Technische Universität Dresden, Professur für Geoinformationssysteme

MODELLIERUNG VON HAGELSCHÄDEN IN DER KRAFTFAHRZEUG-KASKOVERSICHERUNG

Martin Otto

Zusammenfassung: Rückversicherungen haben periodisch hohe Schadenbelastungen durch Hagelereignisse in ihrer Kraftfahrzeugkaskosparte. Das beschriebene Hagelschadenmodell berechnet das Risiko als Wiederkehrperiode und den entsprechenden erwarteten Schaden für schadenträchtige Hagelereignisse bei einem beliebigen Fahrzeugportfolio mit Hilfe von dessen Fahrzeugverteilung. Es ist ein modular aufgebautes probabilistisches Naturgefahrenmodell, für dessen Entwicklung ein GIS in unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz kam. Das Modell nutzt außerdem grundlegende GIS-Funktionen, um während der Simulation die gegebenen räumlichen Beziehungen herzustellen und abzubilden. Damit ist das GIS eine zentrale Schnittstelle des Modells. Die unterschiedliche Verwendung des GIS bei Modellierung und Simulation ist Schwerpunkt des Artikels.

Schlüsselwörter: Rückversicherung, Naturgefahrenmodellierung, Hagel, Kraftfahrzeuge

// MODELLING HAIL FALL FOR CAR INSURANCE

// **Abstract:** Reinsurance companies experience periodic losses through hail striking insured cars. The described probabilistic hail loss-model described here measures the risk for a car portfolio to be affected by hail fall with respect to the occurrence period and correspondent expected loss. This is done by analysing the spatial distribution of the car portfolio. The model consists of a probabilistic event generating module and a loss module. During the model development a GIS was used to analyse the spatial characteristics of hail fall. During its operation, a GIS creates and displays the spatial relations between the different modules and thus connects them. The GIS is therefore the central interface to the model. This article gives an overview of the model roughly and the different usages of GIS during its development, in particular for the modelling.

Keywords: reinsurance, hail, automobiles, natural hazards, modelling

Anschrift des Autors

Martin Otto
Fundstraße 3a
D-30161 Hannover
E: mailmartinotto@googlemail.com

1. EINFÜHRUNG UND MOTIVATION

1.1 RÜCKVERSICHERUNG

Erstversicherungen versichern den Endkunden: Einzelpersonen, Unternehmen, etc. Sie spezialisieren sich dabei teilweise auf bestimmte Versicherungssparten, sind überwiegend regional oder national verteilt und haben unterschiedlichste Vermarktungs- und auch Vertragskonzepte. Die räumliche Verteilung der hier betrachteten versicherten Fahrzeuge wirkt sich stark auf das jeweilige Risiko des Erstversicherers aus, Hagelschäden an Kraftfahrzeugen regulieren zu müssen.

Die Rückversicherung hingegen ist die „Versicherung der Versicherungen", also eine „Versicherung der zweiten Stufe". Rückversicherungen decken ausschließlich das Bedürfnis von Erstversicherern nach Sicherheiten ab. Diese sind unter anderem nötig bei dem Auftreten von Großschadensereignissen oder durch eine Ursache hervorgerufene kumulierte Einzelschäden, sogenannte Kumulschadensereignisse, beispielsweise durch Hagel, Überflutung oder Sturm. Rückversicherungen agieren international und verteilen dabei große Einzelrisiken und speziell Risiken durch Naturgefahren um den gesamten Globus. Weiterhin versichern sich auch die Rückversicherungen bei anderen Rückversicherungen, um so übernommene Großrisiken weiter zu verteilen. Durch diese Diversifizierung wird das Verlustrisiko für das einzelne Unternehmen verringert (vgl. Abb. 1).

Rückversicherungen haben durch ihre internationale und produktübergreifende Struktur einen sehr guten Überblick über den gesamten Versicherungsmarkt weltweit und eine große Datenverfügbarkeit. So ist eine wichtige Funktion der Rückversicherungen die Beratung der Erstversicherer, zum Beispiel im Hinblick auf Preisfindung, Entwicklung neuer Versicherungsprodukte oder Risikobeurteilung. Hier ist es wichtig, die Risiken zu kennen, zu modellieren und bewerten zu können. Rückversicherer haben hier eine sehr hohe Expertise entwickelt (Pfeiffer 2000).

1.2 HAGEL

Hagel bildet sich üblicherweise in den Aufwindbereichen starker konvektiver Niederschläge, die in Deutschland vorwiegend in den Sommermonaten von durchziehenden Kaltfronten hervorgerufen werden. Aufgrund der niedrigen Temperaturen in der Höhe gefrieren kleine Wasserpartikel in der Wolke. Das Aufwindgebiet hält die Partikel in der Schwebe oder hebt sie an. Bei Anwesenheit von weiterem Eis und Wasser finden die Eispartikel optimale Wachstumsbedingungen in der Wachstumszone vor. Dieser Wachstumsprozess wird vom Eiskristall, abhängig von der Größe des Hagelereignisses und seinem Aufwindbereich, ein bis mehrere Male durchlaufen und mit jedem Durchlauf wächst das Kristall weiter an, bis es zu schwer ist und aus dem Aufwindgebiet heraus fällt (Delobbe et al. 2003). Das bisher größte Hagelkorn mit einem Durchmesser von 17,8 cm wurde im Juni 2003 in Nebraska gefunden (Hagel Informationszentrum 2009). Je nachdem, wie lange ein solches konvektives System besteht, wurden Zugbahnen von Hagelereignissen bis 600km beobachtet (Changnon, Burroughs 2002).

