

# **Währungsoptionsscheine und der Rückerstattung- Währungsoptionsschein (RWOS – money-back currency warrant) der Nordiska Investeringsbanken (NIB)\***

Von Johannes Welcker und Klaus Schindler, Saarbrücken

## **I. Der Markt**

Im Zuge der Entwicklung der Terminmärkte in den Vereinigten Staaten werden schon ab 1982 Währungsoptionen an der Philadelphia Stock Exchange gehandelt. Seit 1986 kann auch der deutsche Investor Währungsoptionsscheine kaufen. Gegenwärtig werden 30 Optionsscheine zum Bezug von US-\$ gegen DM gehandelt. Daneben bieten die Westdeutsche Landesbank und die Deutsche Bank regelmäßig Optionen mit verschiedenen Ausübungskursen und einer Laufzeit bis zu ca. einem Jahr an. Statt des Kaufs einer US-\$-Kaufoption kommt auch der Kauf eines DM-Put an einer US-Börse mit einer Laufzeit von bis zu drei Monaten in Frage. Eine US-\$-Kaufoption ist dasselbe wie ein an den US-Börsen gehandelter DM-Put. Die Umrechnungsformel für die Werte beider Optionen ist:

Wert einer US-\$-Kaufoption mit dem Ausübungskurs  $x$  [DM/Option] =  
 $x \cdot (\text{Wert einer DM Verkaufsoption mit dem Ausübungskurs } 1/x) [\$/\text{Option}]$   
 $\cdot \text{Devisenkurs [DM/\$]}$

Optionsscheine haben in der Regel längere Laufzeiten bis zu fünf Jahren. Weitere Optionsscheine berechtigen zum Bezug von US-\$ gegen Yen und Pfund Sterling. Die meisten Optionsscheine sind während der gesamten Laufzeit ausübbar („amerikanische Optionen“), einige hingegen nur zum Verfallzeitpunkt („europäische Optionen“).

Ein Schein weist gegenüber den übrigen Scheinen Besonderheiten auf, der RWOS der Nordiska Investeringsbanken: Gegen 1,673 DM kann 1 US-\$ bis zum 7. Mai 1993 bezogen werden. Wird die Option nicht ausgeübt, so wird der ursprüngliche Kaufpreis für einen Optionsschein, der zum Bezug von 50 US-\$ berechtigt, in Höhe von 20,25 DM am 13. Mai 1993 zurückerstattet.

---

\* Die Veröffentlichung ist der Text eines Gutachtens, das die Autoren am 20. 11. 88 der DG Bank, Deutsche Genossenschaftsbank, erstellten.

## II. Bewertung von Währungsoptionen

### 1. Der Black / Scholes Wert

Die für die Bewertung unerlässliche *Black / Scholes* Formel wird in der Bundesrepublik Deutschland weder von den Banken noch von einschlägigen Zeitschriften und Börsendiensten verwendet. Obwohl sie in den USA und Großbritannien seit Jahren zum Standardwissen jedes Wertpapierberaters gehört, haben die meisten Analysten der Börsenabteilungen auch renommierter Banken noch nicht einmal den Namen gehört. In einem entsprechend bedauerlichen Zustand ist die Beratung der Investoren. Sie gehen davon aus, daß die Börsenkurse einen „fairen“ Wert darstellen. So wurde der US-\$-Währungsoptionsschein der Deutschen Bank Anfang August 1988 noch zu zehn DM gekauft, obwohl er höchstens eine DM wert war. Er notiert auch gegenwärtig (15. 9. 1988) immerhin noch mit 2,15 DM und wird mit der allergrößten Wahrscheinlichkeit bis zu seinem Verfall am 4. 11. 1988 seinen Wert völlig verlieren<sup>1</sup>. Diese exotische Preisbildung hat zwei Ursachen:

- zum einen die Hilflosigkeit der Wertpapierberater besonders in der Beurteilung unterschiedlicher Laufzeiten der Optionsscheine und
- zum anderen die Abwesenheit eines Terminhandels oder der Möglichkeit des short selling.

Die Abwesenheit eines Terminmarktes schafft de facto eine Monopolstellung von Banken und einigen großen Industriefirmen beim Verkauf von Währungsoptionen und verhindert, daß informierte Investoren den Preis auf einem fairen Niveau halten. Bevor wir daher auf die Besonderheiten der Bewertung des oben genannten Scheins eingehen können, muß über die Bewertung von Währungsoptionen mit üblichen Konditionen gesprochen werden.

*Garman / Kohlhagen* haben auf der Grundlage des *Black / Scholes* Modells Formeln zur Bewertung von Währungsoptionen entwickelt:

$$C = S \cdot e^{-i_f \cdot T} \cdot N(y + \sigma \cdot \sqrt{T}) - K \cdot e^{-i_d \cdot T} \cdot N(y) \quad \text{und}$$

$$P = K \cdot e^{-i_d \cdot T} \cdot N(-y) - S \cdot e^{-i_f \cdot T} \cdot N(-y - \sigma \cdot \sqrt{T}),$$

$$\text{wobei} \quad y = \left[ \ln(S/K) + (i_d - i_f - 0,5 \sigma^2) \cdot T \right] / \left[ \sigma \cdot \sqrt{T} \right].$$

Die Benennung der Symbole macht gleichzeitig klar, von wievielen Faktoren die Bewertung einer Währungsoption abhängt.

<sup>1</sup> Am 4. 11. 88 war der Schein mit einem Ausübungskurs von 2,06 DM/\$ wertlos.

$C$	Wert der europäischen Kaufoption (Call)
$P$	Wert der europäischen Verkaufsoption (Put)
$S$	Devisenkurs
$K$	Ausübungskurs (Basiskurs, exercise price)
$T$	Laufzeit der Option in Jahren
$\sigma$	Standardabweichung der Logarithmen der Kursveränderungsfaktoren ( $S_t / S_{t-1}$ ) als Maß für die Variabilität der Devisenkurse
$i_d$	stetiger inländischer Zinssatz (domestic interest rate), mit „*“: dekursiv
$i_f$	stetiger inländischer Zinssatz (foreign interest rate), mit „*“: dekursiv
$\ln(\cdot)$	natürlicher Logarithmus (Logarithmus zur Basis $e = 2,71828 \dots$ )
$N(\cdot)$	Wert der kumulierten Standardnormalverteilung

Zusätzlich werden folgende Symbole verwendet:

$C_{am}(S, T, K)$	Wert der amerikanischen Kaufoption in Abhängigkeit von $S$ , $T$ und $K$
$R$	Rückerstattungsbetrag (ursprünglicher Kaufpreis) geteilt durch die Zahl der Dollar, die mit dem Optionsschein bezogen werden können.
$Z$	zusätzlich zum Verzicht auf den Rückerstattungsbetrag ( $R$ ) zum Bezug eines Dollars erforderliche Zuzahlung
$W(S, T)$	Wert des europäischen RWOS der NIB in Abhängigkeit von $S$ und $T$
$W_{am}(S, T)$	Wert des amerikanischen RWOS der NIB in Abhängigkeit von $S$ und $T$

Die Formel gilt zunächst für europäische Optionen. Auf den Unterschied zwischen amerikanischer und europäischer Option wird anschließend eingegangen.

Wie beeinflussen die einzelnen für den Optionswert bestimmenden Faktoren den Kurs eines Währungs(kauf)optionsscheins (call option)? Für die folgenden Beispiele wird mit Ausnahme des jeweils variierten Faktors von folgender für die Realität typischer Konstellation der Daten ausgegangen:  $i_d^* = 5\%$ ,  $i_f^* = 9\%$ ,  $K = S = 1,8 \text{ DM}/\text{\$}$ ,  $T = 1 \text{ Jahr}$ ,  $\sigma = 0,13$ .

## 2. Einfluß des Devisenkurses

Der Einfluß des Devisenkurses: Der Wert des Optionsscheins steigt mit steigendem Devisenkurs und zwar prozentual stärker für Optionen, die „aus dem Geld“ ( $S < K$ ) sind, als für Optionen, die „am Geld“ ( $S = K$ ) oder die sogar „im Geld“ ( $S > K$ ) sind.

Am Geld stehende Devisenoptionen kosten bei der angenommenen Datenkonstellation etwa 3,3% des Devisenkurses.

