

**Abb. 1:** Die Simulation macht für jeden virtuell eröffneten Stützpunkt die tageszeitabhängige Häufigkeitsverteilung der Einsätze ersichtlich



## Simulationsmodell zur Verkürzung der Hilfsfristen bei gleichbleibender Anzahl der Einsatzmittel

Die Verbesserung der Hilfsfristen ist ein zentraler Aspekt bei der Überprüfung der Rettungsdienste. In der Schweiz wurde durch das Institut für Modellbildung und Simulation (IMS) der Fachhochschule St. Gallen ein Simulationsmodell zur Optimierung der Hilfsfristen entwickelt. In der beschriebenen Modellregion konnte unter Annahme eines überregional organisierten Rettungsdienstes eine Steigerung der Einhaltung der Hilfsfrist von bisher 85% auf rund 94% simuliert werden. Zur Umsetzung wären die Umverteilung der RTW sowie eine Änderung der Dispositionsstrategie notwendig.

Der Ostschweizer Kanton St. Gallen hat rund 470.000 Einwohner auf 2.026 km<sup>2</sup>. Der tiefste Punkt ist der Bodensee mit 400 m über dem Meeresspiegel und der höchste Punkt ist der Ringelspitz mit 3.247 m. Die Kantonshauptstadt ist mit rund 70.000 Einwohnern die bevölkerungsreichste Gemeinde des Kantons.

Für die rettungsdienstliche Versorgung der Bevölkerung des Kantons St. Gallen stehen 12 RTW an 10 Standorten zur Verfügung. Vier Spitalregionen erbringen für die Erfüllung des Leistungsauftrags eigene Vorhalteleistungen. Um einen möglichst hohen spitalregionsbezogenen Deckungsgrad der rettungsdienstlichen Kosten zu erreichen, werden bevorzugt die eigenen Mittel eingesetzt. Dies führt für Primäreinsätze zu einer regionalen, mittelorientierten Disposition.

Für die Durchführung von Sekundäreinsätzen sind im Kanton sechs KTW an sechs Standorten vorhanden. Sekundäreinsätze reichen vom medizinisch einfachen Transport bis zu medizinisch aufwendigen Intensivverlegungen mit Notarzt. Im benachbarten Kanton Appenzell Ausserrhoden ist der dortige Spitalverbund für den Betrieb des Rettungsdienstes an drei Standorten zuständig. Die Ausserrhoder Rettungsdienste arbeiten aufgrund der geografischen Nähe eng mit den Rettungsdiensten des Kantons St. Gallen zusammen.

Im Kanton St. Gallen werden drei spitalgebundene Notarzdienststandorte unterhalten. In zwei Regionen betreiben niedergelassene Ärzte ein Notarzteinsatzfahrzeug. An zwei weiteren Standorten rückt anstelle von Notärzten das Anästhesiepflegepersonal aus. Alle diese

Autoren:

**Jonas Rüttimann**  
Dipl. Ing. FH  
Projektleiter der  
Software-Entwicklung  
am IMS

**Günter Bildstein**  
MSc MBA  
betrieblicher Leiter  
Rettungsdienst  
Kantonsspital St. Gallen

Dienste sind mit einem separaten Einsatzfahrzeug im Rendez-vous-System organisiert.

Die Disposition aller Rettungsmittel der drei Kantone St. Gallen, Appenzell Ausserrhoden und Appenzell Innerrhoden erfolgt durch die Kantonale Notrufzentrale, eine Leitstelle, in der alle Notrufe der Polizei, Feuerwehr und des Rettungsdienstes im selben Raum mit derselben Technik abgearbeitet werden. Jährlich werden im Kanton St. Gallen rund 12.600 Primäreinsätze, 5.600 Sekundäreinsätze und 2.300 Notarzteinsätze geleistet.

**EINSPARMÖGLICHKEITEN**

Im Jahr 2009 erhielten die betrieblichen Leiter Rettungsdienste den gemeinsamen Auftrag, Kooperationsmöglichkeiten zu suchen. Daraus entwickelte sich der Auftrag, einen gemeinsamen überregionalen Rettungsdienst zu prüfen. Neben organisatorischen und arbeitsrechtlichen Aspekten sollten bei der Standortwahl die von der Dachorganisation des Rettungswesens (Interverband für Rettungswesen, IVR) vorgegebenen Hilfsfristen berücksichtigt werden. Die Hilfsfristen besagen, dass bei Einsätzen mit Sondersignal (Dringlichkeit 1) in 90% der Fälle die Patienten innerhalb von 15 Minuten erreicht werden müssen. Bisher gelten gemäß Leistungsauftrag Hilfsfristen innerhalb von 15 Minuten in 80% der Fälle. Eine weitere Anforderung und zugleich die größte Herausforderung stellte die Prüfung von Einsparmöglichkeiten bei mindestens gleichbleibender Qualität dar.

