

Keller-Ressel, Martin; Kilin, Fiodar

**Working Paper**

## Forward-start options in the Barndorff-Nielsen-Shephard Model

CPQF Working Paper Series, No. 18

**Provided in Cooperation with:**

Frankfurt School of Finance and Management

*Suggested Citation:* Keller-Ressel, Martin; Kilin, Fiodar (2008) : Forward-start options in the Barndorff-Nielsen-Shephard Model, CPQF Working Paper Series, No. 18, Frankfurt School of Finance & Management, Centre for Practical Quantitative Finance (CPQF), Frankfurt a. M.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/40181>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**No. 18**

**Forward-Start Options  
in the Barndorff-Nielsen-Shephard Model**

**Martin Keller-Ressel, Fiodar Kilin**

December 2008

Authors:

*Fiodar Kilin*  
Frankfurt School of  
Finance & Management  
Frankfurt/Main  
f.kilin@frankfurt-school.de

*Martin Keller-Ressel*  
Research Unit of Financial and  
Actuarial Mathematics  
Vienna University of Technology  
mkeller@fam.tuwien.ac.at

Publisher:

Frankfurt School of Finance & Management  
Phone: +49 (0) 69 154 008-0 ■ Fax: +49 (0) 69 154 008-728  
Sonnemannstr. 9-11 ■ D-60314 Frankfurt/M. ■ Germany

## Abstract

We derive a semi-analytical formula for pricing forward-start options in the Barndorff-Nielsen-Shephard model. In terms of computational time, this formula is equivalent to one-dimensional integration.

**JEL Classification:** G13

**Keywords:** Affine Models, Barndorff-Nielsen-Shephard Model, Forward-Start Options

# 1 Introduction

The Pricing of forward-start options is one of the problems where realistic modeling of volatility dynamics is of particular importance. The Barndorff-Nielsen-Shephard model tries to meet this requirement. The general case of this model is introduced in Barndorff-Nielsen and Shephard (2001). A possible modification of this model and parameter estimation technique is described in Hubalek and Posedel (2008).

We use the affine property of the Barndorff-Nielsen-Shephard model in order to derive a formula for pricing forward-start options. Applications of the affine processes in derivative pricing have been studied in Duffie, Filipovic and Schachermayer (2003) and Keller-Ressel (2008). The forward-start option pricing in other stochastic volatility models has been studied in Lucic (2004), Kruse and Noegel (2005) and Bloch (2008).

In section 2 we derive a semi-analytical formula for pricing forward-start options in the Barndorff-Nielsen-Shephard model. Section 3 provides numerical examples based on this formula. Finally, section 4 concludes.

## 2 Derivation

The payoff of a forward-start option is

$$\max\left(\frac{S_T}{S_{T_0}} - k, 0\right), \tag{1}$$

where  $T$  is a maturity,  $T_0$  is a forward-start time and  $k$  is a relative strike.

Some techniques of pricing plain vanilla options require only the knowledge of the characteristic function of the logarithm of the underlying <sup>1</sup>. Since forward-start options can be seen as options

---

<sup>1</sup>Examples of such techniques are described in Attari (2004) and Carr and Madan (1999).

on the underlying  $U_T = \frac{S_T}{S_{T_0}}$ , these techniques can be extended to forward-start options. The only modification that must be made is to replace the characteristic function of the logarithm of the underlying

$$\Psi(u) = E_Q(e^{iu \ln S_T}) \quad (2)$$

by the forward characteristic function

$$\Phi_{fwd}(u) = E_Q[e^{iu \ln \frac{S_T}{S_{T_0}}}] \quad (3)$$

Keller-Ressel (2008) has derived a general expression for the forward characteristic function of the affine models in terms of the solutions of the generalized Riccati equations. In this paper we use this result to derive an implementable formula for the forward characteristic function of the Barndorff-Nielsen-Shephard model.

The risk-neutral dynamics in the BNS model is

$$d(\log S_t) = \delta dt + \sqrt{V_t} dW_t + \rho dJ_{\lambda t}, \quad (4)$$

$$dV_t = -\lambda V_t dt + dJ_{\lambda t}, \quad (5)$$

where  $J_t$  is the Levy subordinator that drives the model,  $\delta$  is the drift that is determined by the martingale condition for  $S_t$ ,  $\lambda$  is the mean-reversion rate,  $\rho$  is the comovement parameter.

In general, the cumulant generating function of the affine models is defined by some functions  $\phi(t, u, w)$  and  $\psi(t, u, w)$  and has the form

$$K(u, w) = \ln E_Q[e^{u \ln S_t + w V_t}] = \phi(t, u, w) + V_0 \psi(t, u, w) + u \ln S_0, \quad (6)$$

for all  $u, w \in \mathbb{C}$ , where  $E_Q[e^{u \ln S_t + w V_t}] < \infty$ .

The forward characteristic function of the affine models has the form

$$\begin{aligned}
\Phi_{fwd}(u) &= E_Q[e^{iu \ln \frac{S_T}{S_{T_0}}}] = E_Q[e^{-iu \ln S_{T_0}} E_Q[e^{iu \ln S_T} | \mathcal{F}_{T_0}]] = \\
&E_Q[\exp(\phi(T - T_0, iu, 0) + V_{T_0} \psi(T - T_0, iu, 0))] = \\
&\exp(\phi(T - T_0, iu, 0)) E_Q[V_{T_0} \psi(T - T_0, iu, 0)] = \\
&\exp[\phi(T - T_0, iu, 0) + \phi(T_0, 0, \psi(T - T_0, iu, 0)) + V_0 \psi(T_0, 0, \psi(T - T_0, iu, 0))]. \quad (7)
\end{aligned}$$

In the BNS-model

$$\psi(t, u, w) = \frac{1}{2\lambda}(u^2 - u)(1 - e^{-\lambda t}) + e^{-\lambda t}w, \quad (8)$$

$$\phi(t, u, w) = \int_0^t F(u, \psi(s, u, w)) ds, \quad (9)$$

where

$$F(u, w) = \lambda\kappa(w + \rho u) - u\lambda\kappa(\rho), \quad (10)$$

and  $\kappa(u)$  is the cumulant-generating function of the Levy subordinator  $J_t$  that drives the model.

