

# Kreditrisikomodellierung und -steuerung: ein Überblick

*PRMIA - Munich Chapter*

**Dr. Andreas Zielke**

**HypoVereinsbank München**

**Group Credit Risk Control (CRC1)**

*andreas.zielke@hvb.de    +49(0)89/378-44471*

**28. September 2004, München**

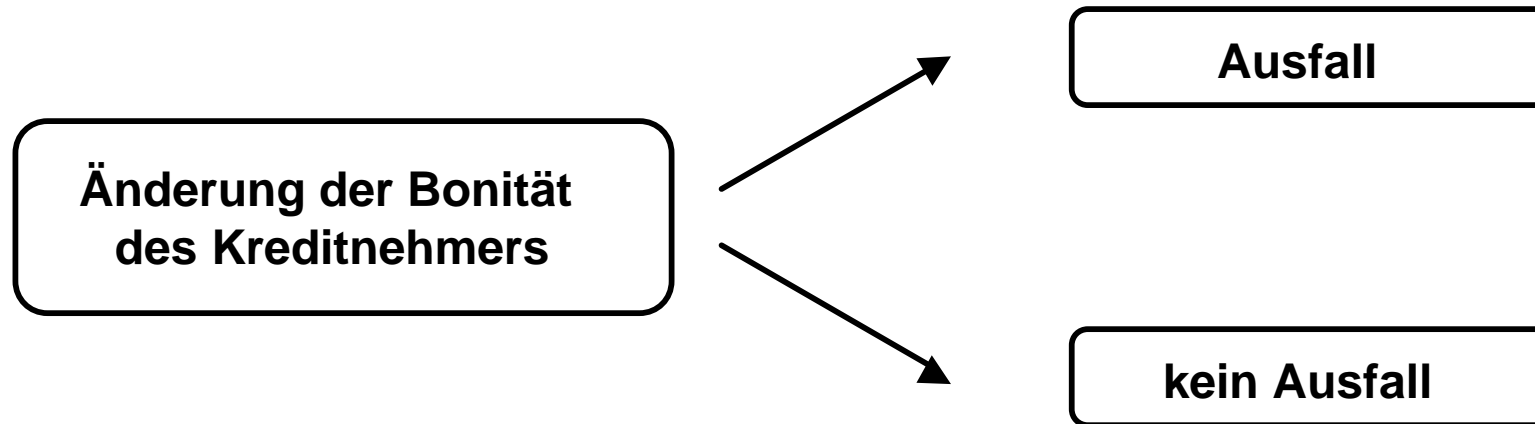
- Einführung
- Überblick Ausfallmodelle
- Abhängigkeiten zwischen einzelnen Kreditnehmern
  - Korrelationen und Copulas
- Portfoliomodellierung
  - Portfoliomodell-Ansätze
  - Verlustverteilungen
- Risikosteuerung
  - Risikoadjustiertes Pricing
  - Aktives Portfoliomanagement

# Einführung

- Kreditrisiko
- Ausfälle
- Ausfallwahrscheinlichkeiten und Ausfallzeiten

# Kreditrisiko

- Versuch einer Eingrenzung -



## Zeithorizont

- kurzfristig
- mittel- bis langfristig

## Geschäftsabsicht

- Spekulation auf Spreadänderungen
- Unternehmensfinanzierung

## Steuerung

- Marktrisiko
- Kreditrisiko

Im Folgenden betrachten wir das „klassische“ Kreditrisiko, wobei der **ausfallorientierte Ansatz** im Vordergrund steht.

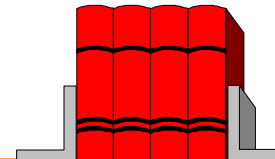
# Was versteht man unter einem Ausfall?

- Basel II Definition -

HypoVereinsbank

- Zahlungsverzug
  - Kreditforderung voraussichtlich nicht voll zurückgezahlt
- Wertberichtigung
  - Konkurs
  - Restrukturierung mit ökon. Verlust
  - etc. (z.B. Ziffer 453)

## BASEL II - Ziffer 452



A default is considered to have occurred **with regard to a particular obligor** when **either** or both of the two following events have taken place.

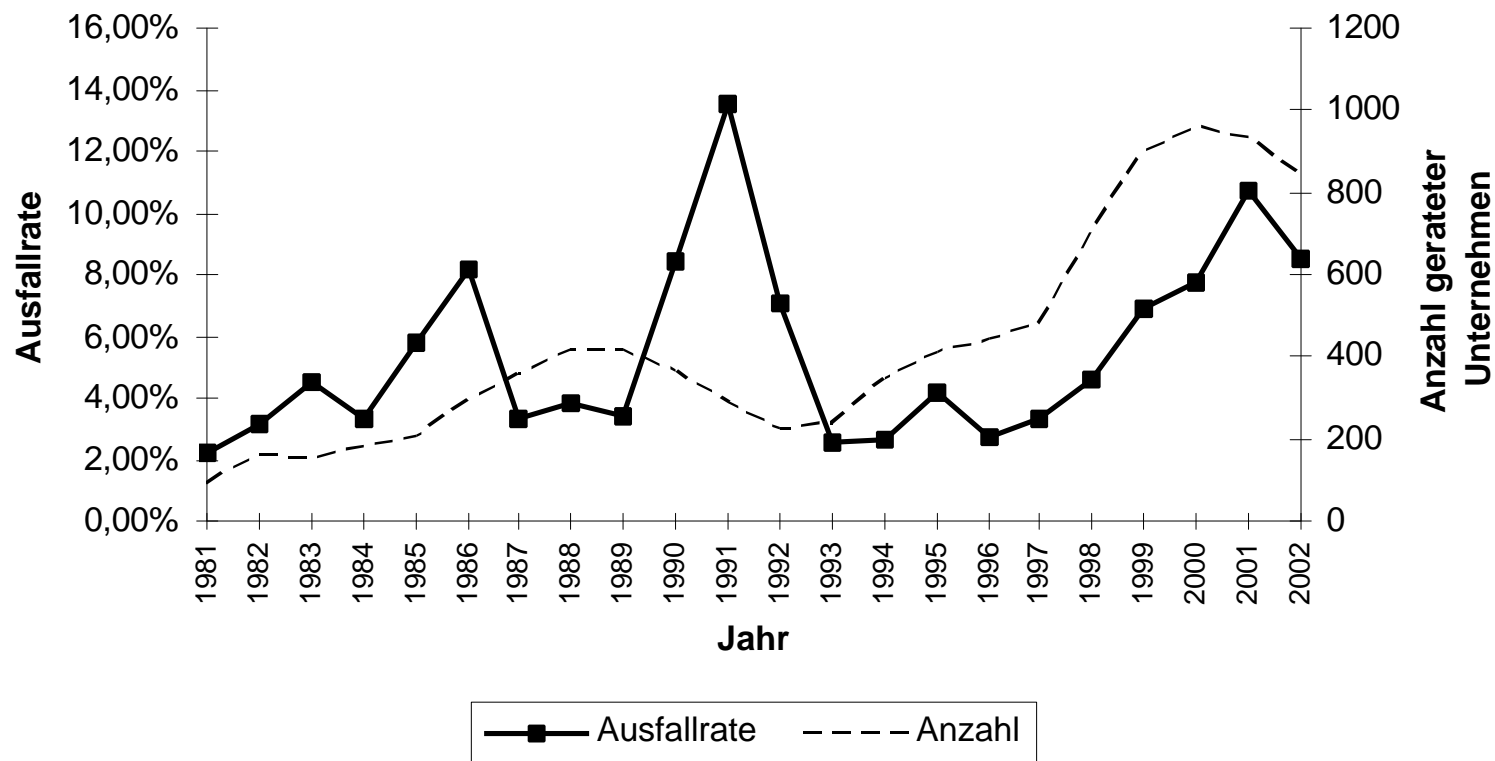
- The bank considers that the obligor is **unlikely to pay** its credit obligations to the banking group **in full**, without recourse by the bank to actions such as realising security (if held).
- The obligor is **past due more than 90 days** on any **material** credit obligation to the banking group ... .

Quelle: Basel Committee, "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards", www.bis.org, June 2004

# Ausfallhistorien am Beispiel von S&P's

- S&P's Rating B -

### Ausfallhistorie für B-Rating (S&P's)



Quelle: Standard & Poor's, Ratings Performance 2002, [www2.standardandpoors.com](http://www2.standardandpoors.com), February 2003

# Interne Ratings

- Rating- und Scoring-Verfahren -

- Bank-interne Einstufung der Kreditwürdigkeit an Hand relevanter Kriterien auf einer bank-internen Skala, z.B. 1, ..., 8.
- Im Rahmen des „**Internal Rating Based Approach**“ (IRB) von Basel II entscheidend für Kapitalunterlegung

Voraussetzungen für Anwendung insbesondere:

- Mindestanforderungen erfüllt (Prozesse, Datenhistorie, Aufbau, Objektivität ... )
- statistisch fundierte Kalibrierung und Validierung

**Konsequenz: Rating-Systeme werden „härter“ und trennschärfer**

- „Parade-Beispiel“: **Scoring-Verfahren** im Konsumentenkreditgeschäft
  - hohe Grundgesamtheit (viele Anträge, ausreichend viele Ausfälle)
  - Beschränkung auf wenige, objektiv verfügbare Informationen
  - statist. Verfahren: Diskriminanzanalyse, Logit-Modelle, Entscheidungsbäume ...
  - kommerzielle Software-Solutions, z.B. SAS Enterprise Miner

# Ausfallwahrscheinlichkeiten und Migrationen

- Einjährige und kumulierte Ausfallwahrscheinlichkeit -

- (Einjährige) **Ausfallwahrscheinlichkeit**

  
**Rating**  
 z.B.: 1, ..., 8

- **PD** (probability of default)

Wahrscheinlichkeit, dass Kreditnehmer innerhalb der nächsten 12 Monate ausfällt

		nach Rating							
		1	2	3	4	5	6	7	8
von Rating	1	93.20%	6.10%	0.50%	0.09%	0.05%	0.03%	0.02%	0.01%
	2	0.70%	91.40%	7.00%	0.50%	0.20%	0.11%	0.06%	0.03%
	3	0.15%	2.20%	91.30%	5.20%	0.55%	0.35%	0.15%	0.10%
	4	0.05%	0.25%	4.70%	89.00%	4.40%	0.80%	0.50%	0.30%
	5	0.03%	0.12%	0.40%	6.15%	82.40%	7.40%	2.00%	1.50%
	6	0.02%	0.10%	0.28%	1.00%	5.00%	80.60%	7.00%	6.00%
	7	0.01%	0.03%	0.21%	0.75%	2.00%	10.00%	57.00%	30.00%
	8	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

