



Erde im Fieber

El Niño nahm im wärmsten Jahr seit Beginn der Temperaturoaufzeichnungen großen Einfluss auf wetterbedingte Schäden. SEITE 20

Klimawandel
Jahr der Entscheidungen

Nepal
Ein Land in Trümmern

Analysetechnik
Neubewertung der Daten



Alle Beiträge dieses Magazins finden
 Sie auch auf unserer Internetseite:
 >> www.munichre.com/topicsgeo2015





Liebe Leserinnen und Leser,

2015 war erneut ein Jahr, in dem die Schäden aus Naturkatastrophen recht niedrig ausgefallen sind. Die Gesamtschäden und die versicherten Schäden lagen sogar unter den Mittelwerten der vergangenen 30 Jahre. Die natürliche „Klimaschaukel“ El Niño hatte dabei einen prägenden Einfluss auf die Muster der wetterbedingten Ereignisse. Dieses Phänomen hat auch zur niedrigen Hurrikanaktivität im Nordatlantik beigetragen.

Ogleich sich die finanziellen Schäden in Grenzen hielten, da gerade Länder mit großer Versicherungsdurchdringung verschont blieben, war die Zahl der registrierten Schadenereignisse aus Naturkatastrophen wieder sehr hoch. Insbesondere Entwicklungs- und Schwellenländer hatten mit starken Überschwemmungen und Hitzewellen zu kämpfen. Doch das verheerendste Ereignis des Jahres fand in Nepal statt: Am Dach der Welt kamen bei Erdbeben mehr als 9.000 Menschen zu Tode.

2015, das zweite Rekordjahr in Folge bei der globalen Jahresmitteltemperatur, war auch politisch vom Klimawandel geprägt: Der Durchbruch bei der Klimakonferenz in Paris macht Hoffnung, dass der Klimawandel noch auf ein Niveau gebremst werden kann, bei dem die Risiken in den meisten Regionen der Erde beherrschbar bleiben.

Diese und weitere Aspekte werden in der vorliegenden Ausgabe von Topics Geo quantifiziert und die dahinterliegenden Prozesse analysiert. Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

München, im Februar 2016

Dr. Torsten Jeworrek
Mitglied des Vorstands von Munich Re und
Vorsitzender des Rückversicherungsausschusses

NOT IF, BUT HOW



Im Fokus: 2015 war ein Jahr des Klimas. Während erneut Rekorde gebrochen wurden und sich zudem ein starkes El-Niño-Ereignis entwickelte, kam endlich wieder Bewegung in die globale Klimapolitik. Auf dem G7-Treffen in Elmau im Juni und dem Klimagipfel in Paris im Dezember wurden die Weichen neu gestellt.

4

Im Fokus

- 4 **Klimafakten 2015**
Der Klimawandel macht keine Pause:
Nie wurden höhere globale Durchschnitts-
temperaturen gemessen als 2015.
- 8 **„Wir haben das Unbeherrschbare
vermieden!“**
Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber
im Gespräch mit Peter Höppe zu den
Ergebnissen von COP21
- 12 **Klimaversicherung – Baustein für
nachhaltiges Wachstum**
Versicherungslösungen helfen Entwick-
lungsländern, sich besser an den Klima-
wandel anzupassen.
- 19 **COP21 – Nutzen wir die neuen Chancen!**
Prof. Peter Höppe über die Perspektiven,
die der Pariser Klimagipfel eröffnet
- 22 **Ein starkes Christkind**
2015 hat uns eines der stärksten jemals
gemessenen El-Niño-Ereignisse beschert.
Die Auswirkungen waren vielerorts
spürbar.



Katastrophenporträts: Nepal war als Hochrisikoregion für Erdbeben bekannt. Im April 2015 wurde das Gebiet am Himalaya von einer verheerenden Katastrophe erschüttert.

28

Katastrophenporträts

- 30 Beben am Dach der Welt**
Schwere Erdstöße trafen im Frühjahr 2015 Nepal und seine Nachbarstaaten.
- 35 Land unter in der Atacama-Wüste**
Ein Milliardenschaden durch Wasser in der Wüste klingt nach Fiktion. Doch im Norden Chiles wurde dieses Szenario Realität.
- 41 Monstersturm endet glimpflich**
Hurrikan Patricia war einer der stärksten je registrierten tropischen Wirbelstürme. Dank günstiger Umstände blieben die Schäden gering.
- 45 Golden State in Flammen**
Die Dürre der vergangenen Jahre ließ die Waldbrandgefahr in Kalifornien stark ansteigen.

NatCatSERVICE/Research

- 54 Jahresrückblick – Das Jahr in Zahlen**
Eine Übersicht über die Zahlen und Bilder des Jahres, global, regional und in der Entwicklung über die Jahre hinweg
- 62 Innovative Erweiterungen der Analyse-möglichkeiten von historischen Schaden-ereignissen**
Für globale Betrachtungen müssen Schäden mittels Normalisierung zeitlich und räumlich vergleichbar gemacht werden.
- 67 Erdbeobachtung mit Satelliten**
Eine Chance für das Risikomanagement, wenn Anbieter und Nutzer stärker zusammenarbeiten
- 70 Schwergewitter in Europa**
Die Intensität von Schwergewittern nimmt zu. Prävention ist das A und O.
- 74 Virtuelle Erdbeben in 3D**
Supercomputer können Erdbeben und ihre Auswirkungen simulieren. Das verspricht neue Erkenntnisse.



NatCatSERVICE/Research: Der Blick aus dem All kann dem Risikomanagement neue Möglichkeiten eröffnen. Diese gilt es zu nutzen.

52

Standards

- 1 Vorwort**
- 50 Katastrophen, die Geschichte schrieben**
- 76 Kontakte**
- 77 Impressum**





Klimafakten 2015

von Eberhard Faust

Die Erde ist im Fieber: Nie wurden höhere globale Durchschnittstemperaturen gemessen als 2015. Und trotz der Schwankungen einzelner Jahre zeigt sich, der langfristige Aufwärtstrend hält an. Der Klimawandel macht keine Pause.

Bereits 2014 war das wärmste Jahr seit Beginn der Zeitreihe 1880, obgleich es nach Daten der NOAA nur knapp vor 2005 und 2010 lag. Doch 2015 waren noch erheblich höhere Werte zu verzeichnen: Nach den Mitte Januar 2016 veröffentlichten Daten der NOAA war es global das mit Abstand wärmste Jahr. Die globale Mitteltemperatur über Land- und Meeresoberflächen übertraf den Mittelwert des 20. Jahrhunderts von 13,9 °C um 0,90 °C; damit schlug es den Rekord von 2014 (0,74 °C) um 0,16 °C. Mit dem Wert von 2015 erreichte die globale Mitteltemperatur auch zum ersten Mal die Marke von 1 °C über dem Mittel der Periode 1850 bis 1900, die noch dem vorindustriellen Temperaturniveau entspricht. Damit ist für ein einzelnes Jahr bereits die Hälfte des Zwei-Grad-Limits beziehungsweise zwei Drittel des 1,5-Grad-Limits erreicht, deren Einhaltung nach dem Abkommen von Paris (COP21) angestrebt werden.

Einer der Gründe für die hohen Temperaturen im Jahr 2015 lag in einer sehr starken El-Niño-Phase im tropischen Pazifik, die sich seit März 2015 entwickelte; dadurch wurde viel Wärmeenergie an die Atmosphäre abgegeben, und die Zirkulationssysteme haben sich durch Fernwirkungen verändert. Auch im nordostpazifischen Raum inklusive der Westhälfte Nordamerikas war es deutlich zu warm. Ebenfalls wiesen Eurasien sowie der Raum Afrika-Indischer Ozean positive Wärmeanomalien auf.

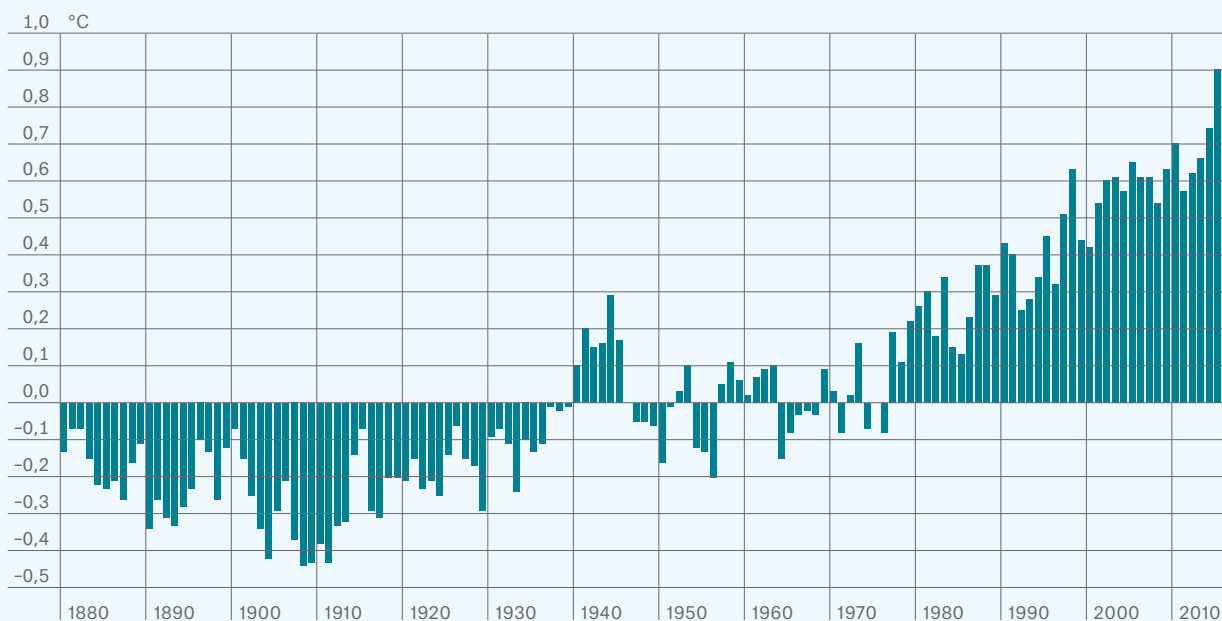
Bei den Niederschlägen zeigten sich im Jahresverlauf regional zunehmend typische Einflüsse von El Niño (mehr dazu auch im Beitrag „Ein starkes Christkind“ ab Seite 22). Dazu gehören die Trockenheit im Nordosten Brasiliens und im Norden Südamerikas, in der Karibik und im Nordwesten Nordamerikas, in weiten Teilen des südlichen Afrikas, der in einigen Regionen reduzierte Sommermonsun Indiens, die Trockenheit in Teilen Südostasiens und Indonesiens sowie in einigen südlichen und östlichen Regionen Australiens. Auch passen die Niederschlagsüberschüsse in südlichen und südöstlichen Gebieten Nordamerikas, in der Region Südbrasilien/Nordost-Argentinien, im südlichen Indien, sowie auf den Britischen Inseln in das typische El-Niño-Muster.

Dass der Einfluss von El Niño im Temperatur- und Niederschlagssignal klar zu erkennen ist, zeigt, dass sich das langfristige Signal des Klimawandels stets überlagert mit der natürlichen Variabilität des Klimas auf verschiedenen Zeitskalen. So hat das sehr starke El-Niño-Ereignis nicht allein im Jahr 2015 zu einer hohen Jahresmitteltemperatur beigetragen, sondern könnte einen gleichgerichteten Effekt auch noch im Jahr 2016 bewirken. Die Überlagerung mit der natürlichen Variabilität des Klimas bedeutet aber auch, dass es in der Zukunft wieder Jahre geben wird, die ein etwas niedrigeres Niveau der globalen Mitteltemperatur aufweisen werden. Dementsprechend ist ein substanzieller Anteil der Temperaturfluktuation in der Zeitreihe der globalen Jahresmitteltemperaturen in der Vergangenheit durch die Klimaschwingungen zwischen El-Niño- und La-Niña-Ereignissen zu erklären.

Gleichwohl zeigen die jüngsten Rekordwerte der Jahresmitteltemperatur, dass eine Unterbrechung des Anstiegs der globalen Mitteltemperatur in den aktuellen Daten nicht mehr identifizierbar ist – der langfristige Zunahmetrend hält an.

Abweichung der globalen Mitteltemperatur vom Mittel 1901 bis 2000

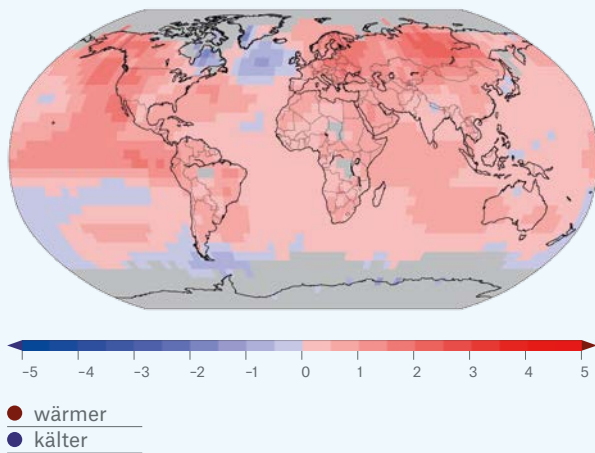
15 der 16 wärmsten gemessenen Jahre fallen in die Periode 2001 bis 2015.



Quelle: Munich Re, basierend auf NCDC/NOAA

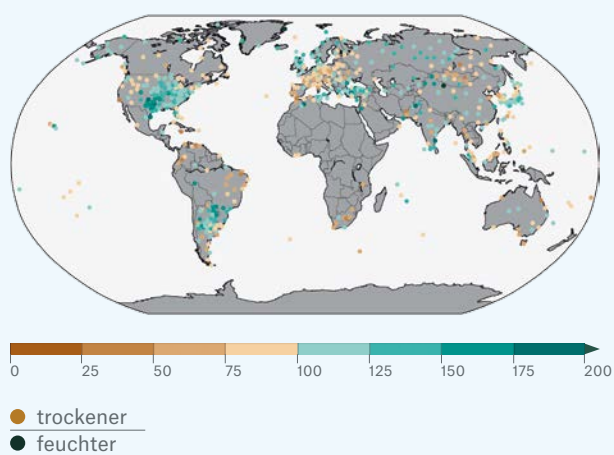
Regionale Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2015 vom Mittel 1981 bis 2010

Mit Ausnahme von Kanadas Osten trugen die Temperaturen über fast der gesamten Landoberfläche sowie über den meisten Ozeangebieten zu der hohen Abweichung der Jahresmitteltemperatur gegenüber dem Mittel der Periode 1981 bis 2010 bei. Zehn Monate des Jahres 2015 brachen den Rekord bei der jeweiligen globalen Monatsmitteltemperatur.



Regionale Abweichung der Jahresniederschläge 2015 vom Mittel 1961 bis 1990

Über den Landgebieten lag der Jahresniederschlag des Jahres 2015 an den hier berücksichtigten Stationen um knapp 23 Millimeter unter dem Mittel der Referenzperiode 1961 bis 1990 von 1.033 Millimetern.



Quelle: National Centers for Environmental Information/
NOAA







„Wir haben das Unbeherrschbare vermieden!“

Nach dem Klimagipfel in Paris trafen sich Hans Joachim Schellnhuber, Leiter des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, und Peter Höppe, Leiter des Munich Re Bereichs Geo Risks Research/ Corporate Climate Centre, in Potsdam, um die Ergebnisse zu diskutieren.

Peter Höppe: Herr Schellnhuber, Sie haben an vielen Veranstaltungen des Klimagipfels in Paris teilgenommen. Wie beurteilen Sie das Ergebnis insgesamt?

Hans Joachim Schellnhuber: Um es auf den Punkt zu bringen: Der Geist von Paris hat das Gespenst von Kopenhagen vertrieben. Aber wir müssen noch einiges tun und können noch viel erreichen.

PH: Ich war überrascht, dass sich die 195 Länder zu dem Ziel bekannt haben, den Temperaturanstieg auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen, und damit die Obergrenze nachgeschärft haben. Wie müssen wir die Regularien gestalten, um dieses Ziel zu erreichen?

HJS: Die Politiker haben den Klimaschutz für sich entdeckt – und darüber freue ich mich. Es ist absolut sinnvoll, den Temperaturanstieg auf unserem Planeten auf höchstens 1,5 bis zwei Grad zu begrenzen. Allerdings bin ich nur bedingt zufrieden, was den Plan der CO₂-Neutralität bis zum Jahr 2070 bzw. 2080 angeht. Übersetzt man nämlich das Pariser Abkommen in Emissionsszenarien, muss man die Dekarbonisierung eigentlich schon zwischen 2050 und 2070 erreichen. Das ist die Krux.

PH: Neben der Mitigation, also den Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen, nimmt die Anpassung an die unausweichlichen Folgen des Klimawandels im Pariser Abkommen breiten Raum ein. Die vereinbarten 100 Milliarden US-Dollar für die Unterstützung der Schwellenländer wurden bestätigt, das ist sehr wichtig. Doch was muss sonst noch getan werden, um gegen die Folgen des Klimawandels besser gewappnet zu sein?

HJS: Für mich ist das Schlüsselwort „Capacity Building“, also die Struktur- und Kompetenzentwicklung. Es geht hier nicht nur um Geld. Ich war vor Kurzem in Kamerun und erfuhr Folgendes: Als sich die Briten in den 1960er-Jahren von dort zurückzogen, gab es 49 Wetterstationen. Davon sind jetzt nur noch drei auf den großen Flughäfen übrig. Wir müssen jedoch die nötigen Fähigkeiten und Strukturen aufbauen, damit die Länder in der Lage sind, das Geld, die Unterstützung und das Fachwissen aufzunehmen und in zielführende Maßnahmen umzusetzen. Für die Länder südlich der Sahara ist das von entscheidender Bedeutung.

PH: In Artikel 8 des Pariser Abkommens ist von Versicherungsschutz als möglicher Lösung für die Anpassung an den Klimawandel die Rede. In Ihrem neuen Buch „Selbstverbrennung“ zeigen Sie anhand von Informationen aus der Munich Re NatCatSERVICE-Datenbank Trends von Naturkatastrophen und der damit einhergehenden Schäden auf. Welche Rolle spielen nach Paris Versicherungen, wenn es um Anpassung geht?

HJS: Wenn wir uns auf neue Klimaverhältnisse mit Extremereignissen zubewegen – und eine Erderwärmung um zwei Grad bringt neue Klimaverhältnisse mit sich – und wenn wir für die am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen Schutzmechanismen vorsehen wollen, um die Folgen abzufedern, lässt sich das nur mit Versicherungen erreichen. Das Problem ist, dass diejenigen, die den Schutz am nötigsten haben, die Prämien nicht bezahlen können. Deshalb brauchen wir ein globales Solidarsystem. Es wäre interessant zu wissen, welche Gruppen tatsächlich von Extremereignissen betroffen sind. Können wir anhand von Daten belegen, dass die Armen am stärksten betroffen sind?

PH: Ja, das können wir. Wir haben unsere Daten aus der NatCatSERVICE-Datenbank nach verschiedenen Einkommensgruppen ausgewertet. Wir unterscheiden dort nach sehr armen Ländern, Ländern mit mittlerem Einkommensniveau und reichen Ländern. Hier ist deutlich erkennbar, dass die Ärmsten am stärksten betroffen sind, besonders wenn man die Schäden zum jeweiligen Bruttoinlandsprodukt in Beziehung setzt und zu dem, was die Menschen besitzen und sich leisten können.



>> Eine Videoaufzeichnung des gesamten Gesprächs zwischen Peter Höppe und Hans Joachim Schellnhuber finden Sie unter www.munichre.com/topicsgeo2015



HJS: Also gemessen am Einkommen?

PH: Genau. Die reichen Länder können sich eine Katastrophe leisten, sie haben Versicherungen und raschen Zugang zu finanziellen Mitteln, um ihre Wirtschaft zu stützen oder anzukurbeln. Die einkommensschwachen Länder hingegen sitzen in der Armutsfalle, wenn es keine Unterstützung – zum Beispiel durch eine Versicherung – gibt, die sie wirtschaftlich wieder auf die Beine bringt. Ein weiterer Grund, warum die armen Länder vom Klimawandel stärker betroffen sind, ist, dass sie überwiegend in extremen Klimazonen liegen. Deshalb haben wir vor rund zehn Jahren die Munich Climate Insurance Initiative MCII ins Leben gerufen. Und kurz vor Paris haben die G7-Staaten – parallel zum Klimaschutz-Verhandlungsprozess – ein großes Klimaversicherungsprojekt initiiert. Sehen Sie darin einen wertvollen Beitrag zum gesamten Verhandlungsprozess?

HJS: Und ob! Ich bin geradezu begeistert, zumal die G7-Initiative kurz vor Paris kam. Das war genau das richtige Signal. Aber es gibt noch einen weiteren Aspekt, den wir nicht außer Acht lassen sollten: Wenn wir von Anpassung als globaler Strategie sprechen, ist die Migration wohl die wichtigste Anpassungsstrategie überhaupt. Allerdings hat nicht jeder die nötigen Mittel dafür. Viele Menschen, die in gefährdeten Gebieten leben, sind gezwungen, dort zu bleiben, denn es fehlt ihnen an Geld, aber auch an Informationen. Bei einem Temperaturanstieg von zwei Grad werden Umsiedlungen aber kaum zu vermeiden sein.

PH: Das gilt wohl besonders für die kleinen Inselstaaten.

HJS: Die Malediven sind schon bei einem Temperaturanstieg von unter zwei Grad dem Untergang geweiht, das ist eine Tatsache. Aber auch Bewohner anderer Regionen sind von sich wandelnden Wettermustern oder Niederschlagsverhältnissen betroffen. Wenn wir also den Menschen helfen und die Folgen abfedern wollen, müssen wir vielleicht auch über neue Formen der Versicherung nachdenken, um die Mobilität der Betroffenen zu fördern, auch wenn das über das klassische Format der Versicherung hinausgeht.

PH: Munich Re gehört hier zu den Vorreitern und stellt schon seit Langem Schadendaten zur Verfügung. Wir haben auch nachgewiesen, dass es bei wetterbedingten Schadenereignissen bereits Veränderungen gibt, und die damit verbundenen Probleme ins Bewusstsein gerückt. Und wir bieten neue Lösungsansätze wie die Mikroversicherung an. Welche Erwartungen haben Sie in den kommenden Jahren darüber hinaus an die Versicherungswirtschaft?

HJS: Zuerst einmal möchte ich erneut betonen, dass Sie hier in zweierlei Hinsicht eine zentrale Rolle spielen. Sie liefern weltweit mit die besten Daten über die Entwicklung von Extremereignissen und Schäden, und einfach jeder schaut sich die Tabellen und Diagramme von Munich Re an. Außerdem haben Sie eine eigene Einheit, die sich mit dem Klimawandel beschäftigt, und schon früh über neue Formate und Konzepte nachgedacht, um den Menschen Versicherungsschutz anbieten zu können, die ansonsten keine Versicherung abschließen könnten. Allerdings wäre es meiner Meinung nach nur konsequent, wenn Sie auch darüber nachdenken würden, auf Investitionen im fossilen Energiesektor zu verzichten. Sie erhöhen Ihre Risiken selbst, indem Sie letztlich die Entstehung tropischer Stürme finanzieren – das macht keinen Sinn.

PH: Das ist sicher zu prüfen. Doch lassen Sie mich zur Klimaforschung kommen: Sie haben eines der renommiertesten Institute für die Klimafolgenforschung aufgebaut. Sehen Sie nach Paris die Notwendigkeit, Ihre Arbeit anders auszurichten?

HJS: Die Ergebnisse von Paris sind auch für die Klimafolgenforschung sehr positiv. Ich war schon oft genug in der unangenehmen Situation, Zukunftsszenarien für unseren Planeten skizzieren zu müssen, bei denen die Forschung an ihre Grenzen stößt. Wissenschaftlich fundierte Aussagen lassen sich kaum noch treffen, wenn die Szenarien so dramatisch sind, dass die Auswirkungen auf unseren Planeten unabsehbar werden. Wenn es uns aber gelingt, die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen, ist eine solide Folgenanalyse sehr wohl möglich. Auch wenn wir uns dabei schon recht weit von den Bedingungen entfernen, die wir heute auf der Erde kennen. Wir haben jetzt das Unbeherrschbare vermieden oder besser gesagt: Wir haben die Chance, es zu vermeiden – jetzt gilt es, das Unvermeidbare zu beherrschen.







Klimaversicherung – Baustein für nachhaltiges Wachstum

von Ernst Rauch

Internationale Konferenzen haben 2015 starke klimapolitische Akzente gesetzt und neue Wege eröffnet. Erstmals wurden auch Versicherungsinstrumente als Lösungen genannt, um Entwicklungs- und Schwellenländer bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Privatwirtschaft und Staaten müssen dazu kooperieren.

Der Fokus der internationalen Klimapolitik richtete sich 2015 auf zwei Themen: zum einen auf die Entwicklung nationaler Emissionsminderungspfade, mit denen der weltweite Temperaturanstieg auf weniger als 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden soll; zum anderen auf Anpassungsmechanismen und deren Finanzierung, um die Folgen des Klimawandels abzufedern. Die wesentlichen Entscheidungen von internationaler Bedeutung fielen entlang der „Road to Paris“, einer Folge von Konferenzen, die verschiedene Aspekte im Klima- und Nachhaltigkeitskontext thematisierten. Am Ende dieses Prozesses stand im Dezember das „Paris Agreement“. Es enthält langfristige Vereinbarungen der Staatengemeinschaft zum Klimaschutz und zur Anpassung an die nicht mehr vermeidbaren (Schaden-)Folgen des Klimawandels. Das Abkommen muss bis April 2017 von den UN-Mitgliedsstaaten ratifiziert werden und tritt dann ab 2020 in Kraft.

Auch wenn damit der Pfad zur Dekarbonisierung (Verzicht auf fossile Energieträger) für die Weltgemeinschaft eingeschlagen wurde – die Risiken aus wetterbedingten Naturgefahren dürften mit hoher Wahrscheinlichkeit zunächst weiter steigen. Der Grund: Kohlendioxid hat eine mittlere Verweildauer – und damit Klimawirksamkeit – in der Atmosphäre von rund 100 Jahren. Bereits in den vergangenen Jahrzehnten haben mancherorts Häufigkeit und Intensität von Unwetterereignissen zugenommen – vor allem von Starkniederschlägen und Hitzewellen.

Entwicklungsländer sind besonders verwundbar

Besonders verwundbar sind einkommensschwache Länder: Mehr arme als reiche Menschen verlieren ihr Leben, sowohl absolut gesehen als auch im Verhältnis zu ihrem Bevölkerungsanteil; und materielle Schäden, die aus Mangel an finanziellen Mitteln nicht behoben werden, führen zu dauerhaften Wohlstandsverlusten.

Nach Analysen des NatCatSERVICE von Munich Re kamen bei wetterbedingten Naturkatastrophen zwischen 1980 und 2014 weltweit rund 850.000 Menschen ums Leben. 62 Prozent (527.000) dieser Opfer verfügten über ein Einkommen von weniger als drei US-Dollar pro Tag (Einkommensgruppen nach Weltbank-Definition, siehe Grafik rechts) und zählten damit zu den Ärmsten der Welt. Ihr prozentualer Anteil an der Weltbevölkerung lag dagegen 2014 bei lediglich rund zwölf Prozent. Nimmt man die nächsthöhere Einkommensgruppe dazu (Tageseinkommen von bis zu etwa elf US-Dollar), so reduziert sich dieses Verhältnis zwar deutlich, es bleibt aber bei einer überproportional hohen Sterblichkeit einkommensschwacher Bevölkerungsschichten bei Unwetter-

katastrophen. Die Indizien für die Ursachen sind nach unserer Bewertung offensichtlich: Ungenügende finanzielle Ressourcen und oft auch mangelnde Informationen über Schutzmaßnahmen treiben die Opferzahlen in die Höhe.

Die Bandbreite der Anpassungsoptionen ist gefahren- und regionenspezifisch, lässt sich aber im Wesentlichen in zwei Kategorien unterteilen:

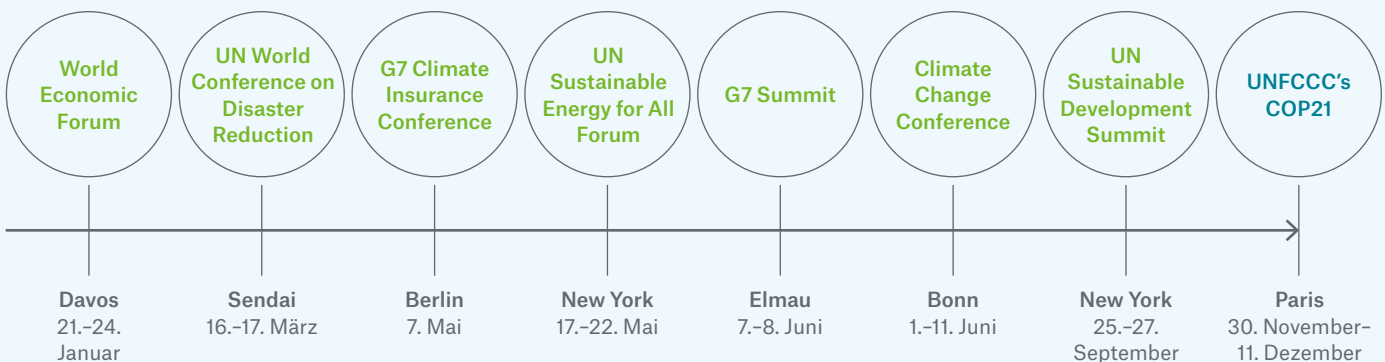
1. Ex-Ante-Präventionsmaßnahmen zur Schadenminderung vor einem Katastrophenereignis: Darunter fallen Frühwarnsysteme, aber auch bauliche Schutzmaßnahmen und Landnutzungsregulierungen.
2. Ex-Post-Maßnahmen zur Bewältigung der Schadenfolgen: Hierzu gehören die humanitäre Katastrophenhilfe und Finanzierungssysteme. Sie tragen dazu bei, die ökonomischen Konsequenzen zu bewältigen, ermöglichen Reparatur- und Wiederaufbaumaßnahmen und schaffen damit Resilienz.

Klimaversicherung als wichtiges Anpassungsinstrument

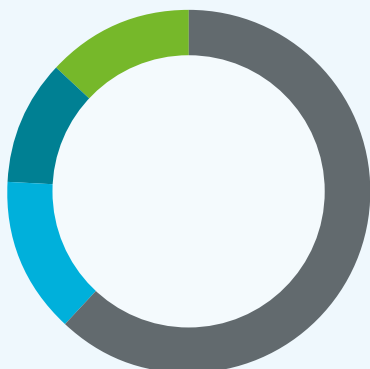
Erstmals wurden in einem Abschlussdokument einer UN-Klimakonferenz auch Versicherungsinstrumente als Lösungen genannt, um die Anpassung an den Klimawandel zu erleichtern. Bereits im Juni 2015 hatten die G7-Staaten auf ihrem Gipfel in Elmau die Gründung einer Klimaversicherungsinitiative („InsuResilience“) beschlossen und dadurch die Bedeutung von Risikotransferkonzepten, insbesondere für Entwicklungs- und Schwellenländer, hervorgehoben.

Wegmarken auf der „Road to Paris“

Ein Reihe von Konferenzen ebnete 2015 den Weg zu einem Klimaschutzabkommen unter dem Dach der Vereinten Nationen. Mehr Informationen über diesen Prozess finden Sie auf unserer Internetseite unter: www.munichre.com/klimawandel



Todesopfer* nach Unwetterereignissen weltweit 1980-2014: 850.000

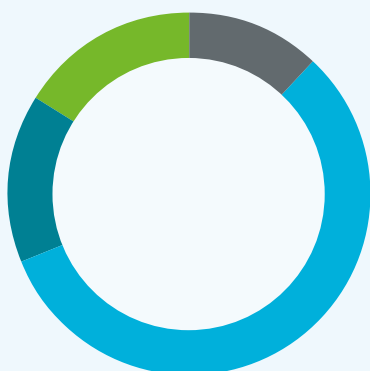


Einkommensgruppen nach Weltbank-Definition

- 62 % Länder mit niedrigem Jahreseinkommen (≤US\$ 1.005)
- 14 % Länder mit mittlerem Jahreseinkommen (US\$ 1.006-3.975)
- 11 % Länder mit gehobenem Jahreseinkommen (US\$ 3.976-12.275)
- 13 % Länder mit hohem Jahreseinkommen (≥US\$ 12.276)

* ohne Todesopfer durch Hunger

Weltbevölkerung im Jahr 2014: 7,2 Milliarden



- 12%
- 57%
- 15%
- 16%

Quellen: Munich Re NatCatSERVICE, Weltbank



Ziel ist es, bis 2020 weiteren 400 Millionen Menschen in den Entwicklungs- und Schwellenländern Versicherungsschutz gegen Wetterkatastrophen zu ermöglichen. Das soll entweder auf der Makroebene über Versicherungen ganzer Staaten („indirekte Versicherung der Bevölkerung“) erfolgen oder auf Mikroebene durch Versicherungen für Einzelpersonen („direkte Versicherung der Bevölkerung“).