In this paper we consider an example of the BNS-model where the latent state follows the Gamma-Ornstein-Uhlenbeck process. In this case the Levy subordinator  $J_t$  is a compound Poisson process

$$J_t = \sum_{n=1}^{N_t} x_n, \quad (11)$$

where  $N_t$  is a Poisson process with intensity  $a$  and each  $x_n$  follows an exponential law with mean  $\frac{1}{b}$ . The cumulant-generating function of  $J_t$  is

$$\kappa(u) = \frac{au}{b - u}. \quad (12)$$

We calculate the integral in (9) analytically in order to accelerate the pricing algorithm. (10)

and (12) yield

$$F(u, \psi(s, u, w)) = \frac{\lambda a (Ae^{-\lambda s} + B)}{(b - \rho)(Ce^{-\lambda s} + D)}, \quad (13)$$

where

$$\begin{aligned}
A &= - \left[ \frac{1}{2\lambda}(u^2 - u) - w \right] (b - \rho + u\rho), \\
B &= -u\rho^2 + u^2\rho^2 + \frac{1}{2\lambda}(u^2 - u)(b - \rho + u\rho), \\
C &= \frac{1}{2\lambda}(u^2 - u) - w, \\
D &= b - \rho u - \frac{1}{2\lambda}(u^2 - u).
\end{aligned} \tag{14}$$

Separating real and complex parts in (13) and applying the complex numbers division rule yields

$$\begin{aligned}
F(v, \psi(s, v, w)) &= \frac{\lambda a (e^{-\lambda s} \operatorname{Re}(A) + \operatorname{Re}(B) + i [e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(A) + \operatorname{Im}(B)])}{(b - \rho)(e^{-\lambda s} \operatorname{Re}(C) + \operatorname{Re}(D) + i [e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(C) + \operatorname{Im}(D)])} \\
&= \frac{\lambda a}{(b - \rho)(e^{-\lambda s} \operatorname{Re}(C) + \operatorname{Re}(D))^2 + (e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(C) + \operatorname{Im}(D))^2} \times \\
&[(e^{-\lambda s} \operatorname{Re}(A) + \operatorname{Re}(B))(e^{-\lambda s} \operatorname{Re}(C) + \operatorname{Re}(D)) + (e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(A) + \operatorname{Im}(B))(e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(C) + \operatorname{Im}(D)) \\
&+ i \{ (e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(A) + \operatorname{Im}(B))(e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(C) + \operatorname{Im}(D)) - (e^{-\lambda s} \operatorname{Re}(A) + \operatorname{Re}(B))(e^{-\lambda s} \operatorname{Im}(C) + \operatorname{Im}(D)) \}].
\end{aligned} \tag{15}$$

Let us introduce an auxiliary integral

$$G(\alpha, \beta, \gamma, \zeta, \eta, \nu, p, x) ::= \int \frac{\alpha e^{-2px} + \beta e^{-px} + \gamma}{\zeta e^{-2px} + \eta e^{-px} + \nu} dx, \alpha, \beta, \gamma, \zeta, \eta, \nu, p, x \in \mathbb{R} \tag{16}$$

that can be evaluated analytically

$$\begin{aligned}
G(\alpha, \beta, \gamma, \zeta, \eta, \nu, p, x) &= \frac{\alpha x}{\zeta} + \left( 2\beta - \frac{\alpha\eta}{\zeta} - \frac{\gamma\eta}{\nu} \right) \frac{\arctan\left(\frac{\eta + 2e^{px}\nu}{\sqrt{4\zeta\nu - \eta^2}}\right)}{p\sqrt{4\zeta\nu - \eta^2}} \\
&+ \frac{1}{2} \left( \frac{\gamma}{\nu} - \frac{\alpha}{\zeta} \right) \frac{\ln(\zeta + \eta e^{px} + \nu e^{2px})}{p} + \bar{C}, \bar{C} = \text{const.}
\end{aligned} \tag{17}$$

(9) and (15) yield

$$\phi(t, v, w) = \frac{\lambda a}{(b - \rho)} [G_1(t) - G_1(0) + i \{ G_2(t) - G_2(0) \}], \tag{18}$$

