sekunder, och ett ojämnt antal perioder, får den av parterna som bjuder först praktiskt taget hela miljonen. Denna bristande ”robusthet” i Rubinstein-Ståhl-modellen torde, eller borde, vara tillräcklig för att avskräcka från praktisk användning. Problemet med att ”oändlighets”-antaganden inte ger en approximation av resultatet vid mycket stora värden är på liknande sätt kritiskt för många andra modeller inom icke-kooperativ spelteori.

Spelteorins beteendeantaganden

Även om de institutionella antagandena bakom teorin skulle gälla, kommer enligt min mening beslutsfattare ute i företagen ej att följa spelteorin, därför att man inte *vill* bete sig enligt dessa antaganden. Detta har visat sig i ett antal spelexperiment, som jag skall redovisa nedan. Spelexperiment kan utformas så att man får fullständig överensstämmelse mellan experiment och spelteori vad avser de institutionella antagandena. Alla diskrepanser mellan spelteorins lösning och experimentens resultat kan då hänföras till att experimentpersonerna ej beter sig, eller vill bete sig, enligt spelteorins beteendeantaganden.

Vi måste dock, innan vi studerar dessa experiment, se närmare på de beteendeantaganden som är fundamentala för all icke-kooperativ spelteori och som är grunden för de flesta definitioner av vad som utgör ”spelteoretisk rationalitet”. Vi kan dela in dessa antaganden i 3 nivåer:

B1. Spelarna söker att maximera sin vinst (pay-off), varvid den vinst, t ex i kronor, som anges i spelet antas vara den, som parterna uppfattar som relevant. Parterna antas således vid säkra utfall föredra mer pengar framför mindre pengar. Detta *optimeringsantagande* är fundamentalt för all mikroteori, inte bara spelteori.

B2. Parterna inser att motparten är en optimerare, d v s man har *korrekta förväntningar om motpartens beteende*. Om B1 t ex innebär att spelare A är vinstmaximerare, så innebär B2 att spelare B inser att A är vinstmaximerare.

B3. Parterna har *korrekta förväntningar* *om motpartens förväntningar.* Applicerat en gång innebär det att A inser att B inser att A är vinstmaximerare; applicerat två gånger innebär det att B inser att A inser att B inser att A är vinstmaximerare.

Genom upprepat användande av B3, kan vi med dessa tre enkla antaganden härleda spelteoretiska lösningar i de två nedan presenterade enkla spelen. Båda dessa lösningar är Nashjämviktspunkter, i båda dessa fall unika[4]. För det ovan nämnda förhandlingsspelet, behandlat av Rubenstein och mig, finns det däremot flera Nashjämviktspunkter. Antagandena B1−B3 är dock tillräckliga för att fastställa den enda, av Selten föreslagna, ''underspelsperfekta'' Nashjämviktspunkten.

Det skall här nämnas att det finns andra spel, där Nashjämviktspunkten kräver fler antaganden än de ovanstående, men det skall framhållas att dessa antaganden B1 – B3 aldrig strider mot Nashjämviktspunkten[5]. Antagande B3 om ömsesidigt korrekta förväntningar är nödvändiga i spelen nedan för att parterna skall tro att motparten spelar en Nashstrategi. För de två spelen nedan, där Nashjämviktspunkten är unik, är en test av om personer vill bete sig enligt B1−B3 även en test av Nashjämviktspunkten, d v s den centrala idén i icke-kooperativ spelteori.

Vill beslutsfattare vara spelteoretiskt rationella?

Det finns i litteraturen ett mycket stort antal experiment gjorda för att testa om personer beter sig enligt Nash, bl a i s k PD-spel (Prisoners' Dilemma = fångarnas dilemma[6]; se nedan). I mycket stor utsträckning har resultaten varit negativa för spelteorin. Experimentdeltagarna har för det mesta betett sig i strid med spelteorin. Emot dessa resultat har spelteorins förespråkare dock haft flera invändningar. Två av de viktigaste har varit följande: 1. Experimentdeltagarna är okunniga om spelteorin och spelar därför på annat sätt än om de hade varit informerade om denna. 2. Experimentdeltagarna har ofta varit nybörjarstudenter i psykologi eller liknande och därför föga representativa för beslutsfattare i företag.

