

DEPARTEMENT BEDRIJFSECONOMIE

EEN OVERZICHT VAN EXOTISCHE OPTIES

door

Marc DE CEUSTER
Eduard DURINCK
Eddy LAVEREN
Jozef LODEWYCKX

WORKING PAPER
97-244
maart 1997

D/1997/2263/19

1. Inleiding

De bedrijvigheid op afgeleide producten of derivaten is in de afgelopen jaren alsmear toegenomen. De Bank voor Internationale Betalingen stelt dat de afgeleide producten vooral over-the-counter (OTC) of buitenbeurs verhandeld worden. De notionele waarde van de OTC-contracten bedroeg op 31 maart 1995 maar liefst 47,5 biljoen dollar, terwijl de waarde van de contracten die via een officiële effectenmarkt (beurs) passeren slechts 8,2 biljoen dollar bedroeg. Derivaten kunnen gebruikt worden als speculatief- of beleggingsinstrument, maar ook om zich in te dekken tegen bijvoorbeeld koers-, rente- en volatiliteitsrisico's. Het hoeft dan ook niet te verwonderen dat deze toegenomen bedrijvigheid hand in hand gaat met de ontwikkeling van talrijke nieuwe instrumenten. Zo zijn er in de afgelopen jaren drie generaties derivatives tot ontwikkeling gekomen (Generale Bank, 1994). De eerste generatie afgeleide producten groepeerd zowel symmetrische (Futures, F.R.A., I.R.S., ...) als asymmetrische (eenvoudige opties) instrumenten. De tweede generatie afgeleide producten is niets anders dan een combinatie van de producten van de eerste generatie. Deze packages (spreads, straddles, strangles,...) hebben de bedoeling de premie te verminderen of de psychologische klip van de betaling van de premie te doorbreken. De derde generatie afgeleide producten kunnen beschouwd worden als zijnde varianten van de producten van de eerste generatie en bijgevolg een complexere structuur vertonen.

Dit artikel geeft een overzicht van de opties van de derde generatie. Een meer gebruikte benaming voor deze opties is exotische opties (exotic options). Bij de bespreking van de exotische opties zal er een onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds de opties met slechts één onderliggend actief (single asset exotic options) en anderzijds de opties waarbij er meerdere onderliggende activa voorkomen (multi asset exotic options). Bij de single asset exotic options wordt tevens een verdere indeling van de verschillende soorten exotische opties beoogd op basis van hun afwijkende kenmerken t.o.v. de standaard Europese of Amerikaanse call en put optie.

2. Single asset exotic options

Een standaard optie geeft de houder ervan, tegen de onmiddellijke betaling van een premie, het recht een bepaald onderliggend actief te kopen (call) of te verkopen (put) tegen een vastgestelde prijs (uitoefenprijs) en dit op de vervaldag (Europese) of op elk ogenblik tijdens de looptijd van de optie (Amerikaanse). Voor dit recht moet de houder bij de aankoop van de optie een premie betalen. Merk op dat de payoff, op de vervaldag, van een standaard call gelijk is aan $\max(S-K,0)$, die van een put is $\max(K-S,0)$ waarbij S de koers van het onderliggend actief op vervaldag is en K de uitoefenprijs.

Bij de exotische opties zal er dus ingespeeld worden op één of meerdere kenmerken van deze standaard opties, zoals op het tijdstip van uitoefening, het type, de timing (van betaling van de premie of de aanvang van de optie), de payoff of het onderliggend actief. In de secties A tot en met E worden nu de verschillende soorten exotische opties ingedeeld op basis van deze afwijkende kenmerken t.o.v. de standaard opties. Voor de waardering (pricing) van deze exotische opties verwijzen we naar de appendix in bijlage.

A. opties met afwijkende uitoefeningsmodaliteiten

Bermuda optie

Deze opties verschillen van de standaard Europese of Amerikaanse opties door in te spelen op het tijdstip waarop de optie kan uitgeoefend worden. Een Europese optie kan slechts uitgeoefend worden op het einde van de looptijd. Een Amerikaanse optie kan op elk moment gedurende de looptijd van de optie uitgeoefend worden. Een Bermuda optie ligt tussen die twee types in; ze kan slechts uitgeoefend worden op een aantal vastgestelde data tijdens de looptijd van de optie (Jacobs, 1995).

B. opties die inspelen op het type van de optie

Chooser options

Bij de standaard opties ligt het type (call of put) vast van bij de aanvang van de optie. Een chooser optie¹ is echter een optie waarbij de houder, op (of voor) een op voorhand vastgestelde toekomstige datum (chooser date), kan kiezen of de optie een call of een put is. De uitoefenprijs wordt echter wel bij de aankoop van de optie bepaald.

Deze opties kunnen nuttig zijn voor beleggers of speculanten die rekenen op een hoge volatiliteit van het onderliggend actief, maar niet weten in welke richting de beweging zich zal voordoen. Een Chooser optie is in dit opzicht sterk vergelijkbaar met een long straddle (kopen van een call en een put met dezelfde uitoefenprijs en vervaldag), maar een chooser optie is echter goedkoper omdat de houder op de vervaldag nog enkel recht heeft op één van de opties (o.w.v. de keuze op de chooser date) in tegenstelling tot de long straddle waarbij de twee onderliggende opties tot op de vervaldag blijven bestaan (Galitz, 1994).

¹Een andere benaming voor de Chooser optie is "As You Like It Option" of "Pay now Choose Later Option" (Dewynne, Howison en Willmott, 1995).

C. opties met afwijkende timing

Bij de standaard Europese of Amerikaanse opties moet de premie, om de optie te verwerven, direct betaald worden. Bovendien nemen deze opties onmiddellijk een aanvang. Uiteraard bestaan er nu enerzijds exotische opties die de timing van betaling van de premie trachten te veranderen, namelijk de Pay later options. Anderzijds komen er exotische opties voor die inspelen op de timing van de aanvang van de optie, zoals de Forward start opties.

Pay later options

De premie van een Pay later optie of een contingent premium optie moet pas op de vervaldag betaald worden indien de optie in-the-money eindigt. Merk wel op dat de houder verplicht is de optie uit te oefenen indien deze in-the-money expireert. Verlies is bij een Pay later optie enkel mogelijk indien de payoff kleiner is dan de te betalen premie (Jarrow en Turnbull, 1996).

In feite is het kopen van een Pay later call (put) equivalent met het kopen van een standaard call (put) en het verkopen van een all-or-nothing digital call (put) (cfr. infra) waarbij de premie van deze laatste gelijk² wordt gezet aan die van de standaard call (Jarrow en Turnbull, 1996).

Met de Pay later optie kan de onmiddellijke betaling van de premie vermeden worden. Het grote voordeel van deze opties is dat er zelfs geen premie moet betaald worden indien deze opties out-of-the-money eindigen. Jarrow en Turnbull (1996) stellen dat de Pay later opties gebruikt kunnen worden als een middel om zich in te dekken tegen eenzijdige prijsbewegingen van het onderliggende actief en dit tegen een initiële kost die nul is.

Forward start options

Forward start opties zijn opties waarbij de premie direct wordt betaald maar waarbij de optie pas begint te lopen op een vastgelegd tijdstip in de toekomst (Hull, 1993).

De uitoefenprijs van de optie is afhankelijk van de koers op de dag dat de optie begint te lopen. In die zin is het dus mogelijk de optie te laten starten op een at-the-money niveau door de uitoefenprijs te laten overeenkomen met de koers van het onderliggende actief op de dag dat de optie begint te lopen. Een andere mogelijkheid is dat de uitoefenprijs zo

²Om dit te verwezenlijken kan de digitale payoff aangepast worden.

gekozen wordt dat de optie bijvoorbeeld out-of-the-money of in-the-money start. Forward start opties worden soms gebruikt in “employee incentive schemes” (Hull, 1993). Bovendien kunnen de forward start opties ook nuttig zijn voor de waardering van andere opties (cfr. infra Cliquet optie).

