

# MODELLIERUNG DES PRÄMIENRISIKOS

Testtheoretische Hilfsmittel zur Validierung der Großschadengrenze

q<sub>x</sub>-Club | 01.09.2020

Dr. Benedikt Funke | Dr. Marcel Thevißen

# AGENDA

**1 EINLEITUNG**

**2 STATISTISCHER TEST AUF SPRUNGSTELLEN VON WAHRSCHEINLICHKEITSDICHTEN**

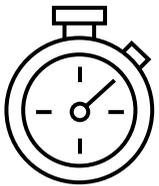
**3 CASE STUDY**

**4 SUMMARY**

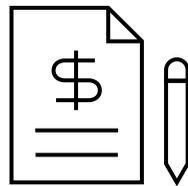
# 1

## EINLEITUNG

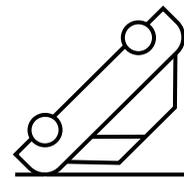
# CHARAKTERISTIKA DER SCHADEN- UND UNFALLVERSICHERUNG (SUV)



**Kurze  
Vertragsdauer**



**Jährliche  
Bedingungs-  
änderungen**

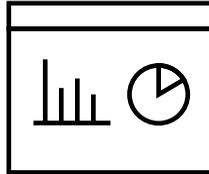


**Schäden in Höhe  
und Zeitpunkt  
unbekannt**

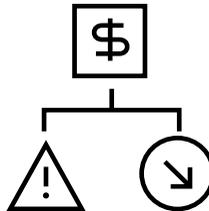


**Beitragskalkulation  
ohne Berücksichtigung  
von Schadenreserven**

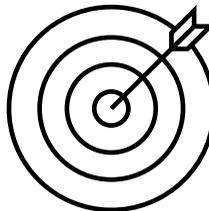
# UNTERNEHMENSINTERNE RISIKOMODELLE SUV



**Stochastisches Modell** zur Abbildung messbarer Aktiv- und Passivrisiken



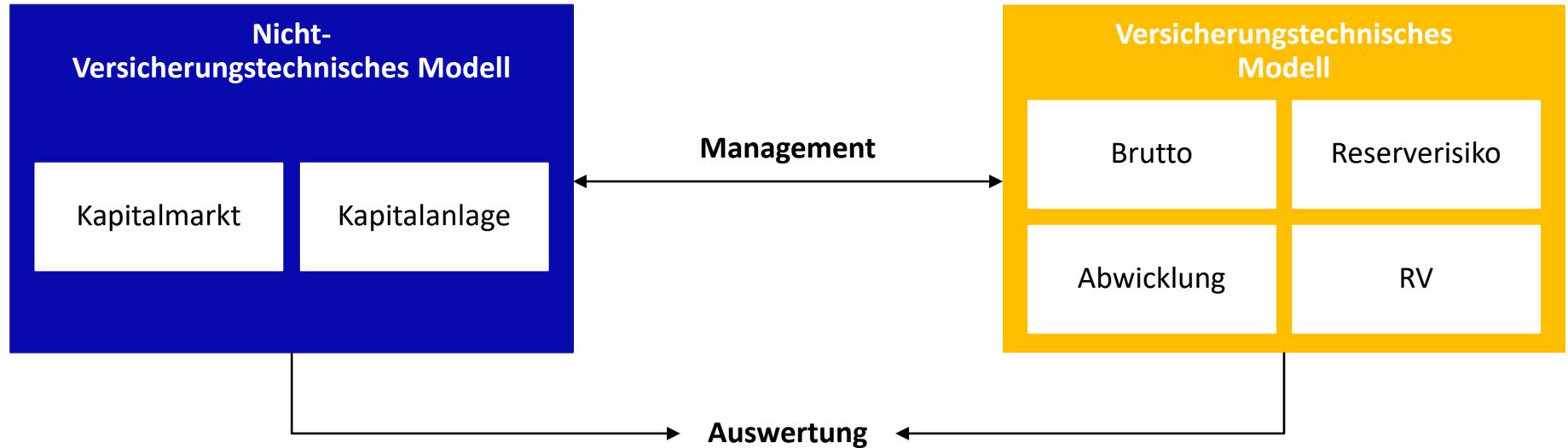
**Unternehmensindividuelle Modellierung** stochastischer Geschäftsgrößen unter Berücksichtigung sämtlicher Einflussfaktoren und Abhängigkeiten



**Zielgrößen** sind Gesamtverteilung der Geschäftsergebnisse und benötigtes Risikokapital in Marktwertsicht (Anfalljahressicht = aktuarielle Sicht)

# UNTERNEHMENSINTERNE RISIKOMODELLE SUV

## Struktur, Ergebnisse und Anwendungen



- Identifikation Risikotreiber
- Transparenz der eingegangenen Risiken
- Wert- und risikoorientierten Unternehmenssteuerung
- Asset Liability Management

# UNTERNEHMENSINTERNE RISIKOMODELLE SUV

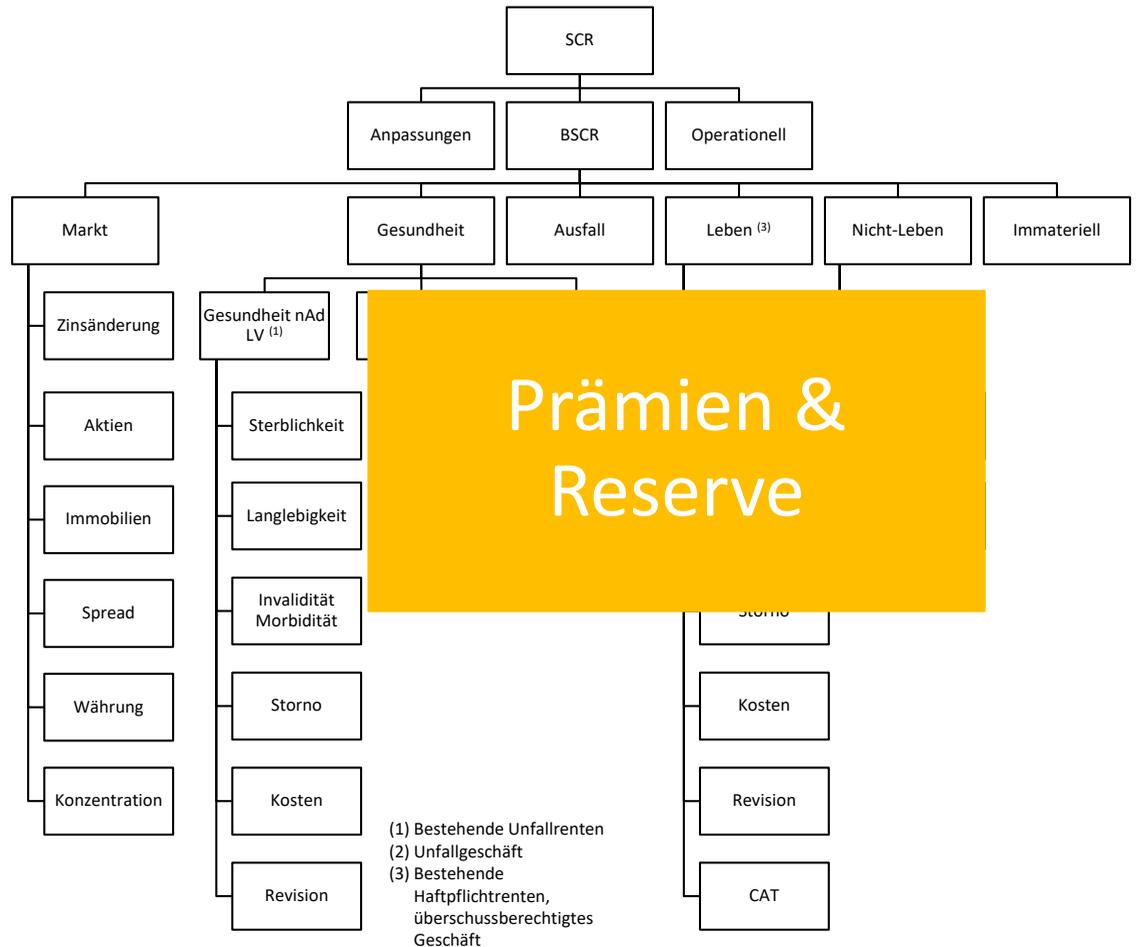
## Risikokatalog Solvency II-Standardformel

