



# sim911 – ein Simulationsprogramm optimiert das Rettungswesen

*Adrian Stämpfli und Christoph Strauss*

- 12.1 Ausgangslage und Herausforderung:  
Hilfsfristerreichung – 136**
  - 12.1.1 Vorgaben Hilfsfristerreichung – 136
  - 12.1.2 Relikte historisch gewachsener Strukturen – 136
  - 12.1.3 Wachsender finanzieller Druck – 136
- 12.2 Der Simulator sim911: Mit Simulationen auf der Basis  
von historischen Daten können Maßnahmen wie  
Stützpunktverschiebungen bewertet werden – 137**
  - 12.2.1 Simulationsmodell von sim911 – 138
  - 12.2.2 Begriffe und Definitionen gemeinsam erarbeitet – 138
- 12.3 Anwendung: sim911 optimierte Rettungsdienste in 13  
Schweizer Kantonen – 139**
  - 12.3.1 Veränderung der Gebietszuordnung – 139
  - 12.3.2 Stützpunkte optimieren – 139
  - 12.3.3 Dienstpläne optimieren – 140
  - 12.3.4 Überstunden vermeiden – 140
  - 12.3.5 Auslastung erhöhen – 140
- 12.4 Ablauf eines Simulationsprojekts – 140**
  - 12.4.1 Beispiel Rettung St. Gallen: Dispositionsstrategie umgestellt  
und Stützpunktnetzwerk komplett neu aufgebaut – 141
- 12.5 Weitere Projekte – 141**
  - Literatur – 142**

Verbesserte Hilfsfristen, Optimierung der Stützpunkte, weniger Überstunden – aus mehreren Forschungs- und Entwicklungsprojekten ist ein leistungsstarkes Simulationsprogramm entstanden: sim911 (Stämpfli u. Strauss 2016). Auf Basis von historischen Einsatzdaten und mit Hilfe eines Routenplaners simuliert sim911 den operativen Ablauf der Rettungsdiensteinsätze und erlaubt es so, Stützpunktverschiebungen und andere Maßnahmen zu simulieren und zu bewerten. sim911 wurde zusammen mit Partnern aus Rettungsdiensten, Notrufzentralen und Kantonsverwaltungen entwickelt und bereits mehrfach angewendet.

## 12.1 Ausgangslage und Herausforderung: Hilfsfristerreichung

➤ **Hilfsfristerreichung – historisch gewachsene Strukturen und finanzieller Druck erschweren die Aufgabe des Rettungswesens**

Das Schweizer Rettungswesen besteht aus ca. 20 Sanitätsnotrufzentralen und rund 100 Rettungsdiensten. Die Sanitätsnotrufzentralen bearbeiten jährlich mehr als 580.000 medizinische Notrufe, woraus sich um die 460.000 Einsätze für die Rettungsdienste ergeben. Jede Sanitätsnotrufzentrale disponiert im Normalfall die Einsätze mehrerer Rettungsdienste.

Die Aufgabe des Rettungswesens ist es einerseits, alle resultierenden Einsätze professionell und effizient zu bearbeiten. Andererseits verfolgt es das strategische Ziel, seine Ressourcen und Einsatzmittel sowie die hinterlegten Dienstpläne räumlich und zeitlich so zu verteilen, dass sie bestmöglich zu den auftretenden Ereignissen passen.

Diese Aufgaben sind komplex und werden durch die folgenden wichtigen Nebenbedingungen zusätzlich erschwert:

### 12.1.1 Vorgaben Hilfsfristerreichung

Bei Notfallereignissen muss es schnell gehen. Nach den Richtlinien zur Anerkennung von

Rettungsdiensten des schweizerischen Interverbands für Rettungswesen (IVR) soll bei mindestens 90% der Notfallereignisse ein Einsatzmittel spätestens 15 Minuten nach Alarmeingang beim Rettungsdienst am Einsatzort sein. Laut IVR ist aus notfallmedizinischen Gründen auf eine Hilfsfrist von 10 Minuten hinzuarbeiten (Anselmi et al. 2010). Viele Kantone sind daher bestrebt, ihre Vorgaben an die Rettungsdienste zu verschärfen und den Richtlinien des IVR anzupassen. Diese erhöhten Anforderungen gelten dabei häufig nicht nur über die gesamte Organisationseinheit, sondern auch in ländlichen, dünn besiedelten Randgebieten, welche zudem häufig eine schwierige Topographie aufweisen.