D. opties inspelend op de payoff

Er bestaan tevens exotische opties die hun ontstaan vinden in het aanbrengen van wijzigingen in de payoff-structuur de standaard opties. Dit kan gebeuren door in te spelen op de koers van het onderliggende actief (S), op de uitoefenprijs (K) of op de totale payoff.

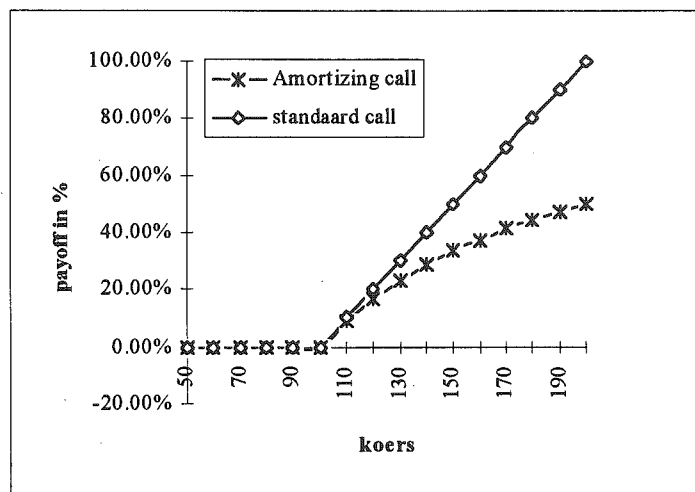
1. totale payoff

Exotische opties die de totale payoff-structuur wijzigen zijn onder andere de Amortizing opties, de Binary opties, de Range Instalment opties en de Barrier opties.

Amortizing options

Een amortizing optie verschilt qua principe niet van een standaard Europese of Amerikaanse optie, enkel de payoff is verschillend. Bij de vergelijking tussen de payoff van een standaard call namelijk $\max(S-K,0)$ en de payoff van een amortizing call $\max(\frac{S-K}{S},0)$, kan er vastgesteld worden dat de payoff van de amortizing call, in tegenstelling met de payoff van de eenvoudige call, niet-lineair is (De Groot, 1996).

Figuur 1: de Amortizing call



bron: De Groot, 1996.

Uit figuur 1 blijkt dat de payoff van de amortizing call stijgt naarmate de koers van het onderliggende actief toeneemt, maar in afnemende mate. Omdat de payoff van deze optie steeds lager is dan die van een standaard call zal de premie ook lager zijn.

De payoff van de amortizing optie kan ook geschreven worden als $\max(S' - K', 0)$, waarbij $S'=1$ en $K'=K/S$. De amortizing opties kunnen bijgevolg op een gelijkaardige manier gewaardeerd worden als de standaard opties.

Binary options

Binary opties, ook wel digital opties genoemd, zijn opties met een discontinue payoff (Smith, 1996). Galitz (1994) maakt verder een onderscheid tussen de all-or-nothing digital opties en de one-touch digital opties.

De *all-or-nothing digital optie* keert aan de houder van deze optie op de vervaldag een bepaald bedrag uit indien de optie in-the-money eindigt, in de andere gevallen wordt er niets uitgekeerd. Twee belangrijke types van all-or-nothing opties zijn de cash-or-nothing opties en de asset-or-nothing opties (Chance, 1995b ; Hull, 1993). Zo krijgt de houder van een *cash-or-nothing* optie op de vervaldag een vast bedrag, Q , als de optie in-the-money expireert, anders krijgt hij niets. Bij een *asset-or-nothing* call krijgt de houder op de vervaldag een bedrag gelijk aan de koers van het aandeel als de koers van het aandeel boven de uitoefenprijs noteert, anders wordt er wederom niets uitgekeerd.

Een andere digital of binary optie is de *one-touch digital optie*. Bij deze optie ontvangt de houder een vast bedrag indien tijdens de looptijd van de optie de koers op een bepaald

moment hoger (call) of lager (put) was dan de uitoefenprijs. Bijkomend element hier is dat de optie afhankelijk is van het koersverloop tijdens de looptijd van de optie.

Een belangrijk toepassingsgebied van de binary opties is dat ze gebruikt worden als bouwsteen bij de waardering van andere opties (zie Hull, 1993). Zo kan bijvoorbeeld de een call beschouwd worden als een portefeuille van twee digital opties, namelijk een long positie in een asset or nothing call en een short positie in een cash or nothing call met als payoff de uitoefenprijs.

Range instalment options

Bij de range instalment optie ontvangt de optiehouder een bepaald percentage van een notioneel bedrag, voor elke dag dat de koers van het onderliggende actief zich (afhankelijk van de contractspecificatie) boven, onder of tussen een vooraf vastgesteld niveau bevindt (De Groot, 1996). Deze optie kan ook opgevat worden als een portefeuille van Europese binary opties.

Barrier options

Bij de barrier opties zijn er twee zeer belangrijke prijsniveaus namelijk de uitoefenprijs en de barrier ('B'). De payoff van een barrier optie is afhankelijk van het feit dat de koers³ de barrier al dan niet bereikt. De barrier opties kunnen verder onderverdeeld worden in knock-out (drop-out) opties en knock-in (drop-in) opties (Reiner en Rubinstein, 1991 ; Jarrow en Turnbull, 1996).

Knock-out opties zijn opties die ophouden te bestaan wanneer de vooropgestelde barrier wordt bereikt. *Knock-in opties* daarentegen, nemen pas een aanvang indien de vooropgestelde barrier wordt bereikt. Bij beide soorten kunnen er nu zowel opties met één barrier als met twee barriers (double barrier opties) voorkomen (Cheuk, 1996; Thompson, 1996).

Bij de knock-out (knock-in) opties met een enkele barrier onderscheidt men down & out (in) calls, up & out (in) calls, down & out (in) puts, up & out (in) puts. De "down statement" geeft aan dat de barrier op een lager niveau gezet wordt dan de koers van het onderliggende actief bij aanvang (S_0) zodat $S_0 > B$. Omgekeerd duidt de "up statement" aan dat $S_0 < B$ (Reiner en Rubinstein, 1991).

³ Hierbij is het belangrijk dat in het contract vermeld wordt met welke frequentie (continu, enkel de slotkoers, meerdere keren per dag,...) de koers opgevolgd wordt (Hull, 1993).

Om in het geval van de double barrier opties een onderscheid te maken tussen de twee barriers verwijzen Cheuk en Vorst (1996) naar de “upper” barrier en de “lower” barrier. Hierbij duiden de termen “upper” en “lower” de relatieve ligging van de barriers t.o.v. elkaar aan (niet t.o.v. S_0). De upper en lower barrier kunnen ofwel beide van het knock-in of knock-out type zijn ofwel de ene van het knock-out type en de andere van het knock-in type (Thompson, 1996).

Wat de prijs van deze opties betreft, stelt men vast dat de knock-out en knock-in opties (met één of twee barriers) goedkoper zijn dan de standaard opties. Immers, de kans dat deze opties waardeloos aflopen groter is groter dan bij de standaard opties (Benson en Daniel, 1991; Chance, 1995a; Thompson, 1996)

In de praktijk kunnen nog een aantal varianten, met een complexere structuur, onderscheiden worden. Eén daarvan is de *barrier option with a rebate*⁴ (Reiner en Rubinstein, 1991 ; Benson en Daniel, 1991; Chance, 1995a). Het bijkomend element is hier dat de houder van de optie een bepaald bedrag (rebate) krijgt indien ;

- bij een knock-out optie : de koers van het onderliggend actief de barrier bereikt
- bij een knock-in optie : de koers van het onderliggend actief de barrier nooit bereikt.