### (Ultimatives) Prämienrisiko

Risiko eines negativen Anfalljahresergebnisses:  
**Prämie < Schäden + Kosten**

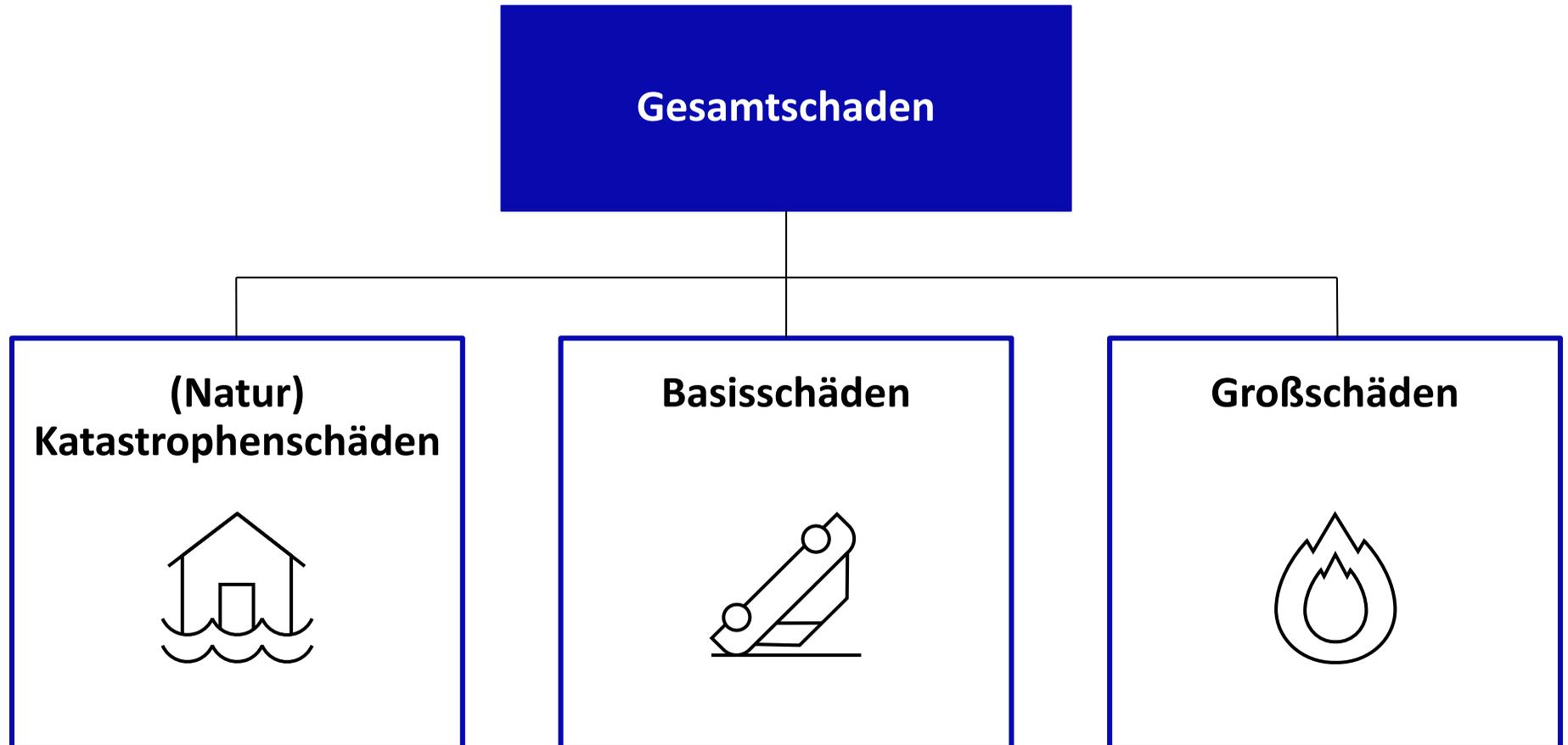
### (Ultimatives) Reserverisiko

Risiko eines negativen Abwicklungsergebnisses  
bereits eingetretener Schäden



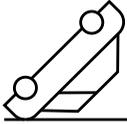
# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG

Trennung nach Schadenarten



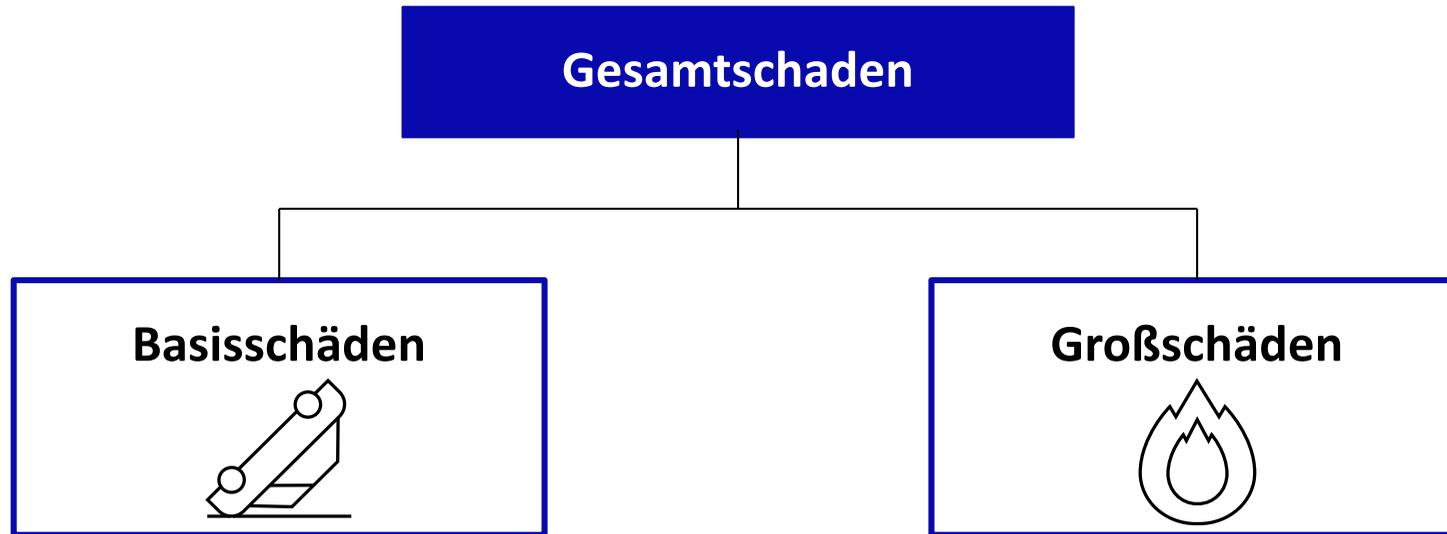
# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG

## Trennung nach Schadenarten

	<b>(Natur) Katastrophenschäden</b> 	<b>Basisschäden</b> 	<b>Großschäden</b> 
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niedrige Eintrittswahrscheinlichkeit</li> <li>• Extreme Schadenhöhe als Summe vieler Einzelschäden mit niedriger bis mittlerer Schadenhöhe (Kumul)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Schadenfrequenz</li> <li>• Geringe Schadenhöhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Schadenfrequenz</li> <li>• Große Schadenhöhe</li> </ul>
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wintersturmschäden wie aus Kyrill (2007), Friederike (2018)</li> <li>• Hochwasserschäden(2002)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftfahrt-Kaskoschäden in Folge eines Unfalls</li> <li>• Hausratschäden auf Basis von Einbruch oder Diebstahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personenschäden im Segment Kraftfahrt-Haftpflicht</li> <li>• Durch Feuer verursachte Sachschäden in der Industrie oder Gewerbe</li> </ul>
Modellierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematisch-statistisches Modell</li> <li>• Exposure-basierte Modell</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jahresgesamtschadenlast               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schadenaufwand bzw. -quote</li> <li>– Schadenbedarf bzw. Schadenfrequenz und -durchschnitte</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelschadenbasiert nach Kollektivem Modell               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schadenanzahlmodell</li> <li>– Schadenhöhenmodell</li> </ul> </li> </ul>

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

## Modellierungsansatz



Innerhalb eines mathematischen Rahmens: Abbildung des

- **Schadenaufwands** als Komponente des Anfalljahresergebnisses
- für das **folgende Geschäftsjahr**
- auf Basis **aktuarieller Modelle**,
- kalibriert an der unternehmenseigenen Schadenerfahrung

