

Forschungsprojekte im Bereich des finanziellen Risikomanagements

3. Oktober 2006
Wirtschaftskammer Wien

Univ.-Prof. Dr. Uwe Schmock
Finanz- und Versicherungsmathematik (FAM)
Institut für Wirtschaftsmathematik
Technische Universität Wien, Österreich
www.fam.tuwien.ac.at/~schmock

Grobe Klassifikation finanzieller Risiken (Forts.)

- Lebensversicherungsrisiken, insbesondere
 - Rentenversicherung: Langlebigkeitsrisiko
 - Todesfallvers.: Epidemien (→ spanische Grippe)
- Sachversicherungsrisiken, insbesondere
 - Naturkatastrophen (Erdbeben, Stürme, Überschwemmungen)
 - Kriege/Terroranschläge (WTC New York)
 - Von Menschen verursachte Großschäden (Tschernobyl, Piper Alpha, Bhopal-Unglück, ...)
- Modellrisiko, Parameterrisiko
- Liquiditätsrisiko
- Reputationsrisiko

Grobe Klassifikation finanzieller Risiken

- Marktrisiken
 - Zinsrisiken
 - Wechselkursrisiken
 - Kursrisiken (Aktien, Fonds, Termingeschäfte)
 - Risiken von Derivaten
- Kredit- und allgemeine Gegenparteirisiken
- Operationelle Risiken (Basel II) (Betrug, juristisches Risiko, Systemausfälle, Beschädigung/Zerstörung von Betriebsgütern, Geschäftsunterbrechung, etc.)

Einführung Kreditrisiken: Bernoulli-Modell

- Bernoulli-Verlustindikatoren

$$N_i = \begin{cases} 1 & \text{falls Schuldner } i \text{ (binnen Jahresfrist) ausfällt,} \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

- Ausfallws. $p_i = \mathbb{P}(N_i = 1)$ für $i = 1, \dots, m$.
- Anzahl Kreditausfälle $N = N_1 + \dots + N_m$.
- Wahrscheinlichkeitsverteilung für $n \in \{0, \dots, m\}$

$$\mathbb{P}(N = n) = \sum_{\substack{I \subset \{1, \dots, m\} \\ |I| = n}} \underbrace{\mathbb{P}(N_i = 1_{I}(i) \text{ for } i = 1, \dots, m)}_{\text{falls unabh. } (\prod_{i \in I} p_i) \prod_{i \in \{1, \dots, m\} \setminus I} (1 - p_i)}$$

$$m = 1000, n = 100 \implies \binom{1000}{100} \approx 6.4 \times 10^{139} \text{ Terme}$$

Beobachtungen ...

