

WESTFÄLISCHE  
WILHELMS-UNIVERSITÄT  
MÜNSTER

# Nichtlineare Modellierung in den Naturwissenschaften

Fußgängermodell nach Ansgar Kirchner und Andreas Schadschneider

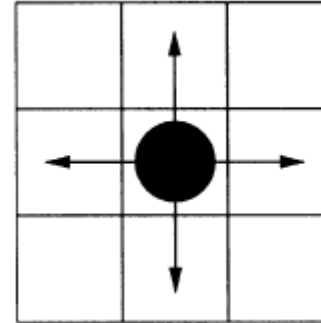


# Inhalt der Präsentation

- Das Modell
- Das statische Feld  $S$
- Das dynamische Feld  $D$
- Ablauf eines Zeitschritts
- Mögliche Erweiterungen
- Ausblick
- Quellen

## Das Modell

- diskrete Modellierung
- Fußgärgbewegung nur zu den nächsten Nachbarzellen
- Bewegungswahrscheinlichkeiten sind abhängig vom statischen und dynamischen Feld
  - Statisches Feld gibt Informationen über den Raum
  - Dynamisches Feld beeinflusst das Verhalten der Fußgänger

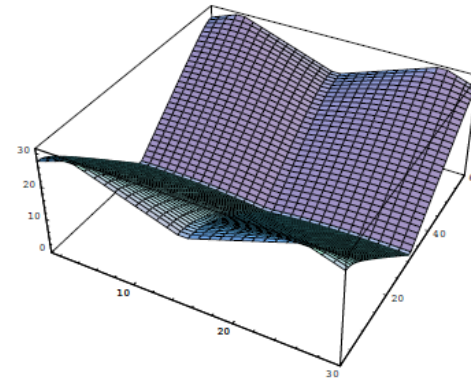
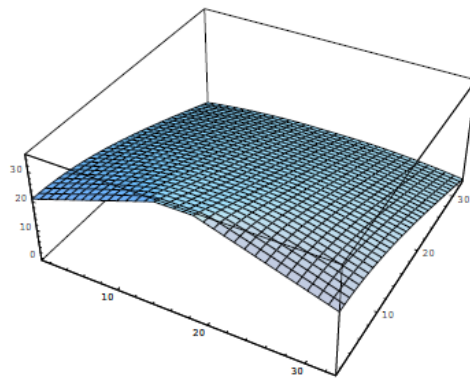


0	$p_{-1,0}$	0
$p_{0,-1}$	$p_{0,0}$	$p_{0,1}$
0	$p_{1,0}$	0

# Das statische Feld $S$

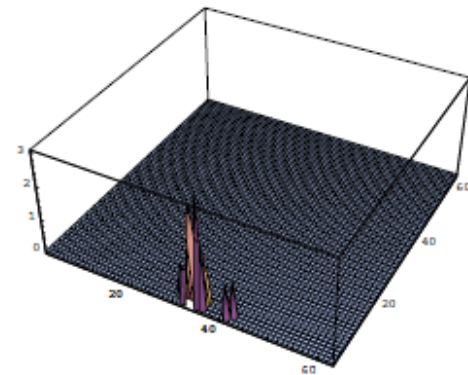
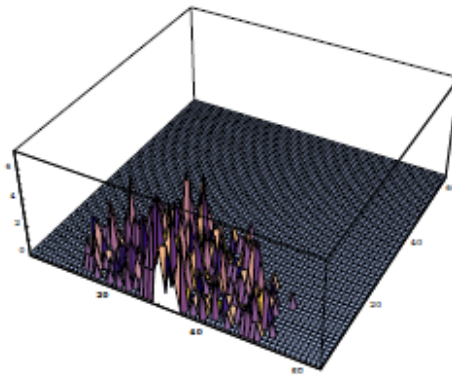
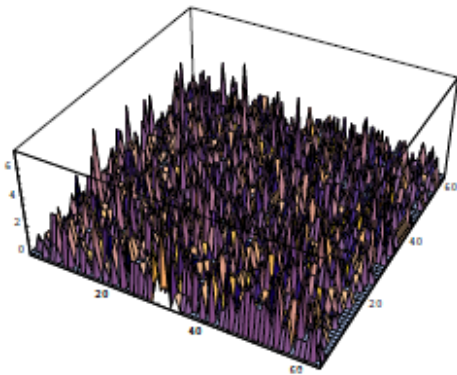
- bestimmt die Attraktivität der einzelnen Felder für die Fußgänger
- ist unabhängig vom Fußgängerverhalten und von der Zeit
- steigt mit der Nähe zu den Türen

