

Der rasante Einzug der Mathematik in der Nicht-Leben  
Versicherung:  
Eine Zeitreise über 40 Jahre

Abschiedsvortrag  
ETH Zürich  
15. Mai 2014

## Bemerkung zu diesem Foliensatz:

die an der Abschiedsvorlesung gezeigten Folien waren nicht selbstsprechend. Um einen selbstsprechenden Foliensatz zu erhalten, ist hier wo nötig das gesprochene Wort beigefügt, kursiv und in kleinerer Schrift (*gesprochenes Wort*)

*zur Titelfolie:*

*Nicht-Leben:*

*welch ein schreckliches Wort. Es beinhaltet ganz einfach alle Versicherungszweige ausser der Lebens-Versicherung und hat sich als Begriff halt so eingebürgert.*

*eine Zeitreise über 40 Jahre:*

*vor 40 Jahren kam ich hier an der ETH zum ersten Mal mit diesem Thema in Berührung*

# Was machen Aktuare in einer NL-Versicherung ?

- **Aktuare machen Risiken kalkulierbar**

*Wenn Sie Auto fahren, dann können Sie nicht ausschliessen, einen schweren Unfall zu verursachen mit einem Schadenaufwand von mehreren Mio CHF. Dieses finanzielle Risiko können Sie abwälzen auf die Versicherung durch Bezahlung einer fixen Prämie. Dazu braucht es Leute, welche solche Risiken kalkulierbar machen, und das sind eben die Aktuare.*

- **Haupttätigkeiten eines Nicht-Leben Aktuars**

- ▶ Pricing (Prämienberechnung, Tarifierungssysteme)
- ▶ Reserving (insbesondere Schadenrückstellungen)
- ▶ Risk-Management (Solvenz, Risikokapital, Valuation, ALM, ...)

*In den nachfolgenden Ausführungen werde ich mich aus Zeitgründen auf den ersten (Tarifizierung) und dritten Punkt (Solvenz) beschränken.*

# Zu den Anfängen

*Meine Zeitreise geht zwar über 40 Jahre. Doch die Nicht-Leben Mathematik bzw. der systematische Einsatz von Mathematik in NL geht gar nicht viel weiter zurück, nämlich nur etwa 15 Jahre. Ich will hier ganz kurz diese Anfänge beleuchten.*

- 1957 Gründung der Sektion ASTIN (applied studies in non-life insurance)

*1957 gründete die IAA (international actuarial association) die Sektion ASTIN, welche ab Ende der 50-er/Anfang der 60-er Jahren eine rege Forschungsaktivität entwickelte.*

- Schweiz: 60-er Jahre

*Auch in der Schweiz ist der Beginn des Einsatzes von Mathematik in NL auf Anfang der 60-er-Jahre anzusetzen*

- ▶ Anfang 60-er Jahre



junger Aktuar bei Swiss Re

erhält Auftrag, sich bei seinem bevorstehenden Aufenthalt in den USA umzusehen, ob Mathematik auch in Nicht-Leben nutzbringend angewendet werden kann

*Das war natürlich eine spannende Aufgabe für so einen jungen Aktuar und zeigt auch, wie viel Vertrauen die Swiss Re in ihn gesetzt hatte. Es handelte sich dabei auch nicht einfach um irgendjemanden, sondern um Hans Bühlmann.*

# Zu den Anfängen

- Schweiz: 60-er Jahre

*Der erste prominente Einsatz von Mathematik in der Nicht-Leben Versicherung in der Schweiz ist verbunden mit diesem Mann. Es geschah nicht ganz ohne äusseren Druck. Die Prämien in der Motorfahrzeug-Haftpflicht waren zu tief und die Versicherer beantragten eine Tarifierhöhung. Die Aufsichtsbehörde machte die Genehmigung davon abhängig, dass die Versicherer etwas tun für die guten Risiken und den individuellen Schadenverlauf bei der Prämie berücksichtigen. Da sahen die Versicherer, dass dies nicht mehr ohne Mathematik geht und beauftragten Fritz Bichsel, welcher die mathematischen Grundlagen für die Einführung des Bonus-Malus Systems in der Schweiz lieferte.*



Fritz Bichsel

"Vater" des Bonus-Malus Systems

1964: Erfahrungstarifierung in der Motorfahrzeug-Haftpflicht-Versicherung, Mitteilungen SAV

*Sowohl Hans Bühlmann wie auch Fritz Bichsel sollten einen wesentlichen Einfluss auf meinen beruflichen Werdegang haben.*

*Hans Bühlmann war mein Lehrer, mein Doktorvater, mein Mentor. Wir waren 10 Jahre zusammen editors des ASTIN Bulletin, haben zusammen ein Buch geschrieben und es ist besonders schön, dass wir nun seit 4 Jahren das Büro an der ETH teilen und weiterhin spannende Gespräche haben können.*

*Fritz Bichsel habe ich 1979 zum ersten Mal getroffen*

# Zu den Anfängen der 40-jährigen Zeitreise

- 1979: Anruf von Fritz Bichsel

- ▶ Problem in der Kollektiv-Krankenversicherung (KKV)

Doktorarbeit "optimales Stutzen in der Kreditabilitätstheorie"

*Es gäbe da ein Problem in der Kollektiv-Krankenversicherung und er hätte gehört, dass ich an einer Doktorarbeit über Stutzen in der Kreditabilitätstheorie arbeite. Das könnte hier von Nutzen sein.*

- ▶ Modell in Doktorarbeit erweitert, so dass anwendbar auf KKV-Problem
- ▶ Einladung zu Gespräch bei Winterthur
- ▶ => Eintritt als Aktuar bei Winterthur in 1981, wo ich bis 2010 arbeitete  
*Und die Resultate aus meiner Doktorarbeit konnten nach deren Fertigstellung unmittelbar in die Praxis umgesetzt werden und werden heute noch in der Tarifierung der KKV benützt.*