Hagelereignisse bestehen aus einer oder mehreren Hagelzellen deren Zugrichtung im Kontext von Großwetterlagen durch die Höhenströmung vorgegeben ist. Im Verlauf des Hagels kommt es zu Verschmelzungen mit weiteren Zellen, Spaltungen von Zellen und zeitweiligem Aussetzen von Hagel zugunsten von Regen aufgrund lokaler Einflüsse des Reliefs oder Klimas.

Die Größeneinteilung von Hagelereignissen ist international nicht einheitlich. Am häufigsten findet eine Einteilung nach der Größe und der Schadenwirkung der Hagelkörner statt. Hier ist die Skala der Association Nationale d'Etude et de Lutte contre les Fléaux Atmosphériques (ANELFA) zu nennen (vgl. Tab. 1) (Dessens et al. 2007). Sie beinhaltet auch den Versuch der Einteilung nach kinetischer Energie von Hagelereignissen, die als ein Maß für die Intensität und Stärke von Hagel verwendet wird. Besonders aufwendig und aus dem Alltag leidlich bekannt sind die Schäden an Kraftfahrzeugen (Kfz), die ab einer Hagelkorngröße von ca. 2cm verursacht werden. Das bisher schwerste Hagelereignis in Deutschland ereignete sich am 12. Juli 1984 um München und erzeugte einen Schaden von 450 Mio. Euro allein an Kraftfahrzeugen.

Abbildung 1: Die Einordnung der Rückversicherung

Klasse	max. Korn-durchmesser	Größen -äquivalent	kin. Energie	typische Schäden
A0	<1 cm	Erbse	0-30 J/m²	Verkehrsunfälle, Schäden an Blüten
A1	1-1,9 cm	Traube, Murmel, Kirsche	–100 J/m²	Schäden an Wein, Tabak, Obst
A2	2-2,9 cm	Taubenei	–400 J/m²	schwere Schäden an Gemüse, Bäumen, Getreide
A3	3-3,9 cm	Walnuss, Tischtennisball	–800 J/m²	Totalschaden aller Feldfrüchte, Glasbruch, Pkw-Schäden
A4	4-4,9 cm	Hühnerei, Golfball	>800 J/m²	getötete Tiere, Verletzungen bei Menschen
A5	≥5 cm	Orange, Apfel, Tennisball		sehr gefährlich, Tod ungeschützter Personen

Tabelle 1: Die ANELFA-Skala (Dessens et al., 2007)

1.3 EIN HAGELSCHADENMODELL FÜR DIE DEUTSCHE KASKOVERSICHERUNG

Es liegt generell im Interesse der Versicherer und Rückversicherer, die Auftretenswahrscheinlichkeit für Naturgefahren räumlich und zeitlich differenziert einschätzen zu können, um mit entsprechend Preisen auf einen Schadensfall vorbereitet zu sein. Aufgrund der besonders hohen Schäden durch Flut und Sturm, beispielsweise in der Gebäudeversicherung der USA aber auch in Europa, lag der Schwerpunkt der Modellierung bisher stark auf diesen Naturgefahren und der regionale Fokus aufgrund der hohen Wertekonzentration auf den USA, Europa und

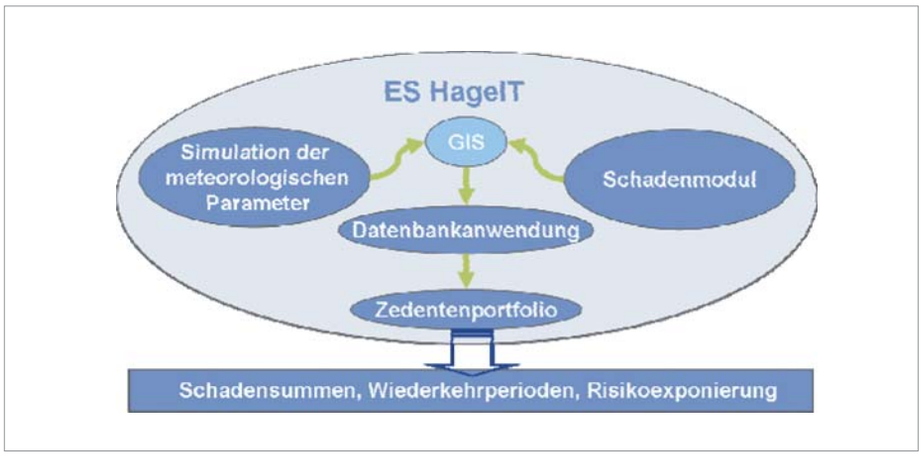

Abbildung 2: Struktur des Hagelschadenmodells

Australien. Neben einigen regionalen Modellen mit wissenschaftlichem Hintergrund und Eigenentwicklungen unterschiedlicher Versicherungen, werden die etablierten kommerziellen Modelle für unterschiedliche Versicherungssparten und für oben genannte Regionen von den Unternehmen RMS®, AIR® und EQECAT® vertrieben.