Merk op dat bij de barrier optie zonder rebate, de optie waardeloos afliep indien de barrier bereikt werd (bij een knock-out optie) of de barrier nooit bereikt werd (bij een knock-in optie).

Een tweede variant is de *partial barrier optie* (Ong, 1996). Bij de partial barrier opties valt de knock-in of de knock-out periode niet volledig samen met de ganse looptijd van de optie, maar is er slechts een deel van. Een voorbeeld hiervan is een partial barrier optie met een looptijd van zes maand, maar waarbij de optie slechts kan ontstaan of aflopen tussen de tweede en de vijfde maand van de looptijd van de optie.

Ong (1996) vestigt tevens de aandacht op een andere variant, namelijk de *curvilinear barrier option*. In dit geval is de barrier geen constante maar een functie van zowel de tijd als het onderliggende actief. Een veel gebruikte barrier in dit verband is de exponentiële barrier waarbij de barrier exponentieel toeneemt ($\delta > 0$) of afneemt ($\delta < 0$) in de tijd. Een dergelijke barrier kan bijvoorbeeld voorgesteld worden als $B = B^* e^{\delta r}$; $t \leq \tau \leq T$ met B^* , δ als constanten en τ de reeds gelopen looptijd in jaren.

Een vierde mogelijke variant is de *outside barrier option*⁵ (Heynen en Kat, 1994a). Dit is een optie waarbij een tweede variabele bepaalt of de optie een aanvang neemt (knock-in) of afloopt (knock-out). M.a.w. de payoff en het feit dat de optie een aanvang neemt (knock-

⁴ In feite is deze optie een combinatie van een barrier optie en een digital optie.

⁵ Merk op dat de outside barrier optie in principe onder de multi asset exotic options thuishoort (cfr.infra).

in) of afloopt (knock-out) zijn afhankelijk van twee verschillende variabelen, namelijk de “payoff variabele” en de “barrier variabele”. Neem als voorbeeld een outside down-and-out call (zonder rebate) met aandeel 1 als payoff variabele en aandeel 2 als barrier variabele. Als de koers van aandeel 2 de barrier bereikt zal de optie waardeloos aflopen. Wordt de barrier echter niet bereikt dan is de payoff gelijk aan $\max(S_{\text{aandeel 1}} - K, 0)$.

Het is duidelijk dat barrier opties sterk afhangen van het verloop van de koers tijdens de looptijd van de optie. Een belangrijke aantrekkingskracht voor het gebruik van deze opties gaat uit van de premievermindering t.o.v. de standaard opties (Smith, 1996). De barrier opties kunnen nuttig zijn als beleggings- en speculatief instrument, maar ook als hedgingsinstrument. Bij dit laatste moet men eventueel met het probleem van de frequentie van opvolging van de koers rekening houden. Bovendien wordt de barrier optie ook gebruikt als bouwsteen voor de waardering van andere opties (cfr. infra ; Ladder optie) (Street, 1992).

2. uitoefenprijs (K) of koers van het onderliggend actief (S)

Naast de exotische opties die de totale payoff wijzigen, zijn er ook die inspelen op één van de afzonderlijke componenten van de payoff. Deze opties spelen dus ofwel op de koers van het onderliggend actief (S) in, ofwel op de uitoefenprijs (K). De opties die hier thuishoren zijn⁶ ; de Cliquet opties (K), de Ladder opties (K), de Shout opties (K), de Reset opties (K), de Aziatische opties (S of K) en de Lookback opties (S of K).

Cliquet options

Cliquet opties of Ratchet opties zijn opties die reeds tussentijdse evaluaties kennen *op welbepaalde data* tijdens de looptijd van de optie. Bij deze tussentijdse evaluaties wordt de uitoefenprijs teruggezet op een at-the-money niveau, m.a.w. de uitoefenprijs wordt gelijk gesteld aan de op dat moment heersende koers van het onderliggend actief. Eventuele tussentijdse winsten worden definitief verworven en worden uitbetaald op de vervaldag van de optie (Galitz, 1994; De Groot, 1996; Ong, 1996).

Nemen we bijvoorbeeld het geval van een Cliquet call. De optie begint zoals een gewone standaard call en waarbij de uitoefenprijs (K_1) gelijk is aan de koers van het onderliggende actief bij de aanvang van de optie (S_1). Indien nu bij de eerste tussentijdse evaluatie blijkt dat de heersende koers (S_2) groter is dan de uitoefenprijs (K_1), wordt het verschil $S_2 - K_1$ (cfr. standaard call) definitief verworven en uitbetaald op de vervaldag. Indien echter blijkt

⁶ Achter elke de exotische optie staat tussen haakjes vermeld op welke *afzonderlijke* component van de payoff er ingespeeld wordt.

dat S_2 kleiner is dan K_1 dan is de payoff voor die periode nul (dalingen worden niet meegerekend). Om de volgende periode terug een aanvang te laten nemen op een at-the-money niveau wordt de uitoefenprijs voor de tweede periode (K_2) gelijkgesteld aan de koers van onderliggende actief op dat moment (S_2). Op het einde van elke volgende periode gebeurt een gelijkaardige evaluatie.

Uit het voorgaande blijkt dat de payoff van cliquet opties afhangt van het verloop van de koers van onderliggende actief tijdens de looptijd van de optie. Deze opties zijn voornamelijk geschikt wanneer de belegger verwacht dat de koers in een bepaalde richting zal evalueren maar eveneens verwacht dat er een mogelijkheid inziet dat de koers deze tendens niet zal aanhouden tot op de vervaldag. De cliquet opties worden ook als instrument gebruikt bij een aantal beleggingsfondsen ("klik"fondsen).

De cliquet optie kan eigenlijk beschouwd worden als een opeenvolging van forward start opties die beginnen op vastgelegde data. De payoff van de cliquet optie is dan de som van de payoffs van de onderliggende forward start opties. De waardering van de cliquet opties kan bijgevolg gebeuren a.d.h.v. forward start opties.

Ladder options

Ladder opties gelijken sterk op cliquet opties. Bij de Ladder opties worden de uitoefenprijzen echter teruggezet op een at-the-money niveau telkens de koers van het onderliggende actief een vooraf *bepaald niveau* (ladder) bereikt, ongeacht wanneer dit gebeurt (Galitz, 1994).

Stel dat we een call ladder optie hebben met een initiële uitoefenprijs van 100 en dat de niveaus (ladders) gezet worden op 110, 120, 130, enz.. Op het ogenblik dat de koers van het onderliggende actief 110 bereikt wordt de nieuwe uitoefenprijs op 110 gezet en de winst van 10 wordt "ingelocked". Gelijkaardige redeneringen gelden nu wanneer de koers 120, 130, enz. bereikt.

De ladder optie is wederom een optie met een payoff die grotendeels afhankelijk is van het koersverloop tijdens de looptijd van de optie. Deze opties bieden een geschikte oplossing voor een gebruiker die verwacht dat de koers in een bepaalde richting zal evalueren en waarbij hij de winst wil vastklikken telkens de koers van het onderliggende actief een bepaald niveau bereikt heeft (om zich zo te beschermen tegen de mogelijkheid dat de koers die tendens niet zal aanhouden tot op de vervaldag). Zoals de cliquet opties zijn ook de ladder opties een nuttig instrument voor de constructie van "klik"fondsen.