Anhand der ersten Spalte ( $K = 1,50 \text{ DM}/\text{\$}$ ) kann man den Unterschied zwischen einer europäischen und amerikanischen Option erläutern. Eine amerikanische Option mit dem Ausübungskurs von  $1,500 \text{ DM}/\text{\$}$  müßte bei

Tabelle 1

**Werte von Devisenkaufoptionen (C) bei verschiedenen Devisenkursen (S)  
und Ausübungskurs (K)**

Devisenkurs [DM/\$]	Ausübungskurs [DM/\$]			
	1,5000	1,8000	2,1000	2,5000
1,5000	<u>0,0494</u>	0,0037	0,0001	0,0000
1,6000	0,0963	0,0117	0,0006	0,0000
1,7000	0,1599	0,0290	0,0024	0,0000
1,8000	0,2361	<u>0,0593</u>	0,0073	0,0002
1,9000	0,3201	0,1047	0,0181	0,0007
2,0000	0,4058	0,1645	0,0387	0,0023
2,1000	0,4988	0,2361	<u>0,0692</u>	0,0060
2,2000	0,5900	0,3161	0,1136	0,0138
2,3000	0,6816	0,4061	0,1705	0,0277
2,4000	0,7733	0,4902	0,2382	0,0500
2,5000	0,8650	0,5804	0,3145	<u>0,0824</u>

... Optionswerte (C) von am Geld stehenden Optionen

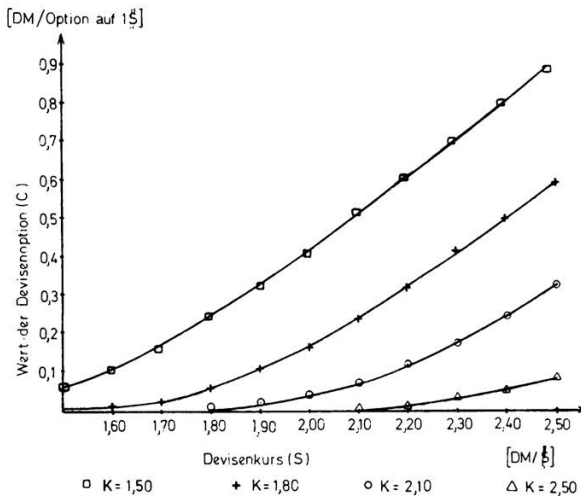


Abb. 1: Wert von Devisenkaufoptionen (C) in Abhängigkeit vom Devisenkurs (S) bei verschiedenen Ausübungskursen (K)  
□ K = 1,60 + K = 1,80 △ = 2,00

einem Devisenkurs von 2,500 DM/\$ einen inneren Wert ( $S - K$ ) von 1,00 DM haben. Warum ist die europäische Option nur 0,865 DM (Tabelle 1, Spalte 1) wert? Die europäische Option kann nicht sofort ausgeübt werden.



Wer die europäische Option glattstellen wollte, müßte die Devisen per Termin ein Jahr verkaufen. Der Terminkurs ( $F$ ) aber wäre nach der Gleichung

$$F = S \cdot (1 + i_d^*)^T / (1 + i_f^*)^T,$$

die wegen der internationalen Zinsdifferenzarbitrage gilt,

$$F = 2,50 \cdot 1,05^1 / 1,09^1 = 2,4083.$$

2,4083 - 1,50 aber sind nur 0,9083 und mit 1,05 auf den heutigen Tag abgezinst nur 0,865 DM/\$, was haargenau der theoretische *Black / Scholes*-Wert ist. Der Wert der europäischen Devisenkaufoption geht gegen ihren Wert bei Ausübung (innerer Wert), da die Wahrscheinlichkeit, daß der Devisenkurs unter 1,50 DM/\$ fällt, bei einem Devisenkurs von 2,50 gegen Null geht.

Dasselbe Ergebnis erhält man auch, wenn man sich die Währung leiht, statt sie per Termin zu verkaufen, die geliehene Währung verkauft und die DM-Erlöse anlegt. Der eine Dollar, den man in einem Jahr bekommt, hat einen Barwert von  $1/1,09 = 0,9174$ . Diese 0,9174 \$ zu 2,50 DM/\$ verkauft ergeben 2,2936 DM, und diese zu 5 % angelegt ergeben 2,4083 DM, was exakt dem Terminkurs entspricht.

Daran erkennt man, daß das Recht zur vorzeitigen Ausübung einen Wert hat, wenn die Währung, für die eine Kaufoption besteht, einen Deport hat. Aber auch wenn die Währung einen Report hat, so kann sich bei einer amerikanischen Option vorzeitige Ausübung lohnen. Das gilt immer, solange der ausländische Zins  $i_f$  positiv ist.

Wenn es im Falle eines Deport der Auslandswährung lohnend sein kann, eine amerikanische Währungsoption vorzeitig auszuüben, so muß der Wert einer europäischen Währungsoption mit steigender Laufzeit nicht unbedingt steigen.

### 3. Der Einfluß der Laufzeit

Daher ist es interessant, den Einfluß der Laufzeit bei einem unterschiedlichen Verhältnis von Devisenkurs zu Ausübungskurs ( $S/K$ ) zu betrachten. Wie die folgende Tabelle zeigt, ist das Maximum des Werts einer am Geld stehenden Währungsoption ( $S = K = 1,80$ ) nach circa 2,5 Jahren erreicht. (Exakt liegt das Maximum bei 0,0662 DM/Option und einer Laufzeit von 2 Jahren und vier Monaten.) Die im Geld stehende Option ( $S = 1,80$ ,  $K = 1,60$ ) erreicht ihren maximalen Wert sofort, die aus dem Geld stehende Option ( $S = 1,80$ ,  $K = 2,00$ ) erreicht ihr Maximum erst bei einer Laufzeit von 4,5 Jahren, aber selbst die aus dem Geld befindliche Kaufoption erreicht das Maximum ihres Wertes noch vor einem Verfalltermin von fünf Jahren.

Tabelle 2

**Werte von Devisenkaufoptionen bei verschiedenem Verhältnis ( $S/K$ )  
in Abhängigkeit von der Laufzeit ( $T$ ),  $S = 1,80$  DM/\$**

Laufzeit [Jahre]	Ausübungskurs [DM/\$]		
	1,6000	1,8000	2,0000
0,0000	<u>0,1998</u>	0,0048	0,0000
0,5000	0,1734	0,0489	0,0070
1,0000	0,1612	0,0594	0,0159
1,5000	0,1518	0,0640	0,0221
2,0000	0,1434	0,0658	0,0263
2,5000	0,1356	<u>0,0661</u>	0,0291
3,0000	0,1281	0,0654	0,0309
3,5000	0,1211	0,0641	0,0319
4,0000	0,1144	0,0624	0,0324
4,5000	0,1081	0,0605	<u>0,0325</u>
5,0000	0,1020	0,0583	0,0322

... Maximale Optionswerte in Abhängigkeit von der Laufzeit

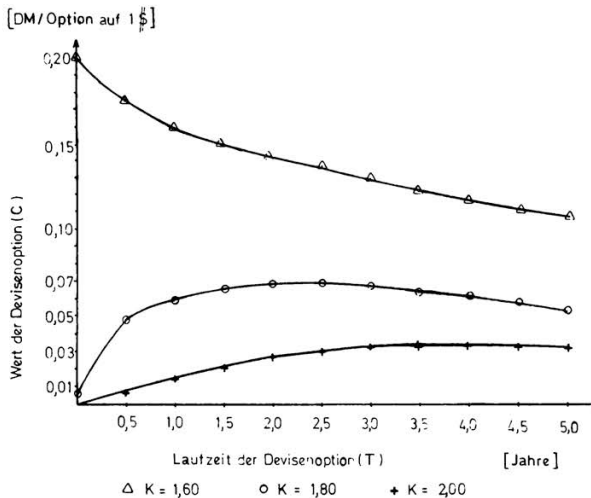


Abb. 2: Wert von Devisenkaufoptionen ( $C$ ) in Abhängigkeit von der Laufzeit bei im Geld, am Geld und aus dem Geld stehenden Optionen

Die europäische Option hat den ihrer Laufzeit entsprechenden Wert. Es wird vorgeschlagen, der amerikanischen Option das Maximum des Wertes der europäischen Option während der Laufzeit beizulegen (pseudoamerikanische Bewertung). Das würde bedeuten, daß eine fünf Jahre laufende amerikanische Option mit einem Ausübungskurs  $K = 1,60$  DM/\$ 20 Pfennige, bei  $K = 1,80$  DM/\$ 7 Pfennige und bei  $K = 2,00$  DM/\$ 3 Pfennige wert ist

(siehe Tab. 2). Damit würde sich der Optionswert durch eine Verlängerung der Laufzeit über jenen Zeitpunkt hinaus, für den der Wert der Option in Abhängigkeit von der Laufzeit ein Maximum wird, nicht mehr erhöhen.

Bei der derzeitigen Marktkonstellation wird der Wert

- einer 10% im Geld stehenden Option sofort,
- einer am Geld stehenden Option nach ca. zweieinhalb Jahren und
- einer 10% aus dem Geld stehenden Option nach ca. viereinhalb Jahren

maximal. Eine Verlängerung der Laufzeit über diesen Zeitpunkt hinaus erhöht den Wert der europäischen Devisenoption nicht mehr. Das ist eine wichtige Einsicht, die die Formeln vermitteln, da allein die Betrachtung der Unsicherheit den Schluß nahelegt, daß eine Option um so wertvoller sei, je länger ihre Laufzeit ist.

Auch bei amerikanischen Optionen führt eine längere Laufzeit nicht in jedem Fall zu einem höheren Wert. Die Zahlung eines Preises, der über dem inneren Wert liegt, ist für eine 20% im Geld stehende Devisenoption nicht rational. Vielmehr sollte ein solcher Devisenoptionsschein sofort ausgeübt werden. Die Zinsverluste auf den inneren Wert sind hier höher als der Wert der Verlustbegrenzungsgarantie gegen eine Dollarkursenkung, den eine im Geld stehende Devisenoption bietet.

Mit der pseudoamerikanischen Bewertung ist das Problem der Bewertung einer amerikanischen Option noch nicht befriedigend gelöst, sie entspricht aber der Praxis vieler Investoren. In Abschnitt 6. wird hierauf nochmals eingegangen.

