

SIM911 – EIN SIMULATIONS-PROGRAMM OPTIMIERT DAS RETTUNGSWESEN



Adrian Stämpfli,
Institut für Modellbildung
und Simulation, Fach-
hochschule St. Gallen
adrian.staempfli@fhsg.ch

Verbesserte Hilfsfristen, Optimierung der Stützpunkte, weniger Überstunden – aus mehreren Forschungsprojekten ist ein leistungsstarkes Softwareprogramm entstanden: sim911.



Christoph Strauss,
Institut für Modellbildung
und Simulation, Fach-
hochschule St. Gallen
christoph.strauss@fhsg.ch

Die Zentralschweizer Rettungsdienste arbeiten seit mehreren Jahren mit dem Institut für Modellbildung und Simulation der Fachhochschule St. Gallen (IMS-FHS) zusammen. Mithilfe des Simulators «sim911» haben sie Massnahmen zum effizienteren Ressourceneinsatz evaluiert und bereits umgesetzt. Angepasste Dienstzeiten helfen Überzeiten zu verhindern und dank Ressourcenpooling ist der Rettungswagen bei Notfällen in der Zentralschweiz noch schneller vor Ort.

Ausgangslage: Komplexe Aufgabe für Rettungsdienste

Schnell, günstig und ohne Risiko. Dies sind die entscheidenden Vorteile des Softwareprogramms sim911. Den Simulator hat das Institut für Modellbildung und Simulation der Fachhochschule St. Gallen (IMS-FHS) auf der Basis verschiedener Forschungsprojekte im Rettungswesen entwickelt (Stämpfli und Strauss 2018). Die Ausgangslage: Im Jahr bewältigen die Schweizer Rettungsdienste mehr als 580 000 medizinische Notrufe. Bei rund 450 000 müssen sie ausrücken. Dabei stehen sie vor der komplexen Aufgabe, schnell und kompetent zu helfen.

Komplex vor allem deshalb, weil sie in 90 % der Notfälle innert 15 Minuten nach Eingang des Notrufs am Einsatzort sein müssen (Anselmi et. al 2010, Fischer et. al 2016). Dies auch in ländlichen, dünn besiedelten Gebieten. Hinzu kommt, dass die Stützpunkte aufgrund historisch gewachsener Strukturen oft nicht optimal im Einsatzgebiet verteilt sind. Und nicht zuletzt wächst der finanzielle Druck auf die Rettungsdienste.

sim911 bewertet Massnahmen auf der Basis von realen Einsätzen

Die Idee einer simulationsbasierten Optimierung operativer Prozesse im Rettungswesen ist nicht neu und geht auf die späten 1960er Jahre zurück. Einen sehr guten Überblick über die Entwicklung und den aktuellen Stand bietet der Artikel von Aringhieri et al. 2017. Im Gegensatz zu den meisten uns bekannten veröffentlichten Simulatoren, die auf analytischen Modellen beruhen, basiert unser Programm auf einer regelbasierten Diskreten-Ereignis-Simulation (Gay Cabrera et al. 2006). Dies hat den Vorteil, dass das Programm leicht an konkrete neue und im Prinzip beliebig komplexe Situationen angepasst werden kann. Eine Eigenschaft, die bei den analytischen Modellen schwieriger umsetzbar ist (Aringhieri et al. 2017, Abschnitt 6.2.).

Mehr Daten für die Simulation vorhanden

Dank der lückenlosen Erfassung der Einsätze, der automatischen Erfassung von Zeitstempeln und der automatischen Geokodierung hat sich die Datenlage in den Rettungsdiensten und Sanitätsnotrufzentralen deutlich verbessert. Damit lässt sich der zeitliche und örtliche Ablauf der Rettungsdiensteseinsätze nachvollziehen und damit auch simulieren. Genau dies tut sim911. Die auftretenden Ereignisse in der deterministischen Diskrete-Ereignis-Simulation sind die Alarmzeitpunkte der Einsätze. Sie werden unverändert aus den historischen Einsatzdaten übernommen und in derselben Reihenfolge simuliert, wie sie in der Realität auftraten. Mithilfe der Dispositionsstrategie wird das beste verfügbare Einsatzmittel gesucht. Danach wird das verwendete



Abbildung 1:
Simulator sim911

Einsatzmittel bis zum Ende des Einsatzes reserviert, sodass es erst danach wieder zur Verfügung steht (siehe Abbildung 1). Zudem wird die Fahrzeit zum Einsatzort neu berechnet.

