

The Deloitte logo, consisting of the word "Deloitte" in a bold, blue, sans-serif font, followed by a small green dot.

# Workshop

## A Day in the Life of a Quantitative Consultant

14. Januar 2015



# Content

1. Vorstellung  
der Vortragenden und Deloitte
2. Vortrag aus der Praxis  
Implementierung eines ZABR-Modells
3. Deloitte als Arbeitsgeber  
Weiterbildung, Einarbeitung, Karriere
4. Snacks und get together

# Ihre Ansprechpartner



**Deloitte.**

Deloitte & Touche GmbH  
Schwannstr. 6  
40476 Düsseldorf  
Germany

**Dr. Jörg Kienitz**  
Director  
FSI | Financial Risk Solutions

Tel: +49 (0) 211 8772 2443  
Mobil: +49 (0) 151 5800 1474  
jkienitz@deloitte.de  
www.deloitte.com/de

**Deloitte.**

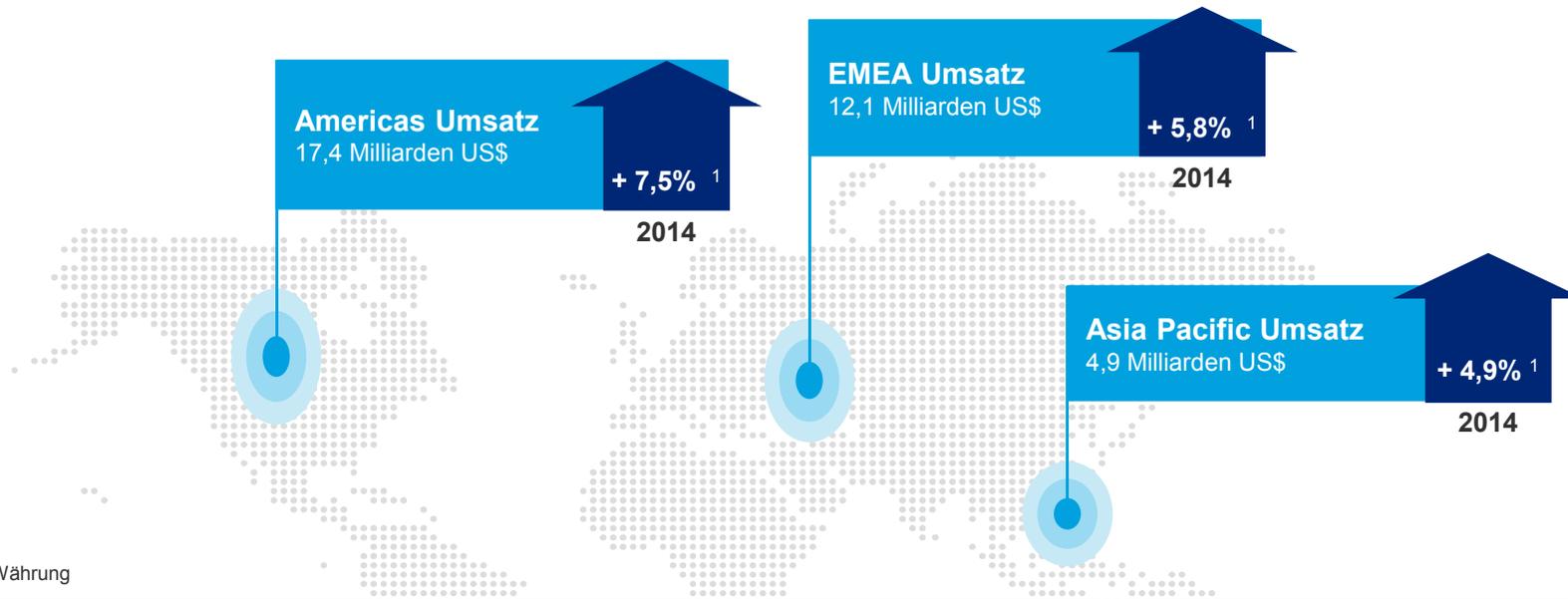
Deloitte & Touche GmbH  
Kurfürstendamm 23  
10719 Berlin  
Germany

**Dr. Karl F. Bannör**  
Manager  
FSI | Financial Risk Solutions

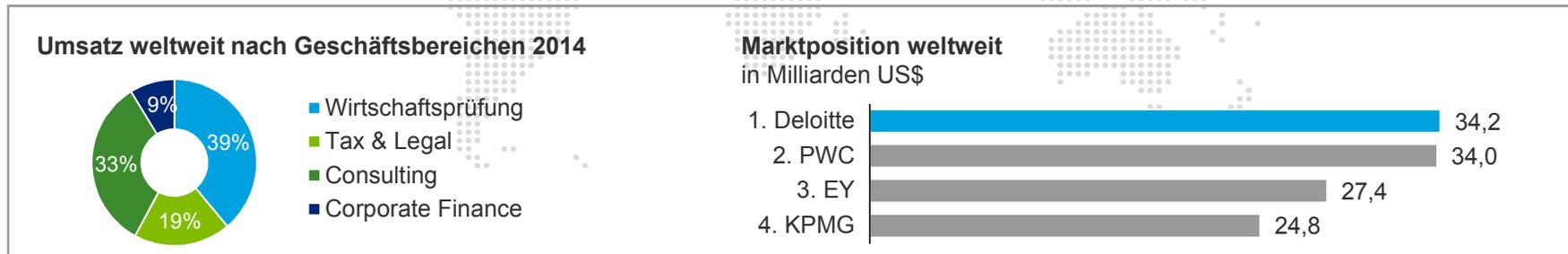
Tel: +49 (0) 30 25468 8086  
Mobil: +49 (0) 151 5800 3594  
kbannoer@deloitte.de  
www.deloitte.com/de



# Zahlen, die für sich sprechen – und für uns



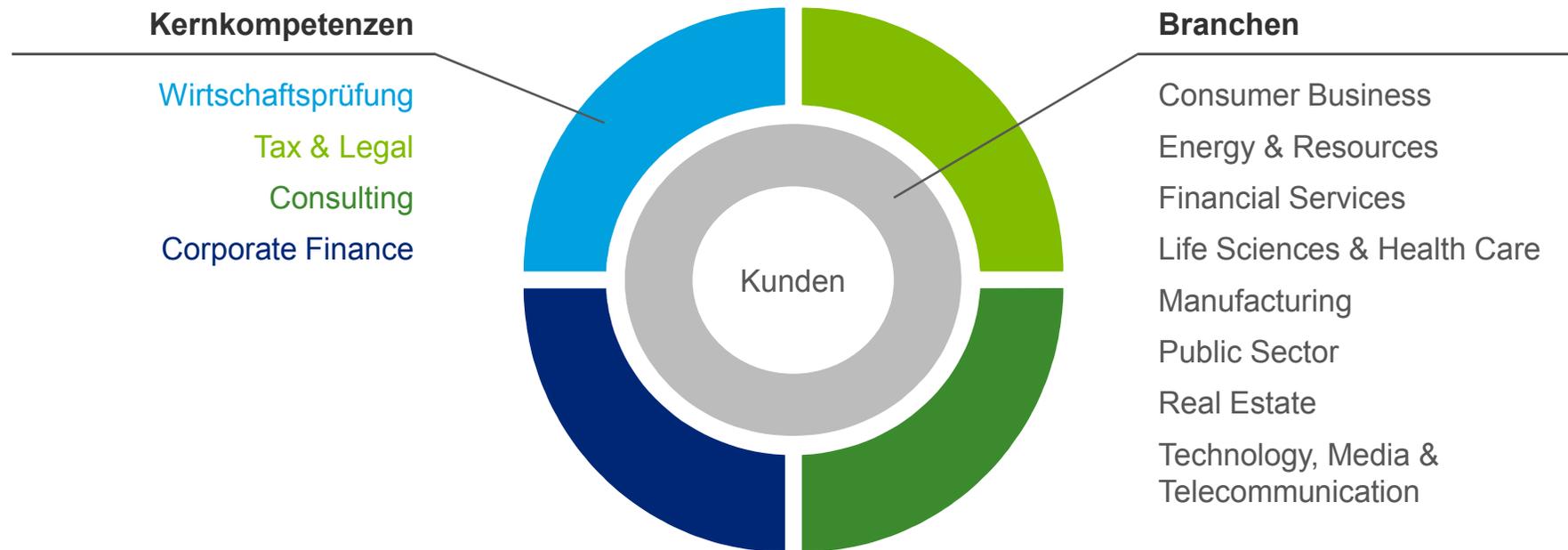
1) In lokaler Währung



# Gut für lange Geschäftsbeziehungen – kurze Wege



# Spezialisten bündeln Wissen: wir – Spezialisten



# Service Portfolio: Financial Risk Solutions

Risk Management & Compliance Solutions	Banking	Corporates & Energy	Public Sector	Risk IT Solutions
	Gesamtbanksteuerung	Aufbau, Verbesserung und Benchmarking Treasury	Aufbau, Verbesserung und Benchmarking Treasury	
	Marktpreisrisikomanagement	Energy & Commodity Management	Cash-Management und Liquidität	
	Basel II&III/CRD&CRR SolvV, MaRisk, Compliance (Risk) Management	Interest Rate-, FX-, Cash- und Liquiditäts-Management	Zinsänderungs-, FX- und Rohwarenrisiken	
	Kreditrisikomanagement & Ratingverfahren / Management operationeller Risiken Bewertung von Finanzinstrumenten & Analyse und Entwicklung von Risikomodellen			
	IFRS-Umstellungen (Schwerpunkte IAS 39/IFRS 9, Hedge-Accounting-Verfahren, IFRS 7 und 10-13) Review und Erstellung von Cash-Flow- und Datenmodellen Unterstützung der Internen Revision (Co- und Outsourcing)			
	Umsetzung weiterer organisatorischer, gesetzlicher und aufsichtsrechtlicher Anforderungen, u.a. KonTraG, § 25a KWG, GroMiKV, LiqV, VVG, §§ 54, 64 VAG, AnIV, DerivateV			
Quantitative Solutions		Financial Accounting Solutions		