#### 4. Der Einfluß der Volatilität

Der Wert der Devisenoptionsscheine wird um so höher, je größer die Flatterhaftigkeit des Dollarkurses, die Volatilität, ist. Die Zunahme des Wertes der Devisenoption bei steigender Volatilität macht sich bei in, am und aus dem Geld stehenden Optionen fast gleich bemerkbar. Die prozentuale Zunahme des Wertes mit steigender Volatilität ist dabei bei den billigsten Devisenoptionen, und das sind die aus dem Geld stehenden, am höchsten.

Die Schätzung der Volatilität ist der kritischste Punkt bei der Bewertung von Optionen mit Hilfe der *Black / Scholes* Formeln. Der hier gewählte Wert von  $\sigma = 0,13$  entspricht der impliziten Volatilität der von der Westdeutschen Landesbank angebotenen Devisenkaufoptionen (0,12 - 0,13) und gleichzeitig der impliziten Volatilität der an den US-Börsen gehandelten DM-Puts bei Anwendung der Formel für europäische Puts. (Die implizite Volatilität ist die Volatilität, bei der der errechnete Black / Scholes Wert gerade der Marktwert ist.)

Die historische Volatilität der DM/\$-Kurse liegt über längere Fristen berechnet eher niedriger (0,11). Für kürzere Fristen von einem Monat aber nimmt die Volatilität auch Werte bis 0,2 an. Für das Jahr 1984/85 war die historische Volatilität auch auf Jahresbasis 0,154. Gegenwärtig ist die Volatilität des US-\$ eher niedriger, eventuell weil die Notenbanken ihren Willen zur Stabilisierung des Dollarkurses bekundet haben. Von März bis August 1988 war die Volatilität nur 0,095. Ein Teil des höheren Wertes der amerikanischen Option gegenüber der europäischen sollte daher in der Wahl des Wertes für sigma bereits zum Ausdruck kommen: Es wurde der sich aus den amerikanischen Optionen nach der Bewertungsformel für die europäischen Optionen ergebende Wert gewählt. Indessen sind diese Optionen alle kurzfristig. Es ist auch nicht auszuschließen, daß die Volatilität des US-\$ wieder größer wird.

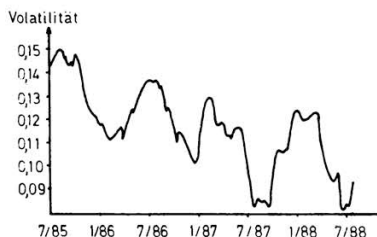


Abb. 3: Jährliche Volatilität der täglichen Devisenkurse  $[\ln(S_t/S_{t-1})]$   
für das zurückliegende Halbjahr in siebentägigem Abstand

□ = Preis      + = theoretischer Wert

### 5. Der Einfluß der Zinssätze

Beim Einfluß des Zinssatzes muß zwischen dem Einfluß des inländischen und des ausländischen unterschieden werden. Mit steigendem inländischen Zinssatz steigt der Wert der Devisenkaufoption, mit steigendem ausländischen Zinssatz sinkt der Wert der Devisenkaufoption (Tabellen 3 und 4).

Tabelle 3

#### Wert der Devisenoption bei steigendem inländischen Zinssatz

inländ. Zinssatz	3%	4%	5%	6%	7%	8%
Wert der Devisenoption [DM/Option auf 1 \$]	0,0482	0,0536	0,0593	0,0654	0,0718	0,0786



Tabelle 4

**Wert der Devisenoption bei steigendem ausländischen Zinssatz**

ausländ. Zinssatz	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Wert der Devisenoption [DM/Option auf 1 \$]	0,0888	0,0806	0,0729	0,0658	0,0539	0,0479

Steigen sowohl der ausländische als auch der inländische Zinssatz, so nimmt der Wert der US-\$ Kaufoptionen ab. Allerdings ist die Abnahme wesentlich geringer, als wenn der inländische Zinssatz konstant ist (Tabelle 5).

Tabelle 5

**Wert der Devisenoption bei steigendem in- und ausländischen Zins**

in- und ausländ. Zinssatz	5%	6%	7%	8%	9%	10%
Wert der Devisenoption [DM/Option auf 1 \$]	0,0888	0,0880	0,0872	0,0864	0,0856	0,0848

*6. Der Einfluß der jederzeitigen Ausübbarkeit (Bewertung der „amerikanischen“ Option)*

Wegen der Möglichkeit der vorzeitigen Ausübung ist eine amerikanische Option höher zu bewerten als eine europäische. Daher gilt für den Wert der amerikanischen Option  $C_{am}(S, T, K) = C(S, T, K) + \varepsilon(S, T, K)$ ; hierbei ist  $\varepsilon(S, T, K)$  die Prämie für die zusätzliche Möglichkeit der früheren Ausübung.

Obwohl exakte Lösungen von  $\varepsilon(S, T, K)$  nicht bekannt sind, erlaubt es die heutige Computergeneration, mittels geeigneter Verfahren den Wert von  $\varepsilon(S, T, K)$  beliebig genau zu approximieren.

Das hier gewählte Verfahren geht auf *MacMillan* zurück (für eine Übersicht s. *Stoll-Whaley*). Es gestattet eine relativ einfache Berechnung des kritischen Devisenkurses  $S^*$ , oberhalb dessen die Option sofort ausgeübt werden sollte. Der kritische Devisenkurs  $S^*$  ist die Lösung (Nullstelle) der folgenden Gleichung:

$$0 = K - S^* + C(S^*, T, K) + \{1 - e^{-if \cdot T} \cdot N[y(S^*)]\} \cdot (S^*/q)$$

Hierbei sind  $y$ ,  $T$ ,  $K$  wie früher definiert und

$$q = (1/2) \cdot \left[ 1 - n + \sqrt{(n-1)^2 + 4k} \right] \text{ mit}$$

$$n = (2/\sigma^2) \cdot (i_d - i_f) \text{ und}$$

$$k = 2 \cdot i_d / \left[ \sigma^2 \cdot (1 - e^{-i_d \cdot T}) \right].$$

Mit  $A = (S^*/q) \cdot \{ 1 - e^{-i_f \cdot T} \cdot N[y(S^*)] \}$  gilt dann

$$C_{\text{am}}(S, T, K) = \begin{cases} S - K & \text{falls } S \geq S^* \\ C(S, T, K) + A \cdot (S/S^*)^q & \text{falls } S < S^*. \end{cases}$$

### III. Die Bewertung von Rückerstattungsoptionsscheinen

#### 1. Das Vorgehen

Zunächst soll die Bewertung eines RWOS geklärt werden, der

- eine europäische Devisenkaufoption darstellt und bei dem
- die Rückerstattung des Kaufpreises bei Nichtausübung der Option am Ende der Laufzeit der Option erfolgt.

In einem zweiten Schritt soll die Bewertung eines RWOS erörtert werden, der

- eine amerikanische Devisenkaufoption darstellt und bei dem
- die Rückerstattung des Kaufpreises bei Nichtausübung der Option am Ende der Laufzeit der Option erfolgt.

Im dritten Schritt schließlich wird der NIB Schein aus der Sicht des Anlegers untersucht.

Dieses Vorgehen wird gewählt, weil nur das erste Problem eindeutig lösbar ist. Seine Lösung gibt aber Anhaltspunkte zur Lösung der beiden anderen Probleme.

#### 2. Der RWOS als europäische Devisenkaufoption

Am Ende der Laufzeit des Optionsscheins wird der ursprüngliche Kaufpreis zurückerstattet, wenn die Option nicht ausgeübt wird. Dadurch erhöhen sich die Opportunitätskosten des Kaufs der Dollar gegenüber einer herkömmlichen Devisenkaufoption. Die Ausübung des Rückerstattungsoptionsscheins ist nur lohnend, wenn der Devisenkurs ( $S$ ) am Ende der

Laufzeit der Option größer ist als der in den Vertragsbedingungen als „Ausübungskurs“ bezeichnete Betrag ( $Z$ ) zuzüglich des auf einen Dollar entfallenden Rückerstattungsbetrages ( $R$ ). Der in der Optionspreistheorie als Ausübungskurs bezeichnete Betrag  $K$  setzt sich zusammen aus

$$K = Z + R = Z + W(S, T),$$

wobei  $W(S, T)$  der ursprüngliche Kaufpreis ist.

Nachdem der Preis des Optionsscheins mit 20,25 DM/Optionsschein feststeht, ist die Bestimmung von  $K$  bei einer europäischen Devisenkaufoption einfach:

$$K = 1,673 + 20,25/50 = 2,078.$$

Der Wert der Option am Ende der Laufzeit der Option ist

$$W(S, O) = \begin{cases} W(S, T) & \text{wenn } S < Z + W(S, T) \\ S - Z & \text{wenn } S > Z + W(S, T) \end{cases}$$

Der Gegenwarts-Black / Scholes Wert einer solchen Kaufoption ist

$$W(S, T) = S \cdot e^{-i_f \cdot T} \cdot N(y + \sigma \cdot \sqrt{T}) - (Z + W(S, T)) \cdot e^{-i_d \cdot T} \cdot N(y) + W(S, T) \cdot e^{-i_f \cdot T},$$

wobei

$$y = \left\{ \ln \left[ S / (Z + W(S, T)) \right] + (i_d - i_f - 0,5\sigma^2) \cdot T \right\} / \left[ \sigma \cdot \sqrt{T} \right].$$

Das heißt, der heutige Wert des Optionsscheins (der zum Bezug von 1 \$ berechtigt) setzt sich zusammen aus

- dem Wert einer Devisenkaufoption mit dem Ausübungskurs von 2,078
- zuzüglich des abgezinsten, auf einen Dollar entfallenden Rückerstattungsbetrages.