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

Trennung von Basis- und Großschäden



## Großschaden(grenze)

- Schaden oberhalb einer vorgegebenen Grenze
- Großschadengrenze (Threshold)
  - Parameter, der im Zuge des Modellierungsprozesses festzulegen ist
  - Steht im Allgemeinen a priori nicht fest
- Best Practice-Ansatz: mit Hilfe von grafischen Analysemethoden

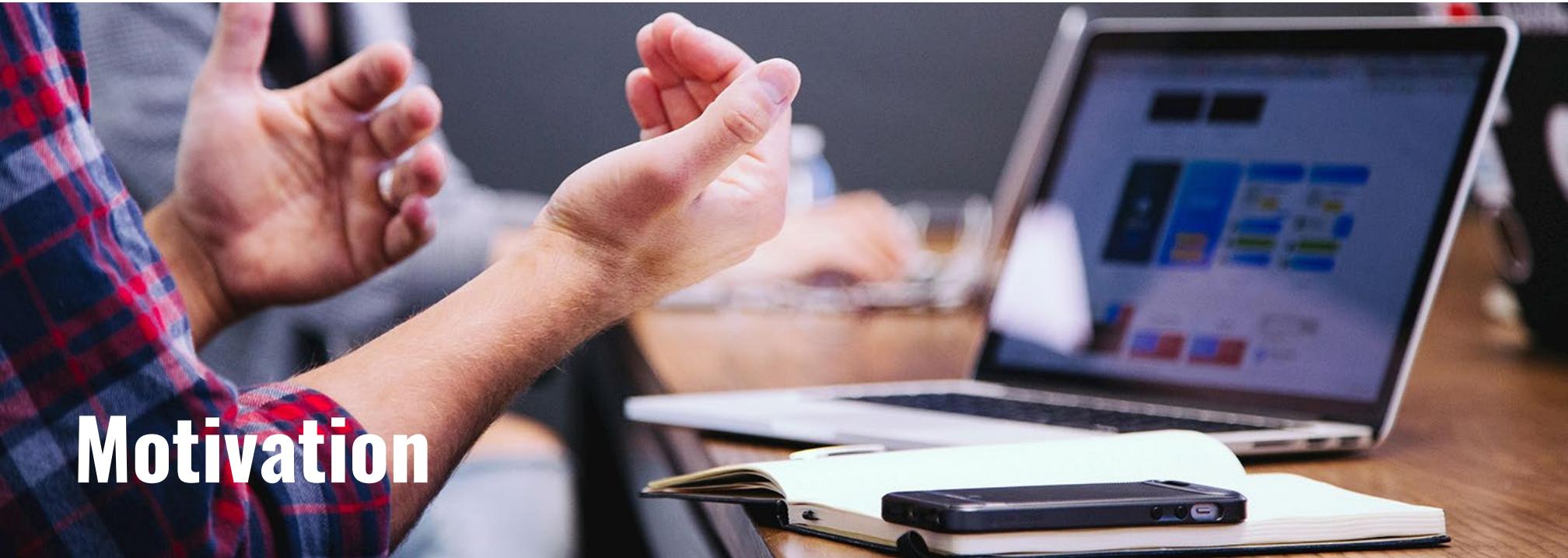
Nach welchen Kriterien ist der Threshold zu wählen?  
Wie “gut” ist diese Wahl?

**Ziel**  
Statistisches Testverfahren zur mathematischen Objektivierung und Plausibilisierung

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

Trennung von Basis- und Großschäden

- Adäquate Berücksichtigung im Modell
  - Berücksichtigung des individuellen Risikoprofils
  - Berücksichtigung spartenspezifischer Besonderheiten
  - Adäquate Abbildung der risikoreduzierenden Wirkung der Rückversicherungsstruktur
- Verteilungs-Fitting



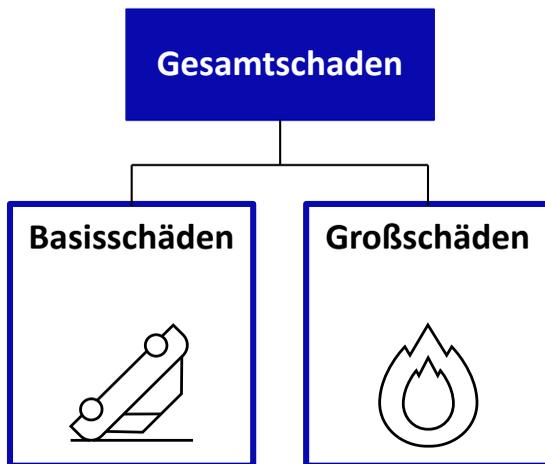
**Motivation**

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

Einordnung in den Modellierungs- und Kalibrierungsprozess

# 1

Separation von Naturkatastrophenschäden aus den historischen Schadendaten



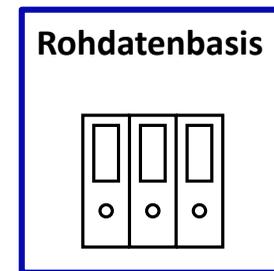
# 2

Berücksichtigung der Fragestellung nach der Granularität der zu analysierenden Segmente



