

Auswirkungen der Hurrikans Katrina und Rita auf raumzeitliche Kriminalitätscluster in Houston, TX. Ein Scan Statistik Ansatz.

Marco HELBICH & Michael LEITNER

Zusammenfassung

Die Auswirkungen von Naturkatastrophen auf die Kriminalität ist bis heute ein wenig untersuchtes Thema. Im Allgemeinen wird angenommen, dass die Kriminalität kurz nach der Naturkatastrophe sinkt und danach allmählich wieder auf das Niveau von vor der Naturkatastrophe ansteigt. Diese Annahme wird aber nicht immer von den wenigen empirischen Studien bestätigt. Der vorliegende Beitrag untersucht mittels „State of the Art“ raumzeitlicher statistischer Methoden den Einfluss der Hurrikans Katrina und Rita auf raumzeitliche Kriminalitätscluster in der Stadt Houston in Texas, USA. Die Ergebnisse zeigen, dass das Ausmaß der Evakuierung (verpflichtend oder nicht verpflichtend) einen Einfluss auf die Kriminalitätscluster einzelner Deliktarten hat.

1 Einleitung

Die US-amerikanische Metropole Houston (Texas) weist eine hohe Anzahl an Verbrechensdelikten auf. Im Zeitraum 1999 bis 2005 wurden jährlich zwischen 130.000 und 150.000 Delikte (Morde, Einbrüche, Drogenmissbräuche etc.) verübt, wobei über die Jahre ein leicht ansteigender Trend erkennbar ist. In diesem Beitrag wird untersucht, inwieweit Naturkatastrophen, wie etwa Hurrikans, kriminelle Handlungen und deren räumliche Verteilung beeinflussen.

Allgemein wird angenommen, dass die Kriminalität unmittelbar nach dem Eintreffen einer Naturkatastrophe („recovery“ Phase) sinkt, um danach („reconstruction“ Phase) allmählich wieder auf das Niveau von vor der Naturkatastrophe zurückkehrt. Empirische Studien, die diese Annahme bestätigen sind SUAR und KAR (2005), CROMWELL et al. (1995), MUNASINGHE (2007), LEITNER et al. (im Reviewprozess). Eine Ausnahme ist die Studie von FRAILING und HARPER (2007), in der die Einbruchsraten in New Orleans im Monat vor dem Eintreffen von drei verschiedenen Wirbelstürmen mit dem Monat danach verglichen wurden. Die Ergebnisse zeigen einen Anstieg der Einbruchsraten nach dem Eintreffen der Wirbelstürme im Vergleich zu vorher, bei Hurrikan Katrina kam es sogar zu einem vierfachen Anstieg.

Zwei weitere Arbeiten untersuchten die Auswirkungen von Zwangsevakuierungen vor dem Eintreffen der Hurrikans Katrina und Rita in der Stadt Houston im Jahr 2005 (LAWTON & SCHULENBURG 2007, LEITNER & HELBICH 2009). LAWTON und SCHULENBURG (2007) fanden, entgegen den von den Medien kolportierten Aussagen, keinen Beweis, dass beide Hurrikans zu einem Anstieg an Gewaltverbrechen und Drogendelikten führten. Im Gegensatz dazu folgerten LEITNER und HELBICH (2009) auf Basis von Kerndichteschätzungen und amtlichen Statistiken, dass der Anstieg an Einbrüchen primär in afroamerikanischen und lateinamerikanischen Nachbarschaften erfolgte. Als Triebkraft dürfte die Zwangsevakuierung bei Hurrikan Rita gewesen sein, die zurückgebliebene Personen verleitet hat,

Verbrechensdelikte zu begehen. Im Gegensatz dazu kam es bei Hurrikan Katrina zu keiner verpflichtenden Evakuierung der Bewohner, was keinen signifikanten An- oder Abstieg der Delikte erkennen ließ. Die zitierten Studien sind jedoch nicht in der Lage raum-zeitliche Kriminalitätshotspots auszuweisen, da diese ausschließlich mit räumlichen (LAWTON & SCHULENBURG 2007) oder nur implizit mit raum-zeitlichen Methoden (LEITNER & HELBICH 2009) arbeiten. Zweitens implementieren die zeitliche Komponente nur mittels der Differenz zweier Kerndichteschätzungen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten.

