

Ein Planspiel für Großschadenseinsätze

Ein simulationsbasiertes Managementplanspiel unterstützt den effektiven und effizienten Einsatz von Rettungsdiensten.

Marion S. Rauner, Helmut Niessner,
Michaela M. Schaffhauser-Linzatti

Nicht erst die jüngsten Naturkatastrophen¹ wie beispielsweise in Haiti oder Japan zeigen die Notwendigkeit auf, Rettungsdienste für Großschadensereignisse a priori mittels EDV-basierter Entscheidungsmodellen auszustatten. Solche Simulationsmodelle müssen die Komplexität und Einzigartigkeit dieser Einsätze abbilden und einen effektiven und effizienten Einsatz der Rettungsdienste vor Ort unterstützen. Gleichzeitig ist die EDV-basierte Schulung der Einsatzkräfte hinsichtlich der Vorgehensweise in Katastrophenfällen ein vorrangiges Ziel, ähnlich wie es bei Piloten mit Flugsimulatoren passiert.

Die rasant steigende Anzahl wissenschaftlicher Publikationen unterstreicht die Bedeutung von Operations-Research-basierten Modellen für Rettungsdienste bei Großschadensereignissen. Aktuelle Veröffentlichungen umfassen Simulationsmodelle, Optimierungsmodelle, Covering-Location-Modelle, geographische Modelle oder spieltheoretische Ansätze.² Eine umfangreiche Analyse der internationalen Literatur zeigt auf,^{3,4} dass nur wenige Modelle Großschadensereignisse mit einem Massenansturm von Verletzten abbilden.

Des Weiteren basiert der Großteil der Forschung auf dem US-amerikanischen Einsatzsystem, das die Verletzten sofort vom Unfallort in ein Krankenhaus verlagert, wo die medizinische Behandlung erfolgt.⁴ In Europa hingegen werden Verletzte zunächst am Unfallort versorgt und erst in stabilem Zustand transferiert. Durch dieses unterschiedliche Setting sind die amerikanischen „scoop-and-run“-Ansätze für die europäische „stay-and-play“-Versorgung nur sehr eingeschränkt anwendbar.

Mit dem auf einem Discrete-Event-Simulationsmodell basierenden Managementplanspiel wird diese Lücke in der internationalen Literatur geschlossen.^{4,5} Es werden realistische Szenarien von klei-



Computerspiele helfen, Großeinsätze zu planen.
Foto: © M.Tomczak - Fotolia.com

nen städtischen Unfällen bis hin zu Massenunfällen in abgelegenen Regionen abgebildet. Das Managementplanspiel wird bereits vom Österreichischen Arbeiter-Samariter-Bund (ASBÖ) eingesetzt und unterstützt die Entscheidungsträger bei der Verbesserung der Planungsqualität hinsichtlich besserer Versorgung der Verunfallten vor Ort und deren Transport zum nächstgelegenen geeigneten Krankenhaus. Zusätzlich wird das Managementplanspiel an der Universität Wien für Lehr- und Forschungszwecke eingesetzt. Seine universelle Anwendbarkeit wird anhand einer Massenkarambolage auf einer österreichischen Autobahn demonstriert.

Simulationsmodell

Bei Großschadenseinsätzen wird eine Sanitätshilfsstelle (SanHiSt) aufgebaut, welche aus unterschiedlichen Behandlungsräumen von Sofortbehandlung (I) über dringende Behandlung (IIa und IIb), spätere Behandlung von Leichtverletzten (III) bis zur betreuenden, abwartenden Behandlung (VI) besteht. Die Behandlung von verletzten Patienten in der SanHiSt ist ein dynamischer und komplexer Prozess. Am Anfang werden Patienten geborgen