Mot bakgrund av detta har jag under ett antal år genomfört experiment med några enkla tvåpersoners spel. I syfte att undvika de ovanstående invändningarna från spelteorins förespråkare har mina experiment varit annorlunda jämfört med de flesta andra experiment. Den viktigaste skillnaden är att jag genom att noga presentera den spelteoretiska lösningen i förväg för experimentdeltagarna kan testa spelteorins *normativa* kraft. *Vill* man bete sig enligt Nashteorin? I det fall att inga personer, trots att de vore fullt informerade om en teori, ville bete sig enligt denna teori, skulle teorin sakna normativt värde, i så måtto att den inte vore lämplig som grundval för rekommendationer till handlande, då dessa rekommendationer inte skulle följas.

Det skall framhållas att dessa experiment främst får anses vara en kritisk test, ''acid test'', av spelteorin. Om personer inte vill följa teorins rekommendationer i en enkel experimentsituation, vill de troligen inte heller följa dem i den mera komplexa verkligheten.

Jag skall nedan visa hur denna spelteori

[4] För sådana spel med en unik Nashjämviktspunkt och två parter A och B, gäller att A vill spela sin Nashstrategi, om han tror att B spelar sin, och B vill spela sin Nashstrategi, om han tror att A spelar sin Nashstrategi. Se vidare Weibull [1990].

[5] Se t ex Johansen [1982].

[6] Namnet Fångarnas dilemma beror på en tidig formulering av detta spel. Två fångar antas sitta i separata celler. Om en ''tjallar'' på den andre, får han själv ett lågt straff, men motparten ett högt. Båda vinner mest på att inte tjalla, men får mellanhårda straff om båda tjallar. 50 minus vinsterna i tabell 1 kan t ex vara strafftiden i månader.

enkelt kan presenteras i samband med de två spelen. För att undvika att man, genom att presentera bara *en* teori, får följsamt beteende endast på grund av brist på alternativ, har jag för vart och ett av spelen givit även en alternativ lösning, främst baserad på resultaten i liknande experiment.

Genom urval av studenter på Handelshögskolan i Stockholm, som redan gått ett eller några år, och i vissa fall genom selektion av endast dem som hittills kommit längst vad gäller studieprestationerna, anser jag vidare att jag har betydligt mera beslutsfattarliknande deltagare än de allra flesta andra experiment använt.

Bland de ärade läsarna av *Ekonomisk Debatt* finns det vidare säkert ett stort antal viktiga beslutsfattare i olika företag. Denna artikel kan således även ses som basen för en ny typ av experiment genomförd av läsaren själv. Du läsare kan fundera över hur Du skulle vilja bete Dig och även pröva spelen med en kollega. Vill Ni spela enligt spelteorin eller på annat sätt? Jag har nedan sökt att ta med så mycket material att sådana läsarexperiment skall vara möjliga. Alla synpunkter på dessa mottages med stor tacksamhet på email IIS@HHS.SE.

Bland andra invändningar mot tidigare experiment av bl a PD-typ kan nämnas, att spelarna kanske ej varit medvetna om spelens ändlighet. Detta problem kan, som framgår nedan, klart undvikas genom vår experimentutformning. Vidare har en stor del experiment rört ytterst triviala belopp. Genom välvilligt bidrag från Sydkrafts forskningsstiftelse kunde studenterna under ett av åren, 1994, spela om inte triviala belopp (t ex i PD-spelet max 400 kr.)

PD-spelet

I PD-spelet finns det två spelare, A och B. Varje spelare har två val, M (Motarbeta) och S (Samarbeta). Varje spelare skriver oberoende av den andre ned sitt val, M eller S. Därefter fastställs den vinst som resp spelare får enligt nedanstående matris.

Tabell 1 **Vinstmatris i PD-spelet**

		B: M	B: S
A	M	10\10	40\0
A	S	0\40	20\20

Den första siffran i resp par avser det belopp, som spelare A får, medan den andra siffran avser det belopp, som gäller för spelare B. Om A spelar M, medan B spelar S, erhåller A således 40, medan B erhåller 0. Om båda spelar M, erhåller de 10 var, medan om båda spelar S, erhåller de 20 var.

I vårt experiment skall parterna spela detta spel i ett begränsat antal, i detta fall 10, perioder. Detta innebär att vinsterna ovan i tabell 1 erhålls i *varje* av dessa 10 perioder.