Ausfallspalte

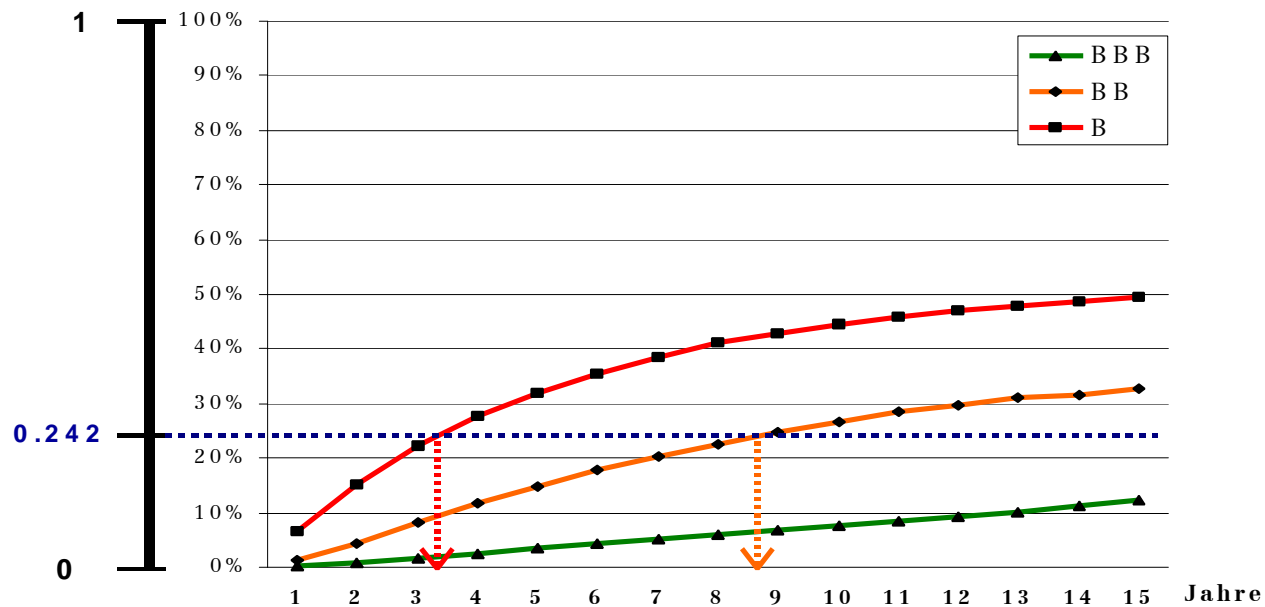
- **Mehrjährige (kumulierte) Ausfallwahrscheinlichkeit PD(t)**      t=2,3,4 ...



# Ausfallzeiten

- **Idee: Modellierung der Zeit  $T_A$  bis zum Ausfall (Ausfallzeit)**
  - $T_A$  wird als **Zufallsvariable** aufgefasst
  - falls  $T_A > 1$  Jahr: kein Ausfall im nächsten Jahr
  - **Mehrjahres-Horizont** mit Berücksichtigung des **typischen Migrationsverhaltens**

Beispiel: S&P Corporate Bond Default Term Structure (2002)



## Technische Randbemerkung:

$PD(t) = P[ T_A \leq t ]$  ist die Verteilungsfunktion der Zufallsvariable  $T_A$



$PD( T_A )$  ist gleichverteilt



Simuliere gleichverteilte Zufallsvariable

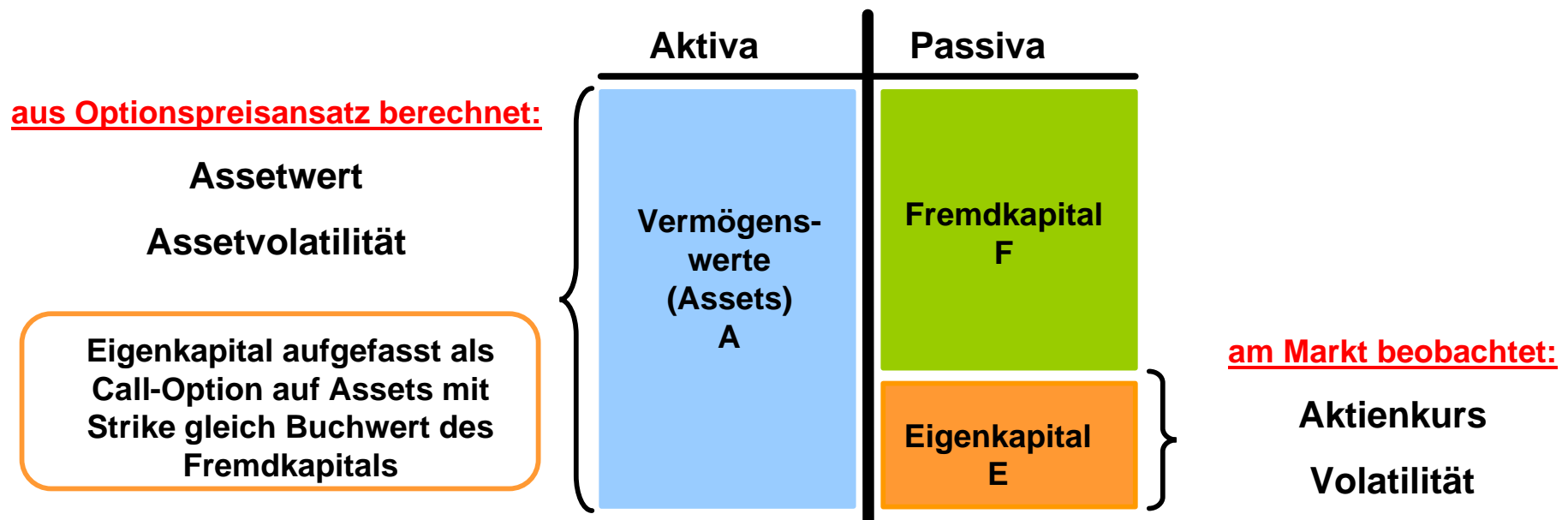
# Überblick Ausfallmodelle

- Vermögenswertmodelle
- Intensitätsmodelle

# Von Aktienkursen zu Vermögenswerten

- Bestimmung der Marktwerte der Assets -

- **Unternehmen** gehen Konkurs aufgrund von
  - Überschuldung
  - Liquiditätsengpässen
  - aus anderen Gründen, z.B. schlagend werdenden operationellen Risiken
- Vermögenswertmodelle greifen die Überschuldung als Konkursursache auf, allerdings nicht in einer bilanziellen, sondern in einer **Marktwertbetrachtung**:



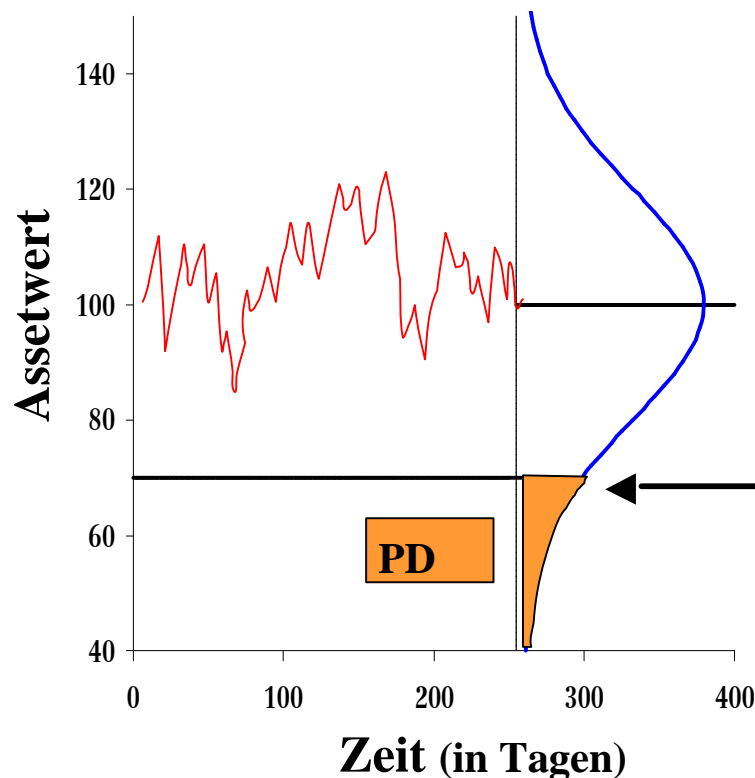
# Grundlegende Idee von Vermögenswertmodellen

- Structural Models, speziell: Merton-Modell -

HypoVereinsbank

- Assetwert und Assetvolatilität
- Verbindlichkeitenstruktur

Ansatz: Asset>Returns  $R_A$  folgen Brown'scher Bewegung mit Drift



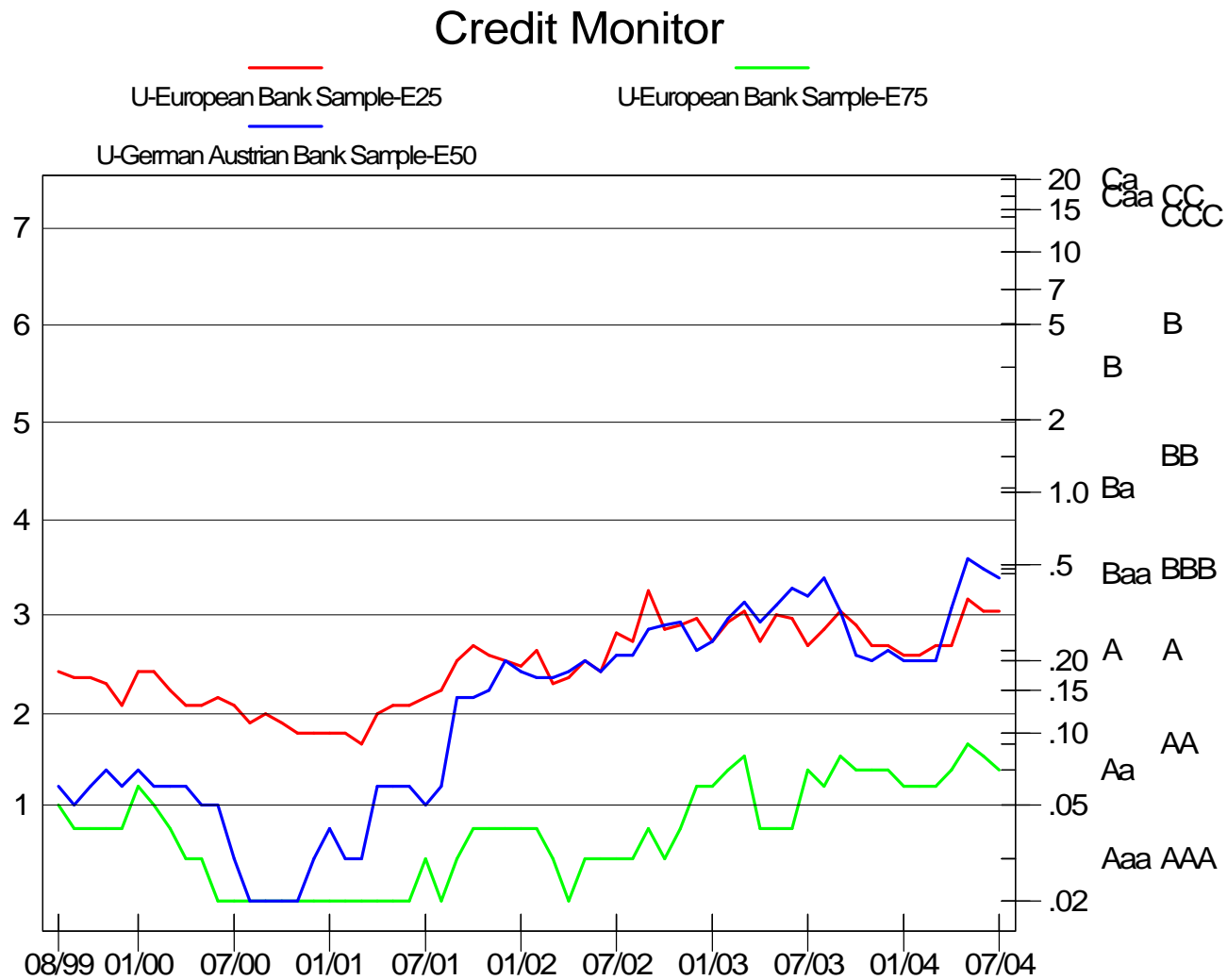
- Marktwert der Aktiva am Ende des Evaluierungshorizontes
- Entscheidung, ob Ausfall