und anschließend gemäß ihrem Verletzungsgrad triagiert, d.h. in verschiedene Behandlungsgruppen eingeteilt. Sobald ein Behandlungsraum der SanHiSt aufgebaut ist, kann mit der Behandlung von Patienten begonnen werden. Patienten warten auf Behandlung in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Aufbaues der SanHiSt, von ihrem Prioritätsstatus (Triage) und den vorhandenen knappen Ressourcen (z.B. Personal, Betten, Rettungsfahrzeuge). Der Abtransport ins Krankenhaus erfolgt nur aus den Behandlungsräumen IIa und IIb. Während den Wartezeiten verschlechtert sich der Gesundheitszustand der Schwerverletzten, was im Extremfall auch zu deren Tod führen kann. Da jeder Patient individuell betrachtet werden muss, wählten wir für diese Fragestellungen einen Discret-Event-Simulationsansatz⁶ und implementierten das Modell mit der Software AnyLogic⁷.

Die Spielleitung kann die externen Rahmenbedingungen für einen Großschaden definieren: 1) Anzahl an Betroffenen, 2) Anteil an Schwerverletzten, 3) Region

(vom abgelegenen Gebiet bis zum Ballungsraum), 4) mit/ohne Veranstaltung, 5) Komplexität des Schadensplatzes (vom einfachen bis zum komplexen Zugang zu den Verunfallten) und 6) Komplexität des Behandlungsplatzes (von guter bis schlechter Infrastruktur vor Ort). Weiterhin legt die Spielleitung fest, ob es eine Bergetriage gibt, die Bergung durch Sanitäter erfolgt und wie viele Führungskräfte vor Ort sind. Zusätzlich wird die Anzahl an Triageplätzen und an Sanitätern in der SanHiSt vorbestimmt. Anhand dieser Vorgaben wird ein realitätsnahes Szenario für die Spieler gestaltet, welches auf beim ASBÖ erhobenen realitätsnahen Datenmaterial aufbaut.⁴



Das Planspiel kann automatisch gespielt werden, d.h. die Spieler können nicht direkt eingreifen, oder die Spieler können direkt manuell während des gesamten Spiels eingreifen und drei Entscheidungen fällen:

- :: Spielvariante A 1) Anzahl an Triageplätze sowie 2) Anzahl an Sanitätern in der SanHiSt pro 100 Betroffenen und in der
- :: Spielvariante B zusätzlich 3) Versendung von Behandlungstruppen in die Behandlungsräume I bis IV. Ist beispielsweise die Anzahl an Triageplätzen zu hoch, fehlt Personal in der SanHiSt zur Versendung von Behandlungstruppen. Sind andererseits zu viele Sanitäter in der SanHiSt mit der Behandlung von Patienten beschäftigt, könnte der Abtransport ins Krankenhaus zu spät erfolgen.

Die Spieler müssen nun geschickt im Spielverlauf am Anfang mehr Kapazitäten für Triage freigeben, dann sich auf die Behandlung der Patienten in der SanHiSt konzentrieren und abschließend rechtzeitig die Sanitäter zum Abtransport in die Krankenhäuser freigeben. Dies kann aber je nach Ausgestaltung des Schadensereignisses sehr unterschiedlich sein. Daher ist es zielführend, das Sanitätspersonal bzw. die anderen Spieler für diese

unterschiedlichsten Herausforderungen mittels dieses Managementplanspiels zu trainieren.

Großschadenseinsatz: Massenkarambolage auf der Autobahn

Als Annahme für unser Beispiel für einen Großschadenseinsatz dient eine Massenkarambolage auf der Autobahn A1. Am frühen Sonntagabend eines Frühlingstages gegen 19 Uhr kommt es aufgrund plötzlichen, starken Nebels zu einem Großunfall auf der A1, in den neben unzähligen PKW auch mehrere LKW und ein voll besetzter Reisebus verwickelt werden. Es sind etwa 120 Personen betroffen, davon ca. 30 Prozent schwerverletzt. Aus der nahen Kleinstadt sind rasch die ersten Rettungskräfte zur Stelle und beginnen mit dem Aufbau einer SanHiSt vor Ort, um die verletzten Personen optimal zu versorgen. Es werden 50 Sanitäter pro 100 Betroffenen in der SanHiSt zugeteilt, die eventuell verbleibenden Sanitäter halten sich für den Abtransport der Patienten ins Krankenhaus bzw. für den Transport der Patienten innerhalb der SanHiSt bereit. Es steht eine minimale Anzahl von Führungskräften vor Ort zur Verfügung.