Teoretiska lösningar för PD-spelet

Spelteorin finner för detta spel en entydig lösning, nämligen att båda parter i *samtliga* 10 perioder spelar M, d v s icke samarbete. Detta är den enda Nashjämviktspunkten i detta spel. Att så är fallet kan härledas medelst följande resonemang, baserat på beteendeantagandena B1–B3:

Antag att parterna redan har spelat i 9 perioder. Då är dessa 9 perioder historia och *period 10* skall spelas som om det vore den *enda* perioden. Part A finner då att om B skulle spela M, så är det bättre för A att spela M, som ger honom 10, än att spela S, som ger honom 0. Om A däremot tror att B skulle spela S, så är det också bättre för A att spela M, som i detta fall ger 40, än att spela S, som blott ger 20. Således kommer A, som vinstmaximerare enligt B1, att spela M oberoende vad han tror om att B kommer spela. Vi säger att M dominerar S. På motsvarande sätt, kan vi för denna symmetriska matris, fastslå att B i period 10 kommer att spela M.

Vi undersöker härefter parternas beslut

i *period 9*. Då båda spelarna, på grundval av B2, inser att motparten beter sig som vinstmaximerare, kommer båda att göra prognosen att båda i period 10 kommer att spela M, oberoende av hur period 9 kommer att spelas. Med perioderna 1–8 redan spelade och med beslutet för period 10 fastslaget, kan man betrakta period 9 som om den spelades som den enda perioden. Då kommer, i enlighet med diskussionen ovan, M att dominera S och båda parter att välja M även i period 9.

Vi undersöker härefter parternas beslut i *period 8*. Då vi antar att parterna, enligt B3, har korrekta förväntningar om motpartens förväntningar, d v s att de inser att motparten inser att de själva är vinstmaximerare, kommer de båda göra prognosen att båda även i spel 9 kommer att spela M, oberoende av hur period 8 kommer att spelas. Med perioderna 1–7 redan spelade och med besluten för perioderna 9 och 10 fastslagna, kan man betrakta även period 8 som om den spelades som den enda perioden. Då kommer, i enlighet med diskussionen ovan, M att dominera S och båda parter att välja M även i period 8.

På detta sätt kan man, genom att iterativt bygga på antagandet om att parterna har korrekta förväntningar om motpartens förväntningar, gå tillbaka en period i taget och fastslå att båda parterna kommer att spela M i alla 10 perioderna. Denna lösning utgör Nashjämviktspunkten i detta spel. Om t ex A tror att B kommer att spela M i alla 10 perioder, är As bästa strategi att själv spela M i alla perioder. Vi kan notera att varje spelare totalt kommer att få 10*10=100 om båda spelar denna Nash-strategi.

En *alternativ lösning* ges av ”*lika-för-lika*”-teorin, föreslagen av psykologen A. Rapoport på grundval av utfallet i ett antal experiment av liknande typ (se Axelrod [1987]). Enligt denna teori skall en part i den allra första perioden spela S och i de följande perioderna spela på det sätt som motparten spelade i den föregående perioden. Då båda parter spelar S i period 1, kommer de även i period 2 att spela S och därför även spela S i period 3 o s v. De kommer således enligt denna teori att spela S, d v s *kooperativt*, i alla 10 perioderna. De kommer då att erhålla sammanlagt 10*20= 200, d v s *dubbelt* så mycket som den som spelar enligt spelteorin.

Experimentresultat i PD-spelet

Det ovan presenterade PD-spelet har spelats totalt 298 gånger; under 1992–93 av studenterna på egen hand, med inga eller mycket små penningvinster; under 1993 vid experimentsessioner med belöning i form av poäng inför en tentamen och under 1994 med de belopp i kronor per period som framgår av *Tabell 1*. Då experimenten ifrån 1994 dessutom är de mest professionellt utförda och mest trovärdiga, skall vi här speciellt betona detta års resultat. *Figur 1* visar hur utvecklingen av spelandet över perioderna blev detta år.

Som synes har vi under de första fem perioderna en mycket hög frekvens av samarbete, medan vi i slutet av spelet har en mycket låg sådan frekvens. Den genomsnittliga vinsten var 165,63 kr, att jämföra med spelteorins 100 kr och ”lika-för-lika”-teorins 200 kr.