Der Betrag ist wie eine Anleihe zu betrachten, die der Käufer des Optionsscheins dem Emittenten gewährt hat. Insofern verhält sich der RWOS zur „einfachen“ Devisenkaufoption wie eine Wandelanleihe mit Zuzahlung zu einem Optionsschein zum Bezug von Aktien. Da der Betrag  $R$  als Anleihe betrachtet werden kann und am Ende der Laufzeit der Option fällig ist, muß sein Betrag auf den heutigen Tag abgezinst werden, wenn der heutige Wert des Optionsscheins bestimmt werden soll.

Der Barwert des Rückerstattungsbetrages vom 20,25 DM ist bei einem Zins von 5,5% am 13. 5. 1988 15,494 DM zuzüglich des Wertes einer Devisenkaufoption mit dem Ausübungskurs von 2,078 DM/\$, der gleich 0,0212 ist, ergibt bei  $i_f = 8,5\%$  und  $S = 1,683$  den Wert des RWOS von 16,55 DM/Optionsschein ( $0,0212 \cdot 50 + 15,494 = 1,06 + 15,494 = 16,55$ ).

Am 1. 10. 1988 ergäben sich bei einem

- inländischen Zins von 5,5%,
- ausländischen Zins von 8,5%,
- Ausübungskurs von 2,078

und alternativen Devisenkursen die Werte in Tabelle 6.

Tabelle 6

**Wert des RWOS als europäische Option bei verschiedenen Devisenkursen und einem Rückerstattungsbetrag von 20,25/ Optionsschein am 1. 10. 88**

Devisenkurs [DM/\$]	1,583	1,683	1,783	1,883	1,983	2,083	2,183	2,283
Barwert von 50 R [DM/Option]	15,82	15,82	15,82	15,82	15,82	15,82	15,82	15,82
Wert der Devisenkaufoption auf 50 \$ [DM/Option]	0,620	1,025	1,590	2,350	3,310	4,495	5,900	7,520
Wert des RWOS [DM/Option]	16,44	16,85	17,41	18,17	19,13	20,32	21,72	23,34

Solange der Rückerstattungsbetrag noch nicht bekannt ist, ist die Bestimmung des Wertes eines RWOS schwieriger, da der Wert der Option  $W(S, T)$  gleich dem Rückerstattungsbetrag ( $R$ ) sein muß. Die Unbekannte steht dann auf beiden Seiten der Gleichung. Zusätzlich ist der Ausübungskurs ( $K$ ) noch nicht bekannt, da er seinerseits eine Funktion von  $W(S, T)$  ist. Zu suchen ist die Höhe des Ausübungskurses  $K = Z + W(S, T)$ , bei der der Wert der Devisenkaufoption  $C$  gerade die Höhe hat, die gleich dem Barwert des Zinsverzichts auf den Wert des Devisenoptionsscheins  $W(S, T) = R$  ist. Durch Iteration ist mit Hilfe des *Black / Scholes* Modells der Wert des Devisenoptionsscheins zu suchen, für den

$$\underbrace{\begin{matrix} (K - Z) & - & (K - Z)/(1 + i)^T \\ \text{Zukunftswert der} & & \text{Gegenwartswert} \\ \text{Rückerstattung} & & \text{der Rückerstattung} \end{matrix}}_{\text{Gegenwartswert der Zinsen}} = C$$

Wert der einfachen Devisenkaufoption

gilt.



Anders ausgedrückt: Der Optionsschein hat heute den Preis  $W(S, T) = K - Z$ . Dieser wächst bis zum Ende der Laufzeit auf  $(K - Z) \cdot (1 + i)^T$  an. Zieht man hiervon den rückerstatteten Betrag  $(K - Z)$  ab, so erhält man den Zukunftswert der Zinsen. Werden diese auf den heutigen Zeitpunkt abgezinst, so hat man wieder den Gegenwartswert der Zinsen:

$$[(K - Z) \cdot (1 + i)^T - (K - Z)] / (1 + i)^T = C,$$

$$(K - Z) - (K - Z) / (1 + i)^T = C.$$

Tabelle 7 kann als Grundlage zur Bestimmung des Werts des RWOS dienen. Die Daten sind so gewählt, daß sie den Emissionsbedingungen des NIB-Scheins entsprechen, wobei zunächst von dem Umstand, daß es sich bei diesem um eine amerikanische Option handelt, abgesehen wird.

Tabelle 7

**Werte von Devisenkaufoptionen (C) als europäische Option bei unterschiedlichen Devisenkursen (S) und Ausübungskursen (K)**

Ausübungskurs [DM/\$]	Devisenkurs [DM/\$]		
	1,683	1,8	1,9
1,8400	0,0444	0,0678	0,0928
1,8500	<u>0,0431</u>	0,0660	0,0905
1,8600	<u>0,0418</u>	0,0642	0,0882
1,8700	0,0406	0,0624	0,0860
1,8800	0,0394	0,0607	0,0839
1,8900	0,0382	0,0591	0,0818
1,9000	0,0370	0,0575	0,0797
1,9100	0,0359	<u>0,0559</u>	0,0777
1,9200	0,0348	0,0544	0,0758
1,9300	0,0338	0,0529	0,0738
1,9400	0,0327	0,0514	0,0720
1,9500	0,0317	0,0500	0,0701
1,9600	0,0308	0,0486	<u>0,0683</u>
1,9700	0,0298	0,0472	<u>0,0666</u>
1,9800	0,0289	0,0459	0,0649

Laufzeit: 1820 Tage; Volatilität: 0,13; inl. Zins: 5,5%; ausl. Zins: 8,5%

Bei einem Devisenkurs von 1,80 DM/\$ (mittlere Spalte) wäre bei einem Preis des RWOS von 0,237 und einer Zuzahlung von 1,673 der Ausübungskurs 1,91 DM/\$. Der Optionswert der Devisenkaufoption ohne Rückerstattung wäre bei diesem Ausübungskurs 0,0559 (mittlere Spalte). Das entspricht ziemlich genau dem Zinsverlust auf 0,237 DM von

$$0,237 - 0,237 / (1,055)^5 = 0,0557 .$$

Beim Devisenkurs von 1,683 (Kurs am 13. 5. 1988) läge der entsprechende Wert der Devisenkaufoption zwischen den beiden Werten  $1,85 - 1,673 = 0,177$  und  $1,86 - 1,673 = 0,187$ , der Ausübungskurs des RWOS zwischen 1,85 und 1,86 DM/\$. Wäre der Devisenkurs 1,90 DM/\$, so läge der Ausübungskurs des RWOS zwischen 1,96 und 1,97 DM/\$, der Preis des RWOS also zwischen 0,287 und 0,297. Mit der Bezugsmenge 50 \$ multipliziert ergibt sich Tabelle 8.

Tabelle 8

**Wert des RWOS als europäische Option ex ante  
(solange der Rückerstattungsbetrag noch nicht feststeht)**

Devisenkurs [DM/\$]	1,683	1,80	1,90
Wert des RWOS [DM/Option auf 50 \$]	$8,85 < C < 9,35$	11,85	$14,35 < C < 14,85$

### 3. Der RWOS als amerikanische Option

Die amerikanische Option ist wertvoller als die europäische Option, da sie jederzeit ausgeübt werden kann und vorzeitige Ausübung vorteilhaft sein kann, wenn der Zins der Fremdwährung  $i_f$  positiv ist. Des weiteren ist bei vorzeitiger Ausübung der Ausübungskurs ein anderer als bei Ausübung am Ende der Laufzeit: Zu der Zuzahlung  $Z$  kommt jetzt der Betrag  $W_{am}(S, T) / (1 + i)^t$  hinzu, statt wie bei der europäischen Option  $W(S, T)$ , wobei  $t$  die Restlaufzeit der Option ist. Da der Zeitpunkt  $t$ , zu dem die Option eventuell ausgeübt wird, unbekannt ist, ist auch  $W_{am}(S, T) / (1 + i)^t$  unbekannt. Der Ausübungskurs kann bei fünf Jahren Laufzeit und einem Zins von 5,5% bis auf  $Z + W_{am}(S, T) / 1,307$  sinken, wenn die Option sofort ausgeübt würde.

Außerdem ist bereits bei pseudoamerikanischer Bewertung zu prüfen, ob der Wert der Devisenkaufoption bei gegebenem Devisen- und Ausübungskurs am Ende der Laufzeit der Option das Maximum der Optionswerte während der Laufzeit ist. Ist er kein Maximum, so muß als Wert der Devisenkaufoption der maximale Wert während der Laufzeit angenommen werden. Diesen Wert sollte die amerikanische Option mindestens haben.