Ausfallsschranke  $c$  für Vermögenswertprozess  $R_A$ :  
 $c = N^{-1} [PD]$

Modell setzt perfekte Märkte voraus (analog Optionspreismodell)

# Vermögenswertmodelle in der Praxis

- Beispiel: Moody's KMV Credit Monitor -



Quelle: Moody's KMV Credit Monitor, Database Financial 07/04; user defined aggregates

# Vermögenswertmodelle in der Praxis

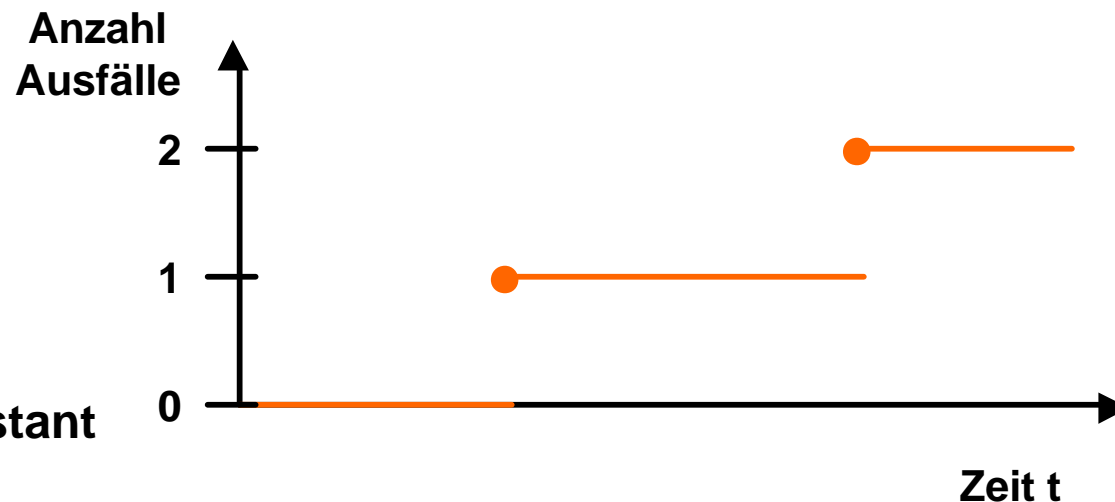
- Schwachstellen und Einsatzgebiete in der Praxis -

- **Schwachstellen (einfaches Merton-Modell):**
  - einfaches Merton-Modell führt nicht auf **realistische PDs**
  - Berücksichtigung von Bilanzstruktur und Off-Balance-Sheet Geschäften
  - Eingeschränktes Ausfallszenarium
  - „**Term Structure**“, insbesondere unterjährige, unplausibel
  
- **Einsatz in Praxis (komplexere Modelle):**
  - KMV Credit Monitor Modell ist z.T. „Black Box“
  - Frühwarninstrument
  - Direkte PD-Ermittlung als Abgleich zu internem Rating
  - Mergers and Acquisitions
  - Marktwertbetrachtung führt zu **hoher Volatilität**: Schwankungen im Aktienkurs „schlagen voll durch“

# Intensitätsmodelle

- Reduced Form Models -

- Ansatz versucht nicht, Ausfallereignisse von Bilanzstruktur her zu erklären
- Statt dessen: Ausfälle ereignen sich **sprunghaft** mit (z.B. rating-abhängiger) Intensität  $\lambda_t$



- Im einfachsten Fall:  
Intensität ist zeitlich konstant



**Poisson Verteilung**

$$P[N_t = k] = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^k}{k!}$$

↑  
Anzahl Ausfälle

Wahrscheinlichkeit,  
in der Zeit (0,t] genau  
k Ausfälle zu beobachten

**Anschaulich für einen Kreditnehmer:  $\lambda_t$  entspricht in etwa Ausfallwahrscheinlichkeit**

# Intensitätsmodelle

- Modellierung der Intensität -

- **Überlebenswahrscheinlichkeit  $S(t)$  (Survival Probability) bis zur Zeit  $t$ :**

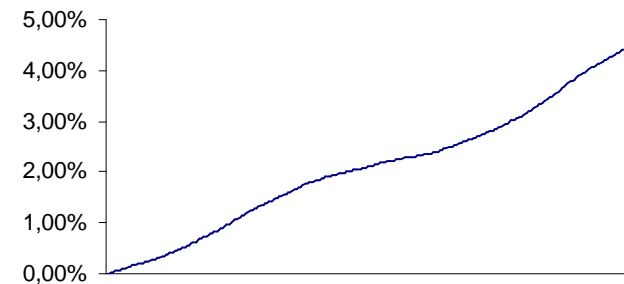
$$S(t) = P[N_t = 0] = \exp(-\lambda t)$$

$$S(t) = \exp\left(-\int \lambda_t dt\right)$$

Intensität zeitabhängig  
aber deterministisch

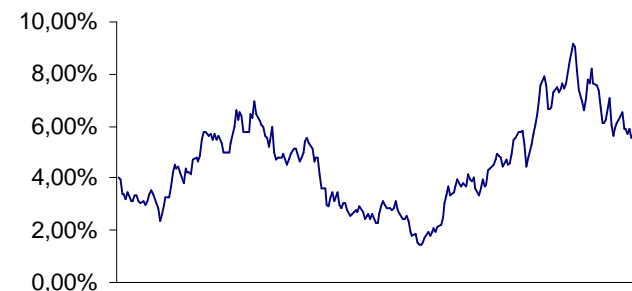
Intensität stochastisch

$$S(t) = E\left[\exp\left(-\int \lambda_t dt\right)\right]$$



- **Beispiel CIR-Prozess:**

$$d\lambda_t = -\kappa(\lambda_t - \lambda_0)dt + \sigma\sqrt{\lambda_t} dW_t$$



$\lambda_0 = 4\%$   
 $\kappa = 2.3$   
 $\sigma = 25\%$



# Korrelationsmodellierung

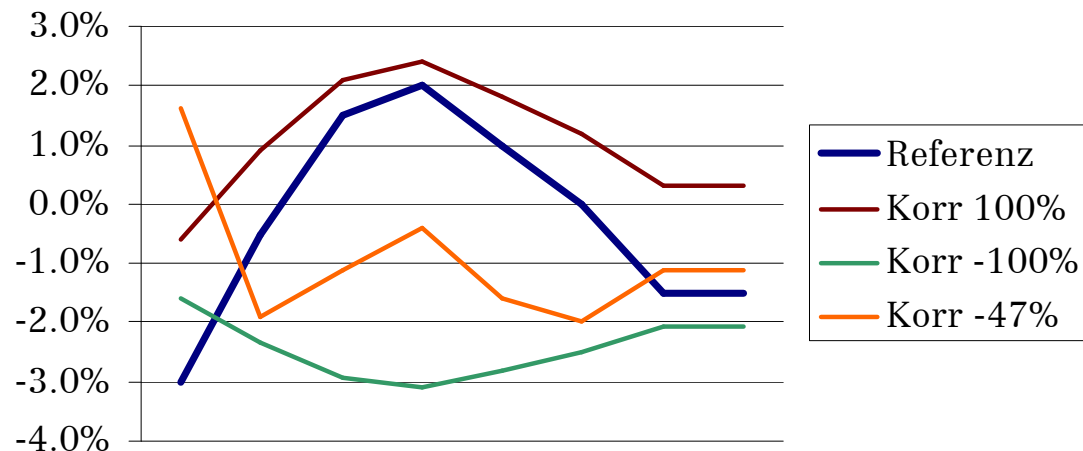
- am Beispiel von Vermögenswert-Modellen

# Korrelationen anschaulich

- Abhängigkeiten und Korrelationen -

- **Allgemeiner Begriff: (Un)Abhängigkeit** (von Ereignissen, Zufallsvariablen)

- **Häufig herangezogen: Korrelation**



- **Korrelationen kleiner Eins wirken volatilitätsreduzierend**  
Bsp. Aktienportfolio: Volatilität des Portfolios ist geringer als die gewichtete Summe der Volatilitäten der einzelnen Aktien:

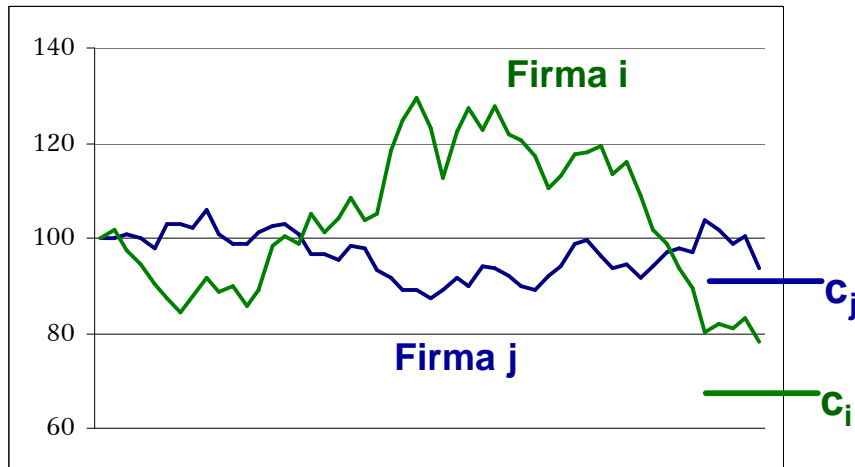
$$\sigma^2 = \sum_{i,j} w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \leq \left( \sum_i w_i \sigma_i \right)^2$$