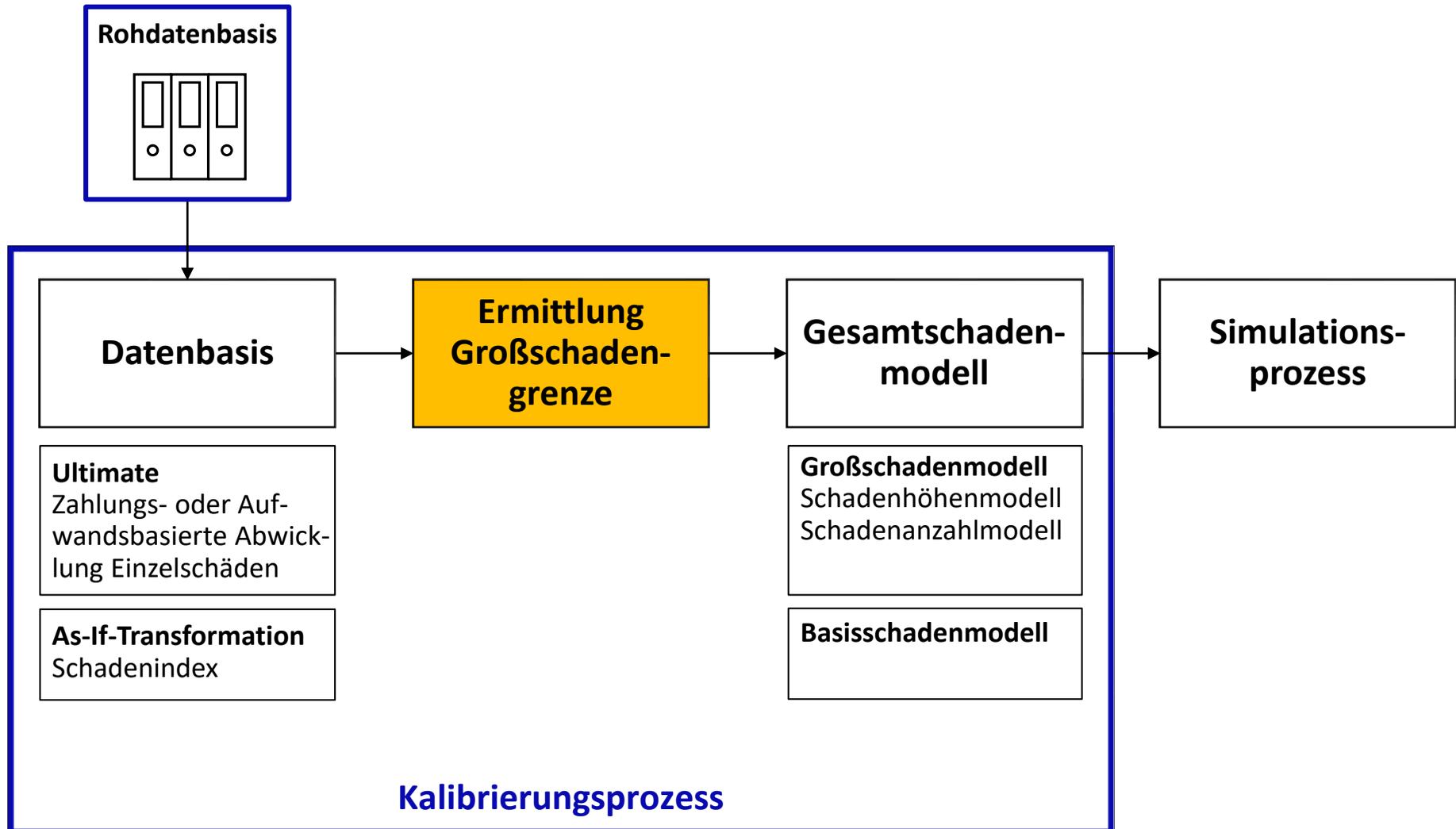
# 3

Zahlungs- und aufwandsbasierte Einzelschadensätze als Rohdatenbasis



# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

Einordnung in den Modellierungs- und Kalibrierungsprozess

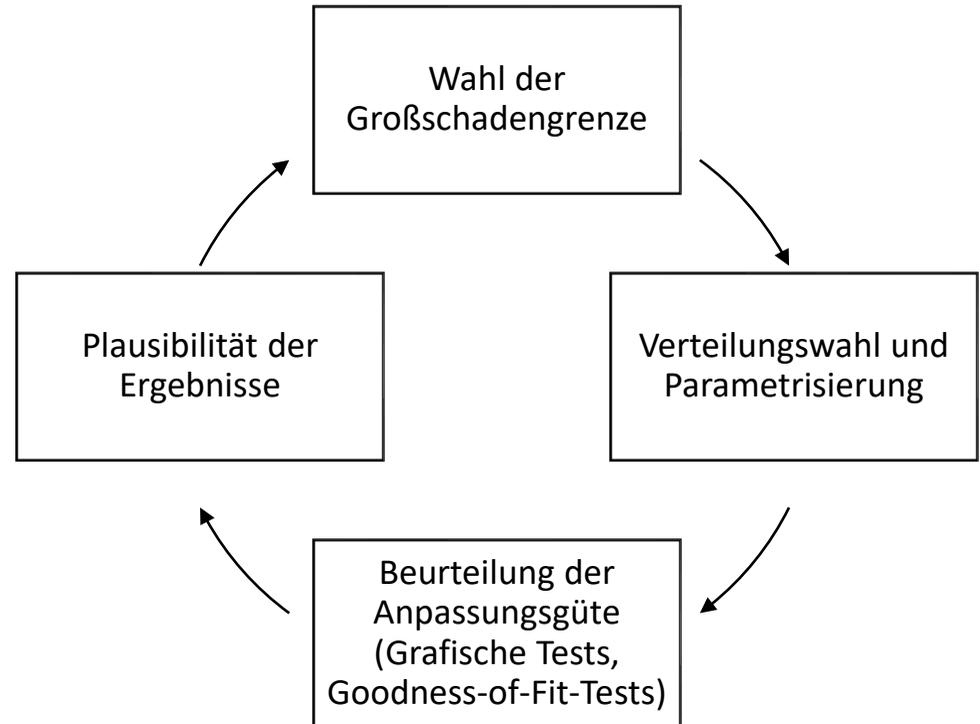


# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

## Wahl der Großschadengrenze

### Großschadengrenze im unternehmensinternen Modell

- Festlegung nach statistischen Gesichtspunkten
- Steht im Allgemeinen a priori nicht fest
- Fällt nicht zwingend mit anderen im Unternehmen gängigen Definitionen zusammen
- Nebenbedingung: Threshold unterhalb der niedrigsten Priorität der relevanten nichtproportionalen Rückversicherung



**Wesentlicher Bestandteil des gesamten (iterativen) Fitting-Prozesses**

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

## Wahl der Großschadengrenze

### Theoretische Grundlage der grafischen Diagnostik

- Extremwerttheorie: „Peaks over Threshold“-Methodik
- Zentrales Theorem von *Pickands-Balkema-de-Haan*:

*Approximation der Exzess-Verteilungsfunktion*

$$F_u(x) := P(X - u \leq x \mid X > u), \quad x \geq 0,$$

für  $X \in L^1(P)$  und hinreichend große Schwellenwerte  $u < x_F$ ,  $x_F$  rechter Randpunkt von  $F$ , durch eine verallgemeinerte Pareto-Verteilung (GPD) unter gewissen Voraussetzungen

- Konvergenz der empirischen mittleren Exzess-Funktion

$$e_n(u) := \frac{1}{N_u} \cdot \sum_{j=1}^n (X_j - u) \cdot 1_{\{X_j > u\}}, \quad u > 0,$$

für u.i.v.  $(X_j)_{j \in \mathbb{N}}$  mit  $X_j \sim X$  mit  $N_u := \#\{j : j = 1, \dots, n, X_j > u\}$  gegen tatsächliche Exzess-Funktion der GPD

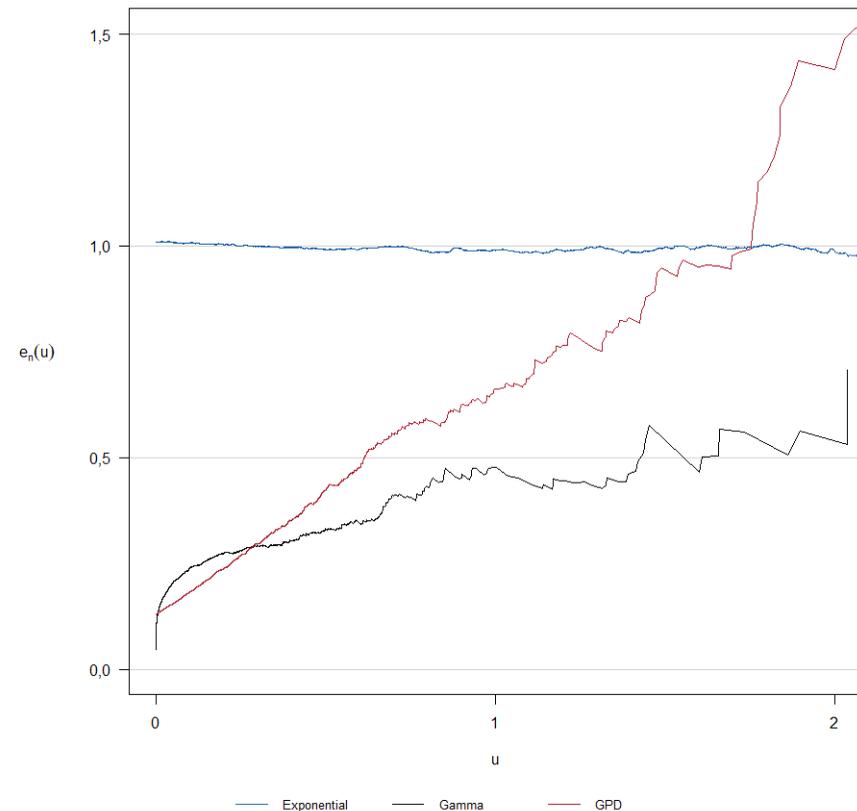
$$e(u) := E(X - u \mid X > u) = \frac{\beta + \xi \cdot u}{1 - \xi}, \quad \beta + \xi \cdot u > 0, \xi < 1$$

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

## Wahl der Großschadengrenze

### Mean Excess Plot

- Darstellung der geordneten Realisationen gegen die empirische mittlere Exzess-Funktion
- **Linearität** im Argument  $u$  motiviert visuelles Näherungsverfahren
- **Best Practice-Ansatz:** „Wähle  $u$  als kleinsten Punkt, an dem die empirische mittlere Exzess-Funktion einen Strukturbruch zeigt.“
- Erster Hinweis auf Schwere des Tails
- Theorie basiert auf **asymptotischen Argumenten**



# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

## Wahl der Großschadengrenze

### Hill-Plot

- Schätzung des Tails der Verteilung durch **Hill-Methode**
- **Hill-Schätzer:**

$$\hat{a}_{k:n}^{(H)} := \left( \frac{1}{k} \cdot \sum_{j=1}^k (\ln X_{j:n} - \ln X_{k:n}) \right)^{-1}$$

der Schadenaufwände  $X_1, \dots, X_n$  mit Ordnungsstatistiken  $X_{1:n} \geq \dots \geq X_{n:n}$

- **Best Practice-Ansatz:**  
*„Wähle  $u$  aus einem Bereich kleiner Beobachtungen, in dem der zugehörige Hill-Plot annähernd horizontal verläuft.“*
- Zu beachten in Bezug auf **Aussagekraft:**
  - *Bias-Variance-Trade-off*
  - *Serielle Abhängigkeit der Daten*

