

## Fluchtpunkte einer Massenpanik

Katastrophenforschung: Stadien könnten sehr viel sicherer sein

Autorin: Sabine Goldhahn

Erscheinungsdatum: 25. Mai 2001

### Manuskript

Menschen in Angst scheinen unberechenbar. Zur großen Überraschung der Forscher zeigen neue Simulationsmethoden, dass sich selbst das Chaos einer Massenpanik vorhersehen und die Katastrophe manchmal vermeiden lässt.

Über 170 Tote und mehr als doppelt so viele Verletzte – das ist die traurige Bilanz von vier Fußballspielen in afrikanischen Stadien innerhalb von nur vier Wochen. Zu viel verkaufte Eintrittskarten, schlecht voneinander getrennte Fanblocks, zu wenig „Wellenbrecher“ – spezielle Geländer – und der Einsatz von Tränengas scheinen die Ursachen der Katastrophen gewesen zu sein. Doch Opfer von Massenpaniken gibt es auch bei Konzerten, auf Schiffen, an Pilgerstätten. „Oft reicht schon ein Stromausfall oder ein Hagelschauer“, resümiert der Verkehrsforscher Dirk Helbing von der TU Dresden, „dann bekommen die Menschen Angst, werden panisch und rennen zum Ausgang.“ Das läuft normalerweise in geordneten Bahnen ab, man reiht sich hintereinander ein, hat einen gewissen Mindestabstand zum Nachbarn und bewegt sich im Menschenstrom langsam nach draußen.

In Paniksituationen wirken dagegen andere Gesetze. Die Leute sind unsicher und vertrauen darauf, dass andere den richtigen Weg einschlagen. Der Herdentrieb setzt ein. So strömen sie nervös und völlig unkoordiniert in die Richtung, in die alle rennen – ungeachtet der verschiedenen Notausgänge, die oftmals unbenutzt bleiben.

Um möglichst schnell die Gefahrenzone zu verlassen, drängeln sie, kommen einander in die Quere und verringern den Abstand zum Nebenmann. „Das bewirkt eine Zunahme der Reibungskräfte, die natürlich den Fußgängerstrom bremsen“, erklärt Helbing, „je schneller die Menschen vorwärts streben, umso langsamer werden sie.“

Im Extremfall kann die schiebende Menschenmasse Druckkräfte von bis zu 4,5 t/m aufbringen – Größenordnungen, denen Ziegelmauern oder Geländer nicht gewachsen sind. Dennoch hat Helbing eine einfache Lösung parat: „Wenn man vor dem Ausgangsbereich unregelmäßig verteilte Säulen baut, lassen sich die Kräfte in der Menschenmasse auffangen und auf ein ungefährliches Maß herunterbrechen.“ Dadurch gelangen mehr Fußgänger in der gleichen Zeit durch den Ausgang, als wenn sich die ganze Menschentraube direkt davor stauen würde.

Die Wirksamkeit solcher Säulen hat der Physiker bereits mit seinem Simulationsprogramm nachgewiesen, sie sollen beim Neubau eines Stadions in Budapest erstmals errichtet werden. Außerdem setzt Helbing auf eine bessere Organisation. Ausgebildete Ordnungskräfte könnten beispielsweise bei einer Panik als Leitfigur wirken, die die Fußgänger gezielt zu einem Notausgang führt – dann würde der Herdentrieb sogar nützlich sein.

Die Sicherheit auf Fahrgastschiffen will der Duisburger Verkehrsforscher Michael Schreckenberg berechenbar machen. Denn bislang beruhen die Sicherheitsvorschriften, nach denen seit 1974 für jedes Schiff die Geometrie und Größe der Fluchtwege festgelegt werden, auch auf Berechnungen für einen ganzen Menschenstrom. Der verhält sich gesittet, alle Passagiere rennen in eine Richtung und die Evakuierung beginnt an allen Stellen des Bootes gleichzeitig. Diesem Modell liegen die Gesetze strömender Flüssigkeiten zugrunde, bei denen die Menschen in der Masse als Teilchen fungieren. Doch die „humanen Teilchen“ haben im Gegensatz zu den physikalischen einen eigenen Willen und können notfalls gegen den Strom schwimmen, um noch einen Koffer zu holen, oder in der Kabine verbleiben, weil sie dem Feueralarm nicht glauben. Die Folgen dieses Verhaltens ließen sich bislang nicht ausreichend simulieren. Daher waren die Berechnungen für die Fluchtwege sehr grob und versagten in einigen Fällen.