**DIVERSIFIKATION**

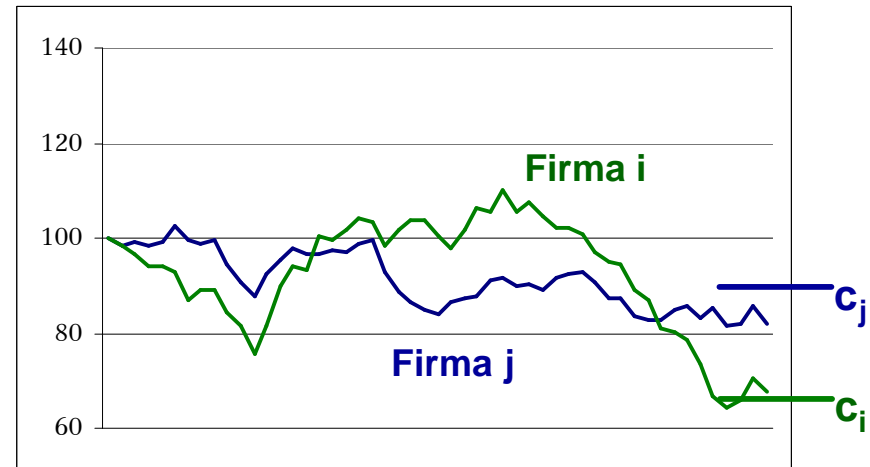
# Korrelierte Bewegung der Asset-Returns

- Gemeinsame Ausfallwahrscheinlichkeit  $JPD_{i,j}$  -

Unkorrelierte Vermögenswertprozesse



Korrelierte Vermögenswertprozesse ( $r = 30\%$ )



**Die beiden Firmen korrelieren über ihre Vermögenswertprozesse miteinander  
„Asset-(Return-)Korrelationen“**

**hier speziell:**

**Gemeinsame Ausfallwahrscheinlichkeit**  
(Joint Probability of Default)

$$JPD_{i,j} = N_2 \left[ \underbrace{N^{-1}(PD_i)}_{c_j}, \underbrace{N^{-1}(PD_j)}_{c_i}, \mathbf{r}_{i,j} \right]$$

$N_2$ : zweidimensionale Standardnormalverteilung

# Ausfall-Korrelationen

- Zusammenhang mit Asset-Korrelationen -

- Im Vermögenswertmodell induzieren die Asset-Korrelationen die Ausfall-Korrelationen:

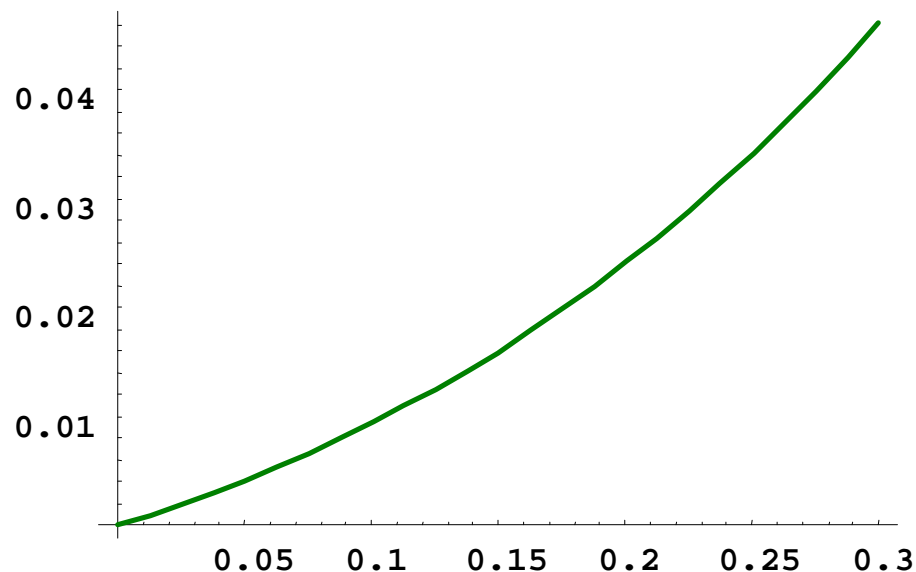
$$JDP_{ij} = N_2[N^{-1}[PD_i], N^{-1}[PD_j], r_{ij}]$$



$$r_{ij}^{Ausfall} = \frac{JPD_{ij} - PD_i PD_j}{\sqrt{PD_i(1 - PD_i)} \sqrt{PD_j(1 - PD_j)}}$$

Grafisch für  $PD_i = PD_j = 1\%$ :

Ausfall-  
korrelation



Asset-Return-  
Korrelation

Ausfall-Korrelationen sind  
typischerweise ca. einen  
Faktor 10 kleiner als  
Asset-Return-Korrelationen

# Modellierung von Korrelationen

- Ansatz über Faktormodelle -

- Idee: Beschreibung der Entwicklung der (normierten) Asset-Wert>Returns durch **gemeinsame** (normierte) Einflussfaktoren:

$$R_i = \sum_{k=1}^M a_{ik} F_k + s_i e_i$$

$\uparrow$                        $\uparrow$

Faktor k                      „Rest“ i  
N[0,1]-vert.                      N[0,1]-vert.

⏟                      ⏟

**systematischer**                      **spezifischer**  
Anteil                      Anteil

$a_{ik}$  : Abhängigkeit des Returns  $R_i$  vom Faktor  $F_k$

$s_i$  : Höhe des durch die M Faktoren nicht beschreibbaren Anteils

Normierungsbedingung:

$$Corr(R_i, R_i) = 1$$

- Bestimmung der Abhängigkeiten und der Größe des Restterms durch **Regression** der Return-Zeitreihen gegen die Faktor-Zeitreihen
- Möglichkeit zur Korrelationsmodellierung nicht-börsennotierter Unternehmen

# Modellierung von Korrelationen

- Faktormodelle: Beispiele -

- Typische in den Modellen auftauchende Faktoren
  - Länderspezifische Faktoren (z.B. Aktienkursindex)
  - Branchenspezifische Faktoren (z.B. Branchenindex)
  - makroökonomische Faktoren (Zins, Arbeitslosenquote)
  - andere (z.B. Rohstoffpreise)
- Induzierung einer **Korrelation über gemeinsame Faktoren:**



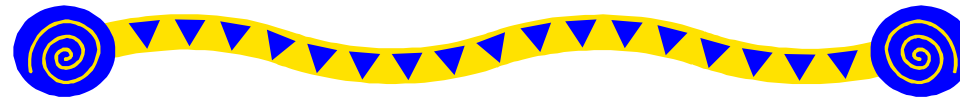
*A und B sind deshalb korreliert, weil sie beide mit dem gemeinsamen Faktor korrelieren.*

Beispiel:

VW und BMW korrelieren über einen gemeinsamen Faktor "Automobilbranche"

# Abhängigkeiten über Copulas

- Allgemeiner Ansatz zur Erzeugung von Abhängigkeiten -



univariate  
Verteilungsfunktionen

$$F_1(x_1) \dots F_k(x_k)$$

COPULA

C

multivariate  
Verteilungsfunktion

$$F(x_1, \dots, x_k)$$

$$F(x_1, \dots, x_k) = C(F_1(x_1), \dots, F_k(x_k))$$

**Separierung: Abhängigkeitsstruktur und Randverteilungen**  
**Generierung von Abhängigkeiten zwischen Zufallsvariablen**

**Copula: Funktion C:  $[0,1]^k \rightarrow [0,1]$  mit (auf  $[0,1]$ ) uniformen Randverteilungen**

$$C(z_1, \dots, z_k) = P(Z_1 \leq z_1, \dots, Z_k \leq z_k) \quad Z_1 \dots Z_k \text{ gleichverteilt auf } [0,1]$$

# Abhängigkeiten über Copulas

- Einsatz in der Praxis -

HypoVereinsbank

- Gegeben multivariate Verteilungsfunktion  $F$  mit Randverteilungen  $F_1 \dots F_k$ .  
Dann ist

$$C(z_1, \dots, z_k) = F(F_1^{-1}(z_1), \dots, F_k^{-1}(z_k)) \quad \text{eine Copula.}$$

→ Theorem von Sklar

## Beispiel:

bivariate Gauss-Copula  $C_2^{Gauss}(z_1, z_2; \rho) = N_2(N^{-1}(z_1), N^{-1}(z_2); \rho)$

- Anwendung z.B.: **Erzeugung von Abhängigkeitsstrukturen bei Ausfallzeiten**, aber auch bei den oben besprochenen Vermögenswertprozessen zur Erzeugung von Verlustverteilungen mit größerer Masse bei hohen Verlusten
- Spezieller Charme von korrelierten Ausfallzeiten
  - **mit weniger Aufwand zu simulieren** als Multi-Step-Monte-Carlo
  - Einsatz in der Praxis v.a. im Zusammenhang mit Mehrjahres-Verlustverteilungen, wie sie z.B. zur Risikomodellierung von ABS/CLO benötigt werden



# Korrelationsmodellierung

- Ein etwas anderer Blickwinkel -

- **Ausfallkorrelationen liegen typischerweise im einstelligen Prozentbereich**
  - **direkte empirische Bestimmung** auf Grundlage von jährlichen Ausfalldaten **praktisch kaum möglich**
- **Daher Annäherung über ein Modell, das die Ausfallkorrelationen indirekt induziert.** Im Falle von Vermögenswertmodellen:
  - **Faktormodell, das Korrelationen von Asset>Returns beschreibt**
  - **Asset>Returns können über den Optionspreisansatz im Prinzip täglich (oder auf noch kürzerer Zeitskala) gemessen werden**
  - **trotzdem stellt korrekte Spezifizierung des Faktormodells und der Asset-Return-Korrelationen eine große Herausforderung dar**
- **Für die Portfoliomodellierung ferner von entscheidendem Vorteil:**
  - **bedingt auf eine bestimmte Faktorrealisation fallen die Kreditnehmer unabhängig voneinander aus**

# Portfoliomodellierung

- Generelles zu Portfoliomodellen
- Verlustverteilung des Homogenen Portfolios
- Nicht-homogene Portfolios und Klumpenrisiken

# Was ist ein Portfoliomodell?

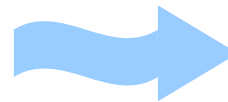
## PORTFOLIO

- Kreditnehmer
- Exposures
- Sicherheiten
- PD
- LGD
- Laufzeit
- ...

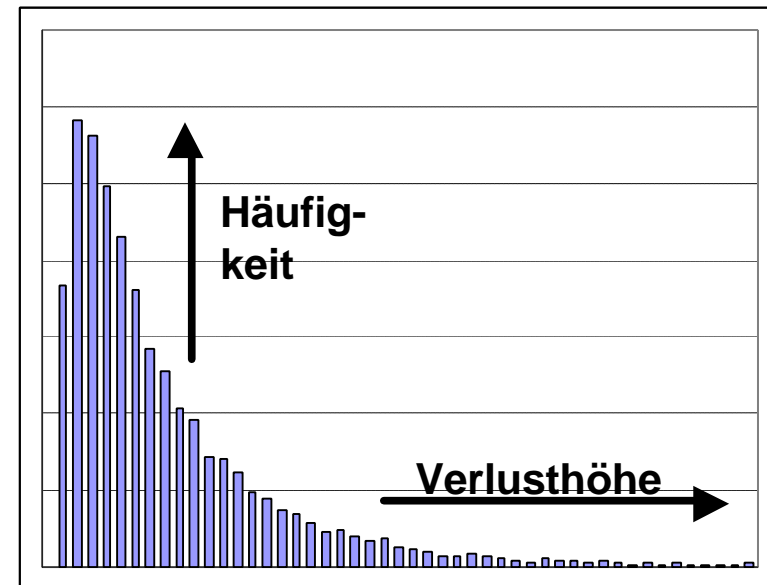
## MARKT

- Aktienkurs-Returns
- Indizes
- makroökon. Faktoren
- ...