**EINSATZSIMULATION RETTUNGSDIENST**

Die Analyse vergangener Rettungsdienstseinsätze zeigt einerseits, dass sich die Häufigkeitsverteilung der Einsätze über wenige Jahre kaum ändert. Andererseits verspricht sie eine Antwort auf die Frage, wie der Rettungsdienst optimiert und beschleunigt werden kann. Eine konventionelle Karte, auf der jeder Rettungsein-



**Abb. 2:** Die konventionelle Karte, auf der jeder Rettungseinsatz protokolliert und der Ort des Einsatzes mittels Stecknadeln festgehalten wird, ist für die Analysten nur eine kleine Hilfe

satz protokolliert und der Ort des Einsatzes mittels Stecknadeln festgehalten wird, ist für die Analysten nur eine geringe Hilfe, denn sie müssten anhand einer immensen Datenmenge komplexe Fragen beantworten wie: Sind die Fahrzeuge an den richtigen Standorten? Würde ein zusätzliches Rettungsteam an einem der Standorte den Qualitätsstandard garantieren? Wo und wann kommen Schlaganfälle am häufigsten vor?

Wissenschaftler des Instituts für Modellbildung und Simulation (IMS) der FHS St. Gallen entwickelten deshalb eine Software zur Analyse und Simulation von Rettungseinsätzen. Die „Einsatzsimulation Rettungsdienst“ geht sehr spezifisch auf die Bedürfnisse der Rettungsdienste St.Gallen ein. Dennoch erlaubt das Tool nicht nur die Beantwortung von Fragen, die explizit gestellt wurden. Vielmehr können erhobene und simulierte Daten nach unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet, Fragen präzisiert und umformuliert werden. Die Möglichkeiten des Simulations-

Hinter der Schlagmühle 1  
63699 Kefenrod  
Telefon +49 6049 95 10-0  
verkauf@roeder-hts.com  
www.roeder-hts.com

Typ	L x b in Meter	SH in Meter	Preis in € zzgl. MwSt.
P10	5,00 x 4,75	1,70	890,00
P11	4,00 x 5,90	1,90	989,00
P12	6,00 x 5,65	1,70	1.060,00
P13	6,00 x 5,90	1,90	1.110,00
P16	8,00 x 5,65	1,70	1.245,00
P17	8,00 x 5,90	1,90	1.330,00
P20	10,00 x 5,65	1,70	1.420,00
P21	10,00 x 5,90	1,90	1.650,00
P22	12,00 x 5,90	1,90	1.896,00

Preise unserer aufblasbaren Zelte auf Anfrage





modells sind sehr vielfältig. Die Idee der Karte bleibt, aber sie kann gezoomt und die Daten können gefiltert werden. Häufigkeitsverteilungen, Auslastungszahlen und die Strukturierung nach politischen Regionen ergänzen das Werkzeug.

### WIESO EINE SIMULATION?

Eine Simulation dient der Analyse von komplizierten Systemen, die nicht einfach mit einer Formel abgebildet werden können. Dazu werden Experimente an einem Modell durchgeführt. Modelle sind Abbildungen der Wirklichkeit und erfassen nicht alle Eigenschaften ihres Originals. Vielmehr orientieren sie sich an den relevanten Ausprägungen der Realität: Für jedes Experiment werden Eigenschaften des Modells gezielt variiert. Die Ergebnisse der Simulation lassen Rückschlüsse auf das Problem und seine Lösung zu. Ein solches Experiment wird als Simulationsszenario bezeichnet.

Eine Computersimulation führt Experimente kostengünstig und blitzschnell durch. So können Szenarien, die in der Realität Jahre dauern würden, innerhalb von Sekunden durchgespielt werden. Auch Experimente, die in der Realität aus ethischen Gründen nicht vertretbar wären, sind in der Simulation möglich (1). Ein wichtiger Aspekt ist der Vergleich verschiedener Szenarien, der der Entscheidungsfindung dient.

Simulationen erhalten ihre Berechtigung meist durch ihren wirtschaftlichen Nutzen in Form von eingespartem Geld oder Zeit. Im Falle der Optimierung des Rettungsdienstes sind dies die Verkürzung der Hilfsfristen bei gleichbleibender Qualität und einer besseren Auslastung. Eine Simulation liefert nur relevante Ergebnisse im Kontext ihrer Bestimmung. Ungenaue Ausgangsdaten oder falsche Annahmen führen zu fehlerhaften Modellen. Um das zu verhindern, wird die Simulation validiert, indem ihre Resultate mit der Realität verglichen werden.

