

**Forschung am IVW Köln, 6/2014**

Institut für Versicherungswesen

# **Katastrophenmodellierung - Naturkatastrophen, Man Made Risiken, Epidemien und mehr**

**Proceedings zum 6. FaRis & DAV Symposium  
am 13.06.2014 in Köln**

**Maria Heep-Altiner, Marcel Berg (Hrsg.)**



**Maria Heep-Altiner, Marcel Berg (beide Hrsg.)**

**Forschungsstelle Forschungsstelle actuarielle Modelle & Methoden im Risikomanagement**

## **Katastrophenmodellierung - Naturkatastrophen, Man Made Risiken, Epidemien und mehr. Proceedings zum 6. FaRis & DAV Symposium am 13.06.2014 in Köln**

---

### **Zusammenfassung**

Nicht nur seit den jüngsten Flutereignissen ist das Thema „Naturkatastrophen“ bekanntlich in aller Munde. Auch jüngere Mitmenschen haben inzwischen schon relativ häufig sogenannte „Jahrhundert-Fluten“ erlebt. Ob es sich dabei wirklich um Auswirkungen eines weltweiten Klimawandels handelt, ist unter rein wissenschaftlichen Gesichtspunkten über die relativ kurzen Beobachtungszeiträume schwer beweisbar. Fakt ist allerdings, dass Elementarereignisse sich kaum noch in unberührten Gegenden ereignen, so dass die Schadenaufwendungen im Vergleich zur Vergangenheit angestiegen sind. Hier stellt sich also in jedem Fall die Frage nach der generellen Versicherbarkeit. Aber es gibt noch andere Katastrophenereignisse, die die Versicherungsindustrie treffen können.

### **Abstract**

Not only since the last flood events, natural catastrophes have been an actual topic. Even younger people have observed several so-called "100-years floods". If those events are cause by a climate change is still under scientific discussion, because it is hard to prove significant climate change effects given such a short observation period. But it is quite evident that natural catastrophes do not happen any longer in "empty" regions such that the damages are higher than in the past. Therefore, one may ask the question if and how to insure such events. But there are other catastrophe events that hit the insurance industry.

### **Schlagwörter:**

Elementarschadenversicherung, Epidemien, Katastrophen, Katastrophenereignis, Katastrophenmodellierung, Man-Made-Katastrophen, Nat Cat, Naturkatastrophen, Pandemien, Rückversicherung, Versicherungswirtschaft

## Autorenverzeichnis

---

1. Katastrophenmodellierung. Maria Heep-Altiner  
Naturkatastrophen, Man Made Risiken,  
Epidemien und mehr.
- 

2. Versicherbarkeit von Elementarrisiken in  
Deutschland. Rainer Fürhaupter
- 

3. Naturkatastrophen und Aggregatkontrolle. Eberhard Müller  
Nutzen und Grenzen computergestützter  
Simulationsmodelle.
- 

4. Extremereignisse in der Personen(rück)-  
versicherung. Herausforderungen in der  
Exposure Modellierung. Lars Pralle,  
Stefan Falk
-

## Vorwort

Die Forschungsstelle actuarielle Modelle & Methoden im Risikomanagement (FaRis) des Instituts für Versicherungswesen (IVW) an der Fachhochschule Köln und die deutsche Aktuarvereinigung e.V. (DAV) veranstalten zweimal pro Jahr ein gemeinsames Symposium. Diese FaRis & DAV Symposien haben dabei zum Ziel, aktuell relevante Fragestellungen nicht nur Aktuaren, sondern auch Personen an den Schnittstellen zu actuariellen Tätigkeiten näher zu bringen. In diesem Selbstverständnis sind die Symposien ein geeignetes Mittel zur actuariellen Weiterbildung, so dass im Rahmen der verpflichtenden DAV Weiterbildung die Teilnahme an diesen Symposien entsprechend angerechnet wird.

Am 13.06.2014 fand das sechste gemeinsame Symposium zum Thema „**Katastrophenmodellierung. Naturkatastrophen, Man Made Risiken, Epidemien und mehr**“ in den Räumen der Fachhochschule Köln statt.

Nicht nur seit den jüngsten Flutereignissen ist das Thema „Naturkatastrophen“ bekanntlich in aller Munde. Auch jüngere Mitmenschen haben inzwischen schon relativ häufig sogenannte „Jahrhundert Fluten“ erlebt. Ob es sich dabei wirklich um Auswirkungen eines weltweiten Klimawandels handelt, ist unter rein wissenschaftlichen Gesichtspunkten über die relativ kurzen Beobachtungszeiträume schwer beweisbar. Fakt ist allerdings, dass Elementarereignisse sich kaum noch in unberührten Gegenden ereignen, so dass die Schadenaufwendungen im Vergleich zur Vergangenheit angestiegen sind. Hier stellt sich also in jedem Fall die Frage nach der generellen Versicherbarkeit.

Katastrophenmodellierung betrifft aber nicht nur Naturkatastrophen, sondern alle Risiken, die sich nur äußerst selten, dann aber mit einer entsprechenden Schwere ereignen und somit nur sehr schwer eingeschätzt werden können. Ein klassisches Beispiel für solche anderen Katastrophenereignisse sind die sogenannten „Man Made“ Risiken wie etwa die Schadenereignisse im Zusammenhang mit dem 11. September 2001.

Katastrophenereignisse betreffen aber nicht nur Sachwerte. So schätzt man, dass die spanische Grippe in den Jahren 1918 – 1920 in Europa bis zu 50 Millionen Tote verursacht hat. Es ist somit durchaus ein legitimes Gedankenexperiment, welche Versicherungsleistungen eine vergleichbare Epidemie heute mit einer deutlich gestiegenen Versicherungsrate verursachen würde.

Im Eröffnungsvortrag wurde ein allgemeiner Überblick über die Thematik gegeben.

Auf Basis seiner Erfahrungen aus dem eigenen Unternehmen und aus der GdV Gremiumsarbeit hat sich der derzeitige DAV Vorstandsvorsitzende **Rainer Fürhaupter** mit der Frage der Versicherbarkeit von Elementarrisiken in Deutschland auseinander gesetzt.

Nutzen und Grenzen computergestützter Simulationsmodelle für die Naturkatastrophenmodellierung wurden von **Eberhard Müller** von der Hannover Rück in seinem Vortrag aufgezeigt.

Das Symposium hatte sich aber auch zum Ziel gesetzt, das Thema „Katastrophen“ nicht nur unter dem Blickwinkel Naturkatastrophen zu beleuchten. Insofern haben sich **Dr. Lars Pralle** und **Stefan Falk** von der SCOR in ihrem gemeinsamen Vortrag mit Extremereignissen in der Personen(rück)versicherung auseinandergesetzt und die Herausforderungen in der Exposuremodellierung illustriert.

Köln, im Juli 2014

Maria Heep-Altiner

# Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	II
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	IV
1 KATASTROPHENMODELLIERUNG .....	1
1.1 NATURKATASTROPHEN .....	1
1.2 MAN MADE KATASTROPHEN.....	4
1.3 EPIDEMIEEN / PANDEMIEEN / ENDEMIEN .....	6
2 VERSICHERBARKEIT VON ELEMENTARRISIKEN IN DEUTSCHLAND .....	9
2.1 BEDEUTUNG VON ELEMENTARSCHADENVERSICHERUNG .....	9
2.2 KUMULE / RISIKODIFFERENZIERUNG / INFORMATIONSunGLEICHGEWICHT .....	11
2.3 GESELLSCHAFTLICHER UND POLITISCHER EINFLUSS .....	13
2.4 TECHNIK DER ZONIERUNG.....	14
2.4.1 Zonierung konkreter Objekte .....	15
2.4.2 Situation am Beispiel Bayern.....	15
2.5 KALKULATION .....	16
2.5.1 GDV Kalkulationsstudien.....	16
2.5.2 Kumulkontrolle.....	16
2.6 FAZIT .....	17
3 NATURKATASTROPHEN UND AGGREGATKONTROLLE.....	18
3.1 RÜCKBLICK 1994 - 2014 .....	19
3.2 EINIGE ASPEKTE ZU AUSGEWÄHLTEN NATURKATASTROPHEN .....	22
3.2.1 Die größten Katastrophen in der Einzeldarstellung.....	22
3.2.2 Die größten Katastrophen im Überblick.....	28
3.3 KLIMAWANDEL: STAND DER AKTUELLEN ERKENNTNISSE .....	30
3.4 NATURKATASTROPHENMODELLIERUNG UND –RISIKOMANAGEMENT .....	32
3.5 VERBRIEFUNG VON NATURKATASTROPHEN .....	37
3.6 FAZIT .....	39
4 EXTREMEREIGNISSE IN DER PERSONEN(RÜCK)VERSICHERUNG .....	40
4.1 LOKALE KATASTROPHENEREIGNISSE .....	40
4.2 INFektionsKRANKHEITEN .....	44

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klassifikation von Naturkatastrophen gemäß der auslösenden Ereignisse. ..	2
Abbildung 2: Weltweite Verteilung der versicherten Schäden von 1950 – 2007.....	2
Abbildung 3: Weltweit teuerste Stürme für die Versicherungswirtschaft.....	3
Abbildung 4: Extreme historische Naturkatastrophen. ....	3
Abbildung 5: Die größten Seuchen in Europa. ....	7
Abbildung 6: Schadenausmaß bei einem großen Flutereignis .....	9
Abbildung 7: Verstärkung des Schadenausmaßes durch zusätzliche Faktoren. ....	10
Abbildung 8: Kumulrisiko durch Überschwemmung am Beispiel von Rosenheim.....	11
Abbildung 9: Versicherungsdichte in Abhängigkeit von der Zonierungsgrenze.....	12
Abbildung 10: Hochwassergefährdung und Bebauung am Beispiel von Rosenheim.....	13
Abbildung 11: ZÜRS (GDV) versus GIS (Versicherungskammer Bayern). ....	15
Abbildung 12: Der „Northridge Schock“ 1994. ....	18
Abbildung 13: Auswirkung des Hurrikans Katrina.....	23
Abbildung 14: Auswirkungen des Port-au-Prince Erdbebens. ....	24
Abbildung 15: Auswirkungen der Überschwemmungen in Australien. ....	25
Abbildung 16: Auswirkungen des Tohoku-Erdbebens.....	26
Abbildung 17: Auswirkungen der Flut in Thailand.....	27
Abbildung 18: Die größten Naturkatastrophen – nach versicherten Schäden.....	28
Abbildung 19: Die größten Naturkatastrophen – nach Todesopfern.....	28
Abbildung 20: Temperaturänderungen von 1901 – 2012.....	30
Abbildung 21: Komponenten eines Naturgefahrensimulationsmodells.....	33
Abbildung 22: Kombination von GCM und NWP Modellen.....	34
Abbildung 23: Stochastischer Ereigniskatalog eines Hurrikans. ....	34
Abbildung 24: Simulierte Ereigniskataloge.....	35
Abbildung 25: Simulierte Marktschäden für US Hurrikan.....	36
Abbildung 26: Ausgelaufene Verbriefungstransaktionen der Hannover Rück. ....	38
Abbildung 27: Marktüberblick Katastrophenbonds. ....	38
Abbildung 28: Lokale Katastrophenereignisse vs. Infektionskrankheiten. ....	40
Abbildung 29: Unterschiedliche Exposures im Ballungsraum City of London.....	40
Abbildung 30: Unterschiedliche Exposures in Manhattan.....	41
Abbildung 31: Konferenzzentren im Epizentrum des San Francisco Erdbebens (1906).....	41
Abbildung 32: Exposureabschätzung bei bekannten Arbeitgeberadressen. ....	42

Abbildung 33: Konzentrationsrisiko bei Gruppenverträgen.....	42
Abbildung 34: Exposureüberlappung durch unterschiedliche Produkte / Verträge.....	43
Abbildung 35: Epidemiologische Modelle (1).....	45
Abbildung 36: Epidemiologische Modelle (2).....	45

## Abkürzungsverzeichnis

AIR	Applied Insurance Research
BCAC	Bureau Commun d'Assurances Collectives
BU	Berufsunfähigkeit
CFR	Case Fatality Ratio
DGM	Digitales Geländemodell
F	Feuerrisiko
FR	Frankreich
GCM	General Circulation Modelle
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
GIS	Geoinformationssystem
GPS	Global Positioning System
HW	Hochwasser
IAWG	Ingenieurhydrologie, Angewandte Wasserwirtschaft und Geoinformatik
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LLC	Limited Liability Company
LW	Leitungswasserrisiko
mph	Miles per hour
NWP	Numerical Weather Prediction / Numerische Wettervorhersage-Modelle
RMS	Risk Management Solutions
SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome
SST	Sea surface temperature
StHa	Sturm-/Hagelrisiko
TK25	Topographische Karte im Maßstab 1:25 000
ÜZone	Überschwemmungszone
VdS	Vertrauen durch Sicherheit (hier: VdS Schadenverhütung GmbH)
VKB	Versicherungskammer Bayern, Versicherungsanstalt des öffentlichen Rechts
VS	Versicherungssumme
ZÜRS	Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen

# 1 Katastrophenmodellierung

Maria Heep-Altiner

In diesem Beitrag wird ein allgemeiner Überblick über das Thema „Katastrophenmodellierung“ gegeben. Der Begriff „Katastrophe“ kann zunächst gemäß Wikipedia einmal wie folgt definiert werden:

*Eine Katastrophe (griechisch) ... zusammengesetzt aus kata für herab / nieder und strephein für wenden ... also Wendung zum Niedergang ist ein folgenschweres Unglücksereignis mit samt dessen Folgen.*<sup>1</sup>

Aus dieser Definition ergeben sich sofort die folgenden wichtigen Eigenschaften einer Katastrophe (zumindest gemäß der obigen Definition):

- Ereignis: Beobachtbarer Auslöser
- Unglück: Negative Konsequenzen für Mensch und Besitz
- Folgeschwer: Von erheblichen Ausmaß / Extremereignis

Dabei müssen alle drei Bedingungen erfüllt sein. Der Ausbruch eines Geysirs ist zwar ein beobachtbares Naturereignis, aber wegen der fehlenden negativen Konsequenzen i. d. R. keine Katastrophe. Nach dieser Definition sind auch kleinere Missgeschicke im alltäglichen Leben wegen der fehlenden Folgeschwere keine Katastrophe – obwohl in der Umgangssprache häufig als solche bezeichnet.

Die wichtigsten Katastrophenereignisse aus dem Blickwinkel der Versicherungswirtschaft sind dabei die folgenden:

- Naturkatastrophen: Naturereignisse als Auslöser
- Man Made Disasters: Mensch als Auslöser
- Epidemien / Pandemien: Biologisches Ereignis als Auslöser

Diese drei Gebiete sollen in den nachfolgenden Abschnitten intensiver behandelt werden.

## 1.1 Naturkatastrophen

Naturkatastrophen können danach klassifiziert werden, ob sie von

- meteorologischen Ereignissen,
- hydrologischen Ereignissen oder
- geophysikalischen Ereignissen

---

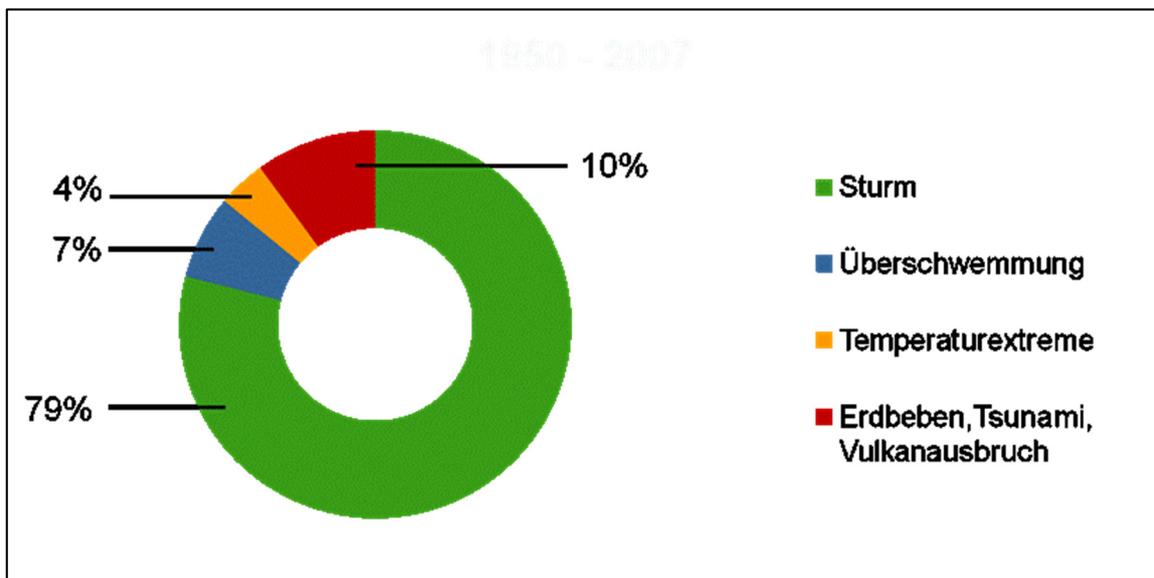
<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Katastrophe> [abgerufen am 20.05.2014]

ausgelöst werden. In der nachfolgenden Übersicht sind die wichtigsten Ereignisse in jeder dieser drei Oberkategorien zusammengefasst.