Modellspezifikationen  
insbesondere: Faktormodell



## PORTFOLIO- VERLUSTVERTEILUNG



• Credit Metrics

• Credit Risk+

• KMV Portfoliomodell

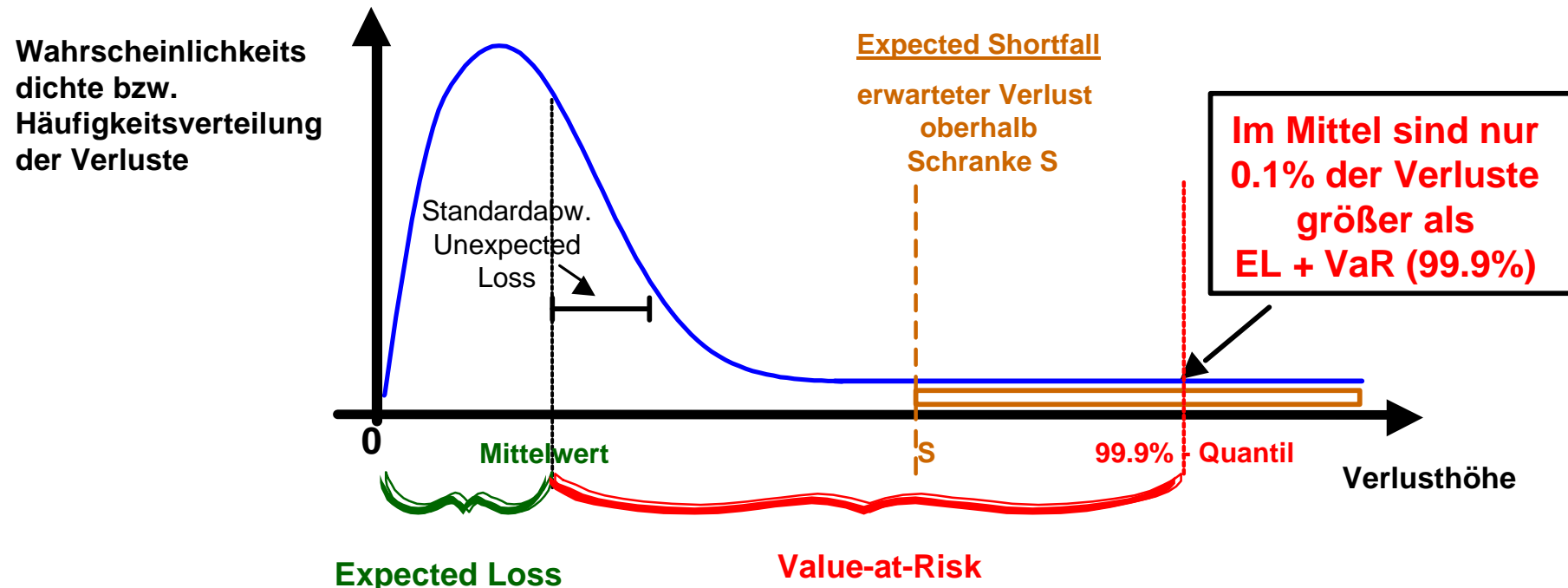
• ...

# Die Verlustverteilung eines Kreditportfolios

- *Unexpected Loss, Value-at-Risk und Expected Shortfall* -

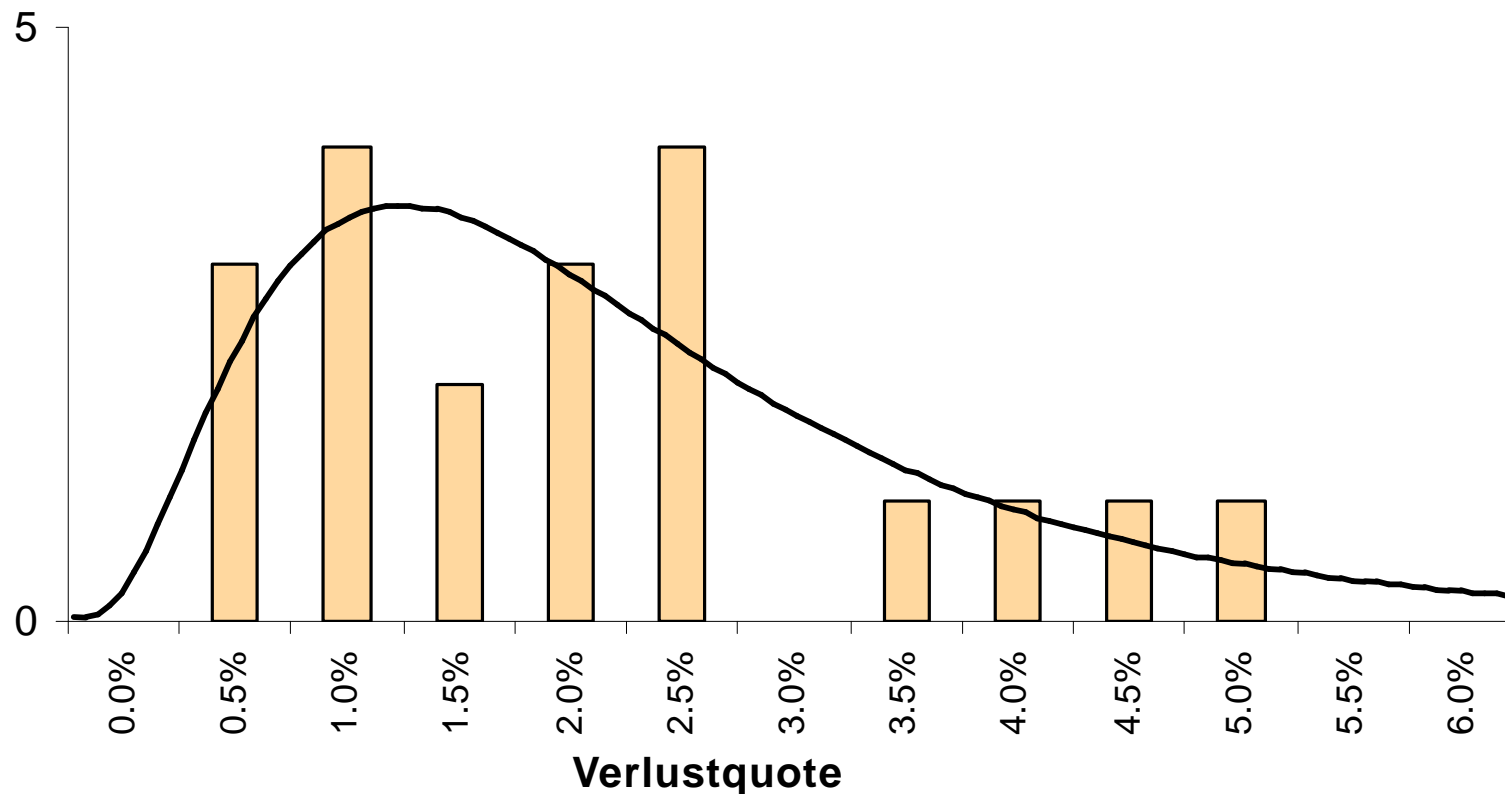
HypoVereinsbank

- Vorgabe eines **99%** , z.B.  $T = 1$  Jahr
- Vorgabe eines **Konfidenzniveaus** zur Definition des VaR, z.B. 99.9%
- Bestimmung der Verlustverteilung, z.B. durch Monte-Carlo-Simulation
- Bestimmung der Risikogrößen an Hand der Verlustverteilung



# Warum braucht man ein Portfoliomodell?

Annahme: Informationen zu eingetretenen Portfolioverlusten über die letzten 20 Jahre



# Homogenes Portfolio

- Einfaktormodell-Ansatz mit homogenem Portfolio -

HypoVereinsbank

- Einfaktormodell-Ansatz: Faktor Y beschreibt anschaulich den Einfluss der Gesamtkonjunktur auf die Kreditausfälle

$$R_i = \sqrt{\mathbf{r}} Y + \sqrt{1-\mathbf{r}} \mathbf{e}_i$$

- Verlustverteilung exakt berechenbar für **homogenes Portfolio** mit unendlich vielen Kreditnehmern

**Vasicek-Verteilung**  $F_V$  für den prozentualen Portfolioverlust  $L_{\%}$ , d.h. den Portfolioverlust pro “verlustgefährdetem Volumen“:  $L_{\%} = L_P / (EXP_P \times LGD)$

## Homogenes Portfolio

- gleiche PD
- gleiche Assetkorrelation
- gleiches Exposure (keine Konzentrationen)

$$F_V(x) = P[L_{\%} < x] = N \left[ \frac{\sqrt{1-\mathbf{r}} N^{-1}[x] - N^{-1}[PD]}{\sqrt{\mathbf{r}}} \right]$$

$$Q^{99.9\%} = N \left[ \frac{N^{-1}[PD] + \sqrt{\mathbf{r}} N^{-1}[99.9\%]}{\sqrt{1-\mathbf{r}}} \right]$$

(99,9%-Quantil)