### MODELL DER RETTUNGSDIENSTE ST. GALLEN

Die Realisierung der „Einsatzsimulation Rettungsdienst“ erfolgte in zwei Teilen. In einer ersten, sechswöchigen Phase entstand in Zusammenarbeit zwischen Rettungsdiensten und Entwicklerteam das Analysewerkzeug. In der zweiten, nochmals sechs Wochen dauernden Phase wurde die Simulation entwickelt. Parallel dazu wurden die Einsatzdaten eines Jahres importiert und die Software laufend verfeinert.

Das ganze Projekt war einem iterativen Prozess unterworfen. Anforderungen wurden beim Projektstart nur skizzenhaft erhoben. In jedem Iterationszyklus wurden sie ergänzt, abgeändert und verfeinert. Das Entwicklungsteam und der Rettungsdienst konnten

so ein gemeinsames Verständnis der Problemstellung und eine Vision der Software entwickeln. Grundlage für ein solches Vorgehen sind gegenseitiges Vertrauen und die Fähigkeit zum Perspektivenwechsel.

Im Kanton St. Gallen disponiert der Fachbereich Sanität der Kantonalen Notrufzentrale die Einsätze für die Fahrzeuge der Rettungsdienste. Im Modell wird immer das am Stützpunkt freie Fahrzeug mit der kürzesten Anfahrtszeit zum Einsatzort aufgeboden. Kortevoos et al. gehen davon aus, dass unverfälschte Vergangenheitsdaten das beste Abbild für die Zukunft darstellen (2). Daher werden die Ereignisse der Rettungsdienste St. Gallen auf Basis der gesammelten letztjährigen Daten generiert.

Weil die Rettungsdienste im Kanton St. Gallen bereits seit mehreren Jahren auf digitale Datenerfassung setzen, sind komplette und qualitativ hochwertige Datenbestände verfügbar. In der Simulation übernimmt das aufgebotene Fahrzeug automatisch alle Eigenschaften eines Einsatzes wie Alarmzeit, Zeit vor Ort, Retablierungszeit usw. Nur die Anfahrts- und Rückfahrtszeit müssen neu berechnet werden. Dazu wird die Datenbank eines Routenplaners beigezogen. Bei einem gleichzeitigen Aufgebot von Notarzt- und Rettungswagen für dasselbe Ereignis definiert das schnellere Eintreffende Fahrzeug die Hilfsfrist.

## Moderne Softwarelösung für den Rettungsdienst

Das Ausfüllen von Notfallprotokollen aus Papier ist zeitaufwändig und fehleranfällig. Das elektronische Einsatzdokumentationssystem RescueNet steigert die Effizienz Ihrer Einsätze und ermöglicht ein zeitgemäßes Qualitätsmanagement.

**Unbedingt vormerken: Das ZOLL Informationsforum bei der Berufsfeuerwehr Wuppertal am 21. März 2012!**  
Erleben Sie die Anwendung von RescueNet Ambulance Pad und erfahren Sie mehr über Rettungsdienstseinsätze mit elektronischer Einsatzdokumentation. Eine Informationsveranstaltung von Anwendern für Anwender!

Information und Anmeldung unter [www.zolldata.com/Veranstaltungen](http://www.zolldata.com/Veranstaltungen) oder telefonisch unter +49 (0) 6571/145-7220.