*Es gab noch eine dritte Person, welche einen entscheidenden Einfluss auf meinen beruflichen Werdegang hatte, Paul Embrechts.*

- 1990: Anfrage von Paul Embrechts bezüglich Lehrauftrag an ETH



Paul Embrechts

=> 1991 bis Ende 2013: Lehrtätigkeit an ETH

# Programm

- Entwicklung der NL-Mathematik aufzeigen aufgrund konkreter Anwendungen in der Versicherungspraxis
  - ▶ Tarifierung im regulierten Markt
  - ▶ Tarifierung im freien Markt
  - ▶ Mathematik und Bundesgericht
  - ▶ SST und Solvency II

*Bei all diesen Arbeiten konnte ich mich auf ein Team von hochqualifizierten MA abstützen. Ohne sie hätte ich nichts ausrichten können. Und so möchte ich hier stellvertretend für alle die Namen der mir damals direkt unterstellten MA erwähnen.*

- Team von hochqualifizierten Mitarbeitern  
direkt unterstellte Mitarbeiter bei der Winterthur  
Markus Lienhard, Jean Laurent, Peter Reinhard, Markus Steiner

*Bevor ich mit dem obigen Programm beginne, möchte ich ein paar persönliche statements voranstellen.*

# persönliche Statements

- Es ist meine tiefste Überzeugung, dass Mathematik einen grossen Beitrag zur Lösung von Problemen in dieser Welt leisten kann.
- Theorie und Praxis sind zwei sich ergänzende Teile  
best practice is a good theory  
Pragmatismus und gesunder Menschenverstand ebenso unabdingbar
- Grundsatz für Versicherungspraxis: **genügend genau**

*Dieser Grundsatz hat sich erst im Verlaufe meiner praktischen Tätigkeit herausgebildet.*

*Für die Praxis ist es nicht nötig, perfekte Lösungen zu haben, es ist hinreichend, wenn sie genügend genau sind. Nicht die kompliziertesten Modelle und die mathematisch optimalsten Lösungen sind immer die besten. Ein einfacheres genügend genaues Modell, wo die Parameter und die Wirkungsweise verstanden werden, ist meistens für die Praxis besser geeignet.*

- Aktuare sollen sich den höchsten ethischen Ansprüchen verpflichtet fühlen

*Dieser Grundsatz ist von allen der wichtigste. Er gilt zwar für jede Berufsgattung, ist jedoch in der Finanzindustrie besonders wichtig, da es meistens um viel Geld geht, die Materie komplex ist und deshalb ohne klare selber gesetzte ethische Leitplanken die Versuchung gross sein kann, den Eigennutzen vor die sachlich richtige Problemlösung zu stellen.*

# Tarifierung im regulierten Markt

- Rahmenbedingungen

- ▶ präventive Versicherungsaufsicht;  
Prämien waren Vorlage-pflichtig und mussten von der Aufsichtsbehörde genehmigt werden
- ▶ Prämien waren in vielen Branchen einheitlich für alle Versicherer
- ▶ gemeinsame Prämienberechnung
  - ★ Motorfahrzeug-Haftpflicht (MFH)  
Winterthur: Personenwagen und die Motorräder, Zürich: restliche Fahrzeuge
  - ★ Sachversicherung: Mobilien
- ▶ relativ wenige Aktuarien in NL tätig

# Tarifierung im regulierten Markt

- mathematische Verfahren/Techniken

- ▶ Credibility

- Bühlmann-Straub

- ▶ Ausgleichsverfahren

- Bailey-Simon, Methode der Randtotale, direkte Methode

*Das Verfahren von Bailey and Simon wurde unter anderem für die Berechnung des Motorfahrzeug-Tarifs in Deutschland benutzt. Auf die Methode der Randtotale und die direkte Methode werde ich später noch kurz zu sprechen kommen.*

- ▶ spezielle in der Schweiz verwendete Verfahren

- ★ MFH: F. Bichsel, mathematische Verteilung (limited fluctuation theory of credibility)

- Grundidee:

$$P_{neu} = \alpha X_{neu} + (1 - \alpha) P_{alt},$$

wobei	$P_{neu}$	neue Prämie (reine Risikoprämie),
	$X_n$	neue Beobachtung,
	$P_{alt}$	alte Prämie,
	$\alpha$	Gewicht, so dass "Zufallsfehler" in $P_n$ beschränkt,

*Diese Grundidee wurde auf verschiedenen hierarchischen Stufen und separat für die Schadenfrequenz und den Schadendurchschnitt angewendet mit dem Ziel, einen Tarif zu erhalten, der in der zeitlichen Entwicklung nicht zu stark von zufälligen Schwankungen der Beobachtungen in den einzelnen Zellen beeinflusst wird und einen möglichst glatten Verlauf aufweist.*

# Tarifierung im regulierten Markt

- mathematische Verfahren/Techniken
  - ▶ spezielle in der Schweiz verwendete Verfahren
    - ★ Feuer: Methode H. Ammeter (junior)(ab 1982; robuste Statistik)

*Ausgangsbasis:*

*Schadensätze über 10 Jahre pro Statistikposition;*

*typisches Bild:*

*Ausreisser in einzelnen Jahren wegen Grossschadensereignissen;*

*was tun mit diesen Ausreissern bzw. wie soll die Belastung aus Grossschäden auf die einzelnen Positionen aufgeteilt werden?*

*Grundidee Ammeter:*

*Einfluss einer einzelnen Beobachtung auf geschätzten Schadensatz soll limitiert sein auf die einer Null-Beobachtung. Ohne sich dessen bewusst zu sein, hat Ammeter damit die Idee der robusten Statistik aufgegriffen.*