Da die deutsche Kfz-Kaskoversicherung Hagelschäden abdeckt und das Ergebnis durch Hagel jedes Jahr in Millionenhöhe belastet wird, ist es den Kaskoversicherern ein großes Interesse, das Hagelschadenrisiko so genau wie möglich einschätzen zu können. Ein spezielles, detailliertes Hagelschadenmodell für Deutschland schafft hier die nötige Unterstützung.

1.3.1 STRUKTUR

Das beschriebene Hagelschadenmodell ist ein probabilistisches Naturgefahrenmodell, das aus unterschiedlichen Hagel beschreibenden Parametern künstliche Ereignisse generiert. Diese Methode kann mit den aktuellen technischen Möglichkeiten jetzt auch ohne Großrechner verwendet werden. Sie ist hier optimal eingesetzt, da die bisher erfahrenen realen Hagelereignisse in Deutschland aufgrund ihrer geringen Anzahl und ihrer ungenügenden Dokumentation zur umfassenden Szenariobildung nicht ausreichen (Otto 2009).

Das Modell ist dabei modular aufgebaut (vgl. Abb. 2). Das hat den Vorteil der differenzierten Modellierung von Ereigniserzeugung und darauf aufsetzender Schadengenerierung. Außerdem ermöglicht es die Erweiterung des Anwendungsgebietes durch die Entwicklung zusätzlicher Schadenmodule für weitere Versicherungsbranchen (Busch 2008). Im stochastischen Modul der meteorologischen Parameter werden 10.000 Jahre Hagel-Aktivität in Deutschland simuliert und ein Datensatz synthetischer Hagelereignisse mit entsprechenden Parameterausprägungen erzeugt. Mit Hilfe von Verteilungsfunktionen, Abhängigkeiten der Parameter untereinander und entsprechenden Grenzwerten, wird über die unterschiedlichen Parameterausprägungen die Erzeugung der einzelnen Hagelereignisse in Größe und Charakteristik gesteuert. Diese Erzeugung einzelner Ereignisse ist eingebunden in eine Monte-Carlo-Simulation. Diese erzeugt durch sehr häufigen Simulationsdurchlauf eine statistisch aussagekräftige Grundmenge an synthetischen Hagelereignissen, die in speziell dieser Ausprägung noch nicht beobachtet wurden, aber durchaus vorstellbar sind. Die Ausgabe der Ereignisse erfolgt in tabellarischer Form. Diese künstlichen Hagelereignisse werden im GIS räumlich dargestellt und sämtliche räumlichen Beziehungen des Hagelschadenmodells hergestellt. In einem zweiten Modul, dem Schadenmodul, wird der verursachte Schaden durch die simulierten Ereignisse modelliert. Dieser ist abhängig von den Ausprägungen der einzelnen Ereignisse und der Empfindlichkeit der exponierten Risiken, in diesem Fall Kfz. Hier werden unterschiedliche Umstände des Ereignisses, wie Wochentag und Tageszeit, sowie die Schadenempfindlichkeit der Fahrzeuge gegen Hagel zu einem Anteil betroffener Fahrzeuge und einem durchschnittlichen Schaden je Fahrzeug und Hagelereignis verrechnet. Über die Verknüpfung der jeweiligen Kasko-Portfolios mit dem Schadenmodul über die Postleitzahl wird dann das Risiko des einzelnen Erstversicherers eingeschätzt.

1.3.2 MODELLERGEBNISSE

Das Modellergebnis ist eine umfangreiche Abschätzung des Hagelschadenrisikos für die jeweiligen Kaskoportfolios durch Kennzahlen und Exceedence-Probability-Curves (vgl. Abb. 3). Letztere sind ein wichtiges Instrument in der Naturgefahrenmodellierung der Versicherungsbranche und geben mit der Wiederkehrperiode in Jahren an, wie häufig mit bestimmten Schadenaufwänden durch Hagel an Kfz in Deutschland zu rechnen ist oder sie übertroffen werden.

2. EINSATZBEREICHE FÜR GIS

Ein Geoinformationssystem ist bei der Mo-

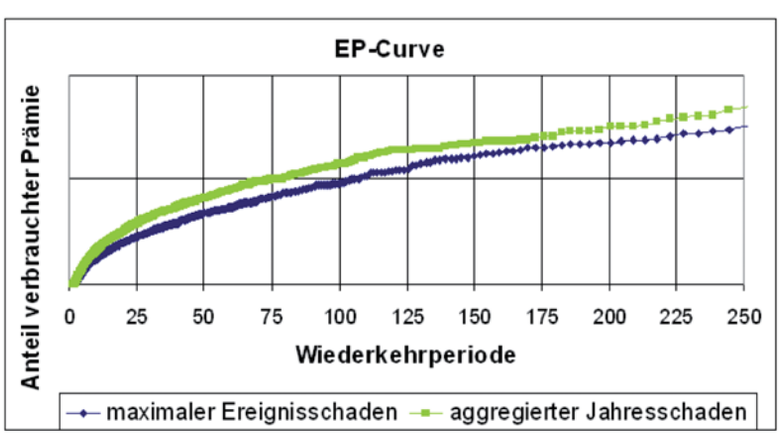

Abbildung 3: Exceedence-Probability-Curve (EP-Curve)

