

TRAFFGO

## Stau im Stadion

Mit Computersimulation lassen sich Evakuierungs- und Verkehrspläne optimieren.

Von Tim Schröder

Wer während eines Rockkonzerts oder Fußballspiels schon einmal im Gedränge feststeckte, den beschlich vermutlich ein ungutes Gefühl: Wenn jetzt Panik ausbricht, wie komme ich hier raus? Diese Frage stellen sich Ingenieure und Architekten, wenn sie Konzerthäuser oder Stadien planen. Treppenhäuser und verwinkelte Gänge erschweren das Verständnis, wohin Besucher im Gefahrenfalle eilen werden. Wo bilden sich gefährliche Staus und wie lange dauert es, bis zehntausende Menschen ein Gebäude verlassen haben? Die Behörden verlangen schlüssige Evakuierungspläne für die Baugenehmigung.

Präzise Antworten liefern seit rund drei Jahren die Experten der Duisburger TraffGo GmbH – einer Ausgründung von Physikern und Ingenieuren der Universität Duisburg-Essen. Mit einem einzigartigen und verblüffend einfachen Rechenmodell simulieren sie die Bewegung von Menschen bei der Evakuierung etwa des Dortmunder Westfalenstadions (siehe Bild) oder von Fähren sowie mächtigen Kreuzfahrtschiffen. Darüber hinaus wenden die Forscher ihr Know-how auch an, um das Verkehrsaufkommen auf den Autobahnen in Nordrhein-Westfalen zu prognostizieren. Via Internet kann jeder Verkehrsteilnehmer auf die Informationen zugreifen.

Bewegungen von Autos oder Menschenmassen wurden in der Vergangenheit oftmals mit so genannten Fluidmodellen analysiert. Die strömenden Objekte gelten darin als Flüssigkeiten. Doch die Berechnungen sind sehr aufwändig, vor allem dann, wenn sich die Menschenmassen in viele kleine Ströme aufteilen, etwa bei den einzelnen Sitzreihen eines Stadions. »Bei solch komplexen Geometrien kann man am Ende kaum verstehen, wie das Simulationsergebnis – etwa die Zeit bis zur vollständigen Evakuierung eines Stadions – zu Stande gekommen ist«, erklärt Tim Meyer-König, Gründungsmitglied von TraffGo und Leiter des Geschäftsfelds Fußgängerverkehr.

### Flucht aus dem Raster

Gemeinsam mit seinen Kollegen ist er deshalb einen neuen Weg gegangen. Die Wissenschaftler entwickelten ein Modell, das Menschen wie Fahrzeuge als Software-Agenten modelliert. 100 000 Objekte lassen sich dann gleichzeitig in Bewegung setzen. Auch das klingt nach erheblichem Rechenaufwand, doch das Prinzip ist denkbar einfach. Zum Beispiel bei der Evakuierung: Wie bei einem Schachspiel eilen die Agenten von Feld zu Feld durch ein Raster aus Zellen. Jede ist 40 mal 40 Zentimeter groß, entsprechend der Standfläche eines Erwachsenen im dichten Gedränge. Das Raster umfasst die Wege im Stadion oder die Gänge auf einem Schiff. In kleinen Zeitschritten bestimmt jeder Agent die Richtung, in der das Ziel »Ausgang« liegt, und läuft dann so weit wie möglich darauf zu. Erst durch die Wechselwirkung vieler solcher Einheiten ent-

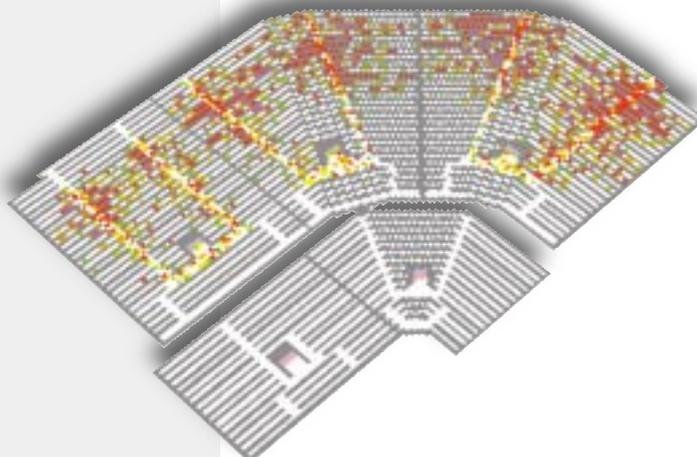
steht ein komplexer Ablauf durch Selbstorganisation. Sie weichen einander aus, behindern oder überholen sich.

»Damit das Modell möglichst realistisch arbeitet, werden den Agenten individuelle Eigenschaften zugeordnet«, erläutert Tim Meyer-König. Zu den Charaktereigenschaften der digitalen Dauerläufer zählt etwa die Trödelwahrscheinlichkeit, die das Zögern und Abbremsen bei der Suche nach dem Fluchweg repräsentiert. Davon hängt die Dauer einer Evakuierung entscheidend ab. Darüber hinaus sind die Agenten mit einer individuellen Reaktionsdauer ausgestattet, mit der sie auf das Räumungssignal reagieren. Sie verfügen über eine Maximal-Geschwindigkeit, die unter anderem altersabhängig ist. Zudem sind sie unterschiedlich sensibel, wenn es darum geht, anderen Personen auszuweichen. Je nach Anwendung wird eine bestimmte demografische Zusammensetzung gewählt – etwa agile Jugendliche beim Popkonzert.