Ladder opties kunnen gezien worden als een lineaire combinatie van standaard Europese opties en knock-out opties. De waardering van de Ladder optie kan dan gebeuren op basis van deze onderliggende componenten (Street, 1992).

Shout options

Een shout optie berust op dezelfde principes als de cliquet optie en de ladder optie. Bij een shout optie kan de houder van deze optie het moment van herzetting van de uitoefenprijs echter *willekeurig* kiezen door op dat moment gewoonweg "te roepen" (to shout) (Galitz, 1994).

Thomas (1993) maakt tevens de opmerking dat shout opties kunnen beschouwd worden als een combinatie van lookback opties en standaard opties, wat belangrijk is voor de waardering van deze opties. Het toepassingsgebied van de shout optie ligt in de lijn van de cliquet opties en de ladder opties.

Reset options

Een reset optie is een optie waarbij de uitoefenprijs op een nieuw *vooraf* vastgesteld niveau gezet wordt, indien de koers van het onderliggende actief een bepaald niveau bereikt.

In tegenstelling tot de cliquet opties of de ladder opties wordt de uitoefenprijs niet teruggezet op een at-the-money niveau. De uitoefenprijs wordt gewoon naar een nieuw vooraf vastgesteld niveau gezet (zonder dat de tussentijdse payoff "ingelocked" wordt). Een voorbeeld hiervan is een call met uitoefenprijs 100, waarbij de uitoefenprijs naar 80 wordt gebracht indien de koers van het onderliggende actief 110 bereikt. Deze opties worden echter nauwelijks gebruikt (De Groot, 1996).

Asian options

Een Aziatische optie is een optie waarbij de payoff afhangt van de gemiddelde⁷ koers (S_{ave}) van het onderliggende actief gedurende de gehele of een bepaalde duur van de looptijd van

⁷ Dewynne, Howison en Wilmott (1995) maken wel de bemerking dat de berekening van het gemiddelde op diverse manieren kan gebeuren, zoals ; een rekenkundig of een geometrisch gemiddelde, een gewogen of een ongewogen gemiddelde, een discrete of een continue opvolging van de koers van het onderliggende actief of een inspelen op de periode waarover het gemiddelde berekend wordt.

de optie (Hull, 1993). De Aziatische opties kunnen opgedeeld worden in twee soorten ; de Average Price Optie en de Average Strike Optie.

Het onderscheid ligt in het feit dat de Average Price opties inspelen op S , terwijl de Average Strike opties inspelen op K . Bij de *Average price optie* zal de payoff berekend worden op basis van de *gemiddelde* koers van het onderliggend actief (S_{ave}) (i.p.v. S) en de uitoefenprijs (K). De payoff op de vervaldag van een Average price call is $\max(S_{ave}-K, 0)$, en deze van een Average price put is $\max(K-S_{ave}, 0)$.

Bij de *Average strike optie* ligt het verschil met de standaard opties ditmaal bij de uitoefenprijs. De uitoefenprijs is nu niet de op voorhand vastgestelde K , maar wel de *gemiddelde* koers van het onderliggend actief (S_{ave}). De payoff op de vervaldag van een Average strike call is bijgevolg $\max(S-S_{ave}, 0)$, en deze van een Average strike put is $\max(S_{ave}-S, 0)$.

Het feit dat Aziatische opties gebruik maken van de gemiddelde koers van het onderliggend actief, oefent een beperkend effect uit op de volatiliteit en dus ook op de premie van de optie. Aziatische opties zijn bijvoorbeeld ideaal voor ondernemingen die een voorspelbare stroom aan deviezen willen hedgen (om op die manier een wisselkoers te bekomen die boven/onder het gemiddelde ligt). Indien er een constante cash flow verwacht wordt dan kan men zich indekken via een Aziatische optie waarbij een gelijk gewogen gemiddelde gebruikt wordt. Verwacht men echter cash flows van verschillende grootte dan kan men een beroep doen op flexibele Aziatische opties. Bij de flexibele Aziatische opties worden er, bij de berekening van het gemiddelde, grotere gewichten toegekend aan de periodes met grotere cash flows (Zhang, 1995).

Lookback options

Een lookback optie is een optie waarbij de payoff afhangt van de minimum- of maximumkoers van het onderliggende actief die zich heeft voorgedaan tijdens de looptijd van de optie (Hull, 1993). Heynen en Kat (1994b) onderscheiden twee grote types van lookback opties; de floating strike lookback opties en de fixed strike lookback opties. De floating strike lookback opties spelen in op K , de fixed strike lookback opties op S .

Bij de *floating strike lookback opties* wordt als uitoefenprijs de minimumkoers (call) of de maximumkoers⁸ (put) genomen. Stel dat S_{min} de minimumkoers is, S_{max} de maximumkoers is en S_{end} de uiteindelijke koers is op de vervaldag. De payoff van een floating strike lookback call op de vervaldag is dus ; $\max(0, S_{end} - S_{min})$. Met andere woorden, de houder

⁸ Net zoals bij de barrier opties is het ook hier belangrijk met welke frequentie de koers opgevolgd wordt (Hull, 1993).

van een dergelijke call heeft het recht het onderliggende actief te kopen tegen de laagste koers die zich heeft voorgedaan tijdens de looptijd van de optie. Gelijkaardig vindt men als payoff voor een floating strike put ; $\max(0, S_{\max} - S_{\text{end}})$. Een floating strike put geeft de houder dus het recht het onderliggende actief te verkopen tegen de hoogste koers die zich heeft voorgedaan tijdens de looptijd van de optie. Merk op dat bij deze soort de optie in het slechtste geval at-the-money eindigt.

In tegenstelling tot de floating strike lookback optie heeft de *fixed strike lookback optie* een uitoefenprijs (K) die vaststaat van bij de aanvang (cfr. standaard optie). De payoff van een fixed strike lookback call is ; $\max(0, S_{\max} - K)$. Een fixed strike lookback put geeft als payoff ; $\max(0, K - S_{\min})$.

Daar de payoff van de "full" lookback opties in de meeste gevallen groter is dan de payoff van standaard opties, zijn deze opties ook veel duurder. In de praktijk worden deze opties vaak te duur bevonden (Galitz, 1994). Een oplossing kan gevonden worden bij de *partial lookback opties* (Heynen en Kat, 1994b). Deze zijn goedkoper omdat ze enerzijds kunnen inspelen op de observatieperiode (lookback-periode) van het onderliggende actief. Een voorbeeld in dit verband is een lookback optie met een looptijd van drie maand, maar de observatieperiode ter bepaling van de payoff loopt slechts gedurende de laatste twee maand van de looptijd van de optie. Anderzijds bestaan er ook partial lookback opties, die in vergelijking met de gewone lookbacks de premie willen drukken door slechts een bepaald percentage van de geobserveerde minimum of maximum koers van het onderliggende actief in beschouwing nemen ter bepaling van de payoff. Lookback opties worden ook gebruikt bij de waardering van andere optie-types (cfr. Shout optie).

E. opties met een bijzondere onderliggende waarde

Compound options

Compound opties zijn opties op opties (Nelken, 1993). Ze geven de houder ervan het recht om op de vervaldag een *optie* te kopen (call) of te verkopen (put), die op haar beurt (op haar vervaldag) het recht geeft het onderliggende actief te kopen (call) of te verkopen (put) tegen de uitoefenprijs. Deze opties verschillen van de standaard Europese of Amerikaanse opties daar de onderliggende waarde⁹ hier zelf een optie is.