Jahr	ID	Halbachse A	Halbachse B	Winkel	Rechtswert	Hochwert	Wochentag	Tageszeit	Dauer
1	1	9829,74	1943,1	69	3329603	5564018	7	13	14,45
1	2	3031,06	602,5	164	3755670	6005481	3	21	3,68
2	3	34729,16	3626,6	66	3378304	5825456	1	17	31,61

Tabelle 2: Parameter der synthetischen Ereignisse (Auszug)

dellerstellung und im Modellbetrieb ein wichtiges Instrument. Für die Evaluierung der Parameter der simulierten meteorologischen Ereignisse und die Modellkalibrierung wurde auch mit Radarbildern die räumliche Struktur von Hagelereignissen analysiert. Bei der Erzeugung von räumlichen Bezugsflächen der Risikoportfolios und der räumlichen Bezugsetzung der einzelnen Modellkomponenten des Hagelschadenmodells kommt ebenfalls ein GIS zum Einsatz.

2.1 MODELLIERUNG SYNTHETISCHER HAGELEREIGNISSEN ALS RAUM WIRKSAME OBJEKTE

Hagel ist ein raumwirksames meteorologisches Ereignis. Demzufolge ist die die räumliche Dimension bei der Modellierung seiner verursachten Schäden unbedingt zu berücksichtigen. Die synthetischen Hagelereignisse werden räumlich idealisiert als Ellipse dargestellt. Der Ellipse liegt dabei die Theorie einer Zugbahn, der zu Beginn anwachsenden und anschließend wieder schrumpfenden idealen kreisförmigen konvektiven Hagelzelle zugrunde (Hohl 2001). Die Form der Ellipse ist hierbei ein guter Kompromiss zwischen geometrisch aufwendigeren realitätsnäheren sog. Footprints und verfügbarer Rechenkapazität.

Die Ausprägungen der Ellipsenparameter werden im stochastischen Ereignismodul des Modells über eine Monte-Carlo-Simulation erzeugt. Das Ereignis-Modul generiert in einem Modelldurchlauf über hinterlegte Wahrscheinlichkeitsverteilungen, räumlich differenziertes Hagelrisiko und verschiedene Abhängigkeiten die Parameterausprägungen der synthetischen Hagelereignisse in den 10.000 simulierten Jahren (vgl. Tab. 2). Für die automatisierte Darstellung und Verortung der Ellipsen werden die Länge ihrer Halbachse, der Anstellwinkel der Ellipse sowie die geographischen Koordinaten des Ellipsenmittelpunktes im GIS verwendet (Otto 2009).

Die übrigen Parameter (Wochentag, Tageszeit und Dauer) haben keinen Einfluss auf die räumliche Ereignisdarstellung und kommen erst im später aufsetzenden Schadenmodul zum Tragen. Sie bestimmen hier die Anzahl der beschädigten Fahrzeuge und den erzeugten Gesamtschaden durch das Hagelereignis, welche durch entsprechende Funktionen ermittelt werden. Durch diese getrennte Modellierung lassen sich rekursive Beziehungen ausschließen und es besteht die Möglichkeit die Hagelereignisse mit entsprechendem Schadenmodul auch auf andere Portfolioarten, z.B. Landwirtschaft, zu legen.

Das räumlich differenzierte Hagelrisiko ist bei der Modellierung besonders wichtig, da viele Fahrzeugversicherer in Deutschland regionale Schwerpunkte haben und dementsprechend, je nach Lage, unterschiedlich häufig von Hagel betroffen werden. Die räumliche Verteilung der Ellipsen über die Verortung des Ellipsenmittelpunktes ergibt sich damit aus der regional differenzierten Häufigkeit von Hagelereignissen in Deutschland (Abb. 4a). Diese ist ein Ergebnis der klimatischen und orographischen Gegebenheiten in Deutschland. Dementsprechend sind die Ellipsen unterschiedlich stark über das Gebiet der Bundesrepublik verteilt (Abb. 4b). Auch die vorwiegende Windrichtung von Südwest