Verschiedene Szenarien mit allen relevanten Informationen

Auf diese Weise errechnet der Simulator verschiedene Szenarien. Jedes Szenario beschreibt eine historische oder eine simulierte Datengrundlage eindeutig. Das Szenario beinhaltet jeweils alle relevanten Informationen, also die Lage der Stützpunkte, die Dienstpläne, die Einsatzdaten, die Dispositionsstrategie und immer auch eine Referenz auf die verwendete Version des Simulators. So ist das Szenario reproduzierbar.

Für jedes Szenario berechnet sim911 relevante Kennzahlen und Grafiken (Dax et. al 2016). Dargestellt werden diese in räumlich (siehe Karte in Abbildung 2) und zeitlich (z.B. einem Säulendiagramm) expliziten Auswertungen. Damit können Massnahmen wie etwa die Verschiebung von Stützpunkten und deren Einfluss auf das Erreichen der Hilfsfrist simuliert und bewertet werden.

Das sim911 zugrundeliegende Modell hat den entscheidenden Vorteil, dass es verschiedene für das Rettungswesen relevante Fragestellungen untersuchen kann. Als Input (siehe Abbildung 1) dienen historische Einsatzdaten, eine Dispositionsstrategie, Stützpunkte und Dienstpläne. Jeder dieser Input kann verändert werden, so dass alle relevanten Entwicklungsmöglichkeiten durchgespielt werden können.

Anwendung: sim911 optimierte Rettungsdienste in 16 Schweizer Kantonen

sim911 kam in den vergangenen Jahren in Rettungsdiensten, Notrufzentralen und Verwaltungen von 16 Schweizer Kantonen zum Einsatz. Dabei wurden die folgenden Anwendungsfälle simuliert:

Gebietszuordnung verändern

Gebietsgrenzen, beispielsweise zwischen zwei benachbarten Notrufzentralen, lassen sich mit sim911 auflösen. Erfahrungsgemäss bietet die Disposition nach der Strategie des nächsten freien Einsatzmittels in grösseren

Gebieten häufig deutlich mehr Verbesserungspotential als in kleinräumigen Gebieten.

Stützpunkte optimieren

Die Stützpunkte müssen so gewählt werden, dass die auftretenden Einsatzorte bestmöglich erreicht werden. sim911 simuliert die Hilfsfristerreichung für eine bestimmte Liste von Stützpunkten, Dienstplänen, Einsatzdaten und Dispositionsstrategie. Auch Stützpunkte, welche nur temporär besetzt sind, lassen sich mit sim911 simulieren. Zusätzlich kann sim911 mit einer unbegrenzten Anzahl von Einsatzmitteln je Stützpunkt eine obere Schranke für die Hilfsfristerreichung angeben. So kann gezeigt werden, dass die Hilfsfristerreichung mit den gewählten Stützpunkten beispielsweise in Randregionen nie den gewünschten Wert erreichen kann.

Dienstpläne optimieren

Dienstpläne sind einfacher zu verändern als Stützpunkte. Für viele Rettungsdienste sind sie deshalb ein interessanter Hebel. Der Vergleich der Einsatzdichte mit den bestehenden Dienstplänen (siehe Abbildung 3) ist ein guter Indikator, ob die Dienstpläne gut gewählt sind. Falls nicht, zeigen sich «Lücken». Das sind Tages-