# PRÄMIENRISIKO: BRUTTOSCHADENMODELLIERUNG (EXKL. CAT)

Wahl der Großschadengrenze



## Zwischenfazit

Wesentlicher Bestandteil des gesamten **iterativen Fitting-Prozesses**

**Kein eindeutiger**, aber dennoch **kritischer Schritt**

- Voraussetzungen erfüllt?
- Schwierigkeiten im Kontext grafischer Analyseinstrumente

**Idee:** Statistisches Testverfahren zur mathematischen

- Objektivierung
- Plausibilisierung der gewählten Großschadengrenze

# 2

## **STATISTISCHER TEST AUF SPRUNGSTELLEN VON WAHRSCHEINLICHKEITSDICHTEN**

# EIN TEST AUF SPRUNGSTELLEN DER DICHTE DER ULTIMATE-SCHADENAUFWÄNDE

## Ziel des Tests

Mathematisch-statistische Objektivierung der zuvor rein grafisch ermittelten Wahl der Großschadengrenze

## Idee hinter der Konstruktion des Tests

- Konstruiere einen (nicht parametrischen) Test auf Sprungstellen der ansonsten als stetig vorausgesetzten Wahrscheinlichkeitsdichte der zugrundeliegenden und As-If-transformierten Schaden-Ultimeates.
- Verwirft der Test die Hypothese der Stetigkeit unter einem gegebenen Signifikanzniveau, so liegt statistische Signifikanz für einen Strukturbruch in den Daten und somit Evidenz für einen Übergang vom Typ der Basis- hinzu dem der Großschäden vor.



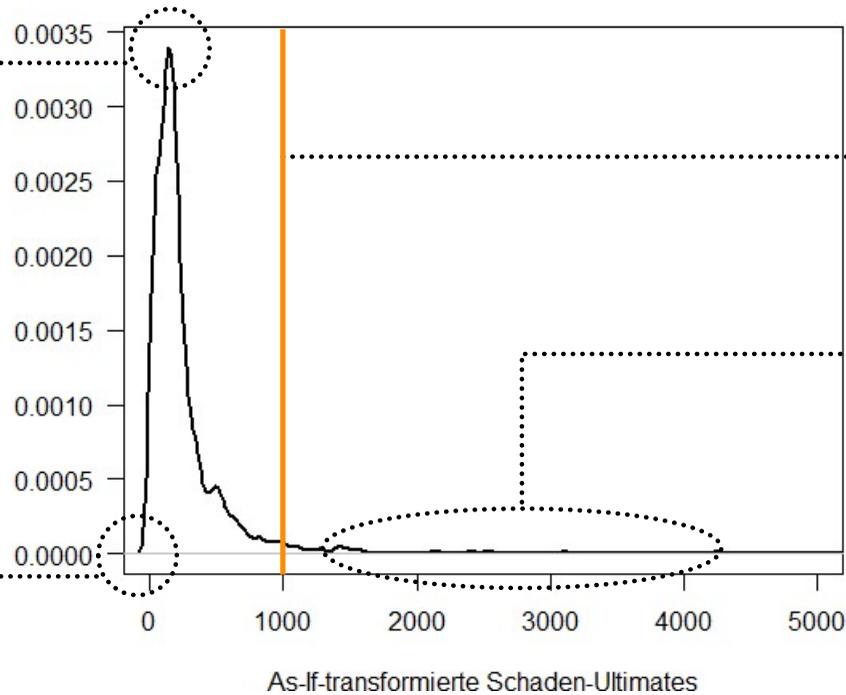
**Mathematisch-statistische Objektivierung der zuvor aufgrund von grafischen Analysen vermuteten Großschadengrenze**

# MOTIVATION (I/II)

## Stilisierte Fakten der Verteilung von Schaden-Ultimeates

Modus der Dichte nahe 0

Ausschließlich nicht-negative Beobachtungen



Strukturbruch in den Daten: Großschadengrenze

Schwerer Tail mit einigen, sehr großen Beobachtungen

Die beschriebene Trennung der Schadenarten legt folgende funktionale Form der Dichte der Ultimates nahe:

$$f(x, u, \omega) = \omega \cdot f_1(x) \cdot 1(x \leq u) + (1 - \omega) \cdot f_2(x) \cdot 1(x > u)$$

Anmerkung: (Nicht parametrische) Inferenz für die Dichte dieser Daten sollte die aufgeführten Fakten berücksichtigen!

# MOTIVATION (II/II)

## Glätten mit (A-)Symmetrischen Kernfunktionen

### Grundlegendes zur Glättung mittels symmetrischer Kernfunktionen

Bei nicht-parametrischer Schätzung der Dichte der Schaden-Ultimates mittels eines Kerndichteschätzers basierend auf einer **symmetrischen** Kernfunktion  $K$  der Form

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nb} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{b}\right)$$

sind zusätzliche Techniken von Nöten:

- Rand-Korrektur: „Verschmieren“ von  $W$ -masse auf die negative Halbachse.
- Variabler Bandbreitenparameter  $b = b(x)$  aufgrund von heterogener Verteilung der Datenpunkte (Modus nahe des Ursprungs vs. Heavy-tailed-Verteilung).

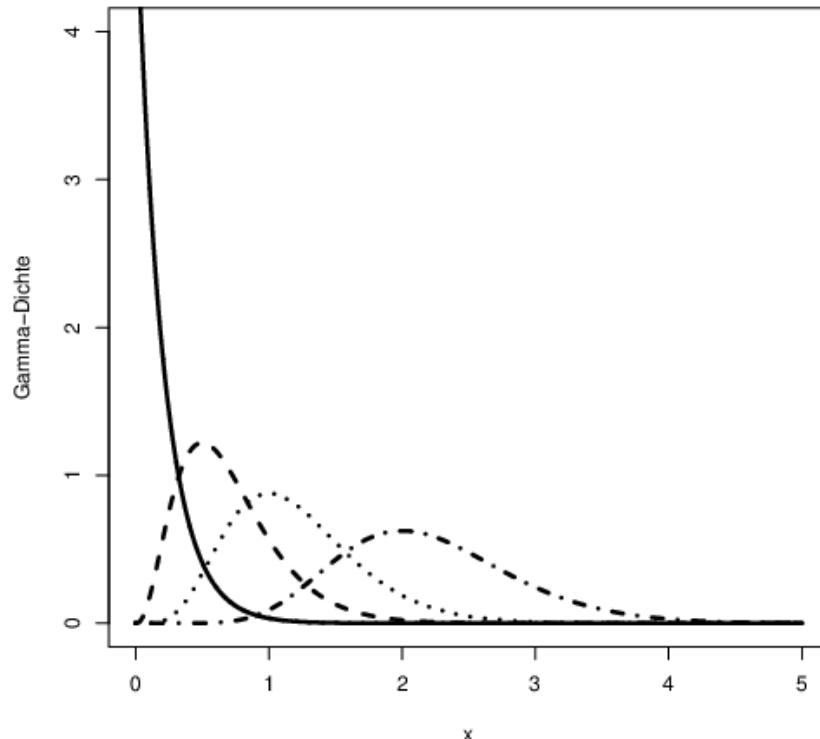
### Idee: Betreibe statistische Inferenz mittels sog. Asymmetrischer Kernfunktionen

- Kombination aus Rand-Korrektur und der Möglichkeit adaptiv zu glätten.
- Konstruktion: Passe den Träger der Kernfunktion an den der Daten an.
- Bedeutendster Repräsentant dieser Klasse an Kernen: der Gamma-Kern (Gamma( $x/b + 1, b$ )-Dichte)

$$K_{G(x,b)}(y) := \frac{y^{x/b} \cdot e^{-y/b}}{b^{x/b+1} \cdot \Gamma(x/b+1)}, \quad x \text{ Design-Punkt, } b \text{ Bandbreite und } y > 0.$$

- Konstruktion eines Dichteschätzers via  $\hat{f}_G(x) := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{G(x,b)}(X_i)$ .

# DER GAMMA-KERN ALS BEISPIEL EINER ASYMMETRISCHEN KERNFUNKTION



Die Parameter der zugrundeliegenden Gamma-Verteilung sind gerade so gewählt, dass

$$\text{Modus}(X) = x,$$

$$E(X) = x + b$$

sowie

$$\text{Var}(X) = b \cdot x + b^2.$$

**Idee hinter der Konstruktion:**

Beobachtungen „nahe“ an  $x$  erhalten eine größere Gewichtung.

Darstellungen des Gamma-Kerns für  $x = 0, 0.5, 1, 2$  bei fixer Bandbreite  $b = 0.2$ .