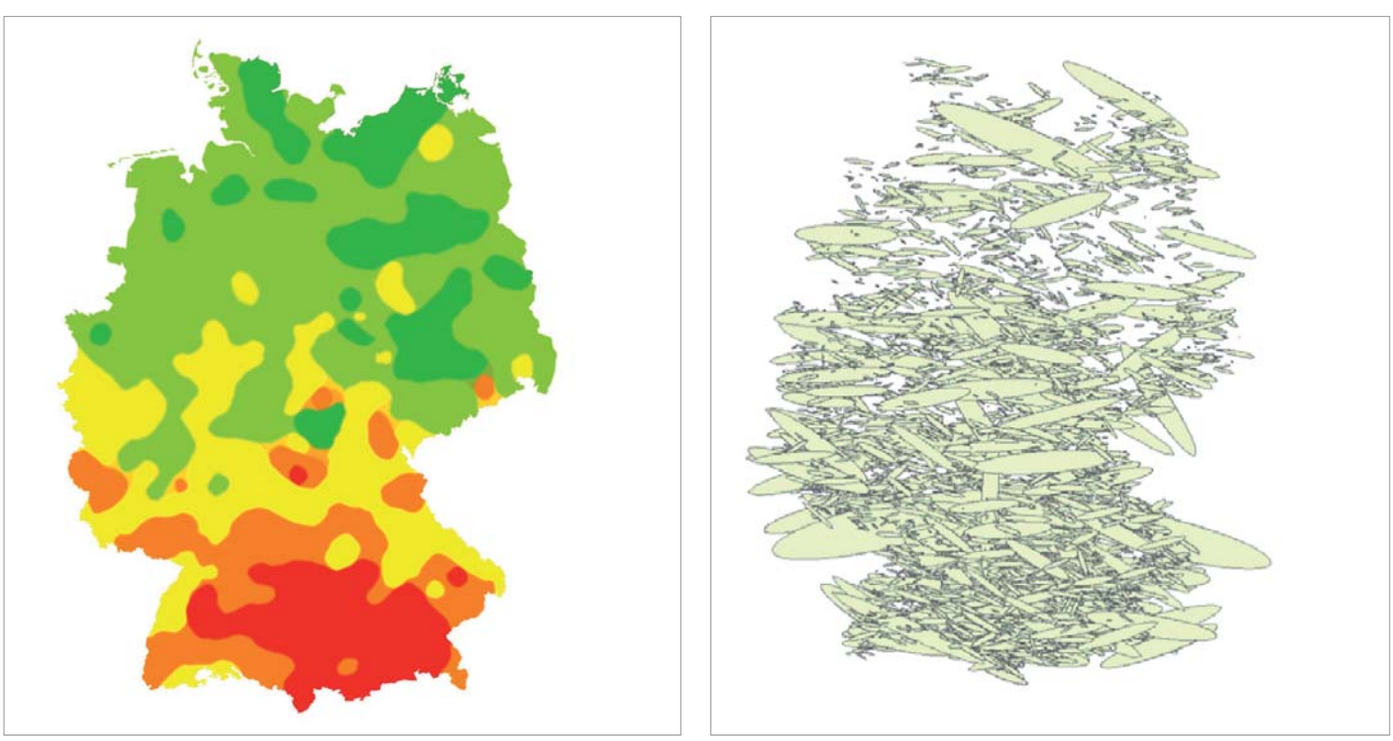

Abbildung 4a) Hagelrisiko: grün=leicht, rot= stark (nach Otto, 2009) b) 10.000 synthetische Hagelereignisse

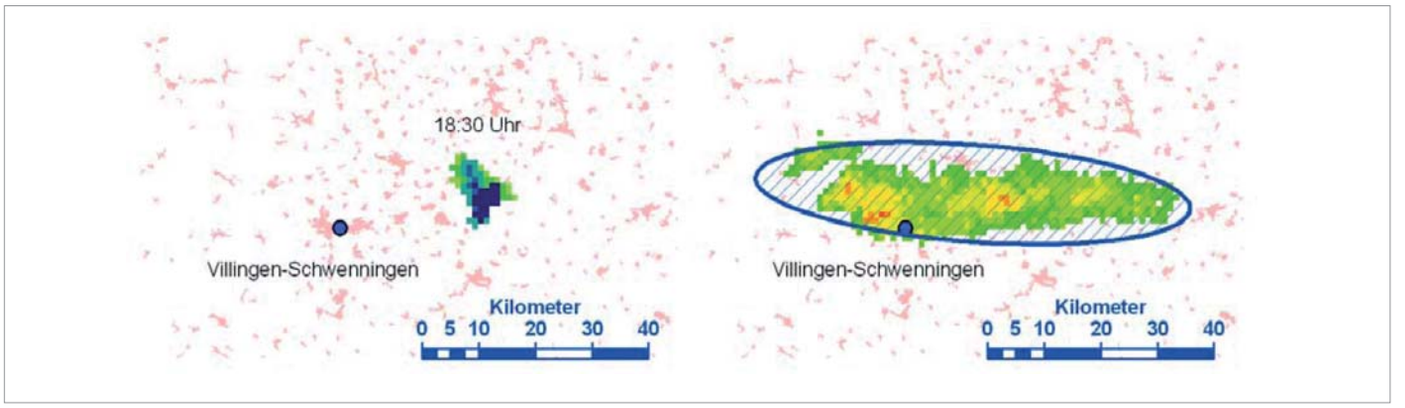

Abbildung 5: Momentaufnahme (a) und Footprint (b) des Hagelereignisses vom 29.06.2006 (Otto, 2009)

nach Nordost ist in der Darstellung gut zu erkennen. Es wird außerdem deutlich, dass relativ kleinere Ellipsen, entsprechend der realen Größenverteilung von Hagelereignissen, gegenüber vereinzelten sehr großen Ellipsen, den Extremereignisse, dominieren.

2.2 DAS RÄUMLICHE MODELL VON HAGEL – EINE RADARBILDANALYSE

Um die räumlichen Parameter und Dimensionen von Hagelereignissen und deren modellhafte Darstellung als Ellipsen zu validieren, sind Radarbilder von bekannten Hagelereignissen analysiert worden. Es handelte sich hierbei um bodennahe Radardaten des Radarverbundes des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2008). Die Bilder lagen nach entsprechender Vorverarbeitung georeferenziert und dämpfungskorrigiert nach Krämer et al. (2006) im ArcASCII-Format vor und damit importfähig für ein GIS. Für die Analyse wurden die Rasterbilder der Ereignisse einzeln in 5-minütiger Auflösung sowie zu einem sogenannten „Footprint" aggregiert dargestellt und verrechnet (vgl. Abb. 5). Mit unterschiedlichen Funktionen der Rasteranalyse konnten aus den beiden Darstellungsformen nun die zu modellierenden Eigenschaften bestimmt werden (vgl. Tab. 3). Beispielsweise ließen sich neben den zeitgenauen Hagelintensitäten (vgl. Abb. 5a) auch die Orte mit den längsten Hageldauern während des Ereignisses bestimmen (vgl. Abb. 5b). Aus der aggregierten Darstellung wurde die Ellipse, als modellhafte geometrische Form, bestätigt und ihre räumlichen Dimensionen bestimmt (Otto 2009).