Die vorliegende Studie baut auf diesen beiden früheren Arbeiten auf und zeigt mittels explizit raum-zeitlicher Statistiken, wie lokale Kriminalitätscluster von den beiden Hurrikans Katrina und Rita beeinflusst werden können. Damit erhält man wichtige Rückschlüsse bezüglich der Auswirkungen von Naturkatastrophen auf die Dynamik der Kriminalität.

2 Untersuchungsgebiet und Datengrundlage

Das Untersuchungsgebiet ist die im Bezirk Harris County gelegene US-amerikanische Metropole Houston im Südosten des Bundesstaates Texas. Gemäß der Fortschreibung der Volkszählung umfasste Houston im Jahr 2005 rund 2 Millionen Einwohner und die Metropolregion in etwa 5,6 Millionen Menschen. Da die administrative Einheit im Norden zahlreiche kleinere Enklaven umfasst, die methodische Probleme wie beispielsweise Kanteneffekte hervorrufen, wurden diese in weiterer Folge nicht berücksichtigt. In Summe umfasst das Untersuchungsgebiet eine Fläche von rund 1.300 km².

Die Daten zu den Verbrechen werden vom Houston Police Department bereitgestellt und sind auf dessen Webpage frei verfügbar. Dabei liegen die Delikte als Adressdaten mit zahlreichen Attributen wie etwa Deliktart, -zeit, -datum u. ä. vor. Die gewählte Untersuchungsperiode vom 1. August 2005 bis zum 31. Oktober 2005 umfasst etliche Wochen vor und etliche Wochen nach dem die beiden Hurrikans Katrina (29. August 2005) und Rita (24. September 2005) das Festland erreicht haben. Die Deliktadressen wurden anhand des „TIGER“ (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing System) Straßengraphens vom US Census Bureau geokodiert. Dabei wurden die einzelnen Delikte den entsprechenden Straßensegmenten zugewiesen. Eine anschließende interaktive Abgleichung nicht direkt verortbarer Fälle erhöhte die Geokodierungsgenauigkeit auf nahe zu 94%. In Summe wurden 26.746 Delikte koordinativ zugeordnet (LEITNER & HELBICH 2009). Die zeitliche Komponente wird durch das Datum repräsentiert.

Im Beobachtungszeitraum zeigten nur zwei der zehn erfassten Deliktarten ein atypisches Verhalten während Hurrikan Rita. So kam es zum Beispiel bei den Einbrüchen zu einem dramatischen Anstieg von im Mittel rund 70 Delikten pro Tag auf 428 Fällen am 22. September 2005. Ein paar Tage später normalisierte sich die Anzahl wieder auf rund 70 Delikten je Tag. Ebenso stiegen in dieser Periode die Kfz-Diebstähle an. Einen konträren Verlauf zeigen hingegen die Kfz-Einbrüche, Drogendelikte u. ä. die zur selben Zeit eine Abnahme erfuhren. Aufgrund der geringen Fallzahl von zwei Delikten wurde die Deliktart „Totschlag durch Körperverletzung“ von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Abbildung 1 visualisiert die Punktmuster der vier häufigsten Deliktarten (Einbruch, Kfz-Diebstahl, Kfz-Einbruch und schwere Körperverletzung) über den Untersuchungszeitraum. Details zur Geokodierung, die nach Deliktarten differenzierten Zeitreihen u. ä. sind LEITNER und HELBICH (2009) zu entnehmen.



Abb. 1: Räumliche Verteilung vier ausgewählter Deliktarten zwischen 1. August 2005 bis 31. Oktober 2005

3 Methodik

In den letzten Jahren erfuhren Geographische Informationssysteme (GIS) und räumlich-statistische Methoden im Allgemeinen und die räumliche Clusterdetektion im Speziellen, verstärkt Einzug in die Kriminalanalytik. Zur Analyse raum-zeitlicher Punktmuster gibt es ein Sammelsurium an explorativen und inferentiellen Methoden. Dieses reicht von globalen Statistiken (z. B. KNOX 1964, MANTEL 1967, DIGGLE et al. 1995), die das räumliche Verteilungsmuster über das gesamte Untersuchungsgebiet hinweg evaluieren, hin zu lokalen Methoden (z. B. KULLDORFF 1997, KULLDORFF et al. 1998) mit denen es möglich ist, einzelne raum-zeitliche Cluster auszuweisen und zu quantifizieren. Vorliegende Analyse verfolgt einen integrativen Ansatz und wendet sowohl globale als auch lokale Techniken an, wobei der Fokus auf der lokalen Detektion von Kriminalitätsclustern liegt.