Meteorologische Ereignisse	Hydrologische Ereignisse	Geophysikalische Ereignisse
Tropensturm	▪ Flussüberschwemmung	▪ Erdbeben
▪ Hurrikan	▪ Sturzflut	▪ Seebeben
▪ Taifun	▪ Sturmflut	▪ Vulkanausbruch
▪ Zyklon	▪ Tsunami	
Außertropischer Sturm	▪ Mure	
▪ Windsturm	▪ Grundwasseranstieg	
▪ Tornado / Hagel	▪ Gletscherausbruch	
	▪ Dambruch	
	▪ Seespiegelanstieg	
	▪ Meeresspiegelanstieg	

**Abbildung 1: Klassifikation von Naturkatastrophen gemäß der auslösenden Ereignisse.<sup>2</sup>**

In der nachfolgenden Grafik ist eine Übersicht über die weltweite Verteilung der versicherten Schäden von 1950 bis 2007 illustriert.



**Abbildung 2: Weltweite Verteilung der versicherten Schäden von 1950 – 2007.<sup>3</sup>**

Wie man der obigen Grafik entnehmen kann, stellen im Hinblick auf die versicherten Schäden Stürme die bedeutendste Gefahr dar. In der nachfolgenden Tabelle sind daher weltweit teuersten Stürme für die Versicherungswirtschaft aufgelistet.

<sup>2</sup> Dirks, Becker, Ohst: NatCat Risiken, Präsentation, IVW, WS 2013/2014

<sup>3</sup> Munich Re

Datum	Ereignis	Gebiet	Versicherte Schäden Mio. US \$,Originalwerte
25.-30.08.2005	Hurrikan Katrina, Sturmflut	USA: LA, New Orleans	62.200
24.-31.10.2012	Hurrikan Sandy	Karibik & USA	30.000
06.-14.09.2008	Hurrikan Ike	USA, Kuba, Haiti, Dom Rep., Bahamas	18.500
23.-27.08.1992	Hurrikan Andrew	USA: FL, Homestead; LA; Bahamas	17.000
07.-21.09.2004	Hurrikan Ivan	USA, Karibik, Venezuela, Kolumbien, Mexiko	13.800
19.-24.10.2005	Hurrikan Wilma	USA, Bahamas, Kuba, Haiti, Jamaika, Mexiko	12.500

**Abbildung 3: Weltweit teuerste Stürme für die Versicherungswirtschaft.<sup>4</sup>**

Gerade weil es sich gemäß der getroffenen Definition um „folgeschwere“ Ereignisse handelt, spielen bei einer Naturkatastrophenmodellierung aber nicht nur folgeschwere Ereignisse aus der jüngsten Vergangenheit eine Rolle. Da alle extremen Ereignisse in die Verteilungsmodellierung eingehen sollten, muss man auch ggf. historische Ereignisse mit einbeziehen – auch wenn die Informationen hierzu oft nur sehr rudimentär oder ungenau vorliegen.

Datum	Ereignis	Gebiet	Auswirkungen
1650 v. C.	Ausbruch des Santorin	Südliches Ägäisches Meer	Große Teile der Insel versinken im Meer Biblische Plagen??
79	Ausbruch des Vesuv	Italien	Zerstörung von Pompeji Ca. 16.000 Tote
365	Erdbeben und Tsunami	Kreta	Stärke 8.2, stärkstes Ereignis in Europa in historischer Zeit
1755	Erdbeben von Lissabon	Portugal	Ca. 55.000 Tote
1815	Ausbruch des Mount Tambora	Indonesien	1816 Jahr ohne Sommer mit Hungersnöten und unzähligen Toten
1908	Messina Erdbeben	Italien	Stärke 7.1, 123.000 Tote
1915	Fucino Erdbeben		Stärke 7.0, 33.000 Tote

**Abbildung 4: Extreme historische Naturkatastrophen.<sup>5</sup>**

Es gibt durchaus viele Hinweise, dass einige der oben aufgelisteten Katastrophen – zumindest was die auslösenden Ereignisse betrifft – an die Schwere der Ereignisse aus jüngster Vergangenheit herankommen oder diese sogar übertreffen. Die Folgen des Santorin Ausbruchs sind bis heute sichtbar und es gibt zumindest ernst zu nehmende Hypothesen, dass

<sup>4</sup> Munich Re

<sup>5</sup> Papanikolaou, Dequae: Introducing Catastrophe Risk, Vortrag bei EIOPA, 29.04.2014

dieser Ausbruch die in der Bibel beschrieben zehn Plagen Ägyptens verursacht haben könnte. So hat beispielsweise der Ausbruch des Mount Tambora in 1815 dazu geführt, dass 1816 als ein „Jahr ohne Sommer“ in die Geschichte eingegangen ist – mit entsprechenden Folgen wie Missernten und Hungersnöten mit vielen Toten.

Simulationen des Schadensgeschehens eines Vesuvausbruchs wie im Jahr 79 n. C. haben ergeben, dass in der heutigen Zeit ein derartig intensiver Ausbruch in direkter Nähe der Millionenstadt Neapel ein geschätztes Schadenvolumen von 24 Mrd. US \$ verursachen würde.<sup>6</sup>

Aber gerade im Hinblick auf Extremereignisse muss man ggf. noch auf Zeiträume zurückgehen, für die es keine schriftlichen Aufzeichnungen mehr gibt. Durch Verwendung geologischer Daten kann man auch Rückschlüsse auf vorgeschichtliche Naturkatastrophen ziehen, für die es keine historischen Aufzeichnungen gibt.

Es gibt genügend Hinweise (beispielsweise durch beobachtbare Verwerfungen in geologischen Schichten oder Bohrkernen) auf signifikante Naturkatastrophen aus vorgeschichtlicher Zeit mit entsprechender Modellrelevanz, aber unberücksichtigt in den derzeitigen Modellen.

So hat man beispielsweise im Hinblick auf die benötigten Daten für eine Erdbebenmodellierung im Augenblick nur

- vollständige Daten für Stärken  $\geq 7.3$  für die letzten 500 Jahre,
- vollständige Daten für Stärken  $\geq 6.5$  für die letzten 200 Jahre.<sup>7</sup>

Hier stellt sich also auch für einen Laien die Frage, ob diese Datenlage für eine Tail-Modellierung bei sehr schiefen Verteilungen schon ausreicht oder ob nicht doch auch ergänzend noch prähistorische Ereignisse in die Modellierung mit einbezogen werden müssten.

Auf der anderen Seite muss man aber auch darauf hinweisen, dass schon die Informationen über historisch bekannte Ereignisse sehr ungenau sind – umso ungenauer sind natürlich auch die Informationen zu geschätzten prähistorischen Ereignissen. Letztendlich geht es bei einer Einbeziehung in einen Modellierungsansatz ja um „konkretes Geld“. Das Thema „Naturkatastrophenmodellierung“ wird also auch noch in der Zukunft spannend bleiben.

## 1.2 Man Made Katastrophen

Man Made Katastrophen haben – wie bereits zuvor skizziert – den Menschen und nicht die Natur als Auslöser. Man Made Risiken kann man beispielsweise wie folgt klassifizieren:<sup>8</sup>

- Unfall Risiken
  - Feuer, Explosionen

---

<sup>6</sup> Papanikolaou, Dequae: Introducing Catastrophe Risk, Vortrag bei EIOPA, 29.04.2014

<sup>7</sup> Papanikolaou, Dequae: Introducing Catastrophe Risk, Vortrag bei EIOPA, 29.04.2014

<sup>8</sup> Dequae: Introducing Catastrophe Risk / man-made hazards, Vortrag bei EIOPA, 29.04.2014

- Flugzeug-, Schiffs- und Eisenbahnunglücke
- Grubenunglücke
- Umweltrisiken
  - Gefährliche Materialien (Biologisch / Chemisch)
  - Energieunterbrechungen
  - Kernenergie
  - Radiologische Notfälle
- Geopolitische Risiken
  - Krieg, Bürgerkrieg
  - Terrorismus
- Technologische Risiken wie Cyber-Angriffe

In der nachfolgenden Liste sind die „Top 5“ der Unfallrisiken aufgelistet:<sup>9</sup>

1986: Tschernobyl-Reaktor	235 Mrd. US \$
2010: Deep Water Horizon	42 Mrd. US \$
2003: Columbia Space Shuttle Unglück	13 Mrd. US \$
2002: Prestige Öltankerunglück	12 Mrd. US \$
1986: Challenger Explosion	5,5 Mrd. US \$

Im Unterschied zur Atomkatastrophe im Kraftwerk Fukushima, die eine Konsequenz des Tohoku Erdbebens war und somit natürlich nicht zu den Made Katastrophen zählt, geht die Atomkatastrophe in Tschernobyl definitiv auf menschliches Versagen zurück.

Die „Top 5“ der Terrorismus Attacken sind nachfolgend aufgelistet:<sup>10</sup>

2001: World Trade Center, New York	3.000 Mrd. US \$
1993: Bishopsgate Bombenanschläge, London	> 1,2 Mrd. US \$
1996: Manchester Bombenanschläge	0,966 Mrd. US \$
1992: Baltic Exchange Bombenanschläge, London	> 2,2 Mrd. US \$

<sup>9</sup> Dequae: Introducing Catastrophe Risk / man-made hazards, Vortrag bei EIOPA, 29.04.2014

<sup>10</sup> Dequae: Introducing Catastrophe Risk / man-made hazards, Vortrag bei EIOPA, 29.04.2014

2005: Londoner Bombenanschläge

> 1,2 Mrd. US \$

Der 11. September 2001 ist hier natürlich das herausragende Ereignis an das alle anderen Ereignisse nicht mehr herankommen. Auffallend ist, dass alle anderen Ereignisse in Großbritannien und hier meistens in London stattgefunden haben.

Auch wenn es bislang noch nicht zu wirklich katastrophalen Ereignissen gekommen ist, so stellen doch Cyberrisiken ein enormes Bedrohungspotential dar – wenn auch im Augenblick eher noch im Sinne eines Gedankenexperimentes. Bei der derzeitigen weltweiten Vernetzung von immer mehr relevanten Bereichen unseres Lebens ist es durchaus vorstellbar, dass eine signifikante Cyberattacke wichtige Bereiche unserer Gesellschaft vollständig lahm legen könnte – mit enormen wirtschaftlichen Auswirkungen, die alle bisher bekannten Katastrophen durchaus übersteigen könnten.

### **1.3 Epidemien / Pandemien / Endemien**

Im Hinblick auf Epidemien / Pandemien / Endemien ergeben sich aus den gängigen Nachschlagewerken (wie etwa Wikipedia etc.) etwa die folgenden Definitionen:

- Epidemie
  - Stark gehäuftes Auftreten einer (Infektions-) Krankheit innerhalb einer Gruppe oder Region in einer gewissen Zeitperiode.
- Pandemie
  - Stark gehäuftes Auftreten einer (Infektions-) Krankheit ohne Begrenzung auf eine Gruppe oder Region (d. h. ggf. Länder oder Kontinent übergreifend) innerhalb einer gewissen Zeitperiode.
- Endemie
  - Dauerhafte „Durchseuchung“ einer Gesellschaft oder Region durch eine (Infektions-) Krankheit beispielsweise durch Malaria.

In der nachfolgenden Übersicht sind für Europa die schlimmsten historisch bekannten Seuchen<sup>11</sup> aufgelistet, wobei der Versuch unternommen wurde, diese als Epidemie / Pandemie / Endemie zu klassifizieren.

---

<sup>11</sup> In Anlehnung an [http://www.focus.de/wissen/mensch/geschichte/tid-14097/geschichte-die-acht-groessen-seuchen-europas\\_aid\\_394252.html](http://www.focus.de/wissen/mensch/geschichte/tid-14097/geschichte-die-acht-groessen-seuchen-europas_aid_394252.html)

Zeit	Ereignis	Klassifikation	Ursprung / Übertragung	Auswirkungen
1347 / 48	Pest	Pandemie	Über den Seeweg aus Asien	Ca. 25. Mio. Tote (etwa 1/3 der damaligen Bevölkerung)
1494	Syphilis	Endemie	Durch Kolumbus aus Amerika	Erst seit 1909 (Paul Ehrlich) effektiv behandelbar.
18. Jhd.	Pocken	Epidemie / Endemie	Ab 165 n. C. durch römische Legionäre aus dem Irak	Ca. 400.000 Tote pro Jahr, 180.000 nach dem Krieg 1871
1813 / 14	Fleckfieber	Epidemie	Durch Truppen Napoleons nach dem Russlandfeldzug	In Dresden und Leipzig starben mehr als 10% der Bevölkerung
1892	Cholera	Epidemie	Aus Asien über das Kaspische Meer	Z. B. 9.000 Tote in Hamburg.
19. Jhd.	Tuberkulose	Endemie	Schon bei einem Fossil des homo erectus nachgewiesen	Ca. 110.000 – 120.000 Tote pro Jahr damals in Deutschland
1918 / 19	Spanische Grippe	Pandemie	Spanien? Alternative Hypothese: USA	Mehr als 25 Mio. Tote, insbes. junge und gesunde Menschen

**Abbildung 5: Die größten Seuchen in Europa.**

Da es sich um eine Aufstellung für Europa handelt, sind Epidemien wie SARS nicht mit aufgelistet. Hält man sich relativ genau an die Definition, dann sind viele der genannten Seuchen eher Endemien im Sinne eines permanent erhöhten Auftretes dieser Krankheiten innerhalb der Bevölkerung.

So war Syphilis bis 1909, als Paul Ehrlich das erste wirksame Medikament dagegen entdeckte, kaum behandelbar und trat somit immer zu einem gewissen Prozentsatz bei der sexuell aktiven Bevölkerung auf. Auch Pocken waren bis zur Entdeckung der Schutzimpfung im 18. Jahrhundert eher endemisch als (nur in einzelnen Fällen bei extrem gehäuften Auftreten) epidemisch und betrafen alle Bevölkerungsschichten. Pocken verursachten den Tod von Ludwig dem XV und Zar Peter dem II und „beeinflussten die Heiratspolitik“ der Kaiserin Maria Theresia, da zwei ihrer Töchter daran starben und eine dritte nach überstandener Infektion nicht mehr ‚verheiratbar‘ war. Die gesamte Wiener Klassik – Mozart, Beethoven und Haydn – war an Pocken erkrankt.

Tuberkulose muss in der europäischen Vergangenheit wohl ebenfalls eher als Endemie denn als Epidemie betrachtet werden, wobei bereits bei einem Fossil des homo erectus der Erreger nachgewiesen werden konnte. Tuberkulose ist heutzutage in Europa zwar kein größeres Problem mehr, aber im Unterschied zu Syphilis und Pocken ist in anderen Teilen der Welt Tuberkulose auch heute noch stark endemisch und in diesen Gegenden ein großes medizinisches und gesellschaftliches Problem.