*Auch hier wurde das Verfahren auf verschiedenen hierarchischen Stufen durchgeführt mit dem Ziel, den Gesamtschadensaufwand risikogerecht, Grossschaden-bereinigt und vom Management nachvollziehbar auf die einzelnen Positionen zu verteilen.*

# Tarifierung im freien Markt

- Deregulierung MFH: Geburtsstunde des Einsatzes **multivariater Statistik**
  - ▶ viel feiner abgestufte Tarife; 8 und mehr Tarifkriterien
  - ▶ eindimensionale Analysen nicht mehr genügend

*Wenn z.B. Geschlecht ein Tarifkriterium ist, dann genügt es nicht mehr, einfach zu schauen, ob z.B. die Frauen weniger Schäden verursachen als die Männer. Ein günstigerer Schadenverlauf bei den Frauen kann auch dadurch bedingt sein, dass diese weniger motorisierte Fahrzeuge fahren und dies bereits im Tarifkriterium Hubraum berücksichtigt ist. Sonst kann es herauskommen, wie es der nachfolgende Artikel aus einer Berliner-Zeitung auf den Punkt bringt.*

Berliner Tageszeitung (Tagesspiegel vom 09.06.1995, Seite 17)

*Herbert ist ein exzellenter Autofahrer. Demgemäss zahlt er seit Jahren nur noch 35% seines Versicherungstarifes. Mit der Liberalisierung des europäischen Versicherungsmarktes kam seine wirklich grosse Stunde. Er zog aus der Stadt aufs Land und stellte seinen Wagen in die Garage. Das brachte ihm jeweils 10%, also insgesamt 20% Rabatt extra. Herbert ist mittlerweile Rentner und fährt nur noch wenig. Das erspart ihm weitere 10%. Da er allein fährt, weil seine Frau gestorben ist, wird er nochmals mit 5% rabattiert. Herbert fährt jetzt zum Nulltarif und denkt an eine Geschlechtsumwandlung. Denn als Frau bekäme er weitere 10% Rabatt*

- ▶ Einsatz von MVS wird **Industriestandard**  
war nur möglich infolge Bereitstellung von auf die Versicherung ausgerichteter Software (Pretium, Emblem, etc.).

# Tarifierung im freien Markt

- neues Paradigma

- ▶ Verwendung von GLM (generalised linear models) mit
  - ★ (overdispersed) Poisson mit log-link für Schadenfrequenz
  - ★ Gamma mit log-link für den Schadendurchschnitt

- ▶ Bemerkungen:

- ★ Methode der Randtotale (Bayley 1960, Jung 1968);  
liefert genau dieselben Schätzwerte wie ODP mit loglink

Direkte Methode (van Eghen, Greup, Nijssen, 1983);  
liefert genau die gleichen Schätzwerte wie Gamma mit loglink

- ▶ Gefahren von Software Tools (Pretium, Emblem, etc.)

- ★ Verwendung als "black box"
- ★ Verwendung in Situationen, wo nicht geeignet
- ★ "schwache" Behandlung der Grossschäden (bei GLM mit ODP und Gamma)  
1 bis 2% der grössten Schäden für rund die Hälfte des Schadenaufwands verantwortlich  
Credibility (kombiniert mit GLM) würde m.E. einen besseren Job machen

*GLM ist besonders geeignet, wenn viele Daten vorhanden sind. Das ist im Bereich der Grossschäden nicht der Fall. Zudem ist Gamma keine geeignete Verteilung für Grossschäden. M.E. ist mit der oben geschilderten GLM-Methodik die Behandlung der Grossschäden schwach. Wir sprechen hier jedoch von der Hälfte der Prämie. Die Methodik könnte m.E. unter Verwendung von Credibility verbessert werden.*

# Tarifierung im freien Markt

- Was ist aus Credibility geworden?

- ▶ hat sich stark weiter entwickelt: hierarchische Modelle, mehrdimensionale Credibility, Credibility im Regressionsfall, rekursive Credibility bis hin zu Kalman-Filter

Bühlmann H., Gisler A. (2005), *A Course in Credibility and its Application*, Springer Verlag

- ▶ viele Anwendungen da und dort

- ★ Tarifierung NL und Leben, Schadenrückstellungen, Credit-Risiken bei Banken, operationelle Risiken, ...
- ★ Potential bei weitem noch nicht ausgeschöpft

- ▶ jedoch (noch) nicht "Standard" geworden wie GLM

- ★ ein Grund: fehlende auf die Versicherung ausgerichtete Software; in der Anwendung noch kaum über das Stadium von "selbstgestrickten xl's" hinausgekommen

- ▶ könnte sich in absehbarer Zukunft ändern

- ★ Anzeichen vorhanden für die Entwicklung einer "Credibility-Software for Insurance and Finance"; Erste Gespräche mit der Software-Firma SAS haben bereits stattgefunden
- ★ Credibility kombiniert mit GLM: ein zukünftiger Standard für die Tarifierung in Branchen wie MF?