Die Unfallstelle ist zwar prinzipiell auch für Rettungskräfte zugänglich (wodurch es einem ersten Team möglich ist, eine erste Grobsichtung – die sogenannte Bergetriage – vorzunehmen), jedoch sind viele Personen in den Fahrzeugen eingesperrt bzw. eingeklemmt und müssen einzeln von der Feuerwehr befreit werden. Während die Feuerwehrleute an der Bergung der Personen arbeiten, errichtet der Rettungsdienst erste Zelte auf einer Wiese neben der Autobahn und trifft alle Vorbereitungen für die Versorgung der Patienten. Parallel dazu werden diese bereits je nach Ausmaß ihrer Verletzungen triagiert, um besonders den Schwerverletzten so rasch wie möglich die optimale Behandlung zukommen zu lassen. Die Einstellung dieser Rahmenbedingungen erfolgt von der Spielleitung.

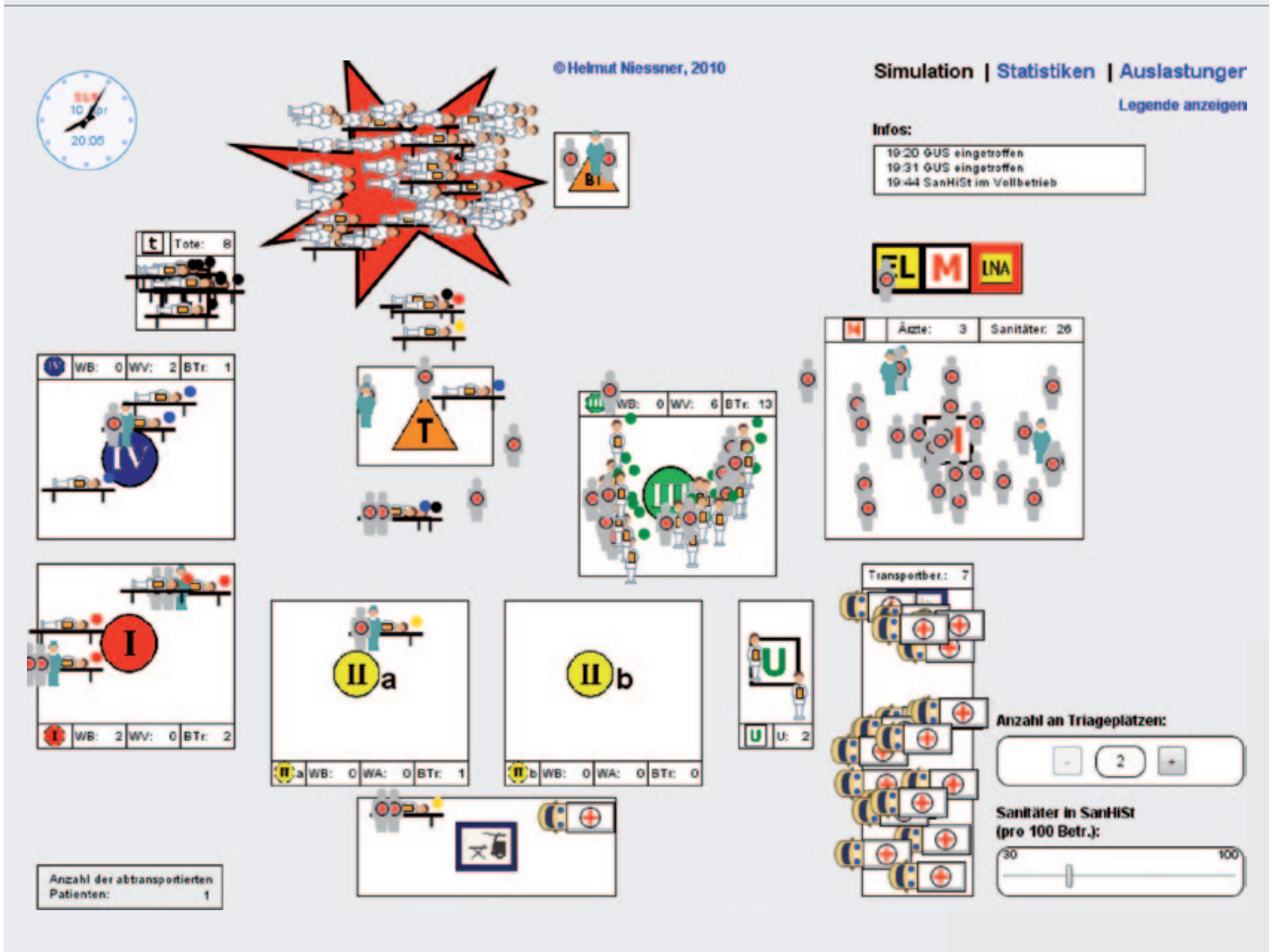
Wird beispielsweise ein manueller Spielmodus (Variante A) gewählt, bei welchem die Anzahl der Triageplätze und die Anzahl der Sanitäter in der SanHiSt pro 100 Betroffenen veränderbar sind, ist nach etwa 260 Minuten der letzte Patient ins Krankenhaus abtransportiert und der Unfallort geräumt.