Die Auszahlungen sind an klar definierte Wetterparameter wie Regenmengen oder Windgeschwindigkeiten geknüpft und werden daher als parametrische Deckungs- oder Triggerkonzepte bezeichnet. Je nach Bedarf können sich die Menschen so gegen Dürre, Sturm oder Starkregen absichern, die über objektive Messverfahren erfasst werden. Dieser Mechanismus macht die Policenbedingungen sehr transparent, reduziert die administrativen Aufwendungen für die Ermittlung der Auszahlungsleistungen und ermöglicht damit schnelle Zahlungen nach einem Unwetterereignis. Zu beachten ist aber, dass den genannten Vorteilen parametrischer Trigger auch ein Basisrisiko (Eintritt eines Schadens bereits vor der Überschreitung des definierten Triggerpunkts) gegenübersteht. Die Einfachheit des Auszahlungsprinzips auf parametrischer Basis hat jedoch dazu geführt, dass für Mikro- und Makroversicherungen bereits in mehreren Entwicklungsländern akzeptierte Lösungen bestehen, auf die nach dem Willen der G7 aufgebaut werden soll.

Nachhaltiges Wachstum bleibt eine leere Hoffnung, wenn Absicherungsinstrumente gegen ökonomische Schocks aus Naturkatastrophen fehlen.

Geschickt ausgestaltet können Versicherungslösungen sowohl Anreize für Präventionsmaßnahmen schaffen (über Wissenstransfer und/oder Schadensselbstbehalte) als auch ein wirksames Instrument zur Finanzierung der Schadenlasten darstellen. Wesentlich für die Bewältigung finanzieller Schocks im Privatsektor wie auf staatlicher Ebene ist, dass negative wirtschaftliche Langzeitfolgen abgefedert werden. Die Einführung von Klimaversicherungslösungen unterstützt den Aufbau widerstandsfähiger gesellschaftlicher und ökonomischer Strukturen und schafft damit Resilienz.

Partnerschaften zwischen öffentlichen und privaten Institutionen sind notwendig

Um das Ziel der G7 zu erreichen, kommt es zum einen darauf an, dass die betroffenen Staaten aktiv entsprechende Regulierungsmaßnahmen ergreifen und sich finanziell an dem Vorhaben beteiligen. Darüber hinaus ist der ergänzende Einsatz internationaler Hilfsgelder oder eine Anlaufunterstützung mit Mitteln aus Klimafonds wie dem „Green Climate Fund“ (GCF) ein Erfolg versprechender Weg.

Nur so lassen sich nachhaltige – also dauerhaft stabil finanzierte – Versicherungssysteme in Entwicklungs- und Schwellenländern aufbauen, die es den Menschen ermöglichen, sich besser an die Änderungsrisiken aus dem Klimawandel anzupassen.

Derartige Klimaversicherungslösungen können zu einem Paradebeispiel für Kooperationen zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor werden. Die Rollenverteilung lässt sich klar anhand von Kompetenzen und Ressourcen beider Kooperationspartner definieren:

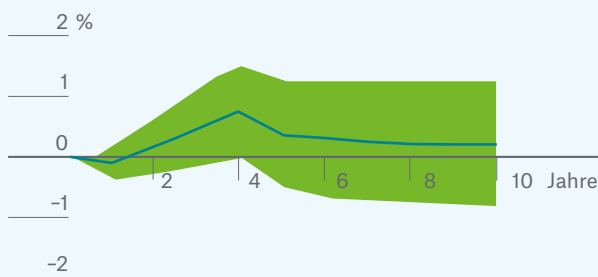
- Die öffentliche Hand bestimmt den rechtlichen und regulatorischen Rahmen sowie die politisch-gesellschaftlichen Ziele. National oder international können zudem der Aufbau von Wetterdatenbanken, die Entwicklung öffentlich zugänglicher Risikoinformationssysteme und der Wissensaufbau in der Bevölkerung unterstützt werden.
- Die Versicherungswirtschaft ist für die Entwicklung und Umsetzung von Klimaversicherungslösungen zuständig. Dazu stellt sie Knowhow, Risikomodelle, „Best Practice“-Erfahrung aus anderen Ländern und insbesondere Risikokapital zur Verfügung. Damit der Mechanismus dauerhaft und stabil funktioniert, müssen risikoadäquate Prämien erhoben werden. Nur dann erhalten die Risiken ein realistisches Preisschild, das ihrem Schadenpotenzial entspricht und einen Anreiz für risikomindernde Maßnahmen schafft.

In der Vergangenheit stellten unterschiedliche Perspektiven zwischen Privatwirtschaft und öffentlicher Hand bei Fragen der Risikofinanzierung oft unüberwindliche Hürden dar, um in wirtschaftlich schwachen Ländern Versicherungssysteme aufzubauen. Doch das Bewusstsein wächst, dass gerade diese Länder die höchste Dringlichkeit haben, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

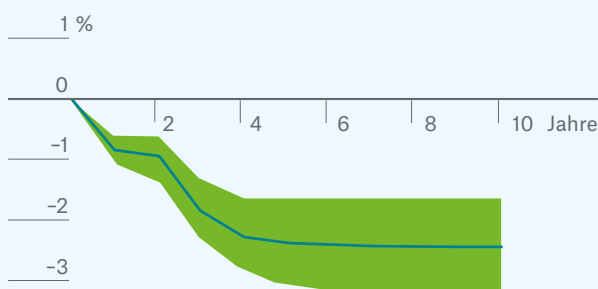
Kumulative Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts von Staaten nach einem Großschadenereignis

Nach einer großen Naturkatastrophe weicht in den Folgejahren das Bruttoinlandsprodukt (BIP) von dem BIP-Verlauf ab, der ohne das Ereignis eingetreten wäre. Man sieht deutlich, dass der Verlauf bei Ländern mit einem umfassenden Versicherungssystem wesentlich positiver ist. Die Grafiken zeigen die Differenz der BIP-Entwicklung gegenüber einer ungestörten Wohlstandsentwicklung.

a) Staaten mit umfassendem Naturkatastrophen-Versicherungssystem



b) Staaten ohne Naturkatastrophen-Versicherungssystem



Quelle: Munich Re, schematische Darstellung, basierend auf von Peter et al., Bank for International Settlements 2012



Verbindung zu Energiefragen

Eng verknüpft sowohl mit den Klima- wie auch den entwicklungspolitischen Zielen war 2015 das Thema Energie, etwa auf dem zweiten UN Sustainable Energy for All Forum (SE4ALL) in New York. Es knüpfte an den Schwung der Auftaktveranstaltung der UN-Dekade zu SE4ALL (2014–2024) an und gab bis 2030 folgende Ziele vor:

- Zugang aller Menschen zu modernen Energieservices
- Verdoppelung der Steigerungsrate der weltweiten Energieeffizienz (Verhältnis aus Bruttoinlandsprodukt/Energieeinsatz)
- Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am weltweiten Energiemix

Für den Ausbau der dafür nötigen CO₂-armen Energietechnologien sind nach Schätzungen der Weltbank zusätzliche jährliche Investitionen im Energiesektor von 600 bis 800 Milliarden US-Dollar erforderlich. Neuere Zahlen der Internationalen Energieagentur (IEA) kommen auf noch höhere Werte. Solche Summen stellen eine gewaltige Herausforderung dar. Blickt man jedoch auf die Vergangenheit, in der sich zwischen 2004 und 2015 der jährliche weltweite Kapitalzufluss in Technologien für erneuerbare Energien auf zuletzt 330 Milliarden US-Dollar mehr als verfünffacht hat, scheint dieses Ziel realisierbar.

Auch hier kann die Versicherungswirtschaft einen wertvollen Beitrag leisten, indem sie Projektrisiken absichert und Energieprojekte für Investoren damit attraktiver macht. Noch sind viele dieser Risikotransferlösungen Spezialprodukte, die eine besondere Expertise erfordern. Aufgabe der Politik ist es, wie bereits bei den Versicherungslösungen zur Anpassung an den Klimawandel, klare Signale zu setzen und die energiepolitischen Zielsetzungen mit konkreten Initiativen zu unterlegen. Das Ziel sollte sein, über Public Private Partnerships Standardisierungen auf der Finanzierungs- und Risikotransferseite – und damit weitere Kosteneffizienz – zu erreichen. Daneben kann die Assekuranz im Rahmen ihres Kapitalanlagenmanagements eine wesentliche Rolle als Investor in Energieprojekte übernehmen.

Die internationale Klimapolitik hat 2015 ein Fenster für neue Handlungsansätze geöffnet. Munich Re unterstützt den Aufbau von Versicherungssystemen im Bereich Klima- und Naturkatastrophen mit ihrer geowissenschaftlichen und Underwriting-Fachexpertise, mit Schadendaten aus ihrer NatCatSERVICE-Datenbank und mit privatwirtschaftlichem Risikokapital.



COP21 – Nutzen wir die neuen Chancen!

2015 war in mehrerlei Hinsicht ein Klimajahr: Es bescherte uns einen neuen globalen Temperaturrekord, der aufgrund des intensiven El Niño sogar jenen des letzten Rekordjahrs 2014 deutlich übertraf. Es war gerade so, als ob damit noch ein gewichtiges Argument für die Klimaverhandlungen geliefert werden sollte. Während des gesamten Jahres baute sich der Spannungsbogen in Richtung des Klimagipfels in Paris auf, mit sehr hochfliegenden Erwartungen. Allen war klar, dass ein Scheitern wie 2009 in Kopenhagen das Ende des Verhandlungsprozesses unter dem Dach der UN bedeuten würde – das galt es zu verhindern.

Die G7-Länder hatten im Juni in Elmau ein gutes Fundament gelegt, indem sie ihre Verpflichtungen zur Begrenzung der globalen Erwärmung sowie zu Unterstützungszahlungen an die Entwicklungsländer bekräftigten. Ein Novum war allerdings die Verständigung auf ein Projekt, das in den nächsten fünf Jahren zusätzlich 400 Millionen Menschen in Entwicklungsländern ermöglichen soll, sich mit Versicherungslösungen gegen die zunehmenden Schäden durch Wetterextreme abzusichern. Diese Initiative hat das deutliche Signal gesendet: Wir nehmen die Probleme der Menschen in den Entwicklungsländern ernst und sind bereit, Verantwortung für die Emissionen zu übernehmen. Diese Geste hat meines Erachtens das Verhandlungsklima, das ja immer unter dem Konflikt zwischen den Verursachern des Klimawandels und jenen Ländern steht, die am meisten darunter zu leiden haben, positiv beeinflusst.

Weitere förderliche Faktoren waren die hervorragende Organisation der Konferenz durch die französischen Gastgeber und die ausgezeichnete Verhandlungsführung des französischen Außenministers Laurent Fabius. Nicht zuletzt durch diese positive Stimmungslage, die den guten Willen vieler sonst eher blockierender Länder beflügelte, gelang ein Durchbruch. Ich glaube, das Ergebnis des Klimagipfels ist das bestmögliche, das derzeit erreicht werden konnte. Und man hat sich sogar mit dem Ziel, die globale Erwärmung auf „deutlich unter zwei Grad Celsius“ zu beschränken, ein noch schärferes Limit gesetzt als anfänglich geplant. Einige Risiken des „Paris Agreement“ gibt es jedoch: Die Regierungschefs müssen den Vertrag noch ratifizieren lassen; Sanktionen,

wenn die freiwillig abgegebenen Reduktionsziele nicht eingehalten werden, fehlen; und es besteht die Möglichkeit einer Vertragskündigung.

Zudem muss man sich ganz klar darüber sein: Selbst wenn nun alle Versprechungen eingehalten werden und die Reduktionsziele in fünfjährigen Überprüfungsperioden nachgeschärft werden, ist der Klimawandel nicht mehr zu stoppen. Dennoch, Paris war ein Durchbruch: Die Chancen, den Klimawandel in einen für die meisten Länder noch beherrschbaren Rahmen einzubremsen, sind erheblich gestiegen. Die bereits heute bei einer globalen Erwärmung von bisher knapp einem Grad Celsius erkennbaren Auswirkungen werden sich jedoch verschärfen, massivere Anpassungsanstrengungen sind daher erforderlich.

Aus unserer Sicht ist außerdem sehr positiv zu werten, dass Versicherungslösungen nun ganz offiziell im Artikel 8 des „Paris Agreement“ als Teil der Anpassungsmöglichkeiten gesehen werden. Als gute und ausbaubare Ansätze werden zum Beispiel die bereits operativen Poolösungen zur Deckung von Schäden durch Extremwetterereignisse in ärmeren Ländern wie die African Risk Capacity (ARC), die Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF) und die Pacific Catastrophe Risk Assessment and Financing Initiative (PCRAFI) betrachtet.

Nun ist es an uns, den Versicherern, die sich neu ergebenden Chancen mit Leben zu füllen. Gerade wir als global agierender Rückversicherer kennen die regional sehr unterschiedlichen Gefährdungslagen und deren Veränderungen sowie die Vulnerabilitäten besser als jeder andere. Das Management der Risiken – auch jener durch den Klimawandel – ist Teil unseres Kerngeschäfts. Nach Paris stehen nun die Türen offen, unsere Expertise einzubringen, um die Resilienz der menschlichen Gesellschaft gegenüber den nicht mehr vermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels in relevanter Weise zu erhöhen. Lassen Sie uns diese Chance nutzen!



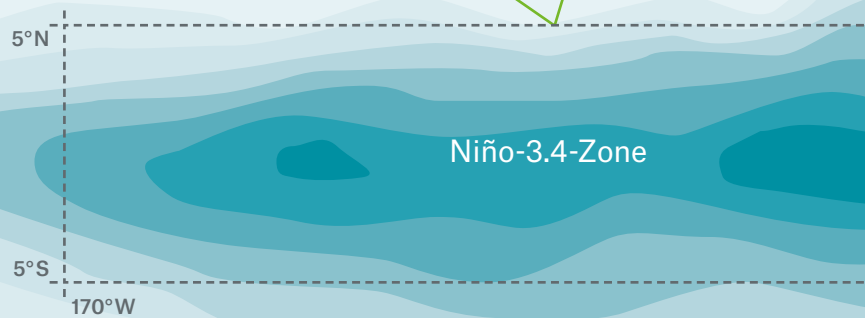
Prof. Dr. Dr. Peter Höppe,
Leiter Geo Risks Research/
Corporate Climate Centre
von Munich Re
phoeppe@munichre.com

1997/1998: +2,8 °C

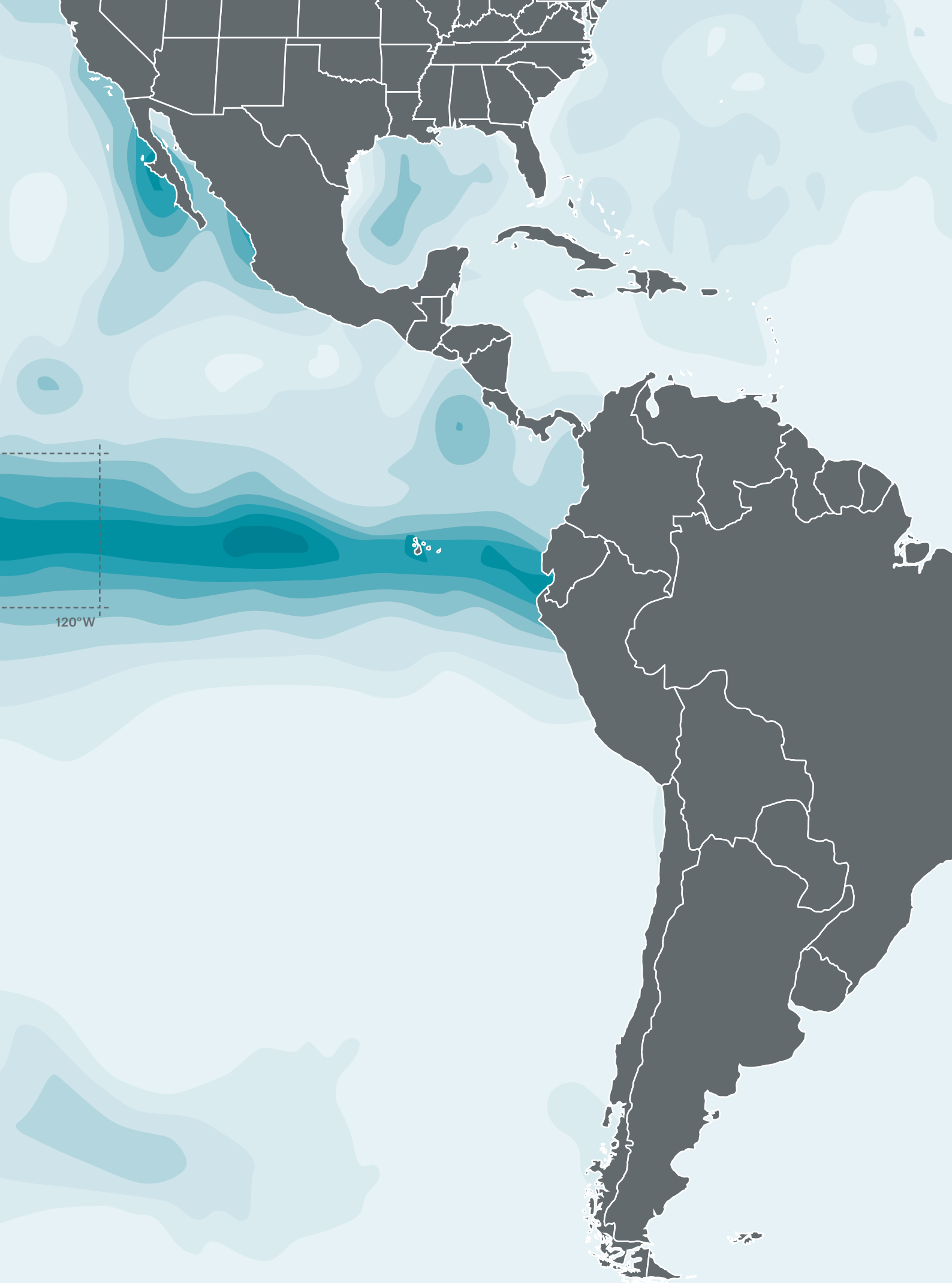
Beim bisher stärksten El-Niño-Ereignis 1997/1998 lag die maximale Temperaturabweichung (Wochenmittel) in der Niño-3.4-Zone bei 2,8 °C über dem Langfristmittel.

2015/16: +3,1 °C

Bis einschließlich Dezember 2015 betrug die maximale wöchentliche Temperaturabweichung (15.-21. November) der Niño-3.4-Zone bereits 3,1 °C.



Die durch El Niño und La Niña gekennzeichnete natürliche Variabilität ist eine der wichtigsten im Klimasystem der Erde. Sie hat für bestimmte Regionen weitreichende Folgen.



Ein starkes Christkind

von Eberhard Faust

2015 hat uns ein äußerst starkes El-Niño-Ereignis beschert. Die Auswirkungen waren vielerorts spürbar. Und starke Ereignisse könnten künftig häufiger auftreten.

Das einst von den peruanischen Fischern „Christkind“ – El Niño – genannte Klimaphänomen entwickelte sich etwa ab März 2015 zu einem der stärksten seit 1950 registrierten Ereignisse. Misst man den ozeanischen Anteil dieses Phänomens und folgt dabei den wöchentlich über die sogenannte Niño-3.4-Region (siehe Seite 20/21) gemittelten Wasseroberflächentemperaturen, so lag die größte Abweichung vom Mittel der Klimareferenzperiode (1981 bis 2010) bis Jahresende 2015 bei 3,1 °C. Das ist mehr, als beim Ereignis 1997/98 überhaupt erreicht wurde, das als „Jahrhundert-El-Niño“ gilt (Abb. 1).

Allerdings waren die mit den ozeanischen Veränderungen einhergehenden atmosphärischen Zirkulationsänderungen bei den starken Ereignissen 1982/83 und 1997/98 intensiver als im aktuellen Fall.

El Niño ist ein Ozean und Atmosphäre koppelndes Klimaphänomen; daher macht es zur ganzheitlichen Erfassung der Intensität des Ereignisses am meisten Sinn, die diversen ozeanischen und atmosphärischen Größen in einem einzigen Index zusammenzufassen.

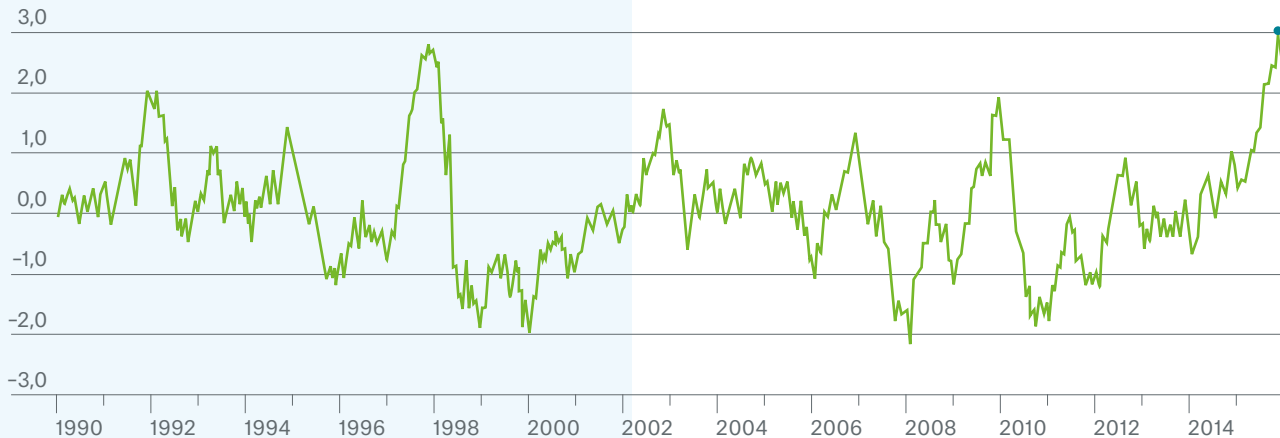
Das wurde mit dem von Wolter und Timlin definierten Multivariaten ENSO-Index (MEI) versucht, in den der Luftdruck auf Meeresspiegelniveau, die Nord-Süd- und West-Ost-gerichteten Windkomponenten, die Meeresoberflächentemperatur, die oberflächennahe Lufttemperatur sowie die Wolkenbedeckung im Bereich des tropischen Pazifiks eingehen. Bei dieser Betrachtung zeigt sich, dass das El-Niño-Ereignis 2015 bis einschließlich Dezember als drittstärkstes Ereignis seit 1950 einzuordnen ist (Abb. 2).

Bei El-Niño-Ereignissen wird typischerweise im östlichen äquatornahen Bereich des Pazifiks eine Entwicklung zu immer wärmerem Oberflächenwasser registriert, die gegen Jahresende ihren Höhepunkt erreicht. Dadurch verlagern sich die mit den warmen Wasseroberflächen assoziierten hochreichenden Regenwolken in zentrale und östliche Bereiche des äquatornahen Pazifiks. Somit wird es im Westen des tropischen Pazifiks, also an den Küsten von (Nord-) Ost-Australien bis Südostasien, eher anomal trocken, während es in zentralen und östlichen Teilen, bei Ecuador und Nordperu, eher anomal niederschlagsreich wird. Weitere typische Effekte haben wir bereits in Topics Geo 2014 beschrieben, das Sie in unserem Kundenportal connect herunterladen können.

Wöchentlicher Niño-3.4-Index

Abb. 1: Die Intensität der ozeanischen Komponente von El-Niño- und La-Niña-Ereignissen kann über die wöchentliche Abweichung der Meeresoberflächentemperatur in der sogenannten Niño-3.4-Region im tropischen Pazifik (5°N–5°S, 170–120°W) gemessen werden. Danach übertrifft das Ereignis von 2015/2016 dasjenige von 1997/1998.

Niño-3.4-Index

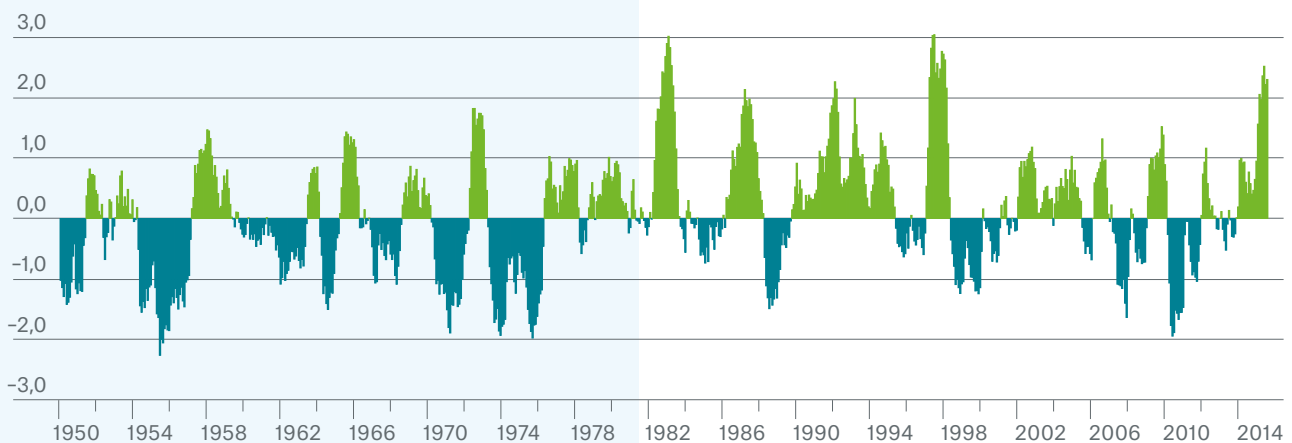


Quelle: Munich Re, basierend auf Climate Prediction Center, NOAA

Der Multivariate ENSO-Index 1950–2015

Abb. 2: Mithilfe des Multivariaten ENSO-Index lässt sich die Intensität des gesamten zwischen Ozean und Atmosphäre gekoppelten El-Niño- oder La-Niña-Ereignisses messen. Danach nimmt das Ereignis 2015/2016 nach 1997/1998 und 1982/1983 den dritten Rang ein.

Multivariater ENSO-Index



Quelle: Munich Re, basierend auf Earth System Research Laboratory, Physical Sciences Division, NOAA

Nach der Phase des Anlaufens zum Höhepunkt („onset year“) folgt nach Beginn des neuen Jahres typischerweise eine Rückbildung zu neutralen Verhältnissen („decay year“). Typischerweise zeigen substanzielle El-Niño-Ereignisse im Sinne dieser Abfolge einen Höhepunkt in der Nähe des Jahreswechsels und ändern in nicht wenigen Fällen im „decay year“ das Vorzeichen, das heißt, sie werden in der zweiten Jahreshälfte zu La-Niña-Ereignissen, der kalten Schwester von El Niño. Dabei drehen sich die Effekte gegenüber El Niño gewissermaßen um: Unmittelbar vor die Küsten im Westen des tropischen Pazifiks treibt der Passatwind warmes Wasser, das dort – also im Nordosten Australiens, in Indonesien und in Südostasien – für verstärkte Niederschläge sorgt. Umgekehrt wird es über dem Osten des tropischen Pazifiks und den äquatornahen Küsten Südamerikas eher trocken, während es im Ozean deutlich abkühlt. Auch wenn zu Jahresbeginn 2016 noch unbekannt ist, ob diese Entwicklung zu La Niña kommen wird, so gibt es dafür doch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit.

Veränderte Wirbelsturmaktivität

Zu den prominenten Fernwirkungen bei starken El-Niño-Ereignissen, die auch 2015 erneut zu verzeichnen waren, gehört die veränderte Aktivität der tropischen Wirbelstürme je Ozeanbecken. Im Nordatlantik verringert sich typischerweise die Hurrikanaktivität, denn die atmosphärischen Bedingungen für Entstehung und Entwicklung tropischer Wirbelstürme sind besonders im tropischen Westen ungünstiger. Eine Ursache dafür sind verstärkte Scherwinde, die durch eine kräftigere nach Osten gerichtete Strömung in der Höhe und etwas verstärkte Passatwinde aus östlichen Richtungen nahe der Meeresoberflächen zustande kommen. Dort sinkt außerdem auch Luft aus der Höhe ab, was zur lokalen Erwärmung und Austrocknung führt und der Konvektion, einem Grundvorgang in der Physik tropischer Wirbelstürme, entgegenwirkt. Vor allem wegen dieser Effekte lag die Accumulated Cyclone Energy (ACE) in dieser Saison bei nur 60 Prozent des Mittels über die Klimareferenzperiode 1981 bis 2010.

Hingegen ist die Aktivität starker Wirbelstürme im östlichen Nordpazifik außergewöhnlich hoch – ebenfalls ein typischer Effekt von El Niño. ACE lag dort bei 219 Prozent des Mittels der Normalperiode. Die Steigerung ist darin begründet, dass die Scherwinde bei substanziellen El-Niño-Episoden eher unterdurchschnittlich, die Meeresoberflächentemperaturen hingegen überdurchschnittlich sind. Beides fördert die Entwicklung starker Stürme.

Ein ähnliches Ergebnis produzierten die El-Niño-Bedingungen auch im Westen des Nordpazifiks: Dort traten anomal viele starke Stürme auf, da ihre Entstehungsorte hin zum wärmeren Wasser nach Osten und näher zum Äquator verschoben waren. Dadurch zogen die Stürme länger über relativ warme Meeresoberflächen, wo sie unter geringeren Scherwinden große Intensitäten entwickeln konnten. In dieser Region lag ACE 2015 bei 161 Prozent des Mittels der Klimareferenzperiode 1981 bis 2010.

Markante Auswirkungen 2015

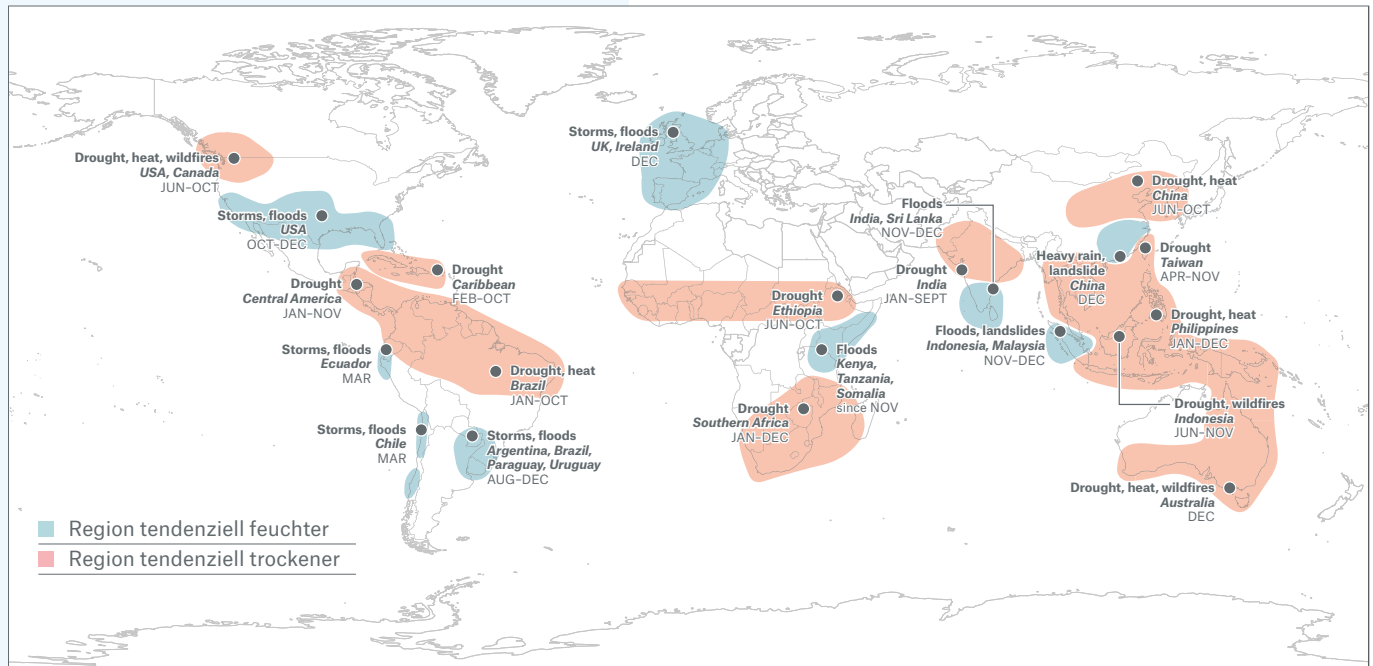
Die Karte auf Seite 25 (Abb. 3) zeigt die Fernwirkungen in Bezug auf den regionalen Niederschlag, die bei einem typischen El-Niño-Ereignis von starker Intensität auftreten. Zusätzlich sind Schadenereignisse vermerkt, die diesen Kategorien entsprechen und bis Jahresende 2015 zu verzeichnen waren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich El-Niño-Fernwirkungen mit weiteren Klimaphänomenen, zum Beispiel den Phasen des Indian Ocean Dipole, überlagern können. Durch solche individuellen Bedingungen hat jedes El-Niño-Ereignis eine eigene Ausprägung. Eine Aggregation der Schäden kann erst nach Beendigung des Ereignisses 2016 erfolgen.