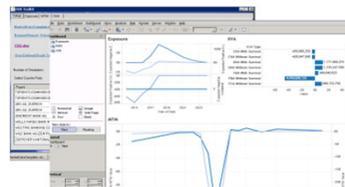
# Aus- und Fortbildungsstruktur Service Line Financial Risk Solutions

<b>Deloitte intern</b>	<b>Übergreifende Seminarmodule für alle neuen Mitarbeiter</b>	<b>Seminare Softskills</b>	<b>Seminare Softskills</b>
	Einführungsveranstaltungen: • Day One	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Client Interview</li> <li>• Erfolgreich Präsentieren</li> <li>• Moderation von Workshops</li> <li>• Grundlagen des Projektmanagements</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfolgreich Präsentieren (Follow-Up)</li> <li>• Erfolgreiche Gesprächsführung</li> <li>• Effiziente Teamführung</li> <li>• Referententraining</li> <li>• ...</li> </ul>
	Selbständige Bearbeitung: • Deloitte Knowledge Management (KM) Systeme • Empire Time: Timesheet Training • Independence Learning • Einführung in die Ethik- und Verhaltensgrundsätze • Qualitätssicherungshandbuch • Schnelleinstiege für IT-Themen • Global Excellence Model (gEm)	<b>Fachseminare</b>	<b>Fachseminare</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFRS Curriculum</li> <li>• Finanzinstrumente nach IFRS</li> <li>• Deloitte-Netzwerk Veranstaltungen</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFRS Curriculum</li> <li>• IFRS Konzernrechnungslegung</li> <li>• Deloitte-Netzwerk Veranstaltungen</li> <li>• ...</li> </ul>
	<b>Local Office Learning</b> (Präsenzseminare i.V. mit Teambesprechungen, Kleingruppen- oder Selbststudium)		
	<b>Learning Online</b> (eLearning Angebote und Informationsquellen)		
<b>FRS intern</b>	<b>Onboarding-Programm</b>	<b>Programm</b>	<b>Programm</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuordnung gEm-Beurteiler und Mentor</li> <li>• Learning on the Job</li> <li>• Festlegung der Lerninhalte für die ersten 6 Monate</li> <li>• Monatliche Update-Calls und vierteljährliche Präsenzmeetings</li> <li>• Regelmäßige Ausbildungsveranstaltungen (FRS School)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mentoring und Coaching (passiv)</li> <li>• Learning &amp; Teaching on the Job</li> <li>• Überprüfung / Anpassung der Lerninhalte</li> <li>• Monatliche Update-Calls und vierteljährliche Präsenzmeetings</li> <li>• Zielvereinbarungs- und Kompetenzbeurteilungszyklus (Global Excellence Model)</li> <li>• Regelmäßige Ausbildungsveranstaltungen (FRS School)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mentoring und Coaching (aktiv und passiv)</li> <li>• Learning &amp; Teaching on the Job</li> <li>• Weiterbildung / Examina /ggf. Secondments</li> <li>• Monatliche Update-Calls und vierteljährliche Präsenzmeetings</li> <li>• Zielvereinbarungs- und Kompetenzbeurteilungszyklus (Global Excellence Model)</li> <li>• Regelmäßige Ausbildungsveranstaltungen (FRS School)</li> </ul>
<b>extern</b>	Nationale und internationale Seminare, Workshops, technische Trainings (z.B. S-Plus, R, C++, C#, FinCad, Reval), Konferenzen und Messen zu FRS-Themen: MaRisk, Basel II & III, Solvency II, IFRS/HGB (Finanzinstrumente), Aufsichtsrecht, Gesamtbanksteuerung, Risikomanagement, Energiewirtschaft, Corporate Treasury etc.		
	Mitgliedschaften in relevanten Vereinigungen wie CFA Institute, GARP (Global Association of Risk Professionals), PRMIA (The Professional Risk Managers' International Association) oder VDT (Verband Deutscher Treasurers e.V.)		
	Qualifizierungsmaßnahmen und Zertifizierungen (z.B. Chartered Financial Analyst – CFA vom CFA Institute, Financial Risk Manager – FRM von GARP, Professional Risk Manager – PRM von PRMIA, Willmott's Certificate in Quantitative Finance – CQF, Certified Corporate Treasurer vom VdT e.V.), Aktuarsausbildung – DAV, externes Masterstudium, ggf. Promotion, Secondments bei ausländischen Deloitte-Gesellschaften		
	<b>Einstiegsphase</b> (-2 Monate)	<b>Ausbildungsphase</b> (-24 Monate)	<b>Weiterbildungsphase / Spezialisierung / Examina</b>

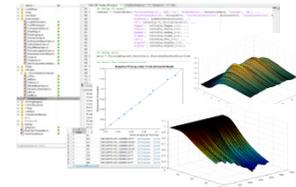
# Deloitte im Überblick

Unsere quantitativen Projekterfahrungen werden durch fortlaufenden Research ergänzt

Anwendung und Entwicklung von Model Risk / Pricing Engines



Deloitte Valuation Analytics

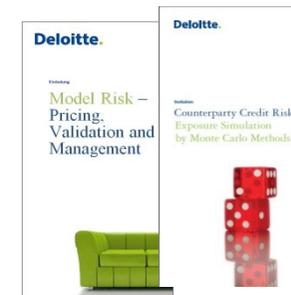
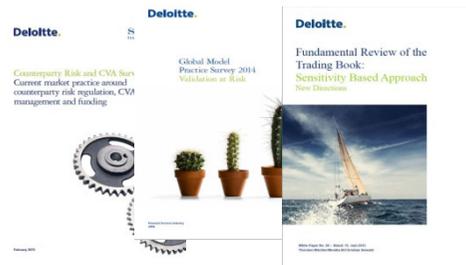


Deloitte Prototyping Library

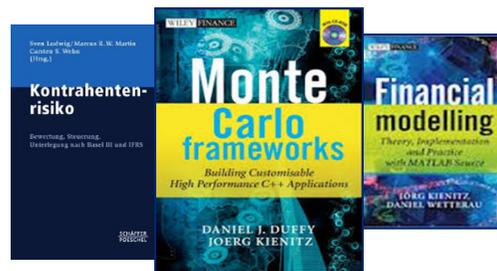


Sungard Adaptiv Analytics

Erstellung von Marktstudien und Durchführung von Seminaren

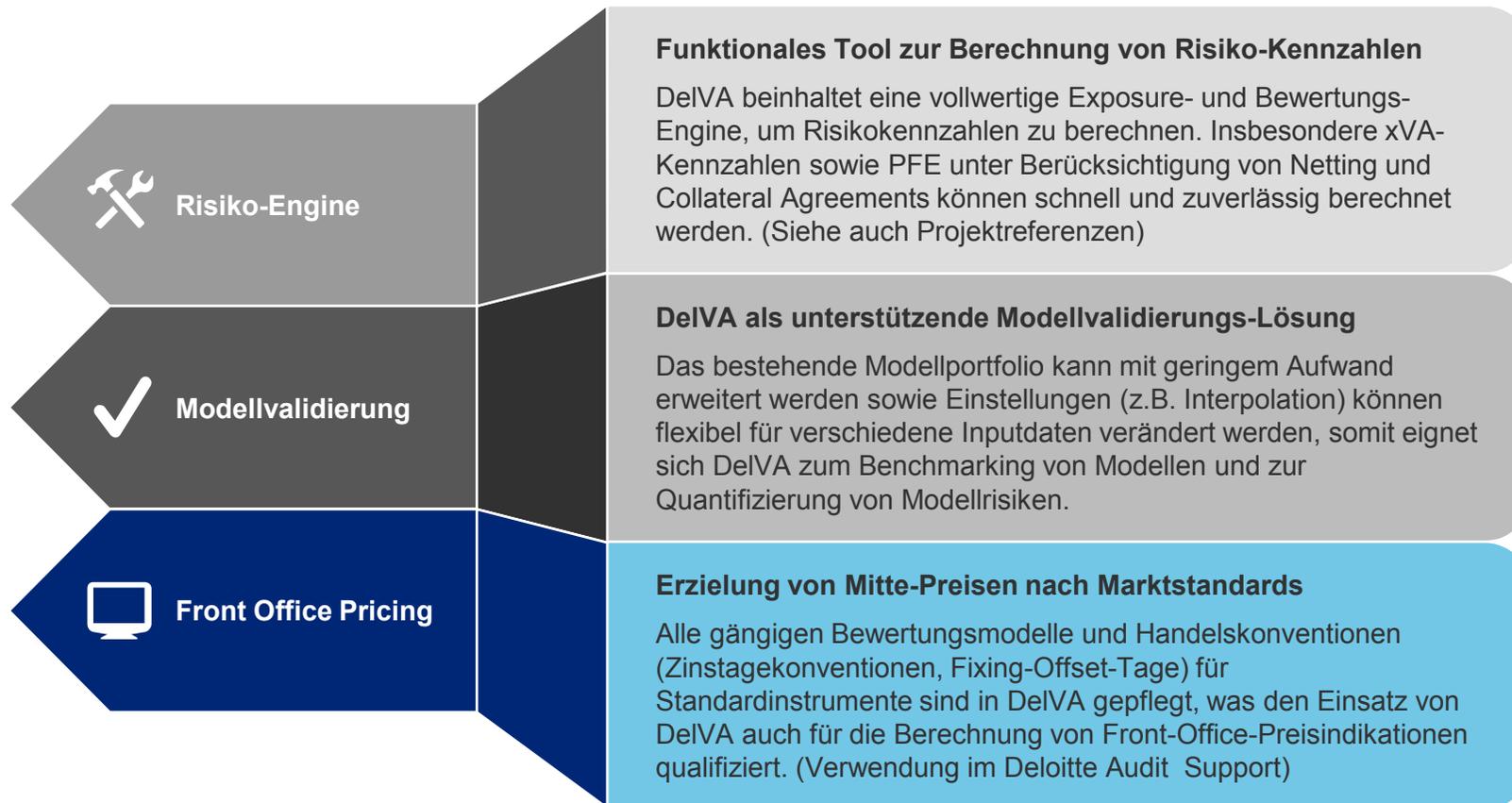


Publikationen zu quantitativen Fragestellungen



# DeIVA – Deloittes Bewertungseengine

DeIVA ist eine vielseitige Pricing-Bibliothek zur Bewertung von Finanzinstrumenten



