



# Alternativer Risikotransfer mit Hilfe von Cat Bonds

Berlin, 03.06.2019



## Dr. Sebastian Paik

- seit 2013 Q\_PERIOR, Topic Chapter Risk Management
- 2013 - 2015 Weiterbildung zum Aktuar (DAV) bei der Deutschen Aktuar Vereinigung
- seit 2016 Mitglied der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV)
- 2010 - 2013 Accenture, Risk Management, Schwerpunkt: Insurance
- 2007 - 2013 Promotion am Lehrstuhl für Banking und Finanzcontrolling der Universität Bamberg
- 2001 - 2007 Studium der Mathematik an der Universität Bonn und Abschluss als Dipl.-Math.

# Agenda

1. Motivation
2. Strukturierung und Funktionsweise von Cat Bonds
3. Bewertung von Cat Bonds
4. Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

# Motivation

Extremereignisse können die Kapazität des Rückversicherungsmarktes erschöpfen

## Extremereignisse

- Erdbeben
- Sturm
- ...

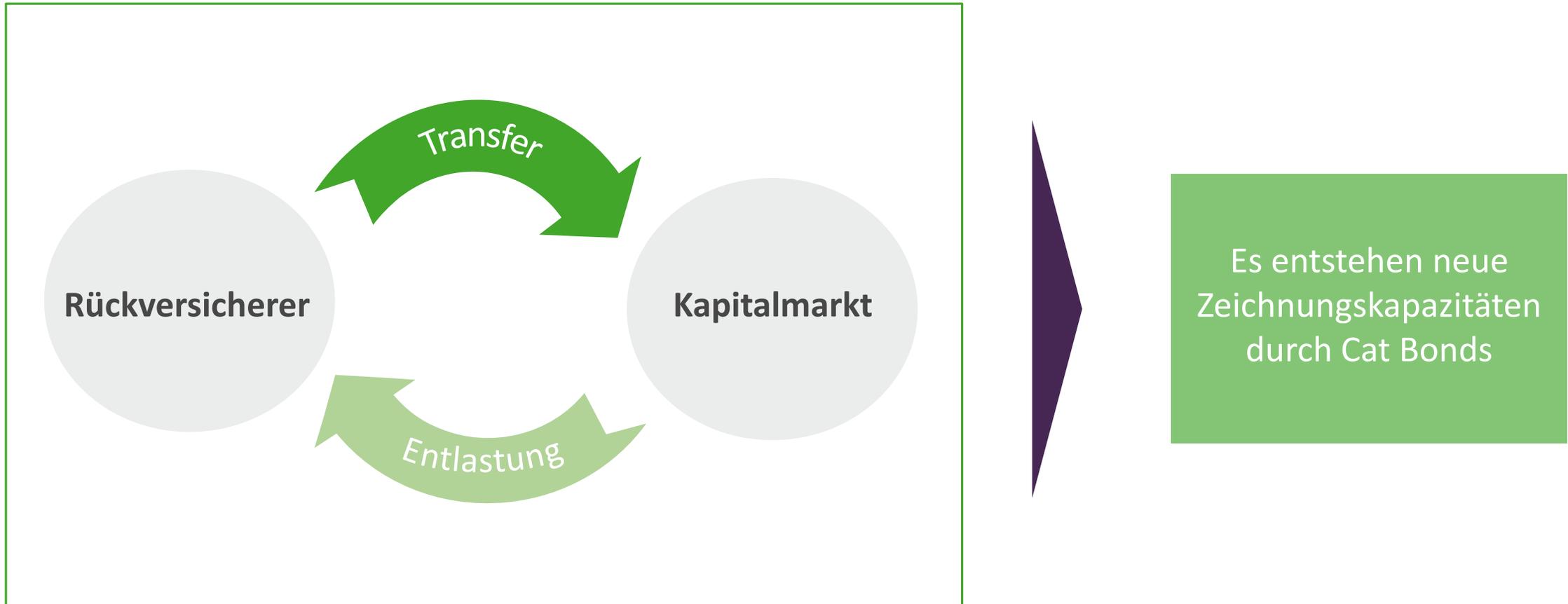
## Rückversicherungsmarkt

- Anzahl Rückversicherer begrenzt
- Zeichnungskapazität des einzelnen Rückversicherers begrenzt

Rückversicherung alleine reicht nicht aus, um die Risiken adäquat zu decken.