In Abhängigkeit von  $x$  verändert sich die gewählte Kernfunktion und eröffnet somit die Möglichkeit adaptiven Glättens.

# KONSTRUKTION DES TESTPROBLEMS ZUR VALIDIERUNG DER GROßSCHADENGRENZE

## Zielgröße des Tests

Es bezeichnen zunächst

$$f_+(u) := \lim_{x \downarrow u} f(x)$$

sowie

$$f_-(u) := \lim_{x \uparrow u} f(x)$$

den rechts- bzw. linksseitigen Grenzwert der Dichte der As-If-transformierten Schaden-Ultimates an der vermuteten Großschadengrenze  $u$ .

Ziel des Tests: Schätzung der **Sprunghöhe**  $J(u)$  von  $f$  an der Stelle  $u$

$$J(u) := f_+(u) - f_-(u)$$

## Konkretes Vorgehen, um die Wahl der Großschadengrenze testtheoretisch zu validieren

- (1) Nicht-parametrische Schätzung der Sprunghöhe  $J(u)$ .
- (2) Test der Nullhypothese  $f$  ist stetig an der Stelle  $u$ :

$$H_0 : J(u) = 0$$

gegen die zweiseitige Alternative.

# KONSTRUKTION DES SCHÄTZERS DER SPRUNGHÖHE (I/IV)

**(1) Aufsplitten des Gamma-Kerns** an der vermuteten Großschadengrenze gemäß

$$K_{G(x,b)}(y) := K_{G(x,b;u)}^L(y) + K_{G(x,b;u)}^U(y)$$

mit den trunkierten Gamma-Kernen

$$K_{G(x,b;u)}^L(y) := \frac{y^{x/b} \cdot e^{-y/b}}{b^{x/b+1} \cdot \Gamma(x/b+1)} \cdot \mathbf{1}_{\{0 \leq y < u\}}$$

sowie

$$K_{G(x,b;u)}^U(y) := \frac{y^{x/b} \cdot e^{-y/b}}{b^{x/b+1} \cdot \Gamma(x/b+1)} \cdot \mathbf{1}_{\{y \geq u\}}$$

sowie der **zugrundeliegenden Stichprobe** der As-If-transformierten Ultimate-Schadenaufwände,  $X_i$ ,  $1 \leq i \leq n$ , in

$$\{X_i^+\} := \{X_i : X_i \geq u\}$$

und

$$\{X_i^-\} := \{X_i : X_i < u\}.$$

# KONSTRUKTION DES SCHÄTZERS DER SPRUNGHÖHE (II/IV)

**(2) Skalierung** der beiden trunkierten Gamma-Kerne, sodass jeweils Dichtefunktionen auf den beiden Intervallen  $[0, u)$  und  $(u, \infty)$  entstehen:

$$K_{G(x,b;u)}^-(y) := \frac{\Gamma(x/b + 1)}{\gamma(x/b + 1, u/b)} \cdot K_{G(x,b;u)}^L(y)$$

und

$$K_{G(x,b;u)}^+(y) := \frac{\Gamma(x/b + 1)}{\Gamma(x/b + 1, u/b)} \cdot K_{G(x,b;u)}^U(y).$$

Hierbei seien weiterhin

$$\gamma(a, z) = \int_0^z t^{a-1} e^{-t} dt$$

und

$$\Gamma(a, z) = \int_z^\infty t^{a-1} e^{-t} dt$$

für  $a, z > 0$  die untere bzw. obere unvollständige Gamma-Funktion.

# KONSTRUKTION DES SCHÄTZERS DER SPRUNGHÖHE (III/IV)

(3) **Schätzung** der links- bzw. rechtsseitigen Grenzwerte mit Hilfe von

$$\hat{f}_-(u) := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{G(u,b;u)}^-(X_i^-)$$

und

$$\hat{f}_+(u) := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{G(u,b;u)}^+(X_i^+).$$

## Theoretische Eigenschaften der konstruierten Schätzer

Die beiden Schätzer der Grenzwerte  $f_+(u)$  und  $f_-(u)$  sind unter gewissen Annahmen an  $f$  sowie an die Bandbreite  $b$  **konsistent**, wenngleich ihre Konvergenzraten aber **verbesserungsfähig** sind (siehe Funke und Hirukawa, Proposition 1)!

# KONSTRUKTION DES SCHÄTZERS DER SPRUNGHÖHE (IV/IV)

(4) **Multiplikative Bias Korrektur** von  $\hat{f}_{\pm}(u)$ , um die Konvergenzrate des Bias zu verbessern

$$\tilde{f}_{\pm}(u) := \{\hat{f}_{\pm,b}(u)\}^{1/(1-\delta^{1/2})} \{\hat{f}_{\pm,b/\delta}(u)\}^{-\delta^{1/2}/(1-\delta^{1/2})},$$

wobei  $\delta \in (0,1)$  einen weiteren Regularisierungsparameter darstellt.

Diese Schätzer sind weiterhin **konsistent** und ihre Konvergenzgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von  $b$  lassen sich mathematisch bestimmen (siehe Funke und Hirukawa (2019), Proposition 2).

(5) **Schätzung der Sprunghöhe**  $J(u)$  an der vermuteten Großschadengrenze  $u$  mittels

$$\tilde{J}(u) := \tilde{f}_{+}(u) - \tilde{f}_{-}(u).$$

Auch dieser Schätzer ist **konsistent**. Um nun Inferenz zu betreiben lässt sich unter der Hypothese der Stetigkeit dessen asymptotische Verteilung bestimmen.

# ASYMPTOTISCHE VERTEILUNG DER TESTSTATISTIK

Die normierte Teststatistik  $T(u)$  besitzt nach dem zentralen Grenzwertsatz nun folgende Eigenschaft für  $n \rightarrow \infty$ :

$$T(u) := \frac{\sqrt{nb^{1/2}}\tilde{J}(u)}{\sqrt{\tilde{V}(u)}} \xrightarrow{\mathcal{D}} \mathcal{N}(0,1)$$

unter

$$H_0: J(u) = 0.$$

Hierbei bezeichne

$$\tilde{V}(u) := \Lambda(\delta) \cdot \frac{f_+(u) + f_-(u)}{\sqrt{\pi u}}$$

mit einer für  $\delta \in (0,1)$  monoton steigenden Funktion  $\Lambda(\delta) \in (1, 1,75)$  die asymptotische Varianz von  $\tilde{J}(u)$  (siehe Funke und Hirukawa (2019), Theorem 1).

# 3

## CASE STUDY

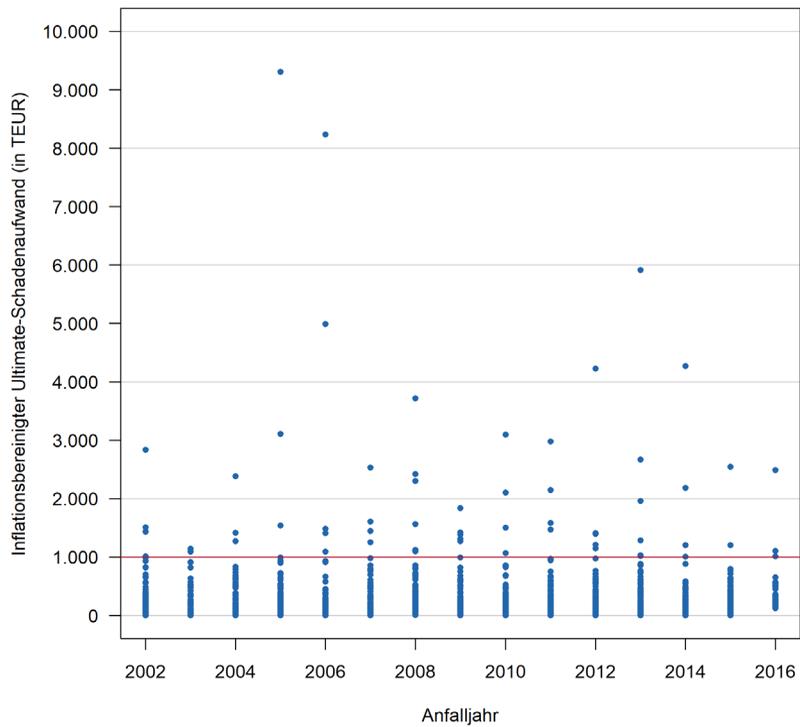
## Capitol

- Fiktives deutsches Versicherungsunternehmen
- Monoliner im Bereich der Kraftfahrt-Haftpflichtversicherung (KH)
- Maximale Versicherungssumme: 100 Mio. EUR
- Wesentliches Risiko bezüglich großer KH-Personenschäden
- Rückversicherung: XL-Deckung mit 1,5 Mio. EUR Priorität