Nach 60 Minuten ist der Behandlungsraum I für Sofortbehandlung aufgebaut, aber die Bergung der Einklemmten dauert noch an. Nur leichtverletzte, gehende Patienten werden triagiert. Die Abbildung veranschaulicht, dass die SanHiSt nach 100 Minuten im Vollbetrieb läuft, die Bergung der Schwerverletzten befindet sich in vollem Gange. Alle Behandlungsräume I bis IV sind aufgebaut. Sieben Rettungsfahrzeuge befinden sich transportbereit. In der Meldestelle sind drei Ärzte und 26 Sanitäter einsatzbereit.

Nach 180 Minuten sind alle Schwerverletzten abtransportiert, nun liegt der Fokus auf der Behandlung eher Leichtverletzter in den Behandlungsräumen IIb und III. Zusätzlich sind 28 Rettungswagen zum Abtransport von Patienten ins Krankenhaus einsatzbereit. Nach etwa 260 Minuten ist der Schadensplatz geräumt. Zur Analyse des Großschadensereignisses können Entscheidungsträger auf diverse Planspielstatistiken zurückgreifen wie beispielsweise 1) Wartezeiten von Patienten auf Behandlung in,

Rettungseinsatz nach Massenkarambolage auf der Autobahn

Graphische Darstellung des Einsatzes der Rettungsdienste 100 Minuten nachdem sich der Großschaden ereignet hat.



- Schadensplatz
- Führungskräfte
- Material- und Meldestelle
- Bergetriage
- Triage
- Sofortbehandlung (sehr Schwerverletzte)
- Dringende Behandlung (Schwerverletzte)
- Dringende Behandlung (Schwerverletzte)
- Spätere Behandlung (Leichtverletzte)
- Abwartende Behandlung (Extremverletzte)

- Tote
- Unverletzte
- Wagenhalteplatz
- Verladestelle
- Arzt
- Sanitäter
- Betroffener
- Betroffener mit Patientenleittasche
- Betroffener auf Trage/Bett
- Rettungswagen

- WB** Warten auf Behandlung
- WV** Warten auf Verlegung
- WA** Warten auf Abtransport
- BTr** Behandlungstrupps
- U** Unverletzte
- Transportber.** Transportbereit
- SanHiSt** Sanitätshilfsstelle
- GUS** Großfallset: In ganz Österreich positioniertes Material einer Sanitätshilfsstelle für die Versorgung von 50 Patienten (davon 15 Schwer- und 35 Leichtverletzte).

Verlegung zwischen bzw. Abtransport ins Krankenhaus aus den Räumen I bis IV, 2) die Gesamtzahl an Patienten in Behandlungsräumen I bis IV, 3) die Anzahl an Todesfällen oder 4) die Aktivitätsdiagramme der Bergetriage, der Triage, der Behandlungsräume I bis IV und des Abtransports von Patienten ins Krankenhaus.

