

LAUREEN FURKERT

Das Sozialkräftemodell nach Helbing

In der Anwendung auf
die Evakuierung von
Veranstaltungsstätten



Das Sozialkräftemodell nach Helbing

Laureen Furkert

Das Sozialkräftemodell nach Helbing

In der Anwendung auf die Evakuierung von Veranstaltungsstätten



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München 2014
© Thomas Martin Verlagsgesellschaft, München

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urhebergesetzes ohne schriftliche Zustimmung des Verlages ist unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Nachdruck, auch auszugsweise, Reproduktion, Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie Digitalisierung oder Einspeicherung und Verarbeitung auf Tonträgern und in elektronischen Systemen aller Art.

Alle Informationen in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet und geprüft. Weder Autoren noch Verlag können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

e-ISBN (ePDF) 978-3-96091-336-8
ISBN (Print) 978-3-86924-587-4

Verlagsverzeichnis schickt gern:
AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München
Schwanthalerstr. 81
D-80336 München

www.avm-verlag.de

Vorwort

Eine Spezialisierung im Rahmen des Studienfachs ist auf Grund des Umfangs oftmals unumgänglich. Für die Autorin stellt sich während der Studienzeit in den Studiengängen „Messe-, Kongress- und Eventmanagement (B.A.)“ an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Mannheim und „Veranstaltungstechnik und –management (M.Eng.)“ an der Beuth Hochschule für Technik in Berlin die Veranstaltungssicherheit in den Mittelpunkt. Praxis und Theorie führten dazu, dass diese Thematik zum Abschluss des zweiten Studiums genauer untersucht wurde. Einen besonderen Beitrag zu diesem Fokus leistete u.a. ein Diskussionsforum zu der Besuchersicherheit bei Veranstaltungen, durchgeführt von Herrn Prof. Dipl.-Ing. Siegfried Paul an der Beuth Hochschule für Technik in Berlin. Dieser fungierte ebenfalls als Gutachter der vorliegenden Arbeit. Während der gesamten Zeit der Erstellung, Untersuchung und Anfertigung der Arbeit wurde diese von Herrn Dipl.-Math. José Méndez Omaña betreut. Er sorgte mit seinen konstruktiven Anmerkungen und Literaturvorschlägen für fortlaufend neue Denkansätze, die diese Arbeit bereicherten.

Diese Publikation richtet sich an alle Personen, die Veranstaltungen besuchen, an diejenigen, die Veranstaltungen organisieren, an die, die auf Veranstaltungen arbeiten und alle die Personen, die in irgendeiner Weise mit Veranstaltungen in Berührung kommen (z.B. Behörden). Sicherheit ist ein elementares und humanitäres Bedürfnis und betrifft Jeden! Es gibt immer wieder Beobachtungen, die aufzeigen, wie leichtsinnig manche Menschen mit ihrem eigenen und dem Leben Anderer umgehen. Ein bemerkenswertes Beispiel ist der Straßenverkehr.

Diese Arbeit appelliert, ungeachtet den mathematischen Bezügen und fachspezifischen Fakten, an die menschliche Vernunft. Denn:

Veranstaltungen sind grundsätzlich nicht gefährlich!

Zu untersuchen, welche Gesetzmäßigkeiten und verschiedene Faktoren der Veranstaltungssicherheit zu Grunde liegen, welche Gefahren für die Menschen aus der Missachtung dieser hervorgehen können und wie in Zukunft jede Veranstaltung unter Berücksichtigung einfacher (Natur-) Gesetze sicherer gemacht werden kann, war ein wesentliches Anliegen der vorliegenden Arbeit.

Diese freie wissenschaftliche Arbeit musste für die Veröffentlichung angepasst werden: die Abbildungen und Fotografien¹ sind in schwarz-weiß abgedruckt, das Schriftbild wurde für den Buchdruck optimiert und der Bezug zu einem Videomitschnitt wurde entfernt. Darüber hinaus musste eine Jahreszahl auf Grund eines Schreibfehlers korrigiert werden. Die wissenschaftliche Arbeit wurde an der Beuth Hochschule für Technik in Berlin von der Prüfungskommission abgenommen und mit dem Prädikat "Sehr gut" bewertet. Der Originaltitel lautet: "Die Anwendung des Sozialkräftemodells auf die Evakuierung von Veranstaltungsstätten."