# Motivation

Transfer von Risiken an den Kapitalmarkt (Cat Bonds) entlastet Rückversicherer durch neue Kapazität



# Motivation

Cat Bonds sind eine attraktive Anlage für eine Vielzahl von Investoren

## Emittenten

Versicherer

Rückversicherer

...

## Investoren

Versicherer

Rückversicherer

Banken

Investmentfonds

Institutionelle Anleger

## Attraktive Anlage

Illiquiditätsprämie

Diversifikation

...

# Agenda

1. Motivation
2. Strukturierung und Funktionsweise von Cat Bonds
3. Bewertung von Cat Bonds
4. Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen



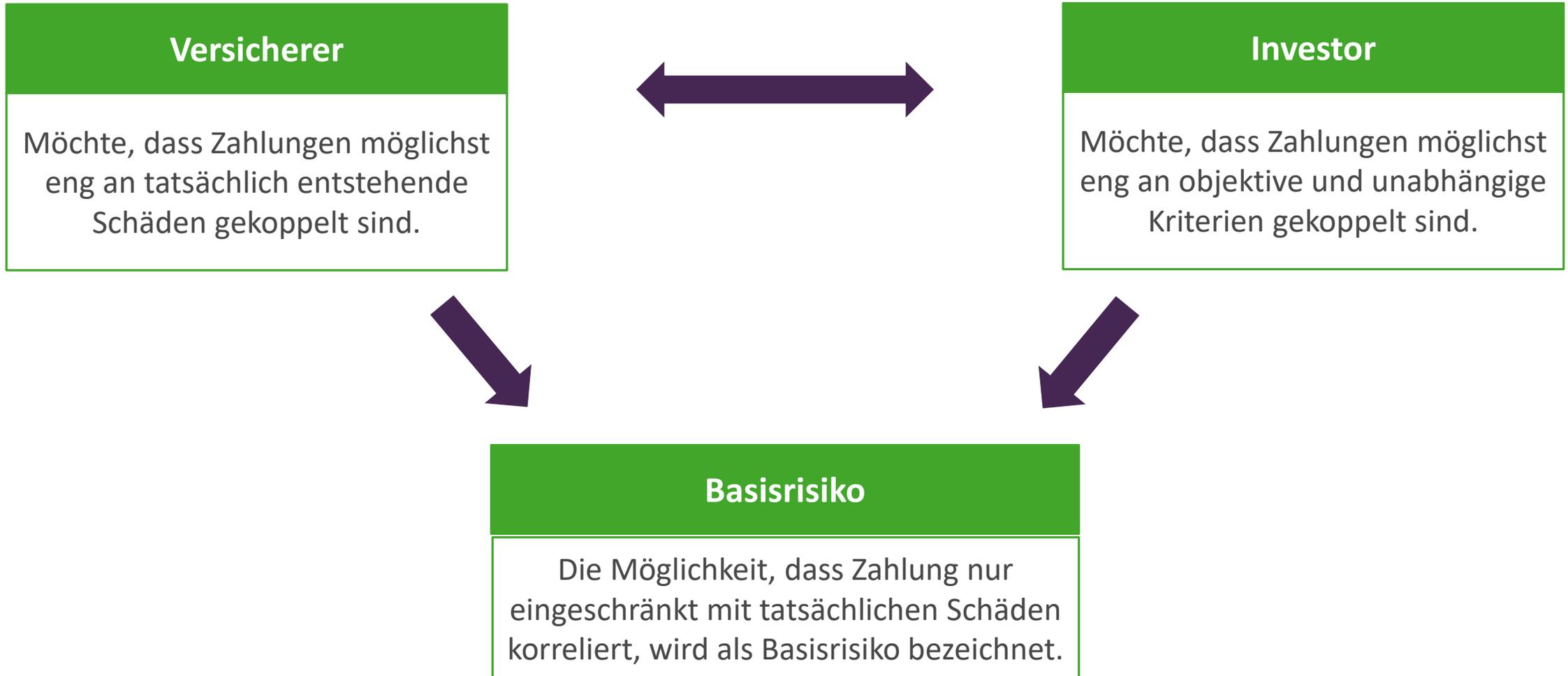
# Strukturierung und Funktionsweise von Cat Bonds