### 12.1.2 Relikte historisch gewachsener Strukturen

Die Schweizer Rettungsdienste waren lange in die Spitalstrukturen eingebunden. Bis auf wenige Ausnahmen war die Rettung stets Aufgabe der lokalen Spitäler. Die Stützpunkte befinden sich daher häufig direkt bei den Spitälern, und die Organisation der Rettungsdienste ist meist noch sehr kleinräumig. Die von vielen Rettungsdienstleitern gewünschten Stützpunktverschiebungen sind politisch heikel und finanziell aufwendig umzusetzen.

### 12.1.3 Wachsender finanzieller Druck

Aufgrund ihrer Einbindung in die Spitalstrukturen verfügten die Rettungsdienste über keine eigenen Budgets. Mit der zunehmenden Herauslösung in eigene Profitcenter steigt der finanzielle Druck auf die Rettungsdienste. Zwar nimmt so die Kostentransparenz zu, und die Rettungsdienste werden vergleichbarer, die Spitäler vergeben die finanziell lukrativen Sekundärtransporte jedoch zunehmend an private Anbieter, welche in diesen Markt drängen. Da viele Rettungsdienste die Primärrettung mit den Sekundärtransporten quersubventionieren, erhöht sich der Druck auf die Rettungsdienste zusätzlich.

- Die Ausgangslage und die Herausforderungen für die Rettungsdienste sind in Deutschland (s. Fischer et al. 2016, SQR-BW 2015 und Lohs 2016, Niehues 2012), Österreich (Heschl et al. 2013) und der Schweiz ähnlich. Ein Simulationsprogramm für das Rettungswesen wie sim911 hilft, in dieser Situation Orientierung zu schaffen sowie Lösungswege und deren Konsequenzen quantitativ aufzuzeigen.

## 12.2 Der Simulator sim911: Mit Simulationen auf der Basis von historischen Daten können Maßnahmen wie Stützpunktverschiebungen bewertet werden

Die Idee einer simulationsbasierten Optimierung operationaler Prozesse im Rettungswesen ist nicht neu und geht auf die späten 1960-er Jahre zurück. Einen sehr guten Überblick über die Entwicklung und den aktuellen Stand bietet der Artikel von Aringhieri et al. (2017). Im Gegensatz zu allen uns bekannten veröffentlichten Simulatoren, die auf analytischen Modellen beruhen, basiert unser Programm auf einer regelbasierten Diskreten-Ereignis-Simulation. 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.).

- 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 Rettungsdiensteinsätze nachvollziehen und damit auch simulieren. Genau dies leistet sim911.

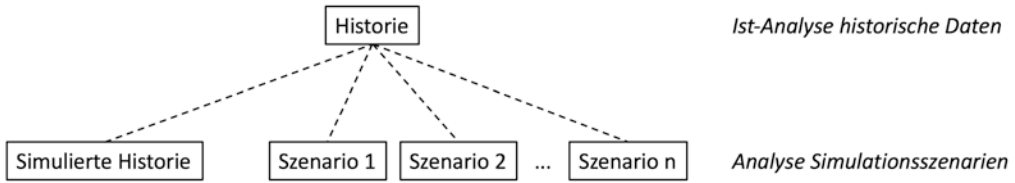
Die auftretenden Ereignisse in der deterministischen Diskrete-Ereignis-Simulation sind die Alarmzeitpunkte der Einsätze. Sie werden unverändert aus den historischen Einsatzdaten übernommen und in derselben Reihenfolge simuliert, wie sie in der Realität aufgetreten sind. Mithilfe der Dispositionsstrategie wird das beste verfügbare Einsatzmittel gesucht. Danach wird das verwendete Einsatzmittel bis zum Ende des Einsatzes reserviert, sodass es erst nach Beendigung des Einsatzes wieder zur Verfügung steht (Abb. 12.4). Zudem wird die Fahrzeit zum Einsatzort neu gerechnet.