Die Autorin erlangte aufgrund der Studienleistung, einer Bachelorthesis (zum aktuellen Zeitpunkt nicht publiziert) und der vorliegenden Arbeit den Akademischen Grad "Master of Engineering".

¹ Zentraler Inhalt der einzelnen Fotografien sind die Atmosphäre der jeweiligen öffentlichen Veranstaltung sowie der Gesamteindruck. Die Fotografien dienen der Beweisführung. Die Gesichter der Personen wurden soweit wie möglich unkenntlich gemacht - ohne dabei den Inhalt des Bildes zu beeinflussen. Eine Foto-Genehmigung des jeweiligen Veranstalters liegt ergänzend vor.

Abstract (deutsch)

Großveranstaltungen, Individuen, Menschenmassen, Stimmungen, Gefahren, Panik: Immer wieder kommt es zu lebensbedrohlichen Situationen im Laufe von Veranstaltungen, obwohl Sicherheitskonzepte vorhanden sind und notwendige Sicherheitsmaßnahmen getroffen wurden. Wie hoch ist das Risiko während einer Veranstaltung? Kann eine Notsituation im Voraus geplant werden? Wie rational verhält sich ein Besucher bei einer Veranstaltung? Sind die lebensrettenden Instinkte des Menschen verlässliche Größen, die in der Planung eines Veranstaltungsgeländes berücksichtigt werden können und müssen? Wie kooperativ ist das Verhalten des Menschen? Lassen sich allgemeine Muster in der Fortbewegung von Menschen erkennen? Inwieweit existieren nachweislich „Selbstorganisationsphänomene“?

Solche und ähnliche Fragen sind die Grundlage für die Auseinandersetzung mit der Problematik der Evakuierung einer Veranstaltung im Zusammenhang mit dem Veranstaltungsgelände. Zahlreiche Forscher beschäftigen sich seit vielen Jahren mit diesem Thema: erste nachweisliche Erkenntnisse stammen von Lewin aus dem Jahr 1912. Dabei spielen physikalischen Determinanten ebenso eine Rolle wie soziale oder mathematische. Spätestens in überfüllten Fußgängerzonen in Großstädten scheint es möglich zu sein, feste Größen und die Wechselwirkung zwischen den einzelnen Faktoren, welche sich direkt aus den typischen Verhaltensweisen der Menschen ableiten, bestimmen zu können. Diese gilt es zu berechnen und darzustellen. Abzuleitende Gesetzmäßigkeiten sind die Grundlage für die Sicherheit jeder Veranstaltung und bilden die grundlegende Substanz in der Betrachtung von Evakuierungen und den entsprechenden Sicherheitskonzepten. Diesbezüglich stehen wissenschaftliche Untersuchungen noch relativ am Anfang, deren Forschungsziele einen wichtigen Beitrag in der Auseinandersetzung mit der Gewährleistung der Sicherheit bei Großveranstaltungen leisten könnten.

Abstract (english)

Major events, individuals, crowds of people, ambiances and atmospheres, endangerments, situations of panic: Again and again we witness life-threatening situations during all kinds of events although security concepts are available and all necessary safety precautions have been taken. How high is the security risk at such events? Is it possible to create an emergency plan in advance for those emergency situations? How rational behaves a visitor in a life-threatening situation? Are the life-saving instincts of human beings something that could be taken into account for planning event areas? To what degree behaves a human being itself collaboratively? Is it possible to distinguish certain patterns of human refugee movements in critical situations? To what extent do certain proven phenomena of self-organization exist?

These and similar questions form the basis in dealing with the problems of evacuation of the participants of any given event in connection with the respective location. Numerous researchers are working on this issue for many years: the first proven findings concerning this problem have been obtained through Lewin in 1912. There are physical, as well as social and mathematical determinations which play a decisive role in this connection. Latest when it comes to over-crowded pedestrian zones within major cities it is possible to determine constant values and the interaction between all the relevant factors as a direct consequence of typical human behavioural characteristics which can be calculated and simulated in equal measure. Regularities deriving from those calculations form the basis to make the safety hazards of an event more calculable and therefore quite safer. They build the fundamental starting position in considering evacuations and the corresponding concepts for safety. In this respect scientific research is still in its infancy (beginnings) whose research goals could represent a significant contribution in dealing with safety provisions at great events.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abstract (deutsch)	VII
Abstract (english)	VIII
Inhaltsverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	X
Tabellenverzeichnis	X
1 Grundlegung - Problemstellung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Gesetzliche Grundlagen.....	3
2.2 Psychologische und Sozialwissenschaftliche Aspekte.....	7
2.3 Mathematisch – Physikalische Aspekte	18
3 Das Sozial-Kräfte-Modell nach Helbing	29
3.1 Beschreibung	29
3.2 Diskussion der Grundparameter und Ergebnisse	39
4 Historischer Hintergrund	47
4.1 Grundlagen der wissenschaftlichen Erkenntnisse Lewins	47
4.2 Charakteristika der Feldtheorie	56
5 Anwendung	59
5.1 Experimente und Simulationen	59
5.2 Offenes Veranstaltungsgelände	66
5.3 Geschlossenes Veranstaltungsgelände	87
6 Fazit und Ausblick.....	97
Literaturverzeichnis.....	101

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gesetzlicher Rahmen für Veranstaltungen	4
Abb. 2: Organisation von senkrecht zueinander verlaufenden Fußgängerströmen.....	15
Abb. 3: Nichtlineare Dynamik	16
Abb. 4: Körperproportionen nach Weidmann.....	19
Abb. 5: Visualisierung Personen pro Quadratmeter	19
Abb. 6: Segregationseffekt.....	24
Abb. 7: Oszillation an einer Engstelle („Pulkbildung“).....	24
Abb. 8: „Freezing by heating“ - Effekt	25
Abb. 9: Pfropfenbildung an Engstellen (“Flaschenhals”).....	26
Abb. 10: Engstellen/Stauungen auf erweiterten Rettungswegen.....	26
Abb. 11: Physikalische Hierarchien.....	27
Abb. 12: Visualisierung exponentiell vs. linear	37
Abb. 13: Jordan-Kurve.....	49
Abb. 14: Jordankurve – Beispiel „Regionen“	51
Abb. 15: Soziales Feld – Region - Lebensraum.....	53
Abb. 16: Kräftradreieck Mensch	60
Abb. 17: Kräfteparallelogramm	62

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Definition Gruppe – Menge – Masse.....	8
Tab. 2: Faktor Mensch in einer Gefahrensituation	11
Tab. 3: Abstandszonen des Menschen	12
Tab. 4: Mittlere Gehgeschwindigkeit.....	21
Tab. 5: Beispiel Experiment“Kraft eines Menschen“	60
Tab. 6: Evakuierungssimulation.....	63
Tab. 7: Experiment nach Moede	65

1 Grundlegung - Problemstellung und Zielsetzung

Es existieren bereits zahlreiche Verfahren zur Berechnung von Evakuierungen von Veranstaltungsstätten. Dazu zählen deterministische Verfahren, z.B. MVStättV, ebenso wie verschiedene Ingenieurverfahren. Zu letzteren zählen hydraulische Modelle, z.B. Kapazitätsanalyse und Individualmodelle, beispielsweise PedGo. Diese Modelle werden auch in ihrem Rahmen erfolgreich eingesetzt. Zu bemerken ist jedoch, dass keiner dieser bisherigen Modelle die kollektive Selbstorganisation berücksichtigt.

Dirk Helbing, Physiker und Mathematiker, beschäftigte sich sehr intensiv mit dem kollektiven Verhalten von Fußgängern bzw. von Menschenmassen. Nach sieben Jahren Professur für Verkehrsökonomie und –statistik in Dresden und anschließender Professur für Soziologie an der ETH Zürich, veröffentlichte er in den letzten Jahren zahlreiche Publikationen. In diesen wird der genannte Sachverhalt der Modellbildung von Evakuierungen unter der entsprechenden Berücksichtigung des kollektiven Verhaltens dargestellt.

Folgende Ausarbeitung zeigt auf, in welchem Kontext der Faktor „kollektive Selbstorganisation“ im Zusammenspiel mit mathematischen, psychologischen und physikalischen Faktoren steht. Die Problematik besteht darin, dass während einer Paniksituation bzw. der Evakuierung einer Veranstaltungsstätte immer das gesamte System als solches betrachtet werden muss. Diesem Anspruch stellt sich das „Sozial-Kräfte-Modell“ nach Helbing. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Übersicht über die einzelnen Faktoren des Sozialkräftemodells zu geben und entsprechend die Struktur und den Aufbau übersichtlich darzustellen. Anschließend werden diese Faktoren auf ihre Umsetzbarkeit und Anwendung überprüft.