# Content

1. **Vorstellung**  
der Vortragenden und Deloitte
2. **Vortrag aus der Praxis**  
Implementierung eines ZABR-Modells
3. **Deloitte als Arbeitsgeber**  
Weiterbildung, Einarbeitung, Karriere
4. **Snacks und get together**

# Standardmodelle zur Zinsmodellierung

Die folgenden Modelle sind die Basisbausteine zur Modellierung von Forwardzinsen

Modellierung eines Forwardzins  $(F(t))_{t \geq 0}$ :

**Black (1976): Lognormalverteiltes Modell** mit Dynamik  $dF(t) = \sigma F(t) dW(t)$  mit  $(W(t))_{t \geq 0}$  Brownsche Bewegung,  $\sigma > 0$  konstant.

Offensichtlich gilt  $\text{supp } F(t) = (0, \infty)$ , diese Modellierung ist für ein Umfeld mit negativen Zinsen ungeeignet.



**Bachelier (1905): Normalverteiltes Modell** mit Dynamik  $dF(t) = \sigma dW(t)$  mit  $(W(t))_{t \geq 0}$  Brownsche Bewegung,  $\sigma > 0$  konstant.

Hier gilt nun  $\text{supp } F(t) = (-\infty, \infty)$ !

# Implizite Volatilität wird als „Sprache“ genutzt

## Die Standardmodelle bilden den Markt nicht hinreichend gut ab

### Smile- und Term-Structure-Effekte

- Für verschiedene Strikes  $K$  und verschiedene Laufzeiten  $T$  ist die marktimplizite Volatilität unterschiedlich (Strikes: **Smile-Effekt**, Laufzeit: **Term-Structure-Effekt**)
- Das Black-1976- sowie Bachelier-Modell nimmt aber **konstante Volatilität über die Laufzeit** an → mögliche Erweiterung: zeitabhängige Volatilität
- Standardmodelle wissen nichts von Optionen und ihren Strikes, da lediglich Postulat über Aktienkursmodellierung

### Standardmodelle als „Sprache“ für Quotierung

- Standardmodelle können stets nur in Verbindung mit der korrekten Volatilität verwendet werden
- Händler benutzen **Black-1976- und Bachelier-Modell** als „Sprache“ und **quotieren Optionspreise** nicht als Preise, sondern als **implizite Volatilität**
- Volatilität wird nur auf **vorgegebenen Stützstellen** quotiert → Volatilität muss hinreichend gut **inter-/extrapoliert** werden

# SABR – Cap Smile

## ICAP – Cap Quotierungen

EUR Caps/Floors - Normal Volatilities															
Please call +44 (0)20 7532 3080 for further details															
STK	ATM	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	10.0	
1Y	0.31	38.00	34.4	36.3	43.6	56.9	67.4	77.3	82.3	87.3	97.5	108	118	140	254
18M	0.34	38.90	34.5	36.7	43.2	56.4	67.7	78.3	83.4	88.5	98.7	109	119	140	247
2Y	0.38	40.10	34.7	37.3	42.8	56.0	68.1	79.2	84.5	89.7	99.9	110	120	140	240
3Y	0.65	46.40	36.9	39.2	42.7	55.1	66.5	76.6	81.4	86.0	94.9	103	111	128	206
4Y	0.80	55.00	41.1	43.7	47.6	59.9	70.9	80.8	85.4	89.8	98.4	106	114	129	199
5Y	0.98	61.70	44.3	46.8	50.7	62.2	72.3	81.2	85.3	89.4	97.1	104	111	124	184
6Y	1.15	66.30	46.6	49.0	52.7	63.3	72.4	80.4	84.1	87.7	94.7	101	107	120	177
7Y	1.32	69.10	47.8	50.2	53.8	63.6	72.0	79.3	82.8	86.1	92.7	98.9	105	117	173
8Y	1.47	71.10	48.9	51.2	54.7	63.8	71.5	78.1	81.2	84.3	90.3	96.1	101	113	166
9Y	1.61	72.20	49.7	51.9	55.2	63.7	70.7	76.8	79.7	82.5	88.0	93.4	98.8	109	161
10Y	1.74	72.70	50.4	52.4	55.6	63.5	70.0	75.6	78.2	80.8	85.9	91.0	96.0	106	156
12Y	1.94	72.80	51.3	53.2	56.0	63.0	68.6	73.4	75.7	77.9	82.4	86.9	91.5	100	148
15Y	2.15	71.80	52.0	53.7	56.0	61.9	66.6	70.6	72.6	74.5	78.5	82.5	86.7	95.3	139
20Y	2.29	69.30	50.7	52.5	54.7	59.6	63.7	67.3	69.1	70.8	74.5	78.2	82.0	89.7	129
25Y	2.33	66.90	48.0	50.0	52.3	57.0	61.0	64.6	66.3	68.1	71.9	75.3	78.8	85.8	120
30Y	2.34	64.90	45.7	47.9	50.2	54.9	58.8	62.4	64.1	66.2	69.8	73.0	76.3	82.9	114

EUR Caps/Floors - Shifted Black Volatilities															
Please call +44 (0)20 7532 3080 for further details															
STK	ATM	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	10.0	
1Y	0.31	29.09	30.0	28.4	31.2	34.9	36.6	37.9	38.5	39.2	40.5	41.8	43.1	45.6	56.2
18M	0.33	29.15	29.7	28.4	30.5	34.2	36.3	37.8	38.5	39.2	40.4	41.6	42.7	44.9	54.0
2Y	0.37	29.03	29.3	28.3	29.6	33.2	35.7	37.5	38.2	38.9	40.0	41.1	42.1	44.0	51.6
3Y	0.65	27.89	28.1	27.1	27.0	29.9	31.9	33.1	33.6	34.0	34.8	35.4	36.0	36.9	40.8
4Y	0.80	30.16	30.0	29.0	28.9	31.0	32.3	33.1	33.5	33.7	34.2	34.6	34.9	35.4	37.3
5Y	0.98	30.61	31.0	29.8	29.4	30.7	31.3	31.6	31.7	31.7	31.9	31.9	32.0	32.0	32.6
6Y	1.16	29.97	31.3	29.9	29.4	29.9	30.0	29.9	29.8	29.7	29.7	29.6	29.5	29.5	30.0
7Y	1.32	28.85	30.9	29.6	29.0	29.0	28.7	28.4	28.2	28.1	28.0	27.8	27.7	27.7	28.4
8Y	1.48	27.66	30.6	29.2	28.5	28.2	27.6	27.1	26.9	26.7	26.4	26.2	26.0	26.0	26.5
9Y	1.62	26.45	30.1	28.8	28.0	27.4	26.6	25.9	25.7	25.4	25.1	24.8	24.7	24.5	25.1
10Y	1.74	25.37	29.7	28.3	27.5	26.7	25.8	25.0	24.7	24.4	24.0	23.7	23.5	23.3	23.9
12Y	1.94	23.57	28.9	27.5	26.6	25.5	24.4	23.5	23.1	22.8	22.3	22.0	21.8	21.6	22.2
15Y	2.15	21.72	27.8	26.5	25.5	24.2	23.0	22.0	21.6	21.2	20.7	20.4	20.2	20.0	20.7
20Y	2.29	20.33	26.4	25.1	24.2	22.9	21.7	20.8	20.4	20.1	19.6	19.3	19.1	18.9	19.3
25Y	2.33	19.62	25.0	24.0	23.1	21.9	20.8	20.0	19.7	19.5	19.1	18.8	18.6	18.3	18.3
30Y	2.34	19.16	24.1	23.1	22.3	21.2	20.2	19.5	19.2	19.1	18.7	18.4	18.2	17.9	17.6

Shift = 1.00%

EUR Floors - Premium Mids (Euribor disc)														
Please call +44 (0)20 7532 3080 for further details														
STK	ATM	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	10.0
1Y	0.31	8	1	6										
18M	0.33	17	2	11										
2Y	0.37	28	4	16										
3Y	0.65	58	3	13	35									
4Y	0.80	112	7	21	51									
5Y	0.98	184	10	28	63									
6Y	1.16	268	14	34	74	214								
7Y	1.32	358	17	39	82	232								
8Y	1.48	454	19	44	89	248								
9Y	1.62	551	22	48	96	262	491							
10Y	1.74	647	25	52	102	275	514							
12Y	1.94	836	30	61	115	300	558							
15Y	2.15	1098	41	77	137	340	626	978						
20Y	2.29	1475	67	115	190	432	772	1195	1435					
25Y	2.33	1810	96	157	250	537	936	1431	1713					
30Y	2.34	2119	129	205	316	649	1105	1670	1990					