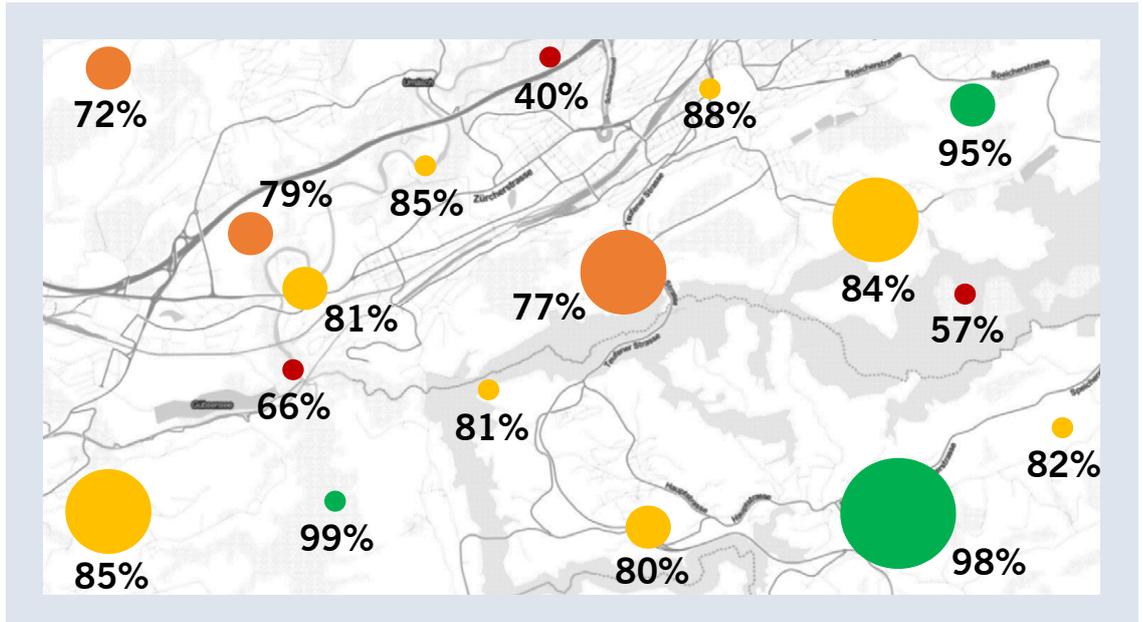


Abbildung 2:
Kartendarstellung
in sim911

zeiten, in denen z.B. viele Einsätze stattfinden aber wenig Einsatzmittel im Dienst sind. Durch verbesserte Dienstpläne lassen sich unserer Erfahrung nach die Hilfsfristerreichung leicht und die Auslastung und die Überstunden stark beeinflussen.

Überstunden vermeiden

Bei Einsätzen, welche am Ende einer Schicht starten und über das Schichtende hinaus dauern, kommt es zu unerwünschter Überzeit. Disponenten versuchen dies zu verhindern, indem sie Dienste kurz vor Schichtende, sofern möglich, nicht mehr einplanen. Dies ist natürlich nicht immer möglich und die Überzeit nicht immer vermeidbar. sim911 kann simulieren, wie sich die Veränderung der Dienstpläne auf die unvermeidbare Überzeit auswirkt.

Auslastung erhöhen

Um den Rettungsdienst rentabel betreiben zu können, ist eine möglichst hohe Auslastung nötig. Stimmen die Dienstpläne besser mit dem Auftreten von Einsätzen überein, lässt sich die Auslastung lokal erhöhen. Damit lässt sich beispielsweise simulieren, ob sich Verlegungs-transporte, die andere Rettungsdienste übernehmen, auch mit den eigenen Ressourcen bewältigen liessen.

Beispiel Zentralschweiz: Weniger Überzeiten im Rettungsdienst des Kantonsspitals Luzern und neuer Ressourcenpool

Bereits seit mehreren Jahren arbeitet das IMS-FHS mit dem Rettungsdienst des Luzerner Kantonsspitals zusammen. In einem Projekt wurden die Dienstzeiten so angepasst, dass Überzeiten verhindert werden konnten. Kam morgens oder abends gegen Ende der Dienstschrift ein Notruf herein, leistete das diensthabende Team zum Teil viele Überstunden. Neben den unerwünschten Überstunden führte dies auch zu Unzufriedenheit bei den Mitarbeitenden. Sie störte es, dass neben den

Schichten mit vielen Überstunden auch Schichten existierten, welche nur ungenügend ausgelastet waren. Die Rettungssanitäter und Rettungssanitäterinnen wollen lieber Einsätze fahren. Im Warteraum zu warten, ist für sie nicht befriedigend.

Als operationalisierte Aufgabenstellung bedeutet dies, dass das geografische und zeitliche Matching der Einsätze mit den Dienstplänen nicht optimal ist (siehe Abbildung 3).