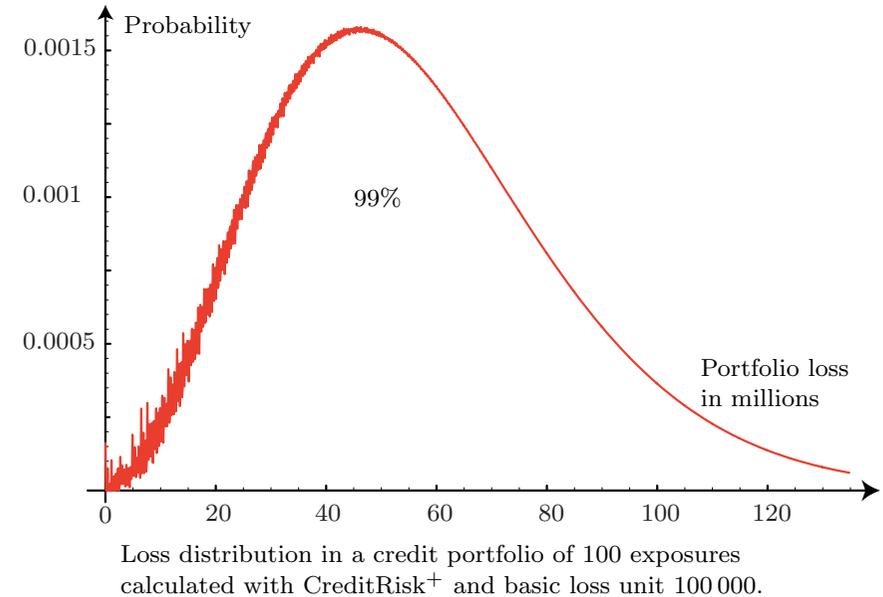
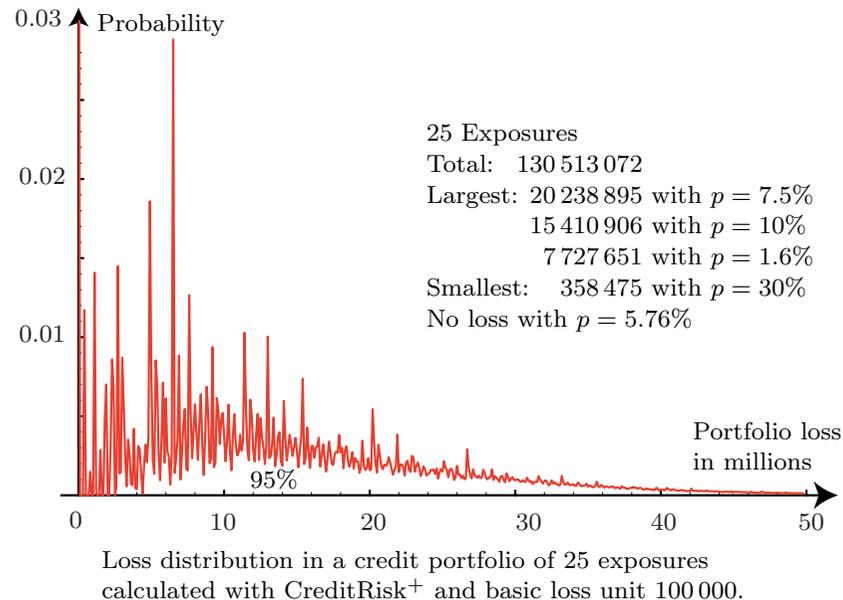
- Selbst im Bernoulli-Modell mit unabhängigen Verlustindikatoren ist die Anzahl der Summanden für die Berechnung der Verlustverteilung zu groß.
- Im allgemeineren Bernoulli-Mischmodell sind selbst die individuellen Terme kompliziert zu berechnen.
- Expositionen und Verwertungsraten der Sicherheiten sind noch nicht einmal berücksichtigt.

... und Schlußfolgerungen

- Vereinfachende Annahmen sind notwendig.
- Approximationen müssen in Betracht gezogen werden.

Einführung in CreditRisk⁺ (Standardversion)

- Entwickelt durch Credit Suisse Financial Products.
- Aktuarielles Modell für die Aggregation von Risiken.
- Basiert auf Poisson-Approximation der individuellen Ausfälle und der Teilbarkeit der Poissonverteilung.
- Berücksichtigt Expositionen und Verwertungsraten.
- Mehrere unabhängige Risikofaktoren für die Abhängigkeiten der Ausfallfrequenzen sind möglich.
- Wahrscheinlichkeitserzeugende Funktion φ_L des Verlustes L im Kreditportfeuille ist in geschlossener Form darstellbar.
→ Keine Monte-Carlo-Simulation nötig



Erweiterungen von CreditRisk⁺

- Stochastische Verluste der Schuldner, Verlustverteilung darf vom Risikofaktor abhängen.
- Risikogruppen mit abhängigen stochastischen Verlusten gegeben der Kreditausfall sind möglich.
- Abhängige Risikofaktoren für Ausfallfrequenzen
- Risikobeiträge der Schuldner explizit berechenbar.
- Selbst mit allen Erweiterungen kann die wahrscheinlichkeitserzeugende Funktion φ_L des Portefeuilleverlusts in geschlossener Form dargestellt werden.
→ Keine Monte-Carlo-Simulation nötig!
- Verteilung von L und Risikobeiträge können numerisch stabil aus $\varphi_{\gamma,L}$ berechnet werden.