Please note 1 and 2 yrs are vs 3 mth

EUR Floors - Premium Mids (Eonia disc)														
Please call +44 (0)20 7532 3080 for further details														
STK	ATM	0.00	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	10.0
1Y	0.31	8	1	6										
18M	0.34	17	2	11										
2Y	0.38	28	4	16										
3Y	0.65	58	3	13	35									
4Y	0.80	113	7	21	51									
5Y	0.98	186	11	29	64									
6Y	1.15	271	15	35	75	217								
7Y	1.32	363	17	40	84	236								
8Y	1.47	460	20	45	91	253								
9Y	1.61	560	23	50	98	267	500							
10Y	1.74	659	26	54	105	281	525							
12Y	1.94	853	32	64	119	308	571							
15Y	2.15	1123	43	80	142	350	642	1003						
20Y	2.29	1517	71	120	198	448	796	1231	1478					
25Y	2.33	1868	101	166	261	558	969	1481	1771					
30Y	2.34	2193	136	216	331	675	1147	1731	2062					

Please note 1 and 2 yrs are vs 3 mth

# SABR – Swaption Smile

## ICAP ICAPSKEW – Swaption Quotierungen

05:01 18MAR13 ICAP UK69580 ICAPSKEW1										05:01 18MAR13 ICAP UK69580 ICAPSKEW1A									
EUR Gamma - Black Vol Skews										EUR Gamma - Shifted Black Vol Skews - for shifts see VCAP1B									
Receivers					Payers					Receivers					Payers				
-200	-150	-100	-50	ATM	+25	+50	+100	+150	+200	-200	-150	-100	-50	ATM	+25	+50	+100	+150	+200
1m2y	0.00	0.00	0.00	3.65	70.91	7.46	10.39	15.57	19.81	1m2y	0.00	0.00	33.15	-2.20	58.06	8.42	12.30	18.51	23.33
1m5y	0.00	0.00	11.31	1.98	48.84	2.75	4.82	8.82	12.33	1m5y	0.00	74.88	7.77	1.04	44.12	2.98	5.24	9.47	13.12
1m10y	50.37	19.05	5.44	1.58	29.13	1.22	2.19	4.88	7.69	1m10y	39.76	16.67	4.82	1.37	27.56	1.26	2.26	4.96	7.76
1m20y	26.41	13.40	4.76	1.72	22.52	-1.05	-1.11	0.30	2.25	1m20y	24.00	12.39	4.43	1.59	21.60	-0.97	-0.99	0.43	2.36
1m30y	25.50	13.25	4.93	1.93	21.87	-0.37	-0.36	1.06	3.05	1m30y	23.32	12.31	4.61	1.81	21.00	-0.31	-0.27	1.16	3.12
3m2y	0.00	0.00	0.00	11.10	74.88	-1.70	-1.42	0.32	2.57	3m2y	0.00	0.00	37.43	3.95	61.94	0.58	2.01	4.94	7.81
3m5y	0.00	0.00	11.37	3.18	52.00	-0.60	-0.20	1.37	3.27	3m5y	0.00	60.83	8.05	2.16	47.21	-0.09	0.62	2.53	4.63
3m10y	45.09	16.61	4.43	1.18	32.23	-0.29	0.17	1.94	4.01	3m10y	36.57	14.45	3.86	0.98	30.53	-0.18	0.35	2.17	4.26
3m20y	23.80	11.71	4.01	1.72	22.52	-1.05	-1.11	0.30	2.25	3m20y	21.53	10.77	3.70	1.35	24.29	-0.90	-1.09	-0.20	1.30
3m30y	23.81	12.26	4.61	1.93	21.87	-0.37	-0.36	1.06	3.05	3m30y	22.78	11.35	4.30	1.79	23.44	-1.02	-1.37	-0.79	0.53
6m2y	0.00	0.00	84.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6m2y	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91	-1.21	-0.77	0.78	2.68
6m5y	0.00	73.34	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6m5y	0.00	0.00	0.00	0.00	7.04	-0.88	-0.91	-0.15	1.04
6m10y	38.87	14.87	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6m10y	38.87	14.87	4.21	0.00	5.41	-0.85	-1.21	-0.96	-0.07
6m20y	19.77	9.49	3.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6m20y	19.77	9.49	3.23	0.00	4.81	-0.98	-1.49	-1.48	-0.75
6m30y	19.94	10.02	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6m30y	19.94	10.02	3.72	0.00	2.34	-1.90	-1.89	-0.90	0.58
9m2y	0.00	0.00	46.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9m2y	0.00	0.00	46.26	0.00	6.71	-1.12	-1.42	-1.17	-0.41
9m5y	0.00	45.82	7.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9m5y	0.00	45.82	7.96	0.00	2.49	-0.66	-0.79	-0.30	0.64
9m10y	30.53	11.80	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9m10y	30.53	11.80	3.51	0.00	6.29	-0.84	-1.30	-1.44	-0.97
9m20y	17.29	8.26	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9m20y	17.29	8.26	2.87	0.00	5.73	-0.96	-1.54	-1.86	-1.51
9m30y	18.22	9.19	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9m30y	18.22	9.19	3.50	0.00	ar-2013 16:11				
<ICAPSKEW>	Screen Last Updated: 15-Mar-2013 16:11									<ICAPSKEW1A>	Screen Last Updated: 15-Mar-2013 16:11								

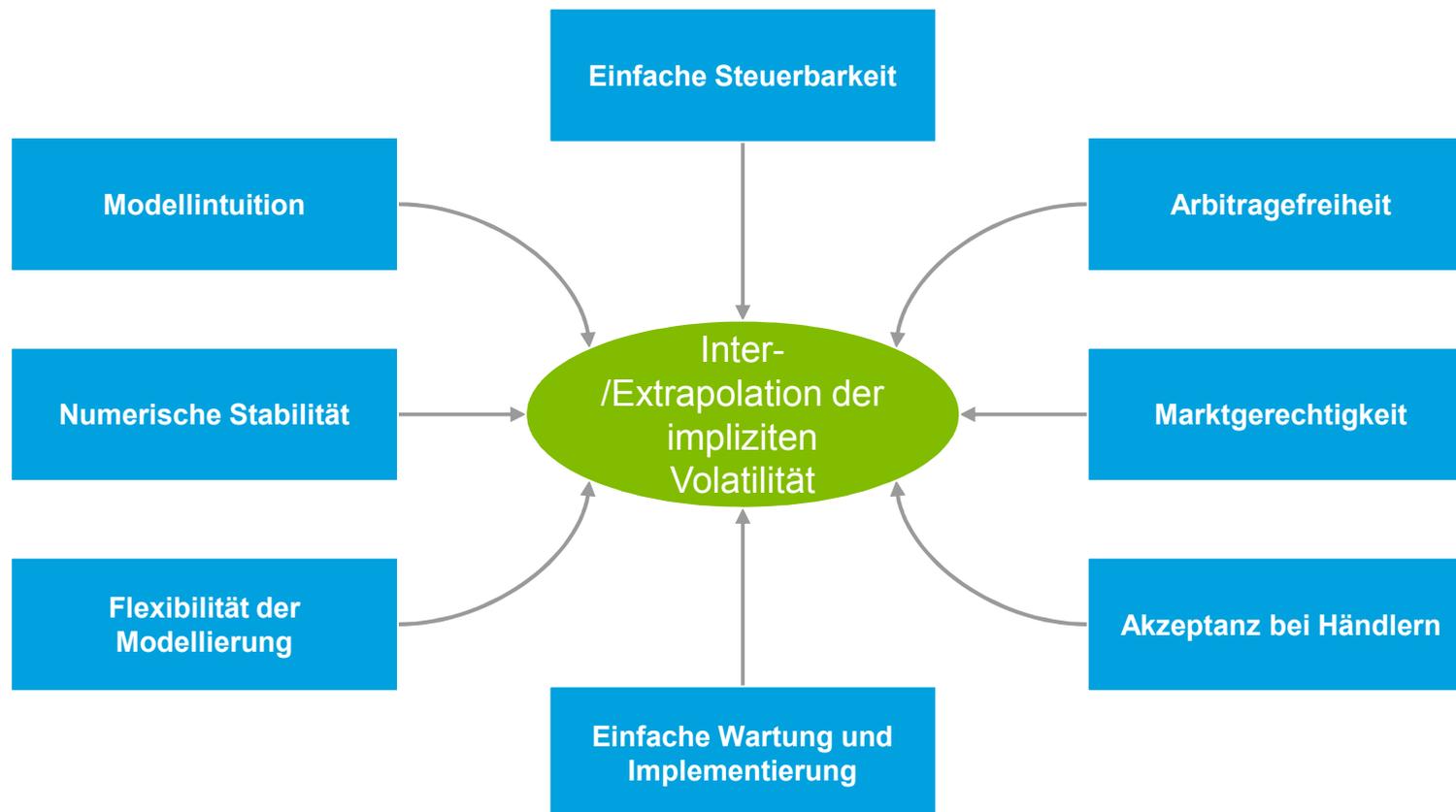
16:40 14DEC12 ICAP UK69580 ICAPSKEW									
Swaption Skews									
<ICAPSKEW1>	EUR Gamma Vol Skews								
<ICAPSKEW2>	EUR Vega Vol Skews								
<ICAPSKEW1A>	EUR Gamma Shifted Black Vol Skew								
<ICAPSKEW2A>	EUR Vega Shifted Black Vol Skew								
<ICAPSKEW3>	EUR Gamma Strangles & Collars - Implied Spot Premium Mids								
<ICAPSKEW3A>	EUR Gamma Strangles & Collars - Forward Premium Mids								
<ICAPSKEW4>	EUR Vega Strangles & Collars - Implied Spot Premium Mids								
<ICAPSKEW4A>	EUR Vega Strangles & Collars - Forward Premium Mids								
<ICAPSKEW5>	EUR Gamma Normal Vol Skew								
<ICAPSKEW6>	EUR Vega Normal Vol Skew								
<VCAP1B>	EUR Swaptions Skews Shifts								