Im neuen Simulationsmodell betrachtet die Duisburger Arbeitsgruppe für Transport und Verkehr jetzt jede Person als Individuum, das sich anders als ihr Nachbar verhalten kann. Den virtuellen Schiffspassagieren werden verschiedene Geschwindigkeiten und Eigenschaften zugeordnet. So gibt es beispielsweise auf einer Fähre Jugendliche, die schnell flüchten können, und Betagte, die gemächlich unterwegs sind, alle bunt gemischt nebeneinander. Dagegen ist ein Schulausflug mit quirligen Kindern etwas anderes als eine Rentner-Kreuzfahrt und führt zu großen Unterschieden im Simulationsergebnis.

Im Extremfall wird die Vorhersage richtig kompliziert: Einige Menschen sausen gleichzeitig los, andere nacheinander, manche bleiben stehen, ein paar Passagiere sind sogar betrunken, laufen Zick-Zack und behindern die Nachkommenden.

Für jeden Schiffstyp muss der Katastrophenfall einzelnen untersucht werden. Je nach Bauplan gibt es unterschiedlich viele Decks, verschieden breite Gänge, Türen oder Treppenhäuser. Um das zu simulieren, zerlegen die Duisburger Forscher ein ganzes Boot wie bei einem Schachbrett in erreichbare und nicht erreichbare Felder, deren Größe dem Platzbedarf eines stehenden Menschen entspricht.

Zusätzlich gestalten sie die Ausgänge des Computerschiffs besonders attraktiv und ordnen jedem Feld eine Richtungsinformation zu. Das soll die räumlichen Verhältnisse – den Gang, eine Säule, eine Wand – auf dem simulierten Boot darstellen. So können die virtuellen Passagiere auf einigen Quadraten nur geradeaus laufen, andere Felder erlauben auch die Rückwärtsbewegung, eine dritte Variante schreibt die diagonale Richtung vor. Am Ende sind die Menschen im Computer nichts als Figuren auf einem Schachbrett. Bei jedem Zug bewegt sich jede Person über eine vorgegebene Anzahl von Feldern.

Die Vorteile dieser Simulation scheinen klar: Man muss nicht extra ein Schiff versenken oder kentern lassen, um seine Daten zu bekommen. Stattdessen gelangt man trockenen Fußes und bequem per Mausklick in jede nur denkbare Extremsituation: zum Beispiel ein Feuer, starken Wellengang, den zerstörten Fluchtweg. Und die Ergebnisse aus dem elektronischen Gehirn kommen der Wirklichkeit einer Schiffskatastrophe ziemlich nahe. Dank eines Großversuchs der Firma Austal Ships konnten die Duisburger Wissenschaftler ihre berechneten Evakuierungszeiten mit den real gemessenen vergleichen.

In dem Versuch wurden 100 Personen von einer Katamaran-Fähre evakuiert. Es dauerte 25 sec, bis der erste Passagier den Ausgang erreicht hatte, und knapp 13 min, bis das Schiff vollständig geräumt war. Der Computer hatte 26 sec für den ersten Passagier und nur eine halbe Minute mehr als in Wirklichkeit für die gesamte Evakuierung berechnet. Außerdem zeigte er korrekt, wo Staus auftreten und welche Wege die einzelnen Personen nehmen. Die Ergebnisse sollen künftig Schwachstellen von Schiffen und Evakuierungsplänen aufdecken und Schiffsbauern bei Neukonstruktionen helfen. Dennoch warnt Schreckenber: „Die absolute Sicherheit ist nicht erreichbar.“