Richtig große Pandemien hat es in der Geschichte Europas zweimal gegeben: Die Pest von 1347 / 1348, bei der geschätzt ein Drittel der damaligen Bevölkerung ausgerottet wurde – in einigen Landstrichen auch deutlich darüber hinaus – mit extremen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Auswirkungen.

Die spanische Grippe 1918 / 1919 hat mindestens 25 Mio. Menschen das Leben gekostet, wobei einige Schätzungen sogar von der doppelten Anzahl ausgehen. Dabei ist der Begriff

„spanische Grippe“ im Prinzip irreführend, da diese Infektion aller Voraussicht nach nicht in Spanien, sondern in den USA ihren Ursprung hatte und von dort aus durch den ersten Weltkrieg nach Europa gelangte. Aufgrund der Zensur bei der Berichterstattung der kriegsführenden Mächte war es die Presse im unabhängigen Spanien, die erstmals uneingeschränkt über das Krankheitsphänomen berichtete, woraus sich dann der Begriff „spanische Grippe“ ergeben hat.

Spannend ist nun die Frage, wie solche Phänomene modelliert werden können. Die Pest kann zwar aufgrund des medizinischen Fortschritts als weitestgehend ausgerottet oder zumindest gut behandelbar betrachtet werden, Grippewellen bis hin zu Grippeepidemien beobachtet man aber in regelmäßigen Abständen.

## 2 Versicherbarkeit von Elementarrisiken in Deutschland

Rainer Fürhaupter

Da die Versicherungskammer Bayern Marktführer in Bayern und der Pfalz mit über 38 % Kundenreichweite ist, hat das Thema „Versicherbarkeit von Elementarrisiken“ wegen der Kumul-schadenproblematik hier eine besondere Relevanz.

### 2.1 Bedeutung von Elementarschadenversicherung

Wie die nachfolgenden Photographien verdeutlichen, können Elementarereignisse wie Flutkatastrophen ganze Landstriche „lahmlegen“ und eklatante wirtschaftliche Auswirkungen haben.



**Abbildung 6: Schadenausmaß bei einem großen Flutereignis<sup>12</sup>**

Bei solchen Bildern ist das Schadenausmaß auf den ersten Blick gut vorstellbar, aber es gibt durchaus auch weitere – schadenverstärkende Einflüsse – die auf den ersten Blick nicht erkennbar sind und die teilweise vermeidbar wären.

Wie in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich, wirken sich folgende Faktoren zusätzlich erschwerend auf das Schadensmaß aus:

- Durch Lecks in (teilweise schon längst nicht mehr zulässigen) Heizöltanks, werden ganze Häuserzeilen derart kontaminiert, dass sie vollständig abgerissen und als Sondermüll entsorgt werden müssen.
- Weiterhin schadenerhöhend wirken die Kontaminierungen mit Tierkadavern, die nicht rechtzeitig entsorgt werden können, und mit gewerblichen Abfällen.

<sup>12</sup> Quelle: VKB

- Auch einige längere Einwirkungszeit des Wassers bewirkt, dass die Behebung der Schäden teurer wird als bei einer nur kurzfristigen Durchnässung.



**Abbildung 7: Verstärkung des Schadenausmaßes durch zusätzliche Faktoren.<sup>13</sup>**

Im Nachfolgenden erfolgt eine Eingrenzung der Betrachtung auf Überschwemmungsrisiken ohne Sturmfluten, d. h. insbesondere auf Starkregen und Ausuferung von Flüssen. Eine Elementarschadenversicherung ist eine Katastrophenversicherung und somit insbesondere eine Existenzsicherung gegen finanziellen Ruin und ermöglicht Wirtschaften trotz seltener, aber existenzieller Gefährdung. Die Elementarschadenversicherung ist dabei ein Tausch der Risikopositionen, nämlich „seltener/ unwahrscheinlicher Totalruin“ gegen „Konsumverzicht in fester Höhe“ und Großschaden gegen Prämienzahlung. Dadurch wird eine Besiedelung von flussnahen Gebieten ermöglicht. Das Bedrohungspotenzial durch Starkregen / Überschwemmungen (ÜZone 1 bis 3) kann mit dem Feuerrisiko (F), dem Leitungswasserrisiko (LW) und dem Sturm-/ Hagelrisiko (StHa) wie folgt verglichen werden:

	F	LW	StHa	ÜZone 1	ÜZone 2	ÜZone 3
Prämie	45	100	60	50	250	650
Davon für Großschäden	20	5	1	5	125	325

Bei den genannten Werten handelt es sich um Erwartungswerte ohne Kosten und Risikokapitalkosten<sup>14</sup> für ein Beispielhaus mit einer Versicherungssumme in Höhe von 400.000 €, wobei Großschäden als Schäden ab 50.000 € definiert sind.

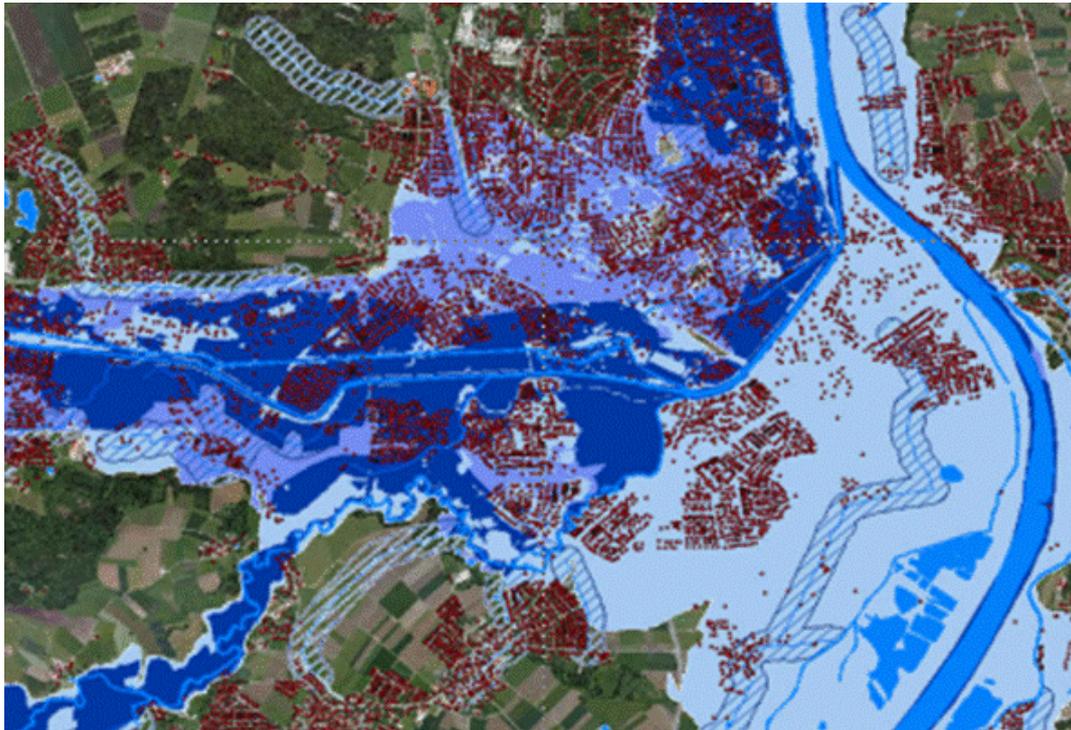
<sup>13</sup> VKB

<sup>14</sup> GDV

Der Risiko Gesamtbedarf / Großschaden von Zone 1 ist mit LW und StHa vergleichbar; bei den Zonen 2 & 3 ist Überschwemmung 5 – 10 mal gefährlicher als Feuer; die Großschadengefährdung ist sogar relativ gesehen noch größer als bei Feuer.

## 2.2 Kumule / Risikodifferenzierung / Informationsungleichgewicht

Bei Elementarrisiken gibt es allgemein eine Kumulproblematik, die in der nachfolgenden Abbildung am Beispiel einer mittelgroßen bayerischen Kreisstadt verdeutlicht wird.



**Abbildung 8: Kumulrisiko durch Überschwemmung am Beispiel von Rosenheim.<sup>15</sup>**

Versicherung bedeutet Ausgleich im Kollektiv, d. h. der finanzielle Ruin des Einzelnen wird durch Mechanismen wie dem zentralen Grenzwertsatz (unter der Voraussetzung der Unabhängigkeit der Schadensereignisse) zu einem kalkulierbaren Zahlungsstrom für das Kollektiv. Bei Elementarereignissen gibt es das Problem, dass die Voraussetzung der stochastischen Unabhängigkeit verletzt ist, da es eine Gleichzeitigkeit wegen gemeinsamer Ursachen (Witterungsereignis/ Überschwemmung) gibt und somit das Prinzip der Versicherung (Ausgleich im Kollektiv) gestört ist.

Denkbare Lösungsansätze sind Risikominderungen/ -aufteilungen durch

- Rückversicherung / Mitversicherung,
- Ausgleich in der Zeit (Schwankungsrückstellung/ Eigenkapital) und
- Sparten-Diversifizierung.

<sup>15</sup> GDV/Zürs Geo („Zonierungssystem für Überschwemmungsrisiko und Einschätzung von Umweltrisiken“)

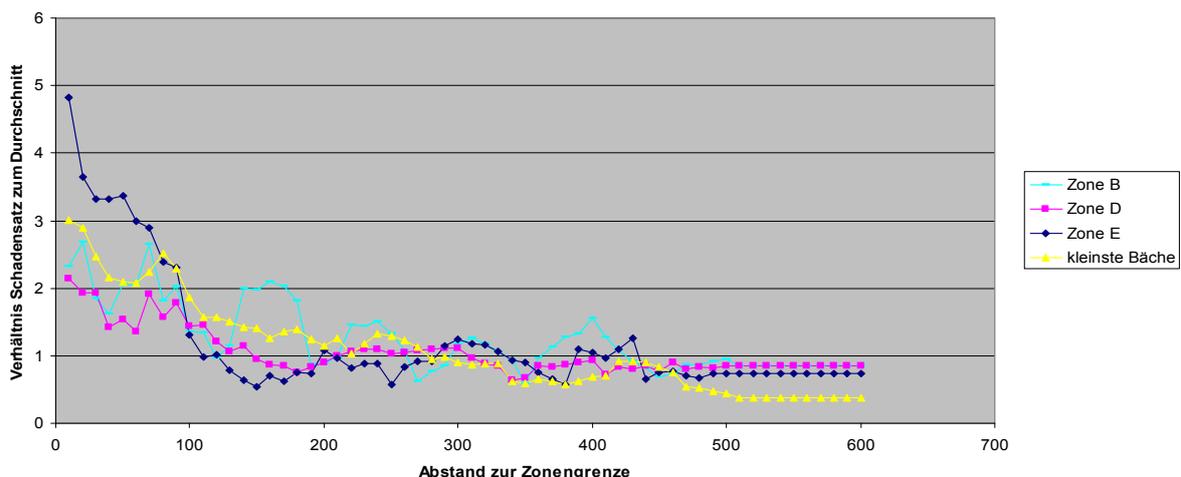
In der nachfolgenden Tabelle sind abhängig von der Lage typische Gefährdungssituationen illustriert:

Situation	Wahrscheinlichkeit	Schaden pro Haus
1) faktisch keine Gefährdung	nahe 0	bis 10.000 €
2) Starkregen → kleinräumige Überflutung	< 1%	bis 80.000 €
3) Katastrophe bei Dammbbruch	0,5% - 1%	bis Totalschaden
4) regelmäßig	10%	bis 30.000 €

Wie die Tabelle zeigt gehen die Schadenerwartungswerte pro Einfamilienhaus von wenigen Euro p. a. in der Situation 1 bis hin zur Situation 4, wo Versicherung mehr oder weniger unsinnig ist. Hierbei handelt es sich oft um historische Bauten mit Adressen wie „an der Mühle 1“, bei denen häufig auch noch Wasserstandmarken aus der Vergangenheit auf das Phänomen hinweisen.

Der Versicherungsschaden ist die Summe der tatsächlich versicherten Erwartungswerte und abhängig von der kleinräumigen Situation der **tatsächlich versicherten** Risiken, wobei die Gefährdung kleinräumig komplett verschieden **und** durch die Kunden teilweise abschätzbar ist, d. h. innerhalb der Zonen steigt die Versicherungsdichte erheblich „hin zum Gewässer“, siehe dazu auch die nachfolgende Abbildung.

**Risiken der Zone A: Schadensatz abhängig vom Abstand zur Zonengrenze**  
 Relativ-Darstellung der 10-m-Bänder (Gesamt = 100%)  
 (gleitende Durchschnitte; "Masse" liegt nur im Band >500m)  
 Daten 1999 - 2005

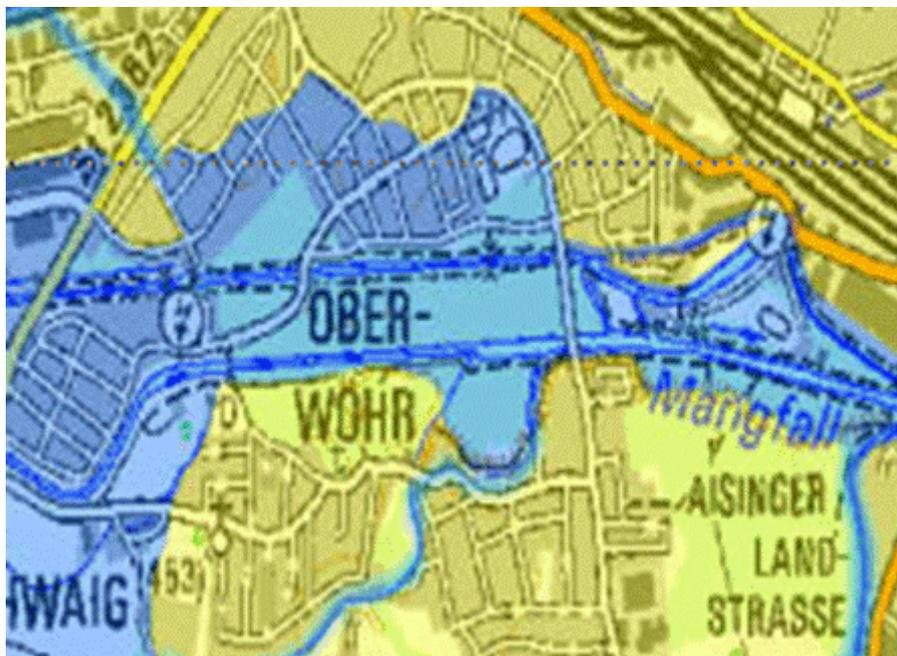


**Abbildung 9: Versicherungsdichte in Abhängigkeit von der Zonierungsgrenze.**

Die Thematik ist vielschichtig, wobei insbesondere der gesellschaftliche und politische Einfluss an vielen Stellen noch verschärfend hinzukommt.

### 2.3 Gesellschaftlicher und politischer Einfluss

Historisch erfolgte die Besiedelung meist nur in hochwasserfreien Gebieten oder in einer extrem angepassten Bau- und Lebensweise wie etwa bei Mühlen, den ersten Baureihen an Mosel, Donau, Rhein etc. Seit etwa 1970 beobachtet man eine verstärkte Besiedelung überschwemmungsgefährdeter Gebiete, d. h. in jüngerer Zeit gibt es immer mehr einen Ausweis von Neubau- / Gewerbegebieten in Flussauen bei einem Interessenkonflikt zwischen der ‚Ausweisung von Bauland‘ und dem ‚Aufwand für Hochwasserschutz‘. Konkurrierende Zuständigkeiten (Kommunen vs. Landesministerien) tragen ebenfalls dazu bei, dass sich die Situation verschärft. Regulierungen von Gewässern können ebenfalls zu einer negativen Veränderung der Hochwasserlage führen. Abbildung 10 verdeutlicht dies wieder am Beispiel der bayerischen Kreisstadt Rosenheim.