Der Zahlungsausfall von Cat Bonds wird von definierten „Trigger“ ausgelöst

Tatsächlicher Schaden	Modellierter Schaden	Branchenindex	Parametrischer Trigger	Hybridtrigger
<p>Die Zahlungsströme eines Cat Bonds können an den tatsächlichen Schaden des Versicherungsunternehmens gekoppelt sein</p>	<p>Wird ein Modell für das Risiko des Versicherers angenommen, kann der Schaden des Versicherers im Fall eines Katastrophenereignisses mit Hilfe von beobachteten Parameterwerten modelliert werden. Übersteigt der modellierte Schaden eine bestimmte Schwelle, kommt es zu Zahlungsausfällen</p>	<p>Ein Index des Schadens der Versicherungsbranche kann als Basis für die Auslösung von Zahlungsausfällen verwendet werden</p>	<p>Der Ausfall von Zahlungsansprüchen kann durch das Erreichen bestimmter parametrischer Werte ausgelöst werden. Im Fall von Erdbeben kann ein solcher Parameterwert beispielsweise eine bestimmte Stärke auf der Richterskala sein</p>	<p>Unter einem Hybridtrigger versteht man eine Kombination unterschiedlicher Trigger-Mechanismen</p>

# Strukturierung und Funktionsweise von Cat Bonds

Die Konstruktion von Cat Bonds bedingt das Risiko voneinander abweichender Schäden und Zahlungen



# Agenda

1. Motivation
2. Strukturierung und Funktionsweise von Cat Bonds
3. Bewertung von Cat Bonds
4. Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

# Bewertung von Cat Bonds

Die Bewertung von Cat Bonds erfolgt in einem unvollständigen Markt

## Unvollständiger Markt

Es gibt unsichere Zahlungsströme, die sich nicht replizieren lassen.

In einem unvollständigen Markt gibt es kein eindeutiges risikoneutrales Wahrscheinlichkeitsmaß und somit auch keine eindeutigen arbitragefreien Preise. Es können lediglich Intervalle arbitragefreier Preise bestimmt werden.

## Bewertung

Es gibt unsichere Zahlungsströme, die sich nicht replizieren lassen.

# Bewertung von Cat Bonds

Die Bewertung in einem unvollständigen Markt kann mit Hilfe der Equilibrium Pricing Theorie erfolgen

## Ausgangspunkt

Unsichere Zahlungsströme lassen sich bewerten, indem ein repräsentativer Marktteilnehmer betrachtet wird, der über das aggregierte Kapital sämtlicher Akteure am Markt verfügt und der eine zeit-additive und zustands-unabhängige Nutzenfunktion hat (sog. Equilibrium Pricing Theorie).

## Strategie

Gesucht sind der Konsum und die selbstfinanzierende Handelsstrategie, die den Nutzen des repräsentativen Akteurs aus dem Konsum maximieren.

Der Konsum muss mit dem Kapital und dem Wertzuwachs des Portfolios finanziert werden.

## Resultat

Optimierungsproblem ist lösbar, hängt aber von der Nutzenfunktion und dem aggregierten Konsum ab.

Cox und Pedersen haben Bewertungsverfahren entwickelt, welches unabhängig ist von der Nutzenfunktion und dem aggregierten Konsum.