Aufgrund der schwierigeren Bergung warten viele Patienten länger auf die Behandlung, ansonsten funktioniert die Patientenversorgung sehr gut. Eventuell wäre eine Erhöhung der Anzahl der Triageplätze während des Spielverlaufes bei diesem Schadensereignis sinnvoll gewesen.

Die Auslastungsprofile für Sanitäter und Ärzte zum Großschadensereignis lassen erkennen, dass die Auslastung der Sanitäter oftmals unter 50 Prozent liegt; erst zum Schluss sind sie voll für den Abtransport von Patienten ins Krankenhaus eingesetzt, da die Anzahl der Sanitäter mit 50 pro 100 Betroffenen in der SanHiSt fixiert wurde. Nach etwa 140 Minuten sind Sanitäter schlecht ausgelastet, daher könnte spätestens ab diesem Zeitpunkt eine erhöhte Freigabe von Sanitätern von der SanHiSt zum Abtransport von Patienten ins Krankenhaus erfolgen. Man erkennt, dass es am Anfang einen Ärztemangel gibt, da Ärzte erst sukzessive beim Schadensort eintreffen.

Herausforderungen

Wie am Beispiel der Massenkarambolage auf der A1 aufgezeigt, kann mit Hilfe des Managementplanspiels für Großschadenseinsätze a priori die Auswahl wichtiger Planungsentscheidungen vor Ort zum richtigen Zeitpunkt identifiziert werden, um verbesserte Ergebnisse zu erzielen (z.B. Minimierung der Wartezeit der Patienten auf Behandlung bzw. Abtransport ins Krankenhaus, Minimierung der Anzahl an Verstorbenen). Zukünftig werden die Lerneffekte von Spielern untersucht und gleichzeitig Unterschiede zwischen den Strategien und den erzielten Lösungen von Studierenden und Praktikern analysiert. ::

Literatur

- ¹ Center for Research on the Epidemiology of Disasters, 2011, EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Université Catholique de Louvain. Brussels. <http://www.emdat.be>.
- ² Altay N., Green W.G., 2006, OR/MS research in disaster operations management, Eur J Oper Res, 175(2), 475-93
- ³ Gansterer A., 2008, Disaster management and its economic implications, Diplomarbeit, Universität Wien.
- ⁴ Niessner, H., 2010, Der Rettungsdienst bei einem Massenfall von Verletzten – ein Simulationsmodell in AnyLogic, Diplomarbeit, Universität Wien.
- ⁵ Rauner, M., Niessner, H., Schaffhauser-Linzatti, M., 2010, Working Paper: A DES-based decision support system for disaster planning of ambulance services, Operations Research 2010, International Scientific Annual Conference, Munich, Germany, September 1-3.
- ⁶ Brennan A, Chick S, Davies R, 2006, A taxonomy of model structures for economic evaluation of health technologies, Health Econ, 15(12), 95-1310.
- ⁷ XJ Technologies, 2008, AnyLogic, <http://www.xjtek.com/>



Foto: Privat

Universitätsprofessorin Dr. Marion S. Rauner, Lehrstuhl für Innovations- und Technologie-management der Universität Wien, Leiterin der Kernfachkombination Health Care Management für Studierende, Präsidentin der Österreichischen Gesellschaft für Operations Research (ÖGOR) Marion.Rauner@univie.ac.at



Foto: Privat

Mag. Helmut Niessner, Projektmanager im IT- und eBusiness-Bereich, seit mehr als sieben Jahren ehrenamtlich als Rettungssanitäter tätig. helmut@niessner.net

Universitätsprofessorin Dr. Michaela Schaffhauser-Linzatti, Lehrstuhl Externes Rechnungswesen der Universität Wien, Schnittstellenbereich Rechnungswesen und Gesundheitswesen. Michaela.Linzatti@univie.ac.at

Santé
Ball der österreichischen
Gesundheitswirtschaft