**Abbildung 10: Hochwassergefährdung und Bebauung am Beispiel von Rosenheim.<sup>16</sup>**

Die Bebauung innerhalb der hochgefährdeten (blauen) Bereiche erfolgte erst ab ca. 60er- / 70er Jahre (als Gewerbegebiete!). Neben solchen **politischen** Einflüssen kommen aber auch **gesellschaftliche** Einflüsse hinzu wie Veränderungen der Bauweise und andere Wohnstandards, beispielsweise ausgebaute Keller, Isolierung (innen und außen), Heizung und hochwertige technische Ausstattung, was sich in jedem Fall Schaden erhöhend auswirkt. Aber auch weitere Faktoren haben Auswirkungen. Durch die Veränderung der Mobilität erfolgt oft ein Zuzug ortsfremder Neubürger, die beispielsweise ohne Kenntnis der Situation vor Ort bauen.

<sup>16</sup> VKB/GIS (Hintergrund TK25)

Aber auch ganz allgemein ist ein eingeschränktes Risikobewusstsein gegenüber Naturgefahren beobachtbar. Für den „Normalfall“ meint der heutige Mensch, Schutz gegen alle Einflüsse der Natur zu finden. Gegen Extrem-Katastrophen ist aber jede Technik machtlos.

Erschwerend kommt hinzu, dass Bauleitplanungen und Bauordnungen (z. B. im Hinblick auf Heizöltanks) zum Teil nicht risikogerecht sind.

## 2.4 Technik der Zonierung

Modernste Geoinformatik (GDV, IAWG) hat das Ziel, die Gefährdungssituation für jedes Gebäude vorherzusagen. Hierunter fallen insbesondere:

- Digitales Geländemodell (DGM 25: Höhenquote zu allen 25-m-Gitterpunkten)
- Abfluss-Statistiken (HW: Durchfluss / sec.) an Messpunkten: Normal und Quantile
- Hydraulische Modellrechnungen:
  - Fließgeschwindigkeit abhängig von Steilheit, Fluss-Querschnitt, ...
  - Ausuferungsflächen / -höhen zu Quantilen
- Verschneidung mit den Lage-Koordinaten von Gebäuden
- inzwischen Verwendung der Ergebnisse der Wasserwirtschaft im Rahmen der EU-Flood-Directive
  - Geoinformatik auf Basis umfangreicher Geo- und Fachdaten (GDV / VdS mit Ingenieurbüro IAWG)

Als Ergebnis erhält man eine **Eintrittswahrscheinlichkeit mit Schadenhöhen-Abschätzung für jedes Gebäude**, wobei allerdings folgende Problem auftreten:

- Die Daten sind teilweise unvollständig / inkonsistent (z.B. sind Gebäude- und Fluss-Koordinaten teilweise inkonsistent)
- Dämme sind oft nicht im DGM abgebildet → manuelle Nacharbeit erforderlich.
- Die Daten sind teilweise sehr teuer
- Die Daten liegen verteilt auf Bundes- / Landesbehörden vor.
- Die Projektionen sind uneinheitlich.

## 2.4.1 Zonierung konkreter Objekte

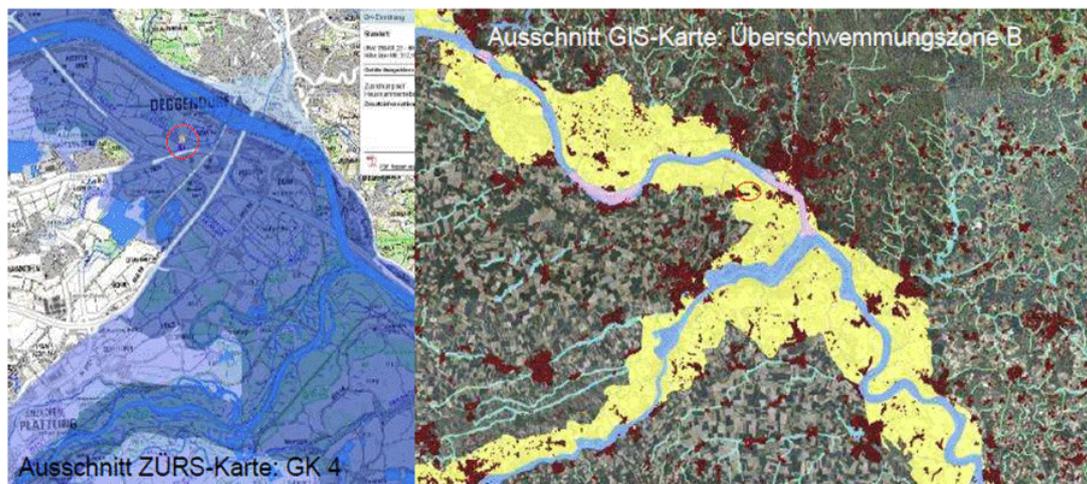
Die Gefährdungsermittlung von zu versichernden Objekten erfolgt dezentral entweder dynamisch online durch Verschneidung der Gebäude-Koordinaten mit Karten der Risikogebiete, oder statisch durch Vorprozessierung und Speicherung aller Objekte, da die mobile Online-Verbindung noch nicht flächendeckend ausreichend stabil ist. Vorprozessierte Daten liegen an der Grenze des derzeit verarbeitbaren Umfangs. Als Lösung bietet sich eine hoch effiziente Verschlüsselung und Speicherung der Zuordnung von Adresdaten und Risikoklassifizierung an, insbesondere „Zürs Light“ (GDV) sowie inzwischen ausgereifte Online-Plattformen (Zürs Geo, GDV). Die Integration beider Prozesse durch die Versicherer ist nötig.

## 2.4.2 Situation am Beispiel Bayern

Hier gibt es ca. 2,5 Mio. Wohngebäude, davon ca. 88% in Zone 1 und ca. 1,7% (gemäß GDV) bzw. 0,2% (gemäß VKB) in Zone 4 (= nicht versicherbar).

Die Versicherungskammer Bayern stuft (auf Basis eigener Einschätzungen mittels manueller Plausibilisierung) teilweise Risiken statt in Zone 4 in den Zonen 2 oder 3 ein – umgekehrt aber auch ca. 2 % der Risiken aus Zone 1 in den Zonen 2 und 3 ein (z. B. bei kleinen Bächen).

Wegen Zonierung nicht versicherbar sind unter ZÜRS GDV ca. 40.000 unter GIS VKB ca. 5.000 Wohngebäude, z.T. gibt es individuelle Lösungen über bauliche Maßnahmen, dann „Rest-“ Risikoversicherung, siehe dazu auch die nachfolgende Abbildung:



Maßgeblich für die E-Risikobeurteilung in Bayern ist GIS-Einstufung der VKB

**Abbildung 11: ZÜRS (GDV) versus GIS (Versicherungskammer Bayern).<sup>17</sup>**

Maßgeblich für die Risikoentscheidung ist in jedem Fall die eigene Einstufung der Versicherungskammer Bayern.

<sup>17</sup> Zürs Geo (GDV / VdS) / GIS (VKB)

## 2.5 Kalkulation

### 2.5.1 GDV Kalkulationsstudien

In der Regel erfolgt eine Kalkulation klassisch auf Basis von GDV Kalkulationsstudien.

Falls keine ausreichenden Schadendaten verfügbar sind, ist eine klassische Kalkulation nicht möglich.

- Schadenhäufigkeit
  - gemäß Modellierung der Zonierung
- Schadendurchschnitt
  - Schätzung aus vorliegenden kurzen Zeitreihen und aus sonstigen statistischen Quellen
- noch keine wirklichen Katastrophen-Ereignisse in den Daten
- Veränderung der Bausubstanz (moderne Dämmung!)

Nur Ausuferungen von Flüssen sind modelliert → lokale Überflutungen durch Starkniederschläge beinhalten eine Kalkulationsunsicherheit.

Für sonstige Elementargefahren liegen keine Kalkulationsdaten vor. Hier wären Modellierungen von Selektionseffekten denkbar oder Credibility-Modelle zur Berücksichtigung kleinräumiger individueller Gefährdungsunterschiede.

### 2.5.2 Kumulkontrolle

Das Problem besteht darin, dass es eine Kausalität zwischen Schadenanfall und meteorologischem Extremereignis gibt. Die stochastische Unabhängigkeit ist somit gestört. Lokal ist der Zusammenhang zwischen Wasserstand und Wiederkehrperiode bekannt → Gleichzeitigkeit der Überflutung an vielen Stellen. Daher erfolgt ein Ansatz einer Korrelationsanalyse der Pegelzeitreihen an vielen Messstellen, insbesondere die Modellierung von Abflüssen von Gefälle, Flussquerschnitt etc. sowie die Ausbreitung abseits der Pegel.

Die „Gleichzeitigkeit“ der Wasserstände ist statistisch in den Wahrscheinlichkeitsmodellen erfasst. Man hat eine stochastische Modellierung von synthetischen hydrologischen Ereignissen als Zufallsrealisierung aus den geschätzten Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Man benötigt eine Verschneidung der Überschwemmungsflächen je synthetischem Ereignis mit den versicherten Gebäuden (Schadengradfunktionen), um den Schadenaufwand je synthetischem Ereignis simulieren zu können.

Die Betrachtung der Verteilungsfunktion des Gesamt-Schadens der synthetischen Ereignisse sollte dann die gewünschten Erkenntnisse liefern, aber

- Pegeldata sind schwierig zu beschaffen,
- Information über Dämme fehlt / die Modellierung von Dammbrochen ist schwierig,
- Betrachtung umfasst nur Fluss-Ausuferung; Betroffenheit abseits der Flüsse ist nicht modellierbar,
- für Teile des Bestandes liegen keine Koordinaten / Adressdaten vor,
- geringe Parameteränderungen bewirken dramatisch unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der Quantile und
- Schadendata für Katastrophenereignisse sind kaum vorhanden.

Es gibt feinkörnige Risikounterschiede → Kumuleinschätzung auf großem Maßstab ist aussagekräftig, z. B.

- Bestand 1: landesweit verteilt, lokal starke flussnahe Konzentration
- Bestand 2: landesweit ähnlich verteilt, lokal geringe flussnahe Konzentration

Bestand 1 weist erhebliche, Bestand 2 nur geringe Gefährdung gegen Extremereignisse auf. Dies zeigt sich kaum in „Normaljahren“ - nur im Katastrophenfall!

Rückversicherung ist aufgrund der schlechten Einschätzbarkeit der tatsächlichen Kumulgefahr oft sehr teuer.

Für sonstige Gefahren (Erdbeben in Deutschland) ist mangels Schadenerfahrung keine valide Kumuleinschätzung möglich.

## **2.6 Fazit**

Der Staat hat ein großes Interesse an flächiger Versicherung, da sonst die Gefahr besteht, umfangreiche staatliche Katastrophenhilfen zu leisten. Allerdings muss der Staat auch seine ‚Hausaufgaben‘ machen, insbesondere im Hinblick auf Hochwasserschutz und Bauordnungen. Bürger und Kunden haben nur ein sehr geringes Risikobewusstsein. Sogar direkt nach Hochwasser gibt es nur eine schleppende Nachfrage, da die Preisbereitschaft kleiner als der Erwartungswert ist. Für die Versicherungswirtschaft gilt, dass Elementarschadenversicherung mittlerweile eines der größten Risiken der deutschen Sachversicherung ist, die zum Teil unterschätzt werden. Solvency II erfordert hohes Eigenkapital für Elementarrisiken und damit eine geringere Combined Ratio. Marktgepflogenheiten verhindern aber zum Teil sachgerechte Vertragsgestaltungen (beispielsweise bei der Industrie).

### 3 Naturkatastrophen und Aggregatkontrolle

Eberhard Müller

Vor zwanzig Jahren konnte man 1994 den sogenannten „Northridge Schock“ beobachten, wobei damit weniger das gleichnamige Erdbeben an sich gemeint war, sondern die Tatsache, dass die Schätzungen des Schadenaufwandes sehr instabil waren und permanent in die Höhe schnellten, siehe dazu auch die nachfolgende Abbildung:

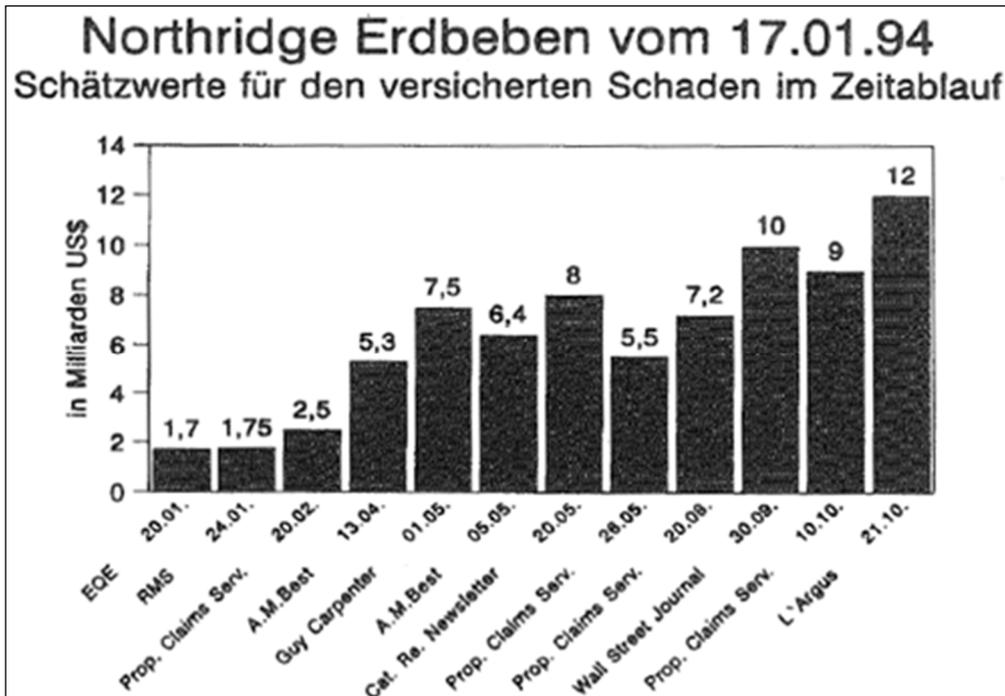


Abbildung 12: Der „Northridge Schock“ 1994.<sup>18</sup>

In diesem Zusammenhang habe ich damals in einem Vortrag gleichen Titels an der Fachhochschule Münster zehn Thesen<sup>19</sup> aufgestellt, was ich rein formal (Thesen 1 – 4) erwarte und womit wir inhaltlich zu leben haben werden (Thesen 5 – 10).

Im Hinblick auf die aus damaliger Sicht zukünftiger Modellentwicklungen war meine Sichtweise stark durch den ausgezeichneten Faßbender Film „Welt am Draht“ geprägt, in dem die Simulationsexperten am Ende feststellen müssen, dass Sie selbst nur ein Teil einer riesengroßen Simulation sind. Vieles aus diesem sehr visionären Film hat sich durchaus realisiert.

<sup>18</sup> Müller, Eberhard: Naturkatastrophen und Aggregatkontrolle. Nutzen und Grenzen computergestützter Simulationsmodelle. Münsteraner Reihe, 1994.

<sup>19</sup> Müller, Eberhard: Naturkatastrophen und Aggregatkontrolle. Nutzen und Grenzen computergestützter Simulationsmodelle. Münsteraner Reihe, 1994.