where

$$\begin{aligned}
G_1(x) = & G(\operatorname{Re}(A)\operatorname{Re}(C) + \operatorname{Im}(A)\operatorname{Im}(C), \\
& \operatorname{Re}(A)\operatorname{Re}(D) + \operatorname{Re}(B)\operatorname{Re}(C) + \operatorname{Im}(A)\operatorname{Im}(D) + \operatorname{Im}(B)\operatorname{Im}(C), \\
& \operatorname{Re}(B)\operatorname{Re}(D) + \operatorname{Im}(B)\operatorname{Im}(D), \\
& (\operatorname{Re}(C))^2 + (\operatorname{Im}(C))^2, \\
& 2\operatorname{Re}(C)\operatorname{Re}(D) + 2\operatorname{Im}(C)\operatorname{Im}(D), \\
& (\operatorname{Re}(D))^2 + (\operatorname{Im}(D))^2, \lambda, x), \tag{19}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_2(x) = & G(\operatorname{Im}(A)\operatorname{Re}(C) - \operatorname{Re}(A)\operatorname{Im}(C), \\
& \operatorname{Im}(A)\operatorname{Re}(D) + \operatorname{Im}(B)\operatorname{Re}(C) - \operatorname{Re}(A)\operatorname{Im}(D) - \operatorname{Re}(B)\operatorname{Im}(C), \\
& \operatorname{Im}(B)\operatorname{Re}(D) - \operatorname{Re}(B)\operatorname{Im}(D), \\
& (\operatorname{Re}(C))^2 + (\operatorname{Im}(C))^2, \\
& 2\operatorname{Re}(C)\operatorname{Re}(D) + 2\operatorname{Im}(C)\operatorname{Im}(D), \\
& (\operatorname{Re}(D))^2 + (\operatorname{Im}(D))^2, \lambda, x). \tag{20}
\end{aligned}$$

Substituting (8) and (18) into (7) yields an analytic formula for the forward characteristic function of the BNS model.

### 3 Numerical examples

We have applied derived formulas to illustrate how the price and greeks of a forward-start call depend on each of the BNS parameters. The solid lines in Figures 1- 5 show the prices of a forward-start call for a range of values of one parameter when all the other parameters are kept constant. The five figures correspond to five BNS parameters. The strike of the option is 1.0, the maturity is 3 years, the forward-start time is 1 year, the interest rate is set to 0.0 and there are



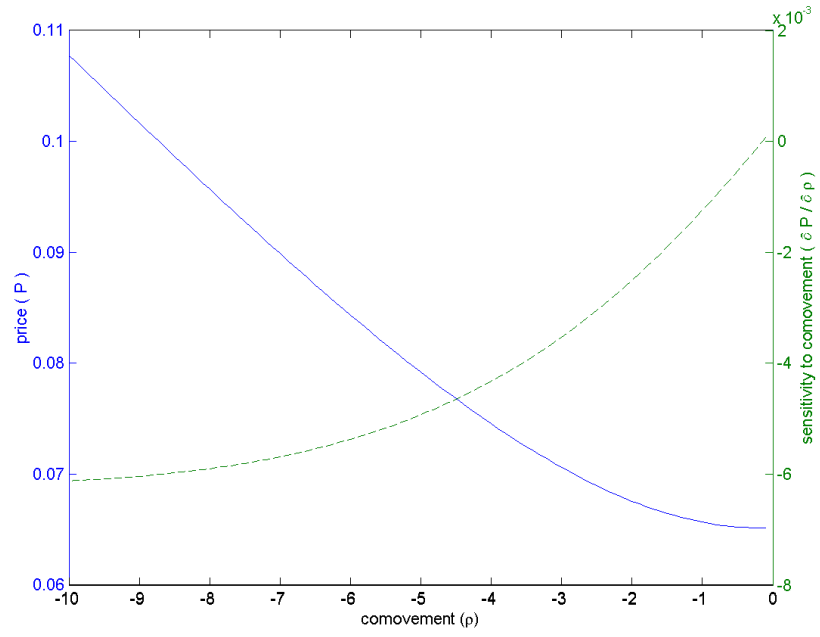


Figure 1: *Comovement scenario.*  $\lambda = 1.0, b = 50.0, a = 0.5, \sqrt{V_0} = 0.2$

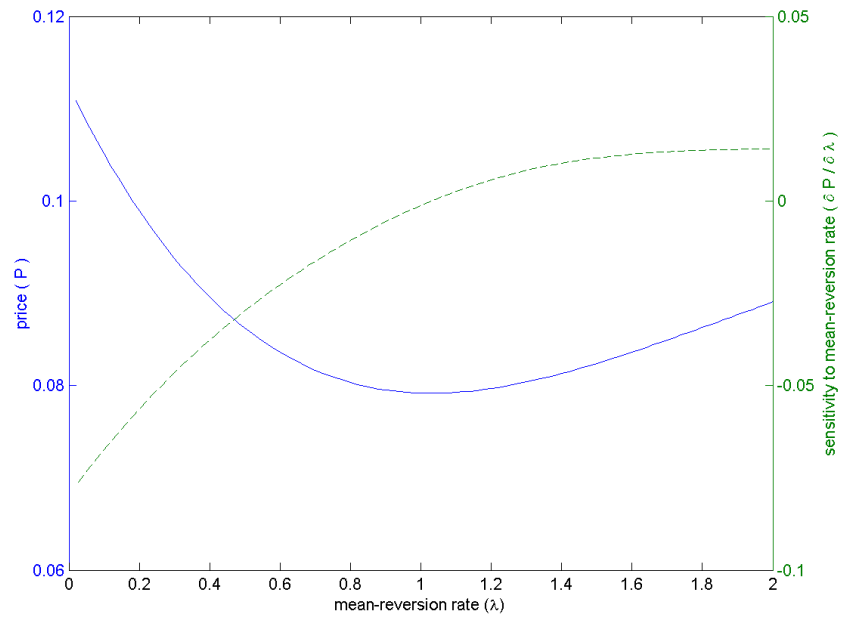


Figure 2: *Mean-reversion rate scenario.*  $\rho = -5.0, b = 50.0, a = 0.5, \sqrt{V_0} = 0.2$