3.1 Globale raum-zeitliche Statistiken

In dieser Untersuchung kommen die traditionellen globalen Indizes von KNOX (1964) und MANTEL (1967) zur Anwendung. Das allgemeine Ziel dieser Indizes ist es, eine raum-zeitliche Interaktion nachzuweisen. Im Speziellen geht es um die Evaluierung, ob räumlich nahe Fälle ebenso zeitlich interagieren und vice-versa (LEVINE 2009). Weitere kriminalanalytische Anwendungsbeispiele findet man etwa in LEVINE (2009).

3.1.1 Knox Index

Der Knox Index (KNOX 1964) vergleicht Punktpaare bezüglich ihres räumlichen und zeitlichen Auftretens. Die Fälle werden dabei an Hand des Mittelwertes in räumlich nah oder fern aufgeteilt. Bei der zeitlichen Komponente geht man analog vor. Die beobachteten Werte O werden in eine 2 mal 2 Kontingenztabelle (Tab. 1) eingetragen und mit den erwartenden Werten E anhand der Zeilen- und Spaltensummen S verglichen. Zum Beispiel ist $E_1 = S_1 * S_3 / N$, wobei $N = O_1 + O_2 + O_3 + O_4$ ist. Die errechnete Chi-Quadrat Statistik wird anschließend mittels Monte Carlo Simulation auf Signifikanz getestet. Ist nun zum Beispiel die Teststatistik Chi-Quadrat größer als der simulierte 95 Perzentilwert des Poissonmodells, kann die Nullhypothese (H_0) einer zufälligen raum-zeitlichen Verteilung, zu Gunsten einer raum-zeitlichen Interaktion auf einem 5 % Signifikanzniveau verworfen werden. Ein Nachteil dieses Indexes ist, dass dieser stark von der Wahl des Trennpunktes (z. B. Mittelwert) bestimmt wird (PFEIFFER et al. 2008, LEVINE 2009).

Tab. 1: Struktur des Knox Index (nach Levine 2009)

	Zeitlich nahe	Zeitlich nicht nahe	
Räumlich nahe	O_1 bzw. E_1	O_2 bzw. E_2	S_1
Räumlich nicht nahe	O_3 bzw. E_3	O_4 bzw. E_4	S_2
	S_3	S_3	N

3.1.2 Mantel Index

Im Gegensatz dazu basiert der Mantel Index (MANTEL 1967) auf einer normalisierten Kreuzproduktstatistik der Punktpaare und vergleicht inter-event Distanzen in Raum und Zeit. Auch hier werden die Konfidenzintervalle mittels 999 Monte Carlo Simulationen generiert. Die H_0 von räumlicher und zeitlicher Unabhängigkeit kann jenseits des unteren 2,5 Perzentiles und jenseits des oberen 97,5 Perzentiles auf Basis eines 5 % Signifikanzniveaus verworfen werden. Erwähnt sei noch, dass Extremwerte die Teststatistik verzerren (PFEIFFER et al. 2008, LEVINE 2009).

Nach KULLDORFF et al. (1998) sind beide obige Indizes zur Evaluierung einer retrospektiven raum-zeitlichen Analyse nur bedingt geeignet, da diese ausschließlich globale Phänomene testen und keine Inferenz hinsichtlich lokaler räumlicher Cluster vornehmen. Aus diesem Grund wurde das Analysedesign um einen Scan Statistik Ansatz (KULLDORFF & NAGARWALLA 1995, KULLDORFF 1997) erweitert.

3.2 Lokale Statistik – Retrospektive Scan Statistik mit raum-zeitlichem Permutationsmodell

Gegenwärtig repräsentiert KULLDORFF's (1997) Scan Statistik eine State of the Art Methode der räumlichen Analyse. Das Verfahren kann zur Detektion und Evaluierung von räumlichen, zeitlichen und raum-zeitlichen Clustern herangezogen werden. Dabei dominiert die Detektion von rein räumlichen Clustern die Anwendungsbeispiele, die vorwiegend in den Disziplinen Epidemiologie, Medizin u. ä. angesiedelt sind. Deutlich seltener fand die raum-zeitliche Scan Statistik (KULLDORFF et al. 1998) ihre Anwendung. Beispiele wären KULLDORFF et al. (1998), ELIAS et al. (2006) und GAUDART et al. (2006). In der Kriminal-