*Erhöht sich der Wert des RWOS  
durch pseudoamerikanische Bewertung?*

Mit letzterem Problem wollen wir uns zuerst beschäftigen. Der Iterationsprozeß muß den maximalen Wert der Option während der Laufzeit für jeden

Ausübungskurs bestimmen. Beim Devisenkurs 1,683 und einem Ausübungskurs von 1,85 DM/\$ wird der maximale Wert der Option von 0,0431 DM/Option auf einen Dollar zwar schon nach 4,8 Jahren erreicht, fällt aber bis zum Verfalldatum der Option nach fünf Jahren noch nicht ab. Die pseudo-amerikanische Bewertung führt bei dieser Option nicht zu einem höheren Wert als dem Wert einer europäischen Option (Tabelle 9).

Bei einem Devisenkurs von 1,80 DM/\$ liegt der Wert des RWOS bei 0,237 und sein Ausübungskurs bei 1,91 DM/\$. Der maximale Optionswert  $C$  von 0,0562 wäre bereits nach 4,3 Jahren erreicht.

Obwohl der Zinsverzicht nur 0,0557 gegenüber einem maximalen Wert der Devisenoption von 0,0562 ist, reicht der Spielraum nicht aus, um den Wert des RWOS um einen Pfennig anzuheben. Dann wäre der Zinsverzicht bereits 0,058, während der Wert der Option 0,0545 nicht übersteigt.

Tabelle 9

**Wert einer Devisenkaufoption bei verschiedenen Laufzeiten**

Laufzeit des Devisenkaufoptionsscheins [Tage]	1200	1400	1600	1800
Wert des Devisenkaufoptionsscheins [DM/Schein auf 1 \$]	0,0548	0,0559	0,0562	0,0559

*Wie hoch ist der Ausübungskurs?*

Bei der europäischen Bewertung war der Ausübungskurs  $K = W(S, T) + Z$ , da die Option erst am Ende der Laufzeit ausgeübt werden konnte. Bei der amerikanischen Devisenkaufoption kann der Ausübungskurs bis auf  $1,673 + W_{am}(S, T) / (1 + i)^T$  sinken, wenn die Option durch eine plötzliche Kurssteigerung früher als zum Verfallzeitpunkt in den Bereich kommt, in dem Ausübung lohnend ist. Wann und ob das überhaupt der Fall sein wird, ist unsicher und hängt von dem zufälligen Devisenkursverlauf ab. Der Ausübungskurs  $K$  wird selbst zu einer Zufallsvariablen ( $X$ ) in den Grenzen  $W_{am}(S, T) / (1 + i)^T + Z < X < W_{am}(S, T) + Z$  und hängt

- von der zufälligen Bewegung des Devisenkurses ( $S$ ) und zusätzlich
- von einer Ausübungsstrategie

ab. Damit ist die ex-ante-Bewertung eines amerikanischen RWOS ein ungelöstes Problem der Optionspreistheorie. Der Fehler, den man begeht, wenn man mit dem Ausübungskurs  $W_{am}(S, T) + Z$  statt  $W_{am}(S, T) / (1 + i)^T + Z$  arbeitet, dürfte nicht allzu groß sein, wenn (wie beim NIB-Schein)

- $Z$  im Vergleich zu  $W_{\text{am}}(S, T)$  relativ groß ist,
- die Wahrscheinlichkeit einer frühzeitigen Ausübung der Option gering ist, weil die Option weit aus dem Geld steht.

Ex ante kann der Wert des amerikanischen RWOS nur durch gleichzeitig iterative Bestimmung von  $K$ ,  $A \cdot (S/S^*)$  und  $W_{\text{am}}(S, T)$  ermittelt werden.

#### 4. Der RWOS aus der Sicht des Inhabers

Bei der Bewertung des RWOS aus der Sicht des Anlegers ergeben sich vier Probleme,

- die Wahl des Zinssatzes  $i_d^*$  zur Abzinsung des Rückerstattungsbetrags  $R$ ,
- die Bestimmung des Ausübungskurses  $K$ ,
- die Bestimmung des Wertes der amerikanischen Devisenkaufoption  $W_{\text{am}}(S, T)$  und
- die Bestimmung der Bestandshalteperiode  $t$ .

##### a) Die Wahl des Zinssatzes $i_d^*$ zur Abzinsung des Rückerstattungsbetrags $R$

Da der Zinssatz für fünfjährige Gelder etwa 6% p.a. ist und das Anwachsen des Rückerstattungsbetrages einkommensteuerfrei ist, erscheint uns ein Zinssatz von 3% p.a. zur Abzinsung des Rückerstattungsbetrags angemessen. Für die Abzinsung über

4,5	4	3,5	3	2,5	2
-----	---	-----	---	-----	---

Jahre ergibt sich ein Barwert des Rückerstattungsbetrages (20,25) in Höhe von

17,73	17,99	18,26	18,53	18,81	19,09 .
-------	-------	-------	-------	-------	---------

##### b) Die Bestimmung des Ausübungskurses $K$

Die Bestimmung des Ausübungskurses ist ex ante nur iterativ und gleichzeitig mit dem Wert des RWOS möglich. Beim Schein der NIB ist das Problem der anfänglichen Bestimmung des Werts des RWOS bereits gelöst, da der ursprüngliche Kaufpreis mit 20,25 DM/RWOS festliegt. Der Ausübungskurs ergibt sich aus

- der Zuzahlung von 1,673 DM/\$ plus dem



- Barwert von  $R = 20,25/50 = 0,405$  DM (anteiliger auf einen US-\$ entfallender Anteil des Rückerstattungsbetrags).

Dieser ist jeweils ... Jahre vor dem Auslaufen der Optionsfrist

4,5	4	3,5	3	2,5	2	
0,3546	0,3598	0,3652	0,3706	0,3762	0,3818	US-\$.

Die Ausübungskurse jeweils ... Jahre vor dem Auslaufen der Optionsfrist sind

2,0276	2,0328	2,0382	2,0436	2,0492	2,0548	DM/\$.
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Bei Auslaufen der Optionsfrist ist der Ausübungskurs  $0,405 + 1,673 = 2,078$  DM/\$.

c) Die Bestimmung des Wertes der amerikanischen Devisenkaufoption  $W_{am}(S, T)$

Das in Abschnitt (II.6.) abgeleitete Ergebnis für die amerikanische Option liefert den folgenden Wert  $W_{am}(S, T)$  des RWOS der NIB:

$$W_{am}(S, T) = R/(1 + i_d^*)^t + C_{am}(S, T, K).$$

Hierbei ist  $K = Z + R/(1 + i_d^*)^t$ .

Mit dem kritischen Devisenkurs  $S^*$  gilt dann unter Beachtung von  $R/(1 + i_d^*)^t + S - K = S - Z$

$$W_{am}(S, T) = \begin{cases} S - Z & \text{wenn } S \geq S^* \\ R(1 + i_d^*)^t + C(S, T, K) + A \cdot (S/S^*)^q & \text{wenn } S < S^*. \end{cases}$$

Die Tabellen 10 und 11 geben (für  $i_d^* = 6,0$ ;  $i_f^* = 8,7$ ;  $K = 2,078$ )

- den kritischen Devisenkurs  $S^*$  und die Zusatzprämie  $A \cdot (S/S^*)^q$  der amerikanischen Devisenkaufoption gegenüber der europäischen (Tabelle 10) und
- die Werte der europäischen ( $C$ ) und der amerikanischen ( $C_{am}$ ) Devisenkaufoption (Tabelle 11)

zu verschiedenen Zeitpunkten und bei verschiedenen Devisenkursen an. Diese Tabellen eignen sich zur Beurteilung der Entwicklung der Werte bei gegebenem Ausübungskurs.

Tabelle 12 macht die gleichen Angaben wie Tabelle 11 für die zum jeweiligen Zeitpunkt geltenden Ausübungskurse (siehe Punkt (b)). Diese Tabelle liefert die für den RWOS der NIB relevanten Werte.

#### d) Die Bestandshalteperiode

Der Barwert von  $R$  und Ausübungskurs  $K$  hängen von der Bestandshalteperiode ab. Diese kann kürzer sein als die Restlaufzeit der Option. Da die Bewertung von Optionen mit der *Black / Scholes* Formel von einem zufälligen Verlauf der Devisenkurse ausgeht, muß notwendig auch der Zeitpunkt, zu dem der kritische Kurs erreicht wird, eine Zufallsvariable sein. Eine Bestimmung der optimalen Bestandshalteperiode ist daher ex ante nicht möglich.

#### e) Ergebnis

- Am 6. 11. 1988 (4,5 Jahre vor Auslaufen der Ausübungsfrist des RWOS) ist
- der Barwert von 50  $R = 17,73$  DM/RWOS und
  - der Wert der Devisenkaufoption bei einem Devisenkurs von 1,85 DM/\$  
 $C_{am}(1,85; 4,5; 2,0276) = 0,071 \cdot 50 = 3,55$  DM/Devisenkaufoption auf 50 DM/\$,

was eine Summe für den Wert des RWOS der NIB von 21,28 DM ergibt.

### IV. Der RWOS im Vergleich zu anderen Optionsscheinen

Wie Tabelle 13 zeigt, sind bei amerikanischer Bewertung die Währungsoptionsscheine außer dem RWOS zum Teil beträchtlich überbewertet. Der theoretische Wert des RWOS der NIB liegt höher als der Kurs, wobei allerdings die Wahl des Diskontierungsfaktors des Rückerstattungsbetrags entscheidend ist.

