

# Erfassung und Quantifizierung Operationaler Risiken

Andreas Weingessel  
Risk Controlling  
Operationales Risiko



In jeder Beziehung zählen die Menschen.

# Agenda

## ■ Grundlagen

- Fallstudien
- Begriffsdefinition und Abgrenzung
- Gesetzliche Rahmenbedingungen (Basel II)
- Erfassung von operationalen Risiken
- Datenanforderung

## ■ Quantifizierung

- Schadensfrequenz
- Schadenshöhe
- Aggregation

# Operational Risk Fallstudie

## Barings (1)

### Die Fakten

- 1994 / 95 - Ein Händler hatte innerhalb weniger Wochen über eine Milliarde Euro verloren.
- Untergang einer traditionsreichen englischen Bank, verursacht durch einen einzigen Händler
- Schadenssumme: ca. 1.25 Mrd. €
- Methode: Fehlspekulation mit Nikkei-Futures und Optionen

# Operational Risk Fallstudie

## Barings (2)

### Ursachen

- Eine Person (Nick Leeson) war für Handel und Abwicklung zuständig
- Kontrollen haben versagt
- Aggressive und spekulative Strategie
- Größenwahn, Spielsucht (durch Erhöhen des Einsatzes wird versucht, Verluste wettzumachen)

# Operational Risk Fallstudie

## Barings (3)

### Lösungsmöglichkeiten

- Strikte Trennung von Handel und Backoffice
- funktionierende Limitkontrolle
- Achtung: Es gibt keine ewigen Gewinner, daher Vorsicht vor sehr erfolgreichen Händlern!

# Operational Risk Fallstudie

## Bank Burgenland (1)

### Die Fakten

- Trotz zahlreicher Warnhinweise wurden ab Juni 1997 Kredite in Höhe von ca. 1 Mrd. ATS an die HoWe AG vergeben
- Der Ausfall der HoWe AG führte zur Insolvenz der Bank Burgenland. Der Weiterbestand konnte nur aufgrund der Haftung des Landes gesichert werden.
- Methode: Kreditbetrug

# Operational Risk Fallstudie

## Bank Burgenland (2)

### Ursachen

- Darstellung der Kredite als Einzelkredite → Klumpenrisiko wurde nicht erkannt oder ignoriert
- Unzureichende Besicherung der Kredite
- Naivität der Bank bei der Kreditvergabe
- Pyramidensystem (Kredite an Privatpersonen, die das Geld als Eigenkapital in die HoWe Gruppe einbrachten)

# Operational Risk Fallstudie

## Bank Burgenland (3)

### Lösungsmöglichkeiten

- Korrekte Darstellung der Kunden-zusammenhänge
- Unabhängige Sicherheitenbewertung
- Vermeidung von Klumpenrisiken bzw. Konzentrationen im Portfolio

# Begriffsdefinition

Definition nach Basel II:

**„Die Gefahr von Verlusten, die infolge der Unangemessenheit oder des Versagens von internen Verfahren, Menschen und Systemen oder von externen Ereignissen eintreten“**

Ausgeschlossen:

- Reputationsrisiko
- Strategisches Risiko

Eingeschlossen:

- Rechtsrisiko

# Vergleich zu Markt- & Kreditrisiko

- Wird üblicherweise nicht bewusst eingegangen
- Überwiegend „hausgemacht“, nicht diversifizierbar und oft schwer abzugrenzen
- Kann nur vollständig eliminiert werden, wenn die Bank den Geschäftsbetrieb einstellt
- Kein Zusammenhang zwischen Risiko & Ertrag
- Quantitative Ansätze sind wegen qualitativer Einflussfaktoren und geringer Datenmenge wesentlich komplexer

# Rahmenbedingungen

Warum Operational Risk Controlling/Management?

- Eigeninteresse jeder Bank!
- Gesetzliche Vorschriften (BWG § 39 Abs. 1)

Die Geschäftsleiter eines Kreditinstitutes haben sich [...] über die bankgeschäftlichen und bankbetrieblichen Risiken zu informieren, diese angemessen zu begrenzen und Risikogleichläufe zu beachten [...]