De vier mogelijke vormen zijn namelijk ; een call op een call, een call op een put, een put op een call, en een put op een put. Er kan al snel opgemerkt worden dat bij een compound

⁹ Opties op futures worden niet als exotische opties beschouwd. Omwille van hun veelvuldig gebruik, grote liquiditeit, meestal beursgenoteerd worden ze als eerste generatie afgeleide producten aanzien.

optie twee uitoefenprijzen¹⁰ en twee vervaldagen¹¹ voorkomen (Nelken, 1993). Nemen we het voorbeeld van een call op een call. Op de eerste vervaldag (T_1), die van de compound optie zelf, zal de houder van deze optie de uitoefenprijs (K_1) vergelijken met de (markt)prijs van de onderliggende call optie. Indien nu blijkt dat de uitoefenprijs (K_1) groter is dan de prijs van de onderliggende optie dan zal de compound optie uiteraard niet uitgeoefend worden. Is de uitoefenprijs (K_1) echter kleiner dan de prijs van de onderliggende optie dan zal de compound optie uitgeoefend worden, waardoor de houder van deze optie de onderliggende call optie verwerft mits betaling van K_1 . Die onderliggende call optie geeft de houder nu het recht om op de tweede vervaldag (T_2) het onderliggende actief te kopen tegen de uitoefenprijs (K_2).

In het geval van compound opties tracht men dus de premie te verminderen door afgeleide producten op afgeleide producten te ontwikkelen. De premie voor de compound optie is immers kleiner dan de premie voor een optie die dezelfde periode ($T_1 + T_2$) dekt. Compound opties lenen zich bijvoorbeeld perfect tot situaties waarbij men zich wil indekken tegen koersschommelingen tijdens een aanbesteding of een offerte (Jarrow en Turnbull, 1996).

Overzicht Single Asset Exotic Options

Uit het voorgaande kan er afgeleid worden dat de bespreking en de indeling van de single asset exotic options kan gekoppeld worden aan de wijze waarop exotische opties gecreëerd worden door in te spelen op een aantal kenmerken van de standaard opties. Zo is er tot uiting gekomen dat er exotische opties voorkomen die inspelen op het tijdstip van uitoefening, het type van optie, de payoff, het onderliggend actief of de timing van betaling van de premie. Tabel 1 geeft nu een samenvattend overzicht weer.

¹⁰ De uitoefenprijs van de compound optie zelf (vb. K_1) ; met name de prijs waartegen de onderliggende optie kan gekocht/verkocht worden. De uitoefenprijs van de onderliggende optie (vb. K_2) ; dit is de prijs waartegen het onderliggende actief kan gekocht/verkocht worden.

¹¹ De vervaldag van de compound optie zelf (vb. T_1) en de vervaldag van de onderliggende optie (vb. T_2). Het hoeft geen betuig dat de vervaldag van laatstgenoemde op een later tijdstip valt dan deze van de compound optie zelf.

Tabel 1; Indeling van de single asset exotic options op basis van hun afwijkende kenmerken t.o.v. standaard opties.

Uitoefenings-modaliteit	type	onderliggende waarde	timing
-Bermudian	-Chooser	-Compound	-Pay later -Forward start
totale payoff	K	S	
-Amortizing -Binary -Range instalment -Barrier	-Cliquet -Ladder -Shout -Reset -Asian; Average strike -Floating strike lookback	-Asian; Average price -Fixed strike lookback	

Merk nog wel op dat deze verschillende soorten exotische opties uiteraard op diverse manieren met elkaar kunnen gecombineerd worden. Een voorbeeld is de Bermudian Chooser optie die bovendien van het Lookback type is, maar andere combinaties zijn evenzeer mogelijk.

3. Multi asset exotic options

Basket options

Basket opties waarbij de payoff afhangt van het gewogen gemiddelde van de koersen van de onderliggende activa in de basket (korf). Zo geeft een basket call een payoff van $\max\left[\sum_{i=1}^n \omega_i S_i - K, 0\right]$, waarbij S_1, \dots, S_n de koersen zijn van de n onderliggende activa op de vervaldag en $\omega_1, \dots, \omega_n$ de gewichten, in percentages, van de onderliggende activa in de korf (Gentle, 1993).

Basket opties zijn goedkoper dan een korf van individuele opties op elk van de onderliggende activa afzonderlijk. Immers, zo lang als de onderliggende activa niet perfect met elkaar gecorreleerd zijn, wordt de volatiliteit van de onderliggende waarde door het

gebruik van meerdere onderliggende activa gereduceerd (Gentle, 1993). In principe zal een basket optie dus goedkoper worden naarmate het aantal onderliggende activa groter wordt. Ook de correlatie tussen de onderliggende activa heeft een invloed op de prijs. Des te lager de correlatiecoëfficiënt tussen de onderliggende activa, des te goedkoper de optie.

Een optie op een aandelenindex (bv. S&P500) is in feite mooi voorbeeld van een basket optie. Een ander voorbeeld van een basket optie is een optie op een korf van munten. Deze optie leent zich bijvoorbeeld tot ondernemingen die een multi-currency exposure hebben (Grannis, 1989).

Gentle (1993) heeft een waardering van de basket opties gemaakt aan de hand van Vorst's benadering voor de waardering van Aziatische opties. Huynh (1994) voorziet nog in een andere benadering om de basket opties te waarderen.

Rainbow options

Onder Rainbow opties worden verscheidene varianten ondergebracht. Eén van de meest gebruikte varianten is de "*best/worst of*" optie (Ong, 1996). De payoff van een "best of" optie wordt bepaald door de hoogst gerealiseerde koers (return) op de vervaldag van één van de onderliggende activa (de best performer), terwijl de payoff "worst of" optie berekend wordt op de koers (return) van de "worst" performer. Symbolisch¹² kan de payoff "best of" optie voorgesteld worden als $\max\{0, \max(S_1, S_2, \dots, S_n) - K\}$, terwijl deze van een "worst of" optie gelijk is aan $\max\{0, K - \min(S_1, S_2, \dots, S_n)\}$.

Zo kan een best of optie gebruikt worden door een belegger die de hoogste return wil verwerven op bijvoorbeeld één van de volgende indexen; FTSE 100, BEL20, CAC 40, DAX, S&P500.

Een tweede soort opties die onder de Rainbow opties geklassificeerd worden zijn de *spread opties* (Ong, 1996). Bij een spread optie is de payoff afhankelijk van het verschil tussen de koers van de twee onderliggende activa op de vervaldag ; $\max[(S_1 - S_2) - K, 0]$.

In plaats van het verschil in koersen te nemen, kan de payoff eveneens berekend worden op basis van het verschil in return tussen de twee onderliggende activa. Deze optie noemt men ook wel relative performance optie (De Groot, 1996). Beschouw in dit verband het volgende voorbeeld. Veronderstel dat een belegger zijn portefeuille bestaat uit een belegging van 40% in de Bel20 index en 60% in de DAX index. De belegger wil nu echter zijn positie herzien en wenst een aandeel van 55% in de Bel20 index en slechts 45% in de DAX index. Een herallocatie op basis van fysieke activa is echter duur omwille van de

¹² S_1, S_2, \dots, S_n zijn de koersen (returns) van de n onderliggende activa op de vervaldag.

transactiekosten die hiermee gepaard gaan. Een alternatief is het kopen van een relative performance optie met een payoff gelijk aan :

$$\max[(\text{RendementBel20} - \text{RedementDAX}), 0] * \text{Notional}.$$

Bijna gelijkaardig aan de spread opties zijn de *exchange opties* (Hull, 1993). De exchange optie geeft de houder ervan het recht om een onderliggend actief te verwisselen voor een ander. De payoff functie om activa A om te wisselen voor activa B ziet er als volgt uit : $\max(S_B - S_A, 0)$. De grondlegger voor de prijsbepaling van deze opties was Margrabe (1978).