Auf diese Weise errechnet der Simulator verschiedene Szenarien (Abb. 12.2). 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, sodass das Szenario reproduzierbar ist.

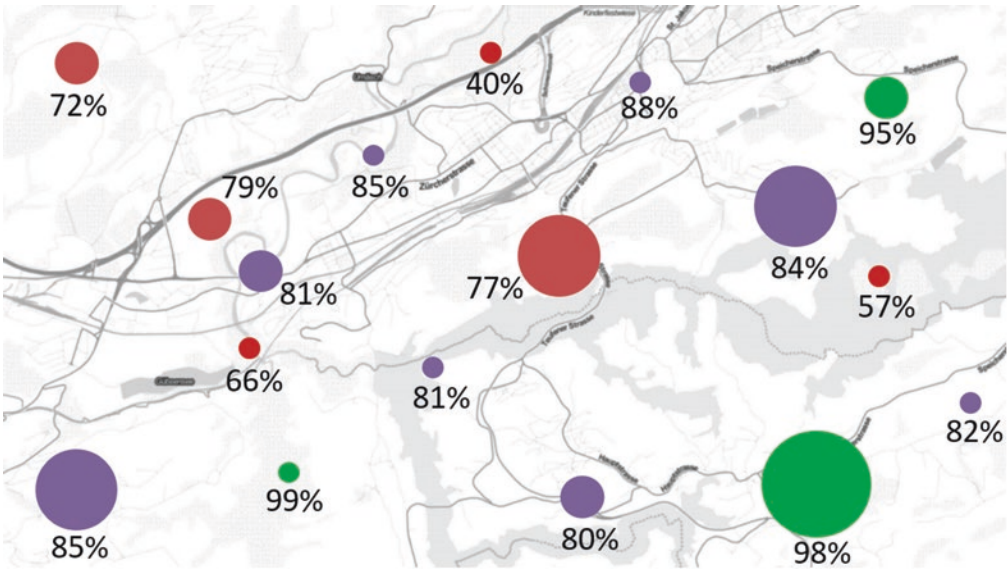
Für jedes Szenario berechnet sim911 relevante Kennzahlen und Grafiken. Dargestellt werden diese in räumlich (z. B. einer Karte wie



Abb. 12.1 sim911 – Funktionsdiagramm



■ Abb. 12.2 Szenarien in sim911



■ Abb. 12.3 Kartendarstellung in sim911

12

■ Abb. 12.3) und zeitlich (z. B. einem Säulendiagramm) expliziten Auswertungen. Damit können Maßnahmen wie etwa die Verschiebung von Stützpunkten und deren Einfluss auf die Erreichung der Hilfsfrist simuliert und bewertet werden.

### 12.2.1 Simulationsmodell von sim911

Das sim911 zugrundeliegende Modell hat den entscheidenden Vorteil, dass es verschiedene für das Rettungswesen relevante Fragestellungen untersuchen kann. Als Input (■ Abb. 12.1) dienen historische Einsatzdaten und eine Dispositionsstrategie, welche als unveränderliche externe Gegebenheiten ins Modell einfließen. Stützpunkte

und Dienstpläne fließen als veränderliche Stellhebel ein. Das erlaubt Berechnungen für jede Kombination von unveränderlichen externen Gegebenheiten und veränderlichen Stellhebeln.

### 12.2.2 Begriffe und Definitionen gemeinsam erarbeitet

Die Definition aller Variablen und des Regelwerkes innerhalb sim911 geschah von Beginn an zusammen mit verschiedenen Stakeholdern aus dem Rettungswesen. Leiter der Rettungsdienste, Leiter der Sanitätsnotrufzentralen und auch des IVR wurden eingebunden. Die Ergebnisse sind in zwei Dokumenten festgehalten. Das „Glossar“ definiert alle für die Simulation relevanten Begriffe. Das „Glossar

– Darstellungen und Kennzahlen in sim911“ definiert alle in der Simulation verwendeten Kennzahlen und deren Darstellungen. Diese Arbeiten fließen in die überarbeitete IVR-Terminologie mit ein, welche in den nächsten Jahren veröffentlicht wird.