### 3.1 Rückblick 1994 - 2014

Aus diesem Grund werde ich die Gelegenheit nutzen und zu Beginn einmal gegenüberstellen, was sich von diesen zehn Thesen realisiert hat und was nicht. Zunächst einmal der Vergleich zwischen den „rein formalen“ Erwartungen von 1994 und dem was 2014 davon eingetreten ist:

1994 – „Rein formal erwarte ich“	2014 – Check
<p>Eine Zunahme von Modellentwicklungen in allen Bereichen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ UK-Flut</li> <li>▶ Australien</li> <li>▶ Kanada</li> <li>▶ Südafrika</li> </ul>	<p>Vollumfänglich so eingetreten!</p>
<p>Möglicherweise bald auch ein weltweites Modell („Welt am Draht“)</p>	<p>Noch ist es nicht ganz soweit, aber die Integration – auch für Gefahren jenseits von Naturkatastrophen (u. a. Terror, Pandemie) – schreitet voran.</p>
<p>Komplexe Eigenentwicklungen einzelner Unternehmen werden zurückgehen, Kaufmodelle (auch als „Vorprodukte für Eigenentwicklungen“) werden zunehmen</p>	<p>Hat sich im Prinzip bestätigt (insbesondere A.I.R, RMS und EQECAT), sofern es um „komplexe“ Eigenentwicklungen geht. Eigenentwicklungen für lokale Gegebenheiten (wie z. B, ES hagelt und ES flutet der E+S Rück in Deutschland) machen aber weiterhin Sinn.</p>
<p>Eine zunehmende Unterstützung durch geographische Auswertungsmöglichkeiten (GIS) wird die Auswertung erleichtern.</p>	<p>War ein „Selbstgänger“ (Bilder sagen mehr als Zahlen) und geht in Zoomtechnik – auch dank Entwicklungen wie Google-Earth – von farbigen geographischen „Heatmaps“ zur (Veranschaulichung von Exponierungen und Wertekonzentrationen) bis zur Ansicht einzelner Gebäude („Street-View“).</p>

Was die formalen Erwartungen von 1994 betrifft, so kann man das wie folgt verkürzt zusammenfassen:

1. Hohe geographische Abdeckung.
2. Aber immer noch kein weltweites „Modell am Draht“.
3. Siegeszug der Kaufmodelle und
4. Siegeszug der GIS Systeme.

Wie hat es sich aber entwickelt mit den Dingen, womit man meiner Meinung nach aus der Sicht von 1994 inhaltlich leben muss?

1994 – „Inhaltlich werden wir zu leben haben mit“	2014 – Check
Prinzipiell ähnlichen Ansätzen.	Ist faktisch gegeben, auch wenn jeder Modellhersteller seine „proprietary knowledge“ herauskehrt und zunehmend die reine Monte Carlo Simulation durch analytische Ansätze verfeinert wird, wie z. B. A.I.R.'s „Numerical Weather Prediction“. Im Endeffekt schauen die Modellhersteller aber auf die „Marktverträglichkeit“ ihrer Ergebnisse und kalibrieren sich „einander entgegen“ (Beispiel: Europa Sturm).
Immer wieder herben Enttäuschungen bei der Auswertung.	So präzise einzelne Modellaspekte mittlerweile sein mögen (wie – hoffentlich – US-Hurrikan Sachschäden), so regelmäßig fehlt etwas vom „Gesamtbild“. Beispiele: Offshore-Marine Schäden beim Hurrikan Katrina 2005, Tsunami Schäden beim Tohoku-Erdbeben 2011 (insbesondere am Kernkraftwerk), BU-Schäden bei den Thailand-Fluten 2011, unterschätzte Schäden durch „Liquefaction“ (Bodenverflüssigung) bei den Neuseeland-Erdbeben 2011/12 und schließlich die „Marineschäden“ beim Sturmereignis Sandy in 2012 (z. B. verschiffungsbereite Automobile).
Ständigen Datenbeschaffungs- und Datenadjustierungsproblemen.	Die Datenmengen wachsen schneller als ihre Qualität (Terabyte-Bereich). Das „Spiel“ der Profis: Das Wissen über „kritische“ Daten bei Modellauswahl und Datenlieferung

1994 – „Inhaltlich werden wir zu leben haben mit“	2014 – Check
	„zielorientiert“ zu nutzen. Gegenreaktion der Datenempfänger: Immer aufwendigere Datenqualitätssicherungsprozeduren und -tools.
Ein großer Prüfstein wird die nächste Superkatastrophe sein.	Alle großen Naturkatastrophen der letzten 20 Jahre haben keinen „Tail“-Charakter. Selbst das Tohoku-Erdbeben von 2011 rangiert als zweit teuerster Versicherungsschaden aller Zeiten „nur“ beim 60-Jahresereignis. Das bislang teuerste Ereignis, Katrina von 2005, markiert etwa ein 33-Jahresereignis. Mit Erdbebenschäden wie „Northridge“ müssen wir alle 30 Jahre rechnen. Eine „zählbare“ Schadenrealisation jenseits der 100 Jahre hatten wir nur in Chile in 2010 (125-Jahresereignis), das derzeit mit 8 Mrd. US-Dollar auf Platz 10 der Hitliste der versicherten Schäden rangiert.
Die größte Gefahr sehe ich in einer Scheinsicherheit (Verführung zu der Annahme, „man könne Naturkatastrophen beherrschen, wenn man nur genug Informationen in ein hinreichend komplexes Modell steckt“).	Gilt in vollem Umfang unverändert weiter mit einem Zusatz: Die Modelle sind inzwischen auch richtig teuer geworden – Lizenzgebühren im Millionen-Dollar-Bereich sind daher eher die Regel. Aber damals wie heute gilt: Weder Komplexität noch Preis sind Garantien für eine „Richtigkeit“, die das eigene Nachdenken ersetzt.
Der unschätzbare Vorteil besteht darin: Jedem Entscheidungsträger (vom privaten Hausbesitzer bis zum Kernkraftwerksbetreiber) können Risiken transparent gemacht und Entscheidungshilfen geliefert werden. Absolute Sicherheit wird es nicht oder nur zu unbezahlbaren Preisen geben. Der Grad der gewünschten Sicherheit innerhalb der gesamten Risikobandbreite kann aber herausgearbeitet und zumindest mit einer Preisuntergrenze versehen werden.	Dem ist nichts hinzuzufügen!

Auch hier kann man die Entwicklungen der Modelle in einigen kurzen Schlagworten wie folgt zusammenfassen:

1. Zug der Lemminge bei der Modellbildung.
2. Aber irgendeine nicht abgedeckte Besonderheit gibt's immer.
3. Es bleibt ein Kreuz mit den Daten.
4. Die Superkatastrophe kommt, aber wann?
5. Scheinsicherheit durch Komplexität.
6. Aber trotz Allem eine unverzichtbare Entscheidungshilfe.

Damals wie heute ist also immer auch noch der gesunde Menschenverstand gefragt.

### **3.2 Einige Aspekte zu ausgewählten Naturkatastrophen**

Zunächst einmal eine Begriffsbestimmung von Naturkatastrophen in Abgrenzung zu anderen Großschäden in der Versicherungsindustrie:

- ▶ **Naturereignisse** wie Stürme, Erdbeben, Fluten, Hagel, Starkregen, Blitzschlag u.a. haben die Erde in allen Erdzeitaltern heimgesucht.
- ▶ Unter **Naturgefahren** versteht man ein aus einem natürlichen Prozess oder einer Naturgefahr drohendes Unheil
- ▶ Eine **Naturkatastrophe** ist eine natürlich entstandene Veränderung der Erdoberfläche, die zur Unterbrechung der Funktionsfähigkeit einer Gesellschaft führt, die auf die Lebensweise der Menschen verheerende Auswirkungen hat und Verluste an Menschenleben, Sachwerten und Umweltgütern verursacht.

Extreme Naturereignisse hat es schon immer gegeben, aber erst seit die Menschheit unaufhörlich wächst und überall siedelt, wird es mehr und mehr zur Naturkatastrophe.

Aktuell beobachtet man einen Zuwachs von 2,7 Menschen/Sek. = 165 Menschen pro Minute = 237.000/Tag.

#### **3.2.1 Die größten Katastrophen in der Einzeldarstellung**

Die signifikantesten Naturkatastrophen sind nachfolgend mit ihren wichtigsten Eigenschaften zusammengefasst:

##### **Hurrikan Katrina in der USA vom 26. Bis 30. August 2005**

Cat 5 Hurrikan

- ▶ 145 mph Windgeschwindigkeit
- ▶ 460 Meilen Durchmesser

- ▶ 250 Meilen Durchmesser Hurrikanstärke
- ▶ Bis 9 Meter hohe sturminduzierte Wellenhöhe
- ▶ ca. 1200 Opfer
- ▶ KRW bis Zeta: Bisher schlimmste Hurrikan-saison aller Zeiten

#### Schäden

- ▶ Ökonomisch: > USD 150 Mrd.
- ▶ Versicherter Marktschaden USD 62 Mrd.
- ▶ Hoher "Storm Surge" Anteil – Deichbrüche und New Orleans liegt unter Meeresspiegel
- ▶ Wiederkehrperiode < 40 Jahre



**Abbildung 13: Auswirkung des Hurrikans Katrina.<sup>20</sup>**

---

<sup>20</sup> Quelle: Associated Press Photo/Rogelio Solis

## **Port-au-Prince Erdbeben in Haiti am 12. Januar 2010**

### M 7.0 Erdbeben

- ▶ EPI Zentrum 25km südwestlich von Port-au-Prince
- ▶ Hohe Intensität durch geringe Tiefe von 13 km
- ▶ Aktivierung einer Faltenzone von 36 km Länge
- ▶ Ca. 225.000 Tote, 100.000 zerstörte Häuser
- ▶ Kein signifikanter Tsunami

### Schäden

- ▶ Ökonomisch: ~ USD 8 Mrd.
- ▶ Durch geringe Versicherungsdichte davon nur ~USD 200 Mio. versichert
- ▶ Anfälliger Gebäudebestand, Baustandards praktisch nicht vorhanden
- ▶ Hohe Zahl an Personenschäden durch kollabierte Häuser
- ▶ Wiederkehrperiode < 250 Jahre



**Abbildung 14: Auswirkungen des Port-au-Prince Erdbebens.<sup>21</sup>**

---

<sup>21</sup> Quelle: Associated Press Photo

## Überschwemmungen in Australien im Januar 2011

Großraum Brisbane stark betroffen

Ereignis

- ▶ Teil einer Flutserie
- ▶ Gesamtüberschwemmungsgebiet größer als D und FR zusammen
- ▶ Größte Schäden im Zentrum von Brisbane
- ▶ Wasserstand 4.46 m über mittlerem Pegel

Schäden

- ▶ Ökonomischer Schaden > USD 10 Mrd.
- ▶ Versicherter Schaden: USD 2,5 Mrd.
- ▶ > 20.000 Häuser betroffen
- ▶ Stark unterschiedliche Betroffenheit bei Versicherern durch uneinheitliche Flutdefinitionen bzw. Flutausschlüsse
- ▶ Wiederkehrperiode: ca. 30 Jahre bezogen auf die Pegelstände in Brisbane



**Abbildung 15: Auswirkungen der Überschwemmungen in Australien.<sup>22</sup>**

---

<sup>22</sup> Quelle: Australian Emergency Management

## **Tohoku-Erdbeben in Japan am 11. März 2011**

Mit schwerer Nachbebensequenz

M 9.0 Erdbeben und Tsunami

- ▶ Weltweit viertgrößtes Erdbeben (seit 1900)
- ▶ Intensität 8x größer als für möglich gehalten
- ▶ Großräumige Schäden im Nordostens Japans
- ▶ Tsunamis im gesamten Pazifikraum, in Japan bis zu 10 km weit an Land, Höhe 15 m
- ▶ ~ 14.416 Tote, ~ 15.000 Vermisste
- ▶ > 400 Nachbeben M 5.0+

Schäden

- ▶ Ökonomisch: USD 200-300 Mrd.
- ▶ Davon > USD 30 Mrd. versichert
- ▶ Betroffen sind alle Sparten, inkl. Leben, Transport und Betriebsunterbrechung
- ▶ Atomunfall der Kategorie 7, Langfristfolgen kaum abschätzbar, nicht versichert
- ▶ Wiederkehrperiode < 100 Jahre (Japan)



**Abbildung 16: Auswirkungen des Tohoku-Erdbebens.<sup>23</sup>**

---

<sup>23</sup> Quelle: Wikipedia/Wikimedia

## **Flut in Thailand vom Juli - Dezember 2011**

Nahezu landesweite Flut

- ▶ Ausgelöst durch anhaltenden Monsunregen kombiniert mit den Ausläufern einer Serie tropischer Zyklone
- ▶ 65 von Thailands 77 Provinzen waren betroffen
- ▶ Schlimmste Flut der letzten 50 Jahre
- ▶ 884 Tote, Millionen betroffener Menschen

Schäden

- ▶ Ökonomisch: 45,7 Mrd. USD (~8% GDP),
- ▶ Versichert: 10,8 Mrd. USD (~3% GDP)
- ▶ Schäden aus allen Sparte inkl. Sach, BU, IBU Tourismus, Transport usw.
- ▶ 7.510 Industrie- und Fertigungsanlagen in 40 verschiedenen Provinzen waren betroffen



**Abbildung 17: Auswirkungen der Flut in Thailand.<sup>24</sup>**

---

<sup>24</sup> Quelle: Wikipedia/Wikimedia

### 3.2.2 Die größten Katastrophen im Überblick

In der nachfolgenden Tabelle sind die größten Naturkatastrophen sortiert nach der Höhe der versicherten Schäden aufgelistet.

Ereignis	Jahr	Opfer	Land	Vers.-Schaden in Mrd. USD <sup>1)</sup>	Modellierte WKP <sup>2)</sup>
<b>Hurrikan Katrina</b>	2005	1.383	USA	62	33
<b>Tōhoku-Erdbeben</b>	2011	14,416	Japan	ca. 30	ca. 60
<b>Hurrikan Andrew</b>	1992	43	USA, Karibik	29	12
<b>Hurrikan Ike</b>	2008	170	USA, Karibik	19	8
<b>Northridge Erdbeben</b>	1994	61	USA	17	30
<b>Hurrikan Ivan</b>	2004	125	USA, Karibik	15	6
<b>Hurrikan Wilma</b>	2005	42	USA, Mexico, Karibik	14	6
<b>Hurrikan Rita</b>	2005	10	USA, Mexico, Karibik	14	6
<b>Hurrikan Charley</b>	2004	36	USA, Karibik	9	4
<b>Chile Erdbeben</b>	2010	24	Chile	8	125

**Abbildung 18: Die größten Naturkatastrophen – nach versicherten Schäden.**

Bemerkenswert an der Liste ist, dass es sich bis auf das Erdbeben in Chile (welches selbst noch nicht einmal die Solvency II Marke „knackt“) in allen anderen Fällen nicht einmal um 100-Jahresereignisse handelt. Das Erdbeben in Chile war wegen der geringen Versicherungsdichte aber vergleichsweise „billig“.

Ereignis	Jahr	Opfer <sup>1)</sup>	Land	Vers.-Schaden in Mrd. USD <sup>1)</sup>
<b>Erdbeben Haiti</b>	2010	220.000	Haiti	0,2
<b>Tsunami</b>	2004	220.000	Diverse (Ind. Ozean)	1
<b>Zyklon Nargis</b>	2008	140.000	Myanmar	n/a
<b>Zyklon Bangladesch</b>	1991	140.000	Bangladesch	0,1
<b>Erdbeben Pakistan</b>	2005	90.000	Pakistan	<< 0,1
<b>Erdbeben China</b>	2008	85.000	China	0,3
<b>Hitzewelle, Dürre</b>	2003	70.000	Europa	1
<b>Hitzewelle, Dürre</b>	2010	55.000	Russland	n/a
<b>Erdbeben Iran</b>	1990	40.000	Iran	0,1
<b>Erdbeben Iran</b>	2003	25.000	Iran	<< 0,1

**Abbildung 19: Die größten Naturkatastrophen – nach Todesopfern.**

Besonders „bitter“ an dieser Tabelle ist, dass die Naturkatastrophen mit den meisten Opfern in armen Ländern mit geringer Versicherungsdichte stattgefunden haben und somit aus Sicht der Versicherungswirtschaft „billig“ waren.