# Mathematik und Bundesgericht

- 1998: Streitgegenstand vor Bundesgericht
  - ▶ MFH: Kapitalisierungszinsfuss 3.5% (unverändert seit 1946)  
Kläger: Zinsfuss zu hoch; trägt zukünftiger Teuerung zu wenig Rechnung;
- Bundesgericht holt Expertengutachten ein bei Universität St. Gallen, Nationalbank, BPV und dem SVV und möchte Antwort auf folgende Fragen
  - ▶ Frage 1:  
*Welche Vermögensanlagen sind .....mittel- bis langfristig (20Jahre).....einem Anleger zumutbar, der aus Anlage und Ertrag mindestens teilweise seinen Lebensunterhalt bestreiten muss.*
  - ▶ Frage 2:  
*Mit welchen Renditen solcher Anlagen kann .....gerechnet werden?*
  - ▶ Frage 3  
*Lassen sich über die in den nächsten 20 Jahren zu erwartende Teuerung begründbare Prognosen stellen?*
  - ▶ Frage 4  
*Welche ...Auswirkungen hätte eine Senkung des Kapitalisierungszinsfusses von 3.5% auf 2.5%, 2.0% oder 1.5% .....auf*
    - a) *die Schadenrückstellungen*
    - b) *die Prämienkalkulation?*

# Mathematik und Bundesgericht

- die ersten drei Fragen lassen sich zusammenfassen zu:  
welche Realrendite kann ein Geschädigter realistischerweise erzielen
- Antwort auf Frage 4, Auswirkungen auf Schadenrückstellungen \*)  
Senkung auf 2.5%    + 734 mio    + 9.3%  
Senkung auf 1.5%    +1'627 mio    +20.6%

\*) falls Direkt- und Regress-Schaden betroffen

*Es ging also wieder einmal um sehr viel Geld.*

- Experten-Gutachten
  - ▶ Gutachten SVV (schweiz. Versicherungsverband)
    - ★ Prozess  
ad hoc Arbeitsgruppe des SVV

*Der SVV bildete eine ad-hoc AG mit Vertretern verschiedener Versicherungs-Gesellschaften. Ich mag mich noch gut an die erste Sitzung erinnern: da begann man etwas hilflos Argumente für die Beibehaltung der bisherigen Regelung zusammenzutragen. - Der Aktuar soll sich den höchsten ethischen Ansprüchen verpflichtet fühlen. - Ich erhob meine Hand und sagte, dass das so nicht gehe, dass wir vielmehr versuchen müssten, zu verstehen, was Sache ist, und vielleicht hätte der Geschädigte ja recht. Damit machte ich mich nicht gerade beliebt. Alles andere hätte aber keinen Sinn gemacht. Ein reines Interessengutachten hätte ja überhaupt keine Glaubwürdigkeit gehabt. Ich habe die Sitzung "überlebt", und am Schluss war es die Winterthur, welche das Gutachten für den SVV erarbeitete.*

# Mathematik und Bundesgericht

## ● Experten-Gutachten

### ▶ Gutachten SVV (schweiz. Versicherungsverband)

#### ★ Resultate/Schlussfolgerungen SVV Gutachten:

- "historische" Nominalrenditen		
	1950-98	1970-98
CH Aktien **)	10.4%	10.1%
CH Obligationen **)	4.8%	5.8%
***) Anlagen von mindestens AA-Qualität		
- Vermögensverwaltungskosten		1%
- "Prognose" Realrendite		
20% CH Aktien, 80% CH Obligationen		2.2-3.7%
30% CH Aktien, 70% CH Obligationen		3.0-4.2%

Schlussfolgerung, Zitat: *"..ist ein Realzins von 3.5% .... nicht an den Haaren herbeigezogen"*

## ● weitere Gutachten

### ▶ Uni St. Gallen

	Realrendite
10% Geldmarkt, 80% CH-Obligationen, 10% CH- Aktien	1.65%
10% Geldmarkt, 60% CH-Obligationen, 30% CH-Aktien	2.55%
10% Geldmarkt, 40% CH-Obligationen, 50% CH-Aktien	3.45%

### ▶ BPV

	Nominalrendite	Realrendite
10% Geldmarkt, 45% Obligationen, 45% Aktien	7-8%	> 4%

# Mathematik und Bundesgericht

## ● Hearing bei Bundesgericht

*Das Bundesgericht hatte zu einem Hearing eingeladen, um die Gutachten zu besprechen. Ich war beeindruckt, wie unabhängig diese dachten. Dass eine Senkung eine grosse Belastung für die Versicherungsgesellschaften in Form von notwendigen Erhöhungen der Schadenrückstellungen bedeuten würde, interessierte sie überhaupt nicht. Insbesondere ist mir jedoch ein Votum von Bundesrichter Walter in Erinnerung geblieben.*

Bundesrichter Walter:

*"Ich hatte immer ein ungutes Gefühl, wenn bei einem verunfallten Kind oder Jugendlichen ein grosser Geldbetrag ausbezahlt wurde und hatte mehrmals erlebt, dass von diesem Betrag nach einigen Jahren nicht mehr viel vorhanden war und die verunfallte Person auf die Unterstützung des Gemeinwesens angewiesen war. Die Entschädigung in Rentenform wäre die geeignete Form."*

## ● Bundesgerichtsurteil vom 11. Mai 1999

- ▶ Der Kapitalisierungszinsfuss wird auf 3.5% belassen
- ▶ Der Geschädigte hat die Wahl zwischen dem Kapital und einer Lohn-indexierten Rente

## ● Analyse des Urteils

- ▶ eher überraschend; jedoch ein "weises" Urteil
- ▶ *"risk-free"* ist für die Rechtsprechung kein Thema (Leben ist nicht "risk free")
- ▶ *"Markt-nahe Bewertung"* ist für die Rechtsprechung noch viel weniger ein Thema ; Rechtssicherheit hat Vorrang

# Mathematik und Bundesgericht

## ● Analyse des Urteil

*Die Versicherungsindustrie war erleichtert vom Urteil, da dieses den Kapitalisierungszinsfuss bei 3.5% beliess. Doch noch am gleichen Tag nach Bekanntwerden des Urteils habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass man den zweiten Punkt im Urteil, die Wahlfreiheit zwischen Kapital und indexierter Rente, nicht vergessen sollte und dass deshalb eine Erhöhung der Schadenrückstellung dennoch nötig sei.*

- ▶ Wahlfreiheit zwischen Lohn-indexierter Rente und Kapital;  
war zu erwarten, dass Rente bei Kindern und Jugendlichen zur Regel wird  
=> es sind zusätzliche Rückstellungen nötig