Makroökonomisch beobachtet man bei starken El-Niño-Ereignissen, dass sich in einigen Ländern das reale BIP-Wachstum temporär signifikant verringert; Beispiele dafür sind etwa Indonesien, Südafrika und Australien. Einerseits ist dies zurückzuführen auf landwirtschaftliche Ertragseinbußen aufgrund von Hitze und Trockenheit – so sinken in Indonesien die Kaffee-, Kakao- und Palmölernten –, andererseits vermindern sich auch Produktion und Export von Nickel zur Stahlproduktion, da Wasserkrafterzeugung und Flusstransporte bei niedrigen Wasserständen eingeschränkt sind. In der Folge sind globale Preissteigerungen bei diversen Wirtschaftsgütern, etwa aus dem Nahrungsmittel- oder Metallbereich, zu verzeichnen. Allerdings gibt es auch Länder, deren BIP bei El-Niño-Ereignissen temporär verstärkt wächst, beispielsweise die USA. Gründe sind weniger Hurrikantreffer sowie veränderte Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse, welche die landwirtschaftliche Produktion etwa bei Soja unterstützen. Auch eng mit den USA verflochtene Länder wie Kanada und Mexiko profitieren dann (Cashin et al., 2015).

Neben den in Abb. 3 dargestellten Schadenauswirkungen gab es auch bemerkenswerte weitere Effekte. Einer der wichtigsten ist, dass das El-Niño-Ereignis mit zur hohen globalen Mitteltemperatur des Jahres 2015 beigetragen hat, dem wärmsten Jahr seit Beginn der Messreihe. In ökologischer Hinsicht löste die starke Meereserwärmung laut der US-Behörde NOAA die bisher dritte globale Korallenbleiche aus, die nach 1998 und 2010 registriert wurde. Unter dem Umweltstress erhöhter Temperaturen scheiden Korallen Algen

Schadenereignisse 2015 unter El-Niño-Einfluss

Abb. 3: Typische Zonen der durch El Niño bedingten Abweichungen des Niederschlags vom langfristigen Mittel. Die Abweichungen können in Teilen dieser Zonen zu verschiedenen Jahreszeiten unterschiedlich ausgeprägt sein, in einigen Fällen sich auch in ihr Gegenteil verkehren. Außerdem sind die im Jahresverlauf 2015 aufgetretenen Cluster von typischen Schadenereignissen pro Region dargestellt.



Schadenereignis(se)	Zeitraum	Region(en)
Dürre, Hitze, Waldbrände	Juni-Okt. 2015	Nordwest-USA, Südwest-Kanada
Unwetter, Überschwemmungen	Okt.-Dez. 2015	Süd-USA
Dürre	Jan.-Nov. 2015	Mittelamerika
Dürre	Feb.-Okt. 2015	Karibik
Unwetter, Überschwemmungen	März 2015	Ecuador
Unwetter, Überschwemmungen	März 2015	Nord-Chile
Dürre, Hitze	Jan.-Okt. 2015	Nordost-Brasilien
Unwetter, Überschwemmungen	Aug.-Dez. 2015	Nordost-Argentinien, Süd-Brasilien, Paraguay, Uruguay
Überschwemmungen, Stürme	Dez. 2015	Vereinigtes Königreich, Irland
Dürre	Juni-Okt. 2015	Äthiopien
Überschwemmungen	seit Nov. 2015	Kenia, Tansania, Somalia
Dürre	Jan.-Dez. 2015	Südliches Afrika
Dürre	Jan.-Sept. 2015	Indien
Überschwemmungen	Nov.-Dez. 2015	Indien, Sri Lanka
Dürre, Hitze	Juni-Okt. 2015	Nordost-China
Starkregen, Erdbeben	Dez. 2015	Süd-China
Dürre	April-Nov. 2015	Taiwan
Dürre, Hitze	Jan.-Dez. 2015	Philippinen
Überschwemmungen, Erdbeben	Nov.-Dez. 2015	West-Indonesien, West-Malaysia
Dürre, Waldbrände	Juni-Nov. 2015	Indonesien
Dürre, Hitze, Waldbrände	Dez. 2015	Südost-Australien

Quelle: Munich Re, NatCatSERVICE; Zones based on Davey et al, Climate Risk Management 1 (2014); International Research Institute for Climate and Society, Columbia University.

aus, die normalerweise symbiotisch in ihrem Gewebe leben, und erscheinen dadurch fahl. Zugleich verlieren sie mit den Algen ihre Hauptnahrungsquelle und werden krankheitsanfällig. Dauert dieser Zustand über Monate an, sterben die Korallen ab. Die Riffstrukturen degradieren dann sehr schnell, die Küstenschutzfunktion gegenüber Stürmen geht rapide zurück, die Habitatfunktion für Fische und andere ökologisch und wirtschaftlich wichtige Spezies verschwindet, und die lokalen Tourismuseinrichtungen verlieren Gäste. Das Ereignis begann bereits zur Jahresmitte 2014 im Nordpazifik und wirkte sich dann im Südpazifik und im Indischen Ozean aus. Stark ist inzwischen Hawaii betroffen, aber auch für die Karibischen Inseln besteht ein Risiko. Die Forschung geht davon aus, dass sich dieses Ereignis im Jahr 2016 fortsetzt.

Starke El-Niño-Ereignisse künftig häufiger

Starke El-Niño-Ereignisse wie das von 2015/16 könnten im Laufe dieses Jahrhunderts deutlich häufiger auftreten als im vergangenen, falls sich die bisherige Entwicklung des Klimawandels („Business as Usual“-Szenario) fortsetzt. Dies zeigte eine Studie führender ENSO-Forscher (Cai et al., 2014). Intensive El-Niño-Ereignisse, die im Zeitraum 1891 bis 1990 etwa alle 20 Jahre oder seltener auftraten, würden sich nach den Projektionen in der Periode 1991 bis 2090 verdoppeln.

Der Hauptgrund liegt in der relativ starken Erwärmung des östlichen äquatornahen Pazifiks unter fortgesetztem Klimawandel. Dadurch kann die Erwärmung, die für die Ausbildung einer starken El-Niño-Phase dort notwendig ist, immer leichter erreicht werden.

Als Kriterium für ein extremes El-Niño-Ereignis wird hier nicht die Höhe der Anomalie der Meeresoberflächentemperatur verwendet, sondern die damit verbundene Anomalie des Niederschlags in der Niño-3-Zone in Höhe von mindestens fünf Millimetern pro Tag. Mit diesem Effekt in der Atmosphäre sind auch die mit extremen Ereignissen verbundenen atmosphärischen Fernwirkungen berücksichtigt.

Sollten in der Folge der Beschlüsse von COP21 in Paris die Emissionen unterhalb des „Business as Usual“-Szenarios ansteigen, so würde damit freilich auch der Anstieg der extremen El-Niño-Ereignisse weniger stark ausfallen.

Bedingte Vorhersagbarkeit

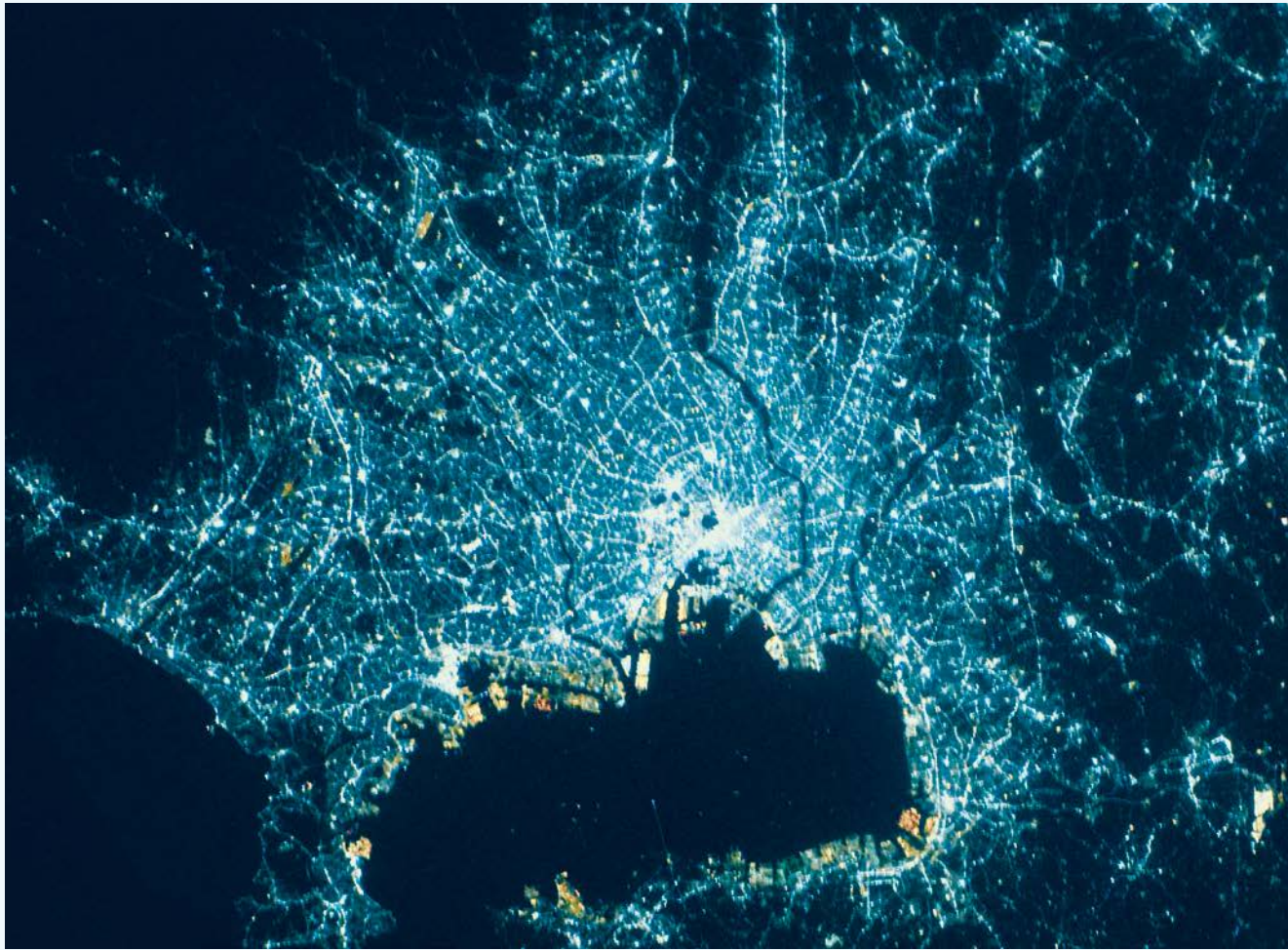
Für das Risikomanagement ist bedeutsam, dass eine Klimavariabilität wie El Niño in Grenzen mit einem Vorlauf von etwa sechs bis acht Monaten vorhersagbar ist (siehe dazu Topics Geo 2014). Die Genese dieser Ereignisse hängt allerdings von teilweise schwer vorhersagbaren Vorgängen auf kürzeren Zeitskalen ab. Die Modelle sind daher ungenau, was etwa die zeitliche Dynamik oder die maximal erreichte Intensität angeht. Seit etwa Ende April 2015 wies das Ensemblemittel der vom International Research Institute for Climate and Society gelisteten internationalen Vorhersagemodelle eine maximale erwartete Intensität nahe dem oberen Ende des moderaten Bereichs (Niño-3.4-Index $\approx 1,5$) aus, ab Mai 2015 wurde schließlich ein starkes Ereignis vorhergesagt, wenn auch von viel geringerer Amplitude als dann tatsächlich eingetreten.

Referenzen:

Cai, W., S. Borlace, M. Lengaigne, P. van Rensch, M. Collins, G. Vecchi, A. Timmermann, A. Santoso, M.J. McPhaden, L. Wu, M.H. England, G. Wang, E. Guilyardi, and F-F. Jin, 2014: Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature Climate Change*, DOI: 10.1038/NCLIMATE2100

Cashin, P., K. Mohaddes, and M. Raissi, 2015: Fair Weather or Foul? The Macroeconomic Effects of El Niño. *International Monetary Fund, Working Paper WP/15/89*, 29 pages

Ist Ihr Geschäft geointelligent genug?



Optimieren Sie Ihre Risikoprüfung mit NATHAN

Risikomanagement von heute verlangt nach detaillierten Informationen über die geografischen Gegebenheiten. Die NATHAN Risk Suite optimiert Ihre Prüfung von Naturgefahren, von vollständigen Portfolios bis hin zu Einzelrisiken auf Adressbasis. Und das weltweit.

Erleben Sie NATHAN unverbindlich und kostenlos.

Testen Sie das neue NATHAN Light mit eingeschränkten Funktionalitäten und verschaffen Sie sich einen ersten Eindruck über die vielfältigen Möglichkeiten.



Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte Ihren Client Manager oder gehen Sie auf connect.munichre.com

NOT IF, BUT HOW

Munich RE 

A stylized map of Nepal is shown in the background, colored in a teal shade. It is positioned on the right side of the page, partially overlapping the text blocks.

2015 – 7,8

Todesopfer: 9.000; zerstörte Gebäude: 600.000; beschädigte Gebäude: 280.000

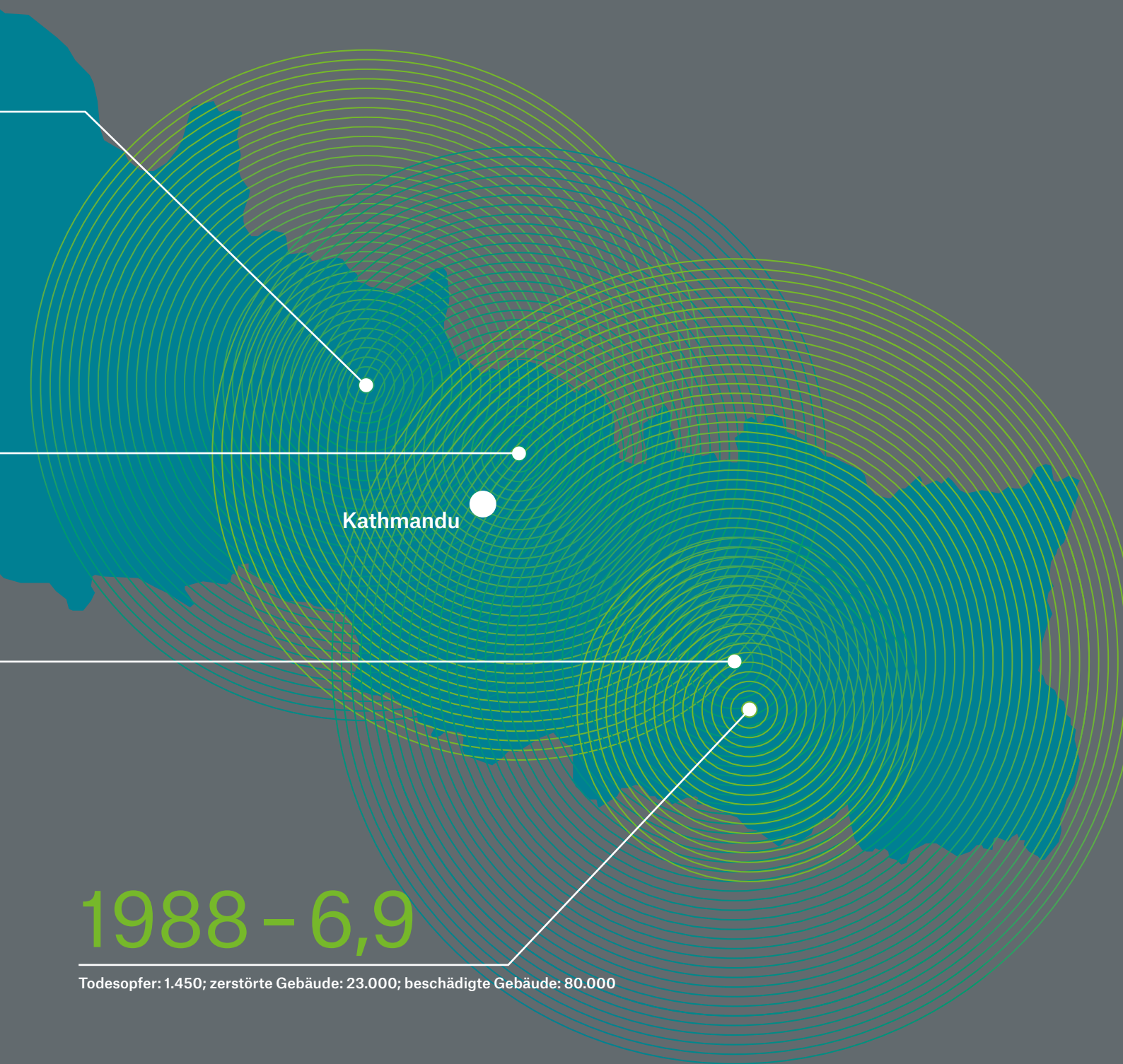
1833 – 7,6

Todesopfer: 500; zerstörte Gebäude: 4.000; beschädigte Gebäude: unbekannt

1934 – 8,0

Todesopfer: 10.700; zerstörte Gebäude: 80.000; beschädigte Gebäude: 120.000

Erneut erschüttern katastrophale Erdbeben die Region am Dach der Welt. Trotz der Erfahrungen aus vorherigen Katastrophen sind die Folgen der Ereignisse im Frühjahr 2015 für Nepal verheerend. Zwar ist die internationale Hilfsbereitschaft enorm, doch fehlendes Risikomanagement und schlechte Organisation erschweren den Wiederaufbau.



Kathmandu

1988 – 6,9

Todesopfer: 1.450; zerstörte Gebäude: 23.000; beschädigte Gebäude: 80.000





Beben am Dach der Welt

Schwere Erdstöße trafen im Frühjahr 2015 Nepal und die Nachbarstaaten Indien, China sowie Bangladesch. Die Folgen waren verheerend, besonders für die ländliche Region nordwestlich der nepalesischen Hauptstadt Kathmandu.

von Martin Käser und
Wilhelm Morales Avilés



Nepal

Erdbebenschäden 2015:

5,1 Milliarden US\$

Bruttoinlandsprodukt Nepal

2014: 19,7 Milliarden US\$

Schäden bezogen auf das

Bruttoinlandsprodukt 2014: 26%

Der Himalaya als mächtigste Gebirgskette der Erde beheimatet auch die höchsten Berge unseres Planeten. Sie entstanden durch die Kollision der Indischen mit der Eurasischen Kontinentalplatte, die vor ca. 65 Millionen Jahren begann. Heute bewegt sich die Indische Platte mit rund vier bis fünf Zentimetern pro Jahr Richtung Norden und drückt dabei den Himalaya weiter um jährlich etwa einen Zentimeter in die Höhe. Die Kräfte, die bei dieser Plattenkollision auftreten, übersteigen von Zeit zu Zeit die Scherfestigkeit des Gesteins tief unter dem Himalaya. Es kommt zu plötzlichen Verschiebungen mächtiger Gesteinspakete, die in Sekunden aneinander vorbeischieben und heftige Erdstöße auslösen.

Verschiebungen von bis zu vier Metern

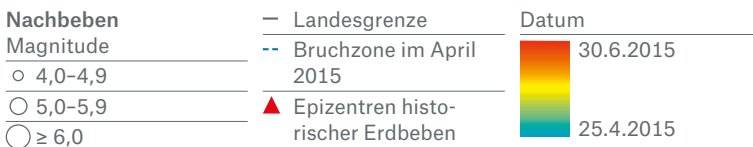
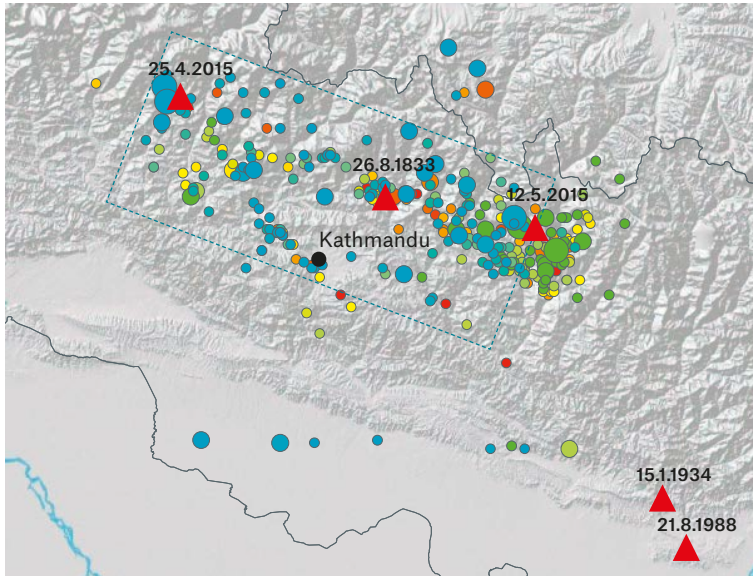
Ein solches Beben erschütterte Nepal am 25. April 2015 um 5 vor 12 Uhr mittags. Es ereignete sich auf einer der bekannten Hauptverwerfungslinien entlang des Himalaya mit dem Epizentrum nahe der Stadt Gorkha und einer Magnitude von 7,8.

Besonders heftig traf es die ländliche Region nordwestlich der Hauptstadt Kathmandu. Dort kam es in einer Tiefe von zehn bis 25 Kilometern auf einer nach Norden geneigten Bruchfläche zu einer Verschiebung von bis zu vier Metern. Insgesamt war die Bruchfläche ca. 100 Kilometer lang und 80 Kilometer breit. Im Epizentralgebiet wurden Bodenbewegungen bis zur Mercalli-Intensität IX (von insgesamt XII) beobachtet. In den weiter nördlich gelegenen Hochgebirgsregionen lösten die Erschütterungen großflächige Hangrutsche und Lawinenabgänge aus, die in den steilen und tief eingeschnittenen Tälern ganze Dörfer unter sich begruben.

In den folgenden Tagen kam es zu Hunderten kleineren und größeren Nachbeben (Abb. 1). Das stärkste mit einer Magnitude von 7,3 ereignete sich am 12. Mai wiederum um die Mittagszeit rund 80 Kilometer östlich von Kathmandu. Es traten weitere Schäden auf, und auch die bereits vor Ort tätigen Rettungskräfte internationaler Hilfsorganisationen waren betroffen.

Nepal kommt nicht zur Ruhe

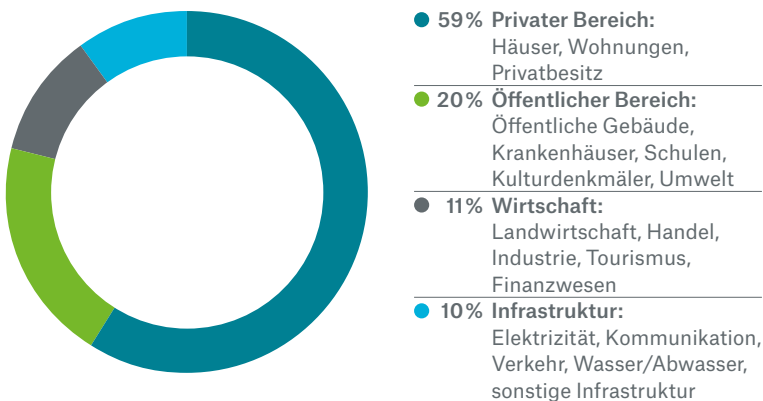
Abb. 1: Mehr als zwei Monate lang bewegte sich die Erde im Norden Nepals immer wieder nach dem ersten Beben am 25. April.



Quelle: Munich Re, basierend auf Daten des Nepal Seismological Centre; Hintergrundkarte: Esri

Schadenanteile verschiedener Sektoren

Abb. 2: Der Löwenanteil der wirtschaftlichen Schäden entfiel auf private Wohngebäude.



Quelle: Munich Re, basierend auf Daten der National Planning Commission (Government of Nepal)

Viele Schulen zerstört

Die Beben forderten insgesamt rund 9.000 Menschenleben in Nepal, Indien, China und Bangladesch. Mehr als 23.000 Verletzte und gut eine halbe Million Obdachlose wurden gezählt. Obwohl in Nepal seit 1994 eine nationale Baunorm existiert, entsprechen die Gebäude nur selten dieser Norm. So ist das Baumaterial (Lehm, Ziegel, Bambus und Holz) oft von schlechter Qualität, und die Konstruktionsweise weist typische strukturelle Schwachstellen auf. Entweder wurden Versteifungselemente ganz weggelassen oder die Verstärkungsmaßnahmen waren unzureichend.

Alarmierend war die große Anzahl betroffener Schulgebäude, von denen über 6.000 signifikant beschädigt oder total zerstört wurden. Hätte das Beben nicht an einem Samstag, sondern an einem Schultag stattgefunden, wären weit mehr Kinder unter den Opfern gewesen.

Gorkha kein „Worst-Case-Szenario“

Nepal gilt als eines der gefährdetsten Erdbebengebiete der Welt. Dabei sind stärkere Erschütterungen und heftigere Bodenbewegungen als beim Gorkha-Beben durchaus möglich. Die mächtigen Sedimentablagerungen in den südlichen Ausläufern des Himalaya (zum Beispiel im Kathmandu-Tal) können diese sogar lokal deutlich verstärken. So gesehen war das Gorkha-Beben kein „Worst-Case-Szenario“.

Historische Erdbebenkatastrophen in der Region um Kathmandu sind aus den Jahren 1833 (Magnitude 7,6), 1934 (Magnitude 8,0) und 1988 (Magnitude 6,9) bekannt (siehe Grafik Seite 28/29). 1934 starben 10.700 Menschen, rund 80.000 Gebäude wurden zerstört und mehr als 120.000 beschädigt.



Einfache Lehmbauten leisten Erdbebenkräften keinerlei Widerstand; viele Bergdörfer wurden dem Erdboden gleichgemacht. Unzählige Erdbeben trugen zur weiteren Zerstörung bei.

Gut 50 Jahre später kostete das Beben von 1988 1.450 Menschen das Leben und beschädigte trotz der relativ kleinen Magnitude wiederum mehr als 80.000 Gebäude. Auch Bahnstrecken, Brücken und Straßen wurden erheblich in Mitleidenschaft gezogen.

Nur wenig versicherte Schäden

Die gesamtwirtschaftlichen Schäden der Beben vom 25. April und 12. Mai werden auf 5,6 Milliarden US-Dollar geschätzt, wovon 90 Prozent in Nepal auftraten und rund 210 Millionen versichert waren. Lebensversicherer schätzen, dass sie für einheimische Opfer kaum mehr als eine Million US-Dollar ausbezahlen müssen, da nur wenige von ihnen versichert waren (ca. vier Prozent). Am stärksten betroffen waren Wohngebäude, Bildungseinrichtungen, kulturelles Erbe und Gesundheitswesen (Abb. 2). Die meisten privaten Wohngebäude verfügten über keinen Versicherungsschutz. Lediglich Schäden an neueren Gebäuden, deren Bau über Banken finanziert wurde, waren größtenteils gedeckt.

In Nepals Wirtschaft nimmt der Tourismus einen hohen Stellenwert ein. Nepal zählt jährlich mehr als eine halbe Million Besucher aus dem Ausland, schätzungsweise 20.000 hielten sich zur Zeit des Erdbebens im April im Land auf. Zahlreiche weltberühmte Monumente, von denen viele zum UNESCO-Weltkulturerbe gehören, trugen schwere Schäden davon. Darunter auch 700 historische, meist buddhistische Bauwerke mit ihren typischen Pagoden und Stupas, die wohl nicht alle rekonstruiert werden können.

Angesichts der Bedeutung des Tourismus war der nepalesischen Regierung sehr daran gelegen, einige der wichtigsten Schauplätze (zum Beispiel Bhaktapur Durbar Square, Hanuman Dhoka Durbar Square, Bodnath Stupa, Patan Durbar Square, Pashupatinath Tempel) so schnell

wie möglich wieder zugänglich zu machen. Bereits Anfang Juni hat das Ministerium für Kultur und Tourismus Nepal zudem wieder als sicheres Reiseland eingestuft. Die Wiederaufbauarbeiten der wichtigsten Kulturstätten dürften sich aber mindestens fünf Jahre hinziehen.

Bergsteiger betroffen

Eine andere touristische Attraktion sind die Berge. Vor allem der Mount Everest mit seinem Gipfel auf 8.848 Metern Höhe, den das Beben um etwa vier Zentimeter nach Südwesten verschob, ist für viele ein begehrtes Ziel. Eine vom Beben ausgelöste Schnee- und Eislawine am benachbarten Siebentausender Pumori forderte zahlreiche Todesopfer. Mindestens 19 Bergsteiger und Sherpas starben dadurch im Basislager des Mount Everest, weitere wurden verletzt.

Zwei Wochen nach dem Beben hat die Regierung auf Druck internationaler Expeditionen zunächst erste Aktivitäten zur Eröffnung der klassischen Route durch den Khumbu-Eisbruch zugelassen (Tourismusverband Nepal: „... climbing will continue, there is no reason for anyone to quit their expedition“). Allerdings entschlossen sich die nepalesischen und chinesischen Behörden kurz darauf, alle weiteren Expeditionen zu verbieten. So kam es, dass der Mount Everest im Jahr 2015 zum ersten Mal seit 41 Jahren nicht bestiegen wurde.

Verteilung der Milliardenhilfen stockt

Die internationale Staatengemeinschaft und Spendenorganisationen sagten Nepal bis Ende Juni Hilfen in Milliardenhöhe zu. Aufgrund der Streitigkeiten um eine neue Verfassung kam allerdings offenbar kaum staatliche Hilfe bei den Betroffenen an. Schon unmittelbar nach dem Beben standen die Behörden in der Kritik, weil langwierige Zollverfahren die Einfuhr von Hilfsgütern verzögerte. Mangels offizieller Unterstützung halfen sich die Menschen, so gut es ging, meist selbst. Sie wandten sich an Familienangehörige und Bekannte im Ausland oder versuch-

ten, als Arbeiter in Katar und Saudi-Arabien Mittel für den Wiederaufbau zu beschaffen.

Risikobewusstsein schärfen

Angeschoben von der auch von Munich Re unterstützten Gemeinschaftsinitiative Global Earthquake Model (GEM) erschien im August 2015 eine Studie über die seismische Gefährdungs- und Risikosituation in Nepal. Die Erkenntnisse daraus bilden eine wichtige Grundlage für politische Entscheidungen über Landnutzung, Baunormen, die Ausgestaltung des Versicherungswesens und für die Katastrophenplanung. Mit einer adäquaten Risikoeinschätzung ist es möglich, die sozialen und ökonomischen Folgen von Erdbeben zu verringern.

Bereits 1995 ist das Kathmandu Valley Earthquake Risk Management Project an den Start gegangen, das ebenfalls von Munich Re unterstützt wird. Es verfolgt das Ziel, Schulgebäude standfester zu machen, indem man beim Bau Kenntnisse über erdbebensichere Bauweisen und wirksame bautechnische Verstärkungselemente berücksichtigt. Von dem Projekt profitierten bereits 300 Schulen, 270 davon im jüngst betroffenen Erdbebengebiet. Keines dieser Gebäude wies schwere Schäden auf, während 80 Prozent der anderen Schulen stark beschädigt waren oder sogar einstürzten.

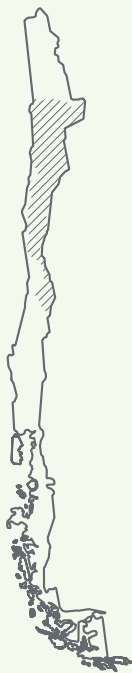
Als weiteren positiven Effekt des Projekts kann man verbuchen, dass die Kenntnisse über erdbebensichere Bauweisen in vielen Dörfern auch bei neu errichteten Wohngebäuden Anwendung fanden. Nepal beabsichtigt, in einem ambitionierten Zeitraum von fünf Jahren alle eingestürzten Schulen durch neue, verstärkte Gebäude zu ersetzen. Die Kosten dafür belaufen sich voraussichtlich auf 400 Millionen US-Dollar. Dass dieser Zeitplan eingehalten werden kann, bezweifeln internationale Organisationen: Jedes Jahr müssten mehr als 1.200 Gebäude erneuert werden.



Land unter in der Atacama-Wüste

Ein Milliarden Schaden in der Wüste ist nicht alltäglich, noch dazu wenn er durch Wasser entsteht. Der Norden Chiles musste solche leidvollen Erfahrungen machen.

von Wolfgang Kron



Chile

Atacama-Flutschaden 2015:

1,5 Milliarden US\$

(0,5 Milliarden US\$ versichert)

Flutschäden in Chile 1995–2014:

0,6 (0,06) Milliarden US\$

NatKat-Schäden in Chile 1995–

2014: 34,7 (9,0) Milliarden US\$

(Schäden in Werten von 2015)

Sturzfluten gehören zu den gefährlichsten Naturereignissen, kaum ein Ort ist vor ihnen sicher. Diese Erfahrung mussten im vergangenen Jahr die Menschen in der chilenischen Atacama-Wüste machen, einer der trockensten Gegenden der Erde. Dort bewahrheitete sich die scheinbar paradoxe Feststellung, wonach in der Wüste mehr Menschen ertrinken als verdursten.

Im größten Teil der Atacama im Norden Chiles fallen im Jahr durchschnittlich nur wenige Millimeter Niederschlag. Jahre ohne einen Tropfen Regen sind an vielen Orten keine Seltenheit. Das ist zum einen auf die Lage zwischen dem über 2.000 Meter hohen Küstengebirge und den teilweise mehr als 6.000 Meter hohen Anden zurückzuführen: Die beiden Höhenzüge bilden einen doppelten Regenschatten.