# Bewertung von Cat Bonds

## Das Modell von Cox und Pedersen liefert einen arbitragefreien Preis für Cat Bonds

**ERGEBNIS:** Die Bewertung eines Cat Bonds im Modell von Cox und Pedersen

Der Wert eines Cat Bonds mit den Zahlungen  $\{c(\omega, t) : t = 1, \dots, T\}$  zur Zeit

$$t = 0 \text{ ist } V_c(0) = \sum_{t=1}^T \mathbb{E}_{\mathbf{Q}}[v(\omega^{(1)}, t)c(\omega, t)].$$

Dieser Preis ist arbitragefrei und entspricht den erwarteten diskontierten Cat Bond Zahlungen.

Für die Bewertung benötigen wir folglich

- (i) ein Zinsmodell
- (ii) ein Modell für die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Katastrophenschäden, an welche die Cat Bond Zahlungen gekoppelt sind.

Die Kenntnis einer Nutzenfunktion oder Annahmen zu einer solchen sind nicht notwendig.

# Bewertung von Cat Bonds

Zentrale Annahme des Resultats ist die Unabhängigkeit von Finanzmarkt und Katastrophenereignissen

## Empirische Studien

- Es gibt empirische Studien, die die Unabhängigkeit von Finanzmarkt und Katastrophenereignissen nahelegen.
- Es gibt aber auch Studien, die eine (statistisch nicht signifikante) leichte Abhängigkeit finden

Die Annahme der Unabhängigkeit scheint plausibel, auch wenn sie sich gegenwärtig weder bestätigen noch widerlegen lässt.

# Agenda

1. Motivation
2. Strukturierung und Funktionsweise von Cat Bonds
3. Bewertung von Cat Bonds
4. Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

# Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

Grundlage für die Analyse des Bewertungsverfahrens sind Erdbeben in Japan



# Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

Die Katastrophen können mit Hilfe von Poisson- und GEV-Verteilung modelliert werden

## Cox und Pedersen

### Schadenhäufigkeit

Erdbeben: **Homogener Poisson-Prozess**, da es plausibel erscheint, dass Erdbeben mit konstanter Intensität eintreten

### Schadenhöhe

Die **GEV-Verteilung** passt empirisch am besten zum zugrundeliegenden Datensatz

### Zinsmodell

Die Modellergebnisse hängen nicht signifikant davon ab, ob mit dem Cox-Ingersoll-Roll Modell oder einem konstanten Zins gerechnet wird.

# Analyse

# Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

## Die Gestaltungsparameter von Cat Bonds erlauben grundsätzliche Sensitivitätsanalysen (1/2)

### Laufzeit

Ohne Coupon: Bei einem couponlosen Cat Bond impliziert eine längere Laufzeit einen geringeren Preis, da die Wahrscheinlichkeit einer Katastrophe mit der Laufzeit steigt und über einen längeren Zeitraum diskontiert wird.

Mit Coupon: Längere Laufzeit impliziert grundsätzlich mehr Couponzahlungen und damit höheren Wert, Frequenz und absolute Höhe können aber auch nicht ausreichen, um Laufzeiteffekt zu kompensieren.

### Definition einer Katastrophe

Werden Schwellenwerte für den Gesamtschaden definiert, führt eine Erhöhung dieser Werte zu selteneren Katastrophenereignissen und damit zu einem höheren Wert des Cat Bonds.

### Coupon

Der Wert eines Cat Bonds ist um so höher, je höher der Coupon gewählt wird und je häufiger dieser gezahlt wird. Bei konstanter Summe sämtlicher Couponzahlungen während der Laufzeit ist der Wert höher, wenn Zahlungen früher geleistet werden.