- ▶ und, waren meine Prognosen im Nachhinein richtig ?

nein, die Rente wird höchst selten genommen;

*Das ist gut für Sie als Prämienzahler und noch besser für die Versicherungswirtschaft. Sollen wir uns darüber freuen? Nein!.*

m.E. *bedenklich, was da passiert;*

hat ebenfalls mit *Ethik* zu tun (Geschädigtenanwälte primär in der Pflicht)

*Wenn wir das Votum von Bundesrichter Walter vor Augen haben, dann wäre die Rente bei Kindern und Jugendlichen in der Regel die richtige Lösung. Es wäre die Pflicht der Geschädigtenanwälte, die Opfer von Verkehrsunfällen richtig zu beraten und in diesen Fällen für eine Rente zu plädieren. Aber vielleicht ist es auch so, dass viele Leute nicht gefeit sind vor einer gewissen Gier, wenn ein grosser Geldbetrag in Aussicht steht.*

## ● Kapitalisierungszinsfuss-Diskussion zur Zeit wieder hoch aktuell

SUVA fordert eine Senkung auf 2% für den Regress-Schaden

# SST und Solvency II

- SST und Solvency II: Neue Solvenz-Vorschriften (Kapitalbedarf)
  - ▶ Pendant zu Eigenkapitalregeln bei Banken (Basel II, Basel III)
- zur Vorgeschichte
  - ▶ zweite Hälfte der 90-er Jahre
    - ★ Kapitalmärkte boomen, hohe Gewinne auf dem Finanzgeschäft
    - ★ eigentliches Versicherungsgeschäft und eine gesunde Versicherungstechnik werden von manchen Managern als zweitrangig betrachtet;  
assets on the management gefragt;  
Forcierung des Leben- und bei NL des long-tail Geschäfts (UVG; AH, etc);
    - ★ Aufkommen der Kapital-basierten Betrachtung: RAC, RORAC, vbm;  
1996, *Versicherung und Risikokapital, oder, Die "Value proposition" der Schweizer Rück*,  
Swiss-Re Publications
- Krise 2002
  - ▶ grosse Ernüchterung  
viele Leben-Gesellschaften geraten in Schwierigkeiten;  
Kapitalgeber werden zur Kasse gebeten
  - ▶ => wird offensichtlich, dass bisherige Solvenzregelung ungenügend

# SST und Solvency II

- zur Entwicklung des SST
  - ▶ Schweiz übernimmt Vorreiterrolle; schneller als EU
    - ★ Zusammenarbeit FINMA, Versicherungsindustrie und Wissenschaft;
    - ★ 2004: Grundpfeiler SST-Standardmodell bereits entwickelt;
    - ★ 2005-2010: Field-Tests
    - ★ 1. Januar 2011: SST tritt in Kraft
    - ★ zum Vergleich: Solvency II wird erst am 1. Januar 2016 in Kraft treten
- Kapitalanforderung im SST (Zielkapital)

*Das RTK (Risiko-tragendes Kapital) am Anfang des Jahres muss mindestens so hoch sein, dass am Ende des Jahres und nach einem "Jahrhundert-Ereignis" noch genügend Kapital vorhanden ist, dass ein anderer Versicherer den Run-Off übernimmt.*

*Eine Versicherungsgesellschaft soll jeweils (am Anfang des Jahres) mindestens so viel freies Kapital (Aktiven minus Passiven in einer marktnahen Bilanz) besitzen, dass am Ende des Jahres auch nach einem mittleren Jahrhundertereignis, d.h. nach einem Jahr mit einem so schlechten Ergebnis wie es im Mittel nur alle hundert Jahre vorkommt, noch genügend Kapital vorhanden ist, damit eine andere Gesellschaft die bestehenden Verpflichtungen (insbesondere die Erledigung der noch pendenten Schäden) übernimmt.*

# SST und Solvency II

- massgebendes Risiko

*Veränderung des RTK innerhalb eines Jahres*

ΔRTK: versicherungstechn. Ergebnis, Finanz-Ergebnis;  
involvierte Risiken: Markt-, Kredit-, Versicherungs-Risiken

*Das zu betrachtende und zu beurteilende Risiko ist die Veränderung des RTK innerhalb eines Jahres. Der Schadenaufwand kann grösser sein als erwartet und/oder die Kapitalanlagen können stark an Wert verlieren. Auch nach einem sehr schlimmen Jahr (Jahrhundertereignis) muss am Ende noch genügend Kapital vorhanden sein, damit ein anderer Versicherer die Verpflichtungen übernimmt. Um das am Anfang des Jahres minimal notwendige Kapital bestimmen zu können, müssen als erstes alle diese Risiken mit einem mathematischen Modell beschrieben werden.*

- mathematische Modellierung

- ▶ Aktuariat Winterthur:

massgeblich beteiligt an SST-Standardmodell Nicht-Leben

d.h. an der Modellierung der versicherungstechnischen Risiken Nicht-Leben

**Kiss-Prinzip:** keep it short and simple; so einfach wie möglich, so kompliziert wie nötig

*Bei der Modellierung haben wir uns an das Kiss-Prinzip gehalten (nicht zu verwechseln mit keep it simple and stupid, das man manchmal bei Politikern vorfindet). In unserem Fall bedeutete dies, ein Modell zu bauen, das noch mathematisch handbar und die Berechnungen mit vernünftigem Aufwand durchführbar sind, das jedoch so differenziert ist, dass es die Hauptrisikotreiber genügend genau abbildet.*

*Das Standard-Modell NL hat sich bewährt. Es hat gute Echos an internationalen Konferenzen erhalten und die EU hat in Solvency II das meiste übernommen. Auch wird es da und dort verwendet als "Vorlage" für ein internes Modell für Solvency II.*