Fünf Millimeter Niederschlag – im Jahresmittel

Auch die Position zwischen dem 20. und 30. Breitengrad Süd, in der Luftmassen vornehmlich absinken und dabei trocknen, begünstigt das extrem trockene Klima. Und schließlich behindert der kalte Humboldt-Meeressstrom entlang der Küste die

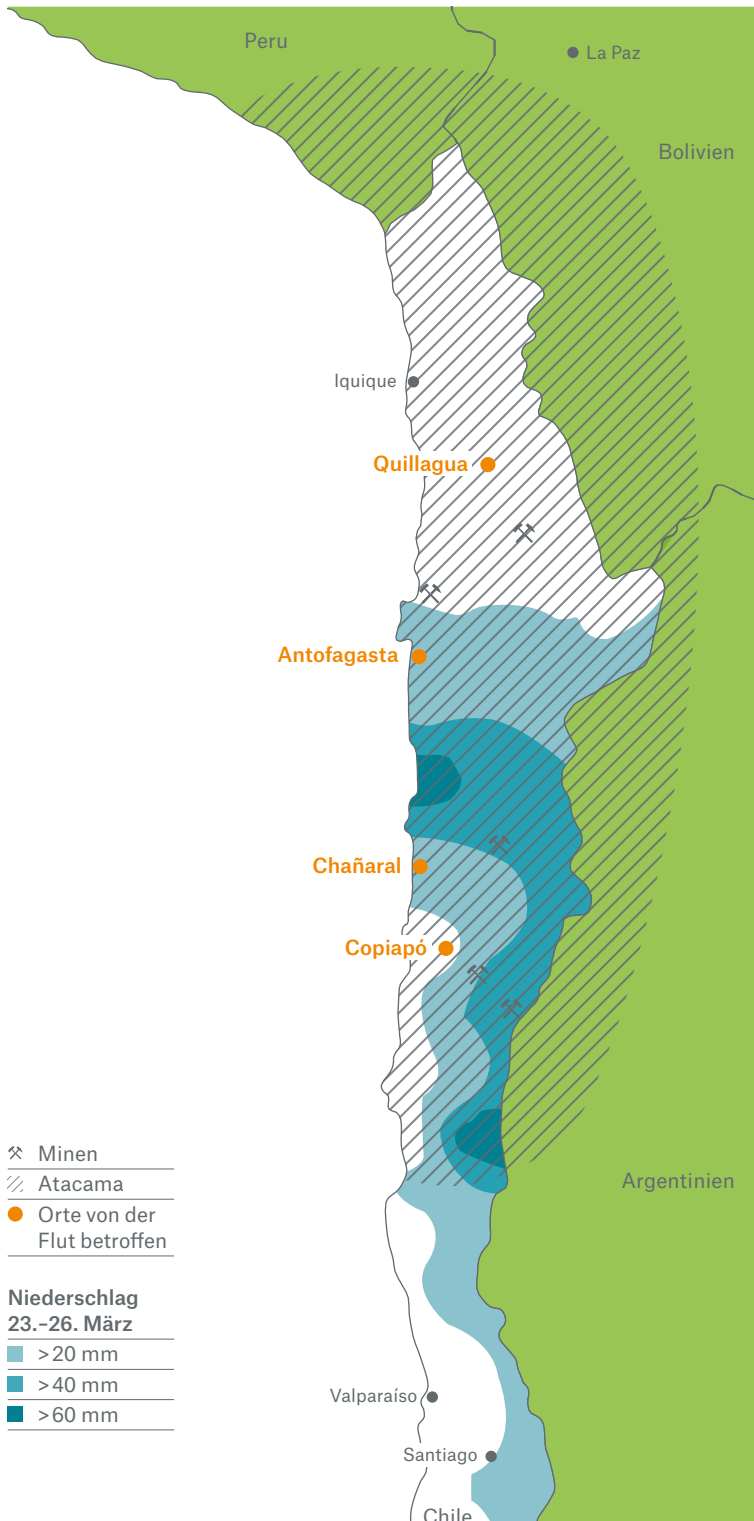
Verdunstung und damit die Bildung von Regenwolken. Wenn es doch einmal regnet, müssen ganz besondere Bedingungen in der Atmosphäre herrschen. Wie Ende März 2015, als nach fast zehn Jahren Trockenheit am Ende eines extrem heißen Sommers eine aus Südwesten heranziehende Kaltfront feuchte Luft in die Wüstenregion lenkte. Drei Tage lang fielen im Vergleich zur sonst üblichen Menge intensive Niederschläge.

60 Millimeter Niederschlag – an einem Tag

Am 25. März wurden stellenweise über 60 Millimeter gemessen, die der trockene Wüstenboden nicht aufnehmen konnte. Flussläufe wie der Copiapó, der 17 Jahre lang trockenlag, verwandelten sich in kürzester Zeit zu reißenden Strömen. Es bildeten sich Sturzfluten, die aufgrund des vegetationslosen und damit erosionsanfälligen Geländes zu zerstörerischen Schlammfluten wurden. Hinzu kamen riesige Felsbrocken, die das Wasser von den Hängen schwemmte. Die Sturzfluten bahnten sich ihren Weg durch die Städte Copiapó und Antofagasta. Das hatte es seit 80 Jahren nicht mehr gegeben. In Quillagua, dem trockensten Ort der Erde, wo es seit 1919 nicht

„Wasserwüste“

Die chilenische Atacama-Wüste beherbergt viele Bodenschätze und ist eine der trockensten Gegenden auf der Erde. Im März 2015 kam es dennoch vielerorts zu Überflutungsschäden.



Quelle: Munich Re nach DMC, Sección Meteorología Agrícola

mehr richtig geregnet hatte, fielen vier Millimeter Niederschlag. Selbst diese kleine Menge reichte aus, um einige Häuser zu beschädigen.

Stillstand in den Kupferminen

Angesichts der dünn besiedelten Atacama-Wüste sind die geschätzt 1,5 Milliarden US-Dollar Gesamtschäden und 500 Millionen US-Dollar versicherten Schäden auf den ersten Blick erstaunlich. Allerdings muss man bedenken, dass ein Drittel des weltweit geförderten Kupfers aus den weit verstreuten Vorkommen in Chile stammt. Mehrere Minen mussten zeitweise den Betrieb einstellen. Der Transport von und zu den Abbaugebieten erfolgt über größtenteils private, meist versicherte Bahnstrecken. Schäden an der Infrastruktur waren der Hauptgrund für die immensen Kosten.

Doch auch die Folgen für die Siedlungsgebiete waren beträchtlich, ganze Ortschaften standen unter Wasser. In den Fluten starben 31 Menschen, weitere gelten als vermisst. Über 2.000 Häuser wurden vollständig zerstört, mehr als 6.250 schwer beschädigt. Hinzu kamen Schäden im Agrarsektor, werden entlang des Copiapó doch intensiv Tafeltrauben und Oliven angebaut. Zwar war die Traubenernte 2015 bereits weitgehend eingebracht, doch lassen die vielen unter ausgehärtetem Schlamm begrabenen Pflanzen für die nächsten Jahre erhebliche Verluste erwarten.

Versicherer gefordert

Chile gehört zu den Ländern, die sich einer Vielzahl von Naturgewalten ausgesetzt sehen. Neben den Atacama-Fluten gab es dort im vergangenen Jahr zwei Vulkanausbrüche, ein starkes Erdbeben mit einem Fünfmeter-Tsunami sowie Dürren und Buschfeuer. Während die Versicherungsdurchdringung bei privaten urbanen Haushalten und bei Gewerbetreibenden im Mittel recht hoch ist, hinken ländliche Gegenden wie die im März getroffenen hinterher.

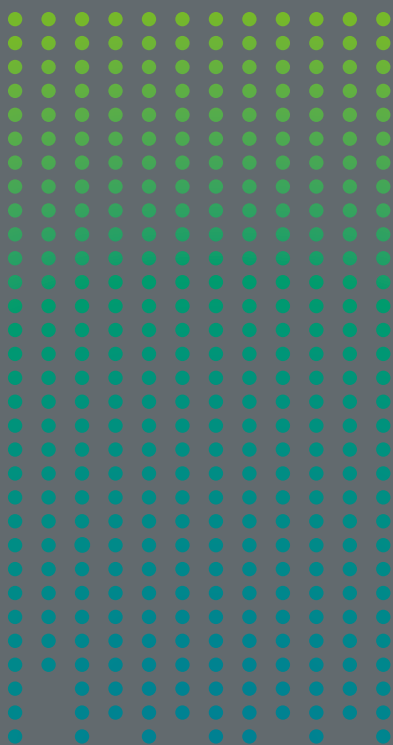


Seit Jahren trockene Flussbetten ver-
wandeln sich in kürzester Zeit zu
fast unüberwindlichen, reißenden
Strömen. Schnell fließendes Wasser
ist bereits bei Kniertiefe lebensgefähr-
lich.

Am 25. März 2015 regnete es in der Atacama-Wüste. Bis zu 60 Millimeter Niederschlag fielen an manchen Stellen. Während eine solche Tagesmenge andernorts kaum der Rede wert ist, entspricht dies hier der Niederschlagssumme aus etwa zwölf Jahren. Landschaft und Bewohner sind darauf nicht eingestellt.

Jahresmittel
1950-2014

J F M A M J J A S O N D



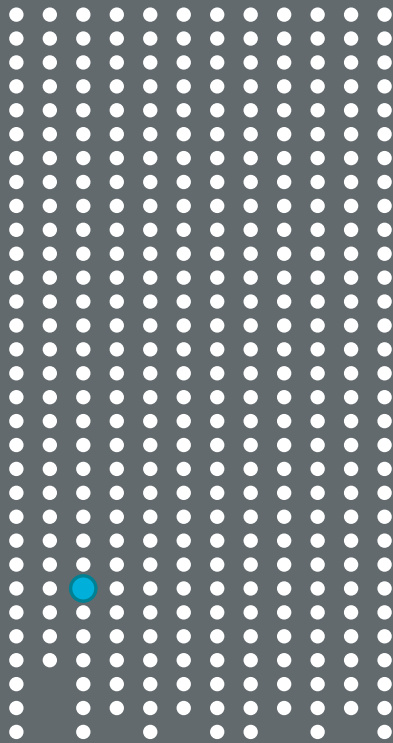
5 mm
im Jahres-
mittel



Fünf Millimeter Niederschlag entsprechen fünf Liter Wasser, die auf einen Quadratmeter Fläche fallen. Damit lässt sich ein kleiner Eimer füllen.

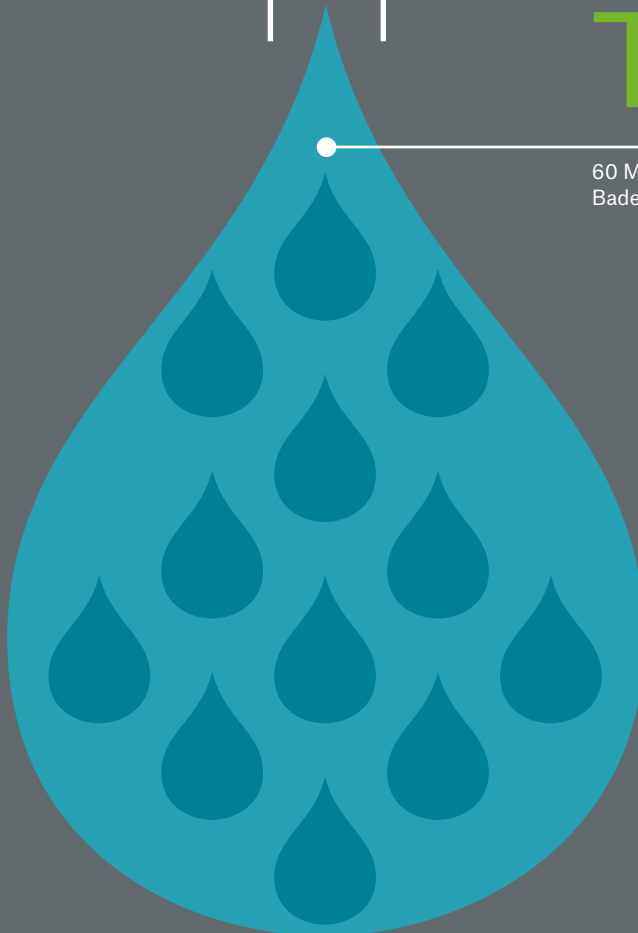
2015

J F M A M J J A S O N D



60 mm
an einem
Tag

60 Millimeter Niederschlag (60 Liter/m²) reichen, um eine Badewanne ungefähr zur Hälfte zu füllen.



Die Zeichnungspolitik entspricht hohen Standards, so dass die chilenische Versicherungsindustrie auf soliden Beinen steht und meist ausreichend gegen Großkatastrophen rückversichert ist. So konnten die großen Erdbebenereignisse der jüngeren Vergangenheit ohne Schwierigkeiten geschultert werden.

Die versicherten Schäden von geschätzt einer halben Milliarde Dollar stammen zum größten Teil aus der Minenindustrie und von privaten Infrastrukturanlagen wie Straßen, Brücken und Wasserversorgungseinrichtungen. Mehr als die Hälfte der Bewässerungskanäle und fast 30 Prozent der Plantagenflächen sind schwer durch Verschlammung geschädigt.

Schutz vor Sturzfluten kaum möglich

Sturzfluten gehören zu den gefährlichsten Naturereignissen – auch weil sie immer noch tendenziell unterschätzt werden. Im vergangenen Jahr gab es weltweit 105 derartige Ereignisse, bei denen jeweils mindestens fünf Menschen ihr Leben verloren – viele von ihnen vermeidbar. So verständlich es ist, sein Auto aus der Tiefgarage retten zu wollen, so riskant ist es.

Das Wasser kommt oft rasend schnell, kennt kaum Hindernisse und entfaltet eine unvorstellbare Gewalt. Da die meisten Fahrzeuge ohnehin versichert sind, wird ein Verlust in der Regel kompensiert.

Vorsorge gegen extreme Sturzfluten zu treffen, ist nicht einfach. Sie treten in der Regel unmittelbar dort auf, wo der Niederschlag fällt, bewegen sich aber oft mit großer Geschwindigkeit – auch außerhalb von Wasserläufen. Ihre Seltenheit (bezogen auf einen bestimmten Ort) verbunden mit ihrer großen Zerstörungskraft schließen bauliche Vorkehrungen nahezu aus. Die einzige Chance besteht darin, möglichst abseits von Tiefenlinien im Tal oder am Hang – den potenziellen Sturzflutbahnen – zu bauen.

Hilfreich ist zudem, alle Gebäudeöffnungen, durch die Wasser eindringen kann, einige Dezimeter über das Geländeniveau zu legen. Das schützt zwar nicht bei Extremereignissen, aber zumindest moderate Sturzfluten bleiben schadenfrei.

Die Tatsache, dass eine Sturzflut nahezu überall auftreten kann, Schutzbauten in vielen Fällen jedoch ökonomisch wenig Sinn ergeben, macht sie zu einem idealen Thema für die Assekuranz. Keine andere Vorsorgemaßnahme ist kosteneffizienter als eine Versicherung gegen diese Naturgefahr.

Während der Mensch von ungewöhnlichen Ereignissen überrascht und oft schwer getroffen wird, arrangiert sich die Natur mit den klimatischen Gegebenheiten. Nach Jahren ohne Niederschlag erwachten in der Atacama Malven, die üblicherweise nur alle fünf bis sieben Jahre blühen, und verwandelten die Wüste in ein Blumenmeer.





Monstersturm endet glimpflich

Ein Kategorie-5-Hurrikan, der auf Land trifft, löst oft eine Katastrophe aus. Nicht so Patricia, ein sehr intensiver, aber kleiner Wirbelsturm an der mexikanischen Pazifikküste.

von Doris Anwender



Mexiko

Hurrikan Patricia 2015:

550 Millionen US\$

Durchschnittliche jährliche Schäden durch tropische Wirbelstürme (2000–2014): **1,8 Milliarden US\$**

Versicherte Schäden 2015: **25 Millionen US\$**

Durchschnittliche jährliche versicherte Schäden durch tropische Wirbelstürme (2000–2014): **410 Millionen US\$**

(Schäden in Werten von 2015)

Der Nordpazifik erlebte 2015 eine ungewöhnlich aktive Wirbelsturm-saison. Hurrikan Patricia markierte dabei am 23. Oktober 2015 neue Rekorde: Er verursachte den stärksten Landfall im Ostpazifik seit Aufzeichnungsbeginn und war global einer der heftigsten jemals registrierten Wirbelstürme. Dank günstiger Umstände blieben die Schäden jedoch gering.

Hurrikan Patricia konnte seine Energie aus dem sehr warmen Wasser vor der Küste Mexikos ziehen, das sich aufgrund der herrschenden El-Niño-Bedingungen stark erwärmt hatte. Begünstigt wurde die Entstehung von tropischen Wirbelstürmen in der Region zudem durch nur geringe Windunterschiede zwischen Boden und höheren Schichten. So kam es, dass im Ostpazifik mit zehn Hurrikannen der Kategorien 3, 4 und 5 auf der Saffir-Simpson-Skala das langjährige Mittel von 1981 bis 2010 von 4,1 bei Weitem überschritten wurde. Vor Patricia hatte sich in diesem Ozeanbecken zuletzt 1959 ein Hurrikan der Kategorie 5 gebildet, der auf Land traf.

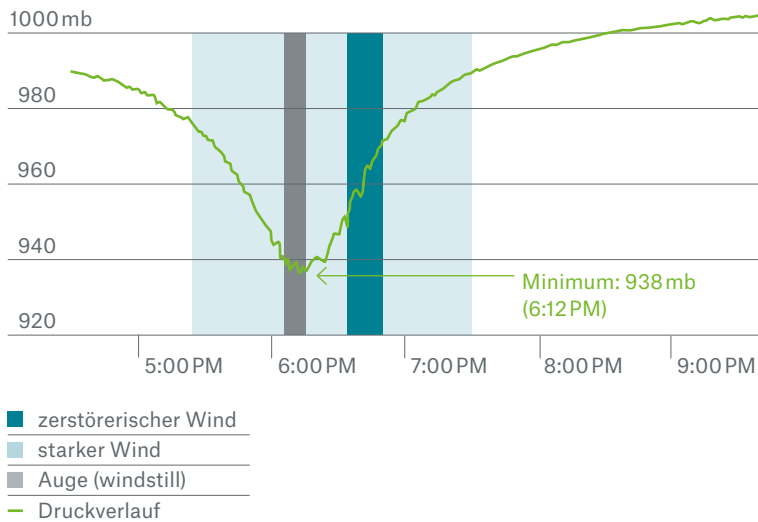
Spitzenböen von 400 km/h

Den Ausgangspunkt nahm Patricia am 20. Oktober 2015, als sich etwa 300 Kilometer südlich des Golfs von Tehuantepec im Süden Mexikos eine tropische Depression entwickelte. Das Tiefdruckgebiet bewegte sich küstenparallel in west-nordwestlicher Richtung und hatte sich bereits am 22. Oktober zu einem Hurrikan der Kategorie 1 intensiviert. Während der folgenden 15 Stunden durchlief Patricia eine explosionsartige Verstärkung, und in der Nacht zum 23. Oktober zeigten die Messungen Windgeschwindigkeiten der höchsten Kategorie 5 an.

Aufgrund der außergewöhnlich hohen Meerestemperaturen von 31 °C und des schwachen Scherwindes intensivierte sich der Sturm in den nächsten zwölf Stunden sogar noch weiter, sodass während dieser Zeit vermutlich Spitzenböen von rund 400 km/h auftraten. Die maximale Windstärke im Ein-Minuten-Mittel wird auf eine Rekordhöhe von rund 325 km/h geschätzt.

Im Auge des Sturms

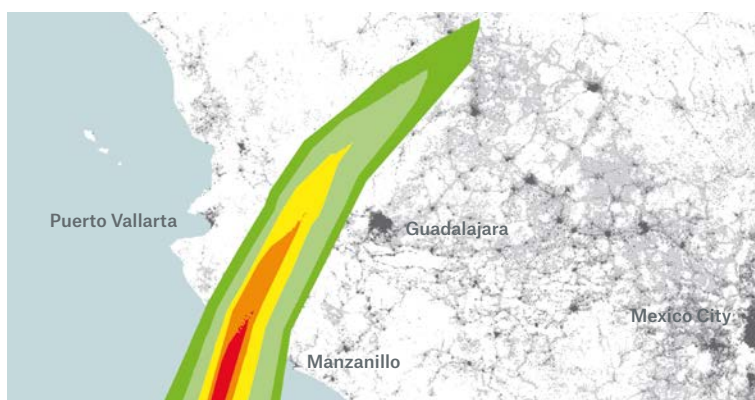
Abb. 1: Druckverlauf (grüne Linie) und schematische Windstärke (farbige Bereiche) von Hurrikan Patricia beim Überqueren des Ortes Emiliano Zapata (nahe dem Landfallpunkt).



Quelle: Munich Re, basierend auf J. Morgerman & E. Sereno: iCyclone chase report

Patricia geht an Land

Abb. 2: Das von Patricias Sturmfeld getroffene Gebiet ist äußerst dünn besiedelt. Größere Siedlungen wie Puerto Vallarta, Manzanillo und Guadalajara verpasste der Hurrikan.



Saffir-Simpson-Hurrikan-Kategorie	Bevölkerungsdichte (Einwohner pro km ²)
1	0-10
2	11-100
3	101-1.000
4	1.001-10.000
5	> 10.000

Quelle: Munich Re; Bevölkerungsdichte: LandScan (2009)TM, UT BATTELLE, LLC im Auftrag des U.S. Department of Energy

Nur leicht abgeschwächt traf Patricia etwa 24 Stunden später nahe Cuixmala im mexikanischen Bundesstaat Jalisco auf Land. Das National Hurricane Center der USA schätzte die dabei auftretende Spitzengeschwindigkeit auf 270 km/h (Ein-Minuten-Mittel) bei Böen von bis zu 340 km/h im Biosphärenreservat Chamela-Cuixmala.

Unter dem Einfluss küstennaher Gebirge schwächte sich der Hurrikan schnell ab und löste sich innerhalb von 24 Stunden über den Bergen Zentralmexikos auf. Die Reste verstärkten kurzzeitig ein Regentief über dem Süden der USA, allerdings ohne größere Auswirkungen.

Geringe Schäden trotz Kategorie 5

Dass in Mexiko trotz der Rekordwindstärke verhältnismäßig geringe Schäden entstanden, ist vor allem der geringen Ausdehnung von Patricia zu verdanken. Möglicherweise war es sogar der tropische Wirbelsturm mit den wenigsten Schäden in der westlichen Hemisphäre, der je als Kategorie-5-Hurrikan auf Land traf. Der Durchmesser des gesamten Windfelds mit mindestens orkanartiger Windstärke betrug nur etwa 200 Kilometer. Auch der Durchmesser von Patricias Auge, an dessen Wand die stärksten Winde auftraten, war mit weniger als 20 Kilometern extrem gering.

Hinzu kam, dass sich Patricia mit etwa 23 km/h bewegte, einer für diese Breiten überdurchschnittlichen Vorwärtsgeschwindigkeit. Das verkürzte die Zeit, in welcher der Hurrikan sein größtes Zerstörungspotenzial entfalten konnte. Die Spitzenwindgeschwindigkeiten, die in der rückwärtigen Augenwand Patricias zu finden waren, hielten lediglich 17 Minuten an (Abb. 1). Auch das Niederschlagsfeld zog rasch vorüber, sodass es kaum Überflutungen gab. Dennoch wurden laut mexikanischer Wasserbehörde Comisión Nacional del Agua (Conagua) teilweise Tageswerte von 300 Millimetern Niederschlag erreicht.



Windenergie trifft auf fossile Energie:
Patricia hatte dort, wo der Hurrikan
durchzog, eine enorme Wucht. Zum
Glück war das betroffene Gebiet sehr
begrenzt und zudem dünn besiedelt.

Das schmale Windfeld Patricia's zog über relativ dünn besiedeltes Gebiet und sparte die nördlich gelegene Touristenstadt Puerto Vallarta und die südlich gelegene Hafenstadt Manzanillo fast gänzlich aus (Abb. 2). Die befürchtete Katastrophe blieb auch deshalb aus, weil die Regierung frühzeitig Evakuierungen angeordnet hatte und die Bevölkerung in Sicherheit gebracht worden war.

In den betroffenen Regionen, zum Beispiel in der Gemeinde Emiliano Zapata, zeigte sich das übliche Bild schwerer Windschäden: Häuser stürzten ein, Dächer wurden abgedeckt, Strommasten aus Beton knickten ab, Bäume wurden entwurzelt oder brachen. Der versicherte Schaden betrug 25 Millionen US-Dollar bei einem gesamtwirtschaftlichen Schaden von 550 Millionen US-Dollar.

Sturmgröße oft wichtiger als Intensität

Patricia ist ein Beispiel dafür, dass es bei der Beurteilung von Hurrikanen nicht allein auf die maximalen Windstärken oder auf die Kategorie ankommt. Lässt man Faktoren wie die Größe des Sturms und das Ausmaß des Auges außer Acht, kann sich rasch ein falsches Bild der tatsächlichen Risikolage ergeben. Großflächige Stürme wie Ike, der 2008 als Kategorie-2-Hurrikan auf Texas traf, und Sandy, der 2012 gerade noch mit Hurrikanstärke über New York zog, richteten beispielsweise ein Vielfaches der Schäden von Patricia an.

Nicht zu vernachlässigen ist zudem der Einfluss, den die Topografie der Küste ausübt. Bei Ike, Sandy und auch bei Katrina (2005) ging ein Großteil der Schäden auf die jeweilige Sturmflut zurück, die sich durch den Hurrikan gebildet hatte. An der Küste Mexikos hingegen behinderte das steile Abfallen des Ozeanbodens die Entstehung einer hohen Sturmflut, und die enormen Wellen, die durch Patricia's extreme Windstärke entstanden, prallten an der steil ansteigenden Küste ab.

Glück im Unglück

Die geringe und zudem nur relativ dünn besiedelte betroffene Fläche, das schnelle Durchziehen des Sturmgebiets und die ungünstigen Bedingungen für eine Sturmflut verhinderten weit höhere Schäden. Deutlich wird dies im Vergleich mit Hurrikan Odile, der 2014 in Baja California auf Land getroffen ist. Odile hatte lediglich die Kategorie 3, traf aber eine Region mit zahlreichen Luxusresorts und verursachte dort einen versicherten Schaden von über 1,2 Milliarden US-Dollar. Daraus lässt sich erahnen, was ein Hurrikan von Patricia's Stärke in Puerto Vallarta, einem der bedeutendsten Touristenzentren Mexikos, hätte anrichten können. Zusammenfassend kann man also sagen, dass Mexiko bei Patricia Glück im Unglück hatte.





Golden State in Flammen

Im Lauf der Dürreperiode der vergangenen Jahre hat sich die Gefahr von Wald- und Buschbränden in Kalifornien extrem erhöht. Zwei Feuer führten 2015 zu den schlimmsten Bränden im Norden des Staates.

von Mark Bove



Kalifornien

Verbrannte Fläche 2015:

364.000 ha

In den Jahren 2002-2014
durchschnittlich verbrannte
Fläche: **234.000 ha/Jahr**

Schon in den vergangenen Jahren war die Gefahr von Wald- und Buschbränden in Kalifornien deutlich erhöht. Doch trotz einzelner Großfeuer blieben die Schäden gering, weil die Brände in kaum bewohnten Gebieten auftraten. Nach einem weiteren Winter ohne nennenswerte Niederschläge verschlimmerte sich die Trockenheit im ersten Halbjahr 2015 von Tag zu Tag. In Los Angeles fielen nur rund 100 Millimeter Niederschlag, 170 Millimeter weniger als üblich. Auch weiter nördlich, in Fresno und Sacramento, die beide im intensiv landwirtschaftlich genutzten Central Valley liegen, fehlten im langjährigen Vergleich 170 bzw. 120 Millimeter Niederschlag. Nach vier Jahren mit ähnlichen Defiziten deuten Dürreintensitätsindizes darauf hin, dass Kalifornien die schlimmste Trockenperiode seit den 1840er-Jahren erlebte.

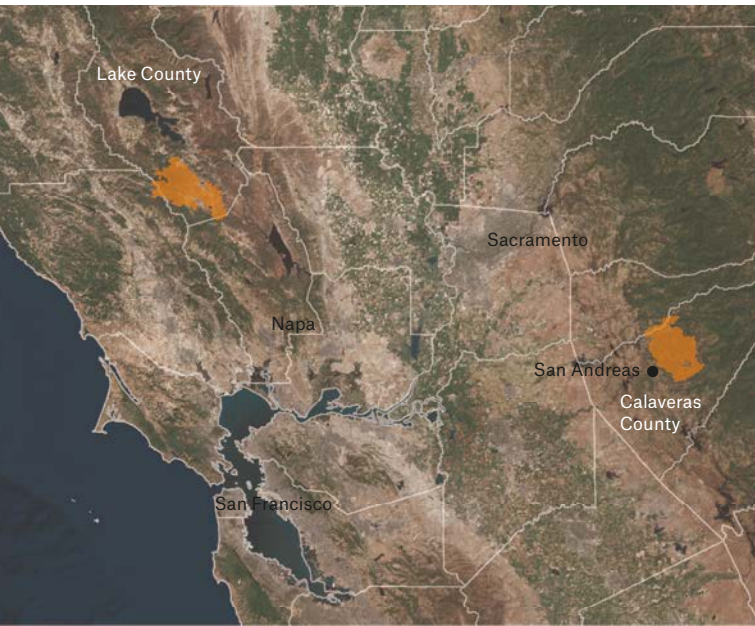
Besonders offensichtlich ist das in der Sierra Nevada, deren schneebedeckte Berge in den trockenen Sommermonaten normalerweise den Großteil der Wasserversorgung Kaliforniens sicherstellen. Der Minimumrekord von 25 Prozent der normalen Schneemenge aus dem Jahr 2014 wurde 2015 mit einem Wert von fünf

Prozent noch einmal drastisch unterboten. Der Mangel an Schnee in Verbindung mit dem wenigen noch verfügbaren Grund- und Oberflächenwasser hat erstmals in der Geschichte des Bundesstaates zu landesweiten Beschränkungen des Wasserverbrauchs geführt.

Trockenheit erhöht Feuergefahr

Infolge der lang anhaltenden Trockenheit haben sich Bäume, Buschwerk und Gras in eine leicht entflammbare Zundermischung verwandelt. Damit große Waldbrände entstehen können, ist normalerweise neben Dürre als zweite meteorologische Voraussetzung starker Wind nötig. Hier kommen die Santa-Ana-Winde ins Spiel, die vor allem in Süd-, aber auch in Nordkalifornien auftreten. Sie entstehen bei Hochdruck über den westlichen Wüstengebieten der USA und werden – während sie die Berghänge hinabströmen – ständig trockener, wärmer und schneller. Sie können mehr als 140 km/h erreichen.

Feuer im Busch



■ Feuerfläche
■ County-Grenzen

Quelle: Munich Re, basierend auf Daten des California Department of Forestry and Fire Protection (Feuerflächen) und Esri, World Imagery (Satellitenbild)

Bei den beiden heftigen Busch- und Waldbränden im September 2015, dem Valley- und dem Butte-Feuer, spielten Santa-Ana-Winde allerdings keine Rolle. Vielmehr wurden die Flammen von den eigenen Winden angefacht: Die aufgeheizte Umgebungsluft dehnt sich aus und steigt in die Höhe, sodass sauerstoffreiche Luft am Boden in Richtung Brandherd strömt. Aufgrund der geringen Luftfeuchtigkeit und des reichlich vorhandenen brennbaren Materials wächst das Feuer schnell und verstärkt den Prozess. Im Extremfall entsteht orkanartiger Wind, ein Feuersturm. Er wird begünstigt durch die Beschaffenheit des Geländes. So breiten sich Flammen rasch hangaufwärts aus, und hügeliges Gelände kann Luftströmungen beschleunigen.

Großfeuer in Nordkalifornien

Das Valley-Feuer entstand am 12. September im Lake County, nördlich und unweit des Weinbaugebiets Napa Valley, und geriet schnell außer Kontrolle. Nach sechs Stunden hatte es bereits 40 Quadratkilometer, am folgenden Tag sogar 200 Quadratkilometer erfasst. Mehr als 10.000 Bewohner des Countys wurden aufgefordert, angesichts des rasend schnell um sich greifenden Feuers ihre Häuser zu verlassen.

Große USA-Feuer im Vergleich

Die beiden 2015er-Feuer zählen zu den großflächigsten und zerstörerischsten der US-Geschichte. In der Tabelle sind die zehn bedeutendsten Feuer nach der Anzahl der verbrannten Bauten geordnet (Schäden in originalen Werten).

Name des Feuers	Monat/Jahr	Betroffene(s) County(ies), Bundesstaat	verbrannte Fläche (ha)	verbrannte Bauten*	Gesamtschäden in Mio. US\$	Versicherte Schäden in Mio. US\$	Tote
Oakland Hills	10/1991	Alameda, CA	647	2.900	2.500	1.700	25
Cedar	10/2003	San Diego, CA	110.579	2.820	2.000	1.060	15
Valley	09/2015	Lake, Napa, Sonoma, CA	30.783	1.910	1.400	960	4
Bastrop	09/2011	Bastrop, TX	13.903	1.673	750	530	4
Witch	10/2007	San Diego, CA	80.124	1.650	1.700	1.300	2
Old	10/2003	San Bernadino, CA	36.940	1.003	1.500	980	6
Jones	10/1999	Shasta, CA	10.603	954	>50	k. A.	1
Butte	09/2015	Amador, Calaveras, CA	28.679	818	400	260	2
Paint	06/1990	Santa Barbara, CA	1.983	641	400	265	1
Fountain	08/1992	Shasta, CA	25.884	636	>160	k. A.	0

*umfasst alle Bauten: Häuser, Scheunen, Ställe, Hütten etc.