Die gewonnen Erkenntnisse wurden wiederum für die Parameterkalibrierung des stochastischen Moduls verwendet. Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Abhängigkeiten und Grenzwerte konnten angepasst werden.

Lebensdauer der Hagelzelle	2h 30 min
zurückgelegte Entfernung	61 km
Zuggeschwindigkeit der Hagelzelle	24 km/h
maximale Flächengröße der Hagelzelle	69 km²
maximale Hageldauer eines Pixels	35 min
Länge der angenäherten Ellipse	72,9 km
Breite der angenäherten Ellipse	21,4 km
Flächen des Footprints	652 km²

Tabelle 3: Eigenschaften der Hagelzelle, s. Abbildung 5

2.3 DIE RÄUMLICHEN BEZUGSFLÄCHEN DER HAGELEREIGNISSE

Um die simulierten Hagelereignisse auf unterschiedliche Kaskoportfolios anzuwenden, müssen die Portfolios über Bezugsflächen verortet werden. Die Wahl fiel aus folgenden Gründen auf die deutschen Postleitzahlzonen (vgl. Abb. 6):

In jeder einzelnen Versicherungspolice ist die Postleitzahl vorhanden, sie lässt sich damit leicht anonymisiert geokodieren.

- Die Postleitzahl lässt sich mit wenig Aufwand aus den Systemen der Erstversicherer auslesen.
- Postleitzahlzonen-Shapefiles sind einfach, kostengünstig und zeitnah verfügbar und sie werden regelmäßig aktualisiert.
- Die räumliche Auflösung der Postleitzahlzone steht in einem günstigen Verhältnis zur räumlichen Ausdehnung von Hagelereignissen.

Wenn die Fahrzeuge jedoch auf die gesamte Postleitzahlzone bezogen werden, dann bildet das die Realität verzerrt ab. Jedes stattfindende Hagelereignis würde dann auch alle Fahrzeuge betreffen. In der Realität jedoch, treten viele Hagelereignisse teilweise oder kleinere Ereignisse auch vollständig über unbesiedeltem Gebiet auf und richten dementsprechend keinen Schaden an Fahrzeuge an.

Um die Verteilungsstruktur der Pkw und die damit verbundene Konzentration der Fahrzeuge genauer abzubilden, wurden

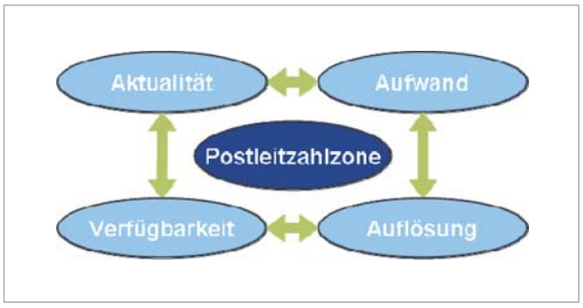

Abbildung 6: Kompromiss der Postleitzahlzone als Bezugsfläche

über die CORINE-Landcover-2000-Daten (CLC-2000) die Flächen bestimmt, in denen Pkw vorwiegend abgestellt oder gefahren werden; und das sind in der Klassifizierung der CLC-2000-Daten ganz überwiegend Siedlungs- und Industrieflächen. Die CLC-2000-Daten sind auf dem Stand des Jahres 2000 und sind damit die aktuellste und umfangreichste Kartierung der europäischen Bodenbedeckung. Sie bilden diese in 44 Klassen ab (DLR 2004). Die so ermittelten Flächen wurden mit den Postleitzahlzonen verschnitten und stellen nun eine realitätsgetreue Bezugsflächen für Kraftfahrzeuge dar, ansprechbar über die Postleitzahl. So werden auch in der Simulation von einer großen Anzahl simulierter Hagelereignisse keine Fahrzeuge betroffen. Andere richten wiederum in Ballungsgebieten starke Schäden an, ohne die gesamte Postleitzahlzone zu treffen (vgl. Abb. 7). Die Entstehung von Kumulschäden ist damit gut abgebildet und die Endergebnisse der Simulation wesentlich präziser (Chen et al. 2004).

Folgende Alternativen kamen aus den jeweiligen Gründen nicht zur Anwendung: Bei einer technisch auch möglichen adressgenaue Geokodierung ist der Zeit- und Rechenaufwand gegenüber dem Nutzen zu groß. Bei der Verrechnung von pauschalen Abschlägen je Postleitzahlzone ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen Größe und Besiedlungsgrad der Postleitzahlzonen regional und im Stadt-Land-Gefüge zu große Unwägbarkeiten. Diese haben aber einen großen Einfluss speziell auf die Simulationsergebnisse für regionale Portfolios.