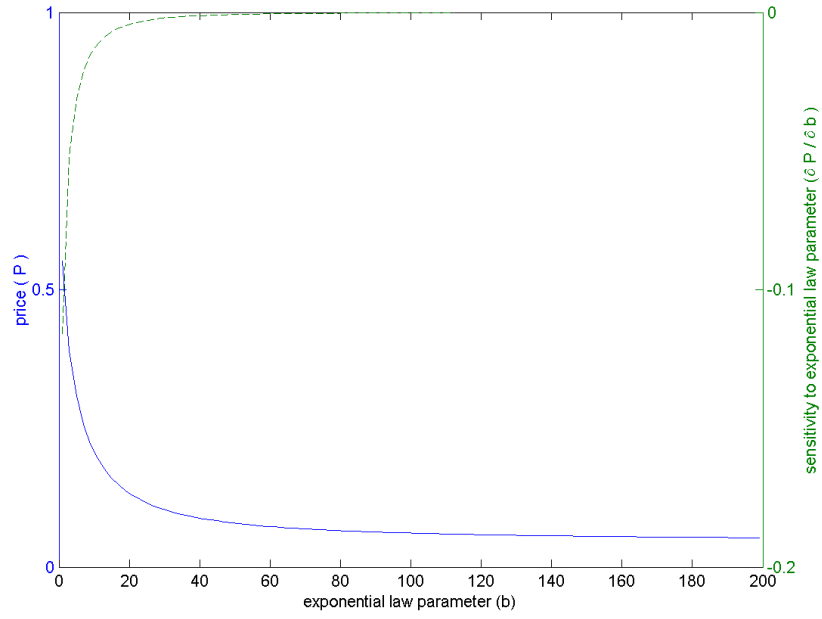


Figure 3: *Exponential law parameter scenario.*  $\rho = -5.0, \lambda = 1.0, a = 0.5, \sqrt{V_0} = 0.2$

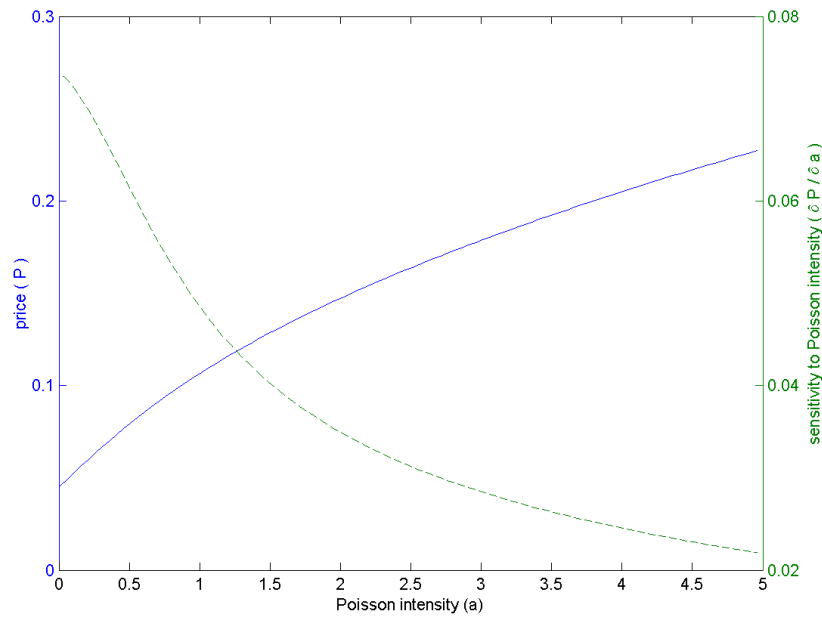


Figure 4: *Poisson intensity scenario.*  $\rho = -5.0, \lambda = 1.0, b = 50.0, \sqrt{V_0} = 0.2$

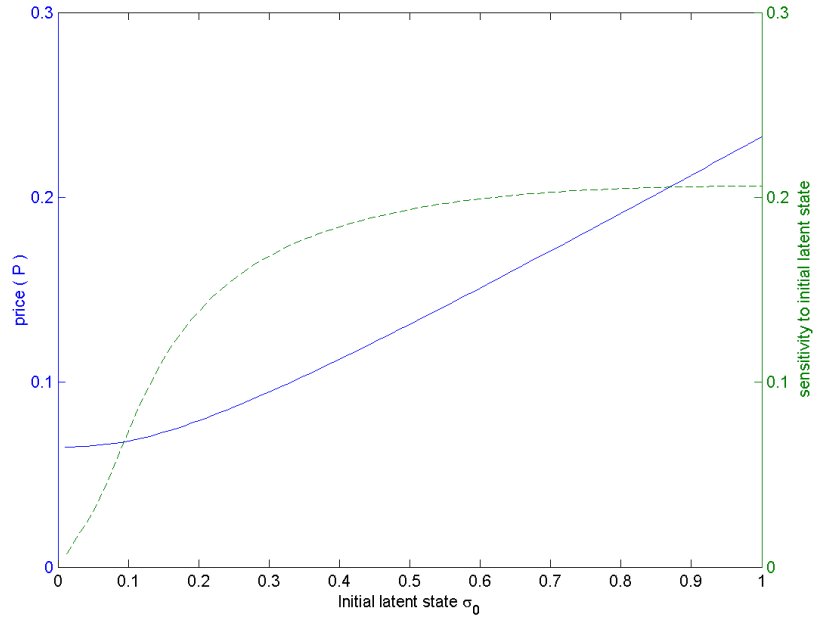


Figure 5: *Initial latent state scenario.*  $\rho = -5.0, \lambda = 1.0, b = 50.0, a = 0.5$