# SST und Solvency II

- Berechnung Zielkapital

- ▶ Risikomasse (zur Bewertung des Risikos):

$\text{VaR}_\alpha = \text{Value at Risk}$       Solvency II ( $\alpha = 99.5\%$ ), Banken (Basel II)

$\text{ES}_\alpha = \text{expected shortfall}$       SST ( $\alpha = 99\%$ )

*Aus der mathematischen Modellierung der einzelnen Risiken erhält man eine mathematische Beschreibung der Risiken in Form einer Zufallsvariable bzw. einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, im Falle des SST der Zufallsvariable Veränderung des risikotragenden Kapitals innerhalb eines Jahres. Um daraus das minimal notwendige Kapital (Zielkapital) zu bestimmen, braucht es ein Bewertungs- bzw. Risikomass. Die beiden in den Versicherungen und Banken meist gebrauchten Risikomasse sind der Value at Risk und der expected shortfall.*

- ★  $\text{VaR}_\alpha$  ( $\alpha = 99\%$ )

"Schwelle" zum 100 Jahr-Ereignis; was ist schlecht?

*Bei einem Sicherheitsniveau von  $\alpha = 99\%$  bedeutet der Value at Risk die Schwelle zum Hundertjahr-Ereignis. Es ist das Kapital, das im Mittel nur einmal in hundert Jahren nicht genügt. Es gibt Antwort auf die Frage, was ist schlecht, was ist ein Jahrhundert-Ereignis.*

- ★  $\text{ES}_\alpha$  ( $\alpha = 99\%$ )

was wenn? wie hoch ist der erwartete Verlust, wenn das Jahrhundert-Ereignis eintritt ?

*Der ES gibt Antwort auf die Frage was wenn, was wenn das Jahrhundert-Ereignis eintritt, wie hoch ist dann der zu erwartende Verlust.*

# SST und Solvency II

- Berechnung Zielkapital

- ▶ Risikomasse (zur Bewertung des Risikos)

- ★ Wahl des Risikomasses praktisch relevant

- 2 Beispiele:

- Erdbebenrisiko-Diskussion, UBS und subprime Hypothekar-Verbriefungen

*An einem Risiko Seminar bei der Schweizer Rück fragte ich die anwesenden Bankers, ob sie auch schon an das Erdbebenrisiko gedacht hätten. Als ich dann sagte, dass nur so alle 750 bis 1000 Jahre mit einem wirklich grossen Erdbeben in der Schweiz zu rechnen sei, sagten sie sofort, dann interessiert es uns nicht. Das war jenseits des VaR.*

*Ich habe mir sagen lassen, dass die UBS bei der subprime Krise die höchsten Tranchen der Verbriefungen dieser Hypotheken auf ihre Bücher genommen hat. Gemäss ihren Berechnungen war die Wahrscheinlichkeit, dass eine dieser Tranchen getroffen wird, sehr klein und jenseits des VaR. Sie brauchten dafür kein Risikokapital und glaubten, damit ihre Kapitalrendite erhöhen zu können.*

*War demnach ein mathematisches Modell bzw. ein falsches Risikomass verantwortlich für die Hypothekarkrise bzw. die Schwierigkeiten bei der UBS? Nein. Bei Verwendung von mathematischen Modellen muss man immer auch die Annahmen und die Grenzen solcher Modelle kennen. Und bei Verwendung des VaR gebietet es der gesunde Menschenverstand, dennoch die Frage zu stellen: was wenn.*

*Einem Versicherer käme es nie in den Sinn, z.B. Atomkraftwerte gegen den Super-Gau zu versichern, und noch möglichst viele davon. Hoffentlich sind die Wahrscheinlichkeiten von Super-Gaus äusserst klein und jenseits des VaR, hoffentlich kann man davon ausgehen, dass es keine Schäden gibt und dass aus einer solchen Versicherung höchstwahrscheinlich ein Gewinn resultieren würde. Aber was wenn, was wenn es halt doch ein Tschernobyl oder ein Fukushima gibt? Risiken mit einer sehr kleinen Eintretenswahrscheinlichkeit und einem sehr grossen Schadenpotential gelten in der Versicherung als besonders gefährlich. Ja, die Banken könnten einiges von den Versicherern lernen.*

- Berechnung Zielkapital

- ▶ Risikomasse (zur Bewertung des Risikos):

- ★ theoretische Eigenschaften von VaR und ES

*Damit auch die anwesenden Experten in quantitative risk management und in Solvenzfragen an diesem Vortrag noch etwas lernen, was die meisten von Ihnen noch nicht kennen, will ich nachfolgend noch zwei theoretische Eigenschaften von value at risk (VaR) und expected shortfall (ES) beleuchten.*

*Ende der 90-er Jahre wurde in einem bekannten Artikel der Begriff des kohärenten Risikomasses geprägt. Ein Risikomass ist kohärent, wenn es gewisse Bedingungen erfüllt, die man von einem Risikomass erwarten würde. Es ist wohl bekannt, dass der ES ein kohärentes Risikomass ist, nicht aber der VaR. Beim VaR ist die Eigenschaft der Subadditivität nicht erfüllt. Damit schien der ES auch aus theoretischer Sicht klar das bessere Risikomass zu sein.*

*Es gibt jetzt aber noch eine weitere Eigenschaft, die man von einem Risikomass erwarten würde, und das ist die Eigenschaft der Invarianz gegenüber der Währungseinheit. Damit meinen wir die Eigenschaft, dass die Frage darüber, ob eine Gesellschaft solvent ist oder nicht, nicht davon abhängen soll, in welcher Währungseinheit die Bilanz erstellt wird. Und wie sieht es hier aus? Der VaR erfüllt diese Eigenschaft, nicht aber der ES. Es kann also vorkommen, dass bei Verwendung des ES als Risikomass (wie es im SST der Fall ist), eine Gesellschaft solvent ist, wenn sie in CHF rapportiert, aber insolvent, wenn sie z.B. in US-\$ die Bilanz erstellt. Das ist natürlich unschön.*