Im Simulator sim911 wurden verschiedene Optionen durchgespielt. Vorgeschlagen wurde letztlich eine Staffelung der Dienstzeiten an den Hauptstützpunkten und leicht veränderte Dienstzeiten in den Peripherien. Statt alle 12-Stunden-Dienste im Paar 7–19 Uhr/19–7 Uhr zu planen wurde je ein Paar 6–18/18–6 Uhr sowie 7–19/19–7 Uhr und 8–20/20–8 Uhr vorgeschlagen. Dadurch steht kurz vor Dienstende des ersten Paares (z.B. ein Einsatz um 17.48 Uhr) mindestens ein Dienst zur Verfügung, welcher noch mehr als eine Stunde Schicht vor sich hat. Diese Einsätze können so vermehrt den Diensten zugeschoben werden, welche noch länger im Einsatz sind.

Die veränderten Dienstpläne wurden 2017 eingeführt. Eine Mitarbeiterbefragung und die Auswertung der Überzeiten zeigten, dass die Überzeiten um mehr als 50% zurückgegangen sind und die Mitarbeiterzufriedenheit stieg. Zusätzlich hat sich auch die Hilfsfrist leicht verbessert und die Auslastung erhöht. Auch dies Effekte der besseren Passung von zeitlicher und örtlicher Übereinstimmung der Einsätze und der Vorhalteleistung.

Ressourcenpool Zentralschweiz

In einem weiteren Projekt, diesmal mit allen Rettungsdiensten der Zentralschweizer Spitäler, wurde ein «Ressourcenpool Zentralschweiz» vorgeschlagen, um Notfalleinsätze in der Zentralschweiz noch schneller zu erreichen. Die Zentralschweizer Rettungsdienste stehen vor der Herausforderung, die Vorhalteleistungen