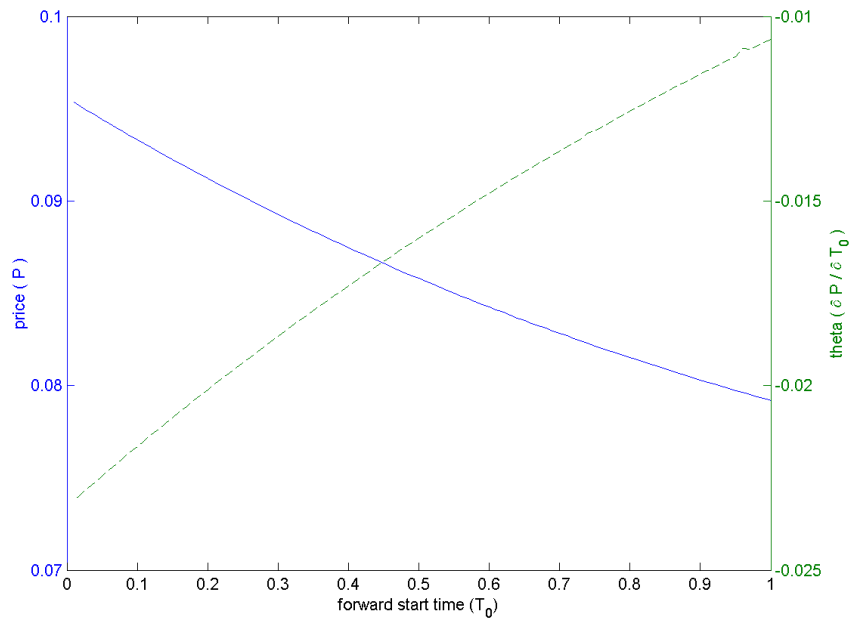


Figure 6: *Forward start time scenario.*  $\rho = -5.0, \lambda = 1.0, b = 50.0, a = 0.5, \sqrt{V_0} = 0.2$

no dividends. Dashed lines show the values of greeks corresponding to particular parameters. Figure 6 shows price and theta for different forward start periods. To calculate theta we set  $T = \tau + T_0$ , keep  $\tau$  constant and calculate the derivative with respect to  $T_0$ .

## 4 Conclusion

The pricing of forward-start options in the general form of the Barndorff-Nielsen-Shephard model requires numerical integration<sup>2</sup> for each evaluation of the forward characteristic function. Together with the integration in the Fourier space this yields computational times equivalent to two-dimensional integration. However, if we use a particular form of the BNS model with the latent state following the Gamma-Ornstein-Uhlenbeck process, an analytical expression for the forward characteristic function is available. It reduces the computational time for pricing forward-start options to a time equivalent to one-dimensional integration, i.e. just a few milliseconds on a standard PC.

---

<sup>2</sup>See formula (9).

## References

- Attari, M. (2004) Option pricing using Fourier transforms *Available at SSRN:*  
*<http://ssrn.com/abstract=520042>*.
- Barndorff-Nielsen, O.E. and Shephard, N. (2001). Non-Gaussian Ornstein-Uhlenbeck-based Models and Some of their Uses in Financial Economics *Journal of the Royal Statistical Society* B 63, 167-241.
- Bloch, D. A. (2008) Expanding Forward Starting Options *Available at SSRN:*  
*<http://ssrn.com/abstract=1138162>*.
- Carr, P. and Madan, D. (1999). Option valuation using the fast Fourier transform *Journal of Computational Finance* 3, 463-520.
- Duffie, D., Filipovic, D. and Schachermayer, W. (2001). Affine processes and applications in finance *Annals of Applied Probability* 13(3), 984-1053.
- Hubalek, F. and Posedel, P. (2008). Joint analysis and estimation of stock prices and trading volume in Barndorff-Nielsen and Shephard stochastic volatility models *Available at arXiv:*  
*<http://arxiv.org/abs/0807.3464>*.
- Keller-Ressel, M. (2008). Moment Explosions and Long-Term Behavior of Affine Stochastic Volatility Models *Available at arXiv:* *<http://arxiv.org/abs/0802.1823>*.
- Kruse, S. and Noegel, U. (2005). On the pricing of forward starting options in Heston's model on stochastic volatility *Finance and Stochastics* 9(2), 233-250.
- Lucic, V. (2004). Forward start options in stochastic volatility models *Wilmott Magazine* May, 72-74.