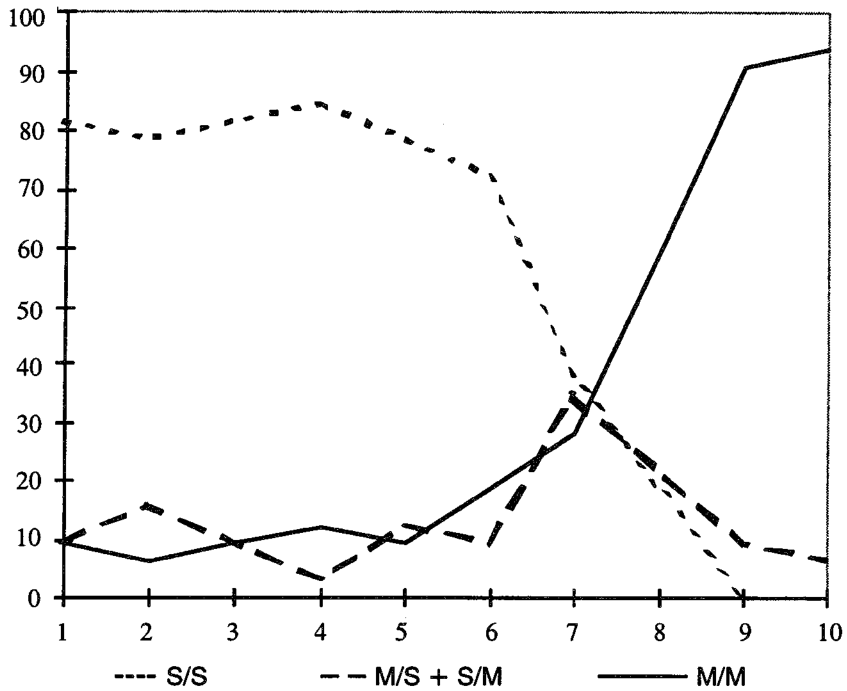
Resultaten ifrån experimenten 1991−93 är likartade, vilket framgår av tabellerna 2 och 3 nedan:

Tabell 2 visar antalet spel i vilka vi hade exakt 10, 9 resp 8 perioder i rad med icke-samarbete. Spelteorin föreslår 10 M/M i rad. Endast i 14 av 298 spel uppfylldes detta. 9 resp 8 icke-kooperativa spel i rad

Tabell 2 **Fall med ’extremt’ beteende i PD-spelen**

	1991	1992	1993	1994	Totalt	Procent
10 M/M	8	5	0	1	14	4,7
9 M/M	9	11	2	0	22	7,4
8 M/M	1	2	1	1	5	1,7
10 S/S	1	0	0	0	1	0,3
9 S/S	2	1	0	0	3	1,0
8 S/S	3	2	9	3	17	5,7

Figur 1 **Procent av spelen med olika strategikombinationer 1994**



är också sällsynta. Vi ser vidare att antalet spel som följde ”lika-för-lika”-teorin med många S/S i rad också är lågt. Endast i ett enda spel av 298 följde man helt ”lika-för-lika”.

Således var varken spelteorin eller ”lika-för-lika” goda prognosinstrument för parternas handlande. En väsentlig förklaring till att ”lika-för-lika” misslyckades är att parterna visade sig vara rationella *optimerare,* d v s följde B1. De valde, som framgår av *Tabell 3*, nästan alla att spela icke-kooperativt i period 10. De hade också i hög utsträckning, i enlighet med B2, korrekta *förväntningar om motpartens beteende*, vilket gjorde att de i period 9 prognostiserade att spel 10 skulle komma att spelas icke-kooperativt och att de därför även i period 9 spelade icke-kooperativt. Handlandet i perioderna 9 och 10 visar också att parterna helt klart uppfattade spelet som ändligt, d v s slut efter period 10.

Tabell 3 **Procentandel med icke-samarbete (M/M) de två sista perioderna**

	1991	1992	1993	1994	1991–94
Period 9	73	77	86	100	80
Period 10	84	82	96	100	88

Att spelteorin misslyckades som prognosinstrument hänför sig i stället framför allt till de första fem perioderna. Den väsentliga anledningen till att spelteorin sålunda förkastas är att antagande B3 om korrekta förväntningar om motpartens förväntningar inte håller i ett iterativt PD-spel med ett visst minimiantal perioder. En part kan ju genom att i period 1 välja samarbete, d v s S, sända ut en signal om att han *inte* har denna typ av spelteoretiskt rationella förväntningar. Båda parter har i detta spel intresse av att sända sådana signaler, då samarbete under ett visst antal perioder ju är till fördel för båda parter. Vi noterar