05:01 18MAR13 ICAP UK69580 ICAPSKEW2A																			
EUR Gamma - Shifted Black Vol Skews - for shifts see VCAP1B																			
Receivers					Payers														
-200	-150	-100	-50	ATM	+25	+50	+100	+150	+200										
1y2y	0.00	0.00	31.41	1.18	31.77	-1.03	-1.70	-2.44	-2.66	1y2y	0.00	44.14	5.40	1.03	54.73	-2.15	-2.88	-3.36	-3.21
1y5y	0.00	33.75	7.10	1.05	27.26	-0.82	-1.40	-2.01	-2.12	1y5y	39.95	12.62	3.75	1.33	39.85	-1.25	-1.96	-2.43	-2.33
1y10y	23.70	9.24	2.84	1.18	27.12	-0.88	-1.60	-2.49	-2.84	1y10y	15.07	7.12	2.56	1.04	30.42	-0.92	-1.51	-2.14	-2.29
1y20y	15.27	7.29	2.59	0.81	33.85	-1.00	-1.72	-2.59	-2.94	1y20y	11.67	5.89	2.23	0.96	26.24	-0.75	-1.27	-1.80	-1.86
1y30y	16.40	8.19	3.09	0.62	28.88	-1.04	-1.62	-2.29	-2.52	1y30y	12.01	6.20	2.44	1.09	26.12	-0.81	-1.46	-2.27	-2.56
2y2y	0.00	158.01	8.73	0.77	25.86	-0.68	-1.20	-1.85	-2.12	2y2y	13.47	6.14	2.01	0.68	32.34	-0.88	-1.51	-2.24	-2.51
2y5y	61.36	15.76	4.58	0.79	24.34	-0.68	-1.19	-1.84	-2.13	2y5y	10.20	5.05	1.72	0.54	27.79	-0.95	-1.47	-2.05	-2.23
2y10y	17.40	8.04	2.88	0.86	24.68	-0.72	-1.28	-2.00	-2.35	2y10y	8.27	4.34	1.68	0.71	24.99	-0.62	-1.10	-1.68	-1.90
2y20y	12.99	6.48	2.44	0.43	21.96	-0.54	-0.93	-1.40	-1.54	2y20y	8.13	4.28	1.67	0.72	23.51	-0.62	-1.09	-1.68	-1.92
2y30y	13.34	6.81	2.66	0.69	21.50	-0.53	-0.93	-1.39	-1.53	2y30y	5.69	2.91	1.05	0.39	21.28	-0.49	-0.86	-1.27	-1.39
5y2y	16.05	7.14	2.34	0.27	19.96	-0.41	-0.71	-1.04	-1.11	5y2y	6.69	3.61	1.44	0.64	20.84	-0.49	-0.86	-1.27	-1.38
5y5y	11.53	5.64	1.92	0.46	22.25	-0.68	-1.08	-1.63	-1.80	5y5y	5.68	2.99	1.11	0.41	21.54	-0.63	-1.00	-1.49	-1.63
5y10y	9.14	4.75	1.83	0.58	21.17	-0.52	-0.92	-1.44	-1.69	5y10y	6.21	3.24	1.25	0.52	20.45	-0.47	-0.83	-1.30	-1.52
5y20y	8.97	4.68	1.83	0.51	20.74	-0.58	-0.93	-1.26	-1.28	5y20y	6.63	3.35	1.21	0.46	20.03	-0.54	-0.85	-1.12	-1.11
5y30y	9.54	5.00	1.97							5y30y									
10y2y	6.24	3.18	1.15							10y2y									
10y5y	7.27	3.90	1.56							10y5y									
10y10y	6.27	3.27	1.22							10y10y									
10y20y	6.90	3.57	1.37							10y20y									
10y30y	7.35	3.69	1.33							10y30y									
<ICAPSKEW1>	Screen Last Updated: 15-Mar-2013 16:11									<ICAPSKEW1>	Screen Last Updated: 15-Mar-2013 16:11								

# Welche implizite Volatilität nichtquotierte Strikes?

## Anforderungen an Inter-/Extrapolationsmethoden für die implizite Volatilität



# Inter-/Extrapolation von impliziten Volatilitäten

## Naive Inter-/Extrapolationsmethoden haben gravierende Nachteile

- Erste Ideen:
  - Lineare Interpolation, konstante der impliziten Volatilitäten
  - Lineare Interpolation/Extrapolation der Preise
  - Kubische Splines
  - ...
- Arbitragefreiheit gegeben?
- Wie sieht Wahrscheinlichkeitsdichte aus?

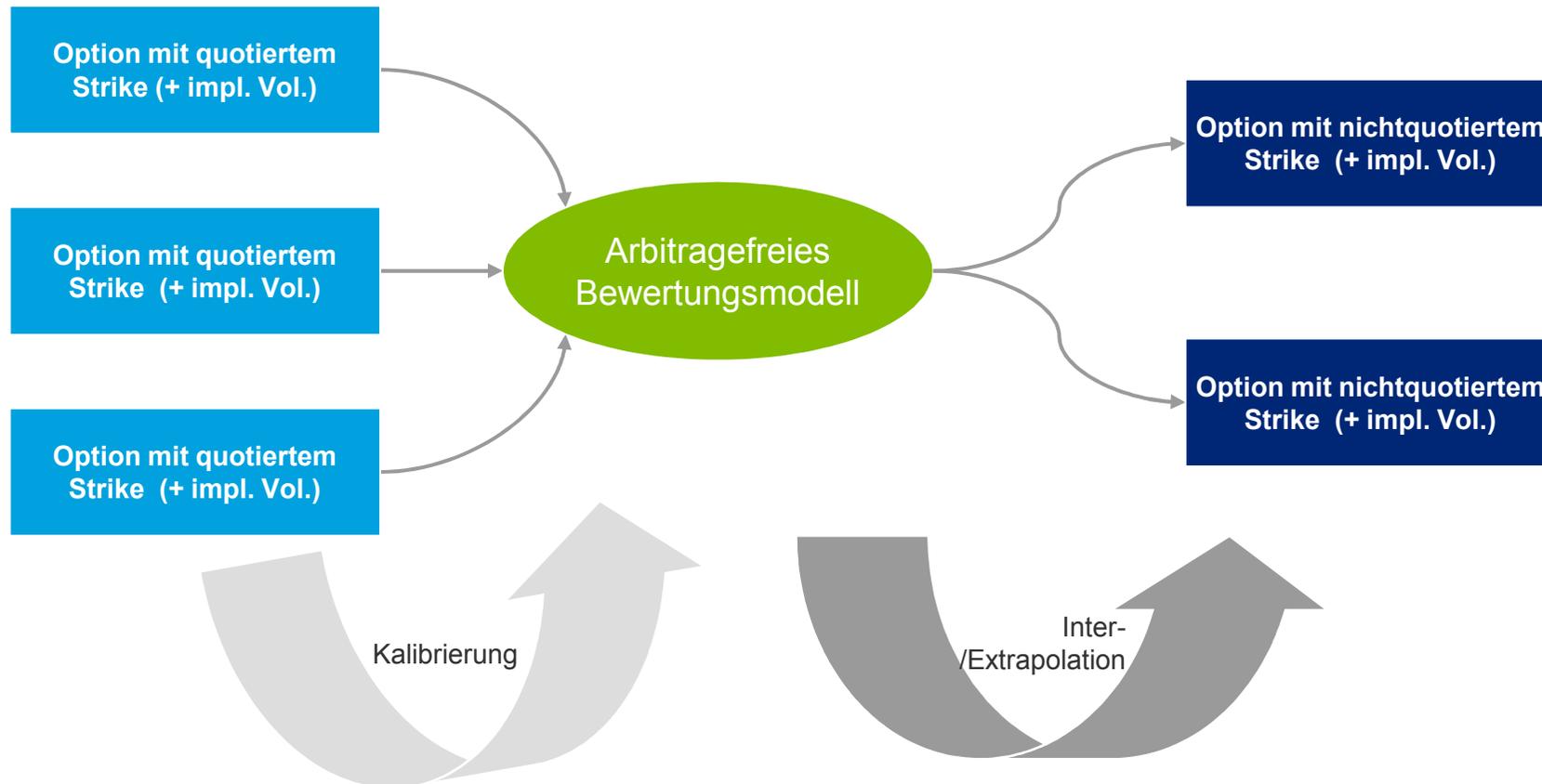
### **Proposition (Breedon-Litzenberger, 1978)**

- $C(K, T)$  Call-Preise gegeben für alle  $K \in \text{supp } F(T)$
- $K \mapsto C(K, T)$  zweimal stetig differenzierbar

→  $\frac{\partial^2 C(K, T)}{\partial K^2}$  ist Wahrscheinlichkeitsdichte von  $F(T)$

# Inter-/Extrapolation von impliziten Volatilitäten

Nutzung eines arbitragefreien Modells ist Goldstandard zur Inter-/Extrapolation



# Fahrplan für robuste Inter-/Extrapolation

**1**

**Auswahl eines Modells zur Inter-/Extrapolation**

**2**

**Berechnung von Optionspreisen im Modell**

**3**

**Kalibrierung des Modells an gegebene Optionspreise**

**4**

**Berechnung der impliziten Volatilitäten aus Optionspreisen**

**5**

**Qualitätssicherung der Ergebnisse**

## Modellkandidat

# Das ZABR-Modell ist ein flexibles Modell zur Point-In-Time-Modellierung

ZABR-Modell (Andreasen-Huge (2011)):

$$\begin{aligned}df(t) &= v(t)(f(t) - \hat{f})^\beta dW^1(t), \beta \in [0,1] \\dv(t) &= \eta v(t)^\gamma dW^2(t); \gamma > 0, v(0) = \alpha > 0 \\dW^1(t)dW^2(t) &= \rho dt; \rho \in [-1,1]\end{aligned}$$