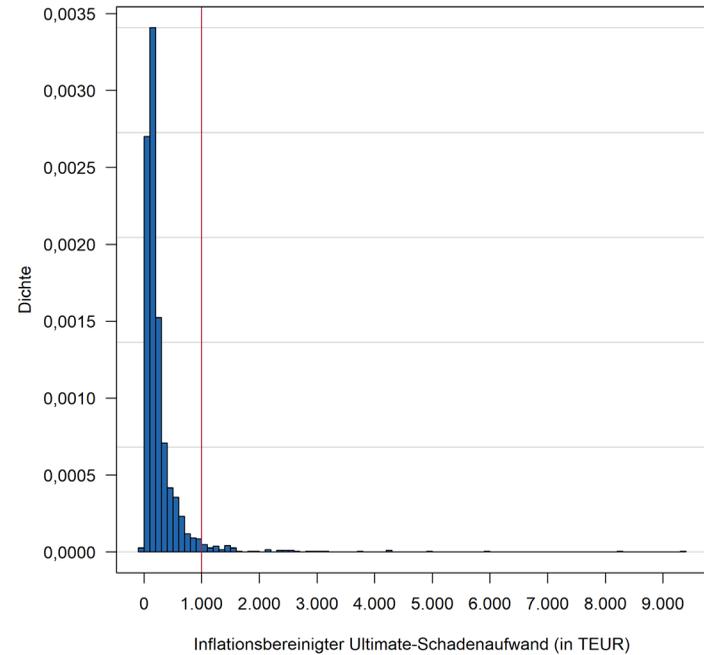
# CAPITOL

## Explorative Datenanalyse

### Scatterplot



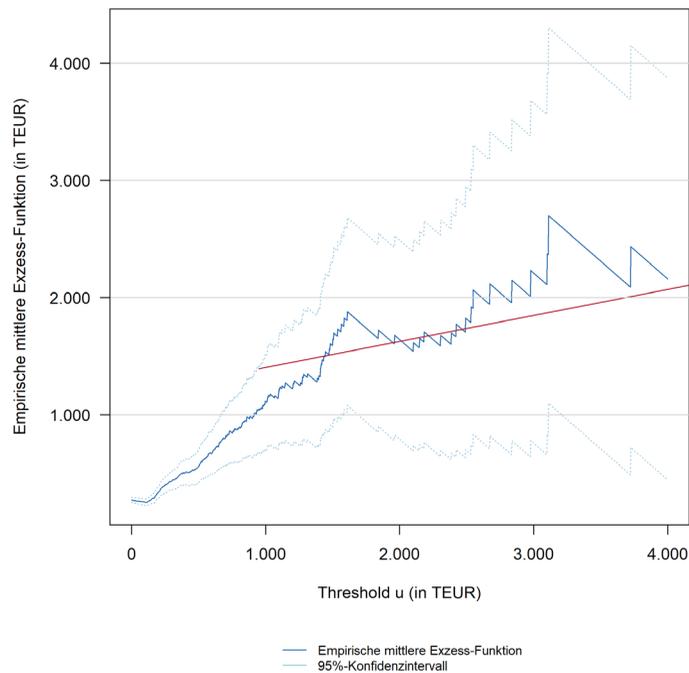
### Histogramm



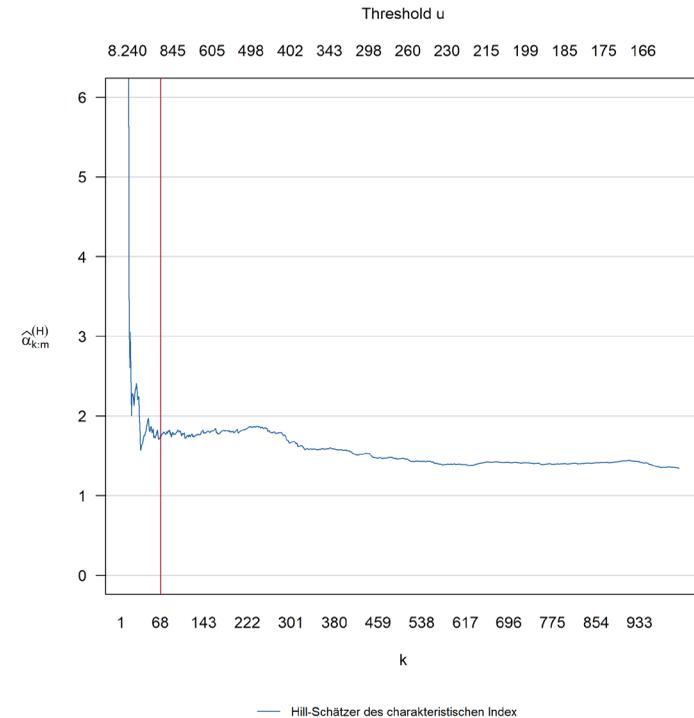
# CAPITOL

## Wahl des Thresholds

### Mean Excess Plot



### Hill-Plot

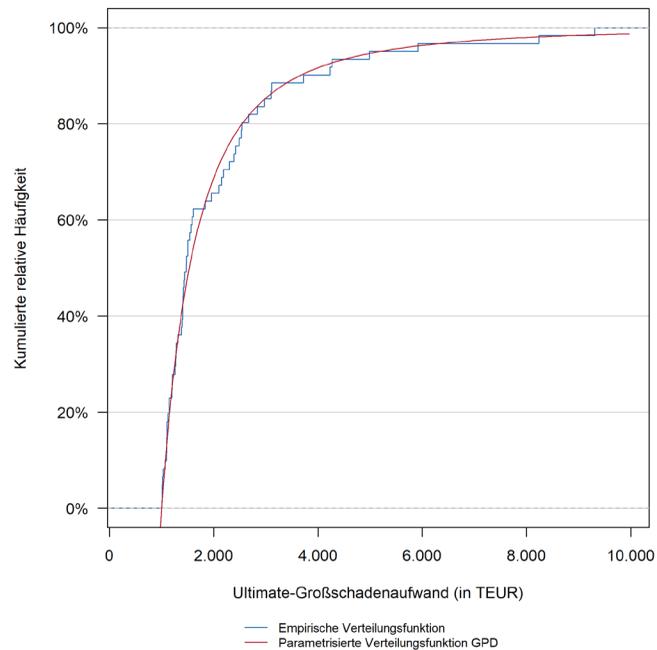


- Wähle Threshold bei 1 Mio. EUR
- Einstieg in iterativen Fitting-Prozess, z.B. durch Parametrisierung einer GPD