Quelle: Munich Re NatCatSERVICE, Cal Fire, PCS



Wald- und Buschbrände fressen sich oft rasend schnell durch die Landschaft, insbesondere Abhänge hinauf.

Die Flammen zerstörten einige kleinere Ortschaften fast vollständig. Als der Brand am 6. Oktober unter Kontrolle war, lagen über 1.900 Gebäude in Schutt und Asche, darunter 1.300 Wohnhäuser und 70 Geschäfte. Nur zwei Feuer in der Geschichte Kaliforniens hatten mehr Bausubstanz vernichtet.

Das Butte-Feuer im Hügelvorland der Sierra Nevada östlich von Sacramento begann bereits drei Tage früher, am 9. September. Es breitete sich ebenfalls sehr schnell aus, umfasste nach wenigen Stunden 60 Quadratkilometer und tags darauf mehr als die doppelte Fläche (130 Quadratkilometer). Das Gelände erschwerte die Löscharbeiten, die Bezirkshauptstadt San Andreas musste vorübergehend geräumt werden. Obwohl die Stadt letztlich unbeschadet davonkam, fielen dem Butte-Feuer 475 Wohngebäude und 343 sonstige Gebäude zum Opfer.

Versicherungsaspekte und Lehren für das Underwriting

Beide Feuer zusammen richteten Gesamtschäden von geschätzt 1,8 Milliarden US-Dollar an, wovon 1,2 Milliarden versichert waren. 80 Prozent der Schäden entstanden beim Valley-Feuer. Es war damit Kaliforniens teuerstes seit dem Witch-Feuer in San Diego 2007 (versicherter Schaden von 1,5 Milliarden US-Dollar in Werten von 2015) und in Nordkalifornien seit dem Feuersturm 1991 von Oakland Hills (drei Milliarden US-Dollar versicherter Schaden). Wie bei den meisten Großbränden dieser Art entfiel das Gros der Schäden auf ausgebrannte Wohngebäude und Autos. Von wenigen Ausnahmen abgesehen sind Unternehmen eher selten betroffen, da sie meist in urbanisierten Gegenden angesiedelt sind.

Zu den Ausnahmen gehören kleine Einzelhandelsgeschäfte oder Fachmärkte, die parallel zur Ausbreitung von Siedlungsgebieten entstehen, sowie Ferienresorts und Freizeitanlagen in Waldgebieten.

Schadenträchtige Waldbrände kommen in Nordkalifornien weniger häufig vor als im Süden des Bundesstaates. Zum einen regnet es im Norden, insbesondere auch im dicht besiedelten Gebiet um die Bucht von San Francisco, normalerweise mehr als in Los Angeles oder San Diego. Zum anderen treten dort auch die Santa-Ana-Winde seltener auf. Außerdem können sich die Siedlungsgebiete in der bergigen Landschaft um die Bay Area nicht so ausbreiten wie im flacheren Süden, wo sie sich immer weiter in ehemals unbewohnte Regionen vorschieben. Das führt zu einer höheren Wertkonzentration im Grenzbereich zwischen bebauten Gebieten und der Natur.

Manche Gebiete sind kaum erreichbar oder gar zu schützen. Manchmal müssen die Feuerwehrleute ein Objekt aufgeben, um sich stattdessen darauf zu konzentrieren, die Flammen an der weiteren Ausbreitung zu hindern. Deshalb gibt es beim Schadenbild eigentlich nur zwei Möglichkeiten: Ein Gebäude übersteht das Feuer mit minimalen Schäden oder es brennt völlig nieder. Aber selbst in einem vom Feuer betroffenen Gebiet werden nicht immer alle Gebäude zerstört. Manche überstehen es und tragen nur Rauch- und Rußschäden davon.

Dürre Aussichten für Kalifornien

Ein ausgeprägtes El-Niño-Ereignis hat Kalifornien im Winter 2015/16 überdurchschnittliche Niederschläge beschert und kurzfristig für eine gewisse Entspannung gesorgt. Allerdings destabilisiert intensiver Niederschlag vor Kurzem abgebrannte Hänge und erhöht dadurch die Gefahr von Erdrutschen und Schlammlawinen.

In Zukunft dürften die versicherten Schäden durch Großfeuer im Westen der USA an Häufigkeit und Schwere zunehmen. Das ist in erster Linie eine Folge des anhaltenden Siedlungsdrucks in bislang unbewohnten Gegenden bei gleichzeitig steigenden Vermögenswerten. Daneben begrenzen die meist nicht ausreichenden staatlichen Mittel zur Feuerbekämpfung die Möglichkeiten, Eigentum adäquat zu schützen.

Auch veränderte Umwelteinflüsse erhöhen die Waldbrandgefahr. Die im Zuge des Klimawandels steigenden Temperaturen verlängern die Waldbrandsaison, da der Schnee früher schmilzt. Auch sinken der Grundwasserspiegel und die Bodenfeuchte, was zu trockeneren Pflanzen und mehr brennbarem Material führt. Hitze und Dürre setzen zudem die Bäume unter stärkeren Stress, der sie anfälliger für Krankheiten und Insektenbefall macht. So sind beispielsweise dem Kiefernborckenkäfer schon mehr als 12,5 Millionen Bäume in Kalifornien zum Opfer gefallen. Mit dem zunehmend trockeneren Klima wird man sich in Kalifornien auf mehr Waldbrände einstellen müssen.



Expect the unexpected: Natural disasters in Australia and New Zealand

Australien und Neuseeland sind vielfältigen Naturgefahren ausgesetzt. Zudem verändern sich die mit Überschwemmungen, Wirbelstürmen, Hagel, Buschfeuern, Erdbeben und Vulkanausbrüchen verbundenen Risiken rasch.

Unsere Broschüre „Expect the unexpected“ gibt einen interessanten Einblick in die wissenschaftlichen Fakten und die wirtschaftlichen Auswirkungen der verschiedenen Elementarereignisse in diesem Teil der Welt. Eine ausführliche Darstellung findet sich auf unserer Webseite unter: www.munichre.com/auznz-natcat

NOT IF, BUT HOW

Katastrophen, die Geschichte schrieben



1815

2015 jährten sich gleich mehrere Naturkatastrophen, die aufgrund eines besonderen Merkmals einen festen Platz in der Geschichte einnehmen.

200 Jahre

1815
Beim bislang größten Vulkanausbruch der Menschheitsgeschichte stößt der Vulkan Tambora auf der indonesischen Insel Sumbawa 140 Gigatonnen Lava aus und kostet 71.000 Menschen das Leben. Das folgende Jahr geht als „Jahr ohne Sommer“ mit einer Hungersnot in ganz Europa in die Geschichte ein.

100 Jahre

1915
Am 13. Januar löst ein Erdbeben in den mittellitalienischen Abruzzan den Ort Avezzano quasi vollständig aus: Nur ein einziges Gebäude bleibt stehen, mehr als 11.000 (85 Prozent) der 13.000 Einwohner sterben. Daraufhin wird erstmals über Prävention und Zivilschutz diskutiert.

50 Jahre

1965
Hurrikan Betsy fegt Anfang September über den Golf von Mexiko und die Südstaaten der USA. Es ist das erste Wetterereignis, das einen Versicherungsschaden von mehr als 500 Millionen US-Dollar verursacht.



1915



1965



1975



1995

40 Jahre

1975

Sintflutartige Regenfälle über der chinesischen Henan-Tiefebene lassen im Juli mehr als 60 Dämme bersten und führen zu einer Überschwemmungskatastrophe, wie es sie infolge von Niederschlag noch nie gegeben hat: 26.000 Menschen ertrinken, mindestens weitere 145.000 sterben an Krankheit und Hunger.

30 Jahre

1985

Obwohl der Herd des Bebens am 19. September mehr als 350 Kilometer entfernt an der Pazifikküste liegt, treten in Mexico City die größten Schäden auf, wo 9.500 Menschen sterben. Der weiche Untergrund unter der Stadt verstärkt die Bodenbewegungen bis zum 20-fachen, ein Phänomen, das seither als „Mexico-City-Effekt“ bekannt ist.

20 Jahre

1995

Das Erdbeben von Kobe am 17. Januar verursacht erstmals gesamtwirtschaftliche Schäden von 100 Milliarden US-Dollar und hat weltweite Auswirkungen. Es offenbart die Anfälligkeit der globalen Wirtschaft durch Großkatastrophen.

10 Jahre

2005

Ende August verwüstet Hurrikan Katrina weite Teile der US-Golfküste und setzt New Orleans unter Wasser. 125 Milliarden US-Dollar Gesamtschäden machen Katrina zum bislang teuersten Wetterereignis, die 60,5 Milliarden US-Dollar versicherten Schäden zum teuersten Ereignis für die Versicherungswirtschaft.



1985



2005





Satelliten Supercomputer Statistiken

von Petra Löw

Das Spektrum der GeoRisiko-Forschung von Munich Re ist weit. Der Blick über den Tellerrand ist eines der wichtigsten Attribute für einen global agierenden Rückversicherer. Innovation, Kreativität und Ideenvielfalt, gepaart mit detailliertem Expertenwissen, sorgen für Bewegung und Entwicklung in den Märkten.

Hochaufgelöste Satellitendaten nutzt man schon seit vielen Jahren bei der Post-Event-Schätzung, um aktuelle Schadenereignisse zu bewerten. Neue Satelliten- und Auswertetechniken erhöhen die praktische Anwendung enorm und sorgen für zeitnahe qualitativ hochwertige Schadensschätzungen, ohne dass sich gleich ein Heer an Schadenregulierern auf den Weg machen muss. Doch die dafür verwendeten Verfahren müssen an die Bedürfnisse der Versicherungswirtschaft angepasst werden. Dabei können unsere Experten, die den notwendigen technischen Background und Erfahrung mit diesen Systemen haben, unterstützen.

Die Modellierung von Erdbebenereignissen und ihre Darstellung im dreidimensionalen Raum eröffnet neue Möglichkeiten, um die extremen Kräfte, die bei gewaltigen Erdstößen freigesetzt werden, noch besser zu verstehen. Munich Re ist zu diesem spannenden Thema eine Kooperation mit der Polytechnischen Universität in Mailand eingegangen.

Schergewitter haben nicht nur in den USA, sondern auch in Europa in den vergangenen Jahren an Intensität zugenommen. Insbesondere Hagelschläge kosten die Versicherungswirtschaft jedes Jahr Milliarden.

Wie haben sich die Schadenereignisse weltweit über die vergangenen Jahrzehnte entwickelt und was sind die Gründe für diesen Verlauf? Das ist ein Themenkomplex, mit dem wir uns schon sehr lange und umfassend beschäftigen. Immer wieder wurden die Methoden hierfür verfeinert, angepasst und auf den neuesten Stand der Wissenschaft gebracht. Etwaige Trends und deren Ursachen können nur unter Beachtung sozio-ökonomischer Werteentwicklung sowie Klimavariabilität und Klimawandel identifiziert und analysiert werden.

Der NatCatSERVICE von Munich Re gibt einen detaillierten Überblick über die Schadenereignisse und beschäftigt sich intensiv mit Zeitreihenanalysen. Erstmals stehen auch alle unsere Statistiken und Analysen aus dieser Publikation als interaktive Online-Grafiken für Sie zur Verfügung.

>> *Besuchen Sie uns auf unserer Homepage unter www.munichre.com/topicsgeo2015*

Das Jahr in Zahlen – global

2015 war das vierte schadenarme Jahr in Folge, seit 2011 die Belastungen aus Naturkatastrophen eine neue Dimension erreicht hatten. Trotz der moderaten Schadenbelastung infolge des weitgehenden Ausbleibens extremer Katastrophen summierten sich die Gesamtschäden 2015 auf 100 Milliarden US-Dollar. Davon trug die Assekuranz 30 Milliarden US-Dollar. Die Gesamtschäden blieben sowohl unter dem Durchschnitt der vergangenen zehn Jahre von rund 180 Milliarden US-Dollar als auch unter dem langjährigen Mittel der vergangenen 30 Jahre, das sich auf 130 Milliarden US-Dollar belief. Die versicherten Schäden erreichten dagegen in etwa die Schadenbelastung von 2014 (31 Milliarden US-Dollar) und auch die Größenordnung des langjährigen Durchschnitts der vergangenen 30 Jahre (34 Milliarden US-Dollar). 23.000 Menschen kamen 2015 bei Naturkatastrophen ums Leben. Das waren drei Mal so viel wie im Vorjahr, das mit rund 7.700 Todesopfern zu den Jahren mit den wenigsten Todesopfern gezählt werden kann. Bei der Anzahl der Ereignisse setzte sich der Trend zu immer mehr und umfangreicheren Meldungen fort, sodass sich die Anzahl mit 1.060 Ereignissen sogar noch erhöht hat. Die stärkste Zunahme wurde bei den Klein- und Kleinstschadenereignissen verzeichnet, die am häufigsten mit Unsicherheiten behaftet sind. Siehe hierzu auch den Artikel auf Seite 62, der sich eingehend mit der Frage der Vergleichbarkeit historischer und aktueller Ereignisse beschäftigt.

Anzahl der Ereignisse

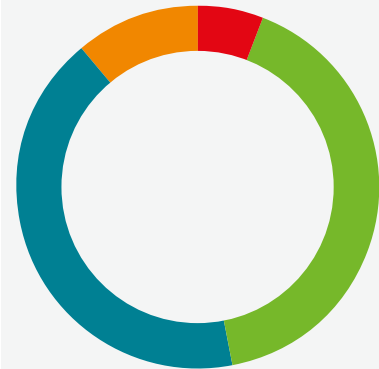
Weltweit können die Schadenereignisse in vier Hauptgruppen unterteilt werden: Sechs Prozent entfielen vergangenes Jahr auf geophysikalische Ereignisse (Erdbeben, Tsunami, Vulkanausbrüche) und weichen damit am deutlichsten vom langjährigen Mittel ab, das bei zwölf Prozent liegt. 94 Prozent der Ereignisse sind wetterbedingt; 41 Prozent entfielen auf Stürme und 42 Prozent auf Überschwemmungen, elf Prozent waren Dürren, Hitzewellen und Waldbrände, die als klimatologische Ereignisse bezeichnet werden. Die Aufteilung der Wetterereignisse auf die einzelnen Gefahren entspricht dem langjährigen Durchschnitt.

Todesopfer

Mit 23.000 Todesopfern blieb 2015 unter dem Mittel der vergangenen zehn sowie der vergangenen 30 Jahre. Nichtsdestotrotz kam es zu einigen sehr schweren Ereignissen. 80 Prozent davon entfielen auf den asiatischen Kontinent, deutlich mehr als der langjährige Durchschnitt von rund 70 Prozent. Die Katastrophe mit den meisten Todesopfern war mit Abstand die Erdbebenserie, die Ende April Nepal und die Anrainerstaaten Indien, China und Bangladesch getroffen hat. Es kamen rund 9.000 Menschen ums Leben. Damit gehört dieses Ereignis zu den 15 opferreichsten Erdbebenereignissen seit 1980 weltweit.

Ereignisse: 1.060

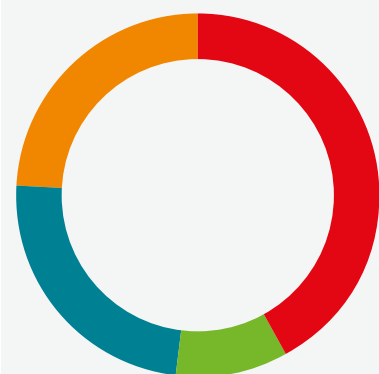
Prozentuale Verteilung



● Geophysikalische Ereignisse	6 %
● Meteorologische Ereignisse	41 %
● Hydrologische Ereignisse	42 %
● Klimatologische Ereignisse	11 %

Todesopfer*: 23.000

Prozentuale Verteilung



● Geophysikalische Ereignisse	42 %
● Meteorologische Ereignisse	10 %
● Hydrologische Ereignisse	24 %
● Klimatologische Ereignisse	24 %

* ohne Vermisste

Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Eine Hitzewelle im Mai und Juni kostete in Indien und Pakistan fast 3.700 Menschen das Leben. Auch in Europa sorgte heißes, trockenes Wetter für extremen Hitzestress. Hierdurch starben insgesamt über 1.200 Menschen.

Schäden

Die Gesamtschadenbelastung aus Naturkatastrophen des vergangenen Jahres summierte sich auf 100 Milliarden US-Dollar. 31 Ereignisse überschritten dabei die Milliardengrenze. Hierzu zählen Ereignisse wie das Erdbeben in Nepal, Winterstürme in den USA, Kanada und Europa, Taifune in China, Japan und auf den Philippinen, großräumige Überschwemmungen in Großbritannien sowie eine Reihe von Dürreereignissen, die nahezu jeden Kontinent betrafen. Im langjährigen Vergleich ist die Schadenbelastung aus geophysikalischen Ereignissen von 22 auf sieben Prozent zurückgegangen, dafür stieg sie für Stürme von durchschnittlich 40 auf 47 Prozent. Hydrologische Ereignisse sind mit rund 28 Prozent in etwa gleich geblieben, klimatologische sind von durchschnittlich 13 auf 18 Prozent leicht angestiegen. Hierbei spielen besonders Dürreereignisse eine Rolle, die sich auf die Agrarsektoren der USA, Kanadas, Europas und Chinas auswirken.

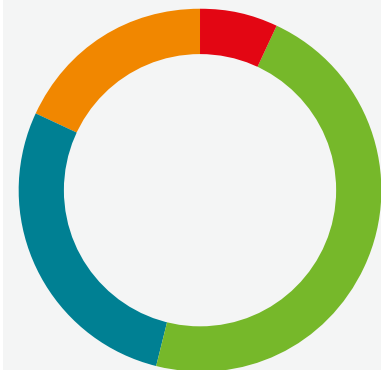
Der NatCatSERVICE von Munich Re schätzt die Schadenbelastung für die weltweite Assekuranz 2015 auf rund 30 Milliarden US-Dollar. Dies ist ebenso wie bei der Höhe der Gesamtschäden das vierte Jahr in Folge mit rückläufigen Schadenhöhen und der niedrigste Wert seit 2009. 58 Prozent aller versicherten Schäden entfielen auf Nordamerika, 19 Prozent auf Europa, acht bzw. zwölf Prozent auf Australien und Asien sowie drei Prozent auf Südamerika. Zu den teuersten Ereignissen gehörte eine Wintersturmserie in den USA und Kanada, die einen versicherten Schaden von 2,1 Milliarden US-Dollar verursachte. Mehrere Unwetter in den USA im April und Mai zogen versicherte Schäden in Höhe von jeweils 1,2 bzw. 1,4 Milliarden US-Dollar nach sich.

Am Ende des Jahres sorgte noch Wintersturm Goliath mit heftigen Unwettern, Tornados, Starkregen und Schneesturm im Südwesten des Landes für rund 550 Millionen US-Dollar versicherte Schäden. 45 Menschen kamen dabei ums Leben.

Außerhalb Nordamerikas waren vor allem Europa und Asien betroffen: Wintersturm Niklas zog im März/April über Europa, und Ende des Jahres sorgten die Winterstürme Desmond und Eva für großflächige Überschwemmungen in Großbritannien. Insgesamt summierten sich die Schäden in Europa für die Versicherungswirtschaft auf fast fünf Milliarden US-Dollar. Im August traf Taifun Goni auf Japan, Korea und die Philippinen und verursachte versicherte Schäden von 1,4 Milliarden US-Dollar. Auch der australische Versicherungsmarkt wurde 2015 von mehreren Ereignissen getroffen, darunter gab es Unwetter mit Hagel und Sturzfluten sowie einen Wintersturm im April. Die Gesamtsumme für 2015 beläuft sich auf rund zwei Milliarden US-Dollar.

Gesamtschäden: 100 Mrd. US\$

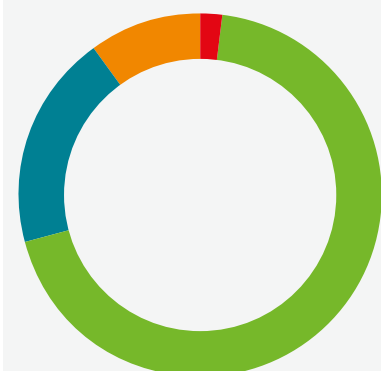
Prozentuale Verteilung



Geophysikalische Ereignisse	7 %
Meteorologische Ereignisse	47 %
Hydrologische Ereignisse	28 %
Klimatologische Ereignisse	18 %

Versicherte Schäden: 30 Mrd. US\$

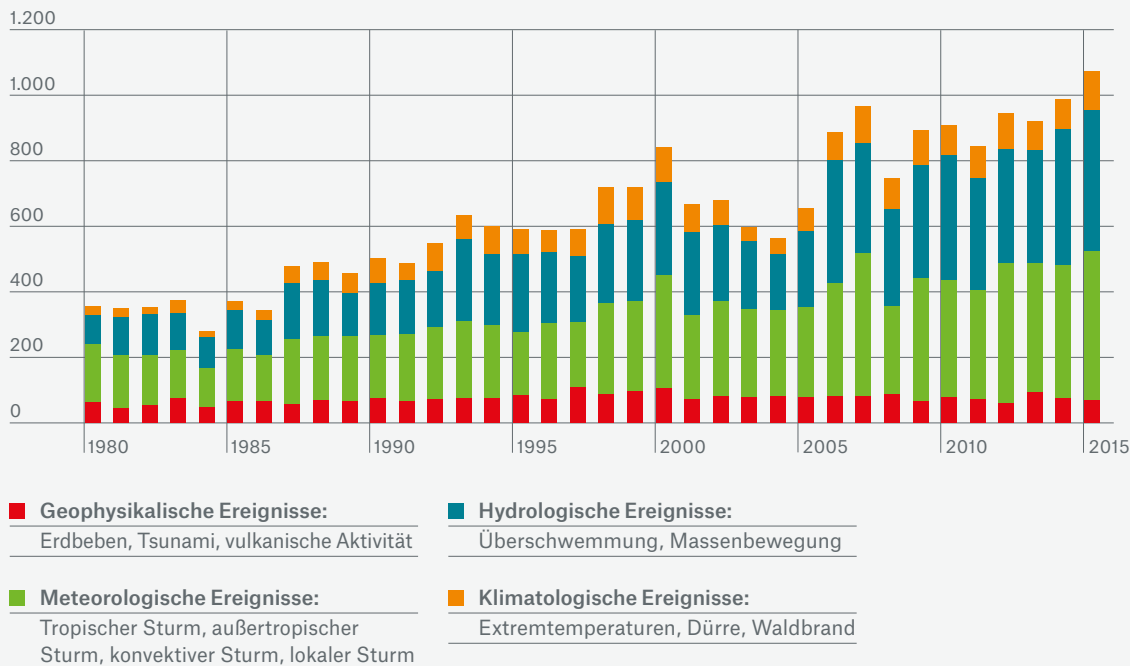
Prozentuale Verteilung



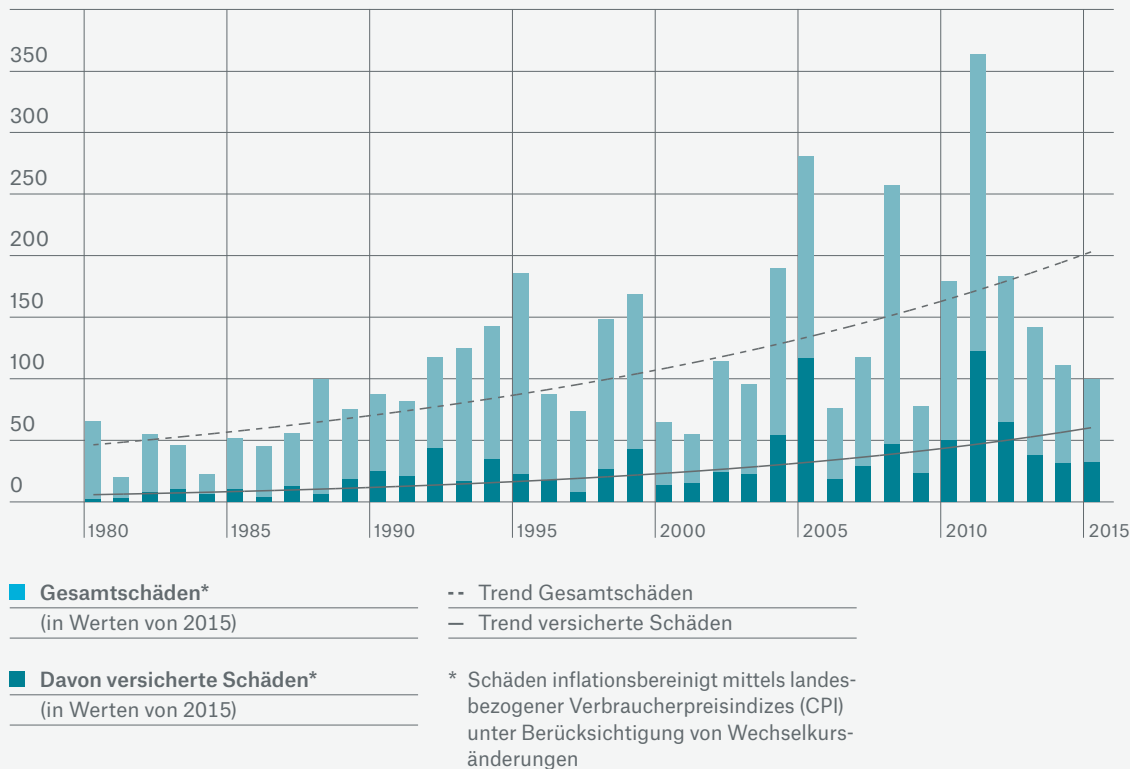
Geophysikalische Ereignisse	2 %
Meteorologische Ereignisse	69 %
Hydrologische Ereignisse	19 %
Klimatologische Ereignisse	10 %

Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Anzahl der Schadenereignisse 1980 bis 2015



Gesamte und versicherte Schäden in Mrd. US-Dollar 1980 bis 2015



Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Das Jahr in Zahlen – regional

Nordamerika

In Nordamerika (inkl. Mittelamerika und Karibik) wurden 22 Prozent aller weltweiten Schadenereignisse 2015 verzeichnet. Dabei kamen insgesamt rund 800 Menschen ums Leben. Von den direkten Gesamtschäden in Höhe von 30 Milliarden US-Dollar trug die Versicherungswirtschaft mehr als die Hälfte, 17 Milliarden US-Dollar. Zehn Ereignisse überstiegen bei den Gesamtschäden die Milliardengrenze, davon auch drei Ereignisse, bei denen der versicherte Schaden ebenfalls eine Milliarde US-Dollar übertraf: Darunter fielen Winterstürme sowie Unwetter und Überschwemmungen in den USA und Kanada. Die Gesamtbelastung aus Schadenereignissen summierte sich auf 24 Milliarden US-Dollar allein für die USA; davon waren 14 Milliarden US-Dollar versichert. Sowohl die USA als auch Kanada litten 2015 in einigen Teilen unter extremer Trockenheit. Vor allem die landwirtschaftliche Produktion wurde in Mitleidenschaft gezogen. Die Gesamtschäden daraus beliefen sich insgesamt auf mehr als zwei Milliarden US-Dollar. Die Hurrikansaison verlief 2015 moderat. Die gesamte Schadenbelastung aus den tropischen Stürmen im Atlantik lag bei lediglich 1,5 Milliarden US-Dollar, weitab von den durchschnittlichen Summen der vergangenen Jahre.

Südamerika

Rund 100 Schadenereignisse wurden 2015 auf dem südamerikanischen Kontinent verzeichnet. Vor allem Überschwemmungen und Unwetter kosteten 370 Menschen das Leben und verursachten direkte Gesamt-

schäden von knapp zwei Milliarden US-Dollar. Zudem kam es zu einer Reihe kleinerer Erdbeben sowie einem starken Ereignis in Chile mit einem Tsunami. Das Beben hatte eine Magnitude von M_w 8,3, sein Epizentrum lag in der Provinz Araucanía. Die Gesamtschäden erreichten 800 Millionen US-Dollar, 350 Millionen davon waren versichert.

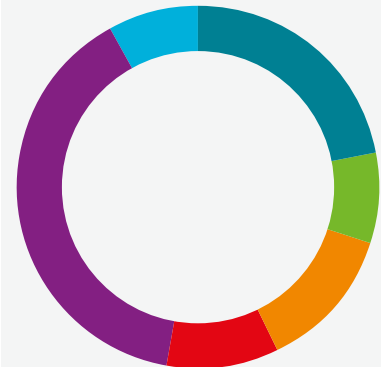
Europa

13 Prozent aller Schadenereignisse entfielen 2015 auf Europa. Dabei kamen fast 1.600 Menschen ums Leben, wobei die Hitzewellen in den Sommermonaten die meisten Todesopfer forderten. Der Gesamtschaden aller Ereignisse belief sich auf knapp 13 Milliarden US-Dollar. Der versicherte Schaden summierte sich auf 5,6 Milliarden US-Dollar. Vor allem in Deutschland, aber auch in anderen Teilen Europas richtete Wintersturm Niklas Ende März bis Anfang April großflächige Verwüstungen an; am Ende des Jahres sorgten die Winterstürme Desmond und Eva mit ergiebigen Niederschlägen zu großflächigen Überschwemmungen in Großbritannien. Der Gesamtschaden belief sich auf fast drei Milliarden US-Dollar, davon entfielen rund zwei Milliarden auf die Versicherungswirtschaft. Auch kleinräumige Ereignisse haben 2015 hohe Schäden hervorgerufen. Gerade bei Unwetterereignissen mit Starkregen besteht die Gefahr von Sturzfluten. Ende September kamen in Frankreich an der Côte d'Azur 20 Menschen bei solch einem Ereignis ums Leben. Die Unwetterfront zog auch über Spanien und Italien. Insgesamt belief sich der versicherte Schaden auf 700 Millionen US-Dollar.

Schadenereignisse 2015

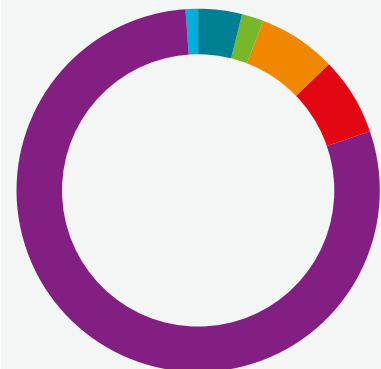
Prozentuale Verteilung nach Kontinenten

Anzahl der Ereignisse: 1.060



● Nordamerika, Mittelamerika, Karibik	22 %
● Südamerika	8 %
● Europa	13 %
● Afrika	10 %
● Asien	39 %
● Australien/Ozeanien	8 %

Todesopfer*: 23.000



● Nordamerika, Mittelamerika, Karibik	4 %
● Südamerika	2 %
● Europa	7 %
● Afrika	7 %
● Asien	80 %
● Australien	<1 %

* Anzahl der Todesopfer ohne Hungersnot und ohne Vermisste

Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Osteuropa und Teile Mitteleuropas zeigten sich dagegen 2015 von einer sehr trockenen Seite. Dort kam es zu einem erheblichen Niederschlagsdefizit und hohen Temperaturen. Besonders in Rumänien, aber auch in Polen und Tschechien wirkte sich die Trockenheit auf die landwirtschaftliche Produktion aus. Der Gesamtschaden wird auf 1,5 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Afrika

Der afrikanische Kontinent wurde 2015 fast ausschließlich von wetterbedingten Ereignissen betroffen. Hierbei standen vor allem Dürren, Überschwemmungen, Unwetter und zwei tropische Zyklone im Vordergrund. Insgesamt wurden rund 100 Schadenereignisse registriert. Die Gesamtschadenbelastung summierte sich auf drei Milliarden US-Dollar. Hiervon war nur ein geringer Teil versichert. Fast 1.700 Menschen fanden bei den Ereignissen den Tod, vor allem bei Überschwemmungen. Die teuersten Ereignisse 2015 waren zwei Dürreperioden – eine im südlichen Afrika, die andere in Äthiopien. Der Gesamtschaden für beide Ereignisse summierte sich auf zwei Milliarden US-Dollar.

Asien

39 Prozent aller weltweiten registrierten Schadenereignisse entfielen auf Asien. 80 Prozent der Todesopfer waren hier zu beklagen. 44 Prozent der Gesamtschäden, jedoch lediglich 12 Prozent der versicherten Schäden traten in Asien auf. 13 Ereignisse erreichten oder überstiegen den Gesamtschaden von einer Milliarde US-Dollar. Ende April erschütterten mehrere Erdstöße Teile Südasiens. Die Beben richtete vor allem in Nepal schwere Verwüstungen an. Mehr als 500.000 Häuser und öffentliche Gebäude wurden zerstört. Der Gesamtschaden belief sich auf 4,8 Milliarden US-Dollar. Bei diesem Ereignis verloren 9.000 Menschen ihr Leben. Bangladesch, China und Indien waren mit einem Gesamtschaden von fast 500 Millionen US-Dollar ebenso betroffen. Von Juli bis November wurde Indien immer wieder von schweren Überschwemmungen heimgesucht. Durch ausgeprägte Monsun-

regen traten Flüsse über die Ufer. Die Gesamtschäden verteilten sich auf zwei Hauptereignisse und machten insgesamt fünf Milliarden US-Dollar aus. Die Versicherungswirtschaft war mit rund 800 Millionen US-Dollar beteiligt. Die sehr aktive Taifunaison verursachte Schäden in Höhe von 11,5 Milliarden US-Dollar. Zusätzlich wurden weite Teile Asiens von Dürren und Waldbränden heimgesucht; allen voran gilt es hier die extrem ausufernden Brände in Indonesien zu nennen, die durch extreme Trockenheit, aber auch durch gezieltes Legen von Feuer entstanden sind und die Region monatelang in Smog hüllten.