## FRANKFURT SCHOOL / HFB – WORKING PAPER SERIES

No.	Author/Title	Year
108.	Herrmann-Pillath, Carsten Neuroeconomics, Naturalism and Language	2008
107.	Schalast, Christoph / Benita, Barten Private Equity und Familienunternehmen – eine Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung deutscher Maschinen- und Anlagenbauunternehmen	2008
106.	Bannier, Christina E. / Grote, Michael H. Equity Gap? – Which Equity Gap? On the Financing Structure of Germany's Mittelstand	2008
105.	Herrmann-Pillath, Carsten The Naturalistic Turn in Economics: Implications for the Theory of Finance	2008
104.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael / Scholl, Wolfgang Aktionärsschutz in der AG falsch verstanden? Die Leica-Entscheidung des LG Frankfurt am Main	2008
103.	Bannier, Christina / Müsch, Stefan Die Auswirkungen der Subprime-Krise auf den deutschen LBO-Markt für Small- und MidCaps	2008
102.	Cremers, Heinz / Vetter, Michael Das IRB-Modell des Kreditrisikos im Vergleich zum Modell einer logarithmisch normalverteilten Verlustfunktion	2008
101.	Heidorn, Thomas / Pleißner, Mathias Determinanten Europäischer CMBS Spreads. Ein empirisches Modell zur Bestimmung der Risikoaufschläge von Commercial Mortgage-Backed Securities (CMBS)	2008
100.	Schalast, Christoph (Hrsg.) / Schanz, Kay-Michael Schaeffler KG/Continental AG im Lichte der CSX Corp.-Entscheidung des US District Court for the Southern District of New York	2008
99.	Hölscher, Luise / Haug, Michael / Schweinberger, Andreas Analyse von Steueramnestiedaten	2008
98.	Heimer, Thomas / Arend, Sebastian The Genesis of the Black-Scholes Option Pricing Formula	2008
97.	Heimer, Thomas / Hölscher, Luise / Werner, Matthias Ralf Access to Finance and Venture Capital for Industrial SMEs	2008
96.	Böttger, Marc / Guthoff, Anja / Heidorn, Thomas Loss Given Default Modelle zur Schätzung von Recovery Rates	2008
95.	Almer, Thomas / Heidorn, Thomas / Schmaltz, Christian The Dynamics of Short- and Long-Term CDS-spreads of Banks	2008
94.	Barthel, Erich / Wollersheim, Jutta Kulturunterschiede bei Mergers & Acquisitions: Entwicklung eines Konzeptes zur Durchführung einer Cultural Due Diligence	2008
93.	Heidorn, Thomas / Kunze, Wolfgang / Schmaltz, Christian Liquiditätsmodellierung von Kreditzusagen (Term Facilities and Revolver)	2008
92.	Burger, Andreas Produktivität und Effizienz in Banken – Terminologie, Methoden und Status quo	2008
91.	Löchel, Horst / Pecher, Florian The Strategic Value of Investments in Chinese Banks by Foreign Financial Institutions	2008
90.	Schalast, Christoph / Morgenschweis, Bernd / Sprengel, Hans Otto / Ockens, Klaas / Stachuletz, Rainer / Safran, Robert Der deutsche NPL Markt 2007: Aktuelle Entwicklungen, Verkauf und Bewertung – Berichte und Referate des NPL Forums 2007	2008
89.	Schalast, Christoph / Stralkowski, Ingo 10 Jahre deutsche Buyouts	2008
88.	Bannier, Christina / Hirsch, Christian The Economics of Rating Watchlists: Evidence from Rating Changes	2007
87.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Gold in the Investment Portfolio	2007
86.	Hölscher, Luise / Rosenthal, Johannes Leistungsmessung der Internen Revision	2007
85.	Bannier, Christina / Hänsel, Dennis Determinants of banks' engagement in loan securitization	2007

84.	Bannier, Christina "Smoothing" versus "Timeliness" - Wann sind stabile Ratings optimal und welche Anforderungen sind an optimale Berichtsregeln zu stellen?	2007
83.	Bannier, Christina Heterogeneous Multiple Bank Financing: Does it Reduce Inefficient Credit-Renegotiation Incidences?	2007
82.	Cremers, Heinz / Löhner, Andreas Deskription und Bewertung strukturierter Produkte unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Marktszenarien	2007
81.	Demidova-Menzel, Nadeshda / Heidorn, Thomas Commodities in Asset Management	2007
80.	Cremers, Heinz / Walzner, Jens Risikosteuerung mit Kreditderivaten unter besonderer Berücksichtigung von Credit Default Swaps	2007
79.	Cremers, Heinz / Traughber, Patrick Handlungsalternativen einer Genossenschaftsbank im Investmentprozess unter Berücksichtigung der Risikotragfähigkeit	2007
78.	Gerdemesmeier, Dieter / Roffia, Barbara Monetary Analysis: A VAR Perspective	2007
77.	Heidorn, Thomas / Kaiser, Dieter G. / Muschiol, Andrea Portfoliooptimierung mit Hedgefonds unter Berücksichtigung höherer Momente der Verteilung	2007
76.	Jobe, Clemens J. / Ockens, Klaas / Safran, Robert / Schalast, Christoph Work-Out und Servicing von notleidenden Krediten – Berichte und Referate des HfB-NPL Servicing Forums 2006	2006
75.	Abrar, Kamyar / Schalast, Christoph Fusionskontrolle in dynamischen Netzsektoren am Beispiel des Breitbandkabelsektors	2006
74.	Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Wertpapierprospekte: Markteinführungspublizität nach EU-Prospektverordnung und Wertpapierprospektgesetz 2005	2006
73.	Dickler, Robert A. / Schalast, Christoph Distressed Debt in Germany: What's Next? Possible Innovative Exit Strategies	2006
72.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten How the ECB and the US Fed set interest rates	2006
71.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Heterogenität von Hedgefondsindizes	2006
70.	Baumann, Stefan / Löchel, Horst The Endogeneity Approach of the Theory of Optimum Currency Areas - What does it mean for ASEAN + 3?	2006
69.	Heidorn, Thomas / Trautmann, Alexandra Niederschlagsderivate	2005
68.	Heidorn, Thomas / Hoppe, Christian / Kaiser, Dieter G. Möglichkeiten der Strukturierung von Hedgefondsportfolios	2005
67.	Belke, Ansgar / Polleit, Thorsten (How) Do Stock Market Returns React to Monetary Policy ? An ARDL Cointegration Analysis for Germany	2005
66.	Daynes, Christian / Schalast, Christoph Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktsrechts II: Distressed Debt - Investing in Deutschland	2005
65.	Gerdemesmeier, Dieter / Polleit, Thorsten Measures of excess liquidity	2005
64.	Becker, Gernot M. / Harding, Perham / Hölscher, Luise Financing the Embedded Value of Life Insurance Portfolios	2005
63..	Schalast, Christoph Modernisierung der Wasserwirtschaft im Spannungsfeld von Umweltschutz und Wettbewerb – Braucht Deutschland eine Rechtsgrundlage für die Vergabe von Wasserversorgungskonzessionen? –	2005
62.	Bayer, Marcus / Cremers, Heinz / Kluß, Norbert Wertsicherungsstrategien für das Asset Management	2005
61.	Löchel, Horst / Polleit, Thorsten A case for money in the ECB monetary policy strategy	2005
60.	Richard, Jörg / Schalast, Christoph / Schanz, Kay-Michael Unternehmen im Prime Standard - „Staying Public“ oder „Going Private“? - Nutzenanalyse der Börsennotiz -	2004
59.	Heun, Michael / Schlink, Torsten Early Warning Systems of Financial Crises - Implementation of a currency crisis model for Uganda	2004
58.	Heimer, Thomas / Köhler, Thomas Auswirkungen des Basel II Akkords auf österreichische KMU	2004