*Welche Schlussfolgerungen soll man daraus ziehen? Soll deshalb der ES nicht mehr als Risikomass für die Solvenzregelung verwendet werden, sondern der VaR (wie dies bei Solvency II der Fall ist). Nein, das ist nicht die Aussage. Nein, die Aussage ist lediglich, dass es kein in allen Teilen optimales Risikomass gibt und dass man die Eigenschaften und Grenzen kennen soll. Persönlich finde ich den ES immer noch besser. Es ist auch bei der Währung nicht so ein grosser Unterschied, wie es jetzt auf den ersten Blick scheint. Es interessiert ja nicht nur, ob eine Gesellschaft solvent oder insolvent ist, sondern auch der Deckungsgrad, d.h. das Verhältnis von vorhandenem Kapital und minimal notwendigem Kapital. Dieser Deckungsgrad ist auch beim VaR nicht währungsvariant, d.h. man kann theoretisch von z.B. 200% beliebig nahe auf 100% (gerade noch gedeckt) fallen. Der Unterschied liegt lediglich darin, dass es bei VaR nicht möglich ist, von solvent auf insolvent, d.h. von einem Deckungsgrad von über 100% auf unter 100%, bzw. von insolvent auf solvent, d.h. von einem Deckungsgrad von unter 100% auf über 100% zu kommen.*

# SST und Solvency II

- Berechnung Zielkapital

- ▶ Risikomasse (zur Bewertung des Risikos):

- ★ theoretische Eigenschaften von VaR und ES

	VaR	ES
kohärentes Risikomass	nein	ja
invariant gegenüber Währungseinheit	ja	nein

Antal P. (2014), *Internal Capital Models*, ICA, Washington

Artzner, Delbaen, Koch-Medina (2009), *Risk Measures and Efficient Use of Capital*, Astin Bulletin 39(1)

*Diese Eigenschaft der Invarianz gegenüber Währungseinheiten ist für mich brand-neu, d.h. ich habe zum ersten Mal vor anderthalb Monaten an einem Vortrag von Peter Antal davon gehört. Ich habe auch bei verschiedenen Experten und Aktuaren nachgefragt und festgestellt, dass dieses Resultat nicht bekannt war. In der Zwischenzeit hat mich Pablo Koch darauf aufmerksam gemacht, dass man das Resultat bereits aus einem Artikel von Artzner, Delbaen und Koch-Medina aus dem Jahre 2009 hätte herauslesen können. Nur scheint es, dass dieses Wissen damals den Grossteil der aktuariellen Welt noch nicht erreicht hatte.*

# SST und Solvency II

- **Schlussbemerkungen zu SST und Solvency II**

- ▶ ein grosser Schritt vorwärts
- ▶ grosse Leistung der Aktuare in der Schweiz
- ▶ gewaltigen Schub in der aktuariellen Forschung ausgelöst

Stichworte: quantitative risk management, Modellierung der Abhängigkeiten (Copulas), market consistent valuation, stochastische Zinsmodelle, stochastische Reservierungsmethoden, 1-Jahres Abwicklungsrisiko,...

ETH spielt hier zuvorderst in der Weltliga. 2 Bücher, die bereits zu Klassikern geworden sind.

(2005) A. J. McNeil, R. Frey and P. Embrechts, *quantitative risk management*, Princeton

(2008) M.V. Wüthrich, M. Merz, *stochastic claims reserving methods in insurance*, Wiley

- ▶ nach erster Begeisterung gewisse Ernüchterung und Fragen

- ★ Fördert SST/SII zyklisches Verhalten und werden dadurch Krisen verstärkt ?

*In einer allgemeinen Krisensituation ist bei den Gesellschaften meist weniger Risikokapital vorhanden. Um weiterhin die Solvenzanforderungen zu erfüllen, müssen sie Risiken reduzieren, indem sie z.B. auf der Anlagenseite von Aktien in weniger risikobehaftete Anlagen wie Bundesobligationen umschichten. Das kann Krisen verstärken.*

- ★ Einfluss des ökonomischen Umfeldes:

**Bsp. Intervention der Nationalbanken schaffte ganz andere Situation**

*Bei der 2008-er Krise waren eine Zeitlang die Spreads auf einigen Firmenanleihen sehr hoch, was darauf deuten liess, dass das Ausfallrisiko bei diesen Anleihen stark angestiegen war. Als dann die Nationalbanken begannen, die Geschäftsbanken mit genügend Liquidität zu versorgen, schaffte das eine ganz andere Situation und das Problem war wie verschwunden, d.h. die spreads bildeten sich stark zurück.*

# SST und Solvency II

- Schlussbemerkungen zu SST und Solvency II
  - ▶ persönliche Meinung
    - ★ Aktuarien sollten mehr von Ökonomie verstehen bzw. Aktuarien und Ökonomen sollten vermehrt zusammenarbeiten.
    - ★ Wenn es gelingt, die Häufigkeit und das Ausmass von Finanzkrisen zu verringern, wäre das ein weiterer bedeutender Beitrag der Mathematik zur Lösung von Problemen auf dieser Welt.