- Freie Parameter  $(\alpha, \beta, \rho, \eta, \gamma, \hat{f})$
- Stochastisches Volatilitätsmodell
- Zweidimensionaler Markovprozess, beide Prozesse haben „CEV-Charakter“
- Displacement  $\hat{f}$  sorgt für die **Berücksichtigung negativer Zinsen** (hierbei wieder angenommener **globaler Zinsfloor** bei  $\hat{f}$ )
- Exponent  $\beta$  steuert den Einfluss des aktuellen Zinsniveaus
- Exponent  $\gamma$  im stochastischen Volatilitätsprozess steuert die „Steilheit“ der Extrapolation des Smiles

## Modellkandidat

# Das ZABR-Modell ist Verallgemeinerung des klassischen SABR-Modells

SABR-Modell (Hagan (1994)):

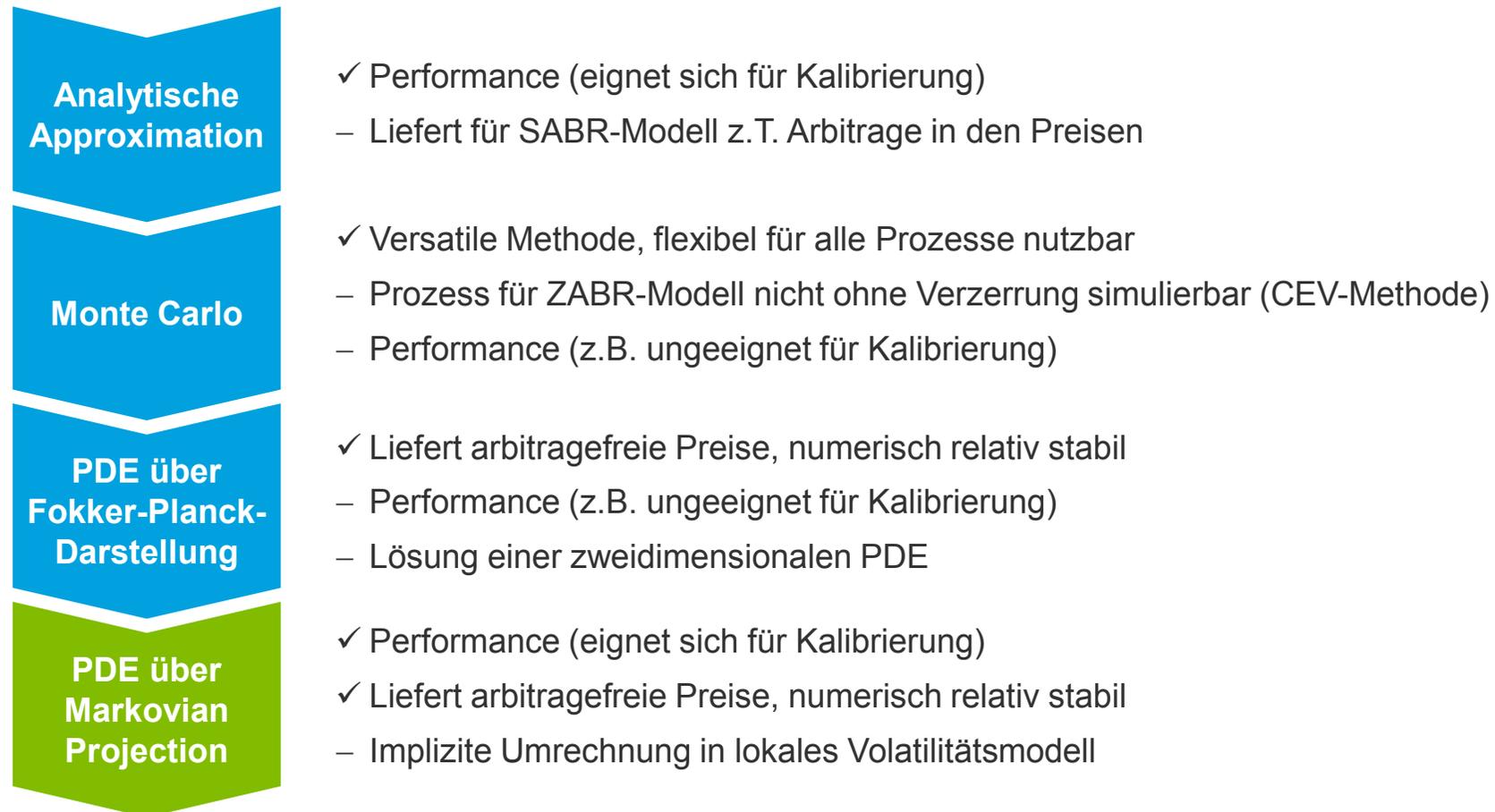
$$\begin{aligned}df(t) &= v(t)(f(t))^\beta dW^1(t), \beta \in [0,1] \\dv(t) &= \gamma v(t)dW^2(t); v(0) = \alpha > 0 \\dW^1(t)dW^2(t) &= \rho dt; \rho \in [-1,1]\end{aligned}$$

- Freie Parameter  $(\alpha, \beta, \rho, \gamma)$
- Popularität gründet sich auf folgende Approximationsformel für die Black-1976-implizite Volatilität:  $\sigma_{BS}(K, T) \approx$

$$\begin{aligned}& \frac{v_0}{(fK)^{\frac{1-\beta}{2}} \left( 1 + \frac{(1-\beta)^2}{24} \log^2(f/K) + \frac{(1-\beta)^4}{1920} \log^4(f/K) + \dots \right)} \frac{z}{x(z)} \\& \left( 1 + \left( \frac{(1-\beta)^2 v_0^2}{24 (fK)^{1-\beta}} + \frac{\rho \beta \gamma v_0}{4 (fK)^{\frac{1-\beta}{2}}} + \gamma^2 \frac{2-3\rho^2}{24} \right) T + \dots \right), \\z = \frac{\gamma}{v_0} (fK)^{\frac{1-\beta}{2}} \log(f/K), \quad x(z) &= \log \left( \frac{\sqrt{1-2z\rho+z^2} + z - \rho}{1-\rho} \right)\end{aligned}$$

# Numerische Berechnung von Optionspreisen

## Welche Möglichkeiten existieren zur Berechnung von Optionspreisen?



# Numerische Berechnung von Optionspreisen

## Markovian Projection – Reduktion eines schwierigen Problems auf ein einfacheres

### Theorem (Gyöngy, 1984)

- $X$  Ito-Prozess mit Koeffizienten  $\alpha$  und  $\beta$ ,  $(\alpha(t))_{t \geq 0}$  und  $(\beta(t))_{t \geq 0}$  adaptierte stochastische Prozesse, i.e.

$$dX(t) = \alpha(t) dt + \beta(t) dW(t)$$

→ Es existiert ein Markovscher Ito-Prozess  $Y$ , sodass für alle  $t \geq 0$  gilt:

$$X(t) = Y(t) \text{ in Verteilung}$$

Desweiteren gilt:

$$dY(t) = a(t, Y(t)) dt + b(t, Y(t)) dW(t) \text{ mit}$$

$$a(t, y) = \mathbb{E}[\alpha(t) \mid X(t) = y] \text{ und}$$

$$b(t, y)^2 = \mathbb{E}[\beta(t)^2 \mid X(t) = y]$$

# Numerische Berechnung von Optionspreisen

## Berechnung von Preisen über PDE in einem lokalen Volatilitätsmodell

### Theorem (Dupire, 1994)

- $f$  Ito-Prozess mit folgender Bedingung:

$$df(t) = \theta(f(t)) dW(t)$$

→ Der Preis einer Call-Option  $C(T, K)$  erfüllt die PDE

$$\frac{\partial C(T, K)}{\partial T} = \frac{\partial^2 C(T, K)}{\partial K^2} \frac{\theta(K)^2}{2},$$

Hieraus lässt sich das folgende PDE-Schema herleiten:

1. Anfangswertbedingung  $C(0, K) = (f(0) - K)^+$ .
2. Löse die PDE numerisch (z.B. mit finite Differenzenverfahren) auf einem vorgefertigten Grid (Strike- und Zeitgitter)
3. Erhalte alle Call-Preise  $K \mapsto C(K, T)$  auf einem geeignet diskretisierten Gitter

# Numerische Berechnung von Optionspreisen

## Berechnung von Preisen über PDE in einem lokalen Volatilitätsmodell

### Theorem (Dupire, 1994)

- $f$  Ito-Prozess mit folgender Bedingung:

$$df(t) = \theta(f(t)) dW(t)$$

→ Der Preis einer Call-Option  $C(T, K)$  erfüllt die PDE

$$\frac{\partial C(T, K)}{\partial T} = \frac{\partial^2 C(T, K)}{\partial K^2} \frac{\theta(K)^2}{2},$$

Hieraus lässt sich das folgende PDE-Schema herleiten:

1. Anfangswertbedingung  $C(0, K) = (f(0) - K)^+$ .
2. Löse die PDE numerisch (z.B. mit finite Differenzenverfahren) auf einem vorgefertigten Grid (Strike- und Zeitgitter)
3. Erhalte alle Call-Preise  $K \mapsto C(K, T)$  auf einem geeignet diskretisierten Gitter

# Konkretes Beispiel: ZABR-Modell

## Berechnung des äquivalenten lokalen Volatilitätsmodells

Transformiere  $y(t) := v(t)^{\gamma-2}(f(t) - K)$ , so erhält man mit Ito-Formel die Dynamik

$$dy(t) = v(t)^{\gamma-1} dW^1(t) + v(t)^{\gamma-1}\eta(\gamma - 2)y(t) dW^2(t) + \dots dt$$

Definiere  $x(t) := v(t)^{1-\gamma}u(y(t))$  („lokales transformiertes Sharpe-Ratio“) für eine stetig differenzierbare Funktion  $u$ . Dynamik (Ito):

$$dx(t) = u'(y(t)) dW^1(t) + (\eta(\gamma - 2)y(t)u'(y(t)) + \eta(1 - \gamma)u(y(t)))dW^1(t) + \dots dt$$

„Diffusionsbedingung“  $\frac{dx(t)^2}{dt} = 1$  liefert folgende Bedingung (ODE) für Funktion  $u$ :

$$u'(y) = F(y, u(y)) := \frac{-B(y)u(y) + \sqrt{B(y)^2u(y)^2 - 4A(y)(Cu(y)^2 - 1)}}{2A(y)} \text{ für Koeffizienten } A, B, C.$$

Allgemeine Theorie liefert nun  $\theta(f(t)) = -\left(\frac{\partial x(t)}{\partial K}(f(t))\right)^{-1}$ .