Naturkatastrophen verursachen aber nicht nur direkte Schäden, sondern haben auch weitgehende Konsequenzen im sozioökonomischen Umfeld wie etwa das Beispiel des Hurrikans Katrina zeigt: Hier kam es über einen längeren Zeitraum zu einem Zusammenbruch des Gesellschaftssystems mit

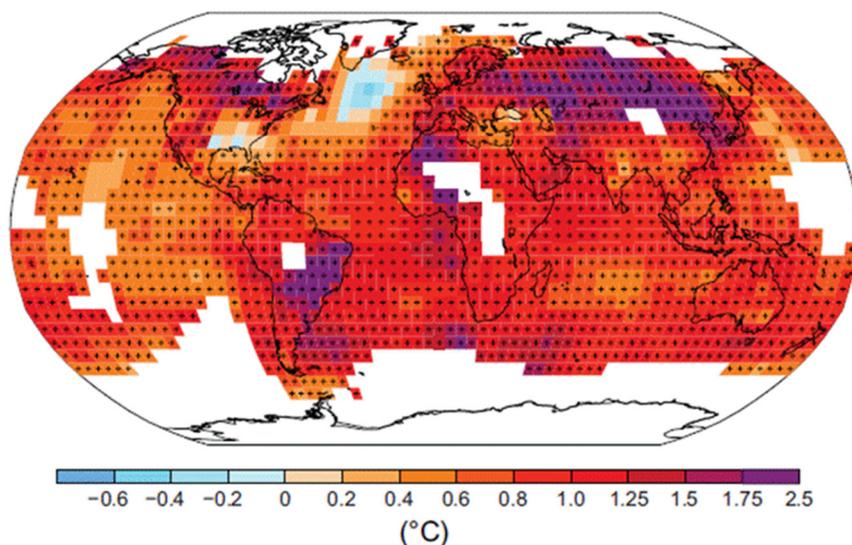
- ▶ Verlust von Häusern, Schulen, Betriebsstätten, Arbeitsplätzen, Grundversorgung mit Lebensmitteln und sozialen Kontakten zwischen Familien und Freunden ,
- ▶ Schließungen von Restaurants, Clubs und Freizeiteinrichtungen,
- ▶ Schäden an Infrastrukturen (Abwasser, öffentlichem Nahverkehr & Telekommunikation),
- ▶ Zusammenbruch der Gesundheitsversorgung,
- ▶ Verlust an ca. 124.000 Arbeitsstellen und damit einhergehend Verlust des Krankenversicherungsschutzes,
- ▶ erheblicher Zunahme der Kriminalität (Morde, Diebstähle, Plünderungen usw.)
- ▶ Evakuierungen von über 1 Mio. Menschen in 369 Städte der Vereinigten Staaten von Amerika, (Houston, Atlanta, Memphis, Baton Rouge ...) was
  - die größte permanente Bevölkerungsmigration in der Vereinigten Staaten von Amerika seit dem Bürgerkrieg,
  - eine Überfüllung der Zielstädte und
  - eine Überforderung der lokalen Gesundheitssysteme nach sich zog.

### 3.3 Klimawandel: Stand der aktuellen Erkenntnisse

Der **Intergovernmental Panel on Climate Change** (IPCC) ist eine Institution der Vereinten Nationen, gegründet 1988. In seinem Auftrag tragen Wissenschaftler weltweit den aktuellen Stand der Klimaforschung zusammen und bewerten anhand anerkannter Veröffentlichungen den jeweils neuesten Kenntnisstand zum Klimawandel.

Der Weltklimarat IPCC dient der Qualitätssicherung und der Konsenserzielung, insbesondere gilt:

- ▶ Das IPCC forscht nicht selbst, sondern trägt zusammen und bewertet
- ▶ Wissenschaftler tragen ehrenamtlich als Autoren und Gutachter bei
- ▶ Zusätzlich Beobachter von ca. 100 akkreditierten internationalen Organisationen und aus der Zivilbevölkerung
- ▶ 195 Länder sind Mitglied im IPCC
- ▶ Alle Mitgliedsländer stimmen den Berichten vor Veröffentlichung zu
- ▶ Alle Beteiligten sollen **Konsens** über den zu veröffentlichen Bericht erzielen
- ▶ Veröffentlichung des aktuellen Berichtes am 27.09.2013<sup>25</sup>
- ▶ 830 Autoren aus 39 Ländern, 54.677 Kommentierungen, 2216 Seiten
- ▶ Die Organisation IPCC wurde 2007, gemeinsam mit dem ehemaligen US-Vizepräsidenten Al Gore mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet



**Abbildung 20: Temperaturänderungen von 1901 – 2012.<sup>26</sup>**

<sup>25</sup> IPCC (Hrsg.): Climate Change 2013. The Physical Science Basis.

<sup>26</sup> Quelle: 5. IPCC Report (2013), „Summary for Policymakers“.

Beobachtungen im IPCC Sachstandsbericht zeigen Änderungen im Klimasystem, insbesondere:

- ▶ Anstieg der **globalen Mitteltemperatur** in Bodennähe von 0,85°C zwischen 1880 und 2012
- ▶ **Erwärmung der Ozeane** in den Schichten nahe der Wasseroberfläche bis 75m zwischen 1971 und 2010 im Mittel um 0,11°C pro Dekade – Erwärmung auch in Tiefen unter 3.000 m
- ▶ **Anstieg des globalen mittleren Meeresspiegels** zwischen 1901 und 2010 um 19 cm (durchschnittlich ca. 1,7 mm/Jahr, seit ca. 20 Jahren 3,2 mm/Jahr)
- ▶ **Verringerung der mittleren Ausdehnung des arktischen Meereises** um 3,5 bis 4,1 % pro Dekade; Rückgang der Gletscher und Masseabnahme der polaren Eiskappen
- ▶ Zunahme der **Niederschläge** zwischen 1950 und 2008 in den feuchten Regionen der Tropen und mittleren Breiten der Nordhalbkugel, Abnahme in trockenen Regionen der Subtropen
- ▶ Zunahme von **Wetterextremen**: Hitzewellen, Starkregen, Abnahme der kalten Tage und Nächte

Weitere Aussagen zu Naturkatastrophen aus anderen Quellen als dem IPCC Sachstandsbericht:

Knutson et al. (2010 Nature – GeoScience) zu Hurrikans

- ▶ Höhere Intensität, geringere Frequenz
- ▶ Dekaden bis statistisch belegbar

Emanuel (2013):

- ▶ höhere Intensität und Frequenz

Carmago (2013 Journal of Climate)

- ▶ Keine Änderungen in der Frequenz

Holland and Bruyere (2013 Climate Dynamics)

- ▶ Hurrikan-Intensität bereits heute erhöht

Die Aussagen sind insgesamt keineswegs eindeutig.

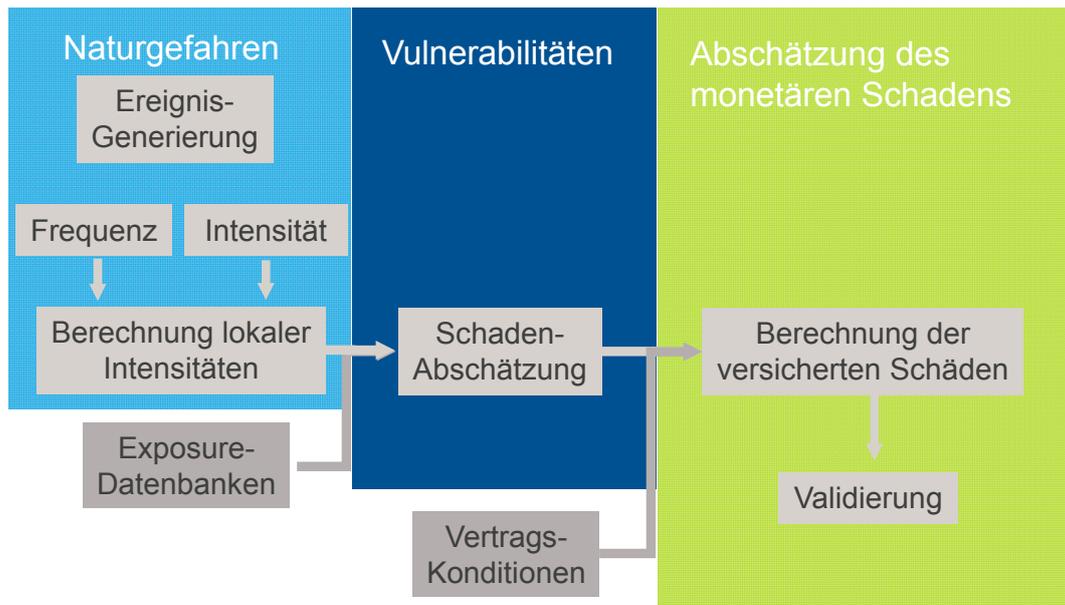
### 3.4 Naturkatastrophenmodellierung und –Risikomanagement

Die "geringe" Anzahl an historischen Ereignissen liefert keine Basis für die Anwendung von mathematisch-statistischen Methoden für Prämienberechnung und Risikomanagement:

- Die Ereignishistorie erlaubt keine verlässlichen Aussagen / Hochrechnungen zur Ereignisfrequenz (Wiederkehrperiode).
- Die Ereignishistorie ist nicht repräsentativ bezüglich möglicher Ereignisintensitäten.
- Die geographische Betroffenheit von Regionen durch eingetretene historische Ereignisse ist nicht repräsentativ.
- Änderungen der Exponierung, z.B. in der Bebauungsdichte, können nicht berücksichtigt werden.
- Änderungen der Vulnerabilitäten, z.B. durch geänderte Bauweisen können in mathematisch-statistischen Methoden nicht berücksichtigt werden.

In der Konsequenz benötigt man in jedem Fall naturwissenschaftliche Simulationsmodelle. Professionelle Modell-Entwickler und Eigeninitiativen erhöhen dabei die Transparenz und Ergebnisvielfalt. Hier insbesondere

- ▶ AIR Worldwide Corporation (Applied Insurance Research)
- ▶ RMS, Inc. (Risk Management Solutions, Inc.)
- ▶ EQECAT, Inc.
- ▶ Impact Forecasting LLC (Initiative von AON Benfield)
- ▶ Modellentwicklungen von Erst- und Rückversicherungsunternehmen z.B.
  - VHV Modell für Erdbeben Türkei zusammen mit Universität Karlsruhe
  - Hannover Rück / E+S Rück Modelle für
    - Flut, Hagel und Erdbeben (in Entwicklung) in Deutschland (ES Flutet / ES Hagelt / ES Bebt)
    - Ecuador Erdbeben, Australien Buschfeuer und viele andere Szenarien weltweit
  - Munich Re / Swiss Re Entwicklungen
- ▶ Global Earthquake Model Foundation
- ▶ Universitäten, Forschungsinstitutionen



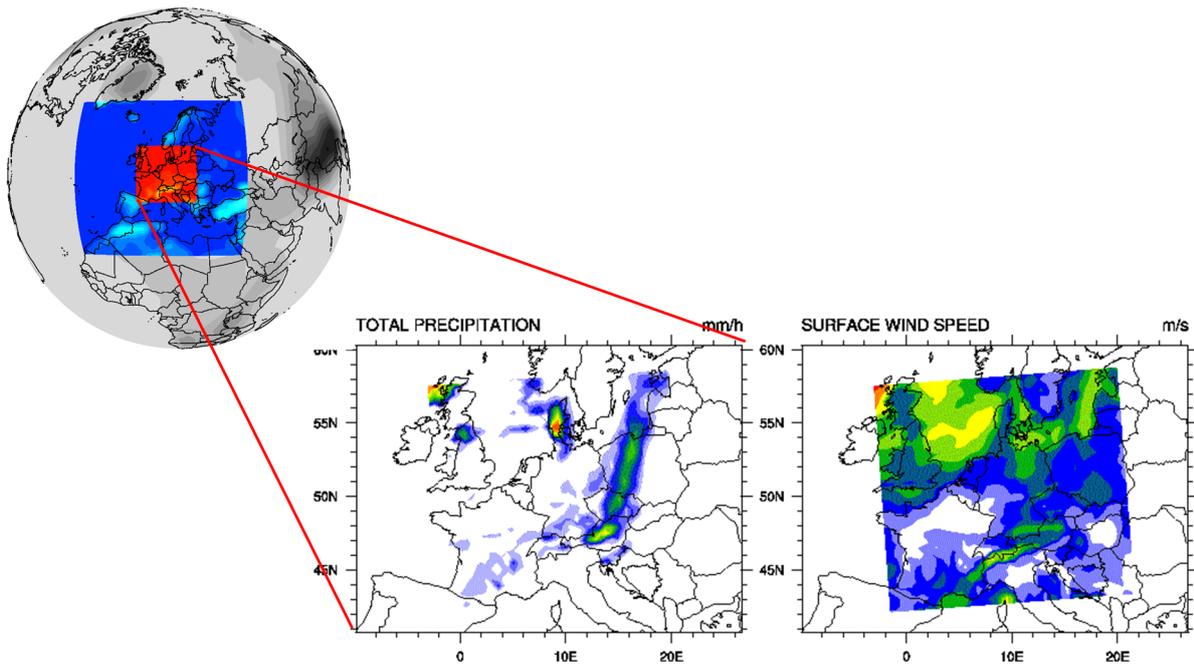
**Abbildung 21: Komponenten eines Naturgefahrensimulationsmodells.<sup>27</sup>**

Darüber hinaus gibt es Numerische Wettervorhersage-Modelle (NWP) als neuen Ansatz aufgrund verbesserter Rechnerleistung. Die **globalen** physikalischen Gesetzmäßigkeiten und Änderungen des **atmosphärischen** Geschehens werden durch "nicht lineare partielle Differentialgleichungen" beschrieben. Der NWP-Modellierungsprozess beinhaltet dabei:

- ▶ Globale Datenerhebung
- ▶ Physikalische Prozesse
- ▶ Numerische Prozeduren
- ▶ begrenzt durch Rechenleistung

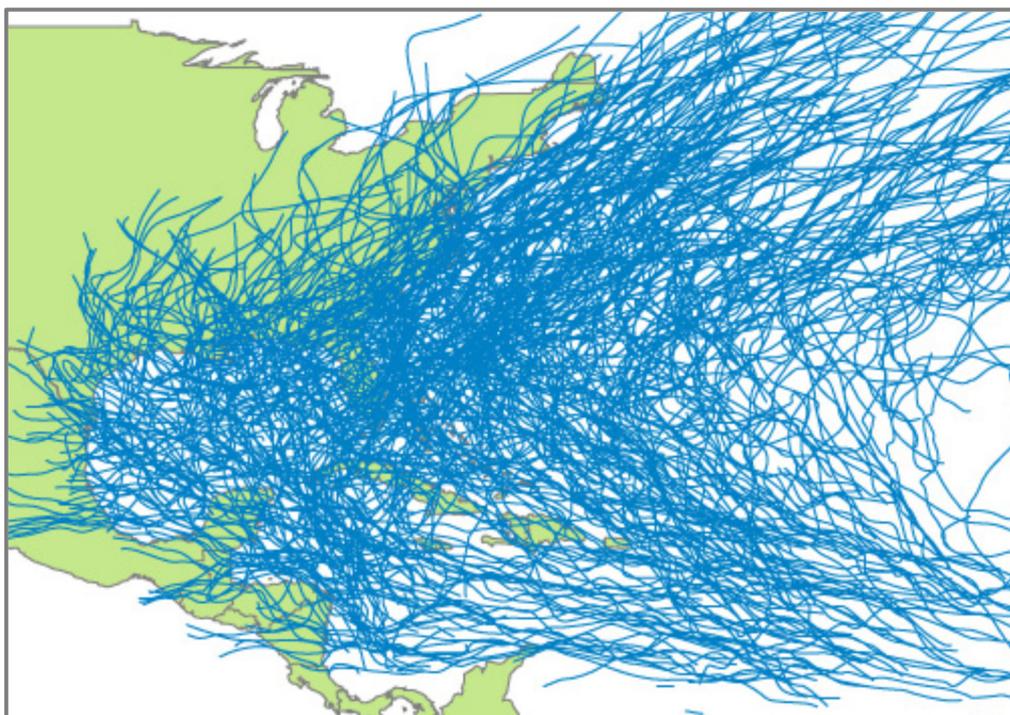
Durch eine Kombination von General Circulation Modellen (GCM)- und Numerical Weather Prediction Modellen (NWP) kann eine realistischere Abbildung der Gefahren erzielt werden. Modellhersteller berücksichtigen hier die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse, um die Unsicherheiten der Naturgefahrensimulation zu reduzieren.