analytik ist der Einsatz der Scan Statistik im Allgemeinen noch äußerst rar (z.B. JEFFERIS 1998, CECCATO & HAINING 2004, CECCATO 2005). Die Anwendung raum-zeitlicher Clusterdetektion auf Kriminaldaten wurde in der Literatur noch nicht diskutiert. Das breite Spektrum der Einsetzbarkeit dieser Statistik resultiert auf der Adaption der Statistik für unterschiedliche Datentypen bzw. -verteilungen wie zum Beispiel Bernoulli- oder Poisson-daten (KULLDORFF 1997). In weiterer Folge wird ausschließlich die Scan Statistik mit einem raum-zeitlichen Permutationsmodell verwendet, das als Eingangsdaten lediglich die koordinativ verorteten Delikte und die entsprechenden Tatzeiten benötigt. In Anlehnung an KULLDORFF et al. (1998) und KULLDORFF et al. (2005) wird das Verfahren kurz vorgestellt. Als Scanfenster fungiert dabei ein 3-dimensionaler Zylinder, dessen Grundfläche die räumliche Ausdehnung und dessen Höhe die zeitliche Dimension repräsentiert. Im Zuge der Analyse bewegt sich dieser Zylinder von Delikt zu Delikt und ändert kontinuierlich den Radius und die Zylinderhöhe. Man erhält eine Anzahl an unterschiedlich großen überlappenden Zylindern, wobei die zu erwartete Anzahl an Fällen in einem Zylinder mit der beobachteten Anzahl anhand eines raum-zeitlichen Permutationsmodells verglichen wird. Die Anzahl der zu erwartenden Fälle wird mittels Poissonverteilung geschätzt. Bei einem raum-zeitlichen Cluster handelt es sich schließlich um jenen Zylinder der das Maximum des generalisierten Likelihood Ratios aufweist. Bei diesem herrscht ein signifikantes Übermaß an beobachteten Fällen innerhalb eines räumlichen Bereiches zu einer gewissen Zeitperiode vor. Die statistische Signifikanz der ausgewiesenen Cluster wird anhand Monte Carlo Simulation evaluiert. TANGO und TAKAHASHI (2005) kritisierten in diesem Zusammenhang, dass die meisten geographischen Cluster in der Realität nicht kreisförmig sind, was zu einer Erweiterung eines elliptischen Scanfensters (KULLDORFF et al. 2006) und alternativen Statistiken führte (TANGO & TAKAHASHI 2005). Weitere Details zu den Vorteilen wie etwa einer Anpassung bezüglich eines multiplen Testens, das Einbeziehen von Kovariaten, der statistischen Power der Scan Statistik bzw. eine Diskussion über deren höheren Performanz gegenüber anderen lokalen Clusterstatistiken sei auf die entsprechende Literatur verwiesen (z. B. KULLDORFF & NAGARWALLA 1995, SONG & KULLDORFF 2003, KULLDORFF et al. 2004).

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Knox und Mantel Indexes sind in Tabelle 2 ersichtlich. Lediglich bei den Einbrüchen übersteigt der empirische Wert des Knox Indexes den simulierten Wert auf Basis von 999 Replikationen und verwirft die H_0 einer zufälligen raum-zeitlichen Verteilung auf einem Signifikanzniveau von 5 %. Auf Basis des Mantel Indexes kann diese Schlussfolgerung jedoch nicht gezogen werden, da der beobachtete Wert das 2,5 Perzentil knapp nicht überschreitet (999 Simulationsläufe). Bei den restlichen Deliktarten ist auf Basis des Knox Index die H_0 von raum-zeitlicher Unabhängigkeit anzunehmen und keine raum-zeitliche Konzentration an den Delikten feststellbar. Mit einer Ausnahme (schwere Körperverletzung) bestätigen die Ergebnisse des Mantel Index diese Schlussfolgerungen. Diese Interpretation ist jedoch zu kurz gegriffen, da durchaus (auch bei global fehlender raum-zeitlicher Interaktion) lokale raum-zeitliche Kriminalitätshotspots vorhanden sein können, die von globalen Methoden nicht erfasst werden. Deshalb sehen etliche Autoren (z. B. FOTHERINGHAM et al. 2000) in der Anwendung lokaler Statistiken einen Mehrwert.