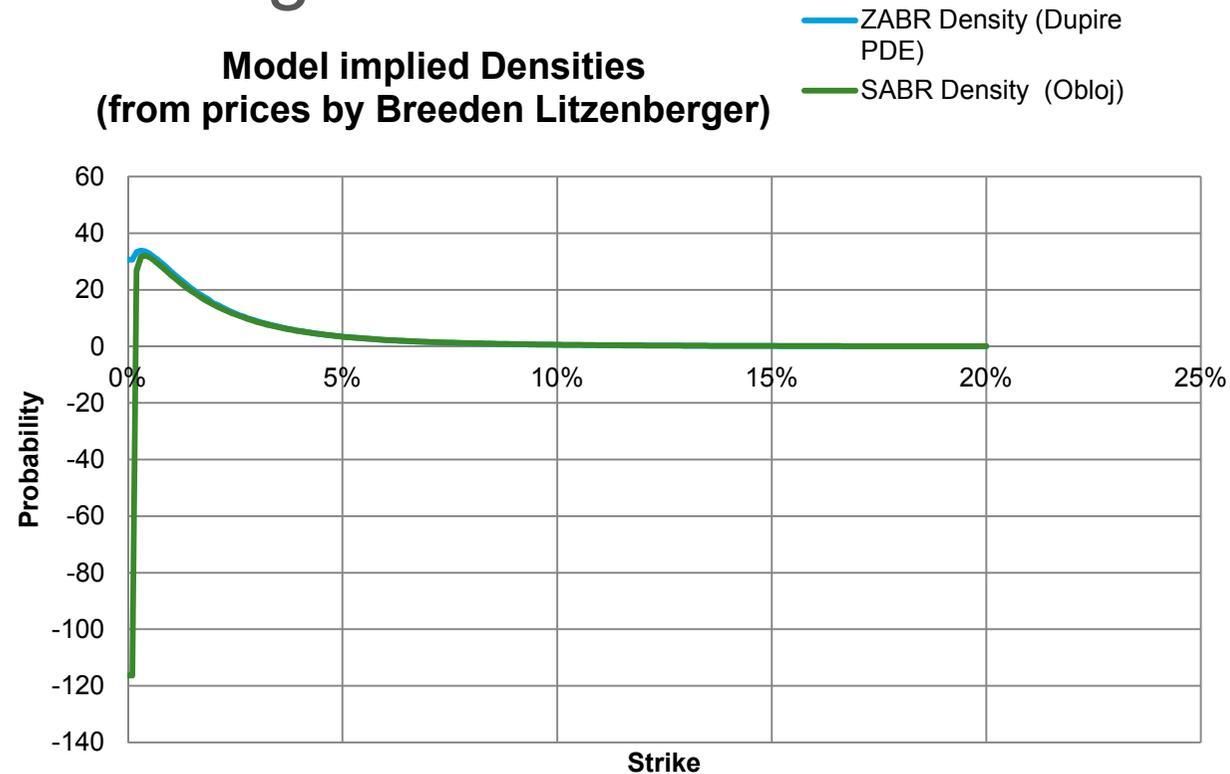
# Berechnung/Kalibrierung des ZABR-Modells

Folgende Schritte sind zur Berechnung (*Kalibrierung*) des ZABR-Modells notwendig

1. Berechnung von  $t \mapsto y(t)$  (analytisch möglich),  $t \in [0, T]$
2. Berechnung von  $t \mapsto u(y(t))$ ,  
$$u'(y) = F(y, u(y)) := \frac{-B(y)u(y) + \sqrt{B(y)^2 u(y)^2 - 4A(y)(Cu(y)^2 - 1)}}{2A(y)}$$
 (Lösung der ODE, z.B. Runge-Kutta-Verfahren), Umrechnung in lokale Volatilität  $\theta(f(t))$
3. Lösung der Dupire-Gleichung  $df(t) = \theta(f(t)) dW(t)$  liefert komplettes Grid an Call-Preisen  $C(K, T)$  für eine Maturität (bzw. impliziten Volatilitäten)
4. *Einbettung in Kalibrierungsroutinen (z.B. Nutzung von Levenberg-Marquardt-Algorithmus)*