Der RWOS hat ein geringeres Preisrisiko als die anderen Optionsscheine. Als Gegenstück hat er geringere Kurssteigerungschancen, was in dem kleinen Wert für den Hebel (prozentuale Erhöhung der theoretischen Wertes bei einer \$-Kurssteigerung von 1%) zum Ausdruck kommt. Allerdings ist der größere Hebel der anderen Scheine bei Kurssteigerungen angesichts der beträchtlichen Überbewertung mancher Scheine ein illusorischer Wert: Der am meisten überbewertete Schein von der Deutschen Bank ist seit Juni von ca. 9 DM auf 1,85 DM am 19. 9. 1988 gefallen, obwohl der Dollarkurs in dieser Zeit um 10 Pfg. gestiegen ist.

In Abb. 4 (Tab. 14) werden die Werte aller Optionsscheine in einem Diagramm in Abhängigkeit vom Devisenkurs dargestellt. Da das Optionspreisdigramm einen einheitlichen Ausübungskurs voraussetzt, müssen die Optionswerte ( $C$ ) und die Devisenkurse ( $S$ ) durch die jeweiligen Ausübungskurse  $K$  geteilt werden. Auf der x-Achse wird daher der Quotient  $S/K$ , auf der y-Achse der Quotient  $C/K$  aufgetragen.

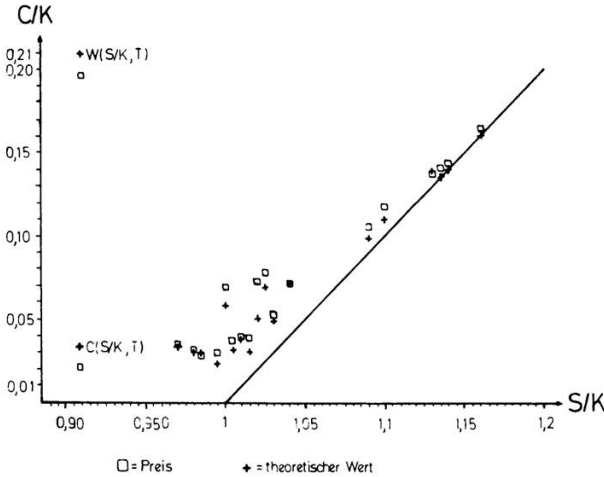


Abb. 4: Auf den Ausübungskurs standardisierte amerikanische bzw. europäische Werte von  $\text{\$}$ -Optionsscheinen in Abhängigkeit vom Devisenkurs, standardisiert auf den Ausübungskurs

$S/K$  kleiner 1 heißt aus dem Geld,  $S/K$  größer 1 heißt im Geld stehend.

Der innere Wert der Option ist bis zu  $S/K = 1$  Null, bei  $S/K > 1$  ist er  $S - K$ , wird also durch die 45°-Linie repräsentiert. Der kleinere oder größere Abstand der tatsächlichen Werte von der Kurve der inneren Werte spiegelt

- die verschiedenen Laufzeiten und
- die Überbewertung

wider.

Der RWOS steht im Diagramm links, und zwar zweimal. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den anderen Scheinen ist bei der unteren Markierung der Barwert der Rückerstattung abgezogen. Der RWOS der NIB ist etwa 7% unterbewertet.

## Literatur

*Black*, Fischer; *Scholes*, Myron: The Pricing of Options and Corporate Liabilities. In: *Journal of Political Economy*. Vol. 81 (May - June 1973), S. 637 - 659. – *Garman*, Mark B.; *Kohlhagen*, Steven W.: Foreign Currency Option Values. In: *Journal of International Money and Finance*. 1983, 2, S. 231 – 237. – *MacMillan*, Lionel W.: Analytic Approximation for the American Put Option. In: *Advances in Futures and Options Research*. Volume 1. Part A. Ed.: *Fabozzi*, Frank J., JAI Press, London 1986, S. 119 - 139. – *Stoll*, Hans R.; *Whaley*, Robert E.: New Option Instruments: Arbitrageable Linkages and Valuation. In: *Advances in Futures and Options Research*. Volume 1. Part A. Ed.: *Fabozzi*, Frank J., JAI Press, London 1986, S. 25 - 62. – *Welcker*, Johannes; *Kloy*, Jörg W.: Professionelles Optionsgeschäft – alles über Optionen auf Aktien, Renten, Devisen, Waren, Terminkontrakte. 2. Aufl. Verlag Moderne Industrie. Zürich 1988.

## Zusammenfassung

### **Währungsoptionsscheine und der Rückerstattungs-Währungsoptionsschein (RWOS – money-back currency warrant) der Nordiska Investeringsbanken**

Zur Zeit gibt es etwa 30 Devisenoptionsscheine, von denen 20 an Börsen der Bundesrepublik Deutschland gehandelt werden. Da in der Bundesrepublik Deutschland kein organisierter Handel in Devisenterminkontrakten und Devisenoptionen stattfindet, werden von einigen Banken außerdem Geld- und Briefkurse für Devisenoptionen unterschiedlicher Ausübungskurse mit Laufzeiten bis zu einem Jahr gestellt und veröffentlicht. Der Markt umfaßt auch DM-Puts an den US-Börsen, die dasselbe sind, wie US-\$-Kaufoptionen. Devisenoptionsscheine haben bei Ausgabe meist längere Laufzeiten als ein Jahr. Sie sind teils europäische, in der Mehrzahl aber amerikanische Optionen.

Nach dem *Garman/Kohlhagen*-Modell sind die für den Wert von europäischen Devisenoptionen maßgebenden Parameter Devisenkurs, Ausübungskurs, Laufzeit, Volatilität sowie in- und ausländischer Zinssatz. Zunächst wird *ceteris paribus* der Einfluß dieser Größen auf den Wert von Devisenoptionsscheinen erörtert. Sodann wird zur Bewertung amerikanischer Optionen der Zusatzterm von *McMillan* und *Stoll/Whaley* vorgestellt. Der auf dem *Black/Scholes*-Modell beruhende *Garman/Kohlhagen*-Wert hat etwa die Höhe der Marktwerte europäischer Devisenoptionsscheine. Pseudoamerikanische Bewertung erklärt den Marktwert amerikanischer Optionsscheine nicht befriedigend, besonders bei längeren Laufzeiten und im Geld stehenden Optionen. Für Devisenoptionsscheine des amerikanischen Typs haben die mit Hilfe des Zusatzterms von *McMillan* und *Stoll/Whaley* berechnete *Garman/Kohlhagen*-Werte etwa die Höhe der Marktwerte. Der Markt bewertet sowohl europäische als auch amerikanische Devisenoptionsscheine eher zu hoch.

Der Rückerstattungs-Währungsoptionsschein (RWOS) verhält sich zu einer Devisenkaufoption wie eine Wandelanleihe zu einem Optionsschein. Bei Ausübung des RWOS muß auf die Rückerstattung des ursprünglichen Preises des RWOS verzichtet und der in den Vertragsbedingungen als „Ausübungskurs“ bezeichnete Betrag als Zuzahlung geleistet werden. Beide Komponenten ergeben den Ausübungskurs der



Devisenkaufoption. Der Wert des RWOS muß daher ex ante simultan mit der Höhe des Ausübungskurses bestimmt werden. Da der Ausübungskurs auch vom unbekanntem Ausübungszeitpunkt abhängt, ist die Bewertung des RWOS ein ungelöstes Problem.

Der Wert eines RWOS, dessen ursprünglicher Kaufpreis feststeht, setzt sich zusammen aus

- dem abdiskontierten Rückerstattungsbetrag und
- dem Wert einer amerikanischen Devisenkaufoption mit einem Ausübungskurs in Höhe der Summe aus
  - Zuzahlung bei Ausübung („Ausübungskurs“ der Vertragsbedingungen) und
  - abdiskontiertem Betrag der Rückerstattung bei Nichtausübung der Option.

Der Wert eines RWOS hängt maßgeblich von der Wahl des Diskontierungssatzes zur Abzinsung des Rückerstattungsbetrages ab. Dieser wiederum hängt von dem marginalen Steuersatz des Investors ab, da das Anwachsen des Rückerstattungsbetrages nicht der Besteuerung unterliegt.

## Summary

### Money-back Currency Warrants of the Nordiska Investeringsbanken

At present, 20 of the roughly 30 currency warrants are traded at stock exchanges of the Federal Republic of Germany. Since there is no regular trade in currency futures contracts and currency options in the Federal Republic of Germany, several banks additionally quote and publish bid/ask prices of options issued for periods of up to one year. The market encompasses also DM-puts at US stock exchanges which are the same as US-\$-call options. The exercise periods of currency warrants from their dates of issue in most cases exceed one year. Some of them are European, but most are American options.