# Basel Committee - Struktur

- Das „Basel Committee of Banking Supervision“ (Gründung 1974) setzt sich im wesentlichen aus Mitgliedern der Zentralbanken der G10 zusammen.
- Mitgliedsstaaten:
  - Belgien
  - Kanada
  - Frankreich
  - Deutschland
  - Italien
  - Japan
  - Luxemburg
  - Niederlande
  - Spanien
  - Schweden
  - Schweiz
  - Vereinigtes Königreich
  - USA

# Basel Committee - Wirkung

Vorschläge des Basler Komitees nicht bindend, werden aber üblicherweise mit kleinen Änderungen in EU Recht übernommen

Die neuen Vorschriften werden voraussichtlich 2007 in EU Recht übergehen.

Der neue Entwurf des Capital Accord stellt eine massive Erweiterung der Basler Eigenkapitalvorschriften (CAD) von 1988 dar.

# Basel II - Struktur

## Basel II

<b>Pillar 1</b> Mindestkapitalanforderung	<b>Pillar 2</b> Supervisory Review	<b>Pillar 3</b> Offenlegungsvorschriften
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Festlegung der Mindestkapitalanforderung</li><li>■ Fortgeschrittene Ansätze für Kreditrisiken (basierend auf Ratings)</li><li>■ Explizite Unterlegung für Operationales Risiko (evolutionärer Ansatz)</li><li>■ Zinsrisiken im Bankbuch im Pillar 2</li><li>■ Evolutionäre Ansätze sind vorgesehen</li></ul>	<p>Basiert auf 4 Prinzipien</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Banken müssen Risiko- und Kapital in Relation stellen</li><li>■ Die Aufsicht überprüft Risiko - Messung und - Management der Bank</li><li>■ Banken sollten mehr als das notwendige Mindestkapital halten</li><li>■ Die Aufsicht hat das Recht bei niedrigen Kapitalquoten zu intervenieren</li></ul>	<p>Erweiterte Offenlegung ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ der Kapitalstruktur</li><li>■ der Risikozahlen und Risikomanagement Abläufe</li><li>■ des Risikoprofils</li><li>■ der Kapitaladäquanz</li></ul>

# Basel II - Operationales Risiko

## Ansätze zur Unterlegung (1)

- **Keine Erhöhung der Kapitalanforderung „im System“**
  - Mindestkapitalanforderung im gesamten Finanzsystem sollen gleich bleiben.
  - Banken, die in Risikomanagement investieren, sollen entlastet werden.
- **„Evolutionäre Ansätze“**
  - Fortgeschrittene Ansätze sollen Entlastung in der Unterlegungspflicht bringen.
  - Ersparnis lässt sich noch nicht klar abschätzen.
  - Kalibrierung durch Impact Studies

# Basel II - Operationales Risiko

## Ansätze zur Unterlegung (2)

### ■ Basic Indicator Approach

- erforderliche Eigenmittel:  
15% der Betriebserträge (Alpha-Faktor)

### ■ Standardised Approach

- Geschäftsfelder der Bank werden vorgegebenen Standardgeschäftsfeldern zugeordnet
- Pro Standardgeschäftsfeld:  
Indikator (Betriebserträge, Ausleihungsvolumen)  
X  
Beta-Faktor (12%-18%)