**ZOLL**



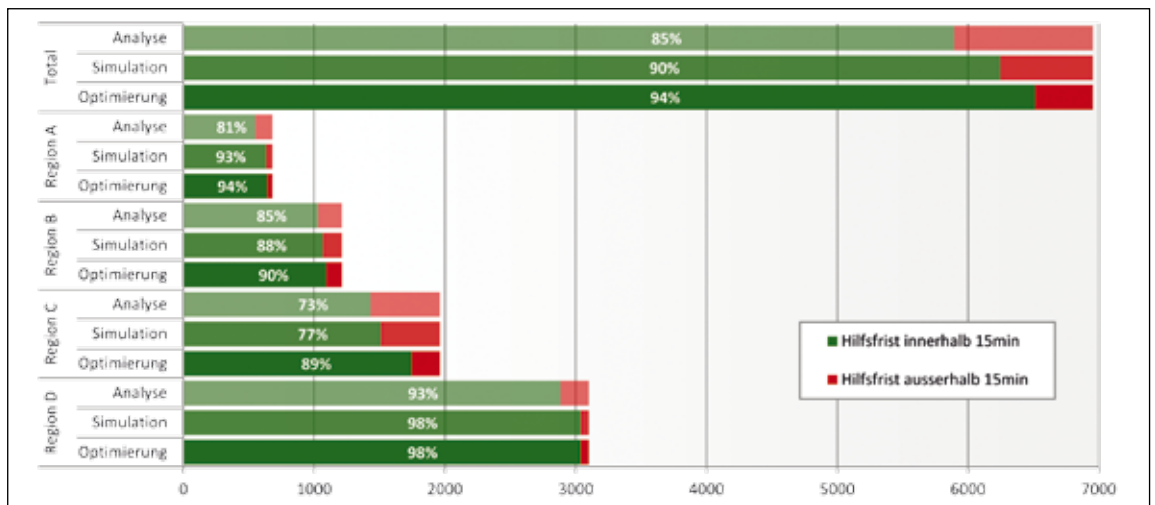


Abb. 8: Anzahl der D1-Einsätze nach Regionen

Folgeeinsätze, wie sie in der Realität auftreten, werden in der „Einsatzsimulation Rettungsdienst“ nicht berücksichtigt. Fahrzeuge stehen also erst nach Rückfahrt und Retablierungszeit wieder für Einsätze zur Verfügung. Aus diesem Grund ist in den Simulationsergebnissen mit einer etwas schlechteren Verfügbarkeit der Fahrzeuge zu rechnen, was wiederum zu höheren Hilfsfristen führt.

Bei einem Engpass kann in der Realität in seltenen Fällen ein „artfremdes“ Fahrzeug aufgeboten werden, beispielsweise ein KTW anstelle eines RTW. Solche Ausnahmefälle existieren in der Simulation nicht. Stattdessen kommt ein ungleich weiter entferntes Fahrzeug zum Einsatz mit einer entsprechend langen Anfahrtszeit. Sollte in der Simulation gar kein Fahrzeug verfügbar sein, so steigert sich die Alarmierungszeit. Anders als bei einer risikoabhängigen Fahrzeugbemessung orientiert sich die Simulation damit weder am durchschnittlichen, noch am maximalen Bedarf (3); vielmehr berücksichtigt sie jedes Einsatzaufkommen gleichermaßen. Spitzenbelastungen schlagen sich dort nieder, worin sich die Rettungsdienste messen: in der Hilfsfrist.

**ERGEBNISSE DER SIMULATION**

Wie sieht nun die Simulation aufgrund der vorhandenen Daten der St. Galler Rettungsdienste konkret aus und welche Verbesserungen verspricht sie? Grundsätzlich werden drei Datenbestände verglichen. Einerseits die protokollierten Einsatzdaten aus dem Jahr 2010. Andererseits die Simulation derselben mit einer veränderten Aufgebotsstrategie der Notrufzentrale sowie das Simulationsergebnis nach einer Optimierung der Fahrzeugstandorte und Dienstzeiten.

Für die Abfrage der Einsätze mit RTW bei Dringlichkeit 1 waren 6.953 Einsätze verwertbar. Die Analyse zeigte für das Jahr 2010 über das ganze Einsatz-

gebiet in 85% der Fälle eine Hilfsfrist von 15 Minuten. Als Erstes wurde eine Simulation ohne Änderung der Fahrzeugstandorte oder Dienstzeiten durchgeführt. Da diese auf der Strategie des Einsatzes des nächsten freien Fahrzeuges am Stützpunkt beruht, konnte eine Verbesserung der Hilfsfrist um 5% festgestellt werden.

In der Simulation wurden Änderungen vorgenommen und virtuell getestet, bis ein unter verschiedenen Gesichtspunkten optimales Ergebnis vorlag. Vier RTW-Standorte wurden verschoben. Zugleich wurde ein Stützpunkt mit einem RTW hinzugefügt, was eine – eigentlich nicht erwünschte – Kostensteigerung impliziert. Die Ergebnisse zeigten eine deutlich verbesserte Hilfsfrist. Um die Kosten wieder auf das ursprüngliche Niveau zu senken, wurde an zwei Stützpunkten nachts je ein RTW außer Dienst gestellt. Übrig blieb eine Verbesserung der Hilfsfrist von 4% und eine Angleichung der regionalen Unterschiede – und das bei gleichbleibender Vorhaltung der Rettungsmittel und unveränderten Kosten im Betrieb.