According to the *Garman / Kohlhagen* model, the parameters determining the value of European currency warrants are the exchange rate, the exercise price, the exercise period, the volatility as well as the domestic and the foreign rates of interest. This paper initially discusses the influence of those quantities on the values of currency warrants. Then the additional term of the *McMillan* and *Stoll / Whaley* model is introduced to evaluate American warrants. The *Garman / Kohlhagen* value based on the *Black / Scholes* model is roughly identical in value with the market price of European currency warrants. A Pseudo-American evaluation offers an unsatisfactory explanation of the market value of American currency warrants. This holds true especially for longer exercise periods and for in the money options. The *Garman / Kohlhagen* values ascertained with the help of the additional *McMillan* and *Stoll / Whaley*-term for the American-type of currency warrant is roughly identical with market values. The evaluation of both European and American currency warrants rather tends to be a bit on the high side.

The money-back currency warrant compares with a currency call option like a convertible bond with a warrant. It is necessary upon exercising the money-back currency warrant to waive the repayment of its original price and to pay the extra

amount referred to under the “exercise price” in the terms of contract. Both components together make the exercise price of the currency call option. This explains why the value of the money-back currency warrant must be determined *ex ante* simultaneously with the exercise price, which depends also on the – unknown – date of exercise; so the evaluation of the money-back currency warrant is an unsolved problem.

The money-back currency warrant, whose original price is known, is composed of the

- discounted amount of repayment and
- the value of an American currency call option with an exercise price equal to
  - the extra amount due on the date of exercise (“exercise price” in the terms of contract) and
  - the discounted amount of repayment if the warrant is not exercised.

The value of a money-back currency warrant crucially depends on the selection of the rate of discount to be applied to the amount to be repaid, which – in turn – depends on the investor’s marginal tax rate, because the growth of the amount to be repaid is not subject to taxation.

## Résumé

### **Le certificat d’option monétaire (Money-back currency warrant) des banques Nordiska Investering**

Il existe actuellement environ 30 certificats d’option en devises dont 20 sont traités à des bourses de la République fédérale d’Allemagne. Comme il n’y a pas en République fédérale d’Allemagne de négociation organisée pour les contrats à terme en devises et les options en devises, quelques banques fournissent et publient les cours acheteurs et vendeurs pour des options en devises de différents cours pratiqués avec des termes jusqu’à un an. Le marché comprend aussi des options de vente en DM (Puts) aux bourses américaines, équivalents à des options d’achat en dollars américains. Les certificats d’option en devises ont en général lors de leurs émissions des échéances supérieures à un an. Ce sont en partie des options européennes, la majorité d’entre elles sont cependant des options américaines.

D’après le modèle de *Garman / Kohlhagen*, les paramètres décisifs pour la valeur des options en devises européennes sont le cours des devises, le cours pratiqué, l’échéance, la volatilité ainsi que le taux d’intérêt national et de l’étranger. L’auteur évoque tout d’abord *ceteris paribus* l’influence de ces grandeurs sur la valeur des certificats d’option en devises. Ensuite, il présente le terme supplémentaire de *McMillan et Stoll / Whaley*. La valeur de *Garman / Kohlhagen*, reposant sur le modèle de *Black / Scholes* équivaut environ aux valeurs boursières de certificats d’option en devises européennes. L’évaluation pseudo-américaine n’explique pas de manière satisfaisante les certificats d’option américains, spécialement lorsque les termes sont plus longs et les options existent en argent. Pour des certificats d’option en devises du type américain, les valeurs de *Garman / Kohlhagen*, calculées à l’aide du terme supplémentaire de *McMillan et Stoll / Whaley*, correspondent environ aux valeurs boursières. Le marché évalue plutôt trop haut tant les certificats d’option en devises européens que les américains.

Le «money-back currency warrant» est à une d'achat en devises comme un emprunt convertible à un certificat d'option. En exerçant le «money-back currency warrant» il faut renoncer au remboursement du prix d'origine de ce certificat et le montant désigné comme «cours pratiqué» dans les conditions contractuelles doit être payé en supplément. Les deux composants donnent le cours pratiqué de l'option d'achat en devises. La valeur du «money-back currency warrant» doit donc être déterminée simultanément ex-ante avec le montant du cours pratiqué. Ce cours dépendant également de la date d'exercice inconnue, la valeur du certificat d'option monétaire de remboursement est un problème irrésolu.

La valeur d'un «money-back currency warrant», dont le prix d'achat d'origine est fixé, se compose

- du montant de remboursement escompté et
- de la valeur d'une option d'achat en devises américaine avec un cours pratiqué, dont la valeur est la somme du
  - paiement supplémentaire lors de l'exercice («cours pratiqué» des conditions contractuelles) et
  - du montant escompté du remboursement en cas de non-exercice de l'option.

La valeur d'un «money-back currency warrant» dépend de façon décisive du choix du taux d'escompte pour la déduction des intérêts non courus du montant de remboursement. Celui-ci à son tour dépend du taux d'impôt marginal, car l'accroissement du montant de remboursement n'est pas soumis à l'impôt.

Tabelle 10

**Zusatzprämien der amerikanischen Devisenkaufoptionen  
gegenüber den europäischen und kritische Devisenkurse  $S^*$   
bei  $K = 2,078$ ,  $i_d^* = 6,0\%$  und  $i_f^* = 8,7\%$  p. a.**

	1	2	3	4	5	6
Laufzeit (in Jahren)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
kritischer De- visenkurs $S^*$	2,5025	2,4948	2,4855	2,4741	2,4599	2,4416
Zusatzprämie $A\left(\frac{S}{S^*}\right)^q$ für $S =$						
1,80	0,0134	0,0114	0,0094	0,0075	0,0056	0,0039
1,85	0,0166	0,0142	0,0119	0,0095	0,0073	0,0051
1,90	0,0205	0,0177	0,0149	0,0121	0,0094	0,0067
1,95	0,0251	0,0218	0,0185	0,0152	0,0119	0,0088
2,00	0,0305	0,0268	0,0229	0,0190	0,0152	0,0114
2,05	0,0371	0,0327	0,0282	0,0237	0,0191	0,0146
2,10	0,0447	0,0397	0,0346	0,0293	0,0240	0,0187
2,15	0,0538	0,0481	0,0422	0,0361	0,0300	0,0237
2,20	0,0643	0,0579	0,0512	0,0443	0,0372	0,0300
2,25	0,0767	0,0694	0,0619	0,0540	0,0460	0,0377
2,30	0,0911	0,0829	0,0744	0,0656	0,0565	0,0471
q	7,8064	8,0810	8,4172	8,8402	9,3925	10,1516
A	0,1760	0,1600	0,1431	0,1252	0,1064	0,0864



**Table 11: Werte der europäischen (C) und amerikanischen (C<sub>am</sub>) Devisenkaufoptionen bei unterschiedlichen Devisenkursen und Laufzeiten für K = 2,078, i<sub>d</sub>\* = 6,0%, i<sub>f</sub>\* = 8,7% p.a.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Laufzeit (in Jahren)	4,5												
C C <sub>am</sub> bei einem Devisenkurs von	C	C <sub>am</sub>	C	C <sub>am</sub>	C	C <sub>am</sub>	C	C <sub>am</sub>	C	C <sub>am</sub>	C	C <sub>am</sub>	
	1,80	0,0366	0,0500	0,0352	0,0466	0,0333	0,0427	0,0308	0,0383	0,0274	0,0330	0,0231	0,0270
	1,85	0,0444	0,0610	0,0432	0,0574	0,0415	0,0534	0,0390	0,0485	0,0356	0,0429	0,0310	0,0361
	1,90	0,0533	0,0738	0,0524	0,0701	0,0510	0,0659	0,0487	0,0608	0,0454	0,0548	0,0407	0,0474
	1,95	0,0633	0,0884	0,0629	0,0847	0,0618	0,0803	0,0599	0,0751	0,0569	0,0688	0,0524	0,0612
	2,00	0,0744	0,1049	0,0745	0,1013	0,0740	0,0969	0,0726	0,0916	0,0701	0,0853	0,0661	0,0775
	2,05	0,0867	0,1238	0,0874	0,1201	0,0876	0,1158	0,0869	0,1106	0,0852	0,1043	0,0819	0,0965
	2,10	0,1001	0,1448	0,1016	0,1413	0,1026	0,1372	0,1029	0,1322	0,1021	0,1261	0,0998	0,1185
	2,15	0,1147	0,0652	0,1171	0,1652	0,1191	0,1613	0,1204	0,1565	0,1209	0,1509	0,1200	0,1437
	2,20	0,1304	0,1947	0,1339	0,1918	0,1370	0,1882	0,1396	0,1839	0,1414	0,1786	0,1423	0,1723
	2,25	0,1472	0,2239	0,1518	0,2212	0,1562	0,2181	0,1603	0,2143	0,1638	0,2098	0,1666	0,2043
	2,30	0,1652	0,2563	0,1711	0,2540	0,1769	0,2513	0,1825	0,2481	0,1879	0,2444	0,1929	0,2400