■ **Abb. 12.4** zeigt den Ablauf eines Ereignisses, welches zu 2 Einsätzen führt. Darin sind die für sim911 wichtigsten Begriffe ersichtlich. Mit dem Aufgebot eines Einsatzmittels, also dem Alarmzeitpunkt, beginnt für den aufgegebenen Rettungsdienst der Einsatz. Nach dem Ausrücken und der Fahrt zum Einsatzort ist die Hilfsfrist beendet. Ausgewertet wird die Hilfsfrist auf dem Ereignis. Im Falle eines Ereignisses mit mehreren Einsätzen gemäß **Abb. 12.4** werden demnach alle zugeordneten Einsätze betrachtet. Die Hilfsfrist bezeichnet dann die Differenz zwischen dem frühesten Alarmzeitpunkt und dem frühesten Eintreffen am Einsatzort eines beteiligten Einsatzmittels.

## 12.3 Anwendung: sim911 optimierte Rettungsdienste in 13 Schweizer Kantonen

sim911 kam in den vergangenen Jahren in Rettungsdiensten, Notrufzentralen und Verwaltungen von 13 Schweizer Kantonen zum Einsatz.

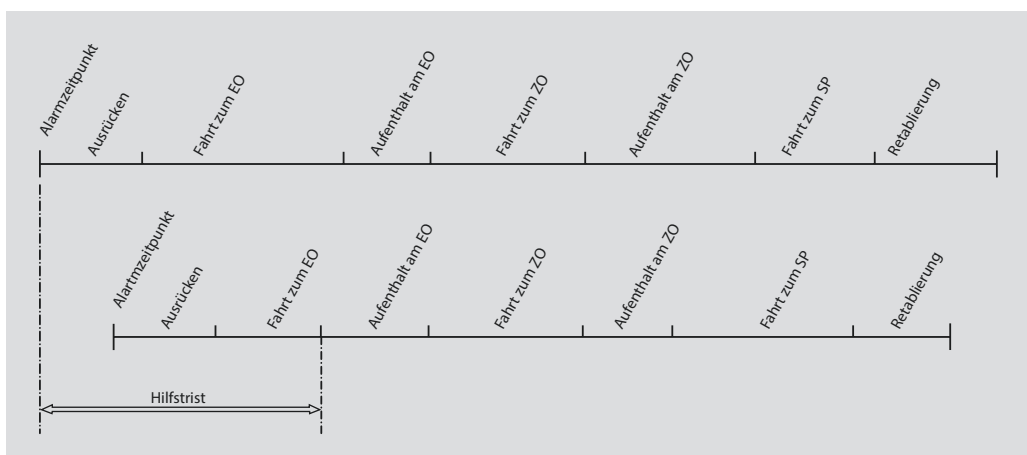
Dabei wurden die folgenden Anwendungsfälle simuliert:

### 12.3.1 Veränderung der Gebietszuordnung

Gebietsgrenzen, beispielsweise zwischen zwei benachbarten Notrufzentralen, lassen sich mit sim911 auflösen. Die Disposition nach der nächsten freien Einsatzmittelstrategie über größere Gebiete hinweg bietet erfahrungsgemäß ein signifikantes Verbesserungspotenzial gegenüber kleinräumigen Dispositionen, wo Zuständigkeiten entscheidender sind als eine schnelle Verfügbarkeit.