In Abb. 8 werden drei Datenbestände verglichen: Die „Analyse“ stellt die Ausgangslage dar, also die historischen Daten aus dem Jahr 2010. Als „Simulation“ werden die Ergebnisse bezeichnet, die durch die veränderte Aufgebotsstrategie entstehen. In der „Optimierung“ wurden gezielt Änderungen an den Fahrzeugstandorten und Dienstzeiten vorgenommen, die Aufgebotsstrategie bleibt jedoch dieselbe wie in der „Simulation“. Das Total zeigt den Effekt über das gesamte Einsatzgebiet. Zusätzlich wird jede Region einzeln aufgeführt. Es ist zu erkennen, dass alle Regionen von den Maßnahmen in der Simulation profitieren, außer Region „D“. Sie profitiert nur dank der neuen Aufgebotsstrategie. Insgesamt ist eine Verbesserung von 5% durch die neue Aufgebotsstrategie erkennbar. Weitere 4% bringen gezielte Maßnahmen

**Weitere Informationen:**  
[www.fhsg.ch/fhs.nsf/de/ims-fhs-rettungsdienst](http://www.fhsg.ch/fhs.nsf/de/ims-fhs-rettungsdienst)

**Kontakt:**  
 FHS St.Gallen  
 Institut für Modellbildung und Simulation  
 Poststr. 28  
 CH-9001 St.Gallen  
[ims@fhsg.ch](mailto:ims@fhsg.ch)

an Fahrzeugstandorten und Dienstzeiten bei unveränderter Vorhaltung der Rettungsmittel.

#### FAZIT

Das Programm „Einsatzsimulation Rettungsdienst“ verspricht Erfolge für die Qualitätssteigerung und Optimierung der Rettungsdienste. Auf Basis der bestehenden Daten lassen sich auf einfache und eindrückliche Weise zukünftige Trends simulieren. ☉

#### Planen Sie selber eine Einsatzsimulation?

Sie brauchen dazu Einsatzdaten, die

- in digitaler Form vorliegen,
- über einen großen Zeitraum gesammelt wurden (mindestens ein Jahr),
- mit Zeit- und Ortsangaben erfasst wurden (im besten Fall Koordinaten).

Einen handelsüblichen Computer mit

- Windows®-Betriebssystem (XP, Vista, Win7),
- Internet-Anschluss.

Es ist keine Installation notwendig, das Programm läuft ab USB-Stick.

#### Literatur:

1. Gay Cabrera A, Gehring C, Gross S, Burghofer K, Lackner CK (2006) SiMoN: Methodische Grundlage eines Simulationsmodells für die Notfallrettung: Neuentwicklung der Generierung des Einsatzaufkommens mittels stochastischer Verfahren. Notfall Rettungsmedizin 9: 611-618
2. Kortevoos A, Krafft T, Butsch C, Tenelsen T, Ziemann A (2007) Nachfrageorientierte Steuerung von Rettungsdienstsystemen. Fachtagung HealthGIS im Rahmen der AGIT 2007 – Symposium und Fachmesse Angewandte Geoinformatik, 4.-6. Juli 2007 in Salzburg (Österreich): 409-418
3. Rau M, Kill C, Reinhardt K (2001) Risiko und Sicherheit: Ein methodenorientierter Beitrag zur risikoabhängigen Fahrzeugbewertung für die Notfallversorgung. Notfall Rettungsmedizin 4: 246-253

#### DER AUTOR



##### Jonas Rüttimann

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Modellbildung und Simulation der FHS St.Gallen. Als Informatik-Ingenieur lässt er Denkweisen und Erfahrungen aus der Software-Entwicklung in den Aufbau von Simulationsmodellen einfließen.



##### Günter Bildstein

ist dipl. Rettungssanitäter und als betrieblicher Leiter des Rettungsdienstes Kantonsspital St.Gallen für organisatorischen Belange zuständig. Die Weiterentwicklung des Rettungswesens ist ihm ein Anliegen.

# IM EINSATZ

## Zeitschrift für Helfer und Führungskräfte



Die IM EINSATZ ist die einzige überregionale und organisationsunabhängige Zeitschrift für Katastrophenschutz, Sanitätsdienst, Schnell-Einsatz-Gruppen, Führungskräfte sowie Helfer. Seit knapp 20 Jahren informiert Sie aktuell und zuverlässig über Einsatztaktik, Sanitätseinsätze, Führung u.v.m.

Nur  
**3,20 €\***  
pro Heft

#### IM EINSATZ

- 19. Jahrgang
- 6 Hefte pro Jahr
- jeweils 52 Seiten
- vierfarbig

Bestellen Sie jetzt Ihr Probe-Abo unter:  
[www.skverlag.de/zeitschriften](http://www.skverlag.de/zeitschriften)

**S+K**  
Stumpf+Kossendey  
Verlag