Australien/Ozeanien

In dieser Region dominierten 2015 die Wetterereignisse; insgesamt wurden rund 80 erfasst. Das teuerste für die Gesamt- und Versicherungswirtschaft war ein Wintersturm, der im April New South Wales traf und Schäden in Höhe von 1,3 Milliarden US-Dollar verursachte. 730 Millionen US-Dollar davon übernahm die Versicherungswirtschaft. In Queensland traf Zyklon Marcia auf Land. Insgesamt belief sich die Gesamtschadenbelastung aus Naturkatastrophen in Australien auf 3,9 Milliarden US-Dollar, davon waren 2,1 Milliarden versichert.

Zyklon Pam fegte über Vanuatu, die Fiji-Inseln sowie Kiribati. Die Schadenbelastung beider Ereignisse summierte sich auf 1,3 Milliarden US-Dollar für die Volkswirtschaften, der versicherte Schaden belief sich auf 550 Millionen US-Dollar. Neuseeland blieb 2015 weitgehend von größeren Ereignissen verschont, lediglich einige lokale Überschwemmungen summierten sich auf rund 200 Millionen US-Dollar.

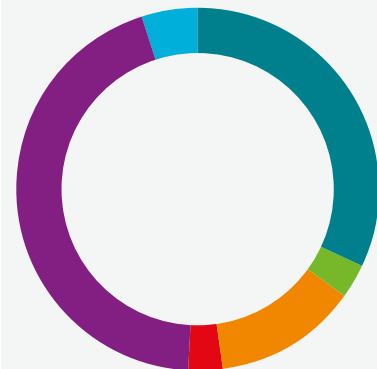
Unsere aktuellen Auswertungen und Grafiken sowie interaktive Kartendarstellungen finden Sie als kostenfreie Download-Bibliothek im Bereich Touch Naturgefahren auf unserer Homepage:

>> www.munichre.com/touch

Schadenereignisse 2015

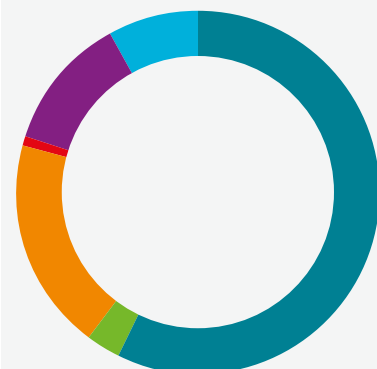
Prozentuale Verteilung nach Kontinenten

Gesamtschäden: 100 Mrd. US



● Nordamerika, Mittelamerika, Karibik	32 %
● Südamerika	3 %
● Europa	13 %
● Afrika	3 %
● Asien	44 %
● Australien/Ozeanien	5 %

Versicherte Schäden: 30 Mrd. US\$

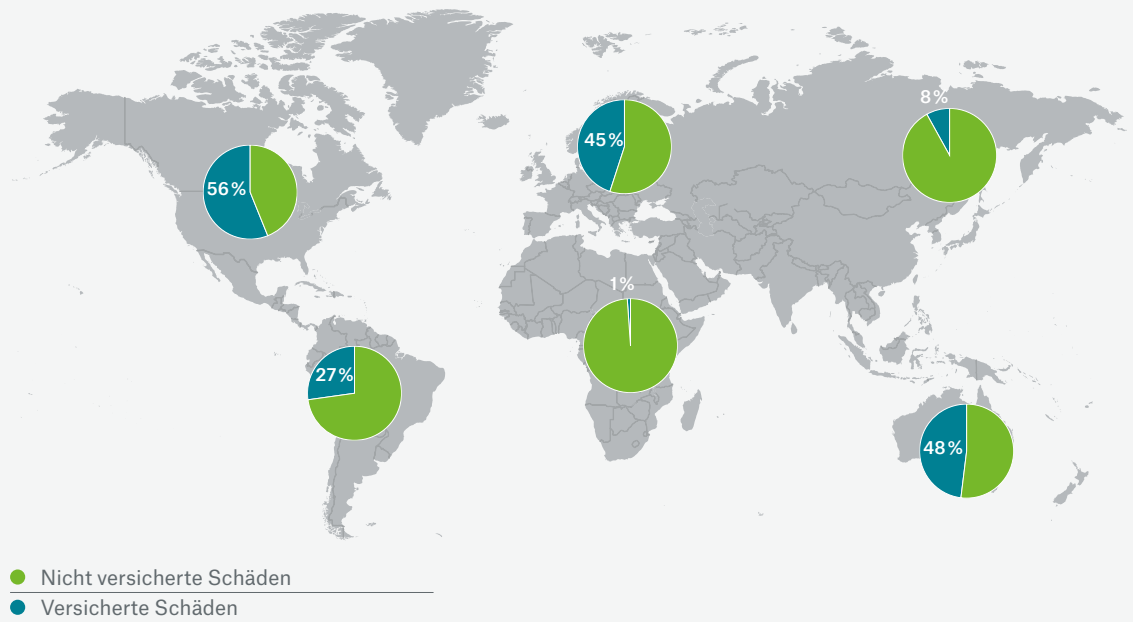


● Nordamerika, Mittelamerika, Karibik	58 %
● Südamerika	3 %
● Europa	19 %
● Afrika	<1 %
● Asien	12 %
● Australien	8 %

Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

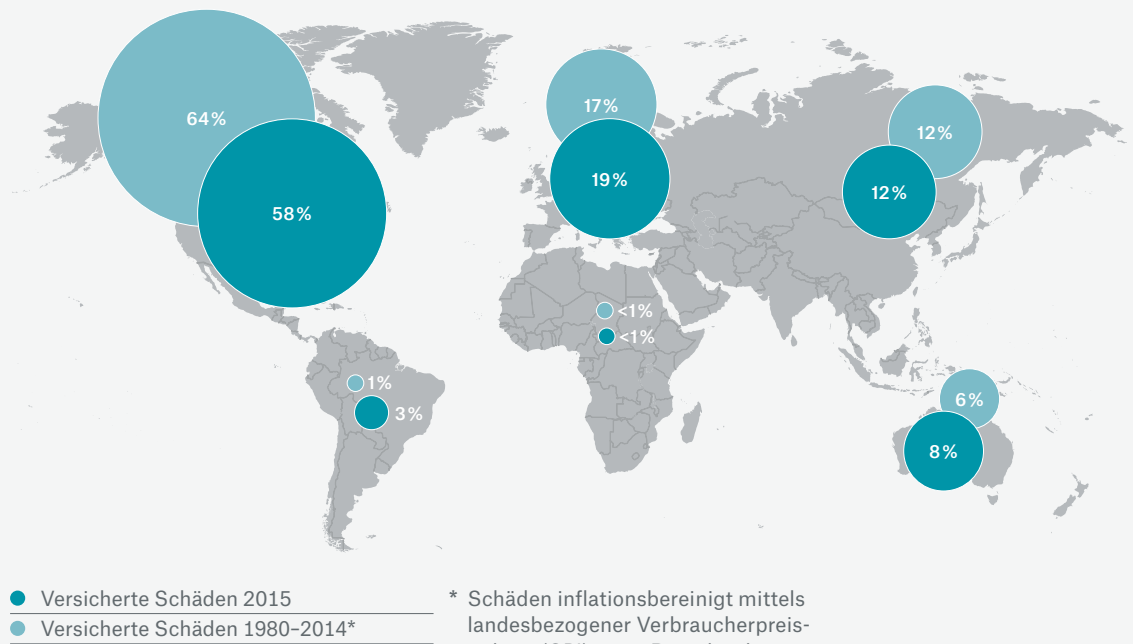
Schadenereignisse 2015

Prozentuale Anteile der versicherten Schäden an den Gesamtschäden pro Kontinent



Schadenereignisse 2015 im Vergleich zum Zeitraum 1980 bis 2014

Prozentuale Verteilung der weltweiten versicherten Schäden auf die Kontinente



Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Bilder des Jahres



Januar bis März

Überschwemmungen: Südliches Afrika

Gesamtschäden: 480 Mio. US\$

Versicherte Schäden: sehr gering

Todesopfer: 288



16. bis 25. Februar

Wintersturm: USA, Kanada

Gesamtschäden: 2.800 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 2.100 Mio. US\$

Todesopfer: 40



18. bis 21. Februar

Zyklon Marcia: Australien

Gesamtschäden: 800 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 400 Mio. US\$

Todesopfer: 1



25. April

Erdbeben: Nepal, China, Indien

Gesamtschäden: 4.800 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 210 Mio. US\$

Todesopfer: 9.000



23. bis 28. Mai

Unwetter, Sturzfluten: USA

Gesamtschäden: 2.700 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 1.500 Mio. US\$

Todesopfer: 32



Mai bis Juni

Hitzewelle: Pakistan, Indien

Gesamtschäden: gering

Versicherte Schäden: sehr gering

Todesopfer: 3.670



16. September

Erdbeben: Chile

Gesamtschäden: 800 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 350 Mio. US\$

Todesopfer: 15



30. September bis 6. Oktober

Sturzfluten: Frankreich, Italien, Spanien

Gesamtschäden: 950 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 700 Mio. US\$

Todesopfer: 20



1. bis 5. Oktober

Taifun Mujigae: China, Philippinen

Gesamtschäden: 3.500 Mio. US\$

Versicherte Schäden: gering

Todesopfer: 22



23. bis 26. März

Sturzfluten: Chile

Gesamtschäden: 1.500 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 500 Mio. US\$

Todesopfer: 31



30. März bis 1. April

Wintersturm Niklas: Europa

Gesamtschäden: 1.400 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 1.000 Mio. US\$

Todesopfer: 11



19. bis 24. April

Wintersturm: Australien

Gesamtschäden: 1.300 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 730 Mio. US\$

Todesopfer: 7



Juni bis November

Waldbrände: Indonesien

Gesamtschäden: 1.000 Mio. US\$

Versicherte Schäden: sehr gering

Todesopfer: 19



6. bis 11. September

Überschwemmungen: Japan

Gesamtschäden: 1.400 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 650 Mio. US\$

Todesopfer: 8



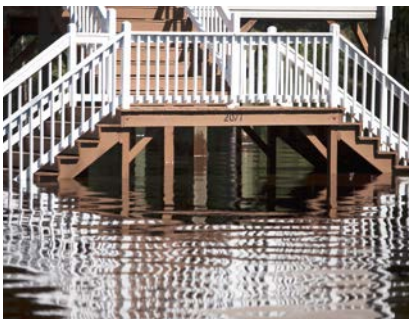
12. September bis 8. Oktober

Waldbrände: USA

Gesamtschäden: 1.400 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 960 Mio. US\$

Todesopfer: 4



2. bis 6. Oktober

Überschwemmungen: USA

Gesamtschäden: 1.700 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 400 Mio. US\$

Todesopfer: 21



17. bis 27. November

Waldbrände: Australien

Gesamtschäden: 200 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 120 Mio. US\$

Todesopfer: 2



Dezember

Überschwemmungen: Britische Inseln

Gesamtschäden: 3.000 Mio. US\$

Versicherte Schäden: 2.000 Mio. US\$

Todesopfer: 5

Innovative Erweiterungen der Analysemöglichkeiten von historischen Schadenereignissen

Jan Eichner, Petra Löw,
Markus Steuer

Naturkatastrophen der Vergangenheit liefern wertvolle Informationen für die aktuelle Risikobeurteilung, sofern man die Schadendaten richtig auf die Gegenwart überträgt. Die Trends in diesen Daten unterliegen einer Vielzahl von sich zeitlich und räumlich verändernden Einflüssen, die es herauszufiltern gilt.

Wesentlich für den Trendverlauf sind die sozioökonomische Werteentwicklung und Änderungen auf der Naturgefahrenseite, zum Beispiel durch Klimavariabilität und Klimawandel. Dabei sind die ökonomischen Faktoren auf der Exposure-Seite meist von größerer Bedeutung. Eine weitere trendbestimmende Komponente ist die vermehrte Erfassung von sehr kleinen Schadenereignissen, da sich insbesondere in den Industrie- und Schwellenländern die Berichterstattung im Lauf der Zeit verbessert hat. Will man den Einfluss der unterschiedlichen Faktoren beurteilen, muss man die Schadendaten räumlich und zeitlich mittels einer übergreifenden ökonomischen Bemessungsgrundlage vergleichbar machen.

Inflationierung und Normalisierung

Zur Beurteilung historischer Schadenereignisse nach heutigen Maßstäben kann man zwei ähnliche, aber doch grundverschiedene Fragen stellen: (a) Was würde der damalige Schaden von Ereignis X heute kosten? (b) Welchen Schaden würde Ereignis X heute verursachen?

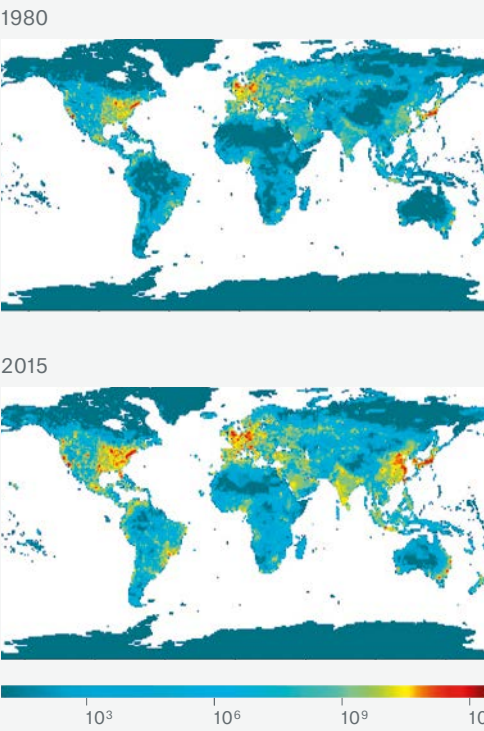
Während man zur Beantwortung der ersten Frage das Schadenbild festhält und nur nach der Entwicklung des Geldwerts der Schadensumme fragt, muss man für Antwort (b) den Schadenfall unter den heutigen Bedingungen neu abschätzen, also Änderungen bei den exponierten Werten und der Vulnerabilität berücksichtigen.

Im ersten Fall reicht es aus, die Inflation mittels eines etablierten Preisindex auf die historisch ermittelten Schadendaten zu übertragen. Dabei ist es wichtig, dass der Index die tatsächliche Preisentwicklung in der betroffenen Region abbildet und sich auf die Währung des Schadenwerts in dem betroffenen Land bezieht.

Um der zweiten Frage nachzugehen, welche Dimension der ökonomische Schaden eines historischen Ereignisses heute erreichen könnte, muss darüber hinaus eine Anpassung an die lokale Werteentwicklung vorgenommen werden. Diese Anpassung nennt man Normalisierung. Betrachtet man versicherte Schäden und berücksichtigt man die Änderungen in der Versicherungsdurchdringung, spricht man von Indexierung. Als ökonomische Referenzgröße für die Schadendaten-Normalisierung haben sich auf weltweiter Skala makroökonomische Daten wie das Bruttoinlandsprodukt (BIP) etabliert (siehe auch Topics Geo 2012).

Ökonomischen Hotspots auf der Spur

Abb. 1: Höhe des Bruttoinlandsprodukts (BIP) als Proxy für die Werteentwicklung, verteilt auf ein 1°x1°-Raster für die Jahre 1980 und 2015. Je dunkler das Rot einer Zelle ist, umso mehr trägt sie zum BIP eines Landes bei (gemessen in nominalen US\$).



Quelle: Munich Re, basierend auf Weltbank

Einkommen bestimmt Katastrophenklasse

Die Klassifizierung einer Naturkatastrophe ist abhängig davon, wo sie auftritt. Ist ein Land gemäß Weltbank einer niedrigen Einkommensklasse (EK) zuzurechnen, ist bereits ab Schäden von 100 Millionen US-Dollar die höchste Katastrophenstufe erreicht. Bei reichen Ländern tritt dieser Fall erst beim 30-fachen Wert ein. Die Zahl der Todesopfer spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle.

KatKlasse (KK):	0	1	2	3	4
EK hoch	≥0	≥3	≥30	≥300	≥3.000
EK gehoben	≥0	≥1	≥10	≥100	≥1.000
EK mittel	≥0	≥0,3	≥3	≥30	≥300
EK niedrig	≥0	≥0,1	≥1	≥10	≥100
Todesopfer	0	≥1	≥10	≥100	≥1.000

Schadenschwellen in normalisierten Mio. US\$

Quelle: Munich Re

Die Daten sind in guter Qualität verfügbar und leicht zugänglich. Dabei multipliziert man einen historischen Schadenwert mit einem Normalisierungsfaktor, der dem Verhältnis von heutigem BIP und BIP zum Zeitpunkt des historischen Geschehens entspricht. Unter der Annahme, dass dieses BIP-Verhältnis tatsächlich die Werteentwicklung vor Ort proportional abbildet, lässt sich der zu erwartende Schadenwert berechnen, der sich ergeben würde, wenn das Ereignis heute noch einmal stattfände. Unberücksichtigt bleiben jedoch Einflüsse, die sich aufgrund einer veränderten Vulnerabilität ergeben.

Neuer Ansatz: Hazard-spezifische zellenbasierte Normalisierung

Beziehen sich die BIP-Daten auf ein ganzes Land oder einen Landstrich, der deutlich größer ist als die von der Naturkatastrophe betroffene Region, ist nicht unbedingt von einem proportionalen Zusammenhang zwischen landesweitem BIP und der Werteentwicklung vor Ort auszugehen. Um dieser Verzerrung entgegenzuwirken, haben wir eine Methode entwickelt, die wir als Hazard-spezifische regionalisierte Normalisierung bezeichnen. Kernstück dieser Normalisierungsvariante bildet ein weltweites $1^\circ \times 1^\circ$ -Raster. Für jede Zelle wird der jährliche Anteil auf sie entfallende BIP des Landes errechnet, und zwar beginnend mit dem Jahr 1980. Die Gewichtung erfolgt dabei anhand der Bevölkerungsentwicklung in der Zelle, teils inter- und extrapoliert (Abb. 1). Das Besondere an diesem Ansatz ist, dass jede einzelne Zelle eine Zeitreihe mit dem jeweils auf sie entfallenden BIP-Anteil seit 1980 enthält. Zellen, die Ländergrenzen schneiden, werden entsprechend mehrfach und mit ihrem jeweiligen Anteil geführt.

Im NatCatSERVICE, der globalen Schadendatenbank von Munich Re, sind die geografischen Koordinaten für die bei einem Schadenereignis am stärksten betroffenen Orte und Regionen hinterlegt. Sie bilden die Grundlage für den sogenannten Schaden-Footprint eines Ereignisses. Darüber hinaus hat jede Naturgefahr – ob Gewittersturm, Sturm-

flut oder Wintersturm – eine individuelle Ausdehnung, den sogenannten Hazard-Footprint.

Footprints

Ein Wintersturm überdeckt eine Fläche, die meist ein Vielfaches der eines Gewitters entspricht, dessen räumliche Ausdehnung typischerweise wiederum weit über die von Sturzfluten nach Starkniederschlägen hinausgeht. Ziel ist es, eine Art geometrischen Kompromiss zwischen Hazard-Footprint und Schaden-Footprint auf dem $1^\circ \times 1^\circ$ -Raster zu erreichen.

Aus den geokodierten Schadenortinformationen und dem darauf aufbauenden Hazard-spezifischen Auswahlmuster ergibt sich für jedes Ereignis ein individueller Normalisierungsfaktor. Er gibt vor, welche Zellen für die Bildung des Normalisierungsfaktors verwendet werden. Wir haben im NatCatSERVICE für fünf Grundarten von Schadenereignissen die typischen Footprints ermittelt. Sortiert nach der Ausbreitungsgröße handelt es sich um

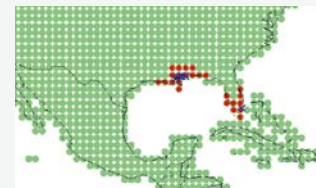
1. Kleinräumige Ereignisse (u.a. Sturzfluten, Erdbeben und Blitzschlag)
2. Lokale Ereignisse (u.a. Schergewitter, Erdbeben, Busch- und Waldbrände)
3. Überschwemmungsereignisse (Flusshochwasser)
4. Küstenereignisse (Tropische Zyklone, Sturmfluten, Tsunamis)
5. Großräumige Ereignisse (u.a. Winterstürme, Dürren und Hitzewellen).

Eine Auswahl von Beispielen für einige dieser Hazard-spezifischen Zellen-Auswahlmuster ist in Abb. 2 zu sehen. Abbildungen dieser Art existieren zu allen etwa 28.000 länderbezogenen Ereignissen seit 1980, die im NatCatSERVICE erfasst sind.

Footprints unterschiedlicher Naturkatastrophen

Abb. 2: Jede Naturkatastrophe hat ihr eigenes Schadenbild, den sogenannten Schaden-Footprint. Er ist bei Stürmen wie Hurrikan Katrina 2005 oder Wintersturm Martin 1999 naturgemäß größer als bei lokalen Schergewittern.

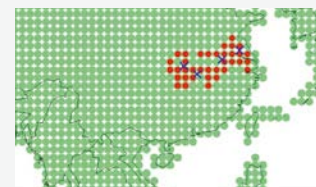
Hurrikan Katrina 2005 in den USA



Wintersturm Martin 1999 in Frankreich und Spanien



Überschwemmung 1991 in China



Schergewitterereignis 2001 in Europa



Quelle: Munich Re

Zur Bestimmung des jeweiligen Normalisierungsfaktors bildet man die Summe der Zellenwerte unter dem Footprint für das Jahr, in dem das Schadenereignis stattgefunden hat, und setzt diesen Wert in Relation zu der Summe der Zellenwerte unter dem Footprint für das heutige Jahr. Die Tabelle auf Seite 65 zeigt die Ergebnisse für zehn ausgewählte Ereignisse.

Abb. 4 (Seite 66, rechte Spalte) zeigt die Entwicklung der globalen Jahressummen der NatKat-Schäden für die nominalen, inflationsbereinigten und zellenbasiert normalisierten Schäden über den Zeitraum 1980 bis 2015 für alle Naturgefahrenarten. Man erkennt eine deutliche Abflachung der Schadenhöhenentwicklung in den normalisierten Schadenhöhen gegenüber den Anstiegen der nominalen und inflationsbereinigten Werte. Diese Abflachung ist jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da sich regional und Hazard-spezifisch durchaus andere Trends abzeichnen können, die in der globalen Betrachtung verloren gehen.

Zwei Beispiele regionaler Schadenhöhentrends für Schwergewitterschäden in Nordamerika und Überschwemmungsschäden in Europa sind in Abb. 3 zu sehen. Die Zunahme der Schwergewitterschäden in normalisierter Auftragung passt zu den meteorologischen Beobachtungen in den USA: eine Intensitätszunahme bei starken und damit schadenenträchtigen Schwergewittern mit Tornadoausbrüchen und großem Hagel. Bei der Beurteilung des vernachlässigbaren Trends in den normalisierten Flutschäden in Europa muss berücksichtigt werden, dass nach der verheerenden 2002er-Flut in verbesserte Schutzmaßnahmen investiert wurde. Diese Maßnahmen zeigten Wirkung: Trotz ähnlicher hydrologischer Dimension blieb der Schaden der 2013er-Flut im normalisierten Vergleich deutlich unter dem Wert der 2002er-Flut.

Masse der Ereignisse fällt kaum ins Gewicht

Die hier vorgestellte Normalisierungsmethode ermöglicht es, für jede beliebige Region festzustellen, wie sich das Risiko in Bezug auf die Schadenhöhen im Zeitablauf verändert hat. Neben der ökonomischen Entwicklung ist für die Risikoeinschätzung eine weitere Voraussetzung, dass die Erfassung von Schadenereignissen über den betrachteten Zeitraum homogen geblieben ist. Das ist für die meisten Regionen tatsächlich nicht der Fall. So hat zum Beispiel das Internet ganz erheblich dazu beigetragen, dass insbesondere kleinere Ereignisse heute besser erfasst werden können als vor etwa 30 Jahren. Dieser Effekt hat einen erheblichen Anteil am Trend zunehmender Schadenereignisse, wie in Abb. 4 (linke Spalte oben) dargestellt. Dieser Reportingtrend hat aber keine nennenswerte Auswirkung auf den Schadenhöhentrend, da die jährlichen Schadenhöhen quer durch alle Naturgefahrenarten von wenigen Großschadenereignissen abhängen, die immer schon erfasst wurden.

Verbesserte Vergleichbarkeit durch differenzierte Klassifizierung

Um den Einfluss kleiner und großer Schadenereignisse auf die Schadenstatistiken analysieren zu können, sind vernünftige Abstufungen zwischen den Schadenereignissen von Bedeutung. Man könnte etwa auf die normalisierten Schadendaten einfach drei global geltende Schwellenwerte (zum Beispiel 10, 100 und 1.000 Millionen US-Dollar) anwenden, um die Ereignisse nach ihrem ökonomischen Schweregrad einzuteilen. Eine solche globale Einteilung lässt allerdings die Tatsache außer Acht, dass ein Schaden von 100 Millionen US-Dollar für Länder wie Haiti oder Bangladesch eine andere Bedeutung hat als zum Beispiel für die USA oder Deutschland. Diese geografisch-ökonomischen Differenzen kann man mit einer Unterteilung der Schwellenwerte abfangen. Dazu bieten sich die vier Einkommensklassen an, nach deren Definition die Weltbank alle Länder jährlich klassifiziert. Mit jeder Einkommensklasse steigt das Brutto-

ationaleinkommen pro Kopf etwa um den Faktor 3 bis 4. Die in der Tabelle auf Seite 62 vorgeschlagene Metrik zur Katastrophenklassifizierung bedient sich dieser Einteilung, indem der Schweregrad eines Ereignisses gemessen an der Schadenhöhe von der jeweiligen Einkommensgruppe abhängt. Darüber hinaus geht auch die Anzahl der Todesopfer in die Bemessung des Schweregrads ein.

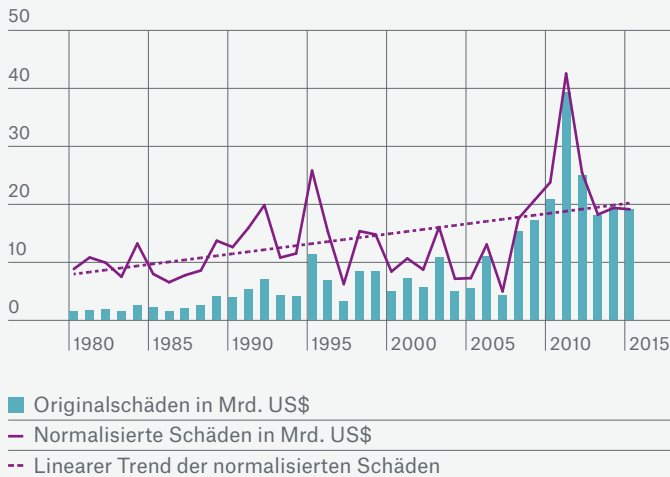
Normalisierte Schadenhöhe und Einkommensgruppe eines Landes im aktuellen Jahr ergeben zusammen mit der Todesopferzahl die Katastrophenklasse. Dieses Vorgehen stellt die robusteste Methode dar, um die ökonomischen Einflüsse von Naturkatastrophen räumlich und zeitlich vergleichbar zu machen. Nach Anwendung dieser KatKlassen-Metrik auf sämtliche Schadenereignisse in der NatCatSERVICE-Datenbank zeigt sich, dass für die Entwicklung der Schadenhöhenstatistik einzig die schweren Ereignisse im jeweiligen Jahr von Bedeutung sind (Abb. 4, untere Reihe rechts). Die gerade in den vergangenen Jahren durch verbessertes Reporting wachsende Anzahl von Kleinschadenereignissen hat auf die Schadenhöhenstatistik (im Gegensatz zur Anzahlstatistik) kaum einen Einfluss (Abb. 4, mittlere Reihe). Selbst eine vielfach höhere Anzahl von erfassten Kleinschadenereignissen kann die Gesamtschadensumme nur unwesentlich beeinflussen.

Nach Normalisierung und Filterung mittels der KatKlassen verbleiben schließlich residuale Trends und Schwankungen, deren Attribuierung sowohl Änderungen in der Vulnerabilität (zum Beispiel verbesserter Hochwasserschutz, gehobene Bau-standards oder verbesserte Vorwarnsysteme) als auch Änderungen auf der Naturgefahrenseite (Ab- und Zunahmen von Intensitäten und Frequenzen von Naturgefahrenereignissen) in den Fokus rücken lassen. Um hier weiter zu differenzieren, muss man regionalisierte und Hazard-spezifische Statistiken betrachten. Für diese Art von weiterführenden Analysen bildet die hier vorgestellte Methode eine geeignete Basis.

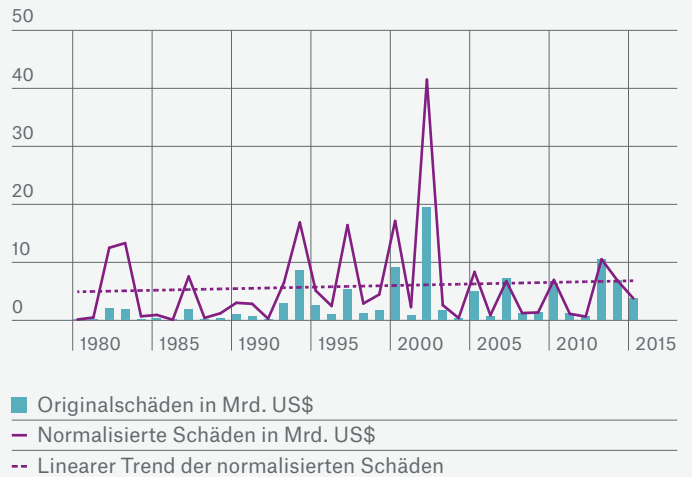
Beispiele regionaler Schadenhöhentrends

Abb. 3: Nominale und normalisierte Jahresschäden durch Schergewitter in Nordamerika und Überschwemmungsschäden in Europa. Während die Zunahme der normalisierten Schergewitterschäden meteorologische Begründungen hat, müssen zur Erklärung der Entwicklung der Überschwemmungsschäden auch in den letzten Jahren umgesetzte Schutzmaßnahmen berücksichtigt werden.

Schergewitterschäden in Nordamerika (Mrd. US\$)



Überschwemmungsschäden in Europa (Mrd. US\$)



Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Originalschäden und normalisierte Schäden der größten Ereignisse seit 1980 im Vergleich

Die Tabelle zeigt die nach Normalisierung schadenträchtigsten Ereignisse seit 1980 und erlaubt einen direkten Vergleich zwischen Originalschaden und normalem Schaden. Sie offenbart zwei bemerkenswerte Effekte: In Japan fallen die normalisierten Schäden der beiden großen Erdbeben geringer aus als die Originalschäden, was neben der wirtschaftlichen Stagnation Japans auch erheblich an dem seit einigen Jahren fallenden Wert des Yen gegenüber dem US-Dollar liegt. Ein

anderer Extremfall ist China. Hier sind mitunter die größten Normalisierungseffekte zu verzeichnen. Der überaus starke wirtschaftliche Aufschwung entlang Chinas wichtiger Wasserstraßen und Küsten führt wie im Falle des Ostchina-Hochwassers von 1991 zu einem Normalisierungsfaktor mit dem Wert 24. Diese Zahlenbeispiele verdeutlichen, welche Schadenpotenziale nach heutigen Maßstäben in den historischen NatKat-Ereignissen stecken.