Een aantal andere varianten die als Rainbow opties beschouwd worden zijn (Ong, 1996):

- de *portfolio opties*. Dit soort opties zijn vergelijkbaar met de basket opties met dit verschil dat de gewichten voor de portfolio in dit geval het *aantal* eenheden van de respectievelijke onderliggende activa zijn. De payoff van een call portfolio optie wordt weergegeven door

$$\max\left[\sum_{i=1}^n n_i S_i - K, 0\right], \text{ met } n_i \text{ het aantal eenheden van het onderliggende actief } S_i;$$

- de *multi-strike opties*. Dit zijn opties met meerdere uitoefenprijzen en meerdere assets.

$$\text{De payoff voor de call is } \max[S_1 - K_1, S_2 - K_2, \dots, S_n - K_n, 0],$$

$$\text{de payoff van de put is } \max[K_1 - S_1, K_2 - S_2, \dots, K_n - S_n, 0];$$

- de *pyramid opties*. Bij pyramid opties wordt de payoff bepaald door de absolute waarde.

$$\text{De payoff van de call is } \max[|S_1 - K_1| + |S_2 - K_2| + \dots + |S_n - K_n| - K, 0],$$

$$\text{en de payoff van de put wordt } \max[K - (|K_1 - S_1| + |K_2 - S_2| + \dots + |K_n - S_n|), 0];$$

- de *madonna opties*.

$$\text{De payoff van de call is } \max\left[\sqrt{(S_1 - K_1)^2 + (S_2 - K_2)^2 + \dots + (S_n - K_n)^2} - K, 0\right],$$

$$\text{en de payoff van de put wordt } \max\left[K - \sqrt{(K_1 - S_1)^2 + (K_2 - S_2)^2 + \dots + (K_n - S_n)^2}, 0\right].$$

Het gebruik van deze varianten is echter niet voor de hand liggend.

Quanto options

De naam Quanto optie is de afkorting van "Quantity-adjusted option" (Hunziker en Koch-Medina, 1996). De payoff en de premie van een quanto optie worden uitgedrukt in een andere munt (meestal de thuis munt) dan deze waarin de grootte/waarde van het exposure (als een functie van de koers van het onderliggende actief) is uitgedrukt.

Deze opties kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden door de koper van een optie op een buitenlands aandeel die wil dat de optie voltrokken wordt in de buitenlandse munt, maar waarbij de uiteindelijke payoff geconverteerd wordt in de thuislandse munt. Indien deze conversie gebeurt tegen een vooraf vastgestelde wisselkoers (bij de aanvang van de optie) spreekt men van een *Fixed Quanto optie*. Gebeurt de conversie echter tegen de heersende wisselkoers die geldt bij de uitoefening dan spreekt men van een *Flexible Quanto optie*. Merk dus op dat bij de Fixed Quanto optie, in tegenstelling tot de Flexible Quanto optie, er een indekking is tegen het wisselkoersrisico. De payoff van een Quanto call is bijgevolg : $X \cdot \max(S_F - K_F, 0)$, waarbij X de wisselkoers (vast of flexibel) voorstelt, S_F de koers van het onderliggende actief in buitenlandse munt en K_F de uitoefenprijs eveneens uitgedrukt in buitenlandse munt.

Een variant op de quanto opties is de *composite optie* (Ong, 1996). Ook bij deze opties speelt de wisselkoers een belangrijke rol. Ong (1996) deelt de composite opties verder in, in enerzijds “options on Foreign Equity struck in Domestic Currency” en anderzijds de “Equity-Linked Foreign-Exchange options”. De *options on Foreign Equity struck in Domestic Currency* geven een payoff van $\max(X \cdot S_F - K, 0)$ voor de call en van $\max(K - X \cdot S_F, 0)$ voor de put, waarbij X gelijk is aan de wisselkoers, S_F de koers van een aandeel in buitenlandse munt en K de uitoefenprijs in binnenlandse munt. M.a.w. het zijn opties op buitenlandse aandelen die voltrokken worden in de thuislandse munt en waarbij de waardebepaling zal afhangen van de correlatie tussen de wisselkoers en het buitenlands aandeel. Een dergelijke structuur biedt tevens een bescherming tegen het wisselkoersrisico daar het correlatie-effect expliciet wordt meegenomen gedurende de waardering van de optie. Bij de Equity-Linked Foreign-Exchange opties hangt het al dan niet uitoefenen van de optie af van de wisselkoers. Immers, de payoff is hier $S_F \cdot \max(X - K, 0)$ voor de call en $S_F \cdot \max(K - X, 0)$ voor de put.

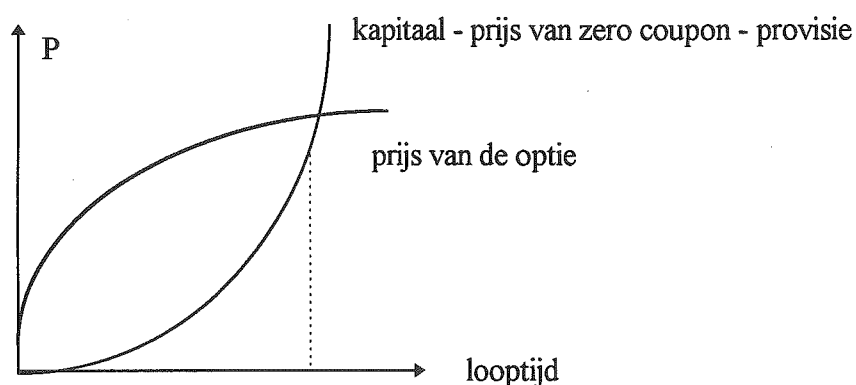
4. Gebruik van exotische opties in klikfondsen of equity-linked notes

In de vorige paragraaf werd een opsomming gegeven van een aantal soorten exotische opties. Wellicht bestaan er nog verscheidene varianten op de besproken producten. Exotische producten worden immers grotendeels op de over-the-counter (OTC) markten verhandeld en op maat gemaakt. Op die manier worden de exotische producten bewust gekocht o.w.v. een beleggings-, een speculatief-, of een hedgingsmotief. Niettemin worden exotische producten ook in bepaalde constructies gebruikt, zodat de koper van deze producten onbewust ook een positie in exotische opties bekommt. Producten die het afgelopen jaar nogal in trek waren bij de beleggers en waarbij veel gebruik wordt gemaakt van exotische producten zijn de beleggingsfondsen, meer bepaald de klikfondsen / equity-linked notes. Het succes van deze producten kan zeker niet los gezien worden van de lage rentestand en het gunstig fiscaal regime van deze producten. De particuliere belegger tracht bijgevolg via deze producten een hoger rendement te behalen zonder al te veel extra risico

te nemen. De particuliere belegger is minder geneigd om rechtstreeks over te stappen naar aandelen, laat staan een positie in (exotische) opties te nemen. Hieronder worden nu een aantal equity-linked notes / klikfondsen besproken met als bedoeling het gebruik van (exotische) opties hierbij aan te tonen.