# Basel II - Operationales Risiko

## Ansätze zur Unterlegung (3)

### ■ Advanced Measurement Approaches (AMA)

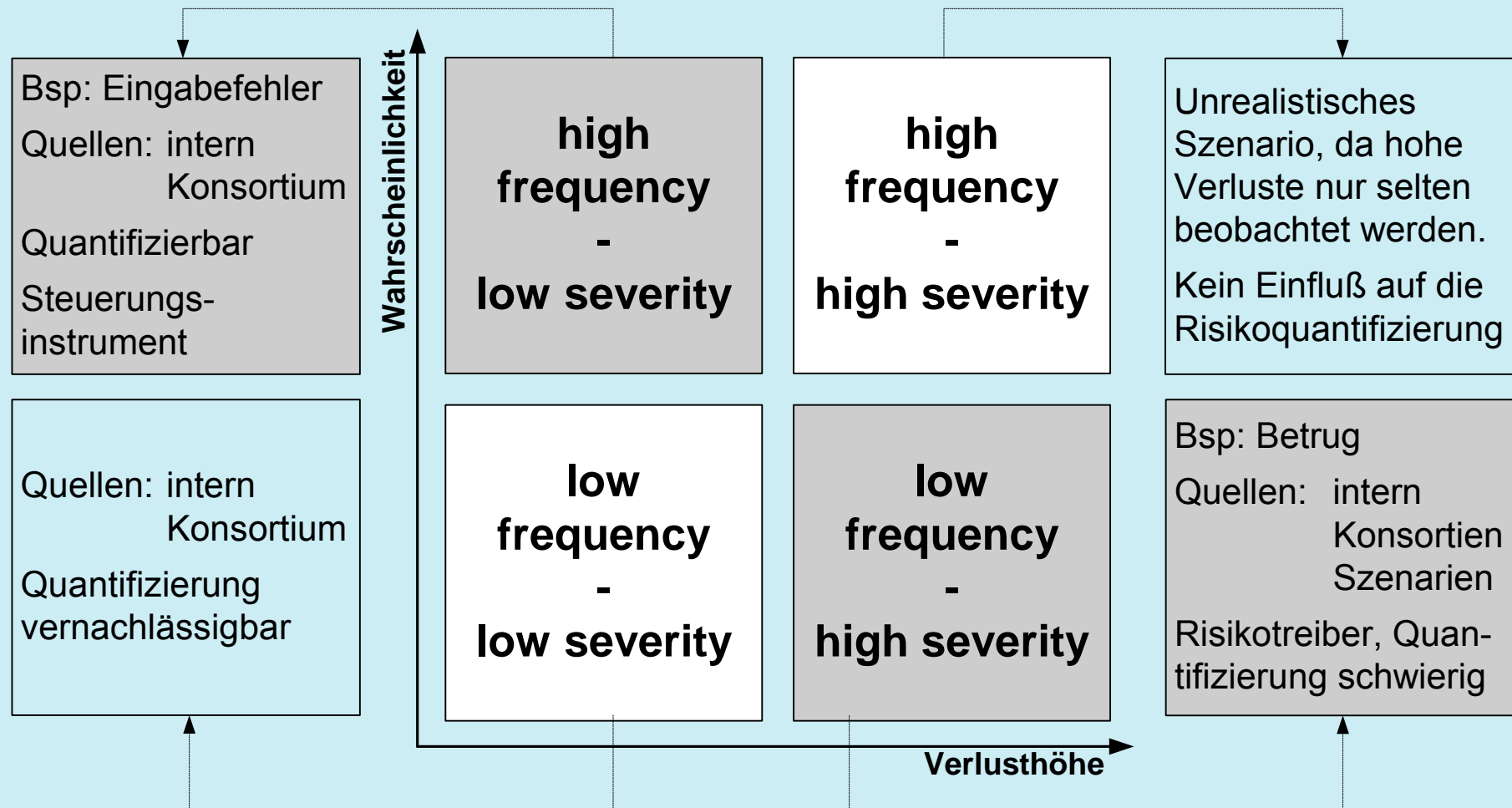
- Interne Risikomodelle
- Im Moment hohe Flexibilität
- Risikomaß soll 1-jähriger Behaltdauer und Konfidenzniveau von 99.9%(!?) entsprechen

# Erfassung von OpRisk

## Qualitative und quantitative Aspekte

- **Qualitativ:** Analyse der Kontrollumgebung durch
  - Risk Self-Assessments
  - Key Risk Indicators
- **Quantitativ:** Verlustmodelle aufbauend auf
  - Verlustdatenbanken
  - Szenarioanalysen

# Datenbasis



# Datenquellen

## ■ Interne Daten

Revisionsberichte, Schadensfallkonten, Fehlerberichte, etc.  
Üblicherweise nicht genug für stabile Risikomodelle