Jahr	Ereignis	Betroffene Region	Nominaler Originalschaden (Mrd. US\$)	Normalisierter Schaden (Mrd. US\$)
2011	Tohoku-Erdbeben und Tsunami	Japan	210	174
2005	Hurrikan Katrina	USA	125	167
1991	Ostchina-Hochwasser	China	6,8	165
2008	Sichuan-Erdbeben	China	85	156
1998	Jangtse-Hochwasser	China	16	130
1994	Northridge-Erdbeben	USA	44	91
1995	Kobe-Erdbeben	Japan	100	90
1992	Hurrikan Andrew	USA und Bahamas	27	82
1988	Spitak-Erdbeben	Armenien und Türkei	14	71
2012	Hurrikan Sandy	USA, Karibik und Bahamas	68,5	70

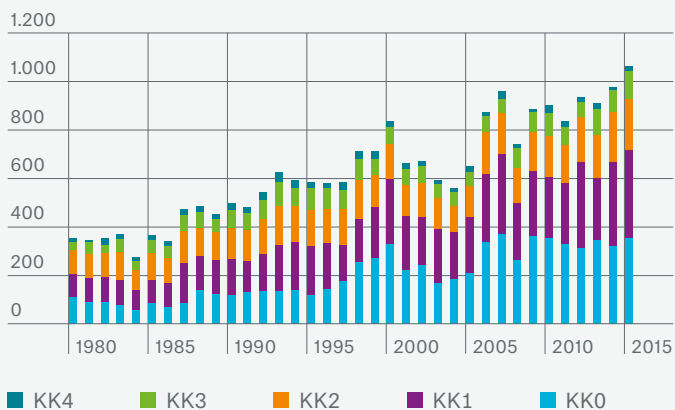
Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Historische Schadenereignisse neu bewertet

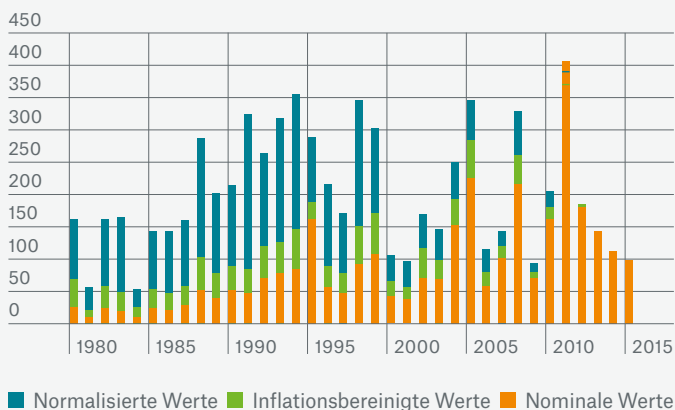
Abb. 4: Anzahlstatistiken nach KatKlassen-Einteilung (links) sowie die zugehörigen Jahressummen der direkten Gesamtschäden aus allen Schadenereignissen (rechts). Kernaussage dieser Abbildung:

Die KK0-Ereignisse tragen so gut wie nichts zum Gesamtschaden bei. Der Verlauf des Gesamtschadens wird im Wesentlichen nur von den größten und schwersten Schadenereignissen (KK4) bestimmt.

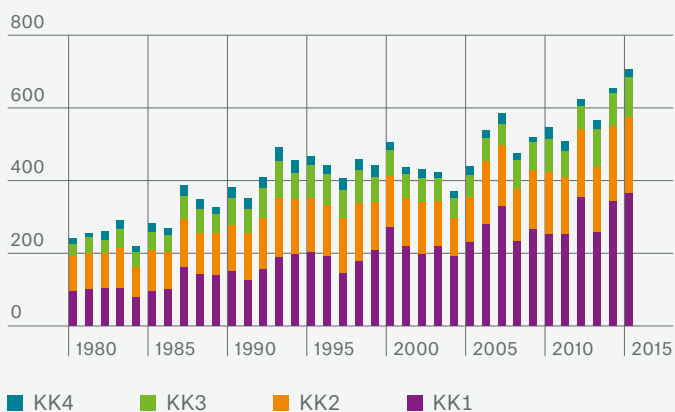
Anzahl der Schadenereignisse nach KatKlassen KK0-KK4



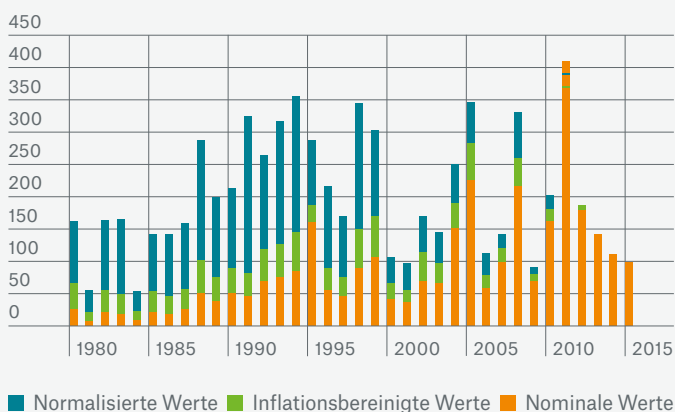
Globale jährliche Gesamtschäden in Mrd. US\$ (KK0-KK4)



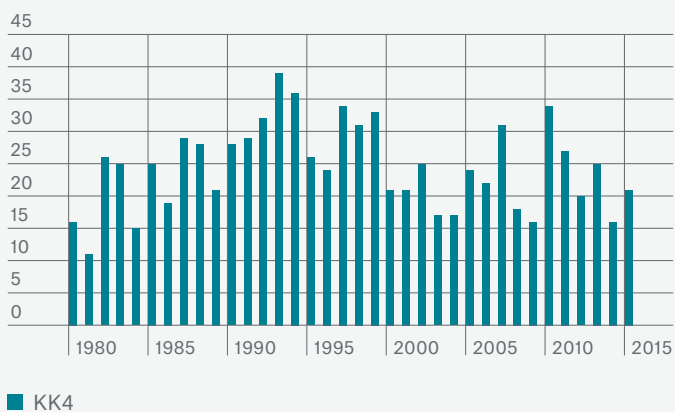
Anzahl der Schadenereignisse nach KatKlassen KK1-KK4



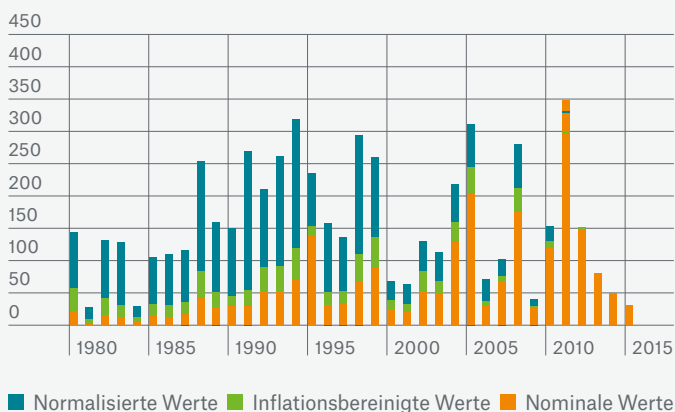
Globale jährliche Gesamtschäden in Mrd. US\$ (KK1-KK4)



Anzahl der Schadenereignisse nach KatKlasse KK4



Globale jährliche Gesamtschäden in Mrd. US\$ (KK4)



Quelle: Munich Re NatCatSERVICE



Erdbeobachtung mit Satelliten – Chance für das Risikomanagement

von Andreas Siebert

Obwohl seit Jahrzehnten verfügbar, halten Satellitenaufnahmen nur zögerlich Einzug ins Risikomanagement von Versicherern. Um das Potenzial dieser Daten- und Informationsquelle zu heben, müssen Anbieter und Nutzer stärker zusammenarbeiten.

Bilder aus dem Orbit für zivile Anwendungen liefern das amerikanische Landsat-Programm oder die französische Spot-Reihe bereits seit den 1980er-Jahren. Durch die wachsende Zahl nationaler und kommerzieller Anbieter auf dem Fernkundungsmarkt können Interessenten heute auf eine Vielzahl an Satellitensystemen zurückgreifen, zum Beispiel auf das Copernicus-Projekt der Europäischen Union. Herzstück der Weltraumkomponente sind sieben eigens entwickelte Satellitenmissionen, die Copernicus Sentinels. Sie erstellen Radar- und Spektralaufnahmen zur Erdbeobachtung und für das Monitoring von Ozeanen und Atmosphäre.

Neben Satelliten liefern auch Flugzeuge und Drohnen aus geringerer Höhe Bilder von der Erdoberfläche. Während Satelliten für die Betrachtung großer Gebiete wie Überschwemmungsflächen geeignet sind, spielen Drohnen ihre Vorteile auf kleineren Räumen oder bei Industriekomplexen aus.

Auflösung – das Zauberwort in der Branche

Die Vielfalt bei den Datenanbietern hat den großen Vorteil, dass sich die zeitliche (temporale) Auflösung in

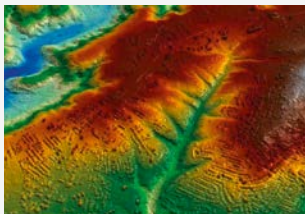
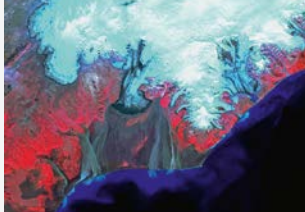
den vergangenen Jahren deutlich verbessert hat. Heute werden viele Gebiete auf der Erde praktisch täglich von wenigstens einem System überflogen, das entsprechende Bilder liefert. In der Vergangenheit war ein wöchentlicher Turnus eher die Regel. Die Herausforderung besteht darin, geeignete Daten in dem stark fragmentierten „Anbieterdschungel“ aufzuspüren.

Ein wesentliches Kriterium bei digitalen Satellitenbildern ist die räumliche Auflösung, also die Fähigkeit, Details aufzuzeichnen. Je mehr Rasterzellen (Pixel) für die Aufnahme einer vorgegebenen Fläche zur Verfügung stehen, desto detailschärfer ist die Wiedergabe. Waren früher Auflösungen im Bereich von mehreren zehn Metern üblich, lassen sich heute Objekte im Dezimeterbereich erkennen. Die Experten nennen das VHR, „Very High Resolution“. Durch diese „Detailtiefe“ sind Gebäude oder Infrastruktur und sogar einzelne Fahrzeuge gut auszumachen. Dafür muss man eine deutlich höhere Datenmenge in Kauf nehmen, was zumindest bei kleineren Analysegebieten kein Problem darstellen sollte.

Neben der zeitlichen und räumlichen spielt die spektrale Auflösung bei Fernerkundungssensoren eine wichtige Rolle. Sie hängt davon ab, welche Wellenlängen der elektromagnetischen Strahlung (zum Beispiel sichtbares Licht, nahes oder fernes Infrarot) die Sensoren erfassen. Üblicherweise machen Satelliten Aufnahmen auf verschiedenen Spektralkanälen. Erfassen sie das sichtbare Licht, gleicht

Erdbeobachtungsdaten (Satelliten, Luftbilder, Drohnen): Mehrwert für die Versicherungswirtschaft anhand ausgewählter Beispiele

Erdbeobachtungs-
Rohdaten



Risikobezogene
Bildprozessierung

Ereignis-
„Footprints“

Siedlungsflächen

Landwirtschaft-
liche Flächen

Digitale
Höhenmodelle

→ Bauwerks-
klassen

Vegetationsindex

Dürregebiete

Waldbrand-
erkennung

Wärmelecks

Monitoring
(vorher/nachher)

3D-Modellierung

Kombination mit
Versicherungsdaten

Haftungen
(Markt/Kunde)

Vulnerabilität

Szenarien

Risikoorte

→ Kumulzonen

„Hotspots“

Schäden

Industrie-
komplexe

Versicherungs-
durchdringung

Mehrwert für das
Risikomanagement

Visualisierung

Risikomodellierung

Risikoeinschätzung

Schaden-
abschätzung

Kumulkontrolle

Betrugserkennung

Marktpotenziale

Innovative
Produktent-
wicklung

das dem Blick aus einem Flugzeug. Infrarotkanäle dagegen können Aufschluss etwa über den Zustand der Vegetation bzw. der Pflanzenvitalität geben.

Dies kommt bei der Agrarversicherung und bei Ernteschätzungen zum Tragen. Thermische Bilder zeigen Temperaturunterschiede an und werden bei klimatischen Fragen oder beim Monitoring von Kraftwerken eingesetzt, etwa um Wärmelecks zu erkennen.

Zu den verschiedenen Spektralkanälen gehören auch Radaraufnahmen, die nach dem SAR-Prinzip (Synthetic Aperture Radar) arbeiten. Sie haben den großen Vorteil der Wetterunabhängigkeit, weil sie den Blick unter die Wolkendecke ermöglichen.

Fachliche Brücken bauen

Satellitendaten zählen zu den sogenannten Geodaten, da sie über eine Georeferenzierung verfügen. Deshalb werden diese Informationen schwerpunktmäßig bei der Naturgefahrenanalyse sowie für das kurzfristige Wetter- und langfristige Klima-Monitoring der Geo-Experten eingesetzt. Auch in den Client- und Service-Tools von Munich Re kommen Satellitendaten zum Einsatz, insbesondere als Visualisierungs- und Orientierungshintergrund, wie man es auch aus Google Earth kennt. Dieses Programm existiert erst seit 2005 und ist heute aus vielen Kartenanwendungen nicht mehr wegzu-denken. So setzt auch NATHAN (Natural Hazards Assessment Network), das Naturgefahren-Service-

Tool von Munich Re, auf diese Visualisierungstechniken auf. Weniger „sichtbar“ sind die Satelliteninformationen in komplexen Datenanalysen, etwa in den globalen Naturgefahrenkarten von NATHAN. Das gilt gleichermaßen für unsere Hagelzonierung wie für die Waldbrandkarte oder die detailgenauen Überschwemmungszonen. Letztere nutzen exakte digitale Höhenmodelle, die aus Satellitenbildern abgeleitet wurden.

Ihren Weg in das Underwriting oder das Risikomanagement fanden Satellitendaten in erster Linie über Post-Event- oder Post-Disaster-Anwendungen. Hier nutzt man die aktuellen Bilder, um das Schaden-gebiet und im Idealfall auch die Schadenintensität zu ermitteln. Mittels geanalytischer Verfahren können diese „Footprints“ dann mit den eigenen Haftungen abgeglichen werden. Zeitnahe und realistische Schadensschätzungen in der Sach- und Agrarversicherung sind so möglich.

Die bessere zeitliche Auflösung erlaubt es zudem, Monitoring-Aufgaben bildtechnisch zu unterstützen. Denkbar sind Anwendungen im Engineering-Bereich, wo sich der Fortschritt von Bauprojekten oder die Entwicklung und der Zustand von Infrastruktureinrichtungen beobachten lässt.

Bedürfnisse exakt formulieren

In der Vergangenheit hat sich immer wieder gezeigt, dass der Dialog zwischen Risikomanagern und den Daten- bzw. Service Providern nicht optimal verlief. Das lag zunächst daran, dass beide Seiten zu wenig Verständnis füreinander hatten und die Erfordernisse von Risikomanagern bzw. die technischen Grenzen der Anbieter nicht ausreichend beachtet wurden. Mit dem Vordringen von Big Data und Data Analytics in immer mehr Geschäftsbereiche sind viele

neue Anbieter und Start-ups unterwegs, die Lösungen für die Versicherungswirtschaft im Gepäck haben.

Für eine erfolgreiche Zusammenarbeit ist es zunächst nötig, auf Anbieterseite die technischen Möglichkeiten im Hinblick auf die Bedürfnisse von Risikomanagern auszuloten. Auch die Risikoexperten selbst sind gefragt. Sie müssen den Datenlieferanten klarere Vorgaben machen, um das technische Innovationspotenzial auszuschöpfen. Wünsche wie „wir brauchen bessere Schadendaten“ sind hier eindeutig zu unpräzise und führen zwangsläufig zu Enttäuschungen auf beiden Seiten. Nicht zu unterschätzen ist der Weg von den Bilddaten zu verwertbaren Underwriting-Informationen, der teilweise aufwendige Bildverarbeitungs- und Interpretationsverfahren verlangt.

Unsere Geodaten- und Satellitenexperten stehen gerne für einen fachlichen Dialog mit Kunden und Interessierten zur Verfügung.

Schwergewitter in Europa

von Eberhard Faust

Die Intensität von Gewittern hat in bestimmten Regionen Europas in den vergangenen Jahren zugenommen. Prävention ist das A und O, um Schäden gering zu halten.

Schwere Gewitter können praktisch überall in Europa auftreten. Besonders hohe Schwergewitteraktivität zeigt sich in südwestlichen, zentralen, südlichen und südöstlichen Bereichen des Kontinents: Die stärkste Aktivität ist in Norditalien in der Po-Ebene direkt südlich der Alpen zu verzeichnen. Hoch ist die Aktivität auch unmittelbar nördlich der Alpen in einem gebogenen Korridor, der von der Nordhälfte der Schweiz über Süddeutschland in Gebiete Österreichs reicht. Weitere Schwerpunktregionen liegen am Fuß der Pyrenäen sowie im Südosten Spaniens, nahe des Massif Central in Frankreich sowie in Südosteuropa im Umfeld der dortigen Gebirge.

Direkt über den Hochgebirgen ist die Schwergewitteraktivität reduziert, da dort aufgrund niedriger bodennaher Temperaturen und Feuchtegehalte der Konvektionsantrieb im Mittel geringer ist. In Richtung der nördlichen und nordwestlichen Regionen Europas und der dortigen Küsten nimmt die Gewitteraktivität graduell ab. Herbstliche Überschwemmungsschäden an der französischen Mittelmeerküste oder in Norditalien im Zuge einer nach Norden gerichteten Anströmung aus dem Mittelmeerbereich setzen zwar oft ein im westlichen Mittelmeerraum liegendes

Tiefdruckgebiet voraus, werden dann aber vor Ort unter Beteiligung von Gewitterzellen verursacht.

Die wichtigsten Schadentreiber

In den vergangenen Jahren haben Schwergewitter in Europa vor allem aufgrund von Hagel und starken Böen, aber auch im Zusammenhang mit Sturzflutereignissen nicht selten versicherte Schäden von über einer Milliarde Euro verursacht. So kosteten beispielsweise die Schwergewitter vom 27./28. Juli 2013 im Norden und Südwesten Deutschlands die Versicherungswirtschaft 3,8 Milliarden US-Dollar. Häufig entstehen dabei Gebäudeschäden aufgrund einer windgetriebenen von der Vertikalen abweichenden Fallrichtung von Hagelkörnern, bei der Hauswände mit Außenwärmedämmung getroffen und der dünne Oberputz bis auf das Armierungsgewebe abgeschlagen wird. Auch weitere vertikale Flächen wie Fassadenelemente, Leuchtreklamen oder Lichtschutzsysteme vor Fensterflächen werden so beschädigt. Generell zeigt sich, dass Dächer und Wände bzw. Fassadenelemente bei Gebäuden meist die dominante Rolle beim Hagelschadenbild spielen. Die Schäden im Dach- und Innenbereich können bei nachfolgendem Regen, der durch zertrümmerte Dachziegel bevorzugt alter Gebäudebestände ins Innere der Häuser eindringt, noch stark anwachsen.

Die zehn größten normalisierten versicherten Schwergewitterschäden in Europa seit 1980

Die Schäden aus vergangenen Jahren wurden mithilfe der länderspezifischen BIP-Entwicklung als Proxy so umgerechnet, als seien sie bei den heute existierenden zerstörbaren Werten entstanden (Werte 2015). Bereits sieben der zehn größten Ereignisse liegen dabei bei einem versicherten Schaden von über einer Milliarde US-Dollar. Ebenfalls sieben der zehn größten Schäden ereigneten sich während der vergangenen acht Jahre. Die Jahreswerte der normalisierten Schwergewitterschäden sind online dargestellt (www.munichre.com/topicsgeo2015)

Datum	Ereignis	Betroffene Länder	Gesamt-schäden in Mio. US\$ (Werte 2015)	Versicherte Schäden in Mio. US\$ (Werte 2015)	Tote
27.-28.7.2013	Hagelstürme, Unwetter	Deutschland	5.000	3.800	
7.-10.6.2014	Unwetter (Ela), Hagelstürme	Frankreich, Belgien, Deutschland	3.800	3.000	6
12.7.1984	Hagelstürme	Deutschland (München)	5.400	2.700	
28.5.-2.6.2008	Unwetter (Hilal), Sturzfluten	Deutschland	1.800	1.300	3
23.-24.7.2009	Unwetter, Hagelstürme	Österreich, Tschech. R., Deutschland, Polen, Schweiz	2.200	1.300	11
15.6.2010	Sturzfluten, Überschwemmung	Südfrankreich	1.600	1.100	27
4.-9.11.2011	Überschwemmung, Sturzfluten	Frankreich, Italien, Spanien	2.100	1.100	15
2.-3.7.2011	Sturzfluten, Unwetter	Dänemark (Kopenhagen)	1.500	900	
3.-4.10.1988	Sturzfluten	Südfrankreich	1.400	870	11
3.-9.11.1987	Sturzfluten, Hangrutsche	Südost-Spanien	4.400	820	16

Quelle: Munich Re NatCatSERVICE

Neben den Schäden an Gewerbe- und Wohngebäuden tragen freilich auch die Schäden in der Transport- und Kraftfahrtversicherung wesentlich zum Gesamtschaden bei, besonders wenn Autolager oder - zu ungünstigen Tageszeiten - Verkehrsströme auf den Straßen getroffen werden. Es ist klar, dass mit werthaltigeren Baumaterialien und zugleich steigenden Reparaturkosten auch die Schäden aus Schwergewittern, insbesondere aus Hagel und Gewitterböen, in Europa zunehmen.

Gefährdungslage verändert sich

Jüngste wissenschaftliche Untersuchungen legen nahe, dass sich das Schadenpotenzial aus Hagelereignissen in Europa nicht allein aufgrund der zunehmenden zerstörbaren Werte und Reparaturkosten verändert; auch die Entwicklungen bei Häufigkeit und Intensität von Gewittern sind im Wandel.

Das energetische Potenzial für konvektive Prozesse wird durch die verfügbare potenzielle Gewitterenergie (CAPE = Convective Available Potential Energy) beschrieben: Die thermodynamischen Eigenschaften der Atmosphäre und ihres unteren Rands geben darüber Auskunft, ob ausreichend Energie für konvektive Prozesse zur Verfügung steht. Die dafür notwendigen Sondierungen der Atmosphäre werden regelmäßig an speziell eingerichteten Wetterstationen durchgeführt. Eine Studie aus jüngerer Zeit (Mohr und Kunz, 2013) fand für die verfügbare potenzielle Gewitterenergie in Europa über den Zeitraum 1978 bis 2009 weitverbreitete signifikante Anstiegstrends an diesen Stationen. Besonders ausgeprägt sind sie in Mittel- und Osteuropa, aber auch in Südfrankreich und Norditalien.

Als wichtigster Treiber für diese Zunahmen wird ein ansteigender Feuchtegehalt der unteren Atmosphäre ins Spiel gebracht – eine notwendige physikalische Konsequenz der langfristigen Erwärmung. Über wärmeren Meeresoberflächen verdunstet mehr Wasser, und die Atmosphäre kann im wasserdampfgesättigten Milieu pro Grad Celsius Temperaturzunahme eine um ca. sieben Prozent größere Wasserdampfmenge aufweisen. Wasserdampfhaltige Luft steigt in konvektiven Prozessen der Gewitterbildung auf, da sie spezifisch leichter ist als trockene Umgebungsluft. Zudem wird bei den Phasenübergängen des Wassers (gasförmig – flüssig – gefroren) jeweils zusätzliche Wärmeenergie frei, welche die Konvektion antreibt. Daher wirkt mehr Wasserdampf als energetisches Treibmittel der Konvektion. Diesen stationsbasierten Trends bei der verfügbaren Gewitterenergie entsprechen auch Trends bei anderen Konvektionsindizes. Allerdings sagen diese Größen nur etwas über das Gewitterpotenzial aus, nicht darüber, ob und wie häufig dieses Potenzial durch Auslösemechanismen wie großräumige Hebungsprozesse oder Fronten auch tatsächlich in Schergewitter mündet.

Kinetische Energie des Hagels nimmt zu

Versicherungsdaten wie die Anzahl von Hagelschadentagen mit Schadenzahlen über bestimmten Schwellenwerten weisen für den Südwesten Deutschlands tatsächlich Zunahmen der Ereignisse aus, die dort mit der Zunahme der verfügbaren Gewitterenergie und weiteren gewitterrelevanten Variablen einhergehen (Kunz et al., 2009).

Beobachtungen mithilfe von Hagelimpaktoren (hail pads), welche die kinetische Energie des Hagels messen können, fanden in Frankreich (Atlantik/Pyrenäen) substanzielle Steigerungen beim jährlichen Mittelwert der kinetischen Energie pro Hagelschlag in der Größenordnung 70 Prozent im Zeitraum 1989 bis 2009 (Berthet et al., 2011), wobei die jährliche Frequenz der Hagelereignisse ohne Trend war. Auch in Norditalien wurden im Zeitraum 1975 bis 2009 signifikante Zunahmen der kinetischen Energie starker Ereignisse (oberste zehn Prozent) von knapp 60 Prozent beobachtet (Eccel et al., 2012).

Interessant ist in diesem Kontext die Beobachtung, dass die Höhe des Null-Grad-Temperaturniveaus über Grund die Korngrößenverteilung in einem Hagelereignis und damit auch die kinetische Energie erheblich beeinflusst: Mit zunehmender Erwärmung steigt die Höhe des Null-Grad-Temperaturlevels an. Unter diesen Bedingungen würden bei einem Hagelgewitter kleinere Körner (ca. <1 cm Durchmesser) auf ihrem Fallweg stärker schmelzen; daher zeigen die Auswertungen der Hagelimpaktoren bei höherer Null-Grad-Grenze entsprechende Abnahmen. Andererseits folgt aus der mächtigeren Schicht unterhalb der Null-Grad-Grenze unter wärmeren Verhältnissen ein im Mittel stärker ausgeprägter Aufwindbereich, in dem größerer Hagel entstehen kann.

Daher kommen in diesem Fall mehr große Hagelkörner (ca. >1 cm Durchmesser) am Boden an. Da über die vergangenen Jahre die mittlere Höhe der Null-Grad-Grenze bereits gestiegen ist, liegt es nahe, dass dieser Prozess schon zu den beobachteten Zunahmen bei der kinetischen Energie der Hagelereignisse beigetragen hat und zukünftig zu einer weiteren Zunahme beitragen könnte (Dessens et al., 2015).

Hagelereignisse nehmen zu

Für die zukünftigen Änderungen der Gewitteraktivität unter dem Klimawandel stellt der 2013 erschienene Fünfte Sachstandsbericht des Weltklimarats fest: „Generell gesehen legen die Ergebnisse für alle bisher erforschten Gebiete der Welt einen Trend hin zu Umweltbedingungen nahe, in denen mehr schwere Gewitter auftreten können, aber die kleine Zahl der dazu vorhandenen Studien lässt eine Einschätzung der Wahrscheinlichkeit dieser Veränderungen nicht zu“ (IPCC, 2013, WG I, S. 1087).

Zwei Studien, die sich mit der Abschätzung versicherter Schäden beschäftigen haben, seien hier aufgeführt: Für landwirtschaftliche Versicherungen in den Niederlanden wurden Schadenzunahmen aus Hagel im Bereich 25 bis 29 Prozent bei der „outdoor farming insurance“ und 116 bis 134 Prozent bei „greenhouse horticulture insurance“ für +1 °C Temperaturzunahme projiziert (Botzen et al., 2010).

In einem Projekt des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) gemeinsam mit Klimaforschungseinrichtungen wurde beim jährlichen Schadensatz der Wohngebäudeversicherung aus sommerlichen Unwettern, die durch Hagel dominiert werden, für die Periode 2011 bis 2040 eine Zunahme um 15 Prozent gegenüber der Referenzperiode 1984 bis 2008 projiziert, für die Periode 2041 bis 2070 gar eine Zunahme um 47 Prozent. Das vorausgesetzte Emissionsszenario (SRES A1B) und die daraus resultierende globale Erwärmung werden bis etwa in die 2040er Jahre auch noch mit dem Pfad zum Einhalten des Zwei-Grad-Limits in etwa konsistent sein (Gerstengarbe et al., 2013).

Wichtiger als die Prozentzahlen, hinter denen viele Unsicherheiten der Modelle und der Treibhausgas-konzentrationsszenarien stehen, ist die Aussage über die Richtung der Änderung: Auch wenn es der Menschheit gelingt, das Zwei-Grad-Limit einzuhalten, wären deutliche Zunahmen über die nächsten Jahrzehnte zu erwarten.

Prävention verhindert Schäden

Für die Risikoträger heißt das, dass Bemühungen um eine bessere Widerstandsfähigkeit der Baumaterialien gegenüber Hagel, die Anwendung von Hagelnetzen und generell die Bemühung um Schadenprävention eine immer größere Bedeutung bekommen. Denn neben den möglichen Veränderungen bei der Gefährdung werden auch die zerstörbaren Werte weiter anwachsen.

Aus diesem Grund unterstützt die Versicherungswirtschaft Maßnahmen zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit von Gebäuden. Die Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen in der Schweiz führt das „Elementarschutzregister Hagel“, das für verschiedene Materialien, die bei Gebäudehüllen verwendet werden, den ermittelten Hagelwiderstand ausweist. Firmen können ihre Produkte einem Prüfverfahren unterziehen, bei dem ein Beschuss der Oberflächen mit Hagelkörnern definierter Eigenschaften stattfindet. Bei erfolgreichem Test werden sie im Hagelregister geführt. Durch Initiativen dieser Art kann die Schadenprävention in den Marktwettbewerb der Materialhersteller integriert werden. Damit kann die Prävention schon bei der Gebäudeplanung der Bauherren so berücksichtigt werden, dass teure Reparaturen eine geringere Wahrscheinlichkeit bekommen.

Die Referenzen zu diesem Artikel finden Sie im gleichnamigen Artikel auf unserer Internetseite www.munichre.com/topicsgeo2015

Projektion von sommerlichen Sturm- und Hagelschäden

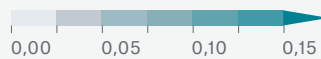
Projizierte Änderung des sommerlichen Schadensatzes aus Sturm/Hagel (VGW) für die Perioden 2011 bis 2040 und 2041 bis 2070 gegenüber der Referenzperiode 1984 bis 2008. Die räumlichen Untereinheiten sind durch homogene Schadencharakteristika definiert und entsprechen keinen administrativen oder in der Versicherung geläufigen Regionen.

Projizierte Änderung des mittleren jährlichen Schadensatzes Sturm/Hagel im Sommer in Deutschland, bezogen auf den Zeitraum 1984 bis 2008

1984-2008

Mittlerer Schadensatz:
0,034 Promille

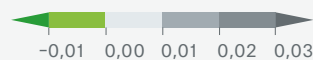
Schadensatz



2011-2040

Mittlere Differenz gegenüber
1994-2008: +0,005 (+15%)

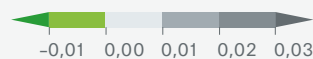
Differenz zur Periode
1984-2008



2041-2070

Mittlere Differenz gegenüber
1994-2008: +0,016 (+47%)

Differenz zur Periode
1984-2008



Quelle: Abschlussbericht zum GDV-Projekt „Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadensituation in der Deutschen Versicherungswirtschaft“, Dezember 2011

Virtuelle Erdbeben in 3D

von Marco Stupazzini

Supercomputer ermöglichen es, Erdbeben und ihre Auswirkungen in 3D zu simulieren. Die Analyse liefert ein wertvolles Tool für das Risikomanagement, auch wenn der Anwendungsbereich noch begrenzt ist.

Am 17. Januar 1995 verwüstete ein starkes Erdbeben die japanische Stadt Kobe. Fast 6.500 Menschen kamen ums Leben, Zehntausende verloren ihr Zuhause. Nach der Katastrophe ließ die japanische Regierung „E-defense“, den weltgrößten Rütteltisch, bauen (www.bosai.go.jp/hyogo). Die imposante Anlage kann das Verhalten von Gebäuden bei Erdbeben unter Berücksichtigung aller drei räumlichen Dimensionen simulieren. Die riesige Experimentierplattform eröffnete Ingenieuren völlig neue Möglichkeiten der Analyse und erfüllte Wissenschaftlern den Traum, Bauwerke unter starken Bodenschwankungen zu testen.

Wäre so etwas auch für Erdbeben selbst denkbar? Könnte man in einem gigantischen Experiment Erdstöße auslösen, um ihre Wirkungen zu erforschen? Zwei Dinge stehen dem entgegen: Zum einen wäre es äußerst schwierig, denn selbst ein kleines Beben mit einer Magnitude von $M_w = 5,0$ setzt bereits Energie in der Größenordnung der Hiroshima-Bombe von 1945 frei. Zum anderen wäre es extrem riskant!

Glücklicherweise gibt es einen anderen Weg: Mit Supercomputern lässt sich ein virtuelles Labor schaffen, in dem seltene, nicht vorhersagbare Ereignisse wie Erdbeben simuliert und unter physikalischen Gesichtspunkten analysiert werden können. Das verspricht neue Erkenntnisse, sind Erdbeben doch ein komplexes und dynamisches Phänomen, bei dem der Wellenausbreitung eine entscheidende Rolle zukommt.

Um die Auswirkungen eines Ereignisses abzuschätzen, werden bislang statische Karten mit den maximal beobachteten (oder modellierten) Amplituden der Bodenbewegung herangezogen. In den meisten Fällen ist dies sinnvoll, wenn auch mit gewissen Einschränkungen:

- Die Karte wird normalerweise auf Basis sogenannter Ground Motion Prediction Equations (GMPE) berechnet. Dahinter steckt ein vereinfachtes empirisches Regressionsmodell, das auf der Beobachtung von Bodenbewegungen früherer Erdbeben beruht. Ziel dieses Modells ist es, bestimmte Bewegungsgrößen als Funktion anderer Parameter wie Entfernung vom Epizentrum, der Bebenmagnitude, dem Herdmechanismus und Untergrundeffekten (verstärkende oder dämpfende) vorherzusagen.
- Die Karte wird mithilfe der bei einem Ereignis beobachteten Daten verbessert, sofern solche zur Verfügung stehen.
- Sie kann daher womöglich spezifische Effekte des betrachteten Erdbebens nicht einbeziehen und wiedergeben.