Tabell 4 **Vinstmatris för Bertrandspelet**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	9;9	18;0	18;0	18;0	18;0	18;0	18;0	18;0	18;0
2	0;18	16;16	32;0	32;0	32;0	32;0	32;0	32;0	32;0
3	0;18	0;16	21;21	42;0	42;0	42;0	42;0	42;0	42;0
4	0;18	0;32	0;42	24;24	48;0	48;0	48;0	48;0	48;0
5	0;18	0;32	0;42	0;48	25;25	50;0	50;0	50;0	50;0
6	0;18	0;32	0;42	0;48	0;50	24;24	48;0	48;0	48;0
7	0;18	0;32	0;42	0;48	0;50	0;48	21;21	42;0	42;0
8	0;18	0;32	0;42	0;48	0;50	0;48	0;42	16;16	32;0
9	0;18	0;32	0;42	0;48	0;50	0;48	0;42	0;32	9;9

att spelteorin här inte ger utrymme för någon *inlärning* beträffande hur motparten resonerar. Även om t ex A spelat S i perioderna 1 och 2, skulle enligt spelteorin den enda korrekta förväntningen för B vara att A kommer att spela M i alla återstående perioder.

Bertrandspelet

Experimenten omfattar även en annan typ av duopolspel, s k Bertrandspel, uppkallat efter en fransk ekonom[7]. I detta spel producerar båda parter exakt samma vara mot order. Då varorna är identiska, kommer den part, som har ett lägre pris än den andre, att få sälja lika mycket som om han vore monopolist med detta pris. Om han har ett högre pris än motparten får han inte sälja något. Om båda håller samma pris, får vardera parten sälja hälften av det som parten skulle sälja, om parten hade varit monopolist.

En skillnad mellan detta spel och det tidigare PD-spelet är att vi nu endast spelar *en enda* period. Anledningen till detta val är att vi i detta fall kan utesluta den ovannämnda möjligheten för parterna att sända ut en signal om att de inte är spelteoretiskt rationella. Genom att vi baserar lösningen på metoden för iterativ eliminering av dominerade strategier, som i sin tur baserar sig på en iterativ applicering av principen om att parterna har korrekta förväntningar om motpartens förväntningar, får vi ytterligare en test av om de fundamentala spelteoretiska beteendeantagandena kan ha normativ validitet.

I exemplet nedan antar vi, i likhet med Bertrand, en linjär efterfrågefunktion, i detta fall $p=10-q$ för parten med det lägsta priset och att båda parter har en identisk konstant rörlig styckkostnad, i detta fall, för enkelhets skull, satt till 0.

På grundval av denna funktion kan man, om blott heltalspriser är tänkbara, ställa upp en spelmatris över vilka vinster resp part erhåller beroende på vilka pris som parterna tar. Vi får då vinstmatrisen i *Tabell 4* ovan. Vi kallar spelarna *R*adspelaren resp *K*olumnspelaren. Om R t ex tar priset 3 och K priset 4, får R vinsten 42, medan K får 0 i vinst, då han inte kan sälja något. Om båda parter t ex håller priset 4 får de vardera vinsten 24.

Deltagarna i experimentet tilldelas rollen som R eller K och kommer sedan, var och en för sig, utan någon möjlighet till kommunikation, att välja ett pris 1..9. Spelet upprepas ej.

Bertrandspelets spelteoretiska lösning

För detta spel kan vi applicera principen om *iterativ eliminering* av dominerade strategier. I första steget ser vi i spelmatri-

[7] I Muren [1996] finns mera om Bertrands teori samt en presentation av experiment med ett något annorlunda Bertrandspel.

sen att för båda parter gäller att priserna 6, 7, 8 och 9 domineras av priset 5. För t ex R gäller, vid Ks priser 1–4, att priserna 5–9 är likvärdiga, då R får 0. För Ks pris 5 ger Rs pris 5 en vinst om 25, medan Rs priser 6–9 ger 0. För Ks priser 6–9, ger Rs pris 5 en vinst om 50, medan Rs priser 6–9 ger 24, 48, 21, 42, 16, 32, 9 eller bara 0, d v s alla mindre än 50. Då matrisen är symmetrisk gäller samma för K. Då båda parter, enligt B2, antas inse att motparten ej kommer att spela någon på detta sätt dominerad strategi, kan vi eliminera de dominerade priserna och får följande reducerade matris:

	1	2	3	4	5
1	9;9	18;0	18;0	18;0	18;0
2	0;18	16;16	32;0	32;0	32;0
3	0;18	0;16	21;21	42;0	42;0
4	0;18	0;32	0;42	24;24	48;0
5	0;18	0;32	0;42	0;48	25;25

I denna reducerade matris dominerar priset 4 priset 5 för båda parter. Om K tar priset 1–3, ger Rs priser 4 och 5 vinsten 0 åt R. För Ks pris 4, ger Rs pris 4 en vinst om 24, medan Rs pris 5 ger 0. För Ks pris 5, ger Rs pris 4 en vinst om 48, medan Rs pris 5 ger en vinst om 25. Motsvarade gäller för K. Således vill ingendera parten spela priset 5. Under antagande B3 om att båda parter har korrekta antaganden om varandras antaganden om varandra, så kan matrisen reduceras ytterligare till följande matris:

	1	2	3	4
1	9;9	18;0	18;0	18;0
2	0;18	16;16	32;0	32;0
3	0;18	0;16	21;21	42;0
4	0;18	0;32	0;42	24;24

I denna matris ser vi att priset 3 för båda parter dominerar priset 4. Vi kan nu eliminera priserna 4 och får en ytterligare reducerad matris:

	1	2	3
1	9;9	18;0	18;0
2	0;18	16;16	32;0
3	0;18	0;16	21;21

I denna matris syns att priset 2 dominerar priset 3. Vi kan nu eliminera priserna 3 och får en ytterligare reducerad matris:

	1	2
1	9;9	18;0
2	0;18	16;16

I denna matris syns slutligen att priset 1 dominerar priset 2. Vi kan nu eliminera priserna 2 och nu kvarstår endast priserna 1. Slutsatsen är således att båda parter skall ta priset 1 kr. Detta är den unika spelteoretiska lösningen i detta spel. Den utgör den enda Nashjämviktspunkten i detta spel.

En alternativ lösning på Bertrandspelet

Mot ovanstående lösning kan invändas att den, som nämnts, förutsätter att parterna sitter och funderar över hur motparten funderar över hur man själv funderar, något som är speciellt för spelteorin. Ett helt annat angreppssätt är att försöka fastställa subjektiva sannolikheter för olika val ifrån motparten, baserade t ex på empiriska data, och sedan söka maximera den förväntade vinsten. Vad gäller det ovanstående spelet, kunde vi vid experimenten 1994 meddela deltagarna att 1992 genomfördes ett nästan identiskt spel. Fördelningen på olika priser var i stort sett så att vardera 20 procent av spelarna valde priserna 1, 3 eller 4 och 40 procent valde priset 5. Vi talade även om för studenterna att, om man skulle tro på fördelningen 20, 20, 20 och 40 procent för motpartens val av 1, 3, 4 resp. 5, skulle priset 1 ge en förväntad vinst om 16,2, priset 2 en förväntad vinst om 25,6; priset 3 en förväntad vinst om 29,4; priset 4 en förväntad vinst om 24

Tabell 5 **Val av priser i Bertrandspelet**

Pris	1	2	3	4	5	6	7
Antal 1992	9	1	9	10	20	2	1
Procent 1992	17	2	17	19	38	4	2
Antal 1994	7	11	5	6	3	0	0
Procent 1994	22	34	16	19	9	0	0

och priset 5 en förväntad vinst om 10 och att priset 3 således skulle vara det bästa valet.

Experimentresultat i Bertrandspelet

Vi anger ovan resultatet av detta spel för åren 1992 och 1994. 1992 spelade vissa av studenterna frivilligt med egna pengar. 1994 spelades således spelet, med hjälp av anslaget från Sydkraft, så att tabell 4 avsåg de penningbelopp, som kunde erhållas[8].

Både 1992 och 1994 års resultat kan anses tala emot att man vill spela i enlighet med den spelteoretiska lösningen, eftersom endast 17 resp 22 procent valde Nashstrategin. Det kan nämnas, att vi även genomfört experiment med ett asymmetriskt Bertrandspel, där en part har en högre kostnad per enhet än motparten. Inte heller i detta fall var Nashlösningen en bra prediktor. Speciellt gäller detta för spelaren med en högre styckkostnad, som i endast 13 resp 6 procent av fallen spelade Nashpriset.