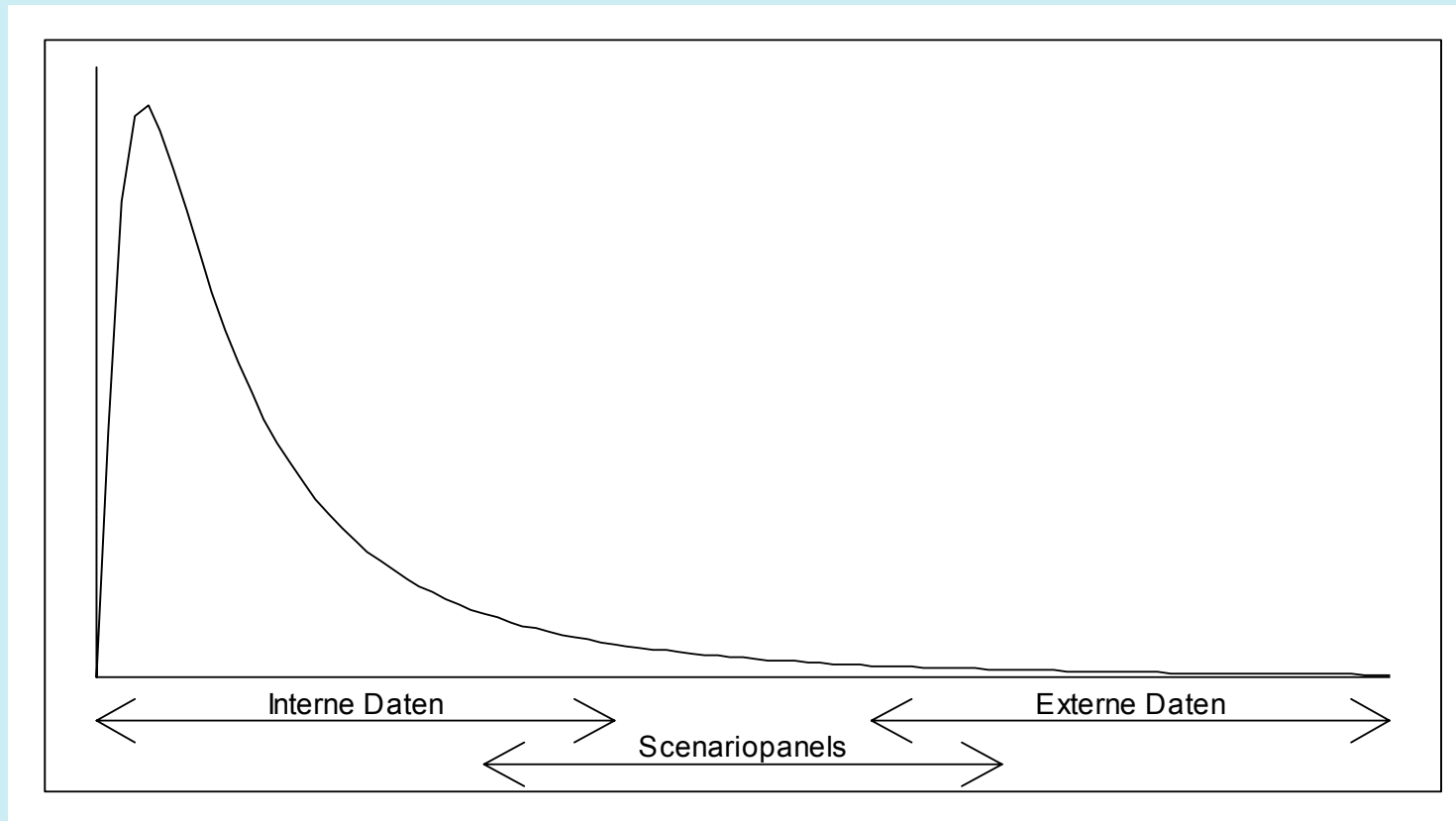
## ■ Datenkonsortium

Mehrere Finanzinstitute liefern Verlustdaten in zentralen Datenpool (Plausibilität, Anonymisierung, Relevanz, Skalierung)

## ■ Szenarien bzw. externe Daten

Entwicklung von Szenarien (z.B. Expertenschätzung) bzw. Publierte Schadensfälle (Skalierung, Relevanz)

# Schematische Datenverteilung



# Schadenskategorien

Die Erste Bank verwendet folgende Oberkategorien

- **People**

Durch Mitarbeiter vorsätzlich verursachte Verluste

- **Process**

Fehler im Arbeitsprozess, schlecht geplante Abläufe, ...