# Warum setzt man nicht Korrelation gleich Null?

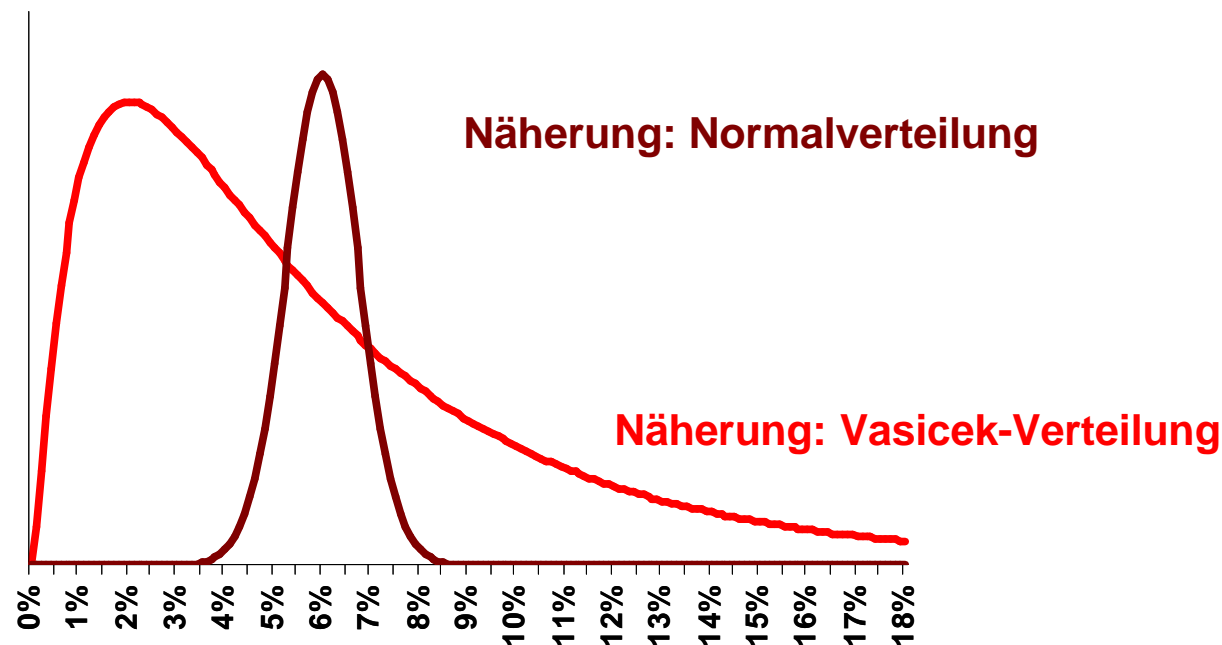
- Eine nahe liegende Abkürzung -

- Ausfallkorrelationen sind typischerweise sehr gering (< 5%)
- Annahme der Unabhängigkeit würde Rechnungen stark vereinfachen

**Beispiel:** homogenes Teilportfolio mit 1000 Kreditnehmern

Ausfallwahrscheinlichkeit 6%

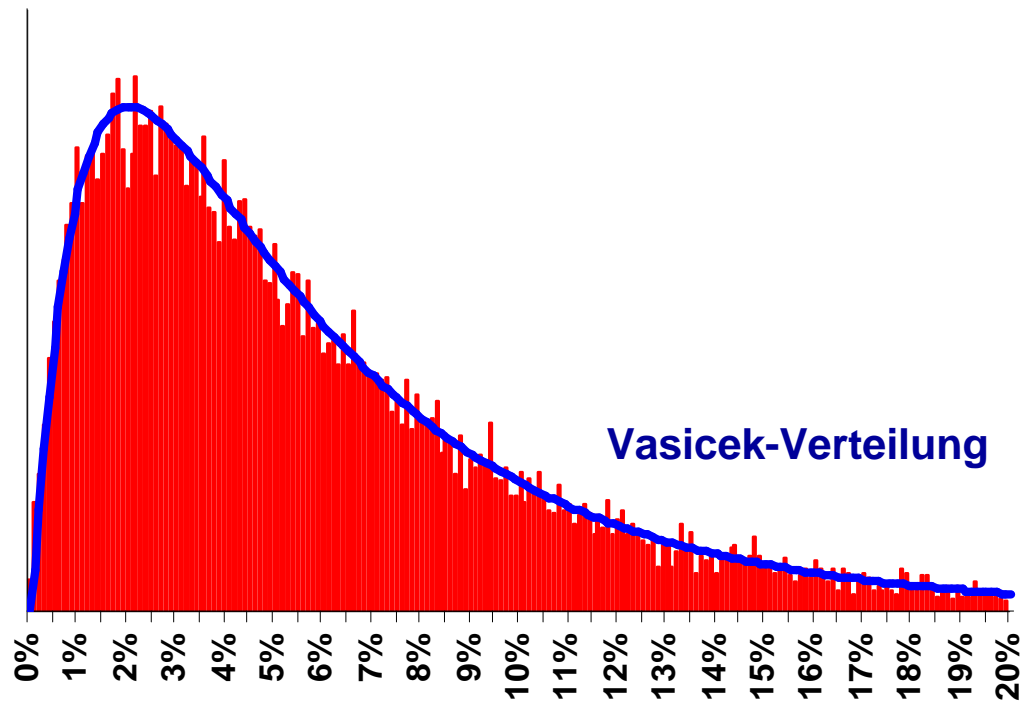
Assetkorrelation 15% (⇨ Ausfallkorrelation ca. 4,5%)



# Welche Näherung trifft besser?

- Analytisch vs. simuliert -

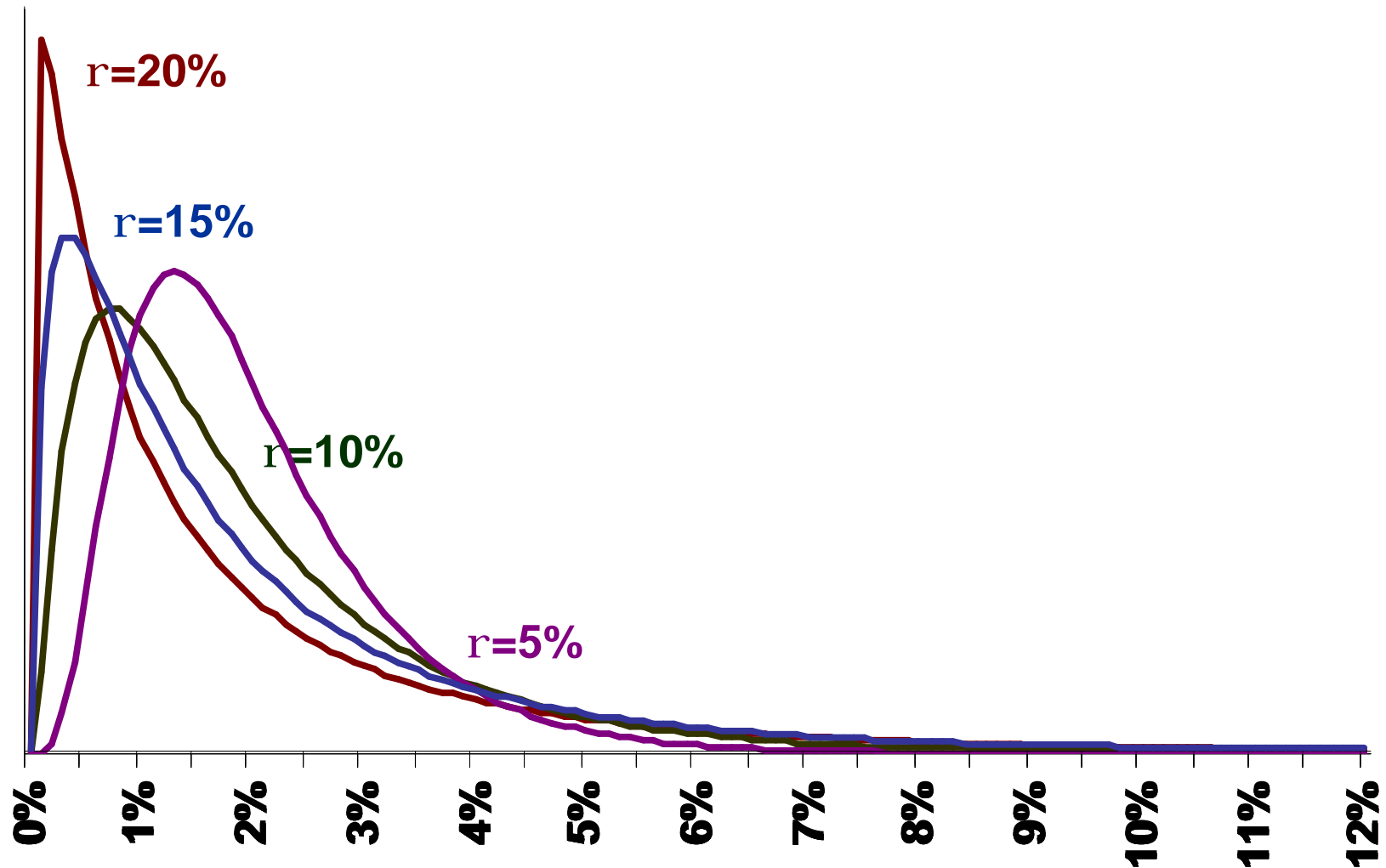
- **Monte-Carlo-Simulation (20000 Simulationen)**





# Beispiele für Vasicek-Verteilungen

-  $PD=2\%$  und unterschiedliche Assetkorrelationen -



# Schlussfolgerungen

- für die Praxis zu beachten -

- **Korrelation hat einen ganz entscheidenden Einfluss**
    - Fehler im Ansatz des Korrelationsniveaus wirken sich dramatisch aus
  
  - **Verteilung ist sehr unsymmetrisch**
    - je höher die Korrelation, desto schiefer
    - **häufigster beobachteter Verlust liegt deutlich unterhalb erwartetem Verlust**
  
  - **Möglicher Fallstrick** für Kalibrierungen in der Praxis:
    - stellt man die Ausfallwahrscheinlichkeiten des Ratingsystems in etwa auf die am häufigsten beobachtete Ausfallrate ein, so wird der erwartete Verlust (und der VaR) deutlich unterschätzt
  
  - **Haupttreiber für Portfoliorisiko im Ein-Faktormodell-Ansatz:**
    - **PD**
    - **Korrelationsniveau**
- und nicht zu vergessen: LGD (Loss Given Default)**

# Klumpenrisiken

- Theorie und Praxis -

- Die bisher vorgestellten Ansätze basieren auf einem (quasi)homogenen Portfolio mit unendlich vielen Kreditnehmern, anders ausgedrückt:

**Einzeladresskonzentrationen (Klumpen)  
wurden per Definition ausgeschlossen**

- Klumpenrisiken können auch im Einfaktormodell behandelt werden, allerdings im allgemeinen nur noch über eine **Monte-Carlo-Simulation**
- In der Verlustverteilung werden Klumpenrisiken als solche jedoch **erst relativ spät sichtbar**