Slutsatsen vad gäller Bertrandspelet är att även i detta spel, där parterna, till skillnad mot i PD-spelet, ej har möjlighet att signalera att de ej är spelteoretiskt rationella, är spelteorin en dålig prediktor av hur begåvade spelare, som är informerade om Nashteorin, kommer att bete sig.

Är spelteoretisk rationalitet rationell?

Den viktigaste slutsatsen jag tror att man kan dra av dessa experiment är att de kan ge ledtrådar till en förklaring av varför man i företagen inte vill använda sig av spelteori vid sitt beslutsfattande. Man har ingen anledning att vilja vara spelteoretiskt rationell. Medan beteendeantagande B1 om att man söker maximera sin vinst fått stöd av experimenten, så har B3, antagandet om ständigt korrekta förväntningar om motpartens förväntningar, inte fått något stöd. Man kan då fråga sig om detta antagande verkligen har med rationalitet att göra.

Jag kan tänka mig två hypotetiska situationer där antagande B3 är helt oantastligt: 1. Spel mellan två datorer som kan läsa i varandras minnen. 2. Spel mellan två företag, för vilka båda gäller att alla beslut måste ske genom öppen diskussion i en styrelse och där man har en mikrofon för avlyssning av vad som avhandlas i motspelarens styrelse. Eljest finns det ju inget som säger att man skall ha korrekt information om motpartens förväntningar, d v s om hans/hennes innersta tankeprocesser. Det enda som sker vid icke-spelteoretiskt spelande är att minst en av spelarna gör ett prognosmisstag. I PD-spelet spelade t ex de flesta S 5, 6 eller 7 gånger, innan de hoppade av från samarbetet. I de spel, där, t ex i period 6, A spelade M och B spelade S, har A uppenbart gjort ett prognosmisstag i period 6. A skulle ju inte ha spelat S, om han hade kunnat förutse att B redan i period 6 skulle hoppa av från samarbetet.

A har möjligtvis gjort en bedömning av sannolikheterna för att B skall fortsätta med S även i perioderna 6 och 7. Antag att A satt dessa sannolikheter till 0,8 för period 6 och till 0,65 för period 7, förutsatt att A ej hoppat av samarbetet själv i period 6. Antag vidare att A tror att båda spelar M i perioderna 8–10. Det är i så fall rationellt för A att spela S i period 6 och M i period 7, hellre än att spela M i både period 6 och 7. Genom att spela S i period 6 har A en förväntad vinst för period 6 om

[8] Experimenten 1993 ledde till svårtolkade problem, då studenternas pay-off relaterades till betyg på ett alltför grovt sätt; se Ståhl, 1994b, s 30.

0,8*20+0,2*0=16 och i period 7 om 0,65*40+0,35*10=29,5, d v s totalt 45,5. Spel av M i period 6 ger A en förväntad vinst i period 6 om 0,8*40+0,2*10=34 och i period 7 om 10, dvs. totalt 44. Det är svårt att påstå att ovanstående typ av tilldelning av sannolikheter är irrationell. Att utfallet inte alltid blir det alternativ, som man ansett som mest sannolikt, är inte något anmärkningsvärt i beslutsteori.

Den rationalitet, som kan tänkas ligga bakom parternas agerande i ovannämnda spelexperiment, strider således på intet sätt mot den typ av rationalitet som är grundläggande i vanlig statistisk Bayesiansk beslutsteori, ofta använd inom företagen. Den speciella rationalitet som Nashjämviktspunkten kräver av beslutsfattarna är av helt annorlunda slag. Den omfattas inte nödvändigtvis av personer som själva anser sig som rationella.

Några avslutande synpunkter

Om det nu är så att beslutsfattande i enskilda företag inte stämmer överens med Nashs spelteori, kan man fråga sig vilket prognosvärde spelteorin kan ha i nationalekonomiska sammanhang. Detta är en väsentlig fråga, som jag finner det viktigt med en fortsatt debatt kring. Jag tror personligen att diskrepansen mellan vad Nashteorin föreslår och vad som kan observeras i verkligheten oftast är mycket stor och att verkligheten vid fåtalskonkurrens ofta ligger närmare Paretooptimum än Nashjämviktspunkten. Jag vill ingalunda utesluta att spelteorin kan ge enskilda spelteoretiker bättre insikt och förståelse för ekonomiska sammanhang. Frågan är dock om det är insikter som kan förmedlas till andra och ligga till grund för beslut. Detta kräver också en vidare diskussion.