57.	Heidorn, Thomas / Meyer, Bernd / Pietrowiak, Alexander Performanceeffekte nach Directors Dealings in Deutschland, Italien und den Niederlanden	2004
56.	Gerdesmeier, Dieter / Roffia, Barbara The Relevance of real-time data in estimating reaction functions for the euro area	2004
55.	Barthel, Erich / Gierig, Rauno / Kühn, Ilmhart-Wolfram Unterschiedliche Ansätze zur Messung des Humankapitals	2004
54.	Anders, Dietmar / Binder, Andreas / Hesdahl, Ralf / Schalast, Christoph / Thöne, Thomas Aktuelle Rechtsfragen des Bank- und Kapitalmarktrechts I : Non-Performing-Loans / Faule Kredite - Handel, Work-Out, Outsourcing und Securitisation	2004
53.	Polleit, Thorsten The Slowdown in German Bank Lending – Revisited	2004
52.	Heidorn, Thomas / Siragusano, Tindaro Die Anwendbarkeit der Behavioral Finance im Devisenmarkt	2004
51.	Schütze, Daniel / Schalast, Christoph (Hrsg.) Wider die Verschleuderung von Unternehmen durch Pfandversteigerung	2004
50.	Gerhold, Mirko / Heidorn, Thomas Investitionen und Emissionen von Convertible Bonds (Wandelanleihen)	2004
49.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Krieger, Christian Temperaturderivate zur strategischen Absicherung von Beschaffungs- und Absatzrisiken	2003
48.	Becker, Gernot M. / Seeger, Norbert Internationale Cash Flow-Rechnungen aus Eigner- und Gläubigersicht	2003
47.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Notes on convexity and quanto adjustments for interest rates and related options	2003
46.	Hess, Dieter Determinants of the relative price impact of unanticipated Information in U.S. macroeconomic releases	2003
45.	Cremers, Heinz / Kluß, Norbert / König, Markus Incentive Fees. Erfolgsabhängige Vergütungsmodelle deutscher Publikumsfonds	2003
44.	Heidorn, Thomas / König, Lars Investitionen in Collateralized Debt Obligations	2003
43.	Kahlert, Holger / Seeger, Norbert Bilanzierung von Unternehmenszusammenschlüssen nach US-GAAP	2003
42.	Beiträge von Studierenden des Studiengangs BBA 012 unter Begleitung von Prof. Dr. Norbert Seeger Rechnungslegung im Umbruch - HGB-Bilanzierung im Wettbewerb mit den internationalen Standards nach IAS und US-GAAP	2003
41.	Overbeck, Ludger / Schmidt, Wolfgang Modeling Default Dependence with Threshold Models	2003
40.	Balthasar, Daniel / Cremers, Heinz / Schmidt, Michael Portfoliooptimierung mit Hedge Fonds unter besonderer Berücksichtigung der Risikokomponente	2002
39.	Heidorn, Thomas / Kantwill, Jens Eine empirische Analyse der Spreadunterschiede von Festsatzanleihen zu Floatern im Euroraum und deren Zusammenhang zum Preis eines Credit Default Swaps	2002
38.	Böttcher, Henner / Seeger, Norbert Bilanzierung von Finanzderivaten nach HGB, EstG, IAS und US-GAAP	2003
37.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	2002
36.	Heidorn, Thomas Bewertung von Kreditprodukten und Credit Default Swaps	2001
35.	Heidorn, Thomas / Weier, Sven Einführung in die fundamentale Aktienanalyse	2001
34.	Seeger, Norbert International Accounting Standards (IAS)	2001
33.	Moormann, Jürgen / Stehling, Frank Strategic Positioning of E-Commerce Business Models in the Portfolio of Corporate Banking	2001
32.	Sokolovsky, Zbynek / Strohhecker, Jürgen Fit für den Euro, Simulationsbasierte Euro-Maßnahmenplanung für Dresdner-Bank-Geschäftsstellen	2001