- **Systems**

EDV- und sonstige technische Probleme

- **External**

Externe Ereignisse (Betrug durch Kunden, Hochwasser,...)

# Schadenskategorien

## Typische Aufteilung der Fehlerklassen

OpRisk Schäden nach Fehlerklassen



# Risikoquantifizierung

## Grundlagen

- Modellierung der Verteilungen von
  - Schadenshäufigkeit / Frequenz
  - Schadenshöhe (des Einzelschadens)
- Aggregation dieser beiden Verteilungen
- Ziel
  - Verteilungsfunktion für Gesamtverlust
  - Statistiken: Expected Loss, Value-at-Risk (VaR)

# Ein (sehr) grober Vergleich

- Marktrisiko  
(Wert des Portfolios) X Schwankung
- Kreditrisiko  
(Größe des Obligos) X  
Ausfallswahrscheinlichkeit
- Operationales Risiko  
Schadensfrequenz X Schadenshöhe

# Operational Value-at-Risk

## Ein einfaches Rechenbeispiel

- Daten anhand der internen Verlustdatenbank  
Daten von 10 Monaten:

Monat	Verluste	Monat	Verluste
01	1,000	06	---
02	1,000; 10,000	07	10,000
03	---	08	1,000
04	10,000; 100,000	09	1,000; 1,000
05	1,000	10	---

# Operational Value-at-Risk

## Ein einfaches Rechenbeispiel

- Daten anhand der internen Verlustdatenbank

# Schäden	Wahrscheinlichkeit	Schadenshöhe	Wahrscheinlichkeit
0	0.3	1,000	0.6
1	0.4	10,000	0.3
2	0.3	100,000	0.1

# Operational Value-at-Risk

## Ein einfaches Rechenbeispiel

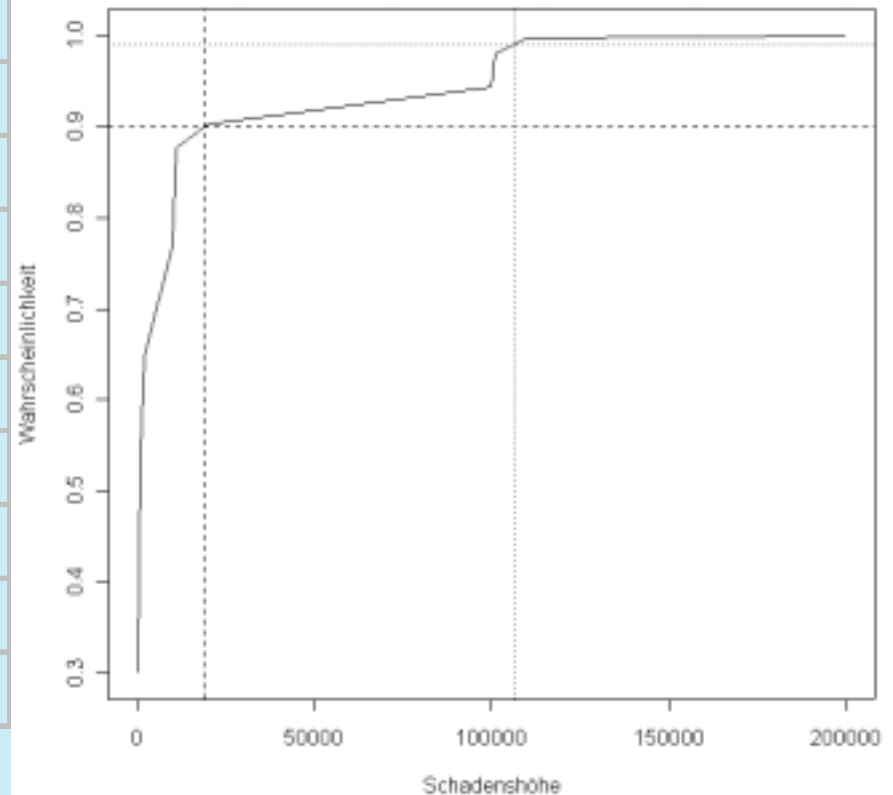
- Kombination aus den Verteilungen von Schadenshäufigkeit und –höhe.