2.4 RÄUMLICHE BEZUGSETZUNG

Um zu ermitteln, wie viele Fahrzeuge potentiell von jedem einzelnen simulierten Hagelereignis betroffen sind, werden die über den Zeitraum von 10.000 Jahren simulierten Hagelereignisse mit den Bezugsflächen der Kaskoportfolios verschnitten. Für die so entstehenden Teilflächen wird die Größe ermittelt. Es wird die Gleichverteilung der Pkw über die Bezugsflächen vorausgesetzt. Über das Größenverhältnis der verschnittenen Teilflächen zu den ursprünglichen Bezugsflächen wird der Anteil der potentiell betroffenen Pkw in der Bezugsfläche ermittelt. Die betroffenen Teilflächen lassen sich nun zu einer gesamt betroffenen Fläche durch die jeweiligen Ereignisse zusammenfassen (vgl. Abb. 8). Dementsprechend wird die Zahl der betroffenen Fahrzeuge über die Teilflächen aufsummiert und ergibt die Anzahl aller durch das jeweilige Hagelereignis potentiell betroffenen Pkw.

Die genannten Schritte können im GIS durchgeführt werden. In der Modellanwendung erweist es sich aber als praktischer, die verschnittenen reinen Flächen ohne verortete Risiken aus dem GIS in ein Datenbanksystem (DBS) zu exportieren und sämtliche oben genannten Berechnungen in diesem auszuführen. Auch im DBS werden dann die Portfolios über die Postleitzahl den Bezugsflächen zugeordnet und dann die Anzahl der jeweils betroffenen Pkw ermittelt. Das Datenbanksystem übernimmt außerdem die Simulation der Parameter bezüglich der variablen räumlichen Fahrzeugverteilung, abhängig beispielsweise von Wochentag und Tageszeit. Es differenziert damit die Schadenwirkung der synthetischen Hagelereignisse weiter aus. Hier wird auf der Grundlage der eingegebenen synthetischen Ereignisse sowie Schadenbedingungen und -funktionen der exponierten Kfz für jedes Ereignis neben der Anzahl der betroffenen Fahrzeuge auch ein absoluter Schaden-

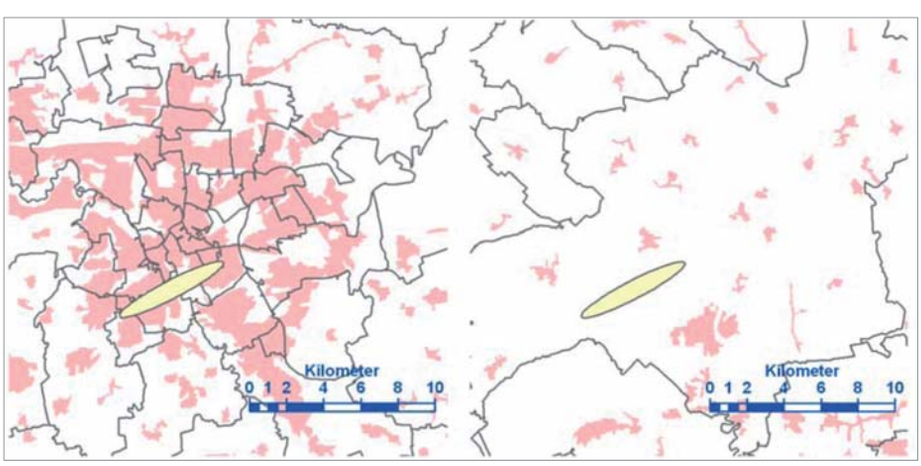

Abbildung 7: Postleitzahlzonen und Siedlungsflächen: eng und weitläufig besiedelt

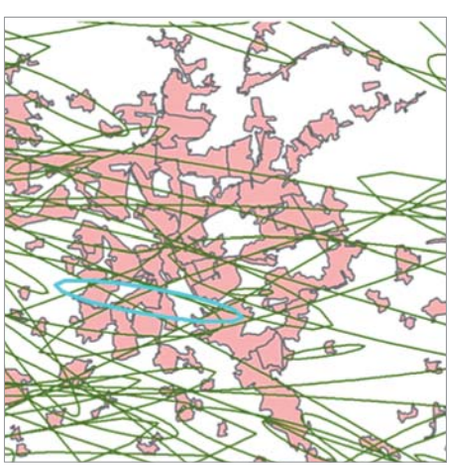

Abbildung 8: Räumliche Verschneidung der Bezugsflächen mit den simulierten Hagelereignissen

aufwand ermittelt. Dieser wird dann unter anderem für die Erstellung der EP-Curves verwendet (vgl. 1.3.2 Modellergebnisse). Weitere Vorteile bei der Verrechnung im DBS statt im GIS sind, dass für unterschiedliche Portfolios immer derselbe Ereignisdatensatz verwendet wird, was auch zur Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse führt. Die reine Risikoermittlung für unterschiedliche Portfolios ist außerdem unabhängig von einer GIS-Lizenz und den damit häufig verbundenen Kosten. Sie könnte damit als eigenständige Anwendung auf Rechnern mit entsprechendem DBS verwendet werden.