31.	Roßbach, Peter Behavioral Finance - Eine Alternative zur vorherrschenden Kapitalmarkttheorie?	2001
30.	Heidorn, Thomas / Jaster, Oliver / Willeitner, Ulrich Event Risk Covenants	2001
29.	Biswas, Rita / Löchel, Horst Recent Trends in U.S. and German Banking: Convergence or Divergence?	2001
28.	Eberle, Günter Georg / Löchel, Horst Die Auswirkungen des Übergangs zum Kapitaldeckungsverfahren in der Rentenversicherung auf die Kapitalmärkte	2001
27.	Heidorn, Thomas / Klein, Hans-Dieter / Siebrecht, Frank Economic Value Added zur Prognose der Performance europäischer Aktien	2000
26.	Cremers, Heinz Konvergenz der binomialen Optionspreismodelle gegen das Modell von Black/Scholes/Merton	2000
25.	Löchel, Horst Die ökonomischen Dimensionen der ‚New Economy‘	2000
24.	Frank, Axel / Moormann, Jürgen Grenzen des Outsourcing: Eine Exploration am Beispiel von Direktbanken	2000
23.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Peter / Seiler, Stefan Neue Möglichkeiten durch die Namensaktie	2000
22.	Böger, Andreas / Heidorn, Thomas / Graf Waldstein, Philipp Hybrides Kernkapital für Kreditinstitute	2000
21.	Heidorn, Thomas Entscheidungsorientierte Mindestmargenkalkulation	2000
20.	Wolf, Birgit Die Eigenmittelkonzeption des § 10 KWG	2000
19.	Cremers, Heinz / Robé, Sophie / Thiele, Dirk Beta als Risikomaß - Eine Untersuchung am europäischen Aktienmarkt	2000
18.	Cremers, Heinz Optionspreisbestimmung	1999
17.	Cremers, Heinz Value at Risk-Konzepte für Marktrisiken	1999
16.	Chevalier, Pierre / Heidorn, Thomas / Rütze, Merle Gründung einer deutschen Strombörse für Elektrizitätsderivate	1999
15.	Deister, Daniel / Ehrlicher, Sven / Heidorn, Thomas CatBonds	1999
14.	Jochum, Eduard Hoshin Kanri / Management by Policy (MbP)	1999
13.	Heidorn, Thomas Kreditderivate	1999
12.	Heidorn, Thomas Kreditrisiko (CreditMetrics)	1999
11.	Moormann, Jürgen Terminologie und Glossar der Bankinformatik	1999
10.	Löchel, Horst The EMU and the Theory of Optimum Currency Areas	1998
09.	Löchel, Horst Die Geldpolitik im Währungsraum des Euro	1998
08.	Heidorn, Thomas / Hund, Jürgen Die Umstellung auf die Stückaktie für deutsche Aktiengesellschaften	1998
07.	Moormann, Jürgen Stand und Perspektiven der Informationsverarbeitung in Banken	1998
06.	Heidorn, Thomas / Schmidt, Wolfgang LIBOR in Arrears	1998
05.	Jahresbericht 1997	1998
04.	Ecker, Thomas / Moormann, Jürgen Die Bank als Betreiberin einer elektronischen Shopping-Mall	1997
03.	Jahresbericht 1996	1997

02.	Cremers, Heinz / Schwarz, Willi Interpolation of Discount Factors	1996
01.	Moormann, Jürgen Lean Reporting und Führungsinformationssysteme bei deutschen Finanzdienstleistern	1995

**FRANKFURT SCHOOL / HFB – WORKING PAPER SERIES  
CENTRE FOR PRACTICAL QUANTITATIVE FINANCE**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
17.	Gribsch, Susanne / Wystup, Uwe On the Valuation of Fader and Discrete Barrier Options in Heston's Stochastic Volatility Model	2008
16.	Veiga, Carlos / Wystup, Uwe Closed Formula for Options with Discrete Dividends and its Derivatives	2008
15.	Packham, Natalie / Schmidt, Wolfgang Latin hypercube sampling with dependence and applications in finance	2008
14.	Hakala, Jürgen / Wystup, Uwe FX Basket Options	2008
13.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Vergleich von Anlagestrategien bei Riesterrenten ohne Berücksichtigung von Gebühren. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
12.	Weber, Andreas / Wystup, Uwe Riesterrente im Vergleich. Eine Simulationsstudie zur Verteilung der Renditen	2008
11.	Wystup, Uwe Vanna-Volga Pricing	2008
10.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Quanto Options	2008
09.	Wystup, Uwe Foreign Exchange Symmetries	2008
08.	Becker, Christoph / Wystup, Uwe Was kostet eine Garantie? Ein statistischer Vergleich der Rendite von langfristigen Anlagen	2008
07.	Schmidt, Wolfgang Default Swaps and Hedging Credit Baskets	2007
06.	Kilin, Fiodor Accelerating the Calibration of Stochastic Volatility Models	2007
05.	Gribsch, Susanne/ Kühn, Christoph / Wystup, Uwe Instalment Options: A Closed-Form Solution and the Limiting Case	2007
04.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Interest Rate Convexity and the Volatility Smile	2006
03.	Becker, Christoph/ Wystup, Uwe On the Cost of Delayed Currency Fixing	2005
02.	Boenkost, Wolfram / Schmidt, Wolfgang M. Cross currency swap valuation	2004
01.	Wallner, Christian / Wystup, Uwe Efficient Computation of Option Price Sensitivities for Options of American Style	2004

**HFB – SONDERARBEITSBERICHTE DER HFB - BUSINESS SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT**

<b>No.</b>	<b>Author/Title</b>	<b>Year</b>
01.	Nicole Kahmer / Jürgen Moormann Studie zur Ausrichtung von Banken an Kundenprozessen am Beispiel des Internet (Preis: € 120,-)	2003

Printed edition: € 25.00 + € 2.50 shipping

Download:

Working Paper: [http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/Publications/list\\_of\\_publication0.html](http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/Publications/list_of_publication0.html)

CPQF: [http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/quantitative\\_Finance/research\\_publications.html](http://www.frankfurt-school.de/content/de/research/quantitative_Finance/research_publications.html)

**Order address / contact**

Frankfurt School of Finance & Management

Sonnemannstr. 9–11 ▪ D–60314 Frankfurt/M. ▪ Germany

Phone: +49 (0) 69 154 008–734 ▪ Fax: +49 (0) 69 154 008–728

eMail: [m.biemer@frankfurt-school.de](mailto:m.biemer@frankfurt-school.de)

Further information about Frankfurt School of Finance & Management

may be obtained at: <http://www.frankfurt-school.de>