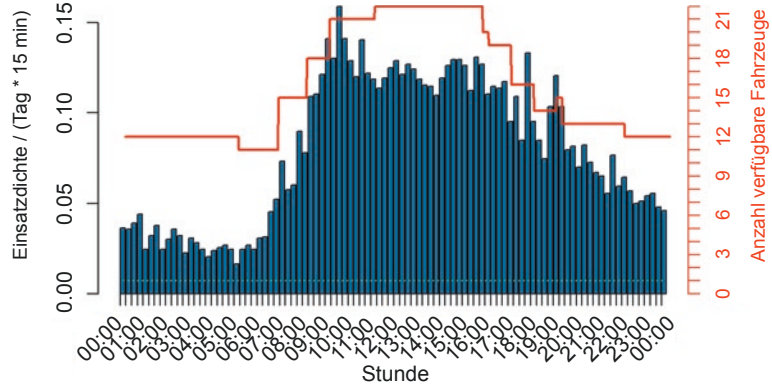
### 12.3.2 Stützpunkte optimieren

Die Stützpunkte müssen so gewählt werden, dass die auftretenden Einsätze bestmöglich erreicht werden. sim911 simuliert die Hilfsfrist-erreichung für eine bestimmte Liste von Stützpunkten, Dienstplänen, Einsatzdaten und Dispositionsstrategien. 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



■ **Abb. 12.4** Zusammenhang Einsatz und Ereignis nach Definition des IVR

■ **Abb. 12.5**  
Einsatzdichte versus  
Dienstplan



Hilfsfristerreichung angeben. So kann gezeigt werden, dass die Hilfsfristerreichung mit den gewählten Stützpunkten beispielsweise in Randregionen nie den gewünschten Wert erreichen kann.

### 12.3.3 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 (■ [Abb. 12.5](#)) ist ein guter Indikator, ob die Dienstpläne gut gewählt sind. Falls nicht, zeigen sich „Lücken“. Das sind Tageszeiten, in denen z. B. viele Einsätze stattfinden, aber wenig Einsatzmittel im Dienst sind. Durch verbesserte Dienstpläne lassen sich unserer Erfahrung nach in geringem Maße die Hilfsfristerreichung und in größerem Maße die Auslastung und die Überstunden beeinflussen.

### 12.3.4 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.

### 12.3.5 Auslastung erhöhen

Um den Rettungsdienst rentabel betreiben zu können, ist es nötig, die Auslastung möglichst hoch zu halten. Stimmen die Dienstpläne besser mit dem Auftreten von Einsätzen überein, lässt sich die Auslastung lokal erhöhen. Damit lässt sich beispielsweise simulieren, ob sich Verlegungstransporte, welche bisher durch andere Rettungsdienste gefahren wurden, auch mit den eigenen Ressourcen bewältigen ließen.

## 12.4 Ablauf eines Simulationsprojekts

Bevor sim911 mit einem Simulationsprojekt starten kann, müssen Daten importiert werden. Dabei werden typischerweise die Einsatzdaten und die Dienstzeiten eines Jahres erfasst und in das Format des Simulators überführt. Jetzt kann eine „Historie“ erstellt werden, also eine Statistik des zugrundeliegenden Jahres (■ [Abb. 12.2](#)). Diese kann in Form einer Ist-Analyse ausgewertet und aufbereitet werden und bietet gegenüber gängigen Statistiken oftmals viele Vorteile wie interaktive Karten, räumlich und zeitlich explizite Auswertungen etc.



Auf Basis der Historie berechnet sim911 zuerst die simulierte Historie. Hierzu wird die Historie mit den historischen Einsatzdaten, Dienstplänen und Stützpunkten simuliert. Effekte, welche das Modell nicht abbildet, wie beispielsweise Ungenauigkeiten in der Nachbildung der Dispositionsstrategie, deren manuelle Veränderungen oder auch Effekte durch die Interaktion mit benachbarten Rettungsdiensten, werden herausgerechnet.

- **In der Analyse der Simulationsszenarien dient die simulierte Historie als Referenzszenario. Maßnahmen zur Beeinflussung von Kennzahlen werden an der Erreichung der entsprechenden Kennzahl in der simulierten Historie gemessen.**

Die Veränderung der relevanten Kennzahlen zwischen einem Szenario und der simulierten Historie sind demnach direkt auf diese Handlungsoption zurückzuführen.