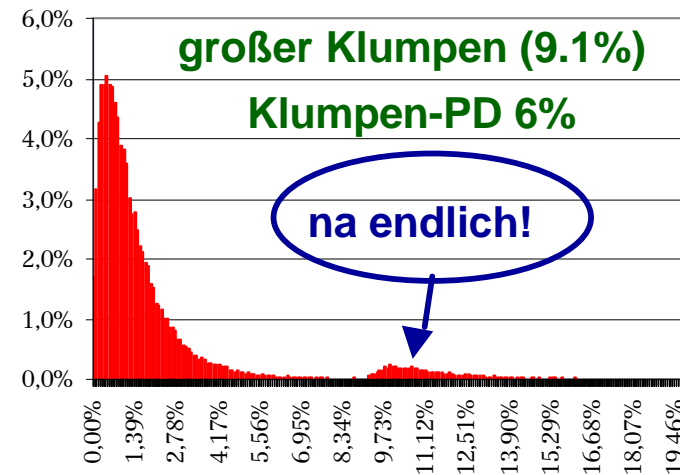
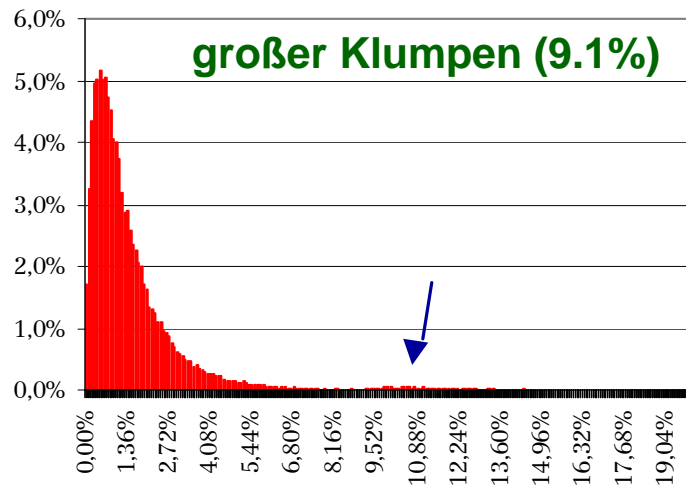
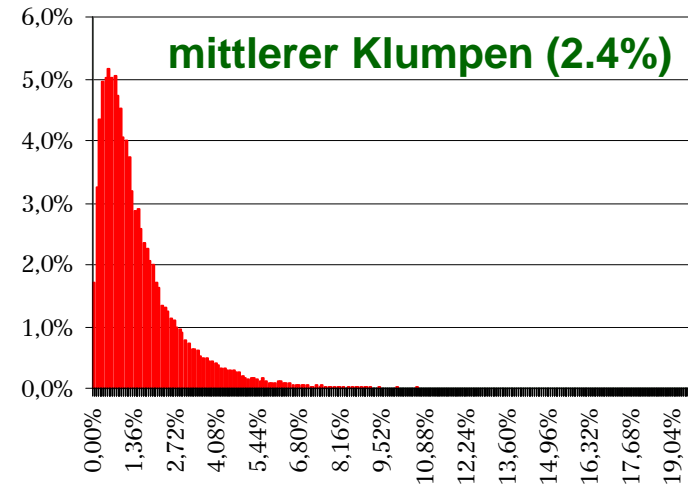
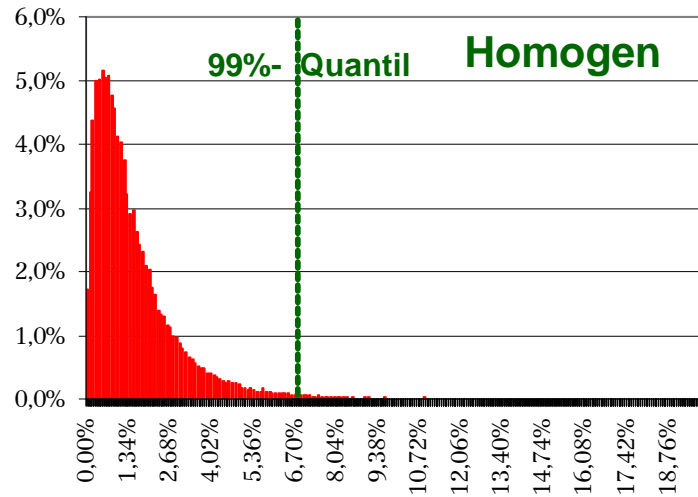
## Aber

- **Versicherungsprinzip funktioniert in der Praxis nur, wenn Portfolio ausreichend homogen ist**
- **“Ein Klumpen kommt selten allein“**
- **Risikodeckungsmasse aus praktischer Sicht geringer als z.B. 99,9%-Risikokapital**

**Steuerung über Limite  
ggf. separate Begrenzung  
für Teilportfolios**

# Wann wird eine Klumpen sichtbar?

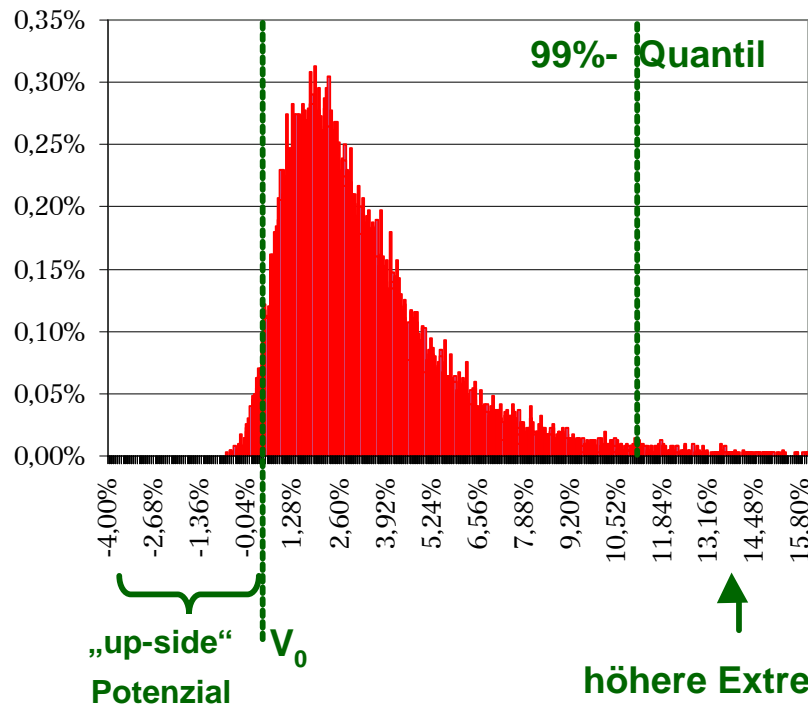
- Homogenes Portfolio mit  $PD=1.5\%$  und  $10\%$  Assetkorrelation -



# Was ändert sich durch Marktwertwertansatz ?

- Beispiel für Barwertbetrachtung (Mark-to-Model) -

- neben Ausfall/Nicht-Ausfall auch Bonitätsveränderungen/Migrationen wichtig
- Wesentlich höhere Anforderungen an Input-Daten; z.B.:
  - Ertragsdaten (Zinseinkünfte, Provisionen etc.)
  - Laufzeitprofile der Cash-Flows, z.B. Tilgungsprofile
  - Credit-Spread-Informationen



**Insgesamt:**  
deutlich breitere Verteilung  
als im ausfallorientierten  
Modell

Gegenüber dem Einfaktoransatz können Mehrfaktormodelle ein wesentlich differenzierteres Bild des Portfoliorisikos geben.

Insbesondere Berücksichtigung von

- **differenzierteren Korrelationen** zwischen je zwei Kreditnehmern  
z.B. auf Grund ihrer Zugehörigkeit zu bestimmten Regionen und Branchen
- **Branchen- und Länder-spezifischen Konzentrationen** im Portfolio
- **Diversifikationseffekten** in endlichen nicht-homogenen Portfolios

Aber

**Mehrfaktormodelle sind nur so gut wie ihre Kalibrierung  
(in der Praxis schwierig)**

# Risikosteuerung

- Limitierung
- Kapitalallokation und Pricing
- Kreditderivate
- ABS

# Limitierung und Pricing

- von der Portfoliosicht zurück aufs Einzelgeschäft -

- **Einfachste Form der Portfoliosteuerung: Exposure-Limitierung**
  - auf Einzel-Kreditnehmer/Konzernebene
  - für einzelne Branchen, Regionen, Geschäftsfelder ...

- **Mit den vorgestellten Portfoliomodellen können die Größen**
  - erwartetes Risiko (EL)
  - unerwartetes Risiko (VaR, ES)
  - ökonomisches Kapital

**für das nächste Jahr auf Portfolioebene berechnet werden.**

- **Zum Pricing des Einzelgeschäft sind nun noch folgende Schritte zu leisten:**
  - **Herunterbrechen des Kapitals** aufs Einzelgeschäft
  - Zuordnung von **Risikokosten**
  - Berücksichtigung von administrativen Kosten
  - **Berücksichtigung der Laufzeit** des Geschäfts



# Herunterbrechen des ökonomischen Kapitals

- Beispiel: ökonomisches Kapital über VaR bestimmt -

HypoVereinsbank

- **VaR ist eine nur auf Portfolioebene definierte Größe**  
=> das **ökonomische Kapital ist zunächst nur auf Portfolioebene definiert**

- **Spezialfall: (quasi-)homogenes Portfolio mit sehr vielen Kreditnehmern**

$$VaR_i^{99.9\%} = EXP_i \times LGD_i \times N \left[ \frac{N^{-1}[PD] + \sqrt{\rho} N^{-1}[99.9\%]}{\sqrt{1-\rho}} \right] \rightarrow$$

$$VaR_P^{99.9\%} \approx \sum_i VaR_i^{99.9\%}$$

→ **BASEL II**

- Einfache Summation
- Einzelbeitrag nur abhängig von Eigenschaften des Einzelkredits

- **Allgemein: Ansätze zum Herunterbrechen des ökonomischen Kapitals:**

- über „Capital Multiplier“ und Beitrag zur Standardabweichung **einfach, aber ungenau**
- gemäß Zuwachs des VaR bei (infinitesimaler) Erhöhung des Exposures  $EXP_k$  **genau, aber schwieriger zu rechnen**

# Berechnung der Risikokosten

- SRK und Eigenkapitalkosten (EKK) -

## Idee:

- **EL** wird durch **Standardrisikokosten (SRK)** verdient und stellt ersten **Verlustpuffer** dar.

$$SRK_p = EL_p$$

$$\longleftrightarrow SRK_i = EL_i = PD_i \times LGD_i \times EXP_i$$

- Darüber hinaus gehende **Verluste bis zu einer Obergrenze in Höhe des VaR** sind mit **Eigenkapital** zu hinterlegen.

$$EKK_p = VaR_p \times VaR - Verzinsungssatz$$

$$\longleftrightarrow EKK_i = VaR_i \times VaR - Verzinsungssatz$$

$$VaR_p = \sum_i VaR_i$$

# Risk-Return-Kennzahlen

- Sharpe-Ratio, RAROC und Risk-Return-Steuerung -

HypoVereinsbank

## ▪ Sharpe Ratio:

$$S = \frac{R - r}{S_{R-r}}$$

Rendite über risikofreiem Zins  
Volatilität der Überrendite

- Risikomaß Standardabweichung insb. geeignet für normalverteilte Prozesse
- Typische Kennzahl zur Kennzeichnung von Aktienkursrenditen

## ▪ RAROC, RORAC, RARORAC etc.:

i.d.R. von der Form:

$$\frac{\text{Ertrag} - \text{Kosten} - \text{EL}}{\text{ökon. Kapital}}$$

Risikoadjustierung

*Risk Adjusted Return On Capital*  
*Return On Risk Adjusted Capital*  
*Risk Adjusted Return On Risk Adjusted Capital*

- zur Verteilung passendes Risikomaß, z.B. VaR für Verlustverteilungen
- unterschiedliche Varianten der Risikoadjustierung; ggf. „Capital Benefit“ Vergütung im Zähler