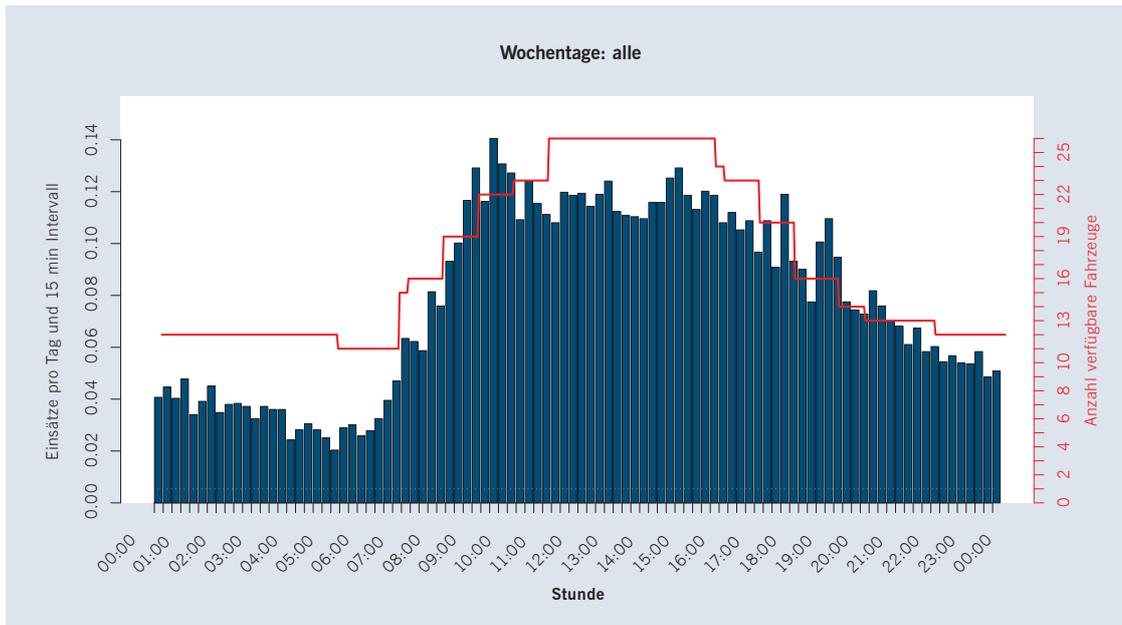


Abbildung 3:
Einsatzdichte versus
Dienstplan

und Wirtschaftlichkeit bei gleichbleibenden personellen Ressourcen zu optimieren und die Versorgung der Bevölkerung zu steigern. Im Simulator sim911 wurde untersucht, inwiefern sich dies durch eine engere Zusammenarbeit und die zentralschweizerweite Nächste-Freie-Fahrzeugstrategie erreichen liesse. Die Idee ist einfach: Alle Zentralschweizer Rettungsdienste führen doppelt geführte Dienste einem «Ressourcenpool» zu. Das heisst alle Rettungsdienststandorte bleiben erhalten (24 Stunden/365 Tage). Einsatzmittel des Ressourcenpools werden dynamisch an die «Hotspots» der Region verschoben. In der Simulation können so rund 5% der Einsätze schneller erreicht und damit auch die Hilfsfrist verbessert werden. Daneben steigt die Auslastung der Einsatzteams, sodass auch die Wirtschaftlichkeit optimiert und die Attraktivität der Arbeitgeber erhöht wird. Der «Ressourcenpool Zentralschweiz» startete im September 2018 als Pilotprojekt. Nächstes Jahr soll er ausgewertet werden.

Fazit

sim911 ist ein generischer Simulator für das Rettungswesen, welcher bereits mehrfach erfolgreich angewandt wurde. Mithilfe sim911 können Massnahmen wie das Zusammenlegen von Rettungsdiensten, das Verschieben

von Stützpunkten sowie, das Verändern von Dienstzeiten vor der Umsetzung simuliert und bewertet werden. Die flexible Datenschnittstelle erlaubt es, Daten aller gängigen Einsatzleitsysteme zu importieren. Dank der umfangreichen Auswertungsmöglichkeiten können Handlungsoptionen und deren Resultate attraktiv aufbereitet werden. Durch die vorgängige Simulation verschiedener Szenarien werden verschiedene Handlungsoptionen verglichen, nur die vielversprechendsten werden umgesetzt. Dies spart Kosten und minimiert die Risiken derartiger Projekte.

Das IMS-FHS entwickelt sim911 aktiv weiter, wobei drei Ziele verfolgt werden. Erstens soll die Perspektive der Notrufzentralen stärker in den Fokus rücken. Derzeit wird geprüft, ob sich der Simulator direkt ans Einsatzleitsystem anschliessen lässt. Damit könnte sim911 den Einsatzleiter in Echtzeit unterstützen. Zweitens soll die Perspektive der Rettungsdienste um weitere Anwendungsfälle ergänzt werden und drittens soll sim911 aus Sicht der Forschung weiter untersucht werden. Im Fokus stehen dabei das Flottenmanagement, die Optimierung der Transporte im Sekundärbereich, die Weiterentwicklung der mathematischen Modelle und die methodische Unterstützung des Prozesses vom Kundengespräch bis zur Implementierung.

Literaturverzeichnis

- Anselmi I., Bildstein G., Flacher A., Hugentobler-Campell B., Keller H., Ummerhofer W., Baartmans P. (2010): *Richtlinien zur Anerkennung von Rettungsdiensten*. www.ivr-ias.ch/files/ivr/downloads/Richtlinien%20zur%20Anerkennung%20von%20Rettungsdiensten.pdf
- Fischer M., Kehrberger E., Marung H., Moecke H., Prückner S., Trentsch H., Urban B. (2016): *Eckpunktepapier 2016 zur Notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik*. In: Notfall und Rettungsmedizin Volume 19, Nr. 7, S. 387–395, link.springer.com/article/10.1007/s10049-016-0187-0
- Aringhieri R., Bruni M.E., Khodaparastic S., van Essen J.T. (2017): *Emergency medical services and beyond: Addressing new challenges through a wide literature review*. Computers & Operations Research, Volume 78, 349–368
- Gay Cabrera A., Gehring Ch., Groß S., Burghofer K., Lackner C.K. (2006): *SiMoN: Methodische Grundlage eines Simulationsmodells für die Notfallrettung. Neuentwicklung der Generierung des Einsatzaufkommens mittels stochastischer Verfahren*. In: Notfall und Rettungsmedizin Volume 9, Nr. 7, S. 611–618
- Dax F., Fabrizio M., Hackstein A. (2016): *Kennzahlen in der Leitstelle*. Notfall + Rettungsmedizin, Volume 19, Nr. 8, S. 632–637, link.springer.com/article/10.1007/s10049-016-0239-5
- Stämpfli A., Strauss Ch. (2018): *sim911 – ein Simulationsprogramm optimiert das Rettungswesen*, link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-56634-3_12