#### 12.4.1 Beispiel Rettung St. Gallen: Dispositionsstrategie umgestellt und Stützpunktnetzwerk komplett neu aufgebaut

Die Rettung St. Gallen gehört zu den größten rettungsdienstlichen Organisationen in der Schweiz. Sie entstand 2014 durch die Zusammenlegung der Rettungsdienste der 3 Spitalverbunde Kantonsspital St. Gallen, Rheintal-Werdenberg-Sarganserland und Fürstenland-Toggenburg.

Per 2015 hat sich der Leistungsauftrag der Regierung an den Rettungsdienst verschärft: Neu müssen die Rettungsteams in 90% der dringenden Einsätze innerhalb von 15 Minuten vor Ort sein. Diese Verbesserung der Hilfsfrist kann die Rettung St. Gallen erreichen – mit Hilfe von sim911 und daraus abgeleiteten Maßnahmen.

Eine massive Verbesserung ergab sich durch die Zusammenlegung der Rettungsdienste der 3 Spitalverbunde Kantonsspital St. Gallen, Fürstenland-Toggenburg und Rheintal-Werdenberg-Sarganserland per Anfang 2014 zur Rettung St.

Gallen. Dies ermöglichte die gesamtheitliche Einsatzplanung. Mit der neuen Dispositionsstrategie alarmiert die kantonale Notrufzentrale den nächsten verfügbaren Rettungswagen – unabhängig von dessen Heimatstützpunkt.

Um aber die vorgegebenen 90% Hilfsfristerreichung in allen Regionen gewährleisten oder übertreffen zu können, war eine Optimierung der Stützpunkte unumgänglich. Die Rettung St. Gallen spielte in sim911 verschiedene Szenarien durch und fiel schließlich die Entscheidung, das Stützpunktnetz komplett neu aufzubauen. Von 12 Standorten blieb lediglich derjenige am Kantonsspital St. Gallen unverändert. Die meisten Rettungsdienste waren zuvor bei einem Spital stationiert, was gerade in den Regionen zu lange Anfahrtszeiten an die Einsatzorte bedeutete.

- **Durch die Optimierung der Stützpunkte konnte die Hilfsfrist insgesamt von 85 auf 90% verbessert werden, wie sim911 bereits im Jahr 2012 aufzeigte und Erfahrungen aus der Praxis belegen.**

#### 12.5 Weitere Projekte

In einem Projekt mit dem Kantonsspital Luzern half sim911 die Dienstzeiten anzupassen und so Überstunden zu vermeiden. Kam morgens oder abends gegen Ende der Dienstschrift noch ein Notruf herein, leistete das diensthabende Team zum Teil viele Überstunden. Die Simulationen zeigten, dass dies mit einem gestaffelten Arbeitsbeginn vermieden werden kann. Die neuen Dienstpläne wurden zum Beginn des Jahres 2017 eingeführt. Ein Monitoring in der zweiten Hälfte dieses Jahres soll zeigen, ob die gewünschten Effekte erreicht werden konnten.

In einem anderen Projekt mit der Gesundheits- und Fürsorgedirektion Bern kam sim911 auf Kantonsebene zum Einsatz. Dabei wurden die Einsätze mehrerer Rettungsdienste in einem Projekt simuliert: Insgesamt waren es 8 Rettungsdienste, die von 3 Notrufzentralen disponiert werden. sim911 zeigte deutliches Potenzial für Verbesserungen auf, insbesondere,

dass die Gebietszuordnung der 3 Notrufzentralen genauer überprüft werden muss und in welche Richtung die Datenerfassung weiterentwickelt werden soll. Die Ergebnisse flossen in die Versorgungsplanung des Kantons Bern ein.