<sup>27</sup> Eigene Darstellung



**Abbildung 22: Kombination von GCM und NWP Modellen.<sup>28</sup>**

In der nachfolgenden Abbildung ist auf Basis der Naturgefahrensimulation eines Modells der stochastische Ereigniskatalog eines Hurrikans über einen Zeitraum von 25 Jahren illustriert.



**Abbildung 23: Stochastischer Ereigniskatalog eines Hurrikans.<sup>29</sup>**

<sup>28</sup> AIR Worldwide: Germany Flood Overview (2010)

<sup>29</sup> AIR Worldwide: Atlantic Hurricane Model Documentation

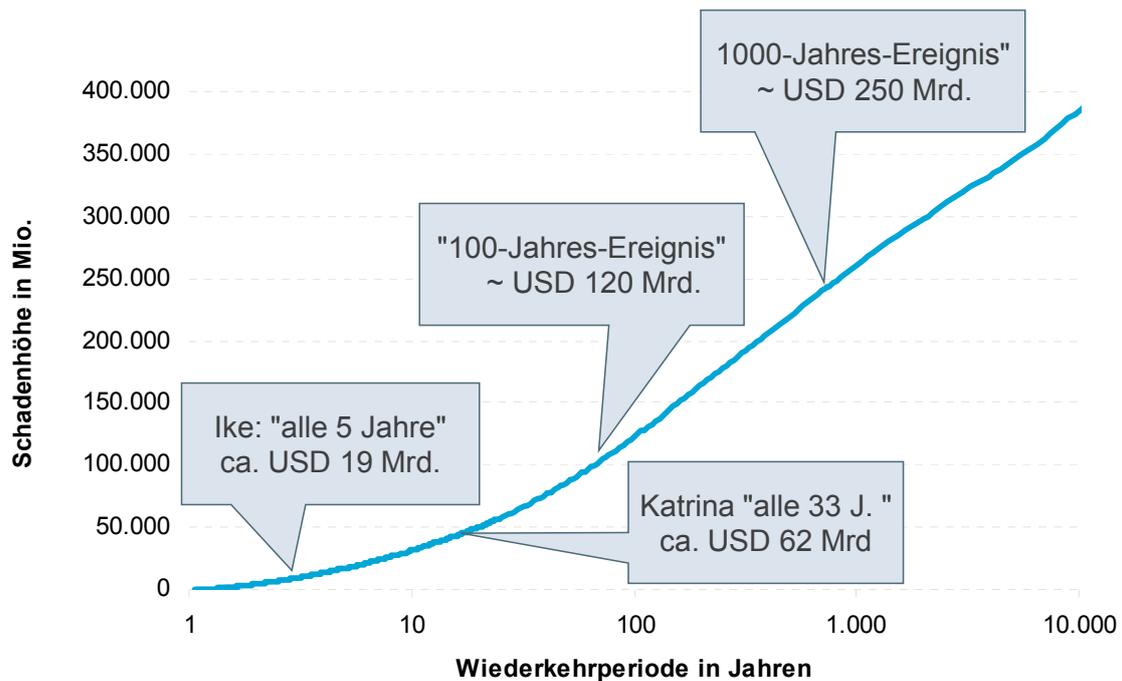
In der nachfolgenden Tabelle ist ein Auszug eines weltweiten Ereigniskataloges aufgelistet, in wie vielen (von 10.000 simulierten) Jahren die simulierten Ereignisse eingetreten sind und wie viele Ereignisse insgesamt eingetreten sind.

Land/Region	Gefahr	Jahre	Anzahl Ereignisse
Australien	Erdbeben	8.992	22.862
Australien	Tropischer Sturm	9.934	50.570
Chile	Erdbeben	9.082	25.714
Europa	Erdbeben	10.000	817.251
Europa	Wintersturm	9.346	53.019
Hawaii	Erdbeben	6.736	14.823
Hawaii	Tropical Cyclone	1.709	2.106
Japan	Erdbeben	10.000	104.028
Kanada	Erdbeben	10.000	286.531
Kanada	Tornado / Hagel	10.000	409.807
Kolumbien	Erdbeben	8.561	20.838
Mexiko	Erdbeben	9.896	51.760
Südostasien	Erdbeben	10.000	171.635
Südostasien	Tropischer Sturm	10.000	185.572
USA	Erdbeben	9.988	68.877
USA	Tornado / Hagel	10.000	409.806
USA, Mexiko, Karibik	Tropischer Sturm	10.000	93.174
Venezuela	Erdbeben	4.831	6.753

**Abbildung 24: Simulierte Ereigniskataloge.<sup>30</sup>**

Wie bereits erwähnt sind die meisten bisher beobachteten extremen Katastrophenereignisse nicht unbedingt Tail-Ereignisse im Sinne einer „Superkatastrophe“ – wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht:

<sup>30</sup> AIR Worldwide Catrader® Version 15.0 Ereigniskatalog: World All Perils (10K Warm SST Hurricane, Earthquake Time Dependent Hybrid)



**Abbildung 25: Simulierte Marktschäden für US Hurrikan.**

In diesem Zusammenhang nachfolgend ein paar Versicherungsmarktdaten:<sup>31</sup>

- ▶ Katrina führt die Rangliste der beobachteten versicherten Marktschäden mit USD 62 Mrd. an
  - ▶ Die modellierten 1.000-Jahresereignisse erreichen Schadenhöhen von bis zu USD 250 Mrd. (z.B. Florida Hurrikan)
  - ▶ Die gesamten weltweiten Prämieinnahmen der Erst- und Rückversicherer betragen in 2012 etwa USD 4.613 Mrd. davon USD 1.992 Mrd. Non-Life.<sup>1)</sup> Der Katrina-Anteil an der Non-Life Prämie wäre ca. 3,1 %, der Anteil eines 1.000-Jahresereignisses ca. 12,5 %.
  - ▶ Non-Life Prämieinnahmen von USD 774 Mrd. entfallen in 2012 auf die USA. Der Katrina-Anteil würde auf ca. 8 % steigen.
  - ▶ Die weltweite Rückversicherungsprämie wird auf USD 175 Mrd. geschätzt, davon Non-Life 80 %, also USD 140 Mrd. Katrina-Anteil hier um die 35 %!
- Atomisierung des Risikos durch Verteilung auf viele Risikoträger und geographische Diversifikation im Zeichnungsverhalten des einzelnen VUs .

Ergänzend dazu ein paar Kapitalmarktzahlen zum Vergleich:<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Quelle: Sigma 3/2013

<sup>32</sup> Quelle: AON Market Review 2014

- ▶ Die Eigenmittel der weltweiten Rückversicherer betragen per Ende 2010 ca. USD 525 Mrd.<sup>1)</sup>
- ▶ Investments in Katastrophenbonds belaufen sich auf USD 20,3 Mrd.
- ▶ Das weltweite Kapitalanlagevolumen in 2008 betrug ca. USD 194 Billionen (USD 209 Billionen in 2012)
- ▶ Die Finanzkrise in 2008 führte zu einem Wertverlust von USD 16 Billionen
- ▶ Die täglichen Wertschwankungen des Kapitalanlagevolumens betragen ca. 0,15 % oder USD 285 Mrd.
- ▶ D.h. der Wert des weltweiten Kapitalanlagevolumens schwankt täglich um die Höhe eines simulierten 1.000-Jahres Naturgefahrenereignisses
- Wenn nur ein Prozent des weltweiten Kapitalanlagevolumens für die Besicherung versicherungstechnischer Naturgefahrenrisiken genutzt werden könnte...

### **3.5 Verbriefung von Naturkatastrophen**

Hannover Rück ist Vorreiter bei der Verbriefung von Nat Cat Risiken im Sinne eines Eigenkapitalsubstituts, insbesondere:

- ▶ 1994 war Hannover Rück mit Kover Pionier in der Verbriefung von Naturkatastrophen-Risiken, gefolgt von weiteren Transaktionen (K2 bis K6).
- ▶ 1998 wurde mit dem damals ersten Transfer von Vorfinanzierungskosten aus dem Lebensgeschäft begonnen, die so genannten L-Transaktionen (L1 bis L7)

Nachfolgend eine Liste der ausgelaufenen Transaktionen der Hannover Rück:

Ausgelaufene Transaktionen	in Mio.
Kover (Q1/94)	USD 85 <sup>1)</sup>
K2 (Q4/96)	USD 150 <sup>2)</sup>
L1 (Q1/98)	DEM 100
L2 (Q2/99)	DEM 250
L3 (Q4/99)	EUR 50
L4 (Q4/00)	EUR 200
K3 (Q2/02)	USD 230 <sup>3)</sup>
L5 (Q4/02)	EUR 300
C1 (Q1/05)	USD 225 <sup>3)</sup>
L6 (Q1/06)	EUR 100
K5 (Q1/06)	USD 540 <sup>3)</sup>
Eurus I (Q3/06)	USD 150 <sup>3)</sup>
Kepler (Q1/07)	USD 200 <sup>4)</sup>
Merlin (Q1/07)	EUR 95 <sup>5)</sup>
L7 (Q1/09)	EUR 100
K6 (Q1/09)	USD 335 <sup>3)</sup>
Eurus II (Q3/09)	EUR 150 <sup>1)</sup>

**Abbildung 26: Ausgelaufene Verbriefungstransaktionen der Hannover Rück.<sup>33</sup>**

Derzeit laufende Transaktionen sind K-Zession (Q1/12) mit 330 Mio. USD und Eurus III (Q3/12) mit 100 Mio. €.



**Abbildung 27: Marktüberblick Katastrophenbonds.<sup>34</sup>**

<sup>33</sup> Quelle : Hannover Re. Stand: Mai 2013: 1) Transfer von Naturkatastrophen-Risiken (Schaden-RV), 2) Portfeuillegebundener Swap (Schaden-RV), 3) Portfeuillegebundene Verbriefung (Schaden-Rückversicherer), 4) Stop-Loss-Deckung (Schaden-RV), 5) Synthetische, variabel verzinsliche Anleihe

<sup>34</sup> Quelle: Hannover Re/ Artemis / Swiss Re

Der Markt für Katastrophenbonds hat sich nach der Finanzkrise erholt, ist aber noch nicht zurück auf dem Stand von 2007.

### **3.6 Fazit**

Zusammenfassen kann man folgendes sagen:

- ▶ Die Bevölkerungsentwicklung führt zu höherer Betroffenheit, und zu höheren ökonomischen und versicherten Schäden aus Naturkatastrophen
- ▶ Die Unsicherheiten in der Einschätzung großer Naturkatastrophen sind insgesamt und auch für einzelne Gefahren und geographische Regionen sehr hoch
- ▶ Der Klimawandel führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu unterschiedlichen Änderungen in lokal wahrnehmbaren Wetterphänomenen
- ▶ Die Versicherungsmärkte werden sich erst mit Verbesserung des Wohlstands in Ländern mit Bevölkerungswachstum, zeitlich nachgelagert, entwickeln
- ▶ Das Eintreten von Naturkatastrophen ist "zufällig" und bei risikogerechten Prämien (Rendite) ver- und besicherbar
- ▶ Die weltweiten finanziellen Kapazitäten der Versicherungs- und Kapitalmärkte reichen aus, um aktuelle und zukünftige Schäden aus Naturgefahren zu tragen

Oder: Prognosen sind schwierig – vor allem wenn sie die Zukunft betreffen.

## 4 Extremereignisse in der Personen(rück)versicherung

Lars Pralle, Stefan Falk

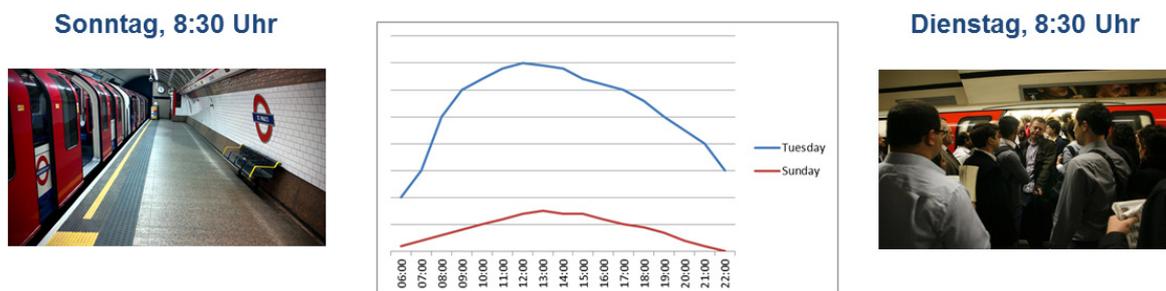
Extremereignisse betreffen die Personen(rück)versicherung in zweierlei Hinsicht: Als Personenschäden bei lokalen Katastrophenereignissen und als Personenschäden bei Infektionskrankheiten. Abbildung 29 stellt eine Abgrenzung beider Begrifflichkeiten dar. Die Einschätzung ob und wie stark ein (rück-)versichertes Portefeuille von solchen Extremereignissen betroffen sein könnte, erweist sich in der Praxis als durchaus schwierig.

lokale Katastrophenereignisse	Infektionskrankheiten
<b>Charakteristika</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• plötzlich auftretend</li> <li>• typischerweise zeitlich und regional begrenzt</li> <li>• Schadenpotential oftmals limitiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schleichend/über mehrere Quartale</li> <li>• i.d.R. keine regionale Begrenzung</li> <li>• sehr geringe Frequenz, aber massives Schadenspotential</li> </ul>
<b>Beispiele</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturkatastrophen</li> <li>• Terroranschläge</li> <li>• Man-Made-Desasters (Industrieunfälle, Reiseunfall)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pandemien</li> </ul>

**Abbildung 28: Lokale Katastrophenereignisse vs. Infektionskrankheiten.**

### 4.1 Lokale Katastrophenereignisse

Die hohe Mobilität der Bevölkerung und damit auch der versicherten Personen erschwert die Einschätzung des Exposures, das bei einem lokalen Katastrophenereignis betroffen sein könnte, wie man anhand Abbildung 30 erkennen kann.



**Abbildung 29: Unterschiedliche Exposures im Ballungsraum City of London.<sup>35</sup>**

<sup>35</sup> „Congestionon-the-London\_Underground.jpg“ von susanturner70, gefunden unter [http://en.wikipedia.org/wiki/London\\_Underground#mediaviewer/File:Congestion-on-the-london-underground.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/London_Underground#mediaviewer/File:Congestion-on-the-london-underground.jpg); „St-Pauls-tube-station.jpg“ von Romazur, gefunden unter <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/St-Pauls-tube-station.jpg?uselang=de>; Grafik eigene Darstellung

Würde ein lokales Katastrophenereignis wie beispielsweise ein Terroranschlag die City of London an einem Sonntagmorgen treffen, wäre der Effekt für die Personen(rück)versicherung nur sehr gering. Zwei Tage später zur Hauptverkehrszeit sähe es dann schon ganz anders aus.

## Commuters Nearly Double Manhattan's Daytime Population, Census Says

Abbildung 30: Unterschiedliche Exposures in Manhattan.<sup>36</sup>

Während des Tages verdoppelt sich aufgrund der Pendler die Bevölkerungszahl von Manhattan.