# Verluste	1.Verlust	2.Verlust	Summe	Wahrsch. #	Wahrsch. V.1	Wahrsch. V.2	Wahrscheinl.
0			-	0.3	1	1	0.300
1	1,000		1,000	0.4	0.6	1	0.240
1	10,000		10,000	0.4	0.3	1	0.120
1	100,000		100,000	0.4	0.1	1	0.040
2	1,000	1,000	2,000	0.3	0.6	0.6	0.108
2	1,000	10,000	11,000	0.3	0.6	0.3	0.054
2	1,000	100,000	101,000	0.3	0.6	0.1	0.018
2	10,000	1,000	11,000	0.3	0.3	0.6	0.054
2	10,000	10,000	20,000	0.3	0.3	0.3	0.027
2	10,000	100,000	110,000	0.3	0.3	0.1	0.009
2	100,000	1,000	101,000	0.3	0.1	0.6	0.018
2	100,000	10,000	110,000	0.3	0.1	0.3	0.009
2	100,000	100,000	200,000	0.3	0.1	0.1	0.003

# Operational Value-at-Risk

## Ein einfaches Rechenbeispiel

Verlust	Wahrscheinl.	kum. Wahrsch.
-	0.300	0.300
1,000	0.240	0.540
2,000	0.108	0.648
10,000	0.120	0.768
11,000	0.108	0.876
20,000	0.027	0.903
100,000	0.040	0.943
101,000	0.036	0.979
110,000	0.018	0.997
200,000	0.003	1.000



90%VaR (1 Monat) = € 19,000

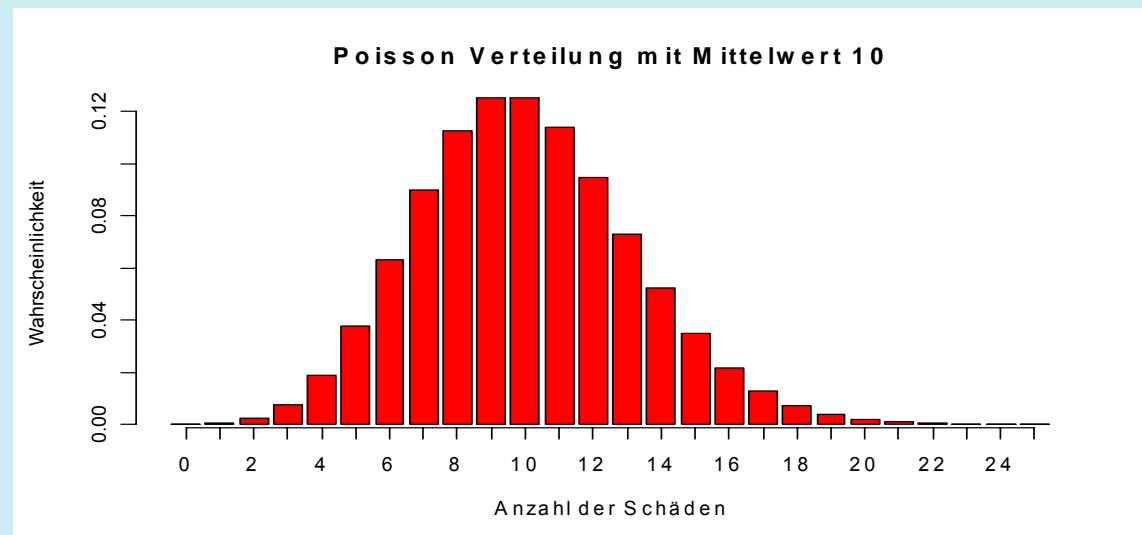
99%VaR (1 Monat) = €106,500

# Schadensfrequenz

Diskrete Verteilung auf nicht-negativen ganzen Zahlen

## ■ Poissonverteilung

- Poisson-Prozess (Gedächtnislosigkeit)
- Summe von Poisson verteilten ZVs ist  $\sim$ Poisson
- Zufällige Teilfolge  $\sim$ Poisson
- nur 1 Parameter
- MLE-Schätzer = Erwartungswert
- $EN = \text{Var } N$