3. FAZIT UND AUSBLICK

Das beschrieben Modell ist ein Instrument mit einer sehr speziellen Aufgabenstellung und Rück- und Erstversicherungsunternehmen als Zielgruppe. Die theoretischen Modellansätze sind ähnlich anderer aktueller Modellierungen von Naturgefahren, wie RMS Risklink® und AIR Catrader®. Jedoch bietet bisher nur RMS® ein Modell an, das ähnlich komplex, aber mit unterschiedlichen Modellierungsansätzen die gleiche Problemstellung - Hagelschäden in der Kaskoversicherung - für Gesamtdeutschland bearbeitet. Die Ergebnisse beider Modelle sind direkt vergleichbar und liegen, trotz teilweiser starker Abweichungen in einer realistischen Spanne.

Das stochastisch-meteorologische Ereignismodul und das Schadenmodul (s. Abbildung 2) sind die Hauptbestandteile der Simulation, auf deren Entwicklung und Funktionalität ganz eindeutig der Schwerpunkt des Modells liegt. Eine differenziertere Modellierung in allen Bereichen ist sicherlich erstrebenswert, dabei müssen bei einer wirtschaftlich genutzten Anwendung aber immer Aufwand und Nutzen im Gleichgewicht stehen. Die Modellierung von Naturgefahren wird sich hier mit technischen Neuerungen weiter entwickeln.

Bei der Naturgefahrenmodellierung ist immer ein Raumbezug gegeben, der unter keinen Umständen vernachlässigt oder unterschätzt werden darf. Ob Flut, Sturm oder eben Hagel modelliert werden, es ist immer nötig auch die räumliche Komponente zu betrachten, wenn mögliche Schäden durch Naturgefahren von Interesse sind. In diesem Fall ist ein GIS das unbedingte und zeitgemäße Instrument für Analysen und Modellentwicklung. Erst durch das GIS als zentrales verbindendes Kernstück des Hagelschadenmodells, das zwischen den einzelnen Modulen den nötigen Raumbezug herstellt, wird das Modell funktionsfähig. Dass das GIS dann nebenbei an unterschiedlichen „Brennpunkten" der Modellentwicklung die räumlichen Analysen erleichtert und entscheidende raumwirksame Prozesse aufdeckt, ist dann so selbstverständlich wie die graphische Ergebnisdarstellung.

Durch die Verwendung unterschiedlichster Entwicklungsplattformen bei der Entwicklung von Naturgefahrenmodellen und der zentralen Rolle eines GIS, wirkt ein reibungsloser Datentransfer zwischen den verwendeten Plattformen als Katalysator für die gesamte Modell- und Entwicklungseffizienz. Um ein GIS in Zukunft noch stärker in die komplexen Strukturen von Naturgefahrenmodellen einbinden zu können, sollte daher ein Fokus ihrer weiteren Entwicklung besonders auf dem Datenimport und –export liegen und damit auf ihrer unbedingten Konnektivität zu beliebigen anderen Anwendungen.

Anmerkung

Dieser wissenwchaftliche Fachbeitrag ist aus der Diplomarbeit von Martin Otto an der Technischen Universität Dresden (Prof. Dr. Lars Bernard) in Kombination mit der E+S Rückversicherung AG entstanden. ◀

Literatur

Busch, S. (2008): Quantifying the risk of heavy rain: Its contribution to damage in urban areas. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh 31st August - 5th September 2008, Hannover.

Chen, K.; McAneney, J.; Blong, R.; Leigh, R.; Hunter, L.; Magill, C. (2004): Defining area at risk and its effects on catastrophe loss estimation: a diasymetric mapping approach. Applied Geography 24, S. 97-117.

Changnon, S. A.; Burroughs, J. (2002): The Tristate hailstorm: the most costly on record. Monthly Weather Review 131, S. 1734–1739.

Delobbe, D.; Dehenauw, D.; Hamid, K.; Neméghaire, J. (2003): Hail detection using radar observations: case studies in the summer 2002. Royal Meteor. Inst. of Belgium. Publication scientifique et technique, Nr. 029.

Dessens, J.; Berthet, C.; Sanchez, J. L. (2007): A point hailfall classification based on hailpad measurements: The ANELFA scale. Atmosperic Research 83, S. 132–139.

Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2008): Der Radarverbund des Deutschen Wetterdienstes. http://www.deutscher-wetterdienst.de/lexikon/download.php?file=Radarverbund.pdf, Zugriff 02.07.2008.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.) (2004): CORINE Landcover 2000 (DVD-ROM, Stand o.J.). Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt

Hagel Informationszentrum (2009): Wie groß können Hagelkörner werden?. http://www.hagelforschung.de/wissen/hagelgroesse/index.php, Zugriff 14.10.2009.

Hohl, R. (2001): Relationship between hailfall intensity and hail damage on ground, determined by radar and lightning observations. Dissertation. Universität Freiburg, Schweiz.

Krämer, S.; Verworn, H. - R.; Hartung, A.; Holt, A. R.; Upton, G. J. G.; Becker, M. (2006): Uncertainty quantification of operational X-band weather radar rainfall measurements. 7th International Workshop on precipitation in urban areas 7–10 December 2006, St. Moritz.

Otto, M. (2009): Modellierung von Hagelschäden in der Pkw-Kaskoversicherung in Deutschland. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden.

Pfeiffer, C. (2000): Einführung in die Rückversicherung: Das Standardwerk für Theorie und Praxis. Gabler, Wiesbaden.