Besonders eklatante Auswirkungen durch die Mobilität können sich dann ergeben, wenn sich viele Versicherte (z.B. über eine Gruppenversicherung abgesicherte Firmenangehörige) bei einer Großkonferenz zusammentreffen, wie das nachfolgende dritte Beispiel zeigt:

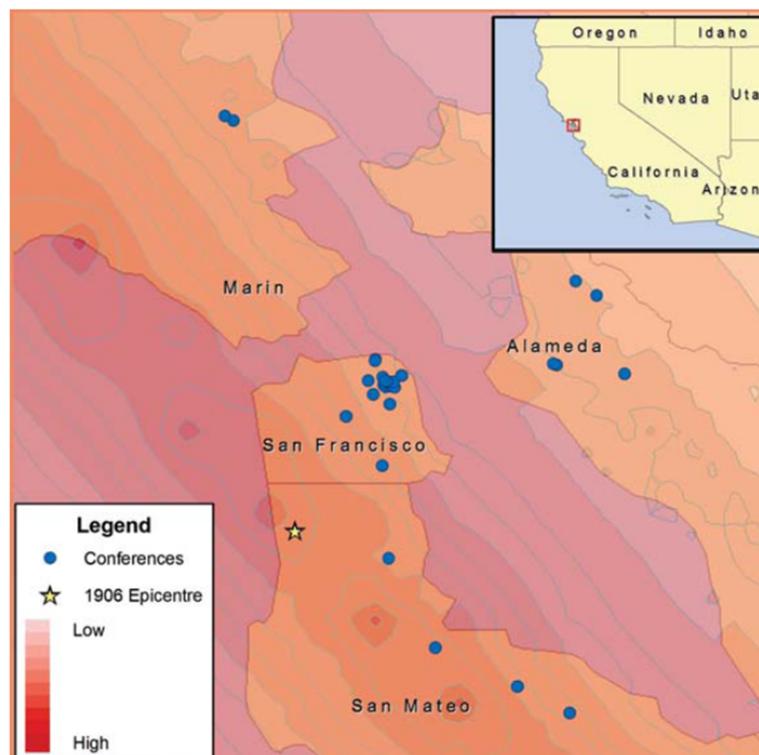


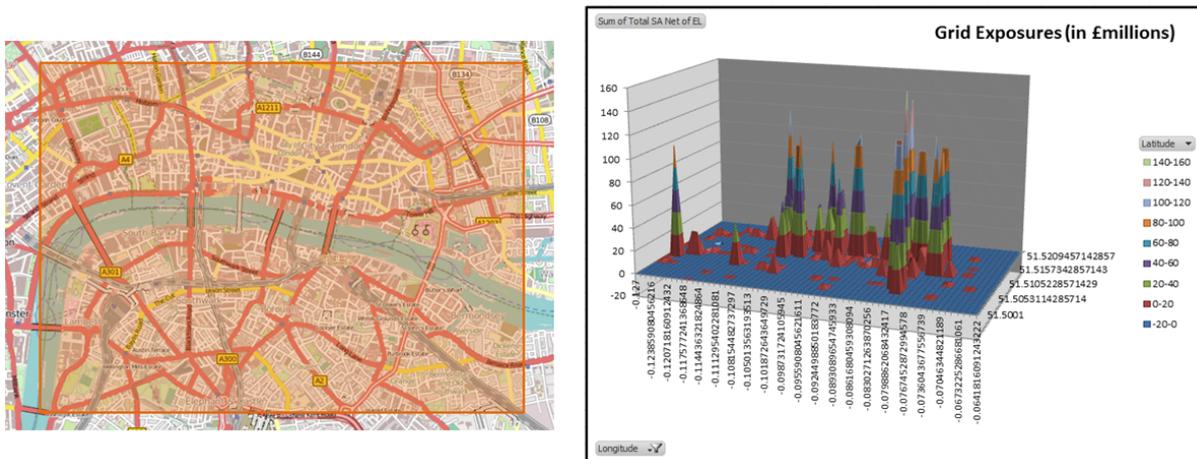
Abbildung 31: Konferenzzentren im Epizentrum des San Francisco Erdbebens (1906).<sup>37</sup>

Das Epizentrum des großen kalifornischen Erdbebens von 1906 lag in der "San Francisco Bay Area". Dieses Gebiet gilt als eine der Regionen mit der höchsten Erdbebenwahrscheinlichkeit. In dieser Region befinden sich über 20 größere Veranstaltungsorte.

<sup>36</sup> Zeitungsartikel der "New York Times" vom 06.06.2013.

<sup>37</sup> Quelle: Guy Carpenter.

Zugereiste Konferenzteilnehmer beispielsweise, welche häufig ein höheres Einkommen und entsprechend hohe Versicherungssummen aufweisen, können an einzelnen Tagen das lokale Exposure signifikant erhöhen. Dies gilt insbesondere für Gruppenversicherungen. Aber auch ganz allgemein ist bei Gruppenversicherung das Exposure nicht immer einfach abzuschätzen. Bei Gruppenversicherungen schließt ein Arbeitgeber Lebensversicherungen für seine Mitarbeiter ab. Die Arbeitgeberadresse ist üblicherweise bekannt, insofern kann prinzipiell eine Exposureabschätzung erfolgen. Beispielsweise wäre es möglich in einem ersten Schritt die Arbeitgeberadressen in GPS-Informationen zu übersetzen und diese mit entsprechenden Tools zu aggregieren. In einem zweiten Schritt lassen sich dann für die generierten Aggregate Szenarien bilden, die letztendlich eine Indikation über das mögliche Exposure liefern, wie in Abbildung 33 dargestellt.



**Abbildung 32: Exposureabschätzung bei bekannten Arbeitgeberadressen.<sup>38</sup>**

Beispiel	Klassifikation	Konzentrationsrisiko
Investmentbank (City of London)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleinere Versichertengruppe</li> <li>• großer Anteil der VP täglich lokal am Arbeitsplatz (Trading Desk/Back Office)</li> <li>• hohes Einkommen = hohe VS</li> </ul>	hoch
Wirtschaftsprüfungs-/beratungsgesellschaft (City of London)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• größere Versichertengruppe</li> <li>• großer Anteil der VP nicht täglich lokal am Arbeitsplatz (WP/Beratungsmandate)</li> </ul>	moderat bis hoch
US Autozubehör-Kette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Versichertengruppe (&gt; 70,000)</li> <li>• Rückversicherte Summe im dreistelligen Millionenbereich</li> <li>• verteilt auf Management am Hauptsitz und 5000 Niederlassungen in ganz US, Mexico und Brasilien</li> </ul>	gering

**Abbildung 33: Konzentrationsrisiko bei Gruppenverträgen.**

<sup>38</sup> Quelle Karte: <http://www.openstreetmap.de>; eigene Überarbeitung; Quelle Grafik: SCOR Global Life Rückversicherung; Eigene Darstellung

Die Gleichung ‚Gruppenversicherung = hohes Konzentrationsrisiko‘ gilt aber nicht unbedingt, wie man Abbildung 34 mit einigen markanten Beispielen entnehmen kann. Darüber hinaus ergeben sich bei lokalen Katastrophenereignissen auch Schwierigkeiten bei der Exposureeinschätzung hinsichtlich der Überlappung von Rückversicherungsprodukten – nachfolgend illustriert am Portefeuille der SCOR Global Life in Frankreich. Im Rückversicherungsportefeuille befinden sich sowohl proportionale als auch nicht-proportionale Deckungen, das zu Grunde liegende Geschäft besteht sowohl aus Individual- sowie Gruppenversicherungen.



**Abbildung 34: Exposureüberlappung durch unterschiedliche Produkte / Verträge.<sup>39</sup>**

Zusammenfassend kann man zur Exposureproblematik bei lokalen Katastrophenereignisse folgende Anmerkungen machen:

**Granularität, Qualität und Aktualität der Daten** sind von entscheidender Bedeutung:

- ein detailliertes Verständnis der Versicherungsprodukte (inklusive Optionen)
- Einzelrisikoinformationen bzgl. Individualversicherungsgeschäft
- detaillierte Informationen über das Gruppengeschäft (Anzahl der versicherten Personen, Unternehmensstandorte, Verteilung der versicherten Personen auf Standorte, regulärer Arbeitsplatz, Anteil Dienstreisetätigkeit etc.)
- detaillierte Informationen über das im Rahmen einer Katastrophendeckung versicherte Portfolio

<sup>39</sup> Quelle: Eigene Darstellung.

Bezüglich der konkreten, adäquaten Quantifizierung des Exposures sind oftmals **unterschiedliche (parallele) Herangehensweisen notwendig**

- Deterministische Szenarien basierend auf Bestandsinformationen/Expertenstudien
- Bestimmung eines Gesamtversicherungsschadens und Übertragung auf den eigenen Bestand über Marktanteile
- unter Umständen Eigenentwicklung von Tools zur Kumulbestimmung
- Detailanalysen, z.B. von einzelnen versicherten Gruppen
- Nutzung von kommerziellen Risikomodellierungstools

## 4.2 Infektionskrankheiten

Infektionskrankheiten gehören zu unserem täglichen Leben. Sie sind nicht verbunden mit spektakulären Ereignissen – im Gegensatz zu den eben betrachteten lokalen Katastrophenereignissen.

Dennoch können sie eines der größten Risiken für Lebensversicherer sein, insbesondere hier Pandemien:

- Nicht räumlich begrenzt, treffen also potentiell das gesamte Portfolio.
- Dadurch haben auch geringere Erhöhungen der Sterblichkeit große finanzielle Auswirkungen.

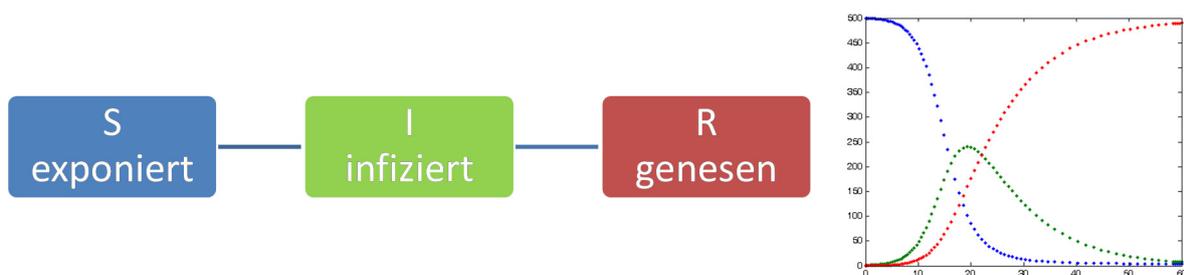
Das Problem ist die Abschätzung des Schweregrads zukünftiger Pandemien – möglichst noch mit Angabe der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens.

Für die Modellierung ergeben sich hier besondere Herausforderungen:

- Wenige Beobachtungsdaten vorhanden als Basis für eine Modellierung
- Sich wandelnde Lebensbedingung können Einfluss haben auf die Verbreitung und Auswirkungen von Infektionskrankheiten
  - Hygiene, sanitäre Bedingungen
  - Impfstoffe, medizinischer Fortschritt
  - Verfügbarkeit von epidemiologischen Daten
  - Public health management
  - Bevölkerungsdichte
  - Mobilität
  - Resistente Erreger

- Eine direkte Übertragung von Beobachtungsdaten über zeitliche oder räumliche Entfernung ist daher schwierig
- Es bedarf fundamentaler Modellierung der Erkrankungen.

Bei epidemiologischen Modellen wird die Ausbreitung einer Infektionskrankheit z. B. durch mathematische Zustandsmodelle beschrieben; Differentialgleichungen beschreiben hier die Zustandsübergänge.



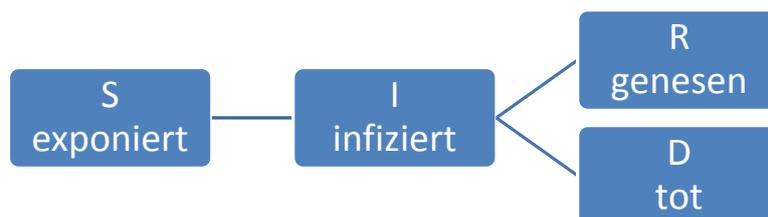
**Abbildung 35: Epidemiologische Modelle (1).**<sup>40</sup>

Die Parameter der Differentialgleichungen beschreiben die epidemiologischen Eigenschaften der Krankheit, z. B.

Infektiosität ( $R_0$ : Basisreproduktionszahl – mittlere Zahl der Ansteckungen je Fall),

Genesungsrate.

Aus Sicht eines Lebensversicherers ist die Zahl der Toten das Ziel der Modellierung, daher wird ein erweitertes Modell benötigt:



**Abbildung 36: Epidemiologische Modelle (2).**<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Grafik: Eigene Darstellung; Kurvenplot: Wikimedia Commons (<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir-sys-p9.png>; abgerufen am 22.07.2014)

<sup>41</sup> Eigene Darstellung

Die Ausbreitung einer Infektionserkrankung und der resultierenden Sterblichkeit lässt sich im einfachsten Fall durch die nachfolgenden Parameter beschreiben:

- Infektiosität ( $R_0$ : Basisreproduktionszahl),
- Genesungsrate,
- Letalität (CFR: case fatality ratio).

Eine Basisreproduktionszahl  $R_0 < 1$  führt zum Verschwinden der Krankheit,  $R_0 > 1$  führt zur Ausbreitung.

Weitere Einsichten lassen sich durch die Einbeziehung z.B. von epidemiologischen Gegenmaßnahmen, Impfungen, Mobilität, usw. in die Modellierung gewinnen.

Die epidemiologischen Modelle können bei der „Übersetzung“ historischer Ereignisse in den aktuellen Kontext helfen. So können z. B. as-if Betrachtungen durchgeführt werden:

- Welche Auswirkung hätte die Verfügbarkeit von Penicillin auf die Letalität der Spanischen Grippe 1918 gehabt?
- Welche Auswirkung hat der Selektionseffekt von versicherten Kollektiven im Vergleich zur Gesamtbevölkerung?

Diese Betrachtungen können hilfreich bei der Kalibrierung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Exzess-Mortalität sein.

Es bleibt aber – nicht zuletzt aufgrund der dünnen Datenlage – die Notwendigkeit, Expertenmeinungen hinzuzuziehen (interne und externe Experten, kommerzielle Modellierungstools).

Neben den direkten Auswirkungen von Pandemien auf Lebensversicherungsbestände, die in den obigen Betrachtungen im Vordergrund standen, können für ein Versicherungsunternehmen aber auch die indirekten Folgen beträchtlich sein. Nachfolgend sind die wichtigsten Auswirkungen von Epidemien auf die Versicherungen aufgelistet:

- Übersterblichkeit – die unmittelbare Auswirkung auf Lebensversicherer
- Gesundheitskosten – Anstieg durch erhöhte Zahl von Erkrankungsfällen
- Sachversicherung – Schäden durch Produktionsausfälle?
- Verluste am Kapitalmarkt

Operative Schäden – Arbeitszeitverluste durch erkrankte Mitarbeiter, bzw. Mitarbeiter mit erkrankten Angehörigen. In die Betrachtung der Gesamtrisikoposition des Unternehmens hinsichtlich des Pandemierisikos sollte daher mehr als nur die Bezifferung des zusätzlichen Sterblichkeitsrisikos einfließen.

# Impressum

Diese Veröffentlichung erscheint im Rahmen der Online-Publikationsreihe „Forschung am IVW Köln“. Alle Veröffentlichungen dieser Reihe können unter [www.ivw-koeln.de](http://www.ivw-koeln.de) oder [hier](#) abgerufen werden.

## **Forschung am IVW Köln, 6/2014**

**Heep-Altiner, Berg (beide Hrsg.): Katastrophenmodellierung - Naturkatastrophen, Man Made Risiken, Epidemien und mehr. Proceedings zum 6. FaRis & DAV Symposium am 13.06.2014 in Köln. Köln, Juli 2014**

**ISSN (online) 2192-8479**

### Herausgeber der Schriftenreihe / Series Editorship:

Prof. Dr. Lutz Reimers-Rawcliffe  
Prof. Dr. Peter Schimikowski  
Prof. Dr. Jürgen Strobel

Institut für Versicherungswesen /  
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /  
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences

Web [www.ivw-koeln.de](http://www.ivw-koeln.de)

### Schriftleitung / Contact editor's office:

Prof. Dr. Jürgen Strobel

Tel. +49 221 8275-3270  
Fax +49 221 8275-3277

Mail [juergen.strobel@fh-koeln.de](mailto:juergen.strobel@fh-koeln.de)

Institut für Versicherungswesen /  
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /  
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences  
Gustav Heinemann-Ufer 54  
50968 Köln

### Kontakt Autor / Contact author:

Prof. Dr. Maria Heep-Altiner  
Institut für Versicherungswesen /  
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /  
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences  
Gustav Heinemann-Ufer 54  
50968 Köln

Tel. +49 221 8275-3449  
Fax +49 221 8275-3277

Mail [maria.heep-altiner@fh-koeln.de](mailto:maria.heep-altiner@fh-koeln.de)