$$S_{ij} = \max_{(i_l, j_l)} \left\{ \min_{(i_{T_s}, j_{T_s})} \left\{ \sqrt{(i_{T_s} - i_l)^2 + (j_{T_s} - j_l)^2} \right\} \right\} - \min_{(i_{T_s}, j_{T_s})} \left\{ \sqrt{(i_{T_s} - i)^2 + (j_{T_s} - j)^2} \right\}$$



## Das dynamische Feld $D$

- Jeder Fußgänger hinterlässt eine virtuelle Spur
- Parameter  $\alpha$  und  $\delta$  beeinflussen die Spur
  - $\alpha$  ist die Diffusionswahrscheinlichkeit
  - $\delta$  ist die Zerfallsrate
- Folge:  $D$ -Feld ist zeitabhängig



## Ablauf eines Zeitschritts

- Aktualisierung des dynamischen Feldes (Diffusion und Zerfall)
- Berechnung der Sprungwahrscheinlichkeiten

$$p_{ij} = N \exp(k_D D_{ij}) \exp(k_S S_{ij}) (1 - n_{ij}) \xi_{ij}$$

$$N = \left[ \sum_{(i,j)} \exp(k_D D_{ij}) \exp(k_S S_{ij}) (1 - n_{ij}) \xi_{ij} \right]^{-1}$$

$$n_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{für besetzte Zellen} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

$$\xi_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{für verbotene Zellen} \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

- Kollisionsabfrage/Lösung der „Konflikte“
- simultaner Sprung aller Teilchen
- Aktualisierung des dynamischen Feldes (Addition der Spur)

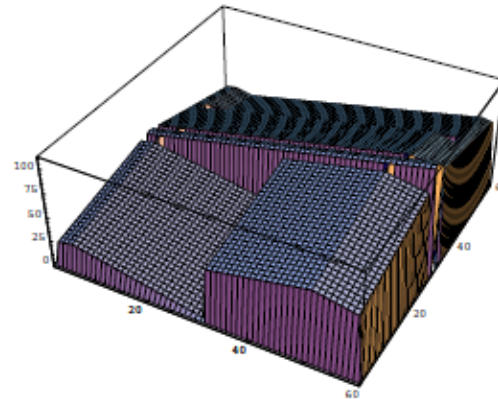
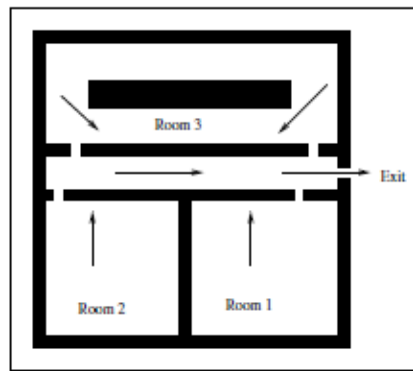


## Mögliche Erweiterungen

- Variation der Auswahl bei der Kollisionsabfrage
- Mehrere Türen
- Alternative  $D$ -Felder
  - Personendichte statt Geschwindigkeitsdichte
  - abstoßende Wirkung
- Weitere Felder (z.B. Gefahrenfeld, Simulation Feuer)
- Alternatives  $S$ -Feld
  - Hindernisse, komplexe Raumgeometrie

# Ausblick

- Zusammenarbeit beim Vergleich mit dem Helbing-Modell
- Alternatives  $S$ -Feld
  - Einbeziehung von Hindernissen und komplexer Raumgeometrie
  - Mit aktuellem  $S$ -Feld nicht möglich
  - $S$ -Feld basierend auf kleinster Schrittzahl anstatt Entfernung über die Luftlinie





# Quellen

- A. Kirchner, Dissertation, Universität zu Köln, 2002, <http://www.thp.uni-koeln.de/~aki>
- A. Kirchner, A. Schadschneider, Simulation of evacuation processes using a bionics-inspired cellular automaton model for pedestrian dynamics, Universität zu Köln, 2002, [www.elsevier.com/locate/physa](http://www.elsevier.com/locate/physa)



WESTFÄLISCHE  
WILHELMS-UNIVERSITÄT  
MÜNSTER

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**