Ein Erdbeben setzt in kurzer Zeit enorme Energie frei, hauptsächlich in Form von Bewegung, aber auch in Form von Schall und Wärme. Demzufolge erzeugt es einerseits bleibende Verschiebungen, andererseits seismische Wellen, die sich im Boden fortpflanzen. Hätten wir eine ausreichende Anzahl von Seismometern (Geräte, welche die Bodenbewegung als Funktion der Zeit aufzeichnen) an den richtigen Stellen, könnten wir diese elasto-dynamische Wellenbewegung als Film darstellen. Leider funktioniert das in der Regel nicht, da nur wenige Länder über dichte Messnetze verfügen und wir häufig lange auf das nächste seismische Ereignis warten müssen.

Meistens ist es möglich, die Bodenbewegung eines Erdbebens anhand der Magnitude des Bebens, des Abstands zum Herd und der lokalen Untergrundverhältnisse über die Bodenbeschleunigungs-Vorhersagegleichung GMPE zu ermitteln – aber nicht immer: etwa wenn das betreffende Gebiet eine komplexe Geologie aufweist und zudem recht nahe an der seismischen Quelle (der Störung selbst) liegt. Um hier die Bodenbewegungen richtig zu beschreiben, ist eine Modellierung nötig, die sich auf weitere physikalische Parameter stützt.

Eine einfache Analogie soll das verdeutlichen: Angenommen, Sie nehmen Ihren Koffer vom Gepäckband am Flughafen und stellen fest, dass die Zahlenkombination des Schlosses nicht funktioniert – es ist nämlich der falsche Koffer. Sie haben sich auf bestimmte Eigenschaften Ihres Gepäckstücks verlassen (Farbe, Größe, Gewicht), die es mit vielen anderen teilt. Den „durchschnittlichen Koffer“ haben Sie korrekt identifiziert, interessiert sind Sie jedoch nicht am durchschnittlichen, sondern am richtigen: Ihrem.

San Francisco, Los Angeles und Tokio sind drei Beispiele, bei denen man sich im Risikomanagement nicht auf die Vorhersage der durchschnittlichen Bodenbewegung verlassen sollte. Bleiben hier räumliche Korrelationen unberücksichtigt, können große Fehler bei der Schadensschätzung auftreten.

Die sogenannte physikalisch basierte Simulation (PBS) bezieht solche Daten mit ein und liefert ein realistischeres Bild des betreffenden Erdbebenszenarios. Die PBS-Methode unterscheidet sich substantiell von Bodenbeschleunigungs-Vorhersagegleichungen, indem sie die Erdbebenphysik realistischer beschreibt. Demgegenüber zielt die GMPE darauf ab, vereinfacht die maximale Bodenbeschleunigung mithilfe weniger auf Beobachtungen gestützter Parameter zu modellieren. Die PBS-Methode ist daher geeignet, komplexe Materialeigenschaften oder seismische Wellenausbreitungsphänomene wiederzugeben. Dazu gehören Nahfeld-Effekte in unmittelbarer Umgebung des Erdbebenherds, Resonanz-Effekte in Becken mit weichem, alluvialen Boden/Untergrund oder in der Erdkruste.

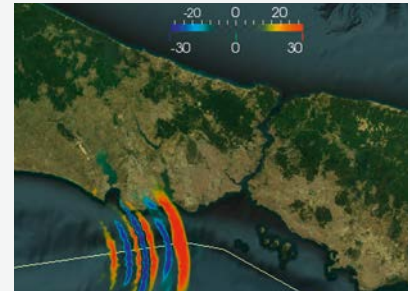
Ein Beispiel für die Leistungsfähigkeit der Methode ist die Modellierung des Christchurch-Bebens vom 22. Februar 2011. Dazu verglich man die gesamte zeitliche Abfolge des Bebens, nicht nur die maximale Bodenbewegung, mit den modellierten Seismogrammen. Es zeigte sich, dass diese Methode ausgereift genug ist, um in einem höchst komplizierten geotechnischen und geologischen 3D-Umfeld innerhalb eines gegebenen Frequenzbereichs bessere Einsichten in die Bodenbewegungen in der Nähe einer Störung zu gewinnen.

Die zuverlässigen Ergebnisse der PBS haben Seismologen und Ingenieure dazu veranlasst, die seismischen Bewegungen vergangener Erdbeben nachzubilden und die Bodenbewegungen bekannter Verwerfungen im Erdbebenfall zu simulieren. Neben San Francisco, Los Angeles und Tokio wurden derartige Simulationen auch für Istanbul (Türkei), Wellington (Neuseeland) und Santiago (Chile) vorgenommen.

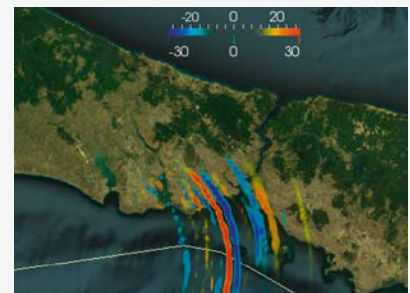
Momentan unterliegt PBS noch gewissen Einschränkungen. Die Methode funktioniert nur in Gebieten, für die geotechnische/geologische Informationen in ausreichender Menge und Qualität vorliegen. Außerdem ist die Berechnung sehr kostenintensiv. Nichtsdestotrotz ist PBS mit Sicherheit ein vielversprechender Ansatz, um die Folgen des seltenen, aber potenziell zerstörerischen Naturphänomens Erdbeben zu verstehen. Zusammen mit der Polytechnischen Universität Mailand arbeitet Munich Re an einer Methode, die Vorteile von PBS zu nutzen und unsere internen probabilistischen Erdbebenmodelle mit 3D-Szenarien zu erweitern (<http://speed.mox.polimi.it>).

Wellen im Untergrund

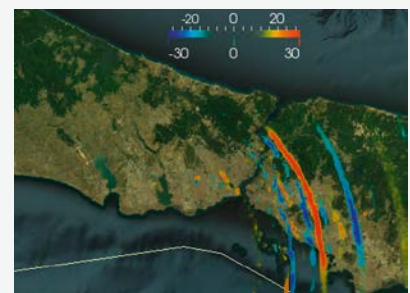
Beispiele für eine Simulation auf physikalischer Basis: Die ersten drei Bilder zeigen die modellierten Bodengeschwindigkeiten rechtwinklig zur Verwerfung für ein Szenario mit der Magnitude 7,0 in der Umgebung Istanbuls in Zentimetern pro Sekunde. Zu sehen sind die Momentaufnahmen 15, 25 und 35 Sekunden nach Beginn der Bruchs. Das untere Bild zeigt die maximalen gemessenen Bodengeschwindigkeiten im betrachteten Gebiet.



Zeit: 15 s



Zeit : 25 s



Zeit : 35 s



Maximale Bodenbeschleunigung

Quellen: Munich Re, Politecnico di Milano

Kontakte



Dr. Doris Anwender ist Consultant für atmosphärische Risiken im Bereich Corporate Underwriting/Geo Risks.
danwender@munichre.com



Dr.-Ing. Wolfgang Kron ist Senior Consultant für hydrologische Gefahren im Bereich Geo Risks Research.
wkron@munichre.com



Petra Löw ist Consultant beim NatCatSERVICE im Bereich Geo Risks Research.
ploew@munichre.com



Mark Bove ist Meteorologe in Underwriting Services/Risk Accumulation bei Munich Reinsurance America, Inc.
mbove@munichreamerica.com
Twitter: @MarkCBove



Wilhelm Morales Avilés ist Consultant für geophysikalische Risiken im Bereich Corporate Underwriting/Geo Risks.
wmoralesaviles@munichre.com



Dr. Jan Eichner ist Senior Consultant in Geo Risks Research und Leiter des NatCatSERVICE.
jeichner@munichre.com



Ernst Rauch leitet das Corporate Climate Centre im Bereich Geo Risks Research.
erauch@munichre.com
<https://au.linkedin.com/in/ernst-rauch-b5174b101>



Dr. Eberhard Faust ist leitender Fachexperte für Naturgefahren im Bereich Geo Risks Research.
efaust@munichre.com



Andreas Siebert leitet das Fachgebiet Geospatial Solutions im Bereich Corporate Underwriting
asiebert@munichre.com
<https://au.linkedin.com/in/andreassiebert>



Prof. Dr. Dr. Peter Höppe leitet den Bereich Geo Risks Research/Corporate Climate Centre.
phoeppe@munichre.com
<https://de.linkedin.com/in/peterhoeppe/de>



Markus Steuer ist Consultant beim NatCatSERVICE im Bereich Geo Risks Research.
msteuer@munichre.com



Dr. habil. Martin Käser ist Senior Consultant für geophysikalische Risiken im Bereich Corporate Underwriting/Geo Risks.
mkaeser@munichre.com
<https://de.linkedin.com/in/käser-munich-mr-600631101>



Dr. Marco Stupazzini ist Consultant für geophysikalische Risiken im Bereich Corporate Underwriting/Geo Risks.
mstupazzini@munichre.com
<https://www.linkedin.com/in/marcostupazzini>

© 2016

Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft
Königinstraße 107
80802 München
Telefon: +49 89 3891-0
Telefax: +49 89 399056
www.munichre.com

Verantwortlich für den Inhalt

Geo Risks Research/Corporate Climate Centre

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Wolfgang Kron
Telefon: +49 89 3891-5260
Telefax: +49 89 3891-75260
wkron@munichre.com
Redaktionsschluss: 15.01.2016

Redaktion

Beate Brix, Munich Re

Bestellnummern

Deutsch 302-08874
Englisch 302-08875
Französisch 302-08876
Spanisch 302-08877
Italienisch 302-08878

Download

Aktuelle Auswertungen, Grafiken und Statistiken
stehen als kostenfreies Download zur Verfügung:
www.munichre.com/touch >>>
NatCatSERVICE Downloadcenter

Druck

Kastner & Callwey Medien GmbH
Jahnstraße 5
85661 Forstinning

Anmerkung der Redaktion

In Veröffentlichungen von Munich Re
verwenden wir in der Regel aus Gründen
des Leseflusses die männliche Form von
Personenbezeichnungen. Damit sind
grundsätzlich – sofern inhaltlich zutreffend –
Frauen und Männer gemeint.

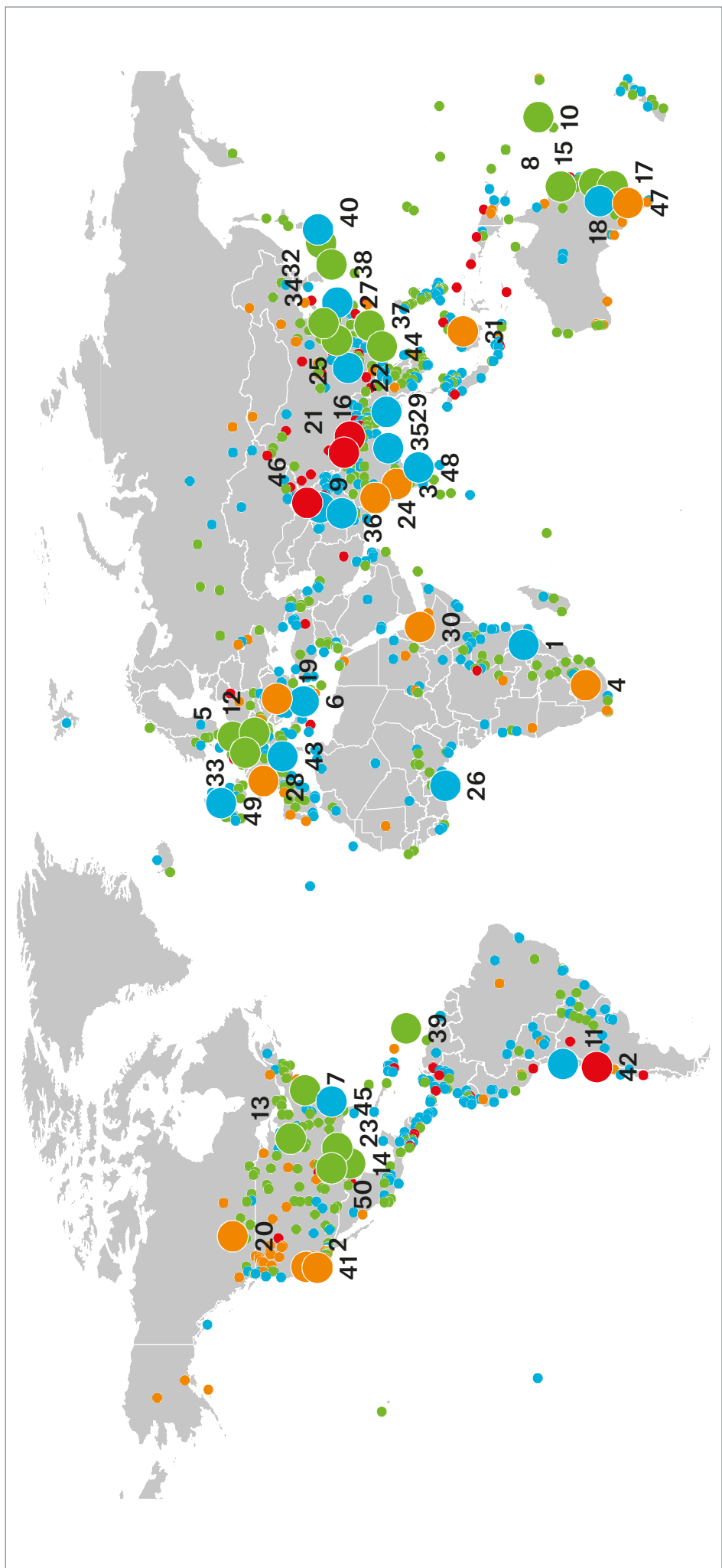
Bildnachweis

Titel, S. 61 (4): Beawiharta/Reuters/Corbis
S. 1: Andreas Pohlmann
S. 2: Andy Aitchison/Corbis
S. 3 (1), 30, 33: David Ramos/Getty Images AsiaPac
S. 3 (2): GAF AG, © Antrix, GAF, Airbus, DigitalGlobe
S. 4, 7: Stanko Gruden/Agence Zoom/Getty Images
S. 8, 11: Pablo Castagnola
S. 12: Jonas Gratzner/LightRocket/Getty Images
S. 14: Gideon Mendel/Corbis
S. 16: Boris Roessler/picture alliance/dpa
S. 18: Thierry Falise/LightRocket/Getty Images
S. 19: Kevin Sprouls
S. 27: NASA
S. 31: Prakash Mathema/AFP/Getty Images
S. 35: Eye Ubiquitous
S. 37: Pablo Sanhuez/AFP
S. 40: AFP/Getty Images
S. 41: Brett Gundlock/Getty Images
S. 43, 44: Omar Torres/AFP/Getty Images
S. 45: Gregory Bull/picture alliance/AP Images
S. 49: Rob Henderson/Getty Images
S. 50 (1): Iwan Setiawan/picture alliance/Associated press
S. 50 (2): SeM/Universal Picture Group/Getty Images
S. 51 (1): Hulton Archive/Getty Images
S. 51 (2): Munich Re
S. 51 (3): Reuters Photographer/Reuters/Corbis
S. 51 (4): John Downing/Getty Images
S. 51 (5): Carlos Barria/Reuters/Corbis
S. 52: De Agostini Editorial
S. 60 (1): Eric Lafforgue/Art in All of Us/Corbis
S. 60 (2): Johnathan Ernst/Reuters/Corbis
S. 60 (3), 61 (3): Jason Reed/Reuters/Corbis
S. 60 (4): Danish Siddiqui/Reuters/Corbis
S. 60 (5): Daniel Kramer/Reuters/Corbis
S. 60 (6): Harish Tyagi/picture alliance/dpa
S. 60 (7), 61 (8): Stringer/Reuters/Corbis
S. 60 (8): Eric Gaillard/Reuters/Corbis
S. 60 (9): Chen Yonghong/Xinhua Press/Corbis
S. 61 (1): Ivan Alvarado/Reuters/Corbis
S. 61 (2): Catrinus Van Der Veen/picture alliance/dpa
S. 61 (5): Issei Kato/Reuters/Corbis
S. 61 (6): Noah Berger/Reuters/Corbis
S. 61 (7): Randall Hill/Reuters/Corbis
S. 61 (9): Andrew Yates/Reuters/Corbis
S. 67: Image Makers/Getty Images
S. 70: Barcroft Media/Getty Images
S. 76: Fotostudio Meinen

Topics Geo – 50 bedeutende Schadenereignisse 2015

Nr.	Datum	Schadenereignis	Gebiet	Tote	Gesamt-schäden Mio. US\$	Versch. Schäden Mio. US\$	Erläuterungen, Schadenbeschreibung
1	Jan.–März	Überschwemmungen	Malawi, Mosambik	288	480		Starke saisonale Regenfälle, Gewitter, Sturzfluten. >1 Million Häuser beschädigt/zerstört. Starke Schäden in der Landwirtschaft. Ausbruch von Epidemien. Obdachlose: >720.000, Betroffene: >1,4 Millionen.
2	Jan.–Dez.	Dürre	USA		1.800		Extreme Dürre, wenig Niederschlag, Seen trocknen aus, hohe Temperaturen. >12 Millionen Bäume betroffen. Wasserversorgung betroffen. Ernte auf >2.000 km² betroffen.
3	Jan.–Dez.	Dürre	Indien		1.500		Trockene Bedingungen wegen verspäteten und schwächeren Monsuns, >70% Niederschlagsdefizit. Ernte auf 37.000 km² beschädigt, >30 % Ernteverlust. Betroffene: 6 Millionen Bauern.
4	Jan.–Dez.	Dürre	Südliches Afrika	98	1.500		Trockene Bedingungen, wenig Niederschlag. Wasserversorgung betroffen. Stromausfälle. Handel unterbrochen. Verluste in der Land- und Viehwirtschaft. Hungersnot. Betroffene: >3,7 Millionen.
5	8.–11.1.	Winterstürme Elon, Felix	Deutschland, Skandinavien, Verein. Königr.	3	560	380	Zwei Tiefdrucksysteme, hohe Windgeschwindigkeiten, Gewitter, Hagel, starker Regen und Schneefall. Tausende Gebäude, Schulen beschädigt. Wetterbedingte Unfälle, Luft- und Bahnverkehr betroffen. Flughäfen (Helgoland) beschädigt. Stromausfälle.
6	1.–16.2.	Überschwemmungen, Unwetter	Bulgarien, Griechenland	14	740		Gewitter, hohe Windgeschwindigkeiten, starker Regen (93 mm/24 h), Sturmflut. >2.300 Häuser beschädigt. Straßen überschwemmt. 70 km² Ackerland überschwemmt.
7	16.–25.2.	Wintersturm	USA, Kanada	40	2.800	2.100	Hohe Windgeschwindigkeiten, Eissturm, starker Schneefall, gefrierender Regen. Häuser beschädigt. Leitungen geborsten. Luft- und Straßenverkehr betroffen. Handel unterbrochen. Schulen geschlossen.
8	18.–21.2.	Zyklon Marcia	Australien	1	800	400	Kat.-5-Zyklon. Gewitter, Böen bis zu 285 km/h, Sturzfluten. >55.000 Häuser beschädigt/zerstört. Fahrzeuge beschädigt. Luft- und Straßenverkehr betroffen, Häfen geschlossen, Kohleexport betroffen.
9	Febr.–März	Lawinen, Winterschäden	Afghanistan	291	10		Mehrere Lawinen, Schneestürme, starker Regen und Schneefall, Sturzfluten. >9.000 Häuser, 2 Schulen, Moschee beschädigt/zerstört. Straßen blockiert. Bäume entwurzelt. Verletzte: 96, Betroffene: >28.000.
10	9.–16.3.	Zyklon Pam, Sturmflut	Vanuatu	11	520	150	Kat.-5-Zyklon. Böen bis zu 290 km/h, starker Regen, hohe Wellen (bis zu 8 m). >14.000 Häuser beschädigt/zerstört. Ernte (>90%) zerstört, Vieh getötet. Verletzte: 150, Betroffene: >160.000.
11	23.–26.3.	Sturzfluten	Chile	31	1.500	500	Gewitter, Starkregen, Erdbeben. Flüsse über die Ufer getreten. >20.000 Häuser beschädigt/zerstört. Mehrere Krankenhäuser beschädigt. Brücken weggespült. Minenbetrieb unterbrochen. Betroffene: >29.000.
12	30.3.–1.4.	Wintersturm Niklas	Deutschland, Niederlande	11	1.400	1.000	Hohe Windgeschwindigkeiten, Böen bis zu 150 km/h, starker Regen. Fahrzeuge beschädigt. Verbreitete Schäden an Oberleitungen, Schienenfahrzeuge beschädigt. Luftverkehr betroffen. Containerschiff gestrandet.
13	7.–10.4.	Unwetter	USA	3	1.600	1.200	Gewitter, Tornados, Böen bis zu 320 km/h. >100 Häuser beschädigt/zerstört. Autos, Boote beschädigt. Brücken beschädigt/zerstört. Stromleitungen beschädigt. Luftverkehr betroffen. Zootiere getötet. Verletzte: >20.
14	18.–21.4.	Unwetter	USA		1.300	940	Gewitter, Tornados, Windgeschwindigkeiten bis zu 112 km/h, Hagel, starker Regen. Sturzfluten. Zahlreiche Häuser, Geschäftshäuser, Einkaufszentrum beschädigt. Fahrzeuge beschädigt. Stromleitungen beschädigt.
15	19.–24.4.	Wintersturm, Sturzfluten	Australien	7	1.300	730	Hohe Windgeschwindigkeiten, starker Regen (300 mm/24 h). >100 Häuser beschädigt/zerstört. Autos, Boote, Brücken beschädigt/zerstört. Luftverkehr betroffen, Häfen geschlossen, Kohleexport betroffen.
16	25.4.	Erdbeben	Nepal	9.000	4.800	210	M _w 7,8. Starker Regen, Lawinen, Erdbeben. >920.000 Häuser, Kulturdenkmäler beschädigt/zerstört. Verletzte: >21.000, Evakuierte: >65.000, Obdachlose: 52.000, Betroffene: 8,3 Millionen.
17	25.4.	Hagelsturm	Australien		400	330	Gewitter, hohe Windgeschwindigkeiten, starker Regen, große Hagelkörner, Sturzfluten. Fabrikgebäude, Lagerhallen zerstört, zahlreiche Häuser beschädigt. U-Bahn beschädigt. Straßen überschwemmt.
18	30.4.–4.5.	Sturzfluten, Unwetter	Australien	6	500	280	Gewitter, starke Böen, starker Regen (350 mm/24 h). Zahlreiche Häuser überschwemmt. Plantagen, Ernte (v.a. Bananen, Macadamia, Erdbeeren, Zuckerrohr) beschädigt/zerstört.
19	April–Aug.	Dürre	Rumänien, Polen		1.500		Trockene Bedingungen, wenig Niederschlag. Wasserversorgung betroffen. Verluste in der Landwirtschaft, >16.600 km² Ackerland, Fischzucht, Tourismus betroffen.
20	April–Sept.	Dürre	Kanada		1.300	600	Trockene Bedingungen (40% der normalen Niederschlagsmenge). Verringerung der Ernte um 30 %, ansteigender Insektenbefall, reduzierter Viehbestand. 80 % der Bauern betroffen.
21	12.5.	Erdbeben	Nepal, Indien	228	800		Nachbeben M _w 7,3, weitere Beben bis zu M _w 6,3. Erdbeben, Felssturz. >760 Häuser beschädigt/zerstört. Verletzte: >3.600, Obdachlose: >3.900, Betroffene: 7.800.
22	18.–22.5.	Überschwemmungen, Erdbeben	China	35	1.000		Starke saisonale Regenfälle, Schlammlawinen. 9-stöckiges Gebäude zusammengebrochen, >84.000 Häuser beschädigt/zerstört. Verluste in der Landwirtschaft. Evakuierte: >290.000, Betroffene: >3,7 Millionen.
23	23.–28.5.	Unwetter, Sturzfluten, Überschwemmungen	USA	32	2.700	1.400	Gewitter, Tornados, Hagel, Starkregen. Flüsse über die Ufer getreten, Damm überströmt. >5.000 Häuser beschädigt/zerstört. 10.000 Fahrzeuge beschädigt. Brücken zerstört.
24	Mai–Juni	Hitzewelle	Pakistan, Indien	3.670			Hohe Temperaturen (48 °C). Hitzebedingte Todesfälle.
25	1.6.	Tornado	China	444	20	15	Gewitter, hohe Windgeschwindigkeiten, starker Regen. Kreuzfahrtschiff auf Yangtze River gesunken.
26	2.–5.6.	Sturzfluten	Ghana	263	100		Starker Regen. >180 Häuser beschädigt/zerstört. Schulen überschwemmt. Wasserversorgung betroffen. Stromausfälle. Verletzte: >400, Obdachlose: >14.000, Betroffene: >51.000.
27	23.6.–7.7.	Überschwemmungen	China	27	1.400		Starke saisonale Regenfälle, Sturzfluten, Erdbeben. >170.000 Häuser beschädigt/zerstört. Verluste in der Landwirtschaft, >900 km² Ackerland betroffen. Obdachlose: >300.000, Betroffene: 9,6 Millionen.
28	Juni–Aug.	Hitzewelle	Europa	1.250			Mehrere Hitzewellen. Temperaturen bis zu 45 °C. Straßen beschädigt. Stromversorgung betroffen, Betriebe geschlossen wegen Stromknappheit. Fischersterben in Flüssen. Hitzebedingte Todesfälle.
29	Juni–Aug.	Überschwemmungen	Myanmar	132	300		Starke saisonale Regenfälle (200 mm/24 h), Sturzfluten. >520.000 Häuser beschädigt/zerstört. Gesundheitszentren, Klöster, Schulen beschädigt. Erhebliche Verluste in der Landwirtschaft. Betroffene: >1,8 Millionen.
30	Juni–Dez.	Dürre	Äthiopien		500		Schwere Dürrebedingungen, wenig Niederschlag. Nahrungsmittelknappheit. Betroffene: >7,1 Millionen.
31	Juni–Nov.	Waldbrände	Indonesien	19	1.000		Wald-, Busch-, Flächenbrände, >26.000 km² verbrannt. Weitverbreiteter Rauch, Smog, Luftverschmutzung. Flughäfen, 6.000 Schulen geschlossen. Betroffene: 40 Millionen.
32	2.–14.7.	Taifun Chan-hom	China	1	1.400		Kat.-4-Taifun. Windgeschwindigkeiten bis zu 190 km/h, Sturzfluten, Erdbeben, Sturmflut. >3.700 Häuser beschädigt/zerstört. Verluste in der Landwirtschaft. Evakuierte: >1,4 Millionen. Betroffene: >3,5 Millionen.
33	4.–5.7.	Unwetter, Hagelsturm	Deutschland, Belgien	2	450	350	Tiefdrucksystem, Gewitter, Hagel (9 cm Durchmesser), starker Regen, Sturzfluten. Zahlreiche Häuser, Kirche beschädigt. Hunderte Fahrzeuge beschädigt. Schäden an Photovoltaik-Anlagen.
34	19.–27.7.	Unwetter, Hagelsturm, Sturzfluten	China	19	450		Hohe Windgeschwindigkeiten, Hagel, starker Regen (250 mm/24 h). >27.000 Häuser beschädigt/zerstört. Wasserkraftwerke zerstört. Fahrzeuge weggespült. Evakuierte: >160.000, Betroffene: >4,1 Millionen.
35	28.7.–30.8.	Überschwemmungen, Erdbeben	Indien	125	1.500		Starke saisonale Regenfälle, Sturzfluten, Erdbeben. Tausende Dörfer überschwemmt. >820.000 Häuser beschädigt/zerstört. Erhebliche Verluste in der Landwirtschaft. Betroffene: >106 Millionen.
36	Juli–Aug.	Überschwemmungen	Pakistan	238	180		Starke saisonale Regenfälle, Schneeschmelze, Gletscherseeeausbruch. >33.000 Häuser beschädigt/zerstört. Landwirtschaft betroffen. Evakuierte: >1,2 Millionen, Obdachlose: >160.000, Betroffene: >1,5 Millionen.
37	2.–13.8.	Taifun Soudelor, Überschwemmungen	China, Taiwan	39	2.800	120	Kat.-5-Taifun. Starkregen (>600 mm/24 h), hohe Wellen (>9 m). >72.000 Häuser beschädigt/zerstört. >6,8 Millionen Menschen ohne Strom. Evakuierte: >220.000, Betroffene: >3,1 Millionen.
38	18.–25.8.	Taifun Goni (Ineng), Überschwemmungen	Japan, Philippinen, VR Korea	73	2.000	1.400	Kat.-4 Taifun. Böen bis zu 250 km/h, Starkregen (250 mm/24h), Überschwemmungen. >8.800 Häuser beschädigt/zerstört. Infrastruktur beschädigt, Zug- und Flugverkehr betroffen. Schäden in der Landwirtschaft, 500.000 Haushalte ohne Stromversorgung.
39	25.–31.8.	Tropischer Sturm Erika, Sturzfluten	Karibik	36	450		Tropischer Sturm. Starker Regen (320 mm/12 h), Erdbeben, Sturzfluten, hohe Wellen. Flüsse über die Ufer getreten. Flughafen beschädigt. Verluste in der Landwirtschaft. Obdachlose: >7.900, Betroffene: >20.000.
40	6.–11.9.	Überschwemmungen	Japan	8	1.400	650	Starkregen (540 mm/24 h), Sturzfluten, >450 Erdbeben. Deiche gebrochen, >60 Flüsse über die Ufer getreten. Handel unterbrochen.
41	9.9.–8.10.	Waldbrände (Valley-, Butte-Feuer)	USA	4	1.600	1.200	Wald- und Buschbrände in Kalifornien, >600 km² verbrannt. Hohe Windgeschwindigkeiten, trockene Bedingungen. >2.000 Häuser beschädigt/zerstört. Vieh getötet. Evakuierte: >10.000, Obdachlose: >23.000.
42	16.9.	Erdbeben, Tsunami	Chile	15	800	350	M _w 8,3. Tsunami, Erdbeben, Felsstürze. Luftverkehr betroffen. Minenbetrieb unterbrochen. Schäden in Viehwirtschaft und bei Aquakulturen. Verletzte: >6.000, Betroffene: >1 Million, Obdachlose: 9.000.
43	30.9.–6.10.	Sturzfluten, Unwetter	Frankreich	20	950	700	Unwetter, Tornados, starke Niederschläge (196 mm/24 h), Sturzfluten, hohe Wellen. Mehrere Häuser beschädigt. Tausende Fahrzeuge beschädigt. Zugverkehr betroffen. Campingplätze evakuiert.
44	1.–5.10.	Taifun Mujigae, Überschwemmungen	China	22	3.500		Kat.-4-Taifun. Tornados, Böen bis zu 240 km/h, starker Regen (250 mm/24 h), Erdbeben, hohe Wellen. >19.000 Häuser zerstört. >2.800 km² Ernte betroffen. Verletzte: >220, Evakuierte: >210.000.
45	2.–6.10.	Überschwemmungen, Sturzfluten	USA	21	1.700	400	Gewitter, Starkregen (>500 mm/12 h). Flüsse über die Ufer getreten, Dämme gebrochen. 1.800 Fahrzeuge, Boote beschädigt. Autobahnen, Straßen, Brücken beschädigt.
46	26.10.	Erdbeben	Pakistan, Afghanistan	401	300		M _w 7,5. Erdbeben. >150.000 Häuser beschädigt/zerstört, >1.400 Schulen beschädigt. Straßen blockiert. Verletzte: >2.200, Betroffene: >78.000.
47	17.–27.11.	Buschfeuer (Pinery- Feuer)	Australien	2	200	90	Buschbrände, hohe Windgeschwindigkeiten, hohe Temperaturen (>39 °C). 830 km² verbrannt. 77 Häuser beschädigt/zerstört. >380 Landwirtschaftsgebäude, 600 km² Ackerland zerstört, Vieh getötet.
48	Nov.–Dez.	Überschwemmungen	Indien	597	3.500	700	Zwei Flutwellen. Saisonaler Starkregen. >81.000 Häuser beschädigt/zerstört. Flughäfen beschädigt, 8 Flugzeuge beschädigt. Fabriken stillgelegt. Obdachlose: 1,8 Millionen, Betroffene: 3 Millionen.
49	Dezember	Überschwemmungen, Winterstürme	Verein. Königreich, Irland	5	3.000	2.000	Winterstürme Desmond und Eva. Hohe Windgeschwindigkeiten, starker Regen. Flüsse, Kanäle über die Ufer getreten. >7.000 Häuser, Containerschiff, Brücken beschädigt. Zehntausende Häuser ohne Strom.
50	24.12.15–2.1.16	Unwetter, Tornados, Überschwemmungen	USA	45	1.200	550	Gewitter, mehrere Tornados, Sturzfluten. >2.900 Häuser beschädigt/zerstört. Fahrzeuge beschädigt. Bäume entwurzelt. >160.000 Menschen ohne Strom. Luftverkehr betroffen. Vieh (30.000 Rinder) getötet.

Topics Geo – Weltkarte der Schadenereignisse 2015



1.060 Schadenereignisse, davon

○ 50 bedeutende Ereignisse (Auswahl)

- Geophysikalische Ereignisse: Erdbeben, Tsunami, vulkanische Aktivität
- Meteorologische Ereignisse: Tropischer Sturm, außertropischer Sturm, konvektiver Sturm, lokaler Sturm
- Hydrologische Ereignisse: Überschwemmung, Massenbewegung
- Klimatologische Ereignisse: Extremtemperaturen, Dürre, Waldbrand