Risikomessung mit bedingtem Überschuß

Sei X eine Verlustvariable und $\delta \in (0, 1)$ ein Niveau.

Definition: Der bedingte Überschuß ist definiert durch

$$ES_{\delta}[X] := \frac{\mathbb{E}[X1_{\{X > q_{\delta}(X)\}}] + q_{\delta}(X)(\mathbb{P}(X \leq q_{\delta}(X)) - \delta)}{1 - \delta}.$$

Bemerkung: Falls $\mathbb{P}(X \leq q_{\delta}(X)) = \delta$, insbesondere falls die Verteilungsfunktion $\mathbb{R} \ni x \mapsto \mathbb{P}(X \leq x)$ von X auch linksstetig in $x = q_{\delta}(X)$ ist, dann

$$ES_{\delta}[X] = E[X | X > q_{\delta}(X)].$$

Risikomessung mit Quantilen

Sei X eine Verlustvariable und $\delta \in (0, 1)$ ein Niveau.

Definition: Unteres δ -Quantil von X ist def. durch

$$q_{\delta}(X) := \min\{x \in \mathbb{R} \mid \mathbb{P}(X \leq x) \geq \delta\}.$$

Bemerkung: Quantile werden als Value-at-Risk benutzt, schlechte Eigenschaften bzgl. Diversifikation.

Eigenschaften: $q_{\delta}(X)$ kann springen wenn

- das Sicherheitsniveau δ oder
 - die stochastische Verlustvariable X
- leicht verändert werden.

Risikobeiträge zum bedingten Überschuß

Definition: Für Teilverlust $X \in \mathcal{L}_1(\mathbb{P})$ des Portefeuilleverlustes $Y \in \mathcal{L}_1(\mathbb{P})$ ist der Risikobeitrag zum bedingten Überschuß zum Niveau $\delta \in (0, 1)$ def. durch

$$ES_{\delta}[X, Y] = \frac{E[X1_{\{Y > q_{\delta}(Y)\}}] + \beta_Y \mathbb{E}[X1_{\{Y = q_{\delta}(Y)\}}]}{1 - \delta}$$

wobei

$$\beta_Y = \frac{\mathbb{P}(Y \leq q_{\delta}(Y)) - \delta}{\mathbb{P}(Y = q_{\delta}(Y))}$$

falls $\mathbb{P}(Y = q_{\delta}(Y)) > 0$ und 0 andernfalls.

Bem.: Falls $\mathbb{P}(Y \leq q_{\delta}(Y)) = \delta$, dann $\beta_Y = 0$ und

$$ES_{\delta}[X, Y] = \mathbb{E}[X | Y > q_{\delta}(Y)].$$

Bestehende Forschungs Kooperation

Christian-Doppler-Labor für Portfolio

Risk Management (PRisMa Lab, www.prismalab.at)

- **Organisation und Evaluation:**
Christian-Doppler-Forschungsgesellschaft (CDG)
(www.cdg.ac.at)
- **Industriepartner:**
 - Bank Austria Creditanstalt (BA-CA)
(www.ba-ca.com, Module 1–8)
 - Österreichische Bundesfinanzierungsagentur (ÖBFA)
(www.oebfa.co.at, Modul 9)
- **Finanzierung:** CDG: 50 %, BA-CA: 40 %, ÖBFA: 10 %

Bestehende Forschungs Kooperation (Forts.)