Tab. 2: Ergebnisse der globalen raum-zeitlichen Indizes (gerundet)

	Emp. Knox Index	95 Perzentil sim. Chi ²	Emp. Mantel Index	Unteres 2.5 Perzentil	Oberes 97.5 Perzentil
Einbrüche	274.326*	206.548	-0.005	-0.005	0.006
Kfz-Einbrüche	27.547	127.342	-0.004	-0.006	0.007
schwere Körper- verletzung	46.298	80.461	0.010*	-0.008	0.008
Kfz-Diebstahl	62.319	135.287	-0.005	-0.006	0.005

„*“ signifikant

Mittels Scan Statistik ist es möglich lokale Cluster zu lokalisieren und zu quantifizieren. In dieser Studie wurde die Zeitperiode zwischen 1.8.2005 bis 31.10.2005 auf raum-zeitliche Cluster untersucht. Als Scanfenster wurde zwecks fehlender effizientere Algorithmen (TANGO & TAKAHASHI 2005) und dem Auffinden auch nichtkreisförmiger Cluster seitens der Scan Statistik (KULLDORFF et al. 2004), ein Zylinder mit kreisförmiger Grundfläche eingesetzt. Dabei stimmen die Tatorte der Delikte mit den Positionen der Scanfenster überein. Als zeitliche Einheit wurden die einzelnen Tage festgelegt. Eine präzisere Zeitangabe war, obwohl vorhanden (Uhrzeit des Verbrechens), aufgrund Softwareeinschränkungen nicht möglich. Die maximale räumliche Größe der Zylinder wurde pragmatisch auf 50 % der zu erwartenden Fälle begrenzt, gleichfalls die zeitliche Ausdehnung auf 50 % der Untersuchungsperiode. Sämtliche Signifikanzwerte basieren auf 999 Monte Carlo Simulationen. Angemerkt sei, dass es sich um eine äußerst rechenintensive Statistik handelt, die die Anzahl an Simulationsläufen limitiert. Beispielsweise beträgt die Rechenzeit (Dell Optiplex 745 Computer mit Intel Core 2 CPU 6400, 2.13 GHz, 2 GB DDR2 RAM) bei den Einbrüche 94 h.

Abbildung 2 visualisiert die errechneten raum-zeitlichen Cluster der vier häufigsten Deliktarten. Ergänzend dazu listet Tabelle 3 clusterspezifische Resultate dieser vier Deliktarten auf.

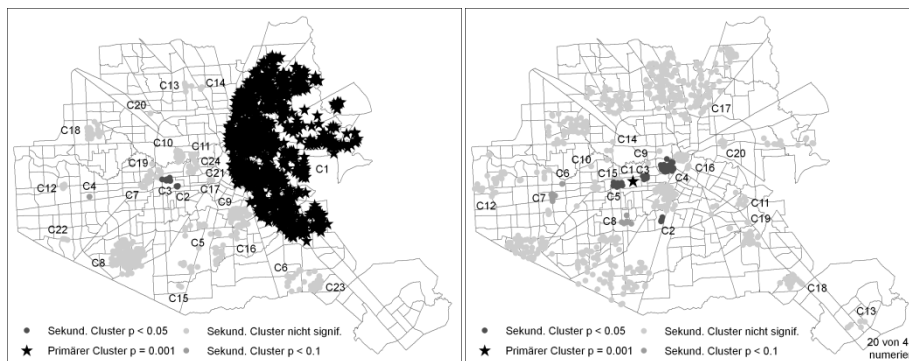




Abb. 2: Raum-zeitliche Kriminalitätscluster vier ausgewählter Deliktarten zwischen 1. August 2005 bis 31. Oktober 2005 (1. Reihe: Einbruch (links), Kfz-Einbruch (rechts), 2. Reihe: schwere Körperverletzung (links), Kfz-Diebstahl (rechts))

Ein Cluster lässt sich interpretativ als ein Gebiet definieren, in dem während einer gewissen Zeitperiode eine signifikant höhere Anzahl an Delikten als anderswo im Houston auftrat. Bei den primären Clustern handelt es sich um jene, die das Maximum der Likelihood Ratio Statistik aufweisen.

Tab. 3: Ergebnisse der raum-zeitlichen Scan Statistik (Cluster mit $p < 0.1$)

	Cluster Nr.	Zeit	Max. Likelihood Ratio	p
Einbrüche (n=6730)	C1	21.9.-27.9.	24.86	0.001
	C2	10.10.	16.98	0.012
	C3	9.9.	16.16	0.018
	C4	15.8	15.05	0.051
Kfz-Einb. (n=4378)	C1	13.8.-14.8.	25.40	0.001
	C2	20.9.-21.9.	24.68	0.001
	C3	12.9.-13.9.	16.96	0.002
	C4	22.9.-25.9.	16.78	0.002
	C5	26.9.-28.9.	14.62	0.048
	C6	29.9.-30.9.	14.42	0.061
	C7	16.10.-19.10.	14.22	0.070
	C8	8.9.-13.9.	13.85	0.099
s. Körperverletzung (n=2682)	C1	23.10.-25.10.	17.60	0.001
	C2	29.9.	17.36	0.002
	C3	16.9.	17.21	0.002
	C4	2.10.	17.07	0.003
Kfz-Dieb. (n=4767)	C1	1.8.	25.78	0.001
	C2	12.9.-13.9.	16.73	0.007

In Summe zeigen sämtliche Verteilungsmuster ein raum-zeitlich differentes und heterogenes Verhalten. Bei Einbruchsdelikten und Kfz-Einbrüchen konnte die höchste Anzahl an

signifikanter raum-zeitlicher Cluster gefunden werden. Aus diesem Grund liegt das Hauptaugenmerk der Interpretation auf diesen beiden Delikten. Bei den Einbruchdelikten wurden 24 Cluster (Abb. 2, 1. Reihe links) gefunden, wobei 4 davon ein Signifikanzniveau von $p < 0,1$ aufweisen. Das Kartenbild wird dabei von dem im östlichen Teil von Houston gelegenen raum-zeitlichen primären Cluster C1 ($p = 0,001$) dominiert, der die restlichen signifikanten sekundären Cluster (C2 bis C4) unbedeutend erscheinen lässt. Die Zeitperiode des Clusters C1 beläuft sich auf 21. September bis 27. September und umfasst genau die Tage vor und nach dem Eintreffen von Hurrikan Rita am 22. September 2005. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die in LEITNER und HELBICH (2009) diskutierten Karten der dort lebenden ethnischen Gruppen, stellt man fest, dass dieser Cluster C1 in einen nördlichen afroamerikanischen Teil und einen südlichen lateinamerikanischen Teil geteilt ist. Die Morphologie der Cluster stimmt in etwa mit den in der Studie von LEITNER und HELBICH (2009) visualisierten Hotspots der Kerndichteschätzungen überein, obwohl diese die zeitliche Komponente nur implizit (Differenz aus zwei Zeitpunkten) berücksichtigen. Folglich lässt sich aus methodischer Perspektive festhalten, dass Kerndichteschätzungen als wenig rechenintensive Methoden zur Kartierung von Hotspots tauglich sind.

Im Vergleich zu den Einbrüchen zeigt sich bei den Kfz-Einbrüchen ein konträres Bild (Abb. 2, 1. Reihe rechts). Hier wurden deutlich mehr raum-zeitliche Cluster gefunden (45 Stück, wobei 8 davon einen Signifikanzwert von $p < 0,1$ aufweisen), jedoch ist deren Intensität deutlich geringer ausgeprägt. Diese liegen eher im Zentrum des Untersuchungsgebietes, wo der prozentuale Anteil an weißer Bevölkerung hoch ist (tw. $> 80\%$). Der primäre Cluster der Kfz-Einbrüche (C1) mit $p = 0,001$ wird dabei von sekundären signifikanten Clustern (C3-C5) bandartig flankiert. Lokal betrachtet sind diese Cluster vor allem entlang des Southwest Freeways bzw. des Highway 59 situiert. Betrachtet man das zeitliche Auftreten der signifikanten Cluster (Tab. 2), fällt auf, dass mit 13. August bis 14. August lediglich der primäre Cluster in die Zeit vor Hurrikan Katrina fällt. Demzufolge hatte Katrina (29. August 2005) keinen signifikanten Einfluss auf raum-zeitliche Cluster im Bereich Kfz-Einbrüche. Die Ergebnisse sind konsistent mit jenen von LEITNER und HELBICH (2009), die für diese Zeit anhand einer Zeitreihe keine Veränderung dieser Delikte feststellten. Mit einer Ausnahme, dem Cluster zwischen 16. und 19. Oktober, fallen sämtliche raum-zeitlichen Kfz-Einbruchcluster auf den Monat September. Cluster C4 fällt mit 22. September bis 25. September exakt einen Tag vor und einen Tag nach Eintreffen von Hurrikane Rita. Dass die Clustergröße relativ gering ist, liegt daran, dass die absolute Anzahl der Kfz-Einbrüche abgenommen hat. Ein diesbezüglicher Erklärungsversuch wäre etwa, dass die Bewohner mittels ihres Kfz die Evakuierung unternommen haben.

Zusammenfassend zeigen die unterschiedlichen Delikte eine relativ klare räumliche Struktur und lassen nahezu keine Überlappungsbereiche erkennen, was die Frage nach „Kriminalitätsnischen“ aufwirft.

Resümee

Der vorliegende Beitrag untersuchte inwieweit die Hurrikane Katrina und Rita Kriminalitätscluster in der US-amerikanischen Metropole Houston (Texas) zeitlich und räumlich beeinflussten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Verteilungsmuster aller vier untersuchten Deliktarten ein raum-zeitlich differentes und heterogenes Verhalten aufweisen. Bei den beiden Deliktarten Einbrüche und Kfz-Einbruch konnten die meisten raum-zeitlichen Cluster gefunden werden. Der dominante Cluster bei den Einbrüchen dauerte vom 21. bis 27.

September und umfasste exakt die Tage vor und nach dem Eintreffen von Hurrikan Rita. Dieser Cluster lag im (nord-)östlichen Teil von Houston, der von vorwiegend afroamerikanischen und lateinamerikanischen Ethnien besiedelt wird. Eine Erklärung für das Auftreten dieses Clusters wäre, dass trotz verpflichtender Evakuierung, die vor dem Eintreffen von Hurrikan Rita über Houston „verhängt“ wurde, manche Bewohner diesem Aufruf nicht folgten. Stattdessen haben wahrscheinlich kriminelle Elemente von den nicht-evakuierten Bewohnern in den vorübergehend "leerstehenden" Häusern der evakuierten Bewohnern eingebrochen. Diese Annahme wird unterstützt durch Konzepte der "Environmental Criminology" (Brantingham & Brantingham 1981), die u. a. aussagen, dass die Anzahl der Delikte mit der Distanz vom Ankerpunkt der Täter abnimmt. Dieser Zusammenhang kann mit einer Distanzabnahmefunktion gezeigt werden und wurde seit der Einführung der Konzepte der "Environmental Criminology" sehr oft empirisch bestätigt. Während Hurrikan Katrina konnte kein einziger raum-zeitlicher Kriminalitätscluster gefunden werden, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass es vor dem Eintreffen von Hurrikan Katrina keine Zwangsevakuierung gab. Die Ergebnisse dieser empirischen Studie sind für die Exekutive bzw. deren proaktive Planung und Ressourcenverteilung als Vorbereitung auf eine Naturkatastrophe von großer Bedeutung.

Literatur

- BRANTINGHAM, P. & BRANTINGHAM, P. (1981), *Environmental Criminology*.- Beverly Hills.
- CECCATO, V. & HAINING, R. (2004), Crime in border regions: The Scandinavian case of Öresund, 1998-2001.- In: *Annals of the Association of American Geographers*, Nr. 94, S. 807-826.
- CECCATO, V. (2005), Homicide in São Paulo, Brazil: assessing spatial-temporal and weather variations.- In: *Journal of Environmental Psychology*, Nr. 25, S. 249-360.
- CROMWELL, P., DUNHAM, R., AKERS, R. & LANZA-KADUCE, L. (1995), Routine activities and social control in the aftermath of a natural catastrophe.- In: *European Journal of Criminal Policy and Research* Nr. 3, S. 56-69.
- DIGGLE, P., CHETWYND, A., HÄGGKVIST, R. & MORRIS, S. (1995), Second-order analysis of space-time clustering.- In: *Statistical Methods in Medical Res.*, Nr. 4, S. 124-136.
- ELIAS, J., HARMSSEN, D., CLAUS, H., HELLENBRAND, W., FROSCH, M. & VOGEL, U. (2006), Spatiotemporal analysis of invasive meningococcal disease, Germany. *Emerging*.- In: *Infectious Diseases*, Nr. 12, S. 1689-1695.
- FOTHERINGHAM, S., BRUNSDON, C. & CHARLTON, M. (2000), *Quantitative Geography. Perspectives on Spatial Data Analysis*.- London.
- FRAILING, K. & Harper, D. (2007), Crime and hurricanes in New Orleans.- In: BRUNSMAN, D., OVERFELT, D. & PICOU, J. (eds.), *The Sociology of Katrina: Perspectives on a Modern Catastrophe*. Landham, MD: Rowman & Littlefield Publishers.
- GAUDART, J., POUADIOUGOU, B., DICKO, A., RANQUE, S., TOURE, O., SAGARA, I., DIALLO, M., DIAWARA, S., OUATTARA, A., DIAKITE, M. & DOUMBO, O. (2006), Space-time clustering of childhood malaria at the household level: A dynamic cohort in a Mali village.- In: *BMC Public Health*, Nr. 6, S. 286-2006.
- JEFFERIS, E. (1998), A multi-method exploration of crime hot spots: SaTScan results. National Institute of Justice, Crime Mapping Research Center.