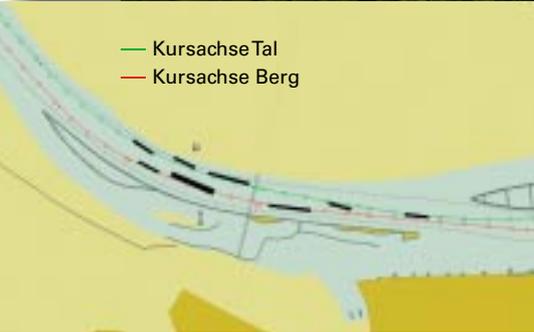
Die Grundzüge des Fußgänger-Simulationsprogramms entstanden vor wenigen Jahren an der Universität Duisburg-Essen. Damals plante die Internationale Schifffahrtsorganisation (IMO) neue Sicherheits- und Evakuierungsrichtlinien für Fähren und Kreuzfahrtschiffe. Die neuen Vorgaben hätten aufwändige Berechnungen der Fluchtwege erfordert. Mit dem Simulationsprogramm lag das Ergebnis innerhalb von Minuten vor. Werften wurden auf das Programm aufmerksam und förderten zusammen mit dem Bundesforschungsministerium die weitere Entwicklung. Seit Juni 2002 dürfen die von der IMO vorgeschriebenen Evakuierungsanalysen mit der TraffGo-Simulation durchgeführt werden. Der

*Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.*

LINKS: DPA; UNTER: TRAFFGO



◀ Evakuierungspläne gehören zum Bauantrag von Fußballstadions, hier eine Ecktribüne des Westfalenstadions. Personen sind als farbige Punkte dargestellt (rot: Person steht, orange: mittlere Geschwindigkeit, grün: Person läuft maximal schnell).



Ein Containerschiff und weitere Fahrzeuge passieren die Engstelle des Rheins bei Bingen. Ob die Wasserstraße hier ausgebaggert werden muss, um dem Anwachsen des Schiffsverkehrs Herr zu werden, soll in einer aufwändigen Rechtersimulation geprüft werden.

## Anzeige

Germanische Lloyd in Hamburg, als Klassifizierungsgesellschaft für die Sicherheit von Schiffen und technischen Anlagen zuständig, vertreibt die Lizenz weltweit. Zu den Kunden zählen die Papenburger Meyer-Werft und andere Werften sowie Brandschutzbüros im In- und Ausland.

### Software-Agenten gegen Verkehrsstau

Ähnlich wie das Fußgängermodell funktioniert das Duisburger Verkehrsprognose-System. Darin sind die rund 2250 Autobahnkilometer in Nordrhein-Westfalen in einzelne Felder von 1,5 Meter Länge aufgeteilt. Fahrzeuge bewegen sich Schritt für Schritt von Zelle zu Zelle. Auf- und Abfahrten werden mit besonderen Eigenschaften belegt. So verlangsamen oder beschleunigen sie die Autos automatisch. Das System wird mit aktuellen Daten von rund 4000 Zählschleifen gefüttert. Konkurrierende Verfahren leiten Prognosen aus dem Vergleich mit historischen Daten ab – die heutige Situation gleicht der vom 30.10.1999, also wird sich der Verkehr entsprechend entwickeln.

Derzeit nutzen etwa 300 000 Autofahrer täglich den Internetservice unter [www.autobahn.nrw.de](http://www.autobahn.nrw.de), der alle 30 oder 60 Minuten aktualisiert wird. Das nächste Ziel ist die Entwicklung eines Verkehrsmanagement-Systems, das auch den innerstädtischen Verkehr berücksichtigt. Bei jährlich insgesamt 45 000 Kilometern Stau im Ruhrgebiet wäre das sicher sinnvoll.

Inzwischen tummeln sich die Duisburger auch auf den Wasserstraßen. Im Auftrag der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe nehmen sie den Schiffsverkehr auf dem felsigen und stark gewundenen Rheinabschnitt zwischen Bingen und Koblenz unter die Lupe. Sie wollen ermitteln, ob die Zunahme des Schiffsverkehrs zu längeren Wartezeiten führen wird oder ob der Fluss aufwändig vertieft oder ausgebaut werden muss. Die bewährte Verkehrssimulation genügt in diesem Falle nicht. Ein Schiff driftet nämlich bei der Kurvenfahrt und diese Drift hängt vor allem von seiner Geschwindigkeit sowie von der Strömung ab. Auch die Breite des Fahrwassers beeinflusst die Bewegung des Schiffes. Denn eine engere Fahrrinne erzeugt einen größeren Widerstand, da sich das Wasser nur schwer verdrängen lässt.

Das Ziel der Forscher ist es zunächst, die Einzelfahrt eines Schiffes realistisch abzubilden. Dazu verwenden sie Koordinaten mit Längen- und Breitenangaben. Mitte dieses Jahres schließlich sollen erste Überholmanöver simuliert werden. Schließlich soll das Programm sogar das Verhalten der Schiffsführer erfassen. Befragungen von Kapitänen und Ergebnisse von Messfahrten stellt die Bundesanstalt für Wasserbau zur Verfügung. So werden Software-Agenten die Entscheidung mittragen, ob kostspielige Baumaßnahmen im Bereich der Loreley erforderlich sein werden. ◀

Der Biologe **Tim Schröder** arbeitet als freier Wissenschaftsjournalist in Oldenburg.