### Fazit

sim911 ist ein generischer Simulator für das Rettungswesen, welcher in der Schweiz bereits mehrfach erfolgreich angewandt wurde und auch in Deutschland und Österreich anwendbar ist. Interessant ist deshalb der Vorschlag von Dax et al. (2016), länderübergreifende Instrumente zur Beurteilung der Qualität in Rettungsdiensten zu entwickeln. Mit Hilfe von sim911 können Maßnahmen wie die Zusammenlegung von Rettungsdiensten, die Verschiebung von Stützpunkten, die Veränderung 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 vorausgehende Simulation verschiedener Szenarien werden verschiedene Handlungsoptionen verglichen, nur die vielversprechendsten werden umgesetzt. Dies spart Kosten und minimiert die Risiken derartiger Projekte.

notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik. Notfall Rettungsmed 19 (5): 387–395, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10049-016-0187-0>

- Heschl S, Kainz J, Orlob S, Prause G, Wildner G (2013) Rettungs- und Notarztsysteme in Österreich: aktuelle Entwicklungen. In: Neumayr A, Schinnerl A, Baubin M (Hrsg) Qualitätsmanagement im prähospitalen Notfallwesen. Springer, Wien, pp 131–136
- Lohs T (2016) Qualitätsindikatoren für den Rettungsdienst in Baden-Württemberg. Notfall + Rettungsmed 19 (8): 625–631, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10049-016-0222-1>
- Niehues C (2012) Notfallversorgung in Deutschland. Analyse des Status quo und Empfehlungen für ein patientenorientiertes und effizientes Notfallmanagement. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, pp 130–140
- Rettung St. Gallen. Geschichte. Veröffentlicht unter: <http://www.rettung-sg.ch/index.php?id=27>
- SQR-BW (2015) Qualitätsbericht Rettungsdienst Baden-Württemberg. Veröffentlicht unter: <https://www.sqrbw.de/adbimage/112/asset-original//qualitaetsbericht-2015.pdf>.
- Stämpfli A, Glossar. IMS-FHS. Veröffentlicht unter: [https://www.fhsg.ch/fhs.nsf/files/IMS\\_Rettungswesen\\_Glossar/\\$FILE/Glossar.pdf](https://www.fhsg.ch/fhs.nsf/files/IMS_Rettungswesen_Glossar/$FILE/Glossar.pdf)
- Stämpfli A, Glossar – Darstellungen und Kennzahlen in sim911. IMS-FHS. Veröffentlicht unter: [https://www.fhsg.ch/fhs.nsf/files/IMS\\_Rettungswesen\\_GlossarPlot911/\\$FILE/Glossar\\_plot911.pdf](https://www.fhsg.ch/fhs.nsf/files/IMS_Rettungswesen_GlossarPlot911/$FILE/Glossar_plot911.pdf)
- Stämpfli A, Strauss C (2016) sim911 - Ein Simulator für das Rettungswesen. Veröffentlicht unter: [https://www.fhsg.ch/fhs.nsf/files/IMS\\_Rettungswesen\\_sim911Bericht/\\$FILE/1%20-%20sim911%20-%20Ein%20Simulator%20fu%CC%88r%20das%20Rettungswesen.pdf](https://www.fhsg.ch/fhs.nsf/files/IMS_Rettungswesen_sim911Bericht/$FILE/1%20-%20sim911%20-%20Ein%20Simulator%20fu%CC%88r%20das%20Rettungswesen.pdf)

## Literatur

- Anselmi I, Bildstein G, Flacher A, Hugentobler-Campell B, Keller H, Ummerhofer W, Baartmans P (2010) Richtlinien zur Anerkennung von Rettungsdiensten. <http://www.ivr-ias.ch/files/ivr/downloads/Richtlinien%20zur%20Anerkennung%20von%20Rettungsdiensten.pdf>
- Aringhieri R, Bruni ME, Khodaparast S, van Essen JT (2017) Emergency medical services and beyond: Addressing new challenges through a wide literature review. Comput Operat Res 78: 349–368
- Dax F, Fabrizio M, Hackstein A (2016) Kennzahlen in der Leitstelle. Notfall Rettungsmed 19 (8): 632–637, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10049-016-0239-5>
- Fischer M, Kehrberger E, Marung H, Moecke H, Prückner S, Trentzsch H, Urban B (2016) Eckpunktepapier zur