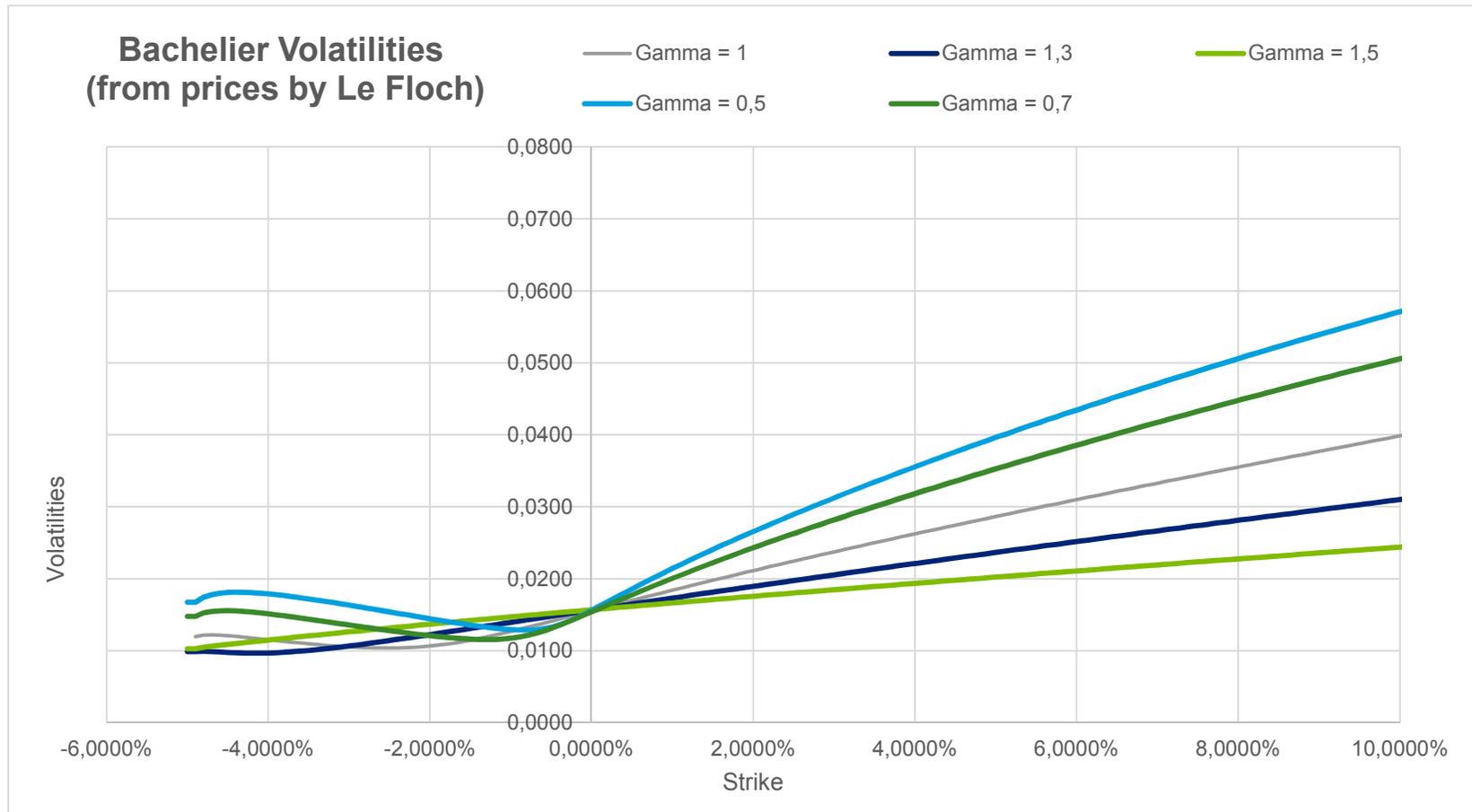
# ZABR-Modell vs. SABR-Modell

Die SABR-Formel kann für kleine Exponenten  $\beta$  Arbitrage erzeugen



# Extrapolation von impliziten Volatilitäten

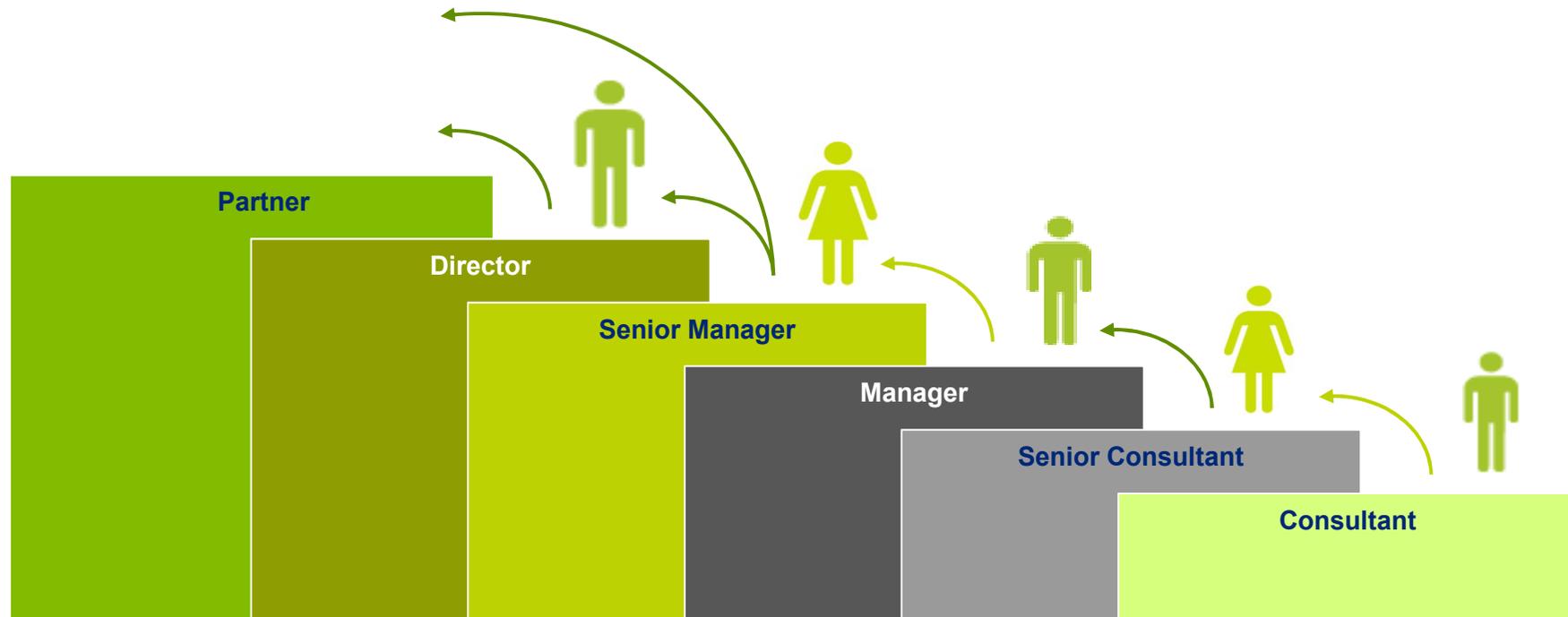
## Implizite Bachelier-Volatilitäten in Abhängigkeit vom Exponenten der Volatilität



# Content

1. Vorstellung  
der Vortragenden und Deloitte
2. Vortrag aus der Praxis  
Implementierung eines ZABR-Modells
3. **Deloitte als Arbeitgeber**  
Weiterbildung, Einarbeitung, Karriere
4. Snacks und get together

# Wir entwickeln Ihre Karriere zusammen mit Ihnen

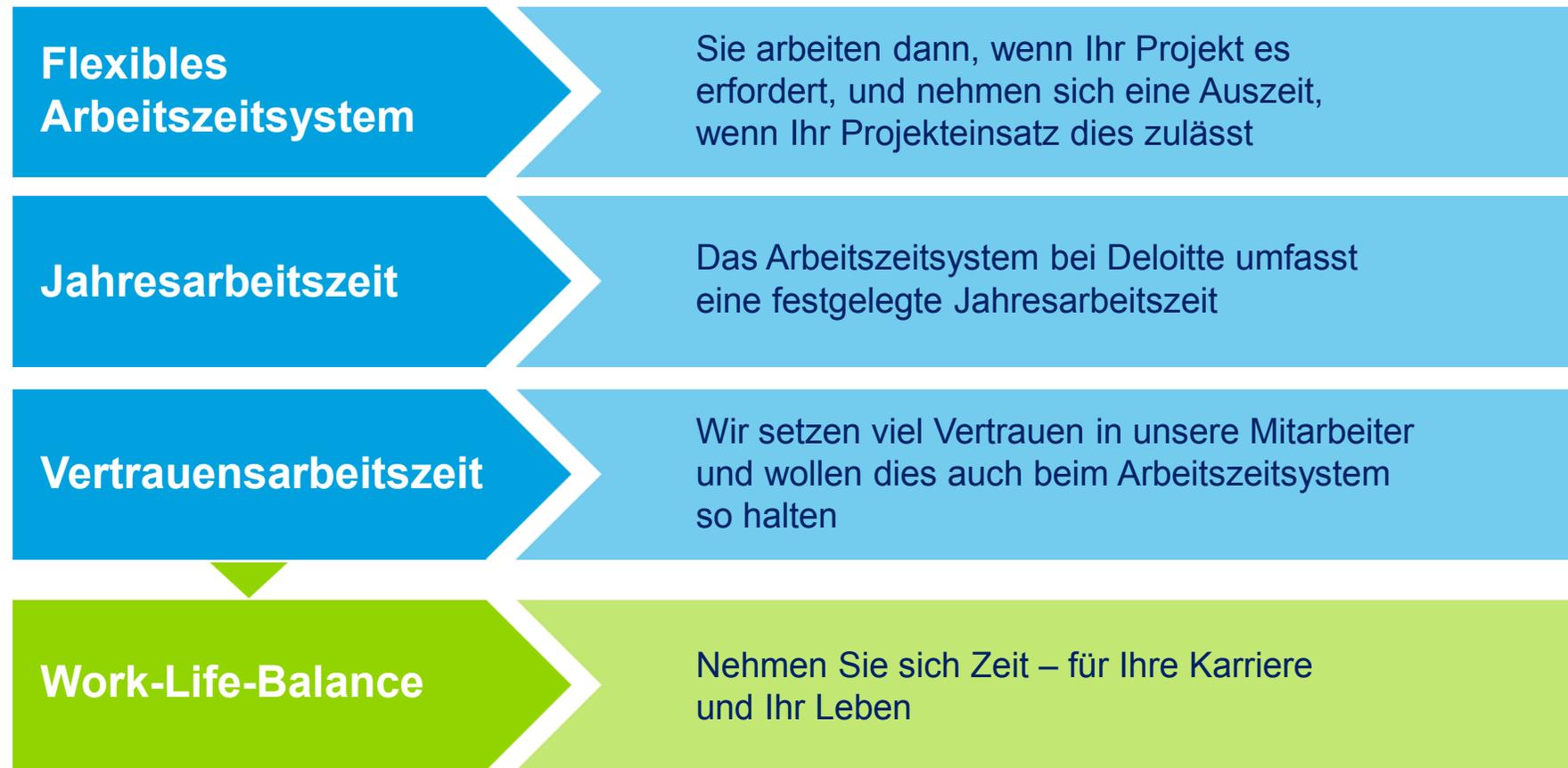


Wer will, kann bei uns hoch hinaus.  
Die einzelnen Karrieresteps sind dabei klar definiert.  
Wir unterstützen Sie auf jeder Stufe Ihrer persönlichen Entwicklung.

# Wir fördern Ihren Wissensvorsprung



# Wann Sie arbeiten, bestimmt Ihre Aufgabe und Sie selbst



# Sie haben viel zu bieten?

Erfolgreiches Studium der Wirtschaftswissenschaften, (Wirtschafts-)Informatik, des Wirtschaftsingenieurwesens, der (Wirtschafts-)Mathematik oder der Rechtswissenschaften

Relevante praktische Erfahrungen, z.B. im Rahmen von Praktika oder einer Berufsausbildung

Sehr gute Englischkenntnisse, die gegebenenfalls im Ausland vertieft wurden

Fähigkeit zum konstruktiven Austausch mit Kollegen und Mandanten, Kommunikationsstärke und Teamfähigkeit

Hohe Einsatz-, Lern- und Reisebereitschaft

# Wissenswertes rund um Ihren Einstieg

## Bewerbungs- verfahren

- Online-Bewerbung über [www.deloitte.com/careers](http://www.deloitte.com/careers)
- 2-3 Monate vor dem gewünschten Eintrittstermin

## Einstellungs- termine

- In allen Bereichen ist ein Einstieg jederzeit möglich

## Einstieg

- Welcome Days
- Training-on-the-job wird begleitet durch intensive Schulungen
- Anleitung und Förderung durch erfahrene Mitarbeiter

Haben Sie noch Fragen?  
Stellen Sie sie jetzt!





Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited („DTTL“), eine „private company limited by guarantee“ (Gesellschaft mit beschränkter Haftung nach britischem Recht), ihr Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen. DTTL und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sind rechtlich selbstständig und unabhängig. DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Mandanten. Eine detailliertere Beschreibung von DTTL und ihren Mitgliedsunternehmen finden Sie auf [www.deloitte.com/de/UeberUns](http://www.deloitte.com/de/UeberUns).

Deloitte erbringt Dienstleistungen aus den Bereichen Wirtschaftsprüfung, Steuerberatung, Consulting und Corporate Finance für Unternehmen und Institutionen aus allen Wirtschaftszweigen; Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Mit einem weltweiten Netzwerk von Mitgliedsgesellschaften in mehr als 150 Ländern und Gebieten verbindet Deloitte herausragende Kompetenz mit erstklassigen Leistungen und steht Kunden so bei der Bewältigung ihrer komplexen unternehmerischen Herausforderungen zur Seite. „To be the Standard of Excellence“ – für mehr als 200.000 Mitarbeiter von Deloitte ist dies gemeinsame Vision und individueller Anspruch zugleich.

Diese Veröffentlichung enthält ausschließlich allgemeine Informationen, die nicht geeignet sind, den besonderen Umständen des Einzelfalls gerecht zu werden und ist nicht dazu bestimmt, Grundlage für wirtschaftliche oder sonstige Entscheidungen zu sein. Weder die Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft noch Deloitte Touche Tohmatsu Limited, noch ihre Mitgliedsunternehmen oder deren verbundene Unternehmen (insgesamt das „Deloitte Netzwerk“) erbringen mittels dieser Veröffentlichung professionelle Beratungs- oder Dienstleistungen. Keines der Mitgliedsunternehmen des Deloitte Netzwerks ist verantwortlich für Verluste jedweder Art, die irgendjemand im Vertrauen auf diese Veröffentlichung erlitten hat.

© 2015 Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft