

Räumungsszenarien bei Großveranstaltungen: Modellierung einer Datenbasis für Planung und Forschung*

Steffen Schneider, Jens Pottebaum, Tobias Becker, Rainer Koch

Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung (C.I.K.)

Universität Paderborn, Fakultät Maschinenbau

Warburger Str. 100

33098 Paderborn

{st.schneider, pottebaum, t.becker, r.koch}@cik.uni-paderborn.de

Abstract: Die Planung einer Großveranstaltung beruht häufig stark auf Erfahrungswerten und weniger auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. Aus diesem Grund widmet sich diese Arbeit der Fragestellung, wie die Planung von Großveranstaltungen durch einen geeigneten Forschungsansatz ergänzt werden kann, um die Planungsprozesse effizienter zu gestalten. Durch eine Use Case-Analyse werden im Wesentlichen zwei Gruppen von Bedarfsträgern identifiziert: Der Planer, der für die Vorbereitung der Großveranstaltung verantwortlich ist, und der Analyst bzw. Forscher, der die Veranstaltung selbst und das dafür verwendete Planungskonzept untersucht. Aufbauend auf den Anwendungsfällen wird ein konzeptuelles Schema der Datenbasis für ein IT-System vorgestellt, welches sowohl den direkten Anwendungsfall (Planung) als auch die darauf aufbauende Prozessanalyse (Forschung) unterstützt.

1 Einleitung

Schutz und Rettung von Menschen stellen die oberste Priorität der planerischen Aufgaben der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) dar. Dies erfordert bei den immer komplexer werdenden Gegebenheiten ein optimiertes Informationsmanagement, das insbesondere einsatztaktische Aspekte berücksichtigt und Erfahrungsdaten einbezieht. Oftmals bleibt aber bei dessen Entwicklung die analytische Perspektive zur Prozessoptimierung unberücksichtigt. In dieser Arbeit wird ein Konzept vorgestellt, um sowohl für die Aufgabe der Sicherheitsplanung als auch für die vor- und nachbereitende Aufgabe der einsatzbezogenen und -übergreifenden Analyse eine IT-Unterstützung bereitzustellen. Explizit soll dabei die Forschungsgemeinschaft als Teil des Stakeholderkreises Berücksichtigung finden.

*Dieser Beitrag präsentiert Ergebnisse des Projektes "EVA: Risiko Großveranstaltungen - Planung, Bewertung, EVAkuiierung und Rettungskonzepte" (Förderkennzeichen 13N10303), welches im Bereich "Schutz und Rettung von Menschen" des Programms "Forschung für die zivile Sicherheit" im Rahmen der High-Tech-Strategie der Bundesregierung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Die Autoren danken dem BMBF für die Unterstützung des Projektes sowie dem EVA-Projektverbund.

Bedarfsgesteuert stellt dabei die Vorbereitung und Unterstützung von Großveranstaltungen durch BOS den konkreten Anwendungsfall dar: „Die Entwicklung der gesellschaftlichen Bedürfnisse und Wünsche hat in den letzten Jahren zu einem merklichen Anstieg an Versammlungsstätten für unterschiedliche Zielgruppen geführt, wo auf immer ‚optimaler‘ genutzten Grundrissen erhebliche Menschenmassen zusammenkommen“ [Sch10]. Dies impliziert jedoch, dass die Planung zur Gewährleistung der Sicherheit aller beteiligten Personen immer komplexer wird. Insbesondere der Aspekt der Räumung von Objekten und Flächen wird in der Forschung intensiv diskutiert und in der empirischen Brandschutzforschung seit einigen Jahren adressiert (vgl. z.B. [SSL04, SKK⁺09, SK10]). Die bisherigen Planungskonzepte beruhen zum Großteil auf persönlichen Erfahrungen, werden nur im geringen Maße durch Informationstechnik unterstützt und sind im Nachhinein nur schwerlich unter der Zielsetzung der Optimierung analysierbar.¹

Die hier beschriebene Arbeit basiert auf der Erkenntnis, dass verfügbare Informationstechnologien hohes Potential zu einer Optimierung in diesem Bereich beinhalten. Dies soll mittels eines Informationssystems genutzt werden, dessen Kern eine Datenbasis zur übergreifenden Nutzung durch alle Stakeholder ist. Im Folgenden wird ein entsprechendes konzeptuelles Schema der Datenbasis vorgestellt, welches die Grundlage zur Eingabe von Daten und zur Bereitstellung von Informationen und Handlungsempfehlungen in diesem Bereich bildet. Da die vollständige Darstellung des Datenmodells den Rahmen des Beitrages deutlich überschreiten würde, wird hier lediglich das Konzept vorgestellt².

2 Vorgehen

Zwei wichtige Gruppen von Bedarfsträgern wurden einleitend bereits hervorgehoben: Anwender und Forscher müssen bei der Analyse von Anforderungen an ein Datenmodell berücksichtigt werden. Beide Gruppen führen dabei planerische und analytische Aufgaben durch, die jedoch auf Grund ihrer eigenen Zielabsichten unterschieden werden müssen. Daraus ist zu folgern, dass die Akteure *Sicherheitsplaner* und *Forscher* sowie die Aufgaben *Planung* und *Analyse* unterschieden werden müssen.

In Anlehnung an Kemper und Eickler ([KE09], S. 34) ist die Anforderungsanalyse für Datenbanksysteme in die Betrachtung von Informations- und Datenverarbeitungsanforderungen zu gliedern. Die Ergebnisse der Anforderungsanalyse sowie die Informationsanforderungen im Speziellen werden in einen konzeptuellen Entwurf überführt. Der Begriff der Information und somit der Informationsanforderung impliziert dabei, dass die Handlung des Bedarfsträgers in die Analyse einbezogen werden muss. Es kann festgestellt werden, dass die beiden vorgestellten Akteure in der Ausführung der beiden zentralen Aufgaben generell komplementäre Ziele verfolgen. Diese können grob in die optimale Planung von Großveranstaltungen und den Erkenntnisgewinn bezüglich verschiedener Forschungsfragen unterschieden werden; ihre Erreichung hängt jedoch von einer gemeinsamen Datenbasis ab. Für die Anforderungsanalyse wurde daher das Vorgehen um Aspek-

¹Schlussfolgerung aus der Analyse von Interviews mit Verantwortlichen der Feuerwehr und Auswertungen von Workshopbeiträgen im Projekt EVA.

²Die Dokumentation des vollständigen Datenbankmodells kann bei den Autoren nachgefragt werden.

te des ziel- und szenariobasierten Requirements Engineering nach Pohl (vgl. [Poh08]) erweitert. Im Rahmen von Interviews mit Stakeholdern wurden Zielsetzungen und dazu aktuelle Vorgehensweisen erhoben. In den Ergebnissen dieser Analyse können Use Cases für ein Datenbanksystem identifiziert werden: Beide Akteure müssen Daten abgelaufener Großveranstaltungen pflegen, abrufen und mit den zugehörigen Planungsdaten und -konfigurationen vergleichen. Such- und Auswertungskriterien sind dabei teilweise gleich (z.B. Planungsdaten und allgemeine Statistik), teilweise unterschiedlich (z.B. spezifischer Abruf der Trajektorien einzelner Gruppen mit gemeinsamen Merkmalen) und betreffen insbesondere diejenigen Parameter, die in der Planung bzw. in der Analyse auf Annahmen beruhen. Der Sicherheitsplaner muss Berechnungen zur Gewährleistung der Sicherheit bei einer Großveranstaltung durchführen und Parameter für entsprechende Algorithmen bewerten. Er muss darauf aufbauend Veranstaltungsdaten mittels seiner Vorschriften und Arbeitsanweisungen eingeben. Der Abruf von Maßnahmeempfehlungen unterstützt bei der räumlichen, funktionalen und kräftebezogenen Disposition. Bei Integration eines Simulationswerkzeugs in die Arbeitsabläufe müssen beide Akteure dieses Werkzeug mit allen notwendigen Parametern initialisieren. Der Sicherheitsplaner nutzt dies insbesondere dazu, die Simulationsergebnisse hinsichtlich erforderlicher Maßnahmen auszuwerten.

3 Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt das konzeptuelle Schema der umzusetzenden Datenbank. Dieses beruht auf einer Zerlegung in sieben Kategorien, deren untergliederte Entitäten wiederum in Abhängigkeiten untereinander stehen (Pfeile).

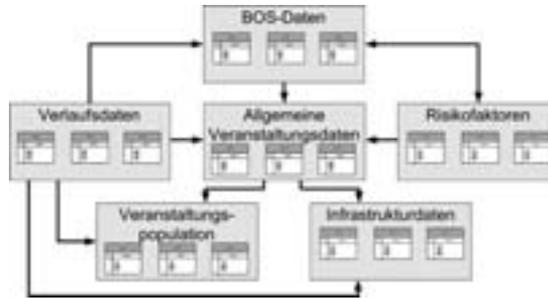


Abbildung 1: Konzeptuelles Schema der Datenbasis

Im Zentrum der Datenbank stehen die **allgemeinen Veranstaltungsdaten**, zu denen insbesondere die spezifizierenden Daten (z.B. Veranstaltungsdauer und -ort) und Annahmen wie das erwartete Besucheraufkommen zählen. Die Daten werden von einem Anwender während des Prozesses der Veranstaltungsplanung direkt eingegeben. Diese Daten werden zum einen für die Identifikation von **Risikofaktoren**, zum anderen zur Abbildung von **Verlaufsdaten** benötigt. Während erstgenannte die Veranstaltungsdaten auf Basis definierter Regeln bzw. Algorithmen aus wissenschaftlichen Erkenntnissen und Erfahrungswissen auf mögliche Risiken abbilden, ergänzen letztere die statischen Daten um die zeit-

lich veränderliche Datenlage im Veranstaltungsverlauf. Hier ist insbesondere die Veranstaltungspopulation und der Verlauf von BOS-Einsätzen zu nennen. Die **BOS-Daten** charakterisieren die Akteure, welche für Schutz und Rettung von Menschen wirken. Dabei müssen nur die veranstaltungsspezifischen Daten durch den Sicherheitsplaner eingegeben werden. Für eine vollständige Datenbasis muss ein Informationssystem hier Daten- und Systemschnittstellen zu existierenden IT-Systemen vorsehen. Die BOS-Daten bilden die Grundlage für Einsatzdaten, die innerhalb der Kategorie Verlauf abgelegt werden. Zudem wirken die abgebildeten Elemente der BOS auf verschiedene Risikofaktoren, die im Umkehrschluss Auswirkungen auf Maßnahmen der Aufstellung von Sicherheitskräften haben. Risikofaktoren werden im Rahmen dieser Arbeit anhand des Berechnungsverfahrens „Kölner Algorithmus“ veranschlagt, der aus diesen Empfehlungen kalkuliert³. Die **Infrastrukturdaten** sind für die Sicherheitsplanung einer Großveranstaltung unverzichtbar.⁴ Objektbezogene und räumliche Daten müssen einbezogen und Akteuren in der Planung und der Analyse zur Verfügung gestellt werden. Die Informationen können sowohl Verlaufs- als auch Veranstaltungsdaten näher spezifizieren. Zudem bilden sie die Basis, um eine Kubatur für eine Personenstromanalyse zu generieren. **Populationsdaten** beschreiben die zu erwartenden Besuchergruppen und deren Anteil an der Gesamtpopulation. Die Informationen diesbezüglich werden im Vorfeld als Standardwerte generiert und müssen nicht vom Sicherheitsplaner eingegeben werden. In der Analyse haben Sicherheitsplaner und Forscher die Möglichkeit, auf eine konkrete Veranstaltung oder eine Veranstaltungsart bezogene Daten auszuwerten und daraus Erkenntnisse zu gewinnen bzw. Standardwerte zu optimieren. Die dadurch zur Verfügung stehenden Informationen bieten sowohl einen Überblick über die mit dem Personenstrom verbundenen Gefahrenpotentiale als auch Eingabematerial für eine Personenstromanalyse. Die Verlaufsdaten sind an dieser Stelle herauszuheben, da sie in der Nachbereitung von Einsätzen, Wetter- und Verkehrsveränderungen ausgewertet werden können und somit bei den Akteuren erst in der Analyse Nutzen bringen.

4 Diskussion

Die Bereitstellung eines fundierten Datenmodells führt zu einer Standardisierung, die eine verlässliche Grundlage für die Gegenüberstellung von verschiedenen Veranstaltungsplanungen bildet. Ergebnisse einer wissenschaftlichen Untersuchung können dazu beitragen, das System und die Planungsmethoden zu optimieren (verbesserte Algorithmen, exaktere Parameter, neue Standardwerte etc.). Eine übergreifende Nutzung von Datenbasen ist notwendig, da zur optimalen Gewährleistung der Sicherheit ein hohes Maß an Interdisziplinarität notwendig ist. Langfristiges Ziel ist die Validierung (vgl. [Kro00] und DIN EN ISO 17025) der eingesetzten Planungsmethoden, um dem Sicherheitsplaner eine verlässliche

³Dieser Algorithmus wird derzeit von vielen Sicherheitsplanern von Feuerwehren in Deutschland angewendet, so dass sich das System in den Planungsprozess verschiedener Feuerwehren einfach integrieren lässt. Vgl. [Tec10]

⁴Aussage aus Interviews mit Verantwortlichen der Sicherheitsplanung. Die Eingabe und Pflege der Daten fällt in den Bereich des vorbeugenden Brandschutzes. Eine Referenzierung von Datensätzen aus diesem Bereich wird in diesem System gewährleistet.

Grundlage bereitzustellen. Dabei muss die Verlässlichkeit als Qualitätskriterium begründet vermittelt werden. Als Planungsmethoden können neben dem Kölner Algorithmus weitere Berechnungs- oder Simulationsverfahren eingebunden werden.

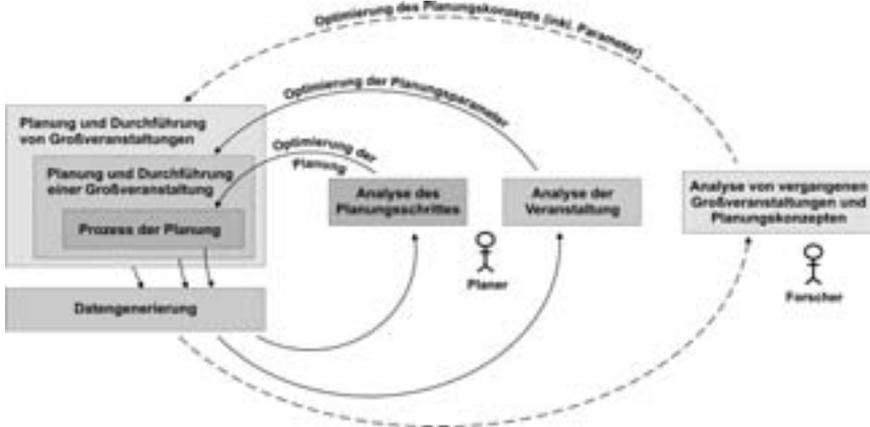


Abbildung 2: Planung und Analyse - eine "Win-Win-Beziehung"

Im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (s. [Pfe01]) soll hier ein geschlossener Regelkreis entstehen. Die Abbildung 2 zeigt drei Kreisläufe, die durch den Prozess der "Datengenerierung" verbunden sind. Die standardisierte Dateneingabe vereinfacht den Prozess der "Planung einer Großveranstaltung". Informationen zum Gefahrenpotential und zum Evakuierungsstrom sowie automatisch generierte Handlungsempfehlungen unterstützen den Planer bei der Planung und Analyse. Dieser innere Kreislauf wird solange iterativ durchlaufen, bis die Veranstaltung hinreichend genau geplant ist. Im Nachgang einer Großveranstaltung sollten alle relevanten Planungsdaten mit dem tatsächlichen Ablauf verglichen werden, um die Planung und Durchführung einer vergleichbaren zukünftigen Großveranstaltung zu verbessern. In erster Linie bietet sich hier die Chance, Planungsparameter zu optimieren (mittlerer Kreislauf).

Alle gesammelten Planungs- und Verlaufsdaten können vom Forscher dazu genutzt werden, vergangene Großveranstaltungen und die dafür verwendeten Planungskonzepte zu analysieren. Dadurch können Planungskonzepte und -parameter verbessert werden (äußerer Kreislauf). Die beiden Akteure Sicherheitsplaner und Forscher gehen damit eine "Win-Win-Beziehung" ein. Der Forscher erhält Zugriff auf eine große Menge von Planungs- und Verlaufsdaten, der Sicherheitsplaner profitiert von einem verbesserten Planungssystem (neue Algorithmen, neue Vorgabedaten, etc.) mit validiertem Planungskonzept.

Bei der kontinuierlichen Verbesserung des Planungssystems ist jedoch zu hinterfragen, ob die in dieser Arbeit akzentuierte Vergleichbarkeit noch gegeben ist. In der Analyse von Großveranstaltungen, die mit aktuellen oder aber älteren Konzepten geplant wurden, könnten sich bei ansonsten gleichen Rahmenbedingungen Abweichungen ergeben. Dies ist ein Punkt, der bei der Modellierung derart berücksichtigt wurde, dass Konfigurationen der Algorithmen nachgehalten werden.

5 Ausblick

Das in diesem Beitrag vorgestellte Konzept soll zu einer Einbeziehung der verschiedenen Akteure motivieren. Die Hinzunahme der Perspektive des Forschers auf Meta-Ebene bei Betrachtung von grundlegend analogen Aufgabenstellungen bewirkt im dargelegten Anwendungsfall eine direkte Verbesserung des Gesamtsystems. Dies legt nahe, Systementwicklungen in dieser Anwenderdomäne auf diese Fragestellung hin zu prüfen. Zudem könnte die Integration weiterer Akteure eine weitere Optimierung im Hinblick auf die Anwendung der Software bringen. Dies sollte eine Grundlage für weitere Forschungsarbeiten liefern. Außerdem ist die Integration des Datenmodells in die Entwicklung einer Domänenontologie für den Brandschutz (vgl. [PJK10]) geplant. Für die vorgestellte Arbeit stellen die Implementierung des Datenmodells in ein Informationssystem und seine Evaluierung die folgenden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten dar.

Literatur

- [KE09] Alfons Kemper und André Eickler. *Datenbanksysteme - Eine Einführung*. Oldenbourg, 7. Auflage, 2009.
- [Kro00] Stavros Kromidas. *Handbuch Validierung in der Analytik*. Wiley-VCH, 2000.
- [Pfe01] Tilo Pfeifer. *Qualitätsmanagement - Strategien, Methoden, Techniken*. Hanser Verlag, 2001.
- [PJK10] Jens Pottebaum, Anna Japs, Stephan Prödel und Rainer Koch. Design and modelling of a domain ontology for fire protection. In Simon French, Brian Tomaszewski und C. Zobel, Hrsg., *Proceedings of the 7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management ISCRAM2010*, 2010.
- [Poh08] Klaus Pohl. *Requirements Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. dpunkt.Verlag GmbH, 2. Auflage, 2008.
- [Sch10] Michael Schreckenberg. Grundsätzliche Aspekte zu Evakuierung und Räumung. In *VdS-Fachtagung Evakuierung und Räumung*. VdS-Verlag, 2010.
- [SK10] V. Schneider und R. Könnecke. Microscopic modelling of crowd movement at major events. In *Proceedings Interflam2010, Fire Science & Engineering Conference*, Nottingham, UK, July 2010.
- [SKK⁺09] Andreas Schadschneider, Wolfram Klingsch, Hubert Klüpfel, Tobias Kretz, Christian Rogsch und Armin Seyfried. Evacuation Dynamics: Empirical Results, Modeling and Applications. In *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, Seiten 3142–3176. 2009.
- [SSL04] Armin Seyfried, Marcus Strupp und Thomas Lippert. Verfeinerte Auswertungsmethoden für Evakuierungssimulationen. Bericht, Nov 2004. *vfdb-Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz*, Seite 214, Heft 4 (2004).
- [Tec10] Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. Richtlinie Einsatzplanung Großveranstaltungen. *vfdb-Richtlinie 03/03 (Entwurf)*, 2010.