- **Laborleiter:** Univ.-Prof. Dr. Uwe Schmock
- **Betreiberinstitut:**
Forschungsgruppe Finanz- & Versicherungsmathematik
(FAM, www.fam.tuwien.ac.at)
Institut für Wirtschaftsmathematik (IWM)
TU Wien, Wiedner Hauptstraße 8–10, 7. Stock
- **Dauer:** 2006–2007, verlängerbar bis 2012
- **Anmerkung:**
 - Inhaltliche Beteiligung bei Vollkostenübernahme
nach Absprache mit BA-CA & ÖBFA vorstellbar.

Forschungs module im CD-Labor PRisMa

- M1** Application of actuarial methods to operational risk
Modulleiter: ao. Univ.-Prof. Dr. Peter Grandits
- M2** Risk-adjusted value functionals and capital allocation
Modulleiter: Dr. Johannes Leitner
- M3** Measures of risk and risk-based capital allocation
Modulleiter: o. Univ.-Prof. Dr. Walter Schachermayer
- M4** Dependence modelling for pricing and risk management
Modulleiter: Univ.-Prof. Dr. Uwe Schmock
- M5** Modelling of fixed income markets
Modulleiter: ao. Univ.-Prof. Dr. Josef Teichmann

Forschungs module im CD-Labor PRisMa (Forts.)

- M6** Credit risk models and credit derivatives
Modulleiter: Univ.-Prof. Dr. Uwe Schmock
- M7** Numerical methods in finance
Modulleiter: Univ.-Ass. Dr. Reinhold Kainhofer
- M8** Modelling of market risk with jump processes
Modulleiter: Univ.-Ass. Dr. Friedrich Hubalek
- M9** Quantification of counterparty risk for exotic swaps
Modulleiter: Schachermayer/Schmock/Teichmann

Weitere mögliche Kooperationsthemen

- Securitization and asset backed securities
- Rating systems (credit, motor insurance, ...)
- Quantification of model risk
- Investment strategies
- Electricity markets and electricity derivatives
- Weather derivatives
- Modelling of large insurance claims
- Risk in life or health insurance portfolios

Einige Methoden & Hilfsmittel (Fachgebiete)

- Mathematische Statistik
- Theorie stochastischer Prozesse
- Stochastische Analysis
- Extremwerttheorie
- Funktionalanalysis
- Abhängigkeitsmodellierung
- Versicherungsmathematik, Risikotheorie
- Numerik und Simulation
- ... und wirtschaftliche Kenntnisse

Modalitäten eines gemeinsamen Forschungsprojekts

- Laufzeit: mind. 6 Monate, idealerweise ca. 3–4 Jahre
- Arbeitsort: FAM (TU Wien) sowie Industriepartner
- Vertrag, Vertraulichkeit, Patente, Haftungen:
Möglichst gemäß Musterformular der TU Wien

Jährliche Finanzen

30 150.– Euro für Doktorand
51 570.– Euro für Postdoc
58 300.– Euro für Senior Postdoc

} FWF-Ansätze 2006

zuzüglich ca. 40 % Overhead für Sekretariat, Systemadministration, Computer, Drucker, EDV-Lizenzen, wissenschaftliche Gäste, Reisemittel, Workshops, Zusatzliteratur, Verbrauchsmaterial, etc.

Personal der Forschungsgruppe FAM

- o. Univ.-Prof. Dr. Walter Schachermayer (Wittgensteinpreisträger Finanzmathematik 1998)
- Univ.-Prof. Dr. Uwe Schmock
– Forschungsdirektor RiskLab an der ETH Zürich, 1999–2001, www.risklab.ch
– Direktor PRisMa Lab, www.prismalab.at
- ao. Univ.-Prof. Dr. Peter Grandits
- ao. Univ.-Prof. Dr. Josef Teichmann (START-Preisträger 2006)
- 2 Universitätsassistenten (promoviert)
- 9 Postdocs (projektfinanziert)
- 9 Doktoranden (projektfinanziert), 3 offene Stellen