# Persönlicher Rückblick und Ausblick

## ● Rückblick

- ▶ ich hatte einen sehr schönen Beruf

- ▶ ich bin ein begeisterter Aktuar geblieben

*Während meiner ganzen Berufstätigkeit bin ich ein begeisterter Aktuar geblieben und hoffe, dass dieses feu sacré auch in meinen Vorlesungen spürbar war.*

- ▶ herzlicher Dank an alle, die mich im Leben unterstützt haben

*Ich hatte grosses Glück in meinem Leben. Sehr viele Leute meinten es gut mit mir, und ihnen allen möchte ich hiermit in globo danken. Eine Ausnahme möchte ich aber doch machen.*

- ▶ einen ganz grossen Dank an meine Frau Marlis und an meine Kinder Daniel, Barbara und Silvan

*Den grössten Dank schulde ich meiner Frau Marlis und meinen Kindern. Sie waren meine Stütze und mein Refugium, sie waren der Ort, wo ich auftanken und Kraft schöpfen konnte, sie haben den begeisterten Mathematiker gewähren lassen und ertragen, und sie haben ihn – und da waren sie alle echt gut – immer wieder mit beiden Füssen auf den Boden zurückgeholt, wenn er etwas zu stark in die Wolken entgleiten wollte.*

## ● Ausblick

- ▶ Es gibt noch zu viele mich interessierende Dinge, als dass ich die Mathematik von heute auf morgen ganz an den Nagel hängen könnte

- ▶ Doch komme ich jetzt in eine Lebensphase, wo sie sukzessive in den Hintergrund treten und andern Dingen Platz machen wird.

*Ich möchte auch diesen Ausblick mit zwei wahren Begebenheiten aus meiner beruflichen Praxis abschliessen.*

# Persönlicher Rückblick und Ausblick

- Ausblick

- ▶ Das Zahlenwunder

Zuschrift auf Artikel "der begeisterte Mathematiker" im Wincare-Magazin

*Erste Begebenheit:*

*Ich hatte einmal im Wincare-Magazin - Wincare war eine Krankenkasse, die damals der Winterthur gehörte und heute Teil der Sanitas-Gruppe ist - einen kleinen Artikel mit dem Titel "der begeisterte Mathematiker" geschrieben. Darauf bekam ich die folgende in einer wunderschönen Handschrift geschriebene Zuschrift.*

*Sehr geehrter Herr Gisler,*

*Erlauben Sie mir einen Stapf mit dem  
begeisterten Mathematiker.*

*Mein Vater hatte seinerzeit, - wenn ich mich  
recht entsinne in einem Lexikon - , eine  
Rechnung entdeckt, die er mir, als ich  
noch ein Schulkind war, als "Zahlenwunder"  
zeigte. Das "Wunder" konnte er nicht  
erklären.*

# Persönlicher Rückblick und Ausblick

- Ausblick

- ▶ Das Zahlenwunder

Zuschrift auf Artikel "der begeisterte Mathematiker" im Wincare-Magazin

*Und dann ging es ganz präzis weiter: man nehme eine dreistellige Zahl mit unterschiedlichen Ziffern. Man kehre diese Zahl um und subtrahiere die kleinere von der grösseren. Die so erhaltene Zahl kehre man wieder um und addiere.*

$$\begin{array}{r} \cdot 453 \\ \underline{354} \\ 099 \\ + 990 \\ \hline 1089 \end{array} \quad \begin{array}{r} 765 \\ \underline{567} \\ 198 \\ 891 \\ \hline 1089 \end{array} \quad \begin{array}{r} 914 \\ \underline{419} \\ 495 \\ 594 \\ \hline 1089 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Wieso, ?} \\ \text{Wieso!} \end{array}$$

*Und als ich weiter las, war ich zutiefst gerührt.*

*Es wäre doch großartig, wenn ich mit  
meinem inzwischen einunddreißig Jahren  
doch noch der Rätsel-Lösung bekäme,  
die mir noch niemand geben konnten.*

- Ich wünsche mir und Ihnen, dass auch uns die Wissens-Neugierde nie verlässt

*...diese Wissens-Neugierde, der Motor für alle unsere Studenten und einer der Wesenszüge, welche uns Menschen zu Menschen macht. Und vielleicht ist es mir gelungen, auch bei den Nicht-Mathematikern unter Ihnen den Mathematiker, der in jedem Menschen steckt, hervorzuholen, und vielleicht werden einige versuchen, eine Antwort auf das wieso, wieso zu finden.*

# Persönlicher Rückblick und Ausblick

*Die zweite Begebenheit ereignete sich vor knapp vier Jahren. Ich ging damals bei AXA-Winterthur vorzeitig in Pension, um mich noch ein paar Jahre voll der Wissenschaft widmen zu können. Bei meinem Abschied sagte ich, dass ich jetzt den Pin mit den drei Buchstaben Axa ersetzt hätte durch einen andern Pin mit drei Buchstaben.*

*Und jetzt, meine lieben Kollegen von der ETH, muss ich Sie leider enttäuschen. Auf diesem neuen Pin standen nicht die drei Buchstaben ETH. Nein, auf diesem Pin, den ich auch heute trage, stehen die drei Buchstaben des Kantons mit dem Stier im Wappen.*

*Gut eine Stunde mit dem Zug oder dem Auto von Zürich, und Sie sind in dieser wunderschönen Gegend, wo die meisten achtlos hindurchfahren, wenn sie nach Süden reisen, und gar nicht wissen, was Sie alles links und rechts liegen lassen:*

*weitgehend unberührte, wild romantische, sagenumwobene Täler,  
wo es an jeder Ecke eine Seilbahn hat, die Sie in luftige Höhen bringt,  
wo die Natur bis in die höchsten steilsten Flanken gepflegt wird, damit Sie weiterhin als Naherholungsraum eine intakte Alpenlandschaft vorfinden,  
hier am Anfang des Schächentals bin ich aufgewachsen.*

*Es wird jetzt vermehrt Zeit zur Verfügung stehen, mich wieder in dieser Gegend aufzuhalten und dort Wanderungen zu unternehmen.*

# Persönlicher Rückblick und Ausblick