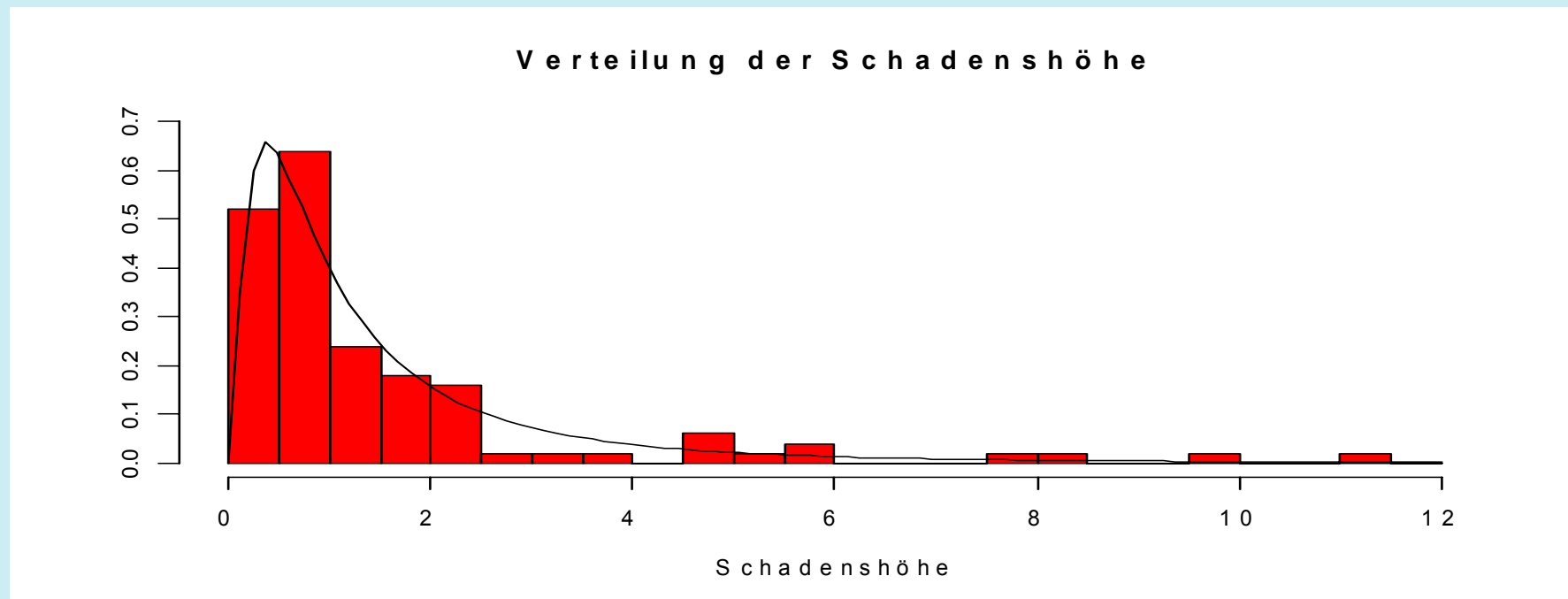
# Schadensfrequenz

## Weitere Verteilungen

- Negative Binomialverteilung ( $\text{Var } N > EN$ )
- Binomialverteilung ( $\text{Var } N < EN$ )
- allgemein: (a,b,0)-Klasse: 
$$\frac{p_k}{p_{k-1}} = a + \frac{b}{k}$$