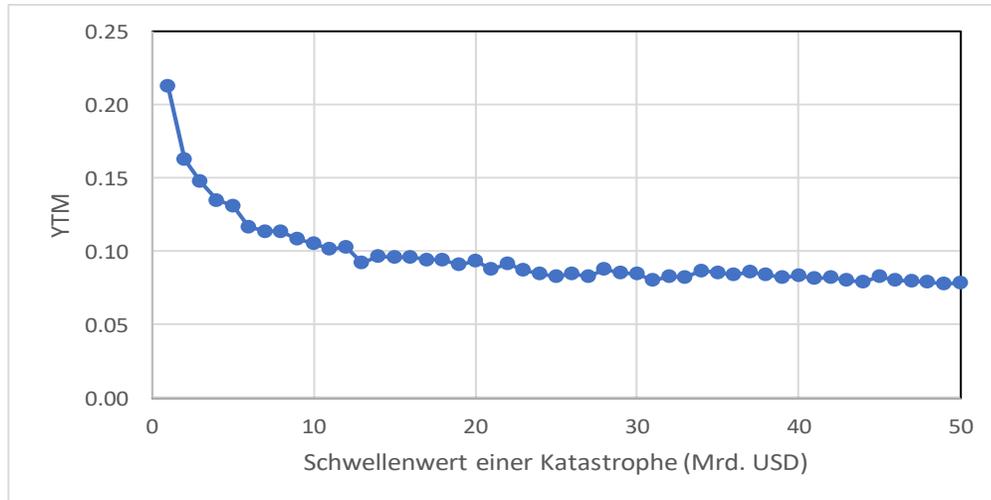
### Rückzahlung bei Katastrophe

Je höher der Anteil des Nennwerts ist, der im Katastrophenfall an Investoren zurückgezahlt wird, um so höher ist auch der Wert eines Cat Bonds.

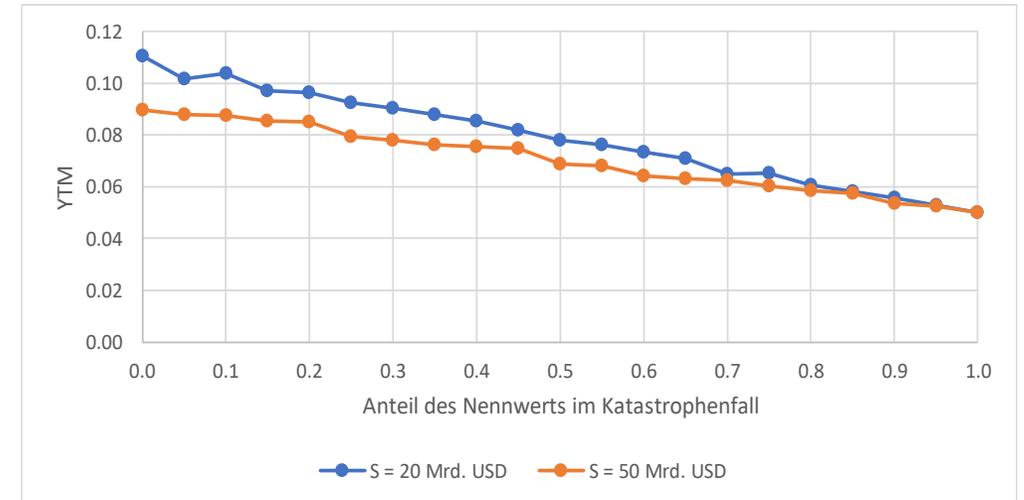
# Analyse des Bewertungsverfahrens von Cox und Pedersen

## Die Gestaltungsparameter von Cat Bonds erlauben grundsätzliche Sensitivitätsanalysen (2/2)

Yield to Maturity in Abhängigkeit des Schwellenwerts einer Katastrophe



Yield to Maturity in Abhängigkeit des Anteils des Nennwerts, der im Katastrophenfall zurückgezahlt wird



Die Abweichungen von einem streng monotonen Verlauf sind durch die numerische Simulation bedingt.

**Diskussion: Welche Fragen und Anregungen haben Sie?**



**SIE HABEN FRAGEN?**

**Wir stehen Ihnen gerne zur Verfügung!**