Jag vill avslutningsvis peka på att den ovan presenterade typen av experiment även kan vara av mer direkt intresse vad gäller frågor, som ligger på planet ovanför enskilda företags beslutsfattande. Ett exempel kan vara en rättslig behandling med anledning av misstankar om kartellbeteende. En del spelteoretiker har ansett, att i det fall som parterna inte följer den icke-kooperativa spelteorins lösning, föreligger det skäl för misstankar om att parterna slutit ett konkurrensbegränsande avtal[9]. Experiment av den typ som jag genomförde 1994, med parterna sittande i skilda rum, utan möjlighet att veta med vem de spelar, och således utan någon som helst interaktion, skulle kunna vara av intresse i ett sådant konkurrensbegränsningsmål. Blott det faktum att parterna har samma priser, som ligger väsentligt över styckkostnaderna, är, trots att detta skulle vara i strid med spelteorins icke-kooperativa lösning, **inte** något bevis för ett konkurrensbegränsande avtal, om man i experiment av den nämnda typen, och som avbildar den aktuella situationen, kan få en sådan typ av prisbeteende.

Till sist vill jag framhålla att de problemområden som spelteorin behandlar, som t ex fåtalskonkurrens och förhandlingar, är utomordentligt väsentliga. Dock anser jag att det på forskningssidan blivit en stark skevhet med avseende på det sätt på vilket dessa områden analyseras. Huvuddelen av all forskning sker på grundval av de ovanstående angivna restriktiva antagandena om spelteoretisk rationalitet och med användning av matematisk analys. Enligt min mening bör dock Nashteorin inte ses som den allena saliggörande teorin för företags handlande i dessa spelsituationer, än mindre som den viktigaste byggstenen i modern mikroteori.

I stället borde ett väsentligt större utrymme ges åt experimentella metoder och åt modellbygge, där lösningarna sker på dator med numeriska metoder. Jag tror vidare att man i större utsträckning måste ta hänsyn till faktorer som inlärning. Jag tror att Nashteorin endast kan ses som en av flera, kanske en handfull, minst lika vik-

[9] Så nämner t ex Fisher [1989] två sådana fall.

tiga andra byggstenar för att bygga upp en mera realistisk teori på dessa områden. Jag tror att man då med betydligt större sannolikhet skulle komma fram till resultat av praktisk betydelse såväl för beslutsfattande inom företag som för mera övergripande nationalekonomiska analyser.

Referenser

Axelrod, R, [1987], *Från konflikt till samverkan – Varför egoister samverkar,* SNS, Stockholm.

Brandenburger, A & Nalebuff, B [1995], ''The right game: Use game theory to shape strategy'', *Harvard Business Review,* July–August, s 57−71.

Fisher, F, [1989], ''Games economists play: a noncooperative view'', *RAND Journal of Economics*, årg 20, s 113−124.

Johansen, L, [1982], ''On the status of the Nash type of noncooperative equilibrium in economic theory'', *Scandinavian Journal of Economics*, årg 84, s 421−441.

Muren, A [1996], ''Cournot eller Bertrand: en fråga för ekonomiska experiment'', *Ekonomisk Debatt*, årg 24, s 293−300.

Nationalekononomiska Föreningens förhandlingar 1987-10-29, *Ekonomisk debatt*, årg 16, 1988, s 75−86.

Rubinstein, A, [1982], ''Perfect equilibrium in a bargaining model'', *Econometrica*, årg 50, s 97−109.

Shubik, M, [1987], ''What is an application and when is theory a waste of time?'', *Management Science*, årg 33, s 1511−1522.

Ståhl, I, [1972], *Bargaining Theory,* EFI, Stockholm.

Ståhl, I, [1983], *Operational Gaming*, Pergamon Press, Oxford.

Ståhl, I, [1988], ''Using operational gaming'' i Miser, H. & Quade, E. (red). *Handbook of Systems Analysis*, North-Holland, New York.

Ståhl, I, [1994], *The Rubinstein and Ståhl Bargaining Models – A Comparison and an Attempt at a Synthesis*, EFI Research Paper 6535, Stockholm.

Ståhl, I, [1994b], *Testing the Validity of Game Theoretical Rationality Experiments on Three Two-Person Games,* EFI Research Paper 6543, Stockholm.

Weibull, J W, [1990], ''Spelteori i nationalekonomin'', *Ekonomisk Debatt*, årg. 18, s 231−239.