Neem als eerste voorbeeld een beleggingsfonds (Citi-Bel 100/100) dat op de vervaldag 100% van het ingebrachte kapitaal (vóór kosten) garandeert + 100% van de stijging van de Bel20 en een looptijd heeft van 4 jaar. Op het eerste gezicht heeft de belegger dus niet de indruk dat er opties aan te pas komen. De vraag is nu hoe dergelijke producten in werkelijkheid geconstrueerd worden. Op de eindvervaldag moet de aanbieder van het product minstens 100% van het ingebrachte kapitaal terugbetalen. Om dit te verwezenlijken zal hij met de 100 die de belegger inbrengt een *zero coupon obligatie* kopen met een present value van bv. 83 en die op de eindvervaldag 100 als waarde heeft. Bovendien moet op de vervaldag ook nog eens 100% van de stijging van de Bel20 aan de belegger uitbetaald worden. Om hieraan tegemoet te komen zal de aanbieder een *standaard at-the-money call* op de Bel20 kopen, waarvoor de premie bv. 14 bedraagt. De rest, namelijk 3 (=100-83-14), is voor de aanbieder (bv. de plaatsende bank). Tenslotte moet er nog iets gezegd worden over de bepaling van de looptijd van het product. De looptijd wordt bepaald in functie van de prijs van de zero coupon obligatie, de prijs van de optie en de provisie voor de aanbieder. M.a.w. er dient gezocht naar de looptijd waarvoor de prijs van de zero coupon obligatie plus de prijs van de optie en de provisie voor de aanbieder gelijk is aan het ingebrachte kapitaal. Of anders gezegd; het ingebrachte kapitaal min de prijs van de zero coupon min de provisie moet gelijk zijn aan de prijs van de optie. Figuur 2 geeft bovenstaand inzicht weer.

Figuur 2; bepaling van de looptijd



Bron: De Groot, 1996.

Een tweede voorbeeld is een beleggingsfonds (G-Equity Fix Belgium) dat op de vervaldag 100% van het ingebrachte kapitaal garandeert + 100% van de stijging van de Bel20 met als

bijkomend element dat bij een stijging van de Bel20 met 35% en 65%, deze winst definitief verworven wordt. De creatie van dit product lijkt sterk op het voorgaande. Voor de terugbetaling van de 100% van het ingebrachte kapitaal wordt er eveneens een zero coupon obligatie gekocht. Voor het gedeelte dat betrekking heeft op de stijging van de Bel20 gaat ook in dit geval de aandacht naar een optie. De optie die voldoet aan dit profiel is duidelijk een exotische optie, meer bepaald een *ladder call* optie met een eerste uitoefenprijs gelijk aan de koers van de Bel20 bij de aanvang. Merk dus op dat de belegger dus impliciet ook een positie neemt in een exotische optie.

Een derde voorbeeld, dat op gelijkaardige principes steunt, is een beleggingsfonds (Panelfund Equilink 2) dat wederom op de vervaldag 100% van het ingebrachte kapitaal garandeert + een stijging van de Bel20 tot maximaal 30% en een looptijd van 3 jaar. De creatie van dit product bestaat uiteraard uit een zero coupon obligatie en een optie. De optie die hier kan gebruikt worden om de stijging van de Bel20 tot maximaal 30% te garanderen is een *barrier optie with a rebate*, namelijk een up and out call met een uitoefenprijs gelijk aan de koers van de Bel20 bij de aanvang en een barrier op 30% boven deze uitoefenprijs. De rebate bedraagt (ingebbracht kapitaal)*(0.3) als de barrier bereikt wordt.

Een laatste voorbeeld is van een beleggingsfonds (KBP Security Click Flanders 3) dat op de eindvervaldag 100% van het ingebrachte kapitaal garandeert, vermeerderd met de stijging van de Vlaamse-aandelenkorf maar waarbij de stijging berekend wordt over zes deelperiodes van ongeveer 1 jaar. Aan het einde van elke deelperiode wordt de stijging van de aandelenkorf ingeklikt (eventuele dalingen worden niet in beschouwing genomen). Op de eindvervaldag worden de verschillende stijgingen (geen dalingen) opgeteld. In dit geval zal het beleggingsfonds opgebouwd zijn uit een zero coupon obligatie en een cliquet optie.

5. Besluit

De toegenomen bedrijvigheid in de markt van de afgeleide producten of derivatives is hand in hand gegaan met de ontwikkeling van talrijke nieuwe producten. Zo is er over de jaren heen ook een breed spectrum van exotische opties ontstaan. Ongetwijfeld zullen er in de komende jaren nog nieuwe exotische opties of varianten op reeds bestaande exotische opties bijkomen. Hierdoor kunnen deze opties hun functie als beleggings-, speculatief- of als hedgingsinstrument ononderbroken uitoefenen, waardoor ze dus blijven inspelen op de behoeften van de verschillende economische agenten. Het is echter niet altijd even gemakkelijk om de brede waaier van exotische opties in verschillende categorieën onder te brengen. Dit artikel beoogt echter de bespreking van het brede spectrum van exotische opties toch te koppelen aan een verdere onderverdeling, enerzijds op basis van de opties met slechts één onderliggend actief en anderzijds op basis de opties met meerdere onderliggende activa. Bij de exotische opties met slechts één onderliggend actief is men

bovendien nog een stapje verder gegaan door een verdere opsplitsing te maken afhankelijk van hun afwijkende kenmerken t.o.v. de standaard Europese of Amerikaanse opties. Tot slot wordt er opgemerkt dat de exotische opties niet alleen op zichzelf gebruikt worden, maar vaak ook onderliggend zijn in andere producten zoals bijvoorbeeld de equity-linked notes.

Referenties

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (1996), Central Bank Survey of Foreign Exchange and Derivatives Market Activity, Basle, May 1996, 50 blz.

BENSON, R. en N. DANIEL (1991), "Up, Over and Out", Risk, vol.4, nr.6, June 1991, blz.17-19.

BERGER, E. (1995), "Barrier Options", in NELKEN, I., The Handbook of Exotic Options: Instruments, Analysis, and Applications, Chicago, Irwin, 1996, blz.213-243.

CHANCE, M. (1995a), "Barrier Options", Derivatives Research Unincorporated, vol.1, nr.20, July 24, blz.1-2.

CHANCE, M. (1995b), "Digital Options", Derivatives Research Unincorporated, vol.1, nr.28, September 18-25, blz.1-3.

CHEUK, T., H., F.(1996), Exotic Options, Thesis Publishers, Amsterdam, 175 blz.

CHEUK, T., H., F. en T., C., F. VORST (1996), "Complex Barrier Options", The Journal of Derivatives, vol.4, nr.1, Fall 1996, blz.8-22.

CONZE, A. en R. VISWANATHAN (1991), "Path Dependent Options: The Case of Lookback Options", Journal of Finance, vol.26, blz.1111-1127

DE GROOT, A. (1996), Exotic Options, Kredietbank-Petercam Derivatives, Brussel, 39 blz.

DEWYNNE, J., HOWISON, S. en P. WILMOTT (1995), Option Pricing: Mathematical Models and Computation, Oxford Financial Press, Oxford, 457 blz.

GALITZ, L. (1994), Financial Engineering: Tools and Techniques to Manage Financial Risk, Pitman Publishing, London, 485 blz.

GARMAN, M. (1989), "Recollection in Tranquility", Risk, March 1989.

GENERALE BANK (1994), "De afgeleide producten (derivatives): de valuta-opties", Bulletin van de Generale Bank, Maart 1994, nr.348, blz.8-15.