# Schadenshöhe

- Empirische Verteilung
- Anpassen einer Verteilung



# Schadenshöhe - Verteilungen

- Lognormal
- Beta-Familie
  - (Verallgemeinerte) Pareto
  - Burr
- Transformierte Gamma-Familie
  - Gamma
  - Weibull
- Invers Transformierte Gamma-Familie

# Anpassen einer Verteilung

- Maximum Likelihood Schätzer
- Momentenschätzer
- Minimum Distanzschätzer

# Modellvergleich

- Wert der Likelihood Funktion
- $\chi^2$ -Anpassungstest  
Teststatistik bzw. p-Wert
- Kolmogorov-Smirnov-Test  
Teststatistik bzw. p-Wert
- Achtung auf verschiedene Parameteranzahl!  
(z.B. Likelihood-Ratio-Test bei Verteilungen  
aus gleicher Familie)

# Verteilungsmodell

Schadensfrequenz und Schadenshöhe werden getrennt modelliert und dann gefalzen.

$$S = X_1 + X_2 + \dots + X_N$$

Annahmen:

- gegeben  $N=n$ , sind  $X_1, X_2, \dots, X_n$  iid.
- gegeben  $N=n$ , ist Verteilung von  $X_1, X_2, \dots, X_n$  unabhängig von  $n$ .
- Verteilung von  $N$  ist unabhängig von  $X_1, X_2, \dots, X_n$

# Modell

■ Momente  $ES = EN EX$

$$VarS = EN VarX + VarN (EX)^2$$

■ Verteilungsfunktion

$$F_S(x) = \Pr(S \leq x) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n F_X^{*n}(x)$$

■ Dichte  $f_S(x) = \sum_{n=0}^{\infty} p_n f_X^{*n}(x)$

# Aggregation

- Direkte Berechnung der Faltung
- Direkte Approximation
- Rekursive Methoden – Panjer Formel
- Fast Fourier Transformation, direkte numerische Inversion
- Monte Carlo Simulation

# Panjer Formel

- X muss diskretisiert werden  $P(X=i) = p(i)$ ,  $P(S=i) = f(i)$

- Erzeugende Funktion:  $P(x) = \sum p(i)x^i$

$$P_S(x) = P_N(P_X(x))$$

- Logarithmische Ableitung:  $\frac{P'_S(x)}{P_S(x)} = \frac{P'_N(P_X(x))}{P_N(P_X(x))} P'_X(x)$

- für Poisson-Verteilung:  $P'_S(x) = \lambda P'_X(x) P_S(x)$

- Panjer Formel:  $f(0) = e^{-\lambda(1-p(0))}$

$$f(k) = \frac{\lambda}{k} \sum_{i=1}^k ip(i) f(k-i)$$

# Monte Carlo Simulation

1. Gegeben seien Verteilungen von  $X_i$  und  $N$
2. Für  $i=1, \dots, M_{\max}$  ziehe Zufallszahl  $N_i$  aus Frequenzvtlg. und  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iN_i}$  aus Schadenshöhevtlg.
3. Berechne  $S_i = \sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}$
4. Die Verteilungsfunktion der Variablen  $S$  wird durch die empirische Verteilungsfunktion  $F_{\hat{S}}(x)$  der erzeugten Zahlen approximiert .

# Monte Carlo Simulation

## ■ Flexibel

- Abhängigkeitsstruktur zwischen den  $X_i$  bzw. zwischen  $X_i$  und  $N$  kann modelliert werden.
- Einfluss von Versicherungen, Limits, ...
- Keine Diskretisierungen notwendig

## ■ Zeitaufwand

# Erweiterungen des Modells

- **Getrennte Verteilungen für**
  - verschiedene Bereiche der Schadenshöhe
  - verschiedene Geschäftsbereiche
  - verschiedene Schadenskategorien
- **Abhängigkeitsstruktur**
  - Korrelationen
  - Copulas

# Erweiterungen des Modells

- Einbindung externer Daten
  - Skalierung
  - Relevanz
- Einbau von Szenarien
- Einbau von qualitativen Kriterien
  - Bonus/Malus-System
  - Key Risk Indicators