Nutzen für Industriepartner

- **Wissenstransfer** zur Lösung und Implementierung bank- und versicherungsrelevanter Fragestellungen, insbesondere im Risk Management.
- **Human Resources:** Frühzeitiger Kontakt mit Absolventen und Mitarbeitern der Forschungsgruppe.
- **Standards** setzen durch frühzeitige Anwendung neuer Methoden.
- **Fixer Kostenrahmen** für ausgelagerte Grundlagenforschung und Testen neuer Methoden.
- **Kontakte** zum weltweiten Netzwerk einer renommierten Forschungsgruppe für Finanz- und Versicherungsmathematik.

Nutzen für Forschungsgruppe FAM und TU Wien

- **Höhere Attraktivität** (auch international) für herausragende Doktoranden und Postdocs
- **Intensiverer Forschungsbetrieb** durch Drittmittel
- **Verbesserte Position bei Evaluierungen** TU-Wien-intern und universitätsübergreifend
- **Verbesserte Informationslage** bzgl. Bedürfnisse und Erwartungen der Finanzindustrie
- **Ausbau der Qualifikation** zur Kooperation mit Banken, Versicherungen und Aufsichtsbehörden

Nutzen für Projektleiter

- Längerfristig finanziell abgesichertes Arbeiten an Forschungsthemen
- Weitgehend freie Mittelverwendung in Absprache mit dem Industriepartner
- Anregungen für die anwendungsnahe Ausbildung der Studierenden

Nutzen für wissenschaftliche Mitarbeiter

- Akademische Qualifikation (Promotion/Postdoc)
- Karrieremöglichkeiten in Wissenschaft und Industrie
- Enger Kontakt zur Industrie/Wechselmöglichkeit
- Schulung in Denk- und Arbeitsweisen der Industrie (z. B. Projektmanagement, Meilensteine, etc.)

Synergien mit weiteren (universitätsübergreifenden) Forschungs- und Kooperationsprojekten am FAM

- *Mathematics and CreditRisk* WWTF (Prof. Fulmek (Univ. Wien), Pichler (WU), Schachermayer, Schmock, Teichmann (TU Wien))
- *Advanced Mathematical Methods for Finance* European Science Foundation, 13 europäische Länder Chair: Prof. Øksendal (Universität Oslo) Für Österreich: Prof. Schmock (TU Wien)
- *Utility Maximization in Incomplete Financial Markets* FWF (Prof. Schachermayer)

Synergien mit weiteren (universitätsübergreifenden) Forschungs- und Kooperationsprojekten am FAM

- *Wissenschaftskolleg Differential Equations*
Univ. und TU Wien (Prof. Schmeiser/Schachermayer)
- *Radon Institut für Angewandte Mathematik* in Linz,
Österreichische Akademie der Wissenschaften
(Prof. Engl, Finanzmath.: Prof. Larcher/Schachermayer)
- *Evolution Equations*, EU-Projekt,
Research Training Network (Prof. Teichmann)
- *Robuste Kalibrierung von Aktienkursmodellen
mit Sprüngen*, FWF (Dr. Kainhofer)

Kürzlich beendete Forschungsprojekte am FAM

- *Stochastic Processes in Finance*
Wittgensteinpreis (Prof. Schachermayer)
- *CreditRisk⁺: Implementierung und Erweiterungen*
Zwei Projekte mit ÖNB (Prof. Schmock)
- *Erstellung der Rentensterbetafel AVÖ 2005*
AVÖ & FMA (Prof. Schmock/Dr. Kainhofer)
- *Abschätzung der Ruinwahrscheinlichkeit
für einen Versicherer*, FWF (Prof. Grandits)
- *Auswirkungen moderner Kreditrisikomanagement-
methoden unter Berücksichtigung sektor- und
institutsspezifischer Kriterien*
Jubiläumsfonds der ÖNB (Prof. Schachermayer)