- KNOX, E. (1964), The detection of space-time interactions.- In: *Applied Statistics*, Nr. 13, S. 25-29.
- KULLDORFF, M. (1997), A spatial scan statistic.- In: *Communications in Statistics: Theory and Methods*, Nr. 26, S. 1481-1496.
- KULLDORFF, M. & NAGARWALLA, N. (1995), Spatial disease clusters: Detection and inference.- In: *Statistics in Medicine*, Nr. 14, S. 799-810.
- KULLDORFF, M., ATHAS, W., FEUER, E., MILLER, B. & KEY, C. (1998), Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos.- In: *American Journal of Public Health*, Nr. 88, S. 1377-1380.
- KULLDORFF, M., ZHANG, Z., HARTMAN, J., HEFFERNAN, R., HUANG, L. & MOSTASHARI, F. (2004), Evaluating disease outbreak detection methods: Benchmark data and power calculations.- In: *Morbidity and Mortality Weekly Report*, Nr. 53, S. 144-151.
- KULLDORFF, M., HEFFERNAN, R., HARTMAN, J., ASSUNÇÃO, R. & MOSTASHARI, F. (2005), A space-time permutation scan statistic for the early detection of disease outbreaks.- In: *PLoS Medicine*, Nr. 2, S. 216-224.
- KULLDORFF, M., HUANG, L., PICKLE, L. & DUCZMAL, L. (2006), An elliptic spatial scan statistic.- In: *Statistics in Medicine*, Nr. 25, S. 3929-3943.
- LAWTON, B. & SCHULENBURG, J. (2007), Assessing the impact of Hurricane Katrina on space-time clusters of crime patterns in Houston. Ninth Crime Mapping Research Conference, Pittsburgh, PA, March 28-31 2007.
- LEITNER, M. & HELBICH, M. (2009), Analyzing, modeling, and mapping the impact of Hurricanes Katrina and Rita on the spatial and temporal distribution of crime in Houston, TX.- In: CAR, A., GRIESEBNER, G. & STROBL, J.: *Geospatial Crossroads. GI_Forum '09. Proceedings of the Geoinformatics Forum Salzburg*.- Salzburg, S. 110-119.
- LEITNER, M., BARNETT, M., KENT, J. & BARNETT, T. (in Reviewprozess), The Impact of Hurricane Katrina on Reported Crimes in Louisiana – A Spatial and Temporal Analysis.- In: LEBEAU, J. & LEITNER, M. (eds.) *Spatial Methodologies for Studying Crime. Special Issue of the Professional Geographer*.
- LEVINE, N. (2009), *CrimeStat: A spatial statistics program for the analysis of crime incident locations (v 3.2a)*. Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington, DC.
- MANTEL, N. (1967), The detection of disease clustering and a generalized regression approach.- In: *Cancer Research*, Nr. 27, S. 209-220.
- MUNASINGHE, M. (2007), The importance of social capital: Comparing the impacts of the 2004 Asian Tsunami on Sri Lanka, and Hurricane Katrina 2005 on New Orleans.- In: *Ecological Economics*, Nr. 64, S. 9-11.
- PFEIFFER, D., ROBINSON, T., STEVENSON, M., STEVENS, K., ROGERS, D. & CLEMENTS, A. (2008), *Spatial Analysis in Epidemiology*.- Oxford.
- SONG, C. & KULLDORFF, M. (2003), Power evaluation of disease clustering tests.- In: *International Journal of Health Geographics*, Nr. 2, 9.
- SUAR, D. & KAR, S. (2005), Social and behavioral consequences of the Orissa Supercyclone.- In: *Journal of Health Management*, Nr. 7, S. 263-274.
- TANGO, T. & TAKAHASHI, K. (2005), A flexibly shaped spatial scan statistic for detecting clusters.- In: *International Journal of Health Geographics*, Nr. 4, 11.