**Tabelle 12: Werte der europäischen (C) und amerikanischen ( $C_{am}$ ) Devisenkaufoptionen bei unterschiedlichen Devisenkursen und Laufzeiten;  $i_d^* = 6,0\%$ ,  $i_f^* = 8,7\%$  p. a.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Laufzeit T (in Jahren)	4,5		4,0		3,5		3,0		2,5		2,0	
Ausübungs- kurs K	2,0276		2,0328		2,0382		2,0436		2,0492		2,0548	
Kritischer Kurs $S^*$	2,4419		2,4406		2,4380		2,4332		2,4258		2,4144	
C	C	$C_{am}$	C	$C_{am}$	C	$C_{am}$	C	$C_{am}$	C	$C_{am}$	C	$C_{am}$
bei einem De- visenkurs von												
1,70	0,0280	0,0382	0,0262	0,0346	0,0237	0,0305	0,0209	0,0251	0,0174	0,0211	0,0134	0,0158
1,75	0,0347	0,0475	0,0329	0,0435	0,0304	0,0390	0,0273	0,0340	0,0234	0,0282	0,0189	0,0222
1,80	0,0425	0,0584	0,0407	0,0541	0,0382	0,0491	0,0350	0,0436	0,0309	0,0373	0,0258	0,0301
1,85	0,0513	0,0710	0,0498	0,0665	0,0473	0,0611	0,0441	0,0550	0,0399	0,0481	0,0345	0,0402
1,90	0,0612	0,0854	0,0600	0,0807	0,0577	0,0749	0,0547	0,0685	0,0506	0,0612	0,0450	0,0525
1,95	0,0723	0,1020	0,0715	0,0970	0,0696	0,0910	0,0669	0,0843	0,0630	0,0765	0,0575	0,0673
2,00	0,0845	0,1207	0,0843	0,1156	0,0829	0,1094	0,0807	0,1025	0,0772	0,0943	0,0721	0,0847
2,05	0,0980	0,1419	0,0983	0,1365	0,0976	0,1302	0,0961	0,1232	0,0934	0,1150	0,0889	0,1051
2,10	0,1126	0,1655	0,1137	0,1602	0,1138	0,1538	0,1132	0,1467	0,1114	0,1385	0,1079	0,1286
2,15	0,1283	0,1919	0,1304	0,1866	0,1314	0,1801	0,1319	0,1731	0,1312	0,1650	0,1291	0,1554
2,20	0,1453	0,2214	0,1484	0,2161	0,1505	0,2096	0,1522	0,2027	0,1530	0,1949	0,1524	0,1857
2,25	0,1633	0,2540	0,1676	0,2488	0,1710	0,2424	0,1741	0,2357	0,1764	0,2281	0,1777	0,2195
2,30	0,1825	0,2902	0,1880	0,2849	0,1928	0,2788	0,1974	0,2723	0,2016	0,2652	0,2050	0,2572

**Tabelle 13: Optionsscheine alphabetisch – Preiswürdigkeitsvergleich verschiedener US/\$ Optionsscheine: Kurse, theoretische Werte, Über- bzw. Unterbewertung bei amerikanischer bzw. europäischer Bewertung und Hebel**

		Optionsscheine: US-Dollar		Bewertung zum 5. 11. 1988					
Emittent	Verfallsdatum [ ]	Zahl \$/ Optionsschein [1/OS]	Ausübungskurs/\$ [DM/\$]	Kurs des Options-scheins [DM/OS]	Kurs des Options-scheins/\$ <sup>a)</sup> [DM/OS]	Bewertung Options-scheins/\$ <sup>b)</sup> [DM/OS]	Über-(+)/ Unterbe-wertung (-) [%]	Hebel dC · S/ (dS · C)	[ ]
Christiana 87	23. 2. 1989	500,00	1,8300	36,00	0,0720	0,0560	29	18	
Ekspart Fin.	30. 7. 1992	500,00	1,8200	70,50	0,1410	0,1269	11	7	
Europarat 87 I	21. 9. 1990	500,00	1,7800	63,00	0,1260	0,1260	0	8	
Europarat 87 II	15. 6. 1989	500,00	1,8000	46,50	0,0930	0,0869	7	12	
Europarat 88c	25. 1. 1990	100,00	1,5990	26,20	0,2620	0,2510	4	7	
Europarat 88p	25. 1. 1989	100,00	1,6600	6,50	0,0650	0,0020	3150	38	
Ford 87	6. 3. 1989	500,00	1,8600	28,50	0,0570	0,0440	30	19	
Griess & Heiss.	15. 12. 1989	100,00	1,8200	13,30	0,1330	0,0920	45	10	
*J. P. Morgan	21. 7. 1989	100,00	1,8350	7,30	0,0730	0,0682	7	13	
Kredietbk. 87B	10. 3. 1992	500,00	1,8590	64,00	0,1280	0,1089	18	7	
LKB Bad.-W. 88	2. 5. 1990	100,00	1,7000	18,00	0,1800	0,1680	7	8	
*Metallges. 88	1. 8. 1990	100,00	1,9000	6,70	0,0670	0,0643	4	10	
NIB 88	5. 1. 1990	100,00	1,6350	23,00	0,2300	0,2165	6	7	
NIB RWOS	7. 5. 1993	50,00	2,0276	19,90	0,3980	0,4256	-6	1	
Svensk Exp. 87	7. 12. 1989	100,00	1,6725	19,50	0,1950	0,1840	6	8	
Svensk Exp. 88	16. 2. 1993	100,00	1,6375	22,50	0,2250	0,2281	-1	5	
*Trink. & Bk. 88	19. 6. 1989	100,00	1,8500	7,00	0,0700	0,0593	18	14	
Trink. & Bk. 88	8. 1. 1990	100,00	1,6330	22,90	0,2290	0,2184	5	7	
*Trink. & Bk. 88	15. 9. 1989	100,00	1,8750	6,00	0,0600	0,0571	5	13	
*Warburg 88	19. 9. 1989	100,00	1,8750	5,40	0,0540	0,0573	-6	13	

Sigma: 0,13; Dollar-Kurs (S/\$): 1,8520 DM/\$; \*: europäische Option; c = call; p = put; RWOS = Rückerstattungs-Währungsoptionsschein.  
 a) Kurse vom 11. 10. 1988; b) Bewertung für einen \$-Kurs von 1,85 DM/\$.

Bei der Berechnung des Hebels wurden die theoretischen europäischen Werte zugrundegelegt.

**Tabelle 14: Arbeitstabelle zu Abbildung 4: Optionsscheine geordnet nach Ausübungskursen – auf den jeweiligen Ausübungskurs standardisierte Kurse und theoretische Werte (amerikanischer bzw. europäischer Bewertung)**

Emittent	Optionsscheine: US-Dollar		Bewertung zum 5. 11. 1988		Standardisierter Wert	Dollarkurs/ Ausübungs- kurs ( $S/K$ )
	Ausübungs- kurs/\$ ( $K$ )	Kurs des Options- scheins/\$ <sup>a)</sup>	Bewertung Options- scheins/\$ <sup>b)</sup>	Kurs		
	[DM/\$]	[DM/OS]	[DM/OS]	[DM/OS]	[DM/OS]	[ ]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) : (2)	(6) = (4) : (2)	(7) = S : (2)
NIB RWOS C ( $S/K, T$ )	2,0276	0,0434	0,0710	0,0214	0,0350	0,9134
NIB RWOS W ( $S/K, T$ )	2,0276	0,3980	0,4256	0,1963	0,2099	0,9134
Metalliges. 88	1,9000	0,0670	0,0643	0,0353	0,0338	0,9747
Trink. & Bk. 88	1,8750	0,0600	0,0571	0,0320	0,0305	0,9877
Warburg 88	1,8750	0,0540	0,0573	0,0288	0,0306	0,9877
Ford 87	1,8600	0,0570	0,0440	0,0306	0,0237	0,9957
Kreditbk. 87B	1,8590	0,1280	0,1089	0,0689	0,0586	0,9962
Trink. & Bk. 88	1,8500	0,0700	0,0593	0,0378	0,0321	1,0011
J. P. Morgan	1,8350	0,0730	0,0682	0,0398	0,0372	1,0093
Christiana 87	1,8300	0,0720	0,0560	0,0393	0,0306	1,0120
Griess & Heiss.	1,8200	0,1330	0,0920	0,0731	0,0505	1,0176
Ekspor. Fin.	1,8200	0,1410	0,1269	0,0775	0,0697	1,0176
Europarat 87 II	1,8000	0,0930	0,0869	0,0517	0,0483	1,0289
Europarat 87 I	1,7800	0,1260	0,1260	0,0708	0,0708	1,0404
LKB Bad.-W. 88	1,7000	0,1800	0,1680	0,1059	0,0988	1,0894
Svensk Exp. 87	1,6725	0,1950	0,1840	0,1166	0,1100	1,1073
Europarat 88p	1,6600	0,0650	0,0020	0,0392	0,0012	1,1157
Svensk Exp. 88	1,6375	0,2250	0,2281	0,1374	0,1393	1,1310
NIB 88	1,6350	0,2300	0,2165	0,1407	0,1324	1,1327
Trink. & Bk. 88	1,6330	0,2290	0,2184	0,1402	0,1337	1,1341
Europarat 88c	1,5990	0,2620	0,2510	0,1639	0,1570	1,1582

Sigma: 0,13; Dollar-Kurs ( $S$ )<sup>a)</sup> [DM/\$]: 1,8520 DM/\$;  $W(S/K, T)$  = Standardisierter RWOS der NIB;  $C(S/K, T)$  =  $W(S/K, T)$  – kapitalisierter Rückzahlungswert.

a) Kurse vom 11. 10. 1988; b) Bewertung für einen \$-Kurs von 1,85 DM/\$.