- GENTLE, D. (1993), "Basket Weaving", Risk, vol.6, nr.6, June 1993, blz.51-52.
- GESKE, R. (1979), "The Valuation of Compound Options", Journal of Financial Economics, 7, blz.63-81.
- GOLDMAN, B., SOSIN, H. en M. A. GATTO (1979), "Path-Dependent Options: Buy at Low, Sell at High", Journal of Finance, vol.34, nr.5, blz.1111-1127.
- GRANNIS, S. (1989), "An Idea whose Time has Come", Risk, vol.2, nr.8, September 1989, blz.72-74.
- HEYNEN, R. en H. KAT (1994a), "Crossing Barriers", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.179-182.
- HEYNEN, R. en H. KAT (1994b), "Selective Memory", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.197-202.
- HULL, J.C. (1993), Options, Futures, and Other Derivatives Securities, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 492 blz.
- HUNZIKER, J.P. en P. KOCH-MEDINA (1996), "Two Color Rainbow Options", in NELKEN, I., The Handbook of Exotic Options: Instruments, Analysis, and Applications, Chicago, Irwin, 1996, blz.143-174.
- HUYNH, C.B. (1994), "Back to Baskets", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.147-150.
- JACOBS, R. (1995), Deviezentransacties ; Technieken en strategieën in de valuta-arbitrage, Acco, Leuven, 222 blz.
- JARROW, R. en S. TURNBULL (1996), Derivative Securities, South-Western College Publishing, Cincinnati (Ohio), 686 blz.
- KEMNA, A. en VORST, A. (1990), "A Pricing Method for Options Based on Average Asset Values", Journal of Banking and Finance, 14 (March 1990), blz.113-129.
- LEVY, E. (1991), "A Note on Pricing European Average Options", Working Paper, Nomura Bank International plc.
- MARGRABE, W. (1978), "The Value of an Option to Exchange One Asset for Another", Journal of Finance, vol.33, nr.1, blz.177-186.
- NELKEN, I. (1993), "Square Deals", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.155-159.
-

- ONG, M. (1996), "Exotic Options: The Market and Their Taxonomy", in NELKEN, I., The Handbook of Exotic Options: Instruments, Analysis, and Applications, Chicago, Irwin, 1996, blz.1-44.
- REINER, E. en M. RUBINSTEIN (1991), "Breaking down the Barriers", Risk, vol.4, nr.8, September 1991, blz.28-35.
- RITCHKEN, P. (1995), "On Pricing Barrier Options", The Journal of Derivatives, vol.4, nr.1, Fall 1996, blz.8-22.
- RUBINSTEIN, M. (1991a), "Options for the Undecided", Risk, April.
- RUBINSTEIN, M. (1991b), "Double Trouble", Risk, December-January, 73.
- SMITH, C. (1996), "Exotic Options; Made to Measure", Corporate Finance Foreign Exchange Yearbook 1995/96, blz.16-20.
- STREET, A. (1992), "Stuck up a Ladder", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.195-196.
- THOMAS, B. (1993), "Something to Shout about", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.191-194.
- THOMPSON, P. (1996), "Double Barrier Options", in Learning Curves: the Guide to Understand Derivatives Volume III, New York, Institutional Investor, 1996, blz.81-83.
- TURNBULL, S., M. en WAKEMAN, L., M. (1991), "A Quick Algorithm for Pricing European Average Options", Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol.26, nr.3, blz.377-389.
- TURNBULL, S. (1992), "The Price is Right", in JARROW, R., Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps, London, Risk Publications, 1995, blz.161-163.
- VORST, A., C., F. (1996), "Averaging Options", in NELKEN, I., The Handbook of Exotic Options: Instruments, Analysis, and Applications, Chicago, Irwin, 1996, blz.175-199.
- ZHANG, P., G. (1995), "Flexible Arithmetic Asian Options", The Journal of Derivatives, vol.2, nr.3, Spring 1995, blz.53-63.
-

Bijlage

Appendix ; literatuur inzake de waardering van de Single Asset Exotic Options

type van optie	waardering
<i>Chooser options</i>	RUBINSTEIN, M. (1991a), "Options for the Undecided", <u>Risk</u> , vol.4, April, p.43. NELKEN, I. (1993), "Square Deals", in JARROW, R., <u>Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps</u> , London, Risk Publications, 1995, blz.155-159.
<i>Pay later options</i>	TURNBULL, S. (1992), "The Price is Right", in JARROW, R., <u>Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps</u> , London, Risk Publications, 1995, blz.161-163.
<i>Forward start options</i>	HULL, J.C. (1993), <u>Options, Futures, and Other Derivatives Securities</u> , Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 492 blz.
<i>Amortizing options</i>	idem als de standaard opties.
<i>Binary options</i>	HULL, J.C. (1993), <u>Options, Futures, and Other Derivatives Securities</u> , Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 492 blz.
<i>Range instalment options</i>	waardering a.d.h.v. binary opties
<i>Barrier options</i>	REINER, E. en M. RUBINSTEIN (1991), "Breaking down the Barriers", <u>Risk</u> , vol.4, nr.8, September 1991, blz.28-35. CHEUK, T., H., F.(1996), <u>Exotic Options</u> , Thesis Publishers, Amsterdam, 175 blz. CHEUK, T., H., F. en T., C., F. VORST (1996), "Complex Barrier Options", <u>The Journal of Derivatives</u> , vol.4, nr.1, Fall 1996, blz.8-22. BERGER, E. (1995), "Barrier Options", in NELKEN, I., <u>The Handbook of Exotic Options: Instruments, Analysis, and Applications</u> , Chicago, Irwin, 1996, blz.213-243. RITCHKEN, P. (1995), "On Pricing Barrier Options", <u>The Journal of Derivatives</u> , vol.4, nr.1, Fall 1996, blz.8-22.
<i>Cliquet options</i>	De waardering van de cliquet opties kan gebeuren a.d.h.v. forward start opties.
<i>Ladder options</i>	STREET, A. (1992), "Stuck up a Ladder", in JARROW, R., <u>Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps</u> , London, Risk Publications, 1995, blz.195-196.
<i>Shout options</i>	THOMAS, B. (1993), "Something to Shout about", in JARROW, R., <u>Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps</u> , London, Risk Publications, 1995, blz.191-194

<i>Asian options</i>	<p>KEMNA, A. en VORST, A. (1990), "A Pricing Method for Options Based on Average Asset Values", <u>Journal of Banking and Finance</u>, 14 (March 1990), blz.113-129.</p> <p>LEVY, E. (1991), "A Note on Pricing European Average Options", <u>Working Paper</u>, Nomura Bank International plc.</p> <p>TURNBULL, S., M. en WAKEMAN, L., M. (1991), "A Quick Algorithm for Pricing European Average Options", <u>Journal of Financial and Quantitative Analysis</u>, vol.26, nr.3, blz.377-389.</p> <p>VORST, A., C., F. (1996), "Averaging Options", in NELKEN, I., <u>The Handbook of Exotic Options: Instruments, Analysis, and Applications</u>, Chicago, Irwin, 1996, blz.175-199.</p> <p>ZHANG, P., G. (1995), "Flexible Arithmetic Asian Options", <u>The Journal of Derivatives</u>, vol.2, nr.3, Spring 1995, blz.53-63.</p>
<i>Lookback options</i>	<p>GOLDMAN, B., SOSIN, H. en M. A. GATTO (1979), "Path-Dependent Options: Buy at Low, Sell at High", <u>Journal of Finance</u>, vol.34, nr.5, blz.1111-1127.</p> <p>GARMAN, M. (1989), "Recollection in Tranquility", <u>Risk</u>, March 1989.</p> <p>CONZE, A. en R. VISWANATHAN (1991), "Path Dependent Options: The Case of Lookback Options", <u>Journal of Finance</u>, vol.26, blz.1111-1127</p> <p>HEYNEN, R. en H. KAT (1994b), "Selective Memory", in JARROW, R., <u>Over the Rainbow: Developments in Exotic Options and Complex Swaps</u>, London, Risk Publications, 1995, blz.197-202.</p>
<i>Compound options</i>	<p>GESKE, R. (1979), "The Valuation of Compound Options", <u>Journal of Financial Economics</u>, 7, blz.63-81.</p> <p>RUBINSTEIN, M. (1991), "Double Trouble", <u>Risk</u>, December-January, 73.</p>