## ▪ Risk-Return-Steuerung: z.B. Forderung eines Mindest-RAROC

# Berücksichtigung der Laufzeit

- Rating-Migrationen -

- Obwohl die SRK im betrachteten Jahr auf den EL des Portfolios führen, sollten sie jedoch nicht direkt für die Berechnung der Kreditmarge genommen werden. Grund:
  - das **Portfolio und sein EL verändern sich im Zeitverlauf**, die Kreditmarge bleibt aber konstant
  - insbesondere **verschlechtern sich gute Ratings** im Mittel

- Berücksichtigung des Effektes durch **Laufzeitfaktoren (LZF)**

$$SRK_i = EL_i \times LZF(\underbrace{PD_i}_{\text{abhängig von Bonität}})$$

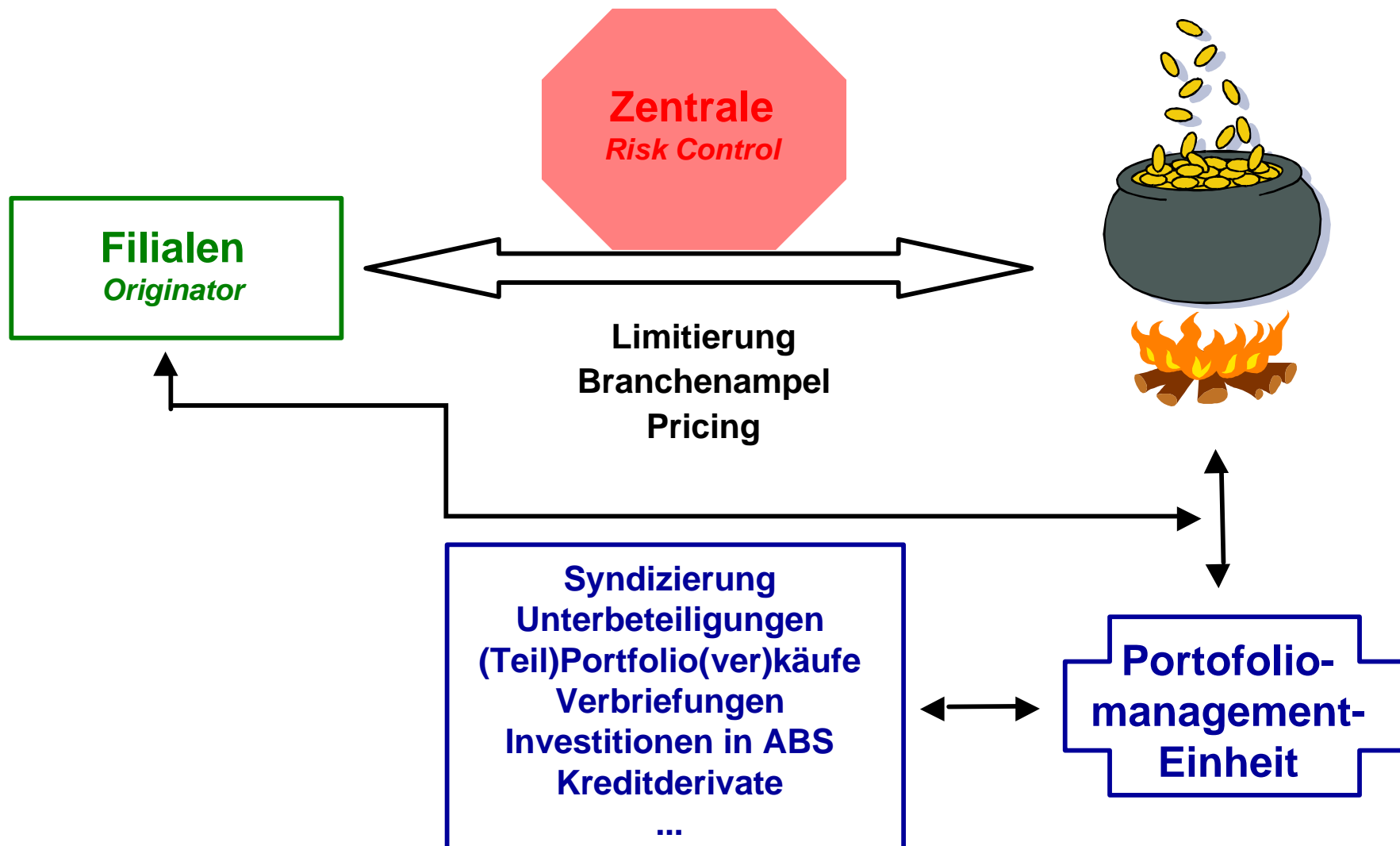
abhängig von Bonität

- Die Veränderung des Portfolios wird hierbei durch die **Rating-Migrationsmatrix** beschrieben.

# Aktives Portfoliomanagement

- Mögliche Abgrenzung und Toolkit -

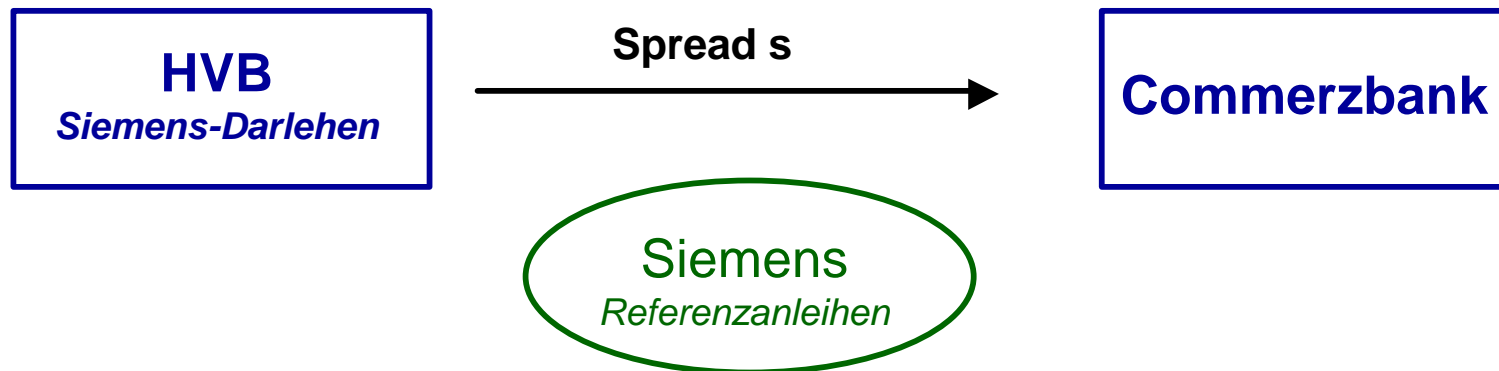
HypoVereinsbank



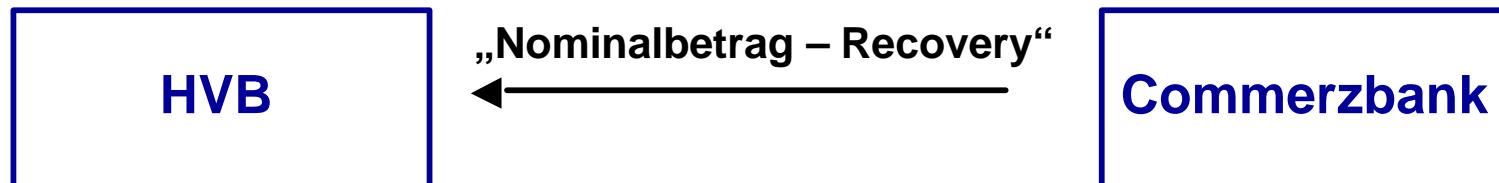
# Kreditderivate

- Schematische Funktionsweise beim Credit Default Swaps -

- Beispiel: HVB kauft von Commerzbank Protection gegen Ausfall von Siemens in Höhe des Nominalbetrages eines Darlehens an Siemens



- Bei einem Ausfall von Siemens erhält die HVB eine Ausgleichzahlung



# ABS

- Schematische Funktionsweise einer tranchierten Struktur -

HypoVereinsbank

## Pool + Struktur



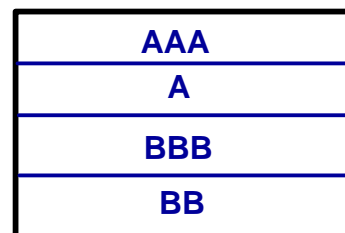
## Absicherung



CDS



Notes



## Motivation für Originator

- Reg. Kapital-Entlastung
- Risikotransfer
- Funding
- Bilanzielle Aspekte
- Arbitrage
- ...

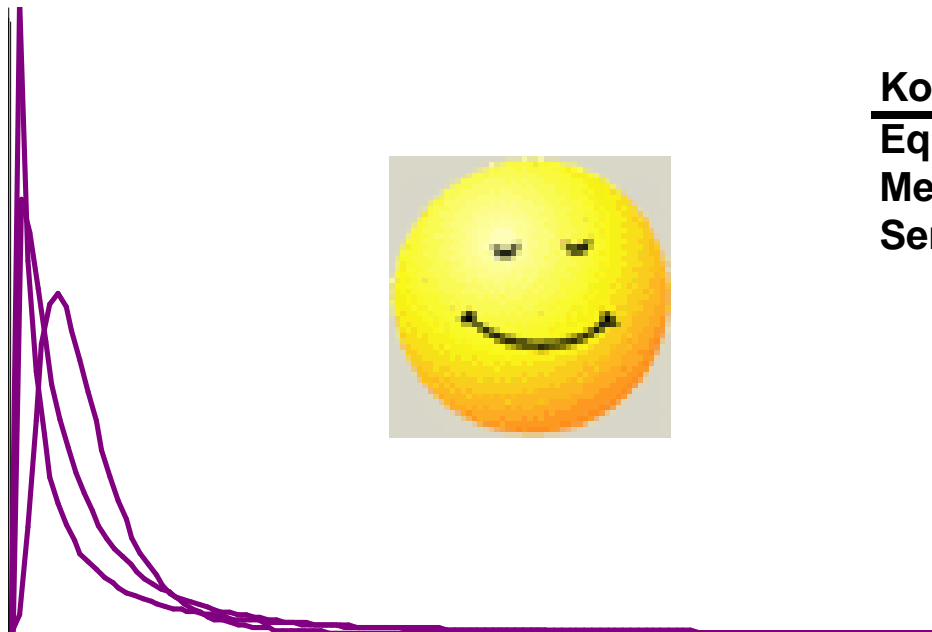
## Motivation für Investor

- attraktive Spreads
- Diversifikation
- Risiko-Aspekte
- ...

# Nochmals Korrelationen ...

- Sind hohe Korrelationen eine konservative Abschätzung? -

Beispiel: Homogenes Portfolio mit PD=1%, LGD= 100%  
grobe Abschätzung des EL der Tranchen



Korrelation	5%	15%	30%
Equity	76%	59%	43%
Mezzanine	2.6%	4.5%	5.7%
Senior	0.00%	0.00%	0.06%

**Fazit:**  
Hohe Korrelationen sind  
nur für Senior Tranchen  
eine konservative  
Abschätzung

1%	9%	
Eq.	Mezzanine	