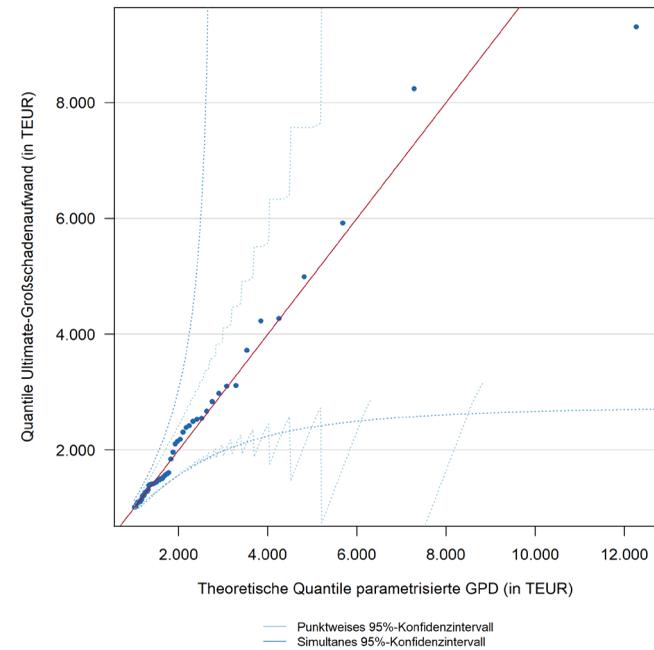
# CAPITOL

## Parametrisierung GPD als Schadenhöhenverteilung

### Empirische Verteilungsfunktion vs. Parametrisierte Verteilungsfunktion



### QQ-Plot

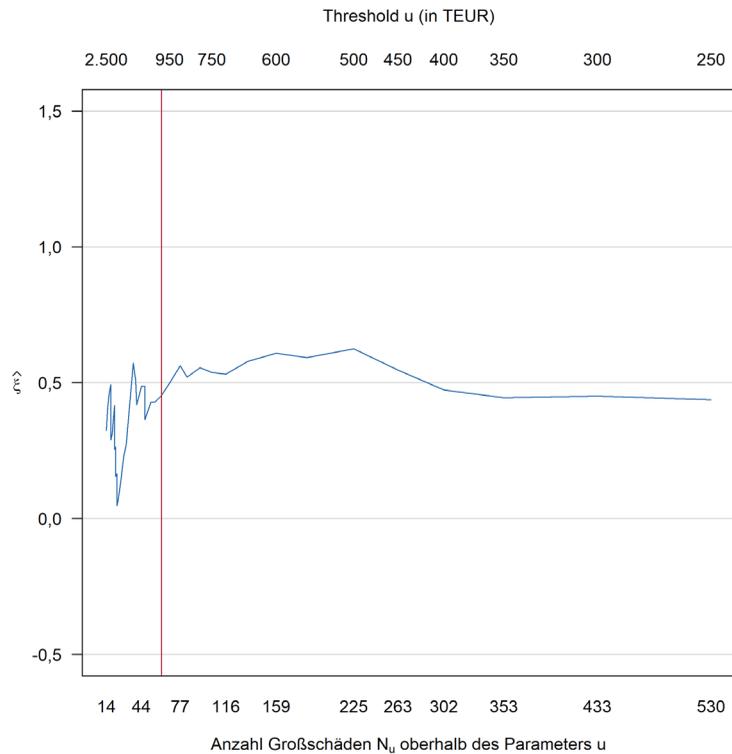


- p-Wert KS-Test: 0,7793
- p-Wert AD-Test: 0,9308

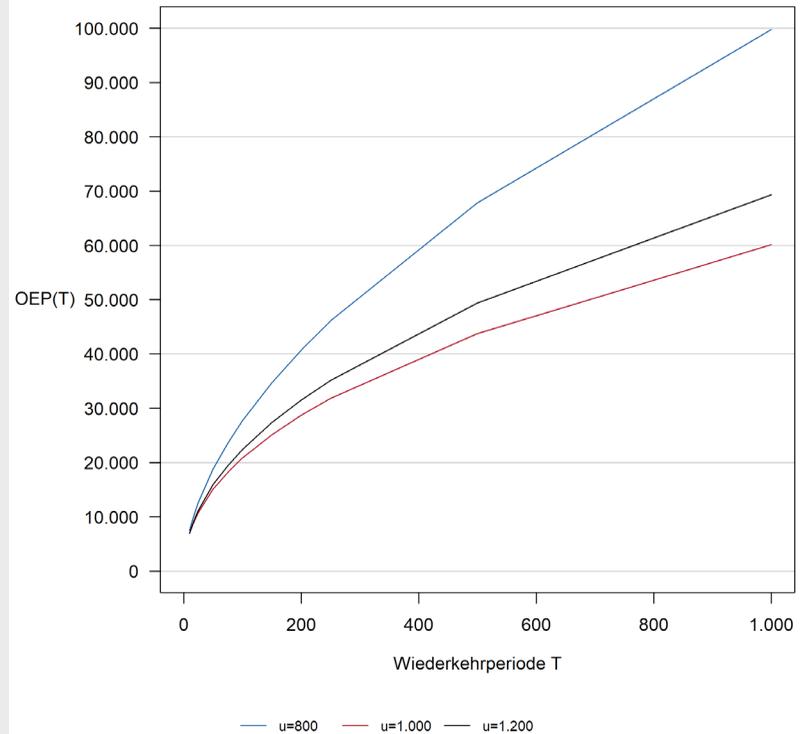
# CAPITOL

## Auswirkungen der Wahl des Thresholds

### Variabilität des Formparameters $\xi$ der GPD in Abhängigkeit des Thresholds $u$



### OEP-Kurven in Abhängigkeit des Thresholds $u$



# CAPITOL

## Validierung der Wahl des Thresholds mit Hilfe des vorgestellten Tests

$u$ (in Mio. EUR)	$T_1(u)$	$T_2(u)$
0,6	-0,87	-0,77
0,8	-1,67	-1,57
1,0	<b>-3,06</b>	<b>-2,85</b>
1,2	<b>-2,33</b>	<b>-2,16</b>
1,4	<b>-1,99</b>	-1,80
1,6	<b>-2,61</b>	<b>-2,06</b>
1,8	-1,86	-1,89

### Parameter

- $\delta = 0,81$  kalibriert an Hand von Sensitivitätsanalysen. Diese Wahl führt zu stabilen Ergebnissen.
- Bandbreite  $b$  wurde an Hand eines Optimalitätskriteriums für die Power des Tests gewählt.
- Konfidenzniveau von  $\alpha = 5\%$ .
- Ergebnisse gliedern sich nach  $T_1(u)$  sowie  $T_2(u)$  auf, die sich in der Art in der die  $\tilde{V}(u)$  konsistent geschätzt wird, unterscheiden.

### Interpretation

- In **fetter** Schrift abgetragene Ergebnisse zeigen Signifikanz für das **Verwerfen der Hypothese der Stetigkeit** von  $f$  an der je durchgeführtem Testdurchlauf **einzig möglichen** Sprungstelle  $u$  an.
- Der Test führt zur **stärksten Ablehnung** der Hypothese der Stetigkeit von  $f$  bei  $u = 1 \text{ Mio. EUR}$ , sodass die Wahrscheinlichkeit für den einzig möglichen Sprung von  $f$  an dieser Stelle am **größten** ist.
- Diese Wahl stellt **die kleinste Grenze**  $u$  dar, an der die Hypothese verworfen werden konnte. Insofern: Anzahl der zum Fitting der Großschadenverteilung benötigten Schadendaten wird nicht weiter (unnötig) reduziert.
- **Entgegenwirkung** eines möglichen **Modellfehlers** hinsichtlich der Verteilungsanpassung der Großschadenhöhen.
- Die Testergebnisse **stützen die Wahl** der zuvor rein grafisch ermittelten Großschadengrenze.

An abstract painting with a vibrant color palette. The left side is dominated by thick, textured brushstrokes of bright orange and yellow. A vertical band of teal and blue runs through the center, also with a heavy, impasto texture. To the right, there are more complex, layered brushstrokes in shades of red, purple, and green, creating a sense of depth and movement. The overall effect is one of dynamic energy and rich color contrast.

# SUMMARY

Vorgestellt wurde eine **neue testtheoretische Überprüfungsmöglichkeit** der zuvor lediglich grafisch ermittelten **Großschadengrenze**.

Mögliche Verwendung als **Validierungsinstrument** innerhalb von internen Modellen für das Prämienrisiko von Schaden- und Unfallversicherungsunternehmen.

Weiterhin: realistische Darstellung der RV-Struktur und damit Möglichkeit einer **adäquaten Abbildung** der **risikomindernden Wirkungsweise** des RV-Programms auf ökonomische Größen.

Zusätzliche Anwendung des Test-Verfahrens im Rahmen von **Rückversicherungsanalysen** oder beim **Pricing** von XL-Verträgen.

**Denkbare Erweiterung:** Segmentierung in Basis-, Mittel- und Großschäden und anschließende simultane Überprüfung beider Thresholds.

An abstract, vibrant background on the right side of the slide, featuring a mix of teal, blue, red, and orange colors with a textured, painterly appearance. A black silhouette of a bird in flight is positioned in the lower right quadrant, overlapping the colorful background.

**SUMMARY**

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



**DR. MARCEL THEVISSSEN**

Principal | Actuarial

OLIVER WYMAN

Breite Straße 28 | 40213 Düsseldorf

Direct: +49 211 8987-693

Mobile: +49 162 1025312

[marcel.thevissen@oliverwyman.com](mailto:marcel.thevissen@oliverwyman.com)

[www.oliverwyman.com](http://www.oliverwyman.com)



**DR. BENEDIKT FUNKE**

Senior Manager | Actuarial

OLIVER WYMAN

Breite Straße 28 | 40213 Düsseldorf

Direct: +49 211 8987-685

Mobile: +49 162 1038101

[benedikt.funke@oliverwyman.com](mailto:benedikt.funke@oliverwyman.com)

[www.oliverwyman.com](http://www.oliverwyman.com)

